平成 30 年度

高レベル放射性廃棄物等の
地層処分に関する技術開発事業

沿岸部処分システム高度化開発

報告書

Appendix

平成 31 年 3 月

国立研究開発法人産業技術総合研究所
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
公益財団法人原子力環境整備促進・資金管理センター
一般財団法人電力中央研究所

Appendix　目次

Appendix　I　事例研究地域のうち沿岸陸域の隆起・侵食に係る地形・地質の検討
Appendix　II　事例研究地域のうち海底地形・地質の検討
Appendix　III　海底地形の地形判読に基づく隆起・侵食評価手法の検討　数値地形解析データ一覧
Appendix　IV　段丘礫・被覆層の分析データ集
Appendix　V　少量試料での放射性炭素年代測定に係る自動グラファイト調整装置を用いた前処理手法の検討
Appendix　VI　DD-4 孔の掘削と採水に関する補足説明
Appendix　VII　原位置調査装置および採取方法の開発
Appendix　VIII　希ガス同位体比測定のための発泡性のある地下水採取方法の検討
Appendix　IX　海底湧出地下水の採水試験
Appendix　X　深部地下水年代測定の評価に関する地下水流動解析とデータベースの構築
Appendix　XI　改良溶接材定電位保持試験データ
Appendix　XII　従来溶接材定電位保持試験データ
Appendix　XIII　溶接材深さプロファイル算出結果
Appendix　XIV　塩水環境下におけるセメント系材料の機械的特性変化に関する検討　試験及び解析結果
Appendix　XV　ニアフィールド領域での処分システム構成材料の成立性と品質確保の方法の提示に関する補足資料
Appendix　XVI　委員会議事録など

Appendix I

事例検討地域のうち
沿岸陸域の隆起・侵食に係る地形・地質の検討

目　　次

1. はじめに I-1

2. 研究事例地域 I-1

3. 研究手法 I-3
3.1 空中写真判読による地形調査 I-3
3.2 地表地質踏査 I-3
3.3 検土杖調査 I-3
3.4 ピット調査 I-3
3.5 ボーリング調査 I-4
3.6 地質年代測定（テフラ分析） I-4
3.7 段丘対比・編年 I-4

4. 研究結果 I-6
4.1 宮崎平野中部及び北部における段丘の分布、地形層序 I-6
4.2 各段丘面を構成する地質 I-15
4.2.1 最高位段丘及び高位段丘 I-17
4.2.2 中位段丘 I-17
4.2.3 低位段丘 I-20

5. 考察（段丘の対比・編年） I-22

6. 参考文献 I-22

7. データ集（テフラ分析結果） I-24

図　目　次

図 2-1　事例研究地域の範囲 I-2
図 3-1　本事業における段丘対比の考え方 I-5
図 4-1　宮崎平野中・北部の段丘分布図（全体） I-8
図 4-2　宮崎平野中・北部の段丘分布図（A 及び B 地域） I-9
図 4-3　宮崎平野中・北部の段丘分布図（C、D 及び E 地区） I-10
図 4-4　宮崎平野中・北部の段丘分布図（E、F 及び G 地域） I-11
図 4-5　宮崎平野中・北部の段丘区分図（日向市内） I-12
図 4-6　本年度調査における地質柱状図 I-16
図 4-7　高位段丘 Hf1 面（東原面）における露頭写真 I-17
図 4-8　中位段丘 Mm-2 面（新田原面）におけるピット調査・法面写真 I-18
図 4-9　ボーリングコア写真（No.1 孔；0 - 6.00m） I-19
図 4-10　ボーリングコア写真（No.2 孔；0 - 9.00m） I-19
図 4-11　日向市内の段丘対比・編年の再検討 I-20
図 4-12　ボーリングコア写真（No.3 孔；0 - 12.00m） I-21
図 7-1　検鏡及び屈折率測定結果（露頭 MYZ20180802-02） I-25
図 7-2　検鏡及び屈折率測定結果（露頭 MYZ20180613-13） I-25
図 7-3　検鏡及び屈折率測定結果（露頭 T5） I-26
図 7-4　検鏡及び屈折率測定結果（露頭 MYZ20171218DB10） I-27
図 7-5　検鏡及び屈折率測定結果（露頭 MYZ20181122-01） I-27
図 7-6　検鏡及び屈折率測定結果（露頭 MYZ20180804-01） I-28
図 7-7　検鏡及び屈折率測定結果（ピット MYZ20181010-02pit） I-28
図 7-8　検鏡及び屈折率測定結果（露頭 MYZ20181121-02） I-29
図 7-9　検鏡及び屈折率測定結果（露頭 MYZ20171214-DB04） I-29
図 7-10　検鏡及び屈折率測定結果（MYZ20181010-01） I-30
図 7-11　検鏡及び屈折率測定結果（ボーリング調査 No.1 孔） I-30
図 7-12　検鏡及び屈折率測定結果（ボーリング調査 No.2 孔） I-31
図 7-13　検鏡及び屈折率測定結果（ボーリング調査 No.3 孔） I-31

表　目　次

表 4-1　宮崎平野中・北部の段丘一覧 I-13
表 4-2　事例調査地域で認められているテフラ一覧 I-14
表 7-1　ガラス・鉱物化学組成結果 I-32
表 7-2　ガラス・鉱物化学組成結果（つづき 1） I-33
表 7-3　ガラス・鉱物化学組成結果（つづき 2） I-34
表 7-4　ガラス・鉱物化学組成結果（つづき 3） I-35
表 7-5　ガラス・鉱物化学組成結果（つづき 4） I-36
表 7-6　ガラス・鉱物化学組成結果（つづき 5） I-37
表 7-7　ガラス・鉱物化学組成結果（つづき 6） I-38
表 7-8　ガラス・鉱物化学組成結果（つづき 7） I-39
表 7-9　ガラス・鉱物化学組成結果（つづき 8） I-40

図　目　次

図 2-1　事例研究地域の範囲 I-2
図 3-1　本事業における段丘対比の考え方 I-3
図 4-1　宮崎平野中・北部の段丘分布図（全体） I-6
図 4-2　宮崎平野中・北部の段丘分布図（A 及び B 地域） I-7
図 4-3　宮崎平野中・北部の段丘分布図（C、D 及び E 地区） I-8
図 4-4　宮崎平野中・北部の段丘分布図（E、F 及び G 地域） I-9
図 4-5　宮崎平野中・北部の段丘区分図（日向市内） I-10
図 4-6　本年度調査における地質柱状図 I-14
図 4-7　高位段丘 Hf1 面（東原面）における露頭写真 I-15
図 4-8　中位段丘 Mm-2 面（新田原面）におけるピット調査・法面写真 I-16
図 4-9　ボーリングコア写真（No.1 孔；0 - 6.00m） I-17
図 4-10　ボーリングコア写真（No.2 孔；0 - 9.00m） I-17
図 4-11　日向市内の段丘対比・編年の再検討 I-18
図 4-12　ボーリングコア写真（No.3 孔；0 - 12.00m） I-19
図 7-1　検鏡及び屈折率測定結果（露頭 MYZ20180802-02） I-23
図 7-2　検鏡及び屈折率測定結果（露頭 MYZ20180613-13） I-23
図 7-3　検鏡及び屈折率測定結果（露頭 T5） I-24
図 7-4　検鏡及び屈折率測定結果（露頭 MYZ20171218DB10） I-25
図 7-5　検鏡及び屈折率測定結果（露頭 MYZ20181122-01） I-25
図 7-6　検鏡及び屈折率測定結果（露頭 MYZ20180804-01） I-26
図 7-7　検鏡及び屈折率測定結果（ピット MYZ20181010-02pit） I-26
図 7-8　検鏡及び屈折率測定結果（露頭 MYZ20181121-02） I-27
図 7-9　検鏡及び屈折率測定結果（露頭 MYZ20171214-DB04） I-27
図 7-10　検鏡及び屈折率測定結果（MYZ20181010-01） I-28
図 7-11　検鏡及び屈折率測定結果（ボーリング調査 No.1 孔） I-28
図 7-12　検鏡及び屈折率測定結果（ボーリング調査 No.2 孔） I-29
図 7-13　検鏡及び屈折率測定結果（ボーリング調査 No.3 孔） I-29
図 2-1　事例研究地域の範囲 2
図 3-1　本事業における段丘対比の考え方 5
図 4-1　宮崎平野中・北部の段丘分布図（全体） 8
図 4-2　宮崎平野中・北部の段丘分布図（A 及び B 地域） 9
図 4-3　宮崎平野中・北部の段丘分布図（C、D 及び E 地区） 10
図 4-4　宮崎平野中・北部の段丘分布図（E、F 及び G 地域） 11
図 4-5　宮崎平野中・北部の段丘区分図（日向市内） 12
図 4-6　本年度調査における地質柱状図 16
図 4-7　高位段丘 Hf1 面（東原面）における露頭写真 17
図 4-8　中位段丘 Mm-2 面（新田原面）におけるピット調査・法面写真 18
図 4-9　ボーリングコア写真（No.1 孔；0 - 6.00m） 19
図 4-10　ボーリングコア写真（No.2 孔；0 - 9.00m） 19
図 4-11　日向市内の段丘対比・編年の再検討 20
図 4-12　ボーリングコア写真（No.3 孔；0 - 12.00m） 21

図 7-1　検鏡及び屈折率測定結果（露頭 MYZ20180802-02）.....25
図 7-2　検鏡及び屈折率測定結果（露頭 MYZ20180613-13）.....25
図 7-3　検鏡及び屈折率測定結果（露頭 T5）.....26
図 7-4　検鏡及び屈折率測定結果（露頭 MYZ20171218DB10）.....27
図 7-5　検鏡及び屈折率測定結果（露頭 MYZ20181122-01）.....27
図 7-6　検鏡及び屈折率測定結果（露頭 MYZ20180804-01）.....28
図 7-7　検鏡及び屈折率測定結果（ピット MYZ20181010-02pit）.....28
図 7-8　検鏡及び屈折率測定結果（露頭 MYZ20181121-02）.....29
図 7-9　検鏡及び屈折率測定結果（露頭 MYZ20171214-DB04）.....29
図 7-10　検鏡及び屈折率測定結果（MYZ20181010-01）.....30
図 7-11　検鏡及び屈折率測定結果（ボーリング調査 No.1 孔）.....30
図 7-12　検鏡及び屈折率測定結果（ボーリング調査 No.2 孔）.....31
図 7-13　検鏡及び屈折率測定結果（ボーリング調査 No.3 孔）.....31

表　目　次

表 4-1　宮崎平野中・北部の段丘一覧.....I-11
表 4-2　事例調査地域で認められているテフラ一覧.....I-12
表 7-1　ガラス・鉱物化学組成結果.....I-30
表 7-2　ガラス・鉱物化学組成結果（つづき 1）.....I-31
表 7-3　ガラス・鉱物化学組成結果（つづき 2）.....I-32
表 7-4　ガラス・鉱物化学組成結果（つづき 3）.....I-33
表 7-5　ガラス・鉱物化学組成結果（つづき 4）.....I-34
表 7-6　ガラス・鉱物化学組成結果（つづき 5）.....I-35
表 7-7　ガラス・鉱物化学組成結果（つづき 6）.....I-36
表 7-8　ガラス・鉱物化学組成結果（つづき 7）.....I-37
表 7-9　ガラス・鉱物化学組成結果（つづき 8）.....I-38

事例研究地域のうち沿岸陸域の隆起・侵食に係る地形・地質の検討

1. はじめに

本研究では、宮崎平野中部及び北部を事例研究地域として、平成 29 年度より空中写真判読による地形調査、地表踏査、地質年代調査（テフラ分析）などを行い、中・後期更新世の隆起量の指標となる段丘の空間分布ならびに対比・編年を検討してきた（産総研, 原子力機構, 原環センター, 電中研, 2018 及び本報告書本編「2.1.1 項の(1) 沿岸域における隆起・侵食の検討」）。

平成 29 年度における研究の結果、当該地域における段丘の編年に関しては、先行研究（例えば、長岡ほか, 2010 など）と異なる作業仮説が成立しうるも、先行研究の見解を積極的に否定するようなデータはでてきていない。平成 29 年度は、宮崎平野中部の一ツ瀬川と小丸川とに挟まれ低位段丘から高位段丘までの地形面の揃った地域を中心に調査を行った（産総研, 原子力機構, 原環センター, 電中研, 2018）。そのため、前述地域を除く地域、特に、小丸川以北の地域ではデータが非常に乏しいものとなった。ここまで、先行研究（例えば、長岡ほか, 2010 など）に否定するようなデータはない。しかし、先行研究とは異なる対比・編年の作業仮説が成立する余地があり、乏しいデータに基づき段丘の対比・編年が行われてきた北部地域に対しては、段丘編年の検証が課題と考えられる。

以上のような問題意識のもと、平成 30 年度は、昨年度に引き続きに宮崎平野中部及び北部、特に、研究地域の北端にあたる宮崎県都農町から日向市にかけての地域を中心に、地形・地質データの拡充を行った。特に、段丘を構成する地質の情報が非常に少なく、また一部の地域では市街地化が進み露頭そのものが非常に乏しい北部地域では､検土杖を用いた調査(以下､「検土杖調査」という)、ピット調査、及びボーリング調査といった掘削を伴う調査を行った。また、これらの情報を最大限活用し、事例研究地域全体の後期更新世以降における地形・地質層序の整合性を保つため、及びボーリング調査の掘削地点及び掘削長を予め把握するため、1 万分の 1 の空中写真を用いた地形調査を実施した。

本資料では、事例研究地位域で実施された地形調査、地表踏査、ピット調査、ボーリング調査、及び地質年代調査（テフラ分析）の結果、並びにそれらから導かれる段丘の対比・編年の考察結果について記す。

なお、このようにして得られた段丘の対比・編年の結果は、段丘の比高に基づく後期更新世の隆起速度分布の基礎データであり、隆起速度の平面分布から隆起モデルを構築した。それらの詳細については、報告書本編（「2.1.1 項の(1) 沿岸域における隆起・侵食の検討」）を参照されたい。

2. 研究事例地域

平成 29 年度に引き続き、宮崎市から日向市にかけての宮崎平野中・北部において事例研究を継続した（図 2-1）。

本委託事業では、平成 28 年度に事例研究地域の一つとして宮崎県・一ツ瀬川流域およびその前面海域において机上検討を実施した（産総研, 原子力機構, 原環センター, 電中研, 2017）。平成 29 年度には、宮崎市から日向市にわたる地域を陸域の事例研究地域とし、空中写真判読（4 万分の 1 写真スケール）、地表踏査、及び地質年代測定（テフラ分析）を実施し、当該地域における段丘の対比・編年に基づき三次元隆起モデル（平板モデル）を構築し、当

該地域から海域における隆起量の推定を試みている（産総研，原子力機構，原環センター，電中研, 2018）。

宮崎平野は、九州山地の東に広がる海岸平野であり、おおよそ宮崎市と綾町とを結んだ線を底辺とし日向市に残りの頂点をおいた二等辺三角形様を呈する（図 2-1）。事例研究範囲では、一ツ瀬川、小丸川、名貫川、都農川、耳川などの河川が九州山地より西から東へ流れ、日向灘に注いでいる。これらの河川沿い、並びに海岸沿いには、多段の海成・河成段丘が広く分布している（例えば、長岡、1986）。また、九州山地と接する平野の西縁や南縁には川南断層（九州活構造研究会編, 1989 など）を除いて顕著な断層は報告されていない。先行研究（長岡ほか, 2010; 地質環境の長期安定性研究委員会編, 2011 など）によれば、宮崎市付近の過去 10 万年間の隆起量は 60 - 90 m とされ、事例研究範囲の北部の日向市に向かい、0 m から 30 m まで徐々に減じているとしている。なお、過去 10 万年間に 90 m という隆起量は、我が国の陸域では大きい部類に入る。さらに、先行研究では、段丘礫層が広く分布していること、段丘を覆う被覆層中に多くのテフラが含まれていることを記載しており（町田・新井, 2003; 長岡ほか, 2010 など）、段丘の対比・編年に関わる地質情報を得やすく、第 2 章で検討している経験的指標に基づく段丘対比・編年手法の高度化の検討を行う際にも、研究目的に適している。

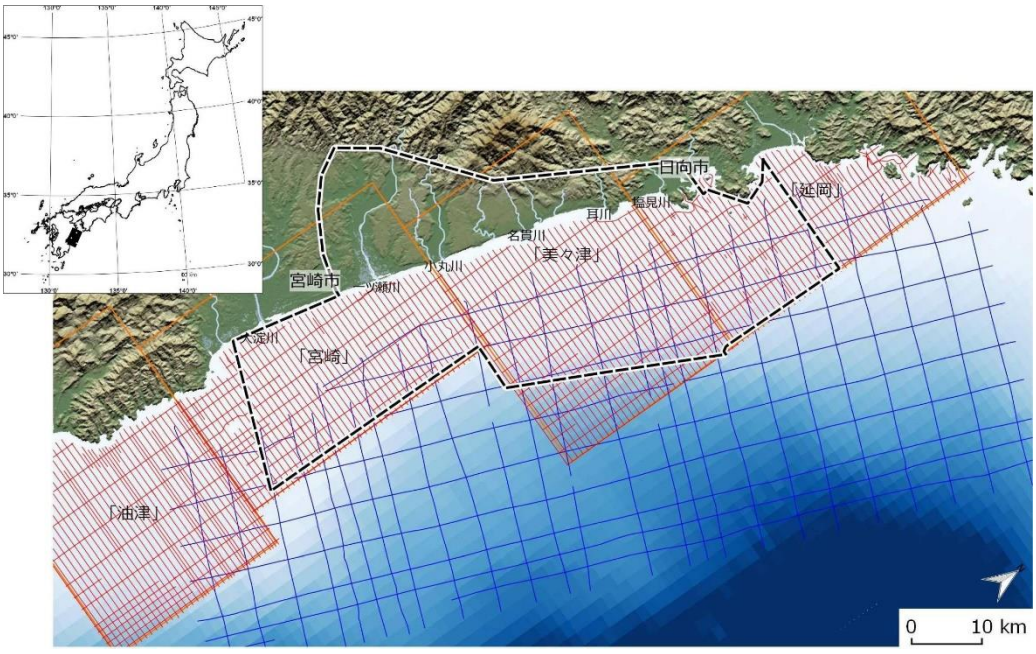


図 2-1　事例研究地域の範囲

陸域および海域の基図は、米国航空宇宙局（NASA）による地形データ（SRTM-3）および日本水路協会発行の海底地形データ（M7000 シリーズ）からそれぞれ作成。黒点線：事例検討範囲、橙色線：沿岸の海の基本図「延岡」、「美々津」、「宮崎」および「油津」、赤線：沿岸の海の基本図調査における海上音波探査測線、青線：旧地質調査所による海上音波探査測線（GH83-1 航海）

3. 研究手法

本研究では、過去の膨大な地形・地質調査において実施されてきた信頼性が高い手法を、体系的に組み合わせて用いている。したがって、本研究における技術開発の主眼は、要素的な手法の開発よりも、成熟した手法（道具）の使い方を問うものである。これは、遠くない将来に文献調査・概要調査を想定した上での、戦略の一つである。

3.1 空中写真判読による地形調査

1970 年代に国土地理院が撮影した 1 万分の 1 空中写真を使用して、地形層序、段丘区分と平面分布、段丘面の分布形状、段丘面の開析などについて記載する。段丘面の開析の程度については、濱田・幡谷（2011）などを参考に、判読基準を提示した上で記載した。段丘面の認定にあたり、段丘の区分、海成・河成の区別については、空中写真判読時には位置と分布形態、地形層序などに基づく地形発達史的解釈も踏まえて判断したが、その判断については、それら段丘を構成する地質を調査することで、追認あるいは修正した。

なお、本地域には、河成段丘が広く分布していることを考慮して、おおむね主要河川またはその流域境界を境に A 地区から G 地区までの七つの地域に区分し記載した。

3.2 地表地質踏査

段丘を構成する地質、すなわち、段丘の基盤、段丘堆積物／礫層、段丘被覆層を区分し、濱田・幡谷（2011）を参考に、経験的な風化の定性的指標に留意して、定性的な層相記載を行った。また、これらの記載に基づき、地質年代測定用試料を採取した。併せて、経験的な風化指標を重視した総合的な段丘対比・編年手法の高度化に向けた定量的検討（報告書本編 2.1.1 項の(3)）のため、段丘礫層・段丘被覆層の室内分析用試料の採取を行った。

3.3 検土杖調査

市街地では段丘を構成する地層の露頭が擁壁などにより覆われ、露頭そのものが存在しないことがある。そのような市街地化が進んだ地域では、検土杖を用いた調査（以下、「検土杖調査」という）を実施し、ボーリング調査及びピット調査実施のための予察的な地質情報を得た。

検土杖調査では、調査地点周辺に作業範囲を設定した後、採土器を地中に挿入・掘削することにより、試料を採取した。採取した試料に対しては、写真を撮影し、簡易な地質観察を行った。掘削終了後は、砂を流し込み閉塞した。

3.4 ピット調査

地表踏査で見出す露頭は、段丘面の縁に相当する箇所であることが多い。そのような地点では、被覆層の堆積時または堆積後の削剥などにより、段丘を構成する地質層序の一部が欠けている可能性がある。したがって、そのような可能性を避けるために、現在の段丘面の縁辺部を避けてピット調査を実施した。

ピット調査では、掘削のためのバックホウおよび調査に使用する資材を調査地点の近傍まで搬入するとともに、調査地点では、パイロン、コーンバーなどにより延長 10m×幅 10m 程度の作業範囲を設け、作業範囲内においてバックホウを用いて掘削を実施した。ピットを掘削後、完成したピットの法面（2 面）に対し、露頭整形を行った上で地質観察を行い、経験的な風化指標を重視した総合的な段丘対比･編年手法の高度化に向けた定量的検討のため、段丘礫層・段丘被覆層の室内分析用試料の採取を行った。地質観察終了後は、掘削土砂により埋戻し原状復旧を行った。

3.5 ボーリング調査

事例研究地域である宮崎平野では、概ねその中央を東西に流れる名貫川を境に、南部に比べて北部で段丘の対比・編年に関わる情報が少なくなる。特に、日向市内では、露頭が極めて少なく、先行研究の知見の検証、新たな地質情報の獲得が難しかった。このため、ボーリング掘削並びにピット掘削による地質調査を 4 箇所で実施した。

ボーリング調査では、まず、調査地点においてパイロン、コーンバーなどにより延長 5m×幅 4m 程度の作業範囲を設定し、普通乗用車、移動式クレーン積載型トラック、軽トラックなどにより、ボーリング掘削に使用する資機材を調査地点の近傍まで搬入した。搬入後、作業範囲内において作業足場の仮設および試錐機、送水ポンプ、泥水だめ、給水タンク、ロッド、ケーシングなどの資機材を設置・配置した。ボーリング掘削は、次のようにして実施した。

①次の仕様により、ボーリング掘削を実施した。
　掘削孔径　：86 mm、掘削工法：普通工法
②掘削中は、公園内の水道または近隣住宅の水道を借用し、デリバリホースの敷設または給水タンクを用いた運搬により清水または泥水を孔内へ循環送水した。
③採取した円柱状の地質試料については、1 m×3 本の試料箱に収納した。
④掘削を完了したボーリング孔については、十分に閉塞し、地表面を掘削前の状態に戻すよう努めた。ボーリング孔の閉塞に使用する充填材は砂を基本としたが、必要に応じてセメントミルクなど他の充填材を用いた。
⑤礫質土 1 m の確認を目安に調査を完了し、掘削孔（径 86 mm 程度）については、砂または必要に応じてセメントミルクを流し込むことにより閉塞した。
⑥試錐機ほか資材および作業足場を解体するとともに、資機材を搬出した。
⑦掘削地点の緯度，経度および標高を把握するために、RTK-GNSS 測量を実施した。

掘削後、ボーリングコアに対し、コア試料の地質観察を行い、その後、段丘礫層・段丘被覆層の室内分析用試料の採取を行った。

3.6 地質年代測定（テフラ分析）

鉱物組成と各鉱物の出現頻度の層位分布（検鏡）、火山ガラスおよび有色鉱物の屈折率測定、主要化学成分の分析を実施した。屈折率の測定は、古澤（2004）に準ずる。屈折率測定には、㈱古澤地質所有の温度変化型測定装置（マイオット MAIOT: 古澤, 1995）を使用した。これは、浸液の温度を直接測定しつつ屈折率を測定するものである。測定項目は、火山ガラスの屈折率 n、斜方輝石の最大屈折率γ、普通角閃石およびカミングトン閃石の壁開片の最大屈折率 n2 である。火山ガラスの化学分析には、㈱古澤地質所有のエネルギー分散型 X 線分析装置 EMAX-5770（HORIBA 製）と走査線型電子顕微鏡 SEM S-2150（日立製作所製）を用い、ZAF 法により補正し主成分組成を求めた。

3.7 段丘対比・編年

隆起により離水し、海浜あるいは河床などが陸化した年代をここでは段丘の形成年代と呼ぶ。柳田（1991）などによれば、河成段丘では一つの連続する河成段丘面の中でも離水した時期に 1 万年程度の差があることが報告されており、厳密にはそういった詳しい調査を実施する必要があるが、ここでは同一面は同時期に形成されたものと見做す（これはデータの持つ不確実性となる）。

本研究における段丘対比・編年は、基本的に、幡谷ほか (2006) に従って行う。段丘の形成年代は、段丘堆積物最上部の堆積年代あるいは基盤最上部の侵食面の形成年代と、被覆層最下部の堆積年代の間である。侵食面の形成年代は別として、両者の堆積年代を見積るにあたり、現在最も有力なツールの一つは火山灰（テフラ）層序であるが、段丘堆積物中から年代データを取得することは意外に難しいため、火山灰層序によって見積られた段丘被覆層最下部の堆積年代をもって段丘の形成年代と見なされることがしばしばある。このため、火山灰層序から見積られる段丘の形成年代が、地形面の開析の程度などから推定される段丘化した年代よりも、著しく新しく見積られている段丘もあった（幡谷ほか, 2005)。これは、段丘化直後の被覆層が欠けているためである。したがって、本研究では、「露頭で見られる段丘被覆層最下部の堆積年代＝段丘化した年代」という図式は必ずしも成り立たないと考え、空中写真判読調査から得られる段丘面の形態・分布・連続性・地形層序と、段丘を構成する地質層序から想定される編年に対して、火山灰層序・数値年代データ（既往のデータを含む）が矛盾なく説明しうるかという観点（幡谷, 2005; 幡谷ほか, 2006 など）で段丘対比・編年を行った。

図 3-1 に示すように、仮に、a、b、及び c の三つの段丘を構成する地質の露頭があったとすると、「被覆層最下部の堆積年代＝段丘化の年代」と杓子定規に考えると（A）に示したように、T1 面、T2 面、T3 面の三つの異なる面が存在することになる。しかし、「被覆層最下部の堆積年代≦段丘化の年代」と考え、a、b、及び c の 3 箇所において地形面の形態的特徴の類似性が認められ、かつ、段丘堆積物や被覆層の風化程度等の地質学的特徴に共通性が見出せるのであれば、これらが同一面である可能性(B)を考えることもできる。この想定のもとに既往の年代データ、あるいは、今回新たに得た年代データが矛盾無く説明しうるかどうかをチェックし、必要に応じて現地踏査と火山灰分析を繰り返し、矛盾が無い対比・編年モデルができた時点でそれを最終解として提案する。本研究の考え方は、火山灰層序隆盛の現在では奇異に見えるかもしれないが、1970 年代以前には基本と考えられていたことである（幡谷, 2005)。火山灰層序という強力なツールが普及した現在だからこそ、基本に立ち戻ることに意義がある。

本地域では、先行研究において、段丘堆積物中の指標テフラの記載が見られる露頭がいくつかあり、さらに、その中には段丘被覆層下部の指標テフラが見出されている露頭もある。このような箇所の段丘面の形成年代は、精度・信頼性とともに高いと言える。先行研究のデータに本研究での調査結果を加えた上で、このような露頭をホールドポイントと考えて、上記の考え方に沿って対比・編年を組立てた。

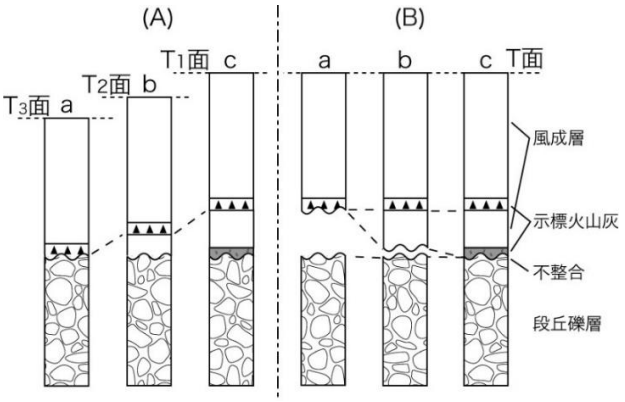


図 3-1　本事業における段丘対比の考え方
幡谷ほか (2006)

4. 研究結果

4.1 宮崎平野中部及び北部における段丘の分布、地形層序

空中写真判読及びそれを踏まえた地表踏査、検土杖調査、ピット調査、及びボーリング調査の各種調査結果に基づき、平成 29 年度から更新した事例研究地域における段丘分布図を図 4-1 に、また、その拡大したものを図 4-2 から図 4-4、さらに日向市内の分布図を図 4-5 に示す。

本地域の段丘を区分するにあたっては、段丘面の開析の程度、段丘崖の明瞭さ、分布形状・連続性、地形層序などに基づき、高位より、最高位段丘（略号 T、以下同じ）、高位段丘（H）、中位段丘（M）、低位段丘（L）、及び最低位段丘（LL）の 5 つに区分し、地形層序によりそれぞれ細分した。また、これらを分布形状・連続性などから、海成面（添え字 m）と河成面（添え字 f）に分類した。また、より縮尺の大きい空中写真を用いたことから、平成 29 年度で判読した各地形面の区分及び分布を修正した箇所がある。

研究地域内には、海成段丘、河成段丘のいずれも分布するが、南部の A - C 地区が多段の河成段丘の分布であるのに対し、北部の D - G 地区では河成段丘の発達は乏しいといった特徴が見られる。特に、北部では、MIS5c の新田原面（例えば、長岡ほか, 2010）と呼ばれる明瞭な海成段丘（Mm2 面）が広く分布する。これらの段丘の地形学的特徴をとりまとめて、表 4-2 に示し、最高位面、高位面、中位面、及び低位面について次に記す。

最高位段丘（T）は、研究地域北部の D 及び E 地区に分布するもその面積は狭く断片的である。また、段丘崖がハッキリしない丸みを帯びているため、分布の特徴を把握することが難しく、海成・河成の判断もつけ難い。長岡ほか（2010）の椎原面群に相当する。

高位段丘（H）については、頂面またはわずかに面が認められ、その分布形態から扇状地または川沿い（谷埋め様）に見え、河成段丘（Hf）であると推定した。長岡ほか（2010）の最高位段丘と高位段丘を合わせたものに相当し、東原面、野尻面と呼ばれた相対的に高位の Hf1 面、Hf2 面と、茶臼原面と呼ばれた低位の Hf3 面とに区分される。都農町から日向市南部の E 及び F 地区では、山地の縁に、面の連続性が悪く狭小な茶臼原面相当と推定される地形面が認められ、それは H 面とした。

中位段丘については、南部の A - C 地区において河成段丘が卓越し、海成（Mm）・河成（Mf）あわせて四段ないし三段に細分できるのに対し、北部の D 地区では海成段丘が一段、F 及び G 地区では二段認められるにとどまる。面の開析は進んでいるものの平坦面が認められ、南部に追跡していくと、定高性のある尾根状を呈するところもある。長岡ほか（2010）の中位段丘（高位より、三財原、新田原、唐瀬原、西都原各段丘）にほぼ相当する。

これに加え、今年度は 1 万分の 1 の空中写真をもちいた地形判読により、長岡ほか（2010）などの先行研究において G 地区で三財原面に対比される海成段丘とされていたものを、Mm1 面と Mm2 面の 2 段に細分し、低位のもの（Mm2 面）が、南側の E 地区・F 地区の新田原面に対比される可能性を考えた。G 地区における Mm1 面及び Mm2 面の特徴を次に示す。

- Mm1 面は、Mm2 面より高位に分布する小規模な平坦な面であるものの、人工改変が著しく、面の性状や旧汀線などの地形的特徴は判別できない
- Mm2 面は、沖積低地の縁辺部に小規模な面として断片的に分布し、Mm1 より面の保存が良い

低位段丘については、全て河成段丘（Lf）と考えられる。面が明瞭であるがゆえに細分が可能であり、南部では大きくは四段ないし五段認められるのに対し、北部では二段となる。長岡ほか（2010）の低位段丘（高位より、清水、岡富・豊原、大淀、深年、三日月原の各段

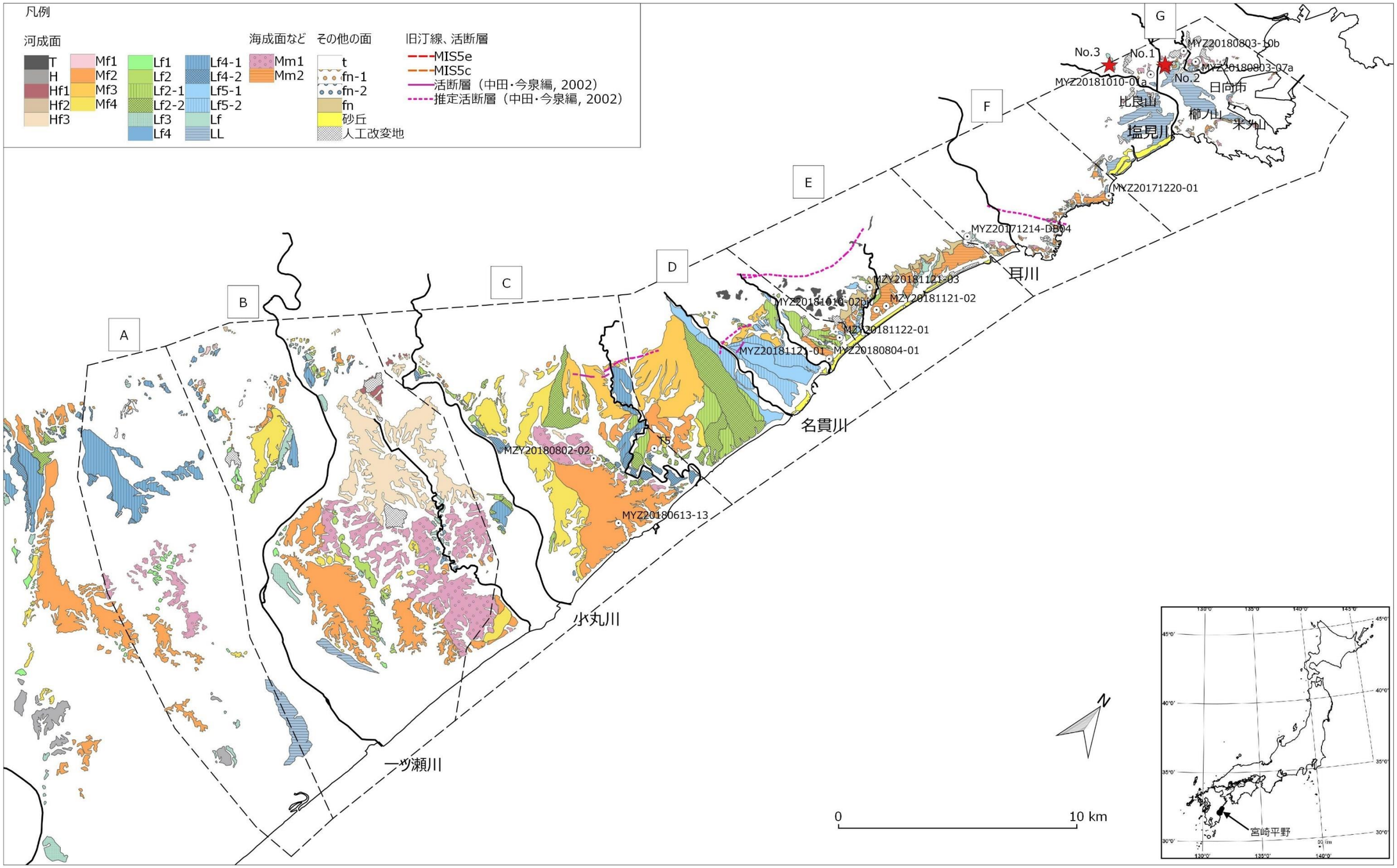
丘）にほぼ相当する。今年度の判読の結果、中位段丘形成期または形成後の低海水準期以降に形成されたと推定される緩斜面が、支流の小河川や河川争奪により現在は存在しない無能河川に沿って認められたが、その分布は局所的で、他の流域に連続せず、対比・編年が極めて困難なものについては、fn 面として区分した。

最低位段丘（LL）については、B 地区と F 地区において、沖積層よりもわずかに高い平坦面として認められる。長岡ほか（2010）で完新世段丘と低地と一括された地域の中にあり、それらとの対応は良く分からない。

本地域で認められる指標テフラ一覧を表 4-2 に示す。なお、テフラの略号と降下年代は、基本的に町田・新井（2003）の「新編・火山灰アトラス」にしたがい、それより新しい知見については適宜取り入れた。

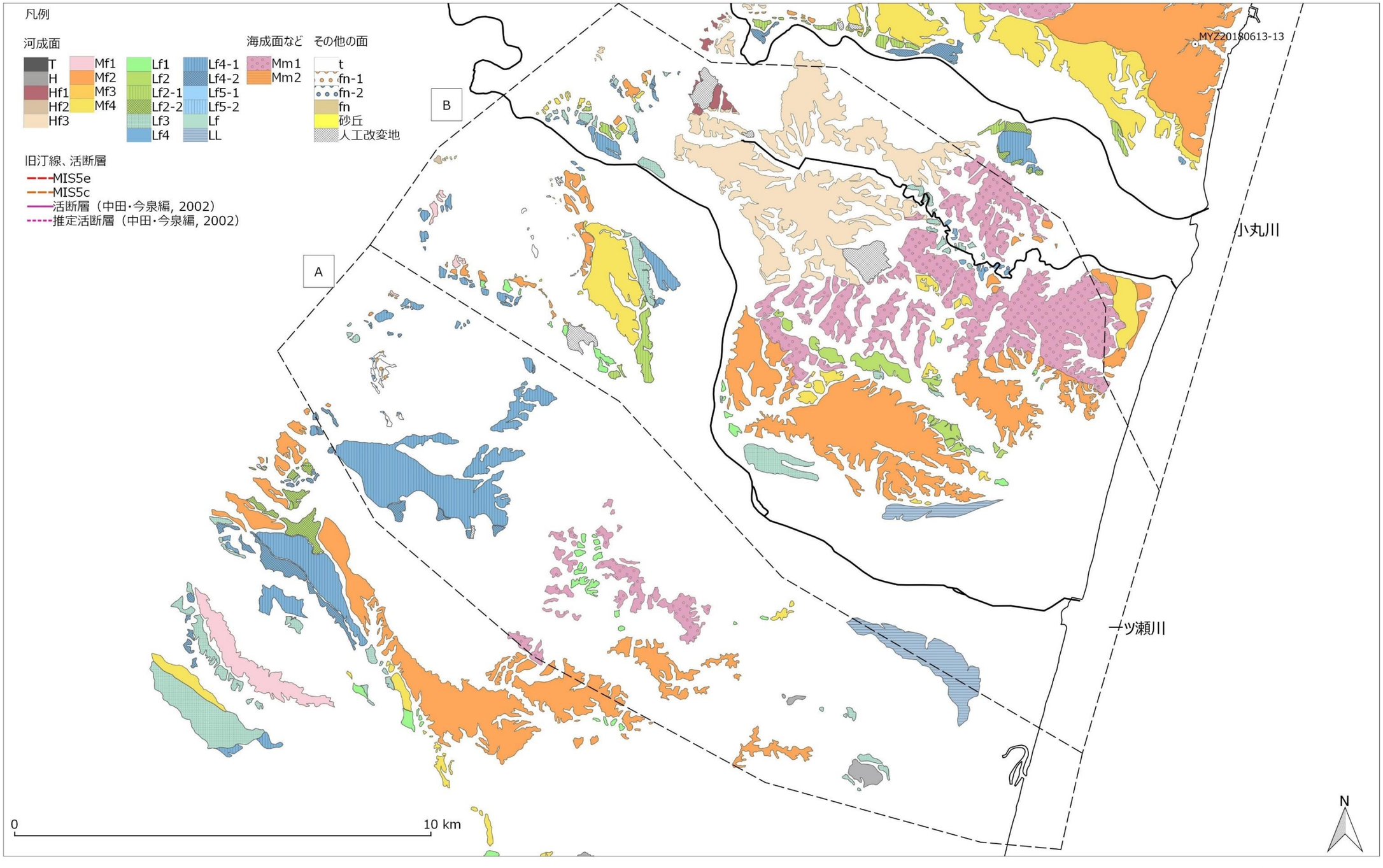
事例研究地域におけるテフラ層序については､長岡らによる一連の質の高い研究がある（長岡, 1984, 1986; 長岡ほか, 2010 など）。これに対し、本研究では、鬼界葛原（略号：K-Tz、降下年代：約 9.5 万年前、以下同じ）から鬼界アカホヤ（K-Ah、7.3 千年前）の広域テフラを検出した。さらに、平成 29 年度では，既知のテフラへの対比が困難なテフラを含む層準をいくつか見出した（α層、β層およびγ層と仮称）。

本年度実施したテフラ分析結果については、それらをとりまとめて、本資料巻末の「7. データ集（テフラ分析結果）」に記す。



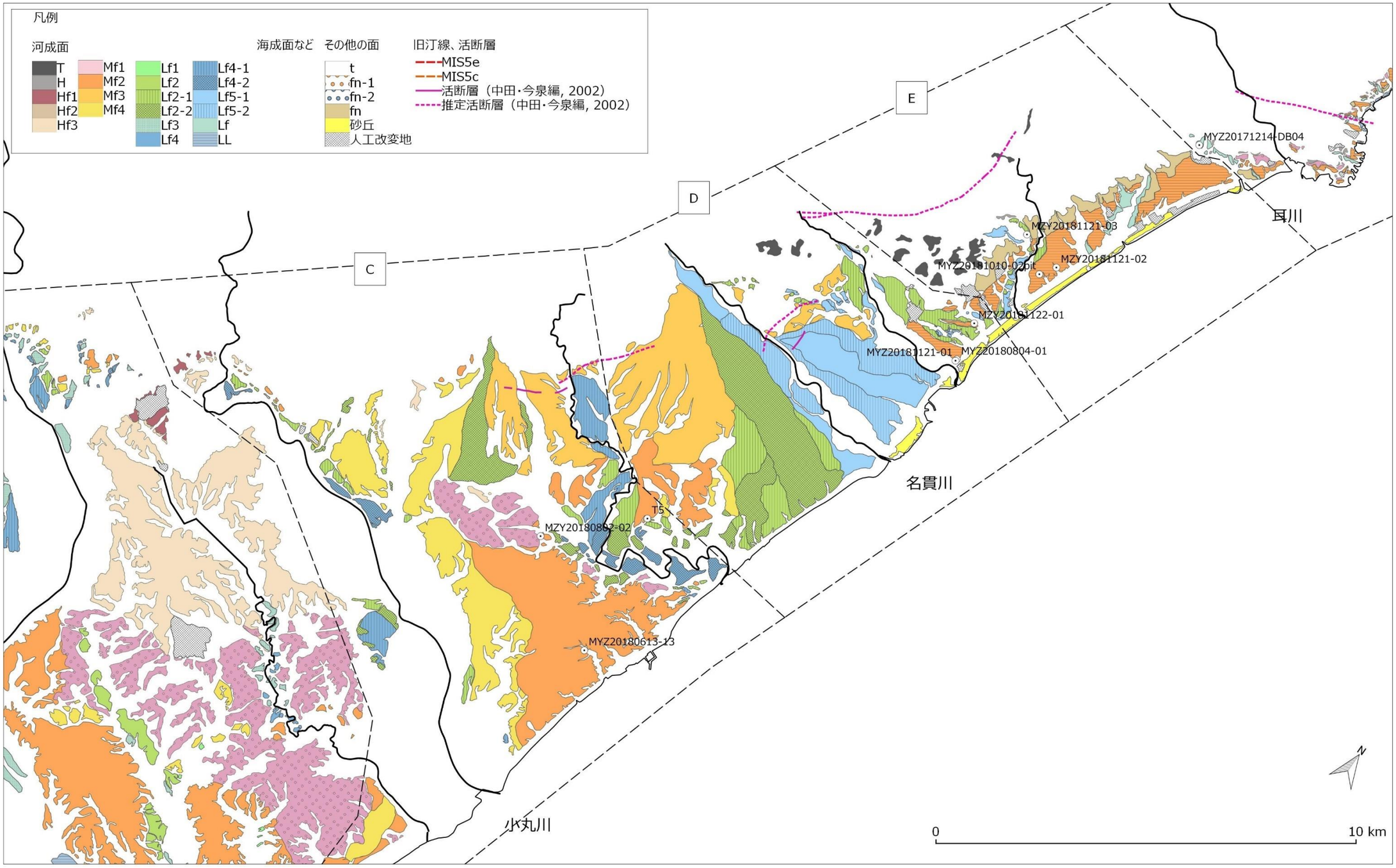
◉印：地表踏査、検土杖調査、またはピット調査実施位置、★印：ボーリング調査実施位置

図 4-1　宮崎平野中・北部の段丘分布図（全体）



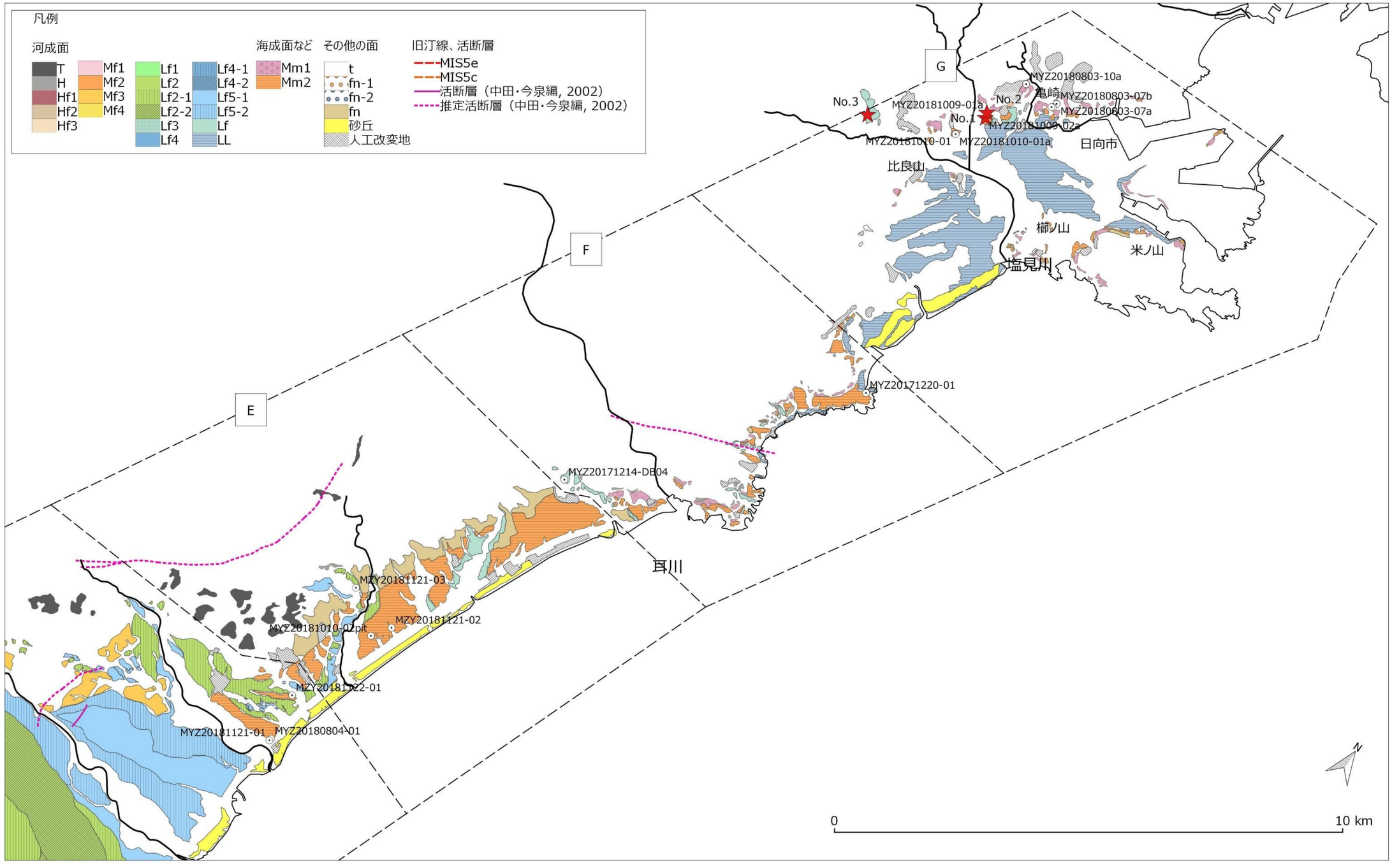
◉印：地表踏査、検土杖調査、またはピット調査実施位置

図 4-2　宮崎平野中・北部の段丘分布図（A 及び B 地域）



◉印：地表踏査、検土杖調査、またはピット調査実施位置

図 4-3　宮崎平野中・北部の段丘分布図（C、D 及び E 地区）



◉印：地表踏査、検土杖調査、またはピット調査実施位置、★印：ボーリング調査実施位置

図 4-4　宮崎平野中・北部の段丘分布図（E、F 及び G 地域）

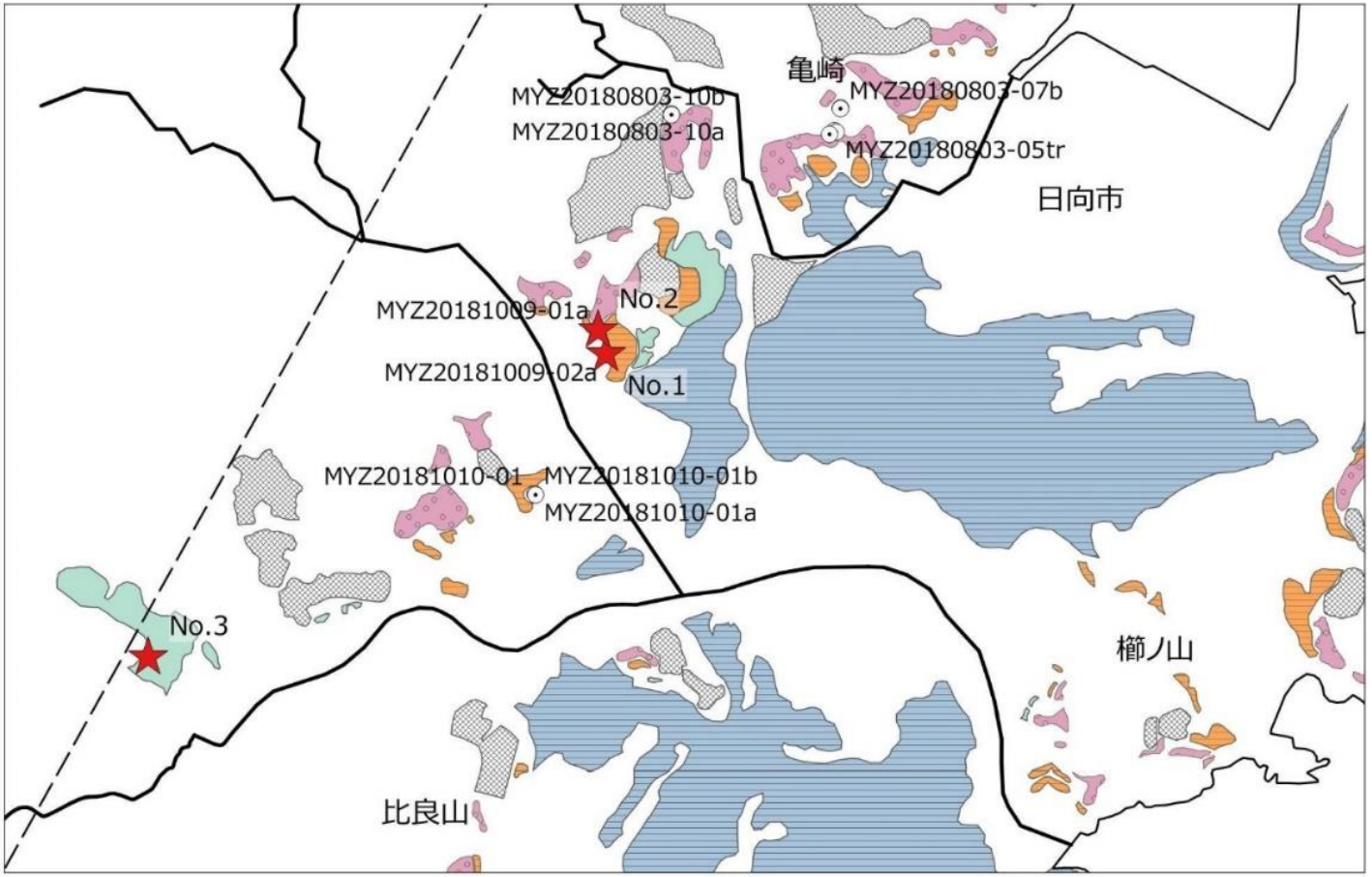


図 4-5　宮崎平野中・北部の段丘区分図（日向市内）

◉印：地表踏査、検土杖調査、★印：ボーリング調査実施位置（No.1、No.2 及び No.3）

表 4-1　宮崎平野中・北部の段丘一覧

大区分	段丘面の特徴	各地域における細分						
		A 地区	B 地区	C 地区	D 地区	E 地区	F 地区	G 地区
最高位段丘	開析が進み、丘陵の頂面に、定高性を有する丸い尾根が連なる形状を呈する。段丘崖は失われて丸みを帯び、不明瞭である。しばしば、海成か河成か判別し難い。				d-T（椎原面群）	e-T（椎原面群）		
高位段丘	開析が進み、面の保存は悪いが、丸みを帯びた残丘状の面が認められる。段丘崖は不明瞭なことが多い。		b-Hf1（東原） b-Hf2（野尻） b-Hf3（茶臼原）	c-Hf3（茶臼原）	d-H（茶臼原相当）	e-H（茶臼原相当）	e-H（茶臼原相当）	
中位段丘	開析され、より高位の物ほど著しく複雑な分布形状を呈すことがあるが、複雑な形状ながら段丘崖は認められ、平坦面も残っている。ただし、浅い谷が刻まれ、段丘面上には起伏が見られる。	a-Mm1（三財原） a-Mf1（馬場） a-Mf2（新田原） a-Mf4（西都原）	b-Mm1（三財原） b-Mf2（新田原Ⅱ） b-Mf4（西都原）	c-Mm1（三財原） c-Mf2（新田原） c-Mf3（唐瀬原） c-Mf4（西都原）	d-Mm2（新田原） d-Mf3（唐瀬原） d-Mf4（西都原）	e-Mm1（三財原） e-Mm2（新田原）	f-Mm1（三財原） f-Mm2（新田原）	g-Mm1（三財原） g-Mm2（新田原）
低位段丘	面の保存は良く、平坦である。段丘崖も明瞭である。	a-Lf1（国富） a-Lf2（岡富） a-Lf3（大淀） a-Lf4-1（深年Ⅰ） a-Lf4-2（深年Ⅱ）	b-Lf1（清水） b-Lf2（岡富） b-Lf3（大淀） b-Lf4（深年）	c-Lf2-1 （岡富・雷野） c-Lf2-2（豊原） c-Lf4-1（深年Ⅰ） c-Lf4-2（深年Ⅱ）	d-Lf2-1（豊原Ⅰ） d-Lf2-2（豊原Ⅱ） d-Lf5-1 （三日月原Ⅰ） d-Lf5-2 （三日月原Ⅱ）	d-Lf2-1（豊原Ⅰ） d-Lf5-1 （三日月原Ⅰ）	f-Lf （豊原・三日月原）	g-Lf （豊原・三日月原）
最低位段丘	沖積層よりもわずかに高い面であり、ほとんど開析されていない。		LL（岡富面）					LL
その他の地形面	－	fn-1（新称。小規模な扇状地地形。） fn-2（新称。小規模な扇状地地形。fn-1 より低位）	t（支流性の対比困難な小規模な地形面）			fn（新称。平成 29 年度の Lf 面から緩斜面（Mm2 の旧汀線付近の緩斜面）を分離・独立）	fn（新称。平成 29 年度の Lf 面から緩斜面（Mm2 の旧汀線付近の緩斜面）を分離・独立）	t（新称。支流性の対比困難な小規模な地形面）

【注 1】カッコ内は、先行研究で命名された段丘名。ただし、完全に分布が一致するものではなく、おおよその対応であることに注意。段丘名の出典は、長岡（1986）、遠藤・鈴木（1986）、小池・町田編（2001）および長岡ほか（2010）。

【注 2】各段丘の添え字 f または m は、それぞれ、河成（fluvial）、海成（marine）の意味。判断つかないもの（最高位段丘）には付けていない。

表 4-2　事例調査地域で認められているテフラ一覧

火山灰名	略号	降下年代（ka）	堆積様式と層相	主な鉱物	火山ガラス		斜方輝石	角閃石	備考(他の鉱物の屈折率、本地域での特徴など)
					タイプ	(n)	（γ）	(n_2)	
鬼界アカホヤ	K-Ah	7.3	afa	opx	bw, o	1.499 −1.519	−	−	一部の火山ガラスの化学組成が K-Ah のそれと一致する
霧島小林	Kr-Kb	16.7	pfa	opx, cpx	−	−	1705 −1.707	−	−
姶良 Tn	AT	29	afa	opx, Gho	bw, pm	1.495 −1.501	1.707 −1.736	1.670 −1.690	γ、n_2 はそれぞれ二つのピークを持つ
姶良入戸	A-Ito	29	pfl	opx, Gho	pm, bw	1.497−1.501	1.705 −1.740	1.674 −1.690	pl, qt(β)を含む γ、n_2 は幅広い値を示す
姶良大隅	A-Os	29	pfa	opx	o, pm	1.497 −1.500	1.703 −1740	−	pl, qt(β)を含む γは幅広い値を示す
霧島アワオコシ	Kr-Aw	40	sfa	opx, cpx	−	−	1.698 −1.703	−	−
霧島イワオコシ	Kr-Iw	40	pfa	cpx, opx	−	−	1.700 −1.708	−	−
姶良岩戸	A-Iw	45	pfa	opx, Gho	pm	1.497 −1.500	1.719 −1.728	−	−
阿蘇 4	Aso-4	85〜90	pfl	ho, opx, cpx	bw	1.507 −1.509	1.699 −1.701	1.686 −1.688	−
姶良福山	A-Fk	90	pfa	ho, opx	−	−	1.712 −1.716	1.670 −1.675	−
鬼界葛原	K-Tz	95	afa	opx, Gho, cum	o bw	1.496 −1.500	1.705 −1.711	1.672 −1.678	qt(β)を含む cum 屈折率：1.601−1.668
阿多	Ata	110	pfl	(opx, cpx)	bw	1.508 −1.511	1.704 −1.708	−	−
阿蘇 3	Aso-3	133	pfl	opx, cpx	pm bw	1.515 −1.519	1.700 −1.705	−	−
阿多鳥浜	Ata-Th	240	pfl	ho, opx, bi, qt	bw, pm	1.49 −1.500	1.714 −1.718	−	−
加久藤	Kkt	340	pfl	opx, cpx (ho)	bw, pm	1.500 −1.502	1.718 −1.725	−	−
α 層	−	?	pfl	opx, Gho	o	1.497 −1.500	−	−	ol を含む 火山ガラスの主要元素化学組成の類似性から K-Ah に近い時期に降灰か？
β 層	−	?	pfl	opx	o	1.504 −1.508	1.706 −1710	−	ol を含む 他のテフラとの層位関係からγ 層より若く AT より古い
γ 層	−	?	pfa	opx, Gho	o	1.497 −1.501	−	−	他のテフラとの層位関係から K-Tz 層より若くβ層より古い
Gho+Cum 層	−	?	−	Gho, cum	−	−	−	1.671 −1.679	cum 屈折率：1.600−1.669、K-Tz より古い

鬼界アカホヤ～加久藤までの各示標テフラについては、基本的に町田・新井（2003）の記載を整理した。
堆積層と層相/afa: 降下火山灰、pfa: 降下軽石、sta: 降下スコリア、pfl: 火砕流　　火山ガラスのタイプ/pm: 軽石型、bw: バブルウォール型、o: 発泡型　　主な鉱物/opx: 斜方輝石、Gho: 緑色普通角閃石、cum: カミングトン閃石、bi: 黒雲母、ol: かんらん石

4.2 各段丘面を構成する地質

地表踏査、検土杖調査、ピット調査、及びボーリング調査の位置を前掲図 4-2 から図 4-4、及び図 4-5 に記す。また、前述の「4.1 宮崎平野中部及び北部における段丘の分布、地形層序」での成果を踏まえ、地表踏査、ピット調査、及びボーリング調査により得られた段丘を構成する地質の柱状図を図 4-6 に示す。

なお、本研究では、事例研究地域における隆起モデル構築（報告書本編（「2.1.1 項の(1) 沿岸域における隆起・侵食の検討」）にデータを資することも目的としたことから、10 万年前後の形成年代を持つと考えられる中位段丘を中心に、また、データ密度が低い小丸川より北部地域を中心に調査を行った。それゆえ、最高位段丘、高位段丘、及び低位段丘に関しては、平成 29 年度の成果も踏まえて記した。

次項から、各段丘面における地質記載を、最高位段丘、高位段丘、中位段丘、及び低位段丘の順に記す。なお、本調査では、テフラ層序は長岡ほか (2010) の編年を追認する結果とこととなったことから、テフラの記載は長岡ほか (2010) にしたがい記述する。

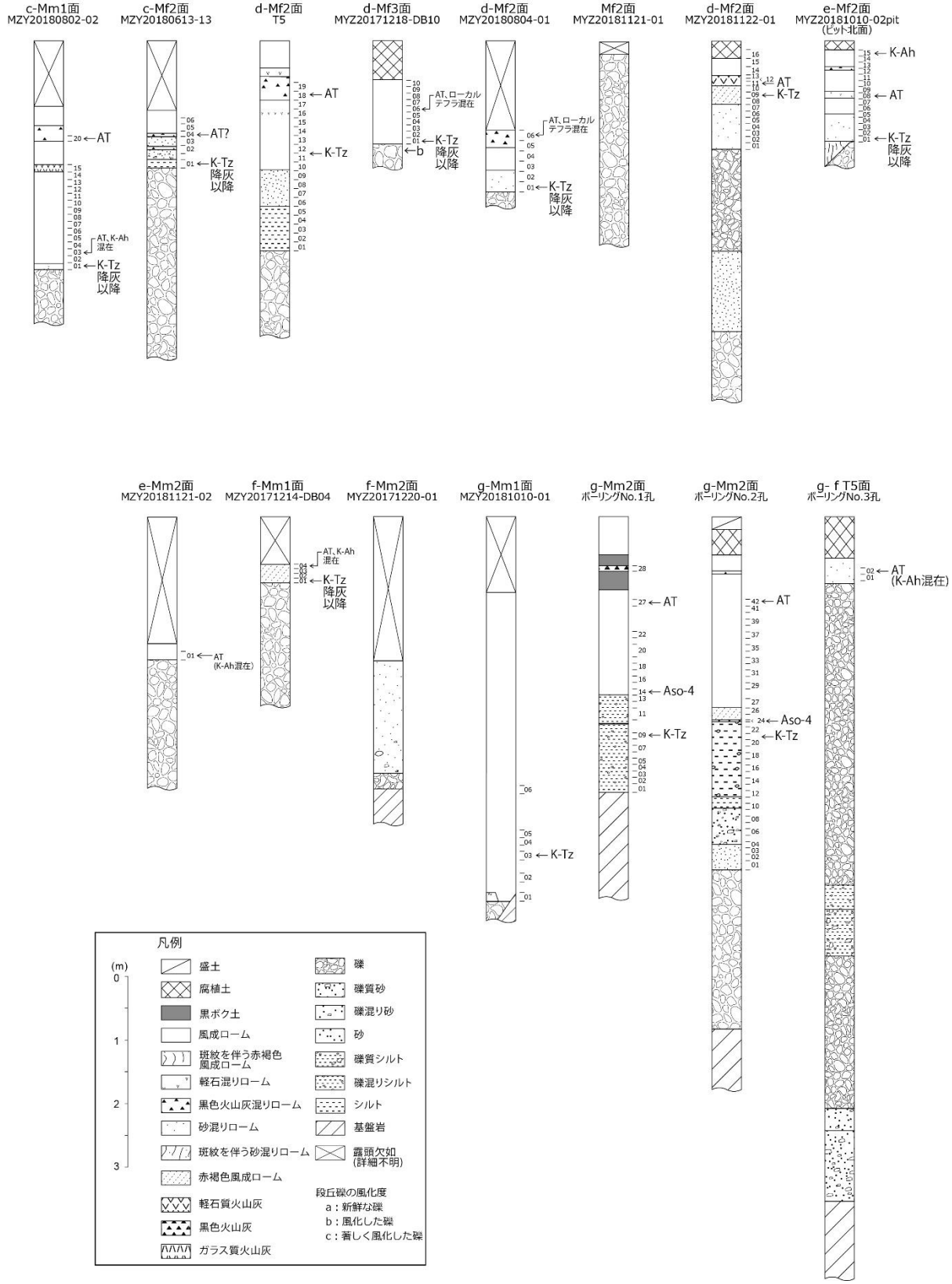


図 4-6　本年度調査における地質柱状図

露頭位置ならびにピット調査及びボーリング調査の位置は図 4-2 から図 4-4 及び図 4-5 を参照。テフラ名は表 4-2 を参照。各柱状図における数字はテフラ分析の実施箇所を示す。

4.2.1 最高位段丘及び高位段丘

最高位段丘を構成する地質については、確認できた露頭が非常に少ないが、クサリ礫が卓越した段丘礫層と最下部で赤褐色に及ぶ被覆層が見出された。

高位段丘を構成する地質については、クサリ礫が卓越した段丘礫層と最下部で赤褐色に及ぶ被覆層で特徴づけられる（図 4-7）。被覆層の最下部に斑紋を伴う赤褐色の風成ロームが認められることがある。Hf1 面（東原面）は、長岡ほか (2010) などによれば、段丘堆積物直上または被覆層最下部で加久藤（Kkt、降下年代：33 - 34 万年前）に覆われ、Hf2 面は段丘礫層上部に阿多鳥浜（At-Th、約 24 万年前）を挟むとしている。



図 4-7　高位段丘 Hf1 面（東原面）における露頭写真
地点：MYZ20171221-01（西都市・東原）

4.2.2 中位段丘

中位段丘を構成する地質については、おおむねクサリ礫には及ばないが風化した礫を上部に含む段丘礫層から成り、赤褐色から褐色まで風化が及んだ被覆層に覆われる（図 4-7）。

中位段丘の中では最も高位の Mm1 面（三財原段丘相当）は、堆積物中に阿蘇 3 テフラ（Aso-3、12 - 13.5 万年前）を挟み、風成ロームを介して阿多（Ata、10.5 - 11 万年前）に覆われる。Mf1 面（馬場段丘相当）は、阿多テフラに直接覆われている。Mf2 面（新田原段丘相当）は、段丘堆積物の上部に鬼界葛原テフラ（K-Tz、9.5 万年前）、姶良福山テフラ（A-Fk、約 9 万年前）を挟み、風成ロームを介して阿蘇 4 テフラ（Aso-4、8.5 - 9 万年前）の火砕流に覆われる。Mf3 面（唐瀬原段丘相当）は、堆積物最上部に阿蘇 4 を挟む。Mf4 面（西都原面相当）は、堆積物上部に阿蘇 4 火砕流を挟み、厚さ 50cm 以上の風成ロームを介して姶良岩戸テフラ（A-Iw、4.5 - 5 万年前）に覆われる。ただし、Mf4 面上の風成層中から赤褐色以上に風化した部分は先行研究でも本研究でも見出されていない。

宮崎平野北端部の日向市内では、Mm2 面の段丘面上で、ピット調査（図 4-8）と 2 孔のボーリング掘削（No.1 孔及び No.2 孔；図 4-9 及び図 4-10）を実施した。

ピット調査は、都農町川北において、海岸線沿いに分布する Mm2 面上で実施した。ピットの法面では、やや傾斜した境界をローム層が覆う。ローム層からは、鬼界葛原テフラ起源と考えられる高温石英が検出されるが、法面上で最下位から最上位まで、その出現頻度の垂直分布は少量かつブロード（明確なピーク層準を持たない）である。したがって、このピット調査からは、こ

このローム層が鬼界葛原テフラ降下以降に堆積したと考えられることに限られる。一方、長岡（1984）はこのピット箇所の至近で、阿蘇 4 火砕流に覆われるとした柱状図を記載している。本研究のピット調査と矛盾なく解釈できる可能性は残るが、この違いの説明は今後の課題である。

ボーリング調査は、日向市街地の若宮近隣公園内と古城ヶ鼻県営住宅駐車場で実施した（図 4-5）。前者では No.1 孔を約 6m、後者では No.2 孔を約 9m 掘削した。No.1 孔及と No.2 孔は、水平距離にして 110 m 程度離れている。No.1 孔と No.2 孔では、段丘を構成する地質に違いが見られた（図 4-6）。No.1 孔では、基盤岩（泥岩）とローム層の間は約 1.5 m 厚の礫混じりのシルト層（一部粘土質）である。これに対し、No.2 孔では、基盤岩とローム層の間に、下位から、層厚約 2.5 m の礫層、約 2.3 m のシルト・砂が分布する。つまり、基盤に約 4 m の凹凸があり、これを主に礫層が埋めている。可能性としては、この程度の凹凸は現在の海岸でも見られることから、凹凸を海浜礫が埋めたものと考えることができる。また、河口に近いので、河口性の段丘である可能性もある。いずれにせよ、2 本のボーリングの層相だけでは判断し難い。一方、火山灰については、No.1 孔及び No.2 孔に共通性がある。シルトあるいは砂層の上部から鬼界葛原テフラが、ローム層の最下部付近から阿蘇-4 テフラがそれぞれ検出された。シルト・砂・礫層中に阿多テフラは見いだせていない。

以上のことから、Mm2 面は、その成因に不確実なところが小さくないが、K-Tz、Aso-4 が降下した頃には、まだ完全な離水に至っていない、あるいは離水直後であったと推定され、段丘が離水した年代は 9 万年前頃、海洋酸素同位体ステージでいえば、MIS5c から MIS5b にかけてと考えられる。したがって、長岡（1986, 2010）が阿多テフラに覆われると記載した段丘は、MIS5c-5b の段丘の一つ高位ということになり、これを MIS5e と見做すことには合理性があると考える（図 4-11）。

なお、本研究における中位段丘の段丘被覆層を対象としたテフラ分析では、ほとんどの地点において、少量ではあるものの K-Tz テフラが含まれていることが特徴である。しかしながら、その量は非常に乏しく（3,000 粒子中の数粒以下）、既往の研究でこのような知見は報告されていない。

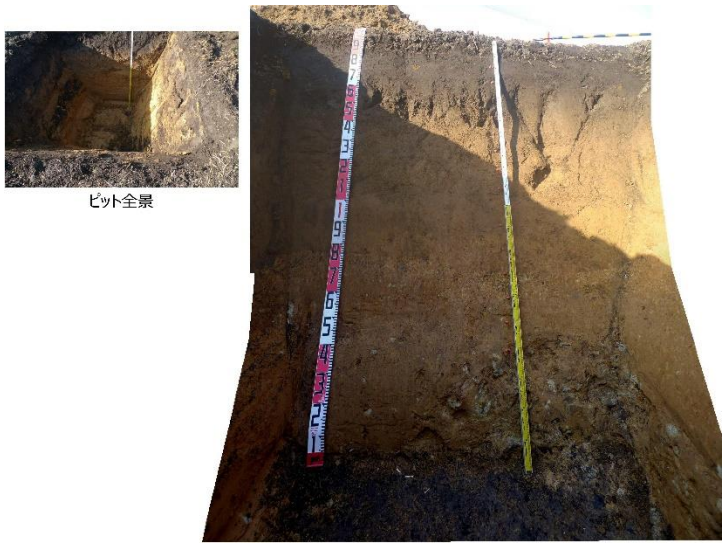


図 4-8　中位段丘 Mm-2 面（新田原面）におけるピット調査・法面写真
地点：MYZ20181212-01pit（都農町・川北）

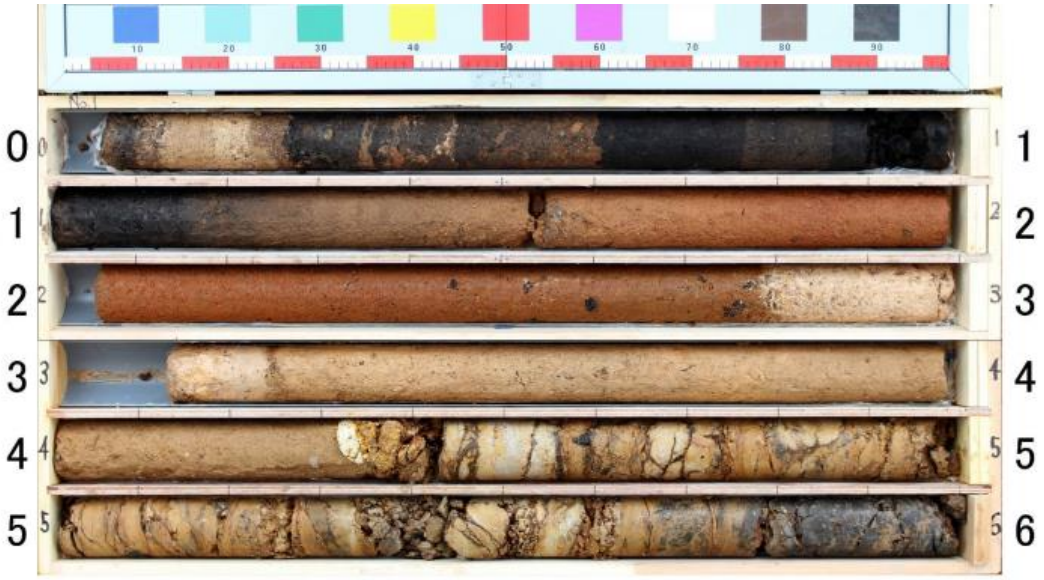


図 4-9　ボーリングコア写真（No.1 孔；0 - 6.00m）

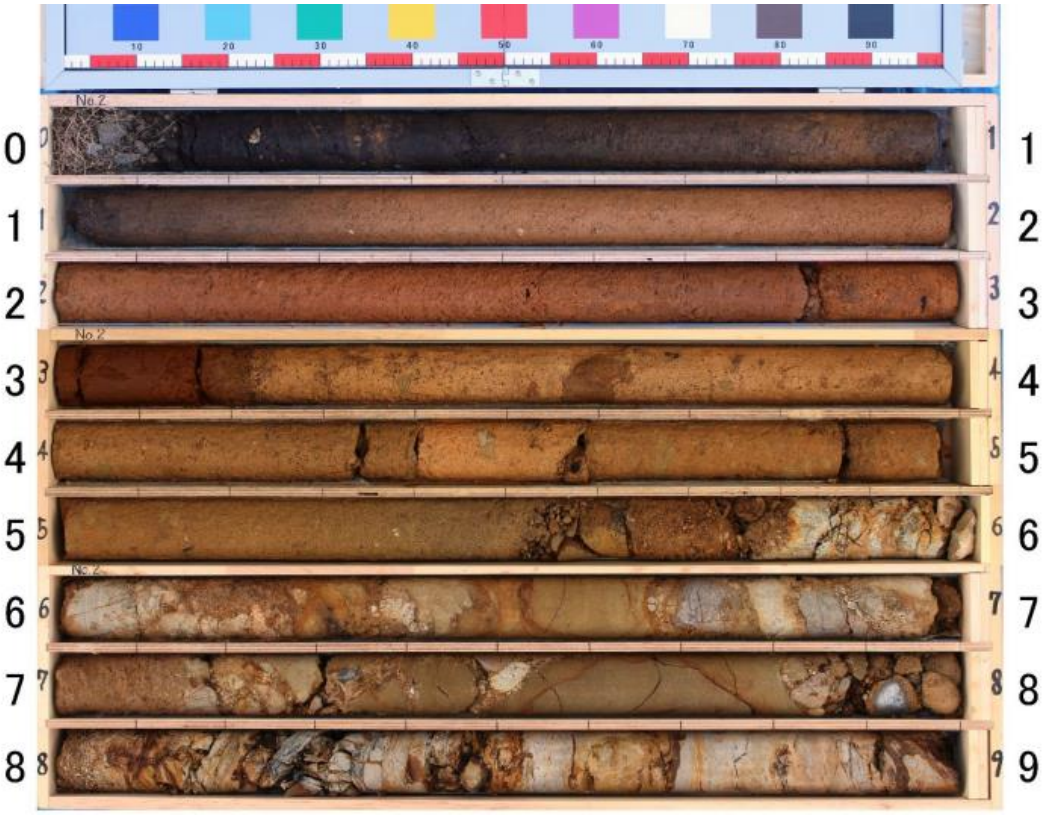


図 4-10　ボーリングコア写真（No.2 孔；0 - 9.00m）

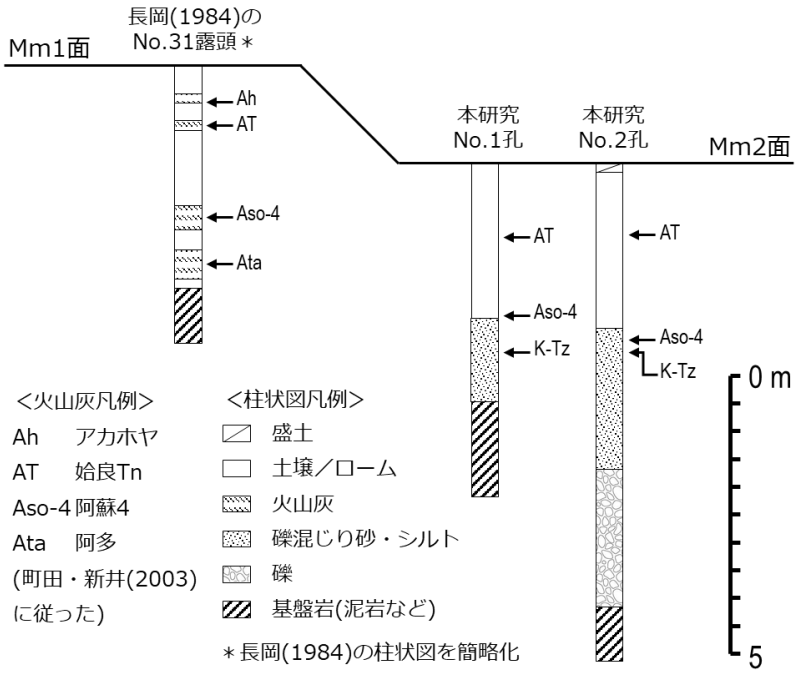


図 4-11　日向市内の段丘対比・編年の再検討

長岡の一連の研究における日向市街地の三財原段丘を 2 つの段丘、Mm1 と Mm2 に細分し、Mm2 段丘面上でボーリング調査を実施した。長岡 (1984) の地質記載と共に、ボーリング柱状図を示す。

4.2.3 低位段丘

低位段丘は、風化があまり見られない新鮮な礫から構成され、褐色ないし黄褐色の風成ロームに覆われる。Lf1 面（清水段丘相当）は、本研究では段丘堆積物・被覆層の情報が得られなかった。長岡ほか (2010) によれば、厚さ 50 cm 以上の風成ロームを介して姶良岩戸テフラに覆われるとある。Lf2 面（岡富段丘、豊原段丘さらには雷野段丘）は比高が小さく亜段に分かれた面群と見られる。姶良岩戸を堆積物上部に挟み、霧島イワオコシ テフラ（Kr-Iw、4.5 万年前）に直接ないし薄い風成ローム層を介して覆われている。Lf3 面（大淀段丘相当）は姶良丹沢または入戸火砕流（AT、2.6－2.9 万年前）に直接覆われている。Lf4 面（深年段丘相当）は霧島小林テフラ（Kr-Kb、16.7 千年前以降）に直接覆われる亜段群として認められる。Lf5 面（三日月原段丘相当）は鬼界アカホヤ テフラに覆われる亜段群である。ただし、E から G 地区では、先行研究でも、本研究でも、低位段丘(群)に関わるテフラ層序の情報が全く得られていない。また、段丘堆積物、被覆層に関する情報自体が非常に乏しい。このため、地形的には 2 面を認められるが、現時点では一括して Lf 面として扱う。

宮崎平野北端部の日向市内では、本研究で Lf 面とした段丘でボーリング掘削を実施した (No.3 孔 ; 図 4-12)。この地形面は、小池・町田 (2001) において、fT5 面と区分されたものである。No.3 孔では、表土を介し地表から 0.6 m 以深から 1.1m まで 50 cm 厚の段丘被覆層（シルト）が存在し、その下位には、非常に厚い礫層が存在する（層厚 約 10 m)。ただし、その礫層は、深度 5.8 - 6.9 m に存在するシルトを境に、それより上位では、褐色から橙色を呈する円礫（2 - 8 cm）からなるのに対し、下位では、灰～灰オリーブ色を呈する円礫（10 cm 程度）からなる。また、礫層と基盤岩の間には、約 1.4 m の砂を挟む。

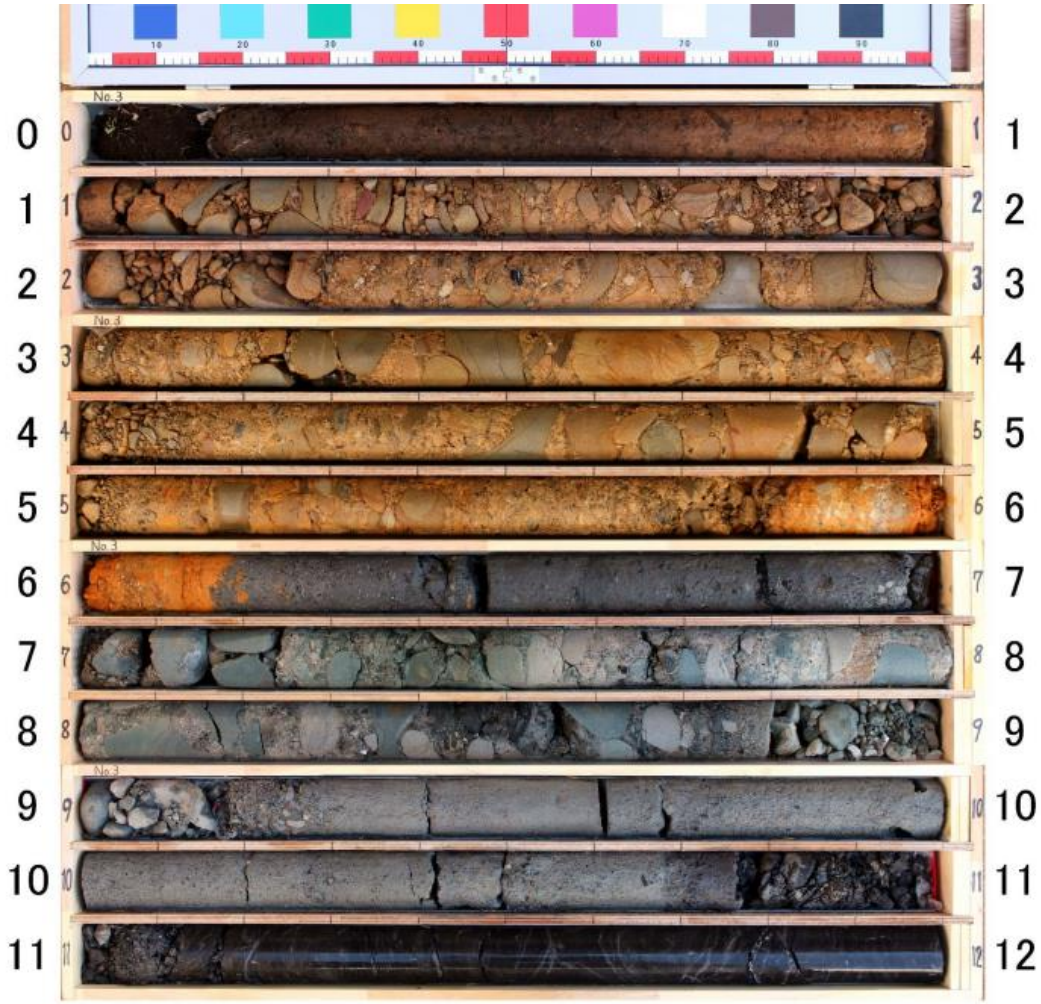


図 4-12　ボーリングコア写真（No.3 孔；0 - 12.00m）

5. 考察（段丘の対比・編年）

昨年度と今年度の地形・地質データを先に示した考え方に基づいて総合的に解釈し、本調査地域の段丘対比・編年を行った。結論から言えば、本地域の段丘対比・編年は長岡ほか（2010）を基本的に踏襲する。逆に言えば、本研究のテフラ層序の調査では、長岡ほか（2010）の結果を修正させるようなデータは得られていない。むしろ、日向市内のボーリング調査結果は、MIS5e 段丘の分布をより確からしいものにした（追認）とも見做せる。また、経験的風化指標の観点からみても、被覆層の色調ならびに段丘礫層の風化の程度の定性的区分において、高位段丘、中位段丘、低位段丘で概ね整合的であり、対比に大きな矛盾は無い。

以上により、本研究では、前年度に引き続き、各段丘面の離水年代を以下のように考える。

T 面　　MIS10 より前／34 万年前より前
Hf1 面　MIS10／34 万年前頃（Kkt 降下頃）
Hf2 面　MIS8／24 万年前頃（At-Th 降下のすぐ後）
Mm1 面 MIS5e／13 万年前頃（Ata 以前の最も新しい海成段丘）
Mf1 面　MIS5e-MIS5d／13 万年前～11 万年前（Ata 降下より少し前）
Mm2 面 MIS5c／10 万年前頃（Aso-4 降下前、Mm1 面の一つ低位の海成段丘）
Mf2 面　MIS5c-MIS5b／10 万年前～8.6 万年前（Aso-4 降下前、Mm2 面との層位関係不明）
Mf3 面　MIS5b／8.6 万年前頃（Aso-4 降下頃）
Mf4 面　MIS5a-MIS4／8 万年前～6 万年前（Aso4 以降、間氷期の河成段丘）
Lf1 面　MIS4-MIS3／6 万年前～5 万年前（Mf4 面と Lf2 面の間）
Lf2 面　MIS3 頃／5 万年前～4 万年前（A-Iw 降下以降、Kr-Iw 降下前）
Lf3 面　MIS2／3 万年前頃（AT 降下直前）
Lf4 面　MIS2／3 万年前～2 万年前（AT 降下以降、Kr-Kb 降下前）
Lf5 面　MIS1／1～2 万年前（Lf4 の一つ低位、K-Ah 降下前）
Lm 面　MIS1／1 万年前以降（Lf5 と近い時期か）

6. 参考文献

赤木功, 井上弦, 高木浩, 長友由隆, 九州南部に分布する古赤色土の上・下位に存在するテフラの同定・対比, ペドロジスト, vol.46, pp.2-13, 2002.

地質環境の長期安定性研究委員会（編）, 地質リーフレット 4「日本列島の地質環境の長期安定性」, 日本地質学会, 2011.

古澤 明, RIPL 法により由布岳火山周辺のテフリックレスから見いだした火山活動, 地質学雑誌, vol.110, pp.19-37, 2004.

古澤 明, 火山ガラスの屈折率測定および形態分類とその統計的な解析に基づくテフラの識別, 地質学雑誌, vol.101, pp.123-133, 1995.

濱田崇臣, 幡谷竜太, 河成段丘を用いた内陸部隆起量評価手法の適用性の検討～経験的指標を重視したアプローチ～（本編および別冊付録）, 電力中央研究所報告（研究報告）, N10050, 2011.

幡谷竜太, 柳田 誠, 山本真哉, 佐藤 賢, 古澤 明, 新潟県魚沼丘陵北部の河成段丘の層序, 応用地質, vol.47, pp.140-151, 2006.

幡谷竜太, 河成段丘を用いた第四紀後期の隆起量評価手法の検討（1）段丘対比の考え方の提案と河成段丘の編年に関わるケーススタディー, 電力中央研究所報告, N05005, 2005.

九州活構造研究会編, 九州の活構造, 東京大学出版会, 562p., 1989.

町田 洋, 新井房夫, 新編 火山灰アトラス, 東京大学出版会, 336p, 2003.
長岡信治, 後期更新世における宮崎平野の地形発達, 第四紀研究, vol.25, pp.139-163, 1986.
長岡信治, 西山賢一, 井上 弦, 過去 200 万年間における宮崎平野の地層形成と陸化プロセスー海面変化とテクトニクスに関連してー, 地学雑誌, vol.119, pp.632-667, 2010.
産業技術総合研究所, 日本原子力研究開発機構, 原子力環境整備促進・資金管理センター, 電力中央研究所, 平成 28 年度 地層処分技術調査等事業 沿岸部処分システム高度化開発 報告書, 393p, 2018.
産業技術総合研究所, 日本原子力研究開発機構, 原子力環境整備促進・資金管理センター, 電力中央研究所, 平成 28 年度 地層処分技術調査等事業 沿岸部処分システム高度化開発 報告書, 368p, 2017.
柳田 誠, 河成段丘の動的地形変化に関する研究, 駒沢地理, vol.17, 1-17, 1991.

7. データ集（テフラ分析結果）

地表踏査、ピット調査、及びボーリング調査から得られた室内分析用試料は、テフラ分析、遊離酸化鉄分析などに資した。

ここでは、それらの室内分析のうち、テフラ分析の結果を示す。

(1) 検鏡及び屈折率測定

検鏡及び屈折率測定の分析結果を図 7-1 から図 7-13 に示す。

地点名：MZY20180802-02

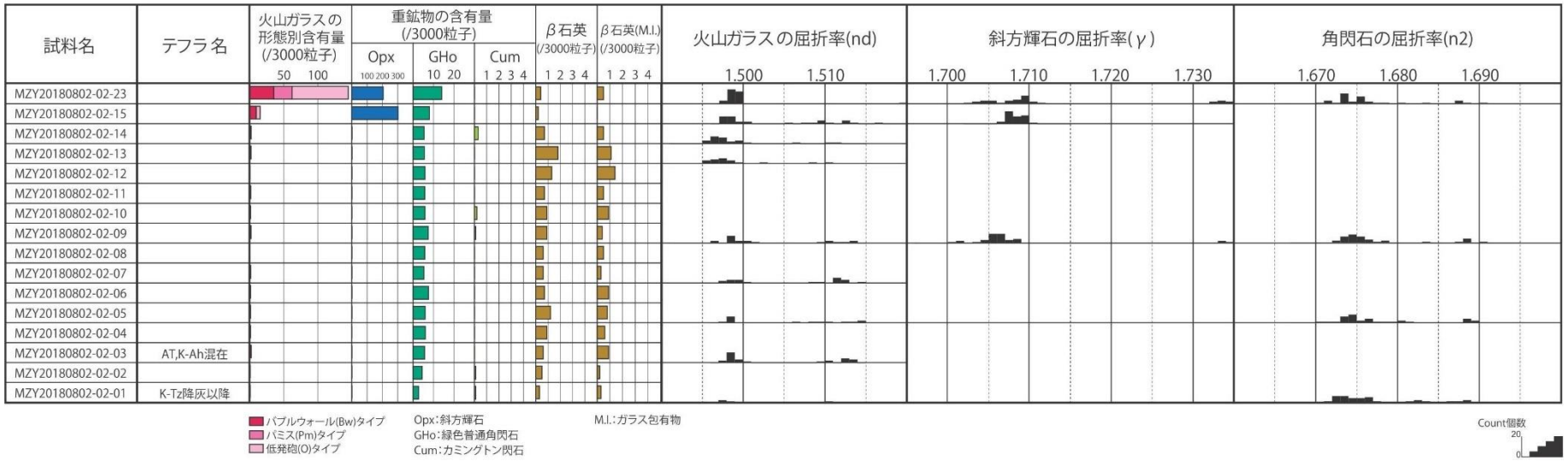


図 7-1　検鏡及び屈折率測定結果（露頭 MYZ20180802-02）

地点名：MYZ20180613-13

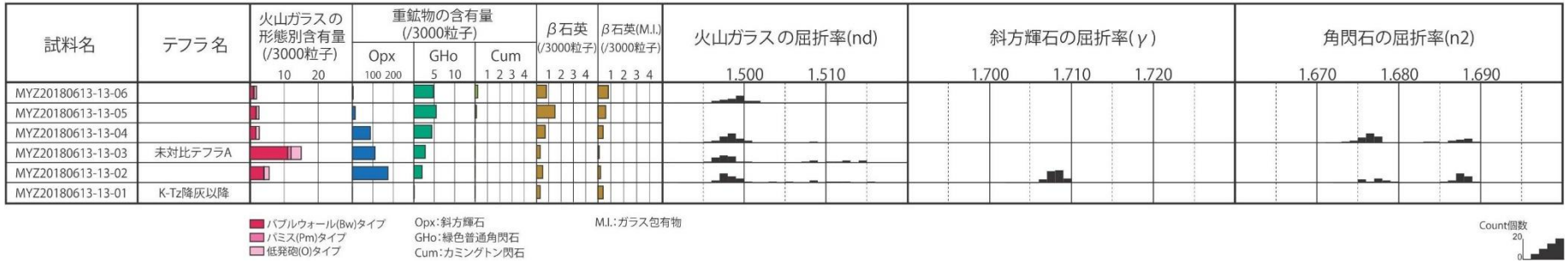


図 7-2　検鏡及び屈折率測定結果（露頭 MYZ20180613-13）

地点名：T5

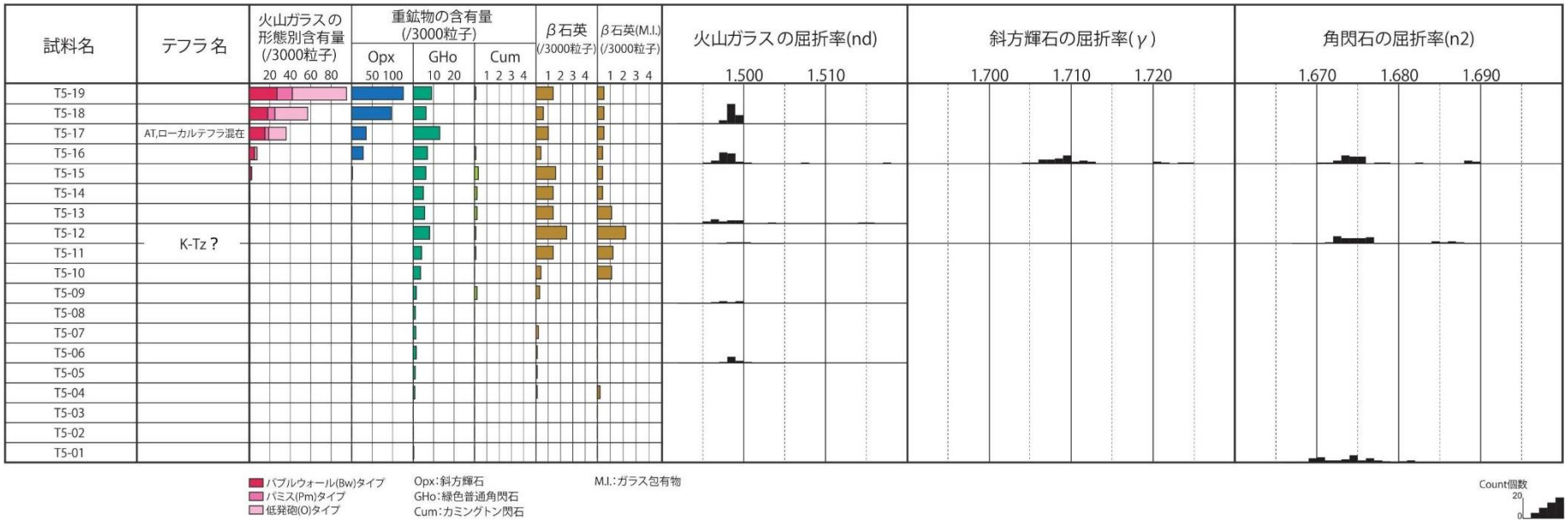


図 7-3　検鏡及び屈折率測定結果（露頭 T5）

地点名：MYZ20171218-DB10

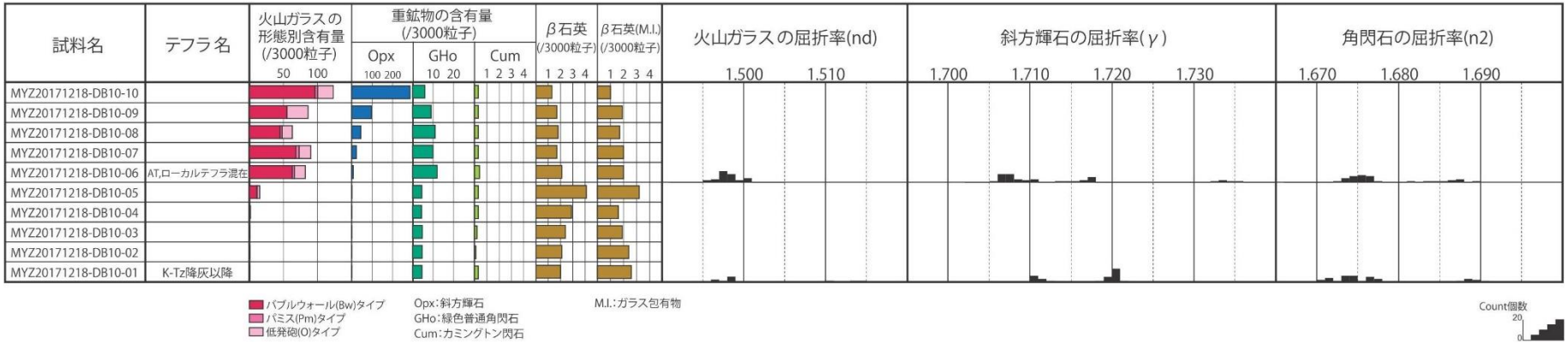


図 7-4　検鏡及び屈折率測定結果（露頭 MYZ20171218DB10）

地点名：MZY20181122-01

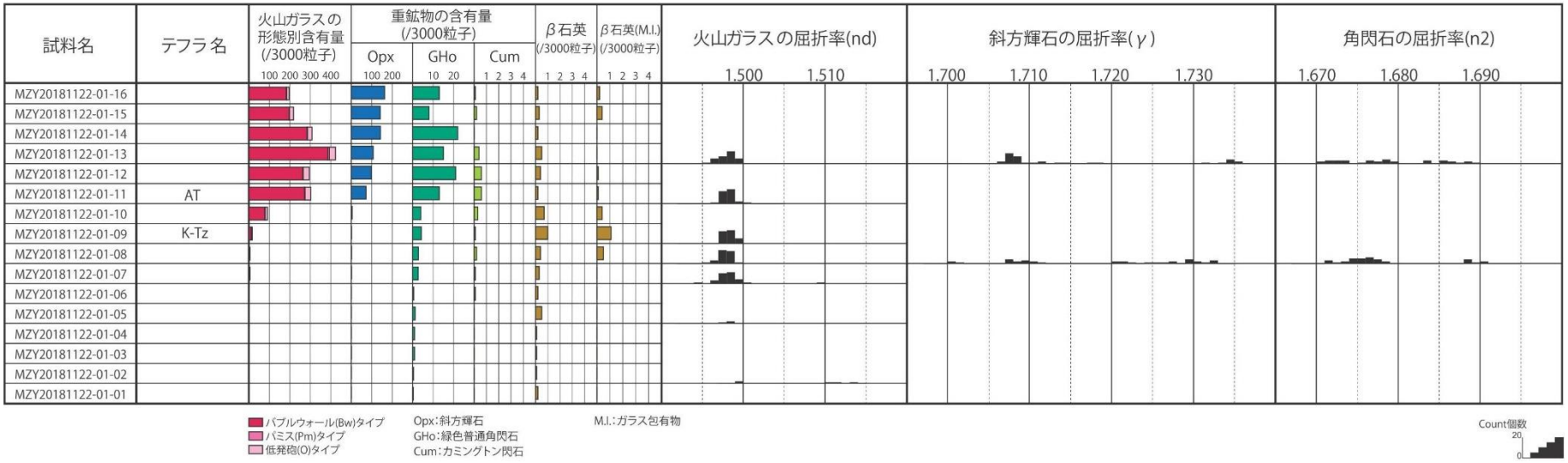


図 7-5　検鏡及び屈折率測定結果（露頭 MYZ20181122-01）

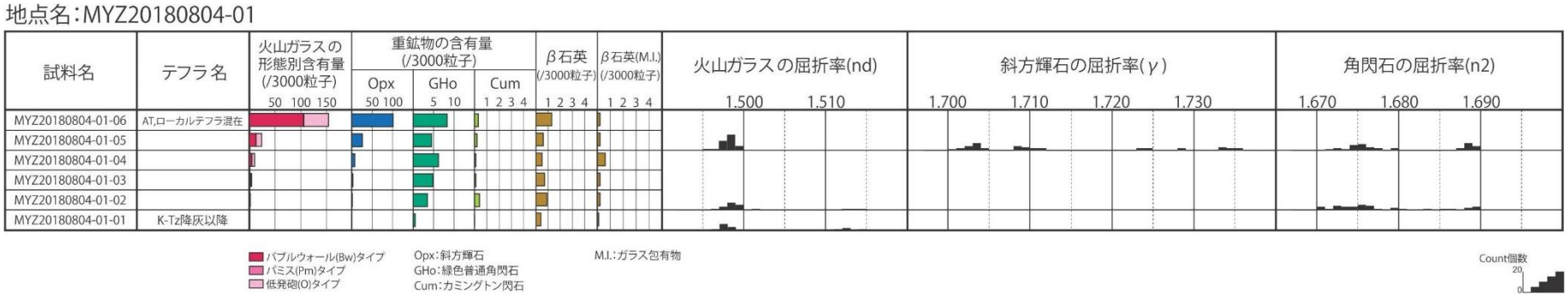


図 7-6　検鏡及び屈折率測定結果（露頭 MYZ20180804-01）

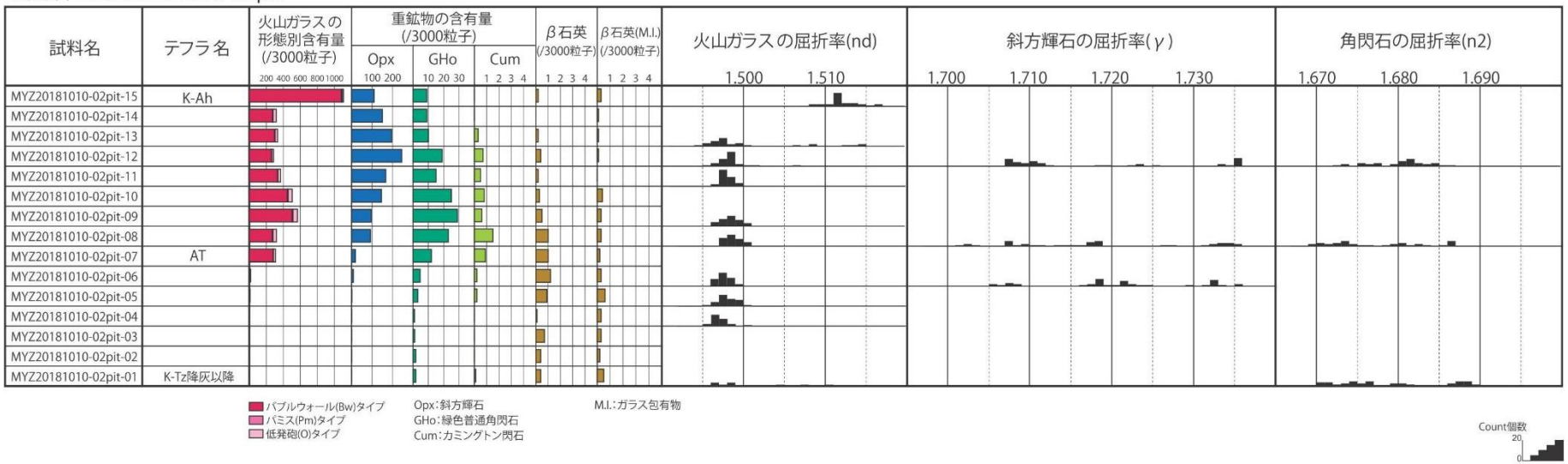


図 7-7　検鏡及び屈折率測定結果（ピット MYZ20181010-02pit）

地点名：MZY20181121-02

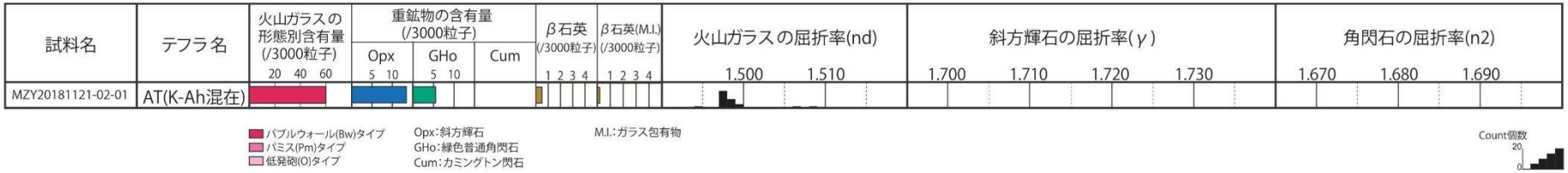


図 7-8　検鏡及び屈折率測定結果（露頭 MYZ20181121-02）

地点名：MYZ20171214-DB04

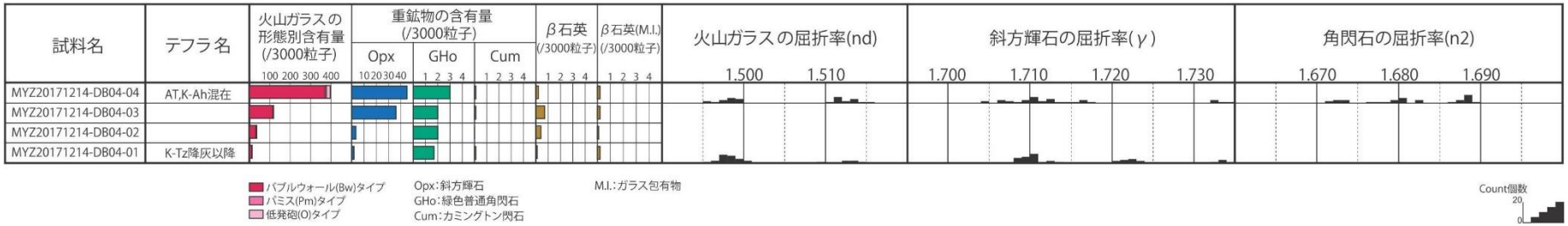


図 7-9　検鏡及び屈折率測定結果（露頭 MYZ20171214-DB04）

地点名：MYZ20181010-01

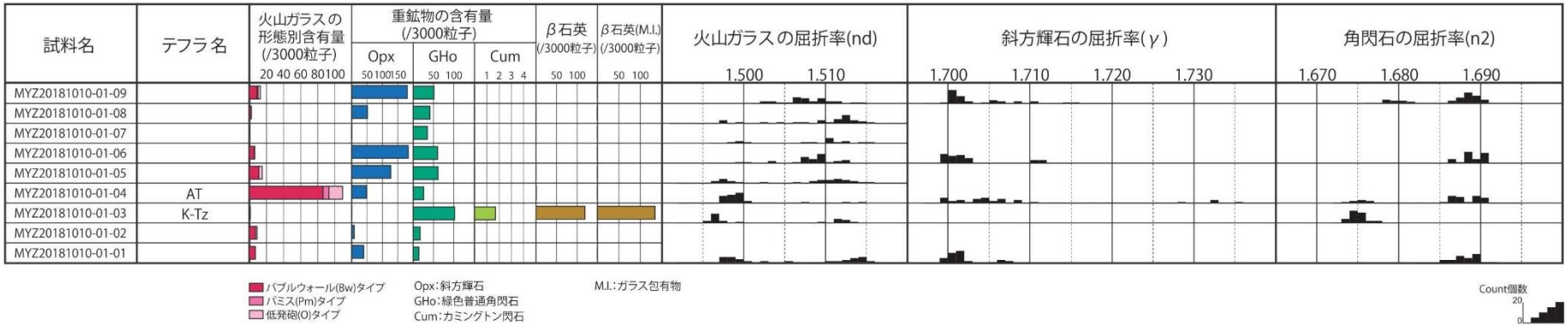


図 7-10　検鏡及び屈折率測定結果（MYZ20181010-01）

地点名：No.1

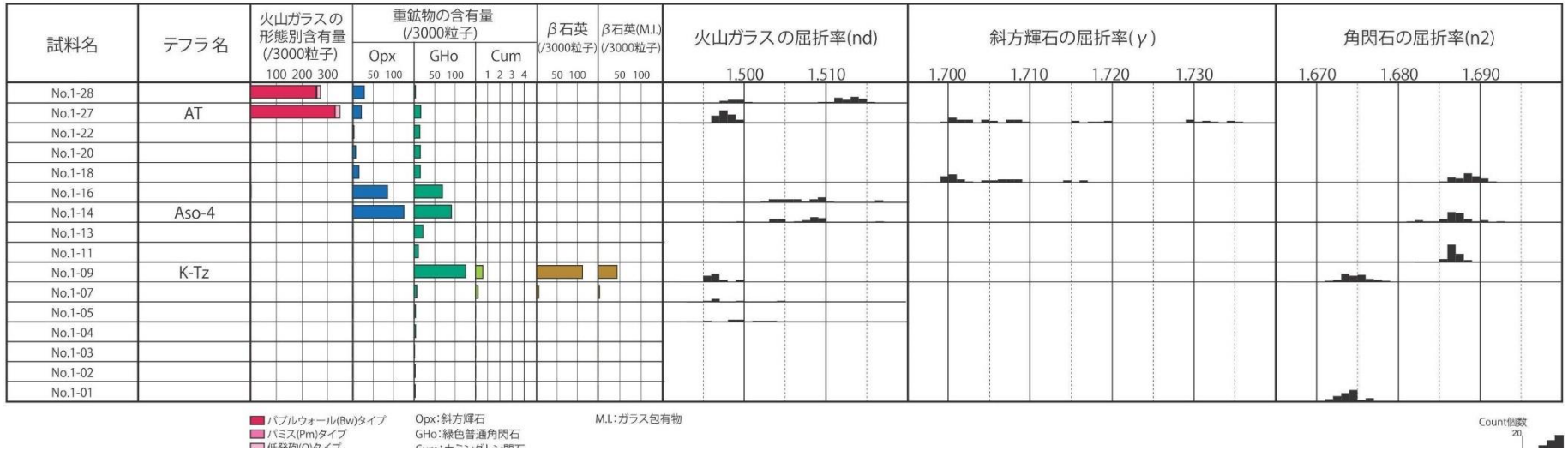


図 7-11　検鏡及び屈折率測定結果（ボーリング調査 No.1 孔）

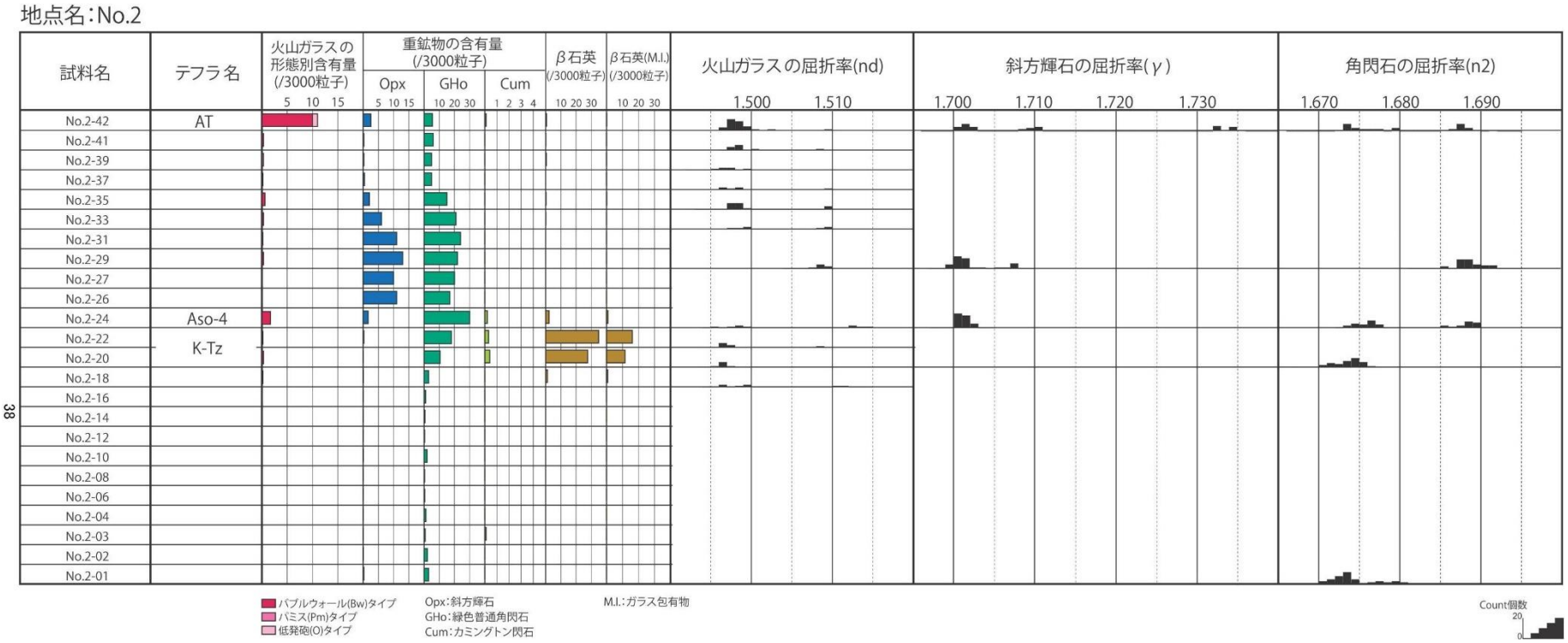


図 7-12　検鏡及び屈折率測定結果（ボーリング調査 No.2 孔）

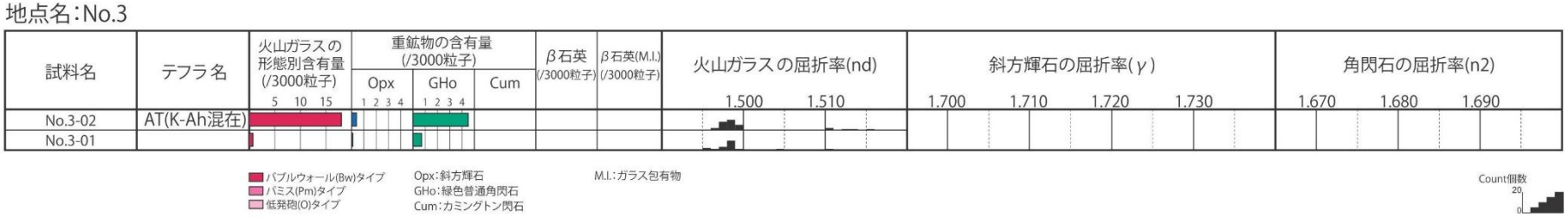


図 7-13　検鏡及び屈折率測定結果（ボーリング調査 No.3 孔）

(2) EDS 分析

検鏡及び屈折率測定を行った試料のうち、火山ガラスや特徴的な鉱物などを含む試料に対し、鉱物化学組成（主要元素）を EDS 分析により求めた。EDS 分析結果を表 7-1 から表 7-9 に示す。

表 7-1　ガラス・鉱物化学組成結果

Point No.	Mineral	SiO_2	TiO_2	Cr_2O_3	Al_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	Total
Sample: MZY20180802-02-01												
1	gl	72.65	0.12	-	12.09	1.07	0.10	0.11	0.91	3.13	4.14	94.32
2	gl	72.78	0.19	-	12.16	1.24	0.04	0.16	0.87	3.21	4.30	94.95
Sample: MZY20180802-02-03												
1	gl	71.99	0.11	-	11.52	1.07	0.08	0.12	1.10	3.41	3.16	92.56
2	gl	69.17	0.15	-	10.88	1.06	0.07	0.09	1.02	2.75	3.15	88.34
3	gl	70.47	0.49	-	12.13	2.28	0.15	0.42	1.98	3.75	2.75	94.42
4	gl	71.65	0.17	-	11.06	1.02	0.04	0.13	1.05	3.18	3.22	91.52
5	gl	73.25	0.14	-	11.52	1.20	0.05	0.11	0.99	3.30	3.29	93.85
6	gl	74.89	0.16	-	11.88	1.32	0.05	0.15	1.02	3.42	3.16	96.05
7	gl	70.66	0.10	-	11.07	1.06	0.00	0.17	1.07	3.05	3.10	90.28
8	gl	73.39	0.17	-	11.71	1.18	0.05	0.09	1.06	3.20	3.29	94.14
9	gl	70.00	0.62	-	12.63	2.42	0.00	0.61	2.18	3.69	2.54	94.69
10	gl	73.26	0.14	-	11.34	1.09	0.09	0.11	1.04	3.39	3.12	93.58
11	gl	71.11	0.04	-	10.99	1.15	0.05	0.16	1.09	3.07	3.13	90.79
12	gl	73.93	0.14	-	11.71	1.07	0.00	0.11	1.02	3.26	3.51	94.75
13	gl	71.28	0.06	-	10.99	1.05	0.00	0.08	0.96	3.14	3.12	90.68
14	gl	71.28	0.06	-	10.99	1.05	0.00	0.08	0.96	3.14	3.12	90.68
15	gl	70.82	0.10	-	10.94	1.06	0.00	0.11	1.10	3.03	3.34	90.50
16	gl	67.31	0.41	-	12.09	2.36	0.06	0.49	2.06	3.57	2.52	90.87
Sample: MZY20180802-02-15												
1	gl	74.51	0.12	-	11.72	1.00	0.11	0.07	1.02	3.20	3.58	95.33
2	gl	73.60	0.17	-	11.60	1.15	0.08	0.15	1.17	3.33	3.34	94.59
3	gl	73.57	0.11	-	11.29	1.02	0.17	0.11	1.04	3.22	3.17	93.70
4	gl	71.66	0.24	-	11.41	0.95	0.16	0.16	0.90	3.23	3.24	91.95
5	gl	73.39	0.04	-	11.76	0.78	0.00	0.08	0.85	3.17	3.92	93.99
6	gl	73.00	0.21	-	11.61	1.14	0.24	0.11	1.03	3.29	3.33	93.96
7	gl	71.26	0.10	-	10.91	0.87	0.25	0.11	1.07	3.14	3.15	90.86
8	gl	68.19	0.47	-	12.32	1.84	0.00	0.32	1.60	2.81	4.21	91.76
9	gl	71.17	0.13	-	11.25	1.19	0.12	0.15	1.03	3.11	3.26	91.41
10	gl	72.32	0.04	-	11.40	1.04	0.00	0.03	1.08	3.23	3.32	92.46
11	gl	72.32	0.21	-	11.29	0.96	0.02	0.09	1.00	3.21	3.08	92.18
12	gl	69.97	0.61	-	12.26	2.28	0.06	0.50	1.94	3.50	2.70	93.82
13	gl	72.40	0.19	-	11.51	0.72	0.06	0.07	0.90	3.37	3.41	92.63

gl: glass

表 7-2　ガラス・鉱物化学組成結果（つづき 1）

Point No.	Mineral	SiO_2	TiO_2	Cr_2O_3	Al_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	Total
14	gl	69.40	0.60	-	14.82	2.12	0.06	0.50	1.67	4.11	4.62	97.90
15	gl	72.26	0.13	-	11.23	1.09	0.08	0.14	1.18	3.14	3.24	92.49
Sample: MYZ20180613-13-02												
1	gl	71.54	0.53	-	11.76	2.23	0.09	0.34	1.48	2.85	4.66	95.48
2	gl	70.60	0.68	-	13.69	2.87	0.00	0.74	2.37	2.90	4.59	98.44
3	gl	73.17	0.15	-	11.58	0.82	0.02	0.14	0.91	3.28	3.47	93.54
4	gl	73.47	0.12	-	11.78	1.01	0.00	0.14	0.97	3.29	3.72	94.50
5	gl	72.24	0.08	-	11.41	0.80	0.03	0.08	0.88	3.25	3.54	92.31
6	gl	71.61	0.53	-	13.10	2.41	0.05	0.53	1.91	3.13	4.60	97.87
7	gl	70.58	0.72	-	13.28	2.33	0.00	0.50	2.01	3.01	4.53	96.96
8	gl	67.26	0.53	-	11.82	2.12	0.12	0.40	1.75	2.79	3.96	90.75
9	gl	70.75	0.17	-	11.15	0.92	0.03	0.09	0.84	3.19	3.45	90.59
10	gl	73.42	0.20	-	11.83	0.88	0.10	0.08	0.93	3.46	3.41	94.31
11	gl	72.12	0.10	-	11.43	0.82	0.16	0.06	0.85	3.21	3.55	92.30
12	gl	70.48	0.20	-	11.09	0.80	0.02	0.11	0.78	3.14	3.54	90.16
13	gl	71.72	0.11	-	11.32	0.90	0.09	0.15	0.99	3.22	3.37	91.87
14	gl	72.45	0.49	-	12.67	1.76	0.11	0.40	1.58	2.94	4.49	96.89
15	gl	72.09	0.52	-	12.65	1.96	0.07	0.40	1.70	2.90	4.24	96.53
16	gl	71.00	0.44	-	12.99	1.79	0.05	0.40	1.74	3.08	4.45	95.94
17	gl	71.46	0.51	-	12.83	2.17	0.02	0.44	1.79	3.01	4.41	96.64
18	gl	70.34	0.28	-	11.11	1.00	0.00	0.09	0.86	3.25	3.21	90.14
Sample: T5-16												
1	gl	72.11	0.16	-	11.52	0.71	0.00	0.07	0.83	3.14	3.73	92.27
2	gl	71.83	0.56	-	12.88	2.06	0.19	0.40	1.72	2.96	4.57	97.17
3	gl	72.96	0.18	-	11.37	1.08	0.00	0.16	1.12	2.99	3.53	93.39
4	gl	71.19	0.11	-	11.34	0.79	0.00	0.03	0.78	3.02	3.78	91.04
5	gl	70.48	0.09	-	11.18	0.88	0.00	0.13	0.90	3.00	3.47	90.13
6	gl	71.22	0.10	-	11.20	0.74	0.07	0.17	1.02	3.18	3.20	90.90
7	gl	72.24	0.10	-	11.23	1.00	0.02	0.10	1.04	3.06	3.20	91.99
8	gl	70.89	0.18	-	11.18	0.92	0.06	0.15	1.01	3.18	3.34	90.91
9	gl	71.65	0.18	-	11.07	1.22	0.03	0.12	1.12	3.10	3.12	91.61
10	gl	71.38	0.04	-	10.87	0.99	0.24	0.14	1.09	3.11	3.03	90.89
11	gl	72.35	0.50	-	12.37	1.98	0.12	0.35	1.46	2.86	4.85	96.84
12	gl	75.26	0.22	-	11.83	0.95	0.04	0.10	0.99	3.13	3.62	96.14
13	gl	71.65	0.18	-	11.07	1.22	0.03	0.12	1.12	3.10	3.12	91.61
14	gl	70.35	0.09	-	11.08	0.81	0.14	0.11	0.91	2.98	3.42	89.89
15	gl	70.61	0.15	-	11.07	0.92	0.08	0.13	0.96	3.09	3.40	90.41

gl: glass

表 7-3　ガラス・鉱物化学組成結果（つづき 2）

Point No.	Mineral	SiO_2	TiO_2	Cr_2O_3	Al_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	Total
Sample: MYZ20171218-DB10-01												
1	gl	69.16	0.47	-	12.06	2.08	0.15	0.38	1.69	3.66	2.75	92.40
2	gl	76.74	0.12	-	12.05	1.02	0.02	0.14	1.13	3.36	3.73	98.31
3	gl	71.34	0.11	-	11.14	0.70	0.09	0.10	0.72	2.70	4.48	91.38
4	gl	76.28	0.07	-	11.87	0.85	0.04	0.16	1.15	3.33	3.68	97.43
5	gl	72.06	0.08	-	11.45	0.71	0.08	0.09	0.77	3.15	3.86	92.25
6	gl	72.90	0.11	-	11.73	0.69	0.13	0.10	0.81	3.18	3.95	93.60
7	gl	68.40	0.59	-	12.08	1.76	0.23	0.40	1.68	3.62	2.78	91.54
8	gl	69.16	0.47	-	12.06	2.08	0.15	0.38	1.69	3.66	2.75	92.40
9	gl	73.58	0.12	-	11.77	0.74	0.16	0.11	0.87	3.07	3.91	94.33
10	gl	72.92	0.10	-	11.50	0.71	0.03	0.14	1.01	3.08	3.51	93.00
11	gl	71.70	0.04	-	11.39	0.70	0.00	0.07	0.84	2.94	3.88	91.56
12	gl	74.53	0.15	-	11.77	0.67	0.00	0.08	0.85	3.11	3.96	95.12
13	gl	71.18	0.43	-	12.28	1.92	0.04	0.37	1.75	3.63	2.88	94.48
14	gl	70.61	0.45	-	12.35	2.00	0.15	0.39	1.70	3.68	2.89	94.22
15	gl	71.37	0.13	-	11.18	1.03	0.02	0.16	1.00	3.12	3.38	91.39
Sample: MYZ20180804-01-02												
1	gl	76.85	0.14	-	12.23	0.95	0.00	0.13	1.04	3.25	3.74	98.33
2	gl	74.44	0.12	-	11.75	1.07	0.05	0.17	0.99	3.15	3.63	95.37
3	gl	71.68	0.12	-	11.27	0.59	0.11	0.10	0.49	2.37	4.98	91.71
4	gl	74.75	0.22	-	11.89	1.02	0.11	0.24	1.48	3.10	3.38	96.19
5	gl	73.17	0.16	-	11.61	0.97	0.05	0.13	1.00	3.07	3.48	93.64
6	gl	73.30	0.15	-	11.48	1.12	0.06	0.19	1.37	3.06	3.30	94.03
7	gl	72.41	0.07	-	11.42	0.83	0.00	0.18	0.84	3.05	3.76	92.56
8	gl	73.75	0.17	-	11.68	0.85	0.11	0.04	1.04	3.13	3.62	94.39
9	gl	71.29	0.16	-	11.40	1.06	0.00	0.03	0.89	3.06	3.66	91.55
10	gl	73.50	0.18	-	11.60	1.08	0.01	0.10	1.12	3.18	3.49	94.26
11	gl	71.18	0.13	-	11.05	1.09	0.00	0.11	1.05	3.00	3.13	90.74
12	gl	75.21	0.19	-	11.92	1.05	0.09	0.10	0.87	3.15	4.01	96.59
13	gl	73.66	0.14	-	11.66	0.86	0.09	0.14	0.88	3.13	3.84	94.40
14	gl	71.69	0.20	-	11.20	1.04	0.00	0.09	0.99	2.96	3.57	91.74
15	gl	72.61	0.11	-	11.42	0.87	0.07	0.14	1.32	2.93	3.19	92.66
Sample: MZY20181122-01-08												
1	gl	71.58	0.25	-	10.87	1.27	0.09	0.10	1.01	3.17	3.14	91.48
2	gl	75.72	0.01	-	11.87	0.82	0.14	0.17	0.86	3.26	4.01	96.86
3	gl	71.69	0.06	-	11.41	0.93	0.13	0.09	0.83	3.14	3.27	91.55
4	gl	74.38	0.15	-	11.58	1.05	0.00	0.08	1.11	3.27	3.36	94.98

gl: glass

表 7-4　ガラス・鉱物化学組成結果（つづき 3）

Point No.	Mineral	SiO_2	TiO_2	Cr_2O_3	Al_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	Total
5	gl	74.59	0.07	-	11.75	1.24	0.07	0.15	1.16	3.23	3.31	95.57
6	gl	73.25	0.19	-	11.63	0.95	0.04	0.17	0.93	3.13	3.58	93.87
7	gl	72.22	0.10	-	11.35	1.09	0.18	0.13	1.14	3.12	3.21	92.54
8	gl	74.05	0.10	-	11.71	1.02	0.12	0.13	1.06	3.16	3.71	95.06
9	gl	70.71	0.10	-	10.83	1.10	0.03	0.14	1.08	3.05	3.05	90.09
10	gl	71.55	0.20	-	11.31	0.76	0.08	0.14	0.85	3.07	3.78	91.74
11	gl	75.07	0.12	-	11.62	0.76	0.04	0.07	1.03	3.13	3.61	95.45
12	gl	73.74	0.08	-	11.65	0.65	0.00	0.08	0.87	3.20	3.89	94.16
13	gl	72.24	0.13	-	11.11	1.08	0.15	0.14	1.00	3.09	2.97	91.91
14	gl	75.07	0.13	-	11.82	1.00	0.01	0.16	1.09	3.16	3.67	96.11
15	gl	75.10	0.13	-	12.10	0.88	0.00	0.11	0.95	3.43	3.87	96.57
Sample: MZY20181122-01-13												
1	gl	73.88	0.15	-	11.73	1.12	0.03	0.12	1.07	3.25	3.37	94.72
2	gl	73.19	0.13	-	11.28	1.15	0.16	0.11	1.04	3.15	3.29	93.50
3	gl	71.97	0.28	-	11.39	1.13	0.09	0.14	1.03	3.28	3.19	92.50
4	gl	71.04	0.13	-	11.02	1.27	0.06	0.12	0.99	3.08	3.11	90.82
5	gl	71.75	0.11	-	10.96	1.21	0.03	0.10	0.93	3.09	3.18	91.36
6	gl	71.11	0.13	-	10.86	1.19	0.16	0.08	1.04	3.10	3.03	90.70
7	gl	73.57	0.14	-	11.24	1.19	0.07	0.04	1.07	3.35	3.12	93.79
8	gl	71.39	0.16	-	11.16	1.27	0.02	0.08	1.06	3.34	3.09	91.57
9	gl	70.76	0.31	-	10.94	1.42	0.04	0.11	1.03	3.15	2.97	90.73
10	gl	71.73	0.14	-	11.12	1.12	0.02	0.15	1.05	3.16	3.13	91.62
11	gl	71.12	0.11	-	11.13	1.17	0.16	0.12	1.11	3.19	3.00	91.11
12	gl	71.55	0.01	-	11.12	0.83	0.10	0.06	0.81	3.06	3.86	91.40
13	gl	71.48	0.09	-	11.24	1.20	0.04	0.12	1.03	3.12	3.13	91.45
14	gl	71.31	0.14	-	11.29	1.24	0.09	0.11	1.12	3.17	2.95	91.42
15	gl	71.36	0.20	-	11.11	1.08	0.05	0.14	1.12	3.06	3.13	91.25
Sample: MYZ20181010-02pit-08												
1	gl	72.34	0.16	-	11.30	1.08	0.09	0.15	1.09	3.08	3.37	92.66
2	gl	71.20	0.16	-	11.09	1.27	0.07	0.11	1.03	3.14	3.04	91.11
3	gl	70.60	0.09	-	10.79	1.21	0.10	0.13	0.96	3.10	3.02	90.00
4	gl	71.79	0.11	-	11.16	1.22	0.05	0.03	1.03	3.26	3.14	91.79
5	gl	73.31	0.10	-	11.53	1.23	0.01	0.15	1.05	3.14	3.32	93.84
6	gl	71.07	0.24	-	10.89	1.09	0.00	0.11	0.98	2.94	3.26	90.58
7	gl	71.89	0.22	-	11.05	1.07	0.11	0.10	1.00	2.96	3.14	91.54
8	gl	72.03	0.23	-	11.50	1.21	0.11	0.12	1.09	3.20	3.07	92.56
9	gl	72.43	0.11	-	11.36	1.05	0.12	0.17	1.11	3.07	3.19	92.61

gl: glass

表 7-5　ガラス・鉱物化学組成結果（つづき 4）

Point No.	Mineral	SiO_2	TiO_2	Cr_2O_3	Al_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	Total
10	gl	73.59	0.12	-	11.53	1.23	0.12	0.13	1.07	3.40	3.19	94.38
11	gl	73.06	0.16	-	11.30	1.20	0.07	0.13	1.04	3.32	3.10	93.38
12	gl	71.40	0.17	-	11.19	1.24	0.00	0.11	1.08	3.22	3.03	91.44
13	gl	75.21	0.19	-	12.05	1.12	0.00	0.11	1.13	3.60	3.34	96.75
14	gl	72.73	0.15	-	11.34	1.10	0.04	0.15	0.97	3.34	3.01	92.83
15	gl	71.89	0.19	-	11.02	1.08	0.06	0.10	0.99	3.25	3.11	91.69
Sample: MYZ20181010-02pit-12												
1	gl	70.04	0.10	-	10.97	1.18	0.08	0.15	0.93	2.80	3.23	89.48
2	gl	71.80	0.05	-	11.01	1.24	0.06	0.11	1.01	3.07	3.15	91.50
3	gl	70.79	0.29	-	10.97	1.23	0.06	0.08	1.09	3.18	3.02	90.71
4	gl	72.44	0.21	-	11.08	1.30	0.18	0.09	1.02	3.19	3.15	92.66
5	gl	70.77	0.71	-	13.30	3.31	0.00	0.62	2.42	3.09	3.83	98.05
6	gl	70.43	0.20	-	10.96	1.24	0.00	0.12	1.13	1.98	3.65	89.71
7	gl	73.04	0.17	-	11.29	1.29	0.09	0.10	1.20	3.30	3.33	93.81
8	gl	71.21	0.51	-	12.30	2.44	0.11	0.37	1.98	3.62	2.87	95.41
9	gl	71.50	0.16	-	11.00	1.41	0.00	0.08	1.12	3.01	3.20	91.48
10	gl	71.52	0.10	-	11.23	1.19	0.00	0.12	1.05	3.23	3.16	91.60
11	gl	68.27	0.54	-	12.42	2.57	0.08	0.53	2.19	3.51	2.64	92.75
12	gl	70.19	0.12	-	11.49	1.17	0.02	0.07	0.85	3.03	3.94	90.88
13	gl	74.07	0.45	-	11.65	1.31	0.17	0.08	1.07	3.38	3.53	95.71
14	gl	72.53	0.56	-	12.55	2.55	0.10	0.39	1.84	3.72	2.91	97.15
15	gl	72.25	0.24	-	11.35	1.50	0.11	0.07	1.02	3.22	3.02	92.78
Sample: MYZ20181121-02-01												
1	gl	71.27	0.06	-	11.10	1.31	0.00	0.16	1.02	2.94	3.13	90.99
2	gl	75.69	0.08	-	11.61	1.09	0.07	0.16	1.08	3.15	3.56	96.49
3	gl	74.22	0.13	-	11.49	1.01	0.16	0.13	1.13	3.33	3.00	94.60
4	gl	72.99	0.08	-	11.31	1.12	0.05	0.08	0.97	3.13	3.57	93.30
5	gl	71.70	0.20	-	11.08	1.07	0.04	0.10	1.07	3.12	3.13	91.51
6	gl	72.98	0.12	-	11.42	1.25	0.14	0.13	1.10	3.24	3.15	93.53
7	gl	70.50	0.22	-	10.98	1.16	0.03	0.13	1.04	2.89	3.25	90.20
8	gl	73.62	0.10	-	11.54	1.19	0.02	0.13	1.04	3.35	3.28	94.27
9	gl	72.88	0.10	-	11.32	0.91	0.00	0.12	0.98	3.03	3.66	93.00
10	gl	71.35	0.18	-	11.09	1.01	0.00	0.10	1.10	3.13	3.12	91.08
11	gl	71.29	0.18	-	11.32	1.07	0.04	0.12	1.04	3.21	3.26	91.53
12	gl	72.57	0.14	-	11.35	1.03	0.04	0.09	1.06	3.01	3.52	92.81
13	gl	69.97	0.22	-	11.18	1.24	0.06	0.11	1.05	3.09	3.14	90.06
14	gl	72.23	0.61	-	12.51	2.27	0.00	0.49	1.91	3.73	2.82	96.57

gl: glass

表 7-6　ガラス・鉱物化学組成結果（つづき 5）

Point No.	Mineral	SiO_2	TiO_2	Cr_2O_3	Al_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	Total
15	gl	71.45	0.19	-	11.15	1.11	0.00	0.15	0.95	3.16	3.21	91.37
Sample: MYZ20181010-01-03												
1	MIQ	71.38	0.25	-	10.71	0.79	0.00	0.19	0.97	2.99	3.20	90.48
2	MIQ	72.52	0.24	-	10.85	0.99	0.13	0.15	1.02	2.99	3.17	92.06
3	MIQ	71.88	0.22	-	10.77	0.85	0.06	0.17	1.02	3.04	3.20	91.21
4	MIQ	71.98	0.11	-	10.51	0.81	0.08	0.17	1.04	2.96	3.13	90.79
5	MIQ	73.26	0.36	-	11.08	1.04	0.01	0.18	1.10	3.10	3.23	93.36
6	MIQ	74.32	0.22	-	10.98	1.07	0.04	0.15	0.96	3.15	3.26	94.15
7	MIQ	72.73	0.20	-	10.62	0.97	0.15	0.17	0.91	3.05	3.09	91.89
8	MIQ	72.44	0.25	-	11.03	0.93	0.00	0.15	0.97	2.69	3.30	91.76
9	MIQ	76.72	0.19	-	11.40	1.00	0.00	0.21	0.86	3.38	3.39	97.15
10	MIQ	74.97	0.29	-	11.11	0.82	0.08	0.17	0.91	3.27	3.24	94.86
Sample: No.1-09												
1	gl	70.53	0.21	-	10.44	0.90	0.03	0.17	1.01	2.93	3.11	89.33
2	gl	71.54	0.23	-	10.85	1.05	0.00	0.15	0.98	3.12	3.10	91.02
3	gl	71.38	0.20	-	10.78	0.86	0.01	0.17	1.00	3.01	3.24	90.65
4	gl	70.72	0.24	-	10.69	0.86	0.12	0.22	0.97	2.97	3.05	89.84
5	gl	71.37	0.27	-	10.70	0.78	0.13	0.22	1.00	3.05	3.21	90.73
6	gl	71.54	0.30	-	10.81	0.99	0.13	0.14	0.97	3.01	3.15	91.04
7	gl	71.21	0.20	-	10.73	0.94	0.10	0.17	0.98	3.03	3.21	90.57
8	gl	71.46	0.22	-	10.86	0.70	0.15	0.15	0.91	3.03	3.10	90.58
9	gl	72.74	0.22	-	11.03	1.08	0.10	0.21	0.93	3.21	3.04	92.56
10	gl	73.04	0.30	-	10.87	1.07	0.12	0.22	1.04	3.12	3.19	92.97
11	gl	71.96	0.23	-	10.70	0.84	0.02	0.16	0.95	3.20	3.12	91.18
12	gl	71.21	0.26	-	10.96	0.97	0.00	0.19	0.99	3.06	3.11	90.75
13	gl	70.93	0.31	-	10.82	0.98	0.10	0.14	0.95	3.09	3.04	90.36
14	gl	71.84	0.27	-	10.90	0.96	0.00	0.18	1.02	3.12	3.14	91.43
15	gl	72.99	0.18	-	11.51	0.91	0.08	0.17	1.19	3.20	3.09	93.32
Sample: No.1-09												
1	GHo	49.17	1.22	-	6.39	14.56	0.48	14.66	10.75	1.00	0.25	98.48
2	GHo	47.50	1.65	-	7.36	13.00	0.56	14.76	10.76	1.58	0.32	97.49
3	GHo	48.93	1.13	-	6.84	14.72	0.65	14.70	10.69	1.09	0.29	99.04
4	GHo	48.36	1.28	-	6.68	14.58	0.69	14.70	10.72	1.18	0.34	98.53
5	GHo	48.80	1.05	-	6.73	14.88	0.66	14.38	10.59	1.09	0.35	98.53
6	GHo	48.89	1.22	-	6.33	13.70	0.57	15.18	11.00	0.99	0.26	98.14
7	GHo	49.46	1.05	-	6.72	14.45	0.50	14.95	10.65	1.09	0.33	99.20
8	GHo	49.01	1.05	-	6.79	14.78	0.59	14.63	10.67	1.12	0.30	98.94

gl: glass, GHo: Hornblende

表 7-7　ガラス・鉱物化学組成結果（つづき 6）

Point No.	Mineral	SiO_2	TiO_2	Cr_2O_3	Al_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	Total
9	GHo	49.34	1.07	-	6.50	15.03	0.70	14.88	10.59	1.16	0.30	99.57
10	GHo	49.35	0.99	-	6.22	14.51	0.66	15.15	10.51	1.03	0.31	98.73
11	GHo	48.71	0.82	-	6.66	14.94	0.61	14.73	10.64	1.12	0.34	98.57
12	GHo	49.09	1.24	-	6.46	14.25	0.67	14.78	10.44	1.21	0.23	98.37
13	GHo	48.80	0.90	-	6.52	14.37	0.64	14.94	10.51	1.04	0.28	98.00
14	GHo	49.06	1.17	-	6.90	15.08	0.49	14.50	10.86	1.16	0.26	99.48
15	GHo	49.09	1.13	-	6.42	14.64	0.47	15.10	10.67	1.10	0.25	98.87
Sample: No.1-11												
1	GHo	45.12	3.25	0.00	9.64	11.50	0.59	15.13	11.52	2.35	0.81	99.91
2	GHo	44.53	3.13	0.00	9.38	10.90	0.70	15.23	11.01	2.29	0.73	97.90
3	GHo	45.43	3.23	0.00	9.17	11.09	0.51	15.41	11.24	2.41	0.76	99.25
4	GHo	44.75	3.14	0.00	9.63	11.32	0.65	15.17	11.22	2.35	0.78	99.01
5	GHo	44.34	3.50	0.00	9.63	11.27	0.58	15.16	11.51	2.30	0.80	99.09
6	GHo	45.31	3.06	0.00	9.30	11.14	0.62	15.30	11.36	2.37	0.80	99.26
7	GHo	45.08	3.22	0.00	9.39	11.57	0.67	15.17	11.35	2.41	0.75	99.61
8	GHo	44.40	3.48	0.00	9.71	11.10	0.67	14.97	11.28	2.34	0.75	98.70
9	GHo	44.70	3.29	0.00	9.45	11.58	0.52	15.45	11.56	2.42	0.84	99.81
10	GHo	44.20	3.32	0.00	9.73	11.61	0.60	15.12	11.18	2.40	0.86	99.02
11	GHo	44.10	3.22	0.00	9.86	11.48	0.42	14.81	11.46	2.36	0.79	98.50
12	GHo	44.89	3.25	0.00	9.99	11.55	0.51	15.07	11.40	2.34	0.83	99.83
13	GHo	44.34	3.44	0.00	9.72	11.15	0.61	15.30	11.32	2.32	0.78	98.98
14	GHo	44.75	3.33	0.00	9.60	11.19	0.59	15.16	11.17	2.34	0.80	98.93
15	GHo	44.40	3.11	0.00	9.88	11.36	0.54	15.24	11.40	2.29	0.79	99.01
Sample: No.1-14												
1	gl	68.41	0.39	-	14.89	1.50	0.25	0.52	1.49	4.17	4.65	96.27
2	gl	69.71	0.40	-	14.04	1.40	0.20	0.39	1.04	4.28	4.65	96.11
3	gl	68.49	0.45	-	13.94	1.44	0.22	0.33	1.10	4.13	4.87	94.97
4	gl	69.18	0.52	-	14.02	1.36	0.21	0.29	1.11	4.28	4.69	95.66
5	gl	68.31	0.40	-	13.61	1.38	0.00	0.25	0.98	4.14	4.73	93.80
6	gl	73.00	0.26	-	11.08	1.00	0.09	0.10	0.29	3.37	4.36	93.55
7	gl	70.14	0.43	-	13.79	1.17	0.17	0.24	0.84	4.08	4.92	95.78
8	gl	70.28	0.39	-	13.75	1.41	0.14	0.26	0.95	3.42	5.02	95.62
9	gl	69.10	0.32	-	13.82	1.24	0.21	0.34	1.06	4.25	4.78	95.12
10	gl	68.28	0.64	-	14.14	1.84	0.15	0.50	1.45	3.98	4.80	95.78
11	gl	68.35	0.45	-	13.90	1.22	0.14	0.40	1.04	4.08	4.88	94.46
12	gl	68.78	0.47	-	13.82	1.36	0.06	0.35	1.02	4.25	4.61	94.72
13	gl	68.09	0.31	-	13.76	1.37	0.12	0.38	1.03	4.02	4.63	93.71

gl: glass, GHo: Hornblende

表 7-8　ガラス・鉱物化学組成結果（つづき 7）

Point No.	Mineral	SiO_2	TiO_2	Cr_2O_3	Al_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	Total
14	gl	69.37	0.34	-	13.73	1.20	0.08	0.26	0.89	4.04	4.82	94.73
15	gl	68.64	0.34	-	13.89	1.38	0.17	0.24	1.08	4.23	4.63	94.60
Sample: No.1-14												
1	GHo	44.21	3.29	0.00	10.29	11.38	0.54	15.06	11.42	2.49	0.66	99.34
2	GHo	47.29	1.77	0.00	8.25	13.71	0.40	14.83	11.19	1.55	0.45	99.44
3	GHo	44.45	3.23	0.00	10.99	11.07	0.33	15.43	11.47	2.50	0.65	100.12
4	GHo	44.98	2.34	0.00	9.83	13.00	0.52	14.14	11.49	1.79	0.42	98.51
5	GHo	44.26	3.43	0.00	9.57	11.03	0.59	14.94	11.13	2.43	0.78	98.16
6	GHo	43.82	3.52	0.00	10.24	11.37	0.33	14.97	11.40	2.53	0.67	98.85
7	GHo	44.70	3.29	0.00	9.40	11.41	0.66	15.09	11.24	2.36	0.80	98.95
8	GHo	44.54	3.48	0.00	9.51	11.52	0.55	15.02	11.28	2.40	0.75	99.05
9	GHo	47.56	1.85	0.00	8.06	13.07	0.44	14.87	11.03	1.47	0.33	98.68
10	GHo	44.66	3.40	0.00	9.56	11.04	0.61	15.07	11.36	2.38	0.80	98.88
11	GHo	42.57	3.93	0.00	11.23	13.72	0.48	12.83	11.10	2.51	0.60	98.97
12	GHo	41.58	2.75	0.00	13.93	9.77	0.27	14.94	11.85	2.32	0.69	98.10
13	GHo	44.23	3.16	0.00	9.80	11.48	0.61	14.89	11.20	2.31	0.70	98.38
14	GHo	42.64	2.59	0.00	11.47	14.51	0.37	12.75	10.97	2.04	0.45	97.79
15	GHo	43.68	3.18	0.00	10.98	13.23	0.27	13.74	11.42	2.29	0.71	99.50
Sample: No.2-20												
1	GHo	49.41	1.06	-	6.84	14.15	0.43	15.06	10.74	1.13	0.27	99.09
2	GHo	44.45	3.20	-	9.34	11.27	0.54	14.96	11.10	2.36	0.75	97.97
3	GHo	49.30	1.13	-	6.65	14.35	0.58	15.01	10.62	1.08	0.30	99.02
4	GHo	44.56	3.52	-	9.64	11.22	0.58	15.09	11.40	2.40	0.72	99.13
5	GHo	44.74	3.22	-	9.70	11.25	0.78	15.09	11.35	2.37	0.75	99.25
6	GHo	44.44	3.39	-	9.79	11.28	0.47	15.03	11.39	2.47	0.72	98.98
7	GHo	44.73	3.24	-	9.38	11.13	0.68	15.33	11.29	2.29	0.80	98.87
8	GHo	44.34	3.36	-	9.70	11.21	0.61	15.08	11.24	2.41	0.74	98.69
9	GHo	44.62	3.21	-	9.50	11.39	0.55	15.20	11.15	2.40	0.68	98.70
10	GHo	44.28	3.28	-	9.54	11.10	0.74	14.90	11.09	2.42	0.70	98.05
11	GHo	44.95	3.22	-	9.58	10.92	0.66	15.21	11.28	2.41	0.78	99.01
12	GHo	45.07	3.09	-	9.48	11.19	0.59	15.49	11.43	2.43	0.77	99.54
13	GHo	49.38	1.05	-	6.69	14.01	0.52	15.28	10.48	1.09	0.23	98.73
14	GHo	44.77	3.50	-	9.55	11.62	0.54	15.01	11.29	2.32	0.78	99.38
15	GHo	44.26	3.48	-	9.83	11.38	0.45	14.88	11.50	2.42	0.80	99.00
Sample: No.2-24												
1	gl	73.61	0.09	-	11.52	1.23	0.10	0.09	1.13	3.17	3.26	94.20
2	gl	71.27	0.48	-	12.16	2.19	0.08	0.45	1.94	3.53	2.84	94.94

gl: glass, GHo: Hornblende

表 7-9　ガラス・鉱物化学組成結果（つづき 8）

Point No.	Mineral	SiO_2	TiO_2	Cr_2O_3	Al_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	Total
3	gl	70.37	0.54	-	12.18	2.51	0.22	0.47	2.00	3.62	2.86	94.77
4	gl	71.16	0.59	-	12.33	2.25	0.16	0.44	1.96	3.65	2.81	95.35
5	gl	71.41	0.16	-	11.29	1.11	0.13	0.13	1.10	3.14	3.08	91.55
6	gl	70.39	0.37	-	13.89	0.27	0.12	0.00	0.57	3.72	5.77	95.10
7	gl	72.24	0.14	-	11.34	1.09	0.06	0.13	1.07	3.10	3.25	92.42
8	gl	73.31	0.30	-	11.10	1.16	0.00	0.17	1.01	3.28	2.91	93.24
9	gl	72.24	0.14	-	11.04	1.15	0.00	0.17	1.02	3.04	3.15	91.95
Sample: No.2-24												
1	GHo	54.67	0.27	-	1.57	20.10	1.58	19.46	1.62	0.30	0.03	99.60
2	GHo	49.14	1.10	-	6.49	14.22	0.76	15.06	10.16	1.22	0.24	98.39
3	GHo	49.61	1.06	-	6.41	14.26	0.55	15.37	10.85	1.11	0.29	99.51
4	GHo	49.65	0.97	-	6.41	15.13	0.47	14.79	10.74	1.01	0.27	99.44
5	GHo	48.89	1.14	-	6.81	14.65	0.42	14.78	10.57	1.10	0.21	98.57
6	GHo	49.10	1.16	-	6.64	14.90	0.60	14.67	10.43	1.08	0.33	98.91
7	GHo	48.43	1.22	-	6.93	14.65	0.45	14.40	10.47	1.07	0.32	97.94
8	GHo	49.50	1.19	-	6.85	14.60	0.49	14.87	10.79	1.10	0.28	99.67
9	GHo	49.32	1.17	-	6.74	14.43	0.54	15.09	10.51	1.03	0.24	99.07
10	GHo	49.09	1.07	-	6.66	14.87	0.51	14.76	10.49	1.16	0.33	98.94
11	GHo	48.55	1.08	-	7.04	14.48	0.52	14.34	10.34	1.27	0.40	98.02
12	GHo	47.76	1.62	-	7.73	14.28	0.68	14.16	11.24	1.33	0.49	99.29
13	GHo	49.23	0.91	-	6.33	14.17	0.56	15.21	10.57	1.03	0.25	98.26
14	GHo	48.97	1.11	-	6.72	14.19	0.51	14.68	10.56	1.14	0.28	98.16

gl: glass, GHo: Hornblende

Appendix II

事例研究地域のうち海底地形・地質の検討

目　次

1. はじめに 1

2. 検討海域の範囲とデータ 1

3. 再解析 3
3.1 探査記録の記録状況 3
3.2 地質層序区分 4
3.3 探査記録の再解析および地質解釈 5

4. 再解析結果の解釈 8
4.1 地質分布の状況 8
4.2 宮崎層群相当層（My 層）の分布状況 10
4.3 堆積層（第四系）の分布状況 14
4.4 宮崎層群相当層（My 層）における走向・傾斜の計測 16

謝辞 20

参考文献 20

図　目　次

図 2-1　事例研究範囲図 2
図 2-2　旧地質調査所・GH83-1 航海で実施された海上音波探査の測線位置図 3
図 3-1　検討海域南部にみられる My 層の分布形態　（再解析結果を基に作成した地質解釈断面図） 6
図 3-2　My 層と D 層の傾斜不整合　（再解析結果を基に作成した地質解釈断面図） 6
図 3-3　検討海域の南部の大陸斜面付近における D 層および My 層の分布形態　（再解析結果を基に作成した地質解釈断面図） 7
図 3-4　検討海域の中部～北部における R 層、My 層および D 層の分布形態　（再解析結果を基に作成した地質解釈断面図） 7
図 3-5　検討海域の北部における R 層、My 層および D 層の分布形態　（再解析結果を基に作成した地質解釈断面図） 7
図 3-6　検討海域の北部沿岸域における R 層、My 層および D 層の分布形態　（再解析結果を基に作成した地質解釈断面図） 8
図 4-1　検討海域における地質平面図 9
図 4-2　検討海域における沖積層基底等深線図 10
図 4-3　検討海域における宮崎層群相当層（My 層）の上限面等深線図 12
図 4-4　検討海域における宮崎層群相当層（My 層）の上限面等深線図（航跡図入り） 13
図 4-5　第四系堆積層（D 層および A 層）等層厚線図 15
図 4-6　検討海域およびその周辺における海底地形図 16
図 4-7　検討海域における宮崎層群相当層（My 層）の走向・傾斜 18
図 4-8　宮崎層群および My 層の走向・傾斜図 19

表　目　次

表 3-1　検討海域における地質層序表 5

宮崎平野前面海域における基盤地質情報の整理

1. はじめに

事例検討地域である宮崎平野では、後期更新世以降の傾動運動により隆起し、多段の段丘が発達したと考えられている（例えば、長岡, 2010 ほか)。このような傾動運動は、宮崎平野における陸域の地形・地質構造のみならず、海域の地形・地質構造にも影響を与えている可能性がある。

平成 29 年度の検討では、既往海上音波探査のうち海上保安庁による沿岸の海の基本図調査で実施された海上音波探査記録の再解析を行い、宮崎平野前面海域における沖積層基底等深度線図を作成した。しかしながら、再解析に用いた探査記録は、沖積層基底面を判読する分解能は有するものの、探査能力が小さいことから沖積層基底面下の地質・地質構造に関する情報を得ることができなかった。

当該海域を含む日向灘-豊後水道にかけては、旧地質調査所（現 産業技術総合研究所 地質調査総合センター）により深い探査深度を対象とした海上音波探査（GH83-1 航海）が実施されている（地質調査所, 1998)。

平成 30 年度の検討では、平成 29 年度の検討で使用した沿岸の海の基本図調査に加え、旧地質調査所による海上音波探査の探査記録の再解析により、宮崎平野前面海域における深部地下構造を検討した。そして、陸域における文献調査および現地調査のデータから別途構築された複数の隆起モデルの検証に資した（詳細については、本報告書本編「2.1.1 項の(1) 沿岸域における隆起・侵食の検討」を参照されたい)。

ここでは、宮崎平野前面海域における深部地下構造の検討に際し実施した。海上音波探査記録の再解析結果について記す。

2. 検討海域の範囲とデータ

事例研究範囲のうち海域の範囲（以下、検討海域という）を図 2-1 に示す。

検討海域では、海上保安庁海洋情報部による 1/5 万沿岸の海の基本図調査がなされ、海上保安庁刊行の沿岸の海の基本図（５万分の１）「宮崎」（1997 年刊行、海図第 6355 号 2、2-s および報告書 ; 以下、「宮崎」)、沿岸の海の基本図（５万分の１）「美々津」（1999 年刊行、海図第 6355 号 1 ; 以下、「美々津」）および沿岸の海の基本図（５万分の１）「延岡」（2000 年刊行、海図第 6356 号 8 : 以下、「延岡」）が編纂されている。また、当該海域では、昭和 58 年（1983 年）に旧地質調査所により、海上音波探査（GH83-01 航海、測線位置図 : 図 2-2）が実施され、1/20 万海洋地質図「豊後水道南方海底地質図」（地質調査所, 1998）が刊行されている。

平成 29 年度の検討では、沿岸の海の基本図調査のうち「宮崎」、「美々津」および「延岡」における音波探査記録を再解析し、沖積層の基底の形状やその分布を検討した。本検討では、これらに加え、旧地質調査所による深部の記録を併せて検討することにより、沖積層の基底面だけでなく、より深部（更新統相当層および深部の宮崎層群相当層）の地質・地質構造までを総合的に検討することにした。

本検討で再解析の対象とした音波探査測線は、平成 29 年度に検討した沿岸の海の基本図「宮崎」が延長約 990 km、「美々津」が約 1,260 km、「延岡」が約 580 km であり、これに旧地質調査所による約 1,200 km を加えた、総計 4,000 km 強である。

旧地質調査所による GH83-01 航海で取得された海上音波探査記録のデータは、音波探査（反射法地震探査）で一般的なフォーマットである SEG-Y 形式でとりまとめられた位置データおよび観測記録データである。これらのなかから、検討海域を包含する NW-SE 方向の 25

測線、NE-SW 方向の 9 測線を検討対象とし抽出した。抽出の後、対象とした測線の収録データをアナログ記録として紙出力し、後述する既往探査記録の再解析に用いた。

なお、対象とした探査記録はデジタルデータであることから、反射記録データ解析ソフトを用いての再解析、地質解釈作業が可能である。しかしながら、検討に際し、補完しつつ再解析する平成 29 年度までの沿岸の海の基本図記録がアナログ記録であったことから、再解析時の利便性を考慮し、平成 29 年度と同様に、紙出力のアナログ記録として使用することとした。また、この既往探査記録の出力は、収録された観測データそのものの出力とし、データ処理作業などは実施していない。さらに、出力にあたっては、記録の見やすさや取扱いなどを考慮し、水平方向の縮尺約 1/50,000、鉛直方向について往復走時 2 秒（約 1,500m 以上）を縮尺約 1/5,000 の、記録縦横比約 1:10 として出力することとした。また、記録出力の際に、便宜上、NW-SE 測線については北から順に EW-1 - EW-23、NE-SW 測線については西から順に NS-A - NS-I と、任意の測線番号を付した。

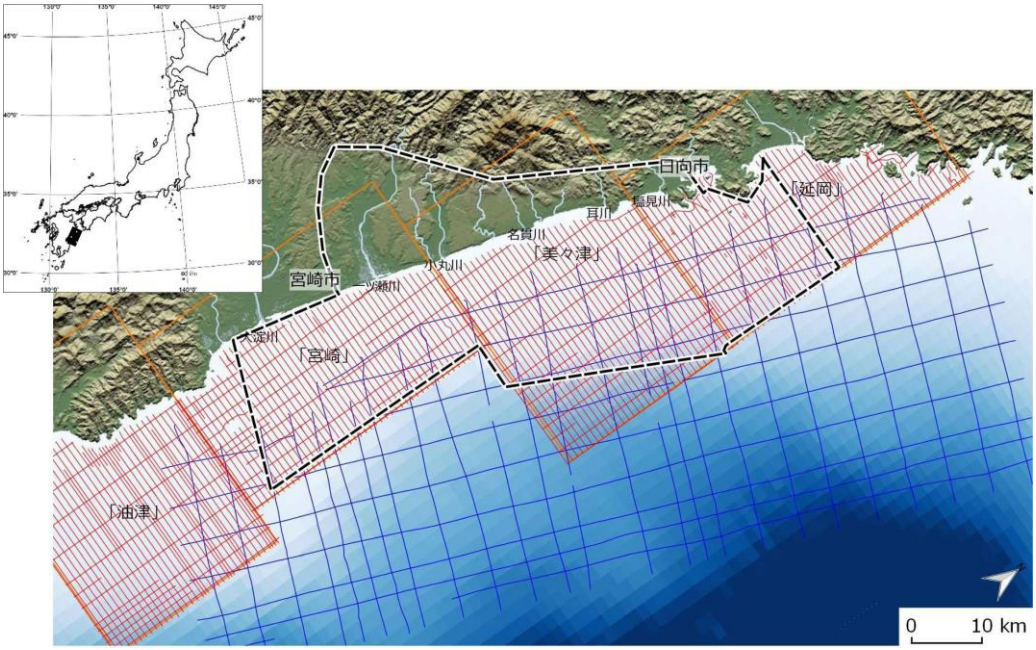


図 2-1　事例研究範囲図

陸域および海域の基図は、米国航空宇宙局（NASA）による地形データ（SRTM-3）および日本水路協会発行の海底地形データ（M7000 シリーズ）からそれぞれ作成。黒点線：事例検討範囲、橙色線：沿岸の海の基本図「延岡」、「美々津」、「宮崎」および「油津」、赤線：沿岸の海の基本図調査における海上音波探査測線、青線：旧地質調査所による海上音波探査測線（GH83-1 航海）

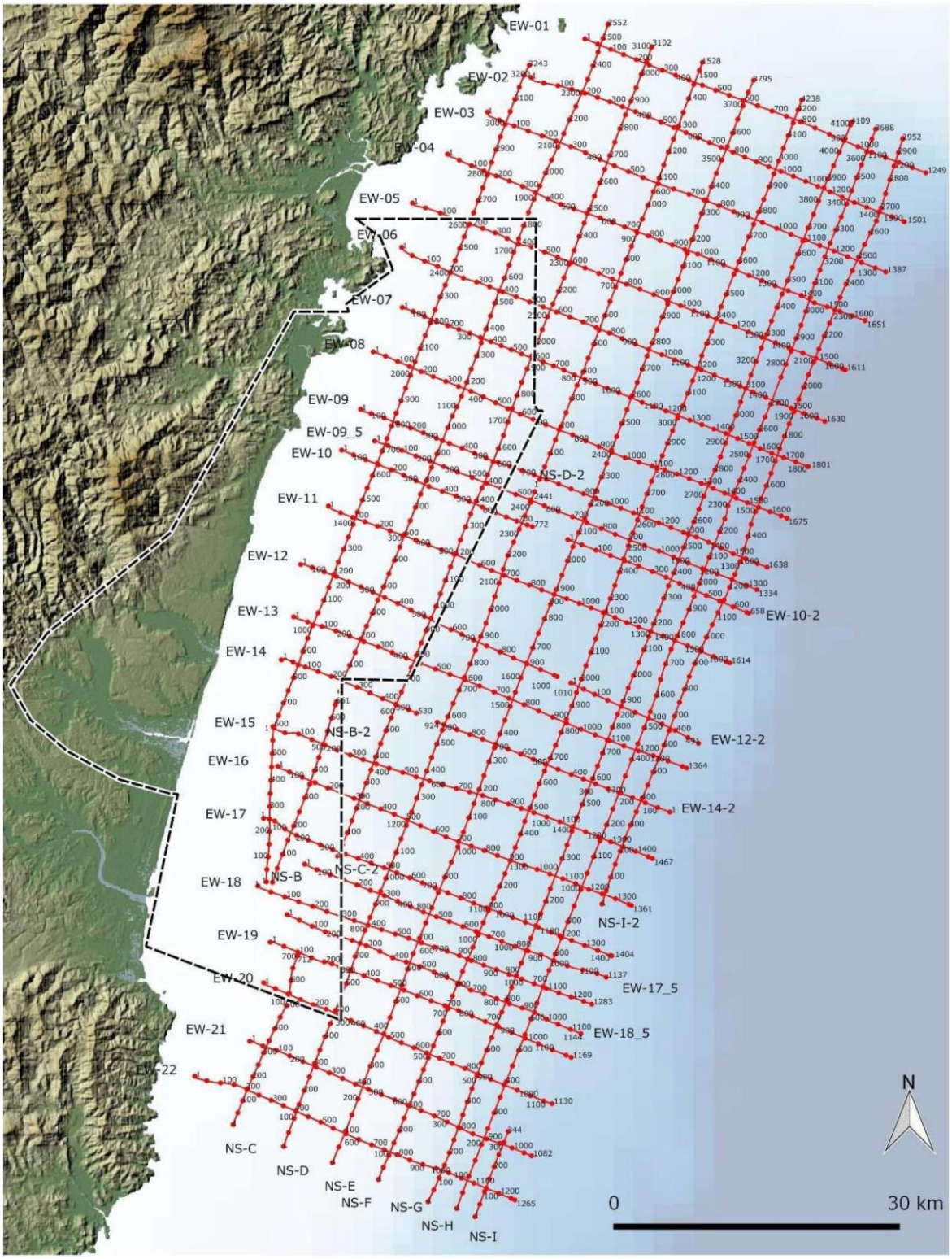


図 2-2　旧地質調査所・GH83-1 航海で実施された海上音波探査の測線位置図
測線は、本研究で新たに測線番号を付した。

3. 再解析

3.1　探査記録の記録状況

旧地質調査所による GH83-1 航海における海上音波探査の探査記録は、全体的におおむね良好な記録品質で、深部までの検討が可能であった。ただし、宮崎県・新富町の前面沖合いの

3 測線を測定した 1 日間（ファイル名 gh83205b）の記録については、ノイズが卓越し、探査記録の再解析が困難であったことから、検討対象から割愛した。

また、調査年次が 1983 年と古く、沖合海域における船位測定精度が低かったことから、測線同士の交点の合致しない記録が多く見られた。このため、全体的に位置誤差は 100 - 200 m 程度と推定された。これについては、記録状況から最適な位置を推定して再解析を実施した。

3.2 地質層序区分

検討対象とした探査記録の再解析にあたり、まず音響的な層序区分について検討した。

本研究の検討海域より北方の大分県と高知県の間の豊後水道については、旧地質調査所により、1/20 万豊後水道南方海底地質図が刊行されている。一方、検討海域の大部分では、海底地質図は未刊行であり、前述の海底地質図の南西端部でわずかに重複するのみである。また、検討海域内では、地層年代検討のための採泥などは実施されていない。

以上のことを踏まえ、検討海域における地質層序の区分にあたっては、特に平成 29 年度の検討において不明瞭だった宮崎層群相当層について、1/20 万豊後水道南方海底地質図における地層区分を適用することをまずは考え、同地質図に掲載されている地質断面図の検討を行った。しかしながら、検討海域内にかかる地質断面図はなく、また、宮崎層群相当層（地質断面図における日向沖層群）の分布は深く、沿岸部では尾鈴山酸性岩類と推定される基盤岩にアバットしていることから、平成 29 年度に検討した 1/5 万沿岸の海の基本図「延岡」の探査記録と直接対比することはできなかった。

このため、本研究においては、再解析による宮崎層群相当層の区分については、平成 29 年度の検討において海底面に直接露出あるいは海底下浅部に分布する 1/5 万沿岸の海の基本図「宮崎」の再解析結果に基づいて、上面が比較的大きな傾斜を示す分布形態と、上位層との顕著な不整合関係などにより、その音響的な境界面を北に向かって追跡した。

ここで、平成 29 年度の検討結果および陸域の既往地質図（1/100 万 日本地質アトラス; 地質調査所編, 1992）などから、検討海域には、最上位に最終氷期最大海退期（= Last Glacial Maximum: LGM）以降の軟弱な堆積物である沖積層（以下、A 層）、その下位に第四紀更新世中期以降の中～上部第四系（以下、D 層）、その下位に新第三紀中新世後期から第四紀更新世前期の宮崎層群相当層（以下、My 層）が分布すると考えられ、南部の沿岸部では中～上部第四系である D 層を欠き、沖積層である A 層と宮崎層群相当層である My 層が直接接するようになる。さらに、北部の日向市から門川町にかけての北端沿岸部では、後述する尾鈴山酸性岩類や古第三紀漸新世～新第三紀中新世とされる日南層群相当層の岩盤（以下、R 層）が分布するものと考えられる。

事例検討範囲のうち陸域については、中～上部第四系（段丘堆積物などの更新統）、宮崎層群および岩盤である尾鈴山酸性岩類や日南層群について詳しい区分がなされている（日本地質学会編集, 2018）。しかしながら、既往探査記録の再解析による音響的層序区分では、直接的な岩相の確認ができない音響的な区分によるため、詳しい細分はできない。このため、沖積層である A 層、中～上部第四系である D 層、宮崎層群相当層である My 層および岩盤とした R 層を大きな区分とした。

以上のことを踏まえ作成した検討海域における地質層序表を表 3-1 に示す。

表 3-1　検討海域における地質層序表

<table>
<tr><th colspan="2">時　代</th><th>陸域地質層序※</th><th>海域地質層序
（音響的）</th></tr>
<tr><td rowspan="2">第四紀</td><td>完新世</td><td>沖積層</td><td>A</td></tr>
<tr><td>更新世</td><td>中部～上部
第四系</td><td>D</td></tr>
<tr><td rowspan="3">新第三紀</td><td>鮮新世</td><td rowspan="2">宮崎層群</td><td>My</td></tr>
<tr><td rowspan="2">中新世</td><td rowspan="3">R</td></tr>
<tr><td>尾鈴山酸性岩類</td></tr>
<tr><td>古第三紀</td><td>漸新世</td><td colspan="2">日南層群</td></tr>
</table>

※:日本地質学会編集 (2018)を参照

3.3　探査記録の再解析および地質解釈

検討海域には、探査記録と直接対比できる海上ボーリングは存在しないため、探査記録にみられる記録パターン、反射面にみられる整合/不整合関係などに基づいて、音響的な層序区分および地質解釈を行った。

海底直下に分布する A 層およびその基底をなす D 層あるいは My 層の上面については、平成 29 年度に検討を行っており、本業務ではその結果を踏襲するとともに、より深部への追跡を行った。

宮崎層群は、陸域の既往地質図（例えば、首藤, 1984）で示されるように、検討海域南部の宮崎県・宮崎市の海岸線付近から、中部の宮崎県・都農町の海岸線付近にかけての陸域に広く分布する。この分布に沿うように、検討海域の南部では My 層が海底に露出し、北東-南西方向の走向を示すケスタ状の地形を呈する。また、探査記録上では、大きな傾斜を示す内部反射がみられ、A 層の基底を成す部分では最終氷期の海退期に陸化して顕著な侵食を受けたことによる起伏がみられるとともに、その上面は比較的強い反射面を示す（図 3-1）。前述したように、My 層上面の区分は、検討海域南部の明らかに宮崎層群が海底および海底下浅部に分布する区域から、傾斜する内部反射に代表される記録パターンや比較的強い反射を示す不整合面を、北に向かって追跡することにより実施した。

検討海域のうち中部以北では、A 層の基底に D 層が分布するようになる。このうち日向市沖では、My 層の傾いた内部反射と、D 層の沖合いに向かって傾斜するプログラデーションパターンの間に明瞭な傾斜不整合がみられ、南部より追跡してきた My 層の上面に連続する（図 3-2）。

D 層は、検討海域の南部では大陸棚外縁付近から大陸斜面下で厚く分布するが、北部に向かうにつれ薄くなる傾向を示す（図 3-3～図 3-5）。

陸域において宮崎層群が欠如し尾鈴山酸性岩類や古第三紀漸新世～新第三紀中新世の四万十南帯の日南層群相当層が分布するようになる日向市より北の沿岸海域では、音波が全く透過せず、内部反射がみられず、さらに上面が起伏に富むといった堅硬な岩盤に特有な音響基盤の記録パターンを示す層が認められ、これについては、尾鈴山酸性岩類あるいは日南層群相当層に対比される R 層と解釈した（図 3-6）。

この R 層の探査記録におけるパターンは、図 3-4 や図 3-5 にみられるように、海底下深部まで確認されるとともに、海岸線から 40 km 以上離れた沖合部でも確認される。陸域における尾鈴山酸性岩類の分布域は比較的狭いものと考えられることから、この沖合いに認められる R 層は日南層群相当層と考えられる。

探査記録上では、日向市の沖の山付近に分布する尾鈴山酸性岩類と、その北側の延岡市南部に分布する日南層群相当層は、両者とも音響基盤であることから区分できない。このため、本検討においては、両者を音響的基盤岩である R 層として一括した。

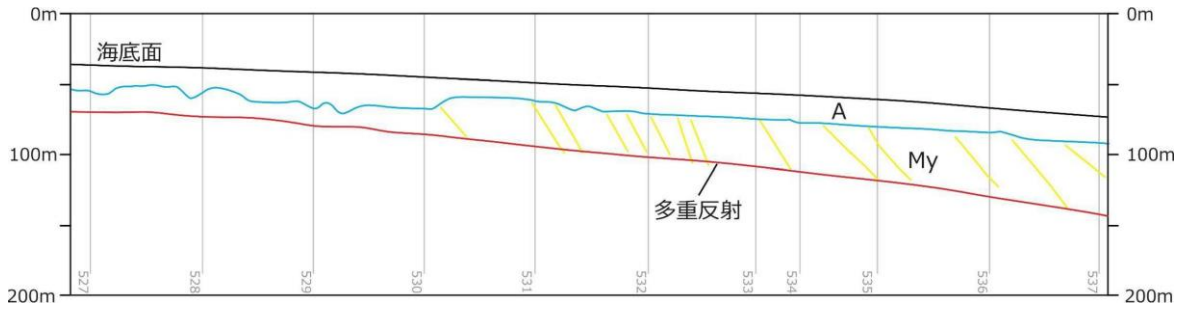


図 3-1　検討海域南部にみられる My 層の分布形態
（再解析結果を基に作成した地質解釈断面図）
宮崎市沖における「宮崎」の No.33 測線

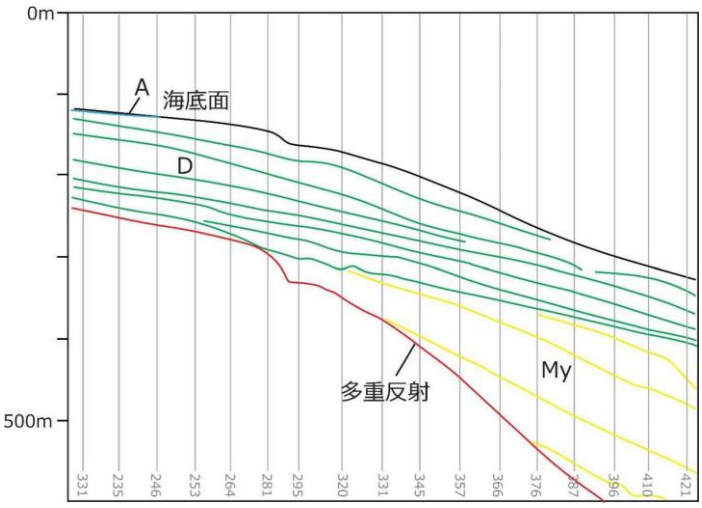


図 3-2　My 層と D 層の傾斜不整合
（再解析結果を基に作成した地質解釈断面図）
日向市沖における「延岡」の探査記録 No.42 測線

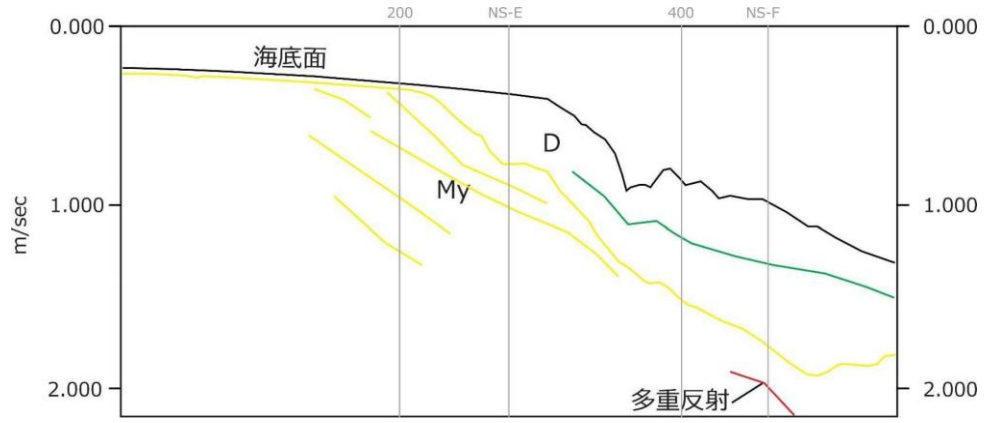


図 3-3　検討海域の南部の大陸斜面付近における D 層および My 層の分布形態
（再解析結果を基に作成した地質解釈断面図）
宮崎市沖における旧地質調査所の探査記録（EW-18.5 測線）

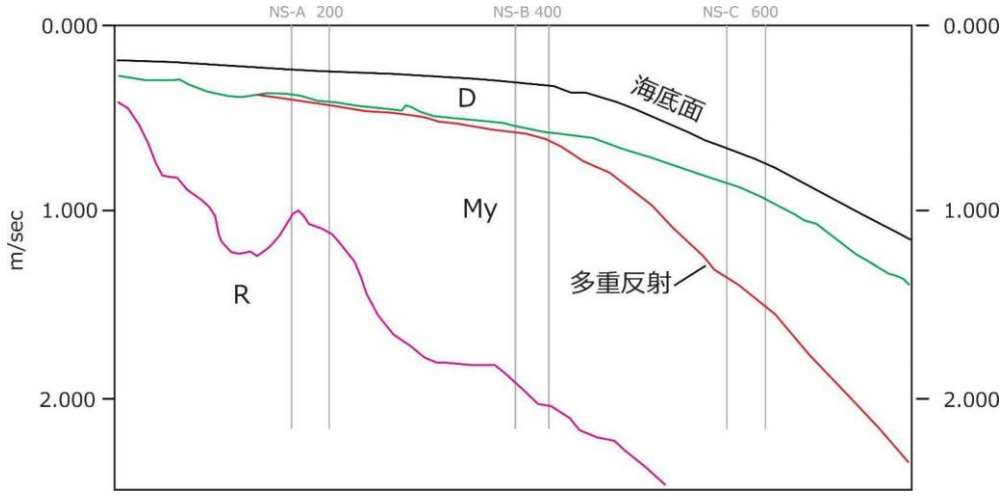


図 3-4　検討海域の中部～北部における R 層、My 層および D 層の分布形態
（再解析結果を基に作成した地質解釈断面図）
日向市沖における旧地質調査所の探査記録（EW-8 測線）

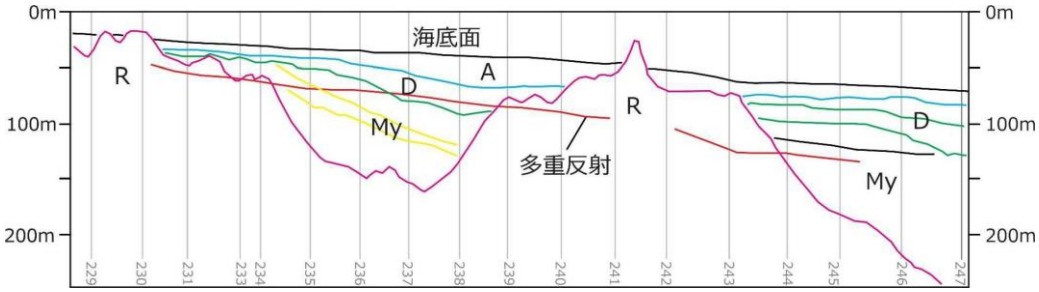


図 3-5　検討海域の北部における R 層、My 層および D 層の分布形態
（再解析結果を基に作成した地質解釈断面図）
延岡市沖における旧地質調査所の探査記録（EW-5 測線）

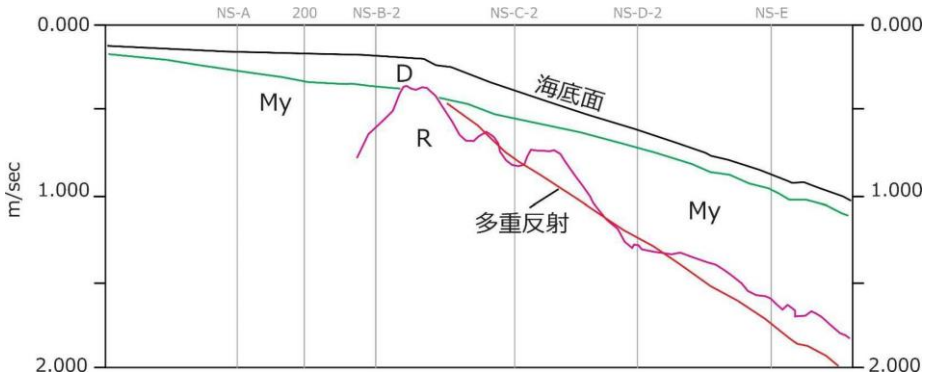


図 3-6　検討海域の北部沿岸域における R 層、My 層および D 層の分布形態
（再解析結果を基に作成した地質解釈断面図）
門川町沖枇榔島付近の沿岸の海の基本図「延岡」No.35 測線

4. 再解析結果の解釈

前章までの再解析の結果を基に、以下の項目について検討を行った。

- 地質分布の状況
- 宮崎層群相当層の分布状況
- 堆積層（第四系）の分布状況
- 宮崎層群相当層における走向・傾斜
- 埋積谷の状況

検討結果を次節以降に記す。

4.1　地質分布の状況

旧地質調査所の探査記録の再解析により、沖積層として区分した A 層を剥いだ形で、その下位に分布する地層について、地質平面図を作成した（図 4-1）。なお、同図では、A 層の分布範囲をハッチングにより表現した。

検討海域の南部では、A 層の直下に My 層が直接分布し、その水平分布は、検討海域の南東端からほぼ北に凸の三角形様に狭まり、宮崎県・都農町と日向市との境界付近で収束する。この分布範囲は、陸域における既存地質図（例えば、地質調査所, 1992）で見られる宮崎層群の分布域と整合的である。また、前節で述べたように、My 層の上面が起伏に富む範囲は、平成 29 年度における検討により作成した沖積層基底等深線図（図 4-2）において等深線がやや入り組んだ形状を示す範囲と一致する。

My 層の分布域の沖合側では、これを不整合に覆って D 層が広く分布する。一部、宮崎市の沖合い約 12 km 付近に、長径 3 km 程度の楕円形を呈する D 層が分布するが、これは My 層の凹地に最終氷期以前に堆積した D 層が、最終氷期最大海退期の侵食を免れて残存したものと考えられる。

日向市から門川町を経て延岡市の南部にかけてのごく沿岸部では、音響基盤である R 層が、島嶼の周辺などを含めやや狭い範囲に分布し、一部は海底に直接露出する。これらは、門川町の遠見山周辺までは尾鈴山酸性岩類、より北の延岡市南部沿岸では日南層群相当層と推定されるが、音波探査記録上で両者の区分ができなかったことから、ここでは R 層として一括した。

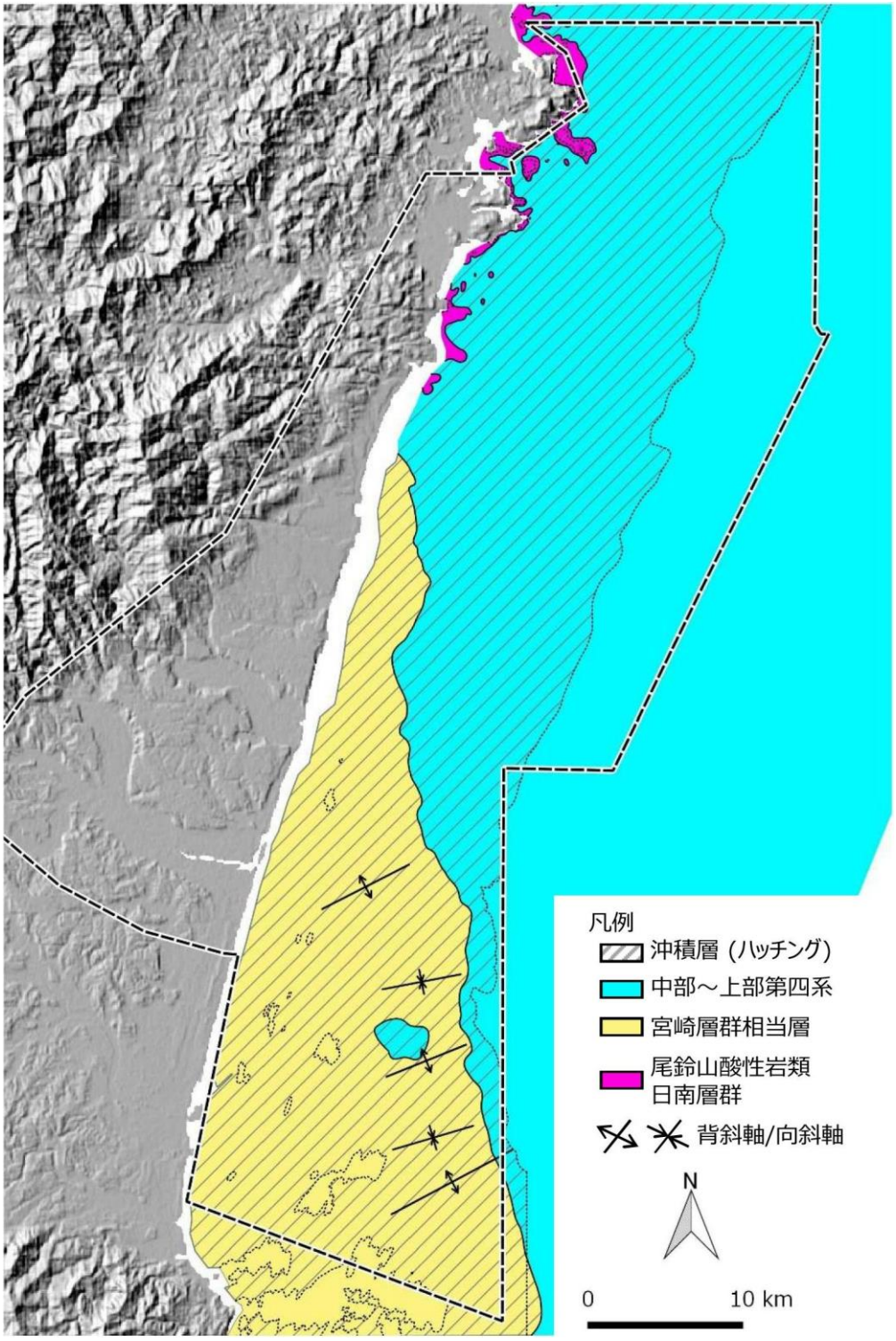


図 4-1　検討海域における地質平面図

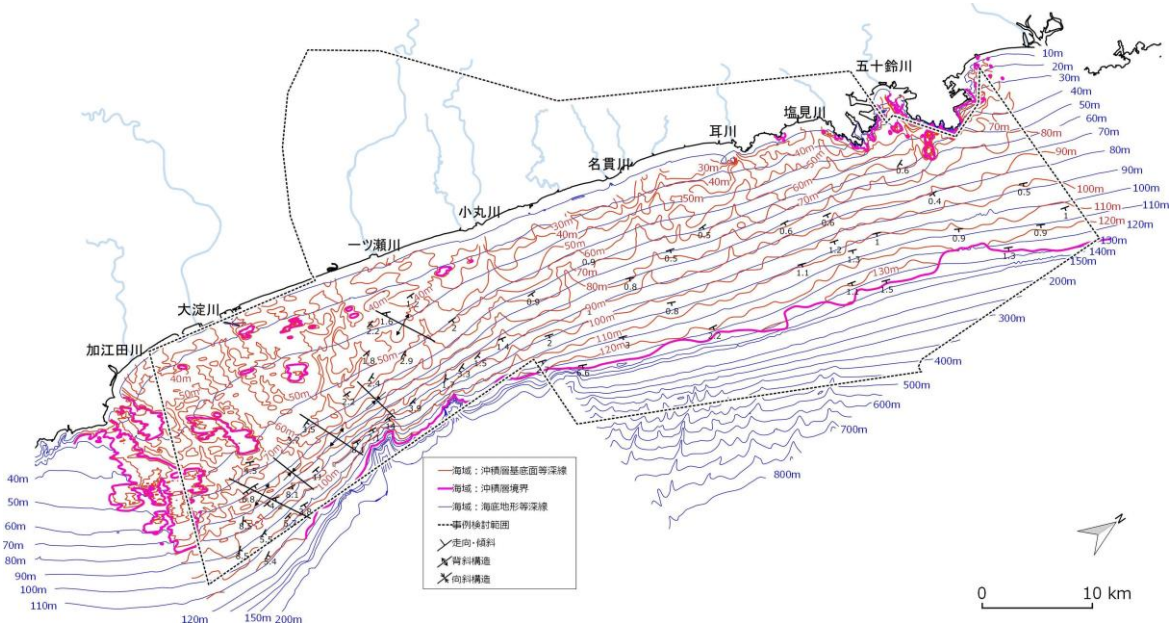


図 4-2　検討海域における沖積層基底等深線図
平成 29 年度本事業における成果（産業技術総合研究所, 2018）

4.2　宮崎層群相当層（My 層）の分布状況

旧地質調査所の探査記録の再解析により作成した宮崎層群相当層（My 層）の上限面等深線図を図 4-3 に示す。

1 章「はじめに」で記したように、平成 29 年度の検討では、My 層が比較的深部に分布することから、音響的に判然とした区分は難しかった。今回の再解析では、深部までの情報が記録されている旧地質調査所の探査記録を再解析することにより、検討海域における My 層の分布形態を明らかにすることができた。ただし、今回の探査記録の再解析では、宮崎層群相当層として一括した大きな区分はできたものの、その各部層単位の細分・対比などは困難であった。このため、陸域における宮崎層群の地質図（例えば、首藤, 1984）で示されるような、堆積時代の相違を考慮したような詳細な地層分布の検討は困難であり、総体としての宮崎層群相当層（My 層）の分布形態を検討した。

探査記録の再解析のうち、沿岸の海の基本図「宮崎」の範囲については、大陸斜面の地形が比較的急峻で、また、記録信号の増幅が抑えられ深部における My 層の区分が難しかったことから、旧地質調査所・GH83-1 航海の探査記録による補完が必要であった。一方、「美々津」および海底地形が比較的緩やかな「延岡」については、ほぼ全域で My 層上面と考えられる反射面を区分することができ、これらは平成 29 年度の検討において推定したものとほぼ同様であった。また、沿岸の海の基本図の調査範囲より沖合いについては、旧地質調査所の探査記録のみから検討した。

My 層上面の深度読み取りにあたっては、記録分解能の高い沿岸の海の基本図「宮崎」、「美々津」および「延岡」の記録を優先した。また、地中の音波伝播速度が不明のため、水中音速 1,500 m/sec で仮定した深度の読み取りを行っている。このため、実際の分布深度より、若干浅いものとなっていると考えられる。

旧地質調査所による海上音波探査の測線は、測線密度の高い沿岸の海の基本図調査に比べ、非常に粗い測線間隔のため、読み取りデータには明らかな粗密が生じた。My 層の上限面等深線図に航跡図を重ねたもの（図 4-4）で示されるように、データ密度の粗い宮崎市の沖合では、等深線の形状は大まかなものとして表現される。さらに、検討海域の南部では、平成 29 年度

の検討による沖積層基底面（図 4-2）が My 層上面にあたることから、測線間隔が密な平成 29 年度の成果を踏襲することとした。

等深線の描画は、旧地質調査所による探査記録の分解能が 30 - 40 m 程度と低いこと、大陸斜面付近にみられる My 層の斜面の傾斜が大きいこと、さらには検討海域を縮尺 1/100,000 の基図を用いて表現することなどを勘案し、やや細かすぎるものの 10 m 間隔での表現とした。

My 層上面の深度分布は、南部にみられる露岩域および海底下浅部における分布から、おおむね東方に向けて深くなり、高鍋町の沖合いにおいて本業務海域における最大深度 1,030 m 超を示す。南部の宮崎沖では起伏に富む大陸棚から、深度 150 - 550 m にかけての急斜面を経て、より沖合いの緩斜面～平坦面へと漸移する。中央部から北部にかけては、大陸棚域に緩斜面～平坦面が広くみられるようになり、斜面も北部ほど緩い傾斜へと変化する。

ここで、深度 500 m 程度より深部の My 層上限面および層内には、複数の層準でガリー状の谷が数多くみられ、それは特に上部層で顕著に見られる。ガリー状の谷は、下刻量 20 - 30 m のものが多いが、大きなものでは 50 m を超えるものもみられる。その周辺では、ガリー状の谷の影響により探査記録が乱れている箇所が見られた。密な測線間隔による沿岸の海の基本図調査により詳細なデータが得られた「美々津」の南部（宮崎県・川南町の沖合い）における複雑に入り組んだ等深線は、My 層上限面でのガリー状の形態を示す。より南部の宮崎市沖においても多数のガリーの発達が予想される。しかしながら、測線間隔が広い旧地質調査所による海上音波探査記録の再解析からは、そのような等深線配置を表現できていない。

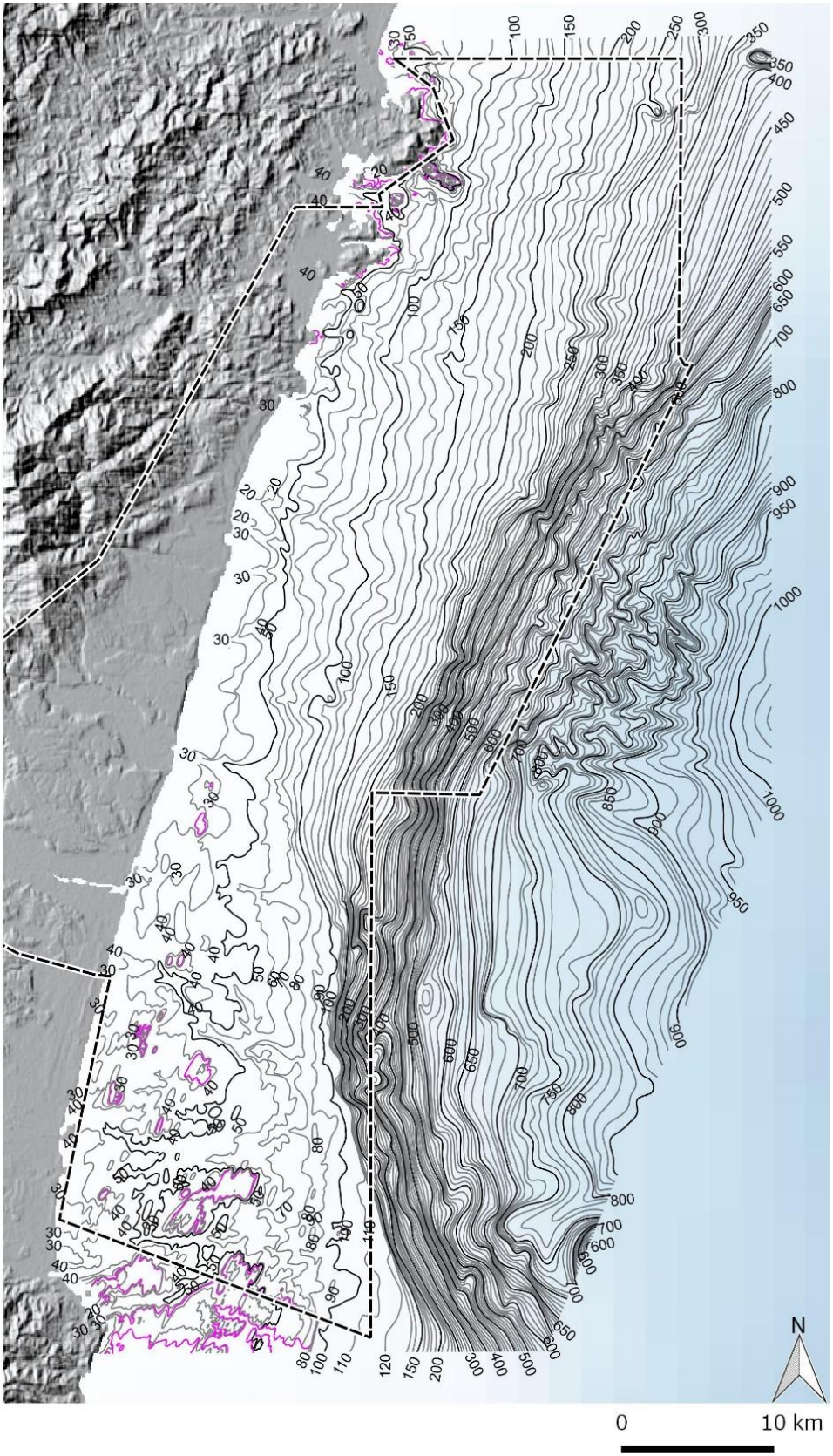


図 4-3　検討海域における宮崎層群相当層（My 層）の上限面等深線図

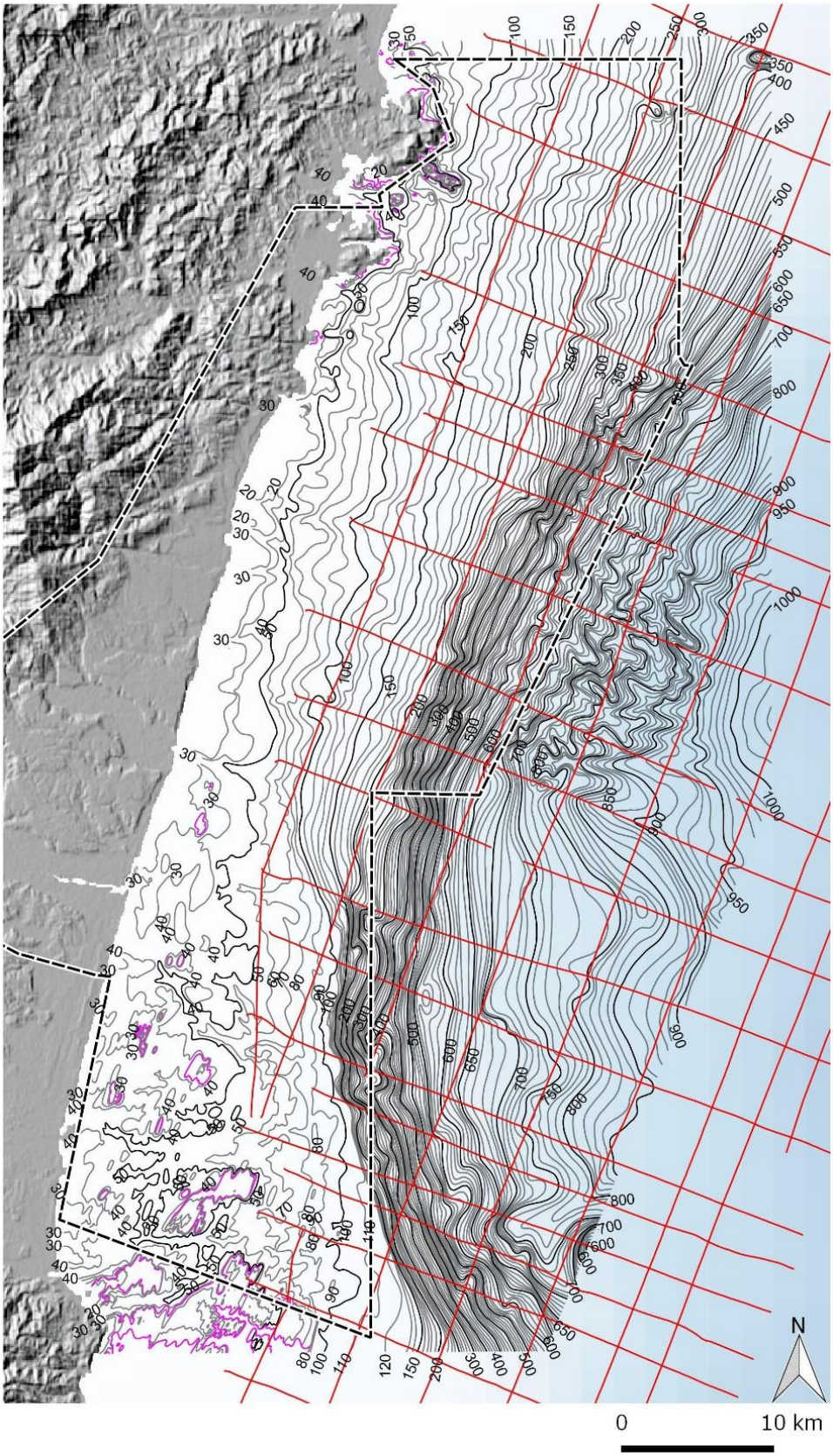


図 4-4　検討海域における宮崎層群相当層（My 層）の上限面等深線図（航跡図入り）

4.3　堆積層（第四系）の分布状況

宮崎層群相当層（My 層）の上位に分布する D 層および A 層の堆積層の層厚について、第四系堆積層の等層厚線図としてとりまとめたものを図 4-5 に示す。

第四継堆積層の等層厚線図は、前掲の My 層の上限面等深線図（図 4-3）と、平成 29 年度の検討で編集した海底地形図（図 4-6）との差分をとる形で編集・作成した。この際、宮崎市沖の海域については詳細な水深データがないことから、本図を作成できる範囲は平成 29 年度業務における海底地形図編集範囲のみとなることに注意されたい。

検討海域の南部では、My 層が海底下浅部に分布し、一部は海底面に露出するとともに、その上位には直接 A 層が載り分布する。このため、前掲の地質分布図（図 4-1）に示す My 層の範囲については、A 層の層厚を示すものとなっている。また、図示した層厚は、地層中の音波伝播速度を海中と同様の 1,500 m/sec として換算したものであることから、実際には図で示された層厚より厚くなるものと考えられる。

堆積層の層厚は、上記のように海域南部の宮崎市沖の大陸棚域では、A 層の層厚のみを示すものであることから薄いが（30 m 未満）、海域中部～北部の大陸棚域では D 層が分布することから北に向かって厚くなり最大 150 m 超となる。大陸斜面域では、おおむね 100 - 250 m の層厚がみられ、業務海域中央部の川南町の東方沖合い 19 km 付近の大陸斜面下部で最大層厚が 300 m 超となる。

旧地質調査所による探査記録では、南部の大陸斜面下部付近に D 層の厚い堆積が認められたが、上記のように南部海域の沖合では詳細な海底地形データがないことから、等層厚線図には表現されていない。

検討海域の外側である宮崎県・高鍋町から都農町にかけての大陸斜面下部付近から沖合では、海底地形図（図 4-6）で示すように、ガリー状の谷が多く見られる。また、My 層の上限面等深線図（図 4-3）における My 層上面にも多くの谷が認められる。これらの地形的特性から、当該地域周辺では等層厚線が入り組んだ複雑な層厚分布となっている。



図 4-5　第四系堆積層（D 層および A 層）等層厚線図

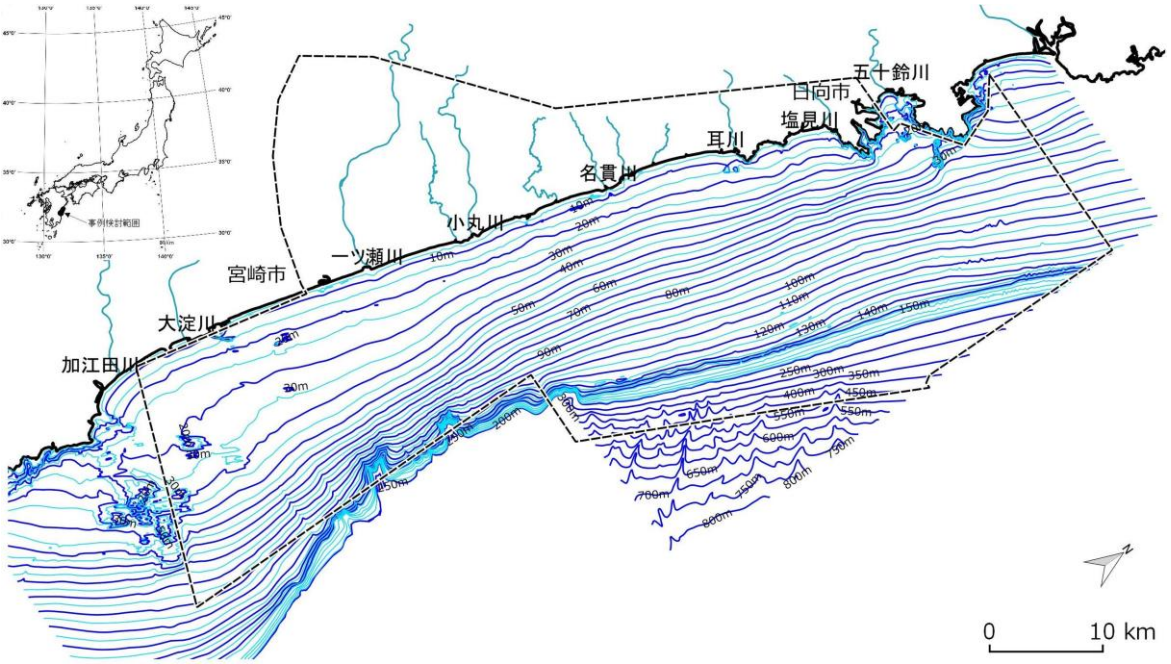


図 4-6　検討海域およびその周辺における海底地形図
平成 29 年度本事業における成果（産業技術総合研究所ほか, 2018）。

4.4　宮崎層群相当層（My 層）における走向・傾斜の計測

既往探査記録の再解析による音波探査解釈記録に基づいて、沿岸の海の基本図調査の測線同士の 600 点強の交点および産業技術総合研究所の記録の 200 点弱の交点において、宮崎層群相当層（My 層）上部の走向・傾斜の読み取りを地質図学法により行った。読み取りは、My 層として区分した地層の最上部付近にみられる層理面を対象として実施した。前述したように、既往探査記録の再解析では、南部ほど古いと想定される宮崎層群相当層（My 層）の堆積年代を考慮した詳しい区分は困難であったことから、走向・傾斜を計測した層準は、地質時代としてはやや統一性を欠いたものとなっていることに注意されたい。

ほぼ全ての交点で検討を行ったが、海面-海底間の多重反射の近傍や、急傾斜の大陸斜面部、大陸斜面基部付近の乱れた堆積が見られる部分、ガリー状の谷が発達する地点近傍などでは、内部反射の読み取りが難しく、結果として 180 地点強の走向・傾斜を検討対象とした。海域全域にわたる均質な判読・計測ができず、とくに宮崎市のやや沖合いについては、広い空白域となった。また、アナログの記録断面を用いた図学法により求めた走向・傾斜であることから、数度の誤差があるものと推定される。なお、深度差については前述のように、1,500 m/sec の音波伝播速度を仮定して読み取った。

以上のようにして得られた検討海域における My 層の走向・傾斜を、海底地質分布と併せて図 4-7 に示す。

検討海域の南部では、My 層はおおむね北西-南東ないし南-北の走向を示し、傾斜は東傾斜で、露岩域周辺において大きな傾斜（最大 14°）がみられる。検討海域の中央部から北部にかけて、走向は徐々に東へ傾き北東-南西となり、傾斜も小さくなり 5°を超えるような大きな傾斜はみられなくなる。ところどころ、周辺の傾向と相違する特異なものがみられるが、それらは、たとえば谷などに規制された堆積形態の変化や、局部的な褶曲状の構造に起因するものと思われる。

ここで、反射法地震探査の原理的に、おおむね 20°を超えるような大きな傾斜は記録として反射面の形成が難しいと考えられ、既往探査記録から判読できる地層傾斜には限界があると考えられる。

ここで、得られた My 層の走向・傾斜に関する分布図に、陸域における 1/5 万地質図「妻及び高鍋」（遠藤・鈴木, 1986）、「宮崎」（木野ほか, 1984）および「都農」（木野, 1965）で示される宮崎層群の走向・傾斜を、傾斜の程度によって色分けして同一図面上に表現する走向・傾斜図としてとりまとめたものを図 4-8 に示す。

図 4-8 でみられるように、20°を超えるような大きな傾斜は宮崎市南部から西部の陸上の宮崎層群のみにみられ、海域では 1 - 5°程度の傾斜が優先する。走向は、宮崎市の南部の山地で北東-南西がみられるものの、おおむね南部では南北ないし北北西-南南東走向で、北部に向かって東に傾く北東-南西走向となる。

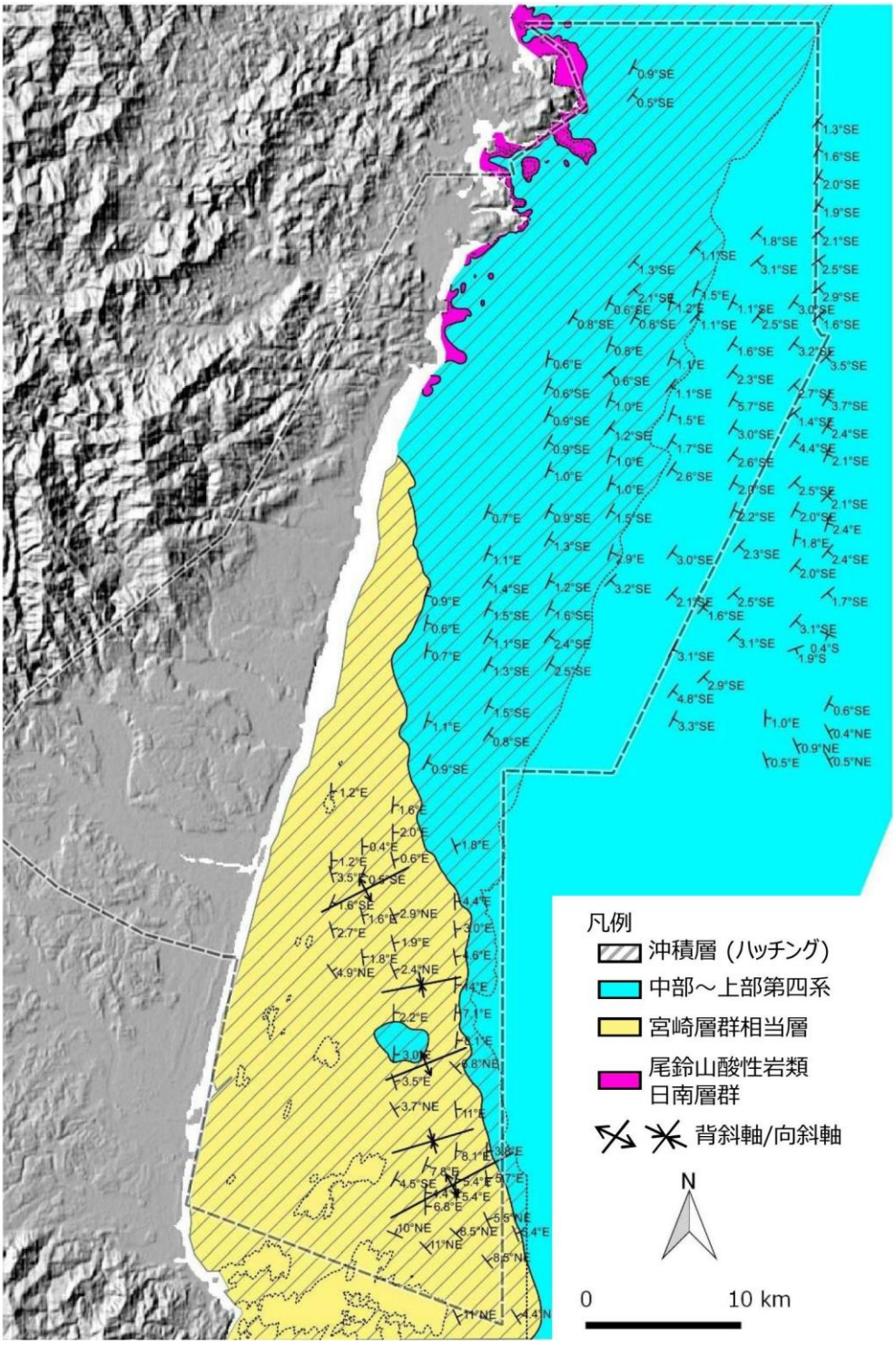


図 4-7　検討海域における宮崎層群相当層（My 層）の走向・傾斜

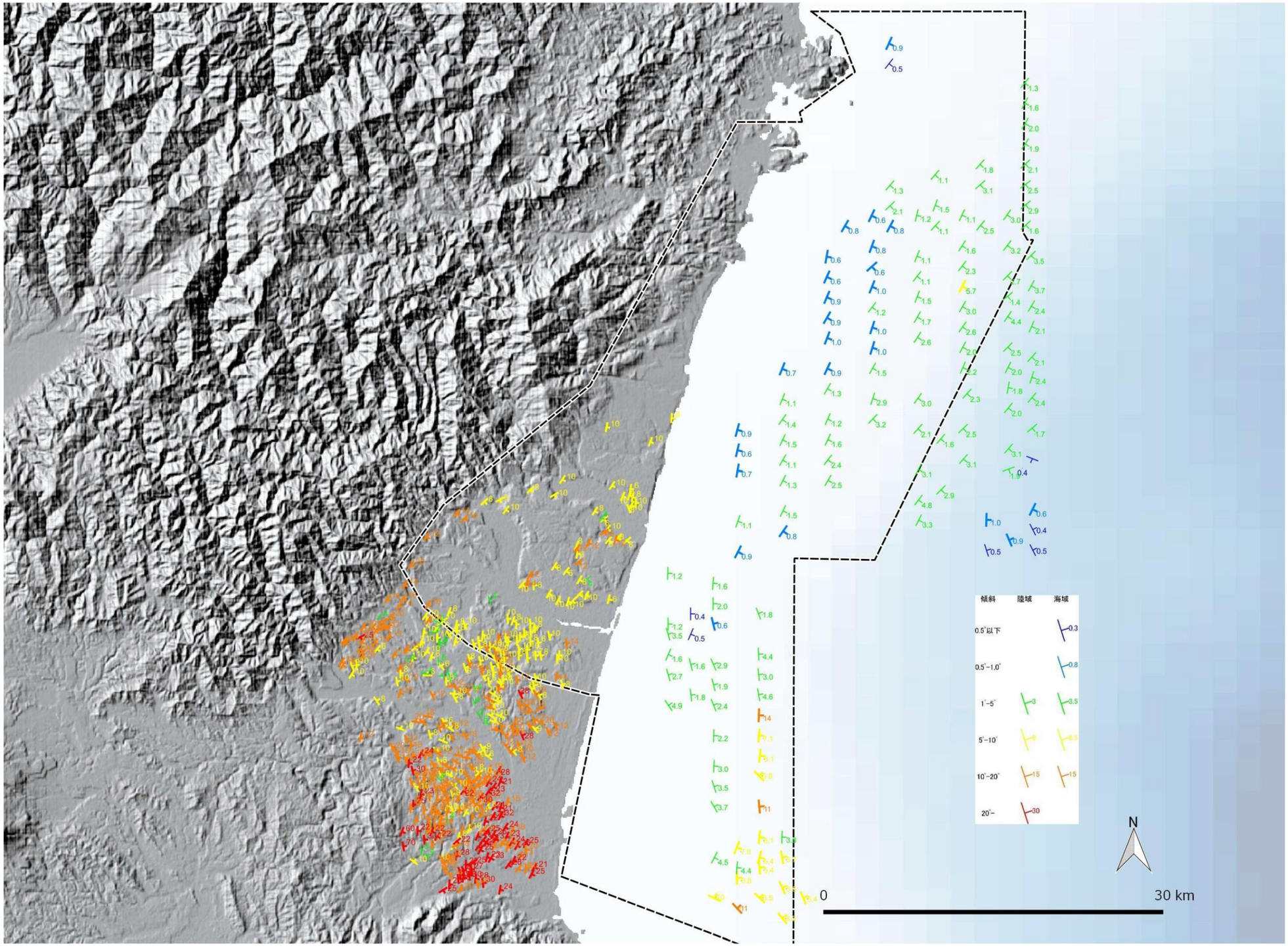


図 4-8　宮崎層群および My 層の走向・傾斜図

謝辞

ここでの検討に用いた海上音波探査記録は、沿岸の海の基本図調査に関しては海上保安庁より、旧地質調査所による GH83-1 調査航海に関しては産業技術総合研究所 産業技術総合研究所地質調査総合センターより開示して頂いた。ここに記して、関係者に深く謝意を表す。

参考文献

地質調査所, 海洋地質図 49　豊後水道南方海底地質図（1:200,000）および説明書, 1998.

地質調査所編, 1/100 万 日本地質アトラス（第 2 版）, 1992.

遠藤秀典・鈴木祐一郎, 妻及び高鍋地域の地質, 5 万分の 1 地質図幅「妻及び高鍋」, 地質調査所, 1986.

海上保安庁, 沿岸の海の基本図（5 万分の 1）「宮崎」（海図第 6355 号 2、2-s および報告書）, 1997.

海上保安庁, 沿岸の海の基本図（5 万分の 1）「美々津」（海図第 6355 号 1）, 1999.

海上保安庁, 沿岸の海の基本図（5 万分の 1）「延岡」（海図第 6356 号 8）, 2000.

木野義人, 5 万分の 1 地質図幅「都農」及び同説明書,地質調査所,19p., 1965.

木野義人・影山邦夫・奥村公男・遠藤秀典・福田理・横山勝三, 地域地質研究報告 5 万分の 1 地質図幅「宮崎」及び同説明書, 鹿児島 15-76, 地質調査所, 1984.

長岡信治・西山賢一・井上弦, 過去 200 万年間における宮崎平野の地層形成と陸化プロセスー海面変化とテクトニクスに関連してー, 地学雑誌, vol. 119, pp.632-667, 2010.

日本地質学会編, 日本地方地質誌 8 九州・沖縄地方, 朝倉書店, 619p., 2010.

産業技術総合研究所, 日本原子力研究開発機構, 原子力環境整備促進・資金管理センター, 電力中央研究所, 平成 28 年度 地層処分技術調査等事業 沿岸部処分システム高度化開発 報告書, 368p, 2018.

首藤次男, 宮崎の丘陵と平野―宮崎層群―, アーバンクボタ, No.23, pp.48-51, 1984.

Appendix III

海底地形の地形判読に基づく隆起・侵食評価手法の検討
数値地形解析データ一覧

1. 概要

深度・面積分布図を用いた数値地形解析に基づく浅海底地形の判読を行った。図 1-1 に数値地形解析の対象海域を示す。各海域における判読結果を 2 章に示す。なお、数値地形解析の具体的な作業手順については、報告書本文を参照されたい。

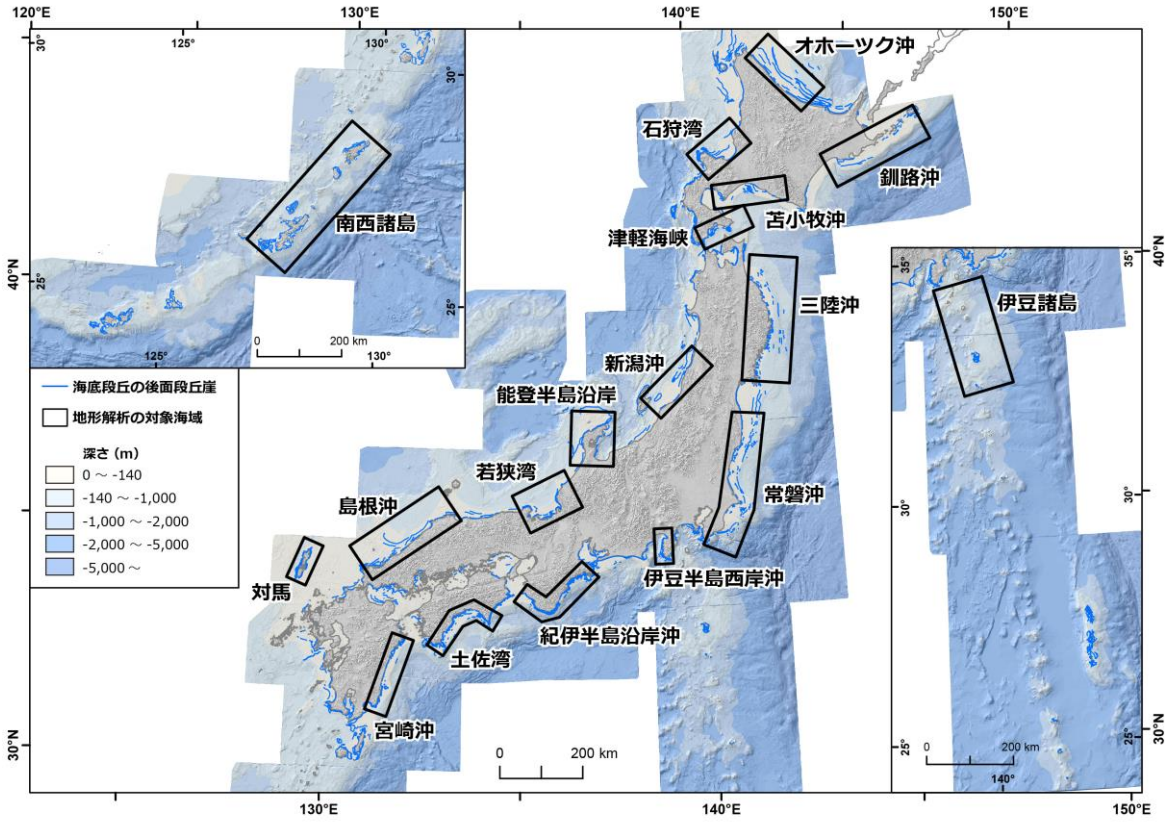


図 1-1　数値地形解析の対象海域

2. 数値地形解析結果

2.1 オホーツク海域

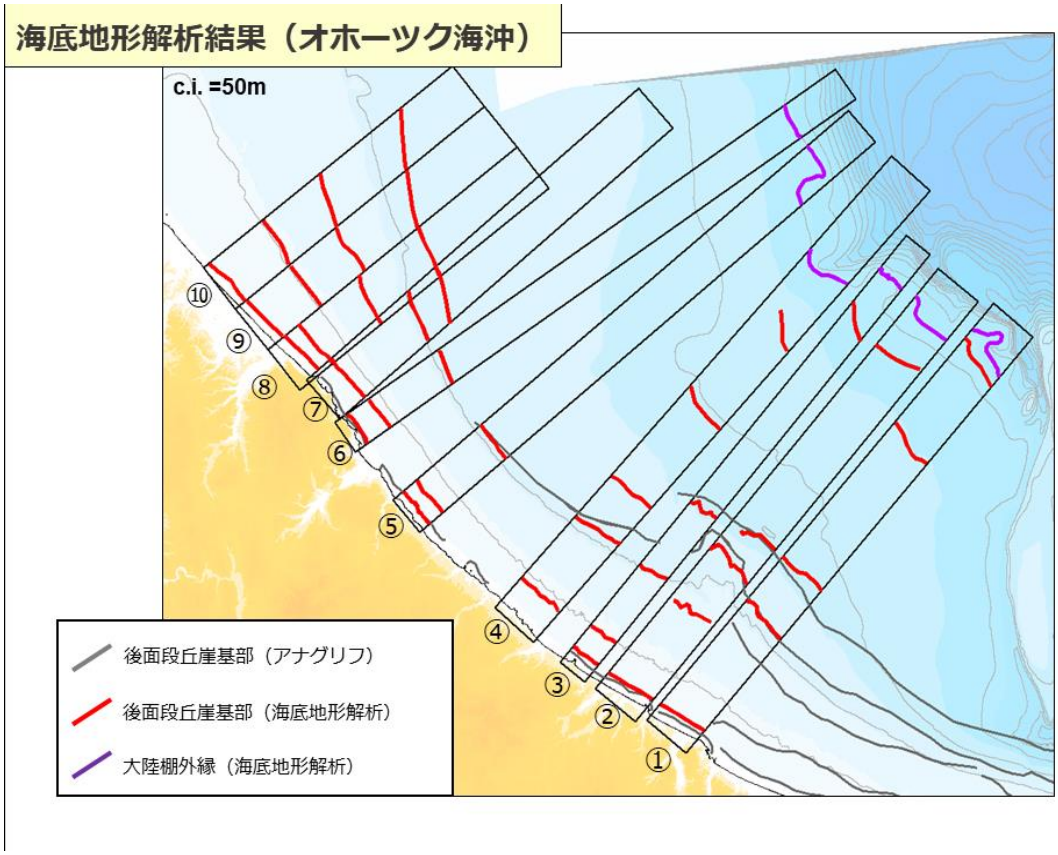


図 2-1　数値地形解析結果（オホーツク海域）

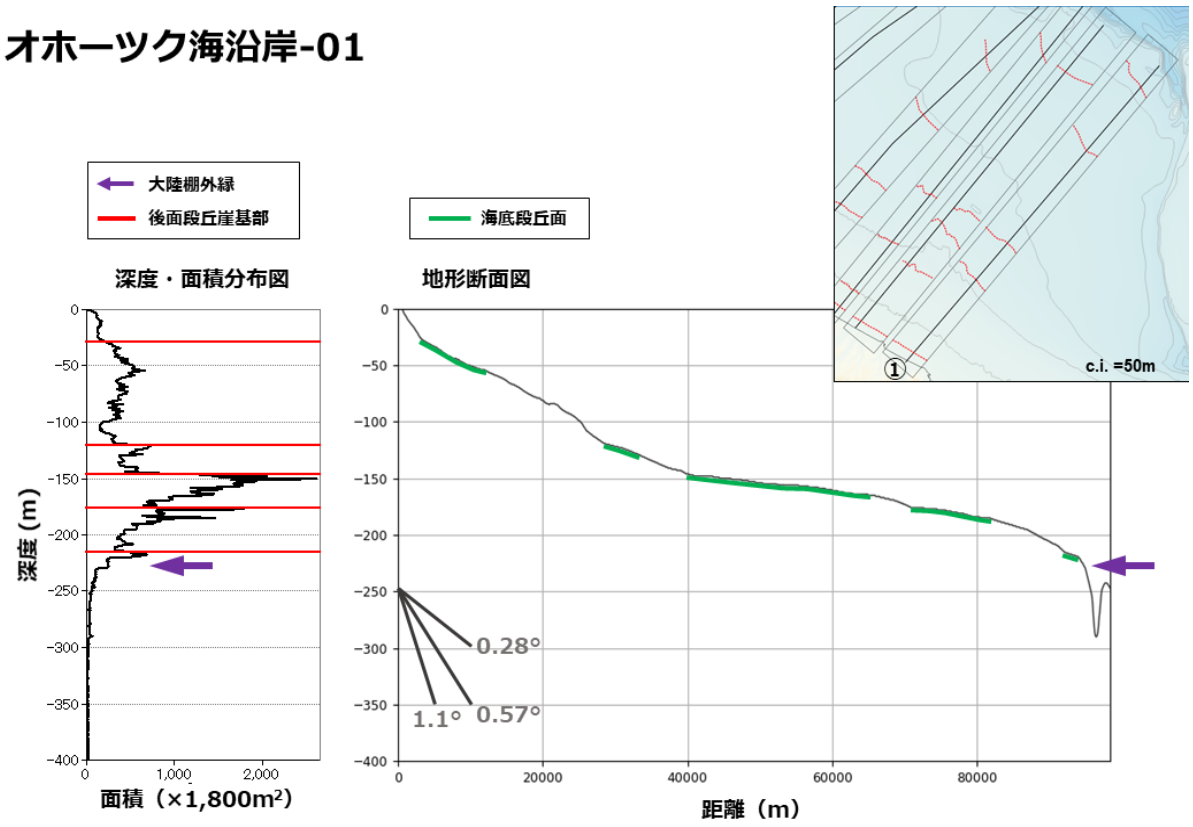


図 2-2　判読結果および地形断面（オホーツク海沿岸-1）

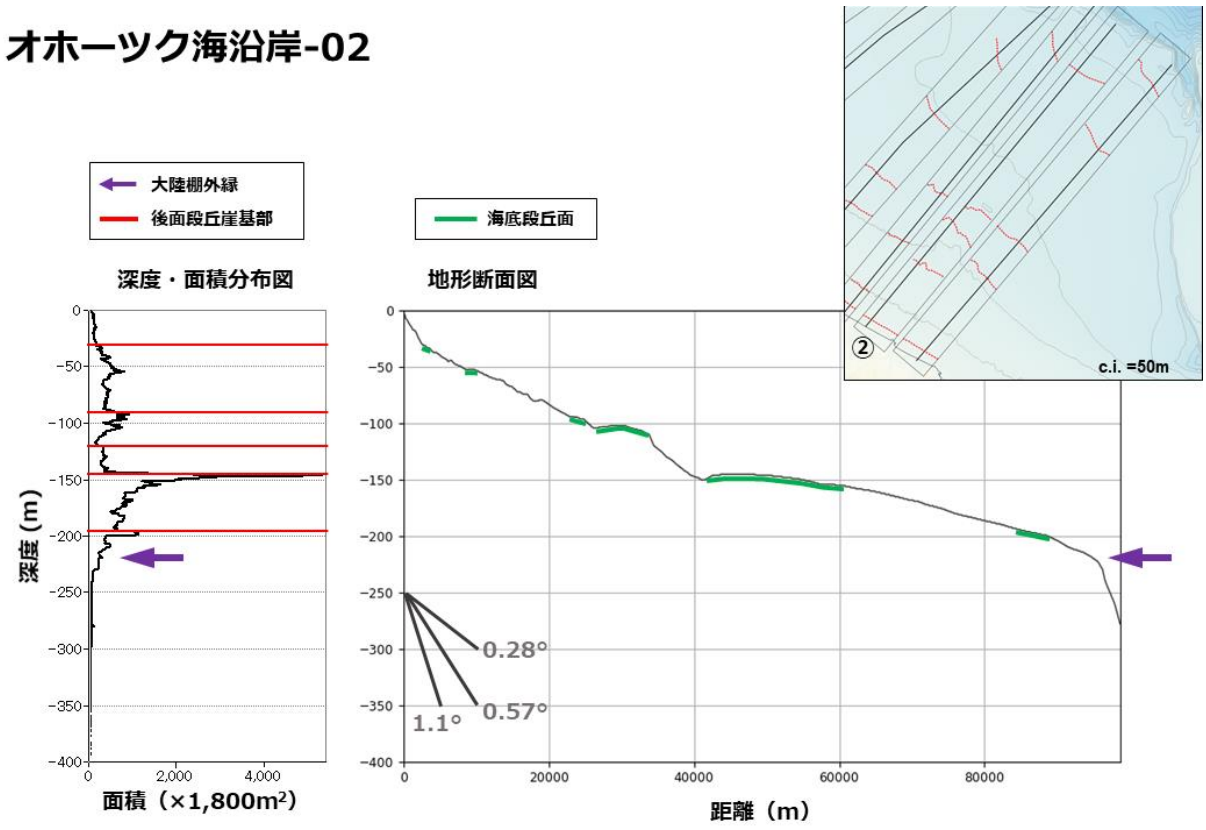


図 2-3　判読結果および地形断面（オホーツク海沿岸-2）

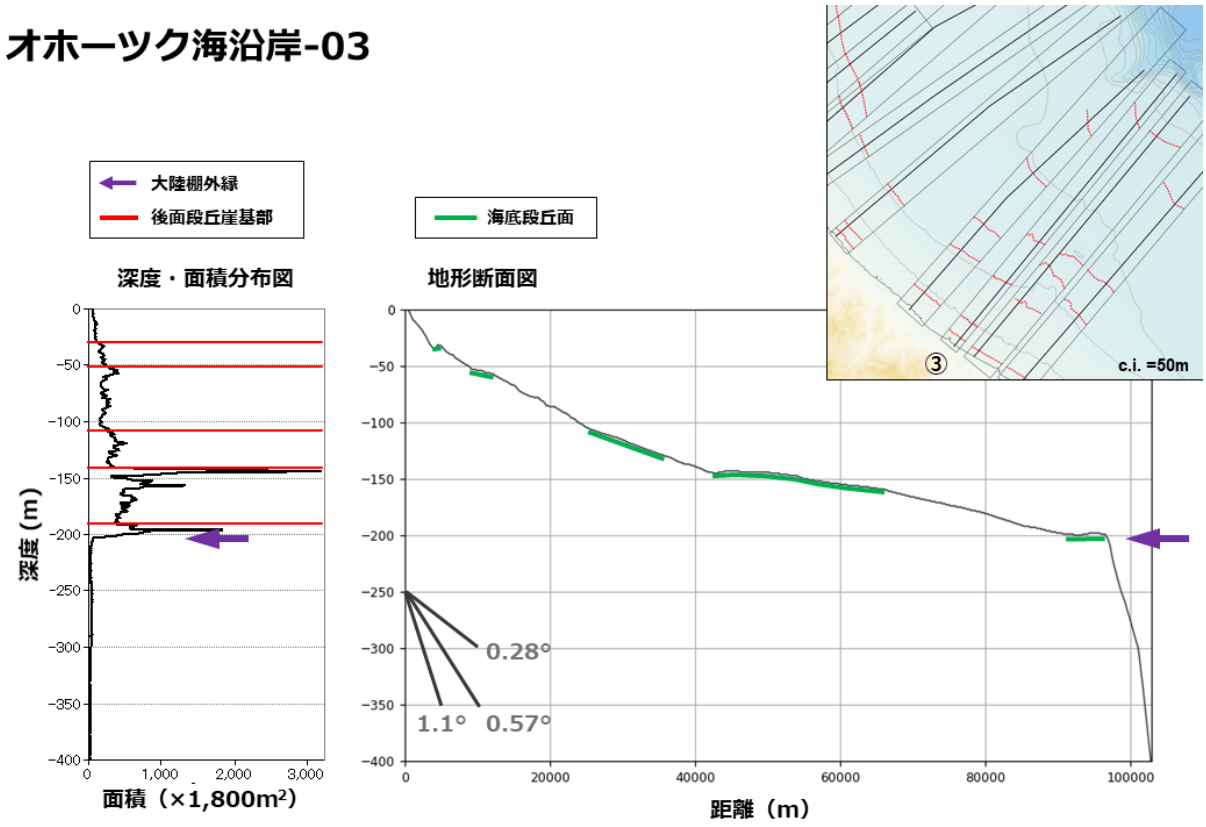


図 2-4　判読結果および地形断面（オホーツク海沿岸-3）

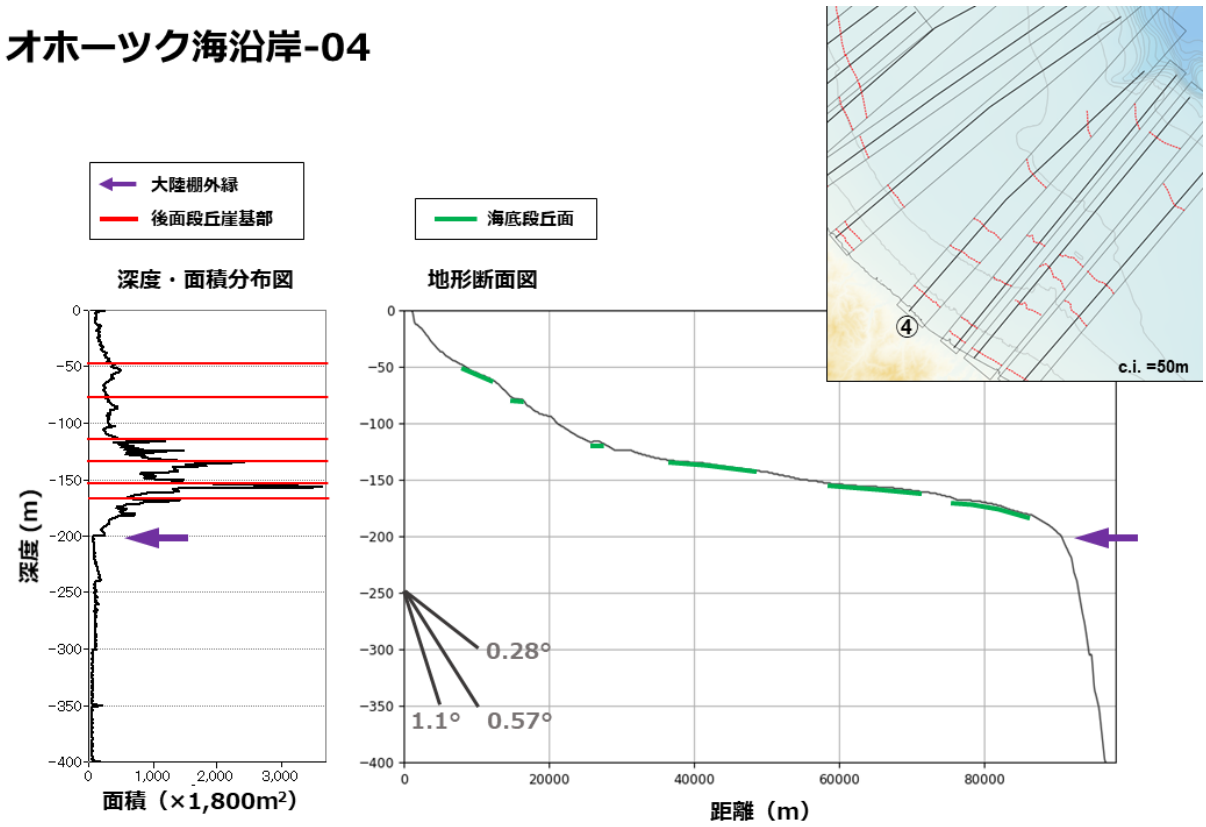


図 2-5　判読結果および地形断面（オホーツク海沿岸-4）

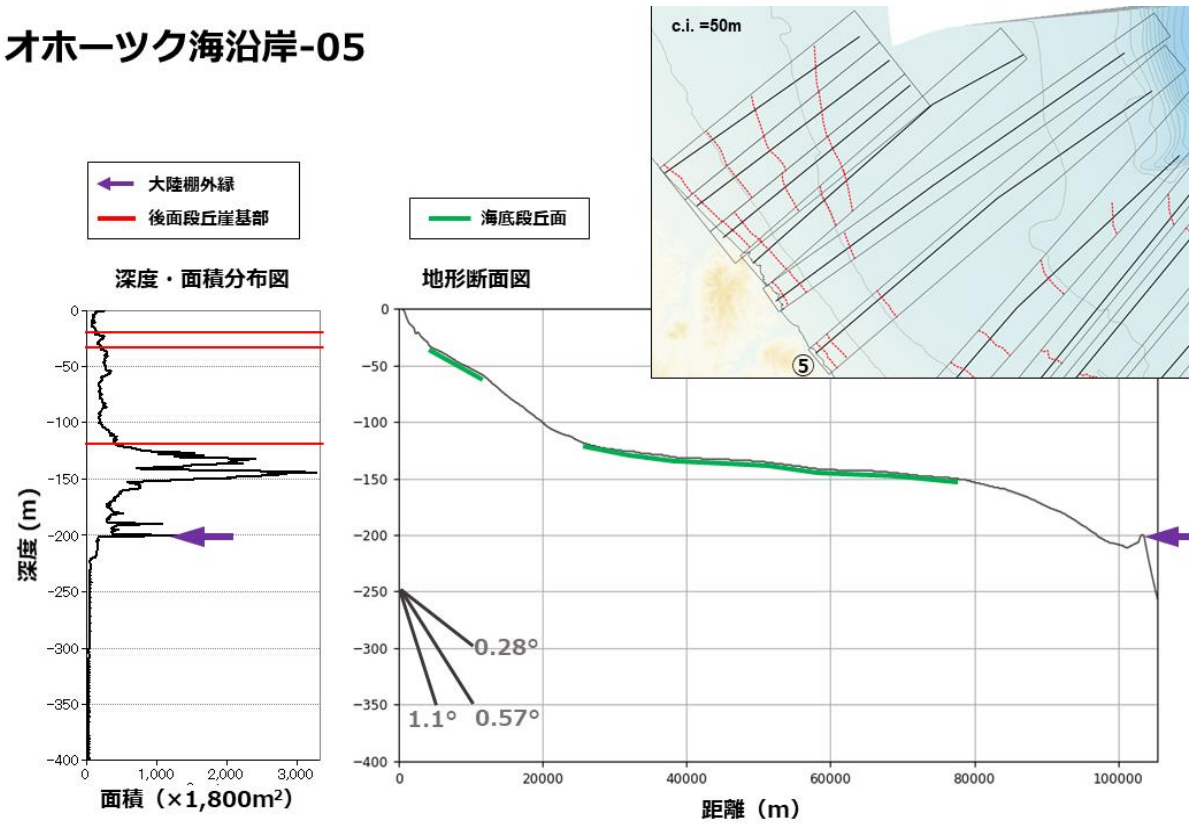


図 2-6　判読結果および地形断面（オホーツク海沿岸-5）

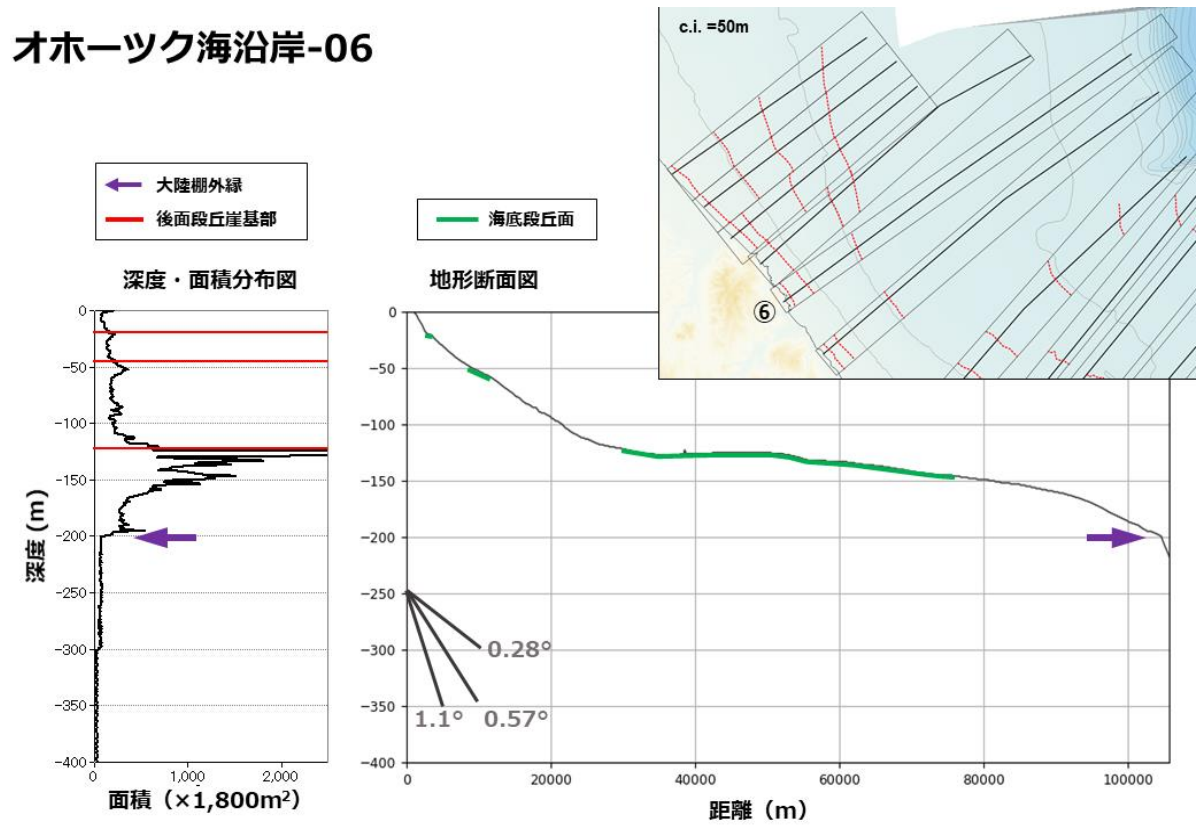


図 2-7　判読結果および地形断面（オホーツク海沿岸-6）

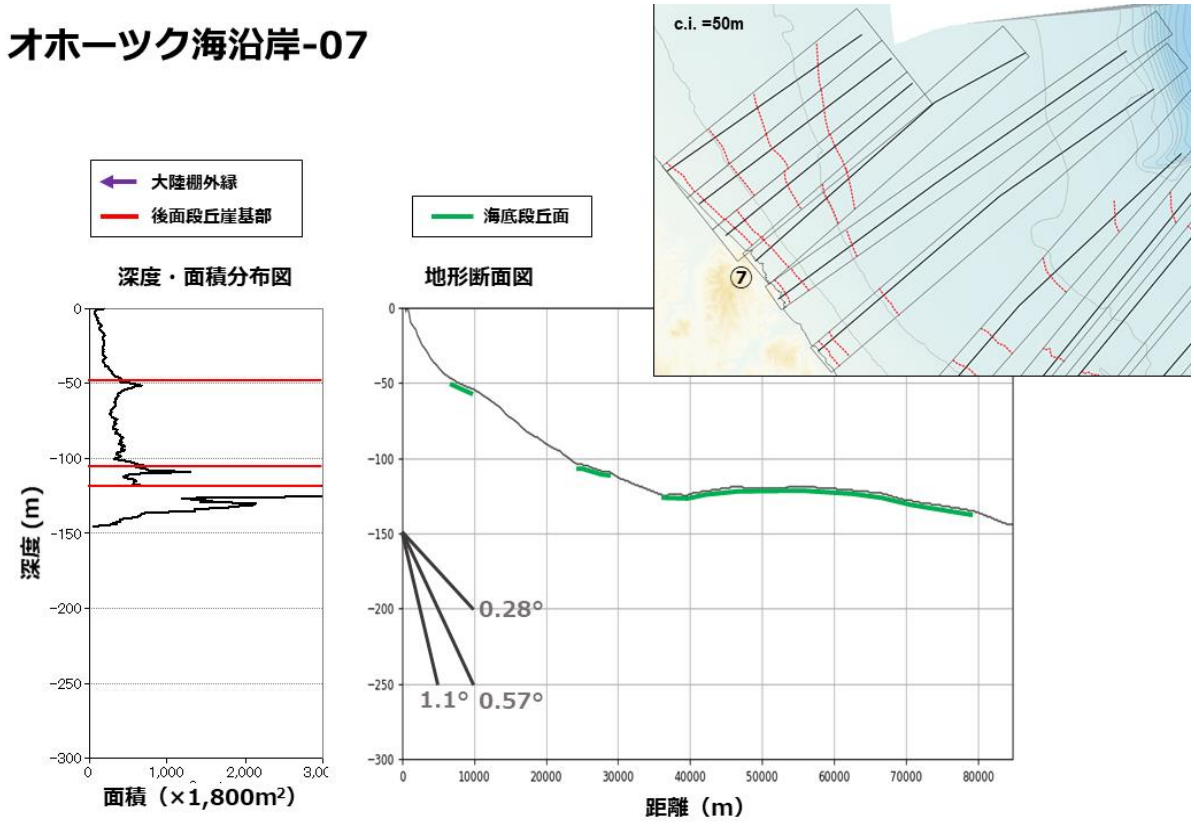


図 2-8　判読結果および地形断面（オホーツク海沿岸-7）

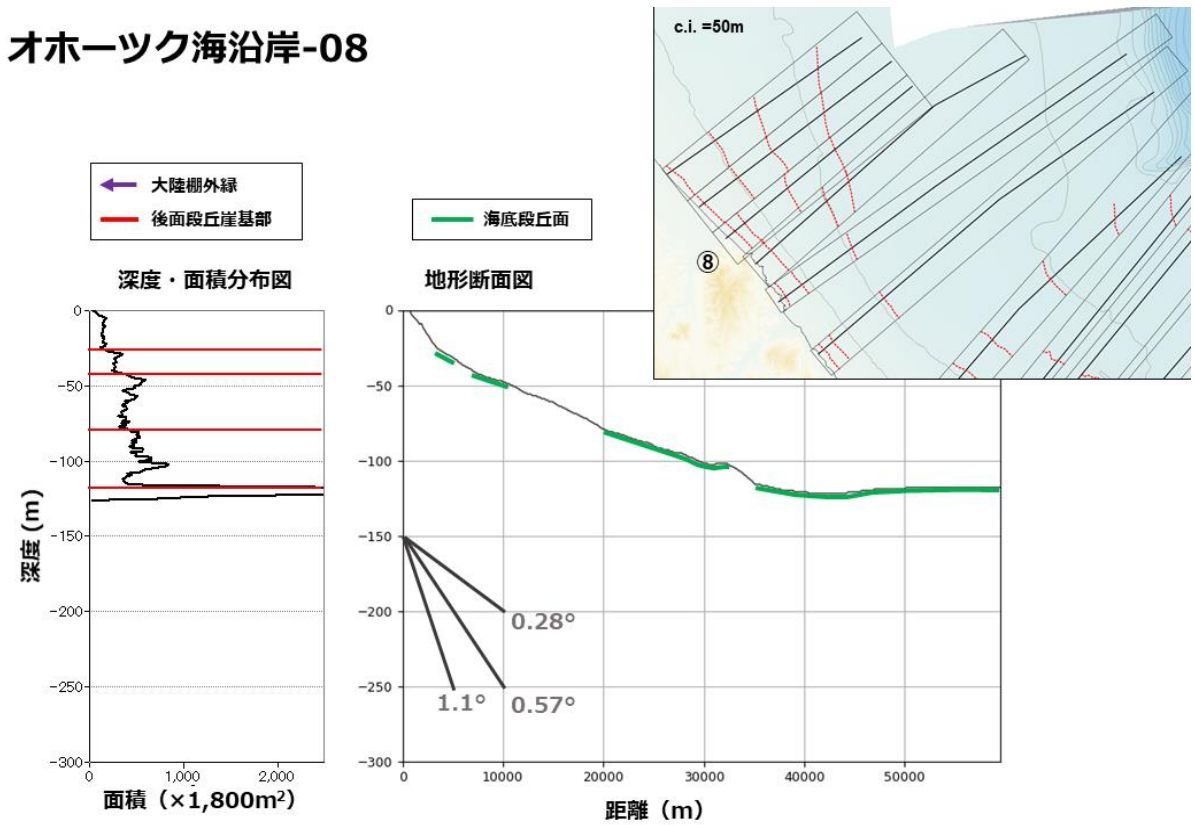


図 2-9　判読結果および地形断面（オホーツク海沿岸-8）

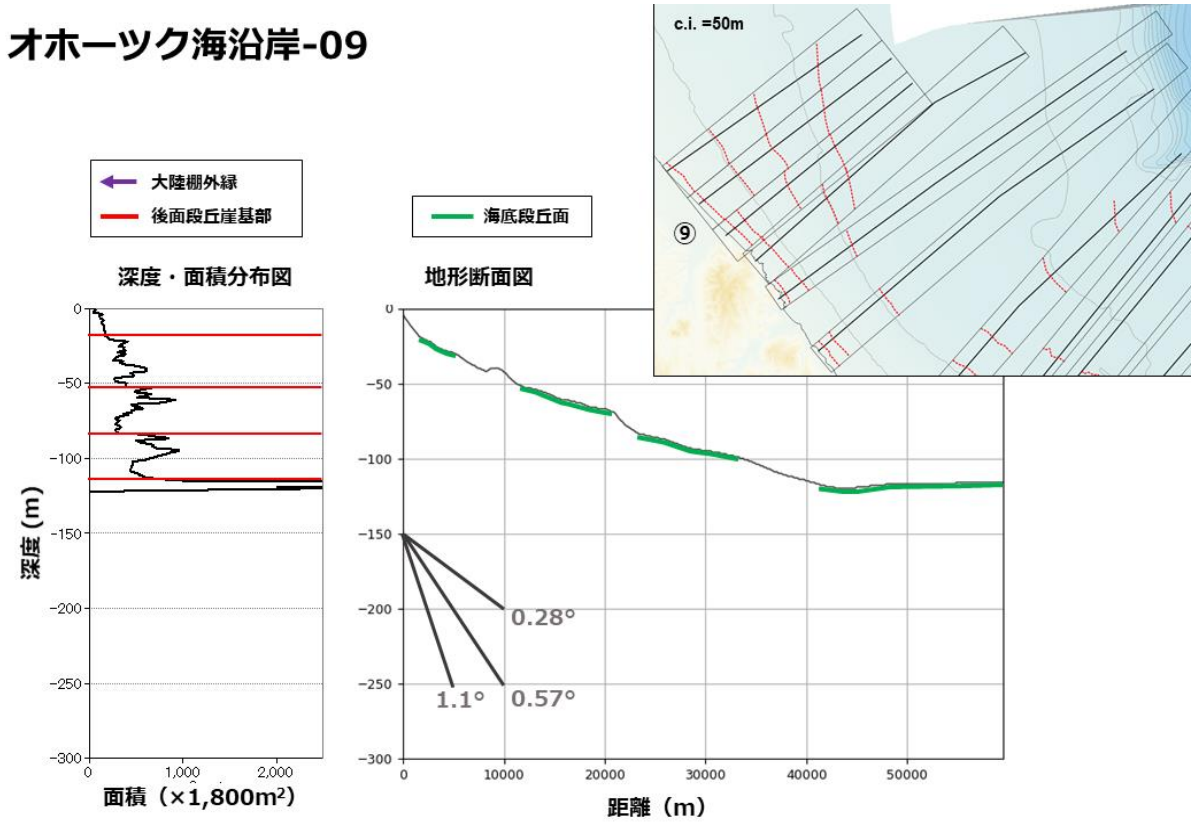


図 2-10　判読結果および地形断面（オホーツク海沿岸-9）

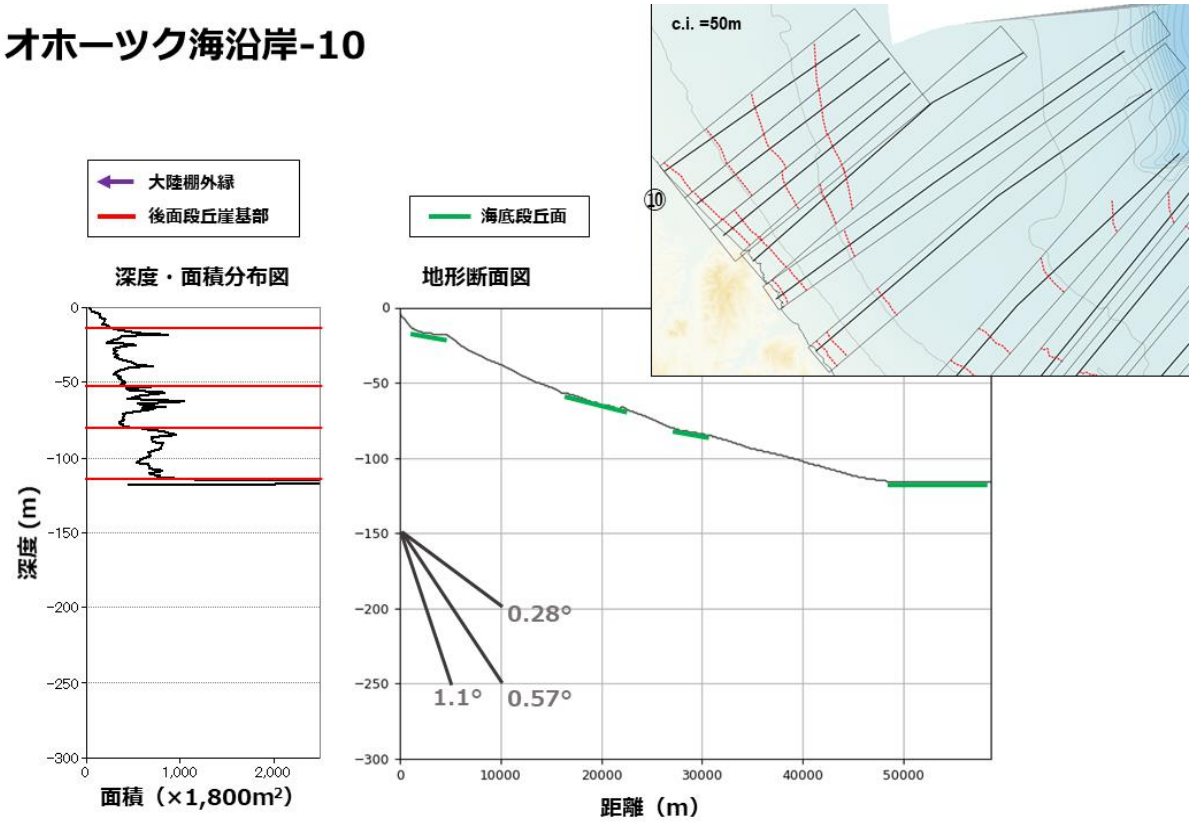


図 2-11　判読結果および地形断面（オホーツク海沿岸-10）

2.2 石狩湾

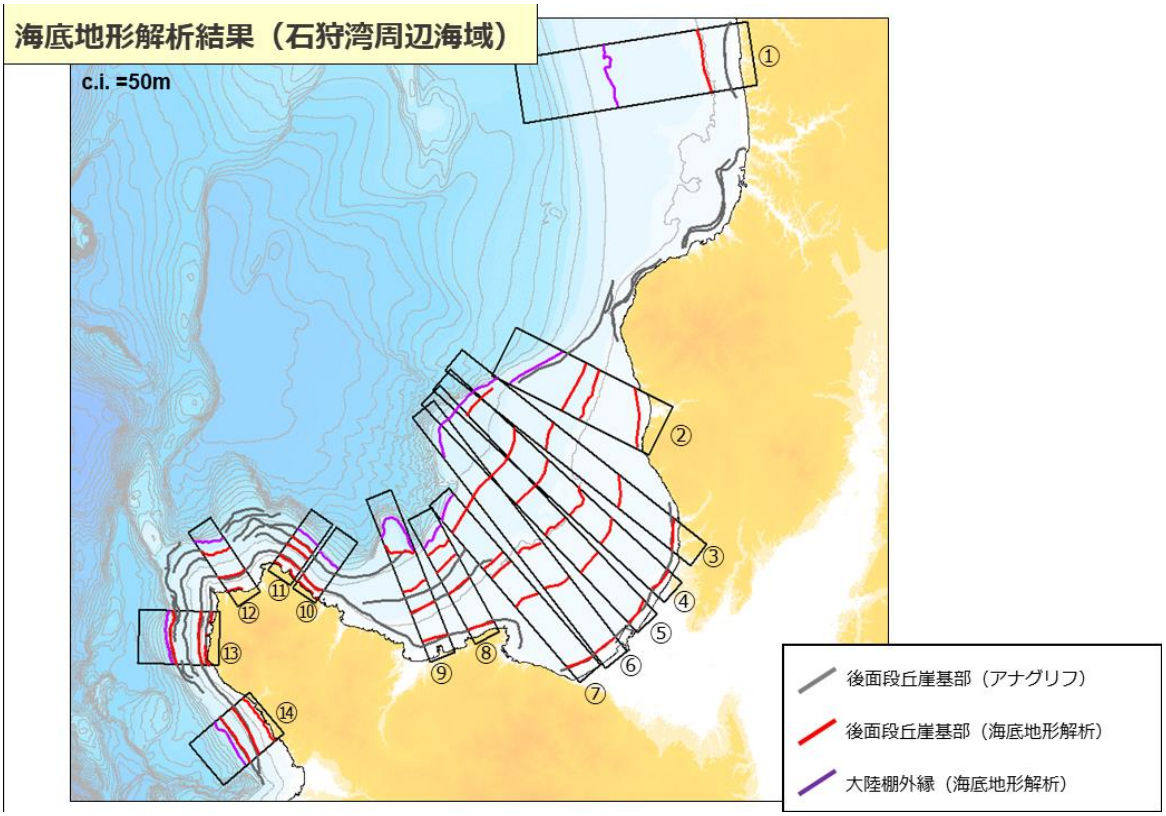


図 2-12　数値地形解析結果（石狩湾）

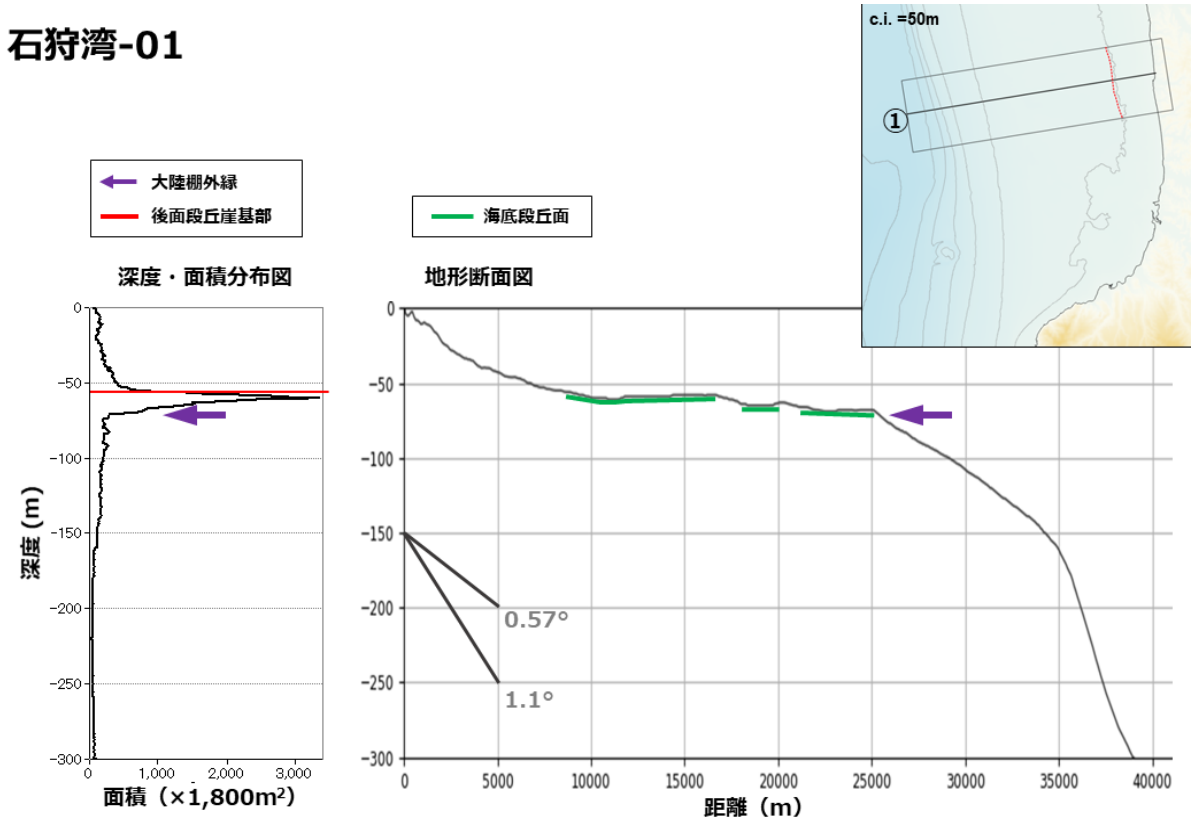


図 2-13　判読結果および地形断面（石狩湾-1）

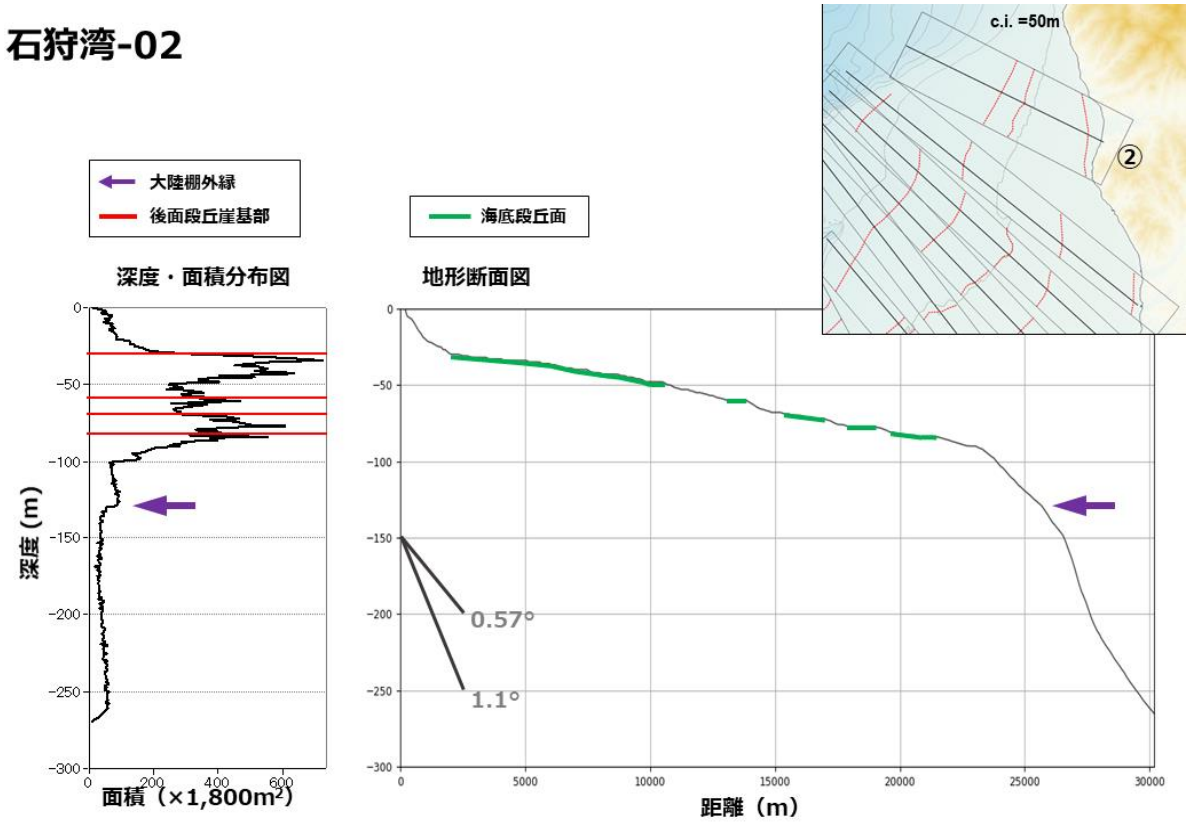


図 2-14　判読結果および地形断面（石狩湾-2）

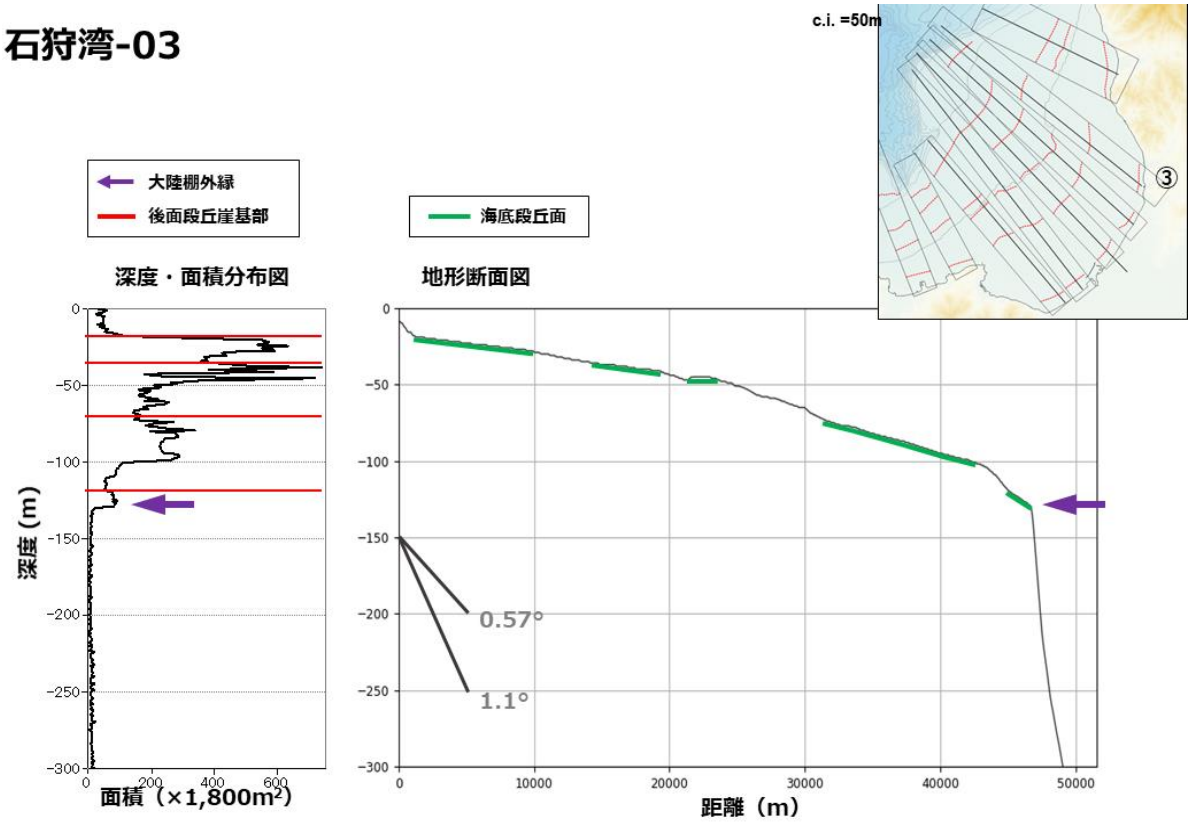


図 2-15　判読結果および地形断面（石狩湾-3）

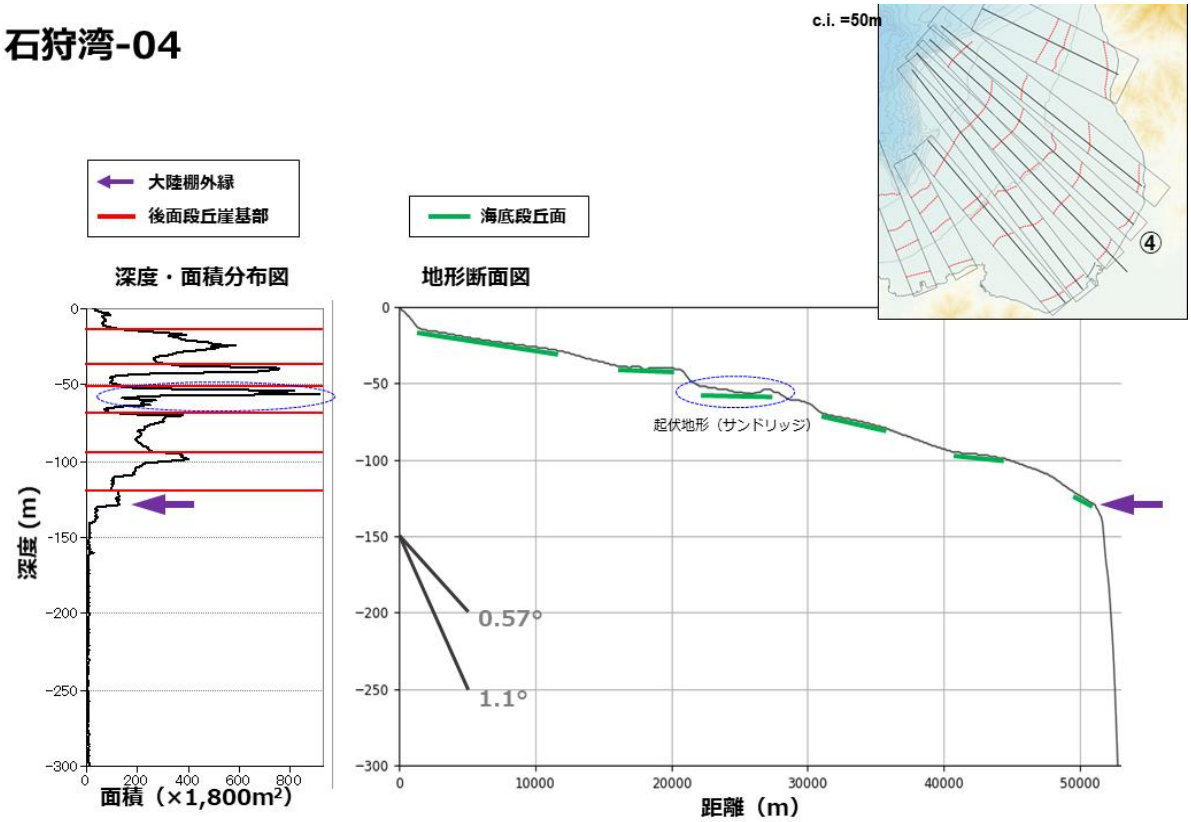


図 2-16　判読結果および地形断面（石狩湾-4）

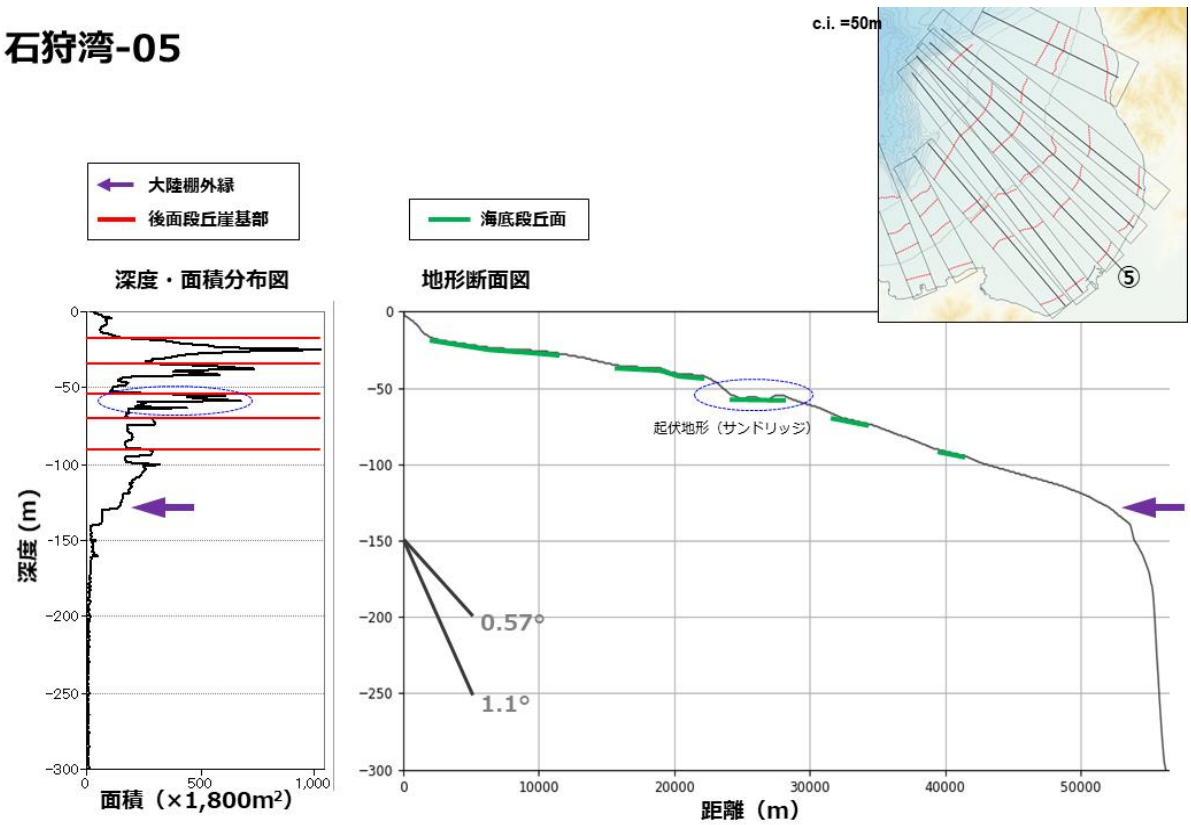


図 2-17　判読結果および地形断面（石狩湾-5）

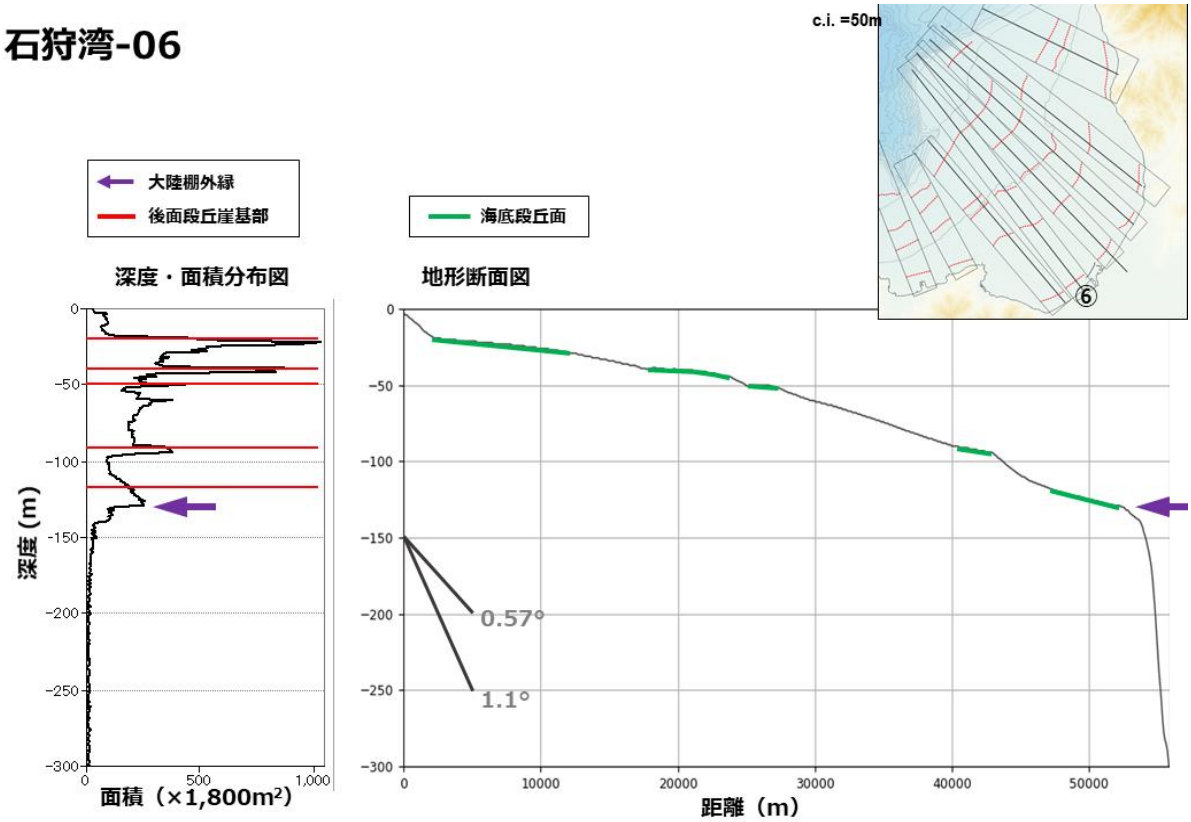


図 2-18　判読結果および地形断面（石狩湾-6）

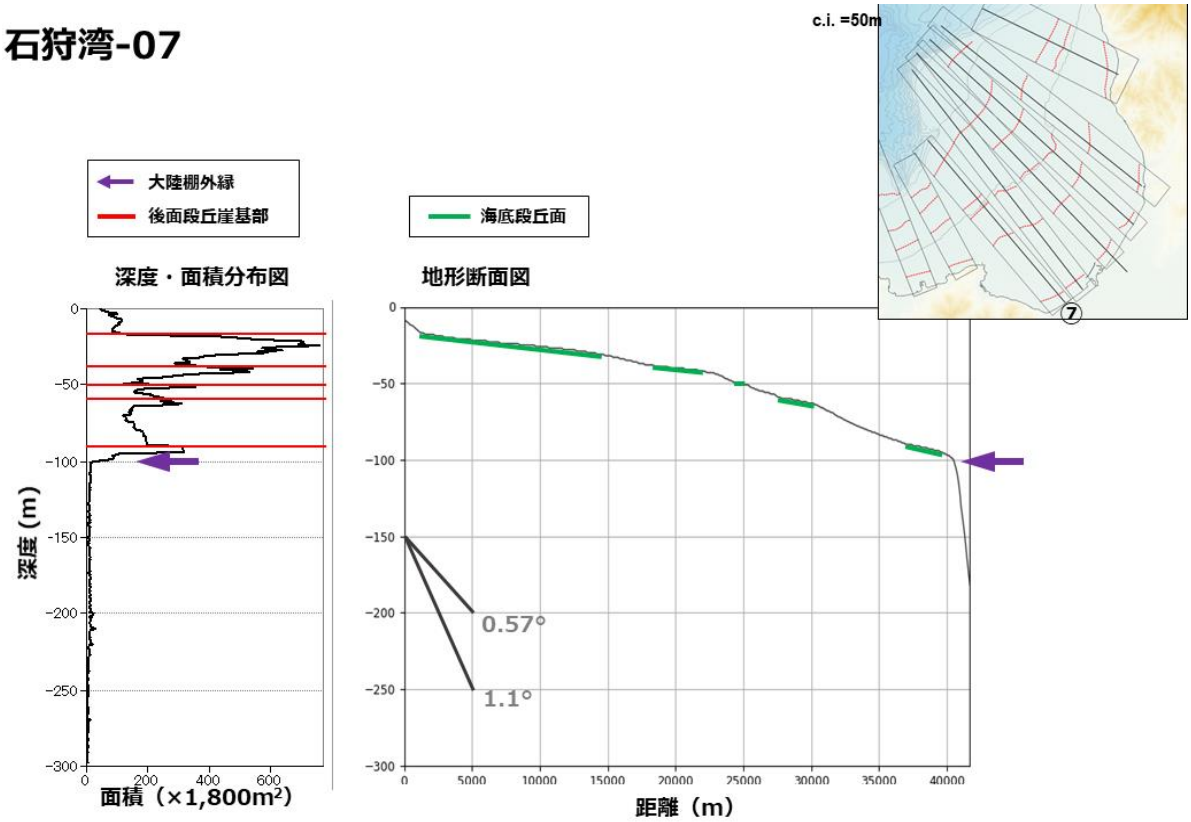


図 2-19　判読結果および地形断面（石狩湾-7）

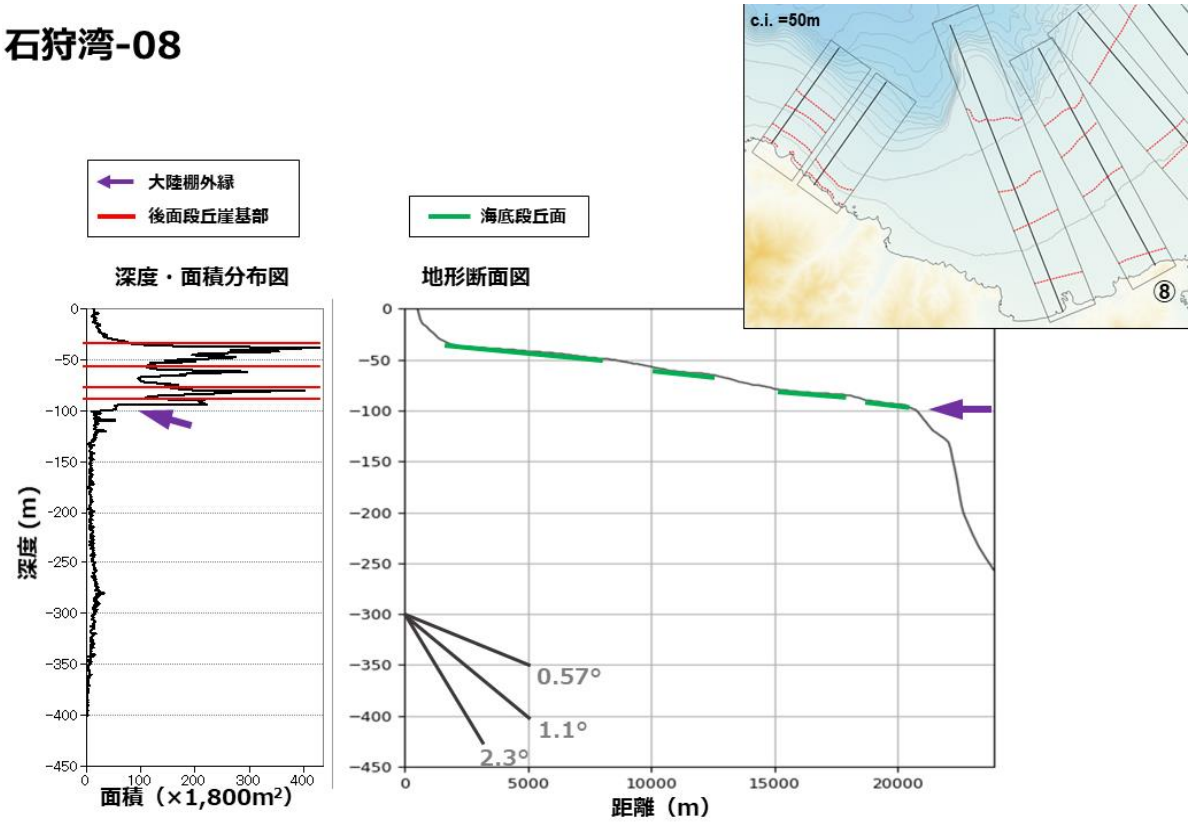


図 2-20　判読結果および地形断面（石狩湾-8）

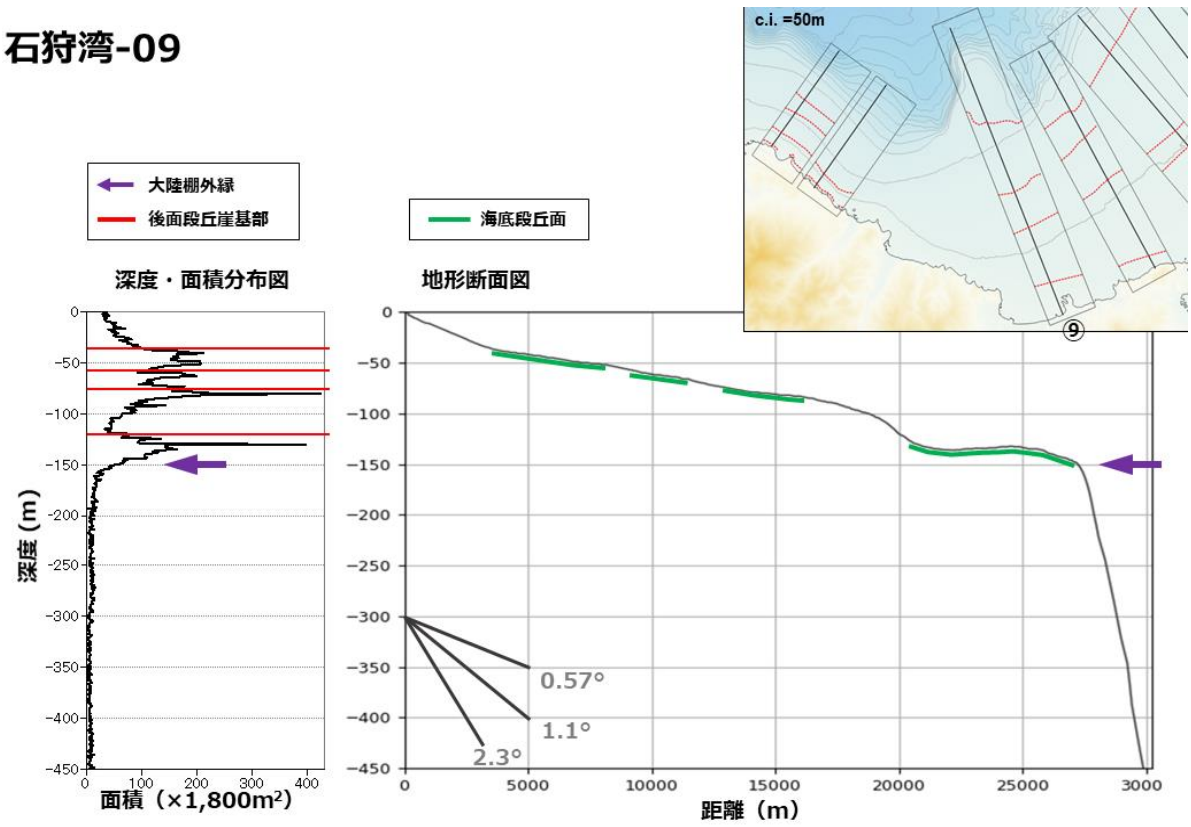


図 2-21　判読結果および地形断面（石狩湾-9）

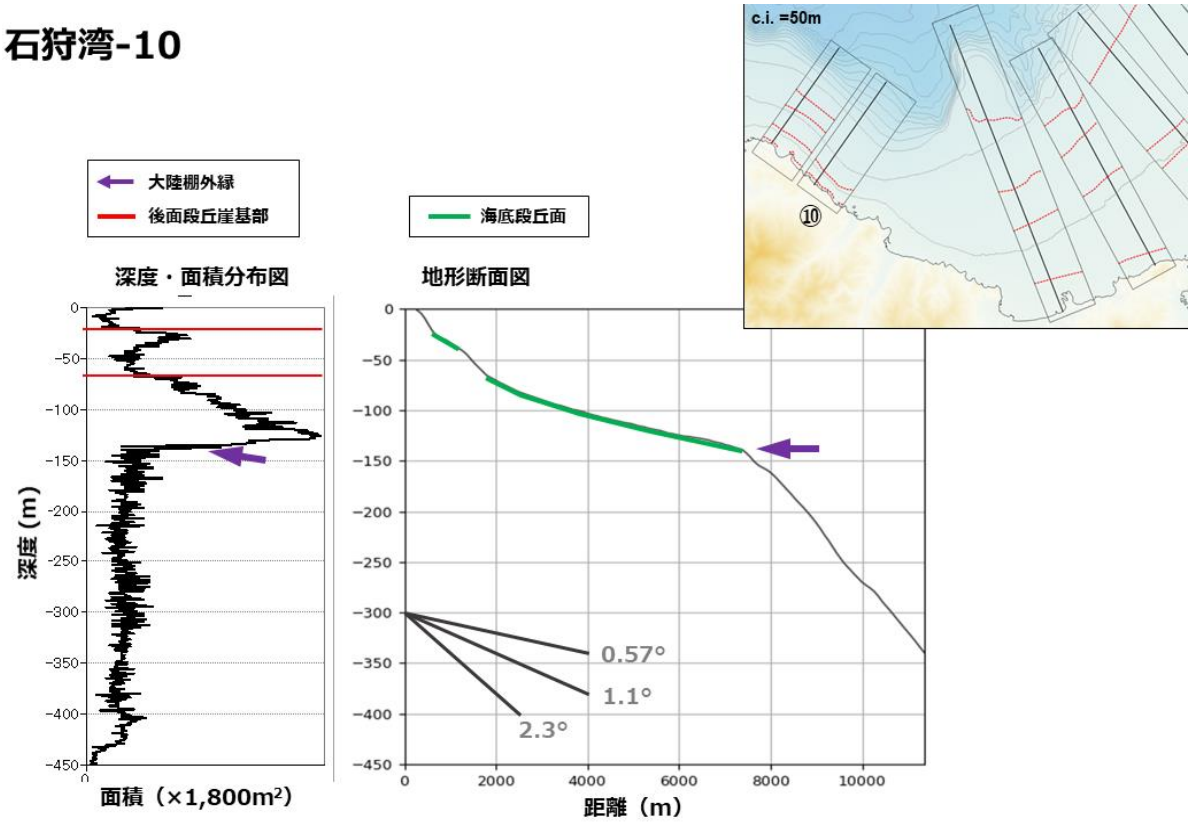


図 2-22　判読結果および地形断面（石狩湾-10）

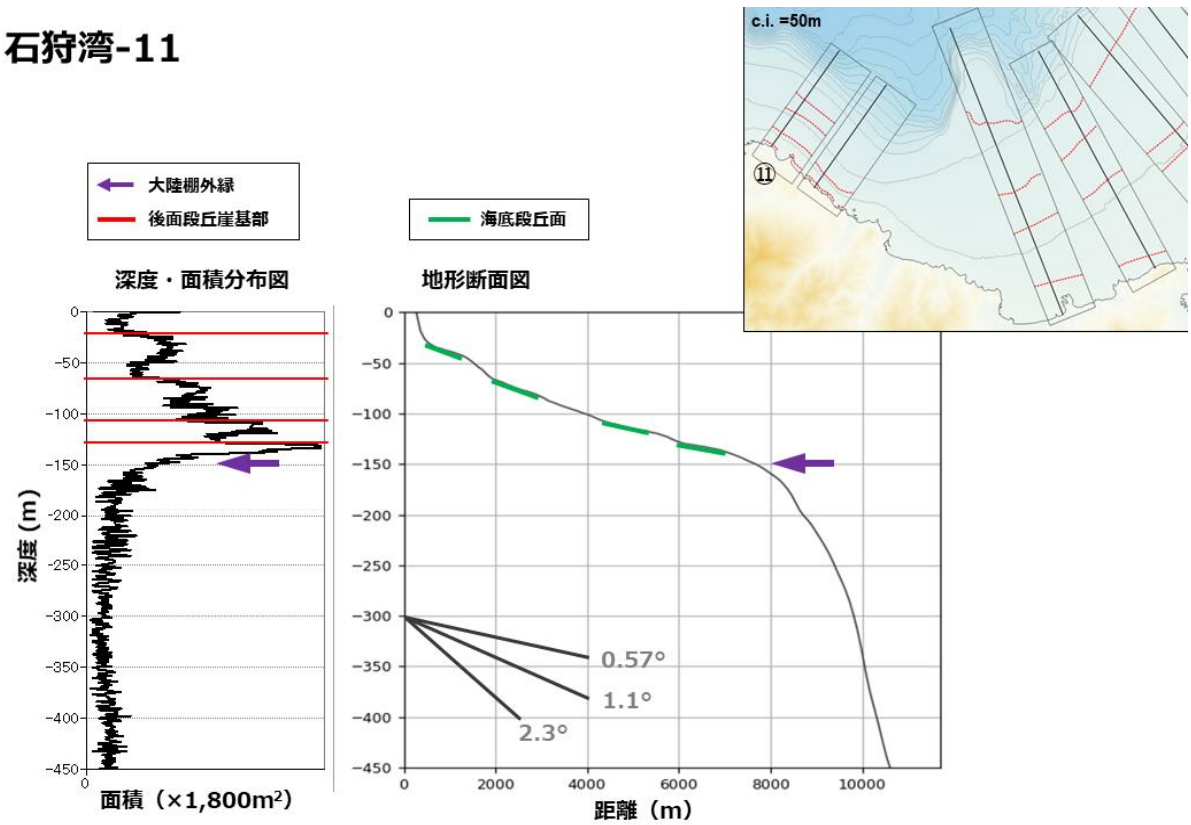


図 2-23　判読結果および地形断面（石狩湾-11）

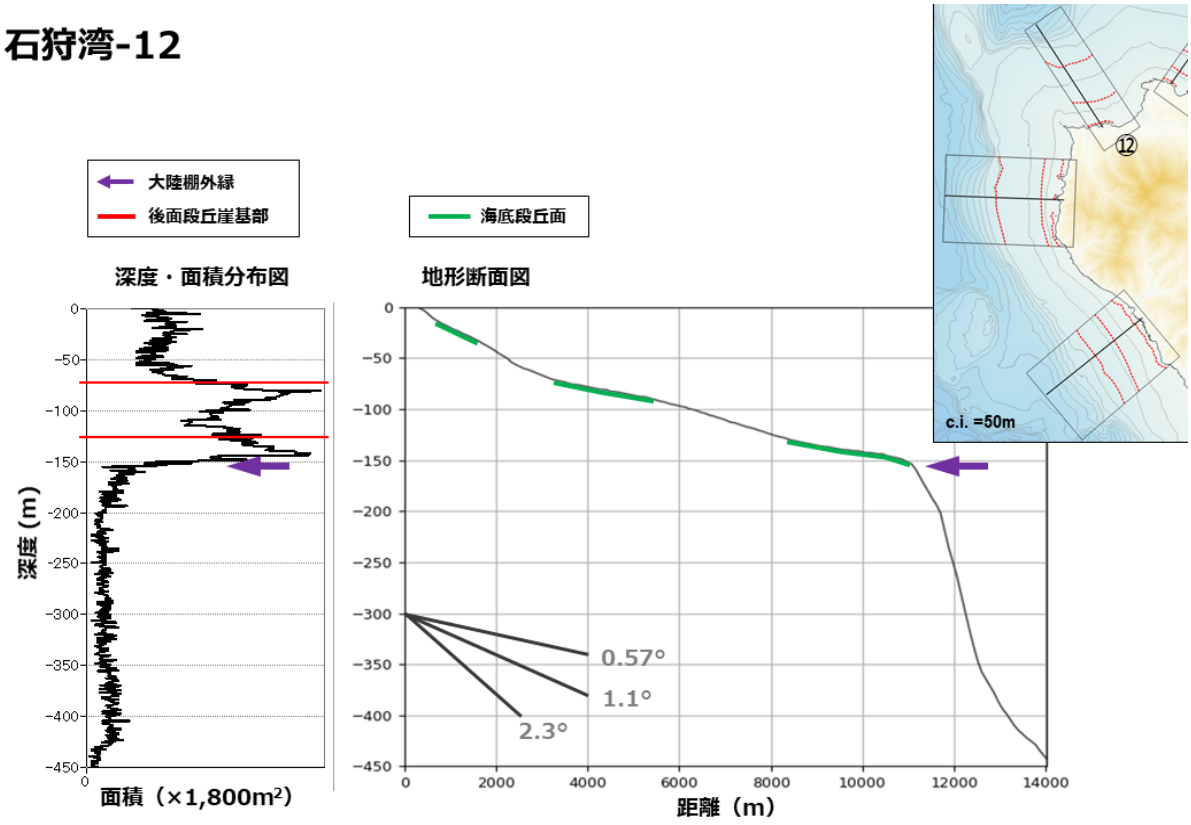


図 2-24　判読結果および地形断面（石狩湾-12）

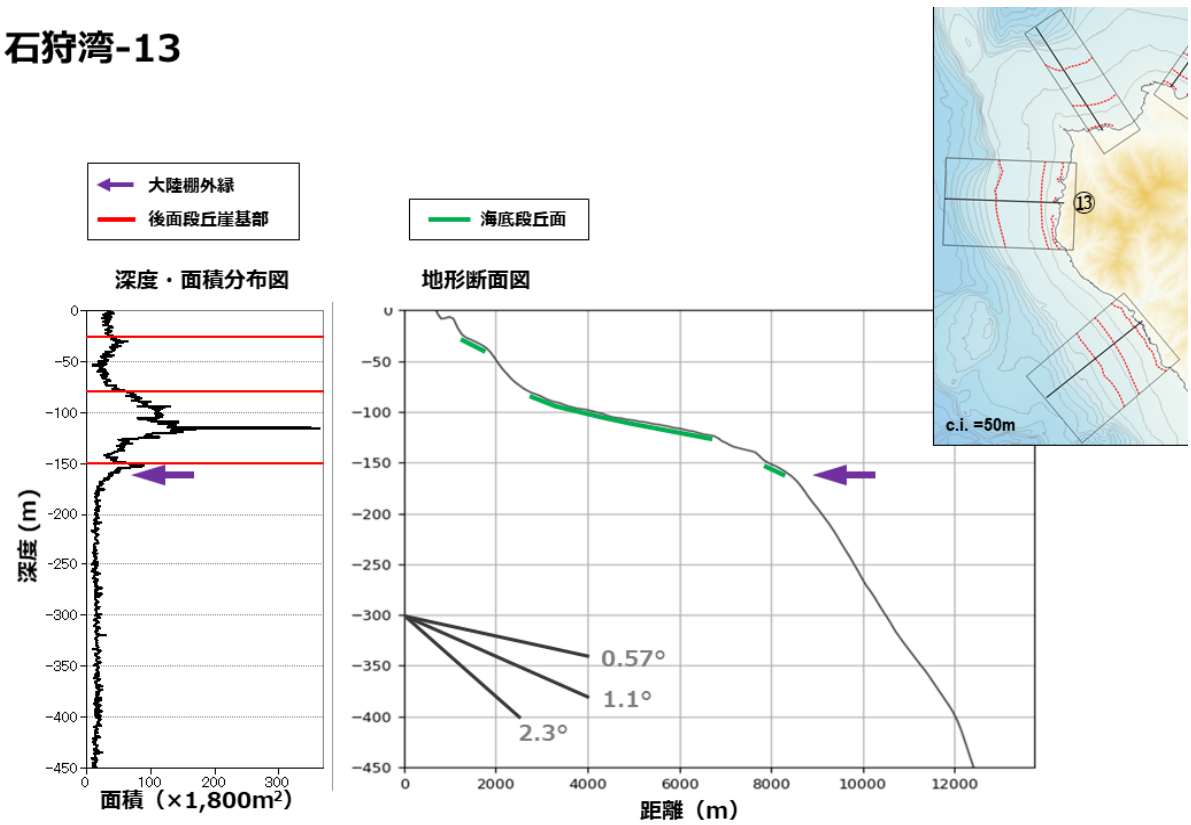


図 2-25　判読結果および地形断面（石狩湾-13）

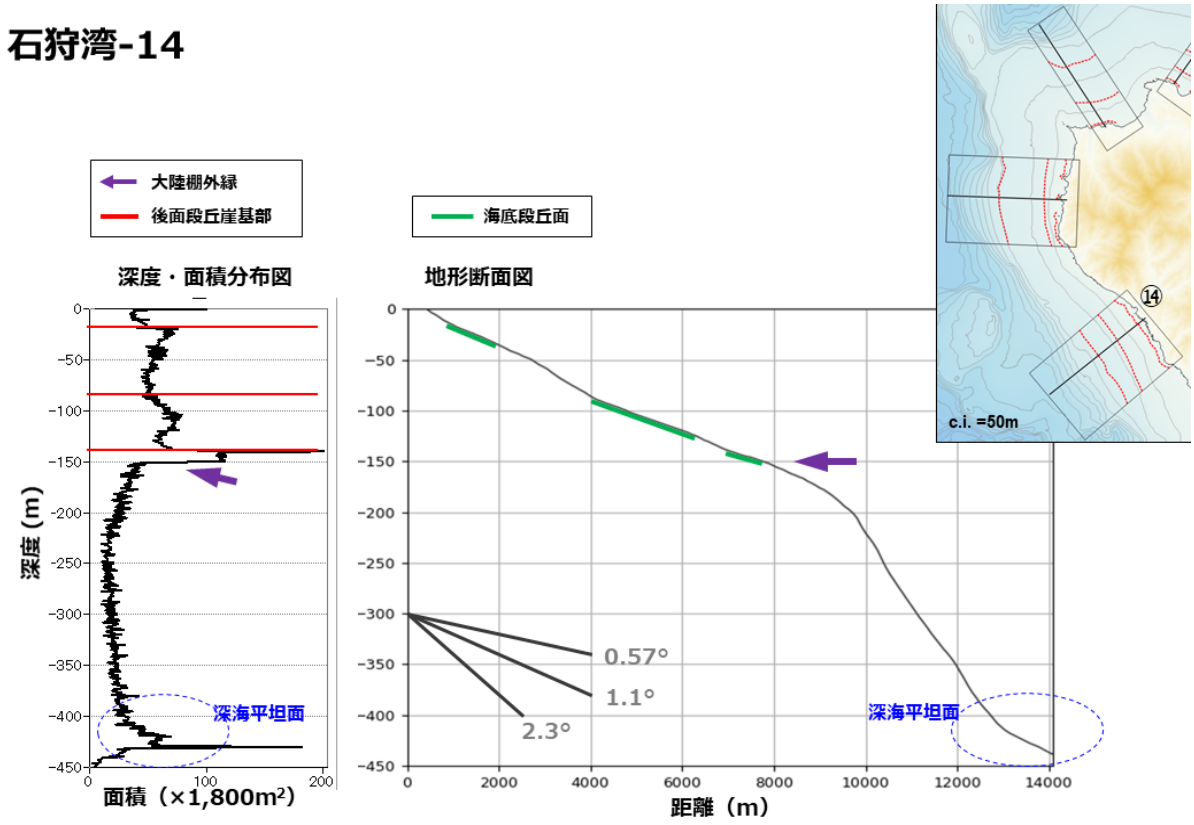


図 2-26　判読結果および地形断面（石狩湾-14）

2.3 釧路沖

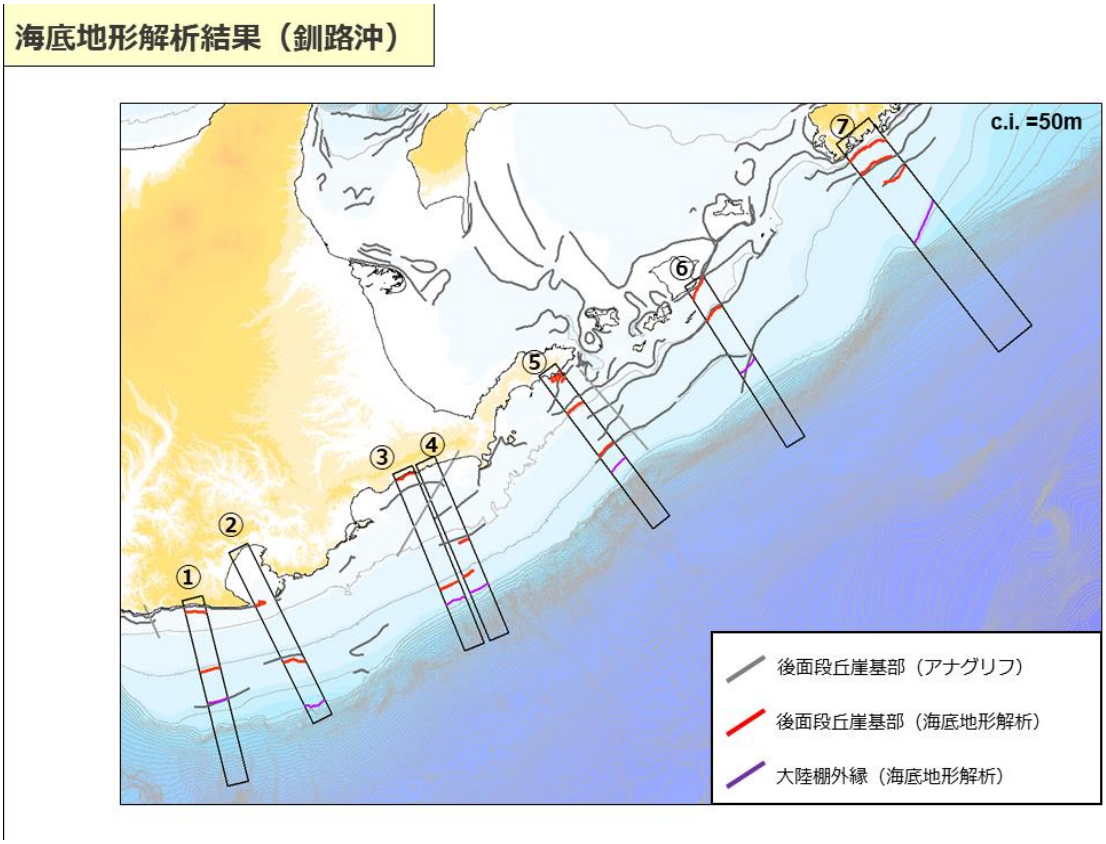


図 2-27　数値地形解析結果（釧路沖）

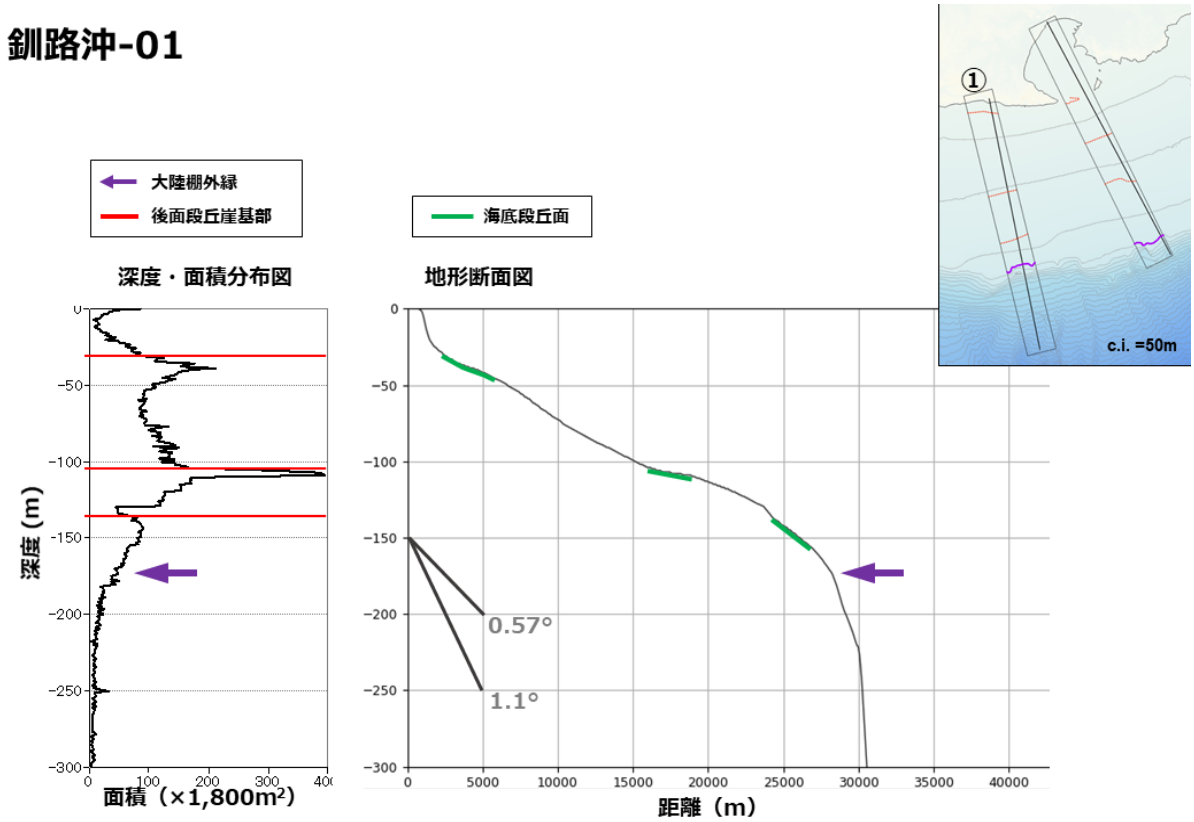


図 2-28　判読結果および地形断面（釧路沖-1）

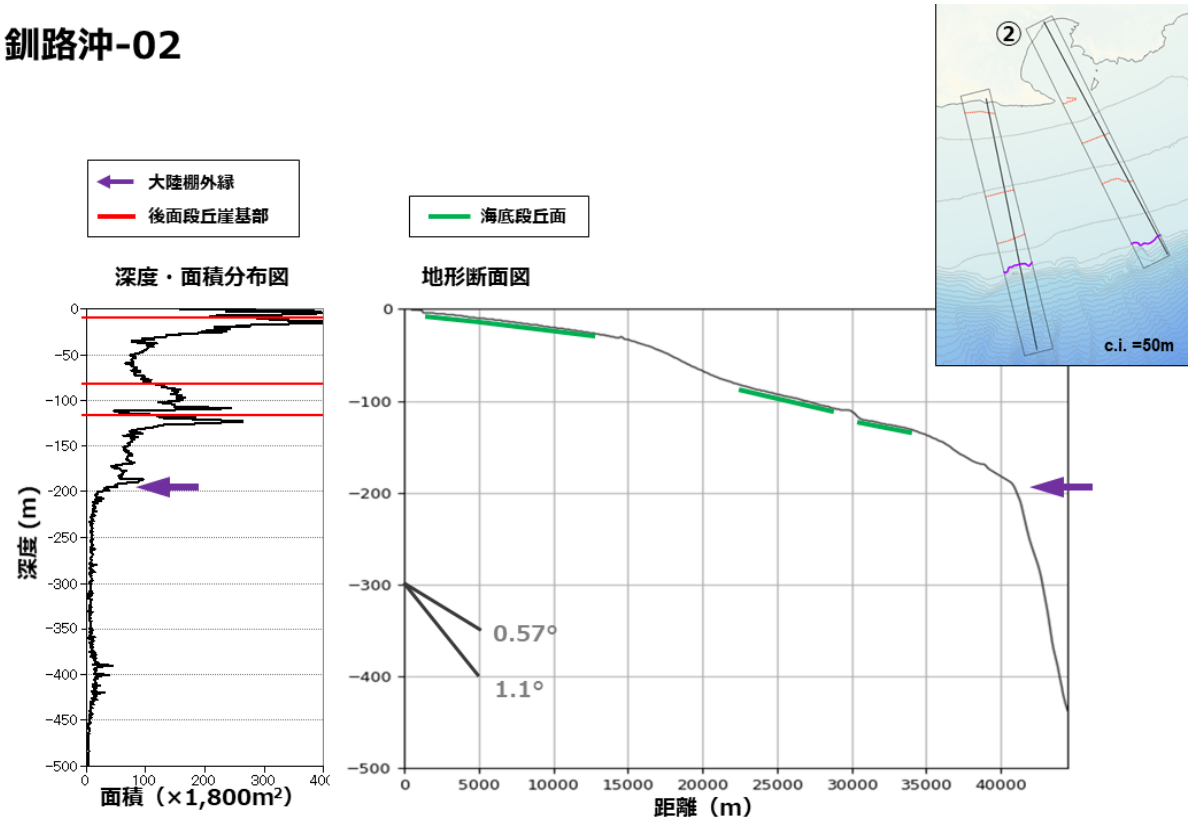


図 2-29　判読結果および地形断面（釧路沖-2）

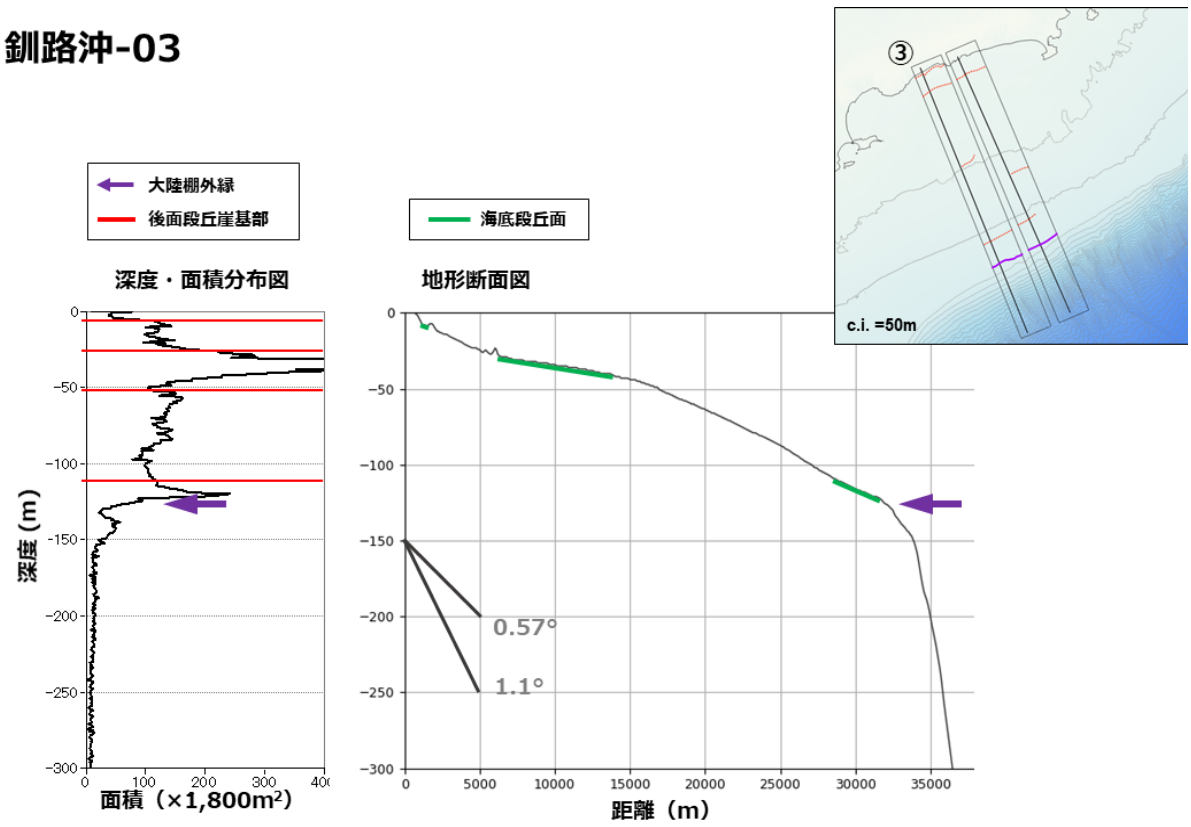


図 2-30　判読結果および地形断面（釧路沖-3）

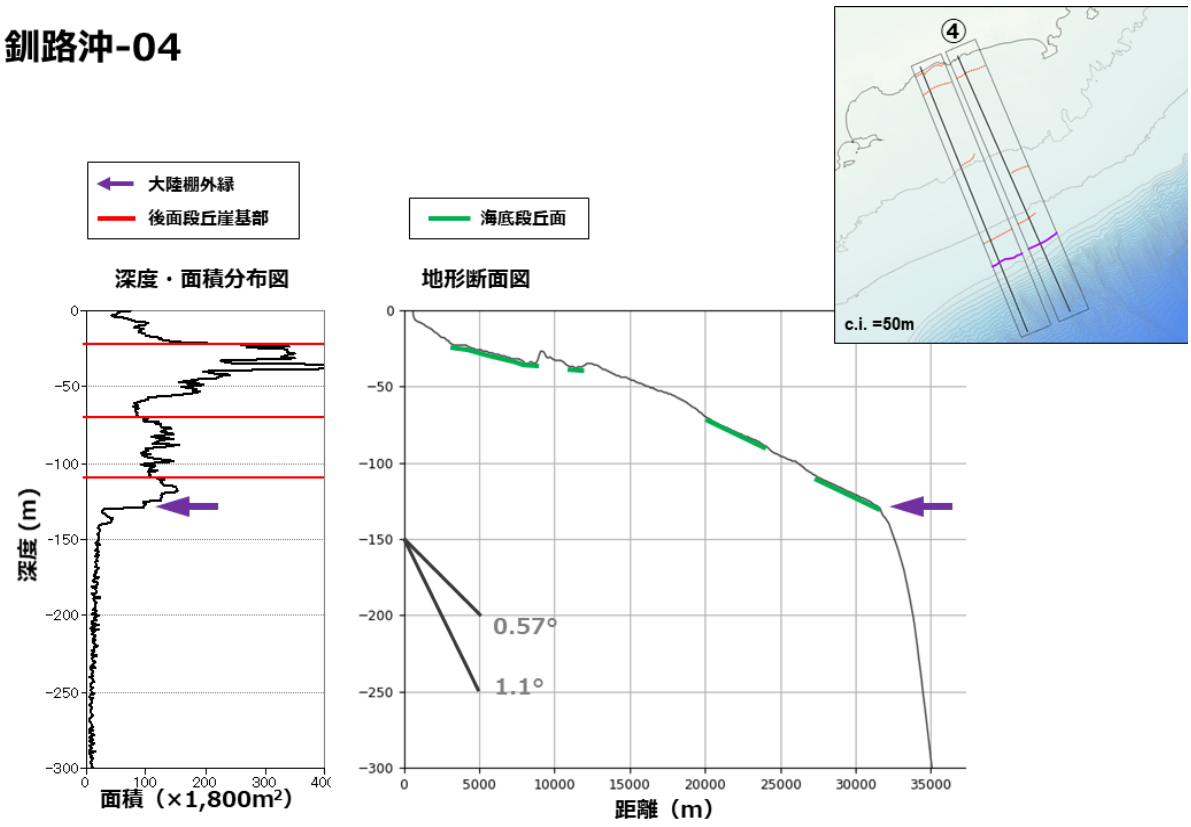


図 2-31　判読結果および地形断面（釧路沖-4）

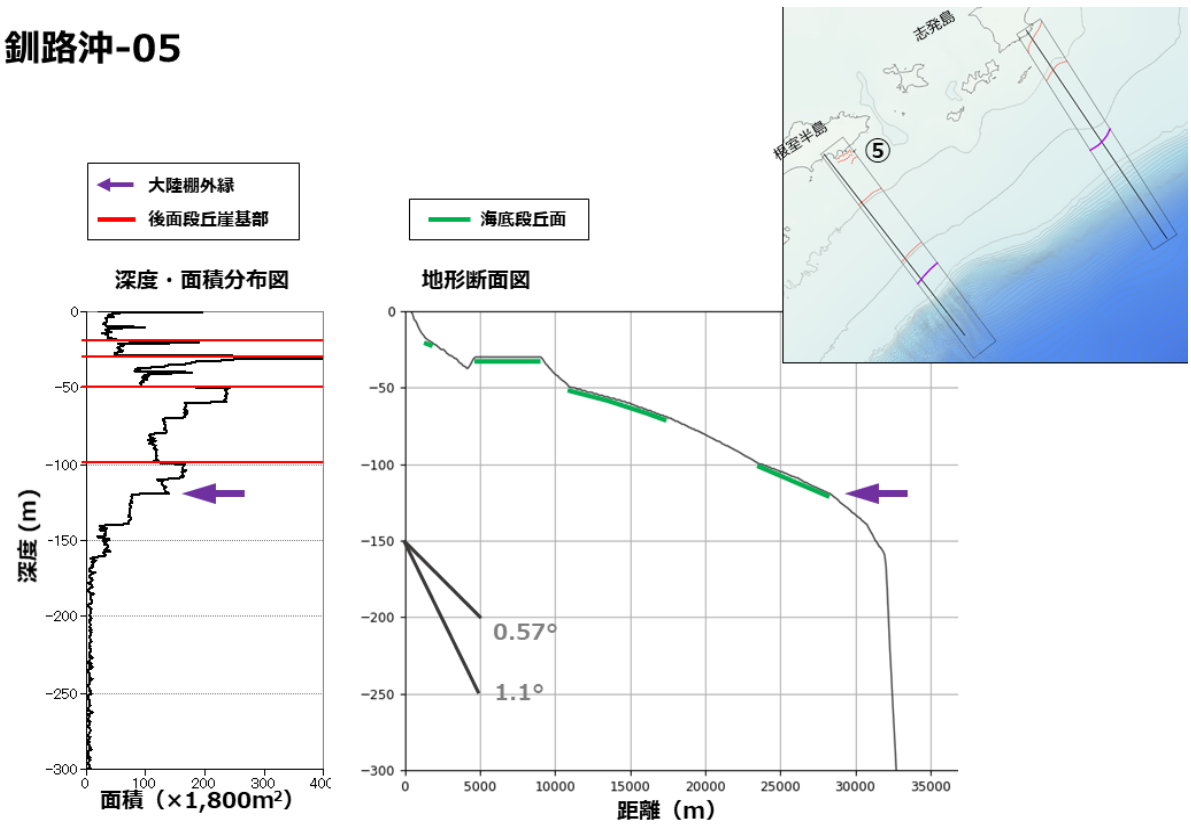


図 2-32　判読結果および地形断面（釧路沖-5）

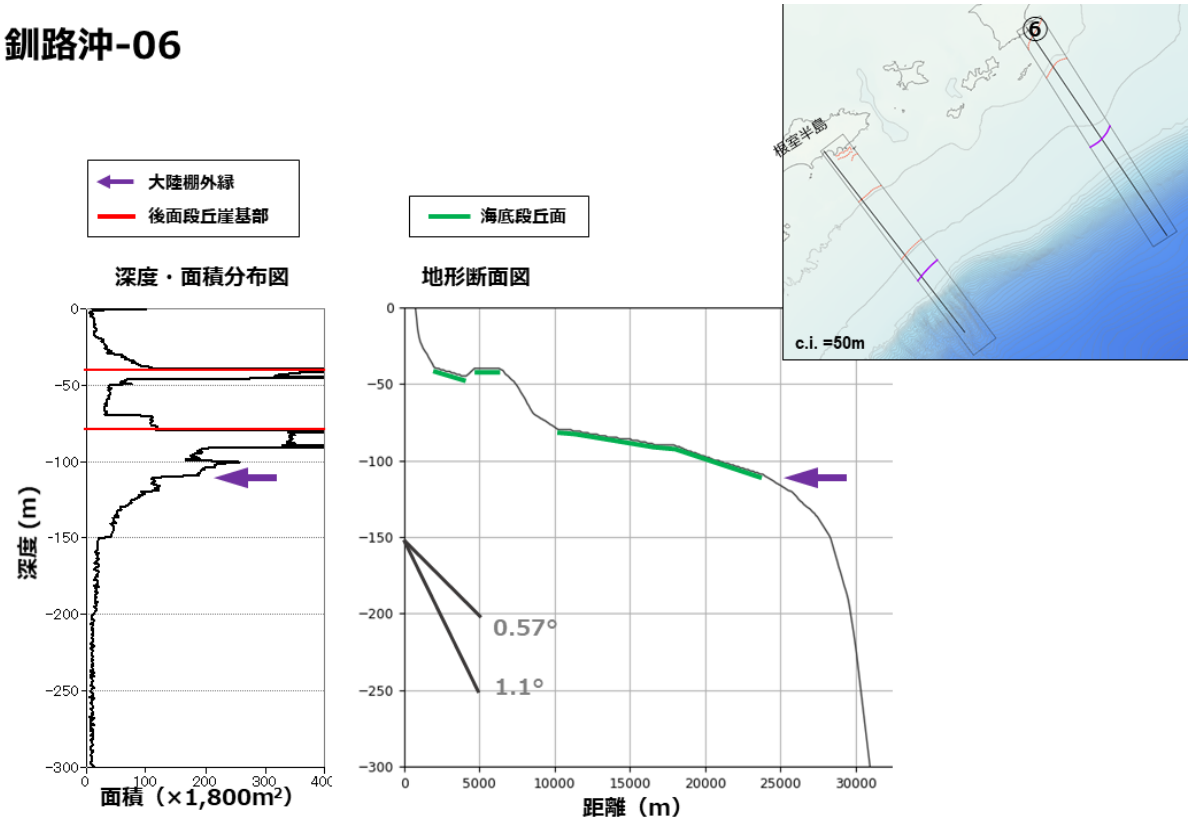


図 2-33　判読結果および地形断面（釧路沖-6）

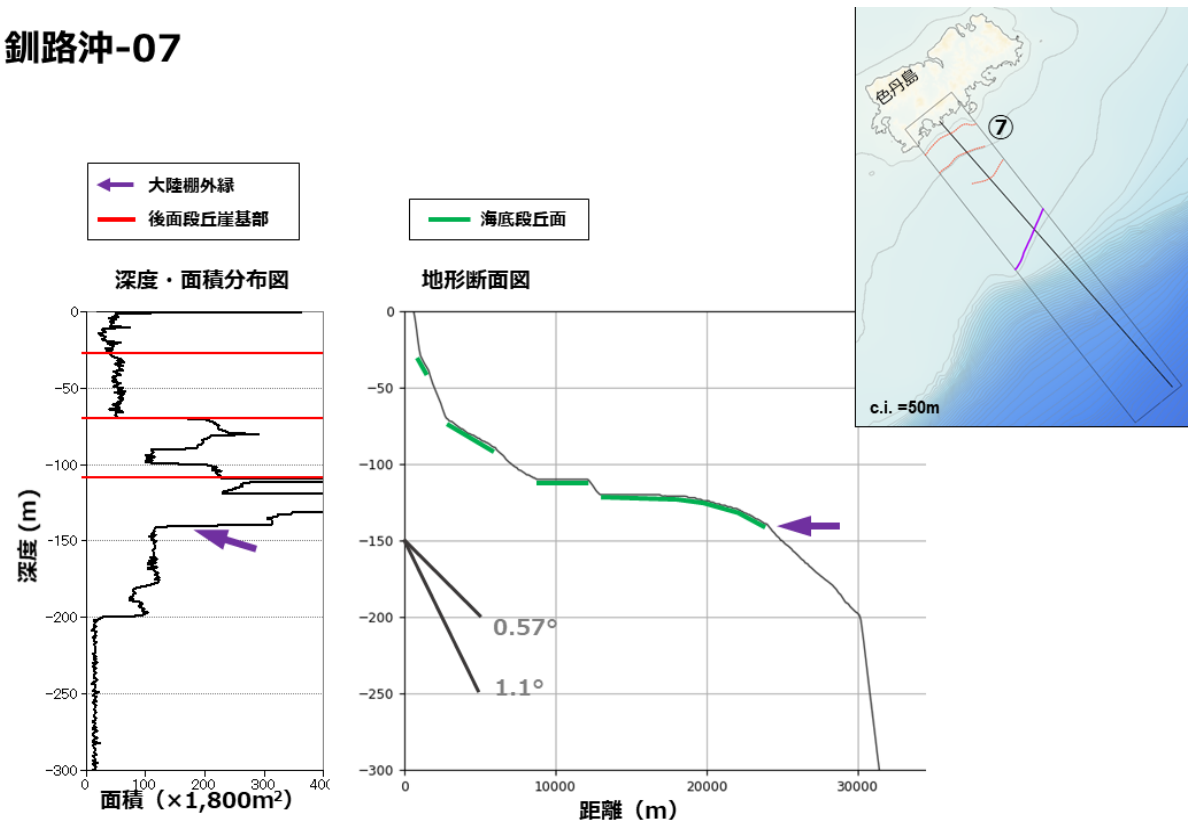


図 2-34　判読結果および地形断面（釧路沖-7）

2.4 苫小牧沖

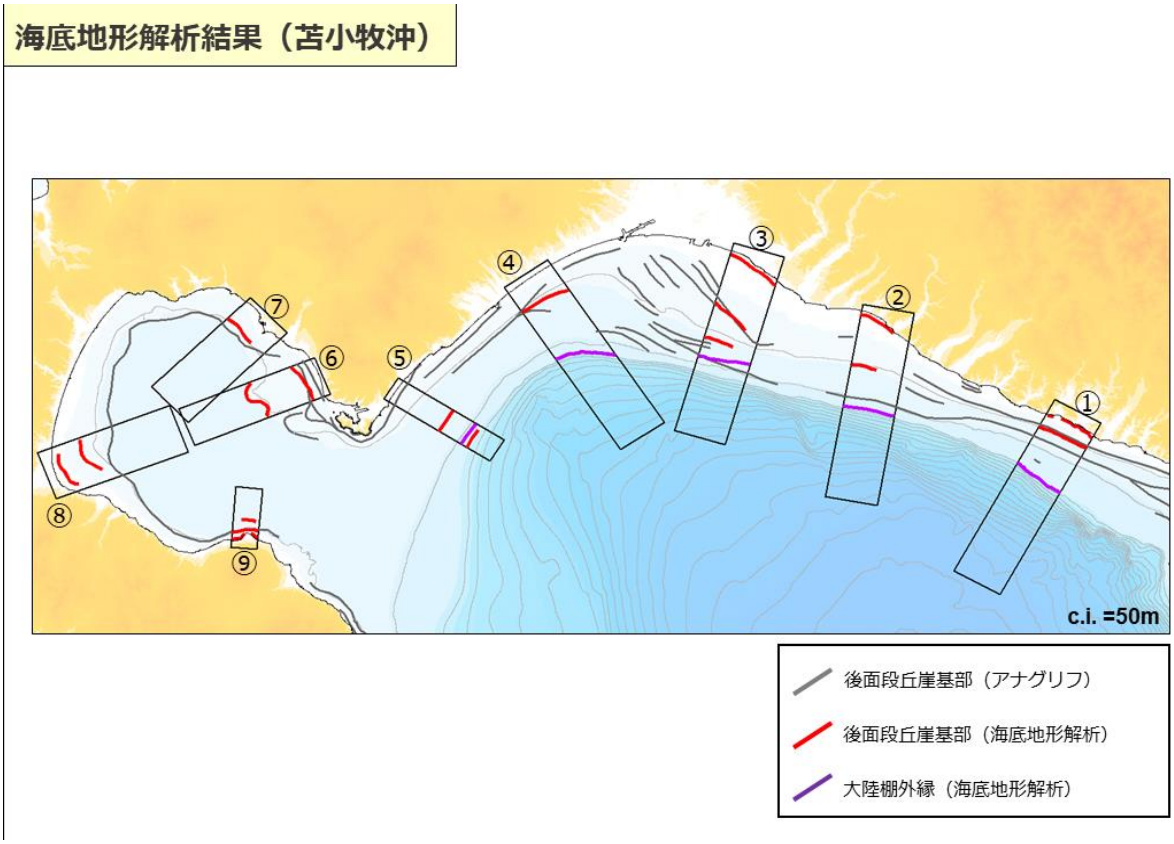


図 2-35　数値地形解析結果（苫小牧沖）

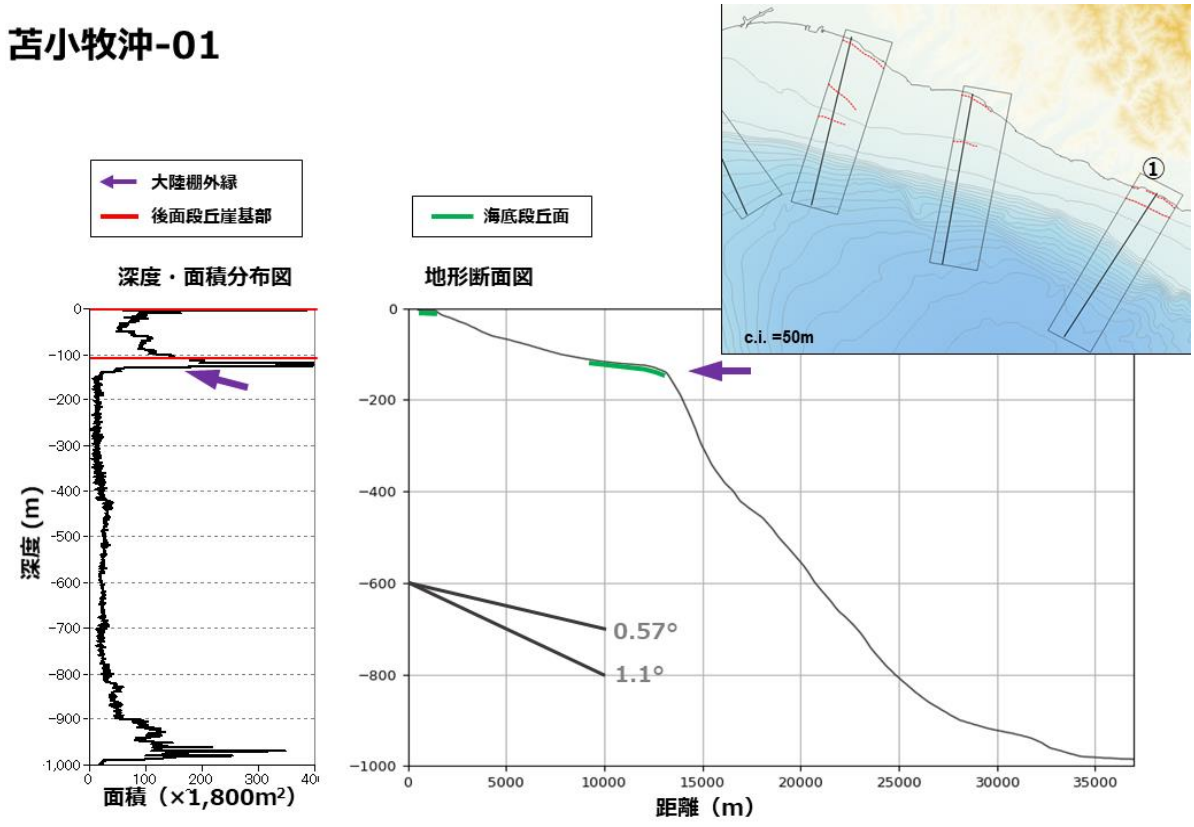


図 2-36　判読結果および地形断面（苫小牧沖-1）

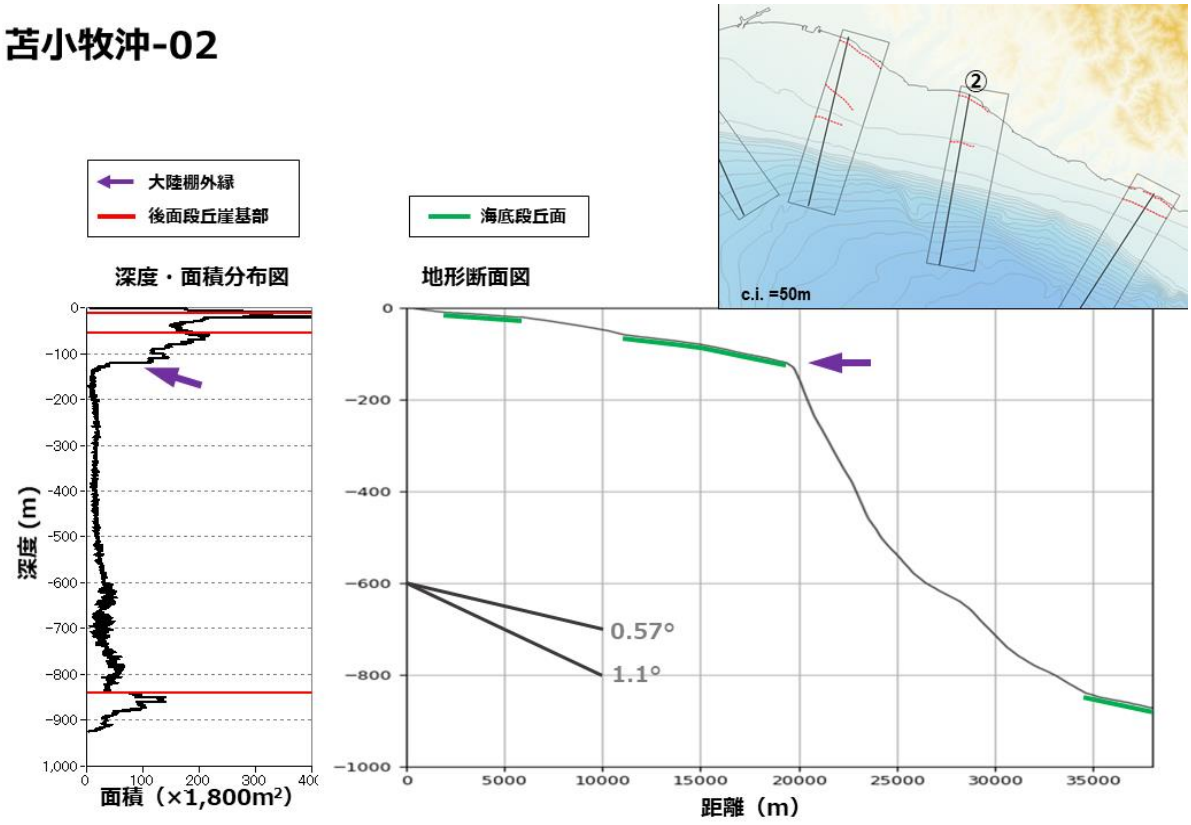


図 2-37　判読結果および地形断面（苫小牧沖-2）

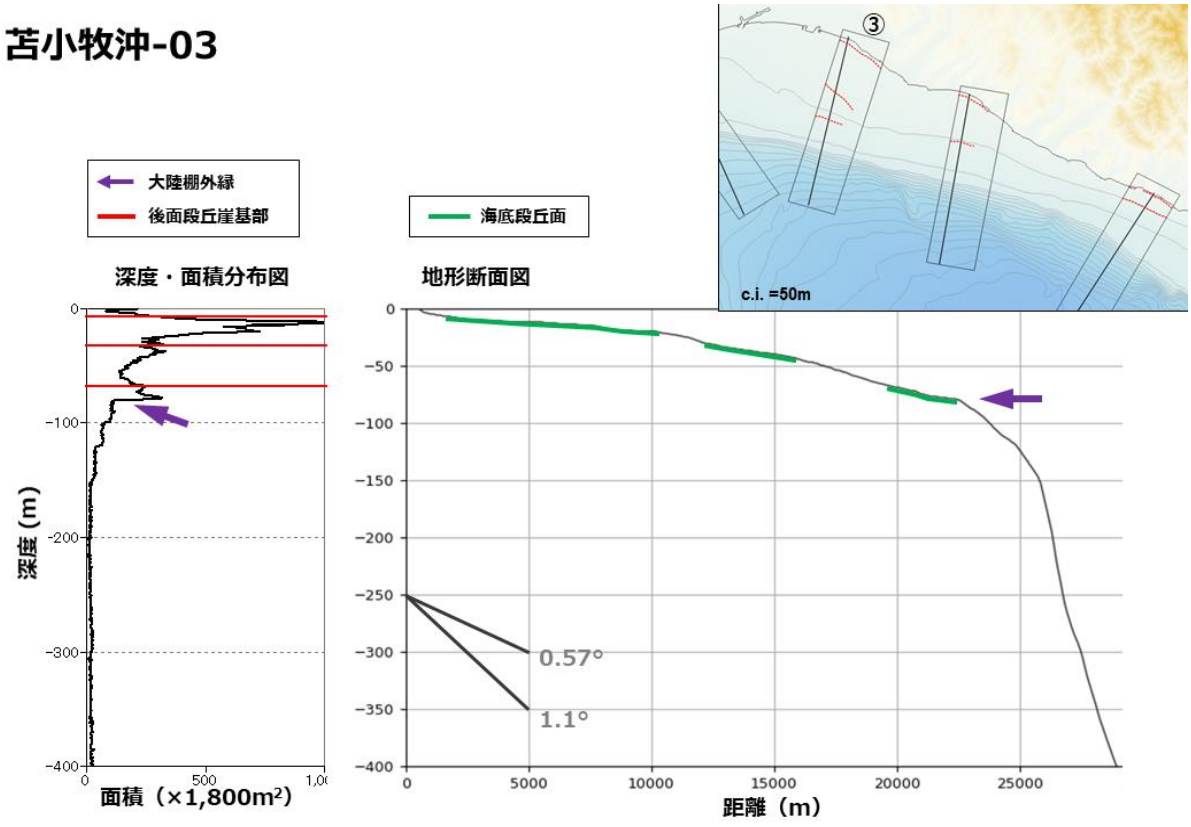


図 2-38　判読結果および地形断面（苫小牧沖-3）

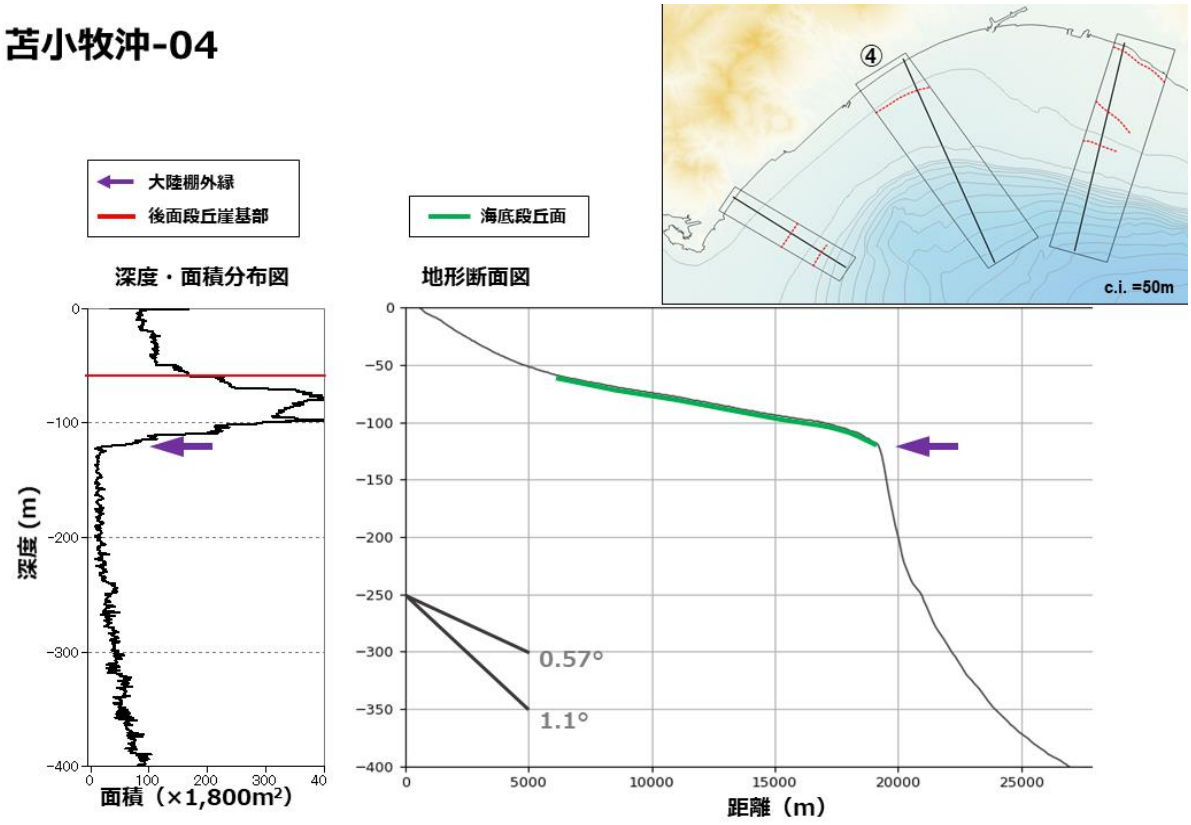


図 2-39　判読結果および地形断面（苫小牧沖-4）

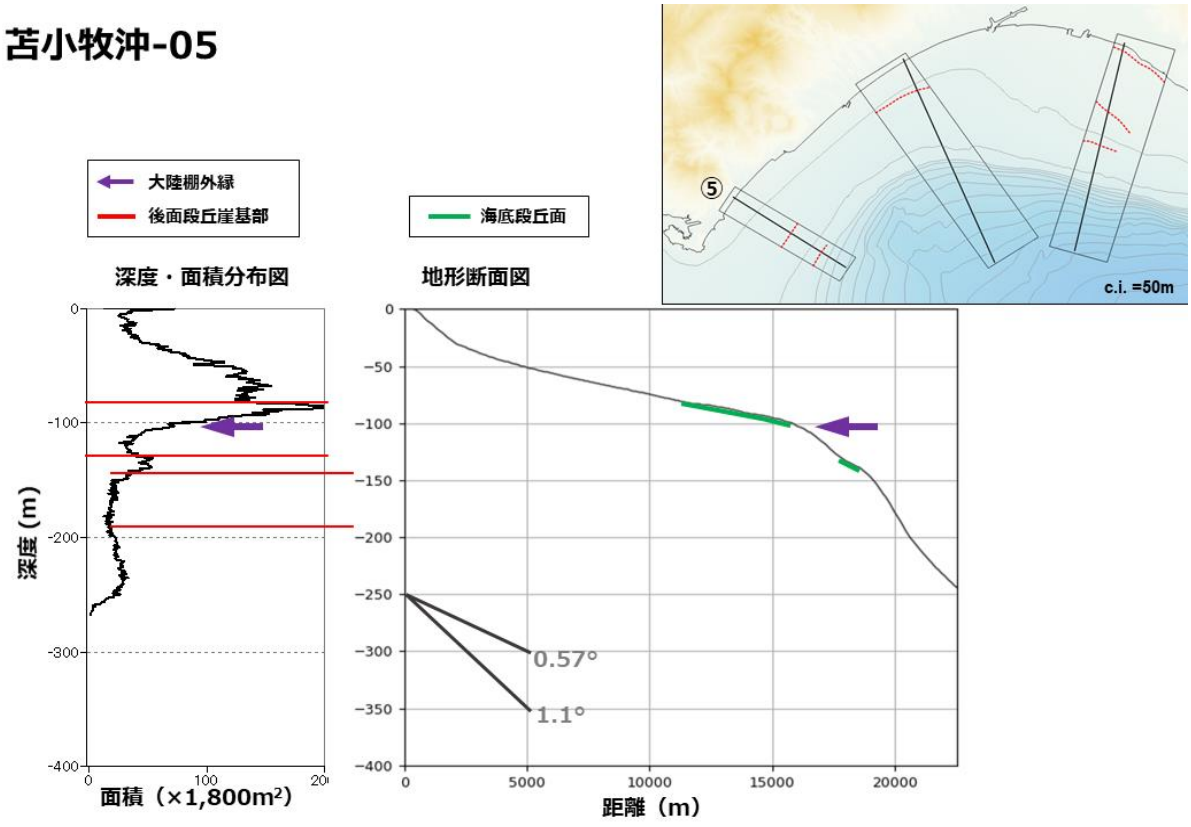


図 2-40　判読結果および地形断面（苫小牧沖-5）

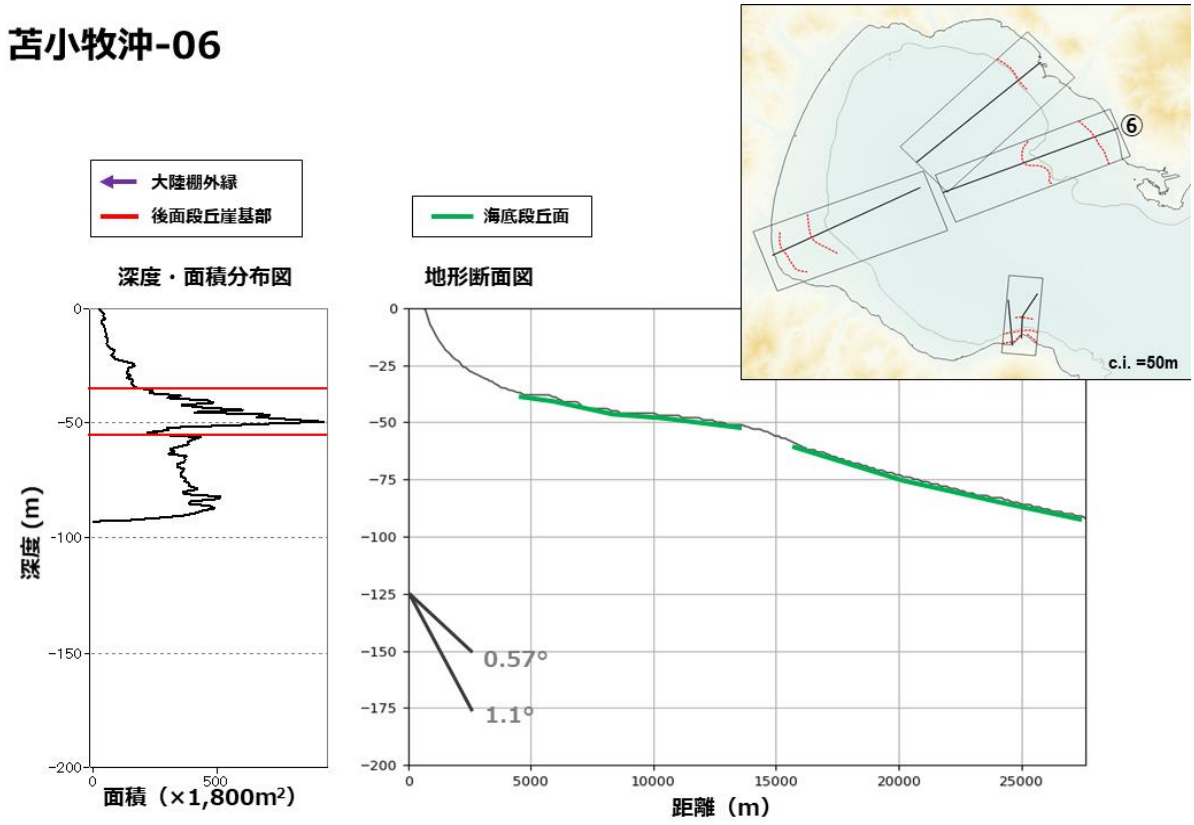


図 2-41　判読結果および地形断面（苫小牧沖-6）

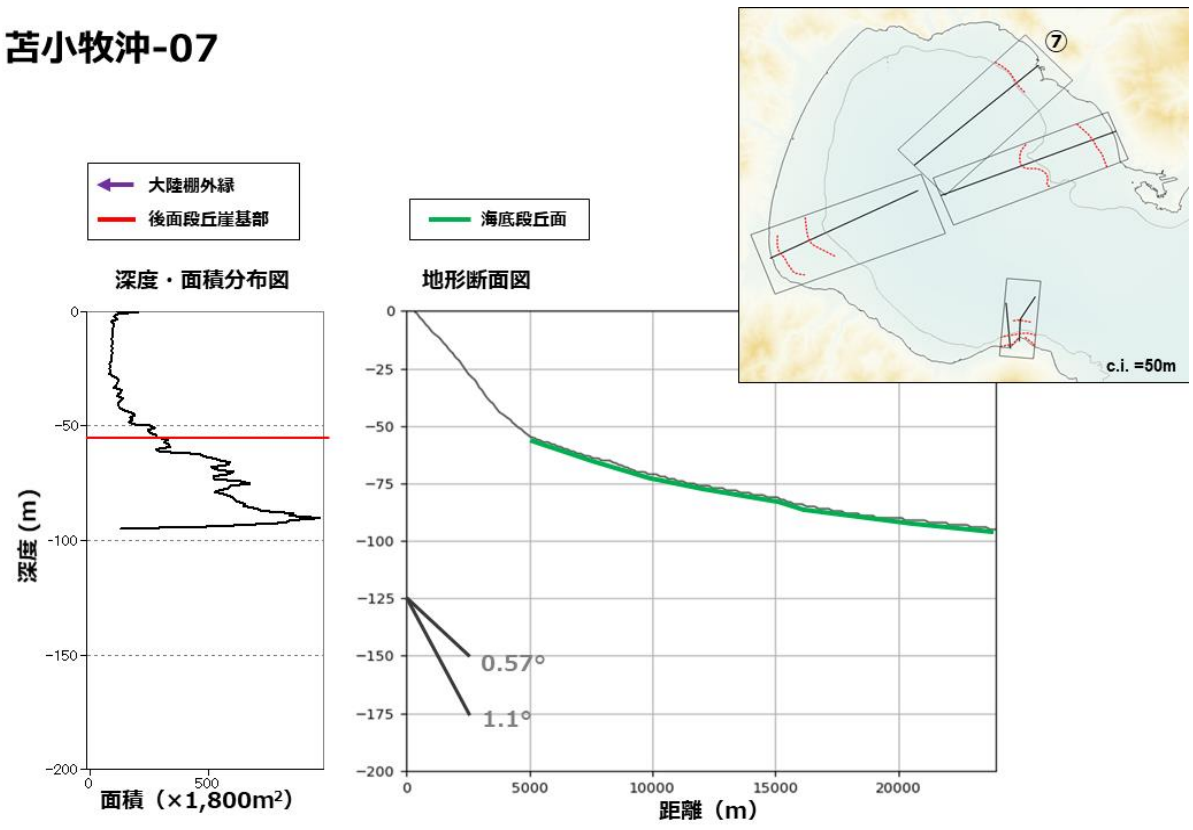


図 2-42　判読結果および地形断面（苫小牧沖-7）

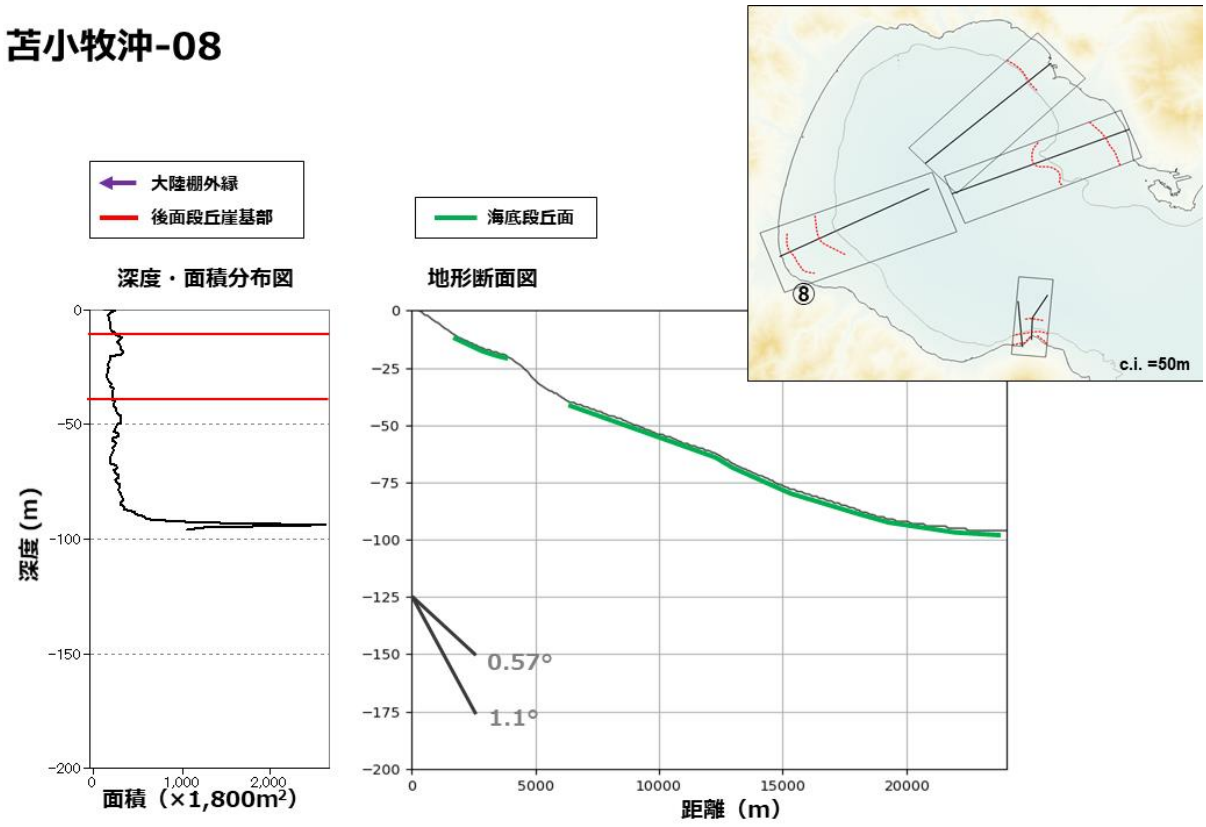


図 2-43　判読結果および地形断面（苫小牧沖-8）

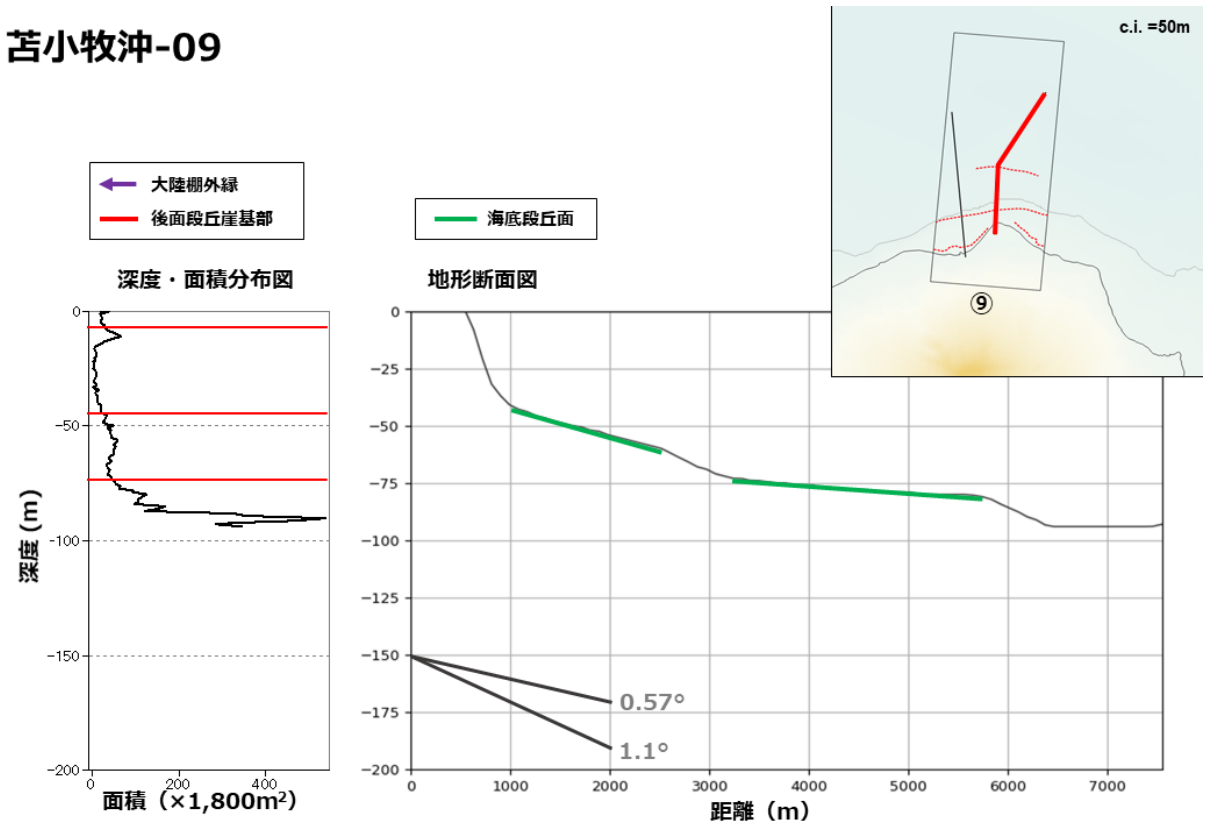


図 2-44　判読結果および地形断面（苫小牧沖-9　(1)）

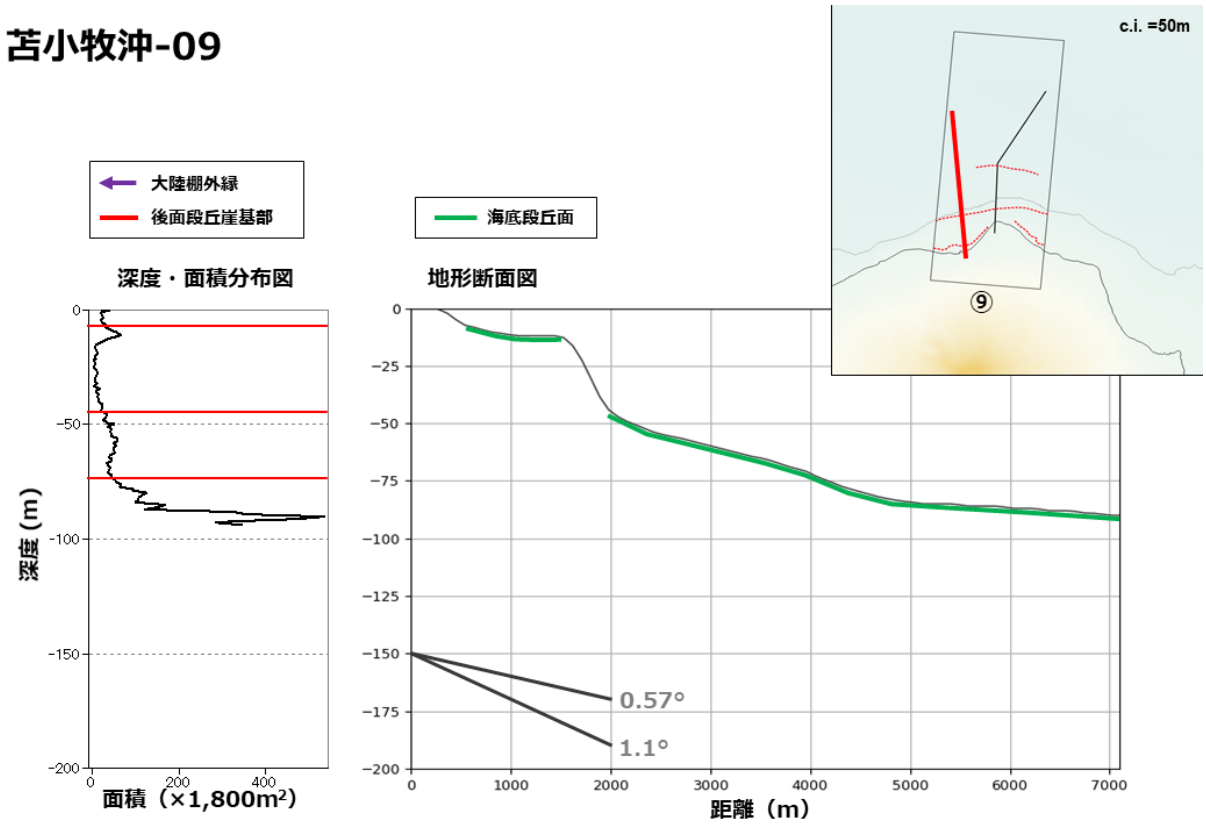


図 2-45　判読結果および地形断面（苫小牧沖-9（2））

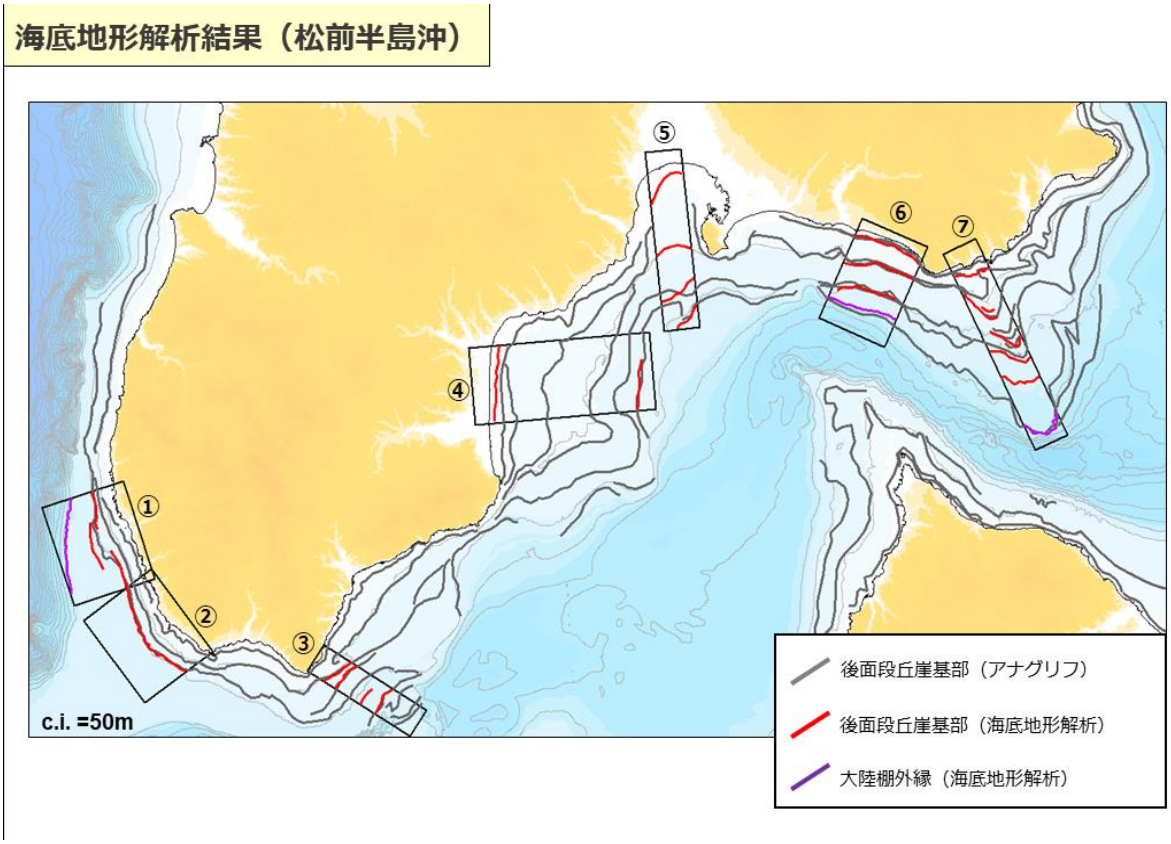


図 2-46　数値地形解析結果（津軽海峡：北海道側）

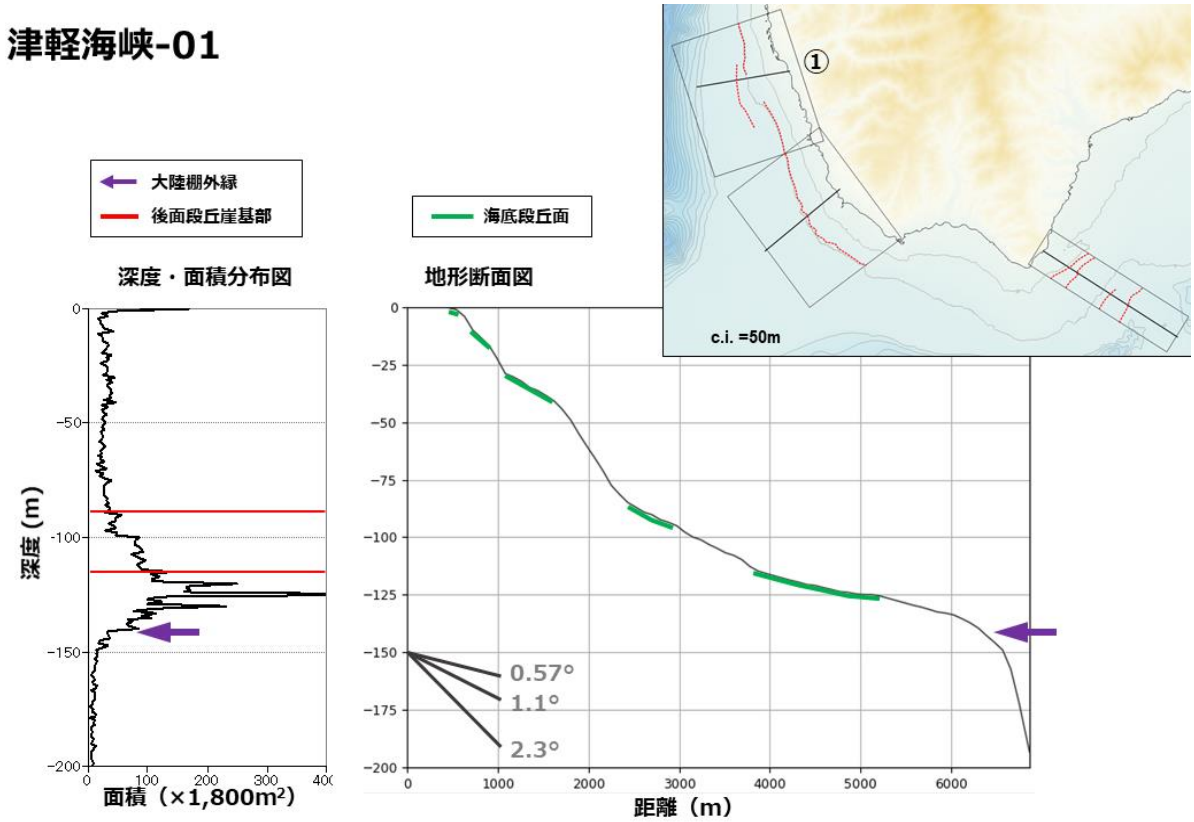


図 2-47　判読結果および地形断面（津軽海峡-1）

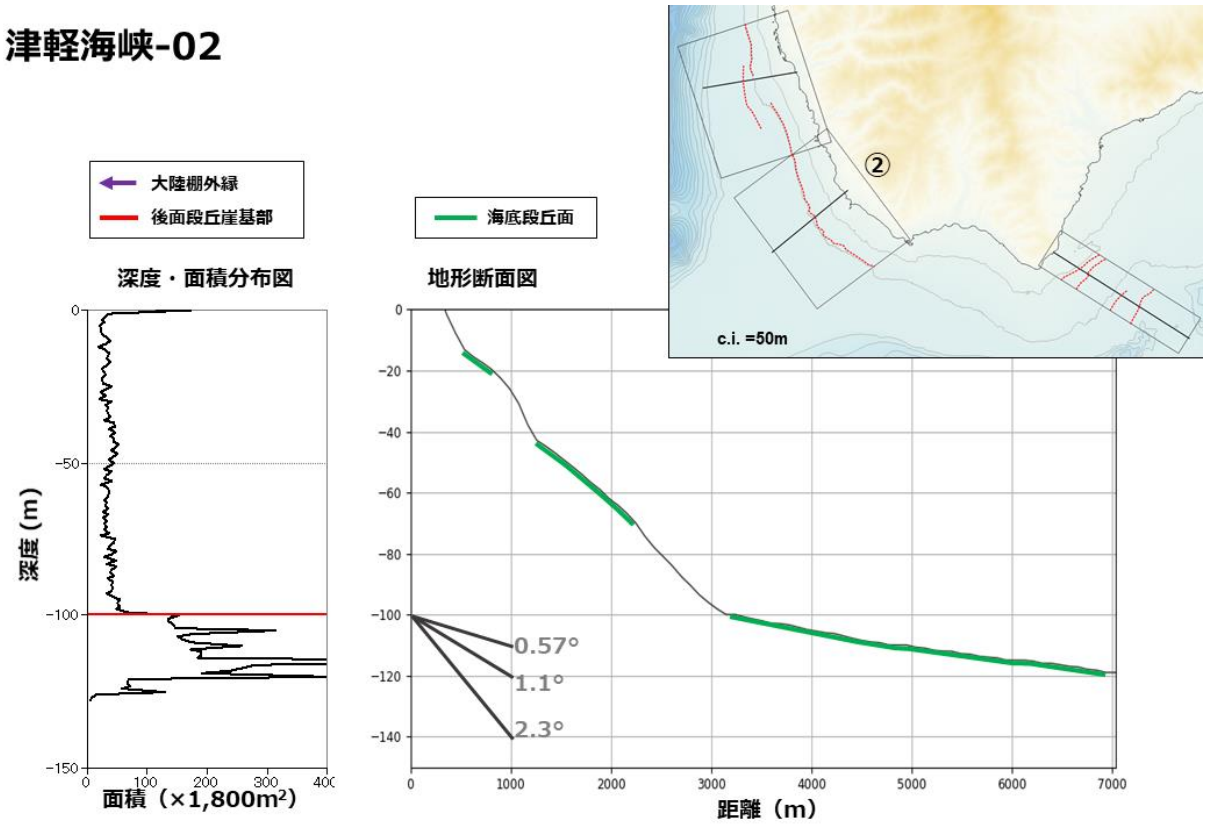


図 2-48　判読結果および地形断面（津軽海峡-2）

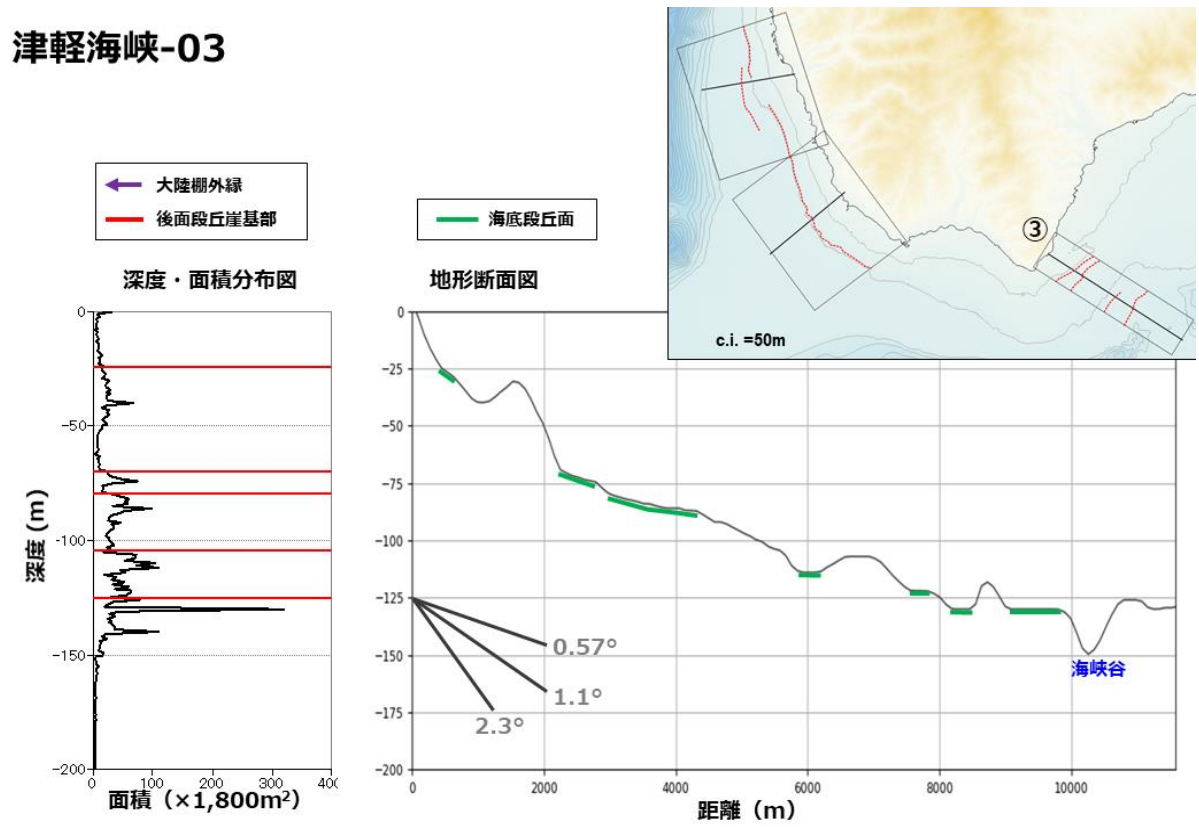


図 2-49　判読結果および地形断面（津軽海峡-3）

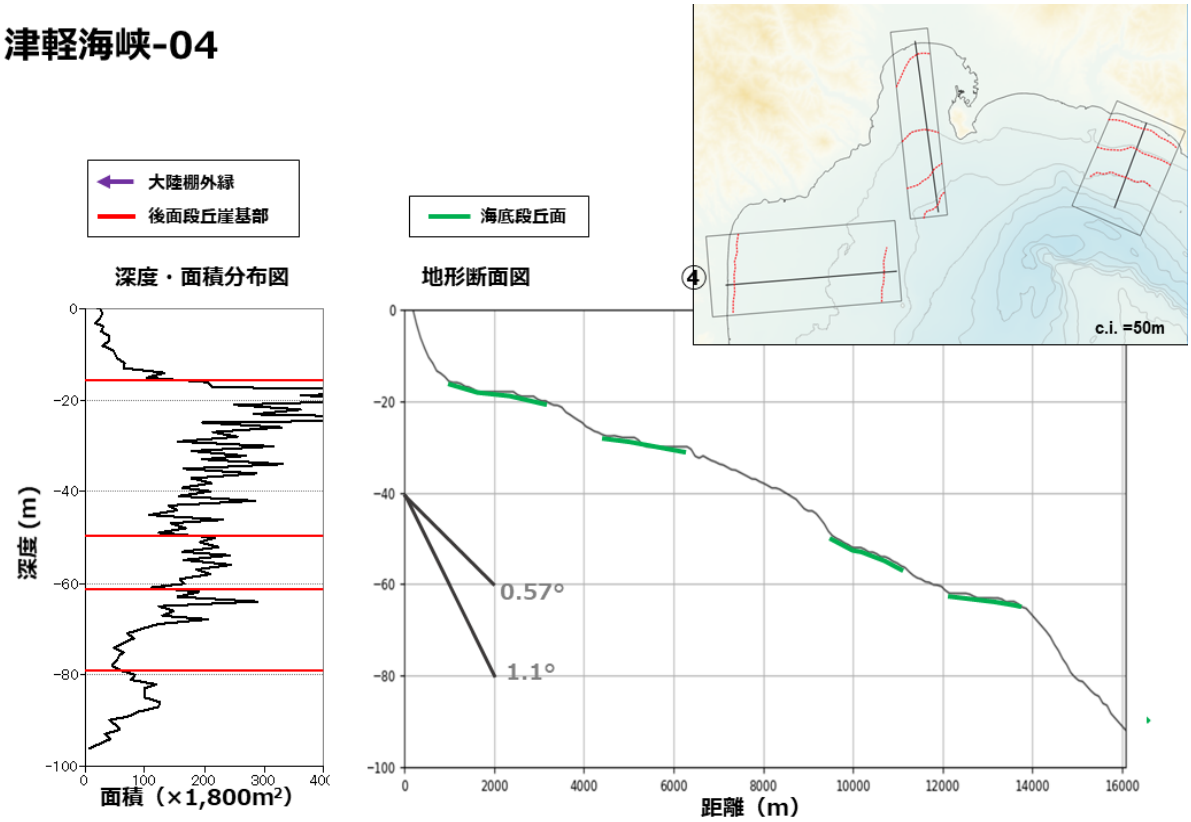


図 2-50　判読結果および地形断面（津軽海峡-4）

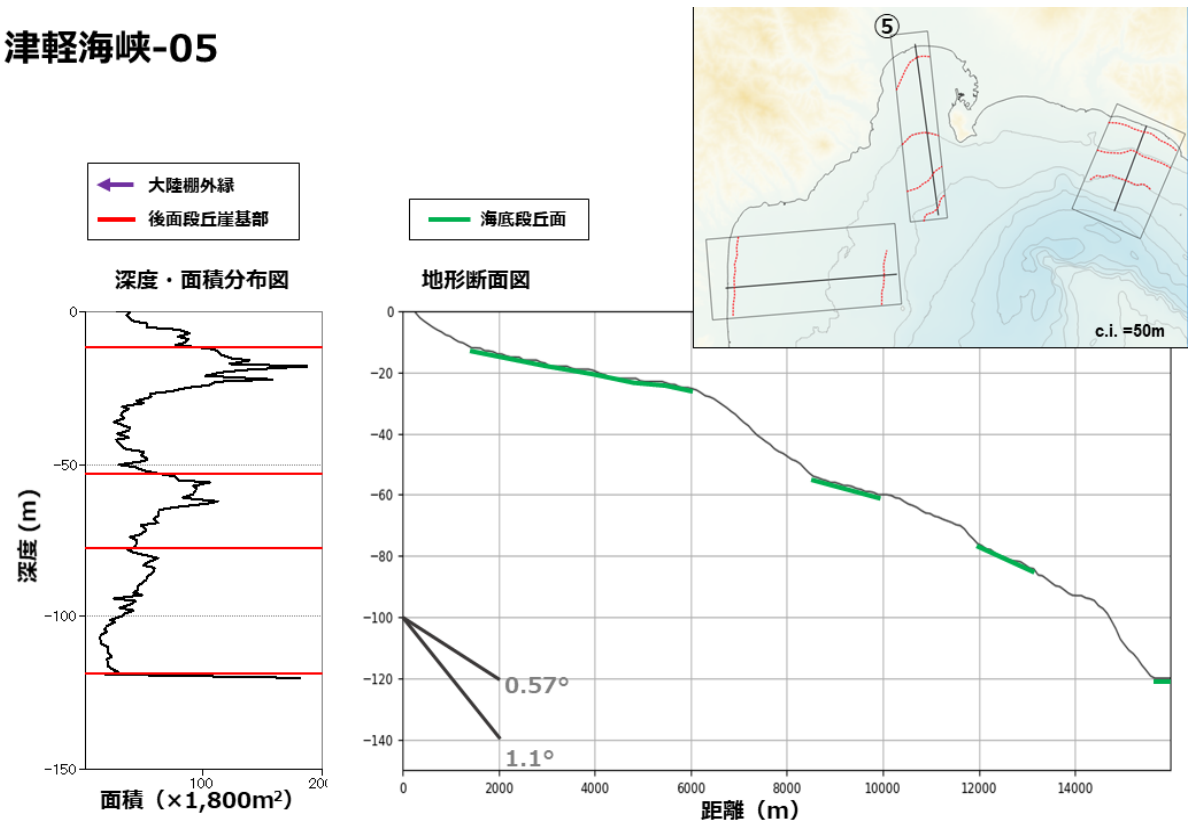


図 2-51　判読結果および地形断面（津軽海峡-5）

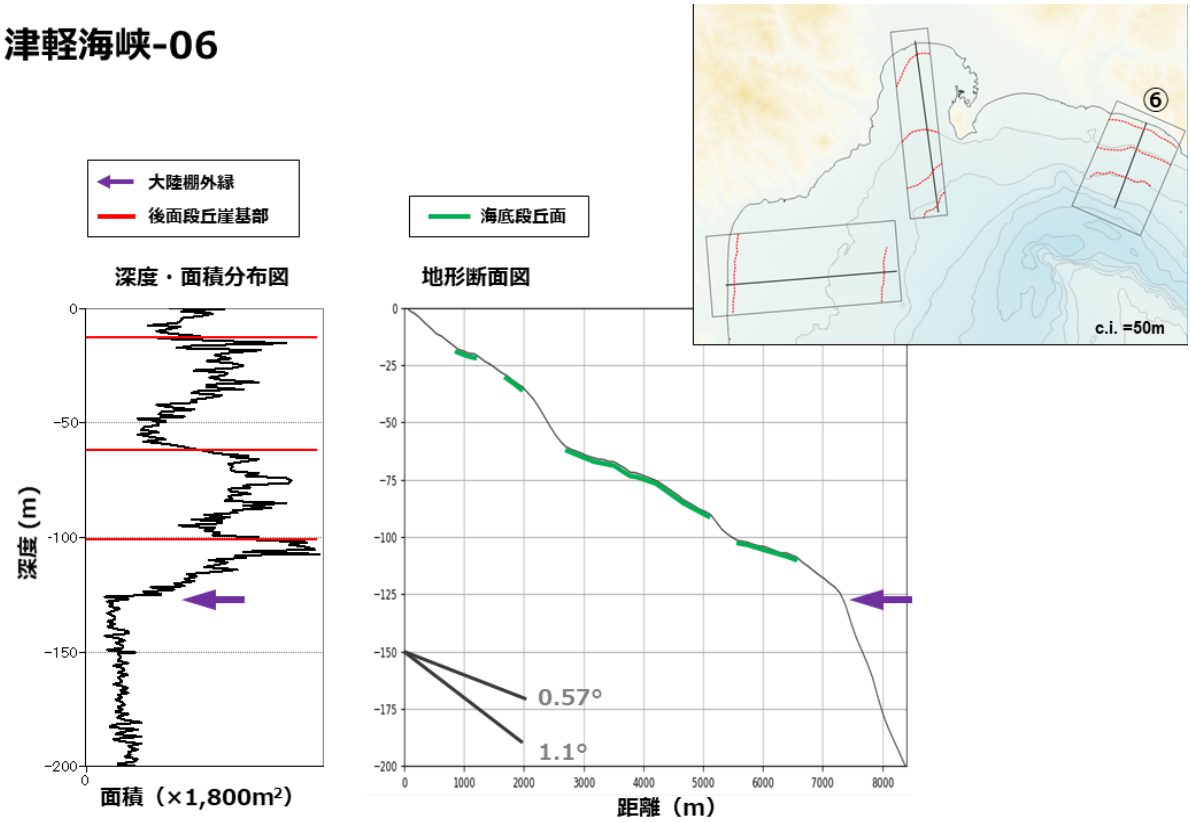


図 2-52　判読結果および地形断面（津軽海峡-6）

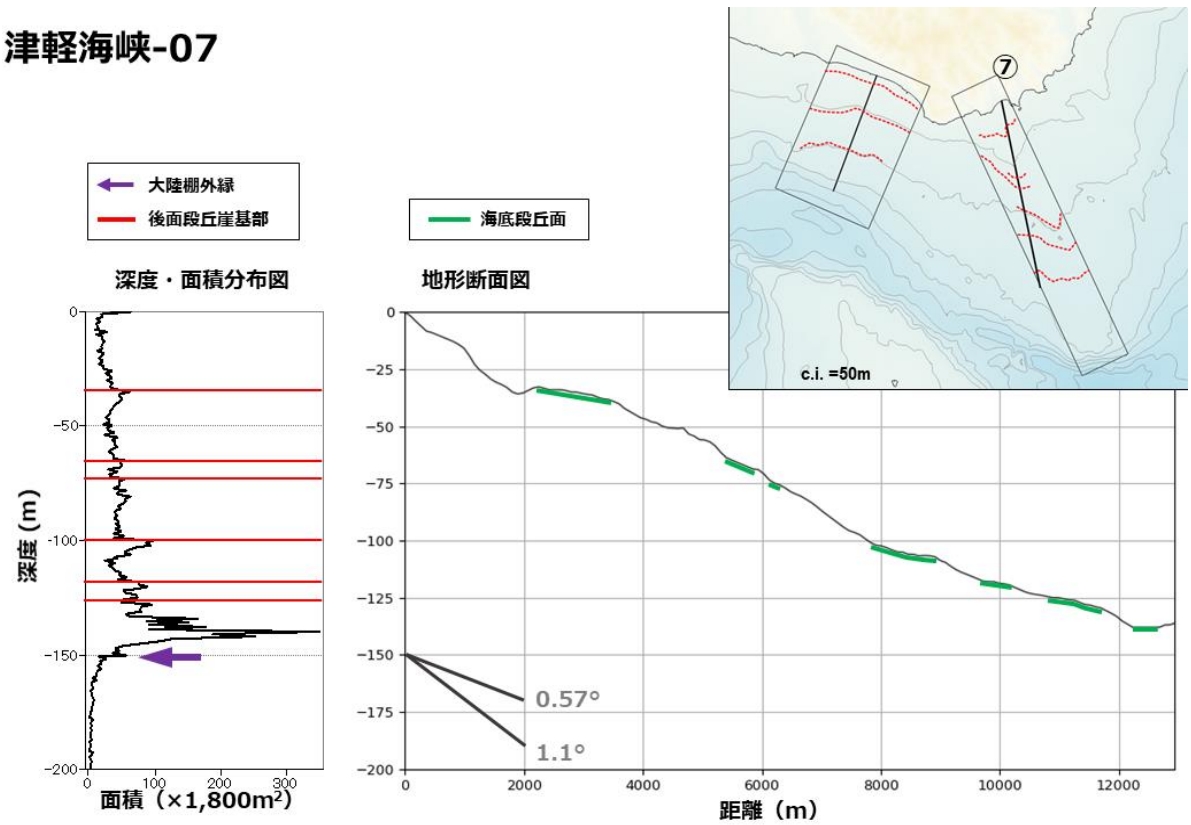


図 2-53　判読結果および地形断面（津軽海峡-7）

2.6 三陸沖

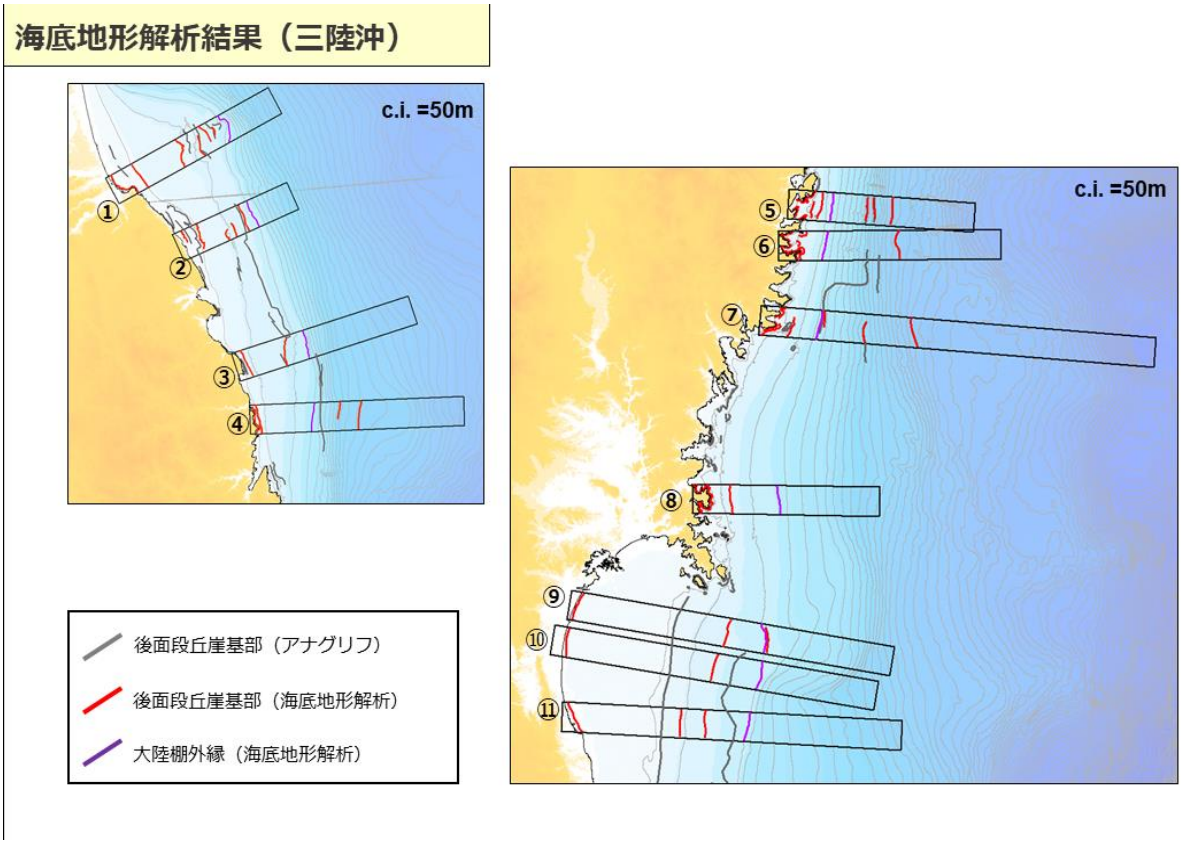


図 2-54　数値地形解析結果（三陸沖）

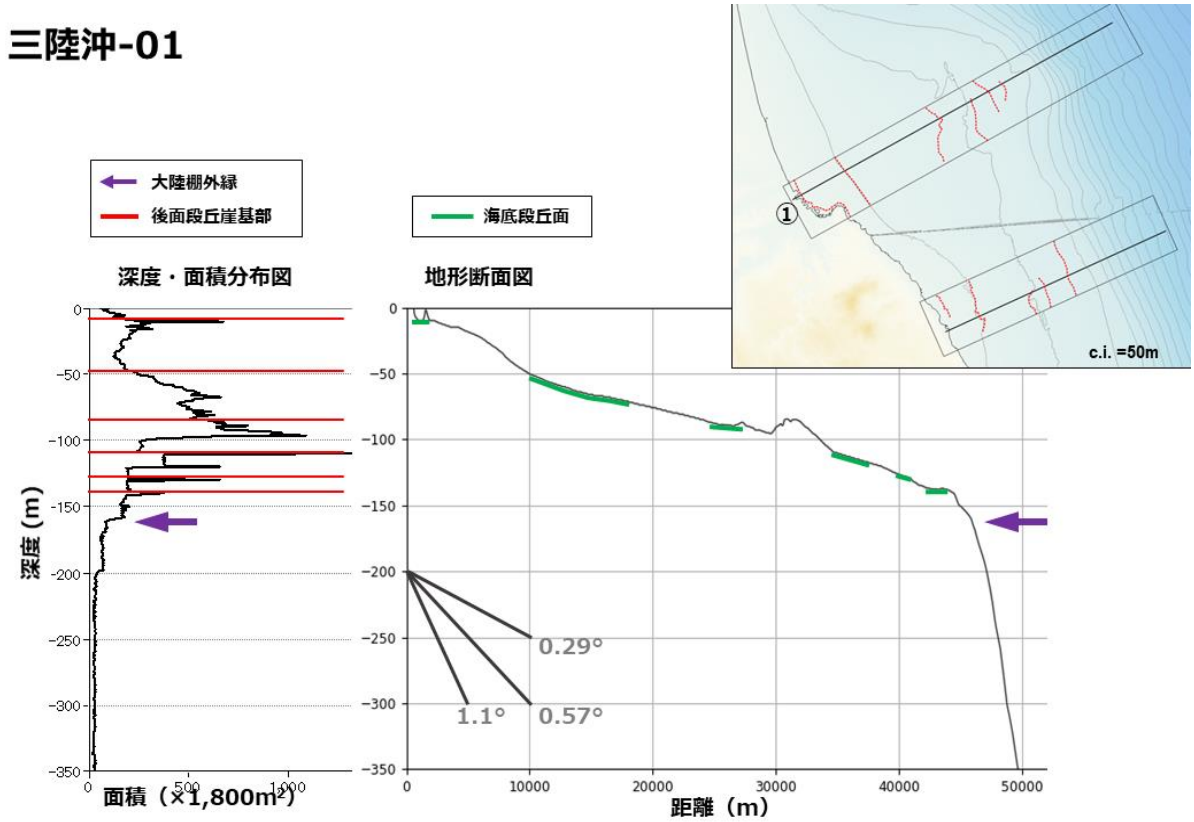


図 2-55　判読結果および地形断面（三陸沖-1）

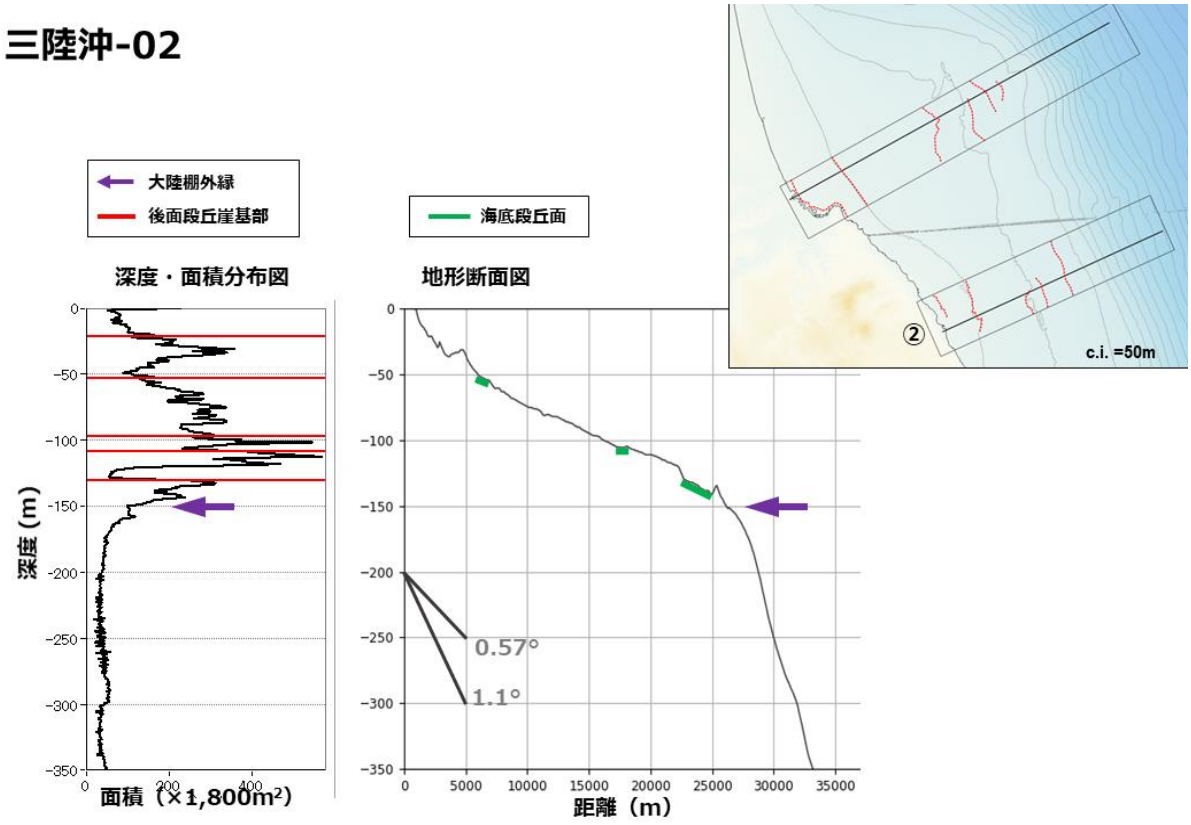


図 2-56　判読結果および地形断面（三陸沖-2）

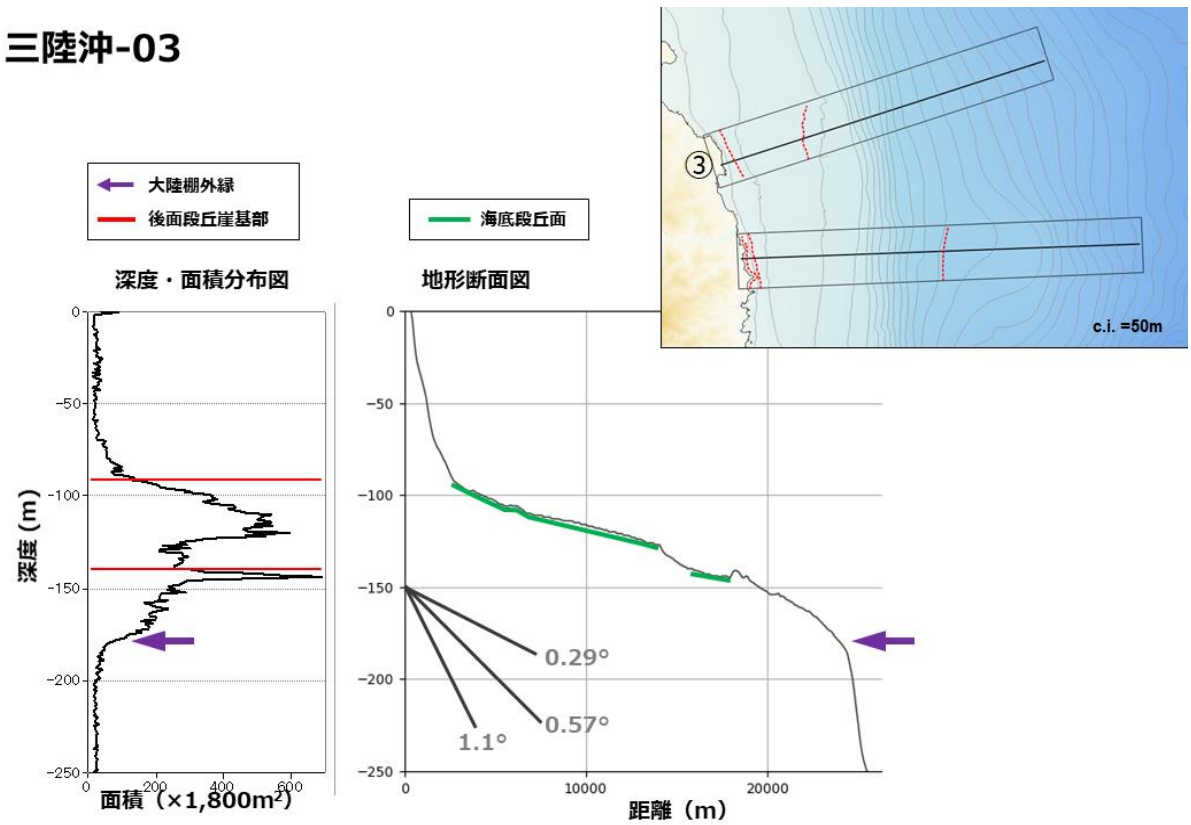


図 2-57　判読結果および地形断面（三陸沖-3）

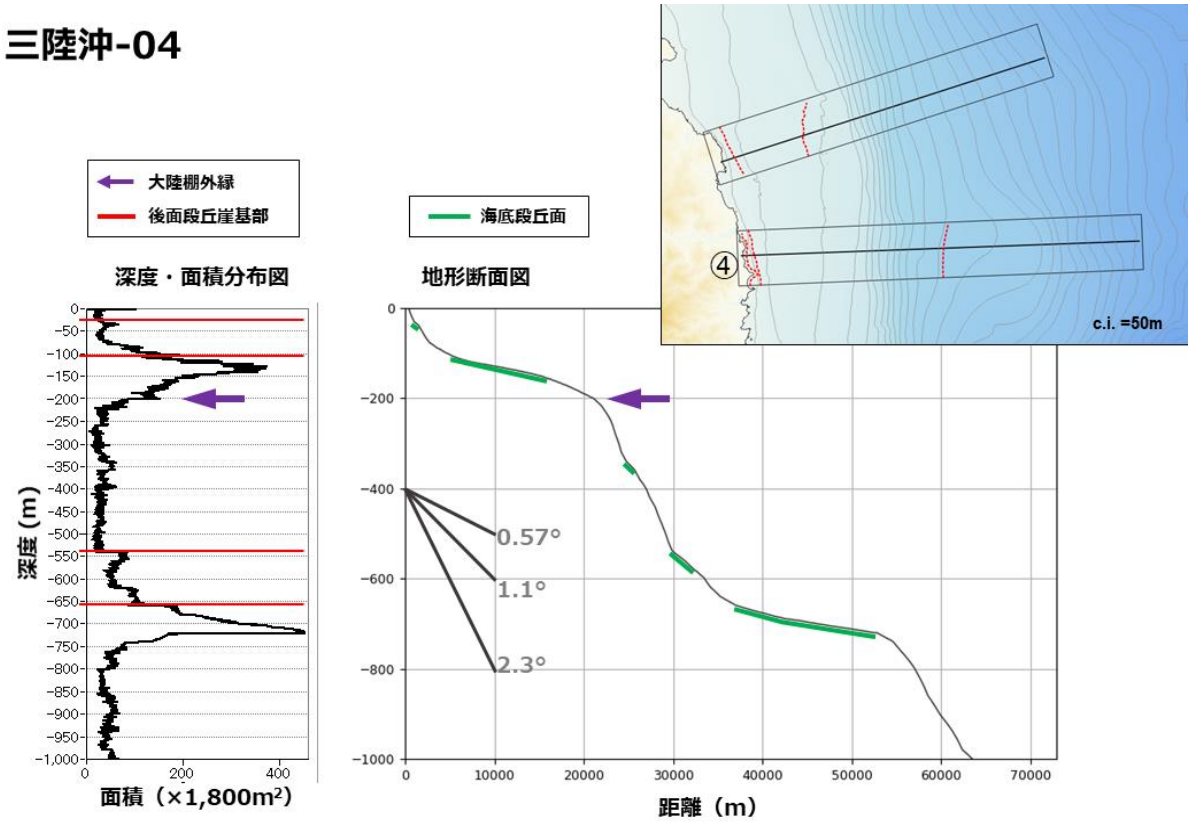


図 2-58　判読結果および地形断面（三陸沖-4）

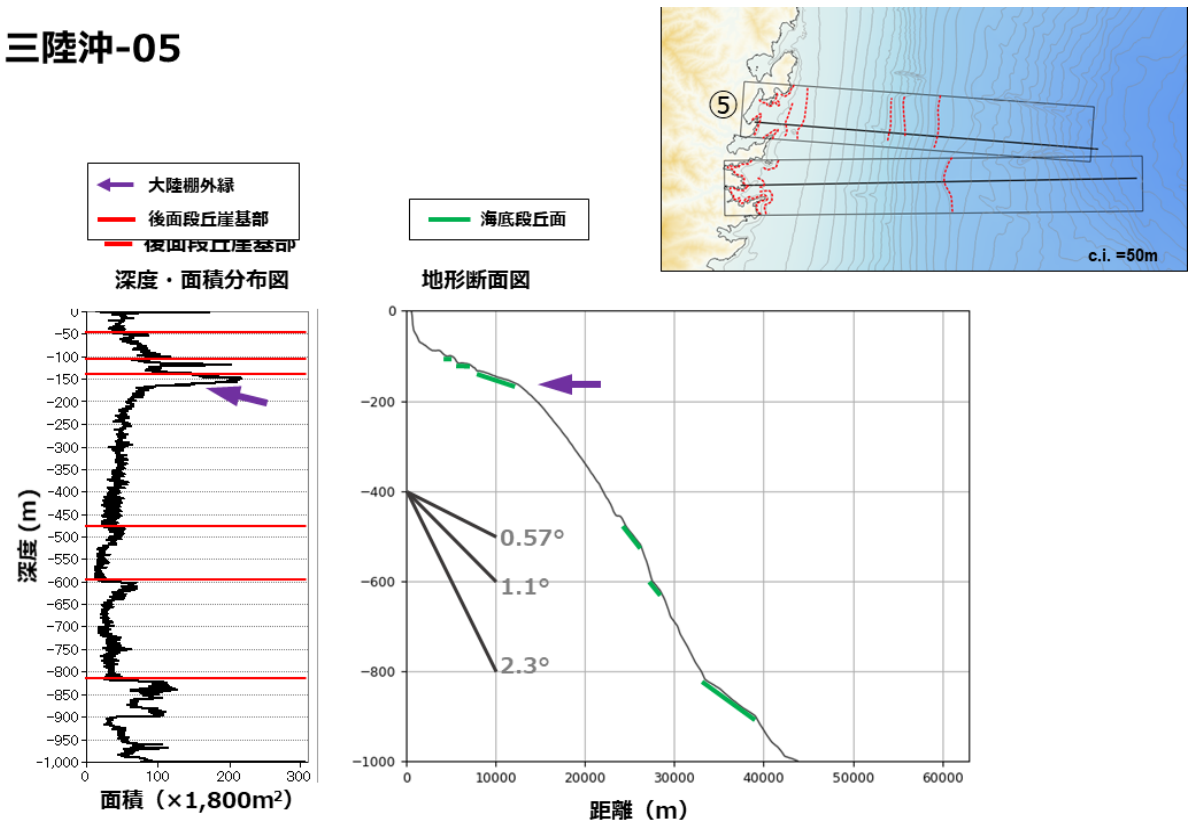


図 2-59　判読結果および地形断面（三陸沖-5）

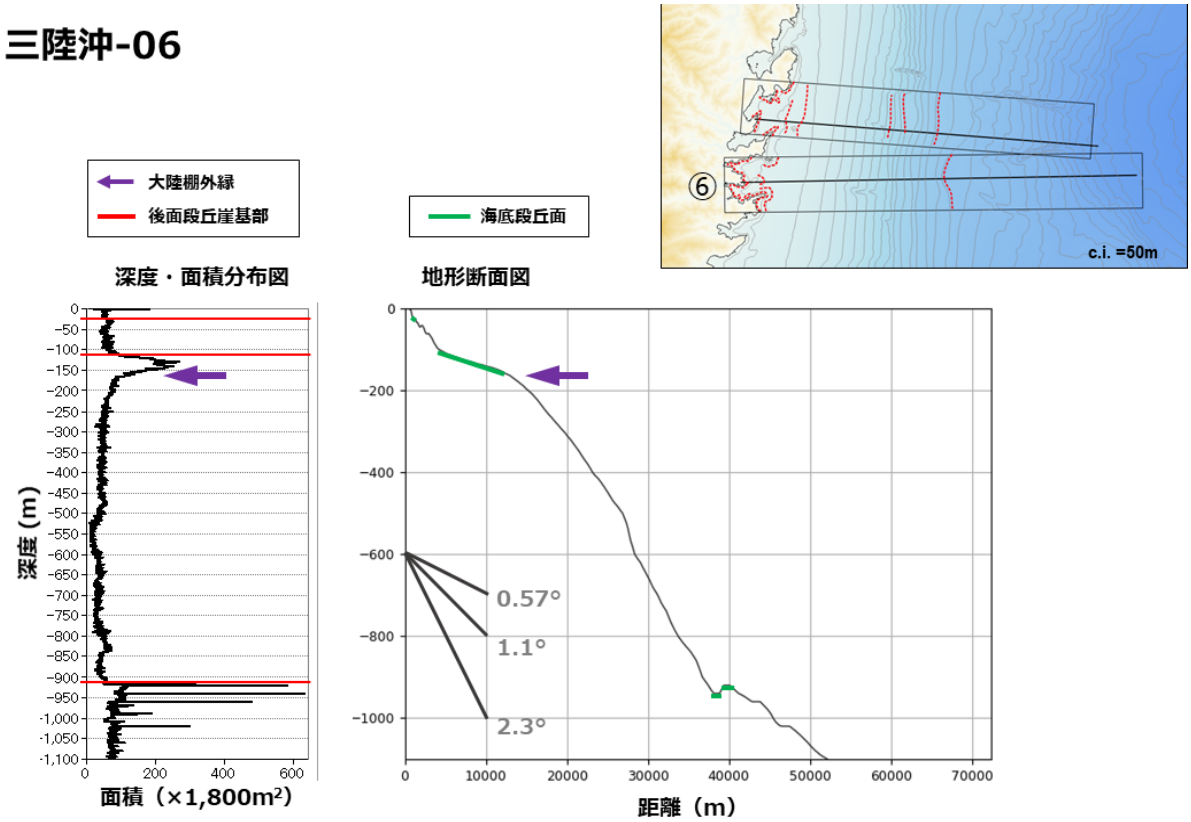


図 2-60　判読結果および地形断面（三陸沖-6）

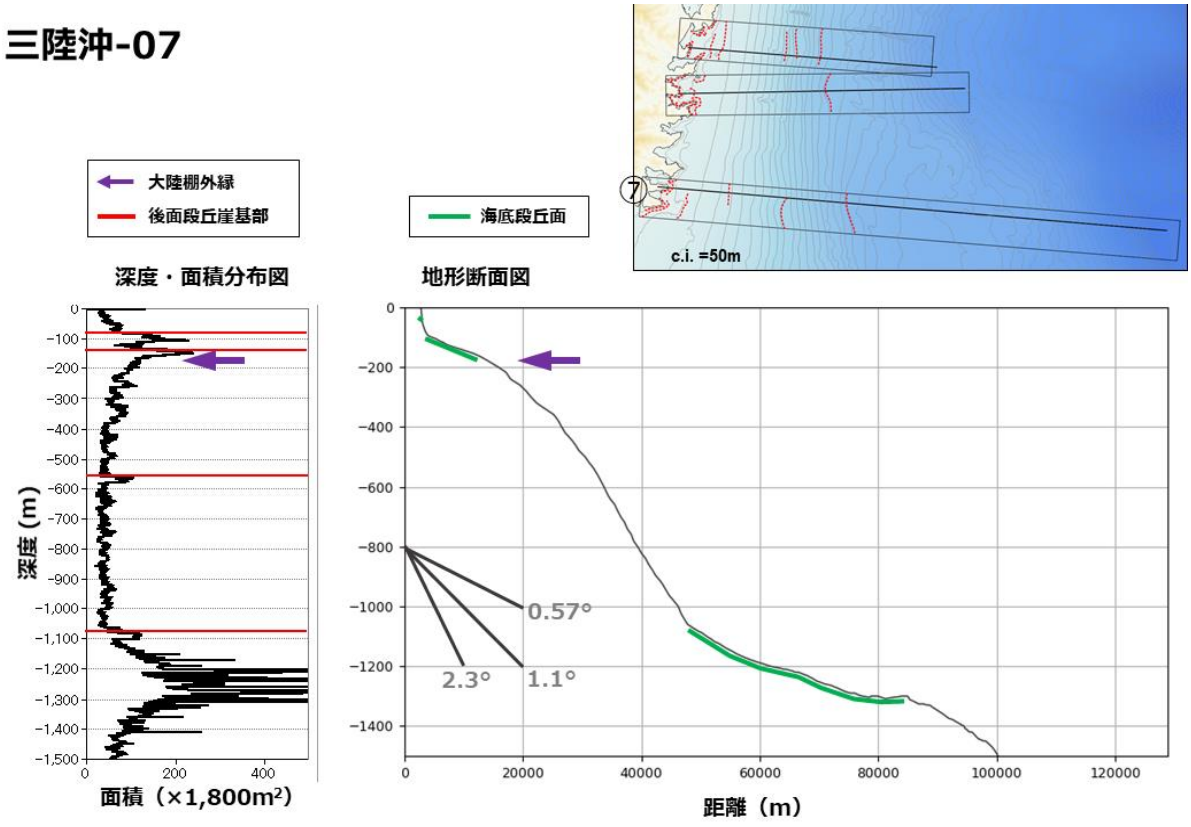


図 2-61　判読結果および地形断面（三陸沖-7）

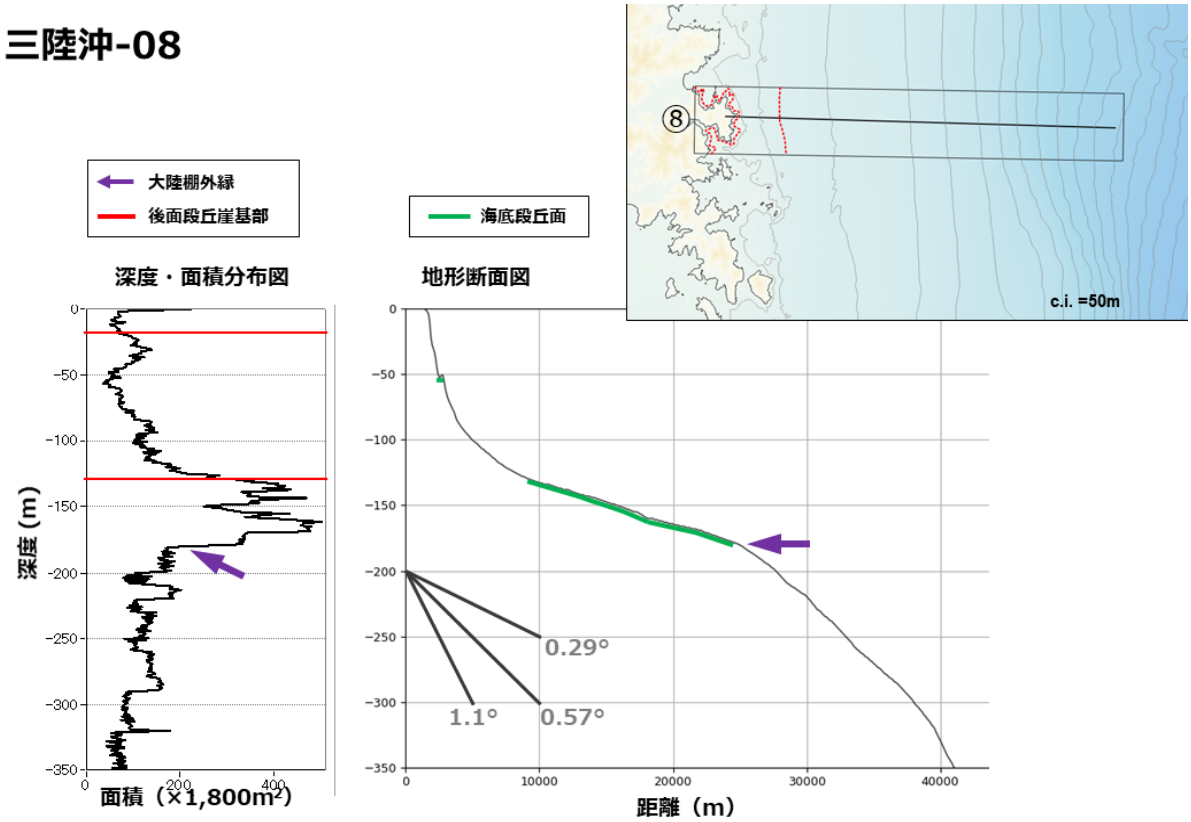


図 2-62　判読結果および地形断面（三陸沖-8）

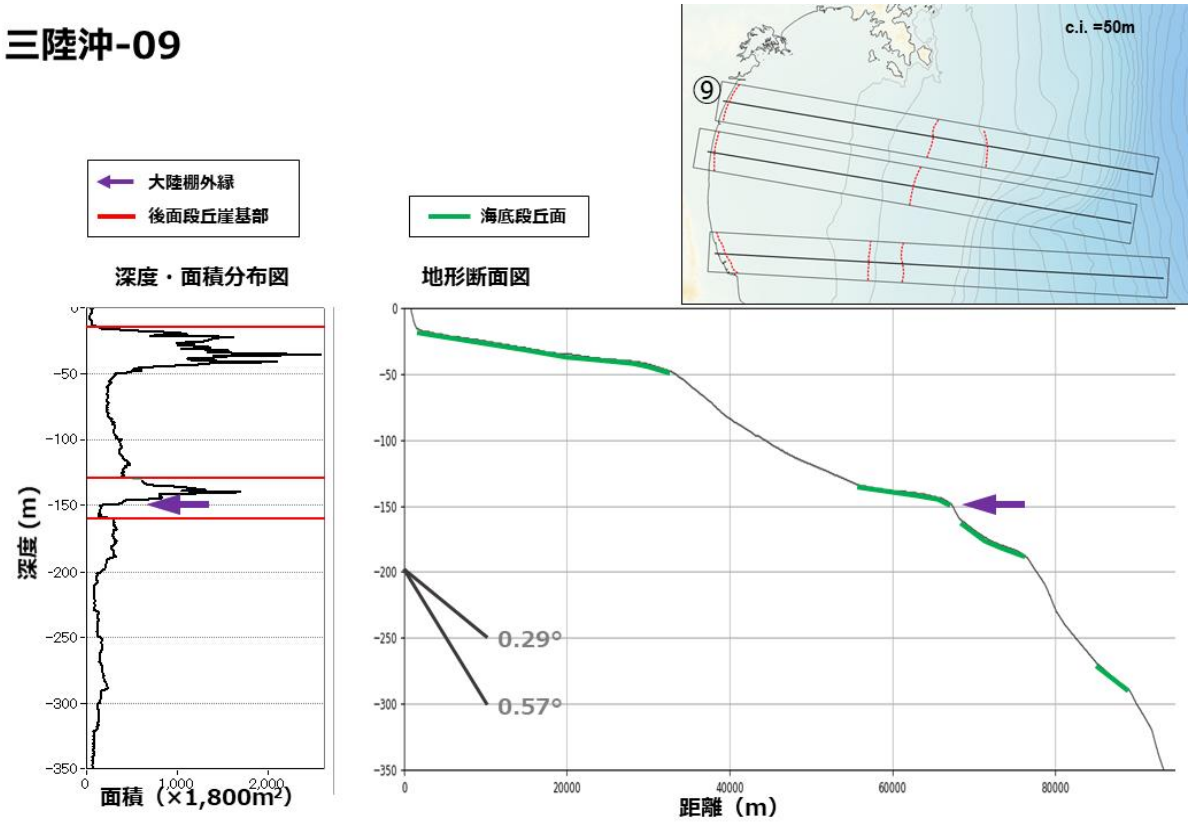


図 2-63　判読結果および地形断面（三陸沖-9）

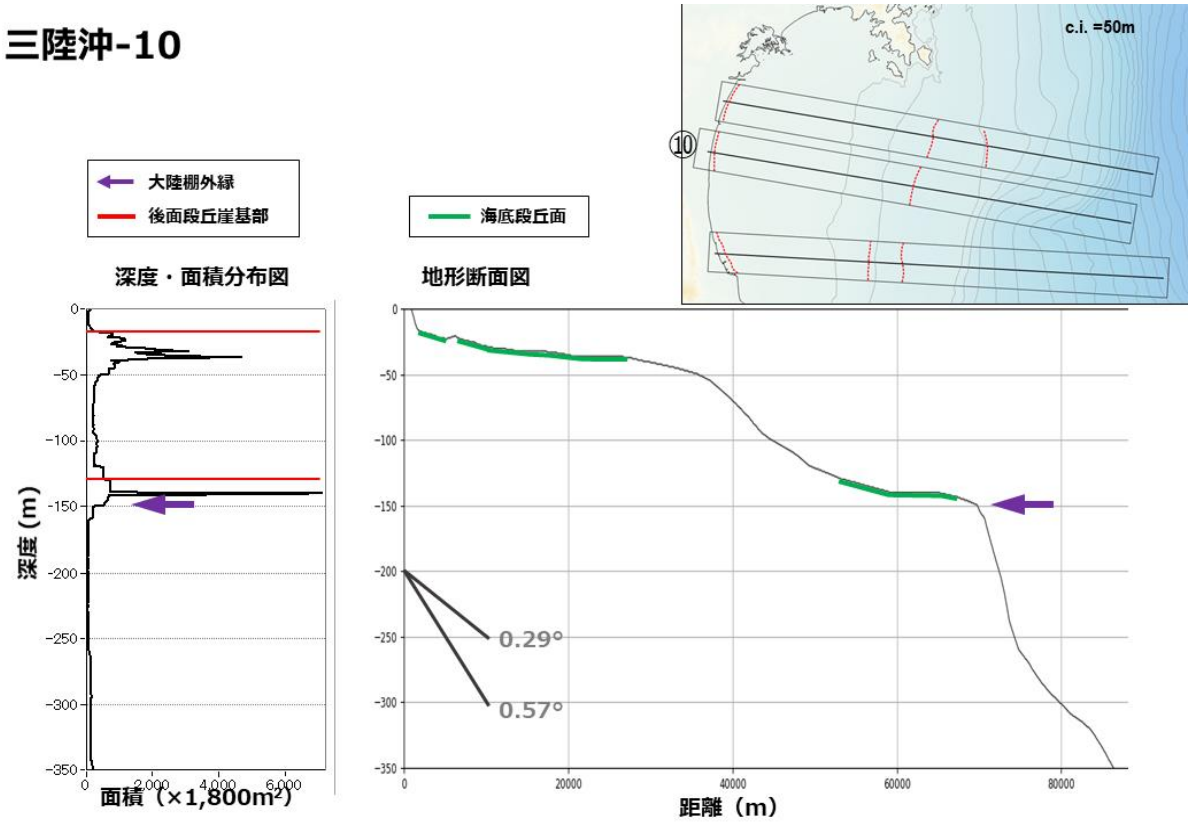


図 2-64　判読結果および地形断面（三陸沖-10）

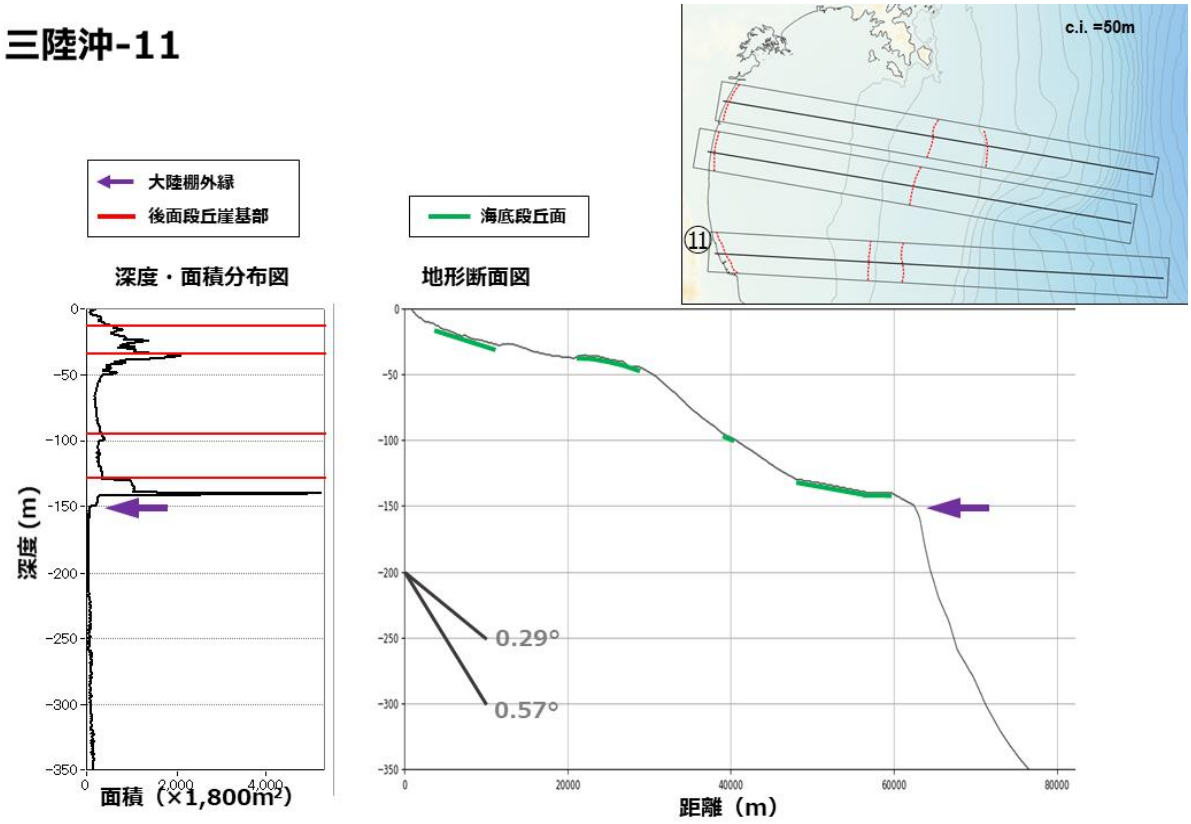


図 2-65　判読結果および地形断面（三陸沖-11）

2.7 常磐沖

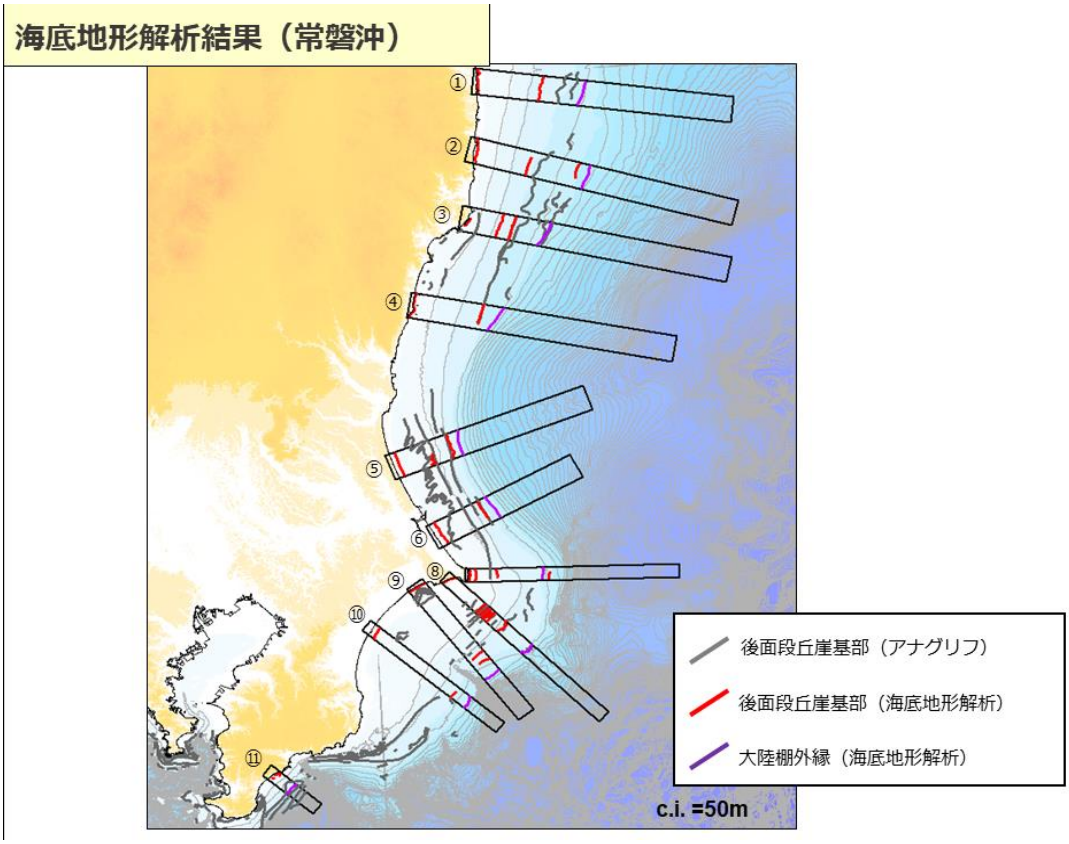


図 2-66　数値地形解析結果（常磐沖）

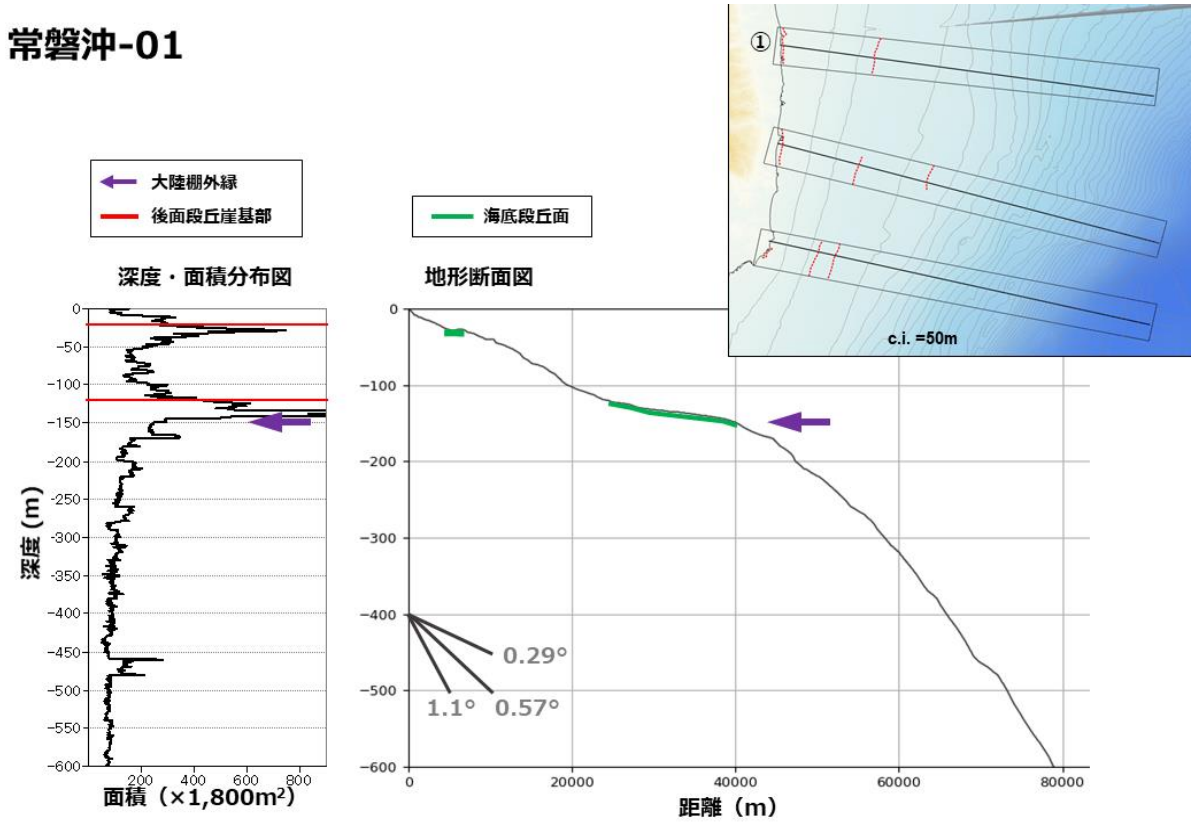


図 2-67　判読結果および地形断面（常磐沖-1）

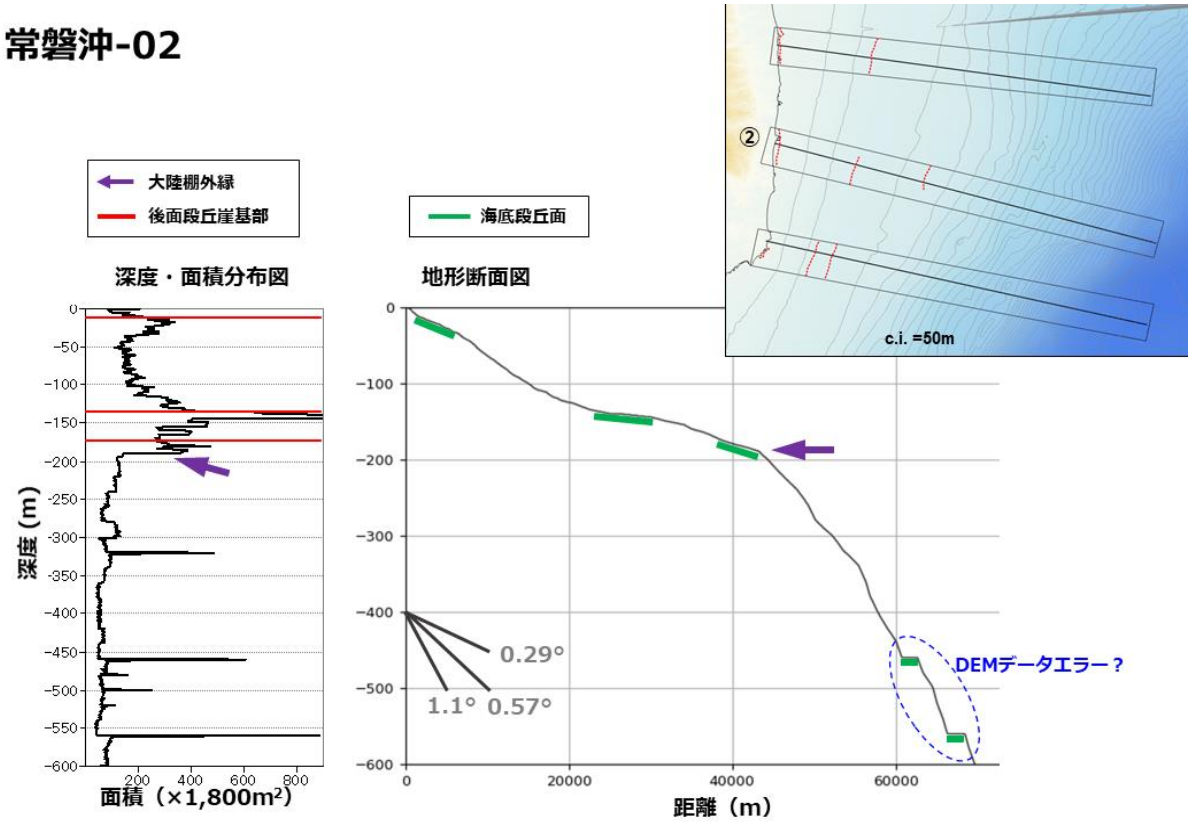


図 2-68　判読結果および地形断面（常磐沖-2）

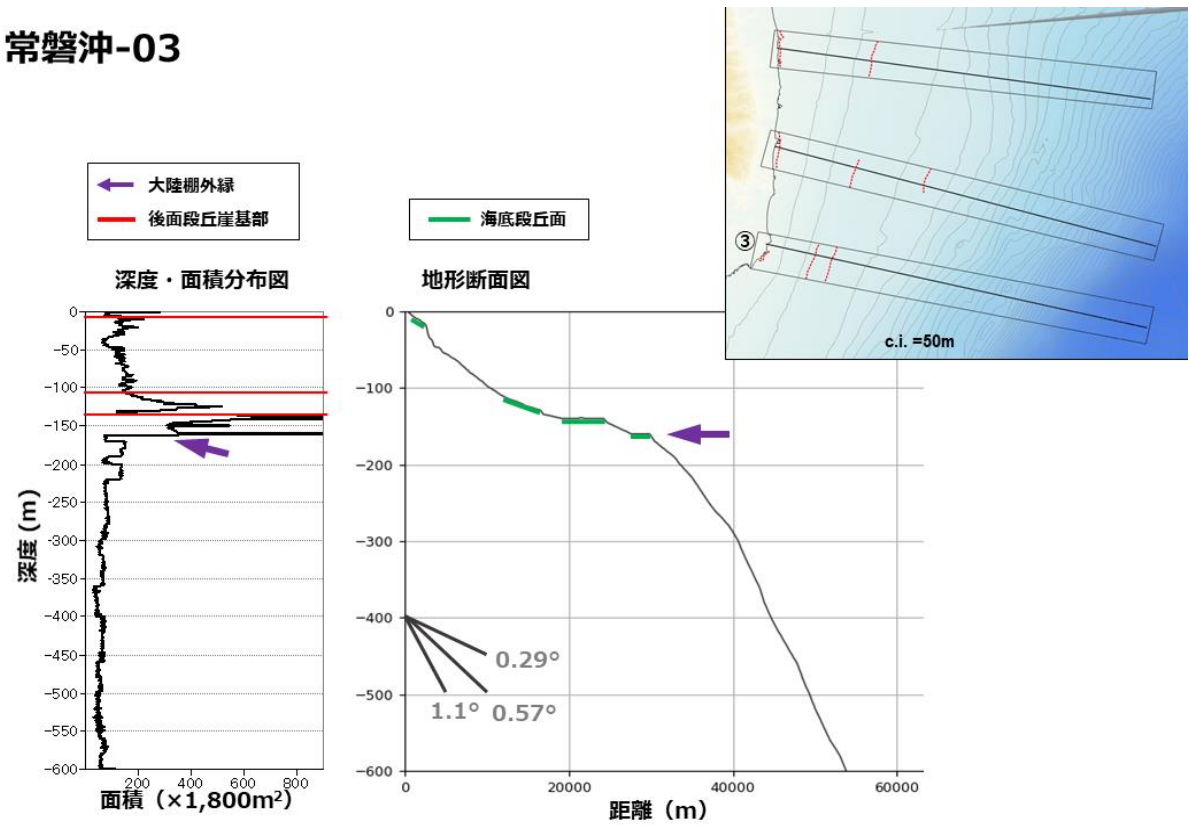


図 2-69　判読結果および地形断面（常磐沖-3）

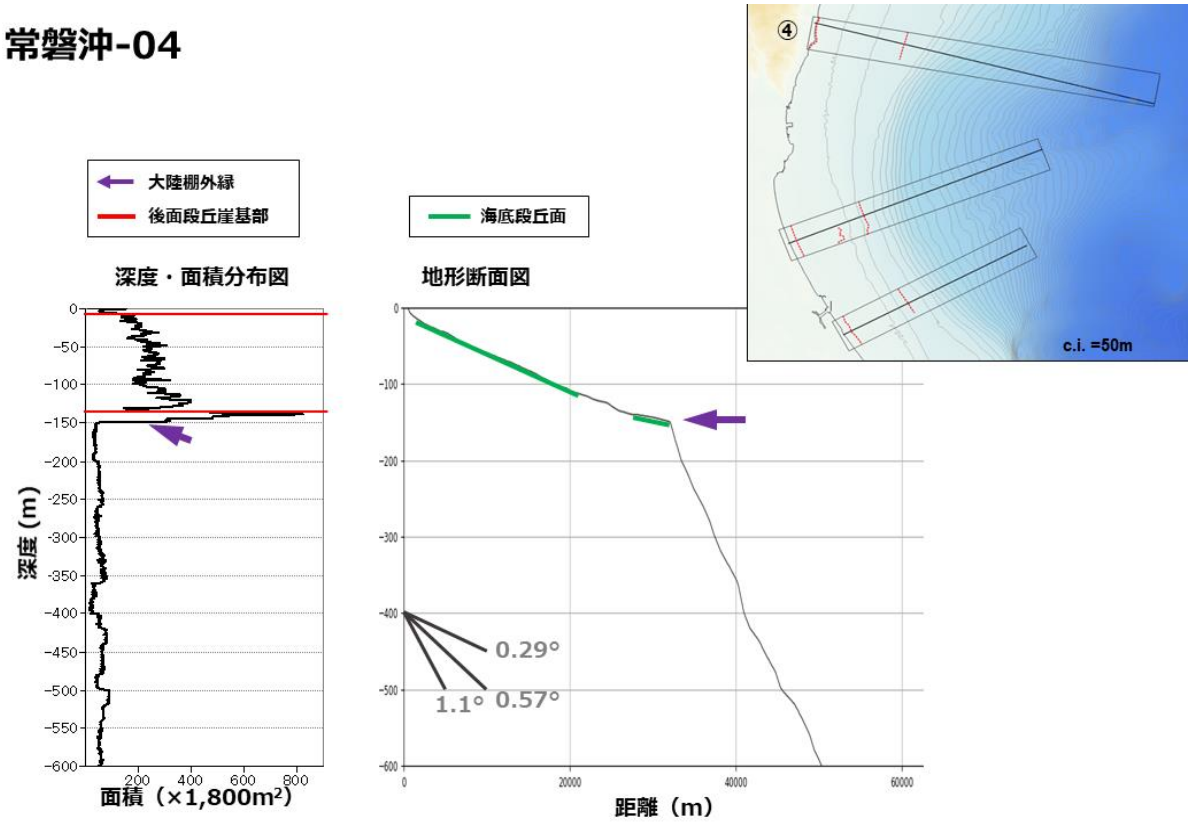


図 2-70　判読結果および地形断面（常磐沖-4）

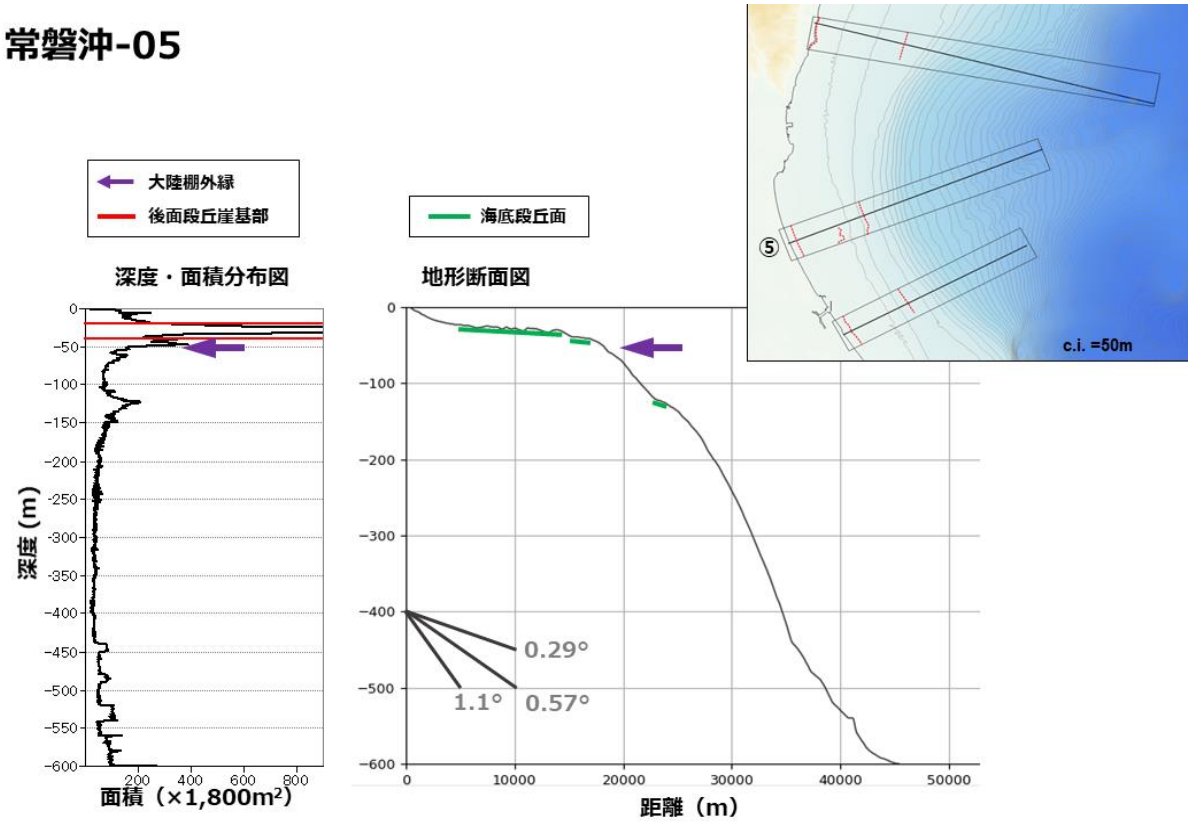


図 2-71　判読結果および地形断面（常磐沖-5）

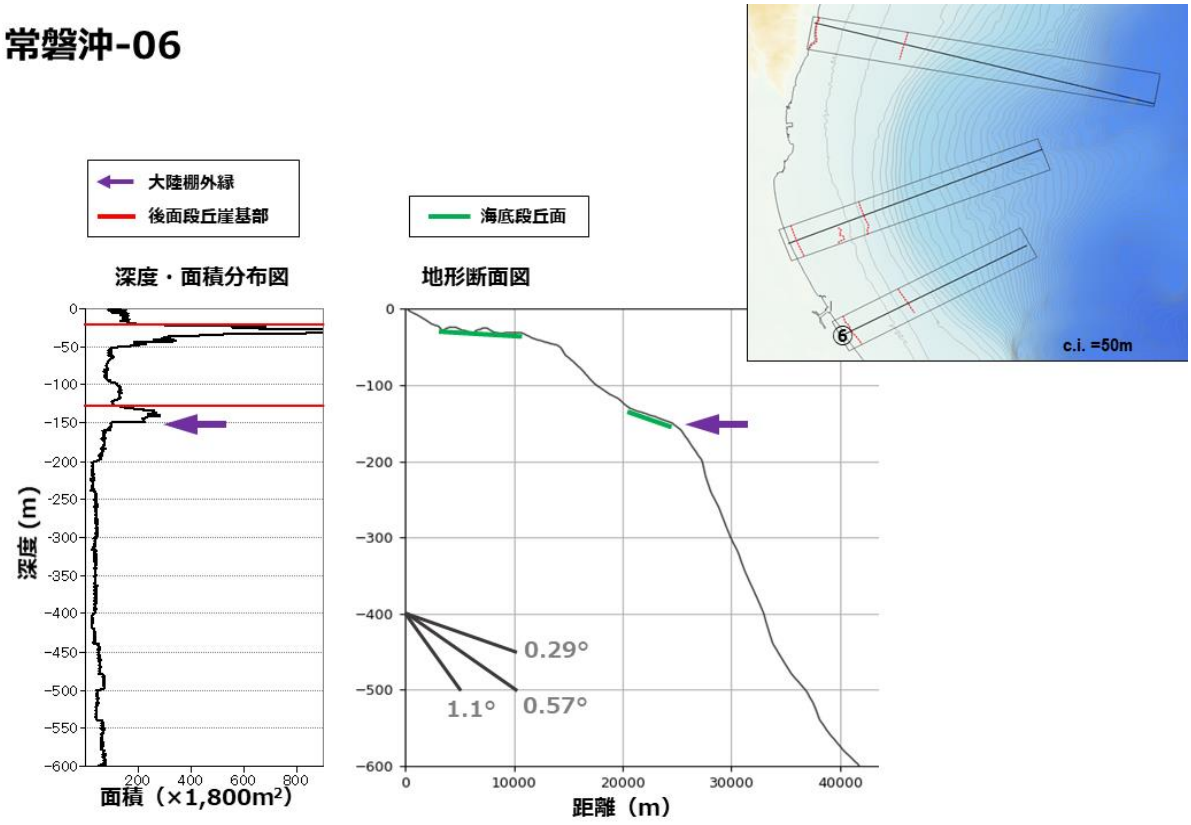


図 2-72　判読結果および地形断面（常磐沖-6）

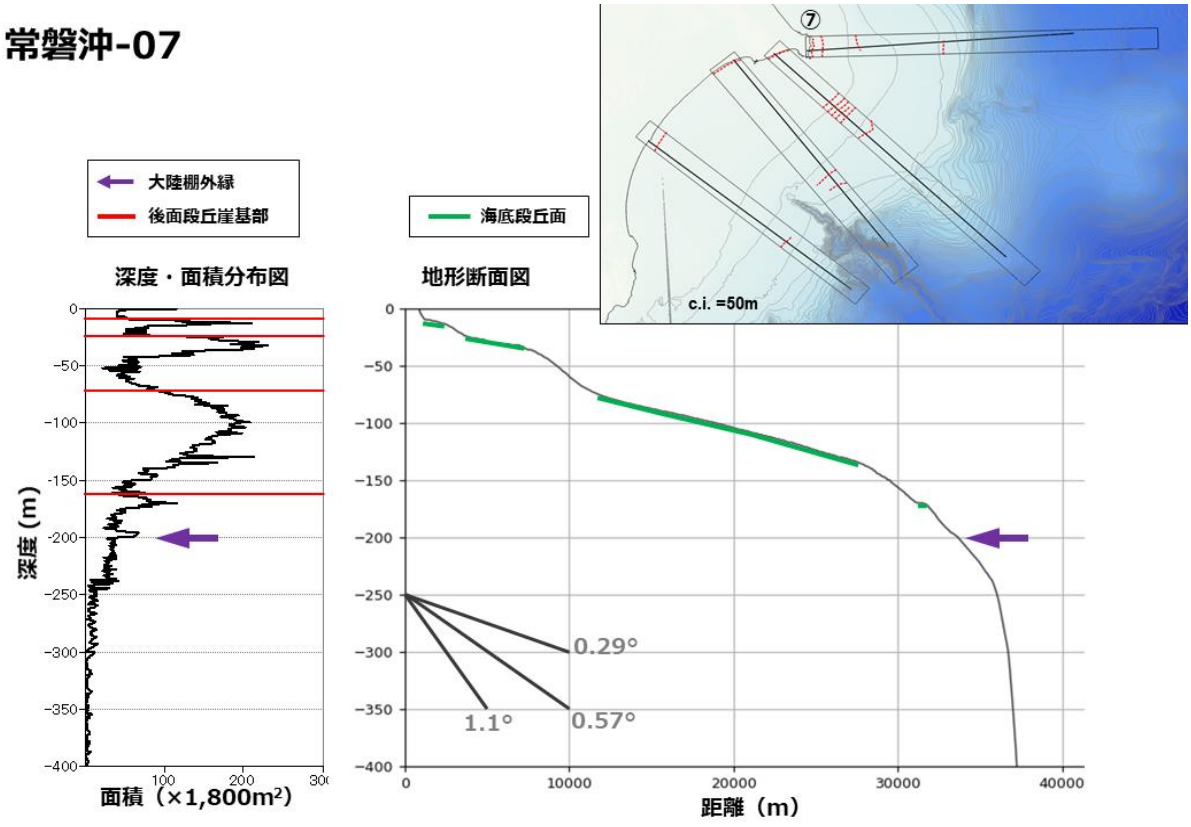


図 2-73　判読結果および地形断面（常磐沖-7）

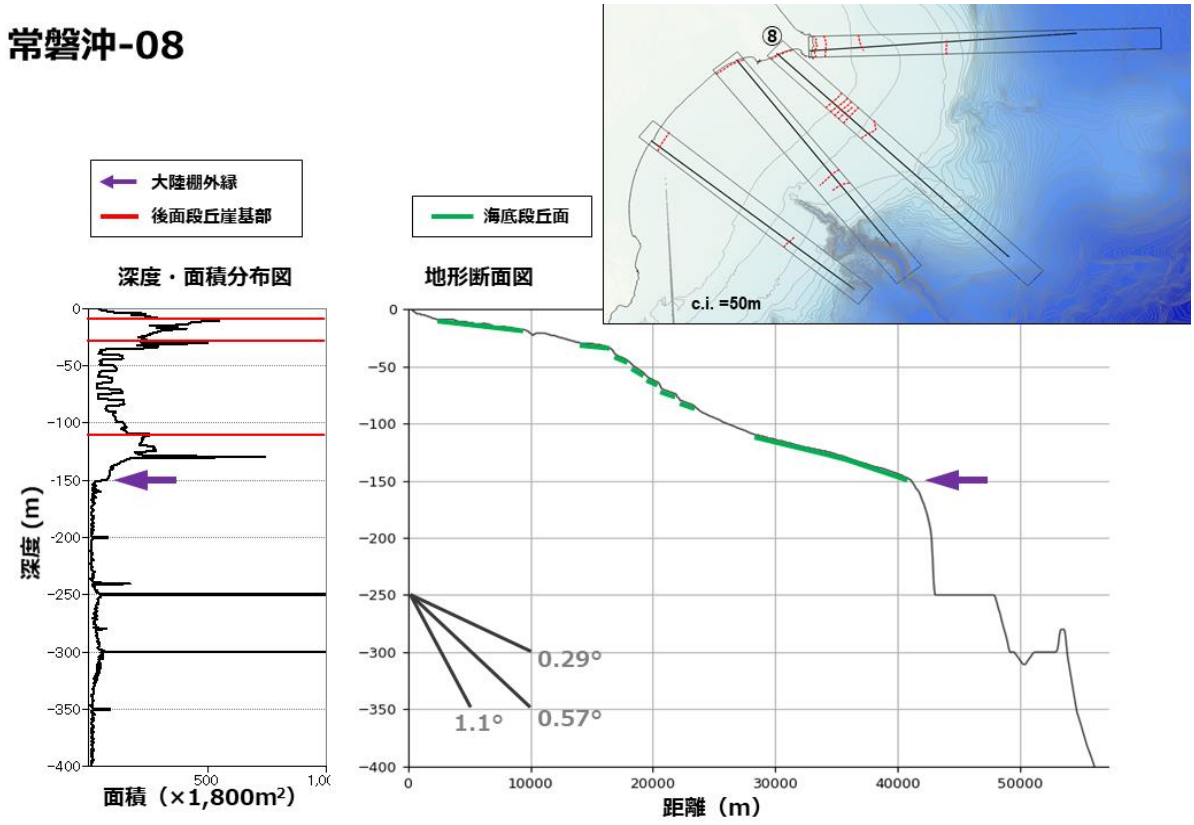


図 2-74　判読結果および地形断面（常磐沖-8）

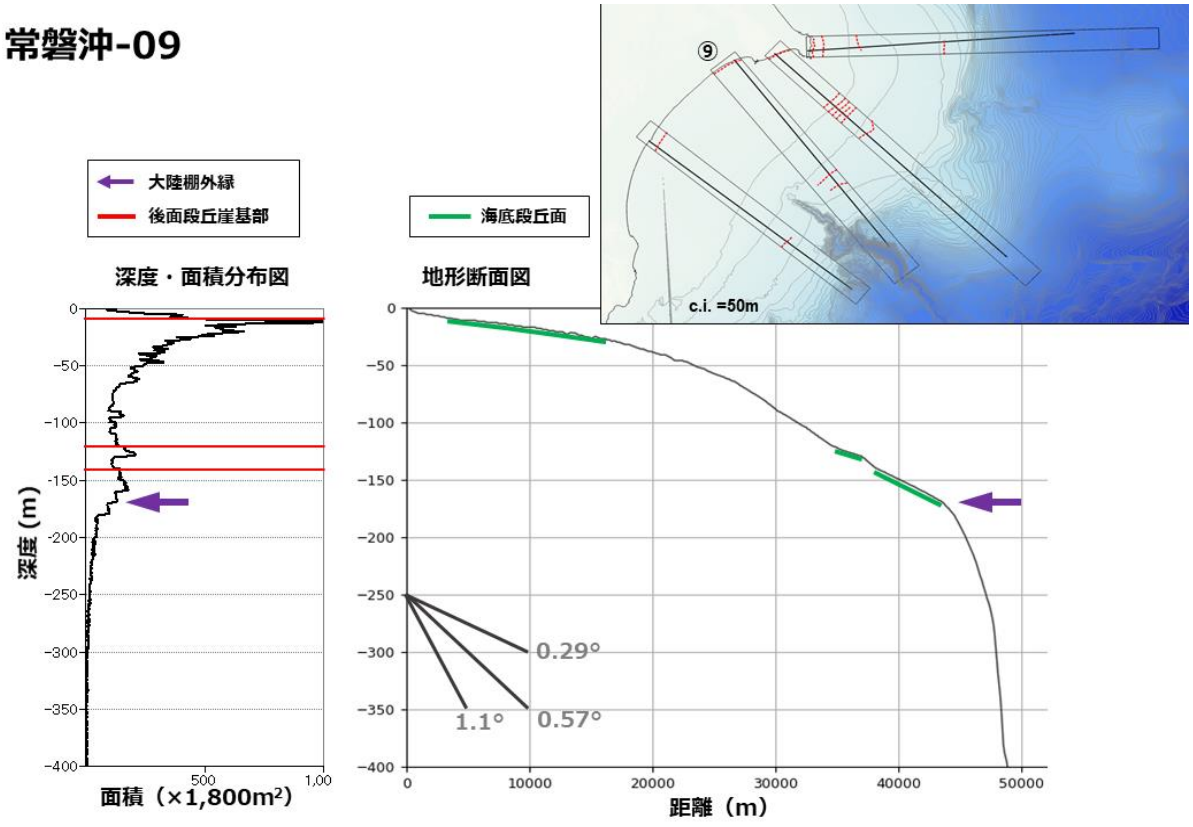


図 2-75　判読結果および地形断面（常磐沖-9）

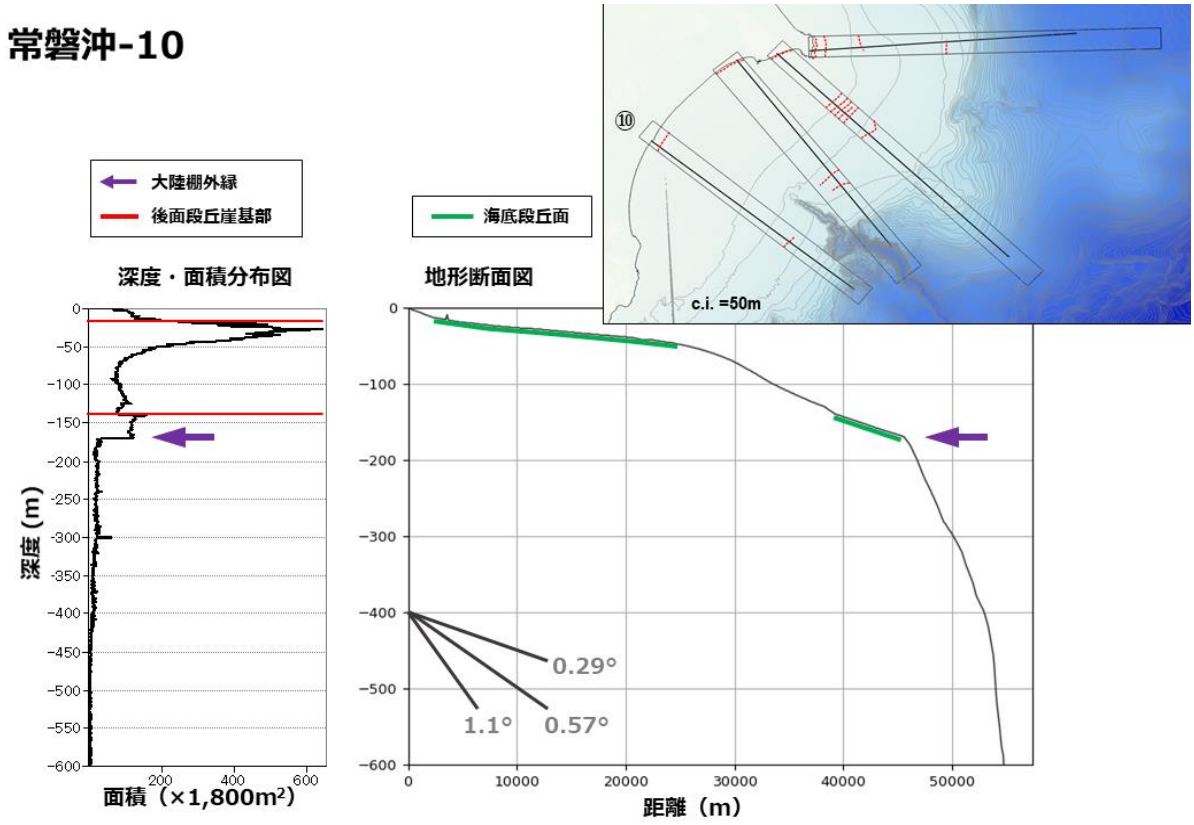


図 2-76　判読結果および地形断面（常磐沖-10）

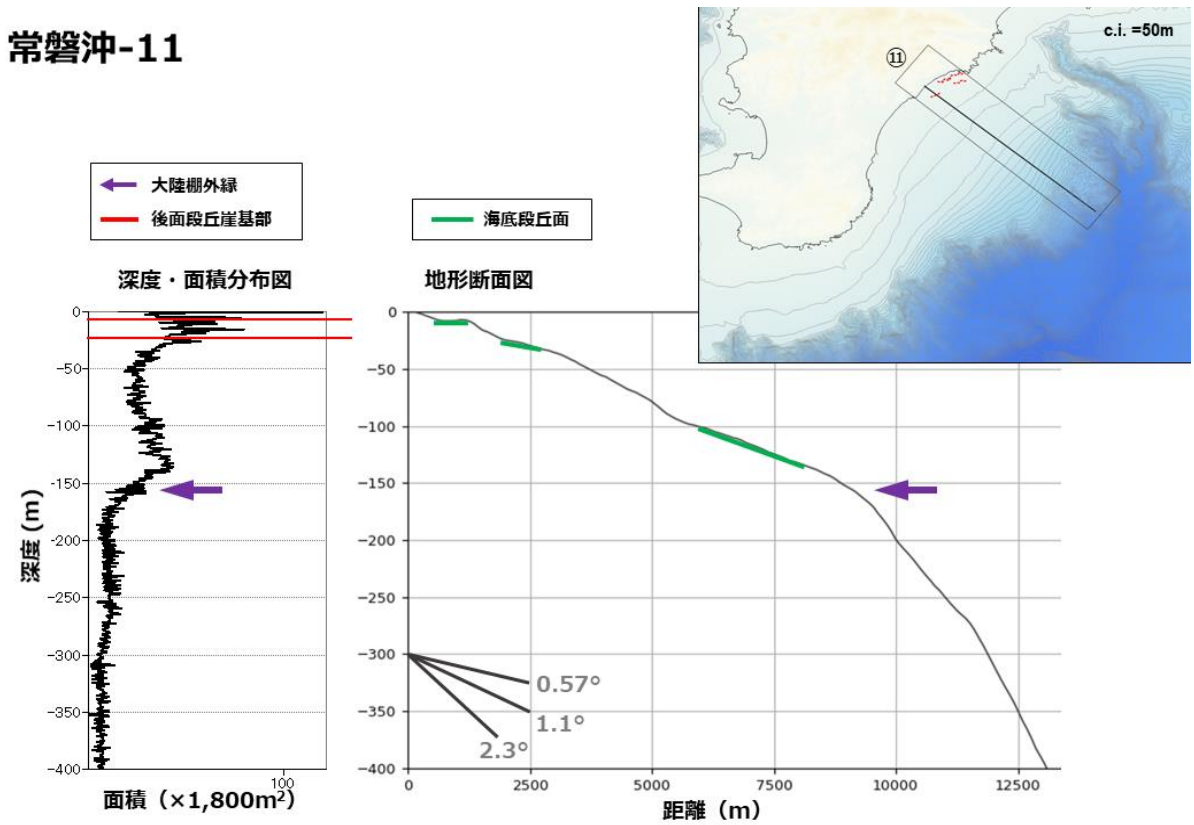


図 2-77　判読結果および地形断面（常磐沖-11）

2.8 伊豆半島西岸沖

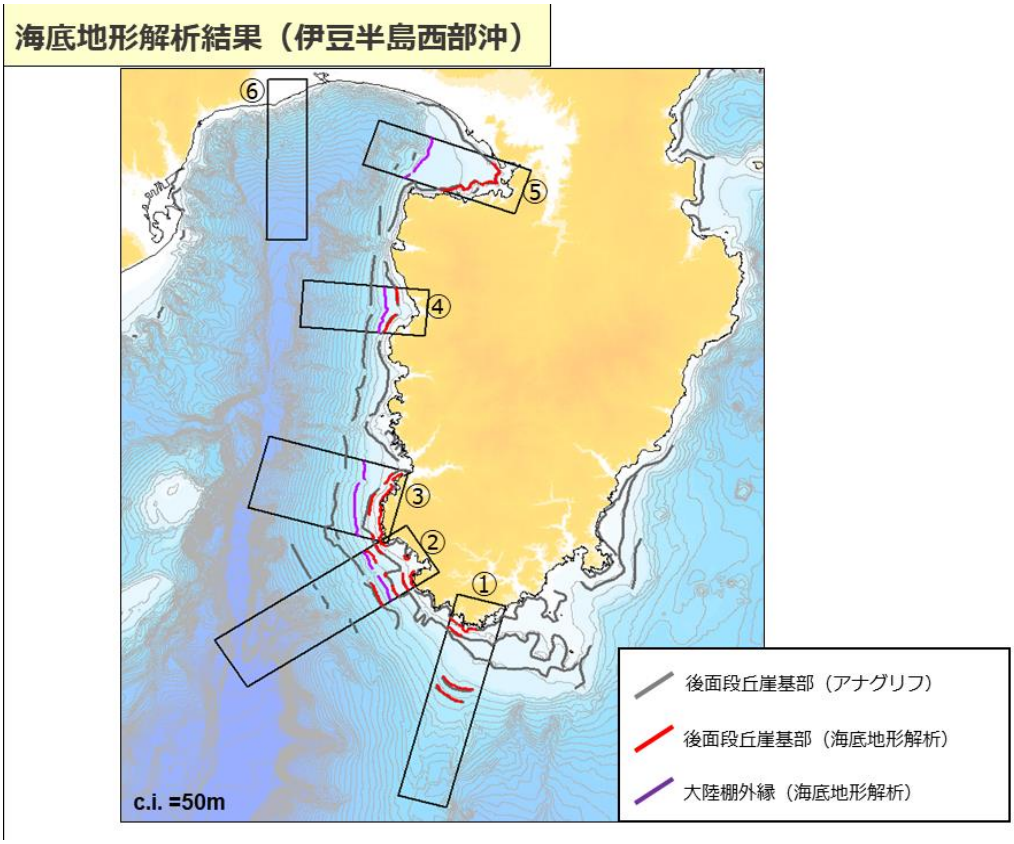


図 2-78　数値地形解析結果（伊豆半島西岸）

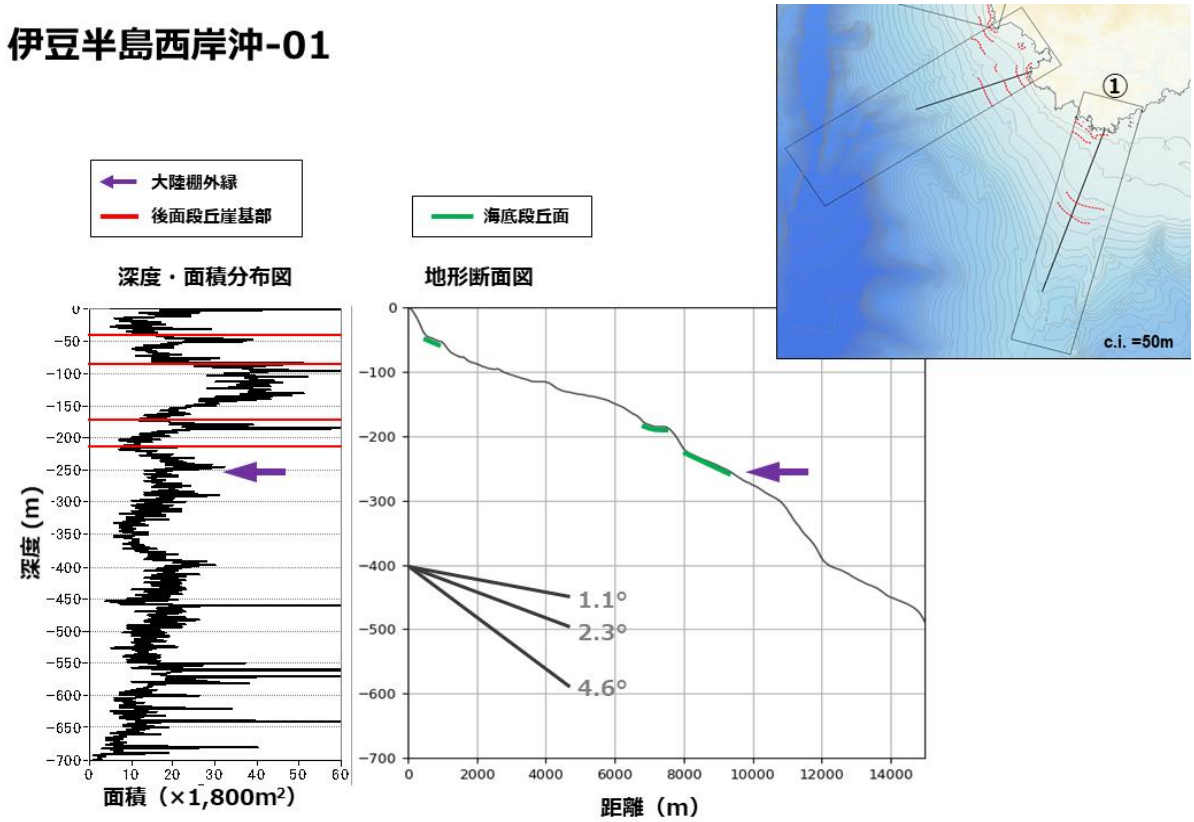


図 81　判読結果および地形断面（伊豆半島西岸-1）

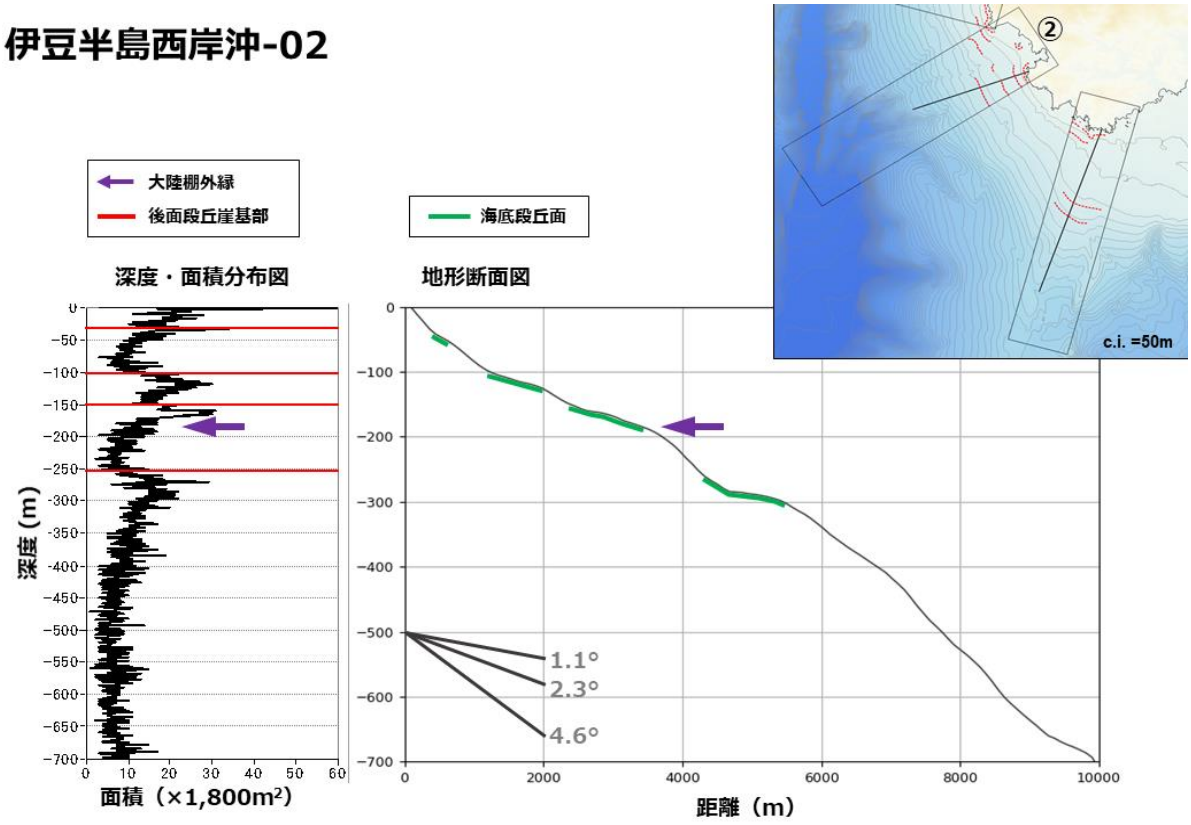


図 82　判読結果および地形断面（伊豆半島西岸-2）

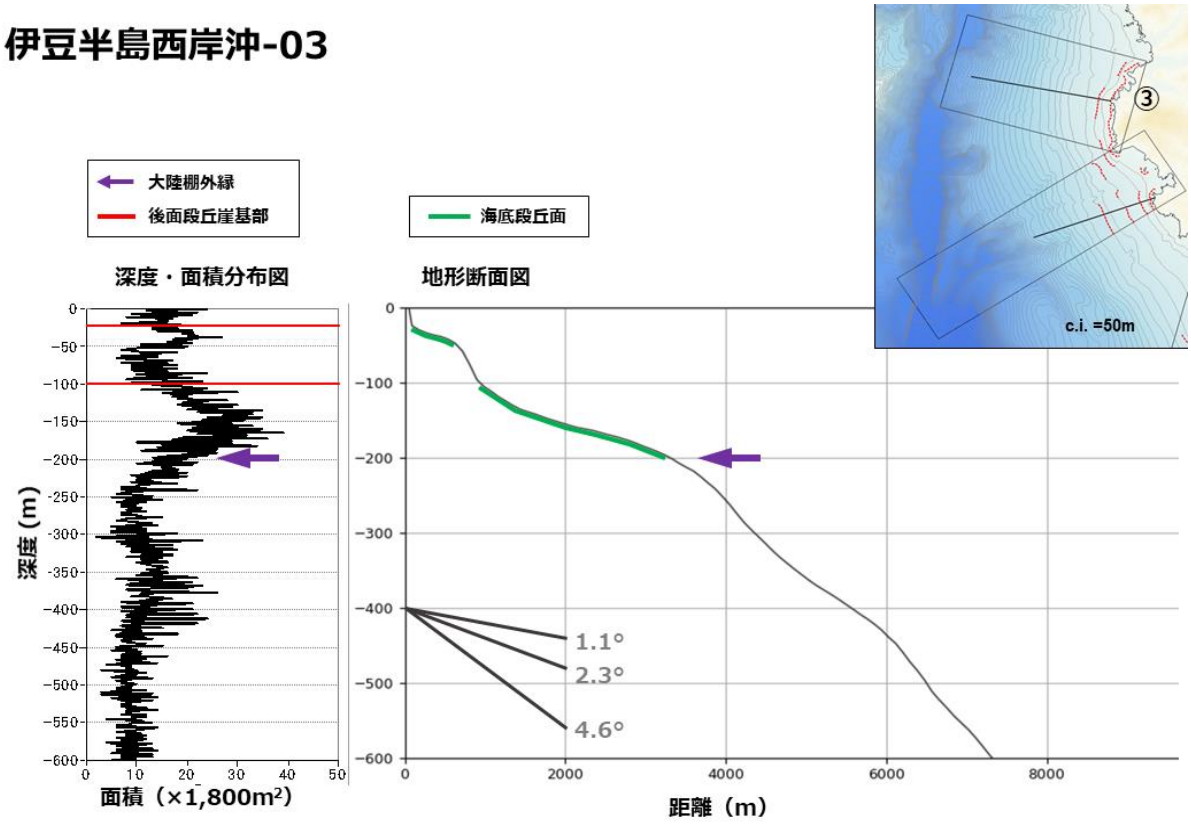


図 83　判読結果および地形断面（伊豆半島西岸-3）

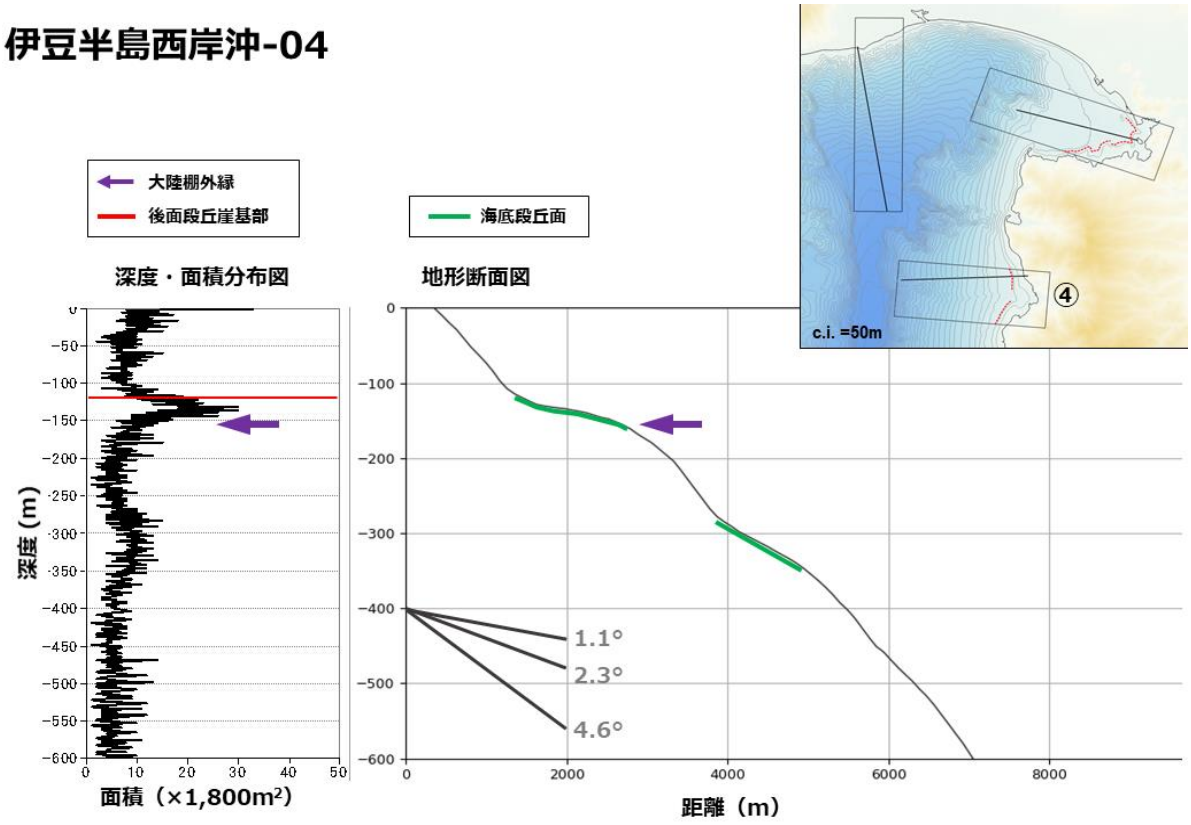


図 2-79　判読結果および地形断面（伊豆半島西岸-4）

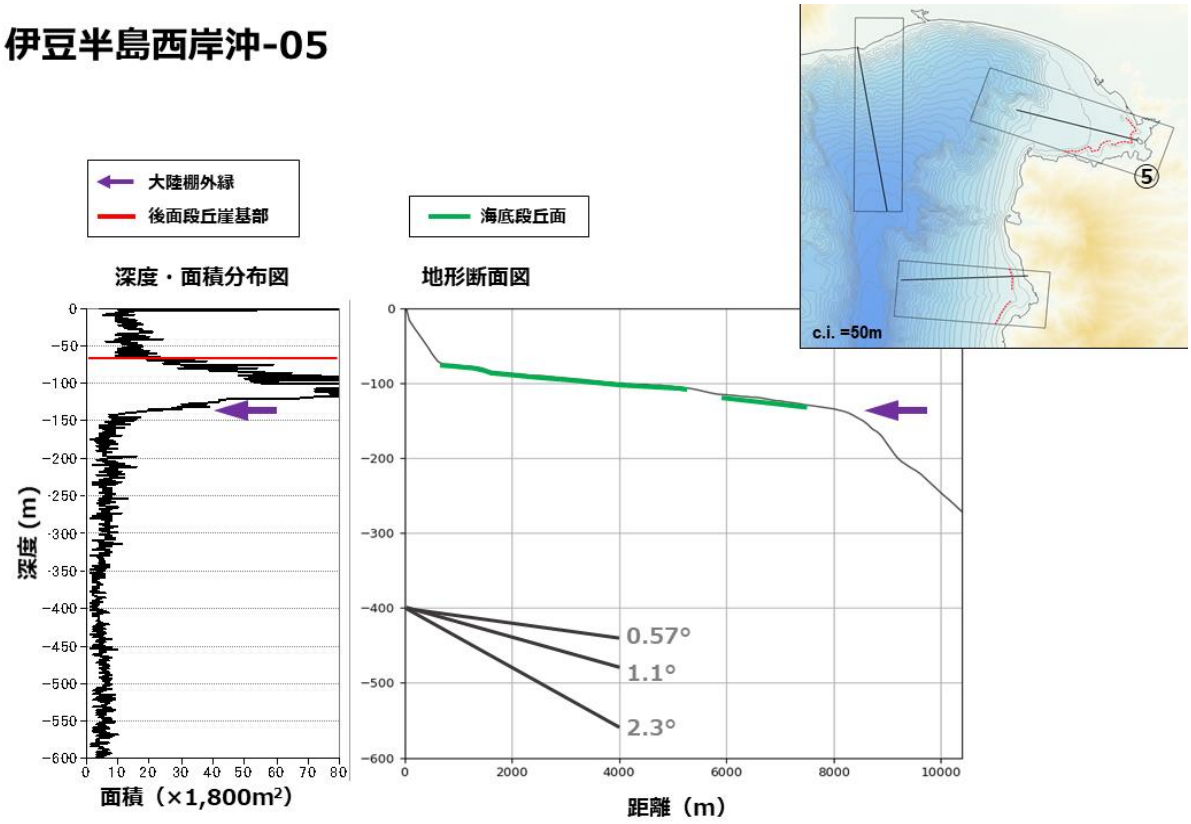


図 2-80　判読結果および地形断面（伊豆半島西岸-5）

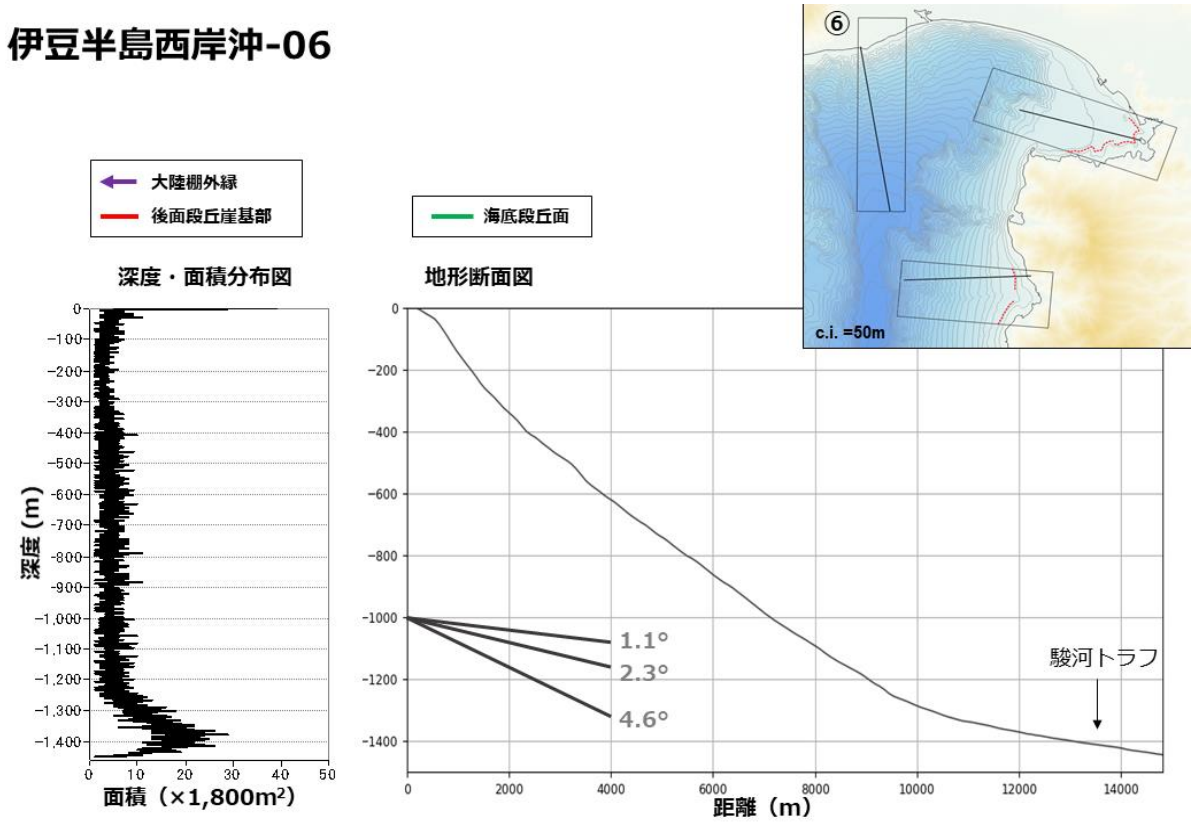


図 2-81　判読結果および地形断面（伊豆半島西岸-6）

2.9 紀伊半島沿岸沖

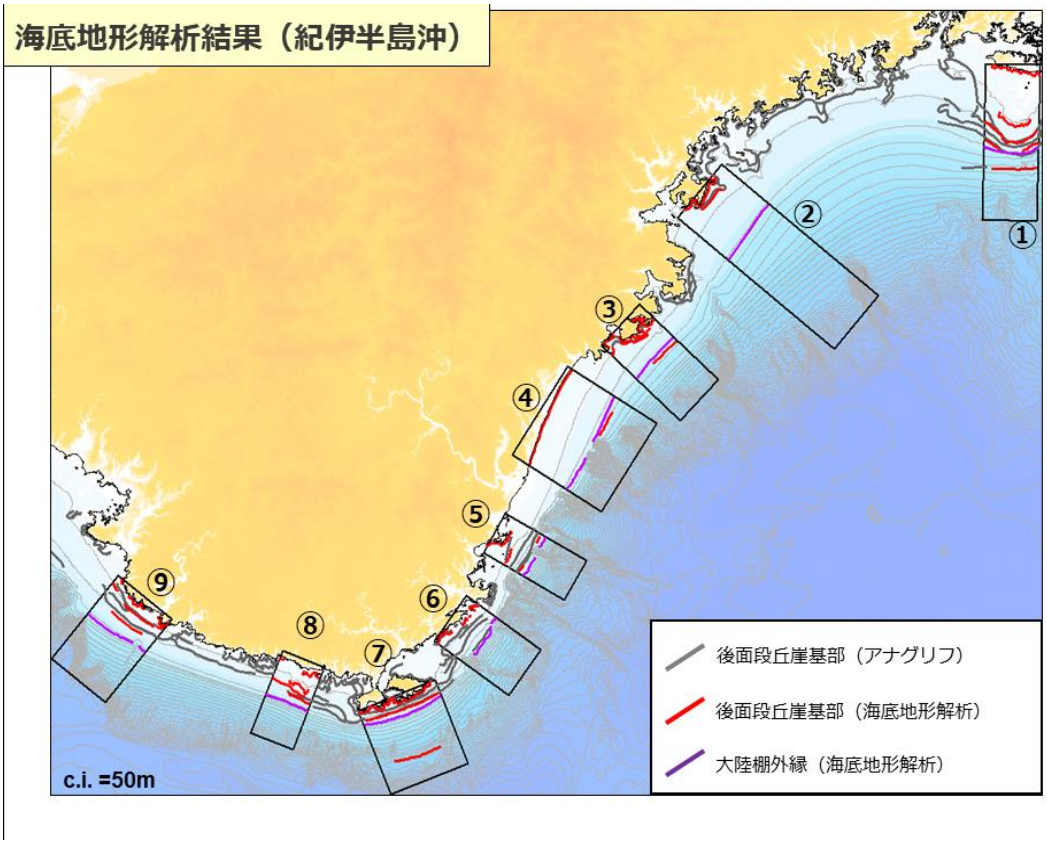


図 2-82　数値地形解析結果（紀伊半島沿岸）

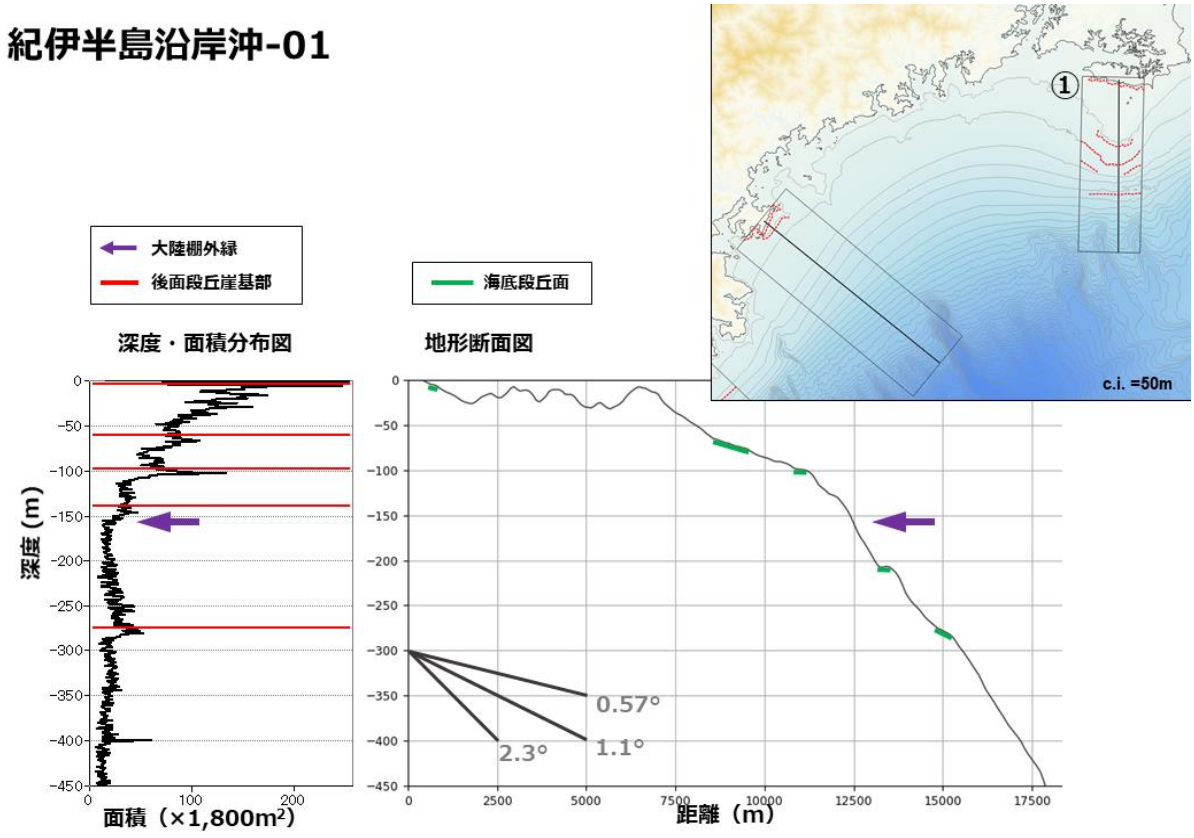


図 2-83　判読結果および地形断面（紀伊半島沿岸-1）

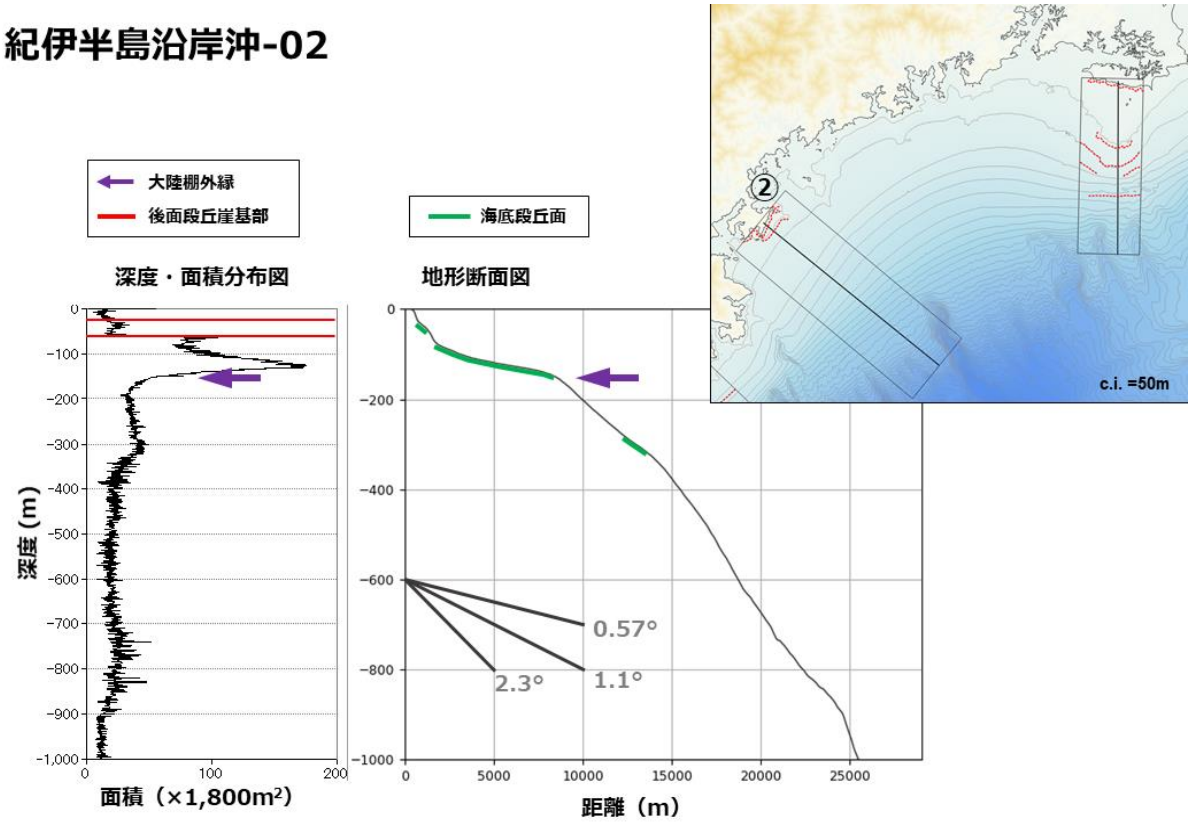


図 2-84　判読結果および地形断面（紀伊半島沿岸-2）

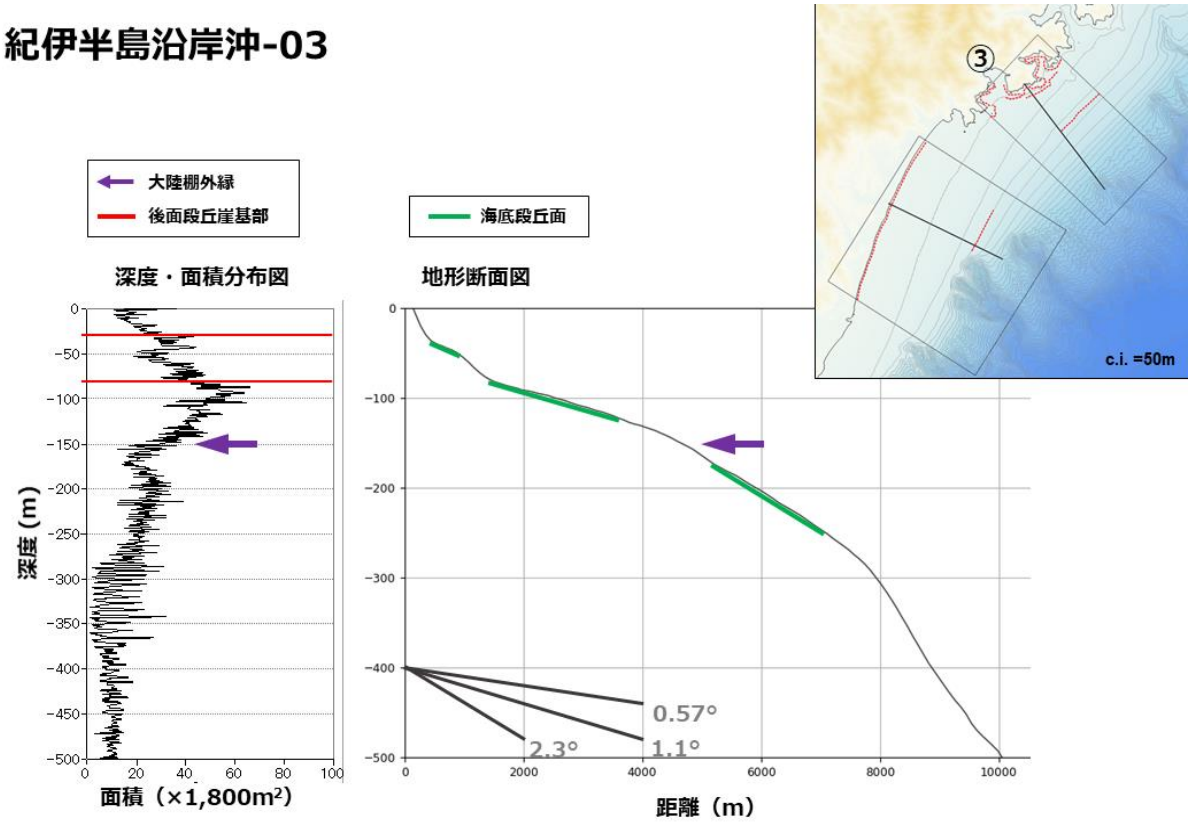


図 2-85　判読結果および地形断面（紀伊半島沿岸-3）

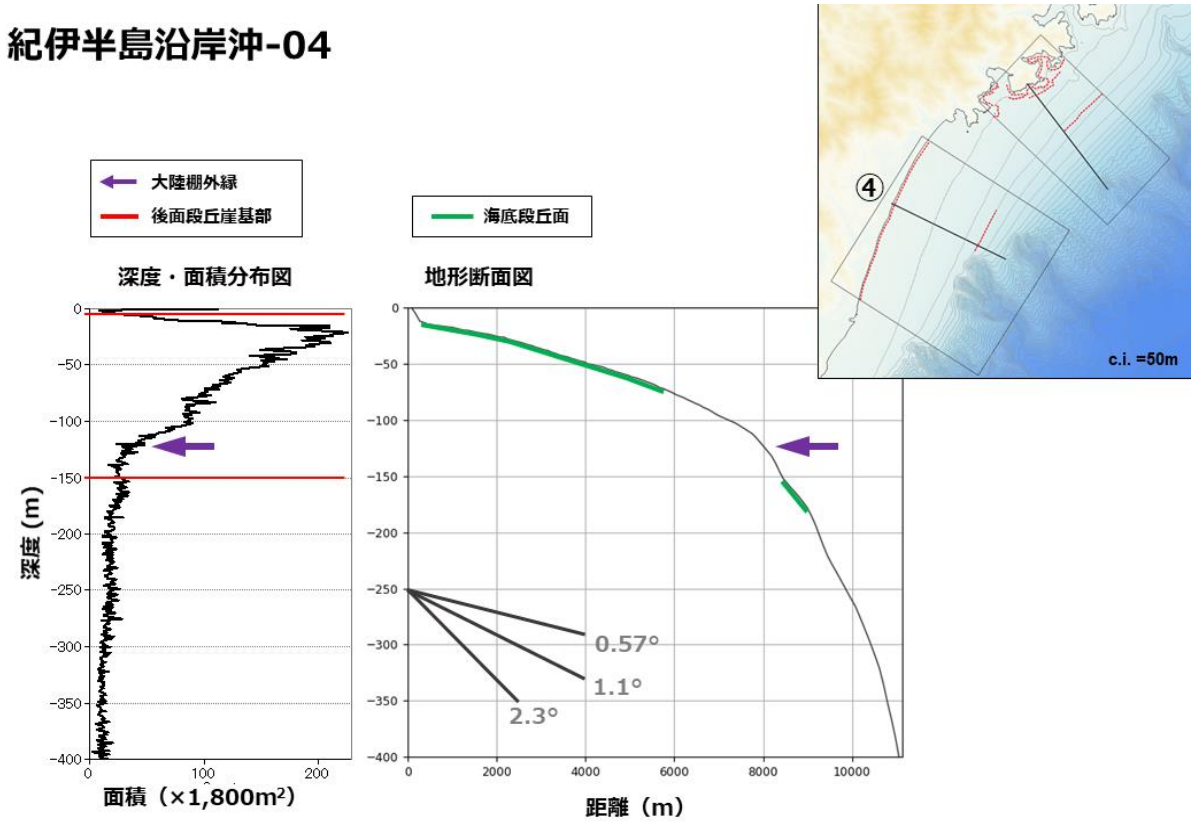


図 2-86　判読結果および地形断面（紀伊半島沿岸-4）

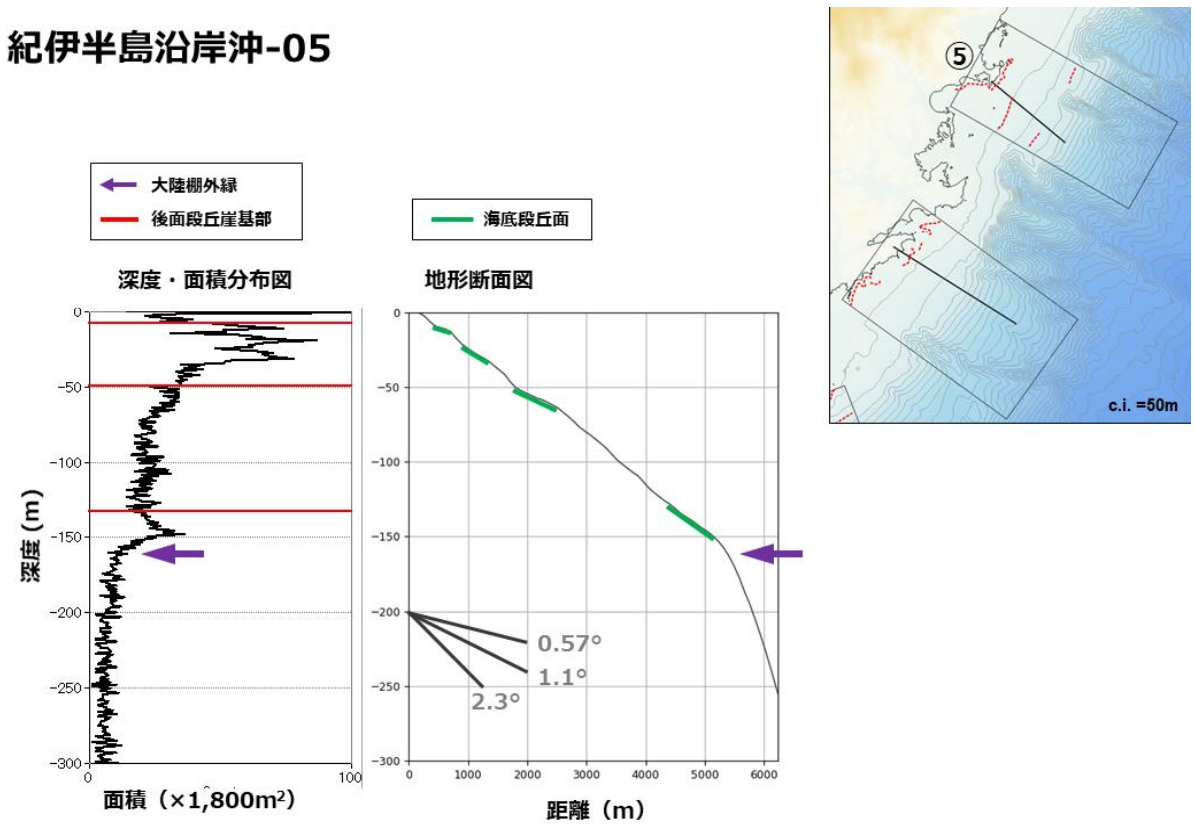


図 2-87　判読結果および地形断面（紀伊半島沿岸-5）

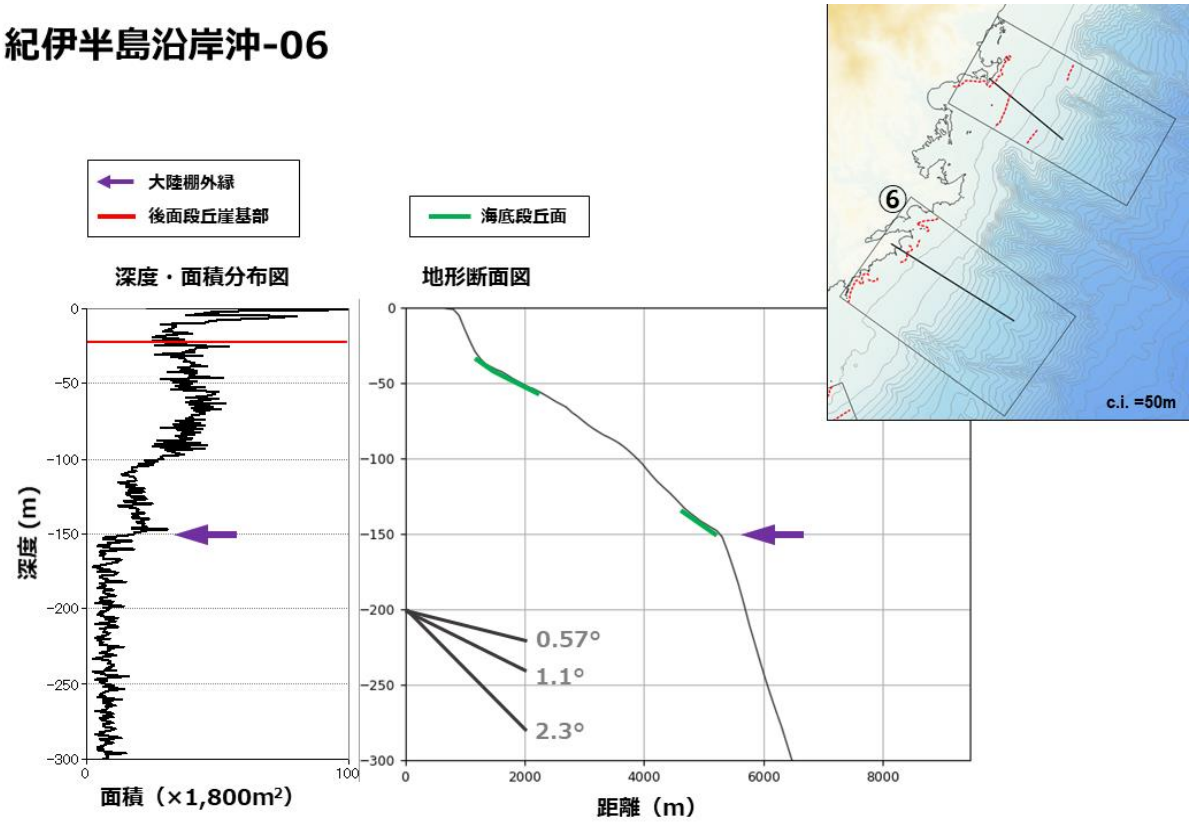


図 2-88　判読結果および地形断面（紀伊半島沿岸-6）

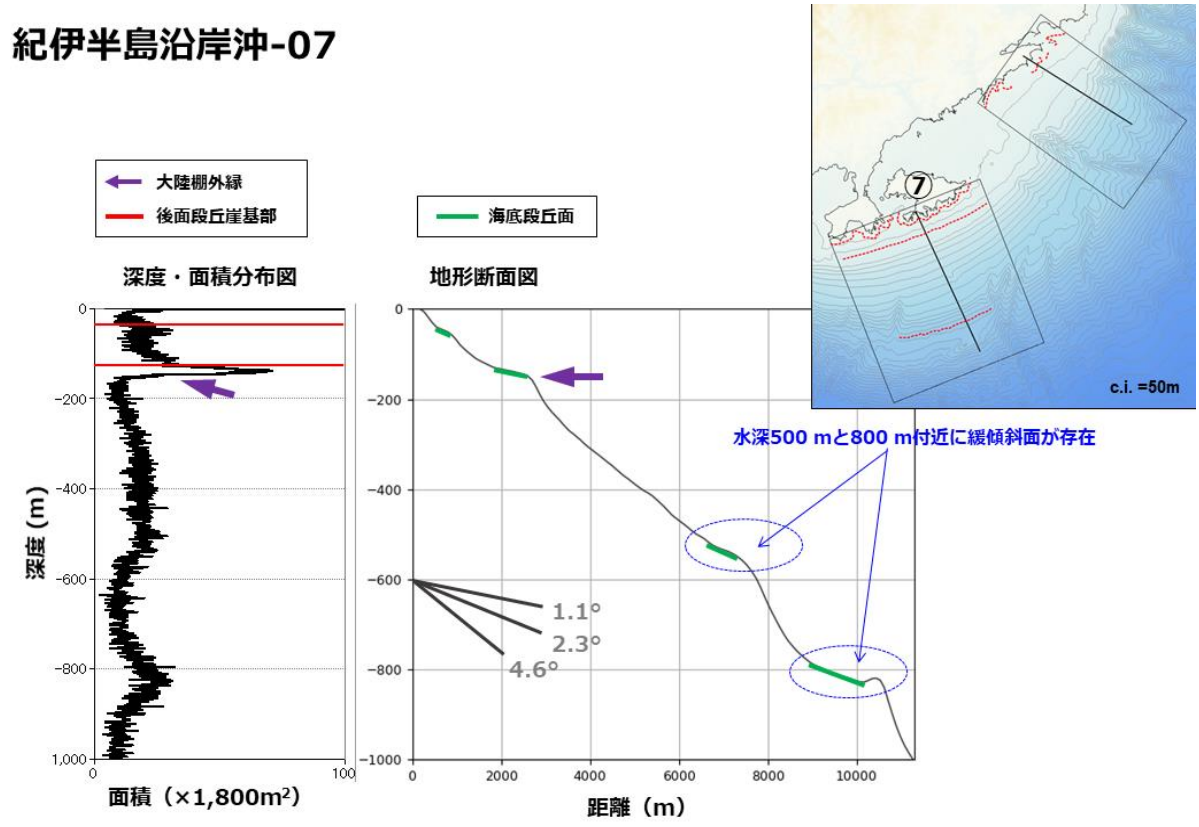


図 2-89　判読結果および地形断面（紀伊半島沿岸-7）

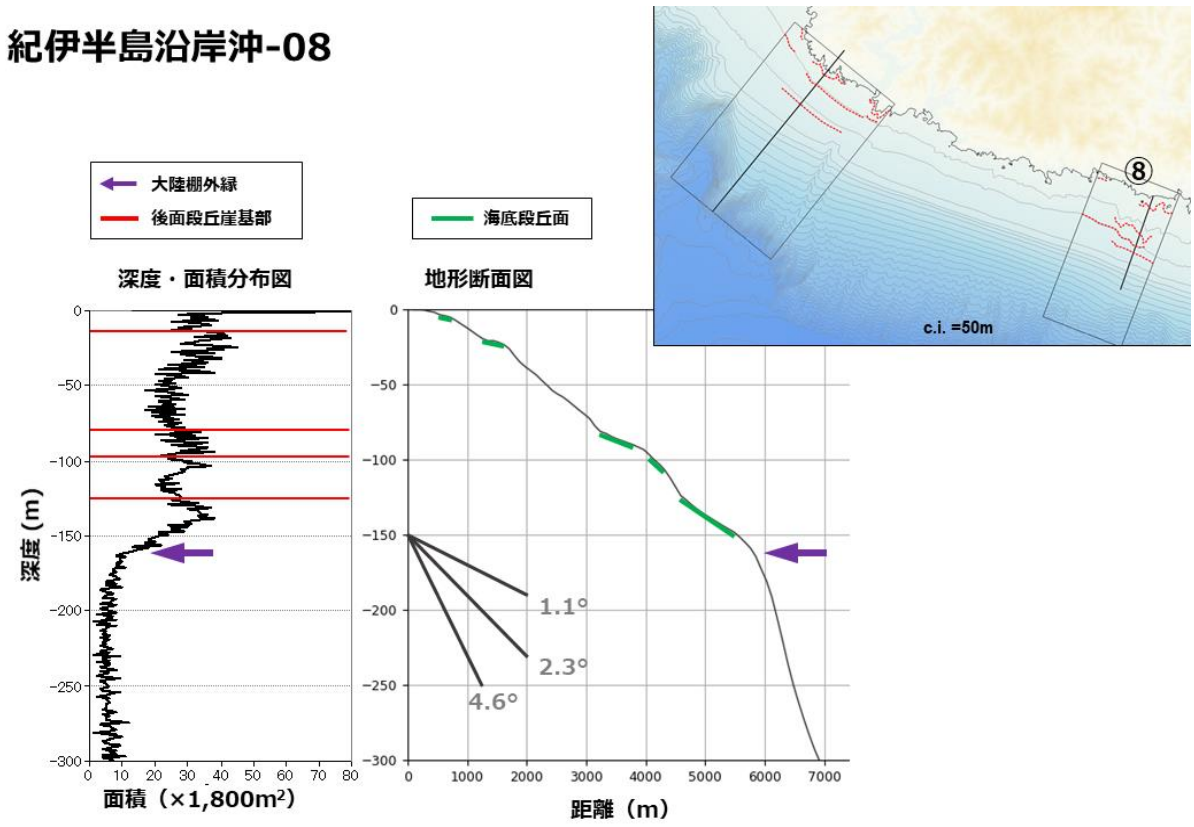


図 2-90　判読結果および地形断面（紀伊半島沿岸-8）

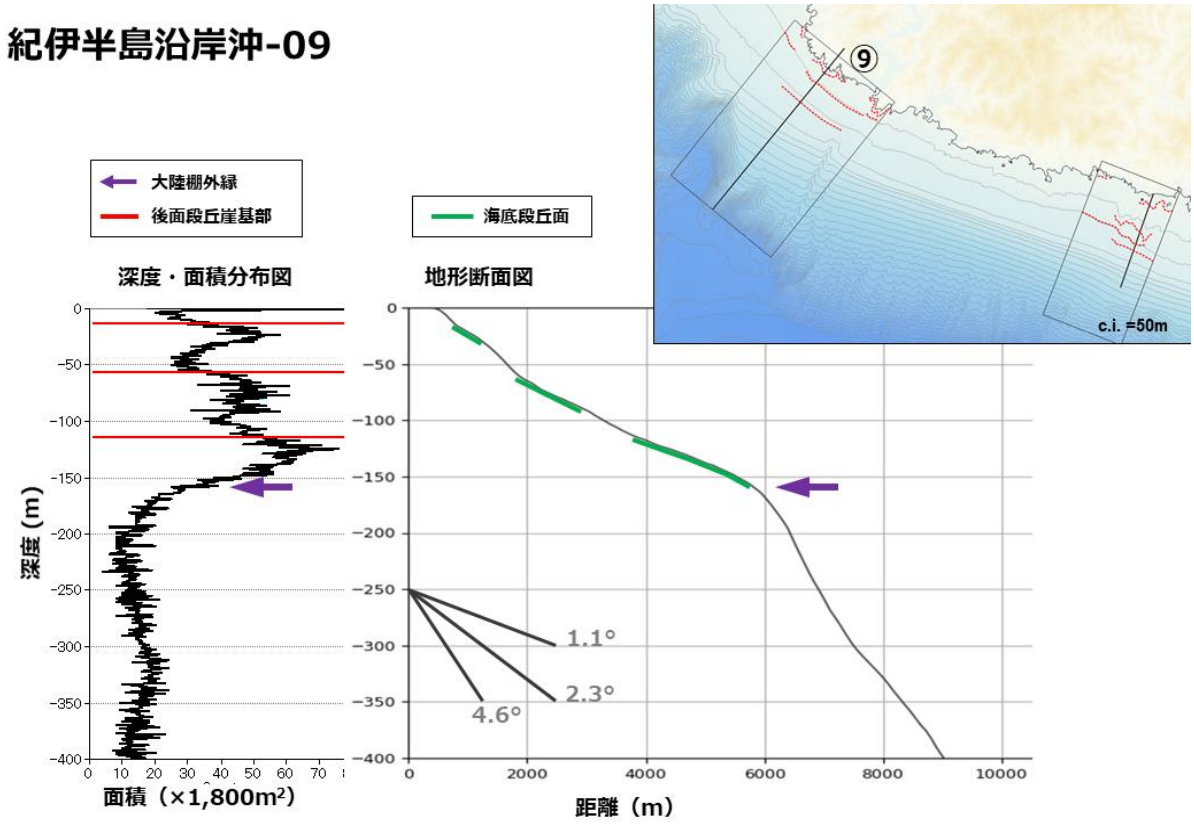


図 2-91　判読結果および地形断面（紀伊半島沿岸-9）

2.10 土佐湾

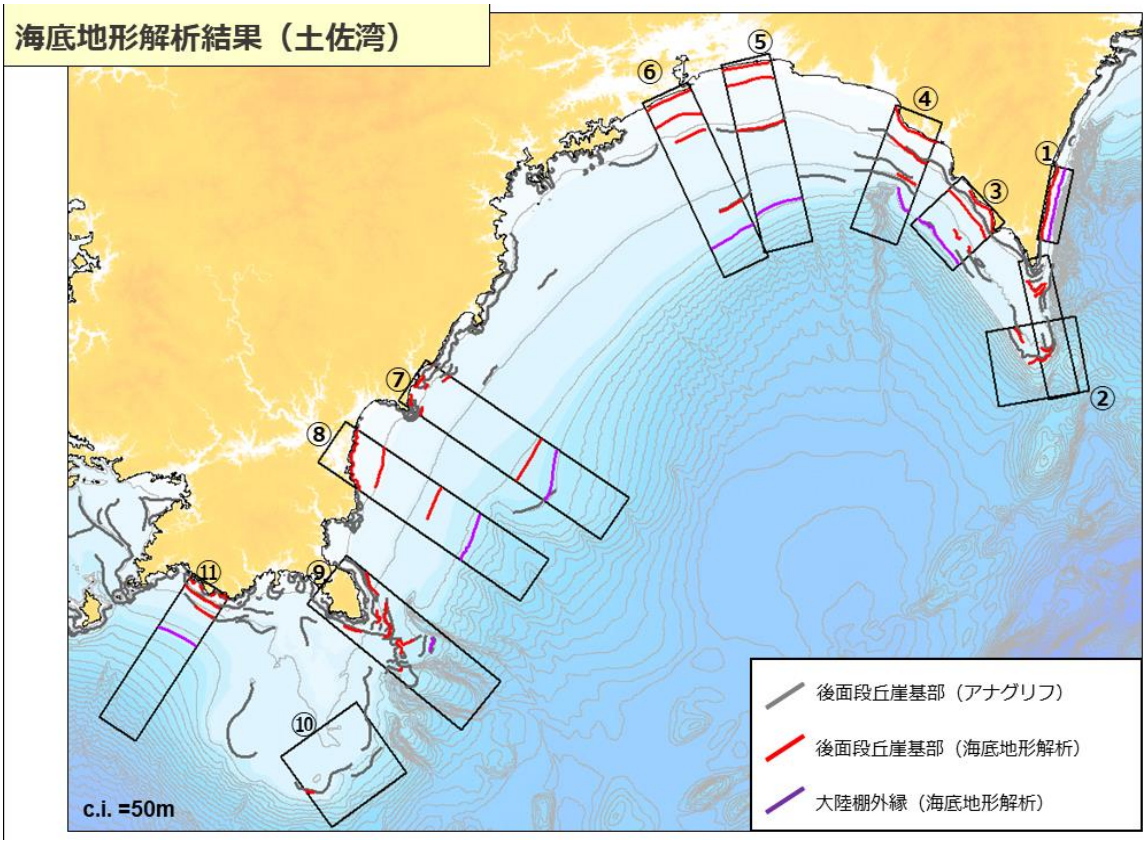


図 2-92　数値地形解析結果（土佐湾）

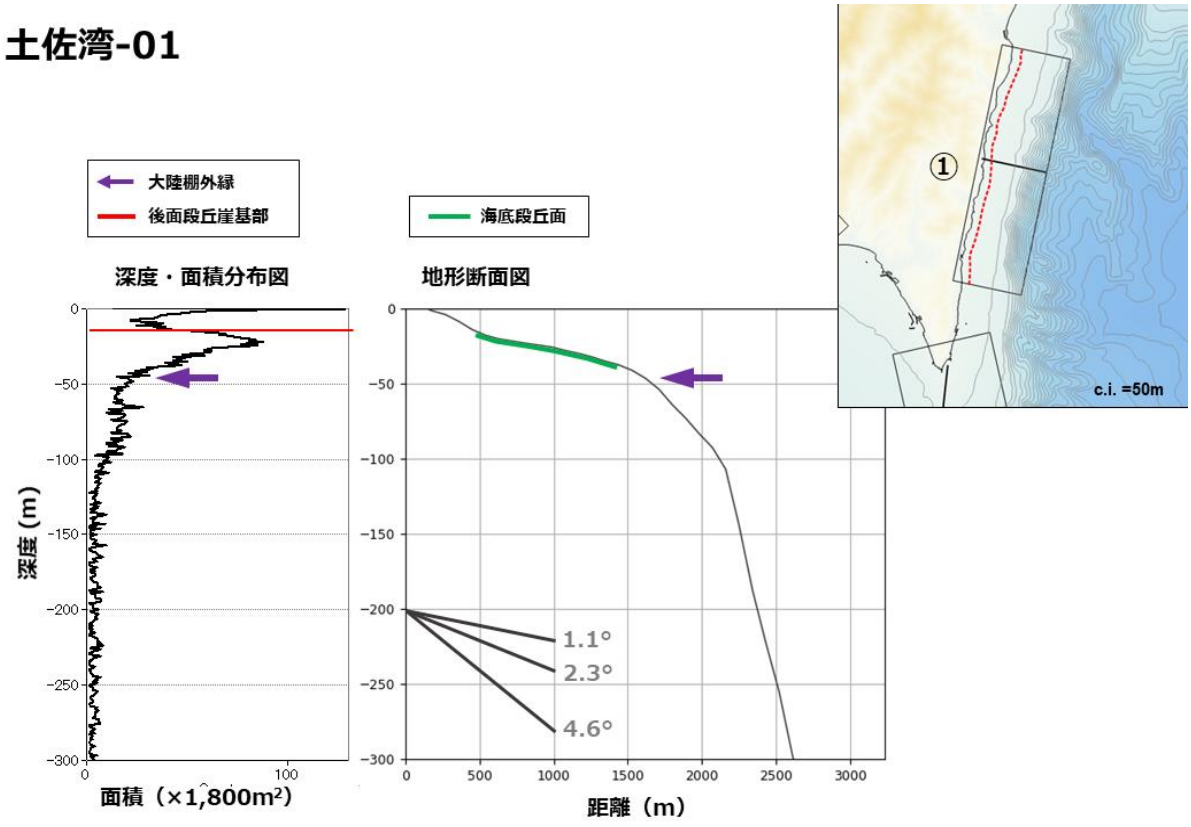


図 2-93　判読結果および地形断面（土佐湾-1）

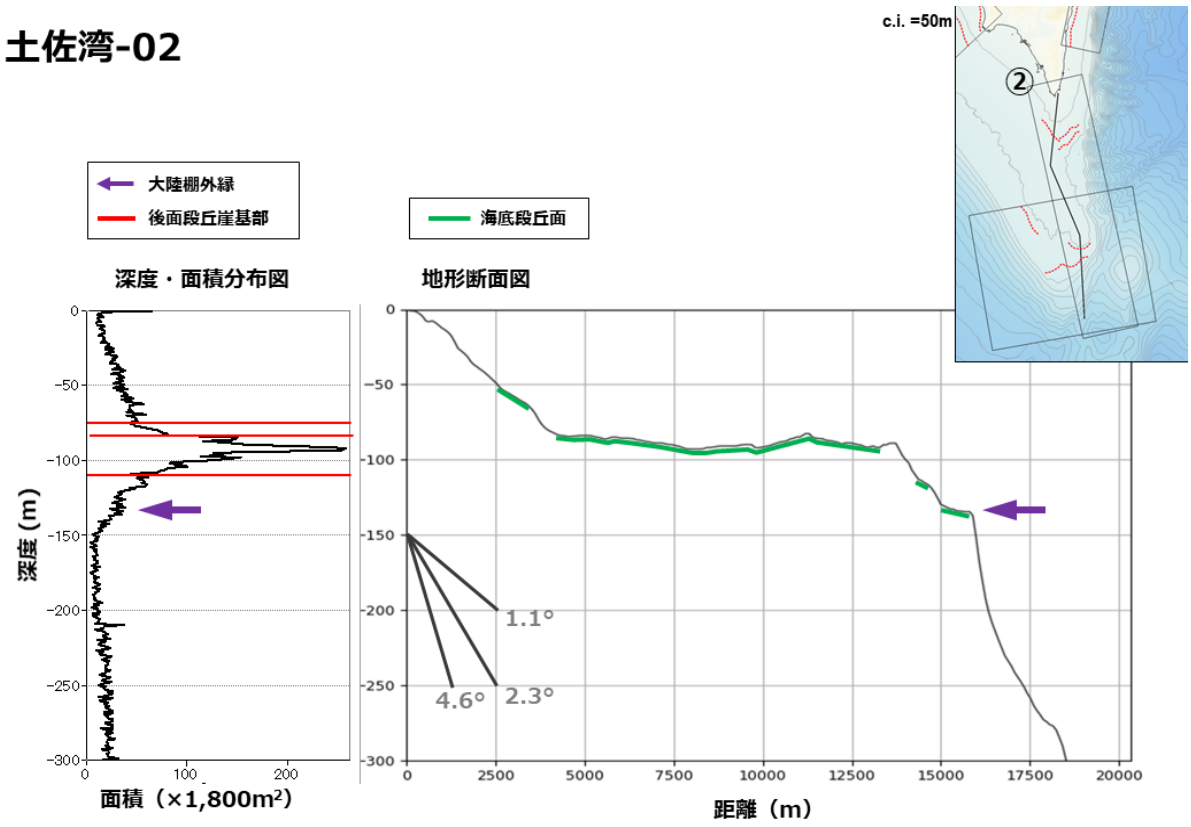


図 2-94　判読結果および地形断面（土佐湾-2）

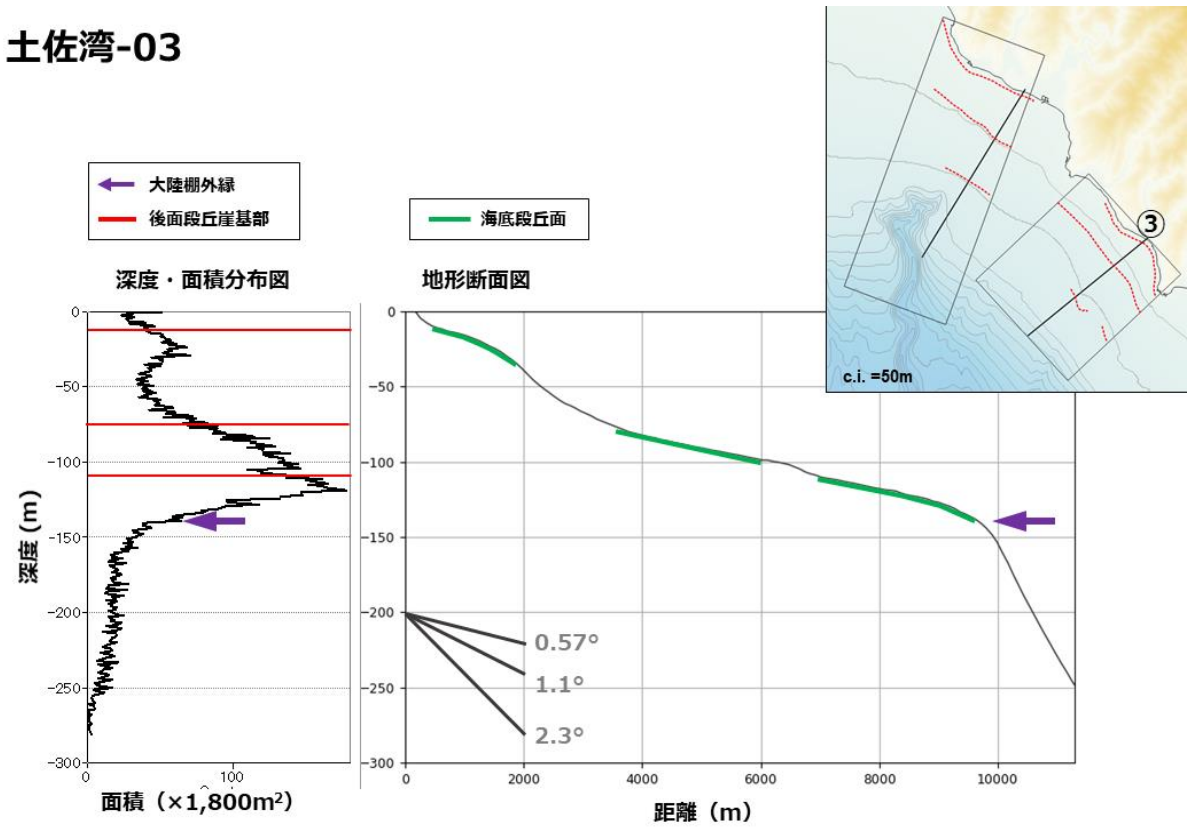


図 2-95　判読結果および地形断面（土佐湾-3）

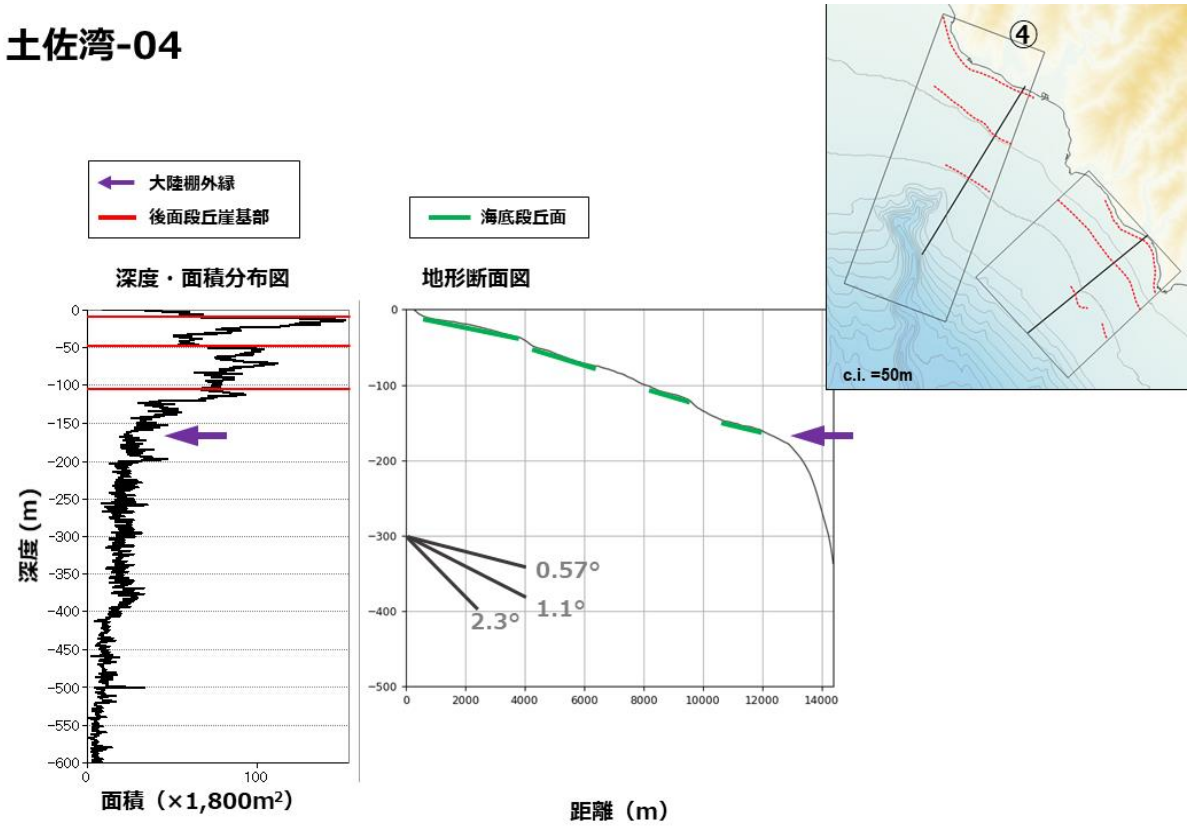


図 2-96　判読結果および地形断面（土佐湾-4）

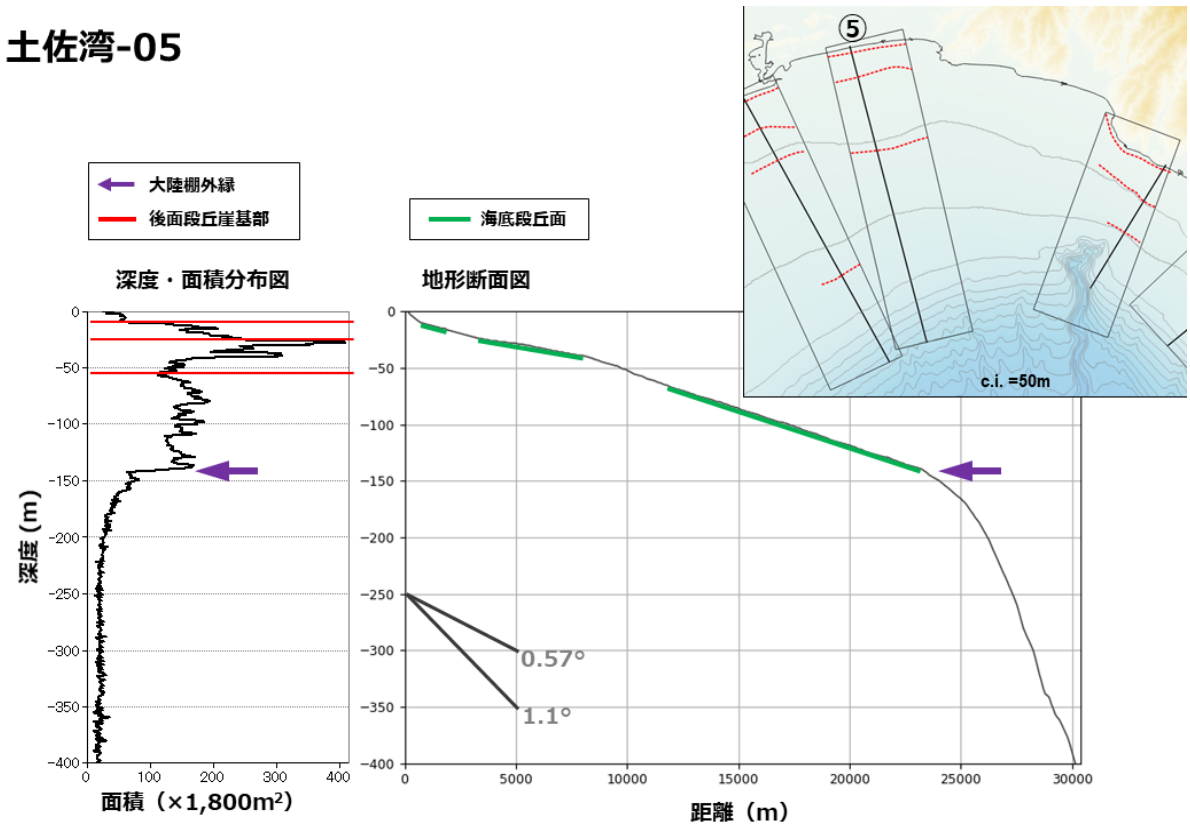


図 2-97　判読結果および地形断面（土佐湾-5）

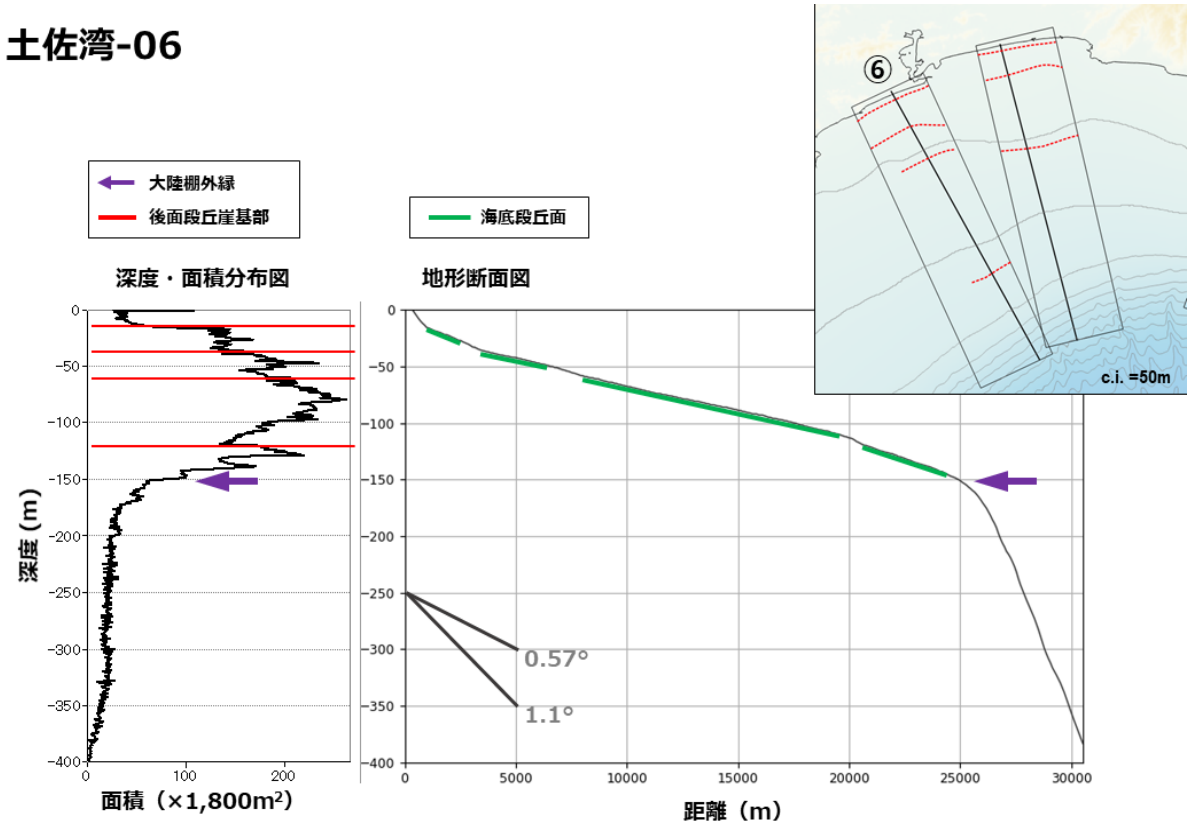


図 2-98　判読結果および地形断面（土佐湾-6）

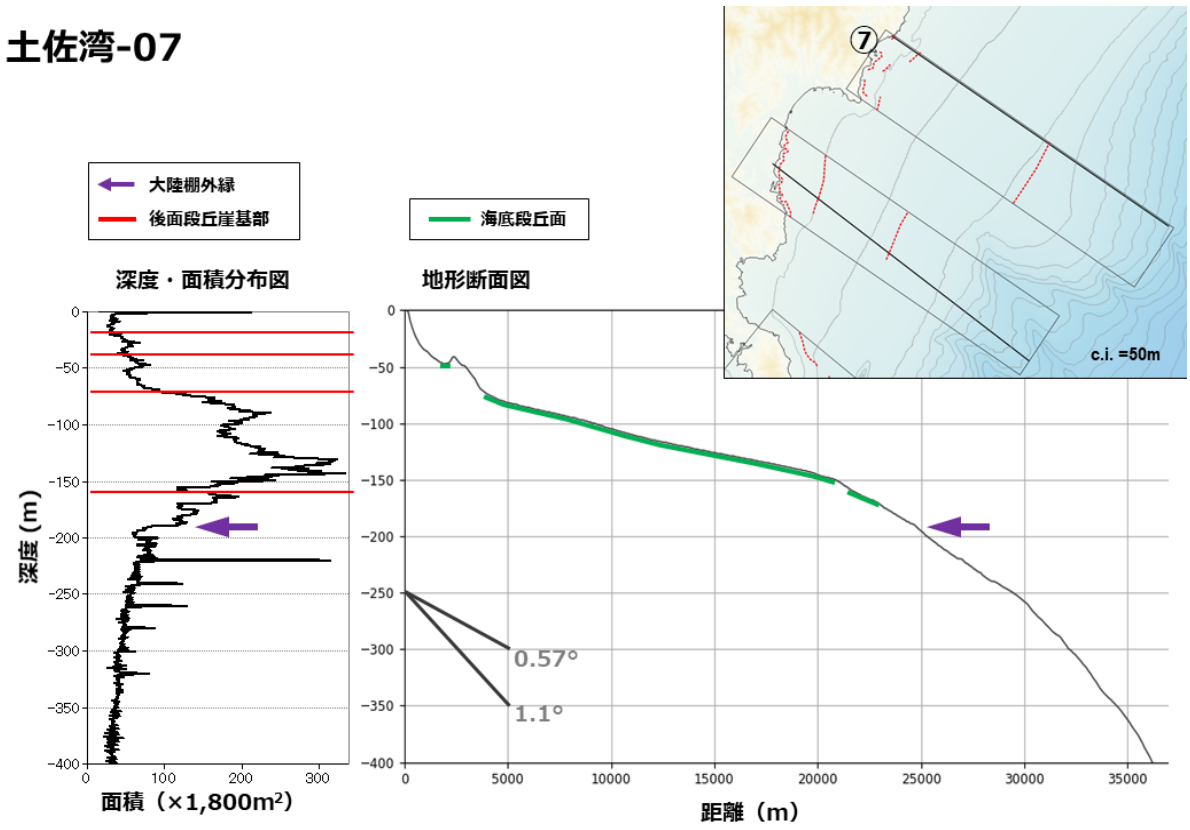


図 2-99　判読結果および地形断面（土佐湾-7）

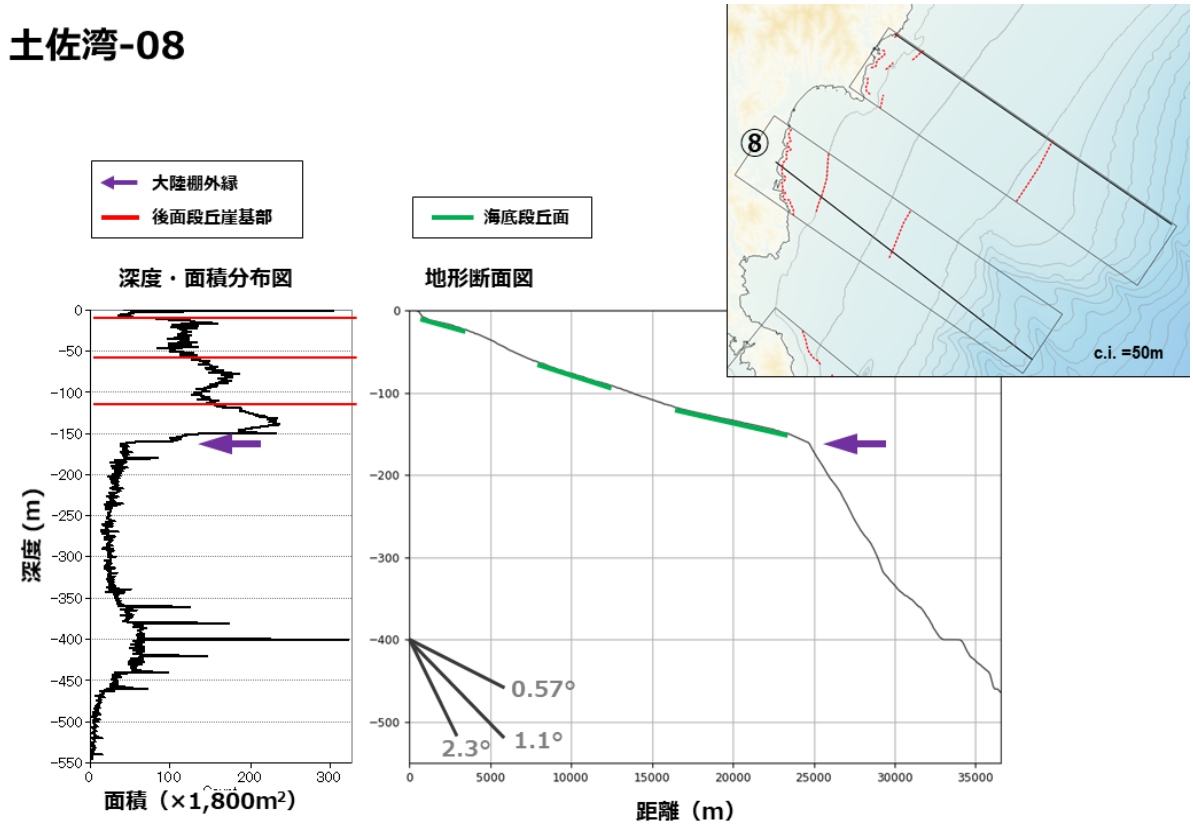


図 2-100　判読結果および地形断面（土佐湾-8）

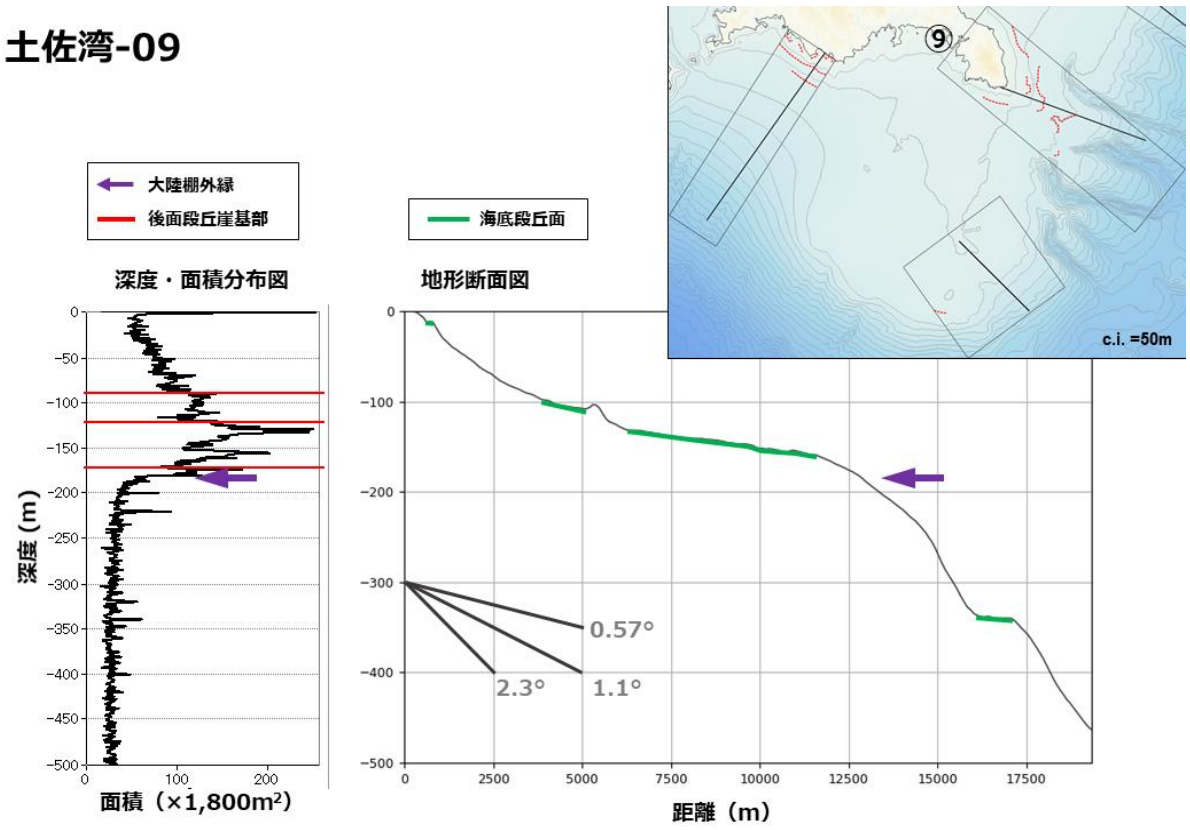


図 2-101　判読結果および地形断面（土佐湾-9）

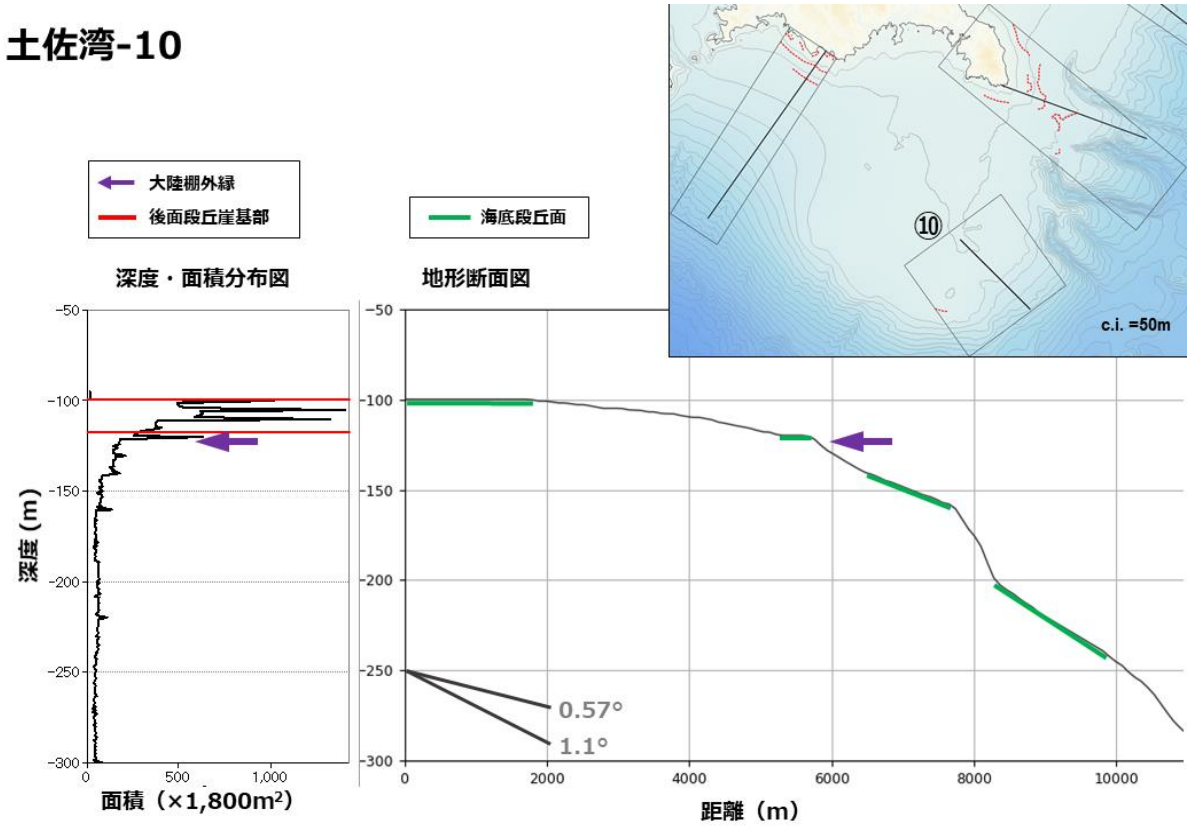


図 2-102　判読結果および地形断面（土佐湾-10）

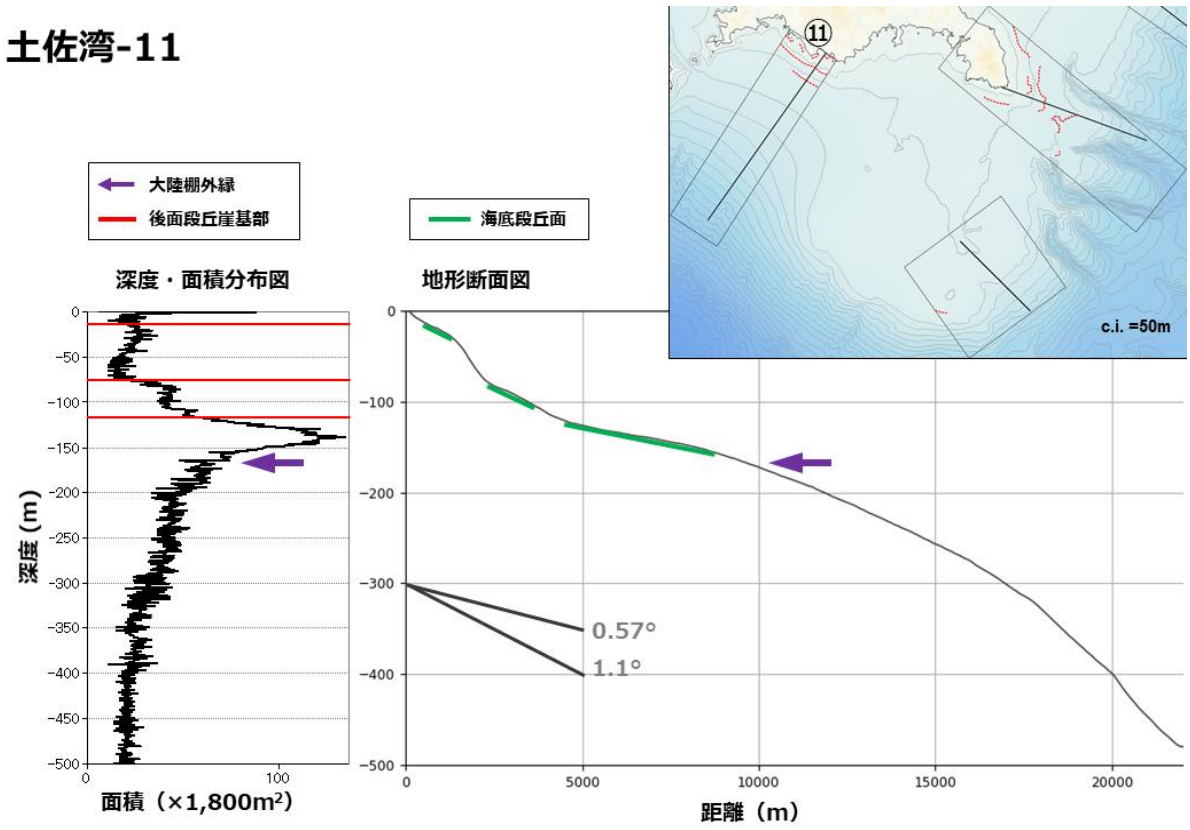


図 2-103　判読結果および地形断面（土佐湾-11）

2.11　宮崎沖

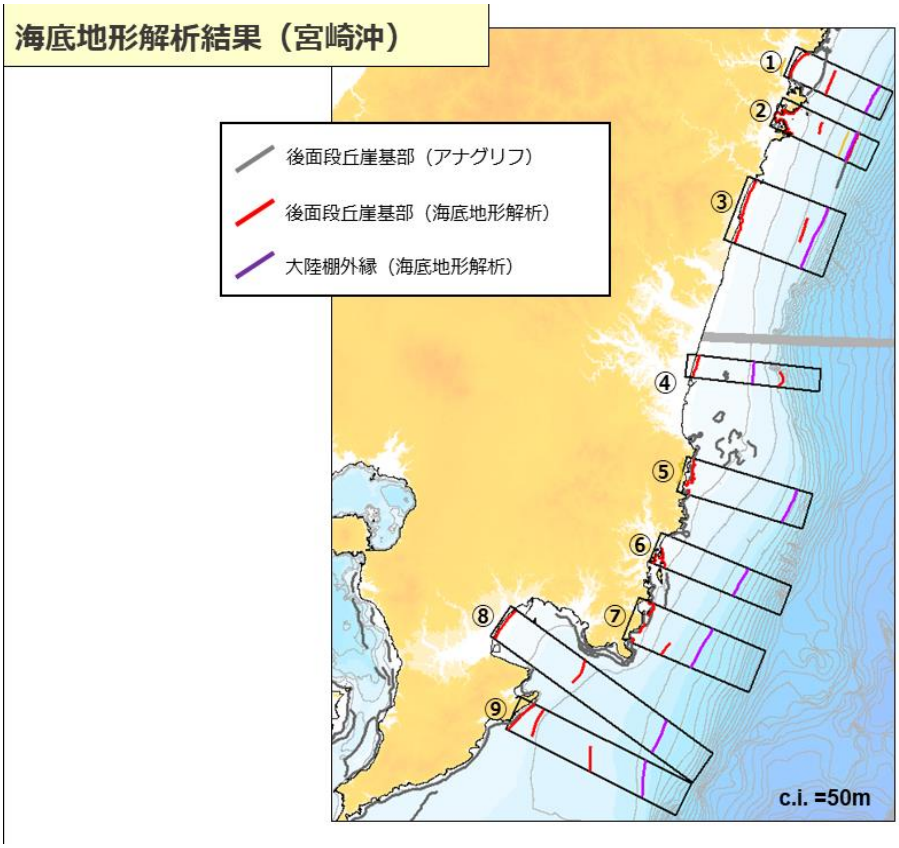


図 2-104　数値地形解析結果（宮崎沖）

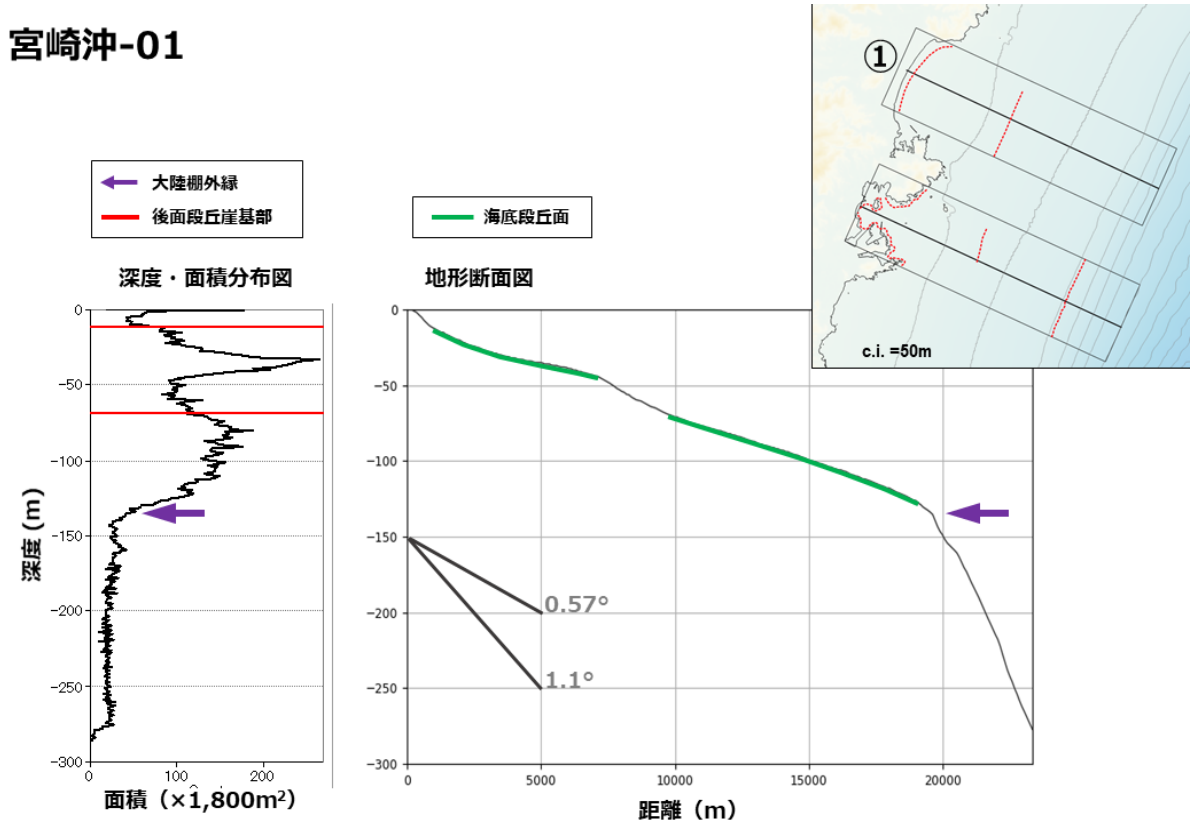


図 2-105　判読結果および地形断面（宮崎沖-1）

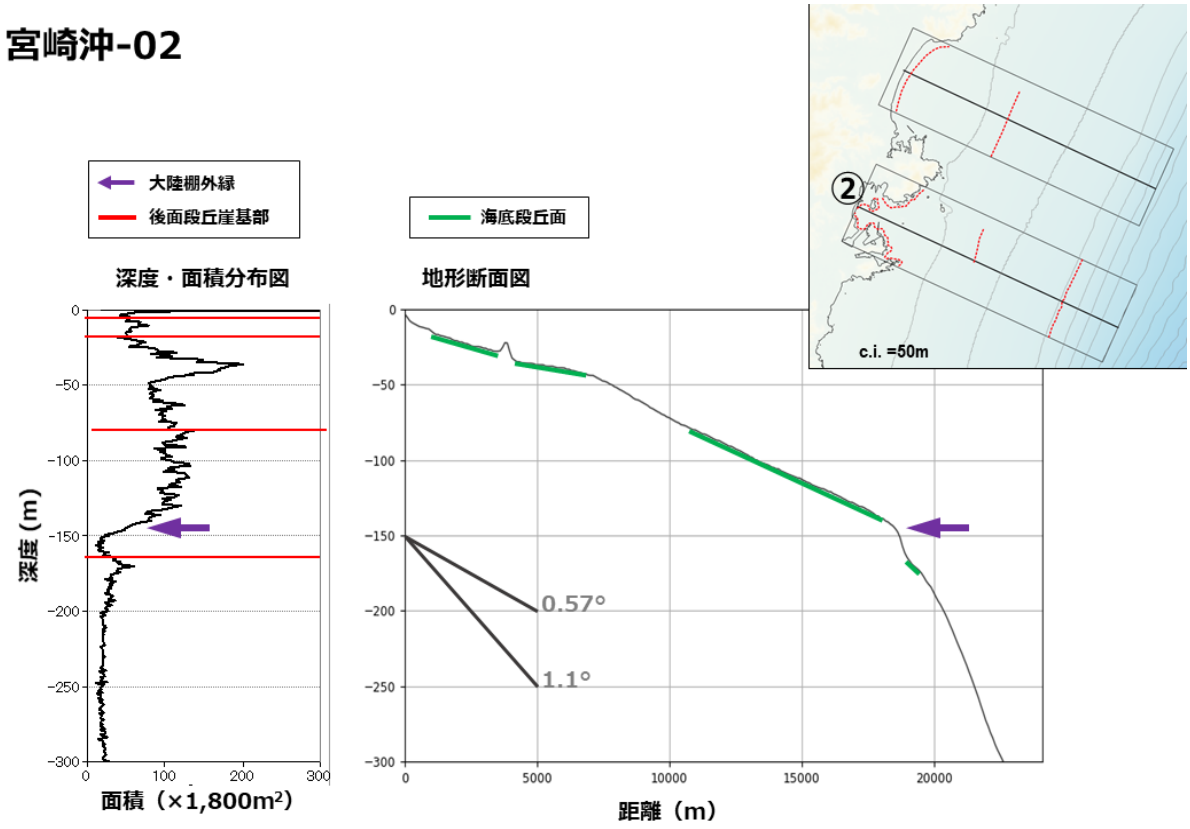


図 2-106　判読結果および地形断面（宮崎沖-2）

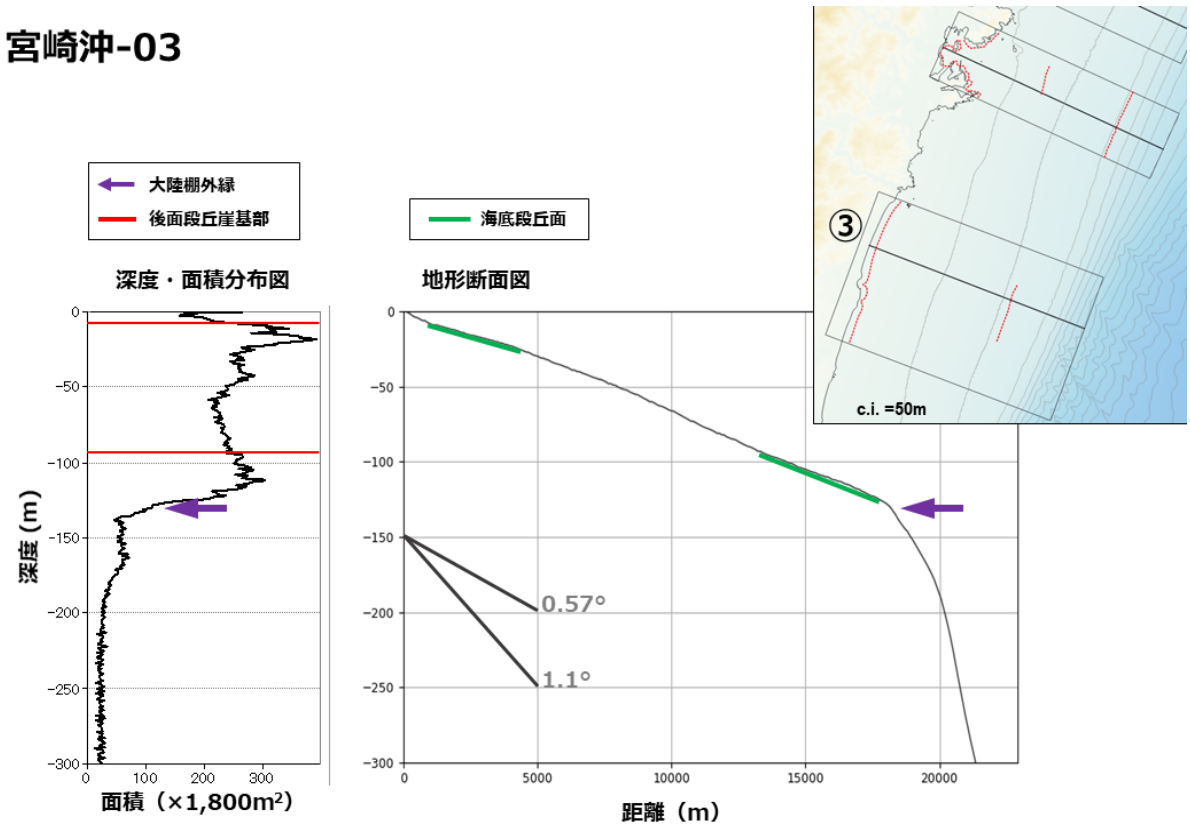


図 2-107　判読結果および地形断面（宮崎沖-3）

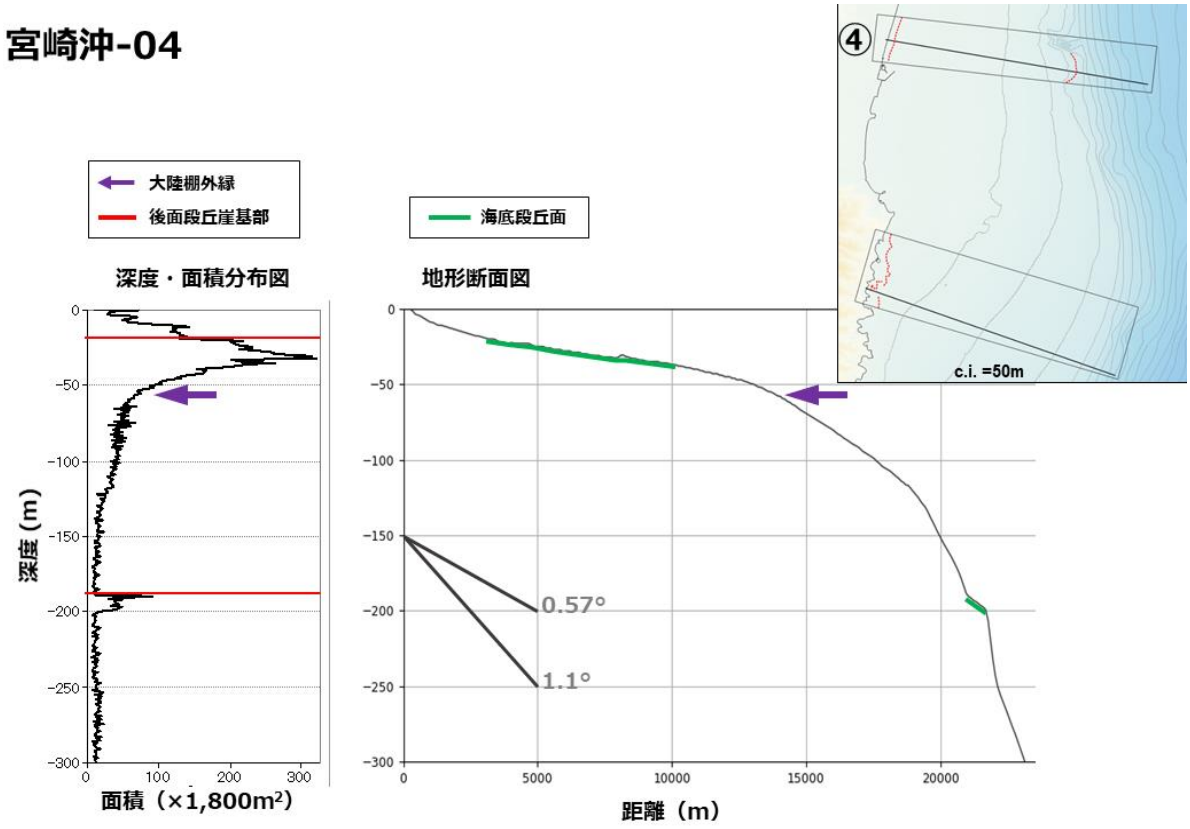


図 2-108　判読結果および地形断面（宮崎沖-4）

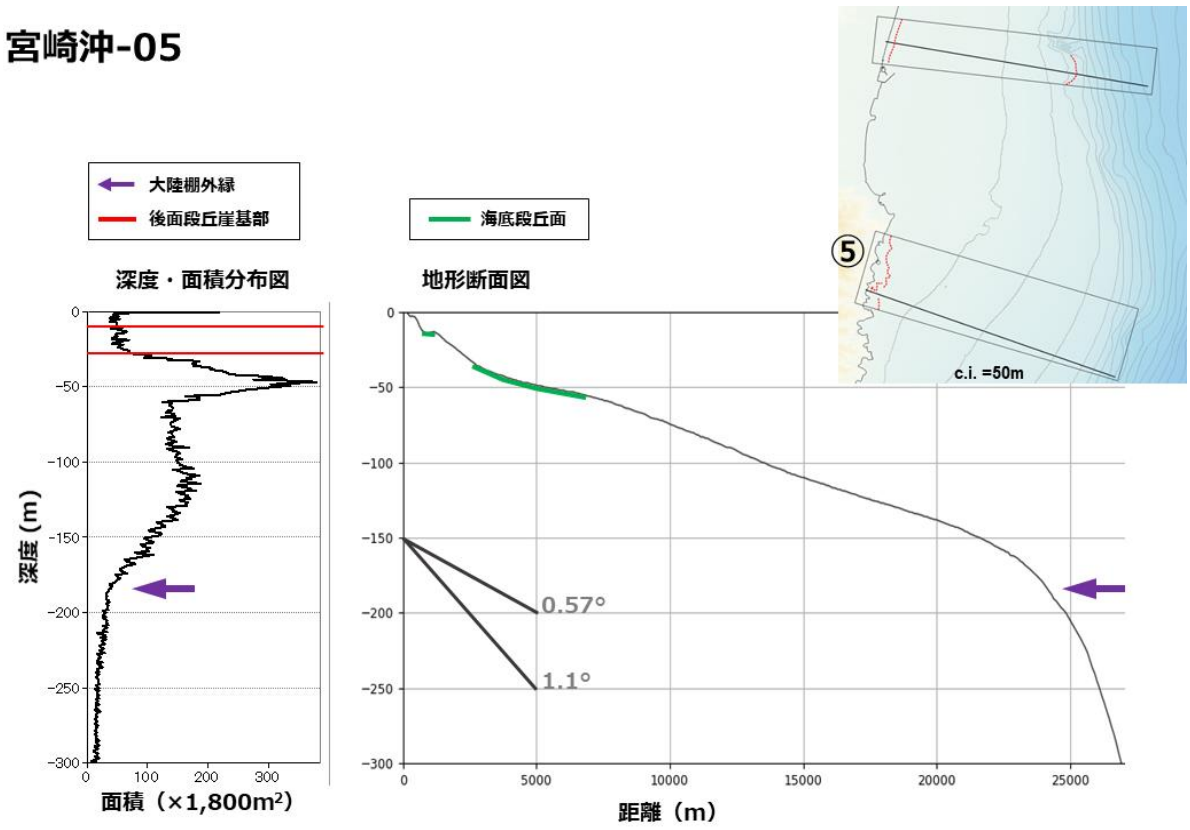


図 2-109　判読結果および地形断面（宮崎沖-5）

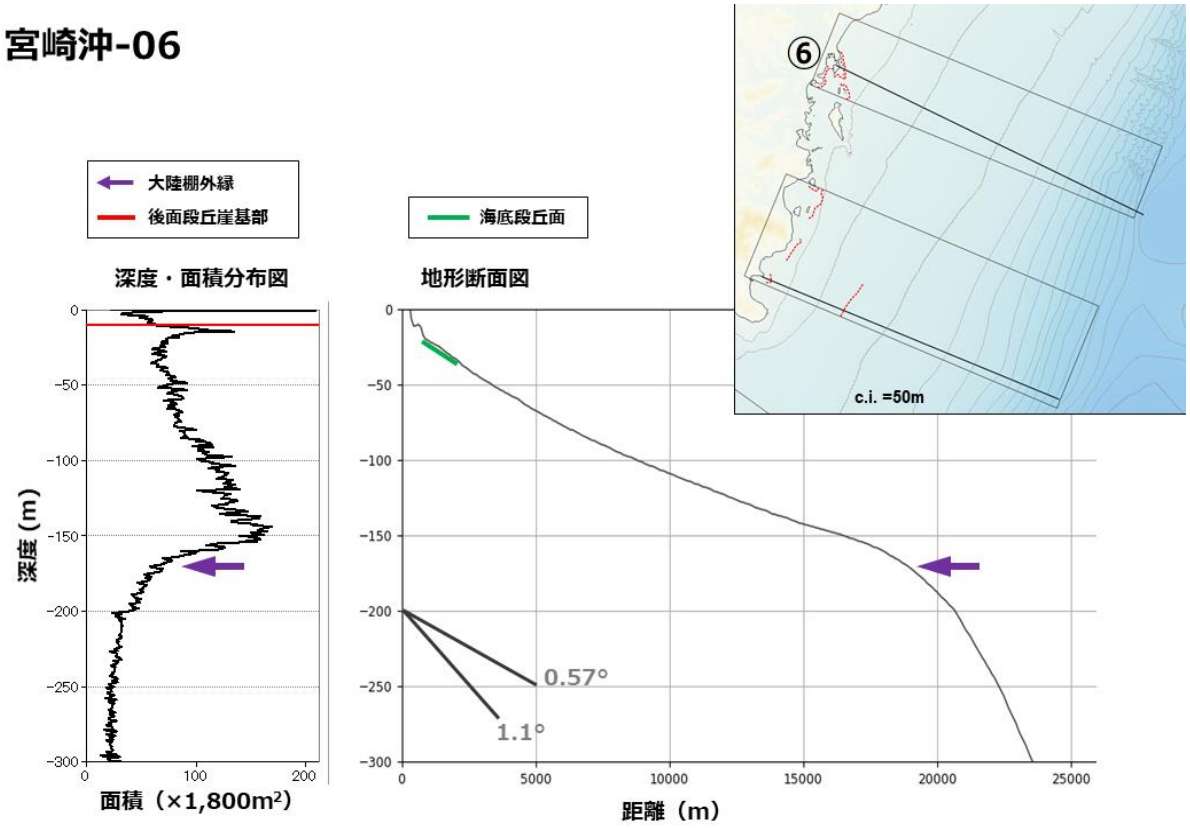


図 2-110　判読結果および地形断面（宮崎沖-6）

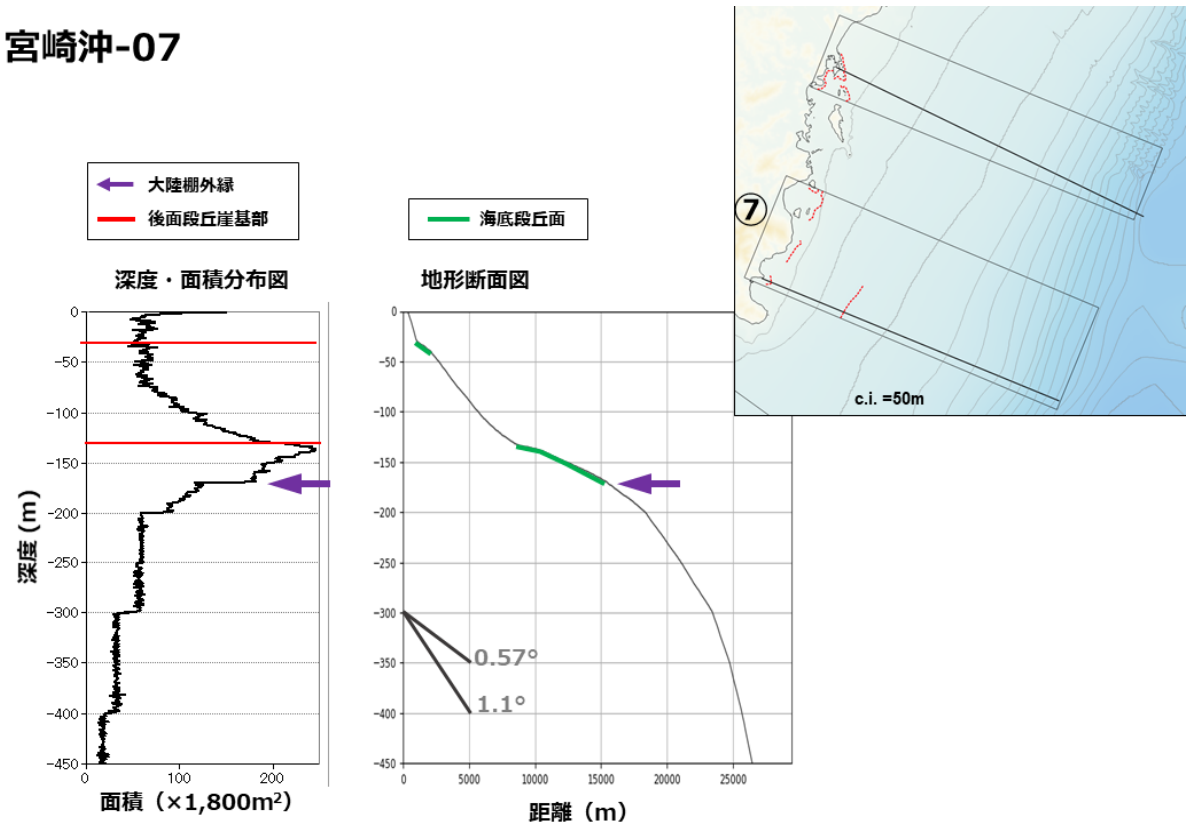


図 2-111　判読結果および地形断面（宮崎沖-7）

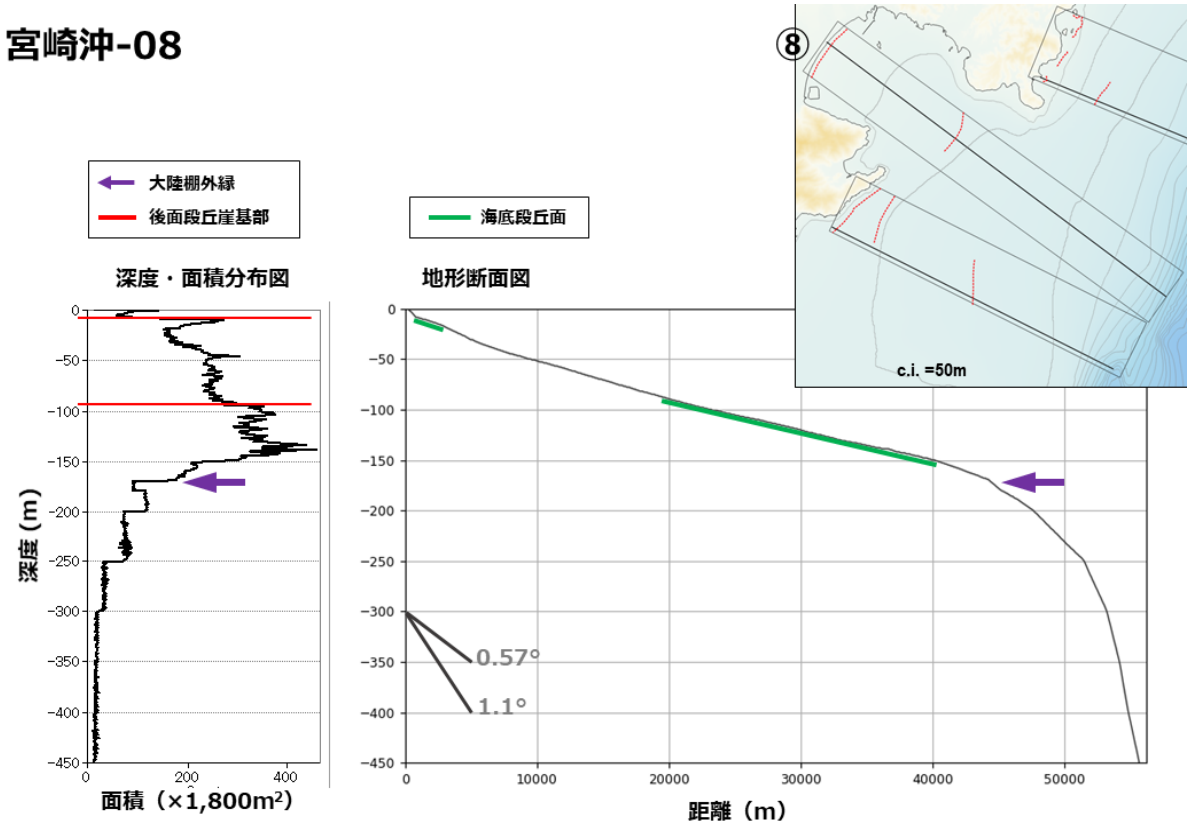


図 2-112　判読結果および地形断面（宮崎沖-8）

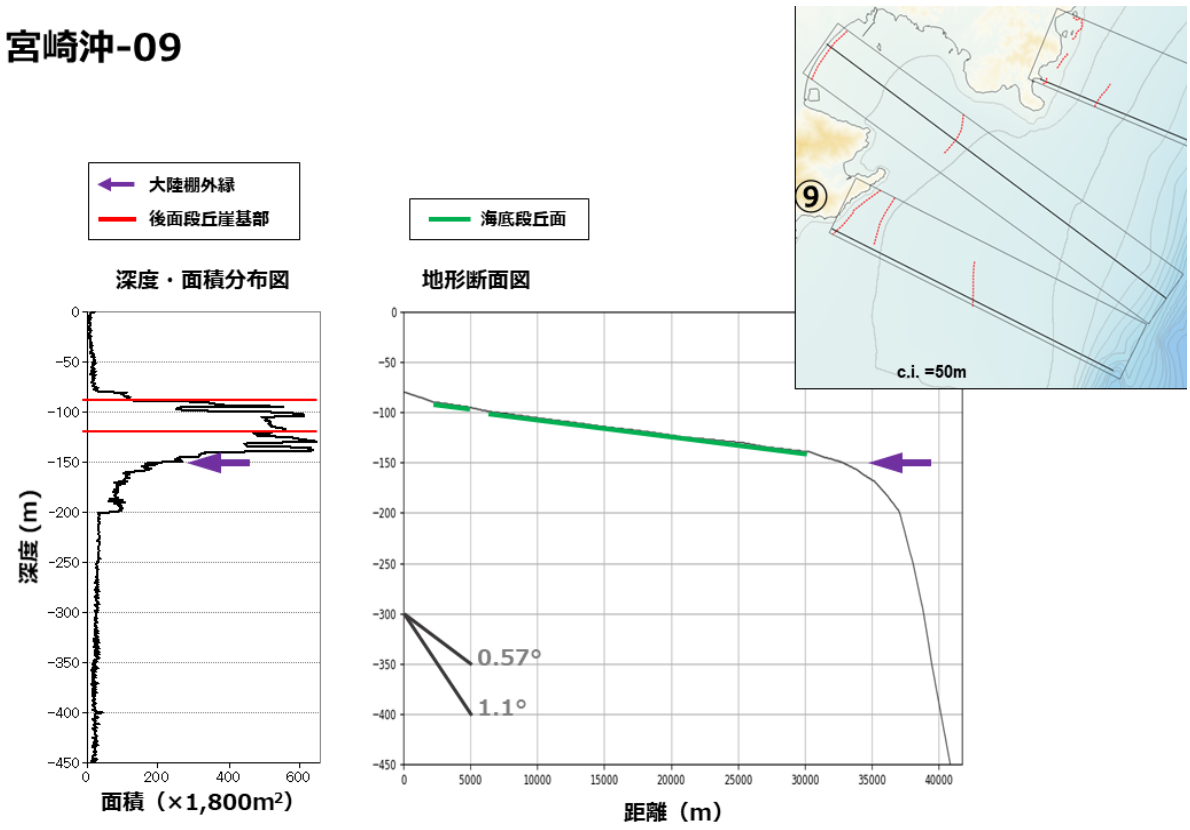


図 2-113　判読結果および地形断面（宮崎沖-9）

2.12 新潟沖

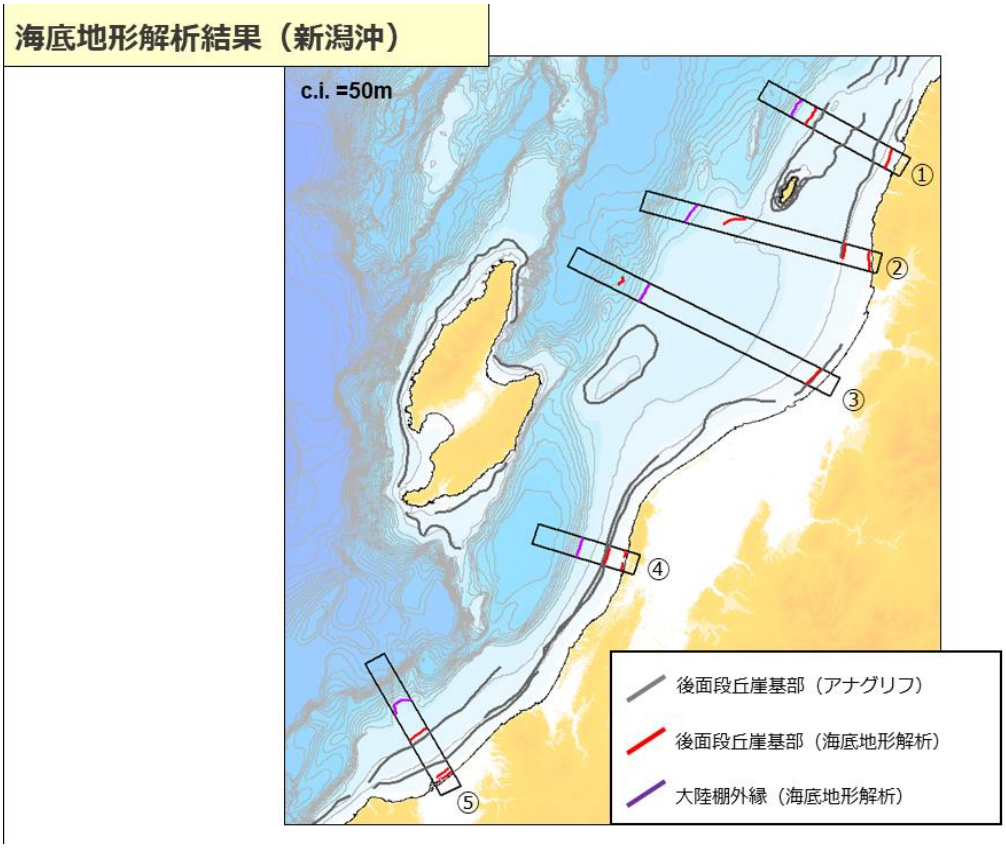


図 2-114　数値地形解析結果（新潟沖）

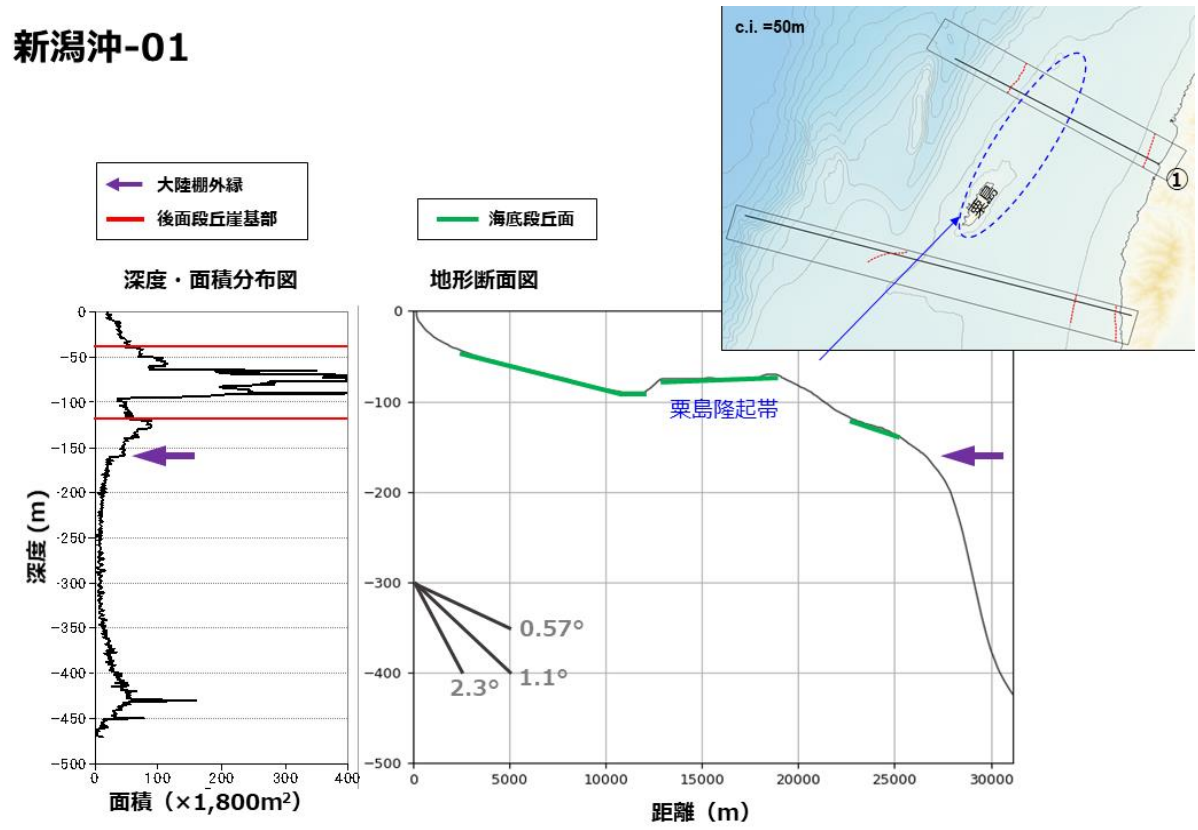


図 2-115　判読結果および地形断面（新潟沖-1）

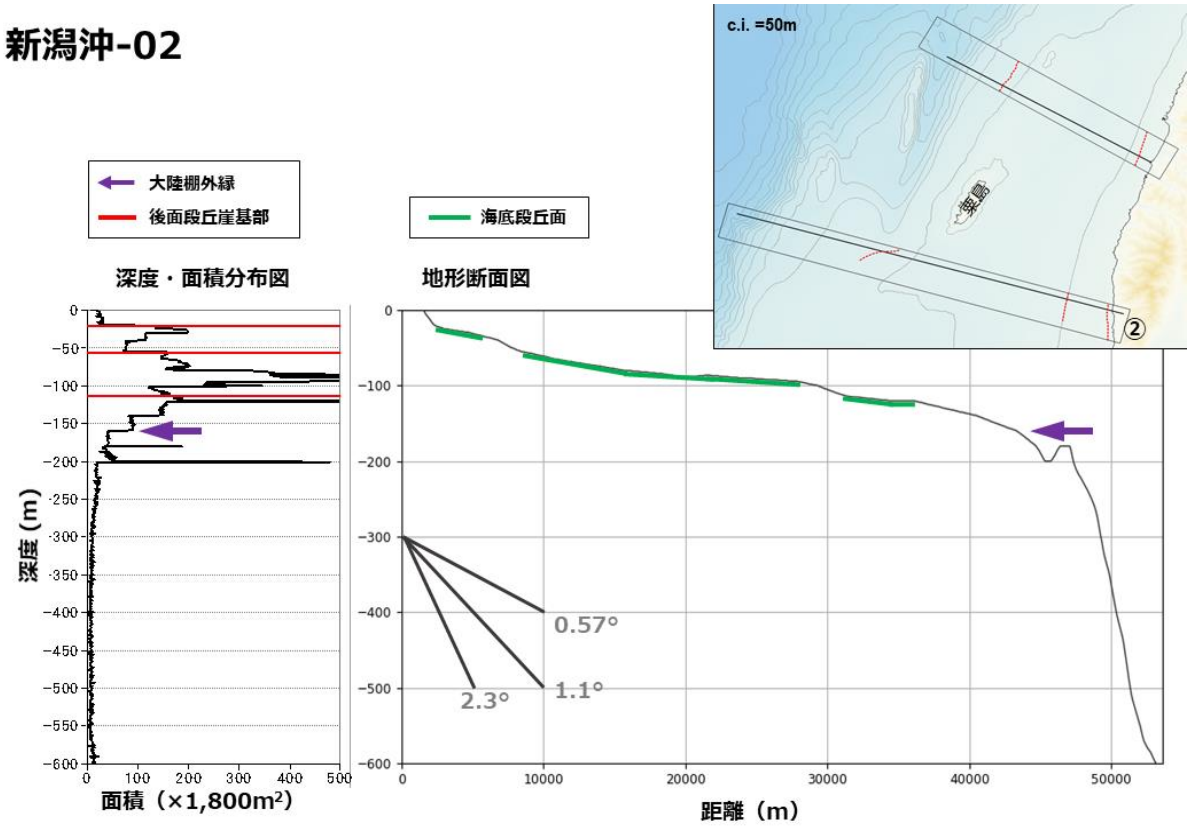


図 2-116　判読結果および地形断面（新潟沖-2）

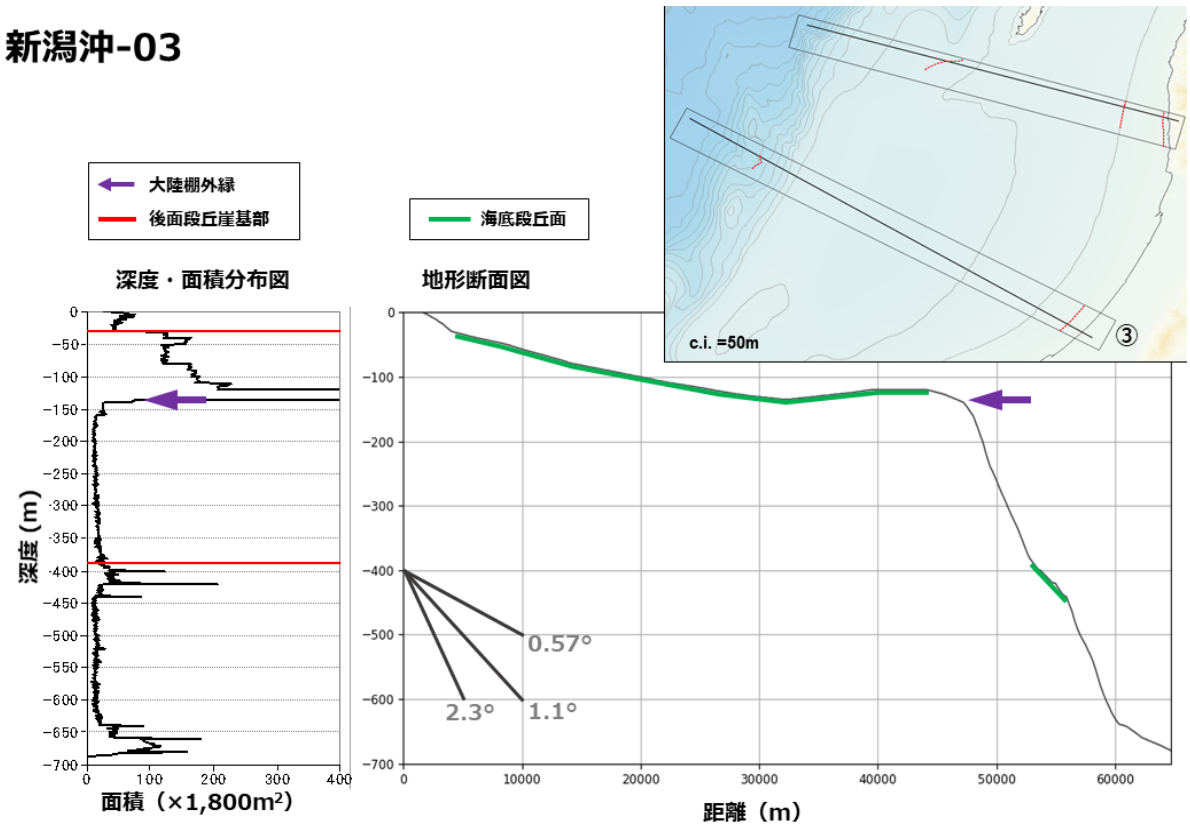


図 2-117　判読結果および地形断面（新潟沖-3）

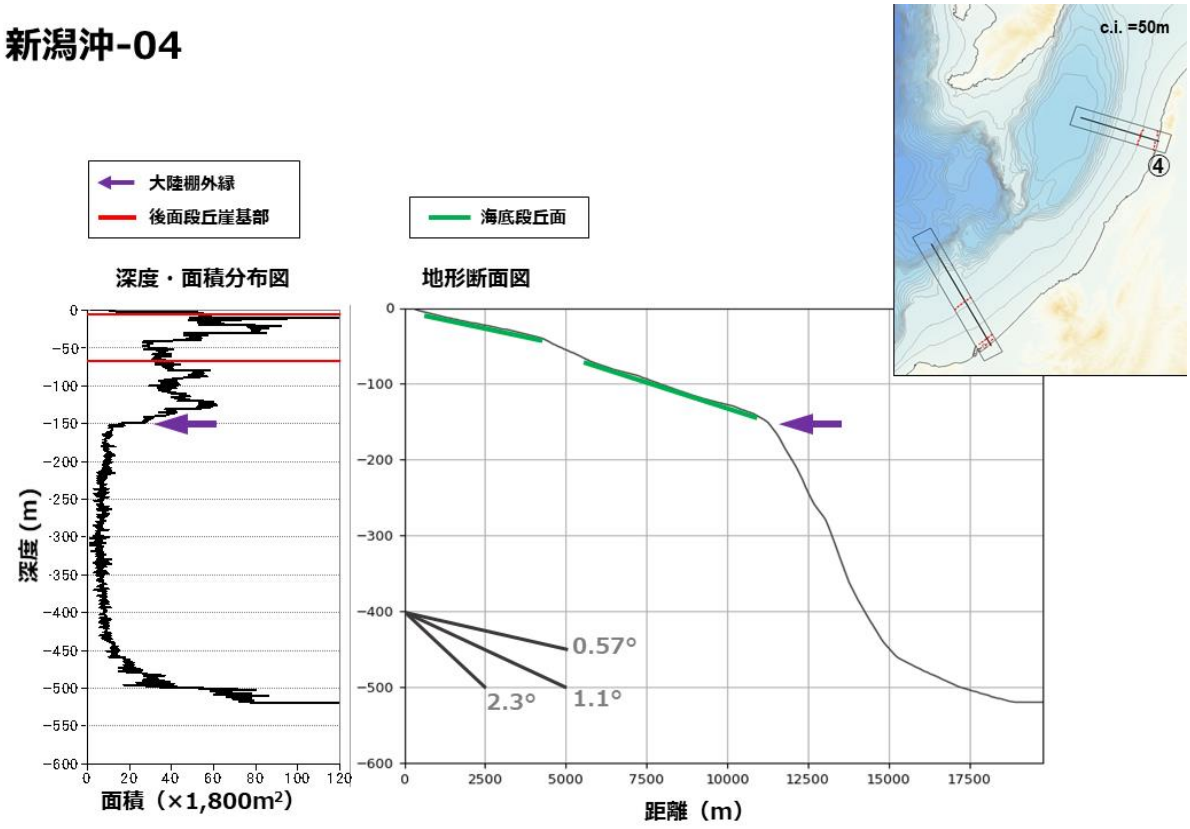


図 2-118　判読結果および地形断面（新潟沖-4）

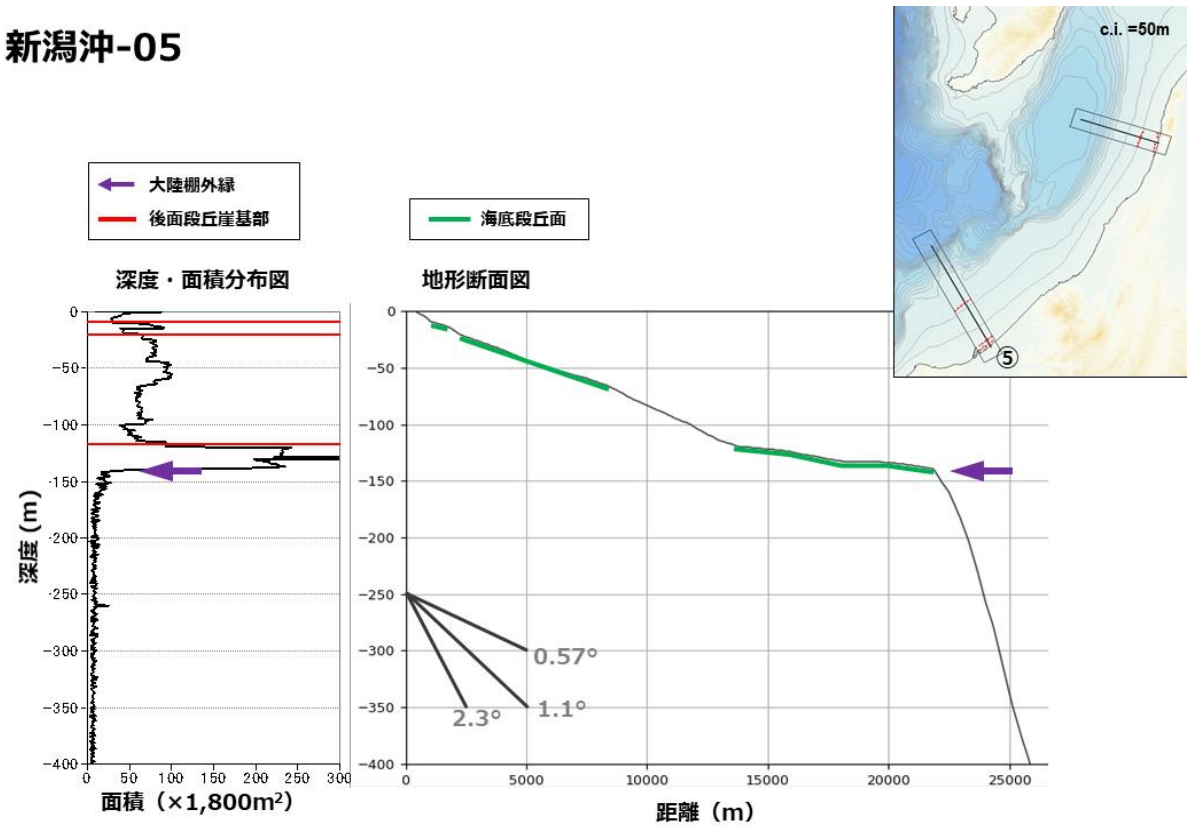


図 2-119　判読結果および地形断面（新潟沖-5）

2.13　能登半島沖

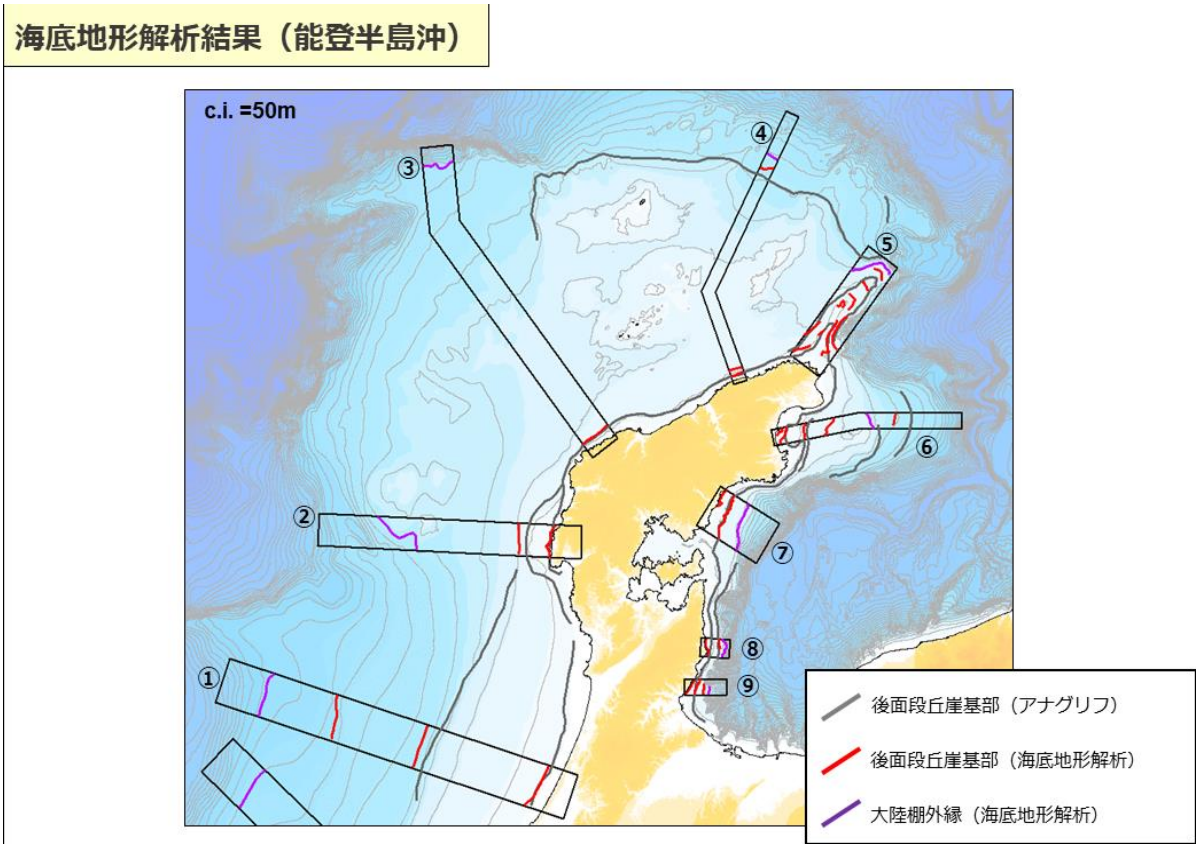


図 2-120　数値地形解析結果（能登半島沿岸）

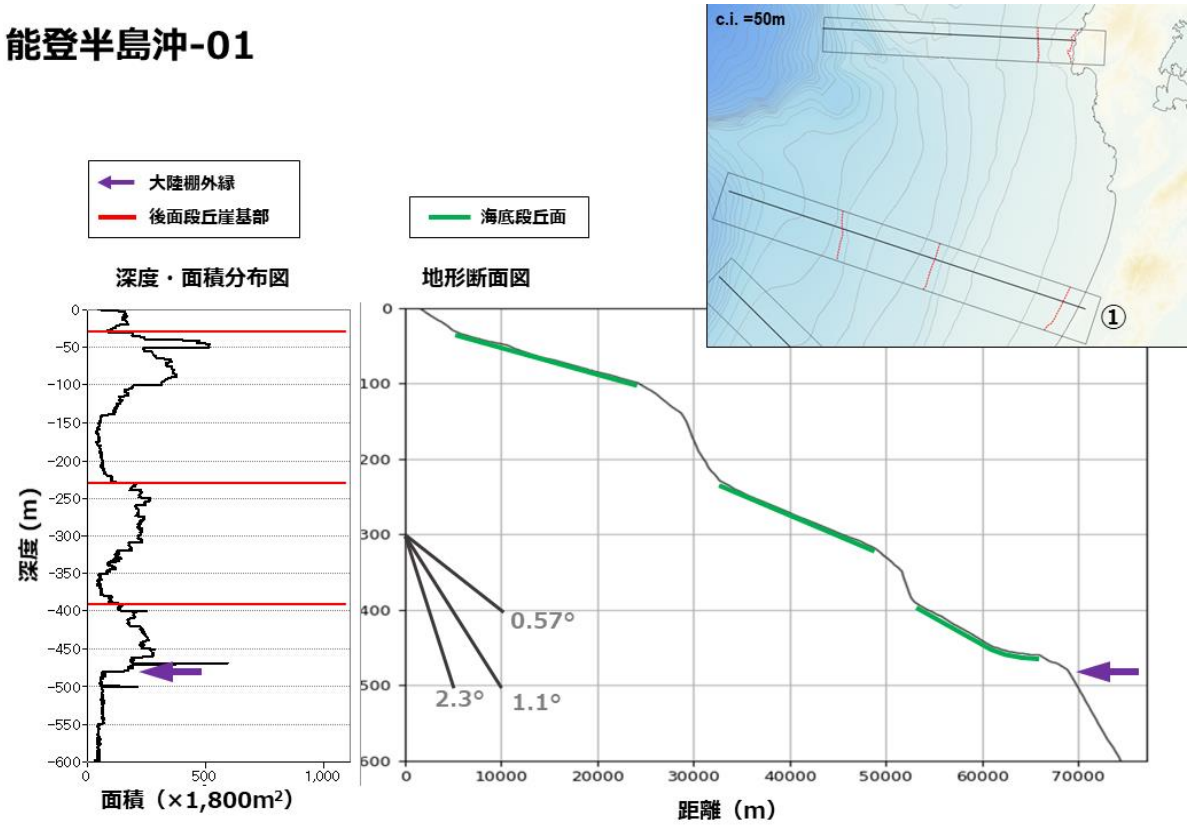


図 2-121　判読結果および地形断面（能登半島沿岸-1）

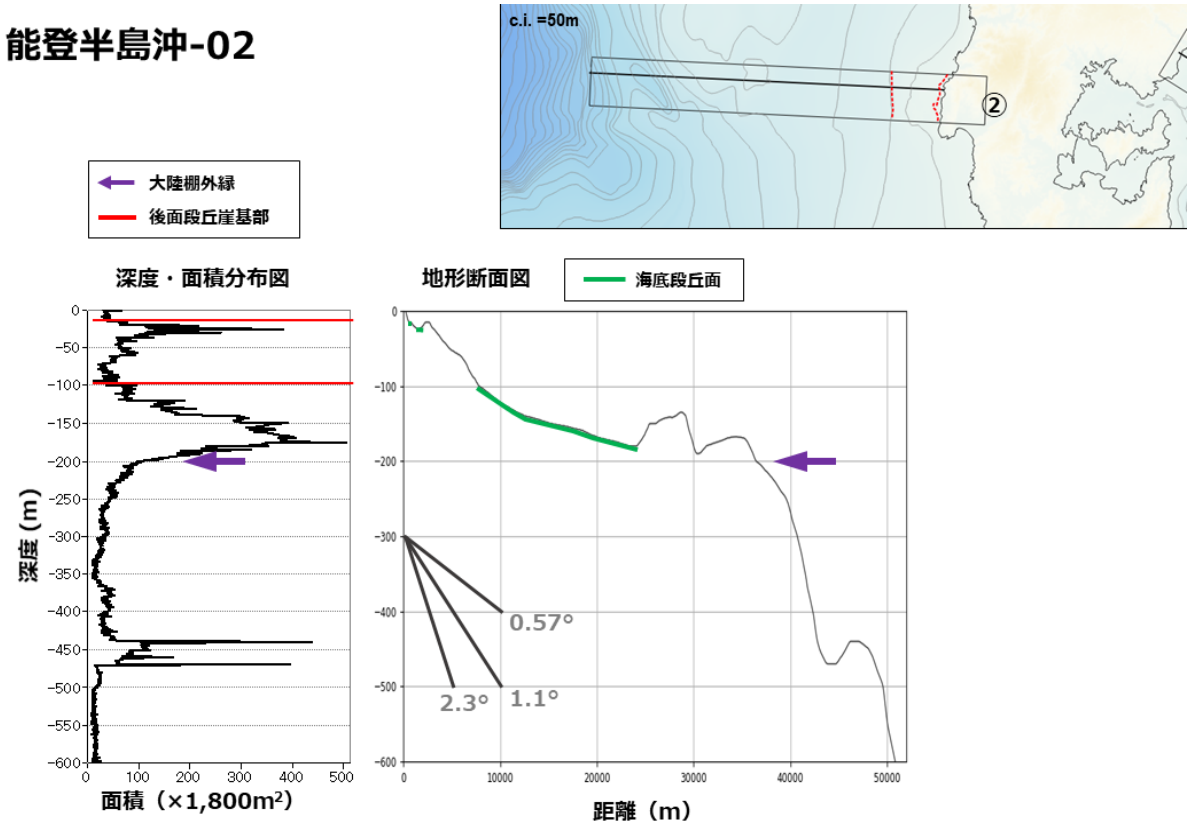


図 2-122　判読結果および地形断面（能登半島沿岸-2）

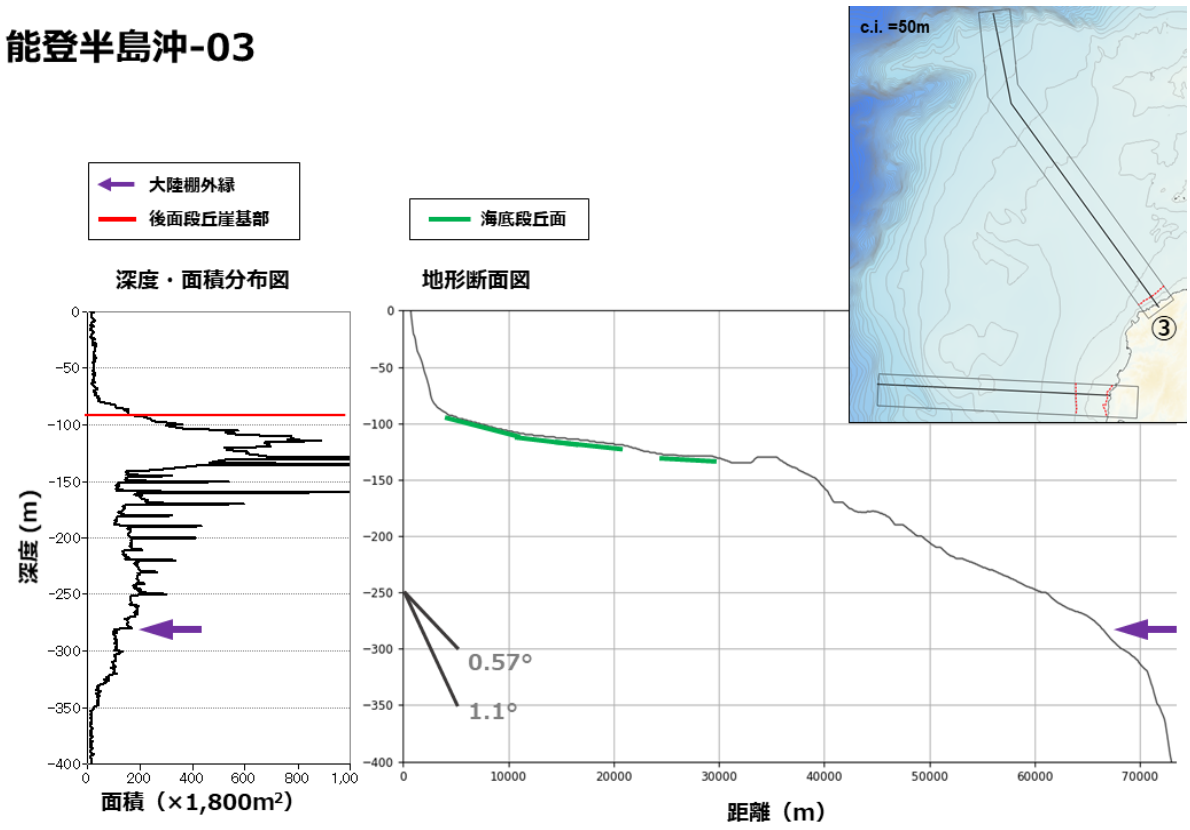


図 2-123　判読結果および地形断面（能登半島沿岸-3）

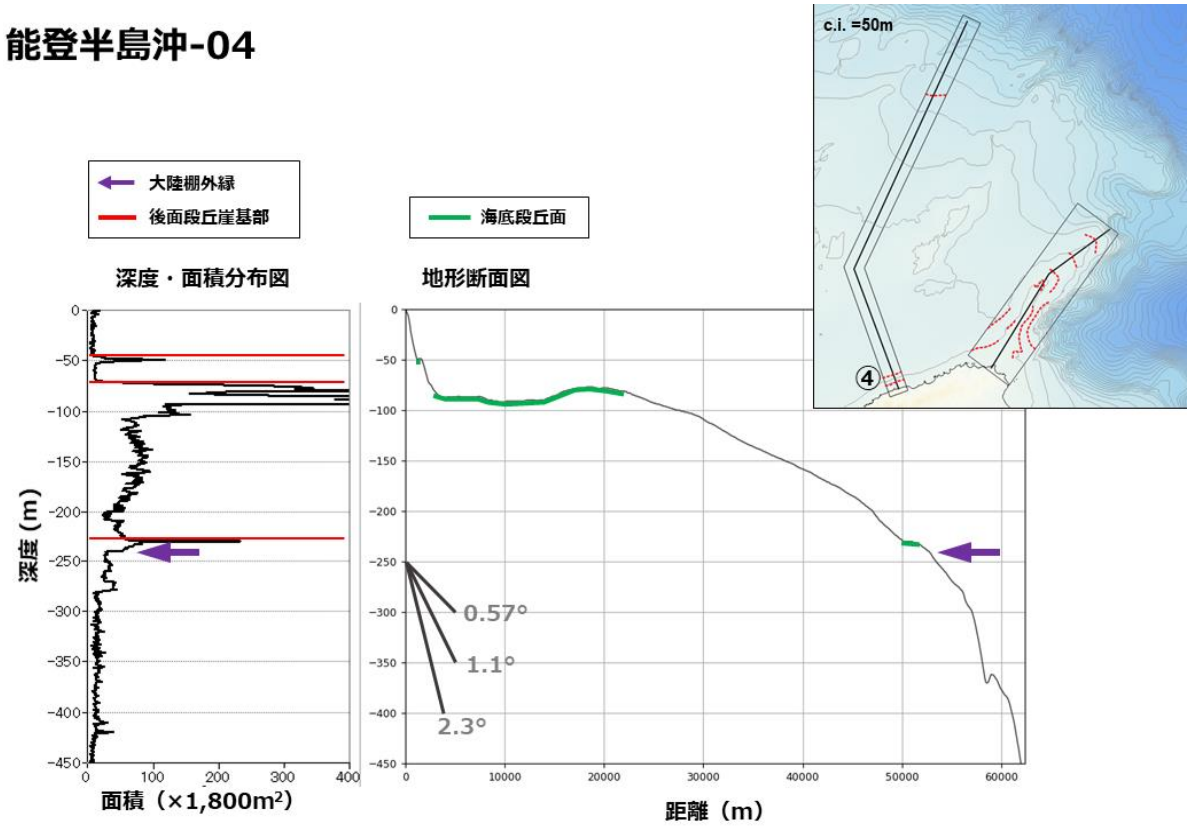


図 2-124　判読結果および地形断面（能登半島沿岸-4）

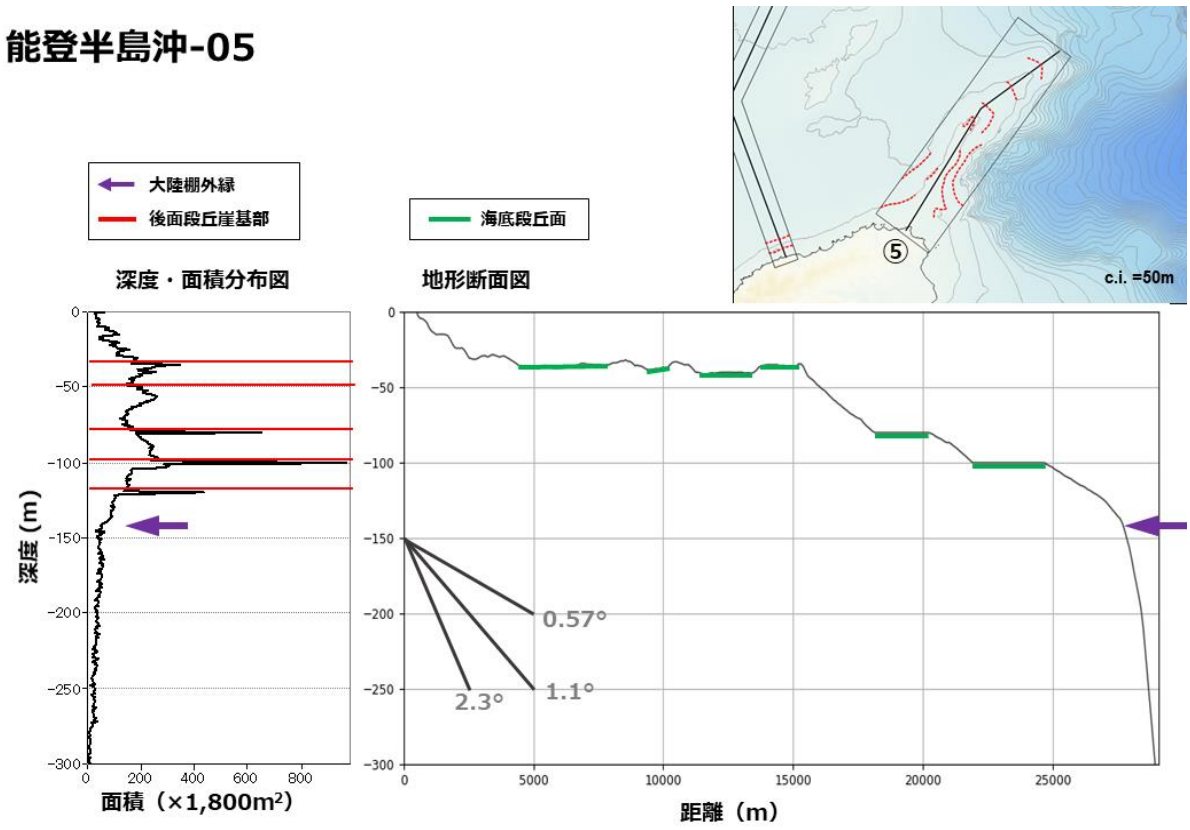


図 2-125　判読結果および地形断面（能登半島沿岸-5（1））

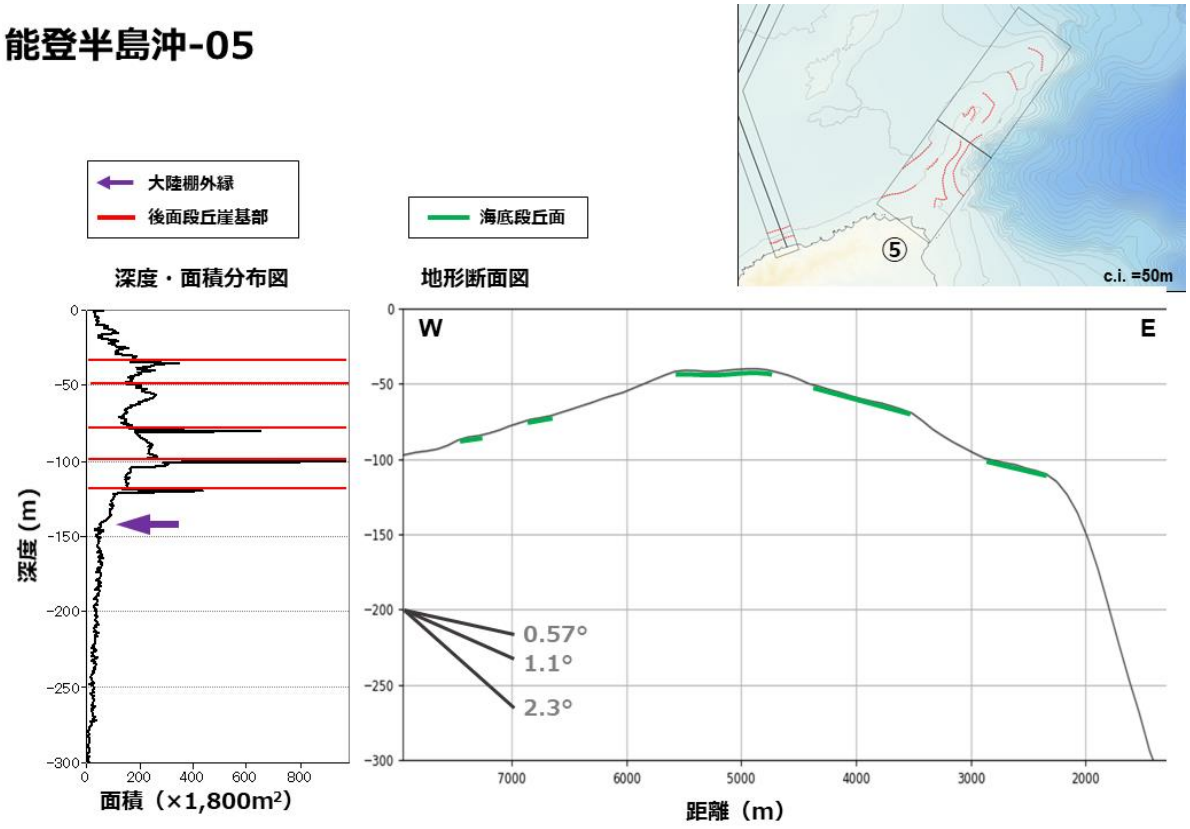


図 2-126　判読結果および地形断面（能登半島沿岸-5（2））

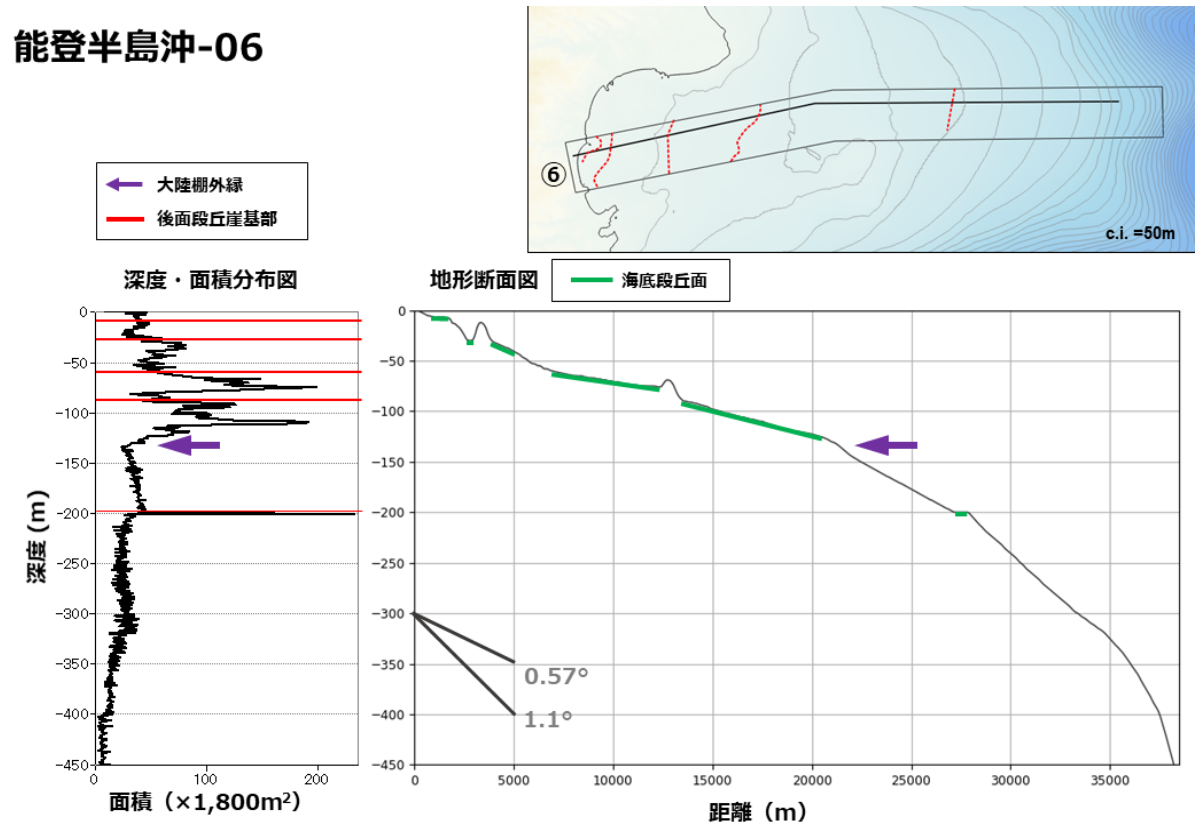


図 2-127　判読結果および地形断面（能登半島沿岸-6）

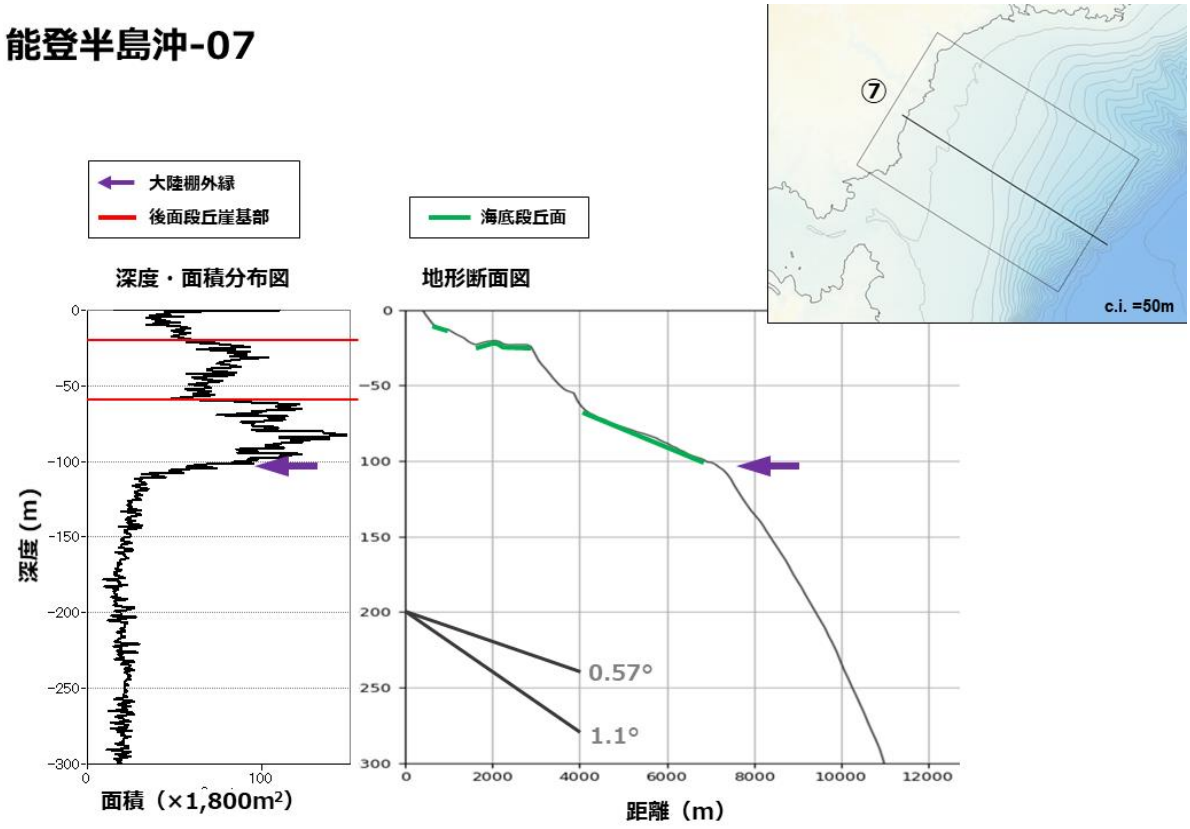


図 2-128　判読結果および地形断面（能登半島沿岸-7）

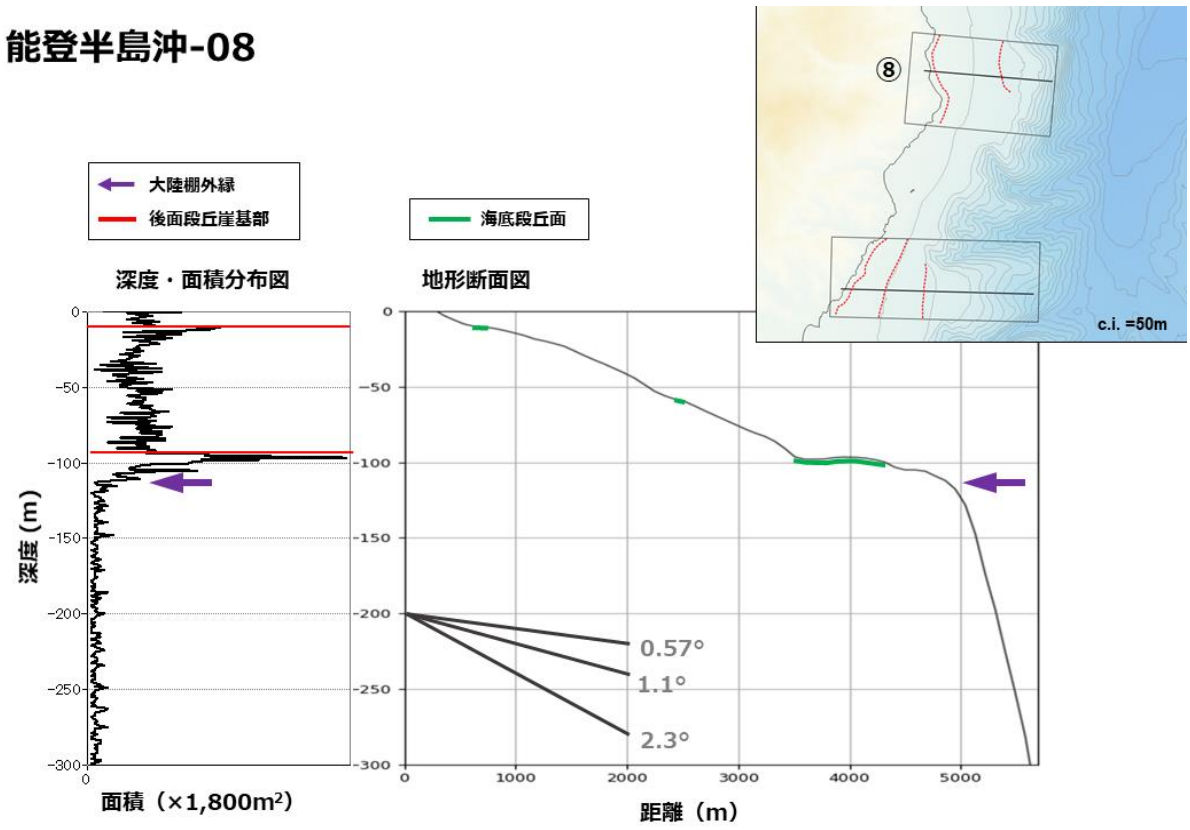


図 2-129　判読結果および地形断面（能登半島沿岸-8）

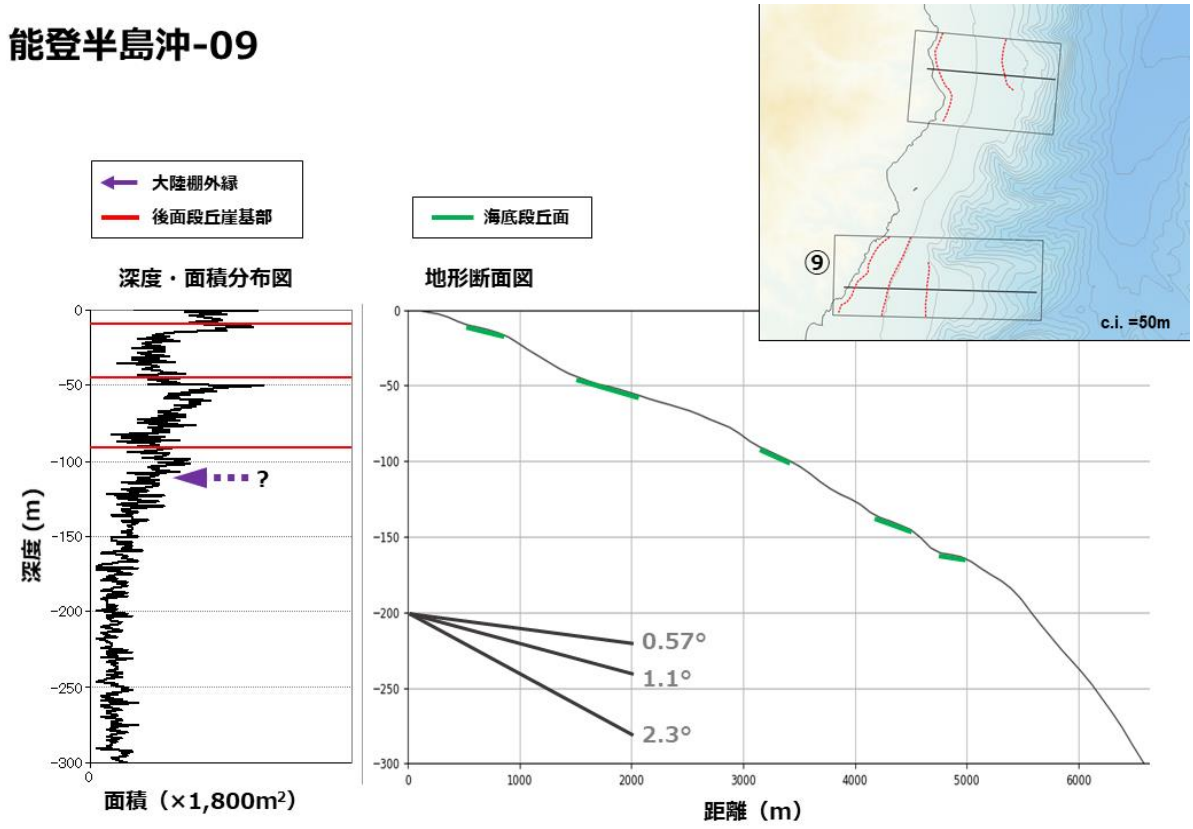


図 2-130　判読結果および地形断面（能登半島沿岸-9）

2.14　若狭湾

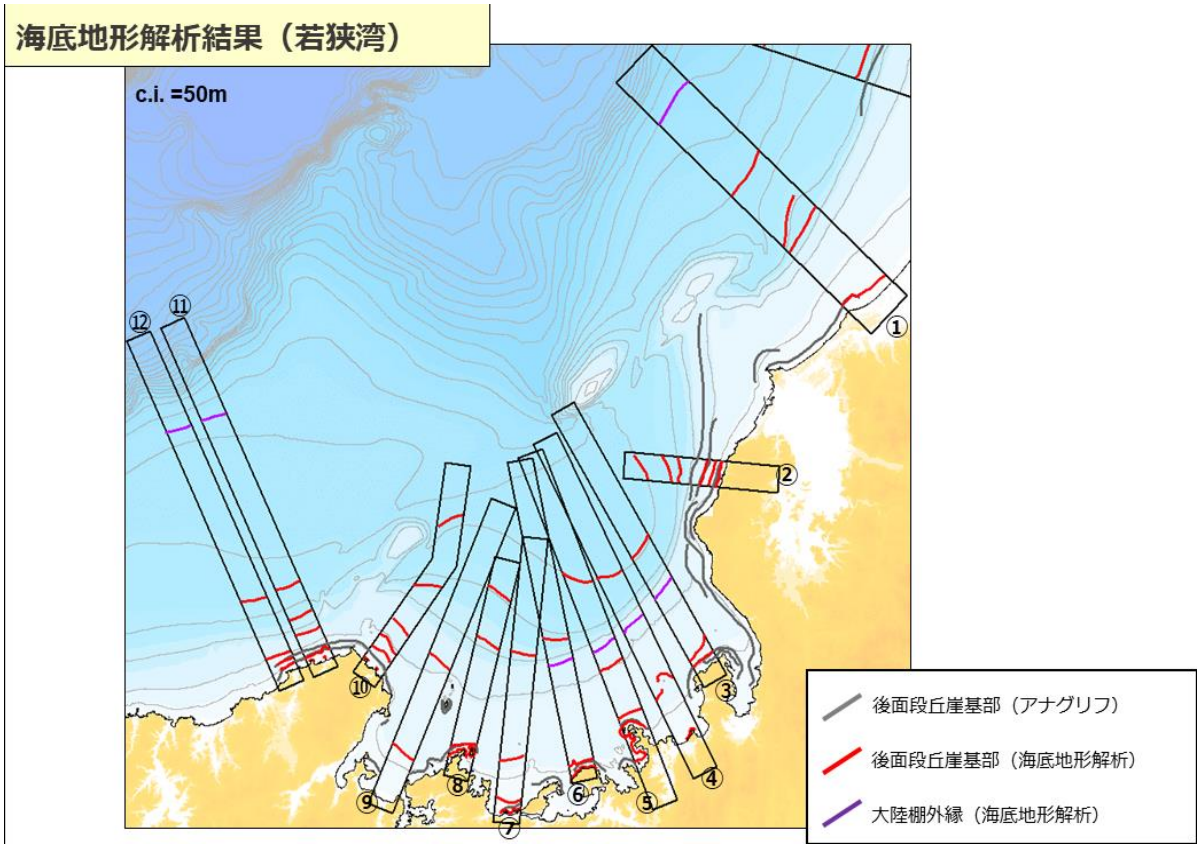


図 2-131　数値地形解析結果（若狭湾）

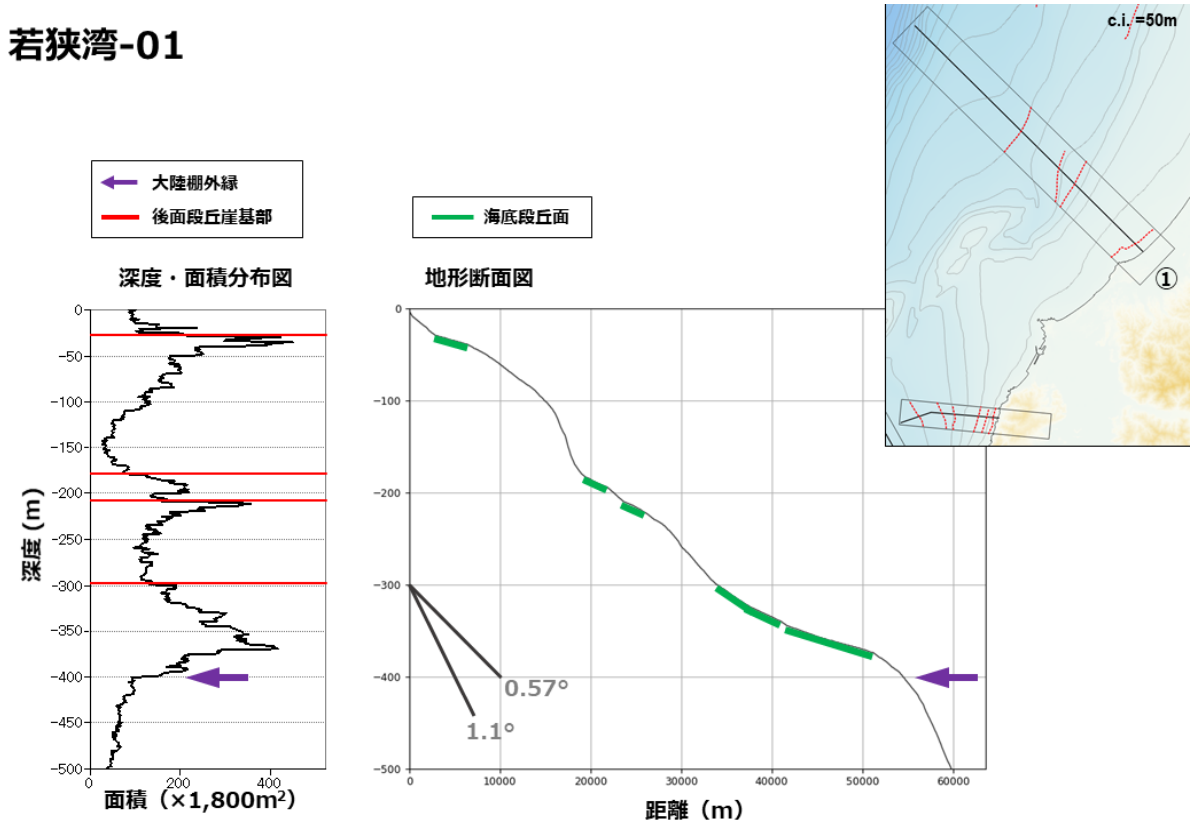


図 2-132　判読結果および地形断面（若狭湾-1）

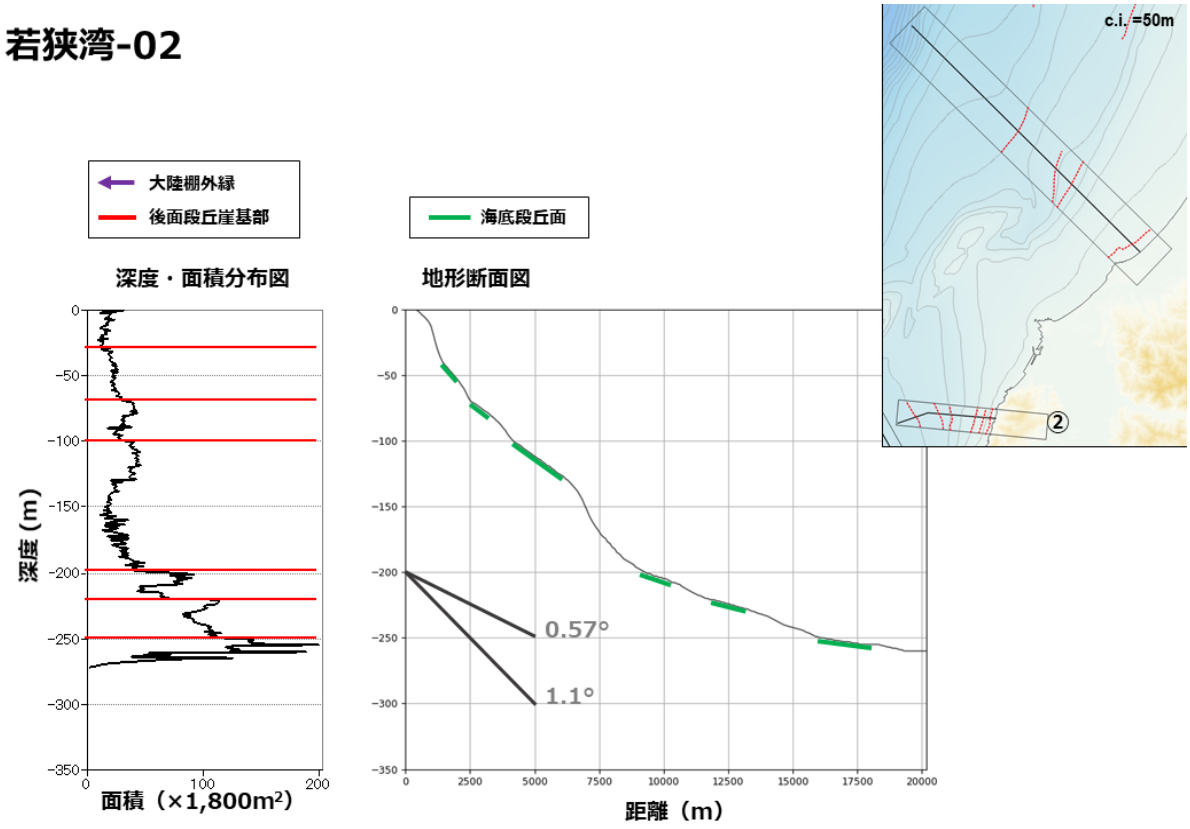


図 2-133　判読結果および地形断面（若狭湾-2）

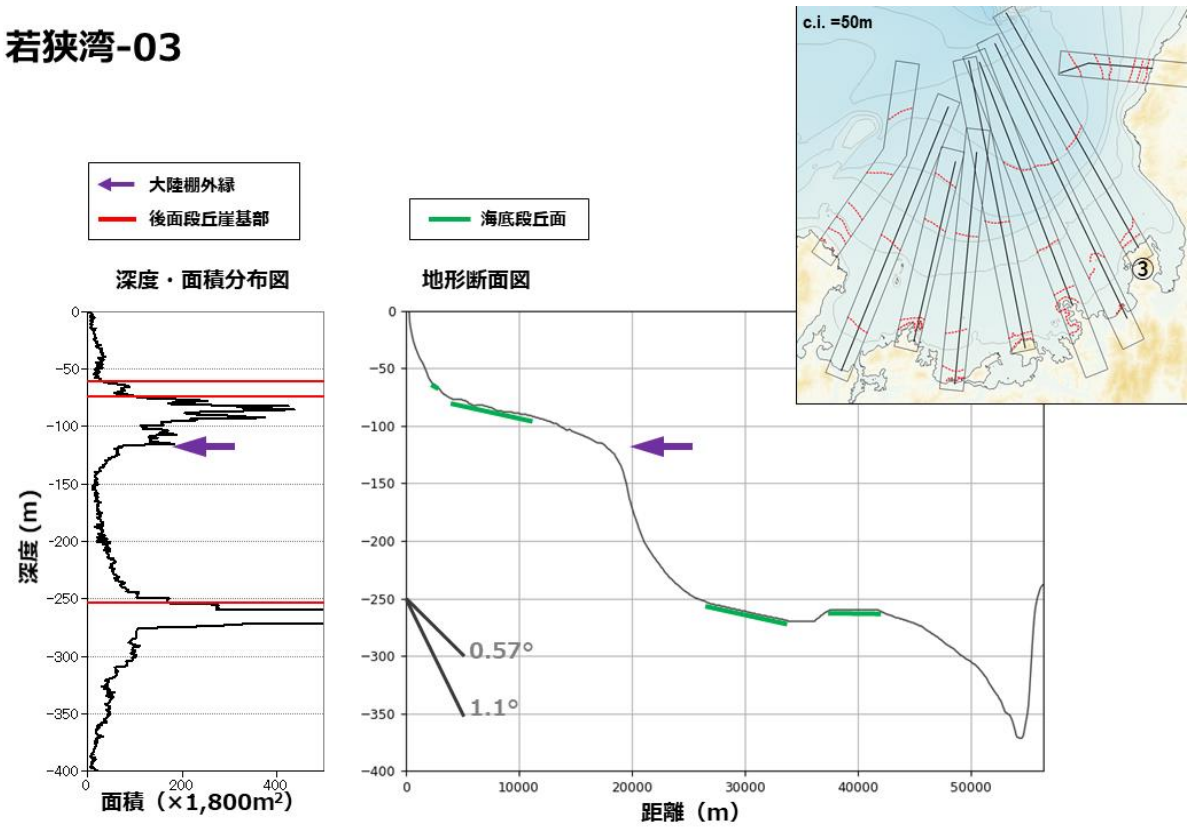


図 2-134　判読結果および地形断面（若狭湾-3）

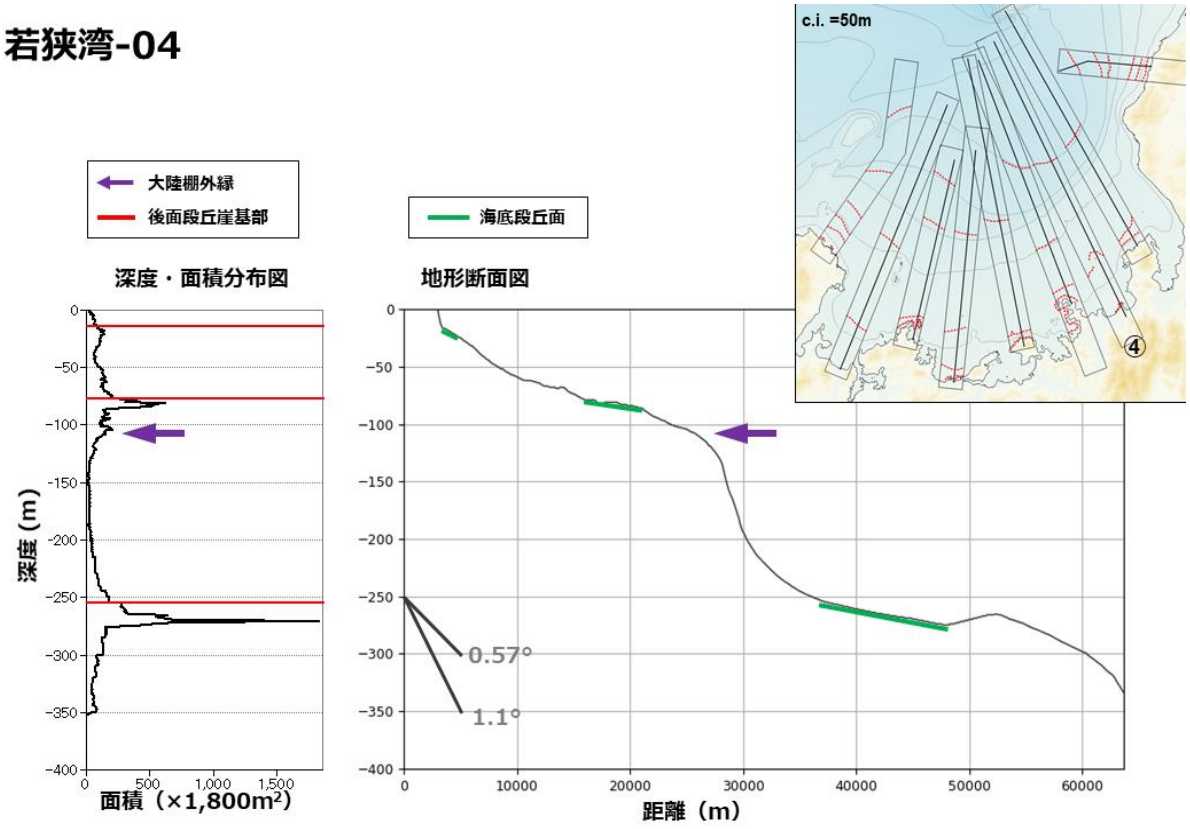


図 2-135　判読結果および地形断面（若狭湾-4）

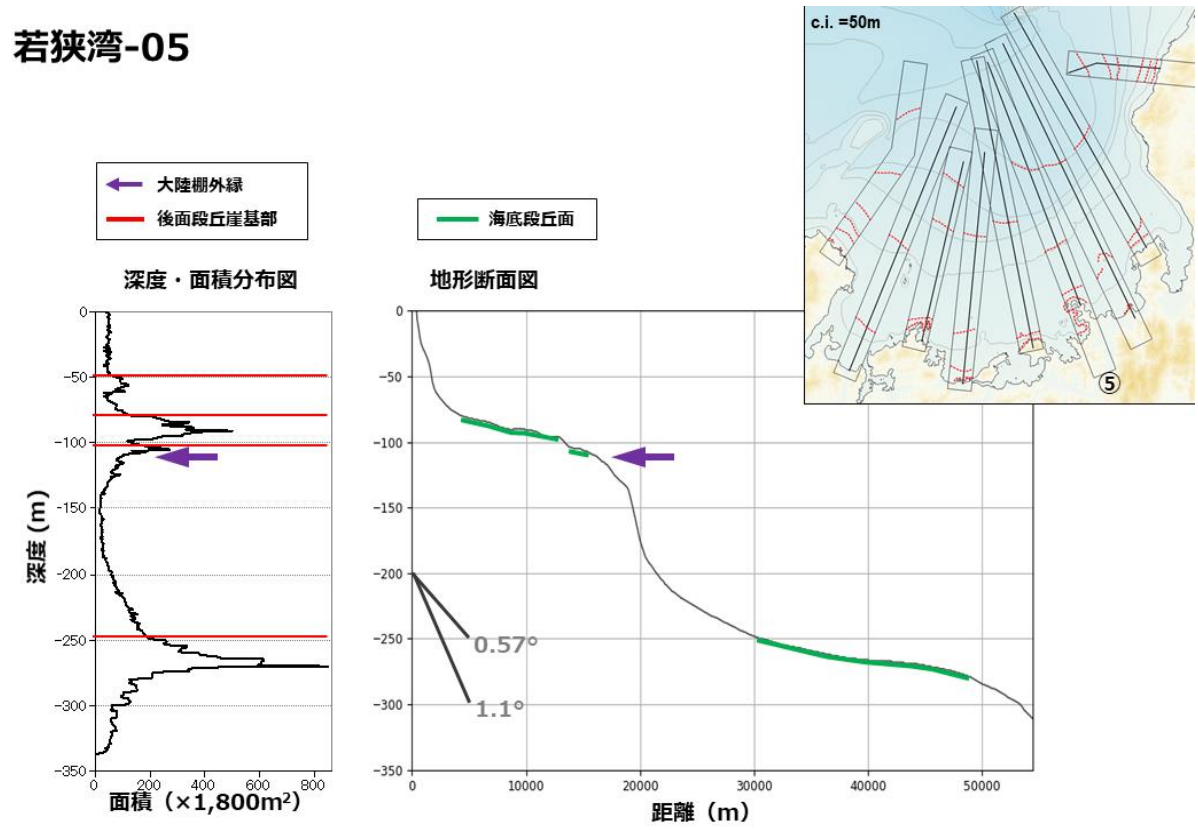


図 2-136　判読結果および地形断面（若狭湾-5）

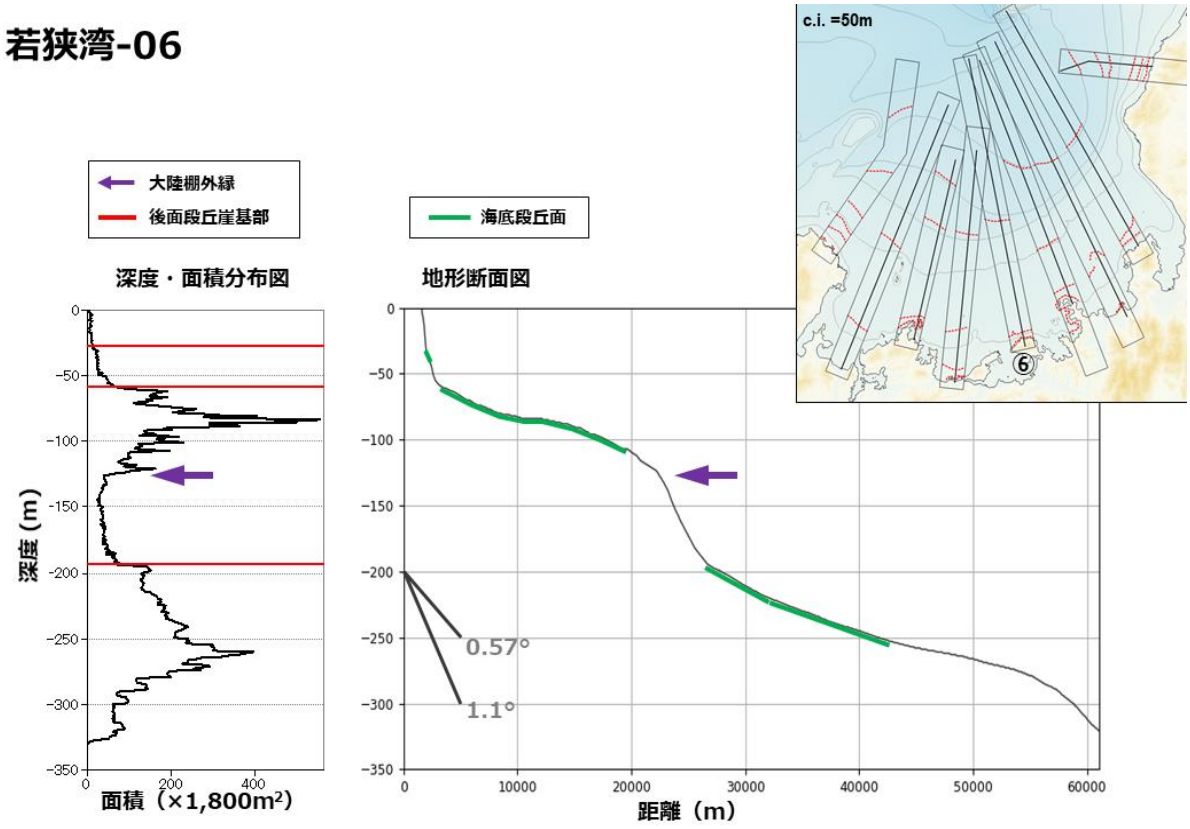


図 2-137　判読結果および地形断面（若狭湾-6）

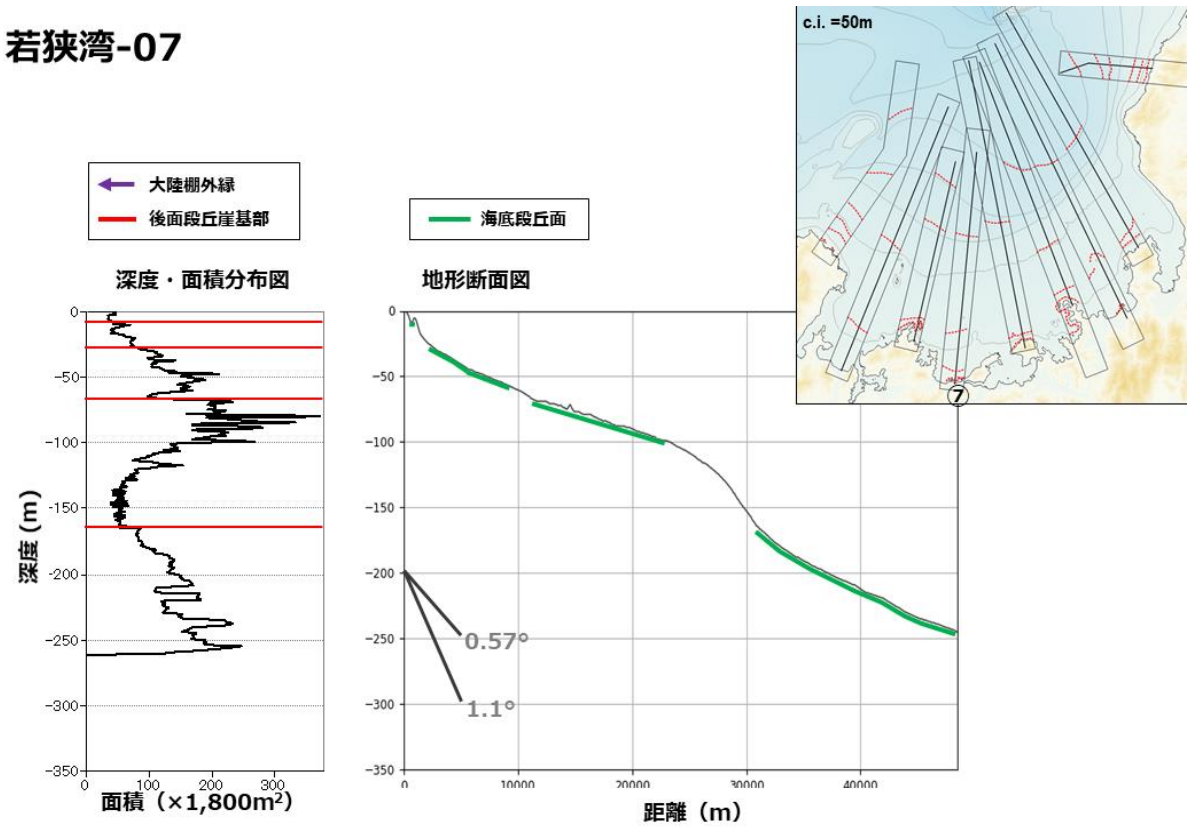


図 2-138　判読結果および地形断面（若狭湾-7）

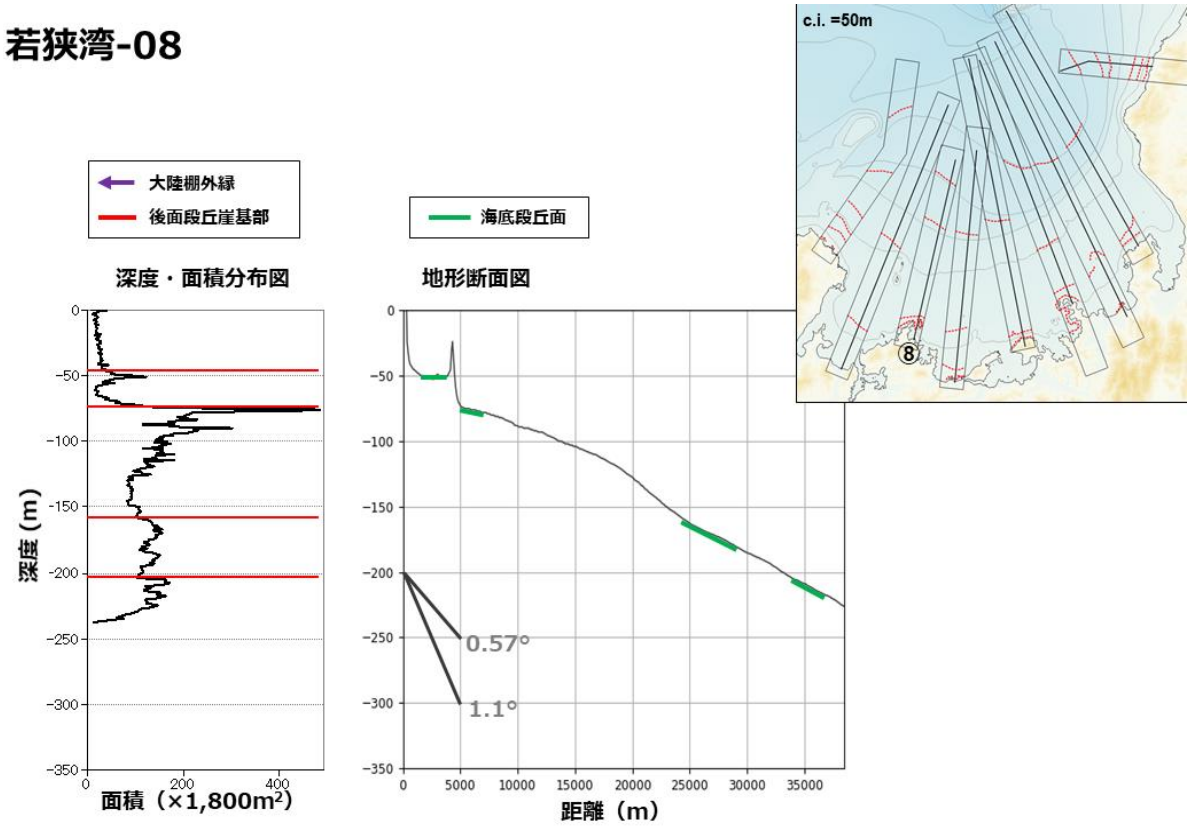


図 2-139　判読結果および地形断面（若狭湾-8）

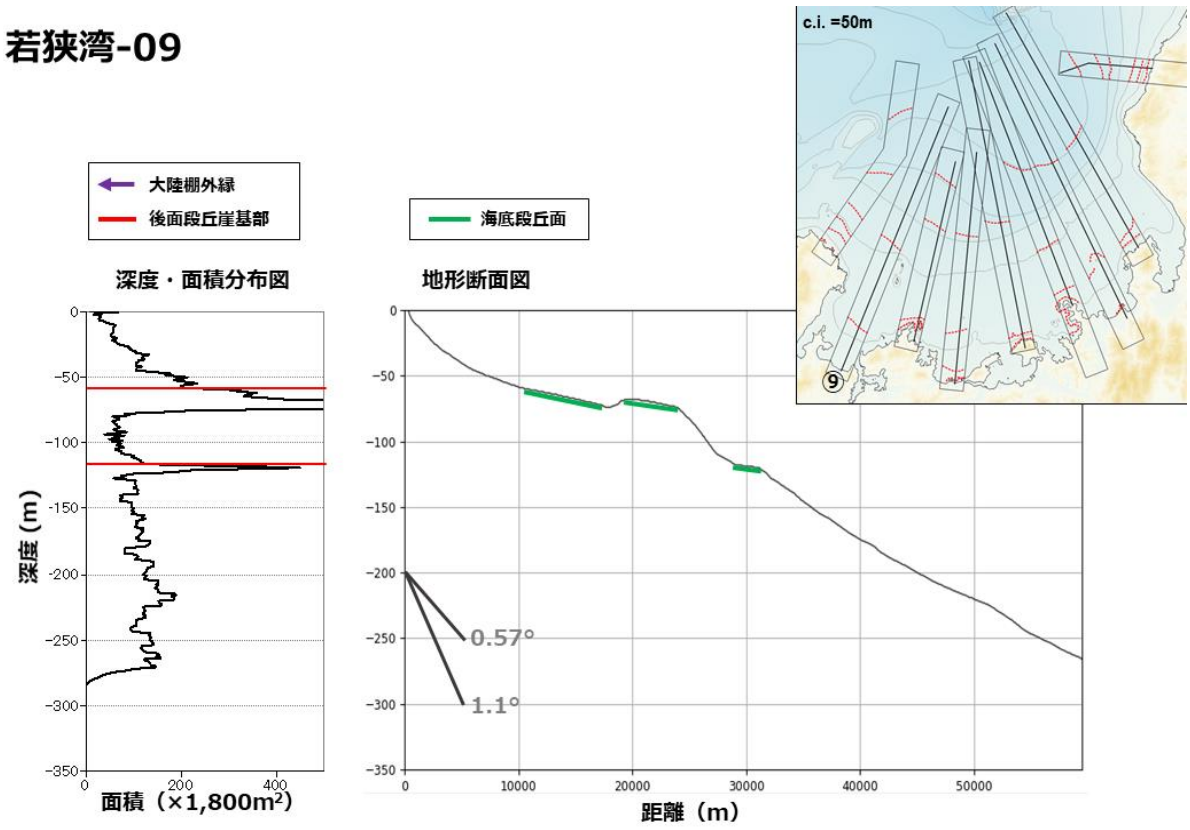


図 2-140　判読結果および地形断面（若狭湾-9）

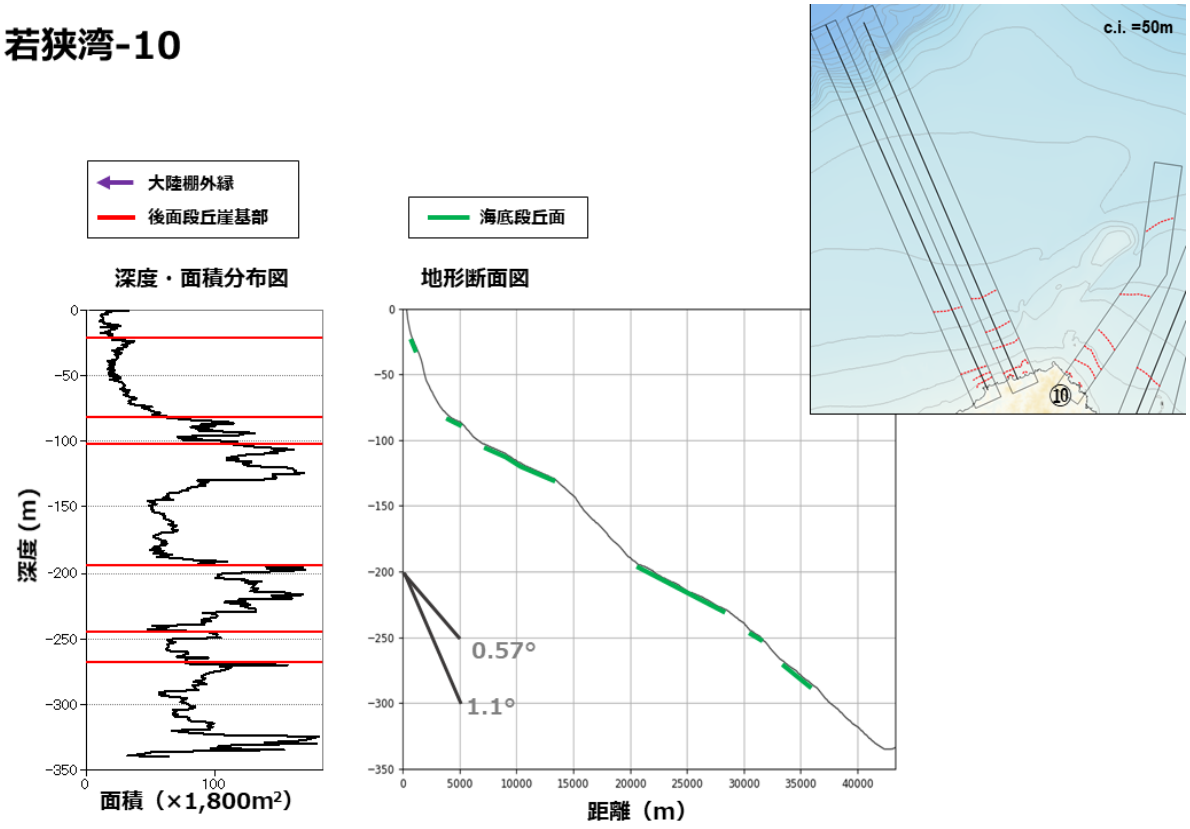


図 2-141　判読結果および地形断面（若狭湾-10）

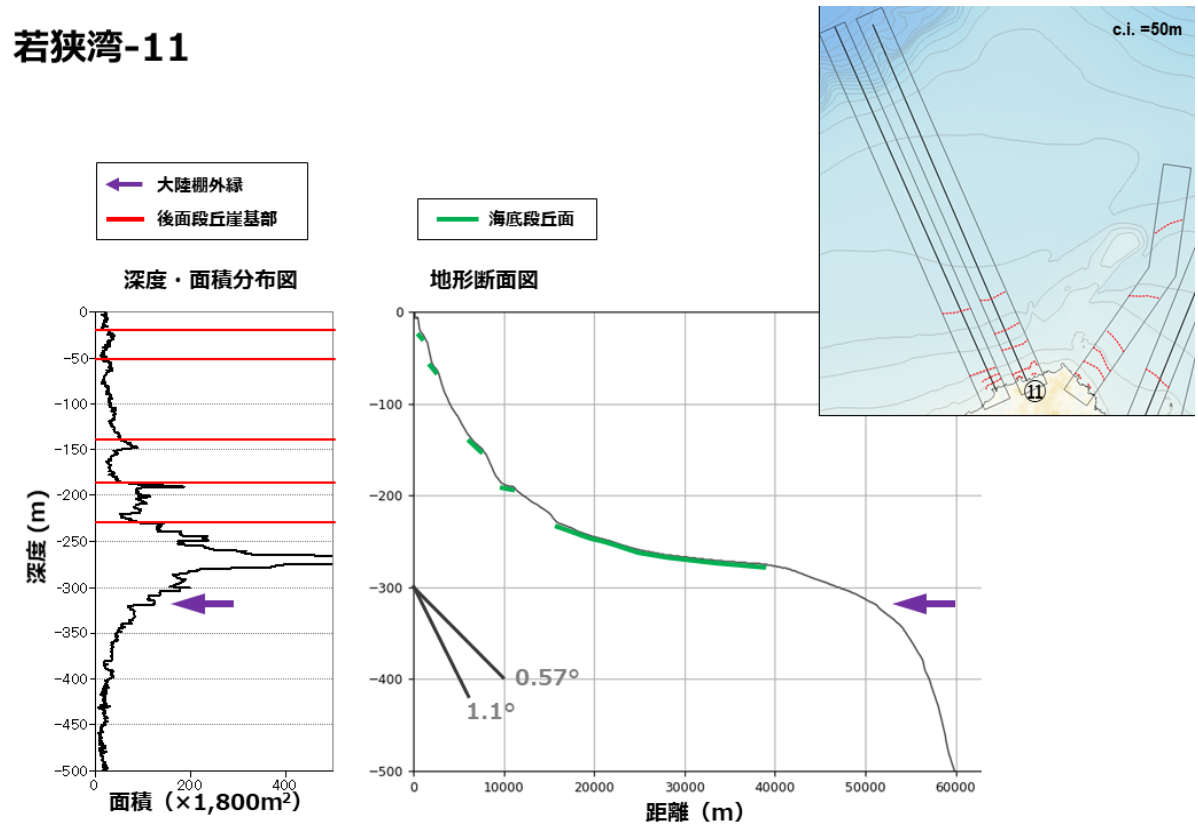


図 2-142　判読結果および地形断面（若狭湾-11）

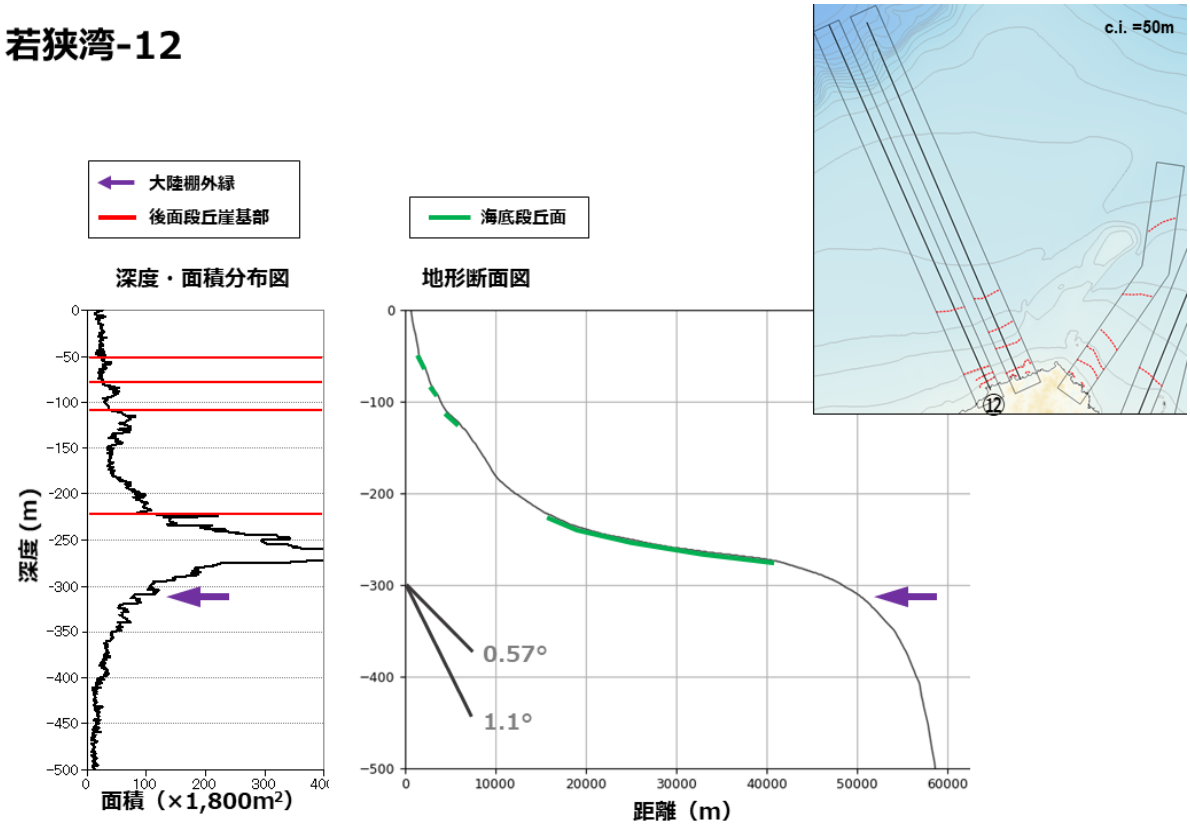


図 2-143　判読結果および地形断面（若狭湾-12）

2.15　島根沖

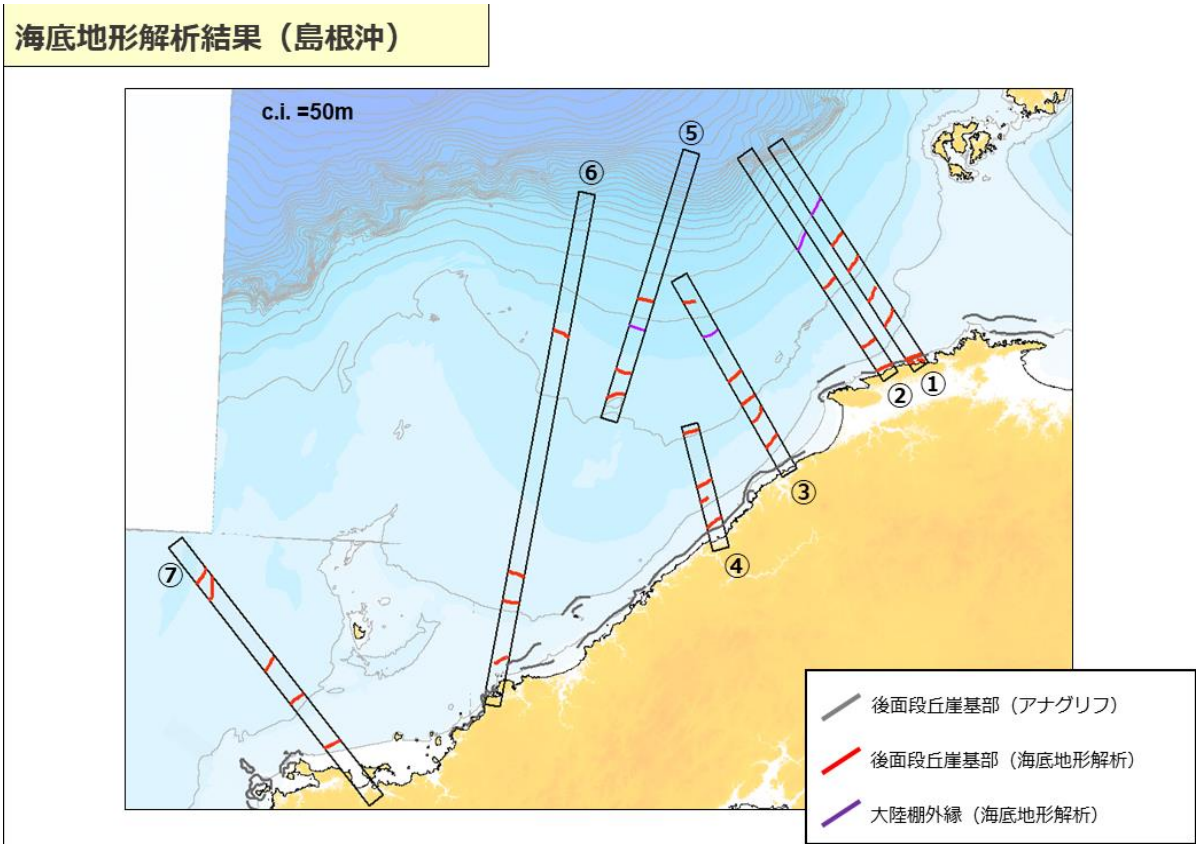


図 2-144　数値地形解析結果（島根沖）

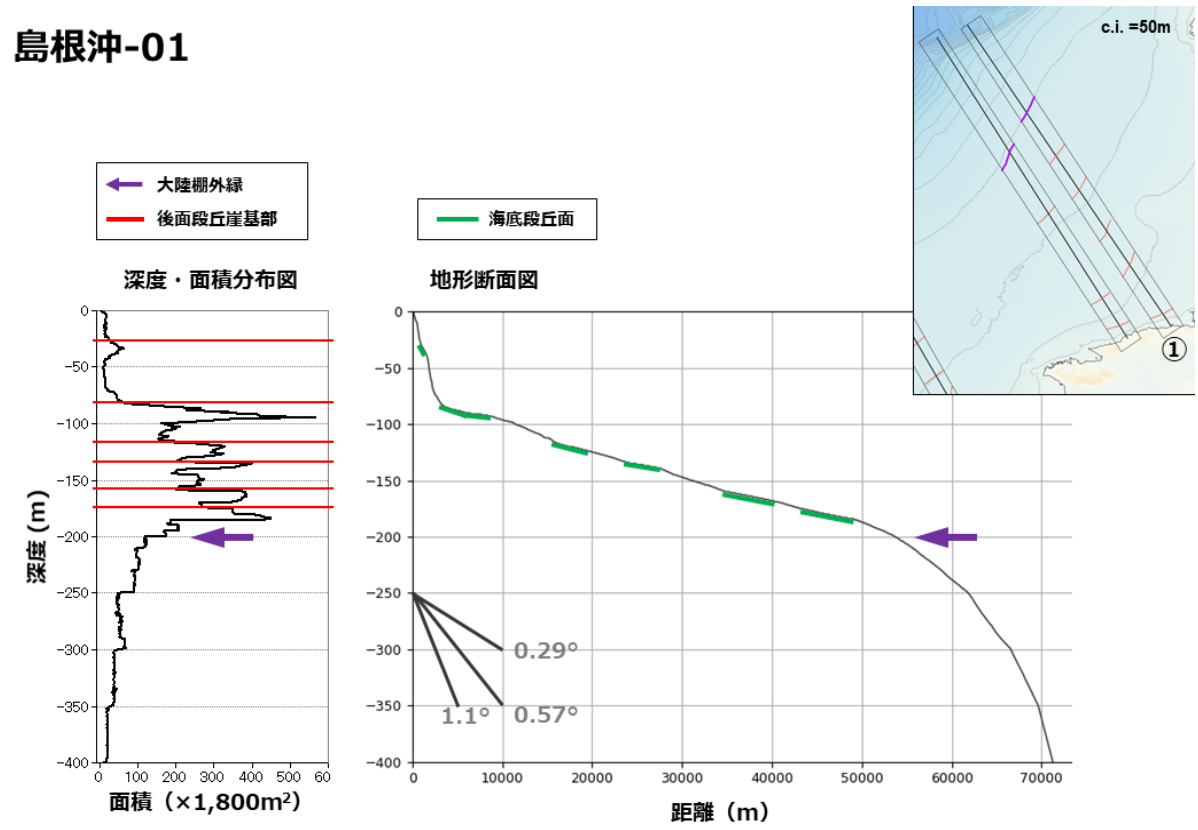


図 2-145　判読結果および地形断面（島根沖-1）

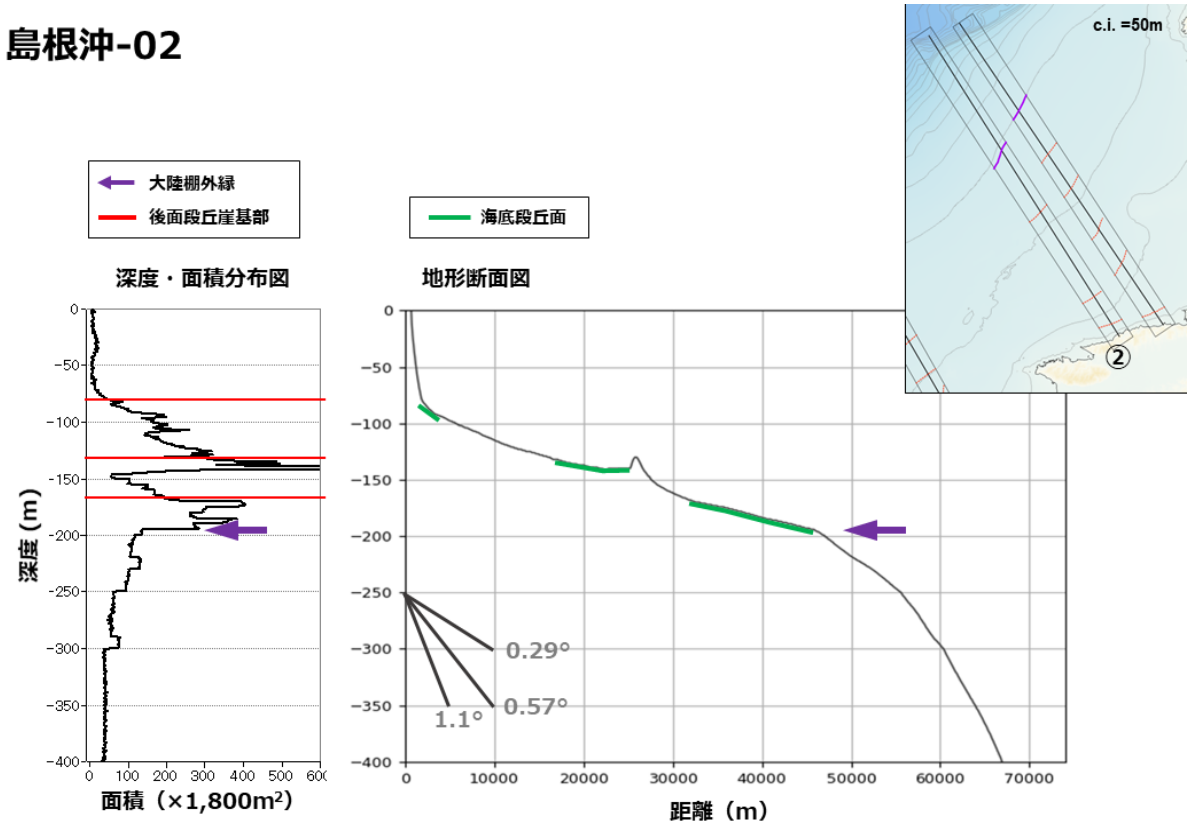


図 2-146　判読結果および地形断面（島根沖-2）

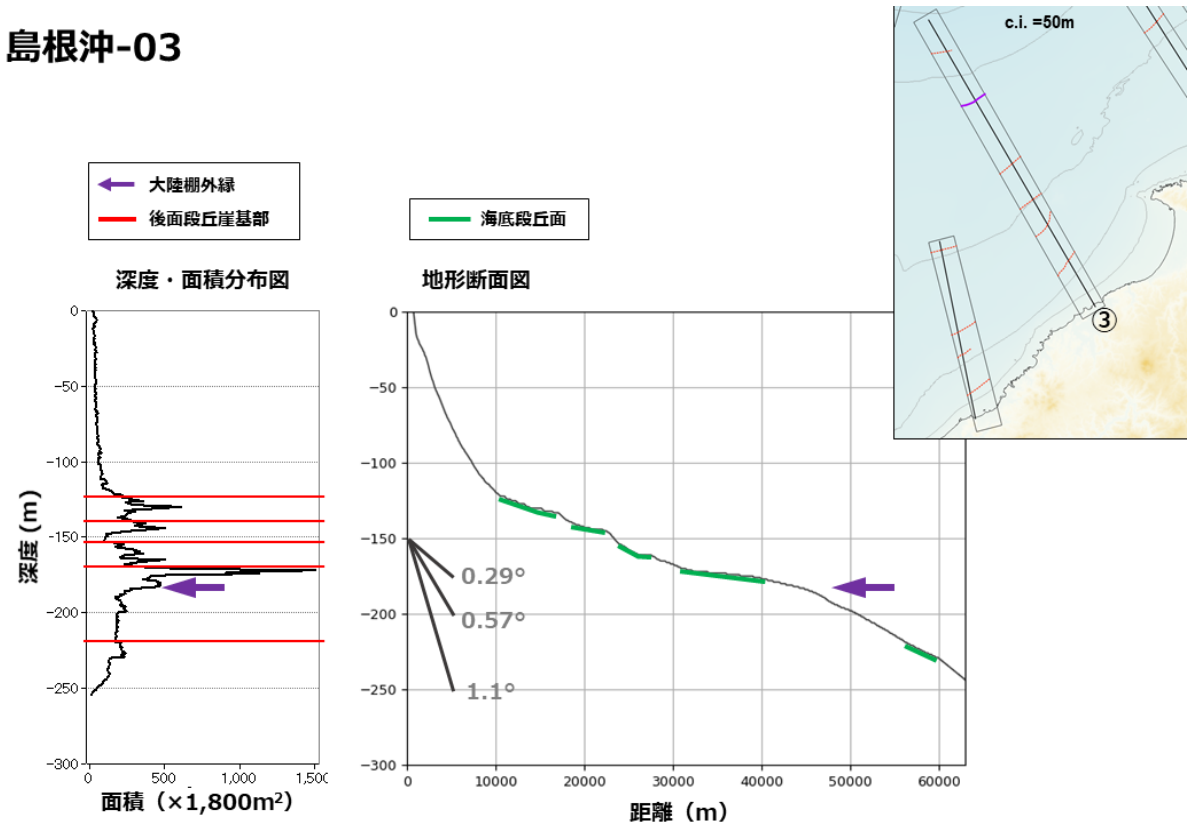


図 2-147　判読結果および地形断面（島根沖-3）

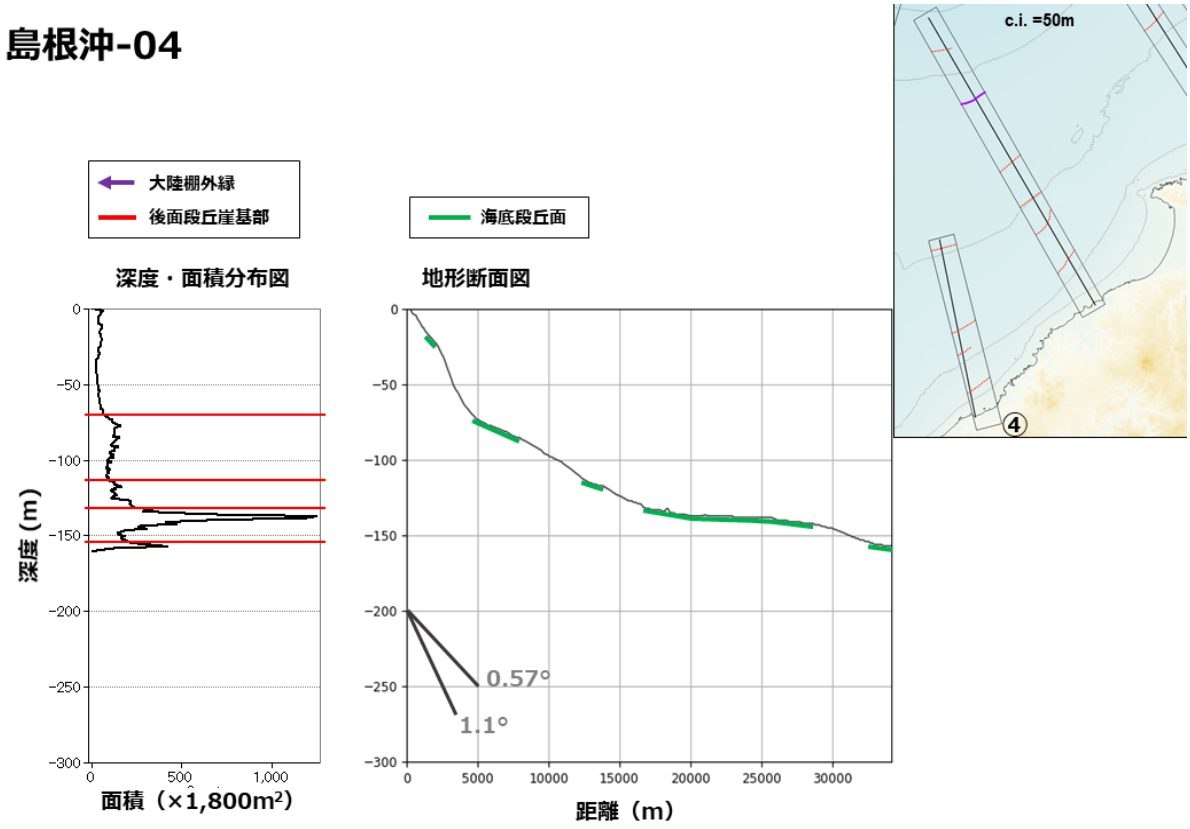


図 2-148　判読結果および地形断面（島根沖-4）

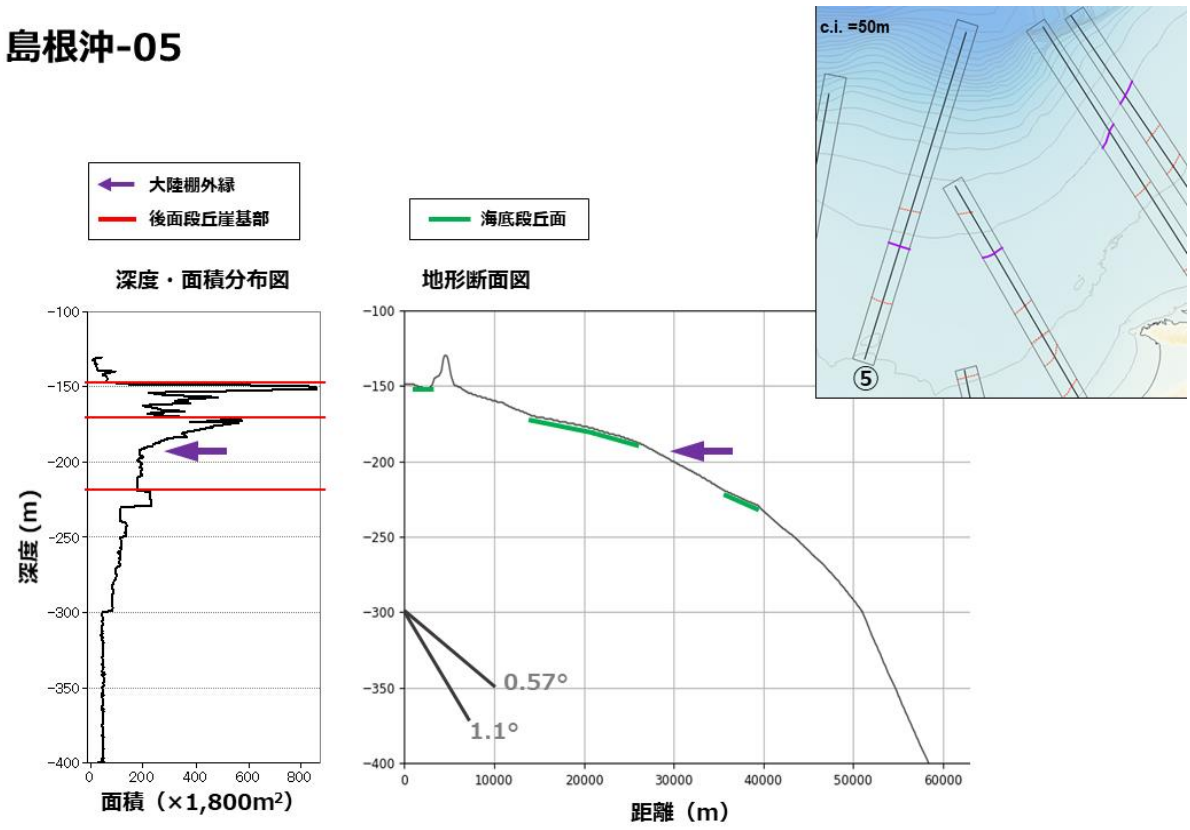


図 2-149　判読結果および地形断面（島根沖-5）

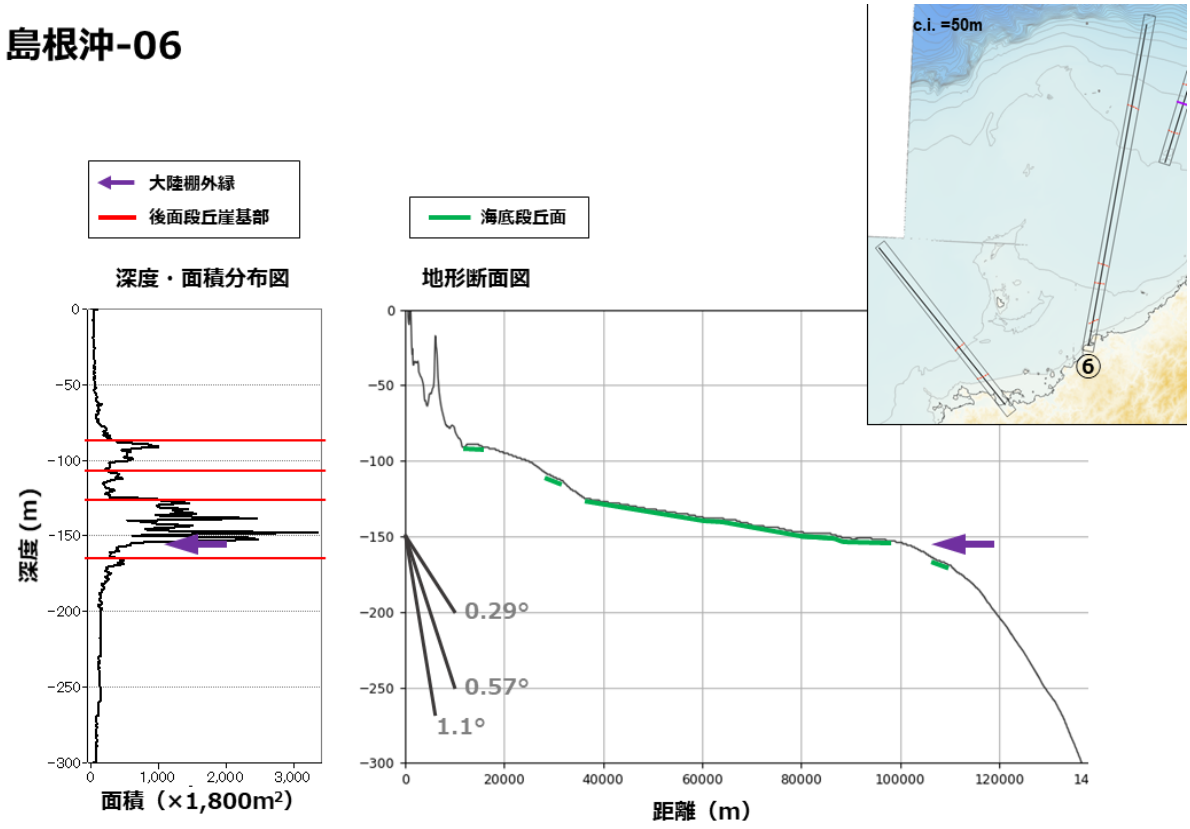


図 2-150　判読結果および地形断面（島根沖-6）

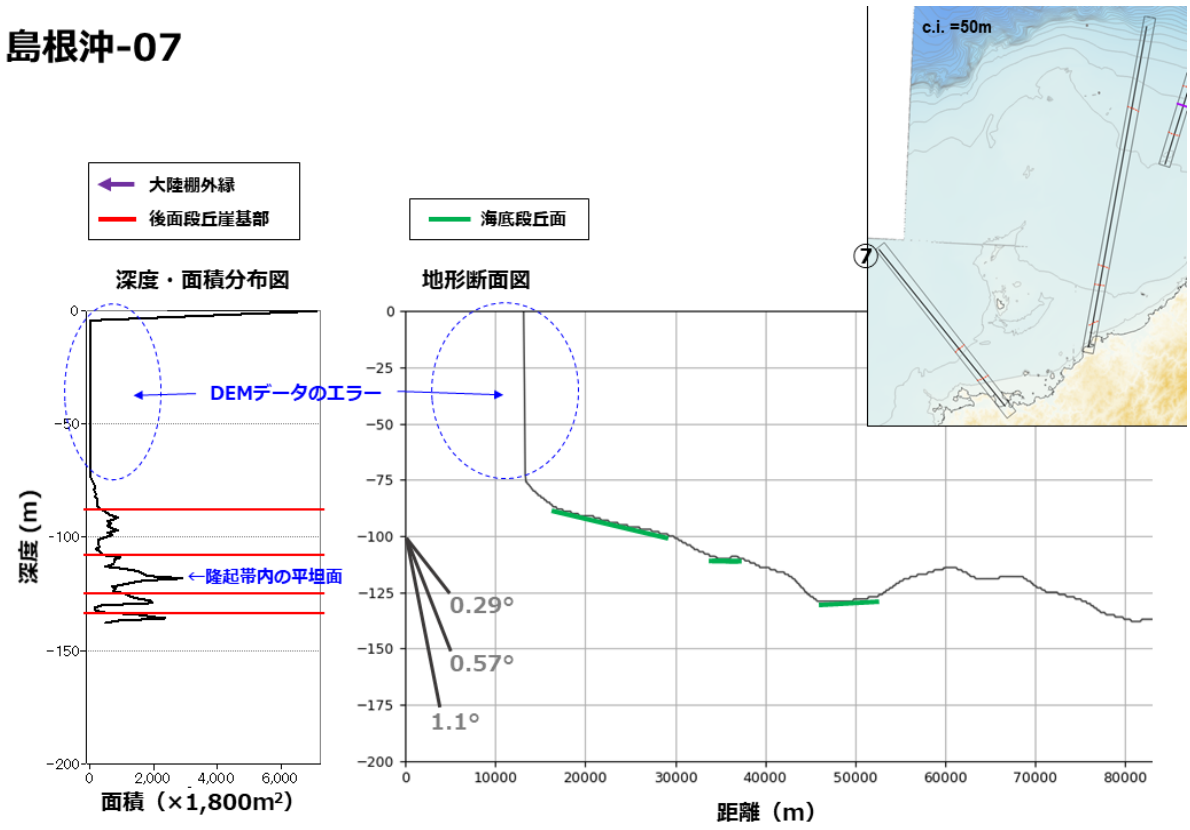


図 2-151　判読結果および地形断面（島根沖-7）

2.16　対馬沖

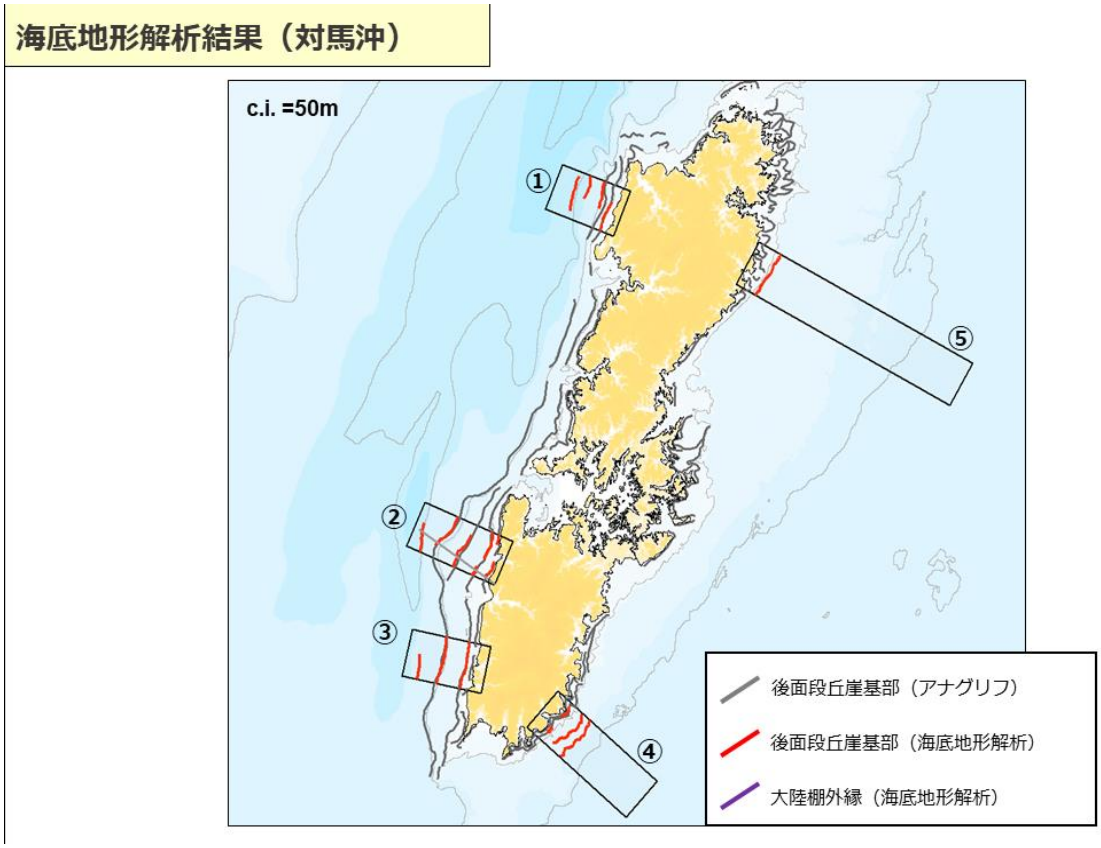


図 2-152　数値地形解析結果（対馬）

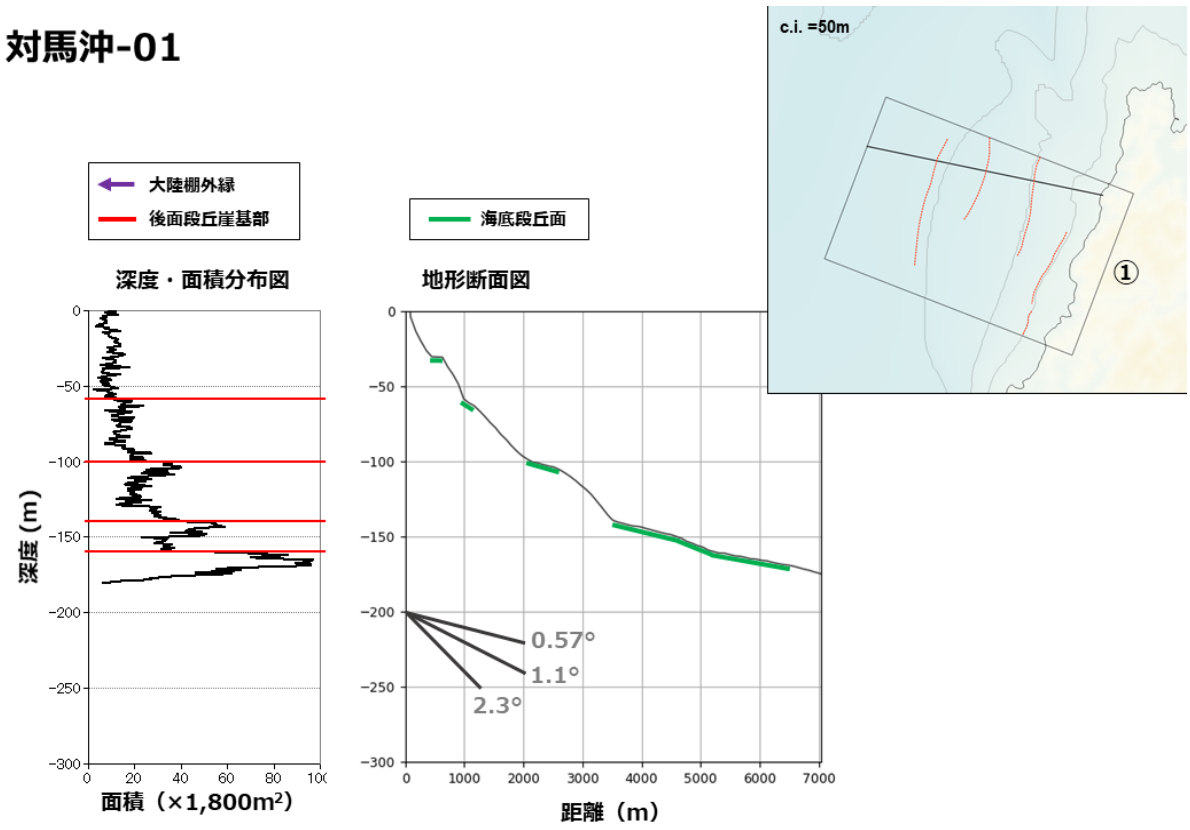


図 2-153　判読結果および地形断面（対馬-1）

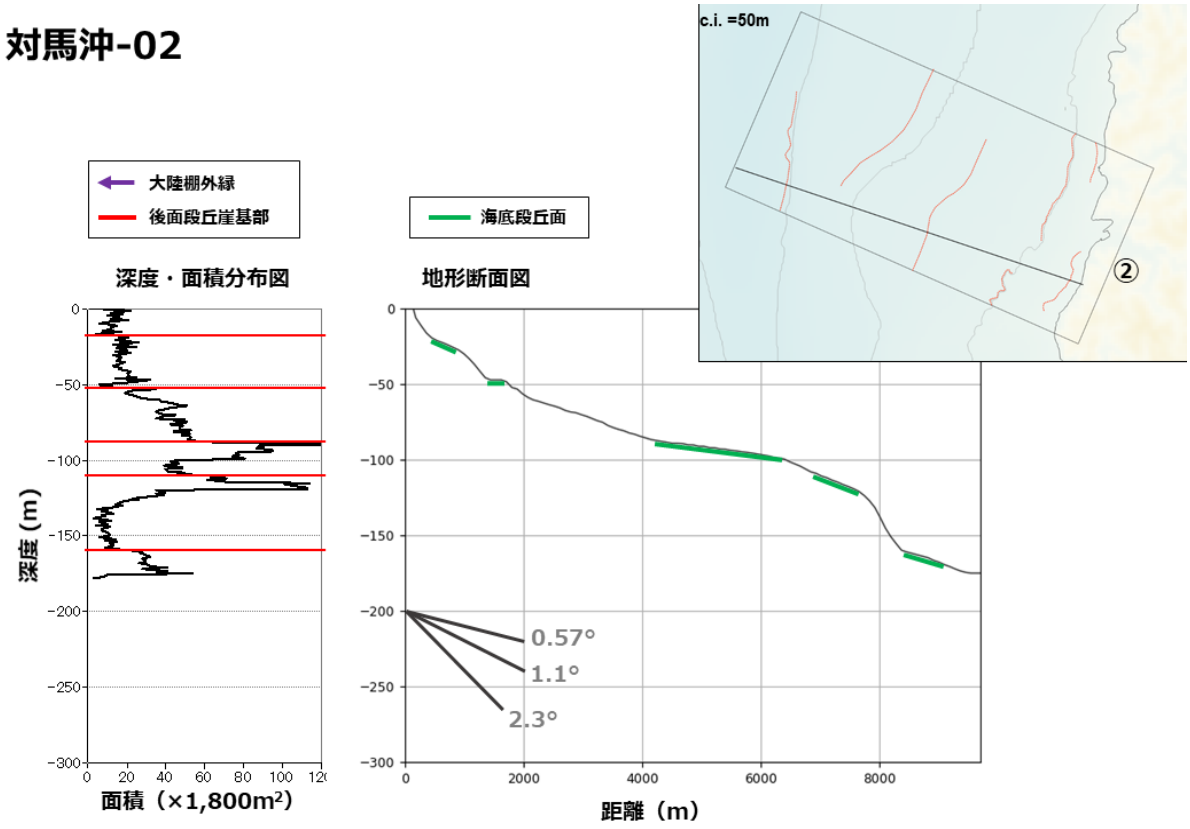


図 2-154　判読結果および地形断面（対馬-2）

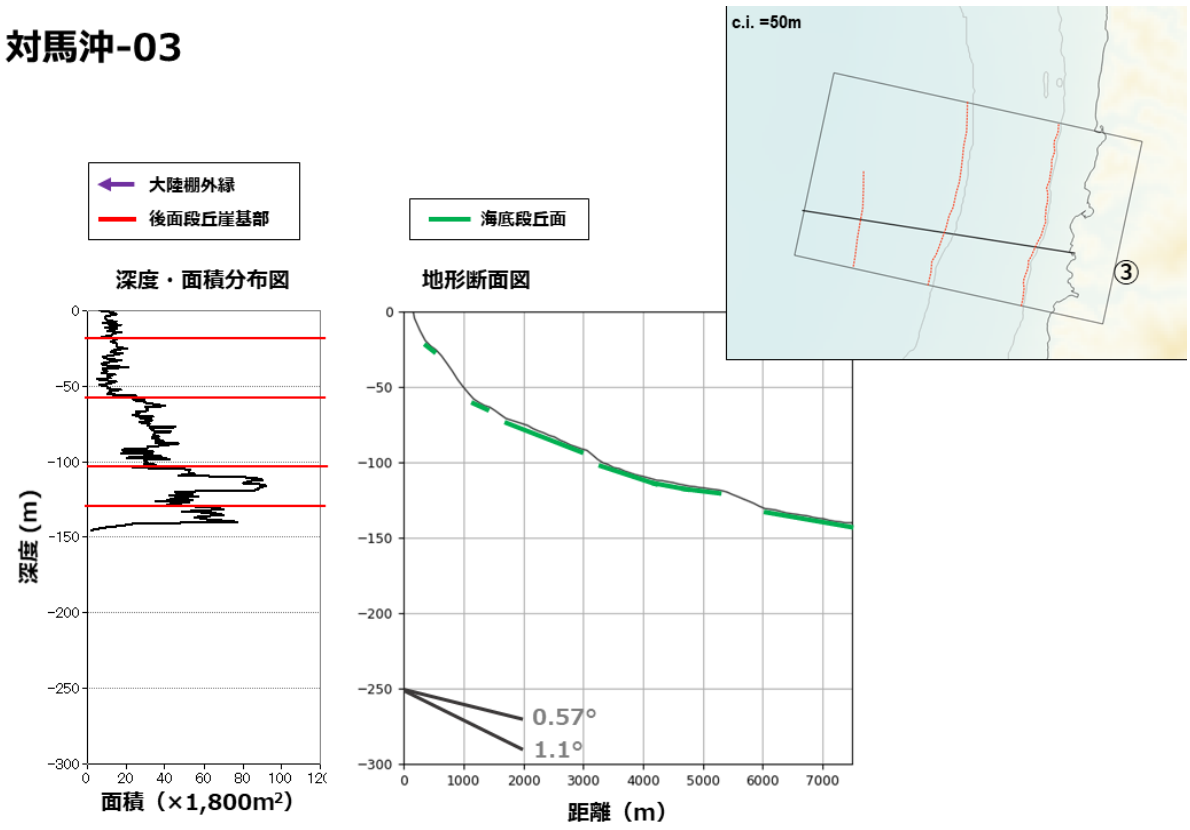


図 2-155　判読結果および地形断面（対馬-3）

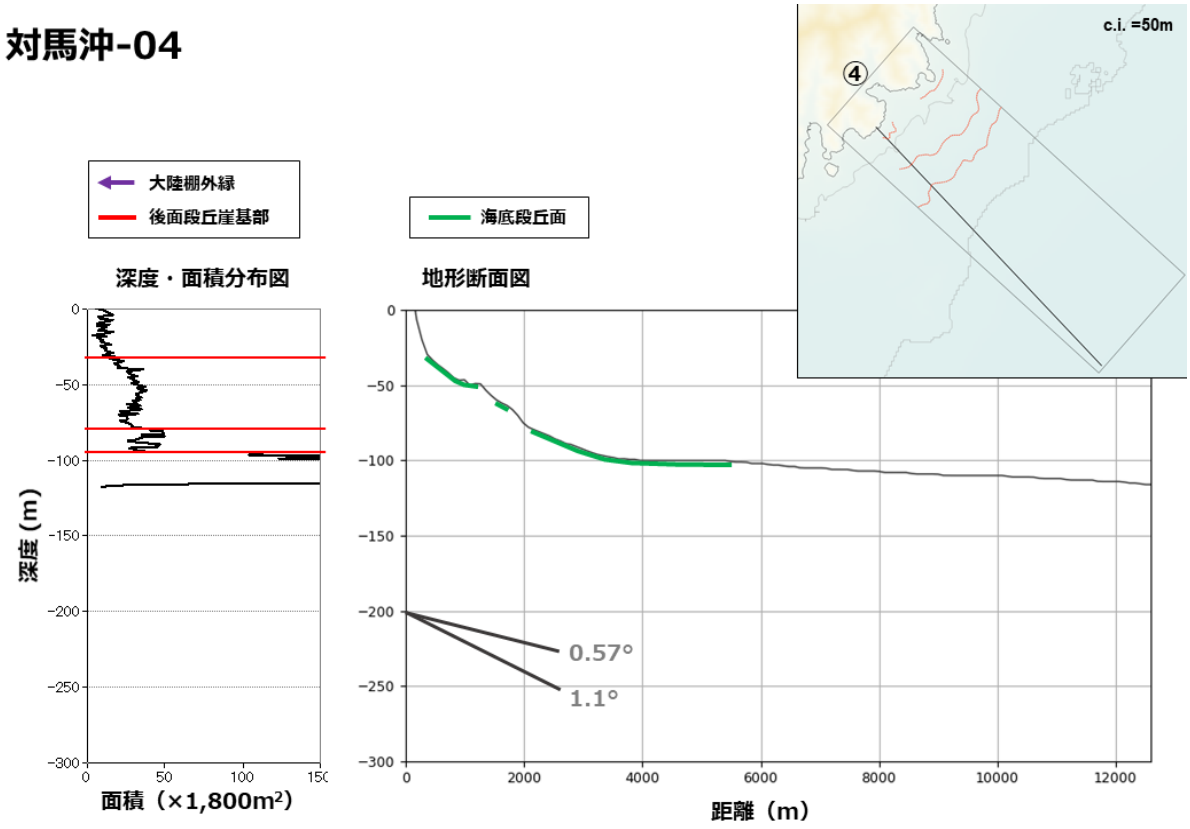


図 2-156　判読結果および地形断面（対馬-4）

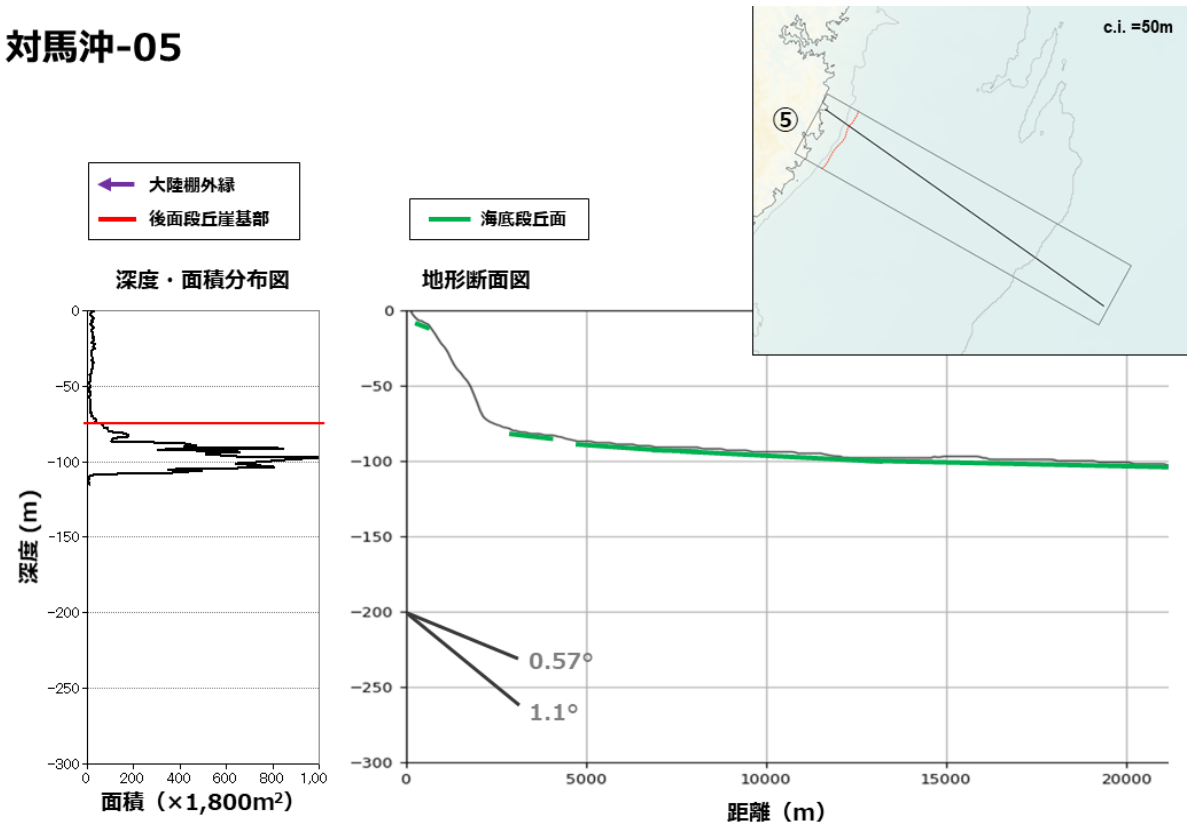


図 2-157　判読結果および地形断面（対馬-5）

2.17　伊豆小笠原諸島海域

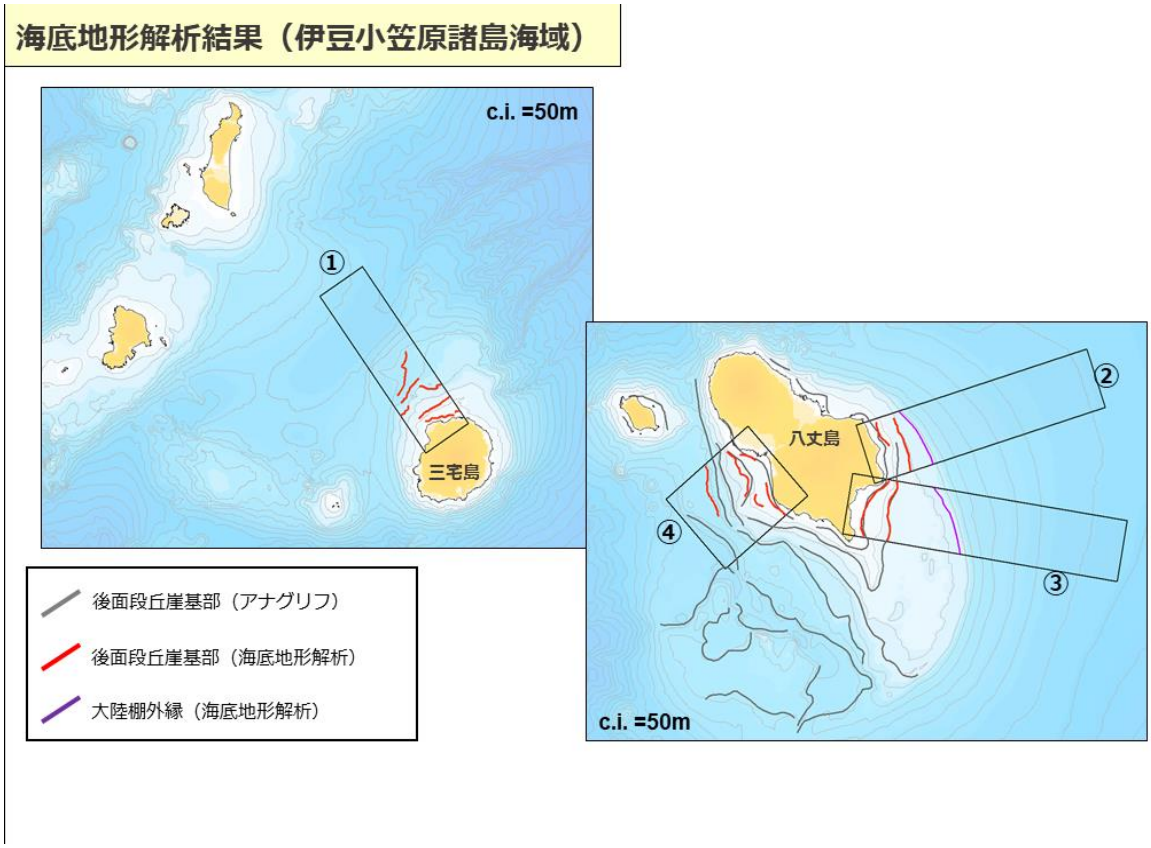


図 2-158　数値地形解析結果（伊豆小笠原諸島）

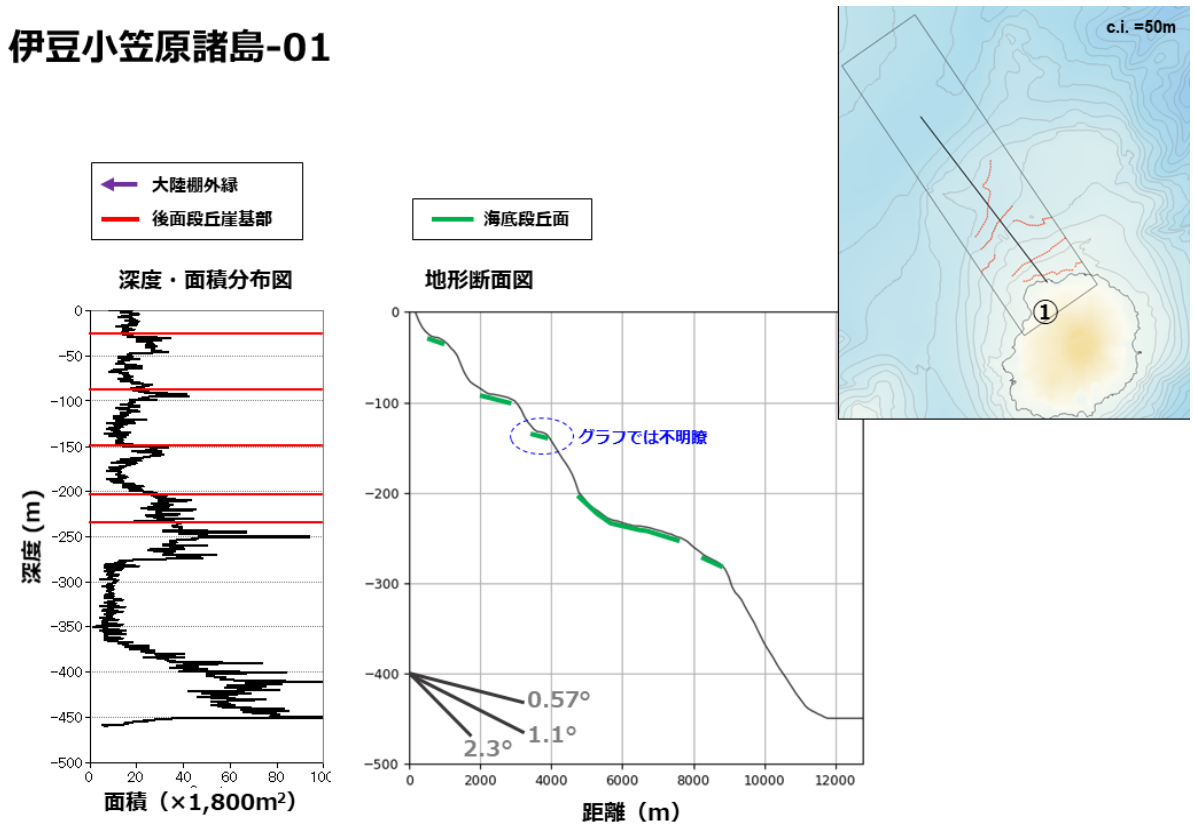


図 2-159　判読結果および地形断面（伊豆小笠原諸島-1）

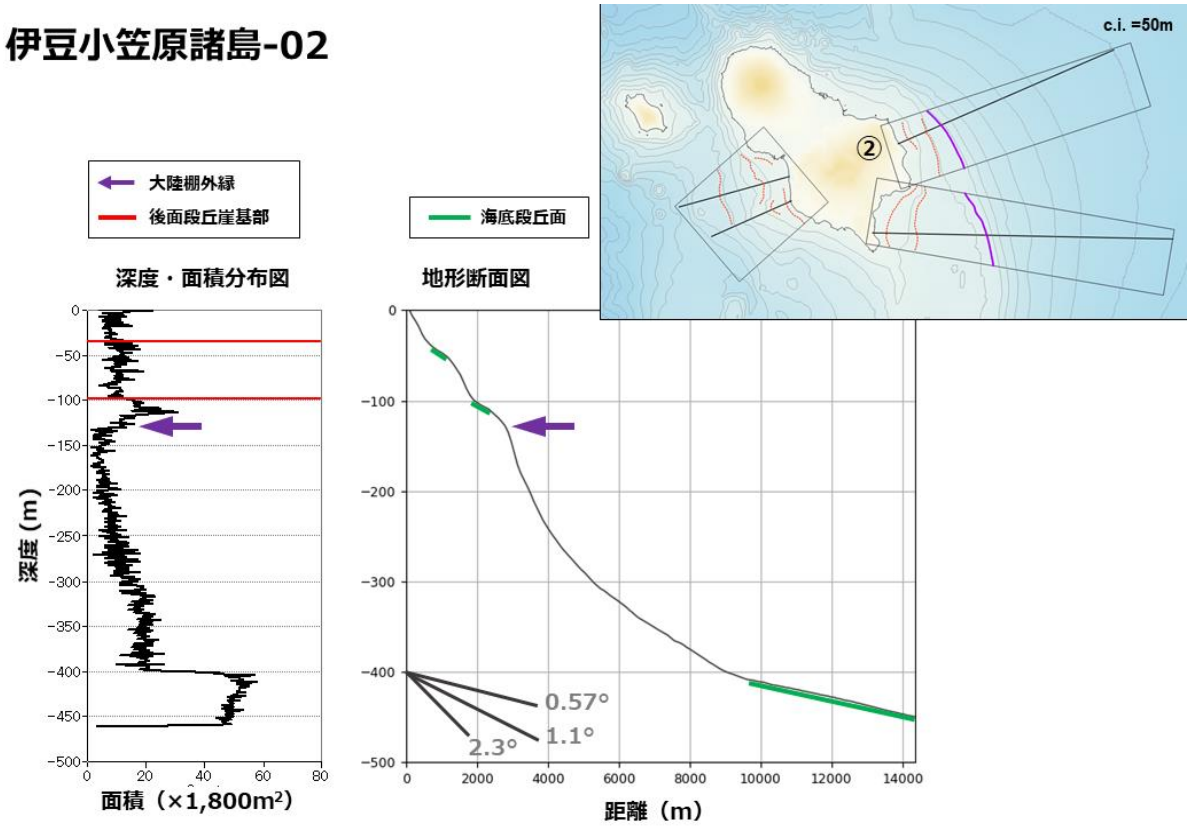


図 2-160　判読結果および地形断面（伊豆小笠原諸島-2）

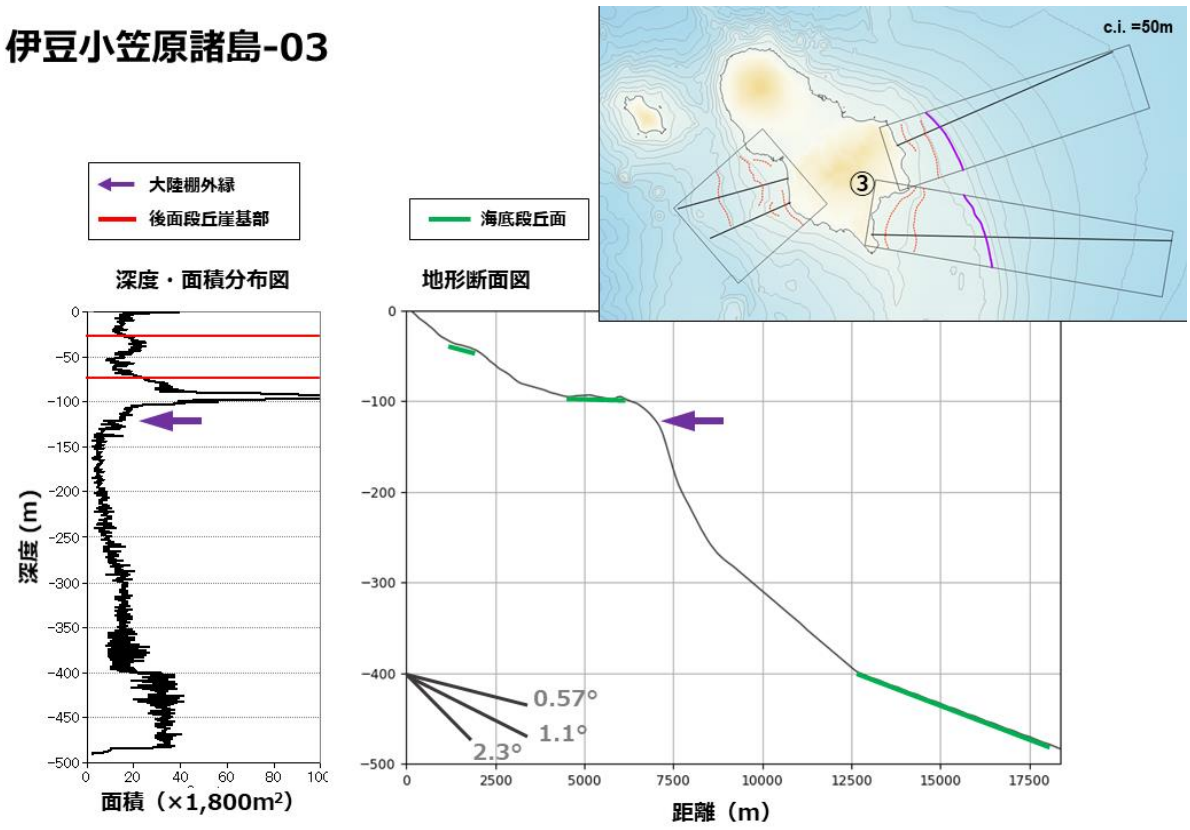


図 2-161　判読結果および地形断面（伊豆小笠原諸島-3）

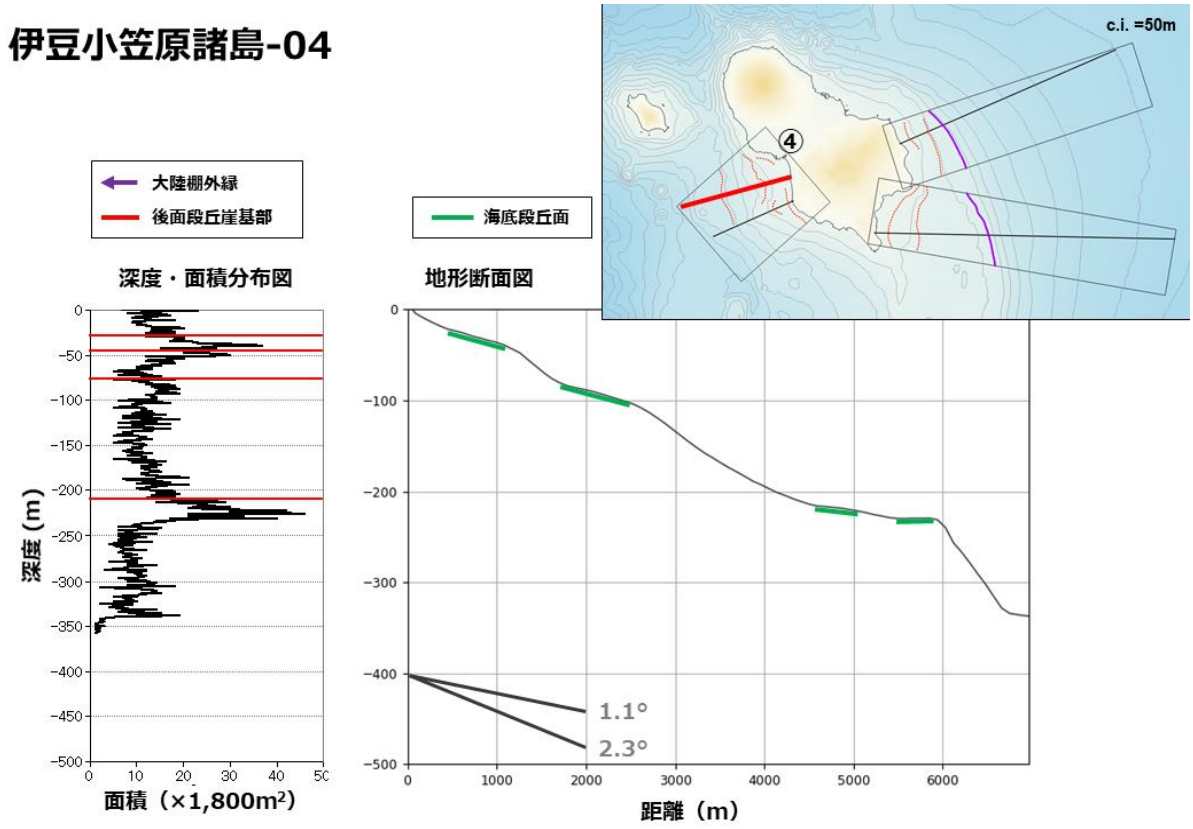


図 2-162　判読結果および地形断面（伊豆小笠原諸島-4（1））

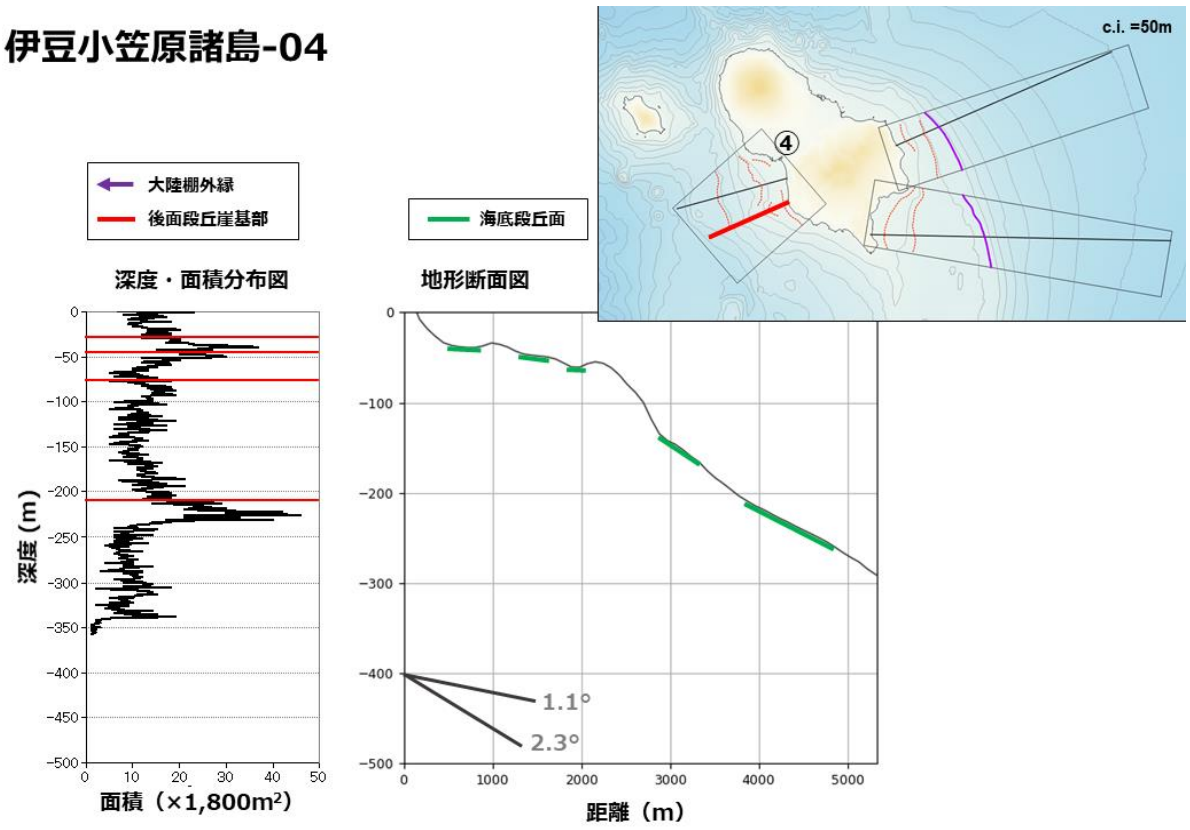


図 2-163　判読結果および地形断面（伊豆小笠原諸島-4（2））

2.18　南西諸島海域

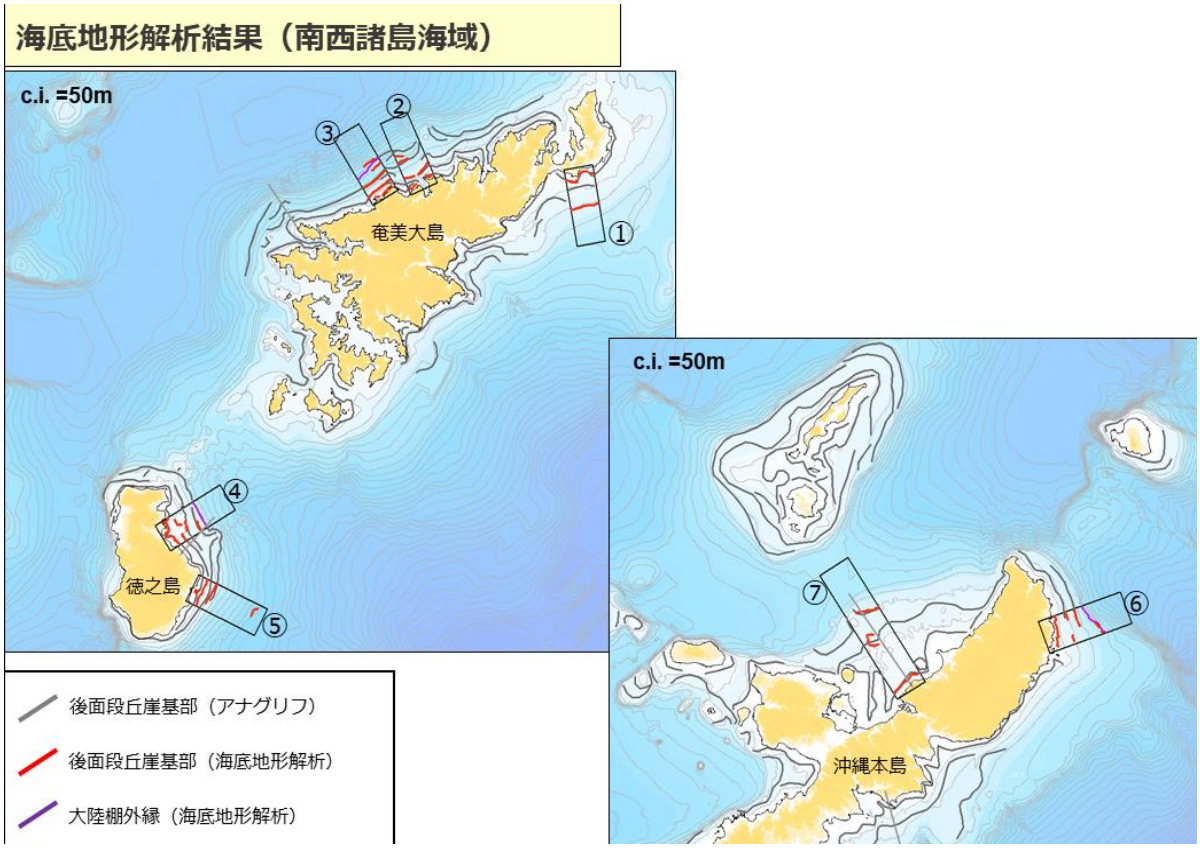


図 2-164　数値地形解析結果（南西諸島）

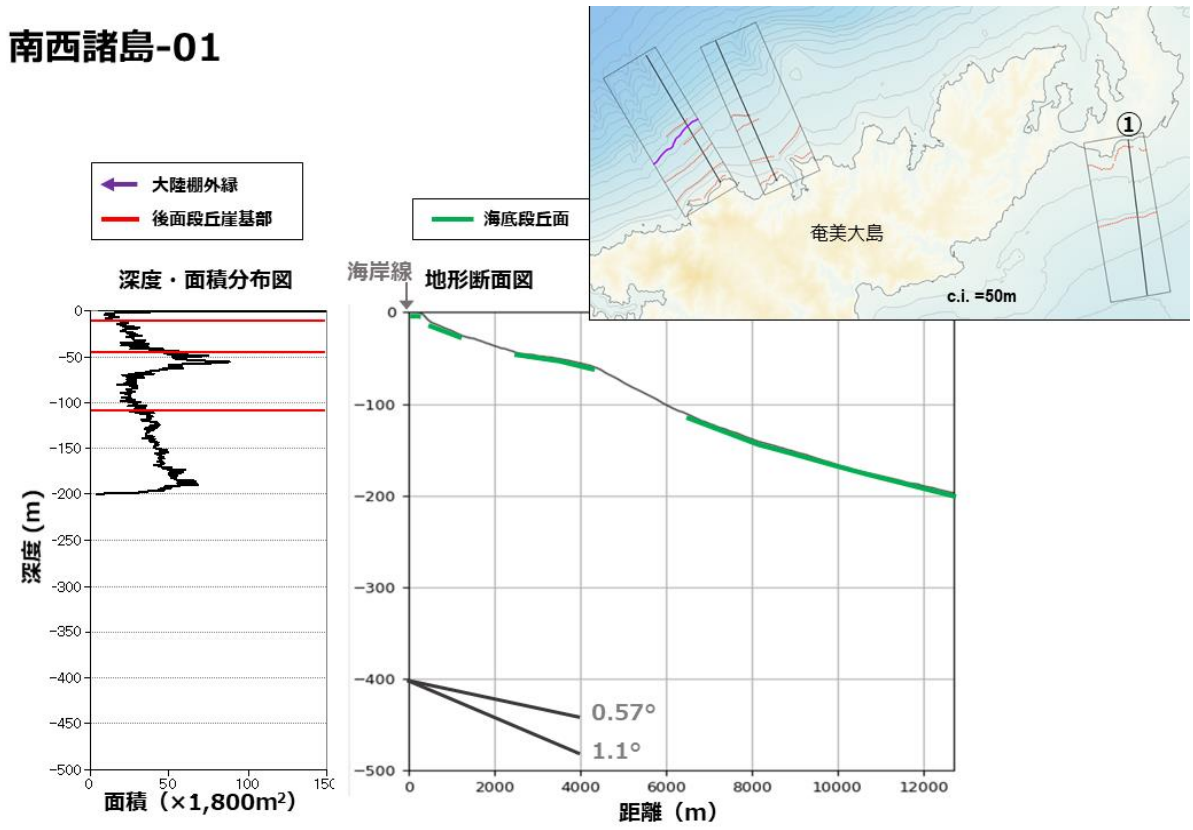


図 2-165　判読結果および地形断面（南西諸島-1）

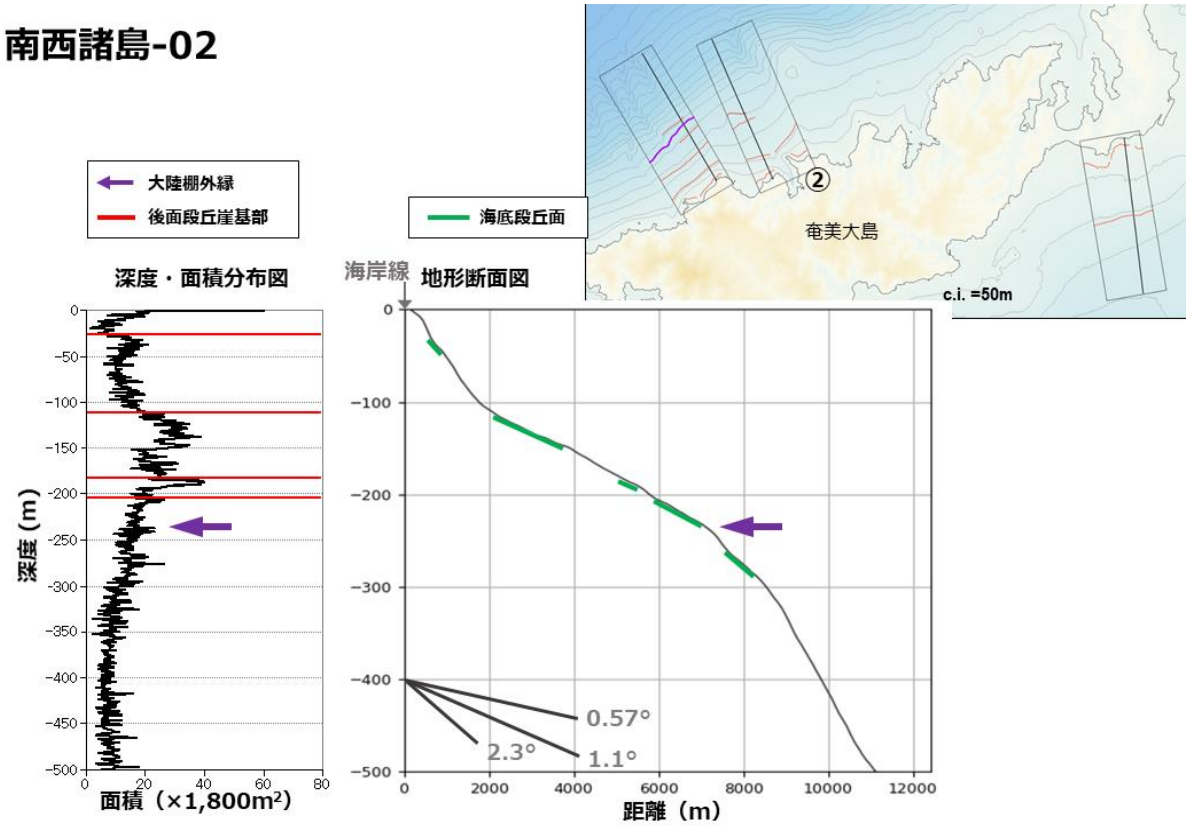


図 2-166　判読結果および地形断面（南西諸島-2）

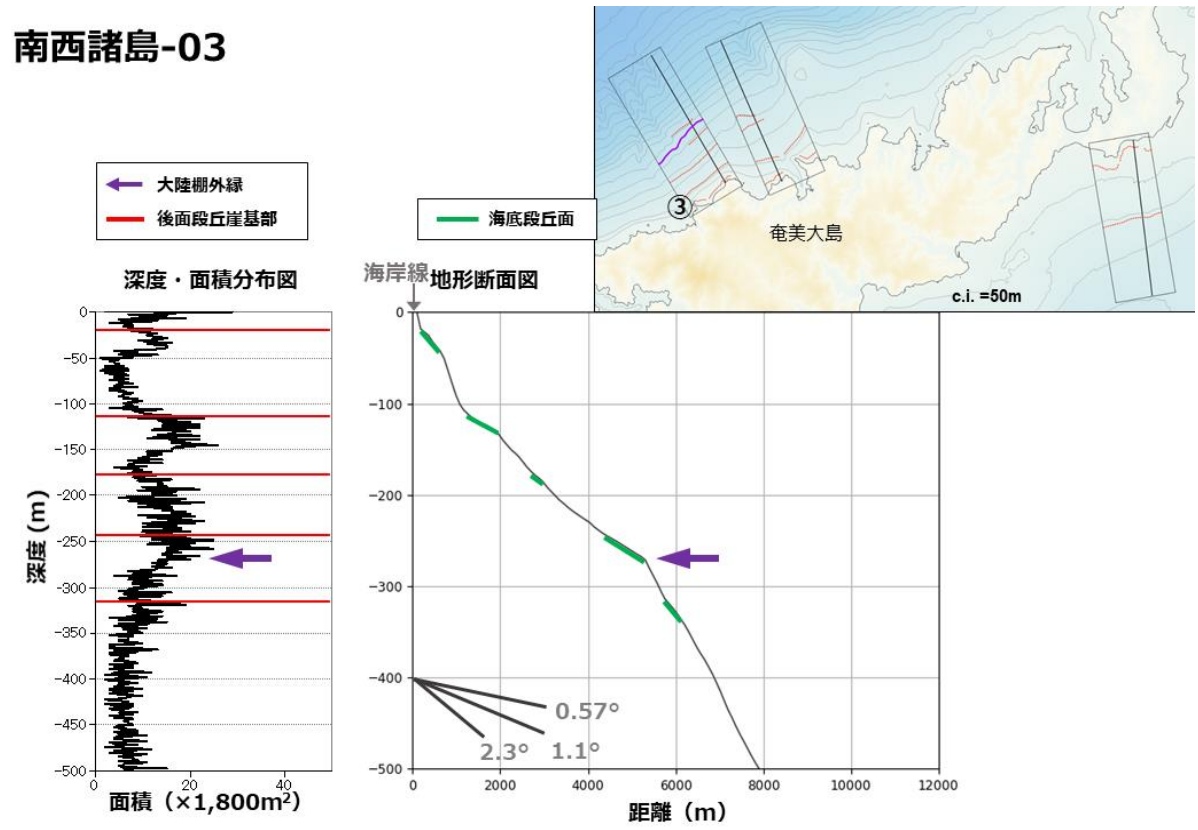


図 2-167　判読結果および地形断面（南西諸島-3）

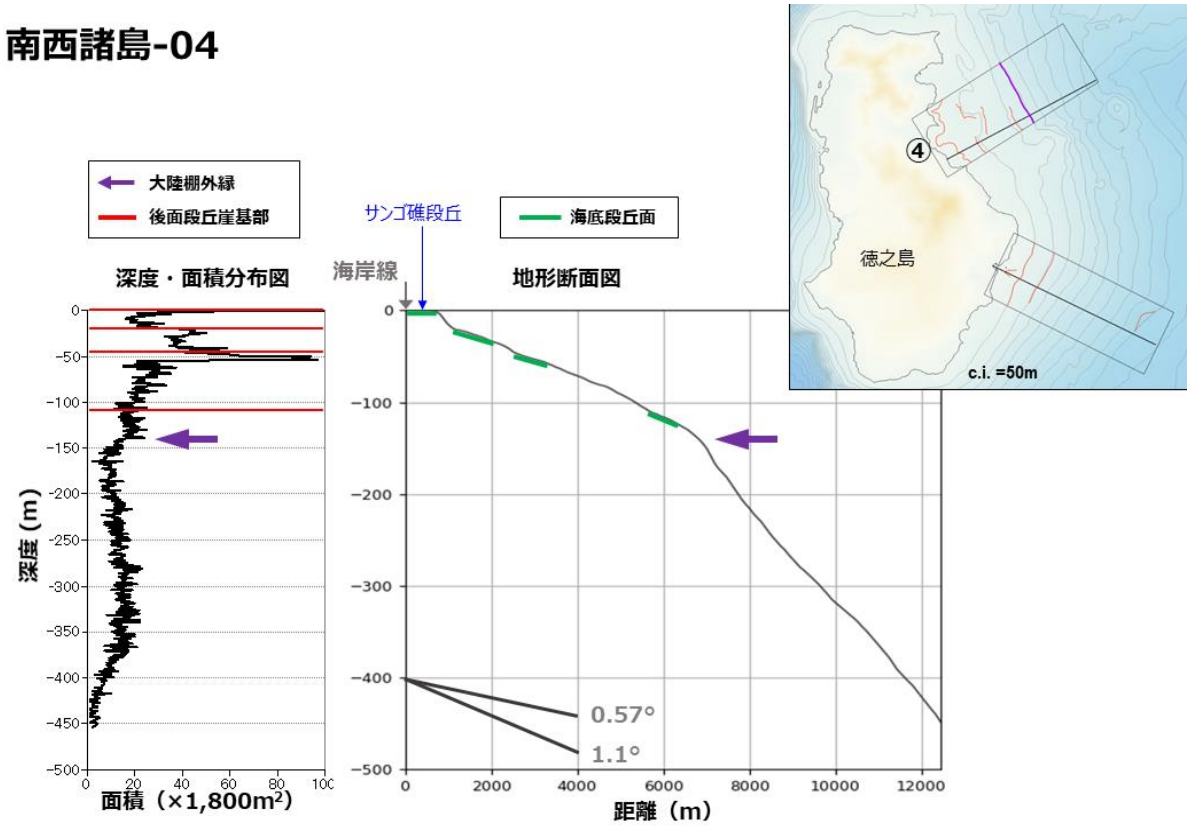


図 2-168　判読結果および地形断面（南西諸島-4）

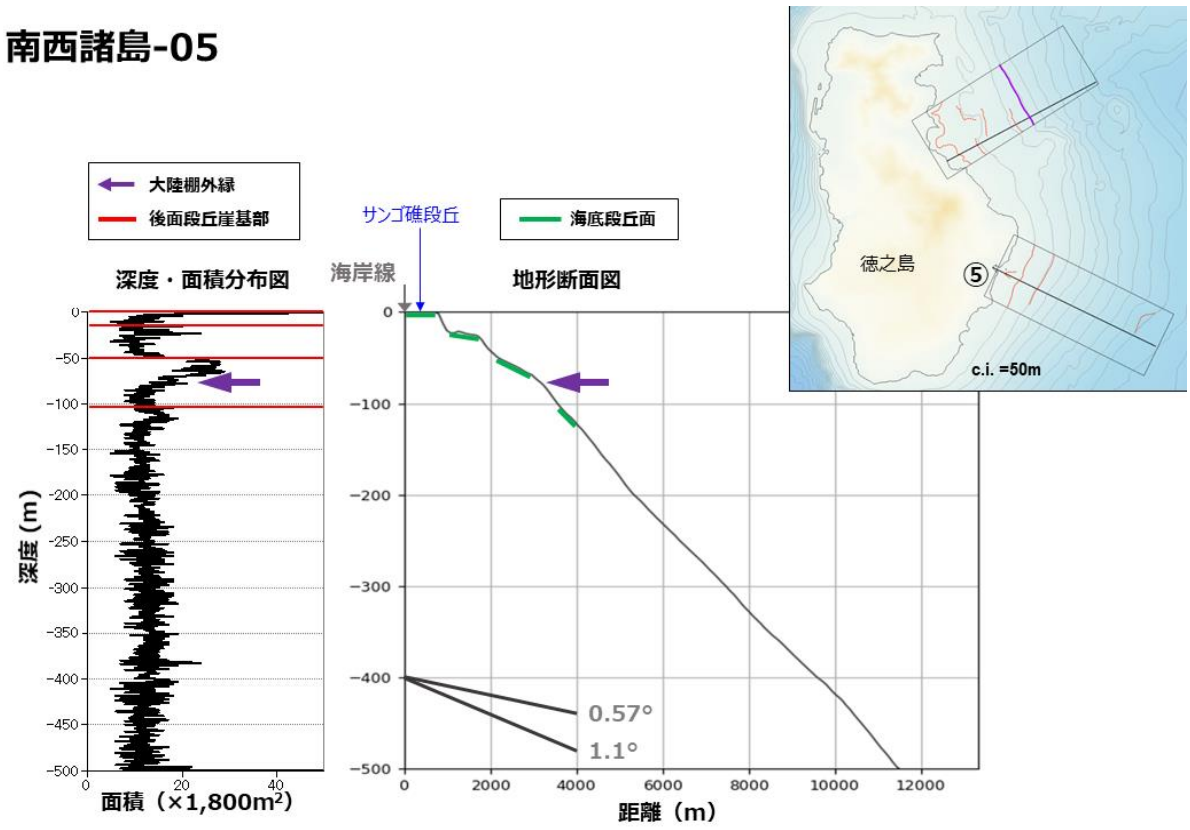


図 2-169　判読結果および地形断面（南西諸島-5）

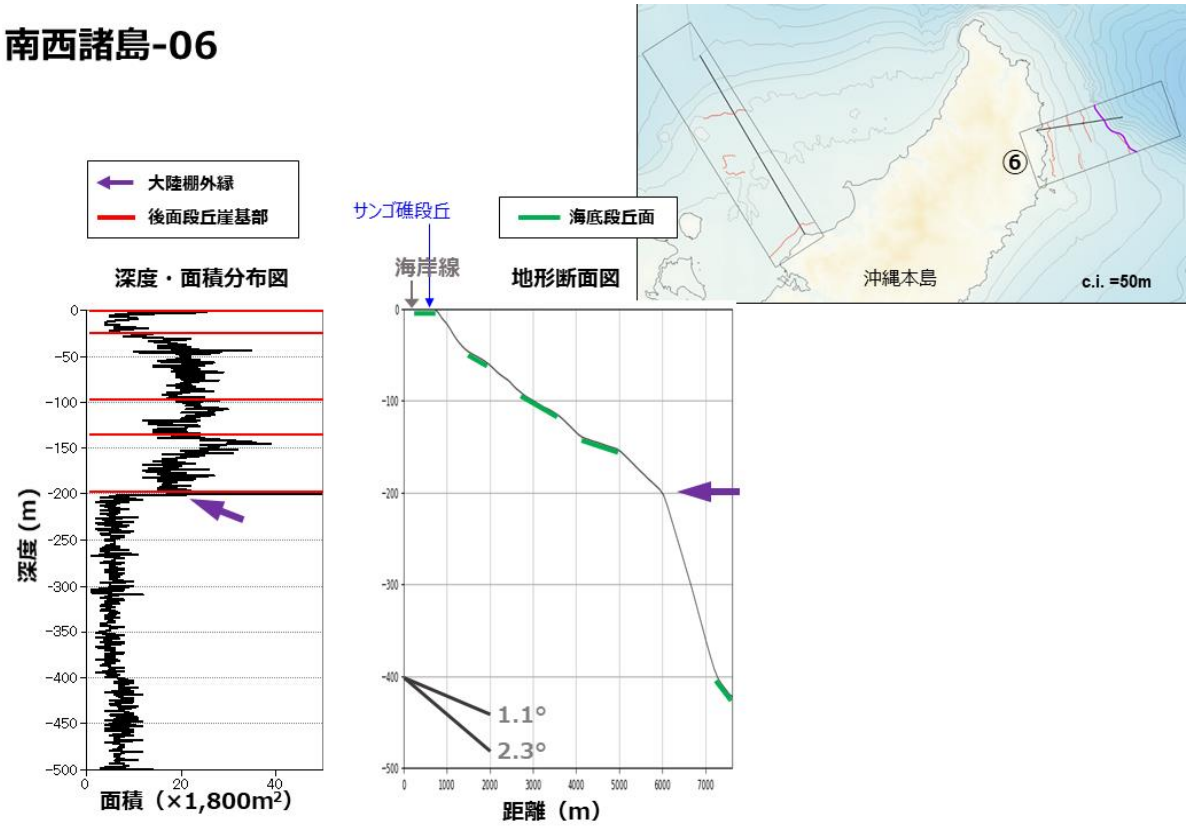


図 2-170　判読結果および地形断面（南西諸島-6）

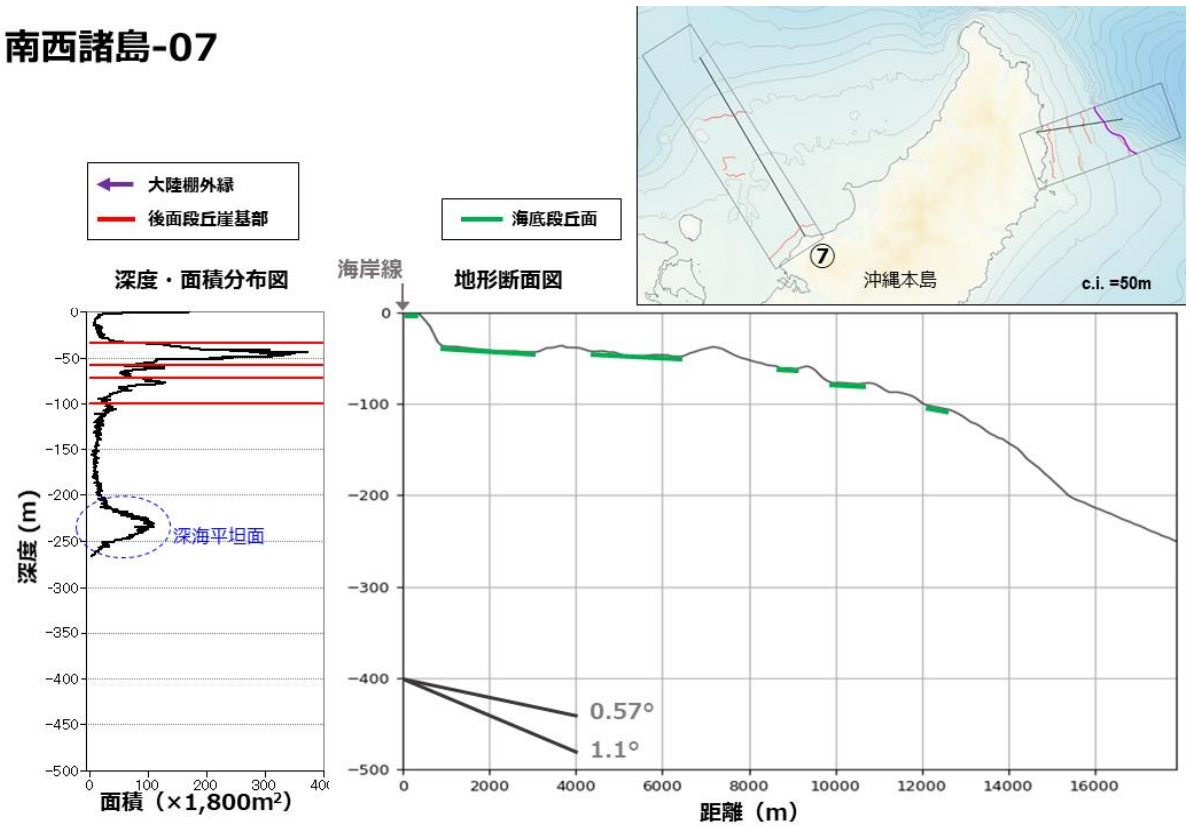


図 2-171　判読結果および地形断面（南西諸島-7）

Appendix IV

段丘礫・被覆層の分析データ集

目次

1. 宮崎地域の段丘露頭の柱状図 IV-5
2. 段丘礫断面の測色および元素マッピング IV-10
3. 段丘礫の鉱物組成分析 IV-38
4. 段丘礫の空隙率測定 IV-45
5. 遊離酸化鉄分析 IV-54
引用文献 IV-55

図目次

図 1-1　宮崎地域における露頭柱状図（1） IV-5
図 1-2　宮崎地域における露頭柱状図（2） IV-7
図 1-3　宮崎地域における露頭柱状図（3） IV-8
図 1-4　宮崎地域における露頭柱状図（4） IV-9
図 2-1　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：0613-13-5） IV-10
図 2-2　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：0613-13-10） IV-11
図 2-3　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：0613-13-11） IV-11
図 2-4　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：0613-13-13） IV-12
図 2-5　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：0613-13-21） IV-12
図 2-6　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：171214-DB-04-2） IV-13
図 2-7　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：171214-DB-04-3） IV-13
図 2-8　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：171214-DB-04-4） IV-14
図 2-9　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：171214-DB-04-5） IV-14
図 2-10　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：171214-DB-04-6） IV-15
図 2-11　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：171220-01-1） IV-15
図 2-12　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：171220-01-2） IV-16
図 2-13　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：171220-01-3） IV-16
図 2-14　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：171220-01-4） IV-17
図 2-15　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：171220-01-5） IV-17
図 2-16　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：180613-13-6） IV-18
図 2-17　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：180613-13-7） IV-18
図 2-18　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：180613-13-8） IV-19
図 2-19　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：180613-13-9） IV-19
図 2-20　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：180613-13-11） IV-20
図 2-21　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：180613-13-20） IV-20
図 2-22　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：180613-13-21） IV-21
図 2-23　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：180613-13-r-8） IV-21
図 2-24　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：180613-13-r-10） IV-22
図 2-25　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：180802-02-2） IV-22
図 2-26　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：180802-02-3） IV-23
図 2-27　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：180802-02-4） IV-23
図 2-28　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：180802-02-5） IV-24

図 2-29　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：180802-02-6）.....IV-24
図 2-30　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：180802-02-7）.....IV-25
図 2-31　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：180802-02-12）.....IV-25
図 2-32　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181010-02-1）.....IV-26
図 2-33　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181010-02-3）.....IV-26
図 2-34　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181010-02-4）.....IV-27
図 2-35　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181010-02-6）.....IV-27
図 2-36　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181010-02-7）.....IV-28
図 2-37　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181010-02-8）.....IV-28
図 2-38　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181121-01-2）.....IV-29
図 2-39　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181121-01-3）.....IV-29
図 2-40　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181121-01-4）.....IV-30
図 2-41　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181121-01-5）.....IV-30
図 2-42　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181121-01-6）.....IV-31
図 2-43　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181121-01-8）.....IV-31
図 2-44　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181121-02-1）.....IV-32
図 2-45　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181121-02-2）.....IV-32
図 2-46　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181121-02-3）.....IV-33
図 2-47　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181121-02-4）.....IV-33
図 2-48　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181121-02-5）.....IV-34
図 2-49　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181121-02-6）.....IV-34
図 2-50　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181122-01-3）.....IV-35
図 2-51　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181122-01-4）.....IV-35
図 2-52　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181122-01-5）.....IV-36
図 2-53　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181122-01-6）.....IV-36
図 2-54　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181122-01-7）.....IV-37
図 2-55　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181122-01-9）.....IV-37
図 3-1　段丘礫の XRD チャート図（試料：0613-13-10(新鮮)）.....IV-39
図 3-2　段丘礫の XRD チャート図（試料：0613-13-10(風化)）.....IV-39
図 3-3　段丘礫の XRD チャート図（試料：0613-13-11(新鮮)）.....IV-40
図 3-4　段丘礫の XRD チャート図（試料：0613-13-11(風化)）.....IV-40
図 3-5　段丘礫の XRD チャート図（試料：0613-13-21(新鮮)）.....IV-41
図 3-6　段丘礫の XRD チャート図（試料：0613-13-21(風化)）.....IV-41
図 3-7　段丘礫の XRD チャート図（試料：180802-02-2(新鮮)）.....IV-42
図 3-8　段丘礫の XRD チャート図（試料：180802-02-2(風化)）.....IV-42
図 3-9　段丘礫の XRD チャート図（試料：180802-02-4(新鮮)）.....IV-43
図 3-10　段丘礫の XRD チャート図（試料：180802-02-4(風化)）.....IV-43
図 3-11　段丘礫の XRD チャート図（試料：180802-02-12(新鮮)）.....IV-44
図 3-12　段丘礫の XRD チャート図（試料：180802-02-12(風化)）.....IV-44
図 4-1　段丘礫の比表面積と細孔容積チャート図（試料：0613-13-10(新鮮)）.....IV-48
図 4-2　段丘礫の比表面積と細孔容積チャート図（試料：0613-13-10(風化)）.....IV-48
図 4-3　段丘礫の比表面積と細孔容積チャート図（試料：0613-13-11(新鮮)）.....IV-49
図 4-4　段丘礫の比表面積と細孔容積チャート図（試料：0613-13-11(風化)）.....IV-49
図 4-5　段丘礫の比表面積と細孔容積チャート図（試料：0613-13-21(新鮮)）.....IV-50

図 4-6　段丘礫の比表面積と細孔容積チャート図（試料：0613-13-21(風化)）.....IV-50
図 4-7　段丘礫の比表面積と細孔容積チャート図（試料：180802-02-2(新鮮)）.....IV-51
図 4-8　段丘礫の比表面積と細孔容積チャート図（試料：180802-02-2(風化)）.....IV-51
図 4-9　段丘礫の比表面積と細孔容積チャート図（試料：180802-02-4(新鮮)）.....IV-52
図 4-10　段丘礫の比表面積と細孔容積チャート図（試料：180802-02-4(風化)）.....IV-52
図 4-11　段丘礫の比表面積と細孔容積チャート図（試料：180802-02-12(新鮮)）.....IV-53
図 4-12　段丘礫の比表面積と細孔容積チャート図（試料：180802-02-12(風化)）.....IV-53

表目次

表 4-1　段丘礫の空隙率（水浸法）　IV-46
表 4-2 段丘礫の空隙率（水銀圧入法）　IV-47
表 5-1　遊離酸化鉄分析結果　IV-54

段丘礫・被覆層の分析データ集

宮崎地域に分布する段丘面の露頭において、地表地質踏査、ピット調査及びボーリング調査を行い、現地で地質記載を行った後、段丘礫および段丘被覆層の試料を採取した。採取した段丘礫は、その中心を通るように切断、研磨したのち、切断面を測色し XGT による面分析を行った。また、段丘被覆層のブロック試料に対しても、測色し面分析を行った。

本データ集は、現地調査及び室内分析により得られた基本データを収録したものである。

1. 宮崎地域の段丘露頭の柱状図

宮崎地域において分布する段丘面のうち代表的な露頭、に対し、詳細な露頭観察を行った。それらの柱状図を図 1-1 から図 1-4 に示す。また、当該図には、ピット調査及びボーリング調査の地質観察の結果、作成した柱状図もあわせて示す。

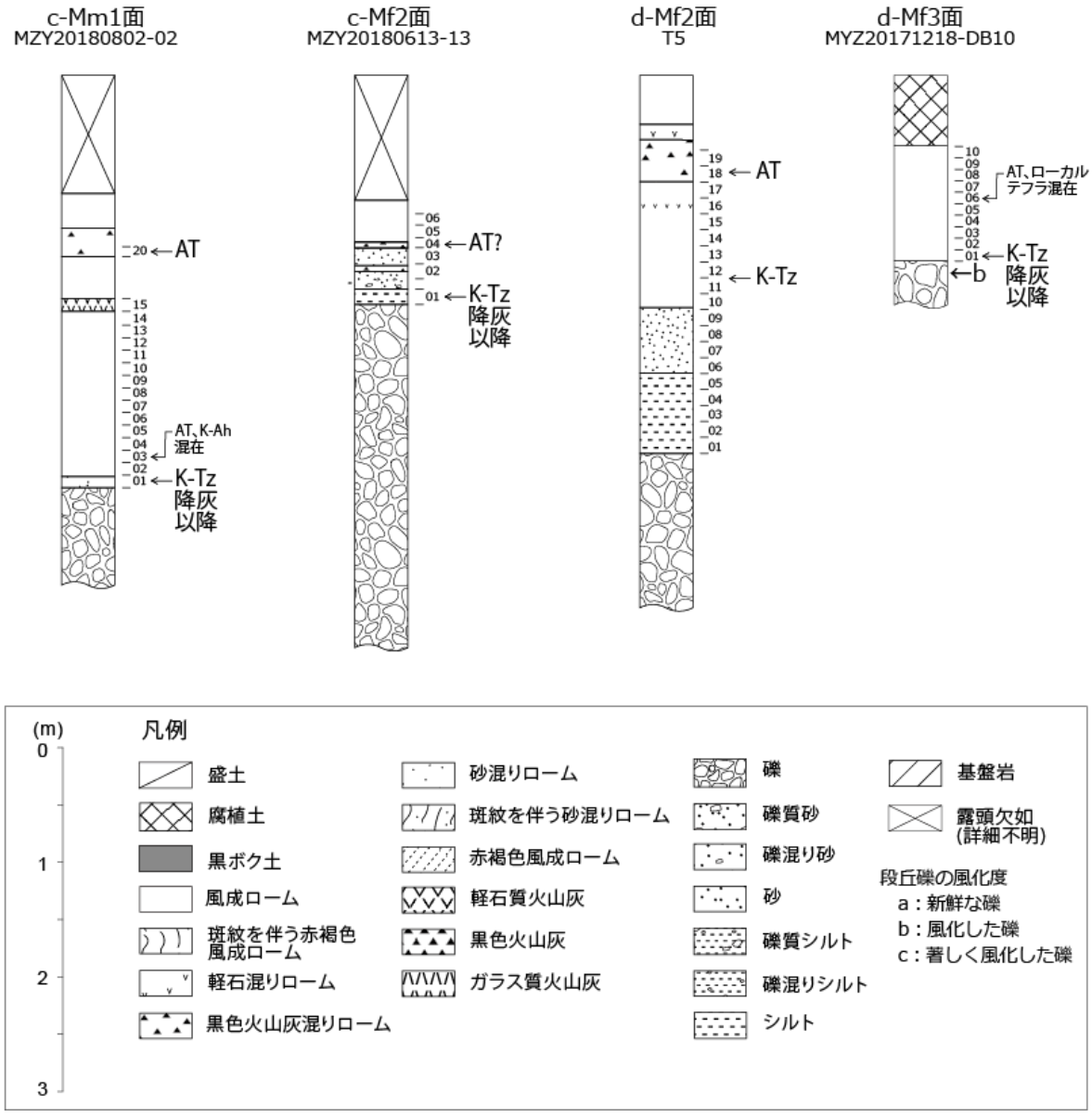


図 1-1　宮崎地域における露頭柱状図（1）

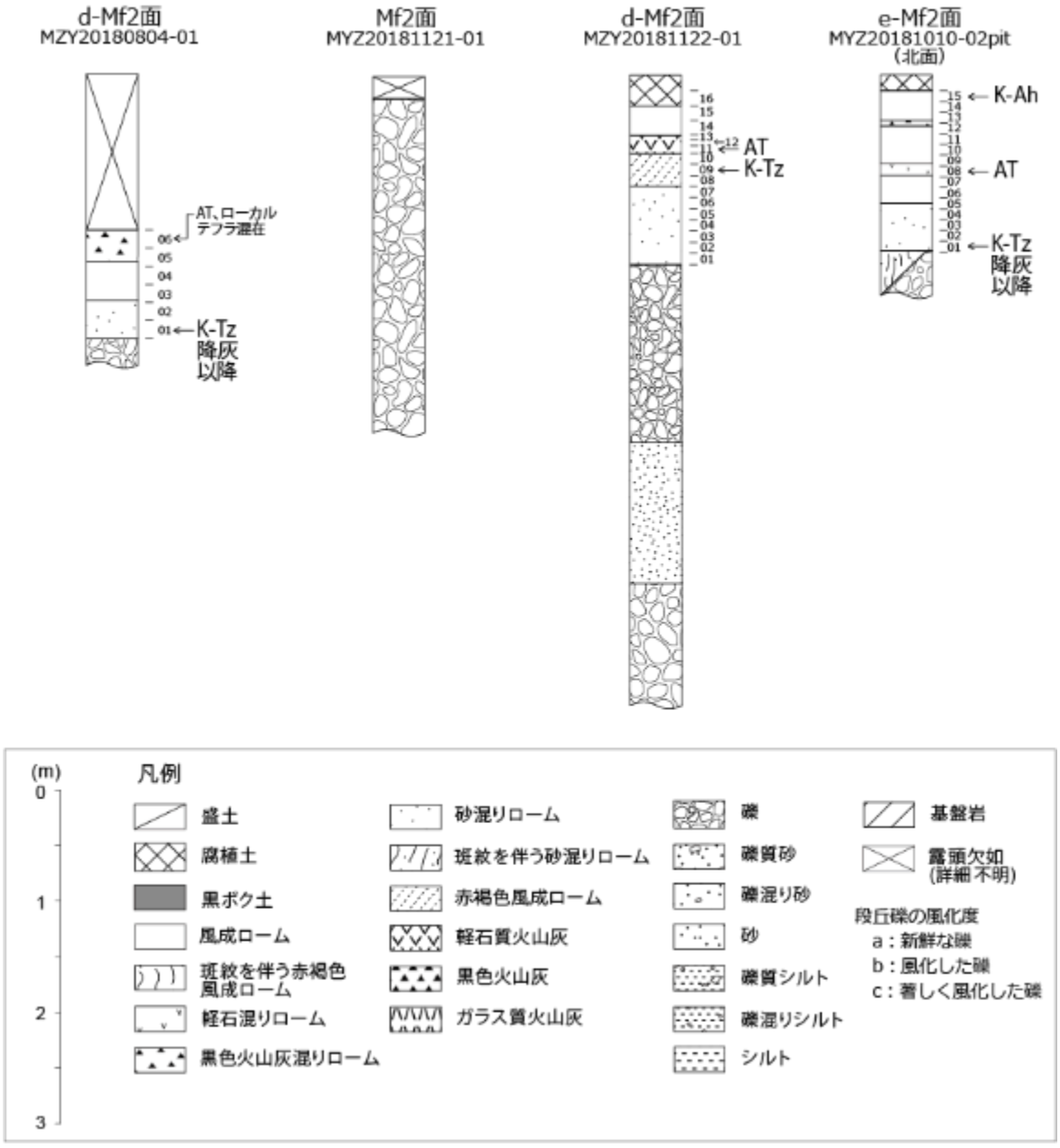


図 1-2　宮崎地域における露頭柱状図（2）

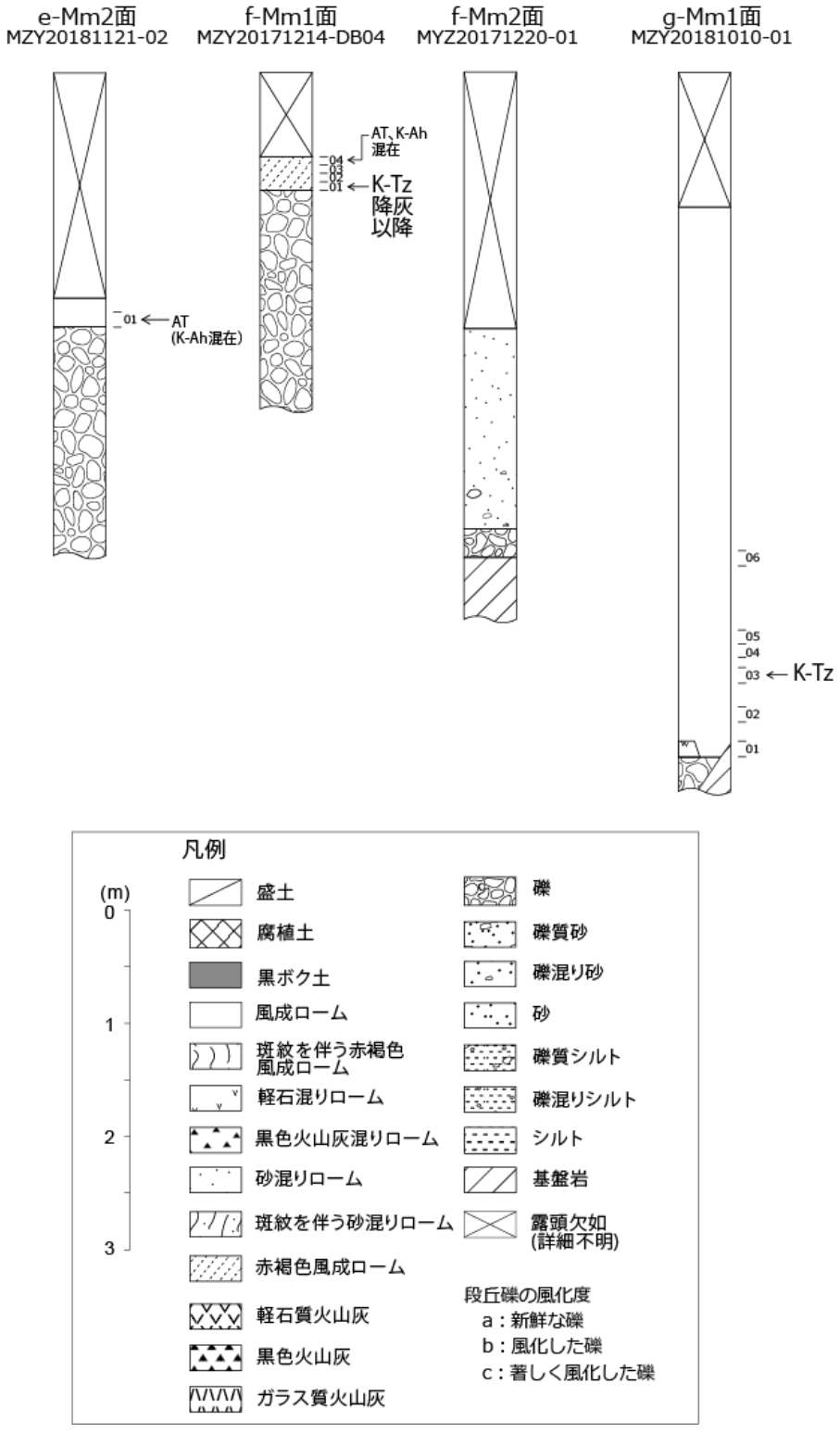


図 1-3　宮崎地域における露頭柱状図（3）

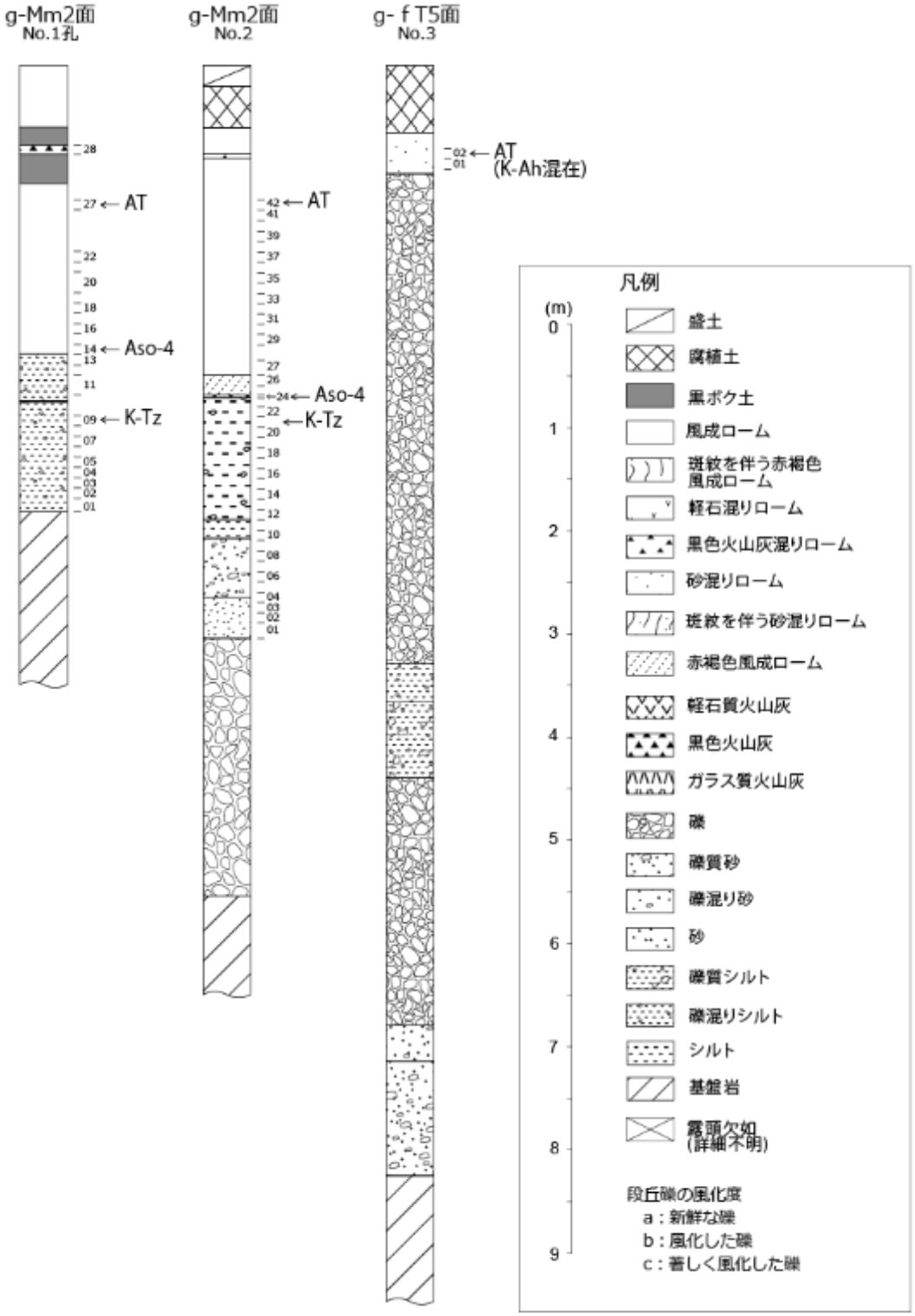


図 1-4　宮崎地域における露頭柱状図（4）

2. 段丘礫断面の測色および元素マッピング

現地調査では代表的な露頭などから段丘礫を採取した。

採取した段丘礫試料は、切断、研磨した後、その断面について分光測色計（装置名：コニカミノルタ株式会社　GM-700d）を用いて測色を行った。各試料写真中の赤破線で示した測線に沿って 6 mm 間隔で測定し、(L*a*b*）表色系を用いて結果を示した。

また、断面上での元素分布を、X 線分析顕微鏡を用いて測定した（装置名：堀場製作所 XGT-7200、測定条件：出力 30kv – 1.0mA、測定時間　2000sec 5 回積算、X 線照射径 100 μm)。なお、測定元素は Fe、Al、Si、Ca である（なお Ca の画像で試料の周りに映っているものは、試料固定用の油粘土が映し出されたものである)。測定結果を図 2-1 から図 2-55 に示す。

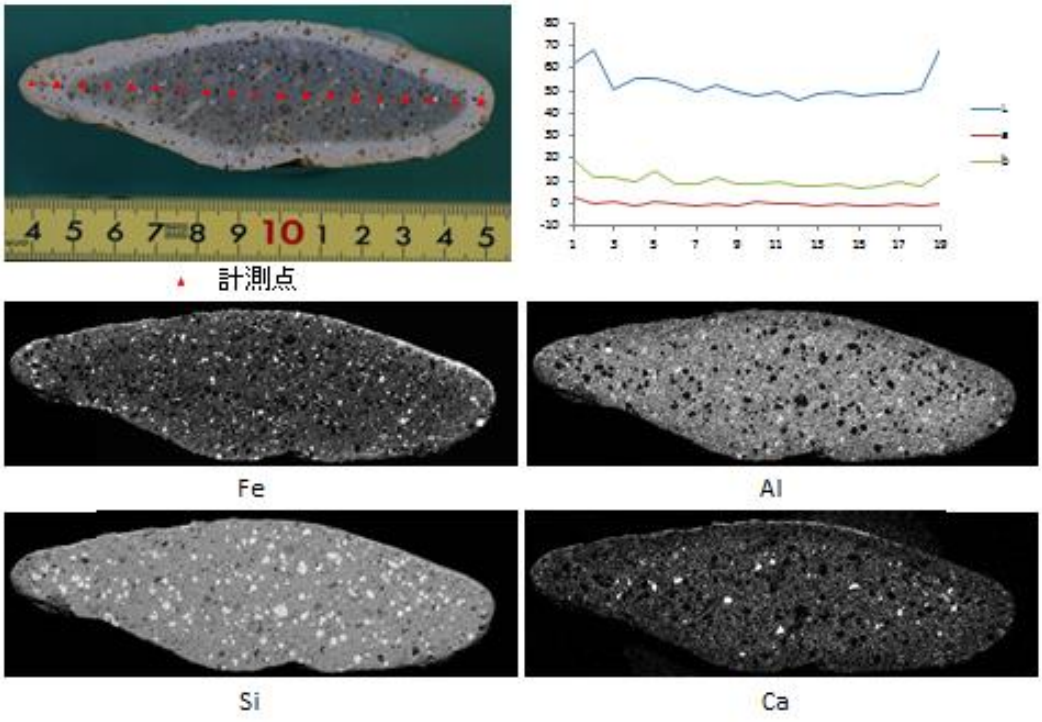


図 2-1　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：0613-13-5）

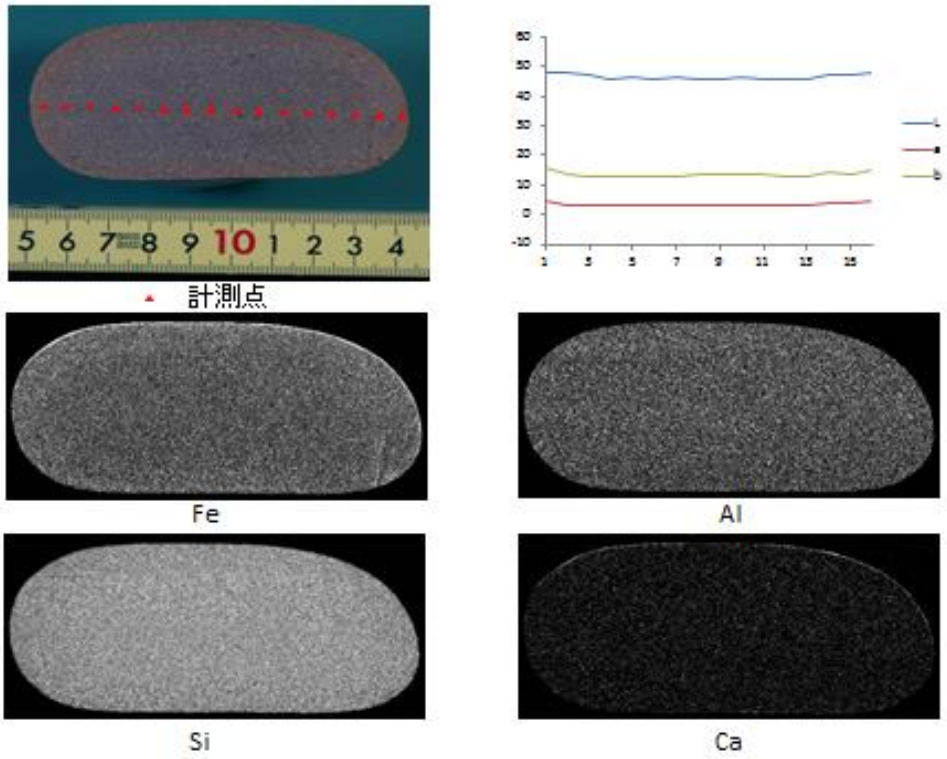


図 2-2　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：0613-13-10）

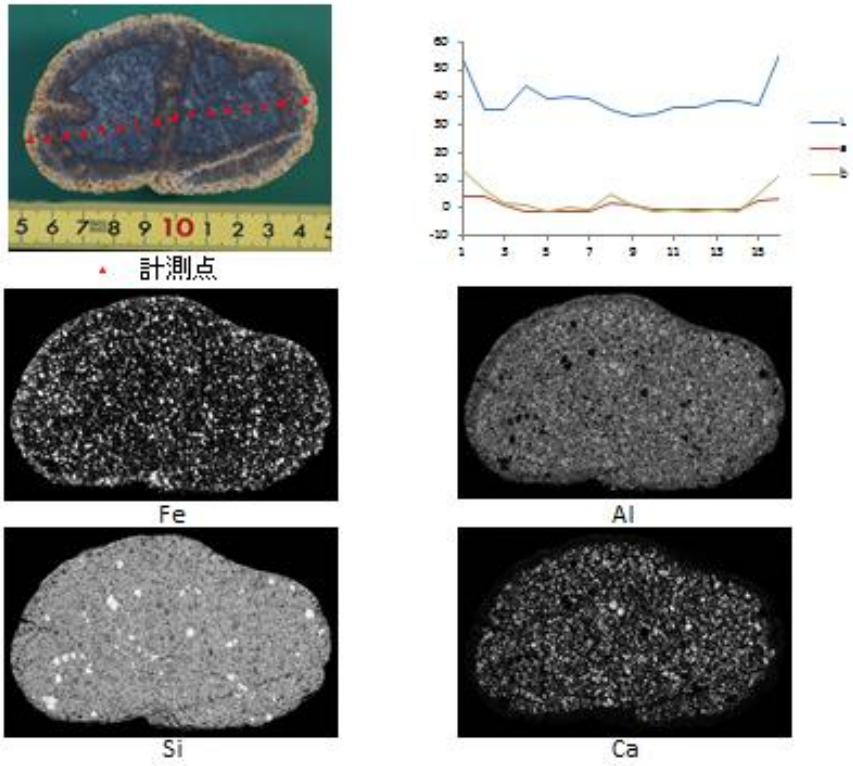


図 2-3　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：0613-13-11）

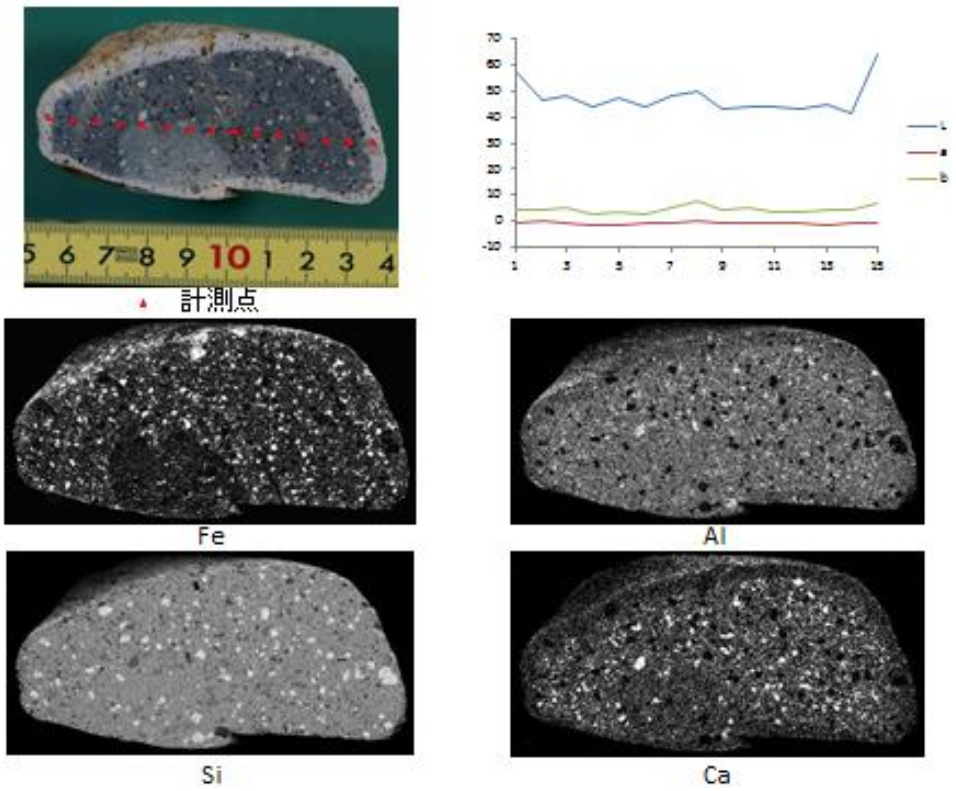


図 2-4　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：0613-13-13）

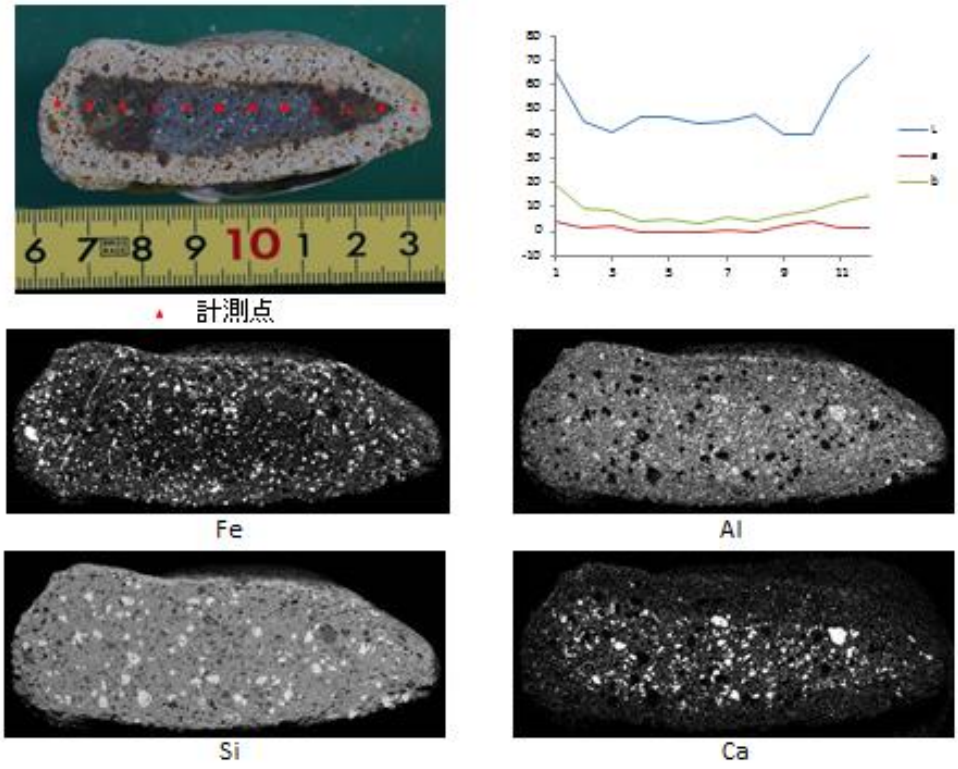


図 2-5　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：0613-13-21）

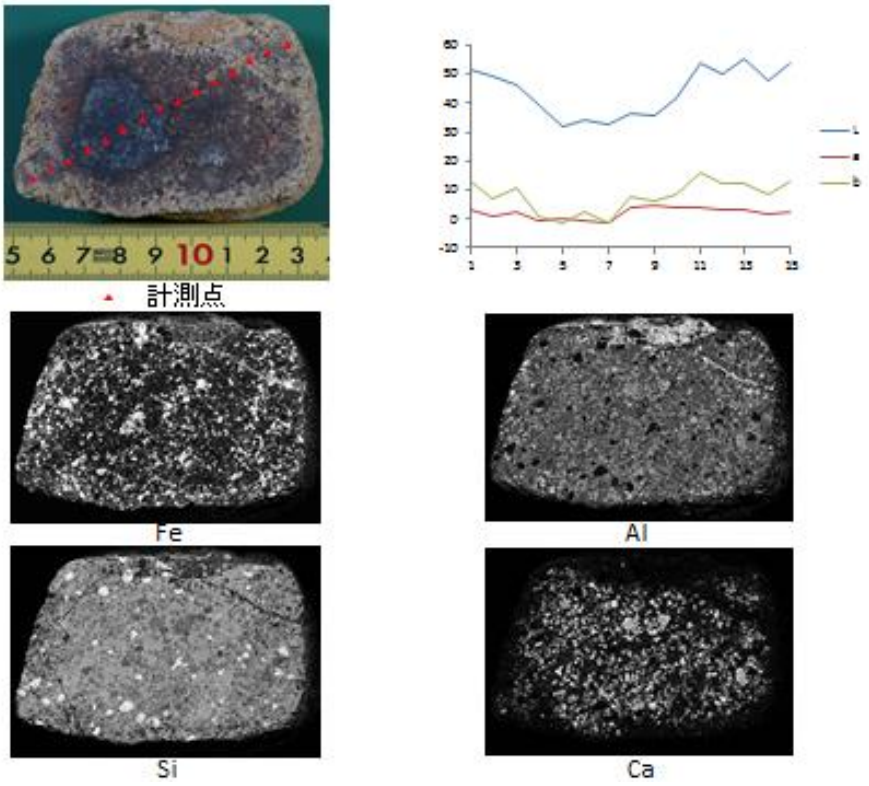


図 2-6　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：171214-DB-04-2）

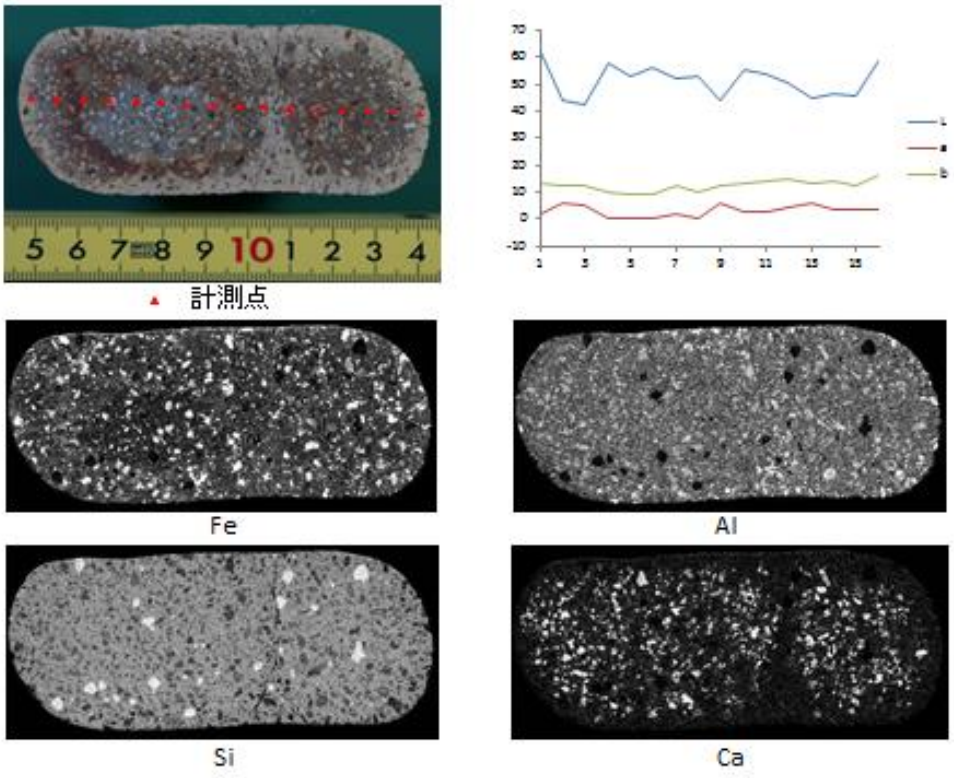


図 2-7　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：171214-DB-04-3）

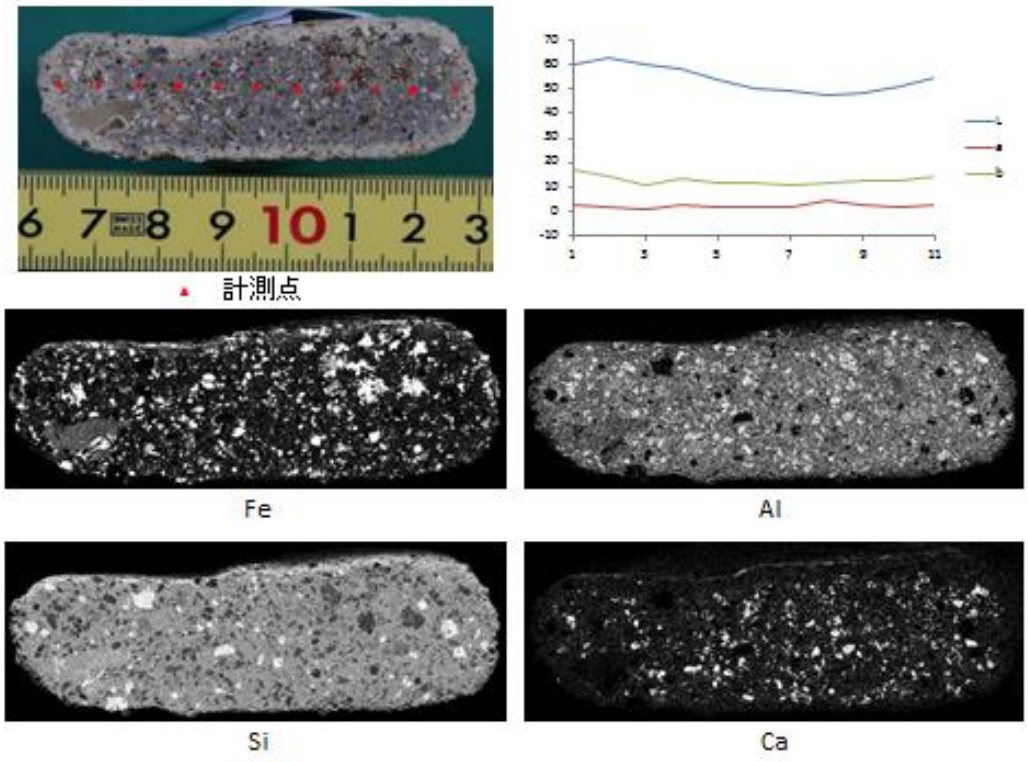


図 2-8　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：171214-DB-04-4）

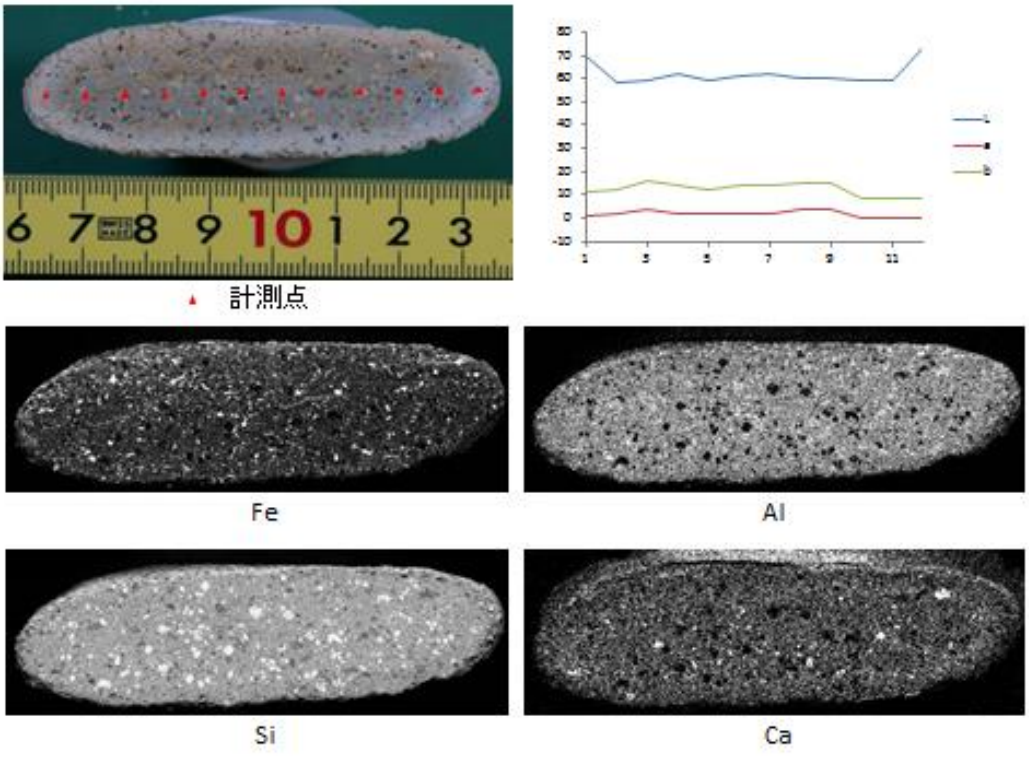


図 2-9　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：171214-DB-04-5）

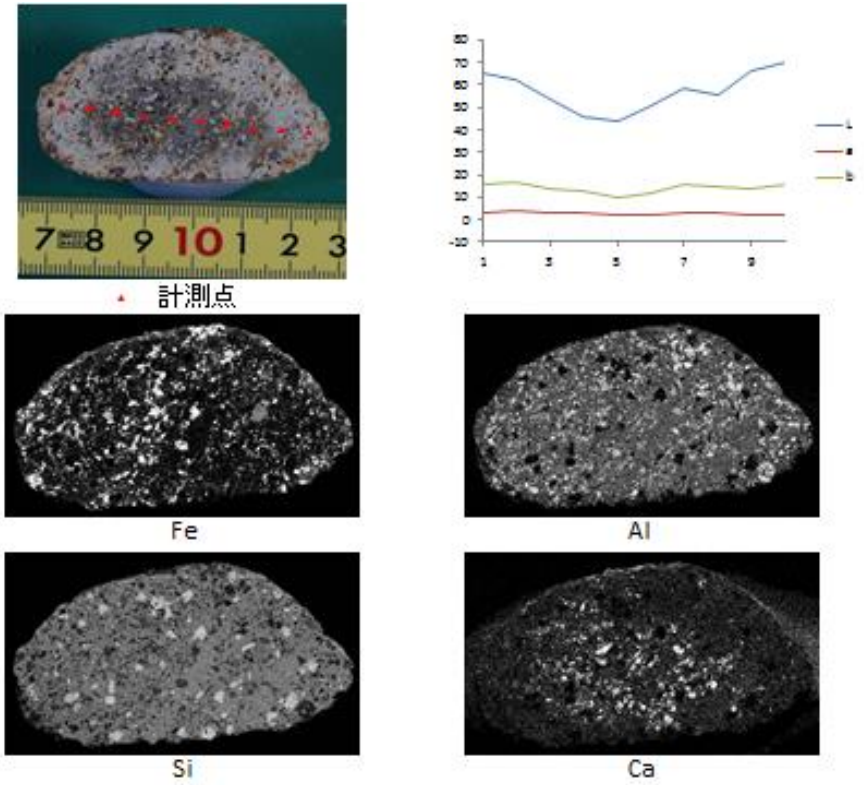


図 2-10　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：171214-DB-04-6）

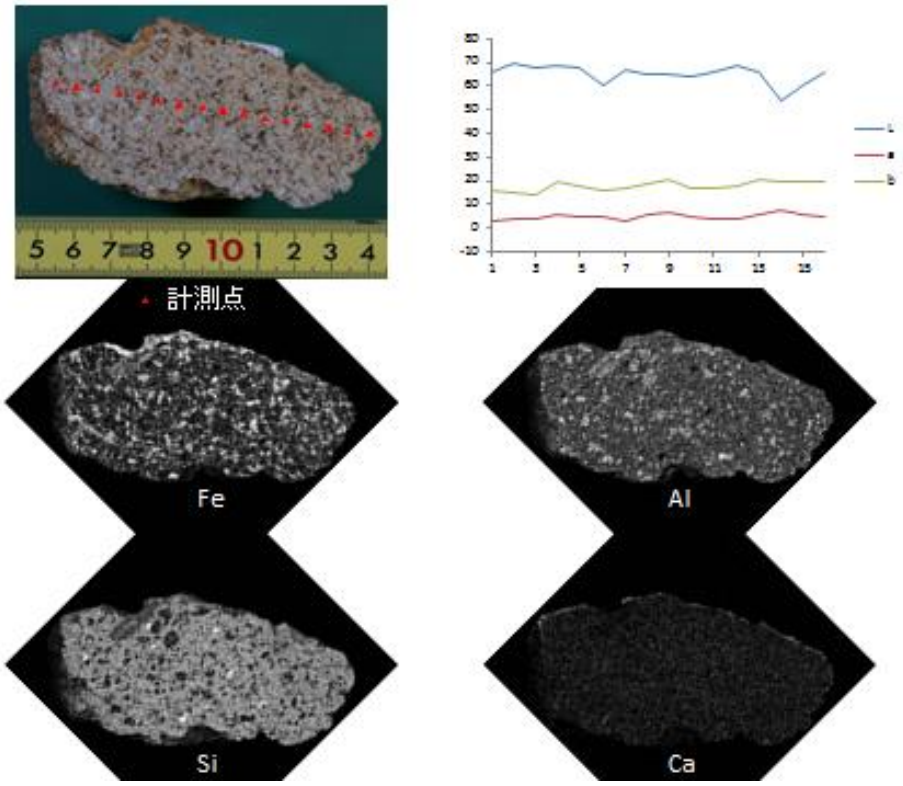


図 2-11　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：171220-01-1）

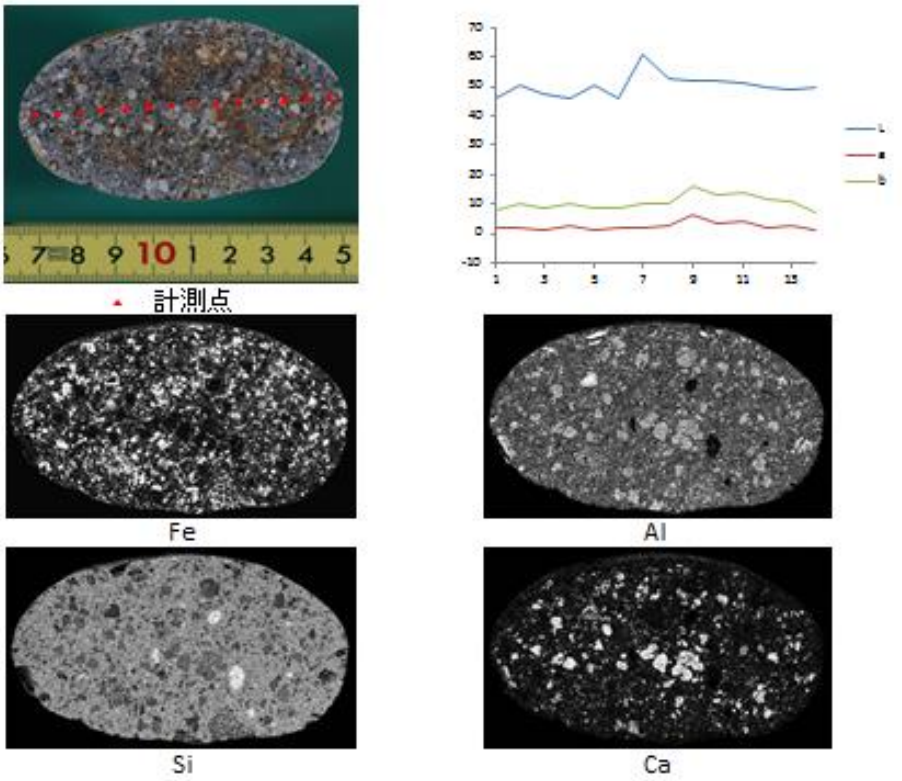


図 2-12　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：171220-01-2）

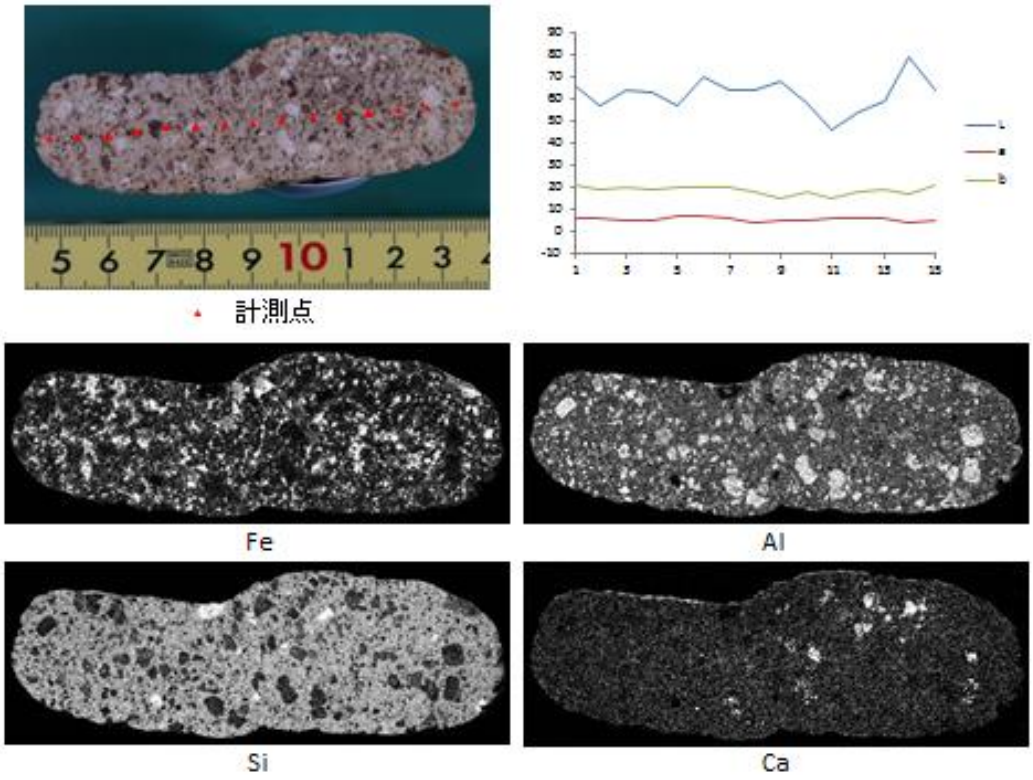


図 2-13　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：171220-01-3）

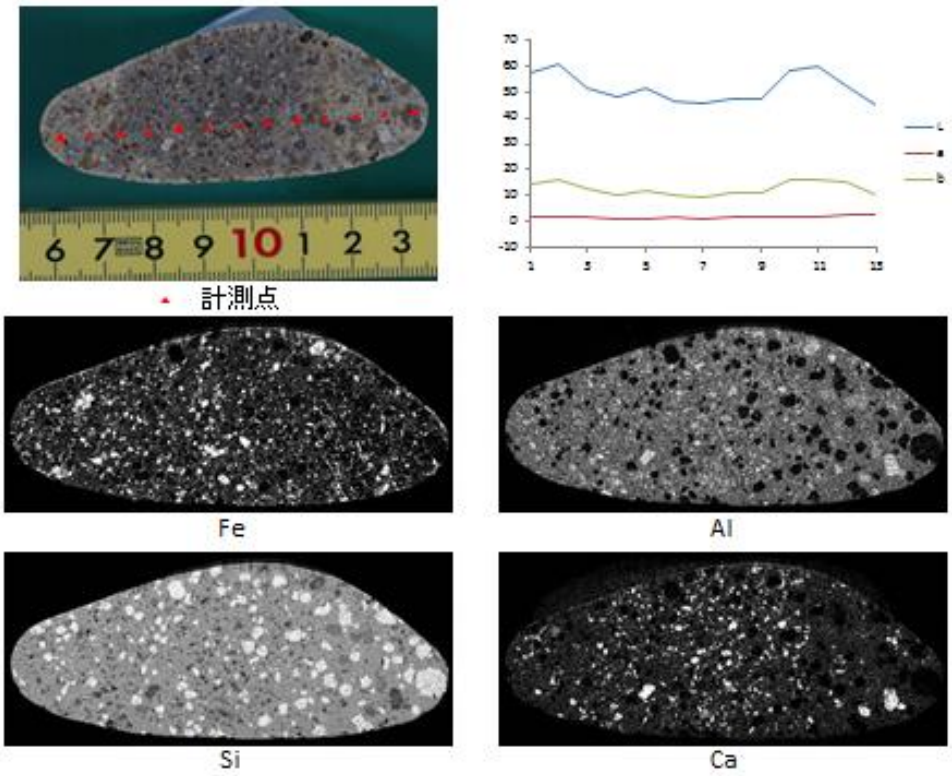


図 2-14　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：171220-01-4）

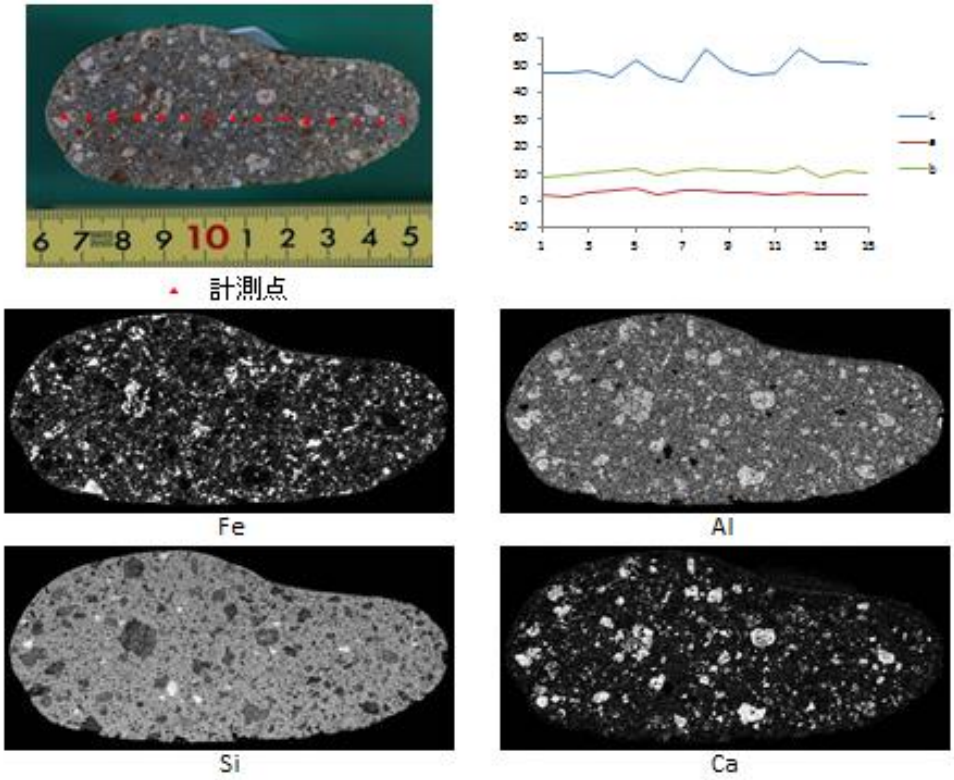


図 2-15　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：171220-01-5）

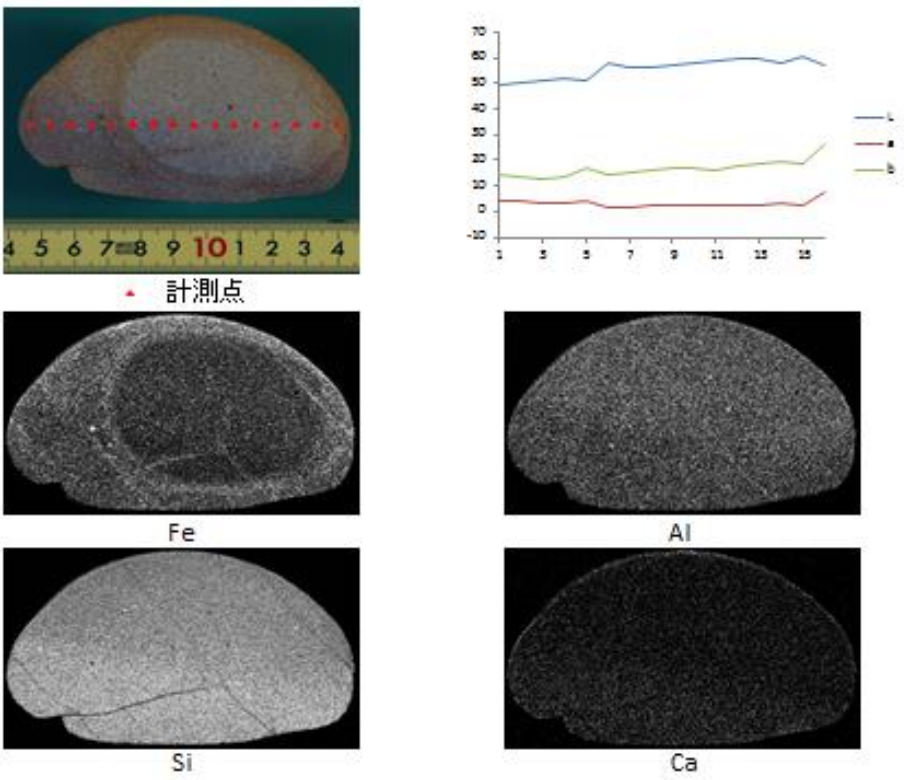


図 2-16　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：180613-13-6）

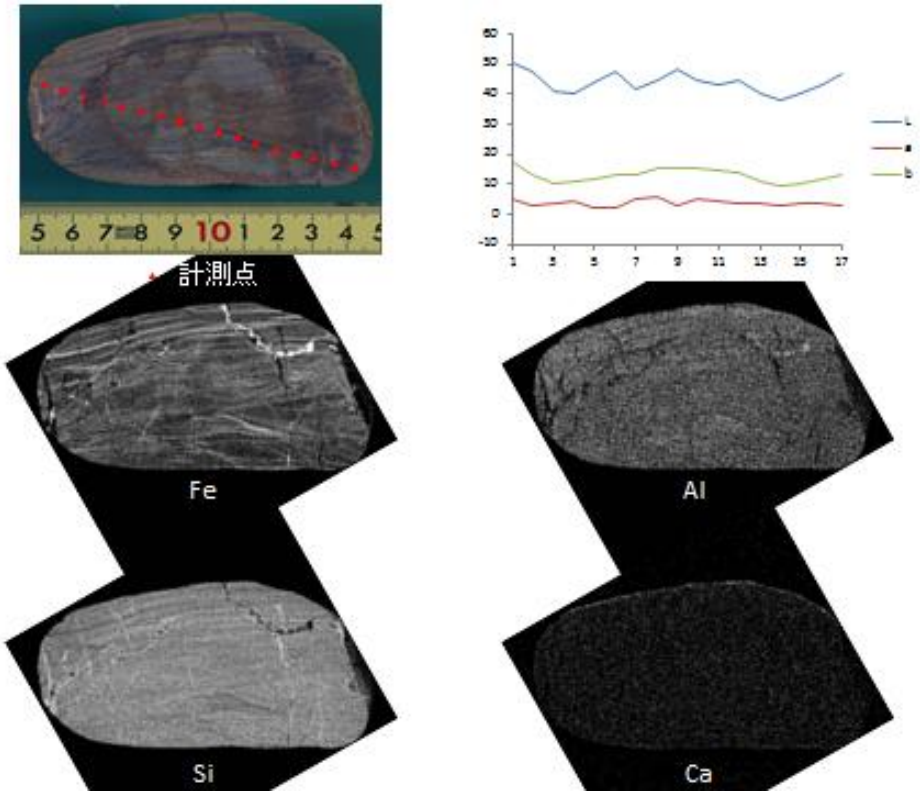


図 2-17　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：180613-13-7）

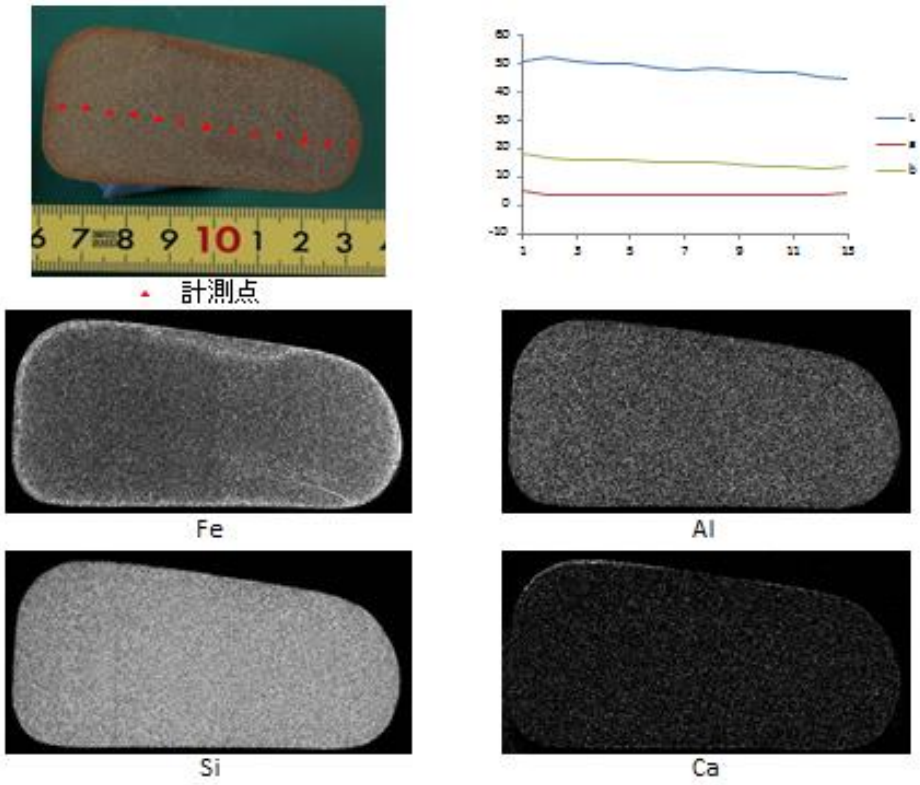


図 2-18　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：180613-13-8）

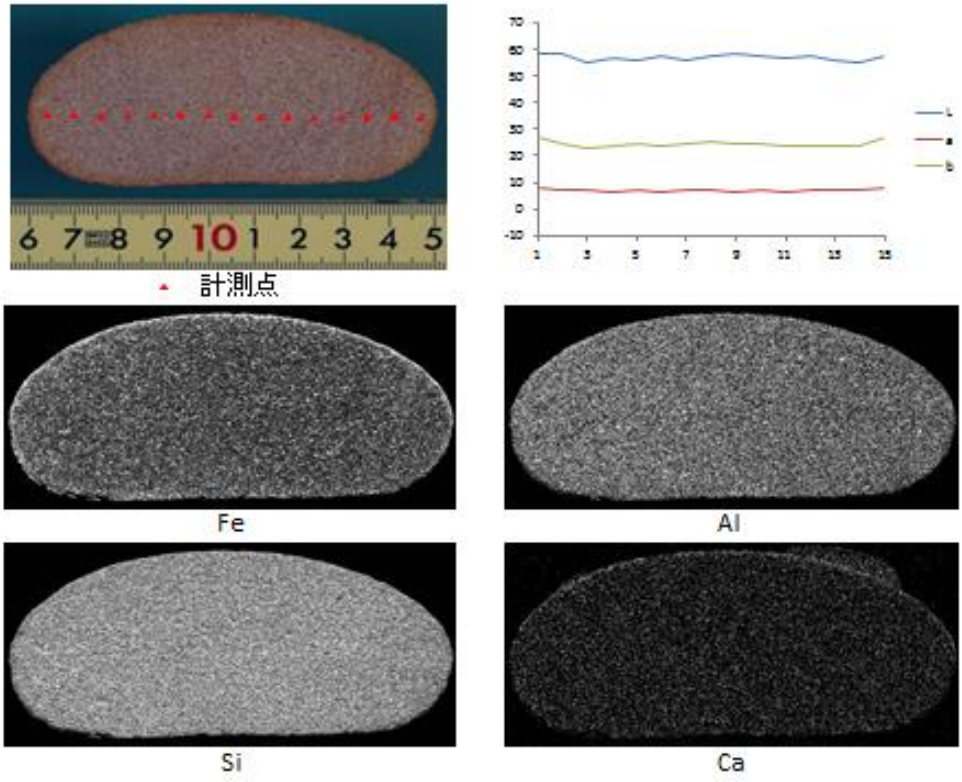


図 2-19　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：180613-13-9）

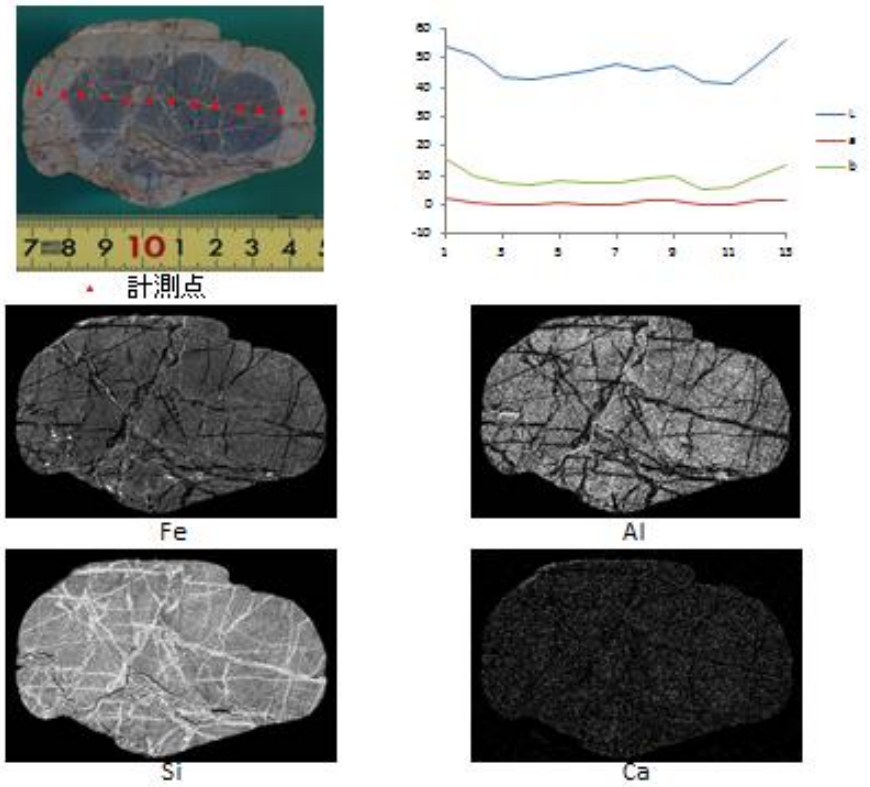


図 2-20　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：180613-13-11）

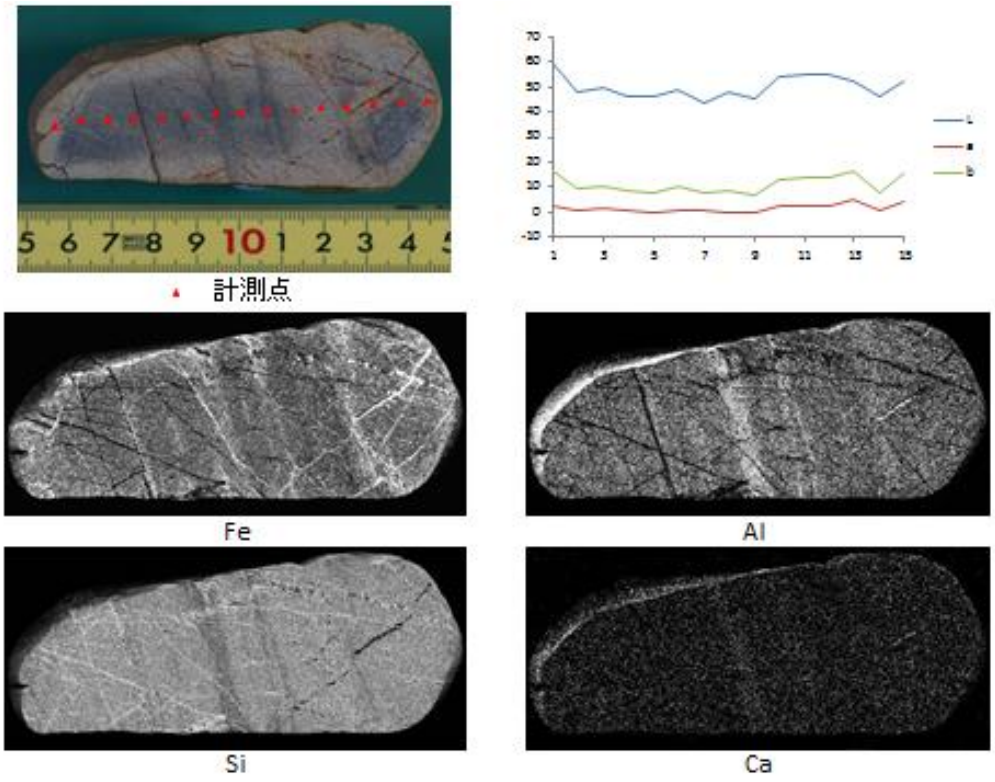


図 2-21　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：180613-13-20）

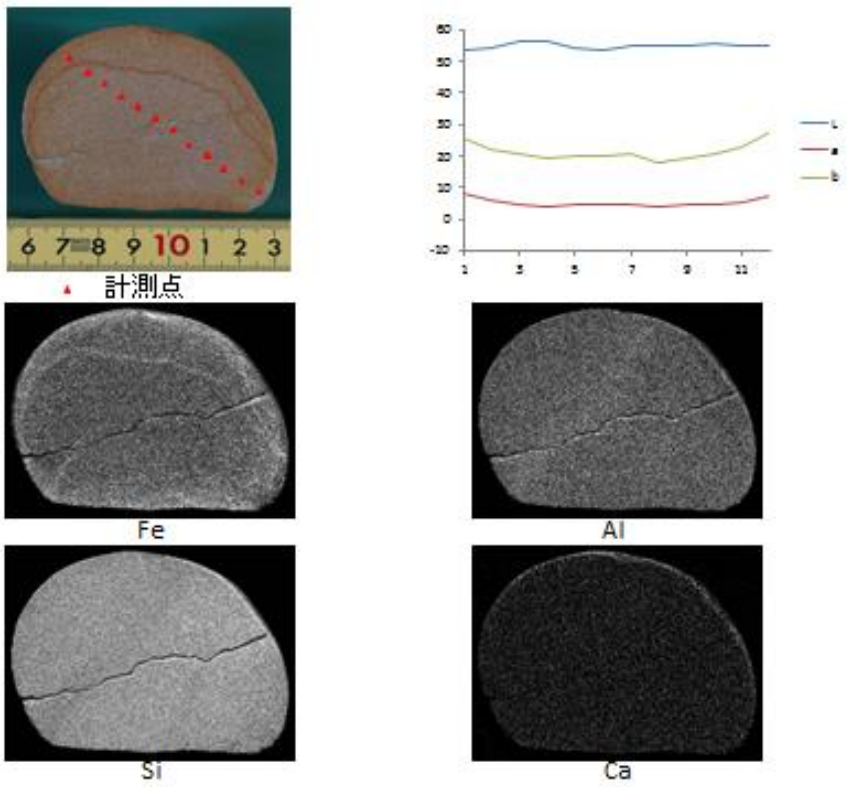


図 2-22　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：180613-13-21）

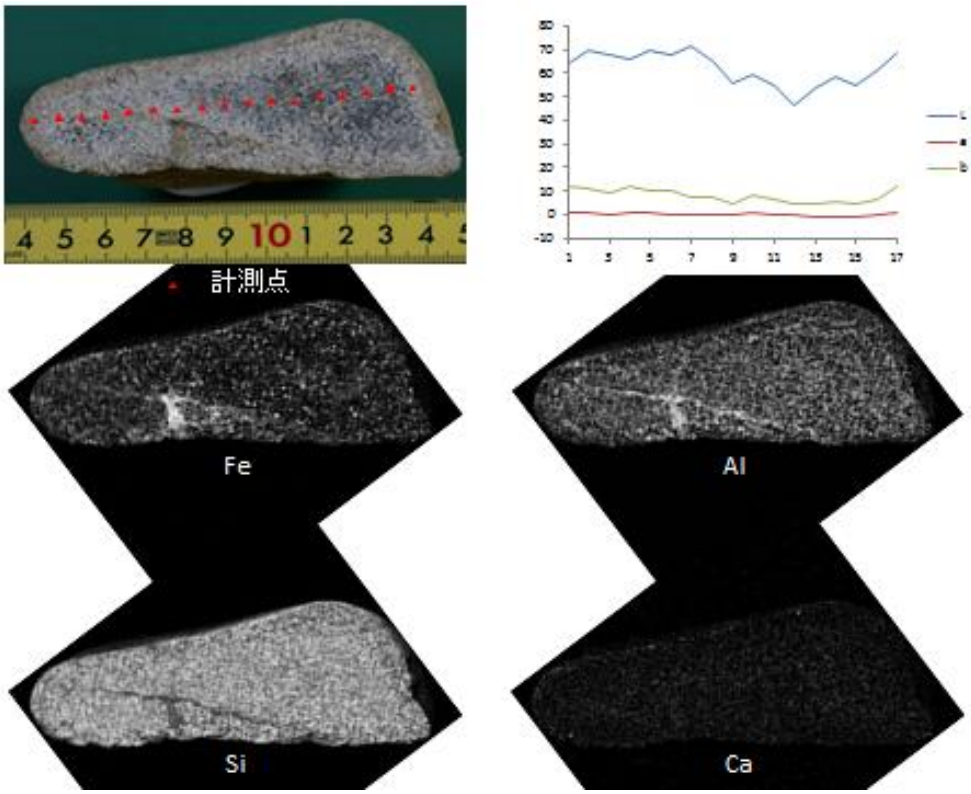


図 2-23　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：180613-13-r-8）

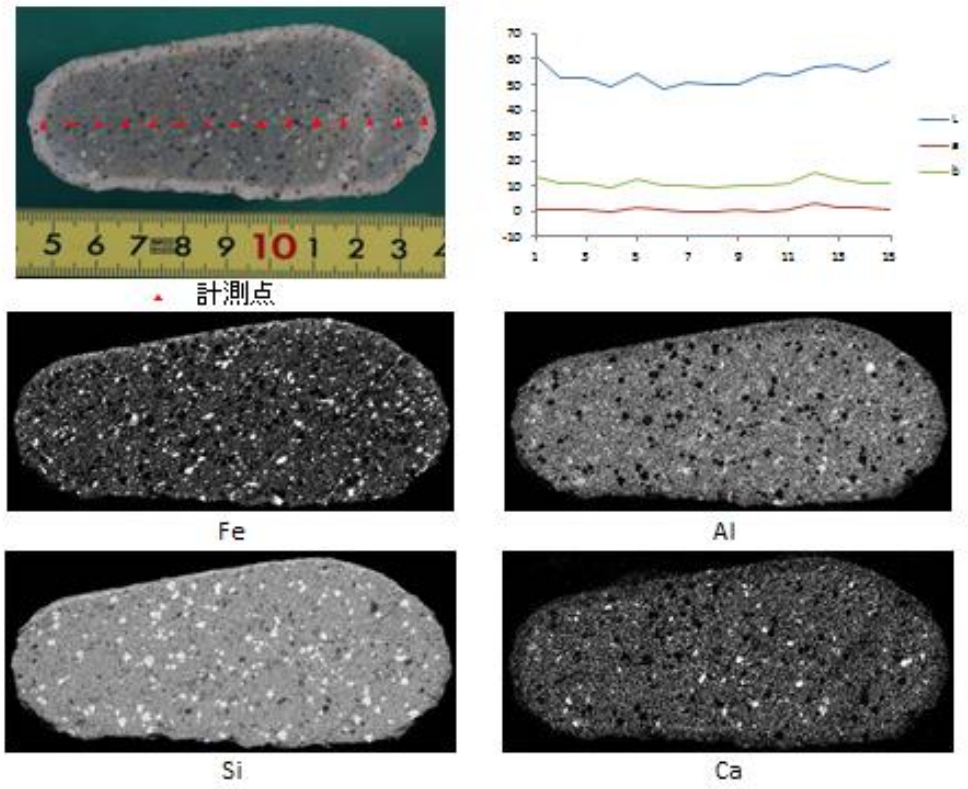


図 2-24　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：180613-13-r-10）

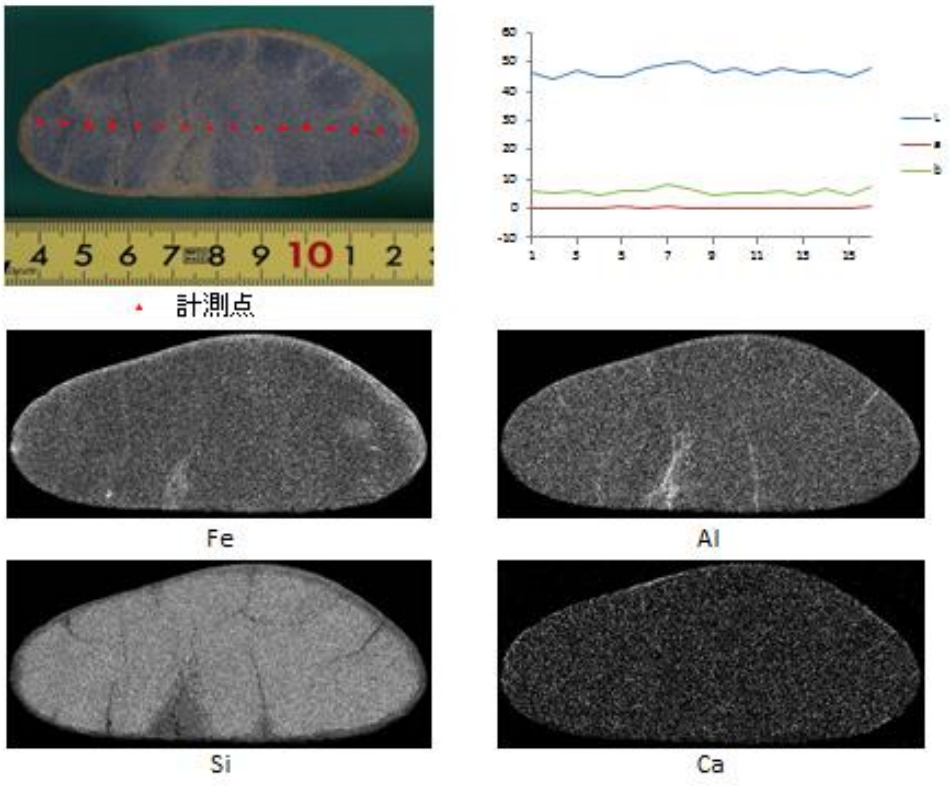


図 2-25　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：180802-02-2）

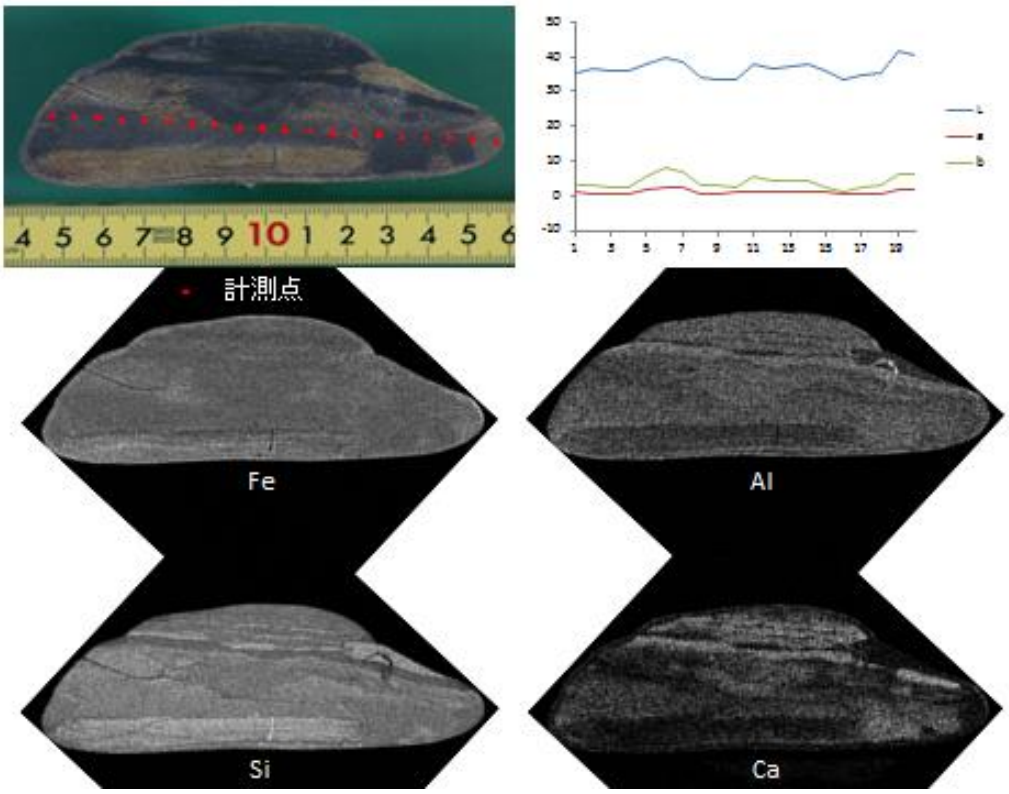


図 2-26　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：180802-02-3）

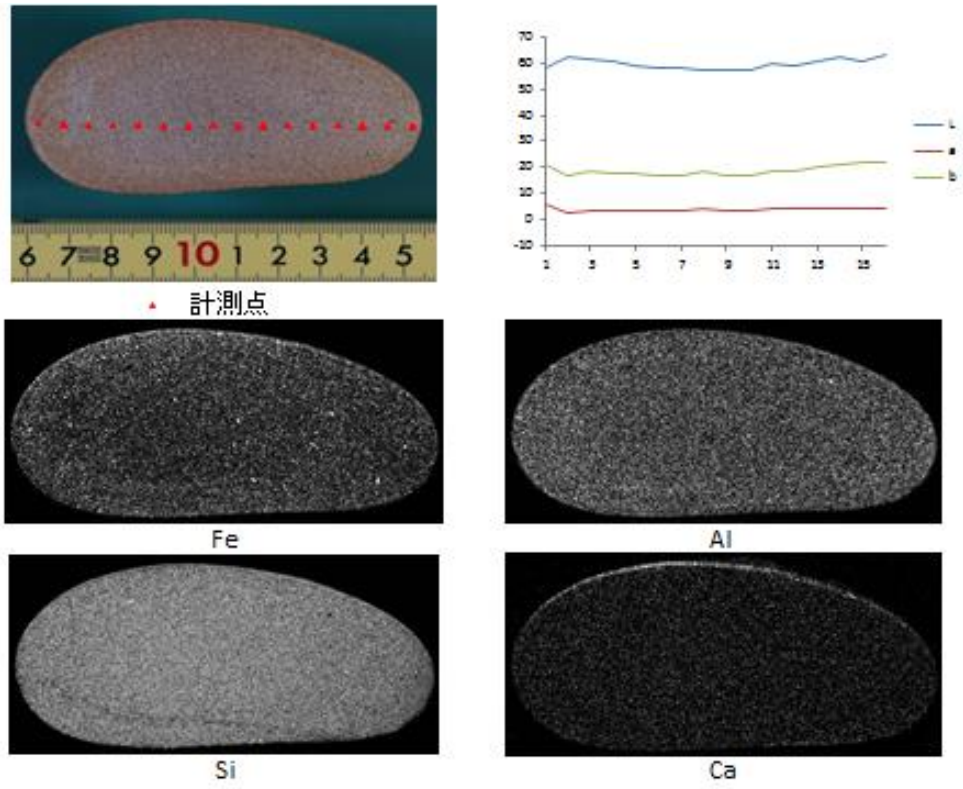


図 2-27　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：180802-02-4）

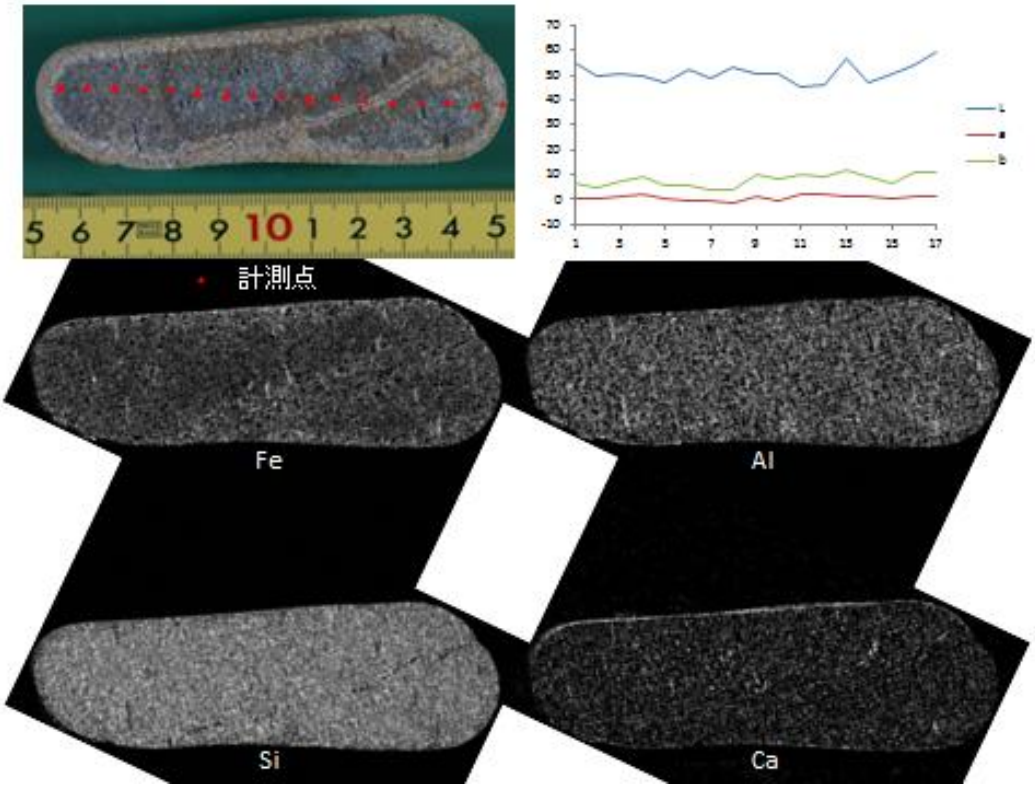


図 2-28　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：180802-02-5）

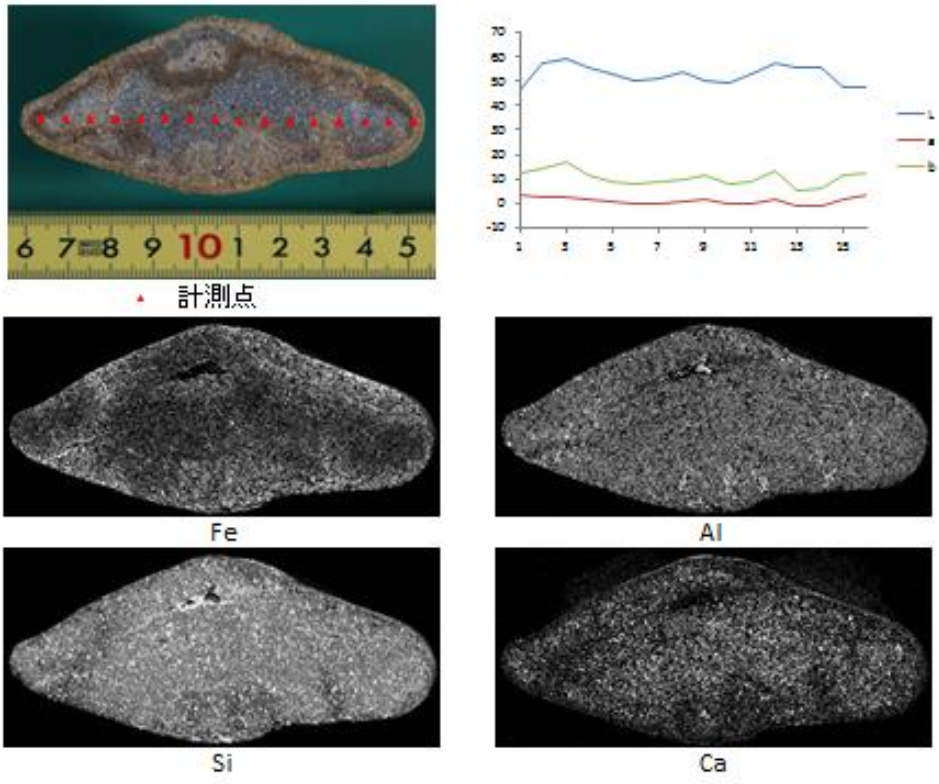


図 2-29　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：180802-02-6）

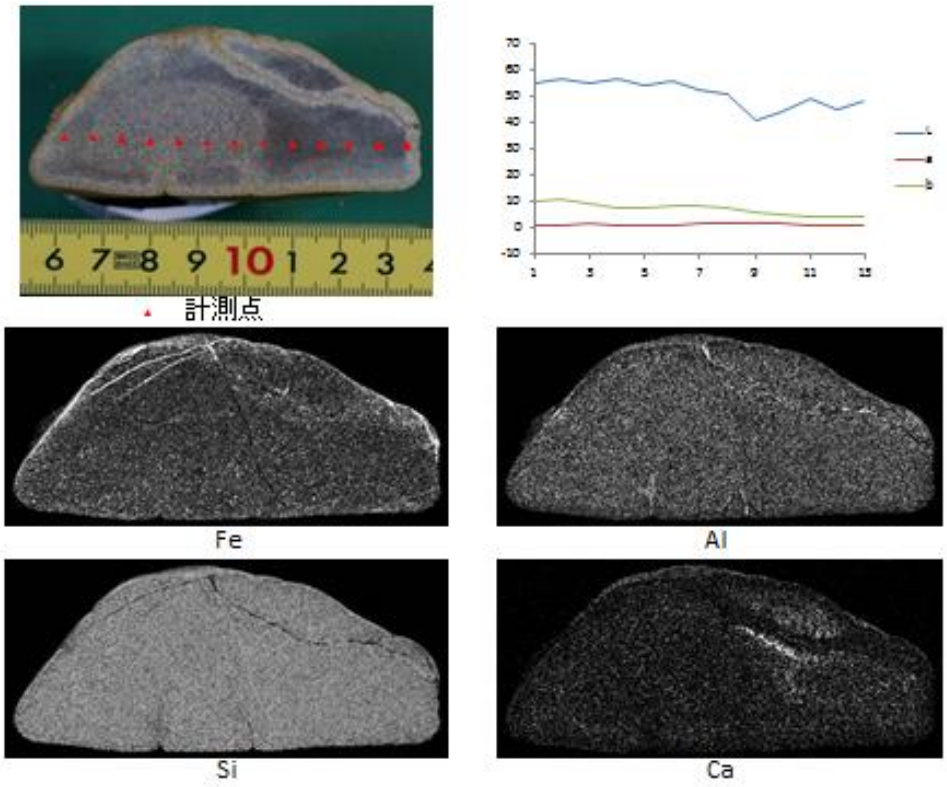


図 2-30　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：180802-02-7）

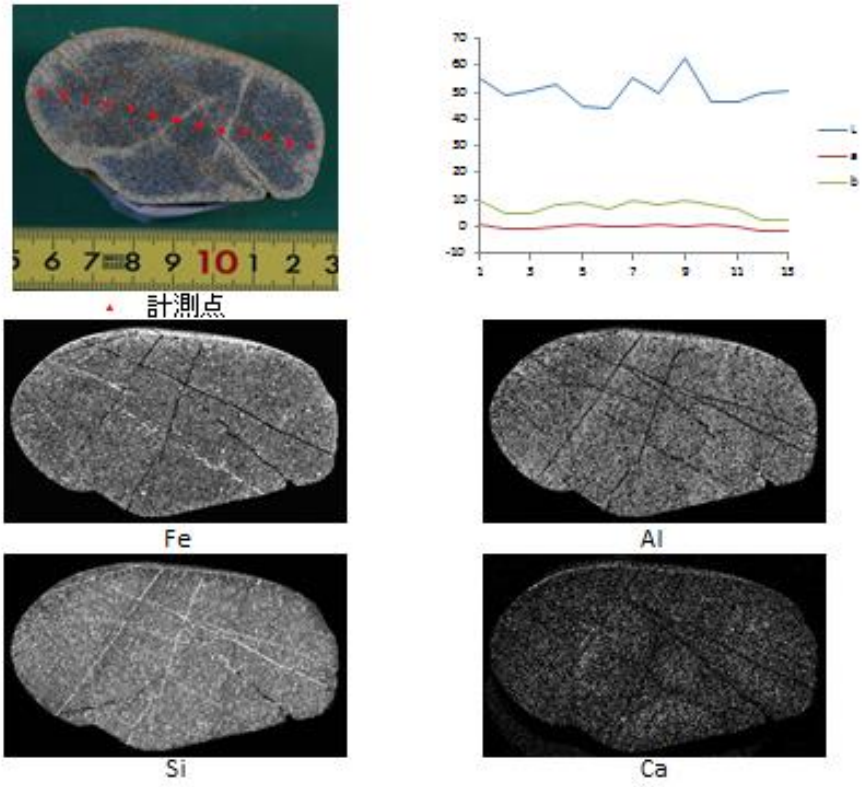


図 2-31　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：180802-02-12）

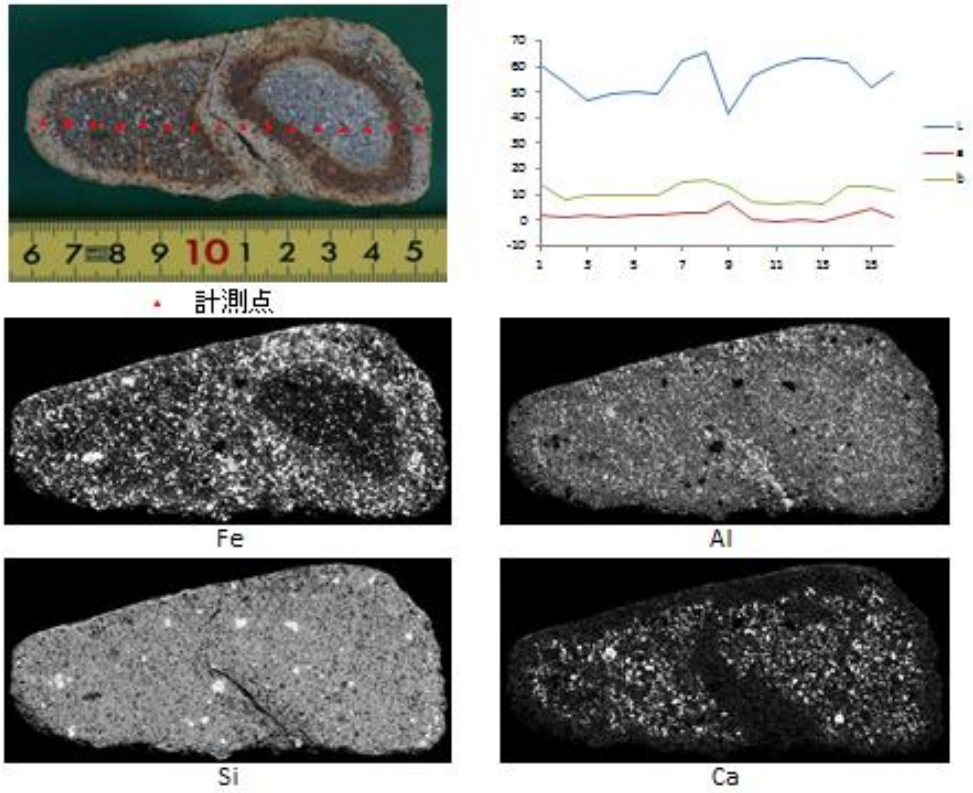


図 2-32　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181010-02-1）

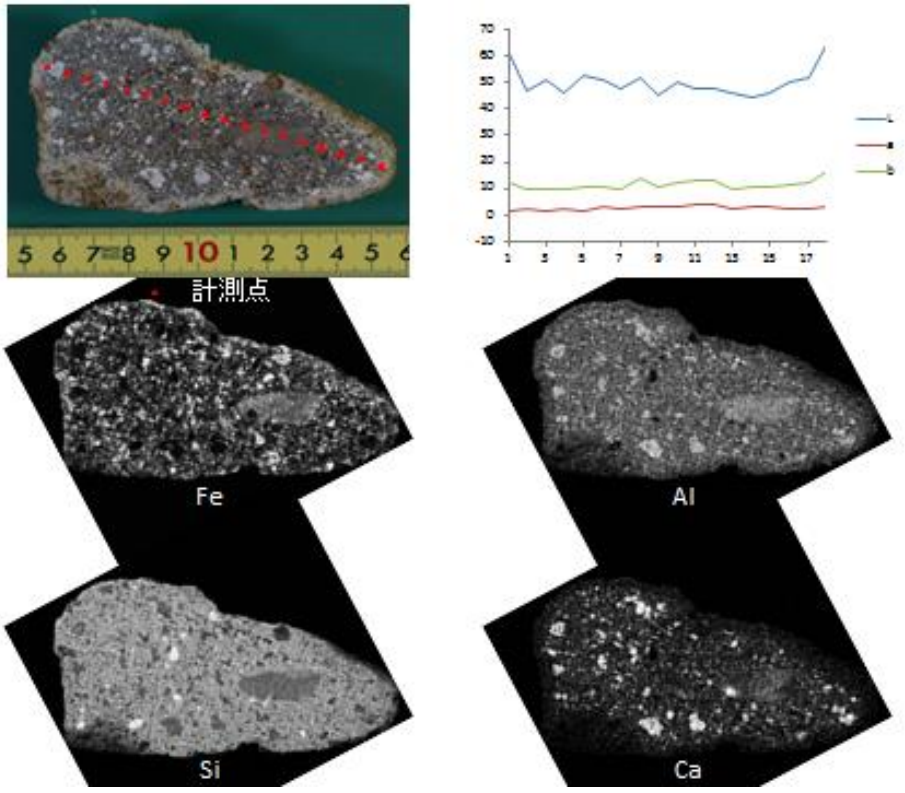


図 2-33　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181010-02-3）

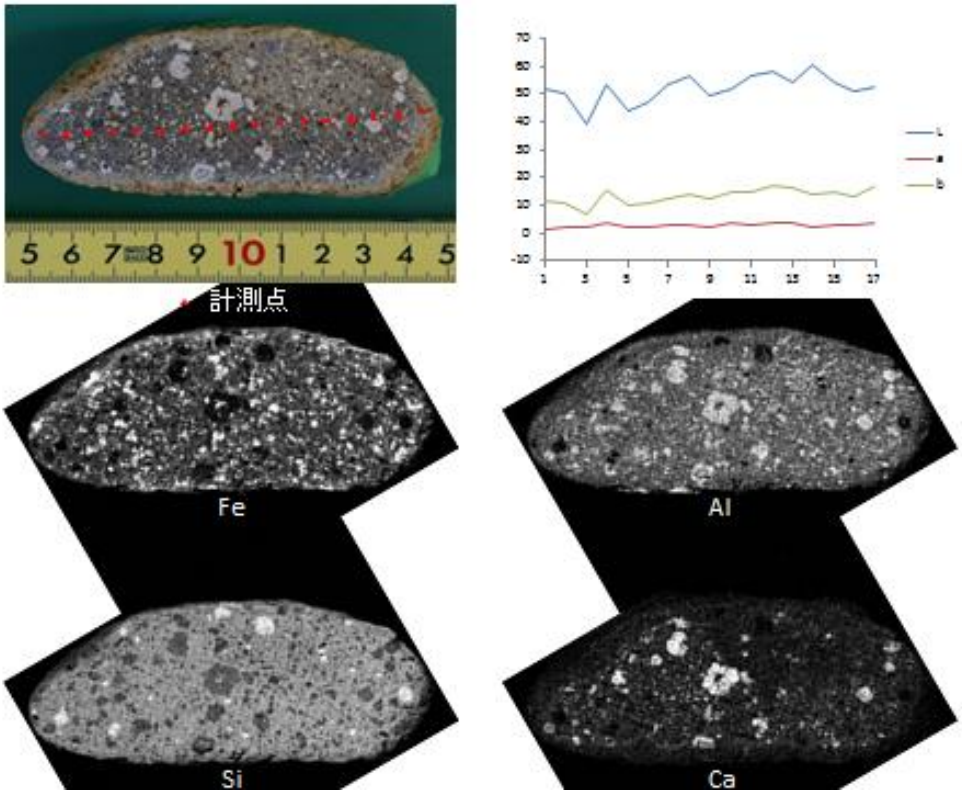


図 2-34　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181010-02-4）

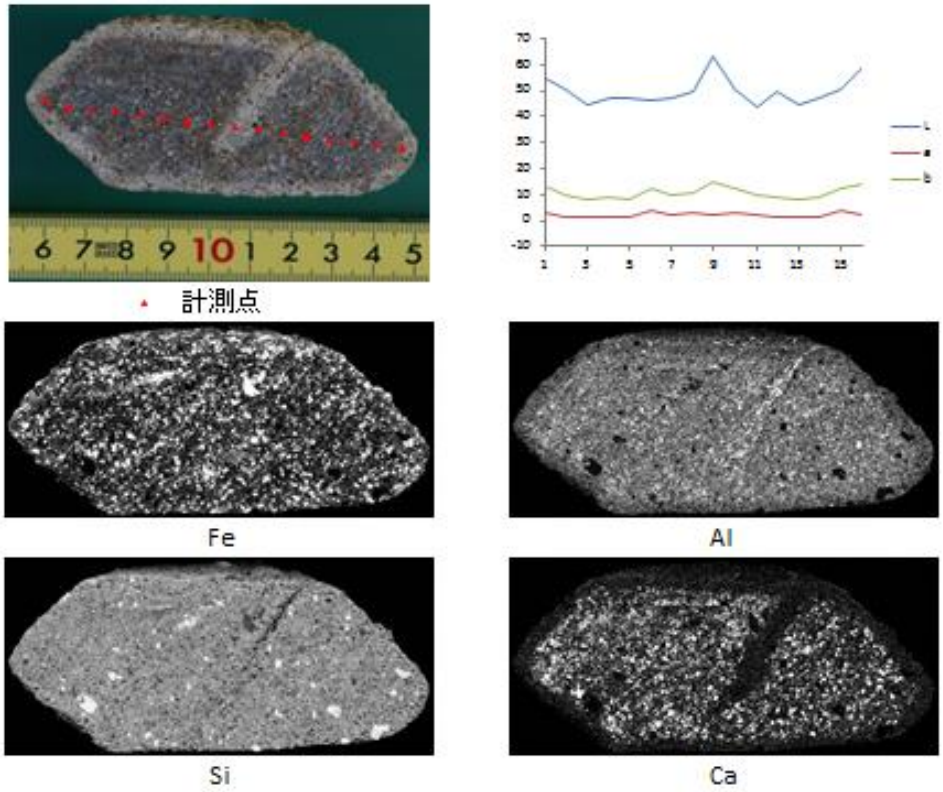


図 2-35　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181010-02-6）

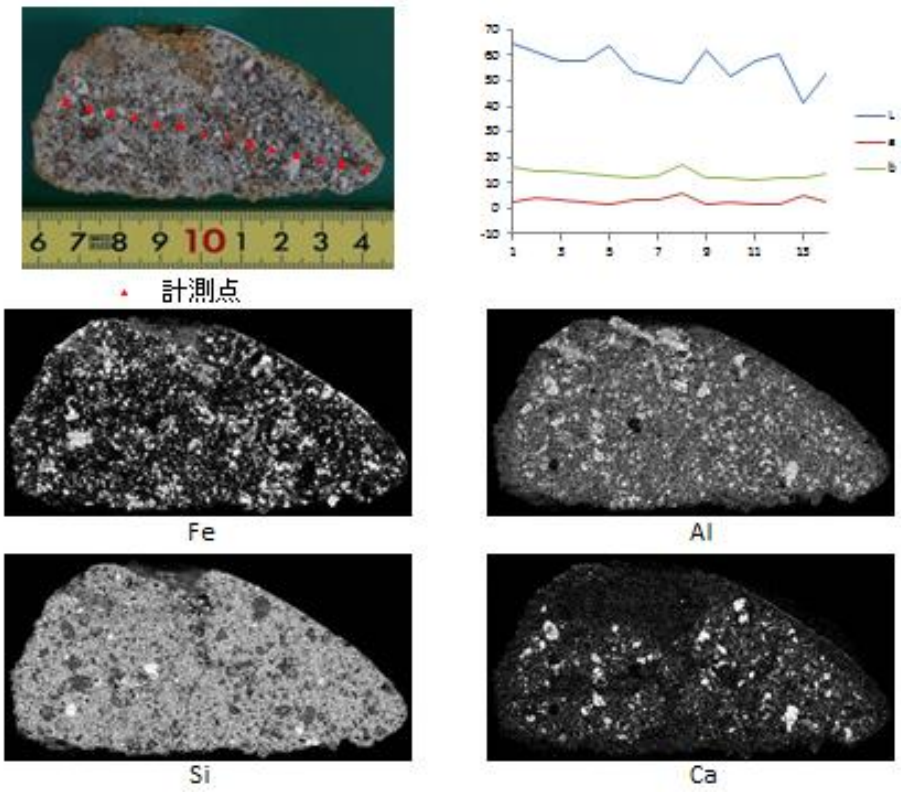


図 2-36　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181010-02-7）

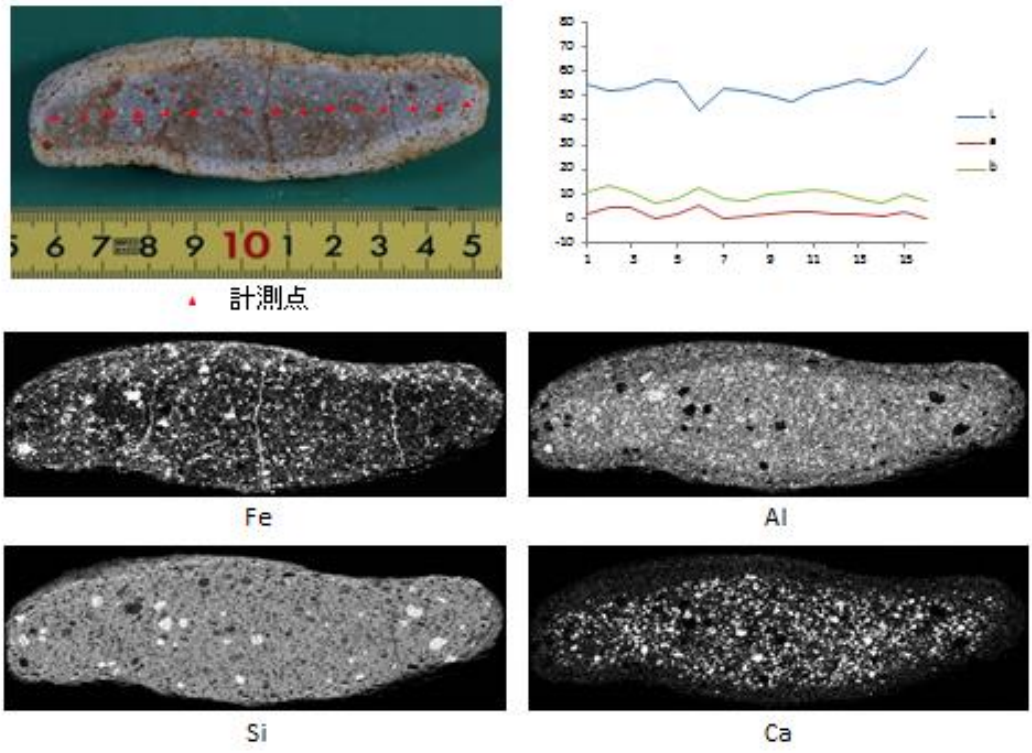


図 2-37　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181010-02-8）

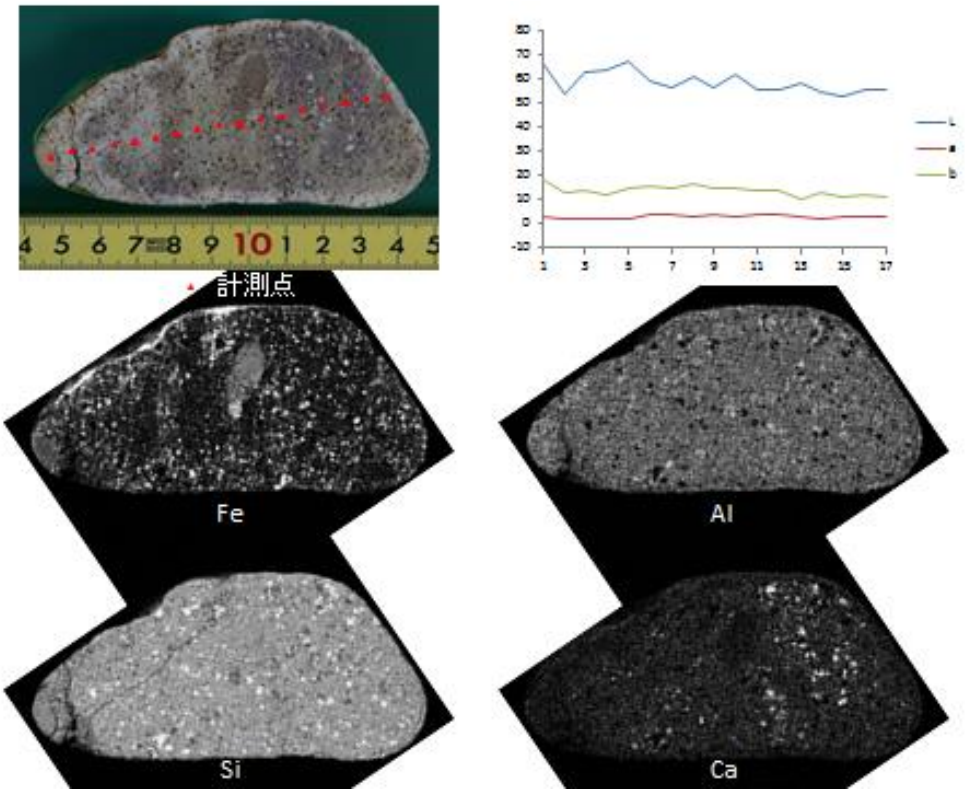


図 2-38　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181121-01-2）

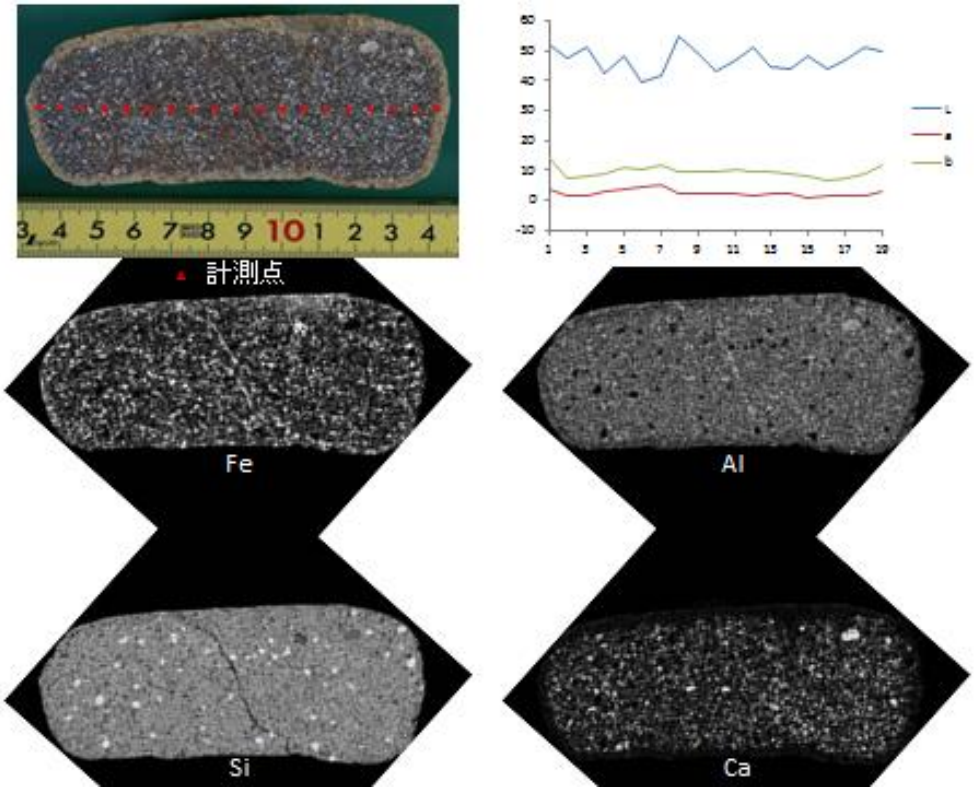


図 2-39　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181121-01-3）

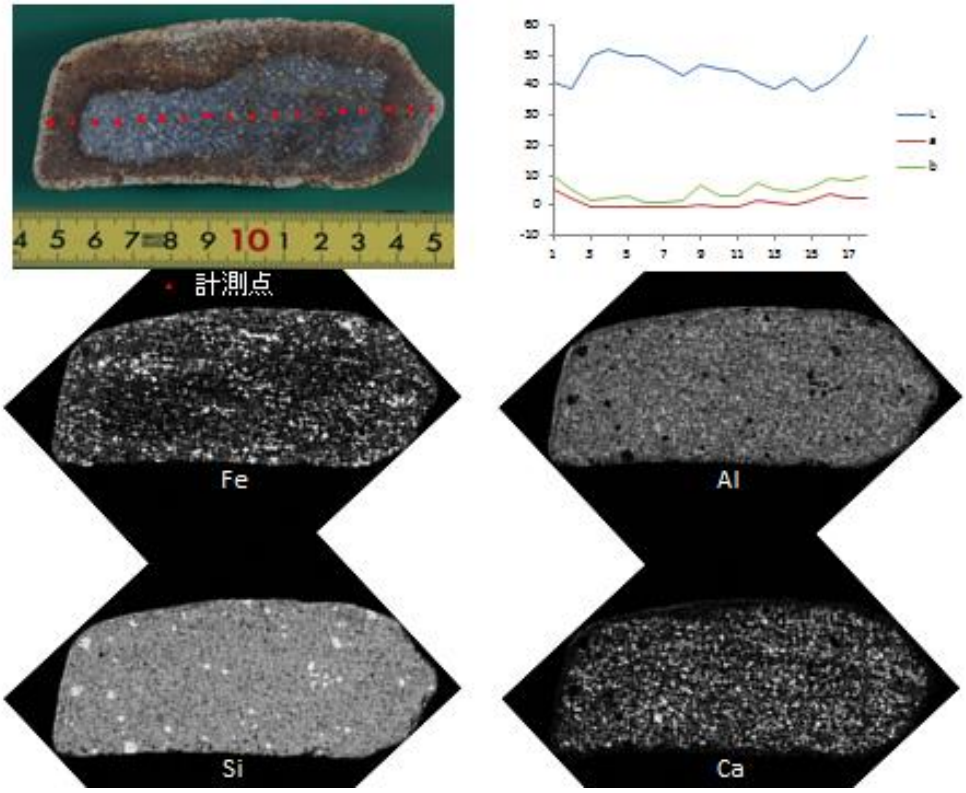


図 2-40　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181121-01-4）

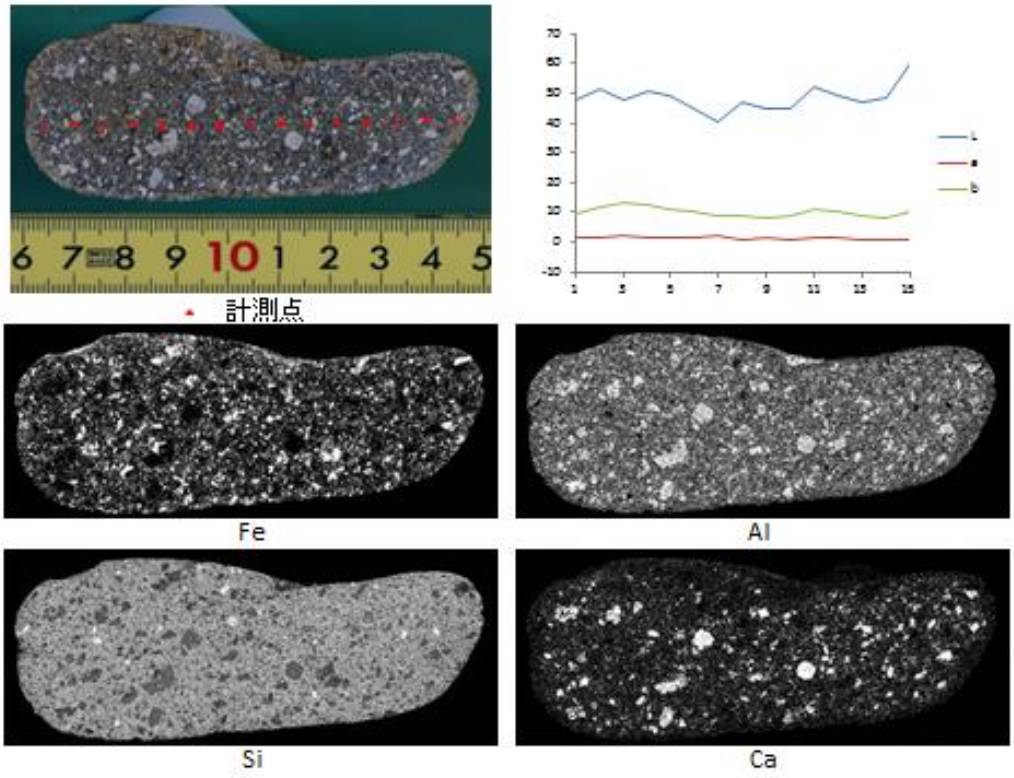


図 2-41　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181121-01-5）

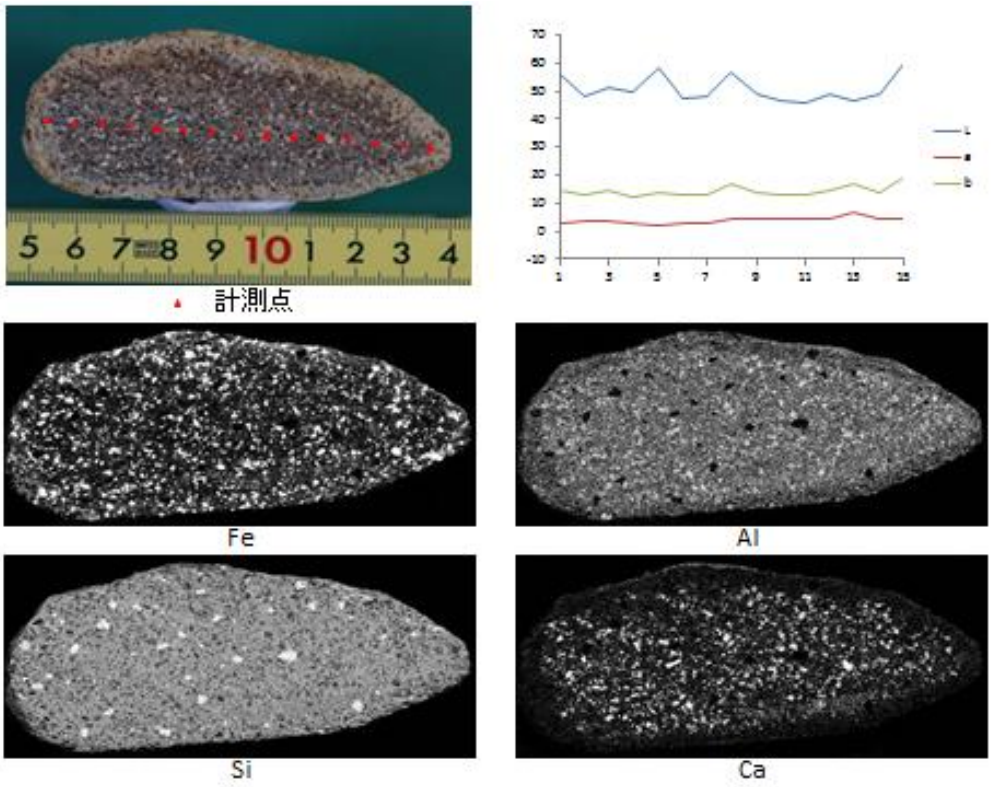


図 2-42　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181121-01-6）

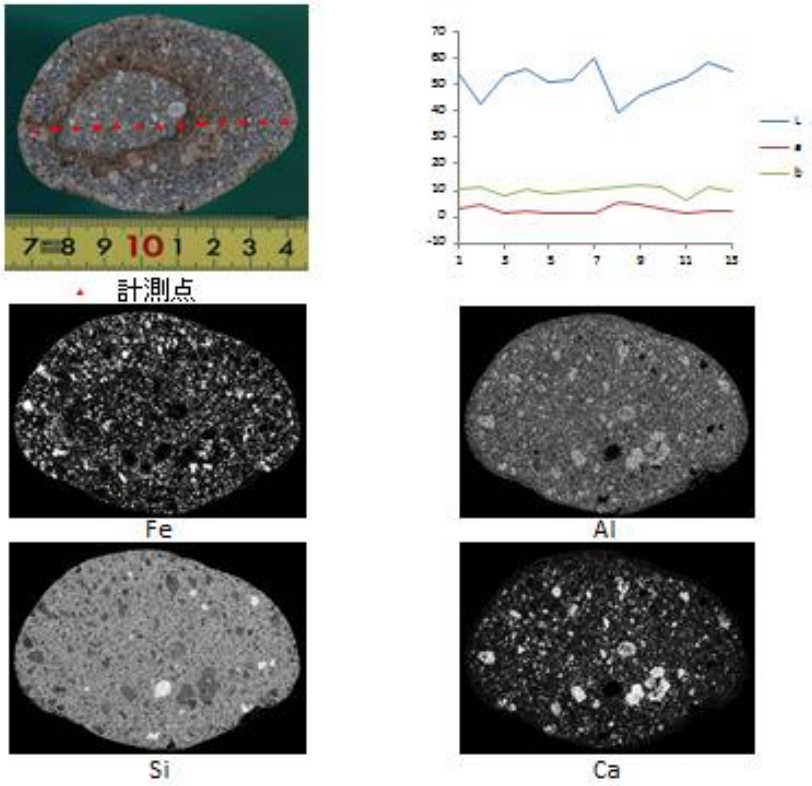


図 2-43　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181121-01-8）

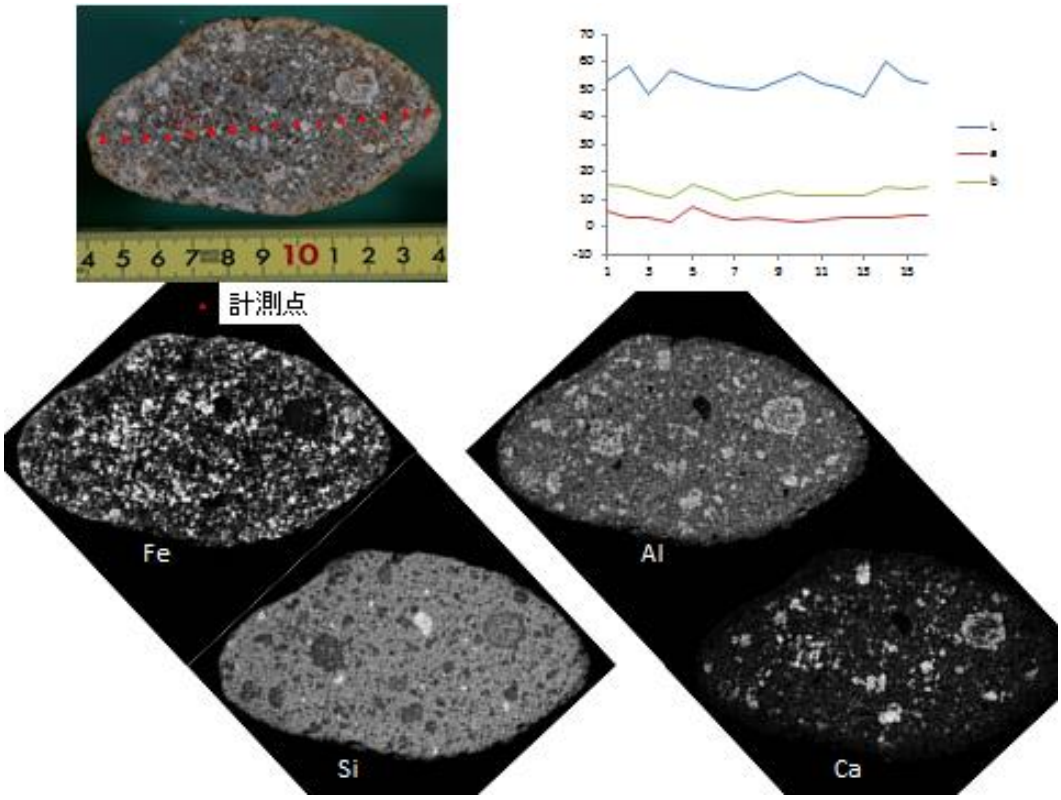


図 2-44　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181121-02-1）

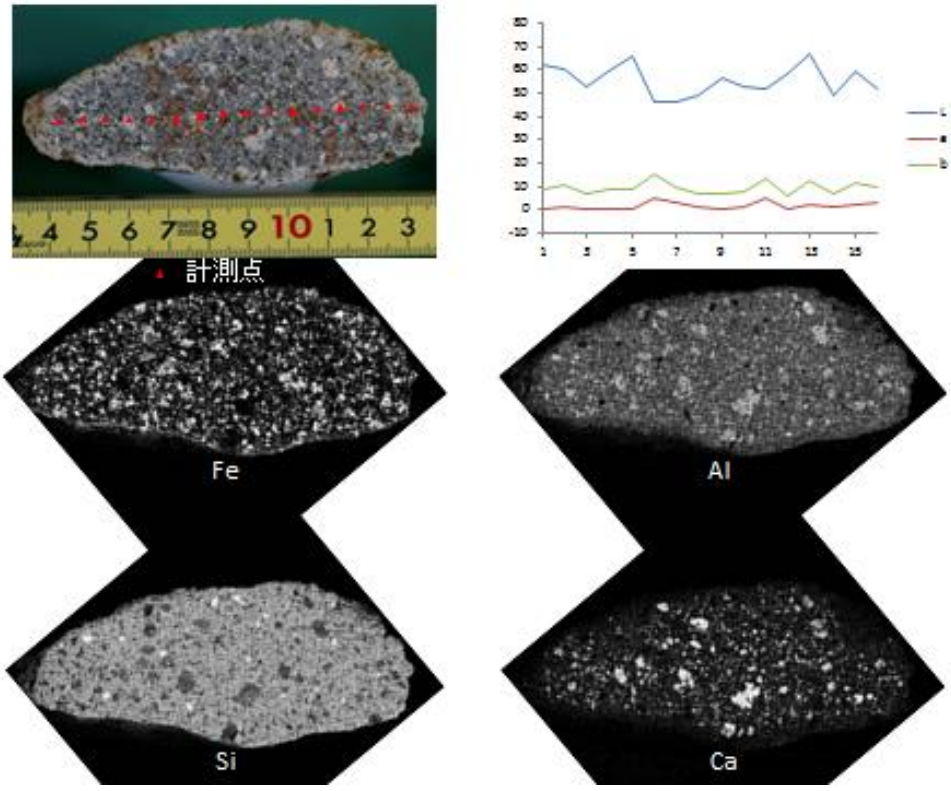


図 2-45　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181121-02-2）

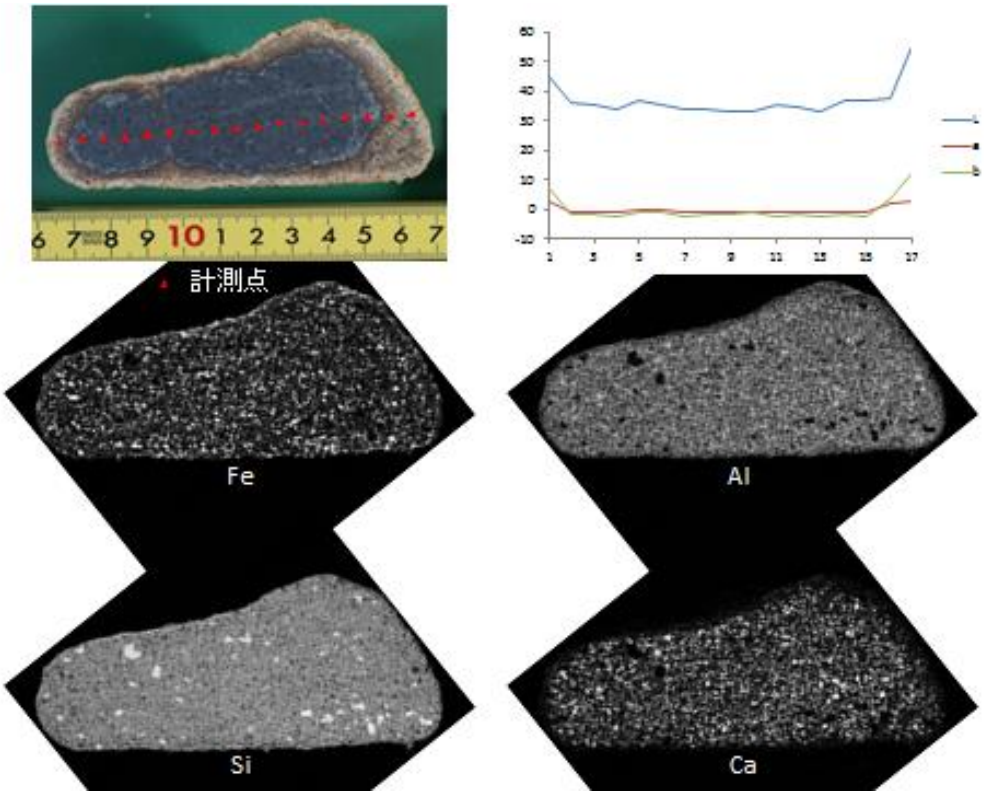


図 2-46　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181121-02-3）

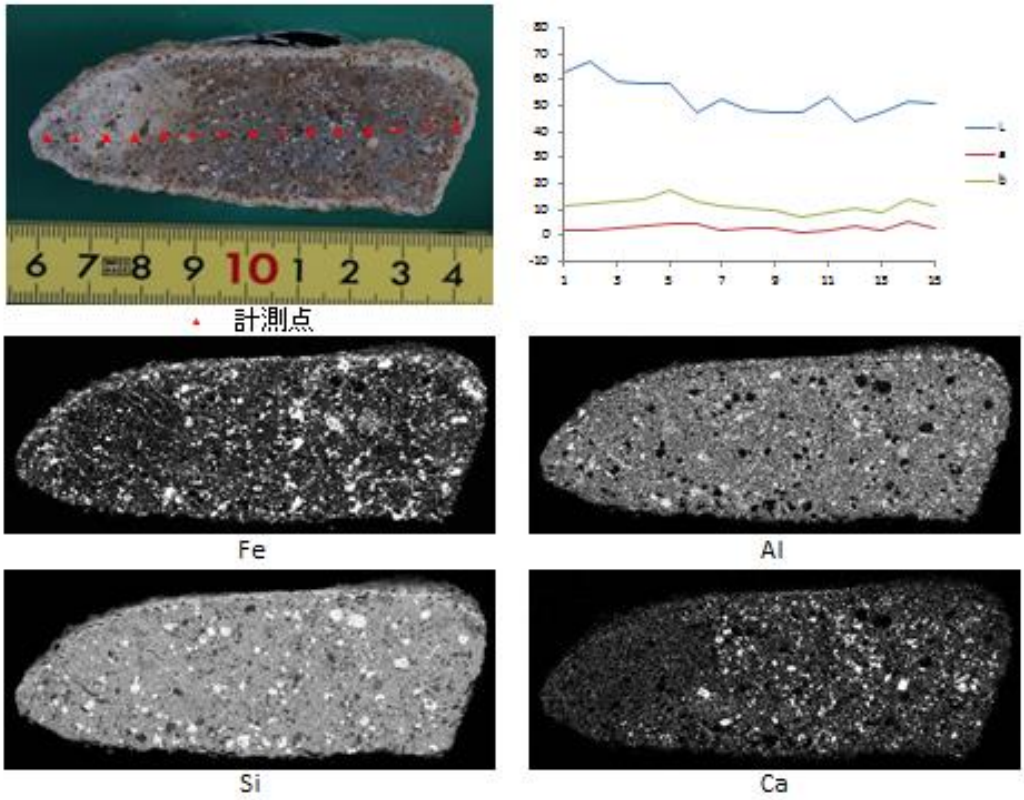


図 2-47　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181121-02-4）

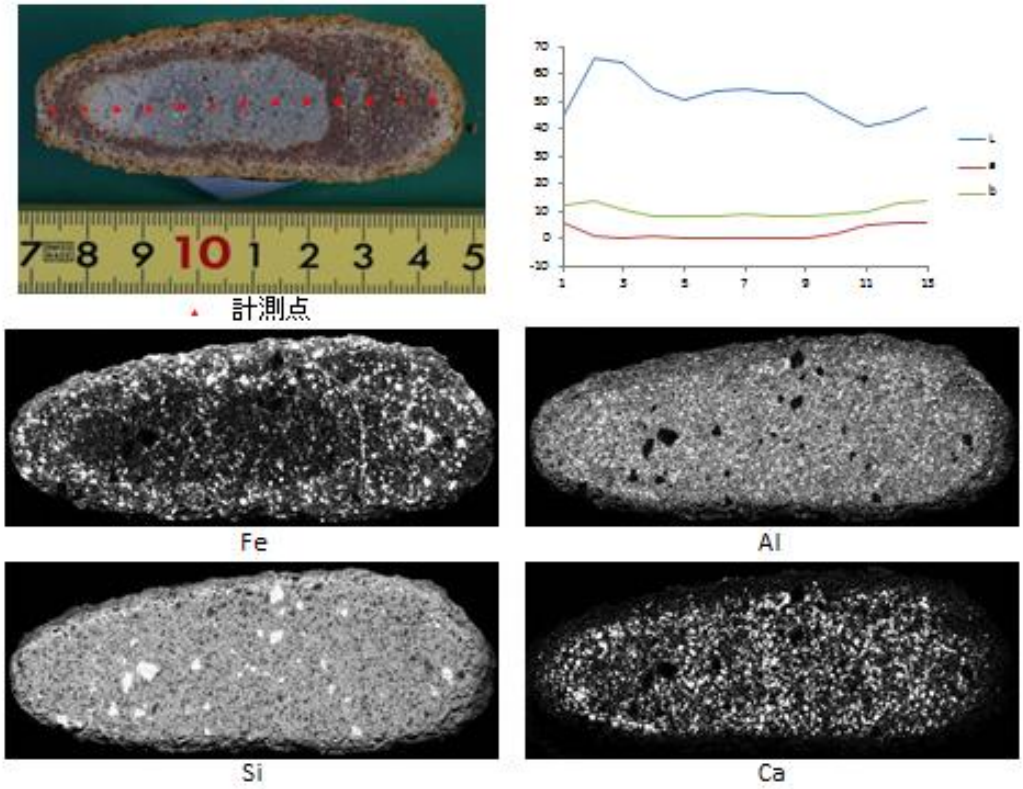


図 2-48　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181121-02-5）

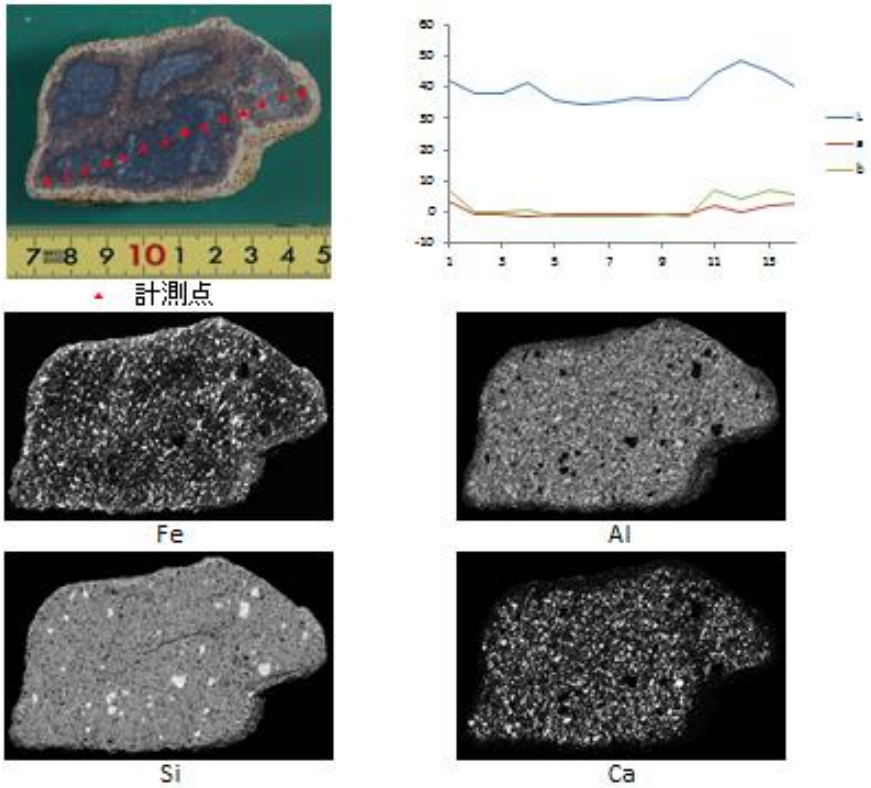


図 2-49　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181121-02-6）

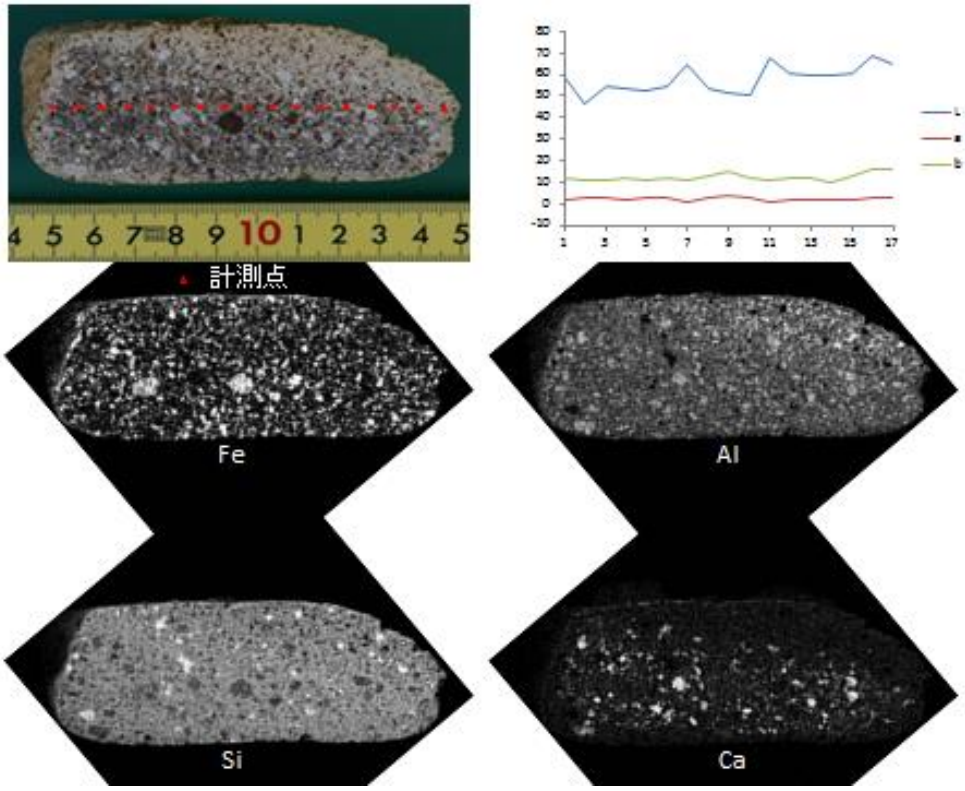


図 2-50　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181122-01-3）

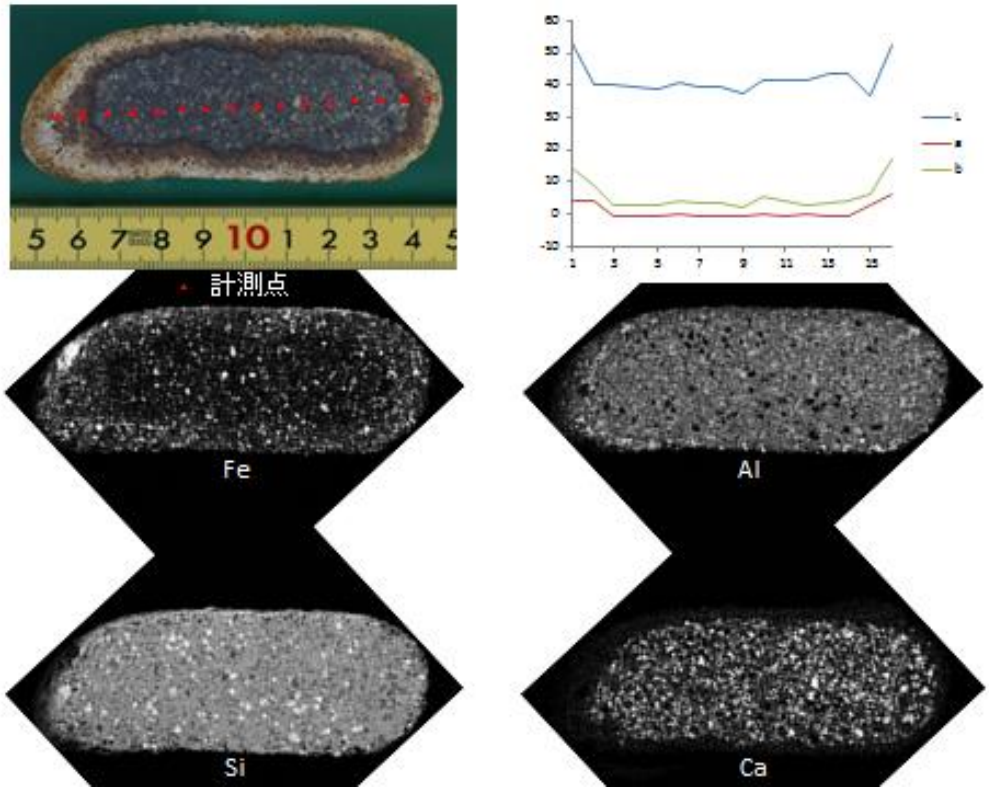


図 2-51　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181122-01-4）

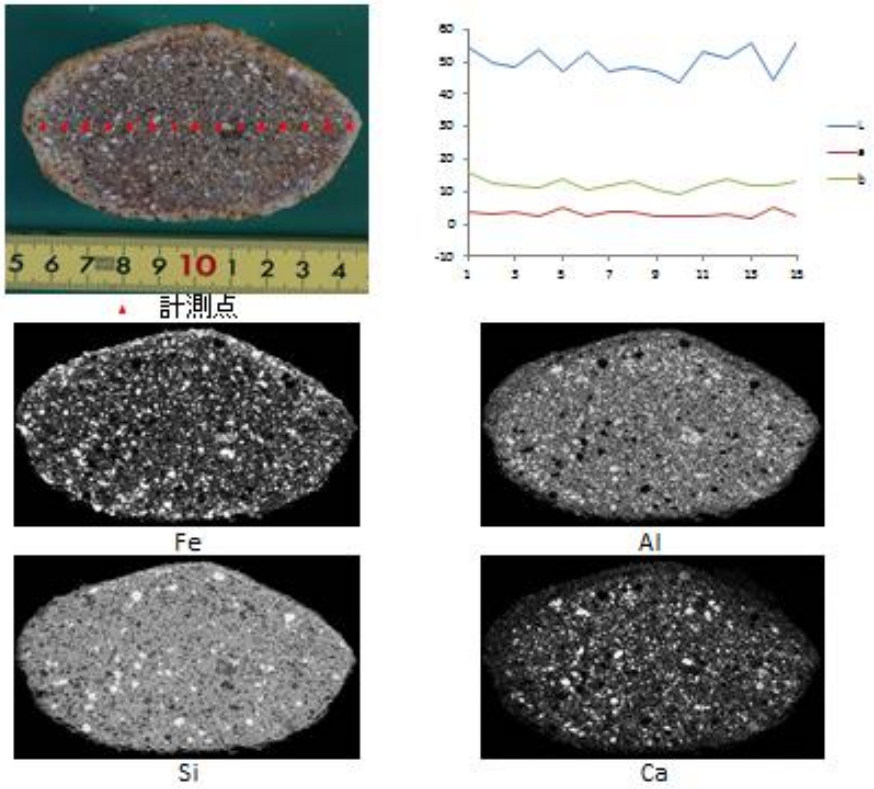


図 2-52　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181122-01-5）

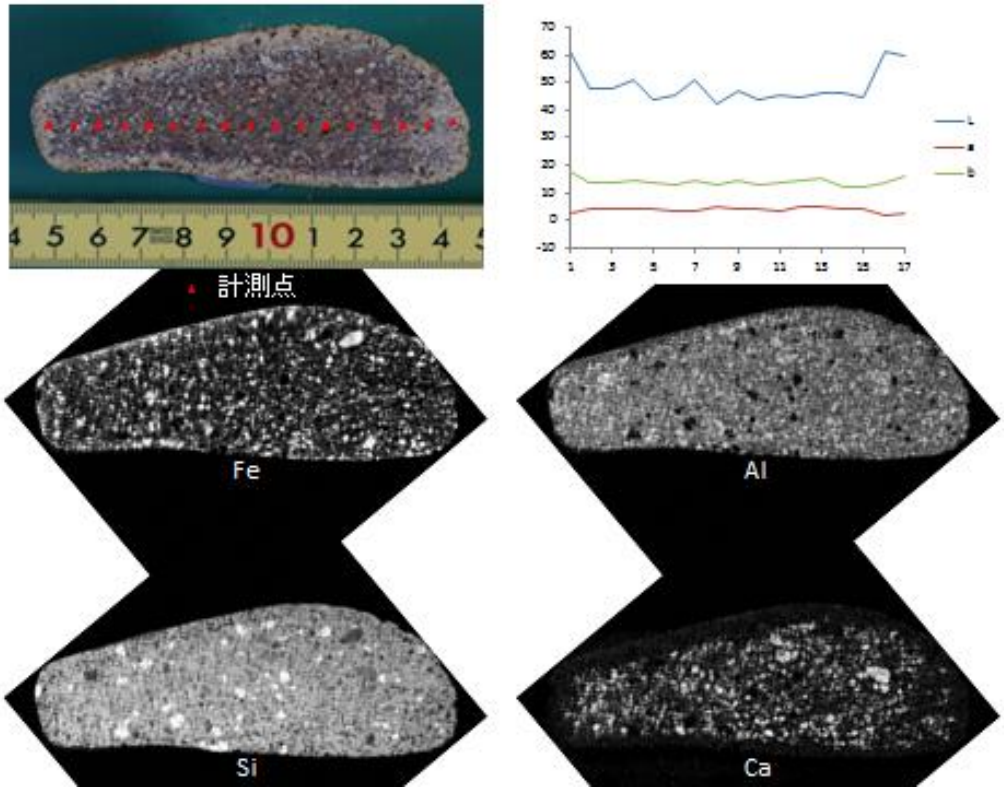


図 2-53　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181122-01-6）

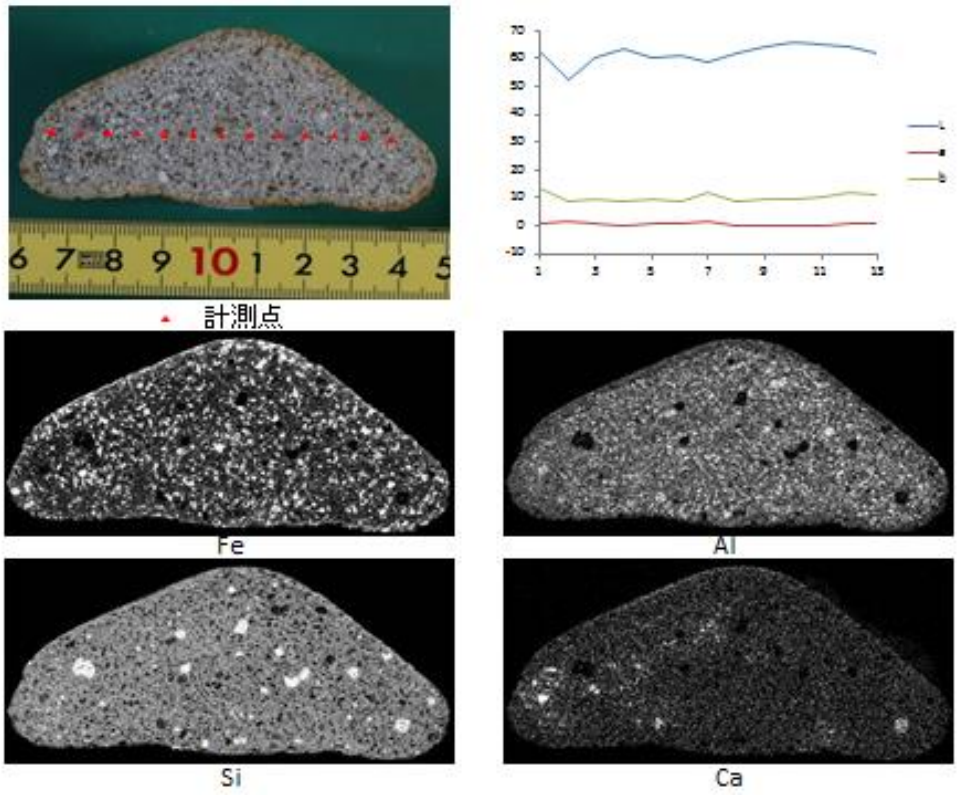


図 2-54　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181122-01-7）

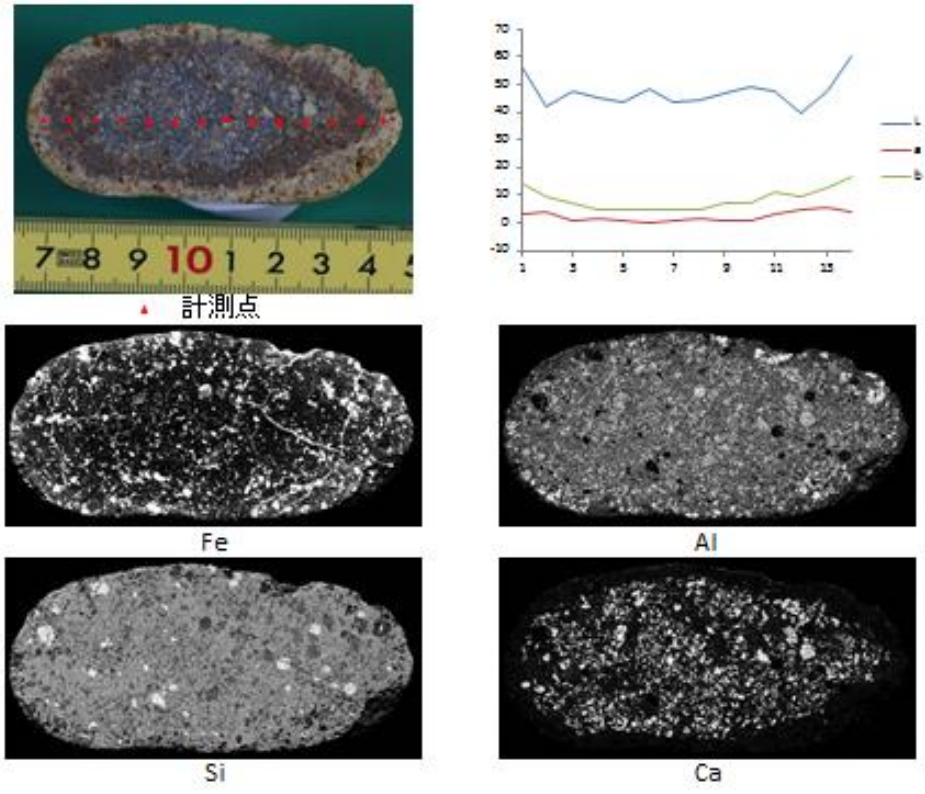


図 2-55　段丘礫断面の元素分布と測色値（試料：181122-01-9）

3. 段丘礫の鉱物組成分析

礫試料の新鮮な部分と風化した部分を岩石カッターで切断、分離し、60℃で一晩乾燥させた後粉砕し、これをX線回折装置にて測定した。なお、粉砕方法は、タングステン乳鉢で粗く粉砕した後、メノウ乳鉢でざらつきの無い程度まで粉砕し、分析条件は以下の通りである。

・装置名：Philips 製 X'Pert
・測定条件：管球 Cu、
・出力 40kv 、50mA、
・スキャンスピード 2° /min、
・スキャン範囲 回折角 2θ=2～60° 、
・スキャンスリット DS,SS 15mm　RS 0.2°

以上の分析により得られた測定結果を、図 3-1 から図 3-12 に示す。

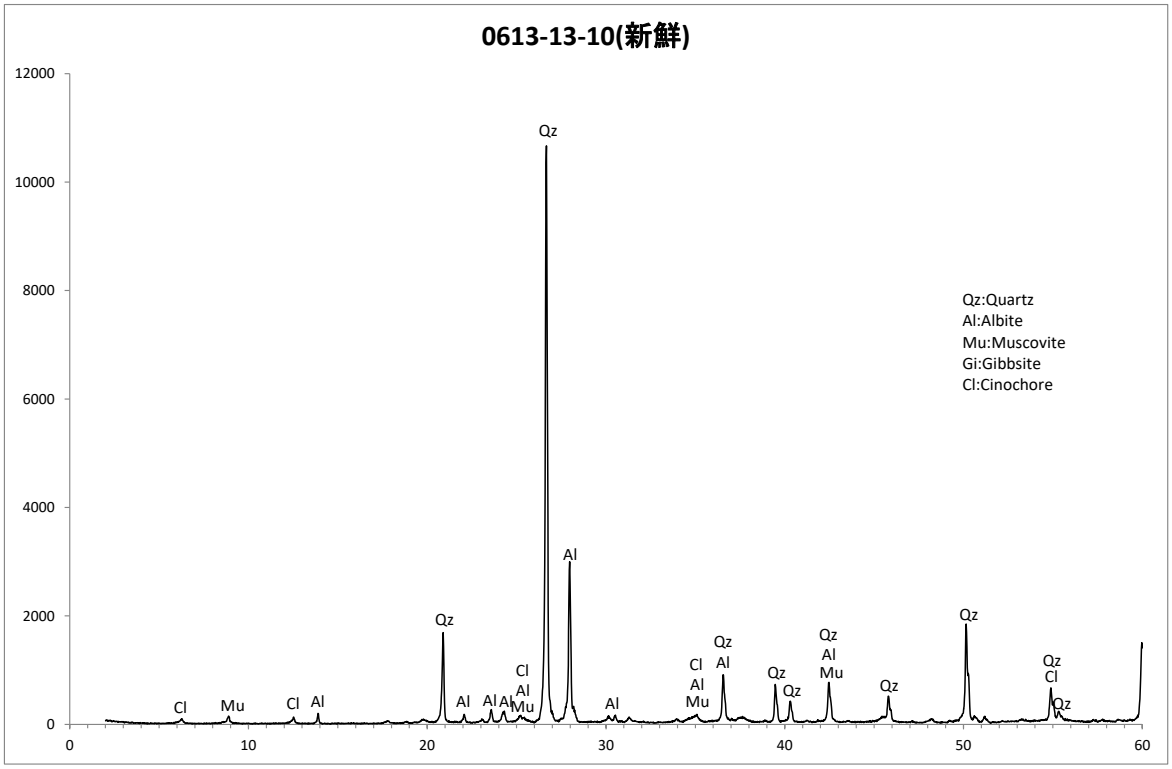


図 3-1　段丘礫の XRD チャート図（試料：0613-13-10(新鮮)）

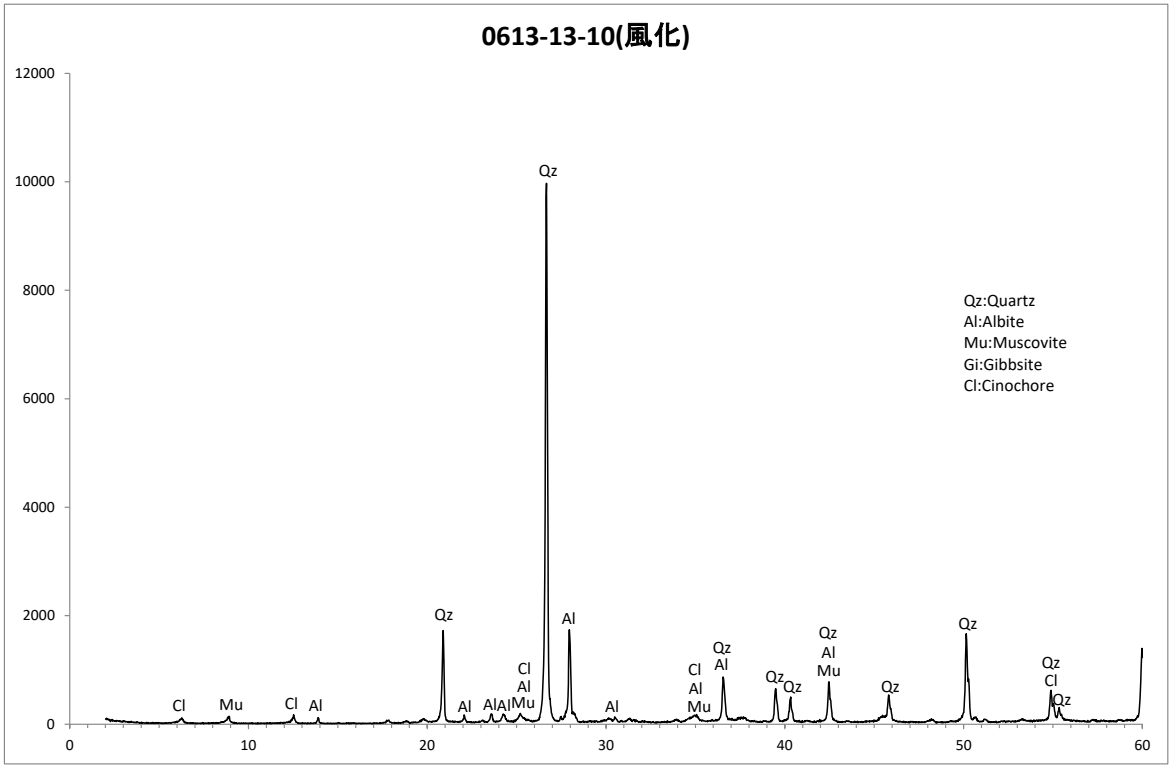


図 3-2　段丘礫の XRD チャート図（試料：0613-13-10(風化)）

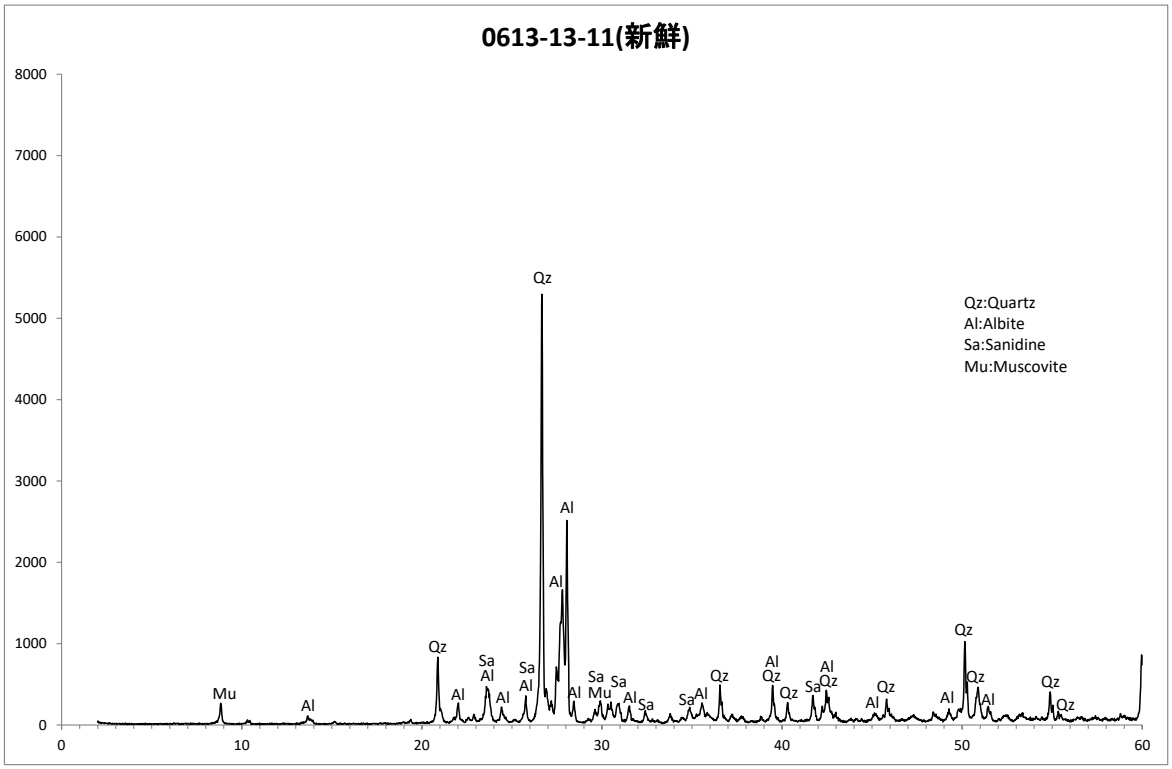


図 3-3　段丘礫の XRD チャート図（試料：0613-13-11(新鮮)）

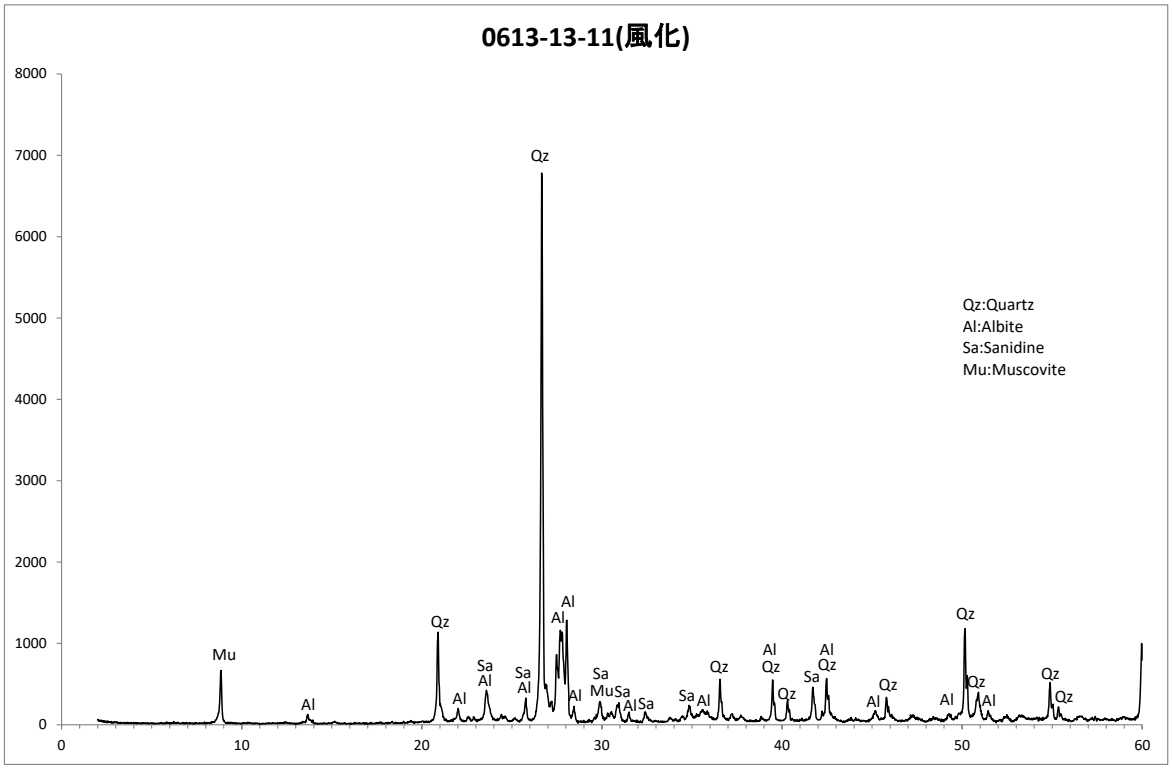


図 3-4　段丘礫の XRD チャート図（試料：0613-13-11(風化)）

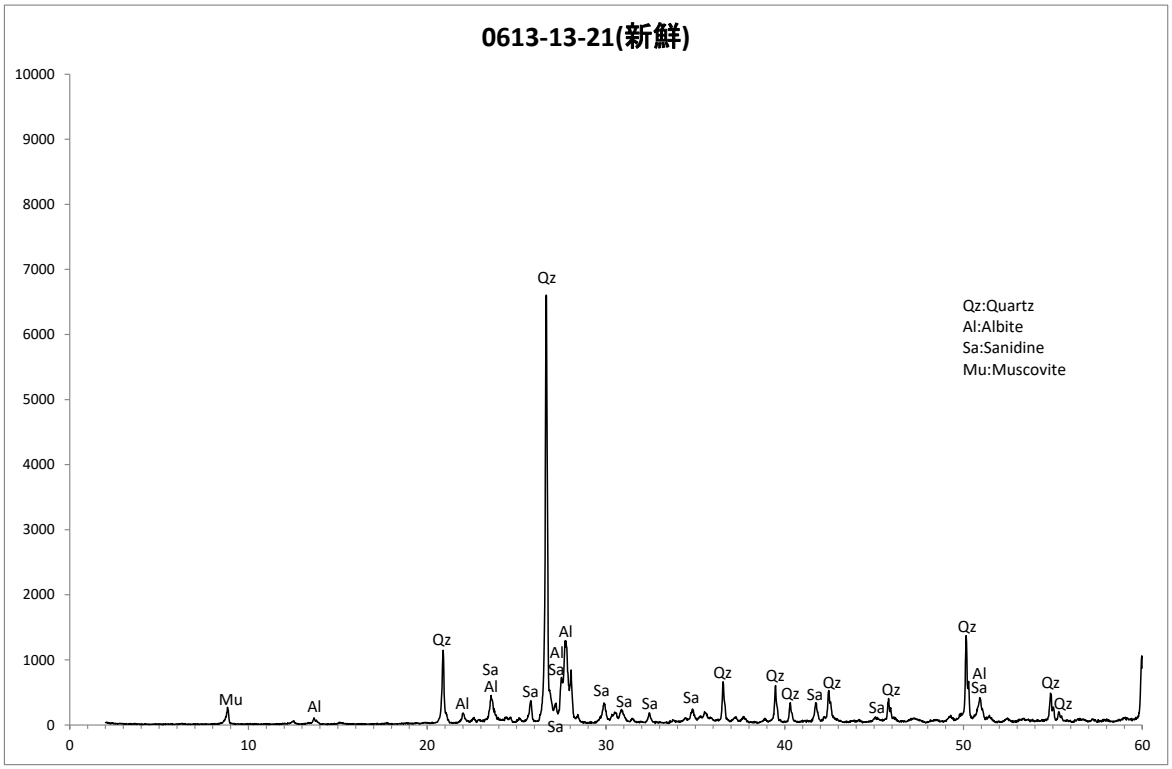


図 3-5　段丘礫の XRD チャート図（試料：0613-13-21(新鮮)）

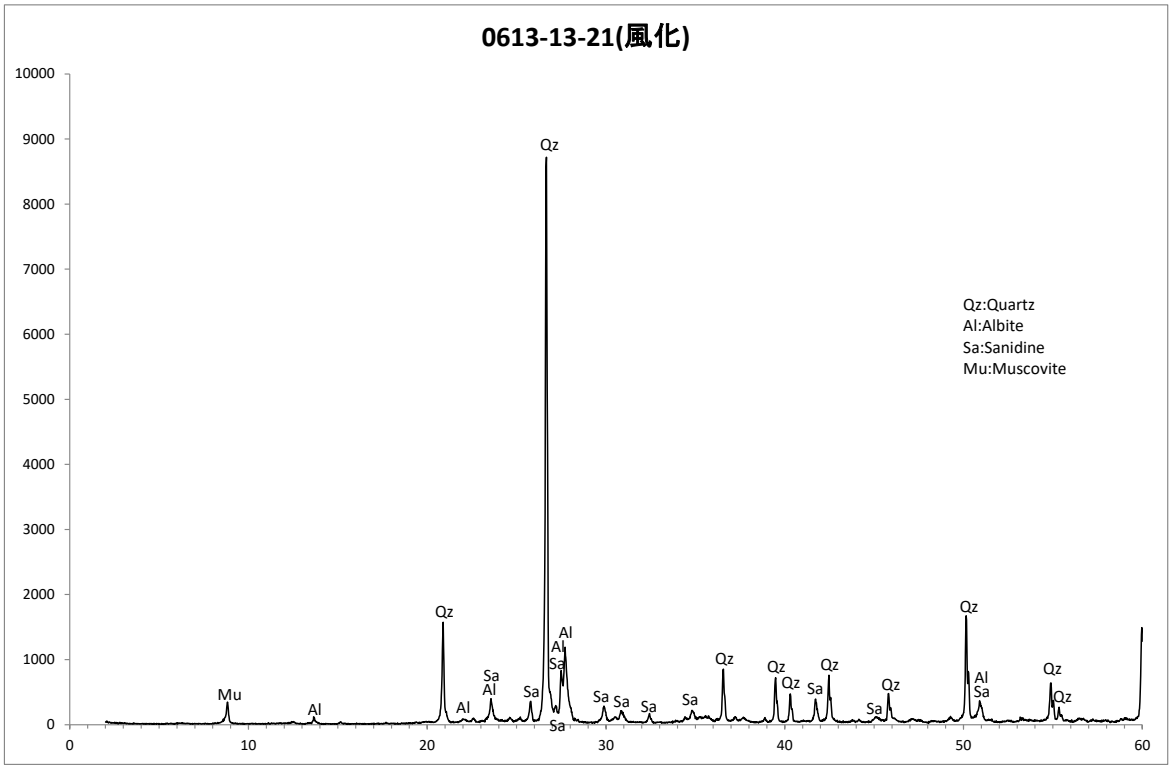


図 3-6　段丘礫の XRD チャート図（試料：0613-13-21(風化)）

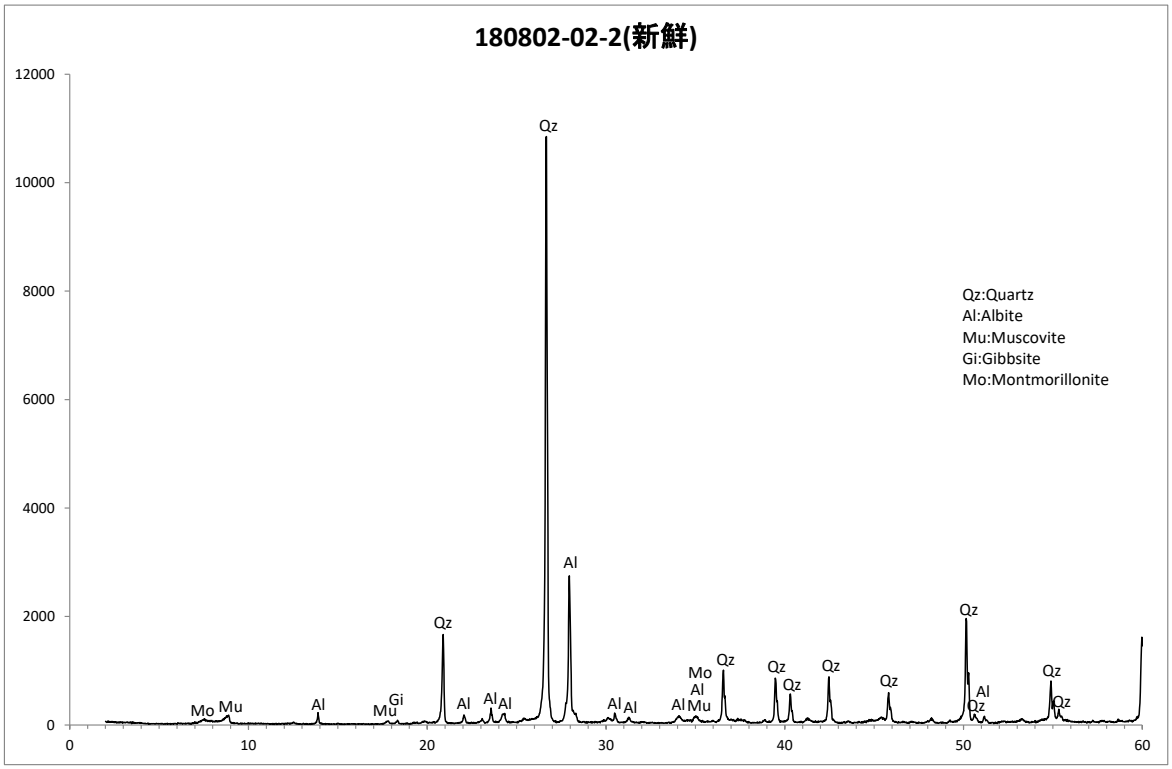


図 3-7　段丘礫の XRD チャート図（試料：180802-02-2(新鮮)）

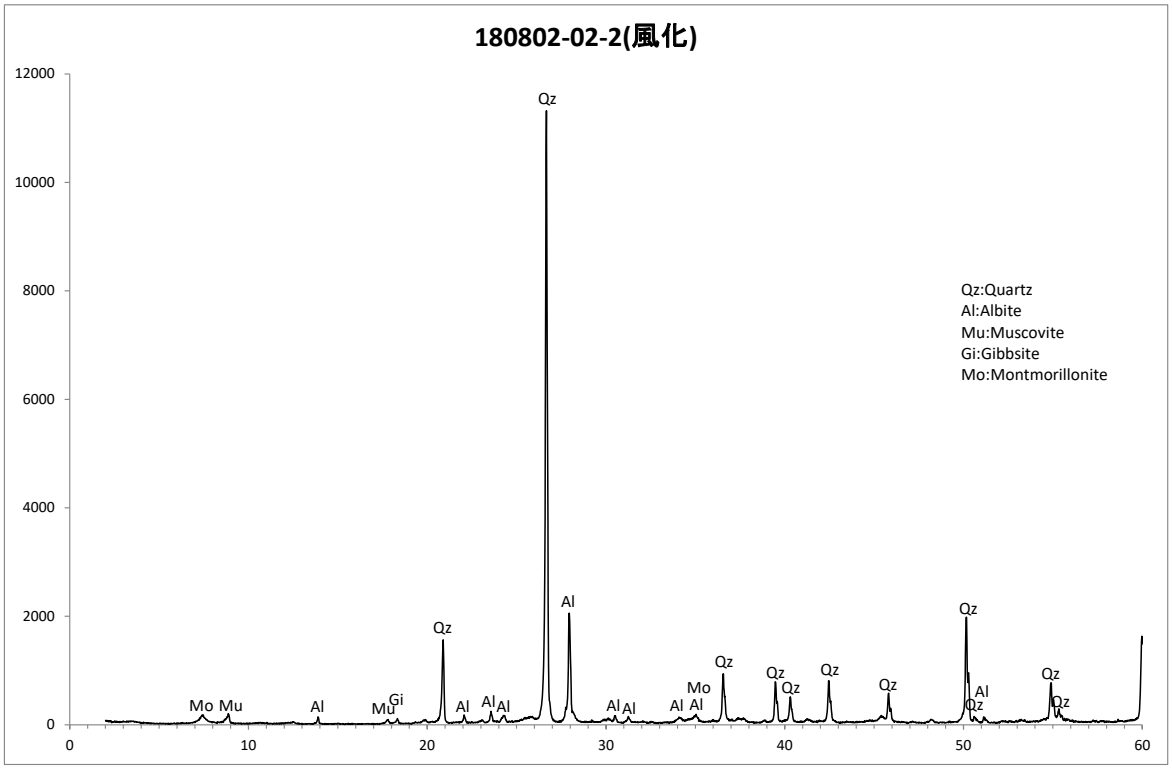


図 3-8　段丘礫の XRD チャート図（試料：180802-02-2(風化)）

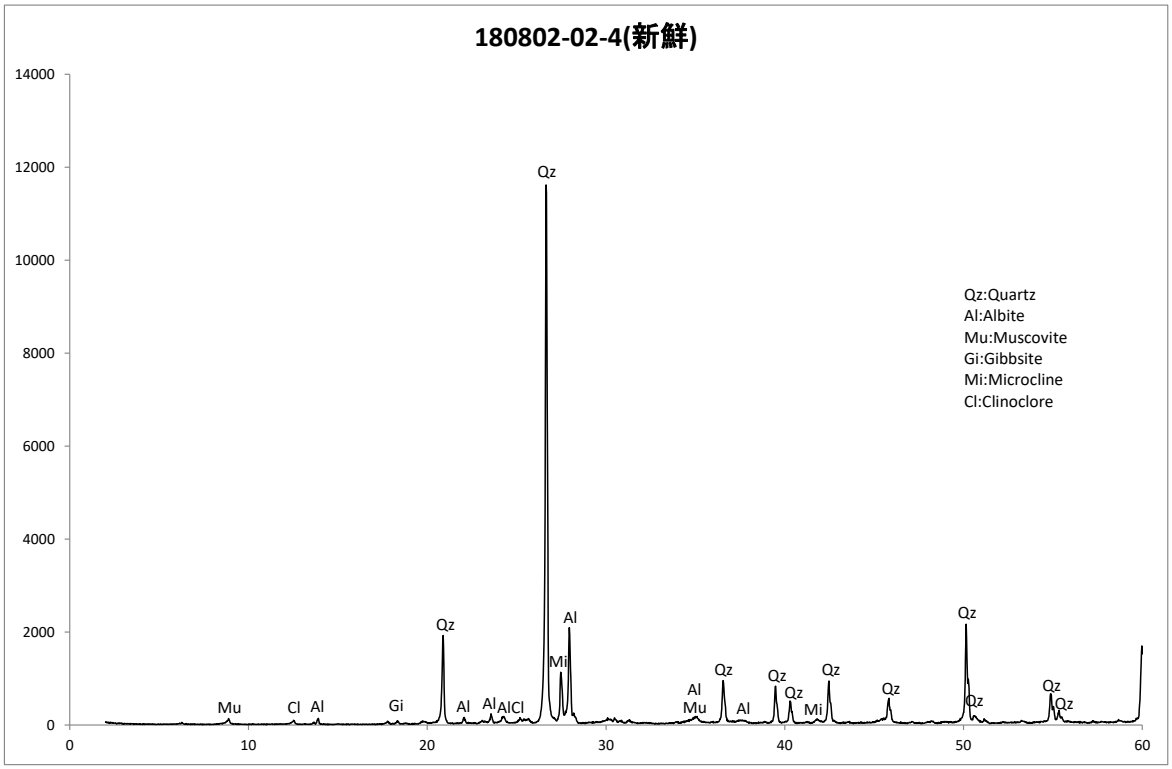


図 3-9　段丘礫の XRD チャート図（試料：180802-02-4(新鮮)）

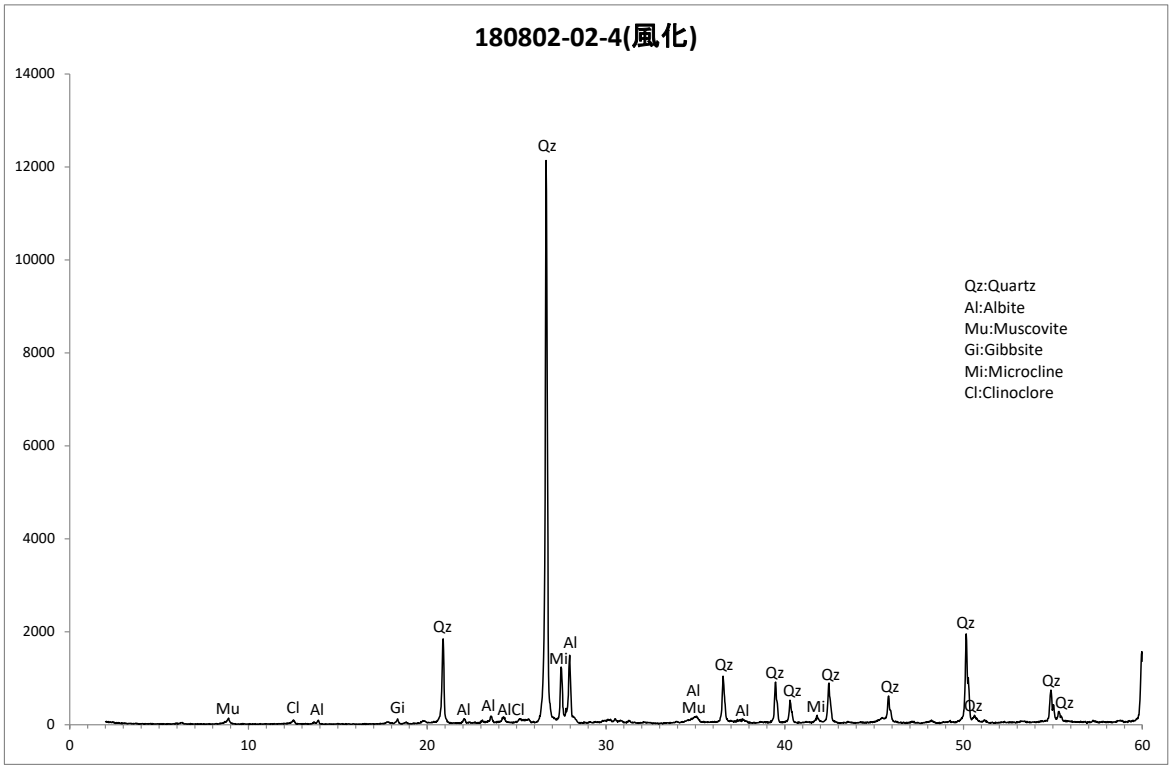


図 3-10　段丘礫の XRD チャート図（試料：180802-02-4(風化)）

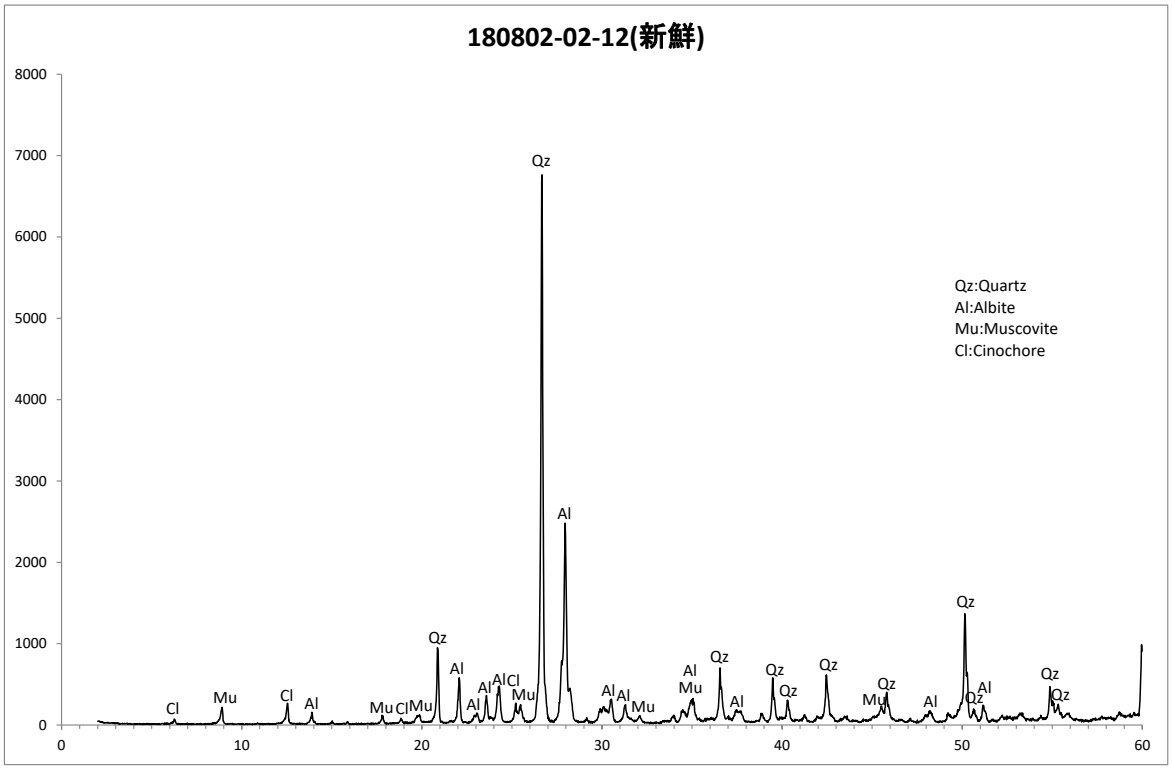


図 3-11　段丘礫の XRD チャート図（試料：180802-02-12(新鮮)）

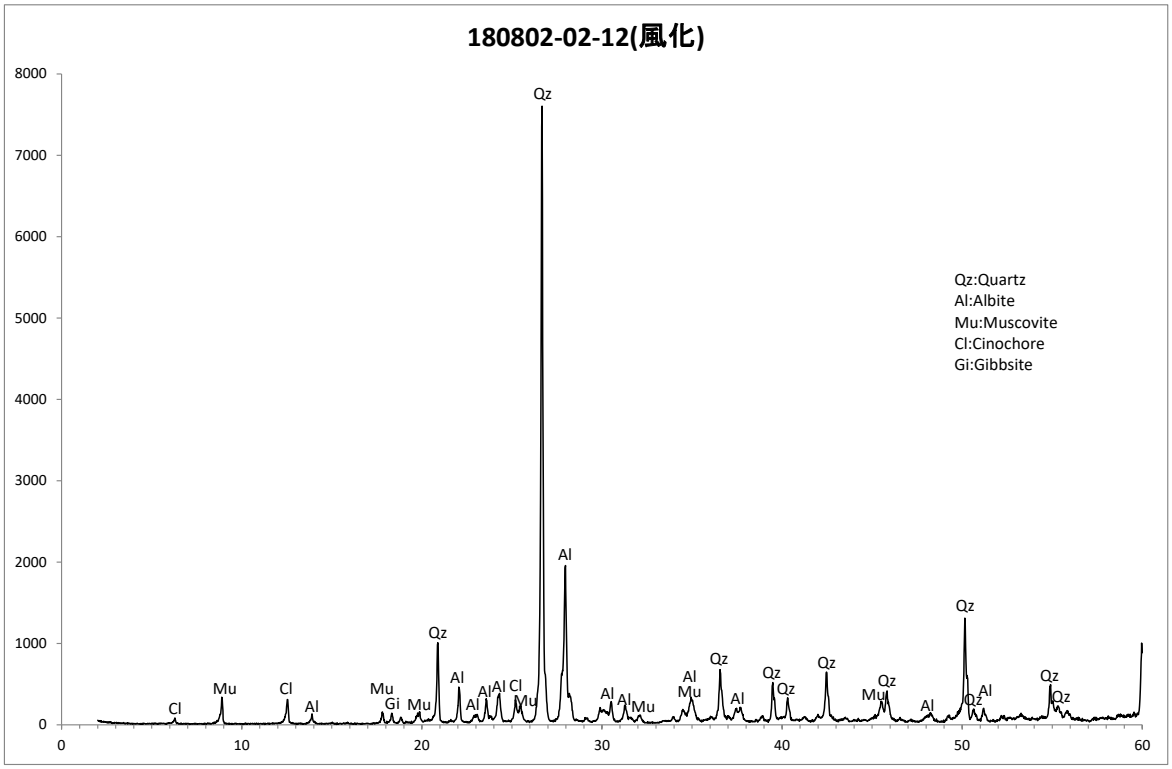


図 3-12　段丘礫の XRD チャート図（試料：180802-02-12(風化)）

4. 段丘礫の空隙率測定

採取した段丘礫に対し、その空隙率を把握するため、水浸法と水銀圧入法により測定を行った。それらの分析方法ならびにその結果を以下に記す。

(1) 水浸法

地盤工学会編「岩の調査と試験」で示された方法に準じ、以下のような手順で空隙率を測定した。水洗いを済ませた礫を礫全体が水に浸かる大きさの容器に入れ、72 時間以上静置し水を浸透させる。水中で礫の重量を測定したのち水から取り出し、濡れた布等で表面の余分な水をふき取り空気中で重量を測定する。次に礫を 60℃の乾燥炉で 72 時間以上乾燥させ再び重量を測定する。測定したこれらの重量から空隙率を算出し、表 4-1 に示す。

表 4-1　段丘礫の空隙率（水浸法）

No.	サンプル名	重　量（g）			空隙率（%）
		強制湿潤（水中重量）	強制湿潤（空中重量）	強制乾燥（空中重量）	
1	0613−13−5	208.21	355.32	337.68	11.99
2	0613−13−10	252.69	425.69	411.53	8.18
3	0613−13−11	302.62	507.05	492.67	7.03
4	0613−13−13	204.23	341.00	330.30	7.82
5	0613−13−21	94.62	166.83	155.73	15.37
6	171214−DB−04−2	375.74	635.68	609.88	9.93
7	171214−DB−04−3	157.23	267.26	255.99	10.24
8	171214−DB−04−4	71.90	123.05	116.44	12.92
9	171214−DB−04−5	60.48	103.45	97.94	12.82
10	171214−DB−04−6	59.91	106.10	97.84	17.88
11	171220−01−1	228.28	417.66	378.43	20.71
12	171220−01−2	210.87	351.17	341.77	6.70
13	171220−01−3	117.20	210.98	194.35	17.73
14	171220−01−4	134.72	222.01	218.62	3.88
15	171220−01−5	134.84	226.38	220.41	6.52
16	180613−13−6	268.75	455.35	434.71	11.06
17	180613−13−7	270.84	441.22	429.03	7.15
18	180613−13−8	173.20	289.77	278.36	9.79
19	180613−13−9	138.12	243.13	223.00	19.17
20	180613−13−11	159.44	268.64	256.38	11.23
21	180613−13−20	219.85	364.94	353.64	7.79
22	180613−13−21	162.65	279.43	260.26	16.42
23	180613−13−r−8	184.19	318.12	299.80	13.68
24	180613−13−r−10	183.27	306.52	297.47	7.34
25	180802−02−2	230.71	386.43	369.84	10.65
26	180802−02−3	259.57	423.12	412.65	6.40
27	180802−02−4	165.34	280.36	268.91	9.95
28	180802−02−5	159.82	266.84	257.64	8.60
29	180802−02−6	144.09	242.47	231.83	10.82
30	180802−02−7	109.11	181.40	175.15	8.65
31	180802−02−12	135.15	222.11	215.62	7.46
32	181010−02−1	231.04	403.91	375.20	16.61
33	181010−02−3	205.42	360.79	338.35	14.44
34	181010−02−4	175.93	306.22	285.96	15.55
35	181010−02−6	171.03	296.08	279.00	13.66
36	181010−02−7	172.79	306.88	283.75	17.25
37	181010−02−8	106.28	192.87	177.20	18.10
38	181121−01−2	312.43	534.05	507.41	12.02
39	181121−01−3	285.40	483.42	462.66	10.48
40	181121−01−4	211.70	352.77	341.16	8.23
41	181121−01−5	158.88	268.24	256.34	10.88
42	181121−01−6	173.88	299.58	283.51	12.78
43	181121−01−8	174.82	292.02	282.07	8.49
44	181121−02−1	449.33	777.96	739.21	11.79
45	181121−02−2	290.60	502.60	475.47	12.80
46	181121−02−3	234.93	397.90	380.74	10.53
47	181121−02−4	149.91	252.29	243.01	9.06
48	181121−02−5	118.85	210.98	195.68	16.61
49	181121−02−6	177.87	304.04	288.50	12.32
50	181122−01−3	250.67	431.02	407.11	13.26
51	181122−01−4	225.48	381.78	367.35	9.23
52	181122−01−5	280.43	482.59	456.49	12.91
53	181122−01−6	185.40	316.62	302.62	10.67
54	181122−01−7	157.51	281.91	259.74	17.82
55	181122−01−9	141.55	245.93	232.32	13.04

(2) 水銀圧入法

礫試料の新鮮な部分と風化した部分（3 段丘礫の鉱物組成分析　にて採取した部位）を岩石カッターで切断、分離（1 cm×1 cm×2 cm 以内）してから超音波洗浄器で 1 分以上洗浄した。これを 60℃の乾燥炉で一晩以上乾燥させ、水銀圧入式ポロシメーター（装置名：Micromeritics 社製 AutoPoreⅣ9500 測定条件：水銀圧力 0.1～31000 psia　測定範囲 0.5～30000 psia　測定数 0.5 psia から 300 ポイント）で間隙率を測定し、一覧表及びチャートを作成した。測定結果を表 4-2 および図 4-1 から図 4-12 に示す。

表 4-2 段丘礫の空隙率（水銀圧入法）

No.	試料名	かさ密度 (g/cc)	真密度 (g/cc)	間隙率 (%)
1	0613-13-10(新鮮)	2.4375	2.6472	7.9228
2	0613-13-10(風化)	2.3550	2.6346	10.6119
3	0613-13-11(新鮮)	2.6270	2.6452	0.6880
4	0613-13-11(風化)	2.1346	2.6094	18.1959
5	0613-13-21(新鮮)	2.5688	2.5815	0.4912
6	0613-13-21(風化)	2.0538	2.6054	21.1716
7	180802-02-2(新鮮)	2.4872	2.5985	4.2838
8	180802-02-2(風化)	2.3839	2.6424	9.7820
9	180802-02-4(新鮮)	2.4172	2.6176	7.6565
10	180802-02-4(風化)	2.3642	2.6135	9.5400
11	180802-02-12(新鮮)	2.6075	2.6287	0.8056
12	180802-02-12(風化)	2.2850	2.6412	13.4878

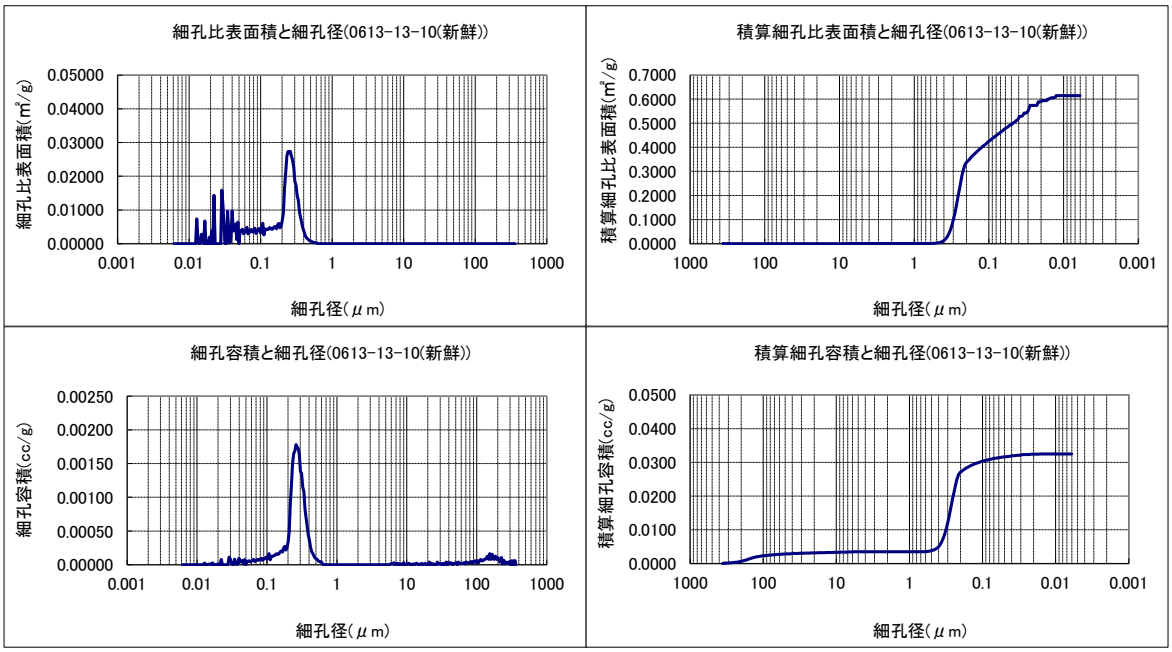


図 4-1　段丘礫の比表面積と細孔容積チャート図（試料：0613-13-10(新鮮)）

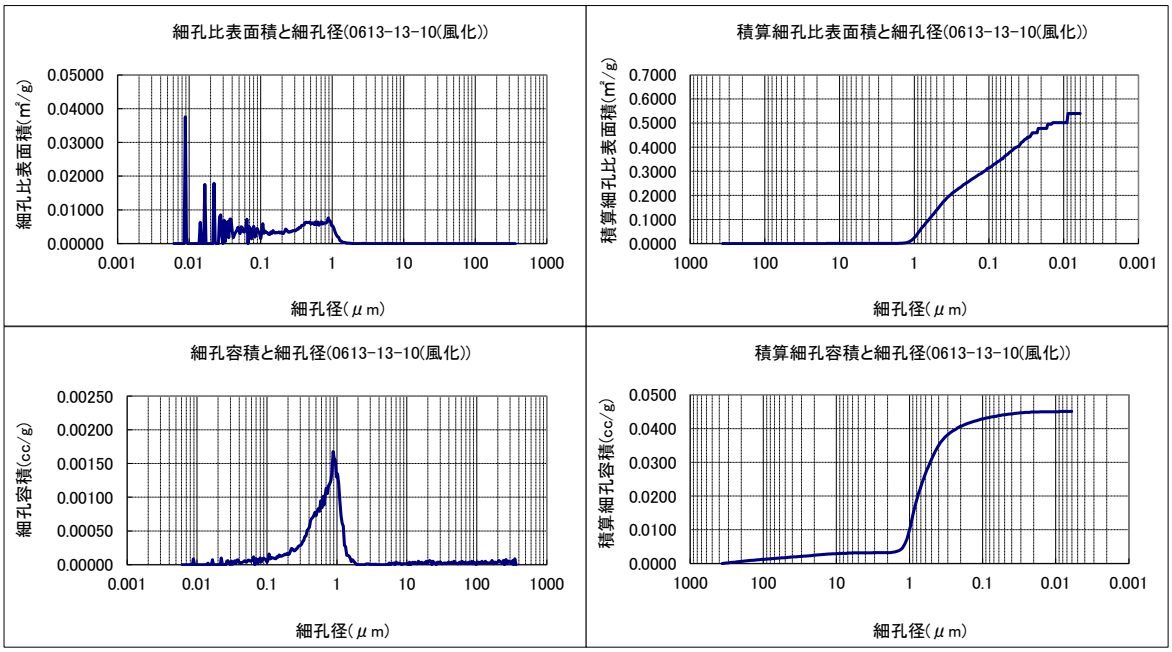


図 4-2　段丘礫の比表面積と細孔容積チャート図（試料：0613-13-10(風化)）

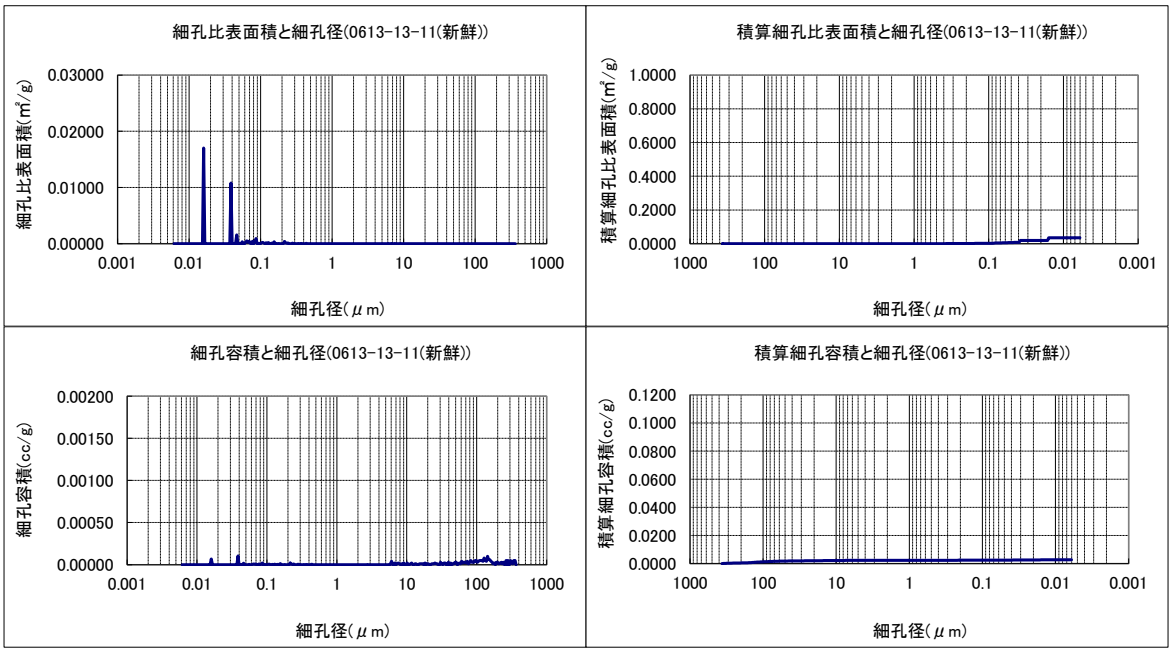


図 4-3　段丘礫の比表面積と細孔容積チャート図（試料：0613-13-11(新鮮)）

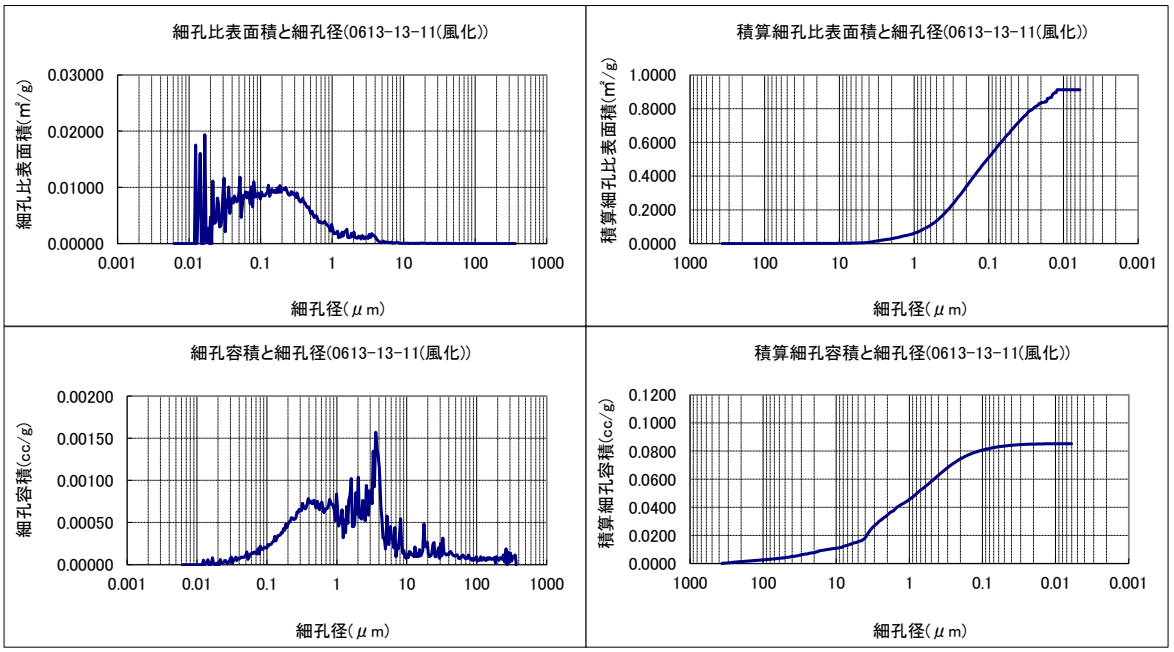


図 4-4　段丘礫の比表面積と細孔容積チャート図（試料：0613-13-11(風化)）

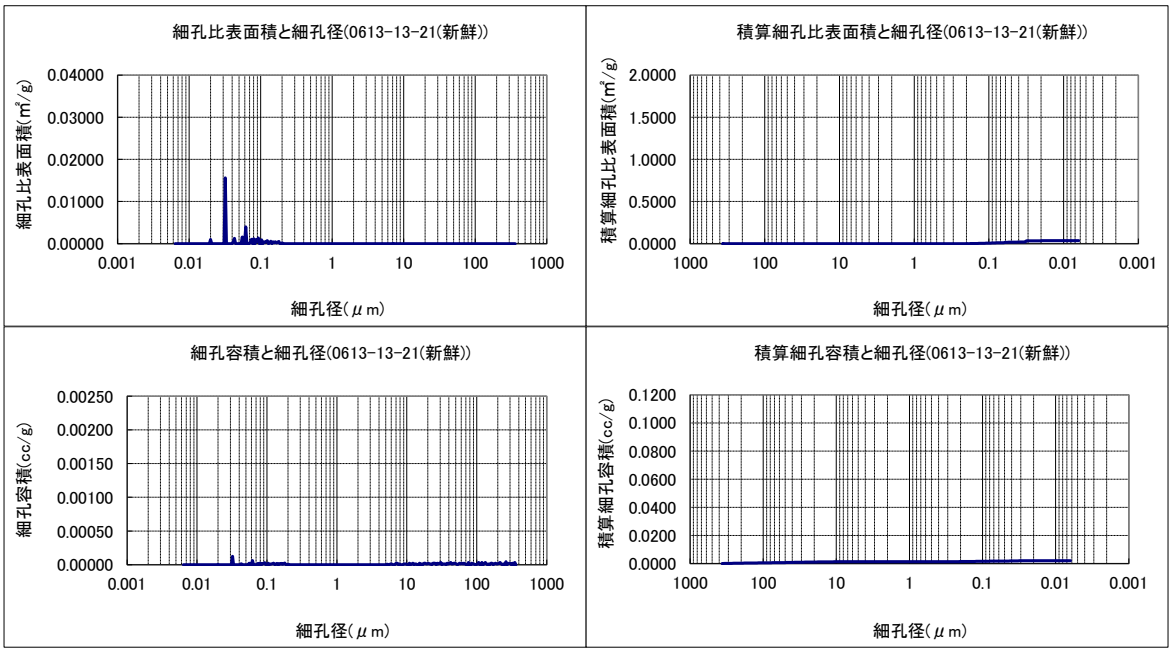


図 4-5　段丘礫の比表面積と細孔容積チャート図（試料：0613-13-21(新鮮)）

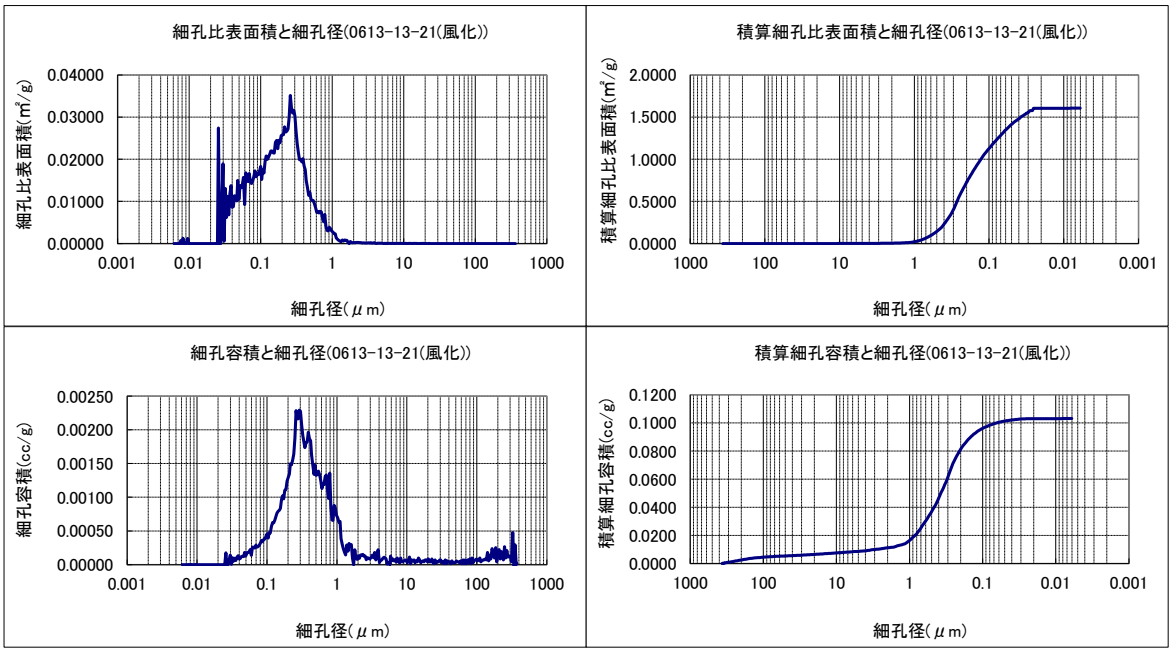


図 4-6　段丘礫の比表面積と細孔容積チャート図（試料：0613-13-21(風化)）

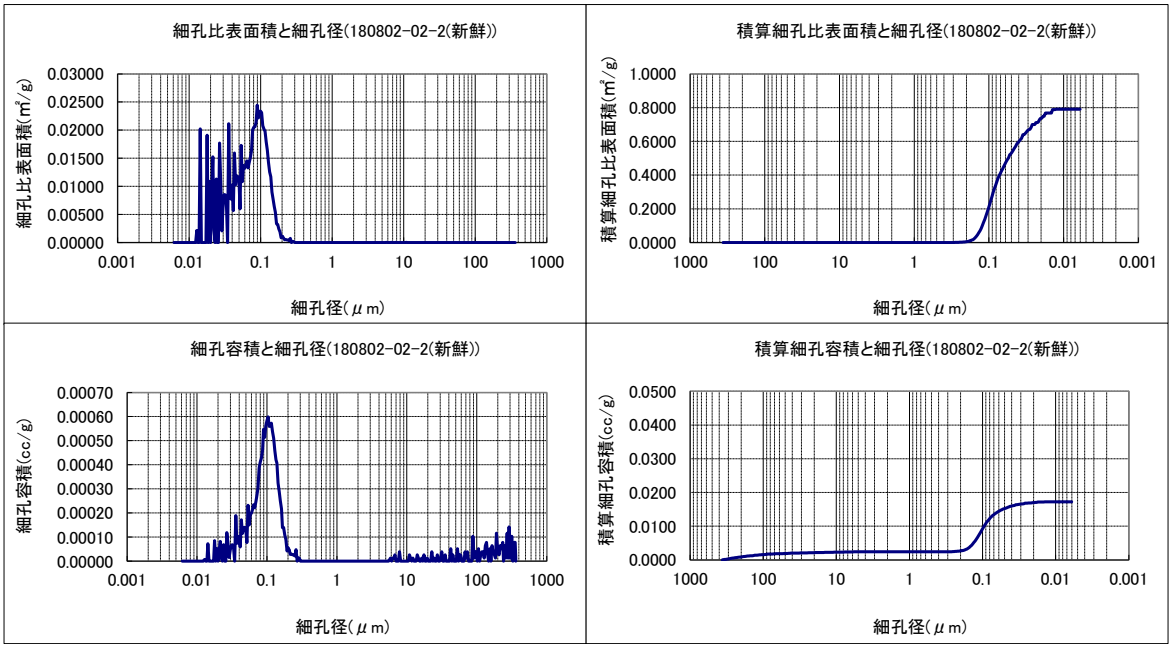


図 4-7　段丘礫の比表面積と細孔容積チャート図（試料：180802-02-2(新鮮)）

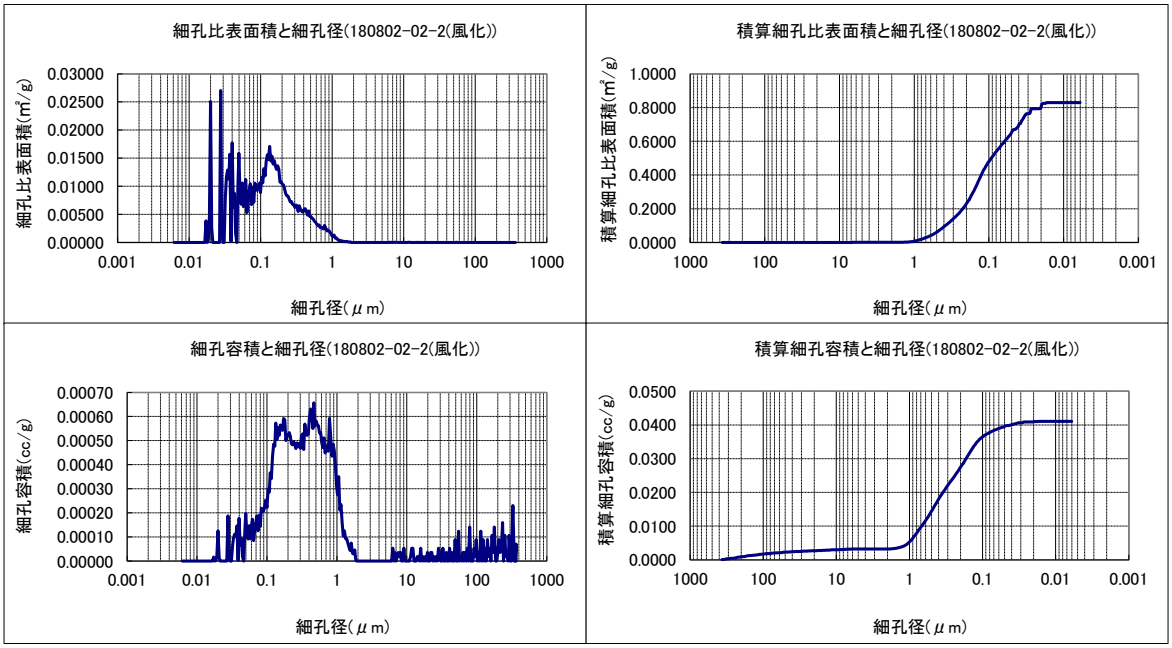


図 4-8　段丘礫の比表面積と細孔容積チャート図（試料：180802-02-2(風化)）

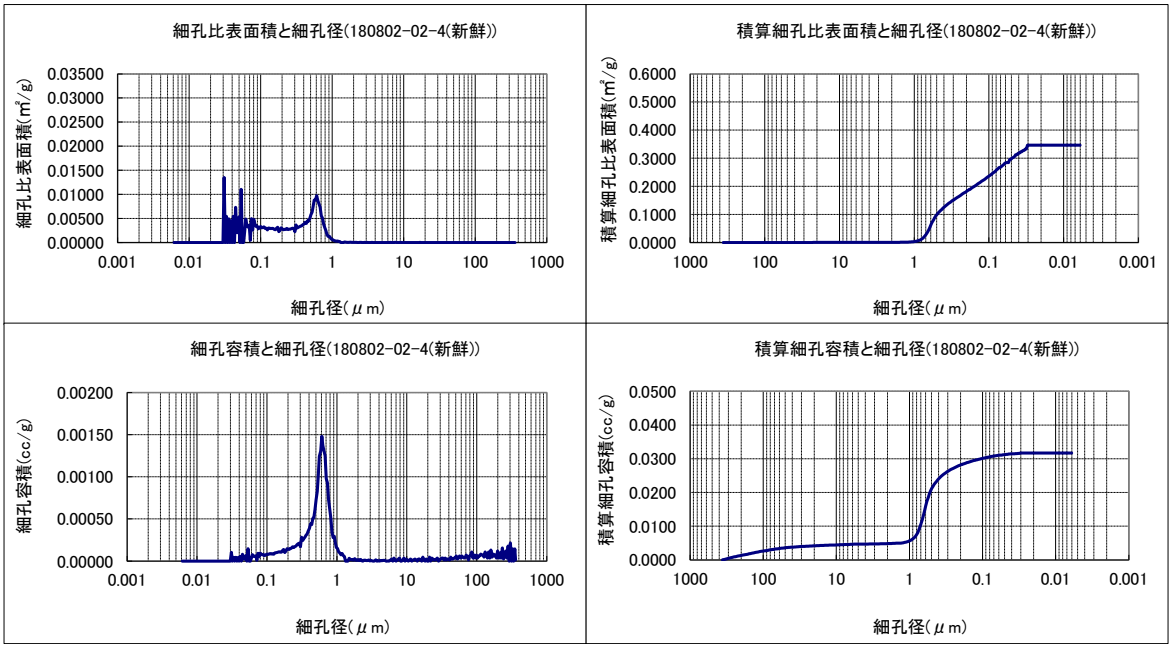


図 4-9　段丘礫の比表面積と細孔容積チャート図（試料：180802-02-4(新鮮)）

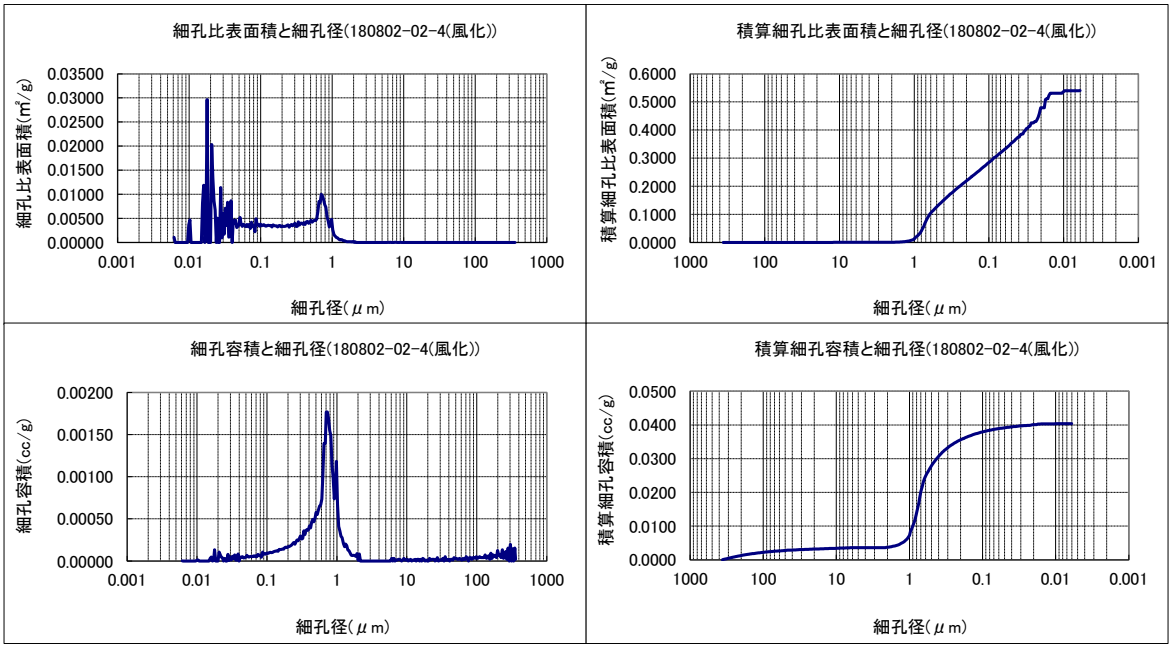


図 4-10　段丘礫の比表面積と細孔容積チャート図（試料：180802-02-4(風化)）

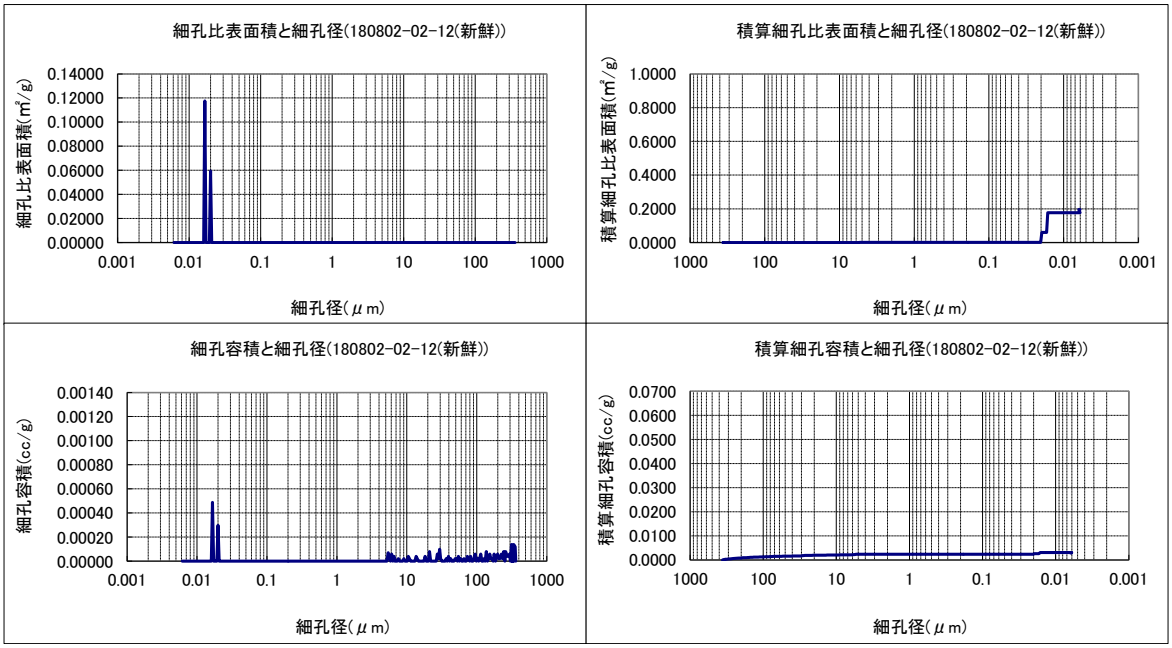


図 4-11　段丘礫の比表面積と細孔容積チャート図（試料：180802-02-12(新鮮)）

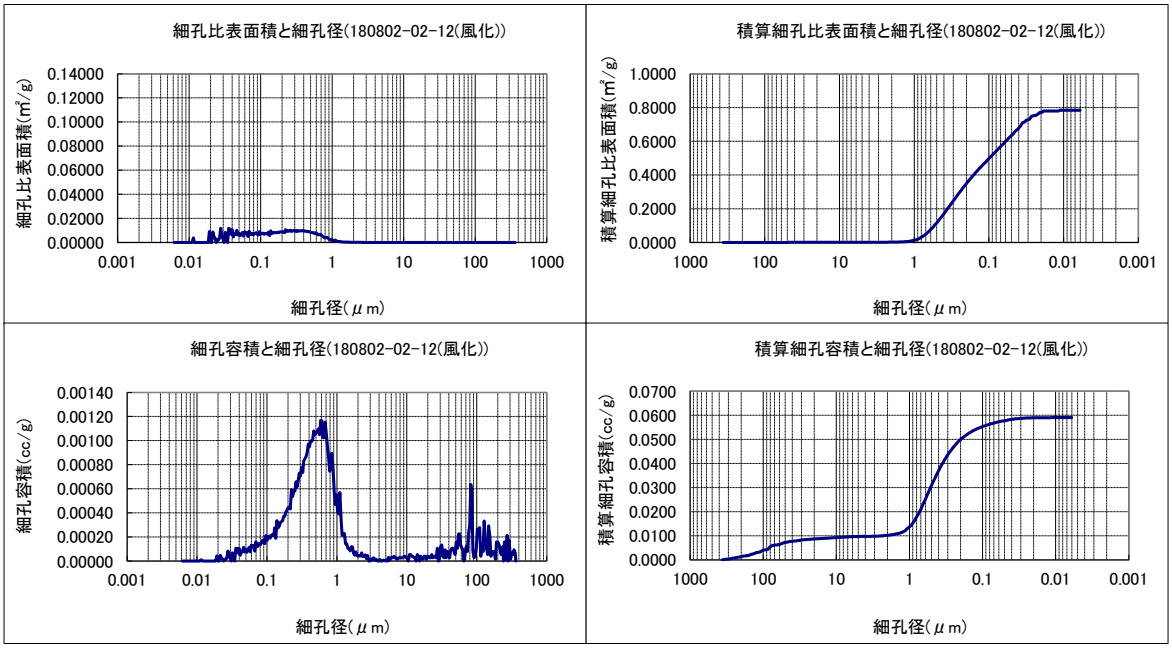


図 4-12　段丘礫の比表面積と細孔容積チャート図（試料：180802-02-12(風化)）

5. 遊離酸化鉄分析

佐々木（2012）に示された手法に準拠して試料の前処理を行った後、ICP 発光分光分析法を用いて酸性シュウ酸塩可溶鉄、ジチオナイト可溶鉄および全鉄濃度を測定した。測定結果を表 5-1 に示す。

表 5-1　遊離酸化鉄分析結果

No.	試料名	酸性シュウ酸塩可溶鉄（wt.%）		ジチオナイト可溶鉄（wt.%）		全鉄（wt.%）	
		(Fe_o)		(Fe_d)		(Fe_t)	
1	MZY20180802-02-Fe01	0.34	±0.08	1.51	±0.06	3.49	±0.14
2	MZY20180802-02-Fe02	0.43	±0.05	1.87	±0.03	3.8	±0.09
3	MZY20180802-02-Fe03	2.27	±0.15	3.38	±0.03	5.77	±0.09
4	MZY20180613-13-Fe01	0.56	±0.08	4.32	±0.16	11.5	±0.21
5	MZY20180613-13-Fe02	0.69	±0.06	4.88	±0.06	9.88	±0.47
6	MZY20181122-01-Fe01	0.78	±0.04	3.14	±0.08	5.44	±0.09
7	MZY20181122-01-Fe02	1.6	±0.04	3	±0	5.68	±0.06
8	T5-Fe01	0.23	±0.03	1.52	±0.24	3.21	±0.06
9	T5-Fe02	0.28	±0.03	1.97	±0.03	3.37	±0.05
10	T5-Fe03	0.26	±0.02	2.02	±0.04	3.36	±0.05
11	T5-Fe04	1.6	±0.05	4.11	±0.12	6.76	±0.23
12	MYZ20181010-02pit-Fe01	0.54	±0.05	3.85	±0.03	5.55	±0.05
13	MYZ20181010-02pit-Fe02	0.61	±0.02	3.52	±0.13	5.42	±0.04
14	MYZ20181010-02pit-Fe03	2.02	±0.11	3.22	±0.03	5.73	±0.26
15	MZY20181010-01-Fe01	1.98	±0.03	4.22	±0.17	6.11	±0.14
16	MZY20181010-01-Fe02	2.06	±0.07	3.96	±0.20	6.35	±0.08
17	MZY20181010-01-Fe03	1.59	±0.06	3.71	±0.11	6.99	±0.30
18	MZY20180804-01-Fe01	0.48	±0.01	2.69	±0.09	5.27	±0.08
19	MZY20180804-01-Fe02	2.07	±0.06	3.03	±0.09	5.66	±0.02
20	MZY20181121-02-Fe01	1.41	±0.06	2.8	±0.08	5.85	±0.06
21	MZY20181214-DB04-Fe01	1.09	±0.03	2.67	±0.08	5.48	±0.03
22	No.1-Fe01	2.12	±0.08	1.39	±0.00	3.95	±0.27
23	No.1-Fe02	2.32	±0.06	2.99	±0.11	6.02	±0.20
24	No.2-Fe01	2.93	±0.04	2.32	±0.06	5.06	±0.20
25	No.2-Fe02	1.6	±0.02	2.97	±0.15	6.18	±0.15
26	No.3-Fe01	1.1	±0.01	2.57	±0.22	4.98	±0.04

引用文献

地盤工学会編，岩の調査と試験，地盤工学会, 540p, 1989

佐々木俊法，レス堆積物による土壌年代推定についての体系的調査手法の構築，電力中央研究所報告, N11050, 2012

Appendix V

少量試料での放射性炭素年代測定に係る自動グラファイト調整装置を用いた前処理手法の検討

少量試料での放射性炭素年代測定に係る
自動グラファイト調整装置を用いた前処理手法の検討

堆積層の形成過程に関する情報を得る等、連続した各層の年代値を得るためには、各層の土壌中に含まれる植物片等を加速器質量分析法による放射性炭素年代測定に用いることが有効である。しかし、各層を年代測定することにより必然的に試料数が増え、さらに堆積層の形成過程を議論するためには、複数の堆積層を評価する必要もあることから扱う試料数は多数となるほか、僅かな量の試料に対する測定も望まれる。放射性炭素年代測定では試料調製が律速である。そのため、ここでは自動グラファイト調製装置（Ionplus 社製 AGE3）を用いた少量試料での試料調製について検討した結果（渡邊ほか, 2019）を示す。

1. はじめに

様々な特徴を示す天然試料の前処理過程は複雑であり熟練した技術が必要となっている。従って、多数の試料を効率良く処理する手法が求められている。日本原子力研究開発機構 東濃地科学センター土岐地球年代学研究所の JAEA-AMS-TONO（NEC 製 15SDH-2 ペレトロン加速器　最大電圧 5.0 MV）では作業の効率化を目的として、試料前処理装置である自動グラファイト調製装置（IonPlus 社製 AGE3）を用いている。JAEA-AMS-TONO では前処理過程の一部である試料の燃焼を元素分析計（EA、Elementar 社製 Vario MICRO cube）で行い、元素分析計に接続した AGE3 装置（以下、EA-AGE3 装置）で年代測定に必要なグラファイト試料を自動で調整している。試料前処理が自動化されたことにより、迅速な測定試料の調製が可能となる。また、JAEA-AMS-TONO での試料前処理においては、現状では約 1 mg の炭素が必要である。さらに IonPlus 社ではグラファイト試料の ^{14}C 年代測定において炭素量約 1 mg の調製を推奨している。しかし、想定される地質試料中の炭素量が 1 mg 以下となるケースも多い。

2. 試料と分析方法

本検討では、標準物質である IAEA-C5 及び NIST-SRM-4990C（NISToxII）を用いて、EA-AGE3 による少量試料（炭素量 0.1 mg）の試料調製について適用性を評価した。バックグラウンド補正には EA-AGE3 装置で調製した IAEA-C1（大理石）の測定データを用いた。EA-AGE3 装置の設定は炭素量 1 mg での条件と同じである。標準試料を錫箔（4×4×12 mm、Elemental micro analysis 社製）に包み、オートサンプラーにより石英製燃焼管（850℃）に導入した。燃焼管内の酸化剤として酸化銅（Elementar 社製）を使用した。還元剤として還元銅を使用した（Elementar 社製、還元炉温度 550℃）。試料燃焼後、分離カラムで生成した混合ガスから二酸化炭素を脱離させ、ゼオライト製トラップに導入した。温度上昇（最大 420℃）により二酸化炭素をトラップから分離し、水素添加後、鉄粉を触媒とし 580℃で 2 時間加熱することによりグラファイトを調製した。ペルチェ素子による冷却部の温度は約 -10℃である。グラファイト調製時の IonPlus 社の推奨条件は炭素量約 1 mg に対して鉄粉 5 mg であるが、今回の少量試料での調製では炭素量約 0.1 mg に対して鉄粉 5、1、0.5 mg の 3 パターンで実施した。メモリー効果等による汚染の影響を防ぐため、試料間に毎回 3 回のブランクを挟み（錫箔のみを燃焼）、空焼きによる洗浄を実施した。得られたグラファイトを反応管から回収し、自動プレス機を用いてアルミニウム製サンプルホルダーに充填した。^{14}C

濃度測定には東濃地科学センター土岐地球年代学研究所設置のJAEA-AMS-TONOを使用した。

3. 結果と考察

3.1 グラファイト調整に使用する鉄粉量の調整

EA-AGE3 装置による少量でのグラファイト調製を行うにあたり、まずは二酸化炭素の還元に使用する鉄粉の最適量の調整を試みた。炭素量 1 mg でのグラファイト調製時の条件と同比率とすると、炭素量約 0.1 mg の場合、必要な鉄粉量は 0.5 mg となる。しかし、反応後の生成物の総量が少なく EA-AGE3 装置の反応管からのグラファイトの回収そのものが困難であった。また、僅かに回収された試料をプレスし JAEA-AMS-TONO で試験的に測定したが十分なビーム強度は得られなかった。鉄粉量を 1 mg とした場合は、反応後のグラファイトの回収は可能であったが、現状では AMS での測定結果は合意値（Stuiver, 1983 ; Rozanski et al., 1992）とは一致しなかった。定量的な判断には至っていないが、二酸化炭素からグラファイトへの還元の効率が低いことが原因の一つとして考えられる。鉄粉量を 5 mg とした場合、グラファイトが鉄粉量の 50 分の 1 以下となり、測定試料中の炭素濃度が低く ^{14}C 測定が困難になることが懸念されたが、3.2 で示す通り、合意値に近い ^{14}C 濃度が得られた。従って、現状では東濃地科学センターでの EA-AGE3 装置によるグラファイト調製では炭素量約 0.1 mg に対し、鉄粉量 5 mg で進めることとした。

3.2 放射性炭素濃度の測定結果

炭素量 0.1 mg での少量試料での ^{14}C 測定について、JAEA-AMS-TONO で得られた実測値を図 1 に示す。測定結果は NIST-SRM-4990C で 134.0±1.0 pMC (n=4)、IAEA-C5 で 22.5±0.2 pMC (n=4)であり、合意値とおおよそ±2σの範囲で一致、もしくは近い値が得られた。従来法であるガラス製真空ラインを使用した手法による ^{14}C 測定の不確かさを考慮すると、EA-AGE3 装置による測定結果の不確かさは相対的に大きい数値ではあるが、測定数が 4 回と少なく、IAEA-C5 以外の標準試料も含め今後測定を継続することで改善されていくと期待している。

また、さらに少量での測定を検討し、炭素量 0.05 mg でのグラファイト調製についても EA-AGE3 装置を用いて試みたが、現状では測定結果は合意値とは一致しなかった。炭素量 0.05 mg では、測定値の同位体分別補正に使用する安定炭素同位体比の値が合意値と大きく異なっていることから、グラファイト調製の効率が低く、補正が困難となっている可能性がある。EA-AGE3 装置によるグラファイト化の効率を改善させるか、AMS 装置の測定条件の再検討等が必要になると考えられる。

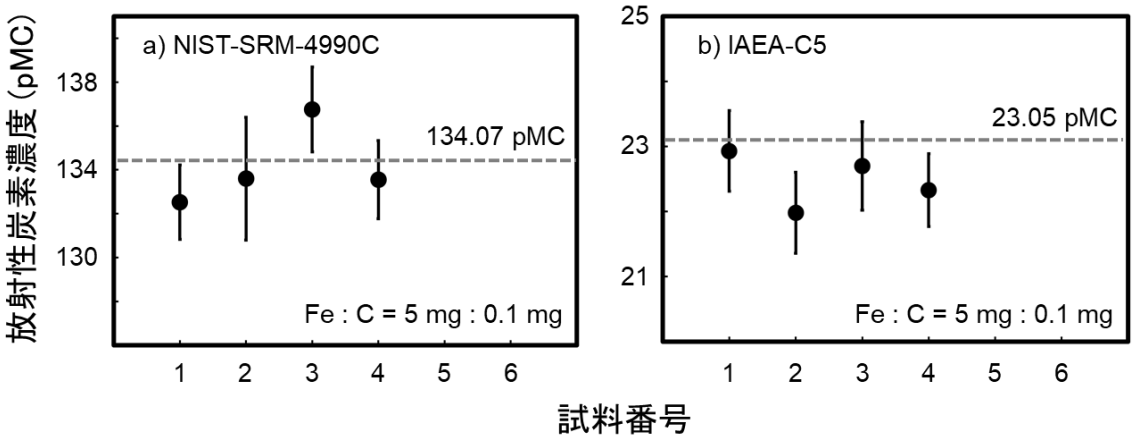


図 1　EA-AGE3 装置で調製したグラファイトを用いた放射性炭素濃度測定結果
a) NIST-SRM-4990C　シュウ酸、b) IAEA-C5　木片。同一グラファイトの繰り返し測定ではなく、EA-AGE3 装置により 4 個の試料について、それぞれグラファイト調製を実施した．エラーバーは±2σの範囲を示す．図中の点線および数値は文献値を示す。

4. まとめ

JAEA-AMS-TONO の前処理過程における試料の少量化実現の検討を進めた。炭素量 0.1 mg での測定結果は一部を除き、標準試料の放射性炭素濃度の合意値とおおよそ±2σの範囲で一致した（NIST-SRM-4990C, 134.0±1.0 pMC, n=4; IAEA-C5, 22.5±0.2 pMC, n=4)。なお、自動グラファイト調製装置は、試料燃焼からグラファイト調整までの作業を自動で行うため、試料調製の大幅な迅速化が期待できる。これらの技術は多試料の年代測定を可能とし、その結果として、堆積物を用いた隆起量推定の精度を向上させる上も有効であると考えられる。

引用文献

Rozanski, K., Stichler, W., Gonfiantini, R., Scott, E.M., Beukens, R.P., Kromer, B. and van der Plicht, J., The IAEA 14C intercomparison exercise 1990, Radiocarbon, Vol.34, pp. 506–519, 1992.

Stuiver, M., International agreements and the use of the new oxalic acid standard, Radiocarbon, Vol.25, pp. 793–795, 1983.

渡邊隆広, 國分(齋藤)陽子, 藤田奈津子, 石坂千佳, 松原章浩, 西尾智博, 三宅正恭, 加藤元久, 磯崎信宏, 虎沢 均, 西澤章光, JAEA-AMS-TONO における自動グラファイト調製装置AGE3の現状―少量試料の放射性炭素年代測定を目的とした前処理手法の検討―, 第 21 回 AMS シンポジウム報告集 (2019) , 印刷中.

Appendix VI

DD-4 孔の掘削と採水に関する補足説明

目　次

1. はじめに VI-3
2. DD-4 孔の掘削 VI-3
3. 地下水試料の採取と水質モニタリング VI-11
4. 水理定数に関して VI-17
5. 参考文献 VI-22

図　目　次

図 2-1　DD-1 孔と DD-4 孔の位置関係図 VI-3
図 2-2　インナーストリングセメンティングの作業概略図 VI-5
図 2-3　二栓式セメンティング VI-6
図 2-4　掘削時の管理データおよび泥水の管理データ VI-10
図 3-1　モニタリング装置の設置深度 VI-16
図 4-1　Derivative Plot の概念 VI-17
図 4-2　Log(t) - s 曲線（左)、Derivative Plot（右）の例 VI-18
図 4-3　Log(tp･Δt/(tp+Δt)) - Sr 曲線（左）Derivative Plot（右）の例 VI-19
図 4-4　Derivative Plot (Cooper - Jacob) VI-20
図 4-5　Cooper - Jacob の Log(t) - s 曲線 VI-20
図 4-6　Derivative Plot (Agarwal) VI-21
図 4-7　Agarwal の Log(tp･Δt/(tp+Δt)) - Sr 曲線 VI-21

表　目　次

表 2-1　DD-4 孔の掘削に使用した主要資機材一覧表 VI-4
表 2-2　蛍光分光光度計（日本分光 FP-8200）の仕様 VI-8
表 2-3　掘削水のトレーサー管理に使用した資機材 VI-8
表 2-4　第 3 段掘削中の蛍光染料濃度調整結果 VI-8
表 3-1　地下水試料の採取を実施するために使用した主要資機材の一覧 VI-11
表 3-2　孔内に設置した装置の詳細 VI-12
表 3-3　水質観測に関する基準・規格 VI-12
表 3-4　予備排水終了の判断基準 VI-12
表 3-5　水質モニタリング装置（孔内用 Idronaut 製 Ocean Seven 303）の仕様 VI-13
表 3-6　水質モニタリング装置（地上用:堀場製作所製 W-22XD）仕様 VI-13
表 3-7　水圧計・温度計の仕様 VI-15

1. はじめに

本付録では、DD-4 孔の掘削と採水に関する補足図および表を示す。

2. DD-4 孔の掘削

以下の図 2-1 に DD-1 孔と本年度新たに掘削した DD-4 孔の位置関係図を示す。

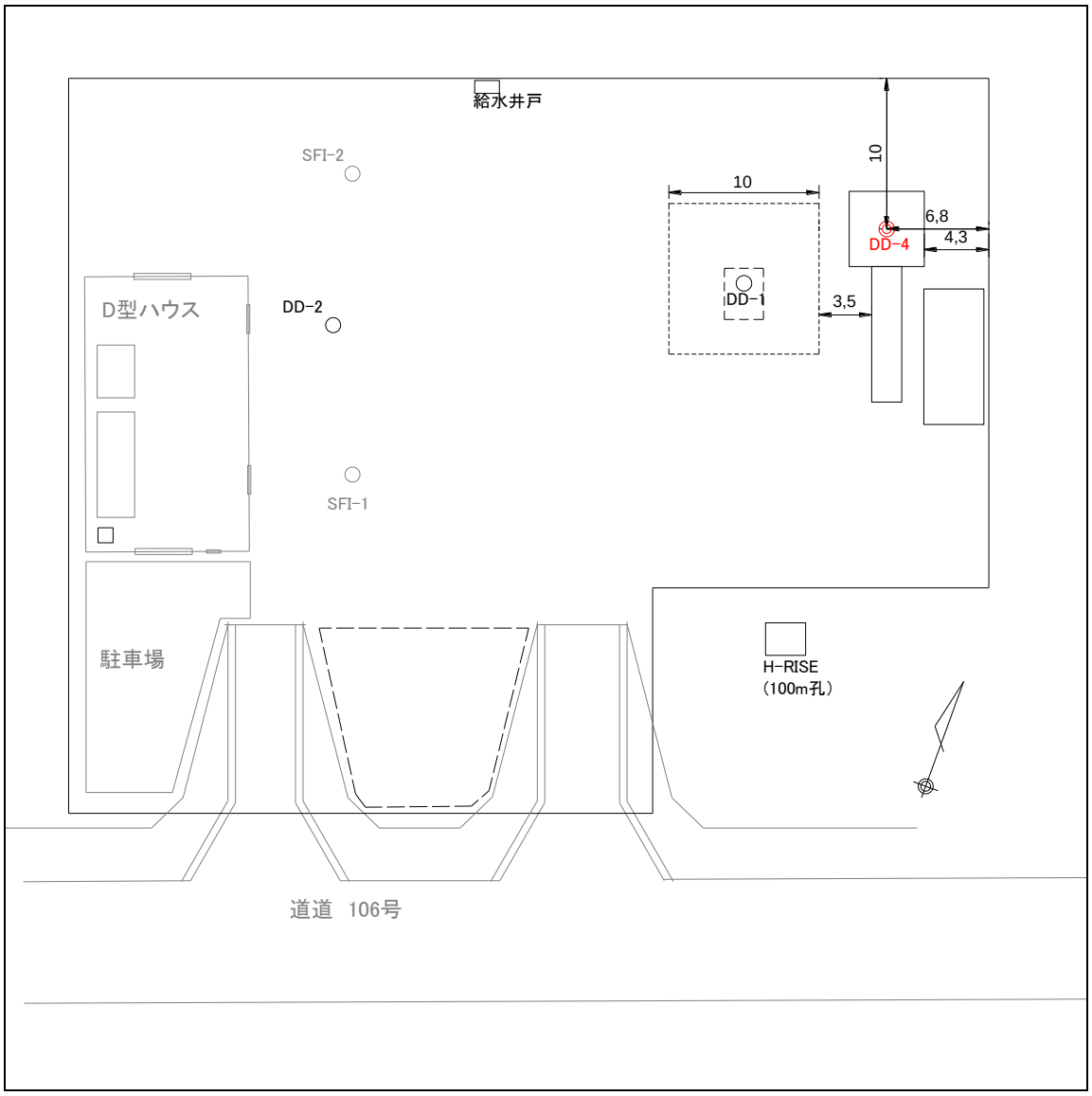


図 2-1　DD-1 孔と DD-4 孔の位置関係図

掘削に使用した主要資機材の一覧を表 2-1 に示す。

表 2-1　DD-4 孔の掘削に使用した主要資機材一覧表

装　置	数量	仕　様
櫓材	1 式	ETE 社製　H = 20 m
TBM-88（試錐機）	1 台	利根製　巻上能力：シングル 4 ton
同上モーター	1 台	三菱製　18.5kw
D100-70（泥水ポンプ）	1 台	セキサク製　最大吐出量：1,000 L/min, 最大圧力：7.0 MPa
同上モーター	1 台	三菱製　75 kw
NP-400（CMTG ポンプ）	1 台	セキサク製　最大吐出量：395 L/min, 最大圧力：6.4 MPa
同上モーター	1 台	三菱製　18.5 kw
マッドスクリーン	1 台	NOV Brant 製 Cobra　処理能力：2,000 L/min
9-5/8” Stab	2 本	
7-5/8” Stab	3 本	
T-90 DP	60 本	利根製　6 m / 本（定尺）
8” DC	1 本	YBM 製　3 m / 本
6-1/2” DC	6 本	YBM 製　6 m / 本
4-3/4DC	8 本	YBM 製　6 m / 本
10KL タンク	1 基	
7KL タンク	1 基	
5KL タンク	1 基	
ウォータースイベル	1 本	
2” 高圧ホース	2 本	15 m/本
ロータリースパイダー	1 台	
DC スリップ	1 台	8” ・6-1/2” DC 用
セフティークランプ	1 台	
ミッションスリップ	1 台	T-90・HQ 用
15 ton ホイスチング	1 台	
H 鋼 250 mm	4 本	
発電機 300KVA	1 台	
燃料タンク 904 L	1 台	

今回の観測井の建設において、各段のケーシングの固定と採水区間との遮水は、フルホールセメンティングにより実施した。第 1 段目のフルホールセメンティングは、インナーストリング式でおこない、第 2 段目は二栓式で実施した。

今回実施した第 1 段目のインナーストリングセメンティングとは、ケーシングの中にセメント送入用のロッドを降下して行う方法である。図 2-2 に作業の概略図を、以下に実施手順を示す。

＜インナーストリングセメンティング実施手順＞

① 先端にフロートカラーを付けたケーシングを設置深度まで降下した。
② 先端にシールアダプターを付けたロッドの編成(インナーストリングス編成)を降ろし、フロートカラーに接続した。
③ 先行水を送入した。
④ セメントを送入した。

本工では、シールアダプターにより、ロッドから送入したセメントがケーシング内に回らない仕組みとした。またフロートカラー内部には逆止弁が入っており、先行水やセメントが逆流しない構造となっている。

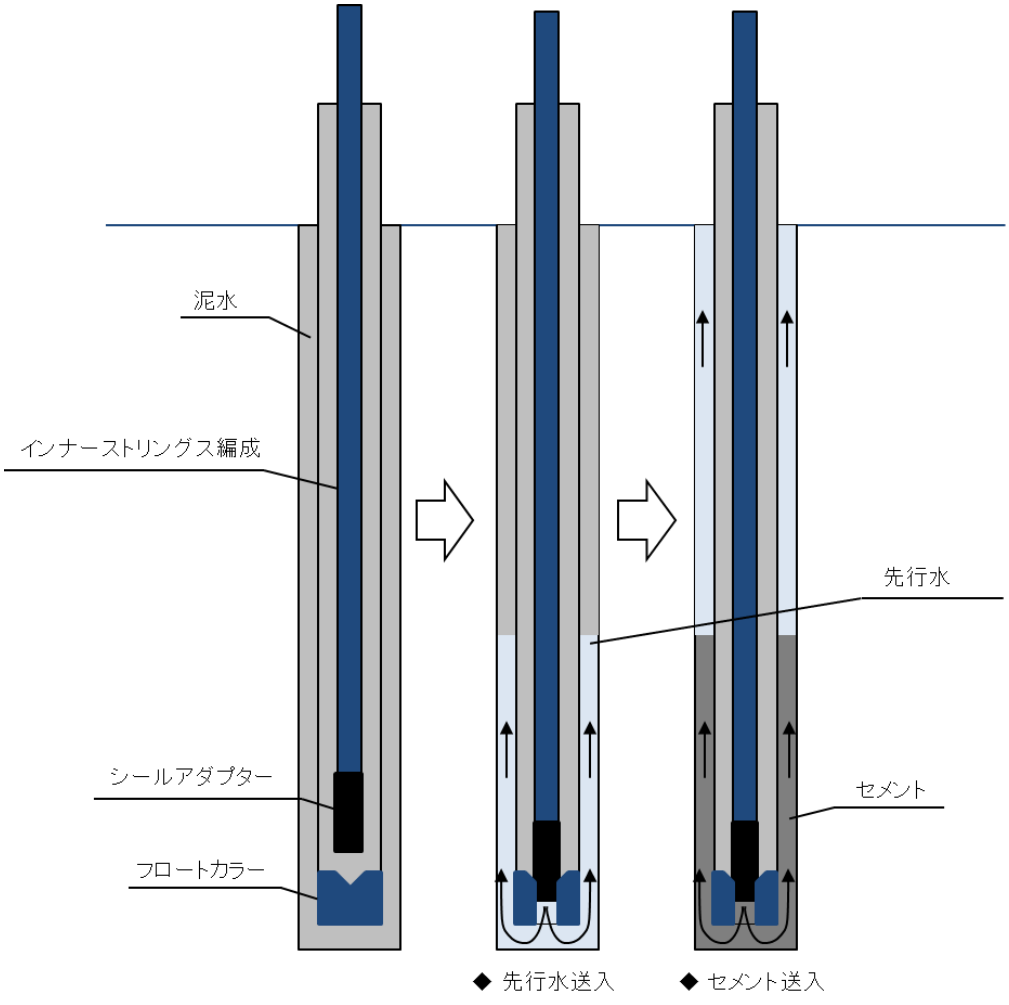


図 2-2　インナーストリングセメンティングの作業概略図

また、第 2 段目の二栓式セメンティングは、インナーストリング式と違い、ロッド等の送入管を使わずにセメント送入を行う方法である。この方法では、ケーシング内に投入したセメントの前後にプラグと呼ばれる二つの栓を投入することで、セメントに先行水や泥水が混入することを防ぐことができる。また、ケーシングの先端にフロートシューを付けることで、ケーシング内部にセメントが逆流することを防ぐことができる。実施手順を以下に示す。

① フロートカラー、フロートシューを付けたケーシングを設置した。
② ケーシング内に先行水を送入した。
③ 第一栓（ボトムプラグ）を投入した。
④ セメントを送入した。
⑤ 第二栓（トッププラグ）を投入した。
⑥ 泥水で後押しした。
⑦ 第二栓が第一栓に到達した後、セメンティングを終了した。

②の先行水は、ポンプやケーシング内部を洗浄する目的であるため、デッドボリューム分を算出し、送入する。⑥の泥水での後押しによって、第一栓（ボトムプラグ）が破れ、セメントが流れ込み、第二栓が第一栓に到達した時点で、泥水の送水が終了となる。

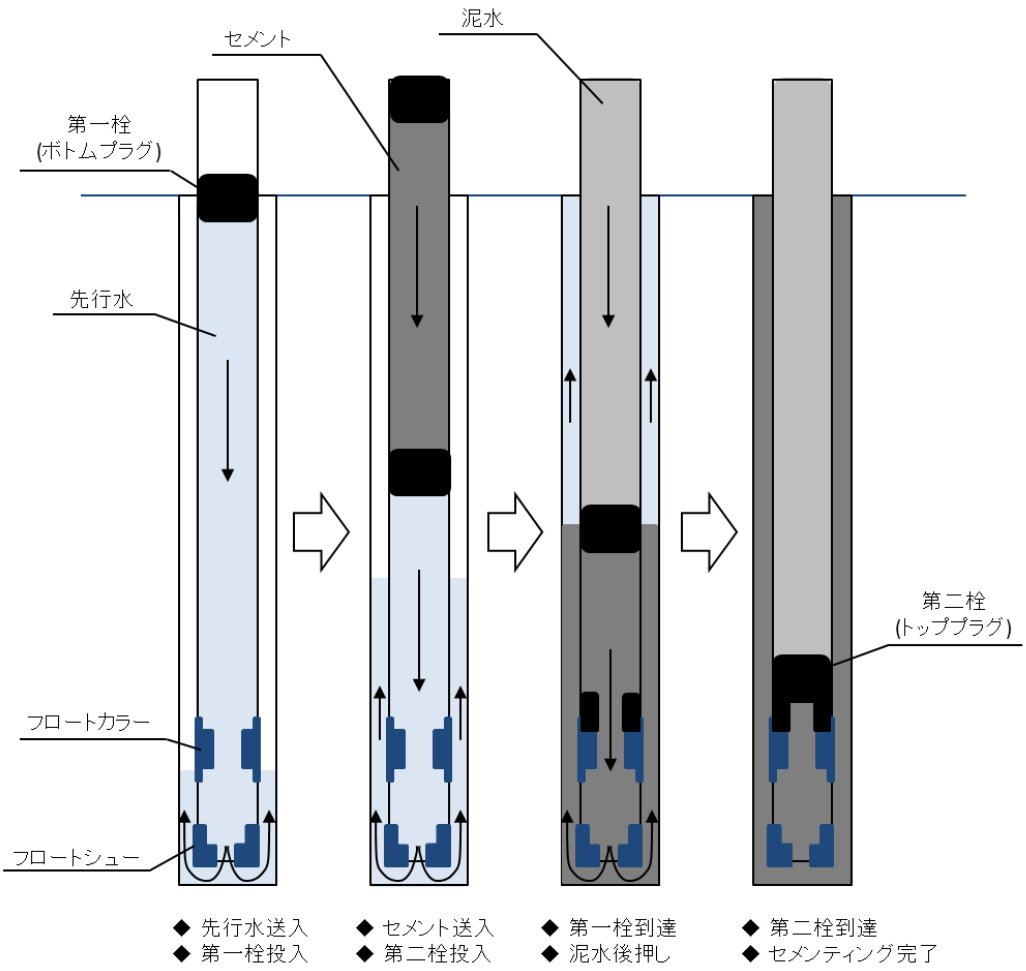


図 2-3　二栓式セメンティング

第3段目で設置したスクリーンは、アクセプタンスジャパン㈱製のジョンソンスクリーンを採用した。スロットサイズは1.0 mm、開口率は30.3%である。全長は5.5 mで、そのうちスクリーンの有効長は5mである。これを2本連結し、GL-337.32～347.85m間に設置した。スクリーン区間以外は4インチの無孔管とし、スクリーン以深は無孔管を接続して砂溜まりとした。

観測井戸の設置後には、井戸内の泥水を清水に置換し、エアーリフトとポンプ揚水による孔内洗浄を実施した。清水置換に使用した清水（井戸水）には、掘削水と同様に、後述する基準にて蛍光染料を添加した。清水置換では、井戸容積約5.1 m^3に対し15.2 m^3の清水を循環させた。蛍光染料濃度30mg/L±10%に調整した清水は、井戸内循環後24.1mg/Lとなった。これは、泥水排除により井戸内に流入する地下水によって希釈されたものと考えられる。

孔内の泥水を清水に置換した後、エアリフトによる揚水洗浄を実施した。エアリフトでは5.3 m^3の孔内水を排出した。ポンプ揚水では、11.8 m^3の孔内水を排出した。エアリフト中の排水の蛍光染料濃度は0.11 mg/Lまで低下した。ポンプ揚水はエアリフト揚水の2日後に実施したが、揚水開始時の排水の蛍光染料濃度は28.5 mg/Lであり、エアリフト実施前の濃度であった。これは、井戸内のエアリフトの集水口（GL-358.9 m）より上の孔内水が揚水されずに残留していたことに起因すると考えられる。ポンプ揚水では、集水口の深度を変化させて孔内水の回収を実施し、終了時の排水の蛍光染料濃度は0.09 mg/Lまで低下した。

第 3 段回目の掘削（深度 330～360 m 掘削）の際に用いた泥水には、地下水試料の採取時に地下水と掘削水とを区別する指標として蛍光染料を添加した。以下に、蛍光分光光度計の仕様（表 2-2）および掘削水、トレーサー管理に使用した資機材の詳細（表 2-3）を示す。

表 2-2　蛍光分光光度計（日本分光 FP-8200）の仕様

光源	150Wキセノンランプシールドハウス方式
測光方式	単色光モニター比演算測光方式
感度	水のラマン光S/N1500以上（RMS）
スリット	2.5, 5, 10, 20 nm（励起・蛍光側とも）
波長走査速度	20～2,000 nm/min
大きさ/質量	490 mm（W）×545 mm（D）×270 mm（H）/ 約33.6 kg

表 2-3　掘削水のトレーサー管理に使用した資機材

機材・材料	名称　数量など	仕　様
染料	Eosin Y（CAS RN 17372-87-1）一式	25 g / 本
蛍光分光光度計	日本分光　FP-8200　1 台	測定波長範囲：200～750 μm
採水容器	ポリ瓶　1 式	250 mL, 100 mL
マイクロピペット		1 mL
凝集剤	1 本	1 kg / 本
消耗品	紙ウエス，分析液保存瓶等 1 式	
電子秤	島津製作所　UW620H　1 台	最大測定重量：620 g 精度：最小表示 0.001 g 分解能：1/620000

表 2-4　第 3 段掘削中の蛍光染料濃度調整結果

時刻	深度	蛍光染料(ppm)
2018/11/4 11:27	331.00	34.859
2018/11/4 11:50	331.00	32.788
2018/11/4 12:40	331.00	33.130
2018/11/4 14:30	331.00	33.983
2018/11/4 14:40	331.00	31.716
2018/11/4 16:30	335.00	32.652
2018/11/5 8:00	335.30	26.261
2018/11/5 8:10	335.30	28.688
2018/11/5 9:00	335.30	30.147
2018/11/5 10:30	344.00	30.365
2018/11/5 12:30	347.00	37.333
2018/11/5 13:00	347.00	33.546
2018/11/5 15:00	358.00	32.326
2018/11/6 8:30	361.00	29.264

蛍光染料の濃度測定には、蛍光分光光度計（日本分光社製 FP-8200）を使用した。蛍光染料の濃度は、2 時間毎に掘削リターン水を採取することで確認した。蛍光染料の濃度測定に用いた検体は、以下の手順で作成した（越谷ほか, 2015)。検体の濁りは濃度測定の誤差要因となるため、採取試料を 100 倍に希釈し、凝集剤を添加して濁りを除去した。

① 分析試料（泥水）を 50 mL 採取した。
② 電子天秤で 1 mL の試料を量り、給水井戸の水で 100 倍に希釈した。
③ 凝集剤 0.5 g を添加し、攪拌した。
④ 溶液の上澄みだけを 0.01 mm 相当のフィルターでろ過した。

以上の工程により掘削した観測井の仕様を以下にまとめた。

✓ 観測井戸の名称：DD-4 孔
✓ 観測井戸の深度：G.L.-359.0 m（砂溜まり含む）
✓ 観測井戸の仕上り環境：口元から孔底までケーシング保孔
口元～G.L.-330.00 m まで：150A-STPG 管
G.L.-330.00 - G.L.-359.0 m まで：100A-STPG 管
スクリーン設置区間：G.L.-337.32～347.85 m
スクリーンの仕様：巻き線型、開口率 30%
砂溜まり：11.1 m

また、フルホールセメンティングによる止水深度とスクリーンの設置深度を決定するため、300 m 付近および以深の地質を既存の DD-1 孔の地質（産業技術総合研究所, 2010）と比較した。なお、掘削時のカッティングによると、DD-1 孔のデータによると 282.24 m まで分布している粘性土層（シルト質粘土）は、DD-4 孔では 290 m 付近まで連続している様子であった。一方で、DD-1 孔では 282.24 - 282.96 m に亜炭層が確認されており、DD-4 孔においても深度 283.6 m および深度 285.0 m の掘削時に有機質粘土を確認した。また、DD-4 孔の 300 m 以深では、DD-1 孔と同様に砂質土が優勢となっていた。以上より、DD-1 孔と DD-4 孔の 300 m 付近および以深の地質に大きな差異はないと考えられる。

図 2-4 は観測井掘削時の掘削および泥水管理データを示している。

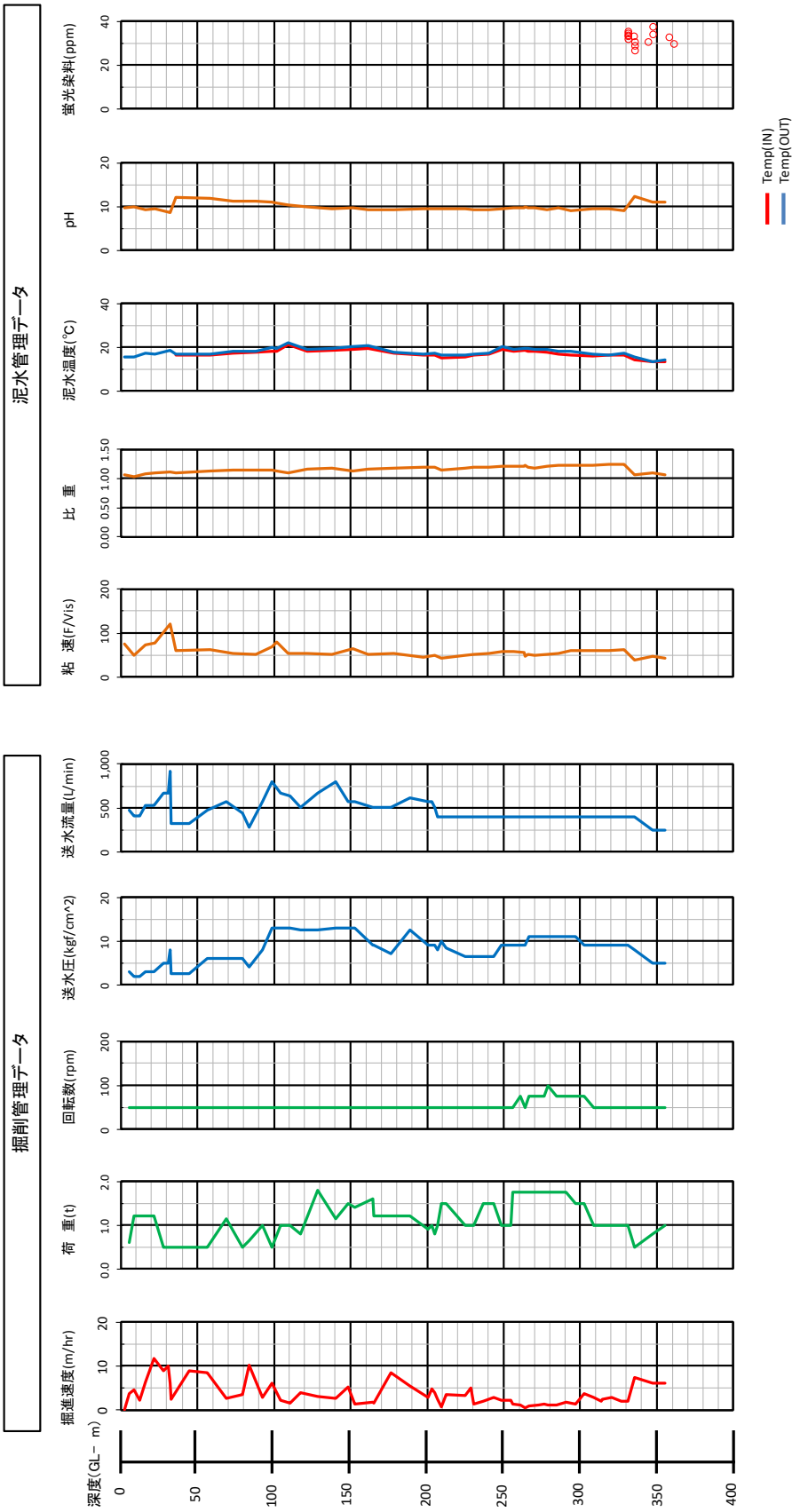


図 2-4　掘削時の管理データおよび泥水の管理データ

3. 地下水試料の採取と水質モニタリング

表 3-1 は地下水試料の採取を実施するために使用した主要資機材の一覧を示し、表 3-2 は孔内に設置した装置の各パーツの長さと数量および配置深度をまとめたものである。

表 3-1　地下水試料の採取を実施するために使用した主要資機材の一覧

装　置	主要部品　数量など	仕　様
遮水パッカー	適用孔径 φ100 mm　1 式	・片側スライド式 ・シングルパッカー編成
ストレーナ	有孔管	
圧力計	管内水圧観測用　1 台 試験区間水圧観測用　1 台	レンジ：0～3MPa 精度 FS-0.06%
メインバルブ	・1 台	・SUS 製　耐圧 15MPa 以上 ・圧力（水圧）駆動
水理試験用ロッド 揚水管 ※JAEA 殿より借用	・JFT1000 用 ・定尺 5 m, ・調整用 1，2，3，4 m	・SUS 製　耐圧 15MPa 以上 ・O リングシール機構
3.5 インチ管	・定尺 3 m ・調整用 1，2 m ・ソケット式	・SUS 製 ・内径 φ90 mm，最大外径 φ114 mm ・Oリングシール機構
コントロールチューブ	パッカー拡張用：600×2 本 ﾒｲﾝﾊﾞﾙﾌﾞ操作用：600 m×2 本	ナイロン製　6 mm × 4 mm 最高使用圧力：約 3.0MPa
電磁流量計	1 台	測定範囲 1～50 L/min 精度 0.5%以下
積算揚水量計測部	流量計測タンク：1 基 レベルセンサー：1 台 排水ポンプ：1 台	流量計測タンク：容積 7.2 m^3 レベルセンサー：4～20 mA 出力 測定範囲 100～2,000 mm 分解能 1 mm 精度±0.2 mA（FS-1%）
井戸ポンプ グルンドフォス社，MP-1	揚水ポンプ：1 台	・外径 45 mm ・単相 100～115 V ・揚程 25 m／揚水量 30 L/min
計測システム	・データ収集パソコン：1 台 ・データロガー：1 台	・データサンプリング 1 sec～ ・電圧計測ユニット：分解能 16bit
原位置水質モニタリング装置 ※CRIEPI 殿より借用	・オーシャンセブン 303：1 台 ・ハウジング	・測定センサー（pH，EC，ORP，温度，水圧）
地上水質モニタリング装置 ※AIST 殿より借用	・ホリバ W-22XD：1 台	・測定センサー（pH，EC，DO，ORP，温度，濁度）

表 3-2　孔内に設置した装置の詳細

GLからｹｰｼﾝｸﾞﾎﾙﾀﾞｰ天端までの高さ	0.770	m
ｹｰｼﾝｸﾞﾎﾙﾀﾞｰ天端からの3.5ｲﾝﾁ管残尺	0.510	m
GLからｹｰｼﾝｸﾞ天端までの高さ	1.280	m

	数量	定尺	合計	累計	深度(GL-m)	
3.5ｲﾝﾁ管	20	3.000	60.000	60.000	58.720	
ﾛｯﾄﾞﾚｼﾞｭｰｻｰ	1	0.600	0.600	60.600	59.320	テーパー型
JFT1000ロッド	1	2.000	2.000	62.600	61.320	水位計取付深度
JFT1000ロッド	54	5.000	270.000	332.600	331.320	JFTの2mロッド下
JFT1000ロッド	1	0.500	0.500	333.100	331.820	
レジューサ	1	0.090	0.090	333.190	331.910	
JFT500ロッド	1	0.240	0.240	333.430	332.150	
メインバルブ	1	0.330	0.330	333.760	332.480	
水質モニタリング装置ハウジング	1	1.500	1.500	335.260	333.980	
JFT500ロッド	1	0.250	0.250	335.510	334.230	
田永ブロック	1	0.390	0.390	335.900	334.620	
上部ﾊﾟｯｶｰﾕﾆｯﾄ(金具部分)	1	0.340	0.340	336.240	334.960	パッカー①上端
パッカー有効部	1	0.540	0.540	336.780	335.500	パッカー①下端(P2上端)
上部ﾊﾟｯｶｰﾕﾆｯﾄ(金具部分)	1	0.250	0.250	337.030	335.750	
ストレーナー	1	0.550	0.550	337.580	336.300	

また、予備排水における水質モニタリングに関する基準および予備排水終了の判断基準に関してまとめたものを表 3-3 および表 3-4 に示す。

表 3-3　水質観測に関する基準・規格

名称	発行年度	発行所名
pH 測定方法（JIS Z 8802）	平成 23 年 5 月	日本工業標準調査会
電気伝導率測定方法通則（JIS K 0130）	平成 20 年 2 月	日本工業標準調査会
溶存酸素自動計測器（JIS K 0803）	平成 7 年 7 月	日本工業標準調査会
蛍光光度分析通則（JIS K 0120）	平成 7 年 10 月	日本工業標準調査会

表 3-4　予備排水終了の判断基準

項目	本採水に移行する判断基準
水質	掘削水や他の区間等から流入した地下水の残留量が十分に少なく、原位置性の高い地下水が得られたと判断できること。
	地上および孔内で観測される地下水の水質が収束すること。
蛍光染料濃度	予備排水中の蛍光染料濃度が掘削水への添加濃度の10%以下に低下すること。

さらに、表 3-5 および表 3-6 は孔内および地上に設置した水質モニタリング装置の仕様を示したものである。

表 3-5　水質モニタリング装置（孔内用:Idronaut 製 Ocean Seven 303）の仕様

測定項目	範囲	精度	分解能
圧力	0～1,000 dbar	0.05% FS	0.0015% FS
水温	-1～＋50 ℃	0.005 ℃	0.001 ℃
電気伝導度	0～70 ms/cm	0.007 S/cm	0.001 mS/cm
pH	0～14 pH	0.01 pH	0.001 pH
酸化還元電位	±1,000 mVS/cm	1 mV	0.1 mV

表 3-6　水質モニタリング装置（地上用:堀場製作所製 W-22XD）仕様

測定項目	範囲	精度	分解能
水深	0～100 m	±5% FS	0.1 m
水温	0～＋55 ℃	±1 ℃	0.01 ℃
電気伝導度	0～9.99 S/m	3% FS	0.1% FS
pH	0～14 pH	0.1 pH	0.01 pH
酸化還元電位	±1,999 mV	15 mV	1 mV
溶存酸素	0～19.99 mg/L	0.2 mg/L	0.01 mg/L

これらの使用した装置は、以下の特徴を有する。

【孔内部】
採水区間の容積を最小限とするため、採水区間はパッカー（シングルパッカー）を用いて閉塞した。
採水区間と装置管内の水圧は、それぞれ水圧計で観測した。
原位置付近の地下水の物理化学パラメータは、水質モニタリング装置をパッカーの上位に設置し観測した。
地上からの操作で開閉可能なバルブ（メインバルブ）を装備した。

【地上部】
地上にも水質モニタリング装置を配置し、排水される地下水の物理化学パラメータを観測した。
積算揚水量は、揚水した地下水を貯留する容器の容積から計算し、容器内の水位の変化は、レベルセンサーで経時的に計測した。
採水区間および装置管内の水圧、原位置地下水の物理化学パラメータ、積算揚水量を計量するための容器内の水位変化は、データ収録 PC に記録した。

予備排水は、本採水に先立ち、採水装置内および対象地層内に残留する掘削水を排出するために実施した。予備排水は、後述する段階揚水試験の結果に基づき、25 L/min で連続揚水した。総揚水量は 169 m^3 であり、孔内装置のデッドボリューム 1.5 m^3 に対し、約 110 倍の量を排水した。予備排水中は、排水中の蛍光染料の濃度を測定し、掘削泥水の混入の有無を確認した。また、地下水の水質を地上と孔内で観測した。

孔内の水質モニタリング装置はケー・エンジニアリング製 Ocean Seven 303; SN. 0117350 を使用した。これをパッカーの直上に接続したハウジングに組み込み、ポンプでの揚水によりロッド内を流れる地下水の水質（pH、水温、電気伝導度（塩濃度）、酸化還元電位）を連続

的にモニタリングした。地上ではHORIBA W22XD; No. 1116017をフローセルに納めた水質モニタリング装置により、ポンプから排水される地下水の水質を観測する構成とした。

予備排水の後に実施した地下水の採取は、ポンプ揚水による地上採水と、封圧サンプラーを孔内装置内に挿入することで原位置付近の水を採取する原位置採水により実施した。また、原位置採水は、封圧採水器と希ガスサンプラーを使用した。希ガスサンプラーは、1 回の挿入で3本を連結して使用した。

本水質モニタリング装置において計測する酸化還元電位は、電極の種類により出力値の意味合いが異なる。本調査で使用した水質モニタリング装置は、3.33 mol/L KCl-Ag/AgCl 電極を用いている。

一般の学術論文等では、比較電極として標準水素電極（S.H.E.またはN.H.E.と略す）を対する酸化還元電位が用いられることが多く、3.33 mol/L KCl-Ag/AgCl 電極での酸化還元電位（ORP）との関係は下式で示される。

$$Eh_{STD} = (Eh + 206) - (0.7 \times (T-25))$$

Eh_{STD}：標準水素電極に対する酸化還元電位
Eh：3.33 mol/L KCL-Ag/AgCL 電極に対する酸化還元電位
T：温度、ただし、T = 0～60℃

本報告書においては、測定値を標準水素電極に対する酸化還元電位（Eh_{STD}）に換算して記した。

採水終了後に水位および水温を連続観測するため、Onset 社の HOBO 投げ込み式観測装置を設置した。表 3-7 は水圧計および温度計の仕様を、図 3-1 はそれらの設置位置を示している。水位モニタリング装置と水温モニタリング装置は、ワイヤーで吊り下げて井戸内に設置した。ワイヤーは井戸口のブラインドフランジ（蓋）の裏側に固定した。水位の気圧補正のための大気圧計は D 型ハウス内に設置した。それぞれのデータ収集は 2018 年 12 月 15 日 8:00 から開始されるように設定した。サンプリング間隔は 1 時間とした。

表 3-7　水圧計・温度計の仕様

	水圧計	大気圧計	水温計
型番	U20-001-02-TI	U20-001-04-TI	MX2204 (1,524 m 防水タイプ)
計測範囲	30 m	4 m	-20～50℃（水中）
精度(通常)	±0.05%FS ±1.5 cm	±0.075%FS ±0.3 cm	±0.25%（-20～0℃） ±0.2%（0～70℃）
分解能	<0.04kPa 0.41 cm	<0.014kPa 0.14 cm	0.01℃
応答速度	< 1 秒	< 1 秒	15 分（空気流動 1 m/s） 4 分（水中）
記録容量	64k バイトメモリ (圧力＋温度セットで 21,700 点)		96,000 点
バッテリー寿命	約 5 年		

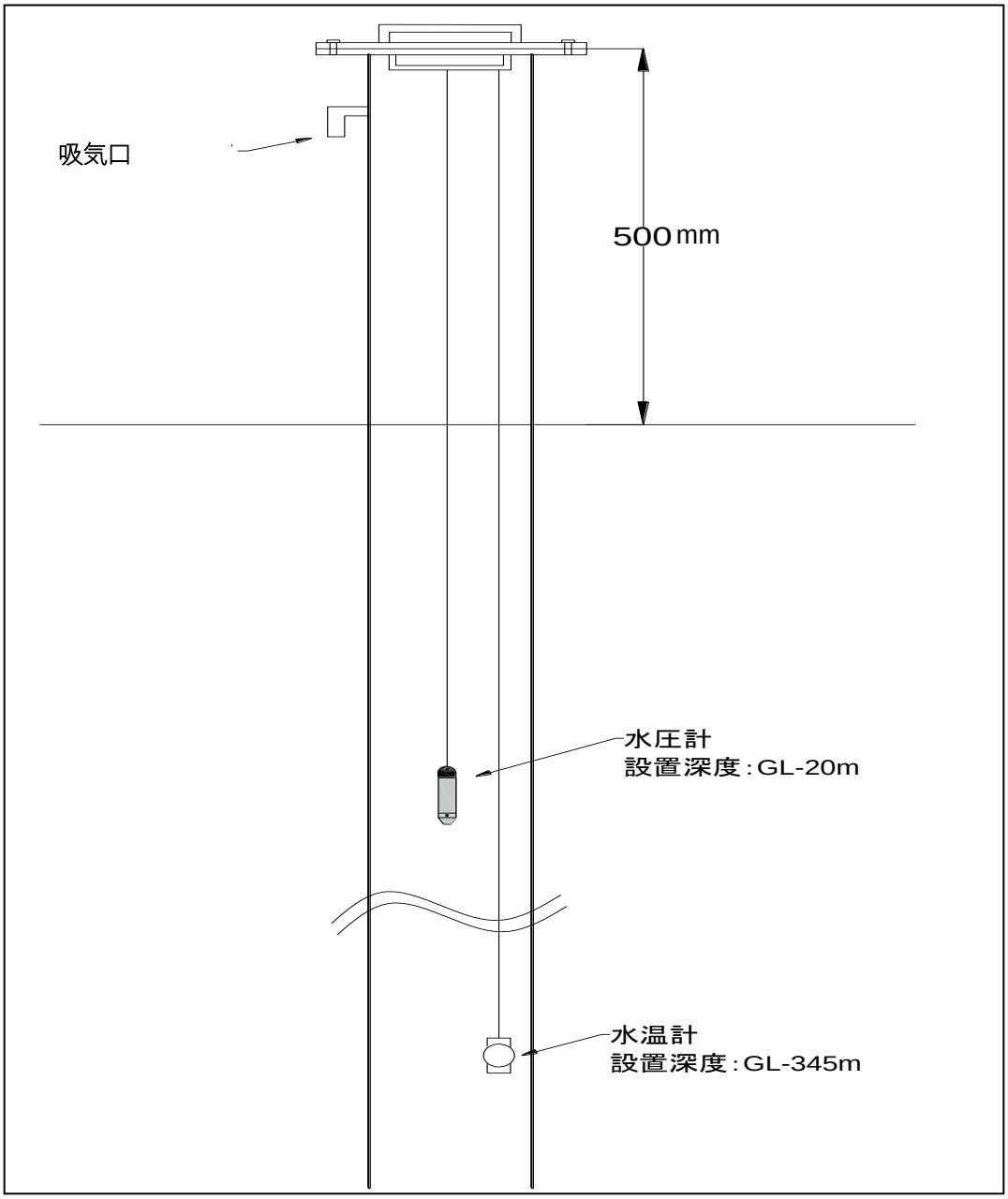


図 3-1　モニタリング装置の設置深度

4. 水理定数に関して

水理定数（透水係数（透水量係数)、比貯留係数（貯留係数））を求めるために、定流量揚水試験より得られた結果を Cooper － Jacob の方法、回復試験結果を Agarwal の方法に適用した。算出方法および結果の整理を以下に示す（進士・狩野, 1999)。なお、水理定数を算出する際、DD-1 孔と同様に、試験区間長はスクリーン長として計算した。

(1) 時間微分プロットによる直線勾配の抽出

定流量揚水試験結果と回復試験結果の整理では、圧力データの時間微分プロット（以下 Derivative Plot）(Bourdet, 1983)を作成して、水理定数を算出する際に作成する水位変化グラフの直線勾配の抽出に使用した。図 4-1 に Derivative Plot の概念を示す（Horne, 1995)。

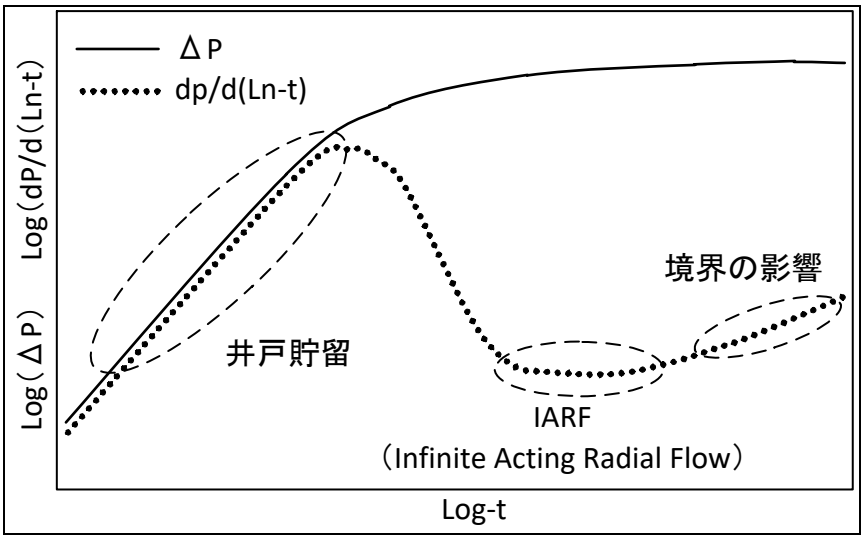


図 4-1　Derivative Plot の概念（Horne, 1995)

図 4-1 において、試験初期の上に凸の形状を示す時間帯は井戸貯留の影響によるものである。井戸貯留の影響域を経過した後の dP/d Ln(t)（ds/d Ln(t)でも同様）の変化量が一定となる時間帯が IARF（Infunite Acting Radial Flow)）と呼ばれ、理論解を導いた放射状の浸透モデルの領域である。直線勾配法では、この時間帯に相当する直線勾配から水理定数を算出した。

(2) 定流量揚水試験結果の整理

定流量揚水試験結果からの水理定数の算出は、Cooper－Jacob の方法（Cooper and Jacob, 1946)を用いた。図 4-2 に Log(t) － s 曲線と Derivative Plot の例を示し、以下に手順を述べる。

① 片対数グラフの対数目盛り X 軸に t (sec)を、算術目盛り Y 軸に初期水位からの水位低下量 s (m)をとり、Log(t) － s 曲線を作成する。また、両対数グラフの X 軸に t (sec)を、Y 軸に水位低下量 s (m)、および Y2 軸に ds/d Ln(t)をとり、Derivative Plot を作成する。

② Derivative Plot より、ds/d Ln(t)の変化が一定値を示す時間帯を抽出し、Log(t)－s 曲線で対応する時間帯の直線勾配を設定する。

③ 設定した Log(t) － s 曲線の直線勾配の 1 サイクル間における水位差 Δs（m）を求め、以下の式より透水量係数を算出し、その値から透水係数を求める。

④ Log(t) － s 曲線の直線勾配の延長が、Δs = 0 と交わる点 t0（sec)を求め、以下の式より貯留係数 S を算出し、その値から比貯留係数 Ss を求める。

$$T = \frac{2.3 \cdot Q}{4\pi \cdot \Delta s} \qquad K = \frac{T}{L} \qquad S = 2.25 \cdot T \cdot (t/r^2)_0 \qquad Ss = \frac{S}{L}$$

ここに、

T：透水量係数　(m^2/sec)

S：貯留係数　(-)

Q：平均流量　(m^3/sec)

Δs：Log(t)の 1 サイクル間における水位低下量　(m)

$(t/r^2)_0$：　s=0 における経過時間　(sec)

r：試錐孔半径　(m)

L：試験区間長　(m)

k：透水係数　(m/sec)

Ss：比貯留係数　(1/m)

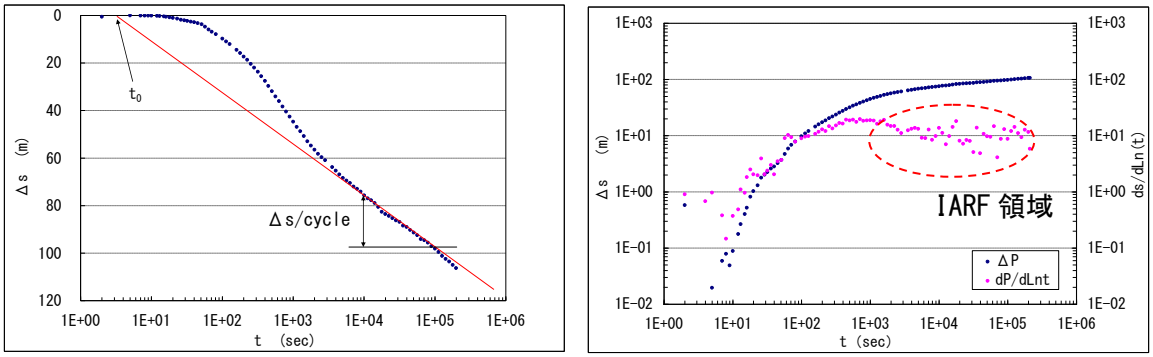


図 4-2　Log(t) － s 曲線（左）、Derivative Plot（右）の例

(3) 回復試験結果の整理

回復試験結果からの水理定数の算出は、Agarwal の方法（Agarwal, 1980; 西垣・高坂, 1984)を用いた。図 4-3 に Log(tp･Δt/(tp+Δt)) － Sr 曲線、Derivative Plot の例を示し、以下に解析手順を述べる。

① 片対数グラフの対数目盛り X 軸に Agarwal の等価時間 tp･Δt/(tp+Δt)（sec)を、算術目盛り Y 軸に水位回復量 Sr（m)をとり、Log(tp･Δt/(tp+Δt))－Sr 曲線を作成する。同時に、両対数グラフの X 軸に同じく等価時間 tp･Δt/(tp+Δt)を、Y 軸に水位回復量 Sr（m)、および Y2 軸に dSr/dLn(tp･Δt/(tp+Δt))をとり、Log(tp･Δt/(tp+Δt)) － Sr 曲線のプロットの傾きを示す Derivative Plot を作成する。

② Derivative Plot より選定した IARF 領域に対応する時間帯の Log(tp･Δt/(tp+Δt)) － Sr 曲線の直線勾配から、1 サイクル間における水位差 ΔSr(m)を求め、以下の式より透水量係数 T を算出し、その値から透水係数 k を求

める。

③ Log(tp･Δt/(tp+Δt))－Sr 曲線の直線勾配の延長が、Sr = 0 と交わる点 tp･Δt/(tp+Δt)0 (sec)を求め、以下の式より貯留係数 S を算出し、その値から比貯留係数 Ss を求める。

$$T = \frac{2.3 \cdot Q}{4\pi \cdot \Delta Sr} \qquad K = \frac{T}{L} \qquad S = \frac{2.25 \cdot T}{r_w^2} \cdot (tp \cdot \Delta t / (tp + \Delta t))_0 \qquad Ss = \frac{S}{L}$$

ここに、

T：透水量係数　(m^2/sec)

S：貯留係数　(-)

ΔSr：Log(tp･Δt/(tp+Δt))の 1 サイクル間における水位回復量　(m)

r_w：試錐孔半径　(m)

Q：平均流量　(m^3/sec)

L：試験区間長　(m)

k：透水係数　(m/sec)

Ss：比貯留係数　(1/m)

$(tp･\Delta t/(tp+\Delta t))_0$：Sr = 0 における tp・Δt /(tp+Δt)　(sec)

ただし、tp：注水時間（注水停止時間）　(sec)

Δt：回復過程（注水停止後）の経過時間　(sec)

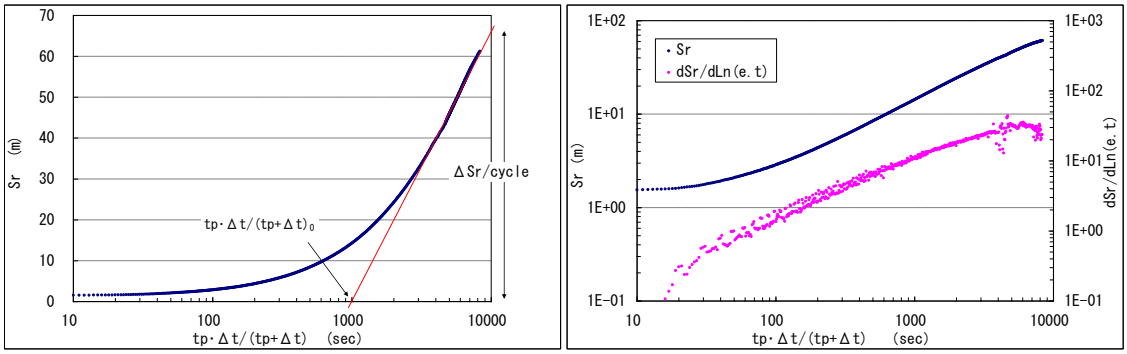


図 4-3　Log(tp･Δt/(tp+Δt)) - Sr 曲線（左）Derivative Plot（右）の例

定流量揚水試験結果の解析として、図 4-4 に Derivative plot を示し、図 4-5 に Cooper－Jacob の Log(t)－s 曲線を示す。また、回復試験結果の解析として、図 4-6 に Derivative plot を示し、図 4-7 に Agarwal の Log(tp･Δt/(tp+Δt)) - Sr 曲線を示す。定流量揚水試験では、揚水開始後の水位低下が早期に定常状態となったため、直線勾配法による算出ができなかった。回復試験では直線勾配法が適応できるため、水理定数は回復試験結果より算出した。

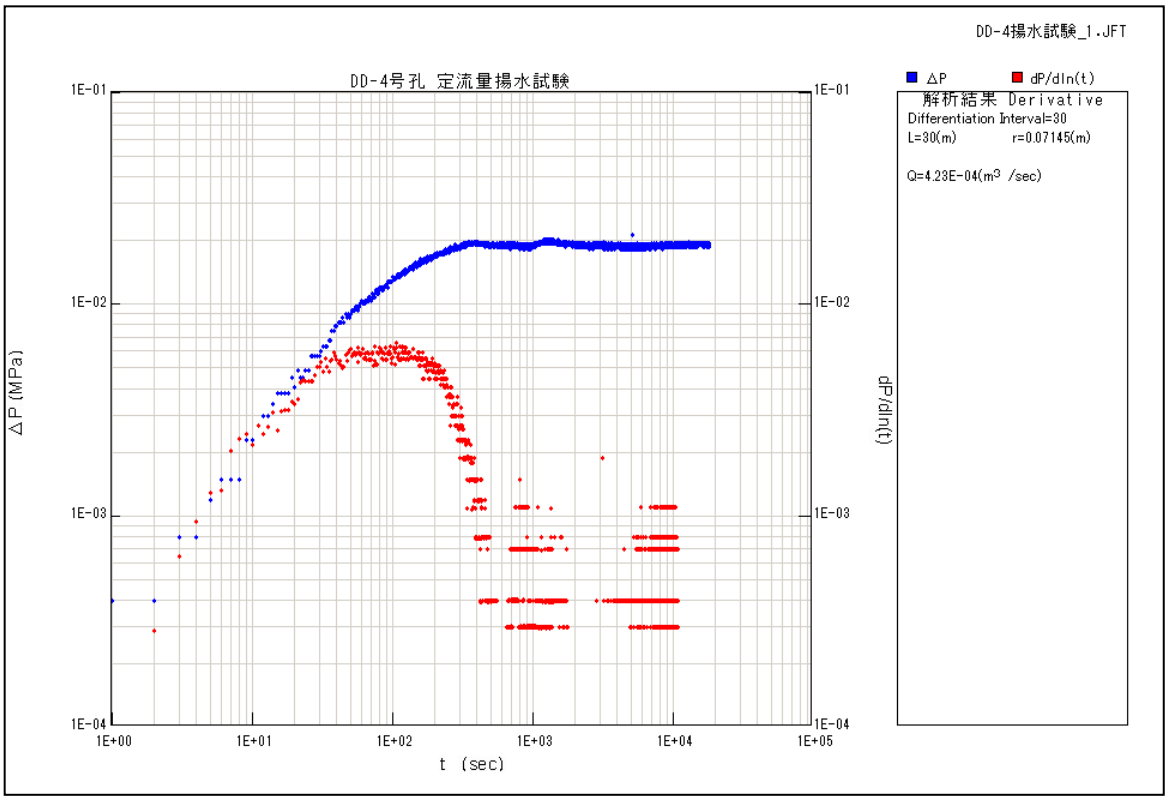


図 4-4　Derivative Plot (Cooper - Jacob)

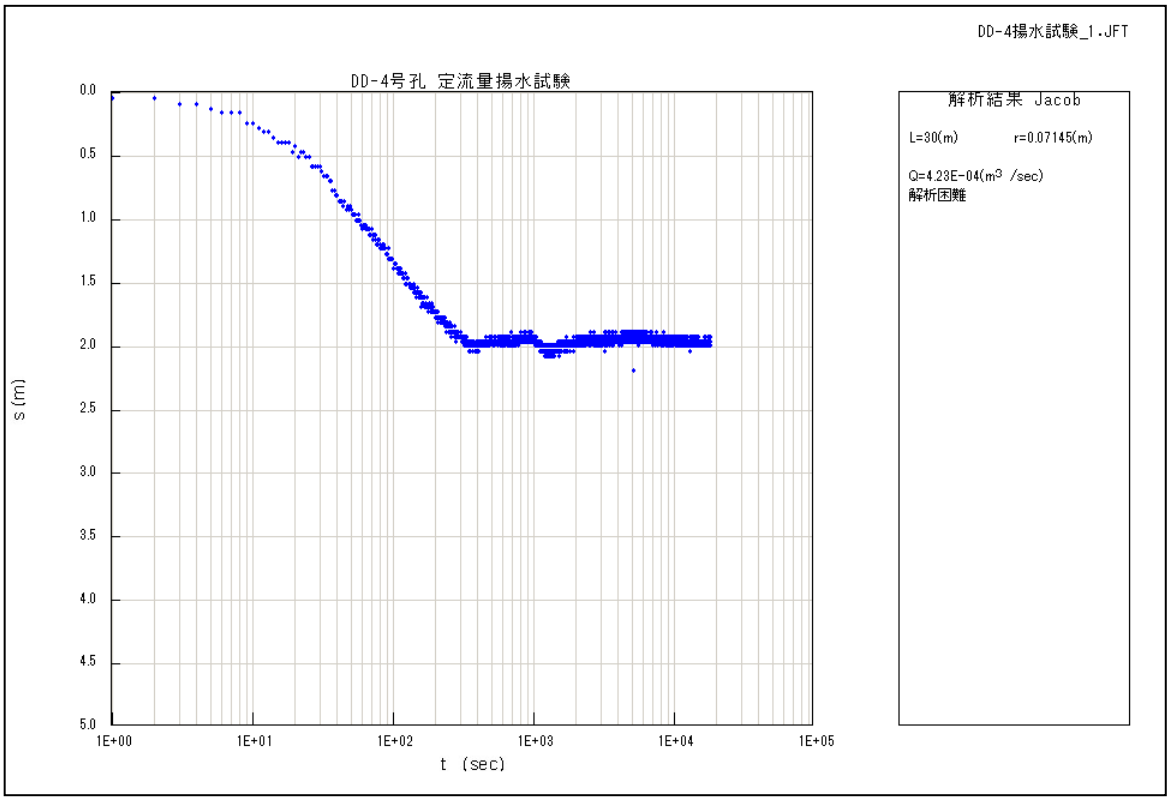


図 4-5　Cooper - Jacob の Log(t) - s 曲線

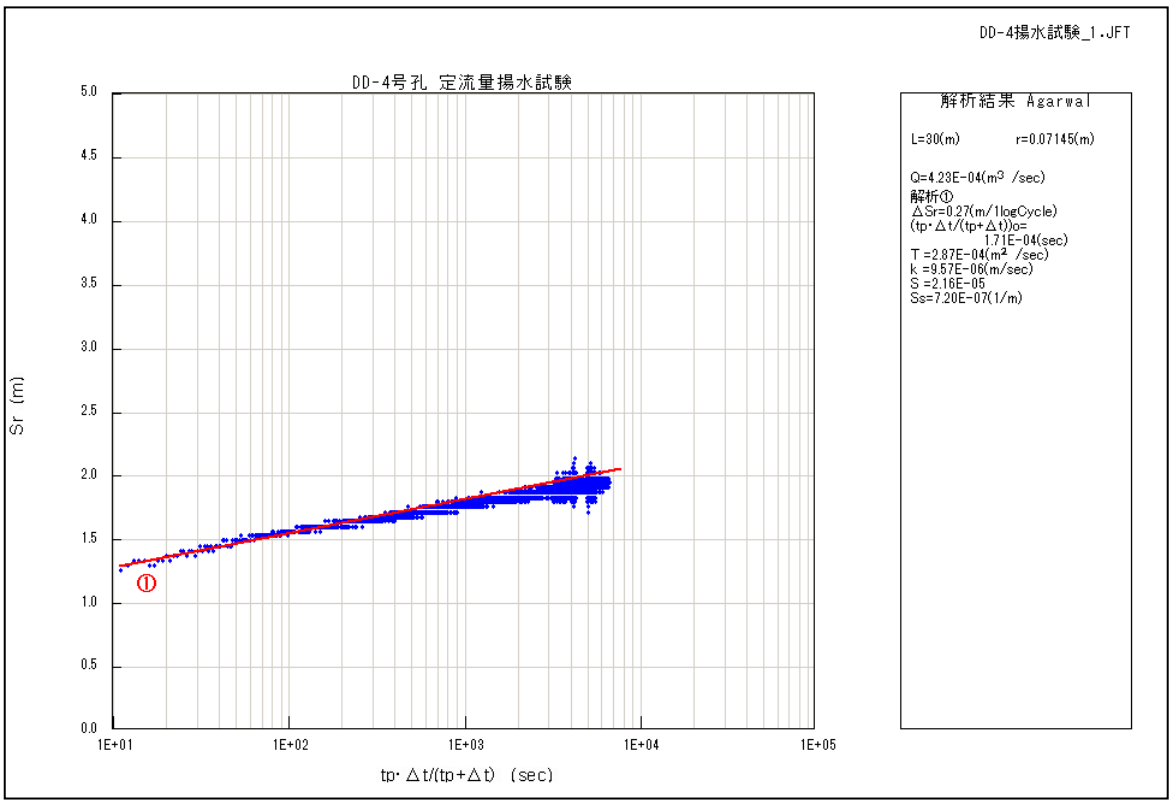


図 4-6 Derivative Plot (Agarwal)

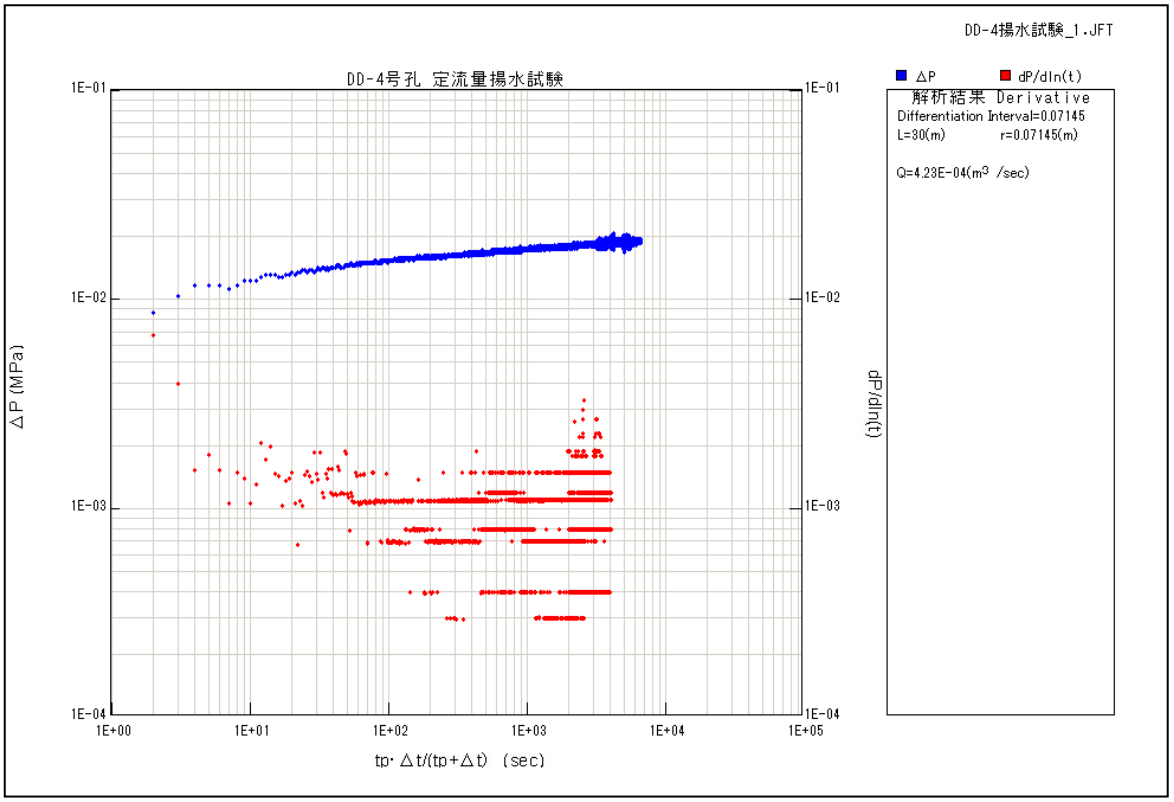


図 4-7 Agarwal の Log(tp･Δt/(tp+Δt)) - Sr 曲線

5. 参考文献

Agarwal, R.G., A new method to account for production time effects when drawdown type curves are used to analyze build up and other test data, SPE paper 9289, 55th Annual Fall Meeting, Dallas, Tex., pp. 1-13, 1980.

Bourdet, D., A new set of type curves simplifies well test analisis, World Oil, 196(6), pp. 95-106, 1983.

Cooper, H.H. and Jacob, C.E., A generalized graphical method for evaluating formation constants and summarizing well field history, American Geophysical Union Transaction, 27(4), pp. 526-534, 1946.

Horne, R.N., Modern well test analysis, a computer-aided approach, Second Edition, Petroway inc., Palo Alto, California, 257p, 1995.

越谷賢, 吉岡正光, 町田功, 小野昌彦, 井川怜欧, 丸井敦尚, 掘削泥水に添加する蛍光染料トレーサーの検体の迅速な作成方法, 日本応用地質学会研究発表会講演論文集 平成 27 年度, pp.181-182, 2015.

西垣誠, 高坂信章, 井戸半径を考慮した揚水試験における水位低下特性とその解析方法, 土質工学会論文報告集, 24(4), pp. 194-204, 1984.

産業技術総合研究所, 沿岸域塩淡境界・断層評価技術高度化開発 平成 21 年度 成果報告書, 産業技術総合研究所, 318p., 2010.

進士喜英, 狩野裕之, 水理試験により得られる実測データの解析・整理手法の高度化（その3）－単孔式水理試験データを用いた解析手法に関する基礎的検討－, JNC-TJ7440 99-015, 149p, 1999.

Appendix VII

原位置調査装置および採取方法の開発

目　次

1. はじめに.....1
2. 原位置採水装置.....1
3. 原位置モニタリング装置.....5
4. 地下水試料の分析方法.....10
5. 沿岸の地下水中のヨウ素の環境動態.....13
6. 参考文献.....17

図　目　次

図 2-1　ピストンサンプラーの概念図.....2
図 2-2 採水装置構成図.....2
図 2-3 希ガスサンプル採取時のサンプラーの概念図.....3
図 2-4 原位置採水装置の写真.....4
図 3-1 想定される使用状況.....5
図 3-2 Oceanseven303 プローブと地上モニタリング装置.....6
図 3-3 ハウジングの組み立て図（見掛けと実寸は異なる）.....7
図 3-4 ハウジングの外観.....7
図 3-5 巻取り装置（左）と Oceanseven303 プローブ.....8
図 3-6 JFT ロッド（上）と Oseanseven303 を装着したハウジング（下）.....8
図 3-7 孔内への挿入状況.....9
図 3-8 データロガーでのモニタリングの様子.....9
図 5-1 様々な場に応じた岩石中のヨウ素の Kd 値.....14
図 5-2 GCMS による標準有機物からのガス揮発成分の定性分析.....15

表　目　次

表 3-1 Oceanseven303 仕様.....6

1. はじめに

本付録は、地下水調査時に使用した原位置採水装置、地化学モニタリング装置、試料の採取方法および分析方法について説明する。

2. 原位置採水装置

地下水の採水には、ポンプでの揚水による地上採水だけでなく、原位置採水装置を用いた封圧採水を実施している。これは、地下水中の溶存ガスを地上に揚水して採水した場合、水圧低下により、脱ガスする可能性がある。脱ガスとは、溶存していたガスがガス化することであり、特に大深度から採取したガスでは、水圧が解放されるため、顕著になる場合が多い。例えば、深度 1000 m の場合、10 MPa 程度の水圧がかかっているが、地表で大気解放されると、ヘンリーの法則などからも明らかなように、溶解度が低下し、ガスが分離する。ガス分離時には、溶液のバブリングなどと同様に、溶存可能であったガスも一緒に抜ける可能性が高いため、地下水中のガス量は著しく低下することが多い。幌延などのように溶存ガスが多い地域では、深度に対して溶存ガス量が飽和状態になっている場合も多いため、揚水などによって脱ガスが発生し、ガスの組成が適切に評価できない場合がある。

このため、原位置までサンプラーを降下させ、原位置の水圧状態で地下水を採取できるサンプラーを用いて採水した。サンプラーは、原位置に到達後に操作することにより、原位置地下水を採取できるものとした（図 2-1参照)。採水装置は、チューブ内にアルコール(比重:0.8 g/cm^3)を入れることにより、地上での加圧・減圧で動かせるようにした。まず、地上でチューブを数Mpa以上に加圧してサンプラーを原位置に降ろす。深度1000 mでは、アルコールによる圧力は8 Mpa程度と地下水の10 Mpa程度と比べて2 Mpa程度の差圧が生じる。このため、チューブの加圧を解放するとピストンがアルコールと地下水の差圧で動き、サンプラー内に地下水が充填される。最後にチューブを加圧することで逆止弁が働き、地下水を外部と遮断し、原位置圧力のままで地表に引き上げることができる。このため、装置は確実に原位置で操作することができる。

採水装置は、サンプラー、サンプラーを吊るケーブル兼チューブ、ケーブル用電動ウィンチ、サンプラーを作動させるための圧力容器、駆動力を与えるためのコンプレッサーからなる(図 2-2)。

また、採水装置は、本事業で実施する深井戸などの条件を考慮して以下の性能を有している。

・深度1200mで採水可能（採水の対象となる井戸の深度を1200mと想定）
・内径32mmのボーリング孔に挿入可能（ケーシングに挿入できるサンプラーのサイズ）
・サンプラーの有効容量を400 ml以上（1 m程度のサンプラーの長さ）
・原位置において試料を採取し、原位置圧力を保持可能（圧力の低下を防止）
・電動ウィンチは分速20 m以上の巻き上げ能力（1200 m孔で上下動に1時間程度）
・圧力容器はサンプラーを作動させるのに十分な容量と耐圧を要し、サンプラーの動作確認が出来るものとする。
・コンプレッサーは、採水時以外にサンプラーに地下水が流入しないように、十分な圧力を与えられること
・チューブ、タンク、サンプラーなど採水装置を構成する装置はコンプレッサーの圧力に耐える耐圧性能を有すること

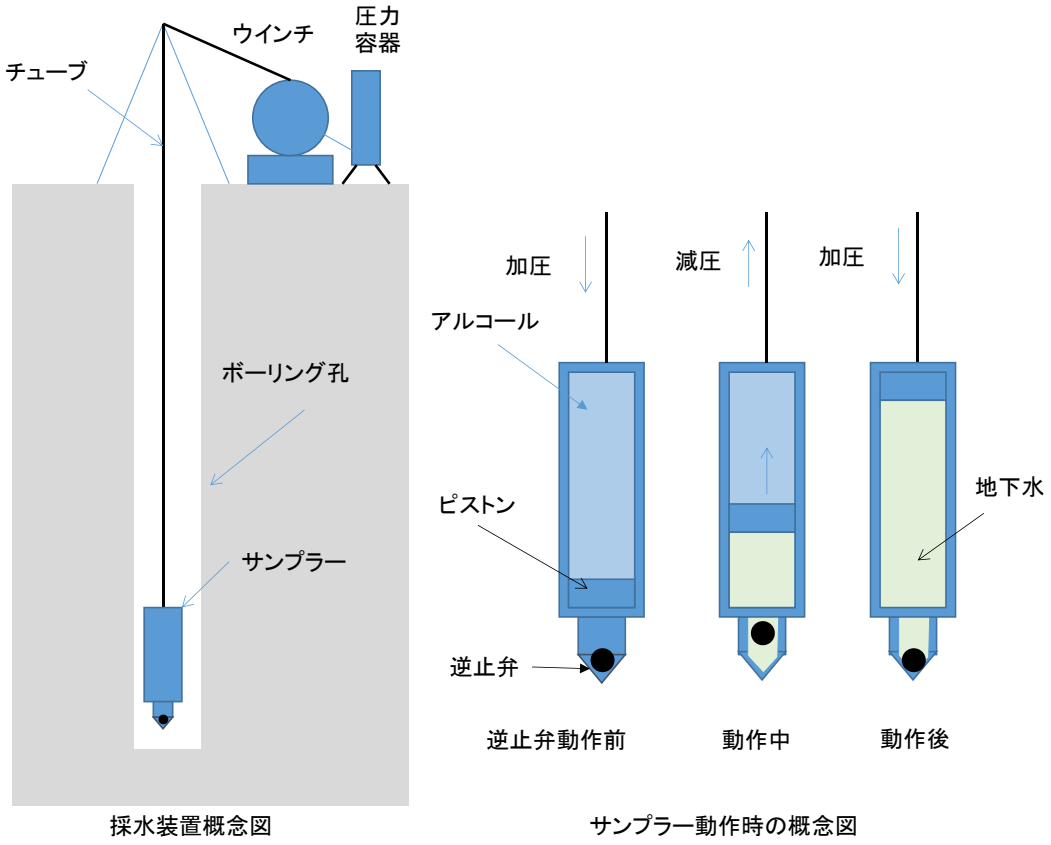


図 2-1　ピストンサンプラーの概念図

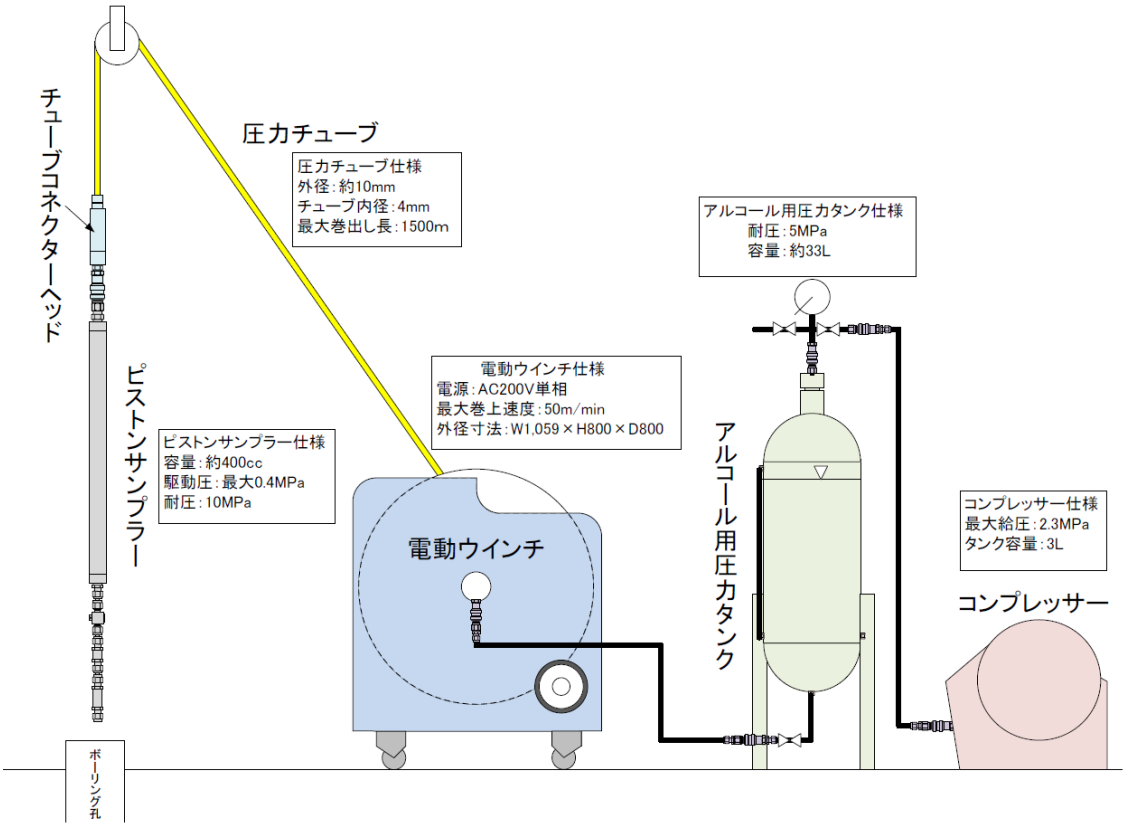


図 2-2 採水装置構成図

希ガス採水の場合には、地下水を銅管内に封入する必要があるため、サンプラーの下部に、バルブ、銅管、バルブ、逆止弁で接続し、初期に蒸留水を銅管に満たしてサンプラーを降ろす。図 2-3 に示すように、サンプリング時には採水と同じように減圧することによって、銅管を通して地下水を流すことにより、蒸留水を地下水で置き換える。銅管の体積(約20 ml)に対して、サンプラーの体積(約400ml)は十分に大きいため、蒸留水は地下水で十分に置き換わると考えられる。

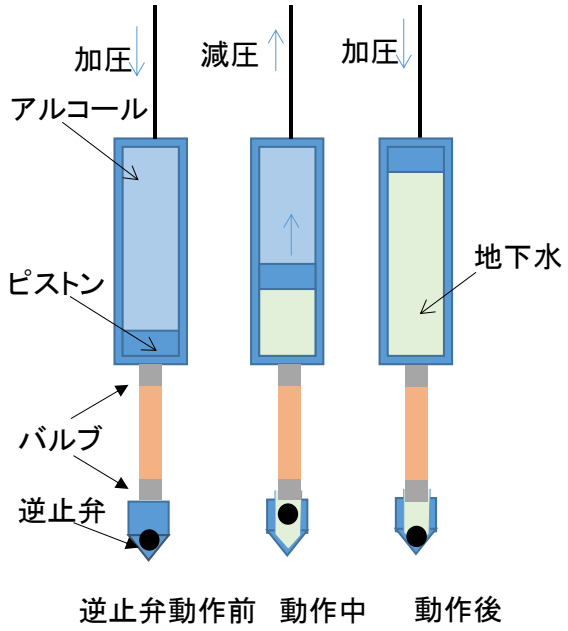


図 2-3 希ガスサンプル採取時のサンプラーの概念図

試作したサンプラーを図 2-4 に示す。原位置の地下水を採取することができた。ただし、浅部では、アルコールと地下水との差圧が小さく、サンプラーが動作しない場合もあった。この場合には、チューブ内のアルコール量を減らし、チューブ内のガス量を多くするなど、より圧力差がつくような工夫が必要であると考えられる。



図 2-4 原位置採水装置の写真

左上：ウィンチ、左下左：加圧タンク、左下右：サンプラー、右：サンプラーの孔内設置状況

3. 原位置モニタリング装置

原位置での物理化学パラメータ測定（pH、ORP、EC、DO、温度）のためにモニタリング装置を用いた。その概要を以下に記す。

地下水の物理化学パラメータ（pH、ORP、EC 等）はボーリング孔の孔内で測定対象の地下水が湧水する深度で測定することが必要である。一方で、1000m を超えるような深度では高い水圧がかかることや、地層処分にかかわる調査孔などでは孔径が細い場合が多く、耐圧性と小口径を両立した物理化学パラメータ測定装置が必要である。さらに、地下水の湧水区間にダブルパッカーをかけて地下水を採取する場合が多いが、その場合は地上まで揚水する揚水ロッドの中に物理化学パラメータ測定装置を固定する必要がある。想定される使用状況を図 3-1 に示す。

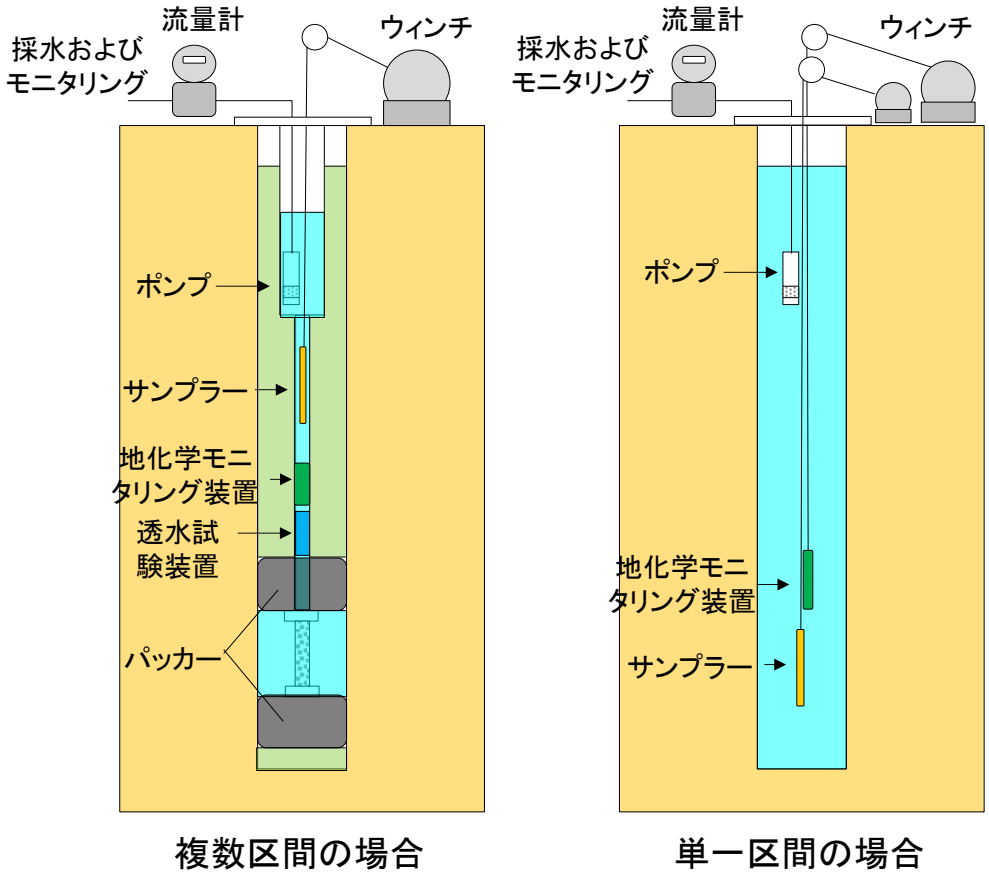


図 3-1 想定される使用状況

3.1　物理化学パラメータ測定装置の選択

物理化学パラメータ測定装置としてIdronaut社製のOceanseven303型リアルタイムCTD計を用いた。1500mまでの耐圧性能を持ち、直径は43mm、長さは670mmである。仕様を表 3-1、写真を図 3-2に示す。

表 3-1 Oceanseven303 仕様

センサ標準仕様				
測定項目	測定範囲	精度	分解能	応答速度
深度	0~2000 dbar	0.05%FS	0.0015%FS	0.05 s
温度	-1~+50 ℃	0.005 ℃	0.001 ℃	0.05 s
電気伝導度	0~6.4 S/m	0.7mS/m	0.1mS/m	0.05 s
pH	0~14	0.01 pH	0.001 pH	3 s
ORP	-1000~ +1000 mV	1 mV	0.1 mV	3 s
ハウジング				
材質	AISI 316			
耐圧	1500dbar			
重量	1.6kg（空中）、0.8kg（水中）			

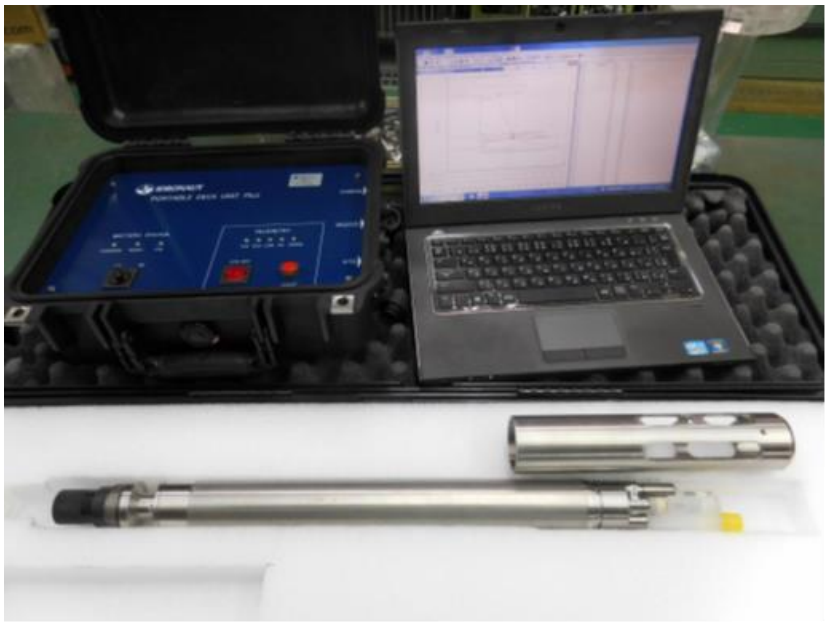


図 3-2 Oceanseven303 プローブと地上モニタリング装置

3.2　物理化学パラメータ測定装置のハウジング

図 3-1に示したとおり、物理化学パラメータ測定装置は、ハウジングに装着してJFTロッドを繋ぎながら上げ下ろしする場合と直接的にケーブルで吊るして上げ下ろしする場合との2通りの使い方が想定される。前者で使用するハウジングの組み立て図を図 3-3に、外観の写真を図 3-4に示す。仕様を以下に述べる。

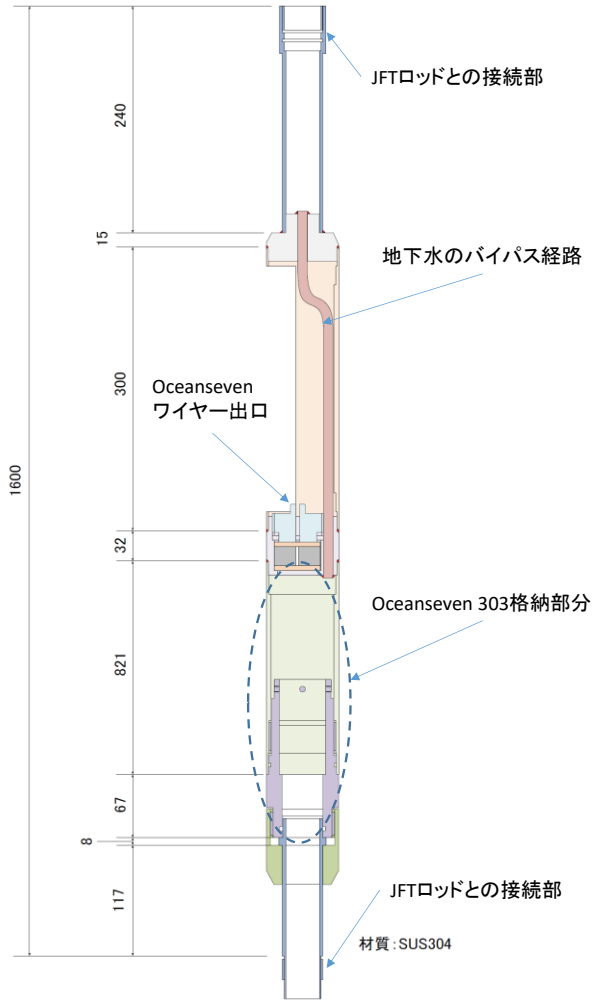


図 3-3 ハウジングの組み立て図（見掛けと実寸は異なる）



図 3-4 ハウジングの外観

3.3　巻き取り装置

図 3-1に示したとおり、ハウジングを使わずに物理化学パラメータ測定装置を孔内で上げ下げする場合にはウィンチが必要となる。また、孔内を上下させる最中にもモニタリングができるようにするため、スリップリングを装着した（図 3-5)。

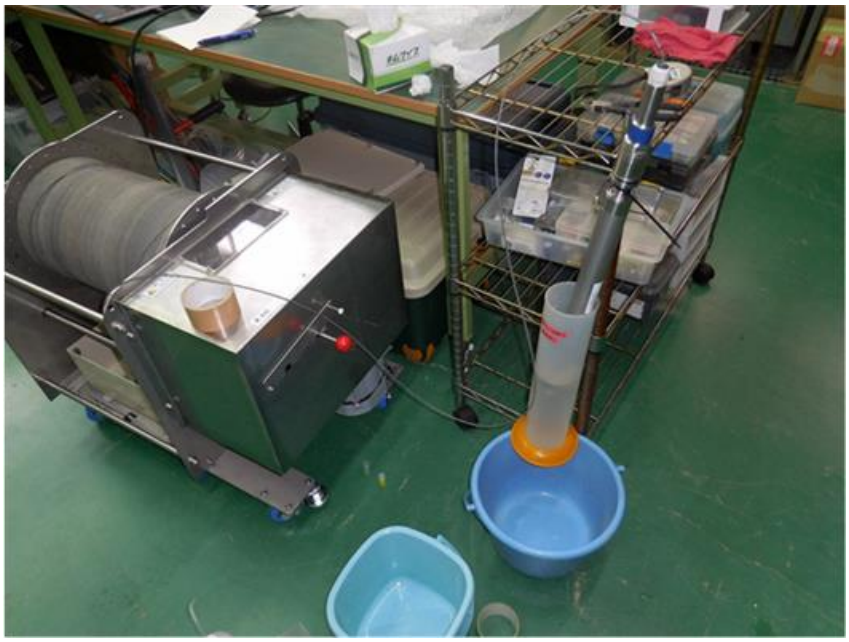


図 3-5 巻取り装置（左）と 0ceanseven303 プローブ

3.4　現場での適用状況

北海道天塩郡幌延町浜里の DD-1 孔で原位置モニタリングを行った際の状況について示す。DD-1 孔は図 3-1 の左図のように複数区間で構成される孔のため、採水区間に設置するパッカーの直上に 0ceanseven303 を装着したハウジングをつなげる。孔口方向には JFT ロッドを接続する（図 3-6)。



図 3-6 JFT ロッド（上）と 0seanseven303 を装着したハウジング（下）

図 3-7 に示すように、櫓でパッカーユニットと 0ceanseven303 を装着したハウジングおよび JFT ロッドを吊り、孔内に沈めつつ、順次 JFT ロッドを繋いで所定の深度まで下ろす。



図 3-7 孔内への挿入状況

0ceanseven303 はリアルタイムモニタリングか可能であるため、データは逐次地上へと送信され、専用のソフトウェアにより表示・記録がなされる（図 3-8)。

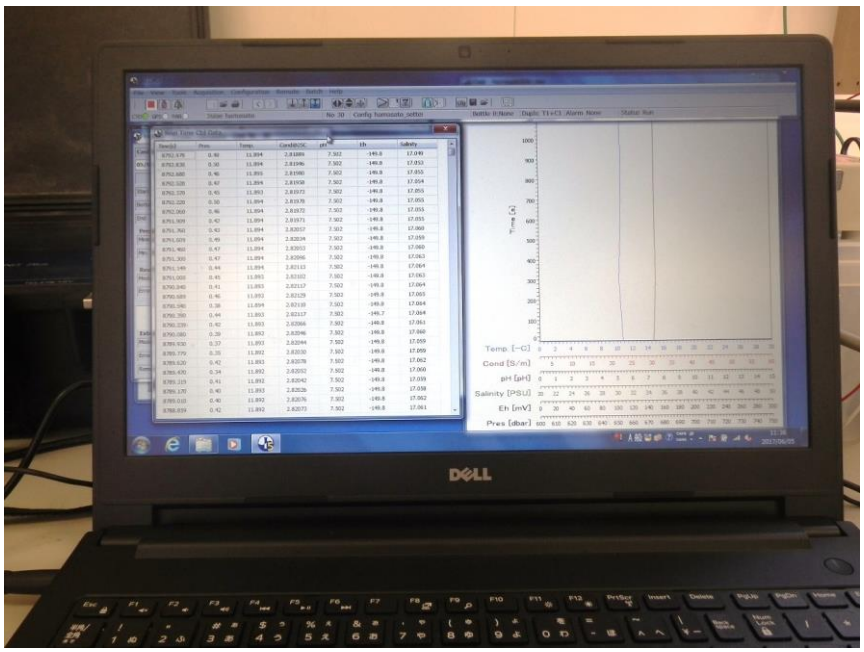


図 3-8 データロガーでのモニタリングの様子

4. 地下水試料の分析方法

地下水の分析は以下の項目を実施した。

・主要溶存イオン（Ca^{2+}、Mg^{2+}、Na^{+}、K^{+}、F^{-}、Cl^{-}、Br^{-}、NH_4^{+}、NO_3^{-}、SO_4^{2-}、アルカリ度）

・微量元素（I、B、Li、Si、etc）

・全炭素（TC）、有機炭素（TOC）、無機炭素（IC）、不揮発性有機態炭素（NPOC）

・安定同位体（δD、$\delta^{18}O$、$\delta^{13}C$、$\delta^{37}Cl$、etc）

・放射性同位体（^{3}H、^{14}C、^{36}Cl、^{129}I）

・溶存ガス（^{3}He、^{4}He、Ne、Kr、Xe、CFCs（chlorofluorocarbons：フロン）、SF_6（六フッ化硫黄）、溶存二酸化炭素および C_1-C_6 の炭化水素ガスと溶存二酸化炭素および C_1-C_4 の $\delta^{13}C$（以下，一般ガスと呼ぶ）

・溶存硫化水素および溶存 Fe(II)

分析方法は以下の通りである。主要溶存イオンの内、陽イオン（Ca^{2+}、Mg^{2+}、Na^{+}、K^{+}、NH_4^{+}）の定量分析には、イオンクロマトグラフィー（メトローム社製コンパクトプロフェッショナル IC881）を用いて検量線法により実施した（例えば、日本分析化学会北海道支部編，2005)。試料水中の各イオンを分離する分離カラムには、陽イオン交換樹脂が充填されている YS-50A、ガードカラムには YS-G を使用した。検量線は、元素ごとに化学分析用標準溶液（関東化学株式会社）を既知の濃度に希釈した標準試料を調製した。

陰イオン（F^{-}、Cl^{-}、Br^{-}、NO_3^{-}、SO_4^{2-}）の定量分析には、イオンクロマトグラフィー（メトローム社製コンパクトプロフェッショナル IC881 CO_2 サプレッサ付き）を用いて検量線法により実施した（例えば、日本分析化学会北海道支部編，2005)。試料水中の各イオンを分離する分離カラムには、陰イオン交換樹脂が充填されている A Supp 5-150、ガードカラムには ShodexSI-90G を使用した。検量線は、元素ごとに化学分析用標準溶液（和光純薬工業株式会社製）を既知の濃度に希釈した標準試料を調製し作成した。

アルカリ度の測定は、酸標準液（0.01 mol/L）硫酸を用いて pH4.8 まで滴定する手法（pH4.8 アルカリ度）により実施した（例えば、半谷・小倉，1995)。実際の作業では試料 30 mL をビーカーにはかり取り、pH メーターで試料の pH を確認しながら、pH4.8 になるまで酸標準液で滴定した。

微量元素（I、Si、B、Fe、Se、Sr、Li、Mn、Zn、Ba、Al、Rb、Cu、As、Cs）の定量分析には、ICP-MS（誘導結合プラズマ-質量分析装置：Agilent Technologies 製 Agilent7500CE）を用いて検量線法により実施した（例えば、日本分析化学会関東支部編，2008)。検量線は、元素ごとに化学分析用標準溶液（和光純薬工業株式会社）を既知の濃度に希釈した標準試料を調製し作成した。

TOC（Total Organic Carbon：全有機態炭素）および NPOC（Non-Purgeable Organic Carbon：不揮発性有機態炭素）の測定は、島津製作所製 TOC-V CSH を用いた非分散型赤外分析計（Non-Disparsive Infrared Gas Analyzer：NDIR）で実施した（例えば、半谷・小倉，1995)。

TOC の定量分析は、試料中の全炭素（Total Carbon：TC）と無機態炭素（Inorganic Carbon：IC、または Total Inorganic Carbon：TIC）をそれぞれ測定し、TC 濃度から IC 濃度を差し引いて求める方法（差し引き法）で実施した。検量線は、TC 濃度用にフタル酸水素カリウム標準液（和光純薬工業株式会社)、IC 濃度用に炭酸ナトリウムおよび炭酸水素ナトリウム（ともに和光純薬工業株式会社)を混合した標準溶液をそれぞれ既知の濃度に希釈した標準試料を調製し作成した。

NPOC の定量分析は、試料水を酸性（pH3 以下）にして通気処理し、試料水中の IC を CO_2 として除去した後に TC を測定する方法（IC 前処理法またはプレ IC 除去法）で実施した。検量線は、フタル酸水素カリウム標準液（和光純薬工業株式会社製）を既知の濃度に希釈した標準試料を調製し作成した。

水素・酸素安定同位体の計測は、Los Gatos Research 社製のレーザー吸収ガス分析装置を用いて Off-axis ICOS 法（Off-axis Integrated Cavity Output Spectroscopy）にて、試料中の水素安定同位体比および酸素安定同位体比の同時分析を実施した（山中・恩田, 2011）。分析は手順書に準じた。

^{3}H 分析は、電解濃縮（アルカリ水溶液電解）－液体シンチレーション計数法によって実施した（文部科学省, 2002）。試料水を予め蒸留精製しアルカリ電解溶液とした後、電解濃縮を行う。電解終了後、電解液を中和・蒸留し、液体（乳化）シンチレータを加え、低バックグラウンド液体シンチレーションカウンターにより計測した。分析は地球科学研究所で実施した。計測結果は、水素原子 10^{18} 個に対して ^{3}H が 1 個存在する率である TU（Tritium Unit）で示した。

^{14}C 分析は、グラファイト・ターゲット－加速器質量分析法（AMS 法）で実施した（中村, 2003）。沈殿法では、試料水 1 リットルにつき 1.2 g の塩化ストロンチウムを加え、試料水中の無機炭素を炭酸ストロンチウムとして沈殿させる。沈殿物は中性になるまで洗浄し、乾燥させた後、リン酸と反応させ CO_2 ガスを生成させる。得られた CO_2 ガスを精製した後、コバルト触媒を用いて 600 ℃に加熱しグラファイトを調製した。それらグラファイトをターゲットとし加速器質量分析（AMS：Accelerator Mass Spectrometry）によって定量した。ガス化法では、試料水にリン酸を加えて CO_2 をガスとして回収した後、グラファイトを生成する（Nakata et al., 2016）。分析は Beta Analytic 社で実施した。

^{36}Cl 分析は、AgCl・ターゲット－加速器質量分析法（AMS 法）で実施した。水試料に含まれる塩化物イオンを塩化銀として回収し、それをターゲットとして AMS によって定量する（Fifield et al., 2013）。分析は、Australia National 大学で実施した。試料は、水試料の pH を酸性側に調整した後に、過剰量の硝酸銀を加えることにより、水試料中の塩素イオンを白色の塩化銀として沈殿させ回収する。一般的に水試料の塩素イオン濃度が 20 mg/L 以上ならば、煩雑な手間をかけずに直接沈殿させることにより塩素イオンを回収することができる。^{36}Cl の分析では、^{36}S が AMS 測定に影響する可能性が指摘されている（Elmore et al., 1979）。この ^{36}S の ^{36}Cl 測定への影響を小さくするために塩化銀の精製を行う。精製手順として、回収された塩化銀をアンモニア水に溶解させ、硝酸バリウムを加えることにより不純物として微量に含まれる硫酸イオンを硫酸バリウムとして沈殿させる。この工程は硫酸イオン濃度によっても異なるが、おおむね 3 回程度繰り返される。

^{129}I 分析は、有機溶媒による溶媒抽出および逆抽出を繰り返し、ヨウ素の分離精製を行い、ヨウ化銀の化学形態で回収する。精製したヨウ化銀と高純度ニオブ粉末を混合し、加速器質量分析装置で混合試料中の $^{129}I/^{127}I$ 比の測定を行う。なお、ヨウ素の濃度分析からヨウ素量が 2 mg 以下と推定される場合には、ヨウ素同位体比が既知の同位体比が低い試料を混合して、同位体希釈法によりヨウ素同位体比を計測する。分析は Ottawa 大学で実施した。$\delta^{37}Cl$ 分析は、塩化銀-ヨウ化メチル（AgCl-CH_3Cl）変換－安定同位体比ガスクロマトグラフ質量分析法で実施した（Long et al., 1993）。試料水から生成した AgCl 沈殿物に、ヨウ化メチル（CH_3I）を加え、塩化メチル（CH_3Cl）に変換する。この CH_3Cl の同位体比をガスクロマトグラフ付同位体比質量分析計に導入し測定した。分析は Waterloo 大学で実施した。

希ガスの定量は、希ガス質量分析装置 VG-5400（GV instruments）とその前処理ラインを用いて行った（馬原, 1998）。地下水サンプルを封入した銅管を、直接装置へと接続する。これにより、銅管内の希ガスを散逸させることなく前処理ライン内へ導入することが可能である。抽出ライン内では、まず、サンプルに超音波をあてることで、地下水サンプルからガス成分のみを抽出する。抽出されたガス成分に対して、コールドトラップ（液体窒素温度）・チタンゲッターを作用させ、水分や反応性のガスを取り除き希ガス成分のみを取り出すことができる。さらに、ステージ内温度を 20 K まで低下させることができるクライオスタッドを用いて希ガスを各成分に単離し、希ガ

スごとに質量分析装置へと導入する。質量分析装置では希ガスをイオン化し、適切な磁力をかけることによって設定した質量数のみをカウントすることができる。既知量（0.13 cc）の空気に含まれる希ガスにおけるカウント数と、サンプルに含まれる希ガスにおけるカウント数を比較し、サンプルに含まれる希ガス量および同位体比を決定した。分析は電力中央研究所で実施した。CFCsの分析は、Purge and Trap 法によって地下水中の CFC を分離・抽出した後に、GC-ECD（Gas Chromatography – Electron Capture Detector：ガスクロマトグラフィ – 電子捕獲型検出器）にて検出・定量を行った（Plummer and Busenberg, 2006）。CFC は CFC-12、CFC-11 および CFC-113 を対象とした。

SF_6 の分析も CFCs と同様に、Purge and Trap 法によって地下水中の CFC を分離・抽出した後に、GC-ECD にて検出・定量を行った（Busenberg and Plummer, 2000）。

溶存二酸化炭素ガスおよび C_1-C_6 までの溶存炭化水素ガスについては Agilent 社製 GC7890 により，JISK-2301 に基づいて定量分析を行った。二酸化炭素および C_1-C_4 までの炭化水素については GV Instrument 社製 Isoprime-GC を用いて $\delta^{13}C$ の測定を行った。このときの $\delta^{13}C$（‰）は PDB 基準である。

溶存硫化水素および溶存 Fe(II)の分析はそれぞれ N,N’-ジメチル-p-フェニレンジアミンを用いたメチレンブルー吸光度法，オルトフェナントロリン法（日本分析化学会北海道支部編，2005）にて分析した。

5. 沿岸の地下水中のヨウ素の環境動態

^{129}I は半減期が 1570 万年である超寿命放射性核種であるため、超長期枠の物質循環の指標になる可能性がある核種である。^{129}I は天然起源および人為起源のものがあり、核実験および再処理工場の稼動が活発化された 1960 年代以降より環境中の ^{129}I/^{127}I 同位体比は天然起源のものと比較して桁違いに高い(Ohta 2013, 2017)。^{129}I は放射化学中性子放射化分析法 (Muramatu et al., 1986) およびトリプル四重極誘導結合プラズマ質量分析計(Ohno et al., 2013)による ^{129}I 分析手法があるが、人為起源レベルの ^{129}I/^{127}I 同位体比分析には適応できるものの、^{129}I/^{127}I 同位体比が 10^{-12} オーダーより小さい天然レベルの ^{129}I の分析には測定感度が不足している (太田, 2015)。我が国では、地下水や海生試料中の極低レベル ^{129}I/^{127}I 分析(10^{-12} 以下)は、2000 年代より AMS で盛んに行われている(Mahara et al. 2011, 2012, 2013, Muramatus et al., 2001, Ohta et al., 2013, Tomaru et al, 2007, 2009, Synder et al.,2002, 馬原ら 2010) 。

ヨウ素は主に海洋堆積物(5.9×10^{12}t; 68.2%)と陸上堆積物(5.9×10^{12}t : 27.7%)に腑存している。水中のヨウ素濃度は堆積物中のものより桁違いに低く、海洋中のヨウ素はわずか 0.8% (7×10^{10}t)である。海水中のヨウ素の濃度は 50-60ppb 程度であるが、陸水中のヨウ素濃度はわずか数 ppb オーダーである(Muramatsu and Wedepohl, 1998)。陸域・海域では、地球規模・ローカルレベルのヨウ素の物質循環の過程を通じ、植物・海水・陸域地表面よりヨウ素が大気中に放出され、大気中のヨウ素を含むエアロゾルの washout、fallout によりヨウ素を含む降水が陸域や海域へ沈着する。海水中のヨウ素の形態は主に IO_3^-であるが(Hou et al., 2007)、陸水中のヨウ素の形態は溶存態(I^-, IO_3^-など)や懸濁態など様々な形態で存在している(Muramatsu et al.,2001, Ohta et al.,2012)。近年、Fallout 核種の不飽和層中の分布や形態別分離試験では、^{129}I は主に有機物に賦存している。また、不飽和層中の人工起源の ^{129}I の環境動態解析では、Fallout より数年程度の時間スケールでは、不飽和層中のヨウ素は Fe, Mn 酸化物態が有機物結合態より優勢である(Ohta et al., 2016)。

ここでは、沿岸の深部地下水中のヨウ素同位体の動態を理解するために、沿岸の深部地下水中のヨウ素の環境動態と地下水年代測定のために以下の基礎情報の取得を行った。1) 沿岸の地下深部の場の雰囲気に応じたヨウ素の動態, 2)深部地下水中の有機物および懸濁態中のヨウ素の形態を実測

5.1 沿岸の地下深部の場の雰囲気に応じたヨウ素の挙動

地下水年代が数百万年超の地下水年代測定法のツール開発を行うために、半減期が長い ^{129}I に着目し、^{129}I 年代測定の要となる地下深部のヨウ素の動態に関わる基礎情報の取得を行った。

酸化雰囲気および還元雰囲気の場に応じた地下水中の ^{129}I の挙動を推測するために、酸化雰囲気と還元雰囲気で、岩石-水中の ^{127}I のバッチ試験を行い、ヨウ素の分配係数(Kd)と酸化還元電位(Eh)を示した (図 5-1)。地下深部の地下水中の酸化還元電位は-n×100mV のオーダーであるため、沿岸の還元雰囲気中の地下深部では、Retardation factor は 1 となり、堆積物間隙中のヨウ素は地下水の流れとともに移動できると考えられた。したがって、酸化還元電位が 0mV 付近以下の地下環境では ^{129}I は地下水とともに移動できるトレーサーとして活用できると考えられた。

ここで、隆起侵食に伴い、環境場が変化した場合を想定し、場が還元雰囲気から酸化雰囲気に変わった後のヨウ素の環境動態情報を得た。はじめに、ヨウ素と岩石の平衡状態になるまでヨウ素を酸化状態で岩石に付着させた。岩石を超純水で複数回洗浄を行い、岩石に付着したヨウ素を脱離させた。次に、岩石に収着したヨウ素を乾燥させ、酸化状態で 1 ヶ月間の散逸試験を行ったところ、ほぼ 100%のヨウ素の散逸が観測された。したがって、散逸により岩石に付着する Kd が低下すると予測された。

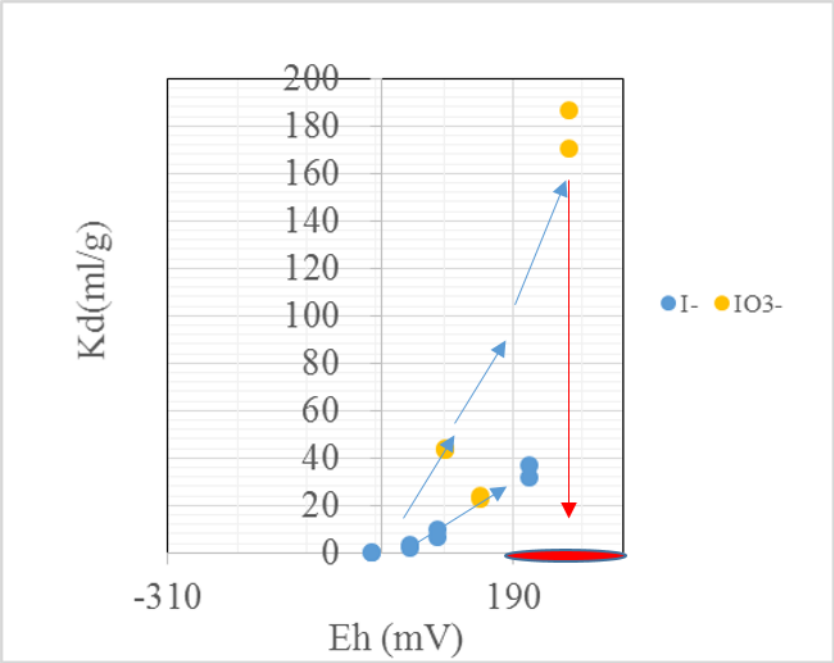


図 5-1 様々な場に応じた岩石中のヨウ素の Kd 値

5.2　深部地下水中の有機物および懸濁態中のヨウ素の動態

ヨウ素と有機物を含む 3 種類の溶液を用いて、ヨウ素の分画試験を行い、錯形成・懸濁物中のヨウ素と溶存態のヨウ素の動態調査を行ったところ、ヨウ素と有機物を含む沿岸地下水中のヨウ素は 3kDa 以上のサイズの有機物とコロイド形成されておらず、溶存体で存在していた。

試料溶液を 0.2μm，100KDa，30kDa，3kDa のフィルターおよびカートリッジで分画を行った。分画後の溶液中のヨウ素を ICP-MS で測定を行い、分画後の各フラクション溶液中のヨウ素濃度の実測値より、コロイドを形成している可能性のある有機物と溶存態のヨウ素濃度の関係を求めたところ、堆積物のリーチング水中のヨウ素は全て 3kDa 以上の有機物・コロイドに吸着・錯形成をしていないことがわかった。したがって、3kDa のサイズまで有機物・コロイドを除去しても、水中のヨウ素量は一定であることがわかった。

沿岸の地下水中の有機物および懸濁態を含むコロイドとヨウ素は結合していないことがわかった。有機物試料から有機物を滲出させた試料溶液中のヨウ素のフラクションを示す。有機物より滲出した有機物が豊富な溶液中でもヨウ素は 3kDa のフラクションでもコロイドを形成していなかった。酸化雰囲気で堆積物に取り込まれたヨウ素は還元雰囲気環境下で堆積物より溶出するため、地下水中では、ヨウ素は地下水とともに移動できる。すなわち、地下深部の ^{129}I が沿岸海域の間隙水に取り込まれたあとは、地下水の流れとともに移動することができる。

次に、ヨウ素がコロイド以外の有機物に多く取り込まれていること、原位置の有機物のヨウ素の濃縮とリリースに着目を行い、ヨウ素の散逸試験を行った。ヨウ素はヨウ素を取り込む陸上植物を電力中央研究所クリーンルーム内で培養を行い、1000ppm 以上のヨウ素を濃集する標準有機物試料を作成した。培養後の有機物中のヨウ素同位体比と培養液の同位体比を加速器質量分析計により実測したところ、有機物中および培養液中のヨウ素同位体比は同じであることがわかった。すなわち、生物濃縮過程において、水試料中の同位体比と有機物中の同位体比は同様であることを示した。次に、標準有機物試料は、乾燥・曝露を 1-3 ヶ月間行った。試料中の安定ヨウ素は、

バインダーと混合し、ブリケットを作成し、蛍光エックス線分析装置（Epsilon5）で非破壊分析測定を行った。有機物中のヨウ素の散逸率は約 70%程度であった。散逸率は 1 ヶ月と 3 ヶ月では変化が見られなかったため、散逸は速やかに起こるものと考えられた。次に、散逸したヨウ素の化学形の推定を行った。標準有機物試料をガラスバイアルに密封を行い、上部をブチルゴムで密閉を行った。標準有機物試料を 1-3 ヶ月間、放置したあと、ガラスバイアル中に散逸したガス成分をシリンジで採ガスを行い、GCMS で定性分析を行った。図 5-2 に GCMS による定性分析結果を示す。これより、ヨウ素のメチル化のみならず、様々な有機形態によりヨウ素が散逸する現象がわかった。

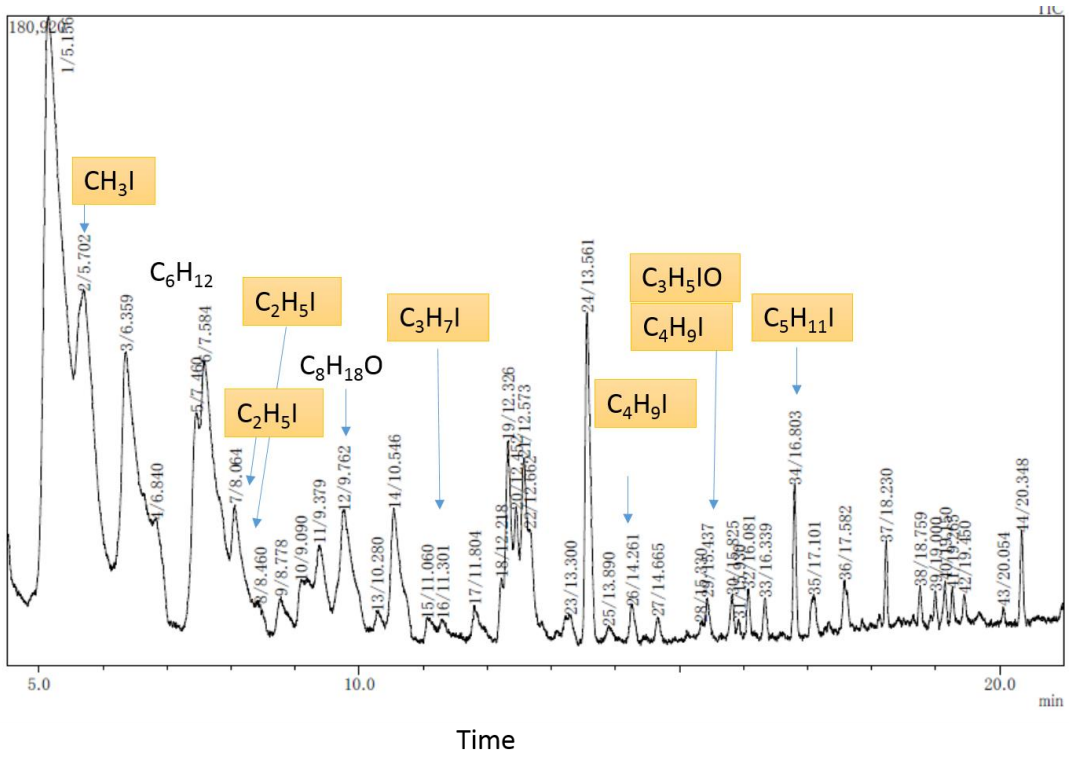


図 5-2 GCMS による標準有機物からのガス揮発成分の定性分析

5.3 まとめ

ヨウ素と有機物を含む沿岸地下水中のヨウ素は 3kDa 以上のサイズの有機物とコロイド形成されておらず、溶存体で存在していた。酸化雰囲気で堆積物に取り込まれたヨウ素は還元雰囲気環境下で堆積物より溶出するため、地下水中では、ヨウ素は地下水とともに移動できる。すなわち、地下深部の ^{129}I が沿岸海域の間隙水に取り込まれたあとは、地下水の流れとともに移動することができる。すなわち、地下深部の地下水中のヨウ素が地表から鉛直方向に流動する淡水と混合するときは、地下水中の ^{129}I は淡水由来と古海水由来および原位置からのフィッション由来の 3 成分混合の可能性があると考えられた。

陸上植物によるヨウ素同位体濃縮を培養試験により行ったところ、同位体分別は確認されなかった。したがって、地下水および海水から生物濃縮プロセスを経ても、濃集は起こるが、$^{129}I/^{127}I$ 同位体分別はないと考えられた。

一方、隆起侵食により還元雰囲気から酸化雰囲気に場が変わったとき、酸化状態ではヨウ素の Kd が上昇し、岩石中に再び固定される。次に、隆起侵食で、地表に曝露された岩石中のヨウ素は

メチル化を含む有機化のプロセスを経てガス化し、速やかに気層に放出されることができると考えられる。

6. 参考文献

Bunsenberg, E. and Plummer, L.N.: Dating young groundwater with sulphurhexafluoride – Natural and anthropogenic sources of sulphurhexafluoride, Water Resour. Res., 36, 3011-3030, 2000.

Elmore, D., Fulton, B.R., Clover, M. R., Marsden, J. R., Gove, H. E., Naylor, H., Purser, K. H., Kilius, L. R., Beukens, R. P. and Litherland, A.E.: Analysis of Cl-36 in environmental water samples using an electrostatic accelerator, Nature, 277, 22-25, 1979.

Fehn, U., Snyder, G., Egeberg, P.K., Dating of pore waters with ^{129}I: Relevance for the origin of marine gas hydrates, Science, 289, pp. 2332-2335, 2000.

Fehn, U., Snyder, G.T., Matsumoto, R., Muramatsu, Y., Tomaru, H., Iodine dating of pore waters associated with gas hydrates in the Nankai area, Japan, Geology, 31, pp.521-524, 2003.

Hou, X., Aldahan, A., Nielsen, S. P., Possnert, G., Nies, H., Hedfors, J., Speciation of ^{129}I and ^{127}I in Seawater and Implications for Sources and Transport Pathways in the North Sea, Environ. Sci. Technol., 41, pp. 5993-5999, 2007.

Long A., Eastoe C. J., Kaufmann R. S., Martin J. G., Wirt L. and Finley J. B.: High-precision measurement of chlorine stable isotope ratios, Geochim. Cosmochim. Acta, 57, 2907-2912, 1993.

Mahara, Y., Ohta, T., Tokunaga, T., Matsuzaki, H., Nakata, E., Nakano, T., Kubota, T., Yasuda, H., Pore-water mobility: Distribution of $\delta^{37}Cl$, $^{36}Cl/Cl$, $^{129}I/^{127}I$ and dissolved 4He concentration in the core drilled in the Mobara gas field, Japan, Nuclear Instrument and Method of Physics Research B, 294, pp. 597-601, 2013.

Mahara, Y., Ohta, T., Tokunaga, T., Matsuzaki, H., Nakata, E., Miyamoto, Y., Mizuochi, Y., Tashiro, T., Ono, M., Igarashi, T. Nagao, K., Comparison of stable isotopes, ratios of $^{36}Cl/Cl$ and $^{129}I/^{127}I$ in brine and deep groundwater from the Pacific coastal region and the eastern margin of the Japan Sea, Applied Geochemistry, 27, pp.2389-2402, 2012.

Mahara, Y., Ohta, T. , Tokunaga, T., Matsuzaki, H., Kubota, T., Origin of iodine of brines in the Mobara Gas Field, Japan- suggestion from the biogeochemical indicator of I/Br ratio and the pore water mobility, International Symposium on Environmental Biogeochemistry 2011, 2011.

馬原保典, 太田朋子, 徳永朋祥, 松崎浩之, 長尾敬介, 塩素 36 と溶存希ガス測定による鹹水の滞留時間推定とヨウ素同位体比について, Proc. the Eleventh Workshop on Environmental Radioactivity, 11, pp.107-116, 2010.

馬原保典, 太田朋子, 徳永朋祥, 松崎浩之, 長尾敬介, 窪田卓見, 我が国の鹹水中の $^{129}/^{127}$ I 比の分布と茂原地区における鹹水の滞留時間の推定, 第 2 回 JAEA タンデントロン AMS 利用報告会論文集, 2, pp.19-25, 2010.

馬原保典, 太田朋子, 窪田卓見, 徳永朋祥, 松崎浩之, 長尾敬介,中田英二, 宮本由紀, 松枝大治, 阿部剛史, 地球規模環境トレーサーとしての沃素同位体比とプレートテクトニクス場の違いについての検討, 京都大学原子炉実験所第 43 回学術講演会報文集, 2010.

馬原保典:溶存希ガスを用いた地下水年代測定法の開発　－溶存希ガス地下水調査法の体系化－, 電力中央研究所　研究報告：U97052, 1998.

文部科学省 科学技術・学術政策局原子力安全課防災環境対策室：放射能測定法シリーズ 9　トリチウム分析法　平成 14 年改訂，（財）日本分析センター，2002.

Muramatsu, Y., Ohmomo, Y., Iodine-129 and iodine-127 in environmental samples collected from Tokaimurar Ibaraki, Sci. Total Environ., 48, pp. 33-43, 1986.

Muramatsu, Y., Fehn, U., Yoshida, S., Recycling of iodine in Pacific areas: evidence from the iodine brines in Chiba, Japan, Earth Planet. Sci. Lett., 192, pp.583-593, 2001.

Muramatsu Y.　andWedepohl, K. H., The distribution of iodine in the earth's crust, Chemical Geology, 147, pp. 201-216, 1998.

中村俊夫：　Ⅰ．加速器質量分析（AMS）における環境中およびトレーサー放射性同位体の高感度測定，Radioisotopes, 52, 145-171, 2003.

Nakata K., Hasegawa T., Iwatsuki T. and Kato T.：Comparison of 14C collected by precipitation and gas-strip methods for dating groundwater, Radiocarbon Radiocarbon, 58, 491-503, 2016.

日本分析化学会北海道支部編:水の分析(第 5 版)、 化学同人、472p，2005.

日本分析化学会関東支部:ICP 発光分析・ICP 質量分析の基礎と実際―装置を使いこなすために、上本道久監修、 オーム社、231p，2008.

Ohta, T. Mahara, Y., Changes in $^{129}I/^{127}I$ ratios in seaweed samples from Japan following world war Ⅱ, AMS conference, CD-ROM, 2017.

Ohta, T. Mahara, Y. Fukutani, S. Kubota, T.　Shibahara, Y. Igarashi, T. Fujiyoshi, R. Watanabe, N. Kozaki, T., Speciation of ^{137}Cs and ^{129}I in soil after the Fukushima NPP accident, Radiological issues for Fukushima's revitalized future, pp.13-24, Springer, 2016.

Ohta, T., Mahara, Y., Kubota, T., Abe, T., Matsueda, H., Tokunaga, T., Matsuzaki, H., Separation and measurement of ^{129}I and ^{127}I in pre-nuclear-era marine algae with ultra low $^{129}I/^{127}I$ isotopic ratios, Nuclear Instrument and Method of Physics Research B, 294, pp.559-562, 2013.

Ohta, T., Mahara, Y., Kubota, T., Fukutani, S., Fujiwara, K., Takamiya, K., Yoshinaga, N., Mizuochi, Y., Igarashi, T., Prediction of groundwater contamination with ^{137}Cs and ^{131}I from the Fukushima nuclear accident in the Kanto district, Journal of Environmental Radioactivity, 111, pp.38-41, 2012.

太田朋子，土壌試料中のヨウ素-129 分析による福島事故時のヨウ素-131 降下量の復元，ぶんせき，No.5，pp.203-204，2015.

Ohno, T., Muramatsu, Y., Shikamori, Y., Toyama, C., Okabe, N., Matsuzaki, H., J. Anal. At. Spectrom., 28, pp.1283-1287, 2013.

Plummer L.N. and Bunsenberg: Chlorofluorocarbons in the atmosphere (Chapter 2) in Use of chlorofluorocarbons in hydrology -a guide book-, IAEA, 2006.

Snyder, T., Fehn, U., GoffIodine F., isotope ratio and halide concentrations in fluids of the Satuma-Iwojima volcano, Japan, Earth Planets Space, 54, pp. 265-273, 2002.

Tomaru, H. Ohsawa, S., Amita, K., Zunli, L., Fehn, U., Influence of subduction zone settings on the origin of Pacific fluids: halogen concentrations and $^{129}I/I$ ratios in waters from Kyushu, Japan, Appl. Geochem., 22, pp.671-691, 2007.

Tomaru, H., Fehn, U., Lu, Z., Takeuchi, R., Inagaki, F., Imachi, H., Kotani, R., Matsumoto, R., Aoki, K., Dating of dissolved iodine in pore water from the gas hydrate occurrence offshore Shimokita Peninsula, Japan: ^{129}I results from the D/V Chikyu shakedown cruise, Resour. Geol., 59, pp.359-373, 2009.

Tomaru, H., Lu, Z., Fehn, U., Muramatsu Y., Origin of hydrocarbons in the Green Tuff region of Japan: ^{129}I results from oil field brines and deep groundwaters in the Akita and Niigata Basins , Chem. Geol., 264, pp. 221-231, 2009.

山中勤, 恩田裕一:波長スキャンキャビティリングダウン分光法を用いた水同位体分析計の測定精度について, 筑波大学陸域環境研究センター報告, 12, 31～40, 2011.

Appendix VIII

希ガス同位体比測定のための
発泡性のある地下水採取方法の検討

1. 序論

地層処分システムの閉じ込め機能からみた好ましい地質環境特性の一つとして、地下水流動が緩慢であることが挙げられるが、その評価においては岩盤の透水性や動水勾配のほか、地下水の滞留時間（地下水年代等）を示すことが重要となる。海水準変動の影響を受けると想定される沿岸部の地下水は、現降水（0～2 万年）、現海水（0～2 万年）、氷期の地下水（2 万年以上）、化石海水（100 万年以上）に大別されるが、100 万年以上の古い化石海水を含む地下水の年代測定には、長半減期核種であるヨウ素-129（^{129}I）を利用する ^{129}I/^{127}I 比年代測定法や、ヘリウム（^{4}He）の蓄積から年代を推定するヘリウム年代測定法が有効であると考えられる。このうちヘリウム年代測定に供する試料の採取は、従来から、ガラス容器を用いる方法や銅管の両端をクランプで封止する方法が用いられてきた。しかし、沿岸部の地下深部では塩分濃度が高くメタン濃度も高い地下水も存在しており、このような発泡性のある地下水を従来の採取器具を使用して採取した場合は、試料への気泡混入は避けられない。気泡が混入した場合は、気泡への溶存ガスの離脱や、溶存濃度の見積りに誤りが生じるといったことが起こり得る。このため、金属容器（ダブルエンドボトル）を 5 本連結し、試料採取時に湧水を還流させることで、気泡の混入を防ぐ方法が提案されている（日本原子力研究開発機構, 2018）。ここでは、この方法に基づいた試料採取の有効性の確認を行った。また、試料採取の簡便化の観点から、連結させる金属容器の数を減らした場合についても検討を行った。

2. 採水方法

採水には、金属容器として Swagelok 社製 25 ml ダブルエンドボトルを用い、その両端にプラグバルブを取りつけ、保圧器具によってそれぞれのバルブをつなげることにより、金属容器を 5 個直列に連結した容器（図 1 及び図 2）を用いた。採水は、幌延深地層研究センターの研究坑道において、容器内に湧水を 1 週間環流させた上で地下水を採取した。また、採水は 1 週間おきに 2 回実施し、採取された試料の重量及び希ガス同位体比を比較することで、その有効性を検討した。ここで、1 回目に採取された試料を HB1、2 回目の採取試料を HB2 とし、採取に用いた金属容器をそれぞれ下流側から-1、-2、-3、-4、-5 と番号付けした。

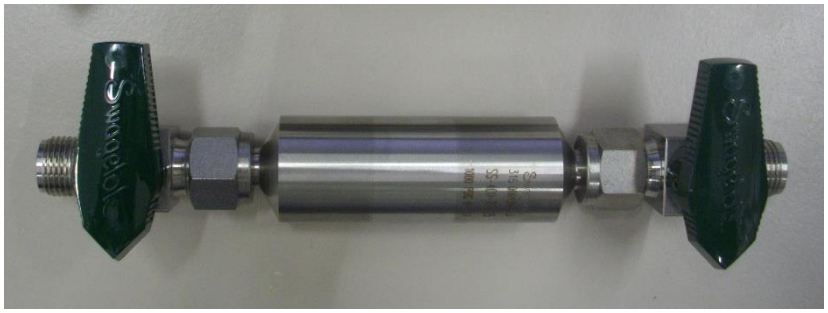


図 1　Swagelok 社製 25ml ダブルエンドボトルとプラグバルブ（日本原子力研究開発機構,2018）



図 2　採取時の容器の状態（日本原子力研究開発機構,2018）

3. 測定方法

3.1　重量の確認方法

試料採取容器は、保圧器具を外して個々の金属容器に分けた後、地下水試料を含む重量を測定した。また、超純水を大気暴露させることによって作製した標準水を金属容器に充填したものについても同様に測定し、その重量をもとに気泡の混入を確認した。

3.2　希ガス同位体比の測定

希ガス同位体比の測定は、マルチコレクター型希ガス質量分析装置（IsotopX 社製 NGX）を用いて行った。本装置は、ヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、キセノンの同位体比測定が可能であり、検出器を複数有し（ファラデーカップ 3 基、二次電子増倍管 3 基）、ネオン及びアルゴンの同位体分析に適切な検出器を搭載した装置であるため、高精度の希ガス同位体比測定が可能である（日本原子力研究開発機構 2015）。

希ガス質量分析装置による各希ガス同位体比測定を行う前に、地下水試料中から希ガスを抽出し、精製する必要がある。これらの抽出・精製には、希ガス質量分析装置に付随する溶存ガス抽出装置及び精製装置を用いた。ここでは、溶存ガス抽出装置に地下水試料を封入した金属容器を取りつけ、超音波により地下水から溶存ガスを放出させた上で、テプラポンプを用いて一定体積のガスを分取した。さらに、分取したガスを精製装置に導入し、Ti-Zr ゲッター、Zr-Al 系非蒸発ゲッターポンプ、活性炭トラップ、極低温トラップ（シームレスシーブトラップ）によってガスを精製し、それぞれの希ガスに分離した。

4. 試料採取の有効性の確認及び容器の削減の検討

金属容器を 5 個連結して、2 回採取した試料の比較を行った。ここでは、試料採取後にそれぞれの容器の重量を測定し、気泡混入の程度を確認した。

各容器について、試料が封入されている状態での重さを表 1 に示す。また、標準水を封入した容器の重さも併記する。

表 1　試料封入状態の金属容器の重さ

	採取 1 回目：(g)		採取 2 回目：(g)
HB1-1	335.1	HB2-1	335.3
HB1-2	335.3	HB2-2	337.0
HB1-3	335.3	HB2-3	335.3
HB1-4	335.4	HB2-4	335.5
HB1-5	335.8	HB2-5	337.4
標準水	333.7		

容器の重さを比較した結果、地下水試料が入った容器はすべて標準水の容器より軽いものは認められなかった。容器の重さはほぼ同じと考えられることから、どの容器にも気泡は混入していないとみなせる。これらの結果から、金属容器を 5 個連結させた器具を用い

て湧水を環流することにより、気泡を混入させることなく地下水試料を採取できると考えられる。さらに、試料採取の簡便性を高めるために金属容器を 3 本に減らした場合についても、これと同様の方法で試料の採水及び重量の測定を行った。表 2 に試料採水後の金属容器の重量を示す。金属容器の番号は、それぞれ下流側から-1、-2、-3 とした。

表 2 3 本連結による試料採取後の金属容器の重さ

	S1(g)	S2(g)	S3(g)	S4(g)	S5(g)
-1	337.2	334.5	334.6	335.0	335.0
-2	337.1	335.5	332.9	335.6	337.2
-3	336.0	335.1	333.9	335.5	335.8

3 本の金属容器を連結させた器具を用いた場合（表 2）では、いずれの場合も標準水を封入した容器（表 1）よりも重く、容器間で大きな違いは確認できなかった。このことから、連結させる金属容器を 3 本とした場合でも本採取方法が有効であると考えられる。また、それぞれの試料についてヘリウム/ネオン比（$^{4}He/^{20}Ne$）を測定した結果を表 3 に示す。測定結果は、標準水のヘリウム/ネオン比によって規格化した値である。

表 3　地下水試料中の $^{4}He/^{20}Ne$

	HB1	HB2
-1	2.27	1.03
-2	0.97	0.96
-3	0.97	0.92
-4	0.68	0.88
-5	※n.d.	7.62

※装置不具合によりデータなし

1 回目の採取試料（HB1）のヘリウム/ネオン比は、最も下流側の金属容器（HB1-1）を除いて標準水とほぼ同じ値であった。また、2 回目の採取試料（HB2）では、最も上流側の金属容器（HB2-5）で標準水より顕著に高い値が検出されたが、HB2-1 から HB2-4 については同程度の値であった。以上ことから、末端部以外の金属容器では、希ガスの同位体変動を抑えて試料を採取できたと考えられる。

5. まとめ

複数のダブルエンドボトルを連結させた容器を用いて湧水を環流させて採取した地下水

試料の重量から、この方法が試料採水時の気泡混入の軽減に有効であることを確認した。ただし、ヘリウム/ネオン比を測定した結果、希ガス同位体比の測定には末端部以外の金属容器に採取された試料を用いることが望ましいことが明らかになった。

以上の成果は、発泡性のある地下水の希ガス同位体比測定には、当該手法による試料採取が有効であることを示唆する。

参考文献

日本原子力研究開発機構 平成 29 年度地層処分技術調査等事業地質環境長期安定性評価確証技術開発報告書, 経済産業省資源エネルギー庁,pp.145-146 , 2018.

日本原子力研究開発機構 平成 26 年度地層処分技術調査等事業地質環境長期安定性評価確証技術開発報告書, 経済産業省資源エネルギー庁,pp.215-216 , 2015.

Appendix IX

海底地下水湧出の採水試験

目　次

1. 海底地下水湧出の採水試験 1
2. 採水容器および採水方法の検討.....2
3. 現地における採水調査の結果 6
4. まとめ 8

図　目　次

図 1-1 ピストン式大容量採水器（湧出場所に被せる容器（紫の円錐部分）含む） 1
図 1-2 調査地点の位置図.....1
図 1-3 円錐形容器の形状（容器上部の孔は無い形状とした） 2
図 1-4 湧出する地下水の条件と円錐形容器の位置 3
図 1-5 メッシュの概観（左図）とモデル化した円錐形容器.....3
図 1-6 解析結果：海流なし、海底地下水湧出 0.1L/s.....4
図 1-7 解析結果：海流なし、海底地下水湧出 0.5L/s.....4
図 1-8 解析結果：海流あり、海底地下水湧出 0.1L/s.....5
図 1-9 解析結果：海流あり、海底地下水湧出 0.5L/s.....5
図 1-10 地点 10-1 における海底面の様子.....7
図 1-11 地点 10-1 における採水時の様子.....7

表　目　次

表 1-1 調査地点と採水したサンプルの水質計測結果.....6

1. 海底地下水湧出の採水試験

沿岸部の地下水環境評価に向けた質の高い海底地下水湧出の採水を視野に採水試験を行った。採水試験では採水器や採水方法を検討した後に、実際に駿河湾沿岸域の富士川河口周辺から田子の浦港間の奥駿河湾において、遠隔無人探査機（以下、ROV とする）を用いて海底地下水湧出の採水のための現地調査を実施した。

採水試験の概要

過年度の研究で確認されている駿河湾の海底地下水湧出のポイントを対象として、多項目水質計と大容量採水器（図 1-1）を取り付けた ROV により水質を計測しつつ海底の状況を観察し、採水を行う形とした。

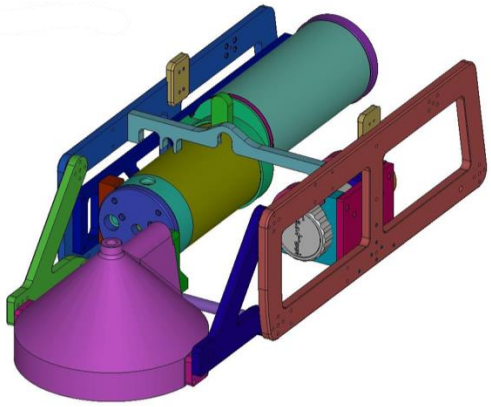


図 1-1 ピストン式大容量採水器（湧出場所に被せる容器（紫の円錐部分）含む）

ROV にはナビゲーションシステム、多項目水質計（ROV 底面から高さ 7cm の位置）および大容量採水器を取り付けた。船上から ROV を投入後、海水の電気伝導率、水温および水深等を計測しつつ海底の状況を観察し、ピストン式大容量採水器により採水した。ピストン式大容量採水器は図 1-1 のとおりで、湧出場所に円錐形容器を被せ容器内に溜まった湧出地下水をピストンで引き込むことにより最大 2L 採水できる。調査場所は図 1-2 のとおりである。

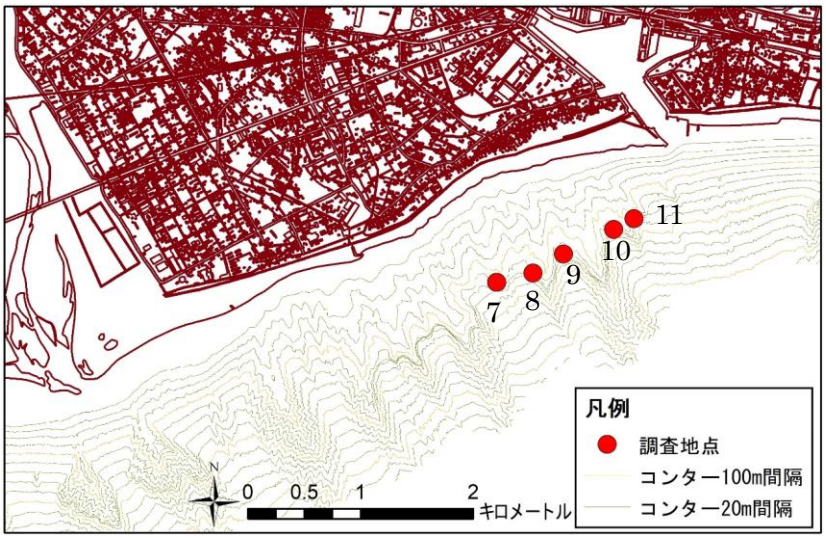


図 1-2 調査地点の位置図

2. 採水容器および採水方法の検討

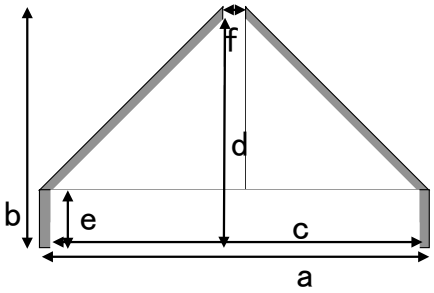
調査に先立ち、海底からの湧出水を適切に採水できるよう、採水条件の設定に関する数値シミュレーションを行った。計算条件として、湧出場所に円錐形容器を 6mm 浮いた状態で被せ、12℃の海水中に 15℃の地下水（淡水）が 1 孔当たり 0.1 L/s または 0.5 L/s で湧き出した場合を想定し、海流の流れ（0.2m/s）の有無を考慮に入れて 30 分間で計算して必要な採水時間を検討した。なお、陸域の湧水地の湧出量最小値は 1～2 L/s、奥駿河湾における海流の観測値は 0.2 m/s であったので参考とした。円錐形容器の形状、湧出する地下水の条件と円錐形容器の位置は図 2-1 および図 2-2、メッシュ等は図 2-3 のとおりで解析領域の大きさは 1700 mm×1700 mm×1800 mm のフルモデルとした。解析用プログラムは汎用熱流体解析ソフトウェア STREAM（株式会社ソフトウェアクレイドル製）を用いた。

海流の流れがない場合に、円錐形容器内の海水が淡水に入れ替わる時間は、地下水の湧出量が 0.1 L/s では 2 分半程度、0.5 L/s では 1 分程度であった。海流がある場合は円錐形容器内の海水が淡水に全て入れ替わることはなく、地下水の湧出量が 0.1 L/s の場合は一部入れ替わらず、0.5 L/s では 30%程度入れ替わらなかった。定常状態に至る時間は海底地下水湧出の量が 0.1 L/s では 2 分半程度、0.5 L/s では 1 分半程度であった。それぞれの条件の計算結果（定常状態）を図 2-4、図 2-5、図 2-6 および図 2-7 に示した。円錐形容器が無い場合の海底地下水湧出の湧出後の挙動は、海流の流れがない場合で湧出後高さ 10 cm 以内、海流の流れがある場合は湧出後高さ数 cm 以内で海水と混合し始めた。

以上の計算結果と、大容量採水器を取り付けた ROV 自体が海流により流されるリスクを考慮し、湧出場所に円錐形容器を被せた状態を 1 分以上保ちながら採水することとした。今回は、ROV に大容量採水器を取り付けての作業となり、海流が速いことが想定されることから、ROV が湧出場所に接近することを重要視し、円錐形容器周辺に装着する器具を最小限に留めて調査を実施した。

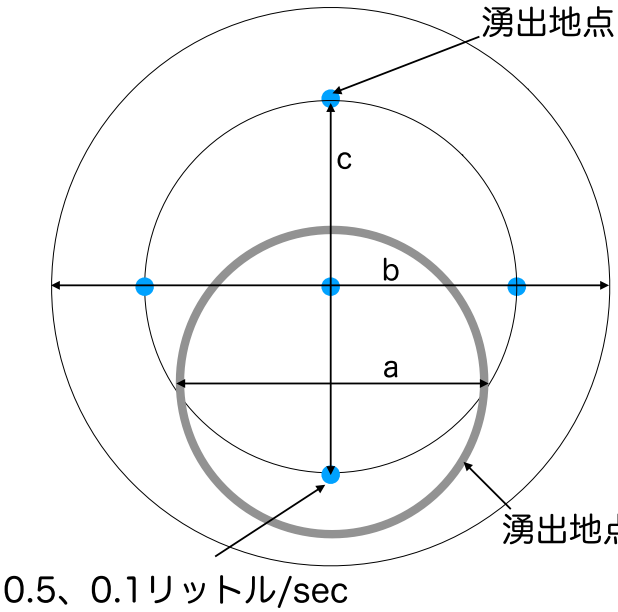
形状：円錐タイプ





記号	長さ（mm）
a	336
b	208
c	318
d	200
e	50
f	20

図 2-1 円錐形容器の形状（容器上部の孔は無い形状とした）



記号	長さ(mm)
a	336
b	600
c	400

図 2-2 湧出する地下水の条件と円錐形容器の位置

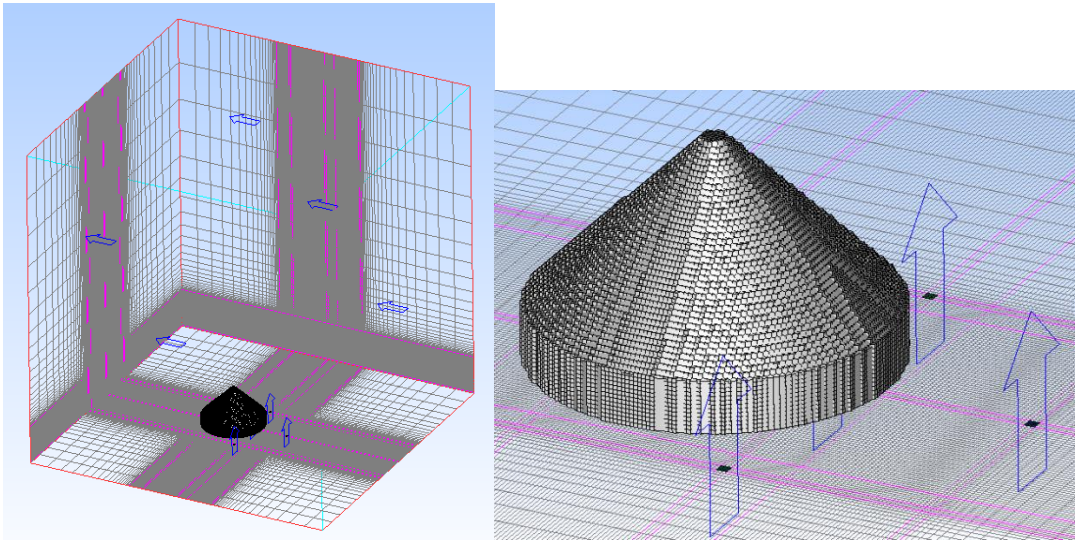


図 2-3 メッシュの概観（左図）とモデル化した円錐形容器

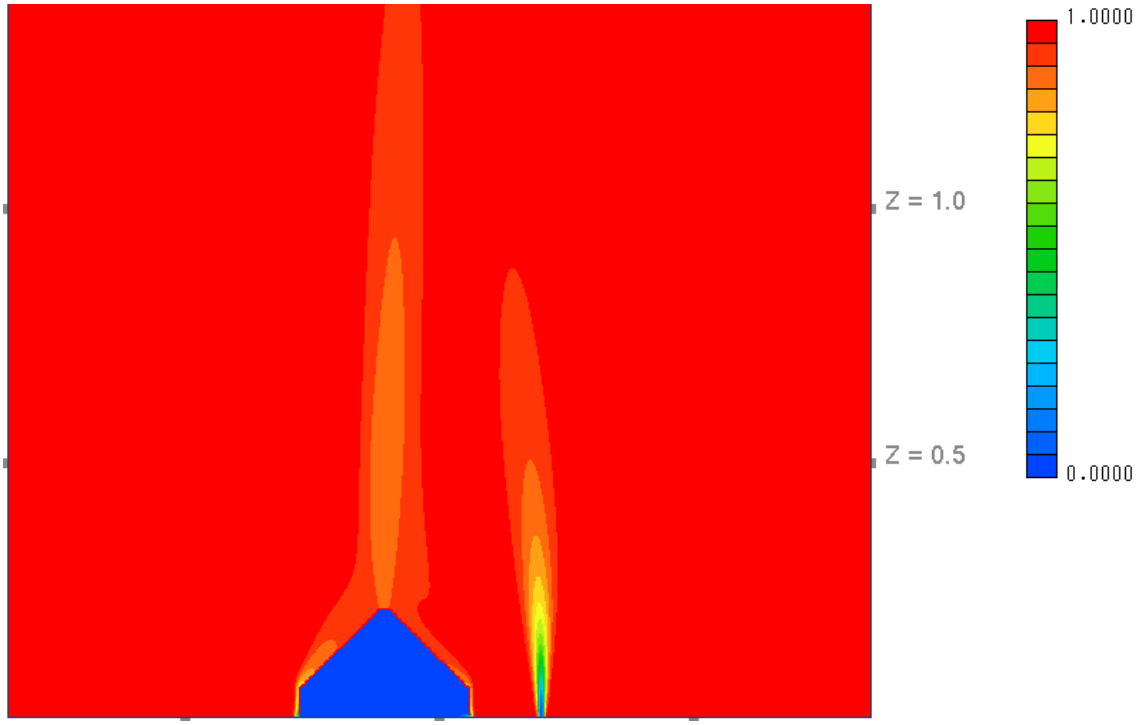


図 2-4 解析結果：海流なし、海底地下水湧出 0.1L/s

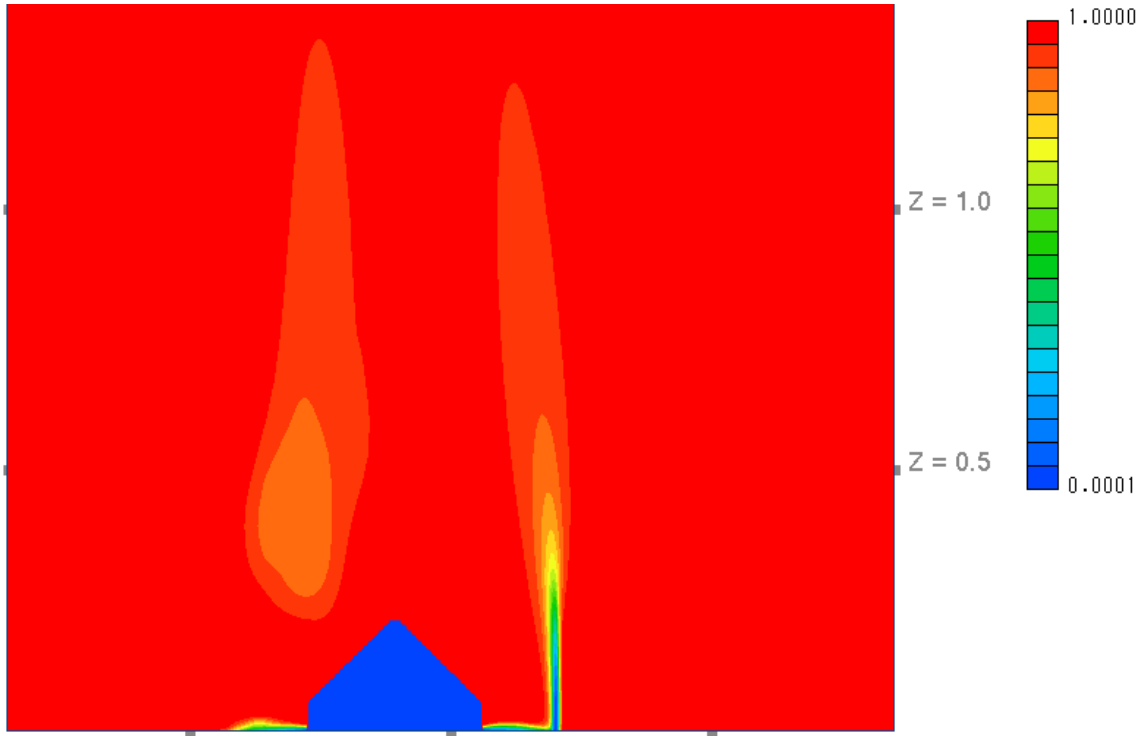


図 2-5 解析結果：海流なし、海底地下水湧出 0.5L/s

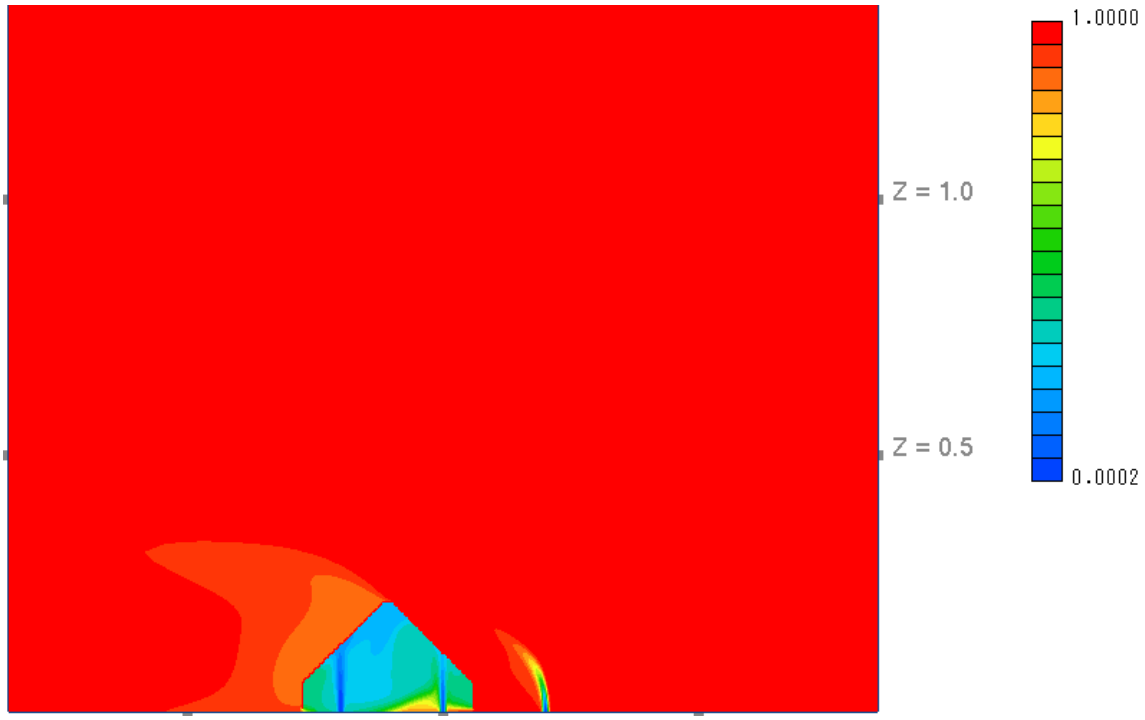


図 2-6 解析結果：海流あり、海底地下水湧出 0.1L/s

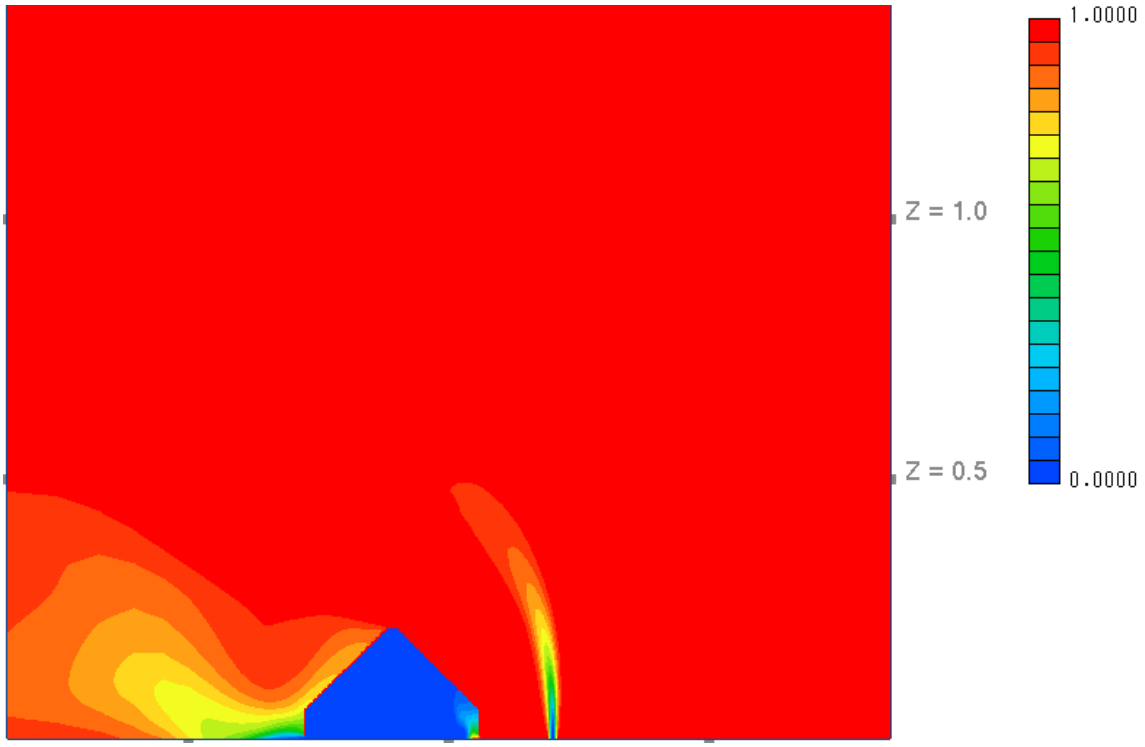


図 2-7 解析結果：海流あり、海底地下水湧出 0.5L/s

3. 現地における採水調査の結果

検討した採水容器および ROV を用いて実際に駿河湾沿岸部において調査を行った。調査地点は全 5 地点で崖部に位置している。これらの 5 地点は過年度の調査から塩分濃度の低下が確認され、海底地下水湧出の存在が示唆されている地点である。なお 2018 年 11～12 月期の調査では、速い海流や濁りのため目的とする採水地点に到達できなかったこともあったが、2019 年 1 月以降の調査では海流も比較的遅く、海中の透明度が高い状況にあり、調査地点に到達できる回数が多く、現地調査にとってより望ましい時期であったといえる。5 か所の調査地点のうち、地点 10 の採水結果を表 3-1 に、海底面および採水時の状況を図 3-1 と図 3-2 にそれぞれ示す。

地点 10 において採水を実施したところ、顕著な電気伝導率の低下が認められ、海水の電気伝導率（表 3-1 の対照）を基に推定すると、最大で淡水が 7 割程度混合している品質の高いサンプル（10-1、10-12）が得られた。一方で、品質の高いサンプルの採水回数は安定していなかった。この要因として、採水中に ROV が海流でわずかに流されたことや、湧出水と海水との混合に伴うと考えられる映像の揺らぎによって、採水部を湧出点直上に配置出来なかったことなどが考えられる。

また、ROV に取り付けた多項目水質計の測定結果では、電気伝導率の低下は最大で 5 割程度にとどまっており、採水したサンプルの値と異なっていることから、湧出地点では海水と湧出水が素早く混合している可能性が示唆される。この点を検証するためには、採水器の円錐容器内部に電気伝導率センサーを取り付けて測定し、採水したサンプルと湧出地点直上の海水との電気伝導率の比較が必要になると考えられる。

表 3-1 調査地点と採水したサンプルの水質計測結果
（水質計は ROV の側面に取り付けて連続測定を行った。
採水したサンプルの電気伝導率は船上で測定した。）

地点番号	水深（m）	水質計の電気伝導率の最小値（mS/cm）	水質計の塩分濃度の最小値（ppt）	採水したサンプルの電気伝導率（mS/cm）
10-1	134	47.2	30.7	18.9
10-2	132	41.6	26.7	42.7
10-3	133	48.0	31.3	47.9
10-4	133	46.7	30.3	32.0
10-5	132	47.8	31.3	47.2
10-6	132	49.2	32.2	37.5
10-7	132	52.4	34.6	25.1
10-8	132	48.7	31.6	22.2
10-9	132	46.1	29.9	40.7
10-10	133	44.9	29.0	32.0
10-11	133	26.1	16.0	23.2
10-12	133	35.4	22.3	19.5
対照	30	52.8	34.9	-



図 3-1 地点 10-1 における海底面の様子



図 3-2 地点 10-1 における採水時の様子

4. まとめ

平成 30 年度事業において、海底地下水湧出の採水試験を行った。最初に海底の湧出場所に被せる外径 30cm の円錐形容器を作成し、湧出場所に容器を被せて容器内にたまった湧出水をピストンで引き込む方法により 2L 程度のサンプルを採水する方法を考案した。あらかじめ数値シミュレーションにより海底地下水湧出の適切な採水法を検討し、湧出場所に円錐形容器を被せた状態を 1 分以上保ち、採水する条件を決定した。考案した手法を現地に適用したところ、大容量採水器を取り付けた ROV は、海流の状況によっては採水地点まで辿り着くことができた。また ROV とニスキン式採水器を併用した手法では、採水したサンプルに含まれる淡水の割合は 1 割未満であったが、今回の大容量採水器を用いることで、最大で 7 割程度（海水の電気伝導率の比）の淡水が混合していることが確認され、質の高い湧出水のサンプル採水に成功した。

一方で、このような質の高いサンプルを安定して採水するためには、海流の穏やかな時期での調査実施や、リアルタイムで確認できるカメラの位置や台数、カメラの画質といった調整が必要になると考えられる。また、採水器のタンク内に電気伝導率計を取り付ける、あるいは円錐形容器内に海流が流れ込まないような工夫も必要になると考えられる。

Appendix X

深部地下水年代測定の評価に関する
地下水流動解析とデータベースの構築

各地域のデータ整理結果

（1） H-2：Tonbetsu plain

1） **地下水位データ**

H-2: Tonbetsu plain 領域内の地下水位観測地点は存在しなかった。

2） **気象データ**

H-2 : Tonbetsu plain 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 -1 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 -1、図 -2、図 -3、図 -4 に示す。

表 -1 気象観測所一覧（H-2 : Tonbetsu plain）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	11076	浜鬼志別	45’20.1	142’10.2	13	アメダス	●	●	●	●	●
2	11206	浜頓別	45’7.5	142’21	18	アメダス	●	●	●	●	
3	11276	中頓別	44’57.9	142’16.8	25	アメダス	●	●	●	●	●

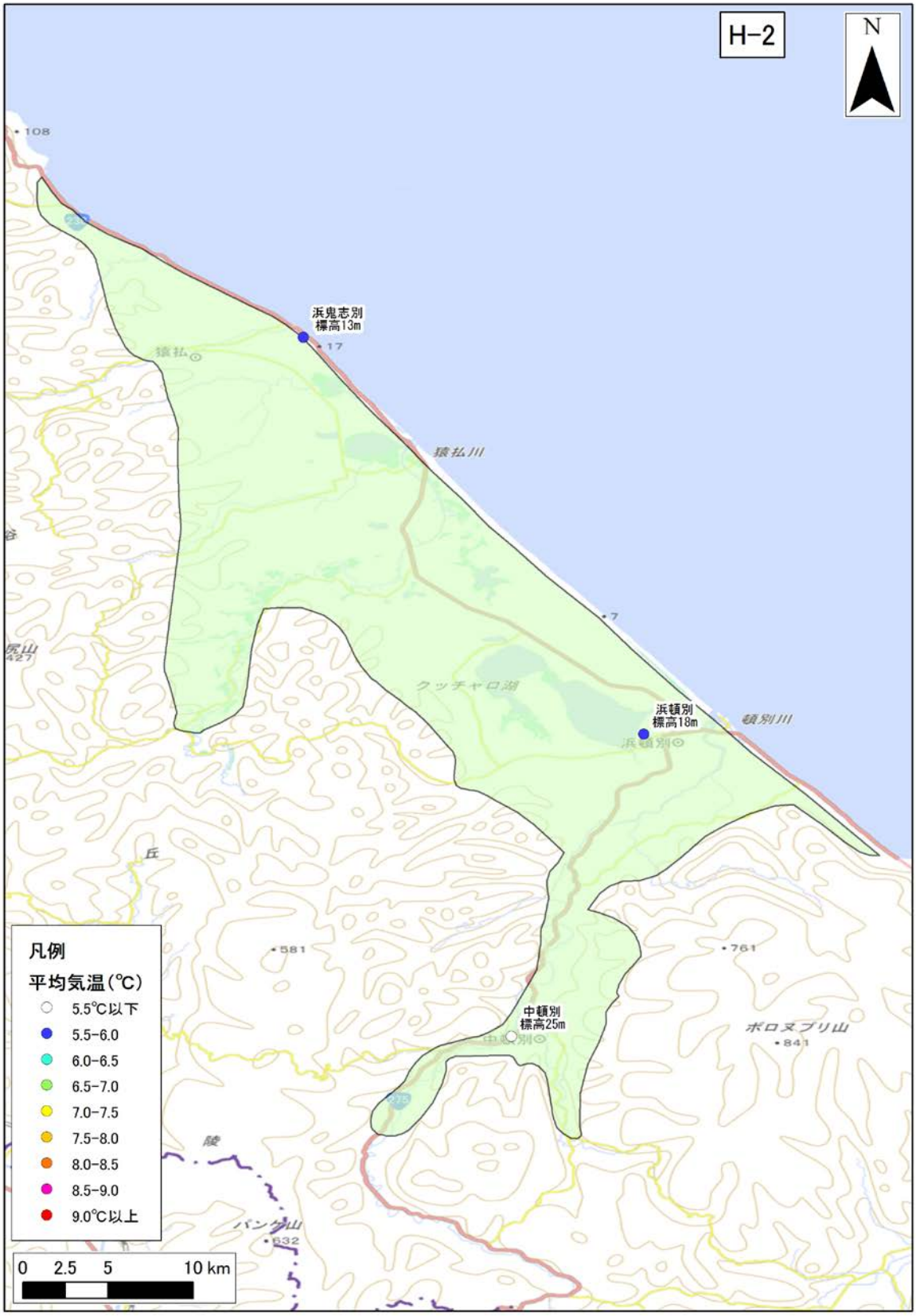


図 -1　年平均気温の分布（H-2 : Tonbetsu plain）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

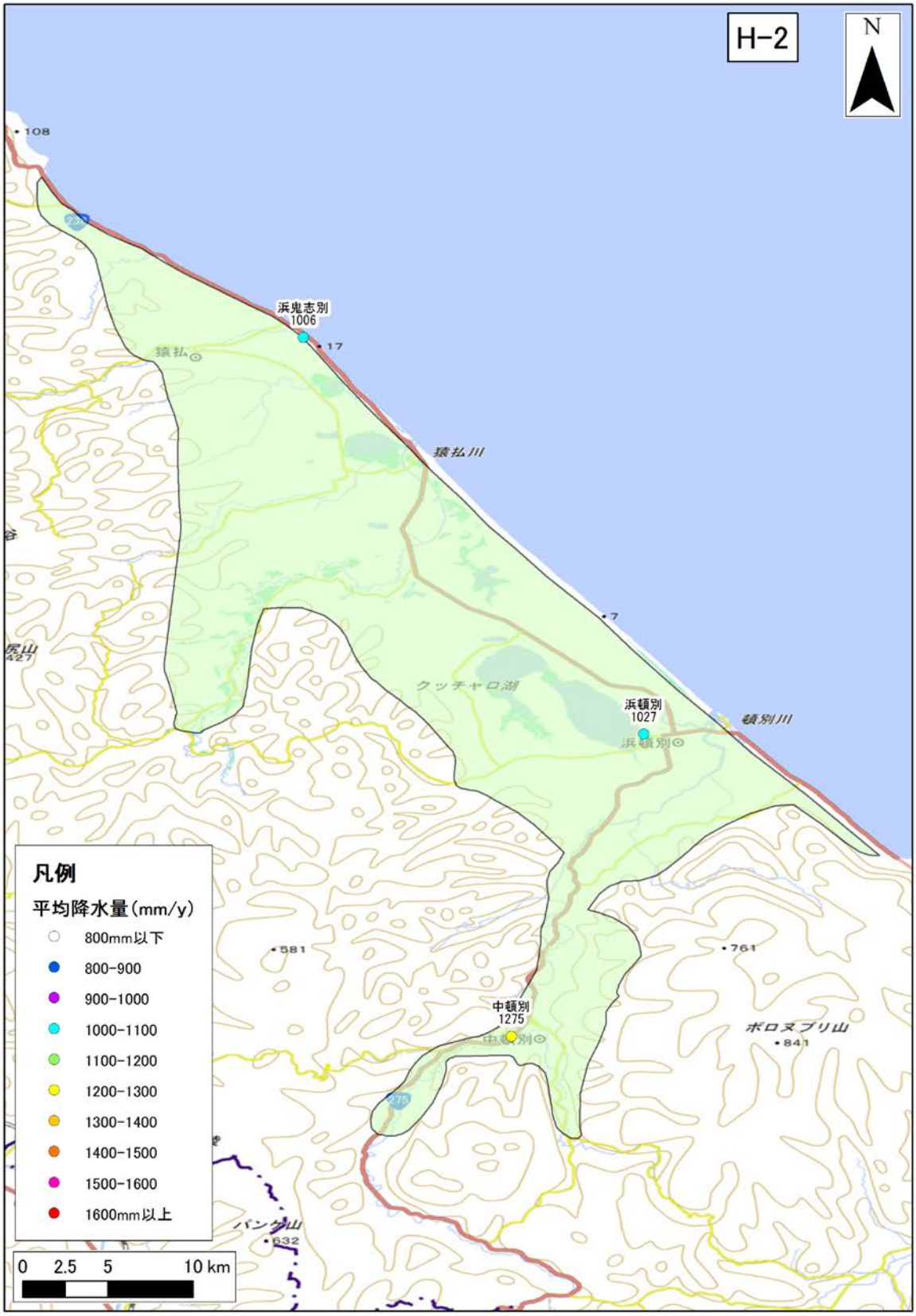


図 -2　年間降水量の分布（H-2 : Tonbetsu plain）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。

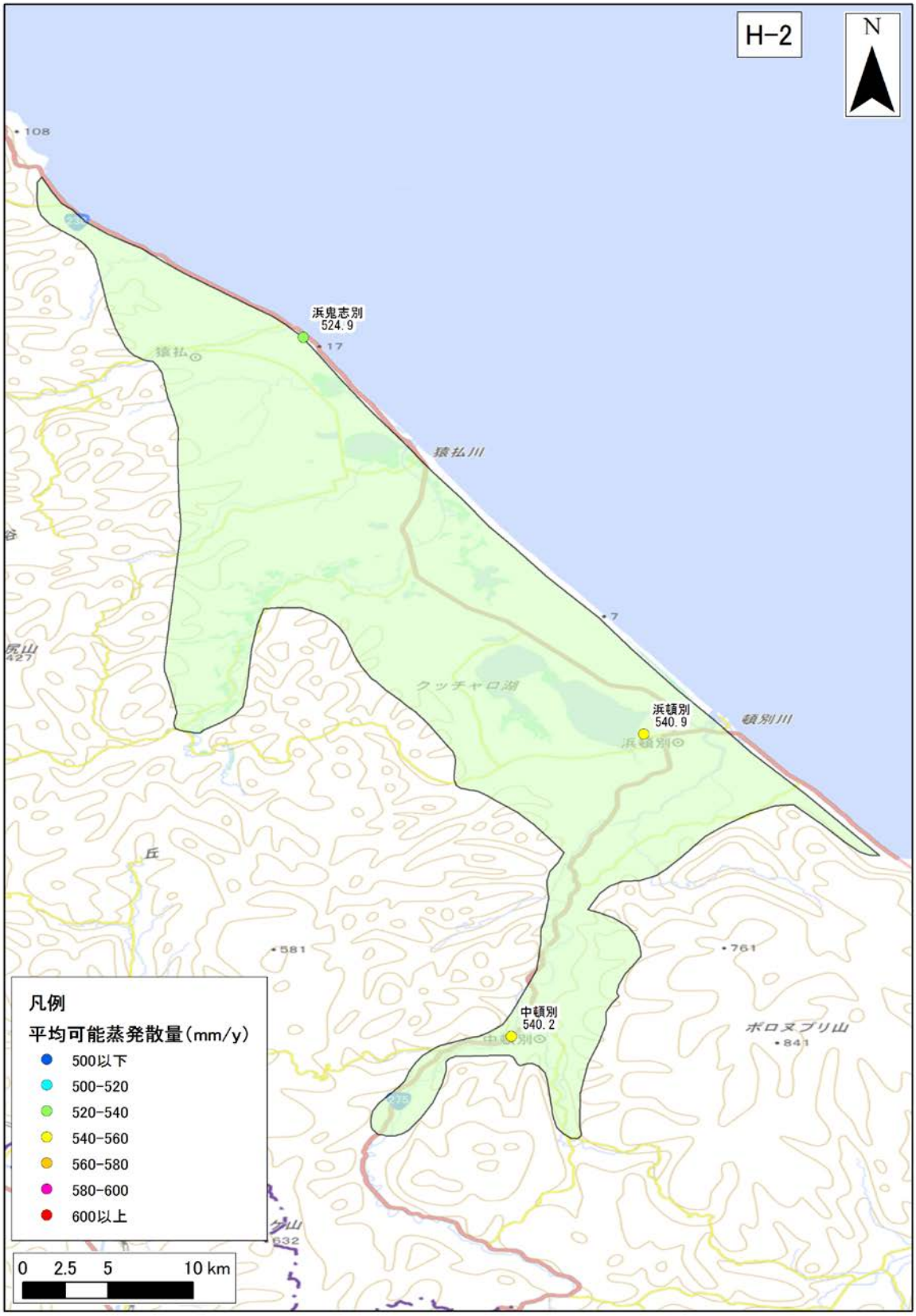


図 -3　年間可能蒸発散量の分布（H-2 : Tonbetsu plain）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

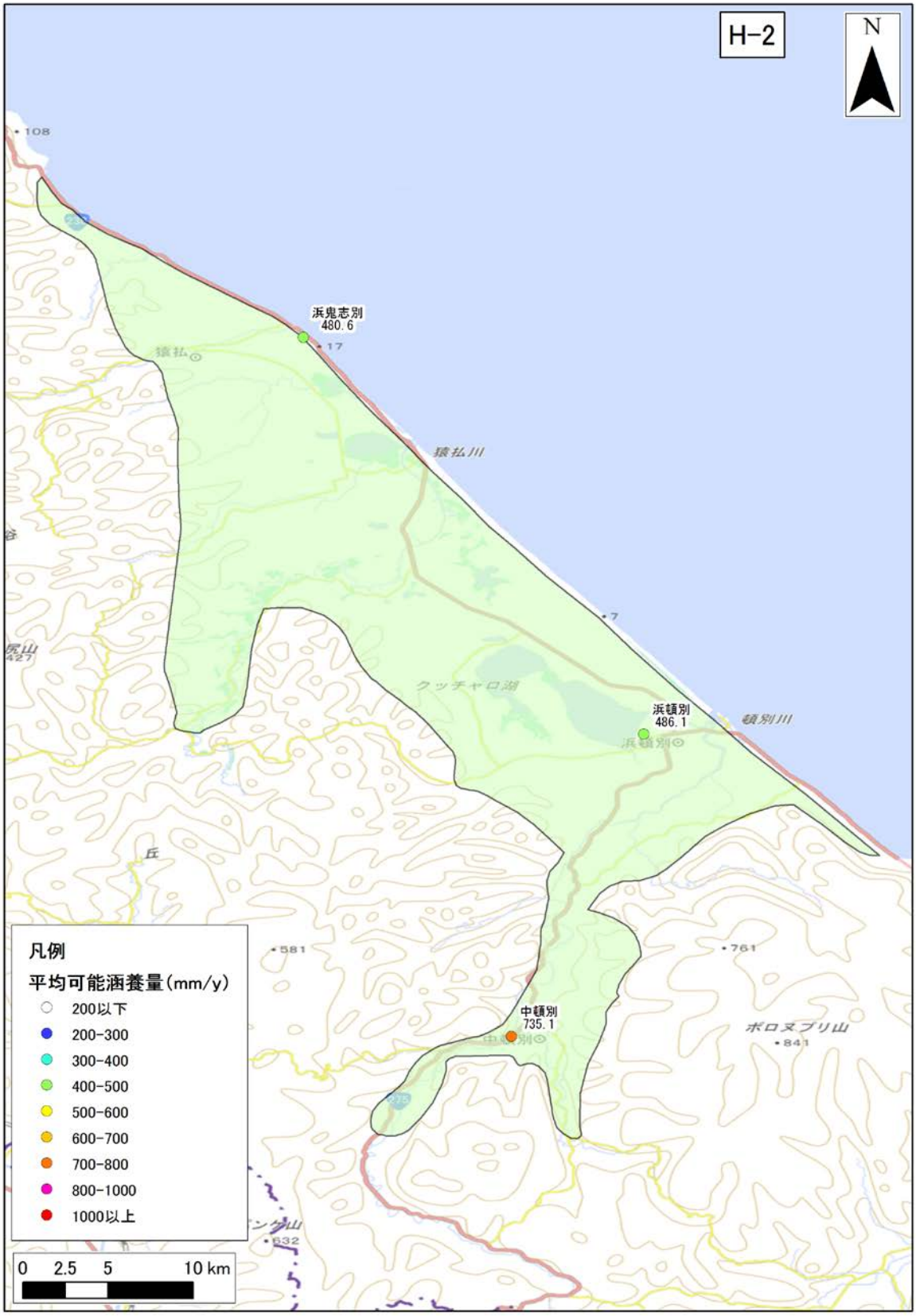


図 -4　年間可能涵養量の分布（H-2 : Tonbetsu plain）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

H-2 : Tonbetsu plain における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 -5 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

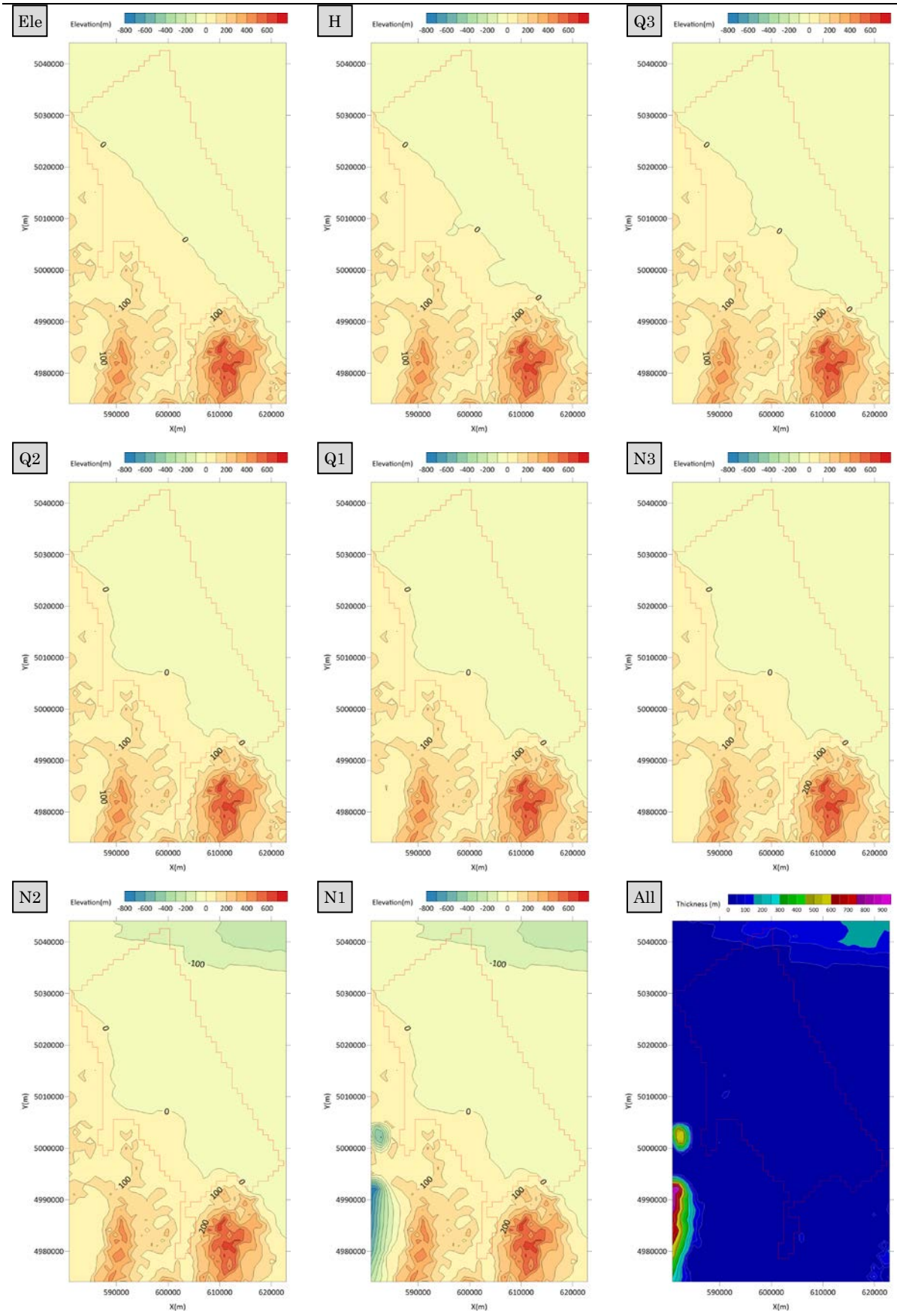


図 -5　地質データ（H-2 : Tonbetsu plain）

4） **流量データ**

H-2: Tonbetsu plain 領域内の流量観測地点は存在しなかった。

（2） H-3：Teshio plain

1） **地下水位データ**

H-3 : Teshio plain 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 -2 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 **エラー! 指定したスタイルは使われていません。**-6-6 に示す。

表 -2 地下水位観測地点一覧（H-3 : Teshio plain）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	丸山	豊富町	7.27	100	1.9	1.1～1.7	1987～2005	水水 DB・年表・水調
2	豊徳	豊富町	4.94	100	2.5	1.7～2.4	1987～2005	水水 DB・年表・水調
3	下沼	幌延町	2.80	100	1.8	1.2～1.7	1987～2005	水水 DB・年表・水調
4	オンネベツ	幌延町	1.75	65	10	1.9～2.2 4.9～5.2 7.9～8.2	1987～2005	水水 DB・年表・水調
5	浜里	幌延町	1.30	65	10	1.9～2.2 4.9～5.2 7.9～8.2	1987～2005	水水 DB・年表・水調

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

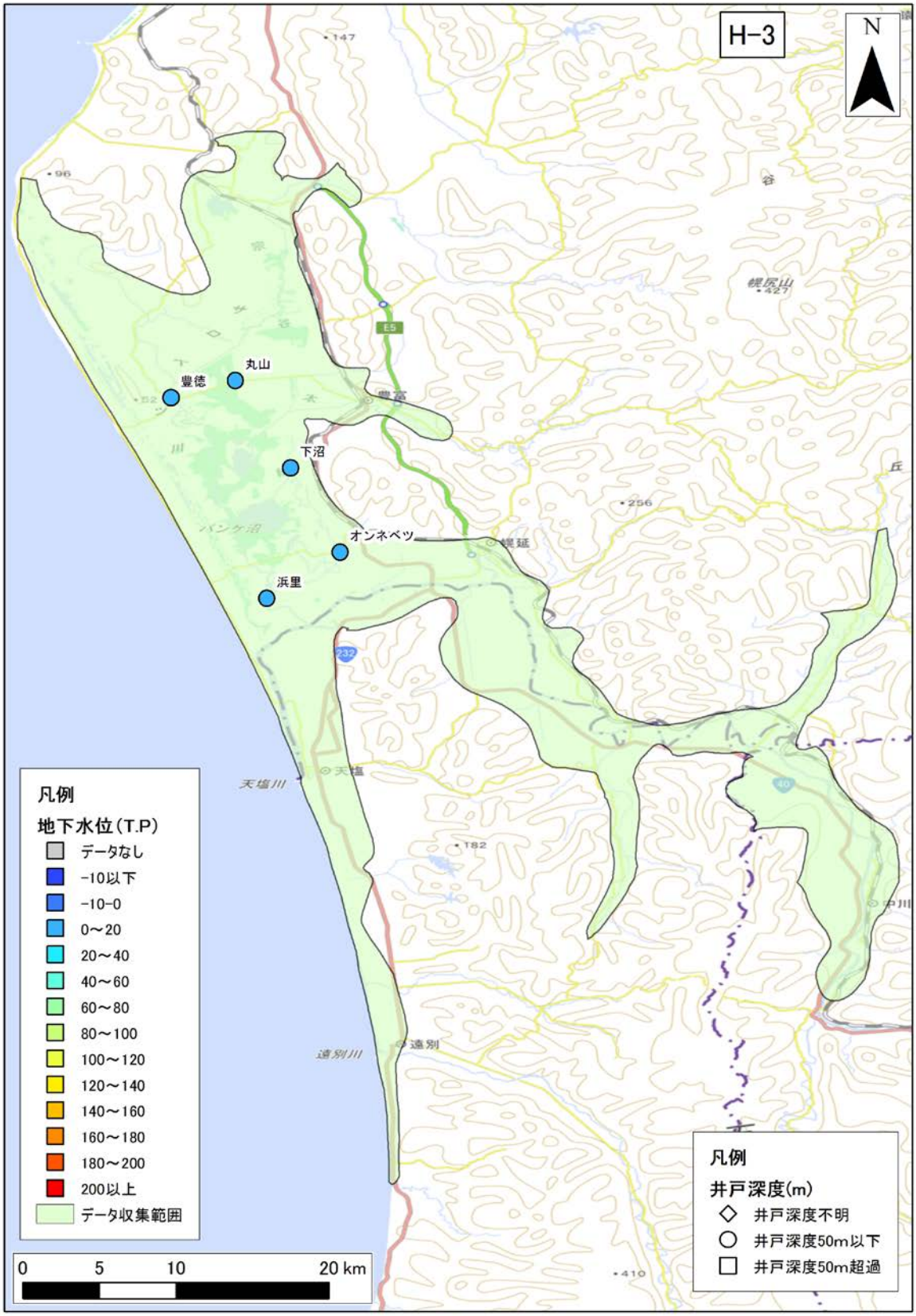


図 エラー! 指定したスタイルは使われていません。-6　年平均地下水位分布図（H-3 : Teshio plain）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2)　**気象データ**

H-3 : Teshio plain 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 -3 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 -7、図 **エラー! 指定したスタイルは使われていません。**-8、図 -9、図 -10 に示す。

表 -3　気象観測所一覧（H-3 : Teshio plain）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	11176	豊富	45'6.4	141'45.9	16	アメダス	●	●	●	●	●
2	13011	幌延	45'0.4	141'51.1	5	アメダス	●				
3	12011	中川	44'49.7	142'4.6	22	アメダス	●	●	●	●	
4	13061	天塩	44'53.6	141'45.7	9	アメダス	●	●	●	●	●

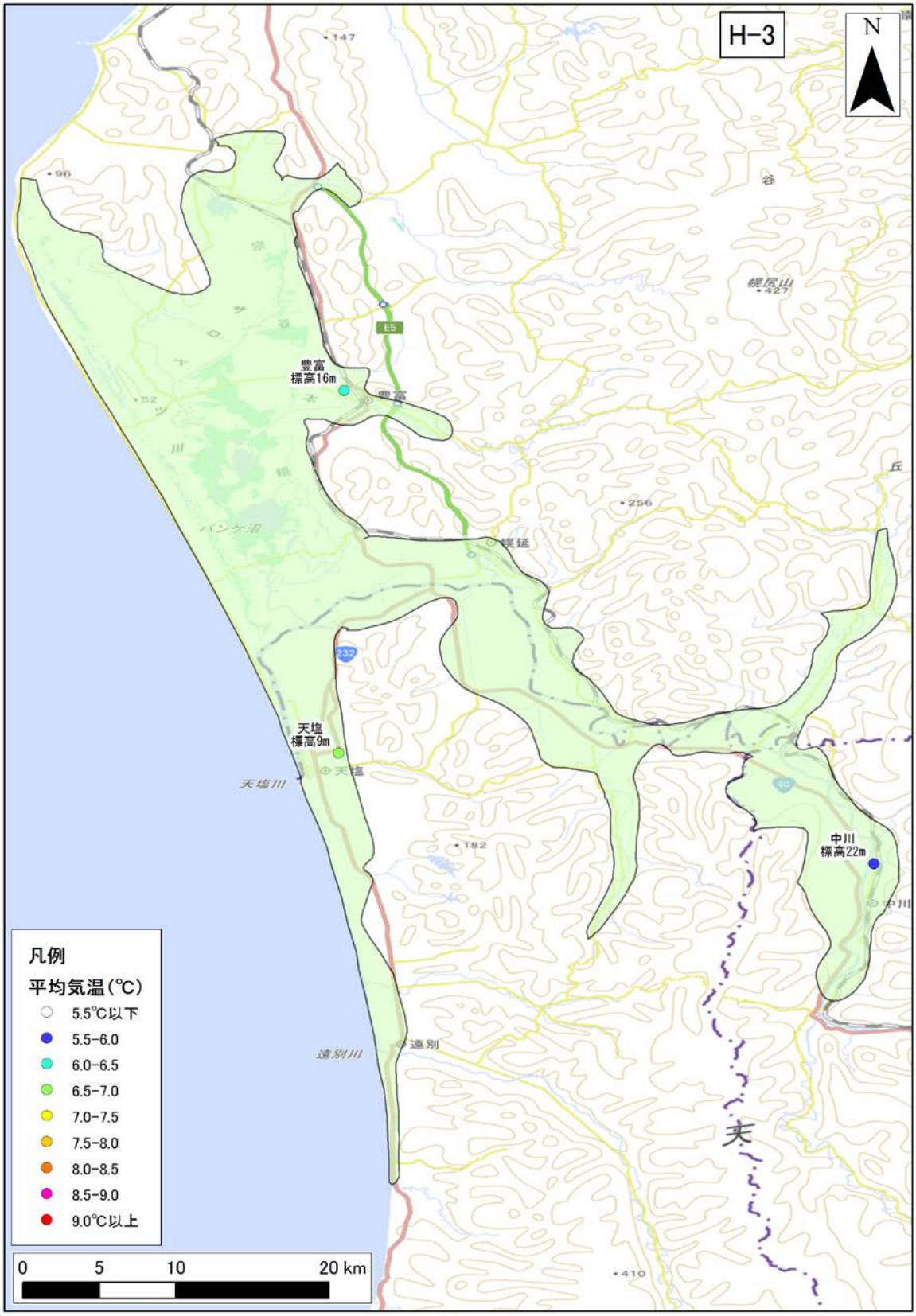


図 -7　年平均気温の分布（H-3 : Teshio plain）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

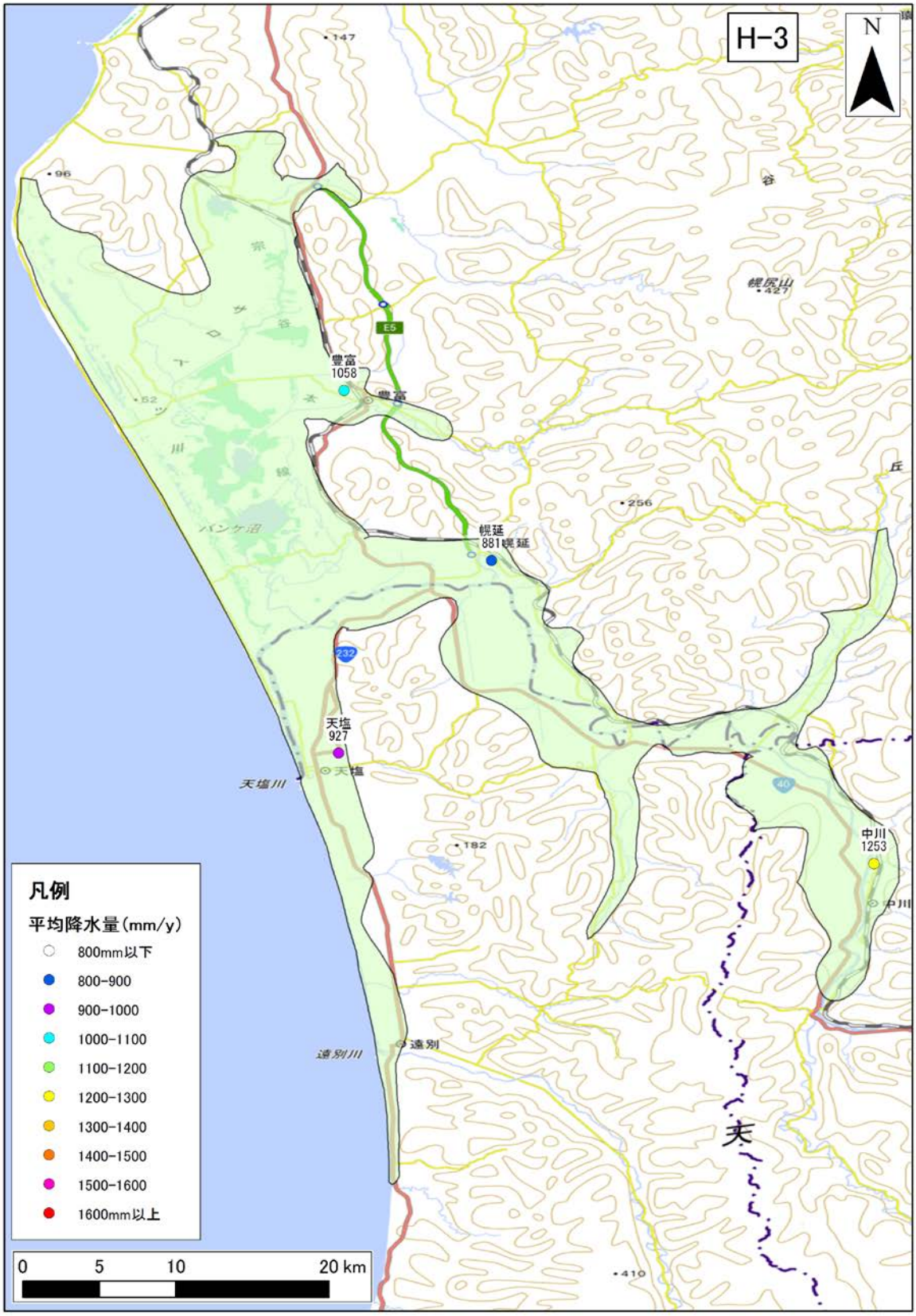


図 エラー! 指定したスタイルは使われていません。-8　年間降水量の分布（H-3 : Teshio plain）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。



図 -9　年間可能蒸発散量の分布（H-3 : Teshio plain）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

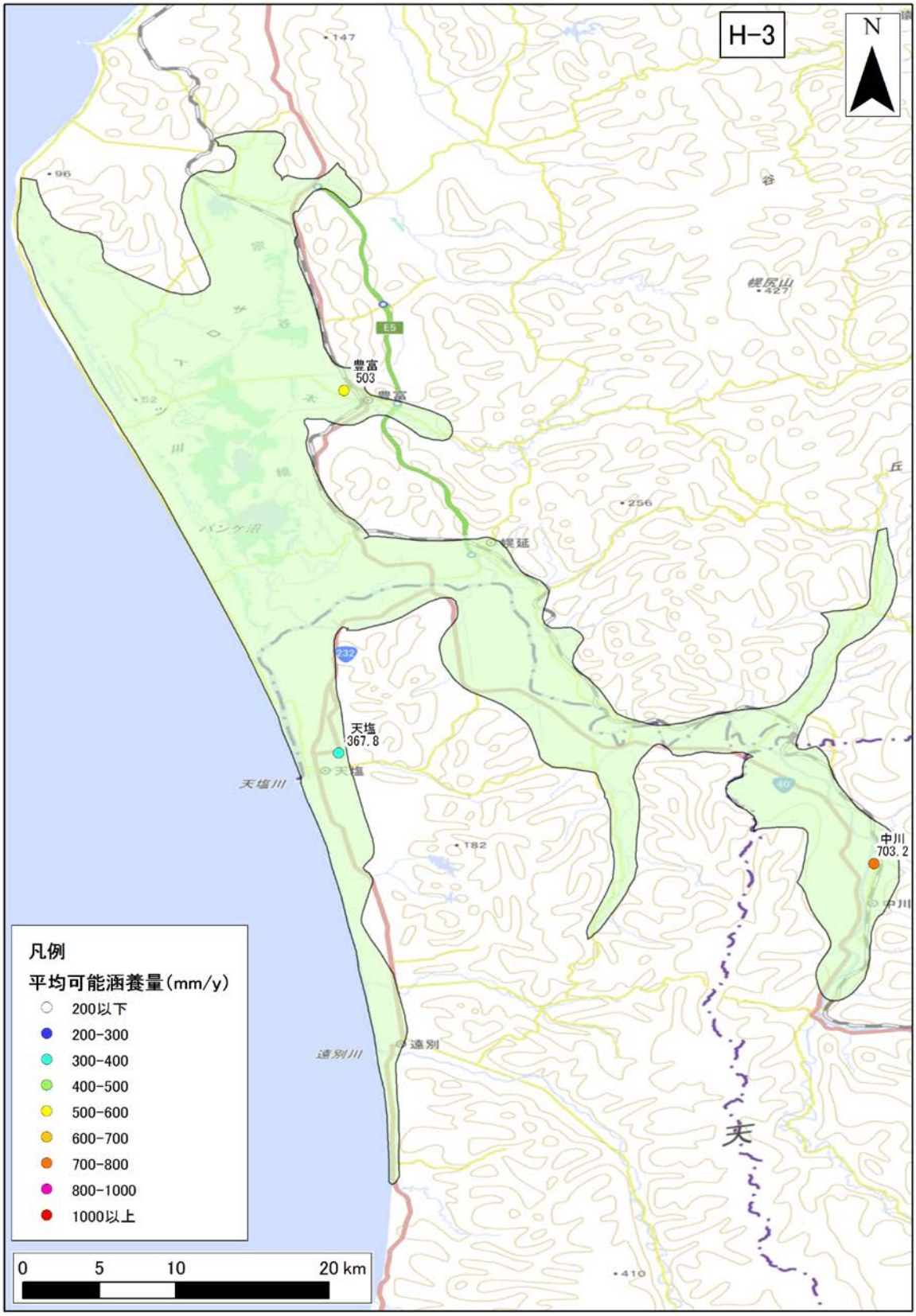


図 -10　年間可能涵養量の分布（H-3 : Teshio plain）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

H-3 : Teshio plain における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 -11 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

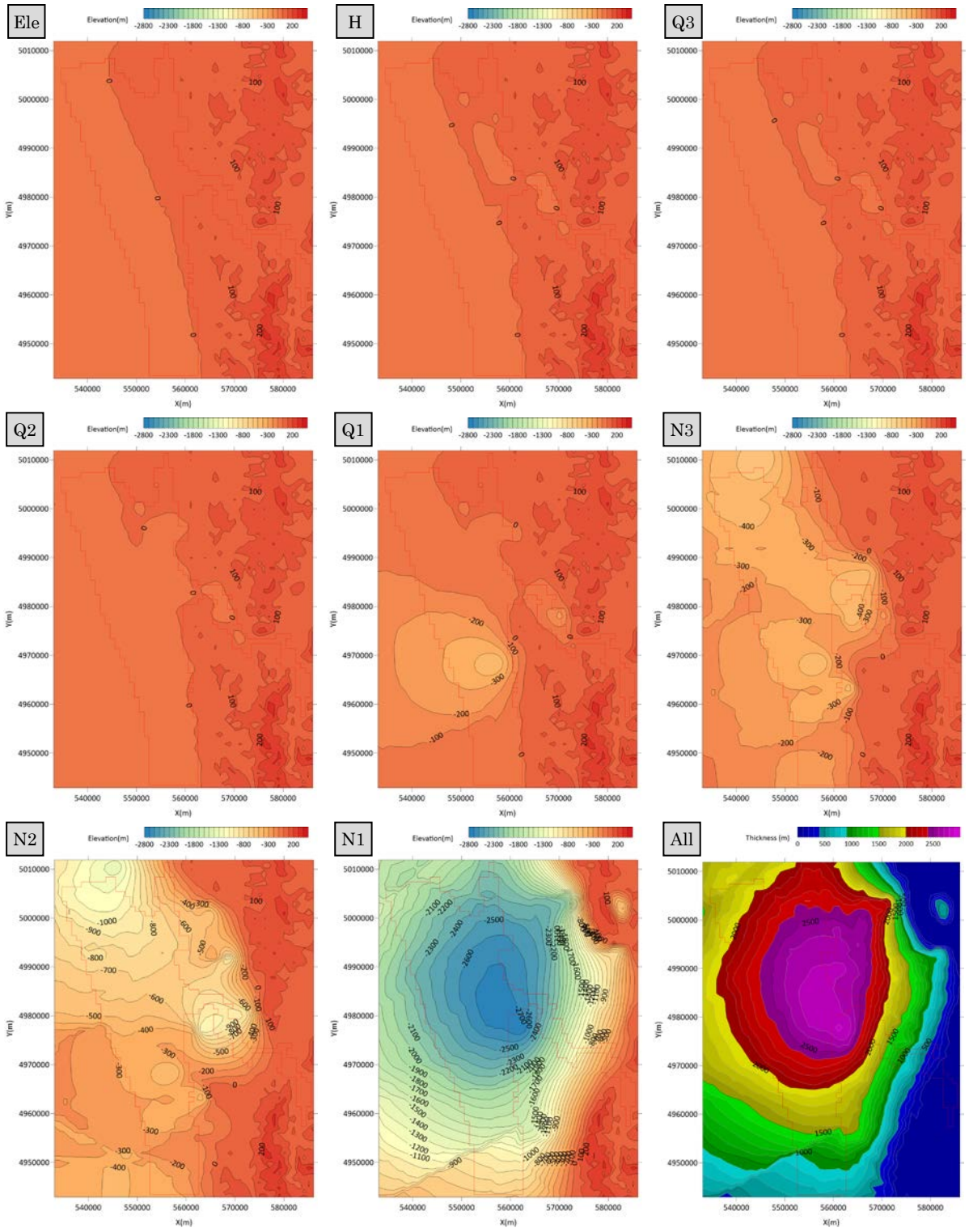


図 -11　地質データ（H-3 : Teshio plain）

4) **流量データ**

H-3 : Teshio plain 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 -4 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 -5、図 -12 に示す。

表 -4 流量観測地点一覧（H-3 : Teshio plain）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	誉平	天塩川	天塩川	1911 年 09 月 01 日	4,029
2	新問寒別橋	天塩川	天塩川	1959 年 04 月 01 日	4,190
3	円山	天塩川	天塩川	1906 年 12 月 02 日	4,685
4	天塩大橋	天塩川	天塩川	1959 年 04 月 01 日	4,839
5	天塩河口	天塩川	天塩川	1906 年 08 月 01 日	5,588
6	上問寒別	天塩川	問寒別川	1953 年 07 月 01 日	92
7	中問寒別	天塩川	問寒別川	1953 年 04 月 01 日	203
8	下問寒別	天塩川	問寒別川	1953 年 04 月 01 日	257
9	上雄信内	天塩川	雄信内川	1959 年 04 月 01 日	103
10	音類橋	天塩川	サロベツ川	1964 年 04 月 12 日	596
11	浜里	天塩川	サロベツ川	1978 年 05 月 01 日	635

表 -5 流況一覧（H-3 : Teshio plain）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	誉平	191.53	105.59	71.97	45.63	4.11	2.26	1.54	0.98
2	新問寒別橋	200.28	108.83	73.24	47.37	4.13	2.24	1.51	0.98
3	円山	219.74	113.89	79.76	52.53	4.05	2.10	1.47	0.97
4	天塩大橋	294.49	203.64	114.41	67.61	5.26	3.64	2.04	1.21
5	天塩河口	457.38	321.51	167.94	84.96	7.07	4.97	2.60	1.31
6	上問寒別	3.31	1.32	0.71	0.35	3.11	1.24	0.67	0.33
7	中問寒別	6.47	2.94	1.81	1.11	2.76	1.25	0.77	0.47
8	下問寒別	9.02	3.96	2.37	1.39	3.03	1.33	0.80	0.47
9	上雄信内	2.98	1.43	0.82	0.38	2.50	1.20	0.69	0.31
10	音類橋	28.88	23.05	19.04	13.74	4.19	3.34	2.76	1.99
11	浜里	29.61	24.81	21.34	16.30	4.03	3.38	2.90	2.22
平均値		131.25	82.82	50.31	30.12	4.02	2.45	1.61	1.02

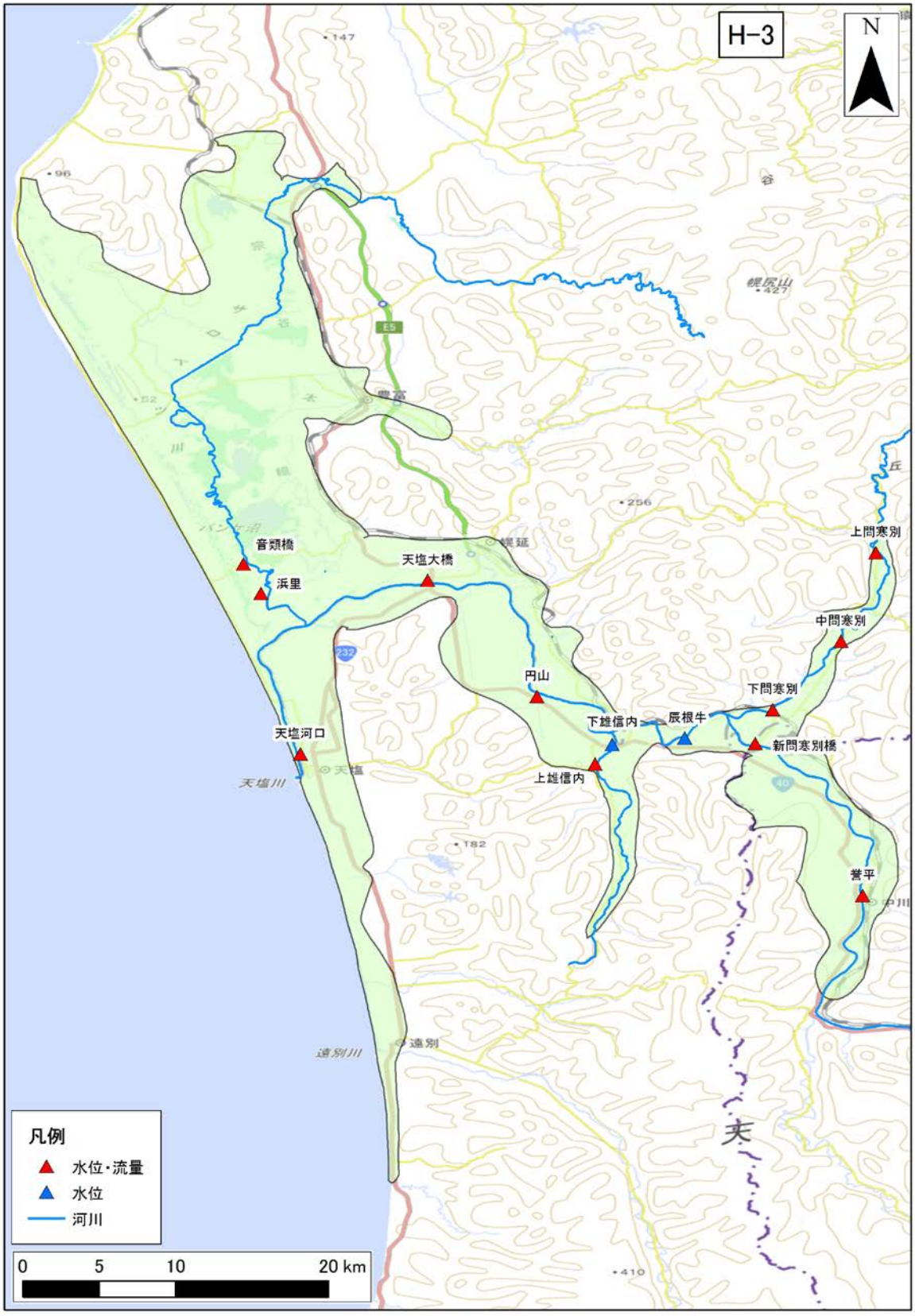


図 -12　流量観測地点位置図（H-3 : Teshio plain）

（3） H-6：Kitami basin

1） **地下水位データ**

H-6 : Kitami plain 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 -6 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 -13 に示す。

表 -6 地下水位観測地点一覧（H-6 : Kitami basin）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	北見河川 1 号	北見市	53.85	150	5	2.7～4.7	1987～2009	水水 DB・年表・水調

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

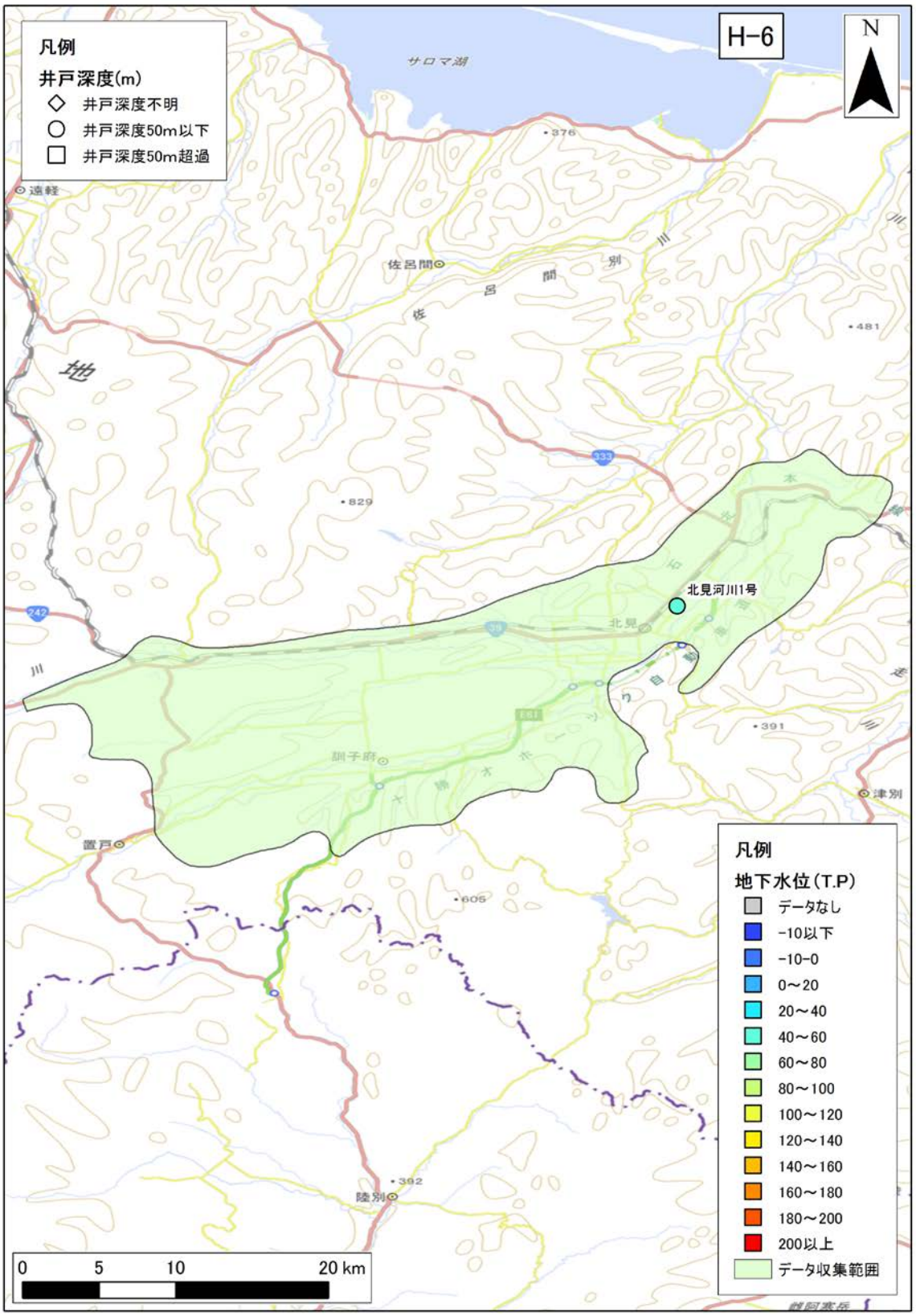


図 -13　年平均地下水位分布図（H-6 : Kitami basin）年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2)　**気象データ**

H-6：Kitami basin 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 -7 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 -14、図 -15、図 -16、図 -17 に示す。

表 -7　気象観測所一覧（H-6 : Kitami basin）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	17521	北見	43’46.6	143’50.5	104	アメダス	●	●	●	●	●
2	17607	境野	43’42.4	143’38.6	184	アメダス	●	●	●	●	

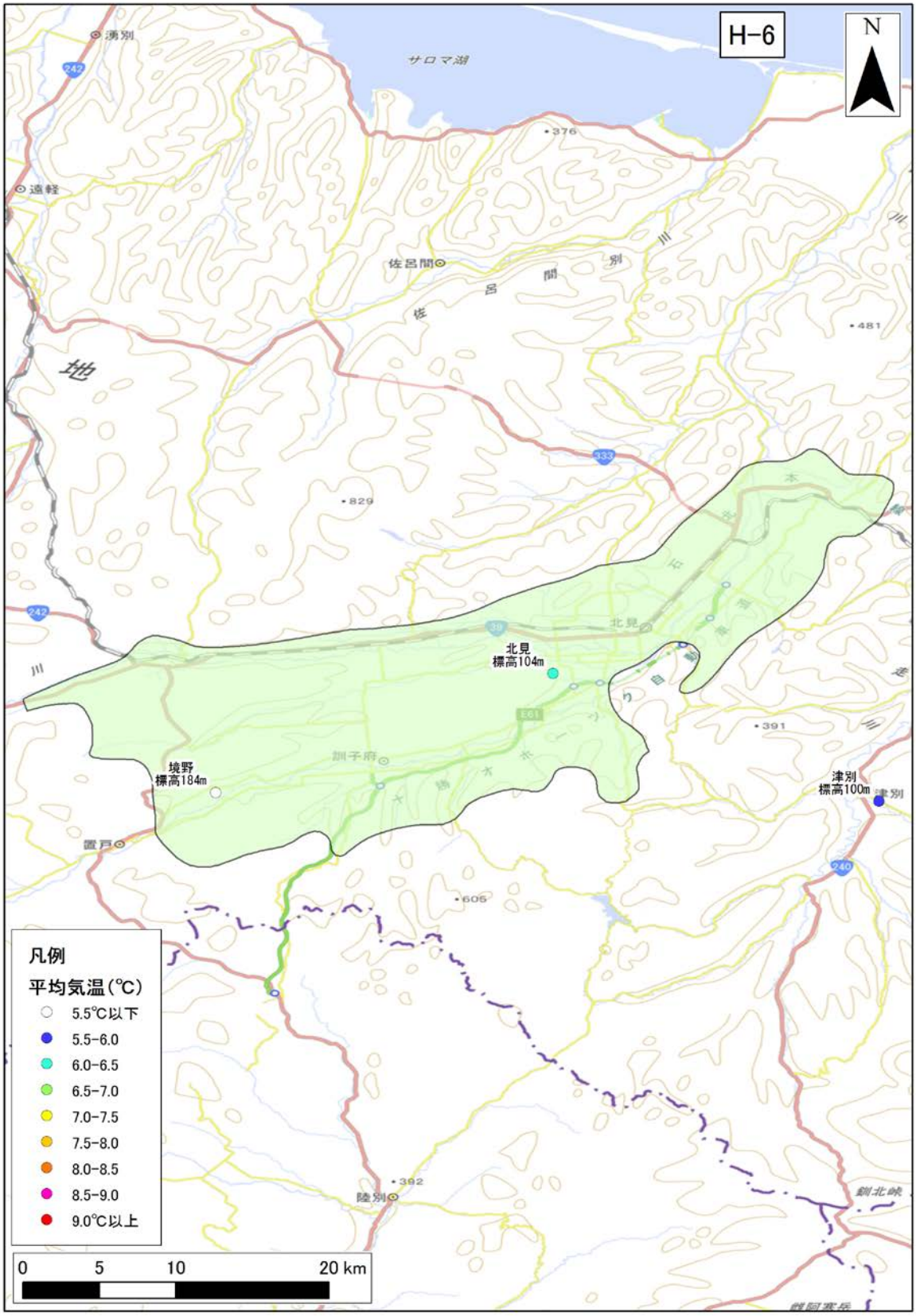


図 -14　年平均気温の分布（H-6 : Kitami basin）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

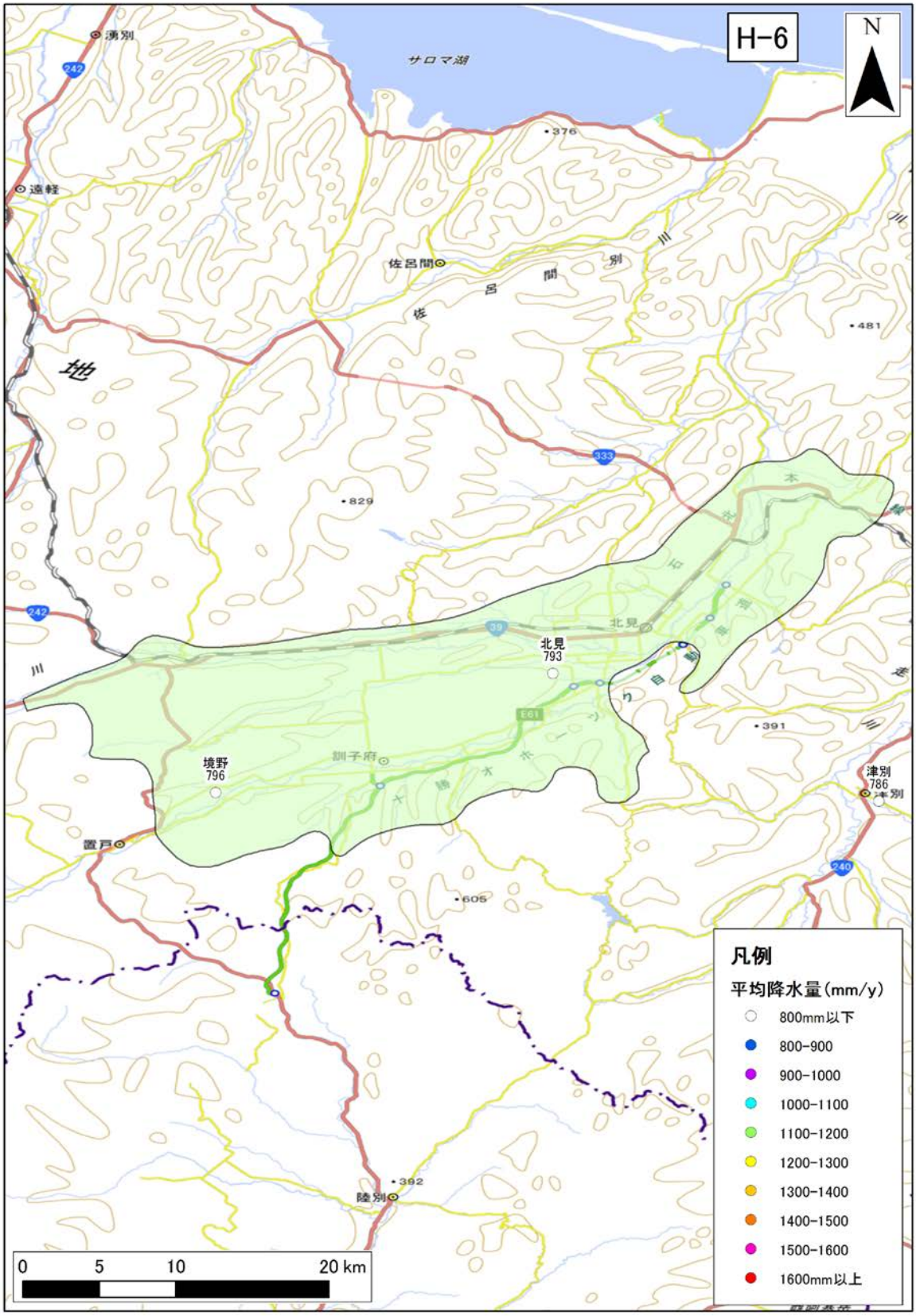


図 -15　年間降水量の分布（H-6 : Kitami basin）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。

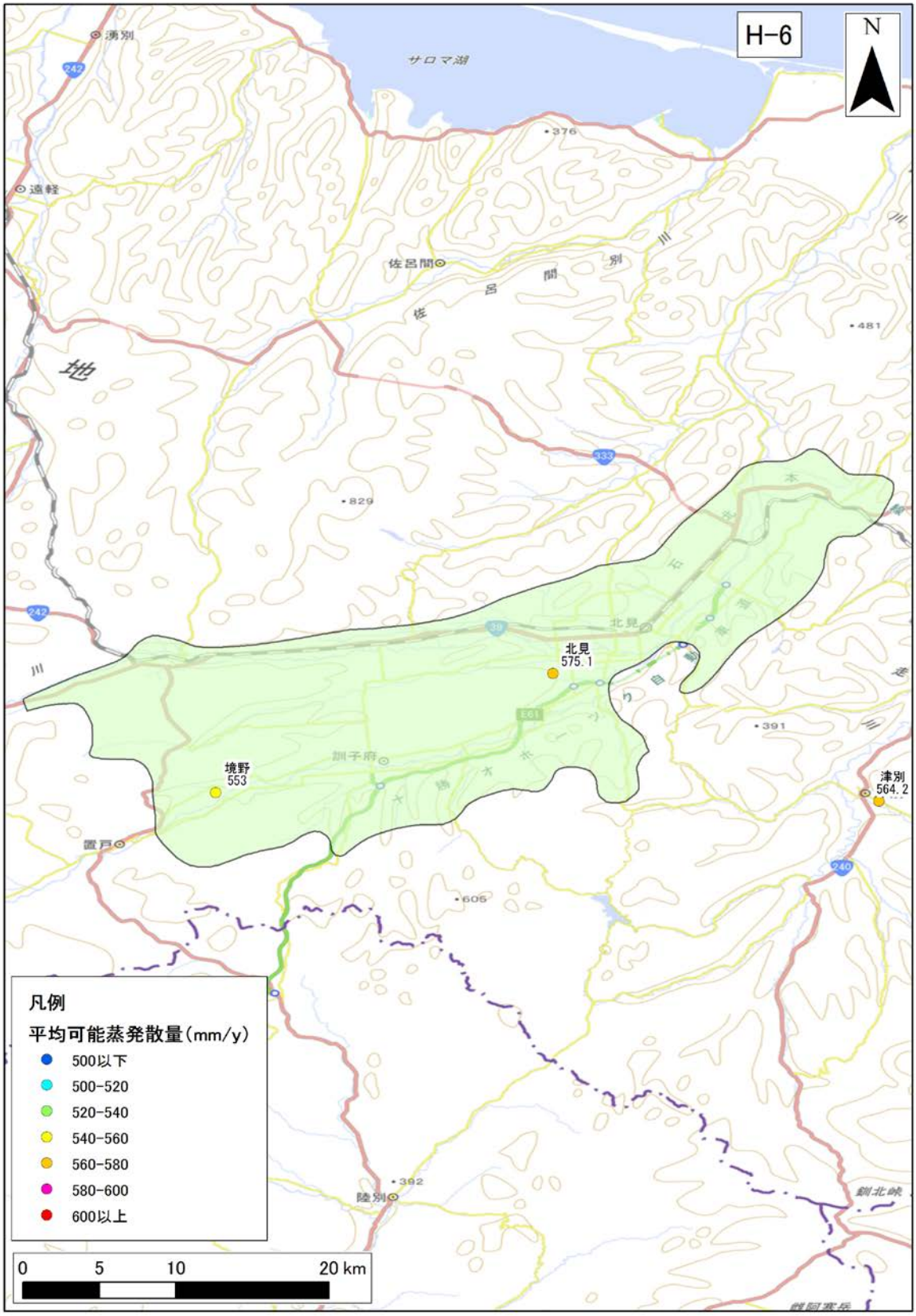


図 -16　年間可能蒸発散量の分布（H-6 : Kitami basin）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

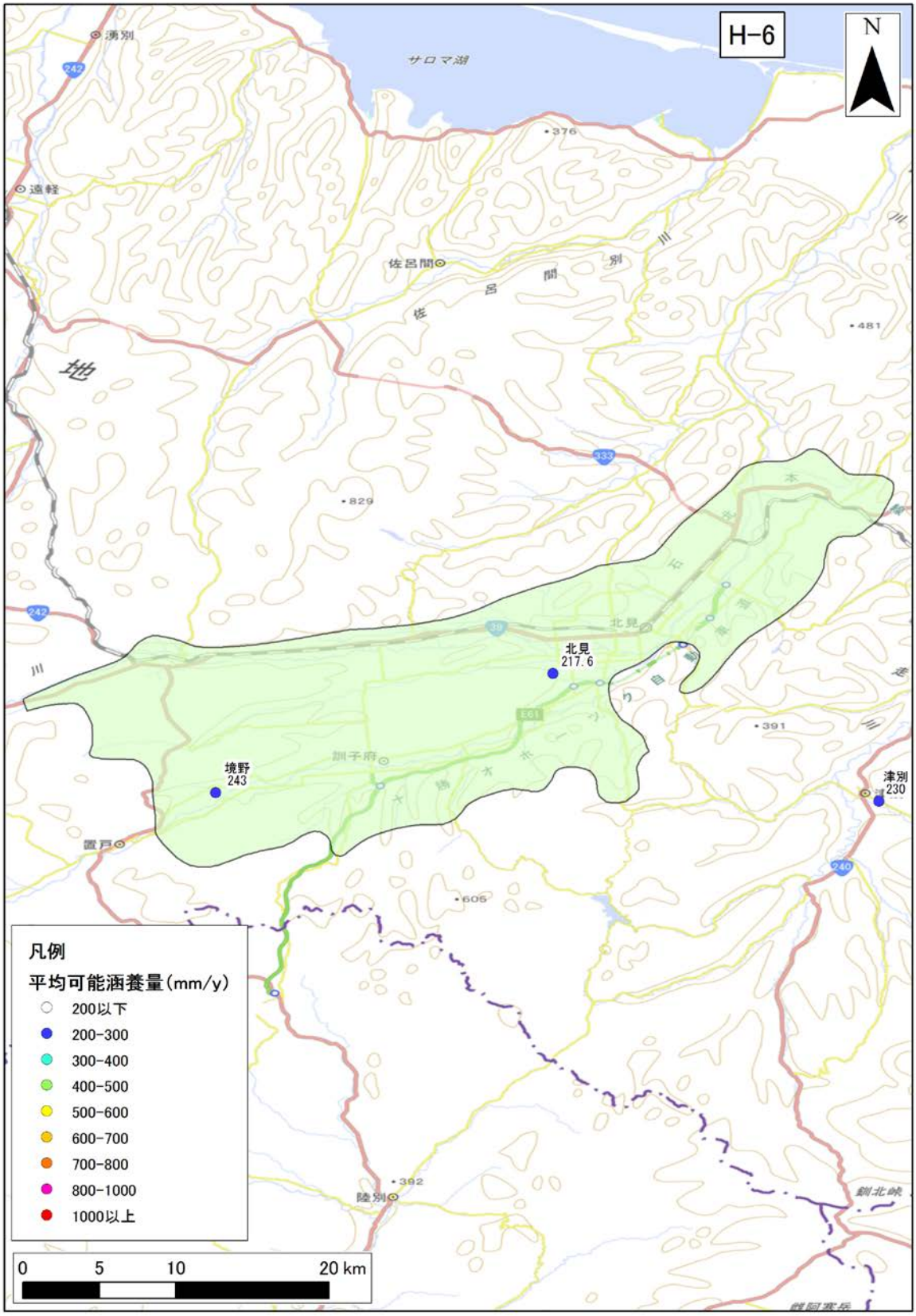


図 -17　年間可能涵養量の分布（H-6 : Kitami basin）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

H-6 : Kitami basin における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 -18 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

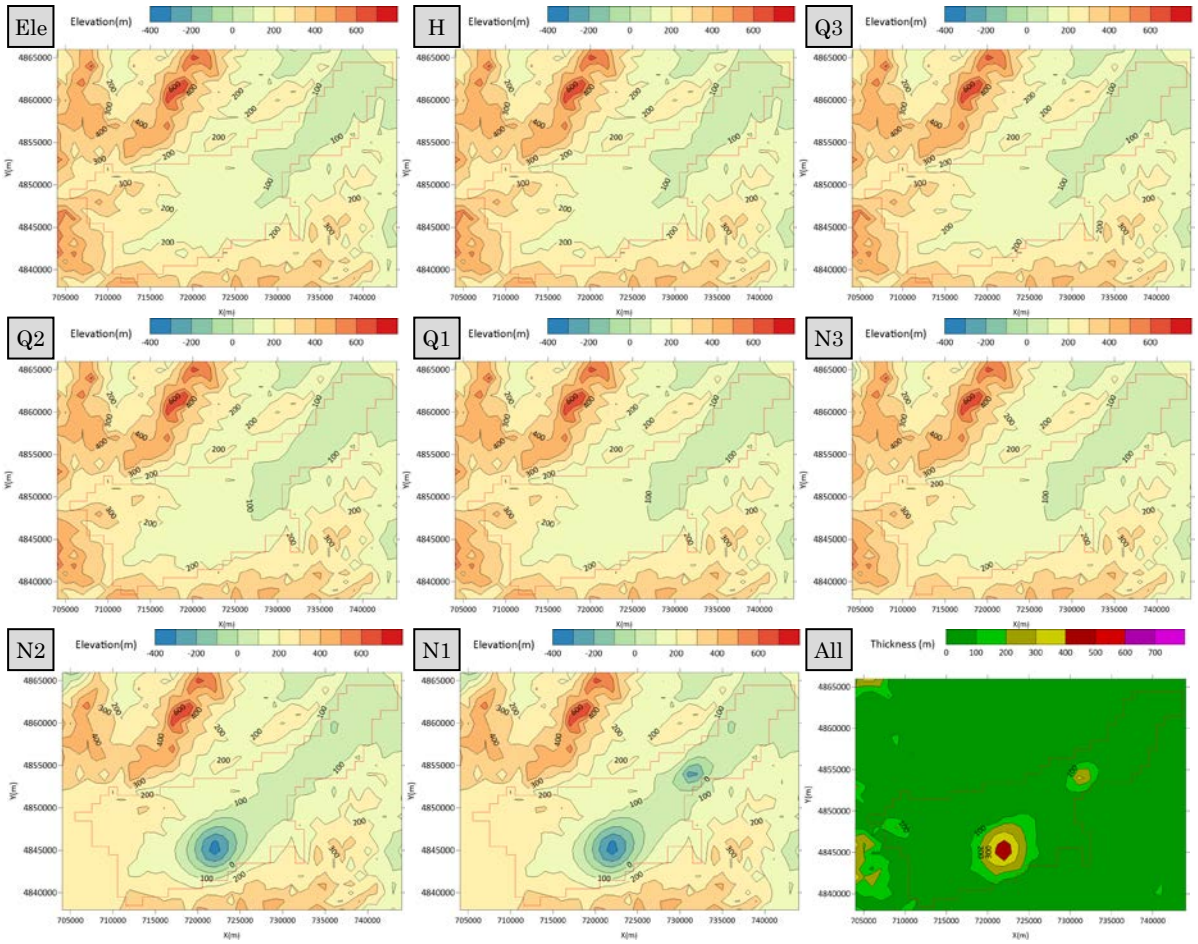


図 -18　地質データ（H-6 : Kitami basin）

4) **流量データ**

H-6：Kitami basin 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 -8 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 -9、図 -19 に示す。

表 -8 流量観測地点一覧（H-6 : Kitami basin）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	上常呂	常呂川	常呂川	1915 年 02 月 01 日	664
2	北見	常呂川	常呂川	1913 年 08 月 01 日	1,394
3	留辺蘂	常呂川	無加川	1917 年 06 月 01 日	418
4	北光社	常呂川	無加川	1920 年 07 月 01 日	559

表 -9 流況一覧（H-6 : Kitami basin）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	上常呂	12.30	7.93	5.88	3.96	1.60	1.03	0.77	0.52
2	北見	25.64	15.61	10.98	7.77	1.59	0.97	0.68	0.48
3	留辺蘂	8.50	5.05	3.35	2.09	1.76	1.04	0.69	0.43
4	北光社	11.50	6.49	4.16	2.98	1.78	1.00	0.64	0.46
平均値		14.48	8.77	6.09	4.20	1.68	1.01	0.70	0.47

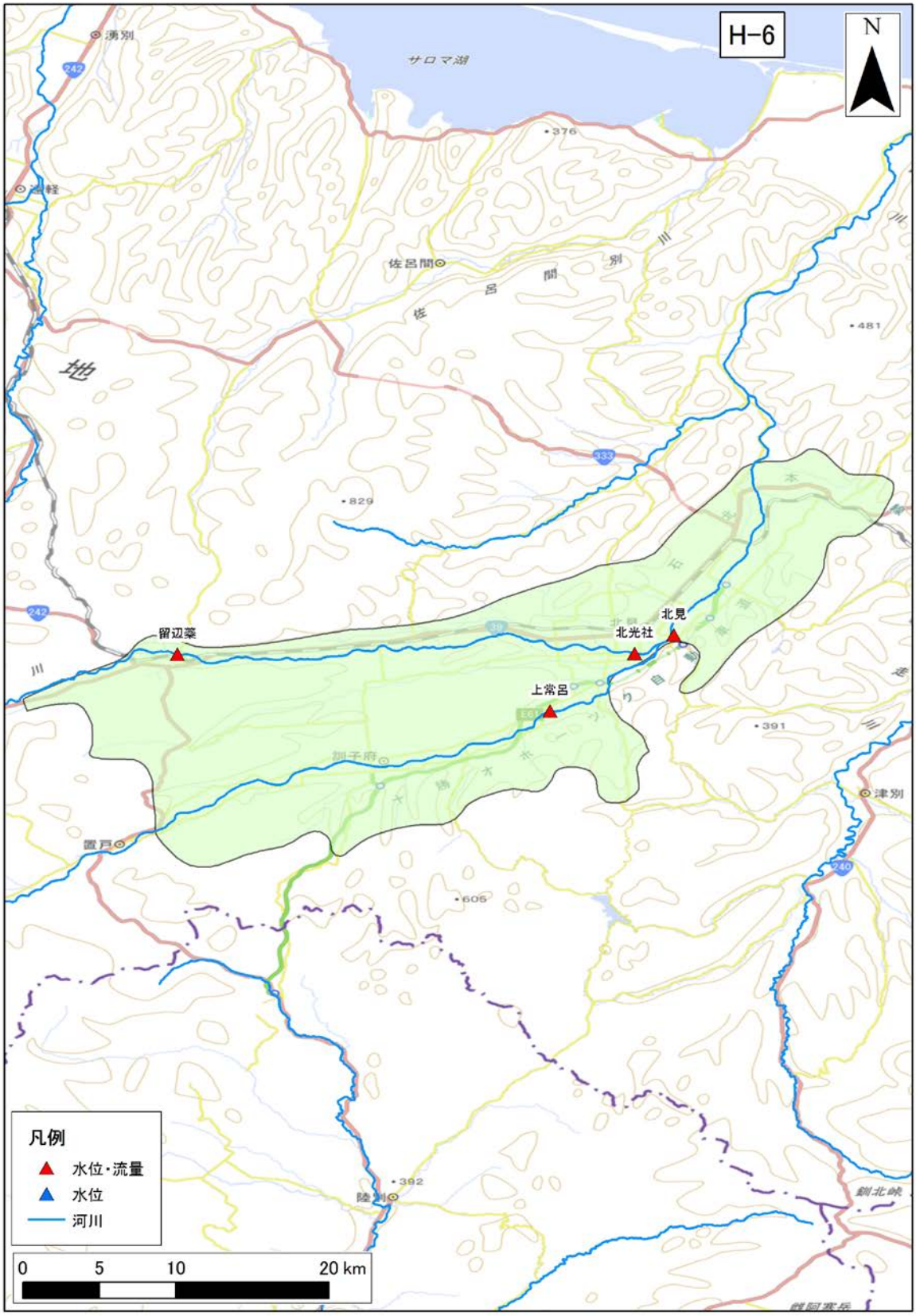


図 -19 河川水位・流量観測地点位置図（H-6 : Kitami basin）

（4） H-7：Bihoro and Shari plain

1） **地下水位データ**

H-7: Bihoro and Shari plain 領域内の地下水位観測地点は存在しなかった。

2） **気象データ**

H-7：Bihoro and Shari plain 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 -10 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 -20、図 -21、図 -22、図 -23 に示す。

表 -10 気象観測所一覧（H-7 : Bihoro and Shari plain）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	17341	網走	44’1	144’16.7	38	アメダス	●	●	●	●	●
2	17531	女満別	43’52.8	144’9.8	33	アメダス	●	●	●	●	●
3	17541	東藻琴	43’50.4	144’17.1	58	アメダス	●				
4	17546	小清水	43’50.5	144’29.1	52	アメダス	●	●	●	●	
5	17561	斜里	43’53.1	144’42	15	アメダス	●	●	●	●	●
6	17631	美幌	43’46.2	144’10.3	60	アメダス	●	●	●	●	
7	17717	津別	43’42.1	144’2	100	アメダス	●	●	●	●	●

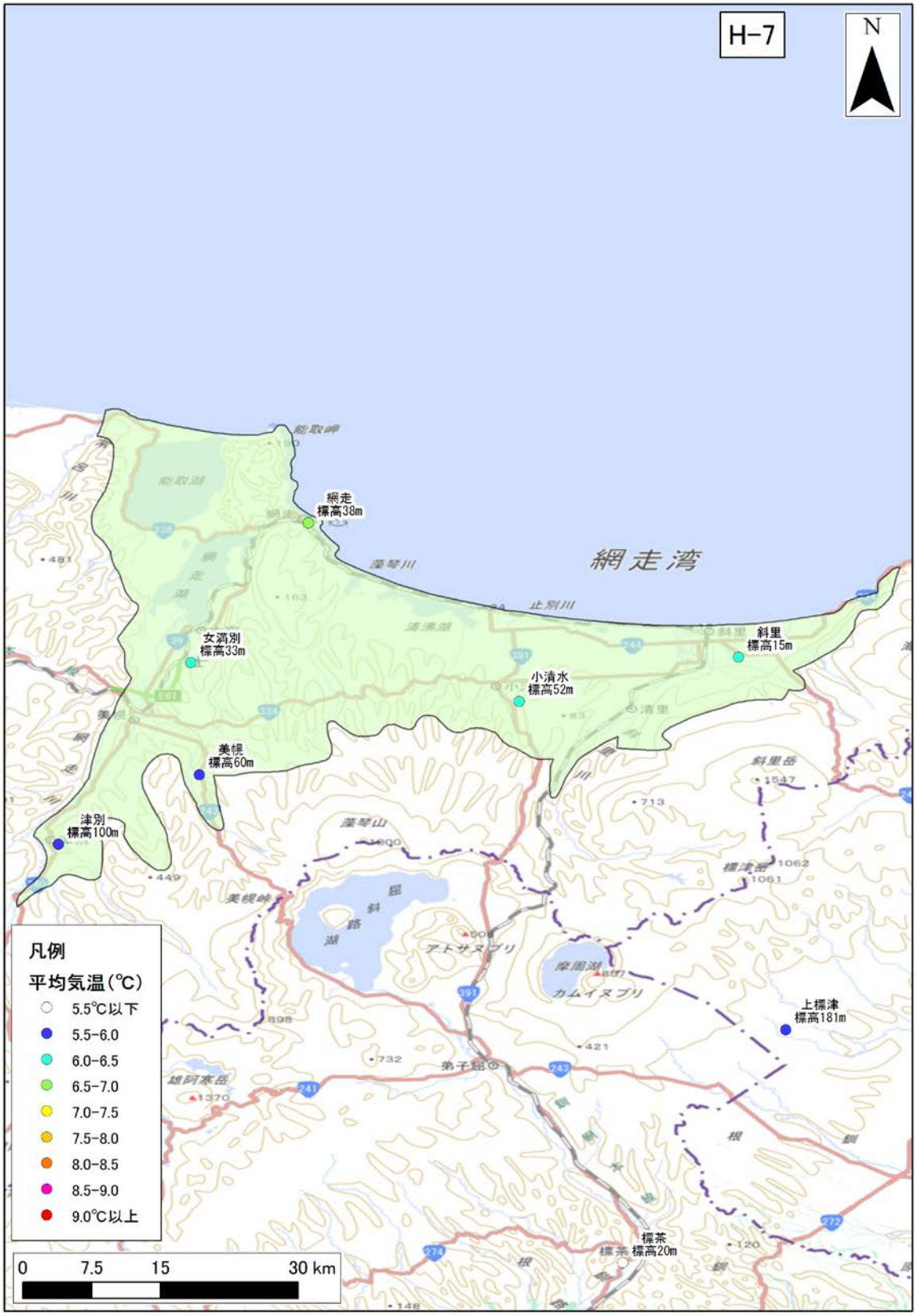


図 -20　年平均気温の分布（H-7 : Bihoro and Shari plain）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

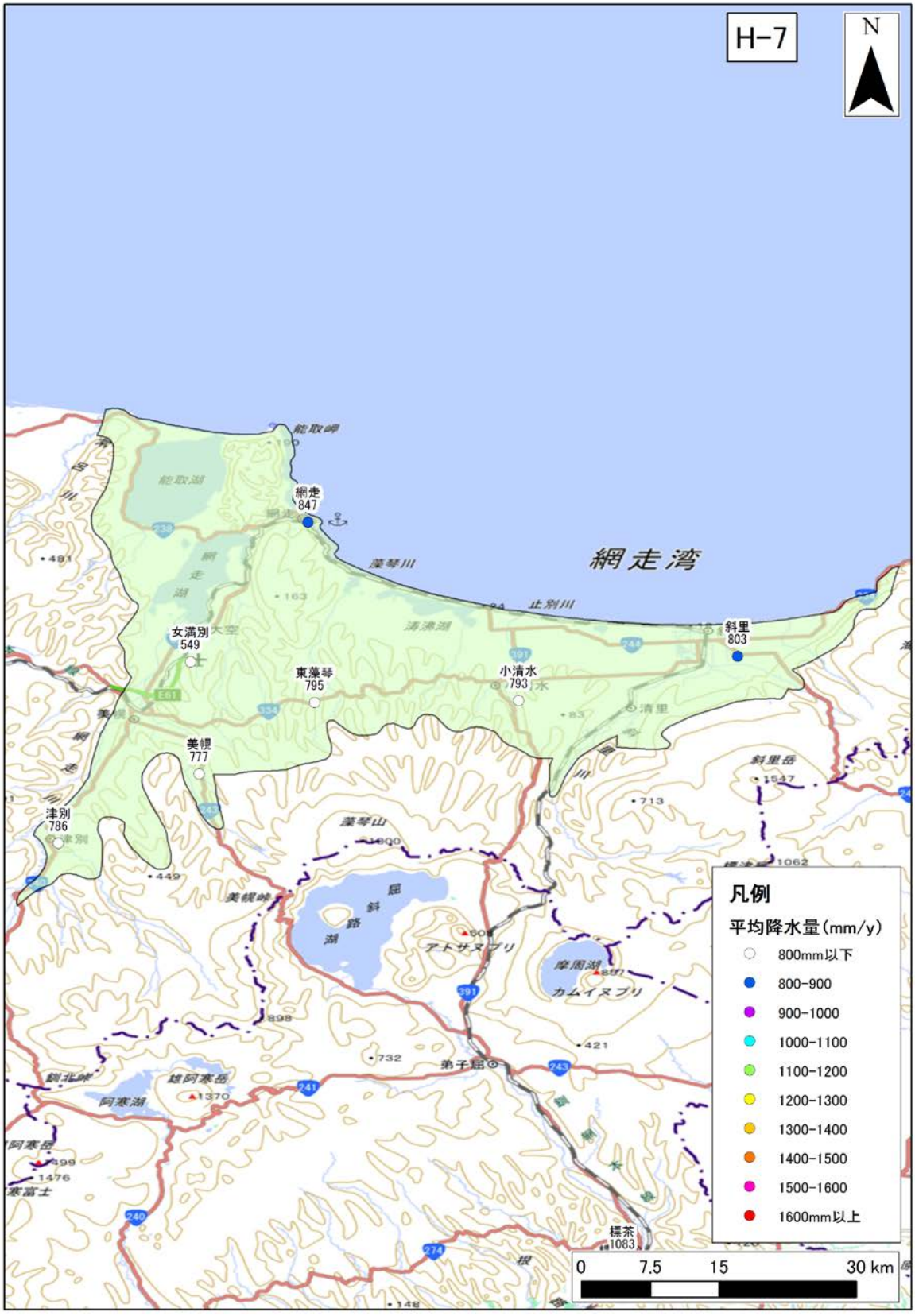


図 -21　年間降水量の分布（H-7 : Bihoro and Shari plain）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。

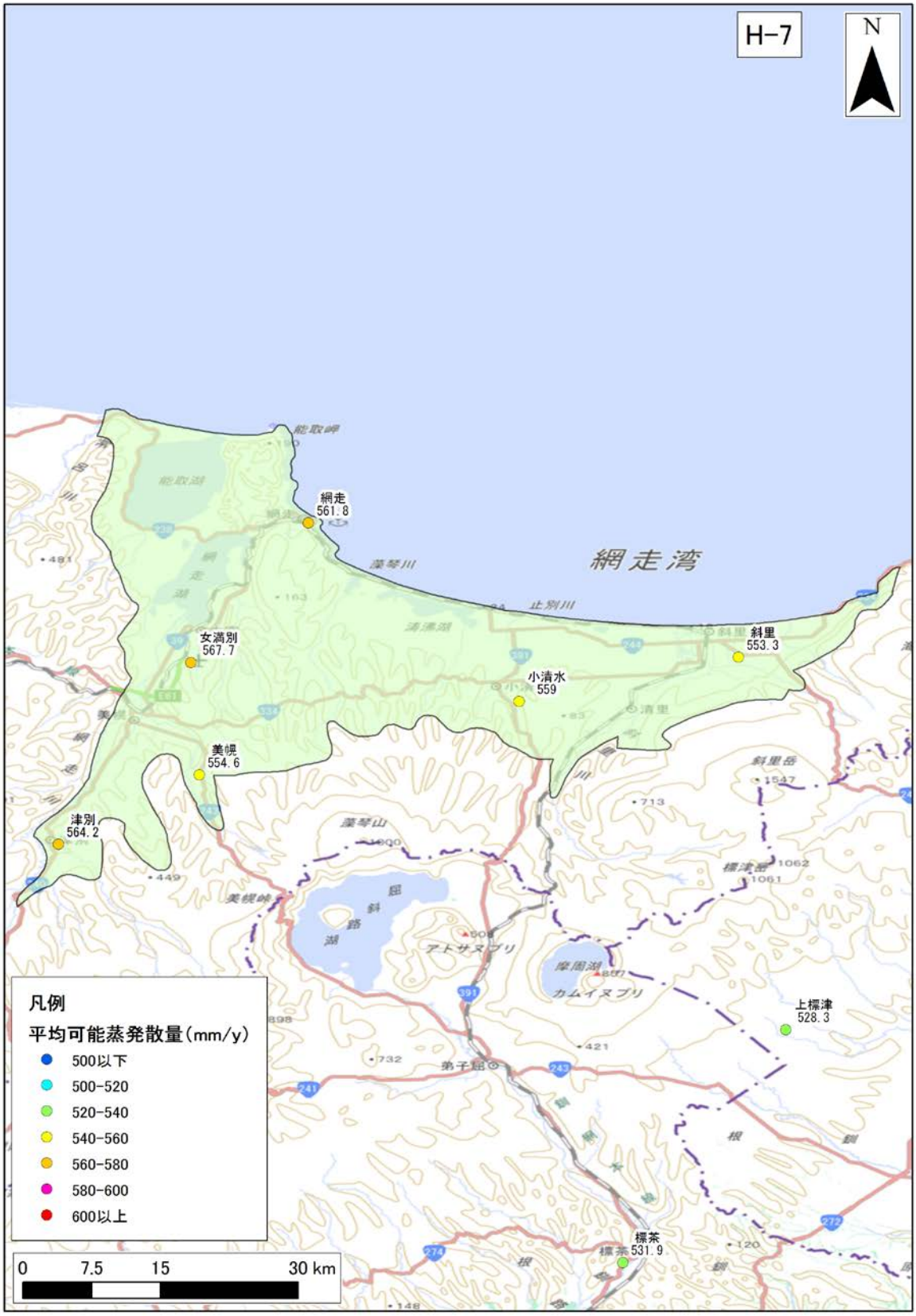


図 -22　年間可能蒸発散量の分布（H-7 : Bihoro and Shari plain）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

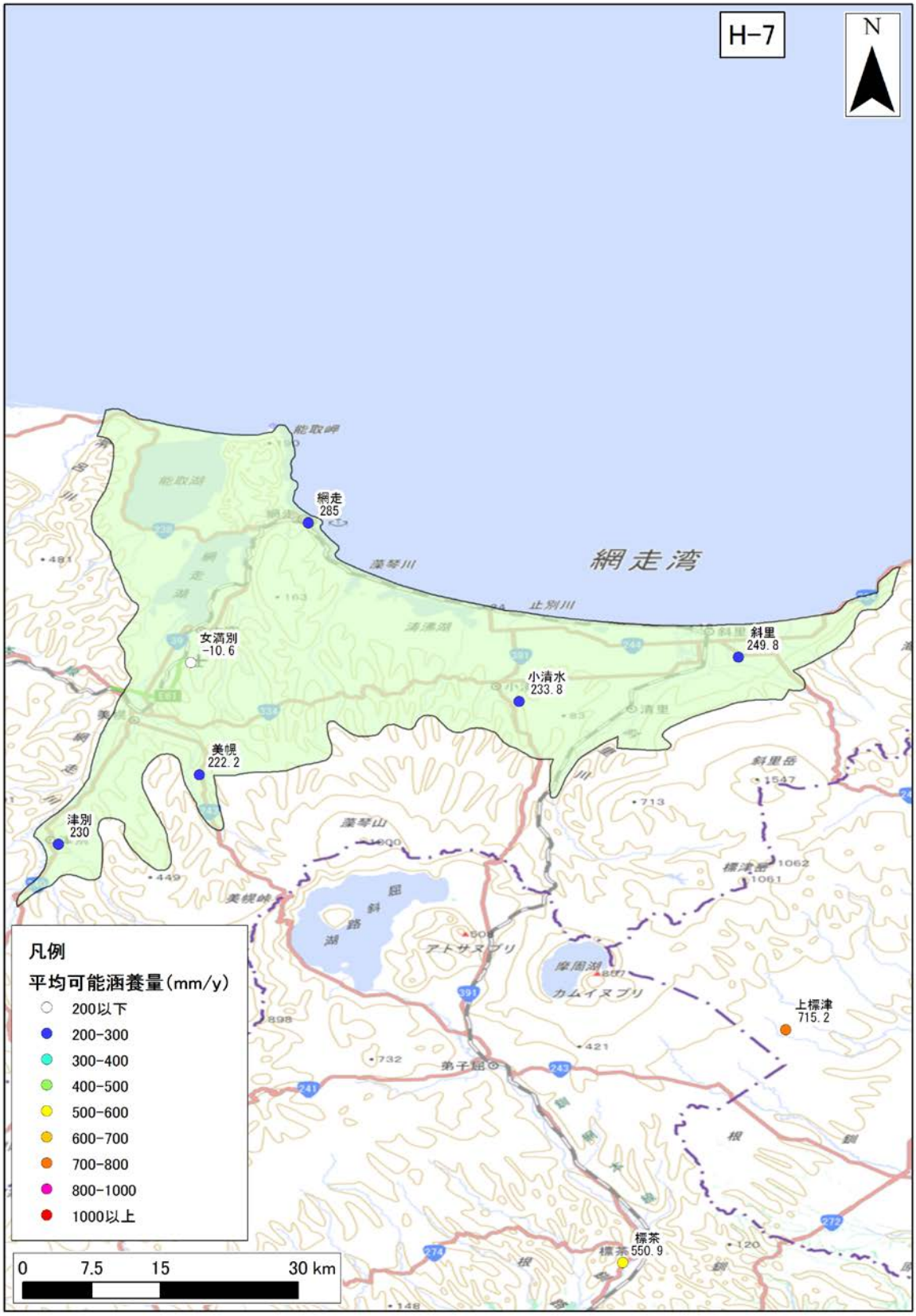


図 -23　年間可能涵養量の分布（H-7 : Bihoro and Shari plain）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

H-7 : Bihoro and Shari plain における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 -24 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

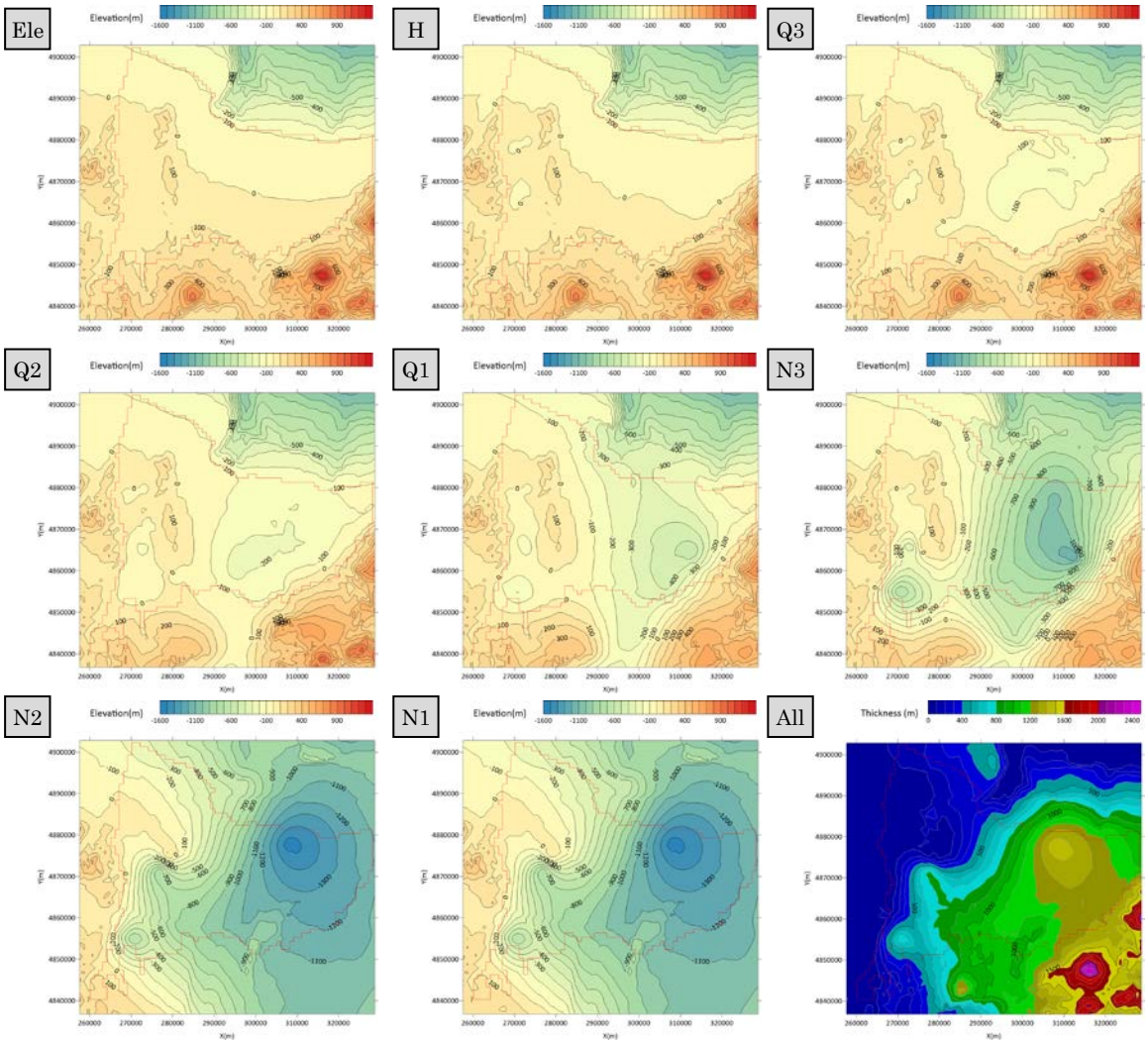


図 -24　**地質データ**（H-7 : Bihoro and Shari plain）

4)　**流量データ**

H-7：Bihoro and Shari plain 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 -11 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 -12、図 -25 に示す。

表 -11　河川水位・流量観測地点一覧（H-7 : Bihoro and Shari plain）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	美幌	網走川	網走川	0.00	1917 年 11 月 10 日	824
2	本郷	網走川	網走川	0.00	1943 年 01 月 01 日	1,120
3	大曲	網走川	網走川	0.00	1913 年 06 月 09 日	1,352
4	美幌橋	網走川	美幌川	0.00	1973 年 01 月 01 日	199
5	湖南(廃止)	網走川	女満別川	0.00	1923 年 06 月 01 日	116

表 -12　流況一覧（H-7 : Bihoro and Shari plain）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	美幌	13.79	8.96	6.70	4.25	1.45	0.94	0.70	0.45
2	本郷	19.75	13.73	10.46	8.50	1.52	1.06	0.81	0.66
3	大曲	27.55	18.28	11.44	2.18	1.76	1.17	0.73	0.14
4	美幌橋	4.65	4.01	3.68	3.27	2.02	1.74	1.60	1.42
5	湖南(廃止)	1.21	0.99	0.83	0.66	0.91	0.74	0.62	0.49
平均値		13.39	9.19	6.62	3.77	1.53	1.13	0.89	0.63



図 -25　河川水位・流量観測地点位置図（H-7 : Bihoro and Shari plain）

（5） H-8：Konsen plateau

1） **地下水位データ**

H-8 : Konsen plateau 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表-13 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 -26 に示す。

表-13 地下水位観測地点一覧（H-8 : Konsen plateau）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	光陽 1 号	釧路市	3.11	150	47	8.3～19.5	1987～2008	水水 DB・年表・水調
2	治水 1 号	釧路市	3.66	150	78	17.5～28.5	1987～2008	水水 DB・年表・水調
3	釧路 No.3	釧路市	2.63	250	59	43.5～54.5	1987～1997	年表
4	十條製紙 1 号	釧路市	5.04	150	100	40～67.5	1987～2008	水水 DB・年表・水調
5	釧路 No.2	釧路市	5.1	250	80	45～61.5	1987～1997	年表
6	鳥取 1 号	釧路市	5.29	150	50	11.3～22.5	1987～2008	水水 DB・年表・水調
7	鳥取 2 号	釧路市	4.72	150	130	80.5～113.5	1992～2008	水水 DB・年表・水調
8	釧路 1 号	釧路市	4.64	150	120	89～109	1987～2008	水水 DB・年表・水調
9	釧路 No.1	釧路市	4.05	250	143	115.5～132	1987～1997	年表

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

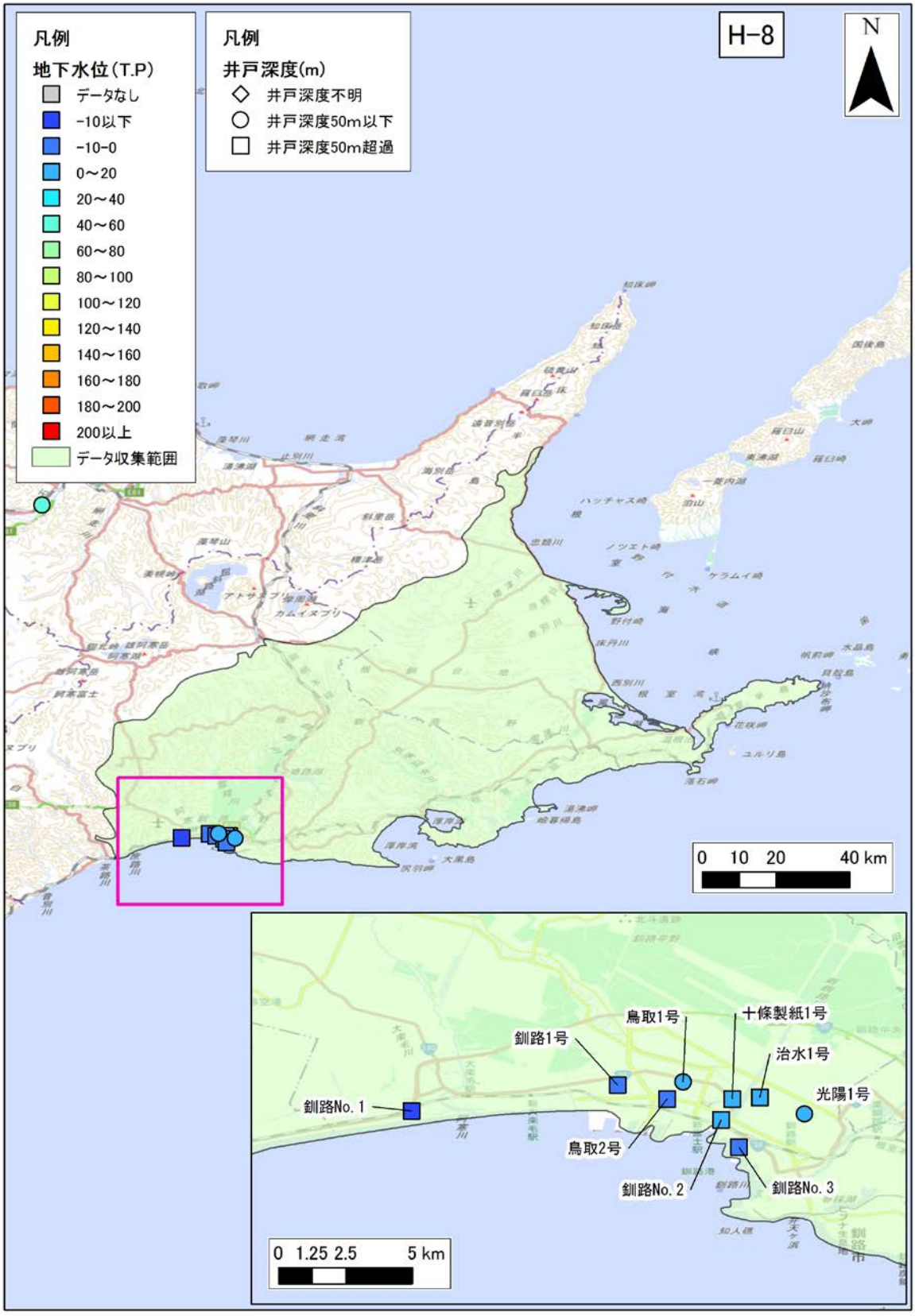


図 -26　年平均地下水位分布図（H-8 : Konsen plateau）年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2)　**気象データ**

H-8 : Konsen plateau 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 -14 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 -27、図 -28、図 -29、図 -30 に示す。

表 -14　気象観測所一覧（H-8 : Konsen plateau）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	18091	糸櫛別	43°43.3	144°59.3	115	アメダス	●				
2	18136	標津	43°39.7	145°7.9	3	アメダス	●	●	●	●	
3	18161	上標津	43°31.2	144°44.8	181	アメダス	●	●	●	●	
4	18171	中標津	43°32.6	144°58.7	50	アメダス	●	●	●	●	●
5	18174	根室中標津	43°34.6	144°57.6	65	アメダス	●	●	●	●	●
6	18256	別海	43°22.9	145°7.1	23	アメダス	●	●	●	●	●
7	18273	根室	43°19.8	145°35.1	25	アメダス	●	●	●	●	●
8	18281	納沙布	43°23.6	145°45.5	12	アメダス	●	●	●	●	
9	18311	厚床	43°13.3	145°13.6	41	アメダス	●	●	●	●	●
10	19151	標茶	43°17.5	144°35.2	20	アメダス	●	●	●	●	●
11	19191	鶴居	43°13.9	144°19.5	38	アメダス	●	●	●	●	●
12	19261	中徹別	43°11.9	144°8.5	80	アメダス	●	●	●	●	●
13	19281	塘路	43°8.9	144°29.8	25	アメダス	●				
14	19301	茶内原野	43°10.4	144°58	70	アメダス	●				
15	19311	榊町	43°7.2	145°6.6	2	アメダス	●	●	●	●	
16	19346	阿寒	43°6.8	144°7.4	40	アメダス	●				
17	19347	鶴丘	43°2.4	144°11.5	95	アメダス	●	●	●	●	●
18	19376	太田	43°5.4	144°46.7	85	アメダス	●	●	●	●	●
19	19432	釧路	42°59.1	144°22.6	5	アメダス	●	●	●	●	●
20	19451	知方学	42°56.3	144°44.1	149	アメダス	●	●	●	●	

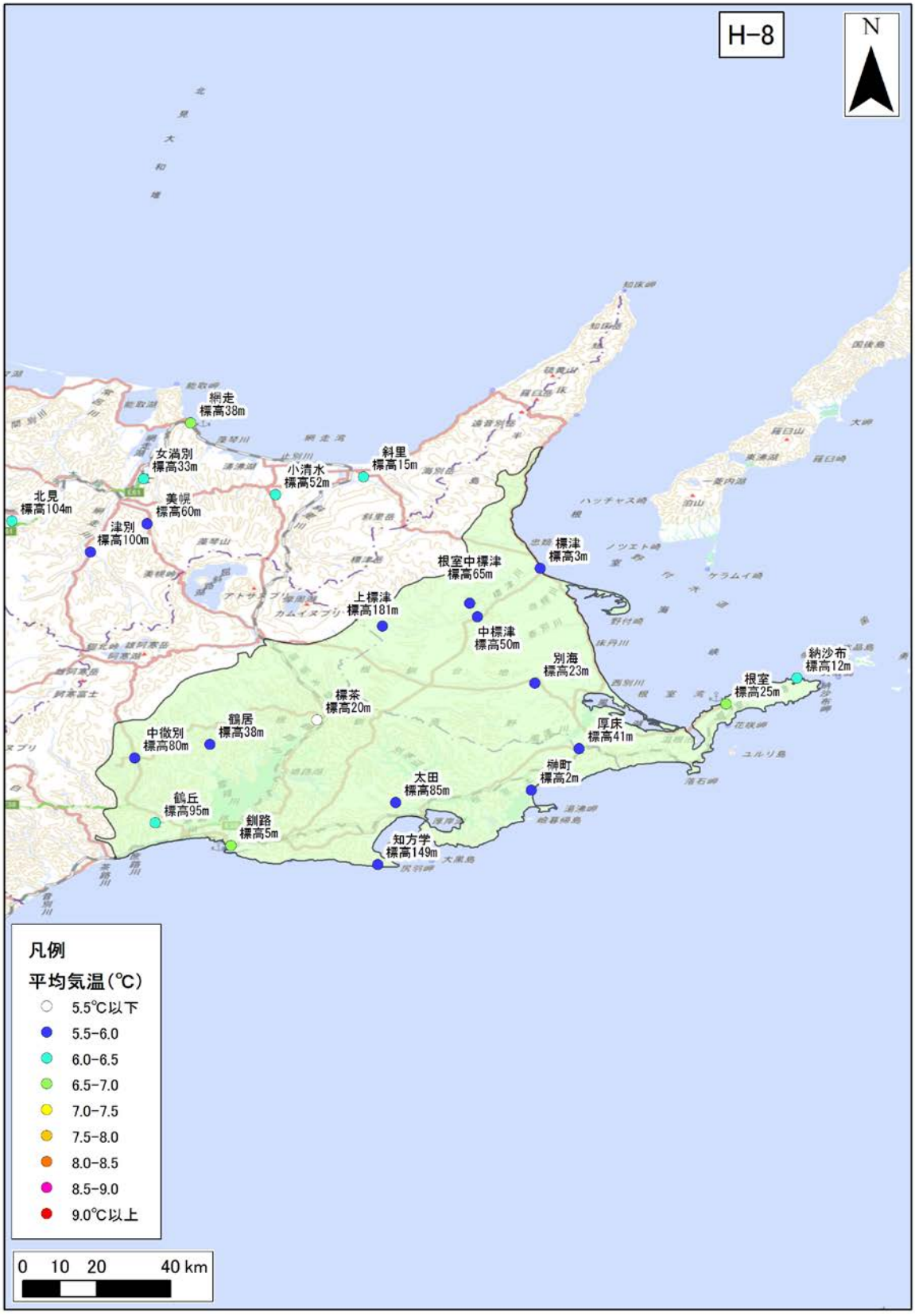


図 -27　年平均気温の分布（H-8 : Konsen plateau）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。



図 -28　年間降水量の分布（H-8 : Konsen plateau）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。



図 -29　年間可能蒸発散量の分布（H-8 : Konsen plateau）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。



図 -30　年間可能涵養量の分布（H-8 : Konsen plateau）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

H-8：Konsen plateau における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 -31 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

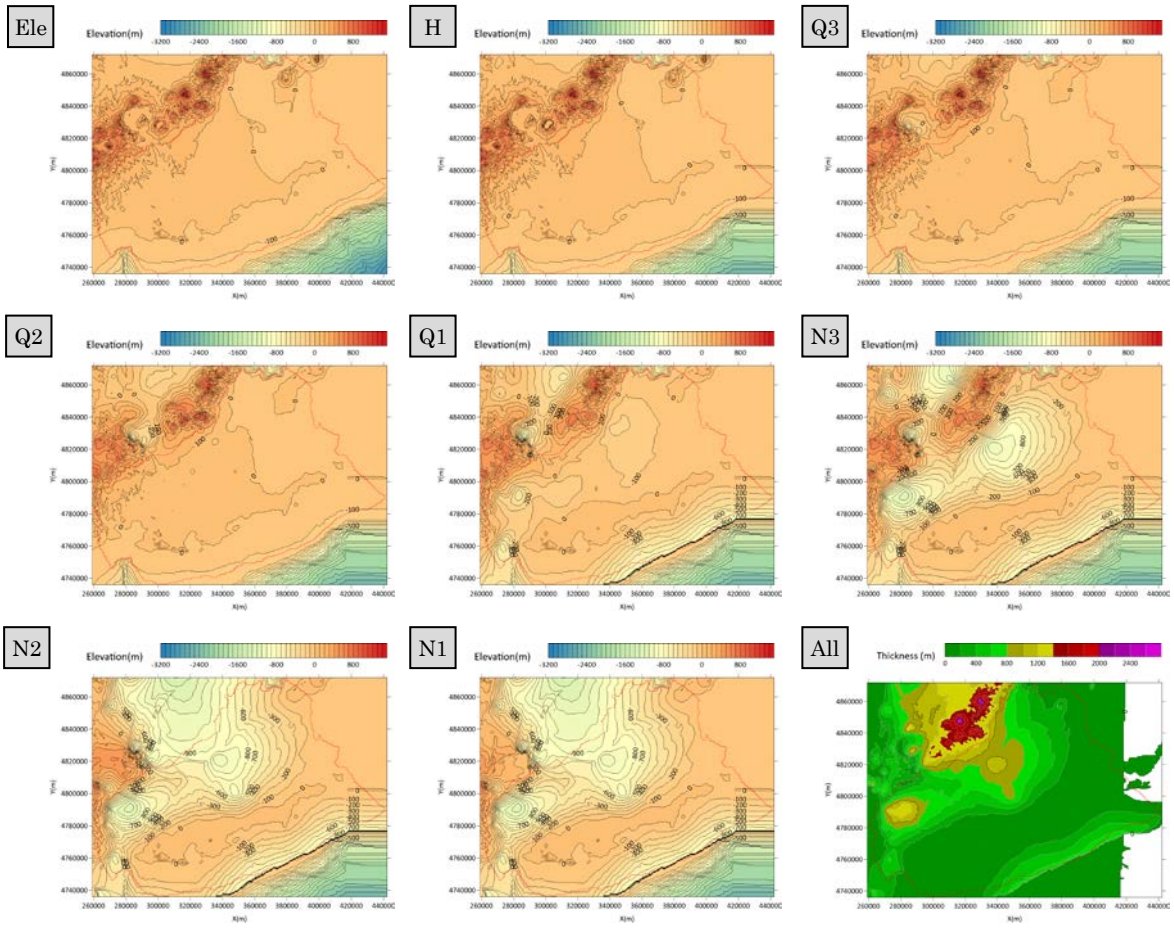


図 -31　地質データ（H-8 : Konsen plateau）

4) **流量データ**

H-8 : Konsen plateau 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 -15 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 -16、図 -32 に示す。

表 -15 河川水位・流量観測地点一覧（H-8 : Konsen plateau）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	北斗	釧路川	仁々志別川	0.00	1954 年 05 月 01 日	104
2	熊牛原野	釧路川	釧路川	0.00	1910 年 01 月 01 日	121
3	標茶	釧路川	釧路川	0.00	1903 年 01 月 01 日	895
4	五十石	釧路川	釧路川	0.00	1954 年 06 月 01 日	1,094
5	岩保木	釧路川	釧路川	0.00	1932 年 01 月 01 日	1,668
6	広里	釧路川	新釧路川	0.00	1977 年 04 月 01 日	2,172
7	鐺別	釧路川	鐺別川	0.00	1954 年 07 月 01 日	137
8	下オソベツ	釧路川	オソベツ川	0.00	1967 年 04 月 01 日	138
9	下久著呂	釧路川	久著呂川	0.00	1979 年 05 月 01 日	97
10	雪裡	釧路川	雪裡川	0.00	1972 年 07 月 06 日	170
11	幌呂	釧路川	幌呂川	0.00	1973 年 05 月 01 日	127
12	合流点	標津川	標津川	0.00	1954 年 09 月 15 日	657

表 -16 流況一覧（H-8 : Konsen plateau）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	北斗	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
2	熊牛原野	21.61	18.41	15.20	13.05	15.49	13.20	10.90	9.35
3	標茶	29.90	24.92	21.59	18.31	2.89	2.41	2.09	1.77
4	五十石	36.95	30.77	25.99	22.68	2.92	2.43	2.05	1.79
5	岩保木	53.75	44.09	37.46	33.13	2.78	2.28	1.94	1.72
6	広里	74.81	59.43	49.67	43.34	2.98	2.36	1.98	1.72
7	鐺別	6.01	4.08	2.96	2.20	3.79	2.57	1.87	1.39
8	下オソベツ	4.12	3.45	3.00	2.47	2.59	2.17	1.88	1.55
9	下久著呂	3.40	2.50	1.95	1.47	3.04	2.24	1.74	1.31
10	雪裡	5.36	4.19	3.48	2.82	2.73	2.13	1.78	1.44
11	幌呂	3.82	3.15	2.80	2.39	2.60	2.15	1.90	1.62
12	合流点	25.62	18.50	14.19	11.11	3.37	2.43	1.87	1.46
平均値		24.12	19.41	16.21	13.91	4.11	3.31	2.73	2.28



図 -32　河川水位・流量観測地点位置図（H-8 : Konsen plateau）

（6） H-9：Kamikawa basin

1） **地下水位データ**

H-9 : Kamikawa basin 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 -17 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 -33 に示す。

表 -17 地下水位観測地点一覧（H-9 : Kamikawa basin）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	永山 13 丁目 3 号－イ	旭川市	141.64	100	18	5～18	1987～2005	年表・水水 DB
2	永山 12 丁目 3 号－イ	旭川市	140.14	100	13	2～12	1987～2005 2010 2014～2016	水水 DB・年表・水調
3	永山 24 丁目 2 号	旭川市	138.27	150	50	32～38	1987～2005	年表・水水 DB
4	永山 13 丁目 3 号－ニ	旭川市	140.07	100	10	2～10	1987～2005	年表・水水 DB
5	永山 7 丁目 2 号	旭川市	126.06	150	60	43.5～60	1987～2005	年表・水水 DB
6	永山 7 丁目 3 号	旭川市	126.06	100	5	1～5	1987～2005	年表・水水 DB
7	永山 14 丁目 3 号－リ	旭川市	138.01	100	10	2～10	1987～2005 2010 2014～2016	水水 DB・年表・水調
8	永山 12 丁目 3 号ト	旭川市	137.39	100	10	2～10	1987～2001	年表
9	永山 13 丁目 2 号	旭川市	137.03	150	30	18～26	1987～2005 2010 2014～2016	水水 DB・年表・水調
10	川端 2 号	旭川市	104.53	150	80	47～52.5 63.5～74.5	1987～2005	年表・水水 DB
11	永山 2 丁目 3 号	旭川市	119.51	100	5	1～5	1987～2005	年表・水水 DB
12	旭川 12 丁目 3 号	旭川市	109.41	150	10.5	7～10.5	1987～2005 2010 2014～2016	水水 DB・年表・水調
13	新星 3 号	旭川市	115.56	100	5.2	1.2～5.2	1987～2005	年表・水水 DB
14	曙 3 号	旭川市	104.86	100	5	2～5	1987～2005 2010 2014～2016	水水 DB・年表・水調
15	神居 3 号	旭川市	108.27	100	5.1	1.1～5.1	1987～2005 2010 2014～2016	水水 DB・年表・水調
16	東光 2 号	旭川市	133.65	150	50	44～50	1987～2005	年表・

								水水 DB
17	東光 3 号	旭川市	133.92	100	5	1～5	1987～2005 2010 2014～2016	水水 DB・ 年表・水調
18	神楽岡 3 号	旭川市	120.86	100	5	2～5	1987～2005 2010 2014～2016	水水 DB・ 年表・水調

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

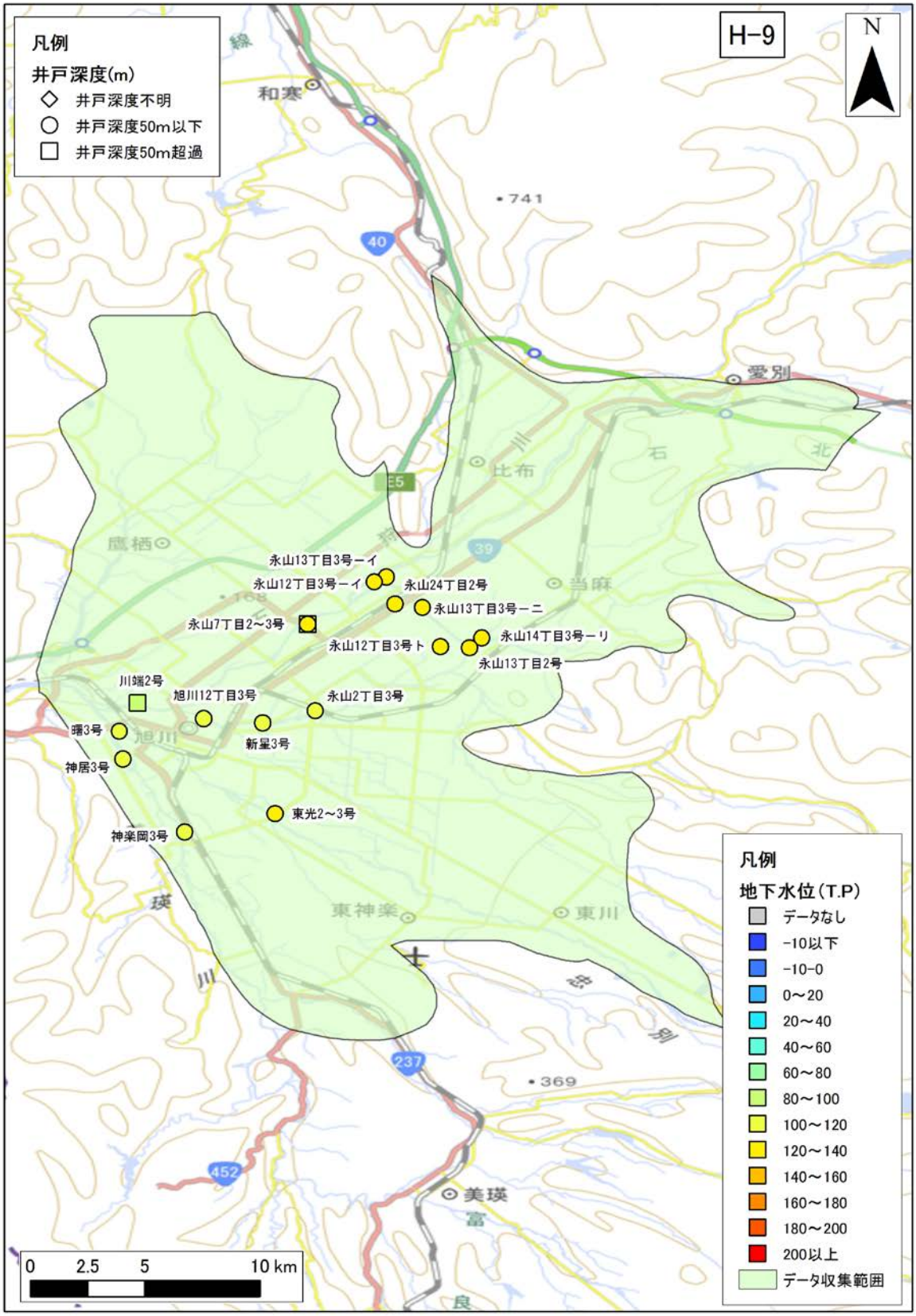


図 -33 年平均地下水位分布図（H-9 : Kamikawa basin）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2)　**気象データ**

H-8 : Kamikawa basin 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 -18 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 -34、図 -35、図 -36、図 -37 に示す。

表 -18　気象観測所一覧（H-9 : Kamikawa basin）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	12396	比布	43’52.5	142’28.8	175	アメダス	●	●	●	●	
2	12442	旭川	43’45.4	142’22.3	120	アメダス	●	●	●	●	●
3	12451	東川	43’42.1	142’30.5	215	アメダス	●	●	●	●	
4	12501	東神楽	43’40.2	142’26.8	211	アメダス	●	●	●	●	●

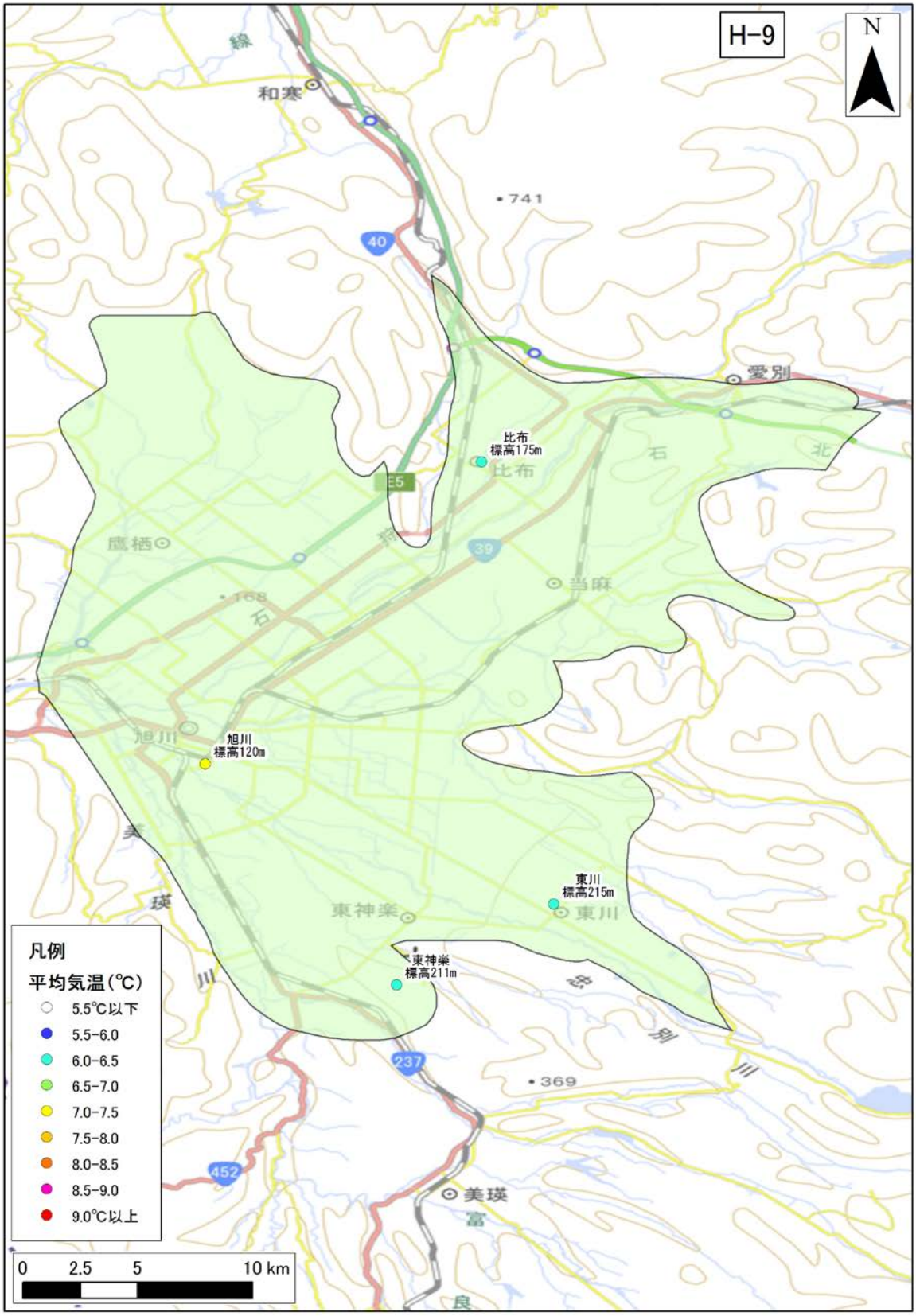


図 -34　年平均気温の分布（H-9 : Kamikawa basin）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

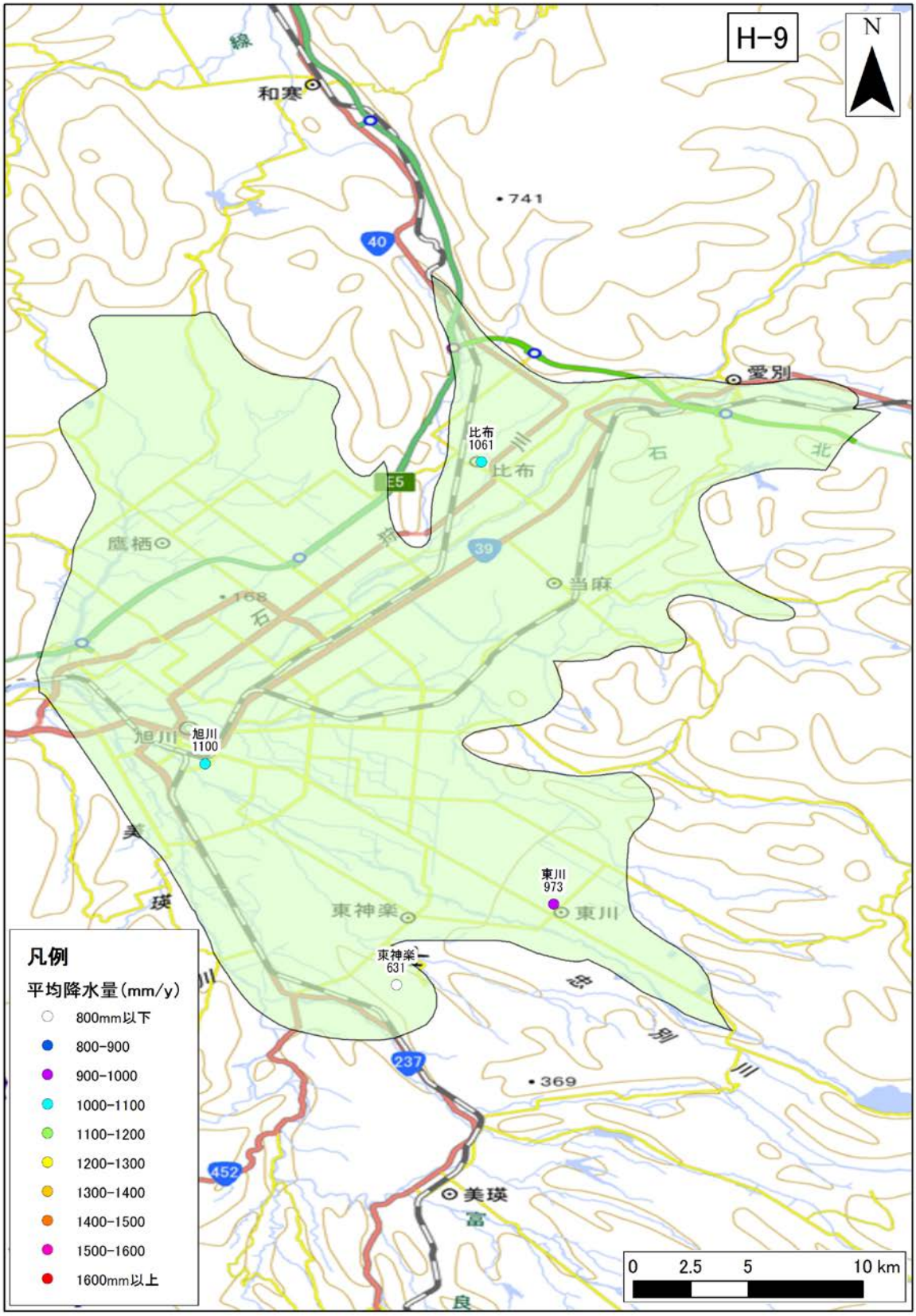


図 -35　年間降水量の分布（H-9 : Kamikawa basin）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。

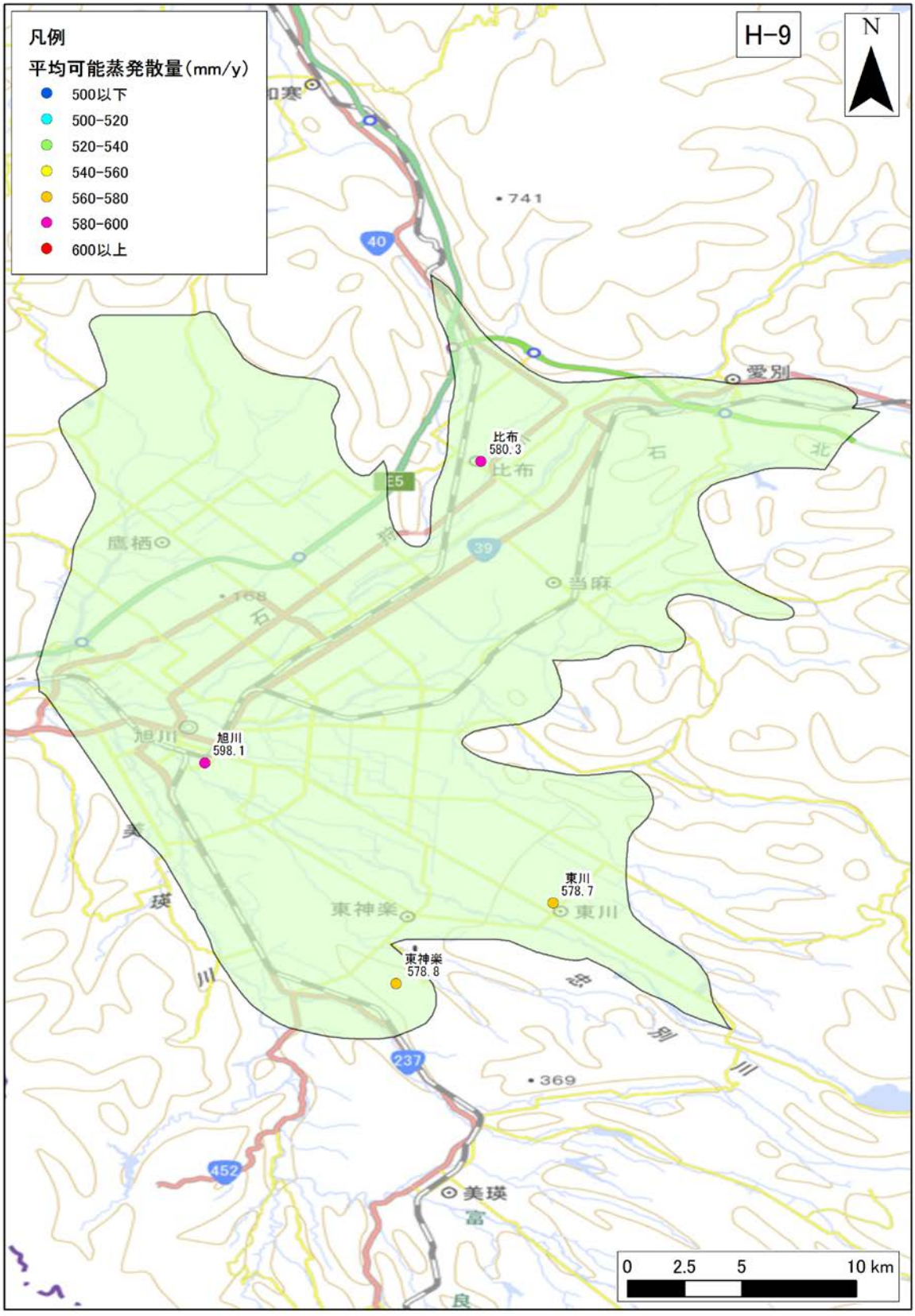


図 -36　年間可能蒸発散量の分布（H-9 : Kamikawa basin）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

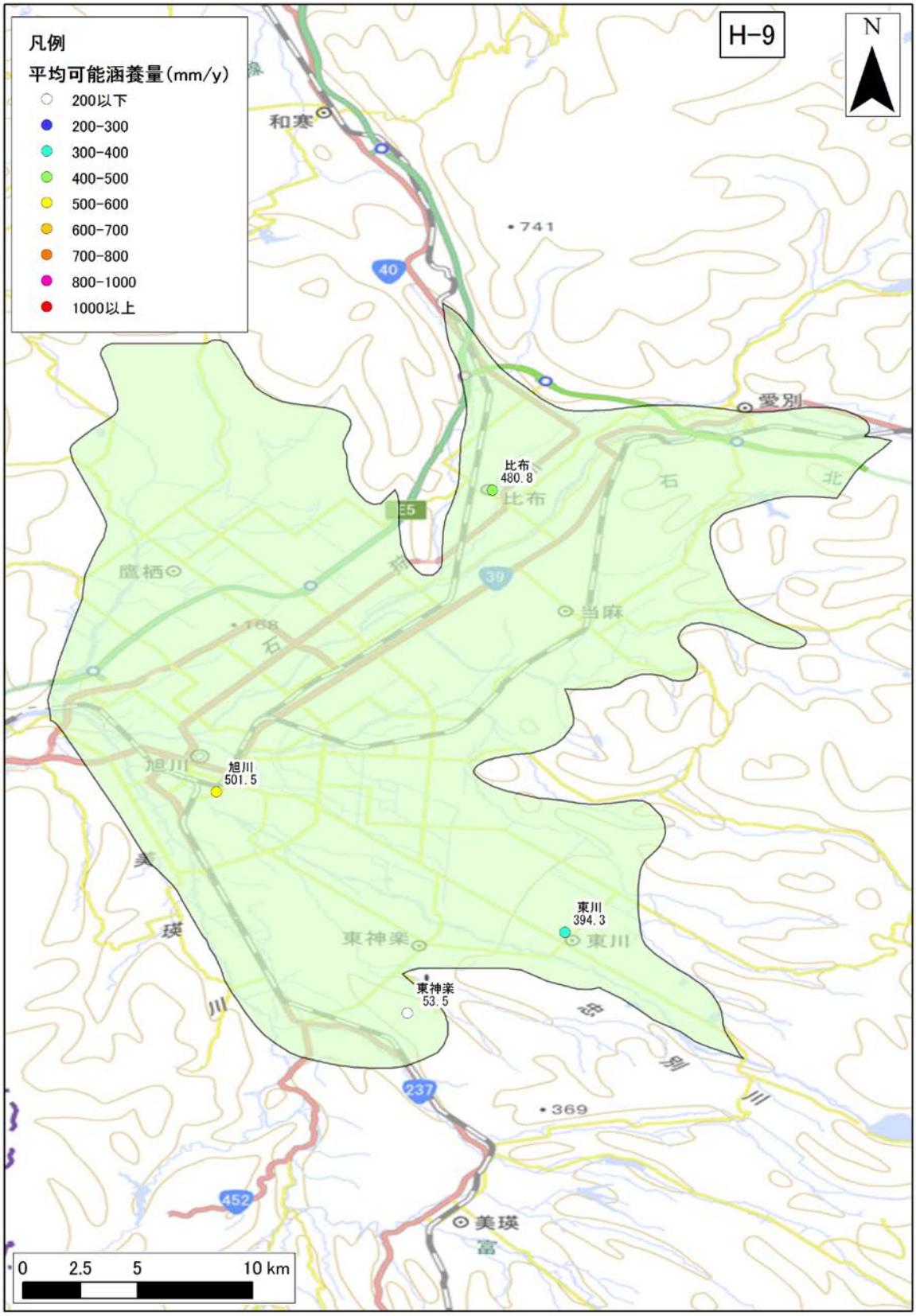


図 -37　年間可能涵養量の分布（H-9 : Kamikawa basin）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

H-9 : Kamikawa basin における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 -38 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

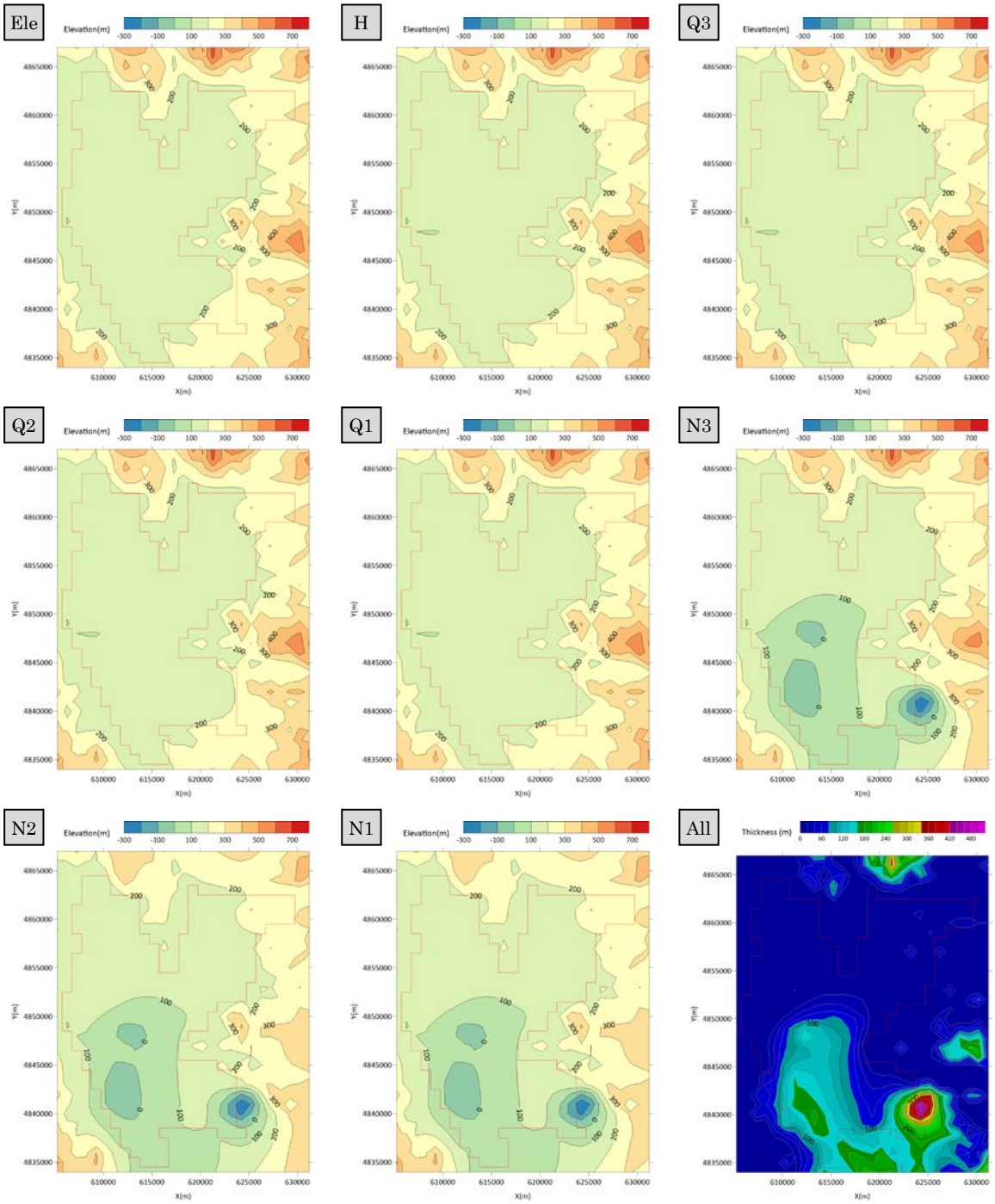


図 -38　地質データ（H-9 : Kamikawa basin）

4) **流量データ**

H-9 : Kamikawa basin 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表表 -19 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表表 -20、図 -39 に示す。

表 -19 河川水位・流量観測地点一覧（H-9 : Kamikawa basin）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	比布	石狩川	石狩川	0.00	1969 年 10 月 01 日	1,325
2	永山	石狩川	石狩川	0.00	1917 年 05 月 01 日	1,423
3	旭橋	石狩川	石狩川	0.00	1918 年 09 月 01 日	1,917
4	桜岡（廃止）	石狩川	牛朱別川	0.00	1976 年 04 月 01 日	160
5	旭永橋	石狩川	牛朱別川	0.00	1967 年 01 月 01 日	430
6	中央橋	石狩川	牛朱別川	0.00	1967 年 01 月 01 日	475
7	暁橋	石狩川	忠別川	0.00	1963 年 08 月 01 日	278
8	暁橋(旧)（廃止）	石狩川	忠別川	－	1963 年 08 月 01 日	263
9	大正橋	石狩川	忠別川	0.00	1918 年 07 月 01 日	358
10	西神楽	石狩川	美瑛川	0.00	1953 年 09 月 01 日	645
11	18 号	石狩川	辺別川	0.00	1949 年 10 月 01 日	189
12	鷹栖橋	石狩川	オサラッペ川	0.00	1975 年 08 月 01 日	181
13	北永	石狩川	永山新川	0.00	2002 年 10 月 01 日	161
14	鹿島橋	石狩川	牛朱別川	0.00	2007 年 04 月 01 日	201

表 -20　流況一覧（H-9 : Kamikawa basin）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	比布	58.67	34.57	24.22	17.60	3.83	2.25	1.58	1.15
2	永山	65.48	38.99	25.47	14.34	3.98	2.37	1.55	0.87
3	旭橋	83.93	50.70	33.71	22.61	3.78	2.28	1.52	1.02
4	桜岡（廃止）	8.65	5.15	2.38	1.24	4.68	2.79	1.29	0.67
5	旭永橋	15.40	9.50	4.87	2.94	3.09	1.91	0.98	0.59
6	中央橋	22.44	13.60	6.56	4.39	4.08	2.47	1.19	0.80
7	暁橋	17.46	12.75	9.46	7.19	5.43	3.96	2.94	2.24
8	暁橋(旧)（廃止）	15.97	11.24	7.81	5.33	5.24	3.69	2.56	1.75
9	大正橋	18.79	12.54	8.09	5.59	4.53	3.03	1.95	1.35
10	西神楽	26.35	16.96	11.50	8.11	3.53	2.27	1.54	1.09
11	18 号	8.28	5.02	3.05	1.45	3.78	2.29	1.39	0.66
12	鷹栖橋	14.64	6.21	2.06	0.92	6.99	2.96	0.98	0.44
13	北永	10.75	7.58	4.60	2.28	5.77	4.07	2.47	1.22
14	鹿島橋	6.70	4.26	2.26	1.23	2.88	1.83	0.97	0.53
平均値		26.68	16.36	10.43	6.80	4.40	2.73	1.64	1.03

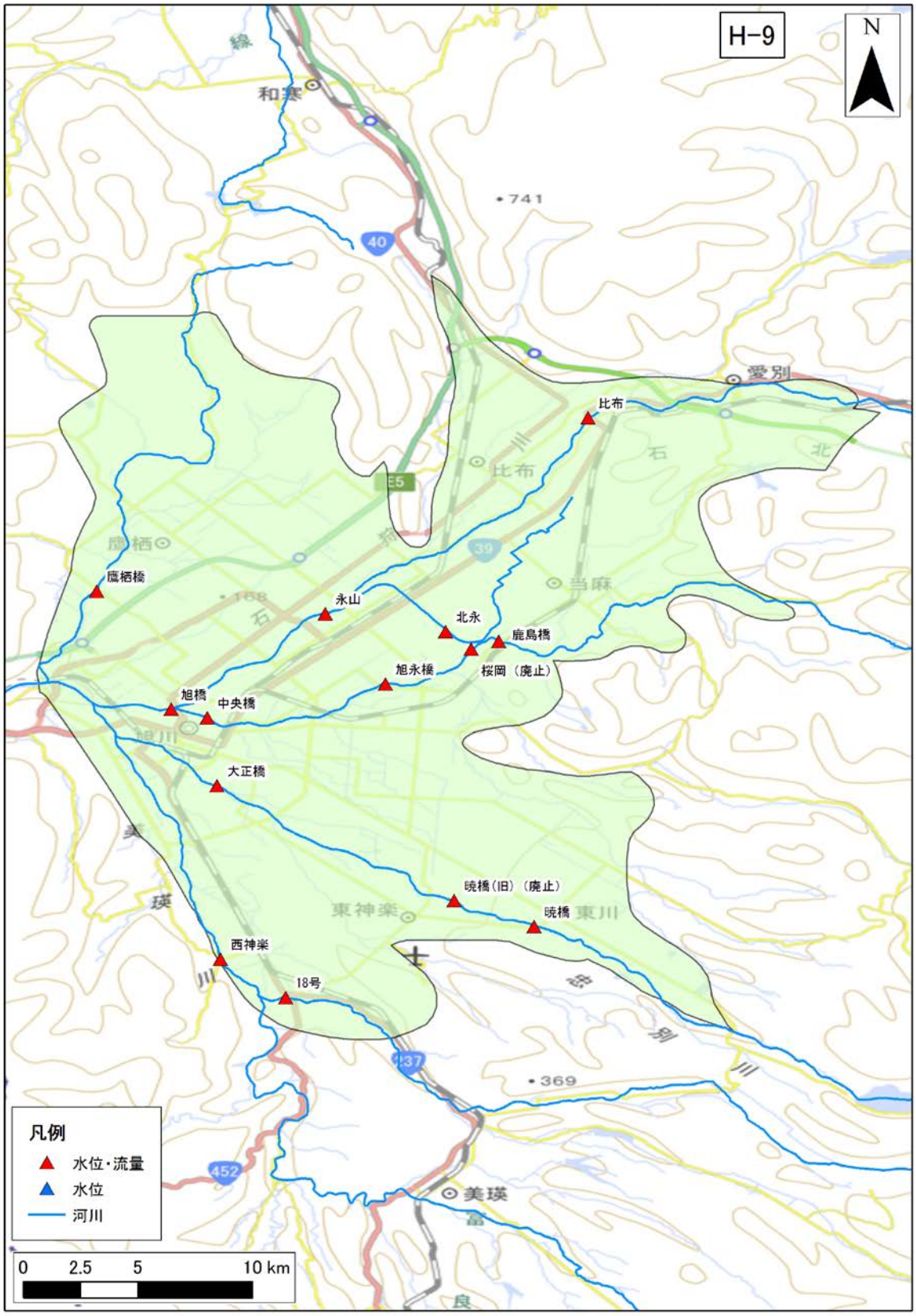


図 -39　河川水位・流量観測地点位置図（H-9 : Kamikawa basin）

（7） H-11：Tokachi plain

1） **地下水位データ**

H-11 : Tokachi plain 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 -21 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 -40 に示す。

表 -21 地下水位観測地点一覧（H-11 : Tokachi plain）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	音更東 3 号	音更町	62.25	不明	不明	不明	なし	水水 DB
2	音幌橋 3 号	音更町	62.60	150	不明	6.2～11.7	なし	水水 DB
3	宝来 1 号	音更町	35.29	150	85	73～84	1987～2005	水水 DB・年表・水調
4	宝来 2 号	音更町	35.29	150	50	32～43	1987～2005	水水 DB・年表・水調
5	千代田堰堤下流 3 号	幕別町	不明	150	不明	12.5～17.5	なし	水水 DB・水調
6	西帯広工業団地 2 号	帯広市	53.04	150	50	22.5～33.5	1987～2005	水水 DB・年表・水調
7	千代田堰堤上流 3 号	幕別町	25.16	150	不明	11～16	なし	水水 DB・水調
8	帯広開建 1 号	帯広市	39.93	150	100	72.5～83.5	1987～2005	水水 DB・年表・水調
9	帯広開建 2 号	帯広市	39.93	150	60	38～49	1987～2005	水水 DB・年表・水調
10	帯広開建 3 号	帯広市	39.93	152	不明	198～209	なし	水水 DB・水調
11	帯広河川 2 号	幕別町	37.02	150	50	29～40	1987～2005	水水 DB・年表・水調
12	緑ヶ丘 1 号	帯広市	48.44	150	115	94.3～104.8	1987～2005	水水 DB・年表・水調
13	緑ヶ丘 2 号	帯広市	48.44	150	78	54.3～70.3	1987～2005	水水 DB・年表・水調
14	大通公園 2 号	帯広市	45.43	150	65	49～60	1987～2005	年表・水水 DB
15	大山緑地 2 号	帯広市	50.69	150	50	33.5～44.5	1987～2005	水水 DB・年表・水調
16	稲田 2 号	帯広市	58.91	150	60	43.5～54.5	1987～2005	水水 DB・年表・水調
17	別府 3 号	帯広市	96.15	150	22	4.5～10	1987～2005	年表・水水 DB
18	南帯橋 3 号	帯広市	不明	150	不明	6～11.5	なし	水水 DB・水調
19	第二大川橋 3 号	帯広市	104.93	150	不明	11～16.5	なし	水水 DB・水調
20	中島橋右岸 3 号	中札内村	156.63	150	不明	8～13	なし	水水 DB・

								水調
21	新生 3 号	中札内村	161.11	150	22	12～17.5	1987～2005	年表・水水 DB
22	上清川 3 号	帯広市	190.08	150	不明	6.8～11.8	なし	水水 DB・水調
23	中札内 3 号	中札内村	195.88	150	不明	10.5～16	なし	水水 DB・水調
24	更別 3 号	更別村	187.53	150	23	10.5～16	1987～2005	水水 DB・年表・水調
25	上札内橋 3 号	中札内村	不明	150	不明	16.5～22	なし	水水 DB・水調
26	西札内 3 号	中札内村	274.85	150	不明	8～13.5	なし	水水 DB・水調

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

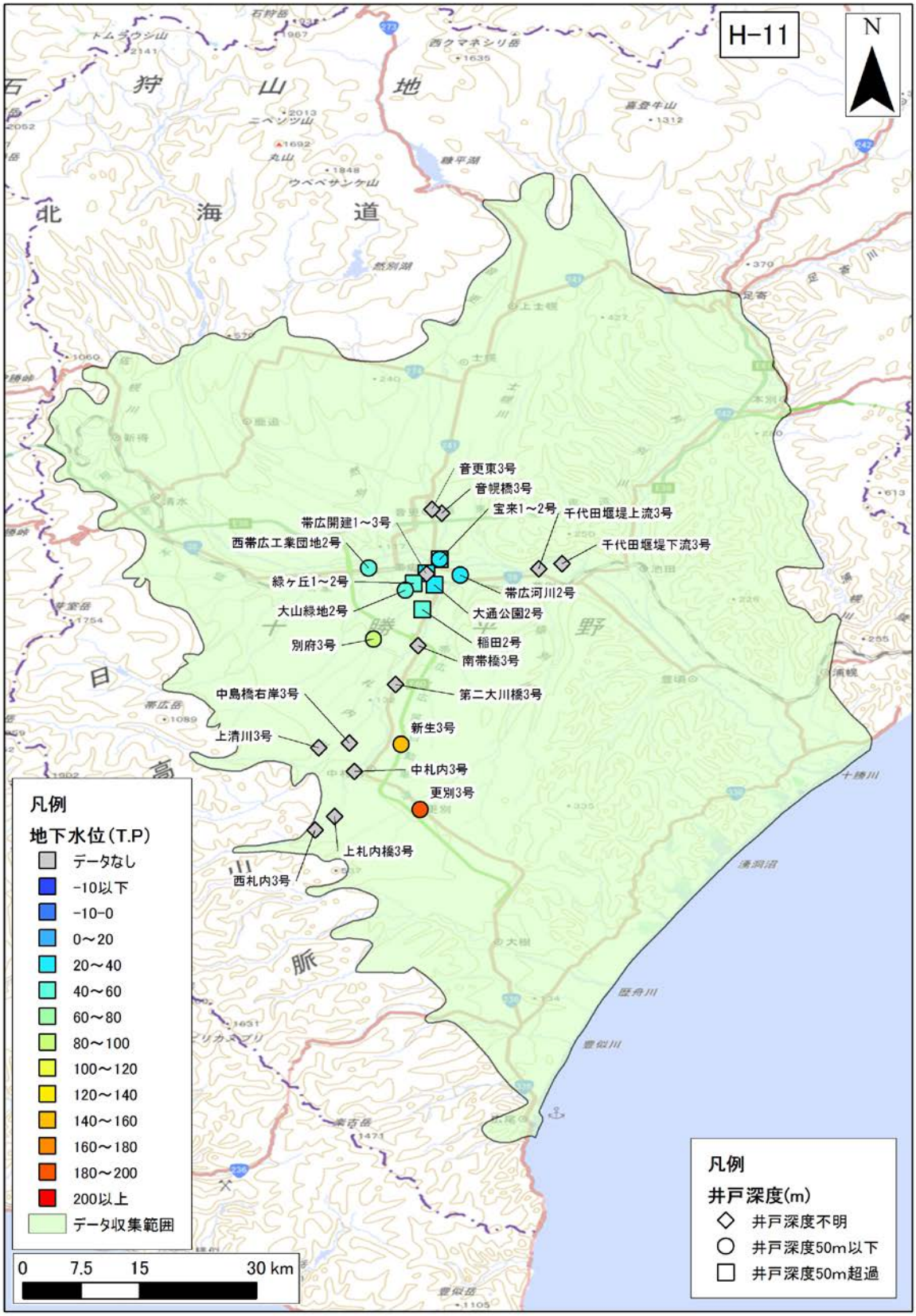


図 -40 年平均地下水位分布図（H-11 : Tokachi plain）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2)　**気象データ**

H-11：Tokachi plain 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 -22 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 -41、図 -42、図 -43、図 -44 に示す。

表 -22　気象観測所一覧（H-11 : Tokachi plain）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	20331	押帯	43’6.9	143’26.6	104	アメダス	●				
2	20341	本別	43’7.9	143’36	67	アメダス	●	●	●	●	●
3	20356	新得	43’4.6	142’50.4	178	アメダス	●	●	●	●	●
4	20361	鹿追	43’6.2	142’59.7	206	アメダス	●	●	●	●	
5	20371	駒場	43’3	143’11	112	アメダス	●	●	●	●	
6	20421	芽室	42’54	143’2.6	90	アメダス	●	●	●	●	●
7	20432	帯広	42’55.3	143’12.7	38	アメダス	●		●		●
8	20432	帯広	42’54.5	143’13.4	38	アメダス		●		●	
9	20441	池田	42’55.2	143’27.5	42	アメダス	●	●	●	●	
10	20506	浦幌	42’48.5	143’39.4	20	アメダス	●	●	●	●	●
11	20551	帯広泉	42’44	143’13	149	アメダス	●	●	●	●	●
12	20556	糠内	42’47.2	143’19.7	70	アメダス	●	●	●	●	
13	20601	上札内	42’38.5	143’5.8	251	アメダス	●	●	●	●	●
14	20606	更別	42’39.1	143’11.7	185	アメダス	●	●	●	●	
15	20631	大津	42’41.2	143’38.8	4	アメダス	●	●	●	●	
16	20696	大樹	42’30	143’16.4	87	アメダス	●	●	●	●	●
17	20751	広尾	42’17.6	143’19	32	アメダス	●	●	●	●	●

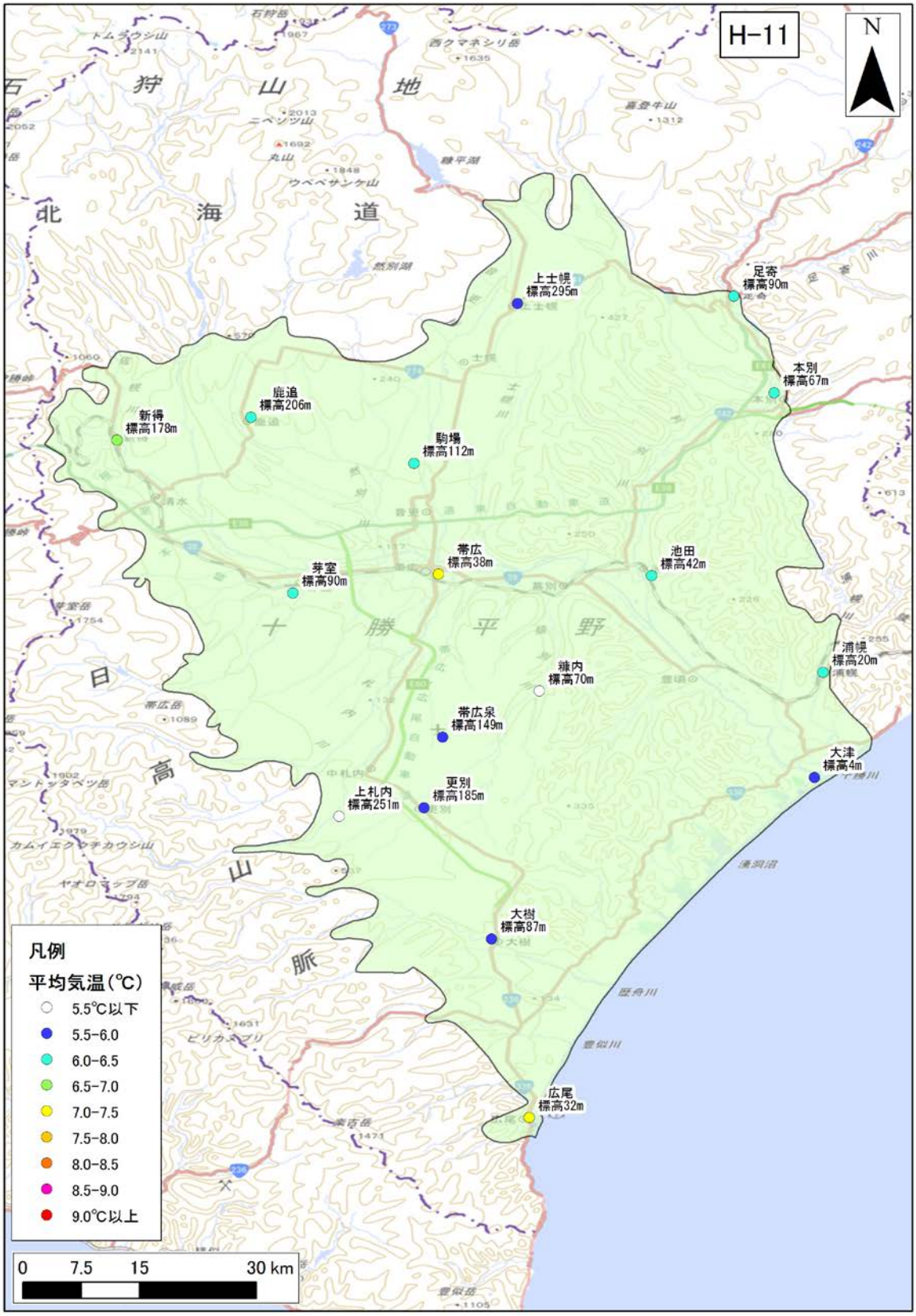


図 -41　年平均気温の分布（H-11 : Tokachi plain）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

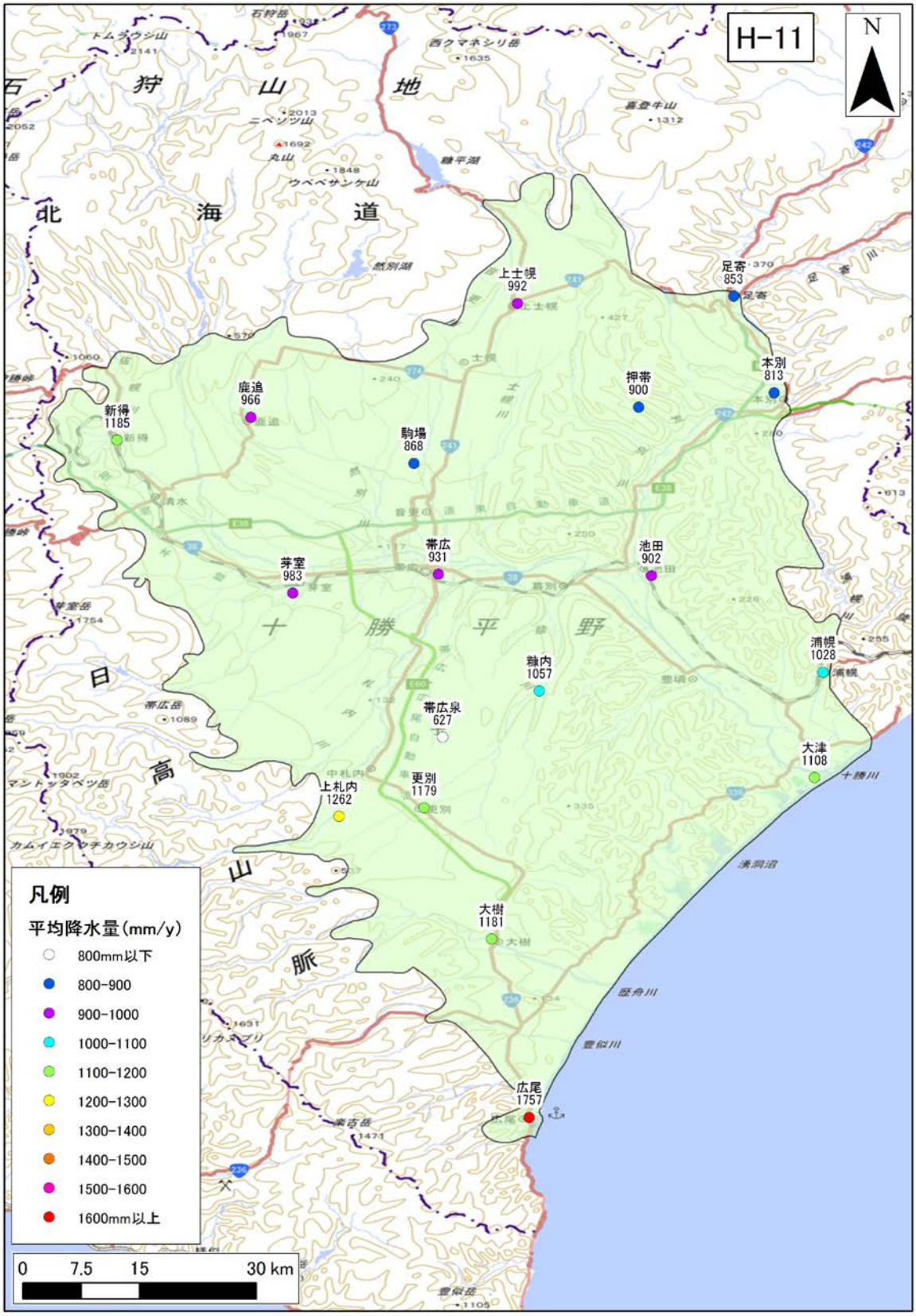


図 -42　年間降水量の分布（H-11 : Tokachi plain）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。

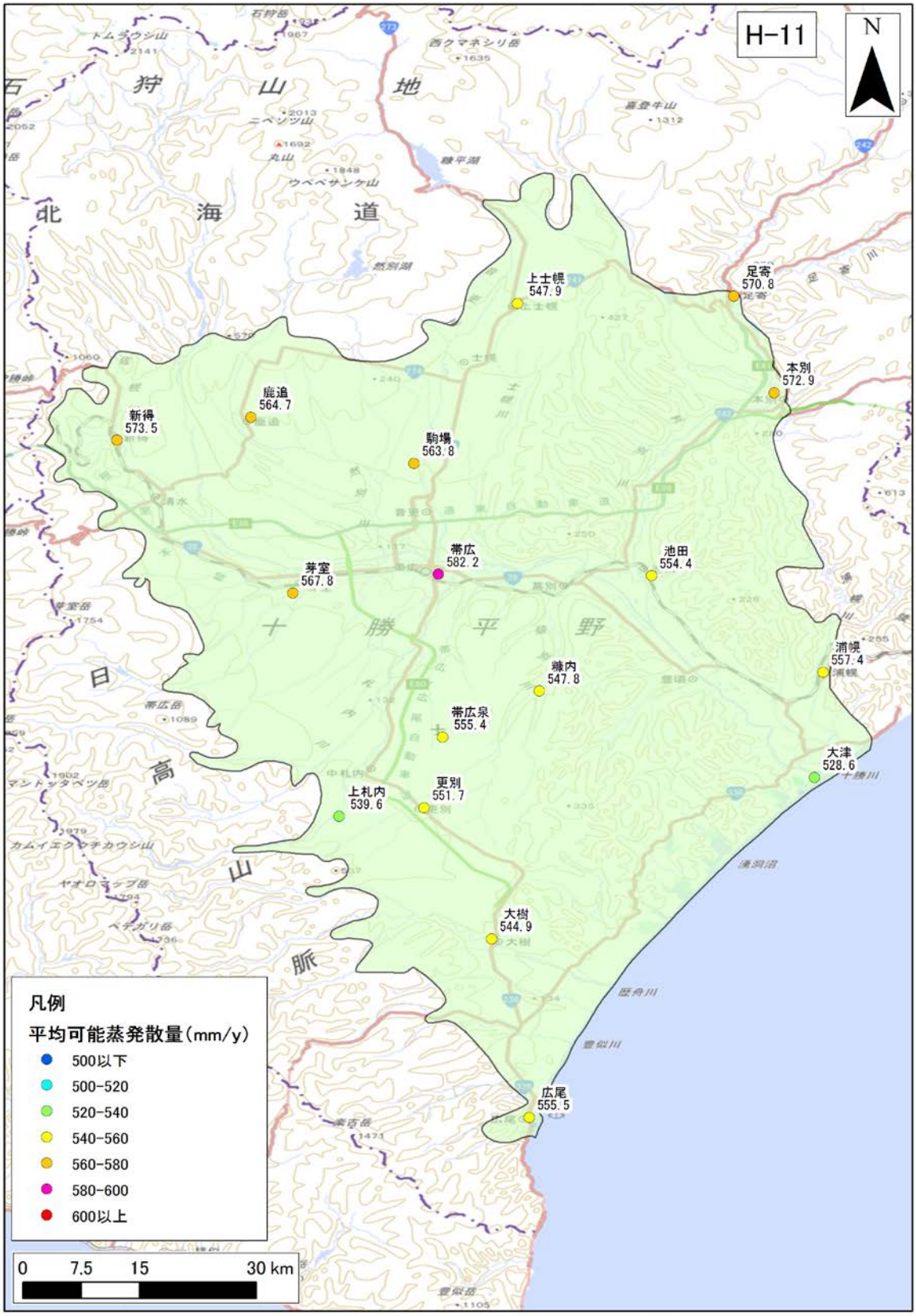


図 -43　年間可能蒸発散量の分布（H-11 : Tokachi plain）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

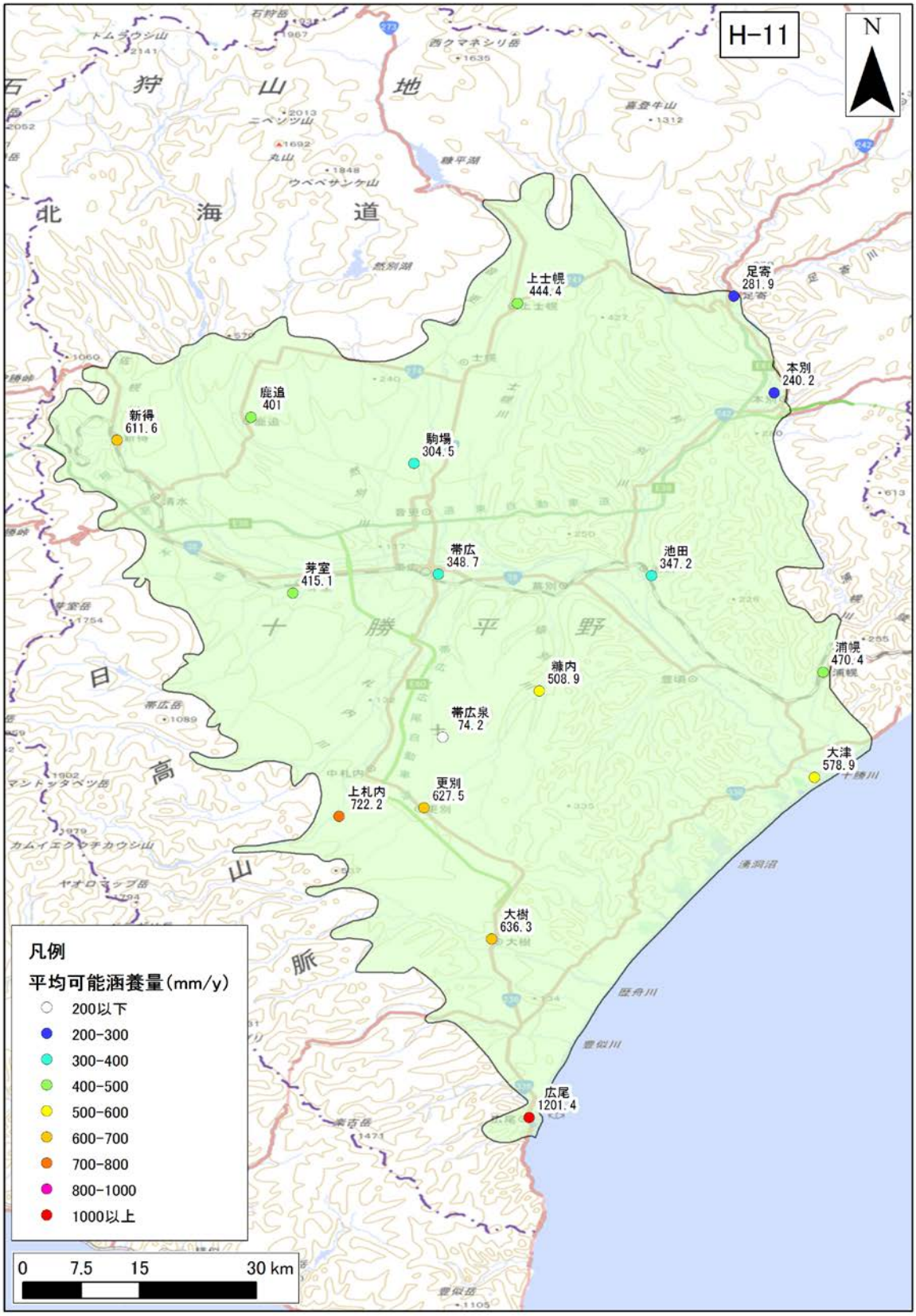


図 -44　年間可能涵養量の分布（H-11 : Tokachi plain）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

H-11：Tokachi plain における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 -45 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

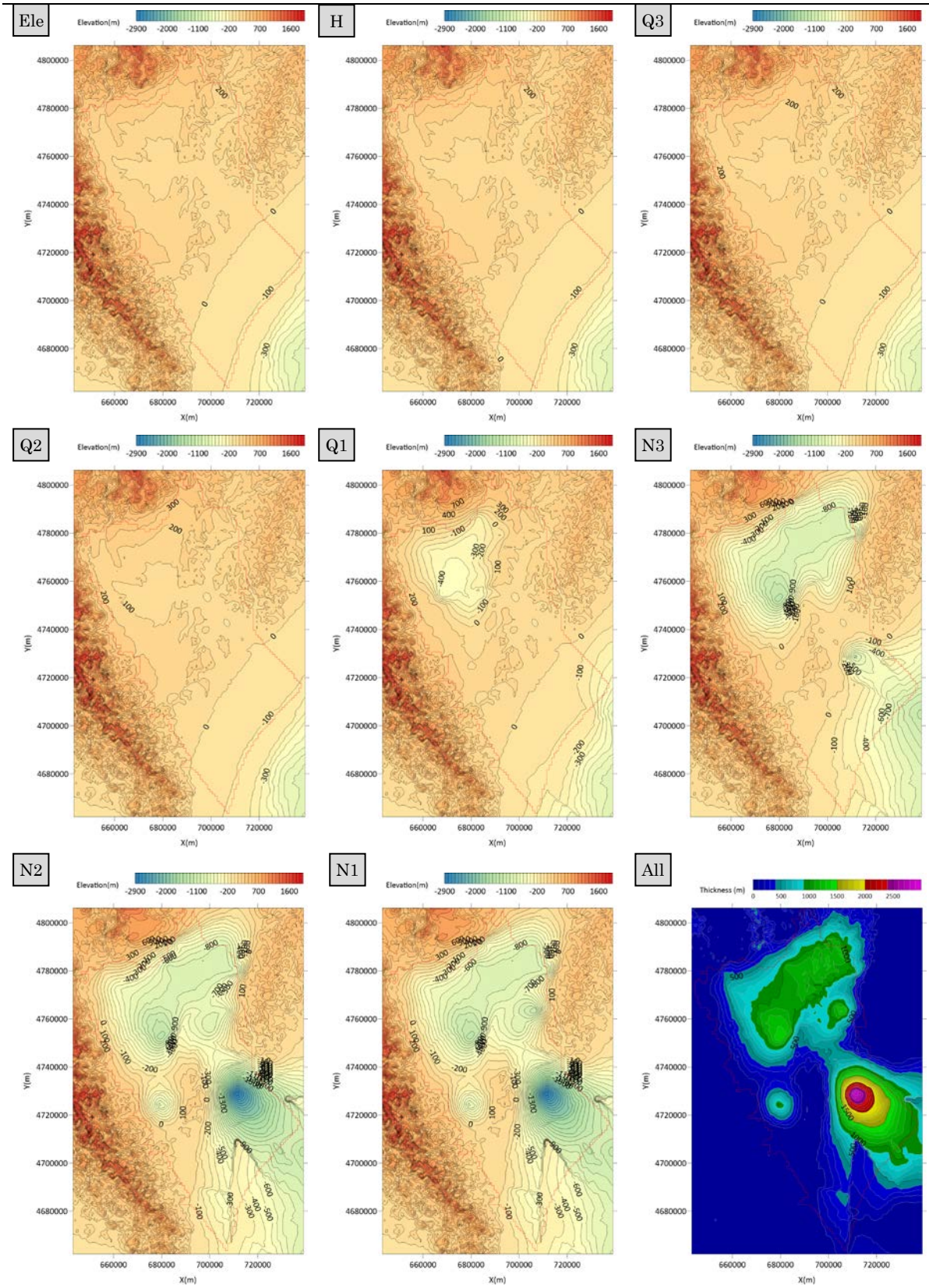


図 -45　地質データ（H-11 : Tokachi plain）

4) **流量データ**

H-11 : Tokachi plain 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 -23、表 -24 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 -25、図 -46 に示す。

表 -23 河川水位・流量観測地点一覧（H-11 : Tokachi plain）1/2

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	共栄橋	十勝川	十勝川	148.30	1987 年 10 月 01 日	804
2	熊牛	十勝川	十勝川	120.99	1946 年 01 月 01 日	846
3	芽室太	十勝川	十勝川	66.32	1908 年 05 月 01 日	1,546
4	帯広	十勝川	十勝川	43.01	1907 年 01 月 01 日	2,678
5	十勝中央大橋	十勝川	十勝川	－	2004 年 11 月 01 日	4,483
6	千代田	十勝川	十勝川	9.00	1915 年 07 月 01 日	5,082
7	茂岩	十勝川	十勝川	13.76	1916 年 04 月 01 日	8,208
8	芽室橋（廃止）	十勝川	芽室川	60.00	1971 年 04 月 01 日	218
9	上美生橋（廃止）	十勝川	美生川	213.09	1971 年 08 月 01 日	150
10	美生橋	十勝川	美生川	－	2004 年 04 月 01 日	195
11	上然別橋（廃止）	十勝川	然別川	116.43	1936 年 03 月 01 日	281
12	国見橋	十勝川	然別川	－	2004 年 04 月 01 日	646
13	士幌	十勝川	音更川	189.68	1912 年 12 月 01 日	540
14	音更	十勝川	音更川	79.34	1910 年 08 月 01 日	708
15	東 3 条	十勝川	帯広川	36.51	1984 年 04 月 01 日	181
16	南札内	十勝川	札内川	347.86	1997 年 04 月 01 日	150
17	上札内	十勝川	札内川	252.00	1956 年 09 月 01 日	189
18	第二大川橋	十勝川	札内川	102.23	1960 年 07 月 01 日	580
19	南帯橋	十勝川	札内川	74.28	1951 年 10 月 01 日	608
20	札内	十勝川	札内川	38.52	1911 年 12 月 01 日	699
21	戸蔦橋	十勝川	戸蔦別川	192.83	1956 年 09 月 01 日	161
22	中島橋	十勝川	戸蔦別川	149.63	1963 年 04 月 01 日	295
23	岩内（廃止）	十勝川	岩内川	191.37	1988 年 08 月 01 日	77
24	旭橋	十勝川	士幌川	31.69	1971 年 04 月 01 日	282
25	千住 12 号橋	十勝川	途別川	28.50	1971 年 04 月 01 日	115
26	止若	十勝川	猿別川	22.20	1936 年 07 月 01 日	447
27	東橋	十勝川	利別川	43.77	1966 年 01 月 01 日	2,365
28	利別	十勝川	利別川	20.31	1912 年 08 月 01 日	2,715
29	東台 1 号橋	十勝川	十弗川	16.43	1971 年 04 月 01 日	115
30	農野牛	十勝川	牛首別川	12.27	1971 年 04 月 01 日	164

表 -24 河川水位・流量観測地点一覧（H-11 : Tokachi plain）2/2

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
31	大平橋	十勝川	下頃辺川	8.37	1988 年 02 月 01 日	104
32	愛牛橋（廃止）	十勝川	下頃辺川	0.00	1983 年 01 月 01 日	110
33	万年橋	十勝川	浦幌川	17.54	1971 年 04 月 01 日	392

表 -25　流況一覧（H-11 : Tokachi plain）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	共栄橋	804	52.65	36.45	26.00	17.62	5.66	3.92	2.79
2	熊牛	846	56.76	38.82	27.78	19.88	5.80	3.97	2.84
3	芽室太	1,546	83.05	52.82	36.47	25.63	4.64	2.95	2.04
4	帯広	2,678	107.93	70.28	49.07	34.16	3.48	2.27	1.58
5	十勝中央大橋	4,483	161.44	100.88	66.29	46.77	3.11	1.94	1.28
6	千代田	5,082	182.53	117.64	78.31	53.44	3.10	2.00	1.33
7	茂岩	8,208	258.13	173.51	127.86	96.98	2.72	1.83	1.35
8	芽室橋（廃止）	218	8.82	4.74	2.79	1.83	3.50	1.88	1.11
9	上美生橋（廃止）	150	10.94	5.69	2.67	1.69	6.30	3.27	1.54
10	美生橋	195	9.57	5.01	2.32	1.24	4.24	2.22	1.03
11	上然別橋（廃止）	281	3.49	2.34	1.79	1.70	1.07	0.72	0.55
12	国見橋	646	11.34	7.10	5.38	3.34	1.52	0.95	0.72
13	士幌	540	7.39	5.14	3.47	2.33	1.18	0.82	0.56
14	音更	708	9.85	6.77	4.66	3.32	1.20	0.83	0.57
15	東３条	181	2.31	1.89	1.43	0.94	1.10	0.90	0.68
16	南札内	150	2.78	3.77	6.40	16.39	1.60	2.17	3.69
17	上札内	189	14.76	4.68	1.63	0.57	6.75	2.14	0.74
18	第二大川橋	580	34.71	16.80	6.40	3.34	5.17	2.50	0.95
19	南帯橋	608	38.29	18.27	7.17	3.80	5.44	2.60	1.02
20	札内	699	35.06	15.60	5.48	1.75	4.33	1.93	0.68
21	戸蔦橋	161	12.30	6.26	2.82	1.57	6.62	3.37	1.52
22	中島橋	295	18.18	9.14	4.35	2.42	5.33	2.68	1.27
23	岩内（廃止）	77	4.71	2.10	0.83	0.39	5.31	2.36	0.93
24	旭橋	282	4.50	3.10	2.26	1.58	1.38	0.95	0.69
25	千住 12 号橋	115	4.08	2.82	2.14	1.57	3.06	2.12	1.61
26	止若	447	12.98	8.29	5.81	3.66	2.51	1.60	1.12
27	東橋	2,365	67.96	52.25	42.23	27.29	2.48	1.91	1.54
28	利別	2,715	76.39	58.21	48.07	31.92	2.43	1.85	1.53
29	東台１号橋	115	1.80	1.15	0.86	0.55	1.36	0.86	0.64
30	農野牛	164	3.47	1.45	0.80	0.34	1.83	0.76	0.42
31	大平橋	104	1.82	0.96	0.62	0.35	1.51	0.80	0.51

32	愛牛橋 （廃止）	110	2.02	1.34	0.84	0.34	1.58	1.05	0.66
33	万年橋	392	8.27	4.22	2.51	1.38	1.82	0.93	0.55
平均値		39.71	25.44	17.50	12.43	3.31	1.91	1.21	0.99

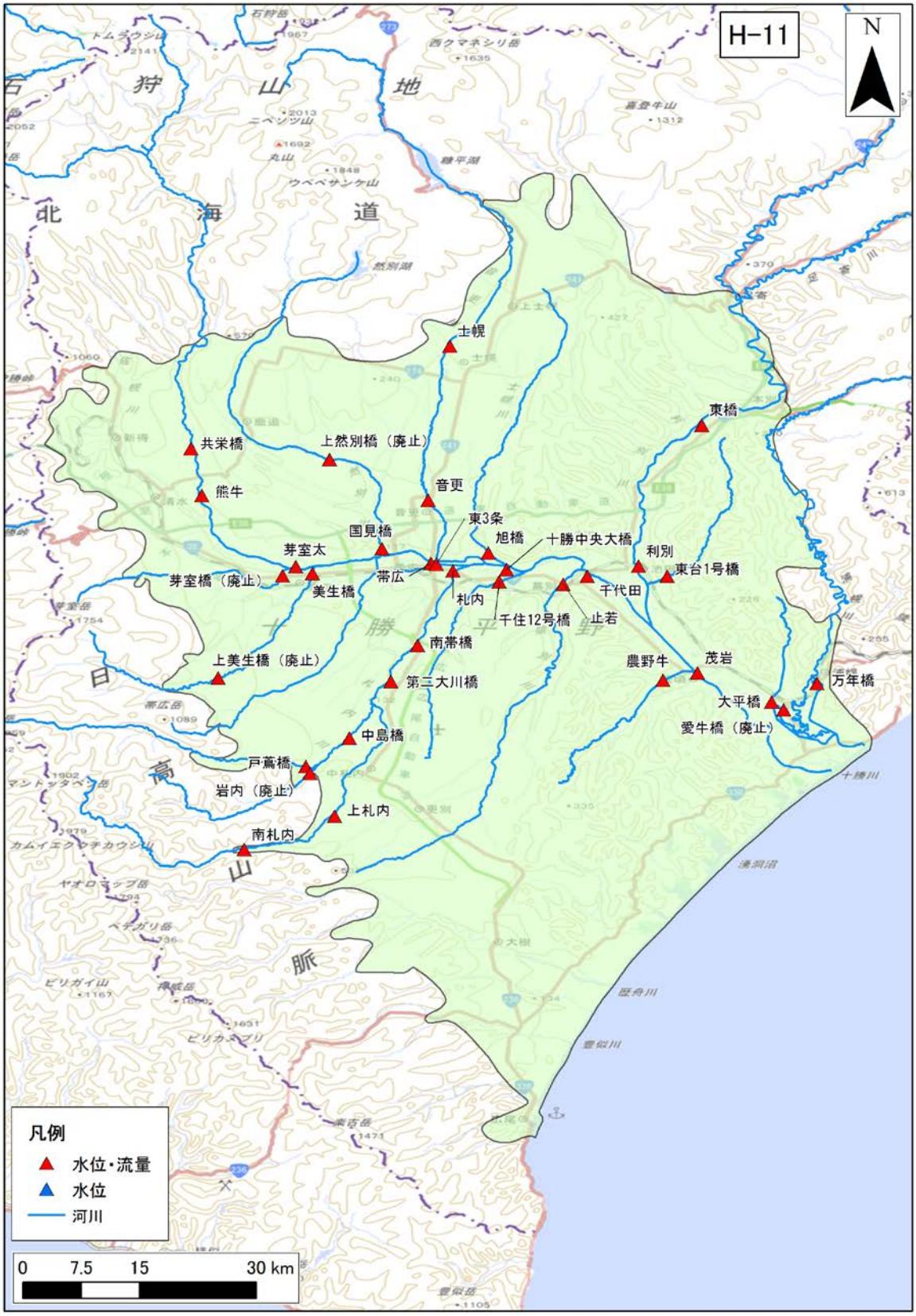


図 -46　河川水位・流量観測地点位置図（H-11 : Tokachi plain）

（8） H-12：Ishikari and Yufutsu plain

1） **地下水位データ**

H-12 : Ishikari and Yufutsu plain 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 -26、表 **エラー! 指定したスタイルは使われていません。**-27、表 -28 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 -47、図 -48 図 -40 に示す。

表 -26 地下水位観測地点一覧（H-12 : Ishikari and Yufutsu plain）1/3

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	石狩工水 No.2	石狩市	5.74	40	3.5	2.9～3.1	1992～2004	年表
2	分部超 A	小樽市	5.52	150	200	175～180.5 186～197	1987～2004	年表
3	大型実験場 3 号	石狩市	8.09	150	30	8～13.5	1987～2009	水水 DB・年表・水調
4	花畔 A	石狩市	6.05	150	58.7	42.2～53.2	1987～2004	年表
5	花畔 B	石狩市	6.06	100	12	9～11	1987～2004	年表
6	樽川 A	石狩市	7.00	100	87	59.5～81.5	1987～2004	年表
7	樽川 B	石狩市	6.43	100	200	137.5～154	1987～2004	年表
8	石狩 No.1	小樽市	6.39	100	200	145～155	1987～2004	年表
9	山口 A	札幌市	6.30	125	35	18.4～23.9	1987～2004	年表
10	山口 B	札幌市	6.23	200	146.5	111.5～117 122.5～128	1987～2004	年表
11	山口 C	札幌市	5.51	40	6	5.6～5.9	1987～2004	年表
12	屯田 A	札幌市	4.81	200	82.5	65.5～71	1987～2004	年表
13	屯田 B	札幌市	4.81	100	130	111～123	1987～2004	年表
14	篠路小学校 2 号	札幌市	4.89	150	65.5	54.5～60	1987～2008	年表・水水 DB
15	北発寒 A	札幌市	4.22	150	130	105～110.5	1987～2004	年表
16	北発寒 B	札幌市	4.04	40	6	5.6～5.9	1987～2004	年表
17	福移小中学校 1 号	札幌市	5.62	150	140	121.5～132.5	1987～2009	年表・水水 DB
18	丘珠(50m)	札幌市	5.96	100	50	29～36	1987～2004	年表
19	丘珠(162m)	札幌市	5.96	100	162	112.5～129	1987～2004	年表
20	丘珠小学校 1 号	札幌市	9.00	150	118	86.5～114	1987～2009	年表・水水 DB
21	モエレ沼 No.1	札幌市	5.84	150	5	1.5～4.2	1987～2008	年表・水水 DB
22	モエレ沼 No.2	札幌市	4.78	150	3.8	0.8～3	1987～2008	年表・水水 DB
23	モエレ沼 No.3	札幌市	7.21	150	6.3	2.3～5.5	1987～2008	年表・水水 DB
24	発寒 1 号	札幌市	18.87	300	59	50～59	1987～2003	年表・水水 DB

25	八軒(48m)	札幌市	11.15	100	48	17.5～23	1987～2004	年表
26	八軒(165m)	札幌市	11.15	100	165	144～155	1987～2004	年表
27	手稲東 2 号	札幌市	38.93	300	90	36～44.5 55～60.5 83～90	1987～2009	年表・ 水水 DB

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

表 エラー! 指定したスタイルは使われていません。-27　地下水位観測地点一覧（H-12 : Ishikari and Yufutsu plain）2/3

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
28	地下資源	札幌市	10.15	250	120	54～65 76～87 98～103.5	1987～2004	年表
29	ささぞの公園 3 号	札幌市	5.53	100	23	18.7～22.6	1987～2009	年表・水水 DB
30	北海道大学 1 号	札幌市	10.78	100	116	96.9～105.9	1987～2009	年表・水水 DB
31	角山小中学校 1 号	江別市	6.66	150	100	83.5～94.5	1987～2008	年表・水水 DB
32	美唄達布 No.1 3 号	北村	9.98	150	15	1.5～7 9.5～15	1987～1999	年表・水水 DB
33	美唄達布 No.2 3 号	北村	10.18	150	15	1.5～7 9.5～15	1987～1999	年表・水水 DB
34	美唄達布 No.3 3 号	北村	11.33	150	15	2～13	1987～1999	年表・水水 DB
35	北光小学校 3 号	札幌市	14.37	150	18	10～18	1987～2009	年表・水水 DB
36	北光小学校 2 号	札幌市	14.46	150	40	31.5～37	1987～2009	年表・水水 DB
37	江北中学校 3 号	江別市	8.88	150	16	6.2～11.7	1987～2009	年表・水水 DB
38	石狩川開建 2 号	札幌市	17.48	150	65.5	54.5～60	1987～2008	年表・水水 DB
39	東栄中学校 3 号	札幌市	12.05	150	18	11～16.5	1987～2009	水水 DB・年表・水調
40	植物園 2 号	札幌市	18.87	150	35	27～32.5	1993～2009	年表・水水 DB
41	中央小学校 3 号	札幌市	19.00	150	18	11.5～17	1987～2009	年表・水水 DB
42	幌達布 No.2 3 号	北村	10.73	150	15	1.5～12.5	1987～1999	年表・水水 DB
43	幌達布 No.3 3 号	北村	9.01	150	15	2～13	1987～1999	年表・水水 DB
44	幌達布小学校 3 号	北村	10.26	150	15	2～13	1987～1999	年表・水水 DB
45	開発局分室 2 号	札幌市	19.82	150	35	27～32.5	1987～1993	年表・水水 DB
46	札幌市役所 1 号	札幌市	18.21	300	90	29.5～35 40.5～51.5 55～66 68～73.5	1987～2004	年表

47	江別第三中学校 3 号	江別市	14.81	150	18	12.5～18	1987～2009	年表・水水 DB
48	創成小学校 3 号	札幌市	24.53	150	20	14～19.5	1987～2002	年表・水水 DB
49	幌東小学校 3 号	札幌市	16.78	150	14	4.5～13.5	1987～2009	年表・水水 DB
50	幌西小学校 3 号	札幌市	25.31	150	15	9.5～15	1987～2009	年表・水水 DB
51	厚別川排水機場 3 号	札幌市	7.09	150	12	7.4～10.4	1987～2008	年表・水水 DB
52	曙小学校 2 号	札幌市	29.05	150	40	29～34.5	1987～2008	水水 DB・年表・水調
53	土木試験場 3 号	札幌市	34.96	150	25	16.5～22	1987～2009	年表・水水 DB
54	北郷小学校 1 号	札幌市	13.45	150	100	82～93	1987～2009	水水 DB・年表・水調
55	川北観測井 (51m)	札幌市	8.95	100	51	21.5～27 38～43.5	1987～2004	年表

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

表 -28　地下水位観測地点一覧（H-12 : Ishikari and Yufutsu plain）3/3

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
56	川北観測井 (270m)	札幌市	8.94	100	270	240.5～246 251.5～262.5	1987～2004	年表
57	中島公園	札幌市	29.61	150	30.2	17.2～30.2	1987～2004	年表
58	八条中学校 3 号	札幌市	36.03	150	20	14.5～20	1987～2009	水水 DB・年表・水調
59	八条中学校 2 号	札幌市	35.97	150	40	28.5～34	1987～2009	水水 DB・年表・水調
60	平岸小学校 3 号	札幌市	54.29	150	20	8～19	1987～2009	水水 DB・年表・水調
61	月寒東 1 号	札幌市	42.98	400	117	84～117	1987～2003	年表・水水 DB
62	札幌河川 3 号	札幌市	54.45	150	15	7.7～13.2	1987～2009	水水 DB・年表・水調
63	西岡 1 号	札幌市	91.77	150	126	98.5～126	1987～2009	年表・水水 DB
64	下野幌 1 号	札幌市	35.89	300	163	133～163	1987～2004	年表・水水 DB
65	下野幌 2 号	札幌市	39.65	150	46	26～34	1987～2004	年表・水水 DB
66	南 9 号排水機場地先 2 号	長沼町	不明	不明	不明	不明	1997～2008	水水 DB・水調
67	小学校跡地 3 号	長沼町	7.02	150	12.5	3.65～8.65	1994～2009	水水 DB・

								年表・水調
68	小学校跡地 4 号	長沼町	不明	不明	不明	不明	1997～2009	水水 DB
69	松鶴公園 3 号	恵庭市	9.46	150	11	1.95～6.95	1994～2009	水水 DB・年表・水調
70	恵庭事業所 2 号	恵庭市	37.32	100	47	30～47	1987～1997	年表・水水 DB
71	祝梅小学校 3 号	千歳市	13.68	150	30	18.7～28.1	1987～1997	年表・水水 DB
72	豊城 3 号	鵜川町	9.16	150	17	13～17	1987～2009・2011	水水 DB・年表・水調
73	鵡川 3 号	鵜川町	7.92	150	15	11.5～14	1987～2009・2011	水水 DB・年表・水調
74	米原 3 号	鵜川町	8.57	150	15	13.5～15	1987～2009・2011	水水 DB・年表・水調

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

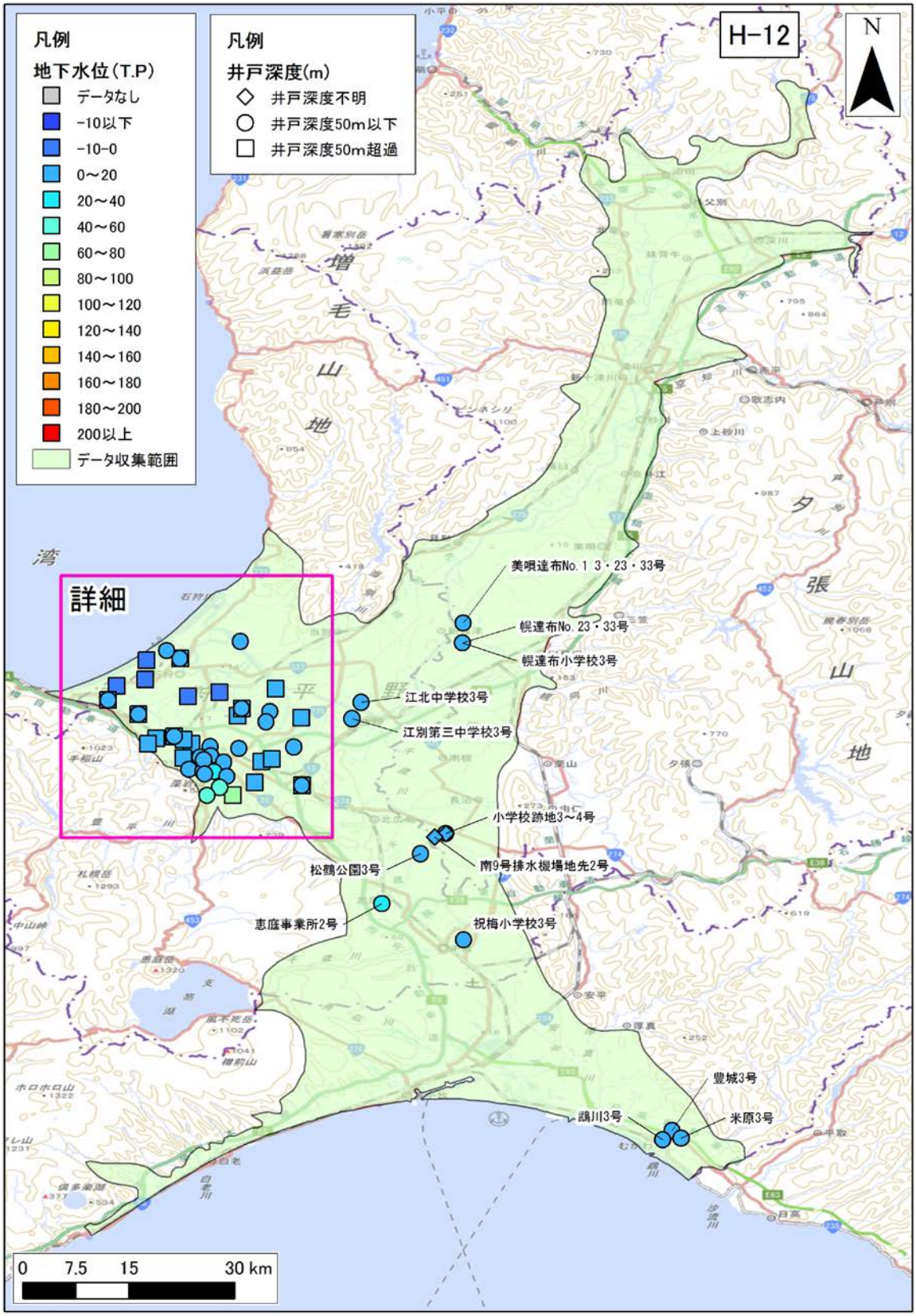


図 -47 年平均地下水位分布図（H-12 : Ishikari and Yufutsu plain）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

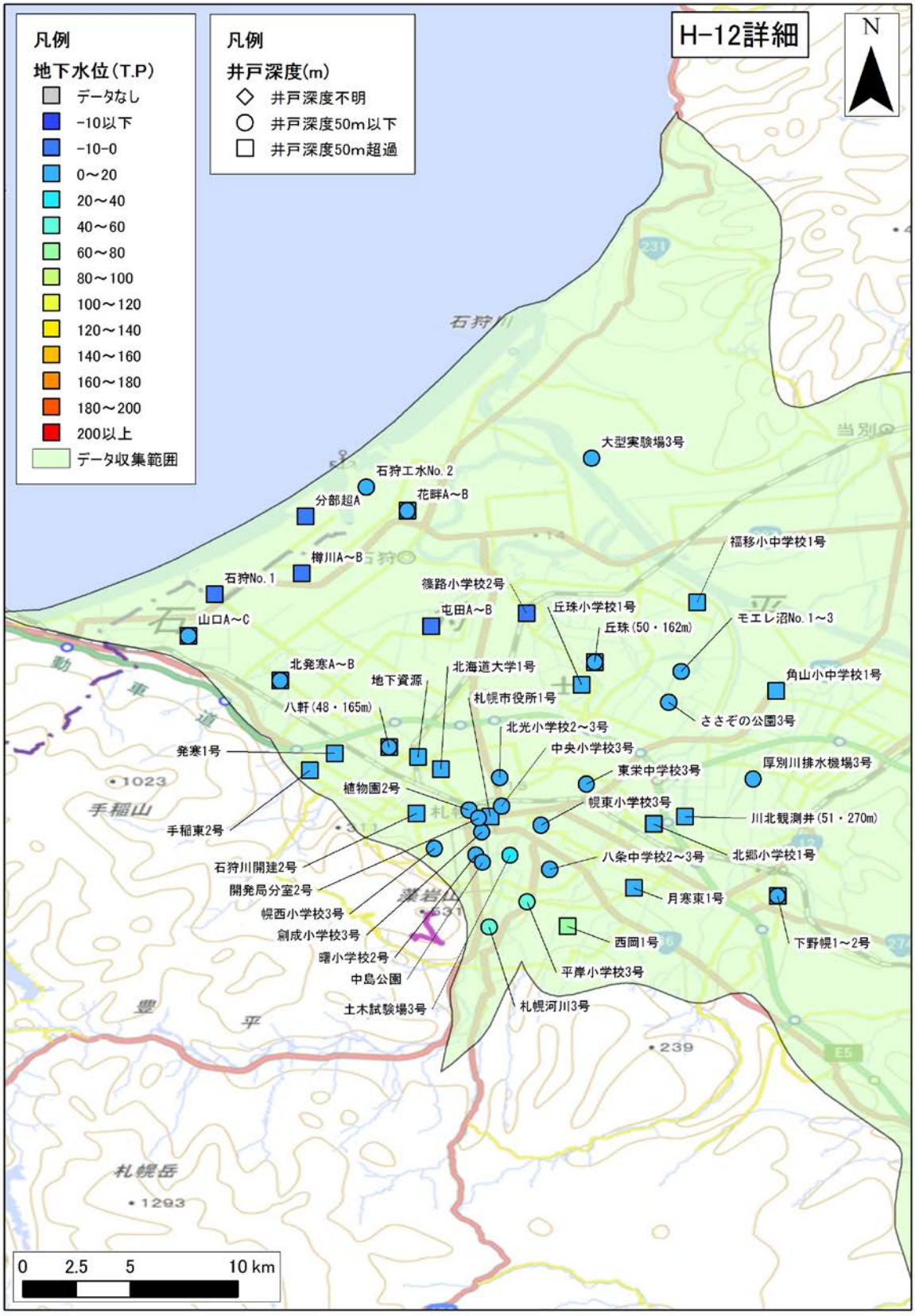


図 -48　年平均地下水位分布図詳細（H-12 : Ishikari and Yufutsu plain）

2)　**気象データ**

H-12 : Ishikari and Yufutsu plain 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 -29 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 -49、図 -50、図 -51、図 -52 に示す。

表 -29　気象観測所一覧（H-12 : Ishikari and Yufutsu plain）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	14101	新篠津	43°13.2	141°38.7	9	アメダス	●	●	●	●	●
2	14116	山口	43°8.9	141°13.3	5	アメダス	●	●	●	●	●
3	14121	石狩	43°11.6	141°22.2	5	アメダス	●	●	●	●	●
4	14136	江別	43°6.6	141°36.1	8	アメダス	●	●	●	●	
5	14163	札幌	43°3.6	141°19.7	17	アメダス	●	●	●	●	●
6	14206	恵庭島松	42°55.6	141°33.9	30	アメダス	●	●	●	●	●
7	14296	千歳	42°46.5	141°41.5	22	アメダス	●	●	●	●	●
8	15116	石狩沼田	43°48.9	141°55.6	63	アメダス	●	●	●	●	
9	15161	深川	43°43.1	142°4.4	55	アメダス	●	●	●	●	●
10	15197	雨竜	43°39.6	141°53.5	42	アメダス	●				
11	15241	滝川	43°34.2	141°56.3	50	アメダス	●	●	●	●	●
12	15276	浦臼	43°25.7	141°48.5	25	アメダス	●				
13	15311	月形	43°19.8	141°37	50	アメダス	●	●	●	●	
14	15321	美唄	43°21.8	141°49.6	16	アメダス	●	●	●	●	●
15	15356	岩見沢	43°12.7	141°47.1	42	アメダス	●	●	●	●	●
16	15391	栗沢	43°7.3	141°44.7	20	アメダス	●				
17	15431	長沼	43°0.7	141°41.6	13	アメダス	●	●	●	●	
18	21187	苫小牧	42°37.4	141°32.8	6	アメダス	●	●	●	●	●
19	21276	鵡川	42°35.4	141°56	10	アメダス	●	●	●	●	
20	21261	白老	42°32.6	141°21.1	6	アメダス	●	●	●	●	●

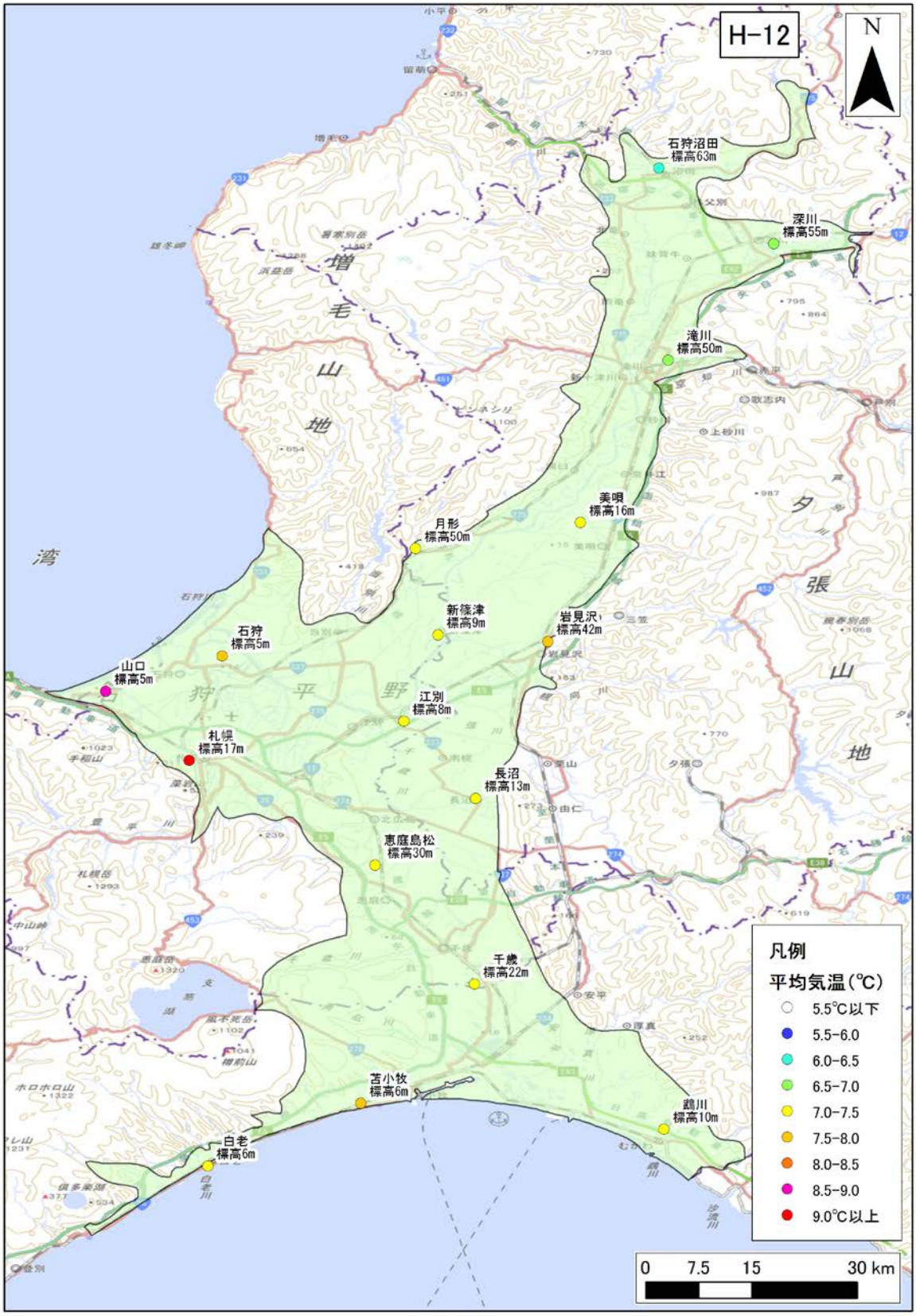


図 -49　年平均気温の分布（H-12 : Ishikari and Yufutsu plain）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

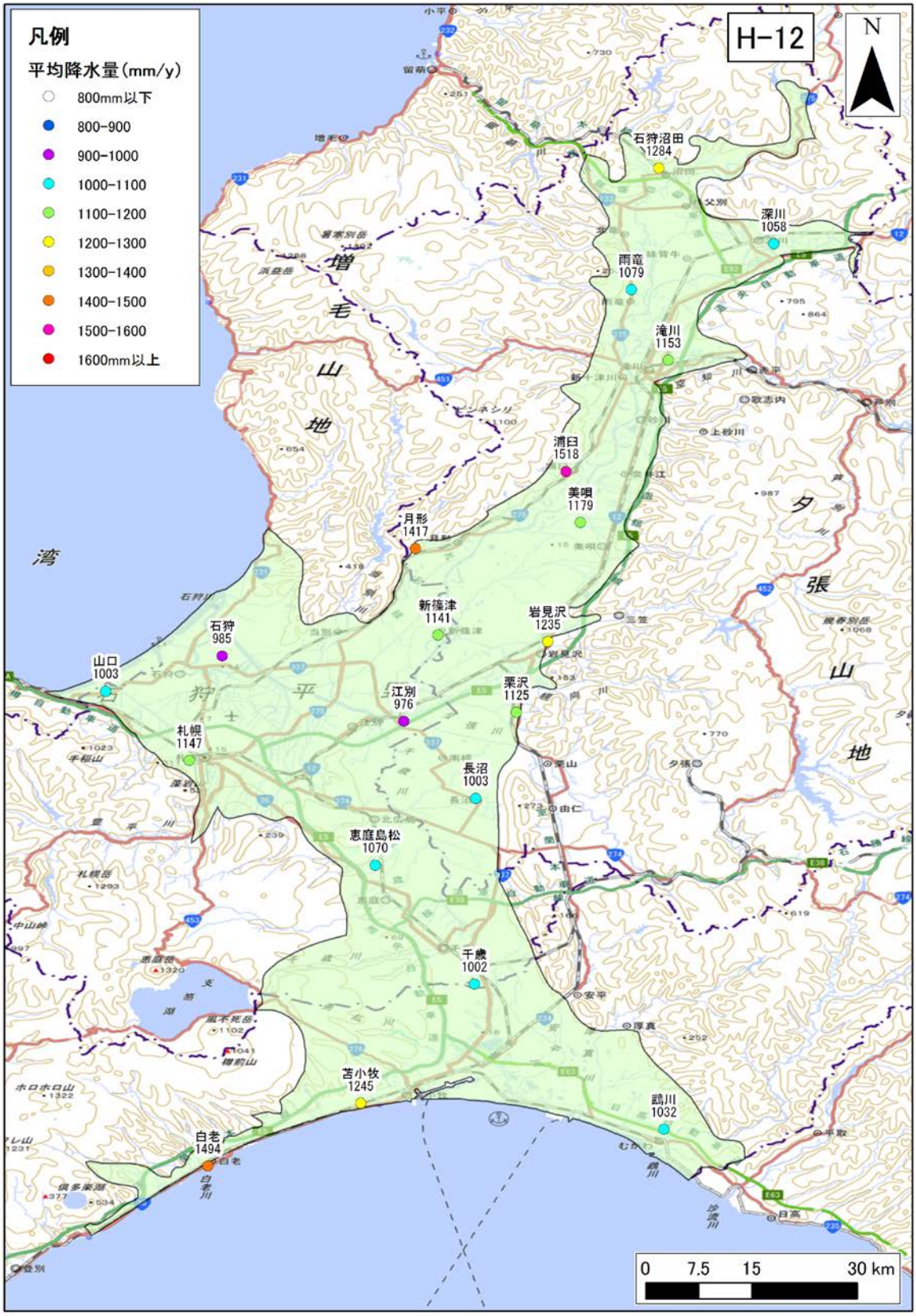


図 -50　年間降水量の分布（H-12 : Ishikari and Yufutsu plain）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。

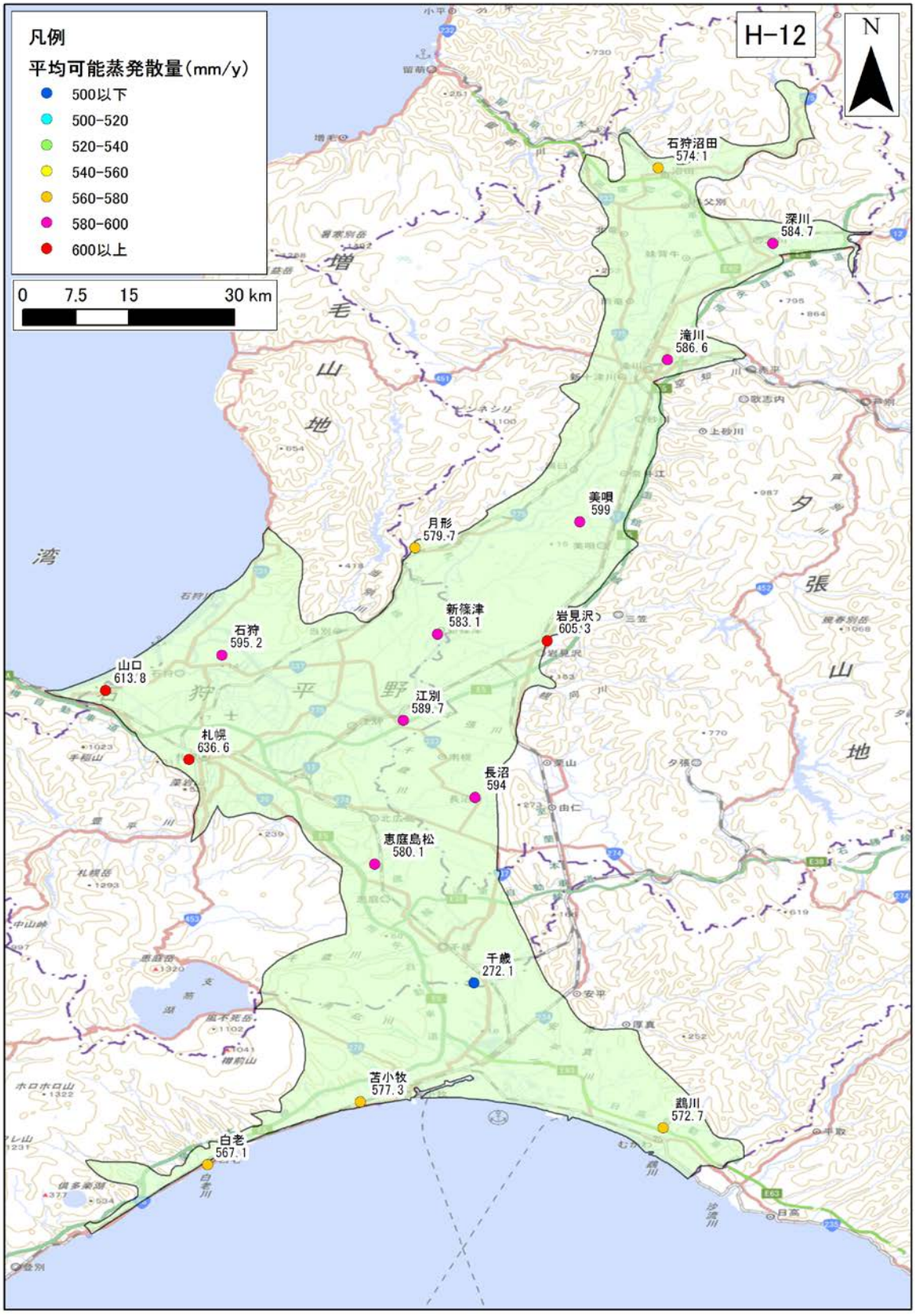


図 -51　年間可能蒸発散量の分布（H-12 : Ishikari and Yufutsu plain）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

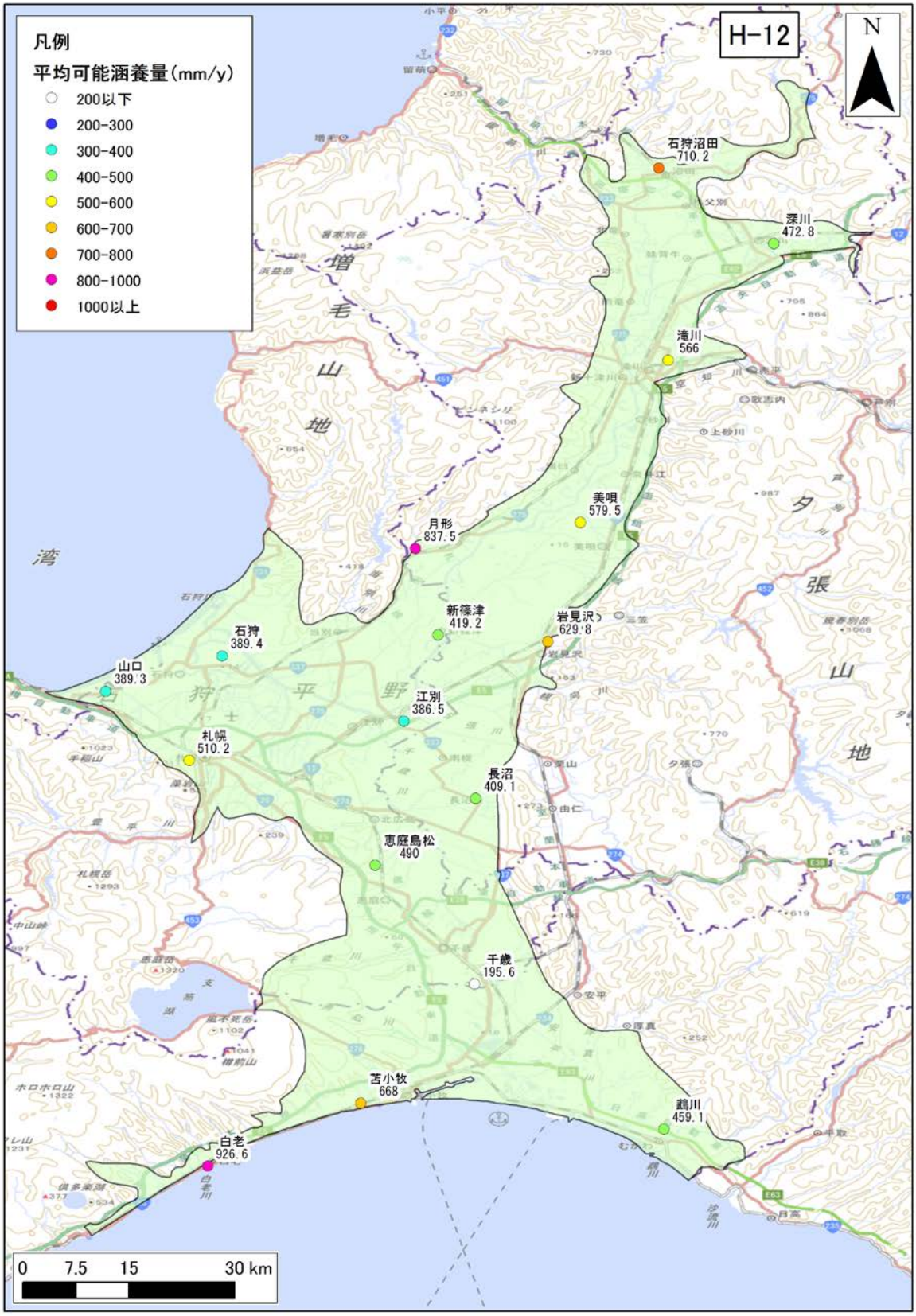


図 -52　年間可能涵養量の分布（H-12 : Ishikari and Yufutsu plain）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

H-12 : Ishikari and Yufutsu plain における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 -53 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

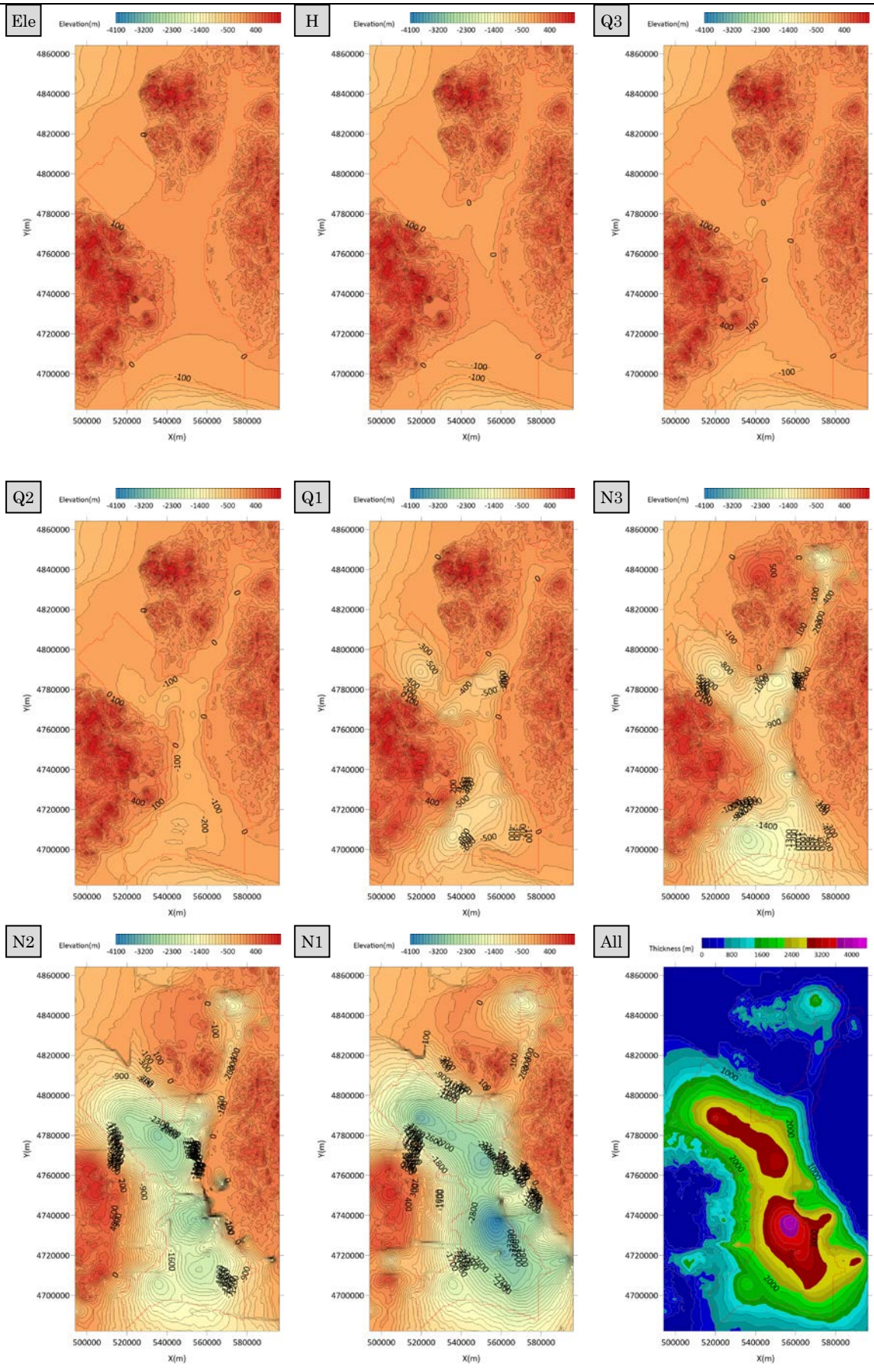


図 -53　地質データ（H-12 :Ishikari and Yufutsu plain）

4) **流量データ**

H-12：Ishkari and Yufutsu plain 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 -30、表 -31 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 -32、表 -33、図 -54 に示す。

表 -30 河川水位・流量観測地点一覧（H-12 :Ishikari and Yufutsu plain）1/2

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	納内	石狩川	石狩川	0.00	1956 年 06 月 01 日	3,558
2	妹背牛橋	石狩川	石狩川	0.00	1968 年 11 月 01 日	3,683
3	伏古	石狩川	石狩川	0.00	1903 年 01 月 01 日	5,460
4	橋本町	石狩川	石狩川	0.00	1899 年 09 月 01 日	5,711
5	奈井江大橋	石狩川	石狩川	0.00	1899 年 09 月 01 日	8,943
6	月形	石狩川	石狩川	0.00	1901 年 01 月 01 日	9,306
7	岩見沢大橋	石狩川	石狩川	0.00	1970 年 04 月 01 日	9,405
8	石狩大橋	石狩川	石狩川	0.00	1932 年 02 月 01 日	12,697
9	多度志	石狩川	雨竜川	0.00	1899 年 10 月 01 日	996
10	旧雨竜橋	石狩川	雨竜川	27.50	1959 年 01 月 01 日	1,661
11	雨竜橋	石狩川	雨竜川	0.00	2004 年 03 月 01 日	1,661
12	空知大橋	石狩川	空知川	0.00	1985 年 12 月 01 日	2,626
13	大豊橋	石狩川	旧美唄川	0.00	1982 年 01 月 01 日	112
14	第 1 旧美唄橋	石狩川	旧美唄川	0.00	1962 年 07 月 01 日	144
15	西川向	石狩川	幾春別川	0.00	1946 年 04 月 01 日	325
16	清幌橋	石狩川	夕張川	0.00	1952 年 12 月 01 日	1,116
17	西越	石狩川	千歳川	0.00	1919 年 07 月 01 日	367
18	舞鶴	石狩川	千歳川	0.00	1935 年 01 月 01 日	618
19	裏の沢	石狩川	千歳川	0.00	1899 年 11 月 01 日	1,142
20	幌平橋（廃止）	石狩川	豊平川	29.00	1972 年 04 月 01 日	627
21	藻岩	石狩川	豊平川	0.00	1992 年 04 月 01 日	627
22	雁来	石狩川	豊平川	0.00	1952 年 12 月 01 日	651
23	当別川下	石狩川	当別川	0.00	2004 年 04 月 01 日	313
24	大鳳橋	石狩川	大鳳川	0.00	1966 年 04 月 01 日	88
25	嶮淵	石狩川	嶮淵川	0.00	1970 年 09 月 01 日	63
26	日の出橋	石狩川	漁川	0.00	1969 年 09 月 01 日	147
27	輪厚	石狩川	輪厚川	0.00	1970 年 12 月 01 日	24
28	月寒	石狩川	月寒川	0.00	1981 年 03 月 01 日	28
29	望月寒	石狩川	望月寒川	0.00	2004 年 04 月 01 日	N/D
30	厚別	石狩川	厚別川	0.00	1978 年 01 月 01 日	183

表 -31 河川水位・流量観測地点一覧（H-12 :Ishikari and Yufutsu plain）2/2

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	観測項目
31	伏籠下流	石狩川	伏籠川	0.00	1963 年 03 月 01 日	71
32	創成	石狩川	創成川	0.00	1965 年 04 月 01 日	21
33	発寒	石狩川	発寒川	0.00	1965 年 04 月 01 日	24
34	下島松	石狩川	島松川	0.00	1969 年 09 月 01 日	50
35	鵡川	鵡川	鵡川	0.00	1951 年 04 月 01 日	1,228

表 -32　流況一覧（H-12 :Ishikari and Yufutsu plain）1/2

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	納内	167.53	103.13	68.76	49.48	4.07	2.50	1.67	1.20
2	妹背牛橋	159.86	98.53	63.72	39.86	3.75	2.31	1.49	0.94
3	伏古	253.55	149.30	94.93	63.63	4.01	2.36	1.50	1.01
4	橋本町	263.66	151.99	94.97	65.31	3.99	2.30	1.44	0.99
5	奈井江大橋	395.98	232.78	150.45	106.08	3.83	2.25	1.45	1.02
6	月形	400.90	241.42	157.34	109.71	3.72	2.24	1.46	1.02
7	岩見沢大橋	396.74	235.29	158.20	106.72	3.64	2.16	1.45	0.98
8	石狩大橋	525.03	346.50	262.25	171.22	3.57	2.36	1.78	1.17
9	多度志	40.71	20.10	11.48	2.59	3.53	1.74	1.00	0.23
10	旧雨竜橋	21.56	12.44	8.29	3.73	1.12	0.65	0.43	0.19
11	雨竜橋	65.31	33.55	19.82	9.88	3.40	1.75	1.03	0.51
12	空知大橋	92.21	55.89	34.98	18.71	3.03	1.84	1.15	0.62
13	大豊橋	12.27	3.21	1.30	0.58	9.46	2.47	1.00	0.44
14	第１旧美唄橋	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	西川向	16.30	9.13	4.32	1.61	4.33	2.43	1.15	0.43
16	清幌橋	42.15	23.44	13.82	6.53	3.26	1.81	1.07	0.51
17	西越	20.36	17.83	15.28	11.87	4.79	4.20	3.60	2.79
18	舞鶴	25.34	22.24	19.68	16.05	3.54	3.11	2.75	2.24
19	裏の沢	43.53	36.09	31.10	26.04	3.29	2.73	2.35	1.97
20	幌平橋（廃止）	21.79	9.79	5.61	3.95	3.00	1.35	0.77	0.54
21	藻岩	26.24	14.63	9.12	4.94	3.62	2.02	1.26	0.68
22	雁来	26.43	13.86	8.17	4.28	3.51	1.84	1.08	0.57
23	当別川下	14.62	6.82	4.40	2.81	4.04	1.88	1.21	0.77
24	大鳳橋	14.28	2.82	1.07	0.52	14.02	2.77	1.05	0.51
25	峻淵	1.63	1.07	0.73	0.46	2.23	1.47	1.00	0.63
26	日の出橋	5.21	3.63	2.93	1.62	3.06	2.13	1.72	0.95
27	輪厚	0.64	0.41	0.32	0.24	2.32	1.48	1.16	0.87
28	月寒	0.52	0.28	0.18	0.11	1.61	0.85	0.57	0.33
29	望月寒	2.37	1.91	1.60	1.30	N/D	N/D	N/D	N/D
30	厚別	5.63	4.11	3.82	2.95	2.66	1.94	1.80	1.39

表 -33　流況一覧（H-12 :Ishikari and Yufutsu plain）2/2

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
31	伏籠下流	71	1.04	0.79	0.63	0.51	1.27	0.97	0.77
32	創成	21	1.47	1.16	0.93	0.71	6.04	4.78	3.81
33	発寒	24	1.05	0.88	0.76	0.65	3.79	3.16	2.73
34	下島松	50	1.59	1.30	1.07	0.72	3.29	2.73	2.35
35	鵡川	47.42	24.75	12.89	7.25	3.34	1.74	0.91	0.51
平均値		26.68	16.36	10.43	6.80	4.40	2.73	1.64	1.03



図 -54 河川水位・流量観測地点位置図（H-12 :Ishikari and Yufutsu plain）

（9） TH-2：Tsugaru plain

1） **地下水位データ**

TH-2: Tsugaru plain 領域内の地下水位観測地点は存在しなかった。

2） **気象データ**

TH-2：Tsugaru plain 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 -34 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 -55、図 -56、図 -57、図 -58 に示す。

表 -34 気象観測所一覧（TH-2 : Tsugaru plain）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	31186	市浦	41’3.4	140’20.8	20	アメダス	●	●	●	●	
2	31296	五所川原	40’48.5	140’27.5	9	アメダス	●	●	●	●	●
3	31461	弘前	40’36.7	140’27.3	30	アメダス	●	●	●	●	●
4	31466	黒石	40’40	140’35.1	30	アメダス	●	●	●	●	
5	31551	大鰐	40’31.8	140’33.3	63	アメダス	●				

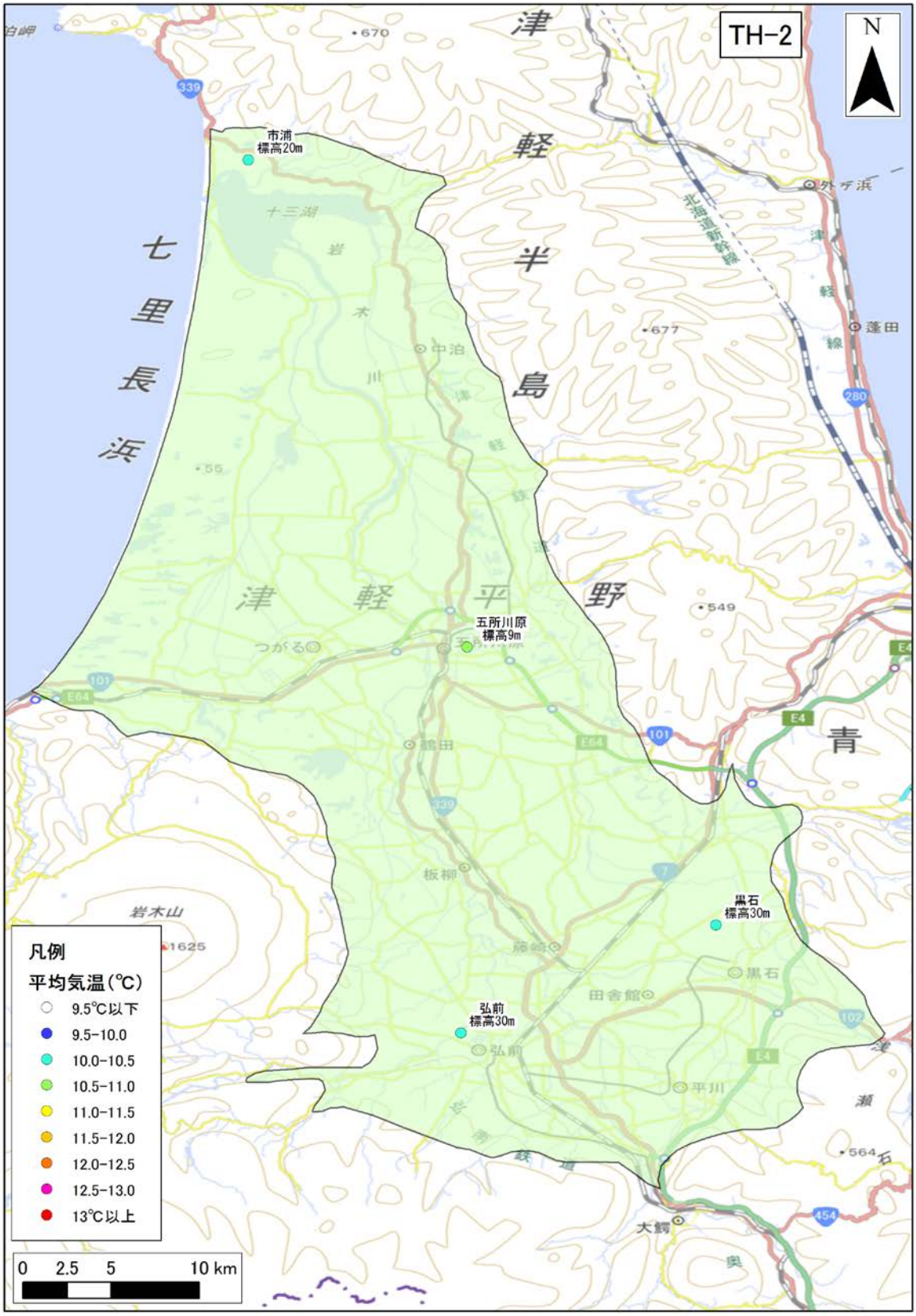


図 -55　年平均気温の分布（TH-2 : Tsugaru plain）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

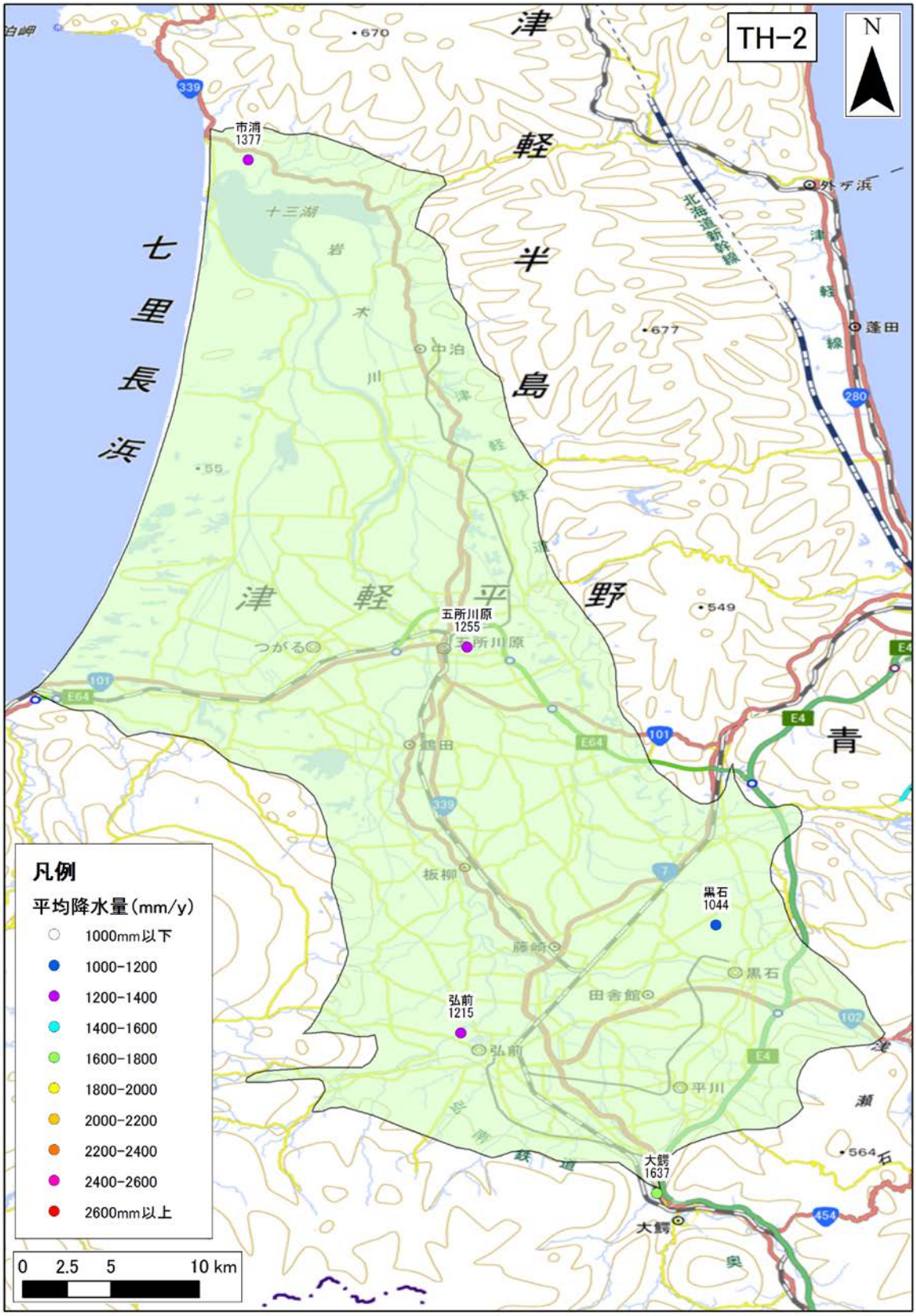


図 -56　年間降水量の分布（TH-2 : Tsugaru plain）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。

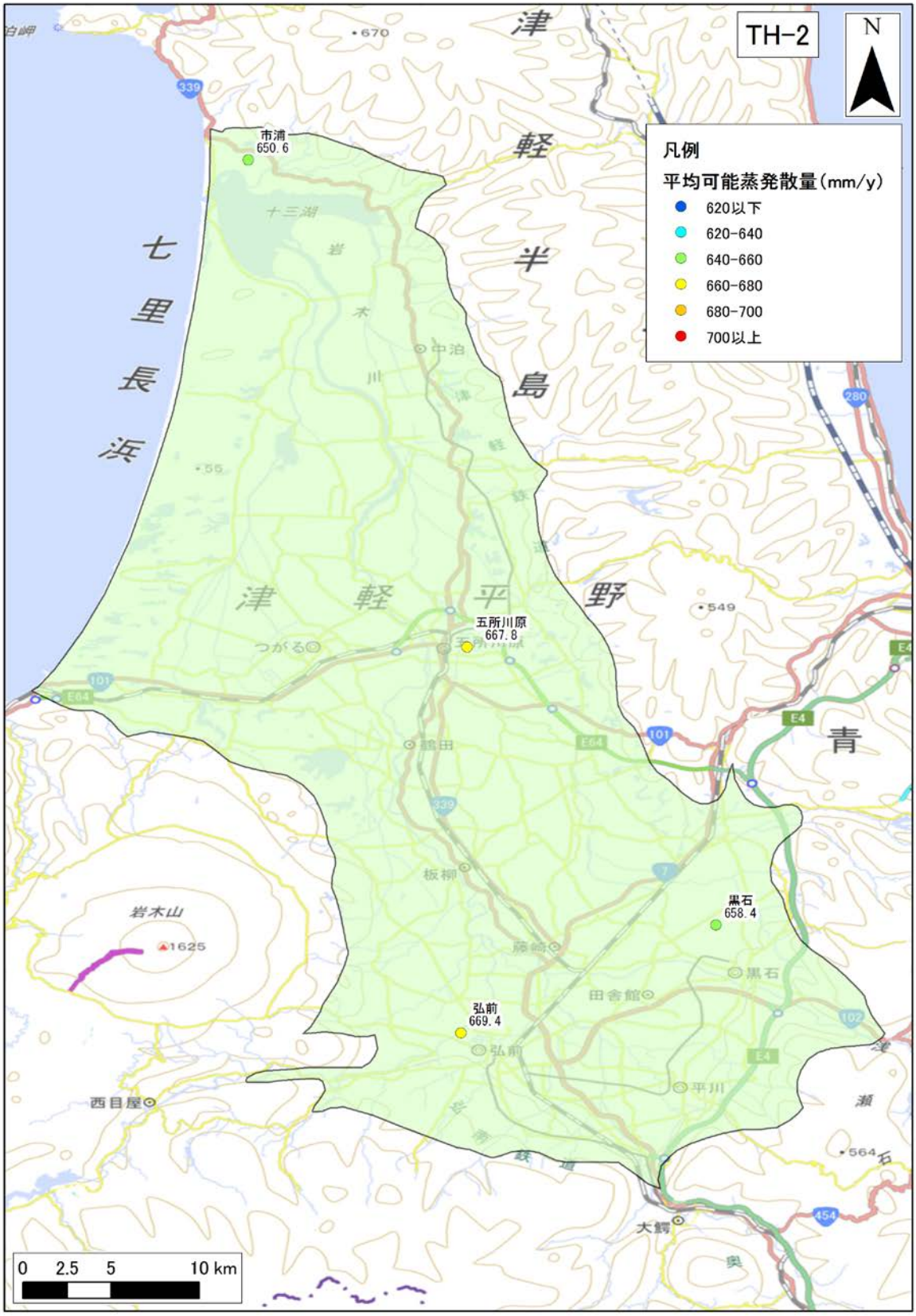


図 -57　年間可能蒸発散量の分布（TH-2 : Tsugaru plain）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

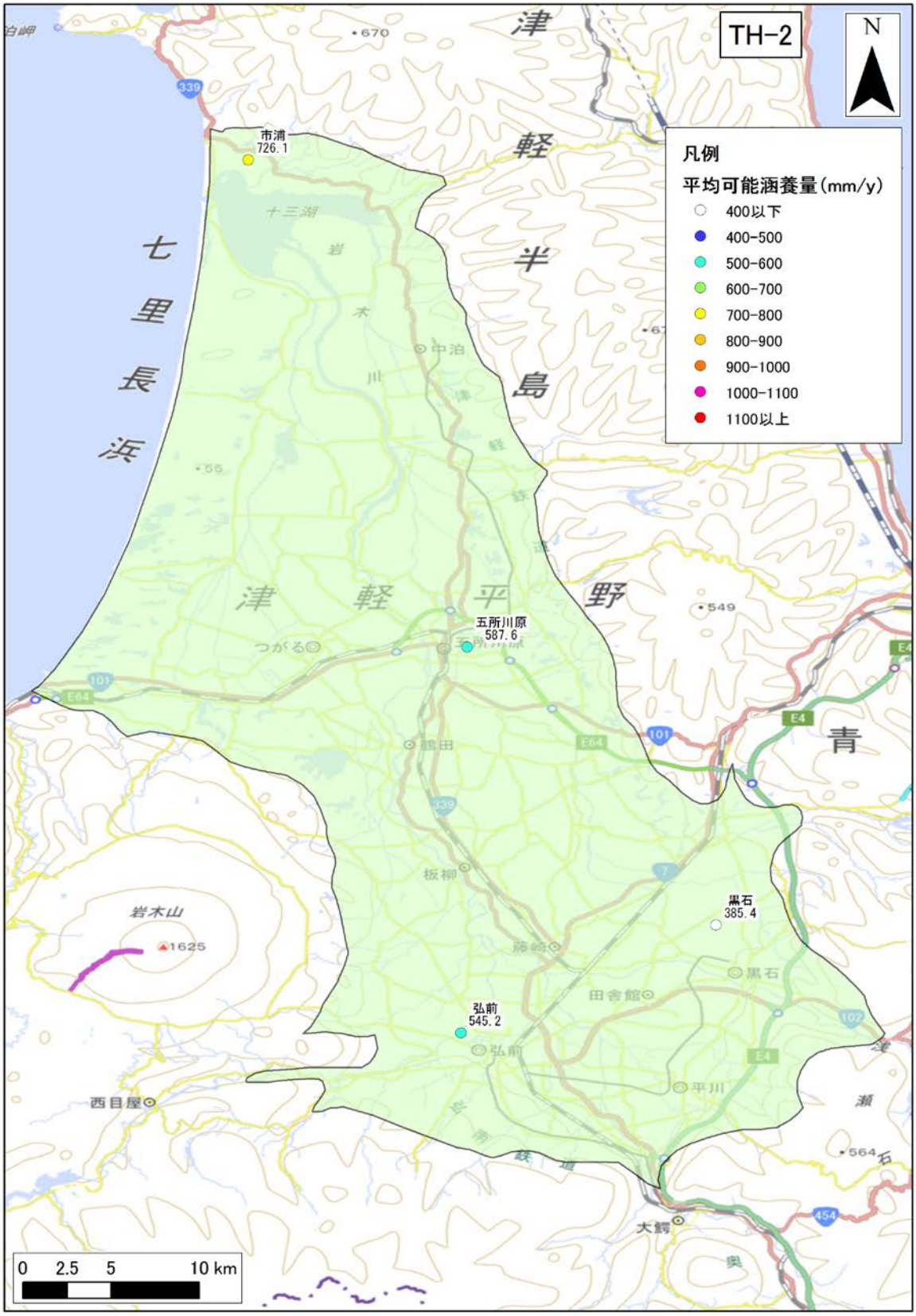


図 -58　年間可能涵養量の分布（TH-2 : Tsugaru plain）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

TH-2：Tsugaru plain における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 -59 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

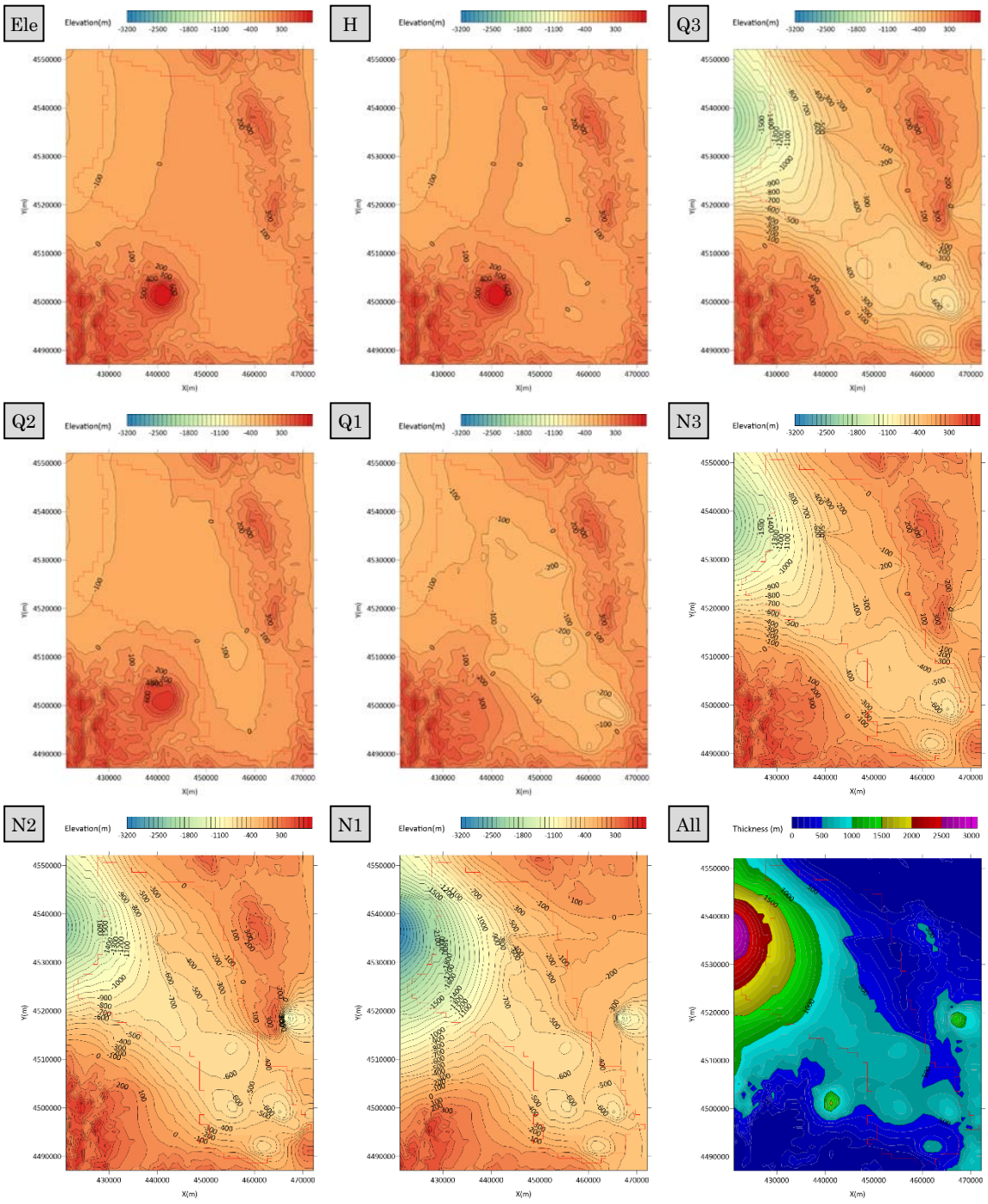


図 -59　地質データ（TH-2 : Tsugaru plain）

4) **流量データ**

TH-2 : Tsugaru plain 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 **-35** に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 **-36**、図 **-60** に示す。

表 -35 河川水位・流量観測地点一覧（TH-2 : Tsugaru plain）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	繁田	岩木川	岩木川	-0.07	1936 年 05 月 01 日	1,986
2	五所川原	岩木川	岩木川	4.65	1923 年 04 月 01 日	1,740
3	幡龍橋	岩木川	岩木川	-1.09	1936 年 10 月 17 日	1,308
4	上岩木橋	岩木川	岩木川	0.01	1960 年 01 月 01 日	410
5	百田	岩木川	平川	16.68	1913 年 02 月 20 日	831
6	豊平橋	岩木川	平川	-0.32	1987 年 01 月 01 日	83
7	石川	岩木川	平川	-0.03	1917 年 04 月 01 日	284
8	朝日橋	岩木川	浅瀬石川	16.00	1983 年 05 月 16 日	341
9	大曲	岩木川	浅瀬石川	16.00	1996 年 04 月 01 日	111
10	温湯	岩木川	浅瀬石川	90.00	1972 年 06 月 01 日	302

表 -36 流況一覧（TH-2 : Tsugaru plain）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	繁田	242.64	129.28	76.65	45.93	10.56	5.62	3.33	2.00
2	五所川原	92.51	57.36	39.17	18.80	4.59	2.85	1.94	0.93
3	幡龍橋	71.64	42.43	27.93	10.45	4.73	2.80	1.84	0.69
4	上岩木橋	29.71	14.09	6.74	1.72	6.26	2.97	1.42	0.36
5	百田	73.72	28.66	18.36	9.82	7.66	2.98	1.91	1.02
6	豊平橋	24.99	16.30	9.98	5.25	26.01	16.97	10.39	5.47
7	石川	18.71	10.52	6.11	2.17	5.69	3.20	1.86	0.66
8	朝日橋	15.73	10.02	7.37	2.28	3.98	2.54	1.87	0.58
9	大曲	16.66	10.88	7.84	3.24	12.97	8.47	6.10	2.52
10	温湯	21.82	13.83	9.58	6.78	6.24	3.96	2.74	1.94
平均値		60.81	33.34	20.97	10.64	8.87	5.24	3.34	1.62



図 -60　河川水位・流量観測地点位置図（TH-2 : Tsugaru plain）

（10） TH-3：Sanbongihara

1） **地下水位データ**

TH-3：Sanbongihara 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 -37 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 -61 に示す。

表 -37 地下水位観測地点一覧（TH-3 : Sanbongihara）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	ＫＫ－１	上北町	1.16	49	30.3	20～30	1987～2005	年表・水水 DB
2	KE-1	三沢市	4.04	51	165.4	50～140	1987～1992	年表
3	八戸市川	八戸市	8.27	250	200	112.9～135.1	1987～2004	年表
4	八戸古館	八戸市	5.98	200	200	114.5～125.5	1987～2004	年表
5	八戸江陽	八戸市	3.07	200	75	35.3～46.3	1987～2004	年表
6	八戸河原木	八戸市	3.17	200	150	63.6～74.7	1987～2004	年表
7	八戸柏崎１号	八戸市	8.34	200	10	2.2～5.2	1987～2004	年表
8	八戸柏崎２号	八戸市	8.51	200	30	22.4～27.9	1987～2004	年表
9	八戸青葉	八戸市	4.95	250	100	85.3～97.1	1987～2004	年表
10	八戸尻内	八戸市	10.55	250	150	99.2～122.3	1987～2004	年表
11	２号井	八戸市	10.65	250	150	99.2～122.3	なし	年表

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

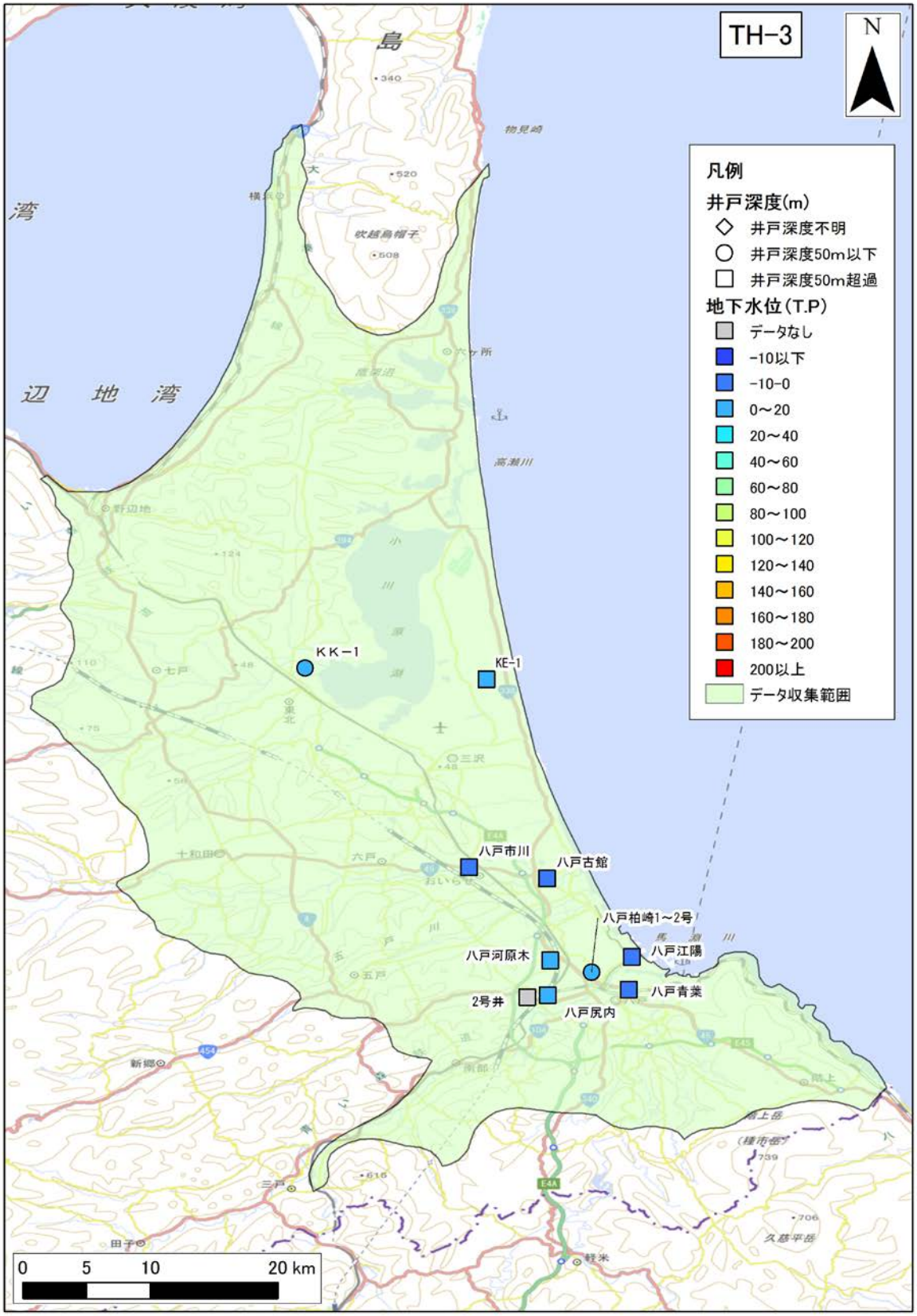


図 -61　年平均地下水位分布図（TH-3 : Sanbongihara）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2)　**気象データ**

TH-3：Sanbongihara 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 -38 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 -62，図 -63、図 -64、図 -65 に示す。

表 -38　気象観測所一覧（TH-3 : Sanbongihara）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	31332	野辺地	40°53.1	141°9.6	14	アメダス	●	●	●	●	●
2	31336	六ケ所	40°53.1	141°16.3	80	アメダス	●	●	●	●	
3	31411	七戸	40°42.5	141°7.7	57	アメダス	●				
4	31506	三沢	40°40.5	141°22.5	39	アメダス	●	●	●	●	
5	31586	十和田	40°35.7	141°14.8	42	アメダス	●	●	●	●	●
6	31602	八戸	40°31.6	141°31.3	27	アメダス	●	●	●		●
7	31602	八戸	40°31.6	141°31.3	27	アメダス		●			

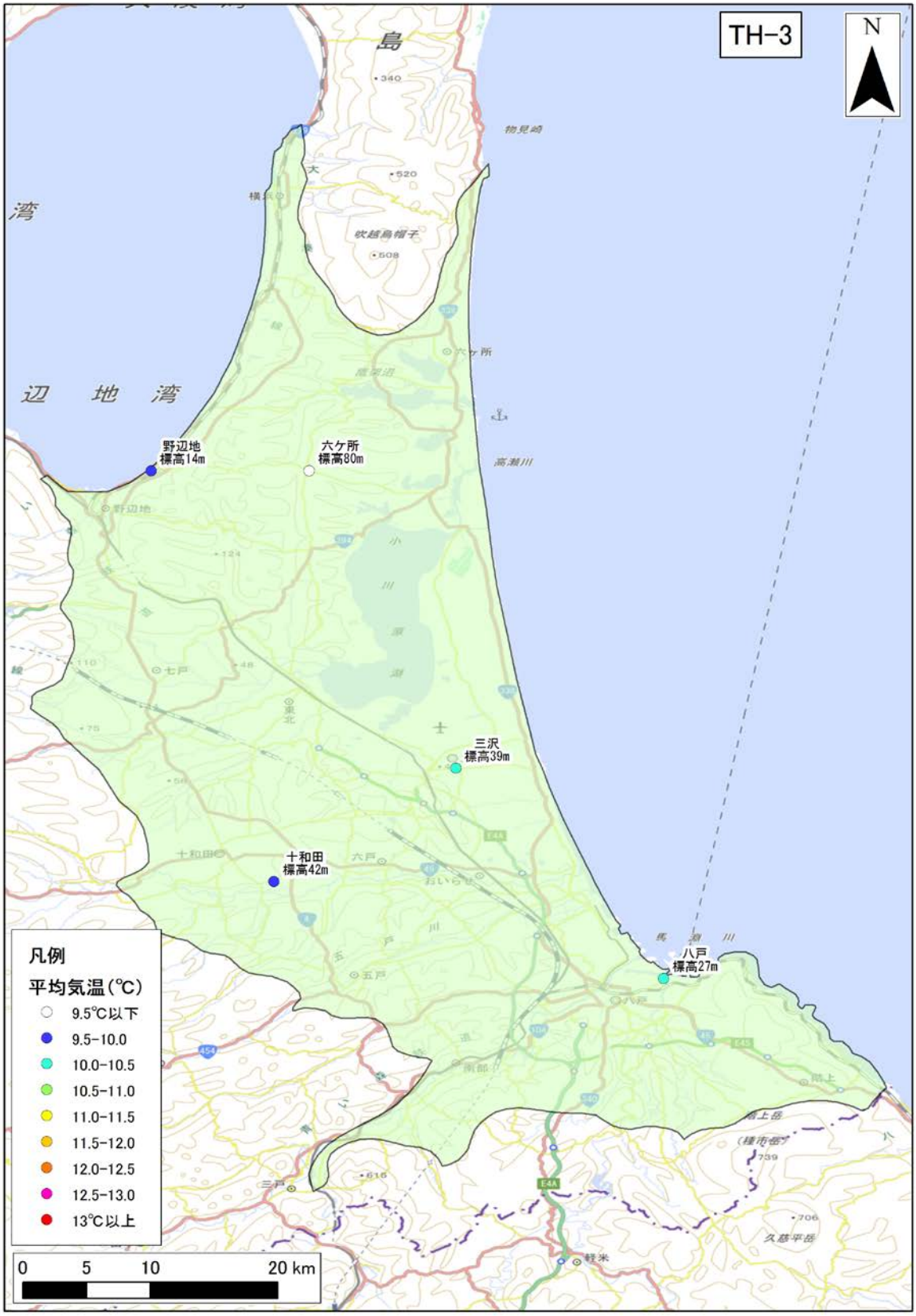


図 -62　年平均気温の分布（TH-3 : Sanbongihara）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

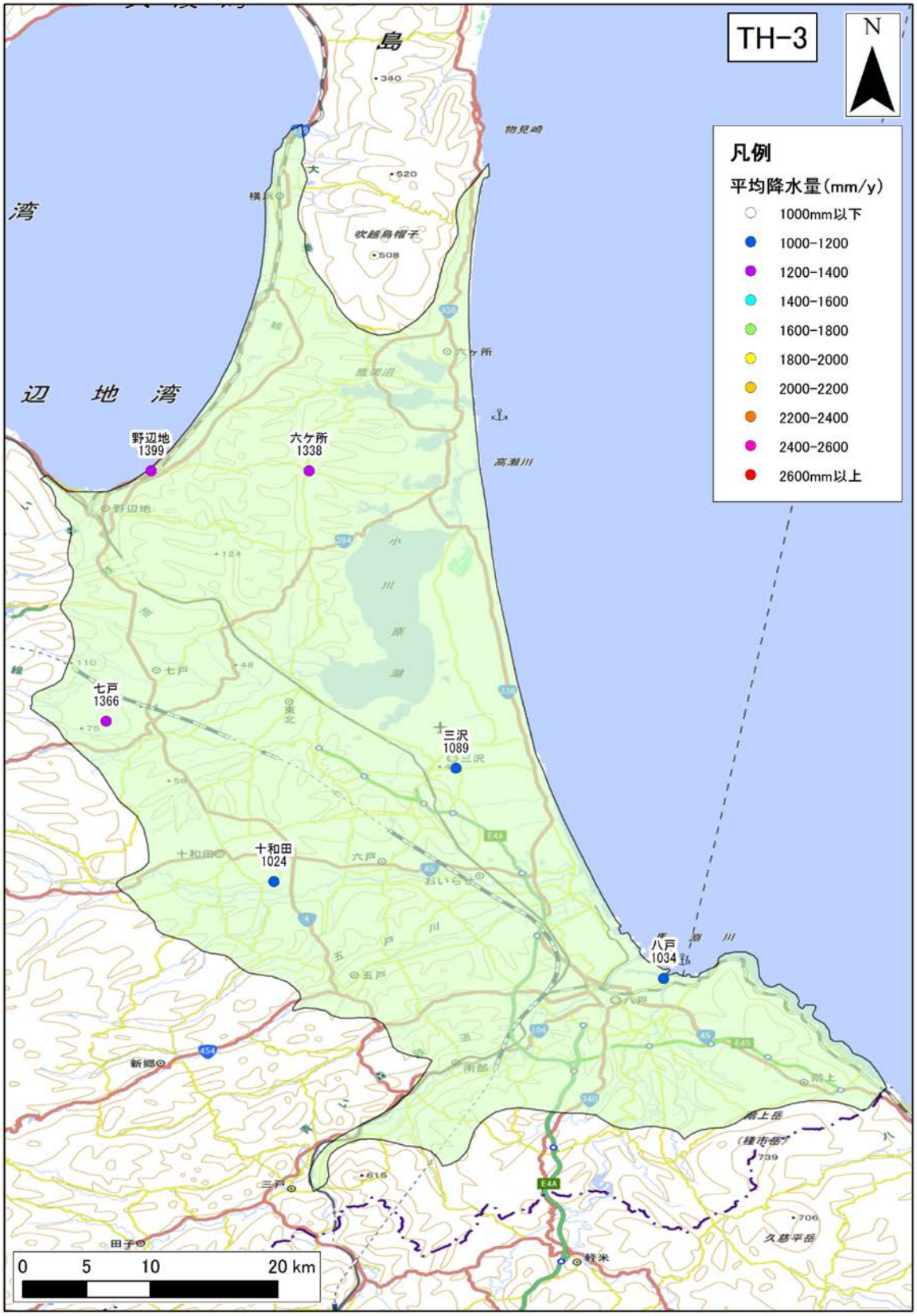


図 -63　年間降水量の分布（TH-3 : Sanbongihara）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。

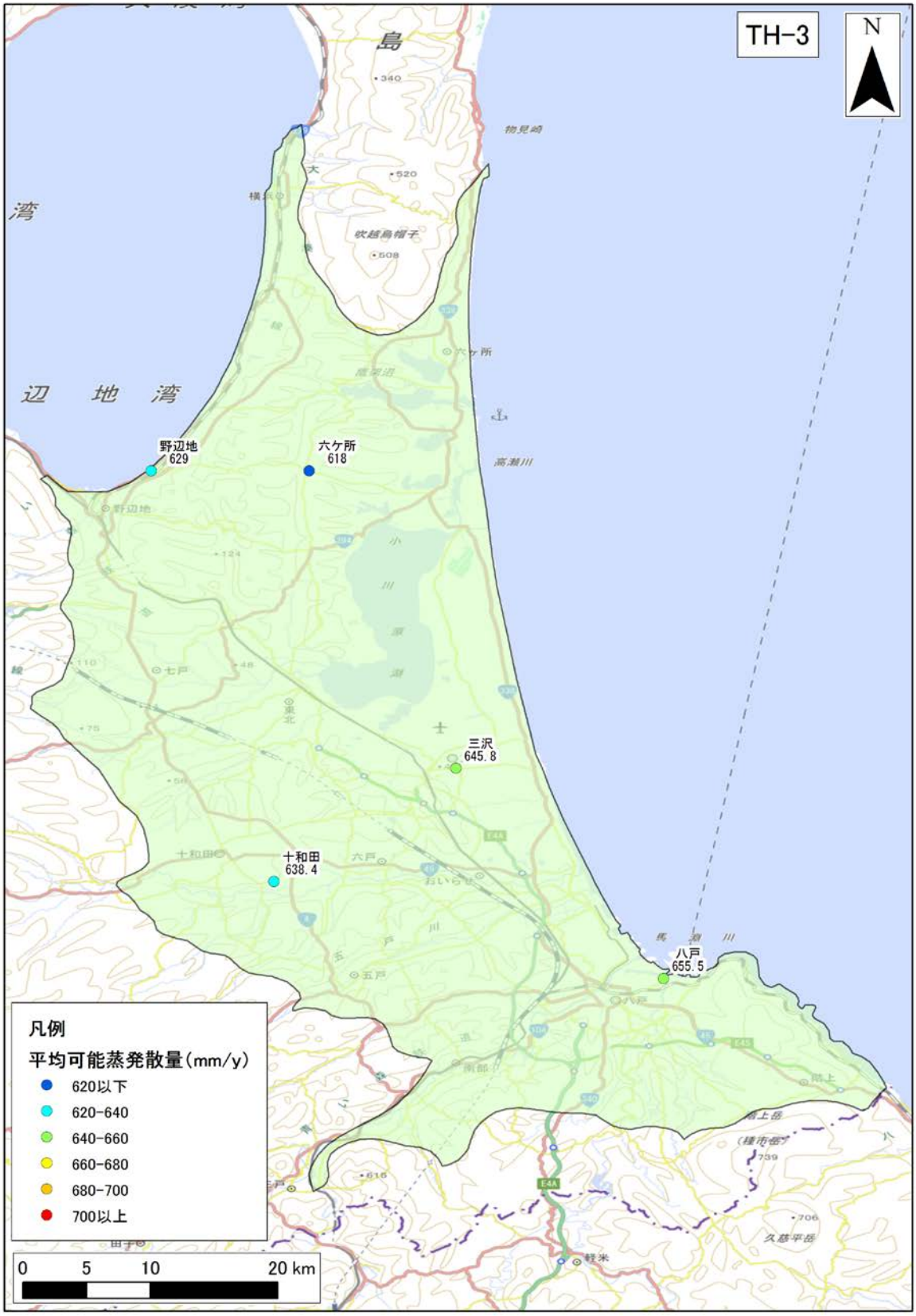


図 -64　年間可能蒸発散量の分布（TH-3 : Sanbongihara）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

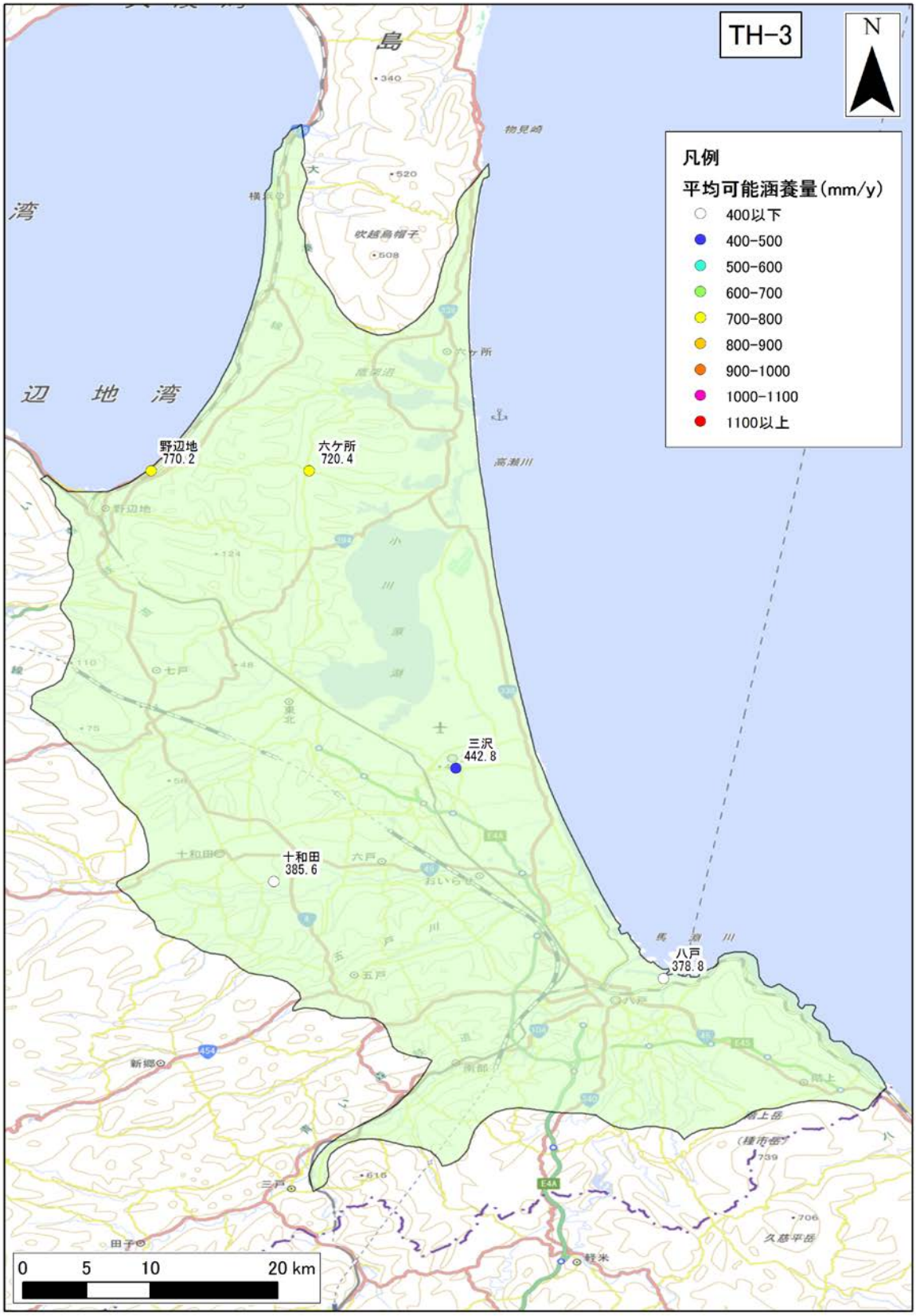


図 -65　年間可能涵養量の分布（TH-3 : Sanbongihara）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

TH-3：Sanbongihara における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 -66 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

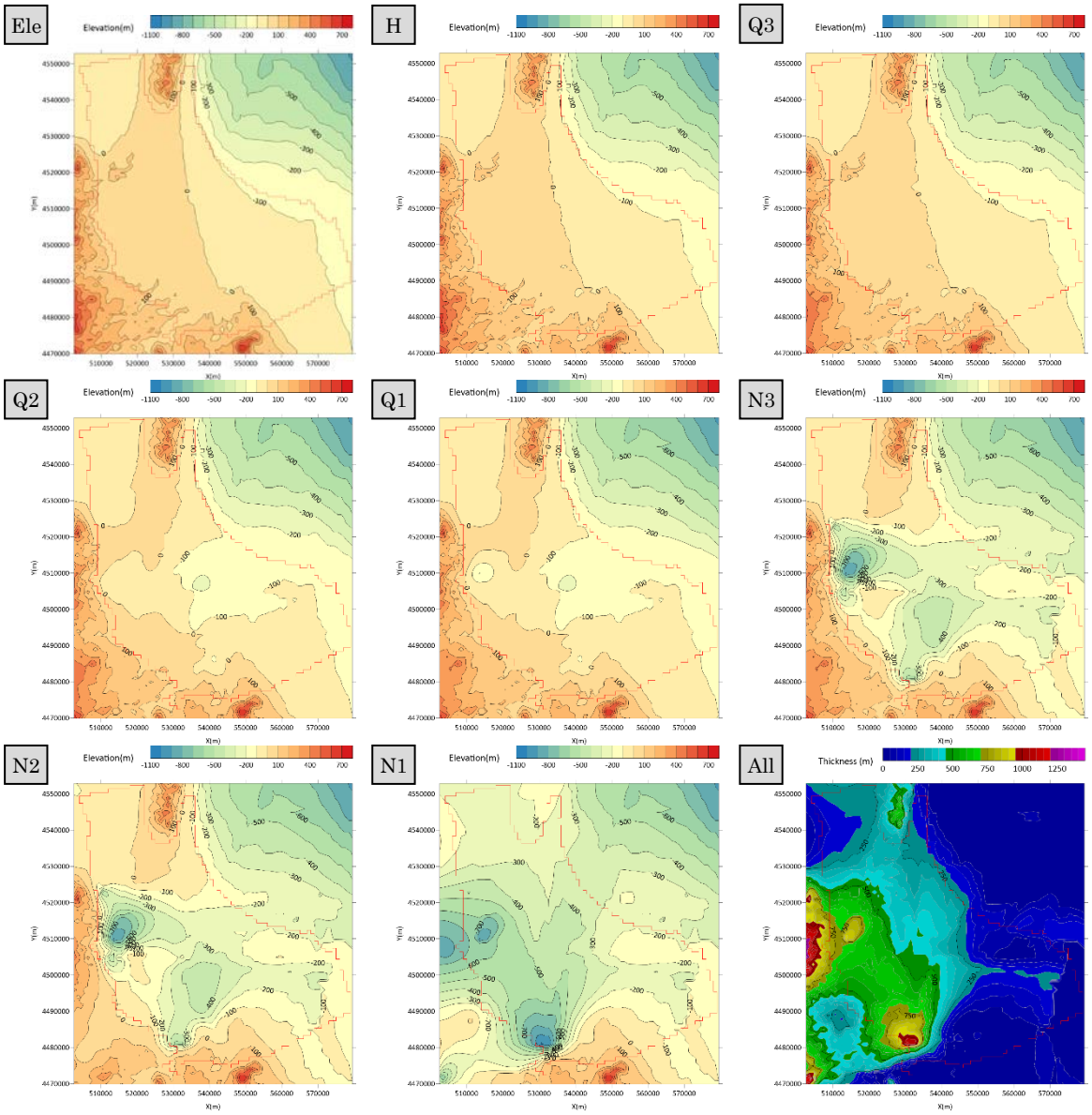


図 -66　地質データ（TH-3 : Sanbongihara）

4) **流量データ**

TH-3 : Sanbongihara 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 -39 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表-40、図 -67 に示す。

表 -39 河川水位・流量観測地点一覧（TH-3 : Sanbongihara）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	大橋	馬淵川	馬淵川	-0.05	1937 年 07 月 01 日	2,024
2	櫛引橋	馬淵川	馬淵川	1.98	1937 年 07 月 01 日	1,858
3	剣吉	馬淵川	馬淵川	7.20	1937 年 07 月 01 日	1,798
4	尻内橋	馬淵川	馬淵川	-0.15	1973 年 02 月 01 日	2,012
5	赤川	高瀬川	赤川	0.90	1984 年 03 月 25 日	45
6	上野	高瀬川	高瀬川	-0.10	1979 年 04 月 01 日	344
7	砂土路川	高瀬川	砂土路川	0.16	1984 年 03 月 25 日	92
8	中津川	高瀬川	中津川	0.23	1960 年 05 月 12 日	14
9	姉沼川	高瀬川	姉沼川	-0.08	1960 年 05 月 12 日	40
10	土場川	高瀬川	土場川	-0.42	1977 年 04 月 01 日	66

表 -40 流況一覧（TH-3 : Sanbongihara）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	大橋	94.95	87.46	77.09	64.41	4.05	3.73	3.29	2.75
2	櫛引橋	52.97	34.44	26.04	19.73	2.46	1.60	1.21	0.92
3	剣吉	53.27	34.59	26.04	19.38	2.56	1.66	1.25	0.93
4	尻内橋	57.17	38.27	29.26	21.26	2.45	1.64	1.26	0.91
5	赤川	1.41	0.92	0.72	0.49	2.73	1.79	1.40	0.96
6	上野	15.92	10.63	7.88	5.45	4.00	2.67	1.98	1.37
7	砂土路川	4.65	2.80	1.90	1.37	4.35	2.62	1.78	1.28
8	中津川	0.38	0.28	0.22	0.16	2.39	1.75	1.38	1.02
9	姉沼川	1.51	1.07	0.79	0.55	3.30	2.33	1.72	1.20
10	土場川	2.23	1.67	1.35	0.92	2.93	2.20	1.77	1.21
平均値		28.45	21.21	17.13	13.37	3.12	2.20	1.70	1.26

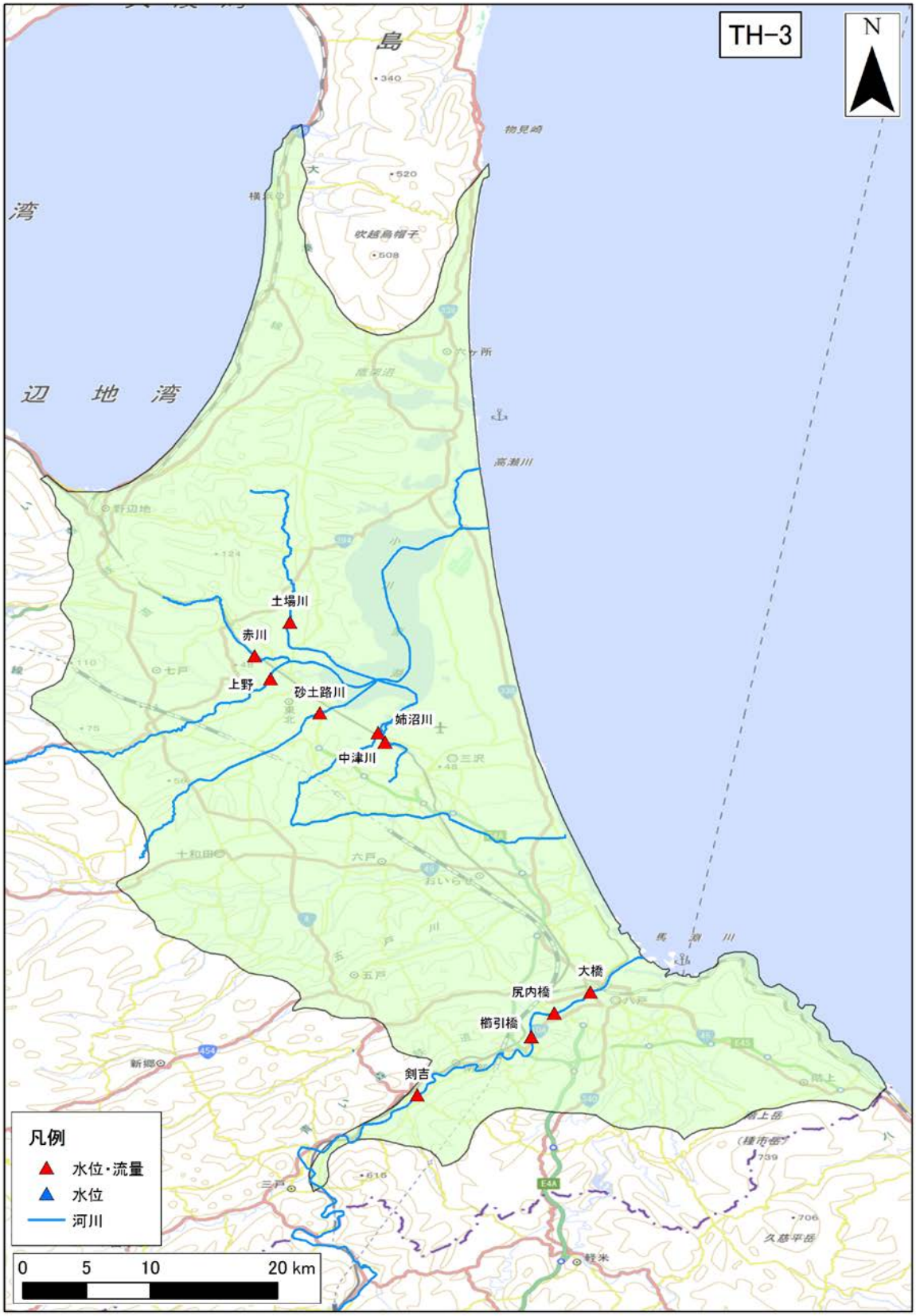


図 -67　河川水位・流量観測地点位置図（TH-3 : Sanbongihara）

（11） TH-4：Noshiro and Akita plain

1） **地下水位データ**

TH-4: Noshiro and Akita plain 領域内の地下水位観測地点は存在しなかった。

2） **気象データ**

TH-4 : Noshiro and Akita plain 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-48 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 4-76、図 4-77、図 4-78、図 4-79 に示す。

表 4-48 気象観測所一覧（TH-4 : Noshiro and Akita plain）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	32111	能代	40’11.9	140’1.9	6	アメダス	●	●	●	●	●
2	32287	大潟	40’0	139’57	-3	アメダス	●	●	●	●	
3	32296	五城目	39’56.3	140’6.9	6	アメダス	●	●	●	●	●
4	32402	秋田	39’43	140’5.9	6	アメダス	●	●	●	●	●
5	32407	岩見三内	39’42.4	140’17.2	41	アメダス	●	●	●	●	

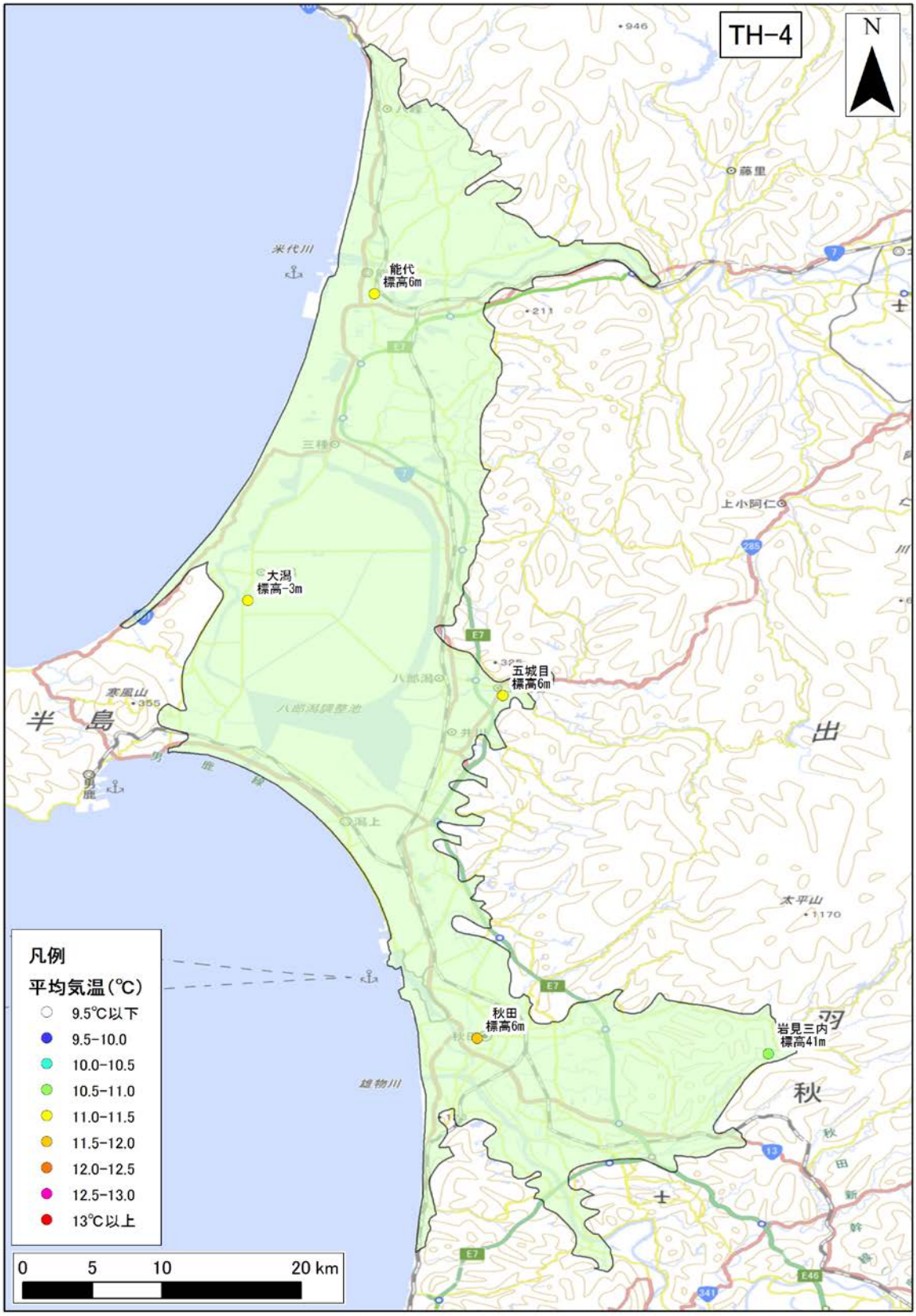


図 4-76　年平均気温の分布（TH-4 : Noshiro and Akita plain）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

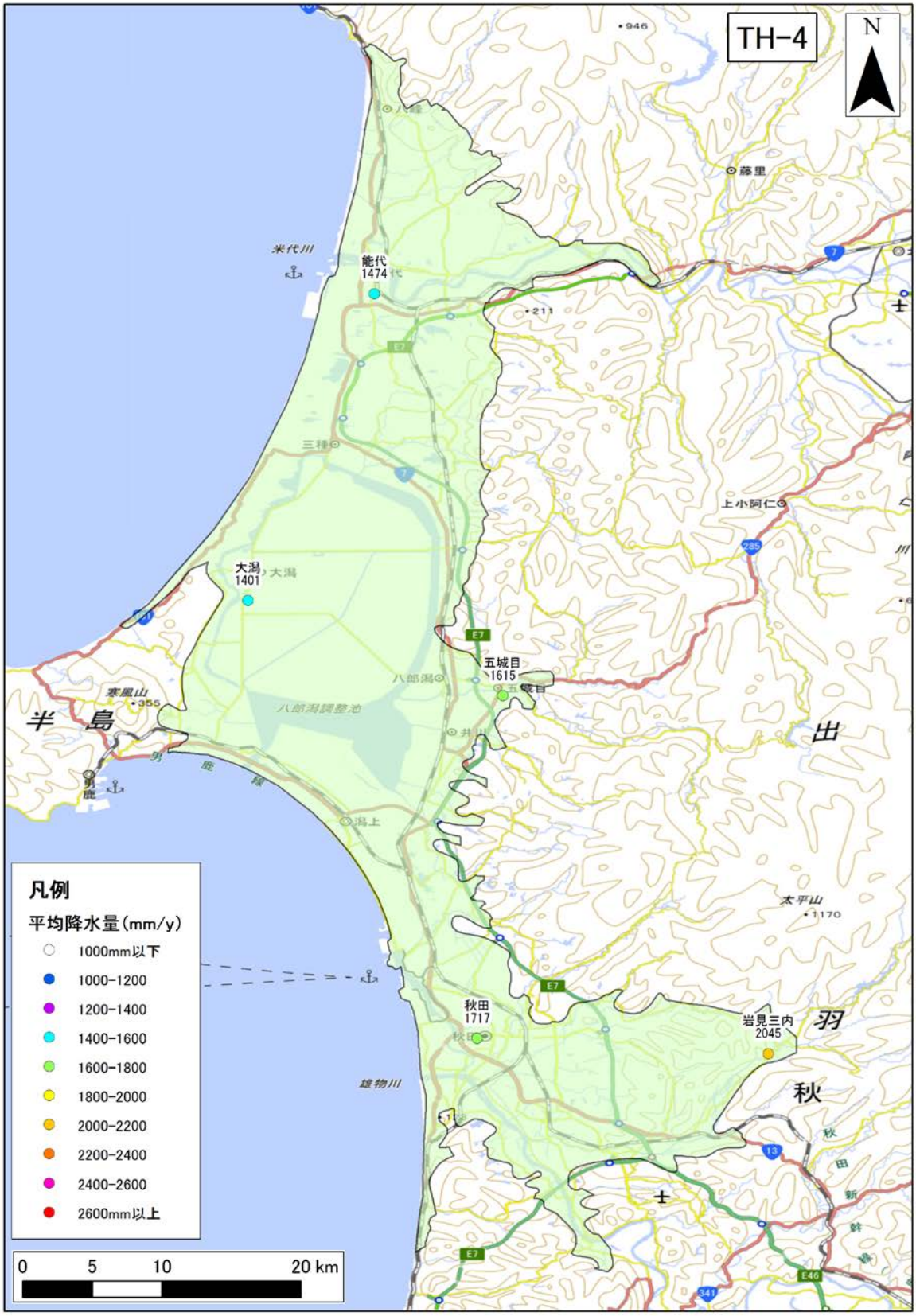


図 4-77　年間降水量の分布（TH-4 : Noshiro and Akita plain）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。



図 4-78　年間可能蒸発散量の分布（TH-4 : Noshiro and Akita plain）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

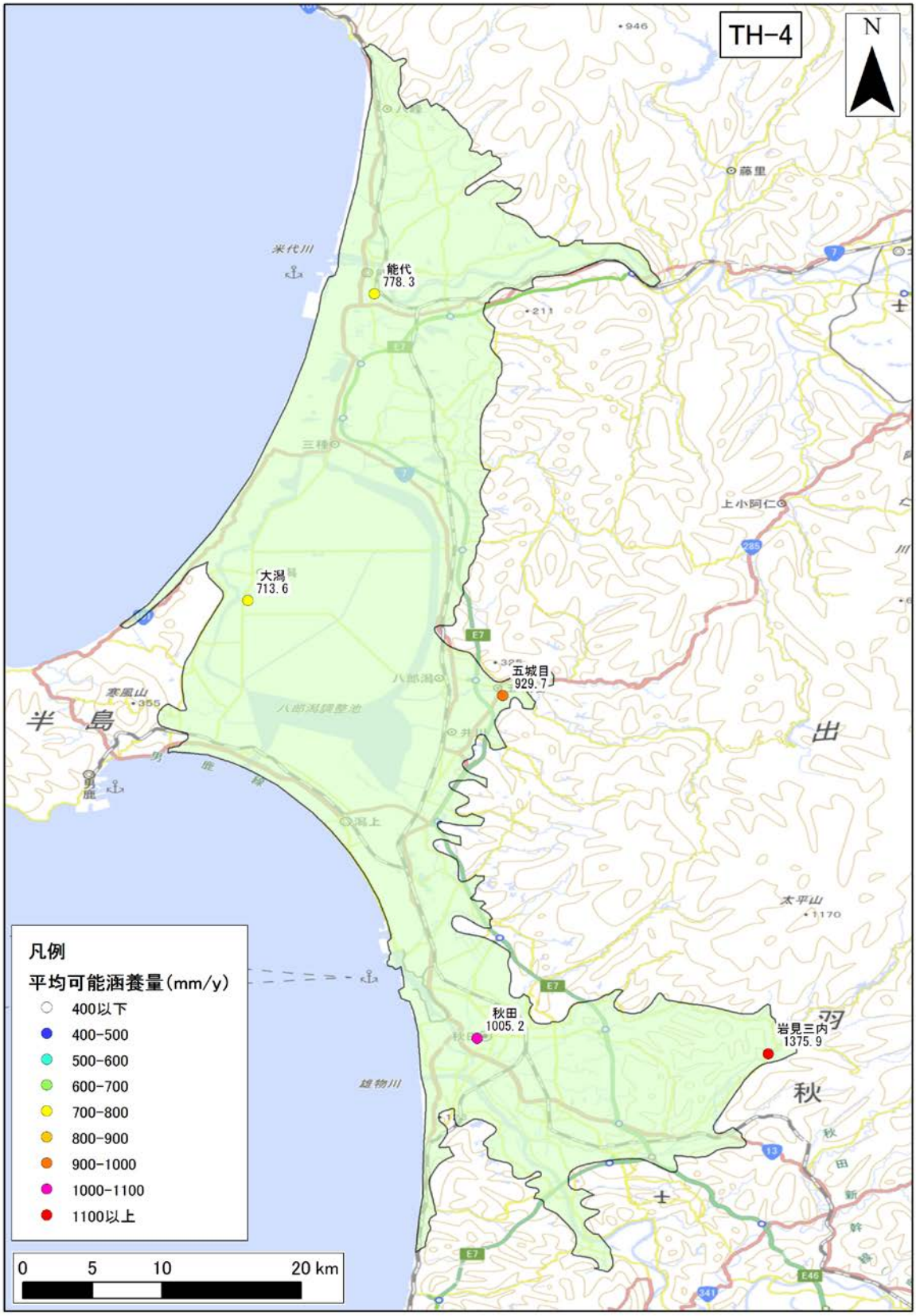


図 4-79　年間可能涵養量の分布（TH-4 : Noshiro and Akita plain）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

TH-4：Noshiro and Akita plain における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-80 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

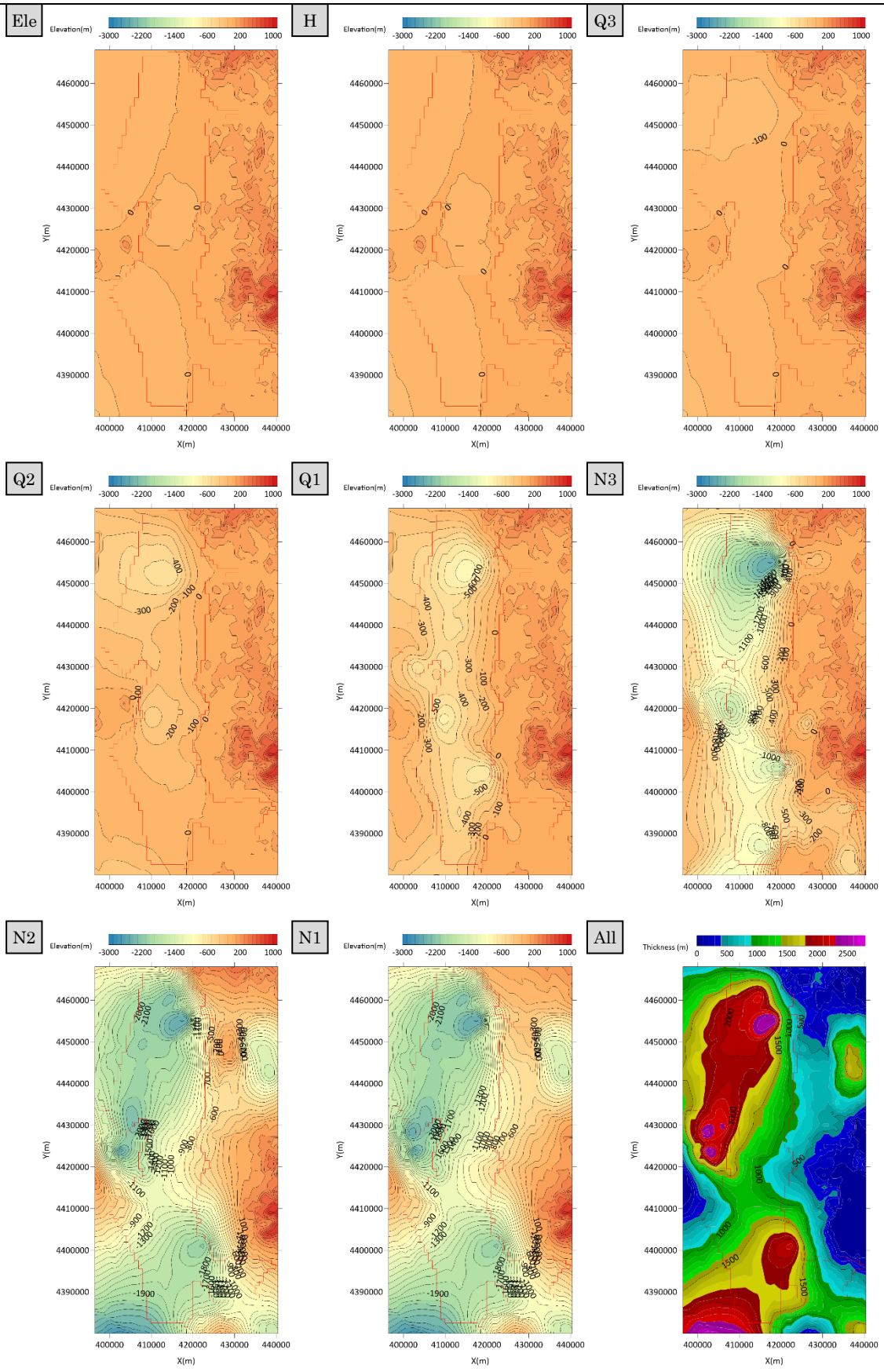


図 4-80　地質データ（TH-4 : Noshiro and Akita plain）

4)　**流量データ**

TH-4 : Noshiro and Akita plain 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-49 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-50、図 4-81 に示す。

表 4-49　流量観測地点一覧（TH-4 : Noshiro and Akita plain）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	椿川	雄物川	雄物川	0.00	1918 年 07 月 16 日	**4, 035**
2	豊成	雄物川	岩見川	0.00	1967 年 12 月 01 日	**300**
3	新屋水門	雄物川	旧雄物川	0.00	1970 年 10 月 01 日	**4, 386**

表 4-50　流況一覧（TH-4 : Noshiro and Akita plain）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	**椿川**	**289. 55**	**178. 25**	**126. 42**	**84. 16**	**6. 20**	**3. 82**	**2. 71**	**1. 80**
2	**豊成**	**25. 74**	**16. 14**	**11. 40**	**4. 66**	**7. 41**	**4. 65**	**3. 28**	**1. 34**
3	**新屋水門**	**25. 48**	**22. 32**	**19. 96**	**14. 71**	**0. 50**	**0. 44**	**0. 39**	**0. 29**
平均値		**113. 59**	**72. 24**	**52. 59**	**34. 51**	**4. 70**	**2. 97**	**2. 13**	**1. 14**

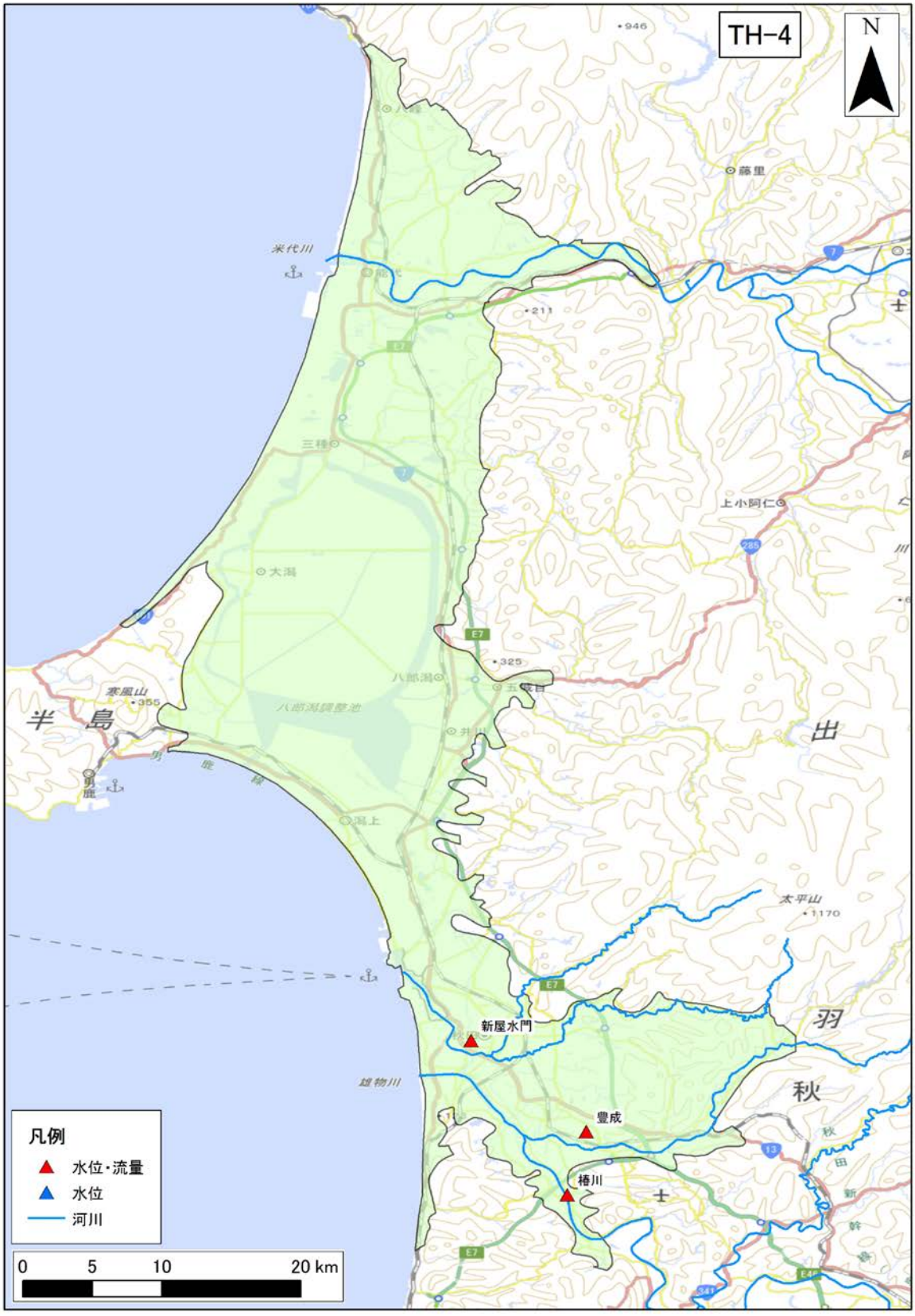


図 4-81　河川水位・流量観測地点位置図（TH-4 : Noshiro and Akita plain）

（12） TH-6：Yokote basin

1） **地下水位データ**

TH-6: Yokote basin 領域内の地下水位観測地点は存在しなかった。

2） **気象データ**

TH-6：Yokote basin 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-51 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 4-82、図 4-83、図 4-84、図 4-85 に示す。

表 4-51 気象観測所一覧（TH-6 : Yokote basin）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	32466	角館	39°36.2	140°33.4	56	アメダス	●	●	●	●	●
2	32551	大曲	39°29.4	140°29.7	30	アメダス	●	●	●	●	
3	32596	横手	39°19.2	140°33.3	59	アメダス	●	●	●	●	●
4	32691	湯沢	39°11.2	140°27.8	74	アメダス	●	●	●	●	●

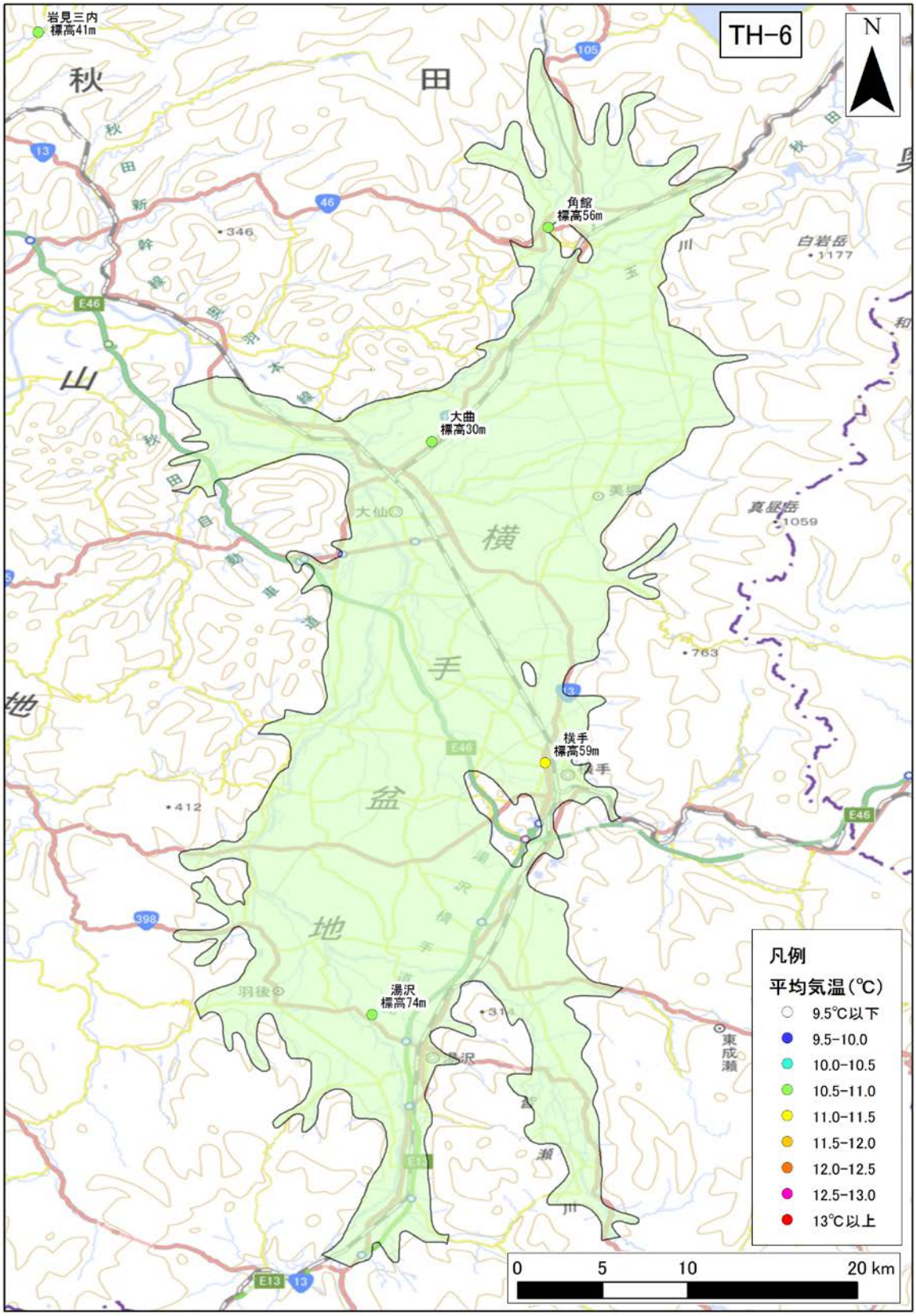


図 4-82　年平均気温の分布（TH-6 : Yokote basin）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

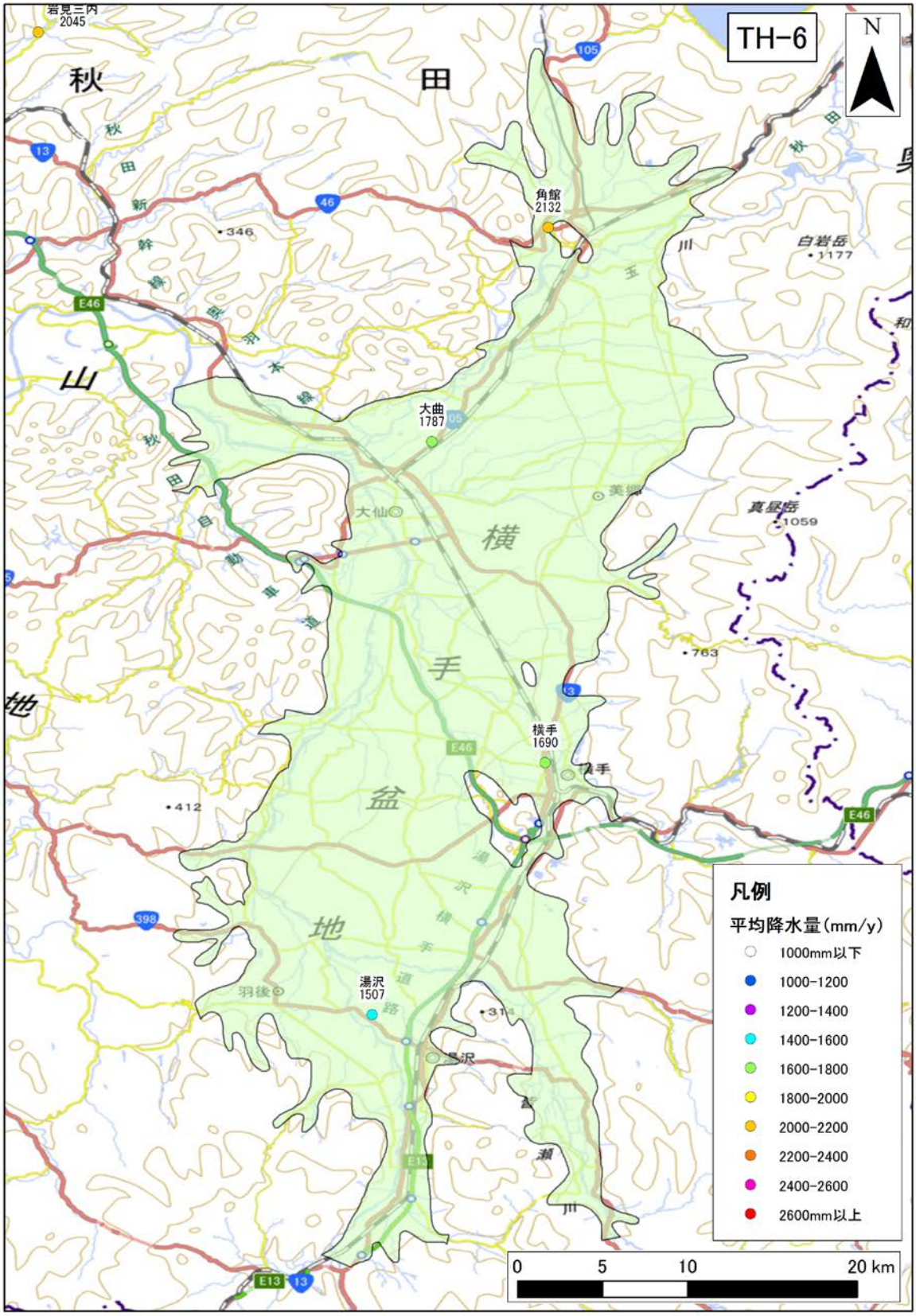


図 4-83　年間降水量の分布（TH-6 : Yokote basin）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。

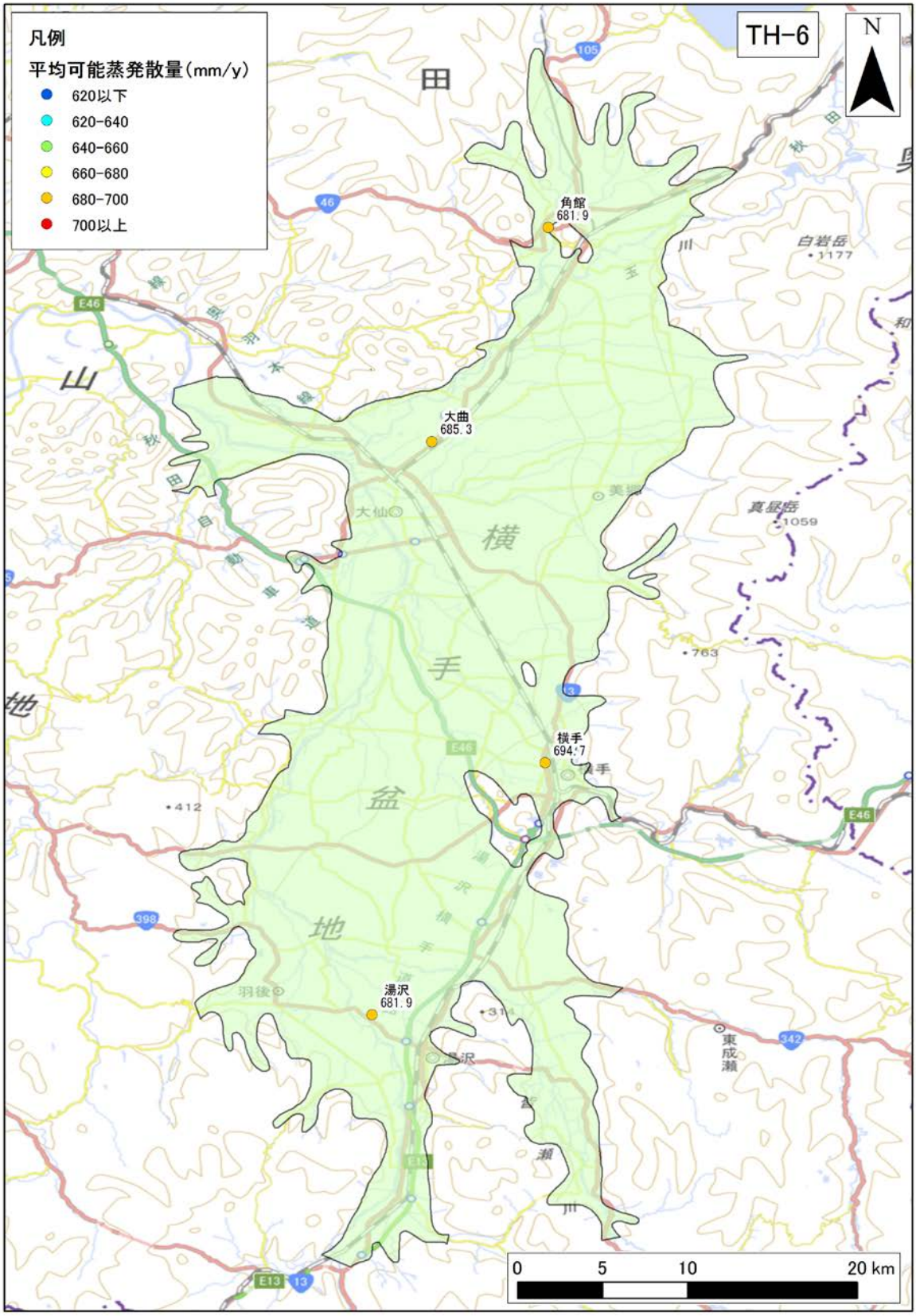


図 4-84　年間可能蒸発散量の分布（TH-6 : Yokote basin）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

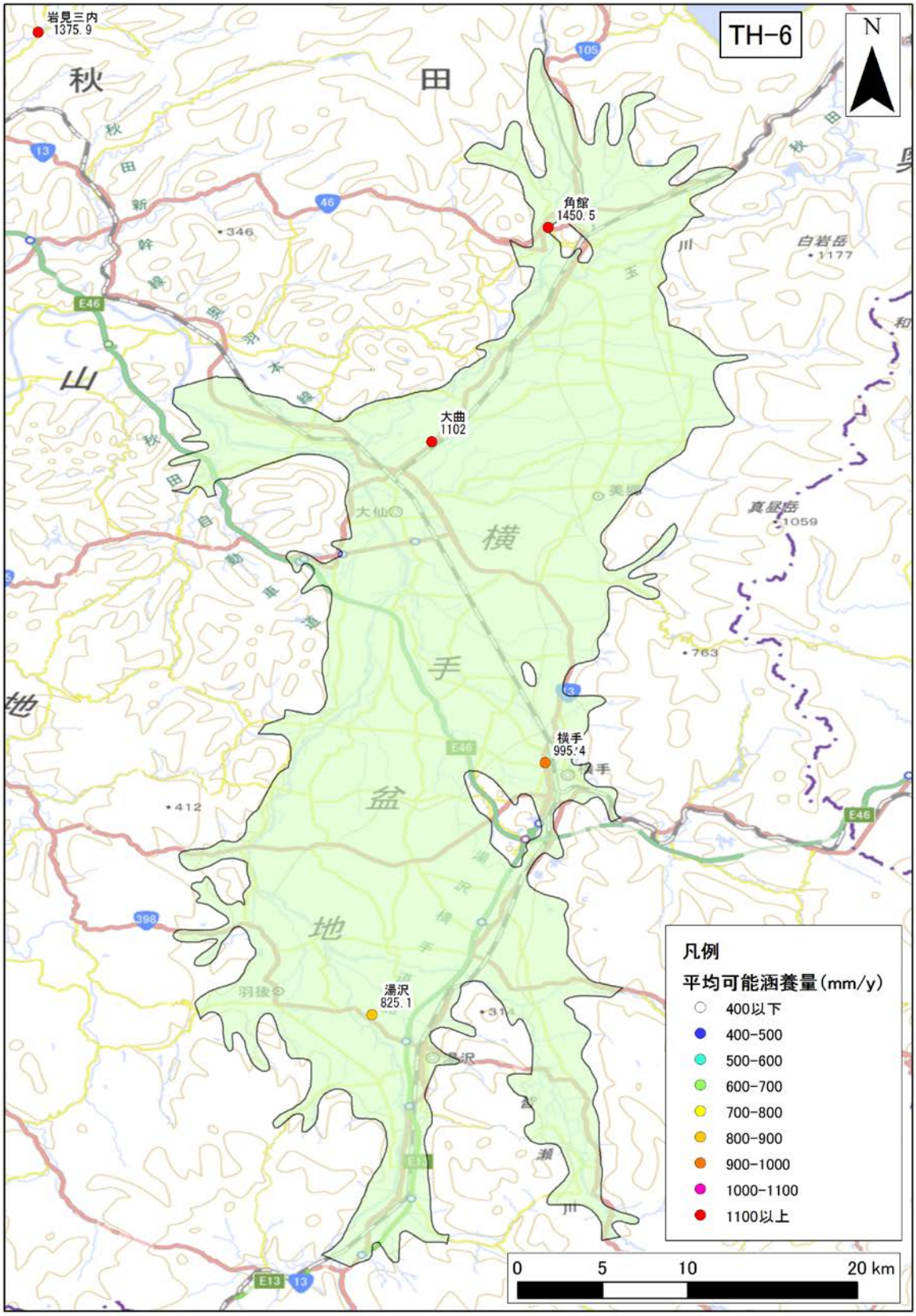


図 4-85　年間可能涵養量の分布（TH-6 : Yokote basin）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

TH-6：Yokote basin における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-86 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

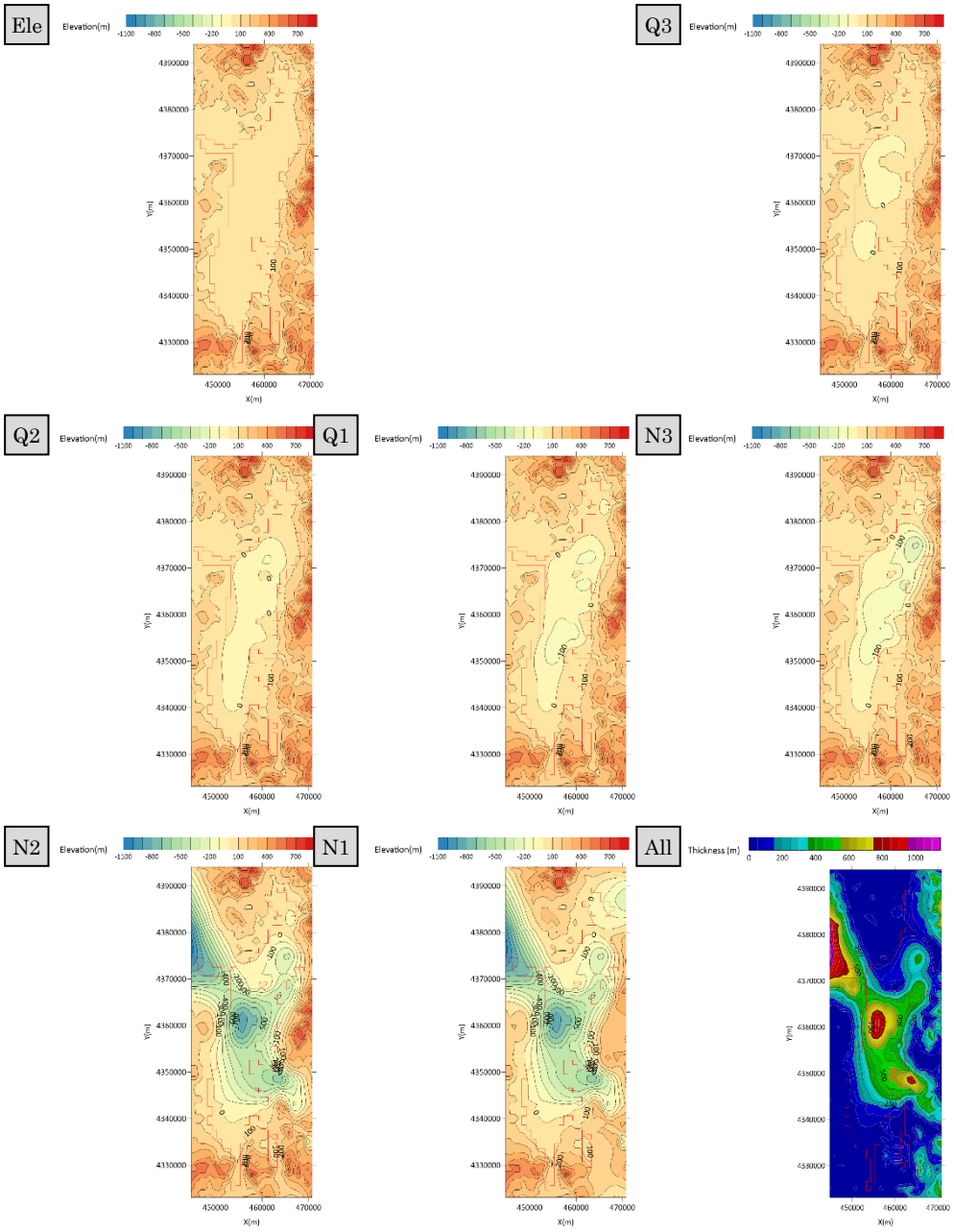


図 4-86　地質データ（TH-6 : Yokote basin）

4) **流量データ**

TH-6：Yokote basin 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-52 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を**表 4-53**、図 4-87 に示す。

表 4-52 流量観測地点一覧（TH-6 : Yokote basin）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	神宮寺	雄物川	雄物川	14.57	1943 年 05 月 01 日	3,337
2	大曲橋	雄物川	雄物川	19.30	1951 年 08 月 06 日	1,882
3	大上橋	雄物川	雄物川	32.50	1967 年 01 月 15 日	1,290
4	雄物川橋	雄物川	雄物川	43.86	1956 年 03 月 28 日	1,240
5	酒蒔	雄物川	雄物川	105.97	1965 年 04 月 01 日	401
6	岩館	雄物川	雄物川	128.16	1982 年 01 月 01 日	268
7	長野	雄物川	玉川	35.40	1957 年 04 月 01 日	1,088
8	岩崎橋	雄物川	皆瀬川	83.30	1953 年 04 月 09 日	547
9	安養寺	雄物川	成瀬川	122.00	1972 年 03 月 01 日	255
10	横手	雄物川	横手川	59.17	1959 年 04 月 01 日	216
11	広久内	雄物川	玉川	72.99	1989 年 10 月 27 日	596

表 4-53 流況一覧（TH-6 : Yokote basin）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	神宮寺	273.63	173.45	127.27	90.88	7.09	4.49	3.30	2.35
2	大曲橋	147.14	78.92	51.79	30.15	6.75	3.62	2.38	1.38
3	大上橋	102.86	53.59	30.32	11.64	6.89	3.59	2.03	0.78
4	雄物川橋	87.97	45.77	26.95	11.57	6.13	3.19	1.88	0.81
5	酒蒔	30.00	15.61	10.87	6.46	6.46	3.36	2.34	1.39
6	岩館	23.39	11.10	6.57	3.46	7.54	3.58	2.12	1.12
7	長野	91.86	61.41	42.32	27.31	7.29	4.88	3.36	2.17
8	岩崎橋	35.90	18.38	9.64	1.45	5.67	2.90	1.52	0.23
9	安養寺	24.33	12.05	7.58	4.52	8.24	4.08	2.57	1.53
10	横手	22.34	10.04	3.48	0.66	8.93	4.01	1.39	0.26
11	広久内	43.66	30.51	19.02	9.01	6.33	4.42	2.76	1.31
平均値		80.28	46.44	30.53	17.92	7.03	3.83	2.33	1.21

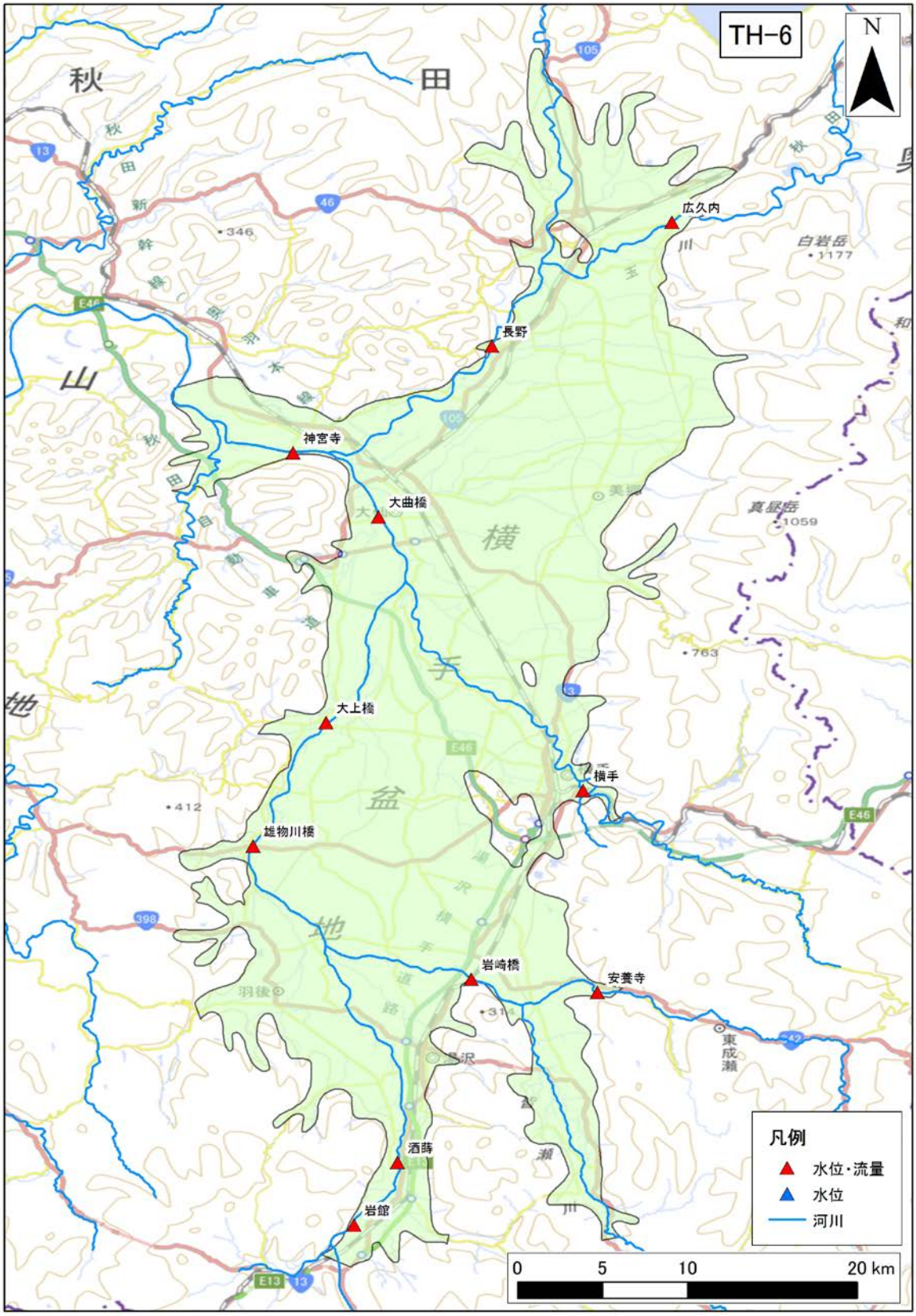


図 4-87　河川水位・流量観測地点位置図（TH-6 : Yokote basin）

（13） TH-7：Kitakami basin

1） **地下水位データ**

TH-7: Kitakami basin 領域内の地下水位観測地点は存在しなかった。

2） **気象データ**

TH-7 : Kitakami basin 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-54 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 4-88、図 4-89、図 4-90、図 4-91 に示す。

表 4-54 気象観測所一覧（TH-7 : Kitakami basin）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	33431	盛岡	39°41.9	141°9.9	155	アメダス	●	●	●	●	●
2	33501	紫波	39°32.8	141°7.6	125	アメダス	●	●	●	●	
3	33576	花巻	39°25.7	141°8.1	90	アメダス	●	●	●	●	
4	33711	金ヶ崎	39°13.5	141°0.9	170	アメダス	●				
5	33716	北上	39°17.3	141°6.6	61	アメダス	●	●	●	●	●
6	33776	若柳	39°8.4	141°3.8	97	アメダス	●	●	●	●	
7	33781	江刺	39°11	141°9.7	42	アメダス	●	●	●	●	
8	33911	一関	38°56	141°7.5	32	アメダス	●	●	●	●	●

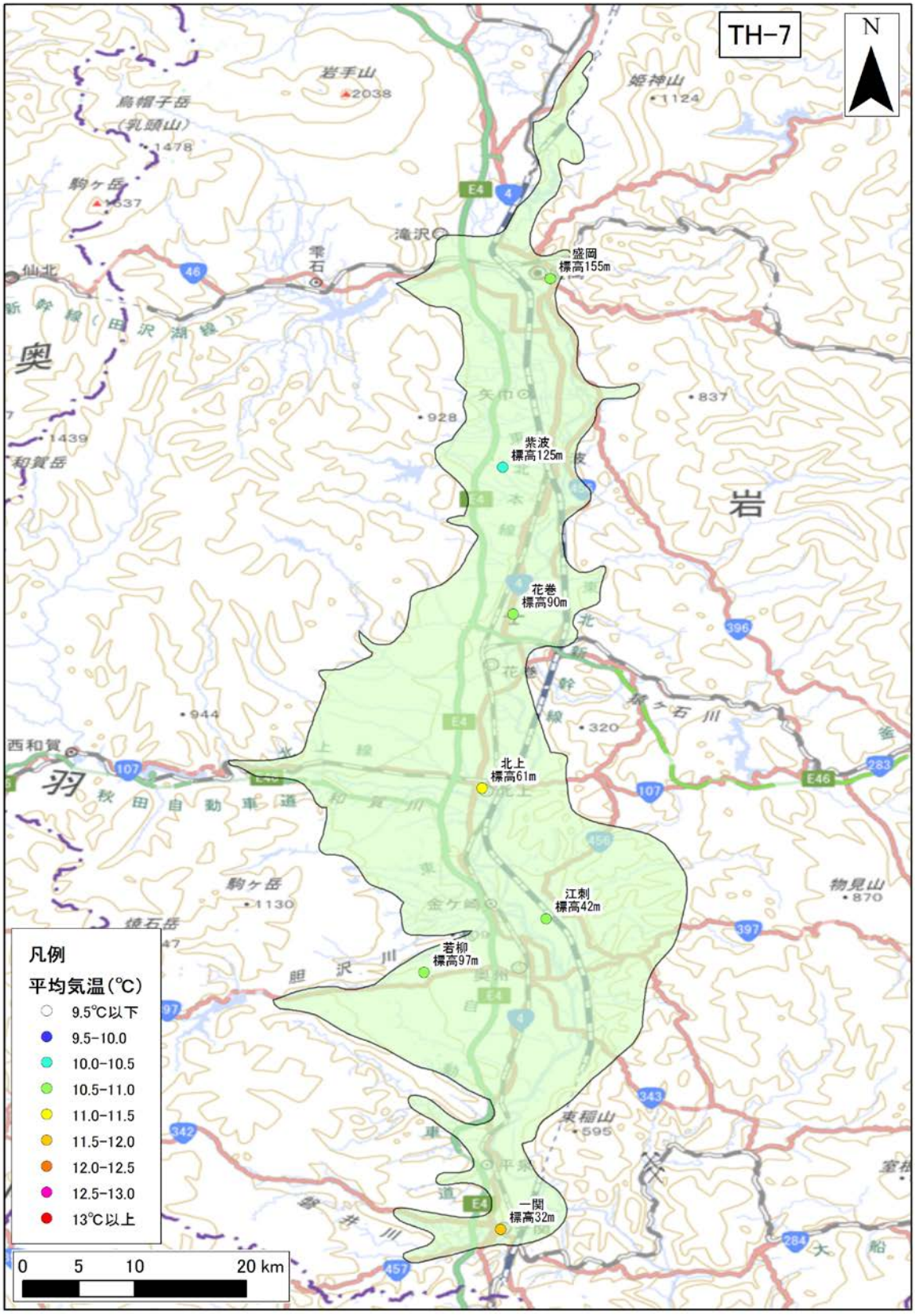


図 4-88　年平均気温の分布（TH-7 : Kitakami basin）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

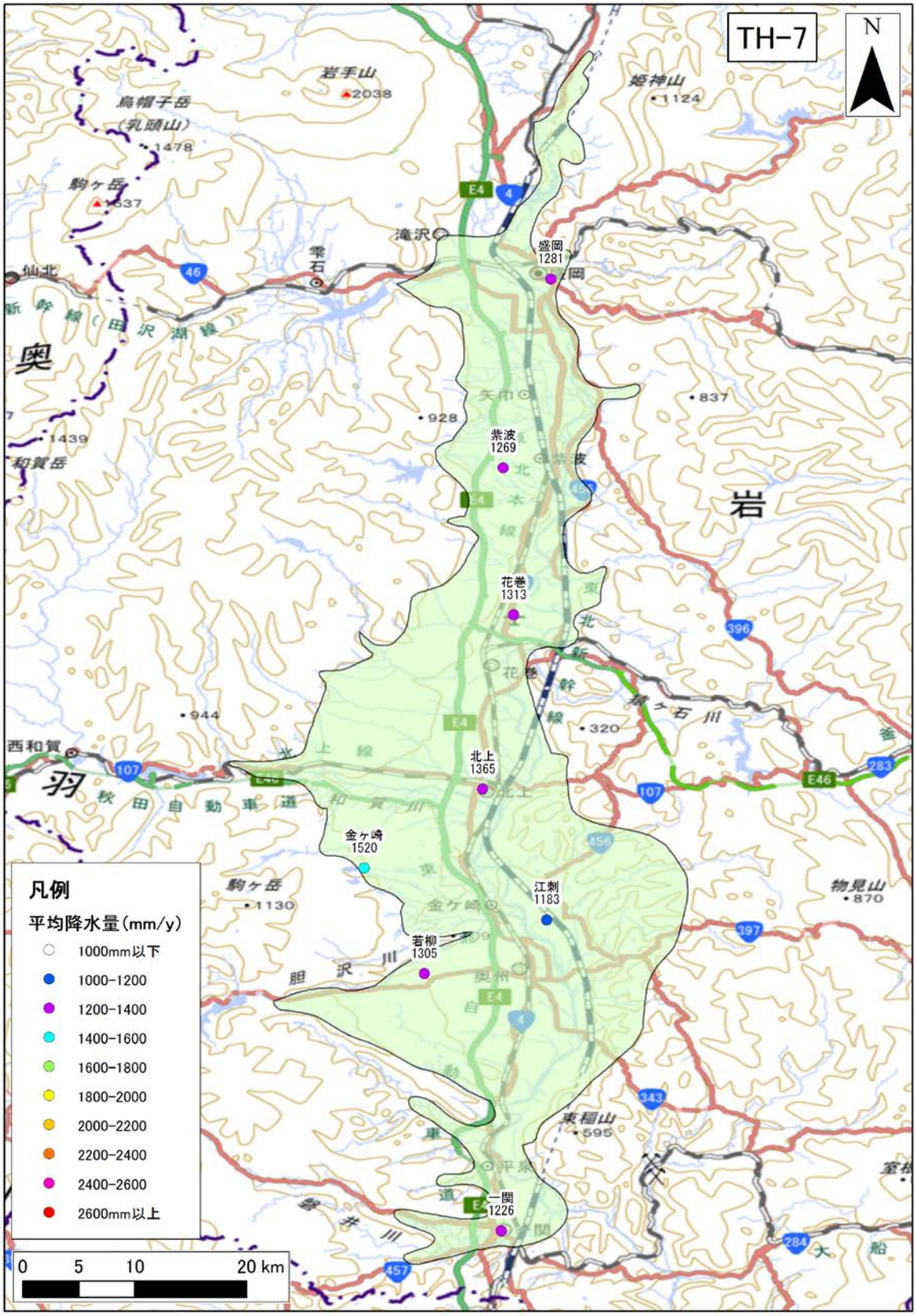


図 4-89　年間降水量の分布（TH-7 : Kitakami basin）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。

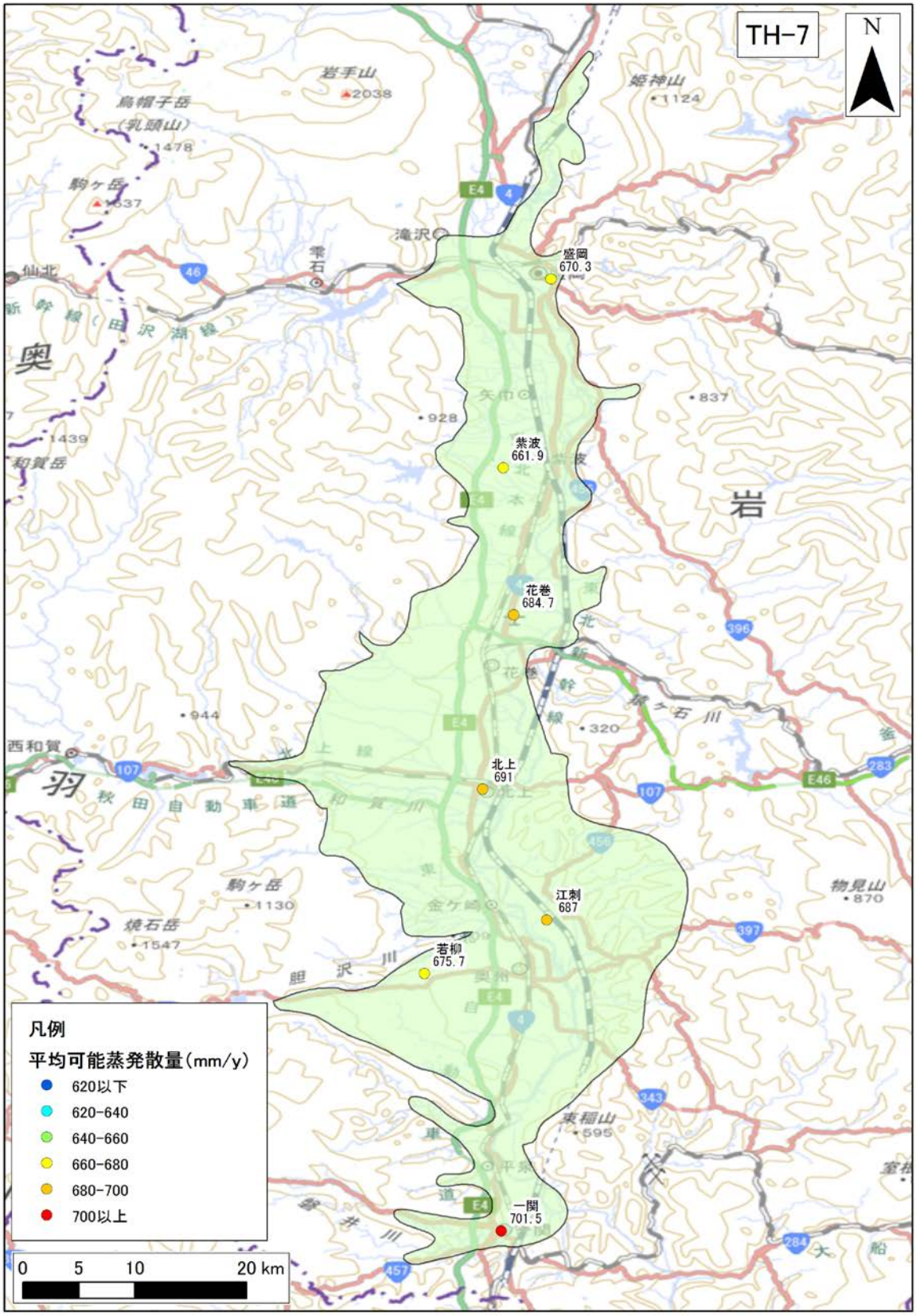


図 4-90　年間可能蒸発散量の分布（TH-7 : Kitakami basin）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

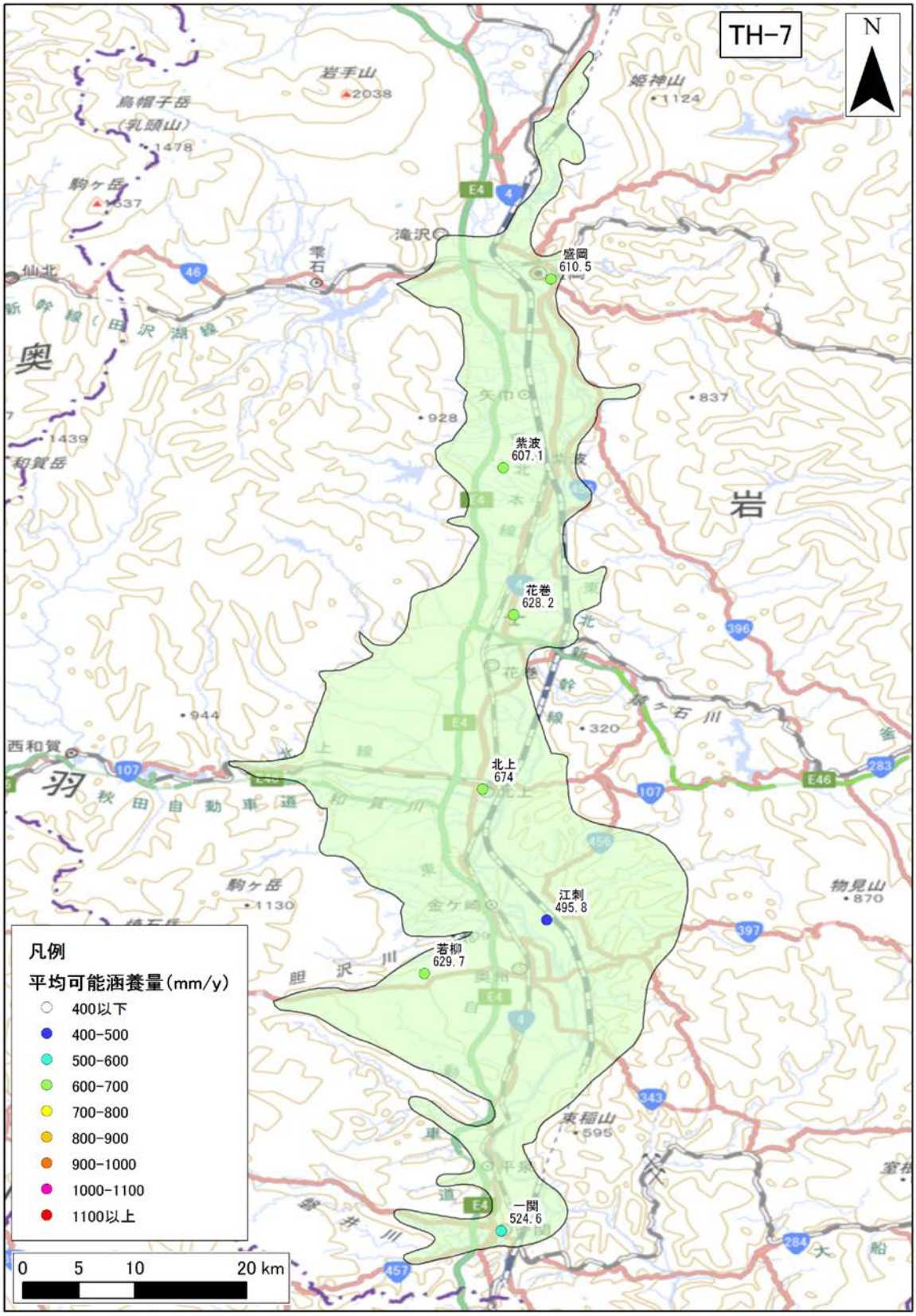


図 4-91　年間可能涵養量の分布（TH-7 : Kitakami basin）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

TH-7：Kitakami basin における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-92 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

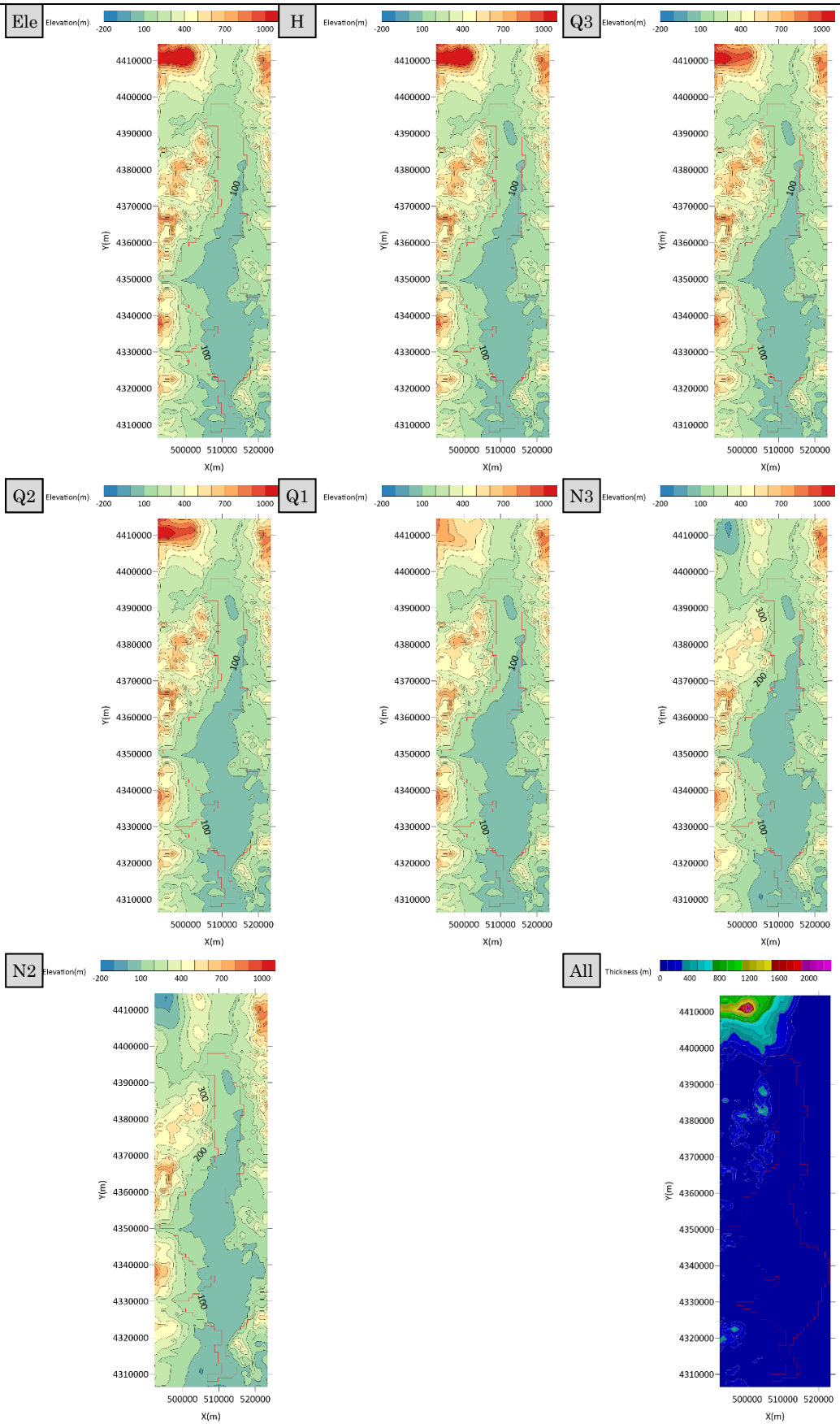


図 4-92　地質データ（TH-7 : Kitakami basin）

4) **流量データ**

TH-7 : Kitakami basin 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-55 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を**表 4-56**、図 4-93 に示す。

表 4-55 流量観測地点一覧（TH-7 : Kitakami basin）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	館坂橋	北上川	北上川	120.88	1953 年 11 月 01 日	1,218
2	明治橋	北上川	北上川	116.34	1948 年 12 月 01 日	2,185
3	紫波橋	北上川	北上川	89.56	1950 年 09 月 01 日	2,580
4	朝日橋	北上川	北上川	64.58	1954 年 10 月 01 日	4,229
5	男山	北上川	北上川	49.00	1949 年 04 月 01 日	5,459
6	金ヶ崎橋	北上川	北上川	38.85	1950 年 04 月 10 日	5,545
7	桜木橋	北上川	北上川	33.59	1950 年 04 月 10 日	6,006
8	大曲橋	北上川	北上川	22.34	1950 年 04 月 10 日	6,399
9	箱石	北上川	北上川	16.84	1961 年 02 月 01 日	6,485
10	狐禅寺	北上川	北上川	10.39	2005 年 01 月 01 日	7,066
11	山岸	北上川	中津川	136.00	1973 年 03 月 25 日	196
12	太田橋	北上川	雫石川	119.59	1974 年 03 月 15 日	745
13	不動橋	北上川	豊沢川	72.62	1965 年 05 月 01 日	164
14	岩瀬橋	北上川	広瀬川	40.11	1965 年 05 月 01 日	111
15	岩谷堂	北上川	人首川	36.34	1972 年 01 月 01 日	101
16	川西橋	北上川	衣川	24.37	1965 年 05 月 01 日	170
17	五串	北上川	磐井川	58.82	1966 年 04 月 10 日	173
18	釣山	北上川	磐井川	20.42	1949 年 03 月 10 日	280
19	広表	北上川	和賀川	66.50	1963 年 03 月 28 日	N/D

表 4-56　流況一覧（TH-7 : Kitakami basin）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	館坂橋	56.93	40.52	30.08	18.48	4.04	2.88	2.13	1.31
2	明治橋	109.65	72.16	51.62	33.56	4.34	2.85	2.04	1.33
3	紫波橋	128.52	85.42	60.41	40.49	4.30	2.86	2.02	1.36
4	朝日橋	169.41	117.64	86.62	59.00	3.46	2.40	1.77	1.21
5	男山	276.38	188.20	134.87	84.23	4.37	2.98	2.13	1.33
6	金ヶ崎橋	321.39	212.10	149.25	91.83	5.01	3.31	2.33	1.43
7	桜木橋	317.60	213.70	155.05	99.38	4.57	3.07	2.23	1.43
8	大曲橋	303.27	200.31	144.65	93.99	4.09	2.70	1.95	1.27
9	箱石	354.95	238.63	170.55	108.82	4.73	3.18	2.27	1.45
10	狐禅寺	354.40	236.10	169.25	111.61	4.33	2.89	2.07	1.36
11	山岸	7.12	3.75	2.44	1.41	3.14	1.66	1.08	0.62
12	太田橋	56.37	31.37	17.63	9.90	6.54	3.64	2.05	1.15
13	不動橋	12.92	7.95	4.95	2.36	6.80	4.18	2.60	1.24
14	岩瀬橋	3.33	2.13	1.45	0.66	2.59	1.65	1.13	0.51
15	岩谷堂	3.10	2.02	1.49	0.92	2.66	1.73	1.28	0.79
16	川西橋	6.80	3.88	2.66	1.49	3.47	1.98	1.35	0.76
17	五串	9.25	4.95	3.10	0.96	4.63	2.48	1.55	0.48
18	釣山	13.87	7.99	5.03	2.21	4.28	2.47	1.55	0.68
19	広表	94.74	72.76	62.58	50.00	N/D	N/D	N/D	N/D
平均値		136.84	91.66	65.98	42.70	4.30	2.72	1.86	1.10

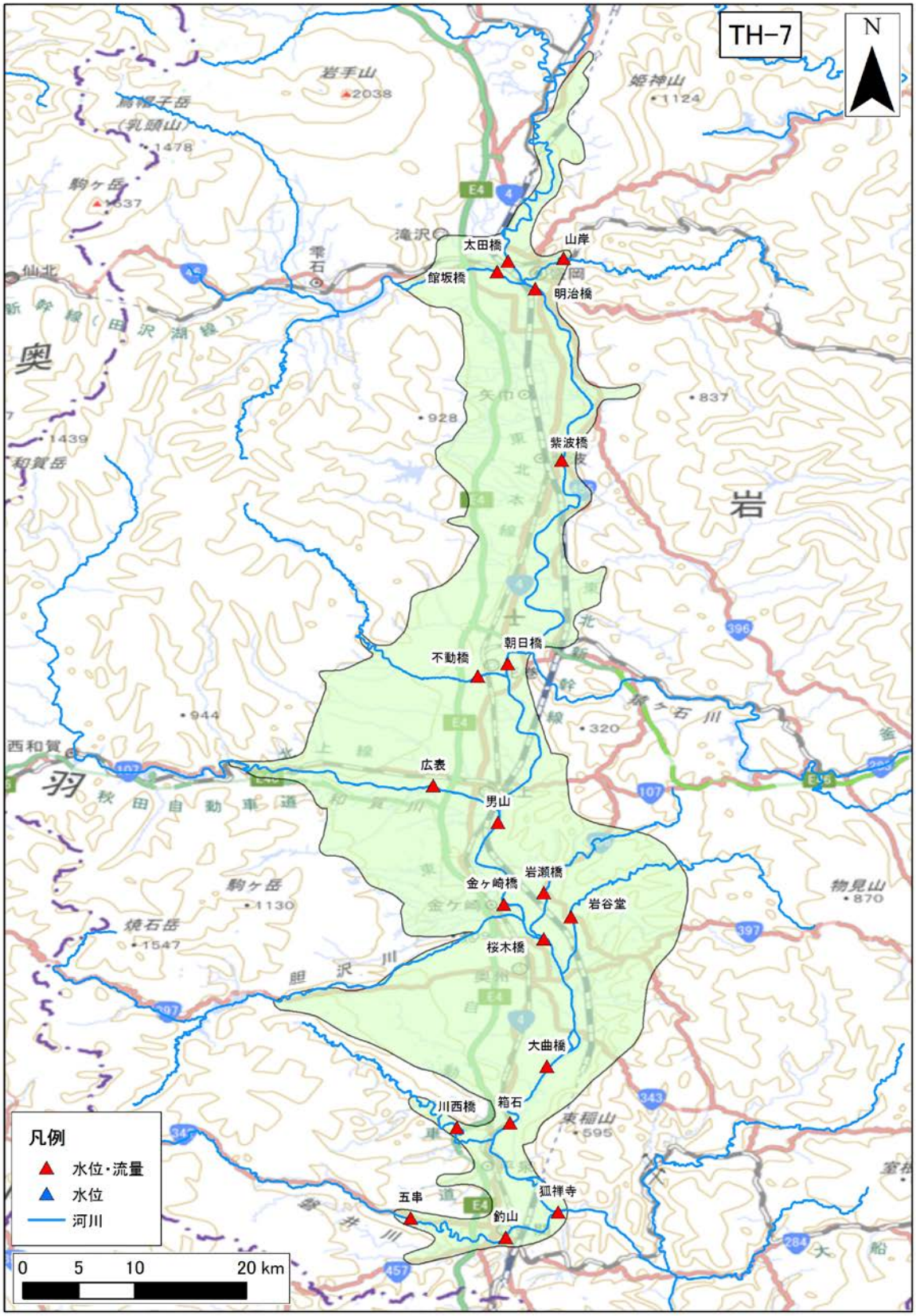


図 4-93　河川水位・流量観測地点位置図（TH-7 : Kitakami basin）

（14） TH-8：Shonai plain

1） **地下水位データ**

TH-8：Shonai plain 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-57 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-94 に示す。

表 4-57 地下水位観測地点一覧（TH-8 : Shonai plain）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	酒田 4 号井	酒田市	15.7	200	150	119～135.5	1987～2004	年表
2	宮野浦	酒田市	2.27	216	135	109～126	1987～2005	水水 DB・年表・水調
3	千河原	余目町	9.50	216	49	24.4～42.9	1987～2005	水水 DB・年表・水調
4	板戸	酒田市	3.66	216	75	60～71	1987～2005	水水 DB・年表・水調
5	三本木	三川町	8.51	216	70	57～66	1987～2005	水水 DB・年表・水調
6	鶴岡 No.3	鶴岡市	17.59	216	80	37.2～70.5	1987～2005	水水 DB・年表・水調
7	豊田	鶴岡市	9.50	216	66.3	53～60.8	1987～2005	水水 DB・年表・水調
8	文下	鶴岡市	11.76	60	60	23.9～59.9	1987～2005	水水 DB・年表・水調
9	蛸井興屋	藤島町	15.56	216	47	35～41.5	1987～1994	年表
10	鶴岡 No.2	鶴岡市	14.85	89	155	118～145	1987～2005	水水 DB・年表・水調
11	鶴岡 No.1	鶴岡市	15.09	89	43	27～41	1987～2005	水水 DB・年表・水調

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

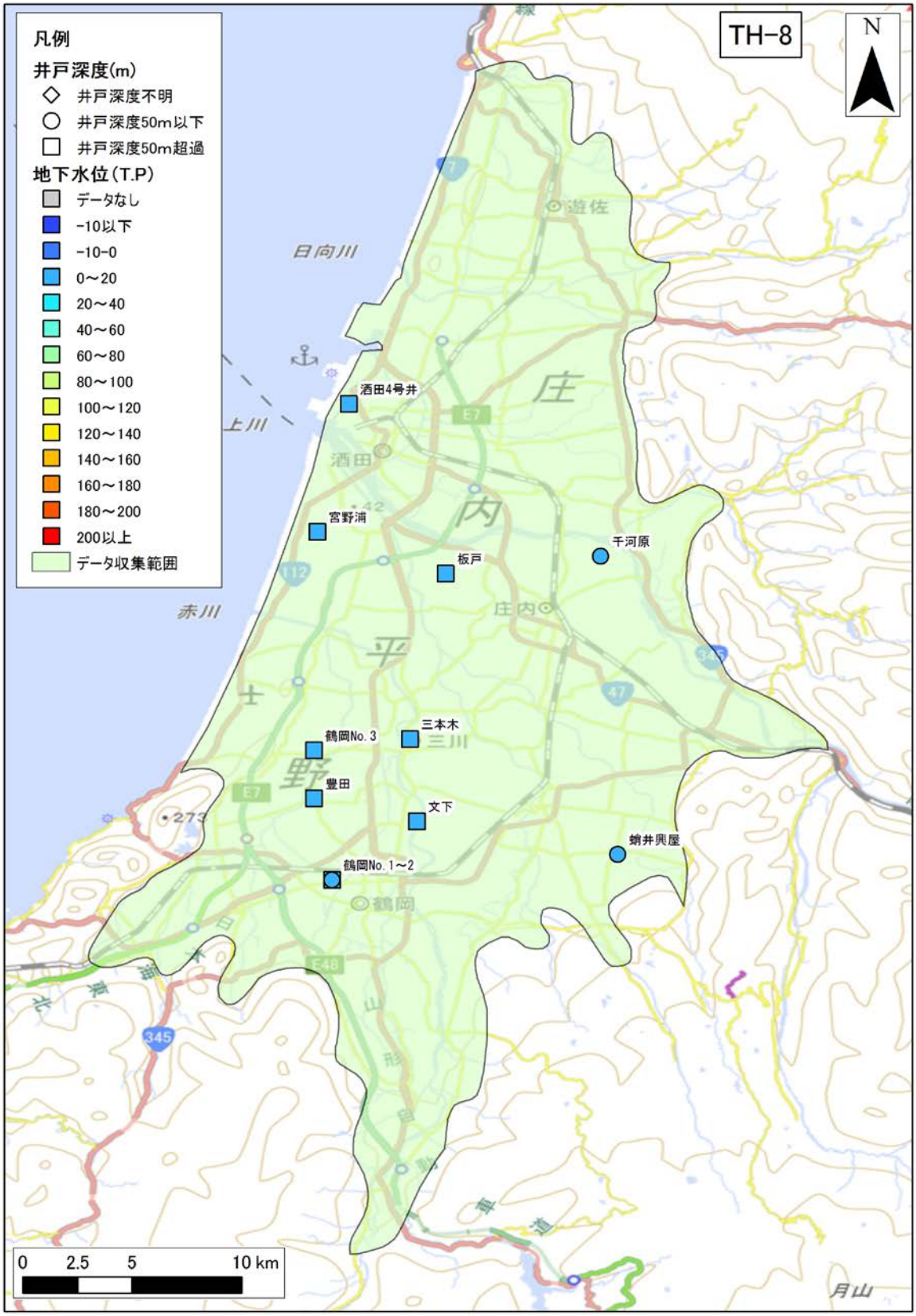


図 4-94　年平均地下水位分布図（TH-8 : Shonai plain）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2)　**気象データ**

TH-8 : Shonai basin 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-58 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 4-95、図 4-96、図 4-97、図 4-98 に示す。

表 4-58　気象観測所一覧（TH-8 : Shonai plain）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	35052	酒田	38°54.5	139°50.6	3	アメダス	●	●	●	●	●
2	35086	浜中	38°48.7	139°47.2	22	アメダス	●	●	●	●	
3	35141	鶴岡	38°44.1	139°49.7	16	アメダス	●	●	●	●	
4	35146	狩川	38°48	139°58.4	17	アメダス	●	●	●	●	●
5	35201	櫛引	38°40.3	139°50.9	33	アメダス	●				●

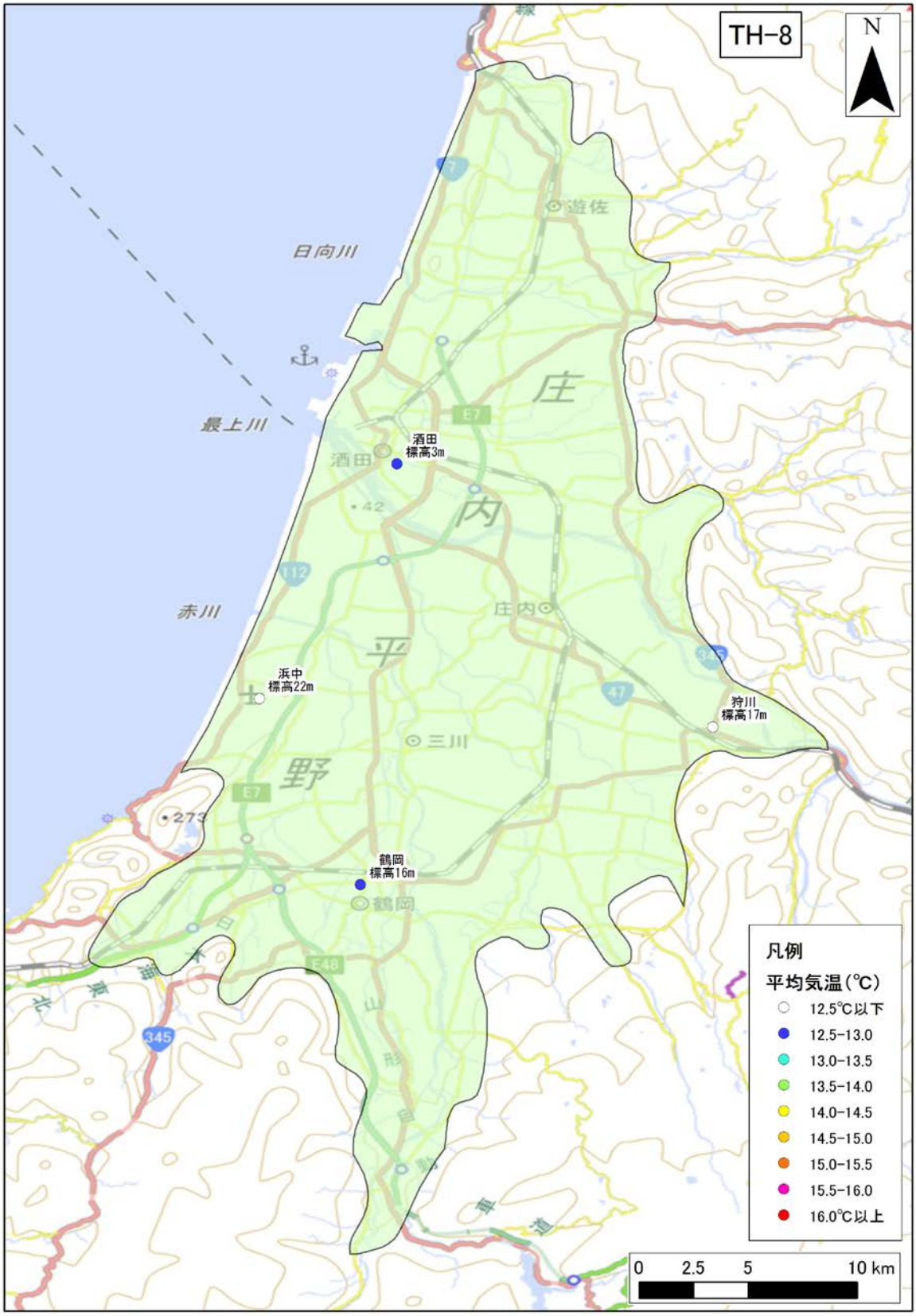


図 4-95　年平均気温の分布（TH-8 : Shonai plain）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

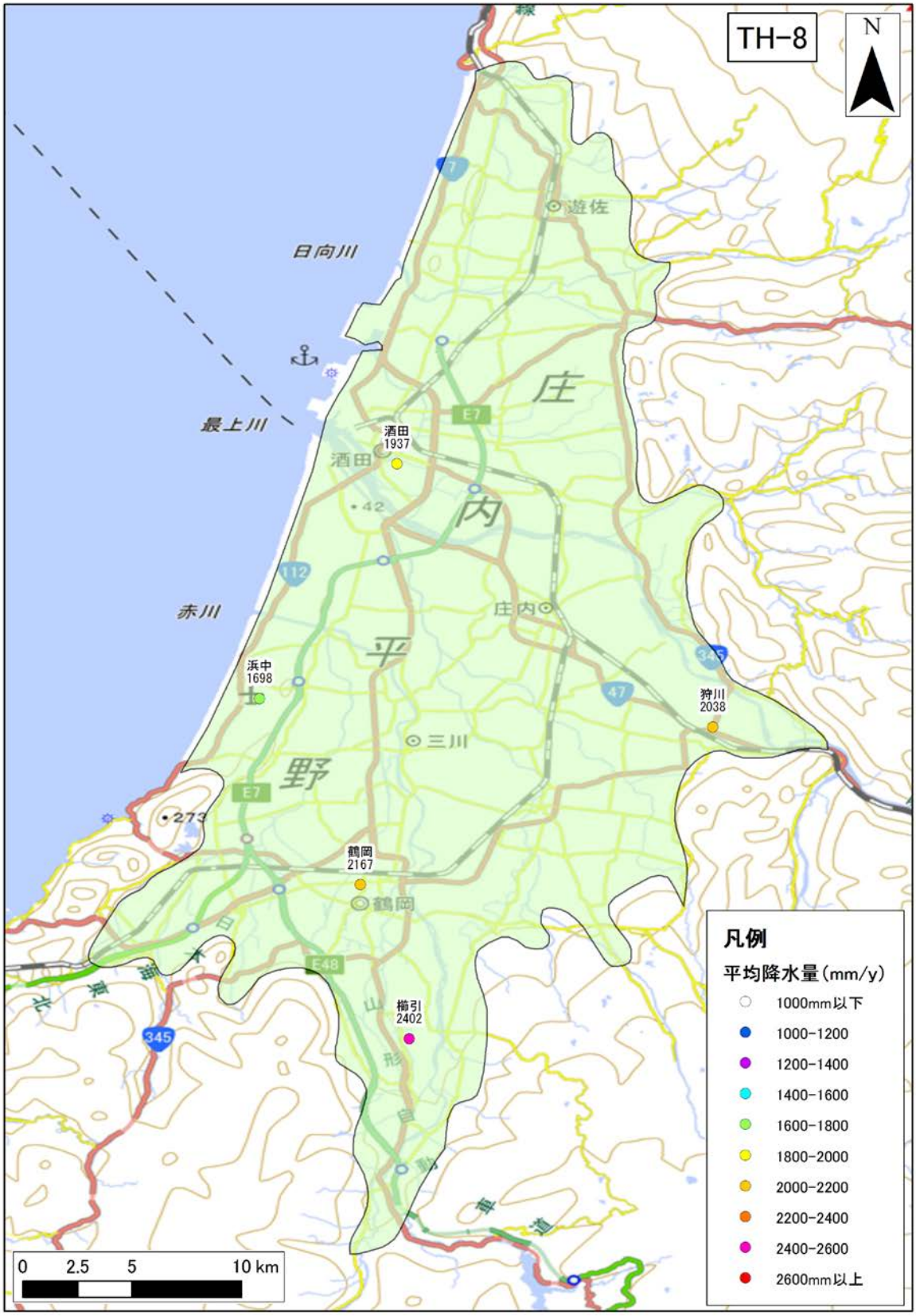


図 4-96　年間降水量の分布（TH-8 : Shonai plain）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。

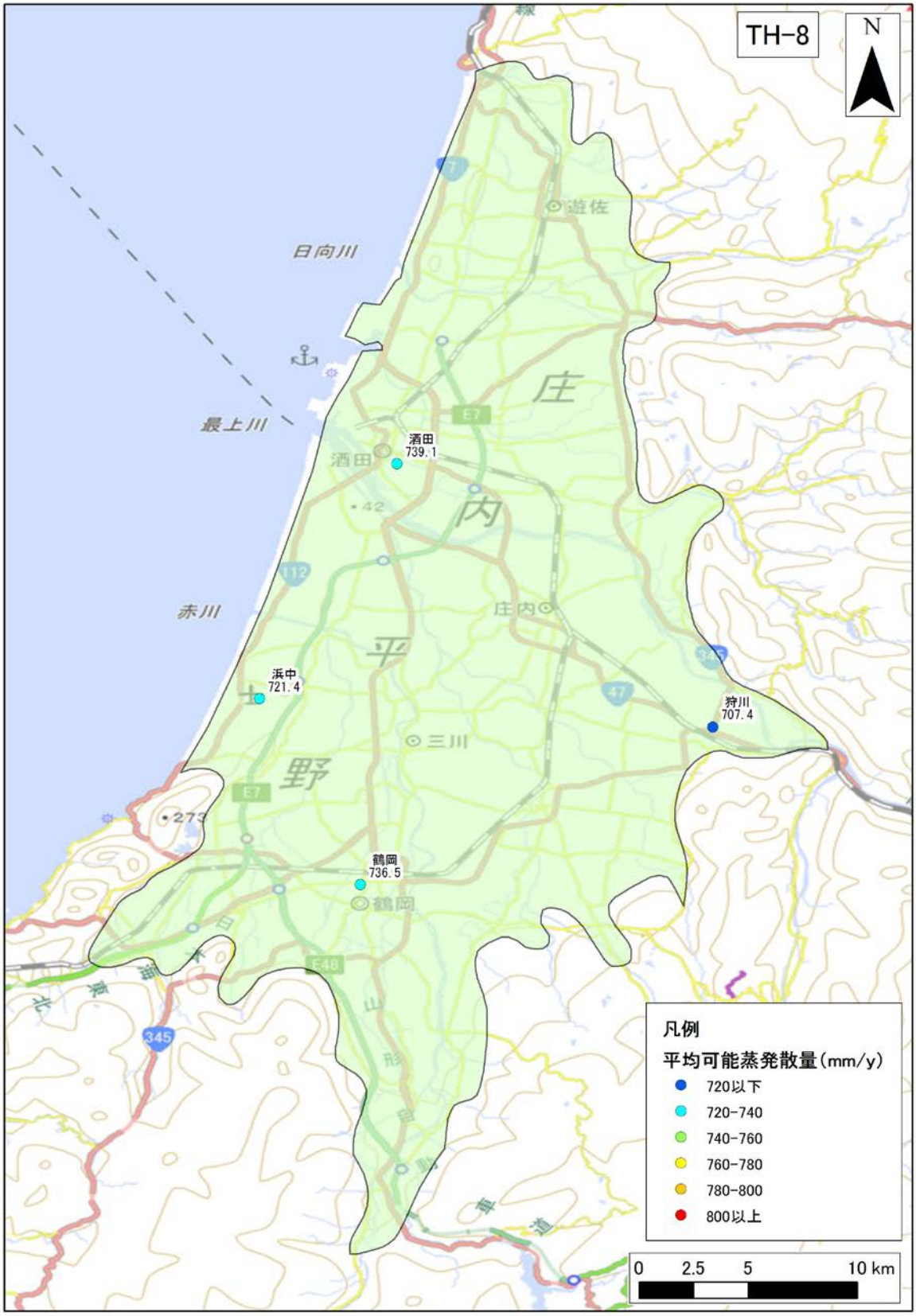


図 4-97　年間可能蒸発散量の分布（TH-8 : Shonai plain）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

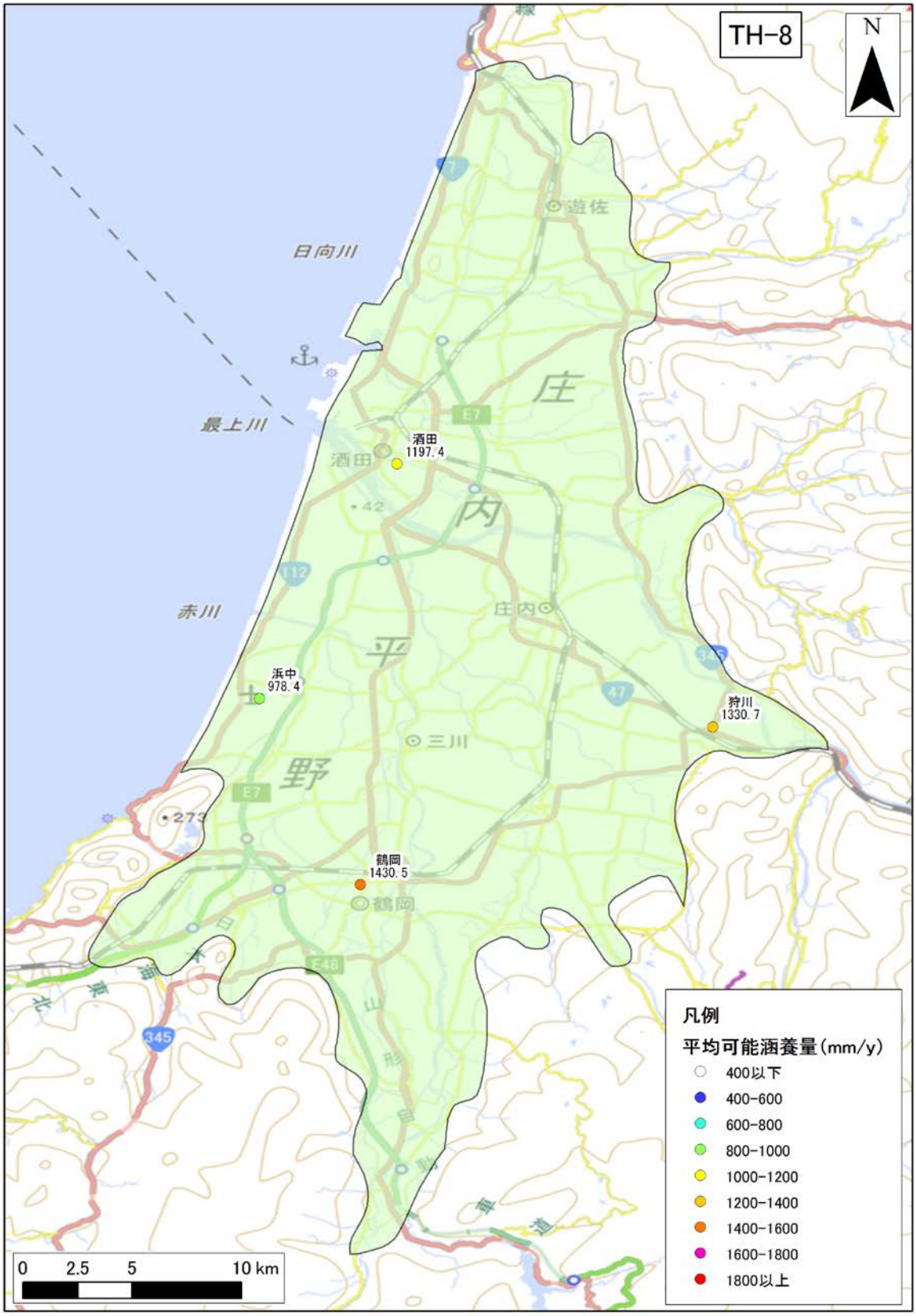


図 4-98　年間可能涵養量の分布（TH-8 : Shonai plain）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

TH-8：Shonai plain における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-99 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

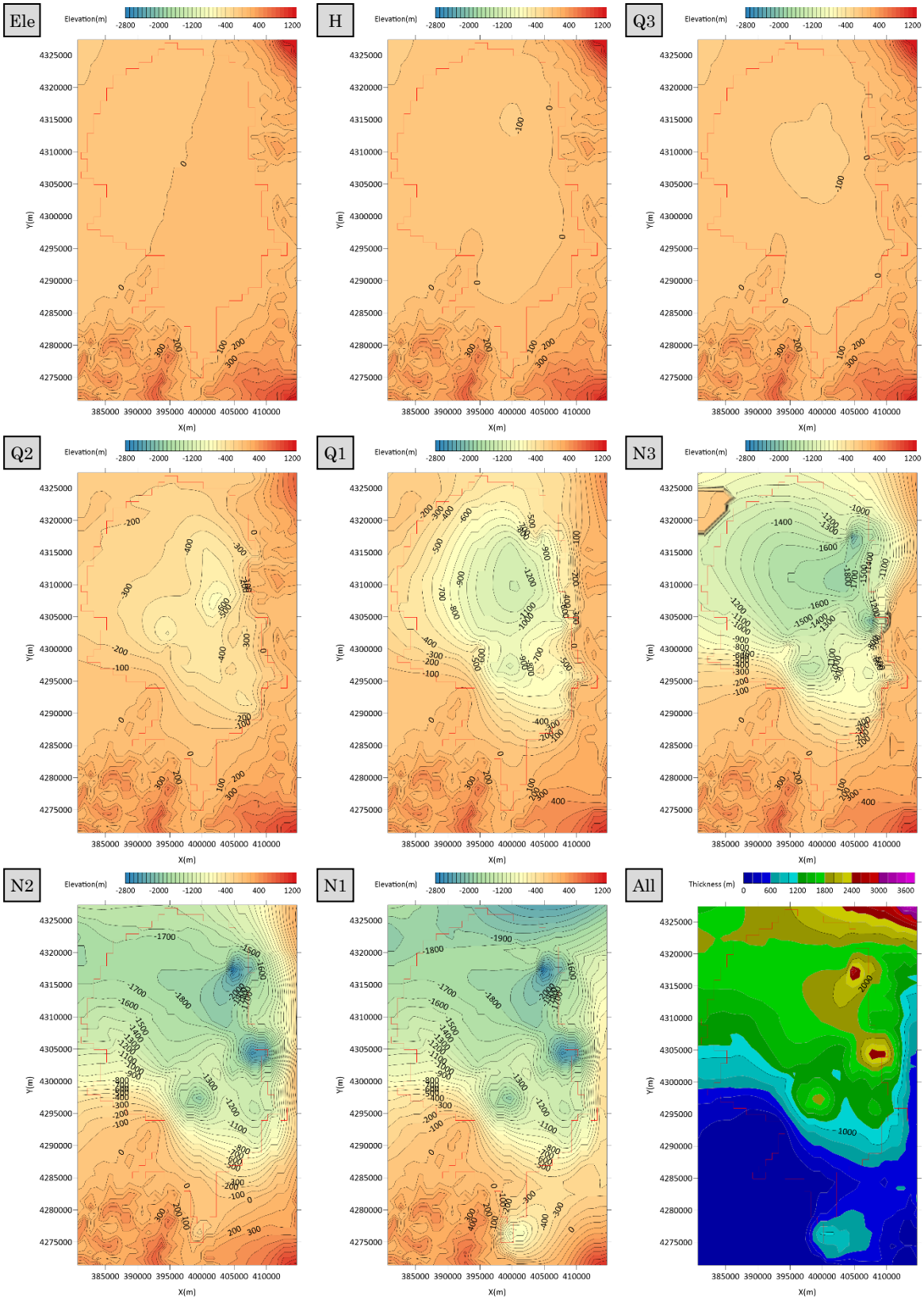


図 4-99　地質データ（TH-8 : Shonai plain）

4) **流量データ**

TH-8 : Shonai plain 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-59 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を
表 4-60、図 4-100 に示す。

表 4-59 流量観測地点一覧（TH-8 : Shonai plain）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	臼ヶ沢	最上川	最上川	0.02	1947 年 04 月 01 日	6,471
2	砂越	最上川	最上川	-0.11	1964 年 11 月 05 日	6,497
3	両羽橋	最上川	最上川	-0.13	1952 年 12 月 01 日	6,519
4	広田	最上川	京田川	-0.09	1969 年 11 月 01 日	248
5	笹目橋	赤川	赤川	79.80	1975 年 03 月 01 日	254
6	熊出	赤川	赤川	62.98	1965 年 04 月 01 日	552
7	羽黒橋	赤川	赤川	10.63	1968 年 01 月 01 日	629
8	横山	赤川	赤川	3.94	1970 年 07 月 01 日	647
9	浜中	赤川	赤川	1.62	1946 年 08 月 01 日	695
10	落合左岸	赤川	梵字川	73.48	2000 年 09 月 30 日	552
11	落合右岸	赤川	梵字川	71.85	2000 年 09 月 30 日	552

表 4-60 流況一覧（TH-8 : Shonai plain）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	臼ヶ沢	508.86	296.92	186.00	92.88	6.79	3.96	2.48	1.24
2	砂越	487.95	303.18	200.70	107.34	6.49	4.03	2.67	1.43
3	両羽橋	473.77	367.62	305.27	220.57	6.28	4.87	4.05	2.92
4	広田	27.10	20.57	15.94	9.53	9.45	7.17	5.56	3.32
5	笹目橋	29.15	6.61	2.73	1.93	9.93	2.25	0.93	0.66
6	熊出	78.94	41.75	21.84	3.03	12.37	6.54	3.42	0.47
7	羽黒橋	77.62	44.45	26.23	7.91	10.66	6.11	3.60	1.09
8	横山	91.44	55.74	33.68	14.73	12.21	7.44	4.50	1.97
9	浜中	101.45	59.21	35.82	13.89	12.61	7.36	4.45	1.73
10	落合左岸	66.77	38.71	22.22	10.48	10.46	6.06	3.48	1.64
11	落合右岸	25.54	13.43	7.37	3.14	4.00	2.10	1.16	0.49
平均値		178.96	113.47	77.98	44.13	9.21	5.26	3.30	1.54

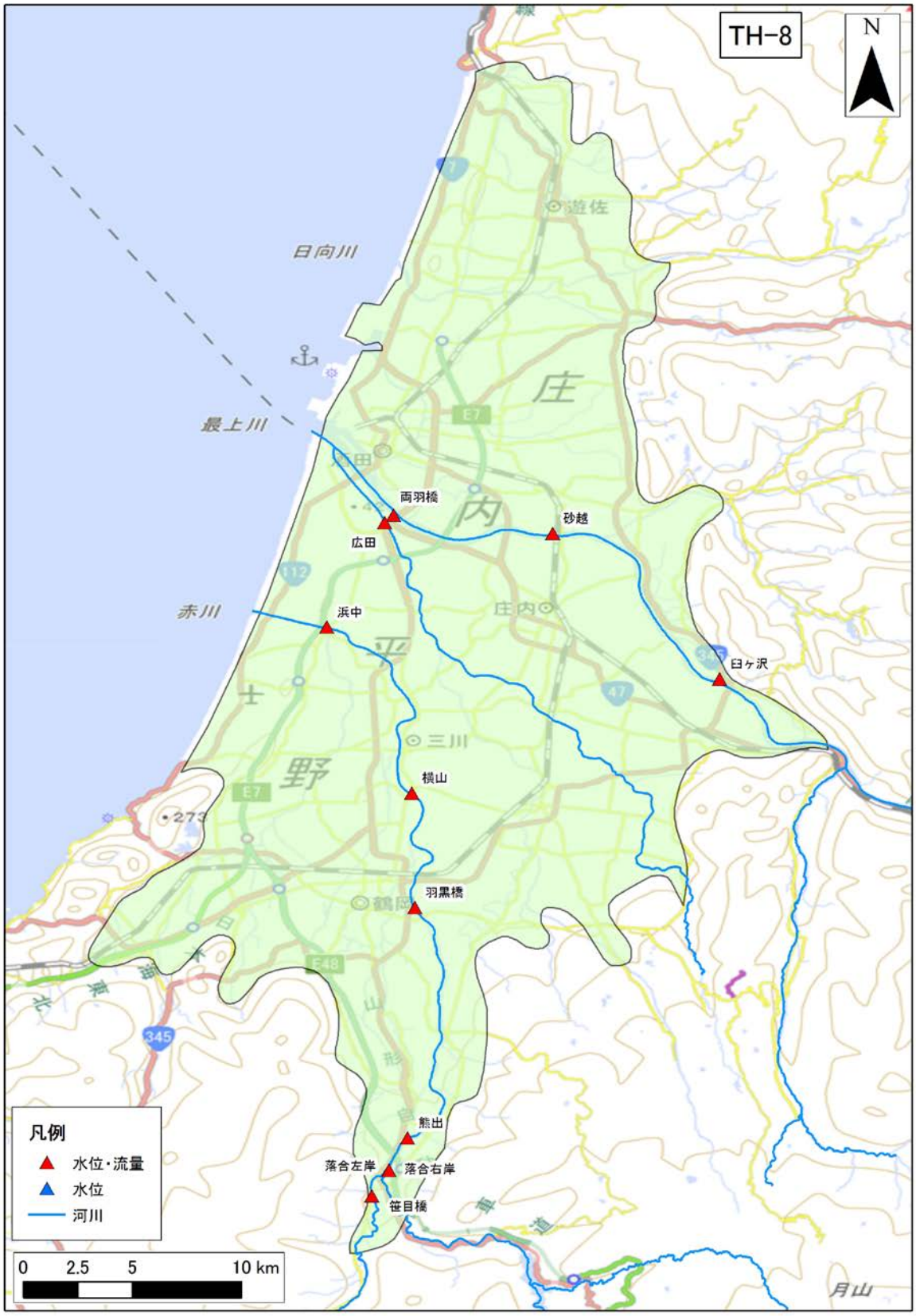


図 4-100　河川水位・流量観測地点位置図（TH-8 : Shonai plain）

（15） TH-10：Yamagata basin

1） **地下水位データ**

TH-10 : Yamagata basin 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-61 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-101 に示す。

表 4-61 地下水位観測地点一覧（TH-10 : Yamagata basin）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	村山 4 号井	天童市	98.2	200	100	78.5～90	1987～2004	年表・水調
2	山形 2 号井	山形市	112.23	200	57	41.8～47.4	1987～2004	年表・水調
3	山形 3 号井	山形市	145.7	200	251	97.2～108.2 135.7～141.2 157.7～168.7	1987～2004	年表・水調
4	山形 4 号井	山形市	193.5	150	30	10～22	1987～2004	年表・水調

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

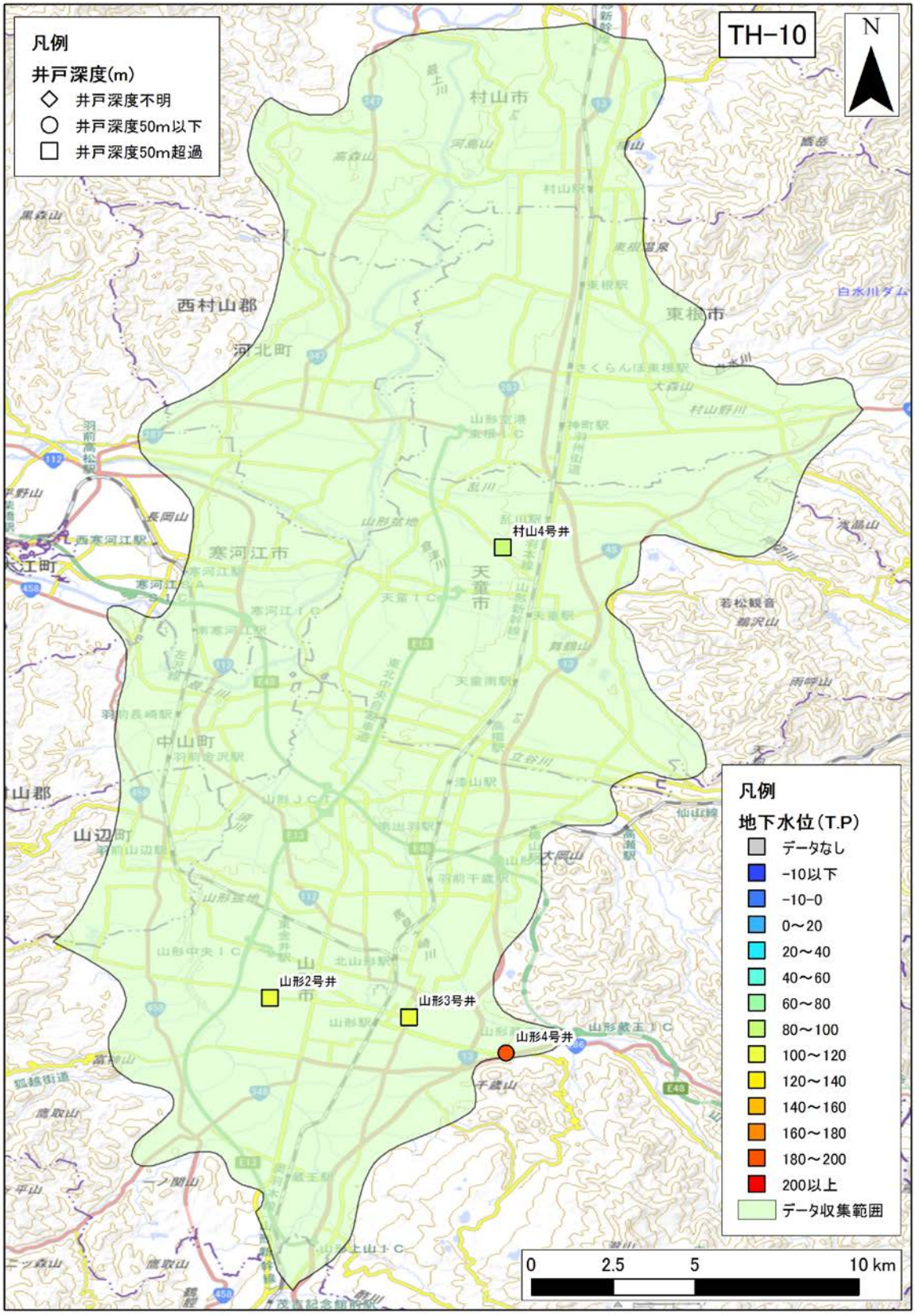


図 4-101　年平均地下水位分布図（TH-10 : Yamagata basin）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2)　**気象データ**

TH-10 : Yamagata basin 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-62 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 4-102、図 4-103、図 4-104、図 4-105 に示す。

表 4-62　気象観測所一覧（TH-10 : Yamagata basin）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	35332	村山	38'27.6	140'20.9	80	アメダス	●	●	●	●	
2	35334	東根	38'24.7	140'22.2	105	アメダス	●	●	●	●	
3	35426	山形	38'15.3	140'20.7	153	アメダス	●	●	●	●	●

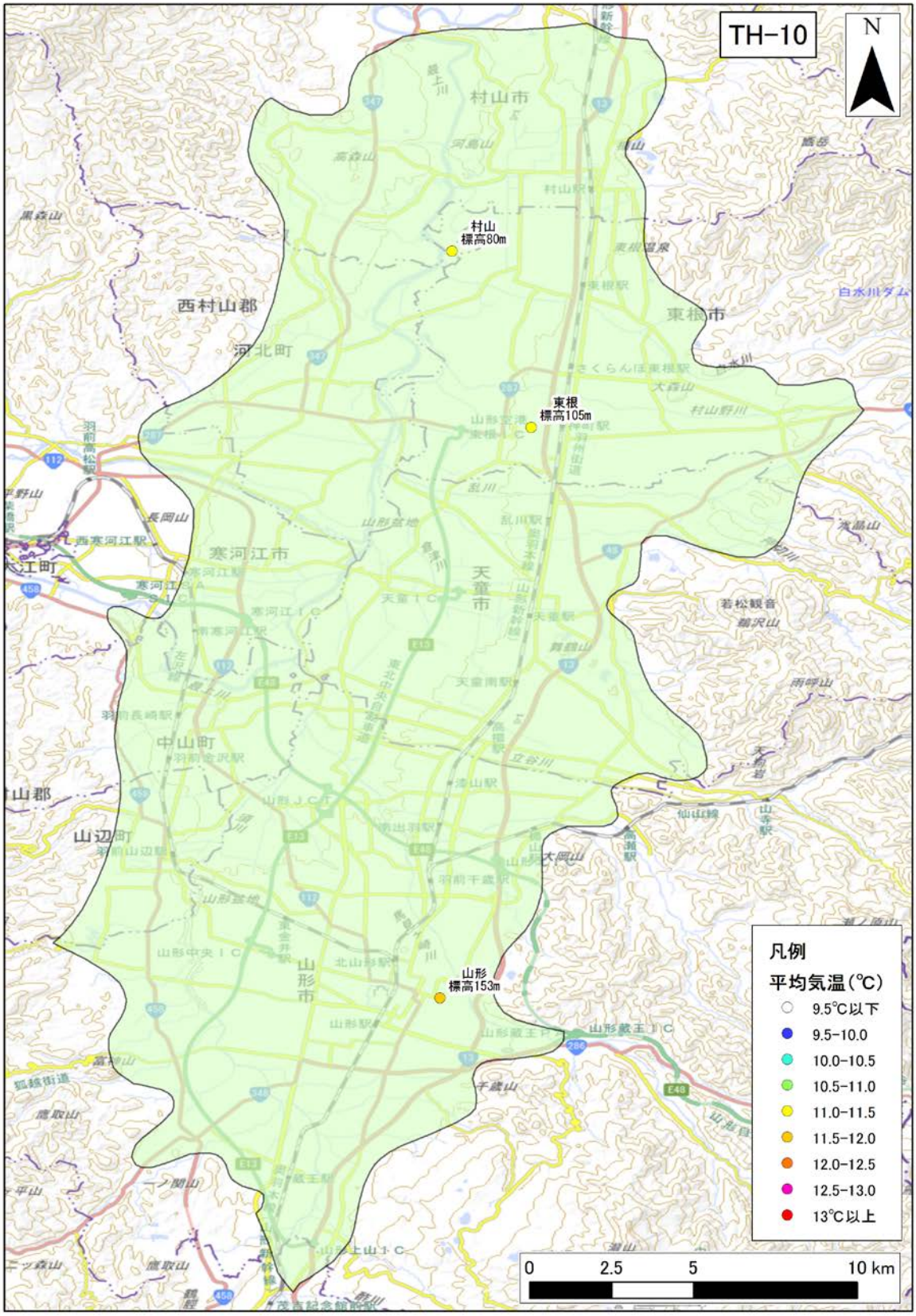


図 4-102　年平均気温の分布（TH-10 : Yamagata basin）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

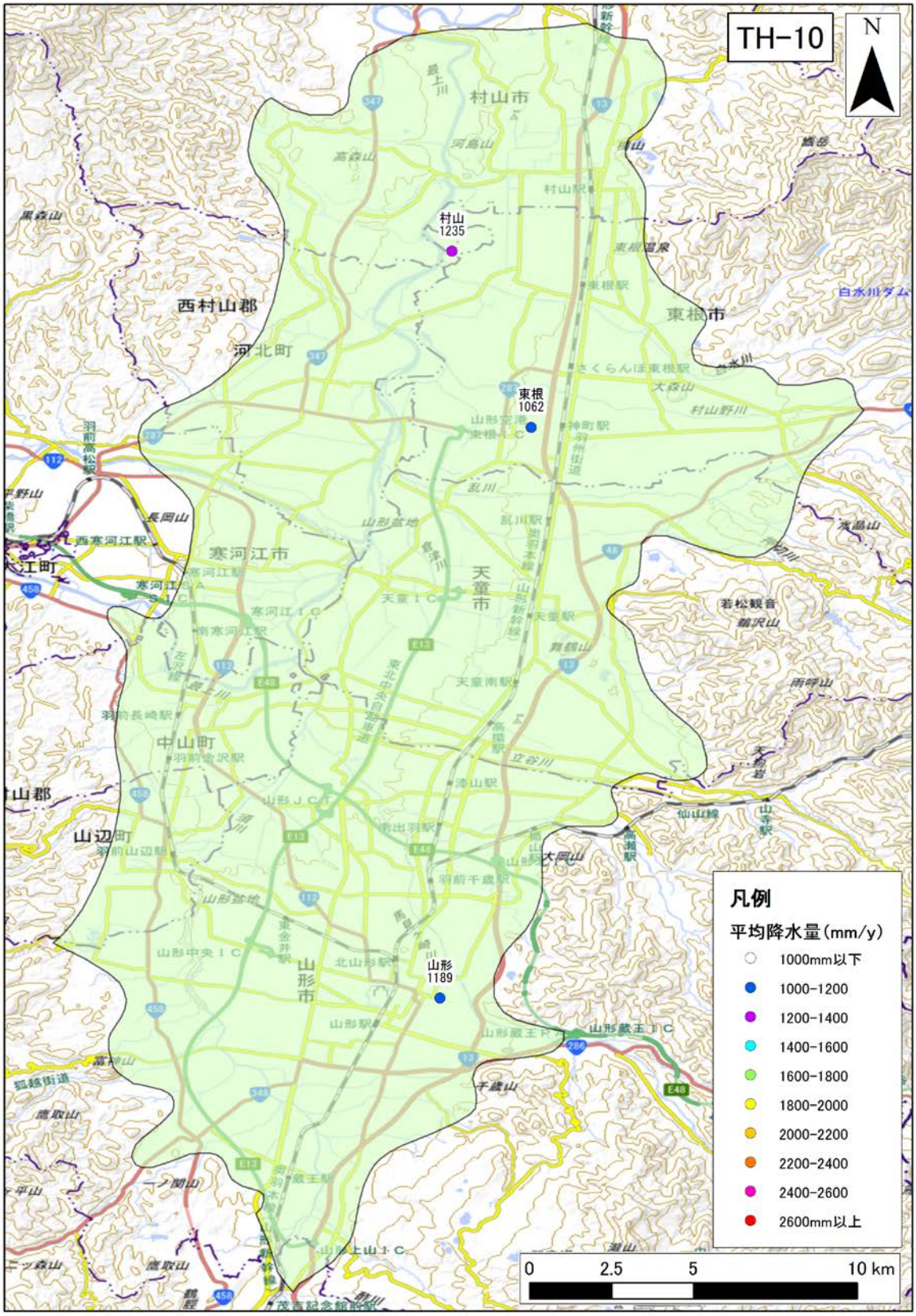


図 4-103　年間降水量の分布（TH-10 : Yamagata basin）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。

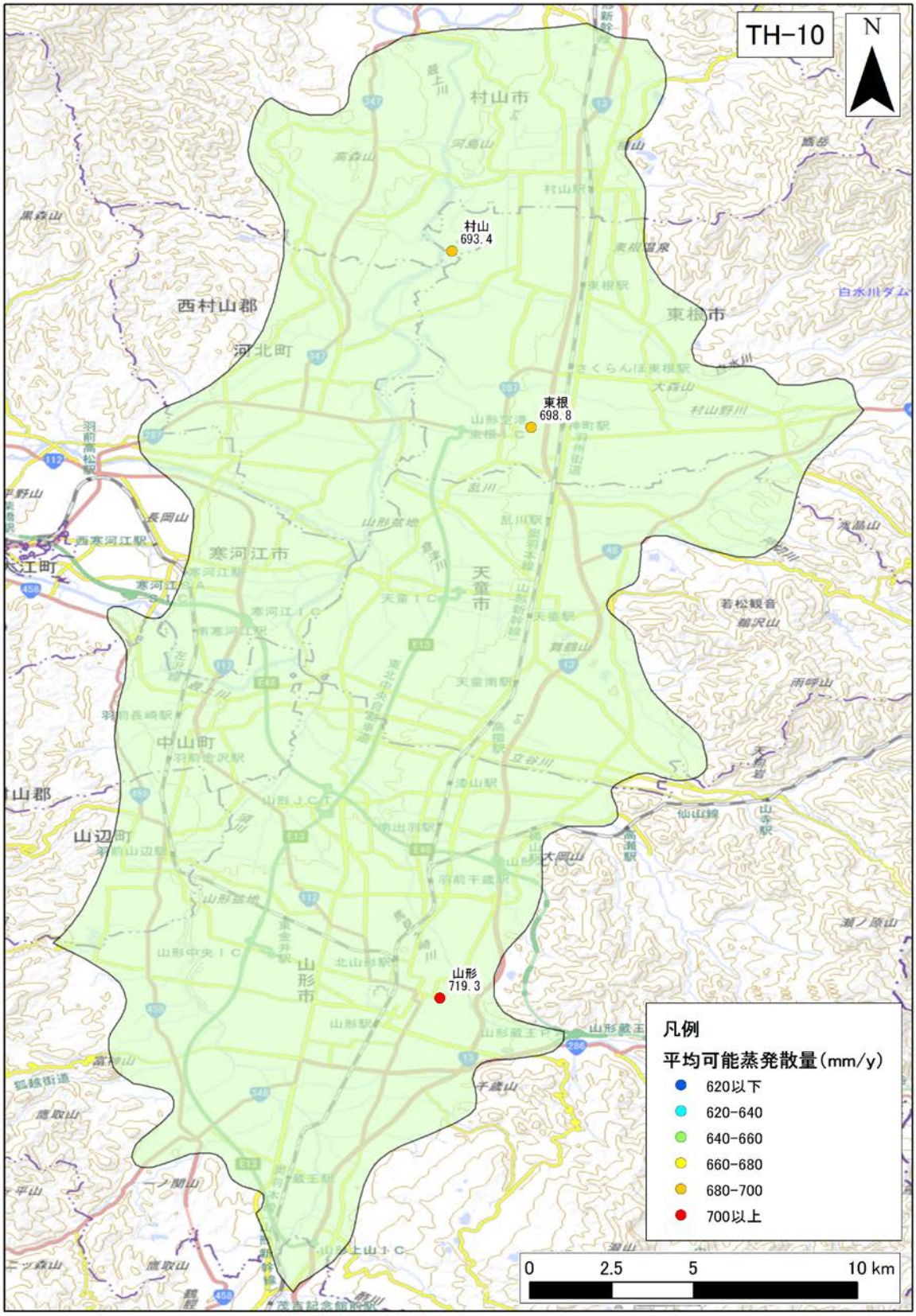


図 4-104　年間可能蒸発散量の分布（TH-10 : Yamagata basin）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

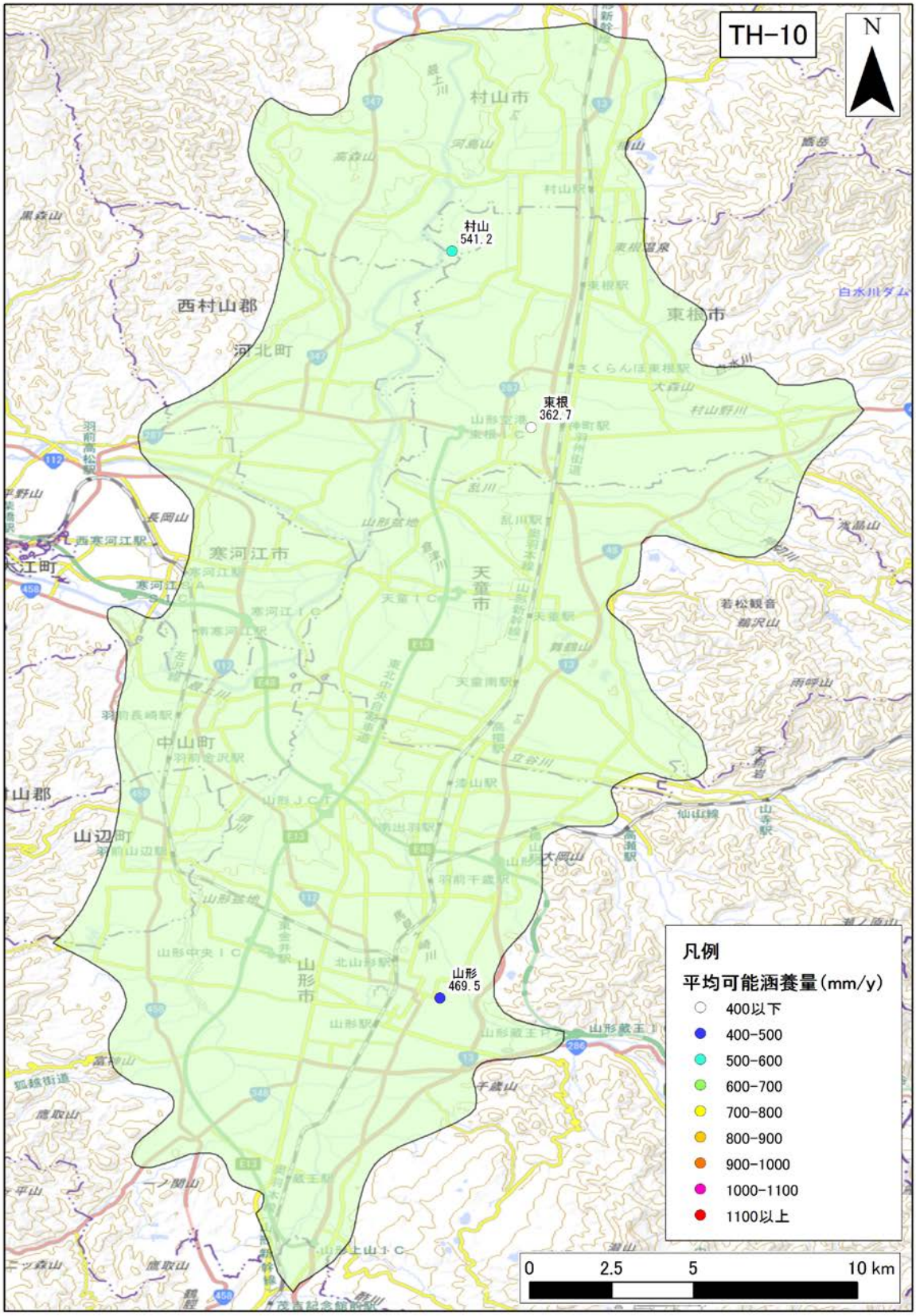


図 4-105　年間可能涵養量の分布（TH-10 : Yamagata basin）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

TH-10 : Yamagata basin における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-106 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

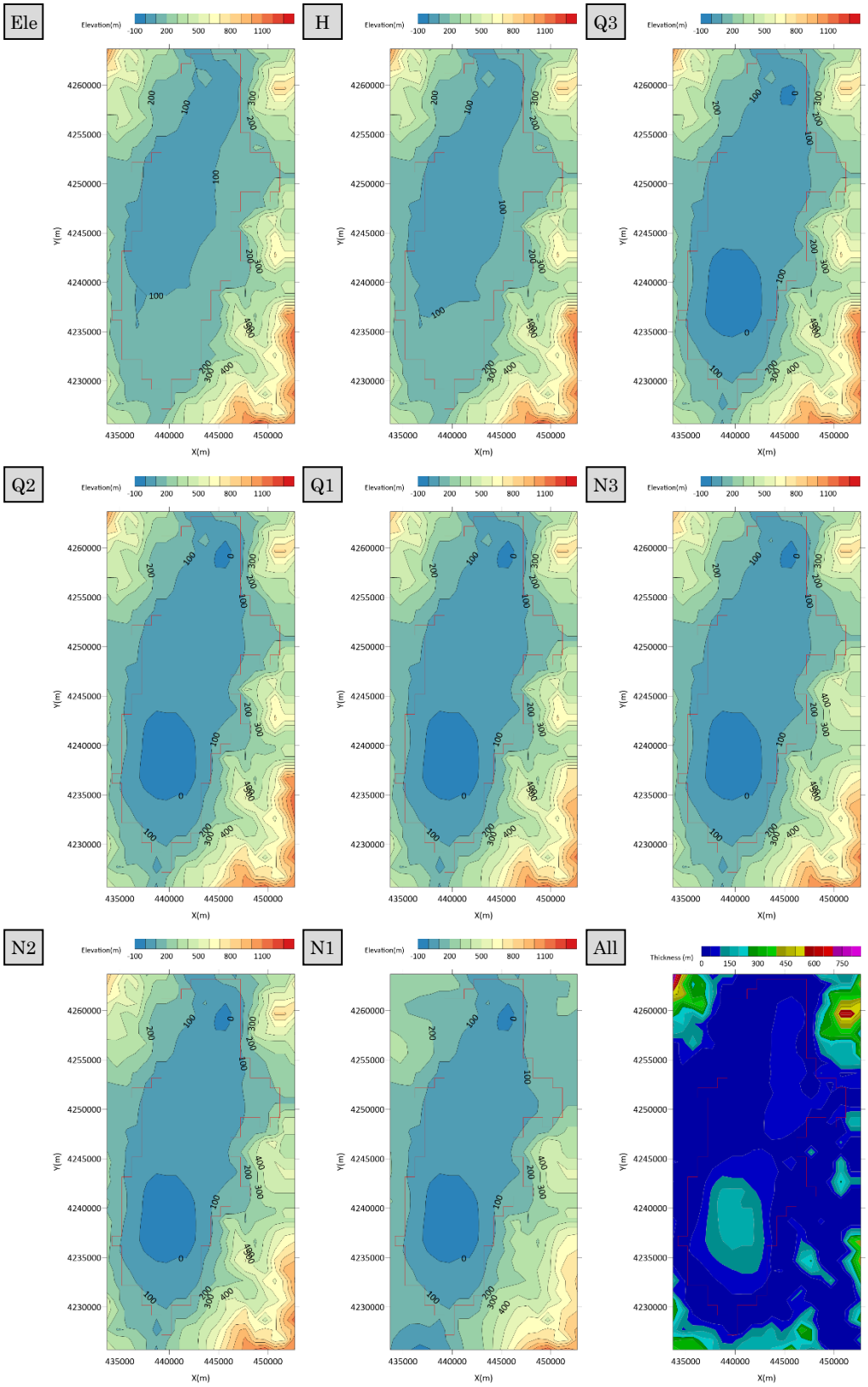


図 4-106　地質データ（TH-10 : Yamagata basin）

4) **流量データ**

TH-10 : Yamagata basin 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-5963 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-60、図 4-107 に示す。

表 4-63 流量観測地点一覧（TH-10 : Yamagata basin）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	稲下	最上川	最上川	63.08	1935 年 06 月 01 日	3,770
2	下野	最上川	最上川	69.57	1933 年 06 月 01 日	3,534
3	長崎	最上川	最上川	77.64	1951 年 04 月 01 日	2,147
4	西根	最上川	寒河江川	87.70	1959 年 04 月 01 日	478
5	寺津	最上川	須川	75.96	1942 年 01 月 04 日	661
6	鮨洗	最上川	須川	82.40	1942 年 01 月 01 日	422

表 4-64 流況一覧（TH-10 : Yamagata basin）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	稲下	265.34	155.70	103.83	58.42	6.08	3.57	2.38	1.34
2	下野	243.51	148.42	98.34	60.19	5.95	3.63	2.40	1.47
3	長崎	139.31	79.49	49.43	25.62	5.61	3.20	1.99	1.03
4	西根	48.58	25.99	15.96	8.39	8.78	4.70	2.89	1.52
5	寺津	29.68	18.70	14.06	9.63	3.88	2.44	1.84	1.26
6	鮨洗	18.84	12.88	9.43	6.17	3.86	2.64	1.93	1.26
平均値		124.21	73.53	48.51	28.07	5.69	3.36	2.24	1.31

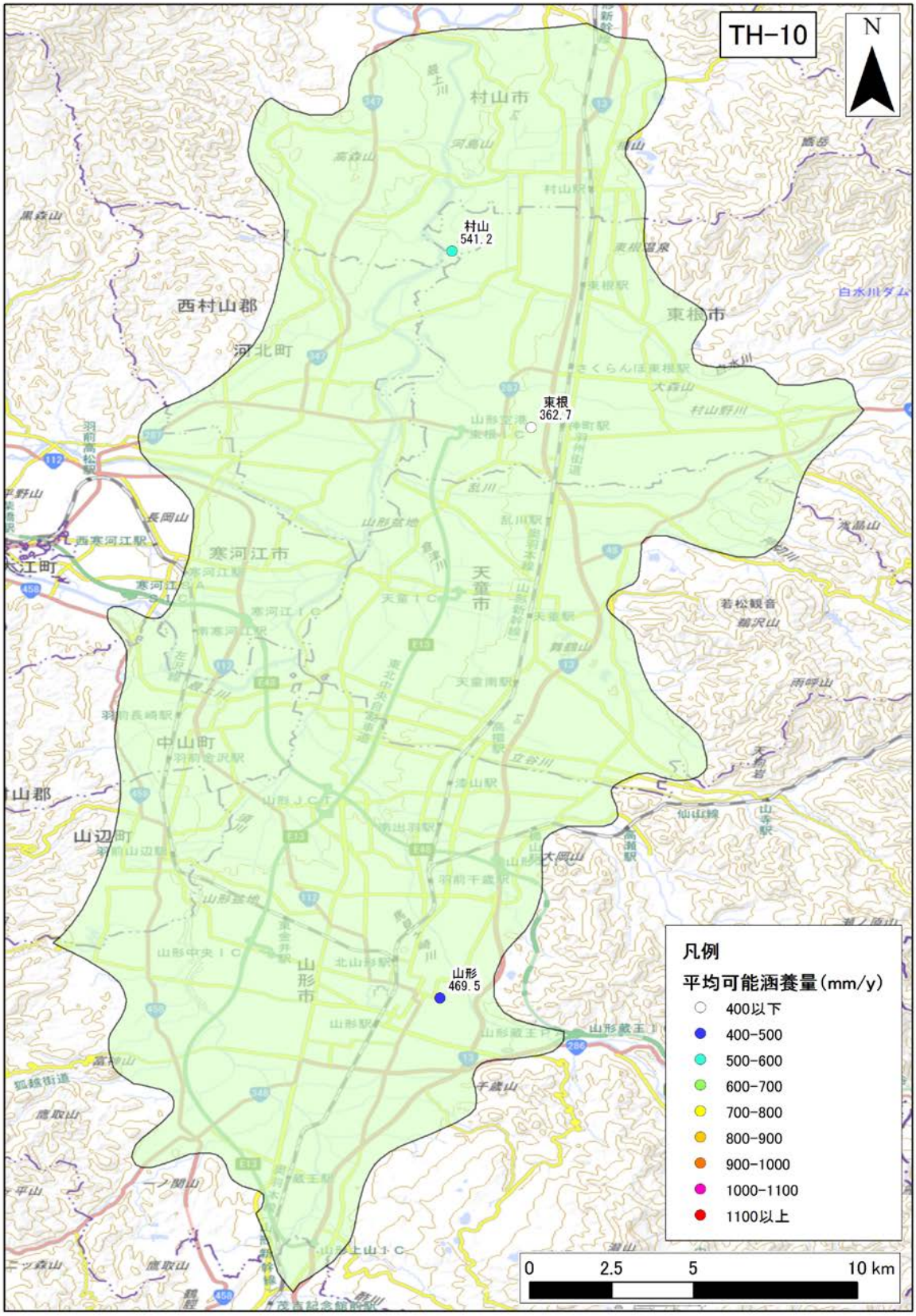


図 4-107　河川水位・流量観測地点位置図（TH-10 : Yamagata basin）

（16） TH-11：Ishimaki plain

1） **地下水位データ**

TH-11：Ishimaki plain 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-65 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-108 に示す。

表 4-65 地下水位観測地点一覧（TH-11：Ishimaki plain）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	中田	中田町	9.46	200	63	55～60	1987～2008	年表・水水 DB
2	米山	米山町	7.09	200	44	38～43	1987～2008	年表・水水 DB
3	田尻	田尻町	16.06	200	38	30～35	1987～2008	年表・水水 DB
4	中新田	中新田町	27.9	200	47	39～44	1987～2004	年表・水調
5	古川(浅)	古川市	19.51	200	25	13～24	1987～2008	年表・水水 DB
6	古川(深)	古川市	19.52	200	94	71～93	1987～2008	年表・水水 DB
7	小牛田	小牛田町	12.10	200	34	26～31	1987～2008	年表・水水 DB
8	涌谷	涌谷町	5.71	100	23	8.1～20.5	1987～2008	年表・水水 DB
9	和多田沼	南郷町	8.17	200	51.5	37～47.5	1987～2004	年表・水調
10	南郷	南郷町	4.60	200	50	4～15 26～31.5 44.5～50	1987～1989	年表
11	河南	河南町	2.59	200	45	31～42	1987～2008	年表・水水 DB
12	鹿島台	鹿島台町	3.69	200	30	22～27	1987～2004	年表・水調
13	石巻	石巻市	1.19	200	25	1.9～11	1987～2008	年表・水水 DB
14	大和	大和町	17.66	200	15	7～12	1987～2004	年表・水調

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

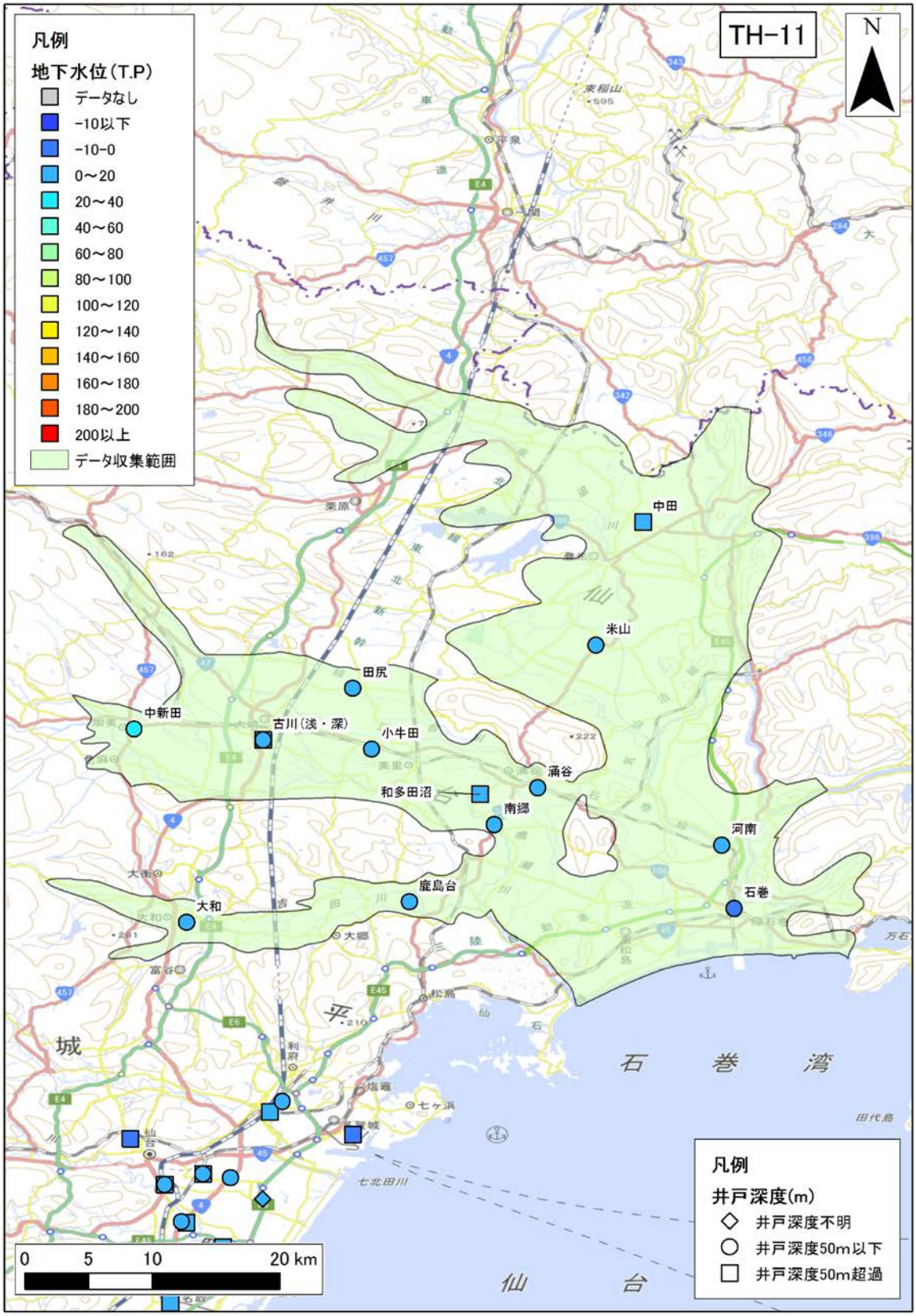


図 4-108　年平均地下水位分布図（TH-11 : Ishimaki plain）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2)　**気象データ**

TH-11 : Ishimaki plain 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-66 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 4-109、図 4-110、図 4-111、図 4-112 に示す。

表 4-66　気象観測所一覧（TH-11 : Ishimaki plain）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	34171	米山	38°37.6	141°11.3	5	アメダス	●	●	●	●	
2	34216	古川	38°35.9	140°54.7	28	アメダス	●	●	●	●	●
3	34231	桃生	38°33.6	141°14.7	5	アメダス	●	●	●		
4	34276	鹿島台	38°27.6	141°5.5	3	アメダス	●	●	●	●	
5	34286	東松島	38°25.6	141°12.8	4	アメダス	●	●	●		
6	34292	石巻	38°25.6	141°17.9	43	アメダス	●	●	●	●	●



図 4-109　年平均気温の分布（TH-11 : Ishimaki plain）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

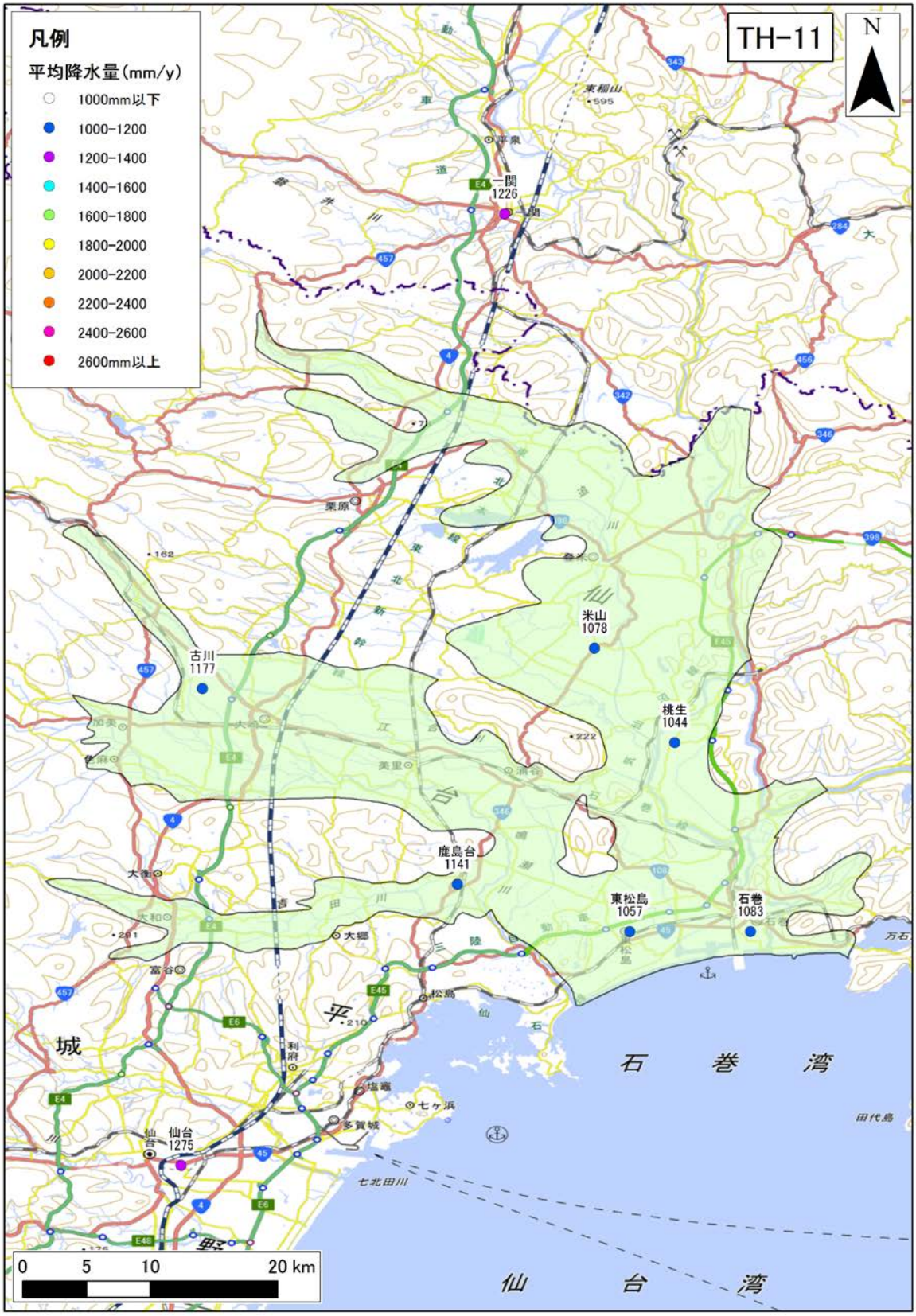


図 4-110　年間降水量の分布（TH-11 : Ishimaki plain）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。



図 4-111　年間可能蒸発散量の分布（TH-11 : Ishimaki plain）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

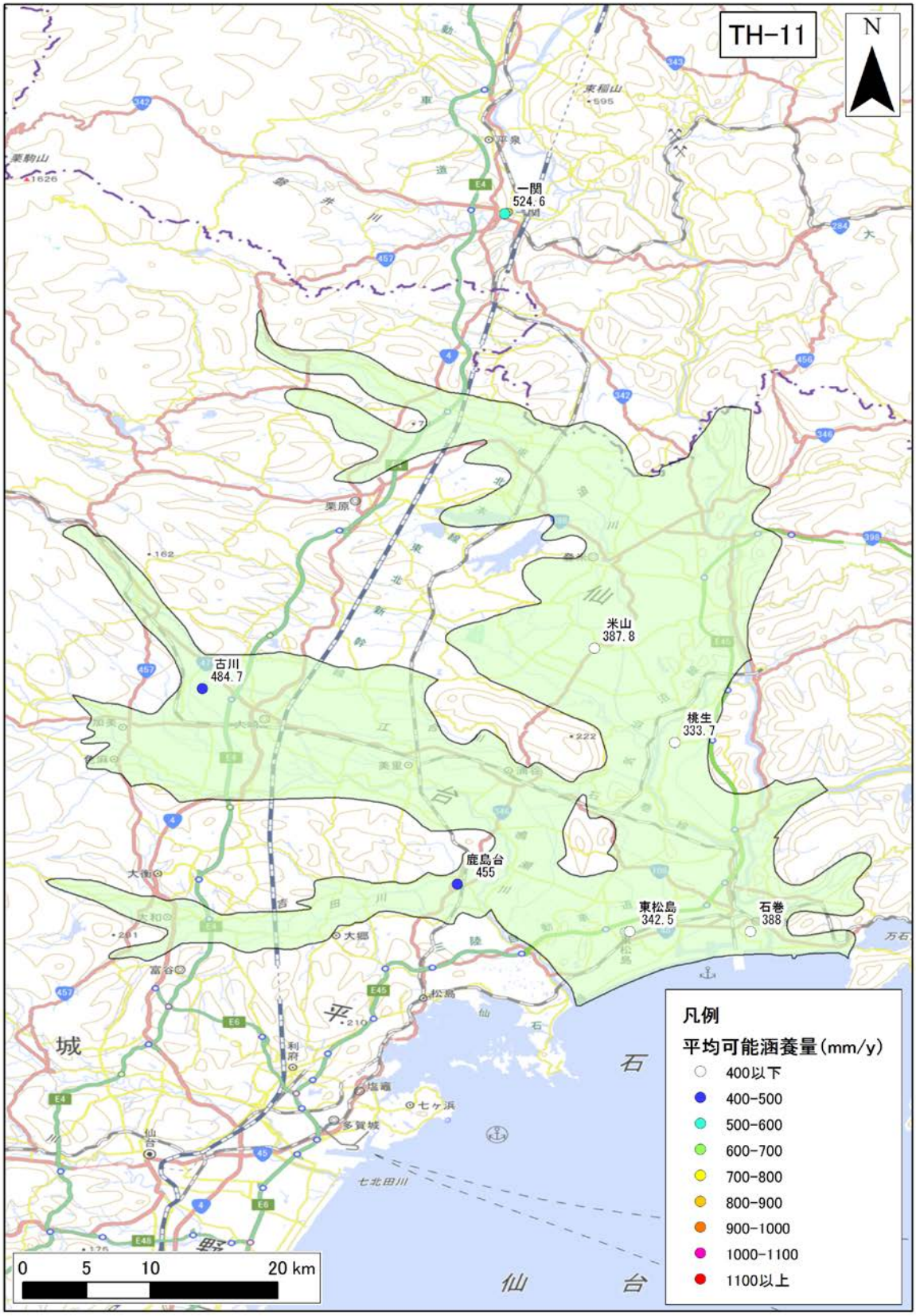


図 4-112　年間可能涵養量の分布（TH-11 : Ishimaki plain）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

TH-11 : Ishimaki plain における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-113 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

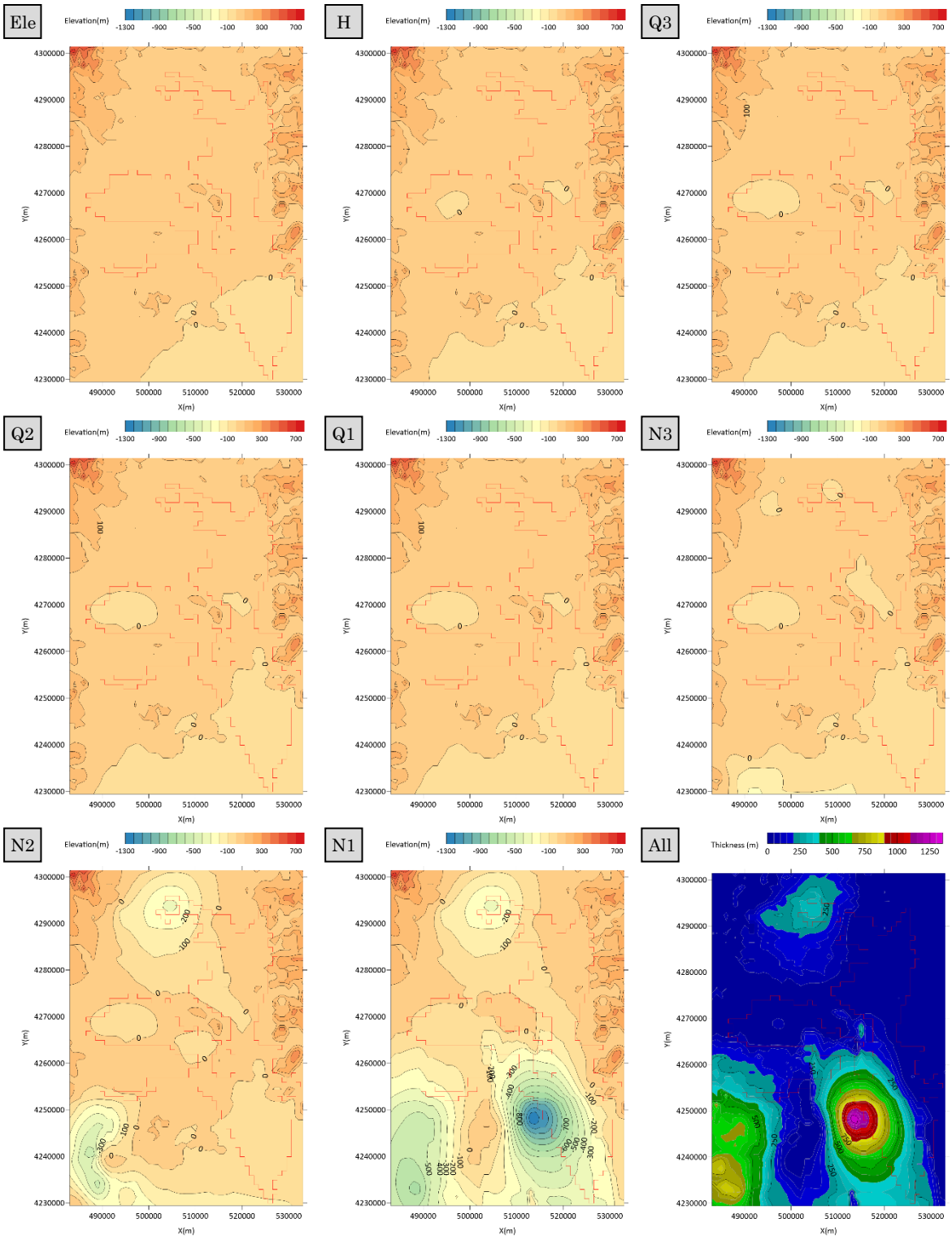


図 4-113　地質データ（TH-11 : Ishimaki plain）

4) **流量データ**

TH-11 : Ishimaki plain 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-67 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を**表 4-68**、図 4-114 に示す。

表 4-67 流量観測地点一覧（TH-11 : Ishimaki plain）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	野田橋	鳴瀬川	鳴瀬川	8.07	1950 年 07 月 18 日	707
2	三本木橋	鳴瀬川	鳴瀬川	15.07	1950 年 08 月 01 日	551
3	幡谷	鳴瀬川	吉田川	-0.27	1977 年 04 月 01 日	335
4	高田橋	鳴瀬川	吉田川	13.26	1964 年 04 月 01 日	69
5	落合	鳴瀬川	吉田川	5.47	1950 年 11 月 01 日	197
6	登米	北上川	北上川	-1.06	1903 年 09 月 12 日	7,869
7	米谷	北上川	北上川	-1.85	1954 年 11 月 01 日	7,863
8	大泉	北上川	北上川	3.32	1949 年 06 月 01 日	7,800
9	和渕	北上川	旧北上川	-1.85	1960 年 04 月 01 日	1,847
10	倉埣	北上川	旧北上川	-1.88	1914 年 12 月 01 日	5
11	剣先	北上川	迫川	-1.42	1989 年 04 月 01 日	908
12	涌谷	北上川	江合川	3.40	1958 年 05 月 01 日	471
13	中北橋	北上川	江合川	10.07	1990 年 04 月 01 日	N/D
14	下谷地	北上川	江合川	13.46	1950 年 11 月 07 日	406
15	荒雄	北上川	江合川	14.94	1951 年 04 月 01 日	405
16	岩出山	北上川	江合川	51.92	1974 年 10 月 01 日	400
17	李埣	北上川	新江合川	14.52	1996 年 04 月 01 日	N/D

表 4-68　流況一覧（TH-11 : Ishimaki plain）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	野田橋	38.01	23.21	16.24	9.74	4.64	2.84	1.98	1.19
2	三本木橋	29.09	18.06	12.99	6.20	4.56	2.83	2.04	0.97
3	幡谷	8.11	5.08	3.69	2.07	2.09	1.31	0.95	0.54
4	高田橋	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
5	落合	5.42	3.42	2.37	1.33	2.37	1.50	1.04	0.58
6	登米	351.25	229.16	178.97	120.24	3.86	2.52	1.96	1.32
7	米谷	345.71	223.96	171.69	113.98	3.80	2.46	1.89	1.25
8	大泉	352.51	240.26	177.52	116.34	3.90	2.66	1.97	1.29
9	和渕	207.93	184.06	166.97	144.46	9.73	8.61	7.81	6.76
10	倉埣	140.91	129.97	117.04	91.73	2590.30	2389.18	2151.51	1686.27
11	剣先	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
12	涌谷	23.76	15.57	11.41	5.57	4.36	2.86	2.09	1.02
13	中北橋	16.54	10.87	7.78	4.21	N/D	N/D	N/D	N/D
14	下谷地	19.53	12.58	8.61	2.09	4.15	2.68	1.83	0.44
15	荒雄	20.57	13.30	8.99	2.56	4.39	2.84	1.92	0.55
16	岩出山	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
17	李埣	1.23	0.43	0.11	0.01	N/D	N/D	N/D	N/D
平均値		111.47	79.28	63.17	44.32	219.85	201.86	181.42	141.85

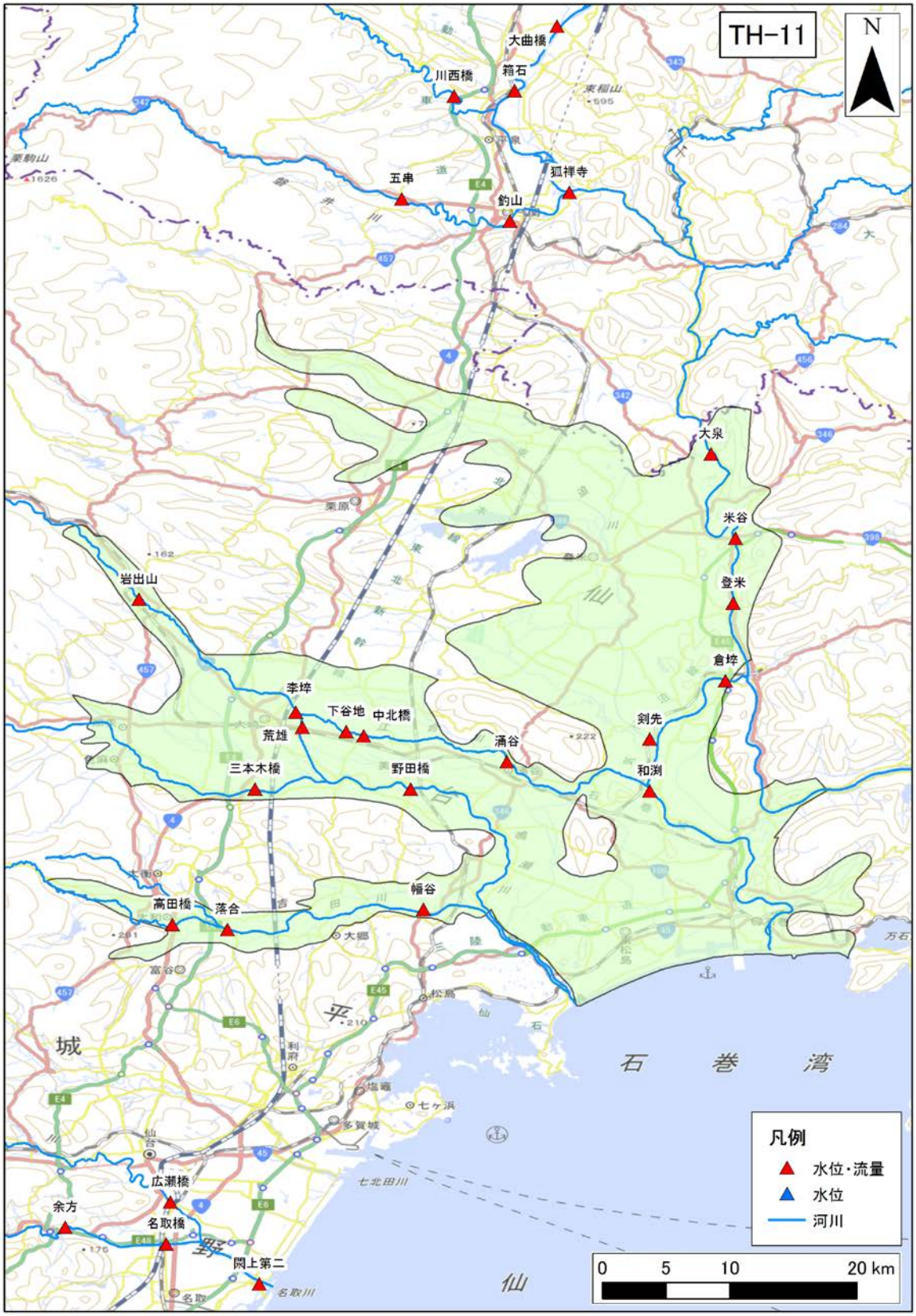


図 4-114 河川水位・流量観測地点位置図（TH-11 : Ishimaki plain）

（17） TH-12 : Sendai plain

1） **地下水位データ**

TH-12 : Sendai plain 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-69 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-115 に示す。

表 4-69 地下水位観測地点一覧（TH-12 : Sendai plain）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	多 1 号	多賀城市	5.05	不明	36	不明	1987～2002	年表
2	仙 3 号	仙台市	3.97	200	180	60～70 90～100	1987～2004	年表
3	仙 31 号	仙台市	3.66	350	120	56～77	1987～2004	年表
4	仙 1 号	仙台市	48.19	200	180	53～74 81～85 102～108 124～142 157～173	1987～1990 1996～2004	年表
5	仙 7 号	仙台市	6.11	80	45	23～34	1987～2004	年表
6	仙 9 号	仙台市	6.11	80	194	116.5～127.7 155.4～166.5	1987～2004	年表
7	蒲町	仙台市	7.85	200	40	9.5～14.5 22～37	1987～2005	水水 DB・ 年表・水調
8	仙 6 号	仙台市	6.11	80	6	1～3.7	1987～2004	年表
9	仙 8 号	仙台市	6.11	80	100	72.2～83.2	1987～2004	年表
10	仙 4 号	仙台市	4.06	不明	不明	4～30	1987～1999	年表
11	郡山 1 号	仙台市	7.78	200	50	33～49	1987～2005	水水 DB・ 年表・水調
12	郡山 2 号	仙台市	7.78	200	120	108～119	1987～2005	水水 DB・ 年表・水調
13	今泉	仙台市	4.28	200	65	43～58	1987～2005	水水 DB・ 年表・水調
14	名 1 号	名取市	7.53	75	30	不明	1987～2004	年表
15	閖上 1 号	名取市	2.01	200	20	9.3～17	1987～2005	水水 DB・ 年表・水調
16	閖上 2 号	名取市	2.01	200	70	31.8～42.3 48.3～53.3 59.3～67	1987～2005	水水 DB・ 年表・水調
17	増田 1 号	名取市	4.46	200	56	38～55	1987～2005	水水 DB・ 年表・水調
18	増田 2 号	名取市	4.46	200	131	120～130	1987～2005	水水 DB・ 年表・水調
19	岩沼 1 号	岩沼市	3.00	200	145	117.5～145	1987～2005	水水 DB・ 年表・水調
20	岩沼 2 号	岩沼市	3.00	200	70	46～64	1987～2005	水水 DB・

								年表・水調
21	岩 1 号	岩沼市	8.30	75	10	0～10	1987～2004	年表

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

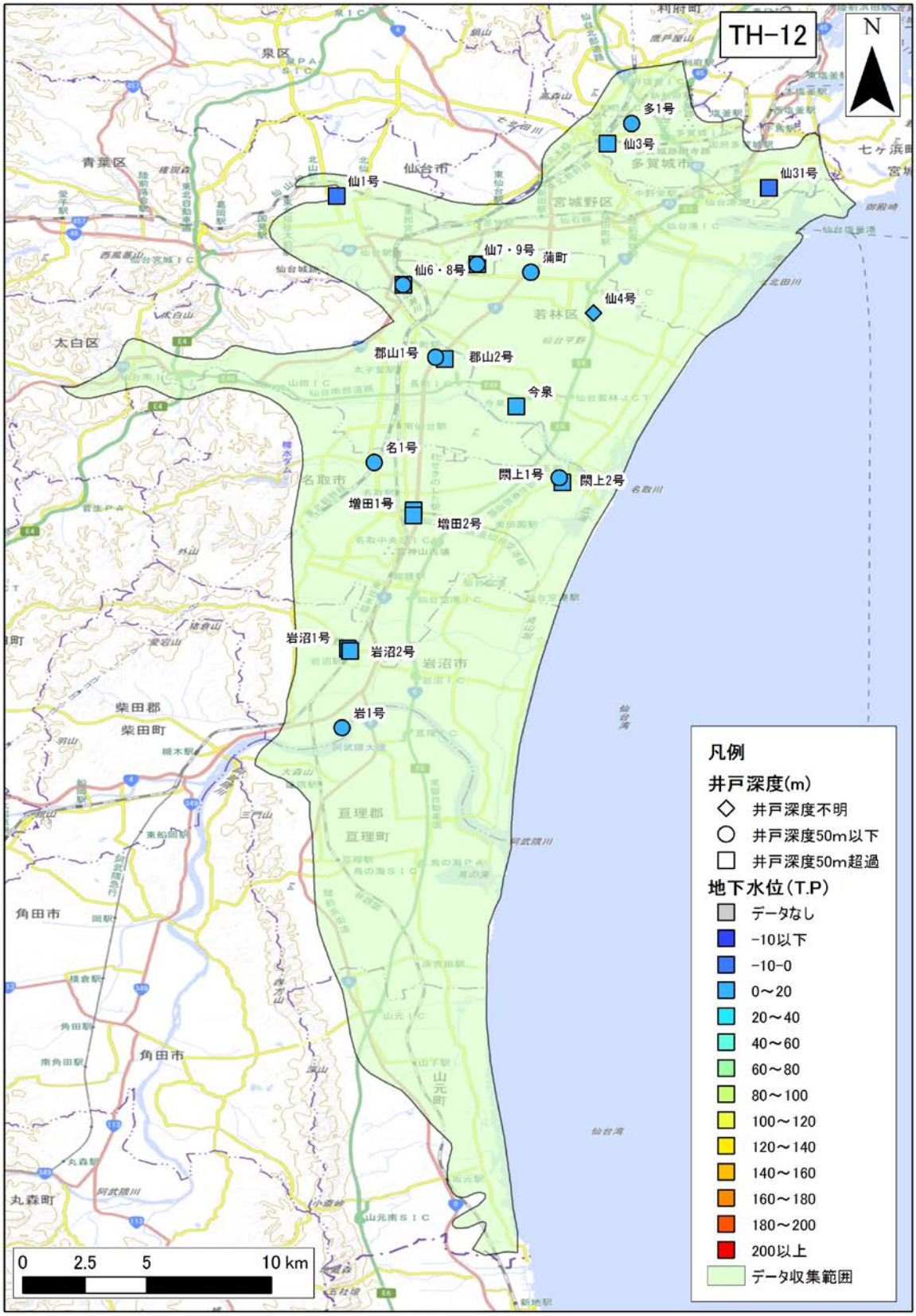


図 4-115　年平均地下水位分布図（TH-12 : Sendai plain）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2)　**気象データ**

TH-12 : Sendai plain 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-70 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 4-116、図 4-117、図 4-118、図 4-119 に示す。

表 4-70　気象観測所一覧（TH-12 : Sendai plain）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	34392	仙台	38'15.7	140'53.8	39	アメダス	●	●	●	●	●
2	34431	岩沼	38'6.4	140'52.6	4	アメダス	●				
3	34436	名取	38'8.3	140'55	2	アメダス	●	●	●	●	
4	34471	亘理	38'1.5	140'51.5	4	アメダス	●	●	●	●	

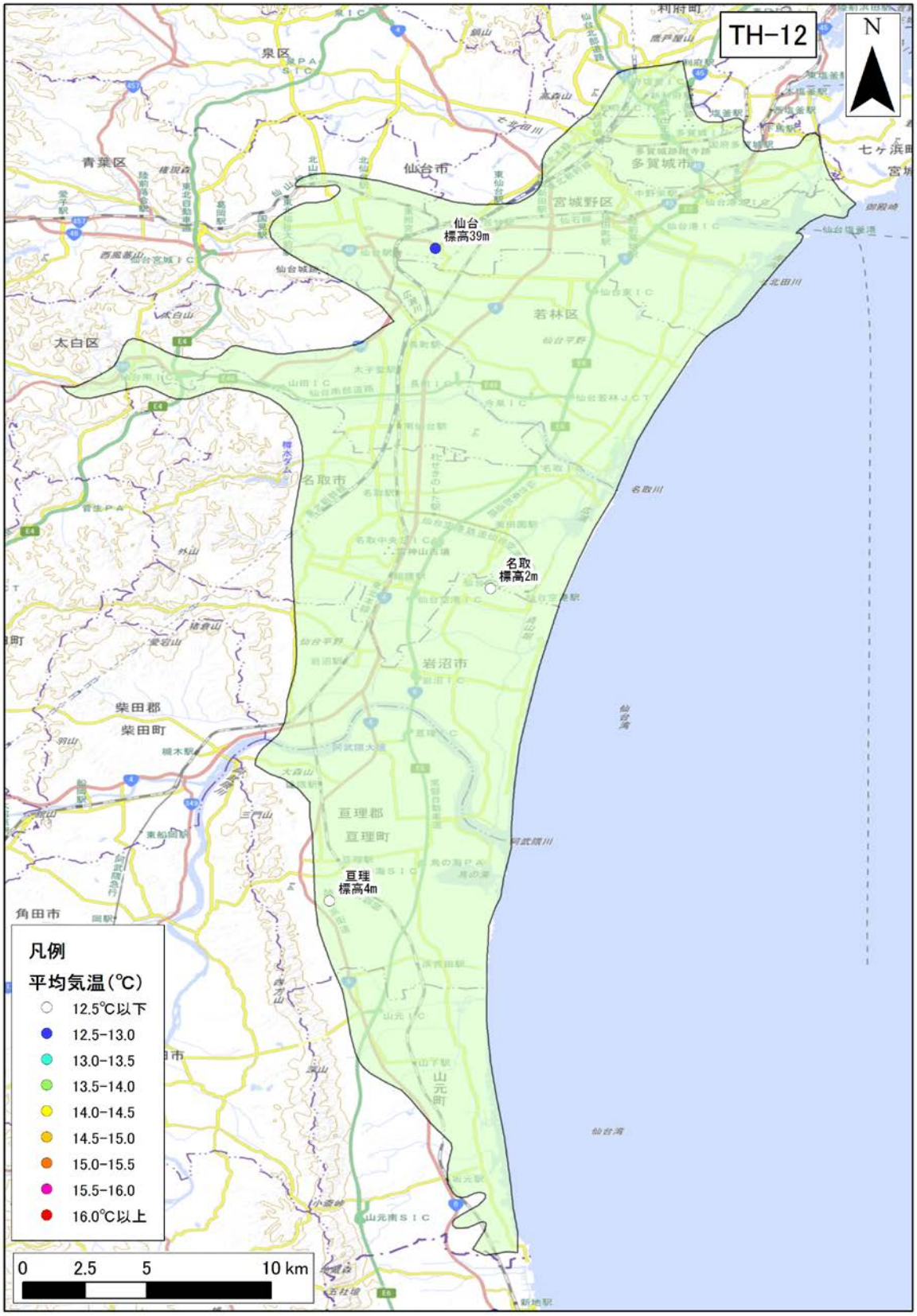


図 4-116　年平均気温の分布（TH-12 : Sendai plain）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。



図 4-117　年間降水量の分布（TH-12 : Sendai plain）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。



図 4-118　年間可能蒸発散量の分布（TH-12 : Sendai plain）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

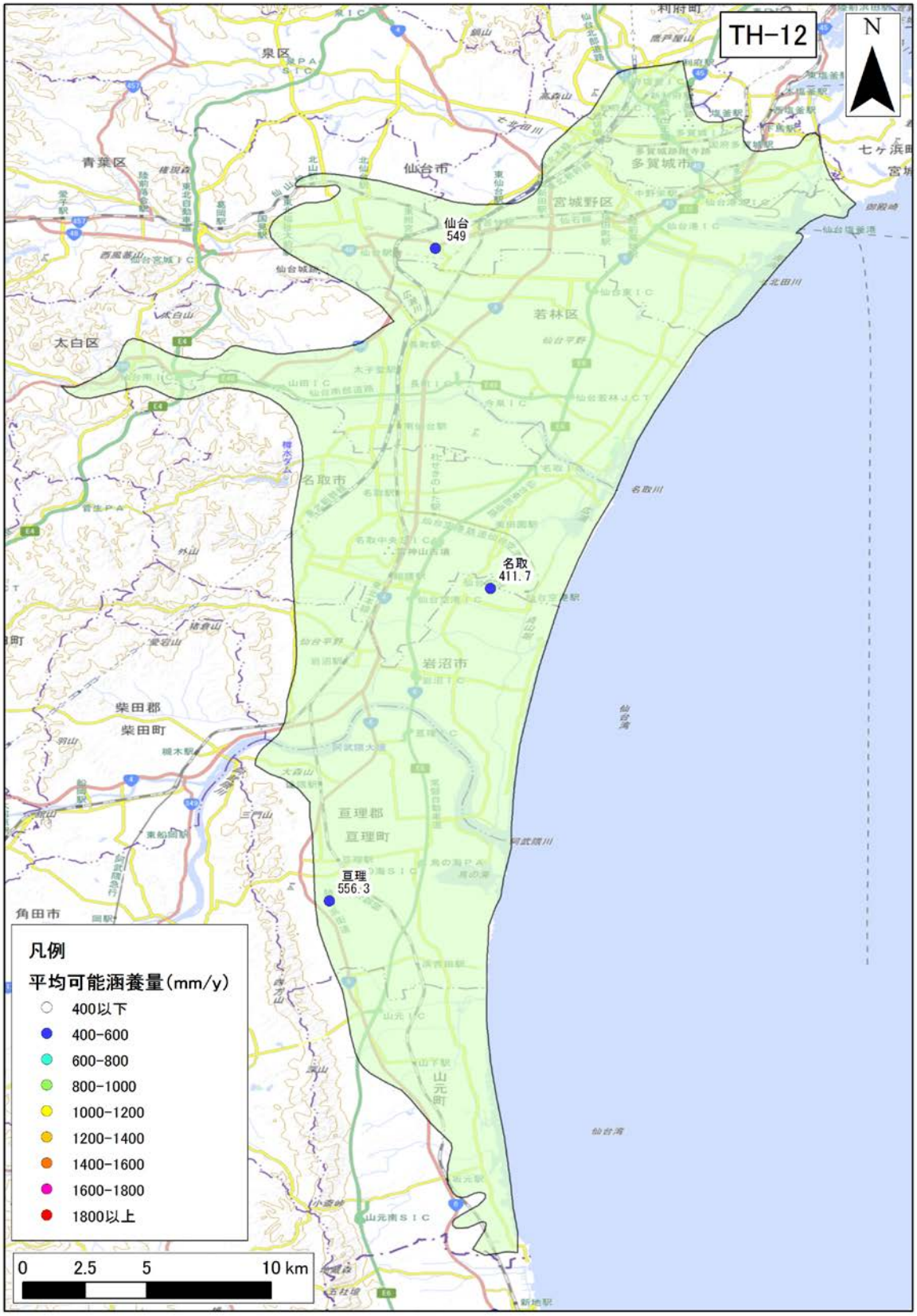


図 4-119　年間可能涵養量の分布（TH-12 : Sendai plain）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

TH-12：Sendai plain における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-120 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

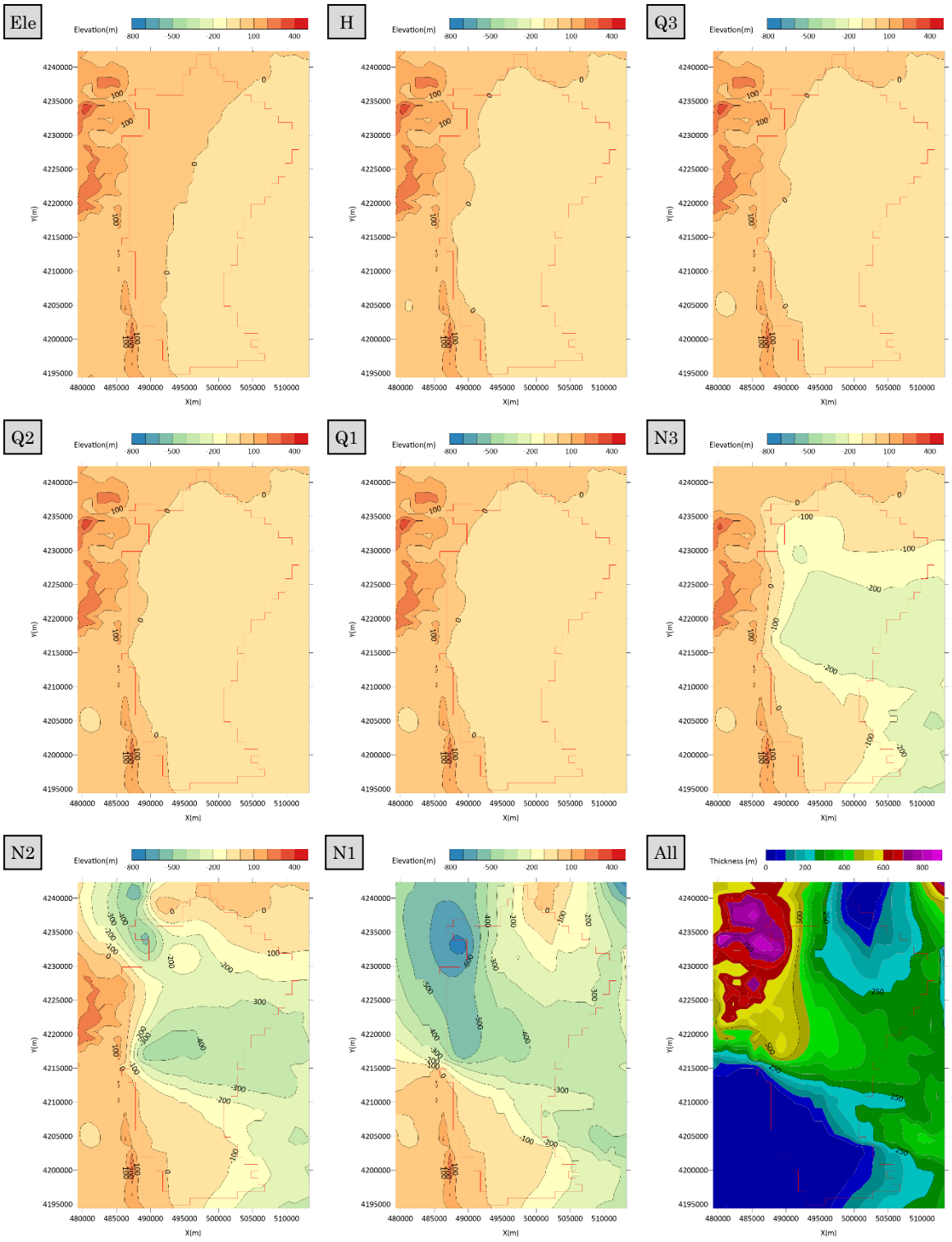


図 4-120　地質データ（TH-12 : Sendai plain）

4) **流量データ**

TH-12 : Sendai plain 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-71 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を**表 4-72**、図 4-121 に示す。

表 4-71 流量観測地点一覧（TH-12 : Sendai plain）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	岩沼	阿武隈川	阿武隈川	0.00	1937 年 10 月 01 日	5,265
2	閖上第二	名取川	名取川	-0.20	1952 年 10 月 01 日	776
3	名取橋	名取川	名取川	-0.50	1942 年 09 月 01 日	431
4	広瀬橋	名取川	広瀬川	9.93	1942 年 09 月 01 日	309
5	余方	名取川	名取川	24.37	1942 年 01 月 01 日	424

表 4-72 流況一覧（TH-12 : Sendai plain）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	岩沼	190.62	162.65	137.53	104.76	3.13	2.67	2.26	1.72
2	閖上第二	231.02	170.33	131.27	91.63	25.72	18.96	14.62	10.20
3	名取橋	15.62	9.27	5.88	2.45	3.13	1.86	1.18	0.49
4	広瀬橋	14.14	7.76	4.33	1.10	3.95	2.17	1.21	0.31
5	余方	17.93	11.30	8.77	3.03	3.65	2.30	1.79	0.62
平均値		93.87	72.26	57.56	40.59	7.92	5.59	4.21	2.67

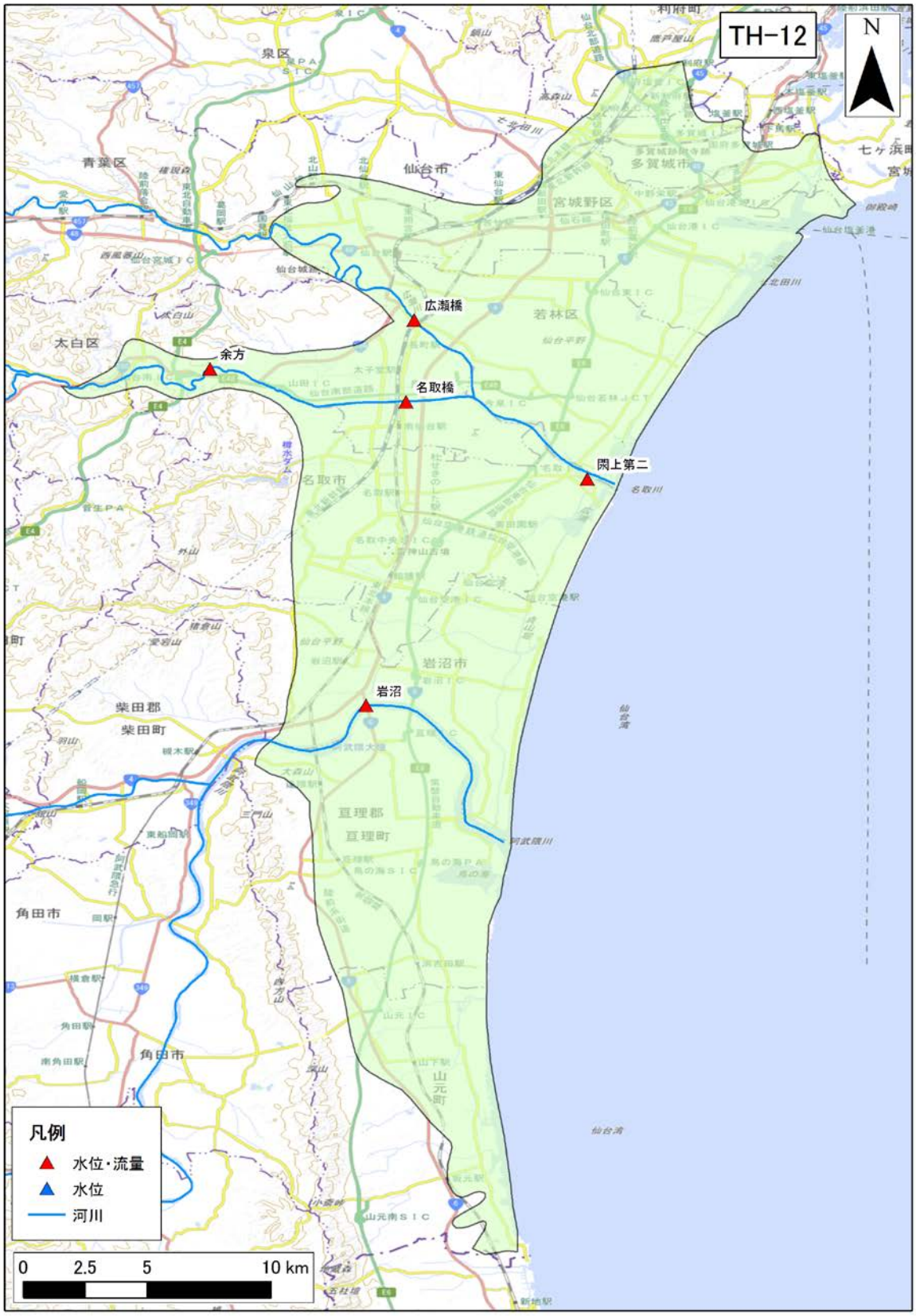


図 4-121 河川水位・流量観測地点位置図（TH-12 : Sendai plain）

（18） TH-13：Nagai and Yonezawa basin

1） **地下水位データ**

TH-13：Nagai and Yonezawa basin 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-73 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-122 に示す。

表 4-73 地下水位観測地点一覧（TH-13 : Nagai and Yonezawa basin）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	米沢 7 号井	米沢市	252.36	300	50	29.5～40.5	1987～2004	年表・水調

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

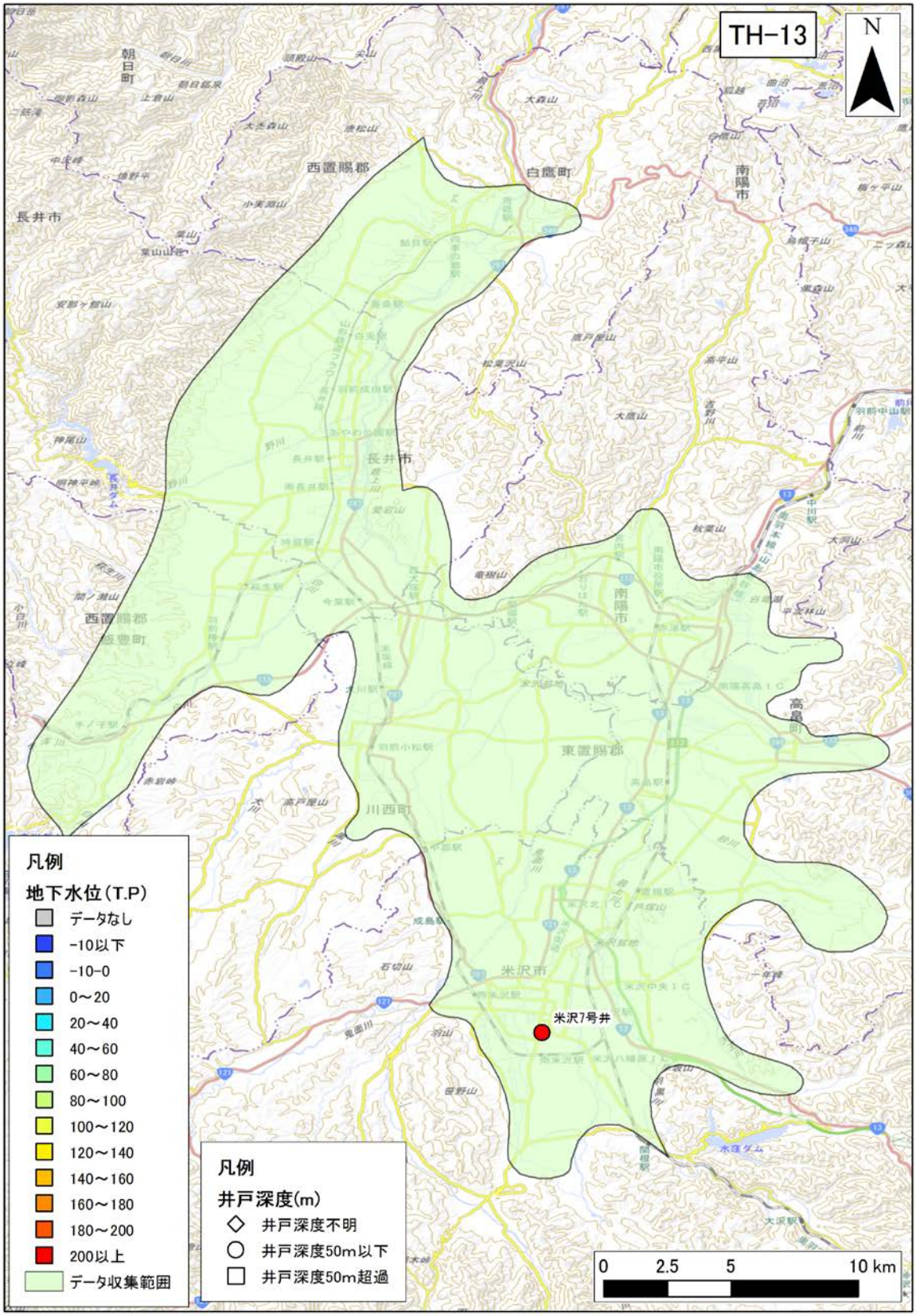


図 4-122　年平均地下水位分布図（TH-13 : Nagai and Yonezawa basin）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2)　**気象データ**

TH-13：Nagai and Yonezawa basin 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-74 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 4-123、図 4-124、図 4-125、図 4-126 に示す。

表 4-74　気象観測所一覧（TH-13 : Nagai and Yonezawa basin）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	35456	長井	38'6.3	140'0.9	210	アメダス	●	●	●	●	●
2	35511	高畠	38'0.2	140'12.4	220	アメダス	●	●	●	●	
3	35541	高峰	37'59.9	139'57.4	250	アメダス	●	●	●	●	
4	35552	米沢	37'54.7	140'8.6	245	アメダス	●	●	●	●	●

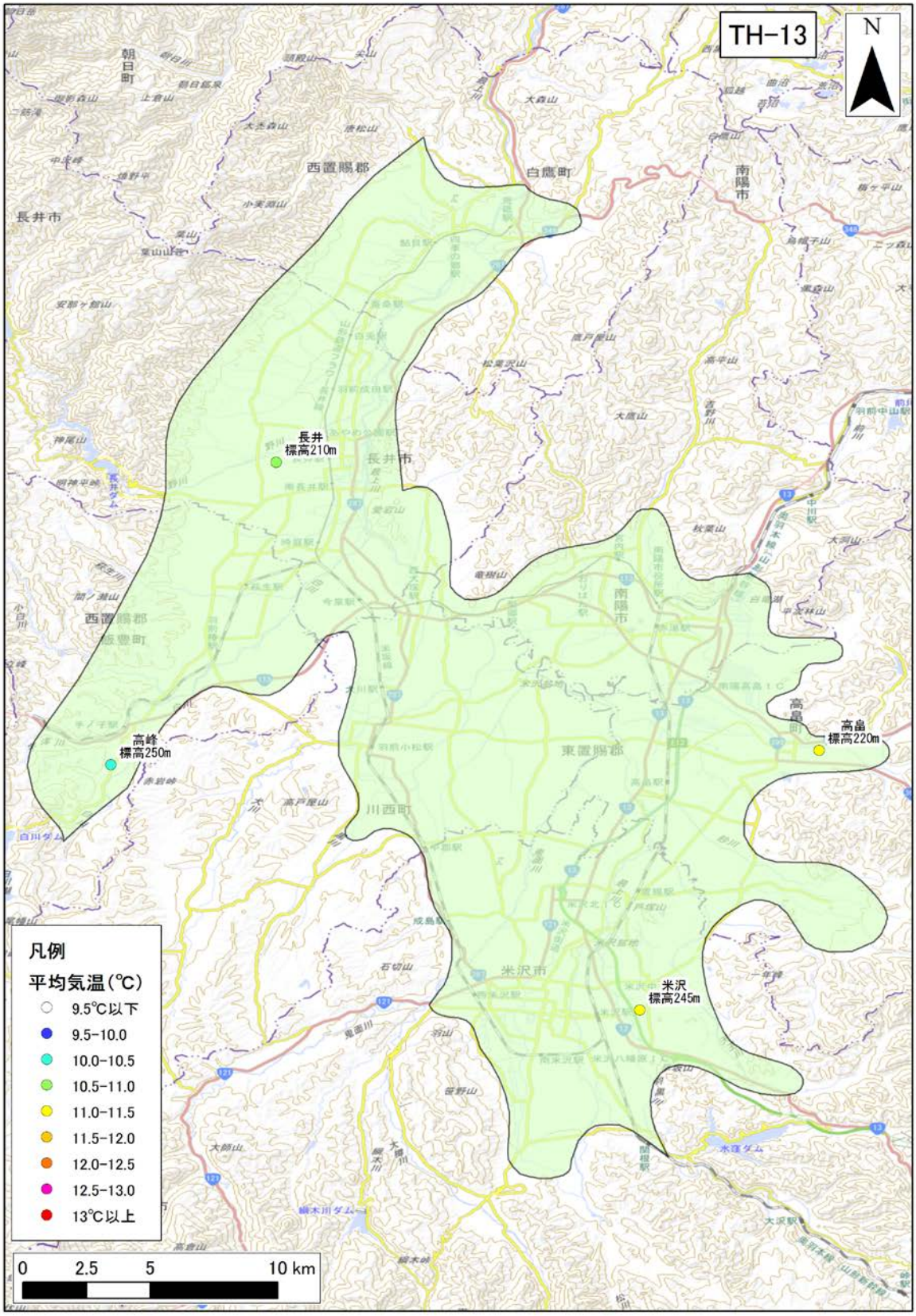


図 4-123　年平均気温の分布（TH-13 : Nagai and Yonezawa basin）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

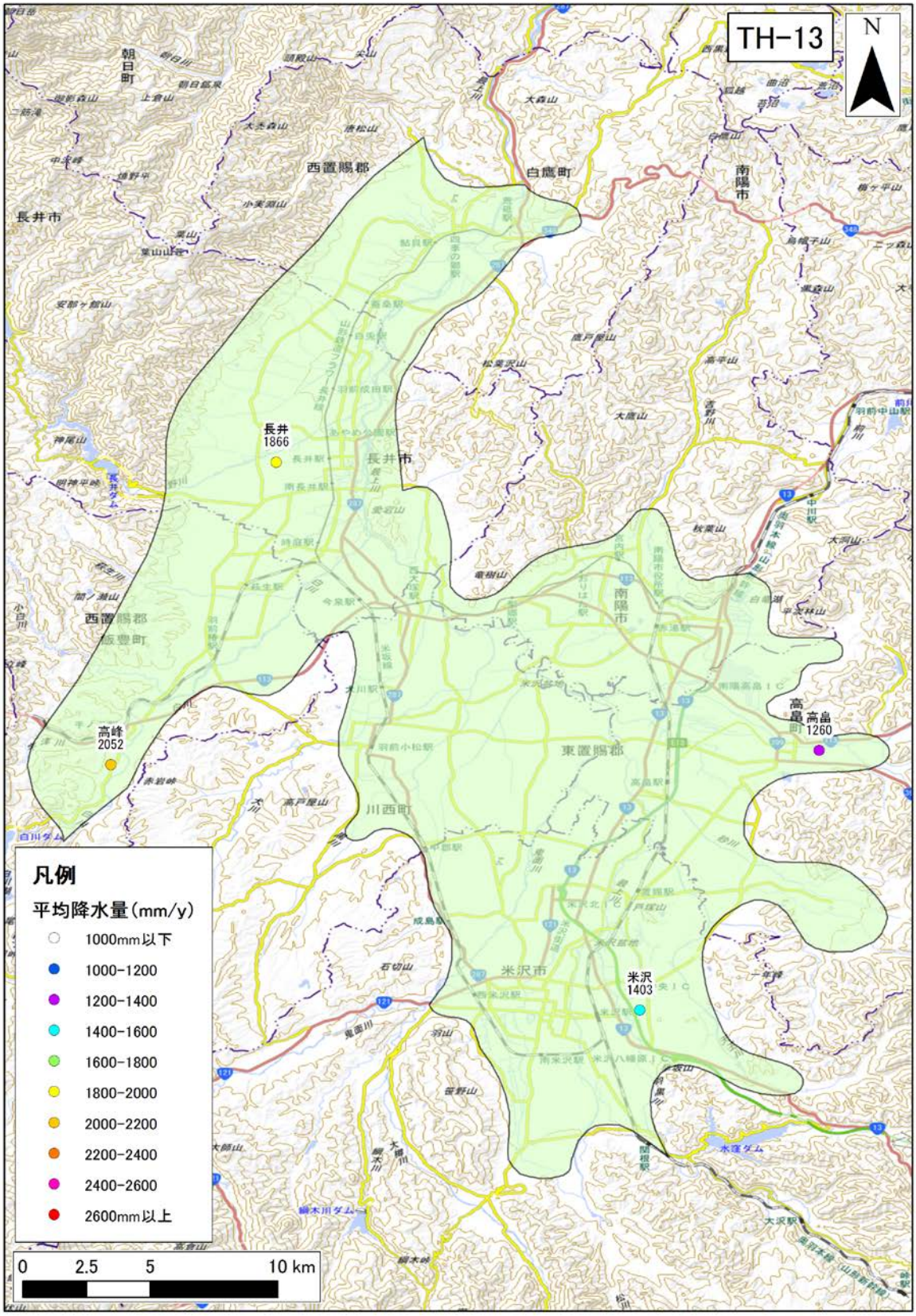


図 4-124　年間降水量の分布（TH-13 : Nagai and Yonezawa basin）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。

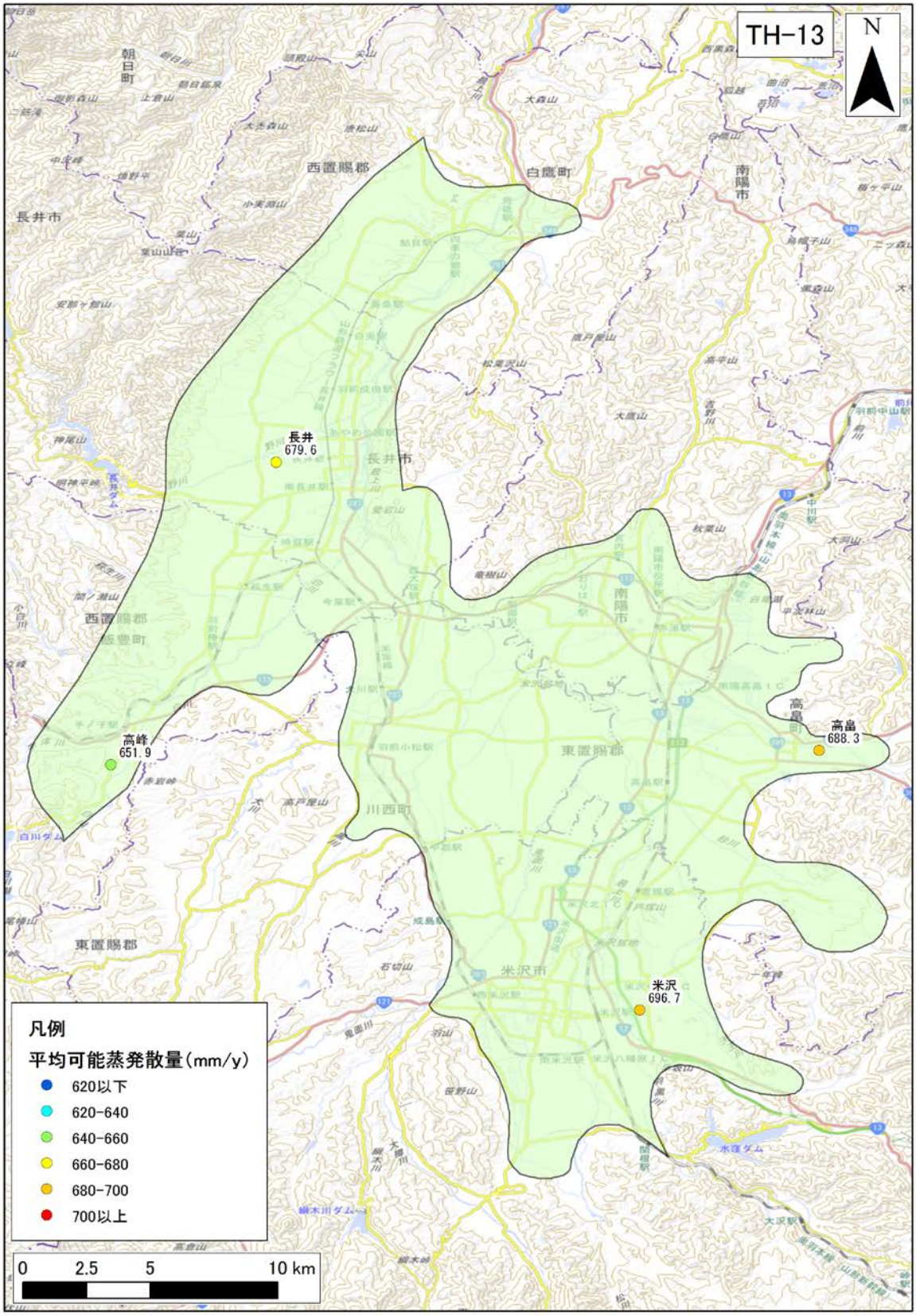


図 4-125　年間可能蒸発散量の分布（TH-13 : Nagai and Yonezawa basin）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

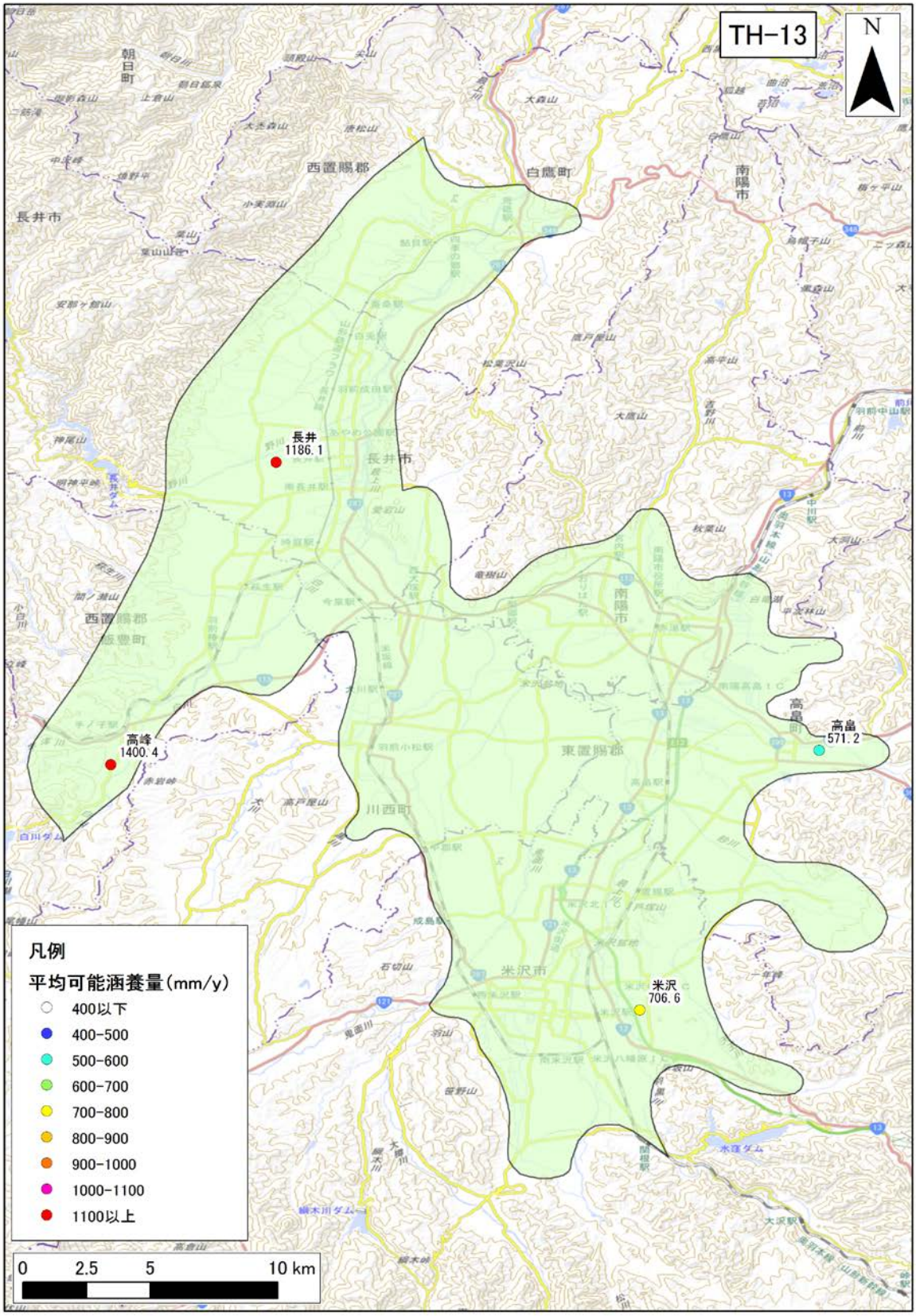


図 4-126　年間可能涵養量の分布（TH-13 : Nagai and Yonezawa basin）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

TH-13：Nagai and Yonezawa basin における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-127 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

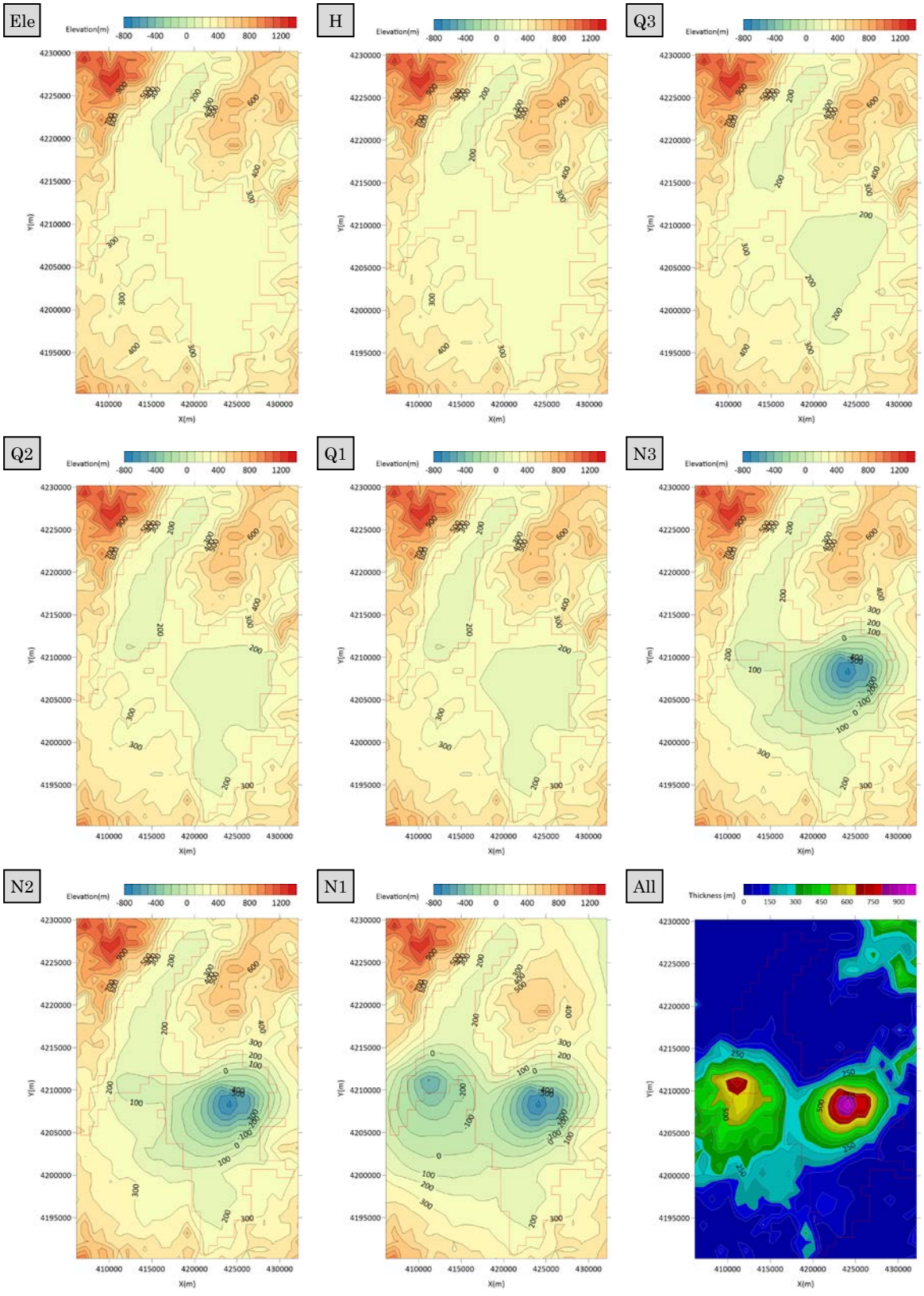


図 4-127　地質データ（TH-13 : Nagai and Yonezawa basin）

4) **流量データ**

TH-13 : Nagai and Yonezawa basin 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-75 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を**表 4-76**、図 4-128 に示す。

表 4-75 流量観測地点一覧（TH-13 : Nagai and Yonezawa basin）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	菖蒲	最上川	最上川	164.99	1967 年 04 月 01 日	1,578
2	小出	最上川	最上川	182.65	1933 年 06 月 01 日	1,350
3	西大塚	最上川	最上川	189.82	1959 年 04 月 01 日	1,018
4	糠野目	最上川	最上川	201.17	1950 年 09 月 01 日	359
5	上新田	最上川	最上川	214.14	1933 年 06 月 01 日	203
6	手の子	最上川	置賜白川	244.23	1985 年 12 月 01 日	237
7	椿	最上川	置賜白川	232.91	1975 年 09 月 17 日	277

表 4-76　流況一覧（TH-13 : Nagai and Yonezawa basin）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	菖蒲	115.88	67.73	43.77	23.33	6.34	3.71	2.40	1.28
2	小出	89.09	53.59	34.20	17.49	5.70	3.43	2.19	1.12
3	西大塚	50.66	29.71	18.95	10.83	4.30	2.52	1.61	0.92
4	糠野目	15.83	10.37	6.72	3.40	3.81	2.50	1.62	0.82
5	上新田	12.74	6.17	4.14	2.21	5.42	2.62	1.76	0.94
6	手の子	24.78	13.13	6.58	2.95	9.02	4.78	2.40	1.07
7	椿	29.55	16.27	9.02	4.47	9.23	5.08	2.82	1.40
平均値		48.36	28.14	17.63	9.24	6.26	3.52	2.11	1.08

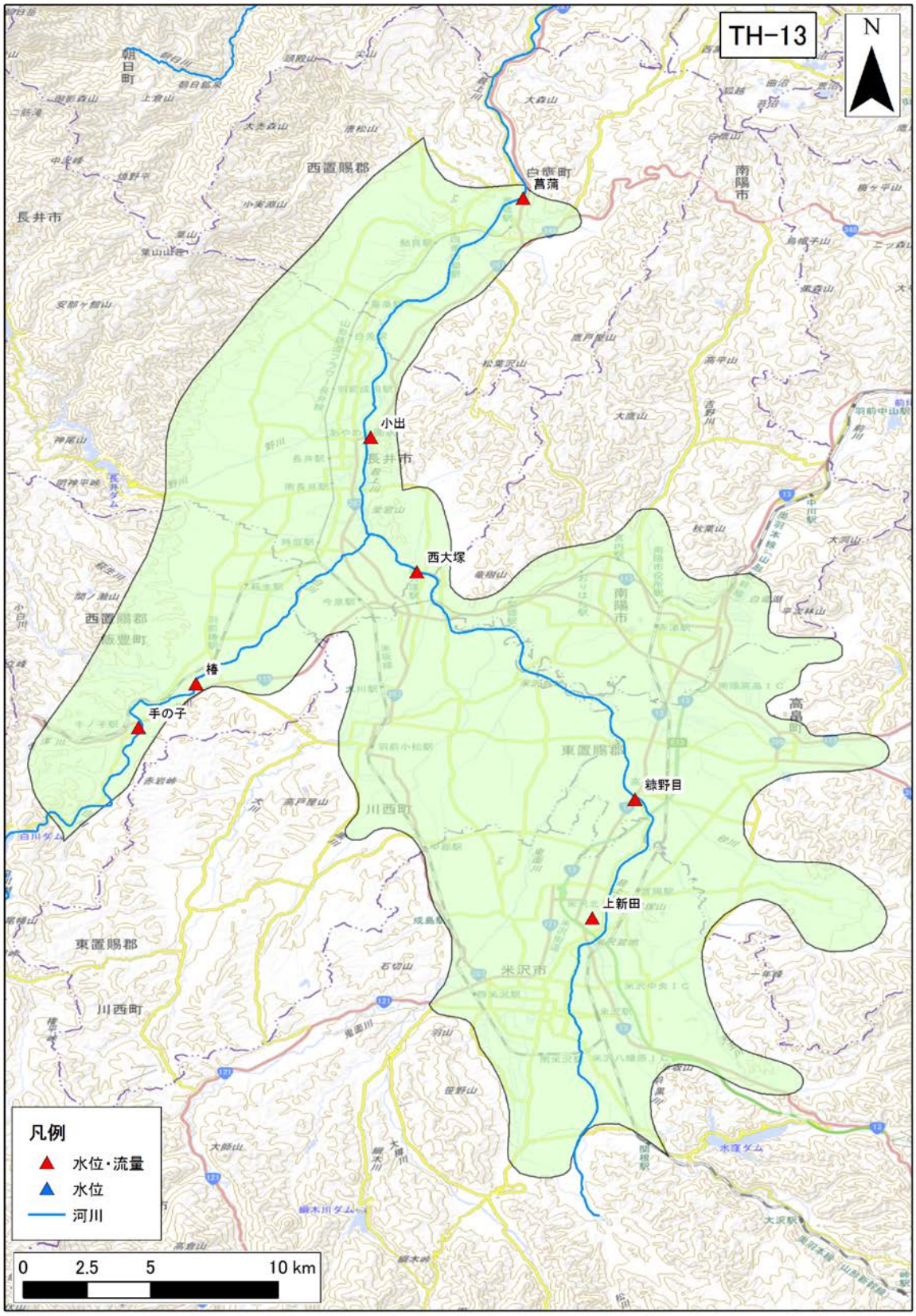


図 4-128　河川水位・流量観測地点位置図（TH-13 : Nagai and Yonezawa basin）

（19） TH-14 : Aizu basin

1） **地下水位データ**

TH-14 : Aizu basin 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-77 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-129 に示す。

表 4-77 地下水位観測地点一覧（TH-14 : Aizu basin）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	研 No.1	湯川村	186.21	300	5.2	0～5.2	1987～2004	水水 DB・年表・水調
2	研 No.3	会津若松市	184.94	300	3	0～3.0	1987～2004	水水 DB・年表・水調
3	研 No.4	北会津村	198.92	300	4.5	0～4.5	1987～2004	水水 DB・年表・水調
4	研 No.2	会津坂下町	186.23	300	3	0～3.0	1987～2004	水水 DB・年表・水調
5	研 No.5	会津若松市	204.72	300	4	0～4.0	1987～2004	水水 DB・年表・水調
6	研 No.6	北会津村	208.08	300	3.7	0～3.7	1987～2004	水水 DB・年表・水調
7	研 No.7	会津若松市	220.78	300	3	0～3.0	1987～2004	水水 DB・年表・水調
8	研 No.8	本郷町	231.69	300	6.5	0～6.5	1987～1993	年表

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

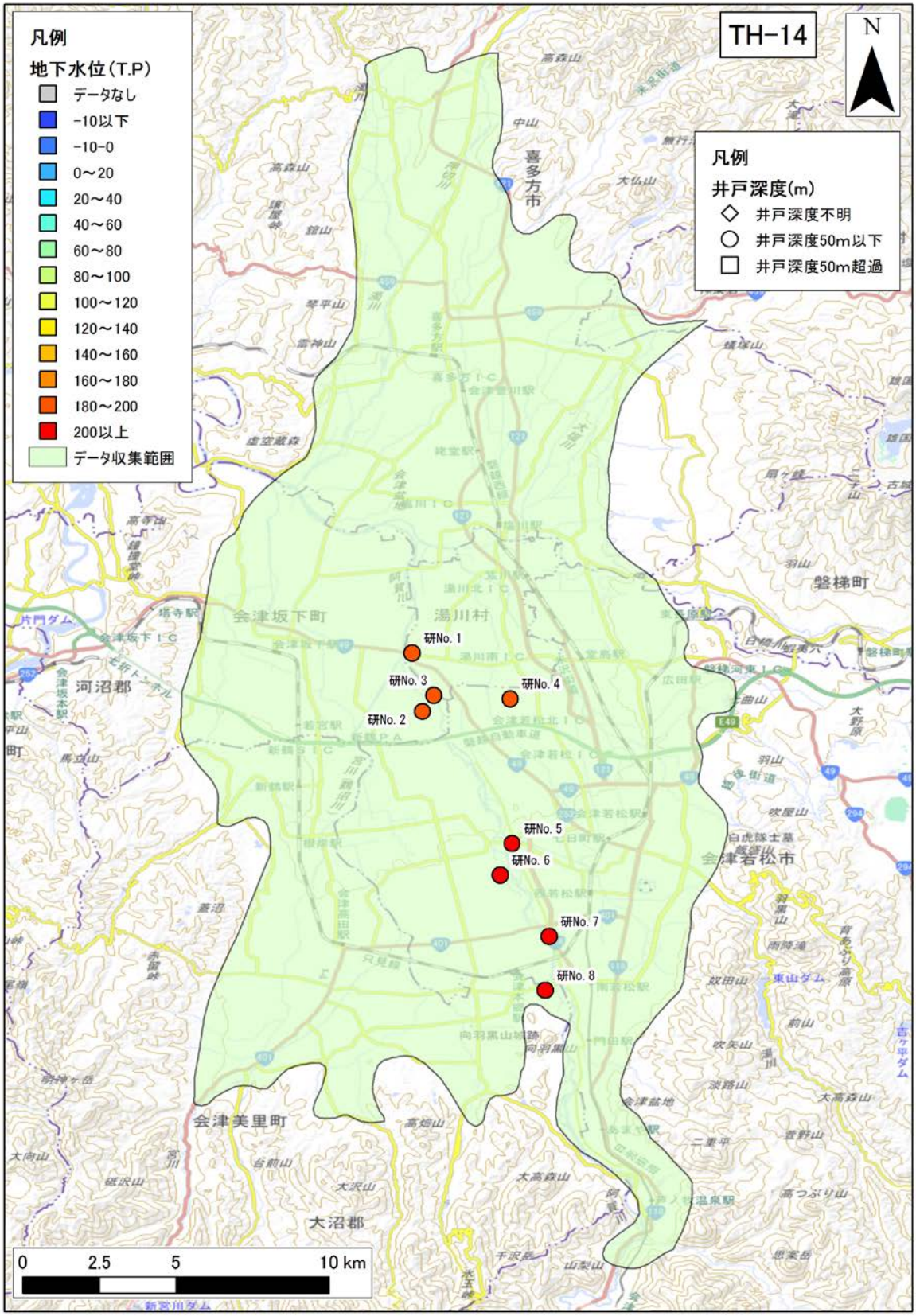


図 4-129　年平均地下水位分布図（TH-14 : Aizu basin）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2） **気象データ**

TH-14 : Aizu basin 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-78 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 4-130、図 4-131、図 4-132、図 4-133 に示す。

表 4-78　気象観測所一覧（TH-14 : Aizu basin）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	36176	喜多方	37'39.5	139'51.8	212	アメダス	●	●	●	●	
2	36361	若松	37'29.3	139'54.6	212	アメダス	●	●	●	●	●

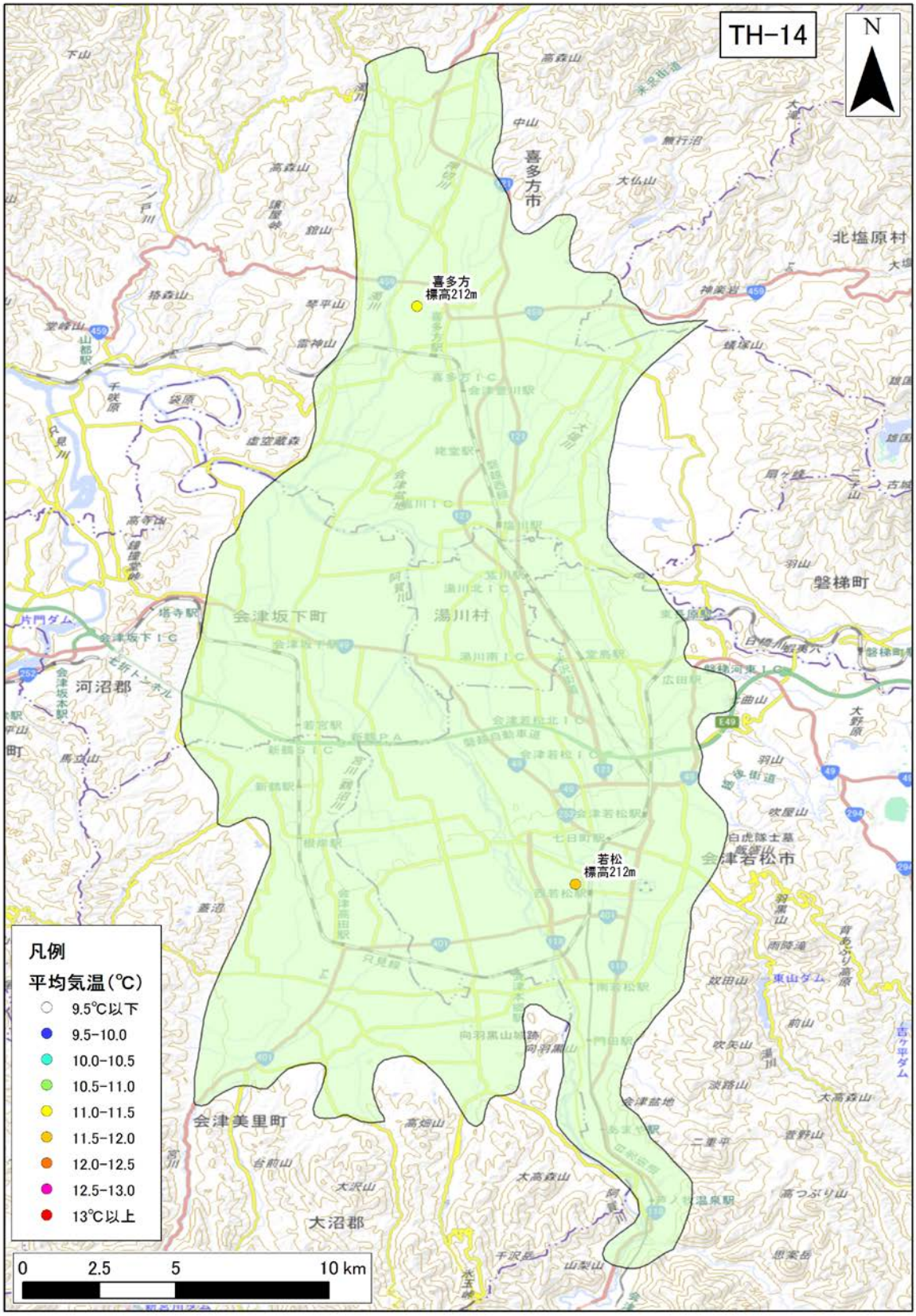


図 4-130　年平均気温の分布（TH-14 : Aizu basin）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

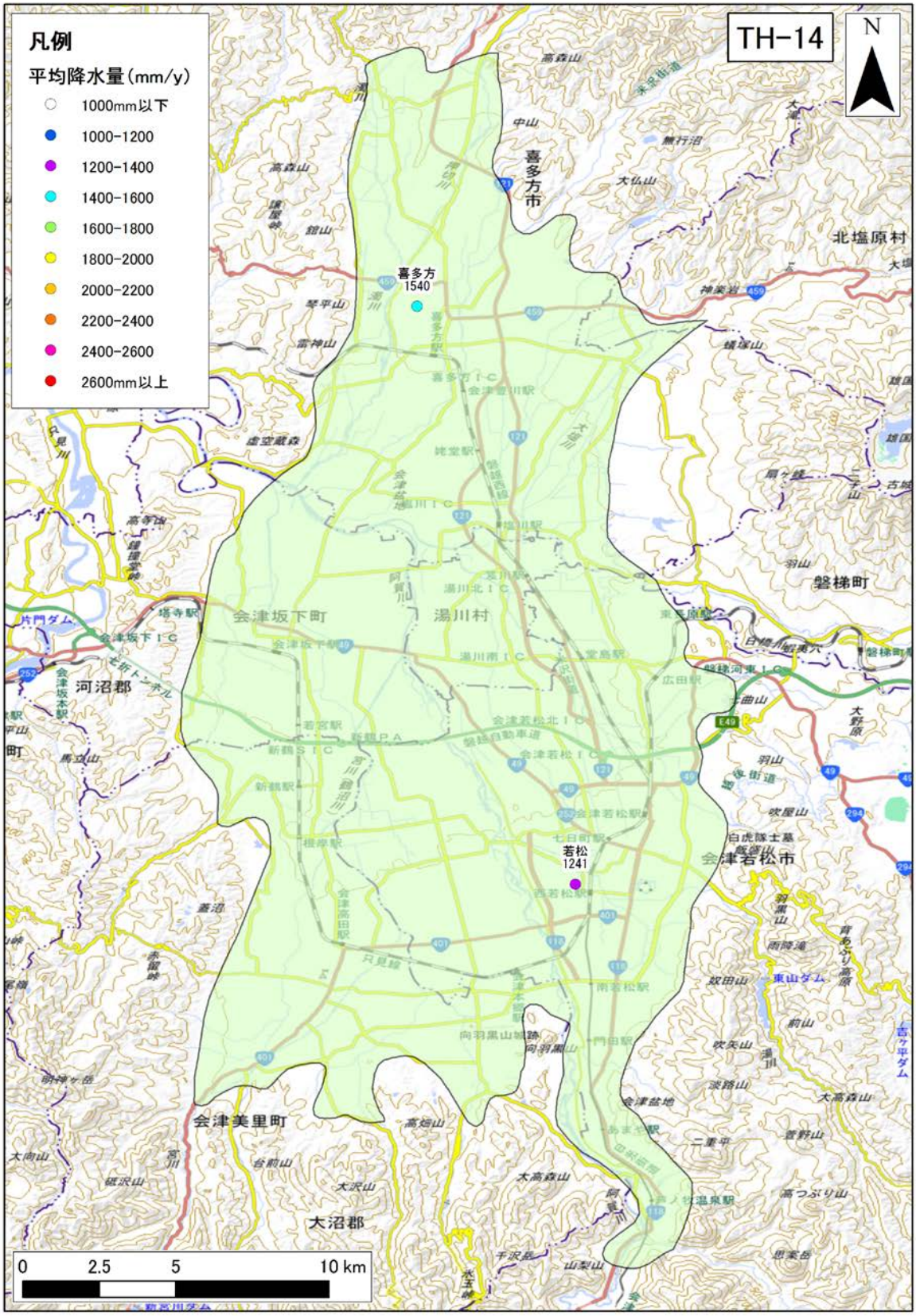


図 4-131　年間降水量の分布（TH-14 : Aizu basin）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。

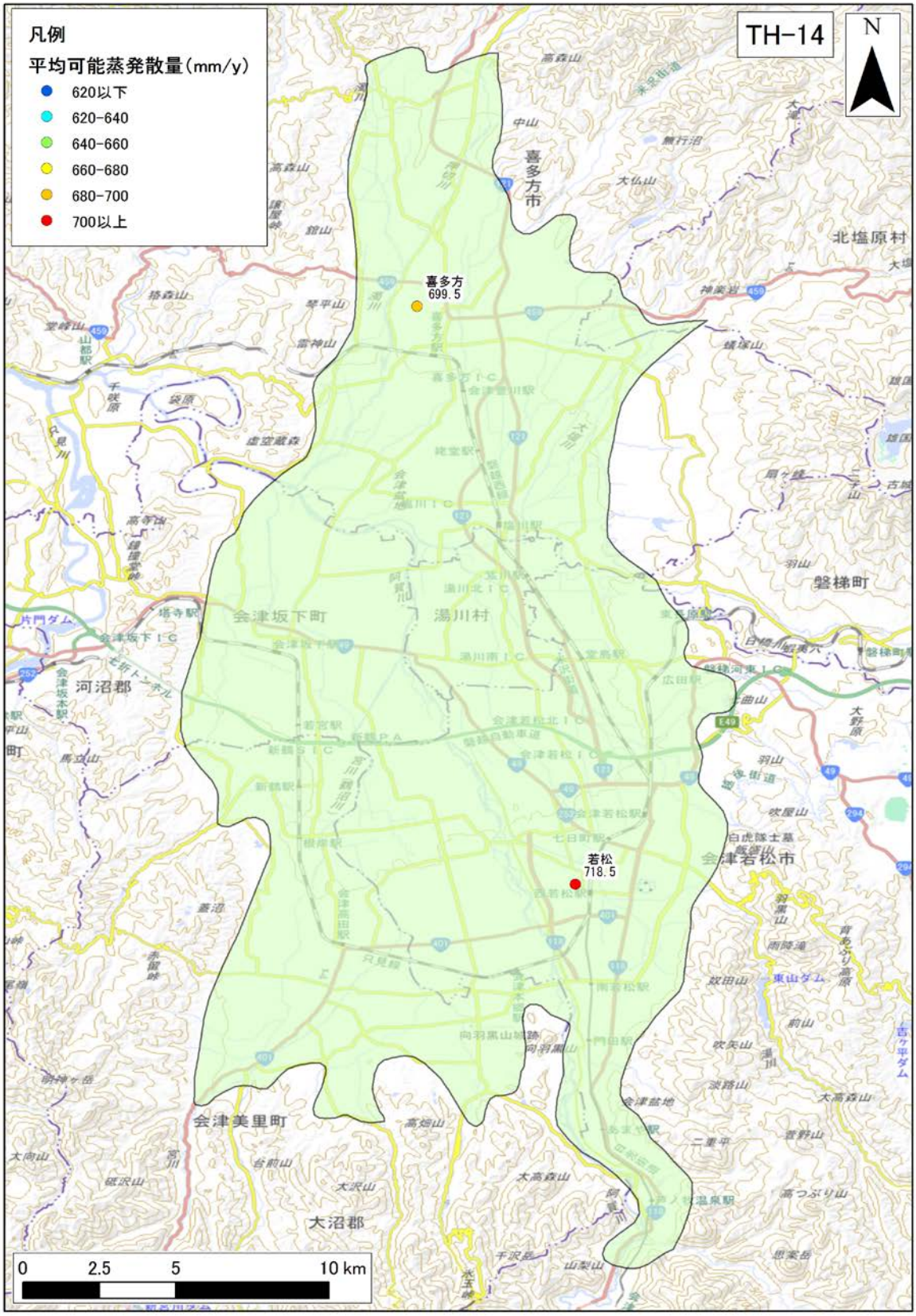


図 4-132　年間可能蒸発散量の分布（TH-14 : Aizu basin）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

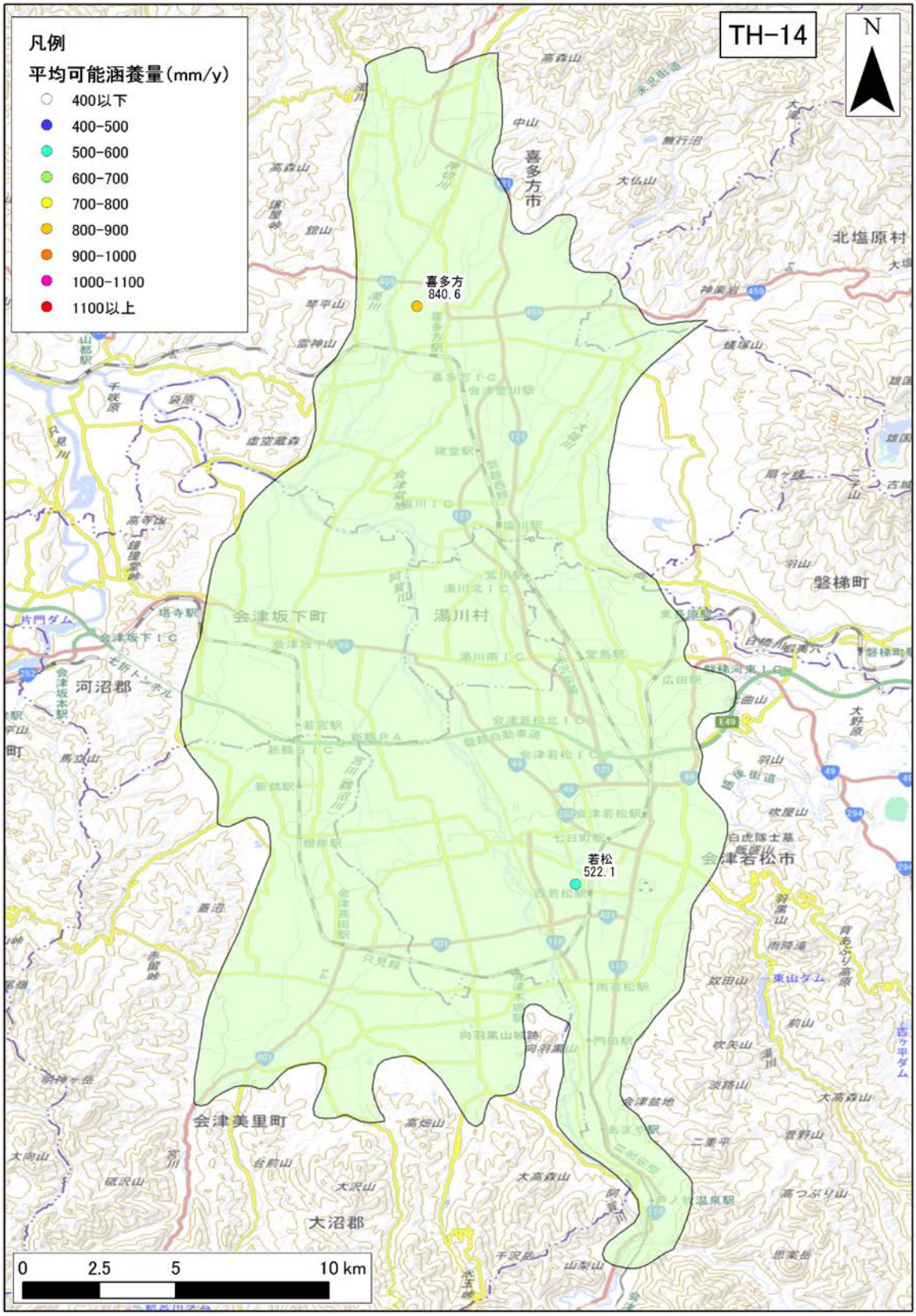


図 4-133　年間可能涵養量の分布（TH-14 : Aizu basin）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

TH-14：Aizu basin における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-134 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

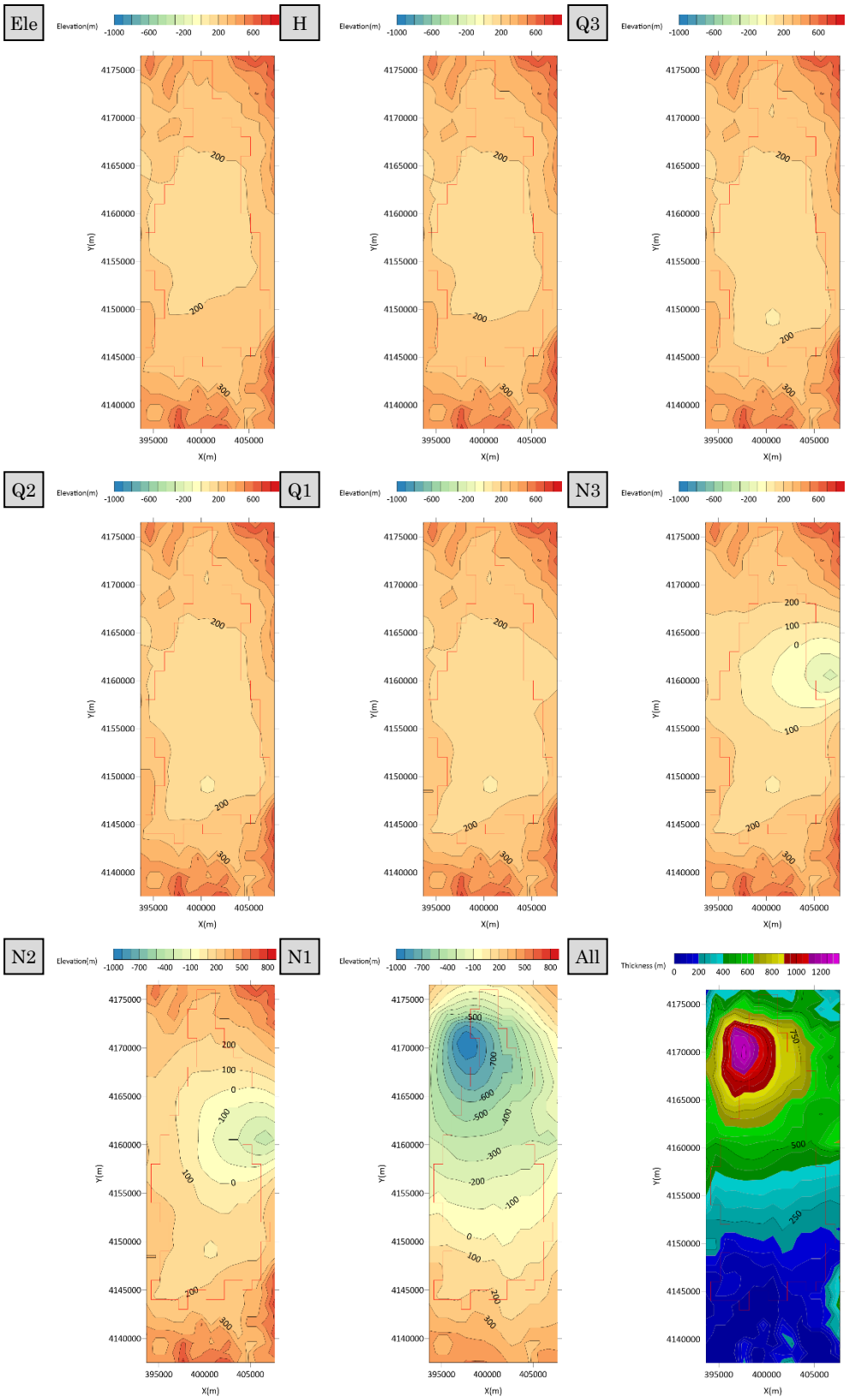


図 4-134　地質データ（TH-14 : Aizu basin）

4) **流量データ**

TH-14 : Aizu basin 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-79 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-80、図 4-135 に示す。

表 4-79 流量観測地点一覧（TH-14 : Aizu basin）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	宮古	阿賀野川	阿賀川	177.52	1940 年 01 月 01 日	1,311
2	南大橋	阿賀野川	日橋川	171.77	1960 年 04 月 09 日	1,033
3	東大橋	阿賀野川	日橋川	172.47	1996 年 06 月 25 日	896

表 4-80 流況一覧（TH-14 : Aizu basin）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	宮古	56.66	32.00	21.67	12.26	3.73	2.11	1.43	0.81
2	南大橋	55.48	37.51	17.74	8.27	4.64	3.14	1.48	0.69
3	東大橋	47.86	29.87	9.53	4.13	4.62	2.88	0.92	0.40
平均値		53.33	33.13	16.31	8.22	4.33	2.71	1.28	0.63

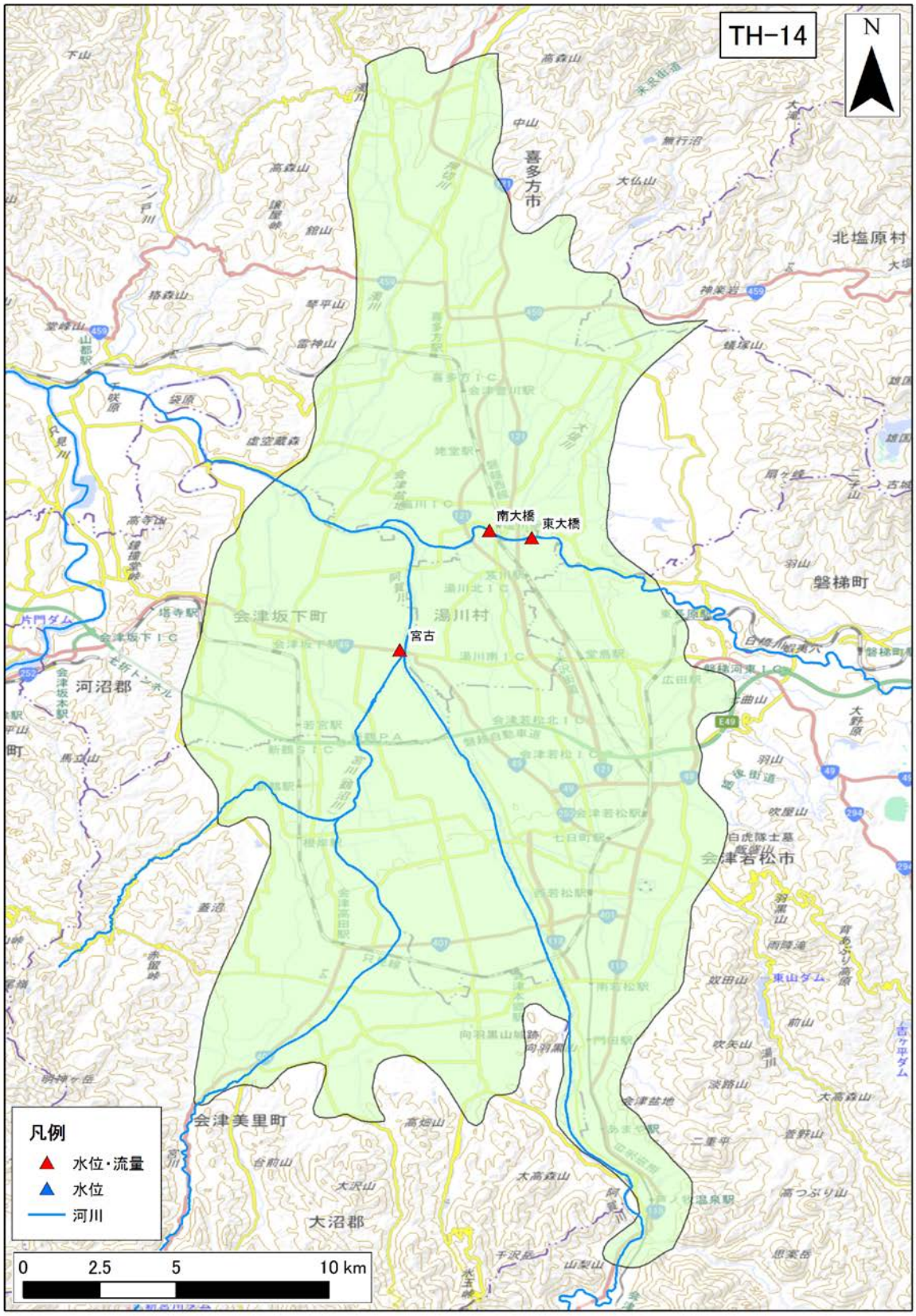


図 4-135　河川水位・流量観測地点位置図（TH-14 : Aizu basin）

（20） TH-16：Koriyama basin

1） **地下水位データ**

TH-16: Koriyama basin 領域内の地下水位観測地点は存在しなかった。

2） **気象データ**

TH-16 : Koriyama basin 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-81 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 4-136、図 4-137、図 4-138、図 4-139 に示す。

表 4-81 気象観測所一覧（TH-16 : Koriyama basin）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	36476	郡山	37'22.1	140'19.8	249	アメダス	●	●	●	●	

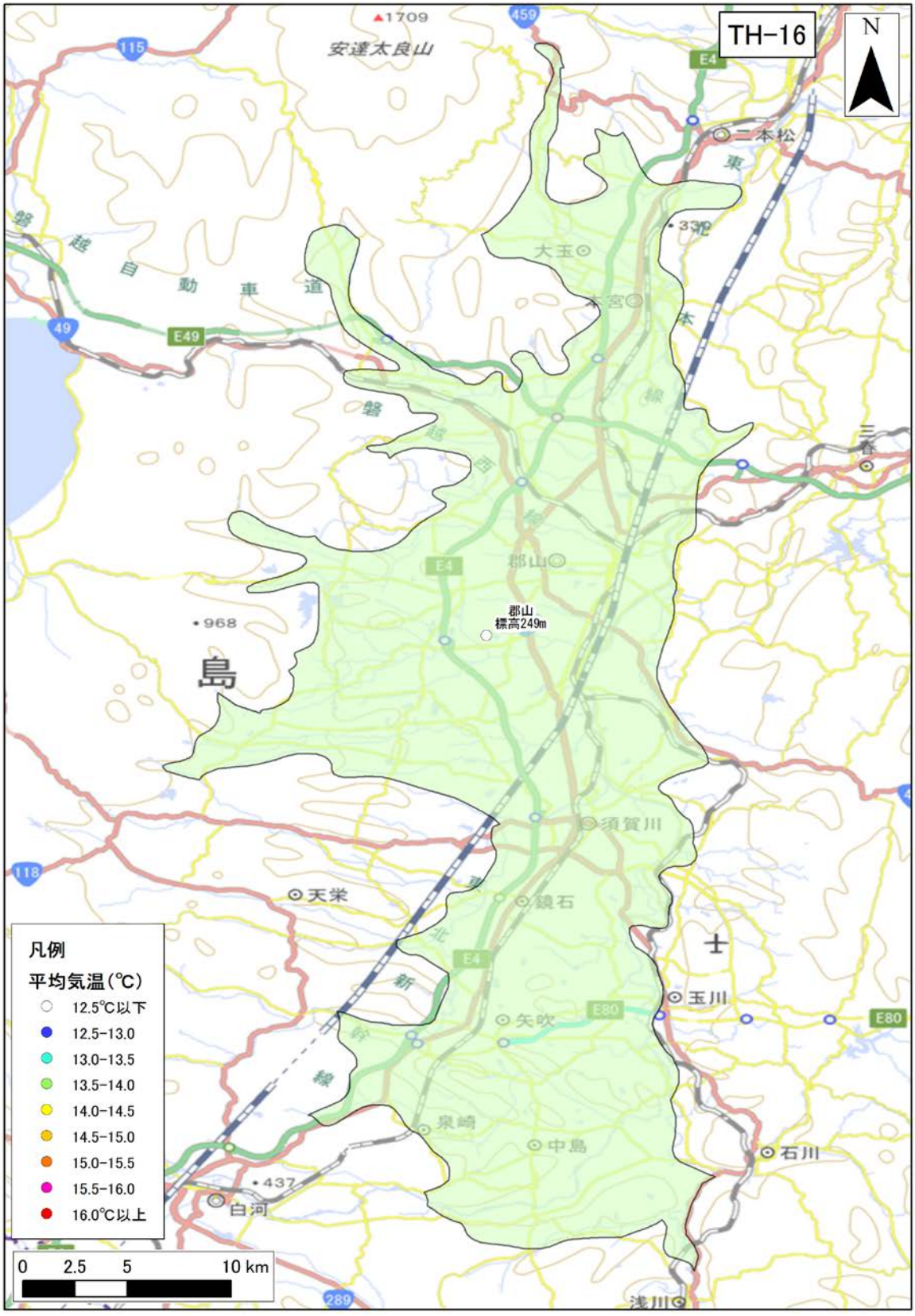


図 4-136　年平均気温の分布（TH-16 : Koriyama basin）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

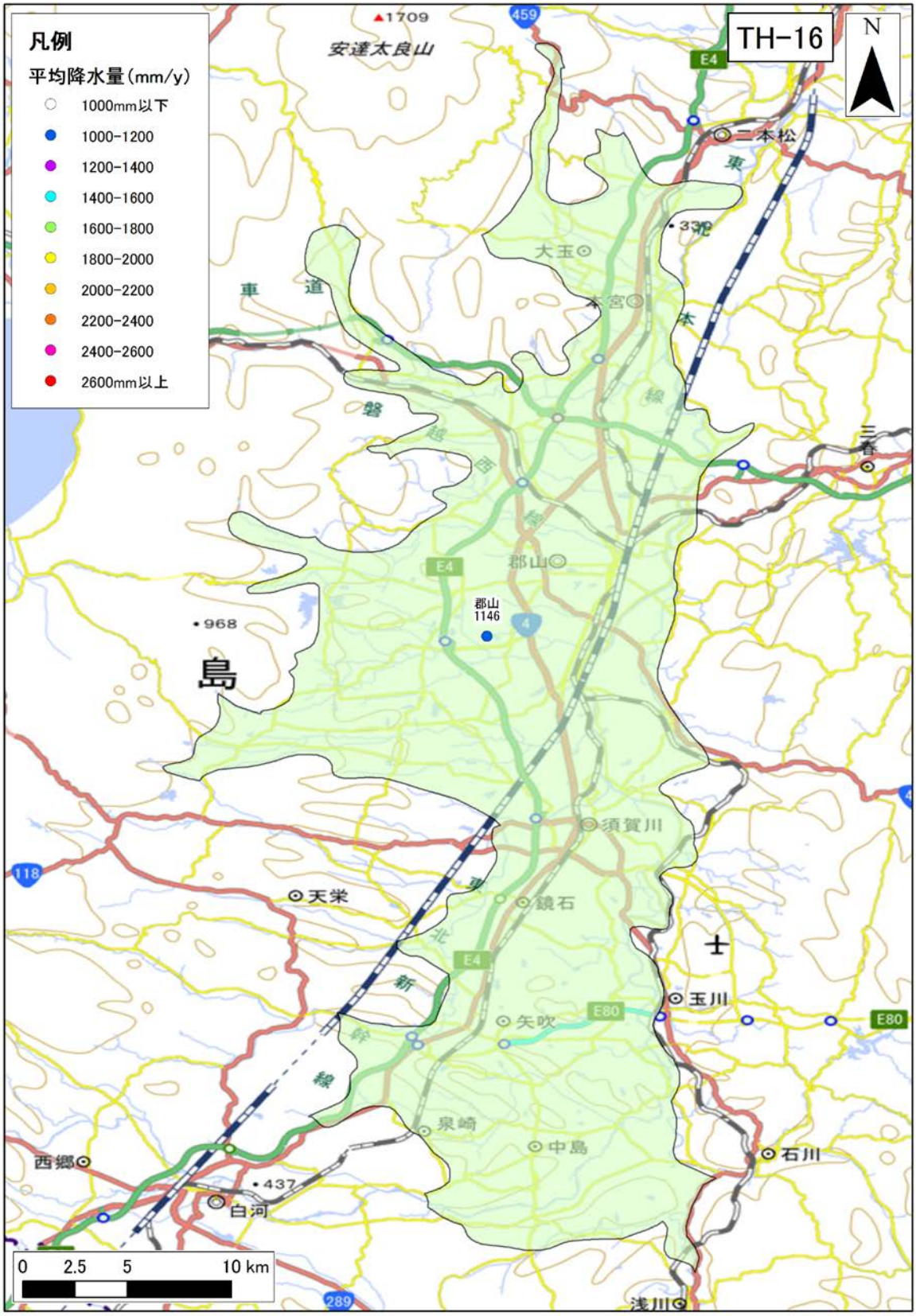


図 4-137　年間降水量の分布（TH-16 : Koriyama basin）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。

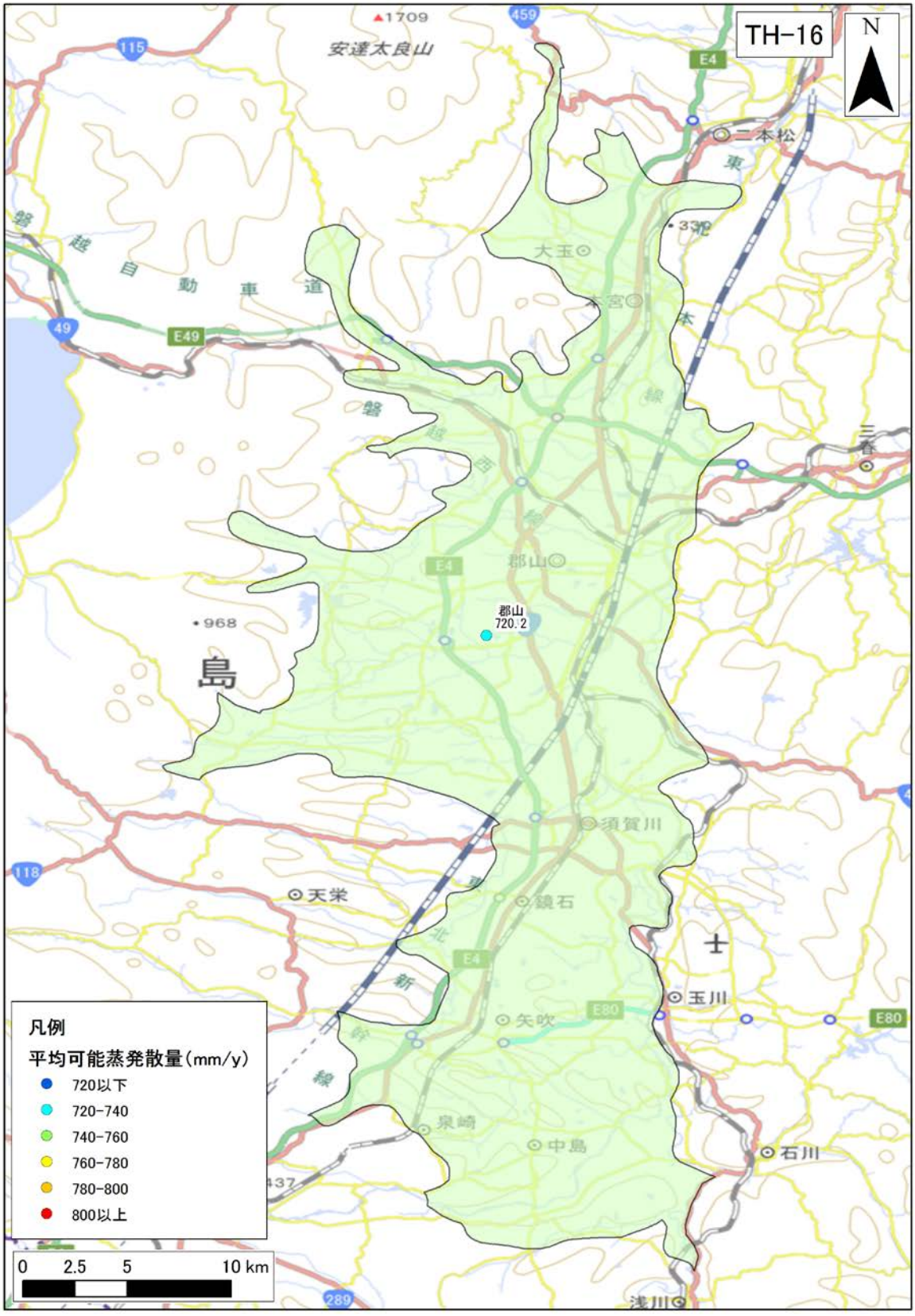


図 4-138　年間可能蒸発散量の分布（TH-16 : Koriyama basin）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

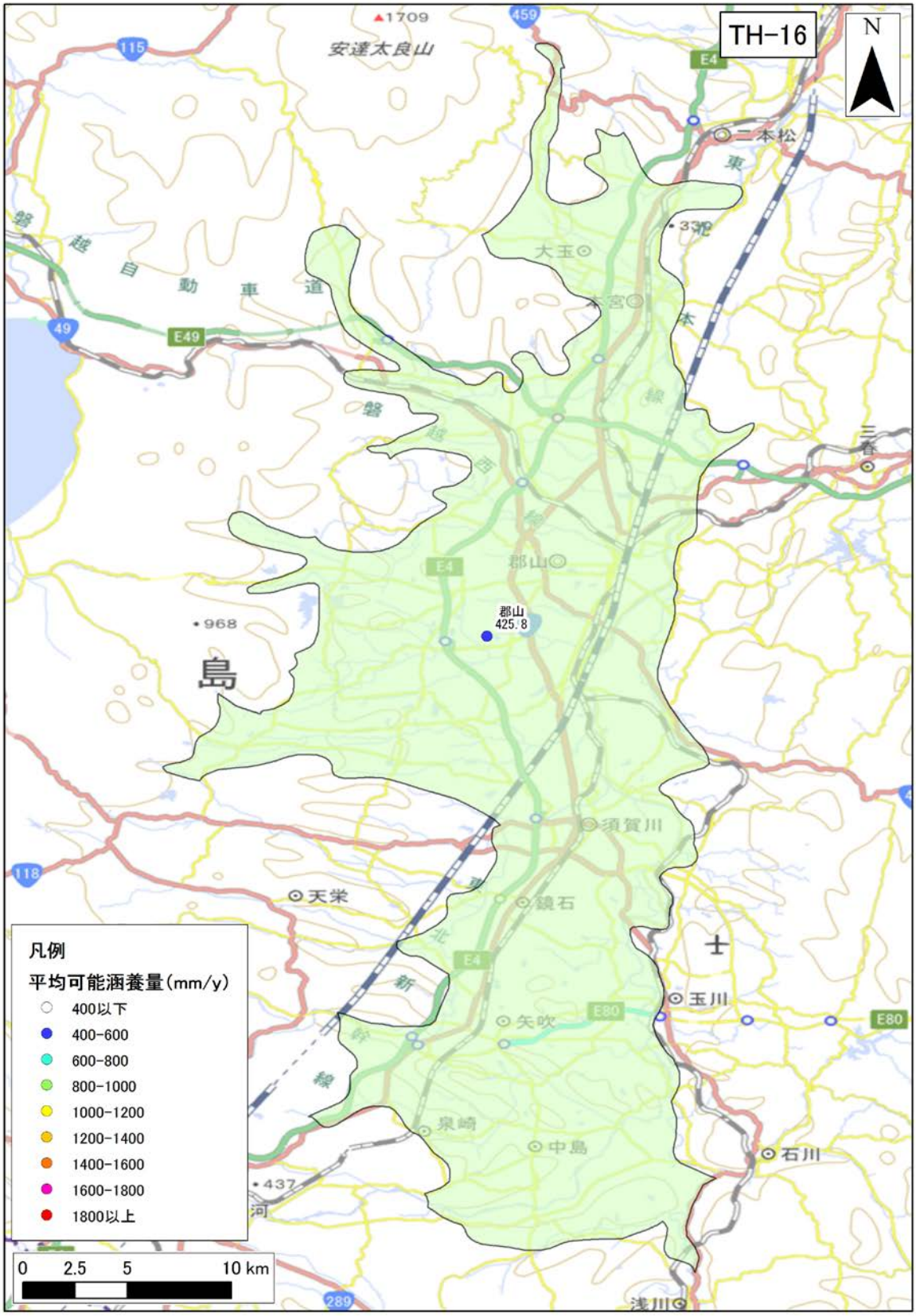


図 4-139　年間可能涵養量の分布（TH-16 : Koriyama basin）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

TH-16：Koriyama basin における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-140 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

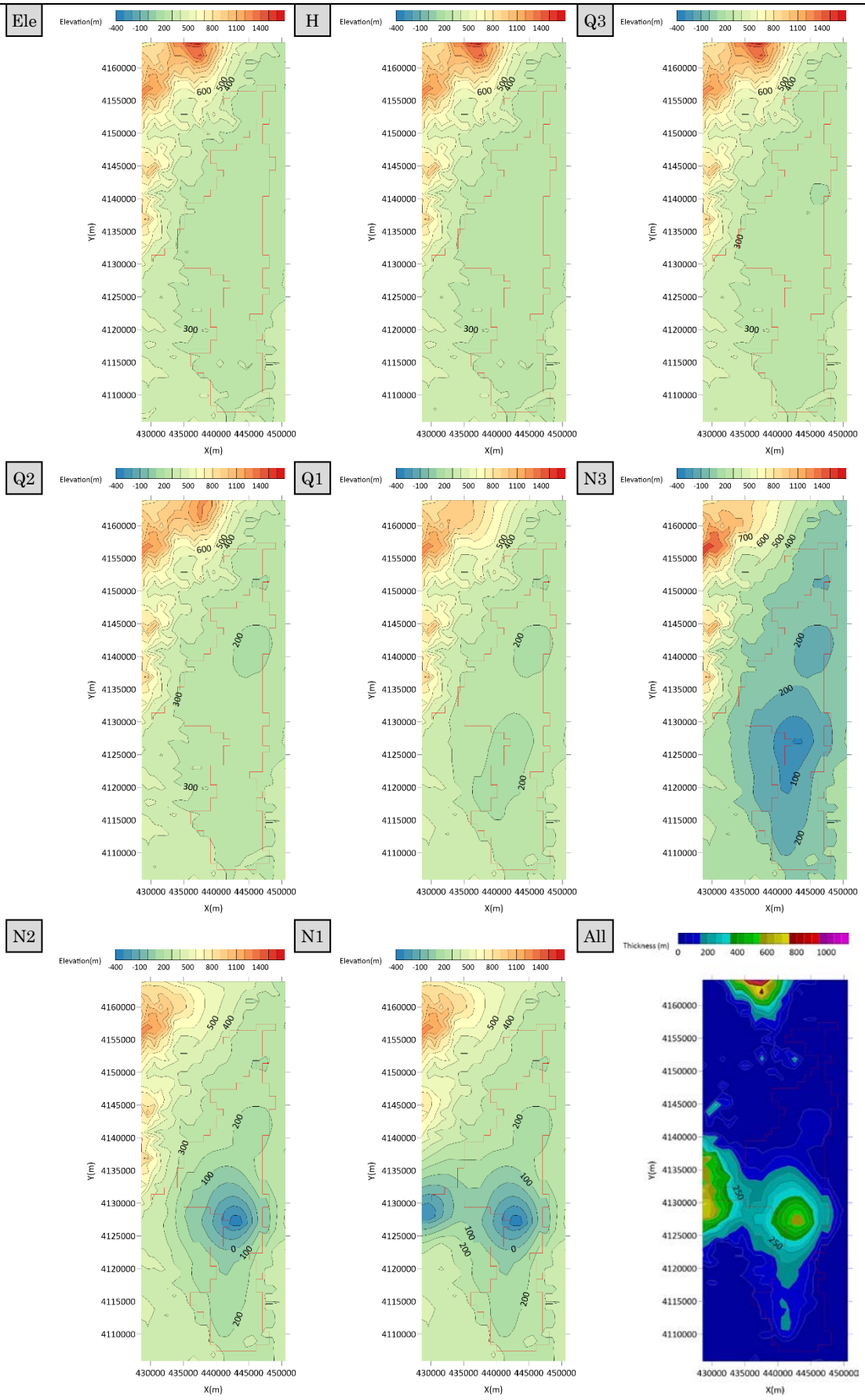


図 4-140　地質データ（TH-16 : Koriyama basin）

4） **流量データ**

TH-16 : Koriyama basin 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-82 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-83、図 4-141 に示す。

表 4-82 流量観測地点一覧（TH-16 : Koriyama basin）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	本宮	阿武隈川	阿武隈川	200.42	1941 年 01 月 01 日	2,284
2	阿久津	阿武隈川	阿武隈川	216.69	1938 年 09 月 01 日	1,865
3	御代田	阿武隈川	阿武隈川	224.18	1956 年 10 月 01 日	1,293
4	須賀川	阿武隈川	阿武隈川	229.89	1941 年 01 月 01 日	910
5	西川	阿武隈川	釈迦堂川	234.60	1958 年 08 月 01 日	276
6	小作田	阿武隈川	阿武隈川	234.95	1968 年 12 月 01 日	905

表 4-83 流況一覧（TH-16 : Koriyama basin）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	本宮	65.05	42.22	31.68	22.05	2.46	1.60	1.20	0.83
2	阿久津	56.89	35.41	26.28	17.68	2.64	1.64	1.22	0.82
3	御代田	35.17	23.09	17.47	10.85	2.35	1.54	1.17	0.72
4	須賀川	26.82	16.14	11.54	7.05	2.55	1.53	1.10	0.67
5	西川	7.74	4.87	3.56	2.07	2.42	1.52	1.11	0.65
6	小作田	20.28	14.41	10.56	5.55	1.94	1.37	1.01	0.53
平均値		35.32	22.69	16.85	10.88	2.39	1.54	1.13	0.70

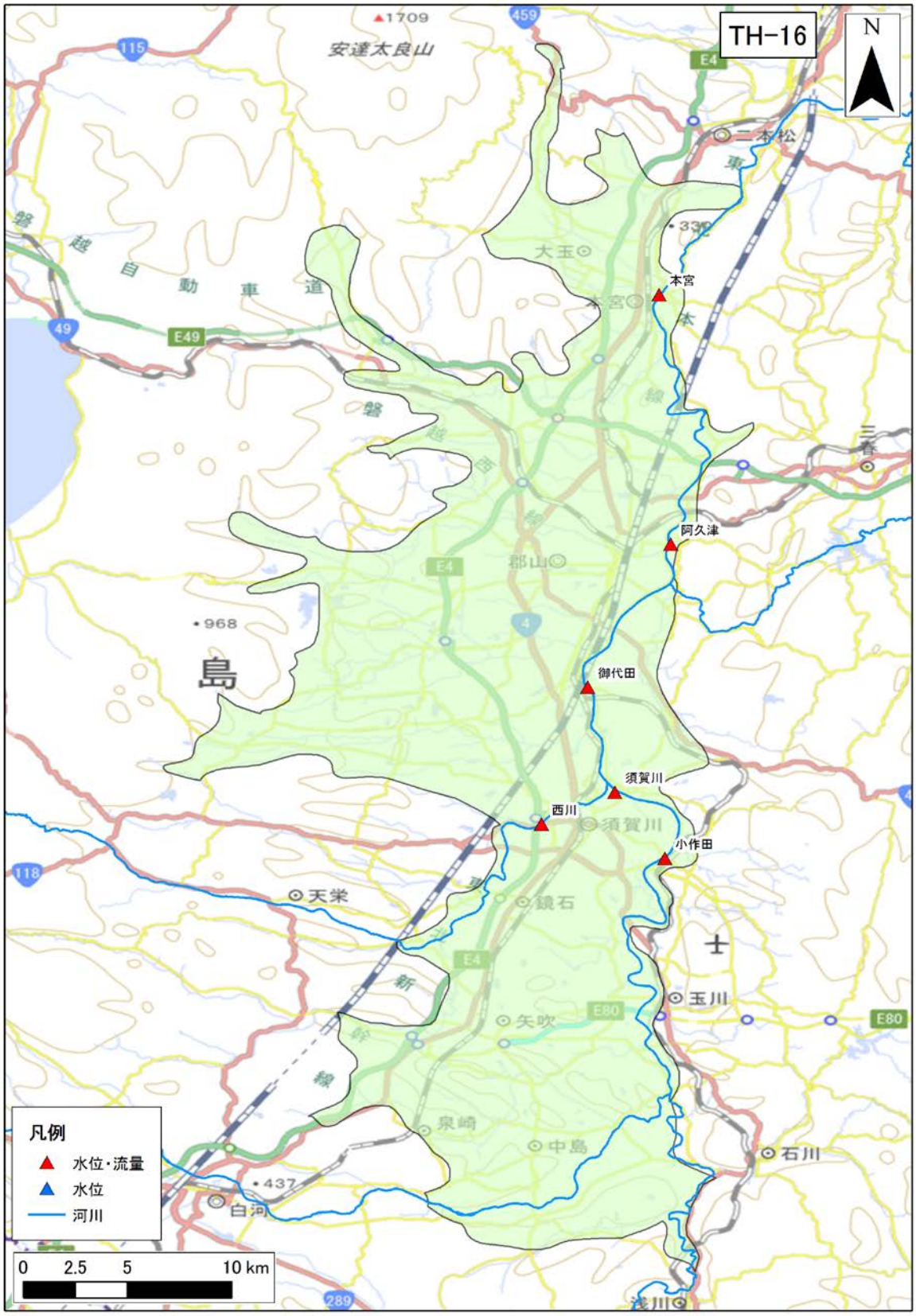


図 4-141 河川水位・流量観測地点位置図（TH-16 : Koriyama basin）

（21） TH-4：Noshiro and Akita plain

1） **地下水位データ**

TH-4: Noshiro and Akita plain 領域内の地下水位観測地点は存在しなかった。

2） **気象データ**

TH-4 : Noshiro and Akita plain 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-48 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 4-76、図 4-77、図 4-78、図 4-79 に示す。

表 4-48 気象観測所一覧（TH-4 : Noshiro and Akita plain）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	32111	能代	40°11.9	140°1.9	6	アメダス	●	●	●	●	●
2	32287	大潟	40°0	139°57	-3	アメダス	●	●	●	●	
3	32296	五城目	39°56.3	140°6.9	6	アメダス	●	●	●	●	●
4	32402	秋田	39°43	140°5.9	6	アメダス	●	●	●	●	●
5	32407	岩見三内	39°42.4	140°17.2	41	アメダス	●	●	●	●	

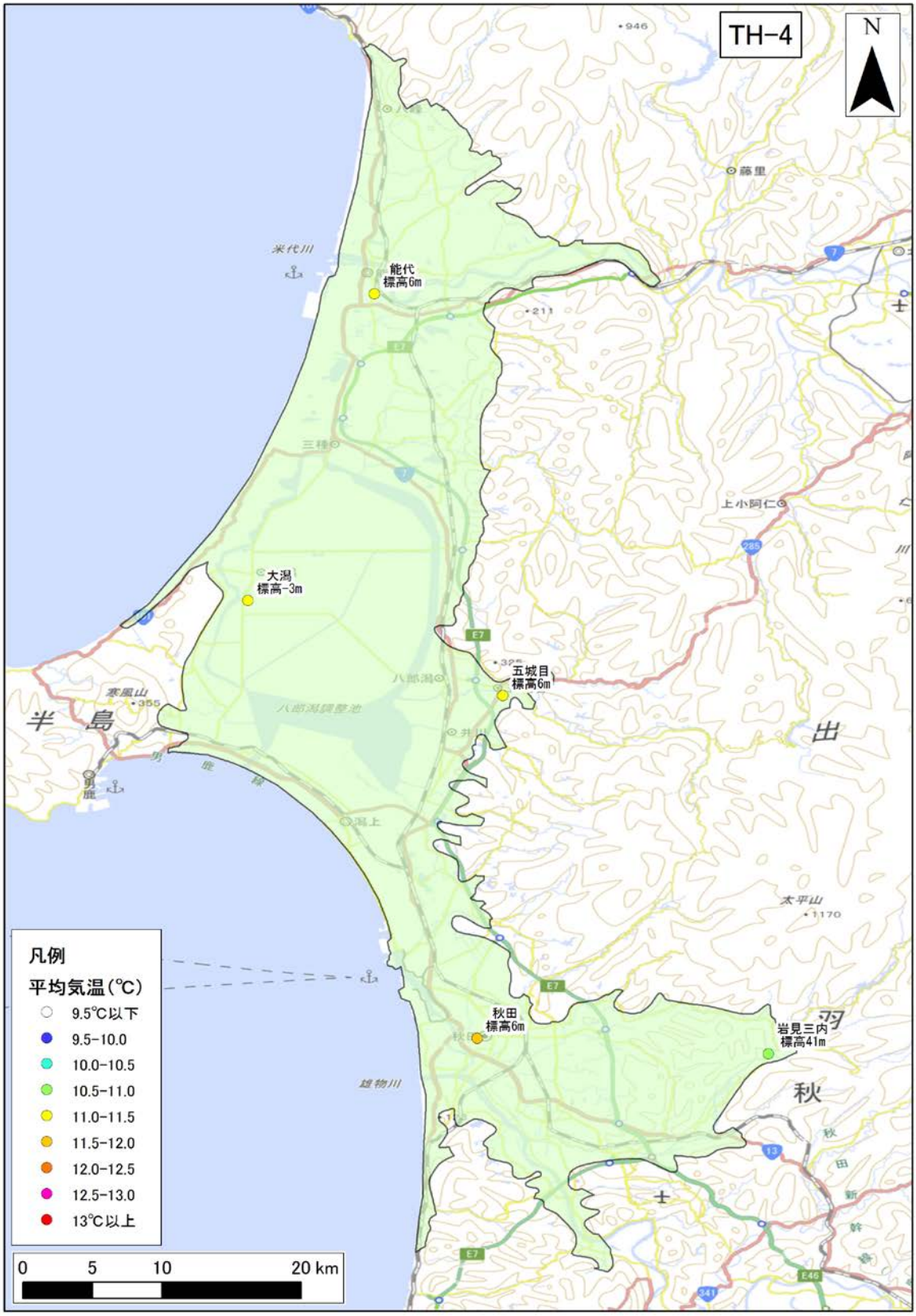


図 4-76　年平均気温の分布（TH-4 : Noshiro and Akita plain）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

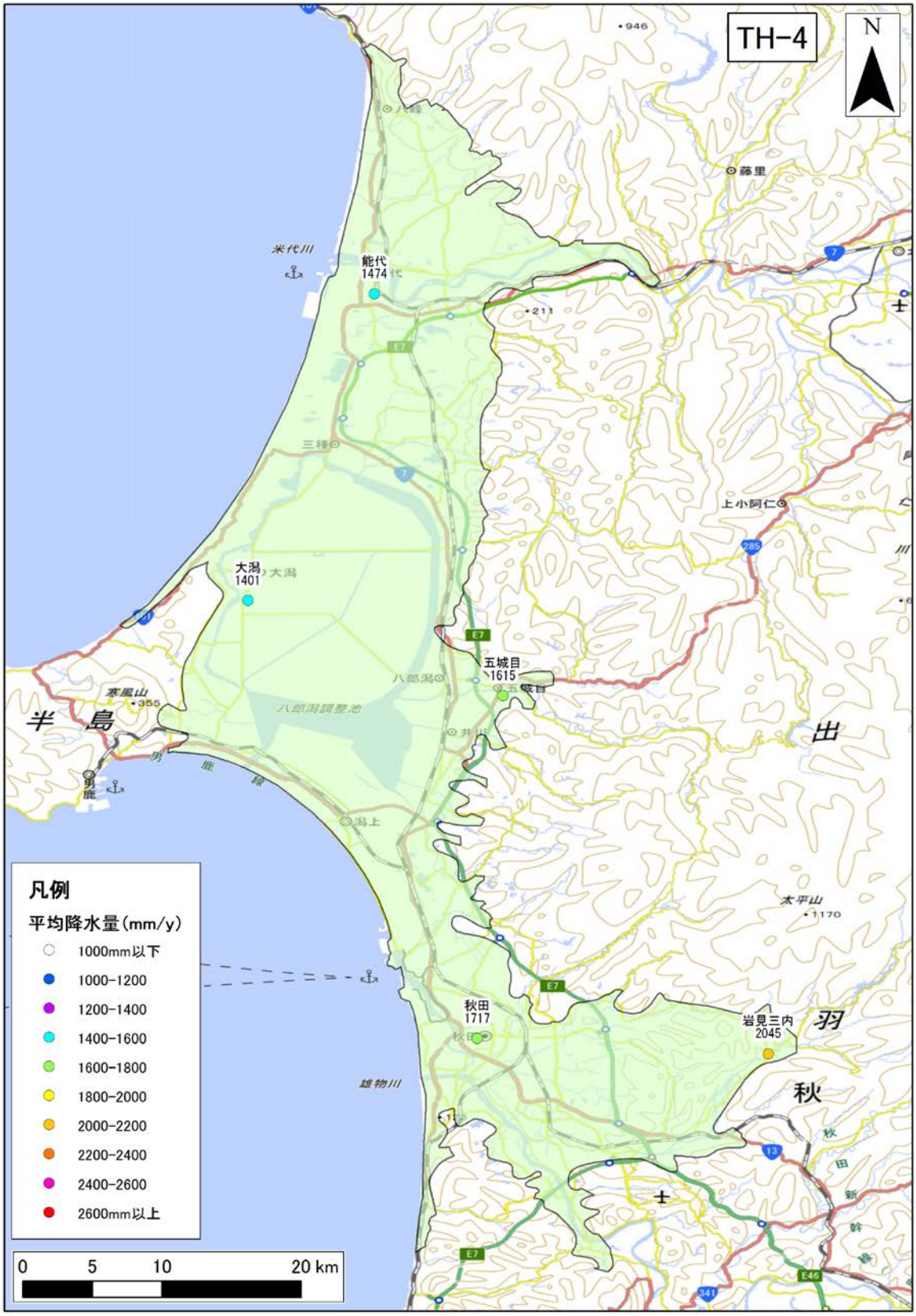


図 4-77　年間降水量の分布（TH-4 : Noshiro and Akita plain）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。



図 4-78　年間可能蒸発散量の分布（TH-4 : Noshiro and Akita plain）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

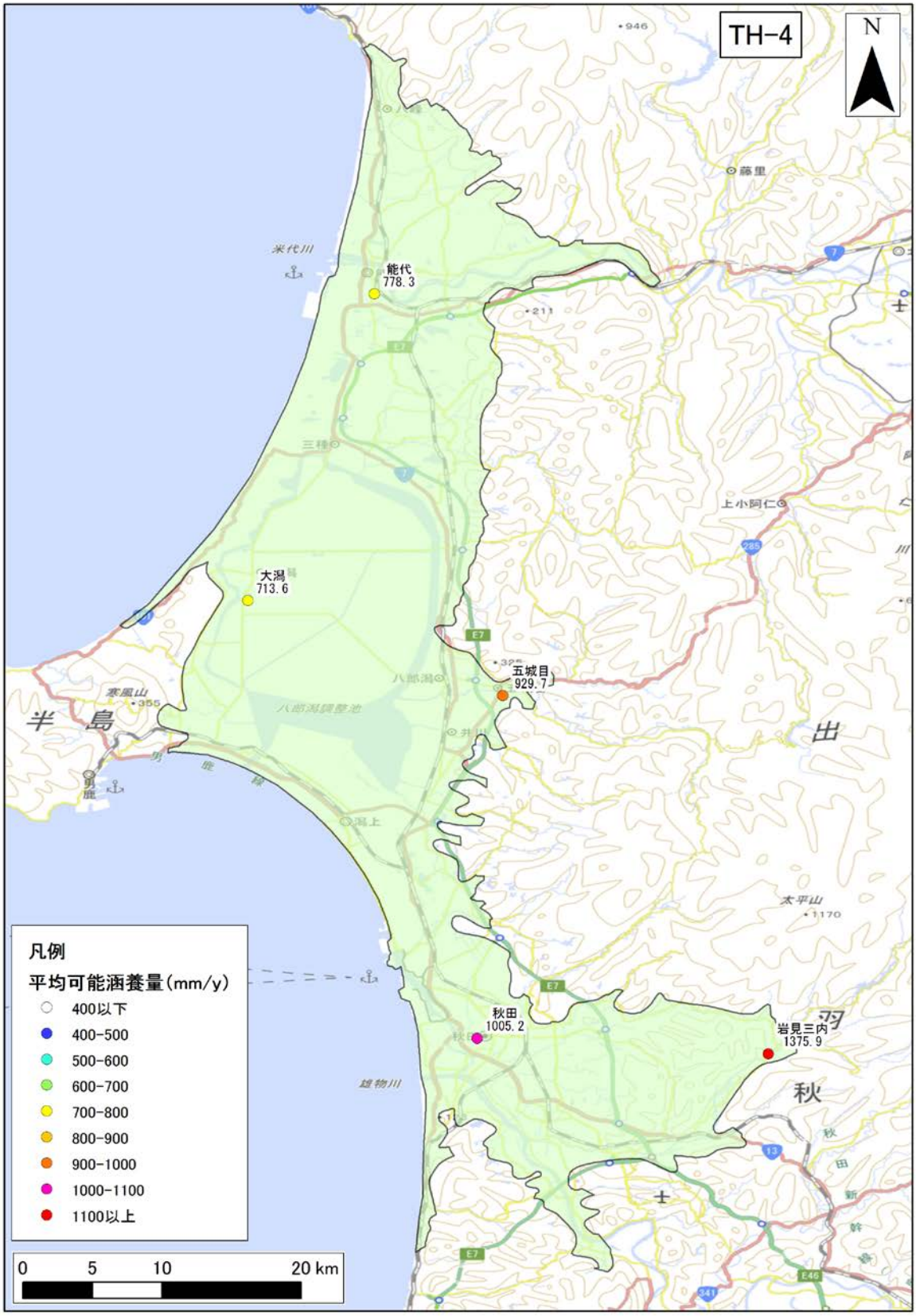


図 4-79　年間可能涵養量の分布（TH-4 : Noshiro and Akita plain）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

TH-4：Noshiro and Akita plain における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-80 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

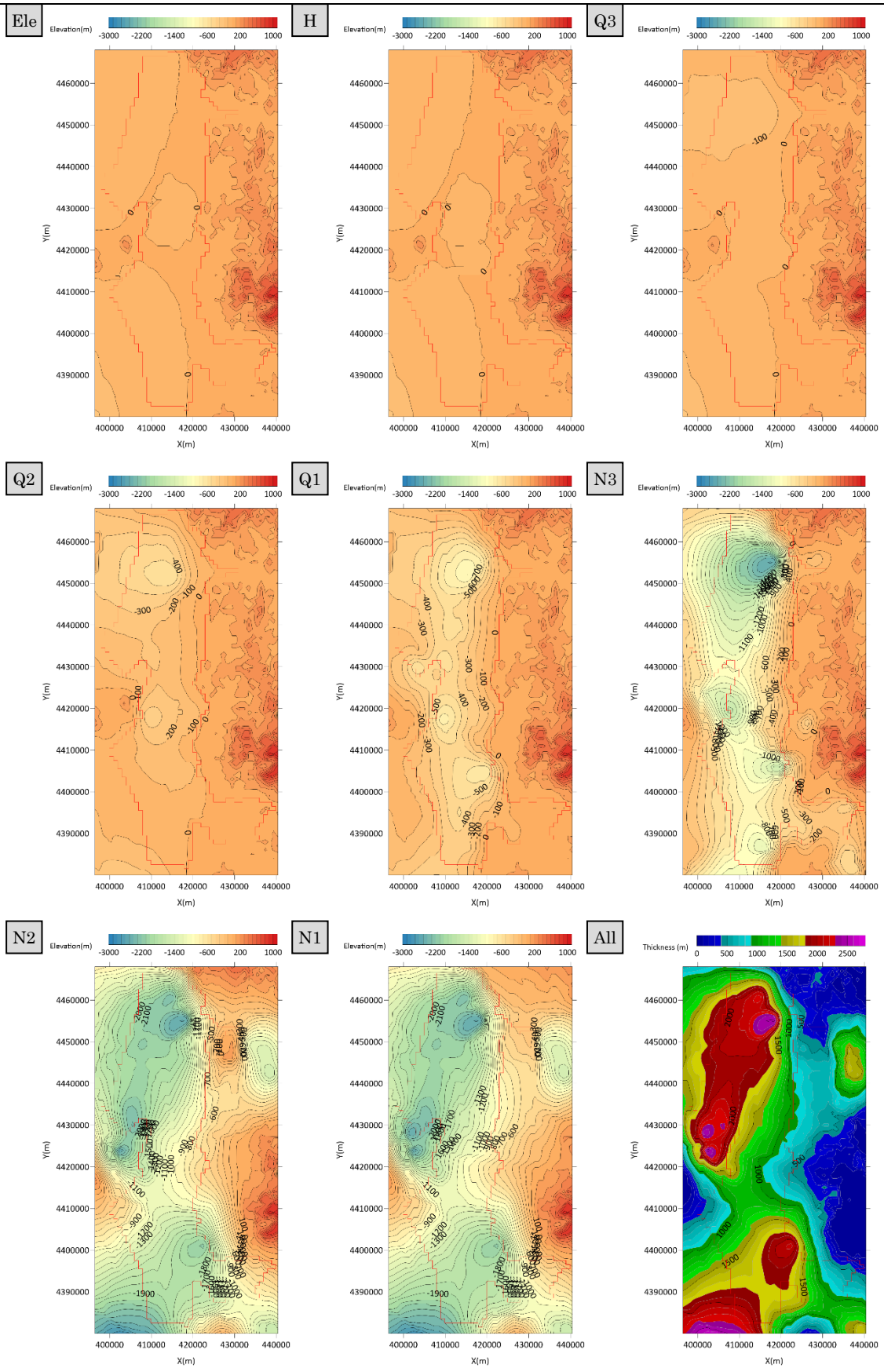


図 4-80　地質データ（TH-4 : Noshiro and Akita plain）

4) **流量データ**

TH-4 : Noshiro and Akita plain 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-49 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-50、図 4-81 に示す。

表 4-49 流量観測地点一覧（TH-4 : Noshiro and Akita plain）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	椿川	雄物川	雄物川	0.00	1918 年 07 月 16 日	**4, 035**
2	豊成	雄物川	岩見川	0.00	1967 年 12 月 01 日	**300**
3	新屋水門	雄物川	旧雄物川	0.00	1970 年 10 月 01 日	**4, 386**

表 4-50 流況一覧（TH-4 : Noshiro and Akita plain）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	**椿川**	**289. 55**	**178. 25**	**126. 42**	**84. 16**	**6. 20**	**3. 82**	**2. 71**	**1. 80**
2	**豊成**	**25. 74**	**16. 14**	**11. 40**	**4. 66**	**7. 41**	**4. 65**	**3. 28**	**1. 34**
3	**新屋水門**	**25. 48**	**22. 32**	**19. 96**	**14. 71**	**0. 50**	**0. 44**	**0. 39**	**0. 29**
平均値		**113. 59**	**72. 24**	**52. 59**	**34. 51**	**4. 70**	**2. 97**	**2. 13**	**1. 14**

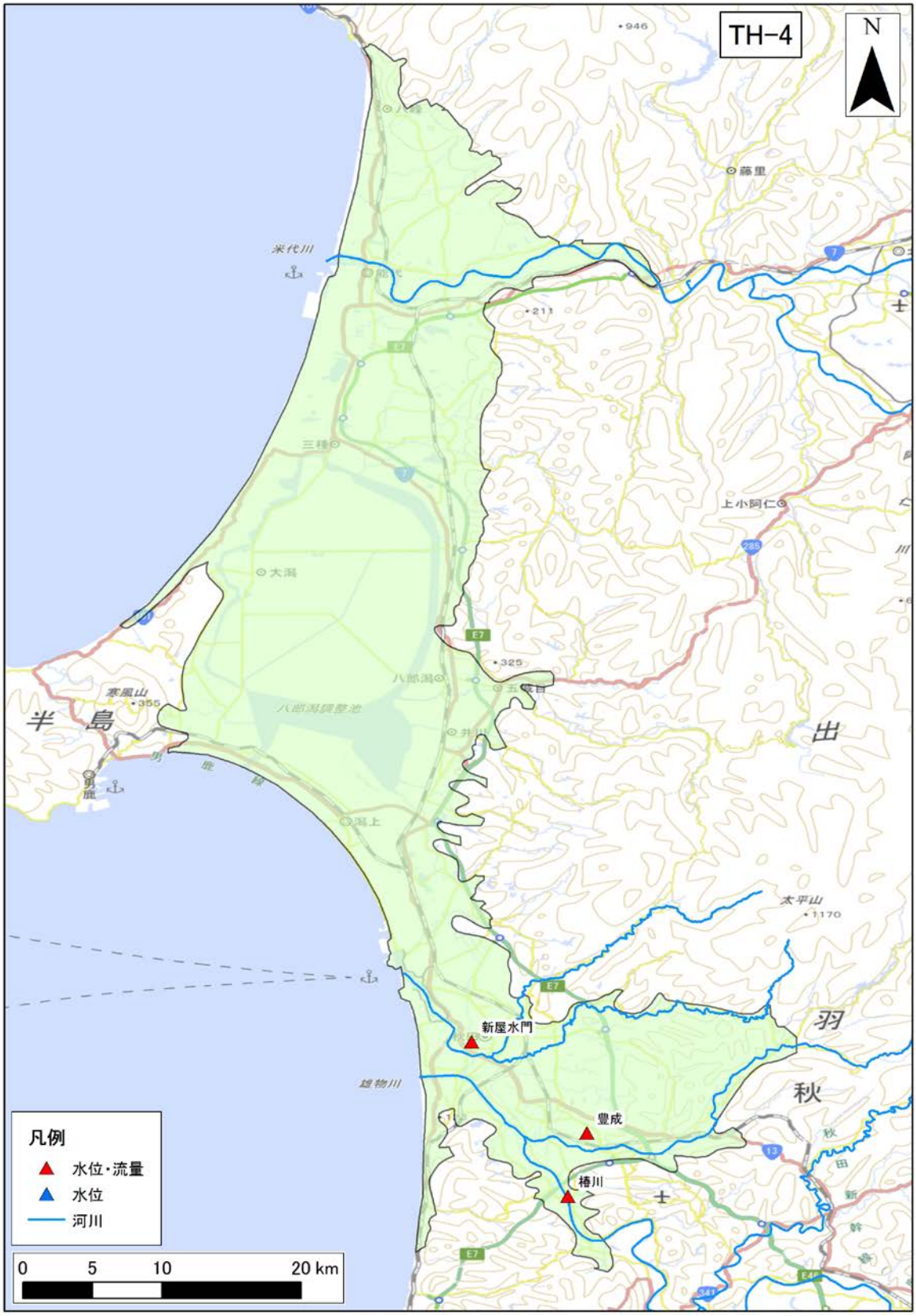


図 4-81 河川水位・流量観測地点位置図（TH-4 : Noshiro and Akita plain）

（22） TH-6：Yokote basin

1） **地下水位データ**

TH-6: Yokote basin 領域内の地下水位観測地点は存在しなかった。

2） **気象データ**

TH-6：Yokote basin 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-51 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 4-82、図 4-83、図 4-84、図 4-85 に示す。

表 4-51 気象観測所一覧（TH-6 : Yokote basin）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	32466	角館	39°36.2	140°33.4	56	アメダス	●	●	●	●	●
2	32551	大曲	39°29.4	140°29.7	30	アメダス	●	●	●	●	
3	32596	横手	39°19.2	140°33.3	59	アメダス	●	●	●	●	●
4	32691	湯沢	39°11.2	140°27.8	74	アメダス	●	●	●	●	●

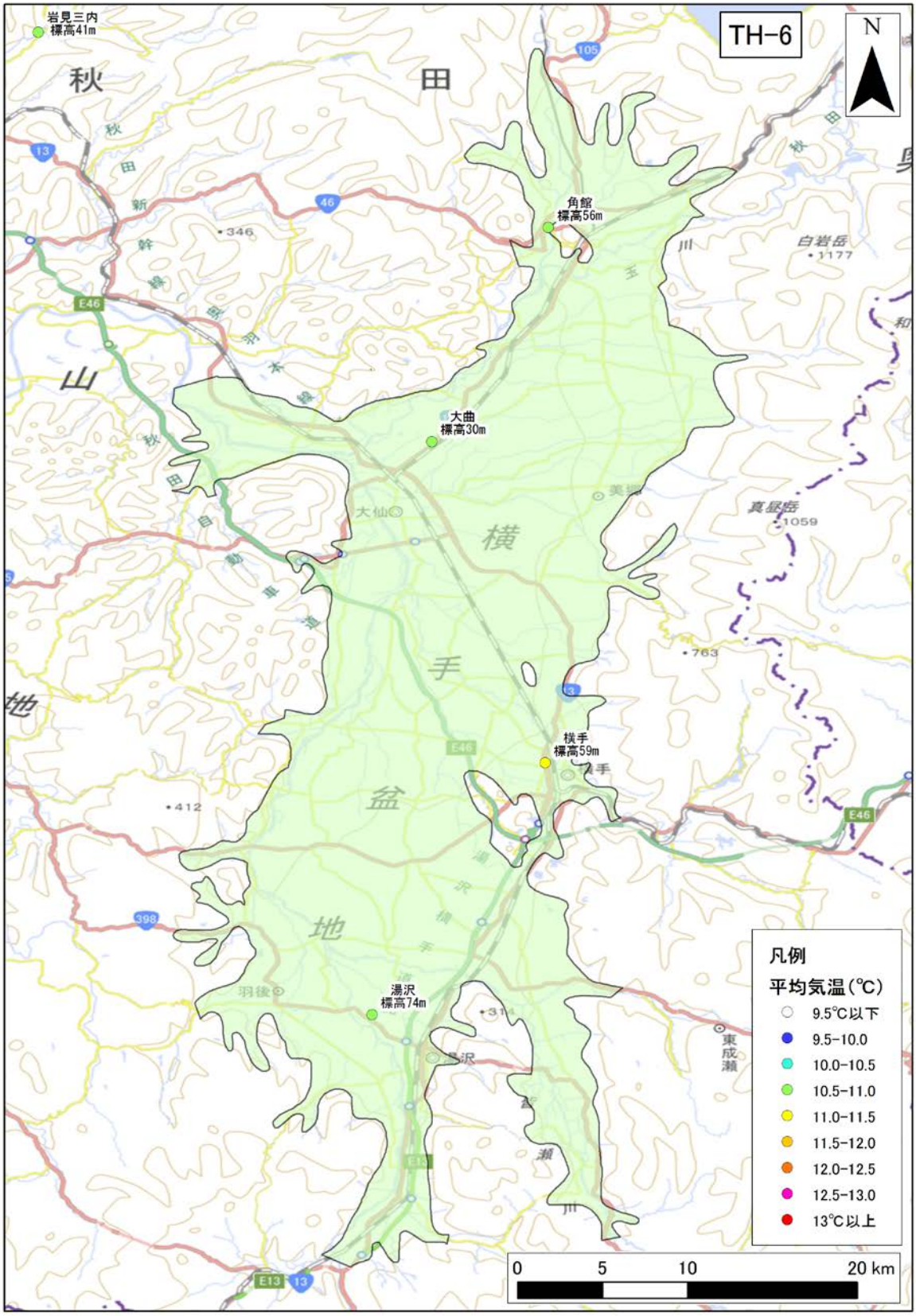


図 4-82　年平均気温の分布（TH-6 : Yokote basin）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

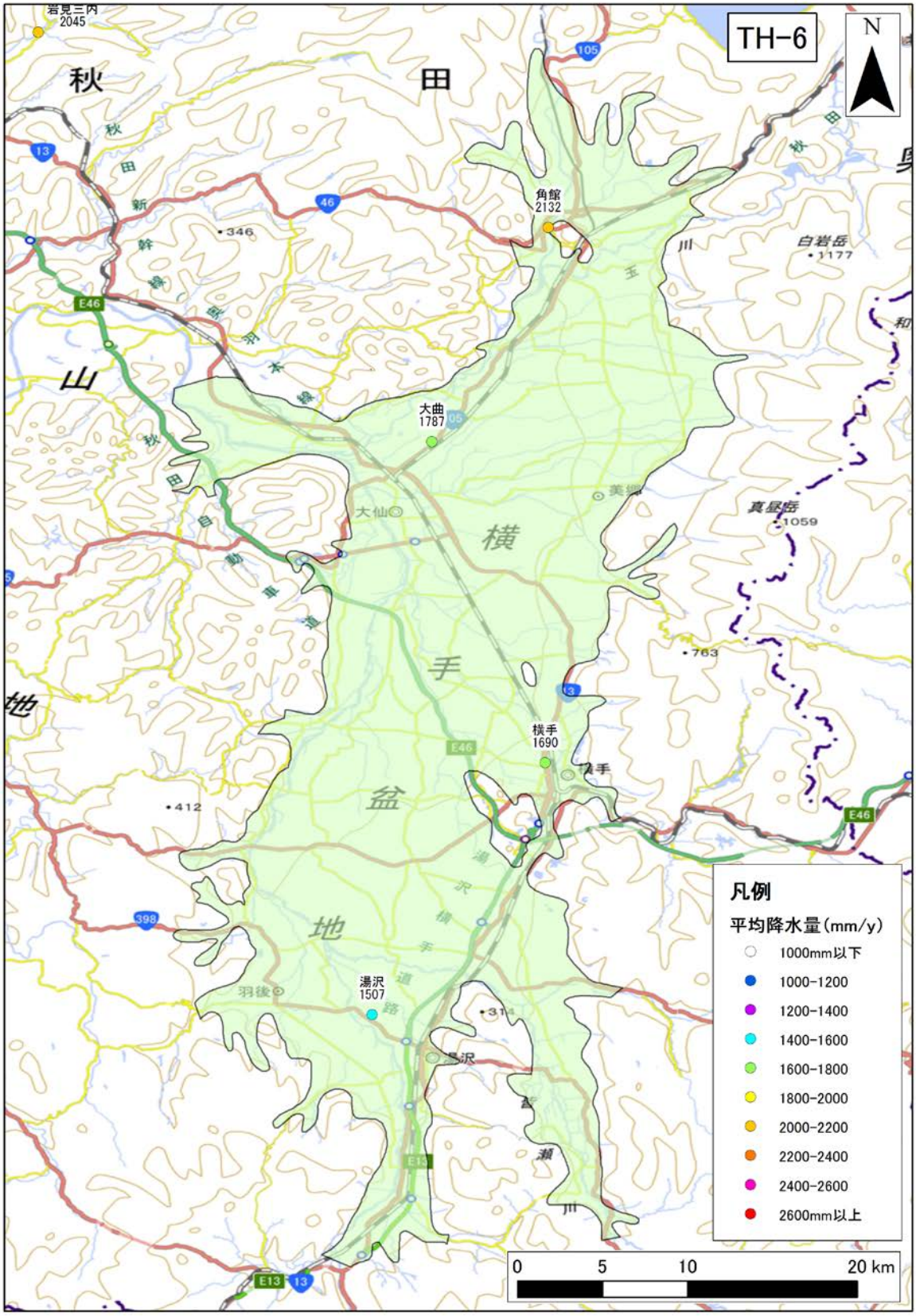


図 4-83　年間降水量の分布（TH-6 : Yokote basin）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。

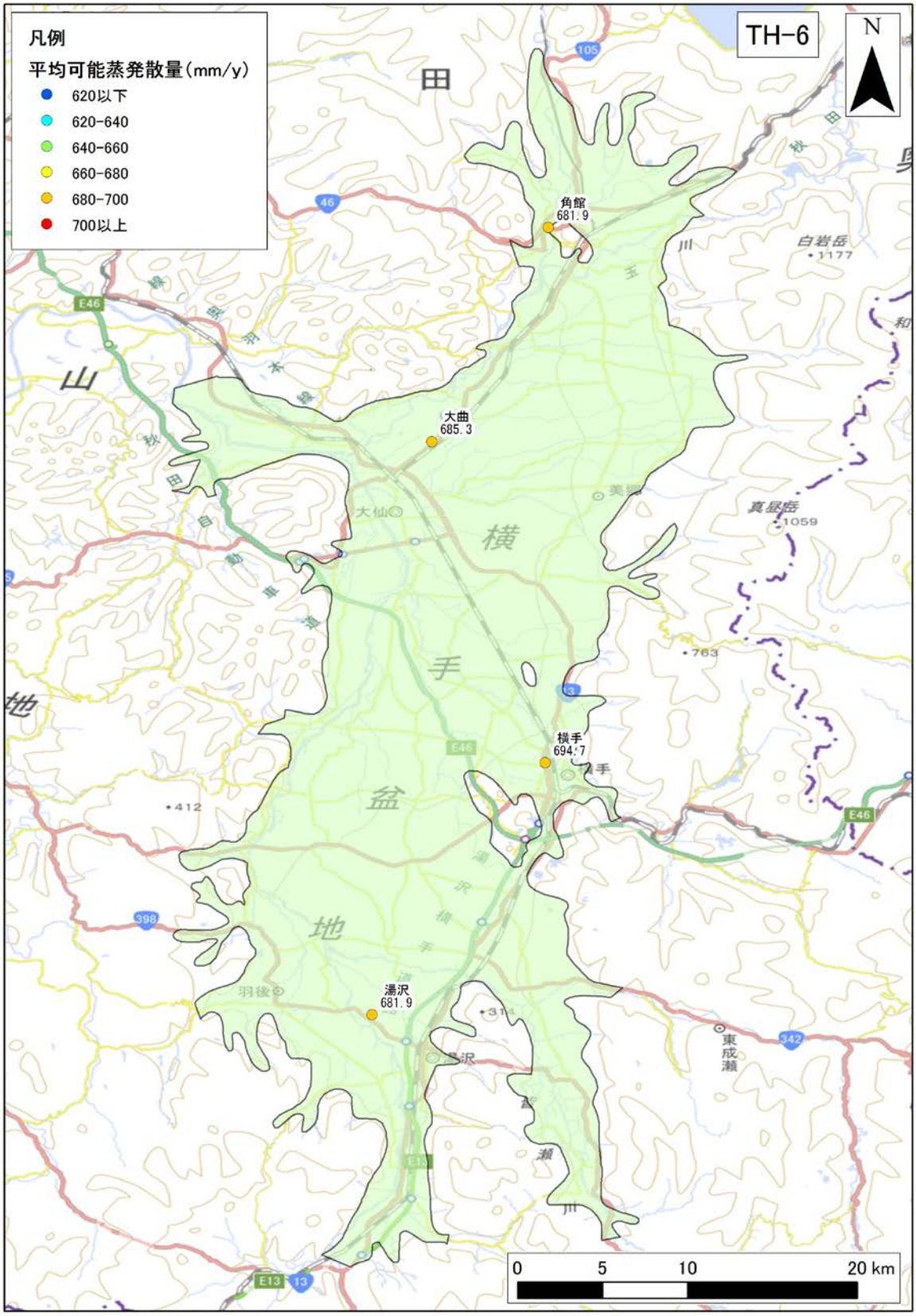


図 4-84　年間可能蒸発散量の分布（TH-6 : Yokote basin）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

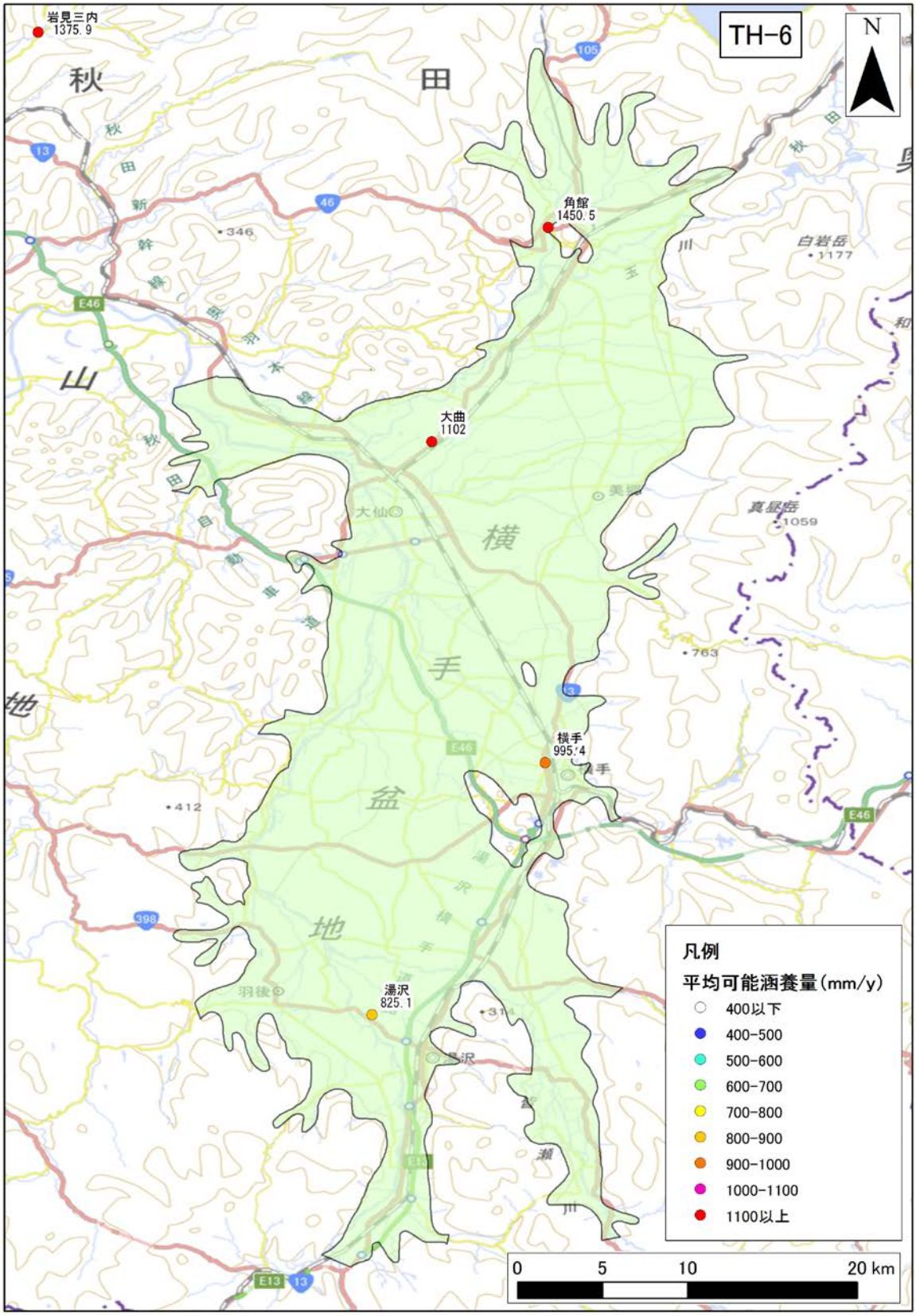


図 4-85　年間可能涵養量の分布（TH-6 : Yokote basin）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

TH-6：Yokote basin における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-86 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

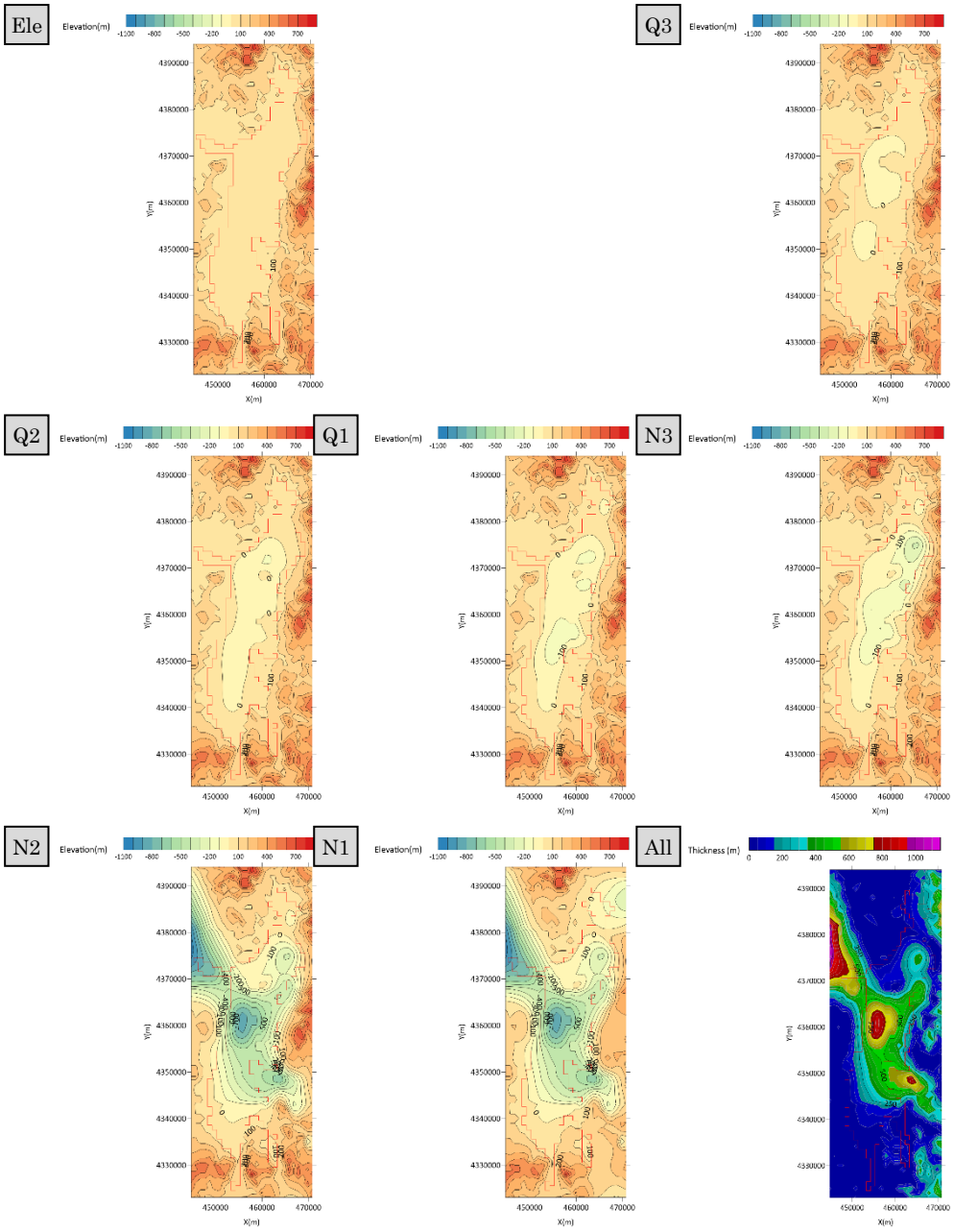


図 4-86　地質データ（TH-6 : Yokote basin）

4) **流量データ**

TH-6：Yokote basin 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-52 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を**表 4-53**、図 4-87 に示す。

表 4-52 流量観測地点一覧（TH-6 : Yokote basin）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	神宮寺	雄物川	雄物川	14.57	1943 年 05 月 01 日	3,337
2	大曲橋	雄物川	雄物川	19.30	1951 年 08 月 06 日	1,882
3	大上橋	雄物川	雄物川	32.50	1967 年 01 月 15 日	1,290
4	雄物川橋	雄物川	雄物川	43.86	1956 年 03 月 28 日	1,240
5	酒蒔	雄物川	雄物川	105.97	1965 年 04 月 01 日	401
6	岩館	雄物川	雄物川	128.16	1982 年 01 月 01 日	268
7	長野	雄物川	玉川	35.40	1957 年 04 月 01 日	1,088
8	岩崎橋	雄物川	皆瀬川	83.30	1953 年 04 月 09 日	547
9	安養寺	雄物川	成瀬川	122.00	1972 年 03 月 01 日	255
10	横手	雄物川	横手川	59.17	1959 年 04 月 01 日	216
11	広久内	雄物川	玉川	72.99	1989 年 10 月 27 日	596

表 4-53 流況一覧（TH-6 : Yokote basin）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	神宮寺	273.63	173.45	127.27	90.88	7.09	4.49	3.30	2.35
2	大曲橋	147.14	78.92	51.79	30.15	6.75	3.62	2.38	1.38
3	大上橋	102.86	53.59	30.32	11.64	6.89	3.59	2.03	0.78
4	雄物川橋	87.97	45.77	26.95	11.57	6.13	3.19	1.88	0.81
5	酒蒔	30.00	15.61	10.87	6.46	6.46	3.36	2.34	1.39
6	岩館	23.39	11.10	6.57	3.46	7.54	3.58	2.12	1.12
7	長野	91.86	61.41	42.32	27.31	7.29	4.88	3.36	2.17
8	岩崎橋	35.90	18.38	9.64	1.45	5.67	2.90	1.52	0.23
9	安養寺	24.33	12.05	7.58	4.52	8.24	4.08	2.57	1.53
10	横手	22.34	10.04	3.48	0.66	8.93	4.01	1.39	0.26
11	広久内	43.66	30.51	19.02	9.01	6.33	4.42	2.76	1.31
平均値		80.28	46.44	30.53	17.92	7.03	3.83	2.33	1.21

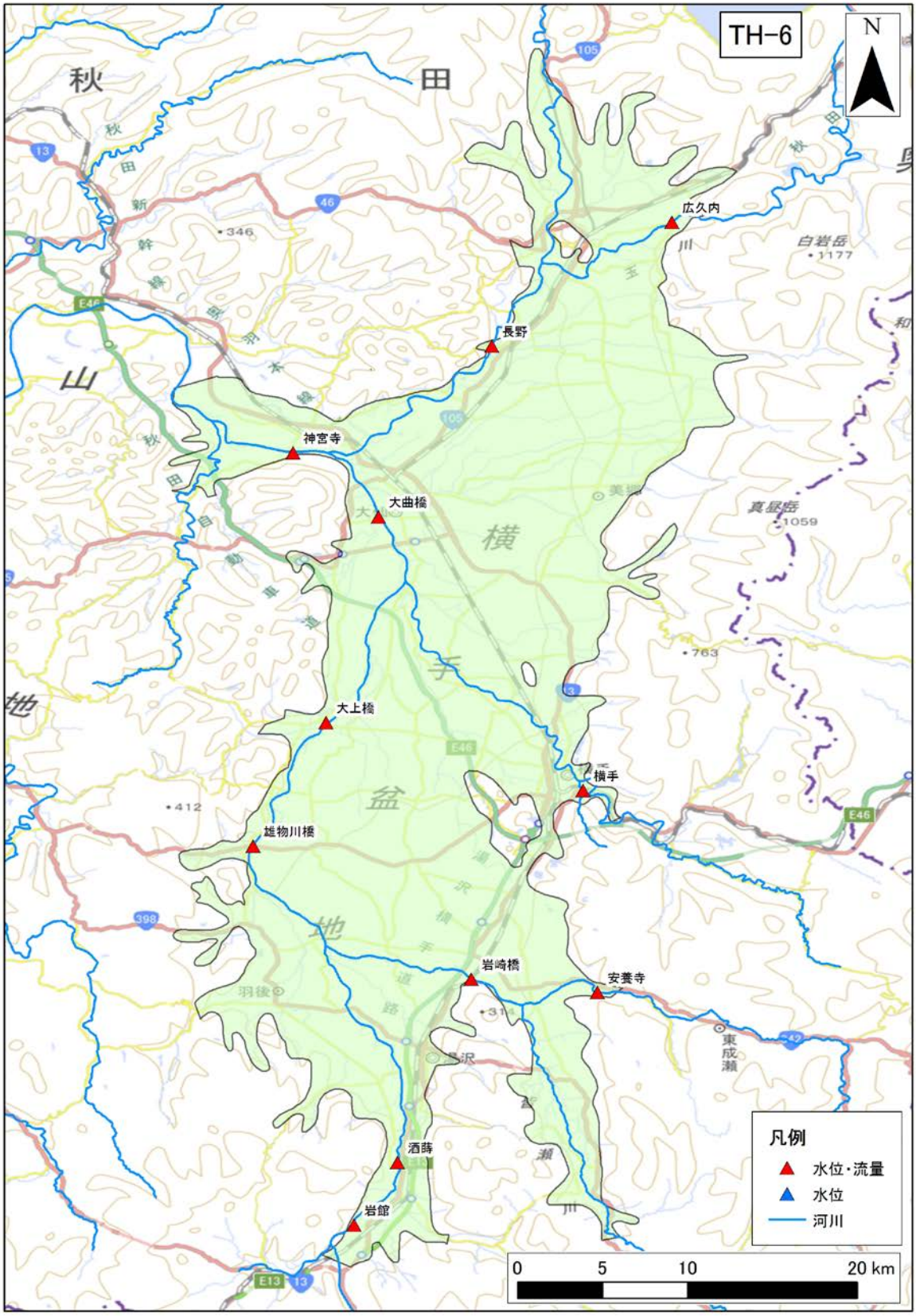


図 4-87　河川水位・流量観測地点位置図（TH-6 : Yokote basin）

（23） TH-7：Kitakami basin

1） **地下水位データ**

TH-7: Kitakami basin 領域内の地下水位観測地点は存在しなかった。

2） **気象データ**

TH-7 : Kitakami basin 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-54 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 4-88、図 4-89、図 4-90、図 4-91 に示す。

表 4-54 気象観測所一覧（TH-7 : Kitakami basin）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	33431	盛岡	39°41.9	141°9.9	155	アメダス	●	●	●	●	●
2	33501	紫波	39°32.8	141°7.6	125	アメダス	●	●	●	●	
3	33576	花巻	39°25.7	141°8.1	90	アメダス	●	●	●	●	
4	33711	金ヶ崎	39°13.5	141°0.9	170	アメダス	●				
5	33716	北上	39°17.3	141°6.6	61	アメダス	●	●	●	●	●
6	33776	若柳	39°8.4	141°3.8	97	アメダス	●	●	●	●	
7	33781	江刺	39°11	141°9.7	42	アメダス	●	●	●	●	
8	33911	一関	38°56	141°7.5	32	アメダス	●	●	●	●	●

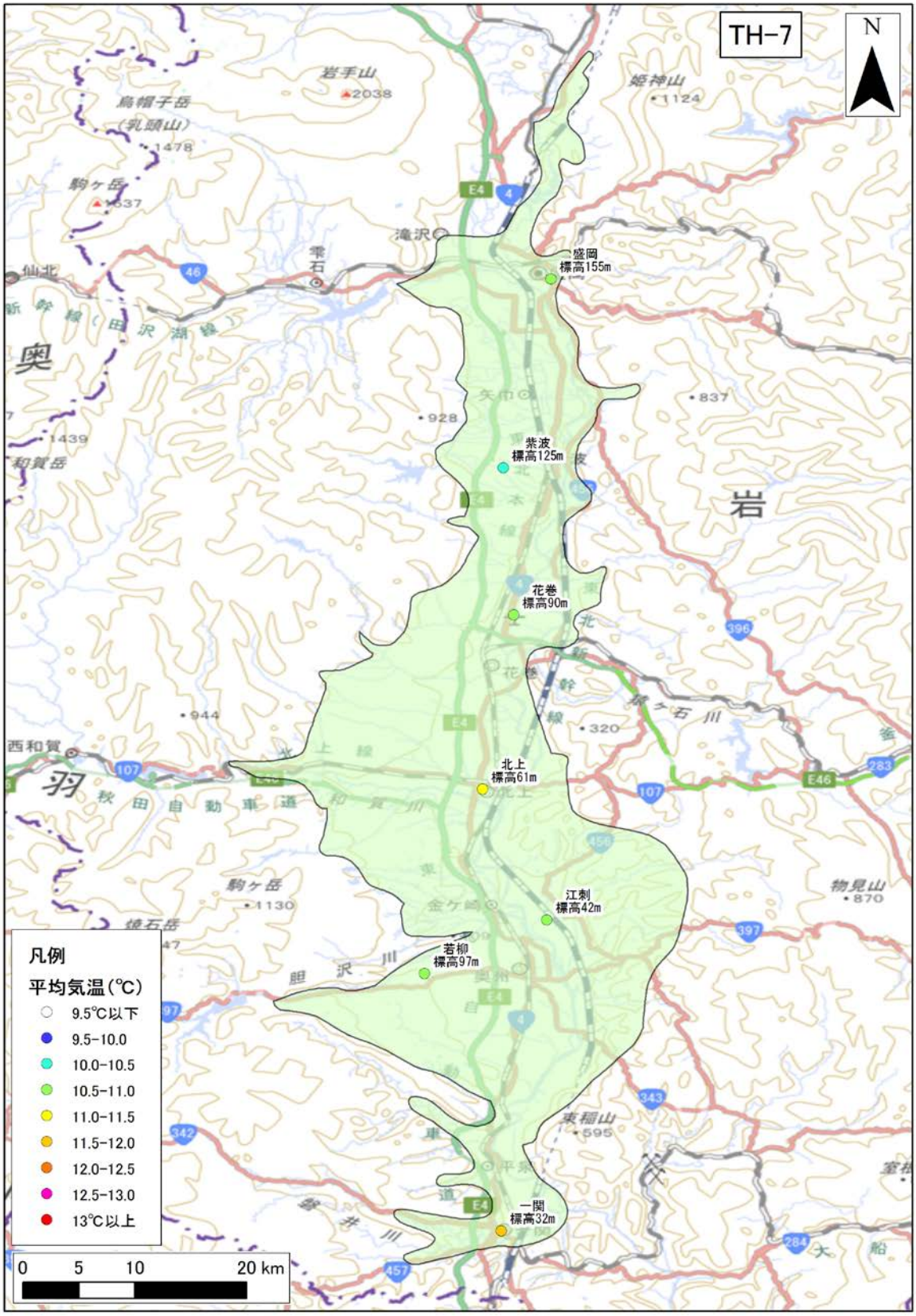


図 4-88　年平均気温の分布（TH-7 : Kitakami basin）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

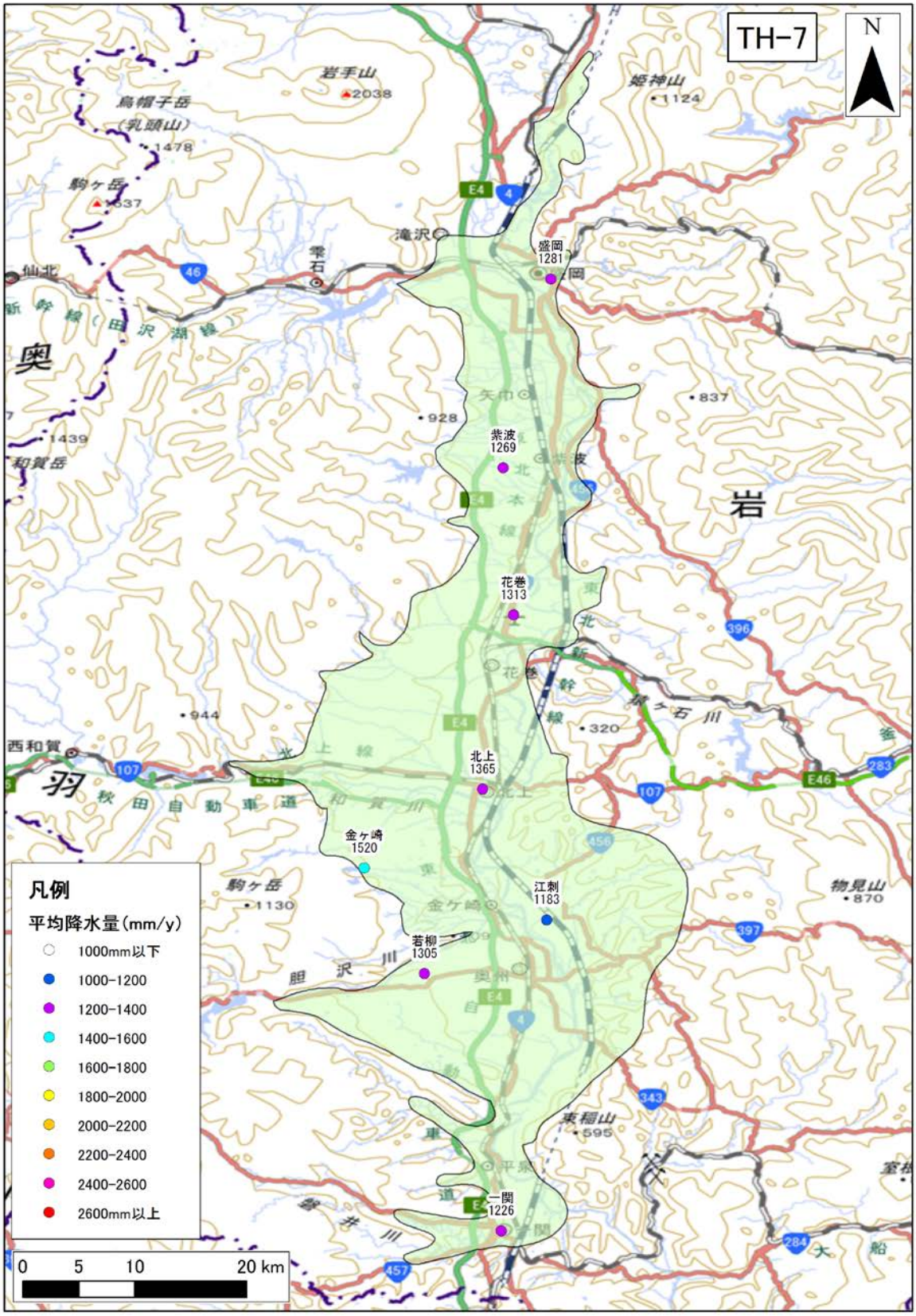


図 4-89　年間降水量の分布（TH-7 : Kitakami basin）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。

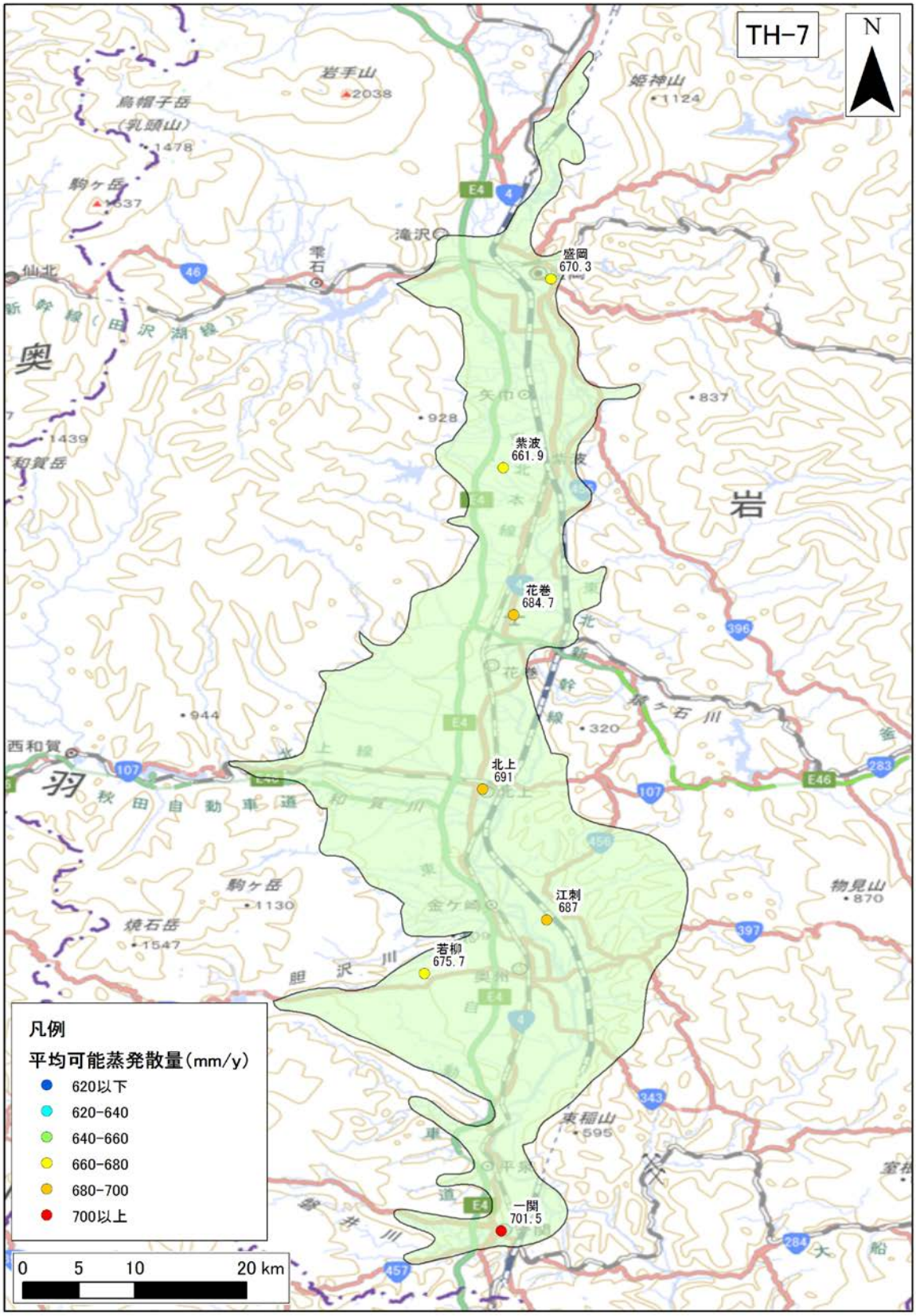


図 4-90　年間可能蒸発散量の分布（TH-7 : Kitakami basin）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

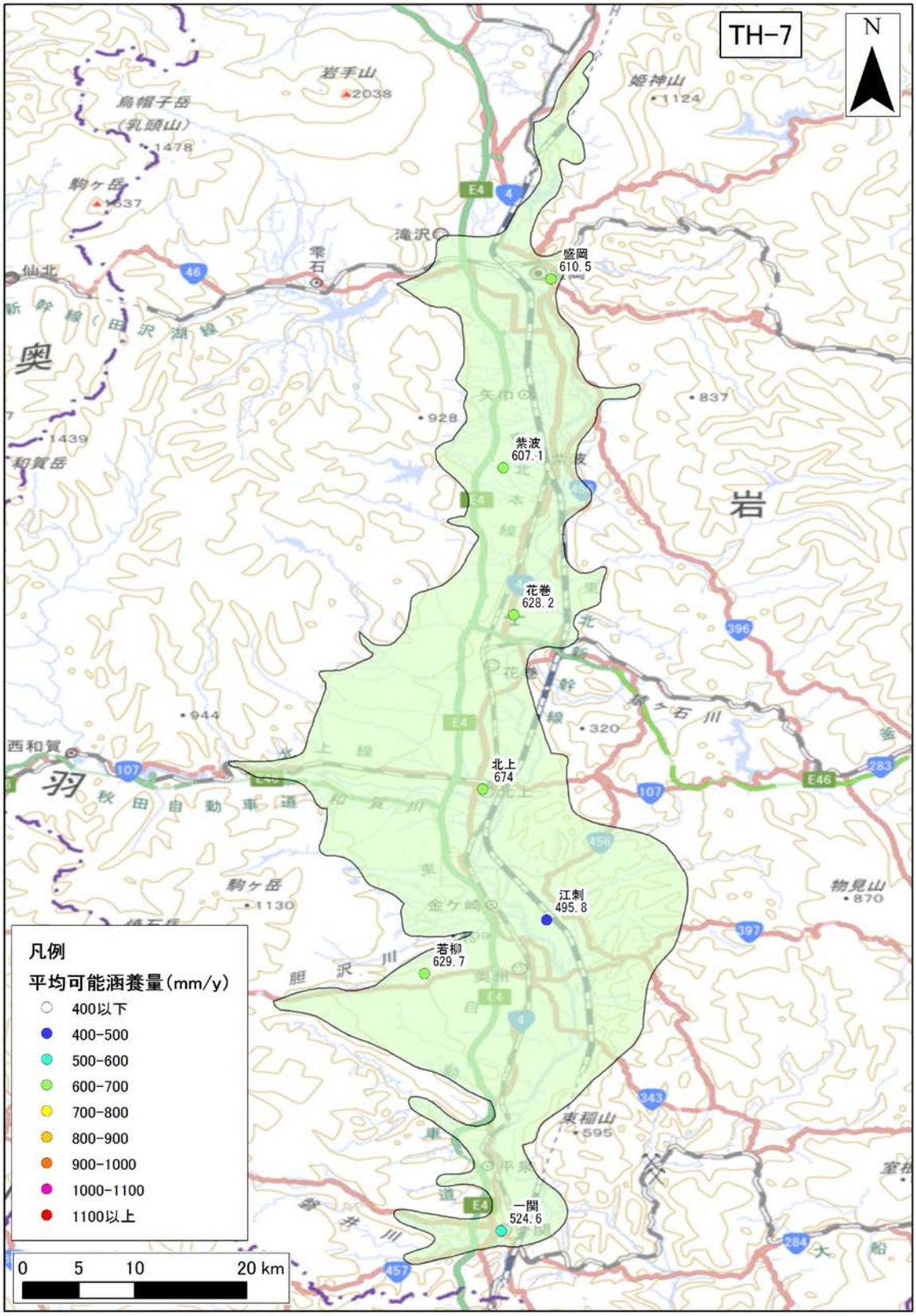


図 4-91　年間可能涵養量の分布（TH-7 : Kitakami basin）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

TH-7：Kitakami basin における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-92 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

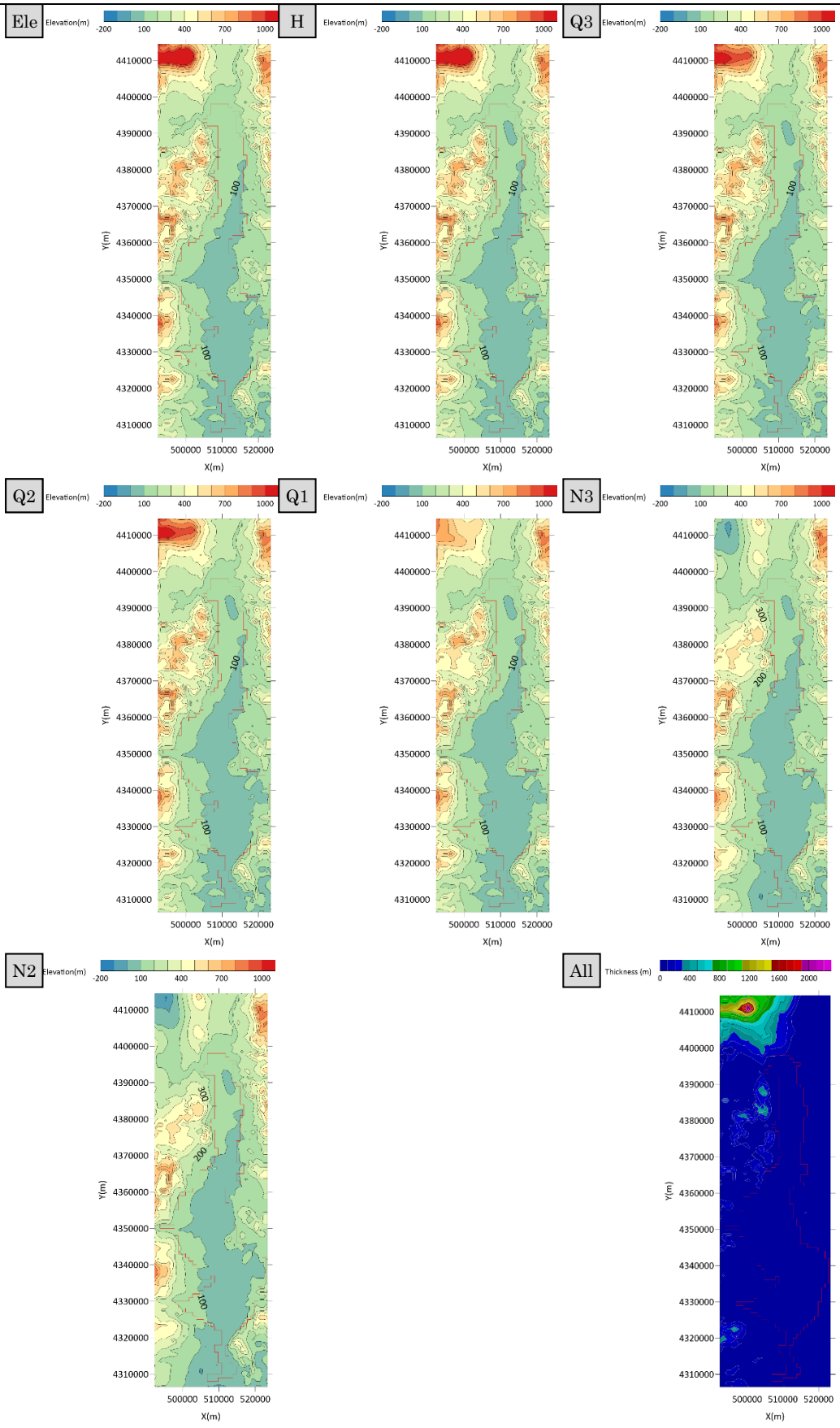


図 4-92　地質データ（TH-7 : Kitakami basin）

4) **流量データ**

TH-7 : Kitakami basin 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-55 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を**表 4-56**、図 4-93 に示す。

表 4-55 流量観測地点一覧（TH-7 : Kitakami basin）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	館坂橋	北上川	北上川	120.88	1953 年 11 月 01 日	1,218
2	明治橋	北上川	北上川	116.34	1948 年 12 月 01 日	2,185
3	紫波橋	北上川	北上川	89.56	1950 年 09 月 01 日	2,580
4	朝日橋	北上川	北上川	64.58	1954 年 10 月 01 日	4,229
5	男山	北上川	北上川	49.00	1949 年 04 月 01 日	5,459
6	金ヶ崎橋	北上川	北上川	38.85	1950 年 04 月 10 日	5,545
7	桜木橋	北上川	北上川	33.59	1950 年 04 月 10 日	6,006
8	大曲橋	北上川	北上川	22.34	1950 年 04 月 10 日	6,399
9	箱石	北上川	北上川	16.84	1961 年 02 月 01 日	6,485
10	狐禅寺	北上川	北上川	10.39	2005 年 01 月 01 日	7,066
11	山岸	北上川	中津川	136.00	1973 年 03 月 25 日	196
12	太田橋	北上川	雫石川	119.59	1974 年 03 月 15 日	745
13	不動橋	北上川	豊沢川	72.62	1965 年 05 月 01 日	164
14	岩瀬橋	北上川	広瀬川	40.11	1965 年 05 月 01 日	111
15	岩谷堂	北上川	人首川	36.34	1972 年 01 月 01 日	101
16	川西橋	北上川	衣川	24.37	1965 年 05 月 01 日	170
17	五串	北上川	磐井川	58.82	1966 年 04 月 10 日	173
18	釣山	北上川	磐井川	20.42	1949 年 03 月 10 日	280
19	広表	北上川	和賀川	66.50	1963 年 03 月 28 日	N/D

表 4-56　流況一覧（TH-7 : Kitakami basin）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	館坂橋	56.93	40.52	30.08	18.48	4.04	2.88	2.13	1.31
2	明治橋	109.65	72.16	51.62	33.56	4.34	2.85	2.04	1.33
3	紫波橋	128.52	85.42	60.41	40.49	4.30	2.86	2.02	1.36
4	朝日橋	169.41	117.64	86.62	59.00	3.46	2.40	1.77	1.21
5	男山	276.38	188.20	134.87	84.23	4.37	2.98	2.13	1.33
6	金ヶ崎橋	321.39	212.10	149.25	91.83	5.01	3.31	2.33	1.43
7	桜木橋	317.60	213.70	155.05	99.38	4.57	3.07	2.23	1.43
8	大曲橋	303.27	200.31	144.65	93.99	4.09	2.70	1.95	1.27
9	箱石	354.95	238.63	170.55	108.82	4.73	3.18	2.27	1.45
10	狐禅寺	354.40	236.10	169.25	111.61	4.33	2.89	2.07	1.36
11	山岸	7.12	3.75	2.44	1.41	3.14	1.66	1.08	0.62
12	太田橋	56.37	31.37	17.63	9.90	6.54	3.64	2.05	1.15
13	不動橋	12.92	7.95	4.95	2.36	6.80	4.18	2.60	1.24
14	岩瀬橋	3.33	2.13	1.45	0.66	2.59	1.65	1.13	0.51
15	岩谷堂	3.10	2.02	1.49	0.92	2.66	1.73	1.28	0.79
16	川西橋	6.80	3.88	2.66	1.49	3.47	1.98	1.35	0.76
17	五串	9.25	4.95	3.10	0.96	4.63	2.48	1.55	0.48
18	釣山	13.87	7.99	5.03	2.21	4.28	2.47	1.55	0.68
19	広表	94.74	72.76	62.58	50.00	N/D	N/D	N/D	N/D
平均値		136.84	91.66	65.98	42.70	4.30	2.72	1.86	1.10

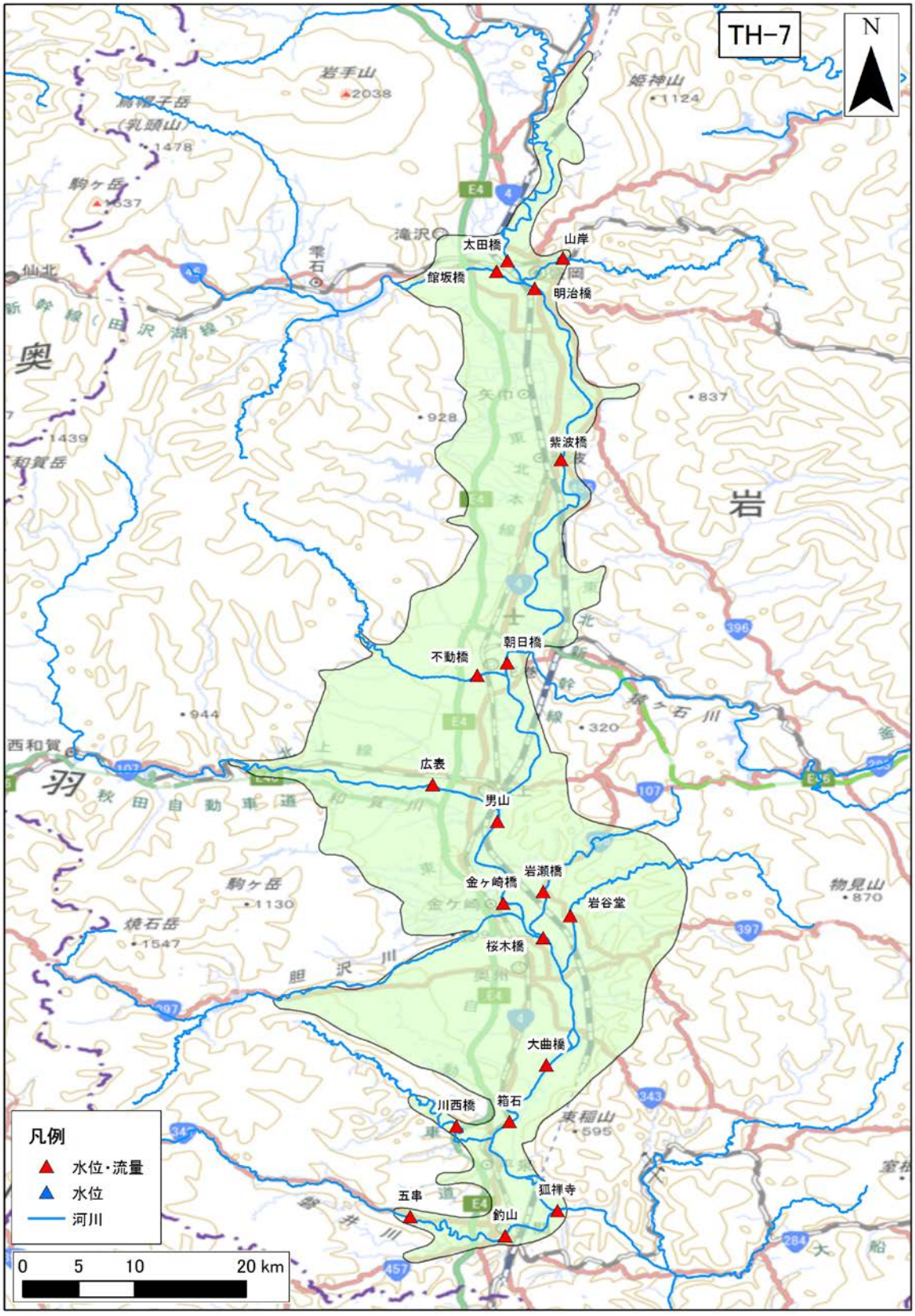


図 4-93　河川水位・流量観測地点位置図（TH-7 : Kitakami basin）

（24） TH-8：Shonai plain

1） **地下水位データ**

TH-8：Shonai plain 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-57 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-94 に示す。

表 4-57 地下水位観測地点一覧（TH-8 : Shonai plain）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	酒田 4 号井	酒田市	15.7	200	150	119～135.5	1987～2004	年表
2	宮野浦	酒田市	2.27	216	135	109～126	1987～2005	水水 DB・年表・水調
3	千河原	余目町	9.50	216	49	24.4～42.9	1987～2005	水水 DB・年表・水調
4	板戸	酒田市	3.66	216	75	60～71	1987～2005	水水 DB・年表・水調
5	三本木	三川町	8.51	216	70	57～66	1987～2005	水水 DB・年表・水調
6	鶴岡 No.3	鶴岡市	17.59	216	80	37.2～70.5	1987～2005	水水 DB・年表・水調
7	豊田	鶴岡市	9.50	216	66.3	53～60.8	1987～2005	水水 DB・年表・水調
8	文下	鶴岡市	11.76	60	60	23.9～59.9	1987～2005	水水 DB・年表・水調
9	蛸井興屋	藤島町	15.56	216	47	35～41.5	1987～1994	年表
10	鶴岡 No.2	鶴岡市	14.85	89	155	118～145	1987～2005	水水 DB・年表・水調
11	鶴岡 No.1	鶴岡市	15.09	89	43	27～41	1987～2005	水水 DB・年表・水調

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

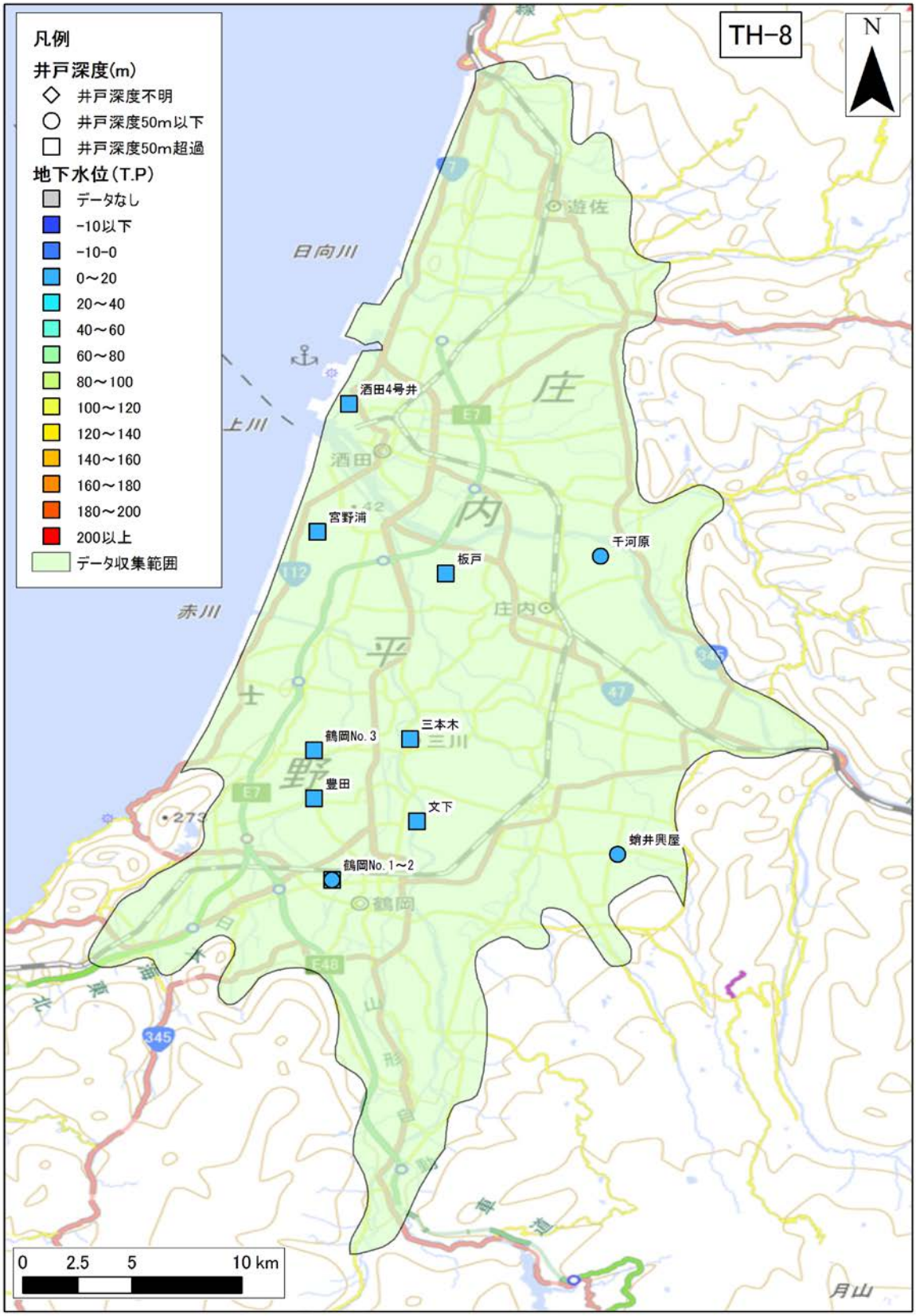


図 4-94　年平均地下水位分布図（TH-8 : Shonai plain）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2)　**気象データ**

TH-8 : Shonai basin 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-58 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 4-95、図 4-96、図 4-97、図 4-98 に示す。

表 4-58　気象観測所一覧（TH-8 : Shonai plain）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	35052	酒田	38'54.5	139'50.6	3	アメダス	●	●	●	●	●
2	35086	浜中	38'48.7	139'47.2	22	アメダス	●	●	●	●	
3	35141	鶴岡	38'44.1	139'49.7	16	アメダス	●	●	●	●	
4	35146	狩川	38'48	139'58.4	17	アメダス	●	●	●	●	●
5	35201	櫛引	38'40.3	139'50.9	33	アメダス	●				●

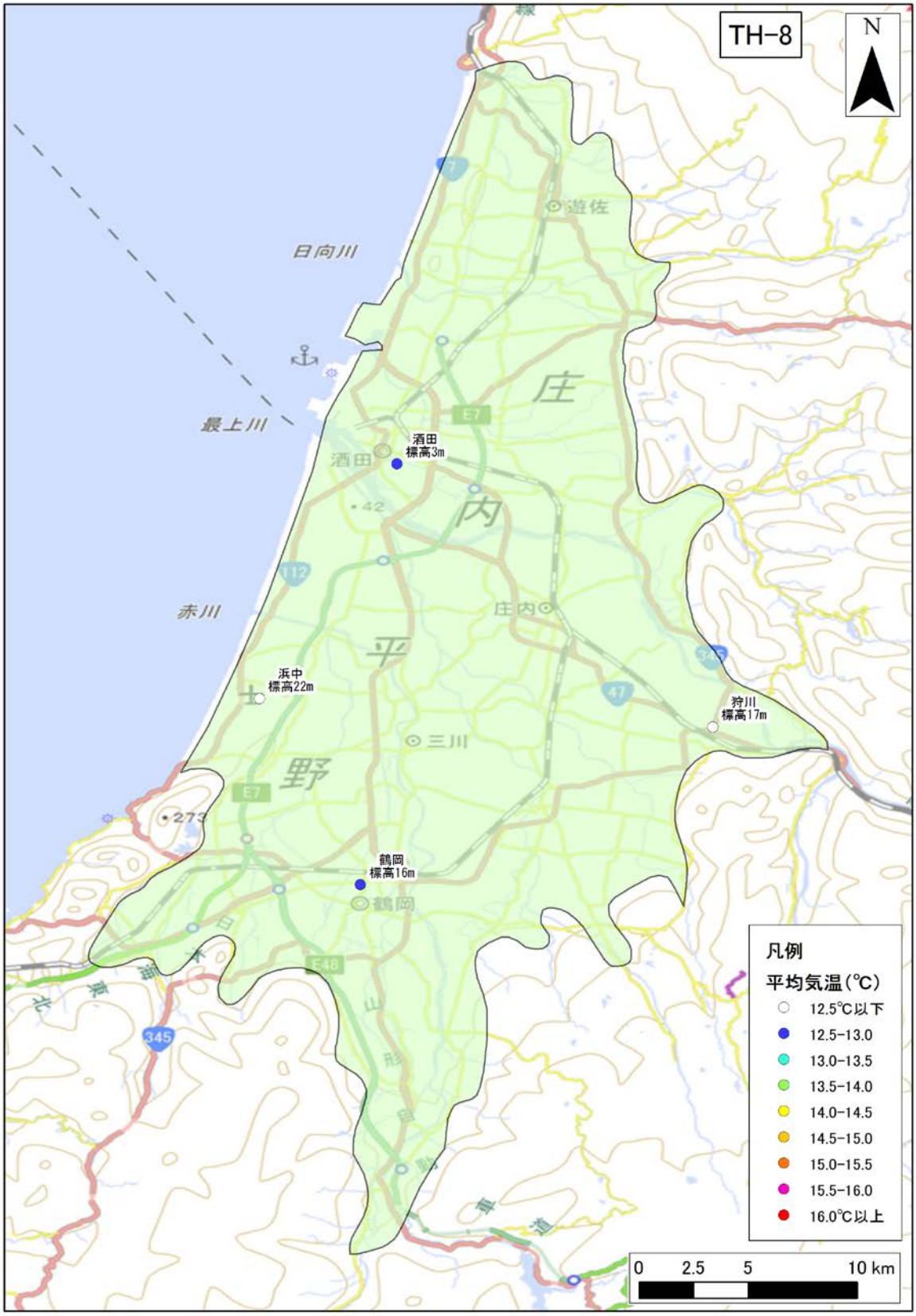


図 4-95　年平均気温の分布（TH-8 : Shonai plain）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

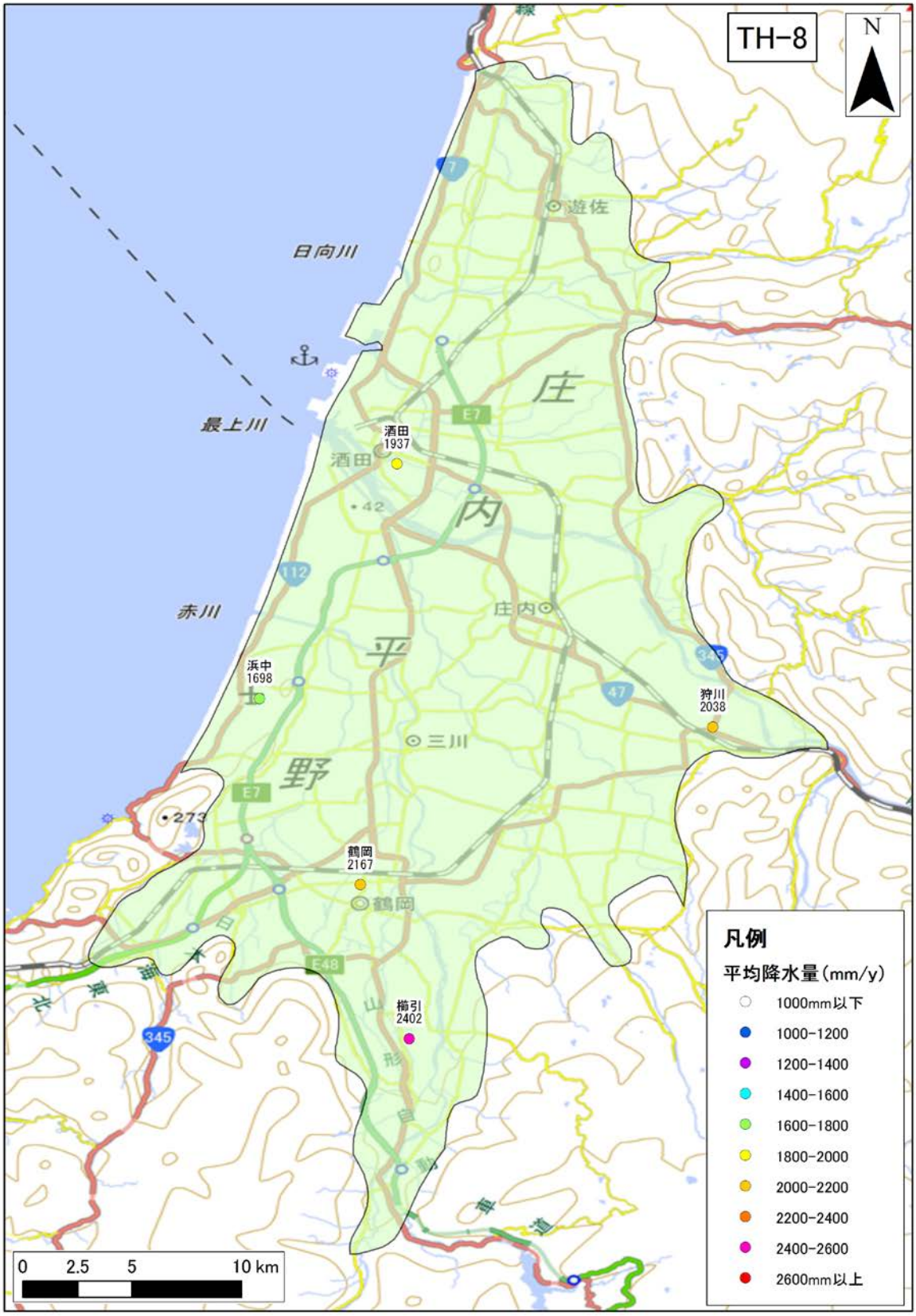


図 4-96　年間降水量の分布（TH-8 : Shonai plain）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。

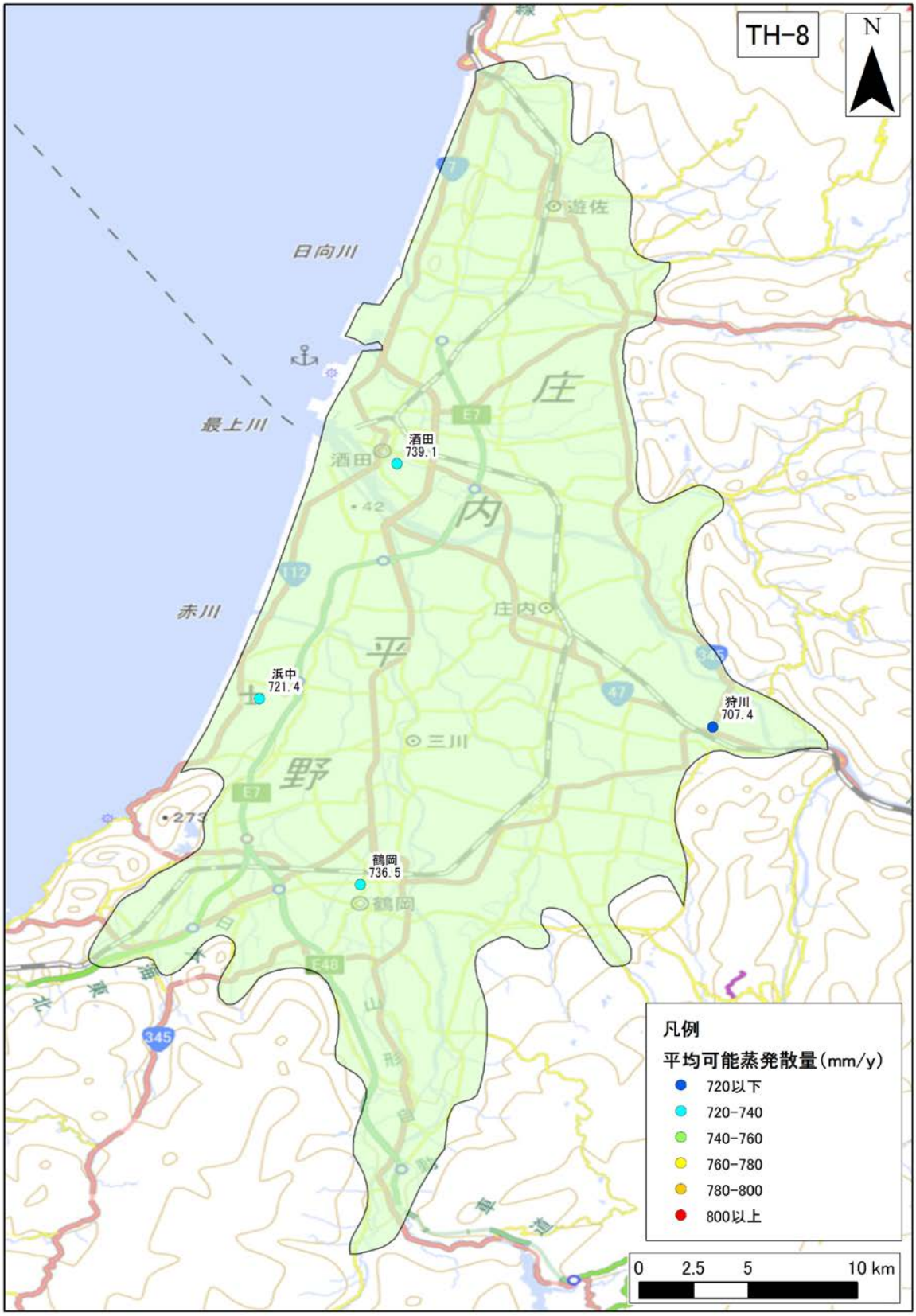


図 4-97　年間可能蒸発散量の分布（TH-8 : Shonai plain）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

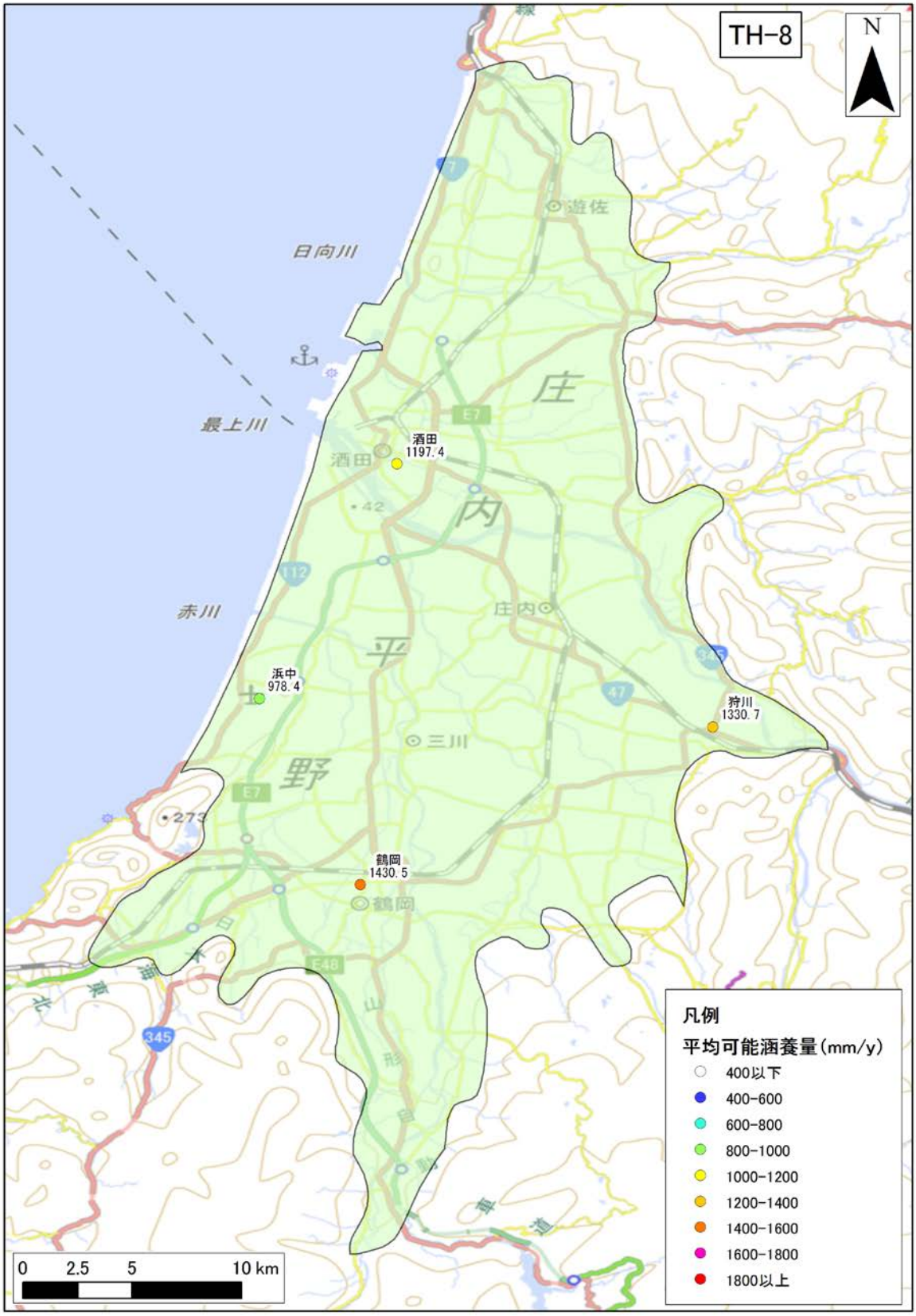


図 4-98　年間可能涵養量の分布（TH-8 : Shonai plain）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

TH-8：Shonai plain における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-99 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

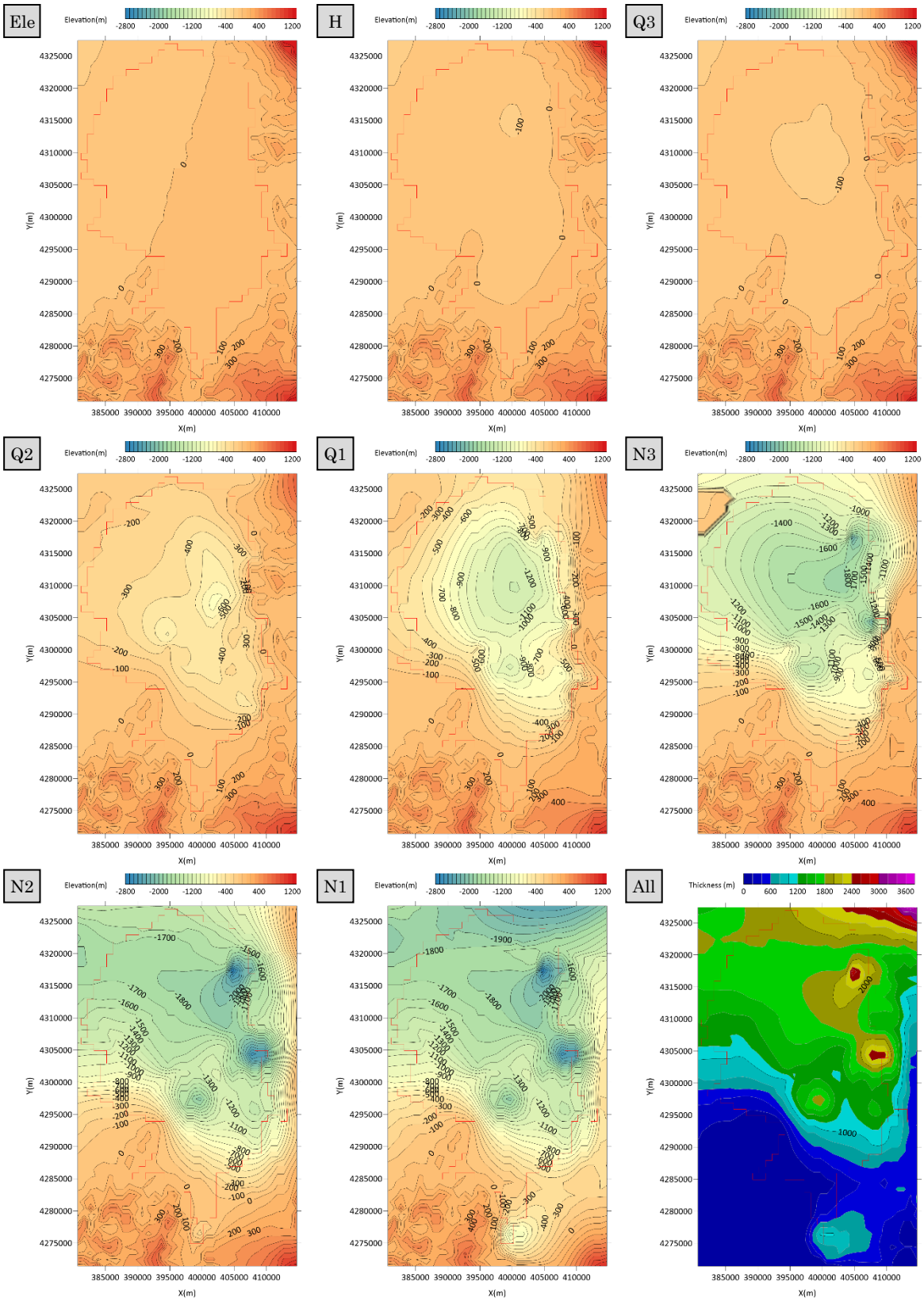


図 4-99　地質データ（TH-8 : Shonai plain）

4) **流量データ**

TH-8 : Shonai plain 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-59 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を
表 4-60、図 4-100 に示す。

表 4-59 流量観測地点一覧（TH-8 : Shonai plain）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	臼ヶ沢	最上川	最上川	0.02	1947 年 04 月 01 日	6,471
2	砂越	最上川	最上川	-0.11	1964 年 11 月 05 日	6,497
3	両羽橋	最上川	最上川	-0.13	1952 年 12 月 01 日	6,519
4	広田	最上川	京田川	-0.09	1969 年 11 月 01 日	248
5	笹目橋	赤川	赤川	79.80	1975 年 03 月 01 日	254
6	熊出	赤川	赤川	62.98	1965 年 04 月 01 日	552
7	羽黒橋	赤川	赤川	10.63	1968 年 01 月 01 日	629
8	横山	赤川	赤川	3.94	1970 年 07 月 01 日	647
9	浜中	赤川	赤川	1.62	1946 年 08 月 01 日	695
10	落合左岸	赤川	梵字川	73.48	2000 年 09 月 30 日	552
11	落合右岸	赤川	梵字川	71.85	2000 年 09 月 30 日	552

表 4-60 流況一覧（TH-8 : Shonai plain）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	臼ヶ沢	508.86	296.92	186.00	92.88	6.79	3.96	2.48	1.24
2	砂越	487.95	303.18	200.70	107.34	6.49	4.03	2.67	1.43
3	両羽橋	473.77	367.62	305.27	220.57	6.28	4.87	4.05	2.92
4	広田	27.10	20.57	15.94	9.53	9.45	7.17	5.56	3.32
5	笹目橋	29.15	6.61	2.73	1.93	9.93	2.25	0.93	0.66
6	熊出	78.94	41.75	21.84	3.03	12.37	6.54	3.42	0.47
7	羽黒橋	77.62	44.45	26.23	7.91	10.66	6.11	3.60	1.09
8	横山	91.44	55.74	33.68	14.73	12.21	7.44	4.50	1.97
9	浜中	101.45	59.21	35.82	13.89	12.61	7.36	4.45	1.73
10	落合左岸	66.77	38.71	22.22	10.48	10.46	6.06	3.48	1.64
11	落合右岸	25.54	13.43	7.37	3.14	4.00	2.10	1.16	0.49
平均値		178.96	113.47	77.98	44.13	9.21	5.26	3.30	1.54

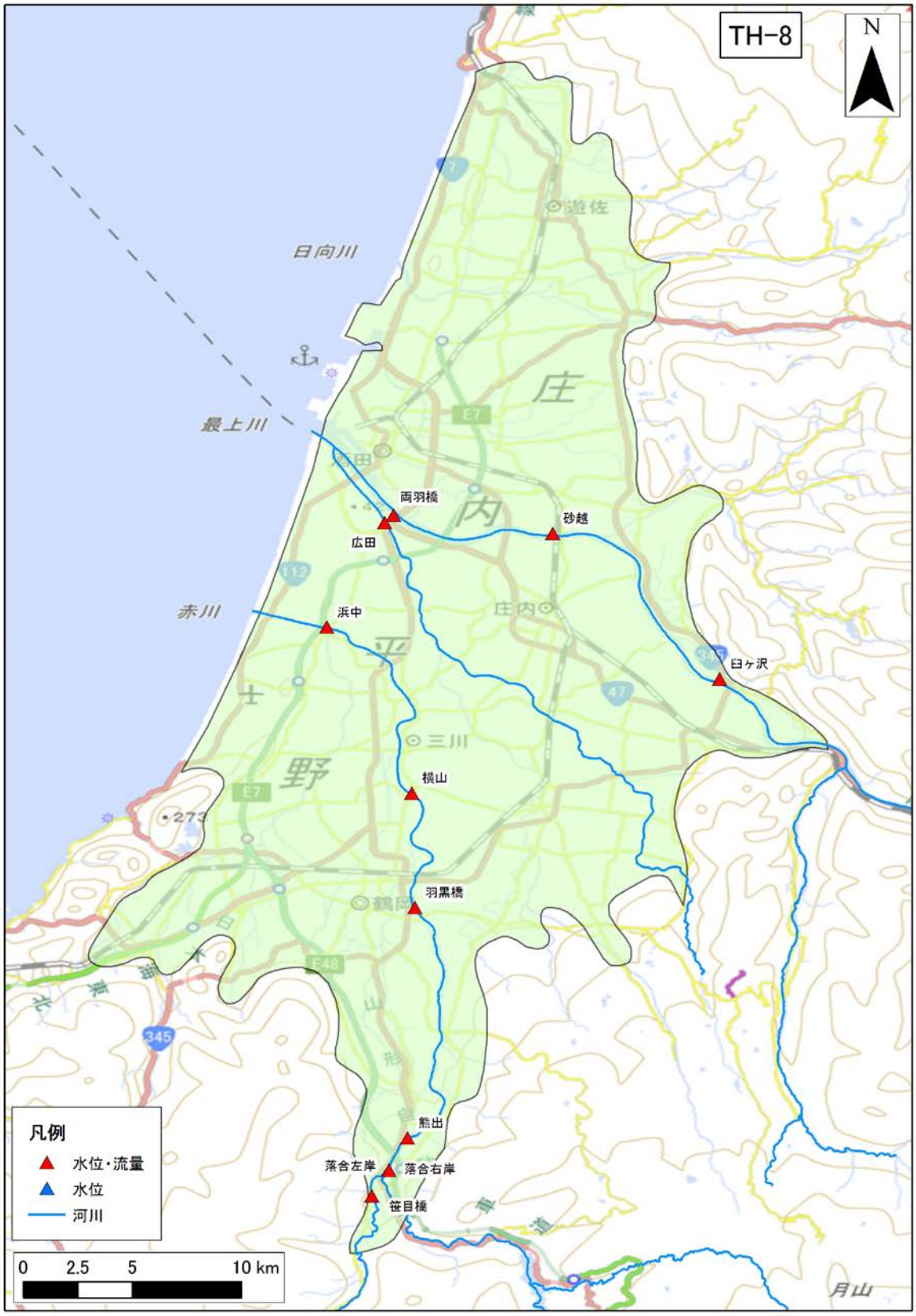


図 4-100　河川水位・流量観測地点位置図（TH-8 : Shonai plain）

（25） TH-10：Yamagata basin

1） **地下水位データ**

TH-10 : Yamagata basin 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-61 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-101 に示す。

表 4-61 地下水位観測地点一覧（TH-10 : Yamagata basin）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	村山 4 号井	天童市	98.2	200	100	78.5～90	1987～2004	年表・水調
2	山形 2 号井	山形市	112.23	200	57	41.8～47.4	1987～2004	年表・水調
3	山形 3 号井	山形市	145.7	200	251	97.2～108.2 135.7～141.2 157.7～168.7	1987～2004	年表・水調
4	山形 4 号井	山形市	193.5	150	30	10～22	1987～2004	年表・水調

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

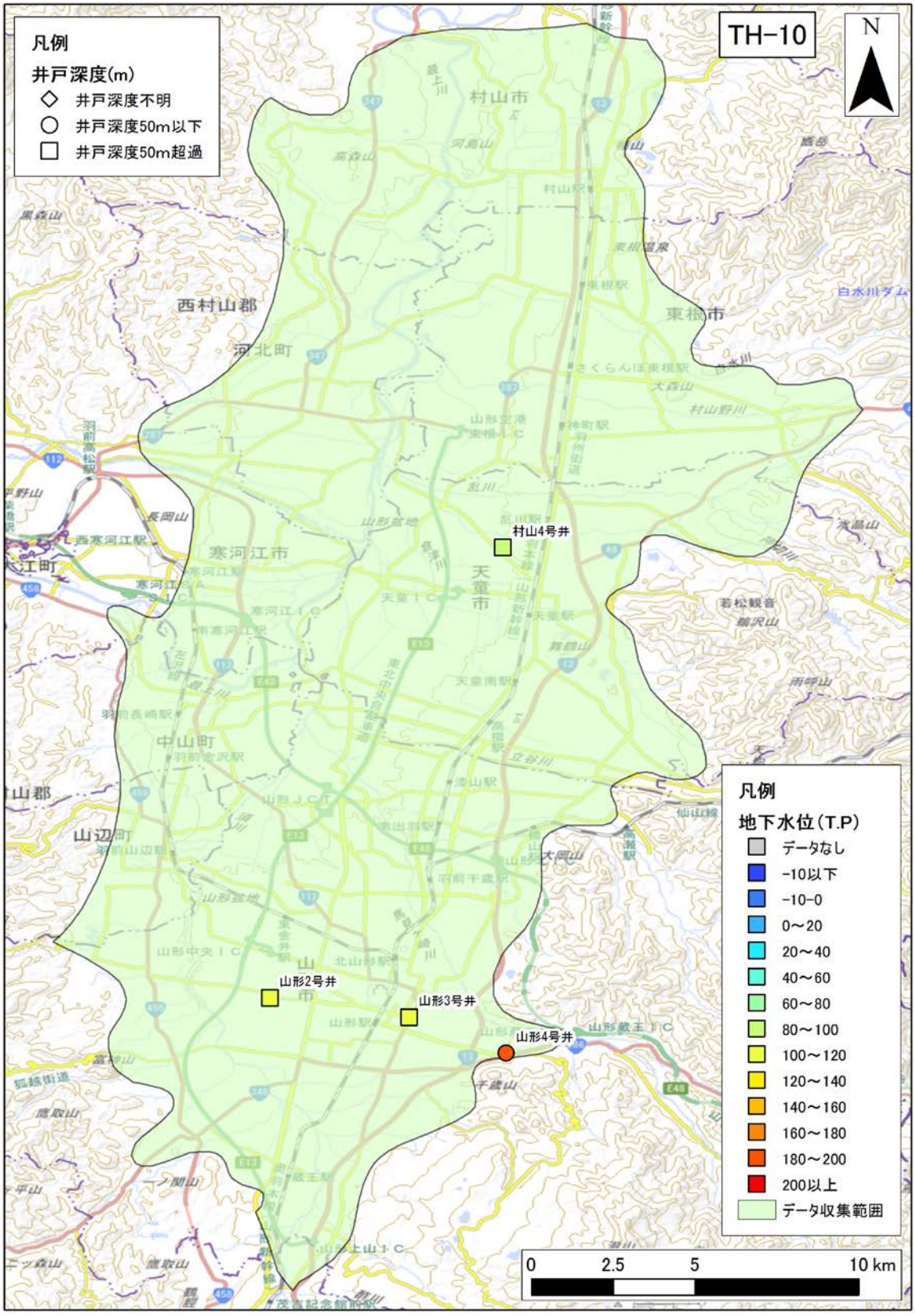


図 4-101　年平均地下水位分布図（TH-10 : Yamagata basin）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2)　**気象データ**

TH-10 : Yamagata basin 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-62 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 4-102、図 4-103、図 4-104、図 4-105 に示す。

表 4-62　気象観測所一覧（TH-10 : Yamagata basin）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	35332	村山	38'27.6	140'20.9	80	アメダス	●	●	●	●	
2	35334	東根	38'24.7	140'22.2	105	アメダス	●	●	●	●	
3	35426	山形	38'15.3	140'20.7	153	アメダス	●	●	●	●	●

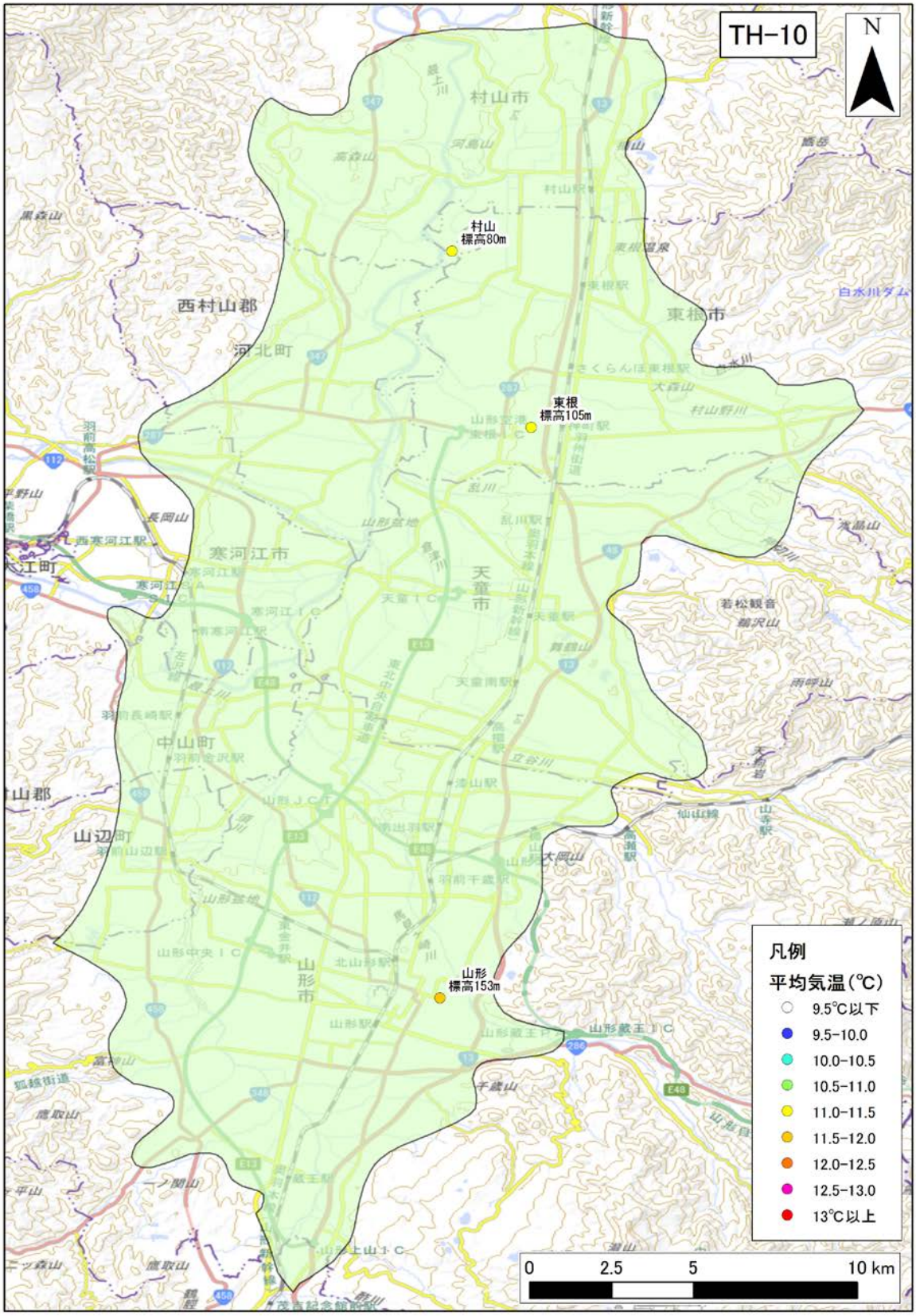


図 4-102　年平均気温の分布（TH-10 : Yamagata basin）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

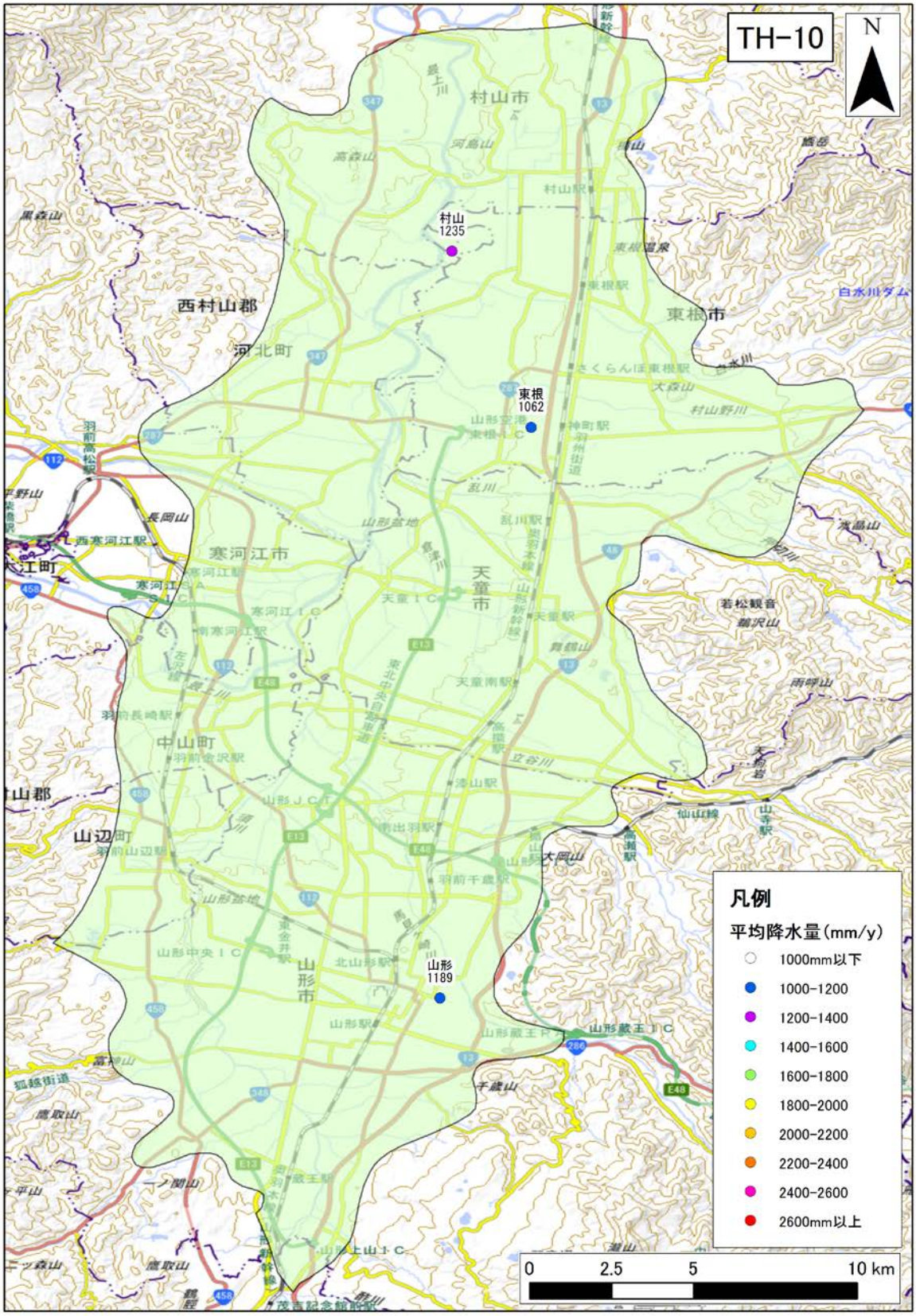


図 4-103　年間降水量の分布（TH-10 : Yamagata basin）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。

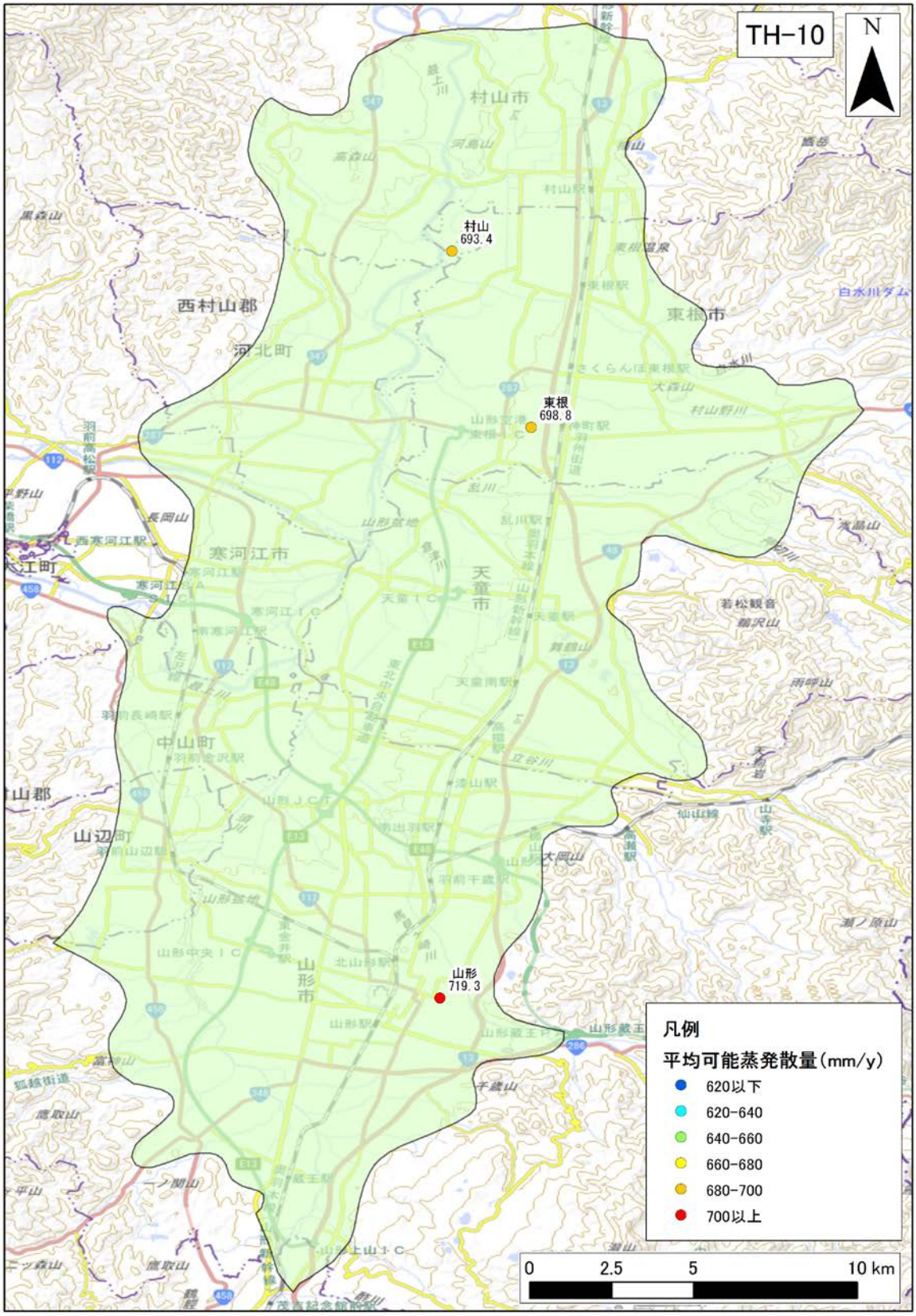


図 4-104　年間可能蒸発散量の分布（TH-10 : Yamagata basin）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

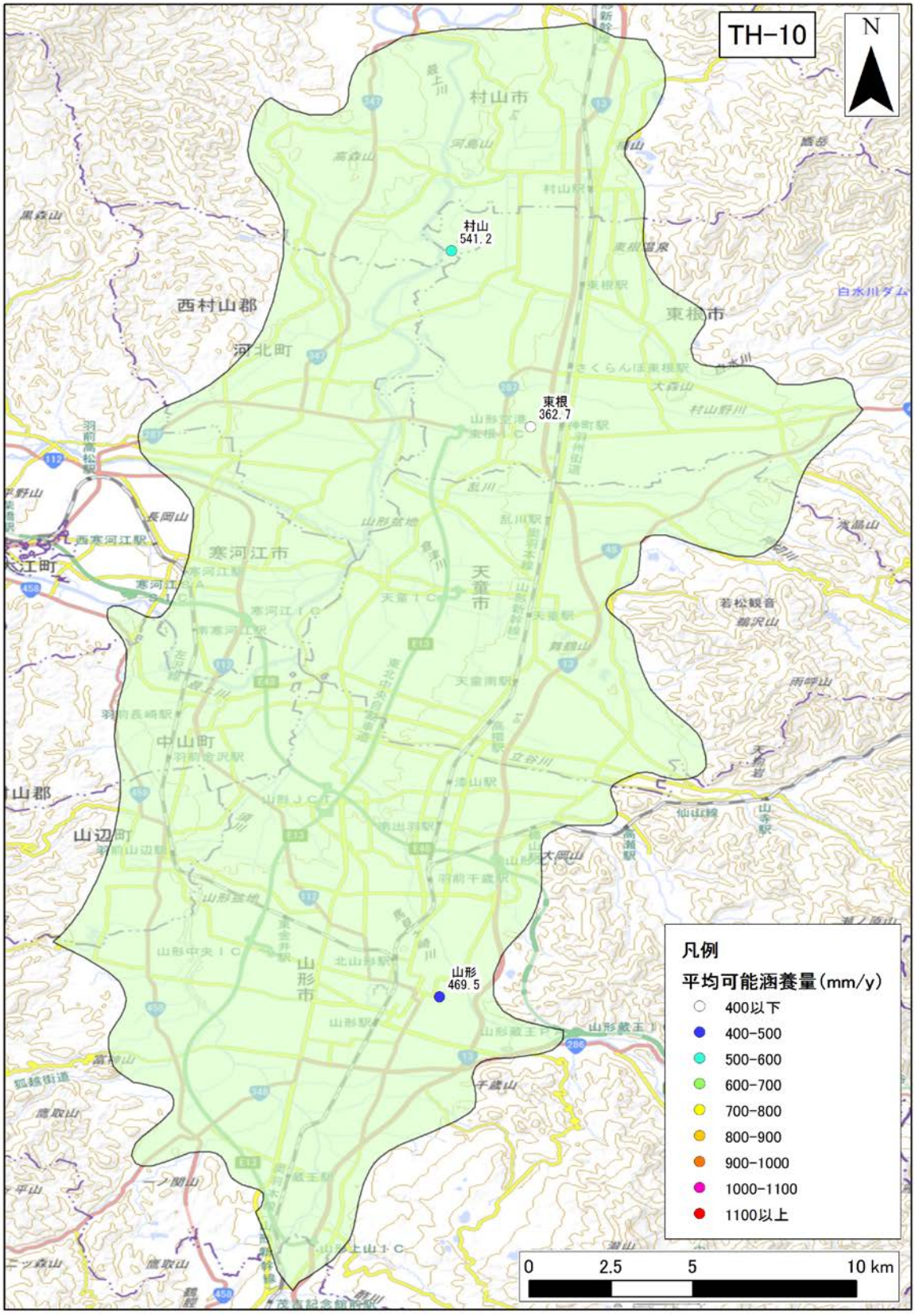


図 4-105　年間可能涵養量の分布（TH-10 : Yamagata basin）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

TH-10 : Yamagata basin における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-106 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

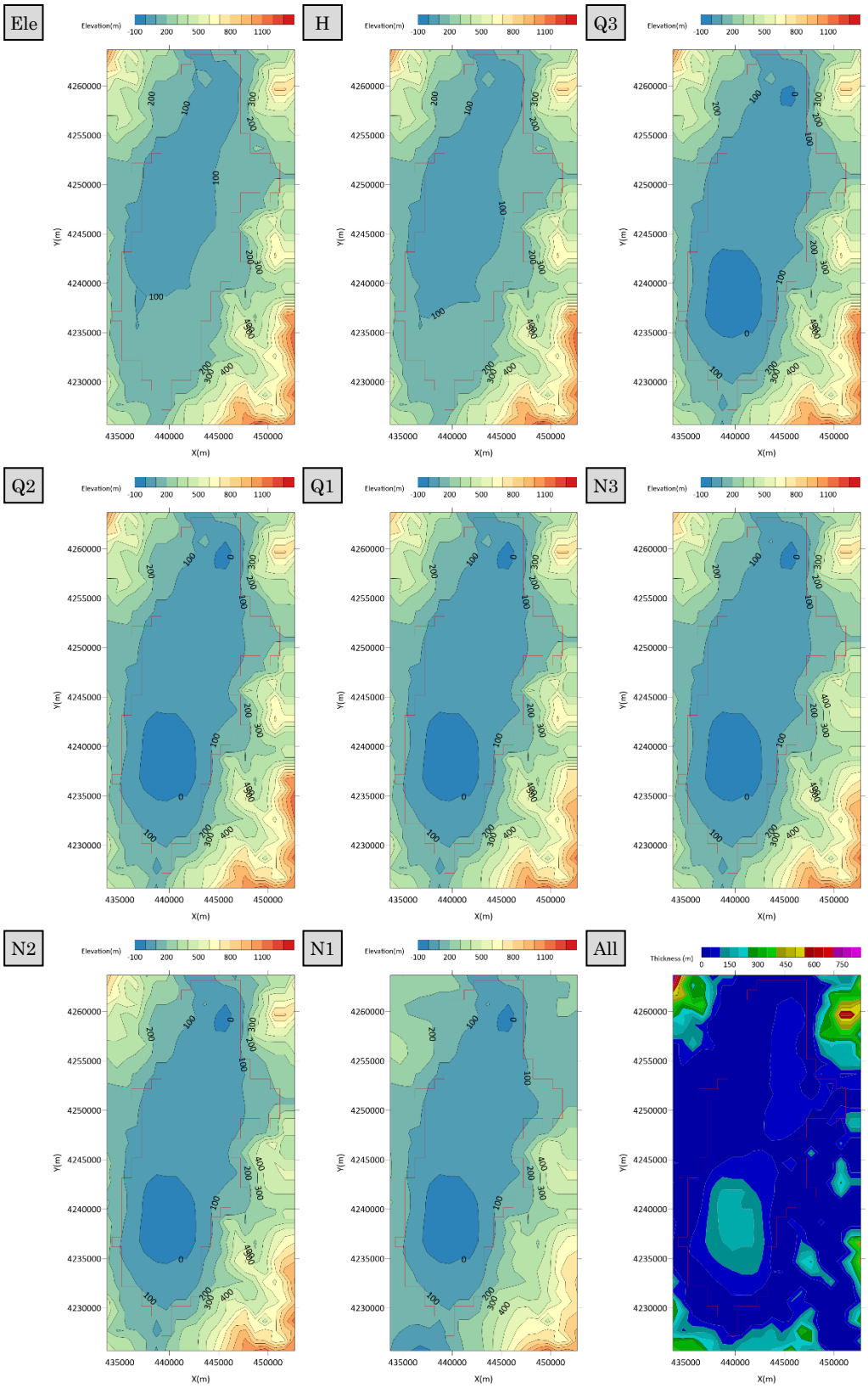


図 4-106　地質データ（TH-10 : Yamagata basin）

4) **流量データ**

TH-10 : Yamagata basin 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-5963 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-60、図 4-107 に示す。

表 4-63 流量観測地点一覧（TH-10 : Yamagata basin）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	稲下	最上川	最上川	63.08	1935 年 06 月 01 日	3,770
2	下野	最上川	最上川	69.57	1933 年 06 月 01 日	3,534
3	長崎	最上川	最上川	77.64	1951 年 04 月 01 日	2,147
4	西根	最上川	寒河江川	87.70	1959 年 04 月 01 日	478
5	寺津	最上川	須川	75.96	1942 年 01 月 04 日	661
6	鮨洗	最上川	須川	82.40	1942 年 01 月 01 日	422

表 4-64 流況一覧（TH-10 : Yamagata basin）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	稲下	265.34	155.70	103.83	58.42	6.08	3.57	2.38	1.34
2	下野	243.51	148.42	98.34	60.19	5.95	3.63	2.40	1.47
3	長崎	139.31	79.49	49.43	25.62	5.61	3.20	1.99	1.03
4	西根	48.58	25.99	15.96	8.39	8.78	4.70	2.89	1.52
5	寺津	29.68	18.70	14.06	9.63	3.88	2.44	1.84	1.26
6	鮨洗	18.84	12.88	9.43	6.17	3.86	2.64	1.93	1.26
平均値		124.21	73.53	48.51	28.07	5.69	3.36	2.24	1.31

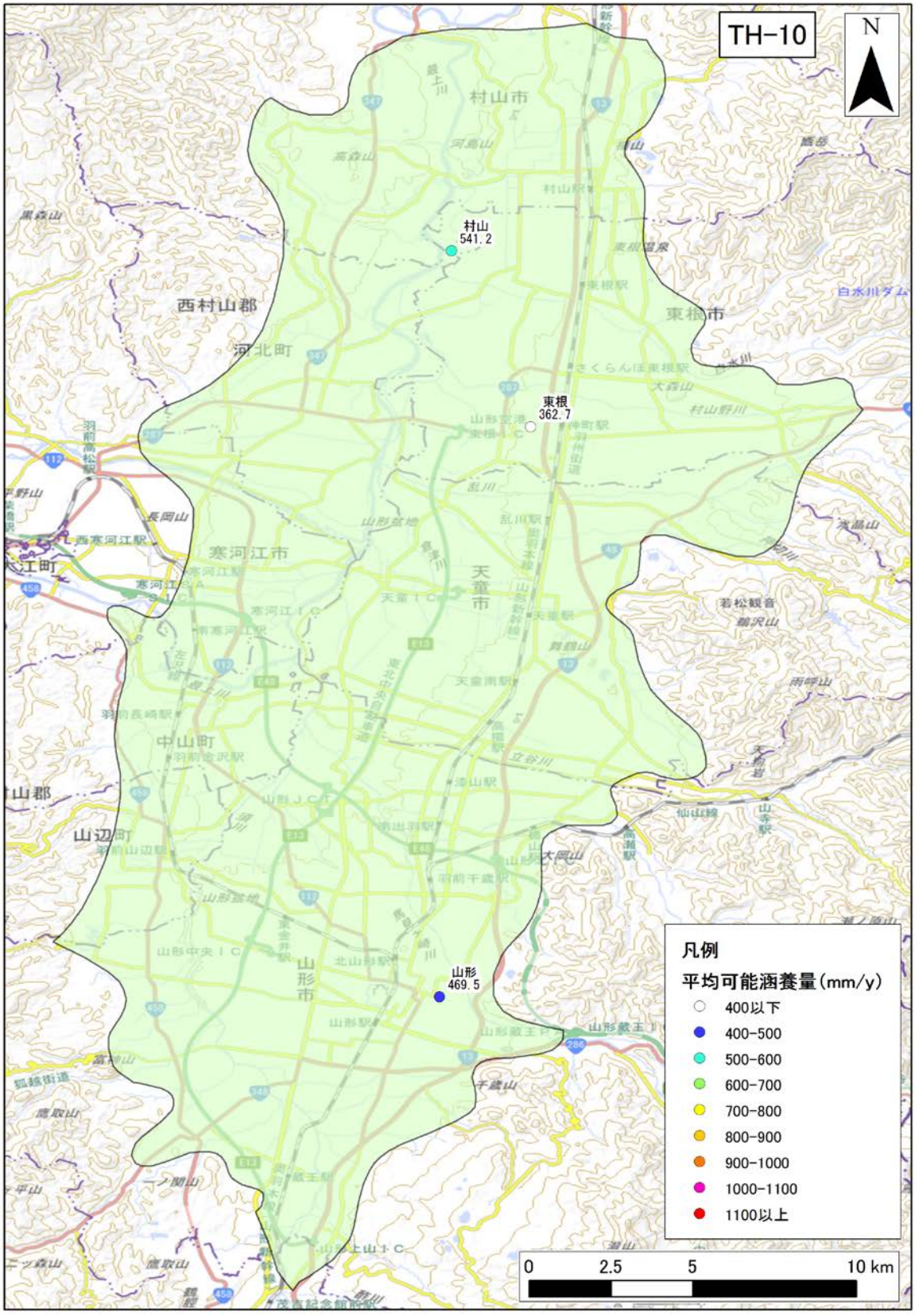


図 4-107　河川水位・流量観測地点位置図（TH-10 : Yamagata basin）

（26） TH-11：Ishimaki plain

1） **地下水位データ**

TH-11：Ishimaki plain 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-65 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-108 に示す。

表 4-65 地下水位観測地点一覧（TH-11：Ishimaki plain）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	中田	中田町	9.46	200	63	55～60	1987～2008	年表・水水 DB
2	米山	米山町	7.09	200	44	38～43	1987～2008	年表・水水 DB
3	田尻	田尻町	16.06	200	38	30～35	1987～2008	年表・水水 DB
4	中新田	中新田町	27.9	200	47	39～44	1987～2004	年表・水調
5	古川(浅)	古川市	19.51	200	25	13～24	1987～2008	年表・水水 DB
6	古川(深)	古川市	19.52	200	94	71～93	1987～2008	年表・水水 DB
7	小牛田	小牛田町	12.10	200	34	26～31	1987～2008	年表・水水 DB
8	涌谷	涌谷町	5.71	100	23	8.1～20.5	1987～2008	年表・水水 DB
9	和多田沼	南郷町	8.17	200	51.5	37～47.5	1987～2004	年表・水調
10	南郷	南郷町	4.60	200	50	4～15 26～31.5 44.5～50	1987～1989	年表
11	河南	河南町	2.59	200	45	31～42	1987～2008	年表・水水 DB
12	鹿島台	鹿島台町	3.69	200	30	22～27	1987～2004	年表・水調
13	石巻	石巻市	1.19	200	25	1.9～11	1987～2008	年表・水水 DB
14	大和	大和町	17.66	200	15	7～12	1987～2004	年表・水調

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

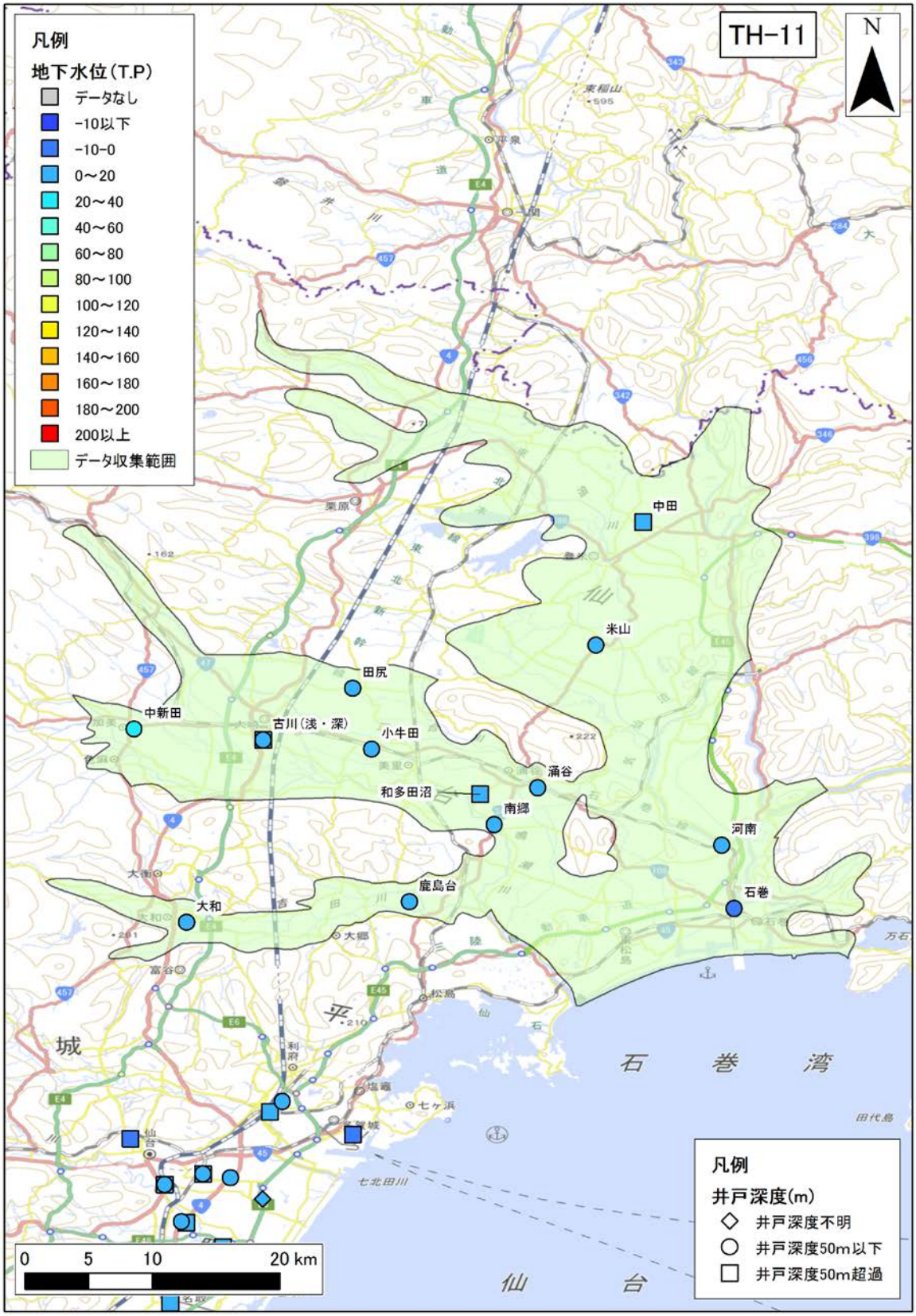


図 4-108　年平均地下水位分布図（TH-11 : Ishimaki plain）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2)　**気象データ**

TH-11 : Ishimaki plain 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-66 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 4-109、図 4-110、図 4-111、図 4-112 に示す。

表 4-66　気象観測所一覧（TH-11 : Ishimaki plain）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	34171	米山	38°37.6	141°11.3	5	アメダス	●	●	●	●	
2	34216	古川	38°35.9	140°54.7	28	アメダス	●	●	●	●	●
3	34231	桃生	38°33.6	141°14.7	5	アメダス	●	●	●		
4	34276	鹿島台	38°27.6	141°5.5	3	アメダス	●	●	●	●	
5	34286	東松島	38°25.6	141°12.8	4	アメダス	●	●	●		
6	34292	石巻	38°25.6	141°17.9	43	アメダス	●	●	●	●	●



図 4-109　年平均気温の分布（TH-11 : Ishimaki plain）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

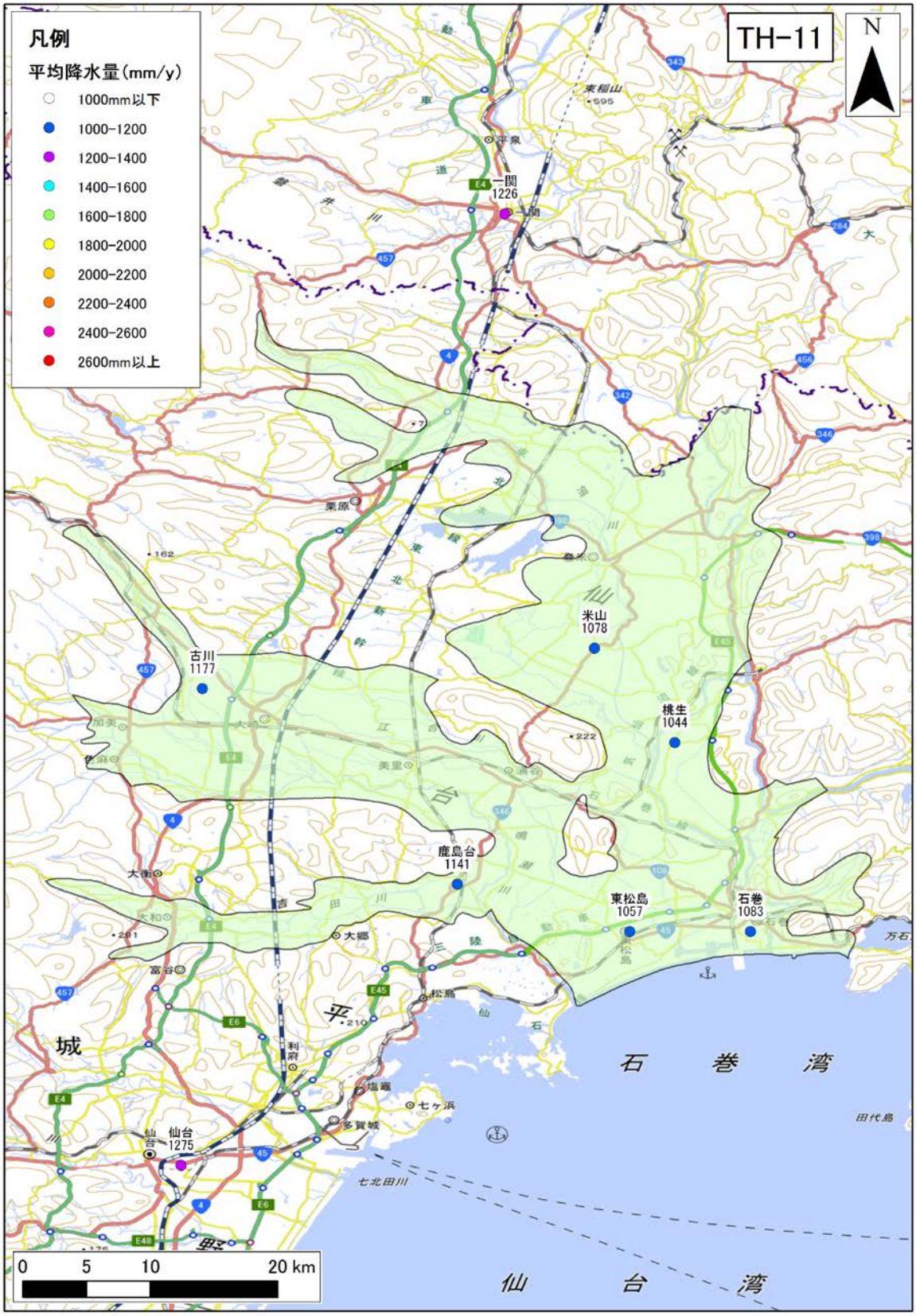


図 4-110　年間降水量の分布（TH-11 : Ishimaki plain）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。



図 4-111　年間可能蒸発散量の分布（TH-11 : Ishimaki plain）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

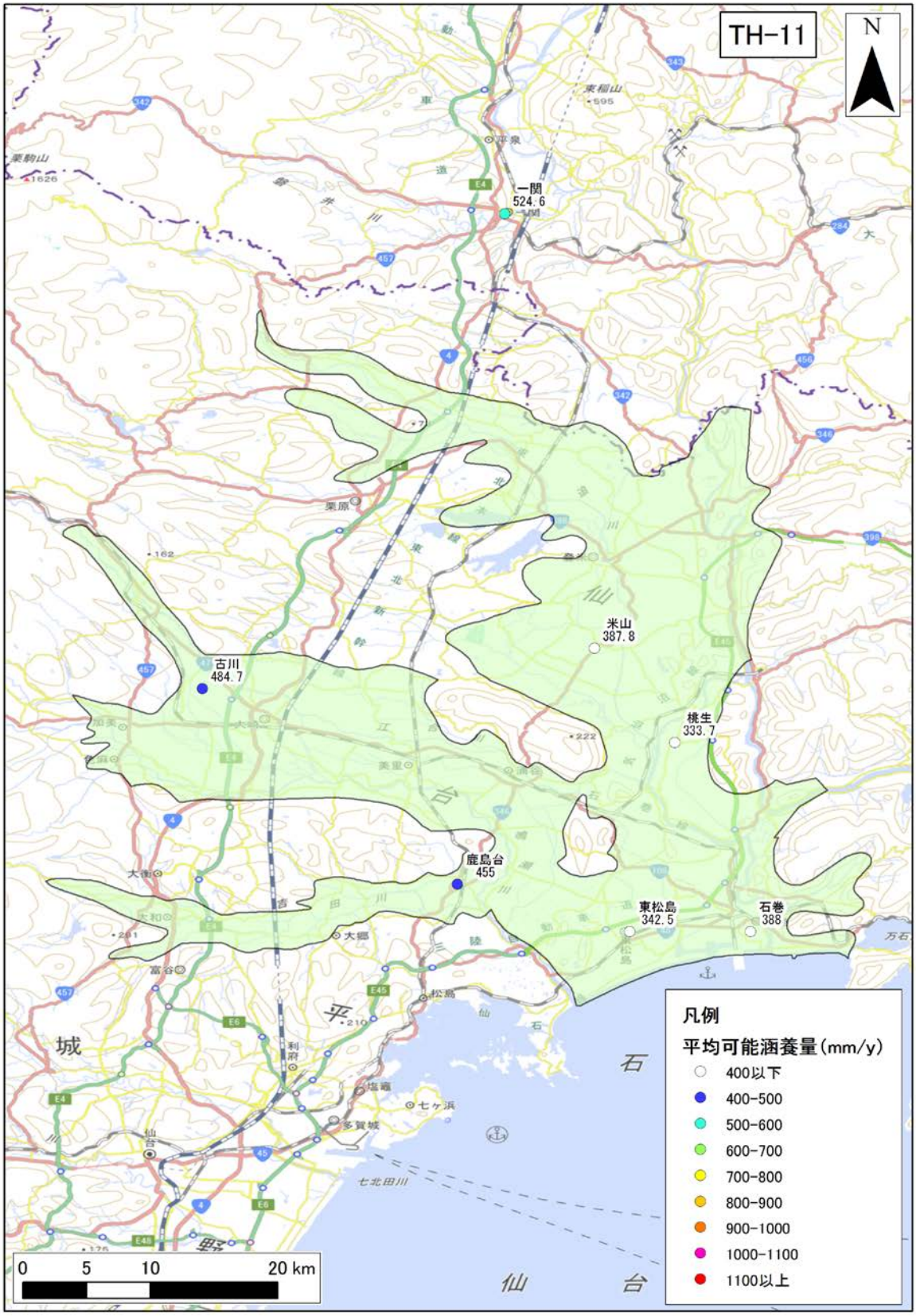


図 4-112　年間可能涵養量の分布（TH-11 : Ishimaki plain）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

TH-11：Ishimaki plain における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-113 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

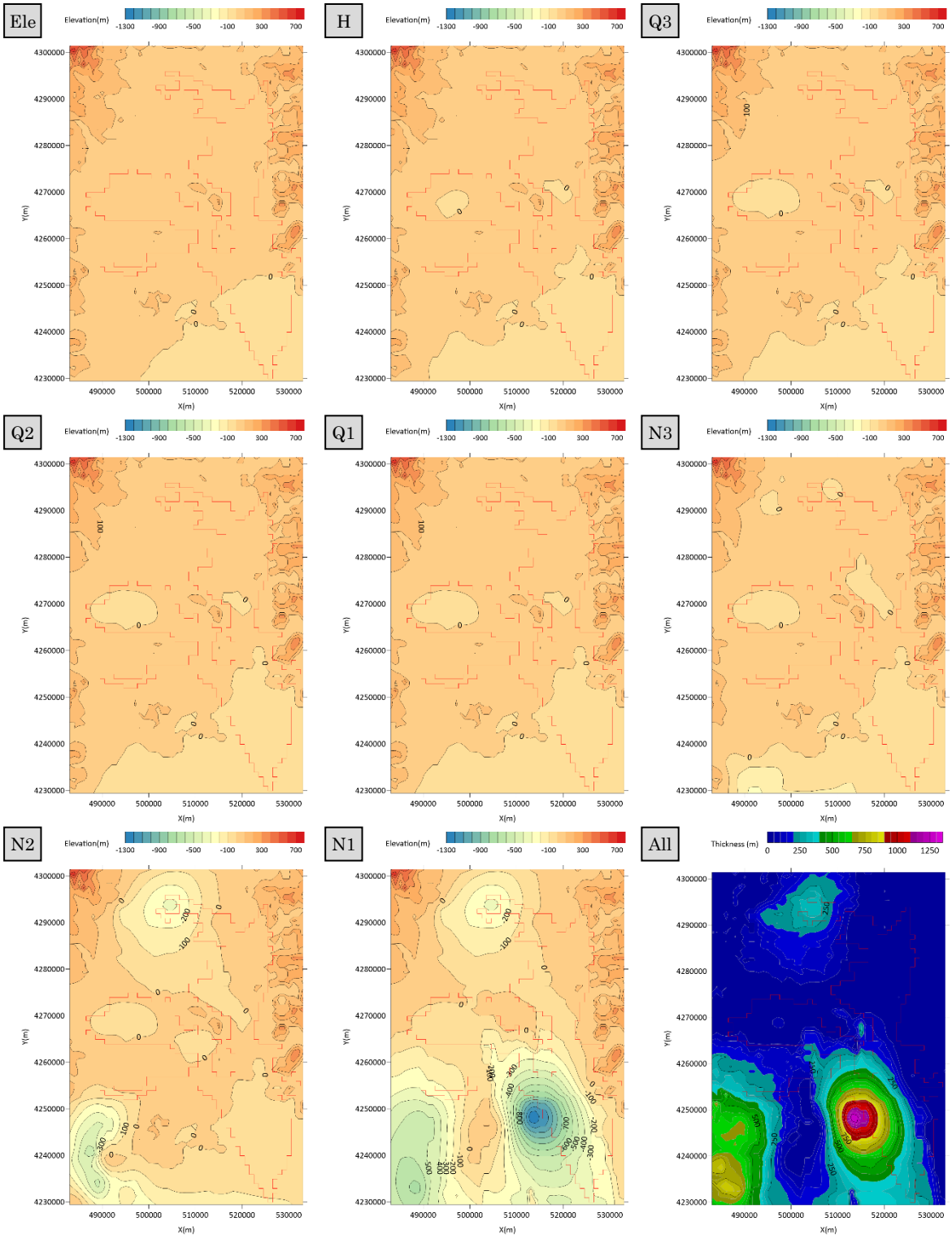


図 4-113　地質データ（TH-11 : Ishimaki plain）

4) **流量データ**

TH-11 : Ishimaki plain 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-67 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を**表 4-68**、図 4-114 に示す。

表 4-67 流量観測地点一覧（TH-11 : Ishimaki plain）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	野田橋	鳴瀬川	鳴瀬川	8.07	1950 年 07 月 18 日	707
2	三本木橋	鳴瀬川	鳴瀬川	15.07	1950 年 08 月 01 日	551
3	幡谷	鳴瀬川	吉田川	-0.27	1977 年 04 月 01 日	335
4	高田橋	鳴瀬川	吉田川	13.26	1964 年 04 月 01 日	69
5	落合	鳴瀬川	吉田川	5.47	1950 年 11 月 01 日	197
6	登米	北上川	北上川	-1.06	1903 年 09 月 12 日	7,869
7	米谷	北上川	北上川	-1.85	1954 年 11 月 01 日	7,863
8	大泉	北上川	北上川	3.32	1949 年 06 月 01 日	7,800
9	和渕	北上川	旧北上川	-1.85	1960 年 04 月 01 日	1,847
10	倉埣	北上川	旧北上川	-1.88	1914 年 12 月 01 日	5
11	剣先	北上川	迫川	-1.42	1989 年 04 月 01 日	908
12	涌谷	北上川	江合川	3.40	1958 年 05 月 01 日	471
13	中北橋	北上川	江合川	10.07	1990 年 04 月 01 日	N/D
14	下谷地	北上川	江合川	13.46	1950 年 11 月 07 日	406
15	荒雄	北上川	江合川	14.94	1951 年 04 月 01 日	405
16	岩出山	北上川	江合川	51.92	1974 年 10 月 01 日	400
17	李埣	北上川	新江合川	14.52	1996 年 04 月 01 日	N/D

表 4-68　流況一覧（TH-11 : Ishimaki plain）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	野田橋	38.01	23.21	16.24	9.74	4.64	2.84	1.98	1.19
2	三本木橋	29.09	18.06	12.99	6.20	4.56	2.83	2.04	0.97
3	幡谷	8.11	5.08	3.69	2.07	2.09	1.31	0.95	0.54
4	高田橋	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
5	落合	5.42	3.42	2.37	1.33	2.37	1.50	1.04	0.58
6	登米	351.25	229.16	178.97	120.24	3.86	2.52	1.96	1.32
7	米谷	345.71	223.96	171.69	113.98	3.80	2.46	1.89	1.25
8	大泉	352.51	240.26	177.52	116.34	3.90	2.66	1.97	1.29
9	和渕	207.93	184.06	166.97	144.46	9.73	8.61	7.81	6.76
10	倉埣	140.91	129.97	117.04	91.73	2590.30	2389.18	2151.51	1686.27
11	剣先	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
12	涌谷	23.76	15.57	11.41	5.57	4.36	2.86	2.09	1.02
13	中北橋	16.54	10.87	7.78	4.21	N/D	N/D	N/D	N/D
14	下谷地	19.53	12.58	8.61	2.09	4.15	2.68	1.83	0.44
15	荒雄	20.57	13.30	8.99	2.56	4.39	2.84	1.92	0.55
16	岩出山	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
17	李埣	1.23	0.43	0.11	0.01	N/D	N/D	N/D	N/D
平均値		111.47	79.28	63.17	44.32	219.85	201.86	181.42	141.85

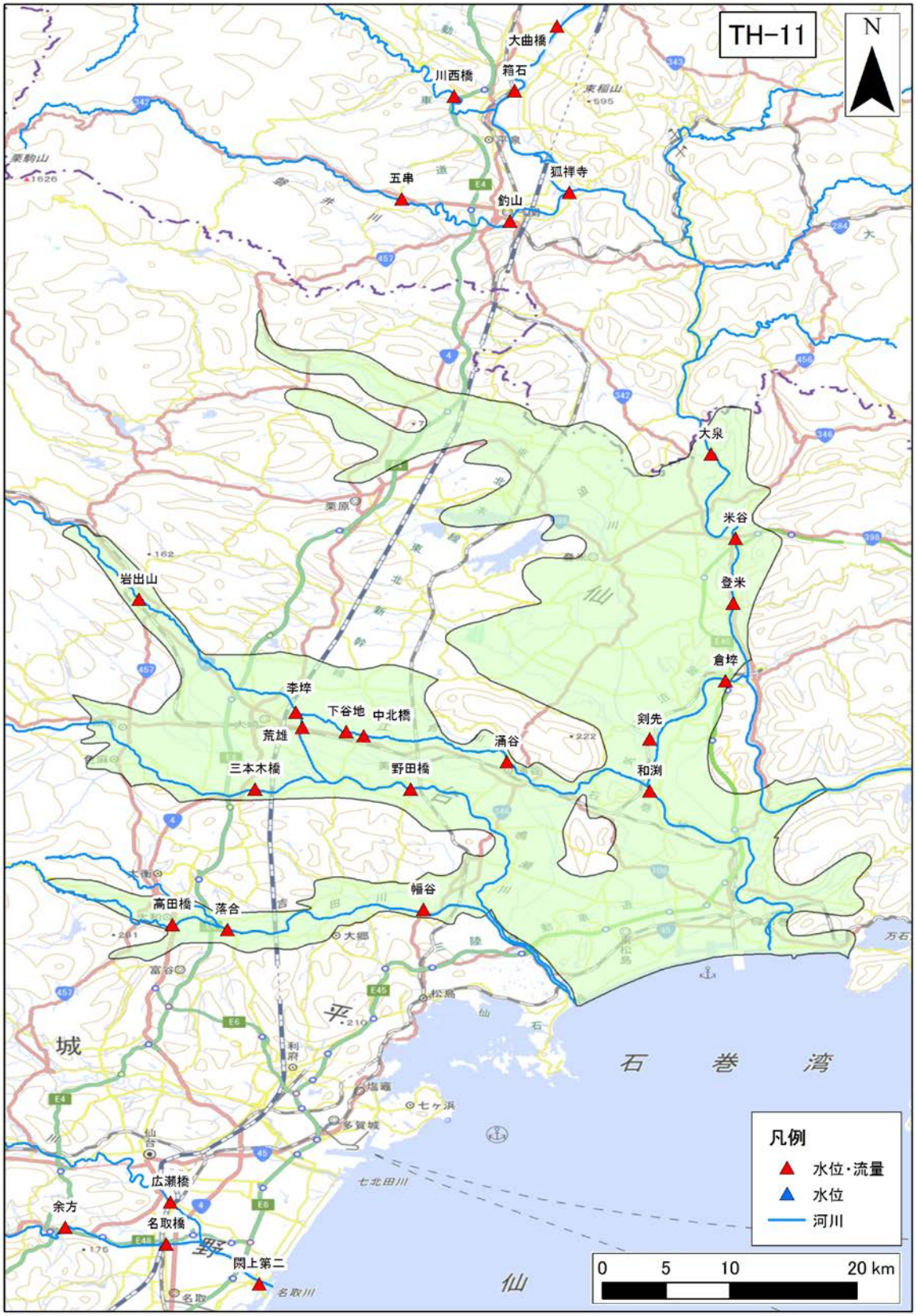


図 4-114　河川水位・流量観測地点位置図（TH-11 : Ishimaki plain）

（27） TH-12 : Sendai plain

1） **地下水位データ**

TH-12 : Sendai plain 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-69 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-115 に示す。

表 4-69 地下水位観測地点一覧（TH-12 : Sendai plain）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	多 1 号	多賀城市	5.05	不明	36	不明	1987～2002	年表
2	仙 3 号	仙台市	3.97	200	180	60～70 90～100	1987～2004	年表
3	仙 31 号	仙台市	3.66	350	120	56～77	1987～2004	年表
4	仙 1 号	仙台市	48.19	200	180	53～74 81～85 102～108 124～142 157～173	1987～1990 1996～2004	年表
5	仙 7 号	仙台市	6.11	80	45	23～34	1987～2004	年表
6	仙 9 号	仙台市	6.11	80	194	116.5～127.7 155.4～166.5	1987～2004	年表
7	蒲町	仙台市	7.85	200	40	9.5～14.5 22～37	1987～2005	水水 DB・ 年表・水調
8	仙 6 号	仙台市	6.11	80	6	1～3.7	1987～2004	年表
9	仙 8 号	仙台市	6.11	80	100	72.2～83.2	1987～2004	年表
10	仙 4 号	仙台市	4.06	不明	不明	4～30	1987～1999	年表
11	郡山 1 号	仙台市	7.78	200	50	33～49	1987～2005	水水 DB・ 年表・水調
12	郡山 2 号	仙台市	7.78	200	120	108～119	1987～2005	水水 DB・ 年表・水調
13	今泉	仙台市	4.28	200	65	43～58	1987～2005	水水 DB・ 年表・水調
14	名 1 号	名取市	7.53	75	30	不明	1987～2004	年表
15	閖上 1 号	名取市	2.01	200	20	9.3～17	1987～2005	水水 DB・ 年表・水調
16	閖上 2 号	名取市	2.01	200	70	31.8～42.3 48.3～53.3 59.3～67	1987～2005	水水 DB・ 年表・水調
17	増田 1 号	名取市	4.46	200	56	38～55	1987～2005	水水 DB・ 年表・水調
18	増田 2 号	名取市	4.46	200	131	120～130	1987～2005	水水 DB・ 年表・水調
19	岩沼 1 号	岩沼市	3.00	200	145	117.5～145	1987～2005	水水 DB・ 年表・水調
20	岩沼 2 号	岩沼市	3.00	200	70	46～64	1987～2005	水水 DB・

								年表・水調
21	岩 1 号	岩沼市	8.30	75	10	0～10	1987～2004	年表

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

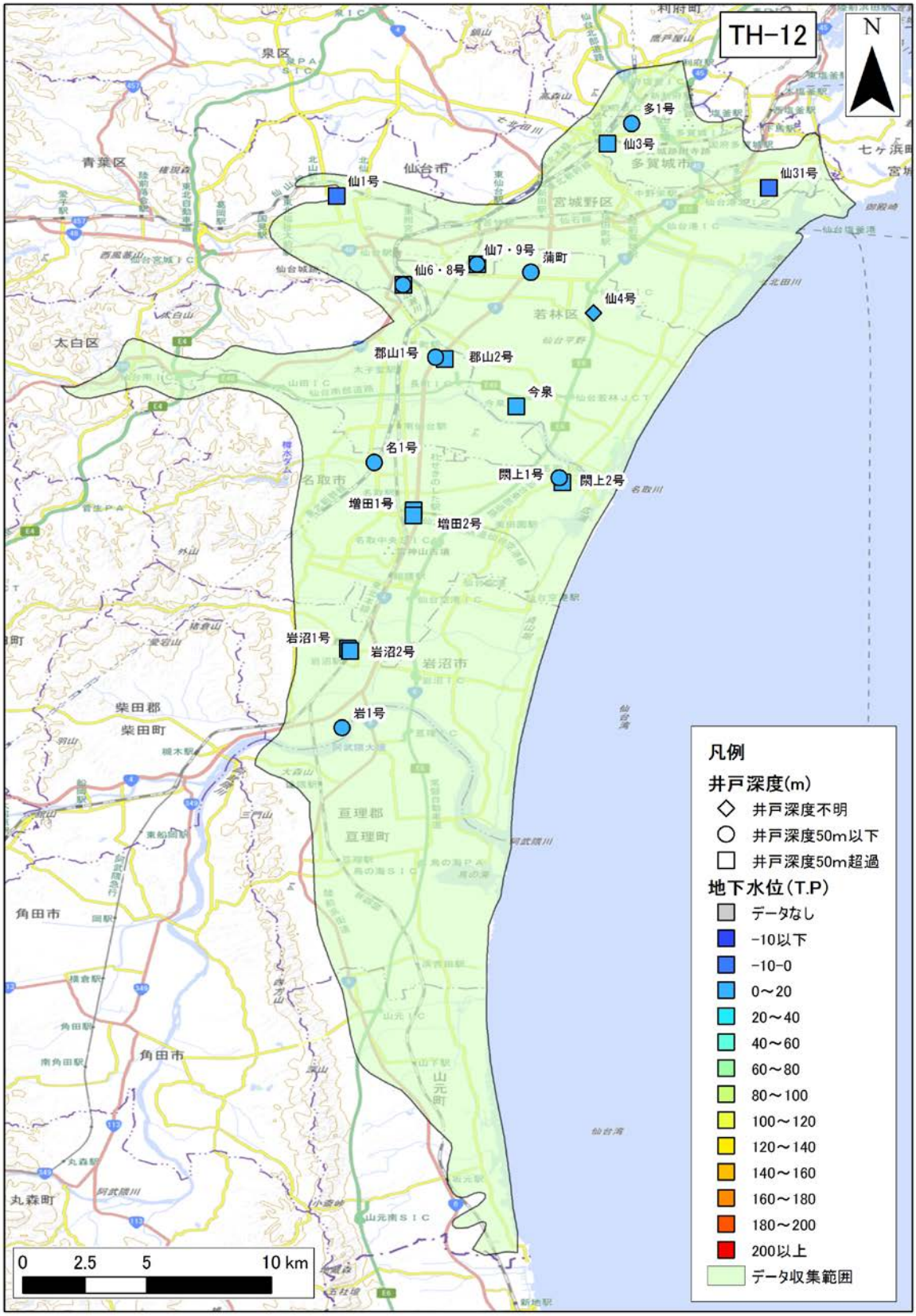


図 4-115　年平均地下水位分布図（TH-12 : Sendai plain）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2)　**気象データ**

TH-12 : Sendai plain 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-70 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 4-116、図 4-117、図 4-118、図 4-119 に示す。

表 4-70　気象観測所一覧（TH-12 : Sendai plain）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	34392	仙台	38'15.7	140'53.8	39	アメダス	●	●	●	●	●
2	34431	岩沼	38'6.4	140'52.6	4	アメダス	●				
3	34436	名取	38'8.3	140'55	2	アメダス	●	●	●	●	
4	34471	亘理	38'1.5	140'51.5	4	アメダス	●	●	●	●	

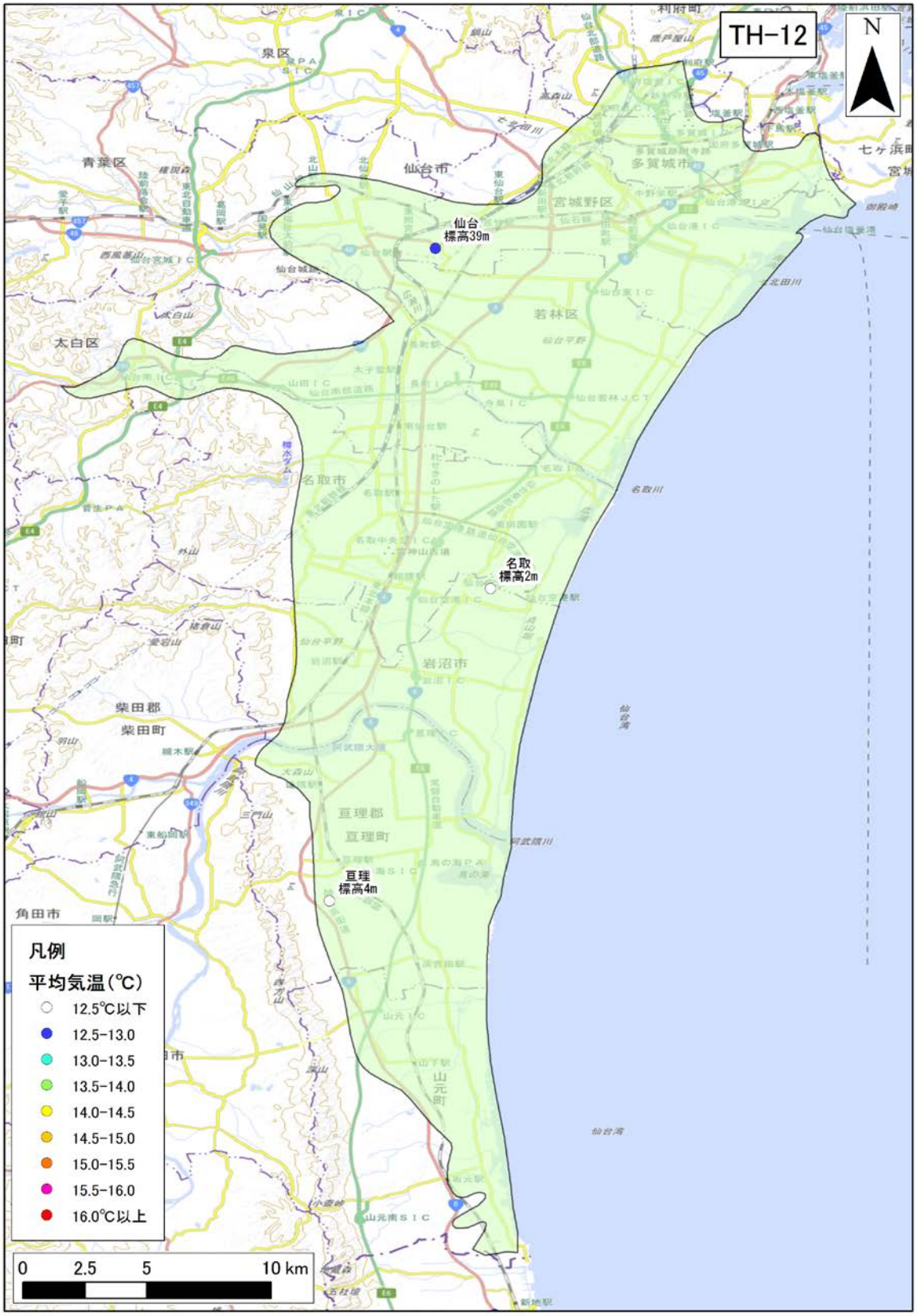


図 4-116　年平均気温の分布（TH-12 : Sendai plain）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。



図 4-117　年間降水量の分布（TH-12 : Sendai plain）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。



図 4-118　年間可能蒸発散量の分布（TH-12 : Sendai plain）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

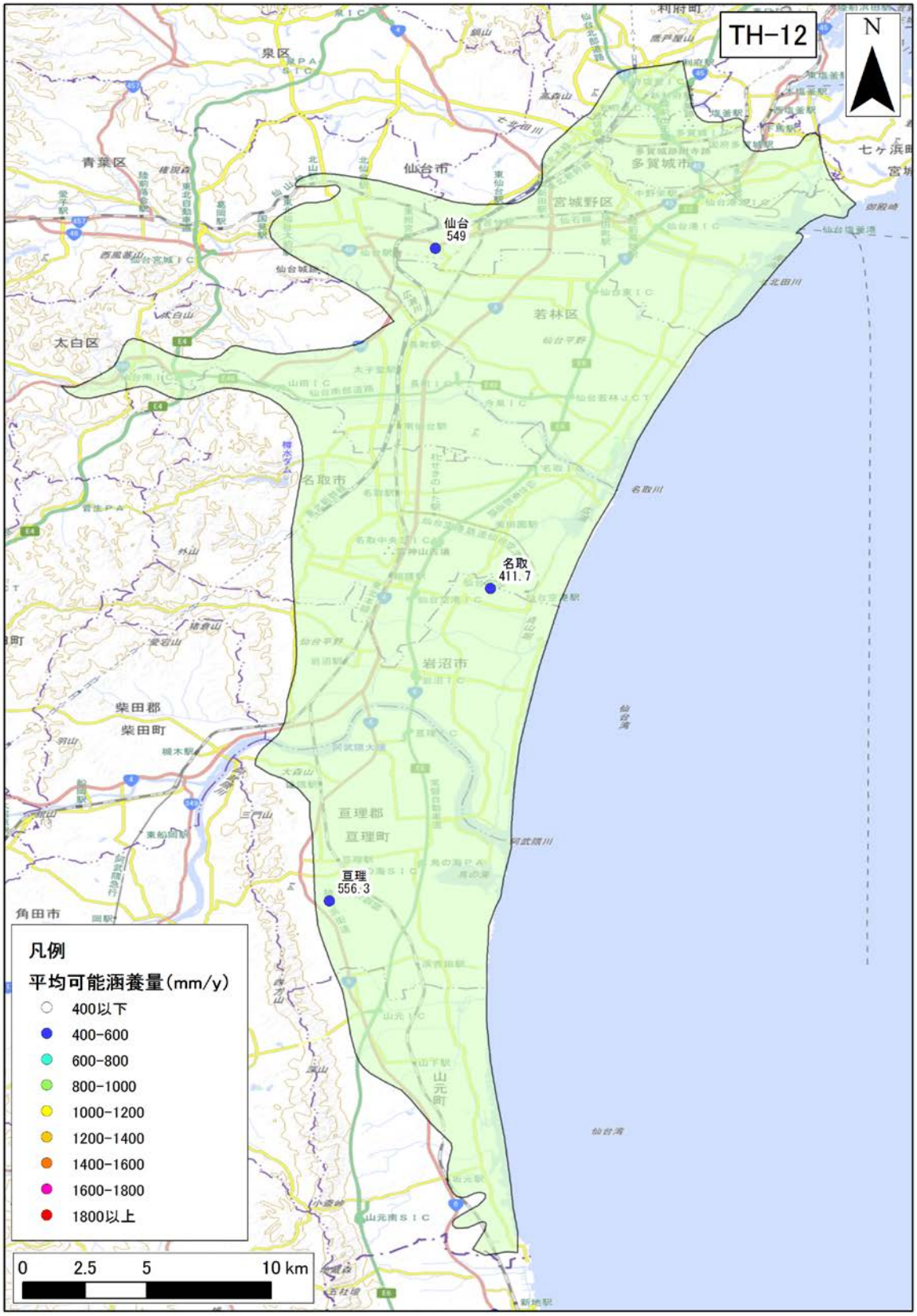


図 4-119　年間可能涵養量の分布（TH-12 : Sendai plain）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

TH-12：Sendai plain における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-120 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

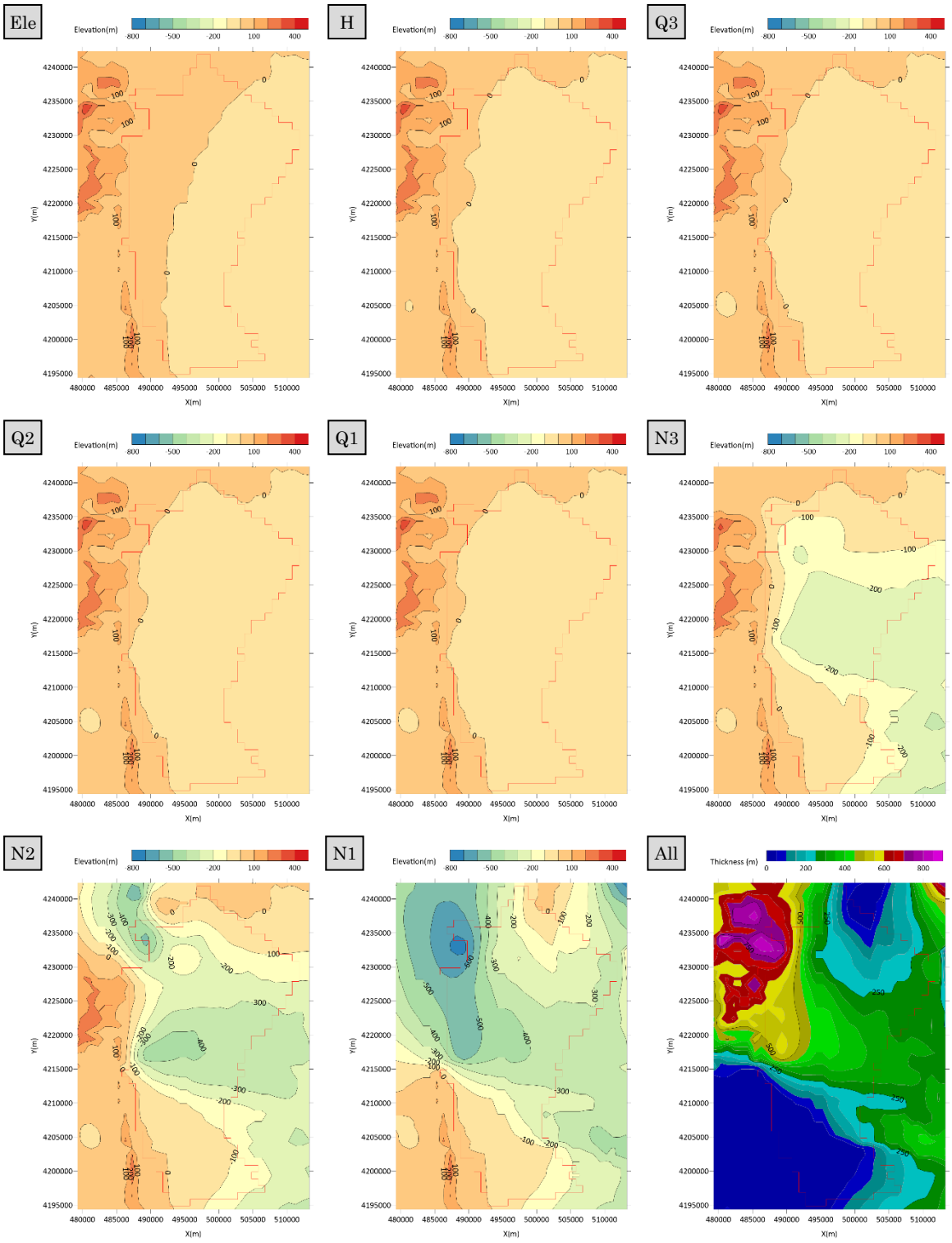


図 4-120　地質データ（TH-12 : Sendai plain）

4) **流量データ**

TH-12 : Sendai plain 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-71 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を**表 4-72**、図 4-121 に示す。

表 4-71 流量観測地点一覧（TH-12 : Sendai plain）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	岩沼	阿武隈川	阿武隈川	0.00	1937 年 10 月 01 日	5,265
2	閖上第二	名取川	名取川	-0.20	1952 年 10 月 01 日	776
3	名取橋	名取川	名取川	-0.50	1942 年 09 月 01 日	431
4	広瀬橋	名取川	広瀬川	9.93	1942 年 09 月 01 日	309
5	余方	名取川	名取川	24.37	1942 年 01 月 01 日	424

表 4-72 流況一覧（TH-12 : Sendai plain）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	岩沼	190.62	162.65	137.53	104.76	3.13	2.67	2.26	1.72
2	閖上第二	231.02	170.33	131.27	91.63	25.72	18.96	14.62	10.20
3	名取橋	15.62	9.27	5.88	2.45	3.13	1.86	1.18	0.49
4	広瀬橋	14.14	7.76	4.33	1.10	3.95	2.17	1.21	0.31
5	余方	17.93	11.30	8.77	3.03	3.65	2.30	1.79	0.62
平均値		93.87	72.26	57.56	40.59	7.92	5.59	4.21	2.67

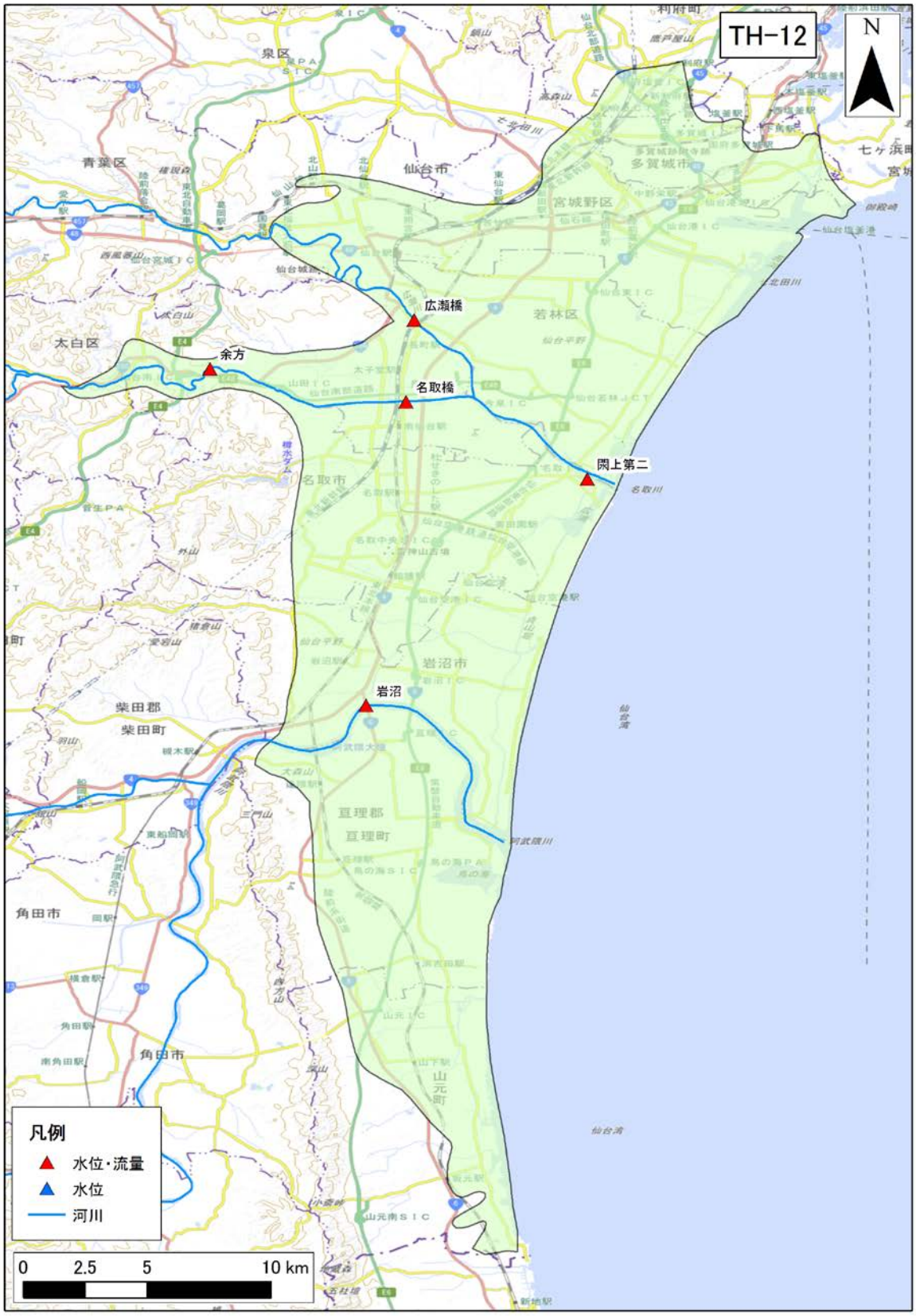


図 4-121 河川水位・流量観測地点位置図（TH-12 : Sendai plain）

（28） TH-13：Nagai and Yonezawa basin

1） **地下水位データ**

TH-13：Nagai and Yonezawa basin 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-73 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-122 に示す。

表 4-73 地下水位観測地点一覧（TH-13 : Nagai and Yonezawa basin）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	米沢 7 号井	米沢市	252.36	300	50	29.5～40.5	1987～2004	年表・水調

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

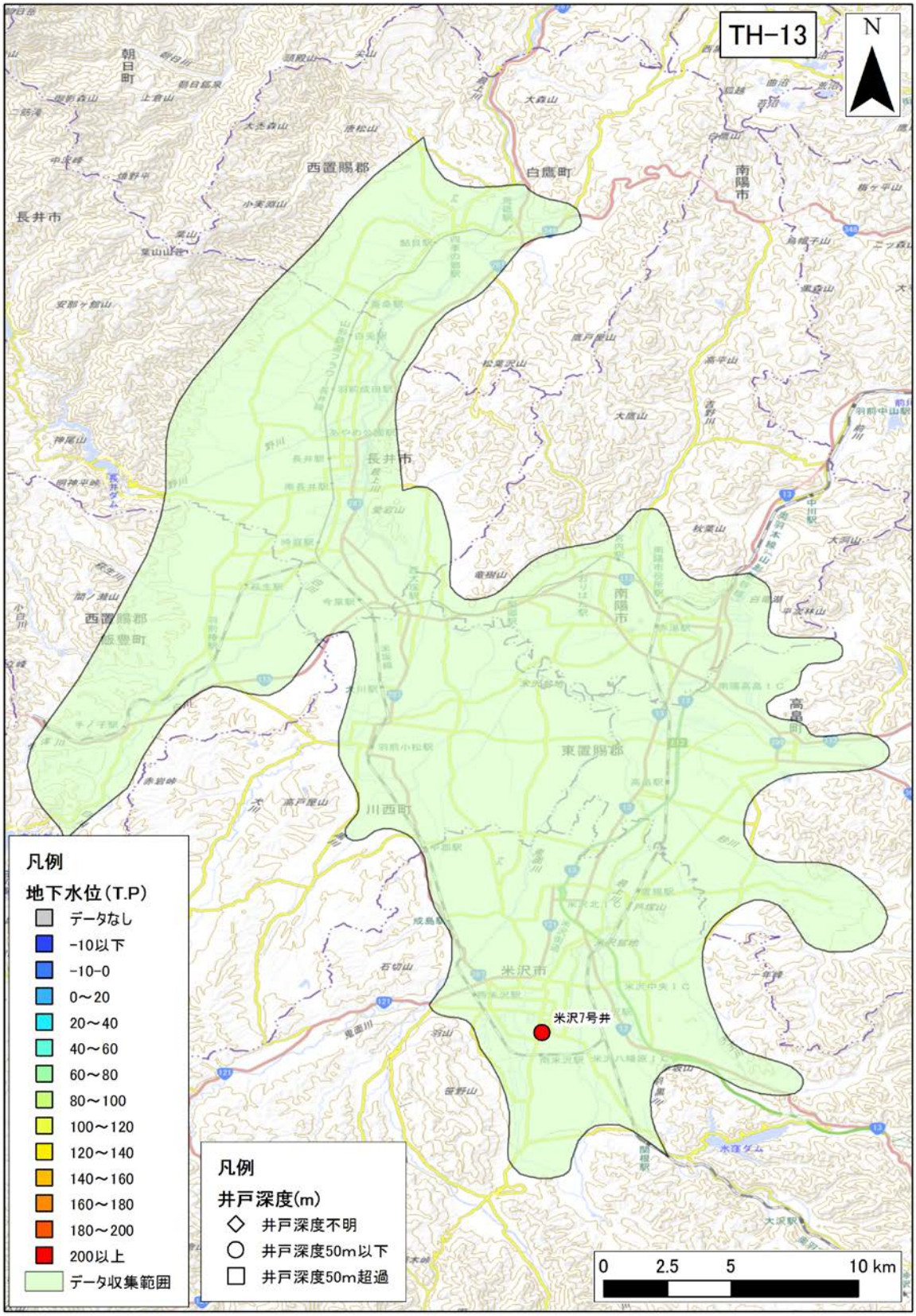


図 4-122　年平均地下水位分布図（TH-13 : Nagai and Yonezawa basin）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2） **気象データ**

TH-13：Nagai and Yonezawa basin 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-74 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 4-123、図 4-124、図 4-125、図 4-126 に示す。

表 4-74　気象観測所一覧（TH-13 : Nagai and Yonezawa basin）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	35456	長井	38'6.3	140'0.9	210	アメダス	●	●	●	●	●
2	35511	高畠	38'0.2	140'12.4	220	アメダス	●	●	●	●	
3	35541	高峰	37'59.9	139'57.4	250	アメダス	●	●	●	●	
4	35552	米沢	37'54.7	140'8.6	245	アメダス	●	●	●	●	●

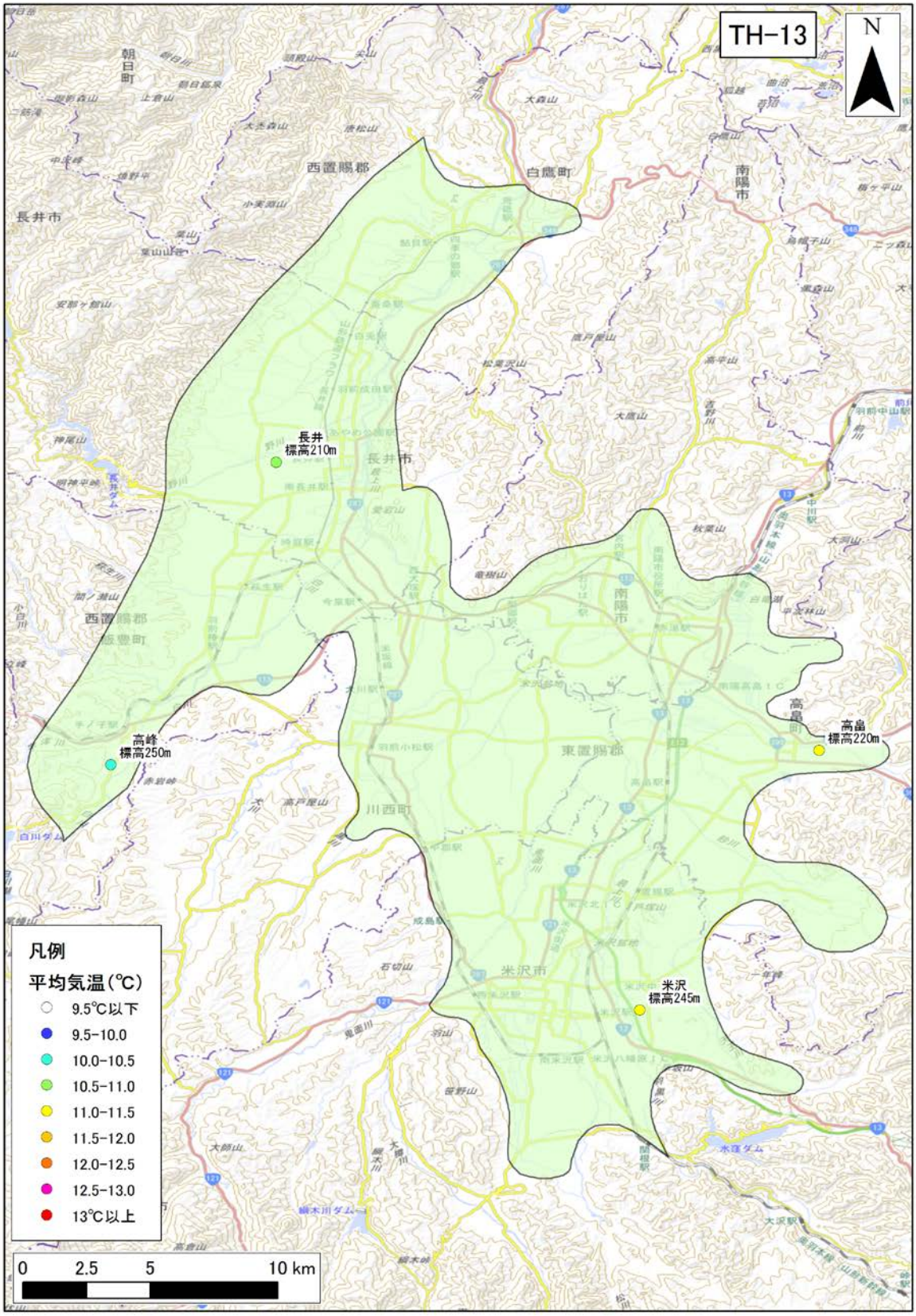


図 4-123　年平均気温の分布（TH-13 : Nagai and Yonezawa basin）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

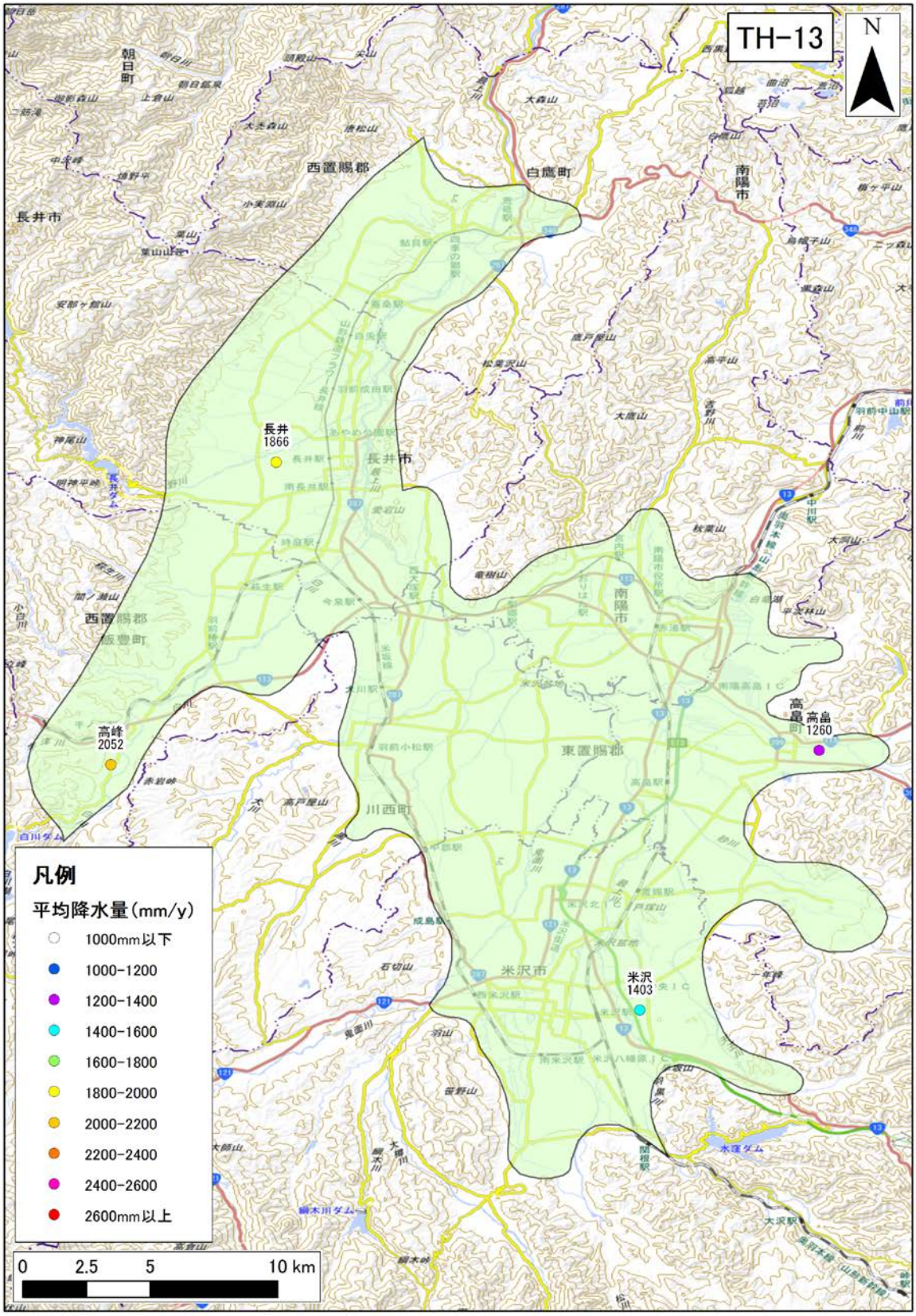


図 4-124　年間降水量の分布（TH-13 : Nagai and Yonezawa basin）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。

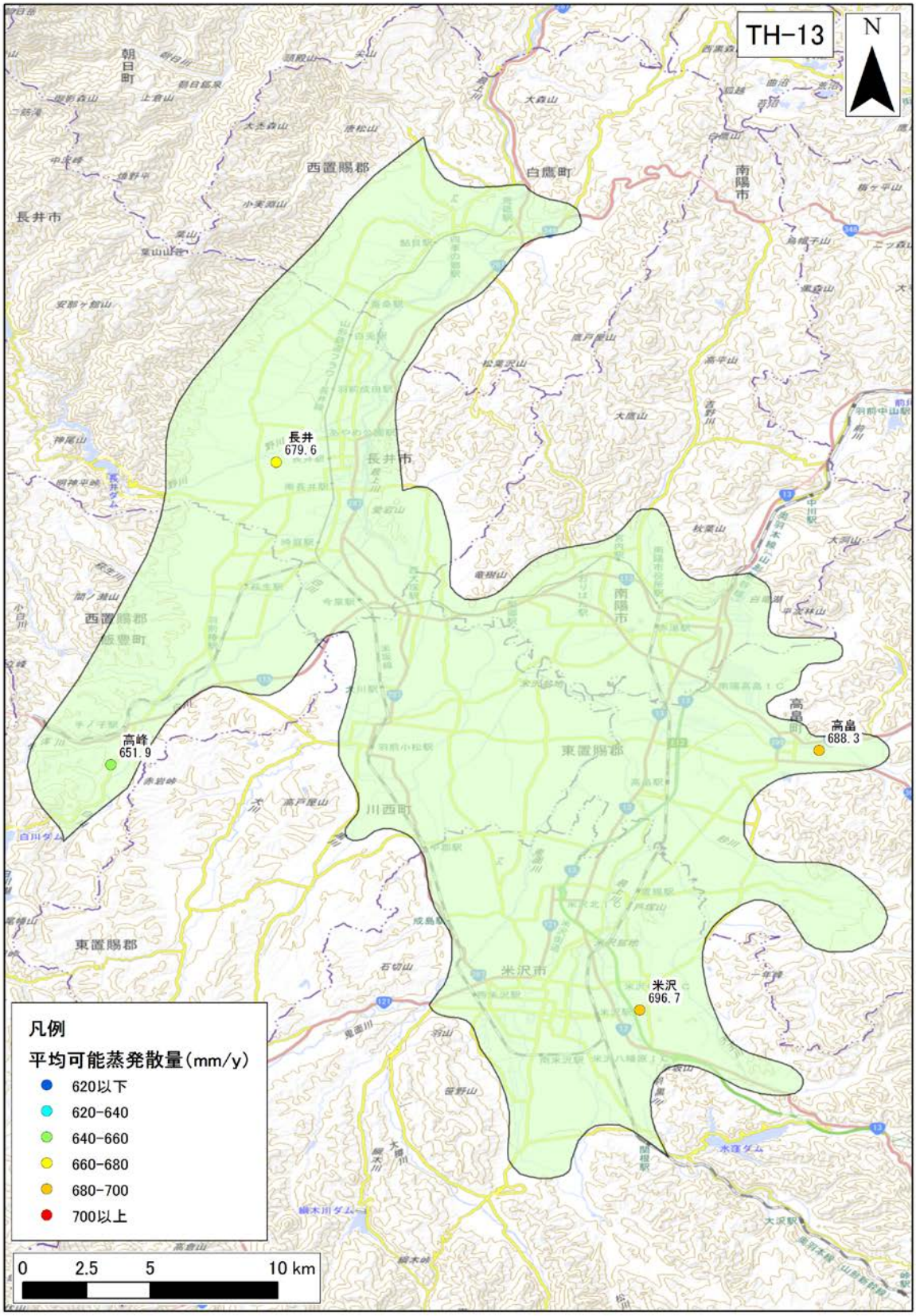


図 4-125　年間可能蒸発散量の分布（TH-13 : Nagai and Yonezawa basin）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

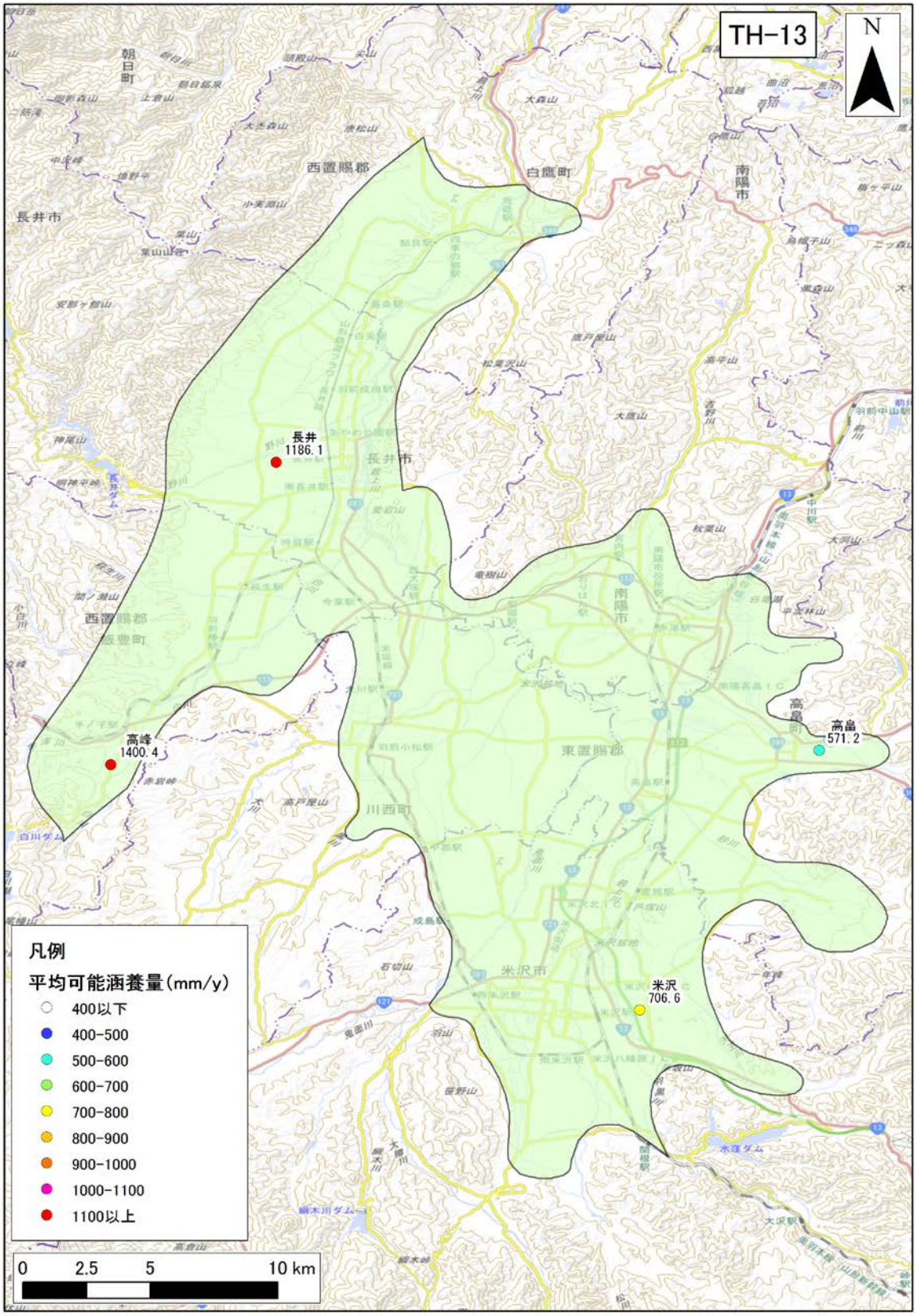


図 4-126　年間可能涵養量の分布（TH-13 : Nagai and Yonezawa basin）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

TH-13：Nagai and Yonezawa basin における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-127 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

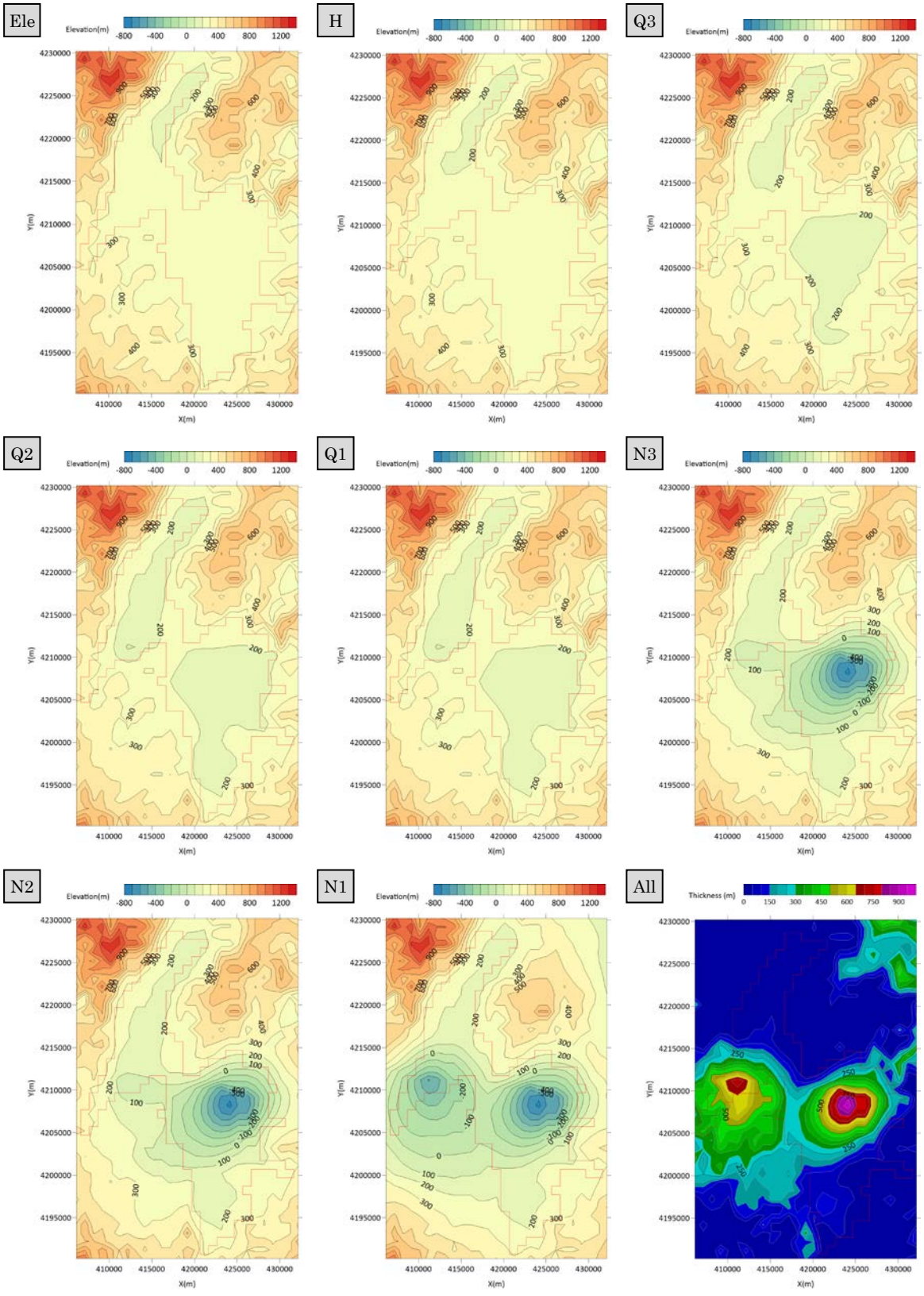


図 4-127　地質データ（TH-13 : Nagai and Yonezawa basin）

4) **流量データ**

TH-13 : Nagai and Yonezawa basin 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-75 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を**表 4-76**、図 4-128 に示す。

表 4-75 流量観測地点一覧（TH-13 : Nagai and Yonezawa basin）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	菖蒲	最上川	最上川	164.99	1967 年 04 月 01 日	1,578
2	小出	最上川	最上川	182.65	1933 年 06 月 01 日	1,350
3	西大塚	最上川	最上川	189.82	1959 年 04 月 01 日	1,018
4	糠野目	最上川	最上川	201.17	1950 年 09 月 01 日	359
5	上新田	最上川	最上川	214.14	1933 年 06 月 01 日	203
6	手の子	最上川	置賜白川	244.23	1985 年 12 月 01 日	237
7	椿	最上川	置賜白川	232.91	1975 年 09 月 17 日	277

表 4-76　流況一覧（TH-13 : Nagai and Yonezawa basin）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	菖蒲	115.88	67.73	43.77	23.33	6.34	3.71	2.40	1.28
2	小出	89.09	53.59	34.20	17.49	5.70	3.43	2.19	1.12
3	西大塚	50.66	29.71	18.95	10.83	4.30	2.52	1.61	0.92
4	糠野目	15.83	10.37	6.72	3.40	3.81	2.50	1.62	0.82
5	上新田	12.74	6.17	4.14	2.21	5.42	2.62	1.76	0.94
6	手の子	24.78	13.13	6.58	2.95	9.02	4.78	2.40	1.07
7	椿	29.55	16.27	9.02	4.47	9.23	5.08	2.82	1.40
平均値		48.36	28.14	17.63	9.24	6.26	3.52	2.11	1.08

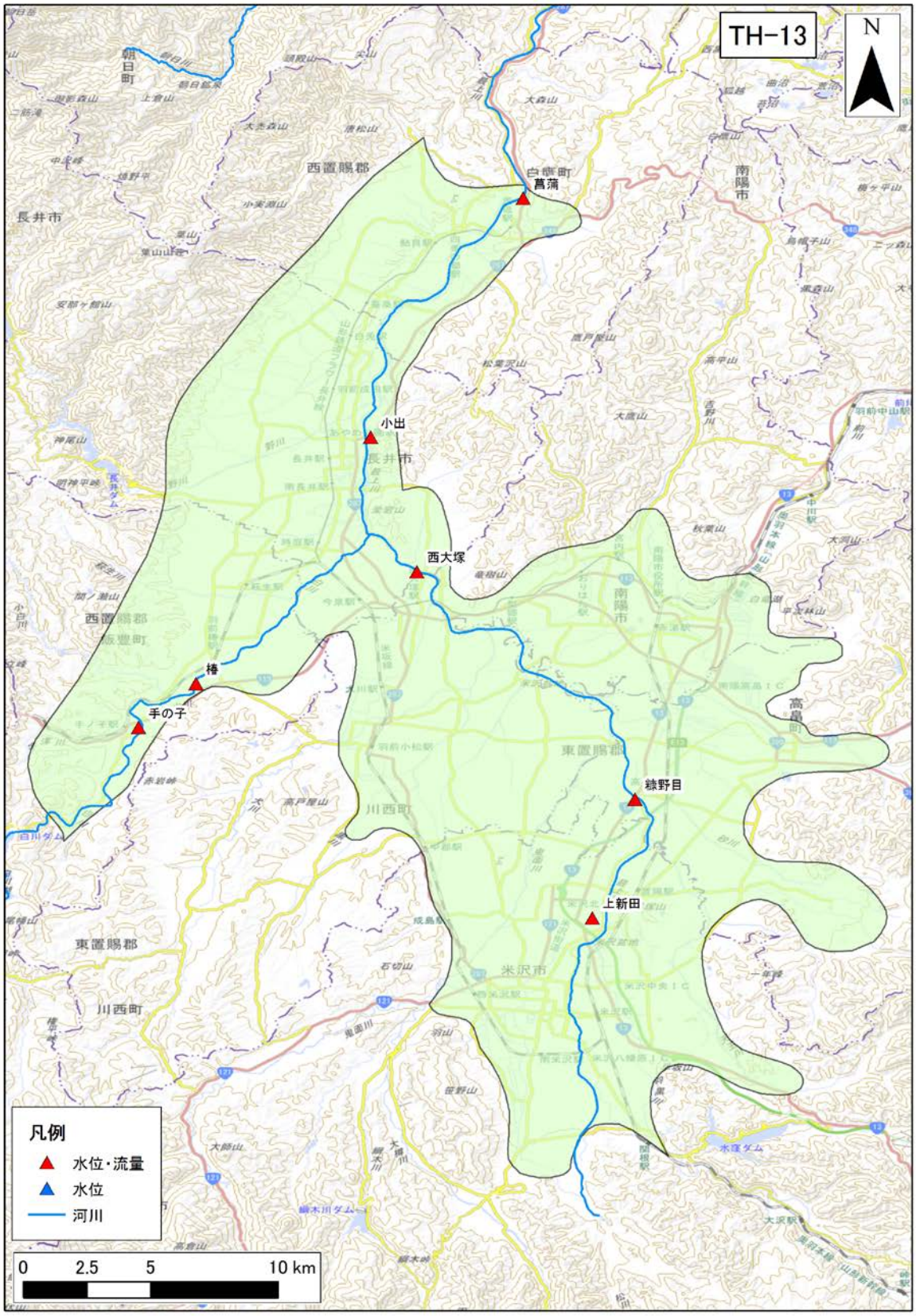


図 4-128　河川水位・流量観測地点位置図（TH-13 : Nagai and Yonezawa basin）

（29） TH-14 : Aizu basin

1） **地下水位データ**

TH-14 : Aizu basin 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-77 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-129 に示す。

表 4-77 地下水位観測地点一覧（TH-14 : Aizu basin）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	研 No.1	湯川村	186.21	300	5.2	0～5.2	1987～2004	水水 DB・年表・水調
2	研 No.3	会津若松市	184.94	300	3	0～3.0	1987～2004	水水 DB・年表・水調
3	研 No.4	北会津村	198.92	300	4.5	0～4.5	1987～2004	水水 DB・年表・水調
4	研 No.2	会津坂下町	186.23	300	3	0～3.0	1987～2004	水水 DB・年表・水調
5	研 No.5	会津若松市	204.72	300	4	0～4.0	1987～2004	水水 DB・年表・水調
6	研 No.6	北会津村	208.08	300	3.7	0～3.7	1987～2004	水水 DB・年表・水調
7	研 No.7	会津若松市	220.78	300	3	0～3.0	1987～2004	水水 DB・年表・水調
8	研 No.8	本郷町	231.69	300	6.5	0～6.5	1987～1993	年表

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

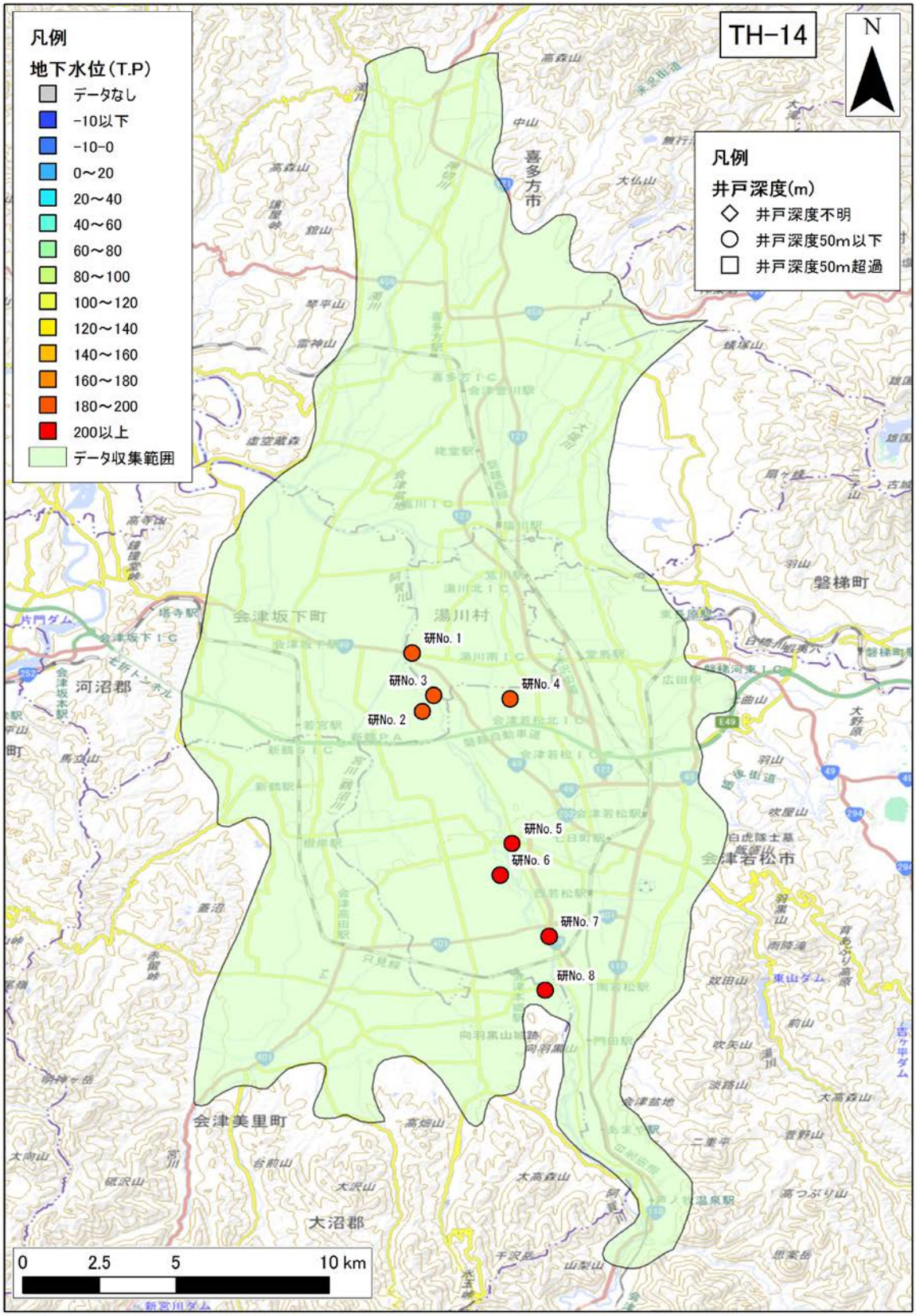


図 4-129　年平均地下水位分布図（TH-14 : Aizu basin）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2） **気象データ**

TH-14 : Aizu basin 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-78 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 4-130、図 4-131、図 4-132、図 4-133 に示す。

表 4-78　気象観測所一覧（TH-14 : Aizu basin）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	36176	喜多方	37'39.5	139'51.8	212	アメダス	●	●	●	●	
2	36361	若松	37'29.3	139'54.6	212	アメダス	●	●	●	●	●

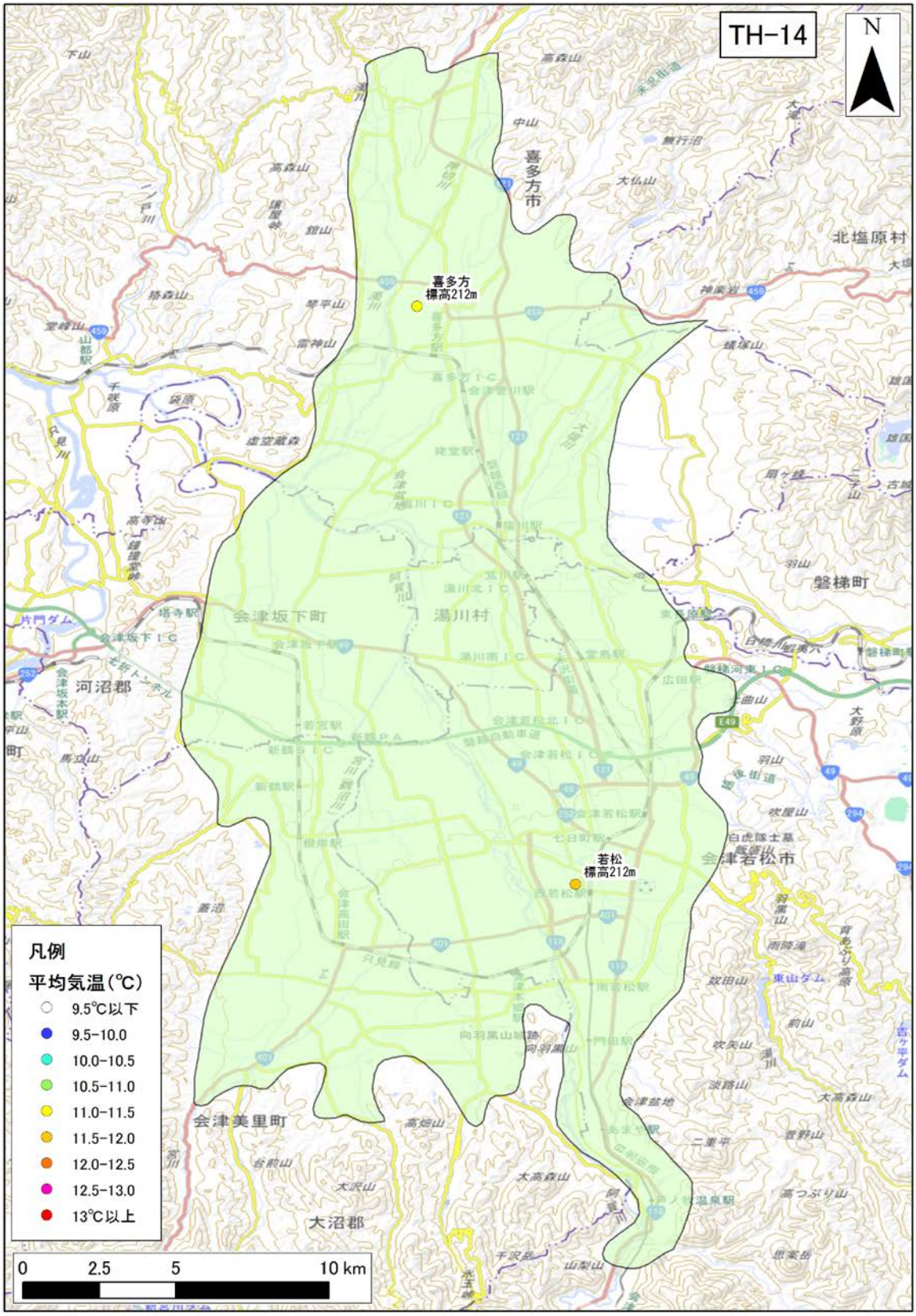


図 4-130　年平均気温の分布（TH-14 : Aizu basin）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

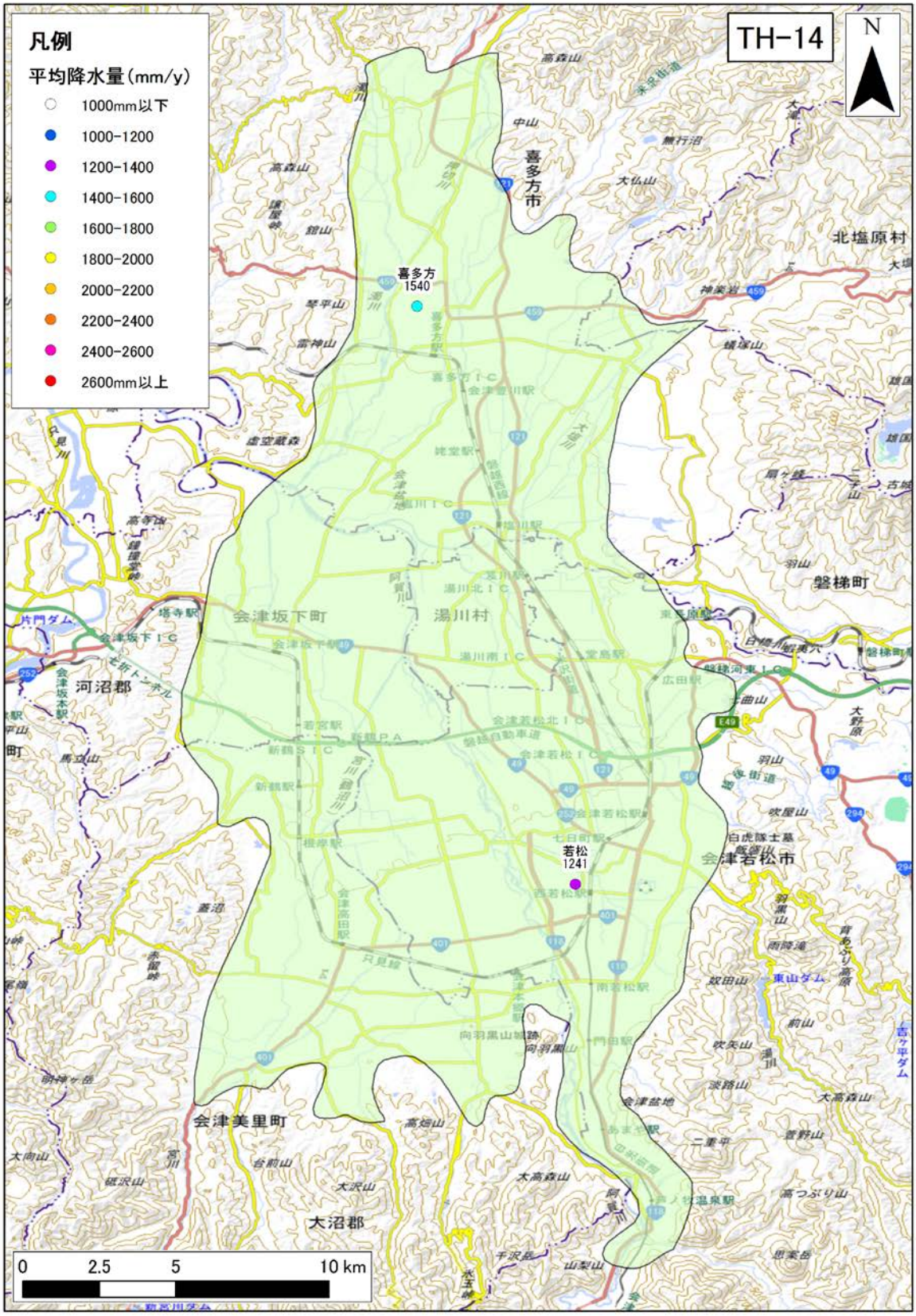


図 4-131　年間降水量の分布（TH-14 : Aizu basin）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。

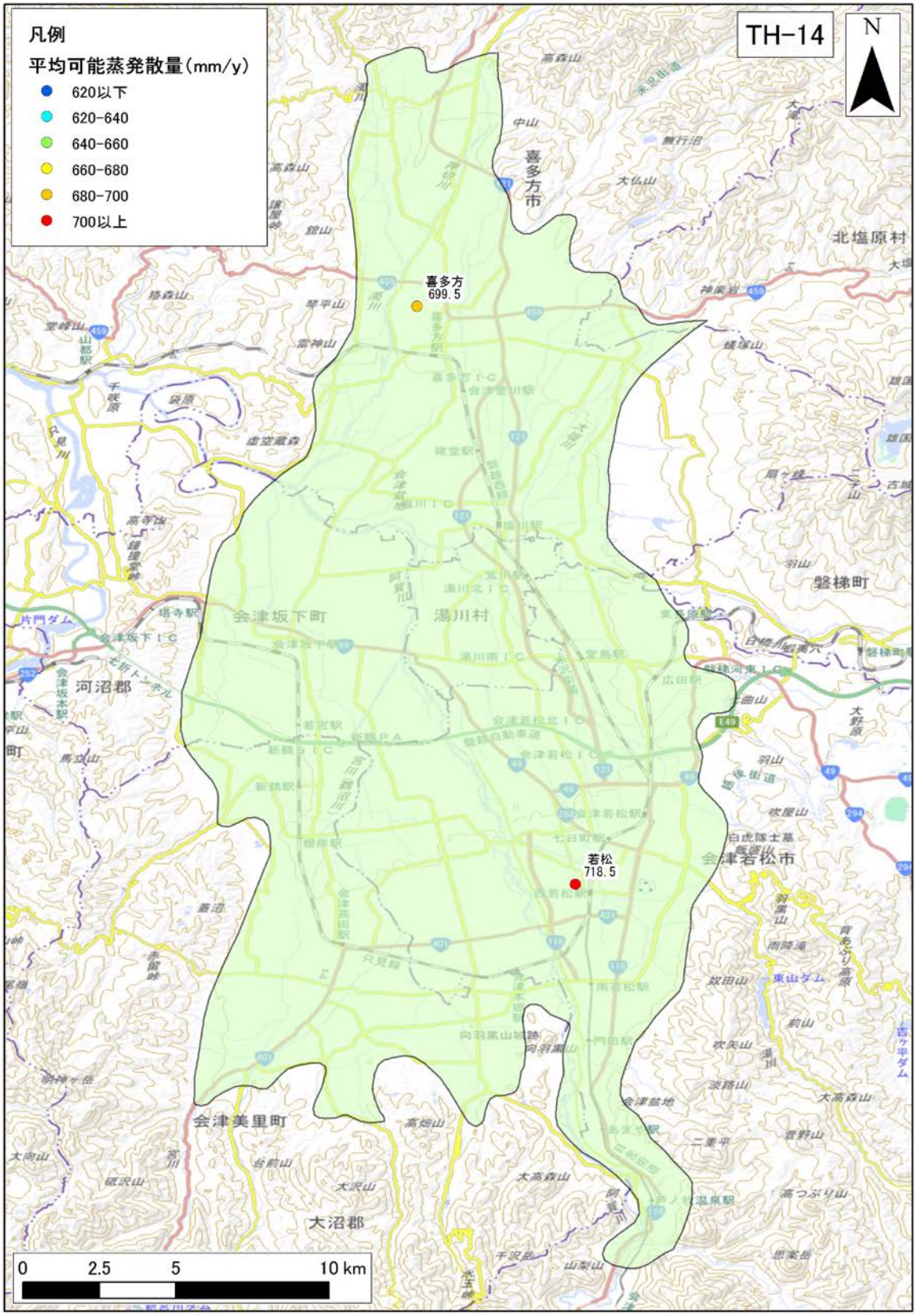


図 4-132　年間可能蒸発散量の分布（TH-14 : Aizu basin）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

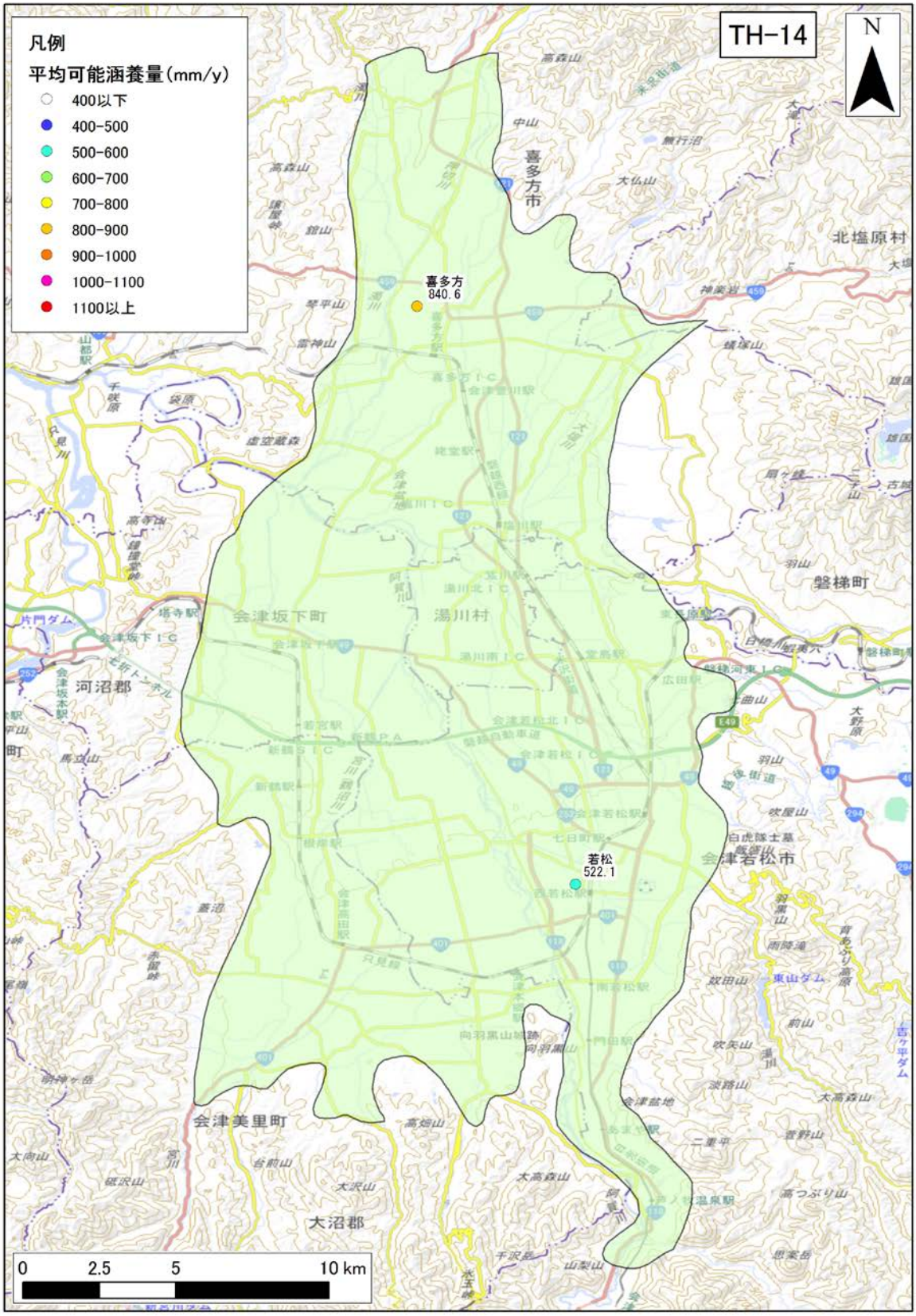


図 4-133　年間可能涵養量の分布（TH-14 : Aizu basin）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

TH-14：Aizu basin における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-134 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

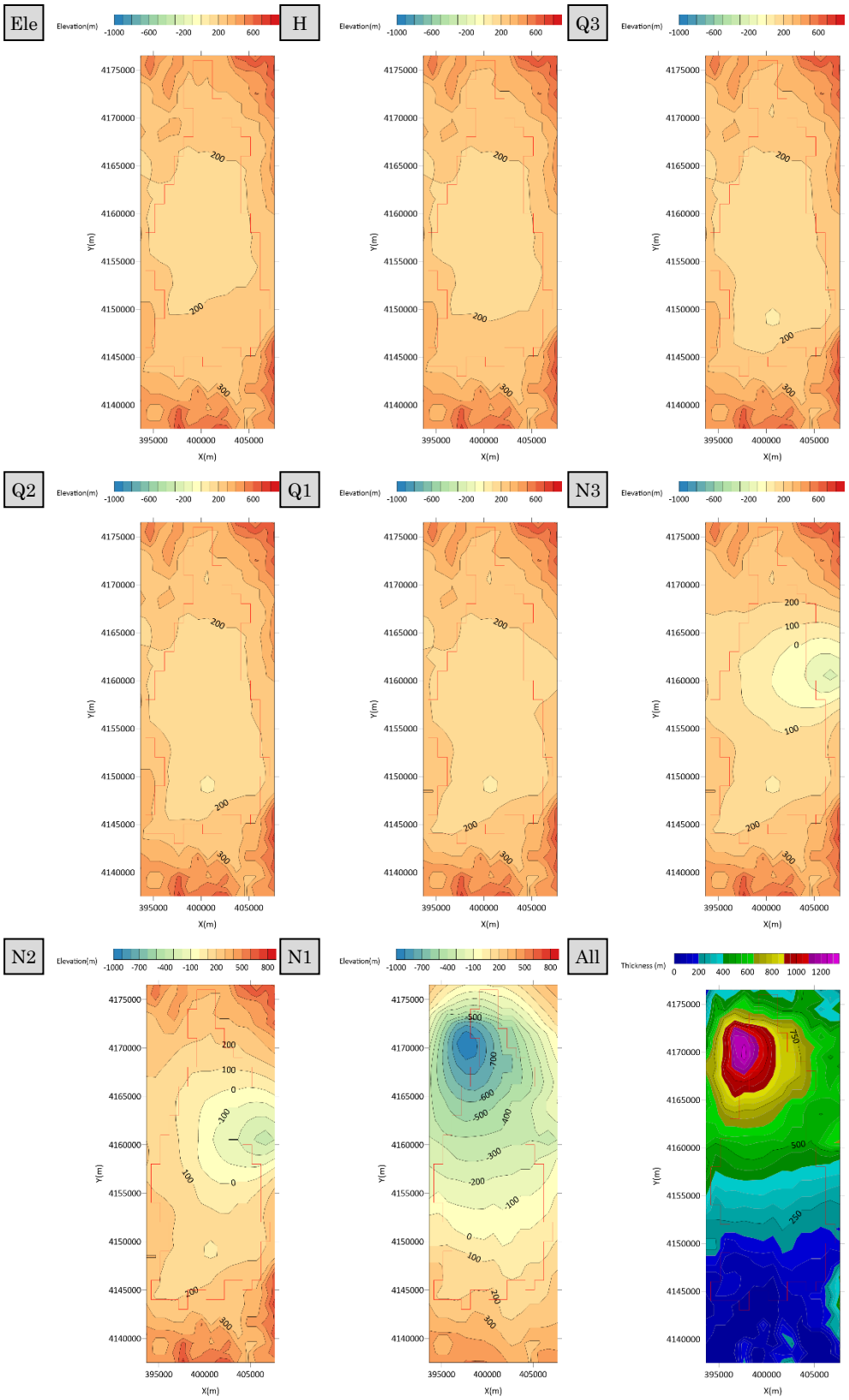


図 4-134　地質データ（TH-14 : Aizu basin）

4) **流量データ**

TH-14 : Aizu basin 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-79 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-80、図 4-135 に示す。

表 4-79 流量観測地点一覧（TH-14 : Aizu basin）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	宮古	阿賀野川	阿賀川	177.52	1940 年 01 月 01 日	1,311
2	南大橋	阿賀野川	日橋川	171.77	1960 年 04 月 09 日	1,033
3	東大橋	阿賀野川	日橋川	172.47	1996 年 06 月 25 日	896

表 4-80 流況一覧（TH-14 : Aizu basin）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	宮古	56.66	32.00	21.67	12.26	3.73	2.11	1.43	0.81
2	南大橋	55.48	37.51	17.74	8.27	4.64	3.14	1.48	0.69
3	東大橋	47.86	29.87	9.53	4.13	4.62	2.88	0.92	0.40
平均値		53.33	33.13	16.31	8.22	4.33	2.71	1.28	0.63

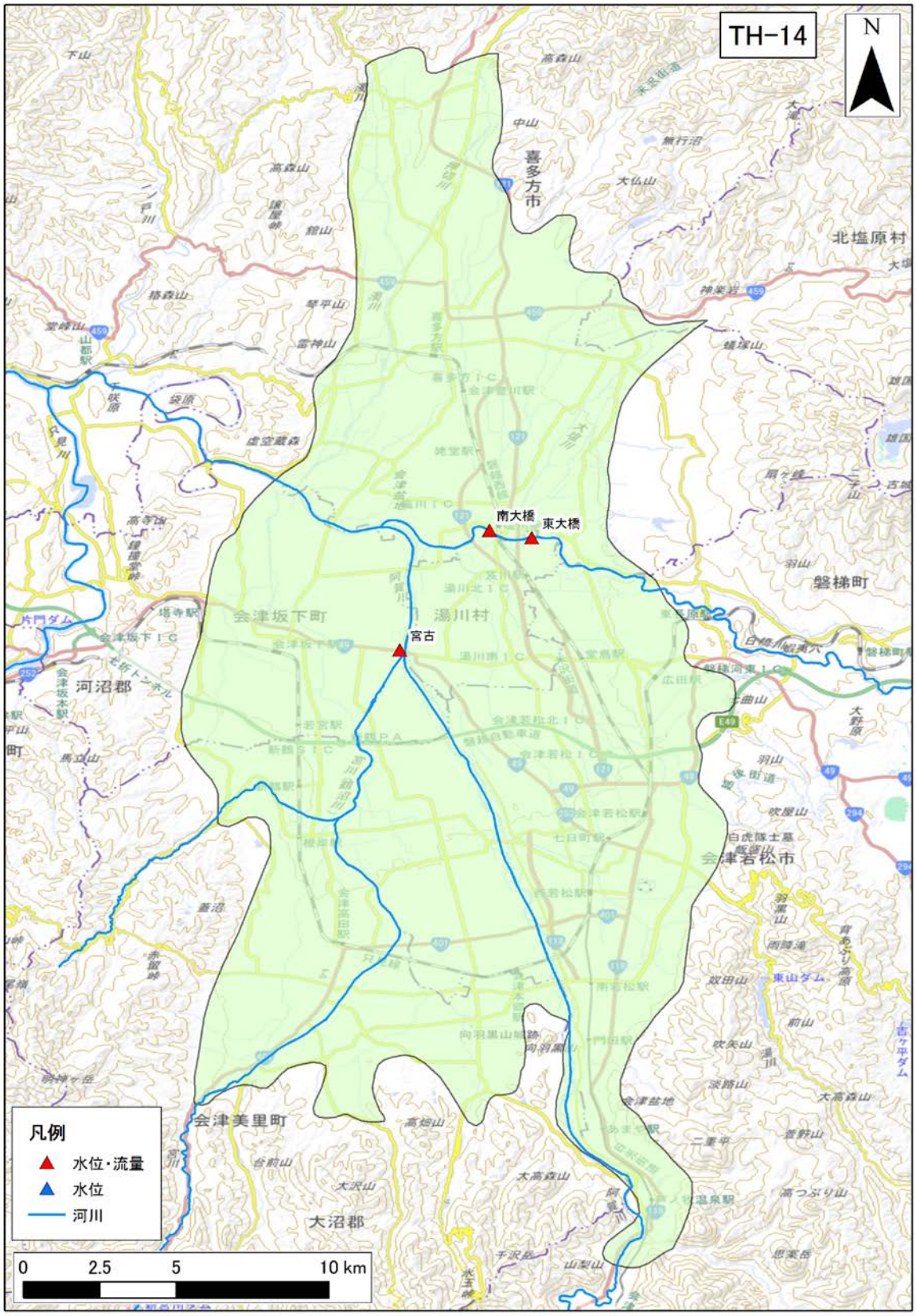


図 4-135　河川水位・流量観測地点位置図（TH-14 : Aizu basin）

（30） TH-16：Koriyama basin

1） **地下水位データ**

TH-16: Koriyama basin 領域内の地下水位観測地点は存在しなかった。

2） **気象データ**

TH-16 : Koriyama basin 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-81 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 4-136、図 4-137、図 4-138、図 4-139 に示す。

表 4-81 気象観測所一覧（TH-16 : Koriyama basin）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	36476	郡山	37°22.1	140°19.8	249	アメダス	●	●	●	●	

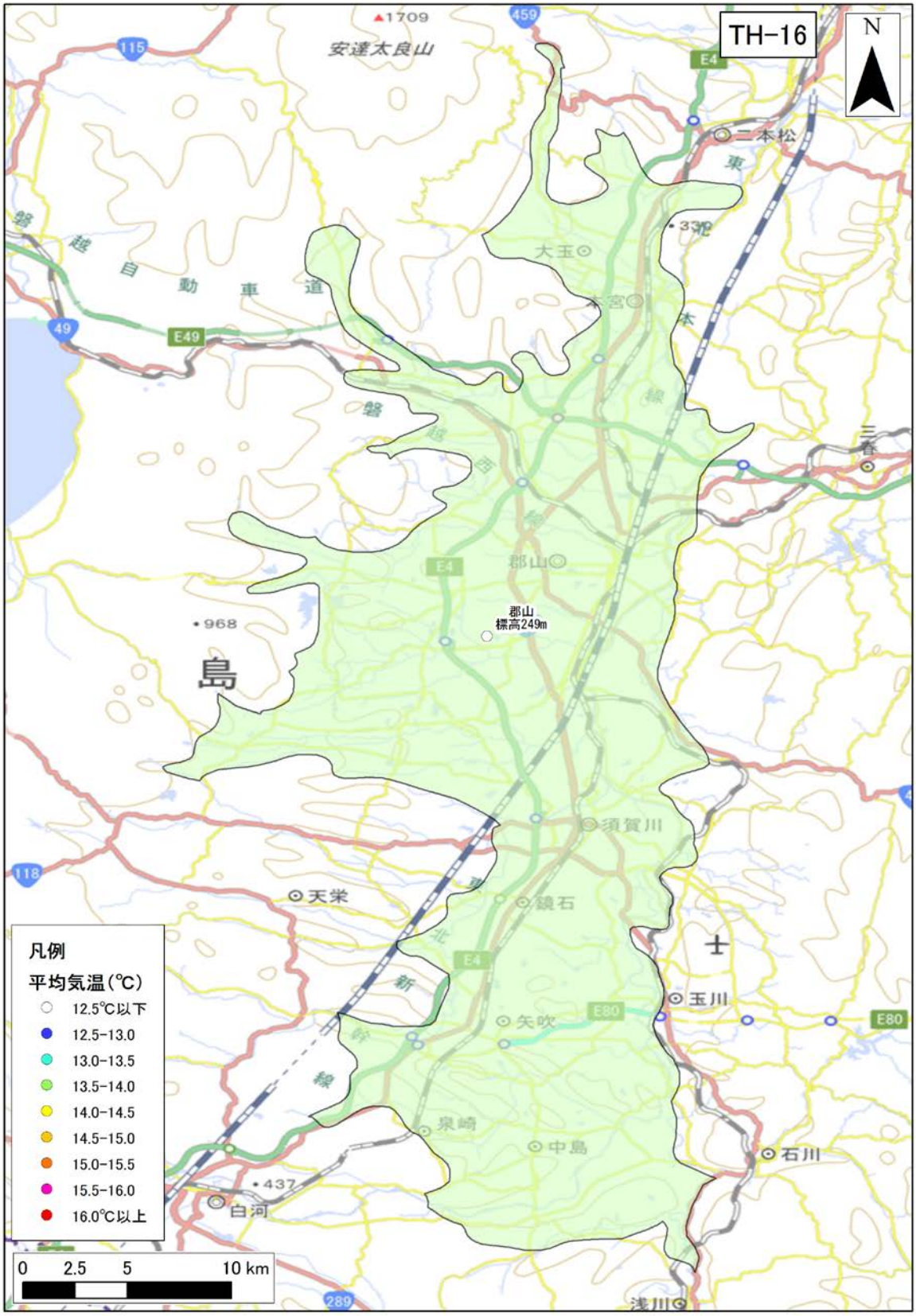


図 4-136　年平均気温の分布（TH-16 : Koriyama basin）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

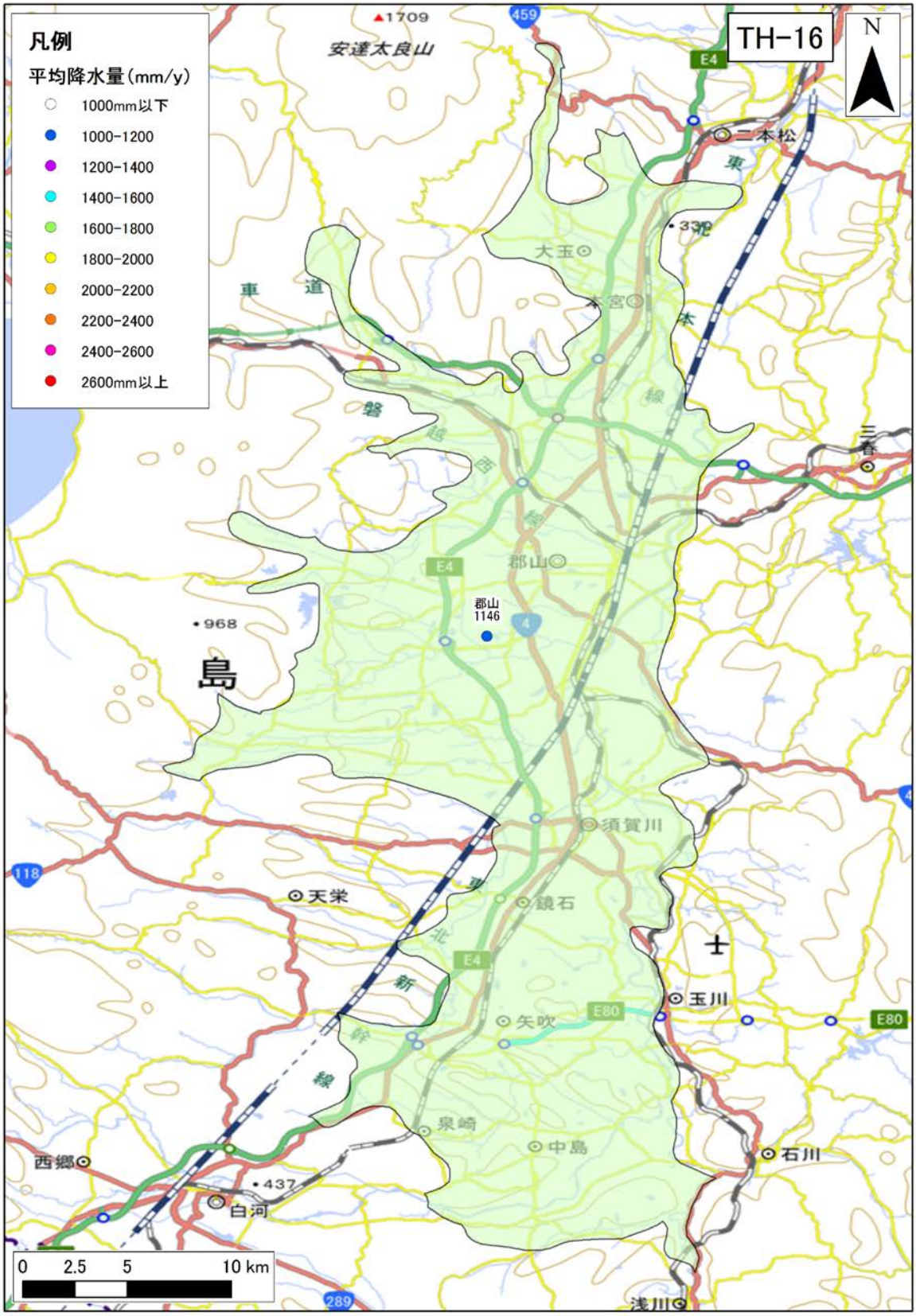


図 4-137　年間降水量の分布（TH-16 : Koriyama basin）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。

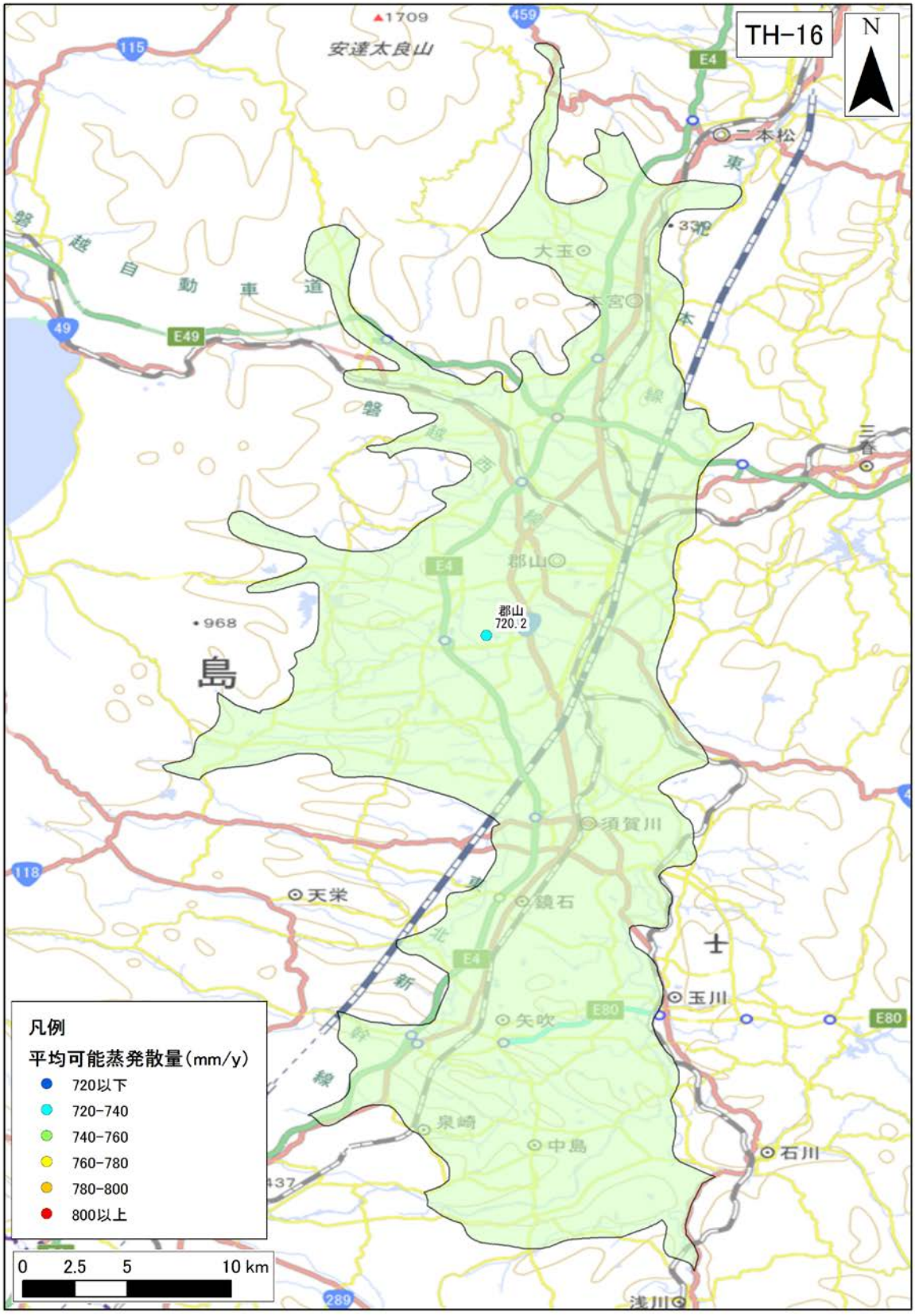


図 4-138　年間可能蒸発散量の分布（TH-16 : Koriyama basin）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

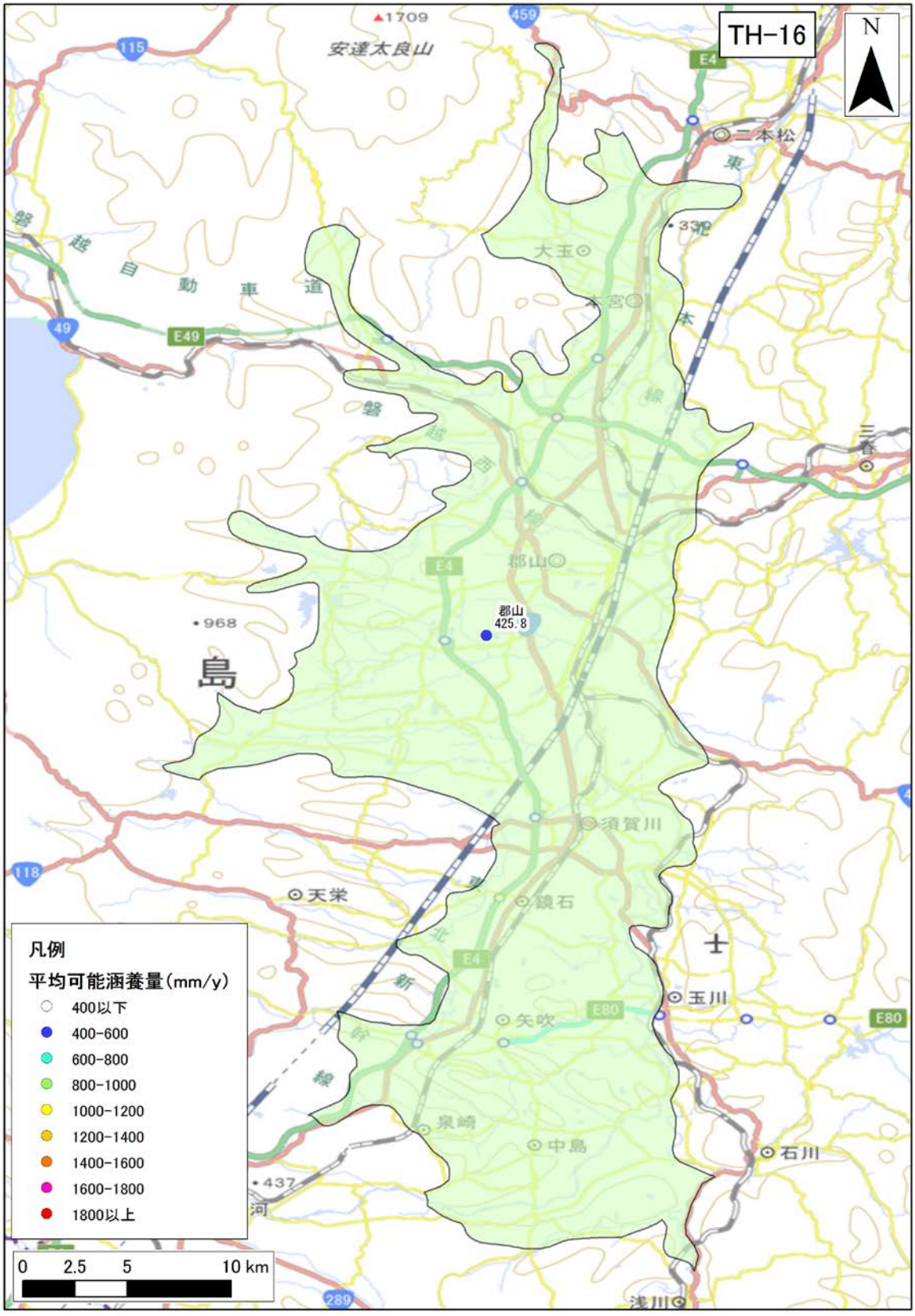


図 4-139　年間可能涵養量の分布（TH-16 : Koriyama basin）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

TH-16：Koriyama basin における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-140 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

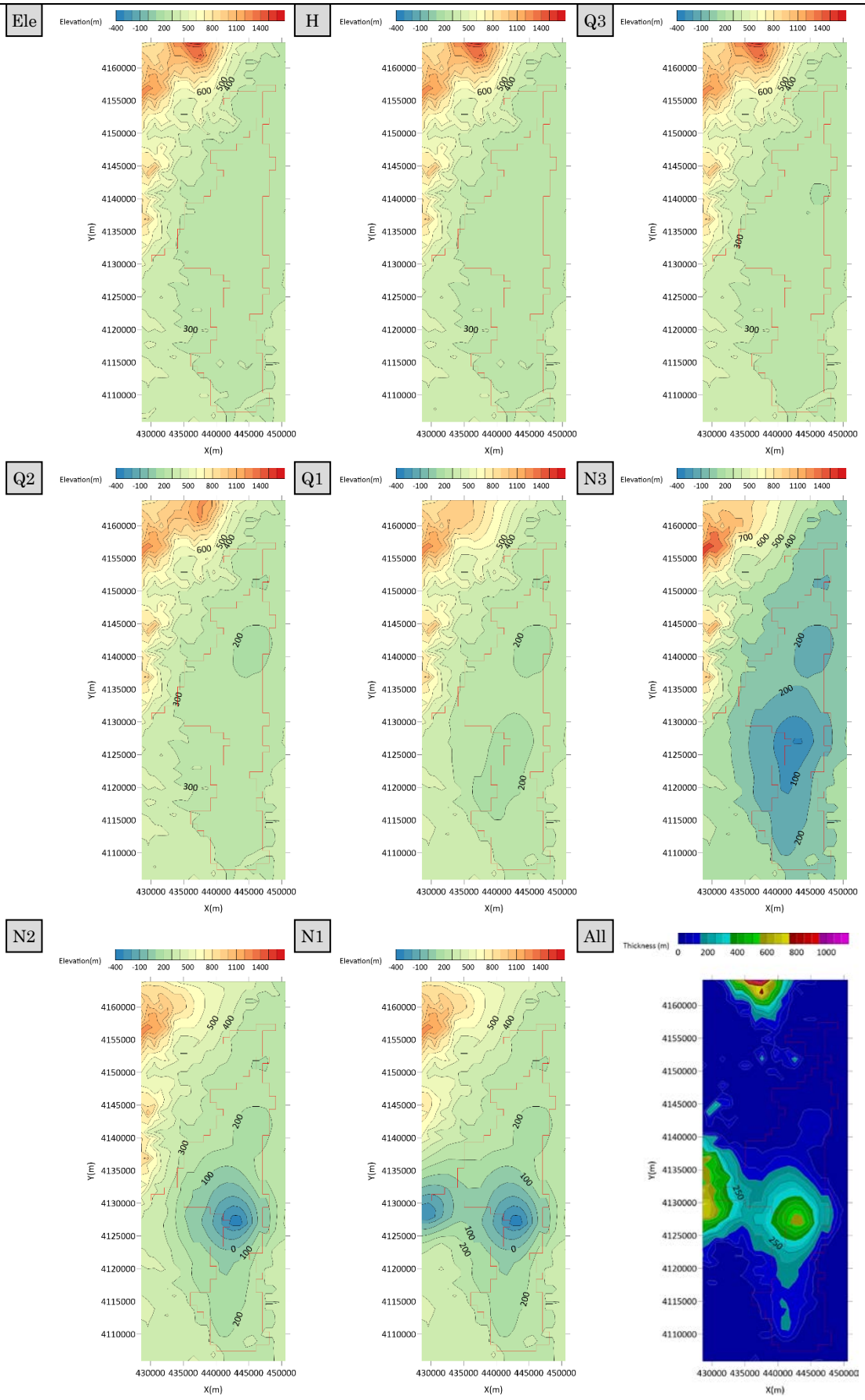


図 4-140　地質データ（TH-16 : Koriyama basin）

4） **流量データ**

TH-16 : Koriyama basin 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-82 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-83、図 4-141 に示す。

表 4-82　流量観測地点一覧（TH-16 : Koriyama basin）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	本宮	阿武隈川	阿武隈川	200.42	1941 年 01 月 01 日	2,284
2	阿久津	阿武隈川	阿武隈川	216.69	1938 年 09 月 01 日	1,865
3	御代田	阿武隈川	阿武隈川	224.18	1956 年 10 月 01 日	1,293
4	須賀川	阿武隈川	阿武隈川	229.89	1941 年 01 月 01 日	910
5	西川	阿武隈川	釈迦堂川	234.60	1958 年 08 月 01 日	276
6	小作田	阿武隈川	阿武隈川	234.95	1968 年 12 月 01 日	905

表 4-83　流況一覧（TH-16 : Koriyama basin）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	本宮	65.05	42.22	31.68	22.05	2.46	1.60	1.20	0.83
2	阿久津	56.89	35.41	26.28	17.68	2.64	1.64	1.22	0.82
3	御代田	35.17	23.09	17.47	10.85	2.35	1.54	1.17	0.72
4	須賀川	26.82	16.14	11.54	7.05	2.55	1.53	1.10	0.67
5	西川	7.74	4.87	3.56	2.07	2.42	1.52	1.11	0.65
6	小作田	20.28	14.41	10.56	5.55	1.94	1.37	1.01	0.53
平均値		35.32	22.69	16.85	10.88	2.39	1.54	1.13	0.70

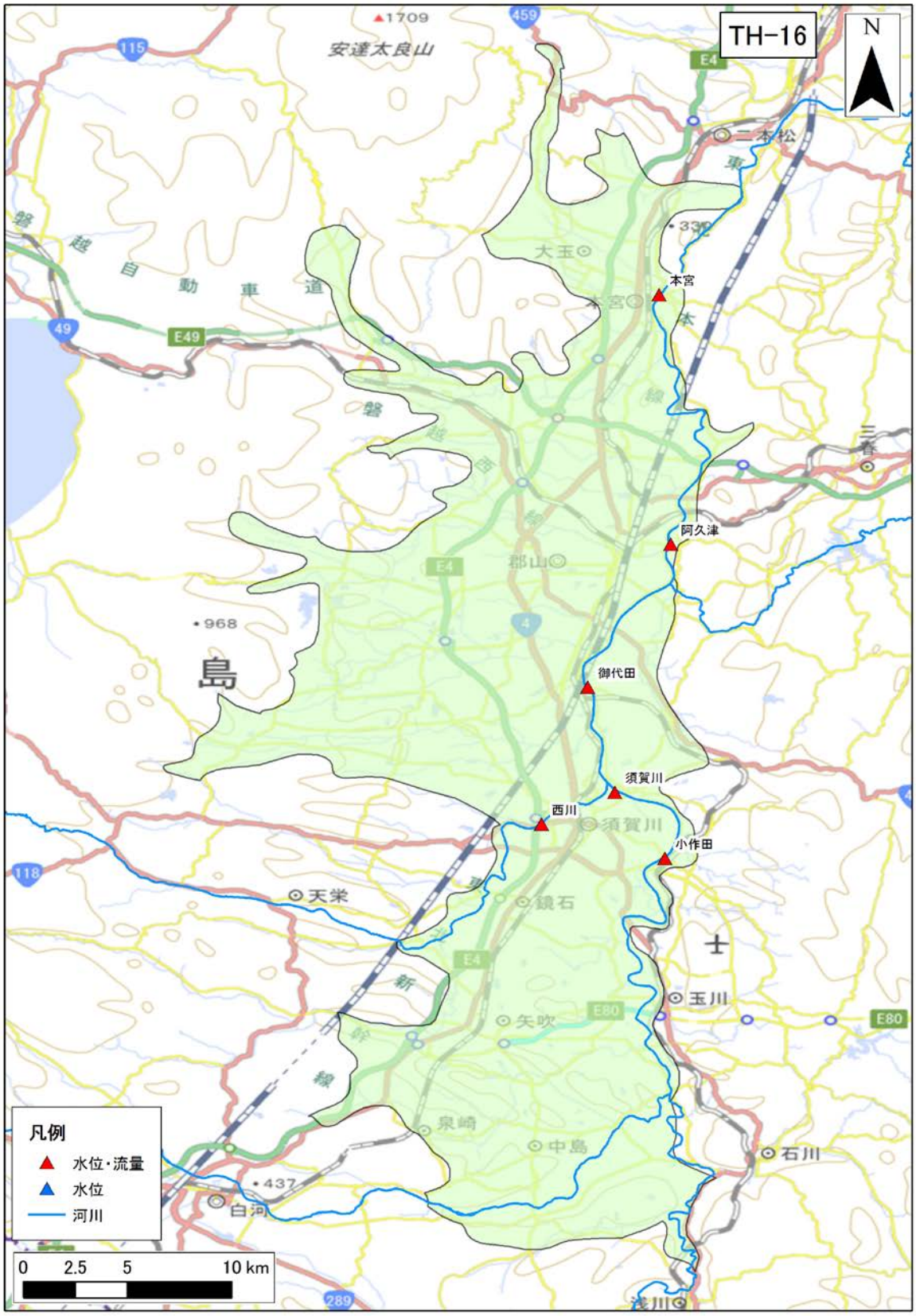


図 4-141　河川水位・流量観測地点位置図（TH-16 : Koriyama basin）

（21） TH-17：Iwaki coastal lowland

1） **地下水位データ**

TH-17：Iwaki coastal lowland 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-84 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-142 に示す。

表 4-84 地下水位観測地点一覧（TH-17 : Iwaki coastal lowland）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	大甕 No.1	原町市	8.51	319	200	137～157	1987～2004	年表
2	大甕 No.2	原町市	8.47	216	30	11～28	1987～2004	年表

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査



図 4-142　年平均地下水位分布図（TH-17 : Iwaki coastal lowland）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2)　**気象データ**

TH-17：Iwaki coastal lowland 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-85 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 4-143、図 4-144、図 4-145、図 4-146 に示す。

表 4-85　気象観測所一覧（TH-17 : Iwaki coastal lowland）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	36081	新地	37'52.5	140'55.1	10	アメダス	●	●	●		
2	36151	相馬	37'47	140'55.5	9	アメダス	●	●	●	●	
3	36231	原町	37'38.3	140'59	17	アメダス	●				
4	36411	浪江	37'29.5	140'57.9	47	アメダス	●	●	●	●	
5	36511	富岡	37'20.8	141'1	50	アメダス	●				
6	36611	広野	37'14	141'0	43	アメダス	●	●	●	●	

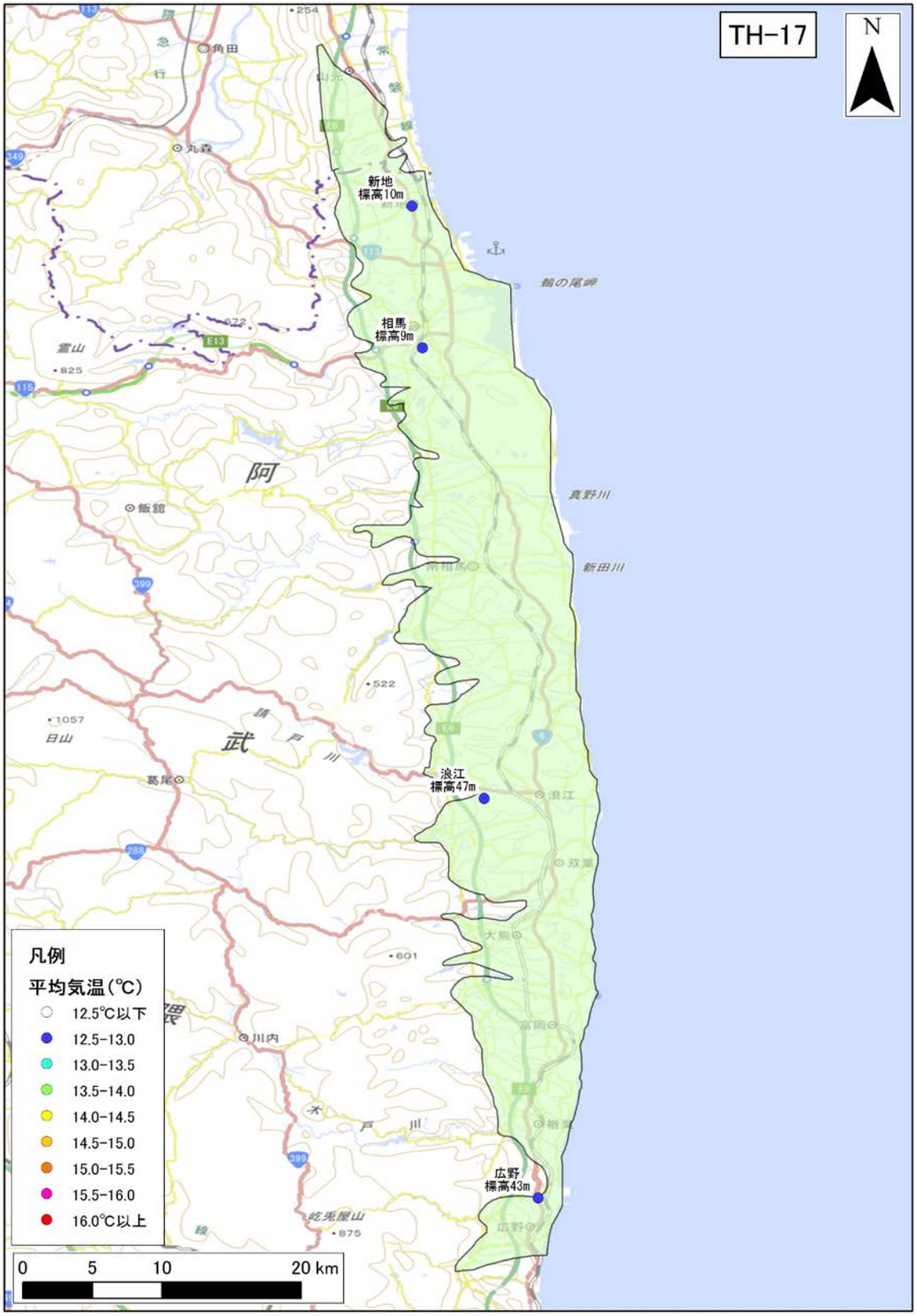


図 4-143　年平均気温の分布（TH-17 : Iwaki coastal lowland）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

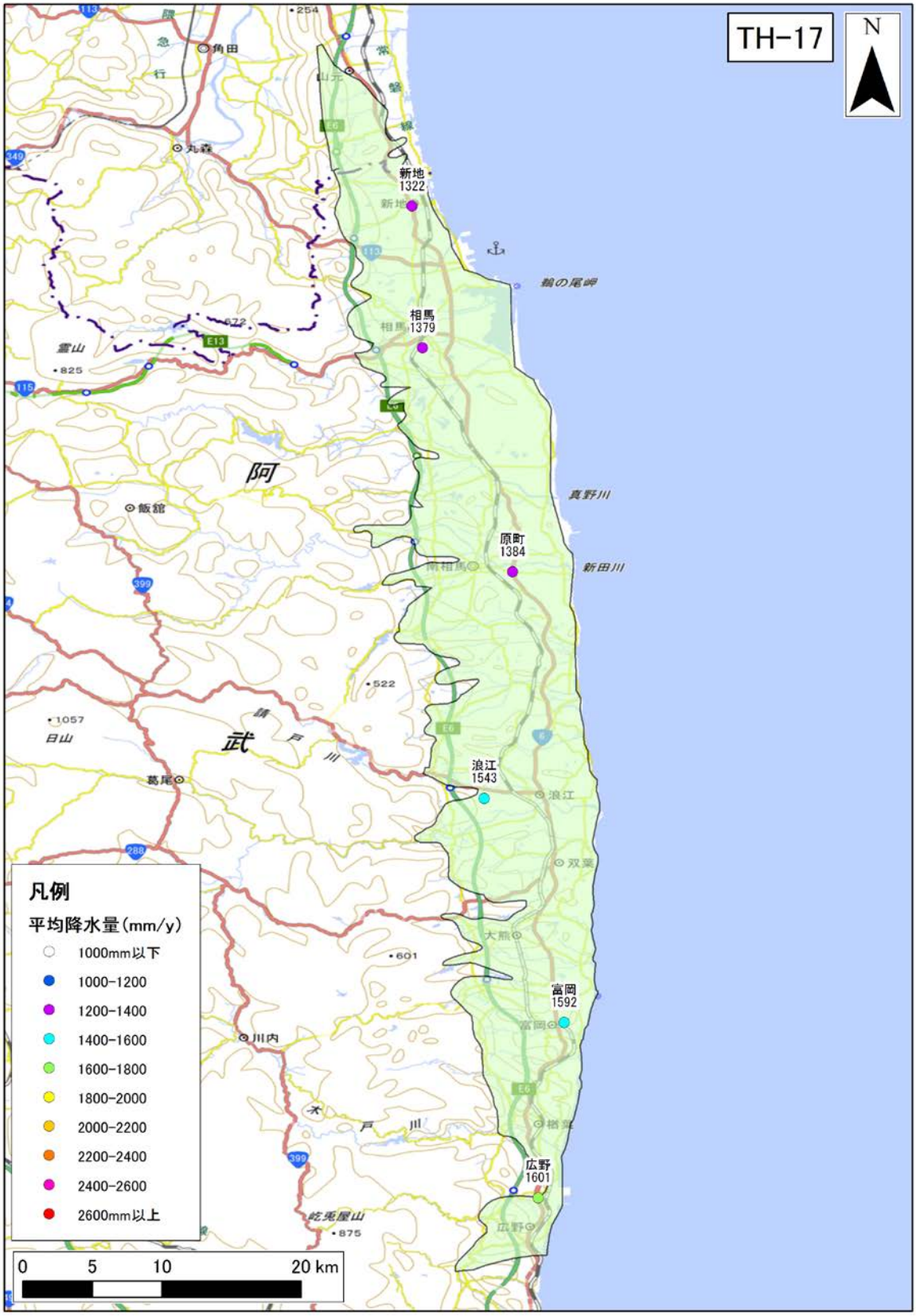


図 4-144　年間降水量の分布（TH-17 : Iwaki coastal lowland）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。

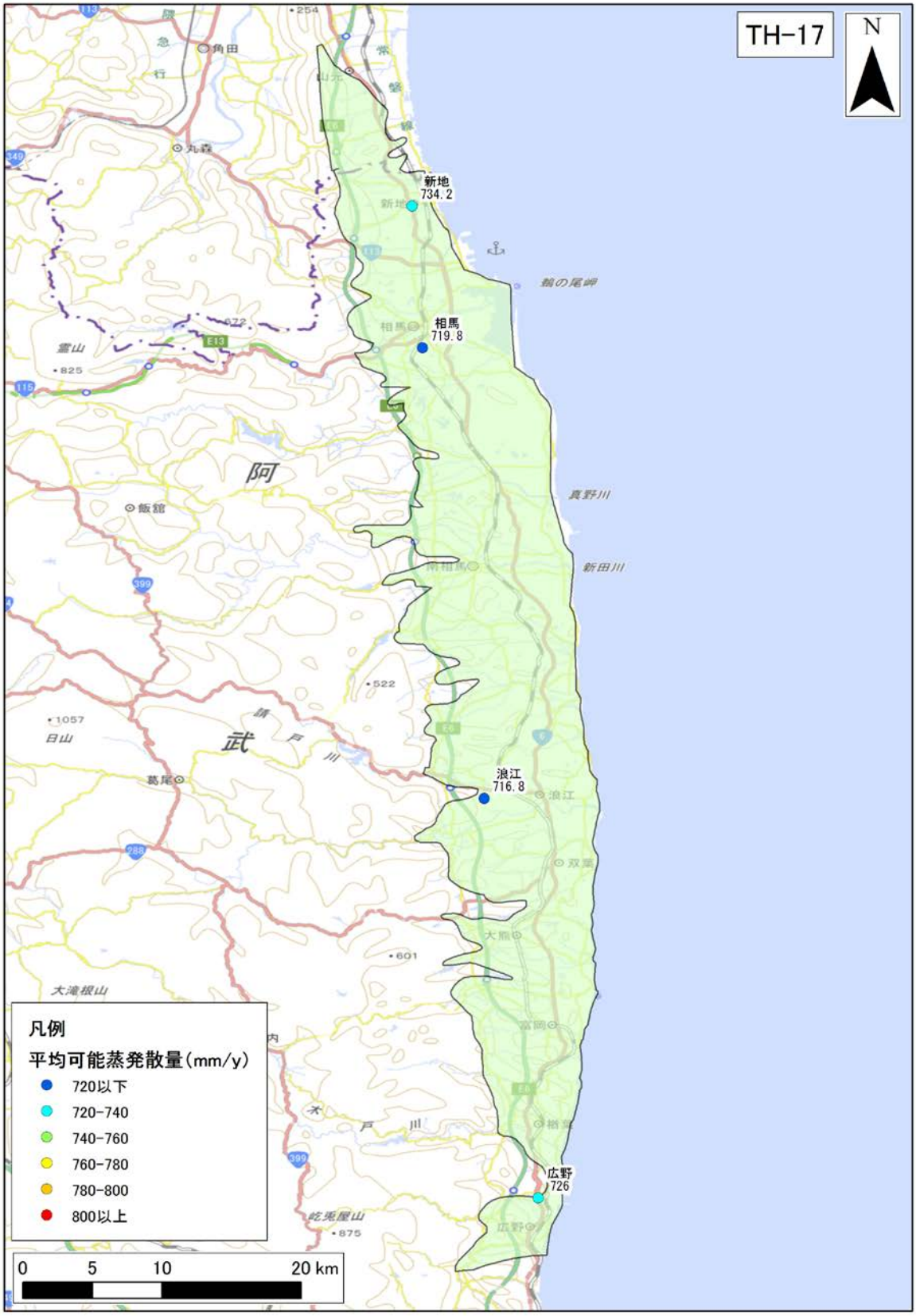


図 4-145　年間可能蒸発散量の分布（TH-17 : Iwaki coastal lowland）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

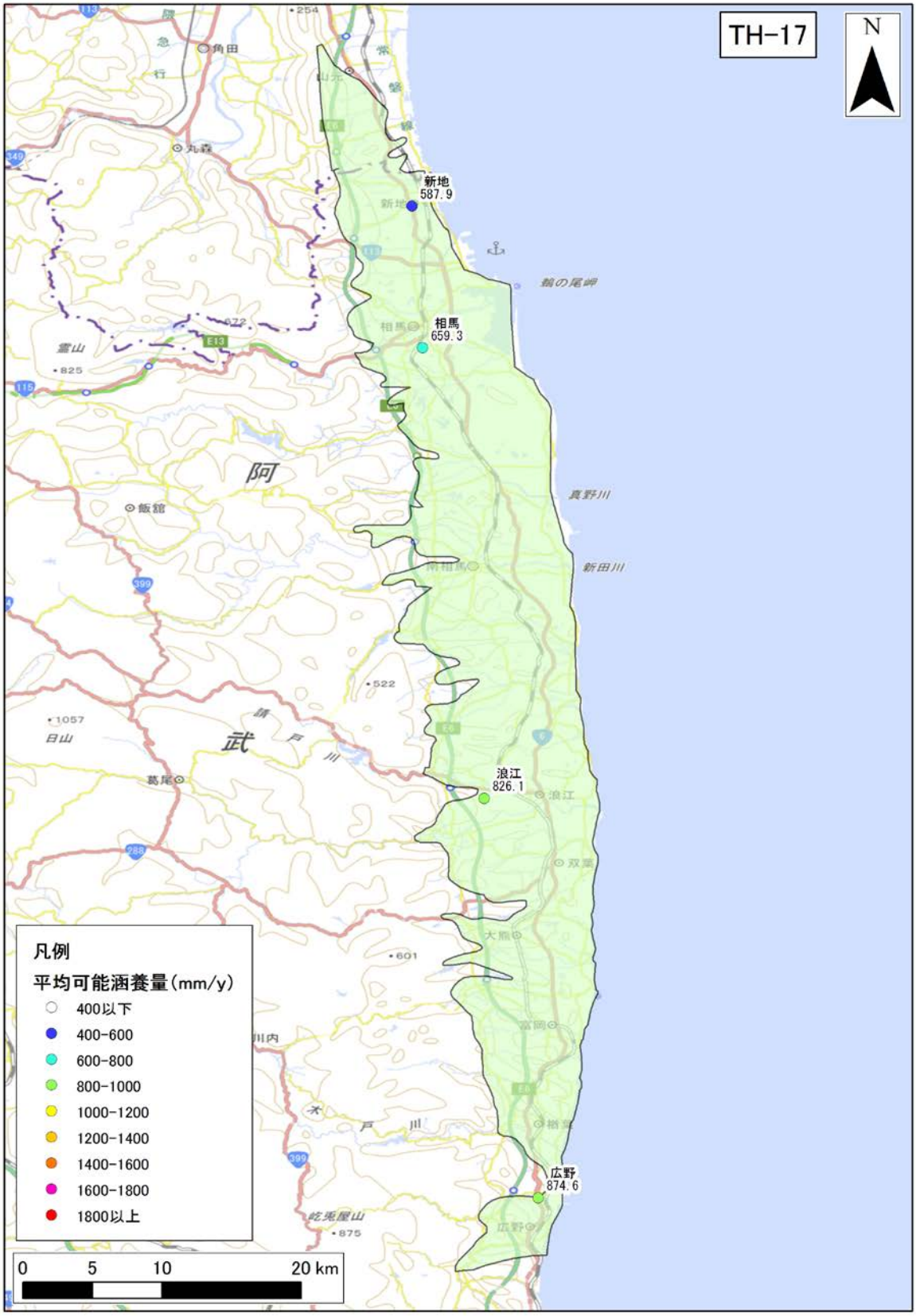


図 4-146　年間可能涵養量の分布（TH-17 : Iwaki coastal lowland）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

TH-17：Iwaki coastal lowland における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-147 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

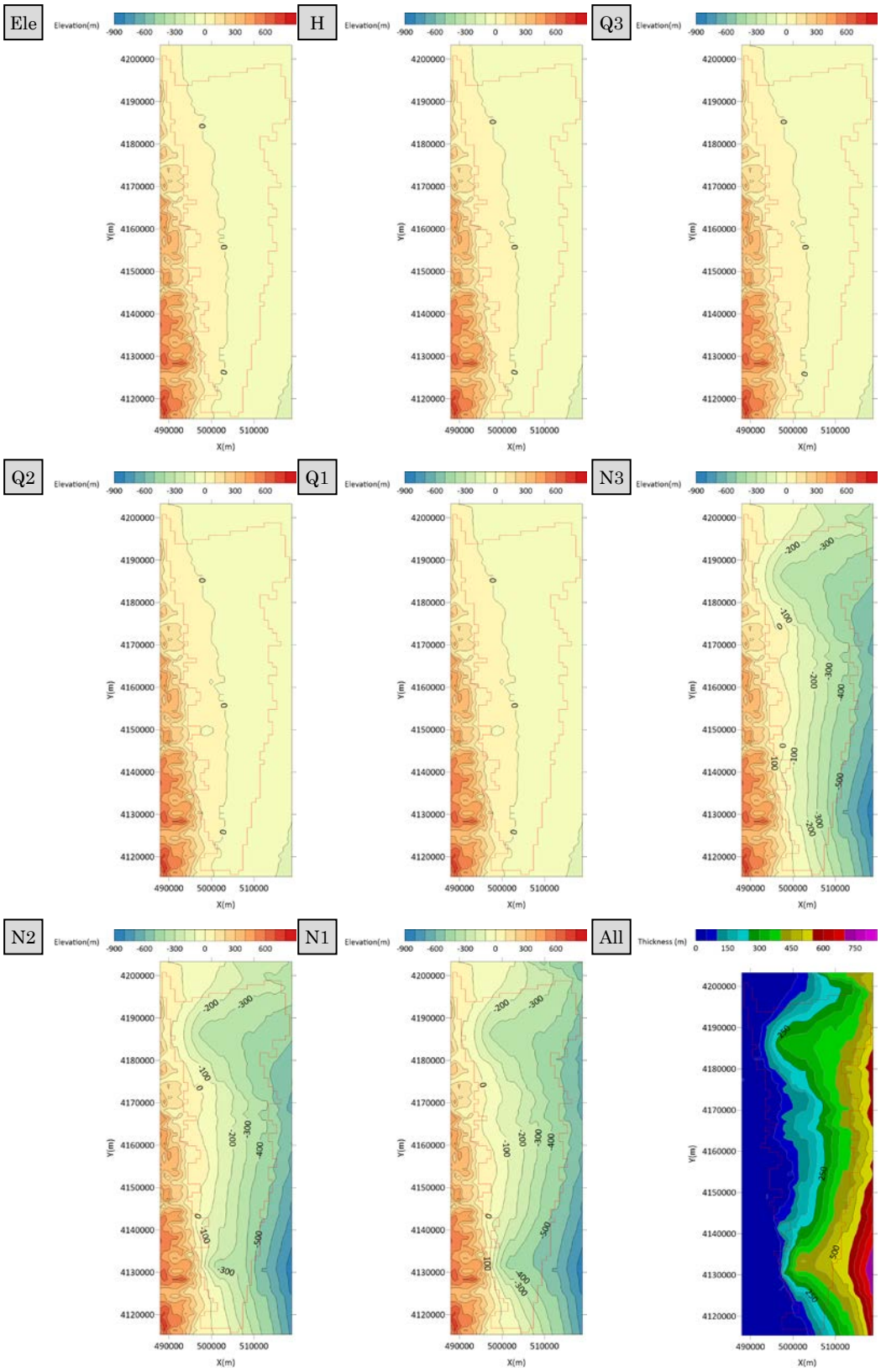


図 4-147　地質データ（TH-17：Iwaki coastal lowland）

4) **流量データ**

TH-17: Iwaki coastal lowland 領域内の流量観測地点は存在しなかった。

（22） TH-18：Joban coastal lowland

1） **地下水位データ**

TH-18: Joban coastal lowland 領域内の地下水位観測地点は存在しなかった。

2） **気象データ**

TH-18：Joban coastal lowland 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-86 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 4-148、図 4-149、図 4-150、図 4-151 に示す。

表 4-86 気象観測所一覧（TH-18 : Joban coastal lowland）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	36781	平	37'3.9	140'52.6	12	アメダス	●				
2	36836	山田	36'56	140'44	25	アメダス	●	●	●	●	
3	36846	小名浜	36'56.8	140'54.2	3	アメダス	●	●	●	●	
4	40046	北茨城	36'50	140'46.3	5	アメダス	●	●	●	●	
5	40081	高萩	36'42.4	140'43	4	アメダス	●	●	●		
6	40136	日立	36'34.8	140'38.7	34	アメダス	●	●	●	●	



図 4-148　年平均気温の分布（TH-18 : Joban coastal lowland）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。



図 4-149　年間降水量の分布（TH-18 : Joban coastal lowland）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。



図 4-150　年間可能蒸発散量の分布（TH-18 : Joban coastal lowland）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。



図 4-151　年間可能涵養量の分布（TH-18 : Joban coastal lowland）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

TH-18：Joban coastal lowland における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-152 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

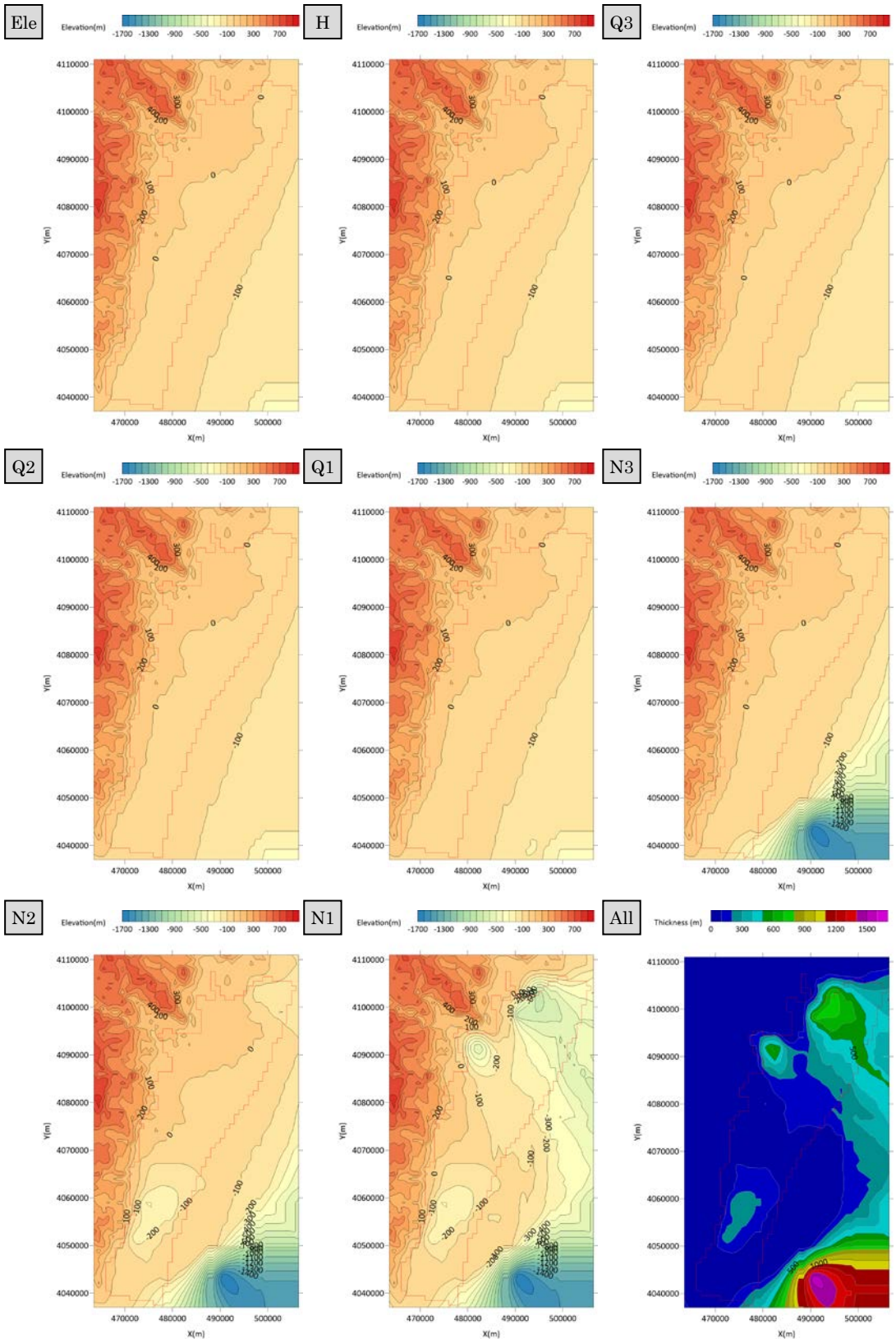


図 4-152　地質データ（TH-18 : Joban coastal lowland）

4) **流量データ**

TH-18: Joban coastal lowland 領域内の流量観測地点は存在しなかった。

（23） KA-1：Kanto plain

1） **地下水位データ**

KA-1：Kanto plain 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-87～表 4-98 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-153～図 4-160 に示す。

表 4-87 地下水位観測地点一覧（KA-1 : Kanto plain）1/12

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	黒磯	黒磯市	303.29	250	100	66～82.5	1987～2004	年表
2	大田原	大田原市	203.13	250	100	72.5～89	1987～2004	年表
3	矢板	矢板市	192.95	250	100	72.5～89	1987～2004	年表
4	長久保	氏家市	177.90	750	6.3	0～6.3	なし	年表
5	高根沢	高根沢町	137.71	250	100	45～67	1987～2004	年表・水調・栃木県
6	宝積寺	高根沢町	137.30	760	4.4	0～4.4	1987～2004	年表・水調
7	御幸ヶ原	宇都宮市	132.13	100	20	6.9～20	1987～2004	水水 DB・年表・水調
8	芳賀	芳賀町	125.56	250	180	70～81 86.5～97.5 108.5～119.5	1987～2004	年表・水調・栃木県
9	真岡 1 号	真岡市	84.79	300	208.2	186.1～202.6	1987～2004	年表・水調・栃木県
10	鹿沼	鹿沼市	108.80	250	44	20～25.5 28～33.5	1987～2004	年表・水調・栃木県
11	本田	宇都宮市	100.12	800	5	0～5	1987～2004	水水 DB・年表・水調
12	宇都宮	宇都宮市	92.78	250	45	17.5～34	1987～2004	年表・水調・栃木県
13	真岡 2 号	真岡市	77.39	250	120	85～107	1987～2004	年表・水調・栃木県
14	高崎	高崎市	109.48	155	25	14.5～20	1987～2004	年表・水調
15	群馬	高崎市	158.70	250	200	128.5～145	1987～2004	年表・水調
16	前橋 1 号	前橋市	126.90	250	80	58.5～75	1987～2004	年表・水調
17	高崎 3 号	高崎市	116.28	250	50	38～49	1987～2004	年表・水調
18	高崎 1 号	高崎市	88.60	250	150	40～51	1987～2004	年表・水調
19	吉井	吉井町	104.74	155	15	6.9～12.5	1987～2004	年表・水調
20	前橋 2 号	前橋市	94.60	250	120	99～115.5	1987～1995・1997～2004	年表・水調
21	藤岡	藤岡市	88.70	250	160	40～62	1987～2004	年表
22	高崎 2 号	高崎市	77.15	250	150	100.5～117	1987～2004	年表・水調
23	玉村	玉村町	70.00	250	250	229～245.5	1987～2004	年表・水調
24	玉村	玉村町	56.76	50	20.8	4～20	1997～2012	年表・水

								調・群馬県
25	角渕	玉村町	59.52	50	20.3	16～20	1997～2012	年表・水調・群馬県
26	忍保	上里町	56.47	50	20.42	4～20	1997～2012	年表
27	新町	高崎市	63.70	250	110	82.5～104.5	1987～2004	年表・水調
28	上里	上里町	78.14	155	25.37	6.4～21	1987～2012	年表

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

表 4-88　地下水位観測地点一覧（KA-1 : Kanto plain）2/12

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
29	上里	上里町	68.36	250	100	67～84	1992～1999	年表
30	神川	神川町	84.08	350	150	不明	1987～1999	年表・水調・埼玉県
31	田中	本庄市	49.28	700	46	0～46	1987～2003	年表
32	八斗島	本庄市	不明	700	4.6	0～4.6	なし	年表
33	本庄	本庄市	45.01	250	150	112～134	1992～1999	年表
34	伊勢崎 2 号	伊勢崎市	44.40	250	50	31～42	1987～2004	年表・水調
35	境	伊勢崎市	44.40	250	120	87～103.5	1987～2004	年表
36	藪塚地下水	太田市	95.12	不明	21	13～17	1987～2012	水水 DB・年表・水調
37	伊勢崎 1 号	伊勢崎市	44.40	250	400	383.5～400	1987～2004	年表・水調
38	深谷北井	深谷市	35.61	250	194	161～172 178～189	1992～2004	年表
39	新田	太田市	49.70	250	150	73～95	1987～2004	年表・水調
40	(佐)東	伊勢崎市	78.70	250	150	100.5～117	1987～2004	年表・水調
41	尾島	太田市	37.36	150	18.9	4.4～18.4	1987～2004	水水 DB・年表・水調
42	深谷	深谷市	43.10	350	97	26～32 44～50 86～94	1987～1999	年表・水調・埼玉県
43	尾島	太田市	不明	200	200	173～189.5	2001～2004	年表・水調
44	深谷	深谷市	64.00	200	8	3.2～8	1987～2004	水水 DB・年表・水調
45	太田 1 号	太田市	32.40	300	310	171～193	1987～2004	年表・水調
46	太田 2 号	太田市	32.40	300	150	123.5～140	1987～2004	年表・水調
47	妻沼	熊谷市	30.20	250	108	85～101	1992～1999	年表
48	大泉	大泉町	32.20	250	200	152～174	1987～2004	年表・水調
49	妻沼	熊谷市	29.98	1200	6	0～6	1987～2012	年表
50	古戸	太田市	29.52	600	70	0～70	1987～1992・1994～2003	年表
51	小島	熊谷市	41.70	150	30	14.4～30	1987～2005	水水 DB・年表・水調
52	熊谷 1 号	熊谷市	37.72	200	200	129～140 162～167	1994～1999	年表
53	熊谷 2 号	熊谷市	37.72	200	100	84～95	1994～1999	年表
54	久下 1 号	熊谷市	26.39	150	16	不明	なし	年表
55	久下 2 号	熊谷市	26.25	125	10	2～10	なし	年表
56	久下 3 号	熊谷市	29.98	125	10	2～10	なし	年表

57	唐子	東松山市	44.90	200	45	7.1～18.1	1987～2005	水水 DB・年表・水調
58	飯能	飯能市	108.50	150	15	4～15	1987～2005	水水 DB・年表・水調
59	日高	日高市	58.60	150	20	6～20	1987～2005	水水 DB・年表・水調
60	太田 3 号	太田市	43.30	250	50	11.5～28	1987～2004	年表・水調

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

表 4-89　地下水位観測地点一覧（KA-1 : Kanto plain）3/12

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
61	足利 1 号	足利市	27.43	250	125	108.5～119.5	1987～2004	年表・水調・栃木県
62	佐野石塚	佐野市	54.50	250	80	58.7～75.3	なし	年表・水調
63	足利 2 号	足利市	29.85	250	40	24.7～30.3	1987～2004	年表・水調・栃木県
64	邑楽 1 号	邑楽町	25.60	250	160	138～149	1987～2004	年表・水調
65	邑楽 2 号	邑楽町	不明	52.9	200.75	150～200	1993～2004	年表・水調
66	邑楽 3 号	邑楽町	不明	51.8	47.6	14～32	1993～2004	年表・水調
67	邑楽	邑楽町	26.72	150	19	6.5～18.5	1987～2012	水水 DB・年表・水調
68	都賀	都賀町	64.98	150	20.5	15～20	1987～2004	水水 DB・年表・水調
69	佐野吾妻	佐野市	23.07	250	130	108.1～124.8	1987～2004	年表・水調・栃木県
70	館林 2 号	館林市	21.75	250	150	128.2～139.2	1987～2004	年表・水調
71	壬生甲	壬生町	67.15	250	50	24.8～46.8	1991～2004	年表・水調・栃木県
72	佐野 2 号	佐野市	64.86	350	54.5	21.5～32.5 44.5～49.5	1987～1999	年表・水調・栃木県
73	北川辺 1 号井	北川辺町	14.72	不明	250	163～169 191～202	1989～2004	年表
74	北川辺 2 号井	北川辺町	14.67	不明	150	83～100	1989～2004	年表
75	壬生	壬生町	57.93	250	100	56～78	1987～2004	年表・水調・栃木県
76	佐野 1 号	佐野市	26.73	250	100	18.5～100	なし	年表
77	千代田	千代田町	21.50	250	60	43.5～54.5	1987～2004	年表・水調
78	石橋	下野市	69.37	250	162	91～113	1987～2004	年表・水調・栃木県
79	岩舟	岩舟町	28.79	250	114.6	64.1～83.3 94.4～104	1987～2004	年表・水調・栃木県
80	館林 1 号	館林市	20.75	300	310	283～299.5	1987～2004	年表・水調
81	上三川北	上三川町	73.00	250	200.5	161.5～167 183.5～200.5	1987～ 1991・ 1993～2004	年表・水調・栃木県
82	上三川 1 号	上三川町	63.71	250	200	37.5～54 59.5～70.5 134～139.5 150.5～156 183.5～189	1987～2004	年表・水調・栃木県
83	熊谷	熊谷市	21.90	200	20	9.5～20	1987～2005	水水 DB・年表・水調

84	関東農政局館林 1 号	館林市	18.62	不明	100	60.5～71.6 88.3～93.8	1996～2004	年表・水調
85	関東農政局館林 2 号	館林市	18.62	不明	200	146.5～163.2 174.3～179.9	1996～2004	年表・水調
86	館林 3 号	館林市	21.70	250	80	58～69	1987～2004	年表・水調
87	川俣	明和村	20.84	500	21	0～21	1987～2003	年表
88	上新郷	羽生市	21.03	600	26	0～26	1987～2003	年表
89	板倉 1 号	板倉町	18.20	250	153	136.5～147.5	1987～2004	年表・水調
90	板倉 2 号	板倉町	23.60	250	50	41.5～47	1987～2004	年表・水調

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

表 4-90　地下水位観測地点一覧（KA-1 : Kanto plain）4/12

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
91	板倉 3 号	板倉町	不明	52.9	266.8	167～265	1993～2004	年表・水調
92	南河内本吉田	下野市	47.96	250	120	65～76 87～98	1989～2004	年表・水調・栃木県
93	藤岡	藤岡町	22.31	250	260	177.8～188.9	1987～2004	年表・水調・栃木県
94	明和	明和町	18.70	250	150	103～125	1987～2004	年表・水調
95	上三川大山 1 号	上三川町	68.93	250	60	19.3～54.5	1991～2004	年表・水調・栃木県
96	上三川大山 2 号	上三川町	68.90	250	200	112～196	1991～2004	年表・水調・栃木県
97	明和西 1 号	明和町	21.70	不明	370	309～320	1996～2004	年表・水調
98	明和西 2 号	明和町	21.70	不明	240	203～214	1996～2004	年表・水調
99	明和西 3 号	明和町	21.70	不明	140	113～124	1996～2004	年表・水調
100	大平	大平町	22.21	250	80	44.3～55.4	1987～2004	年表・水調・栃木県
101	国分寺	下野市	53.93	250	130	75～92 97～113	1987～2004	年表・水調・栃木県
102	小山美田	小山市	32.44	300	40	20.5～26 31.5～37	1987～2004	年表・水調・栃木県
103	飯野	板倉町	19.21	600	5	0～5	1987～2003	年表
104	行田 1 号井	行田市	17.83	50	610	457～517	1987～2004	年表・水調・埼玉県
105	行田 2 号井	行田市	18.69	不明	300	213～235	1987～2004	年表・水調・埼玉県
106	行田 3 号井	行田市	18.79	不明	200	141～163	1987～2004	年表・水調・埼玉県
107	行田 4 号井	行田市	18.77	不明	70	42～58	1987～2004	年表・水調・埼玉県
108	堤	羽生市	18.03	650	32	0～32	1987～2003	年表
109	羽生-1	羽生市	16.59	200	250	222～239	1992～1999	年表
110	羽生-2	羽生市	16.59	200	100	78～94	1992～1999	年表
111	板倉 4 号	板倉町	不明	51.8	51.8	11.8～39.8	1993～2004	年表・水調
112	寒川	小山市	19.87	150	15	5.5～11.3	なし	年表
113	真岡松山	真岡市	67.83	250	130	42～53 58.5～69.5	1988～2004	年表・水調・栃木県
114	大里-1	大里村	40.37	200	115	60～65 82～93 99～110	1995～1999	年表
115	大里-2	大里村	40.38	200	50	7～12 14～20 25～31	1995～1999	年表

						36～42		
116	行田	行田市	18.30	50	610	457～517	なし	年表
117	小山南	小山市	26.67	250	182.5	106～122.5	1987～2004	年表・水調・栃木県
118	藤岡	藤岡町	15.69	250	300	228.5～245 261.5～278 289～300	1999～2004	水水 DB・年表・水調
119	加須北-1	加須市	14.62	不明	200	178～195	1997～1999	年表
120	加須北-2	加須市	14.63	不明	150	117～128 134～139	1997～1999	年表

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

表 4-91　地下水位観測地点一覧（KA-1 : Kanto plain）5/12

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
121	青田	二宮町	不明	800	3.55	0～3.55	なし	年表
122	小山 1 号	小山市	33.08	300	450	408～430.2	1987～2004	年表・水調・栃木県
123	小山 2 号	小山市	32.85	300	120.5	98.4～115	1987～2004	年表・水調・栃木県
124	加須	加須市	13.43	200	250	200～211	1987～2016	水水 DB・年表・水調
125	鴻巣	鴻巣市	16.98	不明	400	304～326	1987～1999	年表・水調・埼玉県
126	大利根 1 号井	大利根町	12.91	200	200	202～213 229～234	1988～1999	年表
127	大利根 2 号井	大利根町	12.92	200	60	38～55	1988～1999	年表
128	子思儀	下館市	40.00	760	2.8	0～2.8	1987～2004	年表・水水 DB
129	川島 1 号井	川島町	13.33	50	300	249～258 274～287	1987～2004	年表・水調・埼玉県
130	川島 2 号井	川島町	13.35	不明	190	143～154	1987～2004	年表・水調・埼玉県
131	川島 3 号井	川島町	13.35	不明	80	41～63	1987～2004	年表・水調・埼玉県
132	小栗	協和町	44.57	720	4.1	0～4.1	1987～2004	年表・水水 DB
133	上平塚	下館市	38.47	100	8.5	3.6～8.5	1987～2004	年表・水水 DB
134	騎西 1	騎西町	15.10	200	250	195～206 239～245	1992～1999	年表
135	騎西 2	騎西町	15.09	200	116	98～115	1992～1999	年表
136	鷲宮 1 号井	鷲宮町	9.54	不明	415	326～342	1987～2004	年表・水調・埼玉県
137	鷲宮 2 号井	鷲宮町	9.65	不明	250	192～215	1987～2004	年表・水調・埼玉県
138	鷲宮 3 号井	鷲宮町	9.54	不明	85	52～63	1987～2004	年表・水調・埼玉県
139	鷲宮 4 号井	鷲宮町	9.54	不明	35	20～24	1987～2004	年表・水調・埼玉県
140	川島	下館市	36.48	900	5.4	0～5.4	1987～1988	年表
141	中田新田	古河市	16.90	720	77	0～77	1987～2003	年表
142	坂戸	坂戸市	28.94	300	180	99～104 115～125 131～136 153～158 163～169	1987～1999	年表・水調・埼玉県

143	栗橋	栗橋町	13.12	710	31	0～31	1987～2003	年表
144	総和工高	古河市	18.84	150	230	188～193.5 204.5～215.5	1987～2004	年表
145	北本	北本市	20.10	350	300	185～195 208～216 264～280	1987～1999	年表・水調・埼玉県
146	栗橋（深）	栗橋町	12.74	100	35.1	32.1～35.1	なし	年表
147	栗橋	栗橋町	14.48	350	270	145～151 189～197 219～227 230～236 246～256	1987～1999	年表・水調・埼玉県

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

表 4-92　地下水位観測地点一覧（KA-1 : Kanto plain）6/12

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
148	平方	下妻市	28.60	740	5.9	0～5.9	1987～2004	年表
149	久喜	久喜市	10.33	不明	350	268～279 301～312	1987～1999	年表・水調・埼玉県
150	霞ヶ関	川越市	33.90	200	150	119～130	1987～2005	水水 DB・年表・水調
151	境	境町	17.85	150	25.5	17.9～25	1987～2004	水水 DB・年表・水調
152	境	境町	17.27	150	188	160.4～182.4	1987～2004	年表
153	栗橋（浅）	栗橋町	9.90	150	17	12.4～15.7	1987～2004	年表・水水 DB
154	杉戸（1）	杉戸町	8.32	160	200	176～180	1987～2016	水水 DB・年表・水調
155	古布内	関宿町	不明	100	80	不明	なし	年表
156	幸手-1	幸手市	11.74	不明	300	250～256 272～283	1997～1999	年表
157	幸手-2	幸手市	11.73	不明	150	89～95 122～128 139～145	1997～1999	年表
158	幸手	幸手市	10.01	150	15	4.4～11	なし	年表
159	川越老袋	川越市	10.42	500	40	29～35	1987～1999	年表・水調・埼玉県
160	川越	川越市	30.00	150	20	6～20	1987～2005	水水 DB・年表・水調
161	倉松	杉戸町	8.87	150	7	4.4～5	なし	年表
162	川越	川越市	25.11	不明	220	167～184	1997～1999	年表
163	南古谷	川越市	8.20	150	20	8～13.5	1987～2005	水水 DB・年表・水調
164	上福岡-1	上福岡市	6.70	不明	250	217～234	1997～1999	年表
165	上福岡-2	上福岡市	6.69	不明	185	169～180	1997～1999	年表
166	上福岡-3	上福岡市	6.71	不明	115	96～113	1997～1999	年表
167	岩槻	岩槻市	9.54	不明	250	192～208	1987～1999	年表
168	杉戸（2）	杉戸町	8.21	200	10	110～116	1987～2016	水水 DB・年表・水調
169	三芳	三芳町	49.55	200	200	165～171 174～180 185～191	1992～1999	年表
170	関宿	関宿町	13.88	100	80	0～80	1987～2003	年表
171	古布内	岩井市	10.64	105	50	0～50	1987～2003	年表
172	関宿-1	野田市	14.73	300	202.1	177.5～193.1	1991～2004	年表
173	関宿-2	野田市	14.72	300	100.5	72.9～89.5	1991～2004	年表

174	大宮	大宮市	15.51	不明	700	607～629	1987～1999	年表
175	南畑 2 号	大宮市	7.38	75	14	5.7～13.2	なし	年表
176	大宮	さいたま市	14.50	150	25	14～24.5	1987～2005	水水 DB・年表・水調
177	南畑 1 号	富士見市	7.85	75	13.5	8.2～12.7	なし	年表

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

表 4-93　地下水位観測地点一覧（KA-1 : Kanto plain）7/12

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
178	春日部中央 1	春日部市	6.36	50	600	351～368 395～412	1992～1999	年表
179	春日部中央 2	春日部市	6.41	不明	315	276～294	1992～1999	年表
180	春日部中央 3	春日部市	6.40	不明	215	189～205	1992～1999	年表
181	春日部中央 4	春日部市	6.41	不明	106	56～73	1992～1999	年表
182	春日部	春日部市	7.48	300	340	234～256 269～285 313～324	1987～1999	年表
183	春日部	春日部市	5.93	150	7	2.4～5	1987～2016	水水 DB・ 年表・水調
184	所沢 1 号井	所沢市	75.08	不明	415	357～380	1987～2004	年表・水 調・埼玉県
185	所沢 2 号井	所沢市	75.05	不明	240	201～223	1987～2004	年表・水 調・埼玉県
186	庄和	春日部市	5.97	160	10	2～10	1987～2016	水水 DB・ 年表・水調
187	庄和	庄和町	12.18	350	216	148～161 176～192	1987～1999	年表・水 調・埼玉県
188	浦和 1 号井	さいたま 市	7.90	不明	150	114～119 133～138	1987～2004	年表・水 調・埼玉県
189	浦和 2 号井	さいたま 市	7.90	不明	250	165～174 184～190	1987～2004	年表・水 調・埼玉県
190	大輪	水海道市	15.93	790	5.2	0～5.2	1987～2004	年表・ 水水 DB
191	莚打	岩井市	7.96	105	30	0～30	1987～2003	年表
192	国土地理院-1	つくば市	25.35	150	5	3～5	1989～ 1992・ 1994～2004	年表
193	国土地理院-2	つくば市	25.37	150	20	10～20	1989～ 1992・ 1994～2004	年表
194	国土地理院-3	つくば市	26.44	250	190	139.3～150.3	1989～ 1992・ 1994～2004	年表
195	沖新田	水海道市	12.25	100	16	12～16	1987～2004	水水 DB・ 年表・水調
196	目吹	野田市	8.01	150	70	66～70	1987～2003	年表
197	浦和東	浦和市	15.95	350	228	147～154 170～182 189～197 200～216	1987～1999	年表
198	斗利出	龍ヶ崎市	5.00	200	19	15～19	1987～2009	年表・

								水水 DB
199	水海道	水海道市	23.71	150	211	183.5～194.5 112～117.5 134～150.5	1987～1997	年表
200	水海道	水海道市	15.06	850	6.1	0～6.1	なし	年表
201	越谷	越谷市	4.71	不明	600	524～541	1987～1999	年表・水調・埼玉県
202	野田	吉川市	4.71	100	10	4.45～5.25	1987～2016	水水 DB・年表・水調
203	越谷	越谷市	4.25	150	10	4.5～7.9	1987～2016	水水 DB・年表・水調
204	戸田 1 号	戸田市	4.78	不明	256	187～192 214～219	1987～1999	年表・水調・埼玉県
205	戸田 2 号	戸田市	4.80	不明	142	110～121	1987～1999	年表・水調・埼玉県
206	野田-1	野田市	8.87	350	270	221.3～243.4	1987～2004	年表・水調

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

表 4-94　地下水位観測地点一覧（KA-1 : Kanto plain）8/12

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
207	越谷東 1 号井	越谷市	4.25	不明	315	267～283	1987～2004	年表・水調・埼玉県
208	越谷東 2 号井	越谷市	4.24	不明	160	74～96	1987～2004	年表・水調・埼玉県
209	越谷東 3 号井	越谷市	4.25	不明	60	43～48	1987～2004	年表・水調・埼玉県
210	川口 1 号	川口市	3.54	150	100	89～95	1987～1999	年表・水調・埼玉県
211	川口 2 号	川口市	3.73	150	43	36～39	1987～1999	年表・水調・埼玉県
212	川口 3 号	川口市	3.62	不明	240	180～192	1987～1999	年表・水調・埼玉県
213	岩淵（浅）	北区	5.79	200	67	62～67	1987～2006	水水 DB・年表・水調
214	岩淵（深）	北区	5.79	200	114	108～114	1987～2006	水水 DB・年表・水調
215	花野井	柏市	9.79	150	26.3	18.8～25.8	1987～2004	年表
216	八潮 1 号	八潮市	3.22	200	300	235～246 274～279	1993～1999	年表
217	八潮 2 号	八潮市	3.22	200	150	107～124	1993～1999	年表
218	松戸-1	松戸市	4.41	350	270	210.5～232.4	1987～2004	年表
219	牛久	牛久市	23.67	150	220	157～190	1987～2004	年表
220	柏-1	柏市	12.72	350	350	296.8～318.9	1987～2004	年表・水調
221	W-24(末広)	千葉市中央区	4.81	150	222	210～224	1987～1992	年表
222	W-25（末広）	千葉市	4.92	150	148	136～148	1987～1992	年表
223	取手 3 号	取手市	8.08	150	200	164.3～184.4	1987～2004	年表
224	新町	取手市	10.13	950	8.1	0～8.1	なし	年表
225	内陸 W-2(松戸)	松戸市	4.18	150	140	128～140	なし	年表・水調
226	青山	我孫子市	5.19	750	6.5	0～6.5	なし	年表
227	三郷	三郷市	不明	50	不明	7.8～10.5	なし	水水 DB
228	松戸-2	松戸市	29.58	350	250	190.3～212.4	1987～2004	年表
229	土研-1	谷田部村	27.74	150	6	4～6	なし	年表
230	女化	土浦市	23.93	200	23	18.5～23	1987～2009	年表・水水 DB
231	安西	栄町	2.18	150	15	10～15	1987～2008・2010～2012	水水 DB・年表・水調
232	成田-8	成田市	16.10	350	50	23.4～34.4	なし	年表

233	成田-9	成田市	16.10	350	100	64～84.6	なし	年表・水調
234	平塚	平塚市	不明	200	98.6	72～82	なし	年表
235	松原	平塚市	4.74	200	98.6	72～82	1987～2004	年表・水調・神奈川県
236	大原	平塚市	9.30	50.8	192.5	140.6～151.6	1987～2004	年表・水調・神奈川県

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

表 4-95　地下水位観測地点一覧（KA-1 : Kanto plain）9/12

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
237	四之宮	平塚市	8.47	200	135.2	63～74	1987～2004	年表・水調・神奈川県
238	金田	平塚市	11.34	250	120	102～107.5	1987～2004	年表
239	寒川	寒川町	13.16	250	147	130.5～136	1987～1992	年表
240	海老名	海老名市	18.96	200	60	52.2～59.7	なし	年表
241	海老名	海老名市	21.10	250	80	36.7～42.2	1987～1997	年表・水調・神奈川県
242	南富士見小学校	立川市	76.76	150	10	1～9	1987～2004	年表・水調
243	上倉田団地	横浜市	11.24	150	15	11～15	1987～1995・1997～2004	年表
244	東戸塚小学校	横浜市	13.55	150	15	12.3～14.8	1987～2004	年表
245	矢部団地	横浜市	13.47	150	10	7.5～10	1987～2004	年表
246	秋葉町	横浜市	18.31	175	150	115～120	1987～2004	年表
247	多摩中学校	多摩市	50.19	60	7	4～7	なし	年表
248	八景小学校	横浜市	2.39	150	37	20.9～31.5	1987～2004	年表
249	潤徳小学校	日野市	65.70	150	10	1～9	1987～2004	年表・水調
250	都筑	横浜市	11.61	150	120	43～48.5 65～87 98～103.5	1994～2004	年表・水調・神奈川県
251	佐江戸公園	横浜市	10.89	200	16	10.5～15.5	1991～2004	年表・水調・神奈川県
252	佐江戸公園 (2)	横浜市	10.89	250	88	76～86.5	1991～2004	年表・水調・神奈川県
253	緑	横浜市	11.60	150	120	43～48.5 65～87	1987～1993	年表
254	佐江戸	横浜市	8.80	200	15	8.5～9.5	1987～1991	年表
255	住吉小学校	府中市	49.82	60	8	5～8	1987～2004	年表・水調
256	岡野公園	横浜市	2.10	200	32	27.1～29.9	1987～2004	年表
257	横浜公園	横浜市	2.73	200	57	44～47	1987～2004	年表
258	中央高速 No.10	府中市	57.08	60	12	不明	なし	年表
259	中央高速 No.7	府中市	42.71	60	11.5	8.5～11.5	1987～1998	年表
260	新横浜駅前公園	横浜市	7.88	200	25	22～25	1987～2004	年表・水調・神奈川

								県
261	新横浜駅前公園(2)	横浜市	7.98	200	60	50.8～56.8	1987～2004	年表・水調・神奈川県
262	新横浜駅前公園(3)	横浜市	8.12	300	117	95.5～106.5	1987～2004	年表・水調・神奈川県
263	稲城第四小学校	稲城市	34.64	60	7	4～7	なし	年表
264	新羽公園	横浜市	4.27	100	80	62.8～72 75～76.5	1987～2004	年表・水調・神奈川県
265	新羽公園(2)	横浜市	4.26	200	40	30～36	1987～2004	年表・水調・神奈川県
266	中央高速No.5	調布市	31.44	60	11	8～11	1987～1997	年表

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

表 4-96　地下水位観測地点一覧（KA-1 : Kanto plain）10/12

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
267	多摩川小学校	調布市	26.82	60	10.8	7.8～10.8	1987～2004	年表・水調
268	西寺尾公園	横浜市	4.99	50	17	13～17	1992～2004	年表
269	西寺尾第 2 小学校	横浜市	5.34	50	11	7～11	1992～2000	年表
270	中之島小学校	川崎市	25.95	60	8	5～8	1987～1996	年表
271	稲田	川崎市	20.66	150	25.3	14.3～19.8	1987～2004	年表・水調・神奈川県
272	調布第 2	調布市	35.05	200	56	43～53	1987～2004	年表・水調
273	多摩高校	川崎市	18.49	60	7	4～7	1987～2004	年表・水調
274	狛江	狛江市	22.29	60	9.8	6～9.5	1987～2004	年表・水調
275	新城	川崎市	10.47	150	36.8	25.8～31.3	1987～2004	年表・水調・神奈川県
276	坂戸	川崎市	13.56	200	34.5	23.5～29	1987～2004	年表・水調・神奈川県
277	市場	横浜市	1.56	200	66	34.9～39.6	1987～2004	年表・水調・神奈川県
278	渡田	川崎市	3.29	200	50.5	30.5～38.5	1987～2004	年表・水調・神奈川県
279	小向	川崎市	4.36	150	59.9	37.9～43.4	1987～2004	年表・水調・神奈川県
280	田島	川崎市	1.94	200	85	52.5～62.5	1987～2004	年表・水調・神奈川県
281	W-21(富津)	富津市	8.33	150	152	110～122	1987～2004	年表
282	六郷	川崎市	3.41	200	29	23.3～28.3	1987～2004	年表・水調・神奈川県
283	観音川	川崎市	1.99	200	80.1	65.8～76.8	1987～2004	年表・水調・神奈川県
284	W-22（君津）	君津市	5.98	不明	152	110～122	なし	年表
285	W-20(君津)	君津市	4.62	150	202	120～132	1987～2004	年表
286	千鳥町	川崎市	4.61	250	130.5	60.5～72.5	1987～2004	年表・水調・神奈川県

287	君津-1	君津市	11.26	300	200	155.3～182.9	1987～2004	年表
288	和光	和光市	35.31	300	400	324～340	1987～1999	年表・水調・埼玉県
289	2-A(久保田)	袖ヶ浦町	不明	150	330	276～330	なし	年表
290	宮城第 3	足立区	2.95	150	450	230～250	1987～1990	年表
291	小台第 3	足立区	2.56	150	300	212～234	1991～2004	年表・水調・東京都
292	小名木川	江東区	0.61	200	57	51～57	1991～2005	水水 DB・年表・水調
293	W-32 (袖ヶ浦市)	袖ヶ浦市	7.77	150	250	238～250	1987～2004	年表
294	小名木	江東区	2.76	110	45	40～45	1987～1990	年表
295	浦安-1	浦安市	1.17	400	60	33.7～45.7	1987～2004	年表
296	浦安-2	浦安市	1.19	400	150	113.3～129.9	1987～2004	年表

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

表 4-97　地下水位観測地点一覧（KA-1 : Kanto plain）11/12

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
297	浦安-3	浦安市	1.23	400	220	178.5～195.1	1987～2004	年表
298	W-30（姉崎）	市原市	2.48	150	350	338～350	1987～1991 (全日欠測)	年表
299	W-31(姉崎)	市原市	8.23	不明	250	238～250	なし	年表
300	市川-6	市川市	1.88	150	60	53～58.5	1987～2004	年表
301	市川-7	市川市	1.77	150	35	28～33	1987～2004	年表
302	W-9（青柳）	市原市	2.76	150	278	263.6～275.6	なし	年表
303	篠崎第 3	江戸川区	2.34	150	340	300～315	1987～2004	年表・水調・東京都
304	市川-3	市川市	1.61	200	450	419～435	1987～2004	年表
305	市川-4	市川市	3.04	350	272	179.1～201.2	1987～2004	年表
306	W-29(五井)	市原市	3.41	150	140	128～140	1987～2004	年表
307	行徳	市川市	1.50	50	不明	2～4.8	なし	水水 DB・水調
308	W-15(埋立地)	市川市	3.45	150	154	118～130	1987～2004	年表
309	W-14(高谷)	市川市	1.80	150	86	74～86	1987～2004	年表
310	W-8(岩崎)	市原市	2.15	150	276	257.6～271.6	1987～1991	年表
311	市川-1	市川市	1.51	350	60	32.4～43.5 55.5～59.7	1987～2004	年表
312	市川-2	市川市	1.52	350	200	152.2～157.7 168.8～174.8	1987～2004	年表
313	市原-1	市原市	1.66	350	650	502～532	なし	年表
314	W-13(原木)	市川市	1.33	不明	130	118～130	なし	年表
315	W-1（五井）	市原市	3.35	150	270	244.9～256.9	なし	年表
316	W-3(五井)	市原市	2.64	150	255	215.4～227.4	なし	年表
317	市川-5	市川市	1.82	150	50	42～47	1987～2004	年表
318	W-2（五井）	市原市	2.94	150	250	235.2～247.8	なし	年表
319	W-16(船橋)	船橋市	1.85	150	151	128～130	1987～2004	年表
320	W-18(船橋)	船橋市	0.90	150	105	69～91	1987～2004	年表
321	W-19（船橋）	船橋市	2.16	150	152	120～132	なし	年表
322	船橋-1	船橋市	1.64	350	70	43.6～54.6	1987～2004	年表
323	船橋-2	船橋市	1.69	350	200	172.3～183.6	1987～2004	年表
324	W-17(夏見)	船橋市	17.03	150	102	80～92	1987～2004	年表
325	船橋-3	船橋市	3.63	406	520	417～447.2	1987～2004	年表
326	船橋-4	船橋市	3.46	340	1050	838.4～912.4	1987～2004	年表

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

表 4-98　地下水位観測地点一覧（KA-1 : Kanto plain）12/12

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
327	W-4(八幡)	市原市	4.32	150	195	178.9～190.9	1987～2004	年表
328	W-28(八幡)	市原市	4.47	150	294	282～294	1987～1991・1993～2004	年表
329	W-7（浜野）	千葉市	4.47	150	155	128.3～150.3	1987～1992	年表
330	W-27（浜野）	千葉市	4.59	150	230	218～230	1987～1992	年表
331	今井	千葉市	18.70	150	21.29	14.19～19.19	1987～2008・2010～2012	年表・水水 DB
332	W-26（白旗）	千葉市	10.55	150	224	212～224	1987～1992	年表
333	内陸 W-1 習志野	習志野市	24.08	150	180	168～180	1987～2004	年表
334	鎌ヶ谷	鎌ヶ谷市	23.99	150	21.26	13.36～18.36	1987～2008・2010～2012	水水 DB・年表・水調
335	千葉-1	千葉市	29.19	400	500	420.4～435.6	1987～1992	年表
336	船橋-6	船橋市	27.17	350	250	167.9～190	1987～2004	年表
337	九十九里-1	長生村	8.03	150	30	9.5～15	1987～2004	年表
338	九十九里-2	大網白里町	3.04	150	30	10.8～16.3	1987～2004	年表
339	W-6(市原)	市原市	19.74	150	100	64～76	1987～2004	年表
340	W-11(市原)	市原市	46.02	150	76	64～76	1987～1991・1993～2004	年表
341	成田-4	成田市	42.25	350	120	66.3～99.4	なし	年表
342	成田-5	成田市	41.20	350	180	126.3～159.3	なし	年表
343	W-5(市原)	市原市	12.87	150	150	114～126	1987～2004	年表
344	成田-3	成田市	42.05	350	50	18.1～29.1	1987～2004	年表
345	成田-6	成田市	14.27	350	60	33～44	なし	年表
346	成田-7	成田市	14.27	350	140	63～95	なし	年表
347	成田-1	成田市	8.74	350	100	51.9～85	1987～1995・1997～2004	年表
348	成田-2	成田市	8.73	350	272	206.7～239.8	1987～2004	年表

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

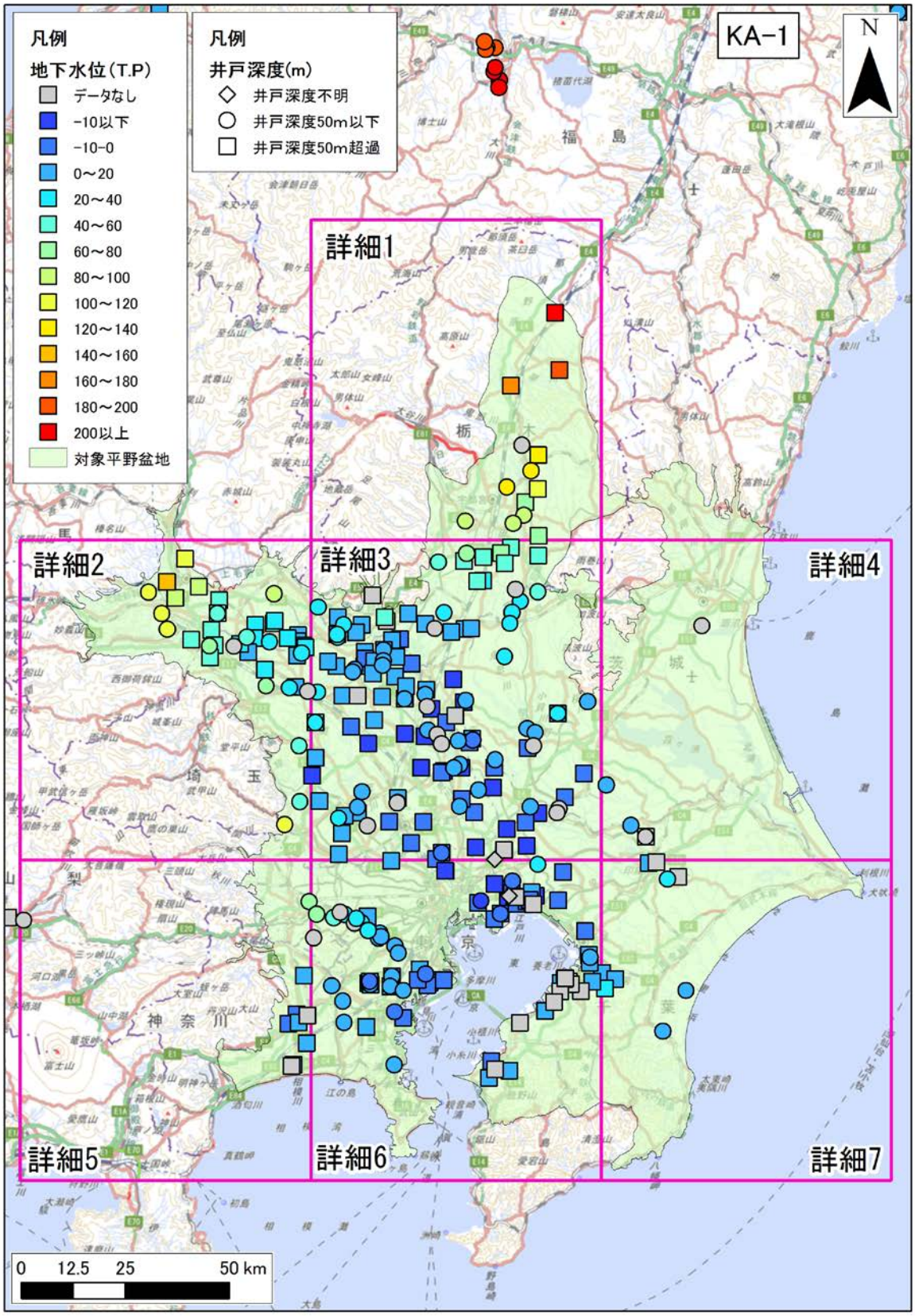


図 4-153　年平均地下水位分布図（KA-1 : Kanto plain）

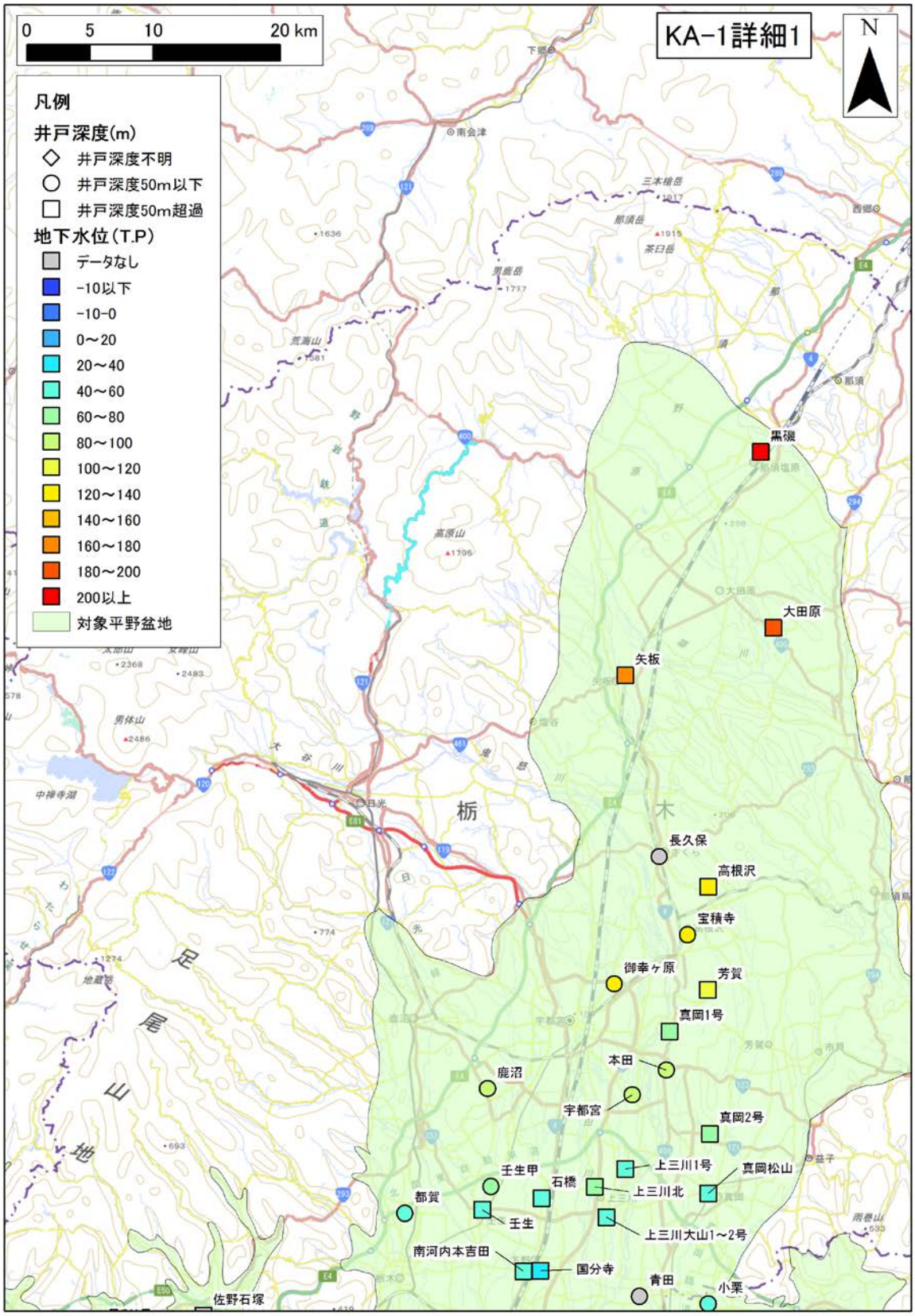


図 4-154　年平均地下水位分布図詳細 1（KA-1 : Kanto plain）

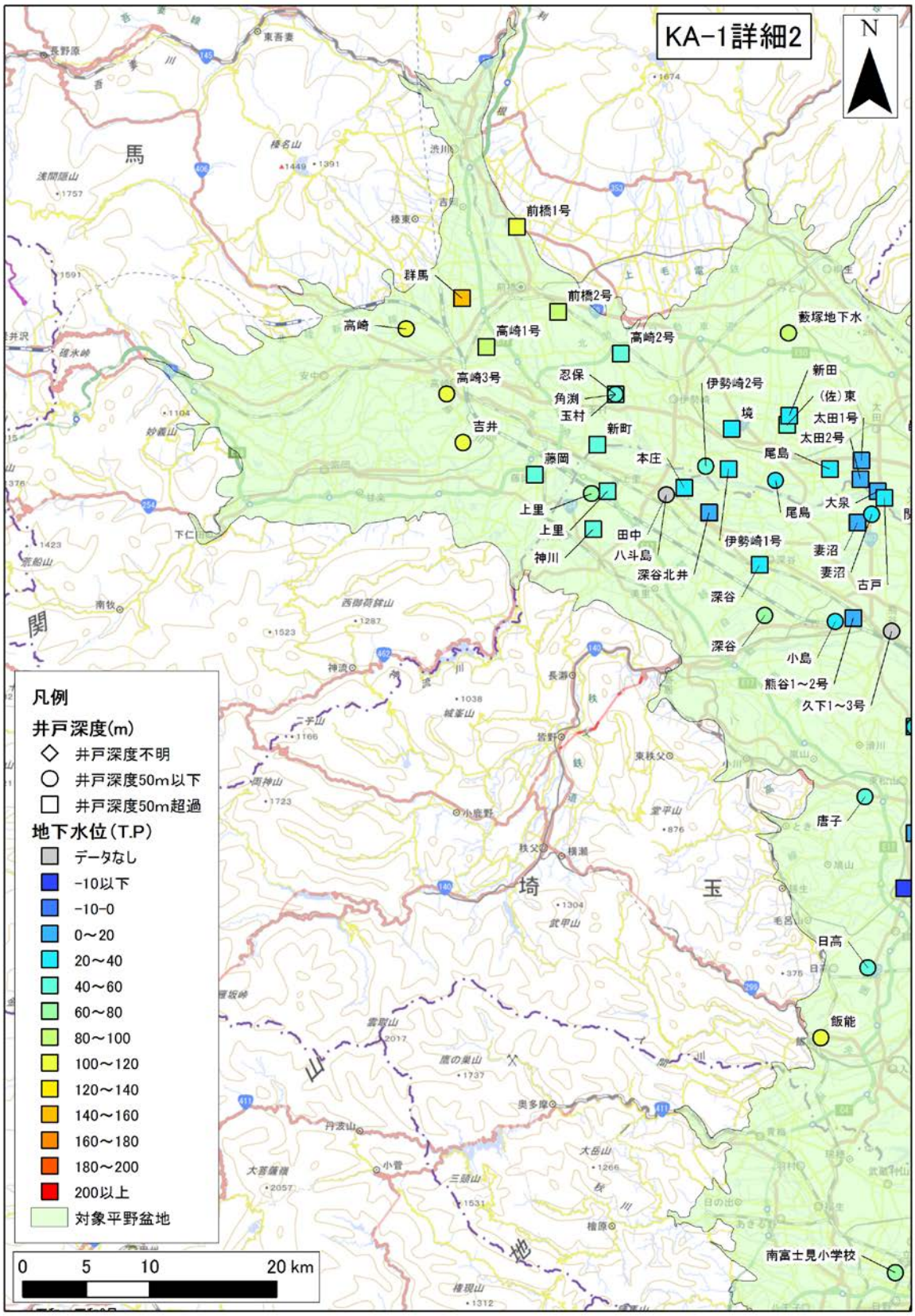


図 4-155　年平均地下水位分布図詳細 2（KA-1 : Kanto plain）

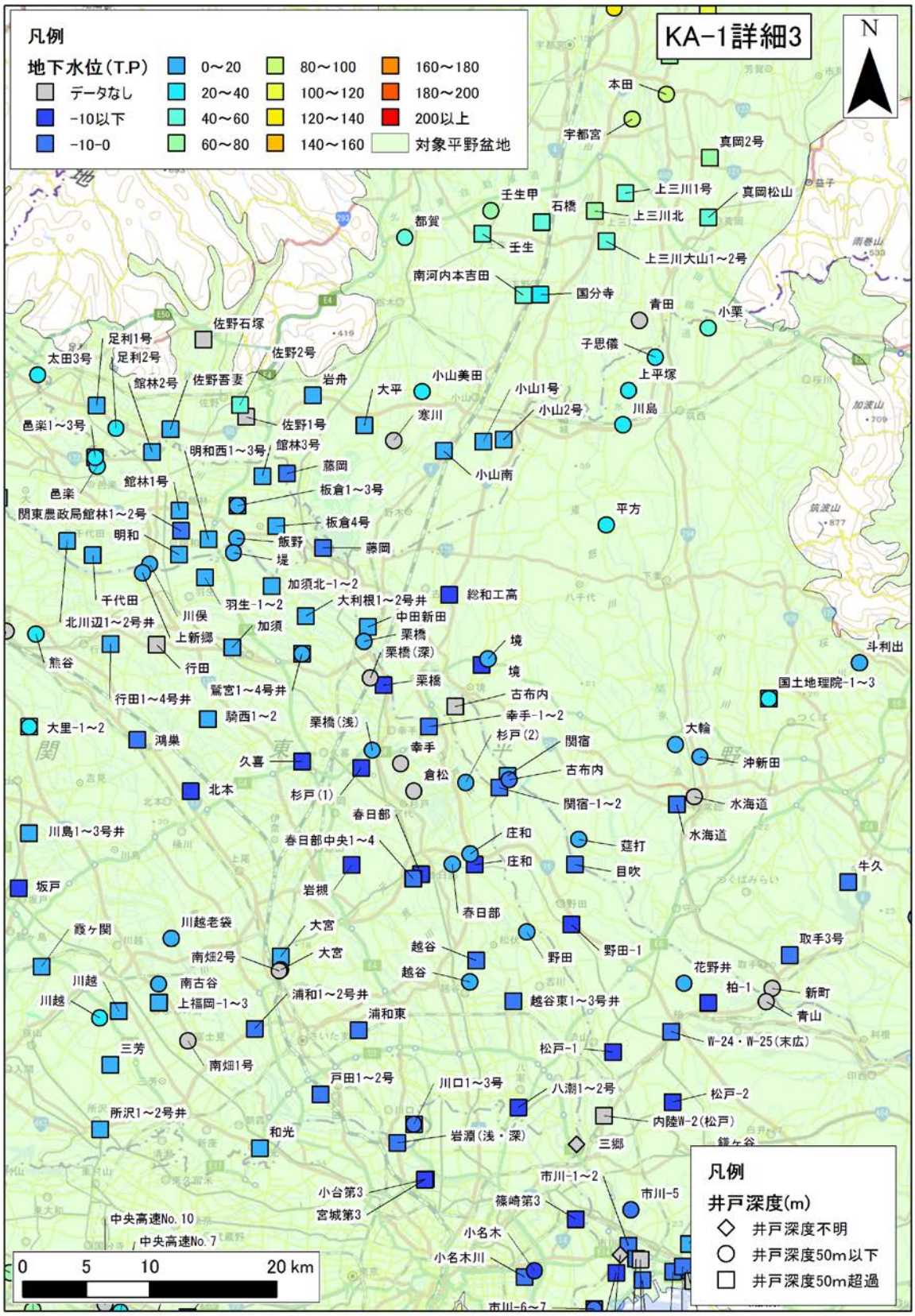


図 4-156　年平均地下水位分布図詳細 3（KA-1 : Kanto plain）

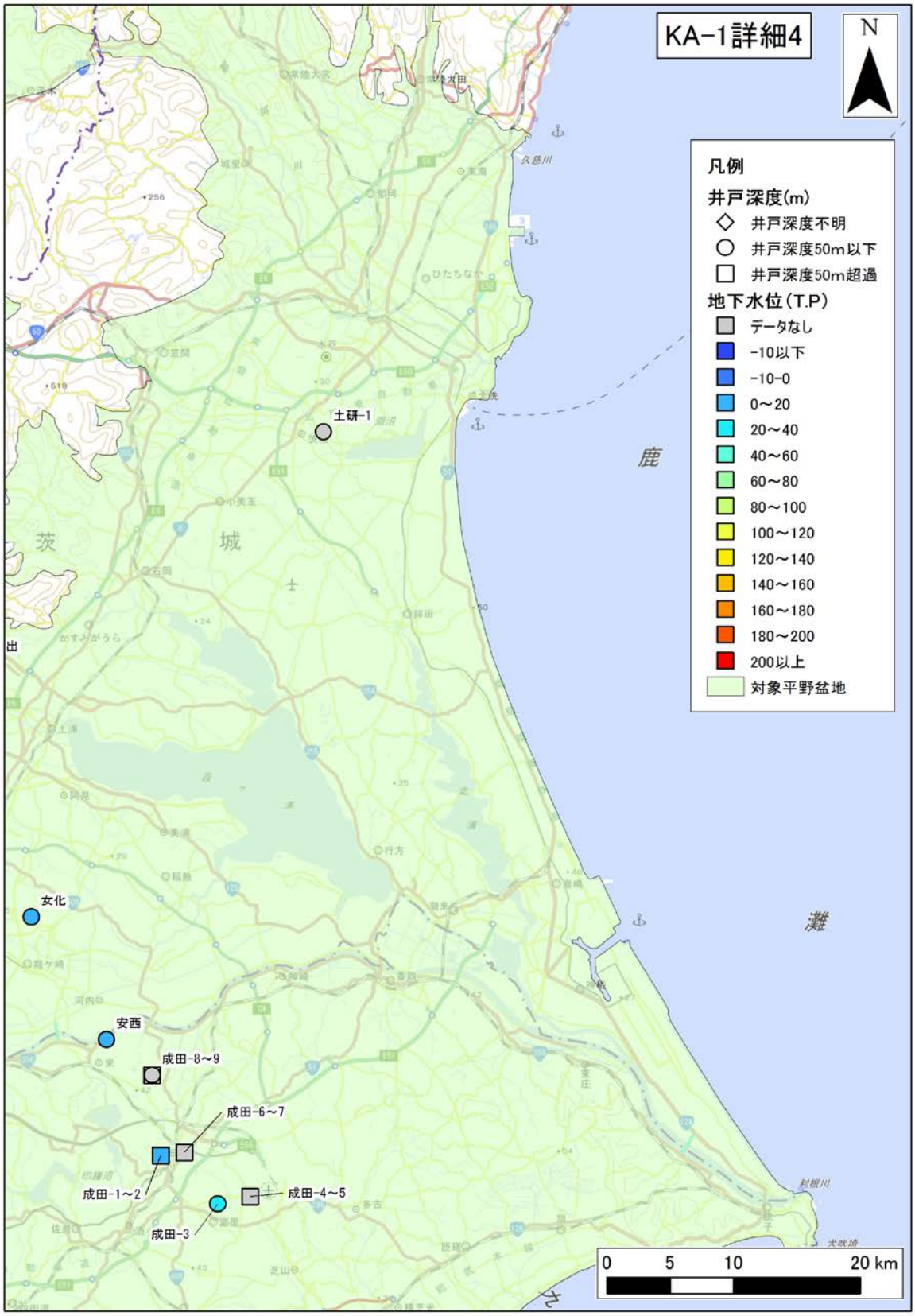


図 4-157　年平均地下水位分布図詳細 4（KA-1 : Kanto plain）

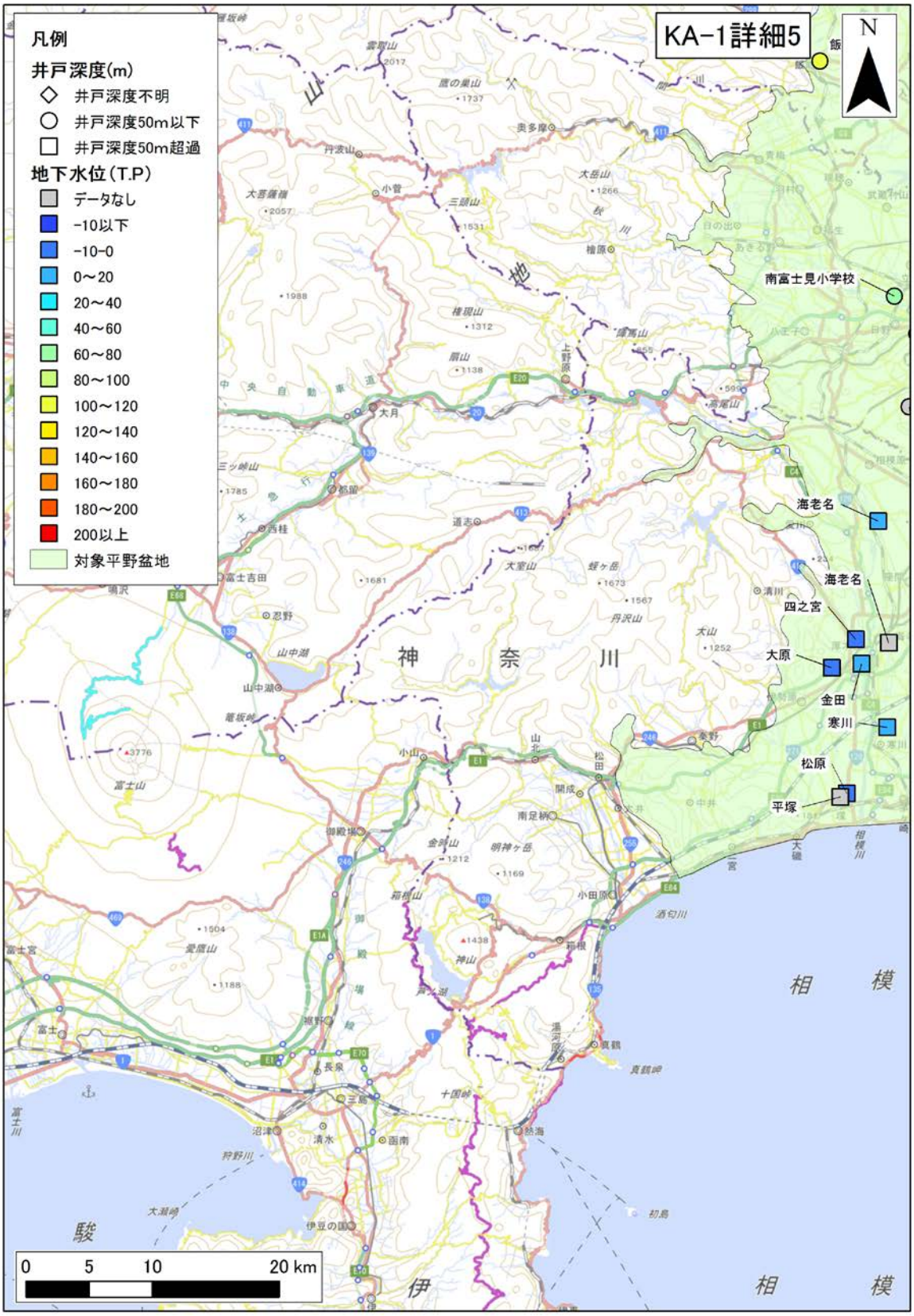


図 4-158　年平均地下水位分布図詳細 5（KA-1 : Kanto plain）

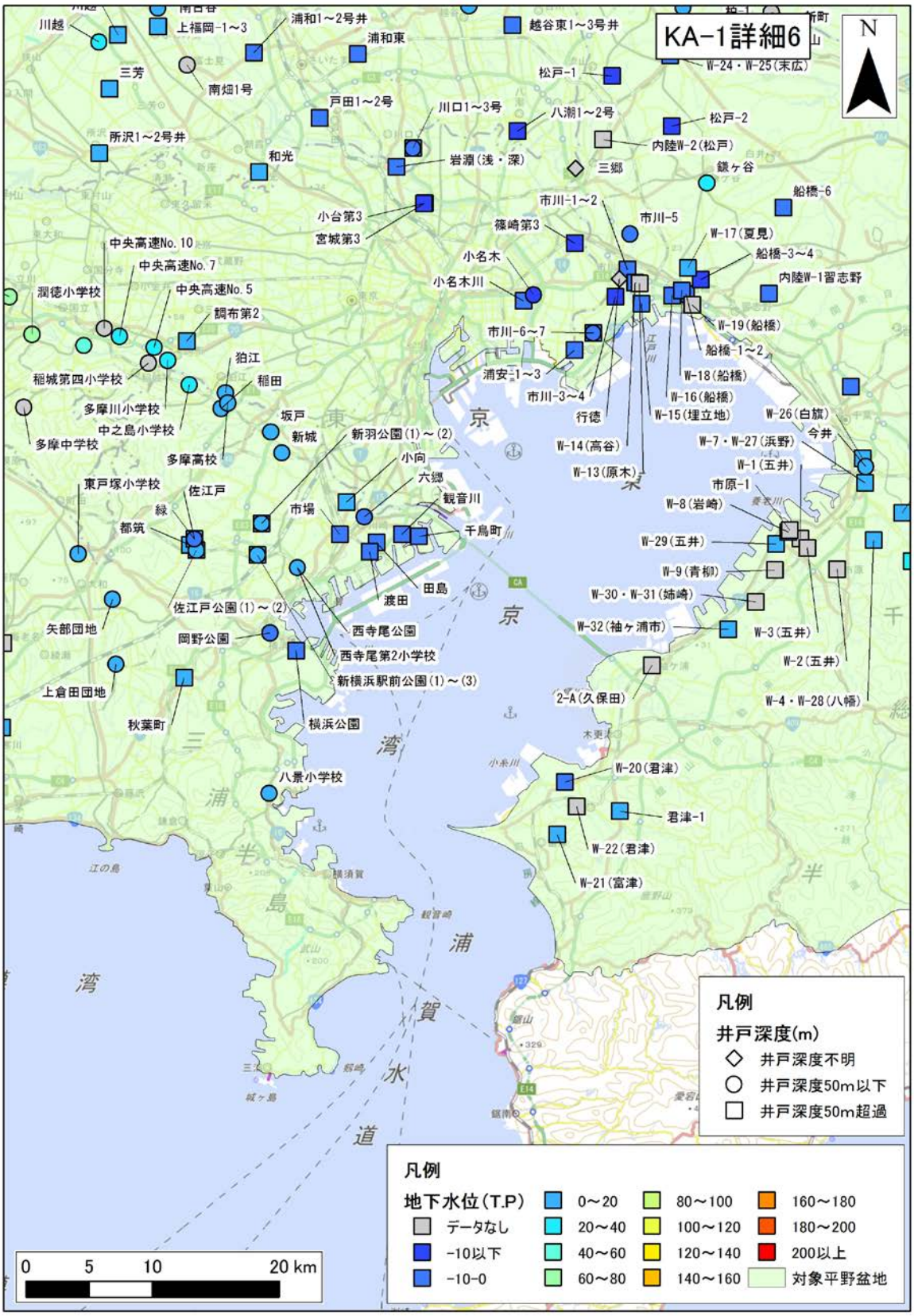


図 4-159　年平均地下水位分布図詳細 6（KA-1 : Kanto plain）

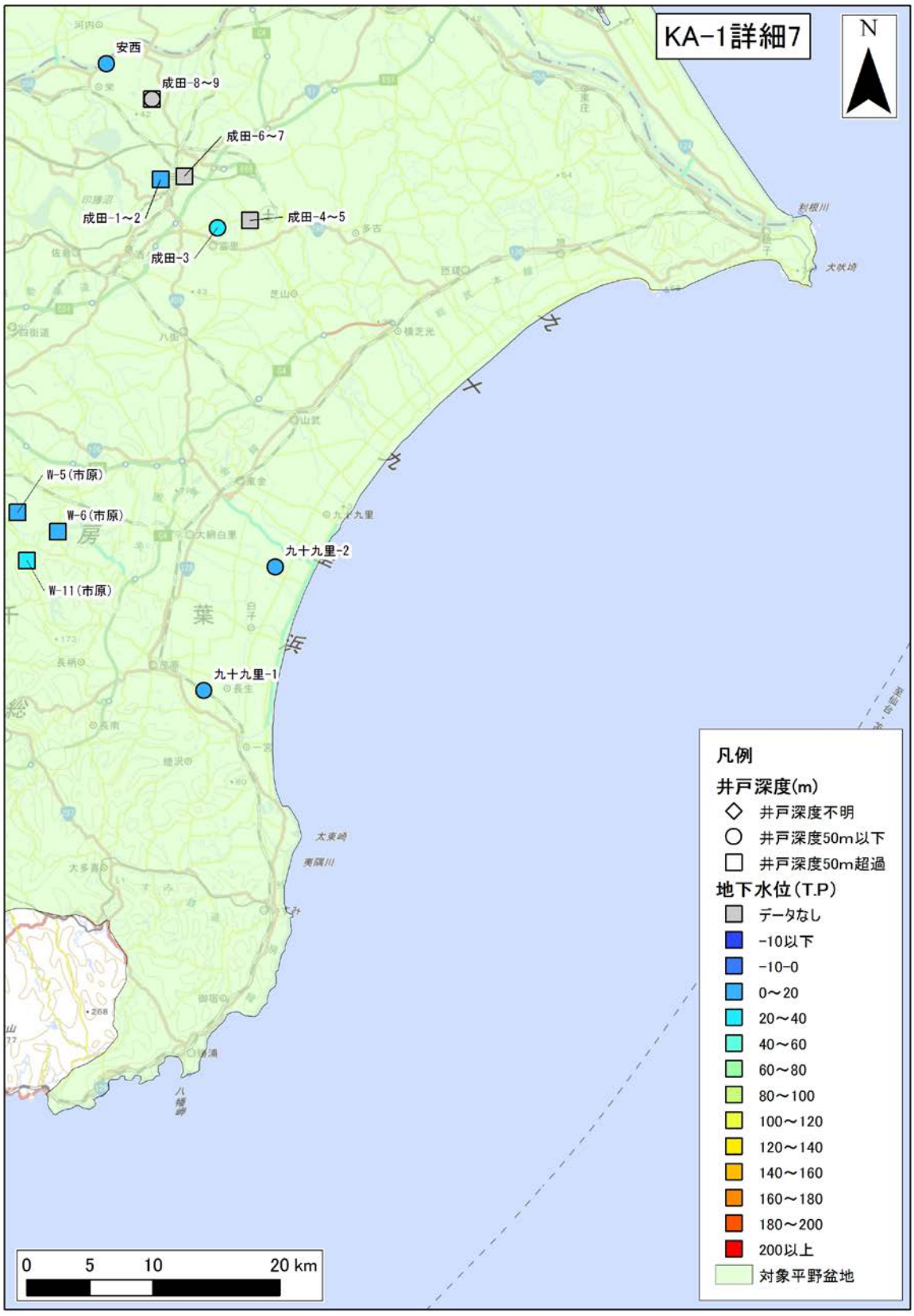


図 4-160　年平均地下水位分布図詳細 7（KA-1 : Kanto plain）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2)　**気象データ**

KA-1：Kanto plain 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-99～表 4-101 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 4-161、図 4-162、図 4-163、図 4-164 に示す。

表 4-99　気象観測所一覧（KA-1 : Kanto plain）1/3

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	40091	常陸大宮	36°36.4	140°19.5	95	アメダス	●	●	●	●	
2	40126	中野	36°30.9	140°28.4	17	アメダス	●				
3	40181	門井	36°20	140°2	40	アメダス	●				
4	40201	水戸	36°22.8	140°28	29	アメダス	●	●	●	●	●
5	40221	古河	36°12.1	139°43	20	アメダス	●	●	●	●	
6	40231	下館	36°16.9	139°59.3	24	アメダス	●	●	●	●	
7	40241	柿岡	36°14	140°11.3	27	アメダス	●				
8	40251	美野里	36°14.2	140°19.5	25	アメダス	●				
9	40281	下妻	36°10.1	139°56.7	20	アメダス	●	●	●	●	
10	40311	鉾田	36°10.1	140°31.6	32	アメダス	●	●	●	●	
11	40326	坂東	36°2.1	139°53.6	16	アメダス	●				
12	40336	つくば	36°3.4	140°7.5	25	アメダス	●	●	●	●	●
13	40341	土浦	36°6.2	140°13.2	26	アメダス	●	●	●	●	
14	40391	江戸崎	35°57.6	140°19.2	25	アメダス	●				
15	40406	鹿嶋	35°57.8	140°37.3	37	アメダス	●	●	●	●	
16	40426	龍ケ崎	35°53.4	140°12.7	4	アメダス	●	●	●	●	
17	41091	黒磯	36°58.9	140°1.1	343	アメダス	●	●	●	●	
18	41141	大田原	36°50.4	140°2.1	188	アメダス	●	●	●	●	
19	41181	塩谷	36°45.4	139°53	225	アメダス	●	●	●	●	
20	41241	高根沢	36°36.4	139°59.9	148	アメダス	●				
21	41247	那須烏山	36°38.5	140°7	82	アメダス	●	●	●	●	
22	41271	鹿沼	36°35.5	139°44.1	165	アメダス	●	●	●	●	
23	41277	宇都宮	36°32.9	139°52.1	119	アメダス	●	●	●	●	●
24	41311	葛生	36°25.9	139°35.4	120	アメダス	●				
25	41331	真岡	36°28.6	139°59.2	91	アメダス	●	●	●	●	
26	41356	足利	36°18.1	139°28.4	28	アメダス	●				
27	41361	佐野	36°21.8	139°34.2	68	アメダス	●	●	●	●	
28	41376	小山	36°20.3	139°49.8	44	アメダス	●	●	●	●	
29	42251	前橋	36°24.3	139°3.6	112	アメダス	●	●	●	●	●
30	42266	桐生	36°24.6	139°19.5	117	アメダス	●	●	●	●	
31	42286	上里見	36°22.6	138°53.7	183	アメダス	●	●	●	●	
32	42302	伊勢崎	36°19.9	139°9.9	64	アメダス	●	●	●	●	

表 4-100　気象観測所一覧（KA-1 : Kanto plain）2/3

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
33	42341	藤岡	36°14.5	139°4.2	95	アメダス	●				
34	42366	館林	36°14.4	139°30.8	23	アメダス	●	●	●	●	
35	43051	寄居	36°6.3	139°11	128	アメダス	●	●	●	●	
36	43056	熊谷	36°9	139°22.8	30	アメダス	●	●	●	●	●
37	43121	鴻巣	36°3.9	139°31.3	15	アメダス	●				
38	43126	久喜	36°5.2	139°38.1	12	アメダス	●	●	●	●	
39	43171	鳩山	35°59.1	139°20.1	44	アメダス	●	●	●	●	
40	43231	飯能	35°50.3	139°19.3	84	アメダス	●				
41	43241	さいたま	35°52.5	139°35.2	8	アメダス	●	●	●	●	
42	43256	越谷	35°53	139°45.4	3	アメダス	●	●	●	●	
43	43266	所沢	35°46.4	139°24.8	119	アメダス	●	●	●	●	
44	44056	青梅	35°47.3	139°18.7	155	アメダス	●	●	●	●	
45	44071	練馬	35°44.3	139°35.5	51	アメダス	●	●	●	●	
46	44112	八王子	35°40	139°19	123	アメダス	●	●	●	●	
47	44116	府中	35°41	139°29	59	アメダス	●	●	●	●	
48	44126	世田谷	35°37.6	139°37.2	35	アメダス	●				
49	44132	東京	35°41.5	139°45	25	アメダス	●		●		●
50	44132	東京	35°41.5	139°45.1	25	アメダス		●		●	
51	45061	我孫子	35°51.8	140°6.6	20	アメダス	●	●	●	●	
52	45081	香取	35°51.5	140°30.1	37	アメダス	●	●	●	●	
53	45086	東庄	35°47.7	140°40.9	52	アメダス	●				
54	45106	船橋	35°42.7	140°2.6	28	アメダス	●	●	●	●	
55	45116	佐倉	35°43.7	140°12.7	5	アメダス	●	●	●	●	
56	45121	成田	35°45.8	140°23.1	41	アメダス	●	●	●	●	
57	45147	銚子	35°44.3	140°51.4	20	アメダス	●	●	●	●	●
58	45181	横芝光	35°39.4	140°28.8	6	アメダス	●	●	●	●	
59	45212	千葉	35°36.1	140°6.2	3	アメダス	●	●	●	●	●
60	45261	茂原	35°25	140°18.6	9	アメダス	●	●	●	●	
61	45282	木更津	35°21.7	139°56.4	60	アメダス	●	●	●	●	
62	45291	牛久	35°23.8	140°8.9	30	アメダス	●	●	●	●	
63	45326	坂畑	35°14.1	140°5.9	120	アメダス	●	●	●	●	
64	45331	大多喜	35°15.1	140°12.9	70	アメダス	●				
65	45371	勝浦	35°9	140°18.7	12	アメダス	●	●	●	●	
66	46046	相模原中央	35°34.3	139°22.2	149	アメダス	●				
67	46061	日吉	35°33.1	139°39	57	アメダス	●				
68	46091	海老名	35°26	139°23.2	18	アメダス	●	●	●	●	

表 4-101　気象観測所一覧（KA-1 : Kanto plain）3/3

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
69	46106	横浜	35’26.3	139’39.1	39	アメダス	●	●	●	●	●
70	46136	平塚	35’20.7	139’18.3	20	アメダス	●				
71	46141	辻堂	35’19.2	139’27	5	アメダス	●	●	●	●	
72	46211	三浦	35’10.7	139’37.8	42	アメダス	●	●	●	●	

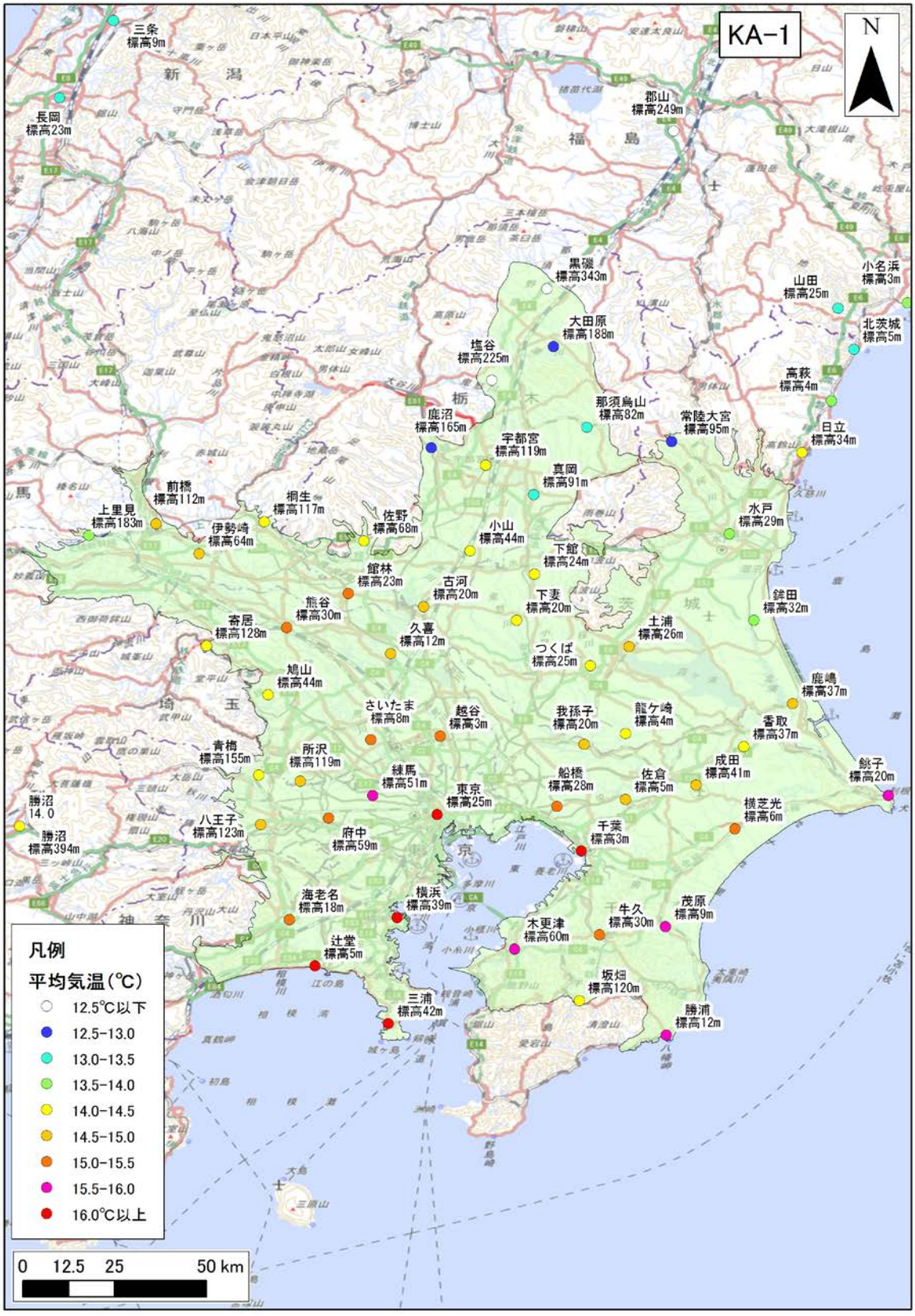


図 4-161　年平均気温の分布（KA-1 : Kanto plain）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。



図 4-162　年間降水量の分布（KA-1 : Kanto plain）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。



図 4-163　年間可能蒸発散量の分布（KA-1 : Kanto plain）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

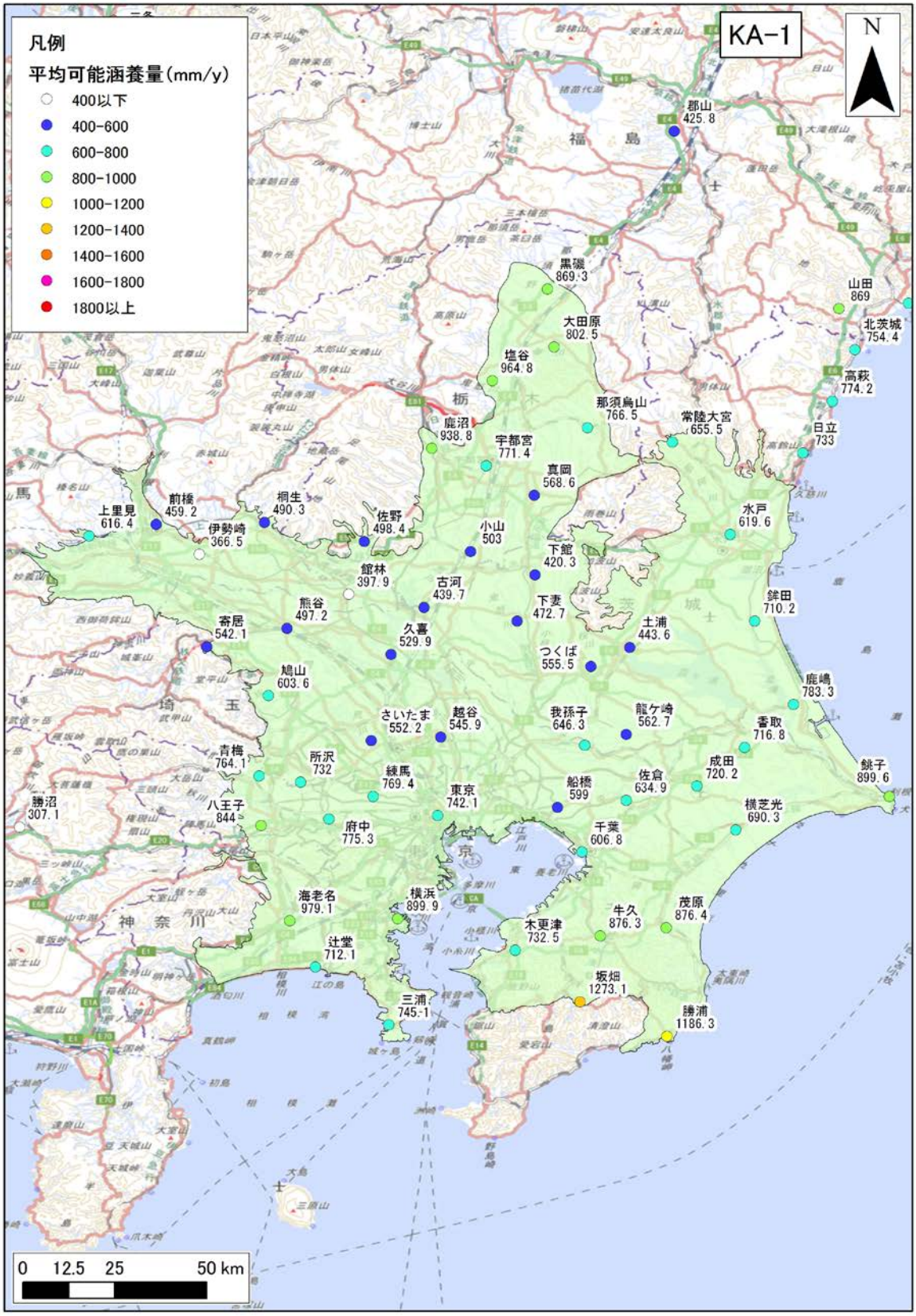


図 4-164　年間可能涵養量の分布（KA-1 : Kanto plain）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

KA-1：Kanto plain における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-165 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

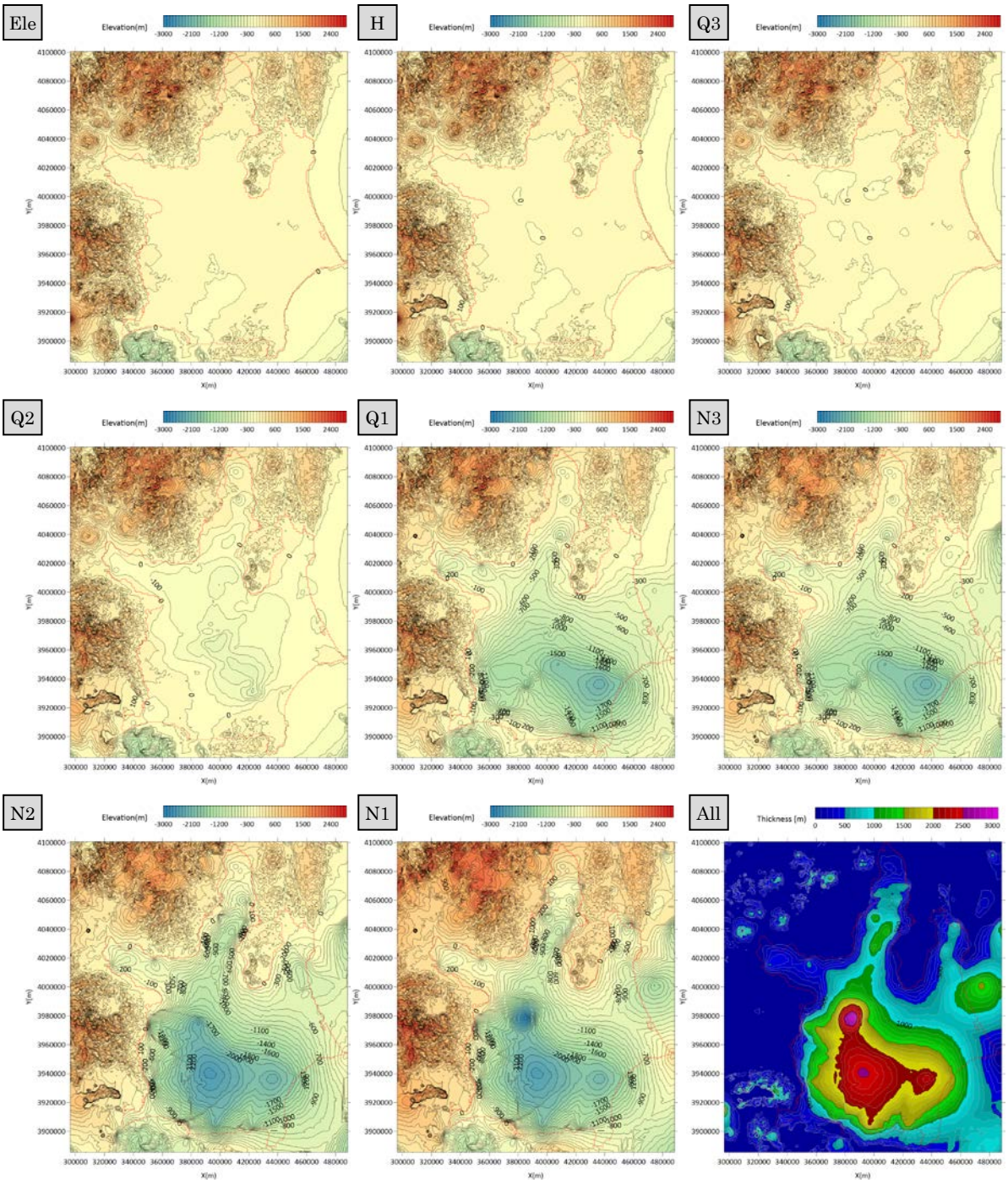


図 4-165　地質データ（KA-1 : Kanto plain）

4) **流量データ**

KA-1：Kanto plain 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-102～表 4-105 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-106～表 4-109、図 4-166 に示す。

表 4-102 流量観測地点一覧（KA-1 : Kanto plain）1/4

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	山方	久慈川	久慈川	37.71	1938 年 05 月 01 日	898
2	富岡	久慈川	久慈川	16.55	1938 年 05 月 01 日	951
3	榊橋上	久慈川	久慈川	-0.87	1971 年 04 月 01 日	1197
4	榊橋	久慈川	久慈川	-0.10	1951 年 03 月 01 日	1442
5	常井橋	久慈川	山田川	17.23	1966 年 05 月 01 日	89
6	機初	久慈川	里川	8.20	1938 年 05 月 01 日	188
7	水府橋	那珂川	那珂川	-1.32	1951 年 03 月 01 日	2552
8	下国井	那珂川	那珂川	-0.30	1967 年 04 月 01 日	2517
9	野口	那珂川	那珂川	21.76	1945 年 04 月 01 日	2181
10	黒羽	那珂川	那珂川	146.61	1949 年 04 月 01 日	648
11	搦手橋	那珂川	桜川	1.42	1973 年 04 月 01 日	52
12	高野	利根川	利根川	4.52	1918 年 01 月 01 日	N/D
13	芽吹橋	利根川	利根川	6.15	1959 年 11 月 01 日	8849
14	栗橋	利根川	利根川	11.07	1912 年 04 月 01 日	8588
15	川俣	利根川	利根川	19.59	1929 年 08 月 01 日	6018
16	古戸	利根川	利根川	25.99	1950 年 01 月 01 日	5986
17	八斗島	利根川	利根川	45.23	1883 年 08 月 01 日	5150
18	上福島	利根川	利根川	62.89	1938 年 01 月 01 日	3661
19	古河	利根川	渡良瀬川	11.95	1927 年 04 月 06 日	2203
20	藤岡	利根川	渡良瀬川	13.90	1927 年 04 月 01 日	1210
21	乙女	利根川	思川	13.62	1938 年 01 月 01 日	760
22	中里	利根川	巴波川	16.80	1941 年 01 月 01 日	205
23	布川	利根川	利根川	-0.06	1937 年 12 月 26 日	12458
24	取手	利根川	利根川	2.91	1914 年 08 月 01 日	12168
25	戸田井	利根川	小貝川	1.10	1971 年 12 月 01 日	1043
26	藤沢新田	利根川	桜川	1.02	1980 年 03 月 26 日	353
27	恋瀬川	利根川	恋瀬川	1.64	1982 年 11 月 02 日	227
28	小野川	利根川	小野川	0.38	1954 年 08 月 01 日	158
29	塙	利根川	清明川	0.10	1954 年 12 月 22 日	26
30	小川	利根川	園部川	0.51	1954 年 08 月 12 日	80

表 4-103 流量観測地点一覧（KA-1 : Kanto plain）2/4

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
31	巴川	利根川	巴川	0.11	1954 年 08 月 12 日	131
32	鉾田川	利根川	鉾田川	-0.12	1959 年 12 月 01 日	54
33	流山	利根川	江戸川	0.00	1911 年 01 月 01 日	8705
34	野田	利根川	江戸川	3.50	1915 年 01 月 01 日	8688
35	西関宿	利根川	江戸川	8.50	1921 年 08 月 01 日	8664
36	北関宿	利根川	利根川	0.00	1956 年 09 月 01 日	8771
37	利根関宿	利根川	利根川	0.00	1957 年 06 月 01 日	8564
38	運河	利根川	利根運河	0.00	1977 年 08 月 01 日	23
39	吉川	利根川	中川	0.00	1962 年 05 月 01 日	670
40	倉田	利根川	中川	1.66	1979 年 04 月 01 日	225
41	前波	利根川	古利根川	1.07	1979 年 04 月 01 日	162
42	増林	利根川	新方川	1.07	1979 年 04 月 01 日	49
43	宮前	利根川	元荒川	2.00	1973 年 05 月 01 日	210
44	畷橋	利根川	綾瀬川	1.90	1984 年 08 月 01 日	N/D
45	大島	利根川	渡良瀬川	14.50	1952 年 04 月 01 日	1144
46	早川田上	利根川	渡良瀬川	20.00	1978 年 02 月 01 日	748
47	足利	利根川	渡良瀬川	32.68	1916 年 02 月 01 日	692
48	葉鹿橋	利根川	渡良瀬川	51.75	1938 年 09 月 01 日	582
49	高津戸	利根川	渡良瀬川	146.27	1959 年 04 月 16 日	472
50	伊保内橋	利根川	秋山川	18.50	1959 年 9 月 10 日	109
51	足森橋	利根川	矢場川	20.00	1978 年 02 月 01 日	38
52	高田橋	利根川	旗川	24.51	1959 年 9 月 10 日	146
53	宝積寺（廃止）	利根川	鬼怒川	125.10	1958 年 10 月 06 日	1210
54	石井（右）	利根川	鬼怒川	98.10	1928 年 03 月 01 日	1230
55	川島	利根川	鬼怒川	28.94	1928 年 07 月 18 日	1333
56	平方	利根川	鬼怒川	22.04	1941 年 01 月 01 日	1626
57	鎌庭	利根川	鬼怒川	17.41	1936 年 04 月 14 日	1696
58	鬼怒川水海道	利根川	鬼怒川	9.91	1931 年 09 月 17 日	1740
59	田野橋	利根川	小貝川	61.88	1979 年 05 月 16 日	N/D
60	三谷	利根川	小貝川	51.56	1948 年 09 月 01 日	223

表 4-104　流量観測地点一覧（KA-1 : Kanto plain）3/4

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
61	養蚕	利根川	小貝川	26.25	1947 年 09 月 01 日	260
62	黒子	利根川	小貝川	17.03	1930 年 01 月 01 日	580
63	上郷	利根川	小貝川	13.17	1936 年 08 月 01 日	636
64	川又	利根川	小貝川	8.61	1937 年 10 月 21 日	759
65	文巻	利根川	小貝川	4.12	1938 年 06 月 01 日	831
66	二宮	利根川	五行川	53.23	1975 年 04 月 01 日	N/D
67	前橋	利根川	利根川	89.94	1973 年 01 月 01 日	3266
68	上里見	利根川	烏川	202.01	1963 年 01 月 01 日	156
69	高松	利根川	烏川	84.30	1956 年 01 月 01 日	557
70	岩鼻	利根川	烏川	65.54	1942 年 01 月 01 日	1229
71	新町	利根川	烏川	53.92	1933 年 06 月 01 日	N/D
72	安中	利根川	碓氷川	149.83	1964 年 04 月 01 日	122
73	岩井	利根川	鏑川	83.50	1953 年 07 月 15 日	552
74	浄法寺	利根川	神流川	105.00	1996 年 04 月 01 日	385
75	勅使河原	利根川	神流川	55.30	1978 年 05 月 19 日	415
76	玉村	利根川	烏川	48.00	2010 年 03 月 21 日	1809
77	石淵橋	利根川	鏑川	212.94	2011 年 03 月 31 日	303
78	寄居	荒川	荒川	76.68	1936 年 08 月 01 日	905
79	植松橋	荒川	荒川	51.85	1988 年 04 月 01 日	N/D
80	熊谷	荒川	荒川	26.46	1966 年 05 月 01 日	1000
81	大芦橋	荒川	荒川	14.27	1966 年 01 月 01 日	1019
82	太郎右衛門橋	荒川	荒川	2.45	1963 年 06 月 01 日	N/D
83	治水橋	荒川	荒川	-0.23	1942 年 12 月 01 日	2020
84	玉作	荒川	和田吉野川	9.97	1963 年 10 月 01 日	N/D
85	小見野	荒川	市野川	8.43	1963 年 10 月 01 日	140
86	小ヶ谷	荒川	入間川	19.55	1960 年 09 月 16 日	222
87	入間川落合橋	荒川	入間川	9.96	1962 年 04 月 01 日	227
88	菅間	荒川	入間川	3.91	1965 年 10 月 01 日	713
89	今宿	荒川	越辺川	34.36	1966 年 04 月 01 日	85
90	入西	荒川	越辺川	24.79	1943 年 04 月 01 日	100

表 4-105 流量観測地点一覧（KA-1 : Kanto plain）4/4

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
91	高坂橋	荒川	越辺川	19.99	1961 年 01 月 01 日	207
92	越辺川落合橋	荒川	越辺川	10.00	1961 年 01 月 01 日	471
93	坂戸	荒川	高麗川	22.70	1943 年 04 月 01 日	87
94	唐子橋	荒川	都幾川	24.49	1961 年 09 月 01 日	146
95	野本	荒川	都幾川	17.77	1943 年 04 月 01 日	154
96	八幡橋	荒川	小畔川	14.99	1975 年 04 月 01 日	54
97	天神橋	荒川	越辺川	17.09	2011 年 01 月 01 日	N/D
98	石原	多摩川	多摩川	27.42	1932 年 01 月 01 日	1040
99	日野橋	多摩川	多摩川	65.20	1962 年 01 月 01 日	801
100	調布橋	多摩川	多摩川	148.50	1938 年 04 月 01 日	433
101	報恩橋	多摩川	大栗川	47.00	1968 年 07 月 01 日	45
102	高幡橋	多摩川	浅川	65.00	1932 年 12 月 01 日	151
103	浅川橋	多摩川	浅川	112.50	1973 年 03 月 29 日	90
104	東秋留橋	多摩川	秋川	115.00	1966 年 08 月 01 日	164
105	末吉橋	鶴見川	鶴見川	0.00	1944 年 01 月 01 日	230
106	綱島	鶴見川	鶴見川	0.00	1964 年 06 月 01 日	190
107	亀の子橋	鶴見川	鶴見川	0.00	1968 年 07 月 01 日	134
108	落合橋	鶴見川	鶴見川	5.89	1959 年 10 月 01 日	112
109	矢上橋	鶴見川	矢上川	0.00	1977 年 03 月 31 日	29
110	高田橋	鶴見川	早淵川	2.00	1977 年 03 月 31 日	28
111	鳥山	鶴見川	鳥山川	4.60	1959 年 01 月 01 日	8
112	浅山橋	鶴見川	恩田川	21.00	1977 年 06 月 21 日	N/D
113	寺家橋	鶴見川	谷本川	19.00	1977 年 05 月 02 日	N/D
114	神川橋	相模川	相模川	0.00	1970 年 04 月 01 日	1606
115	才戸橋	相模川	中津川	41.96	1978 年 04 月 01 日	131
116	相模大橋	相模川	相模川	11.64	1972 年 04 月 01 日	1178

表 4-106　流況一覧（KA-1 : Kanto plain）1/4

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	山方	24.16	14.53	9.55	5.44	2.32	1.40	0.92	0.52
2	富岡	24.50	15.01	9.20	4.21	2.23	1.36	0.84	0.38
3	榊橋上	31.33	22.09	16.87	11.70	2.26	1.59	1.22	0.84
4	榊橋	35.62	23.87	17.81	11.62	2.13	1.43	1.07	0.70
5	常井橋	1.01	0.45	0.20	0.03	0.98	0.44	0.19	0.03
6	機初	5.20	3.43	2.17	0.96	2.39	1.58	1.00	0.44
7	水府橋	360.23	358.82	344.39	N/D	12.20	12.15	11.66	N/D
8	下国井	72.42	53.72	42.94	32.03	2.49	1.84	1.47	1.10
9	野口	90.70	57.41	39.68	26.01	3.59	2.27	1.57	1.03
10	黒羽	29.91	18.91	10.64	4.31	3.99	2.52	1.42	0.57
11	搦手橋	2.22	1.08	0.52	0.30	3.69	1.79	0.86	0.50
12	高野	384.68	320.11	297.10	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
13	芽吹橋	138.95	83.24	62.28	47.44	1.36	0.81	0.61	0.46
14	栗橋	247.14	147.14	107.27	82.78	2.49	1.48	1.08	0.83
15	川俣	160.00	100.95	73.60	50.88	2.30	1.45	1.06	0.73
16	古戸	232.72	161.55	118.16	92.79	3.36	2.33	1.71	1.34
17	八斗島	197.62	131.19	99.07	74.64	3.32	2.20	1.66	1.25
18	上福島	146.99	93.18	69.73	51.41	3.47	2.20	1.65	1.21
19	古河	88.86	45.46	30.29	18.90	3.49	1.78	1.19	0.74
20	藤岡	33.80	17.16	11.41	7.10	2.41	1.23	0.81	0.51
21	乙女	34.24	16.63	9.42	5.49	3.89	1.89	1.07	0.62
22	中里	6.57	3.95	2.71	1.66	2.77	1.66	1.14	0.70
23	布川	246.79	139.69	102.14	75.74	1.71	0.97	0.71	0.53
24	取手	211.45	119.82	88.57	67.30	1.50	0.85	0.63	0.48
25	戸田井	32.32	18.52	12.11	5.16	2.68	1.53	1.00	0.43
26	藤沢新田	6.90	4.94	3.51	2.33	1.69	1.21	0.86	0.57
27	恋瀬川	3.64	2.74	2.16	1.62	1.39	1.04	0.82	0.62
28	小野川	1.77	1.22	0.96	0.57	0.97	0.67	0.52	0.31
29	塙	0.53	0.40	0.35	0.29	1.76	1.33	1.16	0.96
30	小川	2.38	1.70	1.34	0.85	2.57	1.84	1.45	0.92

表 4-107　流況一覧（KA-1 : Kanto plain）2/4

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
31	巴川	2.51	2.13	1.84	1.58	1.66	1.40	1.21	1.04
32	鉾田川	1.22	0.87	0.75	0.52	1.95	1.39	1.20	0.83
33	流山	107.51	73.17	58.24	41.53	1.07	0.73	0.58	0.41
34	野田	105.20	63.42	45.70	31.81	1.05	0.63	0.45	0.32
35	西関宿	110.04	68.36	50.15	37.13	1.10	0.68	0.50	0.37
36	北関宿	140.20	80.68	59.56	44.51	1.38	0.79	0.59	0.44
37	利根関宿	247.54	150.38	112.62	86.26	2.50	1.52	1.14	0.87
38	運河	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
39	吉川	53.49	31.56	19.35	14.02	6.90	4.07	2.50	1.81
40	倉田	21.65	8.04	4.21	2.66	8.31	3.09	1.62	1.02
41	前波	13.38	7.75	5.00	3.02	7.14	4.13	2.67	1.61
42	増林	7.63	5.72	4.34	3.31	13.45	10.09	7.65	5.84
43	宮前	13.65	7.82	5.41	3.23	5.62	3.22	2.23	1.33
44	畷橋	4.60	2.91	1.86	1.19	N/D	N/D	N/D	N/D
45	大島	25.77	16.56	11.44	6.74	1.95	1.25	0.86	0.51
46	早川田上	20.49	11.32	7.83	4.84	2.37	1.31	0.90	0.56
47	足利	19.10	9.66	6.30	3.53	2.38	1.21	0.79	0.44
48	葉鹿橋	18.41	9.62	6.55	3.57	2.73	1.43	0.97	0.53
49	高津戸	18.78	11.26	6.94	5.75	3.44	2.06	1.27	1.05
50	伊保内橋	2.97	1.36	0.70	0.35	2.35	1.08	0.55	0.28
51	足森橋	2.01	1.31	0.90	0.59	4.57	2.98	2.05	1.34
52	高田橋	2.60	1.05	0.37	0.05	1.54	0.62	0.22	0.03
53	宝積寺（廃止）	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
54	石井（右）	30.23	17.01	11.68	4.77	2.12	1.19	0.82	0.34
55	川島	34.57	21.99	8.71	2.08	2.24	1.43	0.56	0.13
56	平方	61.57	35.20	24.11	8.32	3.27	1.87	1.28	0.44
57	鎌庭	75.31	41.20	30.40	22.41	3.84	2.10	1.55	1.14
58	鬼怒川水海道	66.56	39.72	29.30	12.80	3.31	1.97	1.45	0.64
59	田野橋	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
60	三谷	7.36	3.97	2.06	0.94	2.85	1.54	0.80	0.36

表 4-108　流況一覧（KA-1 : Kanto plain）3/4

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
61	養蚕	10.03	4.41	2.13	0.90	3.33	1.47	0.71	0.30
62	黒子	25.56	14.91	9.32	5.36	3.81	2.22	1.39	0.80
63	上郷	35.27	18.50	23.76	17.87	4.79	2.51	3.23	2.43
64	川又	19.14	10.30	9.44	4.74	2.18	1.17	1.07	0.54
65	文巻	32.53	12.62	11.42	3.85	3.38	1.31	1.19	0.40
66	二宮	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
67	前橋	166.29	100.88	71.19	47.76	4.40	2.67	1.88	1.26
68	上里見	5.83	3.71	2.65	1.74	3.23	2.05	1.47	0.96
69	高松	14.49	7.76	5.28	3.20	2.25	1.20	0.82	0.50
70	岩鼻	29.83	14.96	9.16	5.48	2.10	1.05	0.64	0.39
71	新町	47.51	29.25	18.85	11.09	N/D	N/D	N/D	N/D
72	安中	4.40	2.17	1.14	0.50	3.12	1.54	0.81	0.35
73	岩井	11.52	5.22	2.86	1.64	1.80	0.82	0.45	0.26
74	浄法寺	2.87	1.54	1.14	0.71	0.64	0.35	0.26	0.16
75	勅使河原	4.18	1.68	0.98	0.65	0.87	0.35	0.20	0.14
76	玉村	59.58	32.83	19.71	N/D	2.85	1.57	0.94	N/D
77	石淵橋	5.30	2.17	0.91	0.30	1.51	0.62	0.26	0.09
78	寄居	25.24	13.33	8.06	4.52	2.41	1.27	0.77	0.43
79	植松橋	22.25	11.80	6.82	2.60	N/D	N/D	N/D	N/D
80	熊谷	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
81	大芦橋	22.51	10.69	6.32	3.03	1.91	0.91	0.54	0.26
82	太郎右衛門橋	60.34	44.91	38.51	32.52	N/D	N/D	N/D	N/D
83	治水橋	64.73	51.41	42.50	29.24	2.77	2.20	1.82	1.25
84	玉作	1.02	0.48	0.29	0.11	N/D	N/D	N/D	N/D
85	小見野	3.38	1.87	1.40	0.97	2.09	1.15	0.86	0.60
86	小ヶ谷	9.43	5.62	1.90	0.51	3.67	2.19	0.74	0.20
87	入間川落合橋	6.08	2.55	1.18	0.30	2.31	0.97	0.45	0.11
88	菅間	18.72	8.19	5.24	2.74	2.27	0.99	0.63	0.33
89	今宿	1.90	0.76	0.37	0.13	1.93	0.77	0.38	0.13
90	入西	2.45	1.16	0.64	0.32	2.12	1.00	0.55	0.28

表 4-109　流況一覧（KA-1 : Kanto plain）4/4

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
91	高坂橋	5.13	2.26	1.15	0.37	2.14	0.94	0.48	0.15
92	越辺川 落合橋	7.80	3.63	2.02	1.05	1.43	0.67	0.37	0.19
93	坂戸	2.22	0.89	0.40	0.20	2.20	0.88	0.40	0.20
94	唐子橋	3.39	1.24	0.41	0.04	2.01	0.73	0.24	0.02
95	野本	3.28	1.34	0.71	0.29	1.84	0.75	0.40	0.16
96	八幡橋	1.48	0.88	0.57	0.32	2.37	1.41	0.91	0.51
97	天神橋	8.53	3.36	1.68	0.04	N/D	N/D	N/D	N/D
98	石原	27.82	17.35	12.02	6.73	2.31	1.44	1.00	0.56
99	日野橋	16.45	10.75	7.43	4.28	1.77	1.16	0.80	0.46
100	調布橋	18.92	13.73	11.10	8.10	3.78	2.74	2.21	1.62
101	報恩橋	1.19	0.79	0.60	0.36	2.28	1.52	1.15	0.69
102	高幡橋	5.51	3.45	2.07	1.12	3.15	1.97	1.18	0.64
103	浅川橋	2.59	1.41	0.84	0.38	2.49	1.35	0.81	0.36
104	東秋留橋	5.20	3.09	2.05	1.48	2.74	1.63	1.08	0.78
105	末吉橋	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
106	綱島	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
107	亀の子橋	8.70	6.69	5.66	4.52	5.61	4.31	3.65	2.91
108	落合橋	8.00	6.73	5.91	4.99	6.17	5.19	4.56	3.85
109	矢上橋	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
110	高田橋	1.86	1.17	0.77	0.40	5.74	3.61	2.38	1.23
111	鳥山	0.30	0.18	0.13	0.09	3.24	1.94	1.40	0.97
112	浅山橋	1.87	1.56	1.40	1.25	N/D	N/D	N/D	N/D
113	寺家橋	2.36	3.03	2.59	2.12	N/D	N/D	N/D	N/D
114	神川橋	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
115	才戸橋	6.83	4.69	3.45	2.12	4.50	3.09	2.28	1.40
116	相模大橋	6.34	3.66	2.66	1.02	0.47	0.27	0.20	0.07
平均値		46.05	30.00	23.10	12.07	2.96	1.80	1.28	0.75

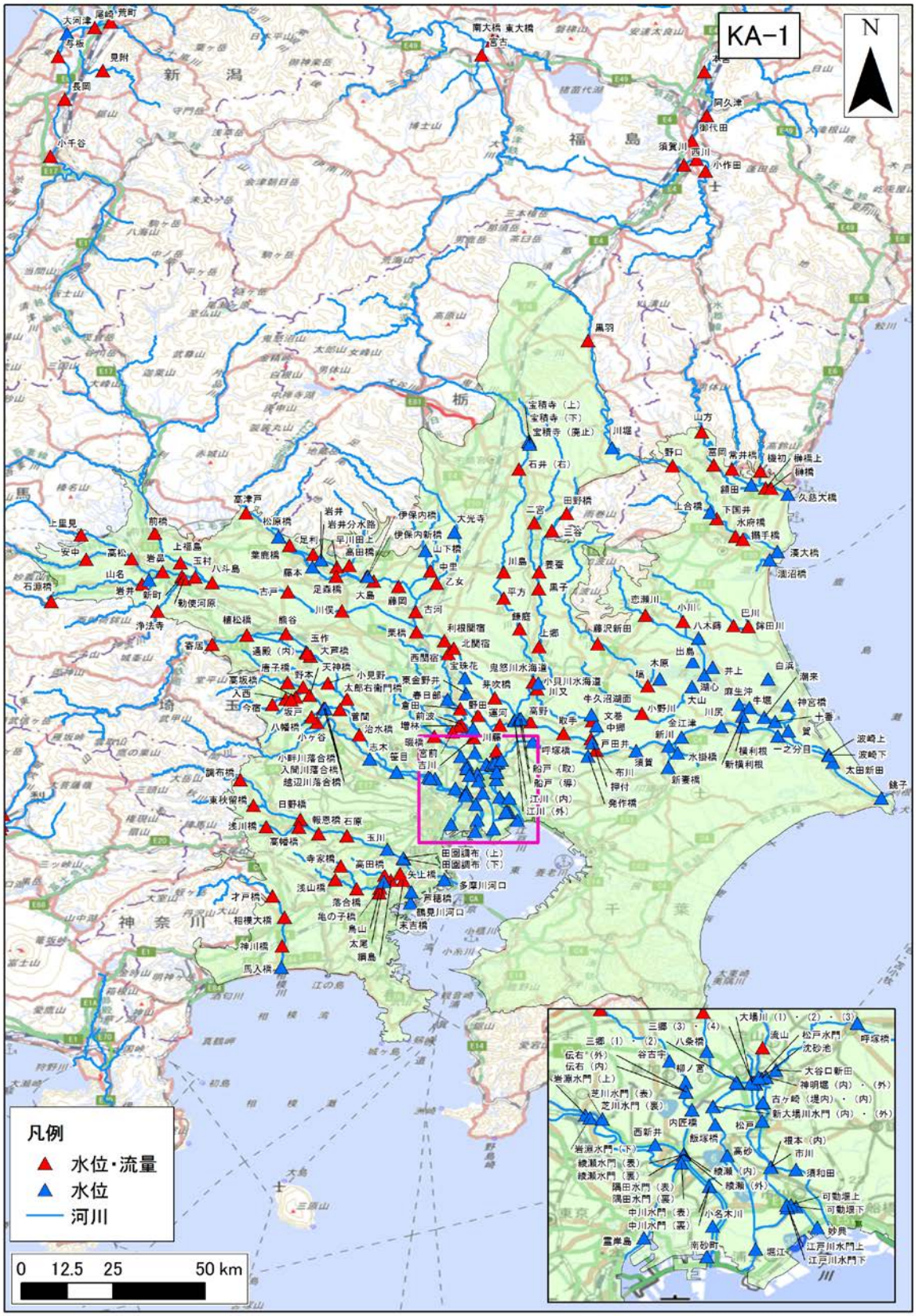


図 4-166　流量観測地点位置図（KA-1 : Kanto plain）

（24） CB-1：Echigo plain

1） **地下水位データ**

CB-1：Echigo plain 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-110～表 4-112 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-167、図 4-168 に示す。

表 4-110 地下水位観測地点一覧（CB-1 : Echigo plain）1/3

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	福田	神林村	4.81	600	4.1	0～4.1	1987～2004	年表
2	荒川橋(左岸)	荒川町	9.23	116	15	5～15	1987～2004	年表・水調
3	鳥屋	荒川町	5.75	550	4.4	0～4.4	1987～2004	年表・水調
4	高田	関川村	24.21	66	8.3	5.3～8.3	1987～2004	年表・水調
5	荒川橋(右岸)	神林村	10.73	116	15	5～15	1987～2004	年表・水調
6	下関	関川村	31.46	66	10	7～10	1987～2004	年表・水調
7	濁川	新潟市	3.45	700	4.3	0～4.3	1987～2001	年表
8	大形 520mG5	新潟市	2.06	400	520	515～517	1987～2004	年表・水調・新潟県
9	大形 350mG4	新潟市	2.01	400	350	319.9～327.9	1987～2004	年表・水調・新潟県
10	大形 440mG4-1	新潟市	2.09	400	440	422～429	1987・1992～2004	年表・水調・新潟県
11	山の下 610mG5	新潟市	0.84	400	610	588～601	1987～2004	年表・水調・新潟県
12	山の下 174mG2	新潟市	0.84	250	174	160.3～165.3	1987～2002	年表
13	沼垂 560mG5	新潟市	1.39	400	560	553～558	1987～2004	年表・水調・新潟県
14	曙公園 40m	新潟市	1.42	160	40	33～38	1987～2004	年表・水調・新潟県
15	豊照 195m 井	新潟市	1.10	300	195	152～188	1987～1995	年表・水調・新潟県
16	新流作場 184mG2	新潟市	0.62	250	184	165～166	1987～2004	年表
17	蔵岡	新潟市	3.03	700	2.2	0～2.2	1987～2005・2014～2015	水水 DB・年表・水調
18	睦公園 154mG1	新潟市	1.41	155	154	148～152	1987～2004	年表・水調・新潟県
19	下黒瀬	京ヶ瀬村	6.89	700	5.6	0～5.6	1987～2001	年表
20	黒崎 20m 井	新潟市	1.39	390	20	14～17	1987～2004	年表
21	黒崎 150m 井	新潟市	1.31	390	150	140～145	1987～2004	年表
22	坂井輪 168mG1	新潟市	7.50	340	168	160～166	1987～2004	年表・水調・新潟県

23	金巻 950mG6	黒埼町	2.53	340	951	907～927	1987～2004	年表・水調・新潟県
24	金巻 593mG4-1	黒埼町	2.53	340	593.37	575～585	1987～2004	年表・水調・新潟県
25	金巻 180mG1	黒埼町	2.50	340	179.8	160～163	1987～2004	年表・水調・新潟県
26	西蒲原 1,050mG6	黒埼町	0.32	330	1050	972～1043	1987～2004	年表・水調・新潟県
27	黒鳥 170mG1	黒埼町	0.68	340	170	145～165	1987～2004	年表・水調・新潟県

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

表 4-111　地下水位観測地点一覧（CB-1 : Echigo plain）2/3

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
28	味方 137m 井	味方村	1.78	390	137	125～130	なし	年表
29	味方 40m 井	味方村	1.35	390	40	32～35	なし	年表
30	白根 82m 井	新潟市	1.19	390	82	72～77	1987～2004	年表
31	白根 135m 井	新潟市	1.41	390	135	125～130	1987～2004	年表
32	白根 380m 井	新潟市	1.02	390	380	371～376	1987～2004	年表
33	白根 150m 井	新潟市	1.19	390	150	140～145	1987～2004	年表
34	白根 20m 井	新潟市	1.34	390	20	16～18	1987～2004	年表
35	貝柄 932mG6	西川町	2.33	138	932	903.9～932	1987～2004	年表・水調・新潟県
36	貝柄 758mG5	西川町	2.33	138	758	741.5～758	1987～2004	年表・水調・新潟県
37	貝柄 444mG4	西川町	1.96	138	444	421.3～444	1987～1990	年表・水調・新潟県
38	貝柄 162mG1	西川町	2.33	138	162	144.9～162	1987～2004	年表・水調・新潟県
39	升潟 956mG6	西川町	2.85	138	956	922.8～956	1987～2004	年表・水調・新潟県
40	升潟 540mG4	西川町	2.47	138	540	523.4～540	1987～1989	年表・水調・県
41	升潟 173mG1	西川町	2.85	138	173	150.9～173	1987～2004	年表・水調・新潟県
42	三本木 1	五泉市	12.07	200	15	7.5～15	1987～2005・2014～2015	水水 DB・年表・水調
43	三条	三条市	12.00	130	60	43.5～60	1987～1988	年表
44	堤岡中学校	長岡市	18.33	250	52.5	30.4～47	1987～2004	年表・水調
45	福島(浅)	長岡市	17.60	101	50	31.5～37 42～49.5	1987～2004	年表
46	福島(深)	長岡市	18.08	350	98	68.4～77.4 82～85	1987～2004	年表
47	原町児童公園	長岡市	19.30	300	120.6	41.6～52.6 69.1～85.6	1991～2004	年表・水調
48	富曽亀小学校	長岡市	19.39	200	100	88～100	1987～2004	年表・水調・新潟県
49	勤労会館	長岡市	20.04	300	50.3	26.8～43.3	1987～2004	年表・水調
50	平柳町	長岡市	20.70	200	22	14～21	1987～2004	年表・水調・新潟県
51	下柳	長岡市	21.15	101	20	5～18	1987～2004	年表
52	旧川崎保育所	長岡市	21.88	200	25	14～23	1987～2004	年表・水調・新潟県
53	東中学校	長岡市	21.02	200	22	11～22	1987～2004	年表・水調

54	川崎小学校	長岡市	21.37	200	22	11～22	1987～1998	年表・水調
55	福戸	長岡市	20.49	350	114.6	77.3～85.4 96.6～102.1	1987～2004	年表
56	蓮潟町	長岡市	21.79	200	22	5.5～14	1987～2004	年表・水調
57	水道局	長岡市	23.50	200	70	62～70	1987～2001	年表・水調
58	表町小学校	長岡市	22.01	250	100	88.9～100	1987～2001	年表・水調
59	蓮潟中央公園	長岡市	20.29	300	100	43～54 59.5～76	1990～2004	年表・水調

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

表 4-112　地下水位観測地点一覧（CB-1 : Echigo plain）3/3

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
60	長岡高校	長岡市	22.89	200	50	28～44.5	1987～ 2001・2004	年表・水調
61	宝田公園	長岡市	22.32	300	80	46～68	1987～2004	年表・水調
62	旧王寺川連絡所	長岡市	21.74	200	29	23.5～29	1987～2004	年表・水調
63	四郎丸小学校	長岡市	23.11	200	22	10.7～20.7	1987～2004	年表・水調
64	信濃町（長岡）	長岡市	20.04	150	20	7～17	1987～1997	年表
65	南中学校	長岡市	23.21	200	25	14～25	1987～2001	年表・水調
66	千手小学校	長岡市	22.27	200	22	11～22	1987～2004	年表・水調
67	大島小学校	長岡市	22.28	200	50	44.5～50	1987～2004	年表・水調
68	三ツ郷屋	長岡市	23.40	101	20	4～14	1987～1991	年表
69	日越小学校	長岡市	23.94	318	96.9	82.5～95.9	1987～2004	年表・水調
70	今井町	長岡市	25.30	200	100	79～89 92～97	1987～1991	年表・水調
71	宮栄	長岡市	29.15	101	20	5～18	1987～2004	年表
72	新産卸売市場	長岡市	27.11	300	100	71～82	1995～2004	年表・水調
73	水梨 No.3	長岡市	26.13	65	15	1～15	1996～2004	年表
74	南陽北緑地	長岡市	25.75	300	100	33.1～38.6 49.6～60.6 77.1～82.6 88.1～93.6	1993～2004	年表・水調
75	上組	長岡市	29.68	200	96	64～70.5 72～78	1987～2004	年表
76	飯島	越路町	26.26	101	20	5～18	1987～2004	年表
77	下条	長岡市	29.15	101	20	5～18	1987～1997	年表
78	前川小学校	長岡市	28.37	200	22	13～21	1987～2004	年表・水調・新潟県
79	神谷	越路町	29.25	101	20	3～9 13～18	1987～1997	年表
80	越路小学校	越路町	28.58	250	50	27.9～44.5	1987～2004	年表・水調・新潟県
81	高島	長岡市	31.59	101	20	5～18	1987～2004	年表
82	岩野仲島(大川原)	越路町	35.77	101	20	5～18	1987～2004	年表

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

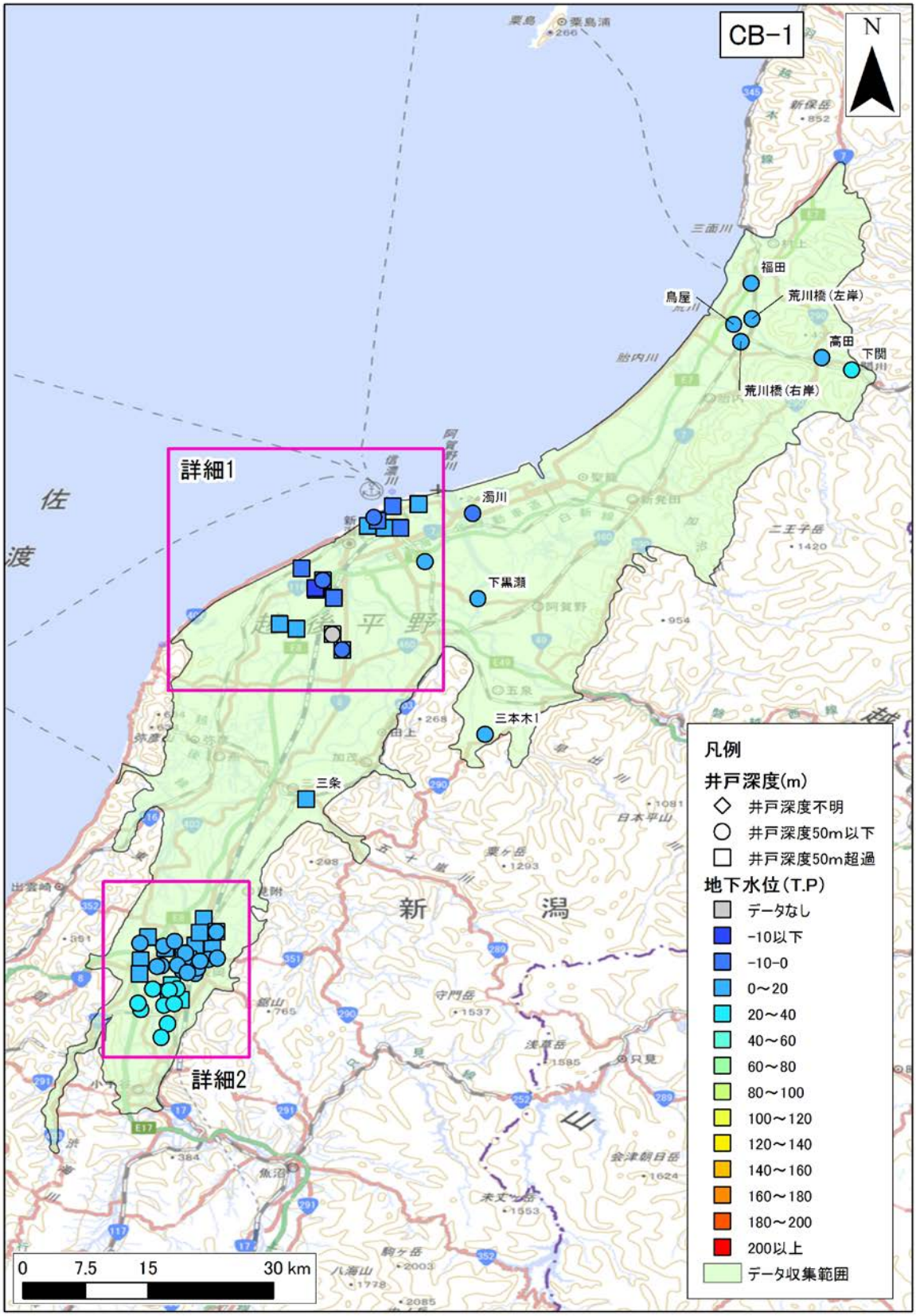


図 4-167　年平均地下水位分布図（CB-1 : Echigo plain）

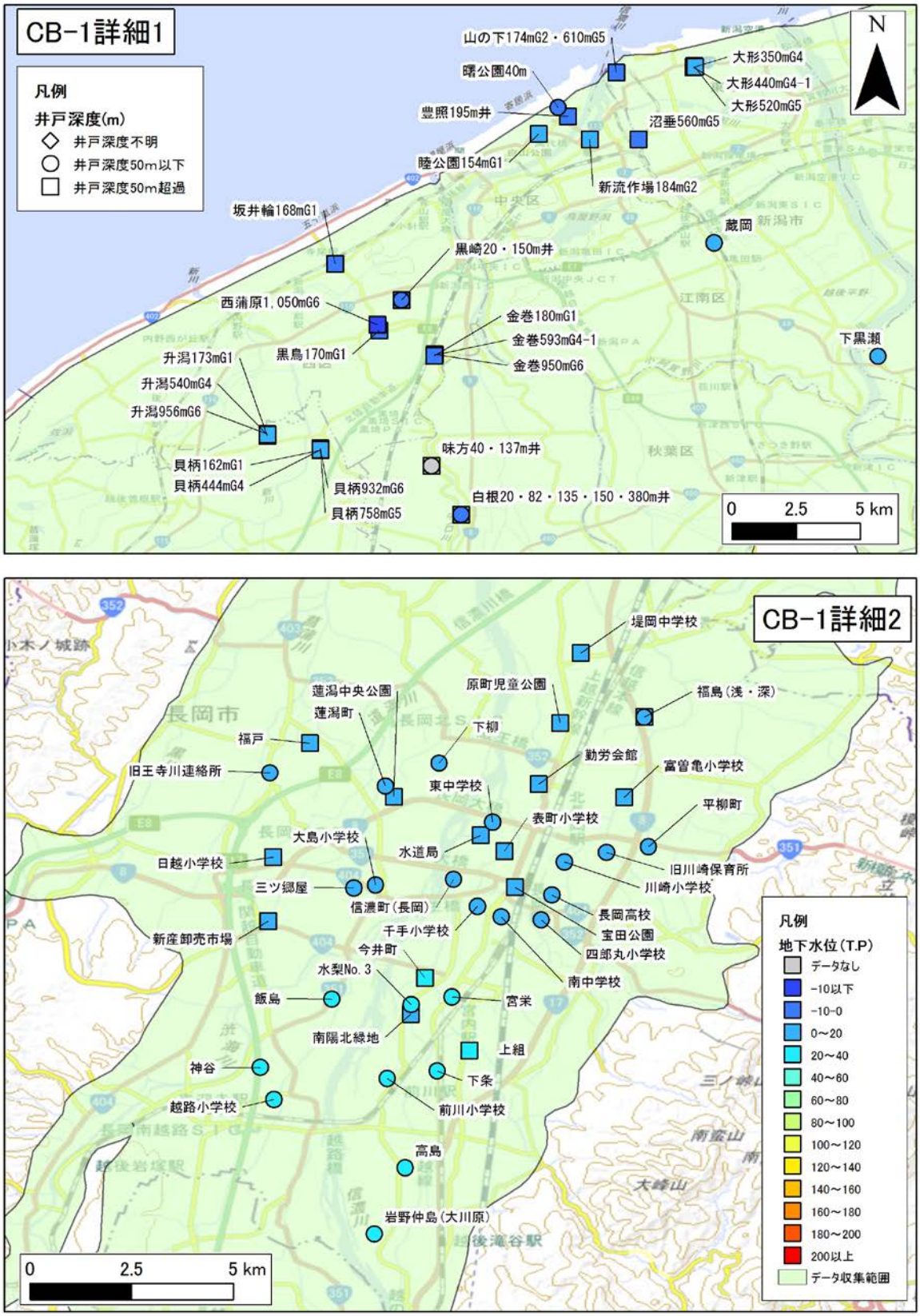


図 4-168 年平均地下水位分布図詳細（CB-1 : Echigo plain）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2)　**気象データ**

CB-1：Echigo plain 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-113 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 4-169、図 4-170、図 4-171、図 4-172 に示す。

表 4-113　気象観測所一覧（CB-1 : Echigo plain）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	54086	村上	38°13.6	139°28.7	10	アメダス	●	●	●	●	
2	54181	中条	38°3.6	139°24.5	27	アメダス	●	●	●	●	
3	54191	下関	38°5.5	139°33.8	33	アメダス	●	●	●	●	●
4	54232	新潟	37°53.6	139°1.1	4	アメダス	●		●		●
5	54232	新潟	37°53.3	139°2.9	4	アメダス		●		●	
6	54236	松浜	37°57.3	139°6.7	1	アメダス	●	●	●	●	
7	54296	新津	37°47.5	139°5.2	3	アメダス	●	●	●	●	●
8	54341	巻	37°46.1	138°54.8	2	アメダス	●	●	●	●	
9	54396	三条	37°38.4	138°57.3	9	アメダス	●	●	●	●	
10	54406	村松	37°41.8	139°11.3	25	アメダス	●				
11	54501	長岡	37°27	138°49.4	23	アメダス	●	●	●	●	●
12	54606	小国	37°17.5	138°42.1	83	アメダス	●				



図 4-169　年平均気温の分布（CB-1 : Echigo plain）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。



図 4-170　年間降水量の分布（CB-1 : Echigo plain）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。



図 4-171　年間可能蒸発散量の分布（CB-1 : Echigo plain）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。



図 4-172　年間可能涵養量の分布（CB-1 : Echigo plain）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

CB-1：Echigo plain における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-173 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

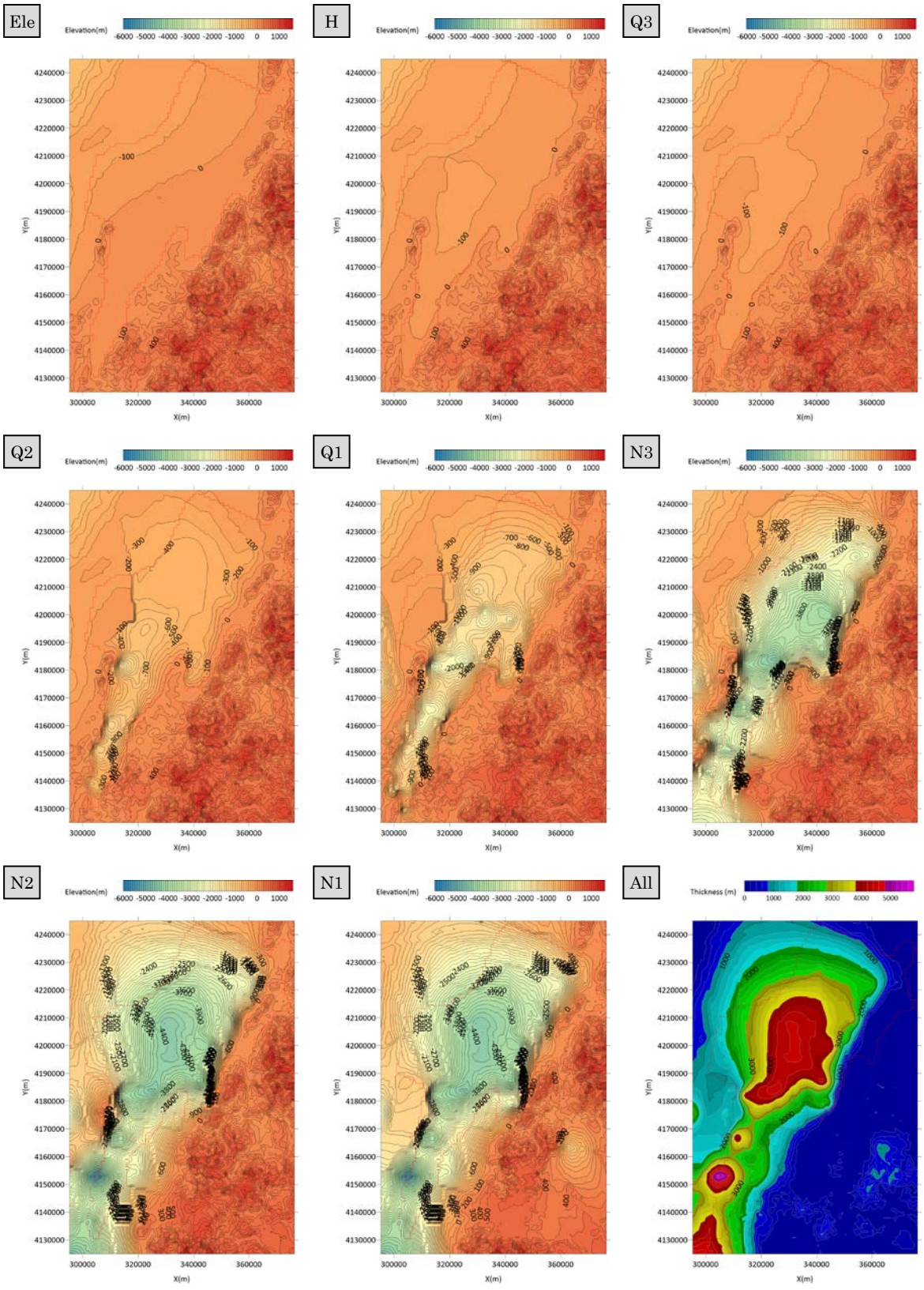


図 4-173　地質データ（CB-1 : Echigo plain）

4) **流量データ**

CB-1：Echigo plain 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-114 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-115、図 4-174 に示す。

表 4-114 流量観測地点一覧（CB-1 : Echigo plain）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	上関	荒川（東北）	荒川	30.51	1970 年 08 月 01 日	914
2	花立	荒川（東北）	荒川	7.93	1979 年 03 月 28 日	1,069
3	葛籠山	荒川（東北）	荒川	3.16	1970 年 02 月 26 日	1,078
4	馬下	阿賀野川	阿賀野川	0.00	1951 年 01 月 01 日	6,997
5	満願寺	阿賀野川	阿賀野川	0.00	1949 年 01 月 01 日	7,288
6	横越	阿賀野川	阿賀野川	0.00	1950 年 01 月 01 日	7,295
7	善願	阿賀野川	早出川	0.00	1957 年 07 月 10 日	261
8	尾崎	信濃川	信濃川下流	0.00	1948 年 09 月 01 日	355
9	荒町	信濃川	信濃川下流	0.00	1971 年 04 月 01 日	769
10	保明新田	信濃川	信濃川下流	0.00	1961 年 11 月 01 日	895
11	臼井橋	信濃川	信濃川下流	0.00	1982 年 04 月 01 日	940
12	新酒屋	信濃川	信濃川下流	0.00	1975 年 01 月 23 日	1,146
13	帝石橋	信濃川	信濃川下流	0.00	1960 年 12 月 05 日	1,260
14	見附	信濃川	刈谷田川	14.80	1968 年 01 月 01 日	186
15	板井	信濃川	中ノ口川	0.00	1961 年 03 月 10 日	390
16	長岡	信濃川	信濃川中流	0.00	1930 年 01 月 01 日	10,199
17	小千谷	信濃川	信濃川中流	0.00	1942 年 04 月 01 日	9,719
18	与板	信濃川	信濃川中流	0.00	1976 年 01 月 10 日	10,275

表 4-115　流況一覧（CB-1 : Echigo plain）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	上関	134.94	79.14	43.58	20.56	12.76	7.48	4.12	1.94
2	花立	130.36	77.95	47.31	20.51	10.54	6.30	3.82	1.66
3	葛籠山	146.59	85.05	48.86	19.26	11.75	6.82	3.92	1.54
4	馬下	480.17	341.83	227.31	124.15	5.93	4.22	2.81	1.53
5	満願寺	502.20	328.43	209.24	110.14	5.95	3.89	2.48	1.31
6	横越	466.45	340.12	267.48	178.74	5.52	4.03	3.17	2.12
7	善願	30.25	15.57	7.08	1.94	10.01	5.15	2.34	0.64
8	尾崎	302.84	274.79	255.97	198.56	73.71	66.88	62.30	48.33
9	荒町	240.32	202.16	176.04	125.62	27.00	22.71	19.78	14.11
10	保明新田	243.37	205.70	170.47	126.94	23.49	19.86	16.46	12.25
11	臼井橋	261.96	221.63	185.36	146.78	24.08	20.37	17.04	13.49
12	新酒屋	310.64	267.15	226.72	174.72	23.42	20.14	17.09	13.17
13	帝石橋	440.35	384.96	332.93	261.42	30.20	26.40	22.83	17.93
14	見附	22.99	12.26	7.38	2.59	10.67	5.69	3.43	1.20
15	板井	134.03	111.06	89.37	65.15	29.69	24.60	19.80	14.43
16	長岡	626.71	434.18	333.67	230.56	5.31	3.68	2.83	1.95
17	小千谷	592.07	396.40	300.70	210.59	5.26	3.52	2.67	1.87
18	与板	592.51	437.31	376.81	283.42	4.98	3.68	3.17	2.38
平均値		314.38	234.21	183.68	127.87	17.79	14.19	11.67	8.44



図 4-174　流量観測地点位置図（CB-1 : Echigo plain）

（25） CB-2：Takada plain

1） **地下水位データ**

CB-2：Takada plain 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-116 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-175 に示す。

表 4-116 地下水位観測地点一覧（CB-2 : Takada plain）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	頸城G3層	頸城村	6.45	400	180	172～180	1987～2004	年表・水調・新潟県
2	頸城G4層	頸城村	6.51	400	277	216～270	1987～2004	年表・水調・新潟県
3	信越化学 G4	頸城村	5.34	350	290	229～289	1987～2004	年表・水調・新潟県
4	上越G3層	上越市	3.93	400	200	186～194	1987～2004	年表・水調・新潟県
5	上越G4層	上越市	3.9	400	243	232～237	1987～2004	年表・水調・新潟県
6	千原 G2 層	上越市	6.86	400	162	150.4～158.8	1987～2002	年表
7	津有 G3 層	上越市	15.51	93	203	172.6～183.7	1987～2005	年表・水水 DB
8	高田G4層	上越市	13.78	400	300	250～295	1987～2004	年表・水調・新潟県
9	新道 G2 層	上越市	6.99	350	110.7	96.6～102.1	1987～2005	水水 DB・年表・水調
10	高田G2層	上越市	8.82	340	137	114～129	1987～2004	年表・水調・新潟県
11	城北中 L=12m	上越市	8.31	350	12	9.5～11.5	1991～2005	水水 DB・年表・水調
12	城北中 L=50m	上越市	8.02	80	50	39～50	1991～2005	水水 DB・年表・水調
13	公民館高田地区館(52m)	上越市	14.02	150	52	47～52	1996～2004	年表・水調・新潟県
14	公民館高田地区館(10m)	上越市	14.02	150	10	7～10	1996～2004	年表・水調・新潟県
15	高田公園 G4	上越市	9.42	350	262	199～222	1987～2004	年表・水調・新潟県

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

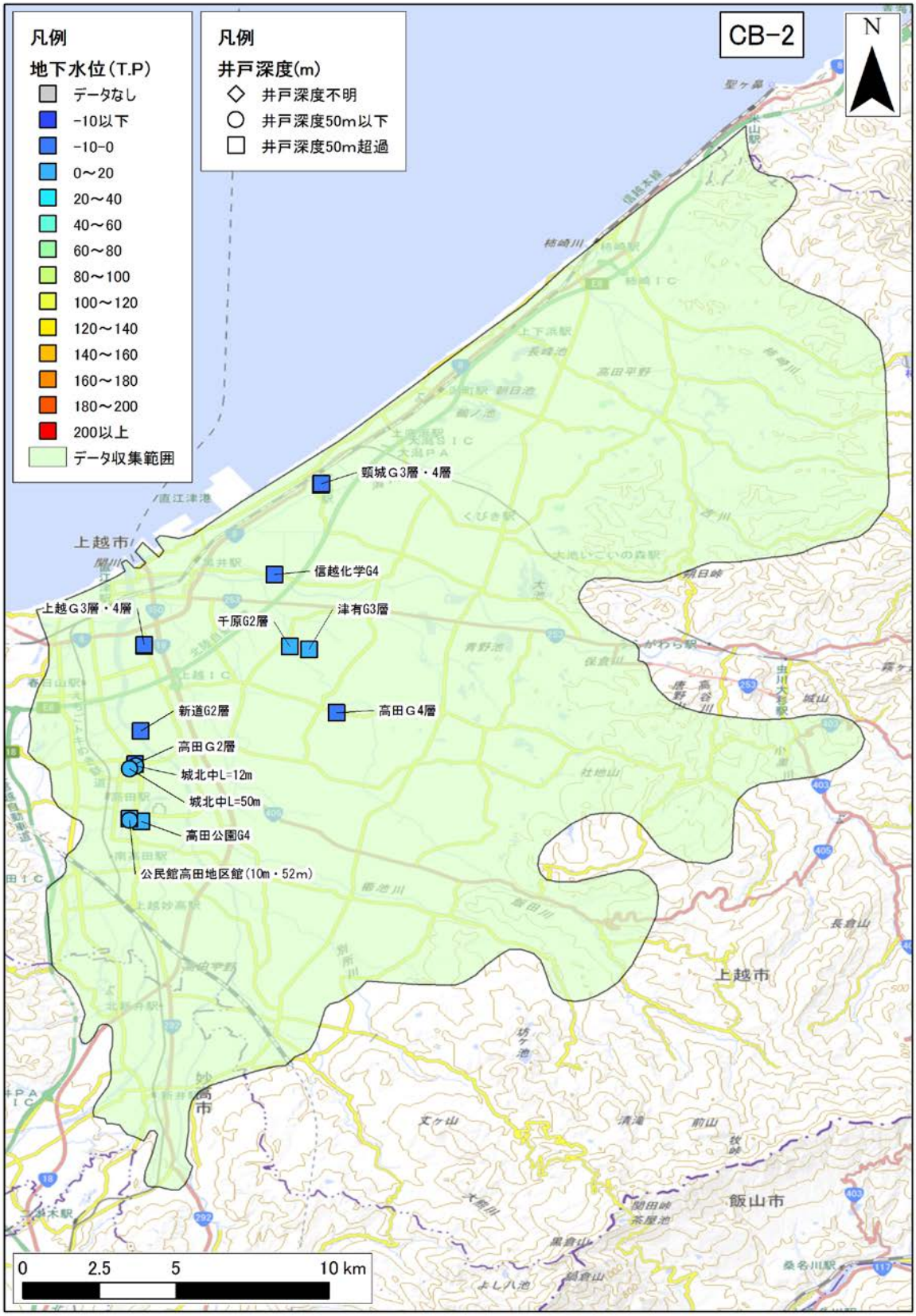


図 4-175　年平均地下水位分布図（CB-2 : Takada plain）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2） **気象データ**

CB-2：Takada plain 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-117 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 4-176、図 4-177、図 4-178、図 4-179 に示す。

表 4-117　気象観測所一覧（CB-2 : Takada plain）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	54586	大潟	37°13.5	138°19.5	13	アメダス	●	●	●	●	
2	54651	高田	37°6.4	138°14.8	13	アメダス	●	●	●	●	●

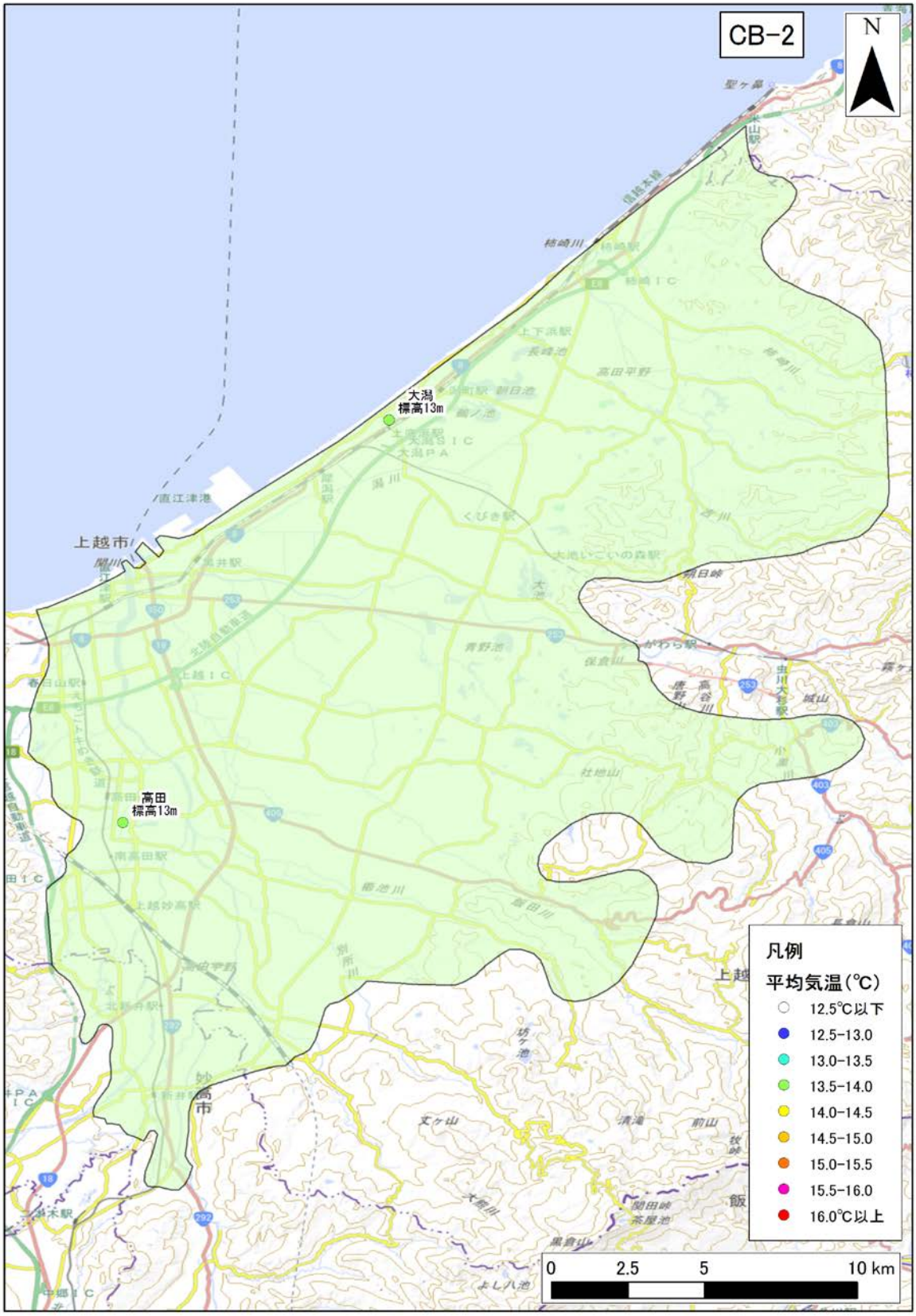


図 4-176　年平均気温の分布（CB-2 : Takada plain）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

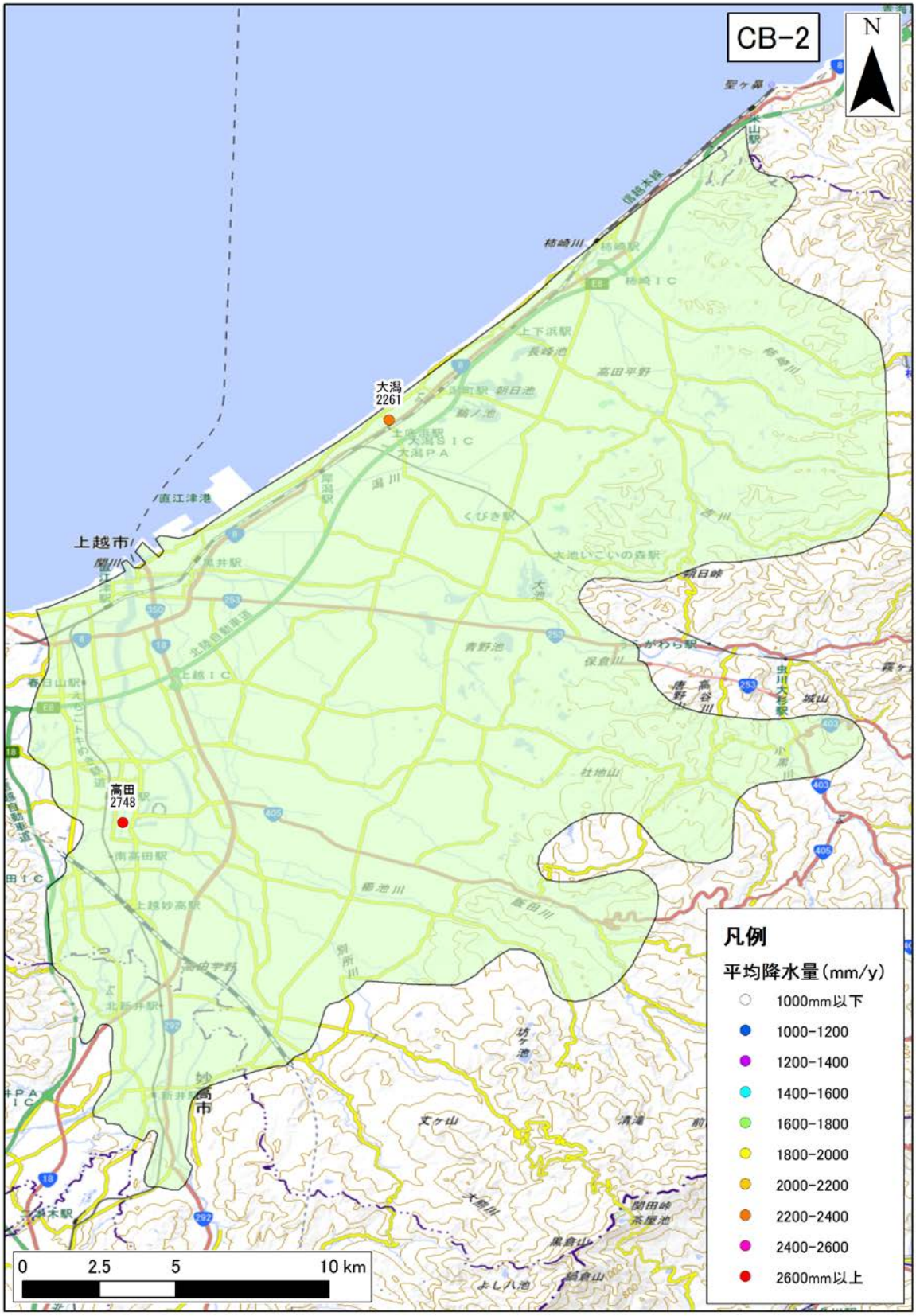


図 4-177　年間降水量の分布（CB-2 : Takada plain）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。

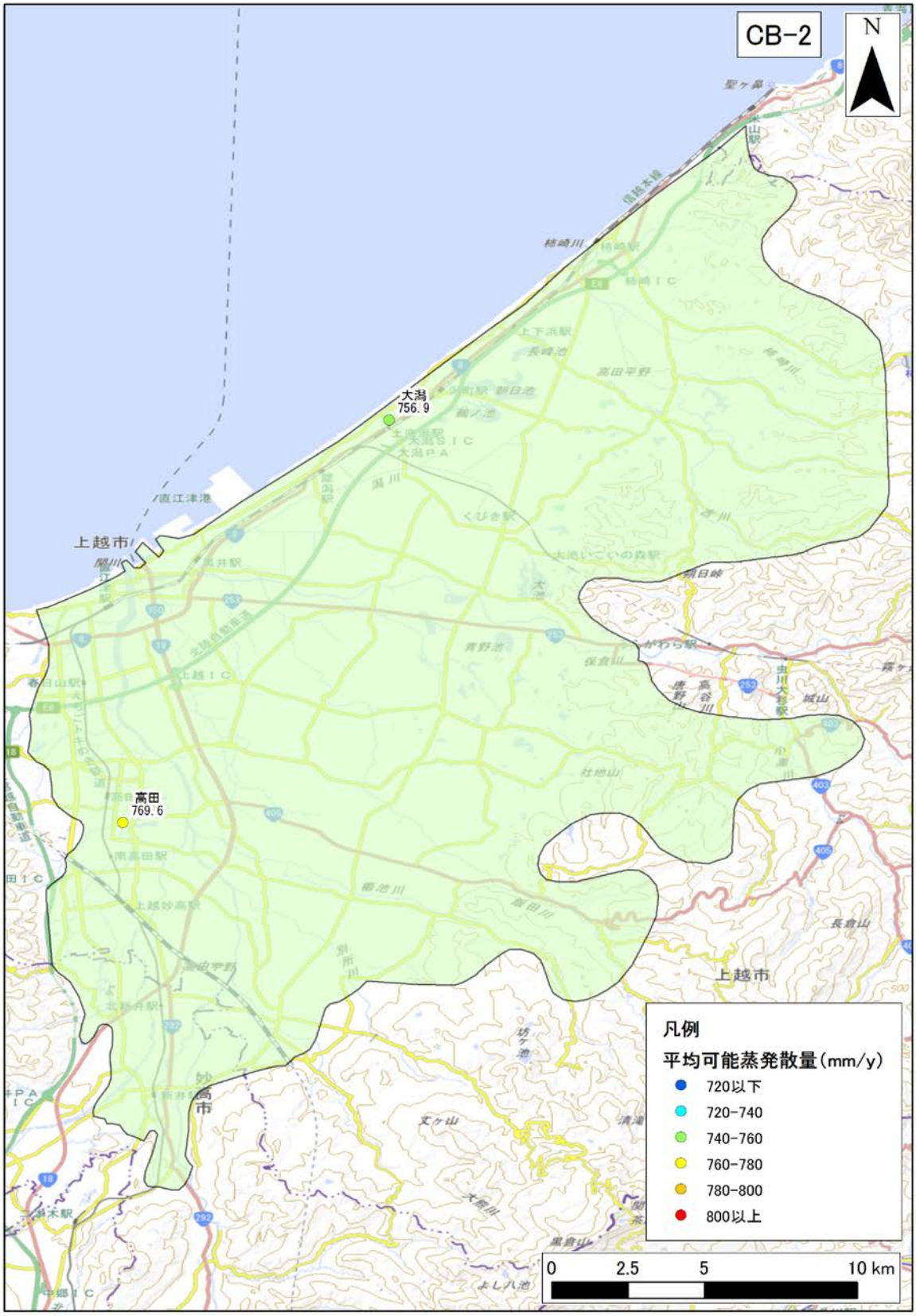


図 4-178　年間可能蒸発散量の分布（CB-2 : Takada plain）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

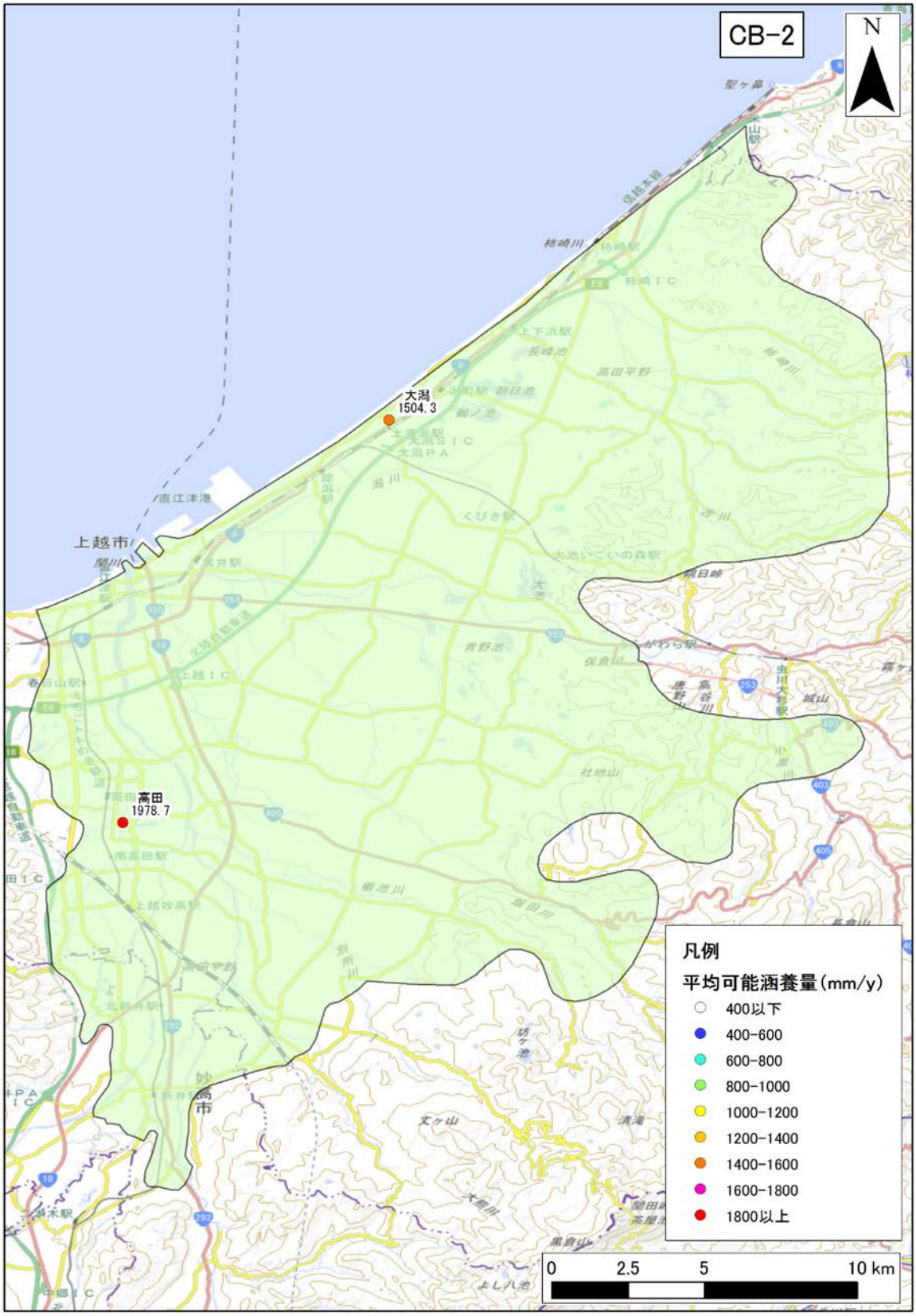


図 4-179　年間可能涵養量の分布（CB-2 : Takada plain）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

CB-2：Takada plain における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-180 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

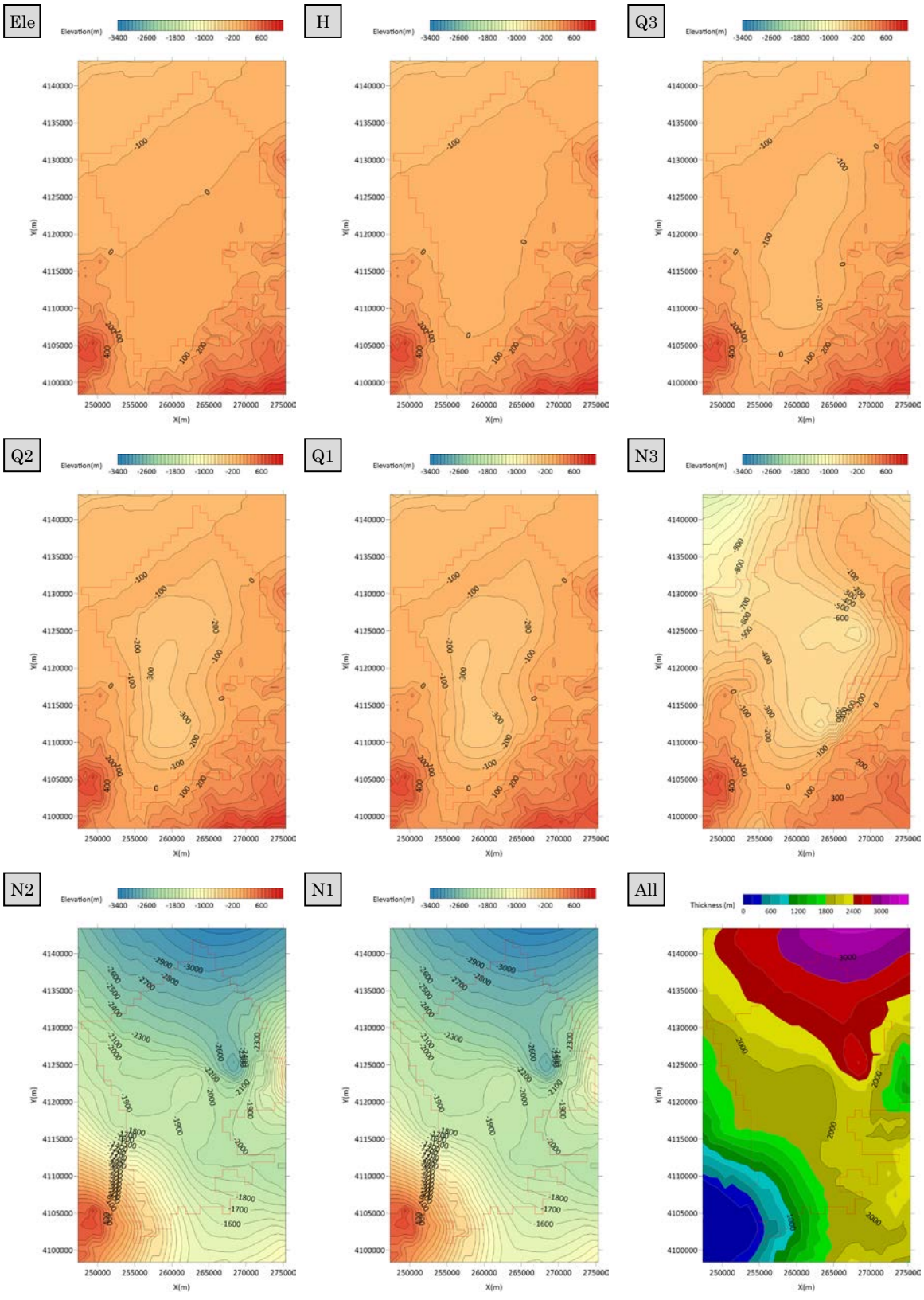


図 4-180　地質データ（CB-2 : Takada plain）

4) **流量データ**

CB-2：Takada plain 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-118 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-119、図 4-181 に示す。

表 4-118 流量観測地点一覧（CB-2 : Takada plain）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	二子島	関川	関川	45.96	1969 年 11 月 07 日	397
2	高田	関川	関川	2.51	1970 年 09 月 15 日	703
3	石沢	関川	矢代川	11.94	1970 年 09 月 21 日	120
4	佐内	関川	保倉川	-1.15	1970 年 08 月 28 日	332

表 4-119 流況一覧（CB-2 : Takada plain）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	二子島	22.20	8.64	3.23	1.69	4.83	1.88	0.70	0.37
2	高田	57.48	36.74	25.95	13.85	7.06	4.52	3.19	1.70
3	石沢	11.86	5.47	3.08	0.85	8.54	3.94	2.22	0.61
4	佐内	30.38	25.36	20.30	15.06	7.91	6.60	5.28	3.92
平均値		30.48	19.05	13.14	7.86	7.09	4.23	2.85	1.65

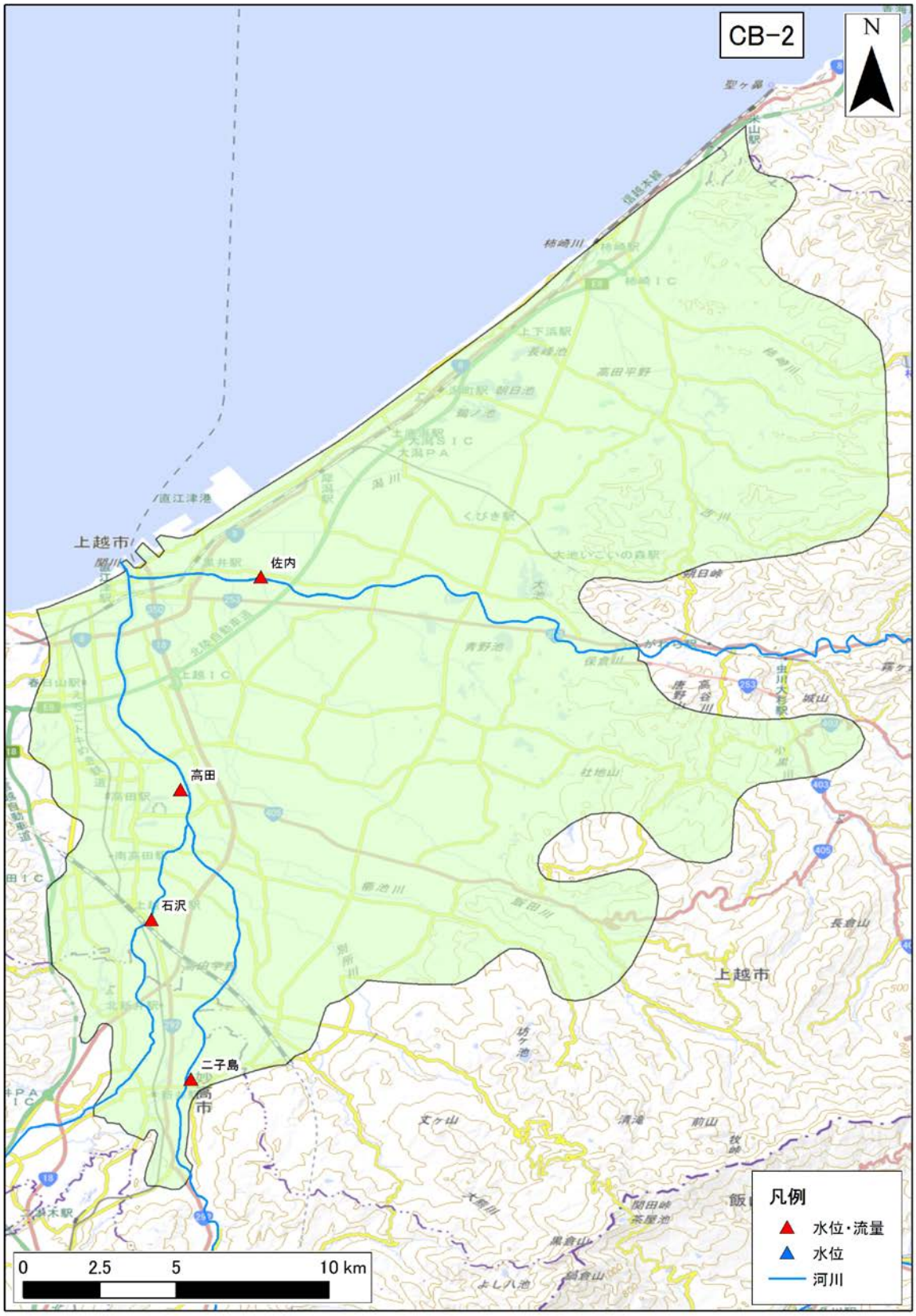


図 4-181　流量観測地点位置図（CB-2 : Takada plain）

（26） CB-3：Toyama plain

1） **地下水位データ**

CB-3：Toyama plain 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-120～表 4-122 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-182、図 4-183 に示す。

表 4-120 地下水位観測地点一覧（CB-3 : Toyama plain）1/3

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	月山	朝日町	23.49	250	100	56～78	1987～2004	年表・水調
2	入膳	入善町	27.83	250	100	73～95	1987～2004	年表・水調
3	園家	入善町	4	250	55	40～51	1992～2004	年表・水調
4	青木	入善町	25.78	250	150	117～145	1987～2004	年表・水調
5	飯野	入善町	26.74	150	50	38～50	1987～2014	水水 DB・年表・水調
6	上飯野	入善町	47.41	150	50	38～50	1987～2011	水水 DB・年表・水調
7	小摺戸	入善町	69.87	250	50	34～50	1987～2004	年表・水調
8	沓掛	黒部市	26.58	150	50	38～50	1987～2014	水水 DB・年表・水調
9	五郎八	黒部市	48.05	150	50	38～50	1987～2004	水水 DB・年表・水調
10	五郎八(Ⅱ)	黒部市	不明	250	50	28～45	1987～2004	年表・水調
11	浦山新	入善町	101.58	150	30	13.5～30	1987～2014	水水 DB・年表・水調
12	生地	黒部市	2.5	250	100	845～95.5	1992～2004	年表・水調
13	浦山	宇奈月町	97.52	150	30	13.5～30	1987～2014	水水 DB・年表・水調
14	小摺戸	入善町	71.962	150	50	21.5～32.5 43.5～49	1987～2004	年表・水調
15	金屋	黒部市	16.04	250	150	112～134	1987～2004	年表・水調
16	若栗	黒部市	72.272	150	50	21.5～32.5 43.5～49	1987～2004	年表・水調
17	三日市	黒部市	19.05	250	100	51～73	1987～2004	年表・水調
18	北鬼江	魚津市	不明	250	70	59～71	1992～2004	年表
19	住吉	魚津市	不明	250	50	23～34	1992～2004	年表
20	能町	高岡市	3.58	300	260	156～178	1987～2004	年表・水調
21	下島	滑川市	不明	250	80	66～77	1992～2004	年表
22	四ツ屋	滑川市	不明	250	100	65～82	1992～2004	年表
23	下田	高岡市	6.66	100	80	30～50	1987～2004	水水 DB・年表・水調
24	旭ヶ丘	高岡市	8.41	100	80	30～50	1987～2004	水水 DB・年表・水調

25	作道	新湊市	2.73	250	100	39.5～54	1987～2004	年表
26	広小路	高岡市	7.86	100	80	22～42	1987～1988	年表
27	寺塚原	新湊市	5.74	350	150	102～124	1987～2004	年表・水調
28	野村	高岡市	9.04	100	80	25～45	1987～2004	水水 DB・年表・水調

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

表 4-121　地下水位観測地点一覧（CB-3 : Toyama plain）2/3

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
29	下飯野	富山市	7.31	250	200	106～139	1987～2004	年表・水調
30	速星	婦中町	14.39	250	100	83.8～94.8	1987～2004	年表・水調
31	上関	高岡市	16.4	300	240	164～175	1987～2004	年表・水調
32	南条 25m	高岡市	13.44	100	25	25～25	2003～2004	年表・ 水水 DB
33	南条 45m	高岡市	13.45	150	45	34～39.5	2003～2004	年表・ 水水 DB
34	南条 80m	高岡市	13.45	150	80	69～74.5	2003～2004	年表・ 水水 DB
35	南条 132m	高岡市	13.46	150	132	107.25～112.75	2003～2004	年表・ 水水 DB
36	豊田	富山市	6.01	150	60	40.5～57	1987～2004	水水 DB・ 年表・水調
37	奥田北	富山市	6.64	250	93	65～82	1987～2004	年表・水調
38	三郷	富山市	10.18	250	150	106～139	1987～2004	年表・水調
39	二塚	高岡市	15.48	250	40	33.7～39.2	1987～2004	年表・水調
40	江尻	福岡町	21.73	250	80	56～67 72～78	1991～2004	年表・水調
41	石金	富山市	16.45	150	60	49～60	1987～2004	水水 DB・ 年表・水調
42	大谷 21m	小矢部市	27.53	100	21	21～21	2003～2004	年表・ 水水 DB
43	大谷 50m	小矢部市	27.55	150	50	39～44.5	2003～2004	年表・ 水水 DB
44	大谷 98m	小矢部市	27.56	150	98	87～92.5	2003～2004	年表・ 水水 DB
45	大谷 145m	小矢部市	27.56	150	145	128.5～134	2003～2004	年表・ 水水 DB
46	大谷 195m	小矢部市	27.55	150	195	178～183.5	2003～2004	年表・ 水水 DB
47	山室	富山市	29.3	250	20	17～20	1987～2004	年表・水調
48	前沢	立山町	63.38	250	100	23～50	1987～2004	年表・水調
49	日詰	砺波市	41.28	250	100	78～80	1987～2004	年表・水調
50	千保	砺波市	不明	200	32.5	4～10 18～26	1987～2004	水水 DB・ 年表・水調
51	松ノ木	砺波市	48.32	200	31.4	15～27	1987～2004	水水 DB・ 年表・水調
52	水島	小矢部市	42.51	250	80	43～49 54～60 65～71	1991～2004	年表・水調
53	庄東 200m	砺波市	54.76	150	200	181.5～187	2003～2004	年表・

								水水 DB
54	庄東 50m	砺波市	54.76	150	50	39～44.5	2003～2004	年表・水水 DB
55	庄東 90m	砺波市	54.76	150	90	79～84.5	2003～2004	年表・水水 DB
56	庄東 136m	砺波市	54.76	150	136	125～130.5	2003～2004	年表・水水 DB
57	西の番	富山市	89.16	250	100	50～83	1987～2004	年表・水調
58	庄南 50m	砺波市	不明	150	50	39～44.5	2003～2004	年表
59	庄南 93m	砺波市	50.6	150	93	83～88.5	2003～2004	年表・水水 DB

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

表 4-122　地下水位観測地点一覧（CB-3 : Toyama plain）3/3

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
60	庄南 150m	砺波市	50.59	150	150	139～144.5	2003～2004	年表・ 水水 DB
61	庄南 200m	砺波市	50.6	150	200	178～183.5	2003～2004	年表・ 水水 DB
62	五郎丸	砺波市	68.14	100	50	20～50	1987～2004	水水 DB・ 年表・水調
63	外開	砺波市	73.46	150	30.5	8.5～30.5	1987～2004	水水 DB・ 年表・水調
64	相割	砺波市	76.28	150	31	9～31	1987～2004	水水 DB・ 年表・水調
65	五郎丸	砺波市	72.84	250	80	48～59 65～70	1991～2004	年表・水調
66	古上野	砺波市	81.77	100	50	20～41	1987～2004	水水 DB・ 年表・水調
67	布袋	福野町	61.72	250	80	43～54 60～65	1991～2004	年表・水調

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

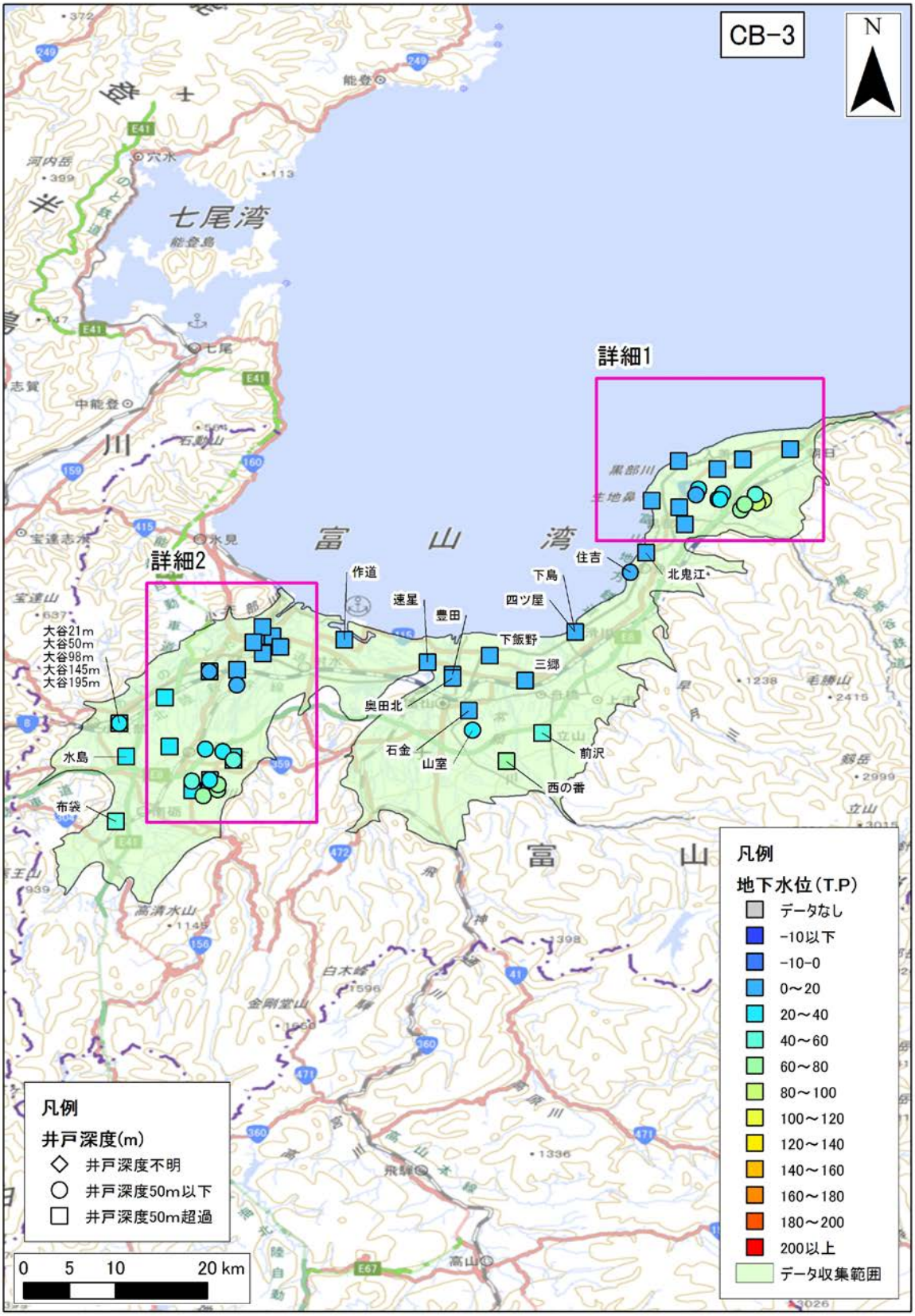


図 4-182　年平均地下水位分布図（CB-3 : Toyama plain）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

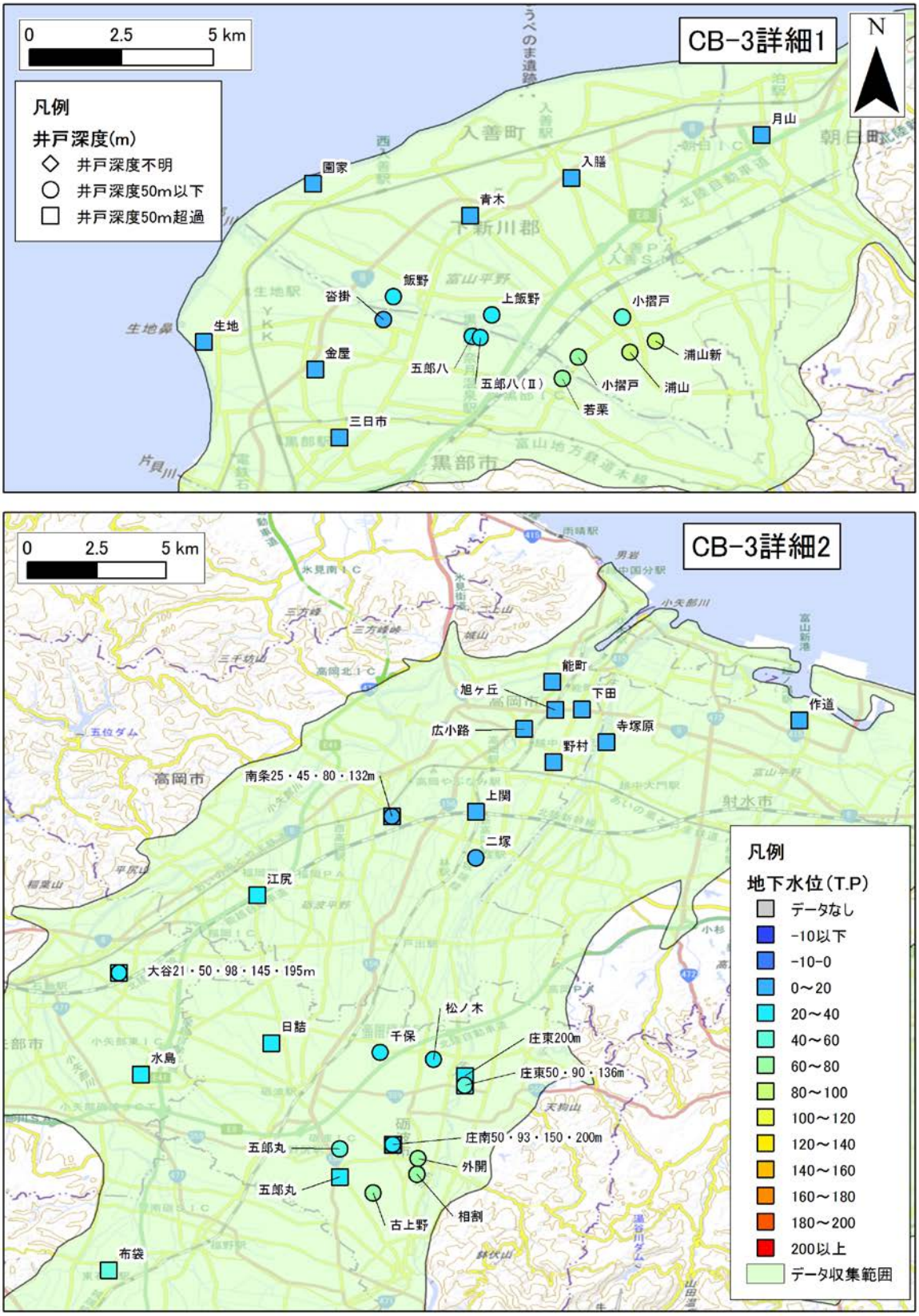


図 4-183　年平均地下水位分布図詳細（CB-3 : Toyama plain）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2)　**気象データ**

CB-3：Toyama plain 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-123 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 4-184、図 4-185、図 4-186、図 4-187 に示す。

表 4-123　気象観測所一覧（CB-3 : Toyama plain）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	55091	伏木	36'47.5	137'3.3	12	アメダス	●	●	●	●	●
2	55141	砺波	36'36.6	136'57.3	69	アメダス	●	●	●	●	●
3	55191	南砺高宮	36'32.7	136'52.3	91	アメダス	●	●	●	●	
4	55022	朝日	36'56.2	137'33.8	43	アメダス	●	●	●	●	●
5	55056	魚津	36'49.3	137'25.7	48	アメダス	●	●	●	●	●
6	55102	富山	36'42.5	137'12.1	9	アメダス	●	●	●	●	●
7	55151	秋ヶ島	36'38.9	137'11.2	24	アメダス	●	●	●	●	●
8	55156	大山	36'36.5	137'17	128	アメダス	●				
9	55206	八尾	36'34.2	137'9.5	124	アメダス	●	●	●	●	



図 4-184　年平均気温の分布（CB-3 : Toyama plain）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。



図 4-185　年間降水量の分布（CB-3 : Toyama plain）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。



図 4-186　年間可能蒸発散量の分布（CB-3 : Toyama plain）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。

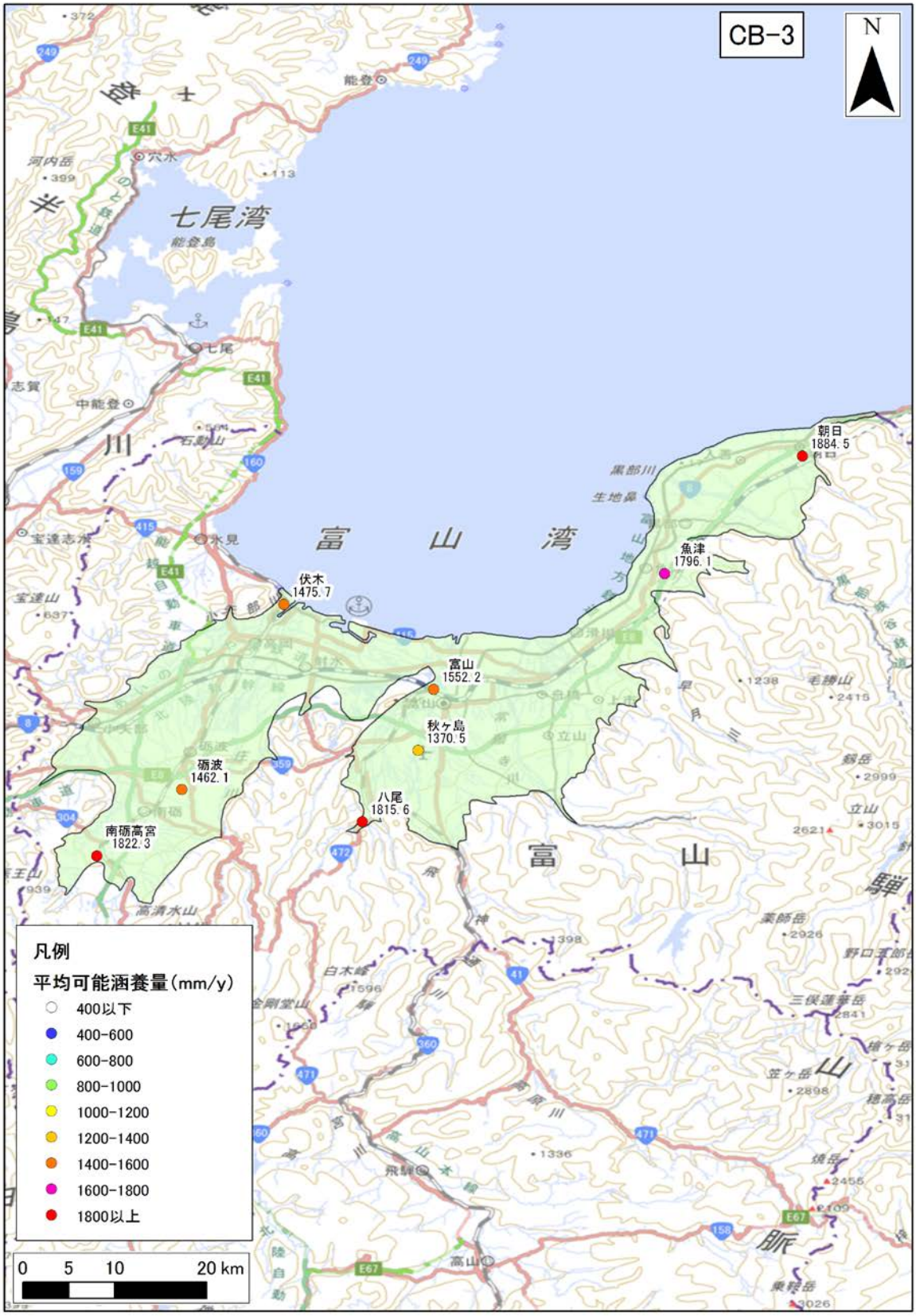


図 4-187　年間可能涵養量の分布（CB-3 : Toyama plain）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

CB-3：Toyama plain における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-188 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

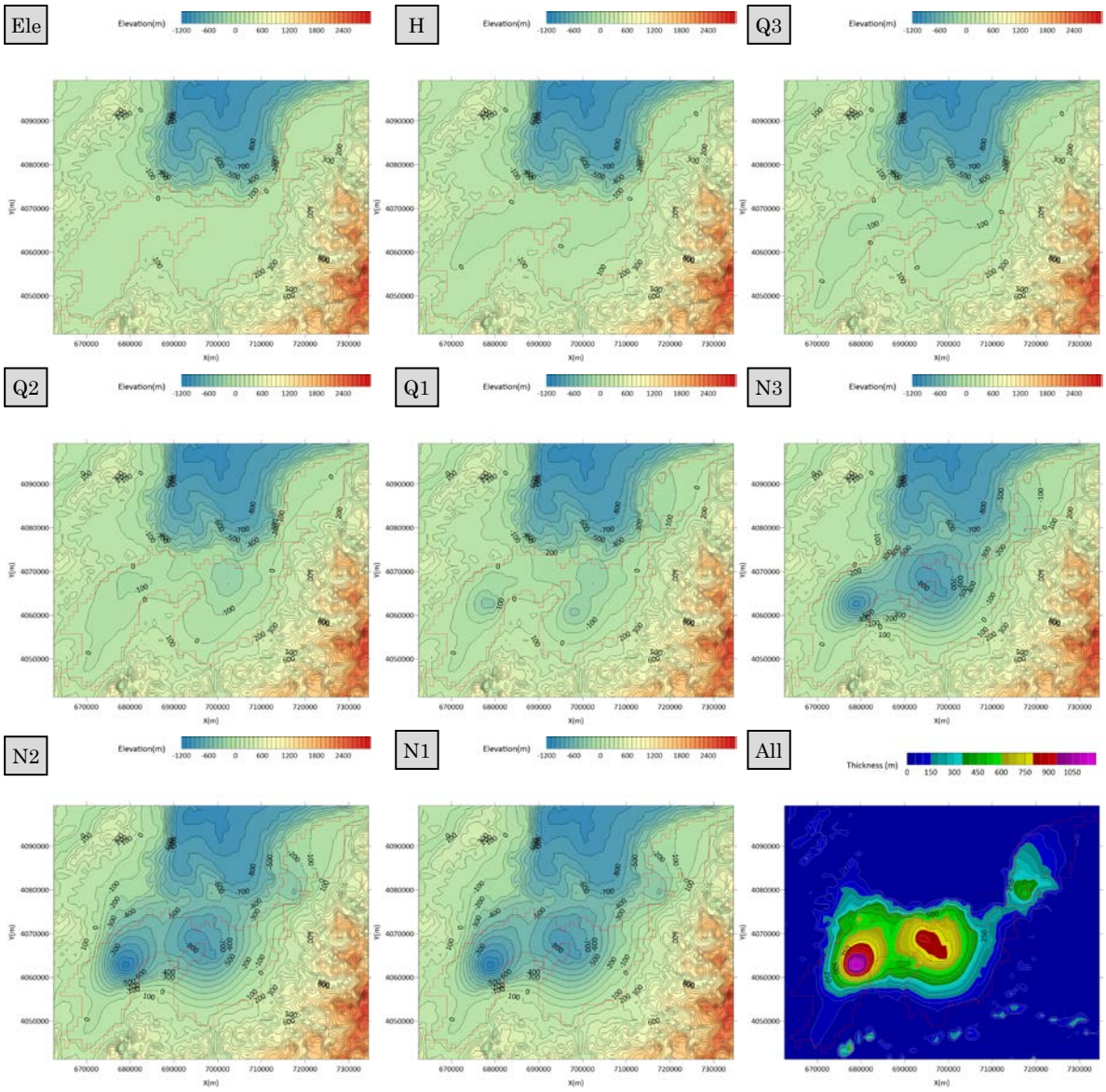


図 4-188　地質データ（CB-3 : Toyama plain）

4) **流量データ**

CB-3：Toyama plain 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-124 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-125、図 4-189 に示す。

表 4-124 流量観測地点一覧（CB-3 : Toyama plain）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	愛本	黒部川	黒部川	123.80	1952 年 03 月 20 日	667
2	大沢野大橋	神通川	神通川	65.29	1967 年 01 月 01 日	2,065
3	神通大橋	神通川	神通川	-0.09	1958 年 04 月 10 日	2,688
4	熊野橋	神通川	熊野川	34.03	1974 年 04 月 01 日	127
5	杉原橋	神通川	井田川	56.86	1973 年 04 月 01 日	250
6	大門	庄川	庄川	-0.04	1955 年 04 月 01 日	1,120
7	津沢	小矢部川	小矢部川	33.93	1956 年 01 月 01 日	280
8	石動	小矢部川	小矢部川	20.66	1968 年 10 月 01 日	359
9	長江	小矢部川	小矢部川	-0.10	1955 年 04 月 01 日	569
10	蓮沼	小矢部川	渋江川	26.75	1973 年 07 月 17 日	60

表 4-125 流況一覧（CB-3 : Toyama plain）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	愛本	52.56	14.51	7.73	5.63	6.81	1.88	1.00	0.73
2	大沢野大橋	116.62	53.86	32.62	13.20	4.88	2.25	1.37	0.55
3	神通大橋	208.64	140.55	107.40	74.34	6.71	4.52	3.45	2.39
4	熊野橋	13.04	8.61	6.03	3.49	8.87	5.86	4.10	2.38
5	杉原橋	29.65	17.19	9.85	3.93	10.24	5.94	3.40	1.36
6	大門	50.41	23.82	11.70	7.02	3.89	1.84	0.90	0.54
7	津沢	35.33	23.48	14.86	7.95	10.90	7.25	4.59	2.45
8	石動	52.20	38.04	27.55	17.63	12.57	9.16	6.64	4.25
9	長江	67.85	51.57	40.50	28.23	10.30	7.83	6.15	4.29
10	蓮沼	4.63	2.83	1.80	1.08	6.72	4.10	2.62	1.57
平均値		63.09	37.44	26.01	16.25	8.19	5.06	3.42	2.05



図 4-189　流量観測地点位置図（CB-3 : Toyama plain）

（27） CB-4：Kanazawa plain

1） **地下水位データ**

CB-4：Kanazawa plain 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-126 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-190 に示す。

表 4-126 地下水位観測地点一覧（CB-4 : Kanazawa plain）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	藤江 116m 井	金沢市	0.24	203	116	108.8～113.8	1987～1997	年表
2	藤江 189m 井	金沢市	0.28	203	189	181.8～186.8	1987～1997	年表
3	藤江 47m 井	金沢市	0.24	203	47	36.3～41.3	1987～1997	年表
4	太平寺	野々市町	23.47	300	150	122.5～139	1987～2004	年表
5	安養寺	鶴来町	47.28	300	100	72.5～89	1987～1993	年表
6	鞍月 250m 井	金沢市	5.73	150	250	239～244.5	1998～2004	年表
7	鞍月 120m 井	金沢市	5.74	150	120	109～114.5	1998～2004	年表
8	鞍月 50m 井	金沢市	5.73	150	50	39～44.5	1998～2004	年表
9	中島	川北町	61.09	700	14.8	0～14.8	1987～1990	年表
10	福増	金沢市	4.02	300	200	134～150.5	1987～2004	年表
11	安吉	白山市	42.64	300	100	71.5～88	1987～2004	年表・水調
12	末広	白山市	23.43	66	30	21～27	1987～2004	年表
13	右岸 No.4	川北町	47.30	125	23	8～23	1987～2004	年表・水調
14	下土室	川北町	31.24	1200	15.8	0～15.8	1987～1990	年表
15	寄新保	白山市	43.05	150	30	15～30	1987～2016	水水 DB・年表・水調
16	上先出	川北町	44.85	150	20	12.5～20	1987～2004	年表・水調
17	草深	川北町	43.28	150	25	5～25	1987～2004	年表・水調
18	右岸 No.2	川北町	10.06	100	8	2～8	1987～2002	年表
19	千代野西(深)	白山市	8.93	150	200	160～172 183～189	1987～2004	年表
20	北市	能美市	23.60	300	60	10.5～21.5 38～49	1987～1990・1992～2004	年表・水調
21	上清水	辰口町	25.83	300	60	10.5～21.5 31.5～38 49～53	1987～1993	年表
22	左岸 No.3	能美市	20.90	100	8	2～8	1987～2004	年表・水調
23	井関	白山市	6.13	300	200	120.4～138.5	1987～2004	年表・水調
24	粟生	寺井町	11.74	300	40	15～21 26.5～38.5	1987～1990	年表
25	橘	川北町	10.92	100	15	4～15	1987～2016	水水 DB・年表・水調

26	左岸 No.2	能美市	11.48	100	8	2～8	1987～2004	年表・水調
27	橘新	川北町	5.62	300	40	18～34.5	1987～1993	年表
28	東任田	能美市	9.41	100	15	4～15	1987～2016	水水 DB・年表・水調
29	右岸 No.1	川北町	10.06	100	8	2～8	1987～2004	年表・水調
30	赤井(深)	能美市	8.11	150	150	78～93	1987～2004	年表・水調

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

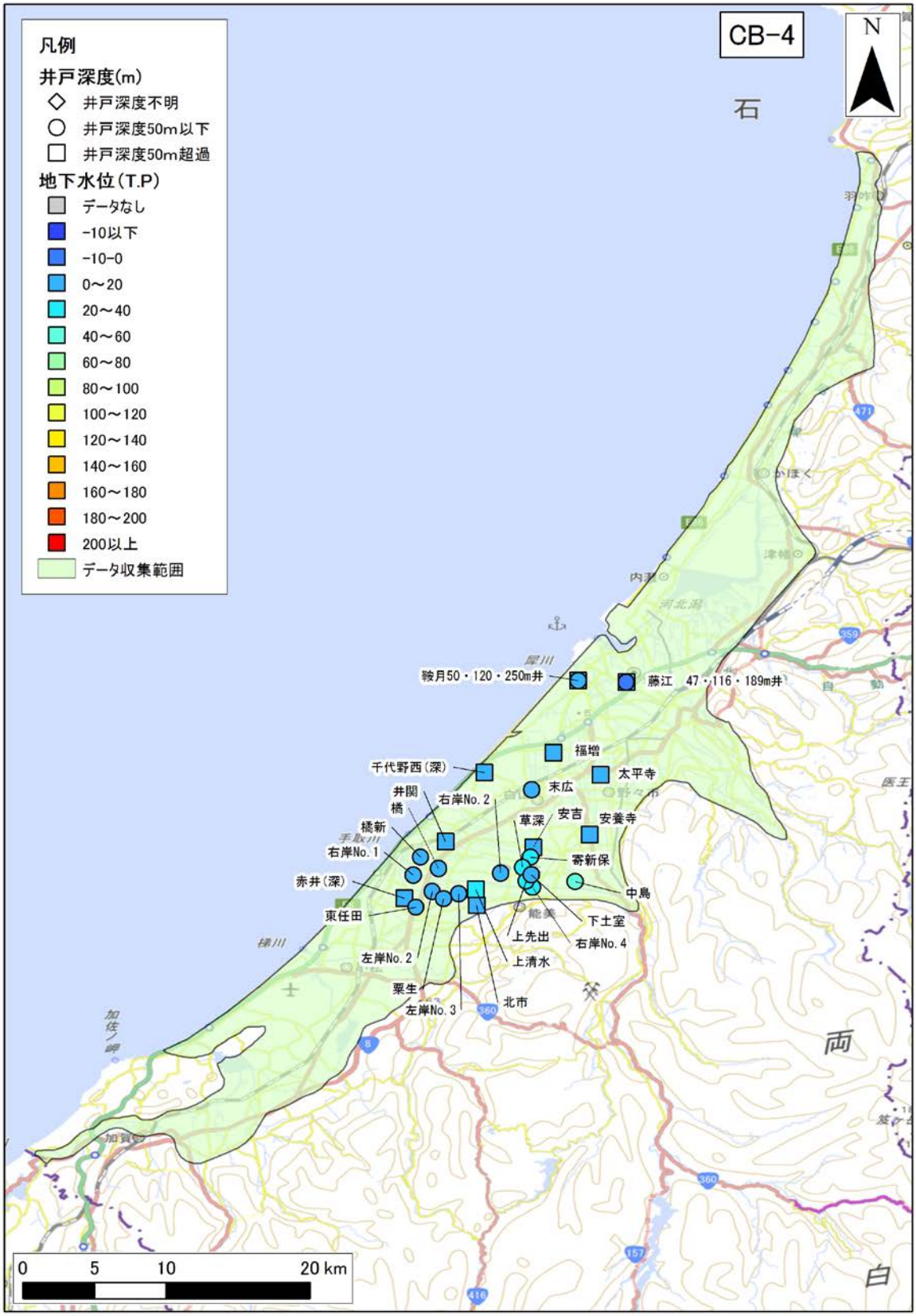


図 4-190 年平均地下水位分布図（CB-4 : Kanazawa plain）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2)　**気象データ**

CB-4：Kanazawa plain 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-127 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 4-191、図 4-192、図 4-193、図 4-194 に示す。

表 4-127　気象観測所一覧（CB-4 : Kanazawa plain）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	56176	羽咋	36°53.6	136°46.6	15	アメダス	●	●	●	●	
2	56186	かほく	36°42.7	136°41.5	42	アメダス	●	●	●	●	
3	56192	宝達志水	36°47.3	136°46.1	90	アメダス	●				
4	56227	金沢	36°35.3	136°38	6	アメダス	●	●	●	●	●
5	56276	小松	36°22.9	136°26.1	3	アメダス	●	●	●	●	

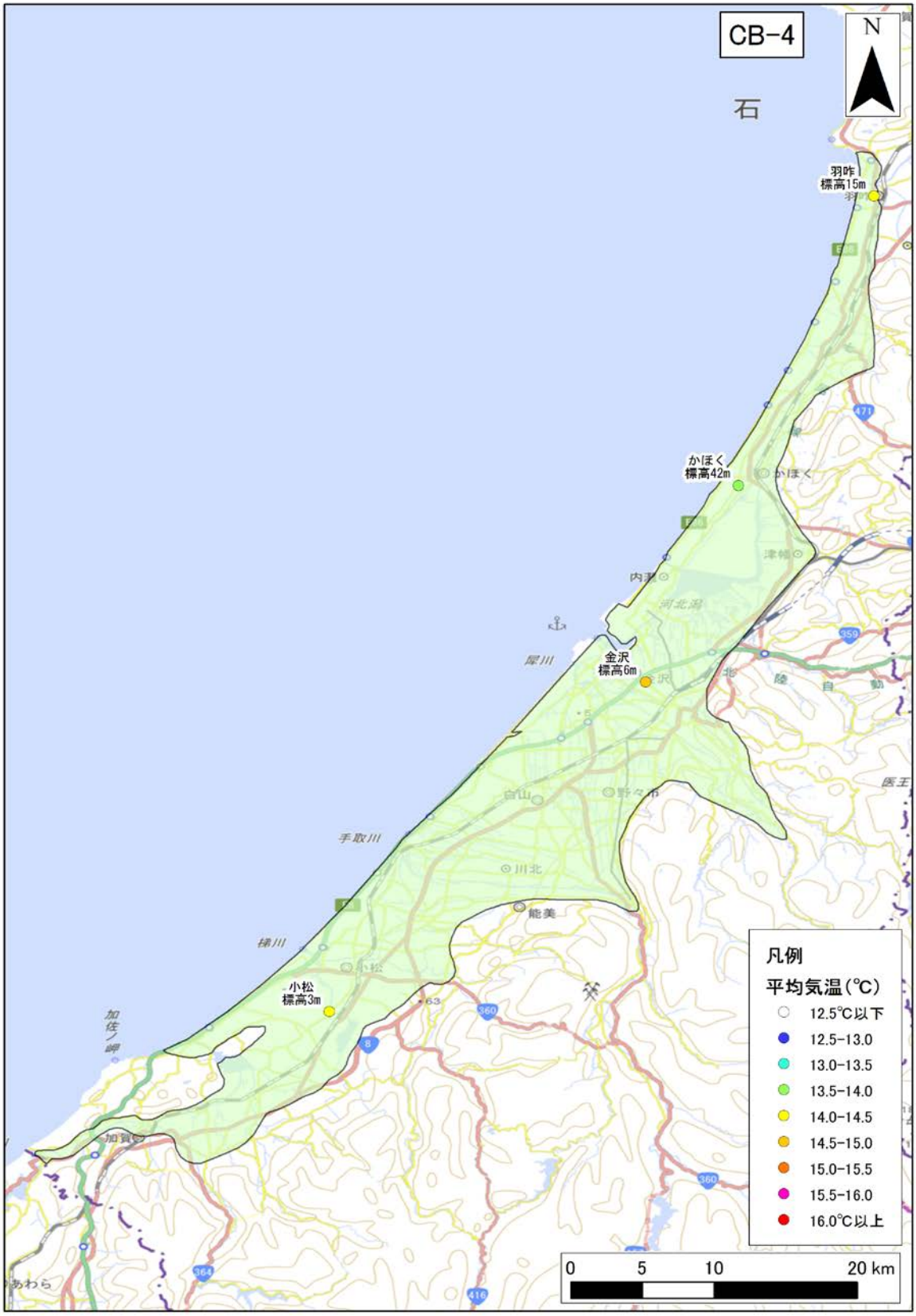


図 4-191　年平均気温の分布（CB-4 : Kanazawa plain）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

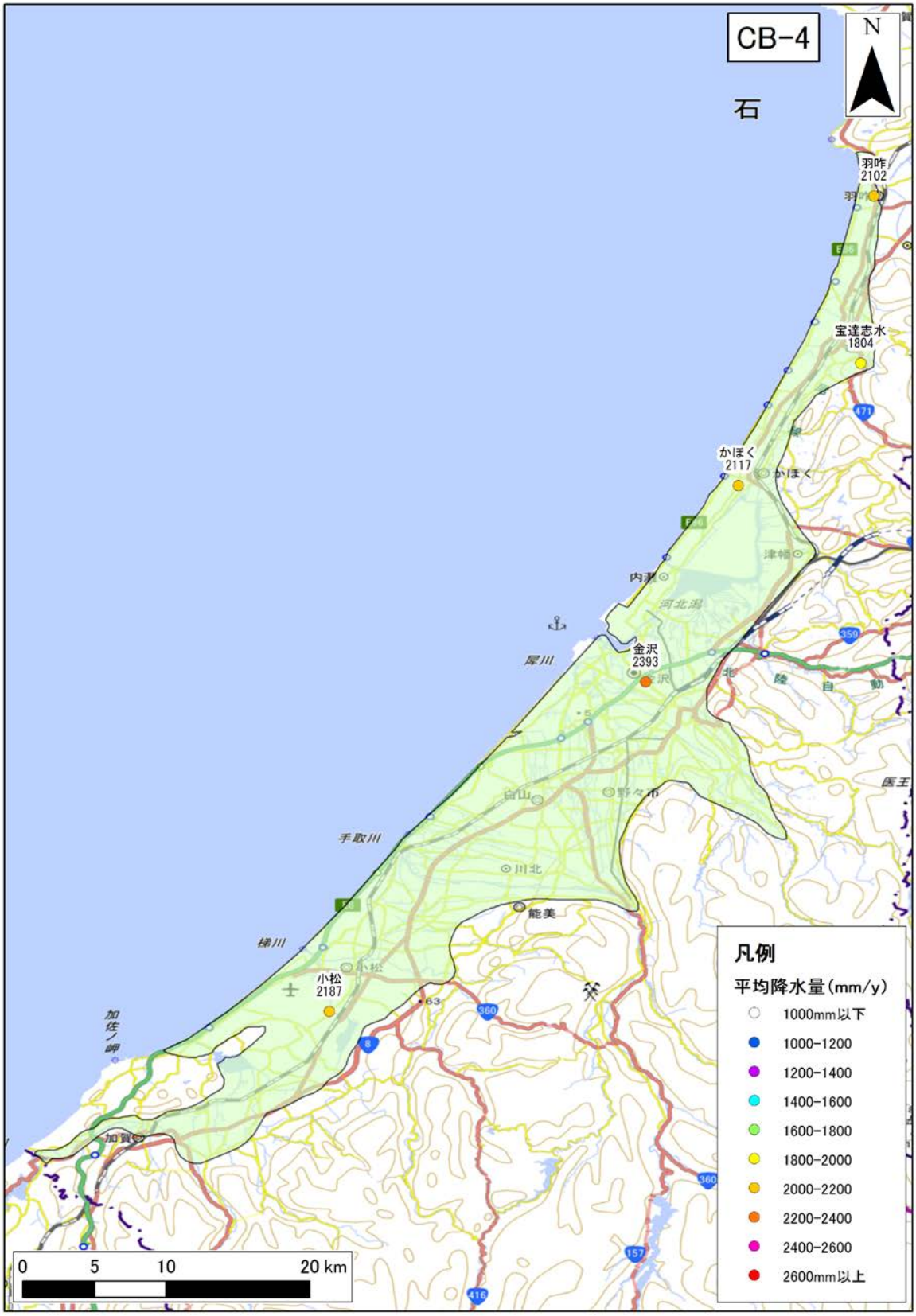


図 4-192　年間降水量の分布（CB-4 : Kanazawa plain）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。

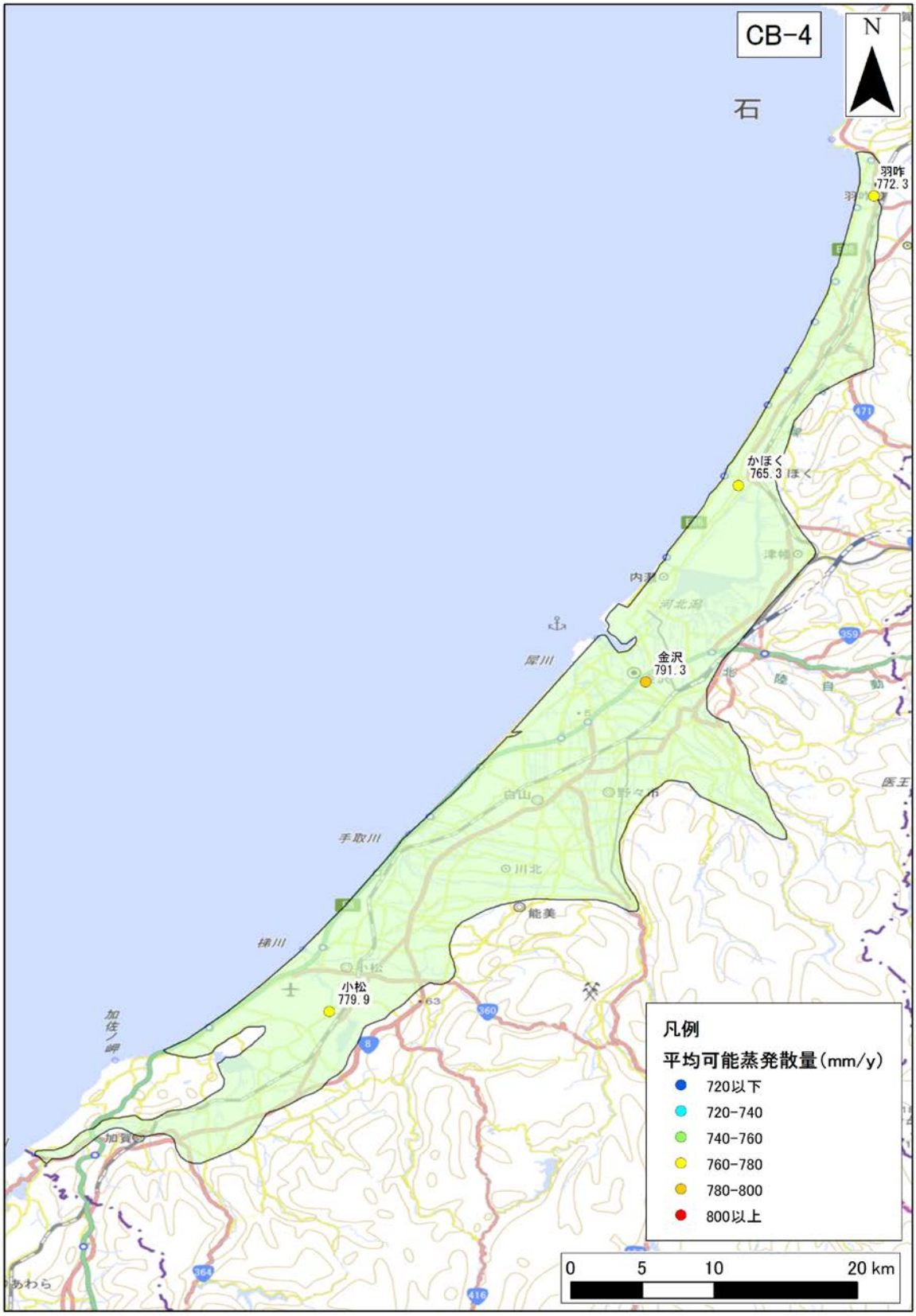


図 4-193　年間可能蒸発散量の分布（CB-4 : Kanazawa plain）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

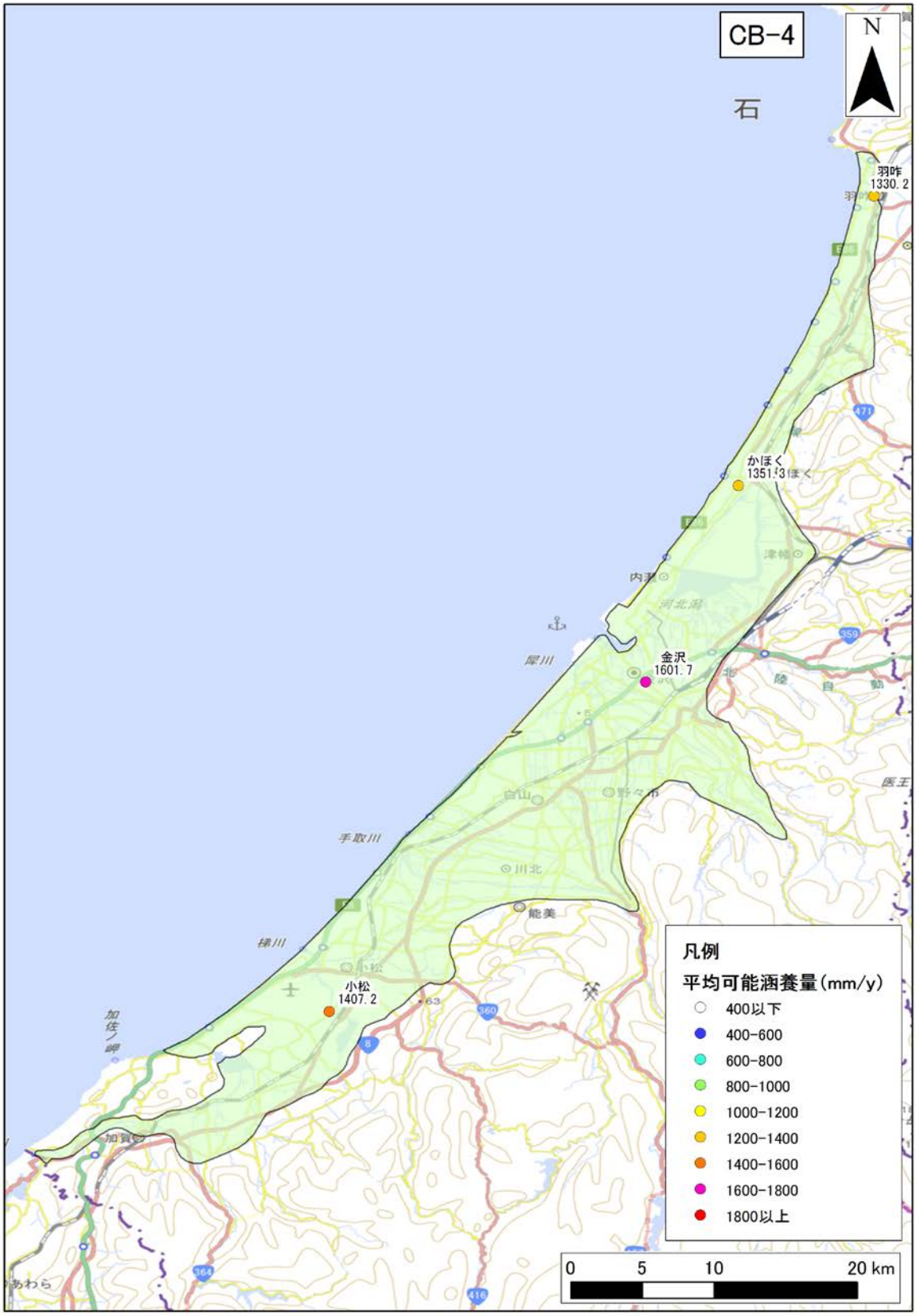


図 4-194　年間可能涵養量の分布（CB-4 : Kanazawa plain）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

CB-4：Kanazawa plain における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-195 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

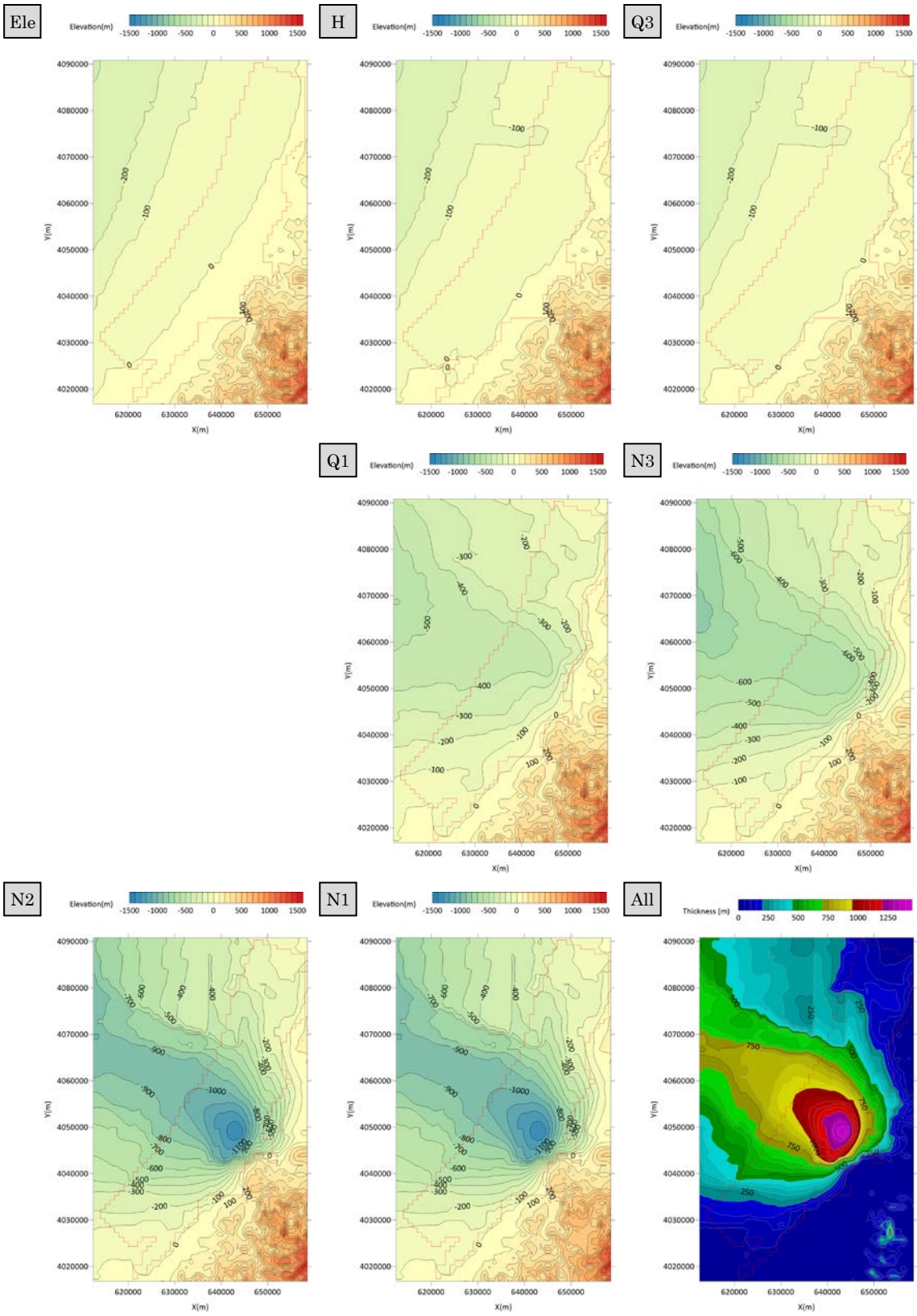


図 4-195　地質データ（CB-4 : Kanazawa plain）

4) **流量データ**

CB-4：Kanazawa plain 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-128 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-129、図 4-196 に示す。

表 4-128 流量観測地点一覧（CB-4 : Kanazawa plain）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	小松大橋	梯川	梯川	-0.08	1991 年 04 月 01 日	212
2	木場潟	梯川	木場潟	0.00	1996 年 04 月 30 日	28

表 4-129 流況一覧（CB-4 : Kanazawa plain）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	小松大橋	37.98	28.40	20.51	11.03	15.51	11.60	8.38	4.51
2	木場潟	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
平均値		37.98	28.40	20.51	11.03	15.51	11.60	8.38	4.51

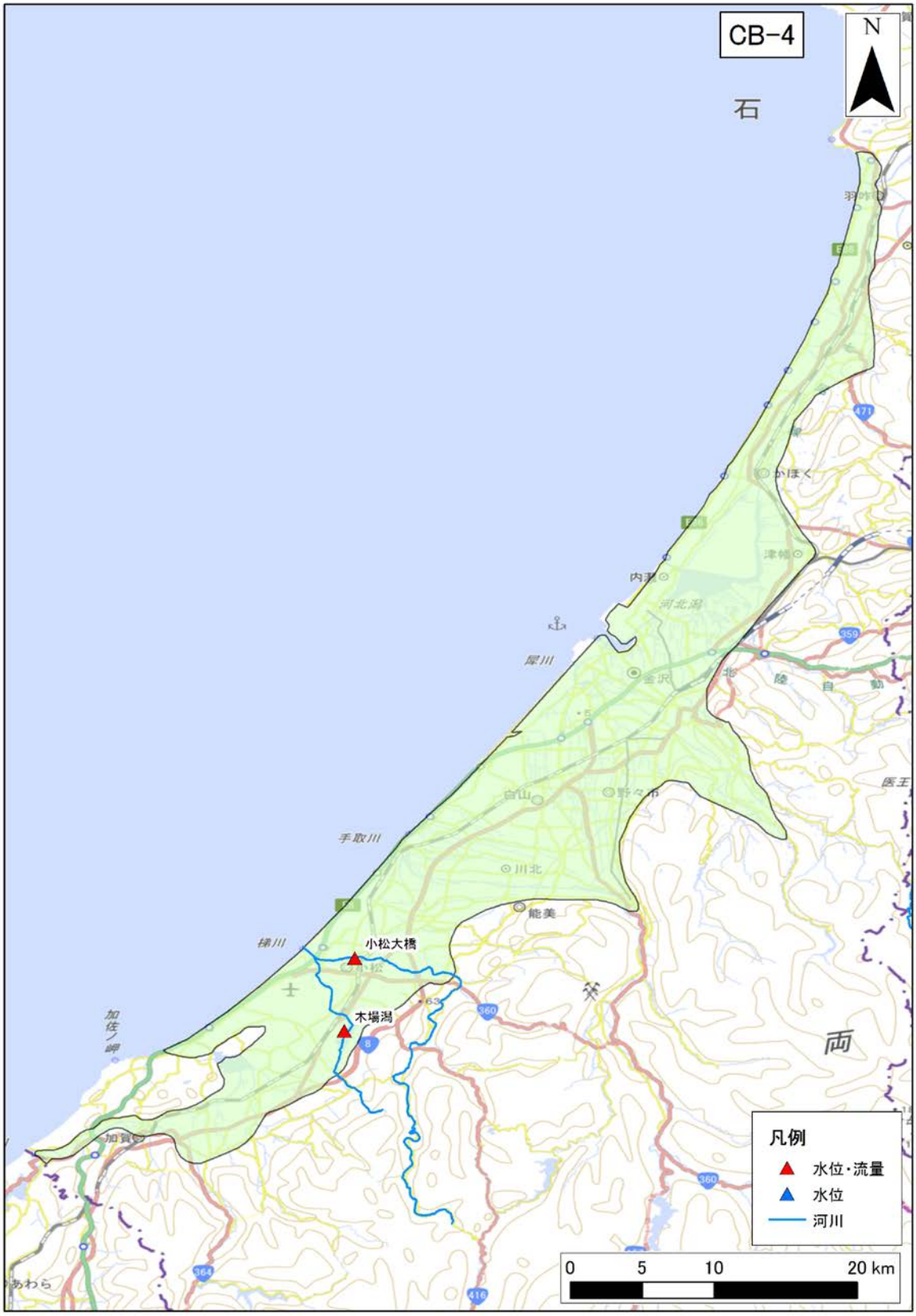


図 4-196　流量観測地点位置図（CB-4 : Kanazawa plain）

（28） CB-5：Fukui plain

1） **地下水位データ**

CB-5：Fukui plain 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-130 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-197 に示す。

表 4-130 地下水位観測地点一覧（CB-5 : Fukui plain）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	木部(浅)	坂井町	2.20	150	11	1～9	1987～2013 2015～2016	水水 DB・ 年表・水調
2	木部(深)	坂井町	2.20	150	64	49～62	1987～2013 2015～2016	水水 DB・ 年表・水調
3	丸岡	丸岡町	11.55	150	11	2.2～9	1987～2013 2015～2016	水水 DB・ 年表・水調
4	長田(浅)	春江町	5.06	150	25	10～25	1987～2013 2015～2016	水水 DB・ 年表・水調
5	長田(深)	春江町	5.06	100	45	36～45	1987～2013 2015～2016	水水 DB・ 年表・水調
6	山室	福井市	5.25	10	100	73～83 89～99	1987～2008 2013 2015～2016	水水 DB・ 年表・水調
7	河合	福井市	4.93	100	50	34～45	1987～2002	年表
8	今市	丸岡町	17.28	100	20	3.5～20	1987～2013	水水 DB・ 年表・水調
9	石盛	福井市	8.61	250	45	22～40	なし	年表
10	藤島	福井市	16.17	150	18	3～16	なし	年表
11	文京(浅)	福井市	6.60	150	47	27～44	1987～2008 2013	水水 DB・ 年表・水調
12	文京(深)	福井市	6.60	150	110	66～75 83.5～88 92～107	1987～2013 2015～2016	水水 DB・ 年表・水調
13	六条(浅)	福井市	10.01	150	25	15～25	1987～2008 2013 2015～2016	水水 DB・ 年表・水調
14	六条(深)	福井市	10.01	100	65	52.5～65	1987～2013 2015～2016	水水 DB・ 年表・水調

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

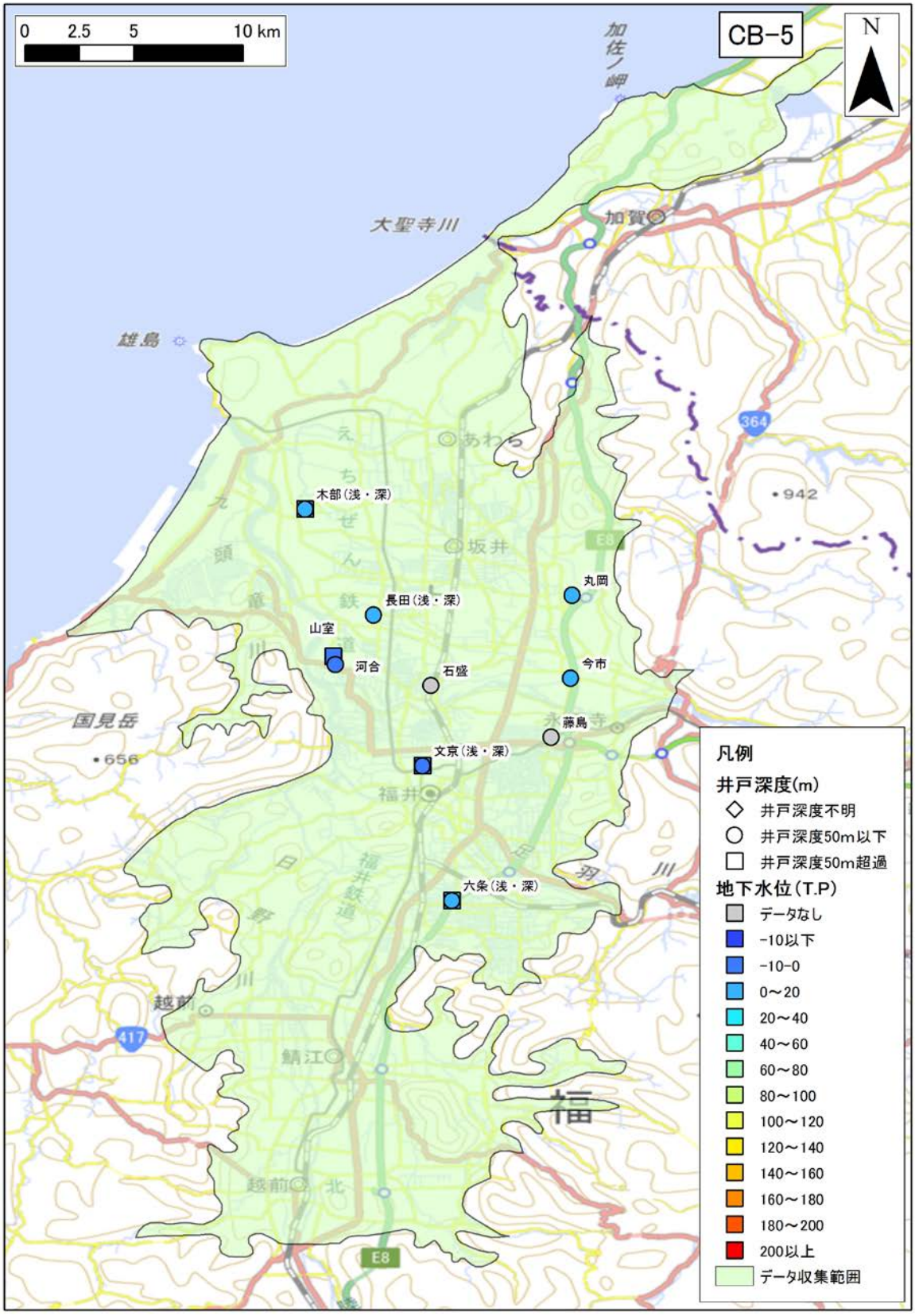


図 4-197　年平均地下水位分布図（CB-5 : Fukui plain）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2)　**気象データ**

CB-5：Fukui plain 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-131 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 4-198、図 4-199、図 4-200、図 4-201 に示す。

表 4-131　気象観測所一覧（CB-5 : Fukui plain）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	57001	三国	36°14.6	136°10.4	34	アメダス	●	●	●	●	
2	57026	春江	36°8.5	136°13.4	5	アメダス	●	●	●	●	
3	57066	福井	36°3.3	136°13.3	9	アメダス	●	●	●	●	●
4	57106	武生	35°54.3	136°10.4	32	アメダス	●				●

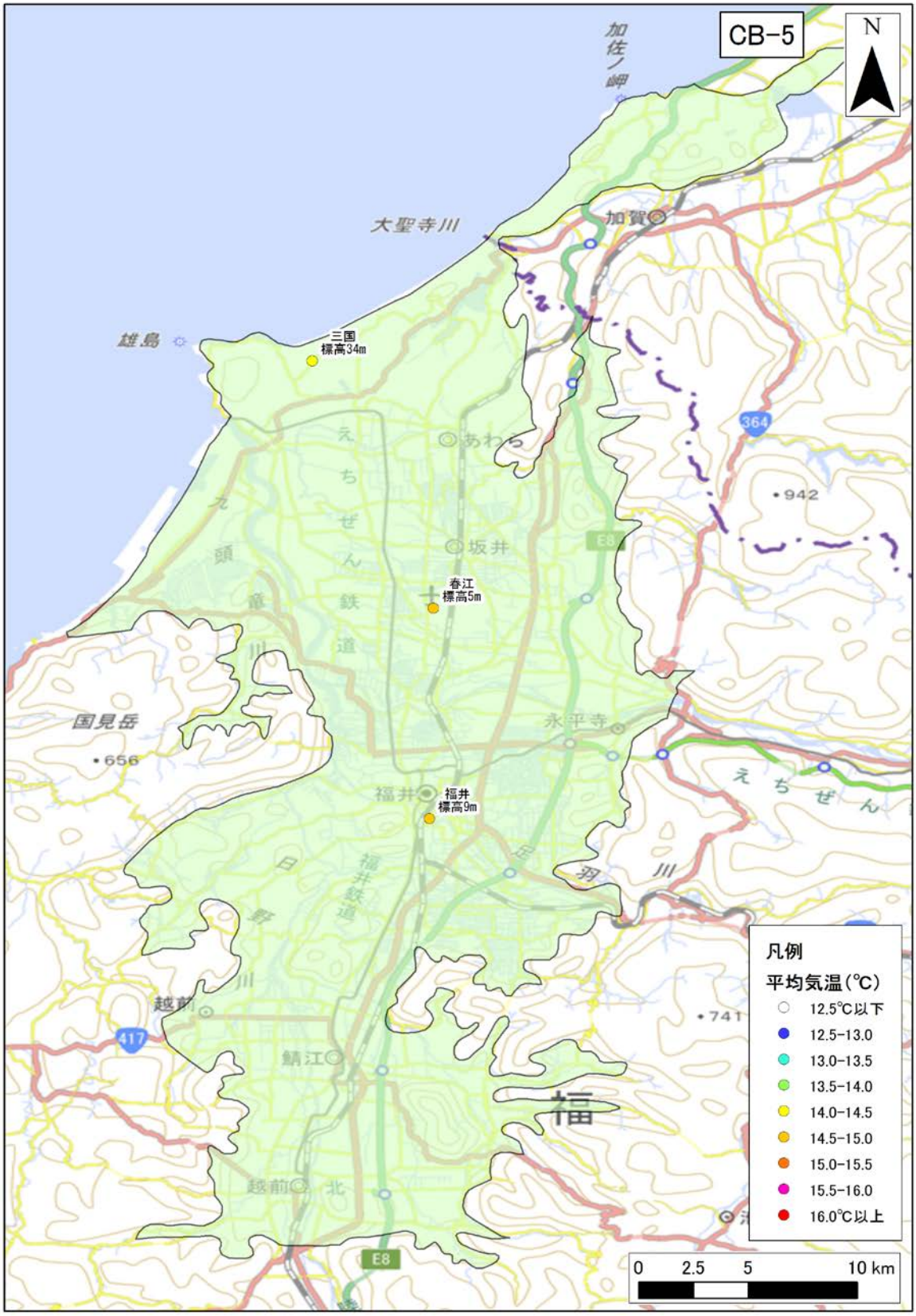


図 4-198　年平均気温の分布（CB-5 : Fukui plain）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

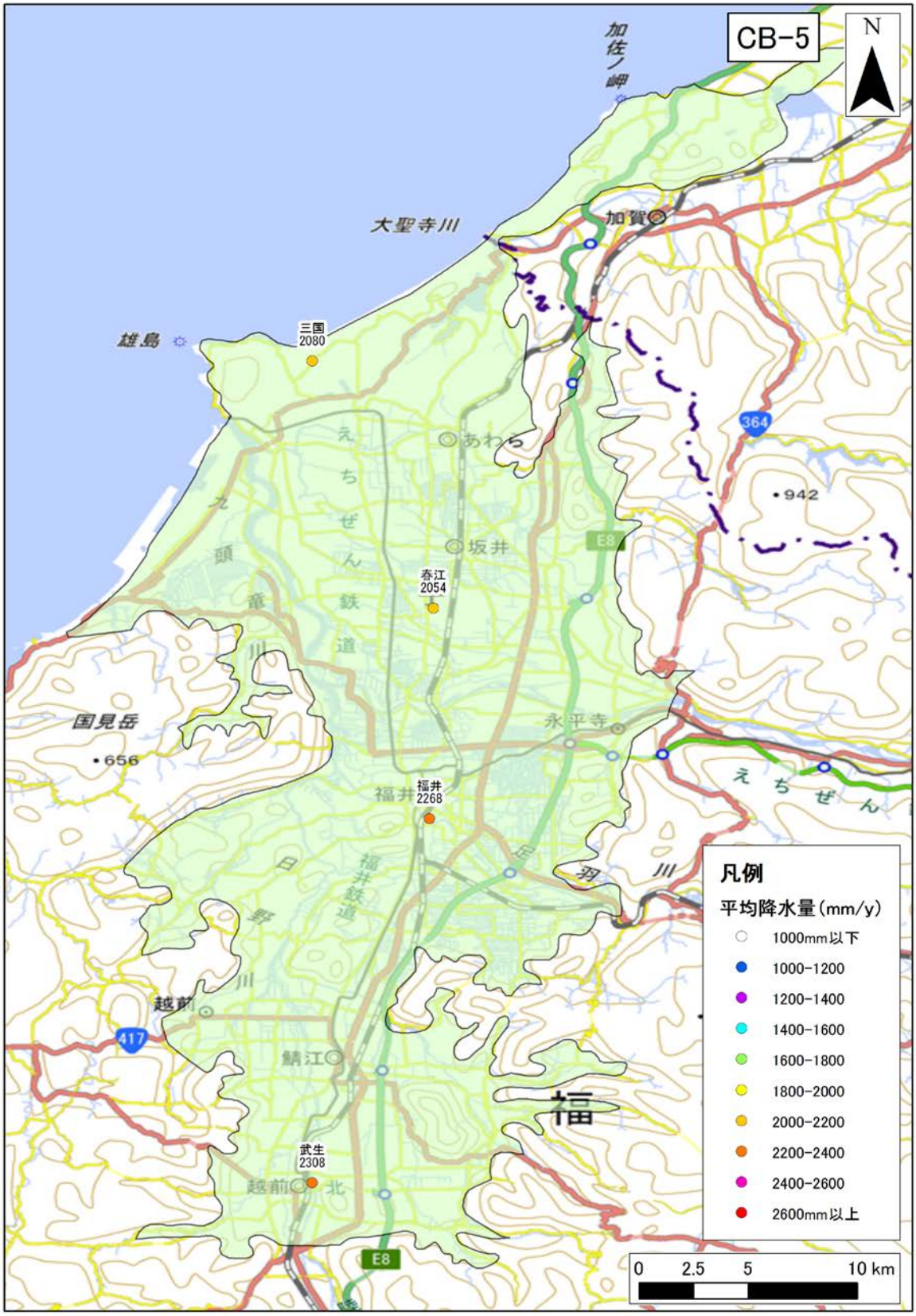


図 4-199　年間降水量の分布（CB-5 : Fukui plain）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。



図 4-200　年間可能蒸発散量の分布（CB-5 : Fukui plain）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

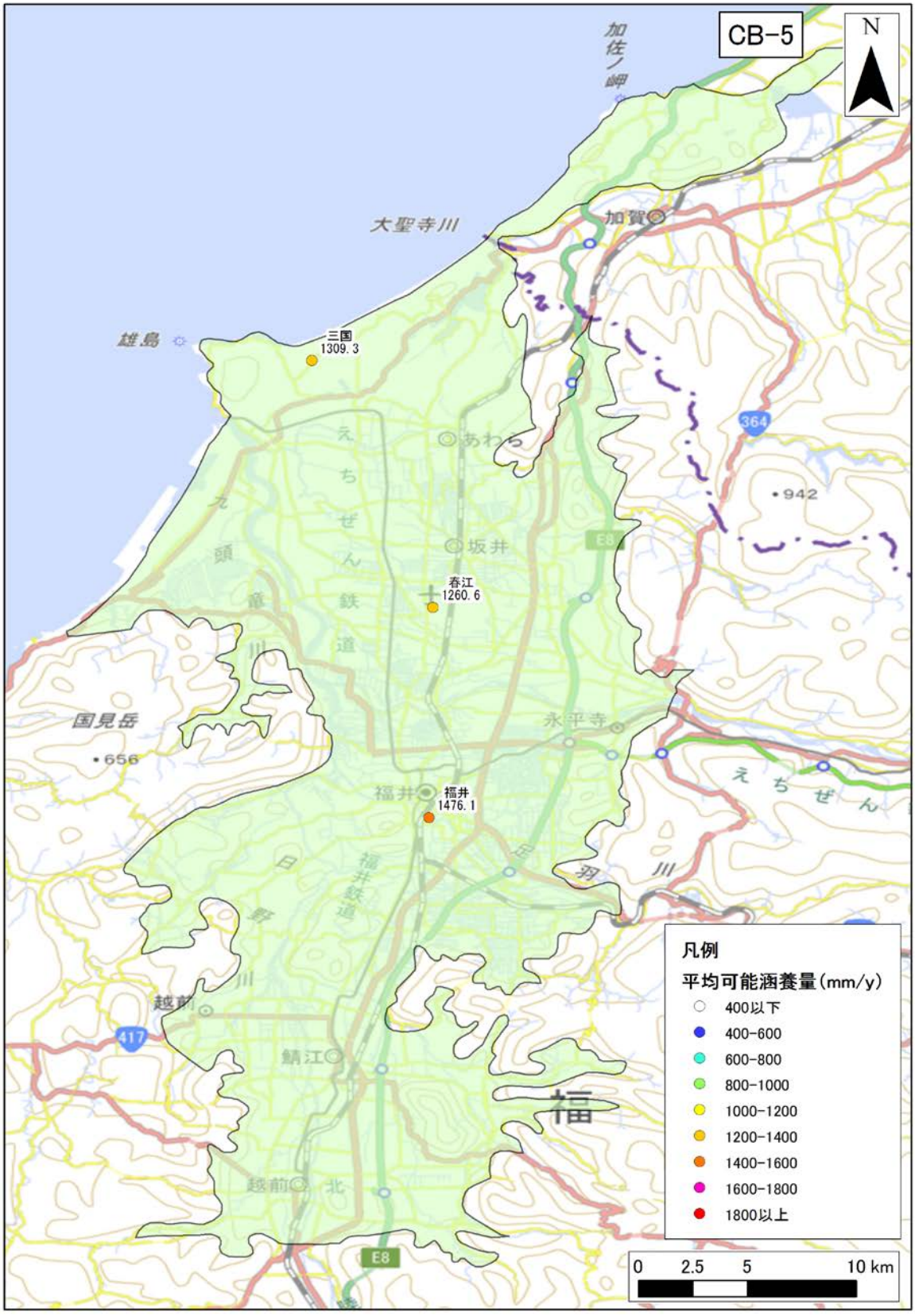


図 4-201　年間可能涵養量の分布（CB-5 : Fukui plain）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

CB-5：Fukui plain における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-202 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

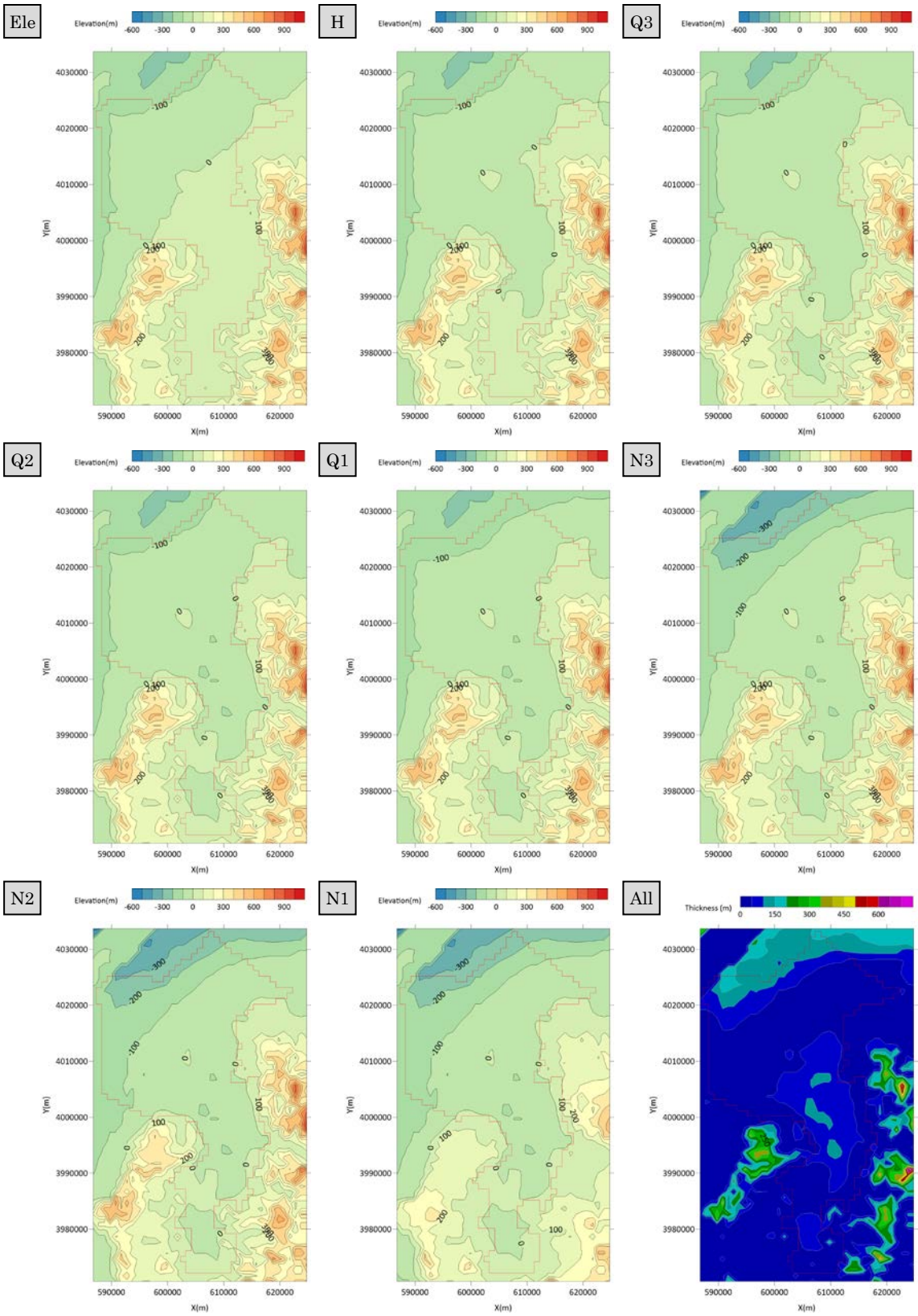


図 4-202　地質データ（CB-5 : Fukui plain）

4) **流量データ**

CB-5：Fukui plain 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-132 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-133、図 4-203 に示す。

表 4-132 流量観測地点一覧（CB-5 : Fukui plain）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	中角	九頭竜川	九頭竜川	0.00	1974 年 06 月 11 日	1,240
2	布施田	九頭竜川	九頭竜川	-0.24	1975 年 05 月 29 日	2,633
3	三尾野	九頭竜川	日野川	4.60	1975 年 05 月 29 日	688
4	深谷	九頭竜川	日野川	0.00	1973 年 05 月 24 日	1,281
5	天神橋	九頭竜川	足羽川	20.44	1976 年 08 月 12 日	351

表 4-133 流況一覧（CB-5 : Fukui plain）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	中角	120.47	81.72	56.32	33.13	8.39	5.69	3.92	2.31
2	布施田	990.24	924.34	847.85	628.74	32.49	30.33	27.82	20.63
3	三尾野	60.09	33.69	15.48	5.72	7.55	4.23	1.94	0.72
4	深谷	72.48	51.61	35.81	17.55	4.89	3.48	2.42	1.18
5	天神橋	27.96	13.86	5.14	0.44	6.88	3.41	1.26	0.11
平均値		254.25	221.04	192.12	137.12	12.04	9.43	7.47	4.99

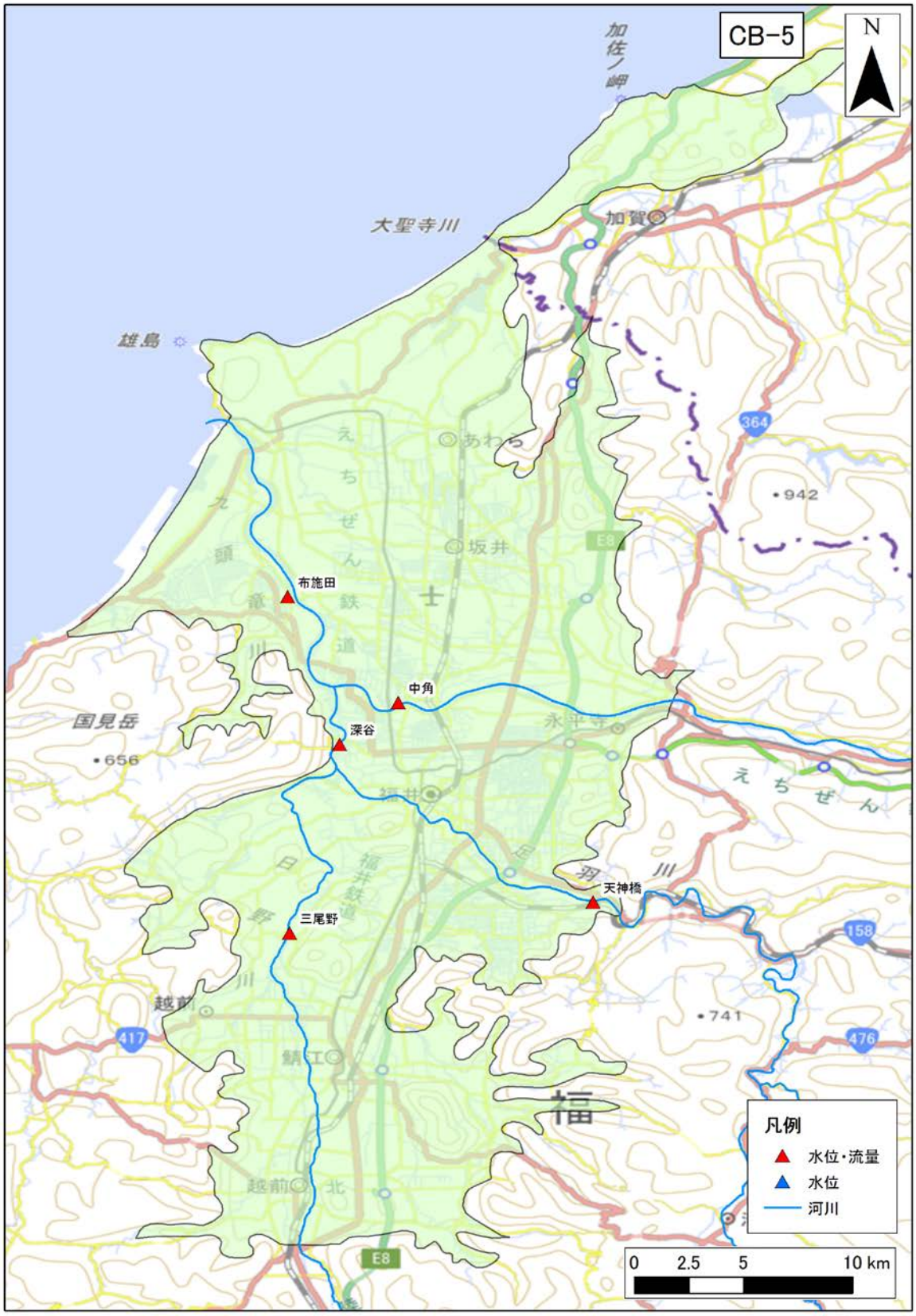


図 4-203　流量観測地点位置図（CB-5 : Fukui plain）

（29） CB-6：Nagano basin

1） **地下水位データ**

CB-6：Nagano basin 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-134 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-204 に示す。

表 4-134 地下水位観測地点一覧（CB-6 : Nagano basin）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	中野	中野市	不明	300	100	77.5～94	1987～1994	年表
2	小布施	小布施町	不明	300	100	77.5～94	1987～1994	年表・水調
3	長野市民会館	長野市	不明	300	60	43.3～54.5	1987～1990	年表・水調
4	須坂	須坂市	不明	300	100	78～94.5	1987～1994	年表・水調
5	木工団地	長野市	不明	300	150	122.5～139	1987～1990 (全日欠測)	年表
6	衛生工場	長野市	不明	300	200	139.5～161.5	1987～1990 (全日欠測)	年表・水調
7	第 2 給食センター	長野市	不明	300	150	84～100.5	1987～1990	年表
8	更埴	更埴市	不明	300	60	38～54.5	1987～1994	年表
9	戸倉	戸倉町	不明	300	50.2	22.6～33.7	1987～1994	年表・水調
10	上山田	上山田町	不明	300	50.3	17.1～28.2	1987～1994	年表・水調
11	坂城町役場	坂城町	不明	300	60	10.5～27	1987～1994	年表・水調
12	上田	上田市	不明	300	62	40.1～56.6	1987～1994	年表

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

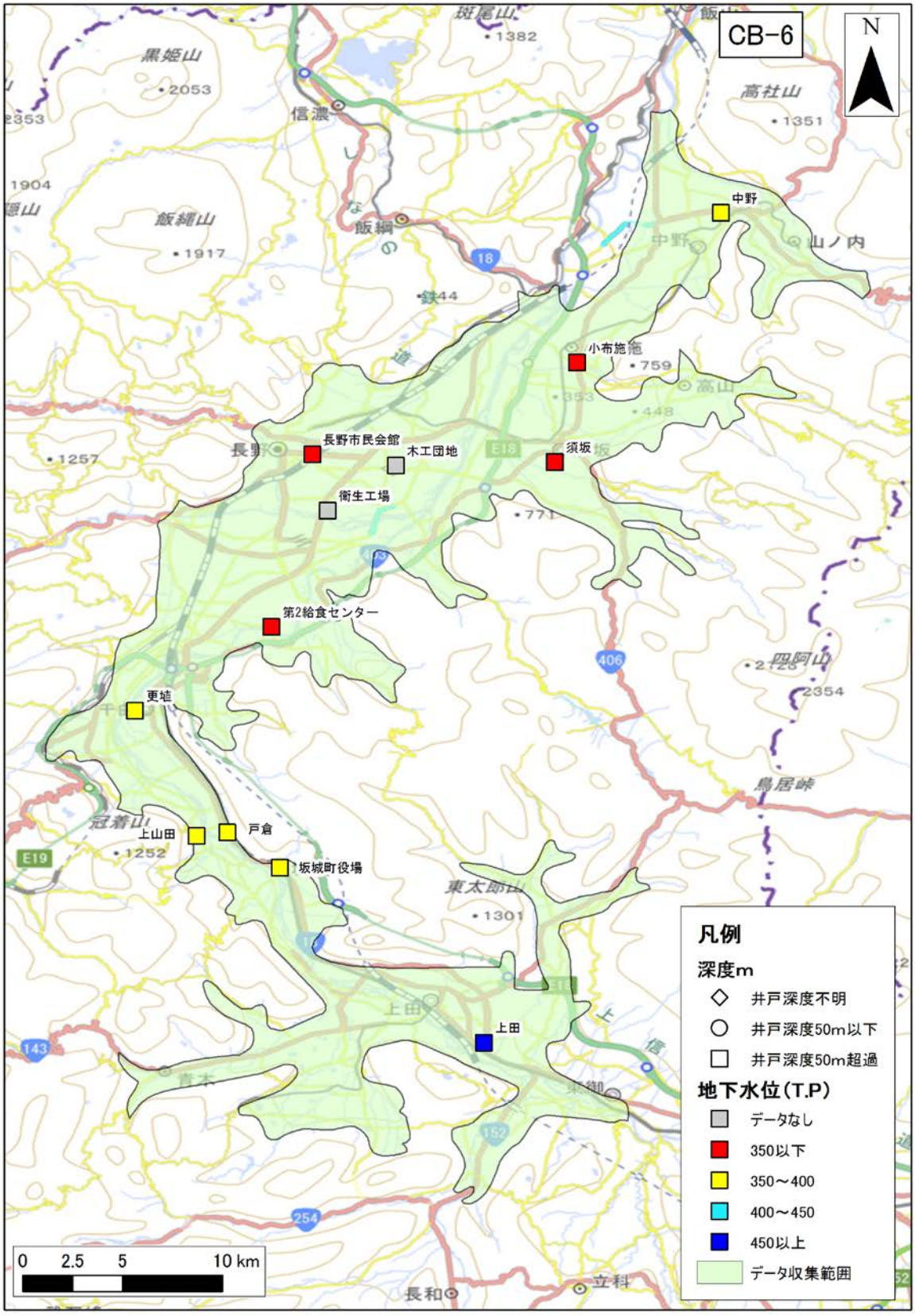


図 4-204　年平均地下水位分布図（CB-6 : Nagano basin）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2)　**気象データ**

CB-6：Nagano basin 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-135 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 4-205、図 4-206、図 4-207、図 4-208 に示す。

表 4-135　気象観測所一覧（CB-6 : Nagano basin）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	48156	長野	36'39.7	138'11.5	418	アメダス	●	●	●	●	●
2	48256	上田	36'24	138'15.9	502	アメダス	●	●	●	●	

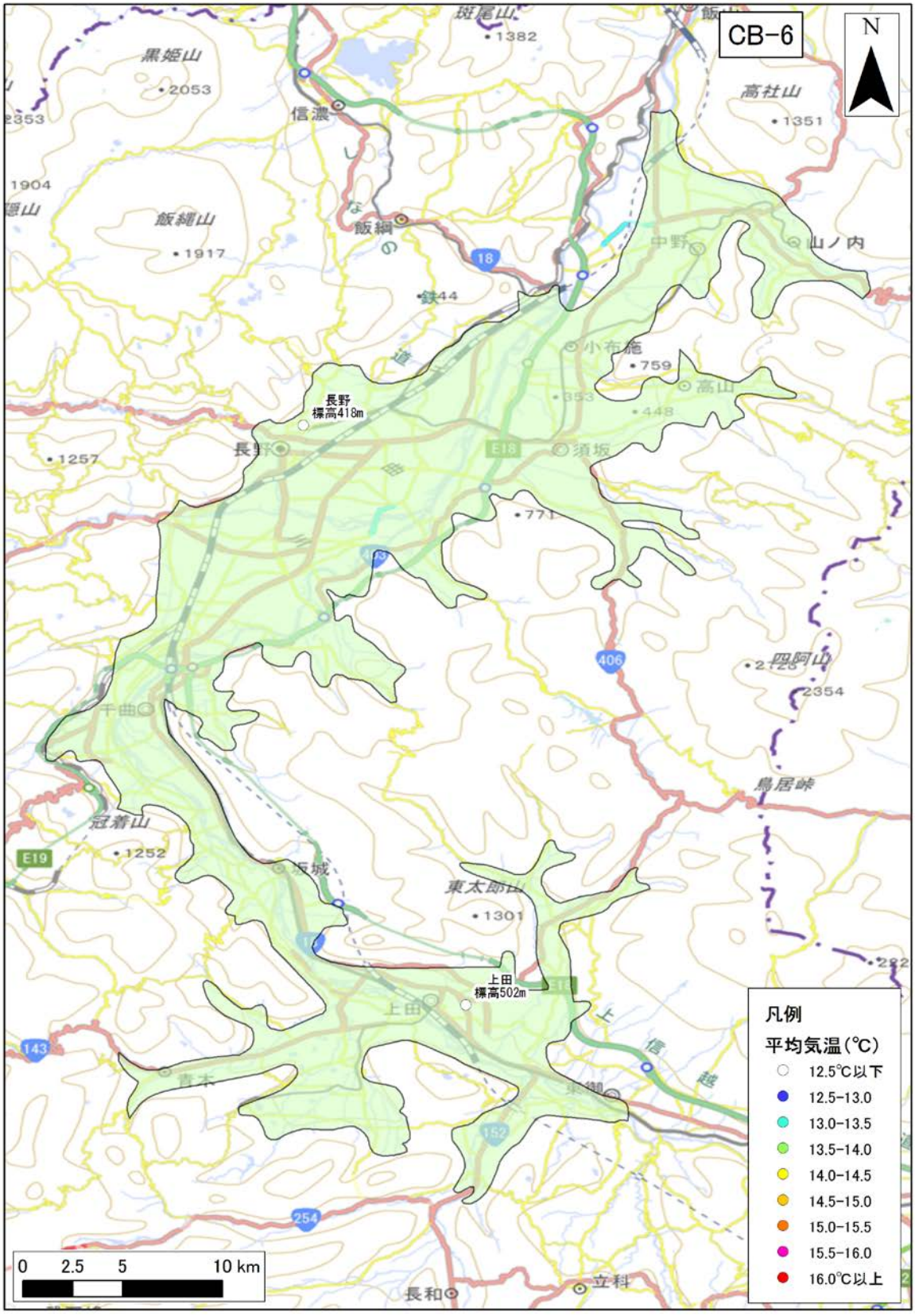


図 4-205　年平均気温の分布（CB-6 : Nagano basin）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

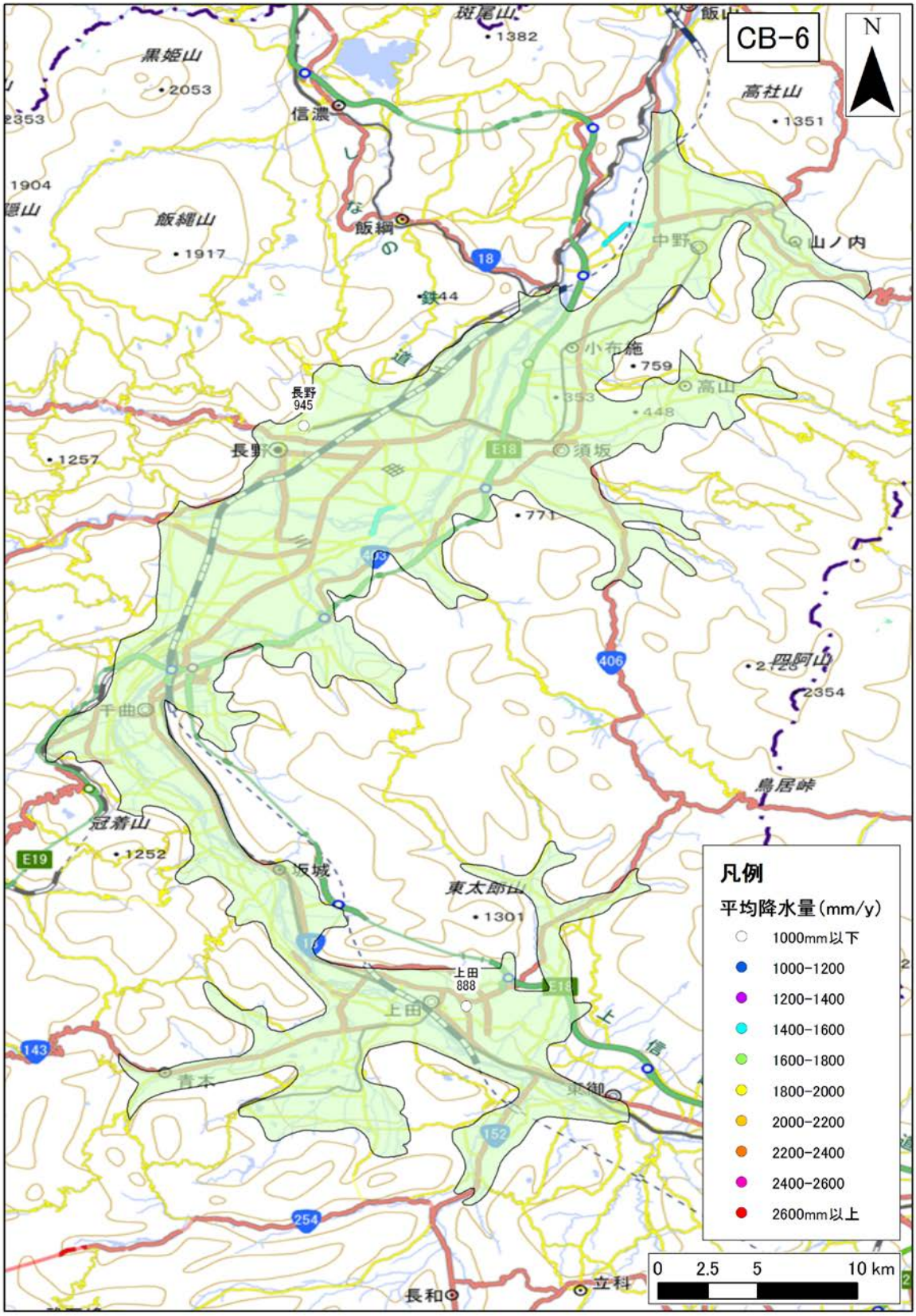


図 4-206　年間降水量の分布（CB-6 : Nagano basin）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。

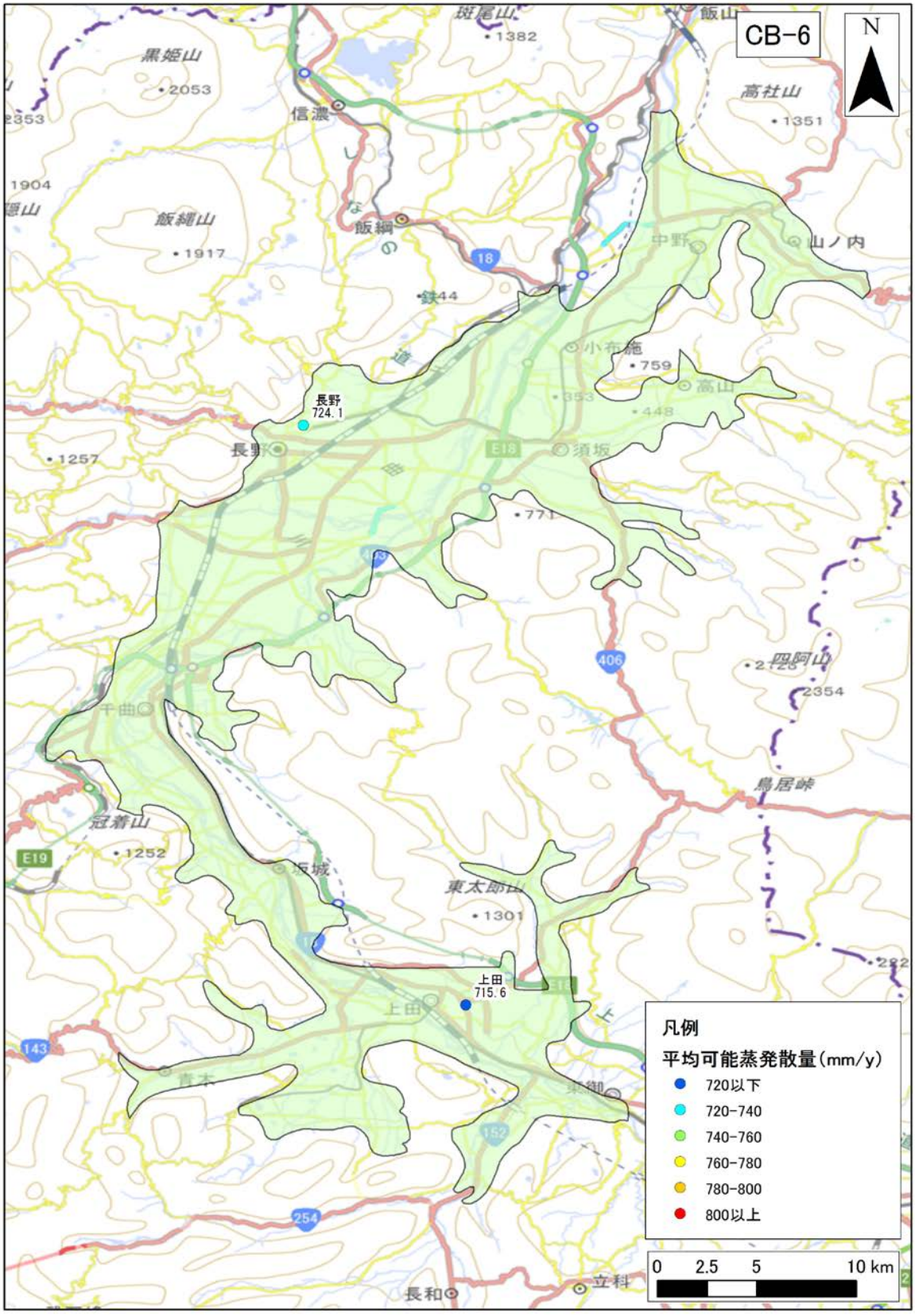


図 4-207　年間可能蒸発散量の分布（CB-6 : Nagano basin）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

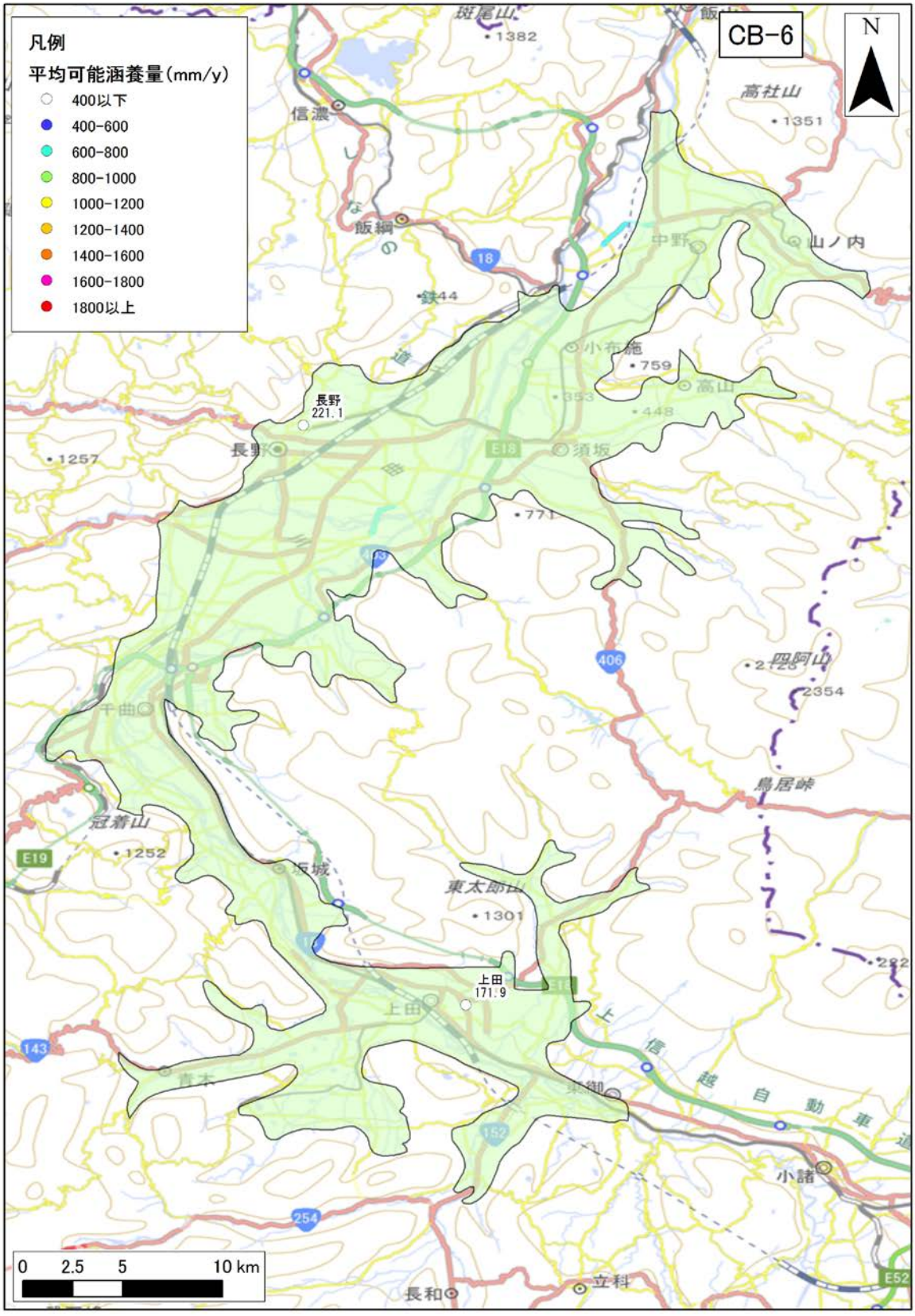


図 4-208　年間可能涵養量の分布（CB-6 : Nagano basin）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

CB-6：Nagano basin における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-209 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

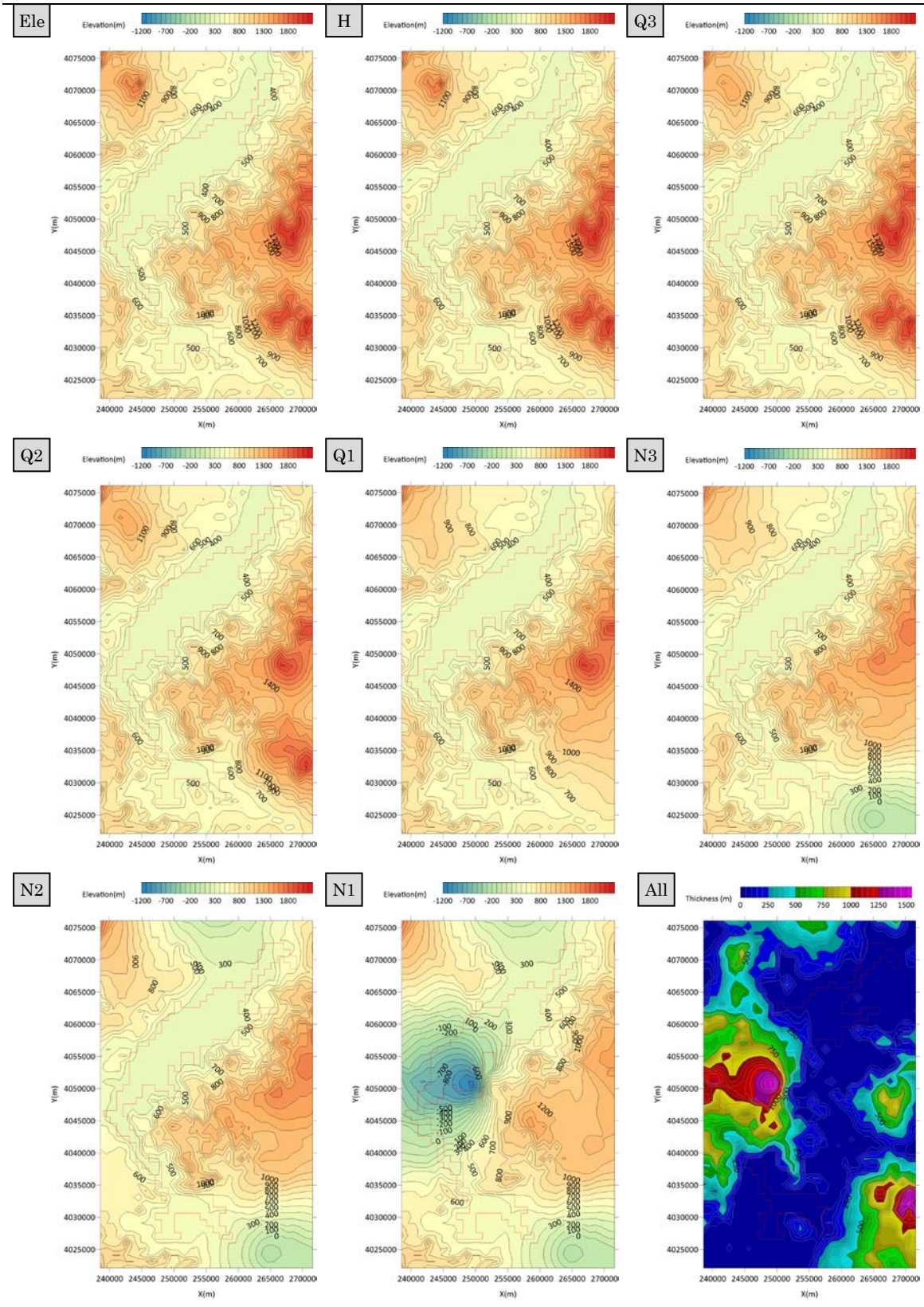


図 4-209　地質データ（CB-6 : Nagano basin）

4) **流量データ**

CB-6：Nagano basin 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-136 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-137 **エラー! 参照元が見つかりません。**、図 4-210 に示す。

表 4-136 流量観測地点一覧（CB-6 : Nagano basin）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	生田	信濃川	千曲川	463.60	1975 年 01 月 01 日	2,036
2	杭瀬下	信濃川	千曲川	355.94	1949 年 08 月 01 日	2,596
3	小市	信濃川	犀川	360.15	1953 年 01 月 01 日	3,773

表 4-137 流況一覧（CB-6 : Nagano basin）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	生田	61.09	44.09	35.02	27.15	2.59	1.87	1.49	1.15
2	杭瀬下	66.30	47.57	36.56	26.52	2.21	1.58	1.22	0.88
3	小市	125.42	87.72	66.57	48.70	2.87	2.01	1.52	1.12
平均値		84.27	59.79	46.05	34.12	2.56	1.82	1.41	1.05

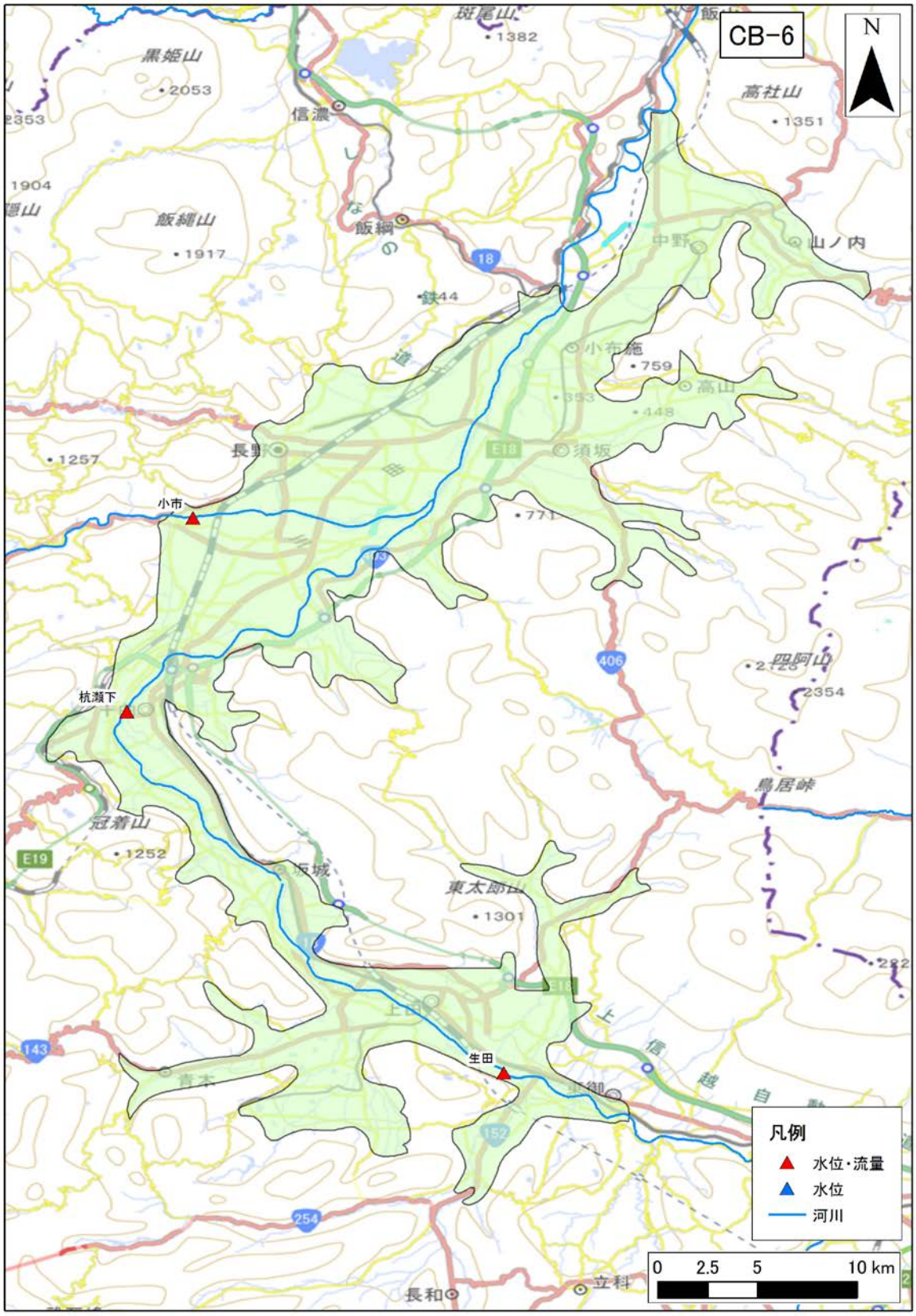


図 4-210　流量観測地点位置図（CB-6 : Nagano basin）

（30） CB-7：Matsumoto basin

1） **地下水位データ**

CB-7：Matsumoto basin 領域内の地下水位観測地点は存在しなかった。

2） **気象データ**

CB-7：Matsumoto basin 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-138 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 4-211，図 4-212、図 4-213、図 4-214 に示す。

表 4-138 気象観測所一覧（CB-7 : Matsumoto basin）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	48191	大町	36’31.4	137’49.9	784	アメダス	●	●	●	●	●
2	48296	穂高	36’20.6	137’52.9	540	アメダス	●	●	●	●	
3	48361	松本	36’14.8	137’58.2	610	アメダス	●	●	●	●	●
4	48363	松本今井	36’10	137’55.3	658	アメダス	●	●	●	●	

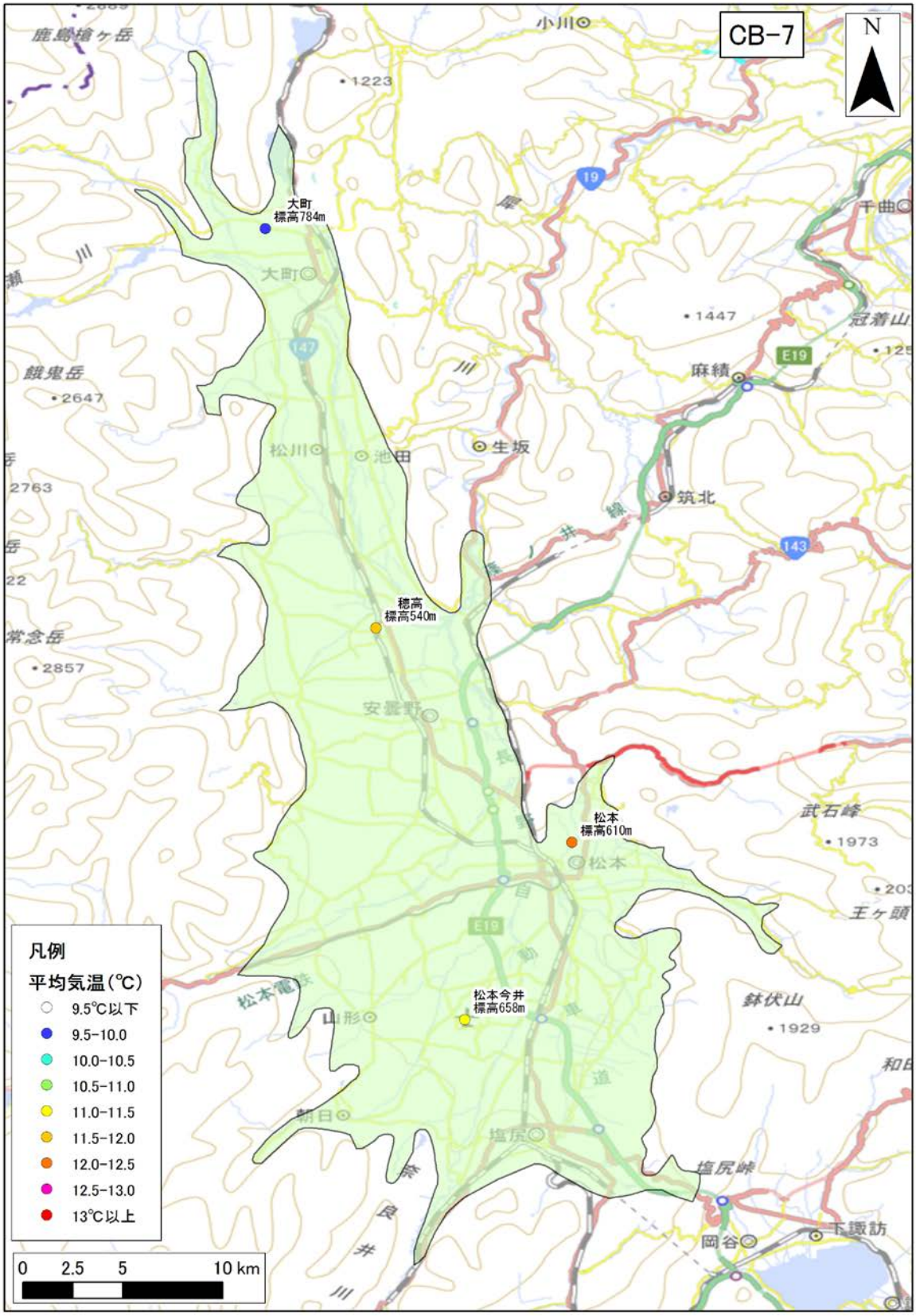


図 4-211　年平均気温の分布（CB-7 : Matsumoto basin）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

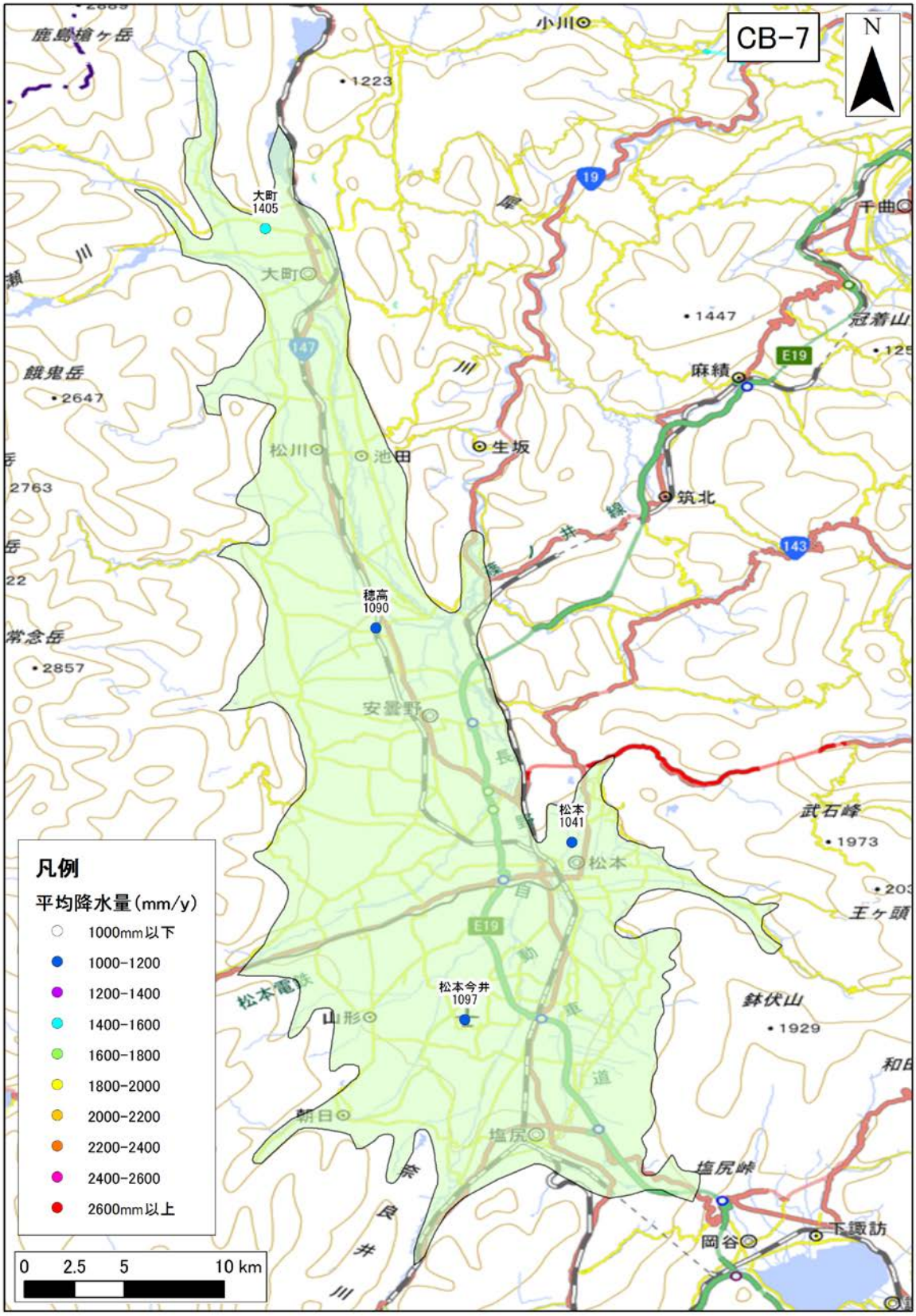


図 4-212　年間降水量の分布（CB-7 : Matsumoto basin）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。

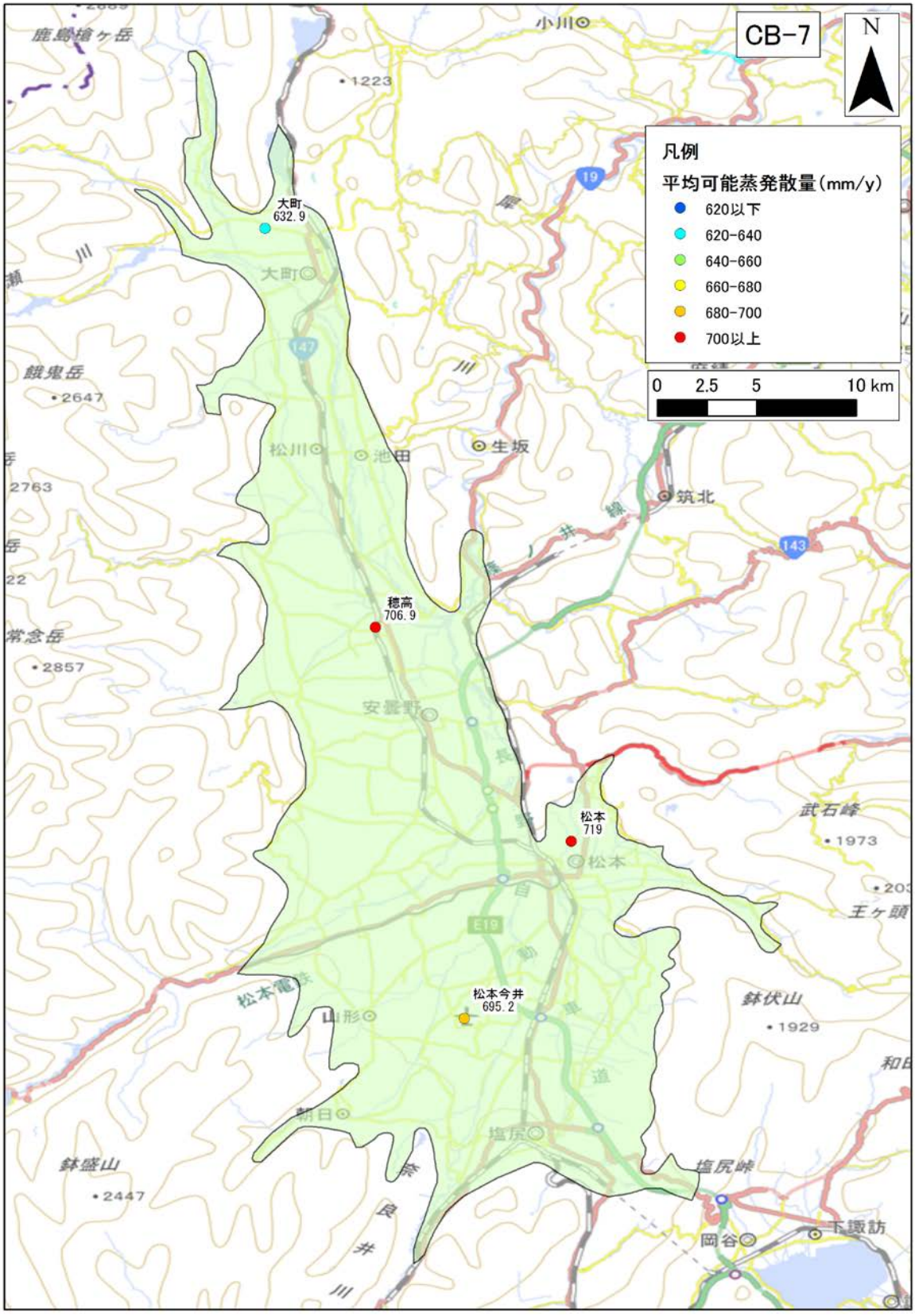


図 4-213　年間可能蒸発散量の分布（CB-7 : Matsumoto basin）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

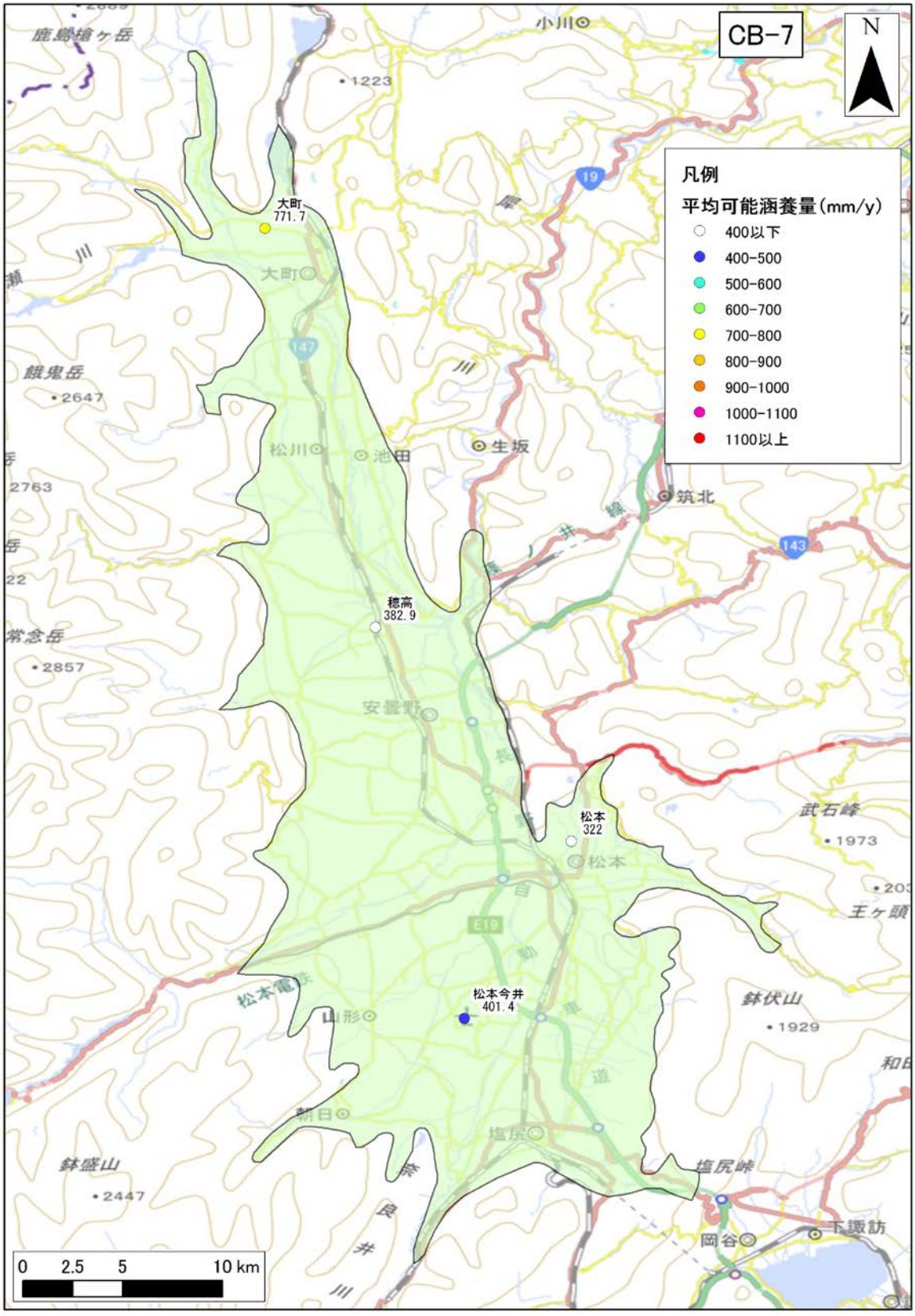


図 4-214　年間可能涵養量の分布（CB-7 : Matsumoto basin）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

CB-7：Matsumoto basin における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-215 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

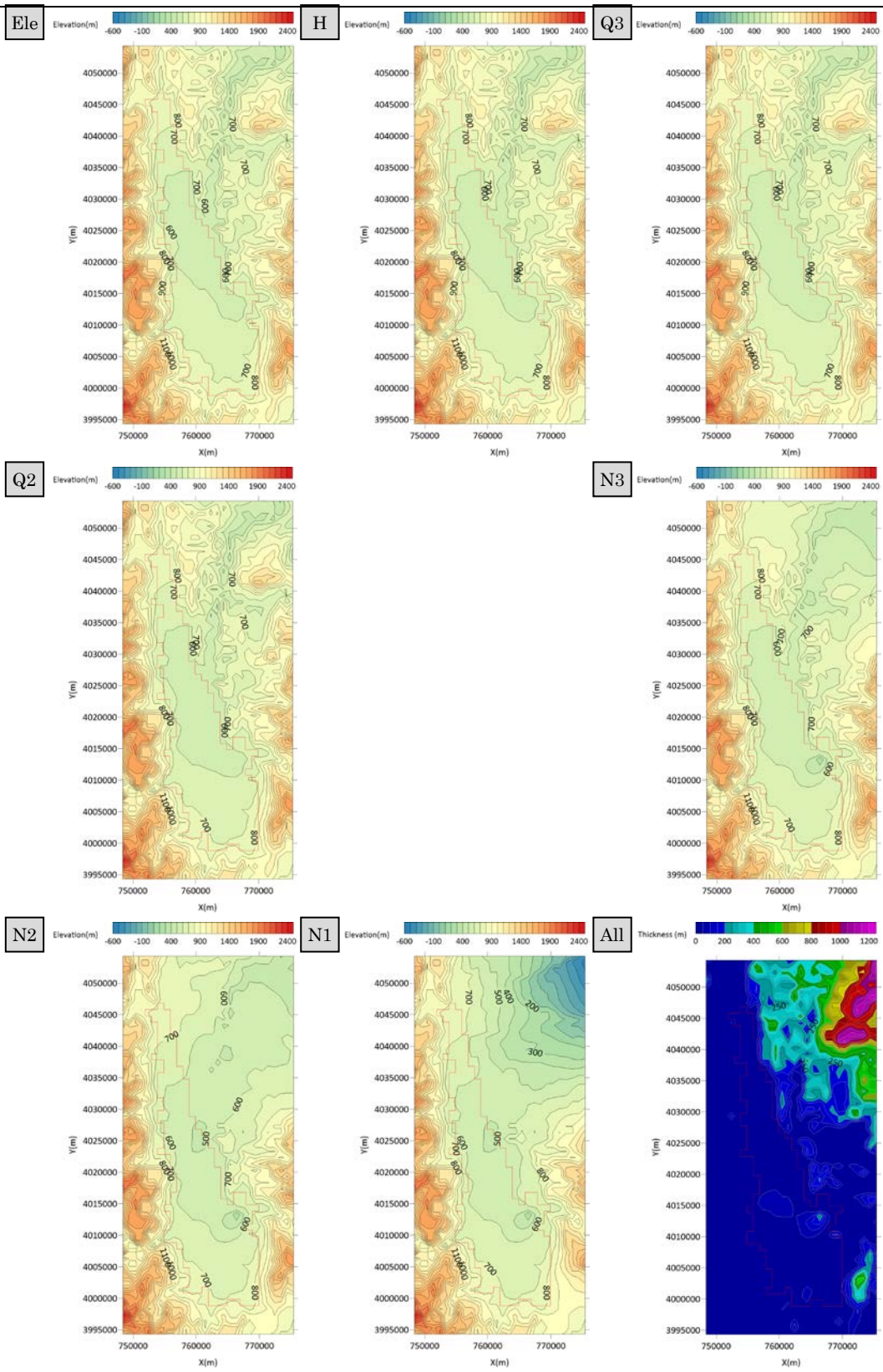


図 4-215　地質データ（CB-7 : Matsumoto basin）

4) **流量データ**

CB-7：Matsumoto basin 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-139 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-140、図 4-216 に示す。

表 4-139 流量観測地点一覧（CB-7 : Matsumoto basin）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	下島橋	信濃川	梓川	639.15	1992 年 03 月 30 日	N/D
2	熊倉	信濃川	犀川	550.00	1979 年 07 月 15 日	1,236
3	島橋	信濃川	奈良井川	560.83	1976 年 04 月 01 日	644

表 4-140 流況一覧（CB-7 : Matsumoto basin）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	下島橋	29.96	20.56	15.04	10.77	N/D	N/D	N/D	N/D
2	熊倉	53.96	34.73	24.79	16.66	3.77	2.43	1.73	1.16
3	島橋	29.54	22.72	17.71	11.41	3.97	3.05	2.38	1.53
平均値		37.82	26.00	19.18	12.95	3.87	2.74	2.06	1.35

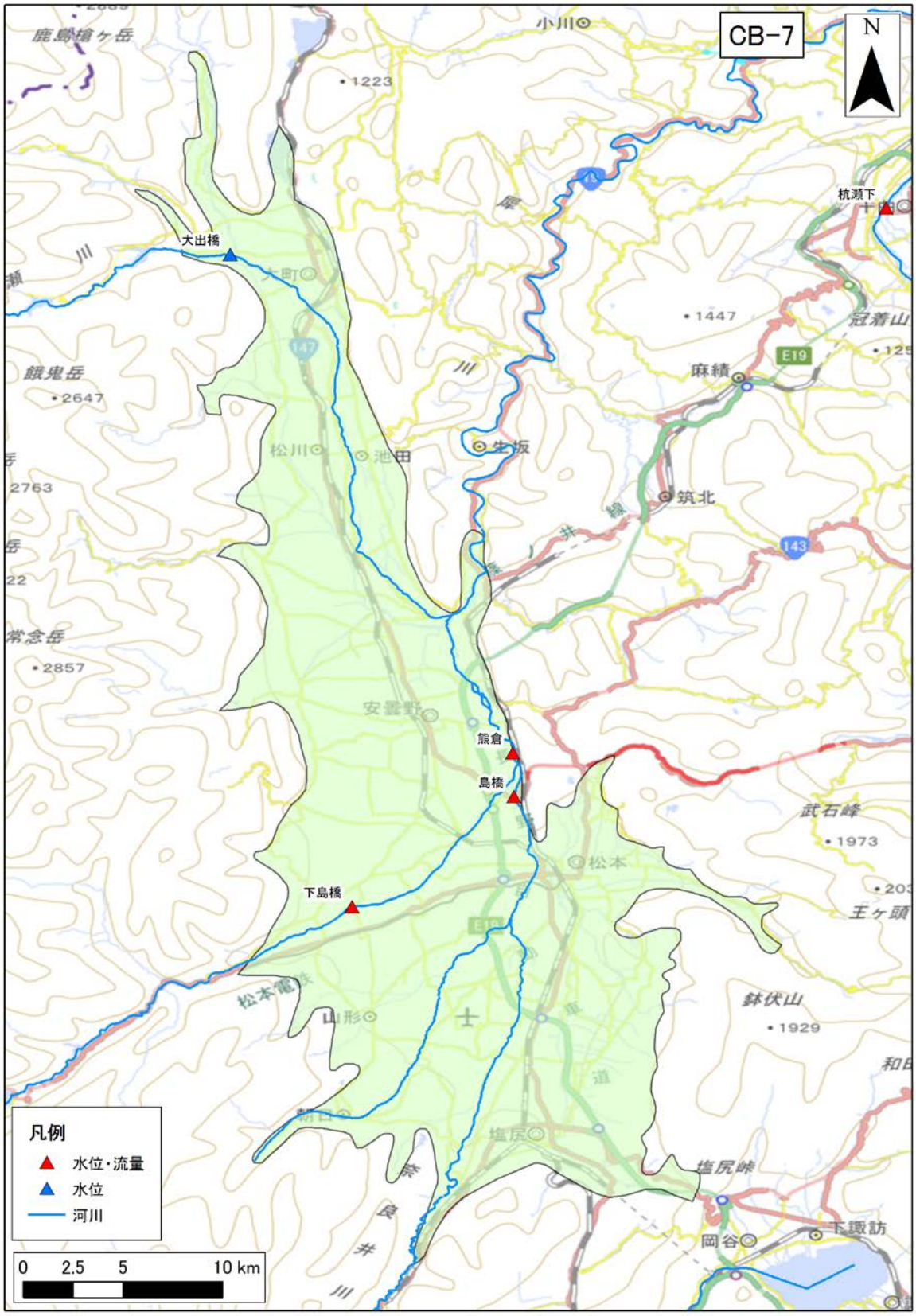


図 4-216　流量観測地点位置図（CB-7 : Matsumoto basin）

（31） CB-9：Ina basin

1） **地下水位データ**

CB-9: Ina basin 領域内の地下水位観測地点は存在しなかった。

2） **気象データ**

CB-9: Ina basin 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-141 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を、図 4-217、図 4-218、図 4-219、図 4-220 に示す。

表 4-141 気象観測所一覧（CB-9 : Ina basin）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	48546	辰野	35°58.9	137°59	729	アメダス	●	●	●	●	
2	48621	伊那	35°49.5	137°57.3	633	アメダス	●	●	●	●	
3	48731	飯島	35°39.2	137°53.9	728	アメダス	●	●	●	●	
4	48767	飯田	35°31.4	137°49.3	516	アメダス	●	●	●	●	●

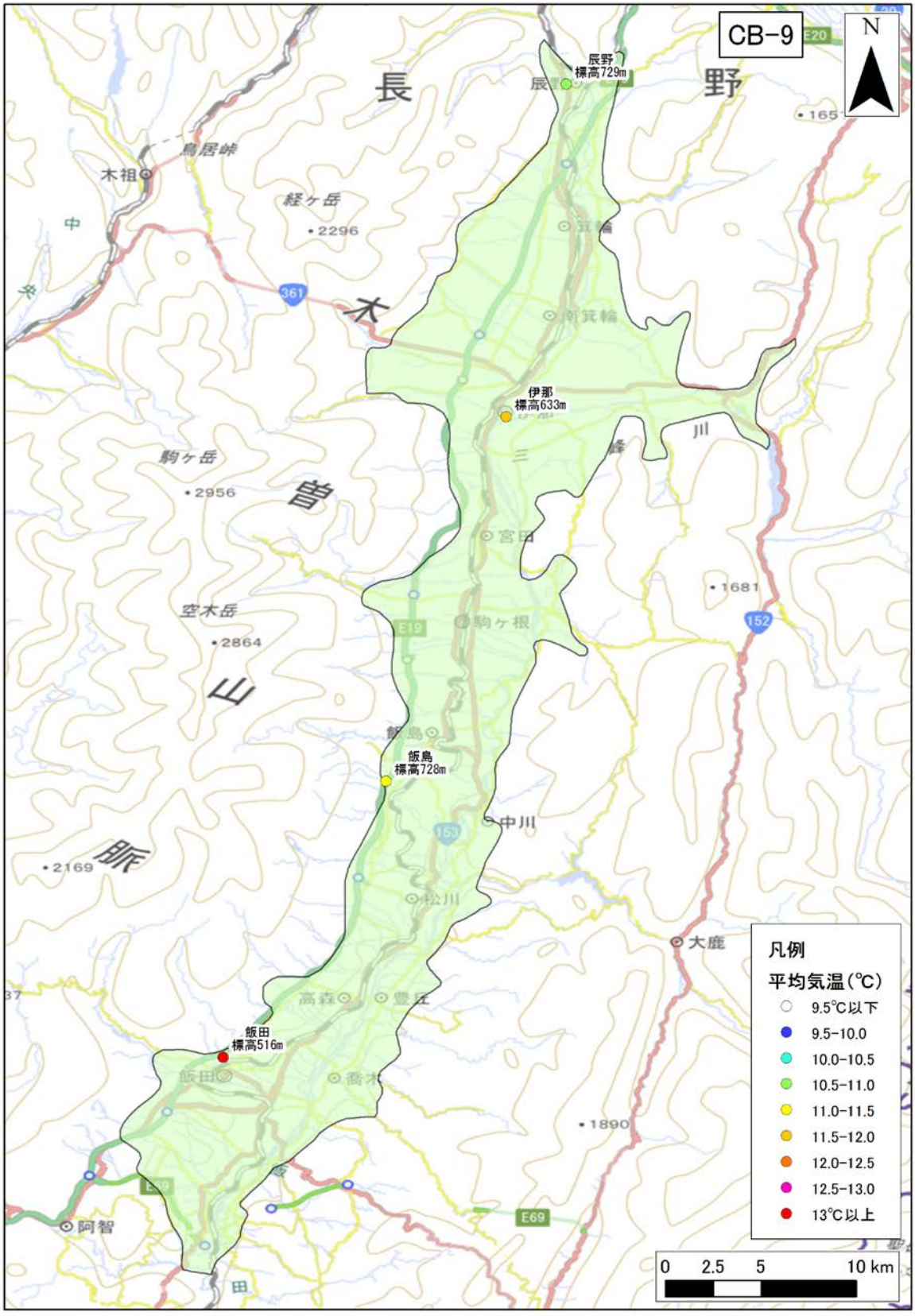


図 4-217　年平均気温の分布（CB-9 : Ina basin）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

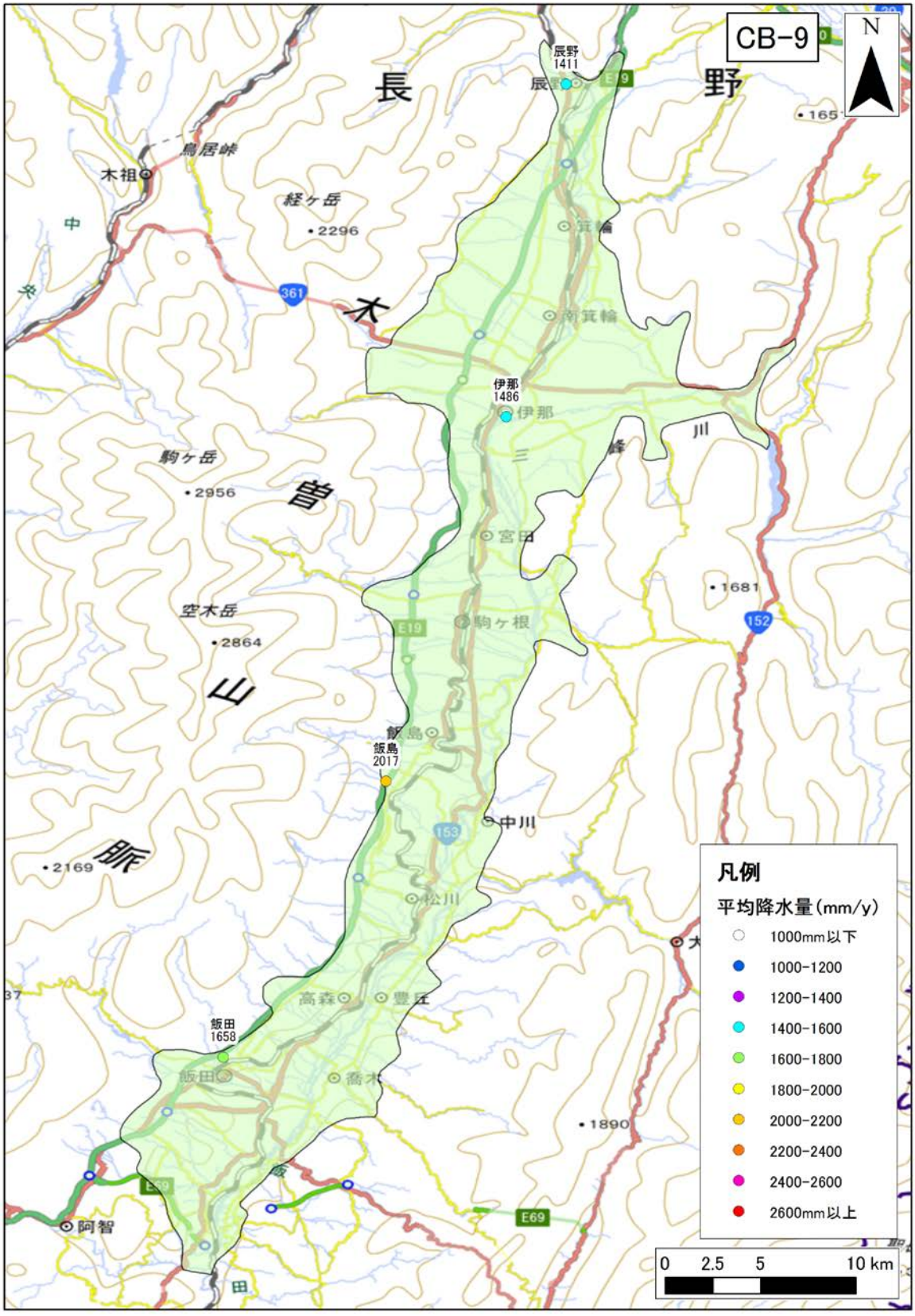


図 4-218　年間降水量の分布（CB-9 : Ina basin）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。

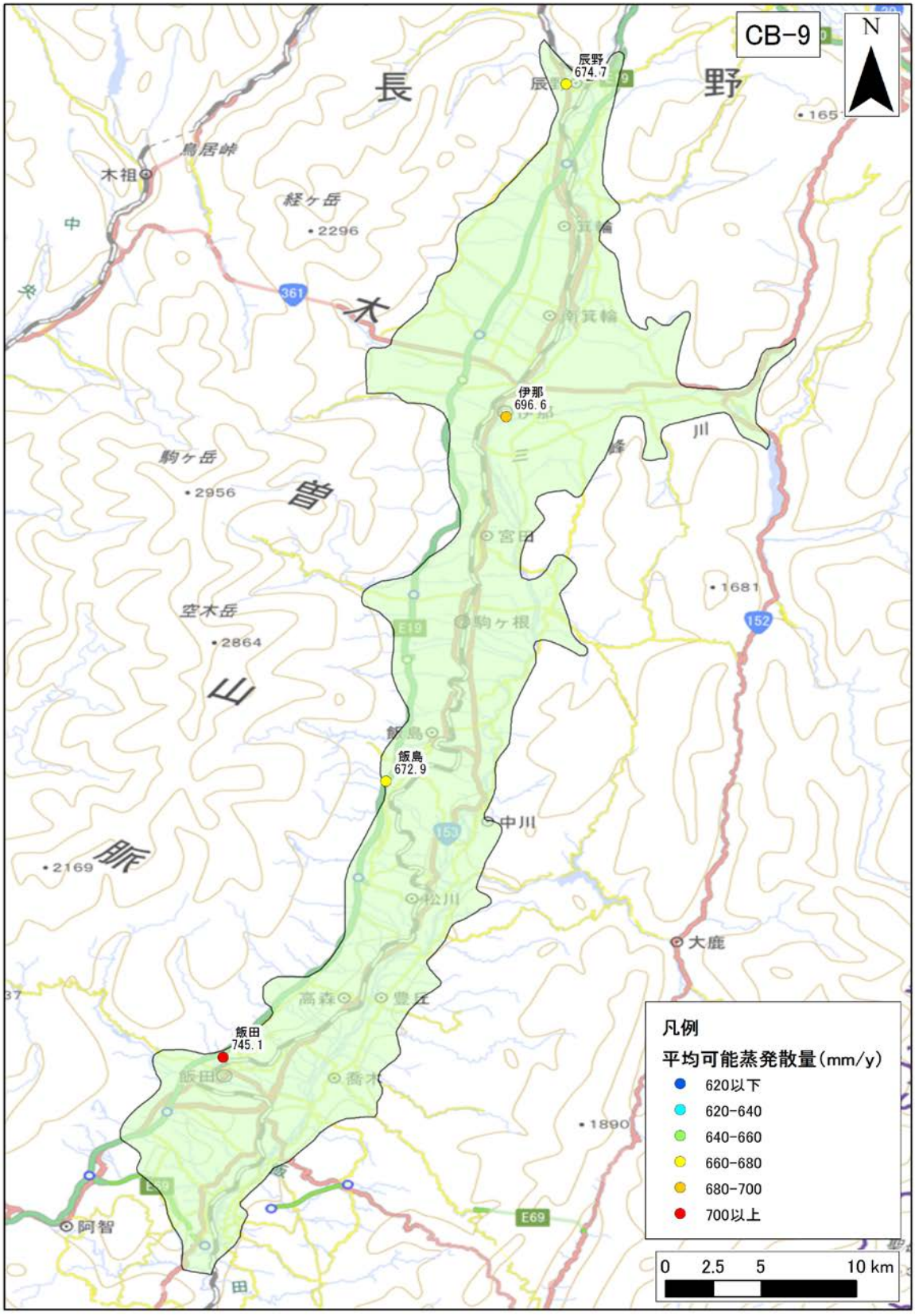


図 4-219　年間可能蒸発散量の分布（CB-9 : Ina basin）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

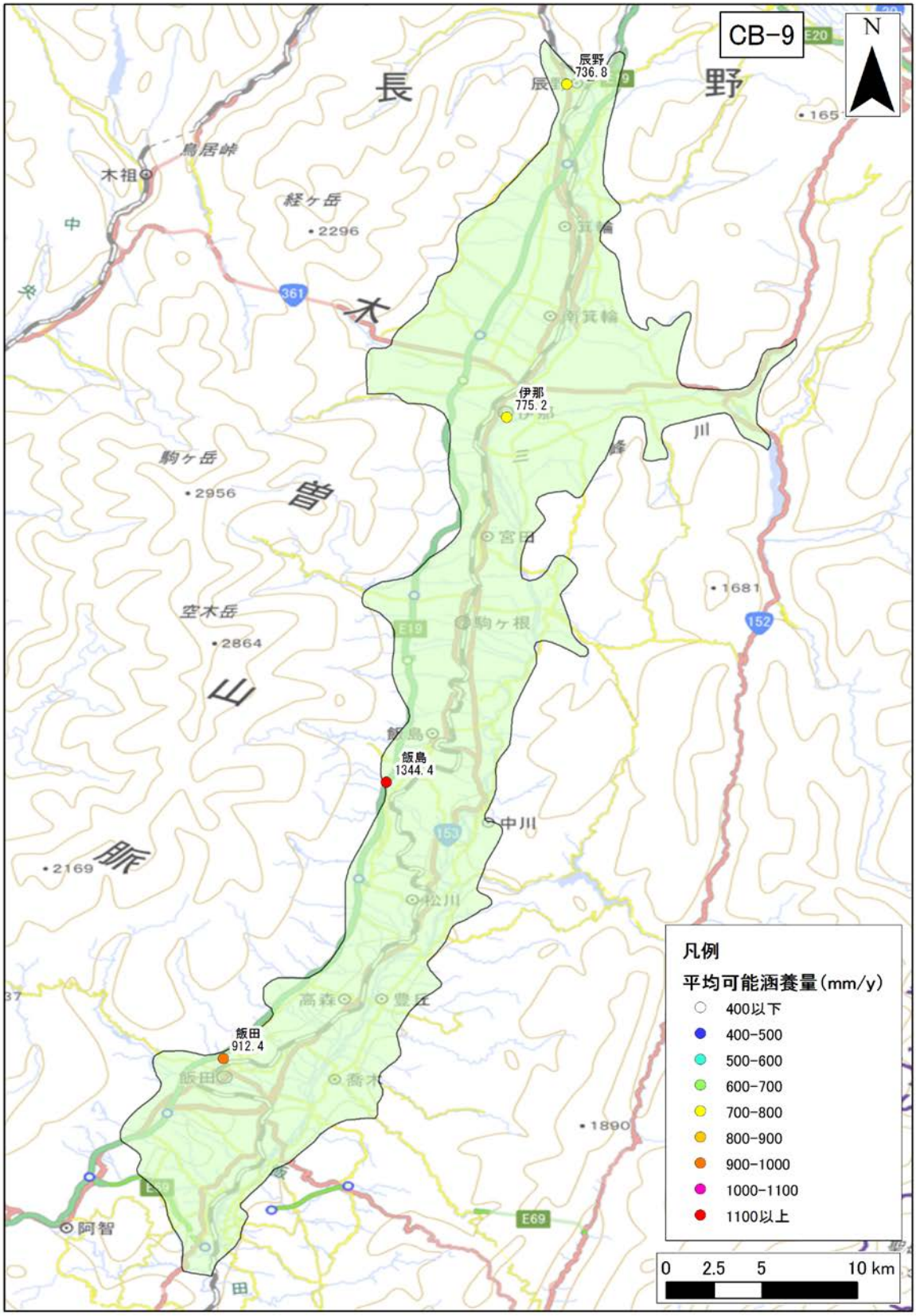


図 4-220　年間可能涵養量の分布（CB-9 : Ina basin）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

CB-9: Ina basin における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-221 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

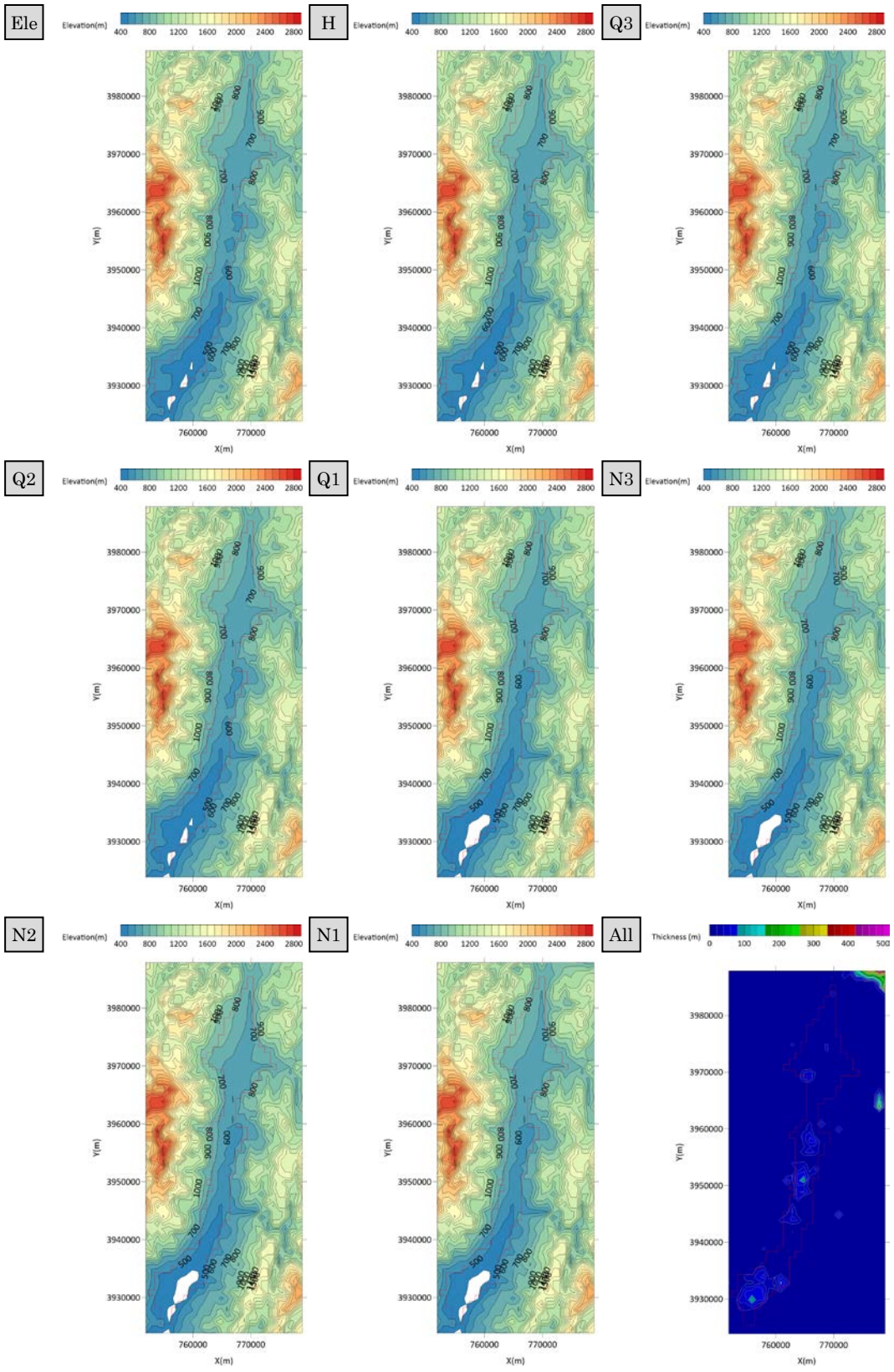


図 4-221　地質データ（CB-9 : Ina basin）

4) **流量データ**

CB-9: Ina basin 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-142 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-143、図 4-222 に示す。

表 4-142 流量観測地点一覧（CB-9 : Ina basin）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	伊那富	天竜川	天竜川	702.70	1938 年 01 月 01 日	731
2	伊那	天竜川	天竜川	631.95	1969 年 04 月 01 日	968
3	宮ヶ瀬	天竜川	天竜川	458.28	1940 年 01 月 01 日	2,224
4	時又	天竜川	天竜川	368.99	1962 年 06 月 01 日	2,620

表 4-143 流況一覧（CB-9 : Ina basin）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	伊那富	20.62	12.96	8.55	6.29	2.44	1.53	1.01	0.74
2	伊那	37.88	27.15	21.68	16.27	3.38	2.42	1.93	1.45
3	宮ヶ瀬	99.10	63.37	45.73	30.87	3.85	2.46	1.78	1.20
4	時又	129.58	89.95	65.81	42.10	4.27	2.97	2.17	1.39
平均値		71.79	48.36	35.44	23.88	3.48	2.35	1.72	1.20

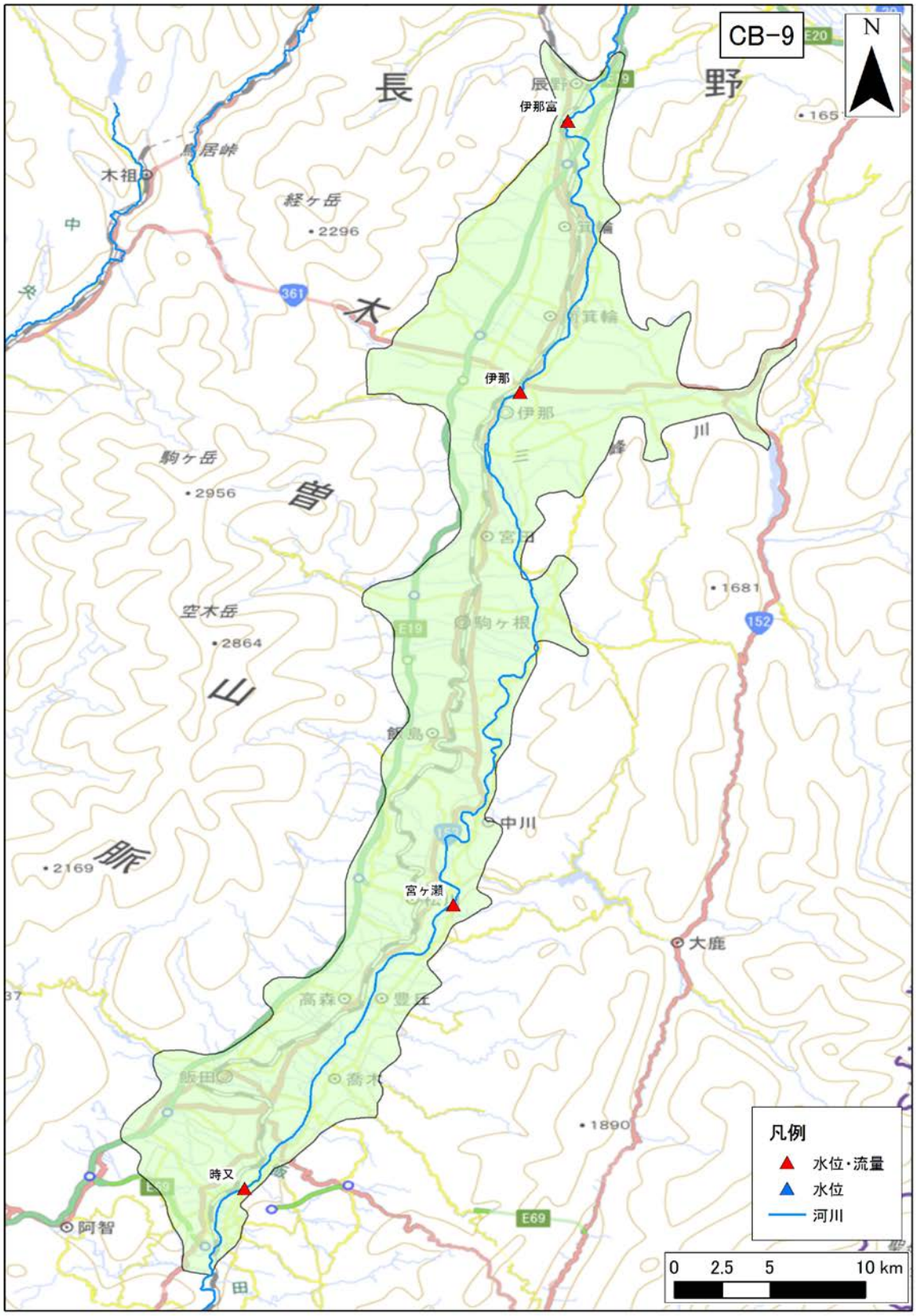


図 4-222　流量観測地点位置図（CB-9 : Ina basin）

（32） CB-10：Kofu basin

1） **地下水位データ**

CB-10：Kofu basin 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-144 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-223 に示す。

表 4-144 地下水位観測地点一覧（CB-10 : Kofu basin）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	石和	笛吹市	267.97	不明	50	23.5～29	1987～2004	年表
2	石和 2 号	石和町	270.29	200	50	23.5～29	なし	年表・水調
3	甲府	甲府市	不明	150	130	113.5～119	なし	年表・水調

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

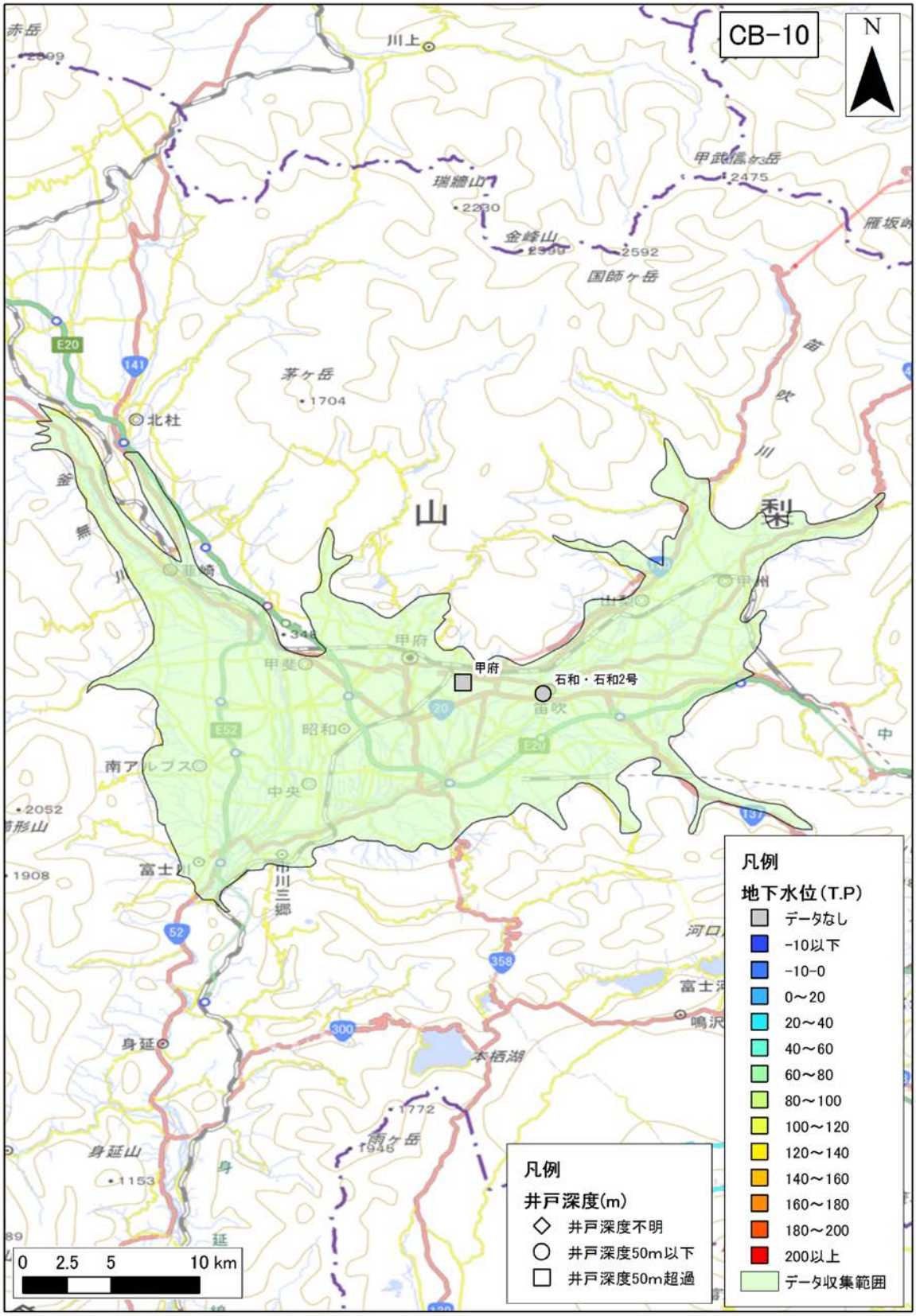


図 4-223 年平均地下水位分布図（CB-10 : Kofu basin）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2)　**気象データ**

CB-10：Kofu basin 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-145 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を、図 4-224、図 4-225、図 4-226、図 4-227 に示す。

表 4-145　気象観測所一覧（CB-10 : Kofu basin）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	49086	韮崎	35'41.6	138'26.9	341	アメダス	●	●	●	●	
2	49142	甲府	35'40	138'33.2	273	アメダス	●	●	●	●	●
3	49151	勝沼	35'39.8	138'43.5	394	アメダス	●	●	●	●	
4	49187	富士川	35'33.7	138'26.9	295	アメダス	●				

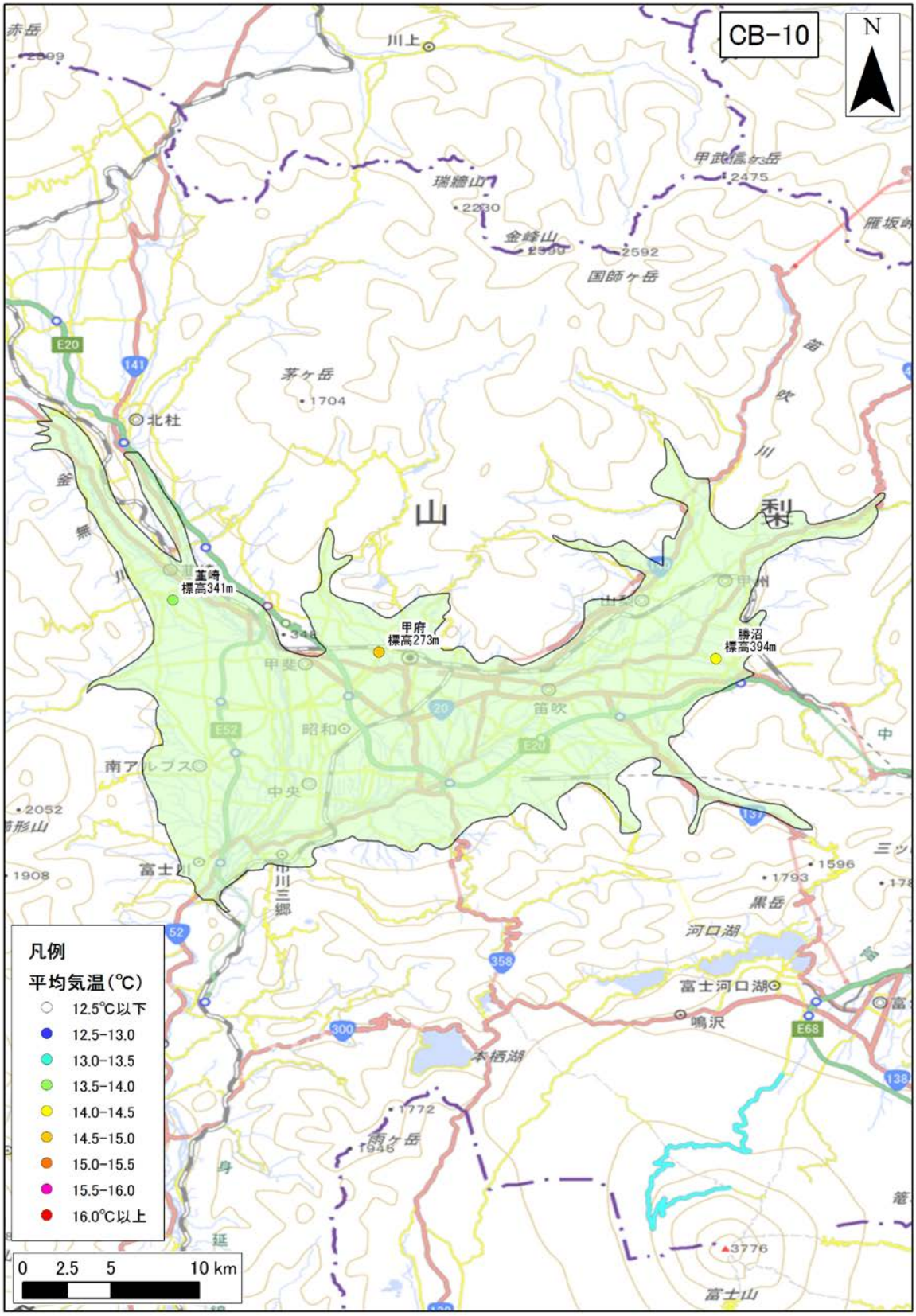


図 4-224　年平均気温の分布（CB-10 : Kofu basin）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

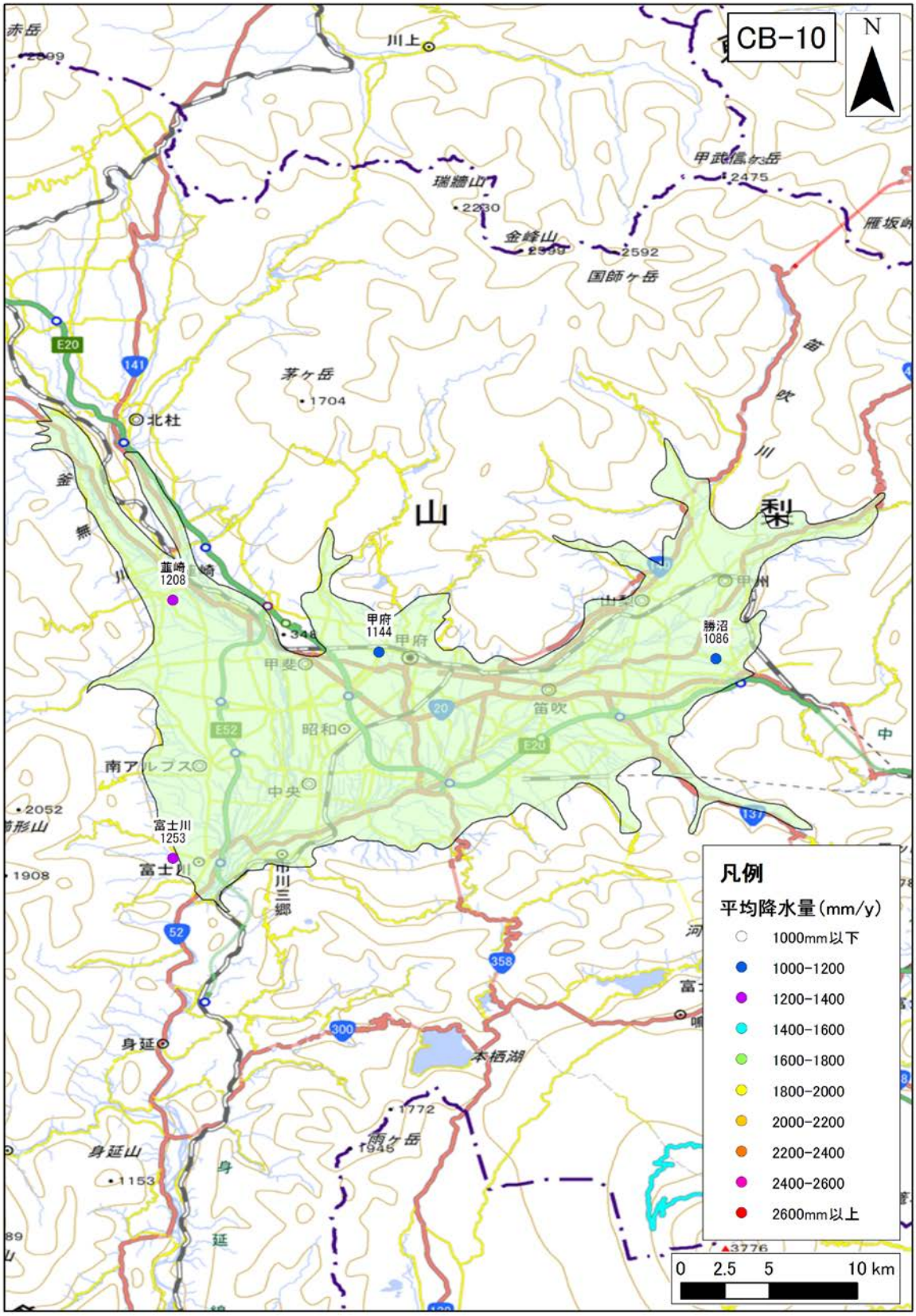


図 4-225　年間降水量の分布（CB-10 : Kofu basin）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。



図 4-226　年間可能蒸発散量の分布（CB-10 : Kofu basin）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

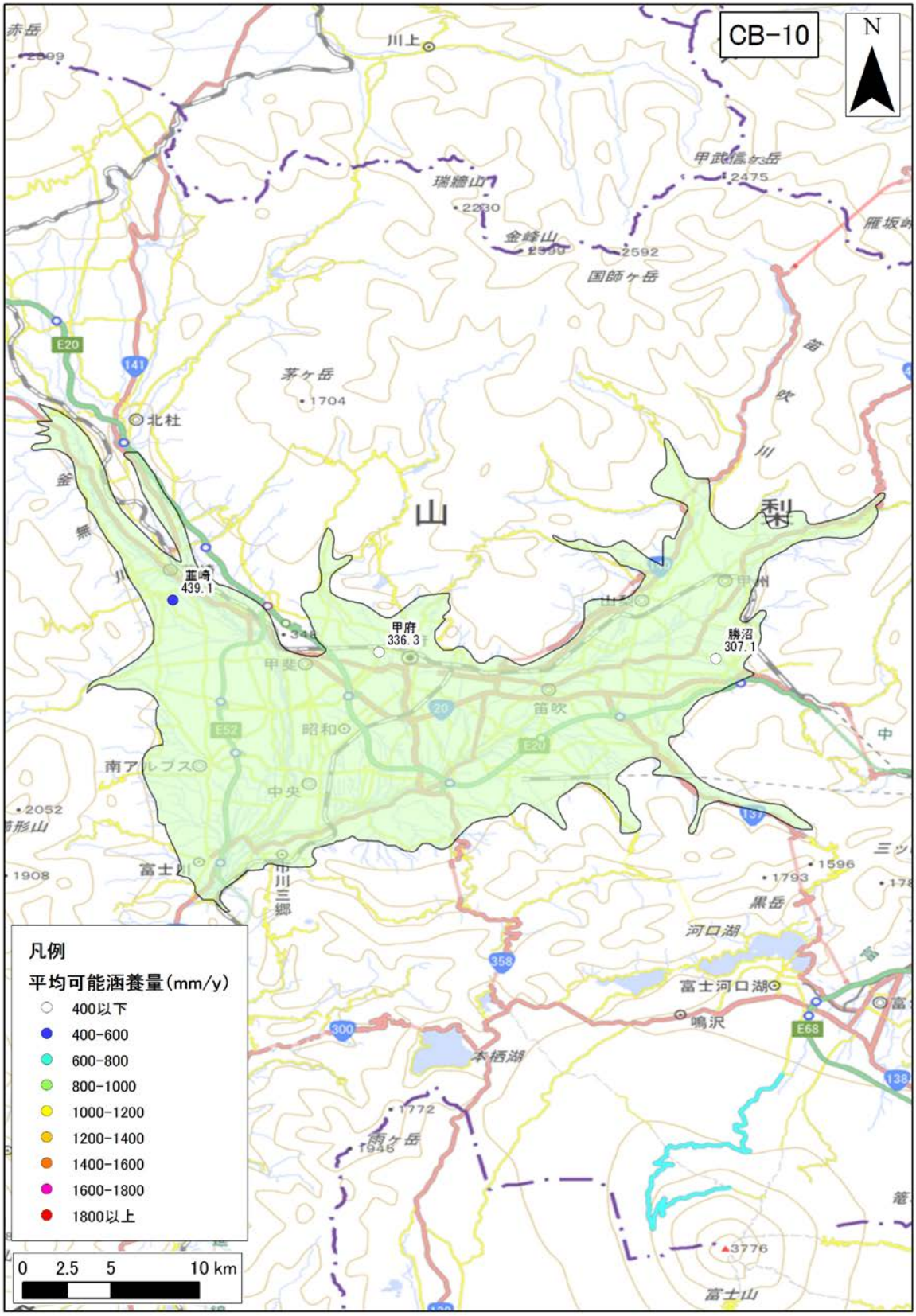


図 4-227　年間可能涵養量の分布（CB-10 : Kofu basin）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

CB-10：Kofu basin における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-228 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

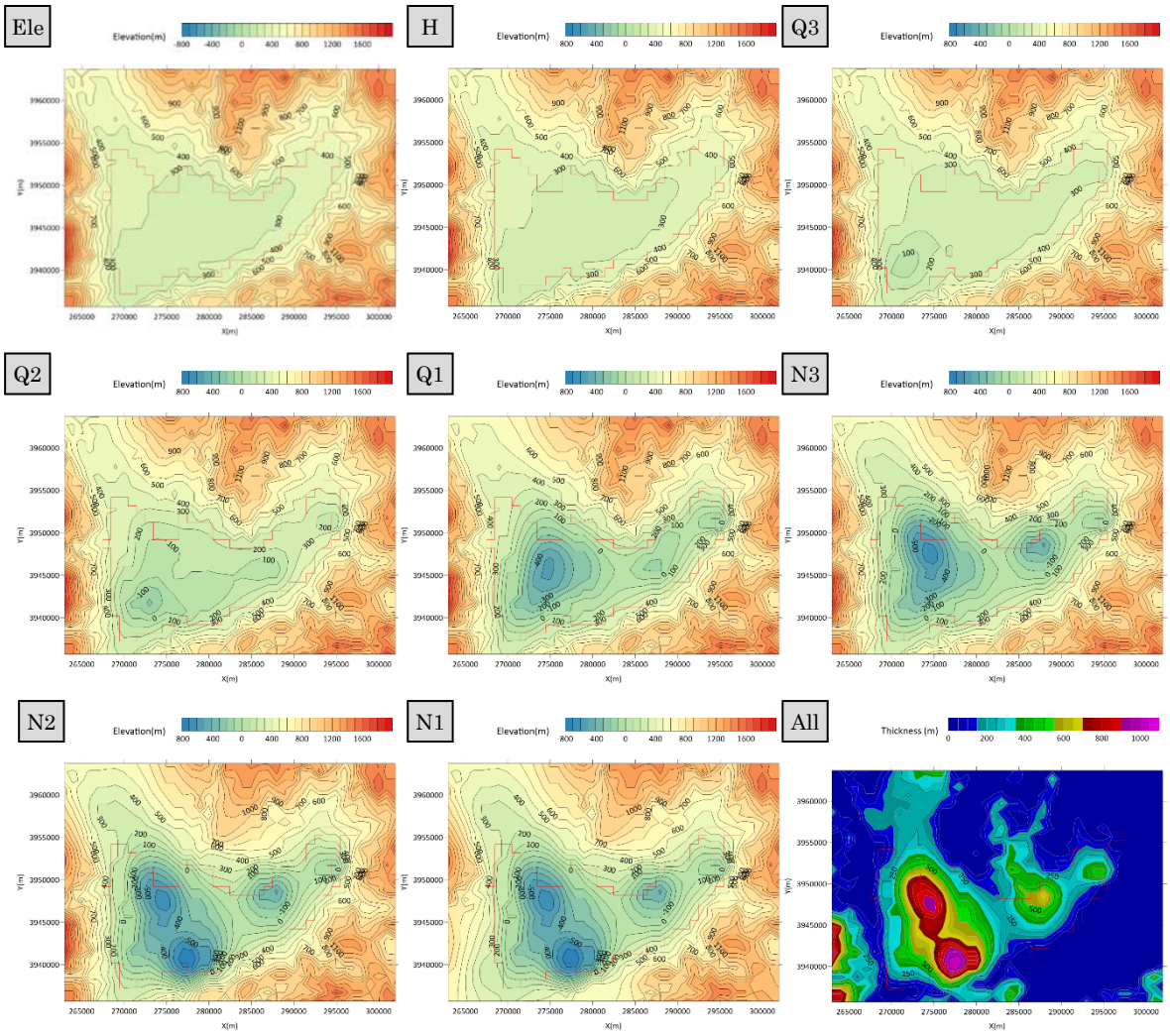


図 4-228　地質データ（CB-10 : Kofu basin）

4) **流量データ**

CB-10：Kofu basin 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-146 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-147、図 4-229 に示す。

表 4-146 流量観測地点一覧（CB-10 : Kofu basin）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	浅原橋	富士川	釜無川	249.74	1953 年 05 月 01 日	991
2	船山橋	富士川	釜無川	341.54	1961 年 04 月 01 日	482
3	桃林橋	富士川	笛吹川	243.98	1953 年 04 月 01 日	916
4	石和	富士川	笛吹川	266.86	1936 年 08 月 01 日	504
5	亀甲橋	富士川	笛吹川	343.38	1951 年 08 月 01 日	268
6	日川	富士川	日川	295.00	1951 年 05 月 01 日	113
7	重川	富士川	重川	300.50	1951 年 05 月 01 日	110
8	金剛地	富士川	塩川	320.00	1965 年 11 月 01 日	390
9	堀切	富士川	御勅使川	－	2007 年 01 月 01 日	81

表 4-147 流況一覧（CB-10 : Kofu basin）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	浅原橋	22.35	14.26	8.95	4.07	1.95	1.24	0.78	0.35
2	船山橋	17.18	10.85	7.69	3.97	3.08	1.95	1.38	0.71
3	桃林橋	24.78	17.76	13.86	10.18	2.34	1.68	1.31	0.96
4	石和	13.17	9.03	6.62	4.19	2.26	1.55	1.13	0.72
5	亀甲橋	8.14	5.33	3.72	2.30	2.63	1.72	1.20	0.74
6	日川	2.68	2.04	1.70	1.60	2.05	1.55	1.30	1.22
7	重川	2.59	2.50	2.20	2.19	2.04	1.97	1.73	1.72
8	金剛地	7.64	6.81	5.93	2.72	1.69	1.51	1.31	0.60
9	堀切	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
平均値		12.31	8.57	6.33	3.90	2.25	1.64	1.27	0.88

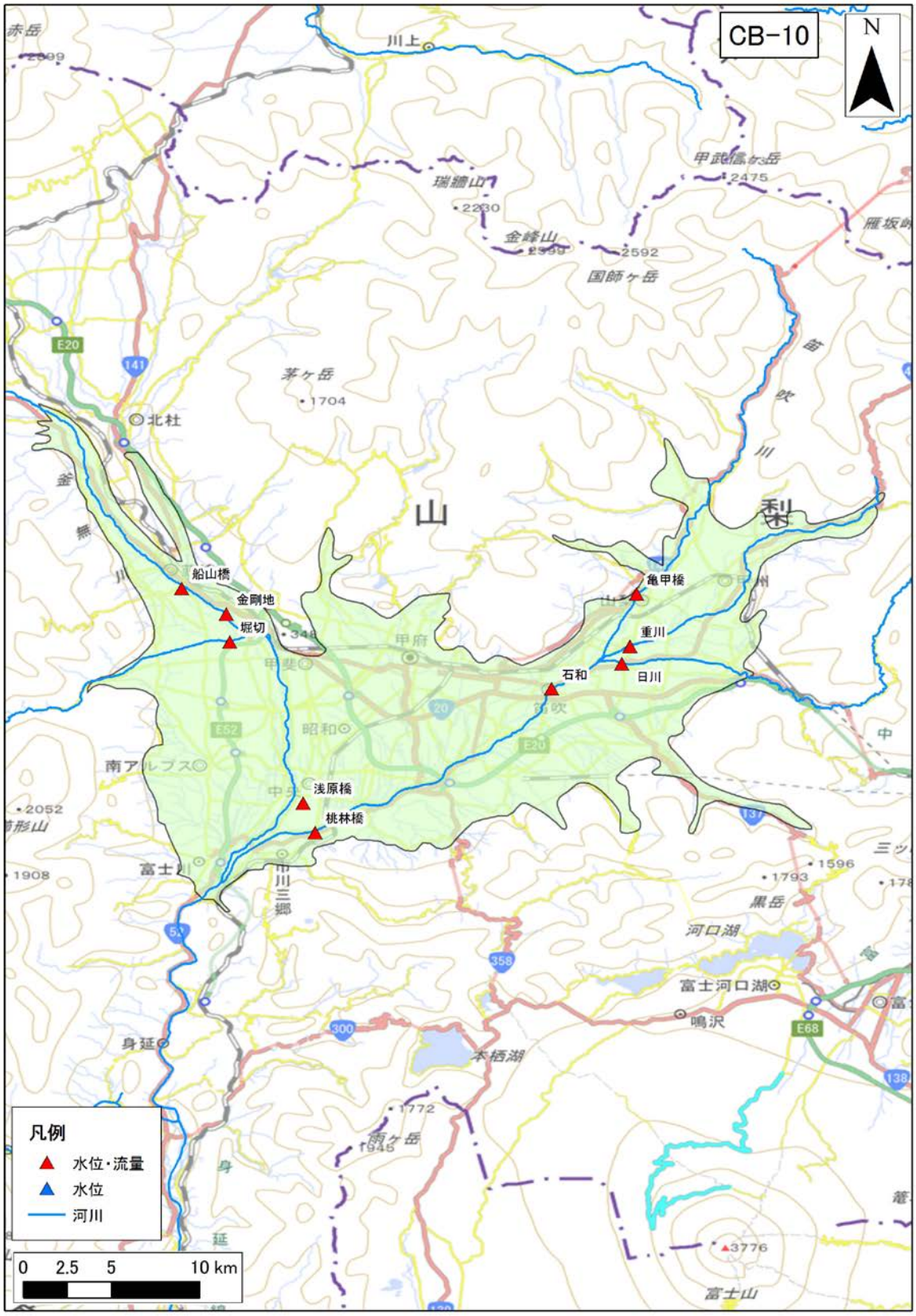


図 4-229　流量観測地点位置図（CB-10 : Kofu basin）

（33） CB-12：Shizuoka coastal lowland

1） **地下水位データ**

CB-12：Shizuoka coastal lowland 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-148 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-230 に示す。

表 4-148 地下水位観測地点一覧（CB-12 : Shizuoka coastal lowland）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	大富小	焼津市	10.09	200	97	71～91	1987～2004	年表・水調
2	横井	島田市	56.40	300	80	32～50	1987～2004	年表・水調
3	磐田西小	磐田市	17.61	300	150	117～134	1987～2004	年表
4	安間（深）	浜松市	8.85	50	50	45～50	1987～2005	水水 DB・年表・水調
5	弥藤太島（深）	浜松市	9.16	50	55	50～55	1987～2005	年表・水水 DB
6	東町（深）	浜松市	3.46	50	52	41～52	1987～2005	水水 DB・年表・水調
7	安間(浅)	浜松市	8.72	900	2	0～2	なし	年表
8	丸塚中	浜松市	7.19	300	330	285～306	1987～2004	年表
9	野崎（深）	竜洋町	3.71	50	50	43～50	1987～2000	年表・水調

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

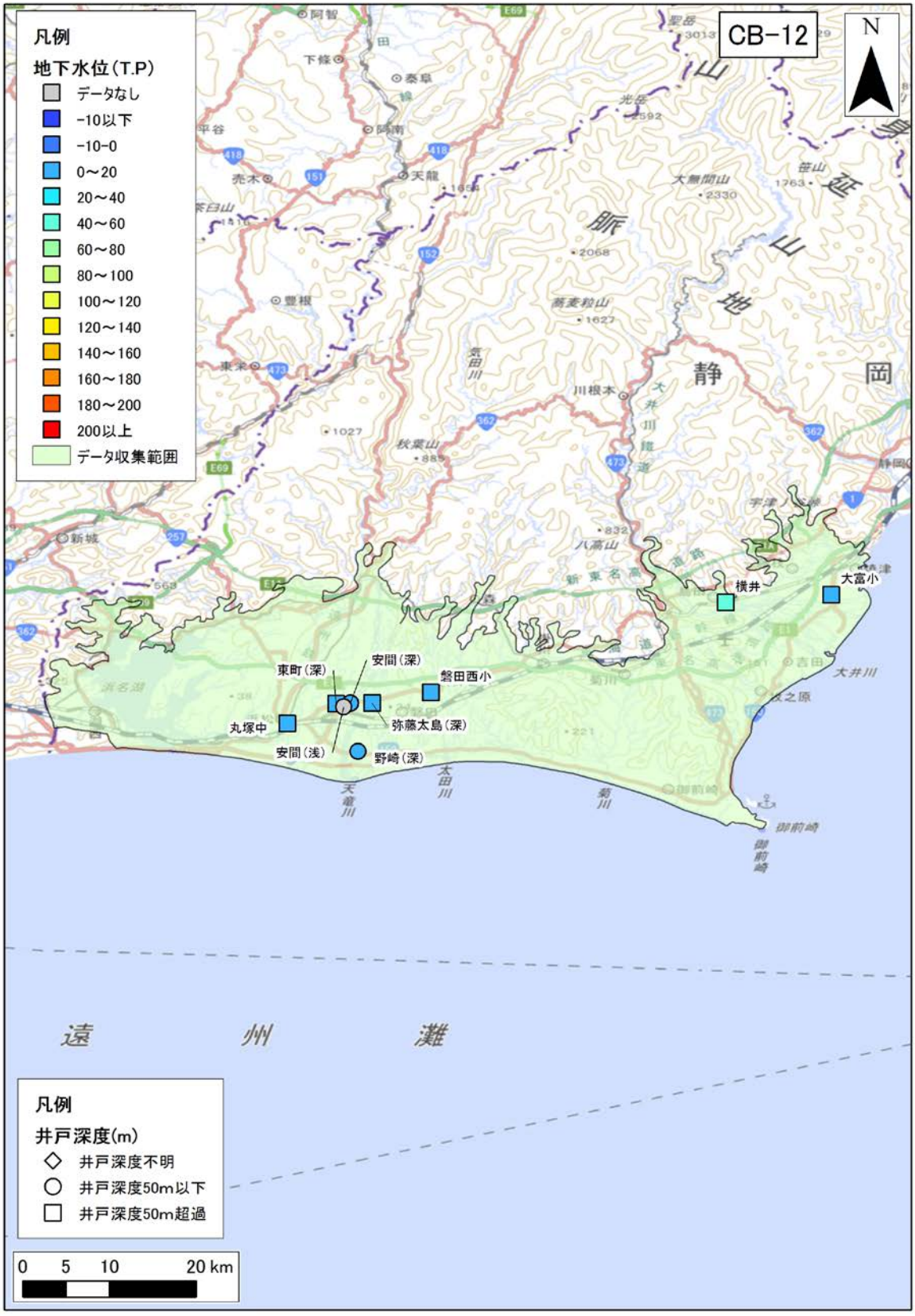


図 4-230　年平均地下水位分布図（CB-12 : Shizuoka coastal lowland）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2） **気象データ**

CB-12：Shizuoka coastal lowland 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-149 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を、図 4-231、図 4-232、図 4-233、図 4-234 に示す。

表 4-149　気象観測所一覧（CB-12 : Shizuoka coastal lowland）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	50371	三ヶ日	34°48.1	137°33.4	2	アメダス	●				
2	50386	天竜	34°53.4	137°48.8	61	アメダス	●	●	●	●	
3	50456	浜松	34°45.2	137°42.7	46	アメダス	●	●	●	●	
4	50466	掛川	34°46.1	137°59.7	32	アメダス	●				
5	50476	菊川牧之原	34°47.1	138°8.3	191	アメダス	●	●	●	●	
6	50477	静岡空港	34°47.7	138°11.3	132	アメダス	●	●	●	●	
7	50536	磐田	34°41.5	137°52.8	1	アメダス	●	●	●	●	
8	50551	御前崎	34°36.2	138°12.7	45	アメダス	●	●	●	●	



図 4-231　年平均気温の分布（CB-12 : Shizuoka coastal lowland）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。



図 4-232　年間降水量の分布（CB-12 : Shizuoka coastal lowland）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。



図 4-233　年間可能蒸発散量の分布（CB-12 : Shizuoka coastal lowland）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。



図 4-234　年間可能涵養量の分布（CB-12 : Shizuoka coastal lowland）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

CB-12：Shizuoka coastal lowland における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-235 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

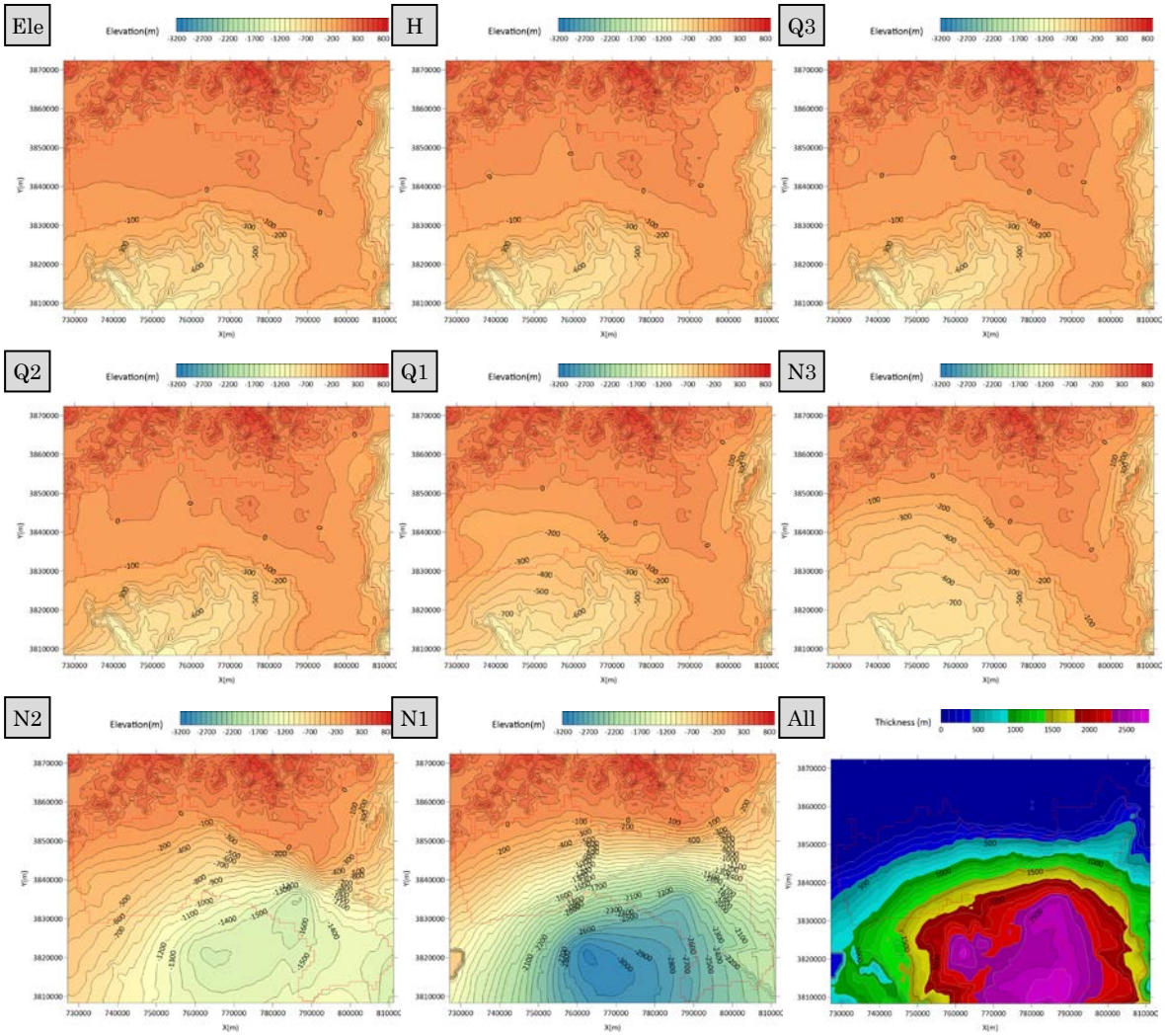


図 4-235　**地質データ**（CB-12 : Shizuoka coastal lowland）

4) **流量データ**

CB-12：Shizuoka coastal lowland 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-150 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-151、図 4-236 に示す。

表 4-150 流量観測地点一覧（CB-12 : Shizuoka coastal lowland）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	神座	大井川	大井川	98.55	1956 年 04 月 01 日	1,160
2	細島	大井川	大井川	37.86	1974 年 04 月 01 日	1,241
3	赤松	大井川	大井川	74.18	1956 年 05 月 01 日	N/D
4	大代川	大井川	大代川	60.71	1956 年 03 月 01 日	N/D
5	加茂	菊川	菊川	12.00	1953 年 05 月 01 日	34
6	横地	菊川	牛淵川	10.09	1984 年 03 月 30 日	11
7	堂山	菊川	牛淵川	0.61	1954 年 03 月 01 日	33
8	川久保	菊川	下小笠川	13.00	1987 年 01 月 01 日	10
9	鹿島	天竜川	天竜川	33.98	1927 年 10 月 01 日	4,880

表 4-151 流況一覧（CB-12 : Shizuoka coastal lowland）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	神座	55.38	22.96	10.58	5.22	4.12	1.71	0.79	0.39
2	細島	92.97	47.04	25.92	16.01	6.47	3.27	1.80	1.11
3	赤松	22.47	18.49	11.21	7.29	N/D	N/D	N/D	N/D
4	大代川	1.90	1.18	0.88	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
5	加茂	2.56	1.54	0.92	0.30	6.48	3.88	2.33	0.75
6	横地	0.52	0.32	0.19	0.09	4.14	2.50	1.50	0.69
7	堂山	1.94	1.37	1.01	0.63	5.07	3.58	2.63	1.63
8	川久保	0.34	0.18	0.08	0.03	2.89	1.52	0.64	0.23
9	鹿島	253.69	154.57	104.14	81.19	4.49	2.74	1.84	1.44
平均値		47.98	27.52	17.21	13.84	4.81	2.74	1.65	0.89



図 4-236　流量観測地点位置図（CB-12 : Shizuoka coastal lowland）

（34） CB-13：Toyohashi plain

1） **地下水位データ**

CB-13：Toyohashi plain 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-152 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-237 に示す。

表 4-152 地下水位観測地点一覧（CB-13 : Toyohashi plain）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	豊川	豊川市	7.57	200	96	77～82	1987～2004	年表・水調
2	豊川	豊川市	7.65	200	50	38～43	1987～2004	年表・水調
3	小坂井	小坂井町	7.40	200	58	51～56	1987～2004	年表・水調
4	小坂井	小坂井町	7.36	200	100	75～65	1987～1991	年表
5	豊橋第 2	豊橋市	4.65	250	150	85～107	1987～2004	年表・水調
6	豊橋第 2	豊橋市	4.65	200	63	48～56	1987～2004	年表・水調
7	豊橋第 1	豊橋市	1.83	100	86	80～83.5	1987～2004	年表・水調
8	豊橋第 1	豊橋市	1.84	100	47	38～43	1987～2004	年表・水調
9	豊橋第 4	豊橋市	21.11	250	200	148～155	1987～2004	年表・水調
10	豊橋第 3	豊橋市	17.02	200	90	83～88	1987～2004	年表・水調
11	豊橋第 3	豊橋市	17.02	200	70	59～64	1987～2004	年表・水調

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

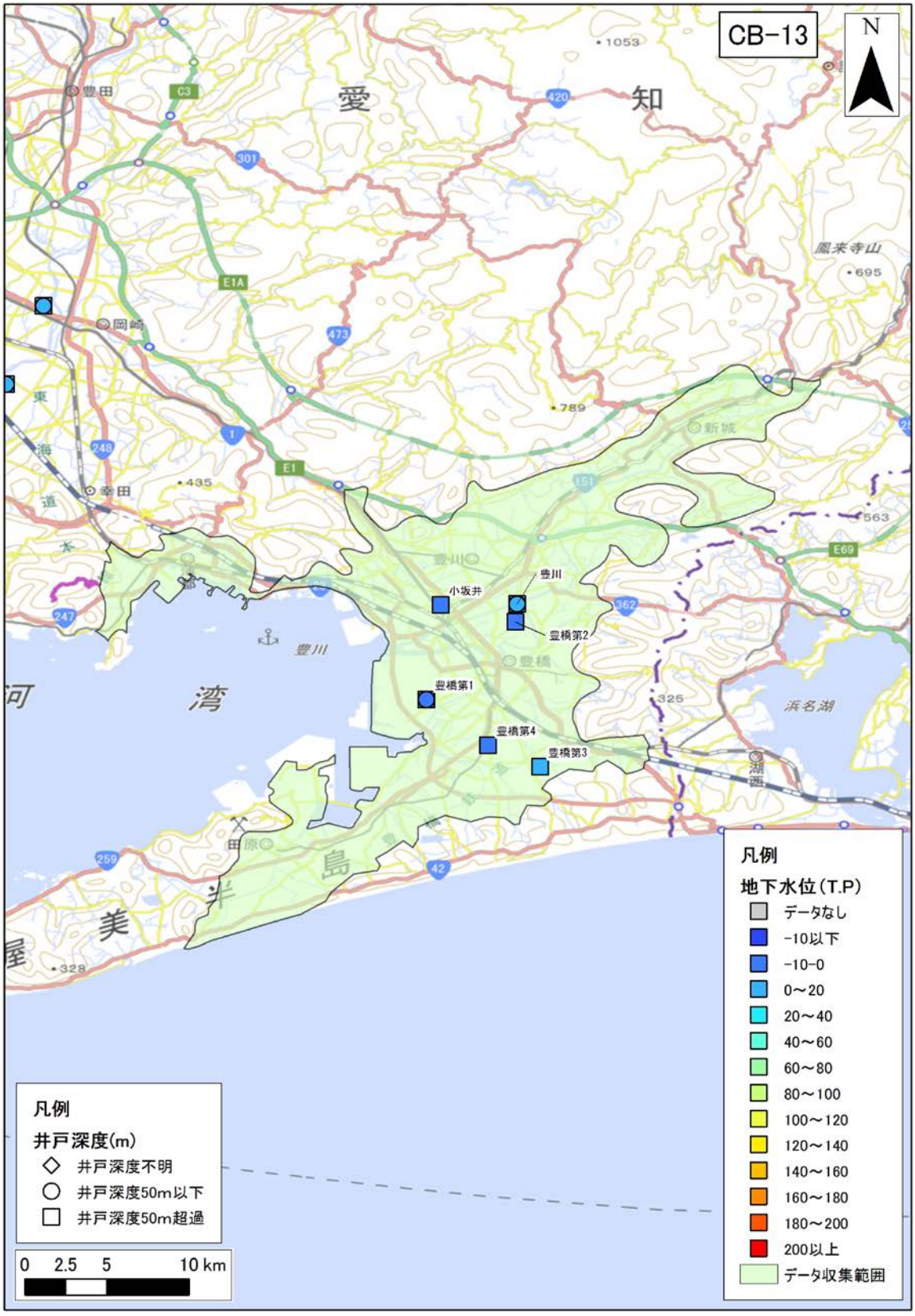


図 4-237 年平均地下水位分布図（CB-13 : Toyohashi plain）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2)　**気象データ**

CB-13：Toyohashi plain 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-153 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を、図 4-238、図 4-239、図 4-240、図 4-241 に示す。

表 4-153　気象観測所一覧（CB-13 : Toyohashi plain）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	51247	新城	34°54.4	137°31.1	53	アメダス	●	●	●	●	
2	51281	蒲郡	34°50.7	137°13	55	アメダス	●	●	●	●	
3	51331	豊橋	34°45	137°20.5	3	アメダス	●	●	●	●	
4	51356	田原	34°37.6	137°13.3	45	アメダス	●				



図 4-238　年平均気温の分布（CB-13 : Toyohashi plain）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。



図 4-239　年間降水量の分布（CB-13 : Toyohashi plain）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。



図 4-240　年間可能蒸発散量の分布（CB-13 : Toyohashi plain）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。



図 4-241　年間可能涵養量の分布（CB-13 : Toyohashi plain）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

CB-13：Toyohashi plain における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-242 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

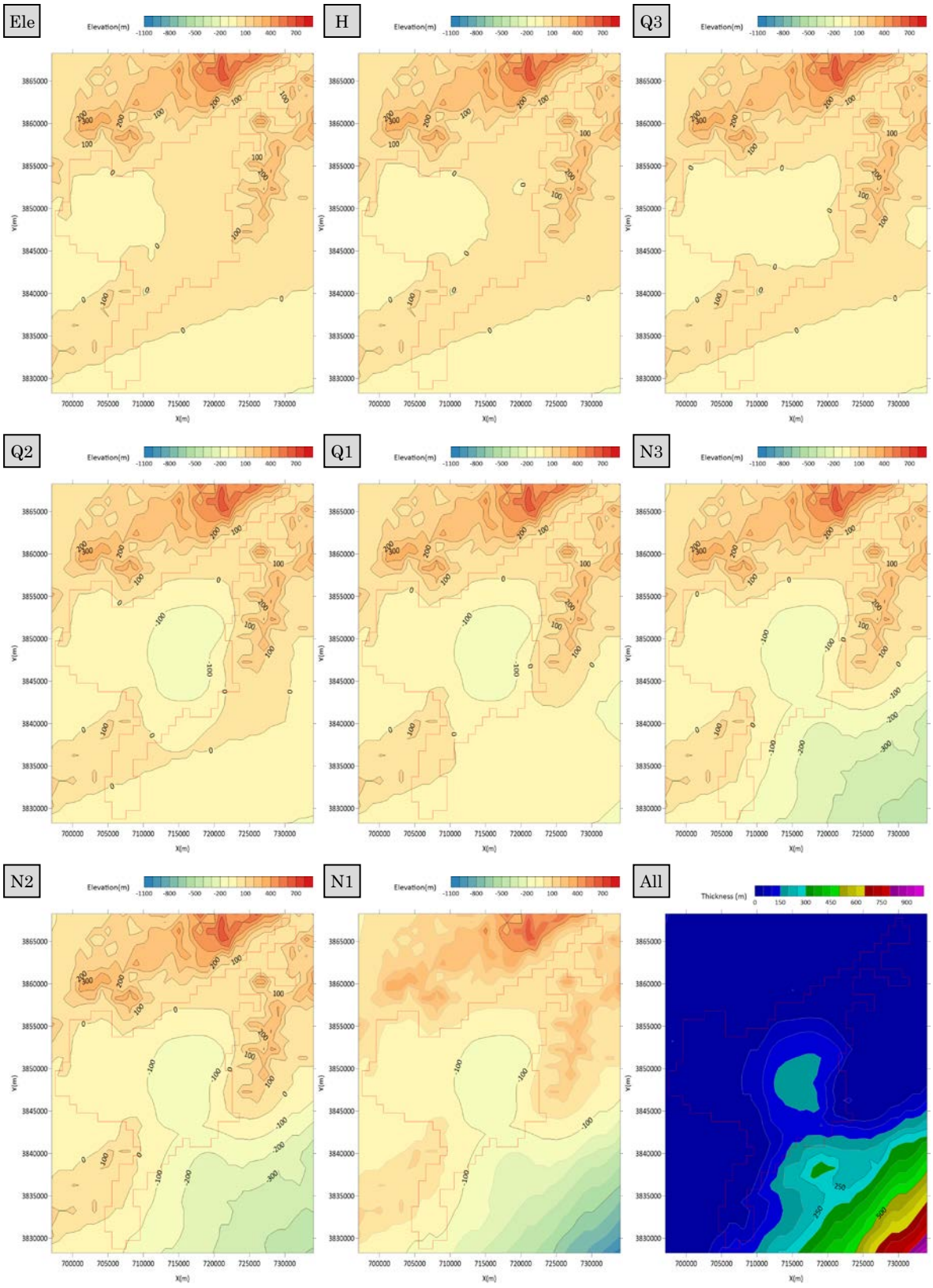


図 4-242　地質データ（CB-13 : Toyohashi plain）

4) **流量データ**

CB-13：Toyohashi plain 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-154 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-155、図 4-243 に示す。

表 4-154 流量観測地点一覧（CB-13 : Toyohashi plain）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	東上	豊川	豊川	13.03	1917 年 01 月 01 日	611
2	石田	豊川	豊川	19.18	1919 年 01 月 01 日	545
3	当古	豊川	豊川	2.43	1942 年 01 月 01 日	634
4	放水路第 2	豊川	豊川放水路	-1.93	1965 年 06 月 19 日	658

表 4-155 流況一覧（CB-13 : Toyohashi plain）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	東上	11.75	6.92	5.39	3.18	1.66	0.98	0.76	0.45
2	石田	19.25	11.50	8.57	5.49	3.05	1.82	1.36	0.87
3	当古	21.16	11.72	8.06	4.71	2.88	1.60	1.10	0.64
4	放水路第 2	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
平均値		17.39	10.05	7.34	4.46	2.53	1.47	1.07	0.65

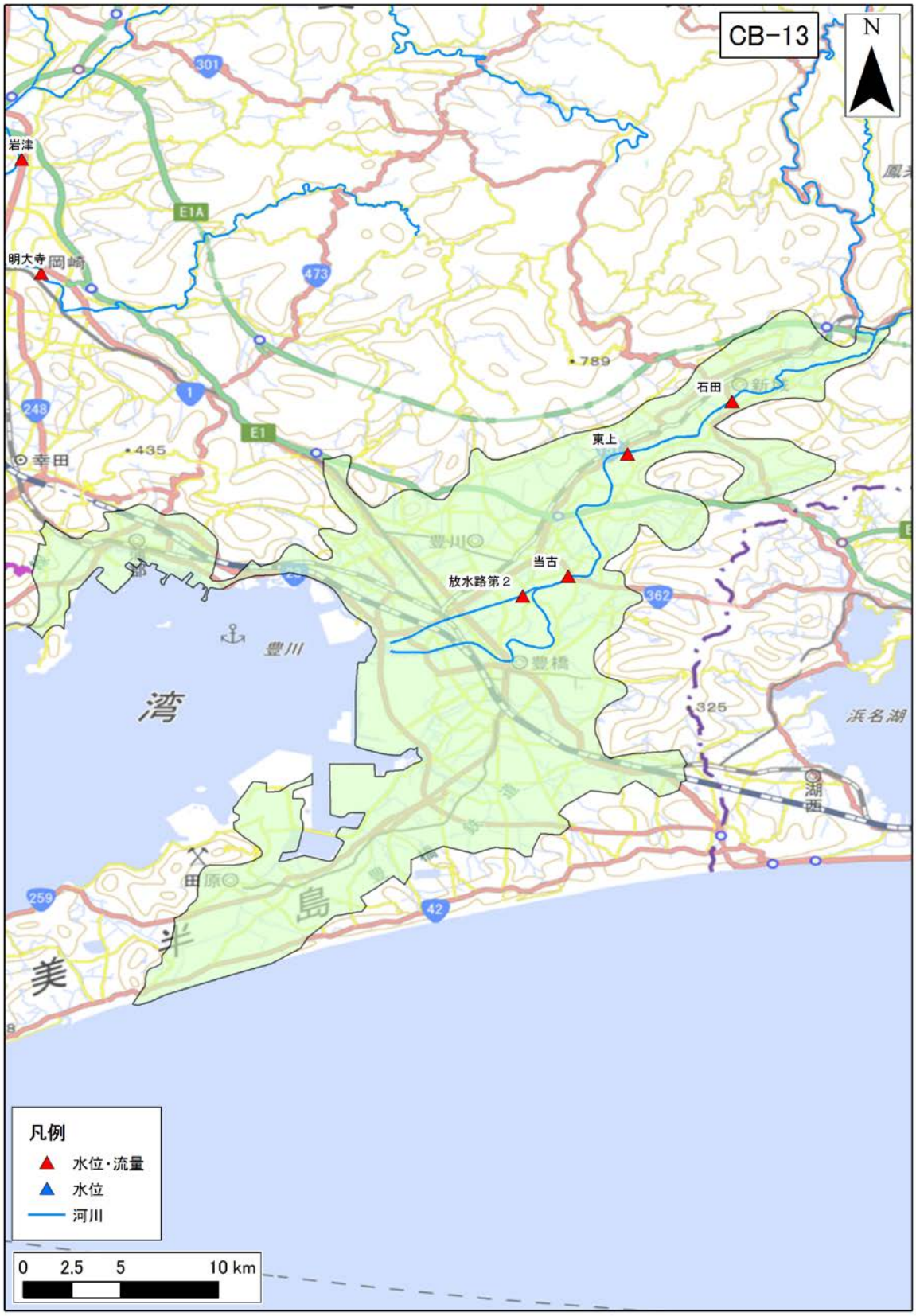


図 4-243　流量観測地点位置図（CB-13 : Toyohashi plain）

（35） CB-14：Okazaki plain

1） **地下水位データ**

CB-14：Okazaki plain 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-156 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-244 に示す。

表 4-156 地下水位観測地点一覧（CB-14 : Okazaki plain）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	岡崎第 2	岡崎市	15.84	200	60	48～53	1987～2004	年表・水調
2	岡崎第 2	岡崎市	15.83	200	38	27～32	1987～2004	年表・水調
3	岡崎第 1	岡崎市	11.68	100	65	53～58	1987～2004	年表・水調
4	岡崎第 1	岡崎市	11.68	100	47	35～40	1987～2004	年表・水調
5	碧南	碧南市	7.56	89	6.6	4.9～6.4	1987～2005	年表・水水 DB
6	碧南	碧南市	1.93	100	48	36～41	1987～2004	年表
7	碧南	碧南市	1.93	100	97	85～90	1987～2004	年表
8	西尾第 1	西尾市	6.55	100	36	29～34	1987～2004	年表・水調
9	西尾第 1	西尾市	6.53	100	12	5～10	1987～2004	年表・水調
10	西尾第 2	西尾市	4.42	100	71	59～64	1987～2004	年表・水調
11	西尾第 2	西尾市	4.41	100	48	36～41	1987～2004	年表・水調
12	福地	西尾市	2.31	89	34	25～33	1987～2005	水水 DB・年表・水調
13	吉良	吉良町	2.73	100	52	33.5～43.5	1987～2004	年表
14	吉良	吉良町	2.49	100	12	3～8	1987～2004	年表
15	一色	一色町	2.73	100	86	72～82	1987～2004	年表・水調
16	一色	一色町	2.73	100	31	23～28	1987～2004	年表・水調

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

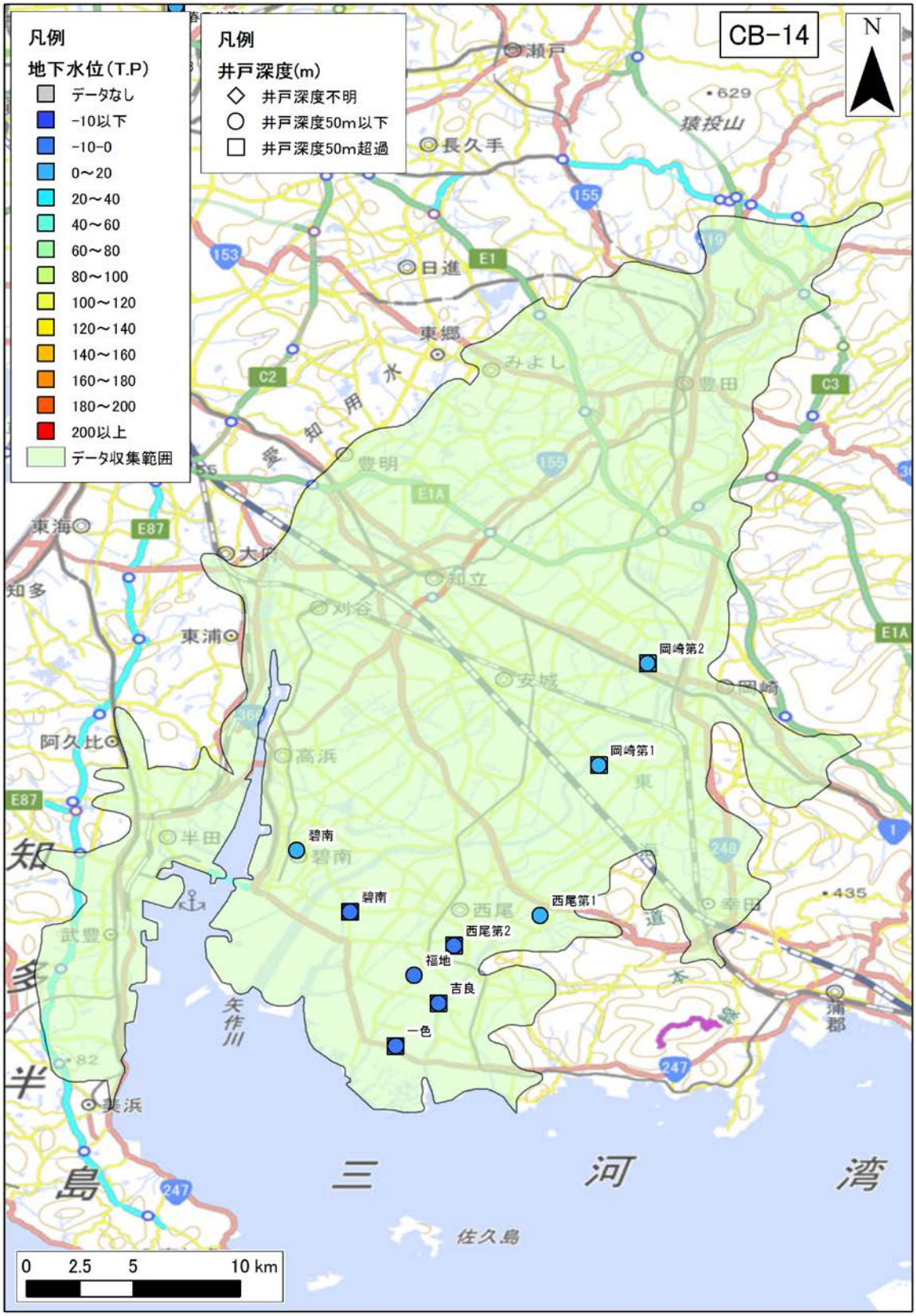


図 4-244　年平均地下水位分布図（CB-14 : Okazaki plain）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2)　**気象データ**

CB-14：Okazaki plain 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-157 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を、図 4-245、図 4-246、図 4-247、図 4-248 に示す。

表 4-157　気象観測所一覧（CB-14 : Okazaki plain）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	51116	豊田	35'7.9	137'10.6	75	アメダス	●	●	●	●	
2	51226	岡崎	34'55.1	137'11.6	47	アメダス	●	●	●	●	
3	51271	一色	34'48.7	137'1.7	12	アメダス	●				

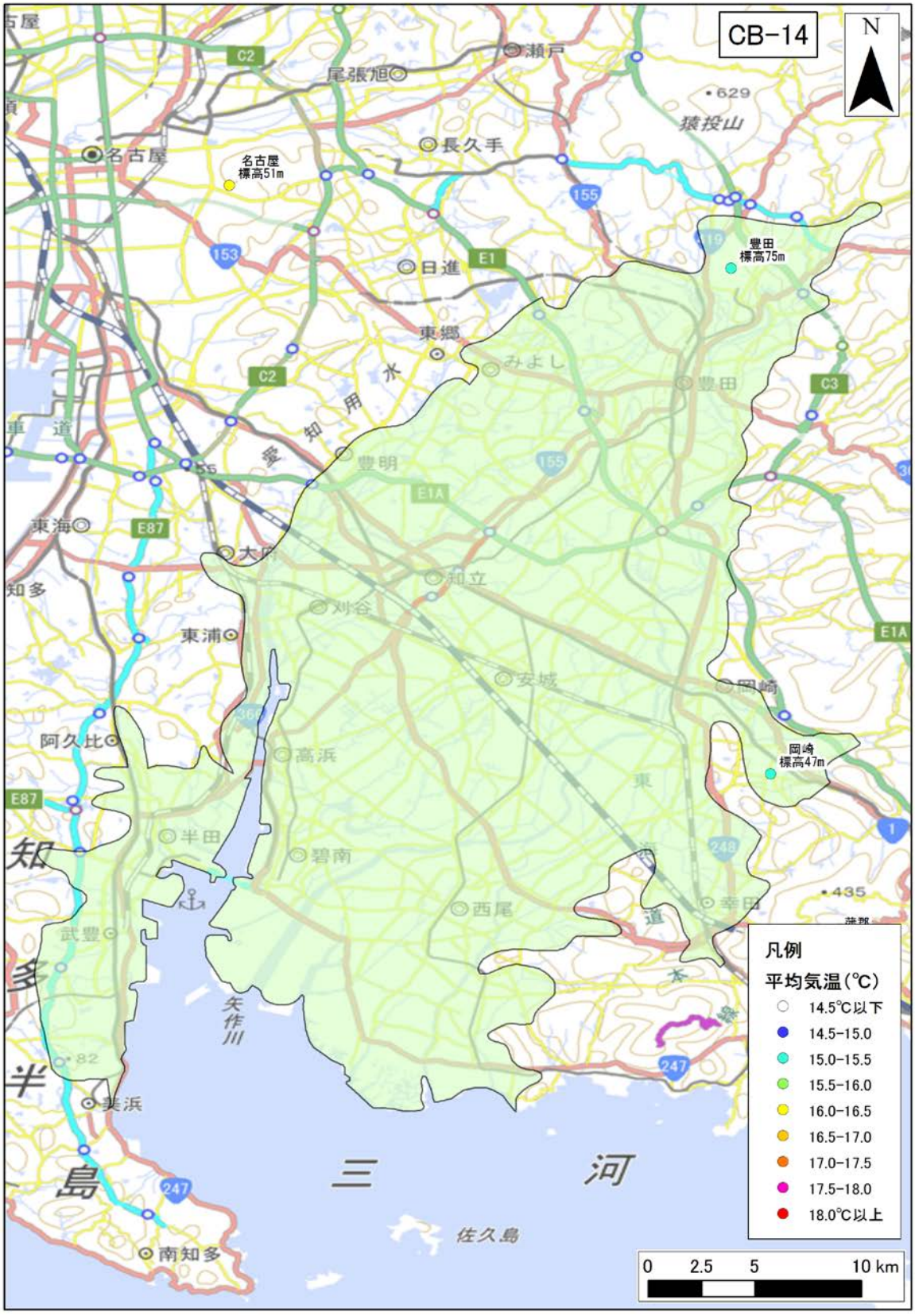


図 4-245　年平均気温の分布（CB-14 : Okazaki plain）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

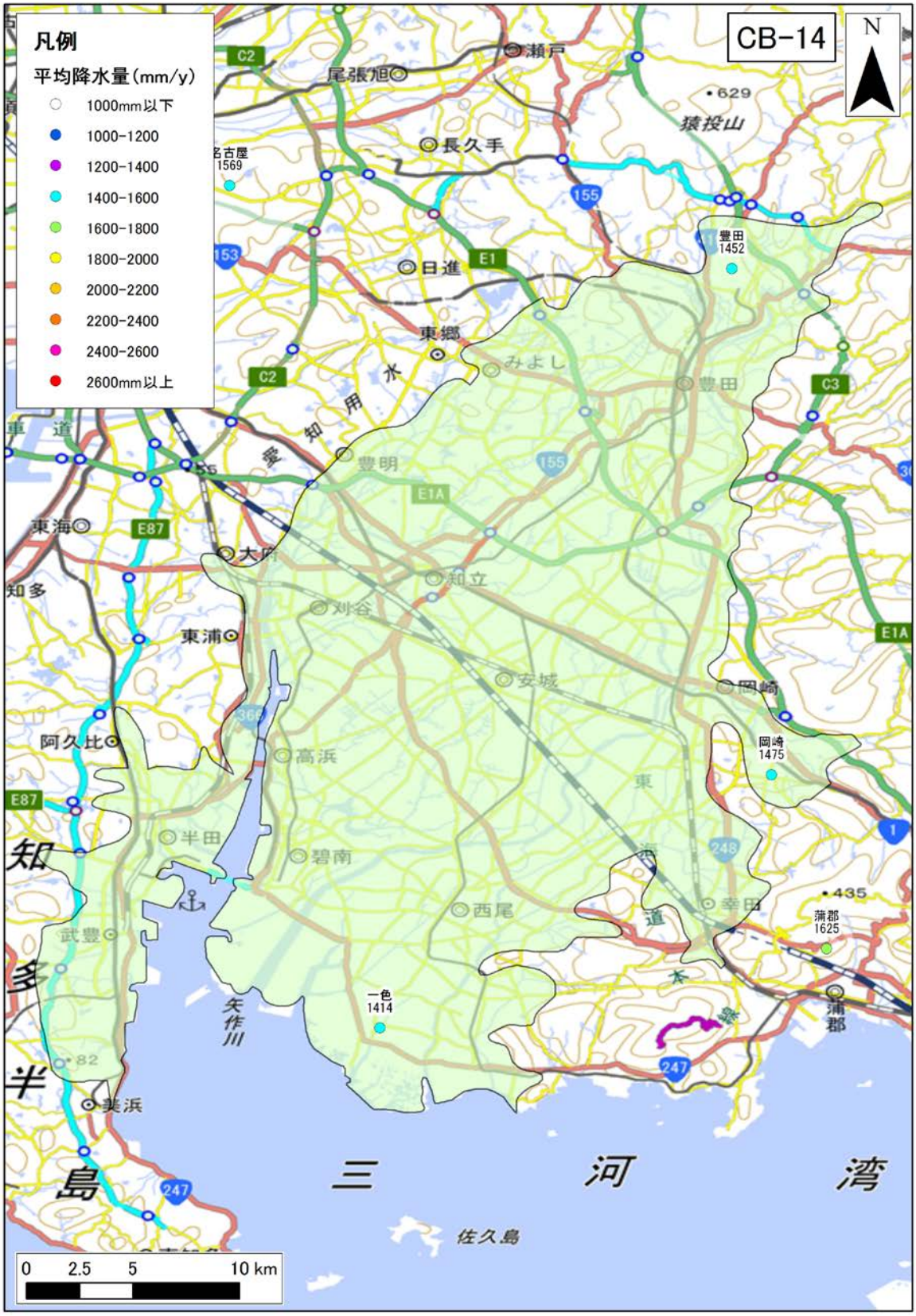


図 4-246　年間降水量の分布（CB-14 : Okazaki plain）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。

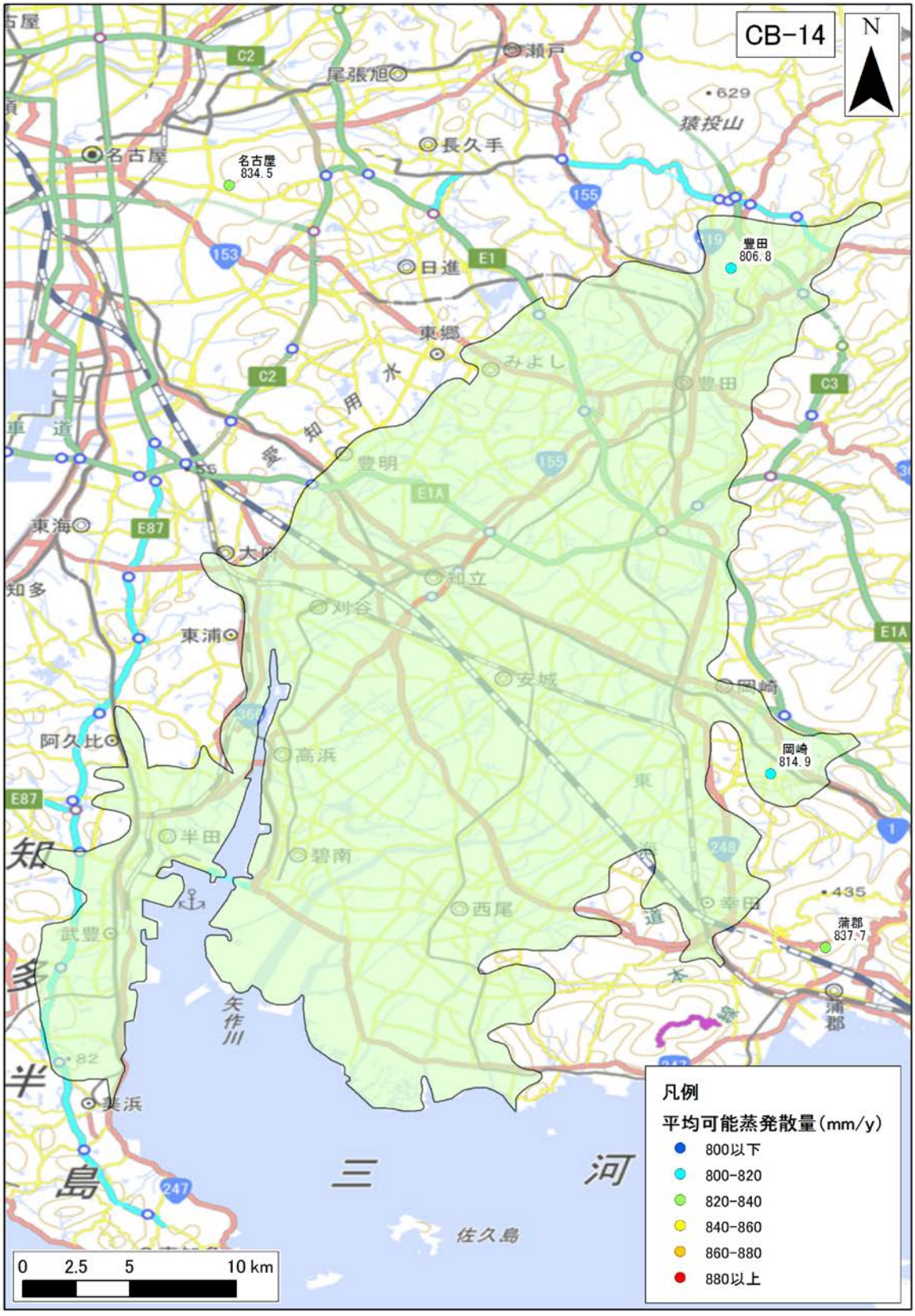


図 4-247　年間可能蒸発散量の分布（CB-14 : Okazaki plain）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

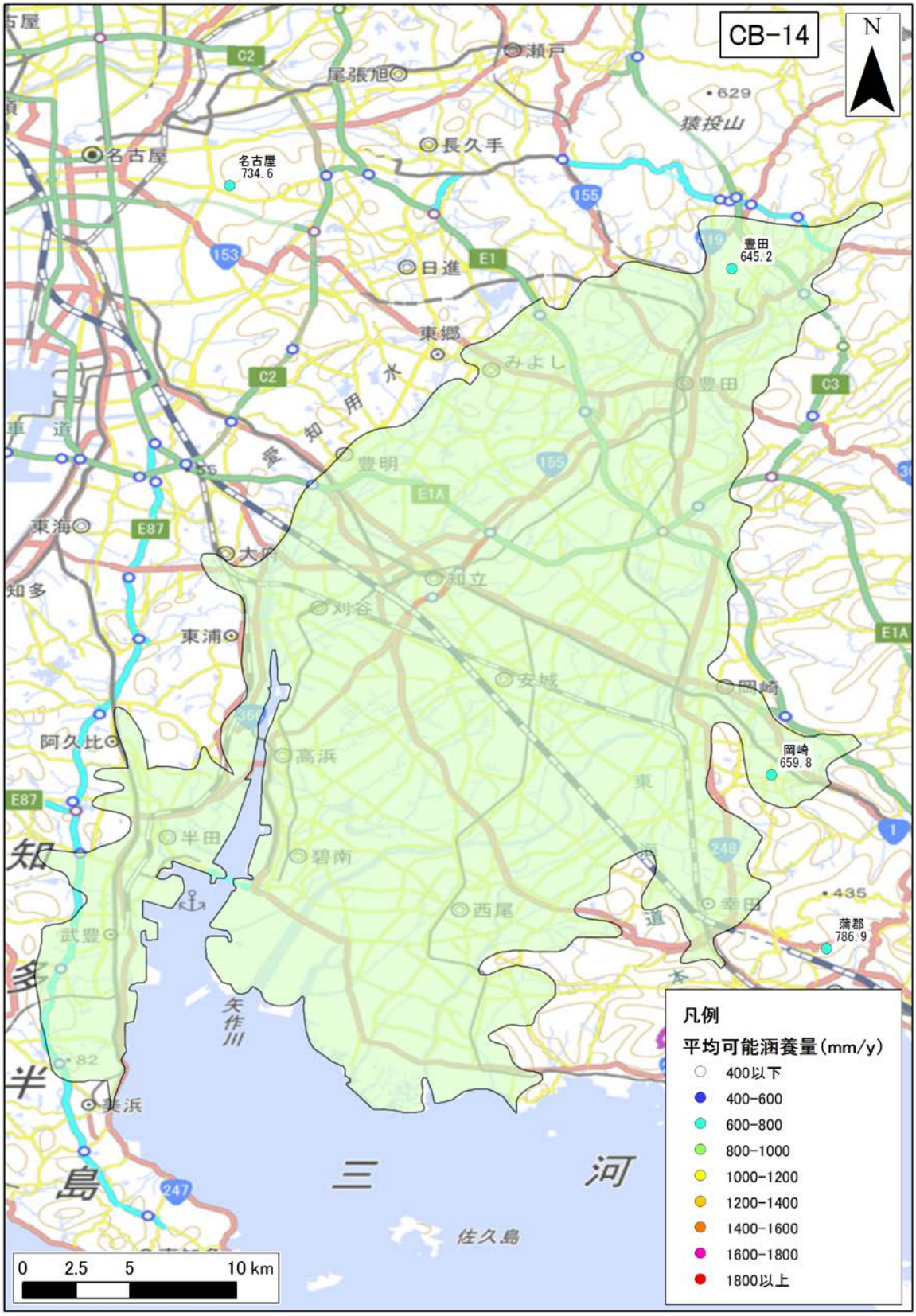


図 4-248　年間可能涵養量の分布（CB-14 : Okazaki plain）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

CB-14：Okazaki plain における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-249 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

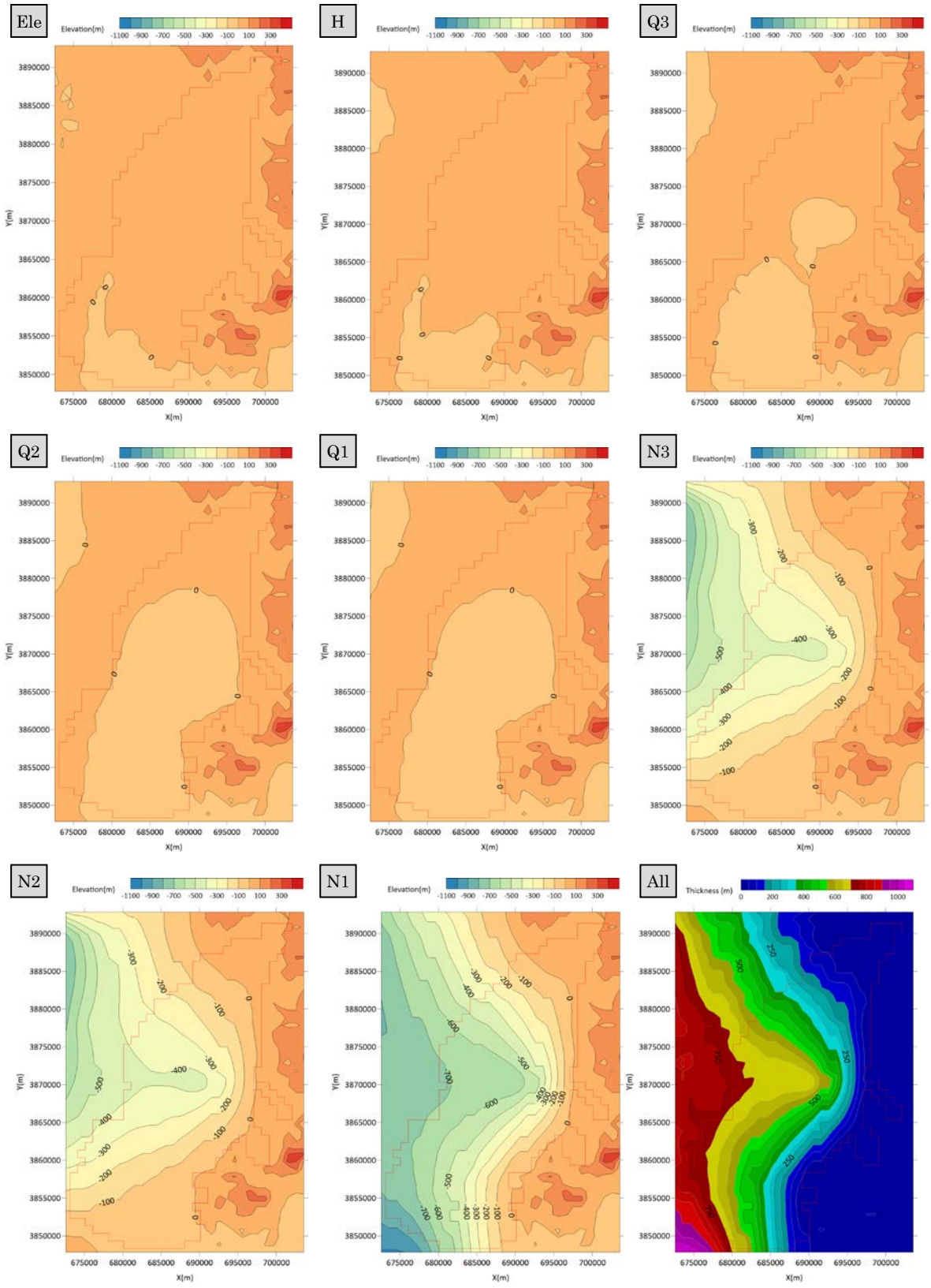


図 4-249　地質データ（CB-14 : Okazaki plain）

4) **流量データ**

CB-14：Okazaki plain 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-158 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-159、図 4-250 に示す。

表 4-158 流量観測地点一覧（CB-14 : Okazaki plain）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	高橋	矢作川	矢作川	32.65	1961 年 05 月 01 日	1,005
2	岩津	矢作川	矢作川	15.83	1938 年 02 月 08 日	1,356
3	木戸	矢作川	矢作川	1.66	1919 年 01 月 01 日	1,657
4	米津	矢作川	矢作川	-0.20	1933 年 06 月 01 日	1,657
5	明大寺	矢作川	乙川	12.67	1938 年 01 月 01 日	247

表 4-159 流況一覧（CB-14 : Okazaki plain）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	高橋	43.09	26.77	17.74	11.07	3.70	2.30	1.53	0.95
2	岩津	39.25	21.79	13.35	7.30	2.50	1.39	0.85	0.46
3	木戸	50.47	28.41	16.81	10.34	2.63	1.48	0.88	0.54
4	米津	47.94	26.65	16.02	8.82	2.50	1.39	0.84	0.46
5	明大寺	4.56	3.05	2.62	1.66	1.60	1.07	0.92	0.58
平均値		37.06	21.33	13.31	7.84	2.59	1.53	1.00	0.60

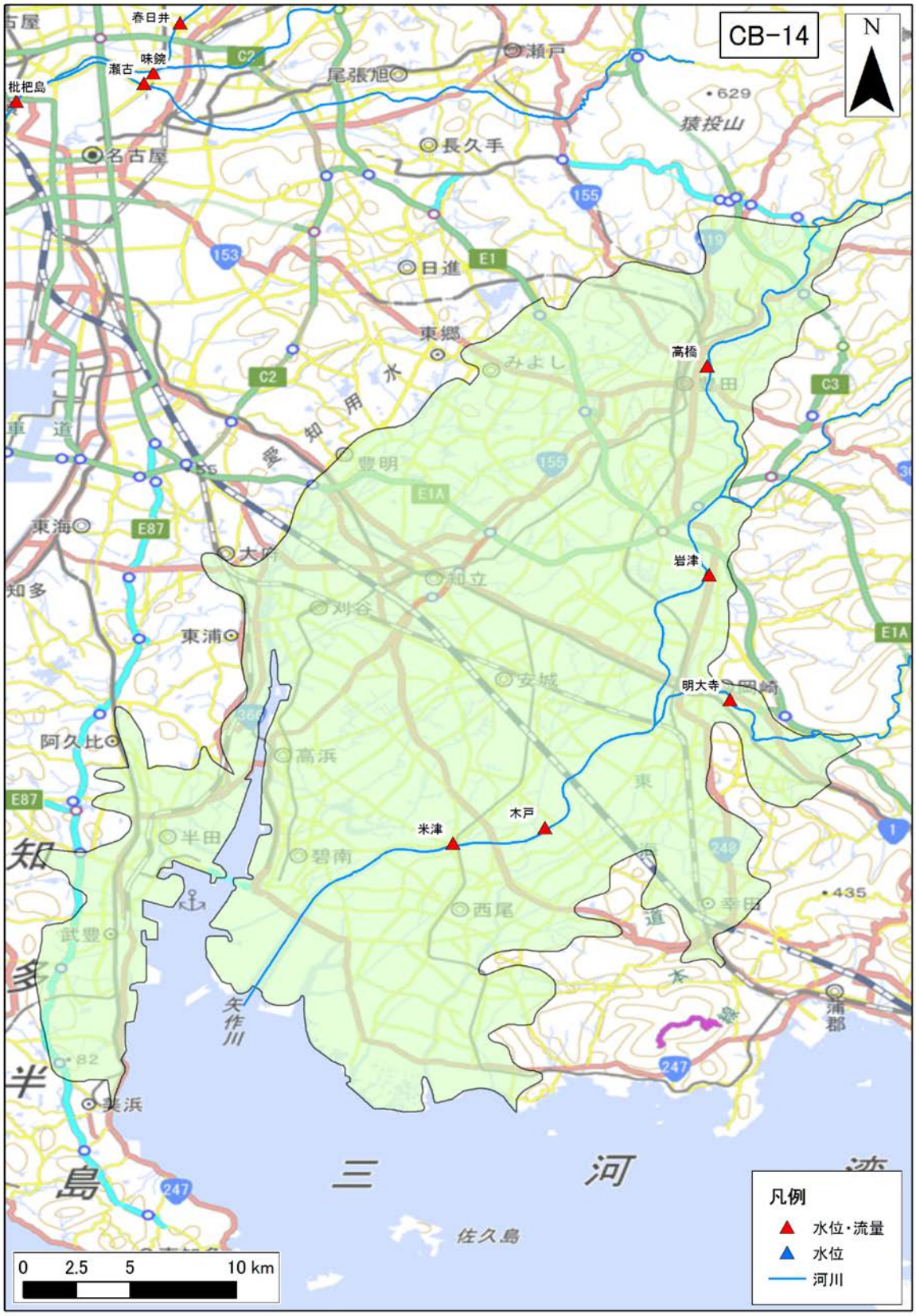


図 4-250　流量観測地点位置図（CB-14 : Okazaki plain）

（36） CB-15：Nobi plain

1） **地下水位データ**

CB-15：Nobi plain 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-160～表 4-163 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-251、図 4-252 に示す。

表 4-160 地下水位観測地点一覧（CB-15 : Nobi plain）1/4

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	大垣井	大垣市	9.79	300	300	211～228.5	1987～2004	年表・水調
2	古宮 1	大垣市	4.85	60.5	40	30.25～40	1987～2005	年表・水水 DB
3	古宮 2	大垣市	4.85	190.7	10	4.3～9.3	1987～2005	年表・水水 DB
4	墨俣井	墨俣町	7.69	300	300	260.5～277	1987～2004	年表・水調
5	養老井	養老町	5.72	300	250	197.5～214	1987～2004	年表・水調
6	岐阜井	岐阜市	8.31	300	250	219.5～236	1987～2004	年表・水調
7	羽島井	羽島市	4.66	300	350	275.5～292	1987～2004	年表・水調
8	大須 3	羽島市	4.67	61	13	6.6～13	1987～1997	年表
9	大須 1	羽島市	3.91	60.5	150	115.6～150	1987～2005	年表・水水 DB
10	大須 2	羽島市	3.91	60.5	55	37.3～55	1987～2005	年表・水水 DB
11	木曽川	木曽川町	8.84	250	200	125～147	1987～2004	年表・水調
12	木曽川	木曽川町	8.84	200	90	78～88	1987～2004	年表・水調
13	尾西	尾西市	7.02	100	200	184～194	1987～2004	年表
14	尾西	尾西市	7.01	100	159	135～155	1987～2004	年表
15	尾西	尾西市	7.01	100	40	28～38	1987～2004	年表
16	祖父江	祖父江町	4.45	100	301	270～280	1987～2004	年表・水調
17	祖父江	祖父江町	4.64	100	135	117～127	1987～2004	年表・水調
18	祖父江	祖父江町	4.62	100	64	44～54	1987～2004	年表・水調
19	五町（左）	海津市	1.27	60.5	200	173～200	1987～2005	年表・水水 DB
20	五町（右）	海津市	1.30	60.5	55	48～53	1987～2005	年表・水水 DB
21	一宮西	一宮市	8.43	60.5	90	75～90	1987～2005	年表・水水 DB
22	平和（右）	稲沢市	4.42	60.5	50	40～47	1989～2005	年表・水水 DB
23	平和（左）	平和町	4.42	114	300	277.8～283.3 287.3～292.8	1987～1988	年表
24	江南	江南市	21.33	250	100	68～89	1987～2004	年表・水調
25	江南	江南市	21.31	200	36	25～36	1987～2004	年表・水調

26	稲沢	稲沢市	5.16	100	130	91～102	1987～2004	年表・水調
27	稲沢	稲沢市	5.13	100	50	29～40	1987～2004	年表・水調
28	稲沢	稲沢市	5.18	100	260	223～239.5	1987～2004	年表・水調
29	一宮	一宮市	11.04	200	200	176～196	1987～2004	年表・水調

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

表 4-161　地下水位観測地点一覧（CB-15 : Nobi plain）2/4

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
30	一宮	一宮市	11.04	200	100	76～96	1987～2004	年表・水調
31	一宮	一宮市	11.05	200	40	28～38	1987～2004	年表・水調
32	一宮東	一宮市	11.85	60.5	35	3～35	1987～1990 2001～2005	年表・ 水水 DB
33	柚井	多度町	不明	270	不明	29.5～54 71～78	1997	年表・水調
34	岩倉	岩倉市	9.76	50	150	115.5～137.5	1987～2004	年表・水調
35	岩倉	岩倉市	9.04	200	54	42～52	1987～2004	年表・水調
36	岩倉	岩倉市	9.04	200	37	30～35	1987～2004	年表・水調
37	津島	津島市	-0.10	100	300	270～280	1987～2004	年表・水調
38	津島	津島市	-0.12	100	144.5	120～125	1987～2004	年表・水調
39	津島	津島市	-0.14	100	54	46.5～51.5	1987～2004	年表・水調
40	扶桑	扶桑町	34.09	61	20	5～20	1987～1997	年表
41	大口	大口町	25.10	200	108	95～105	1987～2004	年表・水調
42	大口	大口町	25.09	200	27	15～25	1987～2004	年表・水調
43	美和	美和町	0.94	100	300	263～280	1987～2004	年表・水調
44	美和	美和町	0.93	100	125	88～105	1987～2004	年表・水調
45	美和	美和町	0.88	100	40	25～30	1987～2004	年表・水調
46	春日	春日町	6.32	50	150	102.5～124.5	1987～2004	年表・水調
47	春日	春日町	6.26	100	90	63～78	1987～2004	年表・水調
48	春日	春日町	6.26	100	27	20～25	1987～2004	年表・水調
49	立田	立田村	0.66	100	303	292～297	1987～2004	年表・水調
50	立田	立田村	0.65	100	175	154～164	1987～2004	年表・水調
51	立田	立田村	0.64	100	72	57～70	1987～2004	年表・水調
52	小牧第 1	小牧市	9.54	200	115	103～113	1987～2004	年表・水調
53	小牧第 1	小牧市	9.54	200	60	43～58	1987～2004	年表・水調
54	佐屋	佐屋町	-0.55	100	263	247～257	1987～2004	年表・水調
55	佐屋	佐屋町	-0.58	100	147	133～143	1987～2004	年表・水調
56	佐屋	佐屋町	-0.61	100	64	52～62	1987～2004	年表・水調
57	犬山	犬山市	44.52	200	62	52～59	1987～2004	年表・水調
58	犬山	犬山市	44.52	200	40	28～38	1987～2004	年表・水調
59	津島（左）	津島市	-0.68	60.5	152	143～152	1987～2005	年表・ 水水 DB
60	津島（右）	津島市	-0.68	60.5	50	42～50	1987～2005	年表・ 水水 DB

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

表 4-162　地下水位観測地点一覧（CB-15 : Nobi plain）3/4

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
61	中川	桑名市	0.57	60.5	50	44～50	1987～2005	年表・ 水水 DB
62	北部小学校	桑名市	0.68	60.5	150	102～116 127～143.8	1987～2005	年表・ 水水 DB
63	甚目寺	甚目寺町	3.41	100	170	154～164	1987～2004	年表
64	甚目寺	甚目寺町	3.41	100	106	87～102	1987～2004	年表
65	甚目寺	甚目寺町	3.41	100	34	27～32	1987～2004	年表
66	間々	桑名市	不明	200	不明	不明	1997～2004	年表・水調
67	小牧第 2	小牧市	33.85	200	30	18～28	1987～2004	年表・水調
68	五明（右）	弥富町	-0.11	60.5	160	145～160	1987～2005	年表・ 水水 DB
69	五明(左)	弥富町	0.64	61	55	47～55	1987～2003	年表
70	蟹江	蟹江町	0.16	100	281	265～275	1987～2004	年表・水調
71	蟹江	蟹江町	0.17	100	143.5	134.5～139.5	1987～2004	年表・水調
72	蟹江	蟹江町	0.18	100	59	52～57	1987～2004	年表・水調
73	西	名古屋市	6.45	200	150	123～134	1987～2004	年表・水調
74	豊山	豊山町	10.30	250	100	59～81	1987～2004	年表・水調
75	豊山	豊山町	10.29	200	50	37～47	1987～2004	年表・水調
76	豊山	豊山町	10.30	200	13	8～12	1987～2004	年表・水調
77	中村	名古屋市	3.44	150	200	164～174 187～193.5	1987～2004	年表・水調
78	松ケ島	長島町	不明	200	不明	257.2～289.9 302.7～350	1997～1998	年表
79	十四山	十四山村	-0.49	100	307	232.5～237.5	1987～2004	年表・水調
80	十四山	十四山村	-0.52	100	163	154～159	1987～2004	年表・水調
81	十四山	十四山村	-0.52	100	55	34～39	1987～2004	年表・水調
82	岩塚	名古屋市	3.32	60.5	81	75.5～78.5	1987～2005	年表・ 水水 DB
83	葭ヶ須	桑名市	不明	300	不明	170	1997～2004	年表・水調
84	見入	木曽岬町	不明	300	不明	154～175	1997～2004	年表・水調
85	大島	桑名市	不明	61	200	167～189.5	1997～2004	年表・水調
86	春日井第 1	春日井市	16.94	200	168	155～165	1987～2004	年表・水調
87	春日井第 1	春日井市	16.93	200	149	136～146	1987～2004	年表・水調
88	春日井第 1	春日井市	16.95	200	40	28～38	1987～2004	年表・水調
89	荒子	名古屋市	0.82	300	300	212～234	1987～2004	年表・水調
90	安井 1	名古屋市	12.19	60.5	110	91.5～100	1987～2005	年表・ 水水 DB

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

表 4-163　地下水位観測地点一覧（CB-15 : Nobi plain）4/4

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
91	安井 2	名古屋市	12.18	60.5	51	41.9～47.4	1987～2005	年表・水水 DB
92	安井 3	名古屋市	12.19	60.5	30	19～29	1987～2005	年表・水水 DB
93	南陽	名古屋市	0.36	150	200	120～126 180～192	1987～2004	年表・水調
94	福崎	木曽岬町	不明	300	不明	148～166	1997～2004	年表・水調
95	小貝須	桑名市	不明	200	不明	28	1997～1998	年表
96	源緑輪中	木曽岬町	不明	100	不明	50～52	1997～2004	年表・水調
97	白鶏	桑名市	不明	120	不明	140～152	1997～2004	年表・水調
98	北江	名古屋市	0.70	350	200	166～180 191～197	1987～2004	年表・水調
99	春日井第 2	春日井市	39.93	200	125	114～122	1987～2004	年表・水調
100	春日井第 2	春日井市	39.91	200	60	53～58	1987～2004	年表・水調
101	福地	桑名市	不明	80	不明	40～50	1997～2004	年表・水調
102	下藤里	木曽岬町	不明	250	不明	147～160	1997～2004	年表・水調
103	松中（左）	桑名市	-0.17	60.5	150	100～115 129～137	1987～2005	年表・水水 DB
104	松中（右）	桑名市	-0.19	60.5	50	40～50	1987～2005	年表・水水 DB
105	熱田	名古屋市	1.85	150	200	145～161.5	1987～2004	年表・水調
106	飛島	飛鳥村	1.48	100	300	246～251.5 257～262.5 268～273.5	1987～2004	年表・水調
107	飛島	飛鳥村	1.42	100	150	116～128	1987～2004	年表・水調
108	飛島	飛鳥村	1.47	100	50	33.6～45.6	1987～2004	年表・水調
109	桑名（左）	桑名市	0.54	60.5	120	100～105 114～117	1987～2005	年表・水水 DB
110	桑名（右）	桑名市	0.46	60.5	55	45～52	1987～2005	年表・水水 DB
111	松蔭	桑名市	不明	300	不明	60～70	1997～2004	年表・水調
112	弥富	弥富町	1.46	100	325	179～184	1987～2004	年表・水調
113	弥富	弥富町	1.48	100	99	91～96	1987～2004	年表・水調
114	弥富	弥富町	1.48	100	60	53～58	1987～2004	年表・水調

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

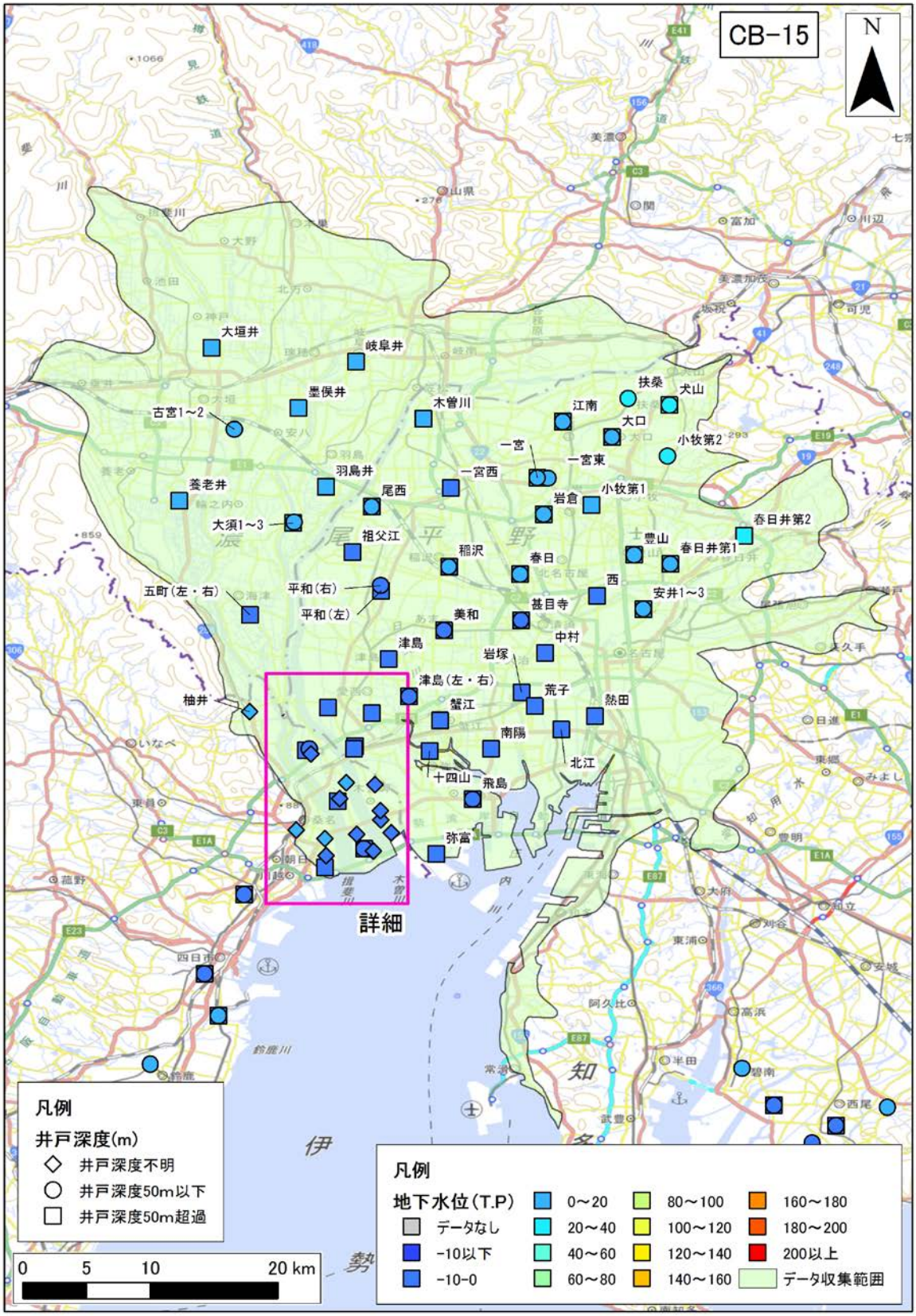


図 4-251　年平均地下水位分布図（CB-15 : Nobi plain）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

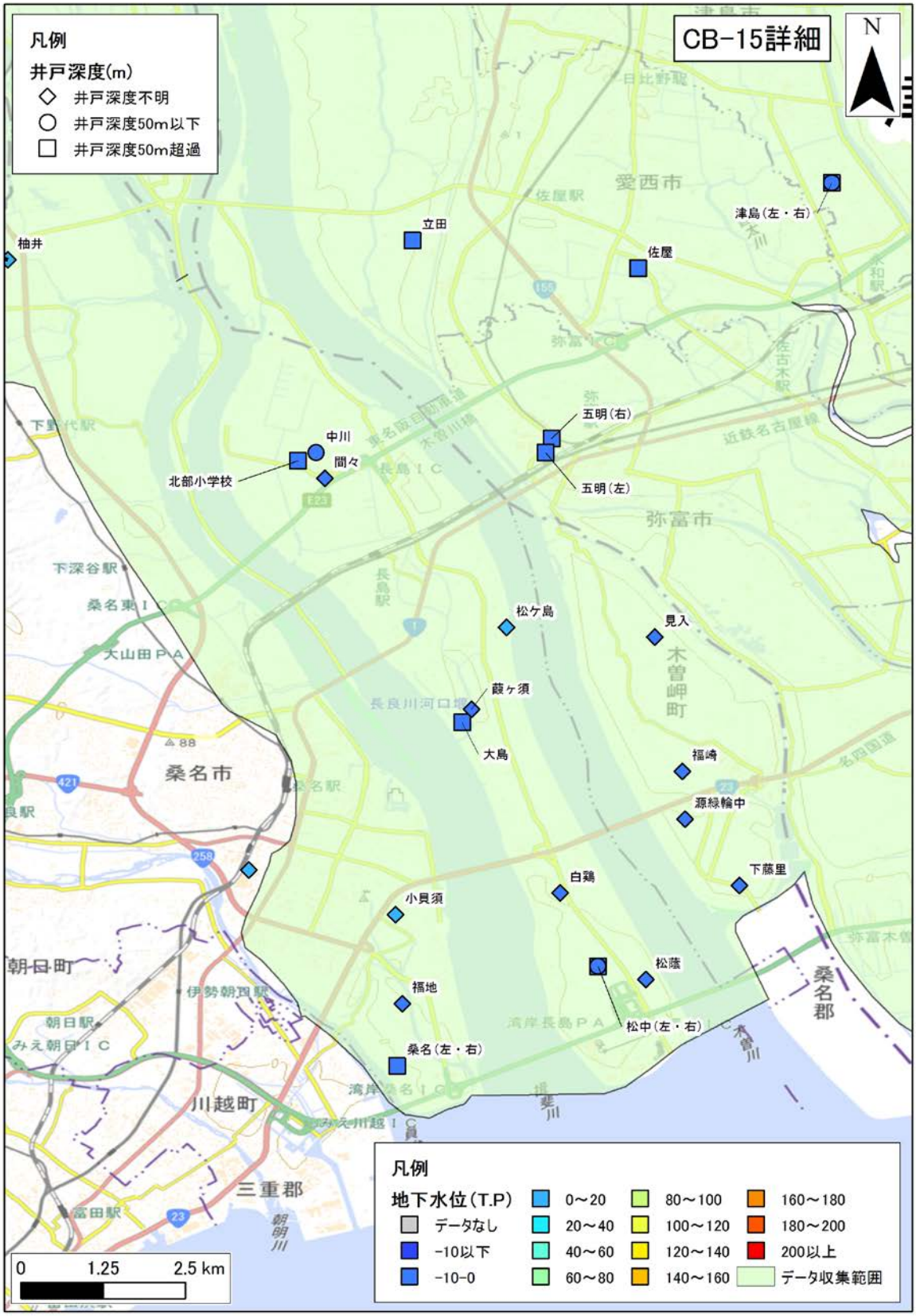


図 4-252　年平均地下水位分布図**詳細**（CB-15 : Nobi plain）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2)　**気象データ**

CB-15：Nobi plain 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-164 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を、図 4-253、図 4-254、図 4-255、図 4-256 に示す。

表 4-164　気象観測所一覧（CB-15 : Nobi plain）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	51011	一宮	35'17.9	136'51.2	11	アメダス	●				
2	51031	愛西	35'13	136'41.9	5	アメダス	●	●	●	●	
3	51096	蟹江	35'8.2	136'47.5	2	アメダス	●				
4	51106	名古屋	35'10	136'57.9	51	アメダス	●	●	●	●	●
5	52511	揖斐川	35'29.1	136'34	45	アメダス	●	●	●	●	
6	52581	大垣	35'20.8	136'37.2	6	アメダス	●	●	●	●	
7	52586	岐阜	35'24	136'45.7	13	アメダス	●	●	●	●	●
8	53041	桑名	35'3	136'41.6	3	アメダス	●	●	●	●	

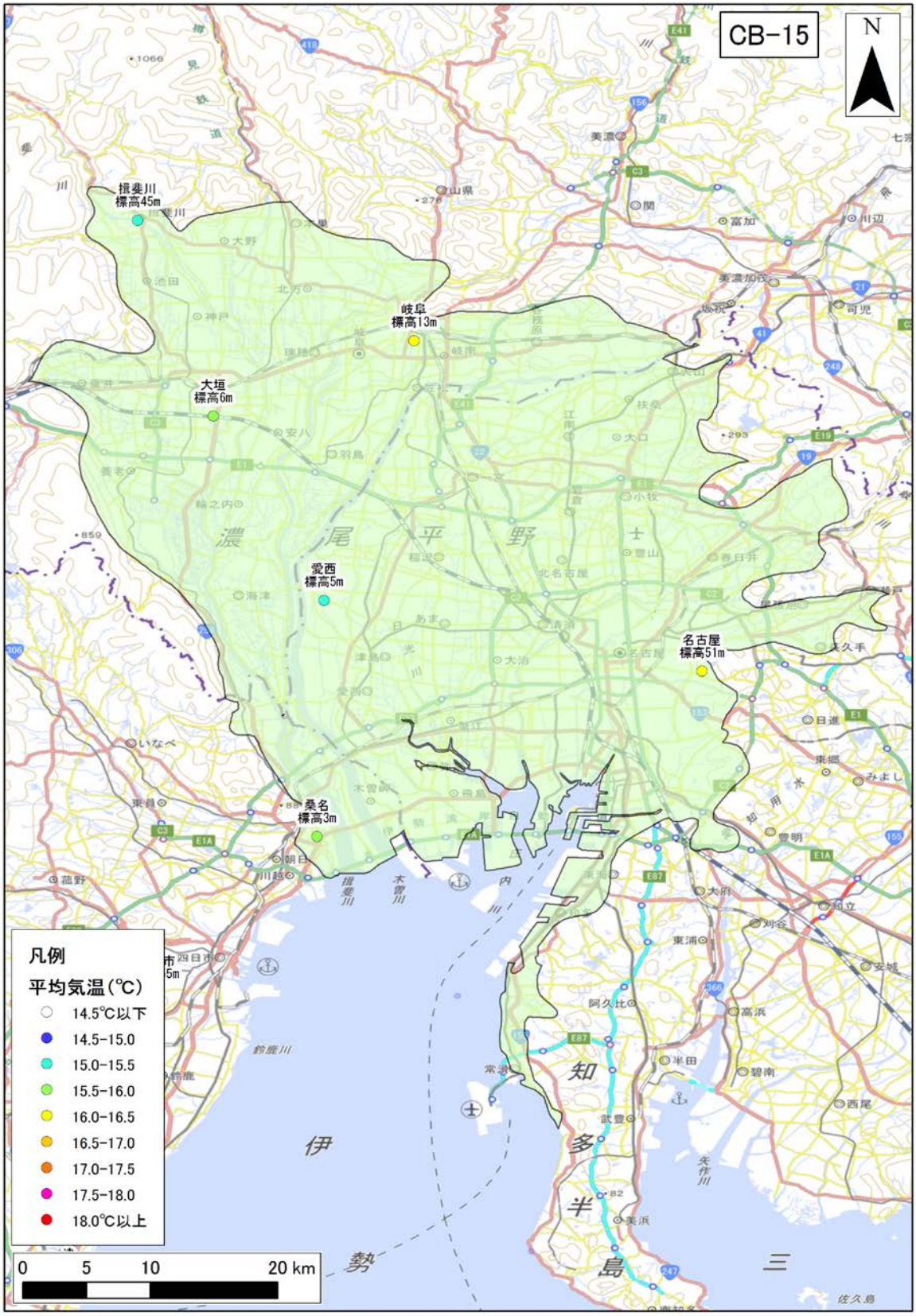


図 4-253　年平均気温の分布（CB-15 : Nobi plain）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

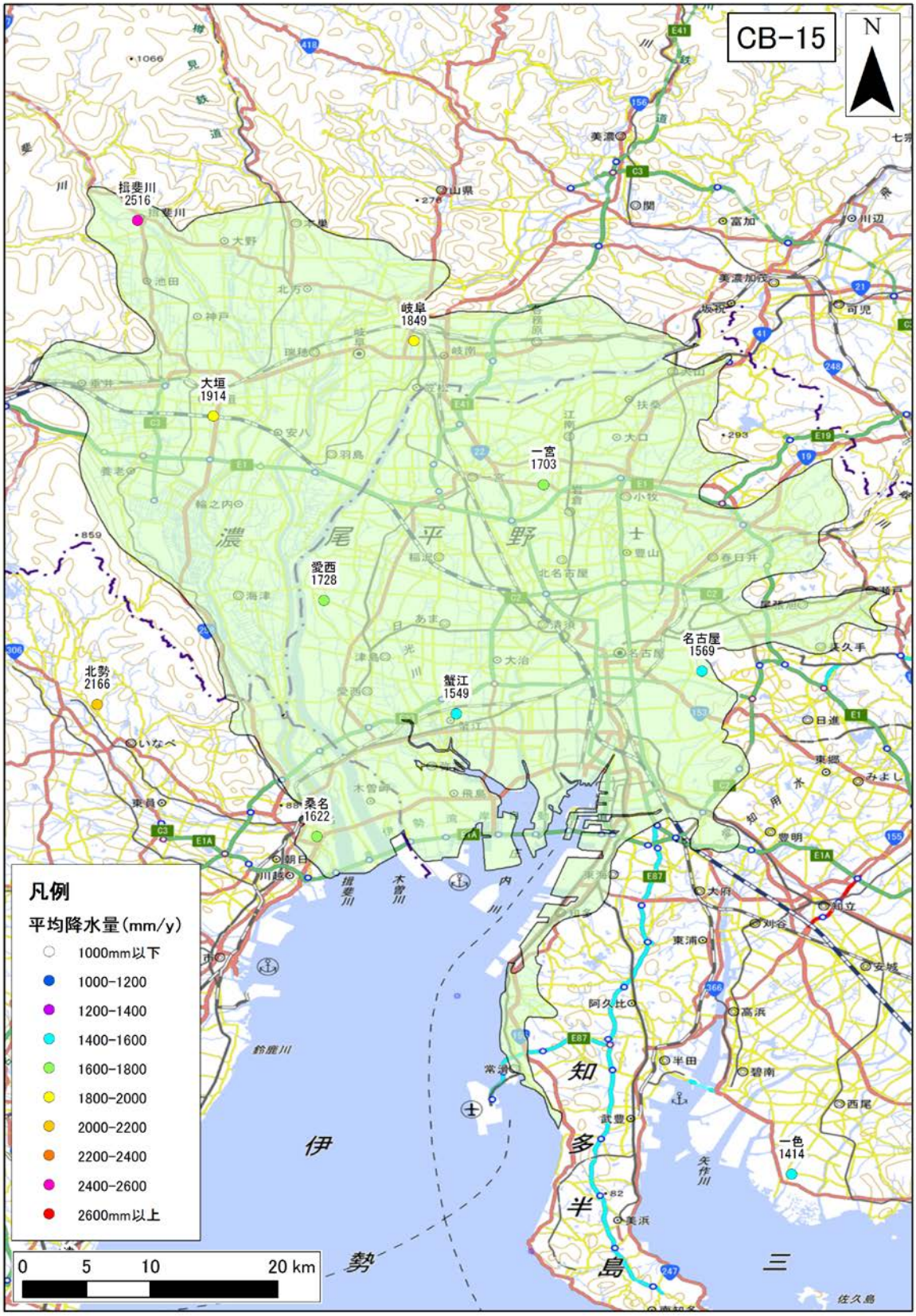


図 4-254　年間降水量の分布（CB-15 : Nobi plain）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。



図 4-255　年間可能蒸発散量の分布（CB-15 : Nobi plain）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

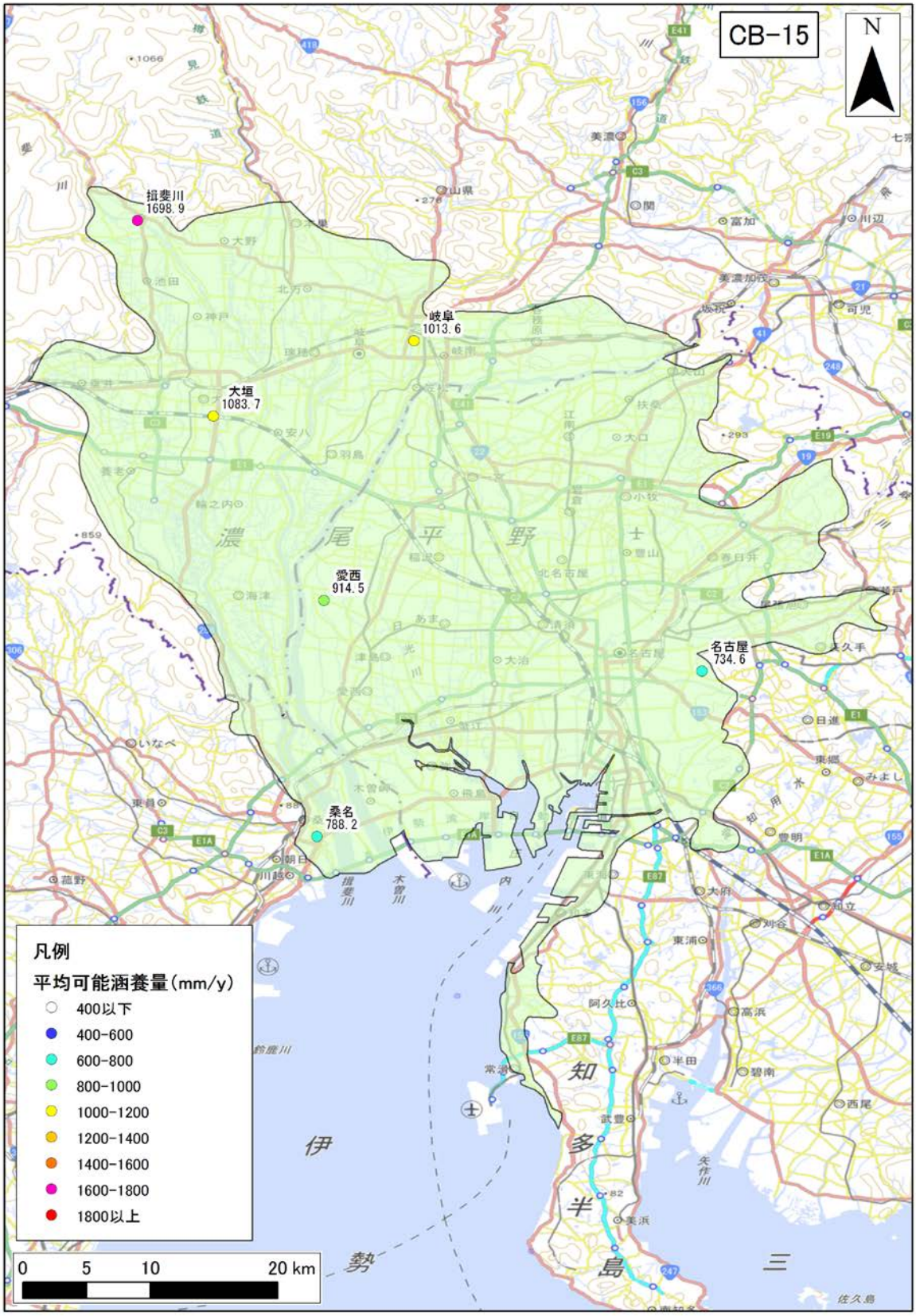


図 4-256　年間可能涵養量の分布（CB-15 : Nobi plain）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

CB-15：Nobi plain における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-257 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

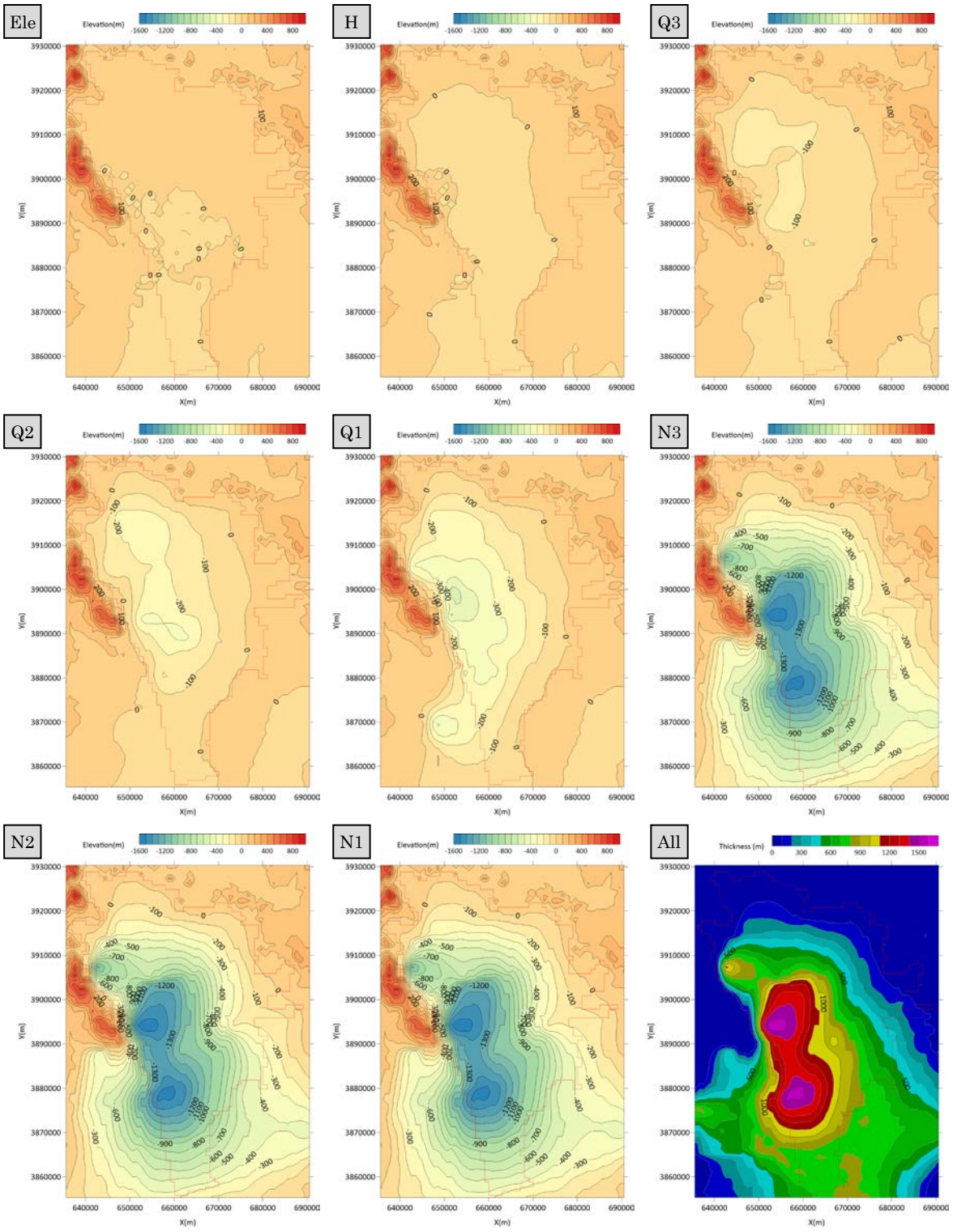


図 4-257　地質データ（CB-15 : Nobi plain）

4) **流量データ**

CB-15：Nobi plain 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-165 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-166、図 4-258 に示す。

表 4-165 流量観測地点一覧（CB-15 : Nobi plain）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	志段味	庄内川	庄内川	23.00	1974 年 04 月 12 日	532
2	味鋺	庄内川	庄内川	5.76	1951 年 04 月 01 日	600
3	枇杷島	庄内川	庄内川	0.10	1938 年 01 月 01 日	705
4	春日井	庄内川	八田川	10.00	1983 年 06 月 28 日	16
5	瀬古	庄内川	矢田川	7.72	1938 年 04 月 08 日	105
6	川島大橋	木曽川	木曽川	15.13	1965 年 07 月 23 日	N/D
7	河田橋	木曽川	木曽川	13.50	1952 年 04 月 01 日	N/D
8	笠松	木曽川	木曽川	0.00	1968 年 04 月 04 日	4,956
9	起	木曽川	木曽川	5.13	1955 年 06 月 01 日	4,956
10	忠節	木曽川	長良川	12.56	1924 年 09 月 01 日	1,607
11	穂積	木曽川	長良川	0.00	1873 年 06 月 01 日	N/D
12	墨俣	木曽川	長良川	4.22	1938 年 05 月 01 日	1,914
13	古川橋	木曽川	伊自良川	9.43	1971 年 02 月 01 日	121
14	岡島	木曽川	揖斐川	38.00	1922 年 04 月 08 日	606
15	万石	木曽川	揖斐川	5.00	1960 年 04 月 01 日	1,196
16	烏江	木曽川	牧田川	-0.26	1930 年 06 月 01 日	180
17	高渕	木曽川	杭瀬川	-0.23	1949 年 09 月 01 日	174

表 4-166　流況一覧（CB-15 : Nobi plain）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	志段味	18.24	11.23	8.36	6.32	2.96	1.82	1.36	1.03
2	味鋺	23.41	12.33	8.61	5.84	3.37	1.78	1.24	0.84
3	枇杷島	25.20	15.50	11.54	8.60	3.09	1.90	1.41	1.05
4	春日井	1.13	0.57	0.16	0.03	6.28	3.15	0.89	0.17
5	瀬古	3.57	2.47	1.97	1.58	2.94	2.03	1.62	1.30
6	川島大橋	265.26	152.43	104.26	66.38	N/D	N/D	N/D	N/D
7	河田橋	5.88	1.97	0.92	0.81	N/D	N/D	N/D	N/D
8	笠松	265.33	158.85	111.66	78.29	4.63	2.77	1.95	1.36
9	起	391.60	0.00	0.00	0.00	6.83	0.00	0.00	0.00
10	忠節	123.40	69.63	46.06	29.40	6.63	3.74	2.48	1.58
11	穂積	126.41	76.96	53.83	36.46	N/D	N/D	N/D	N/D
12	墨俣	99.74	62.83	62.68	47.50	4.50	2.84	2.83	2.14
13	古川橋	7.99	5.37	3.82	2.34	5.71	3.83	2.73	1.67
14	岡島	55.87	31.67	20.61	12.60	7.97	4.52	2.94	1.80
15	万石	88.51	49.12	29.68	18.08	6.39	3.55	2.14	1.31
16	烏江	4.17	1.50	0.20	0.00	2.00	0.72	0.09	0.00
17	高渕	14.24	8.98	6.45	4.80	7.07	4.46	3.20	2.38
平均値		89.41	38.91	27.69	18.77	5.03	2.65	1.78	1.19

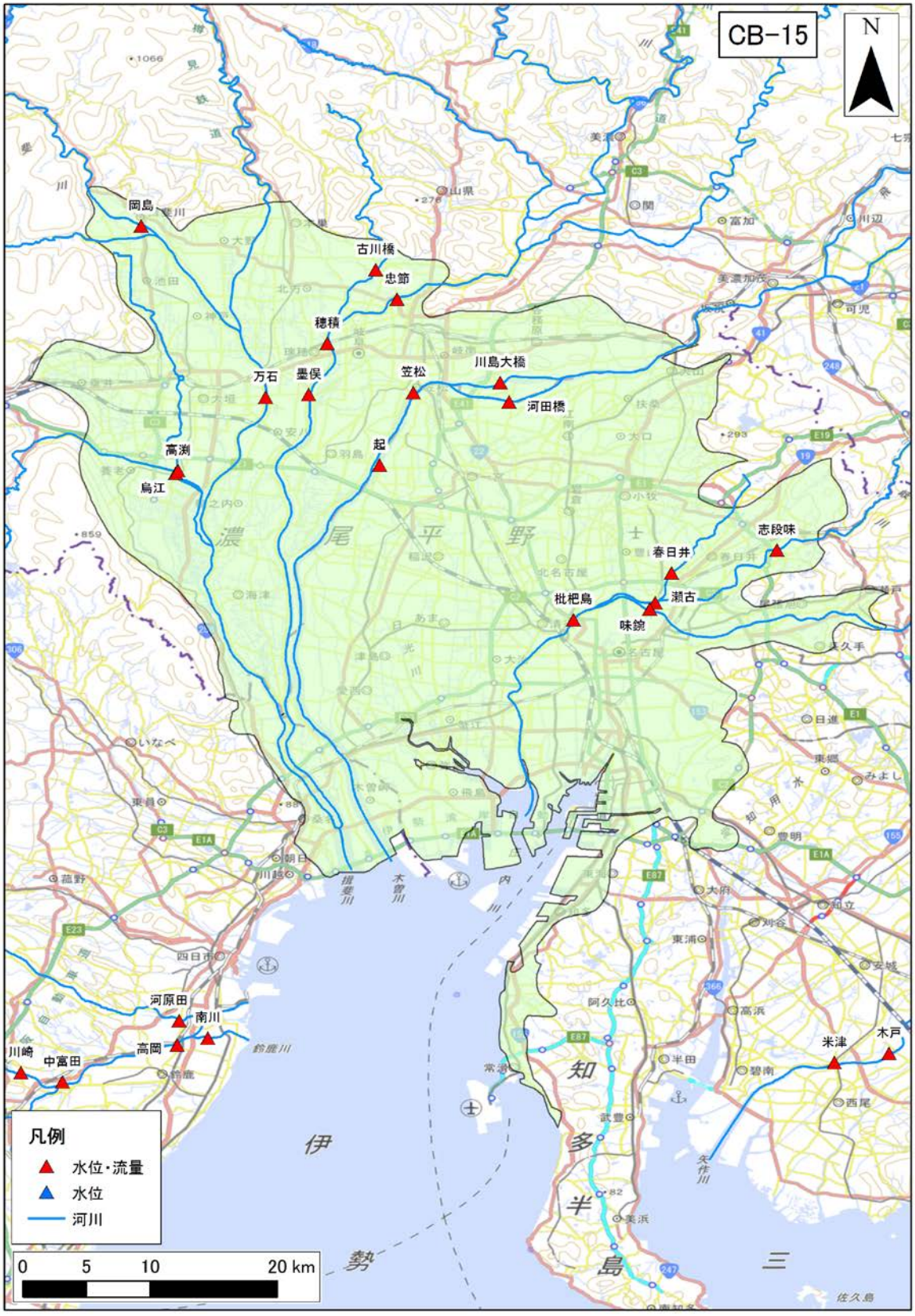


図 4-258　流量観測地点位置図（CB-15 : Nobi plain）

（37） KI-1：Ise plain

1） **地下水位データ**

KI-1：Ise plain 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-167 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-259 に示す。

表 4-167 地下水位観測地点一覧（KI-1 : Ise plain）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	大福	桑名市	不明	250	不明	15～63	1997～2004	年表・水調
2	上吉 A	川越町	不明	102	95	87～92	1997～2004	年表
3	上吉 B	川越町	不明	102	40	32～37	1997～2004	年表
4	千歳 A	四日市市	不明	102	43	33～37	1997～2004	年表
5	千歳 B	四日市市	不明	102	200	171～187	1997～2004	年表
6	楠町 1	四日市市	1.76	76	8	5.5～7	1987～2005	水水 DB・年表・水調
7	楠町 2	四日市市	1.76	76	29.9	25.2～29.2	1987～2005	水水 DB・年表・水調
8	楠町 3	四日市市	1.76	76	60	49～55.5	1987～2005	水水 DB・年表・水調
9	川尻町	四日市市	不明	102	28	21～25	1997～2004	年表

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

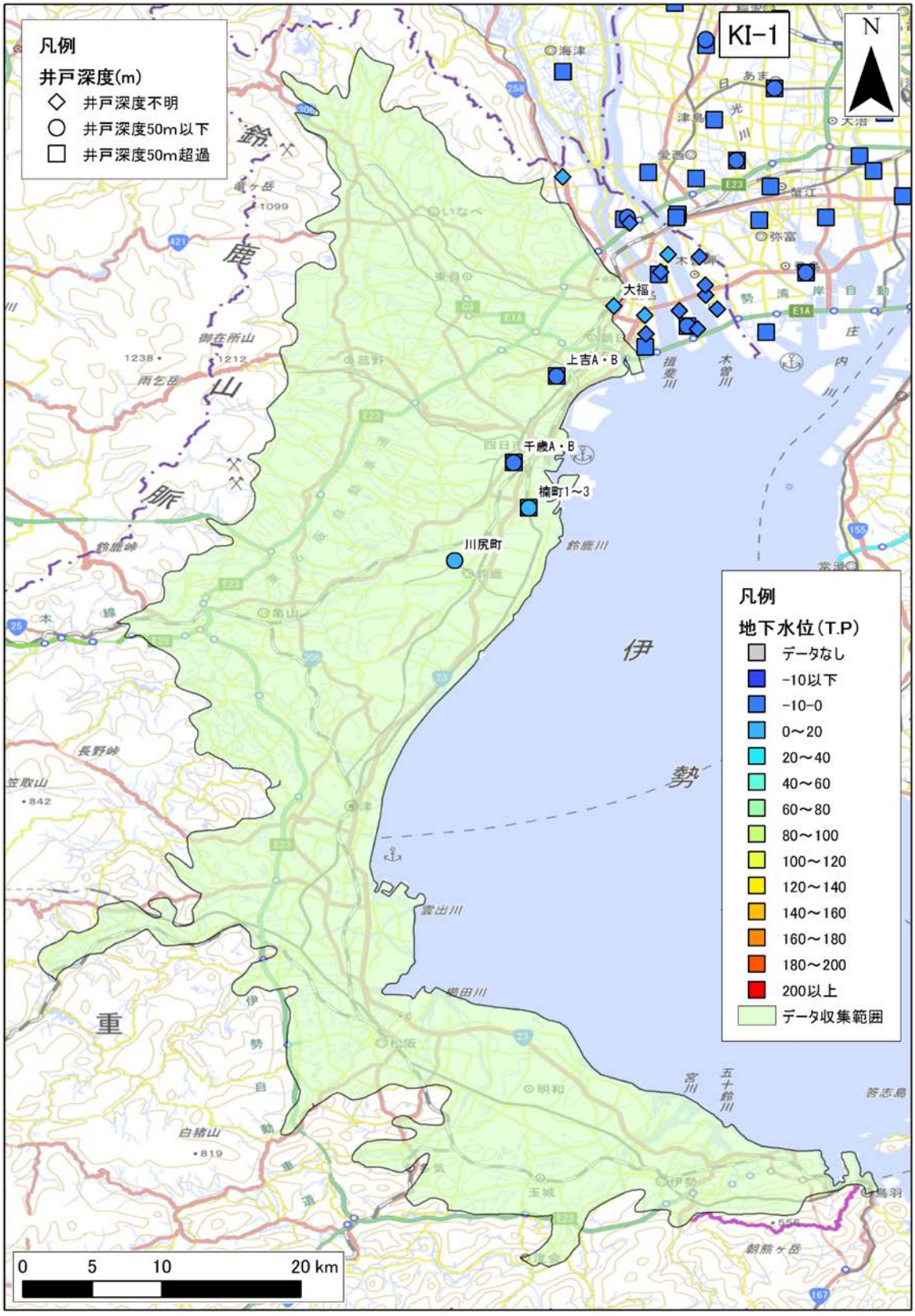


図 4-259　年平均地下水位分布図（KI-1 : Ise plain）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2)　**気象データ**

KI-1：Ise plain 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-168 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を、図 4-260、図 4-261、図 4-262、図 4-263 に示す。

表 4-168　気象観測所一覧（KI-1 : Ise plain）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	53016	北勢	35'8.6	136'32.3	125	アメダス	●				
2	53061	四日市	34'56.4	136'34.8	55	アメダス	●	●	●	●	
3	53091	亀山	34'52.2	136'27.2	70	アメダス	●	●	●	●	
4	53133	津	34'44	136'31.1	3	アメダス	●		●		●
5	53133	津	34'43.3	136'31.5	3	アメダス		●		●	
6	53151	白山	34'37.5	136'19.3	60	アメダス	●				
7	53196	小俣	34'31.7	136'39.9	10	アメダス	●	●	●	●	
8	53257	鳥羽	34'28.9	136'49.5	2	アメダス	●	●	●	●	

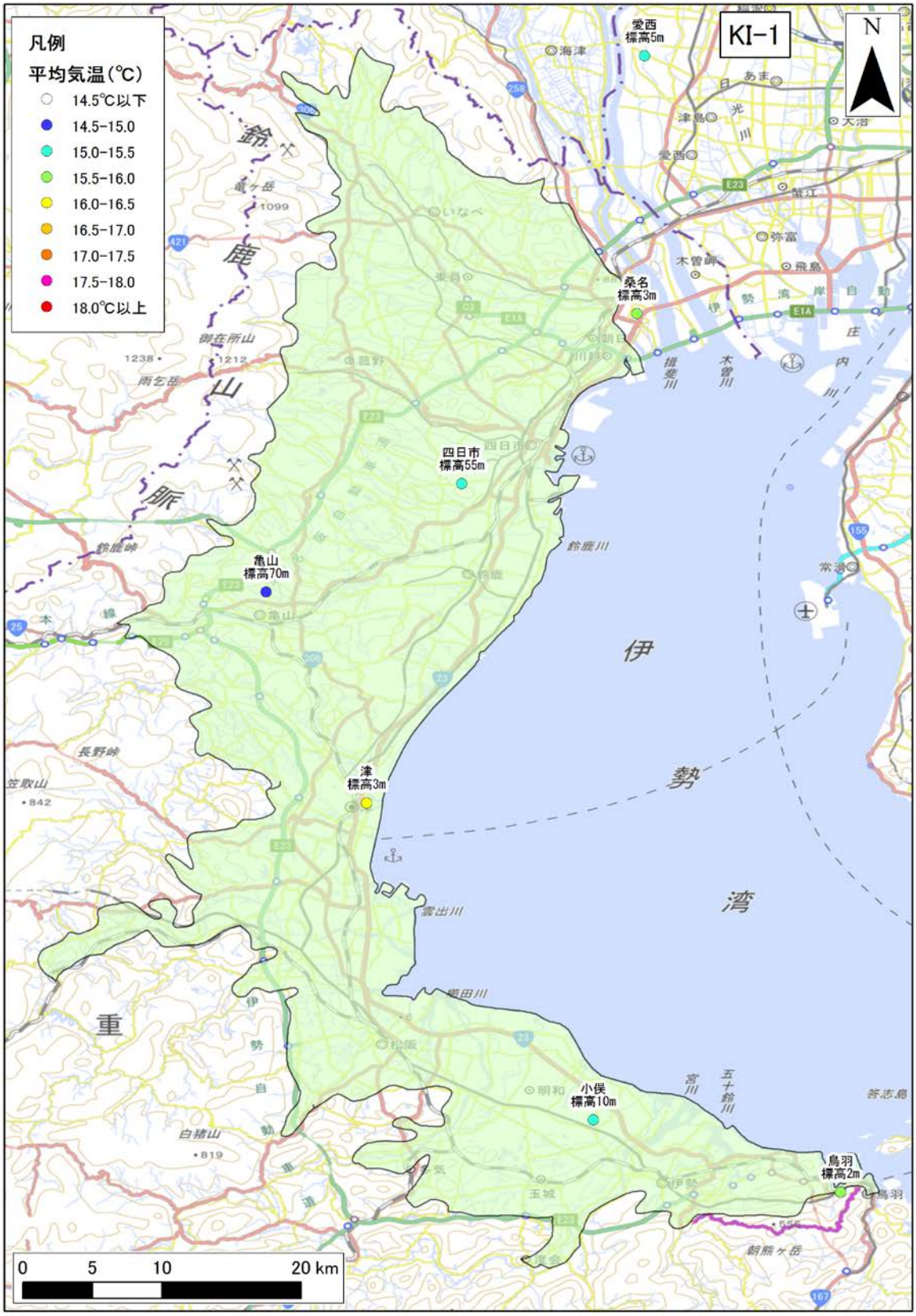


図 4-260　年平均気温の分布（KI-1 : Ise plain）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。



図 4-261　年間降水量の分布（KI-1 : Ise plain）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。



図 4-262　年間可能蒸発散量の分布（KI-1 : Ise plain）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

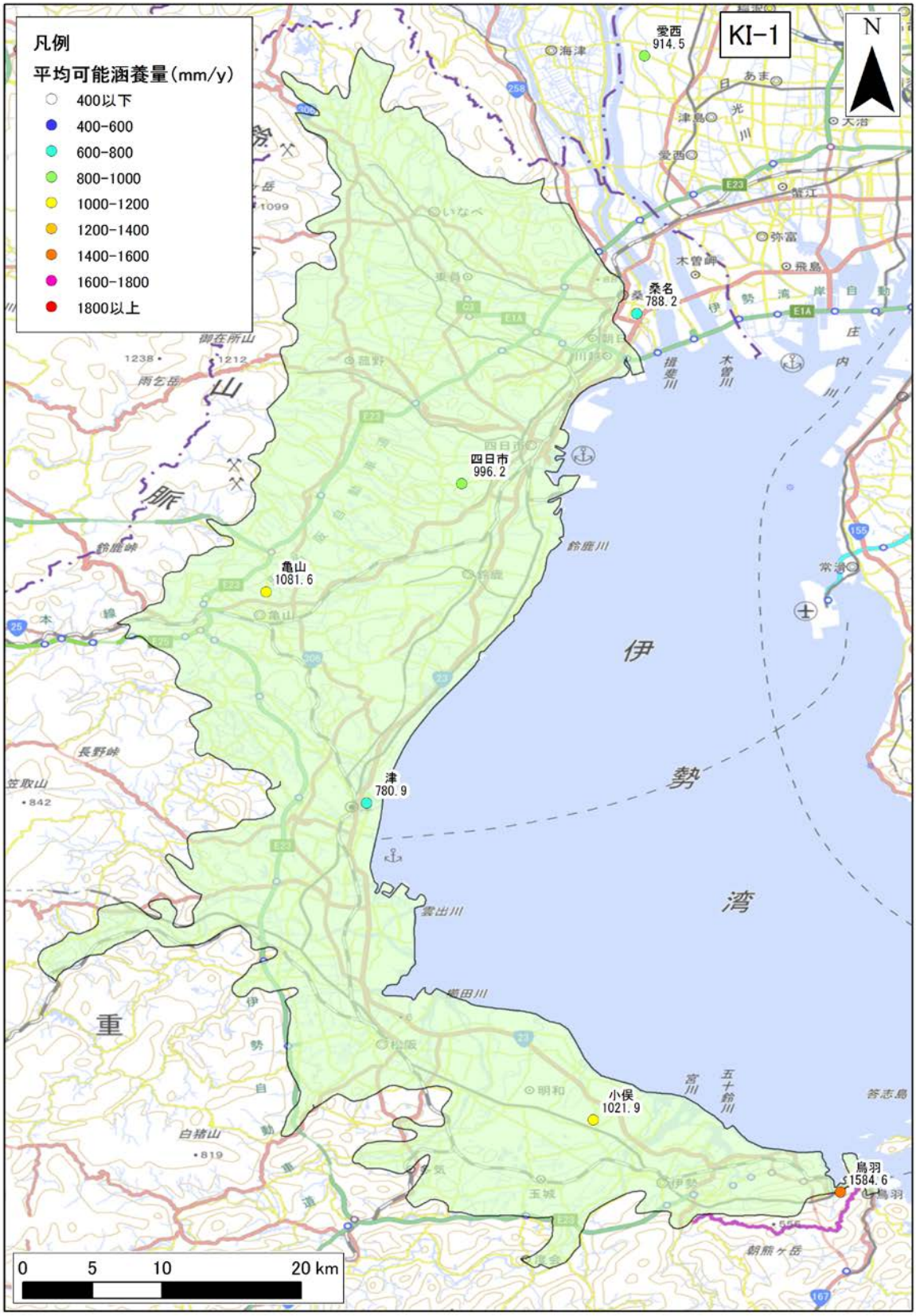


図 4-263　年間可能涵養量の分布（KI-1 : Ise plain）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

KI-1：Ise plain における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-264 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

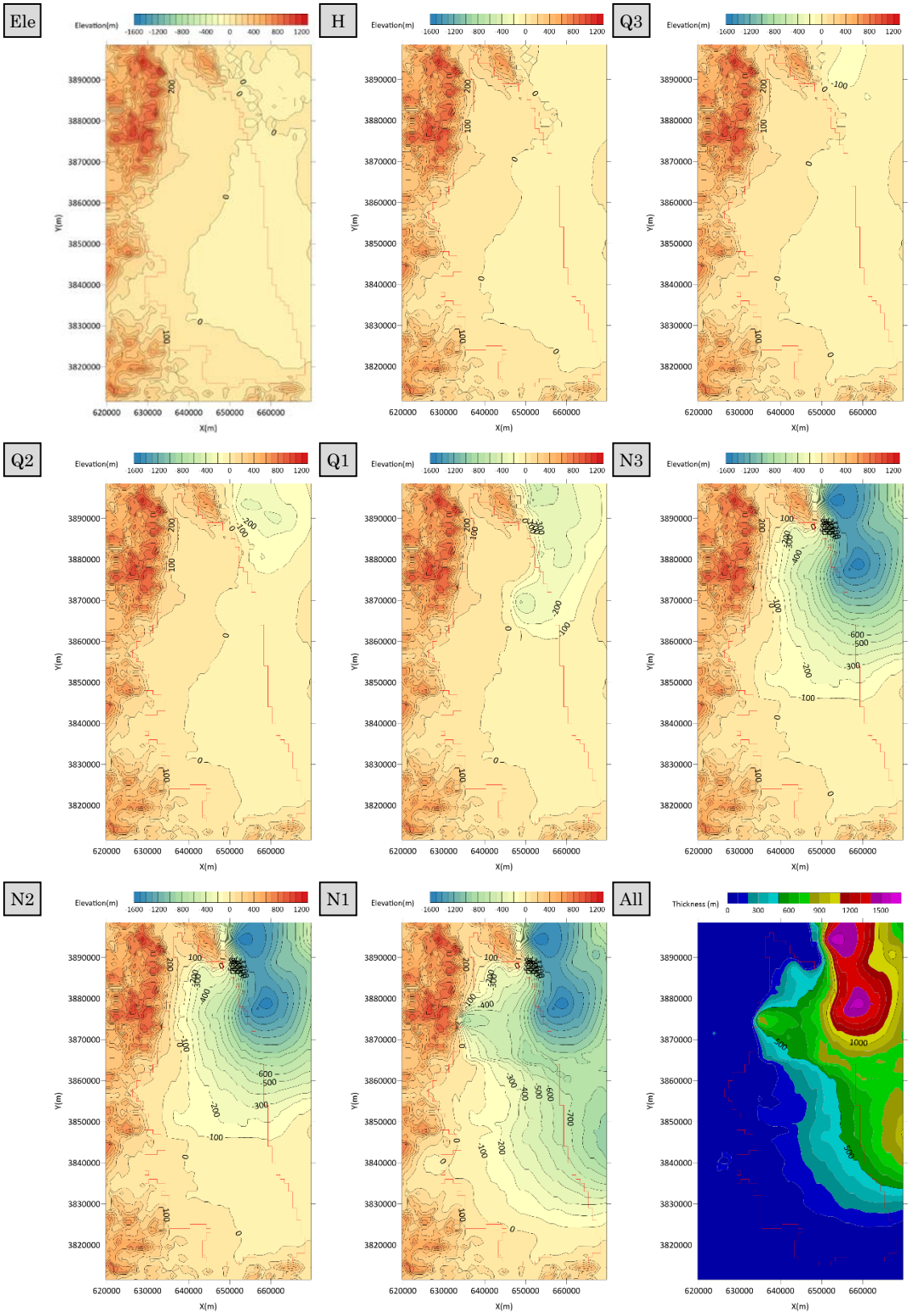


図 4-264　地質データ（KI-1 : Ise plain）

4) **流量データ**

KI-1：Ise plain 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-169 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-170、図 4-265 に示す。

表 4-169 流量観測地点一覧（KI-1 : Ise plain）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	亀山	鈴鹿川	鈴鹿川	48.00	1973 年 12 月 01 日	92
2	中富田	鈴鹿川	鈴鹿川	23.00	1968 年 12 月 01 日	208
3	高岡	鈴鹿川	鈴鹿川	5.00	1974 年 05 月 01 日	269
4	南川	鈴鹿川	派川	3.00	1942 年 12 月 15 日	269
5	川崎	鈴鹿川	安楽川	32.00	1972 年 04 月 01 日	89
6	河原田	鈴鹿川	内部川	6.00	1969 年 04 月 01 日	51
7	大仰	雲出川	雲出川	18.00	1961 年 05 月 06 日	304
8	須賀瀬橋	雲出川	雲出川	3.72	1960 年 04 月 01 日	433
9	舞出	雲出川	雲出川	0.91	1969 年 01 月 01 日	N/D
10	雲出橋	雲出川	雲出川	0.22	1960 年 04 月 06 日	541
11	入田橋	雲出川	長野川	16.20	1960 年 04 月 01 日	N/D
12	下川原橋	雲出川	波瀬川	17.00	1960 年 04 月 01 日	25
13	島田橋	雲出川	中村川	13.00	1967 年 04 月 01 日	77
14	両郡	櫛田川	櫛田川	16.00	1963 年 06 月 11 日	389
15	櫛田橋	櫛田川	櫛田川	6.00	1961 年 05 月 01 日	423
16	西山橋	櫛田川	佐奈川	25.00	1968 年 12 月 01 日	15
17	岩出	宮川	宮川	3.89	1975 年 06 月 01 日	780

表 4-170　流況一覧（KI-1 : Ise plain）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	亀山	3.19	1.74	1.09	0.59	3.00	1.63	1.02	0.55
2	中富田	6.46	3.20	1.84	1.03	2.68	1.33	0.76	0.43
3	高岡	9.45	4.57	2.39	0.57	3.04	1.47	0.77	0.18
4	南川	0.05	0.02	0.01	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00
5	川崎	3.14	1.69	1.25	0.73	3.05	1.64	1.21	0.71
6	河原田	1.83	0.83	0.39	0.10	3.10	1.41	0.66	0.17
7	大仰	10.91	5.69	3.48	2.06	3.10	1.62	0.99	0.59
8	須賀瀬橋	10.32	5.91	2.98	2.23	2.06	1.18	0.60	0.45
9	舞出	15.21	7.41	3.48	1.12	N/D	N/D	N/D	N/D
10	雲出橋	17.08	8.31	3.96	0.97	2.73	1.33	0.63	0.15
11	入田橋	2.43	1.26	0.74	0.45	N/D	N/D	N/D	N/D
12	下川原橋	0.79	0.36	0.19	0.08	2.73	1.24	0.66	0.28
13	島田橋	2.30	1.06	0.56	0.24	2.58	1.19	0.63	0.27
14	両郡	14.39	8.07	5.04	2.85	3.20	1.79	1.12	0.63
15	櫛田橋	9.74	5.38	3.69	1.93	1.99	1.10	0.75	0.39
16	西山橋	0.56	0.34	0.21	0.10	3.23	1.96	1.21	0.58
17	岩出	38.11	17.41	8.91	4.50	4.22	1.93	0.99	0.50
平均値		8.59	4.31	2.37	1.15	2.71	1.39	0.80	0.39

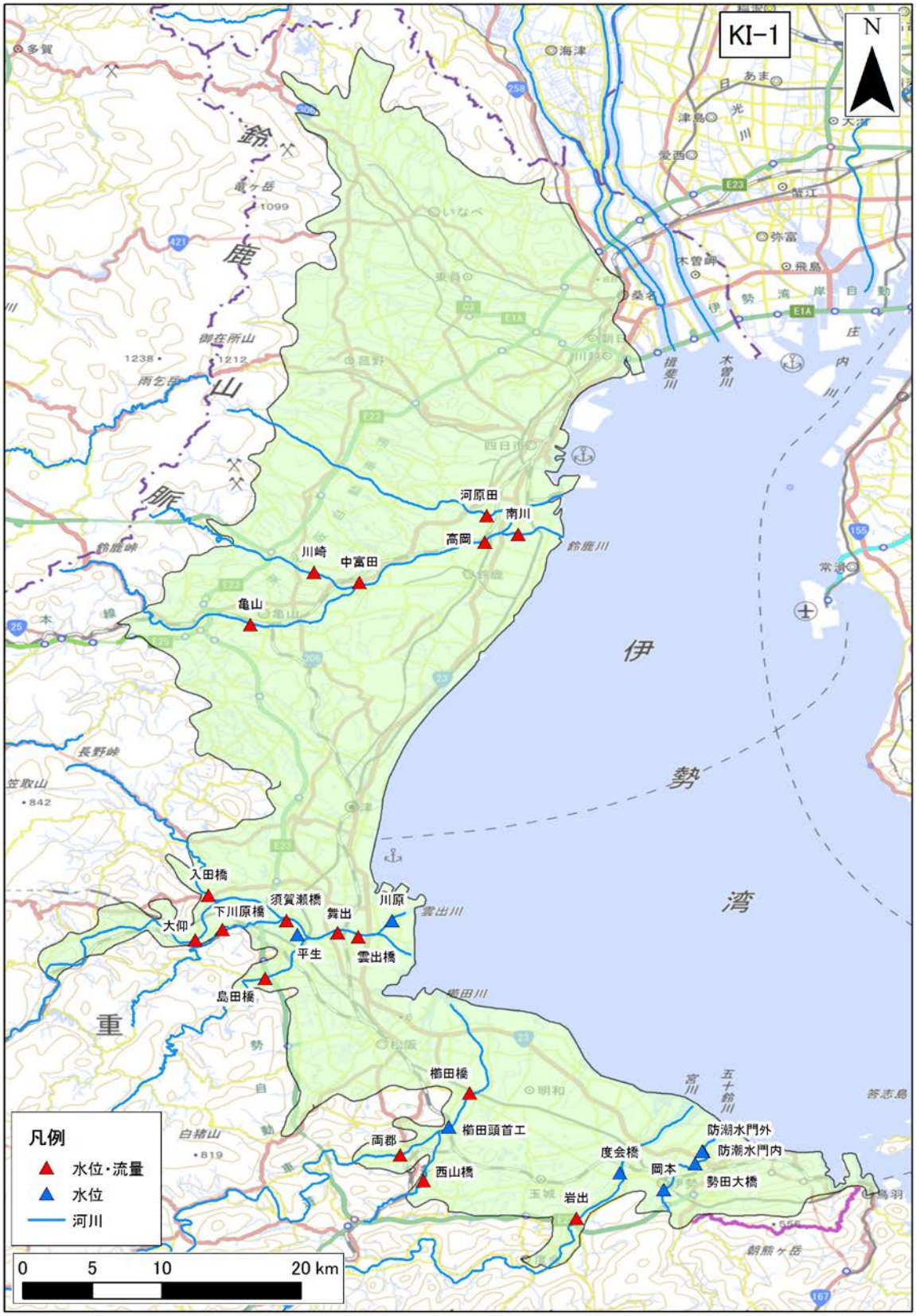


図 4-265　流量観測地点位置図（KI-1 : Ise plain）

（38） KI-2：Ohmi basin

1） **地下水位データ**

KI-2：Ohmi basin 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-171 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-266 に示す。

表 4-171 地下水位観測地点一覧（KI-2 : Ohmi basin）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	吉川	野洲市	84.69	670	3	0～3	1987～2005	年表・水水 DB
2	田中	守山市	92.19	12.5	10	0～10	1987	年表
3	吉身	守山市	98.02	100	26.3	94.06～72.76	1987～2016	年表・水水 DB
4	石部下流	湖南市	117.34	100	9.5	6.14～9.64	1987～2005	年表・水水 DB
5	渋川	草津市	96.15	100	16.1	93.05～81.05	1987～2016	年表・水水 DB

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

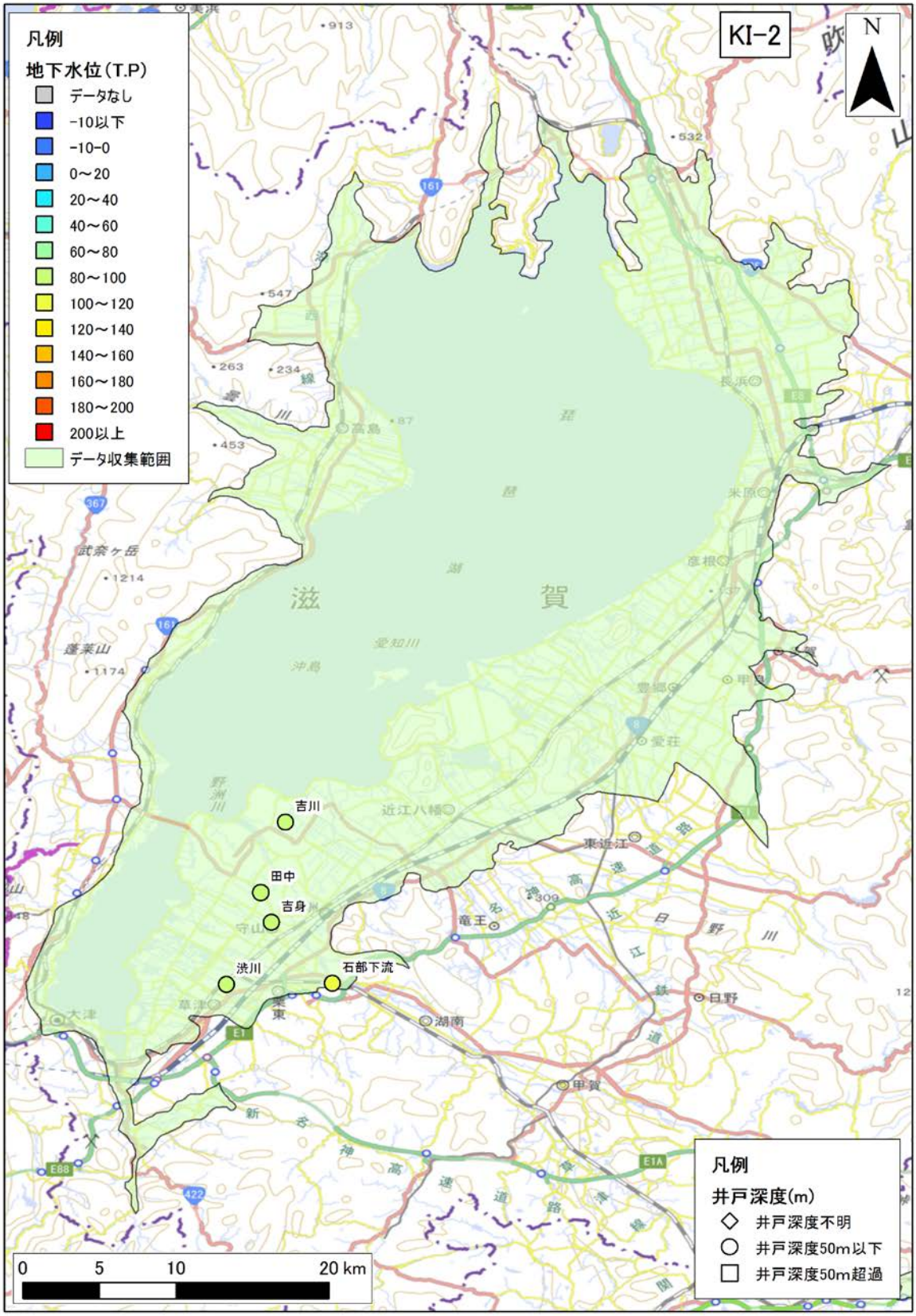


図 4-266 年平均地下水位分布図（KI-2 : Ohmi basin）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2)　**気象データ**

KI-2：Ohmi basin 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-172 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を、図 4-267、図 4-268、図 4-269、図 4-270 に示す。

表 4-172　気象観測所一覧（KI-2 : Ohmi basin）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	60051	今津	35°24.7	136°1.7	88	アメダス	●	●	●	●	●
2	60061	長浜	35°25.4	136°14.5	95	アメダス	●	●	●	●	
3	60116	南小松	35°14.1	135°57.4	90	アメダス	●	●	●	●	
4	60131	彦根	35°16.5	136°14.6	87	アメダス	●	●	●	●	●
5	60161	近江八幡	35°7.6	136°5.5	90	アメダス	●				
6	60216	大津	34°59.5	135°54.7	86	アメダス	●	●	●	●	

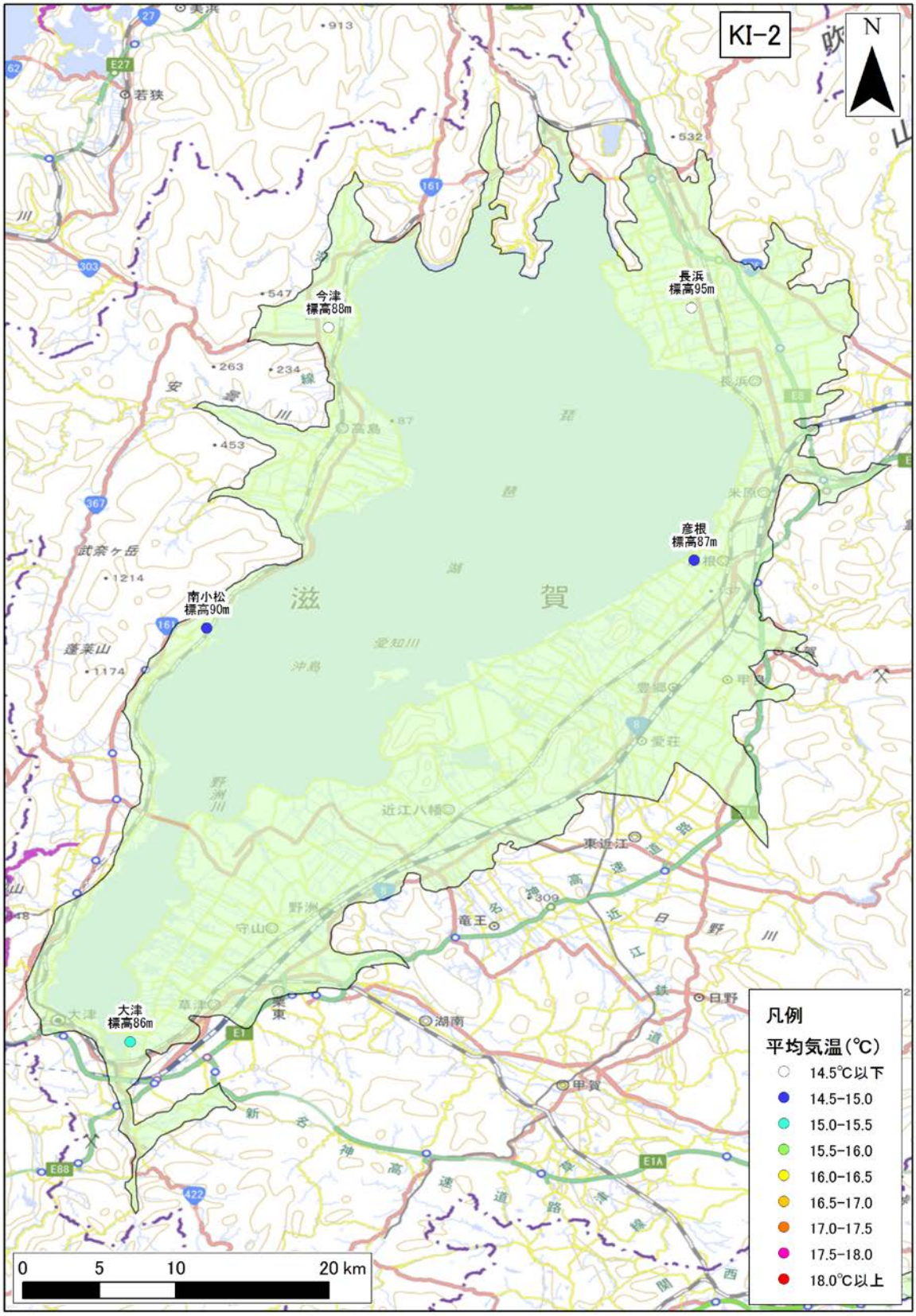


図 4-267　年平均気温の分布（KI-2 : Ohmi basin）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

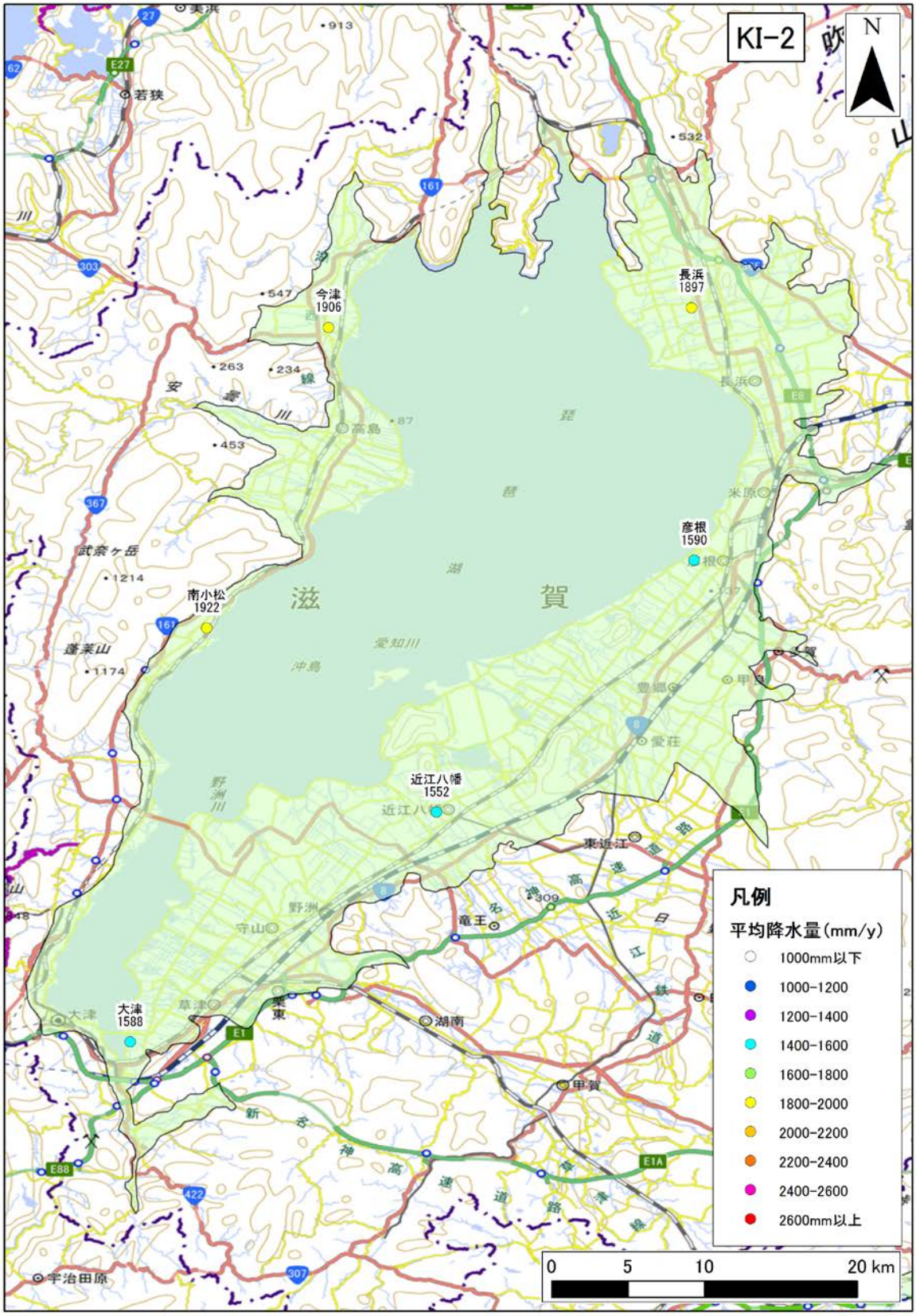


図 4-268　年間降水量の分布（KI-2 : Ohmi basin）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。

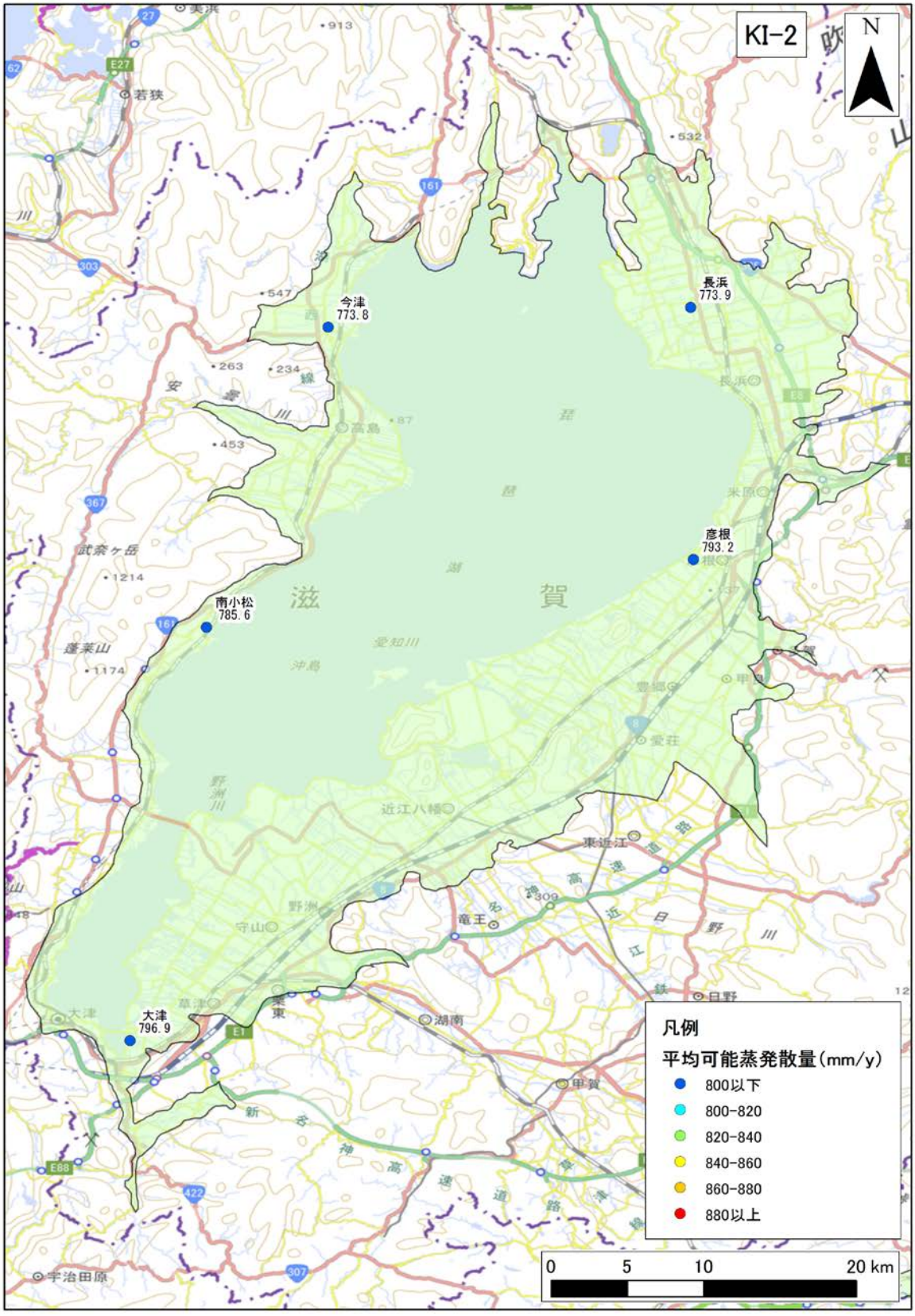


図 4-269　年間可能蒸発散量の分布（KI-2 : Ohmi basin）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

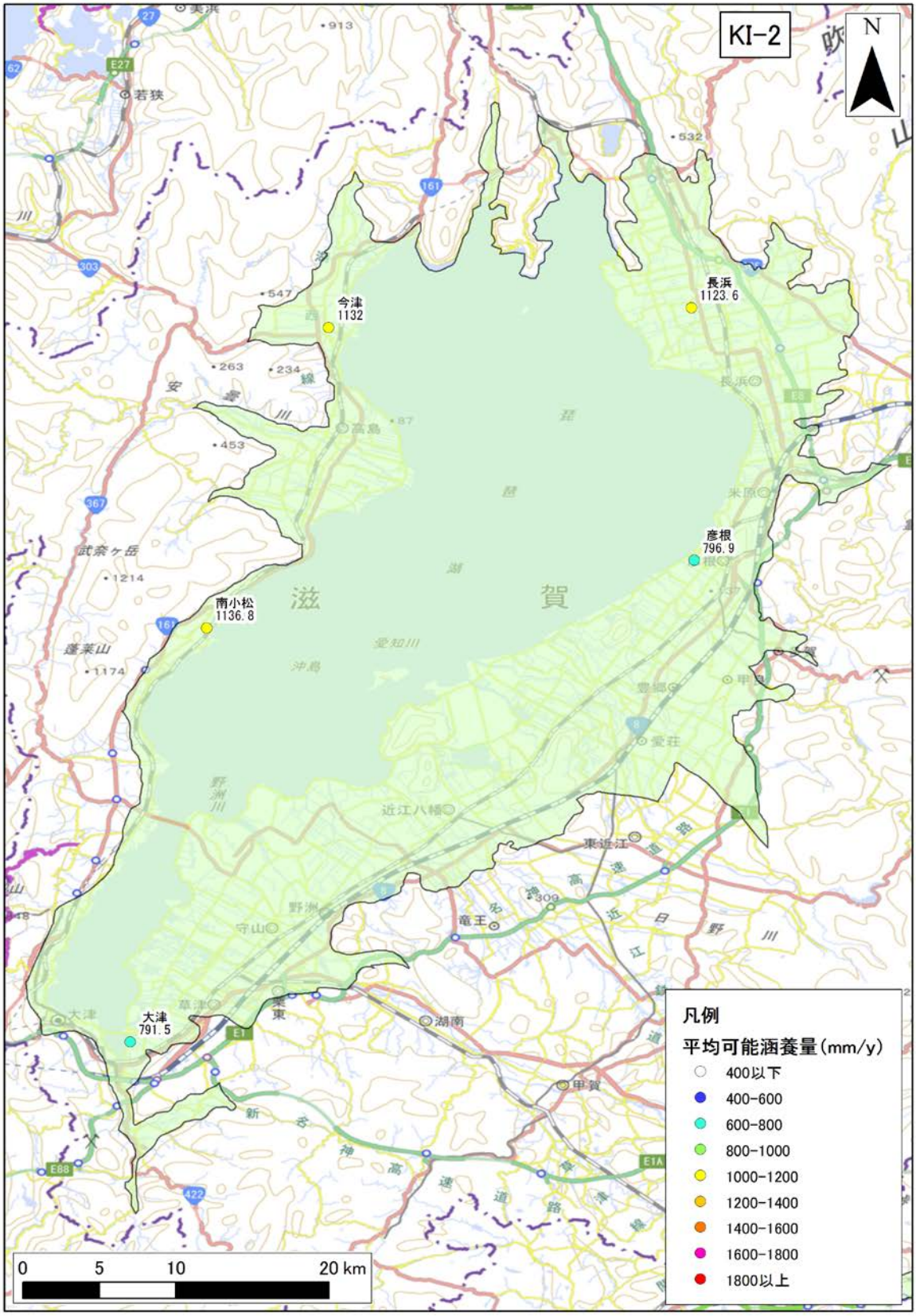


図 4-270　年間可能涵養量の分布（KI-2 : Ohmi basin）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

KI-2：Ohmi basin における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-271 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

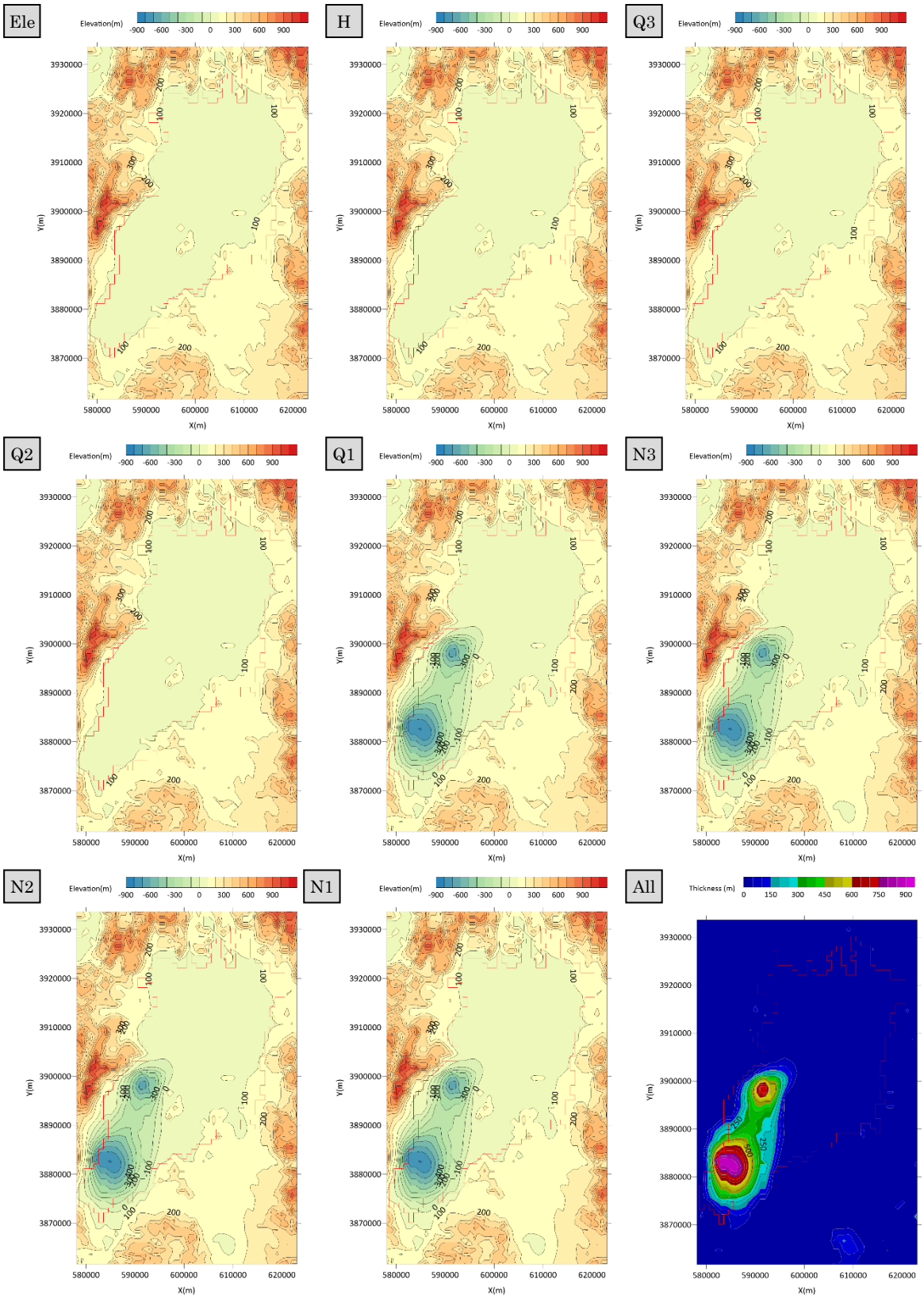


図 4-271　地質データ（KI-2 : Ohmi basin）

4) **流量データ**

KI-2：Ohmi basin 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-173 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-174、図 4-272 に示す。

表 4-173 流量観測地点一覧（KI-2 : Ohmi basin）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	黒津	淀川	大戸川	84.04	1915 年 07 月 01 日	193
2	野洲	淀川	野洲川	96.50	1958 年 07 月 18 日	388
3	服部	淀川	野洲川	84.00	1979 年 01 月 01 日	391
4	野寺橋	淀川	高時川	88.45	1961 年 01 月 01 日	360
5	西矢倉	淀川	草津川	85.39		42

表 4-174 流況一覧（KI-2 : Ohmi basin）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	黒津	6.20	3.85	2.70	1.59	2.77	1.72	1.21	0.71
2	野洲	11.66	5.79	3.01	0.68	2.60	1.29	0.67	0.15
3	服部	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
4	野寺橋	25.57	11.05	3.14	0.47	6.14	2.65	0.75	0.11
5	西矢倉	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
平均値		14.47	6.90	2.95	0.91	3.84	1.89	0.88	0.33

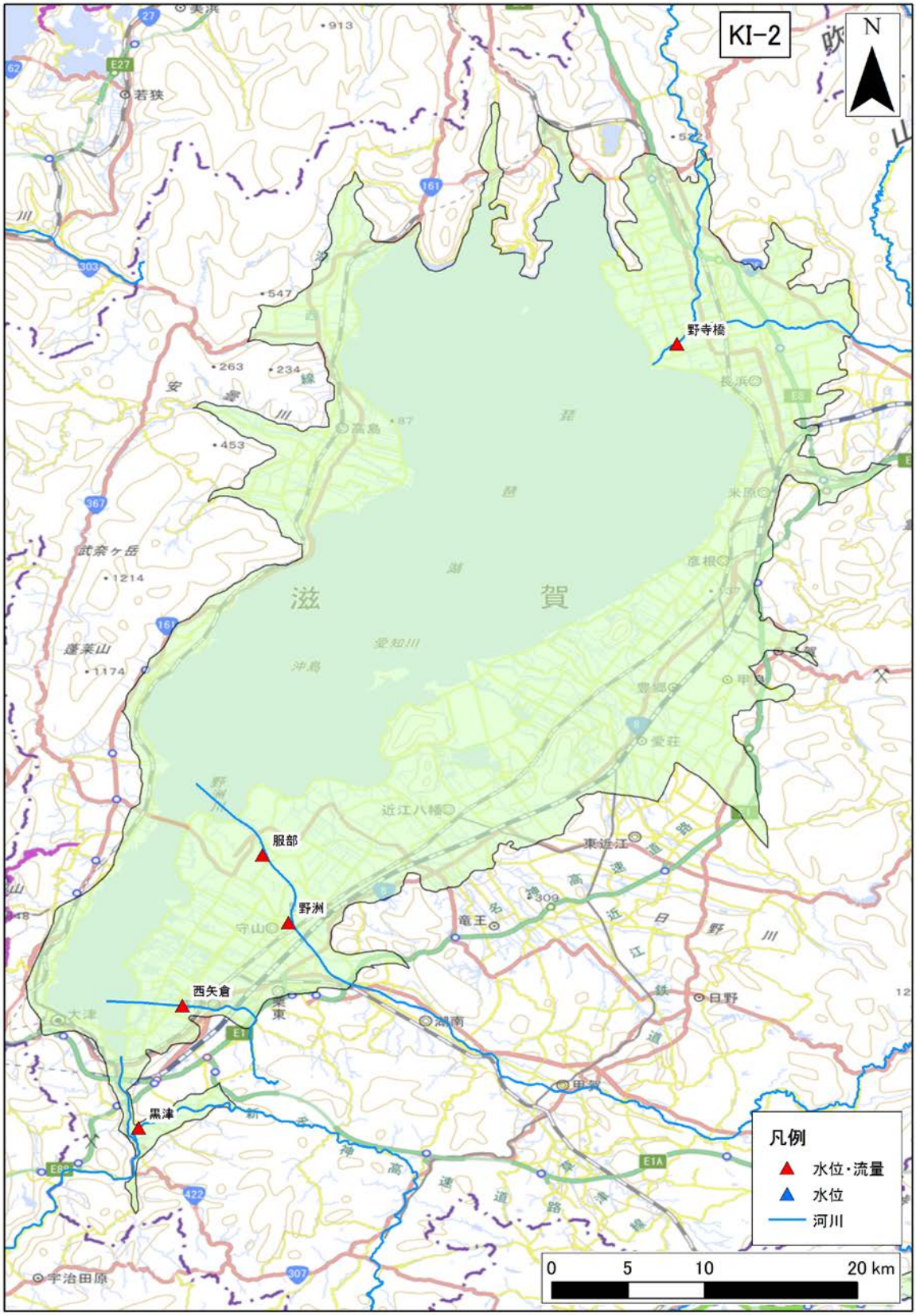


図 4-272　流量観測地点位置図（KI-2 : Ohmi basin）

（39） KI-3：Kyoto basin

1） **地下水位データ**

KI-3：Kyoto basin 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-175 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-273 に示す。

表 4-175　地下水位観測地点一覧（KI-3 : Kyoto basin）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	下鴨	京都市	69.22	100	15.1	3.6～15.1	1987～2016	水水 DB・年表・水調
2	花園	京都市	43.30	100	25	1.3～21	1987～2004	水水 DB・年表・水調
3	御所	京都市	45.64	100	15.1	3.6～15.1	1987～2016	水水 DB・年表・水調
4	東寺	京都市	27.21	100	65.3	53.3～65.3	1987～2009 2012～2016	水水 DB・年表・水調
5	桂	京都市	23.25	100	15	4～15	1987～2016	水水 DB・年表・水調
6	上鳥羽	京都市	16.87	200	58	45.7～57.7	1987～2016	水水 DB・年表・水調
7	深草	京都市	31.47	100	18	7.5～18	1987～2004	水水 DB・年表・水調
8	醍醐	京都市	27.10	100	12.2	8.2～12.2	1987～2016	水水 DB・年表・水調
9	下鳥羽	京都市	13.42	100	49.2	37.2～49.2	1987～2016	水水 DB・年表・水調
10	上植野	向日市	15.87	100	12.2	6.9～11.9	1987～2009 2012～2016	水水 DB・年表・水調
11	長岡京	長岡京市	25.69	100	50.2	40.2～50.2	1987～2016	水水 DB・年表・水調
12	桃山	京都市	12.51	900	3.4	0～3.4	1987～2016	水水 DB・年表・水調
13	巨椋池	宇治市	10.30	200	36.4	10.3～36.3	1987～2016	水水 DB・年表・水調
14	淀	京都市	13.12	100	15.2	6.2～15.2	1987～2016	水水 DB・年表・水調
15	東一口	久御山町	12.21	100	50.2	37.2～50.2	1987～2016	水水 DB・年表・水調
16	小倉	宇治市	10.63	100	11.2	5.9～11.2	1987～2016	水水 DB・年表・水調
17	大山崎	大山崎町	14.26	100	22	15.5～21	1987～2016	水水 DB・年表・水調
18	御幸橋	八幡市	16.87	100	30	22～30	1987～2016	水水 DB・年表・水調
19	八幡	八幡市	15.08	100	70	52～65	1987～2009 2012～2016	水水 DB・年表・水調
20	久御山	久御山町	12.96	200	30.2	10.7～28.2	1987～2016	水水 DB・年表・水調
21	東角	久御山町	14.98	200	25	11～25	1990 1997～1998	年表
22	八幡南	八幡市	14.60	100	30	10.7～29.7	1987～2016	水水 DB・

								年表・水調
23	寺田	城陽市	24.39	100	10.2	5.5～10.2	1987～2005	水水 DB・ 年表・水調
24	岩田	八幡市	15.33	200	48	32.7～47.7	1987～2016	水水 DB・ 年表・水調
25	草内（深層）	田辺町	26.00	200	59.7	16.1～58.1	1987～2009 2012～2016	水水 DB・ 年表・水調
26	草内（浅層）	田辺町	24.45	100	10	5～10	1987～2016	水水 DB・ 年表・水調
27	精華町	精華町	30.30	100	12.4	6.4～11.4	1987～2016	水水 DB・ 年表・水調
28	木津	木津町	32.76	100	10.2	4.2～10.2	1987～2009 2012～2016	水水 DB・ 年表・水調

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

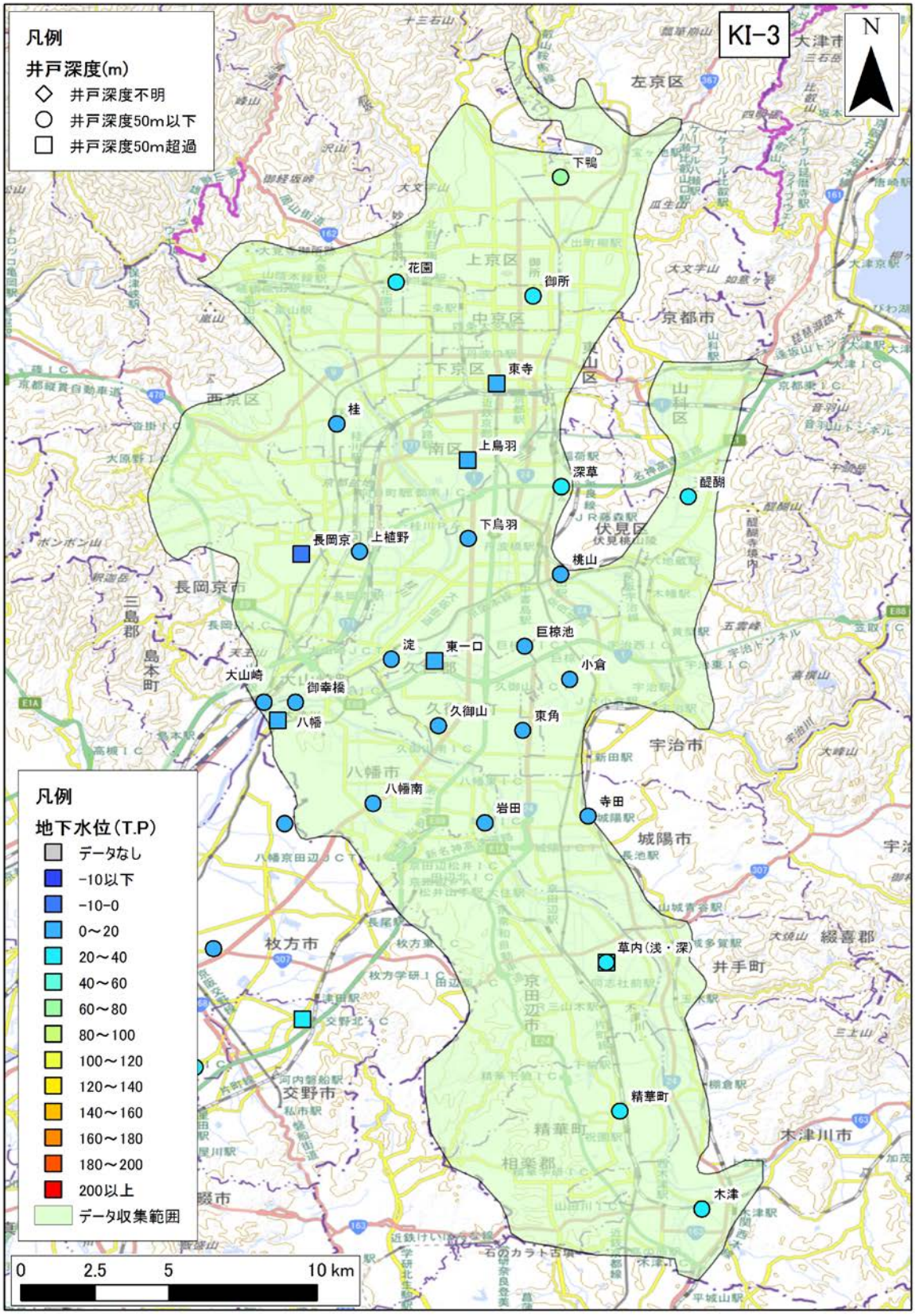


図 4-273　年平均地下水位分布図（KI-3 : Kyoto basin）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2)　**気象データ**

KI-3：Kyoto basin 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-176 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を、図 4-274、図 4-275、図 4-276、図 4-277 に示す。

表 4-176　気象観測所一覧（KI-3 : Kyoto basin）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	61286	京都	35'0.8	135'43.9	41	アメダス	●		●	●	●
2	61286	京都	35'0.7	135'44.1	41	アメダス		●			
3	61306	長岡京	34'55.8	135'40.7	71	アメダス	●				
4	61326	京田辺	34'49.8	135'45.6	20	アメダス	●	●	●	●	

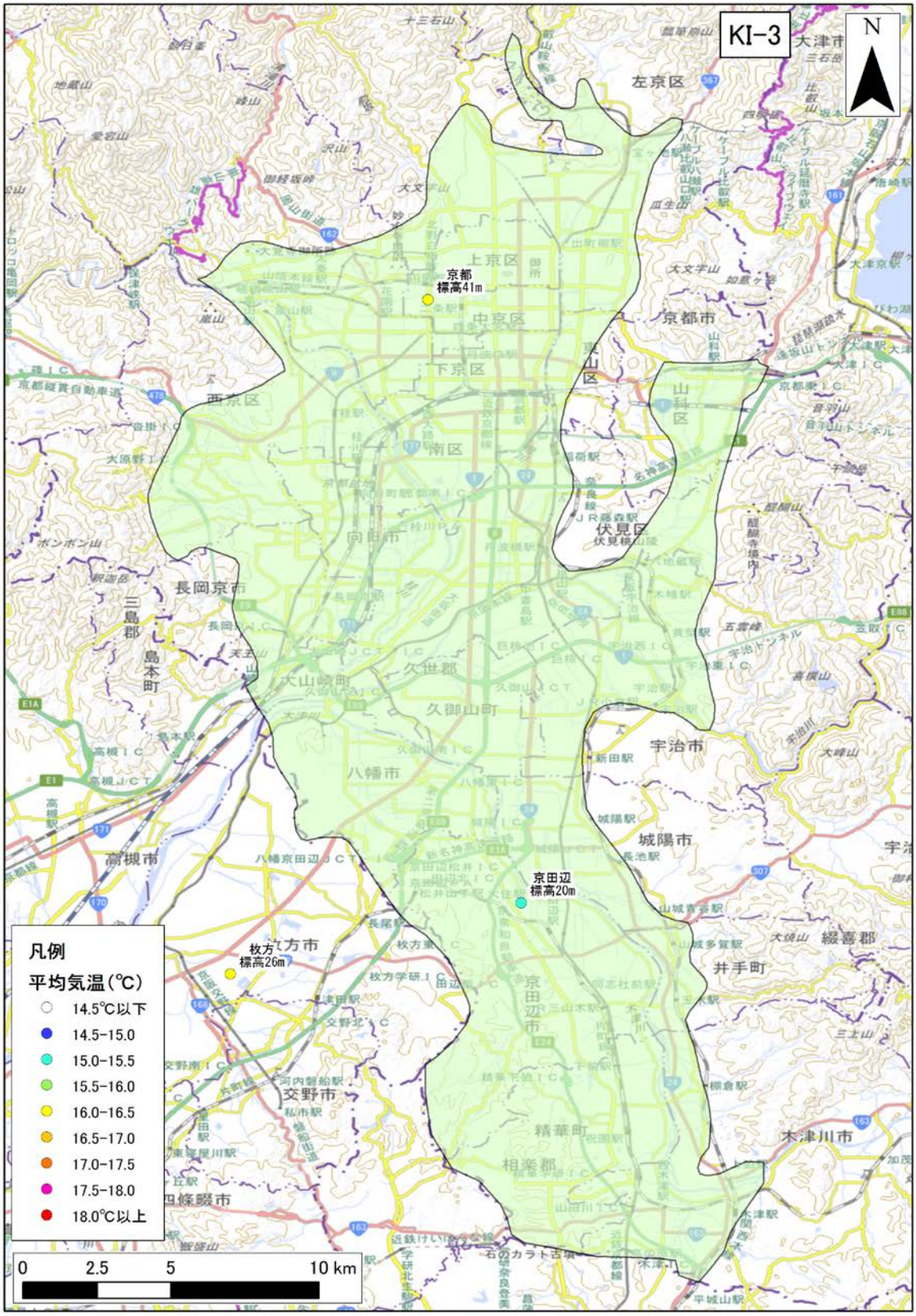


図 4-274　年平均気温の分布（KI-3 : Kyoto basin）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

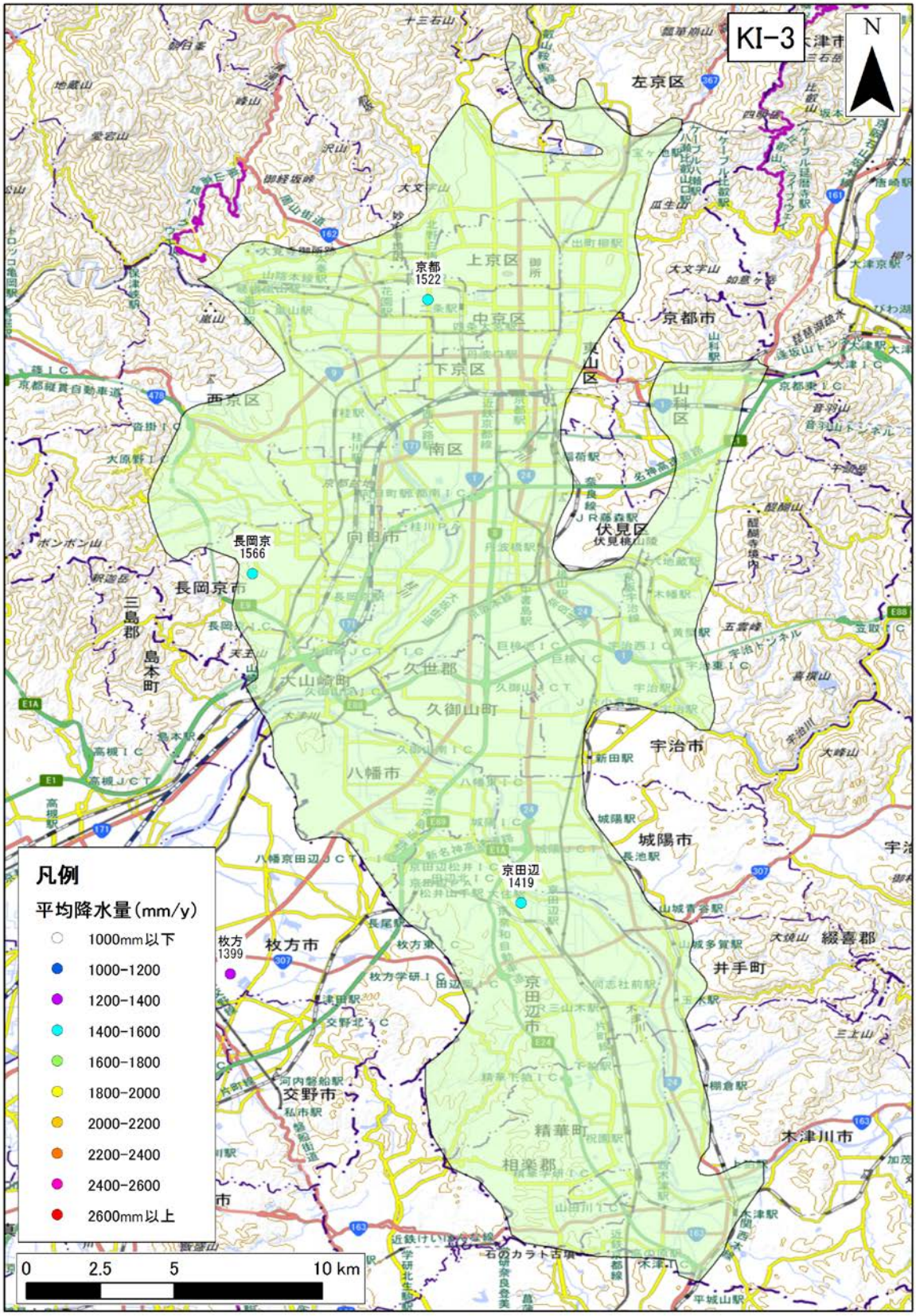


図 4-275　年間降水量の分布（KI-3 : Kyoto basin）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。

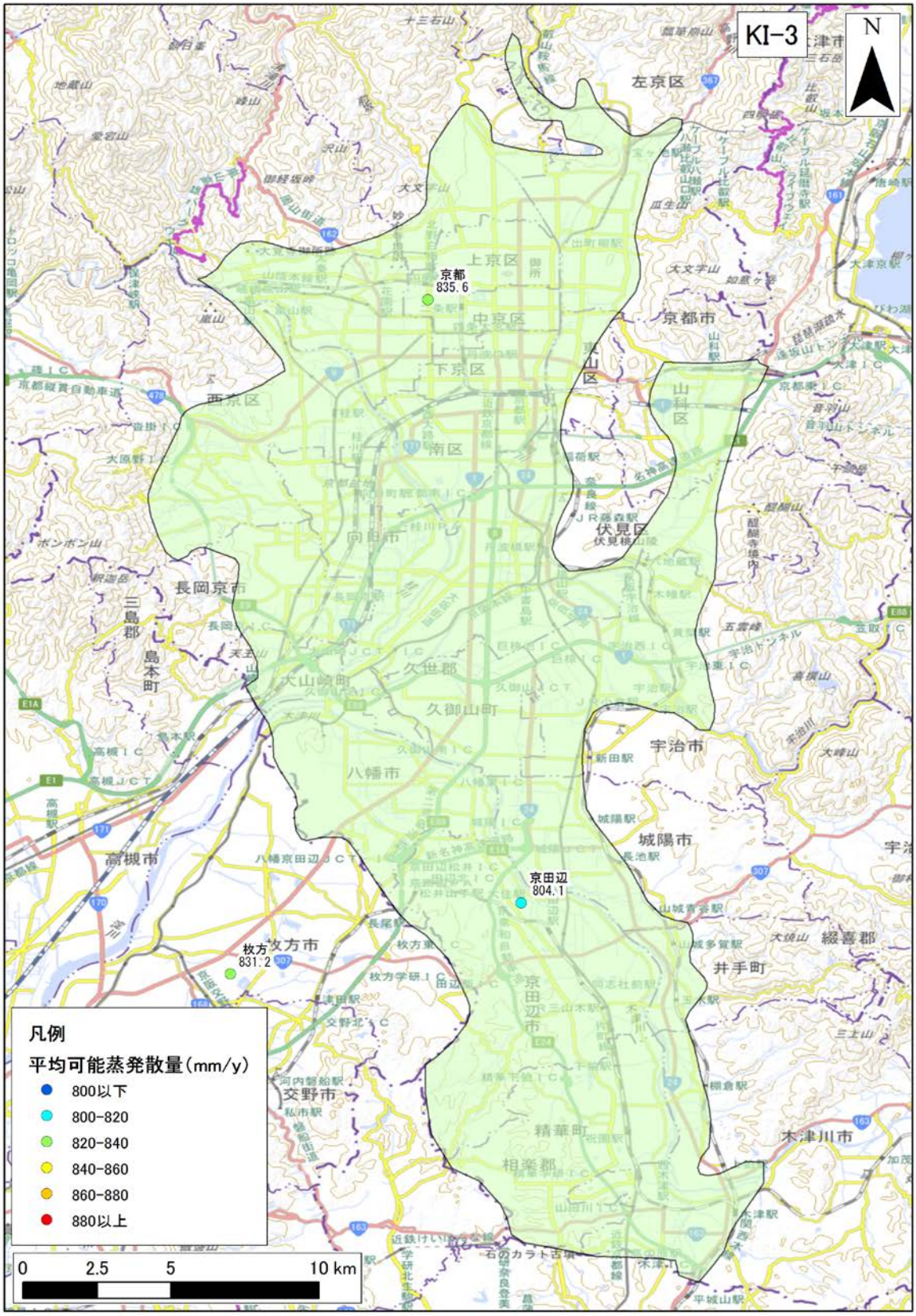


図 4-276　年間可能蒸発散量の分布（KI-3 : Kyoto basin）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

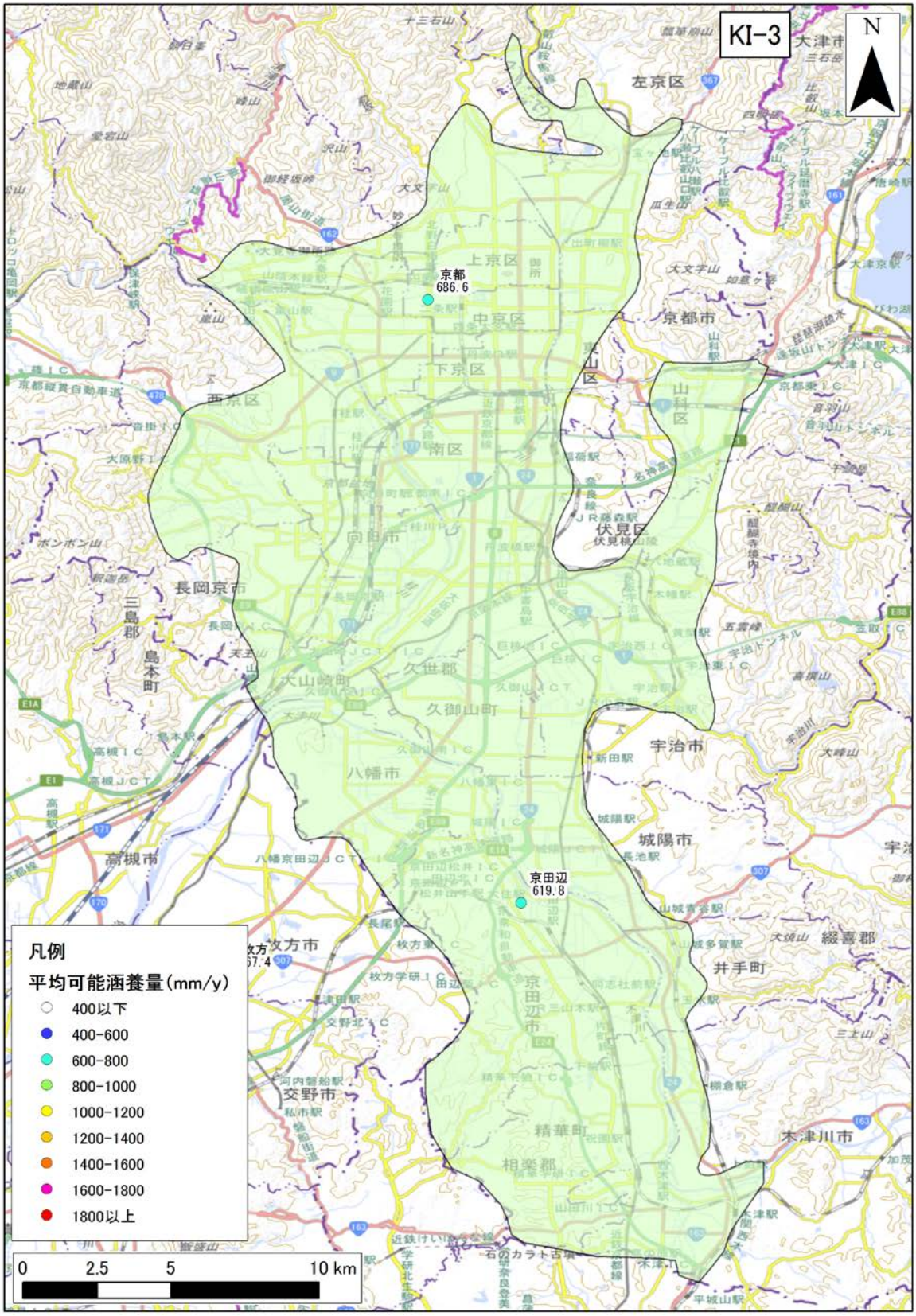


図 4-277　年間可能涵養量の分布（KI-3 : Kyoto basin）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

KI-3：Kyoto basin における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-278 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

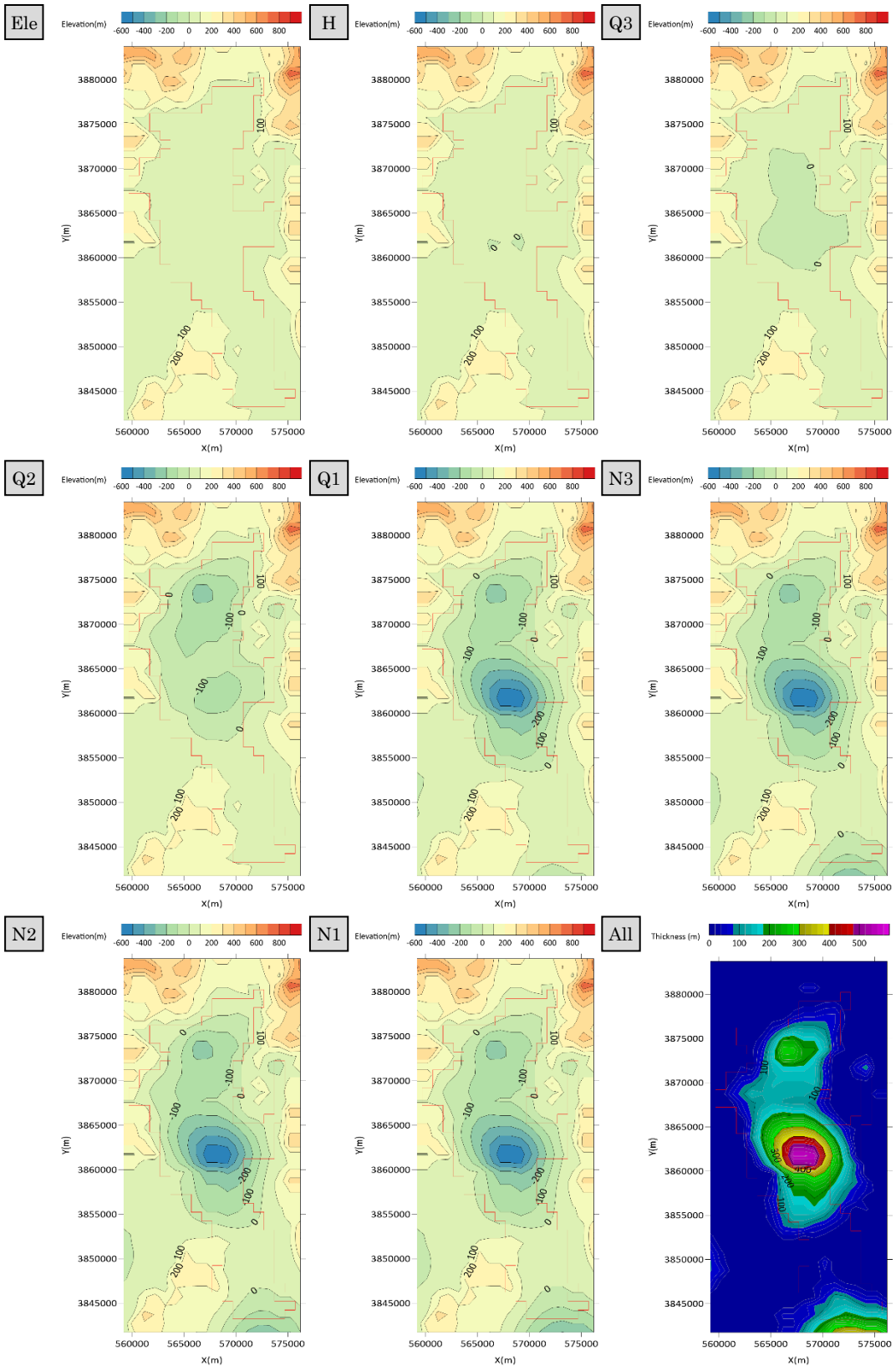


図 4-278　地質データ（KI-3 : Kyoto basin）

4) **流量データ**

KI-3：Kyoto basin 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-177 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-178、図 4-279 に示す。

表 4-177 流量観測地点一覧（KI-3 : Kyoto basin）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	宇治	淀川	宇治川	12.87	1893 年 06 月 01 日	4,218
2	向島	淀川	宇治川	12.87	1900 年 01 月 01 日	4,282
3	淀	淀川	宇治川	11.02	1900 年 01 月 01 日	4,354
4	勧修寺	淀川	山科川	－	1987 年 05 月 01 日	32
5	飯岡	淀川	木津川	22.11	1900 年 01 月 01 日	1,559
6	八幡	淀川	木津川	11.34	1900 年 01 月 01 日	1,596
7	天竜寺	淀川	桂川	34.36	1900 年 01 月 01 日	818
8	桂	淀川	桂川	19.39	1900 年 01 月 01 日	887
9	羽束師	淀川	桂川	9.23	1887 年 07 月 01 日	1,090
10	納所	淀川	桂川	11.12	1900 年 01 月 01 日	1,100
11	深草	淀川	鴨川	19.02	1900 年 01 月 01 日	156

表 4-178 流況一覧（KI-3 : Kyoto basin）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	宇治	224.93	124.62	85.52	71.40	4.61	2.55	1.75	1.46
2	向島	205.11	118.51	82.10	72.02	4.14	2.39	1.66	1.45
3	淀	179.50	127.21	104.33	86.92	3.56	2.52	2.07	1.72
4	勧修寺	2.55	1.63	1.23	0.92	6.89	4.40	3.32	2.48
5	飯岡	44.68	26.80	18.03	12.28	2.48	1.49	1.00	0.68
6	八幡	44.47	27.38	18.77	12.21	2.41	1.48	1.02	0.66
7	天竜寺	25.19	13.34	8.68	5.89	2.66	1.41	0.92	0.62
8	桂	25.60	14.95	9.79	5.98	2.49	1.46	0.95	0.58
9	羽束師	38.50	24.37	18.95	14.66	3.05	1.93	1.50	1.16
10	納所	41.83	27.19	19.39	13.97	3.29	2.14	1.52	1.10
11	深草	6.93	4.43	2.76	1.51	3.84	2.45	1.53	0.84
平均値		76.30	46.40	33.60	27.07	3.58	2.20	1.57	1.16

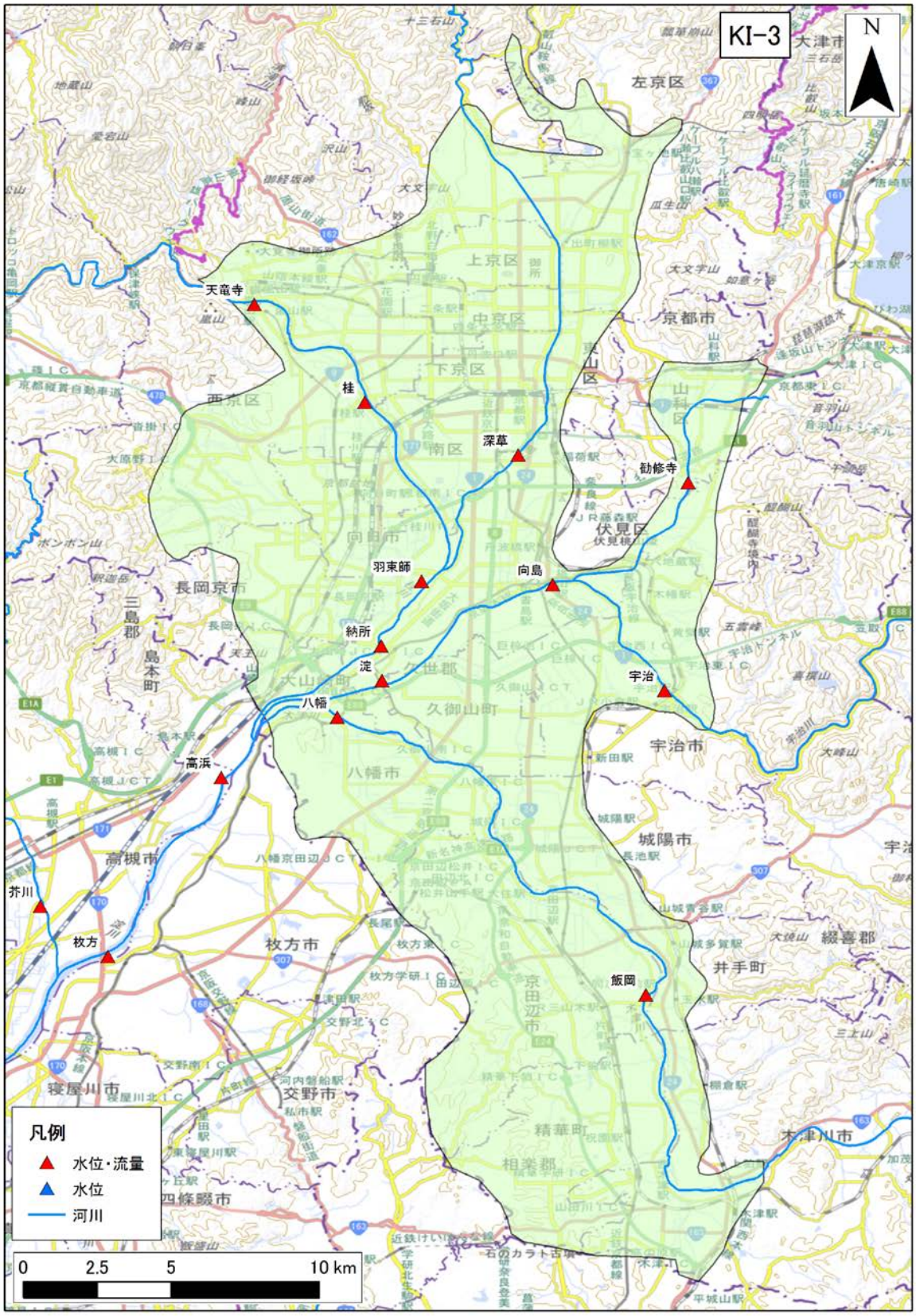


図 4-279　流量観測地点位置図（KI-3 : Kyoto basin）

（40） KI-5：Osaka plain

1） **地下水位データ**

KI-5：Osaka plain 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-179～表 4-181 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-280 に示す。

表 4-179 地下水位観測地点一覧（KI-5 : Osaka plain）1/3

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	荒牧	伊丹市	34.70	100	69.8	56.22～65.12	1987～2016	水水 DB・年表・水調
2	北村	伊丹市	15.36	100	12.8	2.6～11.6	1987～2016	水水 DB・年表・水調
3	野間	伊丹市	11.50	100	72.8	68.39～76.19	1987～2016	水水 DB・年表・水調
4	石橋	池田市	36.18	150	88.3	81.22～89.22	1987～2016	水水 DB・年表・水調
5	口酒井第３	伊丹市	9.25	150	48.1	41.48～48.98	1987～2011	水水 DB・年表・水調
6	口酒井第２	伊丹市	9.25	100	75.8	69.51～75.51	1987～2009	水水 DB・年表・水調
7	口酒井第４	伊丹市	9.26	150	29.9	23.02～28.02	1987～2016	水水 DB・年表・水調
8	口酒井第１	伊丹市	9.25	350	89.7	84.51～90.51	1987～2011	水水 DB・年表・水調
9	グンゼ	尼崎市	8.28	165	214	208～214	1987～2004	年表
10	野畑	豊中市	47.83	150	18.7	13.99～18.99	1987～2016	水水 DB・年表・水調
11	曽根	豊中市	13.03	150	60.7	53.73～64.53	1987～2016	水水 DB・年表・水調・地地データ
12	大和田	大阪市	-1.54	100	49	40.1～48.6	1987～2000	水水 DB・年表・水調・地地データ
13	姫島	大阪市	0.19	290	68	63～68	1987～2004	年表・地地データ
14	十三	大阪市	3.06	250	100	96.6～100	1987～2004	年表・地地データ
15	此花	大阪市	0.06	305	31	23～28	1992～2004	年表・地地データ
16	島屋町	大阪市	1.97	305	30	25～30	1987～1992	年表
17	野田	大阪市	-0.84	100	10.5	2.2～10.2	1987～2016	水水 DB・年表・水調・地地デ

								ータ
18	吹田	吹田市	4.22	400	68	19.1～32.9	1987～2004	年表・水調・地地データ
19	柴島	大阪市	3.55	152	175	170～175	1987～2004	年表・地地データ
20	天保山 B	大阪市	2.27	300	104	96～100.5	1987～2004	年表・地地データ
21	港(Ⅱ)A	大阪市	1.21	不明	357	348～353	1987～2004	年表・地地データ
22	港(Ⅱ)B	大阪市	1.21	165	465	441～446	1987～2004	年表・地地データ
23	港(Ⅱ)C	大阪市	1.21	不明	192	183～188	1987～2004	年表・地地データ
24	中之島 A	大阪市	2.74	不明	96	91～96	1987～2004	年表・地地データ
25	中之島 B	大阪市	2.71	不明	186	178～183	1987～2004	年表・地地データ

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

表 4-180　地下水位観測地点一覧（KI-5 : Osaka plain）2/3

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
26	大宮	大阪市	2.49	100	9	2.7～8.7	1987～2016	水水 DB・年表・水調・地地データ
27	鮎川	茨木市	8.18	100	9.8	7～9.4	1987～2016	水水 DB・年表・水調・地地データ
28	南恩加島	大阪市	1.87	100	6.9	2.9～6.9	1987～1997	年表・地地データ
29	鳥飼西	摂津市	3.83	100	53.2	41.8～53.2	1987～2016	水水 DB・年表・水調・地地データ
30	馬場町(Ⅱ)	大阪市	23.83	152	176	136.7～142.2	1987～2004	年表・地地データ
31	蒲生	大阪市	1.15	不明	96	91～96	1987～2004	年表・地地データ
32	鴫野	大阪市	1.19	100	27.2	23.2～27.2	1987～2016	水水 DB・年表・水調・地地データ
33	新森小路	大阪市	1.36	100	68.2	51.2～68.2	1987～2009 2012～2014	水水 DB・年表・水調・地地データ
34	点野	寝屋川市	4.37	100	30.2	22.2～30.2	1987～2009 2012～2016	水水 DB・年表・水調・地地データ
35	住之江	大阪市	2.39	100	10.6	2.9～10.5	1987～2016	水水 DB・年表・水調・地地データ
36	門真	門真市	3.43	100	13.1	5.1～13.1	1987～2004	年表・水調・地地データ
37	生野	大阪市	4.19	100	18.5	2.2～18.2	1987～2009 2012～2016	水水 DB・年表・水調
38	堺臨海第 1	堺市	4.48	不明	250	173.9～185.1 201.7～208.8 211.3～212.8 218.4～219.5	1987～2004	年表

39	高槻	高槻市	8.06	100	14.2	7.2～14.2	1987～2016	水水 DB・年表・水調・地地データ
40	生野 A	大阪市	4.60	406	17	13.5～16.5	1987～2004	年表・地地データ
41	生野 B	大阪市	4.70	不明	200	170～180	1987～2004	年表・地地データ
42	長居	大阪市	6.07	100	20.5	2.2～20.2	1987～1998	水水 DB・年表・地地データ
43	中宮	枚方市	25.92	100	17.1	6.2～14.1	1987～2016	水水 DB・年表・水調
44	春日	枚方市	40.56	100	20.5	8.2～20.2	1987～2009 2012～2016	水水 DB・年表・水調
45	友井	東大阪市	6.10	100	8.2	2.4～7.9	1987～2016	水水 DB・年表・水調・地地データ

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

表 4-181　地下水位観測地点一覧（KI-5 : Osaka plain）3/3

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
46	加美東	大阪市	6.96	100	45.4	32.6～45.4	1987～2009 2012～2016	水水 DB・年表・水調・地地データ
47	楠葉	枚方市	19.31	100	14.7	9.2～14.7	1987～2016	水水 DB・年表・水調
48	堺北	堺市	16.15	100	12	2～12	1987～2013 2015～2016	水水 DB・年表・地地データ
49	孔舎衙	東大阪市	8.79	100	14.9	9.8～14.9	1987～2009 2012～2016	水水 DB・年表・水調
50	交野	交野市	38.86	100	50.2	37.6～50.2	1987～2016	水水 DB・年表・水調
51	縄手南	東大阪市	18.42	100	19.3	12.9～19.3	1987～2016	水水 DB・年表・水調
52	八尾	八尾市	11.99	100	20.7	12.66～20.66	1987～2013 2015～2016	水水 DB・年表・地地データ
53	志紀	八尾市	12.23	100	20.2	13.4～20.2	1987～2016	水水 DB・年表・水調・地地データ
54	岸和田第 1	岸和田市	14.00	不明	154	128～134	1987～2004	年表
55	堺南	堺市	55.97	100	13	3～13	1987～2010	年表・水水 DB
56	藤井寺	羽曳野市	32.28	800	8.6	0～8.6	なし	年表
57	新藤井寺	藤井寺市	33.19	800	6.1	0～6.1	1987	年表
58	柏原（川裏）	柏原市	23.50	100	13	不明	1997～2013 2015～2016	年表・水水 DB
59	柏原（川表）	柏原市	22.87	100	17	不明	1997～2010	年表・水水 DB
60	喜志	富田林市	52.83	100	17	12～16	1987～2010	年表・水水 DB
61	富田林南	富田林市	62.00	100	16.5	7.8～16	1987～2013 2015～2016	年表・水水 DB

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

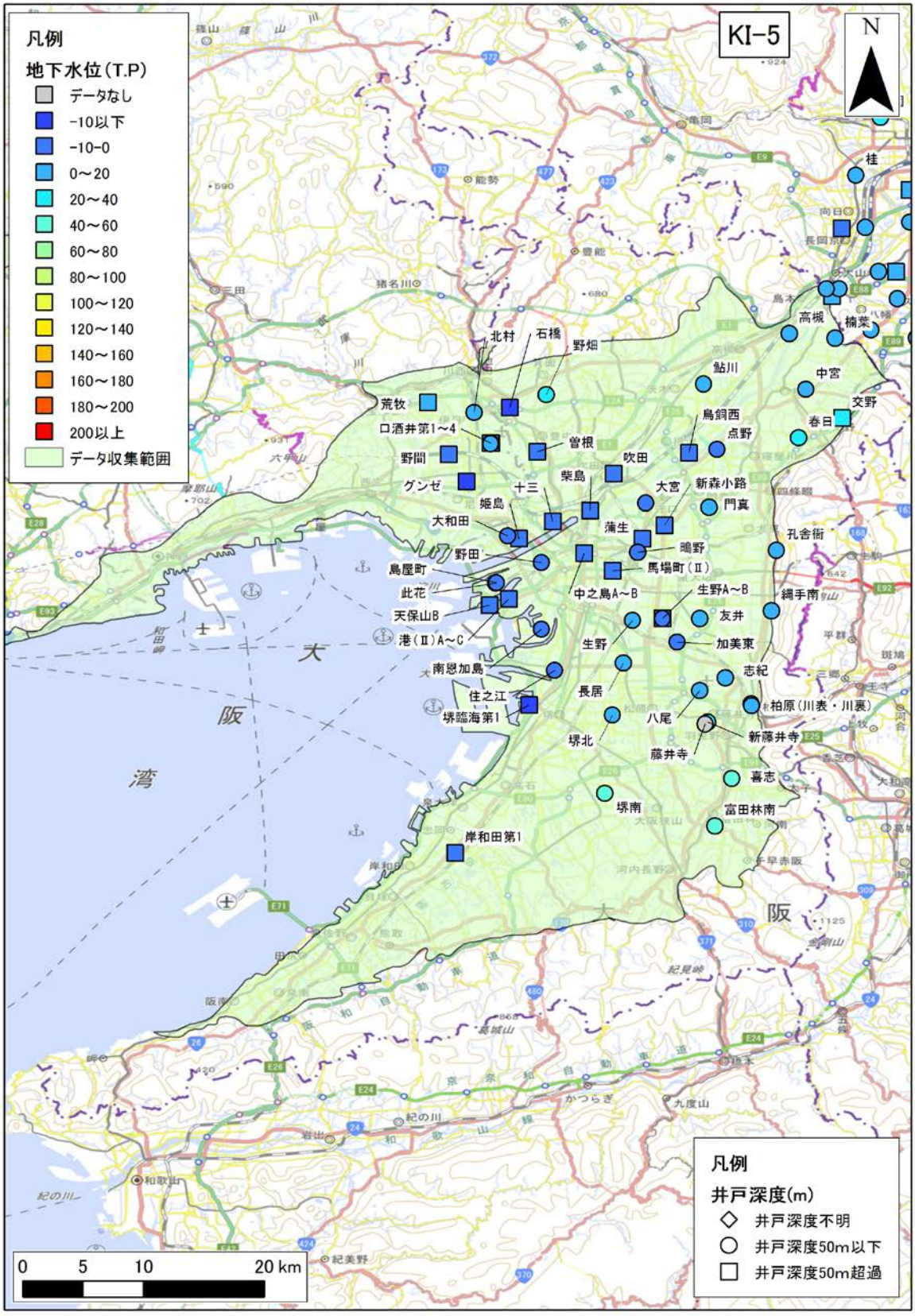


図 4-280　年平均地下水位分布図（KI-5 : Osaka plain）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2)　**気象データ**

KI-5：Osaka plain 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-182 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を、図 4-281、図 4-282、図 4-283、図 4-284 に示す。

表 4-182　気象観測所一覧（KI-5 : Osaka plain）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	62046	枚方	34'48.5	135'40.3	26	アメダス	●	●	●	●	
2	62051	豊中	34'47	135'26.3	12	アメダス	●	●	●	●	
3	62078	大阪	34'40.9	135'31.1	23	アメダス	●		●	●	●
4	62078	大阪	34'40.5	135'32.8	23	アメダス		●			
5	62091	堺	34'33.3	135'29.1	20	アメダス	●	●	●	●	
6	62096	八尾	34'35.8	135'36	10	アメダス	●	●	●	●	
7	62111	河内長野	34'25.4	135'32.6	160	アメダス	●				
8	62131	熊取	34'23.1	135'21	68	アメダス	●	●	●	●	
9	63477	西宮	34'45	135'20.1	38	アメダス	●				
10	63518	神戸	34'41.8	135'12.7	5	アメダス	●	●	●	●	●

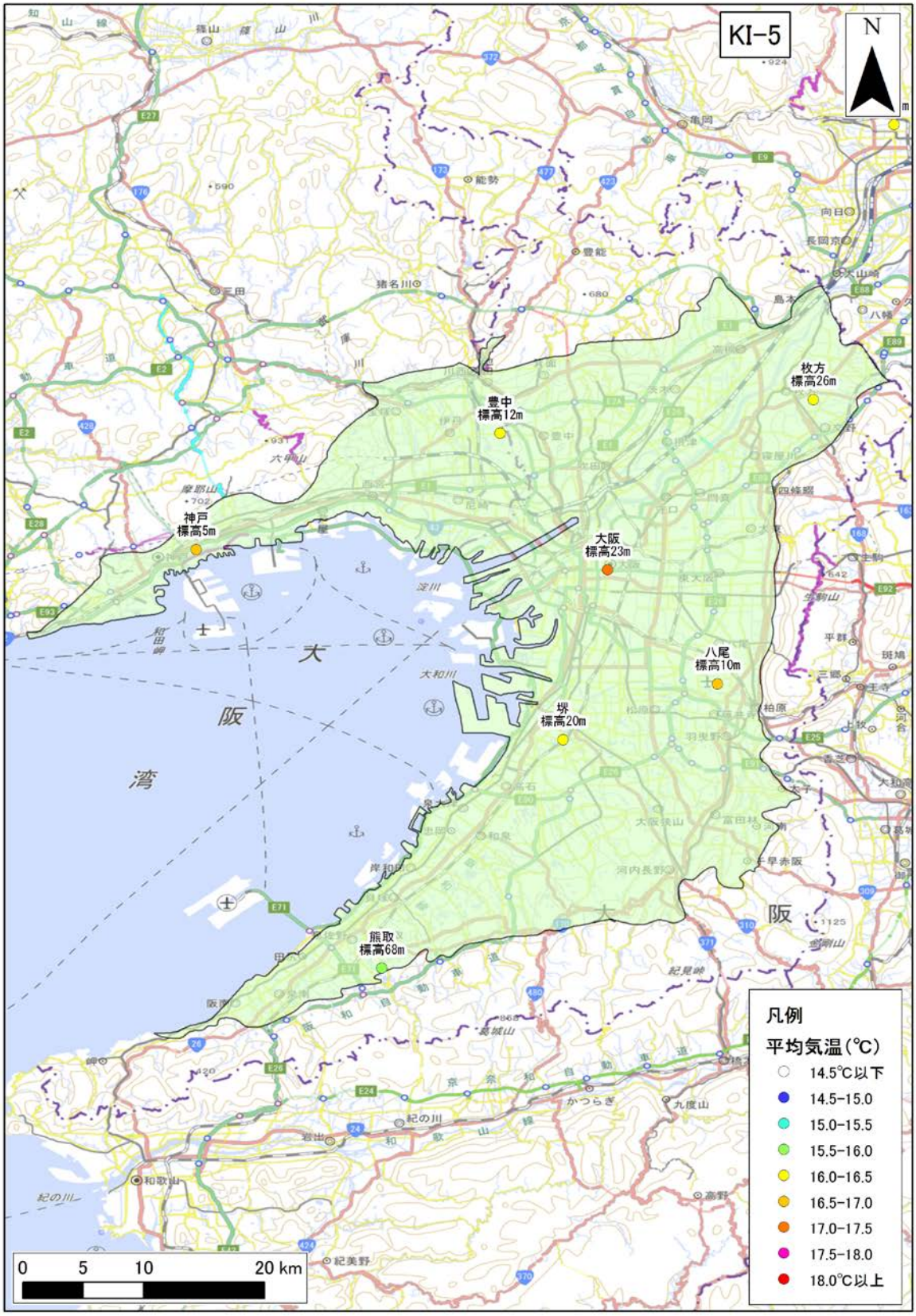


図 4-281　年平均気温の分布（KI-5 : Osaka plain）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

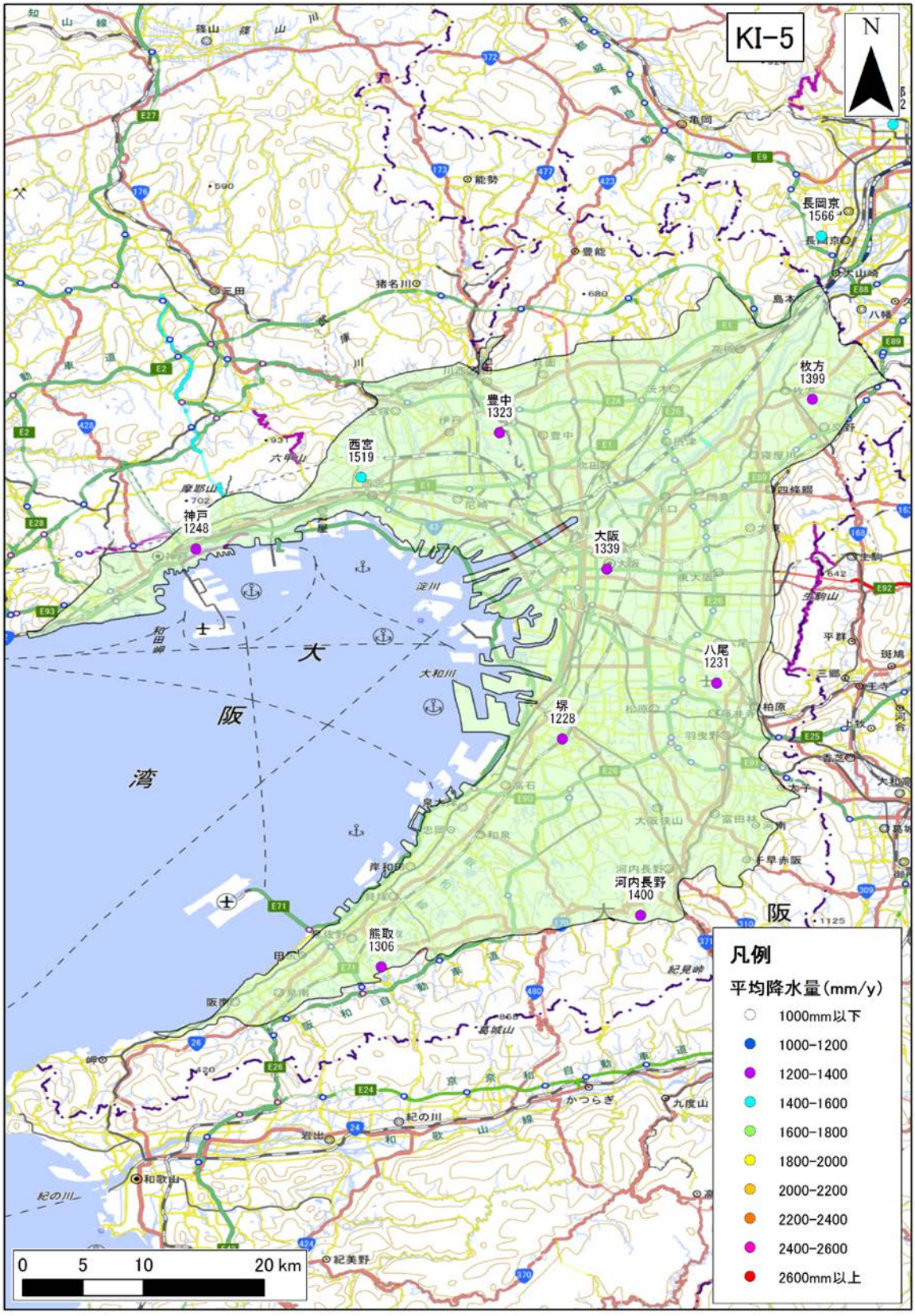


図 4-282　年間降水量の分布（KI-5 : Osaka plain）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。



図 4-283　年間可能蒸発散量の分布（KI-5 : Osaka plain）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

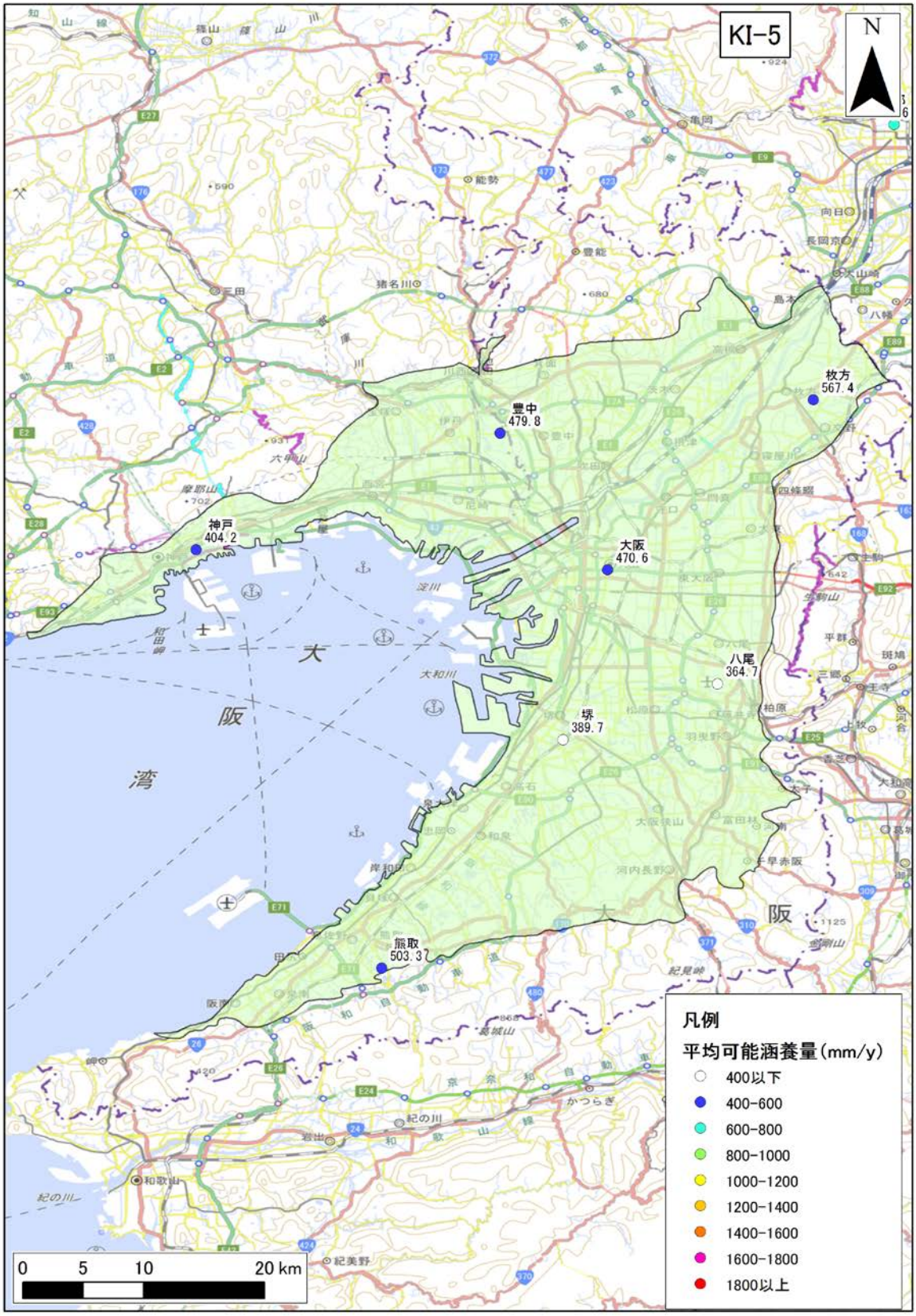


図 4-284　年間可能涵養量の分布（KI-5 : Osaka plain）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

KI-5：Osaka plain における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-285 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

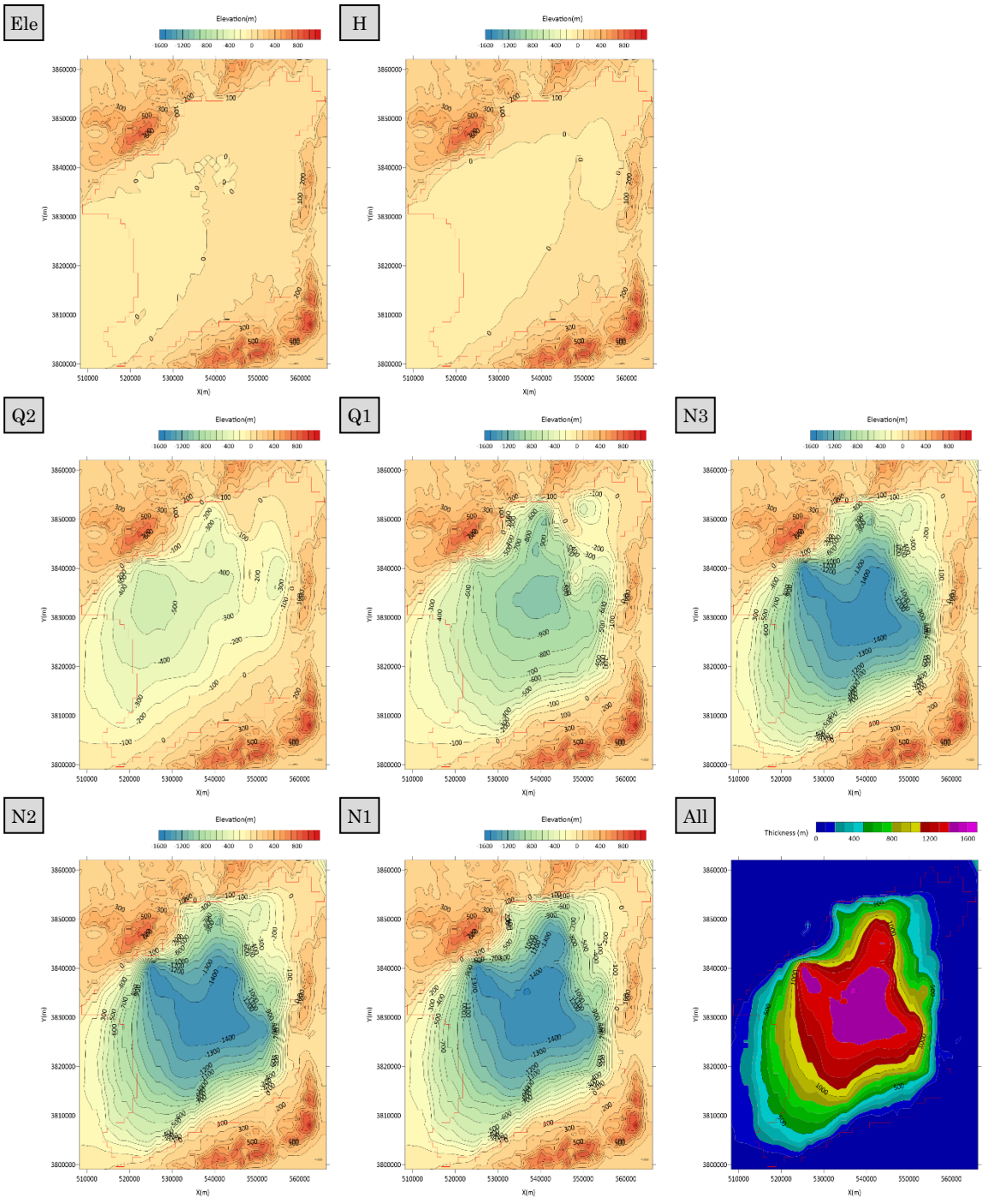


図 4-285　地質データ（KI-5 : Osaka plain）

4) **流量データ**

KI-5：Osaka plain 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-183 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-184、図 4-286 に示す。

表 4-183 流量観測地点一覧（KI-5 : Osaka plain）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	柏原	大和川	大和川	13.50	1955 年 04 月 01 日	962
2	香ヶ丘	大和川	大和川	0.92	1933 年 11 月 01 日	1,066
3	道明寺	大和川	石川	0.00	1976 年 12 月 01 日	N/D
4	遠里小野	大和川	大和川	0.60	2005 年 12 月 13 日	1,066
5	高浜	淀川	淀川	9.10	1900 年 01 月 01 日	7,050
6	枚方	淀川	淀川	6.87	1900 年 01 月 01 日	7,281
7	芥川	淀川	芥川	6.21	2000 年 09 月 12 日	62
8	小戸	淀川	猪名川	21.31	1983 年 10 月 01 日	310
9	軍行橋	淀川	猪名川	10.29	1954 年 05 月 01 日	323
10	猪名川橋	淀川	猪名川	4.57	1969 年 08 月 07 日	361
11	利倉	淀川	猪名川	0.71	1954 年 05 月 01 日	377
12	上食満	淀川	藻川	0.93	1953 年 06 月 17 日	360
13	吉田橋上流	淀川	余野川	51.59	1982 年 03 月 01 日	41
14	吉田橋（廃止）	淀川	余野川	48.30	1964 年 09 月 01 日	41

表 4-184　流況一覧（KI-5 : Osaka plain）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	柏原	23.24	13.96	10.17	6.17	2.09	1.25	0.91	0.55
2	香ヶ丘	28.94	18.63	13.95	9.28	2.35	1.51	1.13	0.75
3	道明寺	4.31	2.55	1.66	0.74	N/D	N/D	N/D	N/D
4	遠里小野	30.02	18.73	14.41	9.29	2.43	1.52	1.17	0.75
5	高浜	169.52	150.02	124.26	105.95	2.08	1.84	1.52	1.30
6	枚方	246.34	174.50	139.08	106.51	2.92	2.07	1.65	1.26
7	芥川	1.29	0.63	0.35	0.13	1.80	0.87	0.49	0.18
8	小戸	5.28	2.50	1.54	0.88	1.47	0.70	0.43	0.24
9	軍行橋	5.46	2.57	1.32	0.55	1.46	0.69	0.35	0.15
10	猪名川橋	2.03	1.04	0.59	0.25	0.49	0.25	0.14	0.06
11	利倉	6.49	4.72	3.97	3.29	1.49	1.08	0.91	0.75
12	上食満	3.81	1.89	1.08	0.47	0.91	0.45	0.26	0.11
13	吉田橋上流	1.36	0.99	0.65	0.39	2.88	2.10	1.38	0.82
14	吉田橋（廃止）	1.05	0.66	0.42	0.17	2.23	1.41	0.88	0.37
平均値		37.80	28.10	22.39	17.43	1.89	1.21	0.86	0.56



図 4-286　流量観測地点位置図（KI-5 : Osaka plain）

（41） KI-6：Harima plain

1） **地下水位データ**

KI-6：Harima plain 領域内の地下水位観測地点は存在しなかった。

2） **気象データ**

KI-6：Harima plain 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-185 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を、図 4-287、図 4-288、図 4-289、図 4-290 に示す。

表 4-185　気象観測所一覧（KI-6 : Harima plain）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	63321	福崎	34°57	134°44.9	72	アメダス	●	●	●	●	
2	63383	姫路	34°50.3	134°40.2	38	アメダス	●	●	●	●	
3	63461	三木	34°46.6	135°0.8	145	アメダス	●	●	●	●	



図 4-287　年平均気温の分布（KI-6 : Harima plain）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

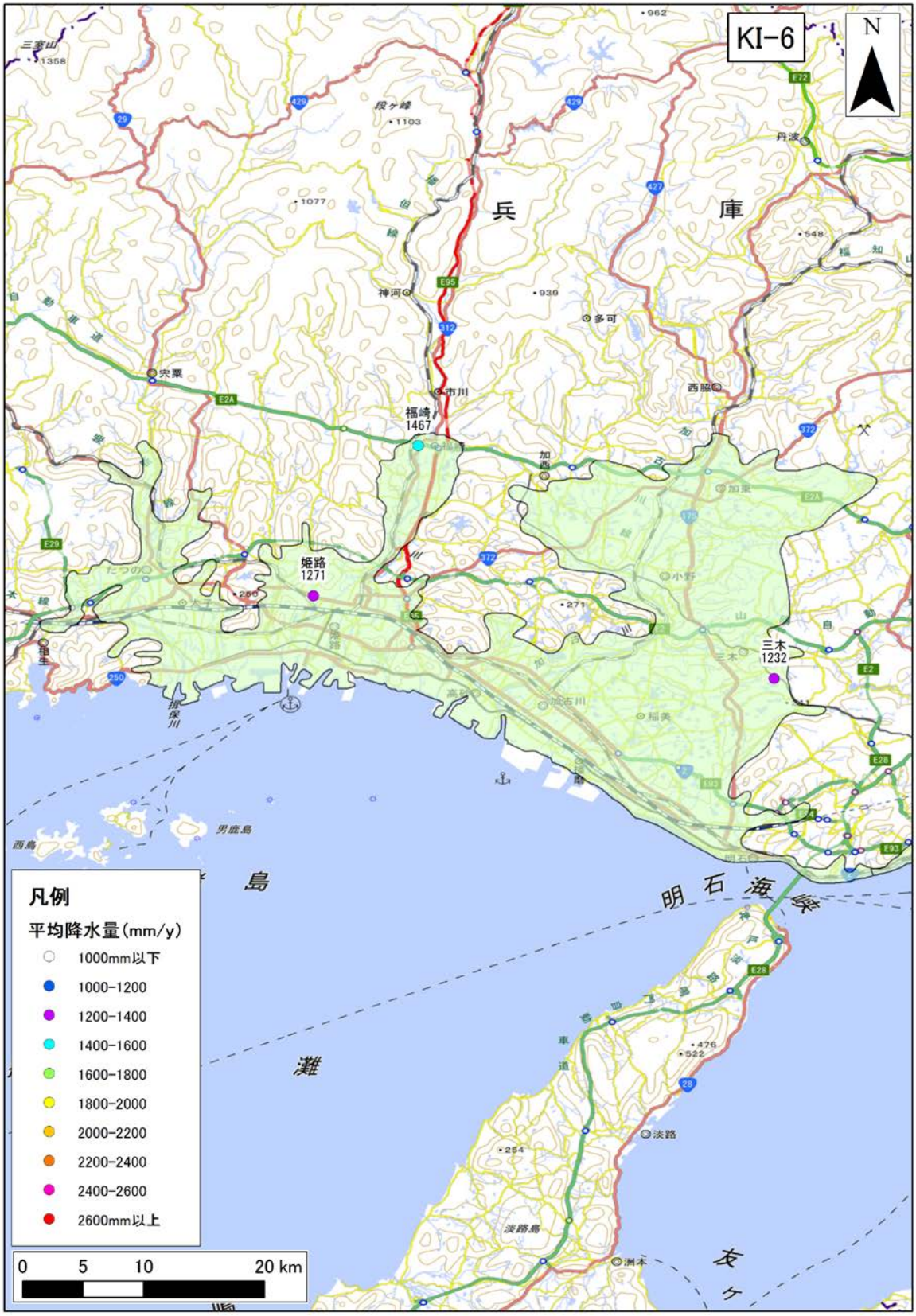


図 4-288　年間降水量の分布（KI-6 : Harima plain）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。



図 4-289　年間可能蒸発散量の分布（KI-6 : Harima plain）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

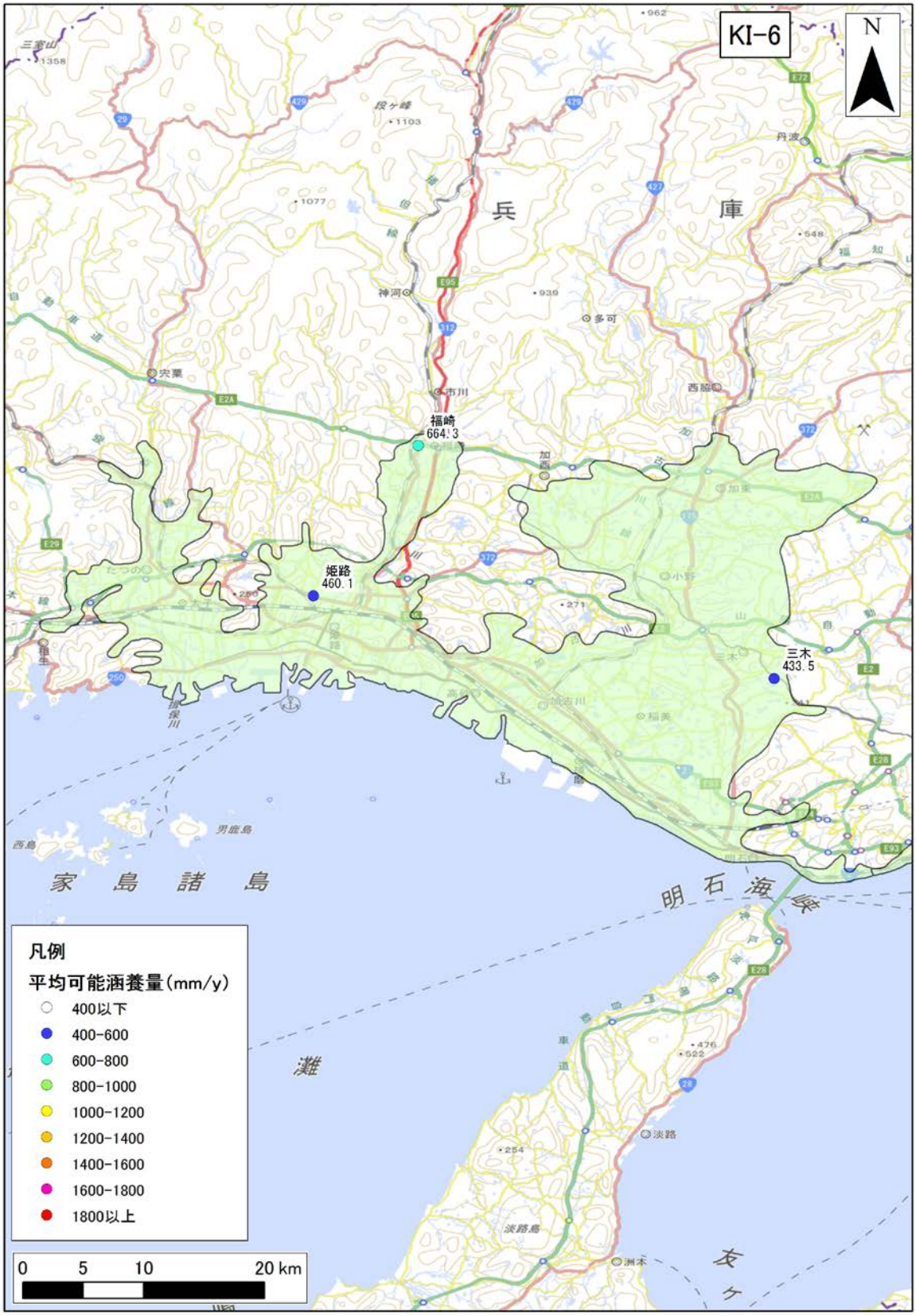


図 4-290　年間可能涵養量の分布（KI-6 : Harima plain）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

KI-6：Harima plain における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-291 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

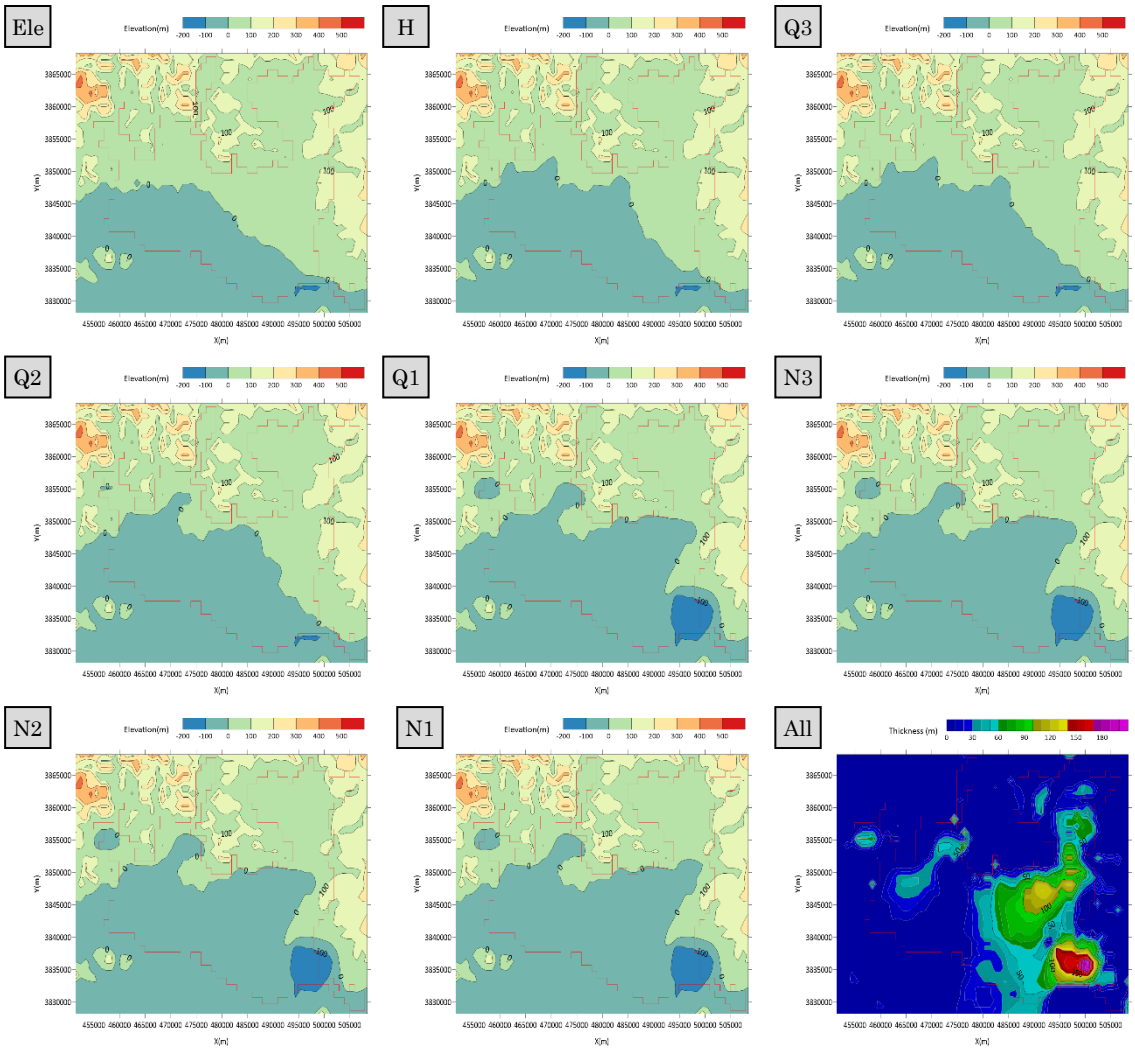


図 4-291　地質データ（KI-6 : Harima Plain）

4) **流量データ**

KI-6：Harima plain 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-186 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-187、図 4-292 に示す。

表 4-186 流量観測地点一覧（KI-6 : Harima Plain）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	大島	加古川	加古川	18.89	1968 年 01 月 01 日	1,319
2	国包	加古川	加古川	11.76	1968 年 01 月 29 日	1,656
3	古川第二	加古川	東条川	34.37	1968 年 07 月 08 日	152
4	万願寺	加古川	万願寺川	23.00	1985 年 04 月 01 日	149
5	別所橋	加古川	美嚢川	24.00	1982 年 05 月 12 日	282
6	龍野	揖保川	揖保川	22.00	1961 年 01 月 01 日	622
7	上川原	揖保川	揖保川	2.90	1969 年 01 月 01 日	796
8	東栗栖	揖保川	栗栖川	47.40	1969 年 01 月 01 日	52
9	誉	揖保川	林田川	17.77	1986 年 06 月 01 日	82
10	構	揖保川	林田川	6.00	1969 年 01 月 01 日	96

表 4-187 流況一覧（KI-6 : Harima Plain）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	大島	40.12	22.54	14.25	7.66	2.63	1.48	0.93	0.50
2	国包	38.31	18.81	11.94	7.26	2.00	0.98	0.62	0.38
3	古川第二	2.44	1.17	0.77	0.50	1.39	0.67	0.44	0.28
4	万願寺	3.37	1.82	1.16	0.63	1.95	1.05	0.67	0.36
5	別所橋	4.82	2.18	1.36	0.71	1.48	0.67	0.42	0.22
6	龍野	30.26	15.70	8.90	3.24	4.20	2.18	1.24	0.45
7	上川原	26.69	13.36	7.77	3.07	2.90	1.45	0.84	0.33
8	東栗栖	1.09	0.49	0.26	0.07	1.80	0.81	0.43	0.11
9	誉	2.59	1.02	0.61	0.30	2.71	1.07	0.64	0.31
10	構	2.89	1.42	0.83	0.41	2.60	1.28	0.75	0.37
平均値		15.26	7.85	4.78	2.38	2.37	1.16	0.70	0.33

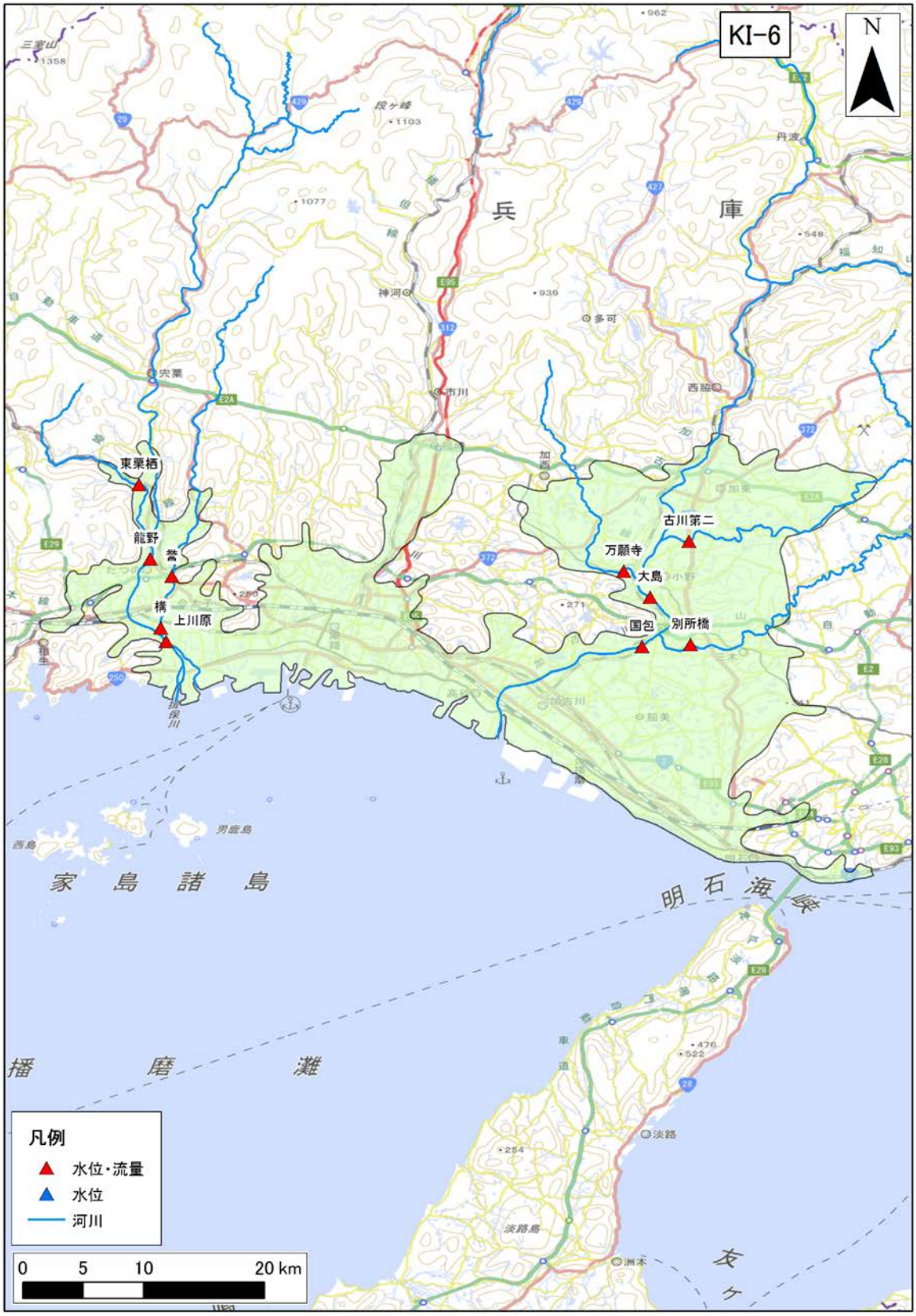


図 4-292　流量観測地点位置図（KI-6 : Harima Plain）

（42） CG-2：Izumo and Matsue plain

1） **地下水位データ**

CG-2：Izumo and Matsue plain 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-188 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-293 に示す。

表 4-188 地下水位観測地点一覧（CG-2 : Izumo and Matsue plain）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	車尾	米子市	5.43	100	30	-6.57～-24.57	1987～2014	水水 DB・年表・水調
2	福富	斐川町	4.94	500	2.2	0～1.2	1987～2005	水水 DB・年表・水調
3	鳥井	出雲市	8.85	700	1.9	0～1.4	1987～2002	年表・水水 DB
4	小山 (No.23)	出雲市	5.04	610	2.7	不明	1987～2014	水水 DB・年表・水調
5	塩治（浅井戸）	出雲市	7.25	100	23.47	2.5～19.5	1987～1988	年表
6	塩治（深井戸）	出雲市	7.28	200	48.67	31.5～47.8	1987～1988	年表

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

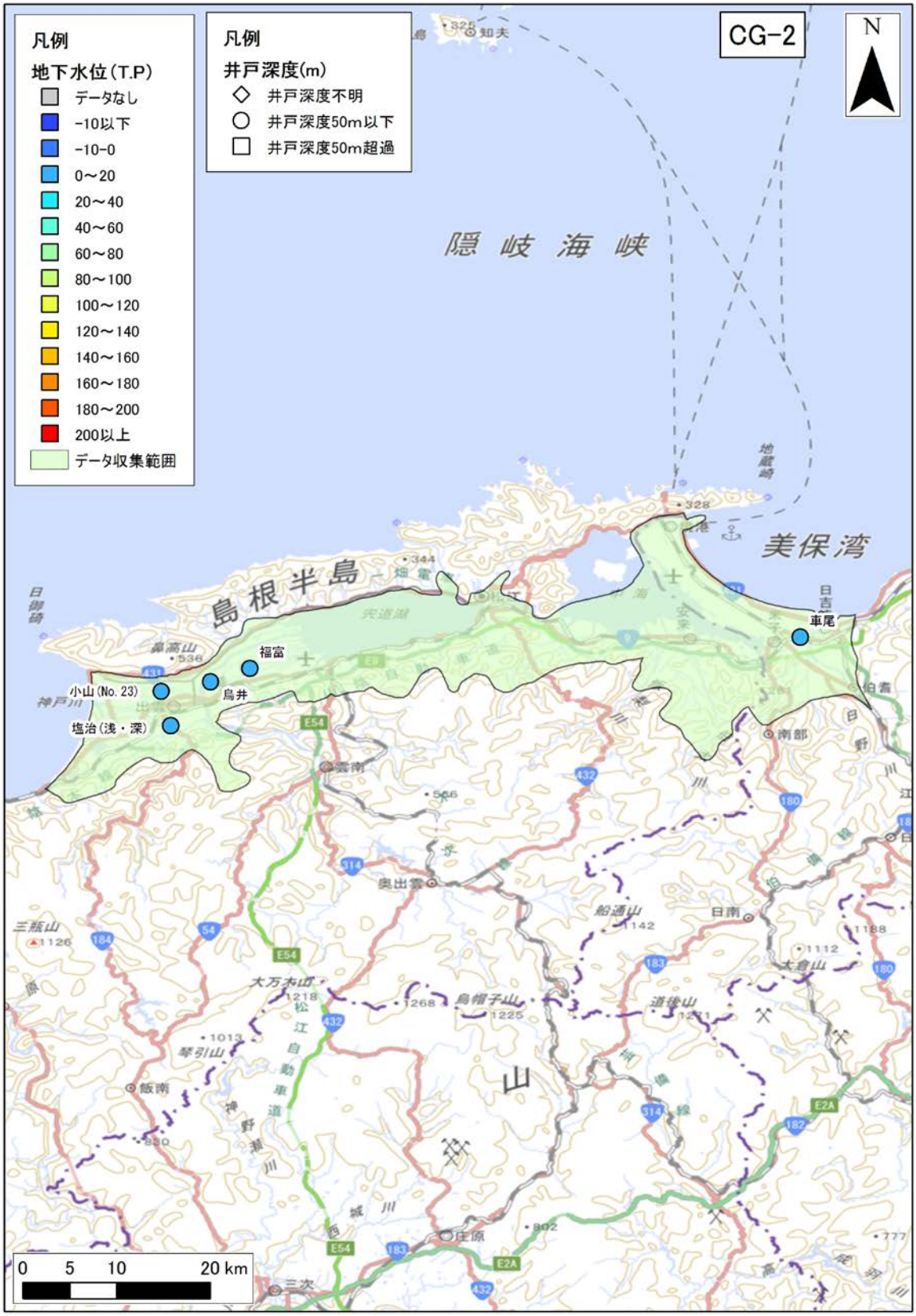


図 4-293　年平均地下水位分布図（CG-2 : Izumo and Matsue plain）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2)　**気象データ**

CG-2：Izumo and Matsue plain 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-189 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を、図 4-294、図 4-295、図 4-296、図 4-297 に示す。

表 4-189　気象観測所一覧（CG-2 : Izumo and Matsue plain）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	68121	斐川	35°24.8	132°53.4	2	アメダス	●	●	●	●	
2	68132	松江	35°27.4	133°3.9	17	アメダス	●	●	●	●	●
3	68156	出雲	35°19.9	132°43.8	20	アメダス	●	●	●	●	
4	68181	伯太	35°21	133°16.4	23	アメダス	●				
5	69006	境	35°32.6	133°14.1	2	アメダス	●	●	●	●	●
6	69076	米子	35°26	133°20.3	7	アメダス	●	●	●	●	●



図 4-294　年平均気温の分布（CG-2 : Izumo and Matsue plain）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。



図 4-295　年間降水量の分布（CG-2 : Izumo and Matsue plain）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。



図 4-296　年間可能蒸発散量の分布（CG-2 : Izumo and Matsue plain）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。



図 4-297　年間可能涵養量の分布（CG-2 : Izumo and Matsue plain）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

CG-2：Izumo and Matsue plain における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-298 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

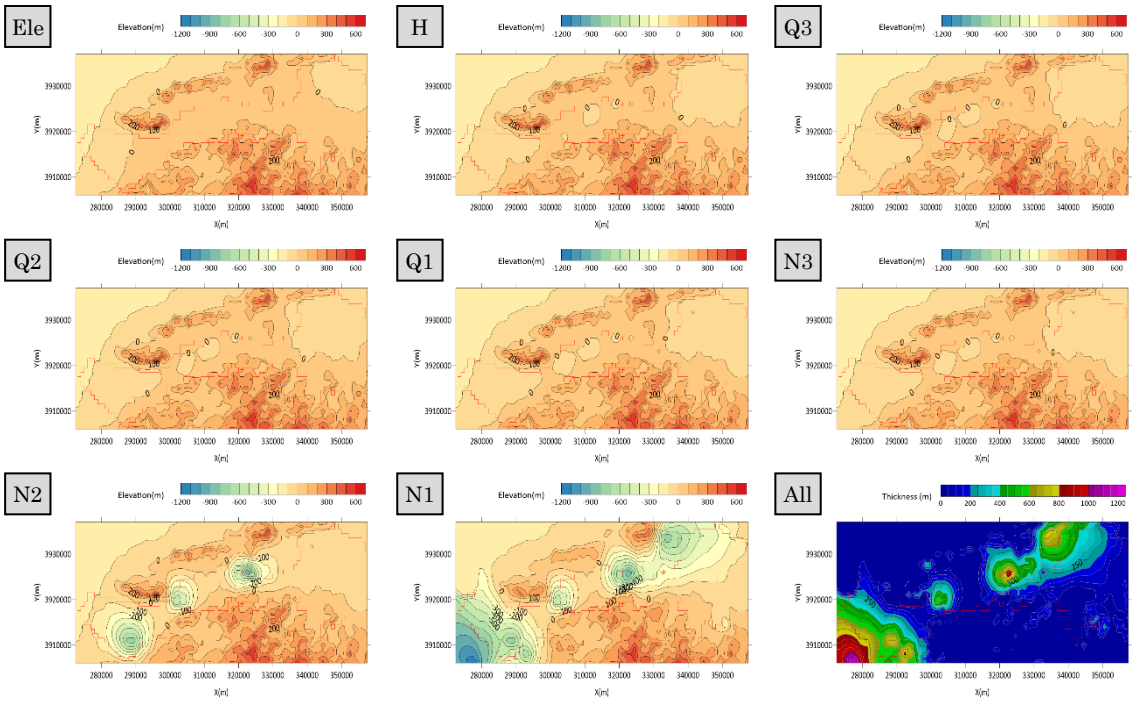


図 4-298　地質データ（CG-2 : Izumo and Matsue plain）

4) **流量データ**

CG-2：Izumo and Matsue plain 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-190 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-191、図 4-299 に示す。

表 4-190 流量観測地点一覧（CG-2 : Izumo and Matsue plain）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	上橋波	斐伊川	神戸川	0.00	1977 年 05 月 01 日	N/D
2	大殿	日野川	日野川	28.96	1985 年 04 月 01 日	723
3	車尾	日野川	日野川	4.11	1958 年 10 月 01 日	860
4	福市	日野川	法勝寺川	9.49	1962 年 06 月 26 日	118
5	大津	斐伊川	斐伊川	12.20	1893 年 09 月 01 日	911
6	灘分	斐伊川	斐伊川	1.80	1955 年 06 月 01 日	915
7	馬木	斐伊川	神戸川	6.13	1957 年 01 月 01 日	437

表 4-191 流況一覧（CG-2 : Izumo and Matsue plain）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	上橋波	N/D	6.05	4.49	3.84	3.84	N/D	N/D	N/D
2	大殿	723	42.60	27.20	17.81	11.11	5.09	3.25	2.13
3	車尾	860	35.91	20.49	13.34	4.56	3.61	2.06	1.34
4	福市	118	4.46	2.78	1.90	1.18	3.27	2.04	1.39
5	大津	911	48.82	32.71	19.85	8.49	4.63	3.10	1.88
6	灘分	915	41.35	25.54	14.69	5.06	3.90	2.41	1.39
7	馬木	437	13.62	8.82	6.29	4.62	2.69	1.74	1.24
平均値		27.54	17.43	11.10	5.55	3.86	2.43	1.56	0.81



図 4-299　流量観測地点位置図（CG-2 : Izumo and Matsue plain）

（43） CG-3：Tsuyama basin

1） **地下水位データ**

CG-3：Tsuyama basin 領域内の地下水位観測地点は存在しなかった。

2） **気象データ**

CG-3：Tsuyama basin 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-192 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を、図 4-300、図 4-301、図 4-302、図 4-303 に示す。

表 4-192 気象観測所一覧（CG-3 : Tsuyama basin）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	66127	奈義	35°6.7	134°10.2	212	アメダス	●	●	●	●	
2	66186	津山	35°3.8	134°0.5	146	アメダス	●	●	●	●	●

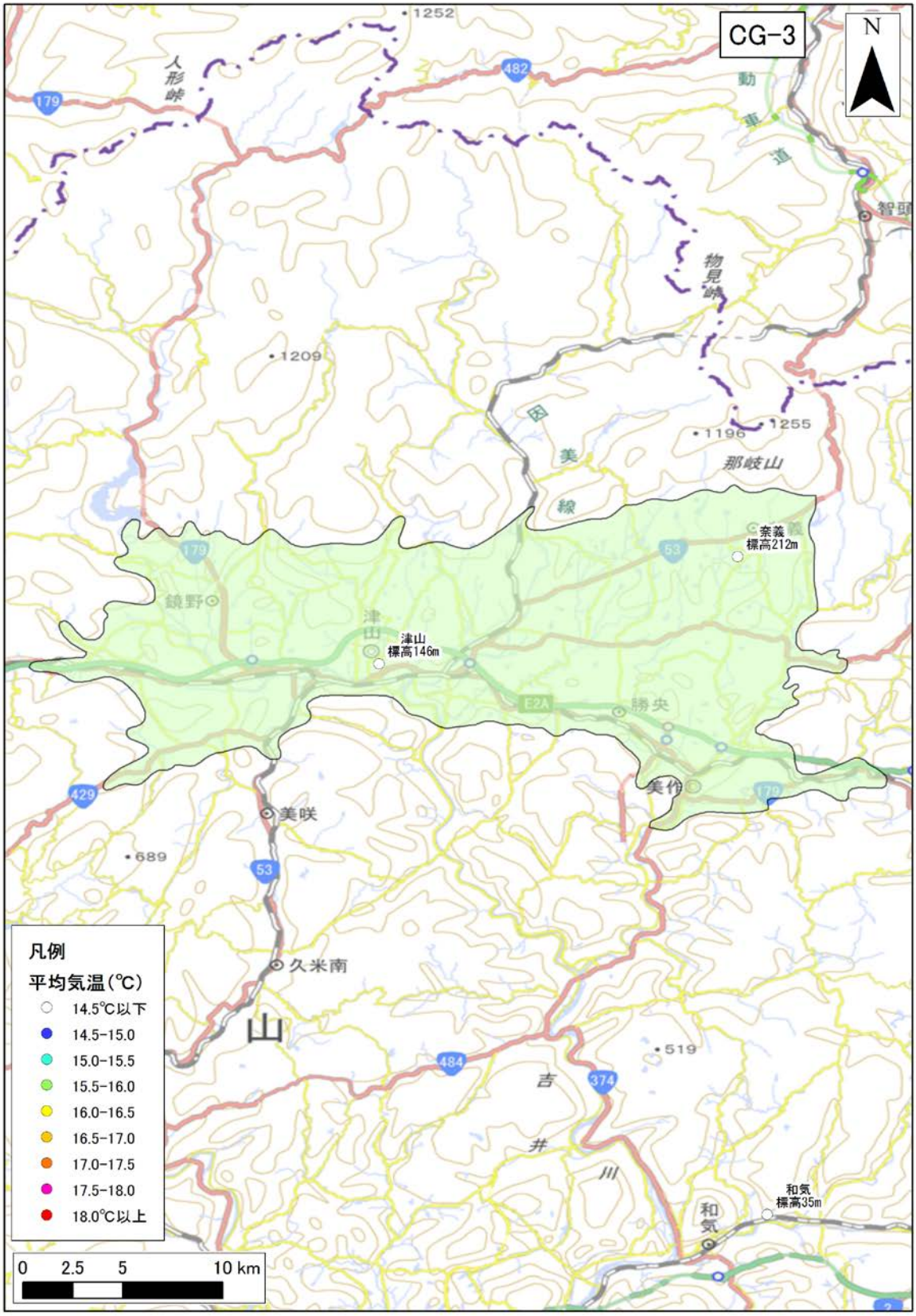


図 4-300　年平均気温の分布（CG-3 : Tsuyama basin）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

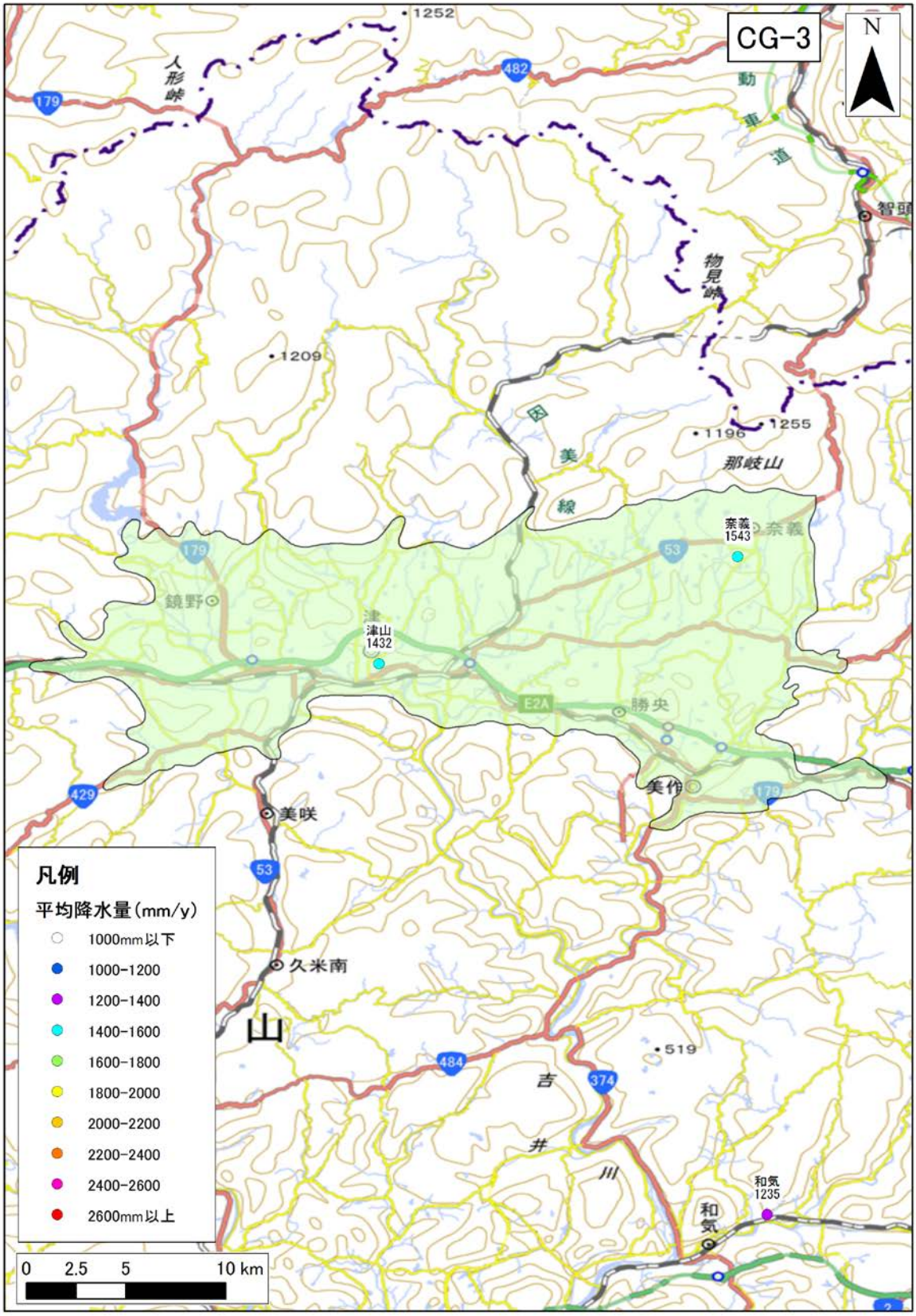


図 4-301　年間降水量の分布（CG-3 : Tsuyama basin）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。

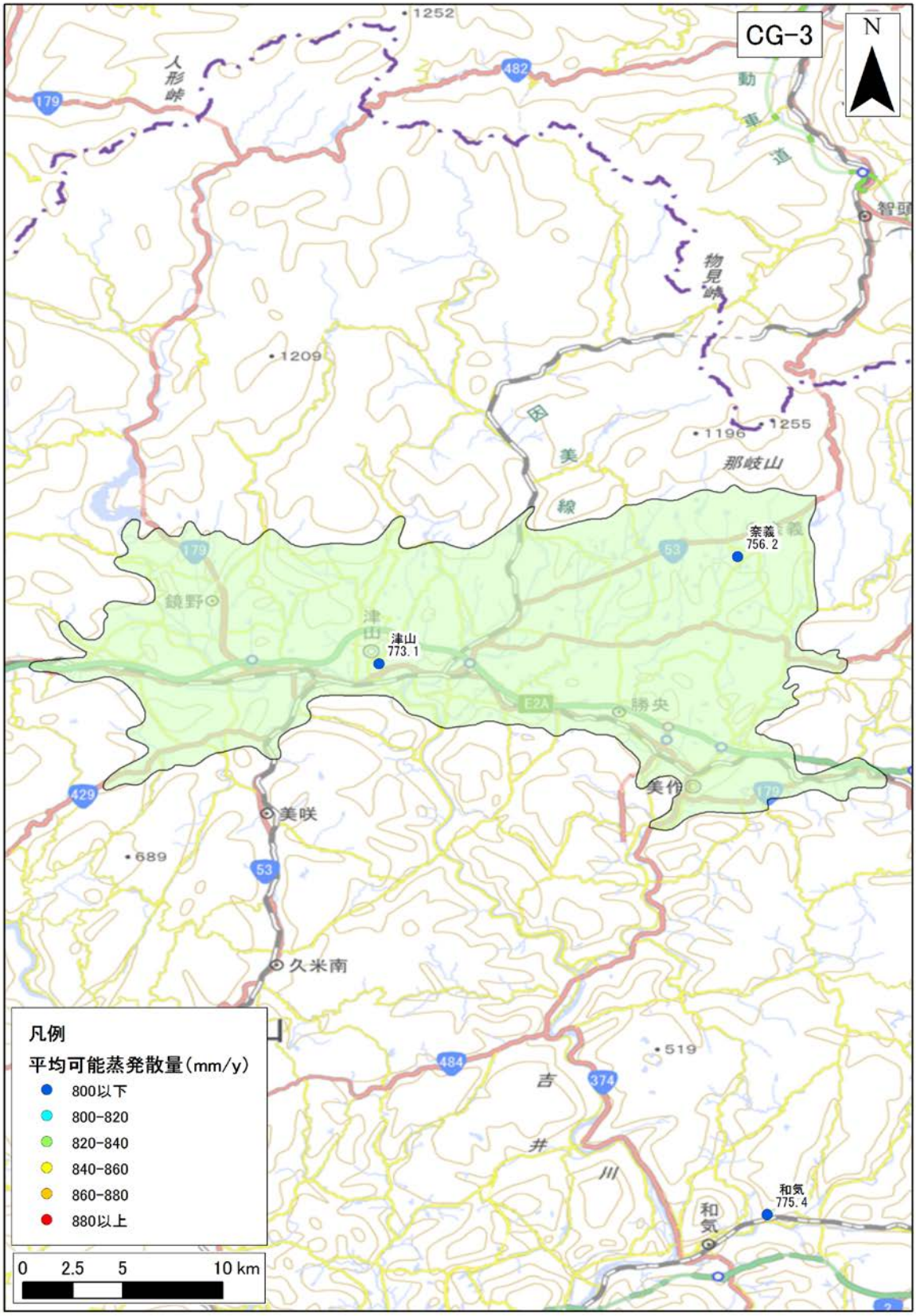


図 4-302　年間可能蒸発散量の分布（CG-3 : Tsuyama basin）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

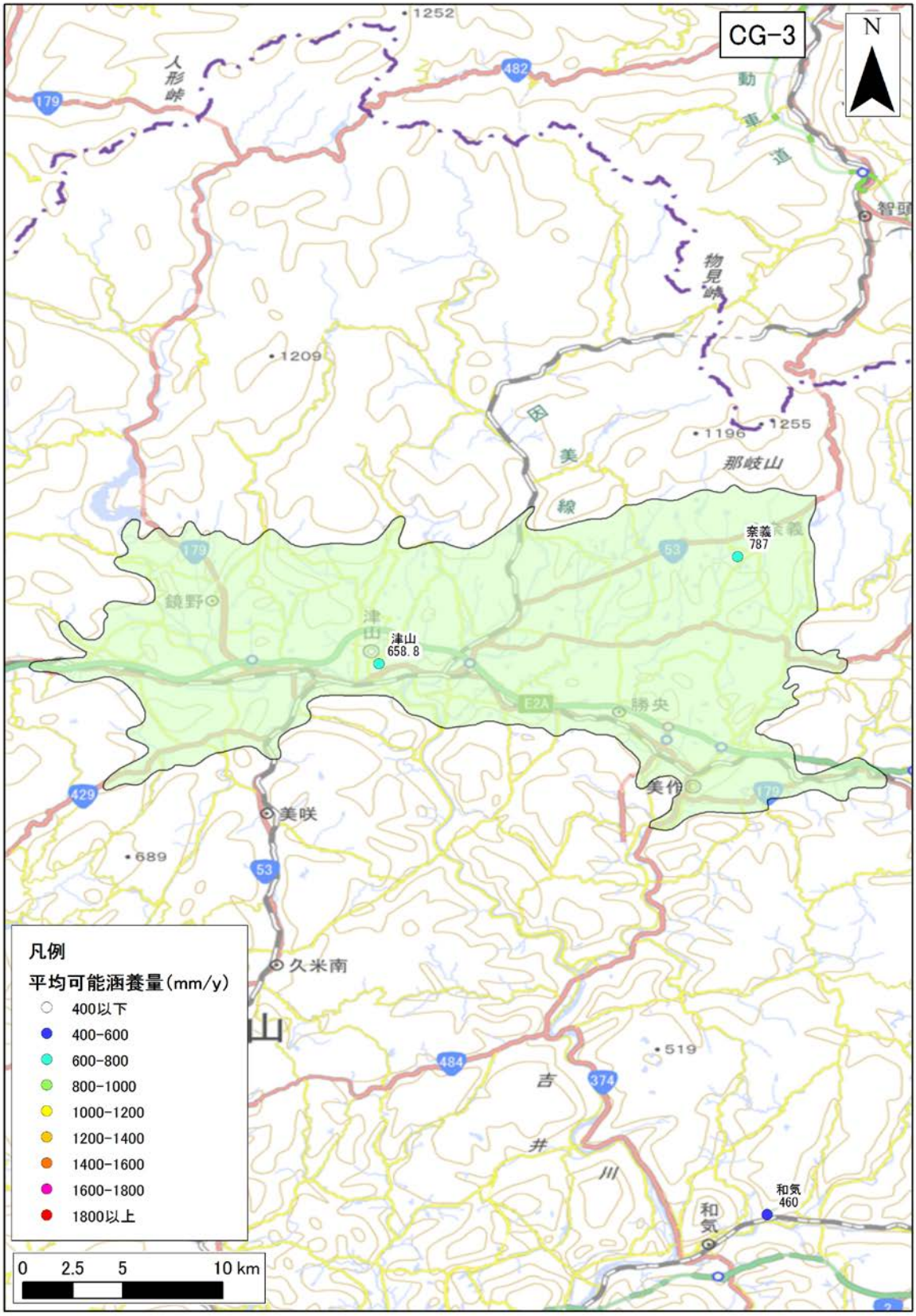


図 4-303　年間可能涵養量の分布（CG-3 : Tsuyama basin）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

CG-3：Tsuyama basin における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-304 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

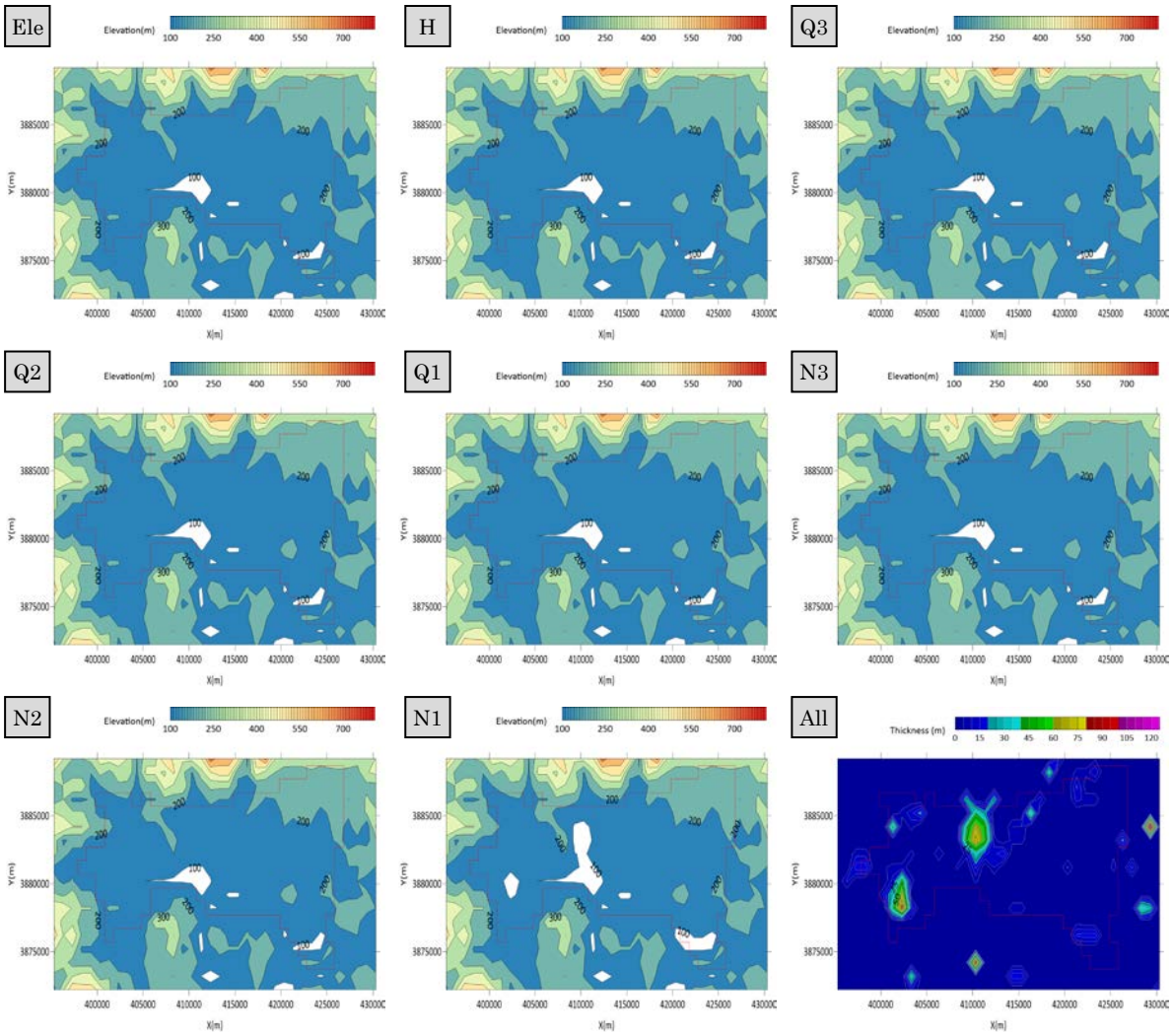


図 4-304　地質データ（CG-3 : Tsuyama basin）

4) **流量データ**

CG-3：Tsuyama basin 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-193 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-194、図 4-305 に示す。

表 4-193 流量観測地点一覧（CG-3 : Tsuyama basin）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	高野	吉井川	加茂川	105.95	1977 年 04 月 01 日	230
2	津山	吉井川	吉井川	88.62	1971 年 06 月 01 日	507
3	原	吉井川	吉井川	123.34	1973 年 04 月 01 日	242

表 4-194 流況一覧（CG-3 : Tsuyama basin）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	高野	11.63	7.59	5.57	3.47	4.37	2.85	2.09	1.30
2	津山	21.38	13.42	9.85	7.00	3.64	2.29	1.68	1.19
3	原	13.63	9.17	7.16	5.07	4.88	3.28	2.56	1.82
平均値		15.55	10.06	7.53	5.18	4.30	2.81	2.11	1.44

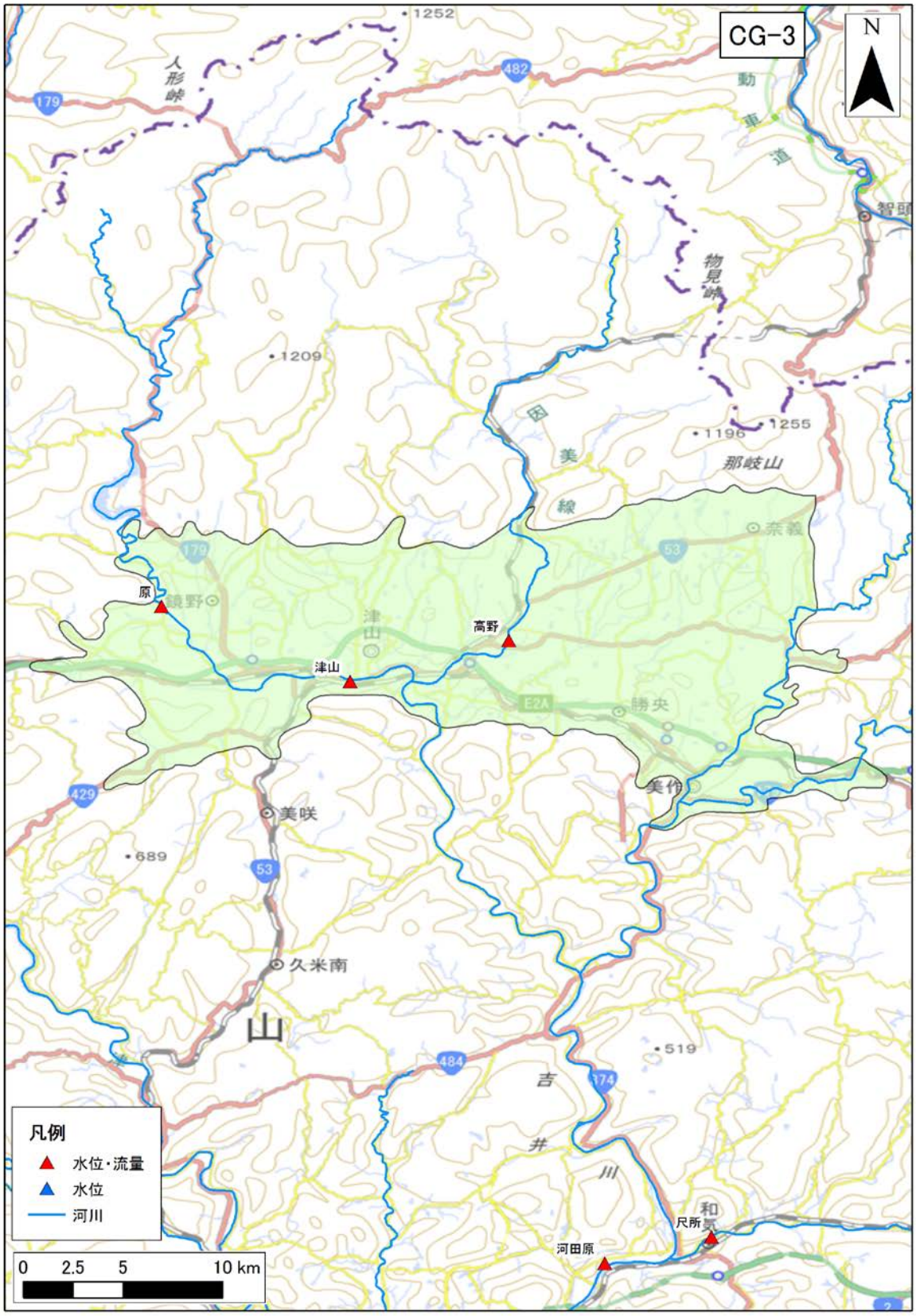


図 4-305　流量観測地点位置図（CG-3 : Tsuyama basin）

（44） CG-4：Okayama plain

1） **地下水位データ**

CG-4：Okayama plain 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-195 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-306 に示す。

表 4-195 地下水位観測地点一覧（CG-4 : Okayama plain）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	土師	瀬戸内市	4.38	730	3.74	0～3.7	1987～2004	年表・水水 DB
2	No.83	岡山市	不明	不明	不明	不明	2006～2014	水水 DB
3	No.88	岡山市	不明	不明	不明	不明	2006～2014	水水 DB
4	No.24	岡山市	不明	不明	不明	不明	2006～2014	水水 DB
5	No.15	岡山市	不明	不明	不明	不明	2006～2014	水水 DB
6	藤原 No.1	岡山市	5.53	200	100	47.67～61.47	1987～2012	水水 DB・年表・水調
7	藤原 No.2	岡山市	5.54	200	30	10.66～24.46	1987～2014	水水 DB・年表・水調
8	No.32	岡山市	不明	不明	不明	不明	2006～2012	水水 DB
9	No.30	岡山市	不明	不明	不明	不明	2006～2014	水水 DB
10	金岡東 No.1	岡山市	2.66	200	100	80.84～96.14	1987～2013	年表・水水 DB
11	金岡東 No.2	岡山市	2.66	200	30	15.34～26.34	1987～2014	年表・水水 DB
12	安江	倉敷市	3.62	200	6.58	0～6.6	1987～2014	年表・水水 DB

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

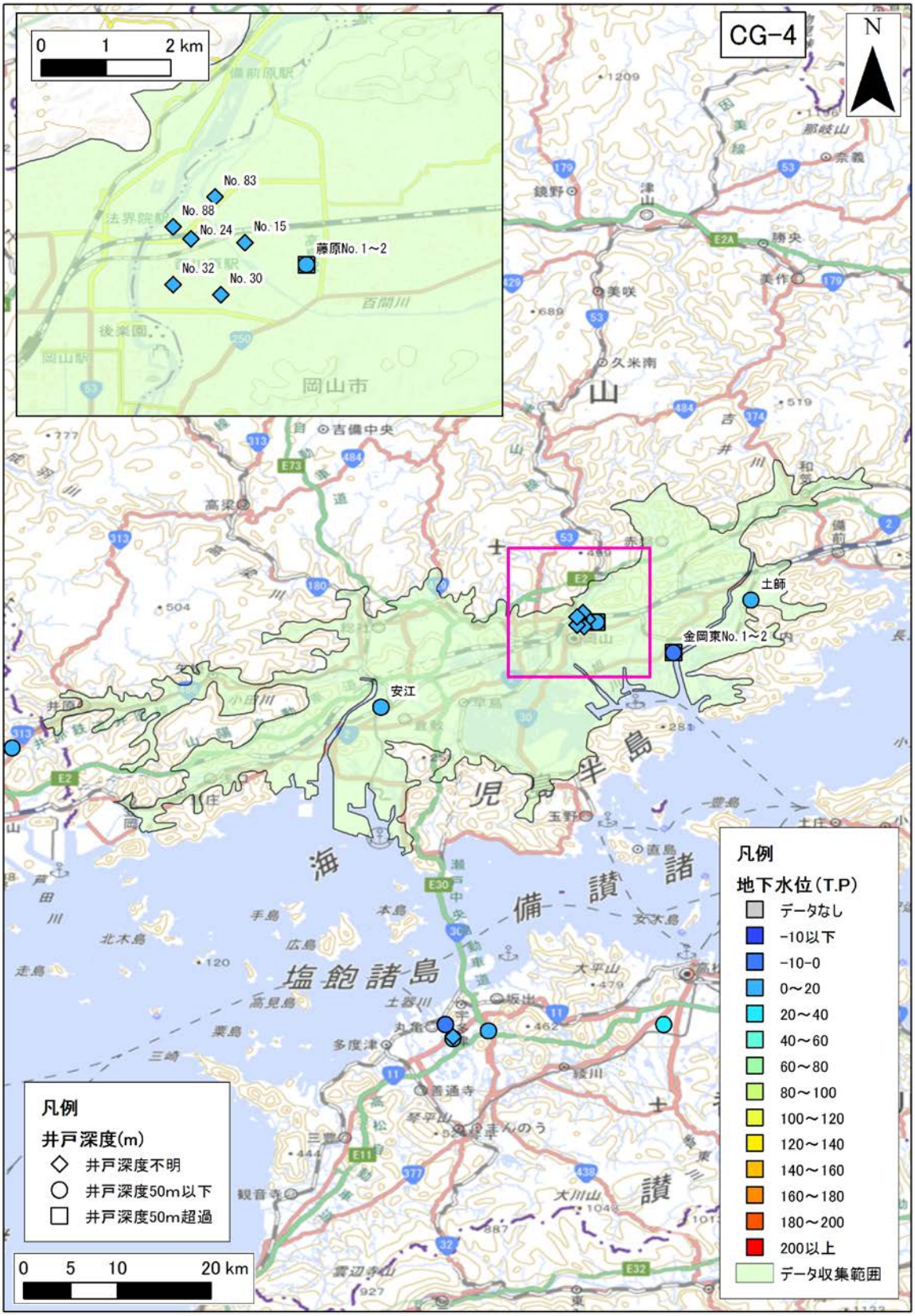


図 4-306 年平均地下水位分布図（CG-4 : Okayama plain）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2)　**気象データ**

CG-4：Okayama plain 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-196 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を、図 4-307、図 4-308、図 4-309、図 4-310 に示す。

表 4-196　気象観測所一覧（CG-4 : Okayama plain）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	66306	和気	34’48.9	134’11	35	アメダス	●	●	●	●	
2	66391	矢掛	34’37	133’37.1	18	アメダス	●				
3	66408	岡山	34’41.1	133’55.5	5	アメダス	●	●	●	●	●
4	66446	倉敷	34’35.4	133’46.1	3	アメダス	●	●	●	●	
5	66481	笠岡	34’30.1	133’29.7	0	アメダス	●	●	●	●	



図 4-307　年平均気温の分布（CG-4 : Okayama plain）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。



図 4-308　年間降水量の分布（CG-4 : Okayama plain）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。



図 4-309　年間可能蒸発散量の分布（CG-4 : Okayama plain）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。



図 4-310　年間可能涵養量の分布（CG-4 : Okayama plain）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

CG-4：Okayama plain における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-311 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

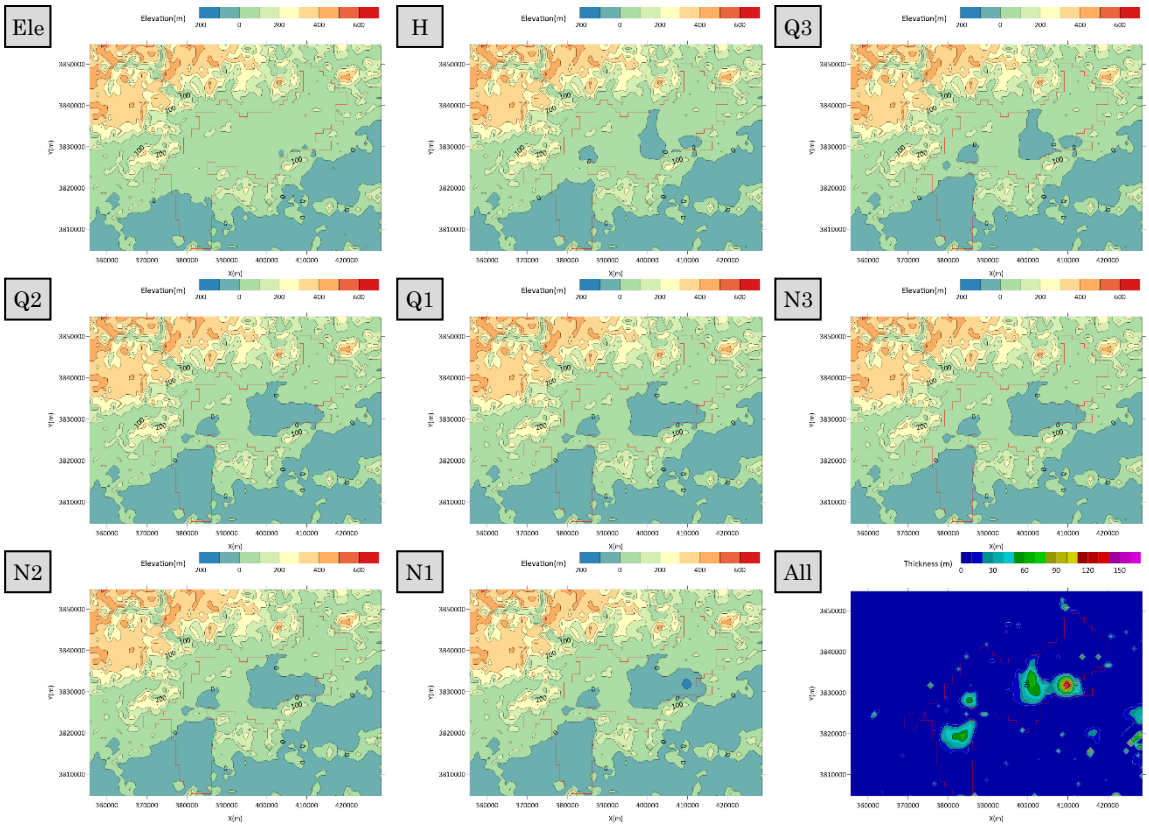


図 4-311　地質データ（CG-4 : Okayama plain）

4) **流量データ**

CG-4：Okayama plain 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-197 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-198、図 4-312 に示す。

表 4-197 流量観測地点一覧（CG-4 : Okayama plain）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	酒津	高梁川	高梁川	0.00	1973 年 09 月 01 日	2,644
2	井原	高梁川	小田川	31.86	1972 年 04 月 01 日	219
3	矢掛	高梁川	小田川	14.96	1972 年 06 月 01 日	407
4	東三成	高梁川	小田川	10.89	1979 年 09 月 01 日	432
5	矢形橋	高梁川	小田川	6.33	1968 年 04 月 01 日	479
6	北方	旭川	旭川	1.37	1962 年 05 月 01 日	1,594
7	原尾島橋	旭川	百間川	-0.27	1991 年 03 月 01 日	N/D
8	瀬戸	旭川	砂川	5.95	1968 年 04 月 01 日	97
9	河田原	吉井川	吉井川	10.42	1978 年 06 月 01 日	1,905
10	御休	吉井川	吉井川	1.77	1965 年 04 月 01 日	1,996
11	尺所	吉井川	金剛川	19.44	1971 年 12 月 01 日	161

表 4-198 流況一覧（CG-4 : Okayama plain）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	酒津	2,644	55.68	32.65	20.87	10.35	1.82	1.07	0.68
2	井原	219	3.80	1.90	1.03	0.48	1.50	0.75	0.40
3	矢掛	407	5.93	3.20	2.14	1.08	1.26	0.68	0.46
4	東三成	432	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
5	矢形橋	479	6.21	3.60	2.18	0.99	1.12	0.65	0.39
6	北方	1,594	42.51	25.96	16.01	8.55	2.30	1.41	0.87
7	原尾島橋	N/D	0.81	0.57	0.45	0.40	N/D	N/D	N/D
8	瀬戸	97	11.41	9.82	0.65	0.17	10.17	8.74	0.58
9	河田原	1,905	61.84	39.53	28.06	17.66	2.80	1.79	1.27
10	御休	1,996	54.09	34.25	23.75	12.82	2.34	1.48	1.03
11	尺所	161	2.07	0.90	0.40	0.14	1.11	0.48	0.22
平均値		24.43	15.24	9.55	5.27	2.71	1.89	0.66	0.33



図 4-312　流量観測地点位置図（CG-4 : Okayama plain）

（45） CG-5：Fukuyama and Onomichi plain

1） **地下水位データ**

CG-5：Fukuyama and Onomichi plain 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-199 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-313 に示す。

表 4-199 地下水位観測地点一覧（CG-5 : Fukuyama and Onomichi plain）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	神辺	神辺町	14.63	88	9.5	3～9.5	1987～2013	水水 DB・年表・水調

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

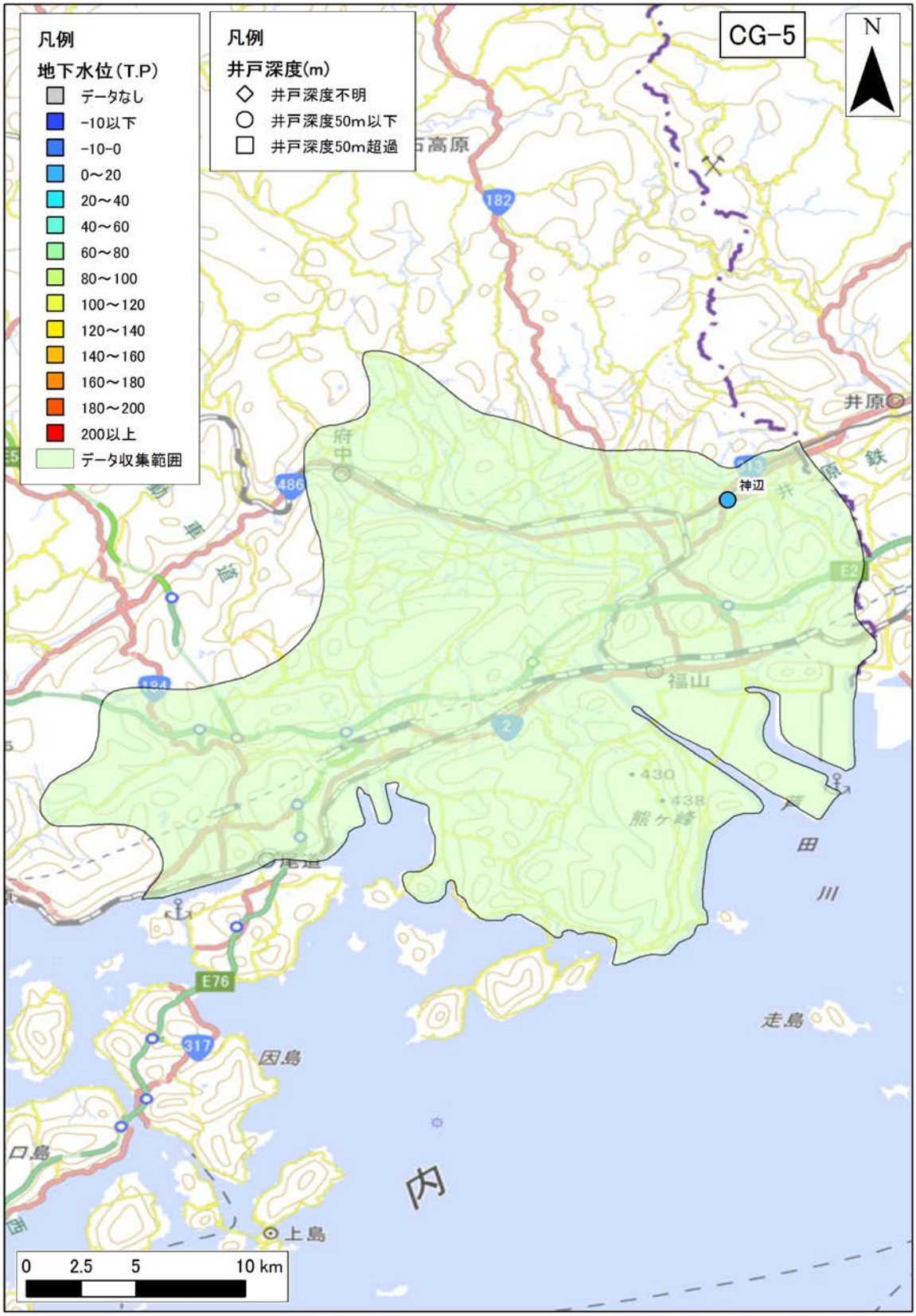


図 4-313　年平均地下水位分布図（CG-5 : Fukuyama and Onomichi plain）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2)　**気象データ**

CG-5：Fukuyama and Onomichi plain 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-200 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を、図 4-314、図 4-315、図 4-316、図 4-317 に示す。

表 4-200　気象観測所一覧（CG-5 : Fukuyama and Onomichi plain）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	67326	府中	34°33.7	133°13.9	70	アメダス	●	●	●	●	
2	67401	福山	34°26.8	133°14.8	2	アメダス	●	●	●	●	

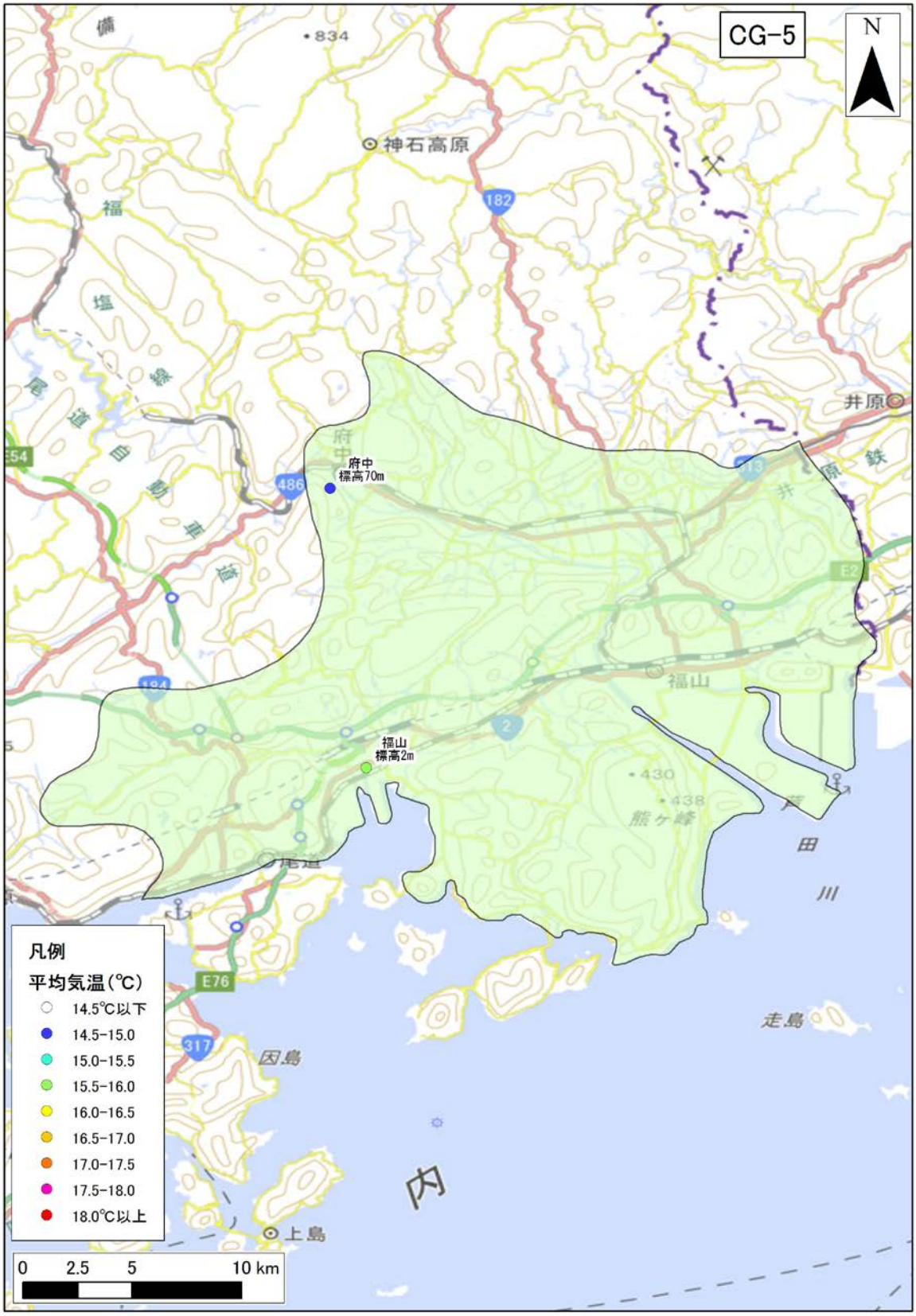


図 4-314　年平均気温の分布（CG-5 : Fukuyama and Onomichi plain）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

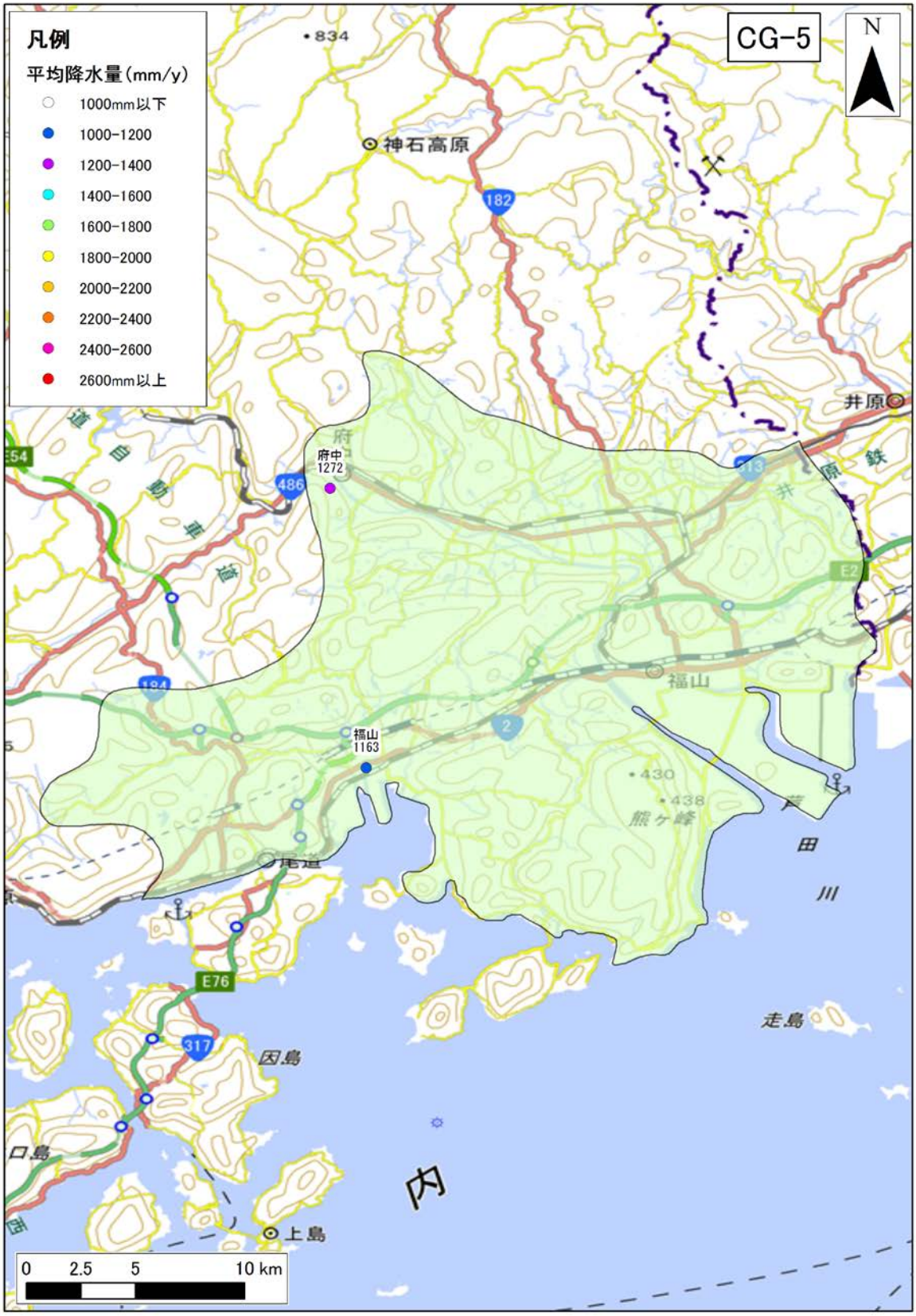


図 4-315　年間降水量の分布（CG-5 : Fukuyama and Onomichi plain）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。



図 4-316　年間可能蒸発散量の分布（CG-5 : Fukuyama and Onomichi plain）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

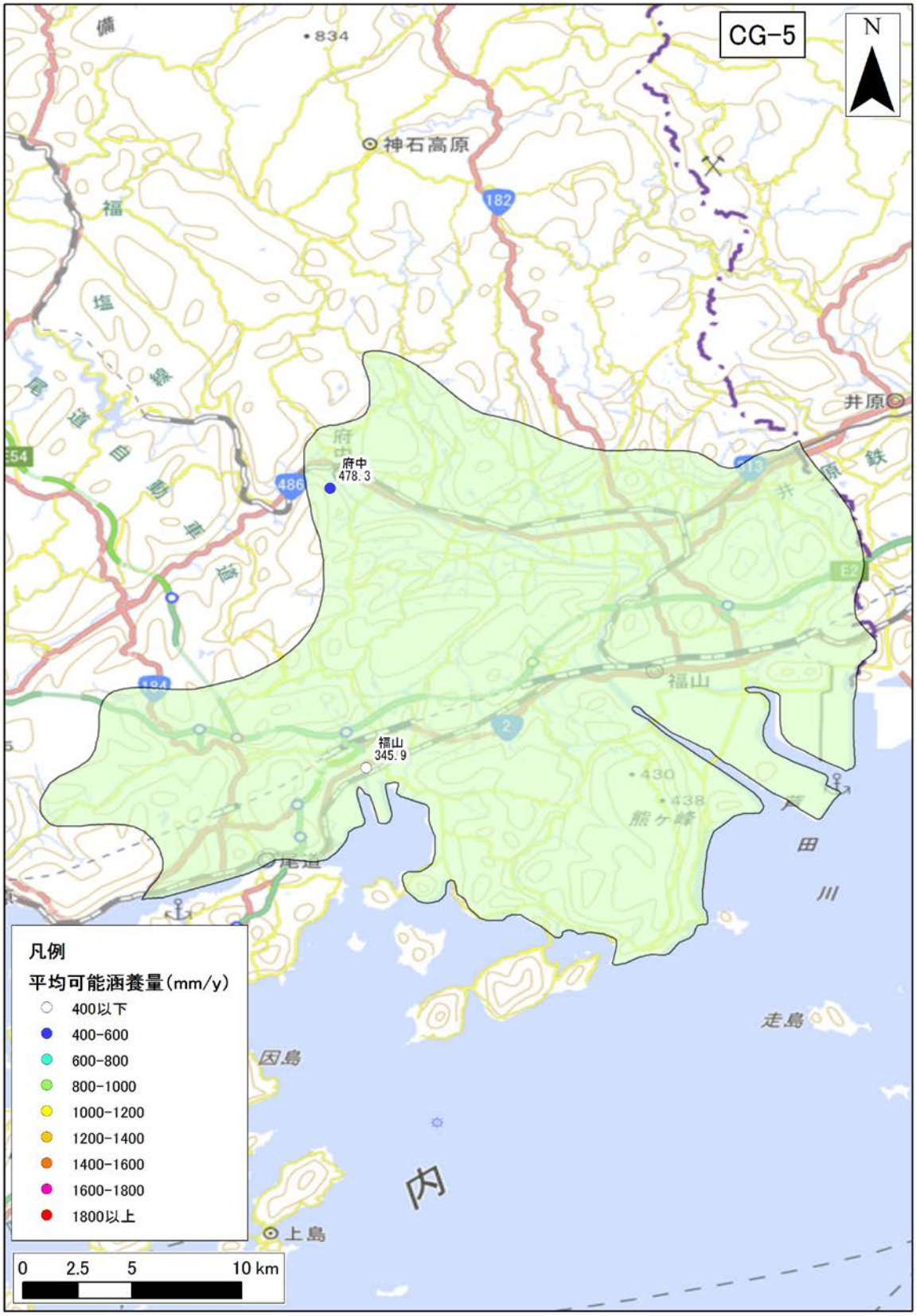


図 4-317　年間可能涵養量の分布（CG-5 : Fukuyama and Onomichi plain）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

CG-5：Fukuyama and Onomichi plain における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-318 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

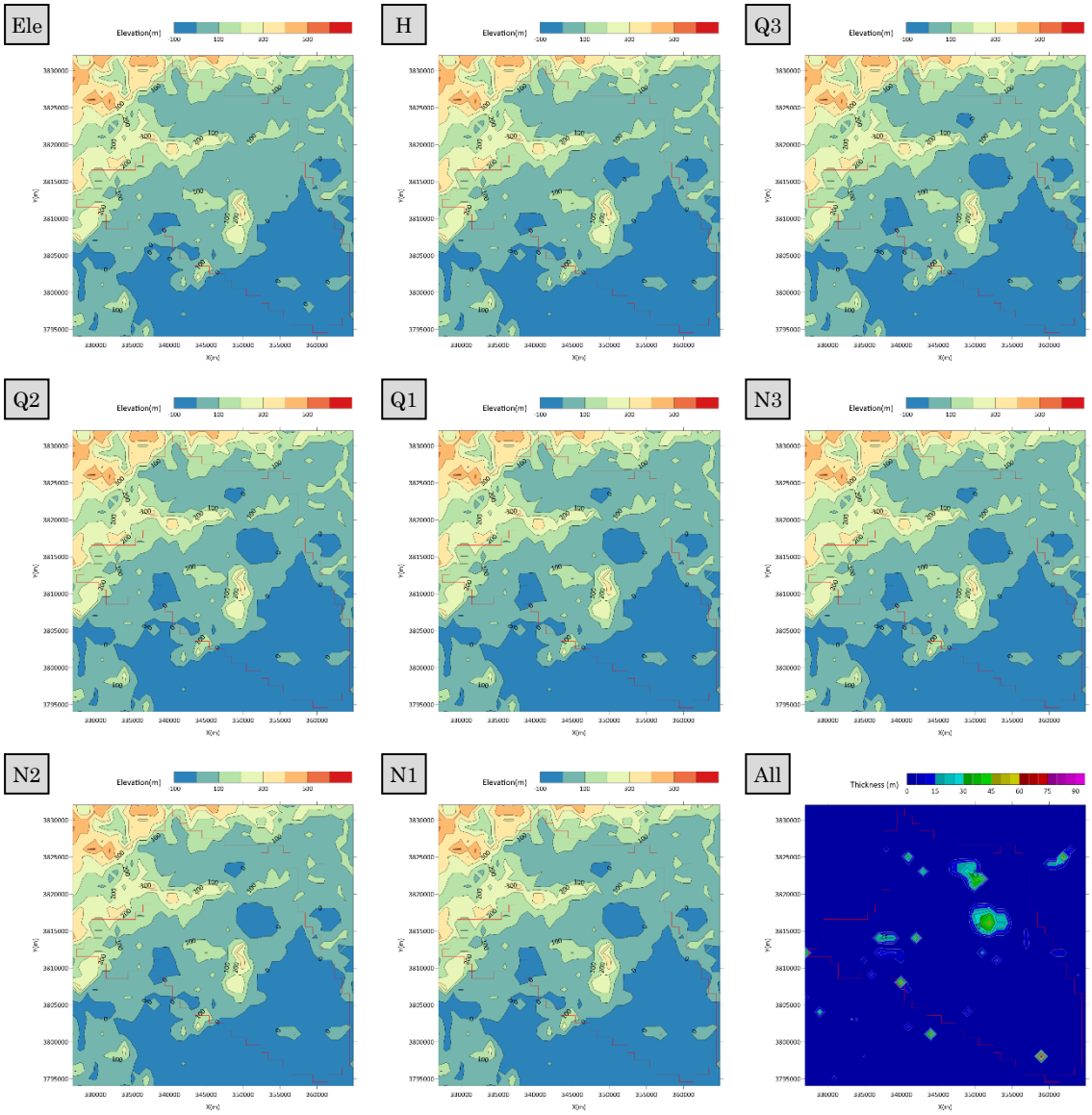


図 4-318　地質データ（CG-5 : Fukuyama and Onomichi plain）

4) **流量データ**

CG-5：Fukuyama and Onomichi plain 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-201 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-202、図 4-319 に示す。

表 4-201 流量観測地点一覧（CG-5 : Fukuyama and Onomichi plain）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	府中	芦田川	芦田川	24.87	1961 年 04 月 01 日	489
2	上戸手	芦田川	芦田川	13.09	1974 年 06 月 01 日	580
3	郷分	芦田川	芦田川	3.32	1976 年 12 月 01 日	648
4	山手	芦田川	芦田川	1.78	1966 年 07 月 01 日	799
5	新市	芦田川	神谷川	18.00	1994 年 04 月 01 日	76
6	神辺	芦田川	高屋川	20.00	1974 年 09 月 01 日	30
7	掛ノ橋	芦田川	高屋川	8.12	1968 年 07 月 01 日	N/D
8	御幸	芦田川	高屋川	2.95	1976 年 11 月 01 日	146
9	西神島	芦田川	瀬戸川	2.25	1976 年 11 月 01 日	60
10	山守橋	芦田川	芦田川	9.00	1994 年 10 月 06 日	649

表 4-202 流況一覧（CG-5 : Fukuyama and Onomichi plain）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	府中	9.81	6.74	5.15	3.90	1.73	1.19	0.91	0.69
2	上戸手	11.06	7.45	5.88	4.90	1.65	1.11	0.88	0.73
3	郷分	6.56	2.57	1.28	0.47	0.87	0.34	0.17	0.06
4	山手	8.53	3.70	2.02	0.90	0.92	0.40	0.22	0.10
5	新市	1.15	0.55	0.30	0.15	1.32	0.63	0.35	0.17
6	神辺	0.11	0.06	0.04	0.02	0.30	0.17	0.11	0.06
7	掛ノ橋	0.54	0.33	0.17	0.02	N/D	N/D	N/D	N/D
8	御幸	2.10	1.12	0.73	0.42	1.24	0.66	0.43	0.25
9	西神島	0.70	0.46	0.31	0.18	1.01	0.66	0.45	0.26
10	山守橋	11.04	7.19	5.74	4.28	1.47	0.96	0.76	0.57
平均値		5.16	3.02	2.16	1.53	1.17	0.68	0.47	0.32

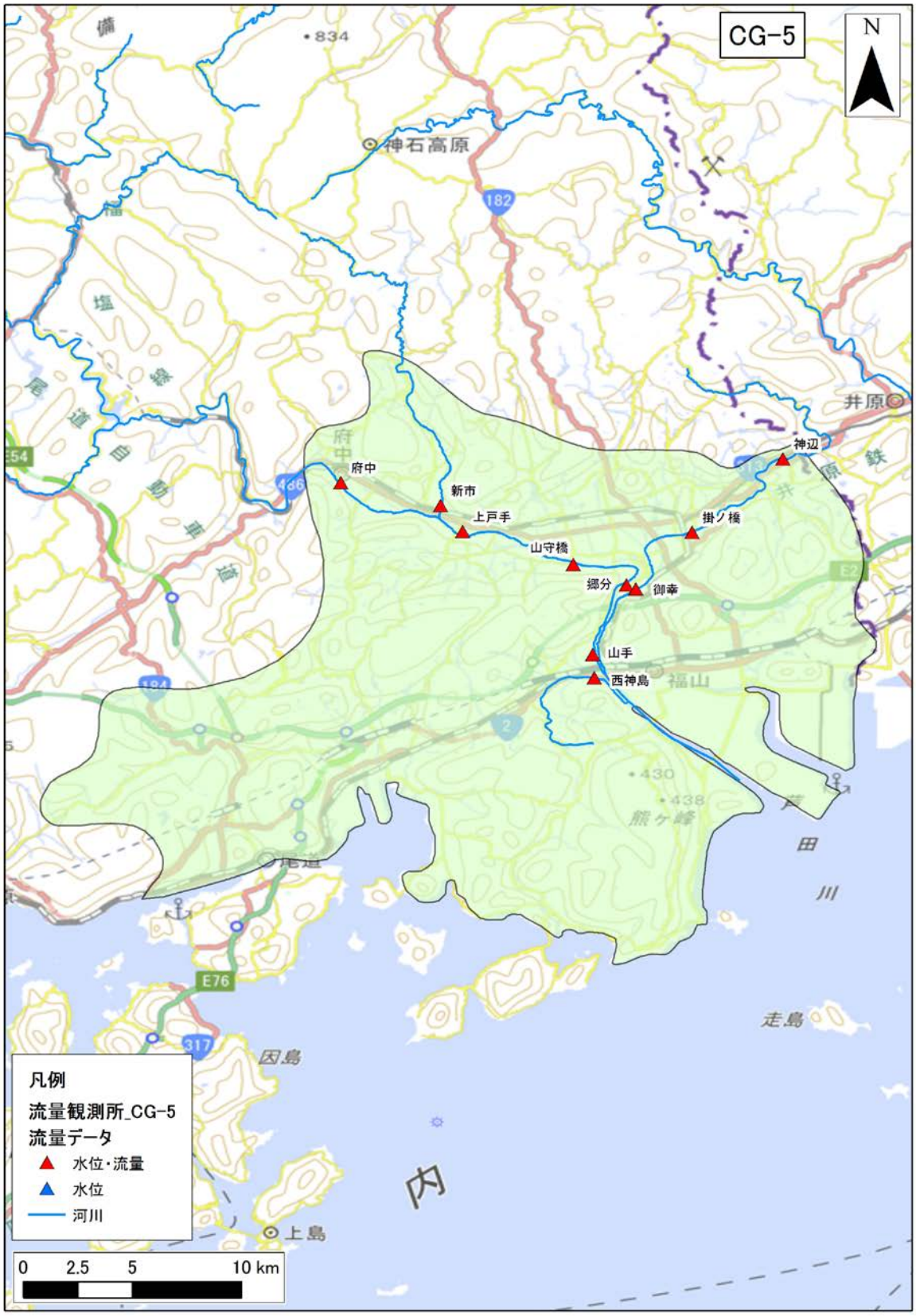


図 4-319　流量観測地点位置図（CG-5 : Fukuyama and Onomichi plain）

（46） CG-7：Ogouri plain and yamaguchi basin

1） **地下水位データ**

CG-7：Ogouri plain and yamaguchi basin 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-203 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-320 に示す。

表 4-203 地下水位観測地点一覧（CG-7 : Ogouri plain and yamaguchi basin）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	国土交通省構内 No.1	防府市	7.47	100	9	4～9	1987～2013	水水 DB・年表・水調
2	国土交通省構内 No.2	防府市	7.47	100	30	28.5～29.5	1987～2014	水水 DB・年表・水調

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

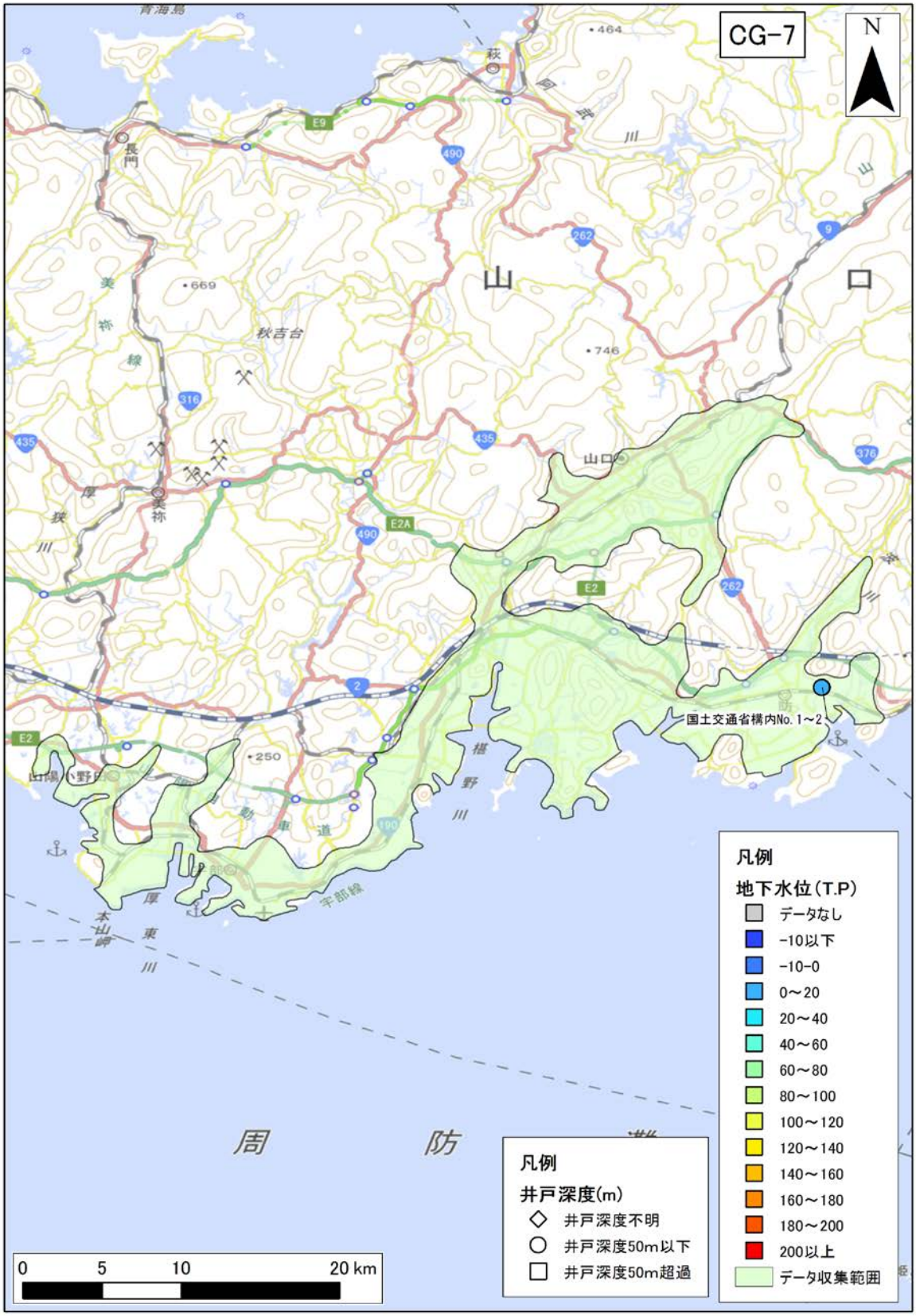


図 4-320　年平均地下水位分布図（CG-7 : Ogouri plain and yamaguchi basin）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2） **気象データ**

CG-7：Ogouri plain and yamaguchi basin 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-204 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を、図 4-321、図 4-322、図 4-323、図 4-324 に示す。

表 4-204　気象観測所一覧（CG-7 : Ogouri plain and yamaguchi basin）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	81286	山口	34'9.7	131'27.7	18	アメダス	●	●	●	●	●
2	81371	防府	34'2.4	131'32	4	アメダス	●	●	●	●	
3	81436	宇部	33'55.8	131'16.7	5	アメダス	●	●	●	●	

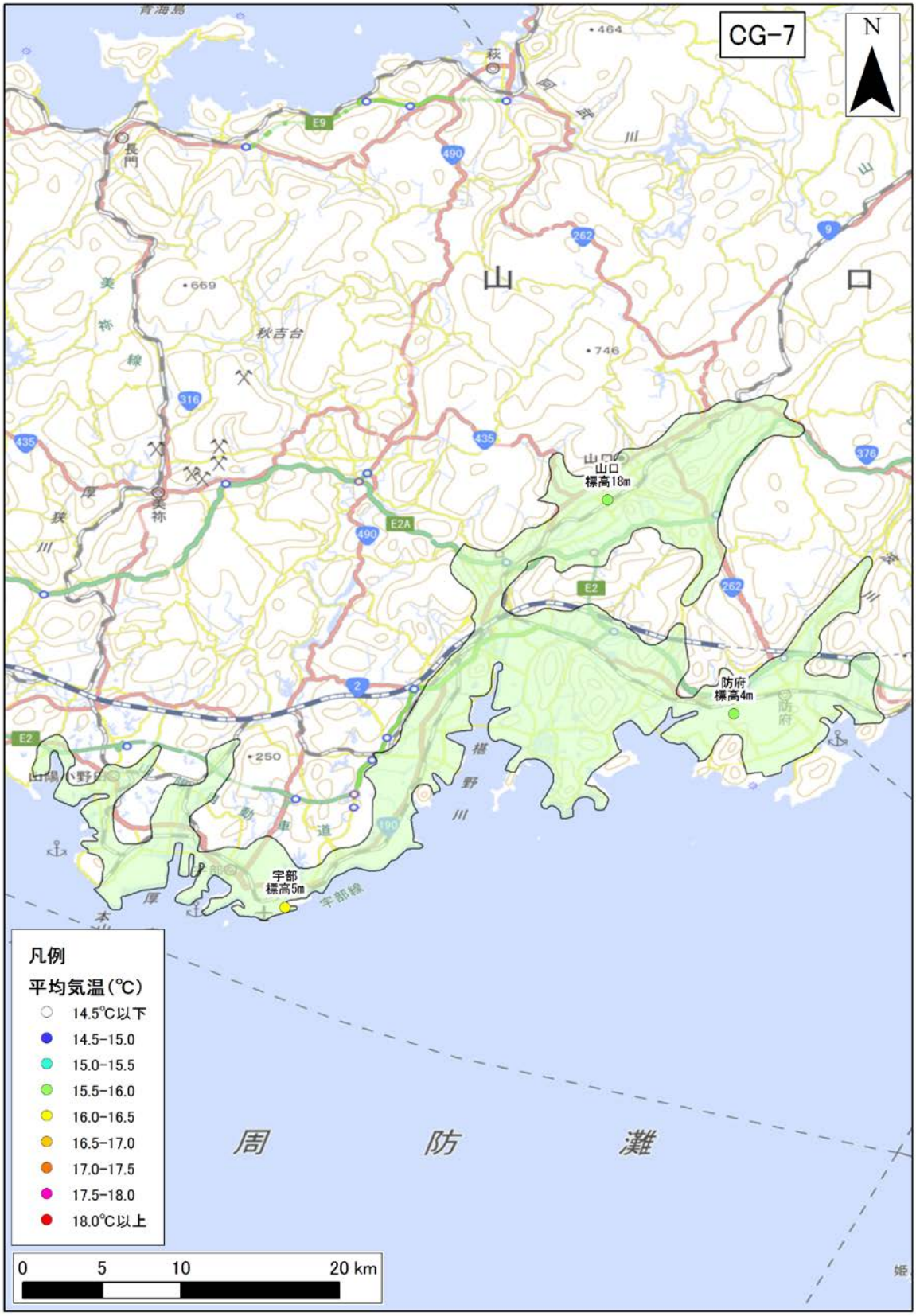


図 4-321　年平均気温の分布（CG-7 : Ogouri plain and Yamaguchi basin）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。



図 4-322　年間降水量の分布（CG-7 : Ogouri plain and Yamaguchi basin）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。



図 4-323　年間可能蒸発散量の分布（CG-7 : Ogouri plain and Yamaguchi basin）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

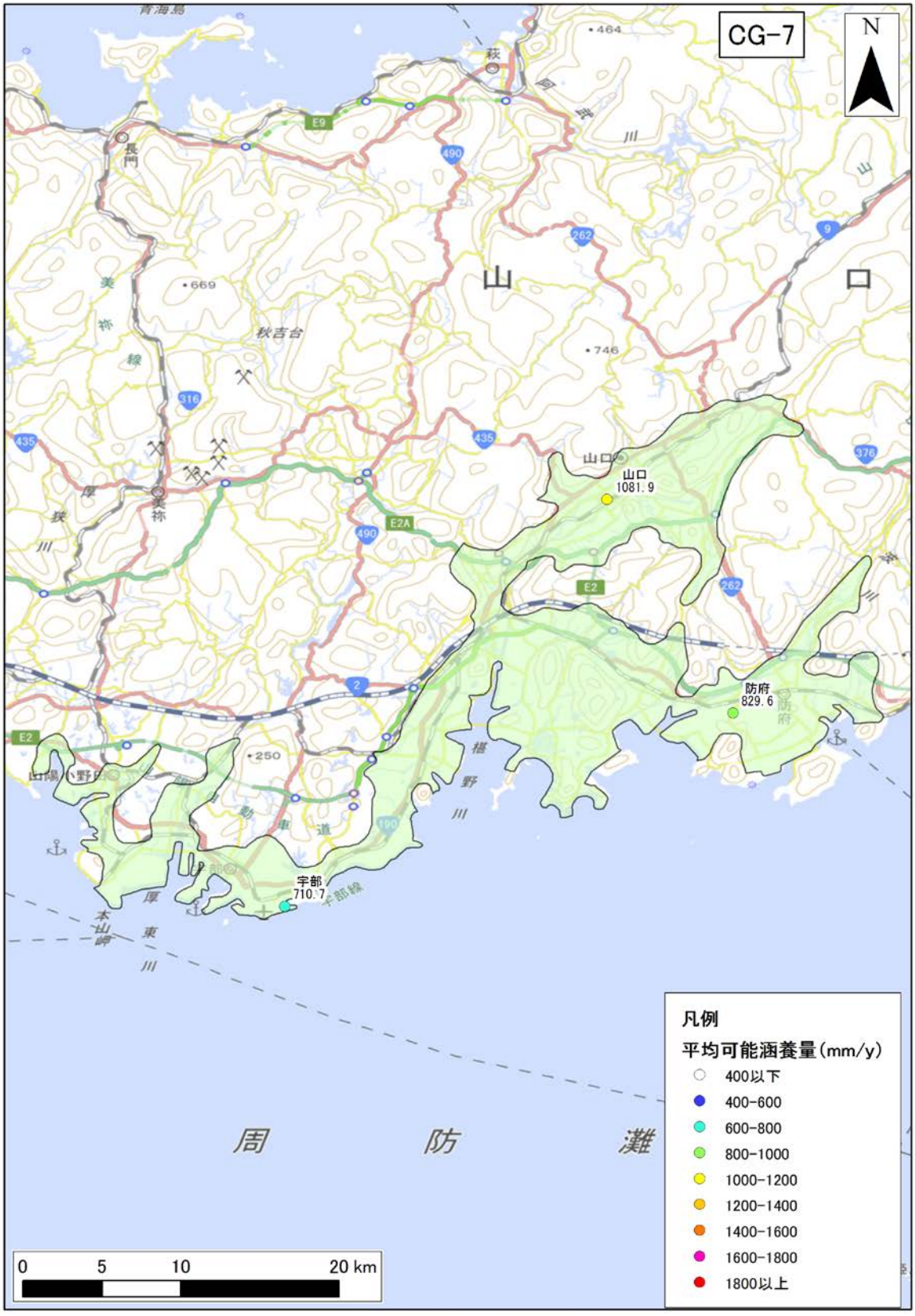


図 4-324　年間可能涵養量の分布（CG-7 : Ogouri plain and Yamaguchi basin）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

CG-7：Ogouri plain and yamaguchi basin における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-325 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

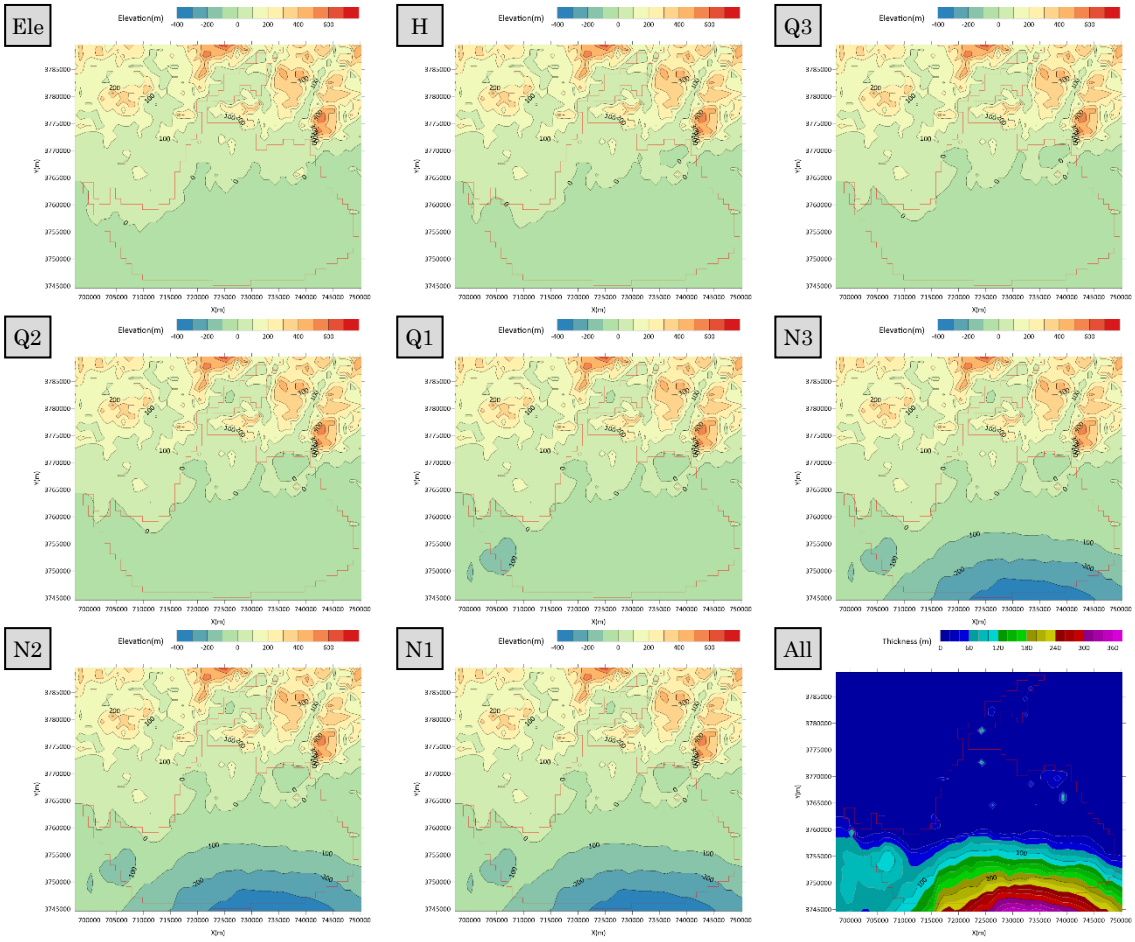


図 4-325　地質データ（CG-7 : Ogouri plain and Yamaguchi basin）

4) **流量データ**

CG-7：Ogouri plain and yamaguchi basin 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-205 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-206、図 4-326 に示す。

表 4-205 流量観測地点一覧（CG-7 : Ogouri plain and Yamaguchi basin）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	真尾	佐波川	佐波川	20.40	1978 年 04 月 01 日	404
2	新橋	佐波川	佐波川	5.26	1940 年 01 月 01 日	423

表 4-206 流況一覧（CG-7 : Ogouri plain and Yamaguchi basin）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	真尾	16.06	9.31	6.50	3.84	3.44	1.99	1.39	0.82
2	新橋	16.17	7.60	4.34	2.39	3.30	1.55	0.89	0.49
平均値		16.11	8.45	5.42	3.11	3.37	1.77	1.14	0.65

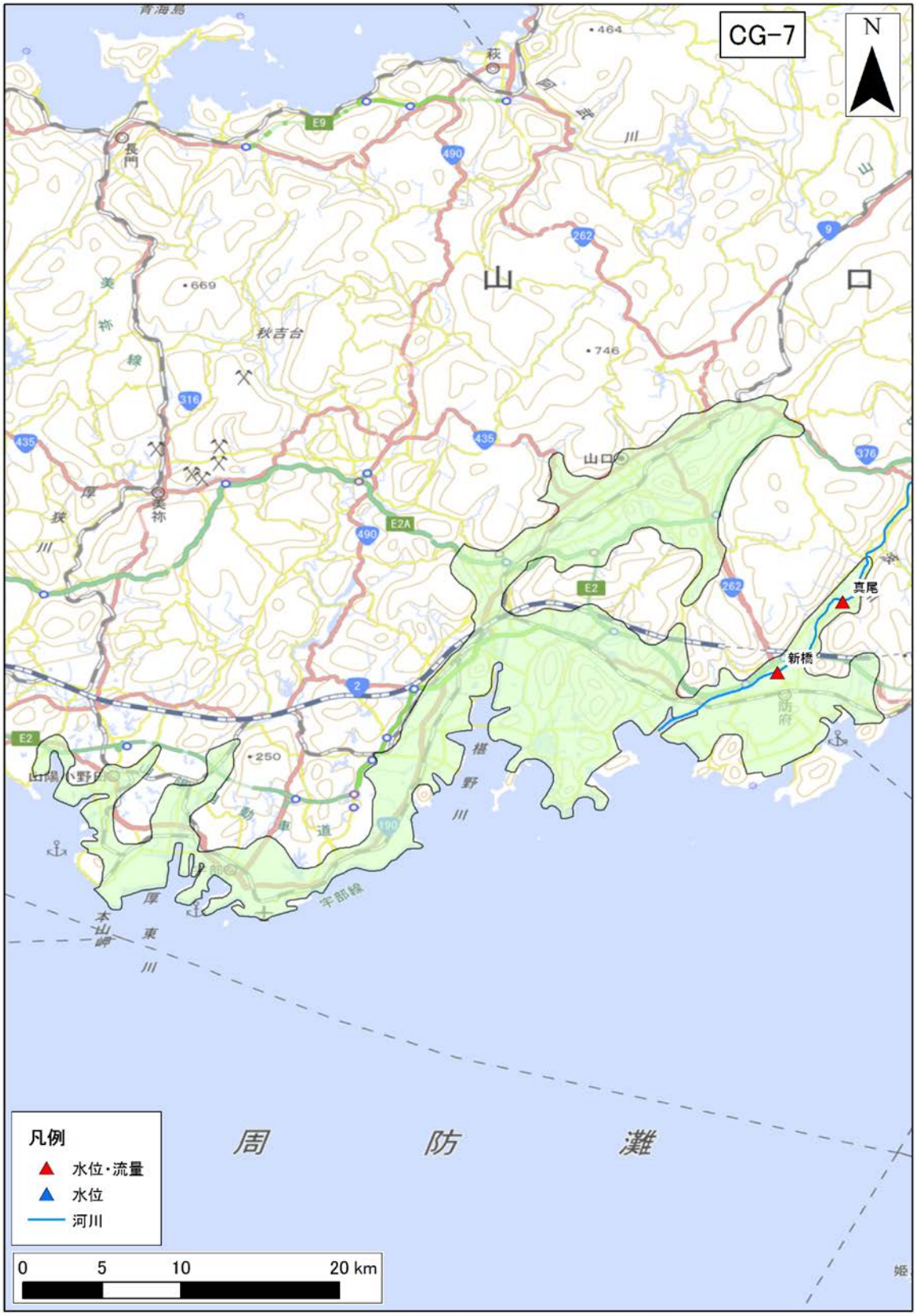


図 4-326　流量観測地点位置図（CG-7 : Ogouri plain and Yamaguchi basin）

（47） SI-1：Tokushima plain

1） **地下水位データ**

SI-1：Tokushima plain 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-207 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-327 に示す。

表 4-207 地下水位観測地点一覧（SI-1 : Tokushima plain）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	長岸	松茂町	1.96	300	100	38～50	1987～2016	水水 DB・年表・水調
2	沖島	徳島市	1.02	70	34.1	0～34.1	1987～1999	年表
3	日本酪農	徳島市	1.15	250	130	64～82	1987～1989	年表・水水 DB
4	野上	徳島市	2.58	50	7	3～7	1987～2016	水水 DB・年表・水調
5	徳命	藍住町	5.84	780	7.1	0～7.1	1987～1998	年表・水水 DB
6	中筋	徳島市	5.53	50	7	3～7	1987～2016	水水 DB・年表・水調
7	藍畑小	石井町	8.35	150	50.5	29.2～39.4	1987～2016	水水 DB・年表・水調
8	西覚円	石井町	14.62	50	36	不明	1987～2016	水水 DB・年表・水調
9	瀬部	上板町	9.45	300	150.4	132～144	1987～2016	水水 DB・年表・水調
10	東須賀	吉野町	12.98	50	13	0～5.1	1987～2016	水水 DB・年表・水調
11	鴨島	鴨島町	13.91	300	100	82～94	1987～2016	水水 DB・年表・水調
12	住友	市場町	23.38	50	13	1～12	1987～2016	水水 DB・年表・水調
13	寒川	山川町	33.44	50	12	2～12	1987～2016	水水 DB・年表・水調
14	南整理	阿波町	36.14	50	10	2～10	1987～2016	水水 DB・年表・水調
15	下大野	阿南市	9.23	250	33	18～33	1987～2013 2015	水水 DB・年表・水調

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

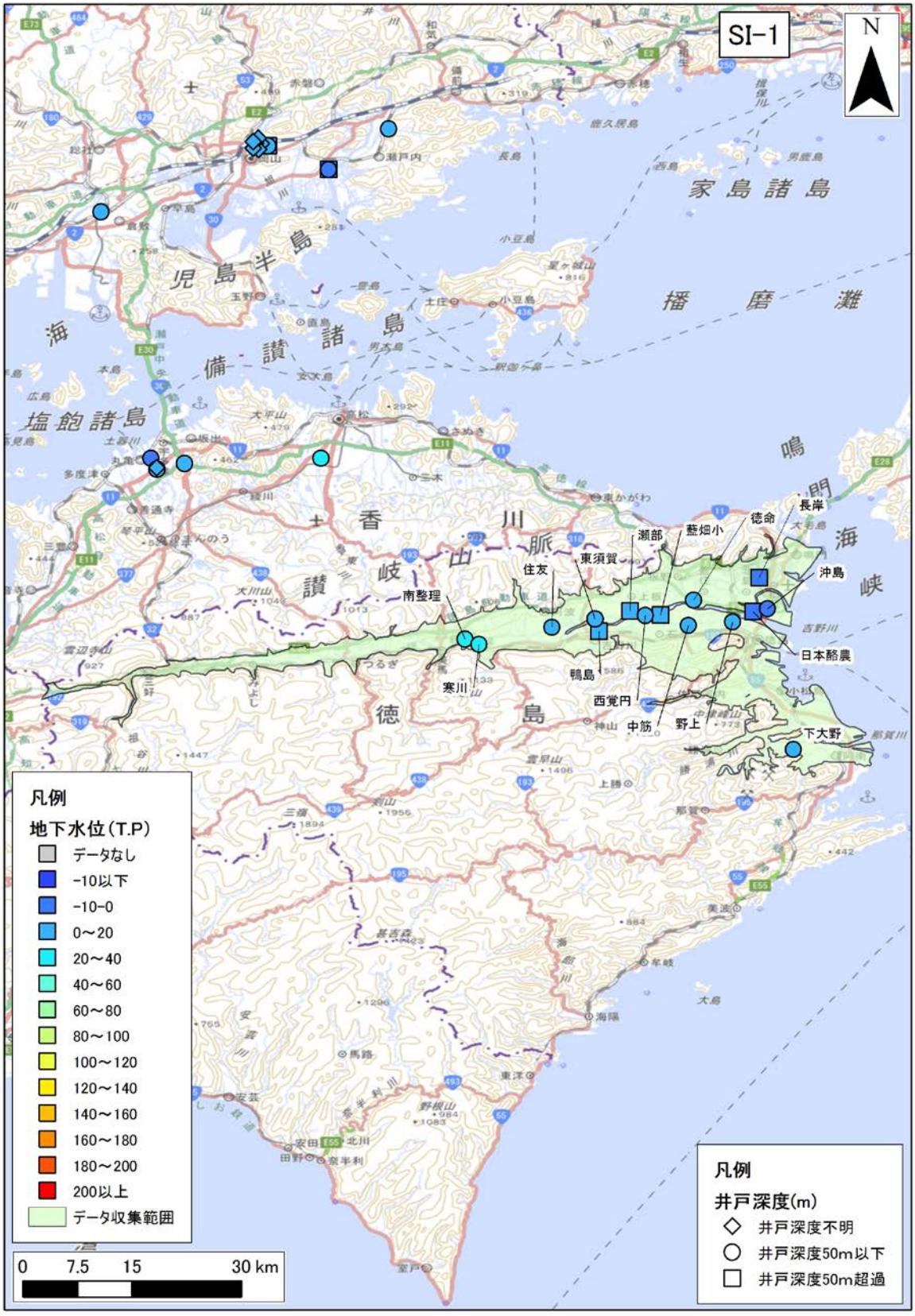


図 4-327　年平均地下水位分布図（SI-1 : Tokushima plain）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2)　**気象データ**

SI-1：Tokushima plain 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-208 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を、図 4-328、図 4-329、図 4-330、図 4-331 に示す。

表 4-208　気象観測所一覧（SI-1 : Tokushima plain）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	71066	池田	34'1.4	133'47.7	214	アメダス	●	●	●	●	
2	71087	穴吹	34'2.4	134'9.4	160	アメダス	●	●	●	●	
3	71106	徳島	34'4	134'34.4	2	アメダス	●	●	●	●	●



図 4-328　年平均気温の分布（SI-1 : Tokushima plain）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。



図 4-329　年間降水量の分布（SI-1 : Tokushima plain）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。



図 4-330　年間可能蒸発散量の分布（SI-1 : Tokushima plain）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。



図 4-331　年間可能涵養量の分布（SI-1 : Tokushima plain）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

SI-1：Tokushima plain における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-332 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

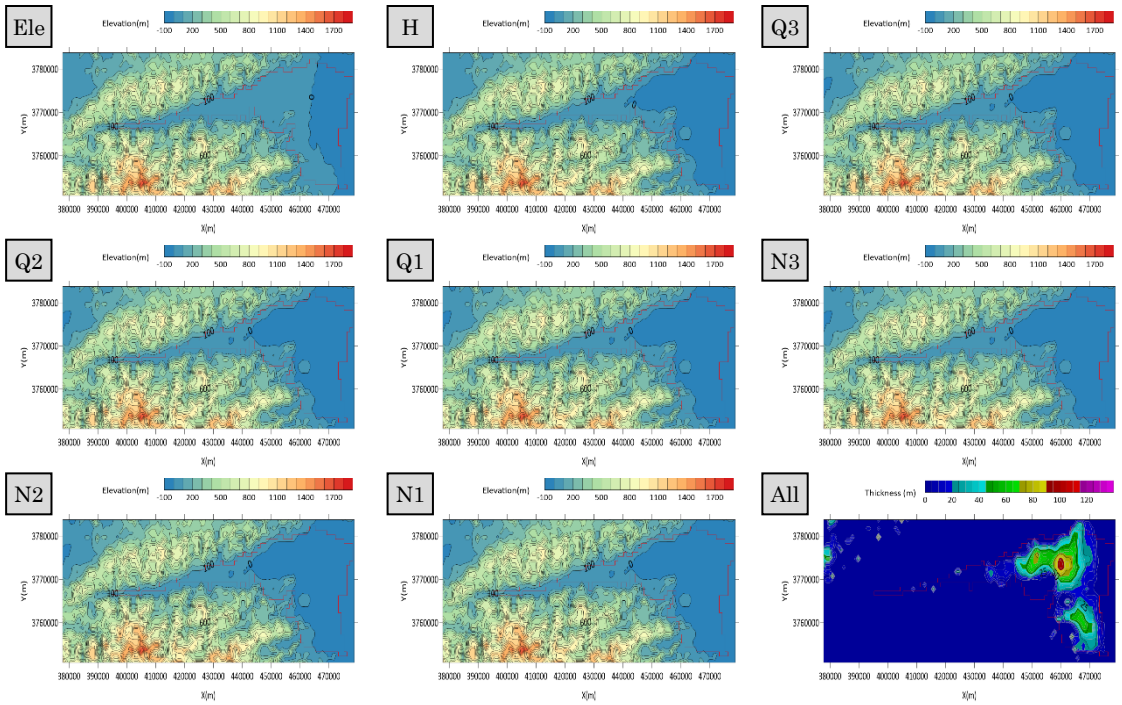


図 4-332　地質データ（SI-1 : Tokushima plain）

4) **流量データ**

SI-1：Tokushima plain 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-209 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-210、図 4-333 に示す。

表 4-209 流量観測地点一覧（SI-1 : Tokushima plain）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	天神橋	吉野川	穴吹川	42.69	1957 年 08 月 20 日	181
2	古庄	那賀川	那賀川	2.26	1955 年 07 月 14 日	N/D
3	大原	那賀川	桑野川	0.71	1972 年 07 月 01 日	N/D
4	西条大橋	吉野川	吉野川	4.09	2004 年 03 月 06 日	N/D
5	中央橋	吉野川	吉野川	12.29	1955 年 01 月 01 日	N/D
6	瀬詰	吉野川	吉野川	21.93	1975 年 08 月 23 日	N/D
7	岩津	吉野川	吉野川	29.23	1961 年 04 月 11 日	N/D
8	中藪	吉野川	吉野川	45.83	1969 年 04 月 26 日	N/D
9	池田（無堤）	吉野川	吉野川	73.48	1953 年 12 月 01 日	N/D
10	旧吉野川	吉野川	旧吉野川	3.45	1962 年 04 月 01 日	N/D
11	矢武大橋	吉野川	宮川内谷川	1.97	1998 年 10 月 01 日	N/D
12	一条南橋（廃止）	吉野川	吉野川	4.09	1993 年 04 月 01 日	N/D
13	田井	吉野川	半田川	62.30	1957 年 08 月 02 日	52

表 4-210 流況一覧（SI-1 : Tokushima plain）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	天神橋	3.19	2.40	1.91	N/D	1.52	1.15	0.91	N/D
2	古庄	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
3	大原	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
4	西条大橋	109.28	66.24	48.24	37.54	N/D	N/D	N/D	N/D
5	中央橋	108.67	62.07	42.39	29.76	N/D	N/D	N/D	N/D
6	瀬詰	99.96	56.24	37.40	26.16	N/D	N/D	N/D	N/D
7	岩津	100.77	57.13	38.77	27.00	N/D	N/D	N/D	N/D
8	中藪	80.94	46.95	30.48	21.24	N/D	N/D	N/D	N/D
9	池田（無堤）	76.42	41.47	29.04	21.93	N/D	N/D	N/D	N/D
10	旧吉野川	45.13	40.79	35.76	27.72	N/D	N/D	N/D	N/D
11	矢武大橋	2.24	1.35	0.78	0.34	N/D	N/D	N/D	N/D
12	一条南橋（廃止）	92.77	52.85	34.48	26.43	N/D	N/D	N/D	N/D

13	田井	1.56	0.89	0.61	0.24	2.59	1.47	1.01	0.39
平均値		16.11	8.45	5.42	3.11	3.37	1.77	1.14	0.65



図 4-333　流量観測地点位置図（SI-1 : Tokushima plain）

（48） SI-2：Sanuki plain

1） **地下水位データ**

SI-2：Sanuki plain 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-211 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-334 に示す。

表 4-211 地下水位観測地点一覧（SI-2 : Sanuki plain）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	高松(成合)	高松市	32.00	730	8	0～8	1987～2004	年表
2	丸亀（深井戸）	丸亀市	6.55	150	50	45～50	1987～2016	水水 DB・年表・水調
3	坂出（川津）	坂出市	10.02	630	5	0～5	1987～2016	水水 DB・年表・水調
4	丸亀（新浅井戸）	土器町	6.86	680	不明	0～3.2	2009～2016	水水 DB
5	丸亀（浅井戸）	丸亀市	7.99	710	4.4	0～4.4	1987～2009	水水 DB・年表・水調

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

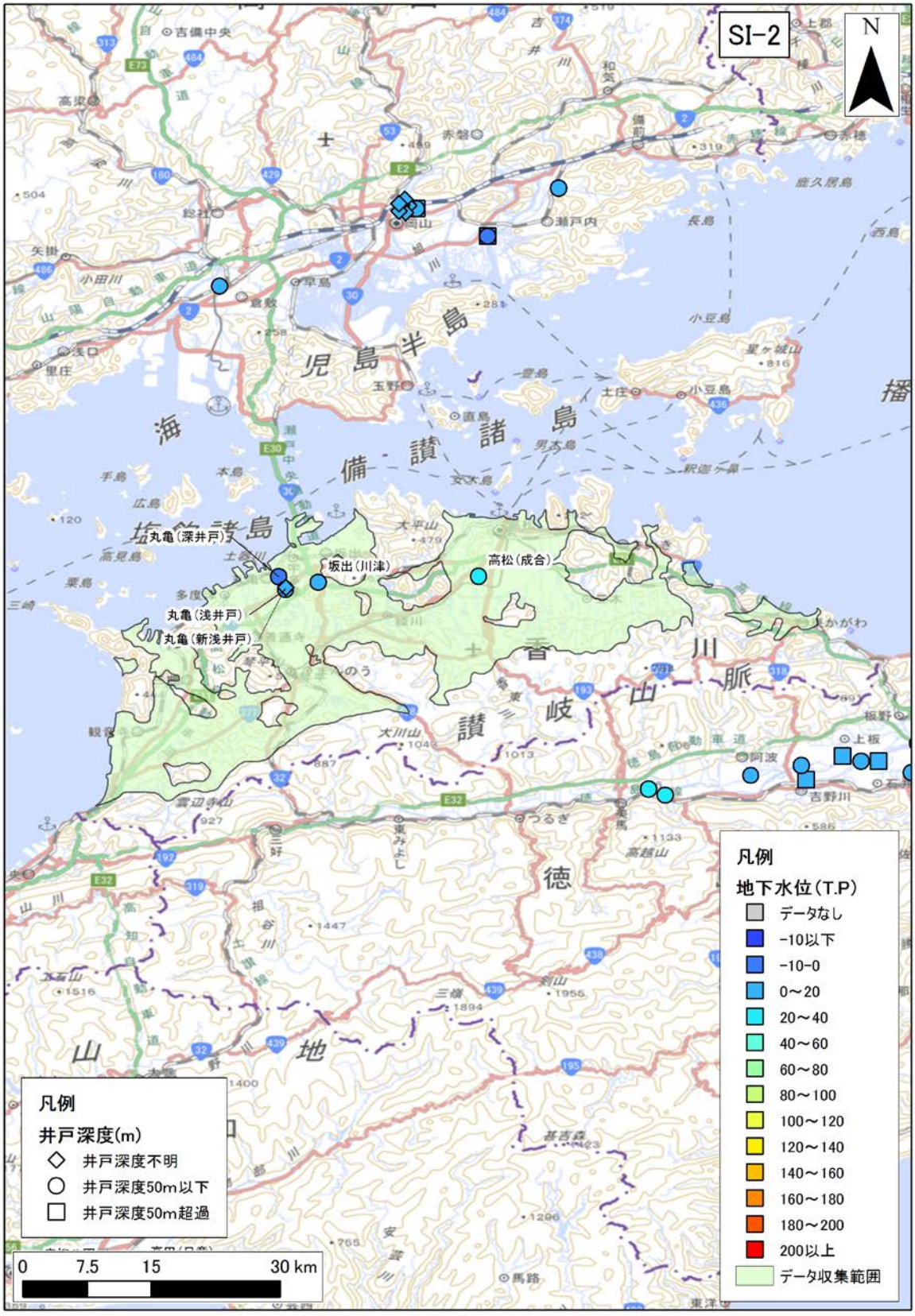


図 4-334　年平均地下水位分布図（SI-2 : Sanuki plain）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2)　**気象データ**

SI-2：Sanuki plain 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-212 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を、図 4-335、図 4-336、図 4-337、図 4-338 に示す。

表 4-212　気象観測所一覧（SI-2 : Sanuki plain）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	72086	高松	34°19.1	134°3.2	9	アメダス	●	●	●	●	●
2	72111	多度津	34°16.5	133°45.1	4	アメダス	●	●	●	●	
3	72121	滝宮	34°14.2	133°55.4	60	アメダス	●	●	●	●	
4	72126	香南	34°12.8	134°0.9	185	アメダス	●	●	●	●	
5	72161	財田	34°7.2	133°46.3	65	アメダス	●	●	●	●	



図 4-335　年平均気温の分布（SI-2 : Sanuki plain）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。



図 4-336　年間降水量の分布（SI-2 : Sanuki plain）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。



図 4-337　年間可能蒸発散量の分布（SI-2 : Sanuki plain）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。



図 4-338　年間可能涵養量の分布（SI-2 : Sanuki plain）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

SI-2：Sanuki plain における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-339 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

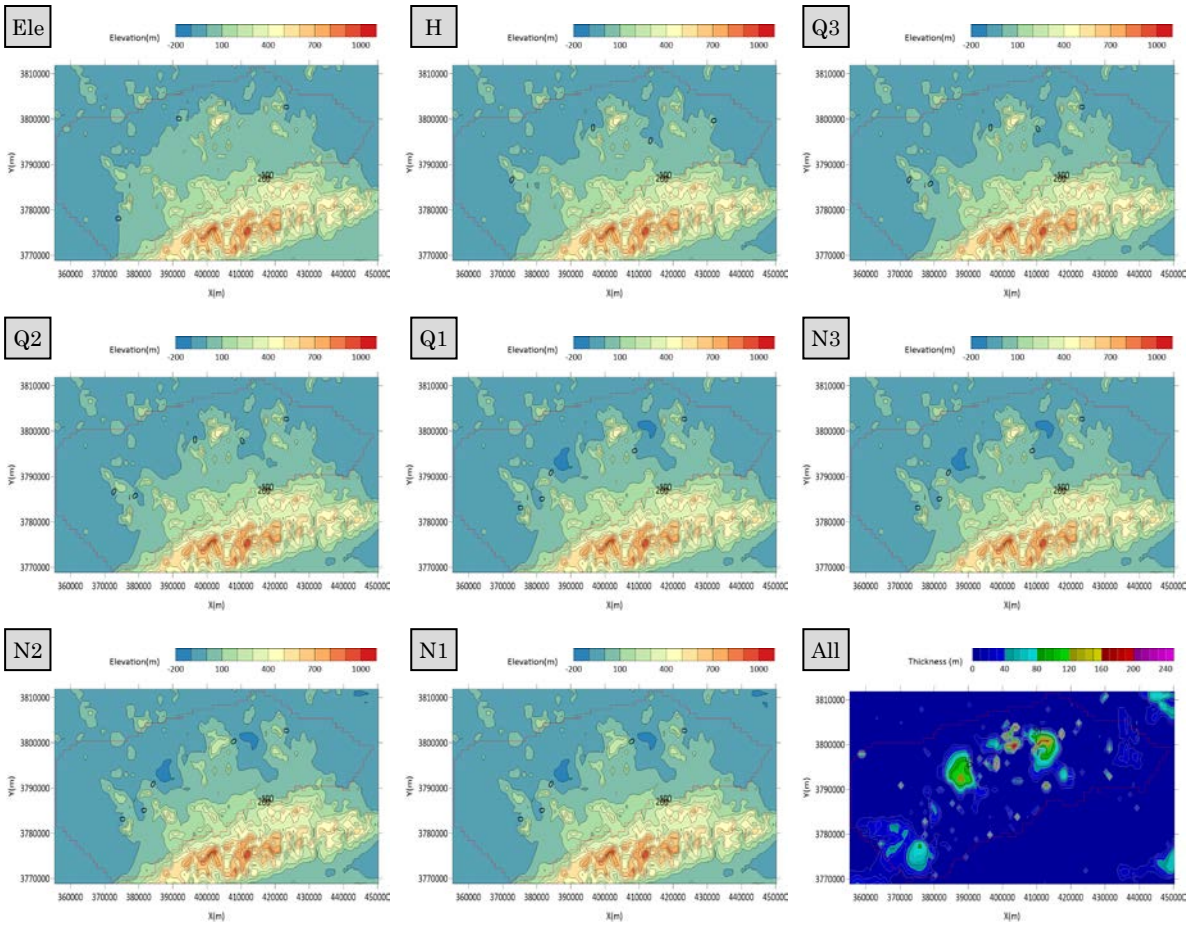


図 4-339　地質データ（SI-2 : Sanuki plain）

4) **流量データ**

SI-2：Sanuki plain 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-213 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-214、図 4-340 に示す。

表 4-213 流量観測地点一覧（SI-2 : Sanuki plain）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	丸亀橋	土器川	土器川	1.65	1961 年 04 月 04 日	127
2	祓川橋	土器川	土器川	75.33	1945 年 06 月 01 日	107
3	常包橋	土器川	土器川	131.62	1963 年 08 月 01 日	90
4	御用橋	土器川	土器川	174.45	1959 年 09 月 16 日	72
5	天川	土器川	土器川	207.41	1963 年 08 月 19 日	60
6	大川（取水口）	土器川	土器川	116.94	1970 年 11 月 01 日	99
7	大川（本川）	土器川	土器川	117.57	1970 年 11 月 01 日	98
8	高柳橋	土器川	土器川	12.69	1980 年 03 月 04 日	121

表 4-214 流況一覧（SI-2 : Sanuki plain）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	丸亀橋	127	1.42	0.68	0.35	0.12	0.97	0.46	0.24
2	祓川橋	107	0.97	0.34	0.10	0.02	0.79	0.28	0.08
3	常包橋	90	1.62	0.88	0.50	0.16	1.55	0.84	0.48
4	御用橋	72	0.86	0.37	0.16	0.03	1.03	0.44	0.19
5	天川	60	1.26	0.70	0.42	0.21	1.83	1.01	0.61
6	大川（取水口）	99	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
7	大川（本川）	98	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
8	高柳橋	121	0.86	0.18	0.05	0.00	0.62	0.13	0.03
平均値		1.17	0.52	0.26	0.09	1.13	0.53	0.27	0.10



図 4-340　流量観測地点位置図（SI-2 : Sanuki plain）

（49） SI-6：Kochi plain

1） **地下水位データ**

SI-6：Kochi plain 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-215 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-341 に示す。

表 4-215 地下水位観測地点一覧（SI-6 : Kochi plain）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	高田（日章）	南国市	12.37	100	10	6～10	1987～2016	水水 DB・年表・水調
2	青柳公園	高知市	1.20	60	35	0～35	1987～2004	年表
3	No.2	土佐市	7.51	300	61	30～42	1987～1998	年表
4	天皇	春野町	8.65	65	9	4～9	1987～2016	年表・水水 DB
5	No.4	春野町	7.54	300	66.8	40～46 49～55	1987～1998	年表
6	No.3	土佐市	9.61	300	62.5	48～60	1987～1988	年表
7	用石	土佐市	6.72	50	7.1	0～7.1	なし	年表

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

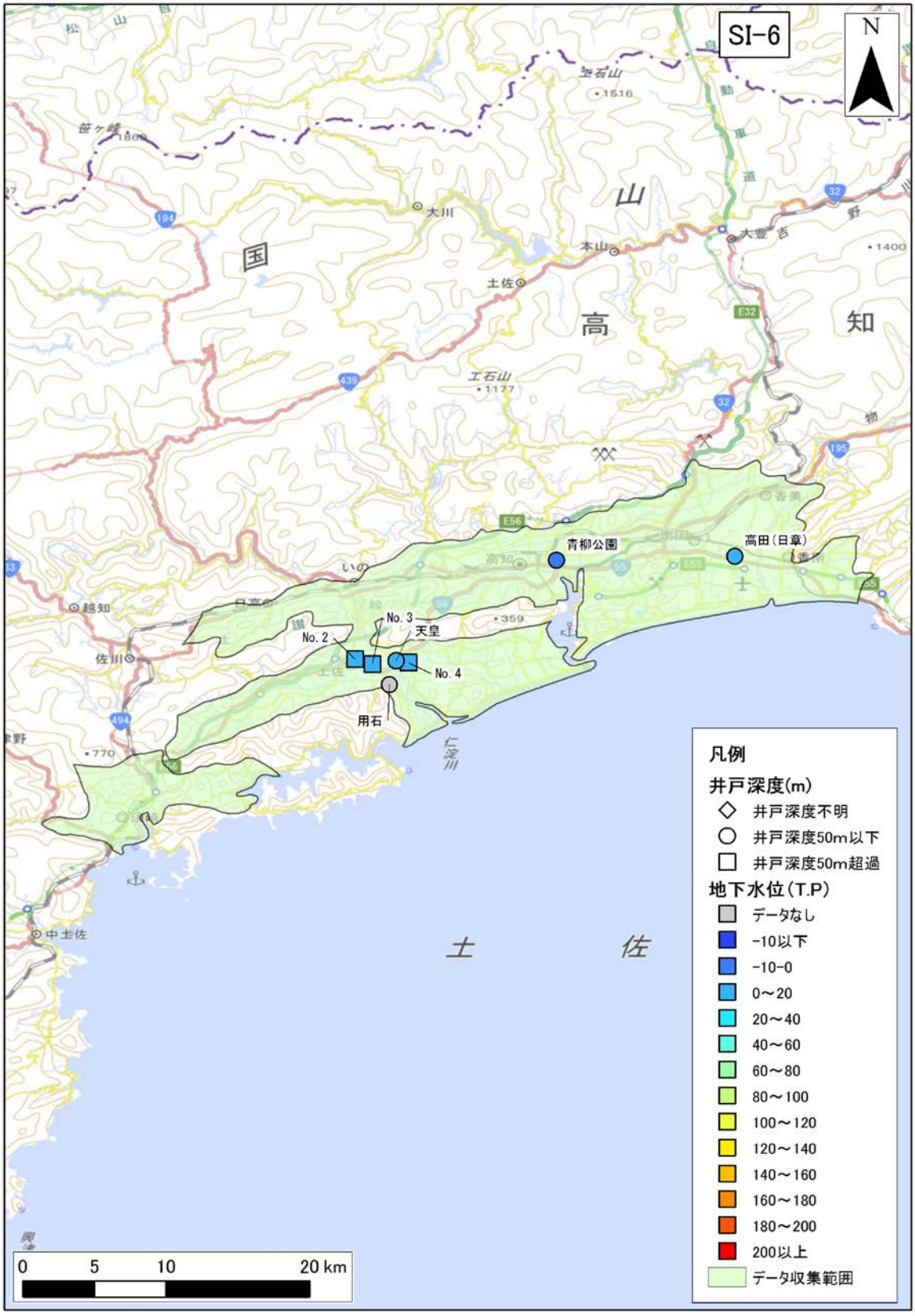


図 4-341　年平均地下水位分布図（SI-6 : Kochi plain）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2)　　**気象データ**

SI-6：Kochi plain 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-216 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を、図 4-342、図 4-343、図 4-344、図 4-345 に示す。

表 4-216　気象観測所一覧（SI-6 : Kochi plain）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	74181	高知	33°34	133°32.9	1	アメダス	●	●	●	●	●
2	74187	後免	33°35.4	133°38.6	12	アメダス	●	●	●	●	
3	74188	南国日章	33°32.7	133°40.1	9	アメダス	●	●	●	●	
4	74311	須崎	33°23.1	133°16.6	4	アメダス	●	●	●	●	



図 4-342　年平均気温の分布（SI-6 : Kochi plain）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。



図 4-343　年間降水量の分布（SI-6 : Kochi plain）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。



図 4-344　年間可能蒸発散量の分布（SI-6 : Kochi plain）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。



図 4-345　年間可能涵養量の分布（SI-6 : Kochi plain）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

SI-6：Kochi plain における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-346 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

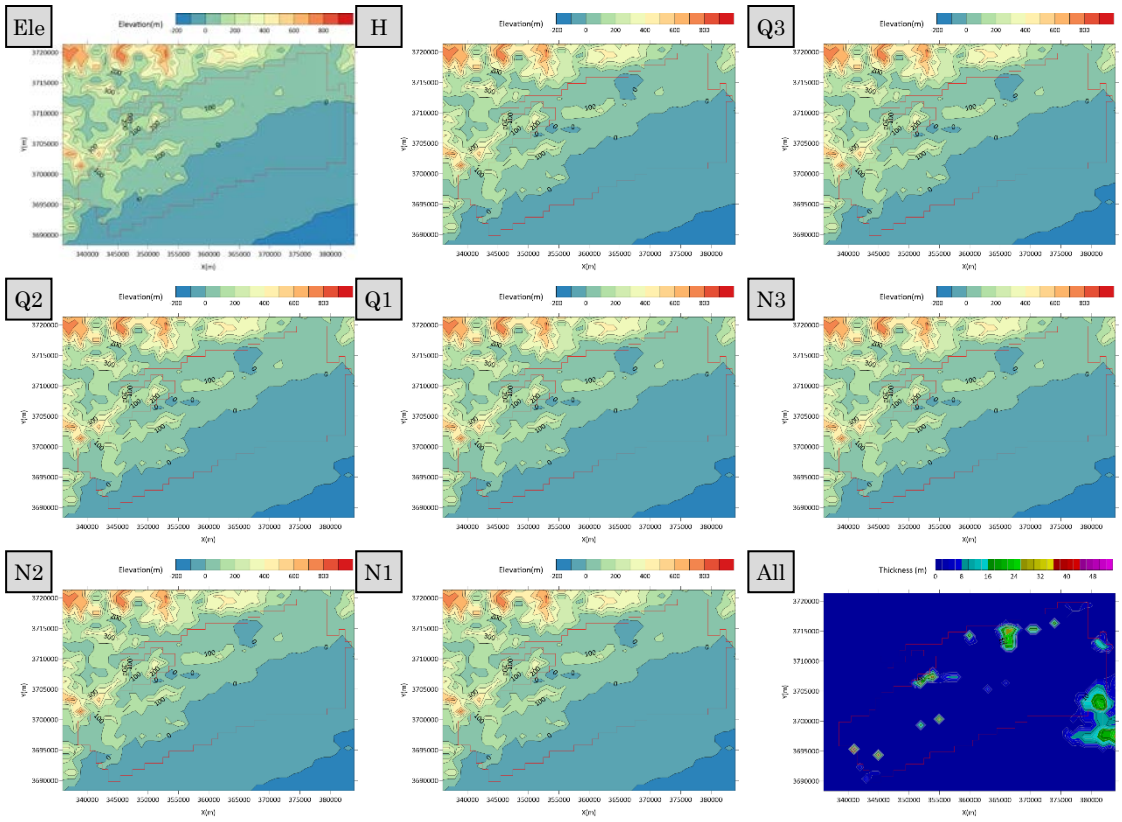


図 4-346　地質データ（SI-6 : Kochi plain）

4) **流量データ**

SI-6：Kochi plain 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-217 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-218、図 4-347 に示す。

表 4-217 流量観測地点一覧（SI-6 : Kochi plain）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	駅南	仁淀川	早稲川	0.00	1993 年 02 月 22 日	5
2	深渕	物部川	物部川	11.44	1951 年 03 月 01 日	468

表 4-218 流況一覧（SI-6 : Kochi plain）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	駅南	0.19	0.16	0.13	0.10	3.11	2.62	2.13	1.64
2	深渕	26.00	10.65	3.69	0.98	4.80	1.97	0.68	0.18
平均値		13.10	5.41	1.91	0.54	3.95	2.29	1.40	0.91

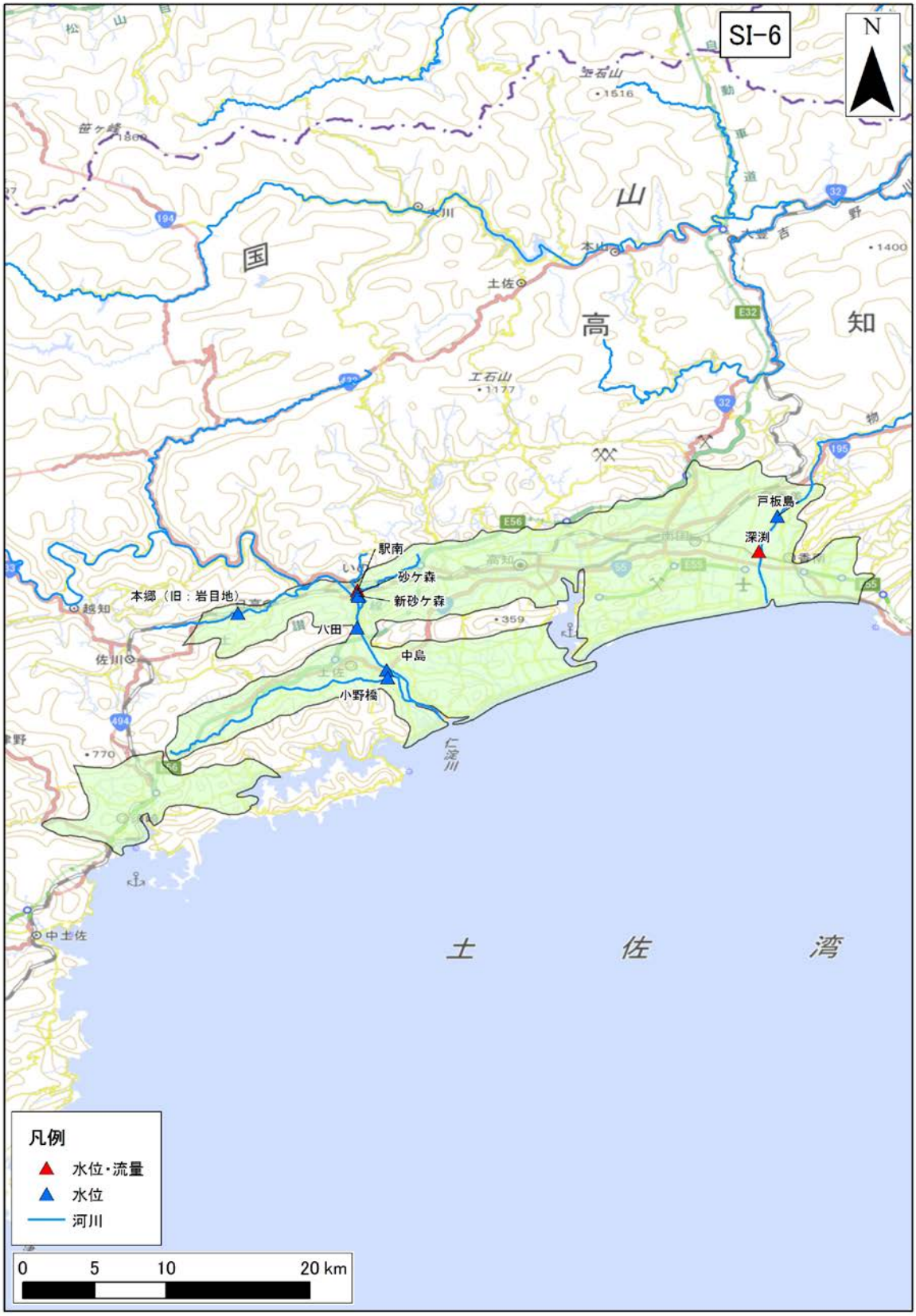


図 4-347　流量観測地点位置図（SI-6 : Kochi plain）

（50） KY-3：Naogata plain

1） **地下水位データ**

KY-3：Naogata plain 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-219 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-348 に示す。

表 4-219 地下水位観測地点一覧（KY-3 : Naogata plain）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	直方 1 号	直方市	6.10	65	30	6～10	1987～2005	水水 DB・年表・水調
2	直方 2 号	直方市	6.20	65	10	26～30	1987～2005	水水 DB・年表・水調

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

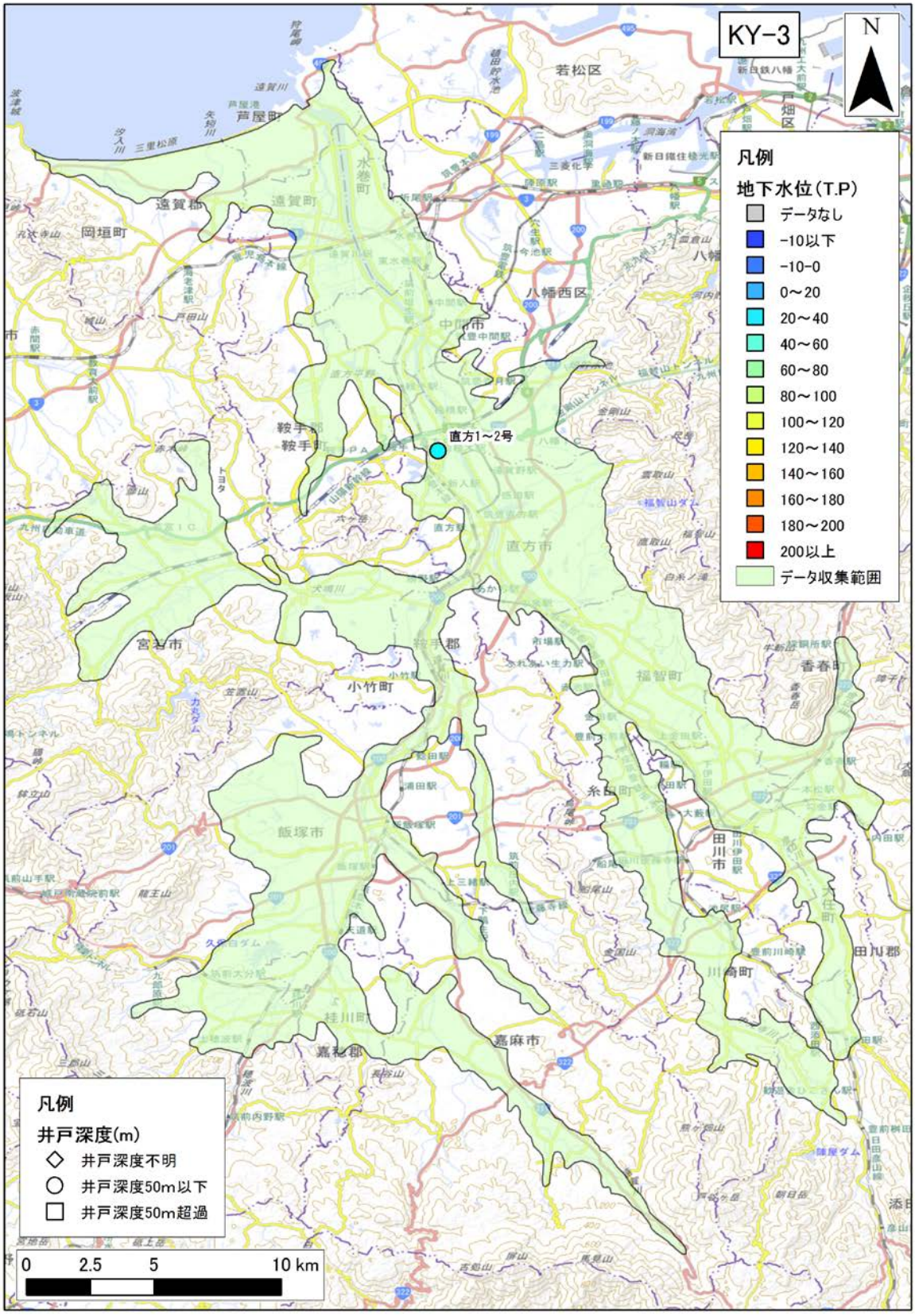


図 4-348　年平均地下水位分布図（KY-3 : Naogata plain）

年平均地下水位の 30 年間の平均値を示す。

2)　**気象データ**

KY-3：Naogata plain 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-220 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を、図 4-349、図 4-350、図 4-351、図 4-352 に示す。

表 4-220　気象観測所一覧（KY-3 : Naogata plain）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	82136	飯塚	33°39.1	130°41.6	37	アメダス	●	●	●	●	
2	82206	添田	33°33.5	130°51.3	92	アメダス	●	●	●	●	

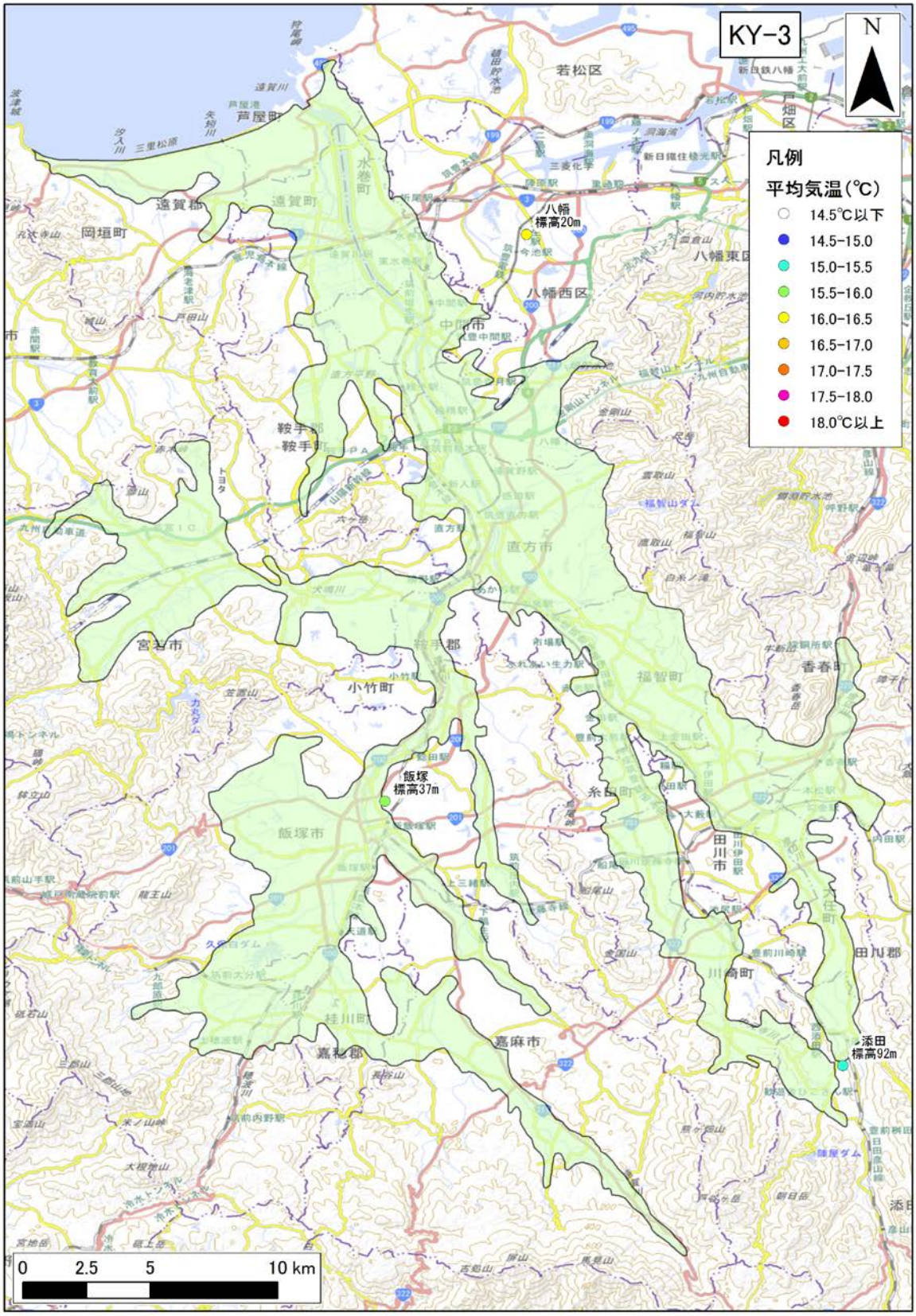


図 4-349　年平均気温の分布（KY-3 : Naogata plain）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

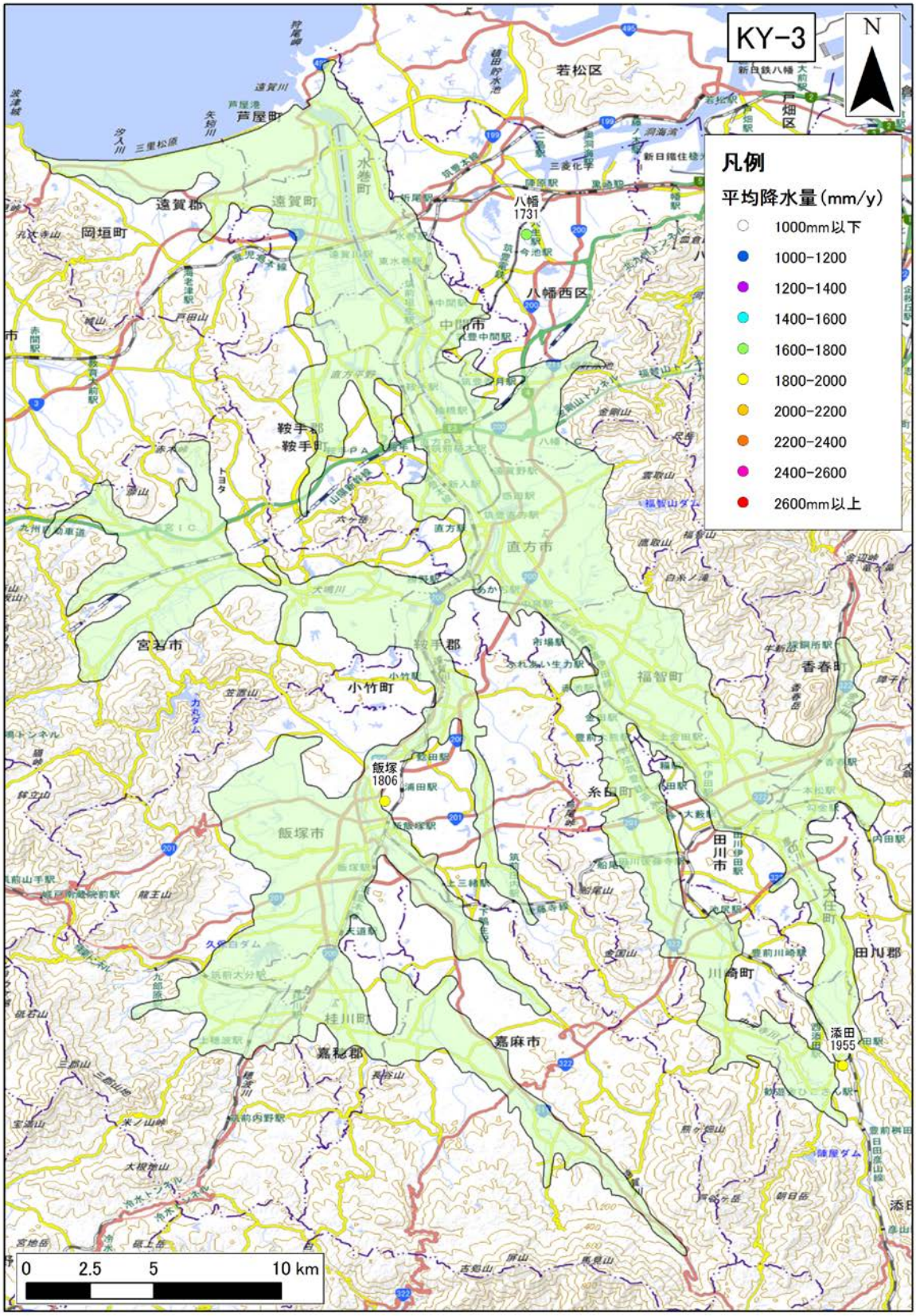


図 4-350　年間降水量の分布（KY-3 : Naogata plain）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。

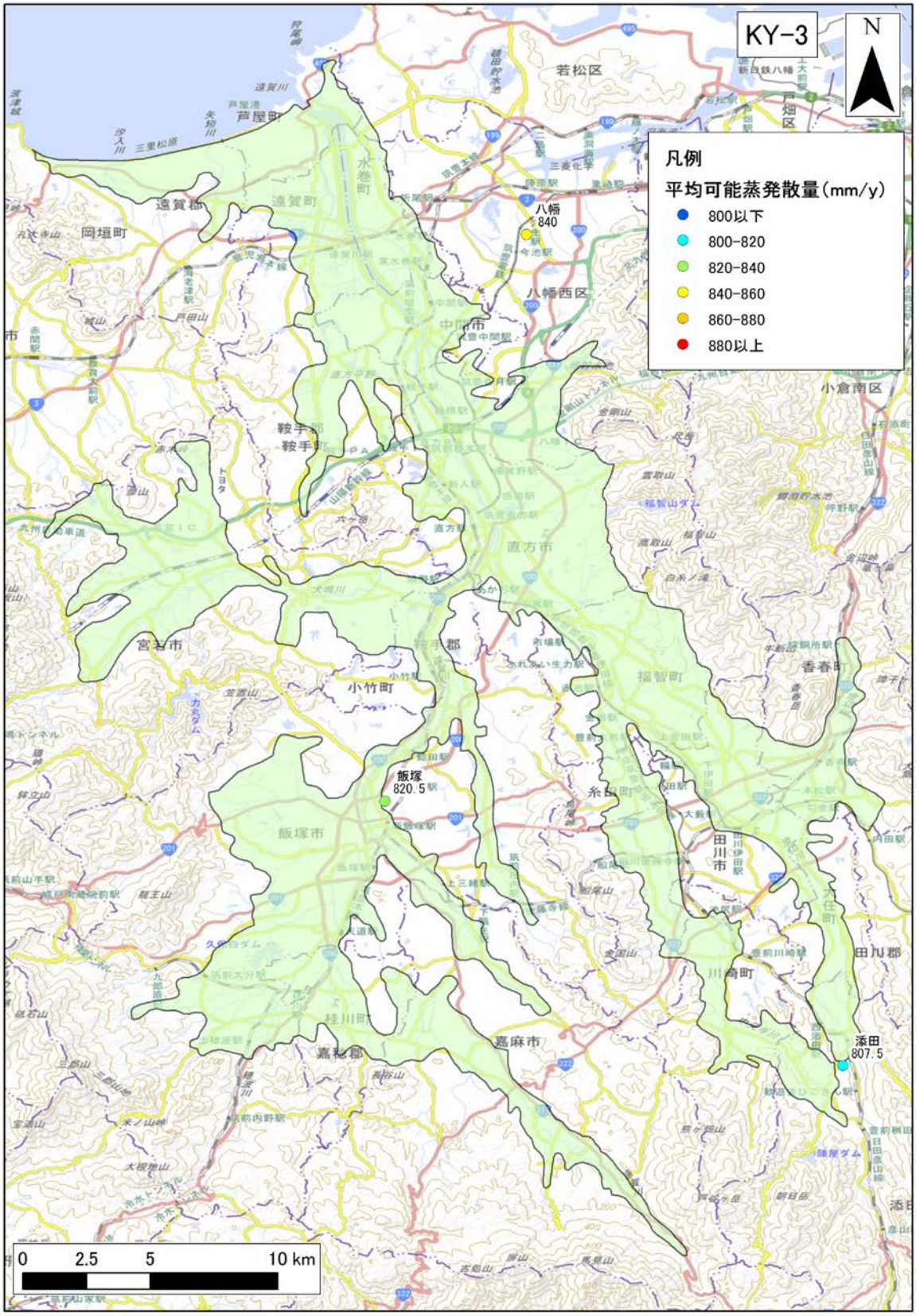


図 4-351　年間可能蒸発散量の分布（KY-3 : Naogata plain）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

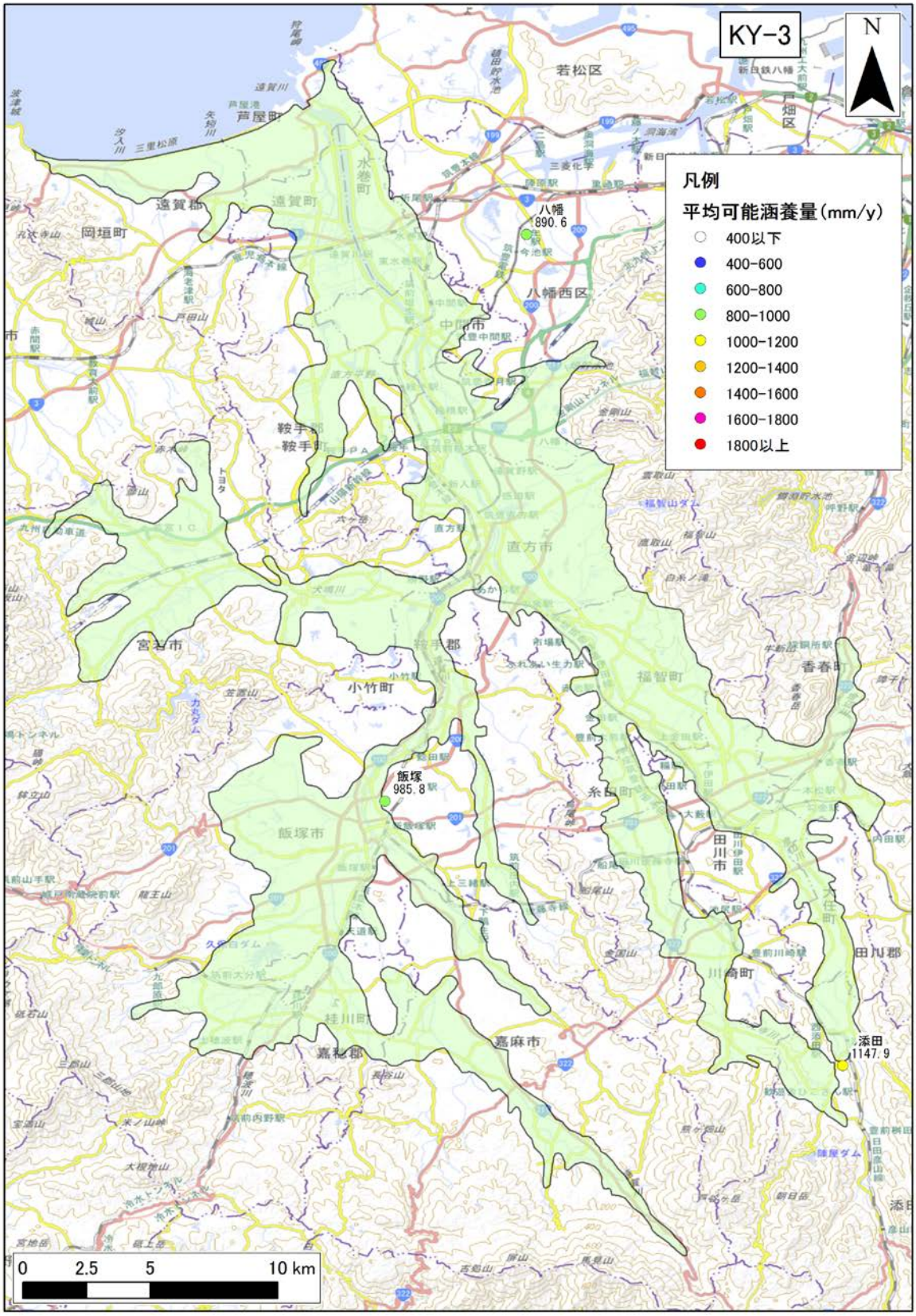


図 4-352　年間可能涵養量の分布（KY-3 : Naogata plain）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

KY-3：Naogata plain における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-353 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

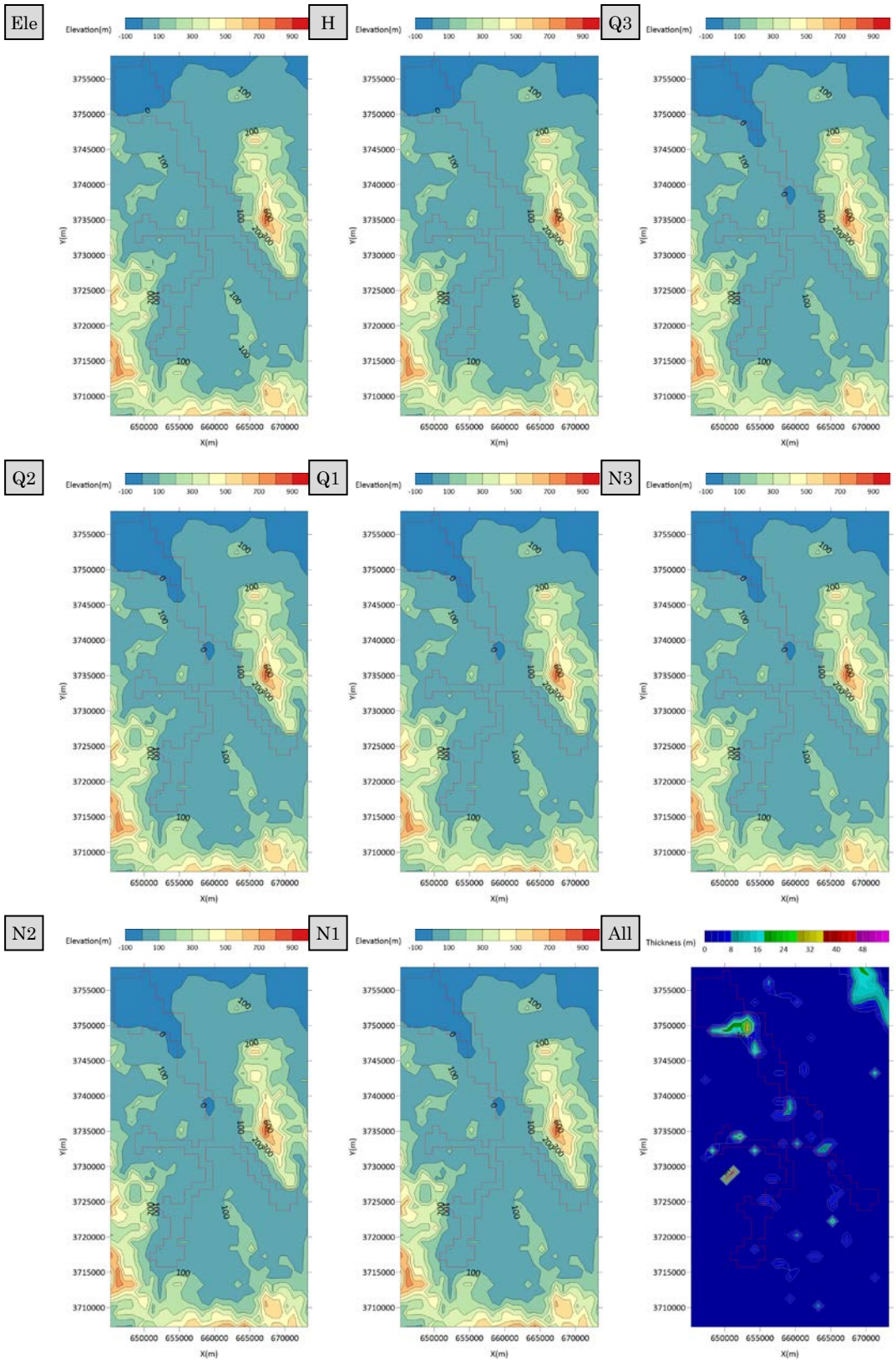


図 4-353　地質データ（KY-3 : Naogata plain）

4) **流量データ**

KY-3：Naogata plain 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-221 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-222、図 4-354 に示す。

表 4-221 流量観測地点一覧（KY-3 : Naogata plain）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	大隈	遠賀川	遠賀川	39.75	1958 年 07 月 01 日	42
2	川島	遠賀川	遠賀川	10.74	1957 年 04 月 01 日	292
3	勘六橋	遠賀川	遠賀川	3.29	1950 年 04 月 01 日	366
4	日の出橋	遠賀川	遠賀川	2.00	1951 年 01 月 01 日	695
5	唐熊	遠賀川	遠賀川	0.70	1979 年 04 月 01 日	887
6	中間	遠賀川	遠賀川	0.70	1950 年 04 月 01 日	925
7	秋松橋	遠賀川	穂波川	13.68	1976 年 01 月 01 日	113
8	添田	遠賀川	彦山川	64.00	1958 年 04 月 01 日	76
9	伊田	遠賀川	彦山川	17.87	1956 年 06 月 01 日	127
10	赤池	遠賀川	彦山川	8.22	1954 年 04 月 01 日	309
11	中島	遠賀川	彦山川	3.56	1954 年 01 月 01 日	326
12	夏吉	遠賀川	金辺川	15.85	1982 年 04 月 01 日	47
13	春日橋	遠賀川	中元寺川	23.05	1977 年 04 月 01 日	72
14	宮田橋	遠賀川	犬鳴川	6.04	1956 年 08 月 01 日	123
15	野面	遠賀川	笹尾川	3.00	2000 年 04 月 13 日	8
16	木月	遠賀川	西川	0.30	1980 年 06 月 23 日	31

表 4-222　流況一覧（KY-3 : Naogata plain）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	大隈	1.92	1.17	0.77	0.37	3.94	2.40	1.59	0.76
2	川島	10.68	6.82	4.57	2.63	3.16	2.02	1.35	0.78
3	勘六橋	13.11	7.89	5.42	3.49	3.09	1.86	1.28	0.82
4	日の出橋	25.88	15.33	10.43	6.83	3.22	1.91	1.30	0.85
5	唐熊	68.43	58.20	47.10	16.15	6.67	5.67	4.59	1.57
6	中間	251.59	246.98	241.75	180.41	23.50	23.07	22.58	16.85
7	秋松橋	4.17	2.57	1.74	0.85	3.19	1.96	1.33	0.65
8	添田	2.53	1.24	0.68	0.25	2.87	1.41	0.78	0.28
9	伊田	6.93	1.76	2.38	1.16	4.72	1.20	1.62	0.79
10	赤池	29.54	6.60	16.78	12.58	8.26	1.84	4.69	3.52
11	中島	10.76	6.01	3.90	1.99	2.85	1.59	1.03	0.53
12	夏吉	1.93	1.18	0.79	0.45	3.56	2.18	1.44	0.83
13	春日橋	2.01	0.67	0.66	0.21	2.41	0.81	0.79	0.25
14	宮田橋	3.61	2.31	1.69	1.16	2.54	1.63	1.19	0.82
15	野面	5.29	4.89	4.12	2.02	57.10	52.81	44.53	21.78
16	木月	6.08	4.10	2.71	1.66	16.95	11.41	7.55	4.62
平均値		27.78	22.98	21.59	14.51	9.25	7.11	6.10	3.48

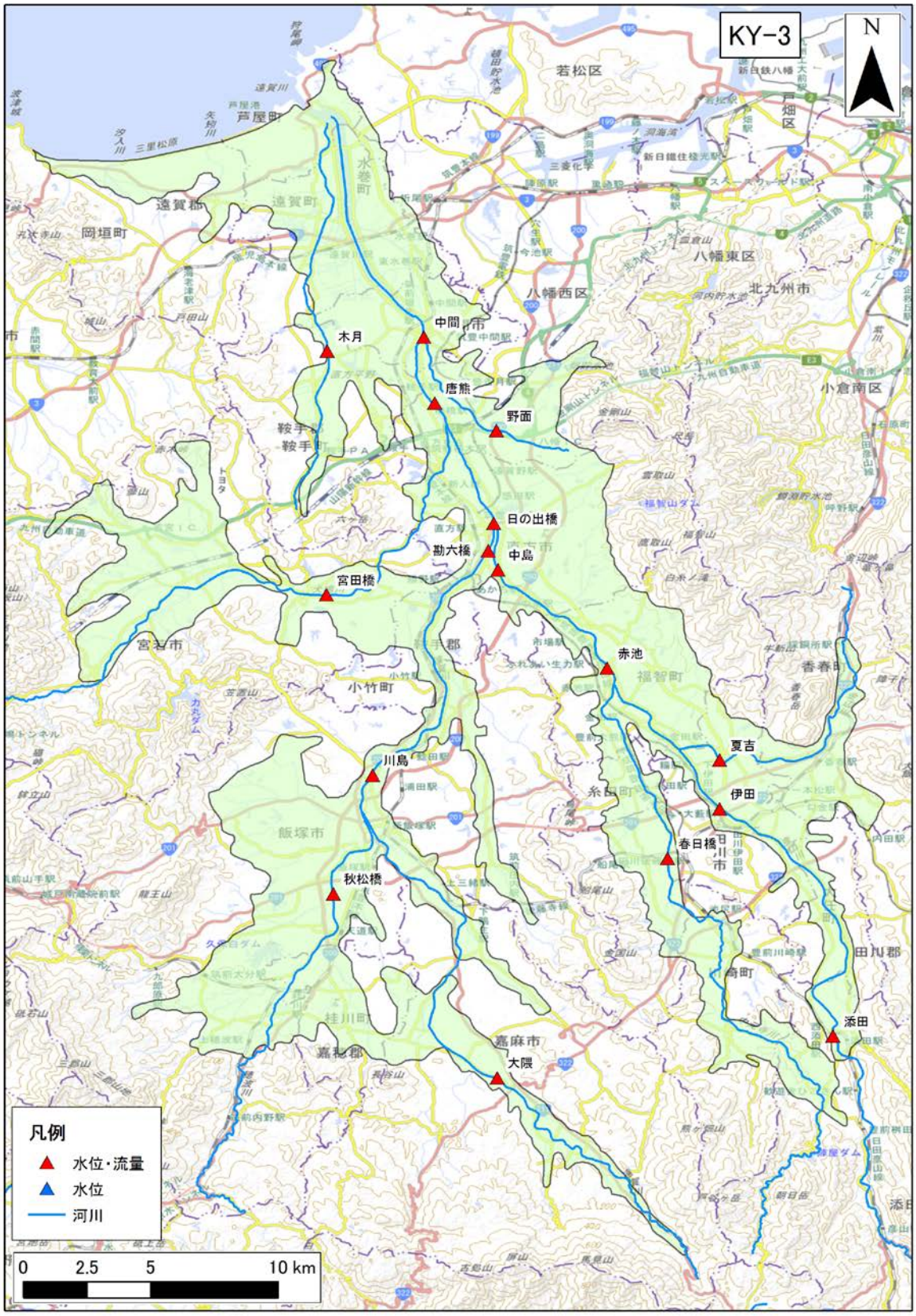


図 4-354　流量観測地点位置図（KY-3 : Naogata plain）

（51） KY-4：Fukuoka plain

1） **地下水位データ**

KY-4：Fukuoka plain 領域内の地下水位観測地点は存在しなかった。

2） **気象データ**

KY-4：Fukuoka plain 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-223 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 4-355、図 4-356、図 4-357、図 4-358 に示す。

表 4-223 気象観測所一覧（KY-4 : Fukuoka plain）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	82046	宗像	33°48.5	130°32.3	7	アメダス	●	●	●	●	
2	82171	前原	33°33.6	130°11.4	5	アメダス	●	●	●	●	
3	82182	福岡	33°34.9	130°22.5	3	アメダス	●		●	●	●
4	82182	福岡	33°34.9	130°22.6	3	アメダス		●			
5	82186	博多	33°35	130°27.1	9	アメダス	●	●	●	●	
6	82191	太宰府	33°29.8	130°29.4	52	アメダス	●	●	●	●	
7	82241	早良脇山	33°29.3	130°21.2	83	アメダス	●				



図 4-355　年平均気温の分布（KY-4 : Fukuoka plain）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。



図 4-356　年間降水量の分布（KY-4 : Fukuoka plain）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。



図 4-357　年間可能蒸発散量の分布（KY-4 : Fukuoka plain）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。



図 4-358　年間可能涵養量の分布（KY-4 : Fukuoka plain）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

KY-4：Fukuoka plain における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-359 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

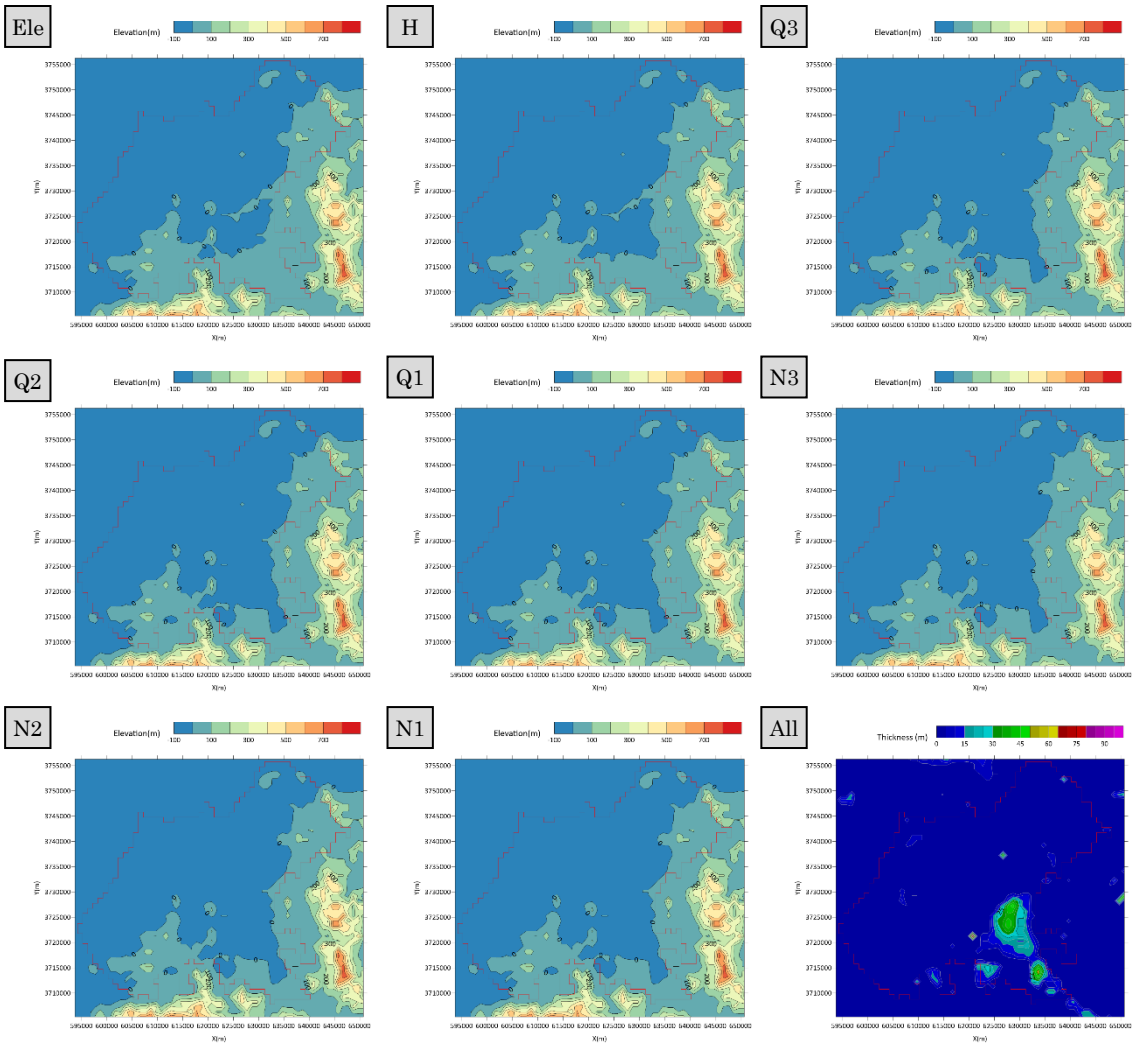


図 4-359　地質データ（KY-4 : Fukuoka plain）

4)　**流量データ**

KY-4：Fukuoka plain 領域内の流量観測地点は存在しなかった。

（52） KY-5：Chikushi plain

1） **地下水位データ**

KY-5：Chikushi plain 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-224～表 4-226 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-360 に示す。

表 4-224 地下水位観測地点一覧（KY-5 : Chikushi plain）1/3

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	立石(浅)	小郡市	21.59	65	60	12～27	1987～2005	水水 DB・年表・水調
2	田代(浅)	鳥栖市	26.41	65	60	5～21.5	1987～2005	水水 DB・年表・水調
3	小郡（浅）	小郡市	10.60	65	27	16～27	1987～2005	水水 DB・年表・水調
4	小郡(深)	小郡市	10.61	65	60	38～54.5	1987～2005	水水 DB・年表・水調
5	真木（浅）	鳥栖市	11.67	65	39	22～37	1987～2005	水水 DB・年表・水調
6	真木(深)	鳥栖市	11.67	65	63.6	51～57	1987～2005	水水 DB・年表・水調
7	原鶴神社（浅）	杷木町	33.36	200	10	5～9	1987～2005	水水 DB・年表・水調
8	原鶴公園（浅）	杷木町	32.02	200	10	5～9	1987～2005	水水 DB・年表・水調
9	船越(浅)	田主丸町	22.00	65	60	14.3～20 25.8～37	1987～2005	水水 DB・年表・水調
10	田主丸（深）	田主丸町	14.41	76.3	62	40～56	1987～2005	水水 DB・年表・水調
11	浮羽(深)	浮羽町	46.77	65	60	27～36 42～47	1987～2005	水水 DB・年表・水調
12	与田(浅)	久留米市	11.61	800	4.5	なし	1987～2005	水水 DB・年表・水調
13	久留米(浅)	久留米市	12.81	65	43	35～42	1987～2005	水水 DB・年表・水調
14	久留米(深)	久留米市	12.81	65	70.6	52～65.5	1987～2005	水水 DB・年表・水調
15	江口(浅)	北茂安町	4.01	65	35	21.5～31.5	1987～2005	水水 DB・年表・水調
16	江口(深)	北茂安町	4.01	65	70	48.5～58.5	1987～2005	水水 DB・年表・水調
17	神埼(浅)	神埼町	4.25	350	45	36.8～43	1987～2005	水水 DB・年表・水調
18	神埼（深）	神埼町	4.25	200	67	57.4～64.9	1987～2005	水水 DB・年表・水調
19	三根（浅）	三根町	5.01	350	23	13～21	1987～2005	水水 DB・

								年表・水調
20	三根(深)	三根町	5.01	200	68	53～65	1987～2005	水水 DB・年表・水調
21	高木瀬 2 号	佐賀市	5.88	300	158	104～134	1987～1989	年表・水調
22	千代田	千代田町	4.74	250	80	58.5～75	1989	年表・水調
23	本村(浅)	千代田町	3.41	75	不明	不明	1987～1997	年表・水水 DB
24	大善寺(浅)	久留米市	6.86	65	32	15～25	1987～2005	水水 DB・年表・水調
25	大善寺(深)	久留米市	6.86	65	63	42～52	1987～2005	水水 DB・年表・水調

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

表 4-225　地下水位観測地点一覧（KY-5 : Chikushi plain）2/3

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
26	神野（浅）	佐賀市	4.55	40	23	不明	1987～2005	年表・水水 DB
27	天神 A-1	佐賀市	4.01	300	197	191～197	1987～1989	年表・水調
28	天神 A-2	佐賀市	4.01	300	58	50～58	1987～1989	年表・水調
29	犬塚(浅)	三潴町	8.04	65	27	14～24	1987～2005	水水 DB・年表・水調
30	犬塚(深)	三潴町	8.04	65	63	42～56	1987～2005	水水 DB・年表・水調
31	八戸 B-2	佐賀市	3.93	300	31	24～31	1987～1989	年表・水調
32	八戸 B-1	佐賀市	3.95	300	62	56～62	1987～1989	年表・水調
33	城島(浅)	城島町	3.61	65	30	15～27	1987～2005	水水 DB・年表・水調
34	城島(深)	城島町	3.61	65	90	60～86	1987～2005	水水 DB・年表・水調
35	北川副 1 号	佐賀市	3.38	350	200	89～114	1987～1989	年表・水調
36	正里(浅)	佐賀市	2.39	680	2.5	不明	1987～2005	年表・水水 DB
37	久保田 3 号	久保田町	3.00	350	204	139～150 159～181	1987～1989	年表
38	久保田 4 号	久保田町	2.94	350	73	29～48	1987～1989	年表
39	小杭(浅)	諸富町	3.18	680	4.7	不明	1987～2005	水水 DB・年表・水調
40	芦刈ＮＯ1	芦刈町	1.42	160	117	97～107	1987～2016	水水 DB・年表・水調
41	芦刈ＮＯ2	芦刈町	1.42	160	51.5	36～46	1987～2016	水水 DB・年表・水調
42	諸富 6 号	諸富町	3.54	350	62	45～56	1987～1989	年表・水調
43	諸富 5 号	諸富町	3.53	350	177	128～147 156～170	1987～1989	年表・水調
44	大川(浅)	大川市	3.61	350	28.5	18～26	1987～2005	水水 DB・年表・水調
45	大川(深)	大川市	3.61	200	107	96～106	1987～2005	水水 DB・年表・水調
46	三河（浅）	八女市	25.55	76	8	3～8	1987～2005	水水 DB・年表・水調
47	三河（深）	八女市	25.55	76	50	40～50	1987～2005	水水 DB・年表・水調
48	中津（浅）	川副町	2.21	640	3	不明	1987～2005	水水 DB・年表・水調
49	白石ＮＯ1	白石町	1.20	160	130.2	114.8～125.2	1987～2016	年表・水水 DB

50	白石ＮＯ2	白石町	1.20	160	83	69.8～80.2	1987～2016	年表・水水 DB

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

表 4-226　地下水位観測地点一覧（KY-5 : Chikushi plain）3/3

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
51	福富ＮＯ1	福富町	1.58	120	100	89～99	1987～2016	年表・ 水水 DB
52	福富ＮＯ2	福富町	1.54	120	76.5	70.5～75.5	1987～2016	年表・ 水水 DB
53	松原	筑後市	8.18	65	不明	6～10	2005	水水 DB
54	下妻（浅）	筑後市	6.54	65	25	20～25	1987～2005	水水 DB・ 年表・水調
55	下妻（深）	筑後市	6.54	65	62	33～50	1987～2005	水水 DB・ 年表・水調
56	本郷	みやま市	8.23	65	不明	3～10	2005	水水 DB
57	白石 C-1	白石町	1.67	300	260	206～222.5	1987～1989	年表
58	白石 C-2	白石町	1.58	300	84	76.5～82	1987～1989	年表
59	築切ＮＯ2	白石町	0.44	75	45	30～40	1987～2016	年表・ 水水 DB
60	築切ＮＯ1	白石町	0.47	75	130	115～125	1987～2016	年表・ 水水 DB
61	瀬高	瀬高町	6.09	200	20	11～20	1987～2005	水水 DB・ 年表・水調
62	有明 D	有明町	不明	300	150	113.5～124.5	1987～1989	年表
63	有明ＮＯ1	有明町	0.23	80	140	120.2～131	1987～2016	年表・ 水水 DB
64	有明ＮＯ2	有明町	0.23	80	95	76.2～87	1987～2016	年表・ 水水 DB
65	大和（浅）	大和町	3.35	76	16	12～16	1987～2005	水水 DB・ 年表・水調
66	大和(深)	大和町	4.25	76	80	67～80	1987～2004	年表・水調
67	北鹿島 E	鹿島市	3.75	200	123	71～93	1987～1989	年表
68	今福	高田町	4.92	200	20	4～16	1987～1993 1995～1998 2000～2004	年表・水調

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

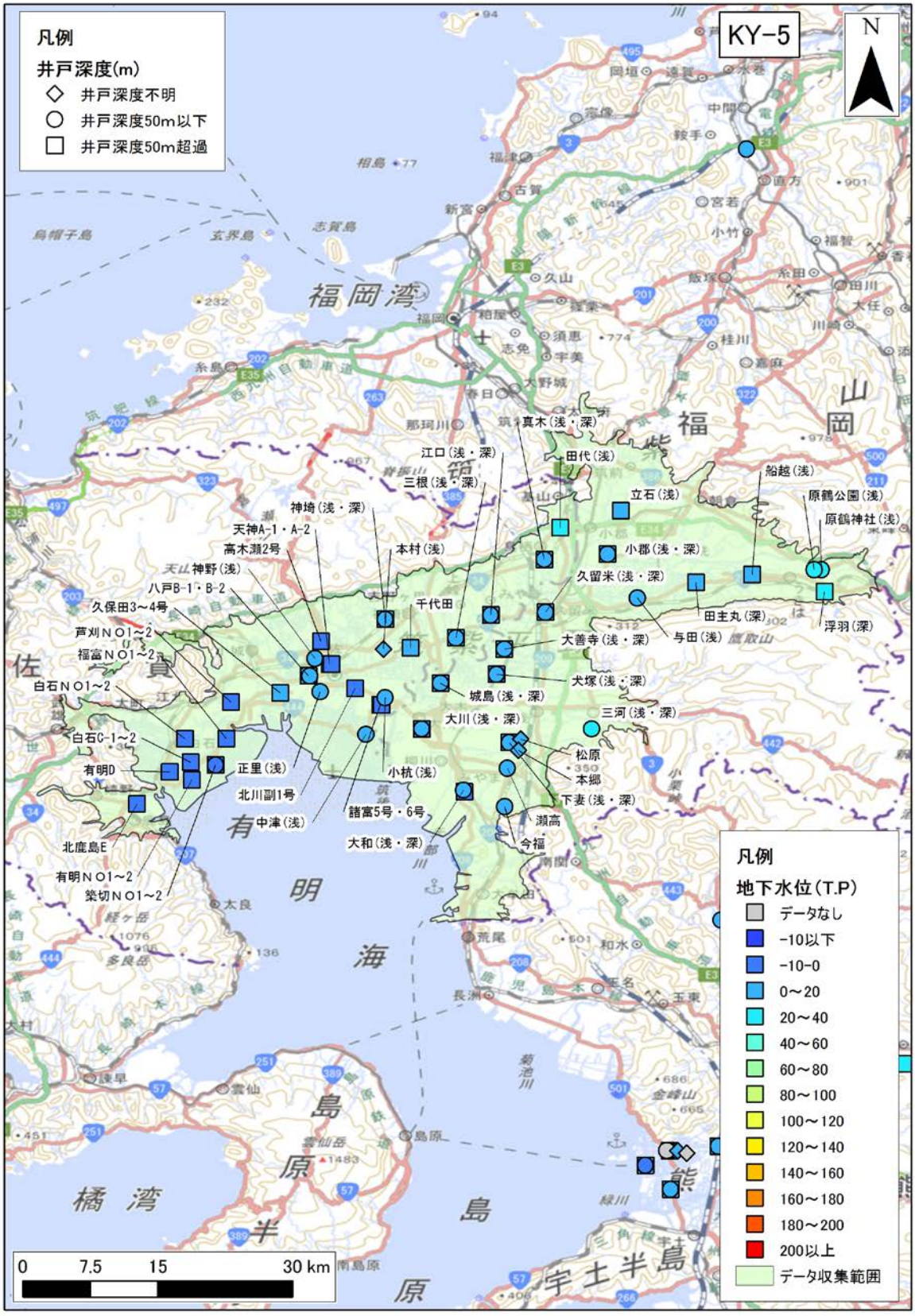


図 4-360　年平均地下水位分布図（KY-5 : Chikushi plain）

2)　**気象データ**

KY-5：Chikushi plain 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-227 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 4-361、図 4-362、図 4-363、図 4-364 に示す。

表 4-227　気象観測所一覧（KY-5 : Chikushi plain）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	82261	朝倉	33°24.3	130°41.7	36	アメダス	●	●	●	●	
2	82306	久留米	33°18.2	130°29.6	7	アメダス	●	●	●	●	
3	82331	柳川	33°9.6	130°24.2	7	アメダス	●				
4	82361	大牟田	33°0.4	130°28	40	アメダス	●	●	●	●	
5	85106	鳥栖	33°23.1	130°31	25	アメダス	●				
6	85142	佐賀	33°15.9	130°18.3	6	アメダス	●	●	●	●	●
7	85166	白石	33°11	130°8.9	2	アメダス	●	●	●	●	●
8	85176	川副	33°8.9	130°18.1	2	アメダス	●	●	●	●	



図 4-361　年平均気温の分布（KY-5 : Chikushi plain）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

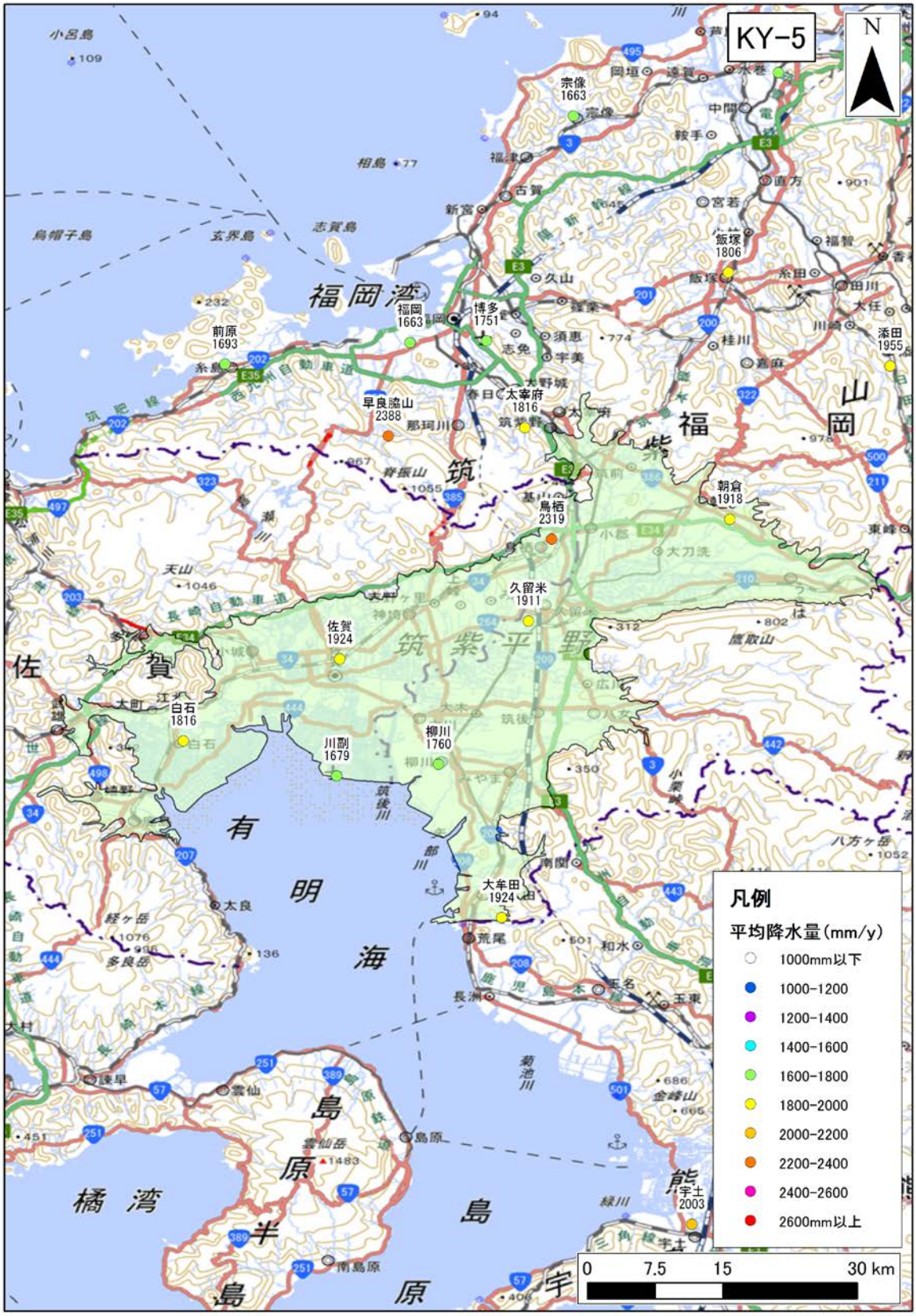


図 4-362　年間降水量の分布（KY-5 : Chikushi plain）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。



図 4-363　年間可能蒸発散量の分布（KY-5 : Chikushi plain）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。



図 4-364　年間可能涵養量の分布（KY-5 : Chikushi plain）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

KY-5：Chikushi plain における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-365 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

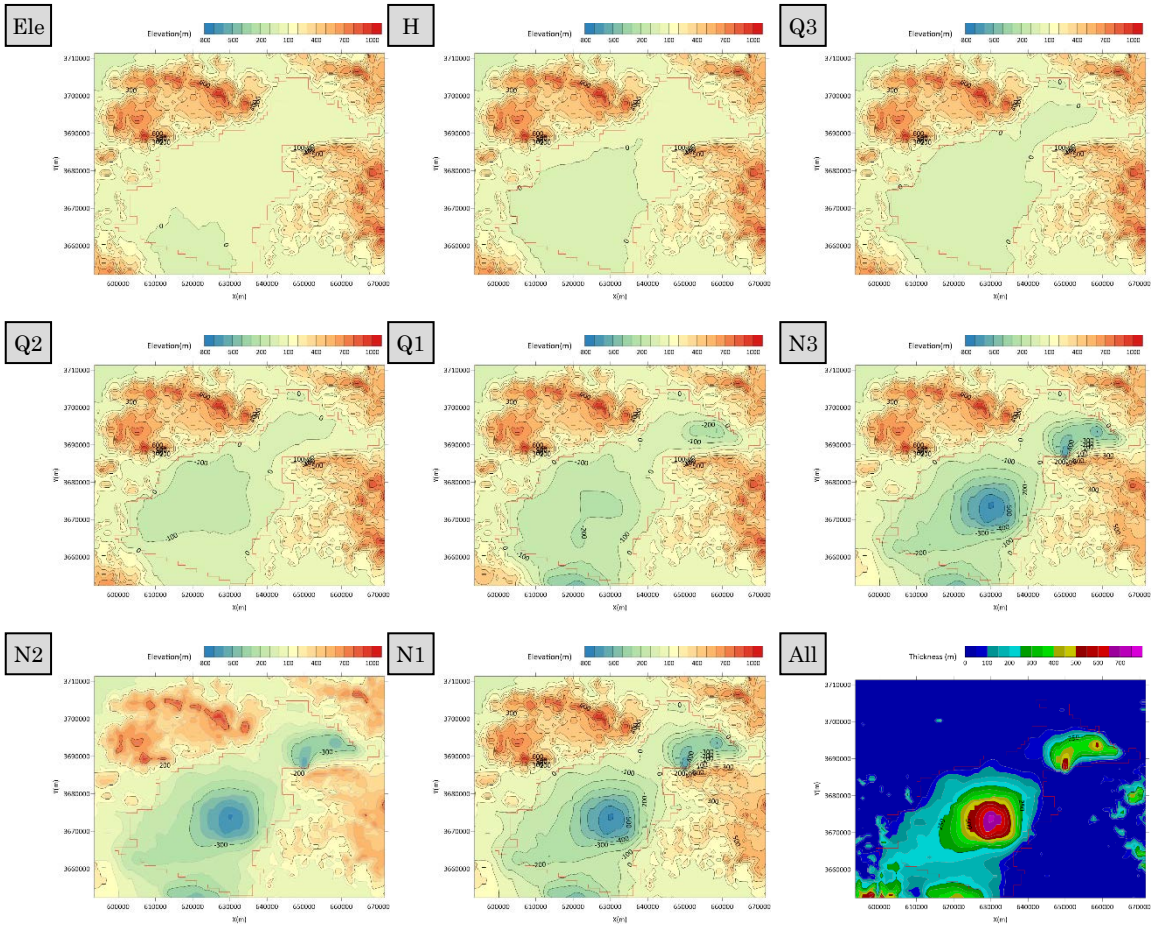


図 4-365　地質データ（KY-5 : Chikushi plain）

4) **流量データ**

KY-5：Chikushi plain 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-228 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-229、図 4-366 に示す。

表 4-228 流量観測地点一覧（KY-5 : Chikushi plain）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	武雄川	六角川	武雄川	6.50	1980 年 01 月 01 日	N/D
2	浦町橋	六角川	牛津川	23.48	1982 年 04 月 07 日	27
3	妙見橋	六角川	牛津川	4.63	1957 年 06 月 25 日	95
4	晴気川	六角川	晴気川	2.58	1980 年 01 月 01 日	N/D
5	池森	嘉瀬川	嘉瀬川	2.50	1987 年 06 月 24 日	231
6	祇園	嘉瀬川	祇園川	34.07	1980 年 04 月 01 日	18
7	深町	嘉瀬川	祇園川	2.85	1973 年 05 月 31 日	21
8	荒瀬	筑後川	筑後川	37.72	1962 年 04 月 01 日	1,443
9	恵蘇ノ宿	筑後川	筑後川	22.87	1956 年 04 月 01 日	1,566
10	片ノ瀬	筑後川	筑後川	4.95	1956 年 04 月 01 日	1,812
11	瀬ノ下	筑後川	筑後川	1.81	1884 年 03 月 01 日	2,295
12	西隈ノ上	筑後川	隈上川	34.94	1964 年 12 月 01 日	68
13	金丸橋	筑後川	佐田川	15.50	1958 年 04 月 01 日	98
14	栄田橋	筑後川	小石原川	13.29	1954 年 08 月 01 日	78
15	中央橋	筑後川	巨瀬川	15.19	1966 年 04 月 01 日	50
16	端間	筑後川	宝満川	6.76	1960 年 04 月 01 日	167
17	日出来橋	筑後川	城原川	5.73	1963 年 04 月 01 日	51
18	田手橋	筑後川	田手川	7.20	1962 年 03 月 01 日	30
19	東渕	筑後川	巨勢川	2.74	1974 年 11 月 01 日	N/D
20	船小屋	矢部川	矢部川	5.69	1970 年 04 月 01 日	460

表 4-229　流況一覧（KY-5 : Chikushi plain）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	武雄川	0.35	0.13	0.08	0.05	N/D	N/D	N/D	N/D
2	浦町橋	0.77	0.37	0.22	0.10	2.48	1.19	0.72	0.34
3	妙見橋	2.81	1.47	0.97	0.43	2.56	1.33	0.88	0.39
4	晴気川	0.79	0.53	0.36	0.14	N/D	N/D	N/D	N/D
5	池森	6.48	3.22	1.88	1.18	2.43	1.20	0.70	0.44
6	祇園	0.65	0.33	0.21	0.12	3.08	1.57	1.01	0.59
7	深町	0.42	0.14	0.06	0.03	1.76	0.61	0.26	0.12
8	荒瀬	67.60	46.41	36.84	29.14	4.05	2.78	2.21	1.74
9	恵蘇ノ宿	67.17	44.28	35.25	24.52	3.71	2.44	1.94	1.35
10	片ノ瀬	67.32	44.20	35.67	20.98	3.21	2.11	1.70	1.00
11	瀬ノ下	92.05	59.70	46.73	37.04	3.47	2.25	1.76	1.39
12	西隈ノ上	1.48	0.79	0.55	0.35	1.88	1.00	0.69	0.45
13	金丸橋	1.62	0.80	0.48	0.18	1.43	0.70	0.42	0.16
14	栄田橋	1.37	0.74	0.46	0.16	1.51	0.82	0.51	0.18
15	中央橋	3.35	2.28	1.70	1.03	5.79	3.94	2.93	1.78
16	端間	5.85	3.34	2.16	0.53	3.03	1.73	1.12	0.27
17	日出来橋	1.97	0.98	0.52	0.19	3.36	1.67	0.89	0.33
18	田手橋	0.96	0.50	0.28	0.11	2.80	1.46	0.82	0.32
19	東渕	1.36	0.79	0.50	0.29	N/D	N/D	N/D	N/D
20	船小屋	16.07	7.92	4.65	2.59	3.02	1.49	0.87	0.49
平均値		17.02	10.95	8.48	5.96	2.92	1.66	1.14	0.67



図 4-366　流量観測地点位置図（KY-5 : Chikushi plain）

（53） KY-9：Kumamoto plain

1） **地下水位データ**

KY-9：Kumamoto plain 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-230 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-367 に示す。

表 4-230　地下水位観測地点一覧（KY-9 : Kumamoto plain）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	山鹿 No.1	山鹿市	21.57	86	32	19～30	1987～2005	水水 DB・年表・水調
2	山鹿 No.2	山鹿市	21.57	86	12	4～12	1987～2005	水水 DB・年表・水調
3	合志	合志町	91.23	65	75	58.5～69.5	1987～2005	年表・水水 DB
4	須屋	西合志町	63.52	65	101	88～98	1987～2005	年表・水水 DB
5	久保田	菊陽町	90.93	50	103	65～75	1987～2005	水水 DB・年表・水調
6	大津	大津町	96.57	65	120	96～116	1987～2005	水水 DB・年表・水調
7	深迫	熊本市	82.48	65	90	73.5～83.5	1987～2005	水水 DB・年表・水調
8	坪井 No.1	熊本市	11.24	65	50	34.2～45	1987～2005	水水 DB・年表・水調
9	坪井 NO.2	熊本市	11.24	65	25	14.2～25	1987～2005	水水 DB・年表・水調
10	新南部 No.1	熊本市	30.81	65	60	47～58	1987～2005	年表・水水 DB
11	新南部 No.2	熊本市	31.25	65	30	19～30	1987～2004	年表
12	秋津	熊本市	19.21	65	55	45～55	1987～2005	水水 DB・年表・水調
13	蓮台寺 No.1	熊本市	6.89	65	65	45～65	1987～2005	水水 DB・年表・水調
14	蓮台寺 No.2	熊本市	6.89	65	15	10～15	1987～2005	水水 DB・年表・水調
15	中原（1）	熊本市	2.40	100	43	40～43	なし	年表
16	小島 No.1	熊本市	4.62	65	80	58～74.5	1987～2005	水水 DB・年表・水調
17	小島 No.2	熊本市	4.62	65	15	9.5～12.5	1987～2005	水水 DB・年表・水調
18	薬師 NO.1	熊本市	3.46	65	不明	38.9～41.5	2005	水水 DB
19	薬師 NO.2	熊本市	3.46	65	不明	2.3～12.5	2005	水水 DB
20	田迎 No.1	熊本市	6.81	65	60	45～60	1987～2005	水水 DB・年表・水調
21	田迎 NO.2	熊本市	6.81	65	15	9.6～15	1987～2005	水水 DB・年表・水調
22	半田 NO.1	熊本市	4.12	65	不明	28.3～36	2005 (全日欠測)	水水 DB
23	半田 NO.2	熊本市	4.12	65	不明	1～11	2005 (全日欠測)	水水 DB

24	沖新 No.1	熊本市	0.04	65	80	60.5～77	1987～2005	年表・水水 DB
25	沖新 No.2	熊本市	0.04	65	15	7～11	1987～2005	年表・水水 DB
26	天明 No.1	熊本市	1.76	65	120	90～105	1987～2005	水水 DB・年表・水調
27	天明 No.2	熊本市	1.76	65	60	50～60	1987～2005	水水 DB・年表・水調
28	天明 No.3	熊本市	1.76	65	10	5～10	1987～2005	水水 DB・年表・水調

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

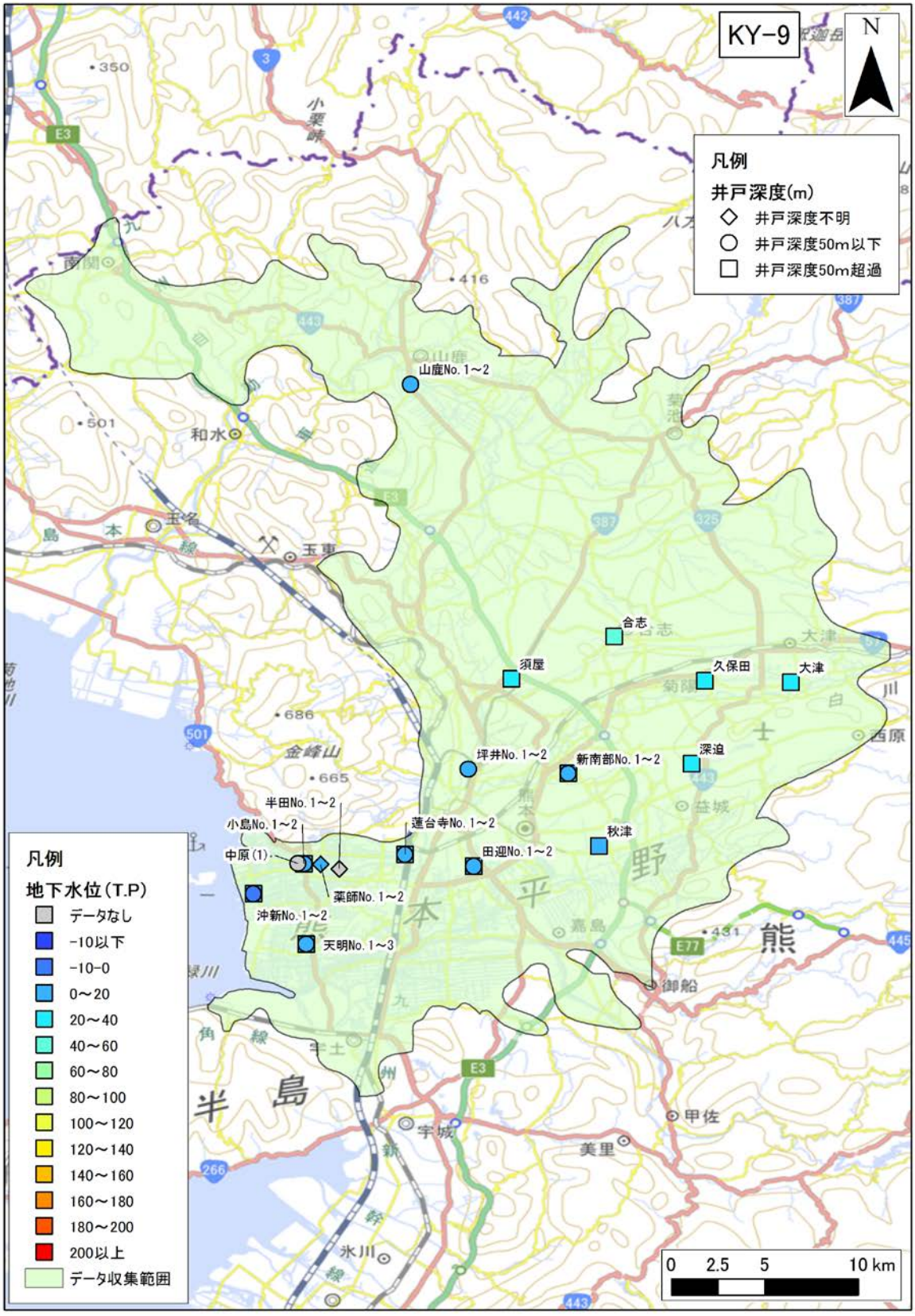


図 4-367　年平均地下水位分布図（KY-9 : Kumamoto plain）

2)　**気象データ**

KY-9：Kumamoto plain 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-231 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 4-368、図 4-369、図 4-370、図 4-371 に示す。

表 4-231　気象観測所一覧（KY-9 : Kumamoto plain）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	86101	菊池	32°56.7	130°46.9	83	アメダス	●	●	●	●	
2	86141	熊本	32°48.8	130°42.4	38	アメダス	●	●	●	●	●
3	86146	益城	32°50.2	130°51.3	193	アメダス	●	●	●	●	
4	86181	宇土	32°42	130°39.4	6	アメダス	●				

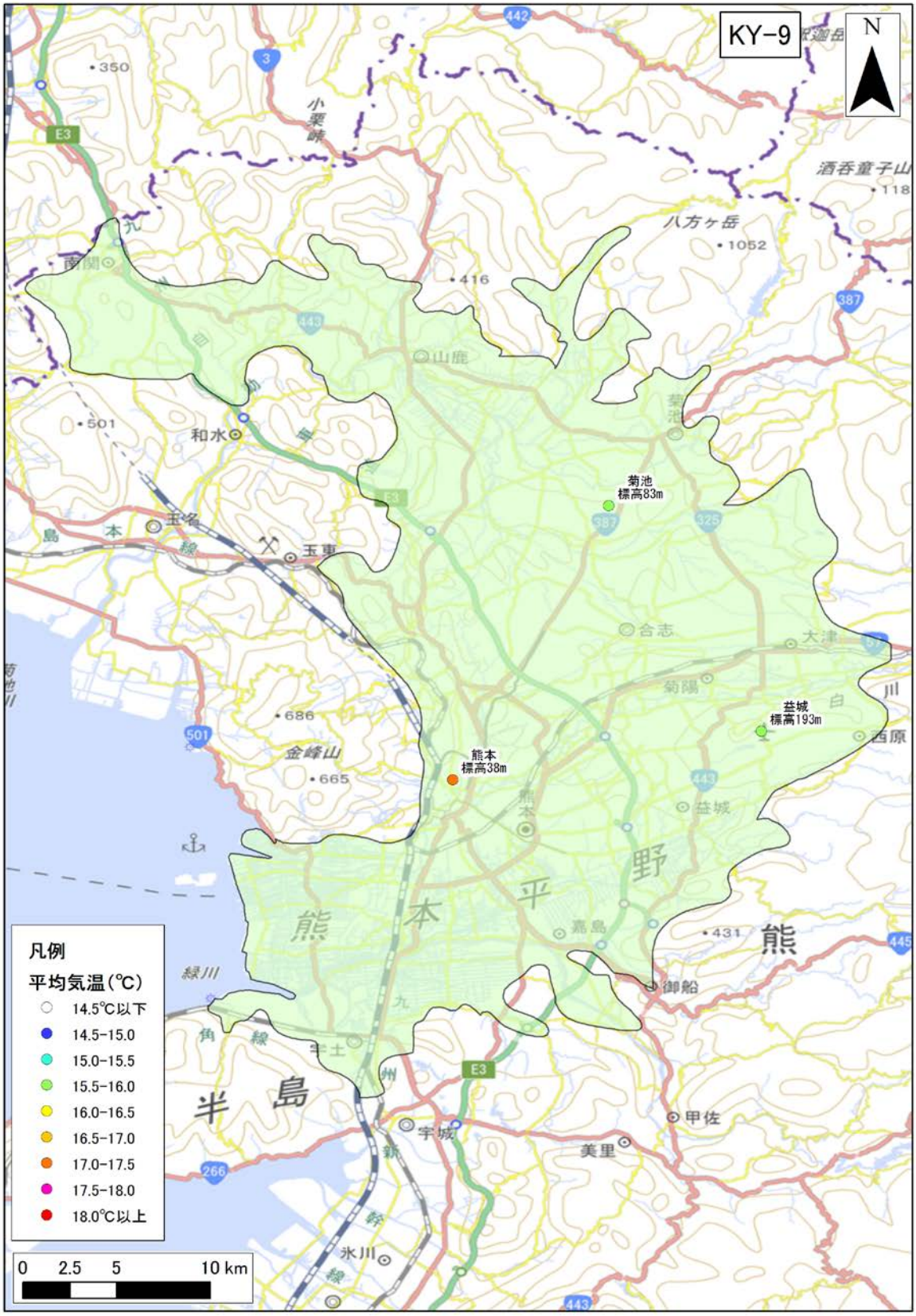


図 4-368　年平均気温の分布（(KY-9 : Kumamoto plain)

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

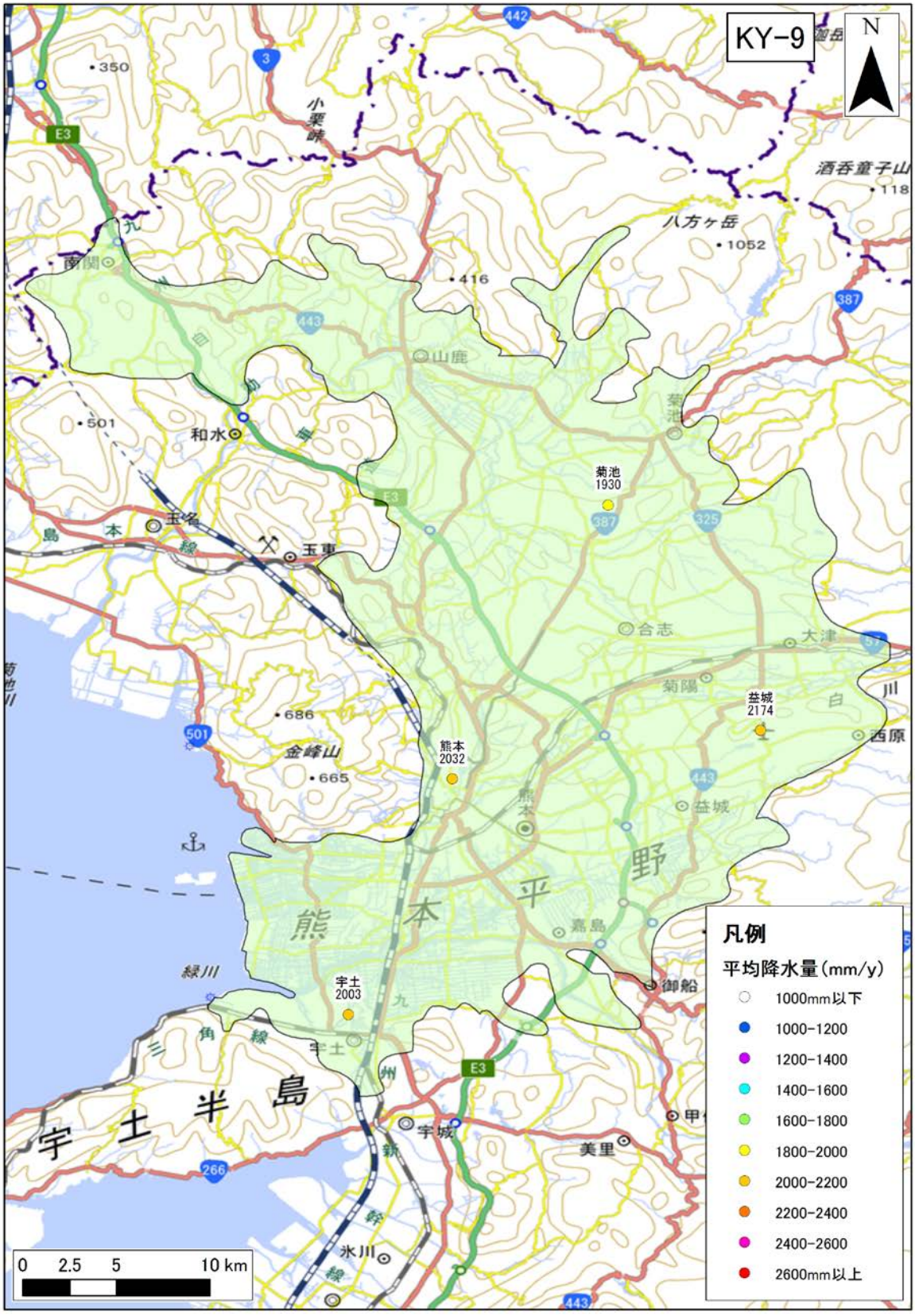


図 4-369　年間降水量の分布（KY-9 : Kumamoto plain）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。

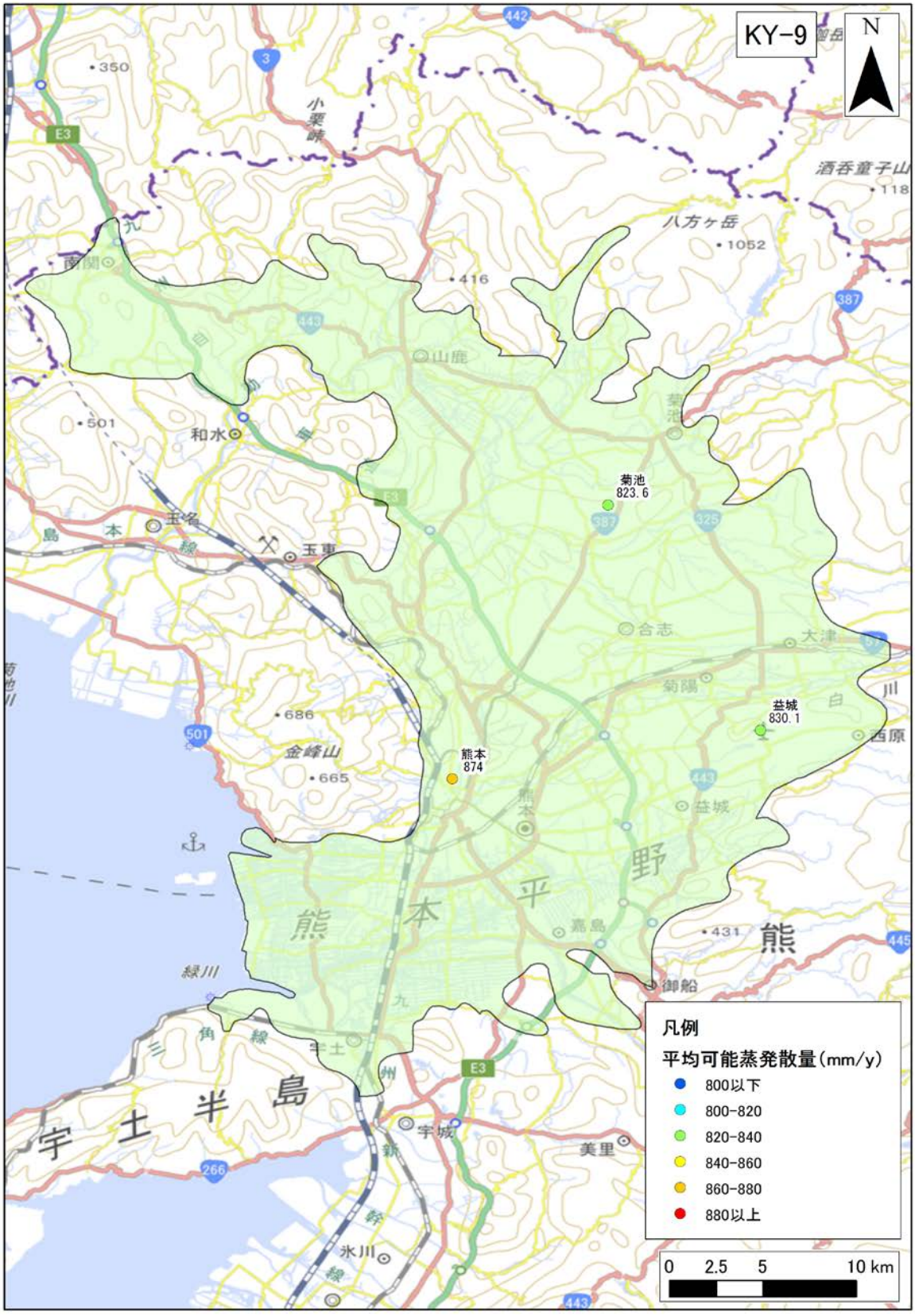


図 4-370　年間可能蒸発散量の分布（KY-9 : Kumamoto plain）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

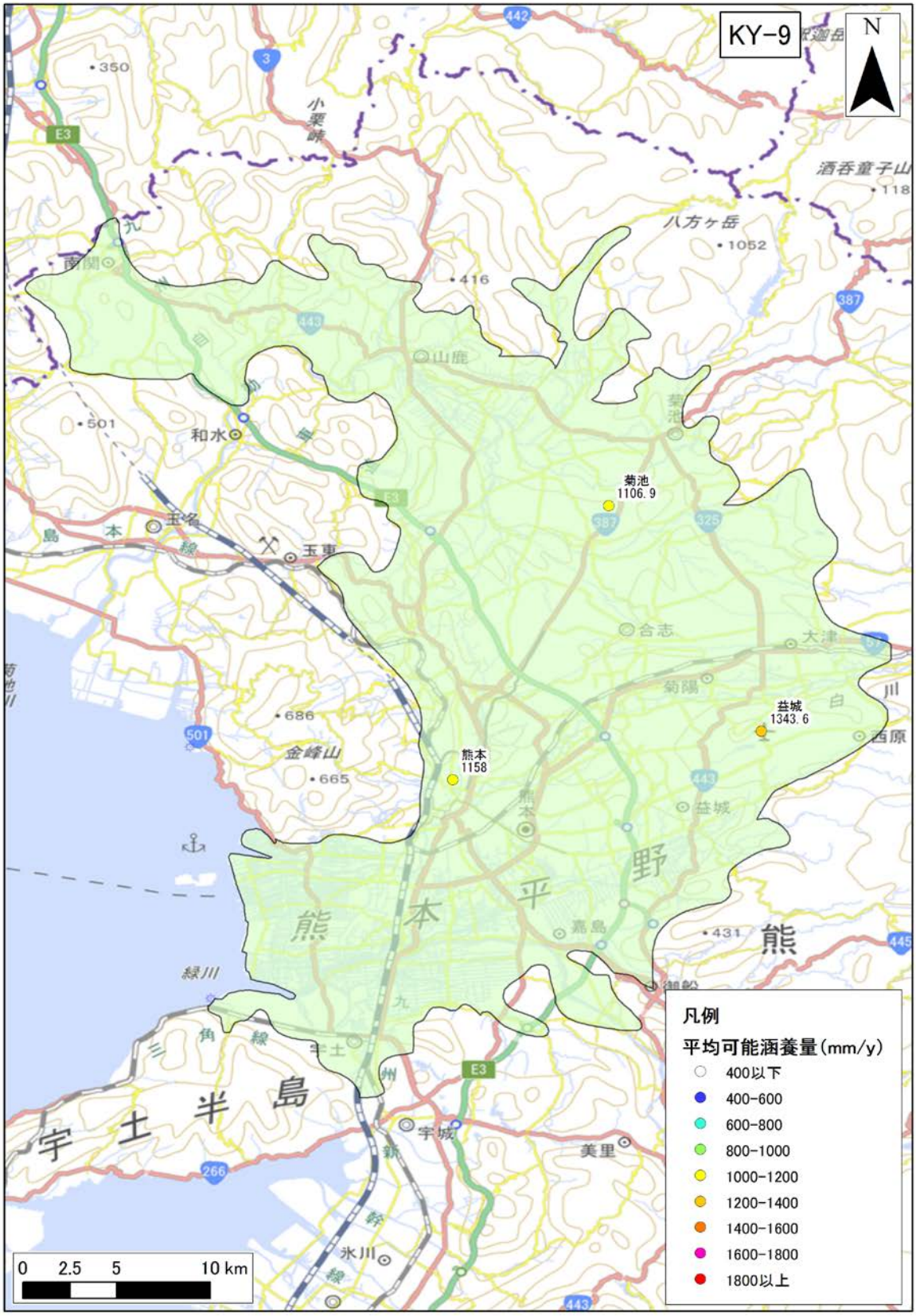


図 4-371　年間可能涵養量の分布（KY-9 : Kumamoto plain）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

KY-9：Kumamoto plain における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-372 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

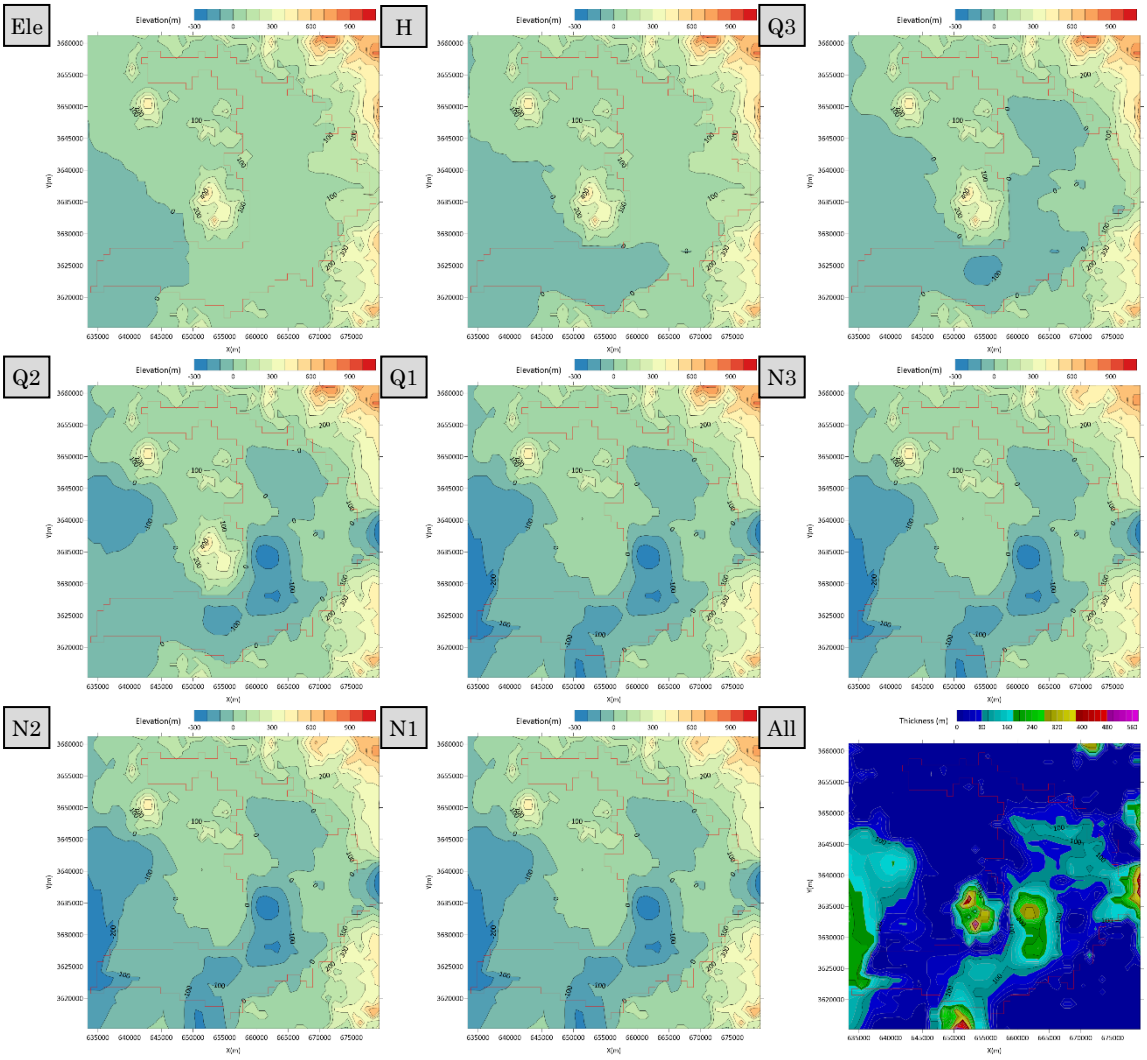


図 4-372　地質データ（KY-9 : Kumamoto plain）

4) **流量データ**

KY-9：Kumamoto plain 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-232 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-233、図 4-373 に示す。

表 4-232 流量観測地点一覧（KY-9 : Kumamoto plain）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	広瀬	菊池川	菊池川	34.65	1955 年 03 月 31 日	152
2	中富	菊池川	菊池川	21.71	1941 年 06 月 17 日	332
3	分田	菊池川	菊池川	19.00	1952 年 05 月 01 日	554
4	山鹿	菊池川	菊池川	15.81	1941 年 06 月 16 日	586
5	菰田	菊池川	菊池川	6.00	1992 年 05 月 15 日	767
6	隈府	菊池川	迫間川	57.95	1941 年 06 月 16 日	44
7	佐野	菊池川	合志川	32.01	1954 年 03 月 20 日	156
8	芦原	菊池川	菊池川	23.26	1964 年 05 月 08 日	204
9	城	菊池川	岩野川	20.00	1941 年 06 月 16 日	110
10	袋田	菊池川	上内田川	23.09	1965 年 04 月 01 日	88
11	高田（廃止）	菊池川	迫間川	25.05	1997 年 03 月 04 日	69
12	陣内	白川	白川	80.91	1955 年 11 月 14 日	425
13	代継橋	白川	白川	7.66	1956 年 07 月 01 日	477
14	城南	緑川	緑川	3.31	1958 年 07 月 12 日	681
15	大六橋	緑川	加勢川	2.12	1971 年 01 月 01 日	220
16	富合	緑川	浜戸川	-0.53	1995 年 04 月 01 日	62

表 4-233　流況一覧（KY-9 : Kumamoto plain）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	広瀬	6.74	4.37	3.40	1.92	3.83	2.48	1.93	1.09
2	中富	13.95	10.03	7.87	5.58	3.63	2.61	2.05	1.45
3	分田	21.51	14.87	11.41	8.19	3.35	2.32	1.78	1.28
4	山鹿	30.48	20.46	12.71	9.57	4.49	3.02	1.87	1.41
5	菰田	26.98	18.41	14.67	10.88	3.04	2.07	1.65	1.22
6	隈府	2.77	1.97	1.55	1.17	5.45	3.87	3.05	2.30
7	佐野	2.73	2.11	1.71	0.98	1.51	1.17	0.95	0.55
8	芦原	3.14	2.28	1.44	0.45	1.33	0.97	0.61	0.19
9	城	3.67	2.12	1.51	0.92	2.89	1.67	1.19	0.72
10	袋田	1.74	1.26	0.79	N/D	1.71	1.24	0.77	N/D
11	高田（廃止）	2.85	2.20	1.51	0.70	3.55	2.74	1.88	0.87
12	陣内	22.97	17.71	13.36	5.78	4.67	3.60	2.72	1.17
13	代継橋	24.35	19.04	14.56	6.30	4.41	3.45	2.64	1.14
14	城南	31.30	19.40	13.52	8.13	3.97	2.46	1.72	1.03
15	大六橋	17.74	15.36	13.08	11.55	6.97	6.03	5.14	4.53
16	富合	4.78	3.38	2.32	1.09	6.61	4.68	3.22	1.51
平均値		13.61	9.69	7.21	4.88	3.84	2.77	2.07	1.37

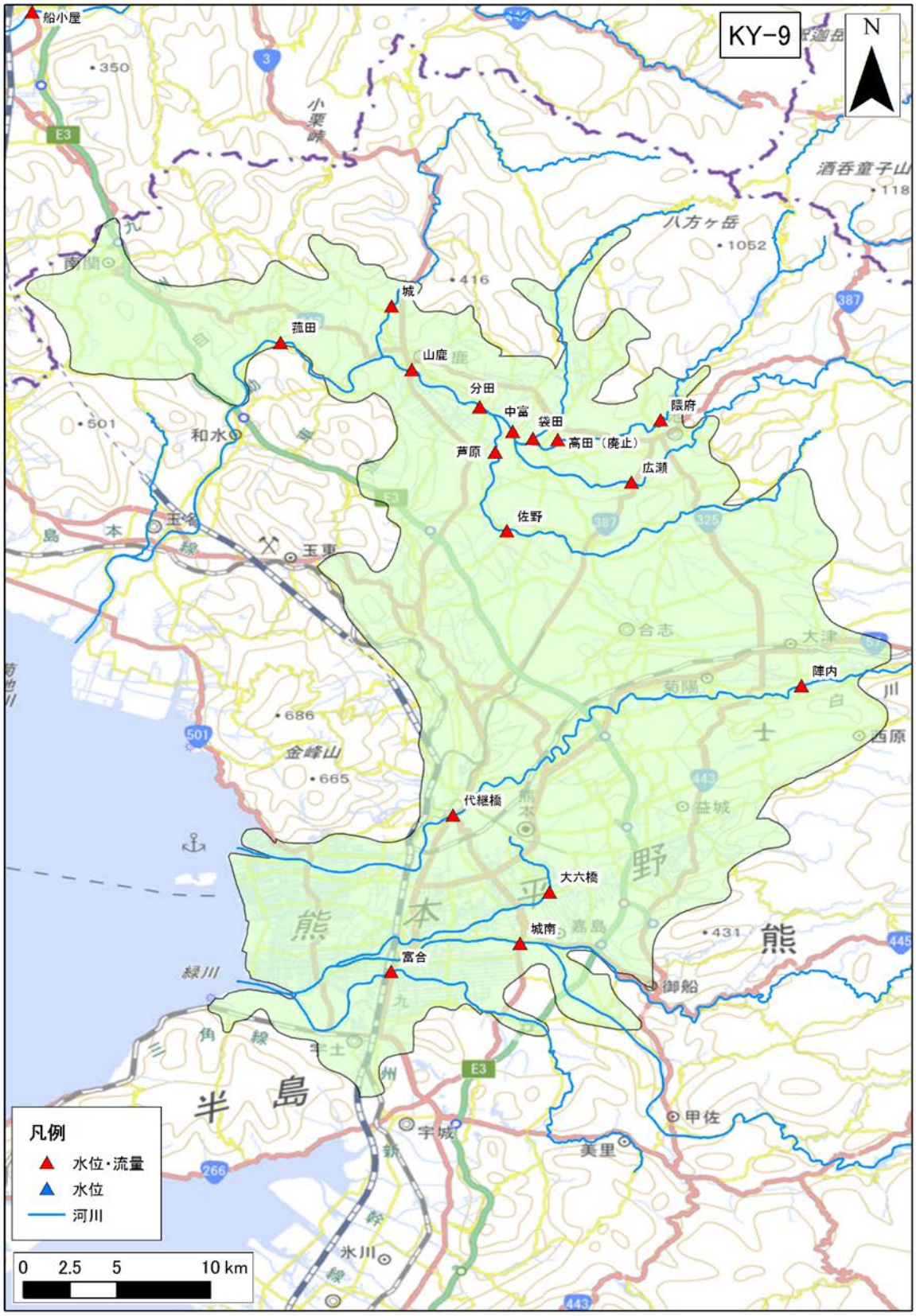


図 4-373　流量観測地点位置図（KY-9 : Kumamoto plain）

（54） KY-12：Miyazaki plain

1） **地下水位データ**

KY-12：Miyazaki plain 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-234 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-374 に示す。

表 4-234 地下水位観測地点一覧（KY-12 : Miyazaki plain）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	宮崎地下水（深井戸）	宮崎市	6.30	65	36.5	54～56	1987～2005	水水 DB・年表・水調
2	宮崎地下水（浅井戸）	宮崎市	6.30	65	13.5	8～13	1987～2005	水水 DB・年表・水調

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査



図 4-374　年平均地下水位分布図（KY-12 : Miyazaki plain）

2)　**気象データ**

KY-12：Miyazaki plain 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-235 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 4-375，図 4-376、図 4-377、図 4-378 に示す。

表 4-235　気象観測所一覧（KY-12 : Miyazaki plain）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	87293	高鍋	32’7.4	131’28.5	57	アメダス	●	●	●	●	
2	87331	西都	32’3.8	131’24.8	8	アメダス	●	●	●	●	
3	87371	国富	32’0.4	131’17.8	66	アメダス	●				
4	87376	宮崎	31’56.3	131’24.8	9	アメダス	●	●	●	●	
5	87412	赤江	31’52.6	131’26.9	6	アメダス	●	●	●	●	



図 4-375　年平均気温の分布（KY-12 : Miyazaki plain）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。



図 4-376　年間降水量の分布（KY-12 : Miyazaki plain）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。

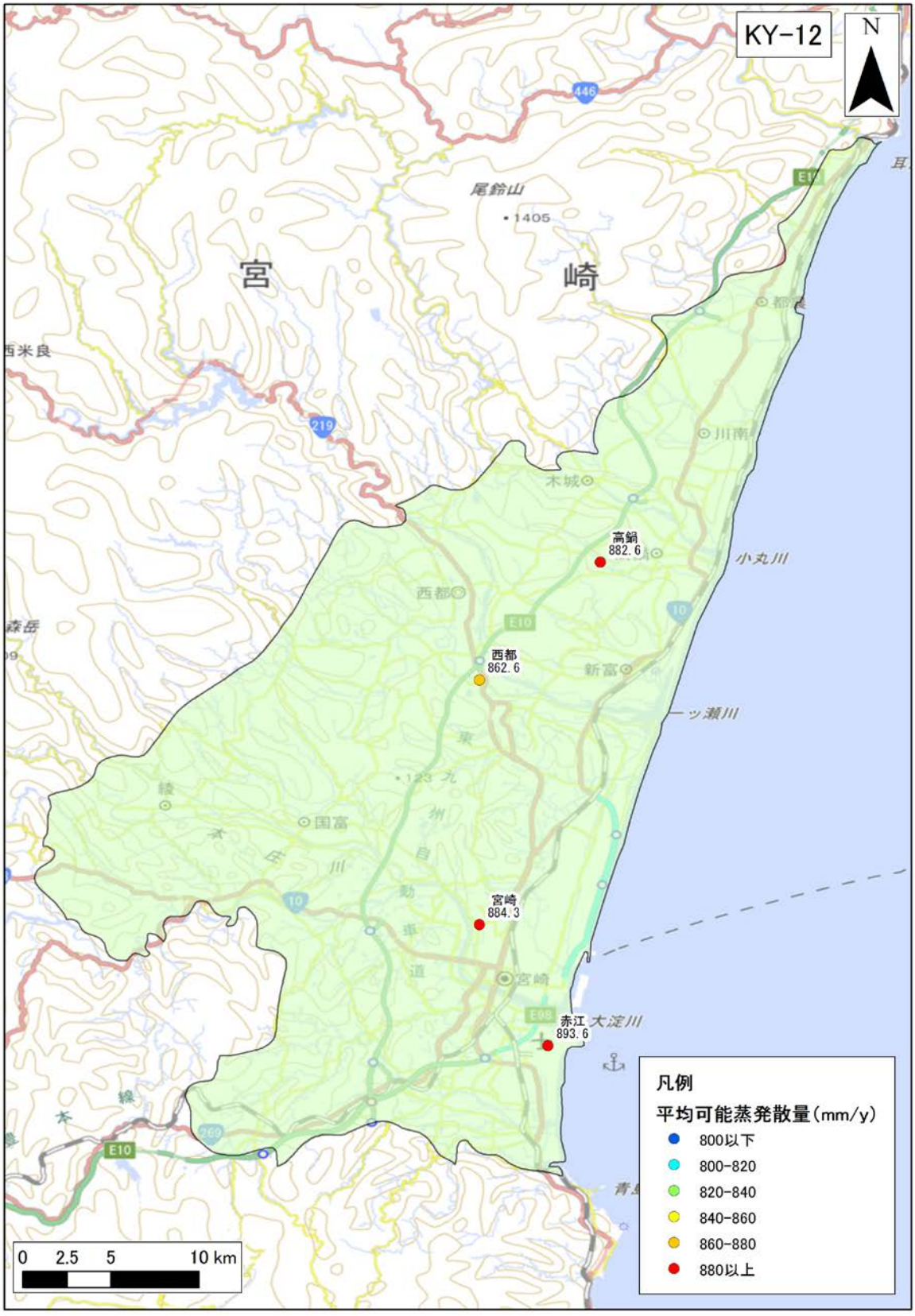


図 4-377　年間可能蒸発散量の分布（KY-12 : Miyazaki plain）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

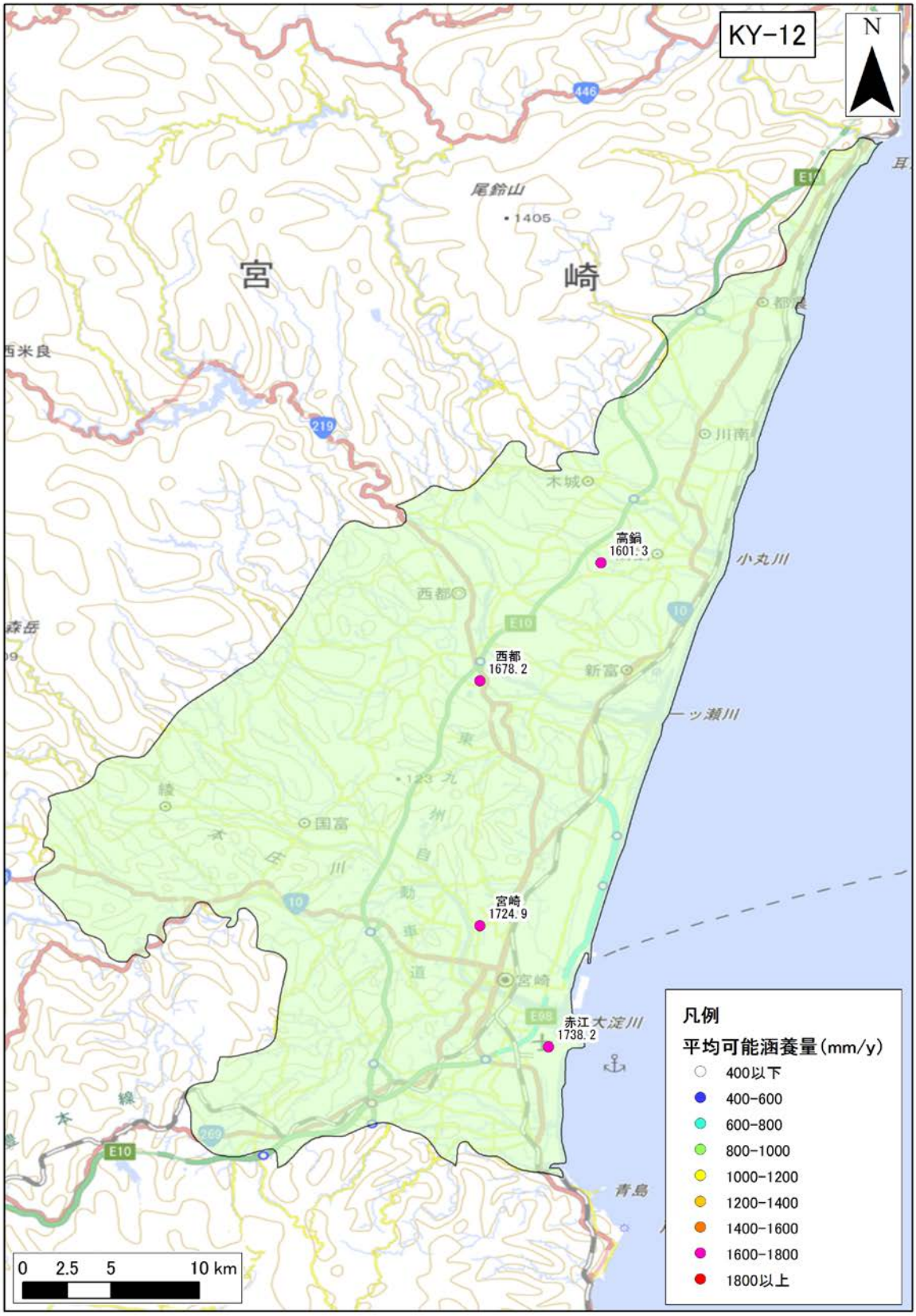


図 4-378　年間可能涵養量の分布（KY-12 : Miyazaki plain）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

KY-12：Miyazaki plain における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-379 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

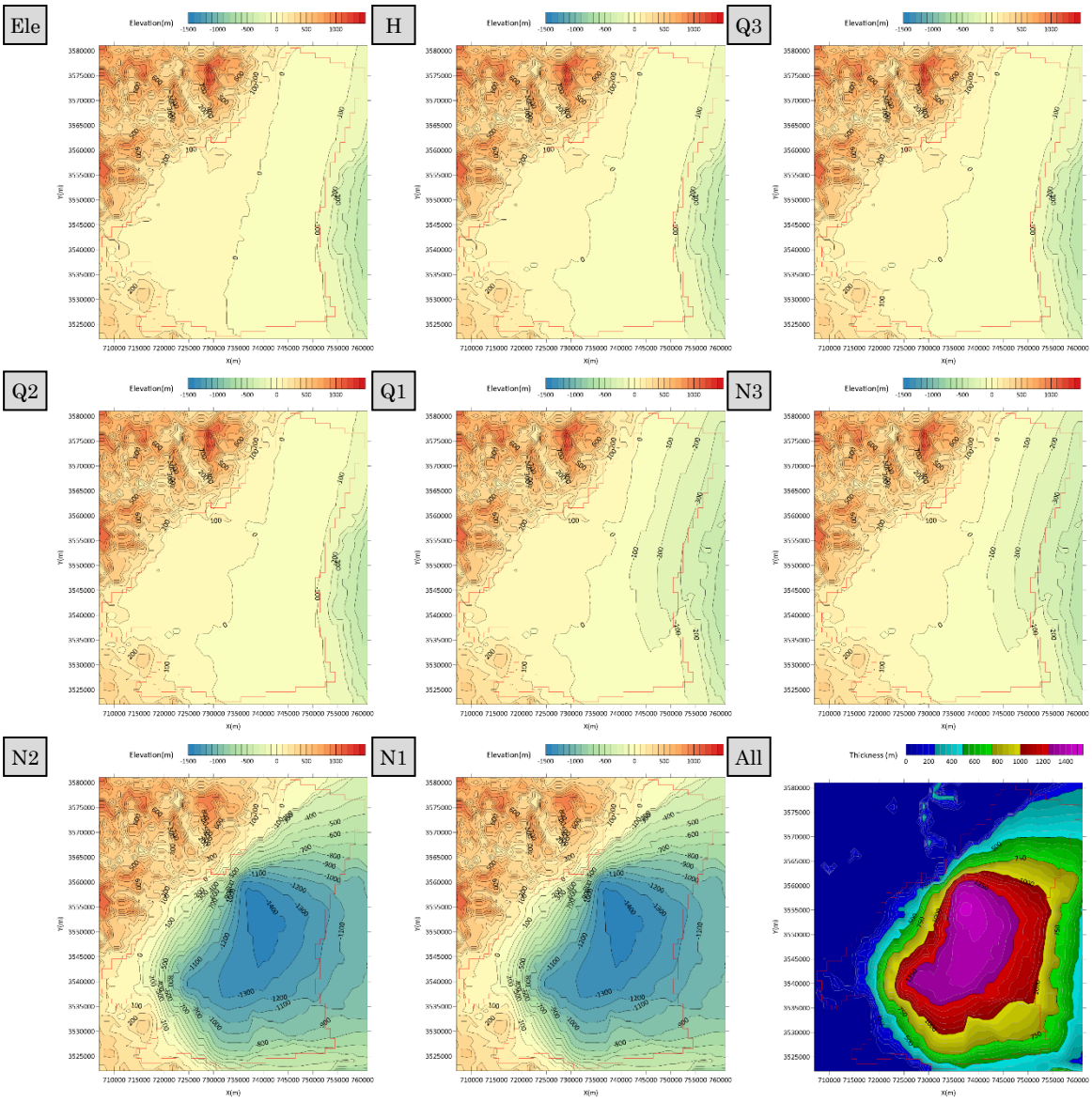


図 4-379　地質データ（KY-12 : Miyazaki plain）

4) **流量データ**

KY-12：Miyazaki plain 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-236 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-237、図 4-374 に示す。

表 4-236 流量観測地点一覧（KY-12 : Miyazaki plain）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	高岡	大淀川	大淀川	7.30	1928 年 06 月 01 日	1,564
2	柏田	大淀川	大淀川	0.50	1928 年 06 月 01 日	2,126
3	綾南橋	大淀川	本庄川	23.50	1968 年 04 月 01 日	143
4	入野橋	大淀川	綾北川	20.27	1968 年 04 月 01 日	216
5	高城	小丸川	小丸川	7.00	1951 年 07 月 01 日	396
6	小丸大橋	小丸川	小丸川	0.40	1950 年 05 月 01 日	433
7	欄干橋	小丸川	宮田川	1.00	1970 年 04 月 01 日	20

表 4-237 流況一覧（KY-12 : Miyazaki plain）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	高岡	102.88	64.49	46.19	32.03	5.68	3.56	2.55	1.77
2	柏田	144.95	89.23	61.46	39.96	5.89	3.63	2.50	1.62
3	綾南橋	4.28	2.28	1.17	0.52	2.58	1.38	0.71	0.31
4	入野橋	20.74	8.57	3.63	1.91	8.30	3.43	1.45	0.76
5	高城	31.88	11.37	5.96	3.14	6.95	2.48	1.30	0.68
6	小丸大橋	54.50	33.23	19.18	8.88	10.87	6.63	3.83	1.77
7	欄干橋	1.50	0.82	0.50	0.27	6.48	3.54	2.17	1.16
平均値		51.53	30.00	19.73	12.39	6.68	3.52	2.07	1.16

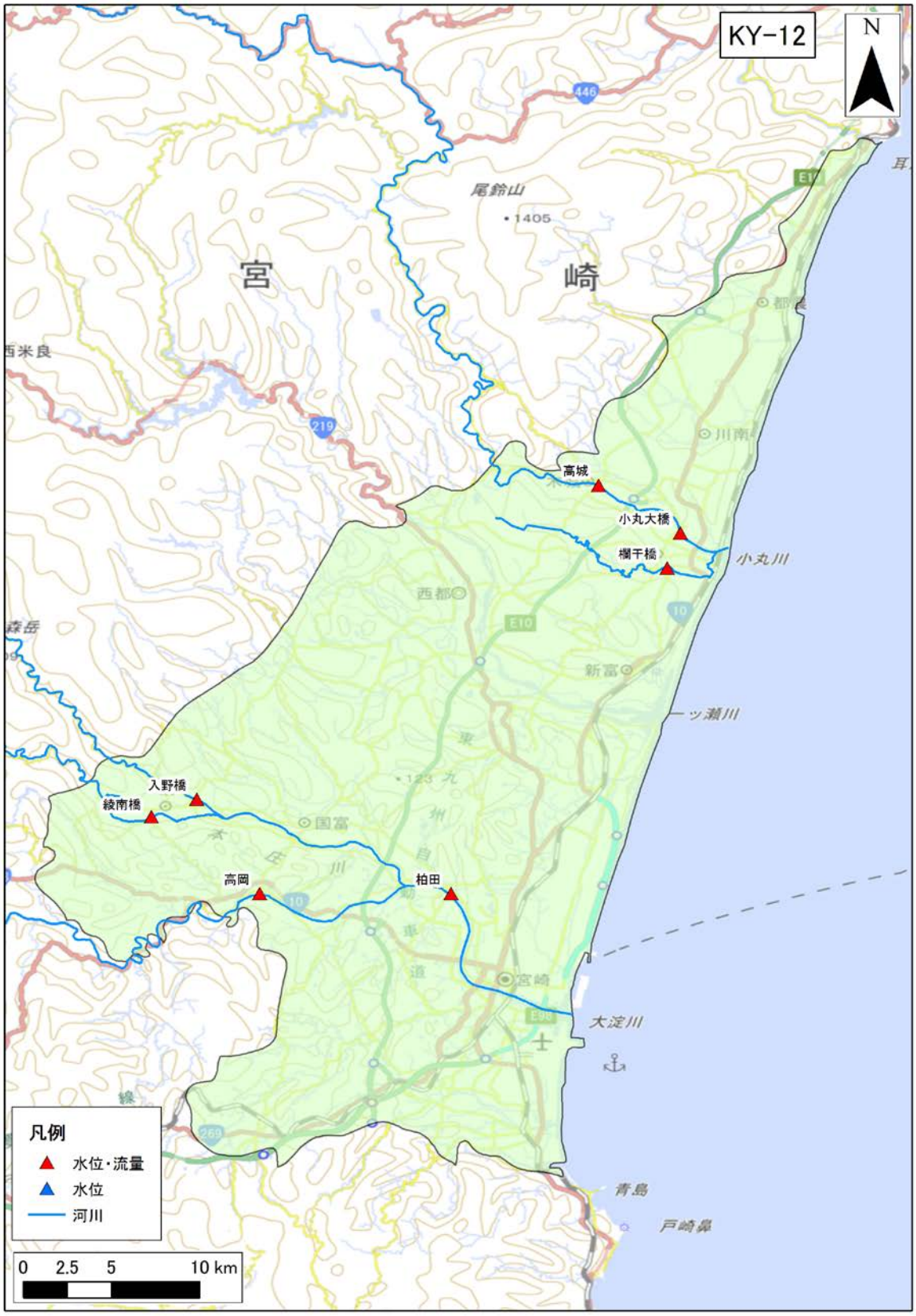


図 4-380　流量観測地点位置図（KY-12 : Miyazaki plain）

（55）　KY-15：Kasanohara

1）　**地下水位データ**

KY-15：Kasanohara 領域内の地下水位観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-238 に、各収集地点の 30 年間の平均地下水位を図 4-381 に示す。

表 4-238　地下水位観測地点一覧（KY-15 : Kasanohara）

No.	観測所名	所在地	管頭高 (標高 T.P.m)	口径 (mm)	深度 (GL-m)	ストレーナ (GL-m)	観測期間	データ元
1	馬掛	串良町	54.07	660	15.7	0～15.7	1987～1995	年表
2	上祓川	鹿屋市	66.24	750	17.6	0～17.6	1987～2002	年表
3	中山	串良町	19.46	720	5.6	0～5.6	1987～2002	年表
4	豊栄（簡易）	東串良町	9.04	620	4.7	0～4.7	1987～1999 2005	年表・ 水水 DB
5	柏原	東串良市	1.51	50	80	40～76	1987～2005	水水 DB・ 年表・水調
6	四十割 （深井戸）	高山町	4.20	350	80	4～16 6～11.5 52.5～74.5	1987～2005	水水 DB・ 年表・水調
7	四十割 （浅井戸）	高山町	4.80	75	20	4～16	1987～2005	水水 DB・ 年表・水調
8	新富（深井戸）	高山町	9.00	65	32.5	21.5～32.5	1987～2005	水水 DB・ 年表・水調
9	新富（浅井戸）	高山町	9.00	65	10	4.5～10	1987～2005	水水 DB・ 年表・水調
10	姶良	吾平町	12.24	70	5.8	0～5.8	1987～2002	年表
11	高山	高山町	10.56	650	5.2	0～5.2	1987～2002	年表

※データ元略号：水水 DB→水文水質データベース　年表→地下水位年表　水調→主要水系調査

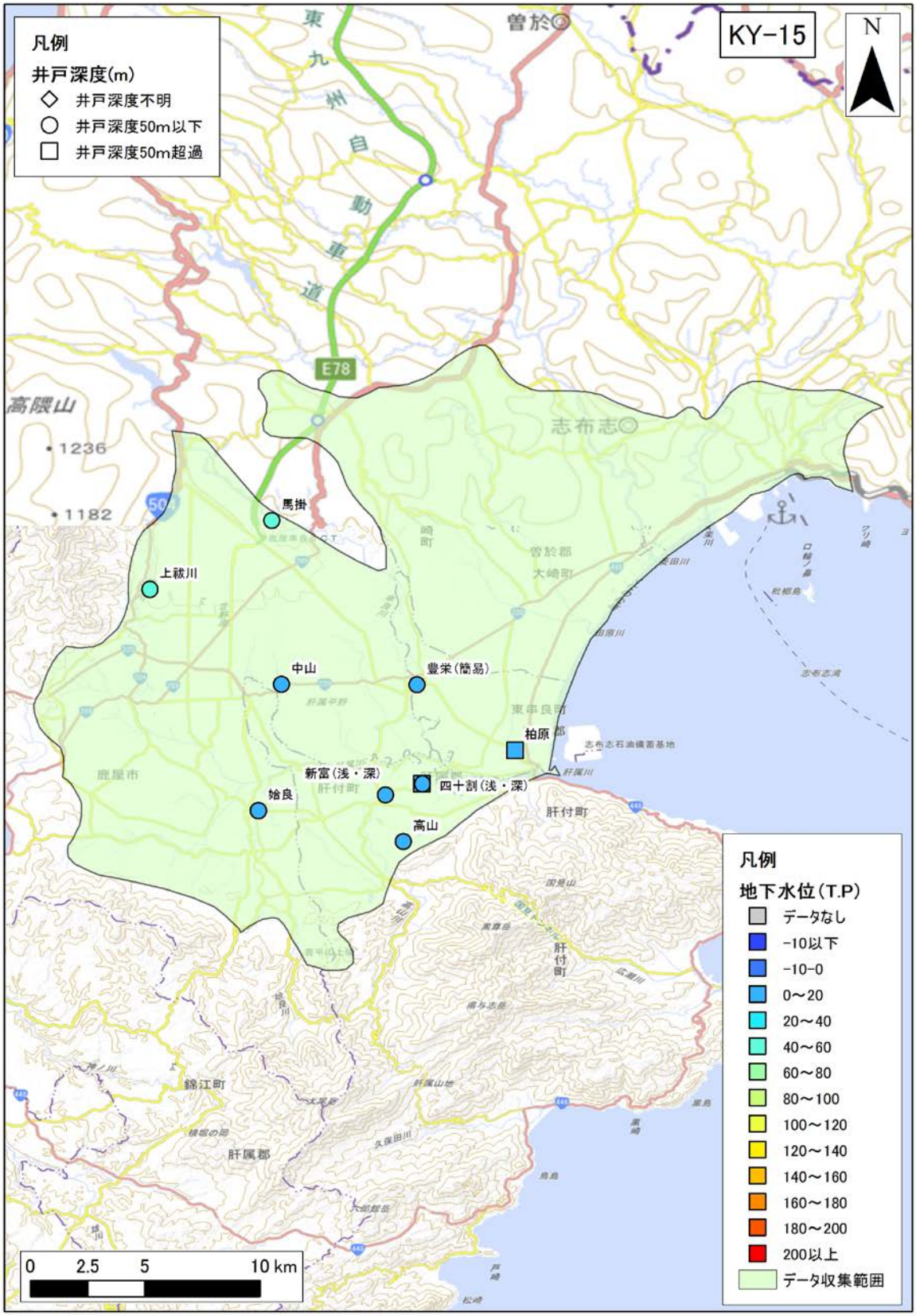


図 4-381 年平均地下水位分布図（KY-15 : Kasanohara）

2)　**気象データ**

KY-15：Kasanohara 領域内の気象観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-239 に、各収集地点の 30 年間平均の気温、降水量、可能蒸発散量、可能涵養量の分布を図 4-382、図 4-383、図 4-384、図 4-385 に示す。

表 4-239　気象観測所一覧（KY-15 : Kasanohara）

No	観測所番号	観測所名	緯度	経度	標高	区分	観測				
							降雨	風	気温	日照	積雪
1	88392	吉ケ別府	31'27.5	130'51.7	89	アメダス	●		●		
2	88406	志布志	31'28.7	131'5.7	70	アメダス	●	●	●	●	
3	88442	鹿屋	31'23.5	130'51.8	80	アメダス	●	●	●	●	
4	88447	肝付前田	31'20.4	130'56.3	31	アメダス	●	●	●	●	

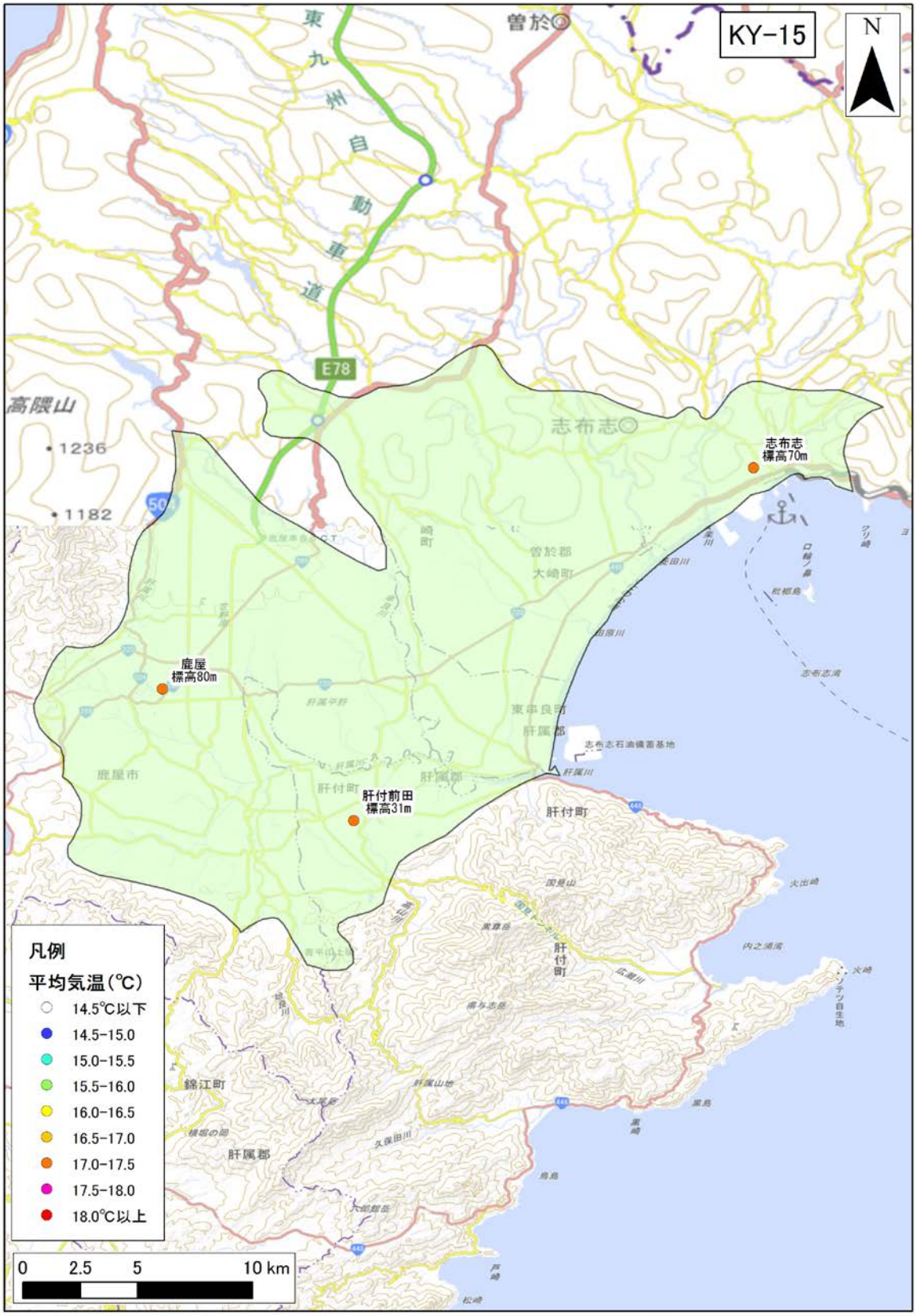


図 4-382　年平均気温の分布（KY-15 : Kasanohara）

年平均気温の 30 年間の平均値を示す。

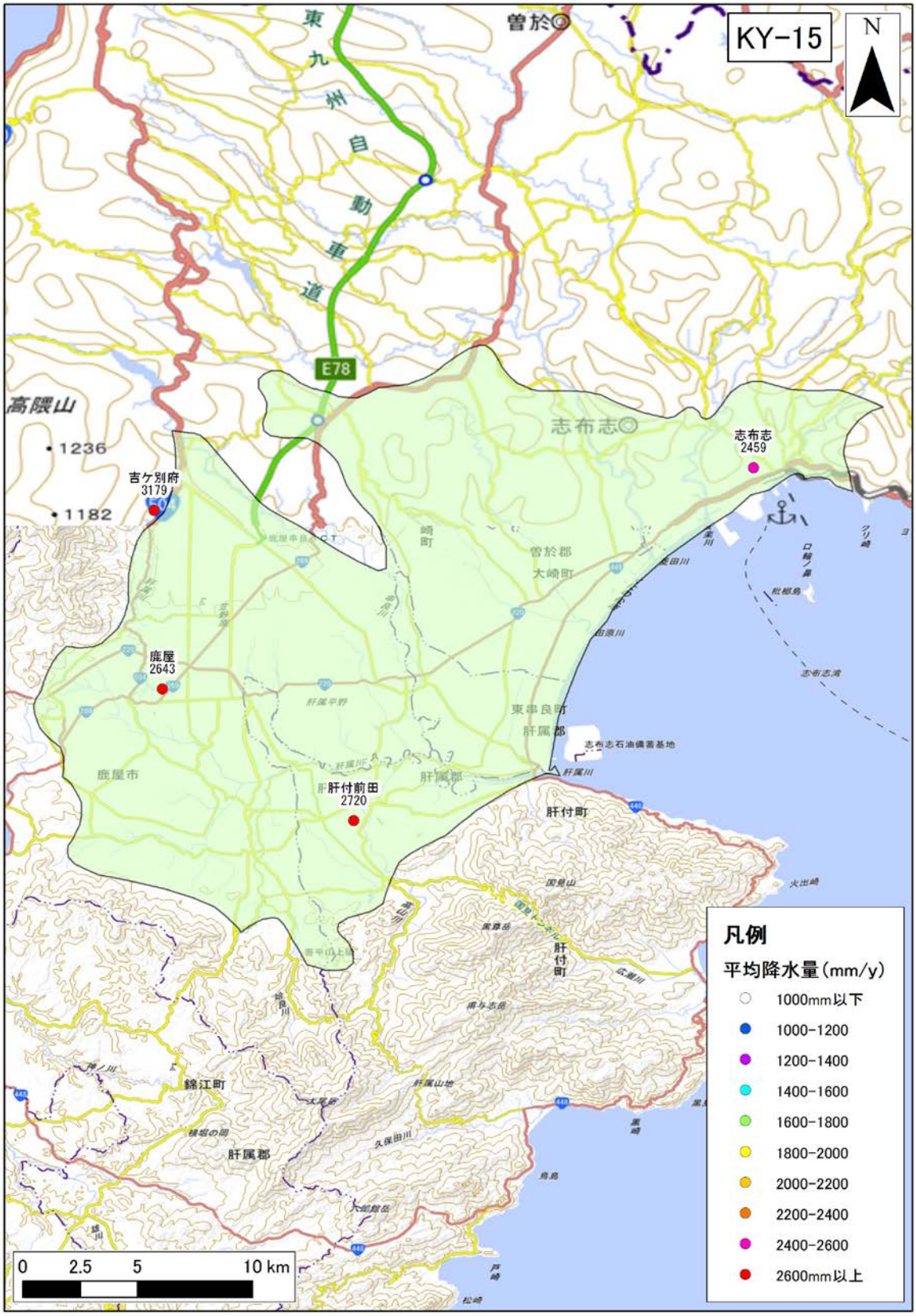


図 4-383　年間降水量の分布（KY-15 : Kasanohara）

年間降水量の 30 年間の平均値を示す。



図 4-384　年間可能蒸発散量の分布（KY-15 : Kasanohara）

年間可能蒸発散量の 30 年間の平均値を示す。

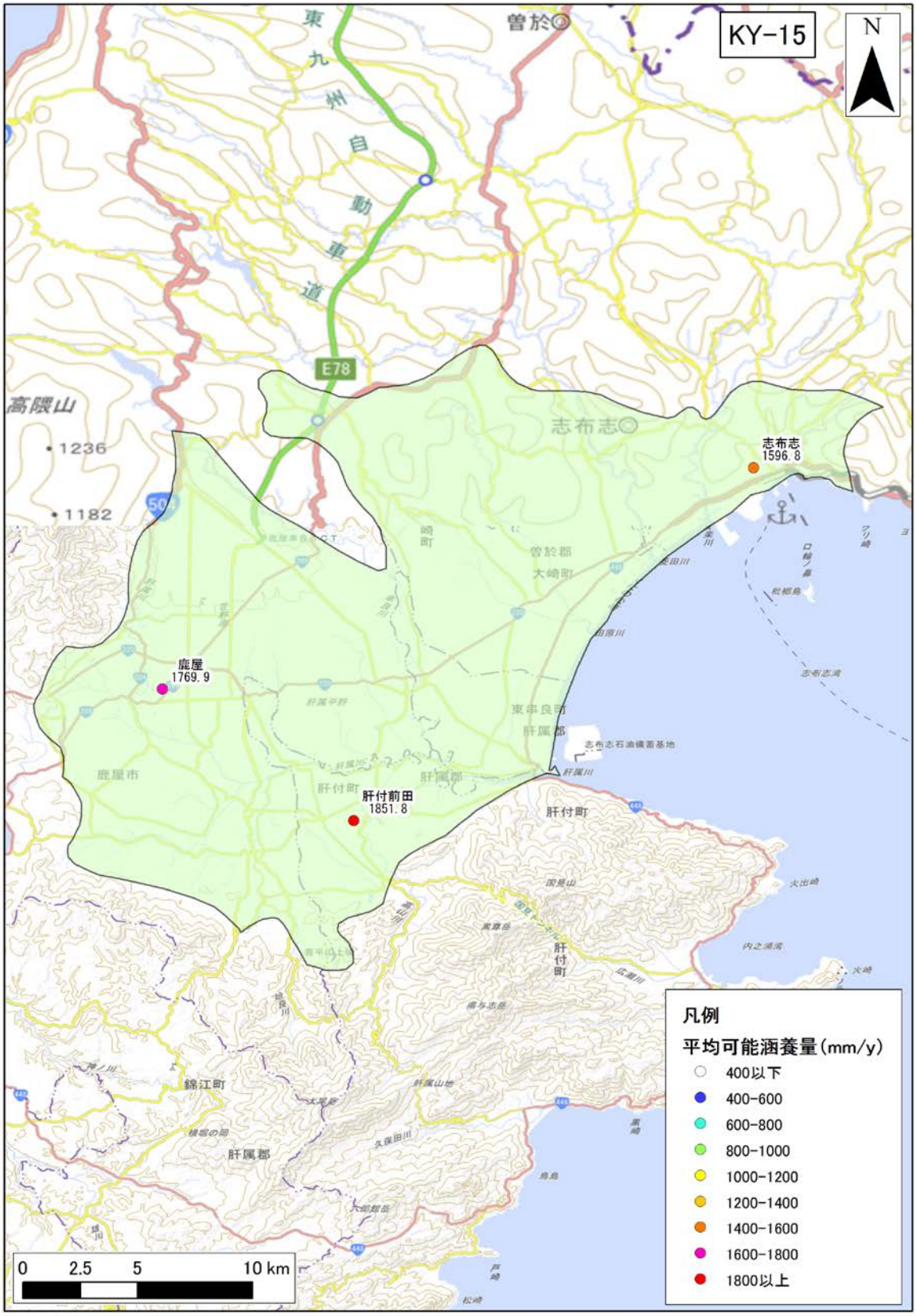


図 4-385　年間可能涵養量の分布（KY-15 : Kasanohara）

年間可能涵養量の 30 年間の平均値を示す。

3)　**地質データ**

KY-15：Kasanohara における、地表面および各層下面、堆積層分布図を図 4-386 に示す。堆積層厚は、新第三紀層以降（N1 層下面より上位）の地層の層厚を表す。

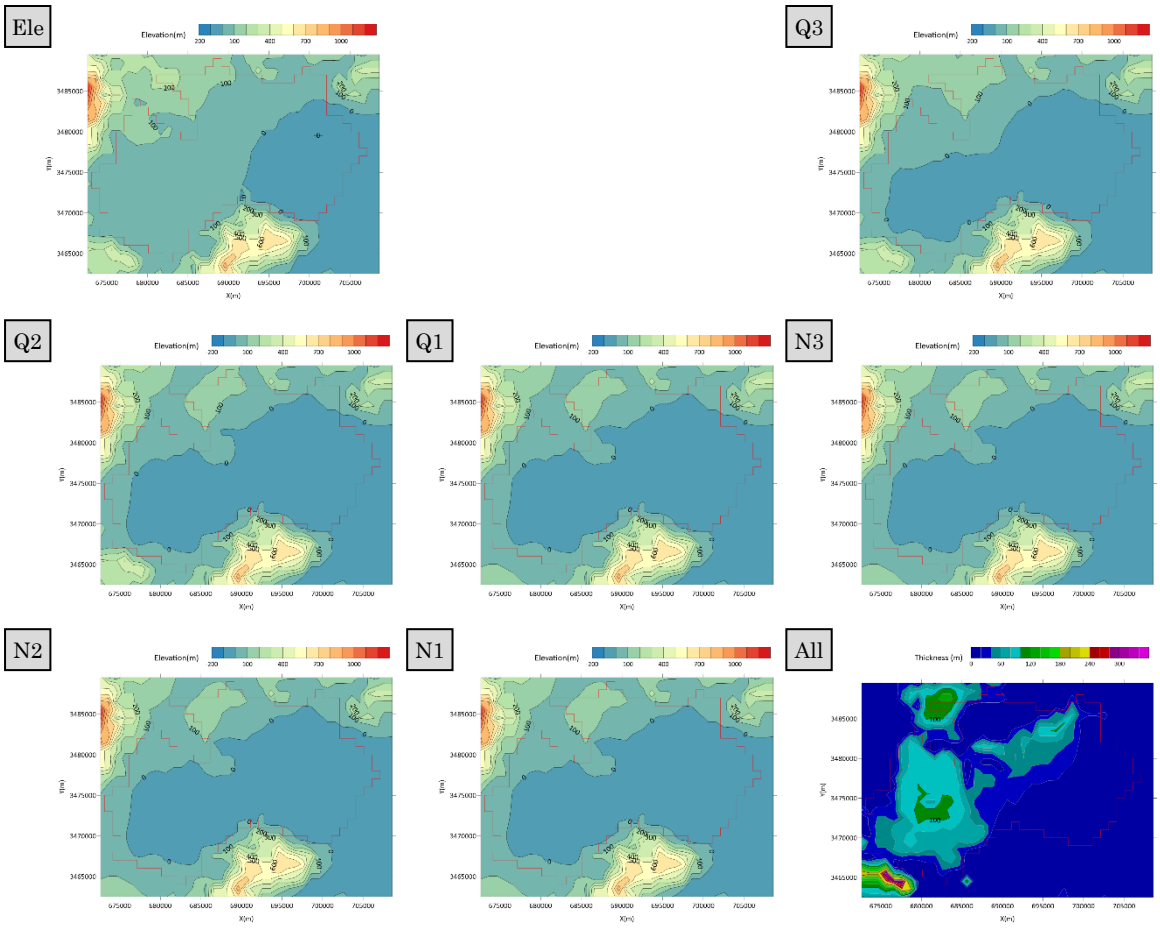


図 4-386　地質データ（KY-15 : Kasanohara）

4) **流量データ**

KY-15：Kasanohara 領域内の流量観測地点のデータを収集した。収集地点の一覧を表 4-240 に、各収集地点の 30 年間平均の流況一覧表および流量観測地点位置図を表 4-241、図 4-387 に示す。

表 4-240 流量観測地点一覧（KY-15 : Kasanohara）

No.	観測所名	水系名	当該河川名	標高及び零点高 m	観測開始時期	流域面積 (km^2)
1	王子橋	肝属川	肝属川	17.88	1985 年 08 月 01 日	46
2	朝日橋	肝属川	肝属川	10.82	1937 年 06 月 01 日	49
3	大正橋	肝属川	肝属川	6.26	2000 年 04 月 01 日	N/D
4	馬込橋	肝属川	肝属川	3.92	1966 年 04 月 01 日	N/D
5	高良橋	肝属川	肝属川	0.93	1959 年 01 月 01 日	244
6	俣瀬	肝属川	肝属川	0.10	1937 年 06 月 01 日	450
7	鉄道橋	肝属川	下谷川	16.18	2002 年 12 月 01 日	10.2
8	田崎大橋	肝属川	下谷川	10.57	2000 年 04 月 01 日	15.6
9	姶良橋	肝属川	姶良川	6.17	1953 年 01 月 10 日	62
10	高山橋	肝属川	高山川	3.23	1937 年 01 月 01 日	54
11	豊栄	肝属川	串良川	3.00	1937 年 06 月 01 日	120

表 4-241 流況一覧（KY-15 : Kasanohara）

No.	観測所名	流量(m^3/s)				流量(mm/day)			
		豊水	平水	低水	渇水	豊水	平水	低水	渇水
1	王子橋	2.91	1.78	1.14	0.74	5.47	3.35	2.13	1.38
2	朝日橋	2.48	1.99	1.51	1.05	4.36	3.51	2.65	1.85
3	大正橋	4.94	4.03	3.37	2.75	N/D	N/D	N/D	N/D
4	馬込橋	7.45	5.95	4.68	0.00	N/D	N/D	N/D	N/D
5	高良橋	14.01	10.66	8.74	7.27	4.96	3.77	3.09	2.57
6	俣瀬	28.80	21.91	18.09	14.85	5.53	4.21	3.47	2.85
7	鉄道橋	0.44	0.33	0.14	0.06	3.73	2.80	1.16	0.51
8	田崎大橋	0.49	0.42	0.30	0.21	2.69	2.33	1.64	1.17
9	姶良橋	3.65	2.40	1.74	1.21	5.09	3.34	2.43	1.69
10	高山橋	3.86	2.22	1.39	0.68	6.18	3.55	2.22	1.08
11	豊栄	6.86	5.10	4.08	2.42	4.94	3.67	2.93	1.74
平均値		6.90	5.16	4.10	2.84	4.77	3.39	2.41	1.65



図 4-387　流量観測地点位置図（KY-15 : Kasanohara）

表 1　解析結果一覧表

No.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		H-2	H-3	H-6	H-7	H-8	H-9	H-11	H-12	TH-2	TH-3
解析領域名		Tonbetsu plain	Teshio plain	Kitami basin	Bihoro and Shari plain	Konsen plateau	Kamikawa basin	Tokachi plain	Ishikari and Yufutsu plain	Tsugaru plain	Sanbongihara
主要自治体		北海道 猿仏村	北海道　豊富町	北海道 北見市	北海道網走市	北海道 釧路市・根室市	北海道 上川町	北海道 帯広市	北海道 札幌市	青森県 つがる市	青森県 十和田市
解析領域面積（km^2）		1,094	1,085	350	2,017	13,642	392	6,052	5,275	1,343	3,173
解析対象深度(km)		4,800	3,000	17,000	14,000	19,000	9,000	26,000	11,000	8,000	8,000
Row数		71	70	29	67	137	34	145	183	66	84
Column数		43	54	41	72	184	27	97	103	52	78
Layer数		48	30	62	59	64	54	71	56	53	53
Active Cell数		52,512	32,550	21,700	119,003	873,088	21,168	429,692	295,400	71,179	168,169
ΔX（m）		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
ΔY（m）		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
地層区分	H	×	×	×	○	○	○	○	○	×	×
	Q3	×	×	×	○	○	×	○	○	○	○
	Q2	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○
	Q1	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	N3	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	N2	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○
	N1	×	○	○	○	○	×	○	○	○	○
参照河川名		天塩川	天塩川	常呂川	網走川	標津川・釧路川	石狩川	十勝川	石狩川	岩木川	高瀬川・馬淵川
調整後の透水係数 （Kave：平均透水係数）		Kave×8.4	Kave×12.2	Kave×1.6	Kave×1.1	Kave×3.3	Kave×11.1	Kave×1.3	Kave×3.9	Kave×9.5	Kave×3.9
地下水涵養量 （mm/日）		1.02	1.02	0.47	0.63	1.58	1.06	0.72	1.00	1.19	1.25

表 2　解析結果一覧表

No.		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		TH-4	TH-6	TH-7	TH-8	TH-10	TH-11	TH-12	TH-13	TH-14	TH-16
解析領域名		Noshiro and Akita plain	Yokote basin	Kitakami basin	Shonai basin	Yamagata basin	Ishimaki plain	Sendai plain	Nagai and Yonezawa basin	Aizu basin	Koriyama basin
主要自治体		秋田県 秋田市	秋田県 横手市	岩手県 北上市	山形県 酒田市	山形県 山形市	宮城県 石巻市	宮城県 仙台市	山形県 長井市・米沢市	福島県 喜多方市	福島県 郡山市
解析領域面積（km^2）		1,589	559	961	905	314	981	733	316	257	402
解析対象深度(km)		6,000	7,000	10,000	6,000	8,000	6,000	2,000	9,000	7,000	7,000
Row数		89	72	109	57	39	73	49	41	40	59
Column数		45	27	32	35	20	51	35	27	15	23
Layer数		51	52	55	51	53	51	20	54	52	52
Active Cell数		81,039	29,068	52,855	46,155	16,642	50,031	14,660	17,064	13,364	20,904
ΔX（m）		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
ΔY（m）		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
地層区分	H	×	×	×	○	○	○	○	×	×	×
	Q3	○	○	×	○	○	○	×	○	○	×
	Q2	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○
	Q1	○	○	×	○	×	×	×	×	○	○
	N3	○	○	×	○	×	×	○	○	○	○
	N2	○	○	×	○	×	○	○	×	×	○
	N1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
参照河川名		雄物川	雄物川	北上川	最上川・赤川	最上川	成瀬川・北上川	阿武隈川・名取川	最上川	阿賀野川	阿武隈川
調整後の透水係数（Kave：平均透水係数）		Kave×3.4	Kave×24.1	Kave×8.6	Kave×3.7	Kave×13.5	Kave×13.2	Kave×24.9	Kave×8.7	Kave×10.0	Kave×6.0
地下水涵養量（mm/日）		1.14	1.28	1.12	1.54	1.34	0.92	0.78	1.10	0.65	0.71

表 3　解析結果一覧表

No.		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
		TH-17	TH-18	KA-1	CB-1	CB-2	CB-3	CB-4	CB-5	CB-6	CB-7
解析領域名		Iwaki coastal lowland	Joban coastal lowland	Kanto plain	Echigo plain	Takada plain	Toyama plain	Kanazawa plain	Fukui plain	Nagano basin	Matsumoto basin
主要自治体		福島県 南相馬市・いわき市	福島県いわき市	千葉・東京・埼玉・神奈川・栃木	新潟県 新潟市	新潟県 上越市	富山県 富山市	石川県 金沢市	福井県 福井市	長野県 長野市	長野県 松本市
解析領域面積（km^2）		1,445	1,076	15,972	3,469	597	980	1,157	995	252	355
解析対象深度(km)		8,000	8,000	22,000	22,000	12,000	10,000	6,000	11,000	15,000	12,000
Row数		89	75	211	121	46	59	75	64	55	61
Column数		32	44	169	82	29	73	47	39	34	28
Layer数		53	53	30	67	57	55	51	56	60	57
Active Cell数		76,585	57,028	178,949	232,423	34,029	53,900	59,007	55,720	15,120	20,235
ΔX（m）		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
ΔY（m）		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
地層区分	H	×	×	○	○	○	○	○	○	×	○
	Q3	○	×	○	○	○	○	○	○	×	×
	Q2	×	×	○	○	○	○	○	○	×	○
	Q1	×	×	○	○	×	○	○	○	×	○
	N3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×
	N2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×
	N1	○	○	○	○	○	×	×	○	○	×
参照河川名		阿武隈川・名取川	阿武隈川・名取川	利根川・荒川・多摩川・鶴見川・相模川	阿賀野川・荒川（東北）・信濃川	関川	黒部川・神通川・小矢部川・庄川	梯川	九頭竜川	信濃川	信濃川
調整後の透水係数（Kave：平均透水係数）		Kave×6.7	Kave×4.4	Kave×2.3	Kave×4.8	Kave×3.2	Kave×27.6	Kave×28.9	Kave×9.0	Kave×7.4	Kave×8.9
地下水涵養量（mm/日）		1.21	1.21	0.76	1.65	1.65	2.05	4.50	1.08	1.09	1.35

表 4　解析結果一覧表

No.		31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
		CB-9	CB-10	CB-12	CB-13	CB-14	CB-15	KI-1	KI-2	KI-3	KI-5
解析領域名		Ina basin	Kofu basin	Shizuoka coastal lowland	Toyohashi plain	Okazaki plain	Nobi plain	Ise plain	Ohmi basin	Kyoto basin	Osaka plain
主要自治体		長野県 伊那市	山梨県 甲府市	静岡県 掛川市	愛知県 豊橋市	愛知県西尾市	愛知県 稲沢市	三重県 四日市市・津市	滋賀県 大津市	京都府 京都市	大阪府 大阪市
解析領域面積（km^2）		282	273	2,218	429	655	1,831	1,893	1,219	273	1,891
解析対象深度(km)		21,000	14,000	10,000	6,000	4,500	7,000	10,000	9,000	10,000	11,000
Row数		65	29	65	41	46	76	88	73	43	64
Column数		28	40	85	38	32	56	51	46	18	59
Layer数		66	59	55	51	45	52	55	54	55	56
Active Cell数		18,612	16,107	121,990	21,879	29,475	95,212	104,115	65,826	15,015	105,896
ΔX（m）		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
ΔY（m）		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
地層区分	H	×	×	○	×	×	○	×	×	×	○
	Q3	○	○	○	○	○	○	○	×	×	○
	Q2	×	○	○	○	○	×	×	×	○	○
	Q1	○	○	○	×	×	×	○	○	○	○
	N3	×	○	○	○	○	○	○	×	○	○
	N2	×	○	○	×	×	×	×	×	×	×
	N1	×	×	○	○	○	×	○	×	○	○
参照河川名		天竜川	富士川	菊川・大井川・天竜川	豊川	矢作川	庄内川・木曽川	鈴鹿川・雲出川・宮川	淀川	淀川	淀川・大和川
調整後の透水係数（Kave：平均透水係数）		Kave×3.3	Kave×2.7	Kave×3.2	Kave×7.8	Kave×7.4	Kave×20.5	Kave×2.2	Kave×8.0	Kave×19.9	Kave×2.4
地下水涵養量（mm/日）		1.20	0.89	0.89	0.65	0.60	1.19	0.39	0.34	1.19	0.56

表 5　解析結果一覧表

No.		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
		KI-6	CG-2	CG-3	CG-4	CG-5	CG-7	SI-1	SI-2	SI-6	KY-3
解析領域名		Harima plain	Izumo and Matsue plain	Tsuyama basin	Okayama plain	Fukuyama and Onomichi plain	Ogoui plain and Yamaguchi basin	Tokushima plain	Sanuki plain	Kochi plain	Naogata plain
主要自治体		兵庫県 神戸市	島根県 出雲市・松江市	岡山県 津山市	岡山県 岡山市	広島県 福山市	山口県 山口市	徳島県 徳島市	香川県 高松市	高知県 高知市	福岡県 直方市
解析領域面積（km^2）		994	863	248	769	686	1,000	770	2,123	692	192
解析対象深度(km)		9,000	10,000	9,000	9,000	16,000	12,000	10,000	22,000	13,000	4,300
Row数		41	32	18	51	39	46	34	44	34	52
Column数		58	86	36	74	39	54	102	96	49	29
Layer数		54	55	54	54	61	57	55	67	58	43
Active Cell数		53,676	47,465	13,392	41,526	41,846	57,000	42,350	142,241	40,136	8,256
ΔX（m）		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
ΔY（m）		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
地層区分	H	○	×	×	○	○	○	○	○	×	×
	Q3	×	×	×	×	×	×	○	○	○	×
	Q2	×	×	×	○	×	×	○	○	×	×
	Q1	○	○	×	○	×	○	×	○	×	×
	N3	×	×	×	×	×	○	×	×	×	×
	N2	×	○	×	×	×	×	×	○	×	×
	N1	○	○	○	○	×	×	×	○	×	×
参照河川名		加古川・揖保川	斐伊川・日野川	吉井川	旭川・吉井川・高梁川	芦田川	佐波川	吉野川・那賀川	土器川	物部川・仁淀川	遠賀川
調整後の透水係数（Kave：平均透水係数）		Kave×2.6	Kave×3.0	Kave×5.6	Kave×1.7	Kave×0.6	Kave×2.5	Kave×2.5	Kave×0.2	Kave×1.9	Kave×12.8
地下水涵養量（mm/日）		0.33	0.81	1.44	0.33	0.32	0.66	0.39	0.10	0.91	1.22

表 6　解析結果一覧表

No.		51	52	53	54	55	99
		KY-4	KY-5	KY-9	KY-12	KY-15	
解析領域名		Fukuoka plain	Chikushi plain	Kumamoto plain	Miyazaki plain	Kasanohara	Tottori
主要自治体		福岡県 福岡市	佐賀県 佐賀市	熊本県 熊本市	宮崎県 宮崎市	鹿児島県 鹿屋市	鳥取県 湯梨浜市
解析領域面積（km^2）		1,425	1,449	740	1,697	487	253
解析対象深度(km)		9,000	2,900	11,000	10,000	9,000	18,000
Row数		52	60	47	60	28	21
Column数		58	79	47	55	37	31
Layer数		54	29	56	55	54	63
Active Cell数		76,950	42,021	41,440	93,335	26,298	41,013
ΔX（m）		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
ΔY（m）		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
地層区分	H	×	○	×	○	×	○
	Q3	○	○	○	×	○	×
	Q2	×	○	○	○	○	×
	Q1	×	○	○	○	×	×
	N3	○	○	×	×	×	○
	N2	×	×	×	○	×	○
	N1	×	×	×	×	×	○
参照河川名		遠賀川	筑後川・矢部川・六角川・嘉瀬川	菊池川・白川・緑川	小丸川・大淀川	肝属川	斐伊川・日野川
調整後の透水係数（Kave：平均透水係数）		Kave×4.5	Kave×22.3	Kave×5.9	Kave×2.9	Kave×10.1	Kave×3.0
地下水涵養量（mm/日）		1.22	0.67	1.36	1.16	1.65	0.81

各地域の解析結果

（1）　H-2：Tonbetsu plain

1）　**解析領域**

H-2 : Tonbetsu plain 領域を包括し、海域約 20km を拡張して、解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、1,094km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、北海道猿仏村である。

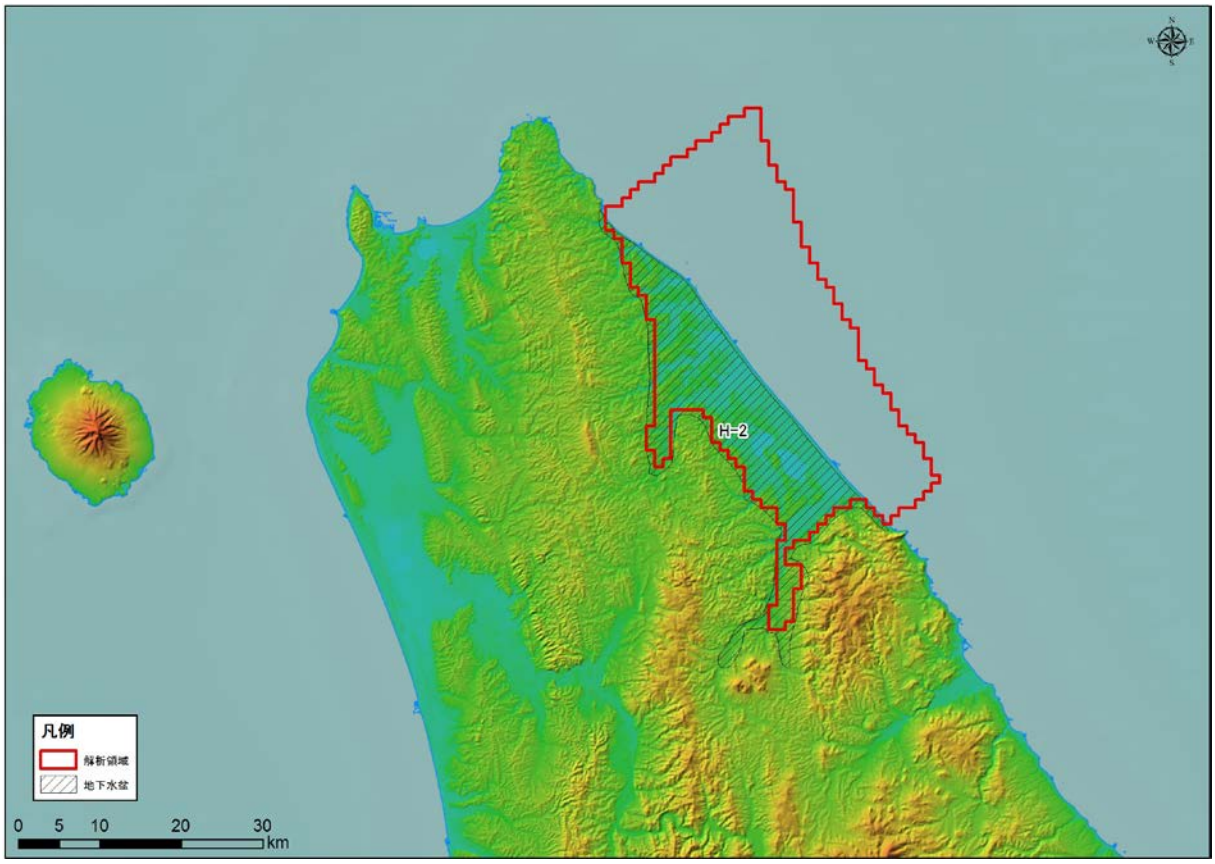


図 5-1　解析領域（H-2 : Tonbetsu plain）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 43、Y 方向に 71、Z 方向に 48 で分割され、Active Cell 数は、52,512 となった。本領域内は、Q2，N2，PreN1 で構成される。

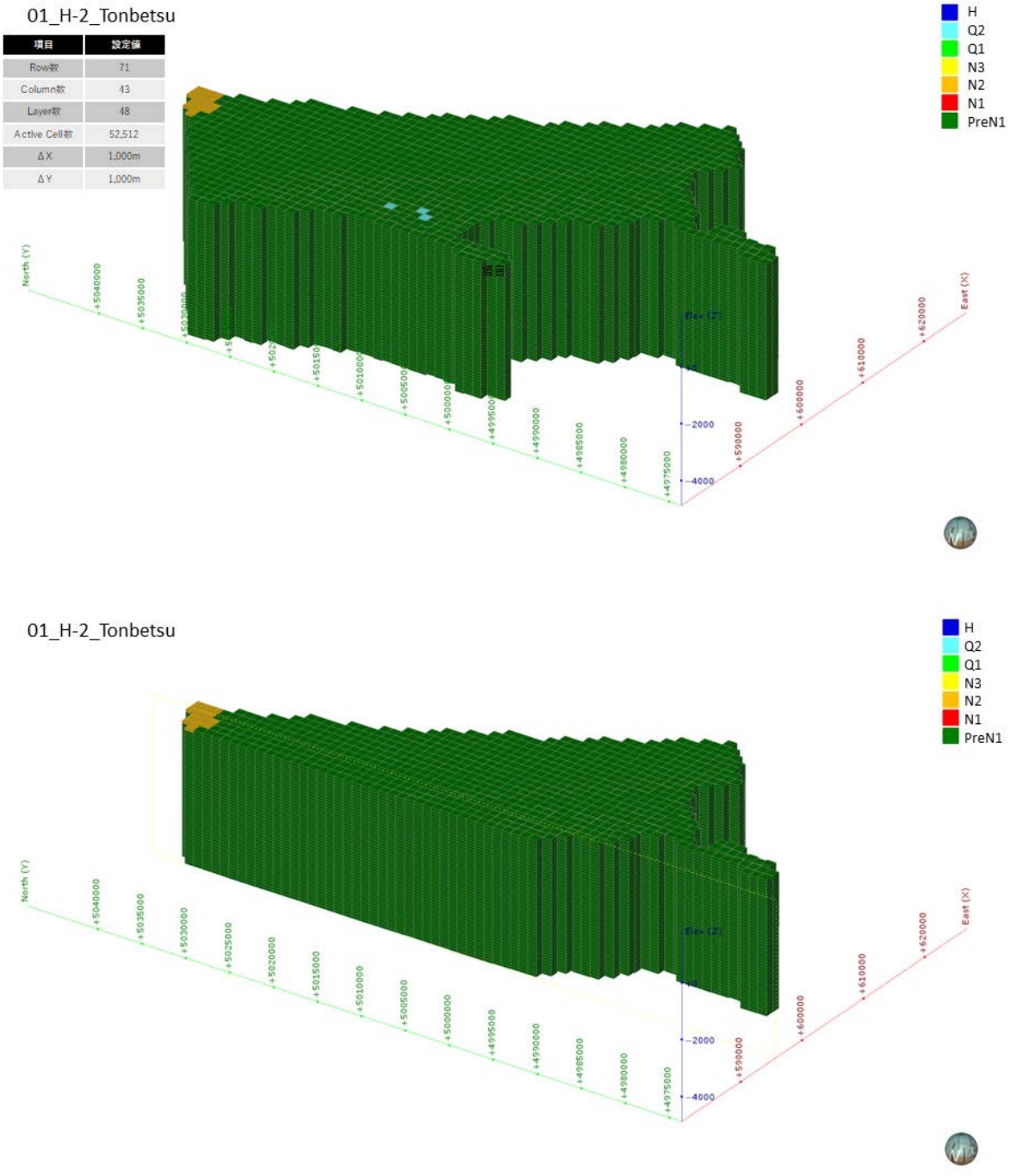


図 5-2　グリッド分割状況（H-2 : Tonbetsu plain）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=393）と海域セル（N=701）の設定位置図を図 5-7 に示す。

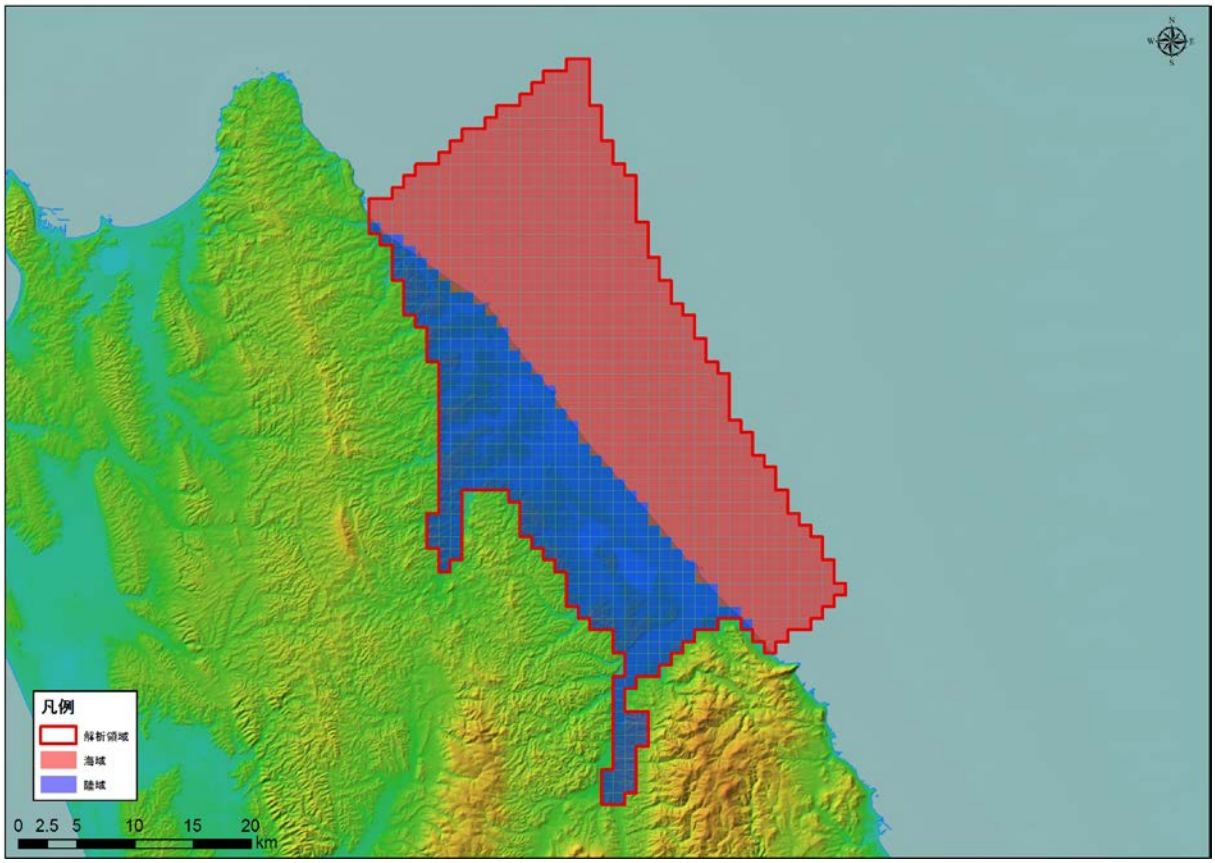


図 5-3　境界条件（H-2 : Tonbetsu plain）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×8.4 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 1.02 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 1.02 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-1　検討ケース（H-2：Tonbetsu plain）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 8.4
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	2.48E+01
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	1.30E+01
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	2.87E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	6.98E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	4.72E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	3.63E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	2.28E-01
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	1.45E-01
モデル内の涵養量（mm/日）	0.12	0.68	0.02	1.02

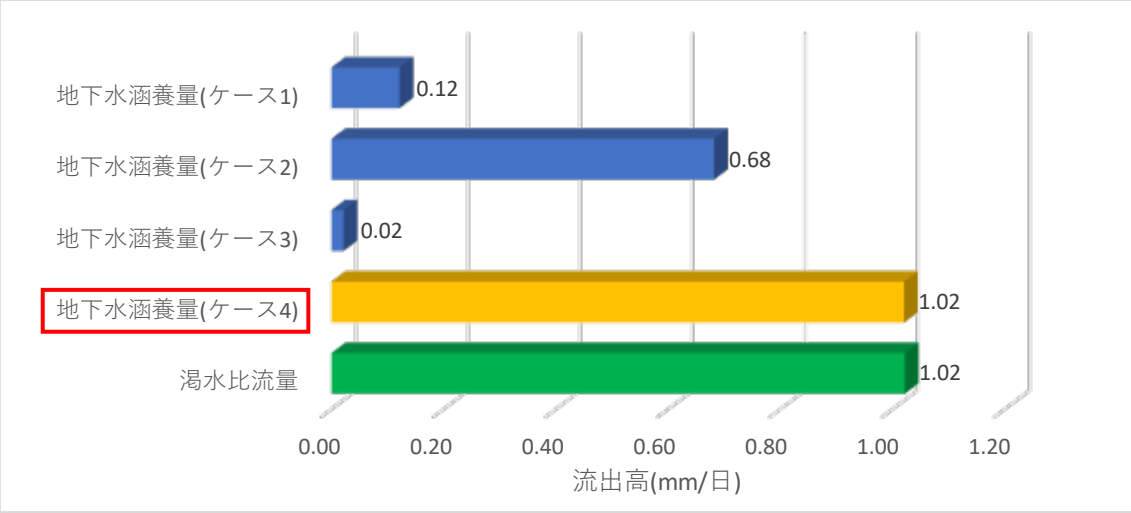


図 5-4　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（H-2 : Tonbetsu plain）

5）　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

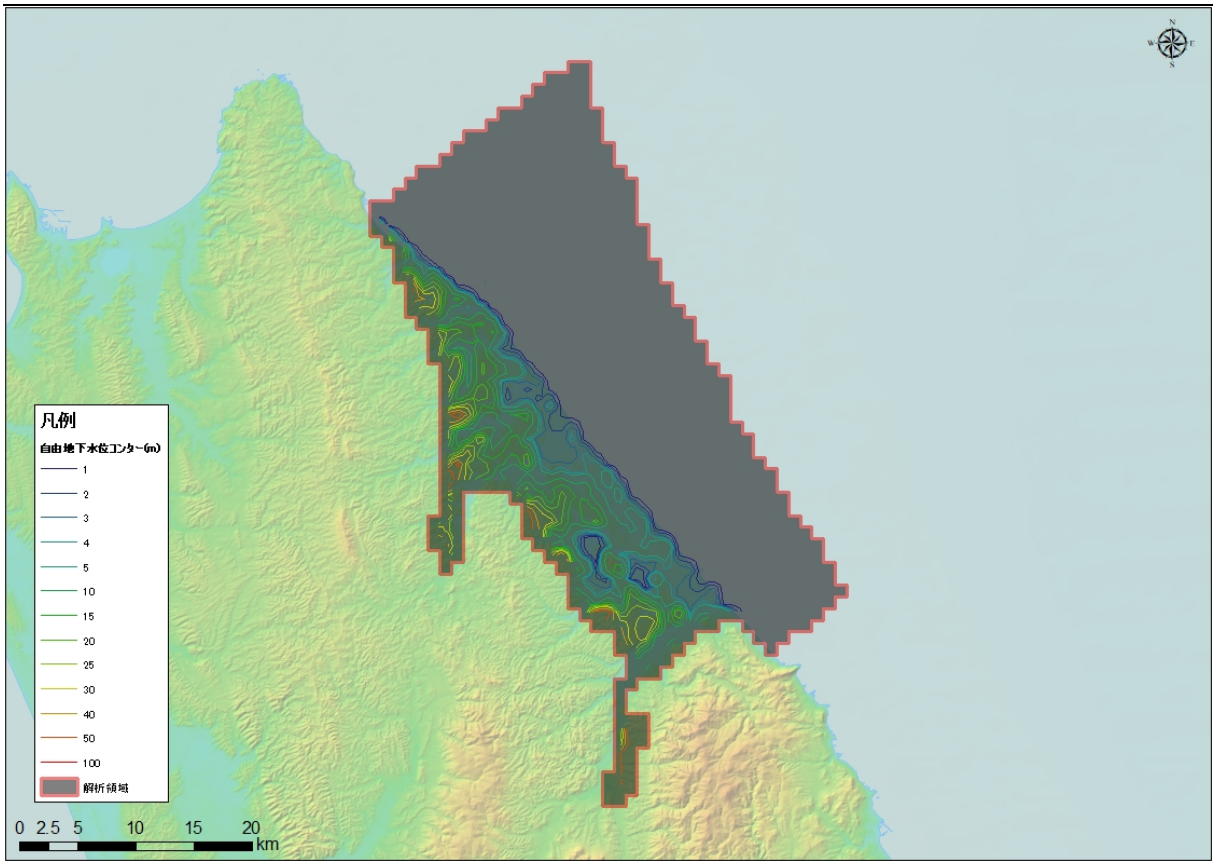


図 5-5　地下水位等高線図（H-2 : Tonbetsu plain）

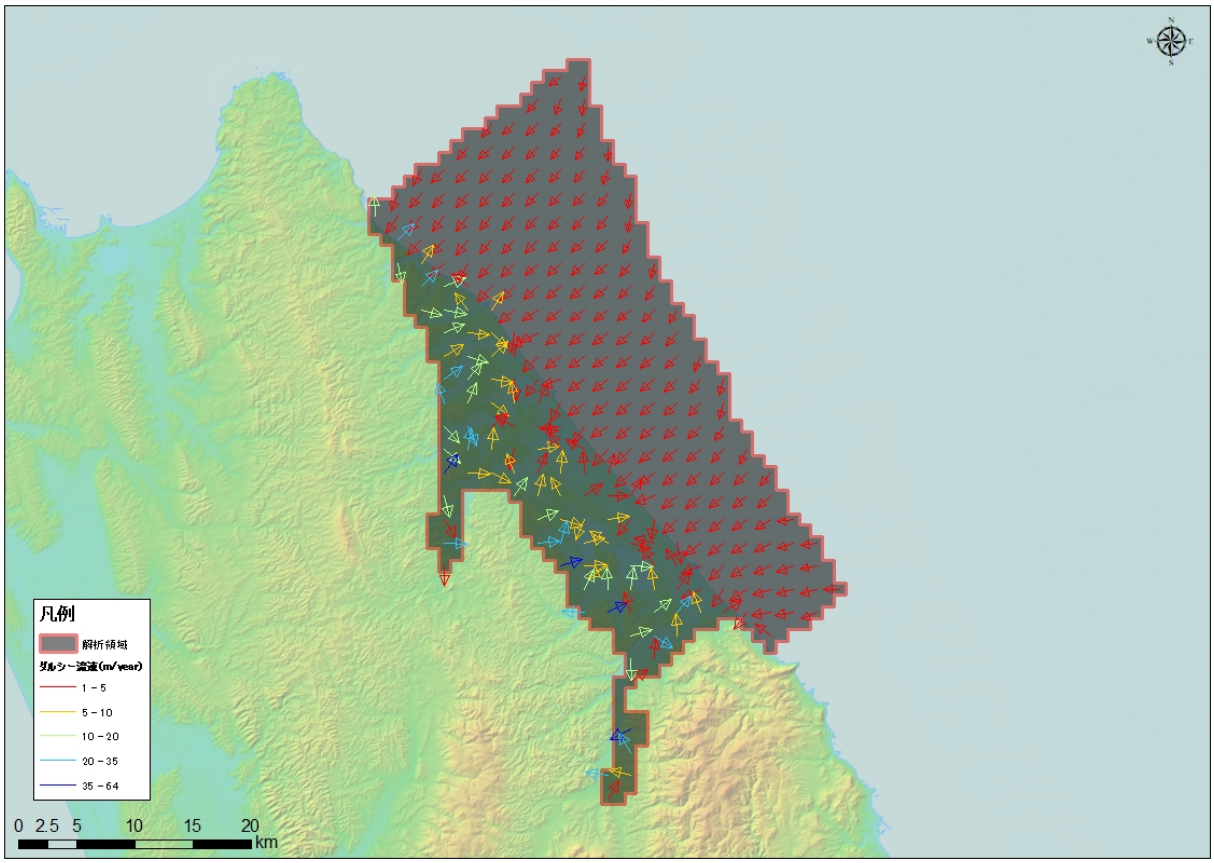


図 5-6　流速ベクトル図（H-2 : Tonbetsu plain）

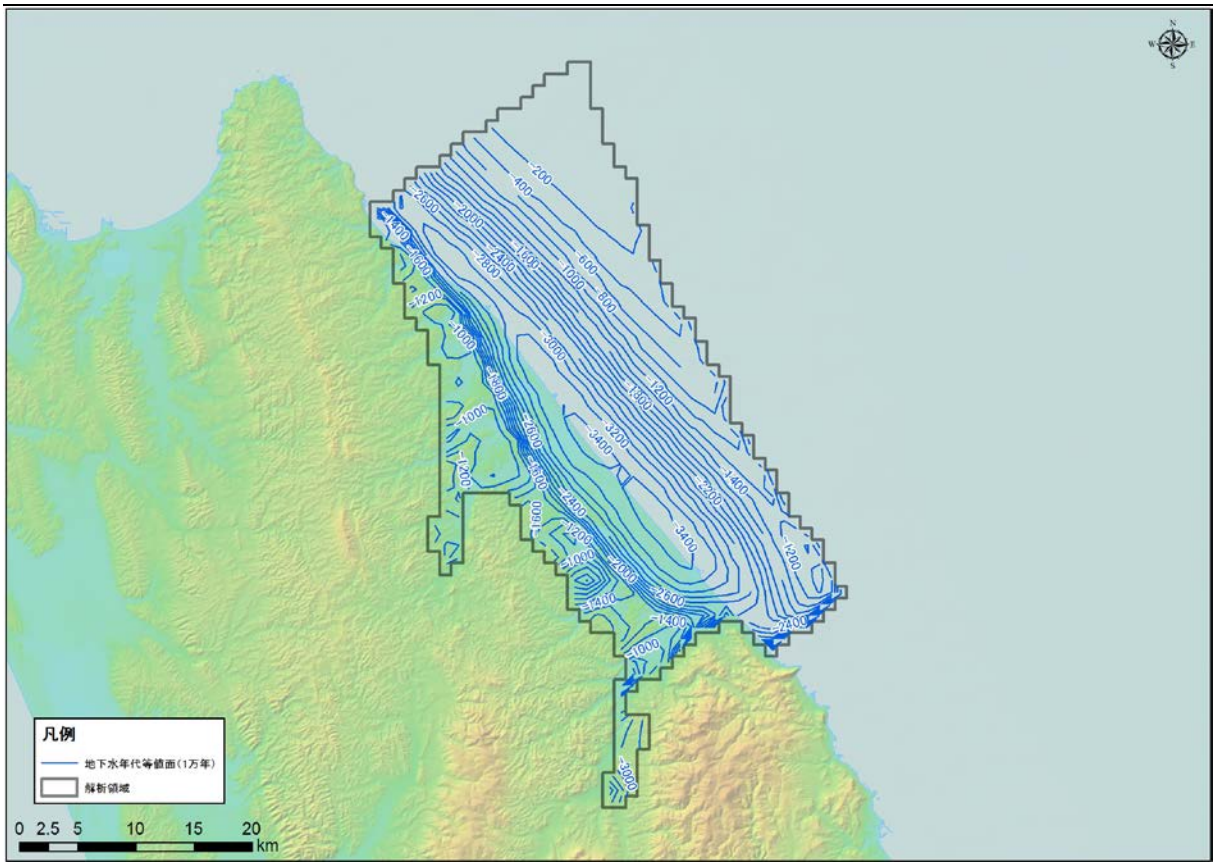


図 5-7　地下水年代（1 万年）等値面図（H-2 : Tonbetsu plain）

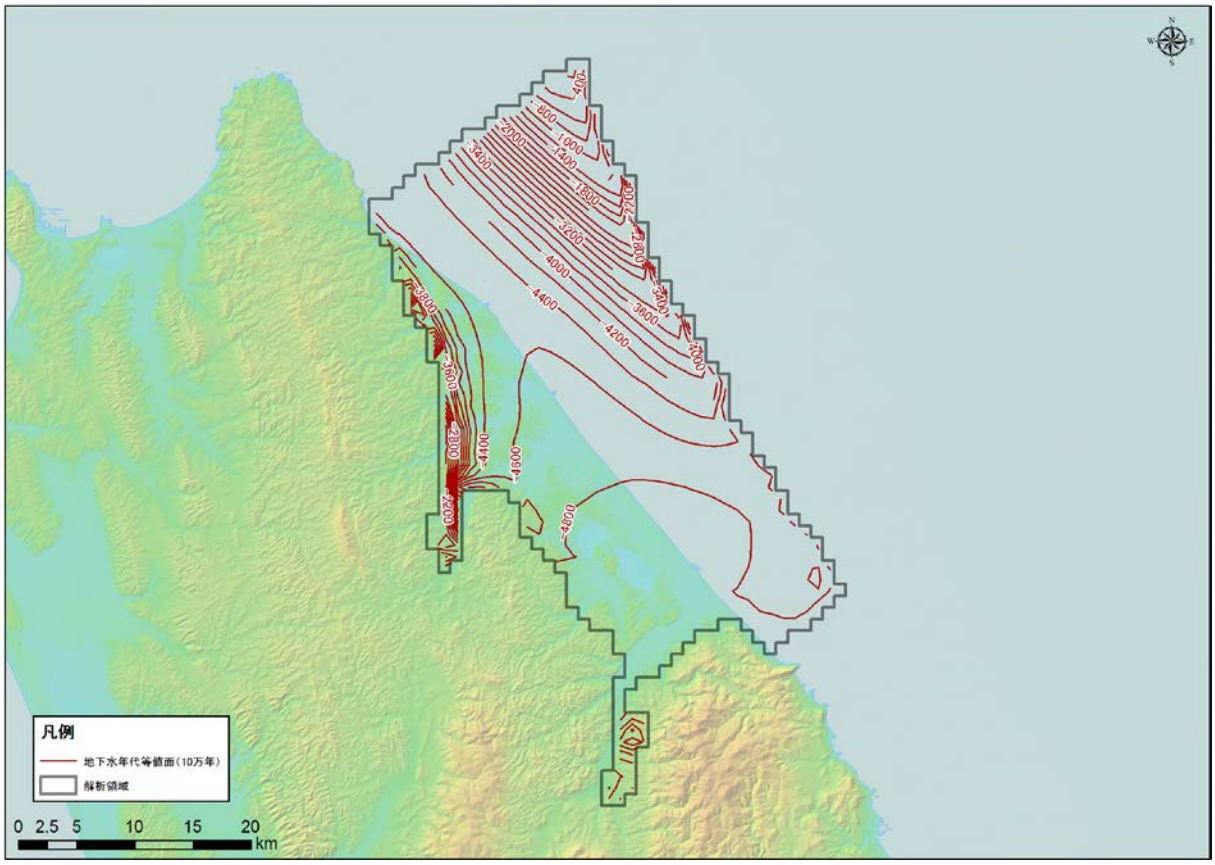


図 5-8　地下水年代（10 万年）等値面図（H-2 : Tonbetsu plain）

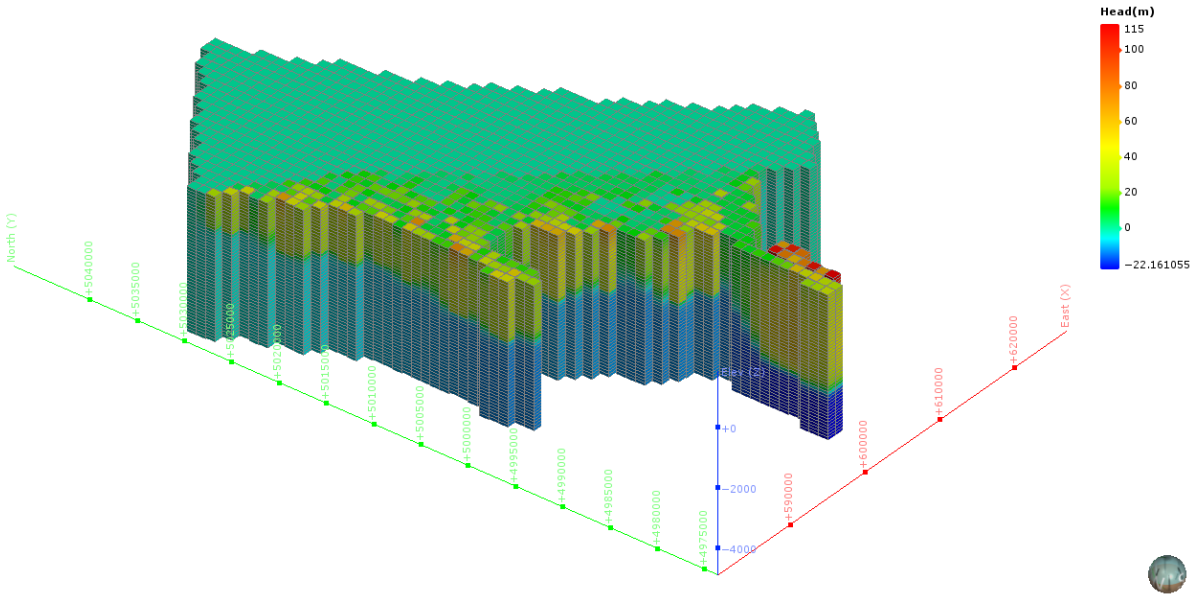


図 5-9　地下水ポテンシャル三次元分布図（H-2 : Tonbetsu plain）

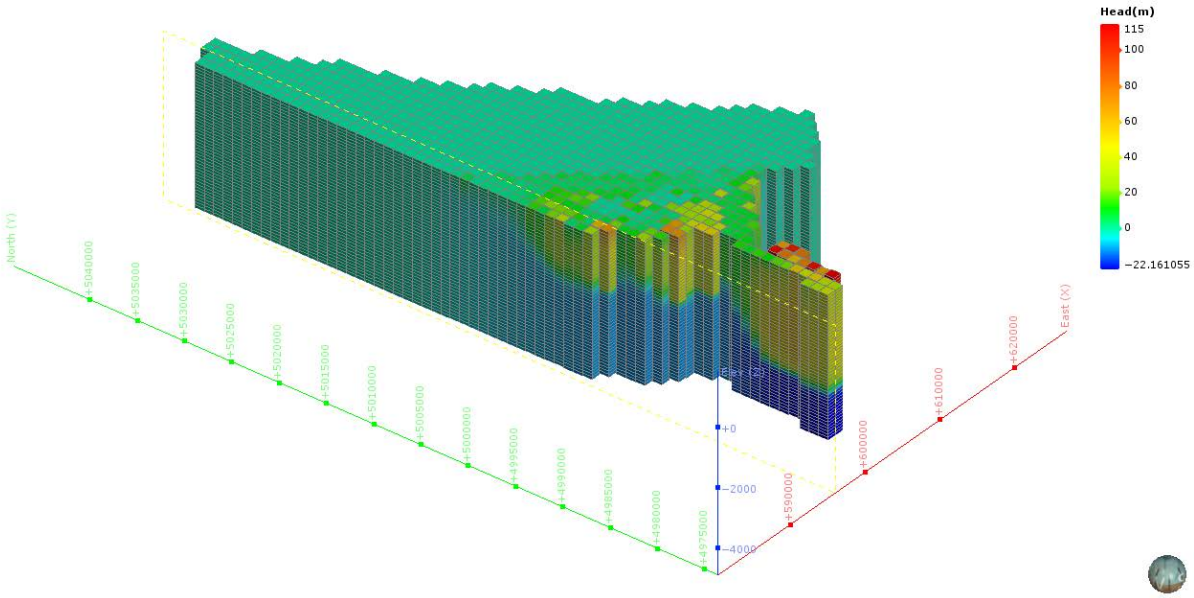


図 5-10　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（H-2 : Tonbetsu plain）

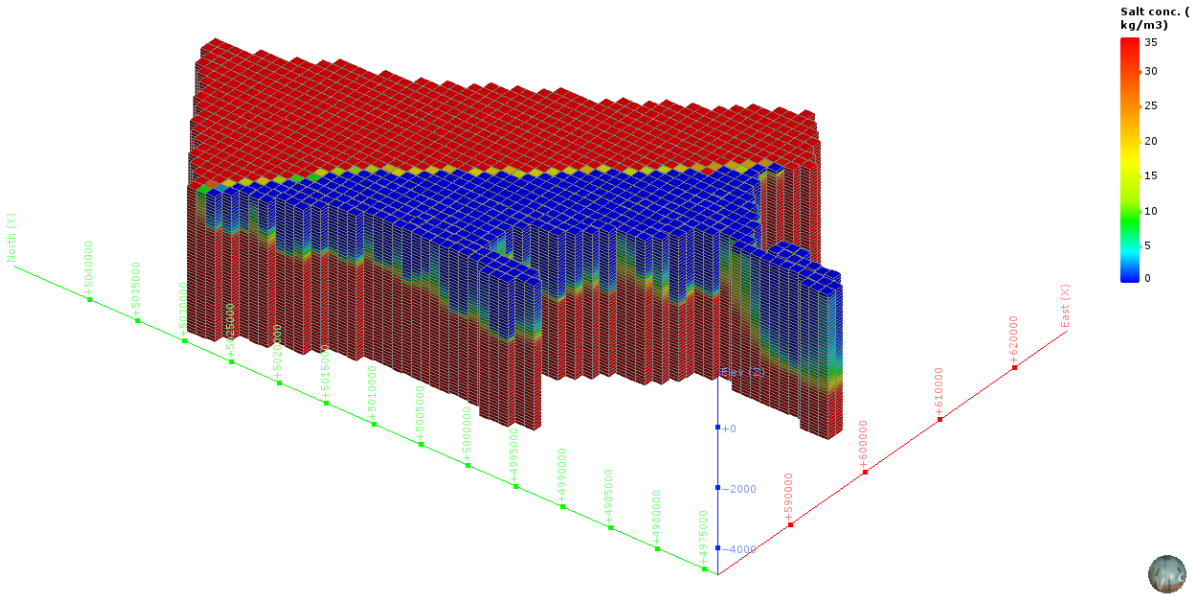


図 5-11　塩濃度三次元分布図（H-2 : Tonbetsu plain）

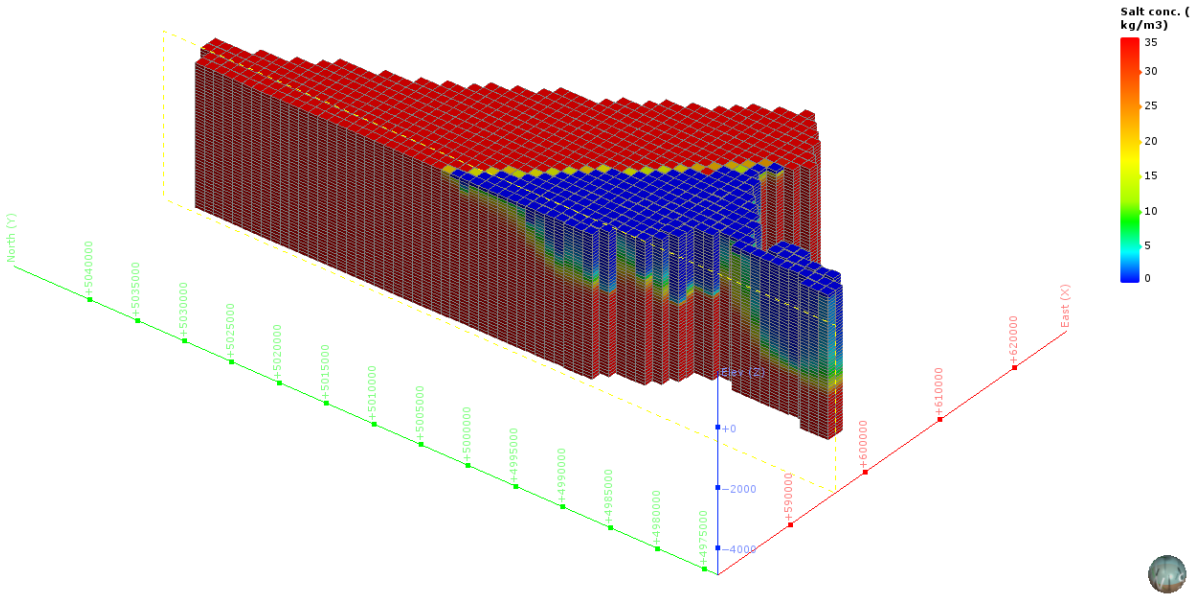


図 5-12　塩濃度三次元分布図（分割図）（H-2 : Tonbetsu plain）

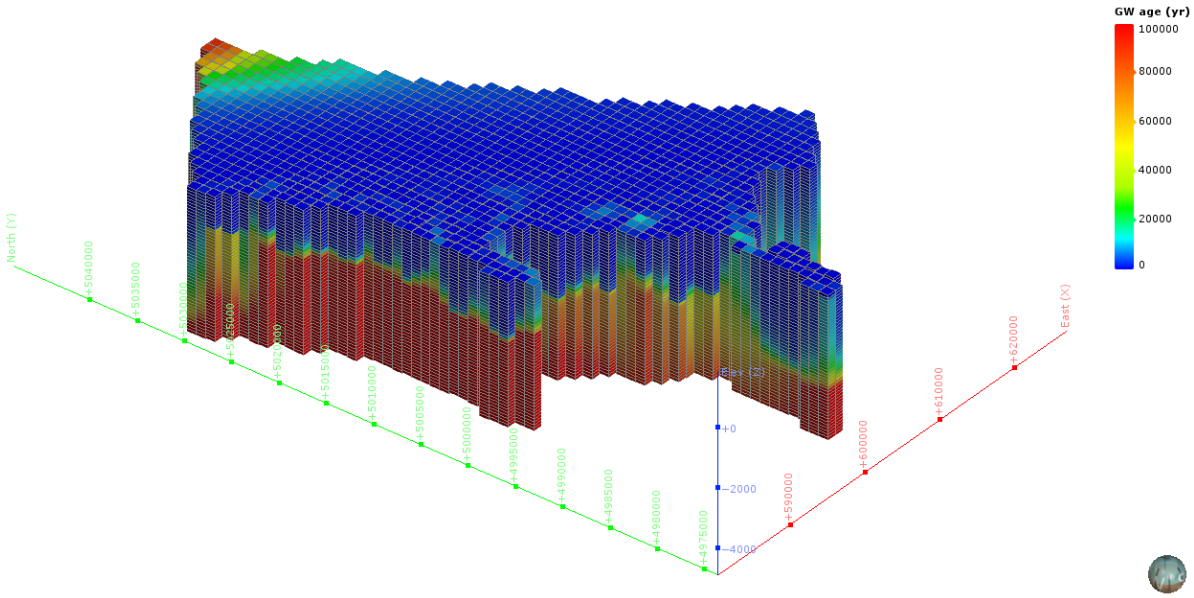


図 5-13　地下水年代三次元分布図（H-2 : Tonbetsu plain）

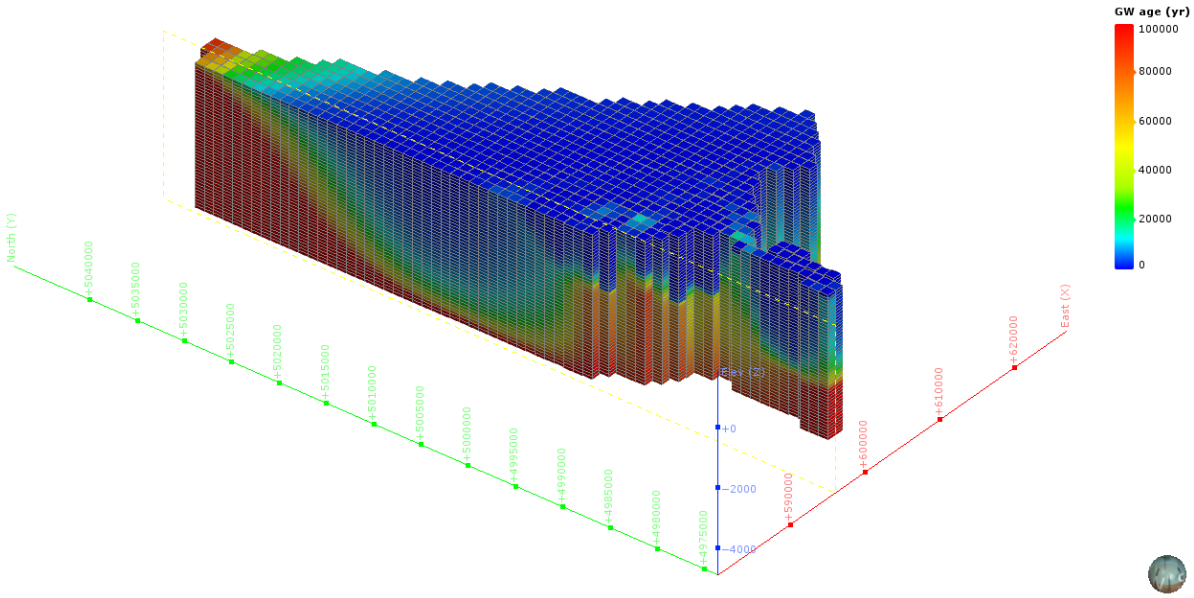


図 5-14　地下水年代三次元分布図（分割図）（H-2 : Tonbetsu plain）

（2） H-3：Teshio plain

1） **解析領域**

H-3：Teshio plain 領域を包括し、海域約 15km を拡張して、解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、1,085km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、北海道豊富町である。

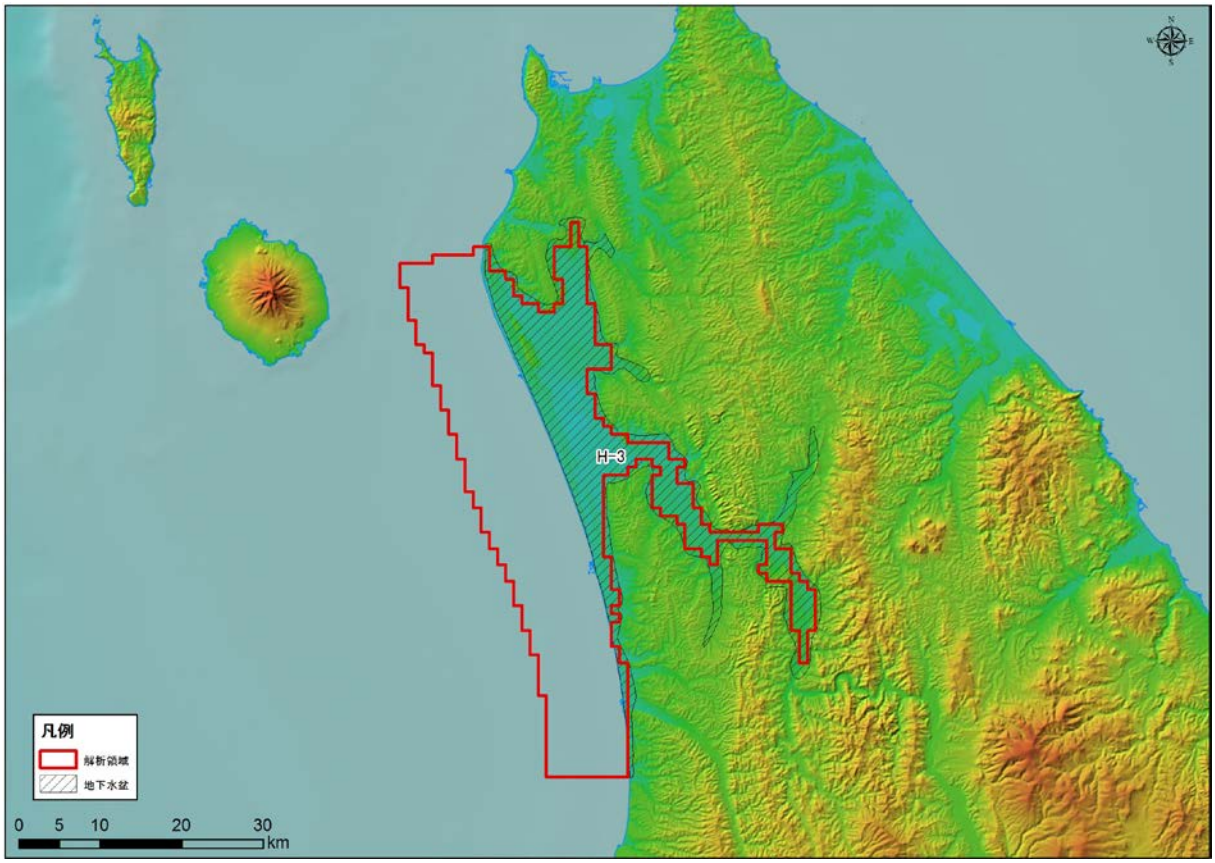


図 5-15 解析領域（H-3 : Teshio plain）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 54、Y 方向に 70、Z 方向に 30 で分割され、Active Cell 数は、32,550 となった。本領域内は、Q2，Q1，N3，N2，N1，PreN1 で構成される。

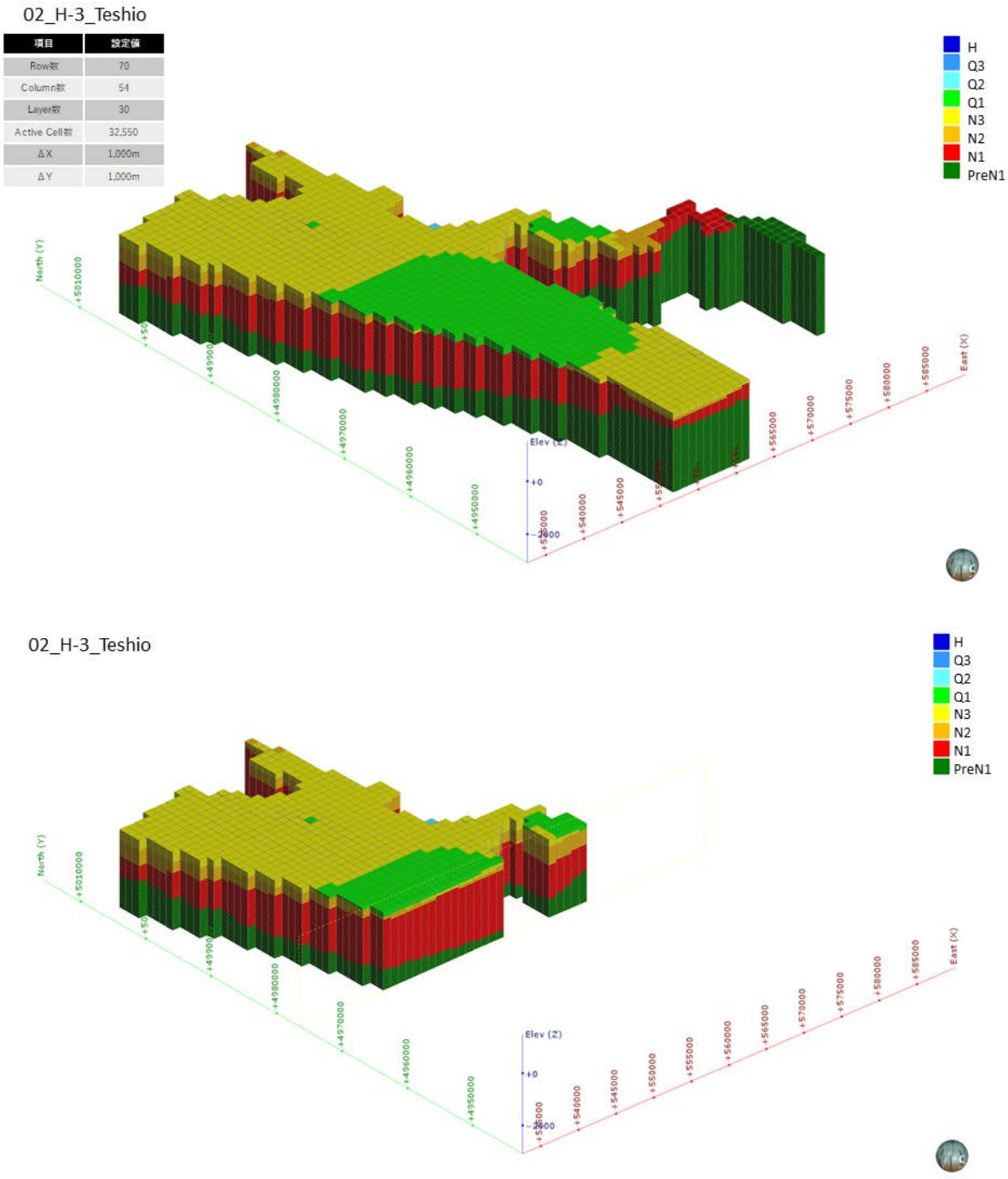


図 5-16　グリッド分割状況（H-3 : Teshio plain）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=411）と海域セル（N=674）の設定位置図を図 5-21 に示す。

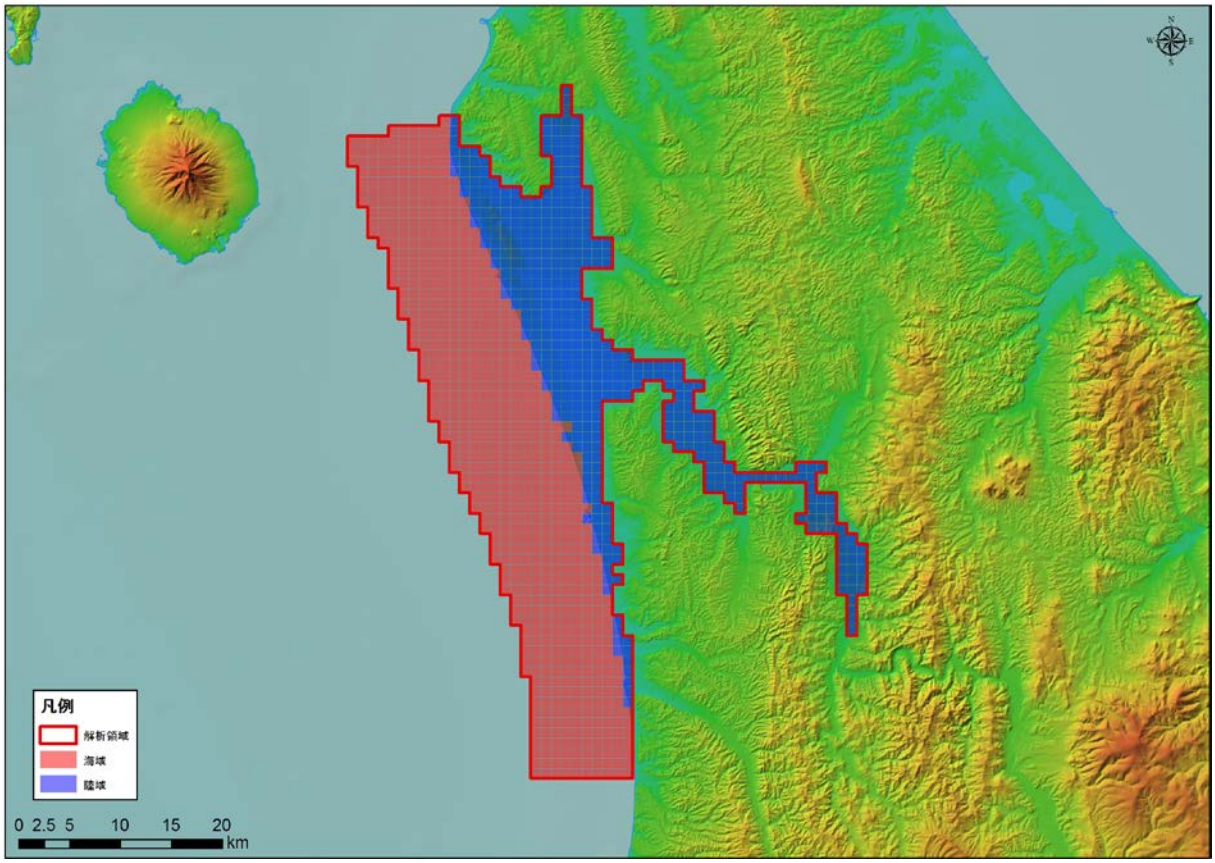


図 5-17　境界条件（H-3 : Teshio plain）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×12.2 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 1.02 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 1.02 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-2　検討ケース（H-3：Teshio plain）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 12.2
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	3.60E+01
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	1.88E+01
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	4.16E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	1.01E+00
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	6.83E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	5.26E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	3.30E-01
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	2.10E-01
モデル内の涵養量 (mm/日)	0.08	1.09	0.01	1.02

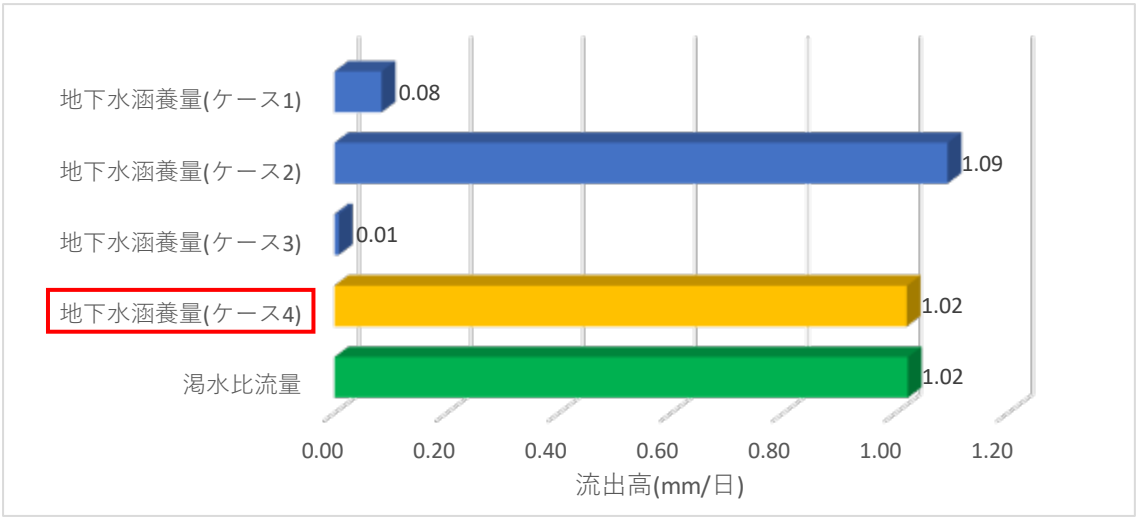


図 5-18　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（H-3 : Teshio plain）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

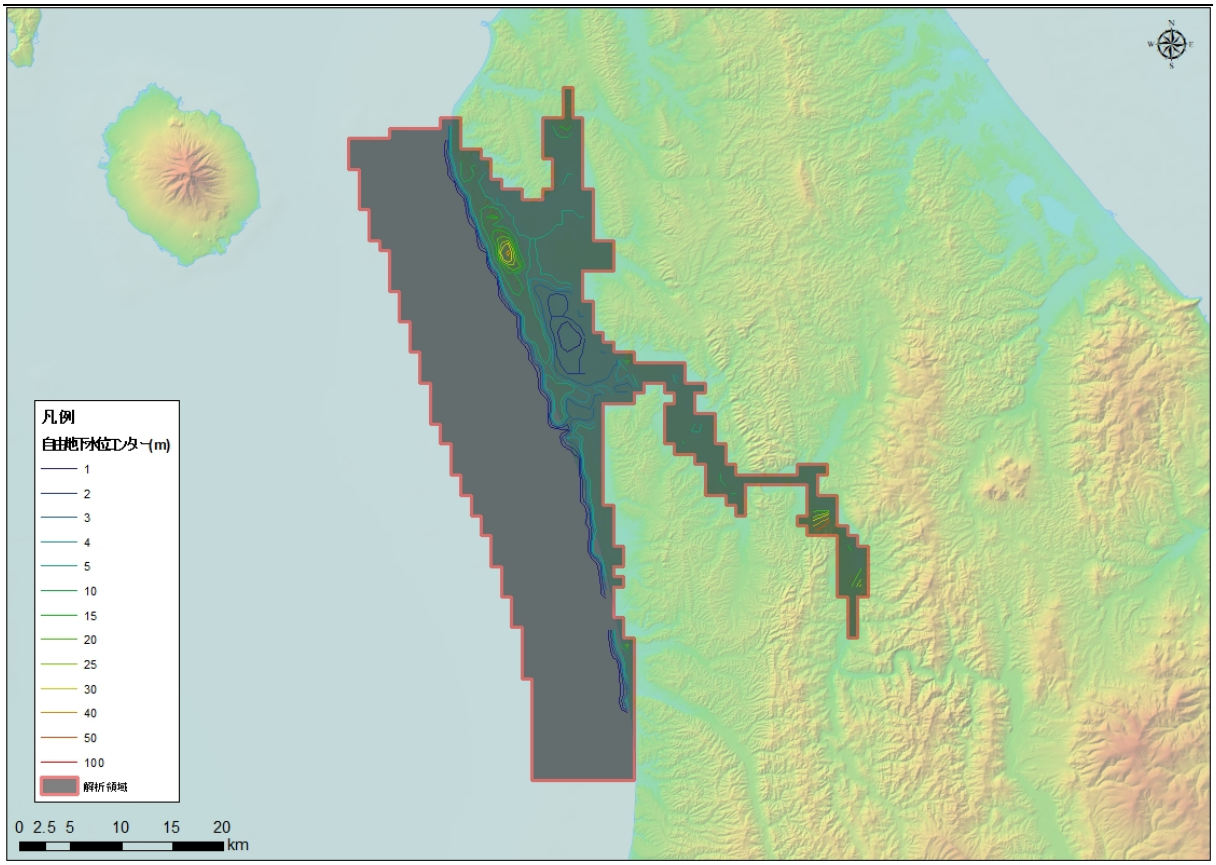


図 5-19　地下水位等高線図（H-3 : Teshio plain）

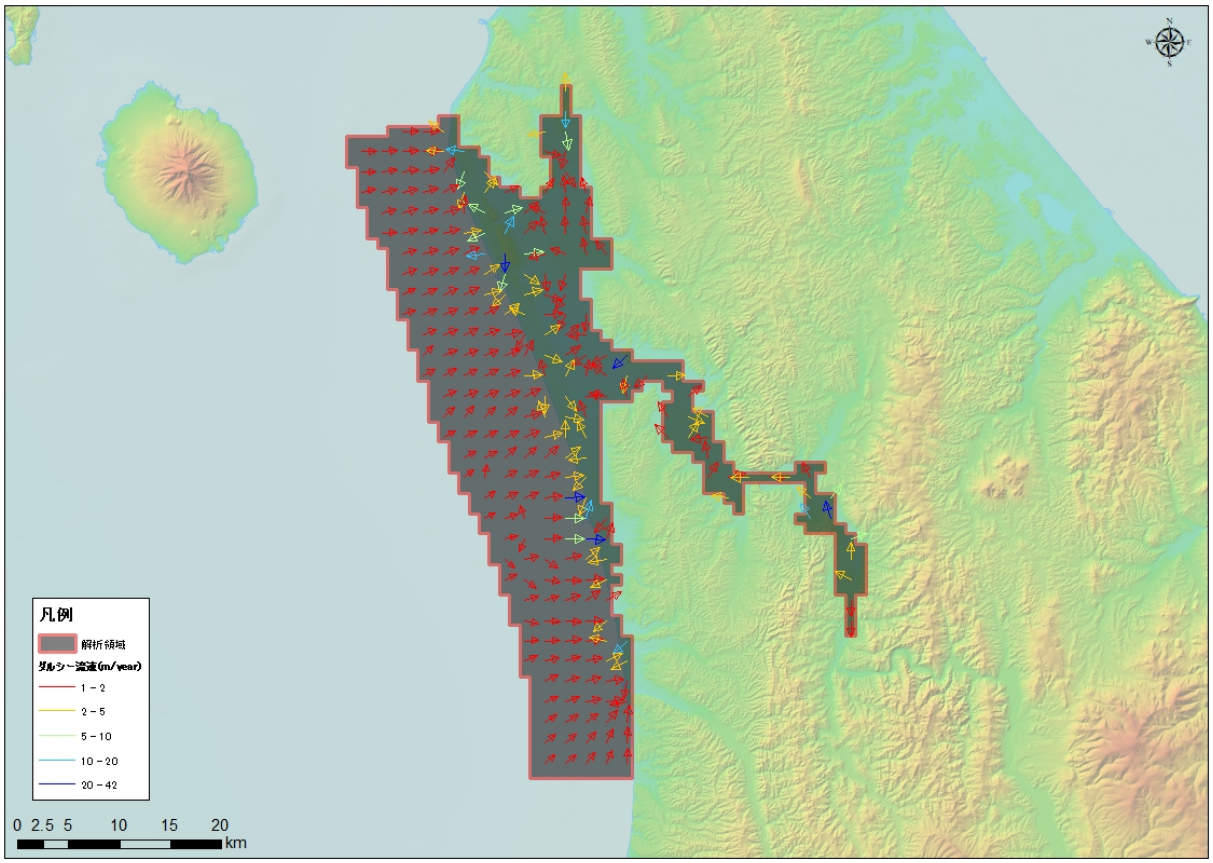


図 5-20　流速ベクトル図（H-3 : Teshio plain）

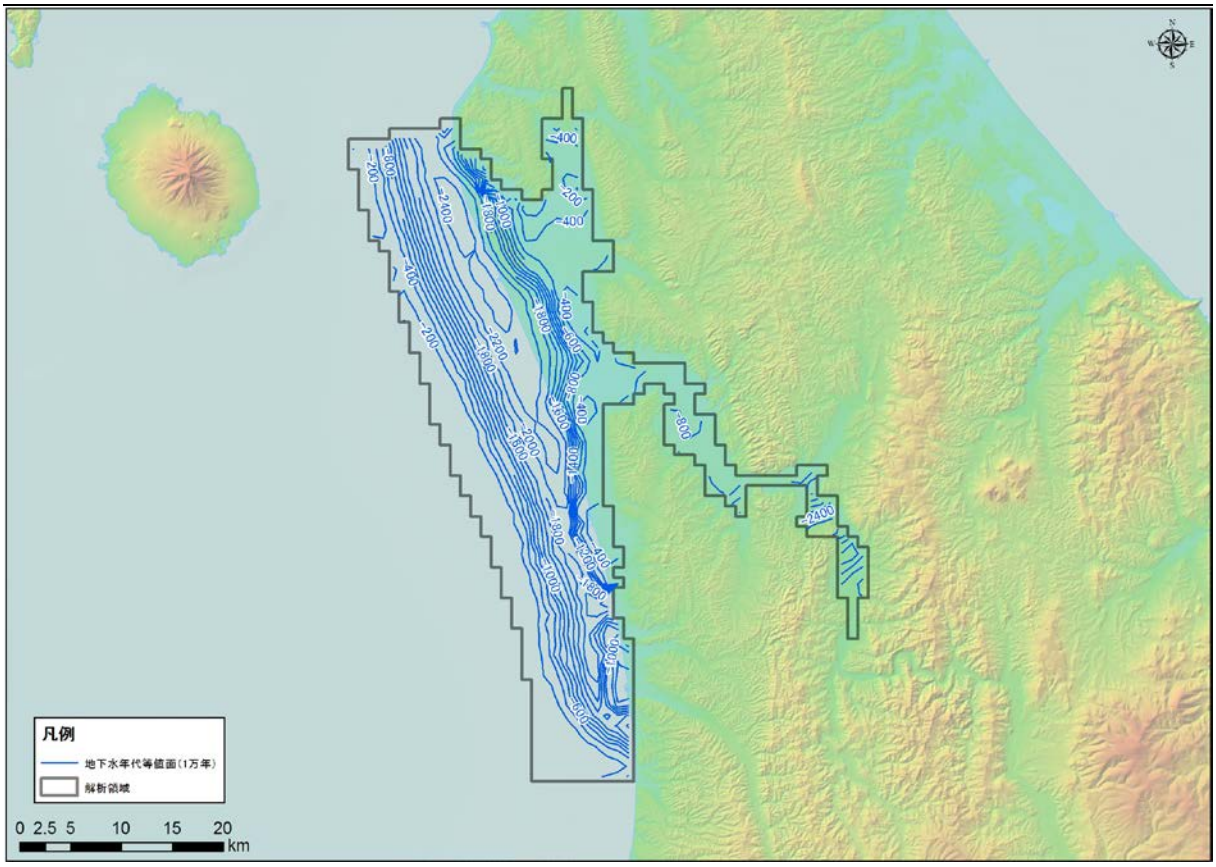


図 5-21　地下水年代（1 万年）等値面図（H-3 : Teshio plain）

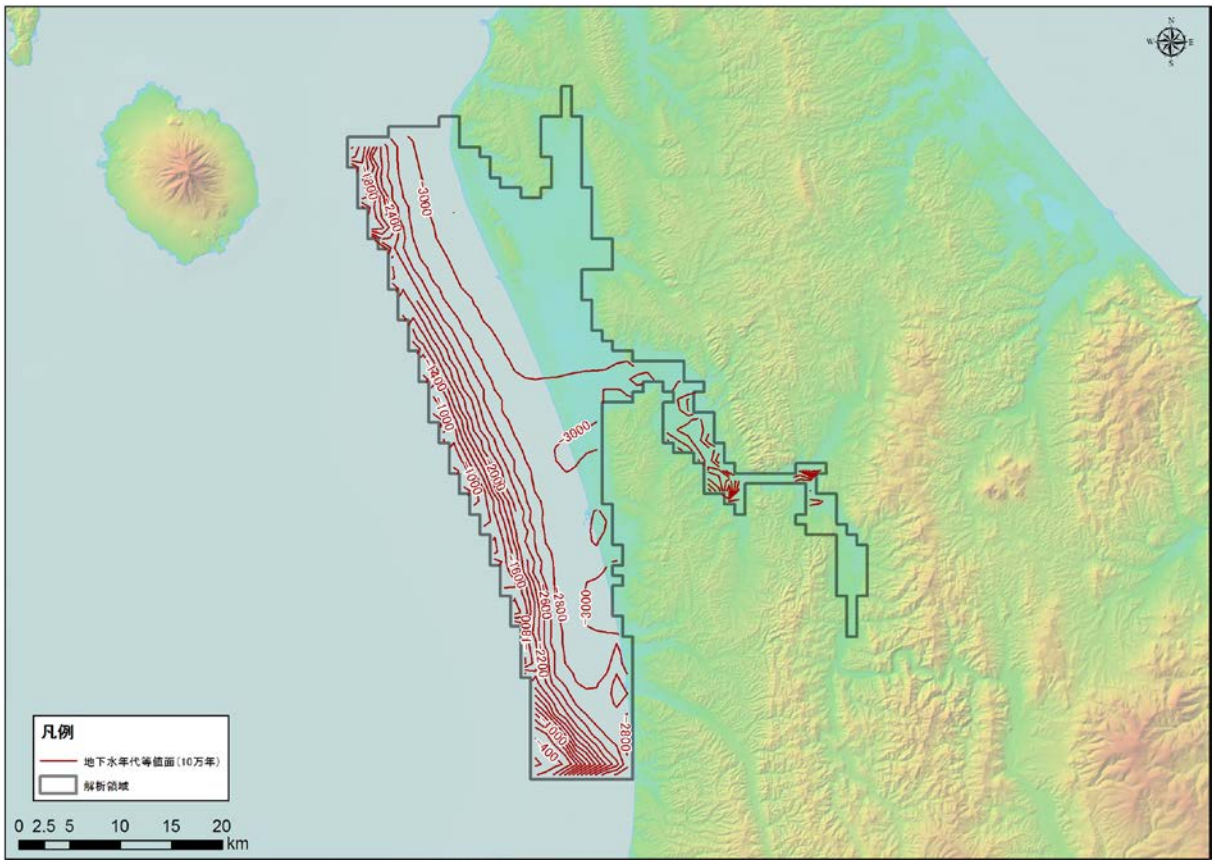


図 5-22　地下水年代（10 万年）等値面図（H-3 : Teshio plain）

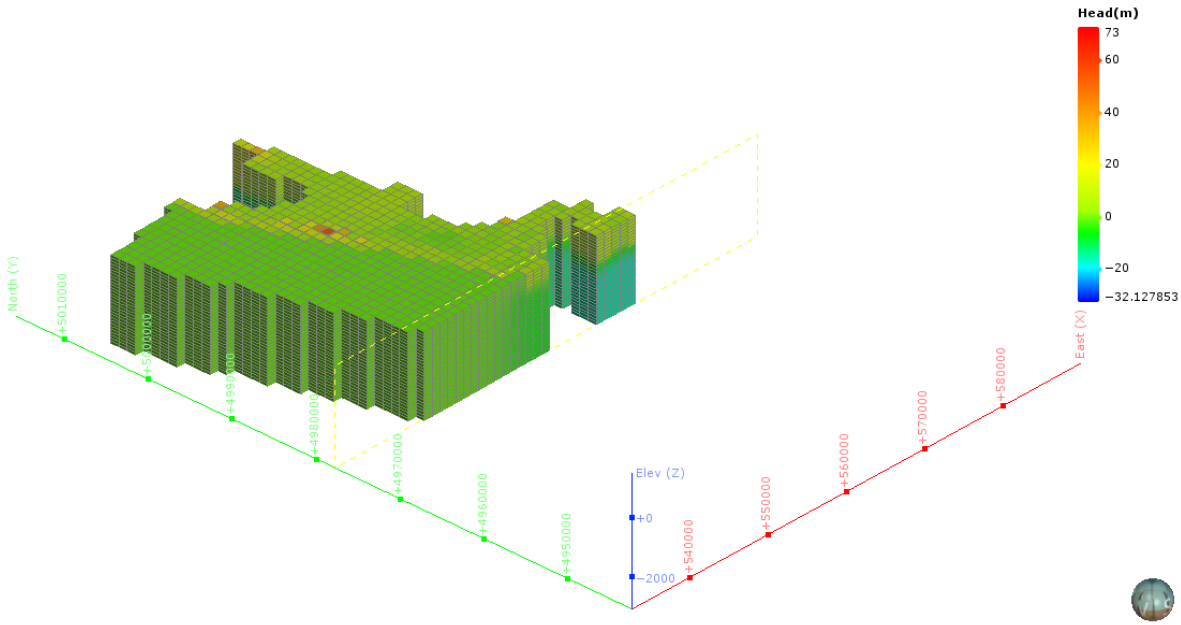


図 5-23　地下水ポテンシャル三次元分布図（H-3 : Teshio plain）

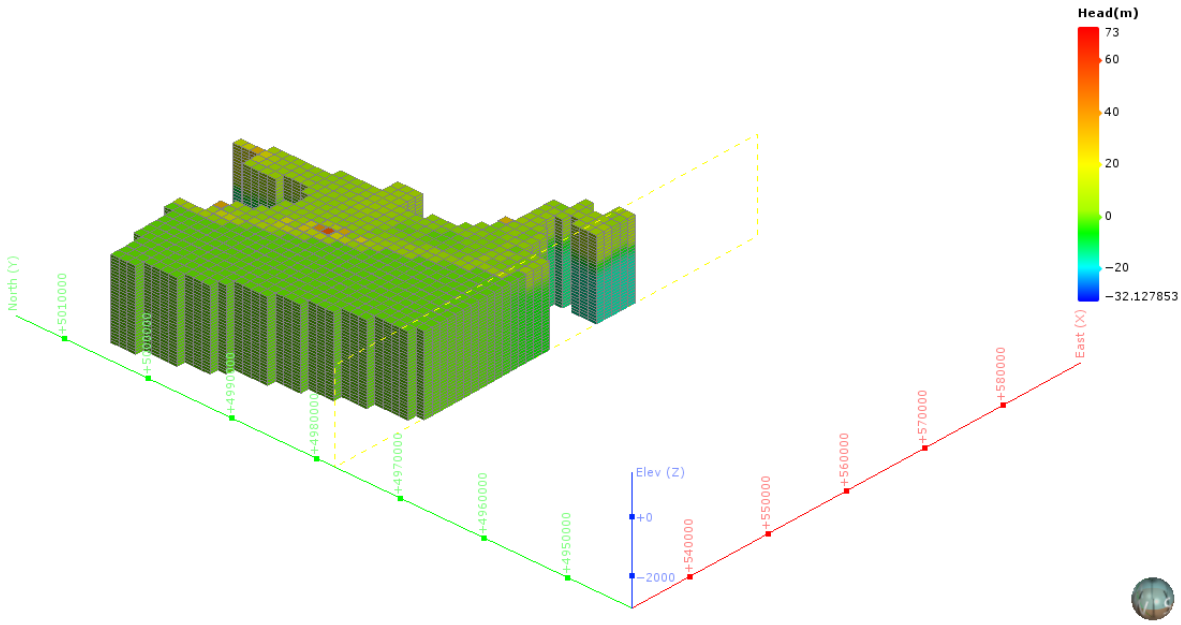


図 5-24　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（H-3 : Teshio plain）

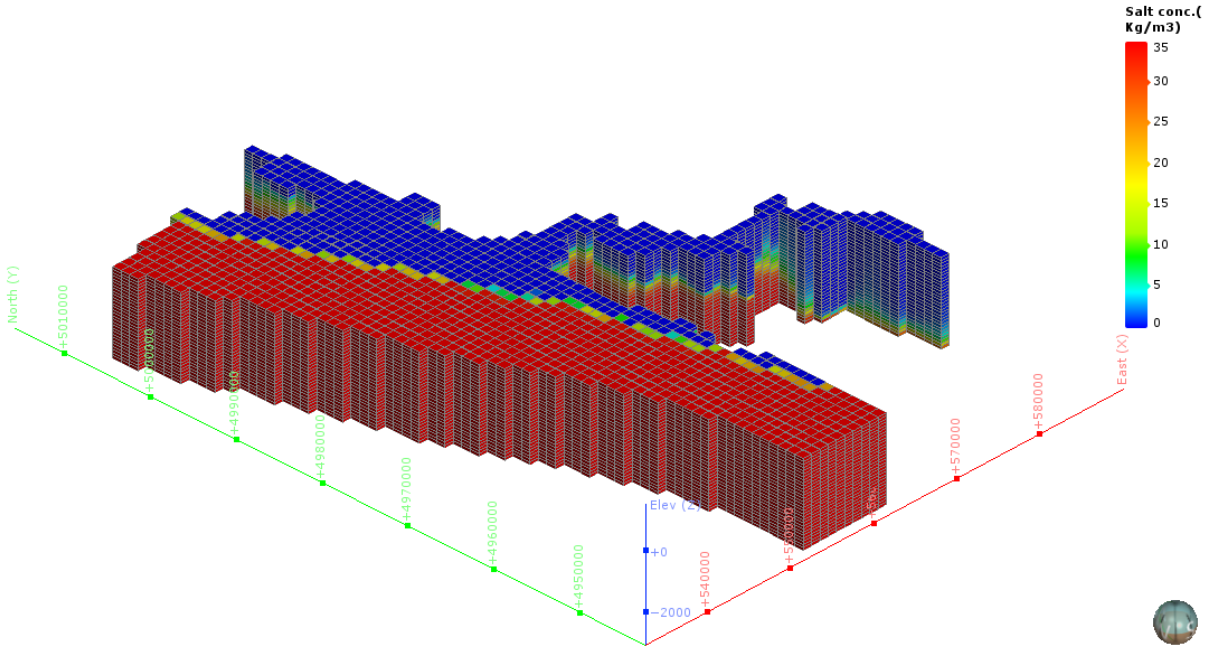


図 5-25　塩濃度三次元分布図（H-3 : Teshio plain）

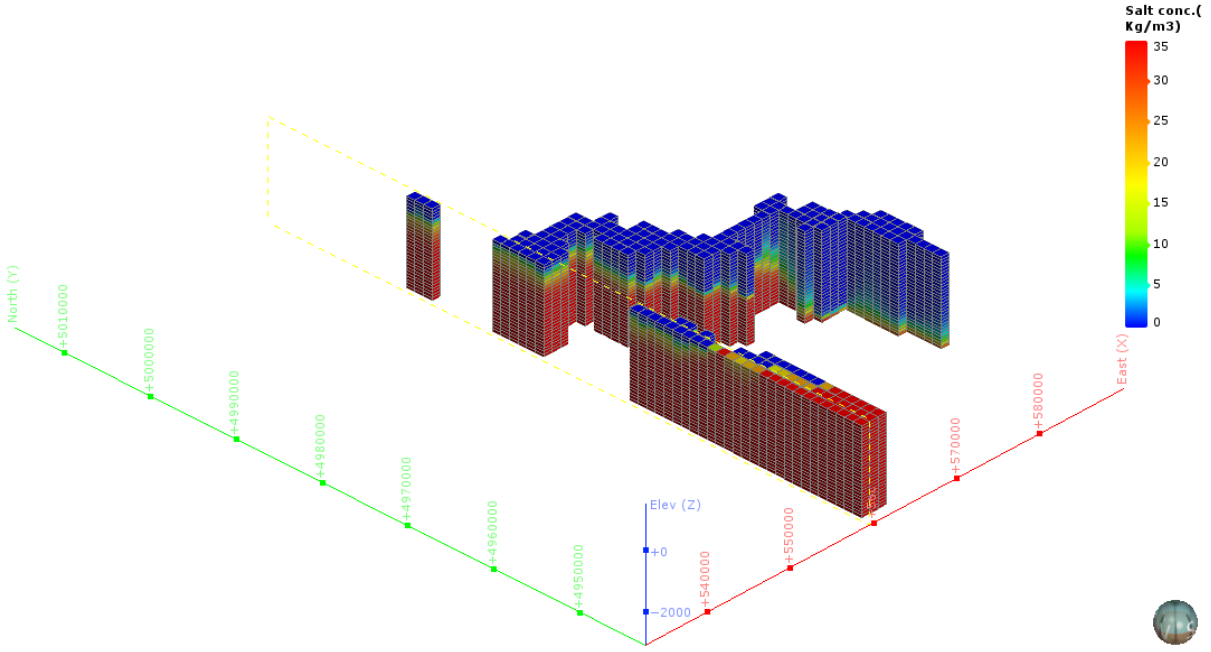


図 5-26　塩濃度三次元分布図（分割図）（H-3 : Teshio plain）

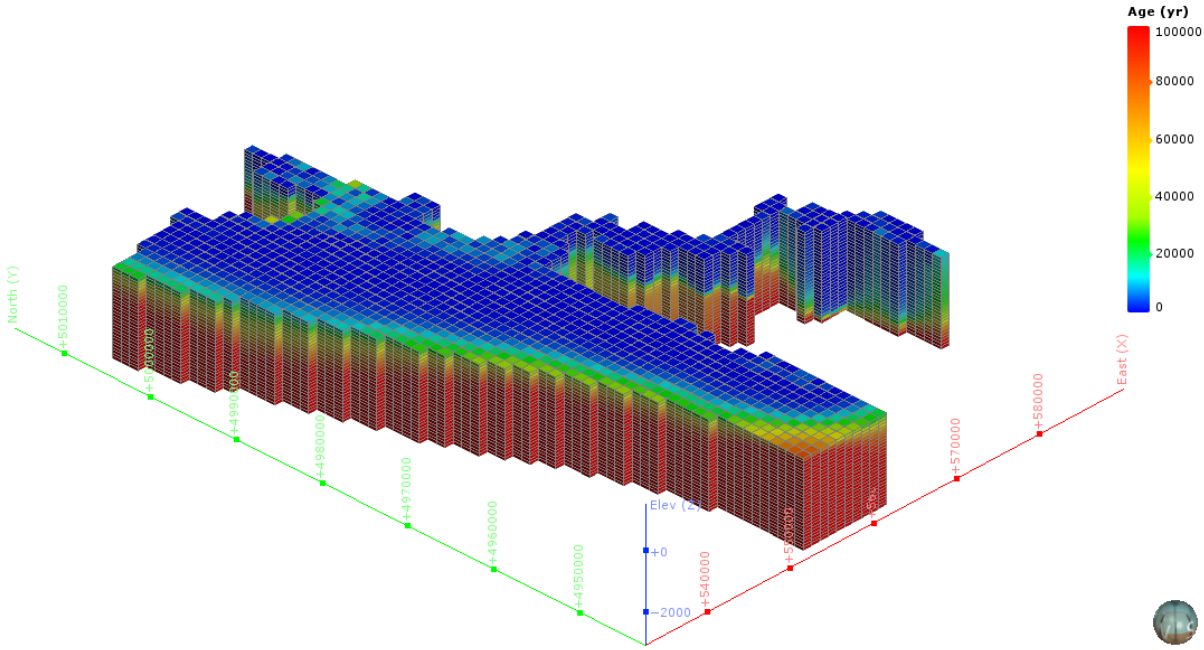


図 5-27　地下水年代三次元分布図（H-3 : Teshio plain）

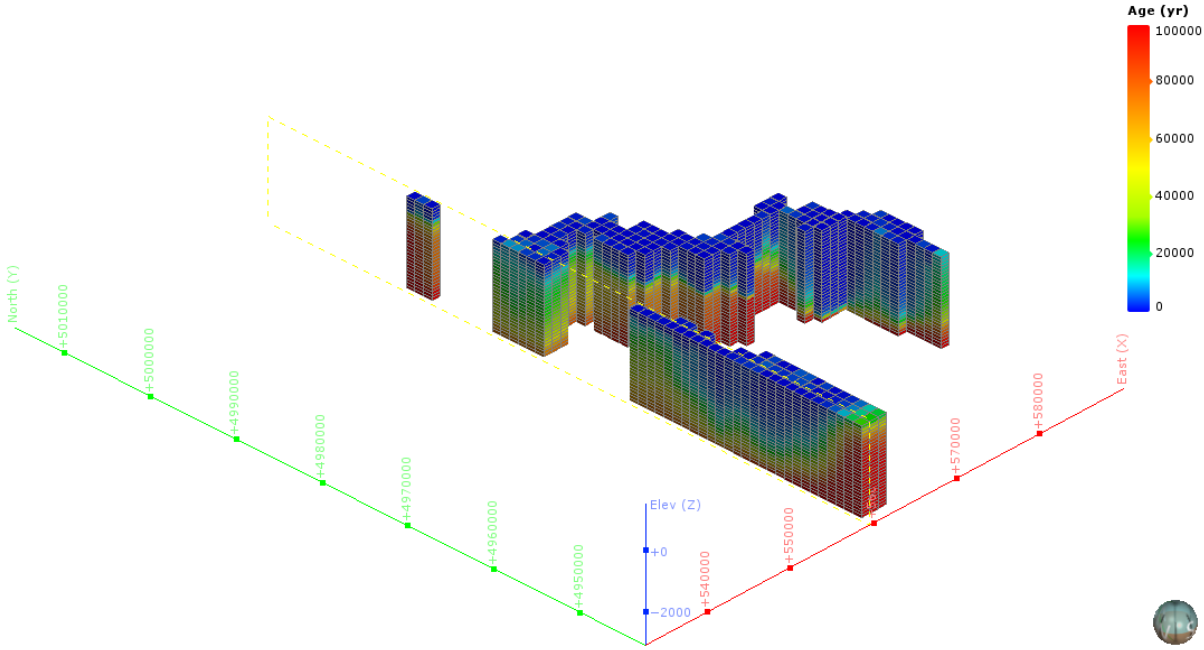


図 5-28　地下水年代三次元分布図（分割図）（H-3 : Teshio plain）

（3） H-6：Kitami basin

1） **解析領域**

H-6：Kitami basin 領域を包括する解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、350km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、北海道北見市である。

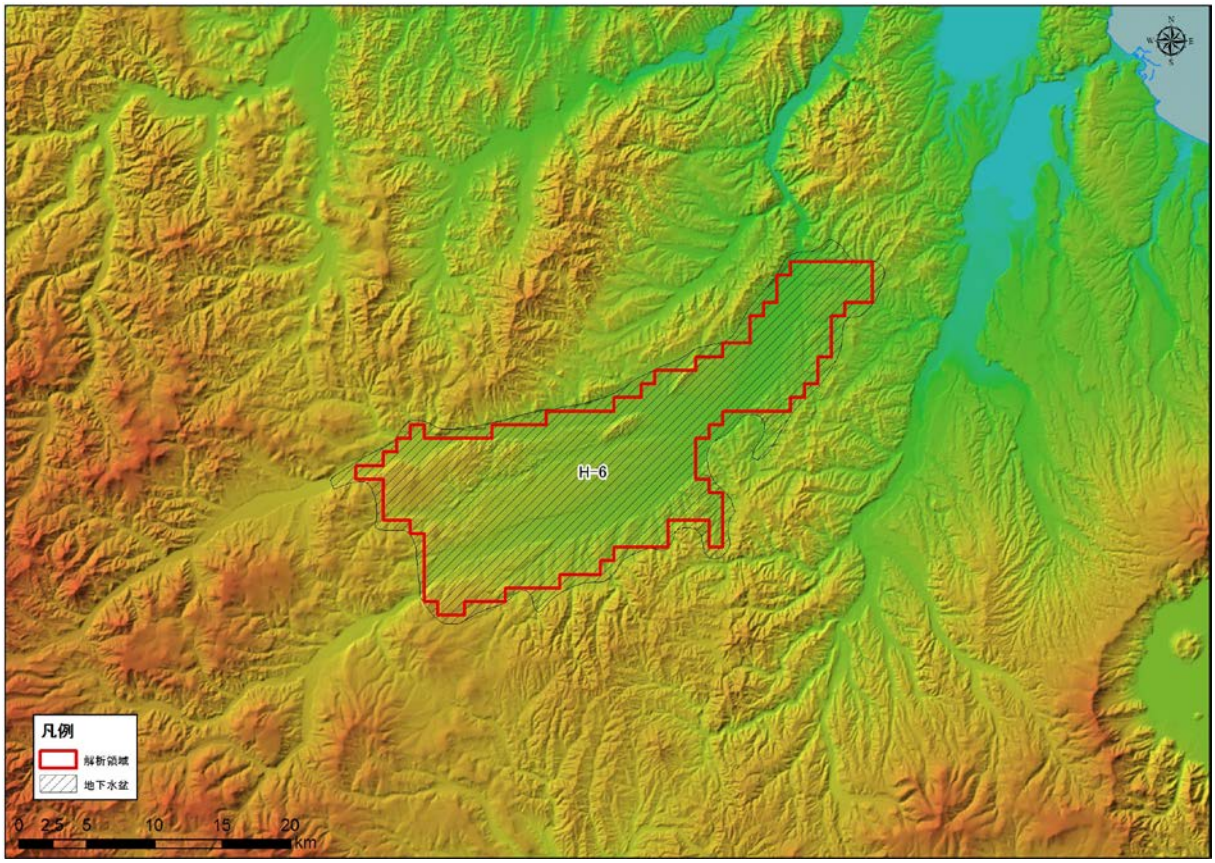


図 5-29 解析領域（H-6 : Kitami basin）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 41、Y 方向に 29、Z 方向に 62 で分割され、Active Cell 数は、21,700 となった。本領域内は、Q2，Q1，N3，N2，N1，PreN1 で構成される。

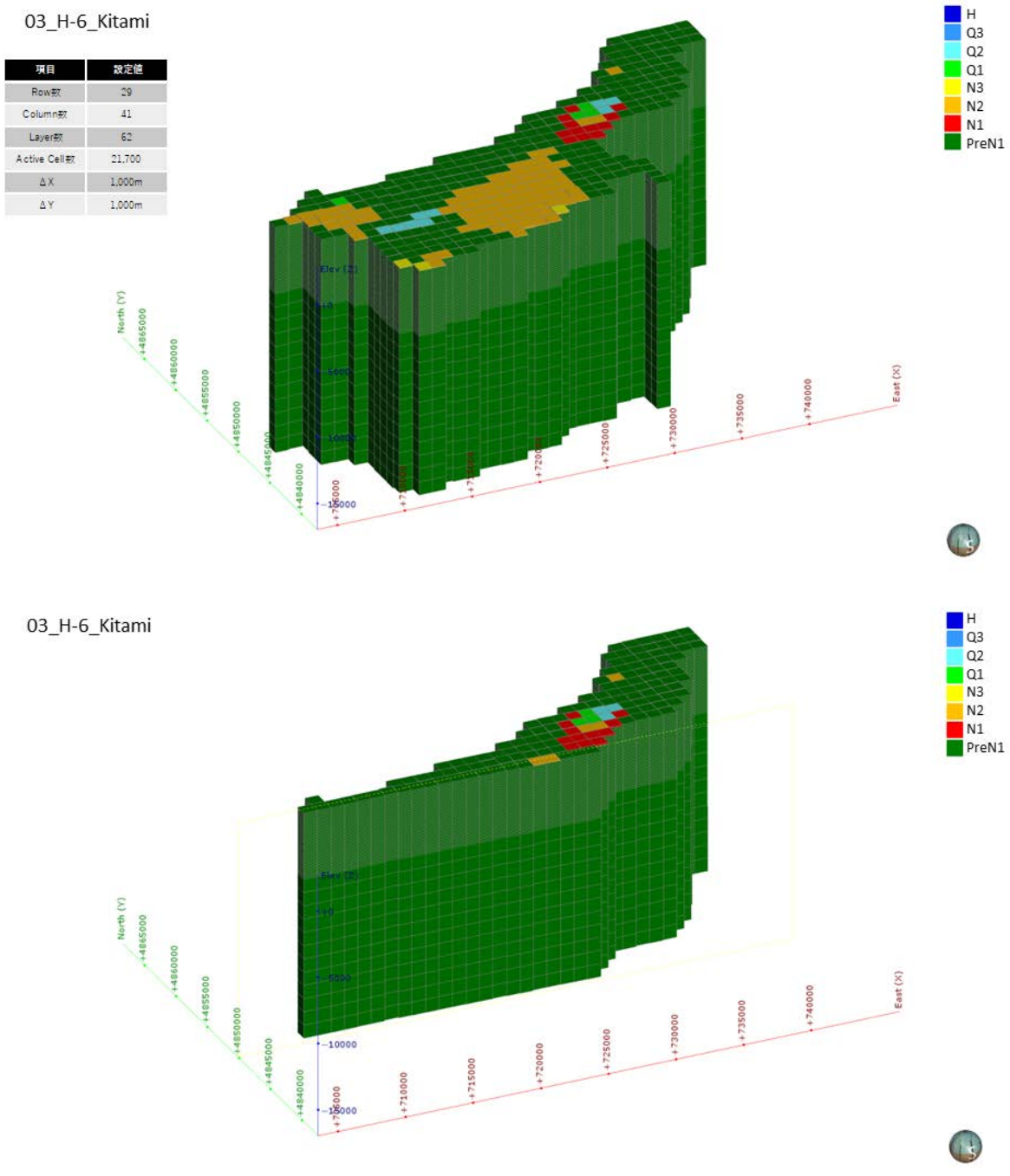


図 5-30　グリッド分割状況（H-6 : Kitami basin）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=350）の設定位置図を図 5-35 に示す。

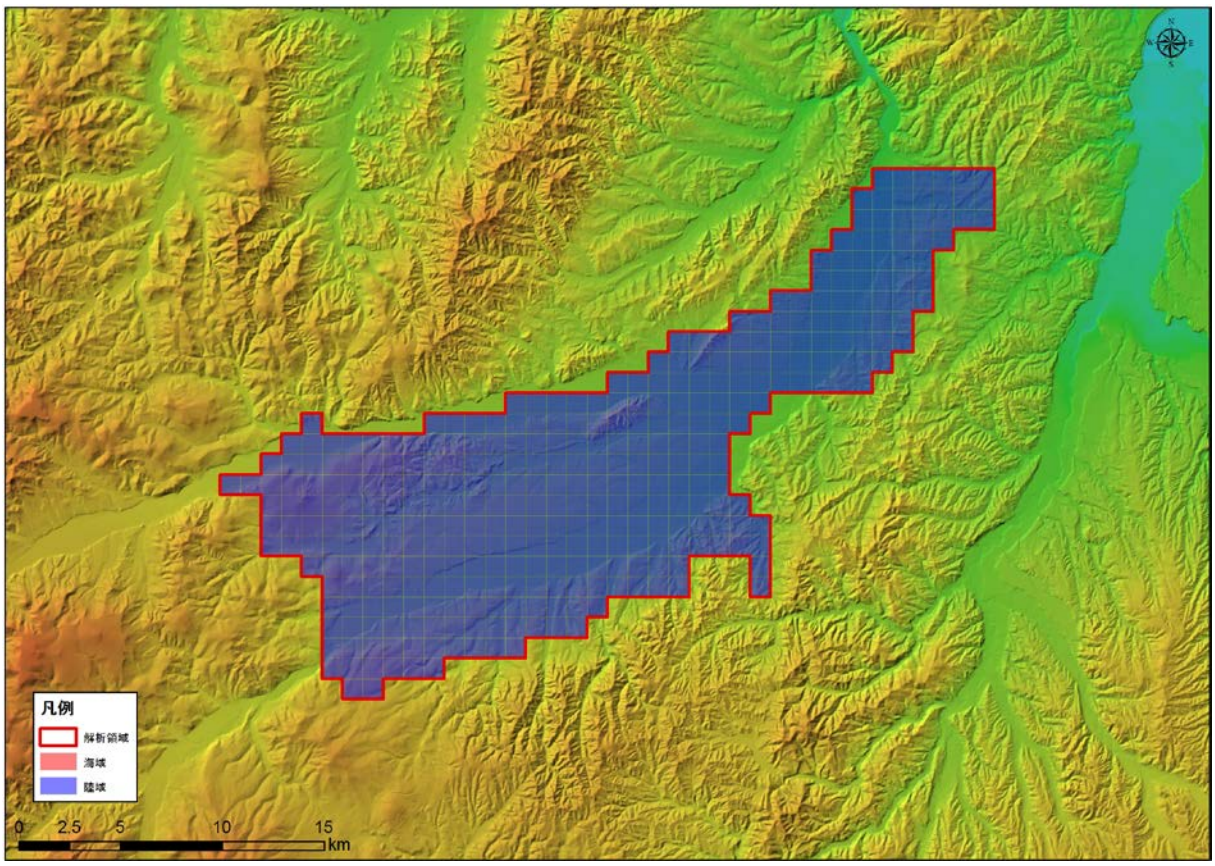


図 5-31　境界条件（H-6 : Kitami basin）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×1.6 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 0.47 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 0.47 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-3　検討ケース（H-6：Kitami basin）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 1.6
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	4.73E+00
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	2.48E+00
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	5.47E-01
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	1.33E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	9.00E-02
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	6.92E-02
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	4.34E-02
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	2.77E-02
モデル内の涵養量（mm/日）	0.29	1.82	0.05	0.47

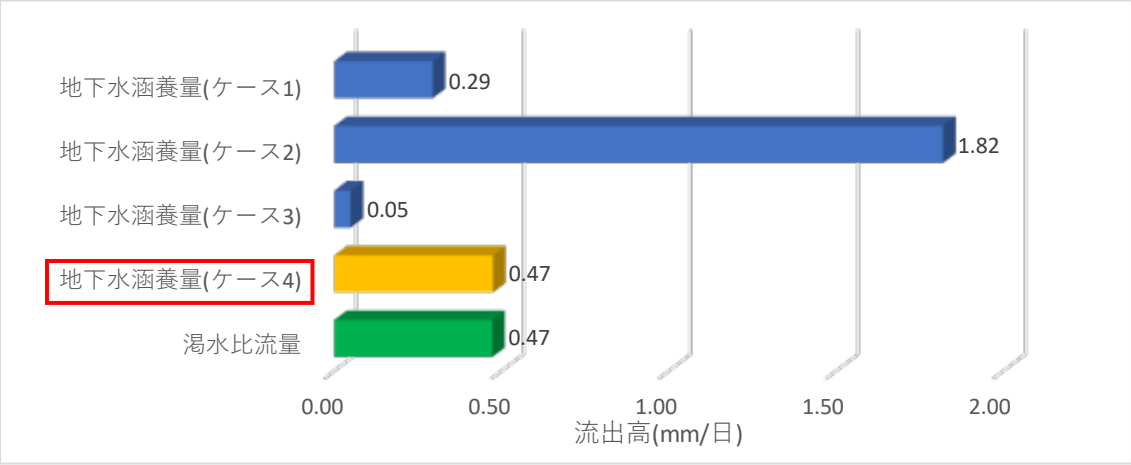


図 5-32　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（H-6：Kitami basin）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

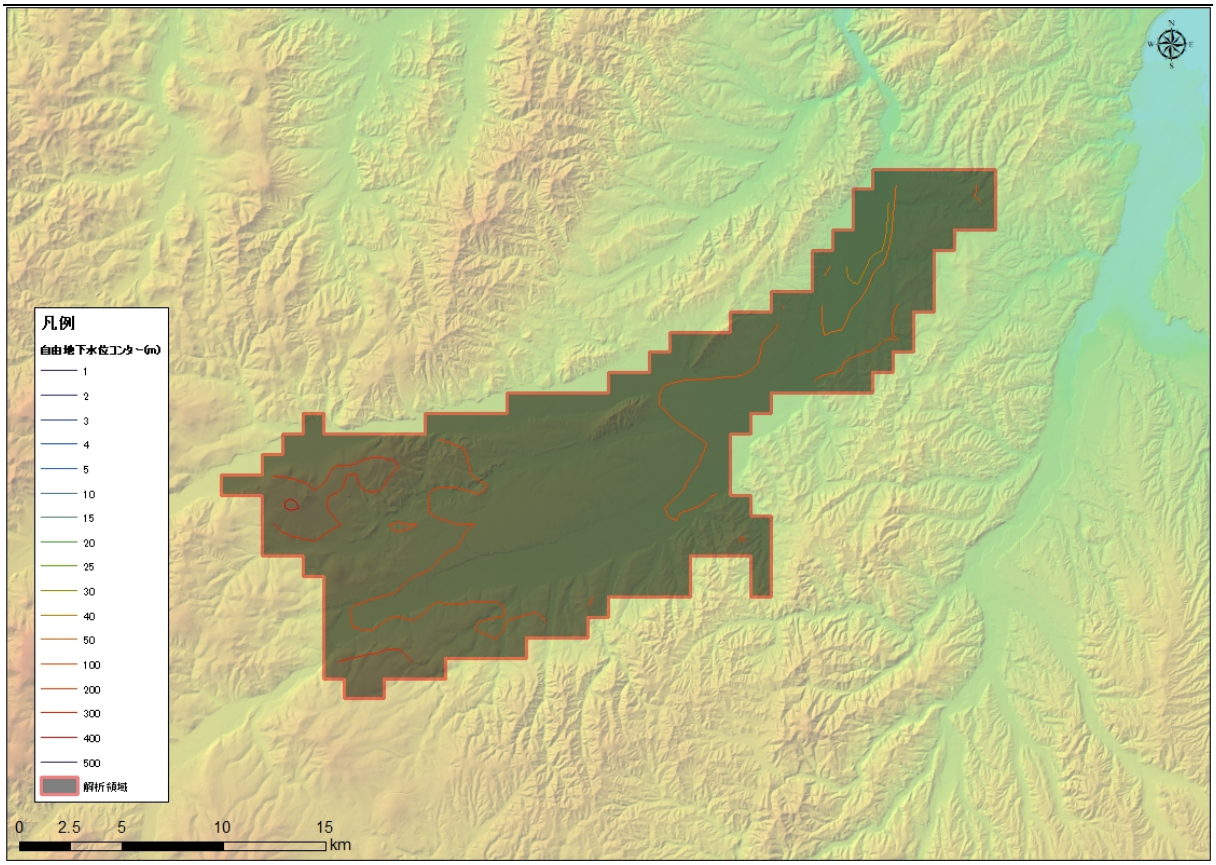


図 5-33　地下水位等高線図（H-6 : Kitami basin）

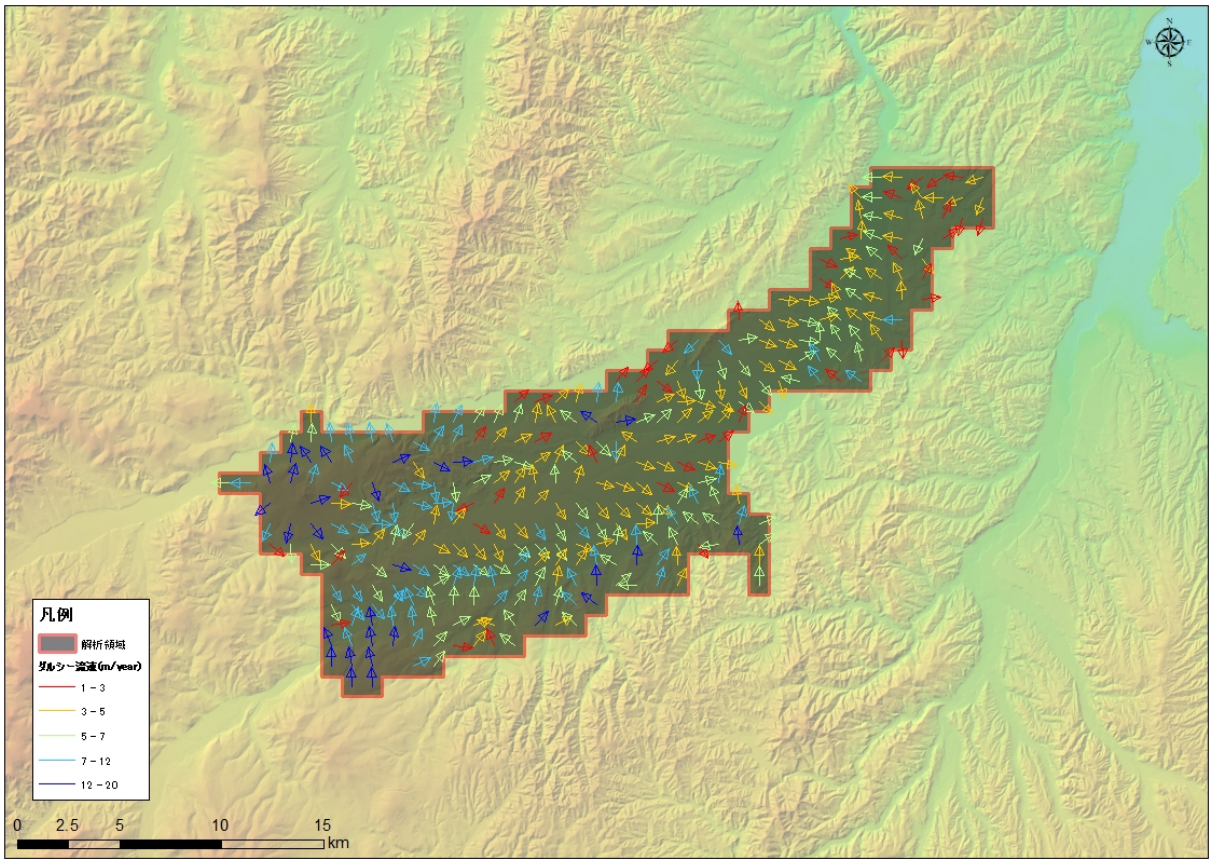


図 5-34　流速ベクトル図（H-6 : Kitami basin）

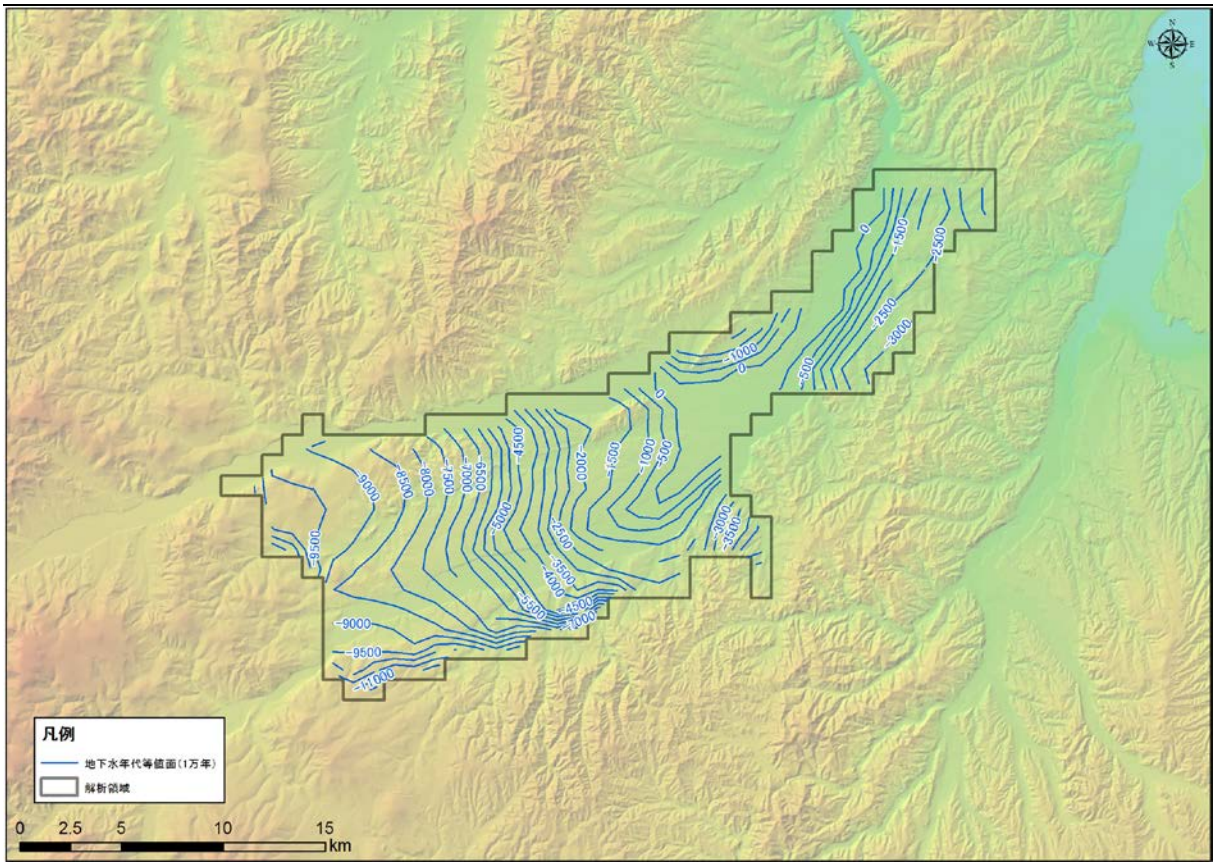


図 5-35　地下水年代（1 万年）等値面図（H-6 : Kitami basin）

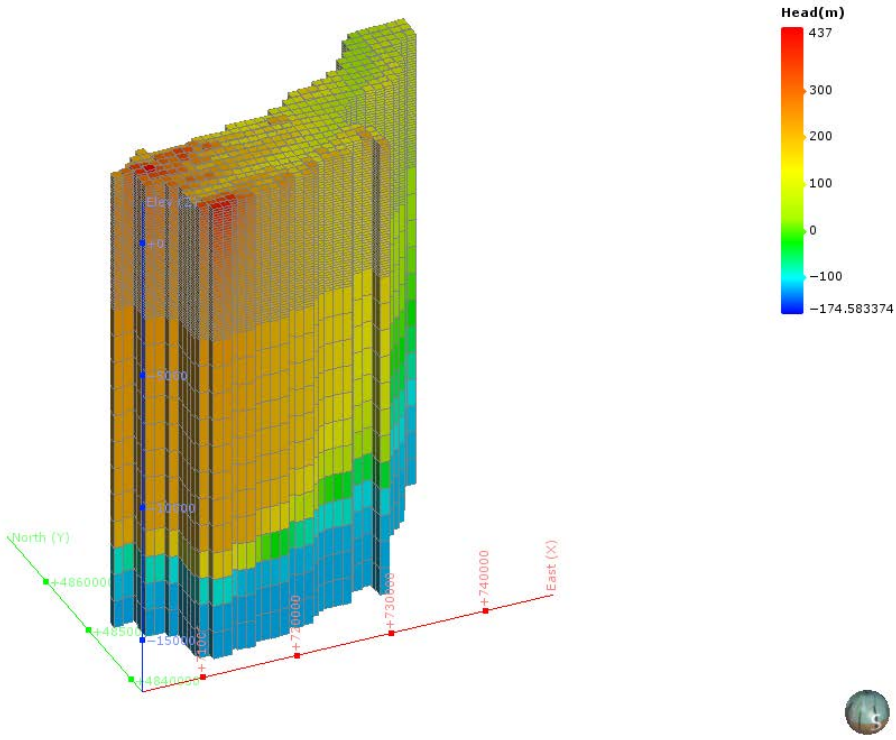


図 5-36　地下水ポテンシャル三次元分布図（H-6 : Kitami basin）

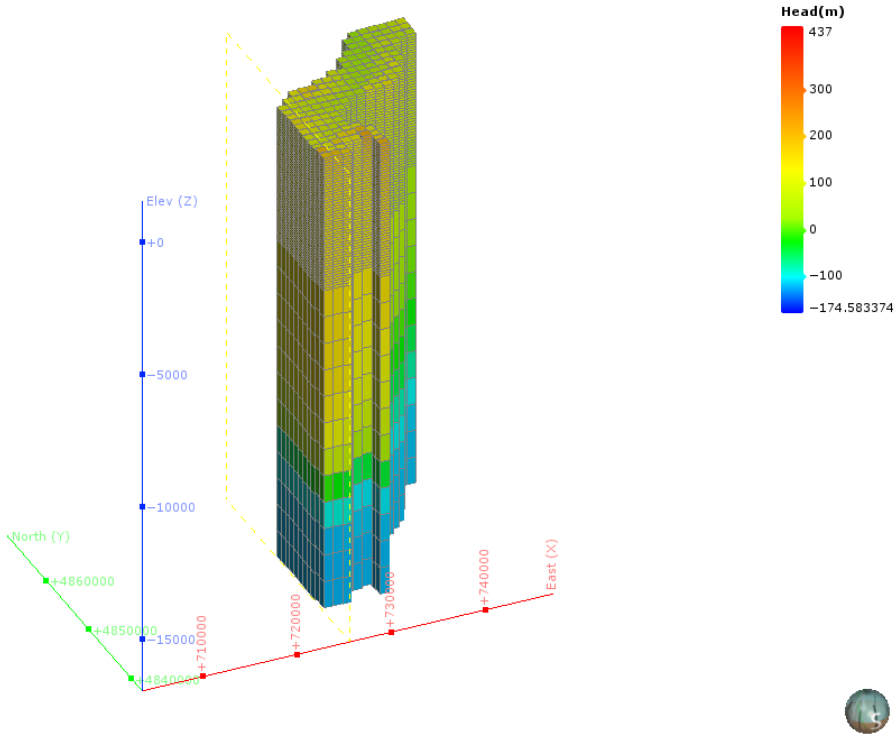


図 5-37　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（H-6 : Kitami basin）

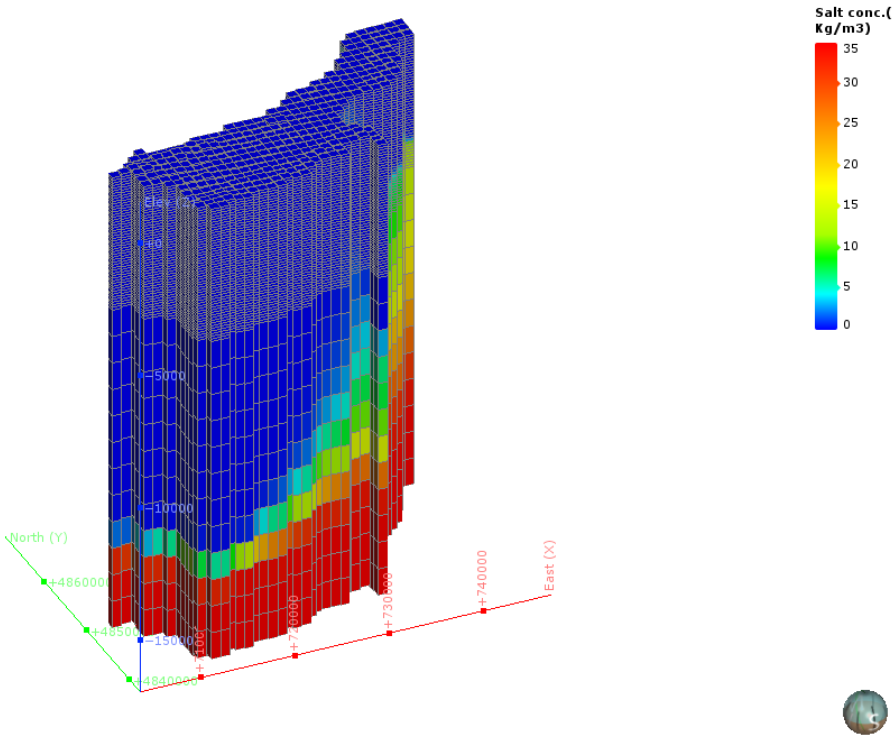


図 5-38　塩濃度三次元分布図（H-6 : Kitami basin）

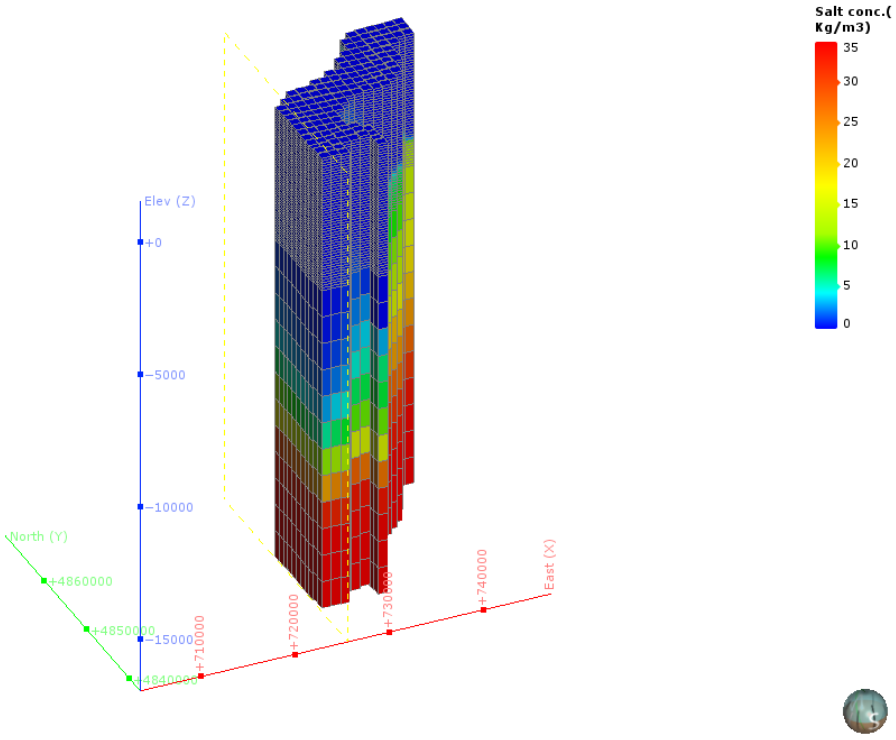


図 5-39　塩濃度三次元分布図（分割図）（H-6 : Kitami basin）

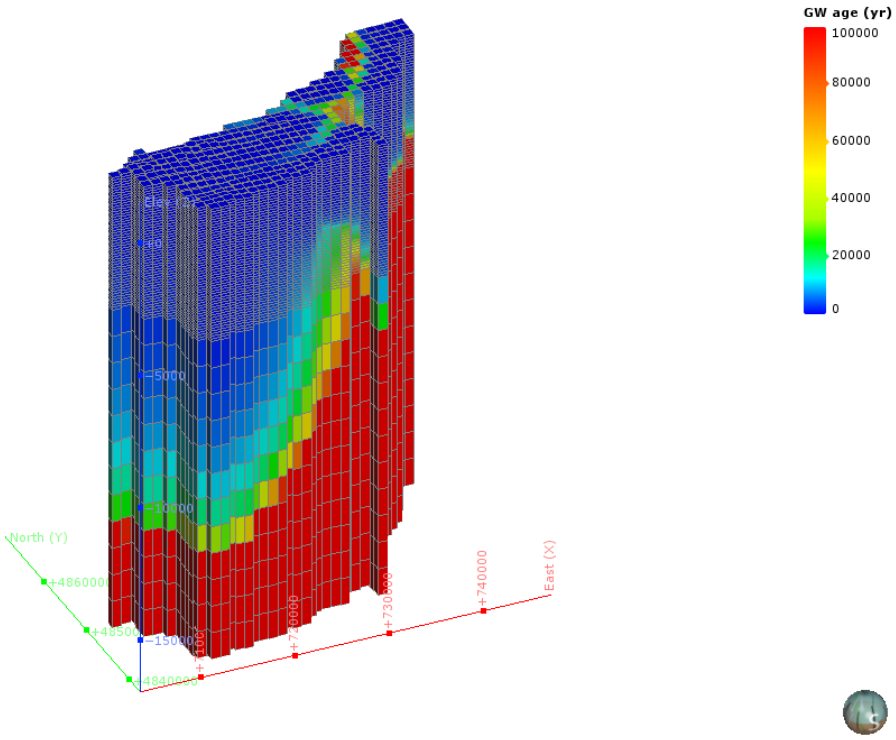


図 5-40　地下水年代三次元分布図（H-6 : Kitami basin）

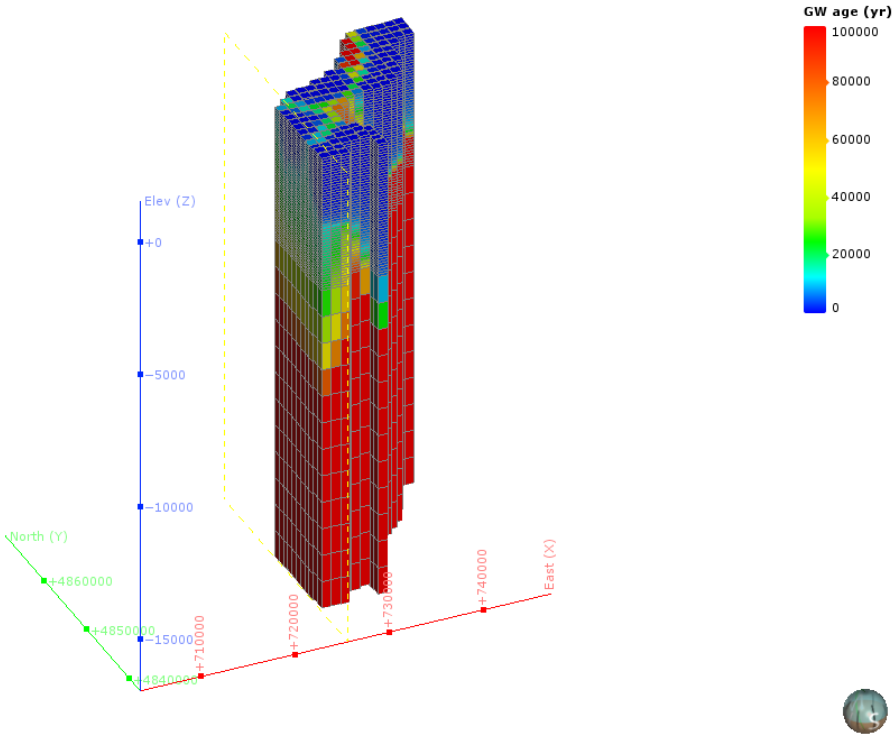


図 5-41　地下水年代三次元分布図（分割図）H-6 : Kitami basin）

（4） H-7：Bihoro and Shari plain

1） **解析領域**

H-7：Bihoro and Shari plain 領域を包括し、海域約 20km を拡張して、解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、2,017km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、北海道網走市である。

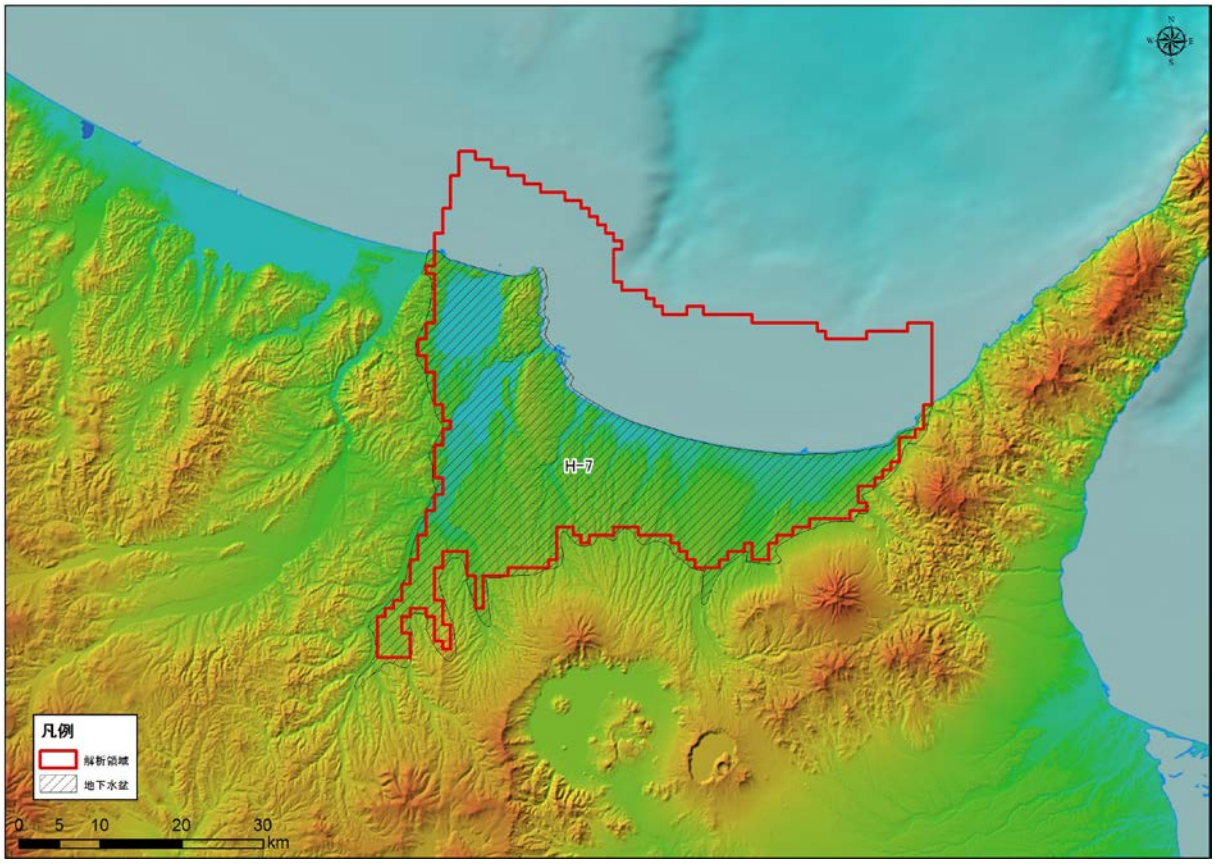


図 5-42 解析領域（H-7 : Bihoro and Shari plain）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 72、Y 方向に 67、Z 方向に 59 で分割され、Active Cell 数は、119,003 となった。本領域内は、H，Q3，Q2，Q1，N3，N2，N1，PreN1 で構成される。

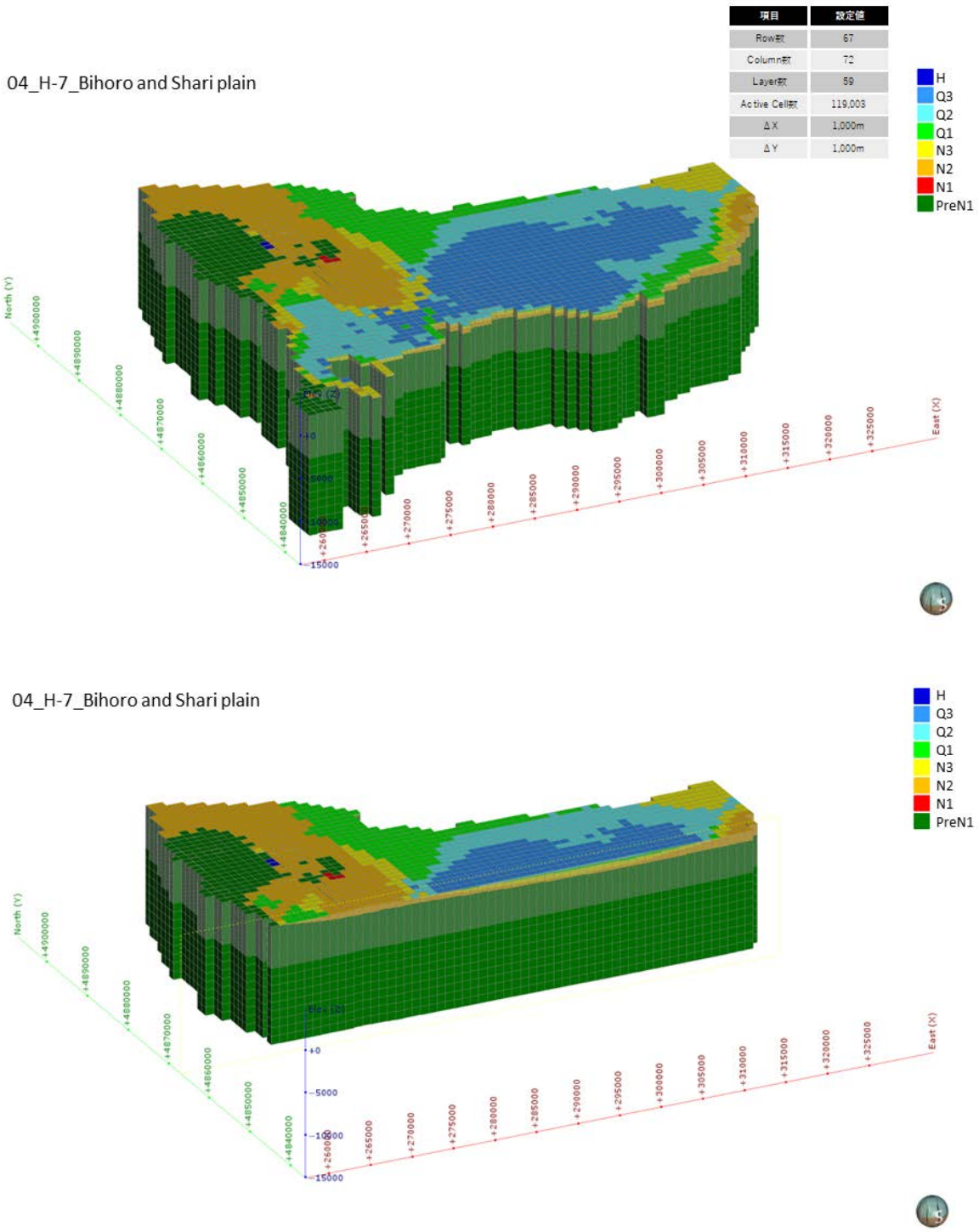


図 5-43　グリッド分割状況（H-7 : Bihoro and Shari plain）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=1,010）と海域セル（N=1,007）の設定位置図を図 5-48 に示す。

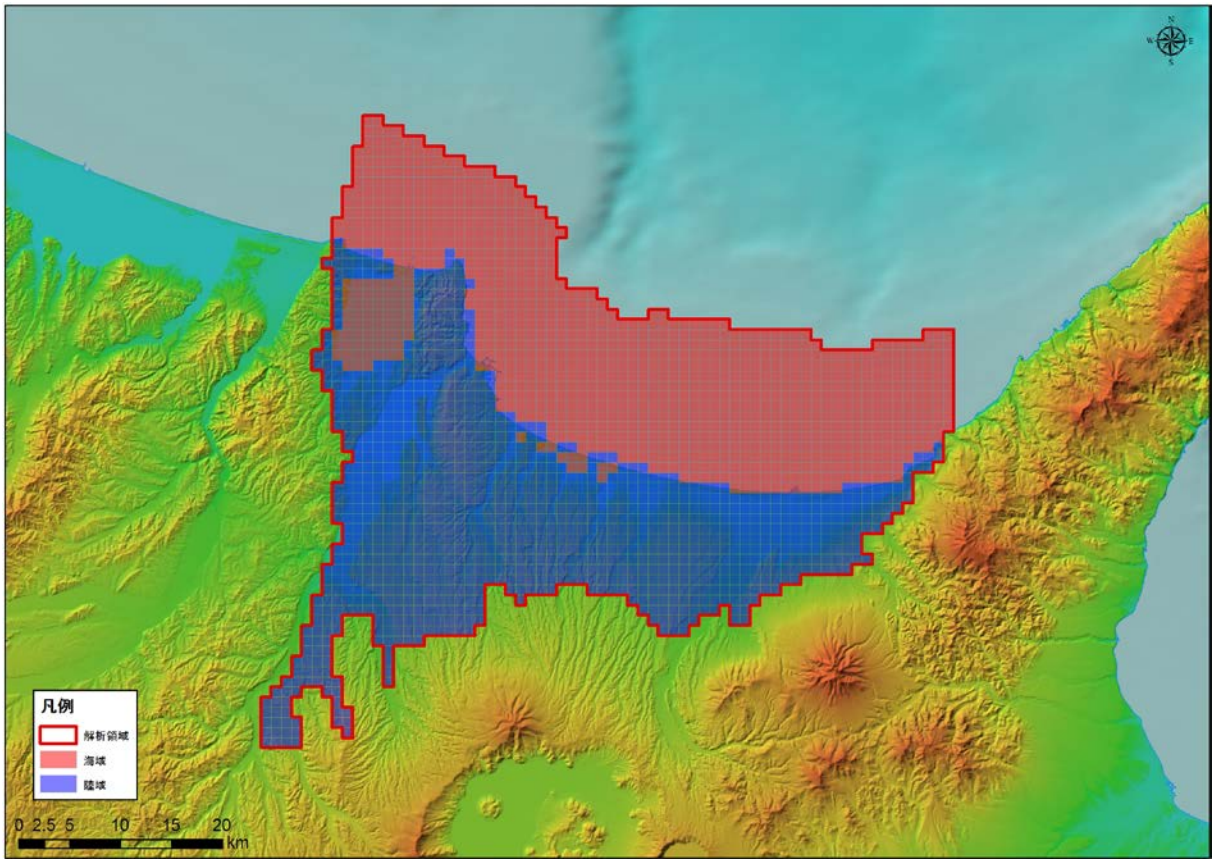


図 5-44　境界条件（H-7 : Bihoro and Shari plain）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×1.1 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 0.63 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 0.63 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-4　検討ケース（H-7 : Bihoro and Shari plain）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 1.1
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	3.13E+00
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	1.64E+00
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	3.62E-01
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	8.80E-02
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	5.96E-02
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	4.58E-02
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	2.87E-02
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	1.83E-02
モデル内の涵養量（mm/日）	0.59	10.00	0.05	0.63

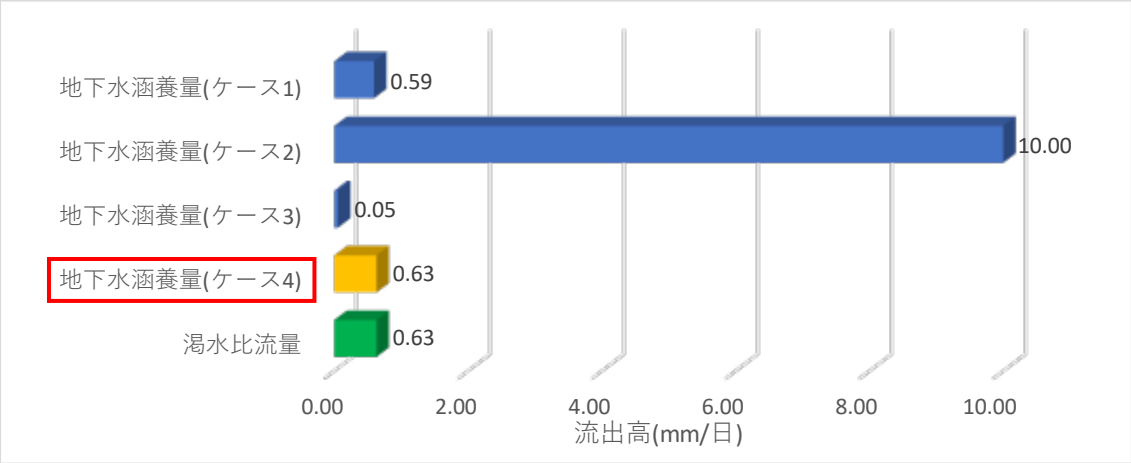


図 5-45　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（H-7 : Bihoro and Shari plain）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

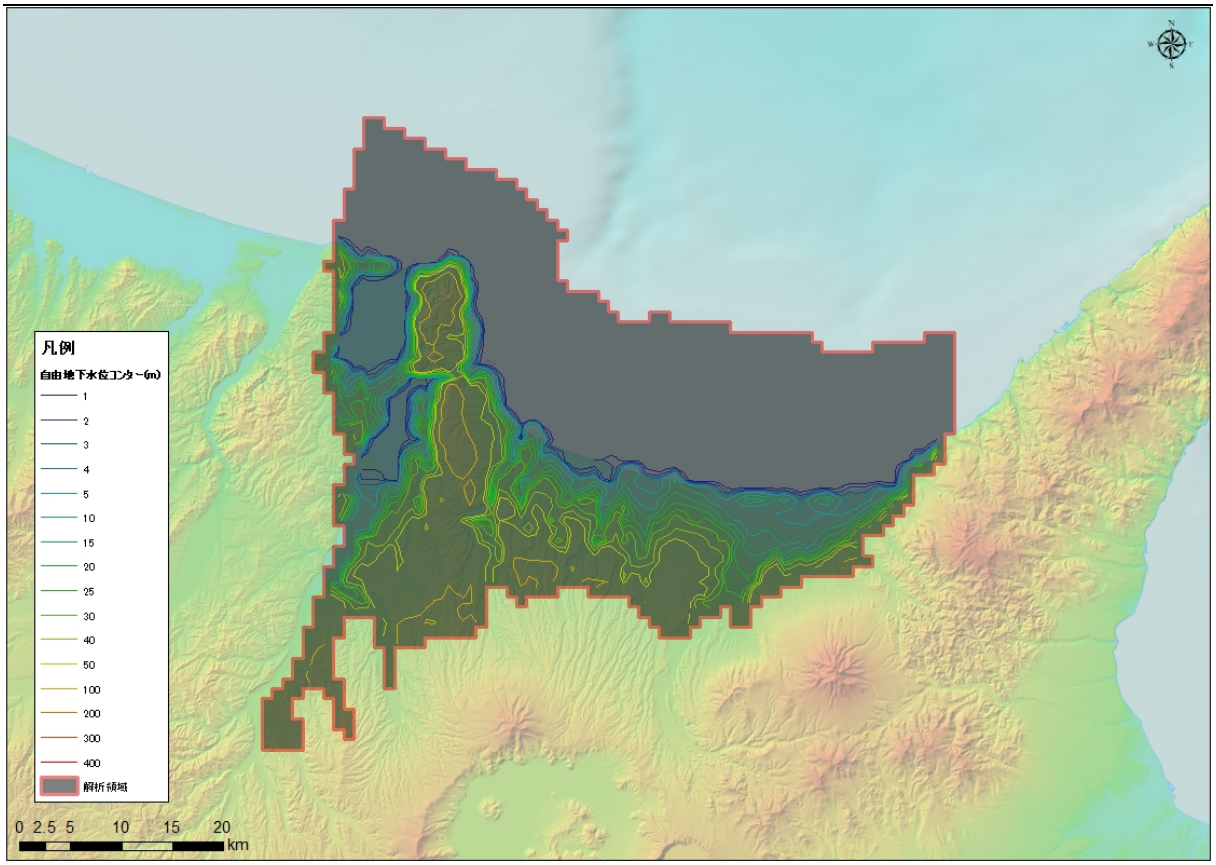


図 5-46　地下水位等高線図（H-7 : Bihoro and Shari plain）

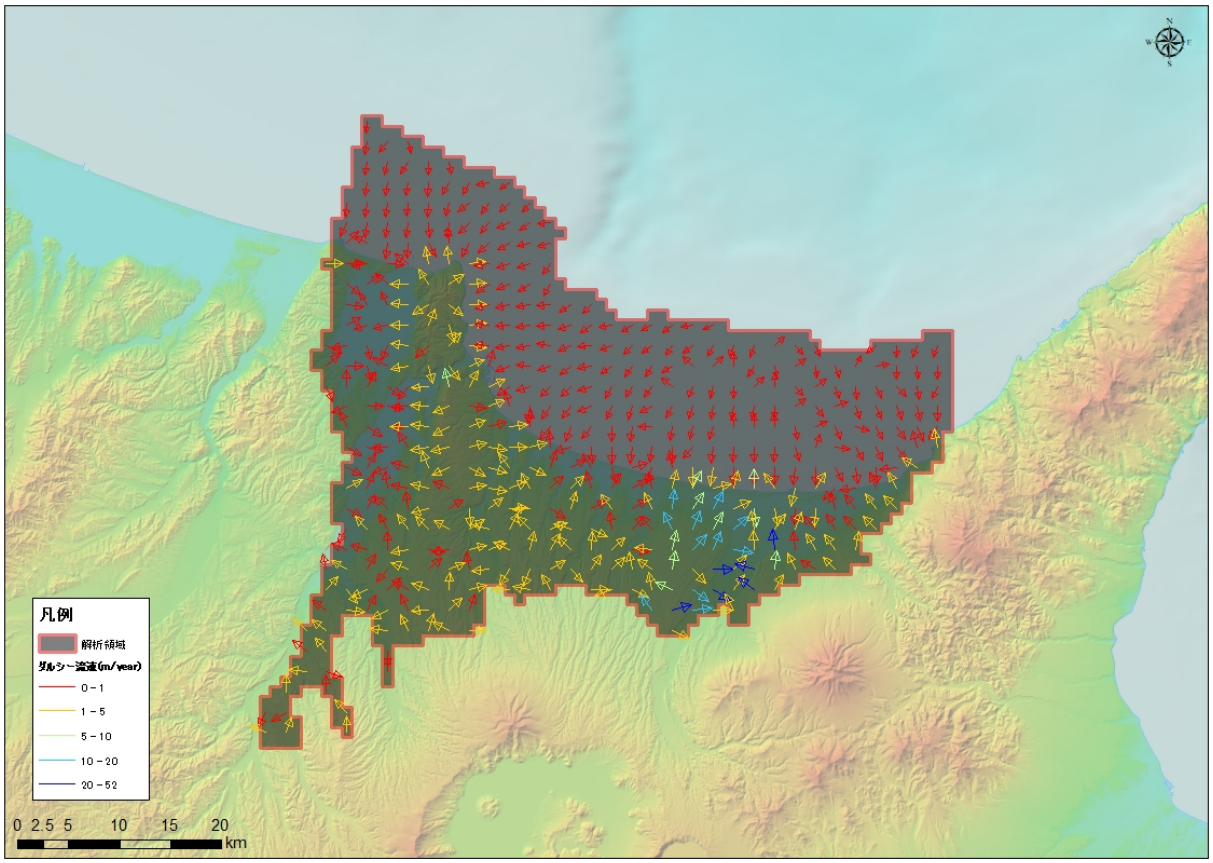


図 5-47　流速ベクトル図（H-7 : Bihoro and Shari plain）

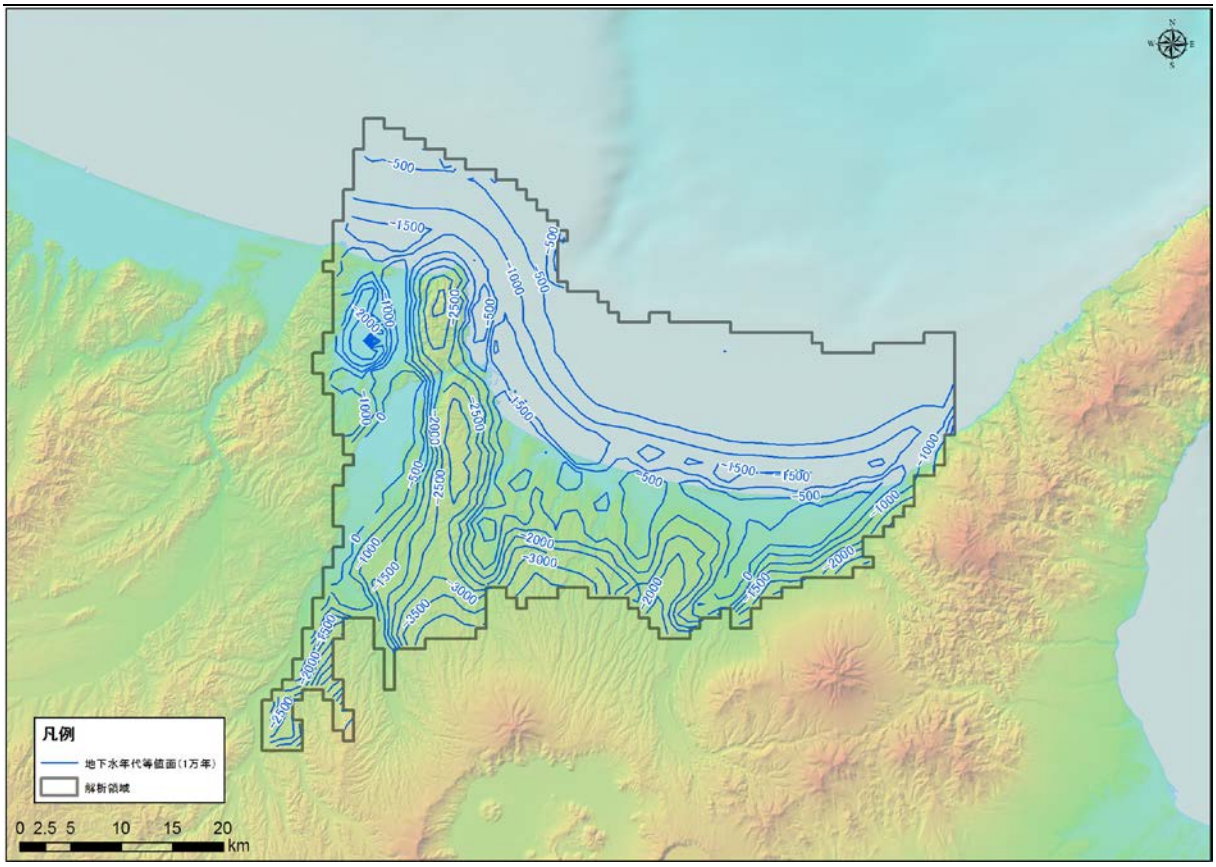


図 5-48　地下水年代（1 万年）等値面図（H-7 : Bihoro and Shari plain）

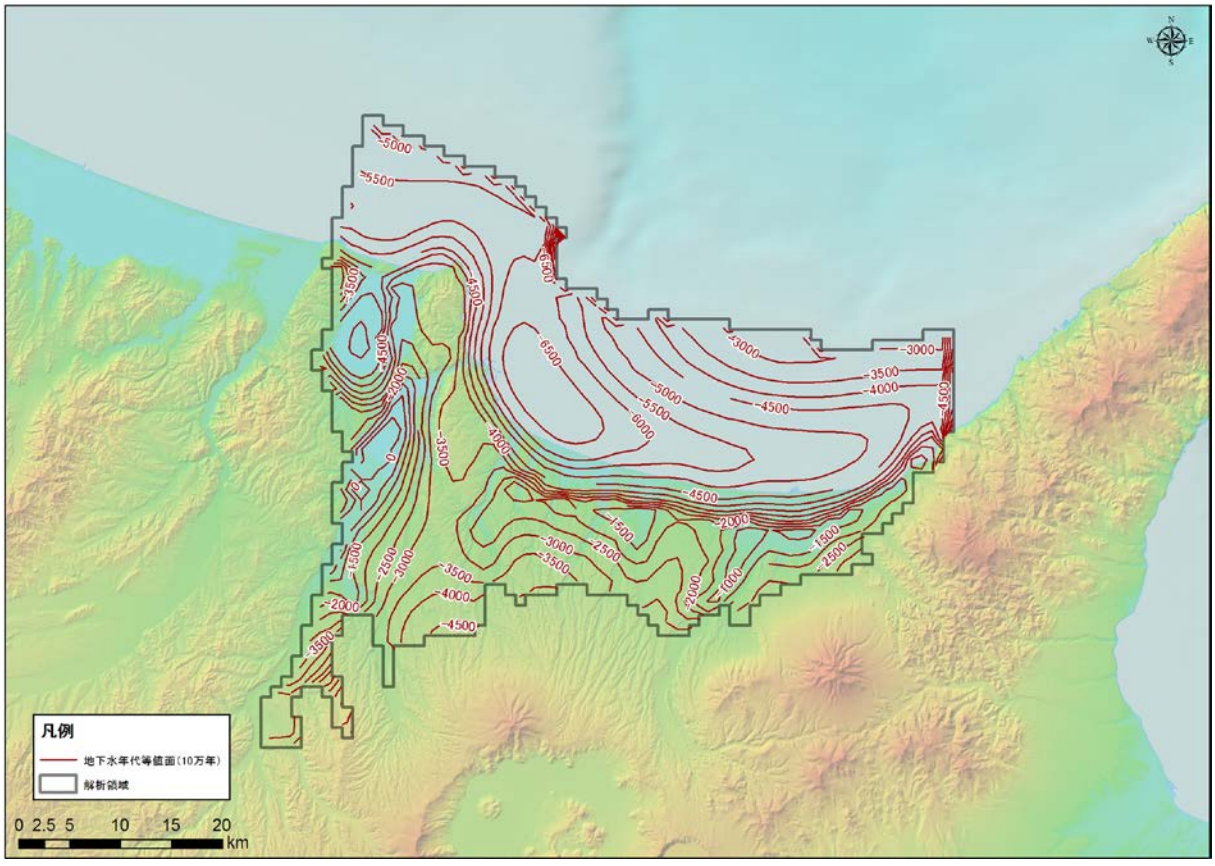


図 5-49　地下水年代（10 万年）等値面図（H-7 : Bihoro and Shari plain）

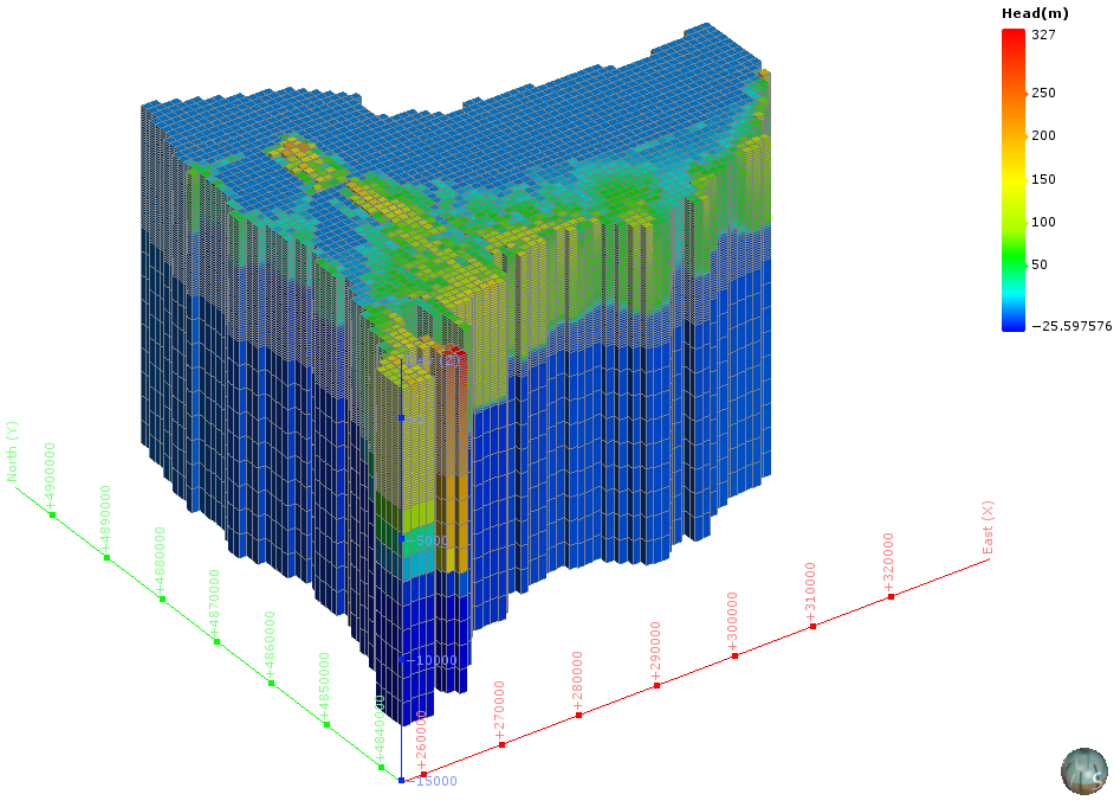


図 5-50　地下水ポテンシャル三次元分布図（H-7 : Bihoro and Shari plain）

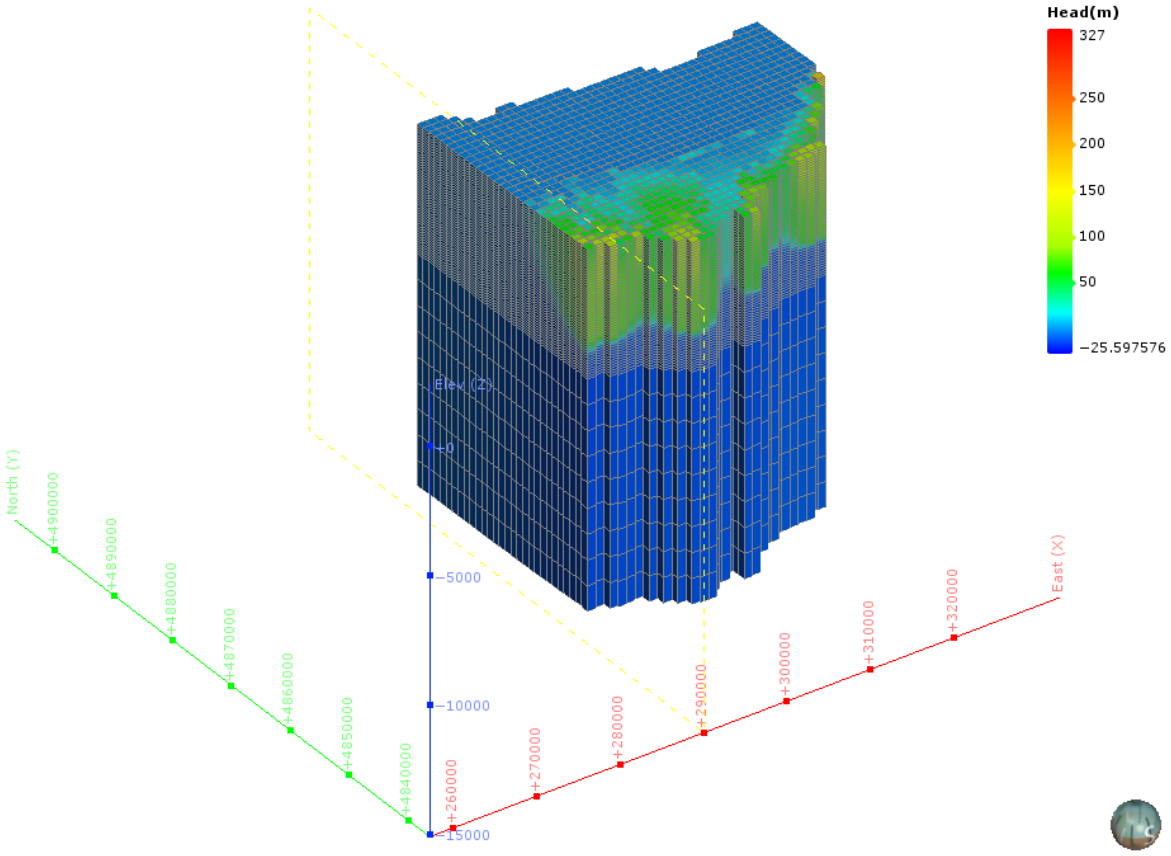


図 5-51　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（H-7 : Bihoro and Shari plain）

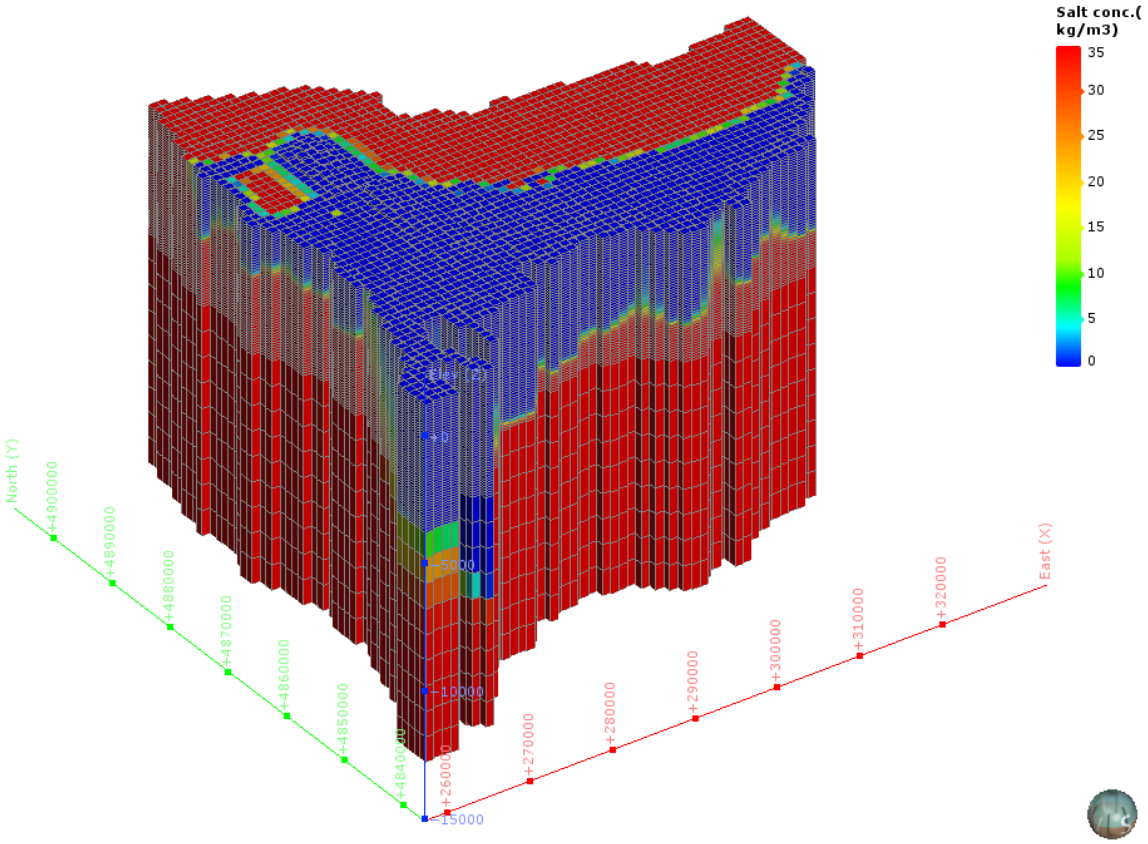


図 5-52　塩濃度三次元分布図（H-7 : Bihoro and Shari plain）

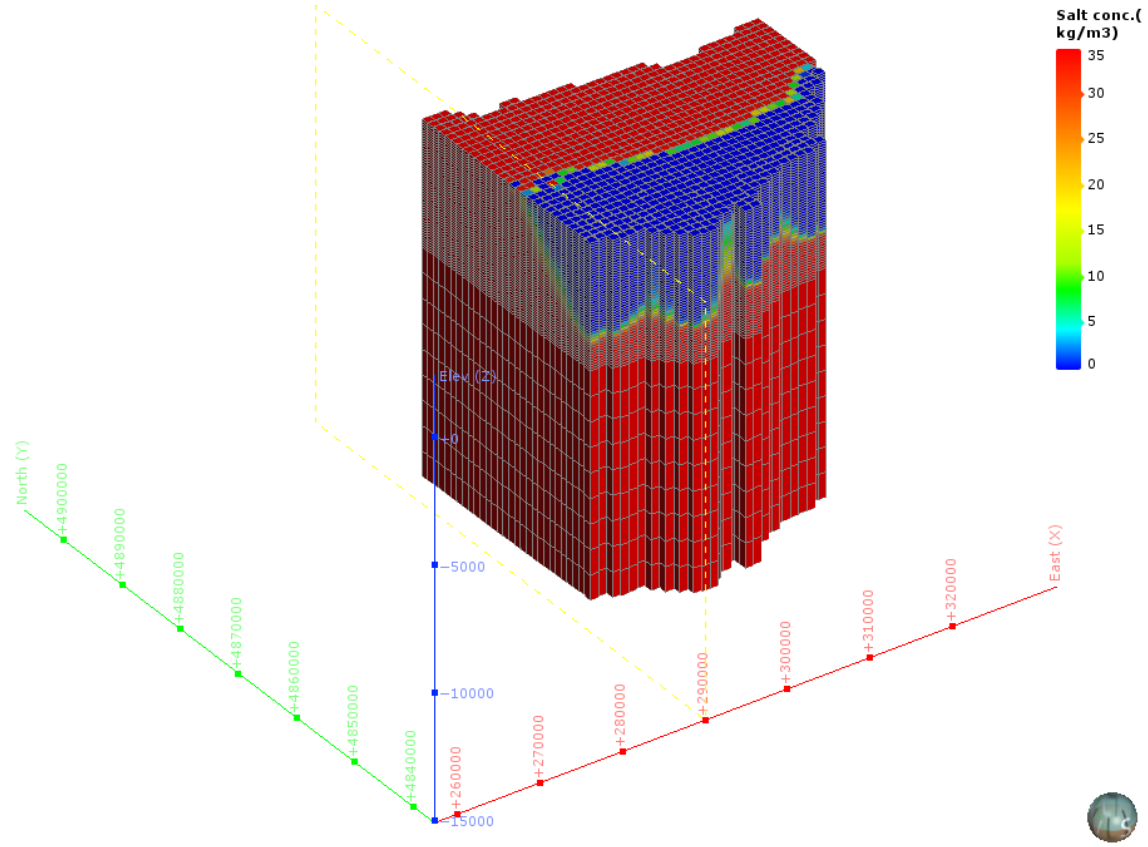


図 5-53　塩濃度三次元分布図（分割図）（H-7 : Bihoro and Shari plain）

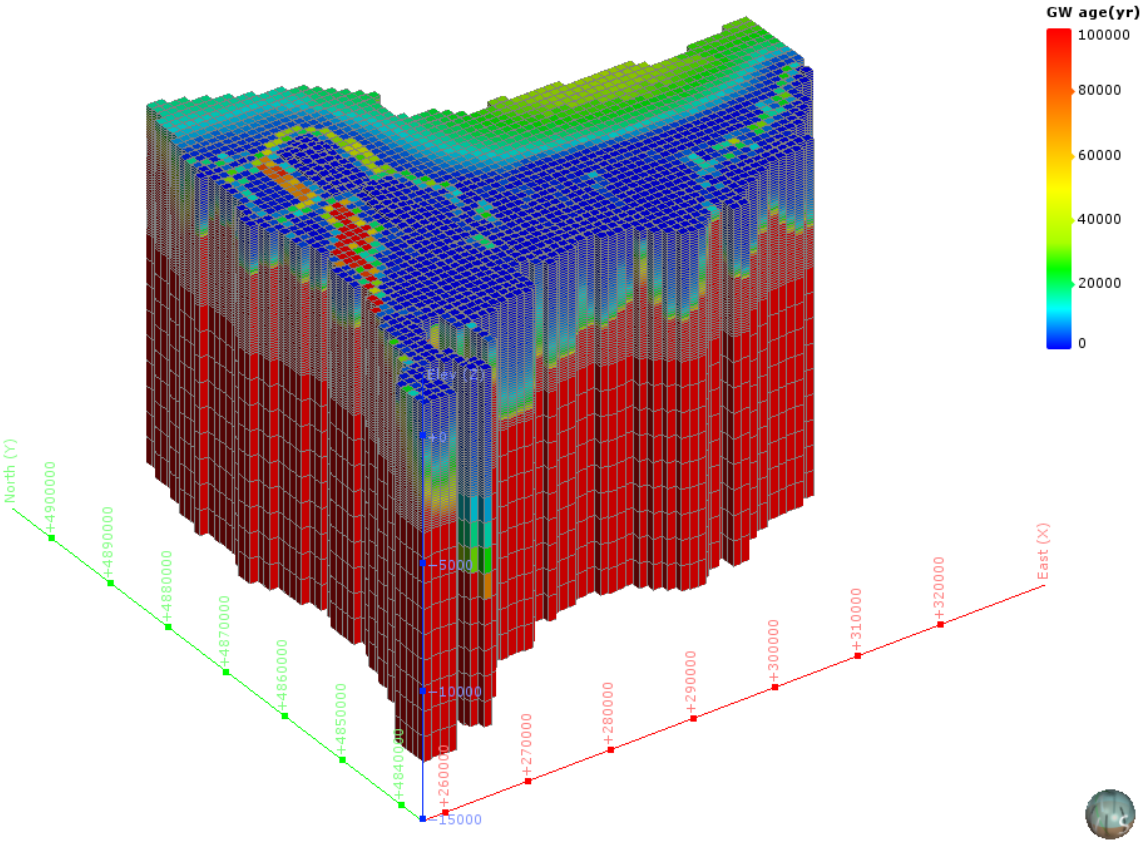


図 5-54　地下水年代三次元分布図（H-7 : Bihoro and Shari plain）

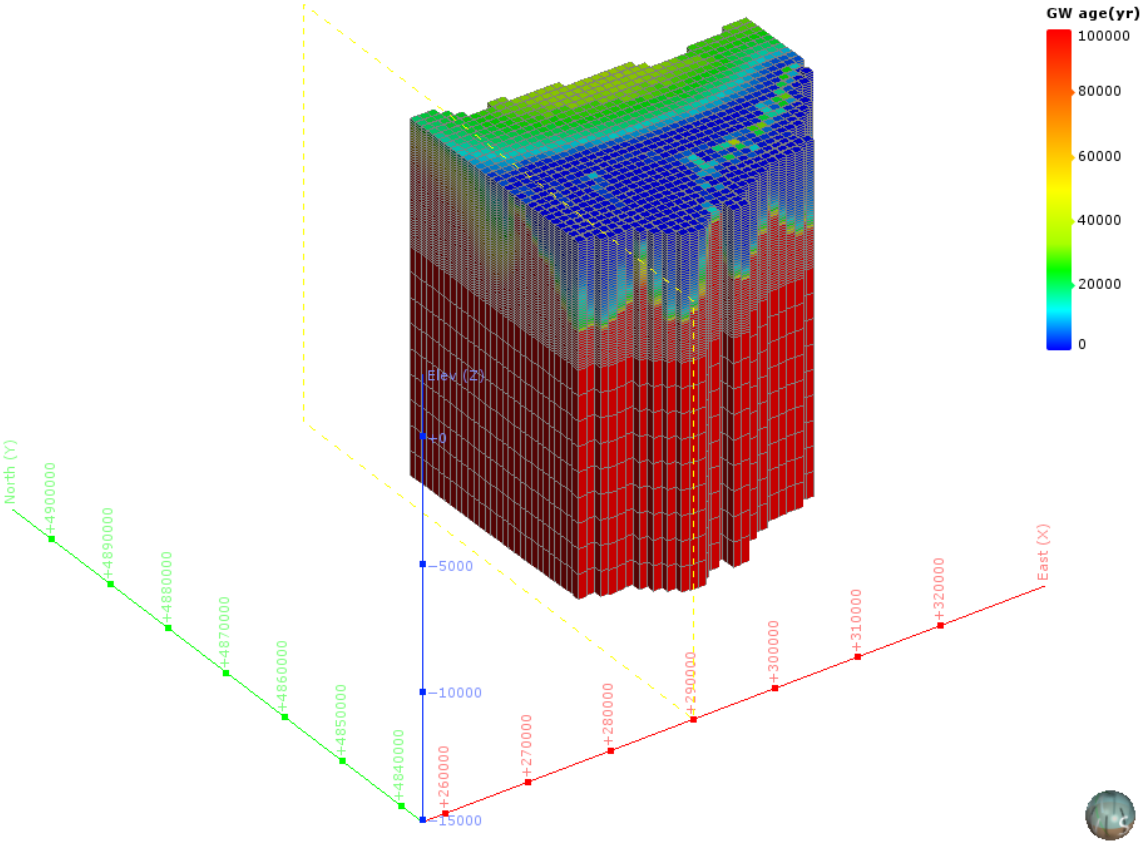


図 5-55　地下水年代三次元分布図（分割図）（H-7 : Bihoro and Shari plain）

（5）　H-8：Konsen plateau

1）　**解析領域**

H-8 : Konsen plateau 領域を包括し、海域約 50km を拡張して、解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、13,642km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、北海道釧路市・根室市である。

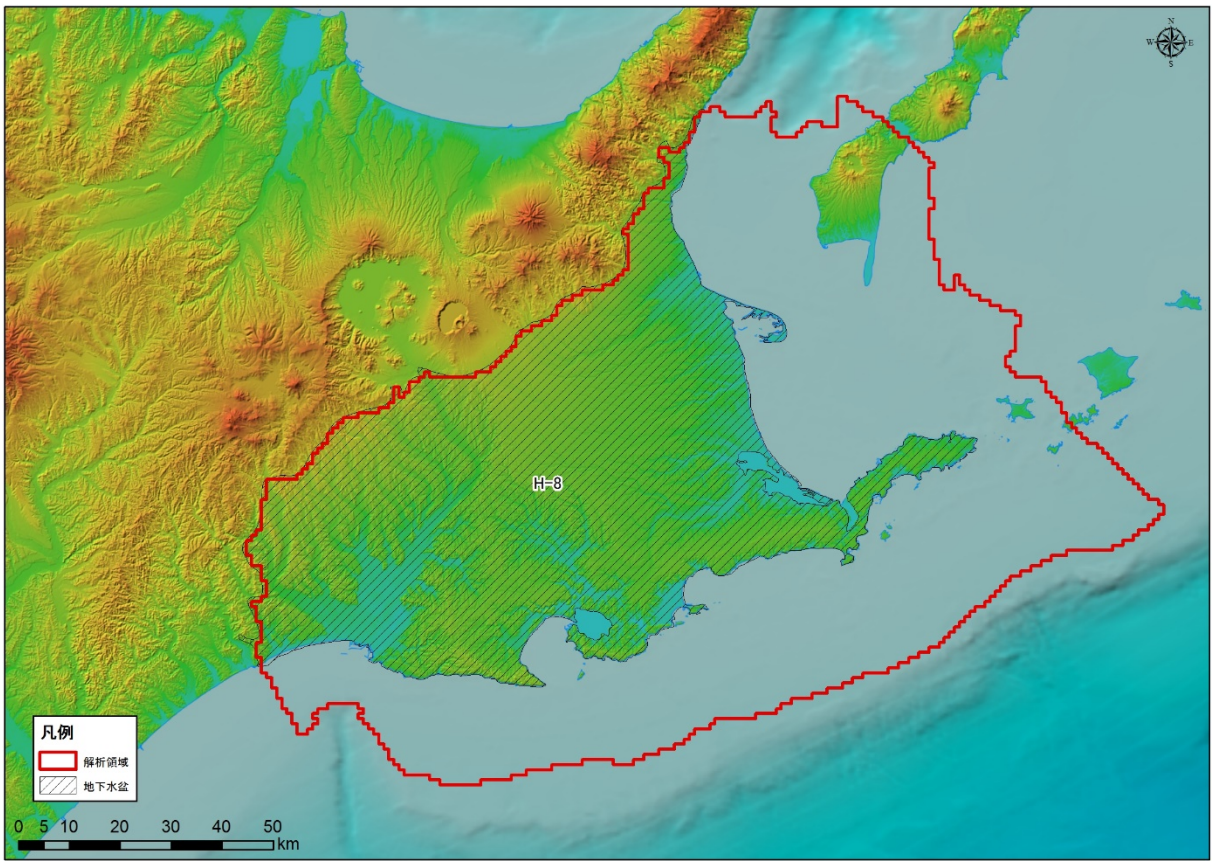


図 5-56　解析領域（H-8 : Konsen plateau）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 184、Y 方向に 137、Z 方向に 64 で分割され、Active Cell 数は、873,088 となった。本領域内は、H，Q3，Q2，Q1，N3，N2，N1，PreN1 で構成される。

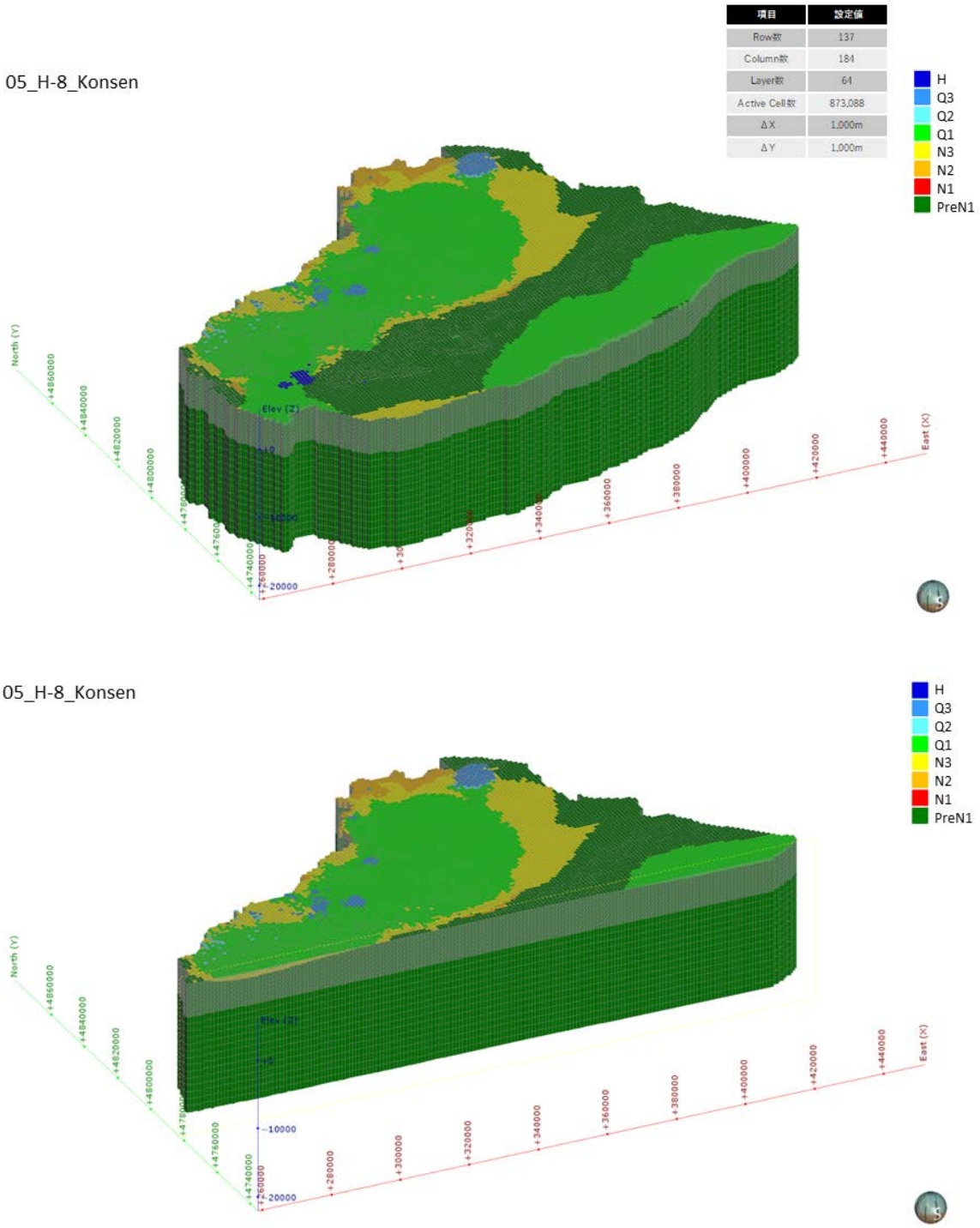


図 5-57　グリッド分割状況（H-8 : Konsen plateau）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=6,413）と海域セル（N=7,229）の設定位置図を図 5-62 に示す。

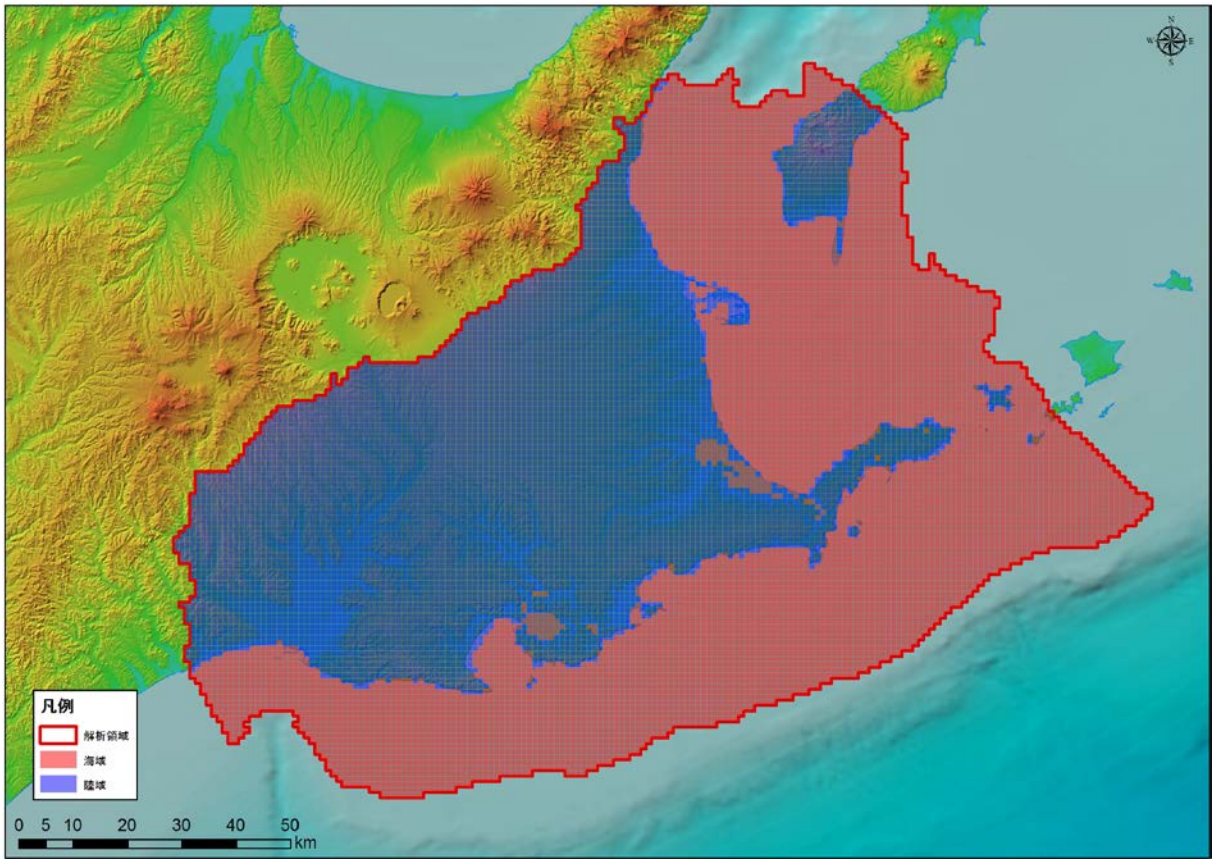


図 5-58　境界条件（H-8 : Konsen plateau）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×3.3 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 1.58 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 1.58 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-5　検討ケース（H-8 : Konsen plateau）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 3.3
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	9.65E+00
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	5.06E+00
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	1.12E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	2.71E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	1.83E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	1.41E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	8.85E-02
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	5.64E-02
モデル内の涵養量（mm/日）	0.48	6.05	0.05	1.58

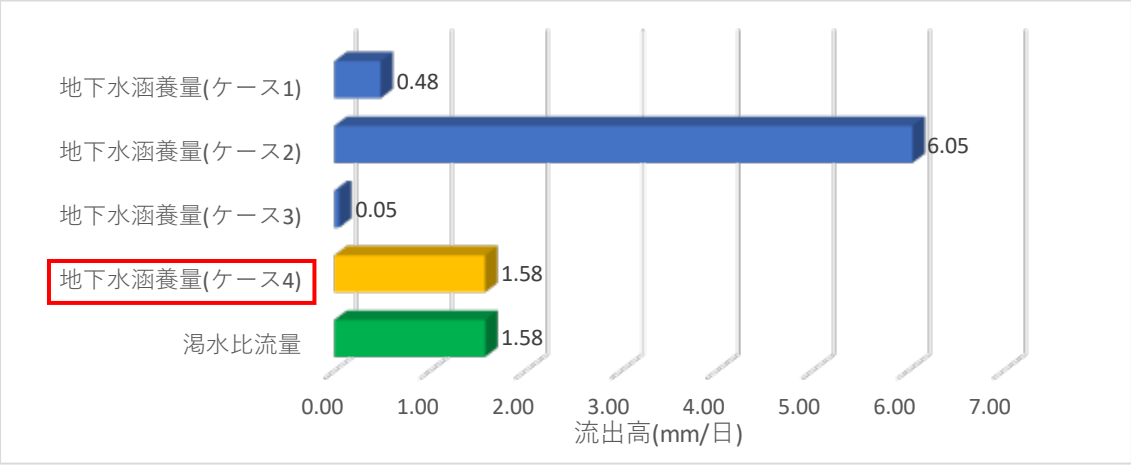


図 5-59　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（H-8 : Konsen plateau）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

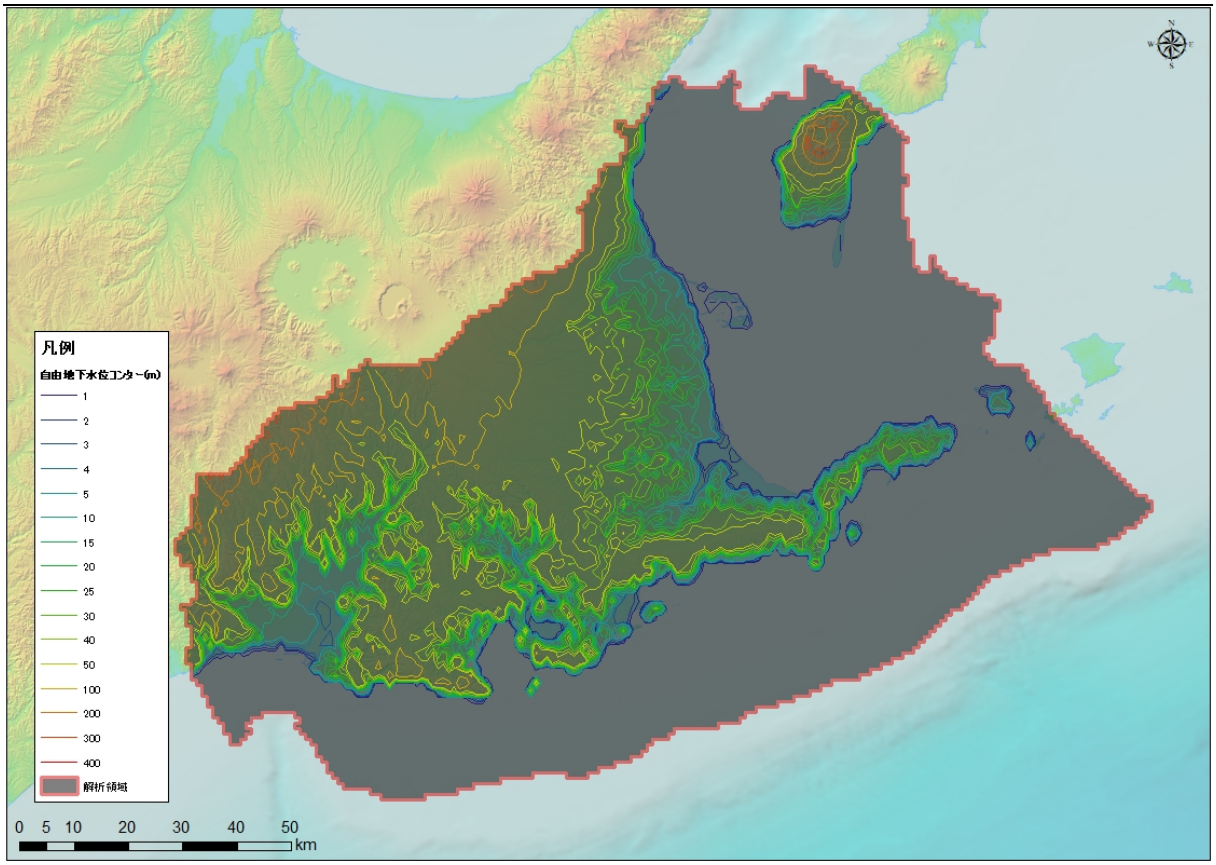


図 5-60　地下水位等高線図（H-8 : Konsen plateau）

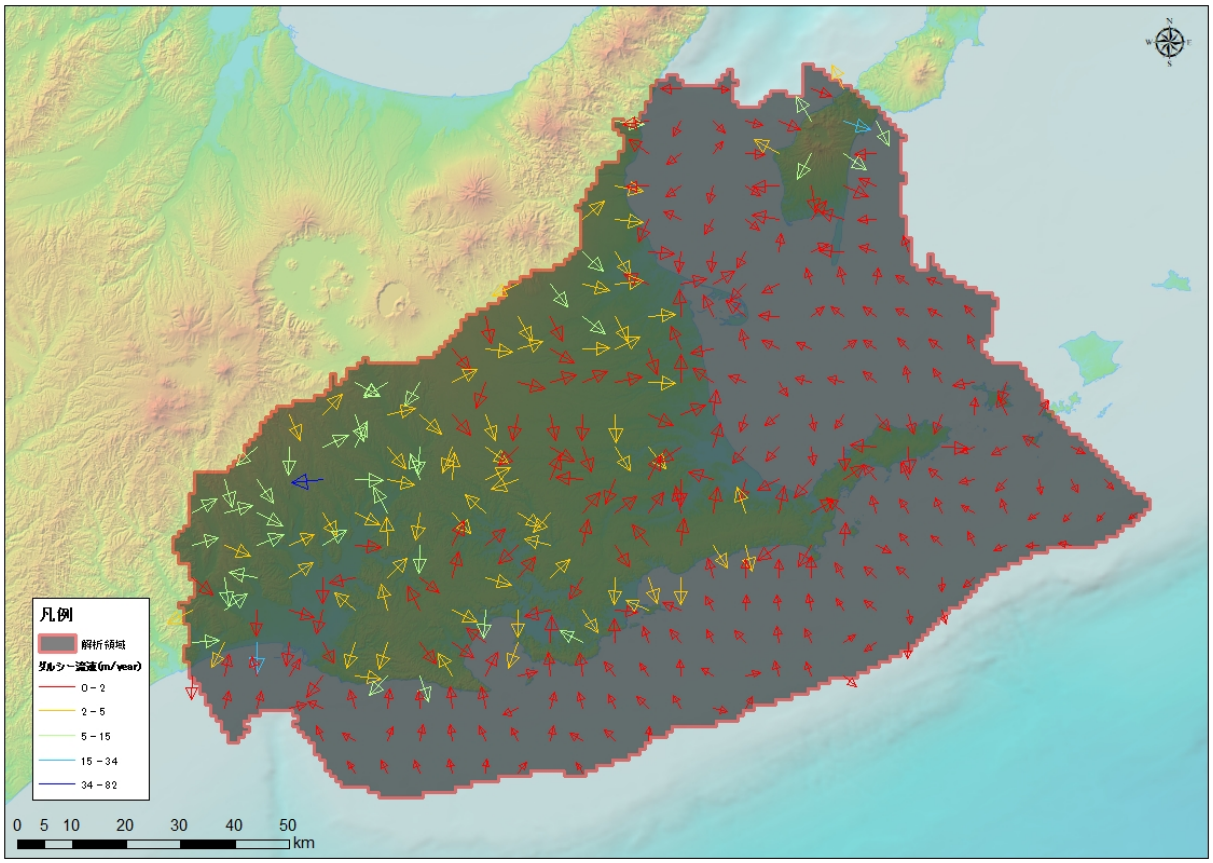


図 5-61　流速ベクトル図（H-8 : Konsen plateau）

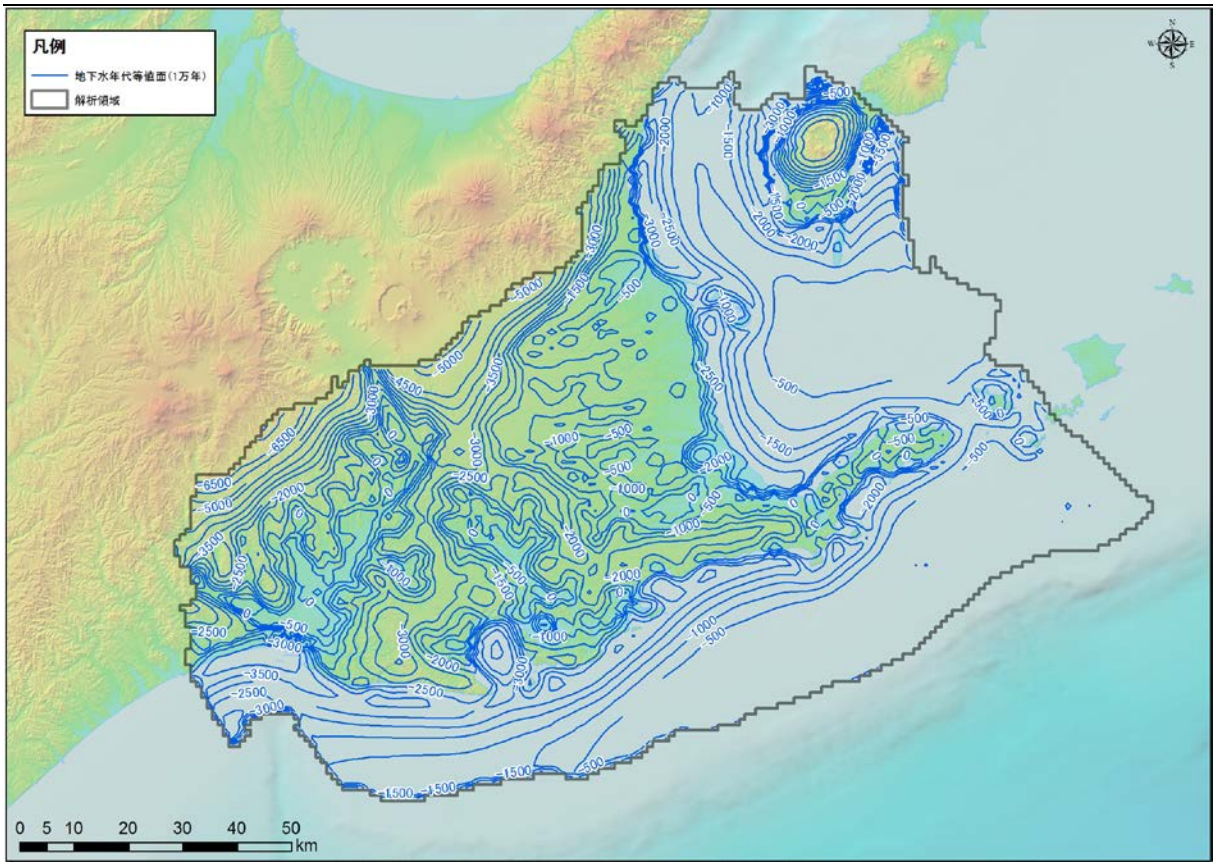


図 5-62　地下水年代（1 万年）等値面図（H-8 : Konsen plateau）

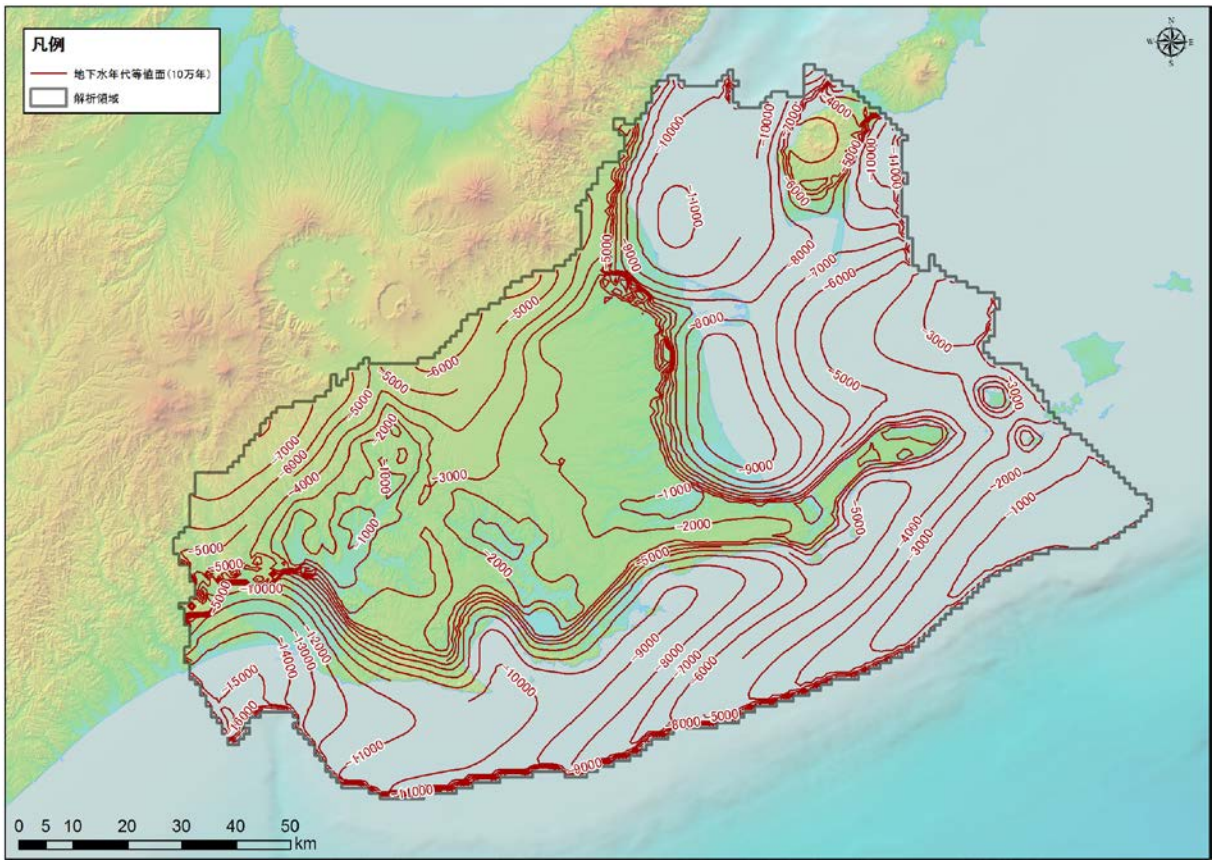


図 5-63　地下水年代（10 万年）等値面図（H-8 : Konsen plateau）

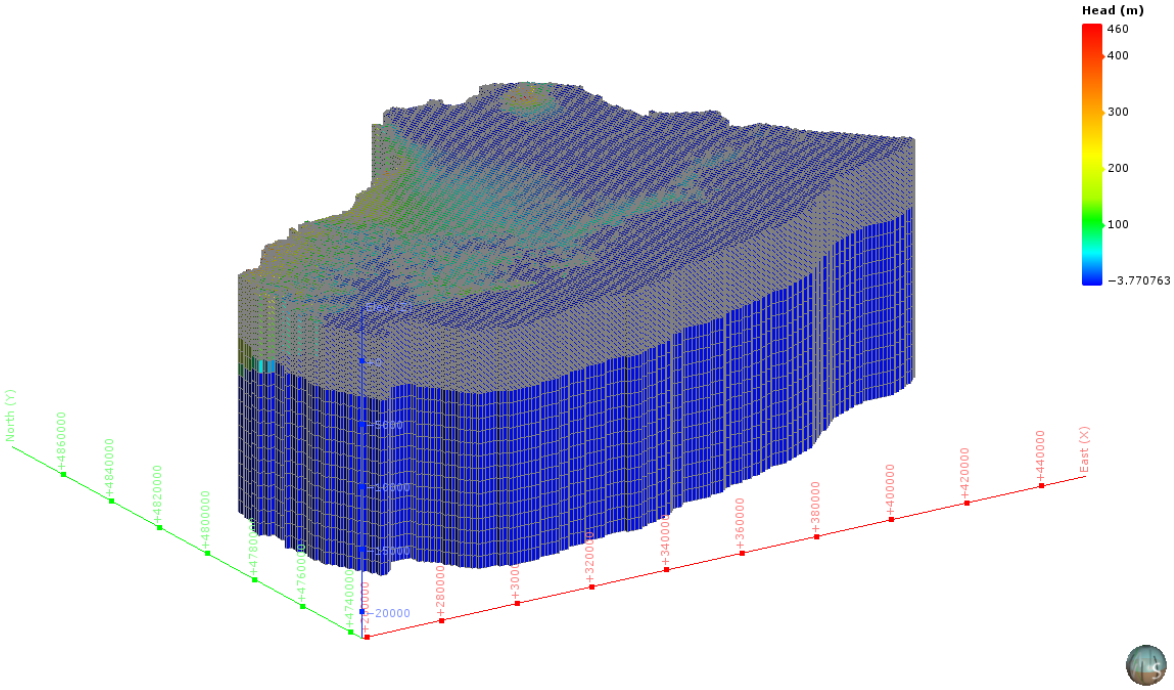


図 5-64　地下水ポテンシャル三次元分布図（H-8 : Konsen plateau）

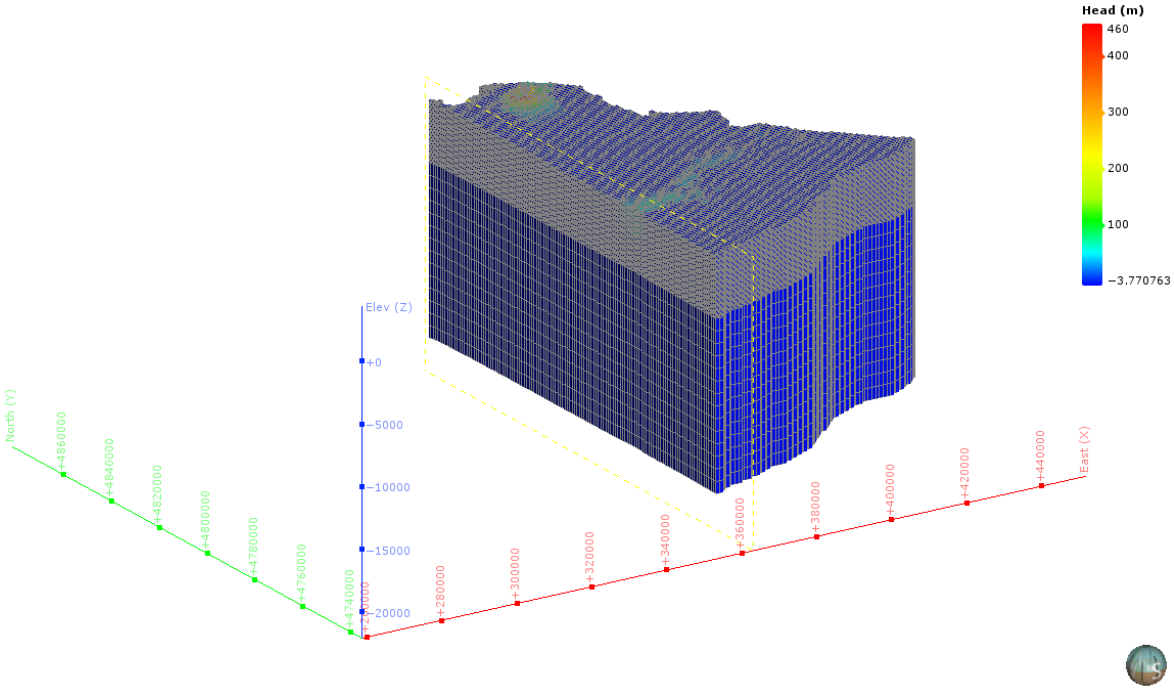


図 5-65　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（H-8 : Konsen plateau）

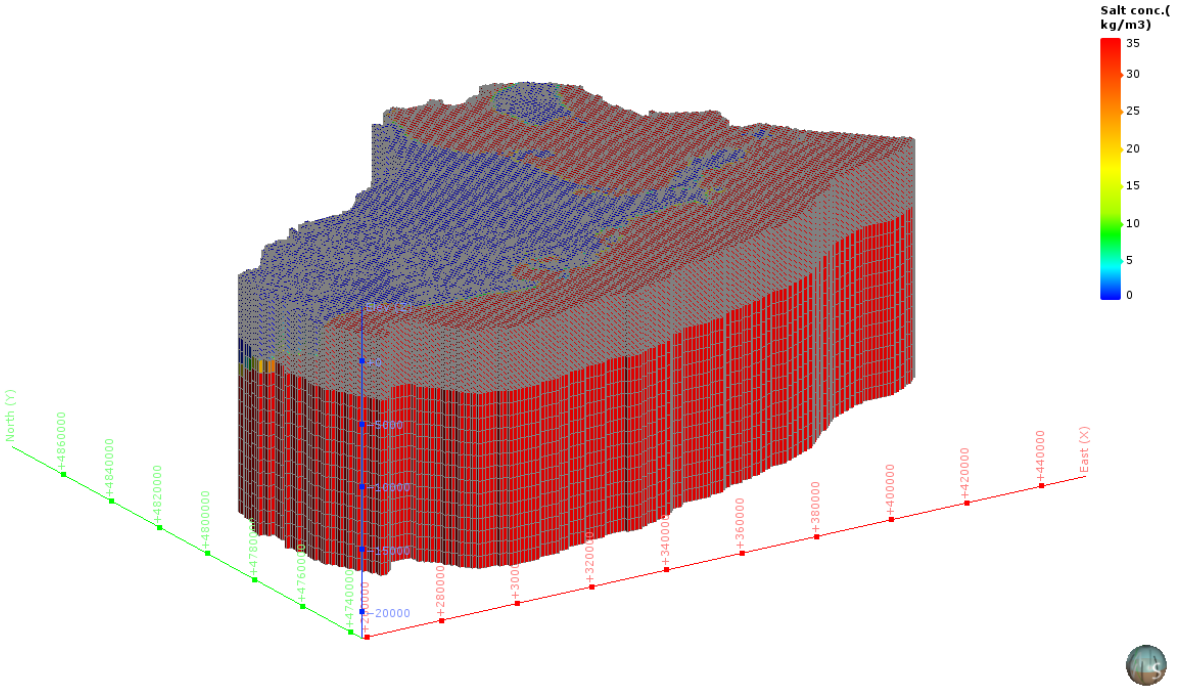


図 5-66　塩濃度三次元分布図（H-8 : Konsen plateau）

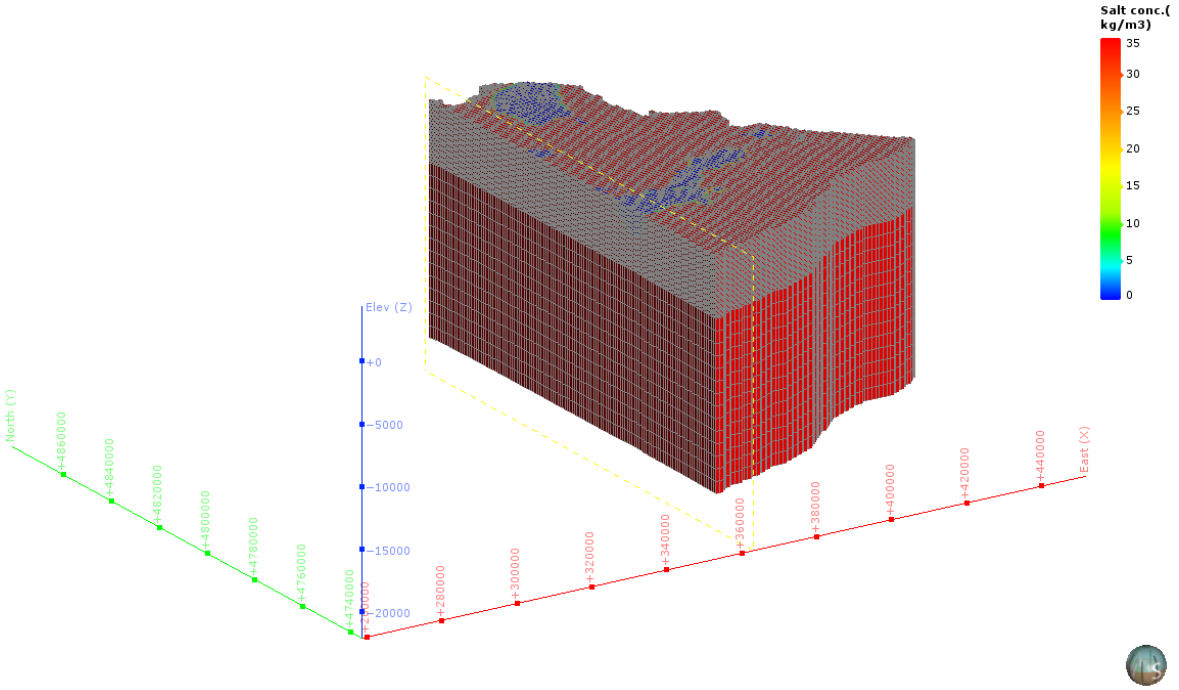


図 5-67　塩濃度三次元分布図（分割図）（H-8 : Konsen plateau）

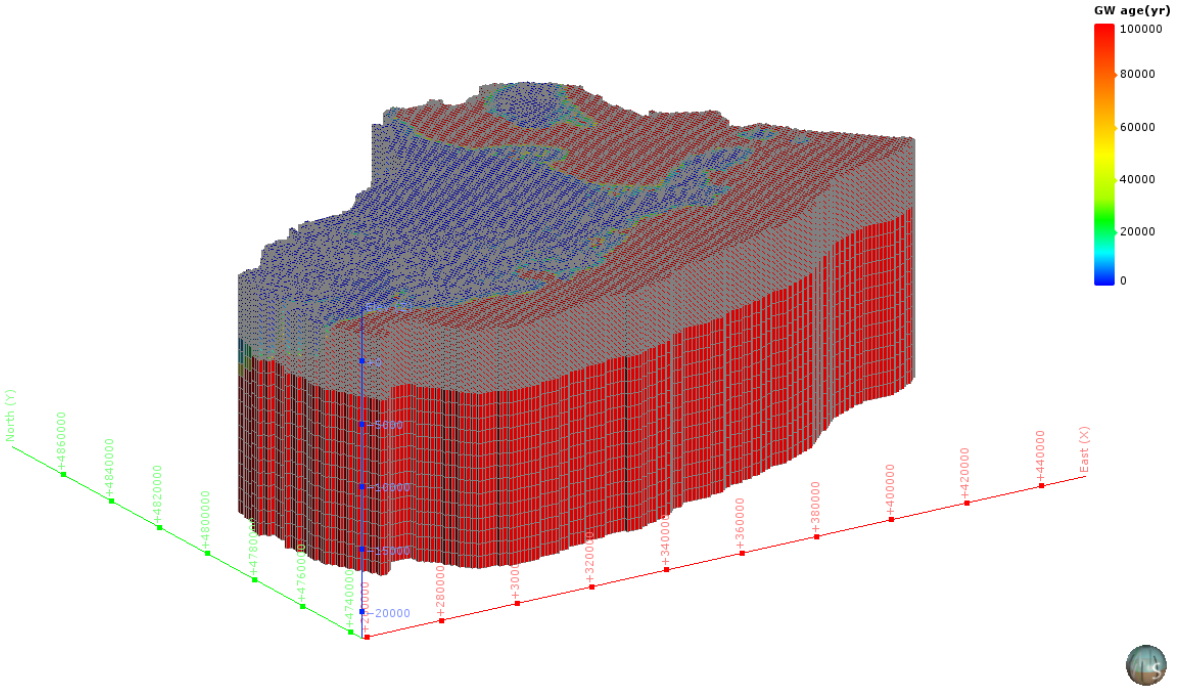


図 5-68　地下水年代三次元分布図（H-8 : Konsen plateau）

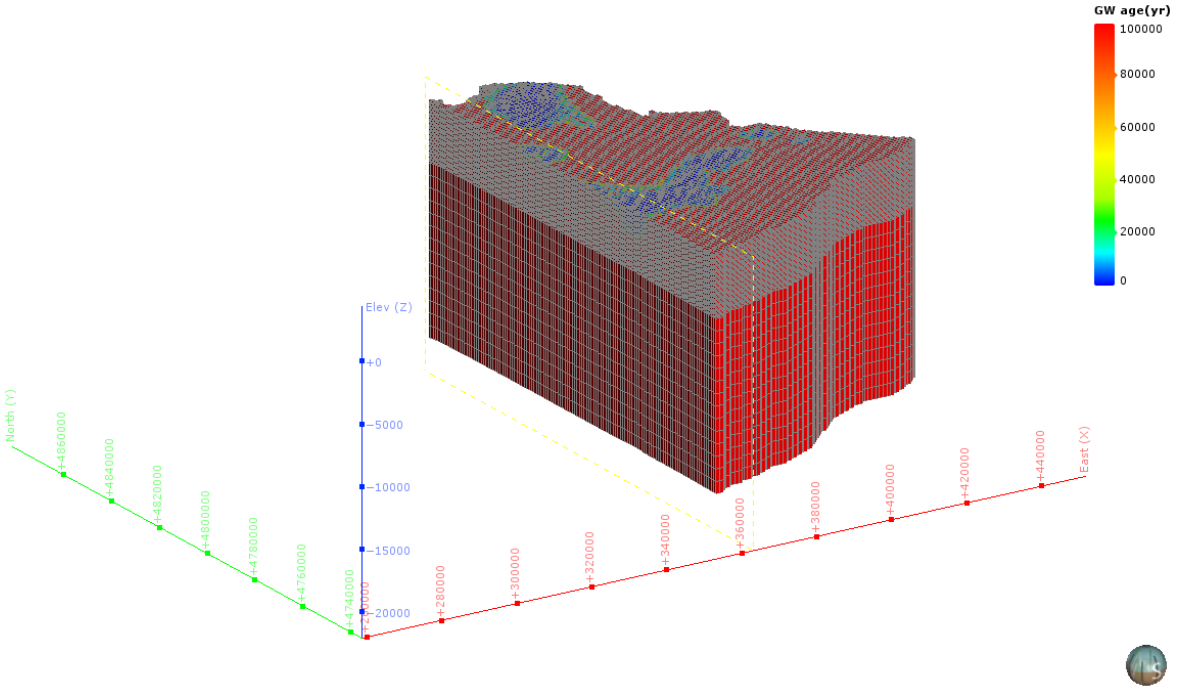


図 5-69　地下水年代三次元分布図（分割図）（H-8 : Konsen plateau）

（6）　H-9：Kamikawa basin

1）　**解析領域**

H-9 : Kamikawa basin 領域を包括する解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、392km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、北海道上川町である。

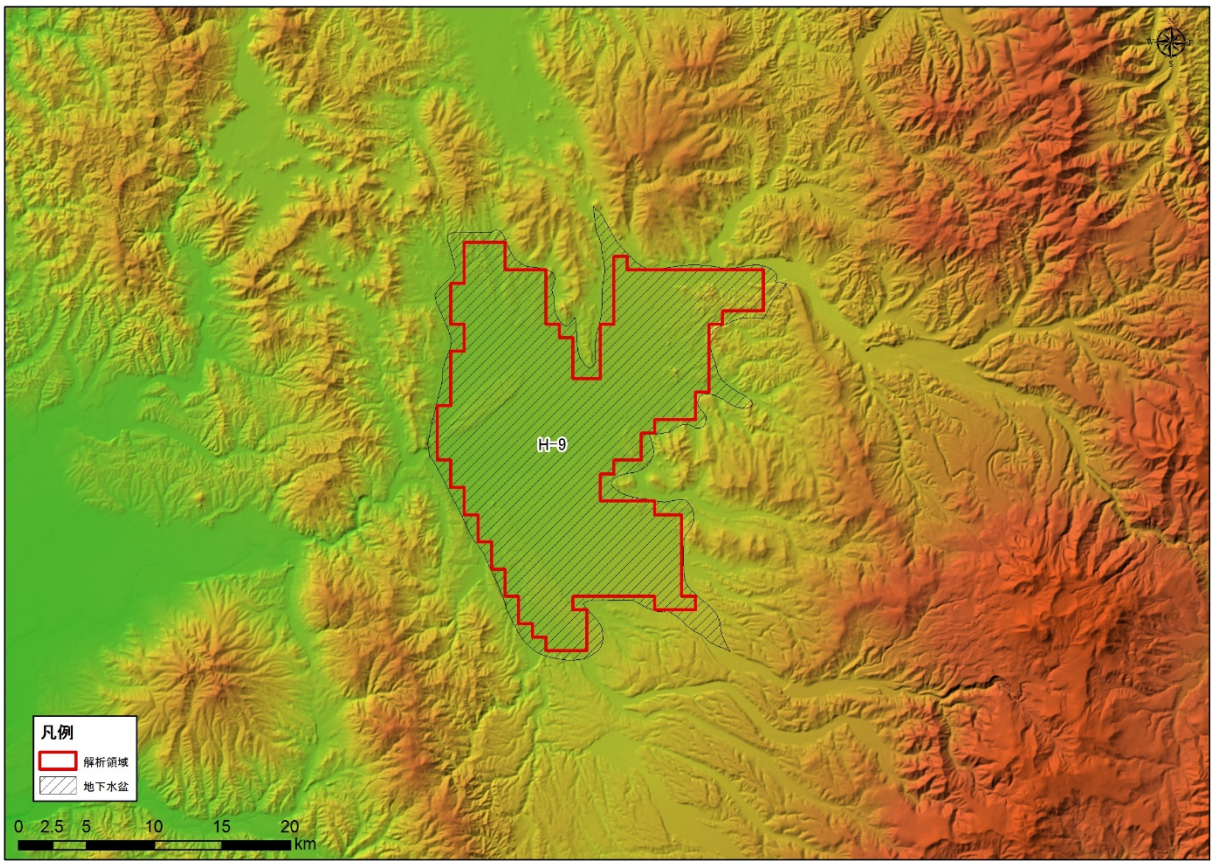


図 5-70　解析領域（H-9 : Kamikawa basin）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 27、Y 方向に 34、Z 方向に 54 で分割され、Active Cell 数は、21,168 となった。本領域内は、H，Q1，N3，PreN1 で構成される。

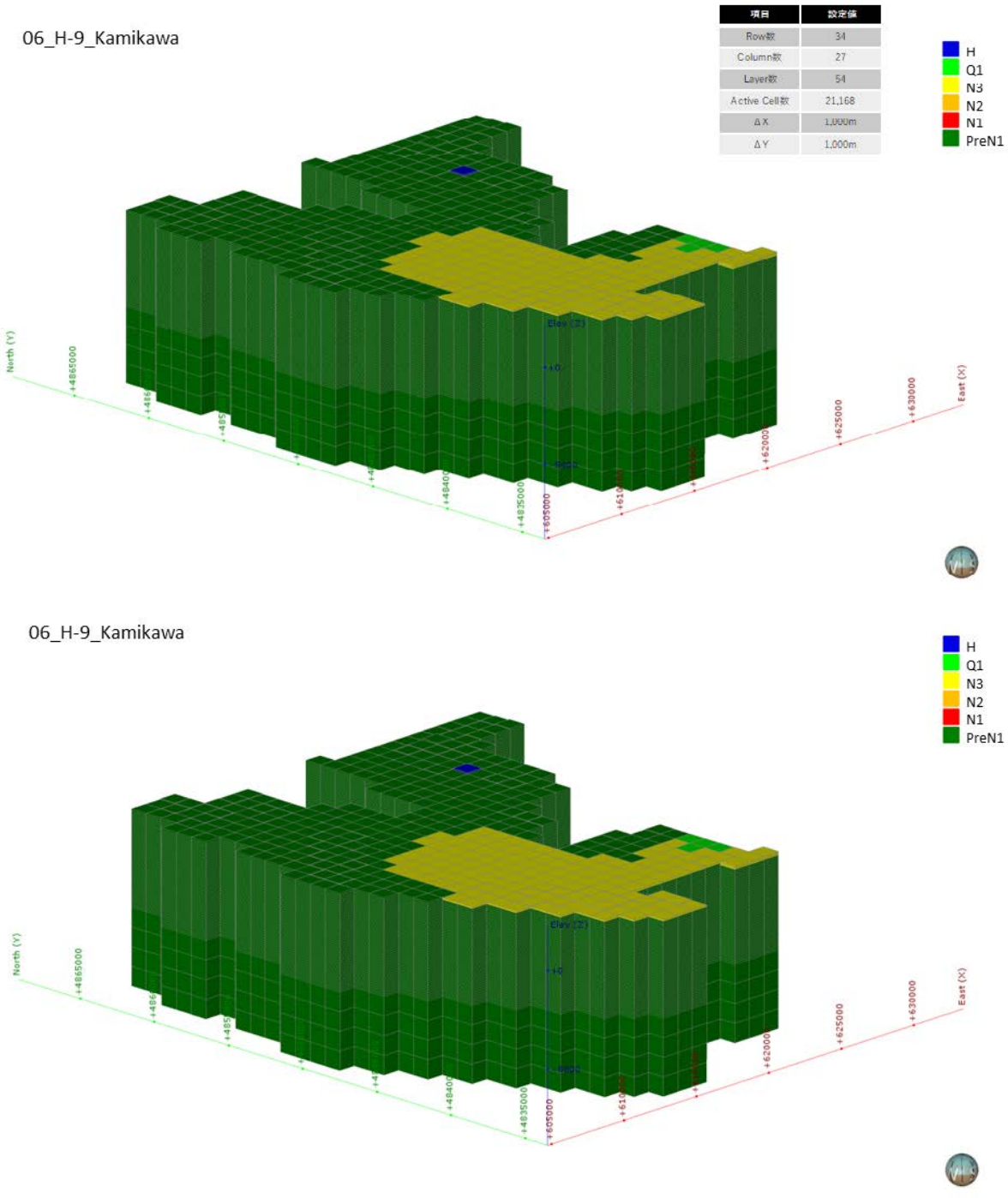


図 5-71　グリッド分割状況（H-9 : Kamikawa basin）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=392）の設定位置図を図 5-76 に示す。

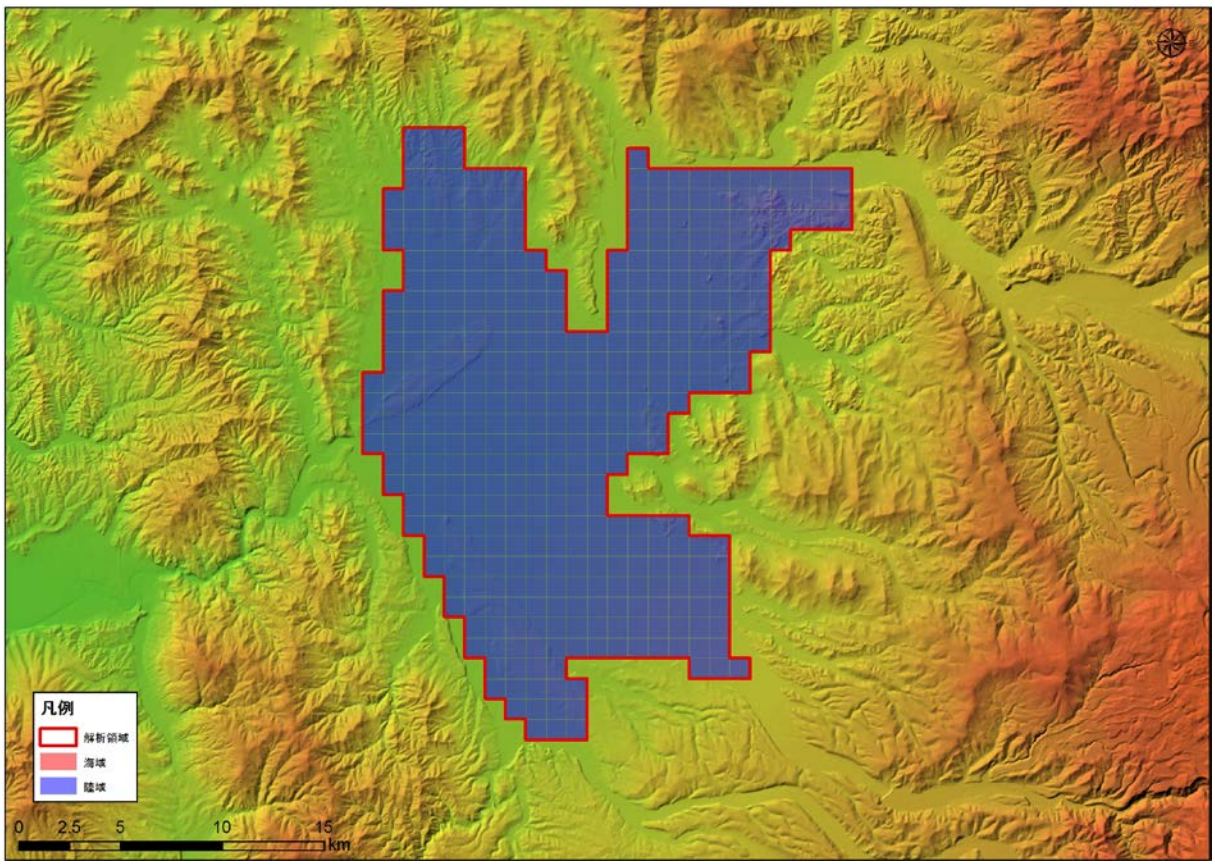


図 5-72　境界条件（H-9 : Kamikawa basin）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×11.1 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 1.06 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 1.03 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-6　検討ケース（H-9 : Kamikawa basin）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 11.1
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	3.28E+01
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	1.72E+01
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	3.80E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	9.23E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	6.24E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	4.80E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	3.01E-01
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	1.92E-01
モデル内の涵養量 (mm/日)	0.09	0.56	0.02	1.06

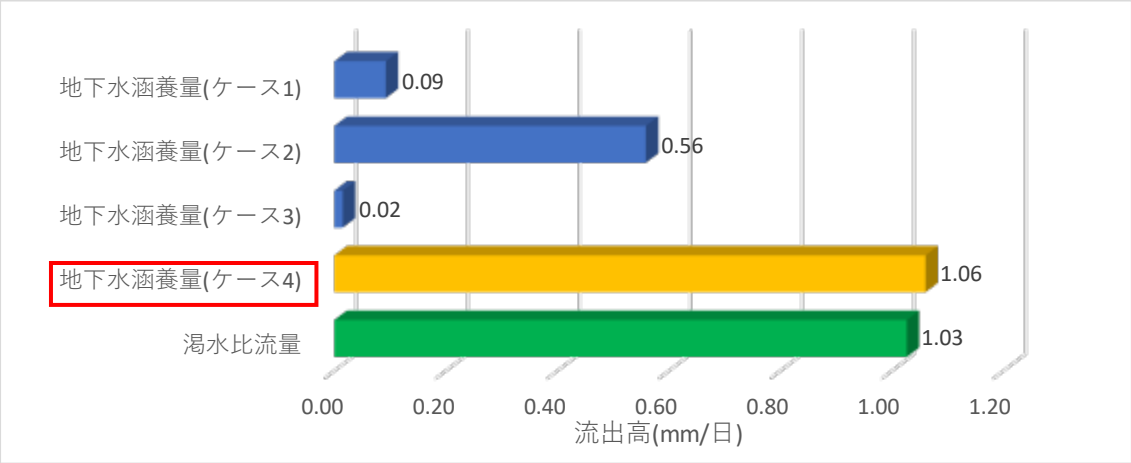


図 5-73　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（H-9 : Kamikawa basin）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

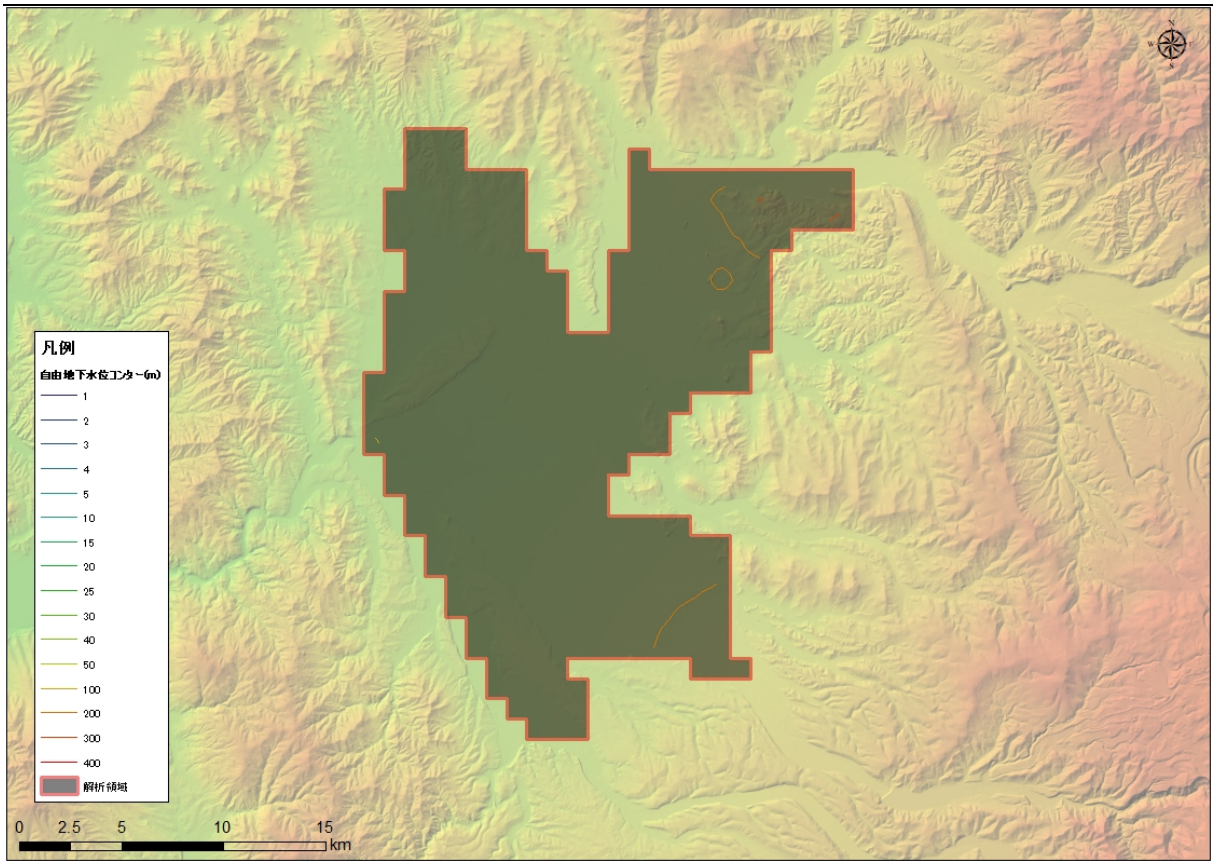


図 5-74　地下水位等高線図（H-9 : Kamikawa basin）

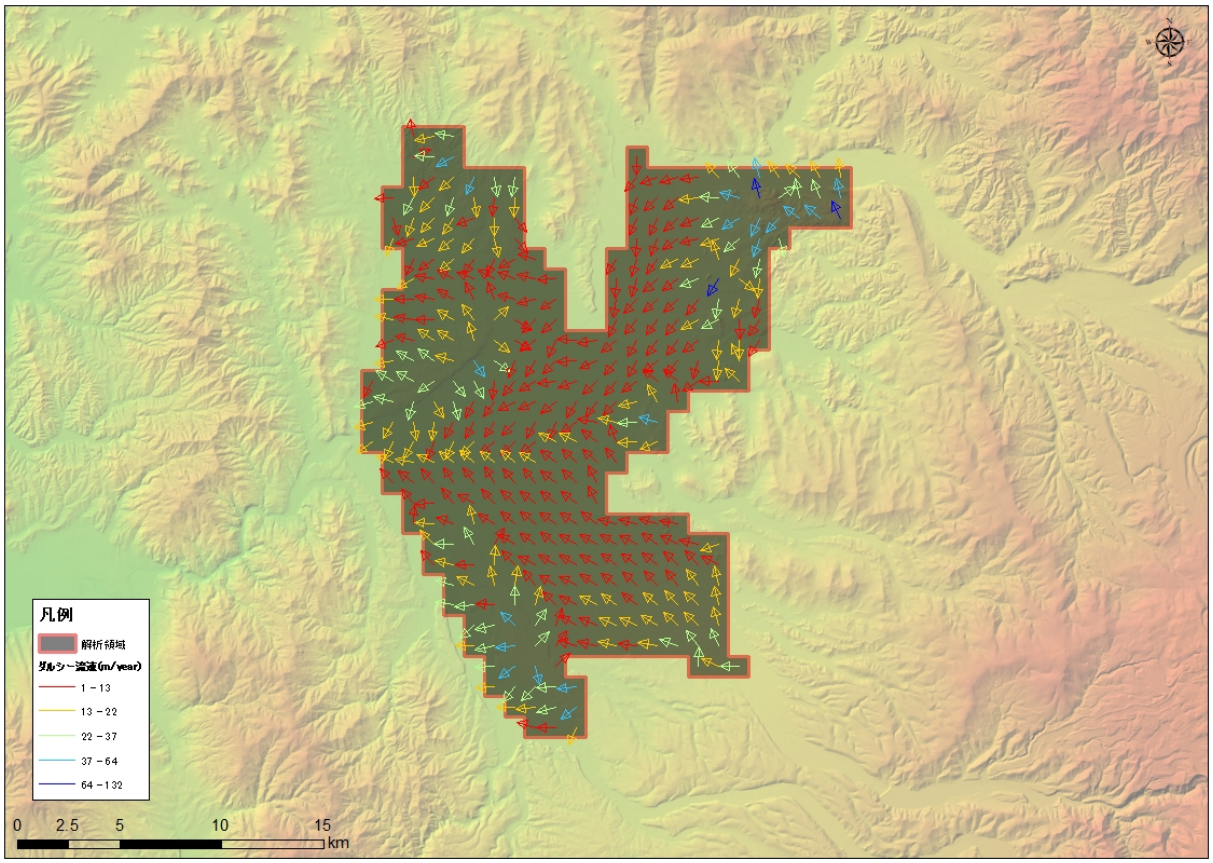


図 5-75　流速ベクトル図（H-9 : Kamikawa basin）

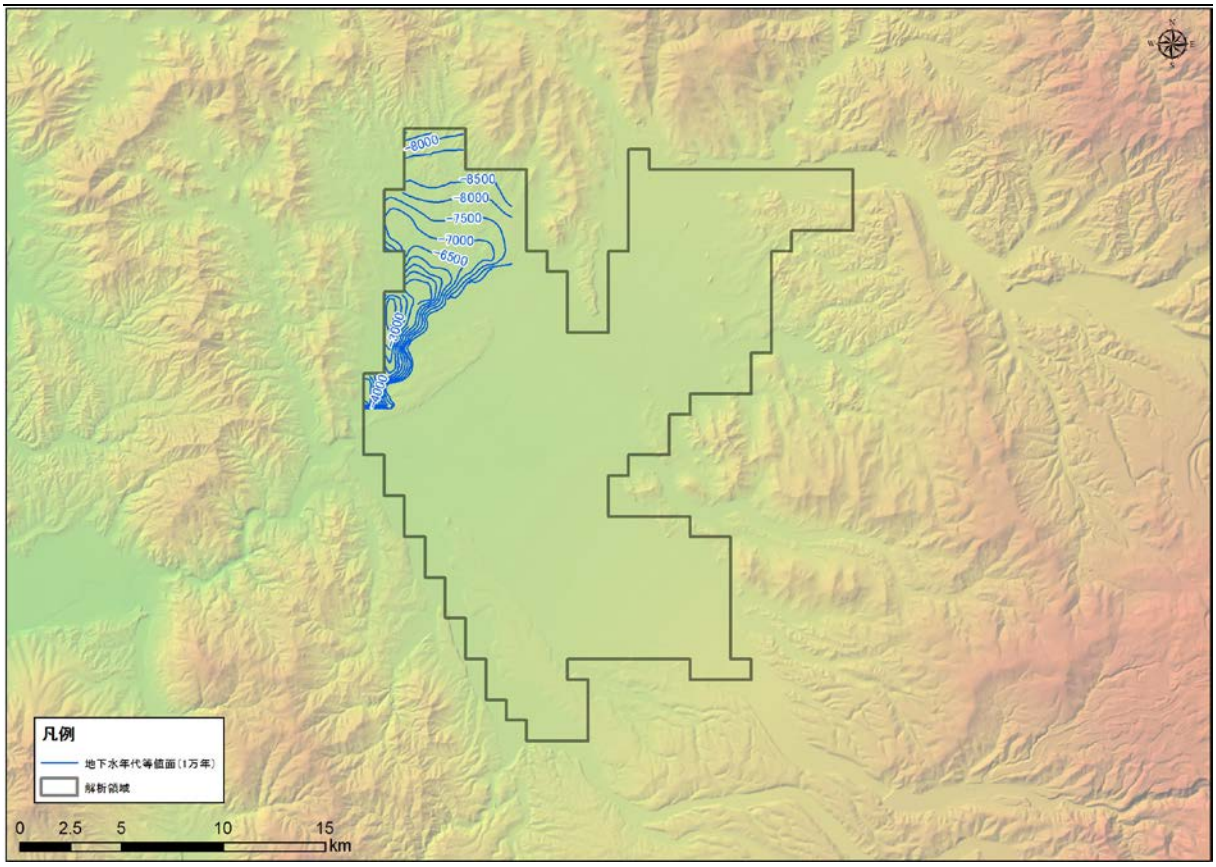


図 5-76　地下水年代（1 万年）等値面図（H-9 : Kamikawa basin）

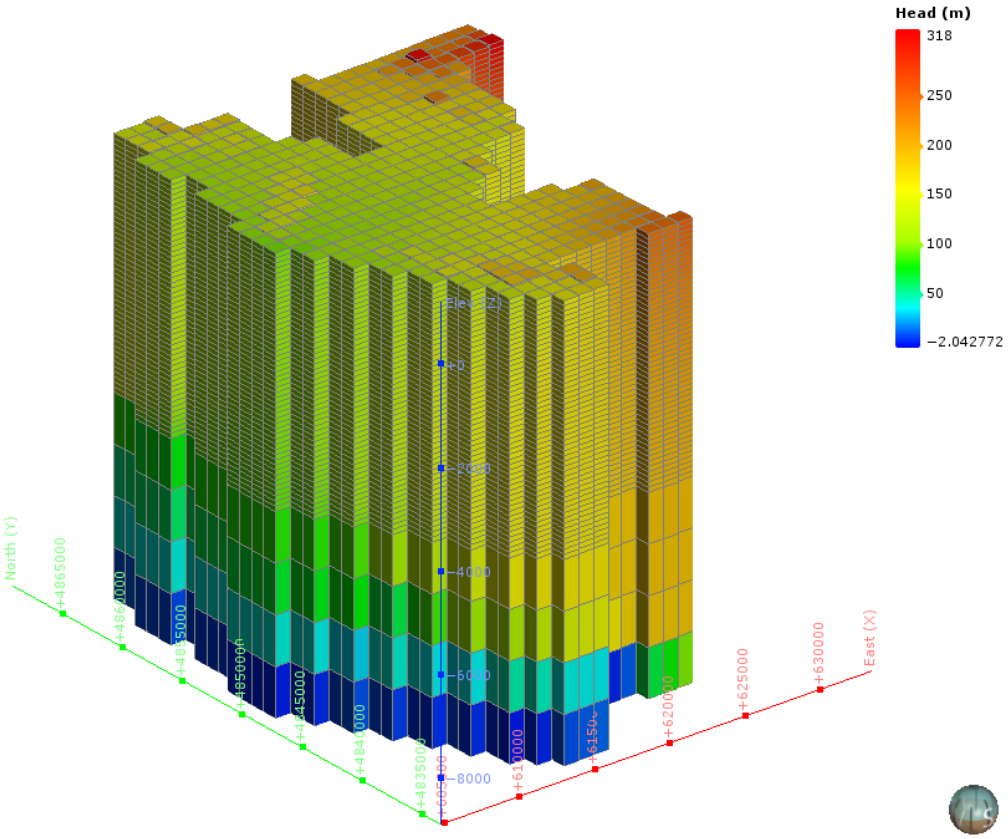


図 5-77　地下水ポテンシャル三次元分布図（H-9 : Kamikawa basin）

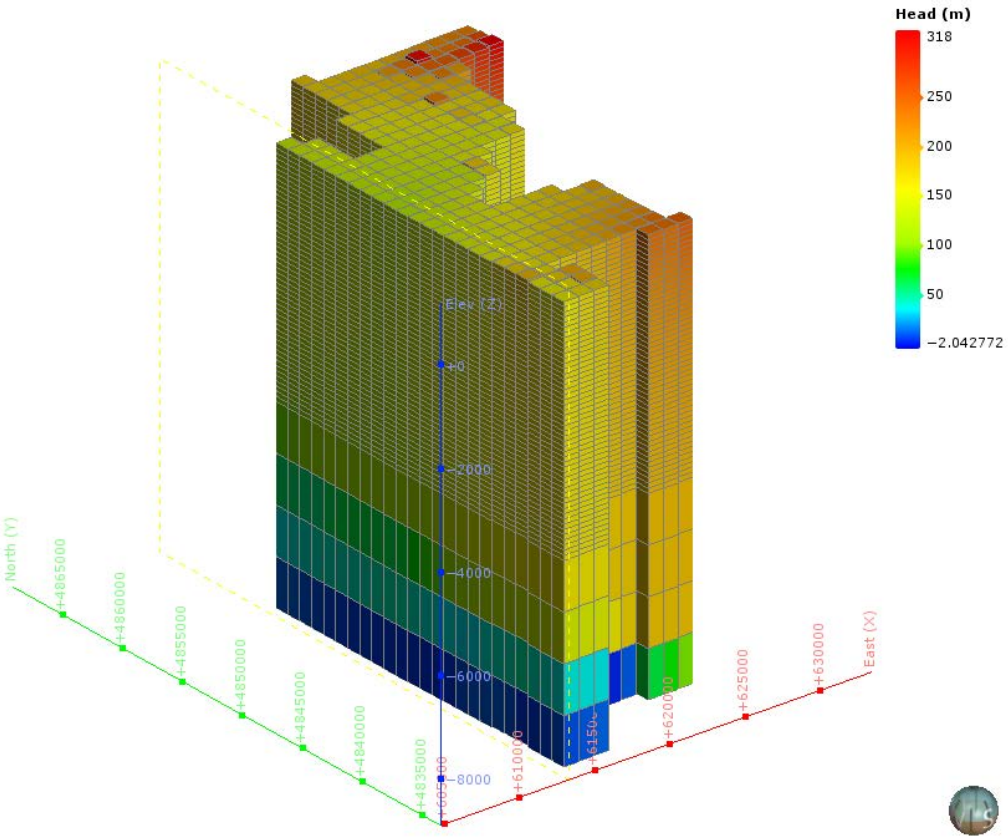


図 5-78　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（H-9 : Kamikawa basin）

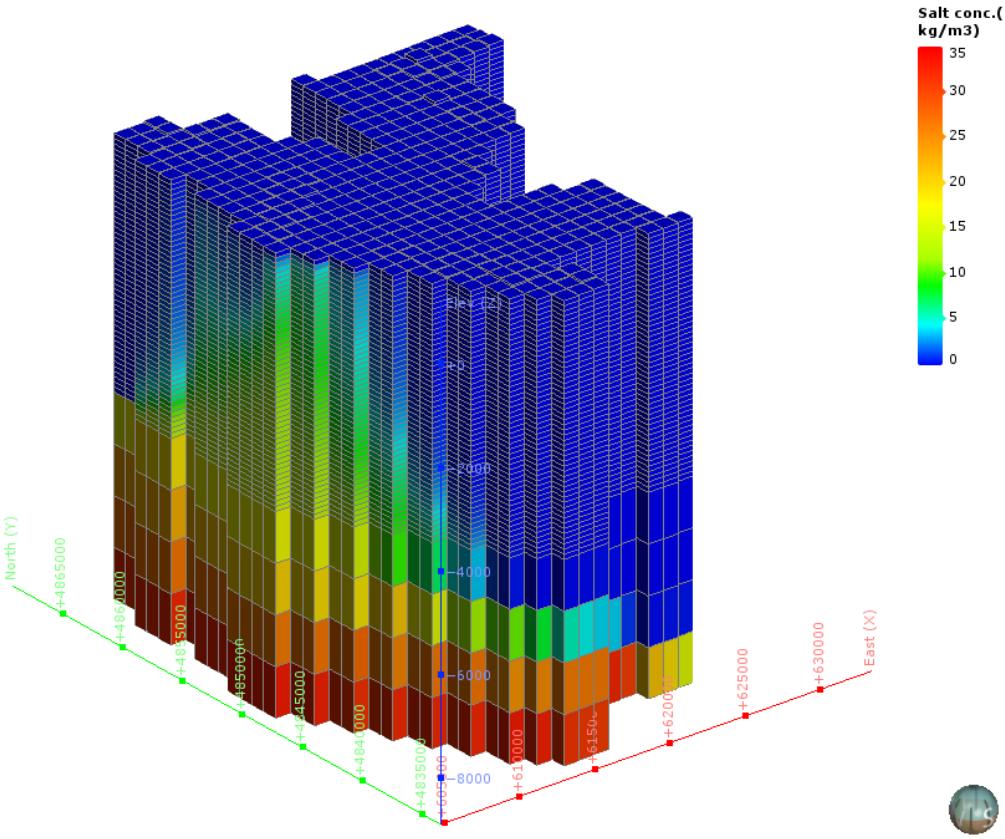


図 5-79　塩濃度三次元分布図（H-9 : Kamikawa basin）

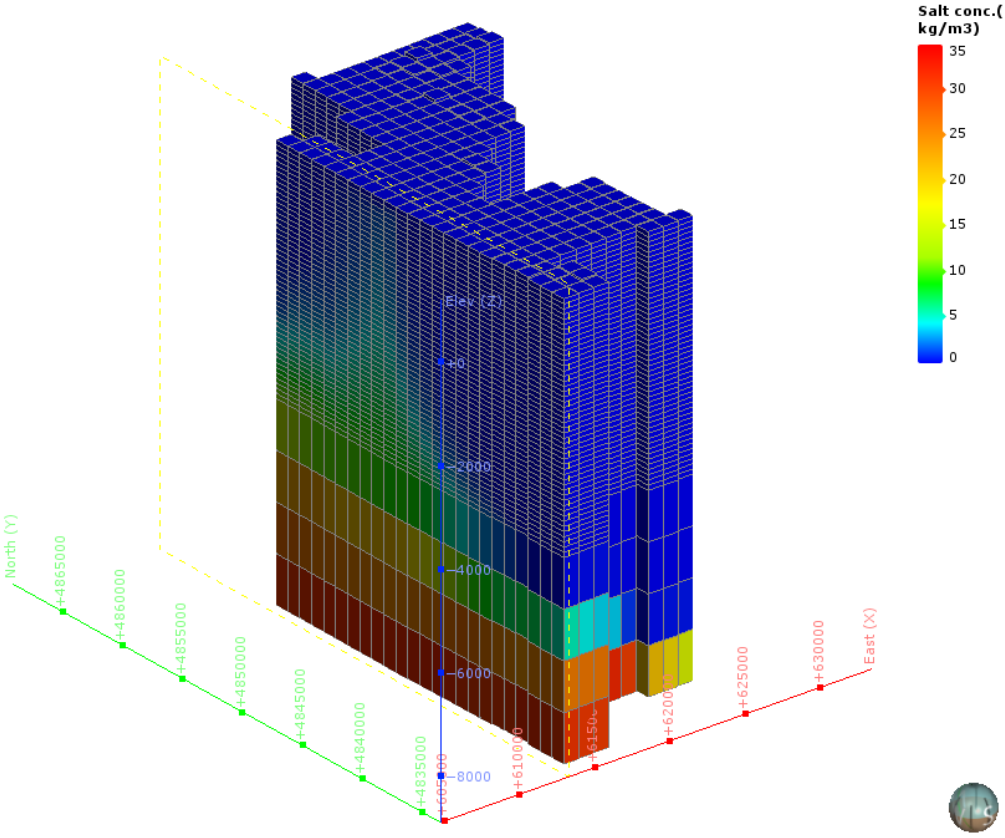


図 5-80　塩濃度三次元分布図（分割図）（H-9 : Kamikawa basin）

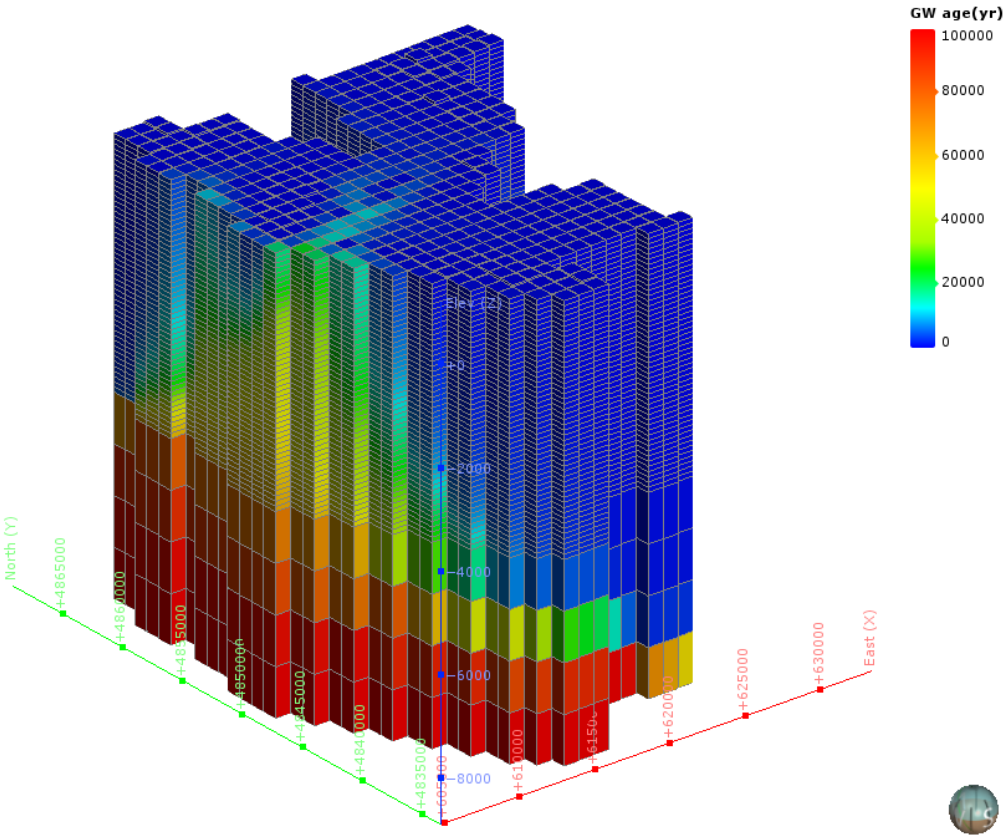


図 5-81　地下水年代三次元分布図（H-9 : Kamikawa basin）

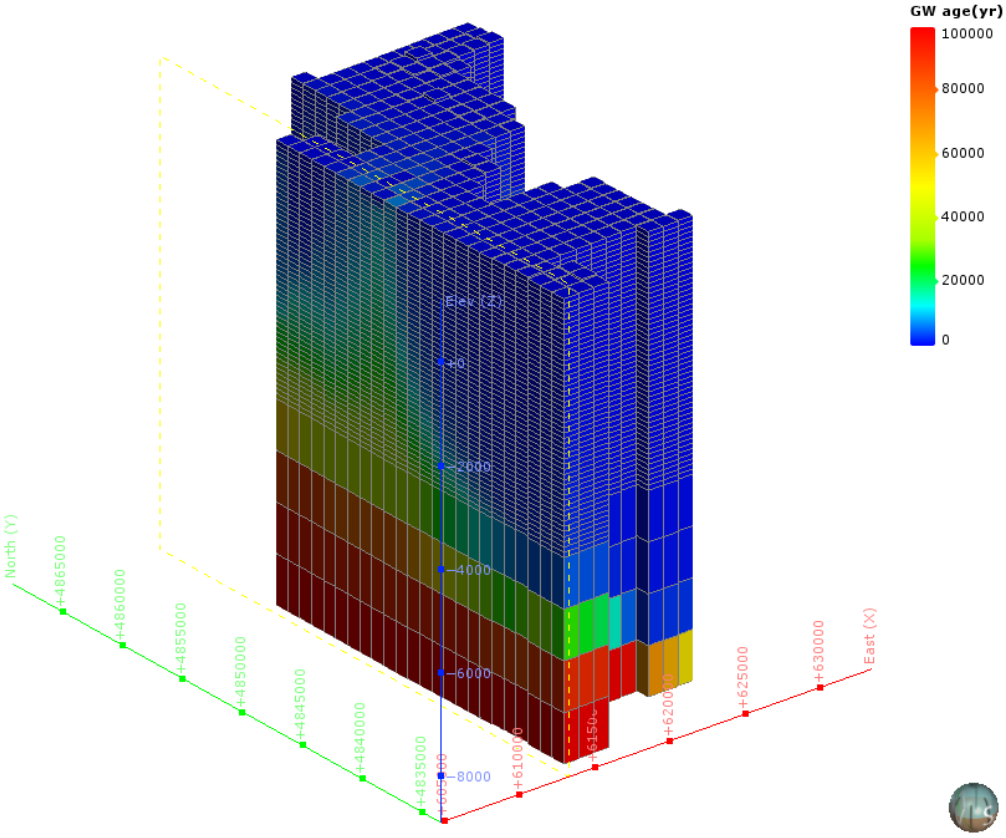


図 5-82　地下水年代三次元分布図（分割図）（H-9 : Kamikawa basin）

（7）　H-11：Tokachi plain

1）　**解析領域**

H-11：Tokachi plain 領域を包括し、海域約 25km を拡張して、解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、6,052km^2 となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、北海道帯広市である。

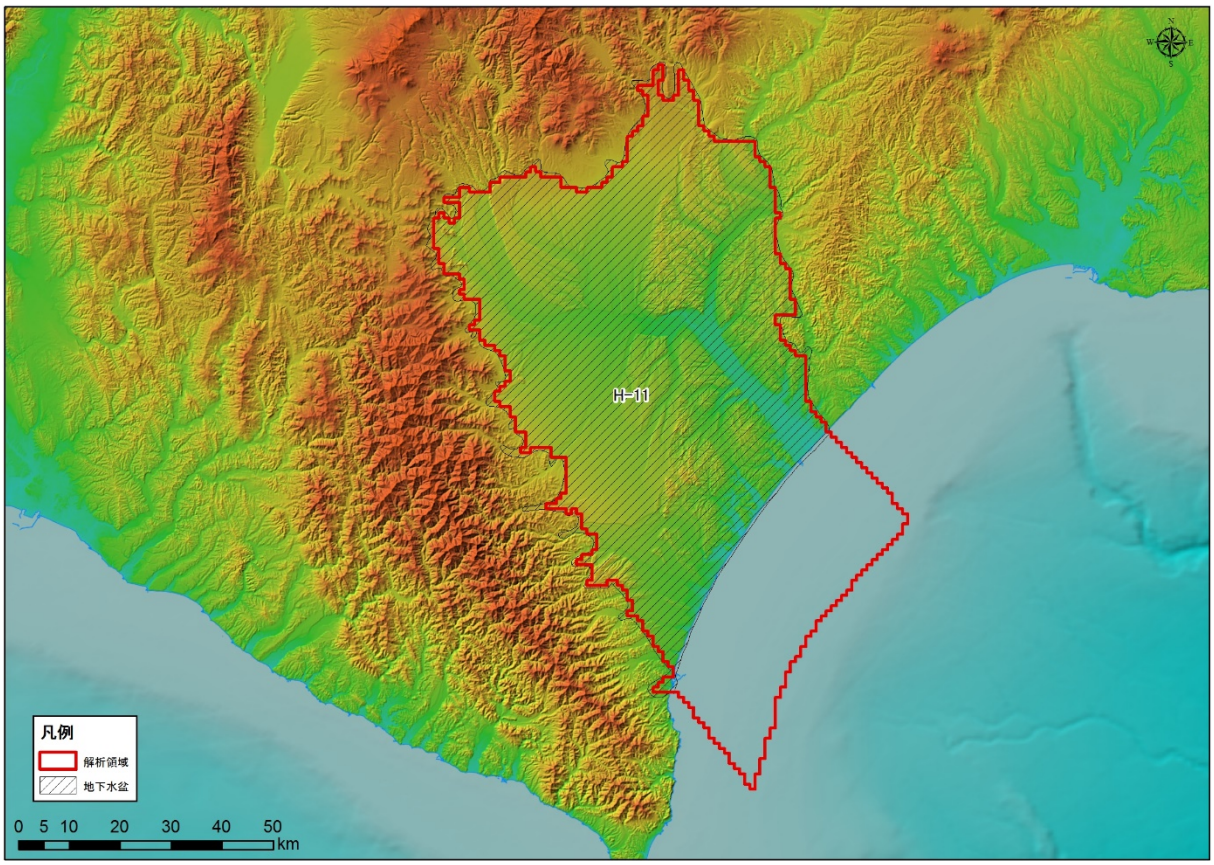


図 5-83　解析領域（H-11 : Tokachi plain）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 97、Y 方向に 145、Z 方向に 71 で分割され、Active Cell 数は、429,692 となった。本領域内は、H，Q3，Q2，Q1，N3，N2，N1，PreN1 で構成される。

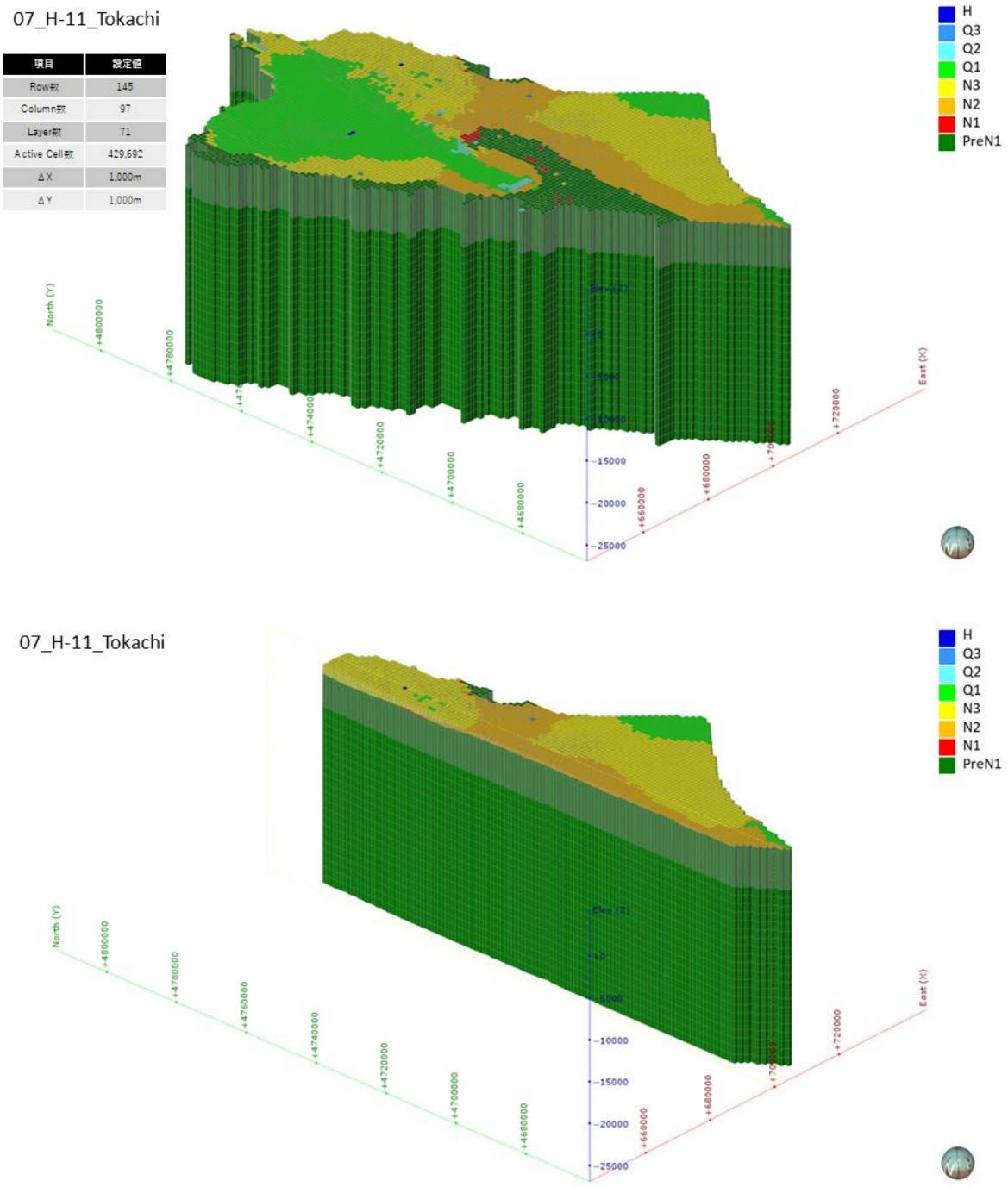


図 5-84　グリッド分割状況（H-11 : Tokachi plain）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=4,691）と海域セル（N=6,052）の設定位置図を図 5-89 に示す。

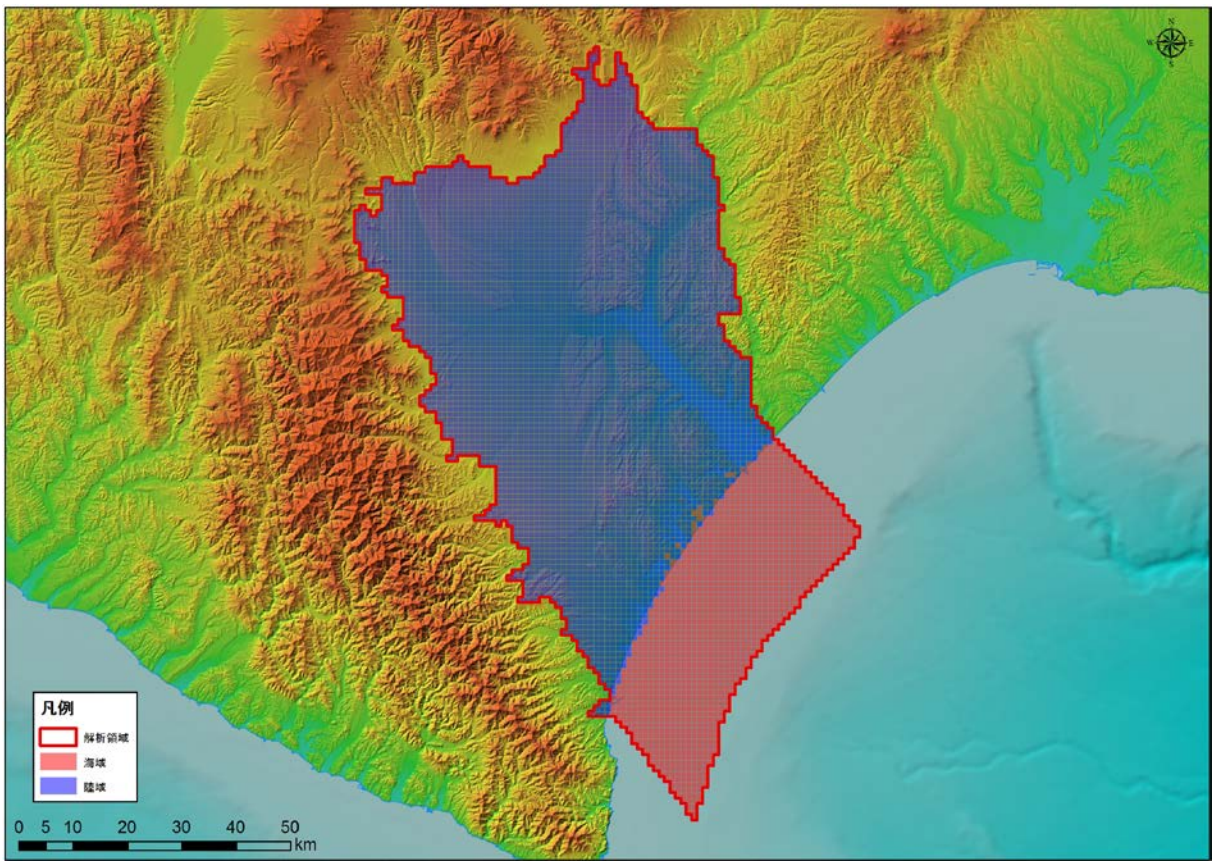


図 5-85　境界条件（H-11 : Tokachi plain）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×1.3 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 0.72 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 0.72 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-7　検討ケース（H-11 : Tokachi plain）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 1.3
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	3.97E+00
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	2.08E+00
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	4.59E-01
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	1.12E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	7.54E-02
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	5.80E-02
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	3.64E-02
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	2.32E-02
モデル内の涵養量 (mm/日)	0.54	6.38	0.05	0.72

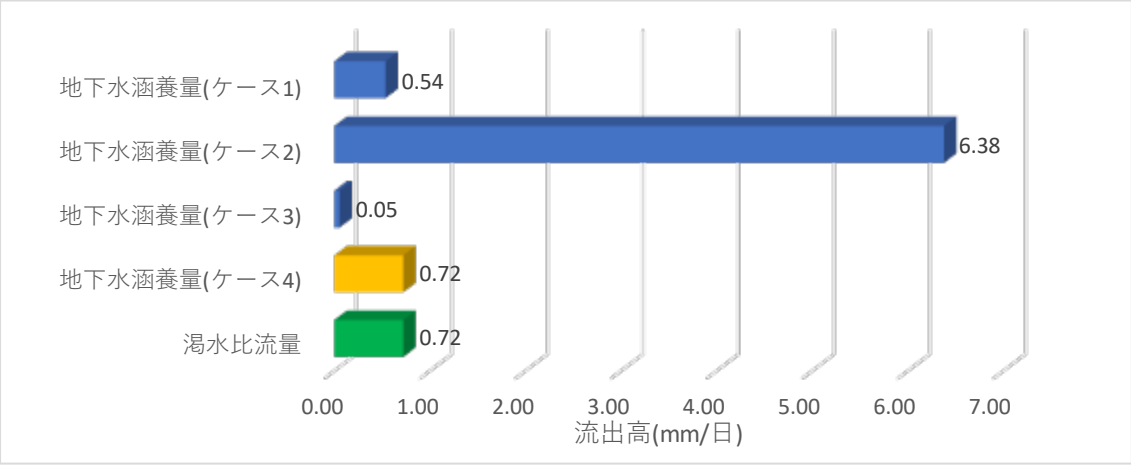


図 5-86　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（H-11 : Tokachi plain）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

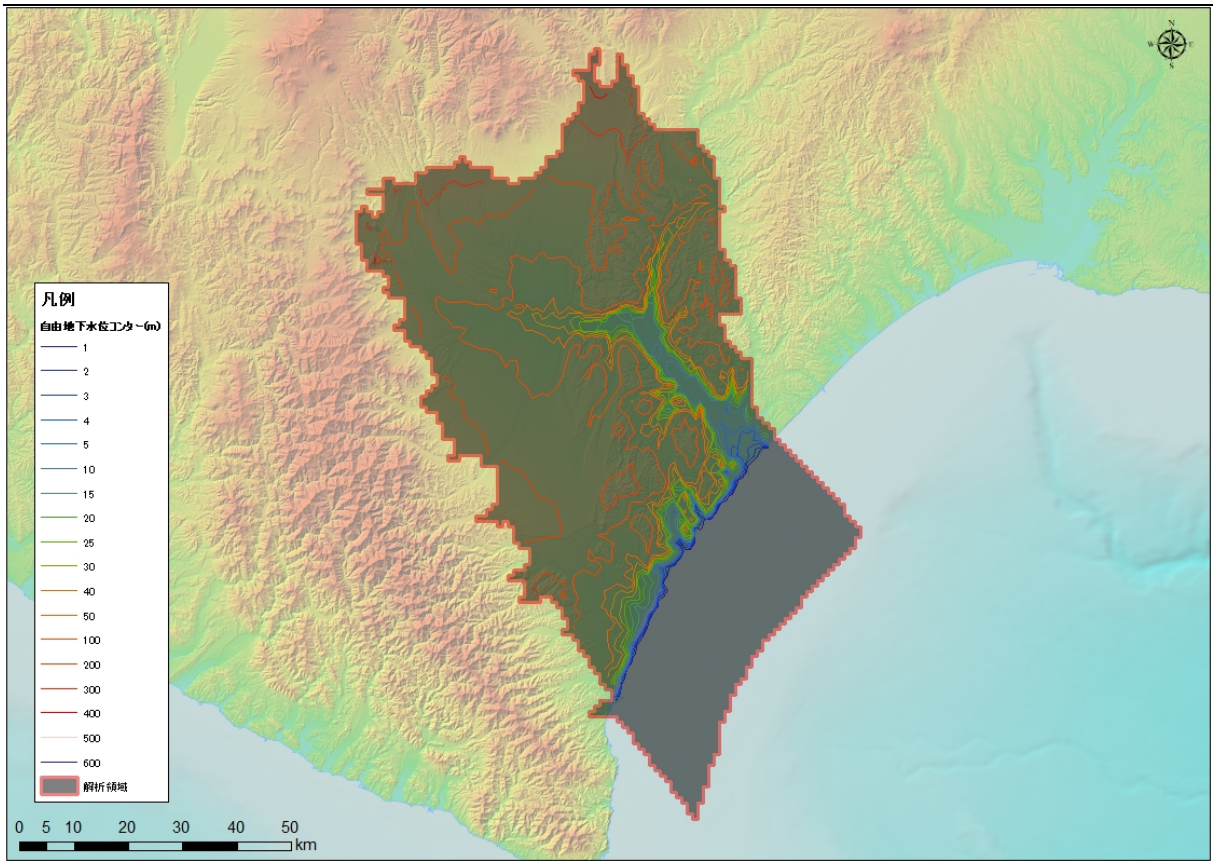


図 5-87　地下水位等高線図（H-11 : Tokachi plain）

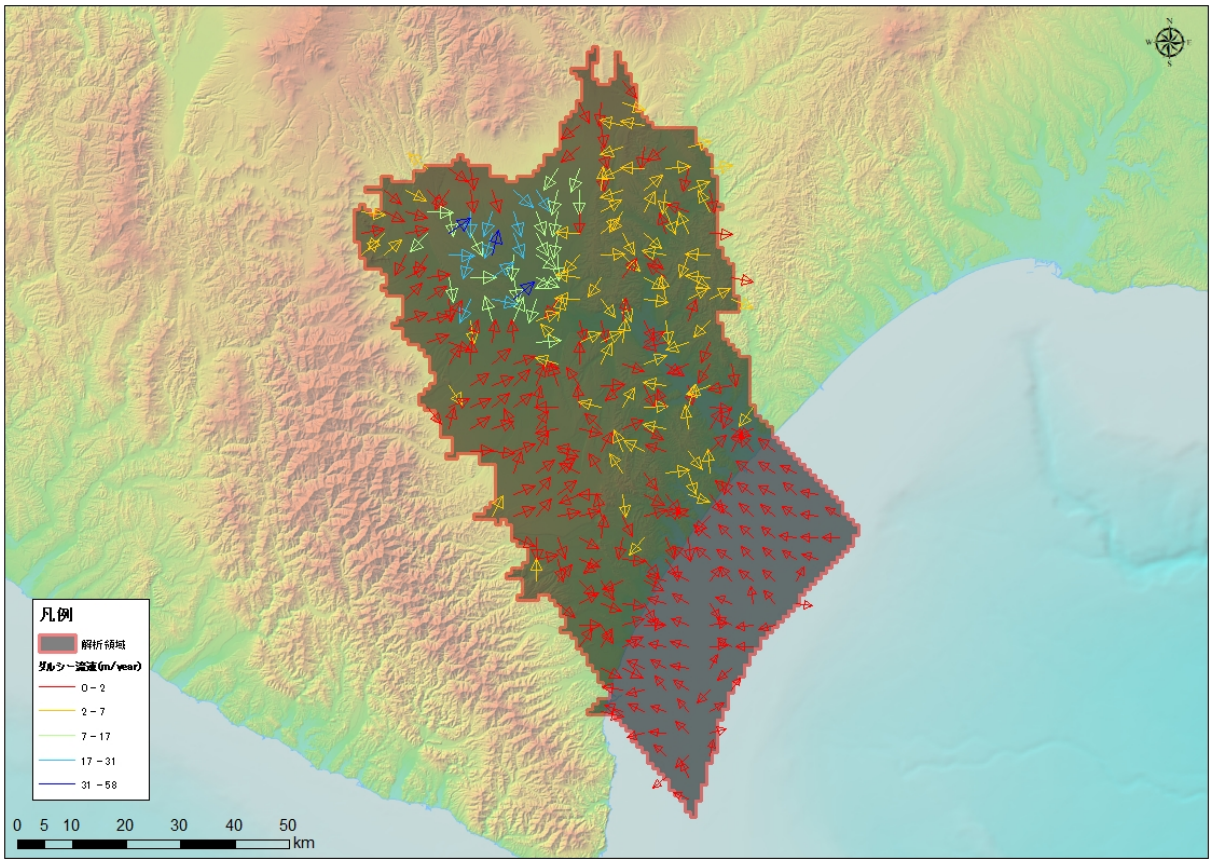


図 5-88　流速ベクトル図（H-11 : Tokachi plain）

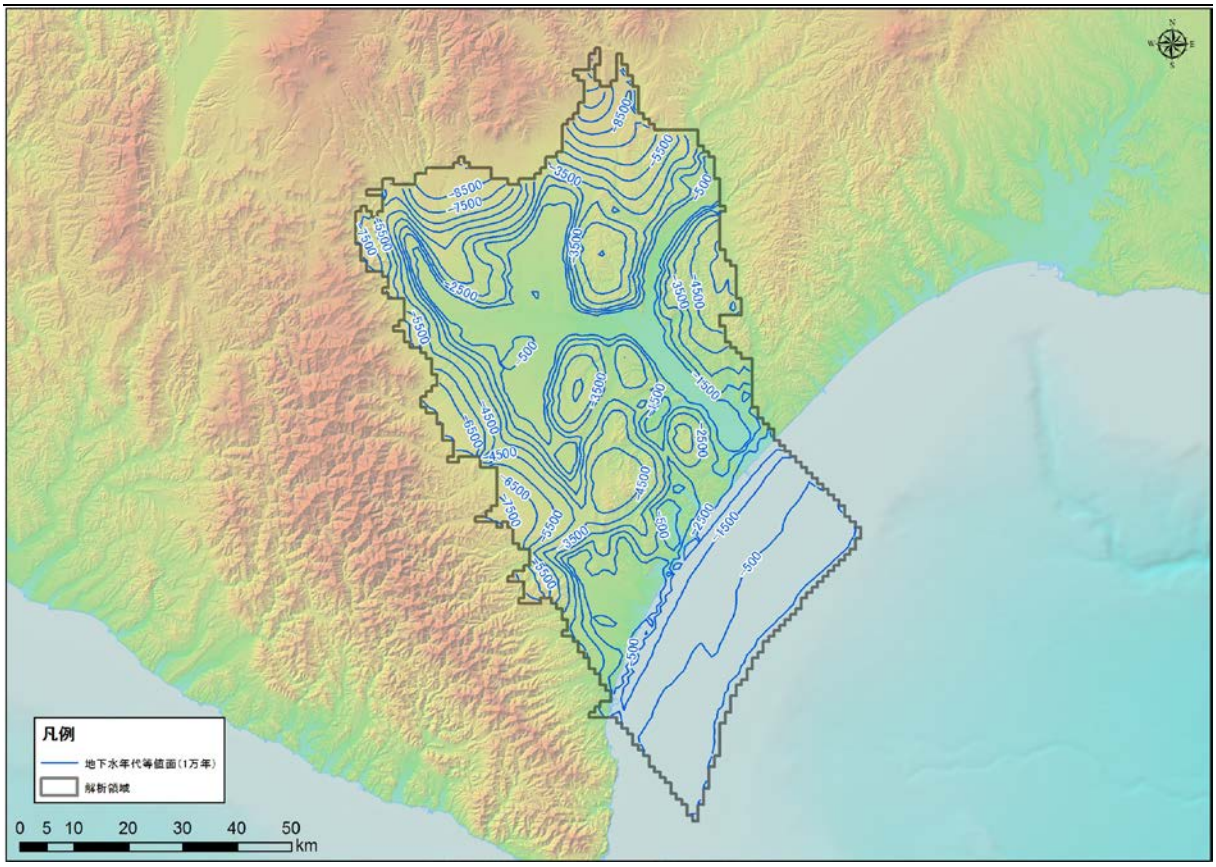


図 5-89　地下水年代（1 万年）等値面図（H-11 : Tokachi plain）

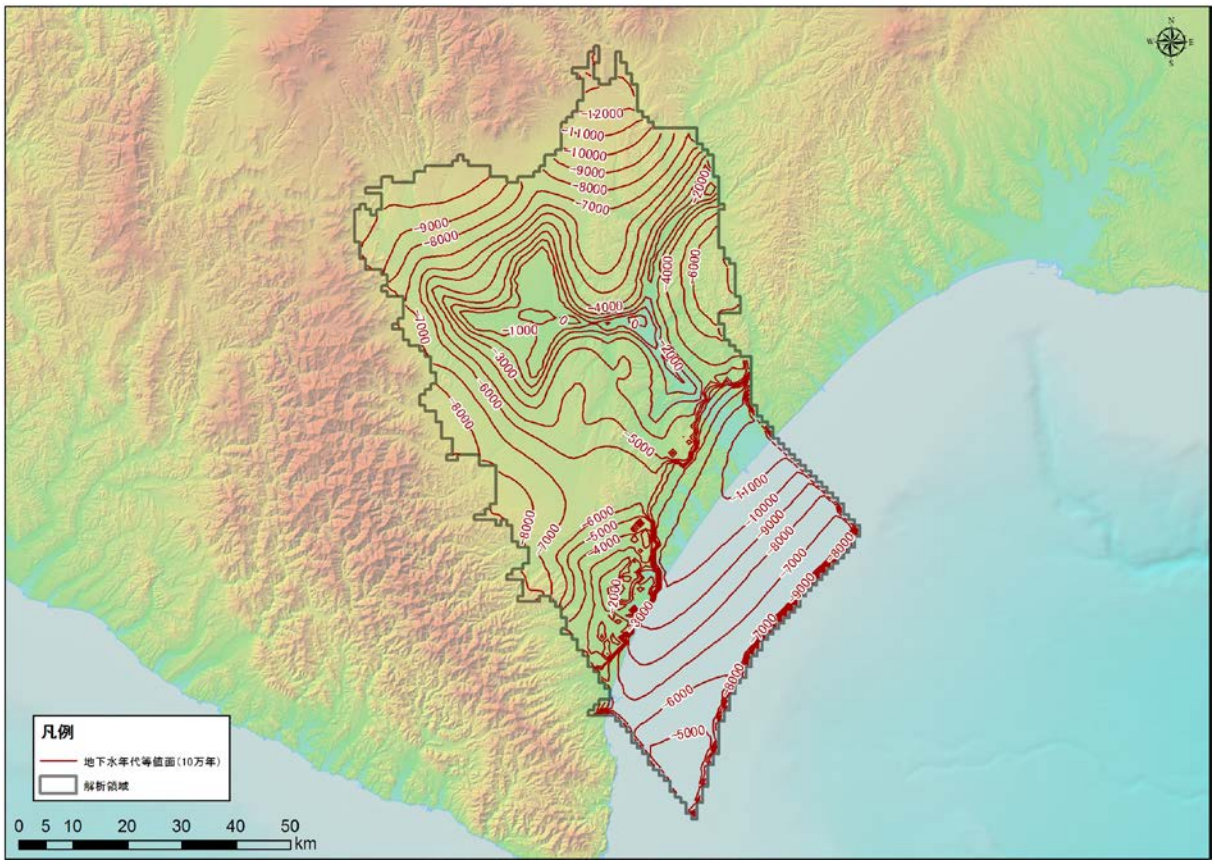


図 5-90　地下水年代（10 万年）等値面図（H-11 : Tokachi plain）

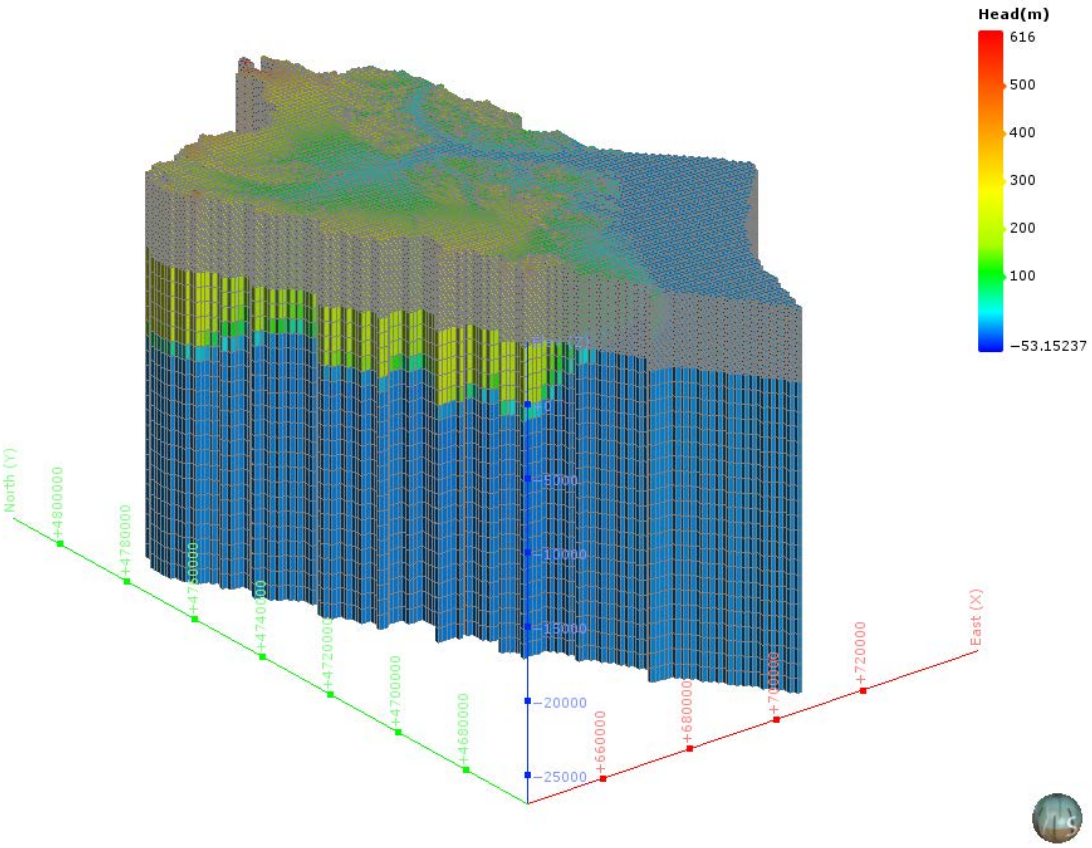


図 5-91　地下水ポテンシャル三次元分布図（H-11 : Tokachi plain）

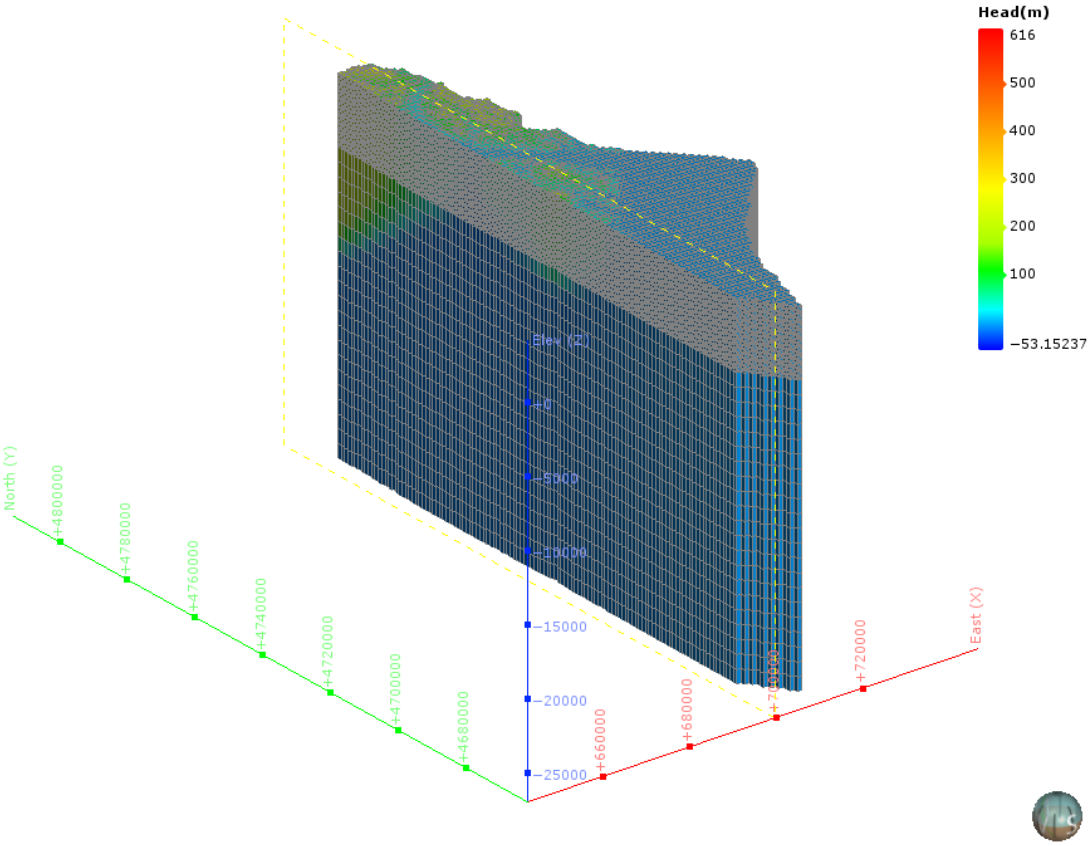


図 5-92　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（H-11 : Tokachi plain）

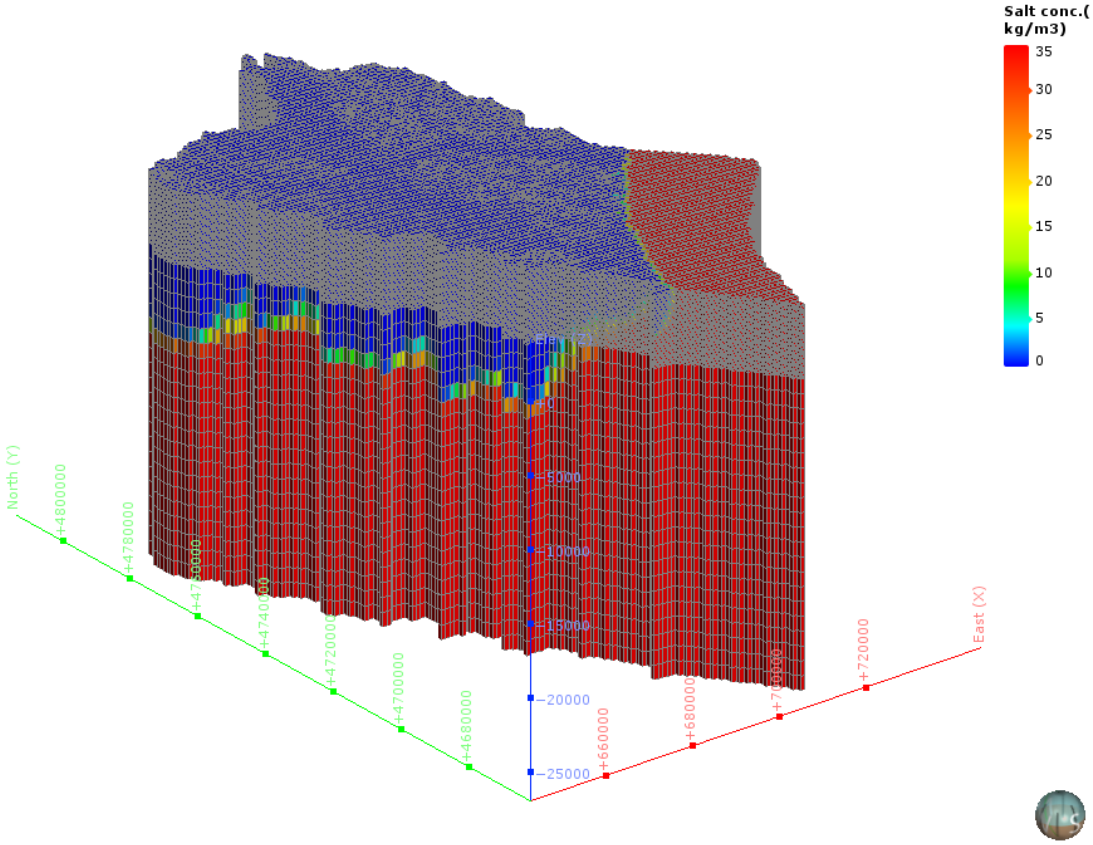


図 5-93　塩濃度三次元分布図（H-11 : Tokachi plain）

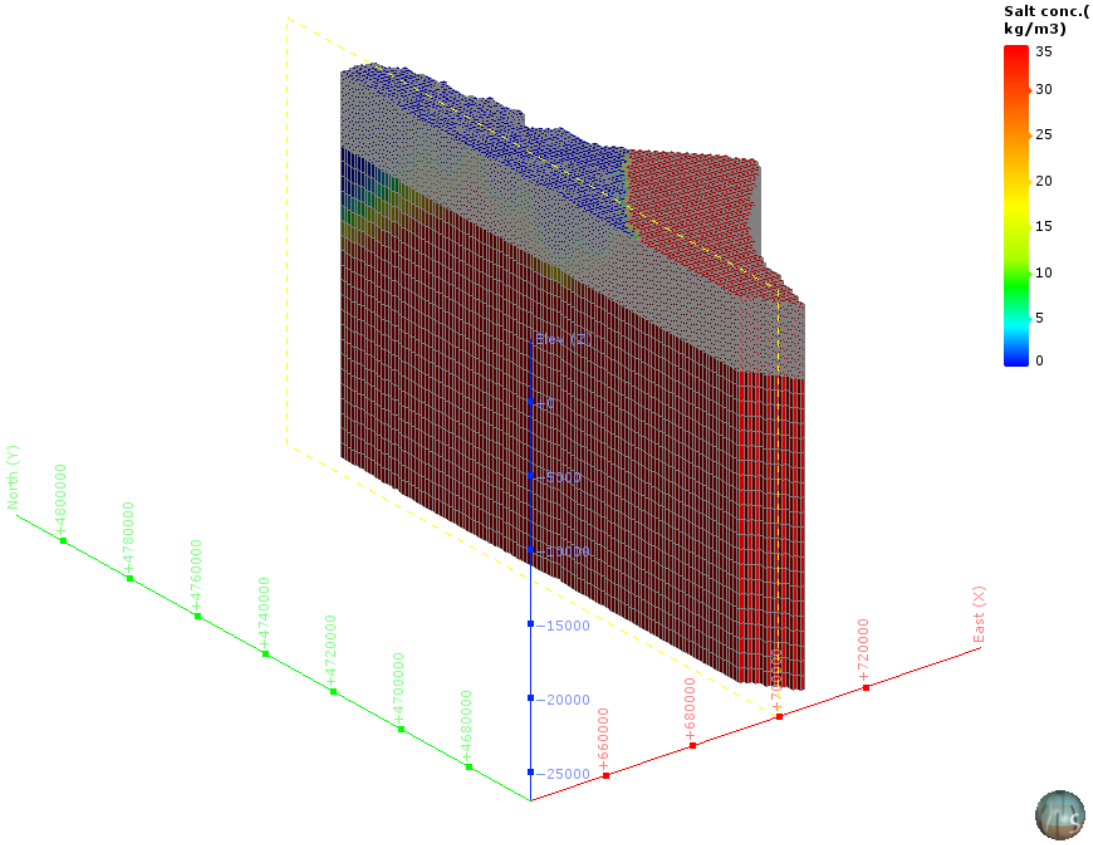


図 5-94　塩濃度三次元分布図（分割図）（H-11 : Tokachi plain）

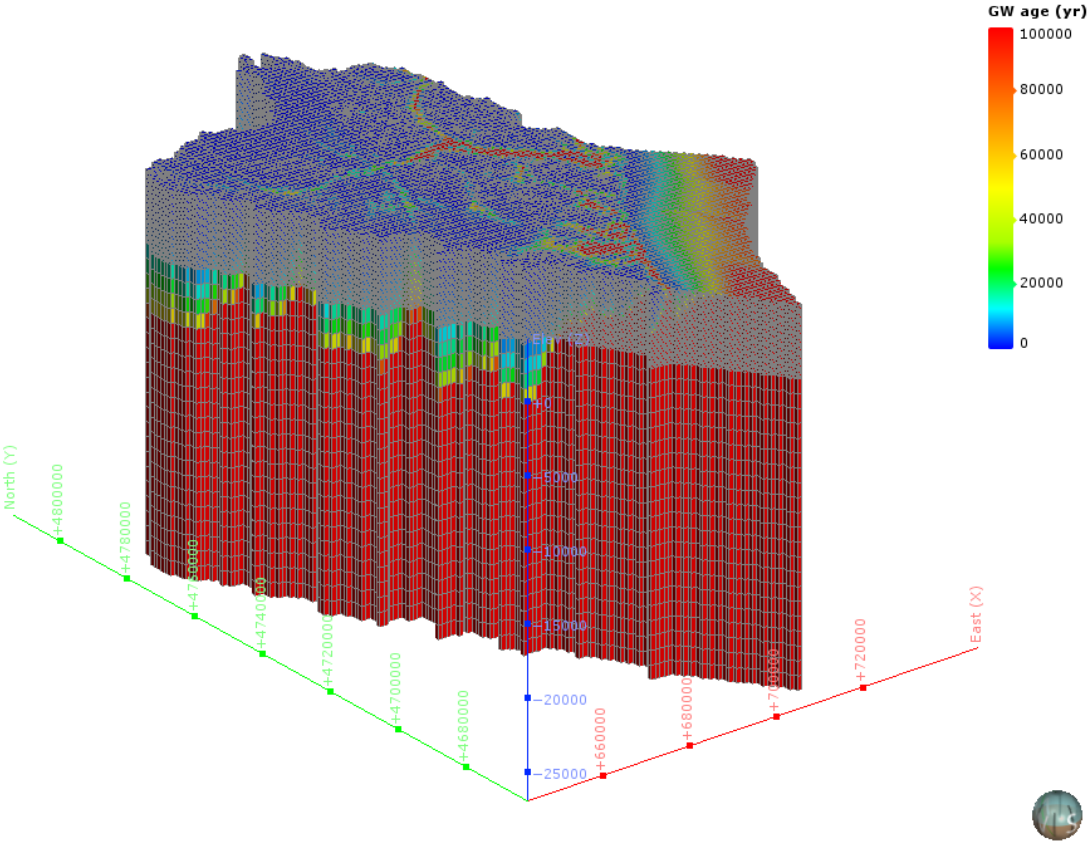


図 5-95　地下水年代三次元分布図（H-11 : Tokachi plain）

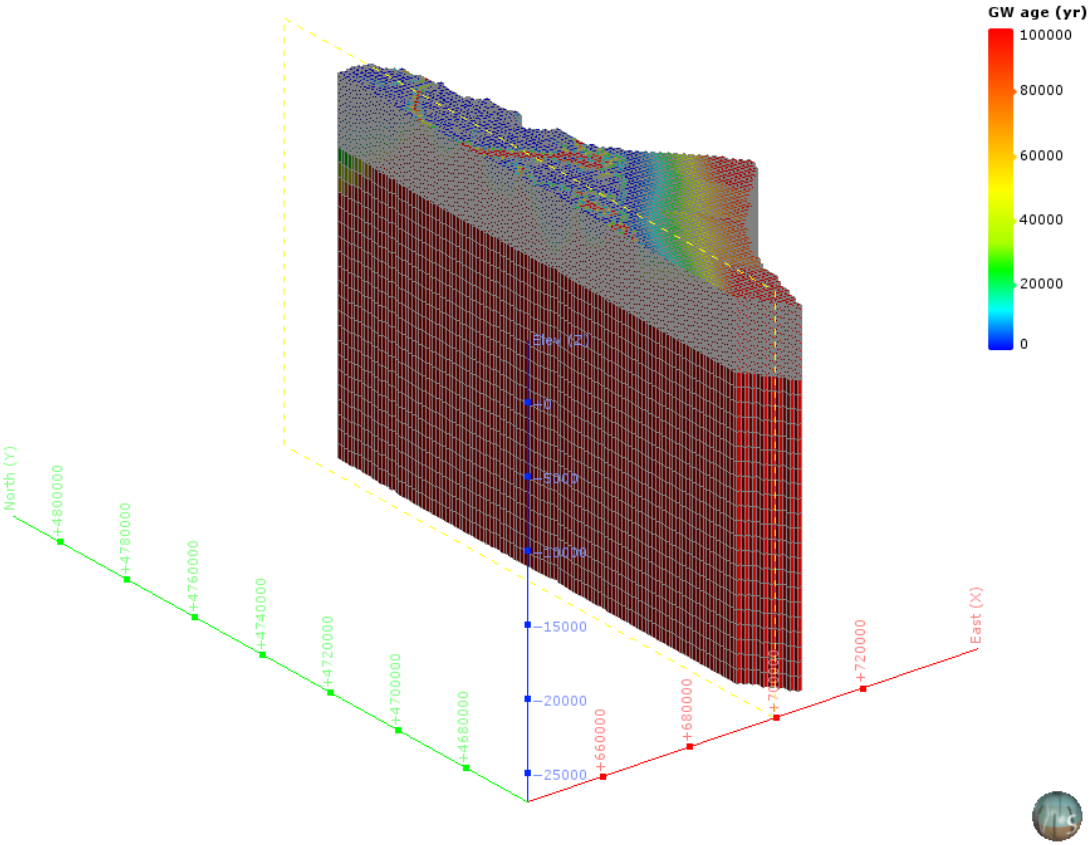


図 5-96　地下水年代三次元分布図（分割図）（H-11 : Tokachi plain）

（8）　H-12：Ishikari and Yufutsu plain

1）　**解析領域**

H-12：Ishikari and Yufutsu plain 領域を包括し、海域約 30km を拡張して、解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、5,275km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、北海道札幌市である。

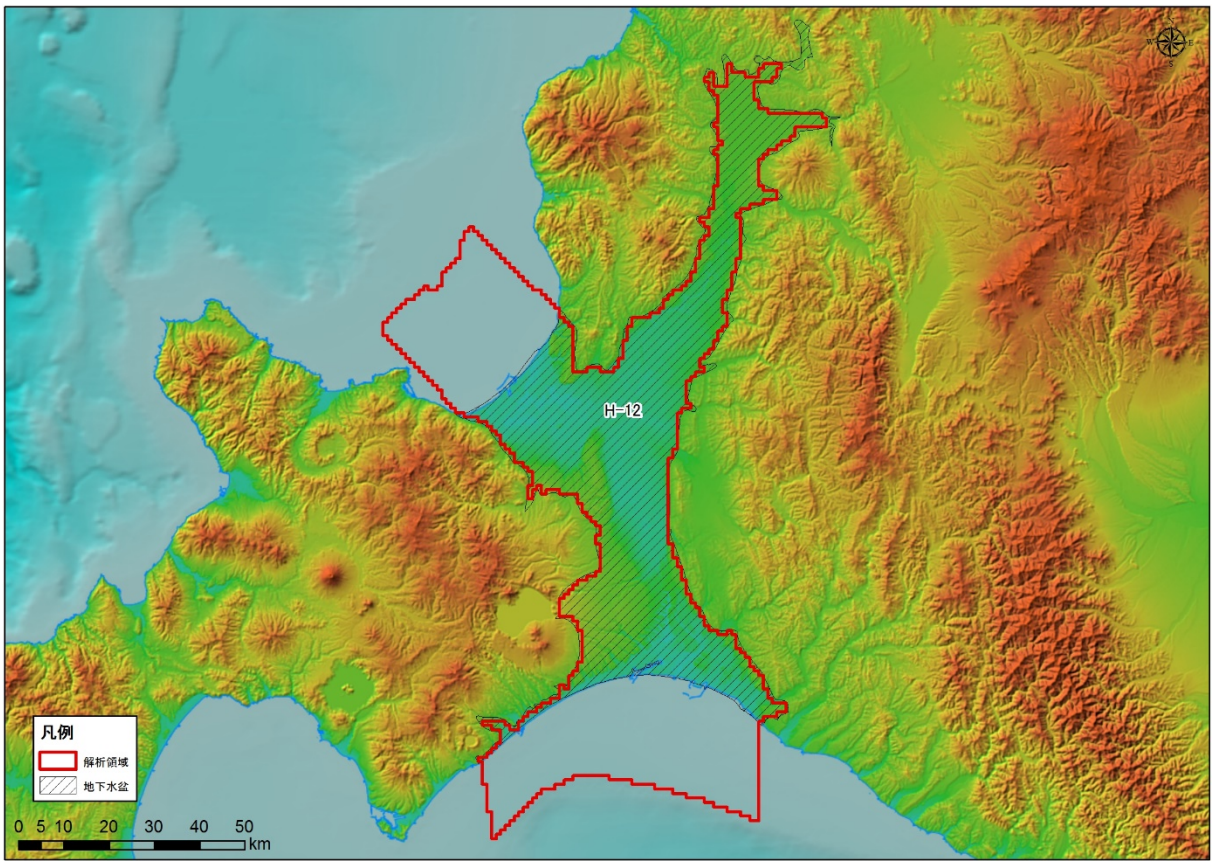


図 5-97　解析領域（H-12 : Ishikari and Yufutsu plain）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 103、Y 方向に 183、Z 方向に 56 で分割され、Active Cell 数は、295,400 となった。本領域内は、H，Q3，Q2，Q1，N3，N2，N1，PreN1 で構成される。

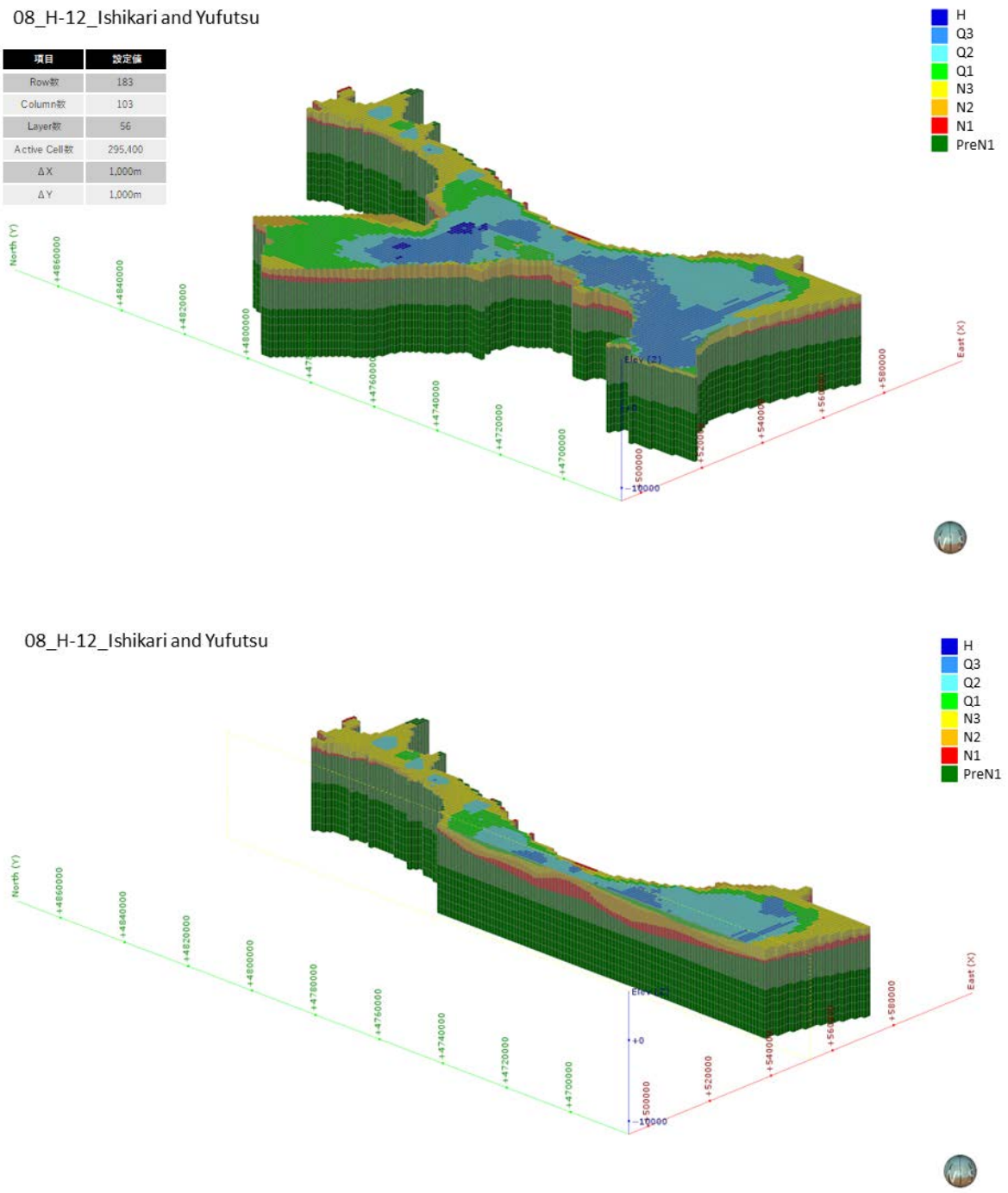


図 5-98　グリッド分割状況（H-12 : Ishikari and Yufutsu plain）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=3,122）と海域セル（N=2,153）の設定位置図を図 5-103 に示す。

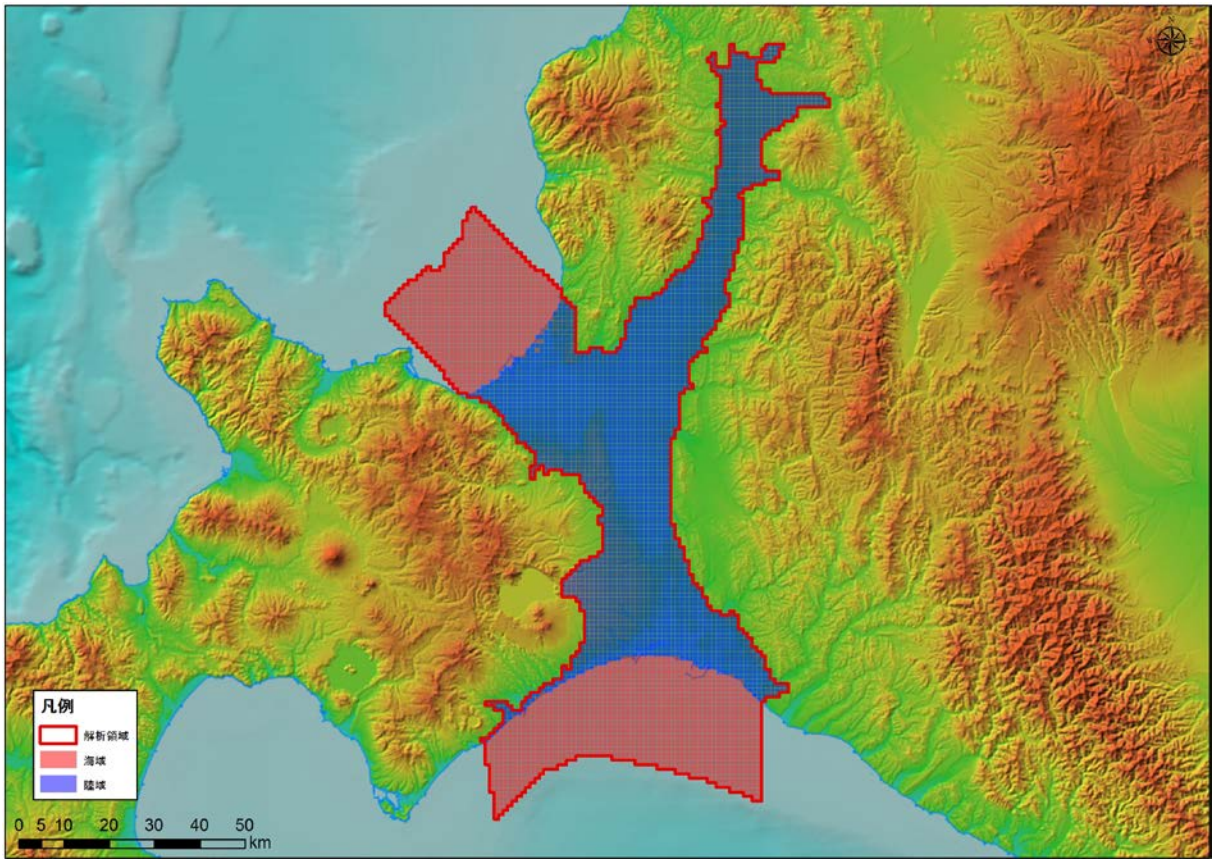


図 5-99　境界条件（H-12 : Ishikari and Yufutsu plain）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×3.9 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 1.00 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 1.00 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-8　検討ケース（H-12 : Ishikari and Yufutsu plain）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 3.9
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	1.14E+01
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	5.97E+00
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	1.32E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	3.20E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	2.17E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	1.67E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	1.05E-01
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	6.67E-02
モデル内の涵養量 (mm/日)	0.26	4.88	0.02	1.00

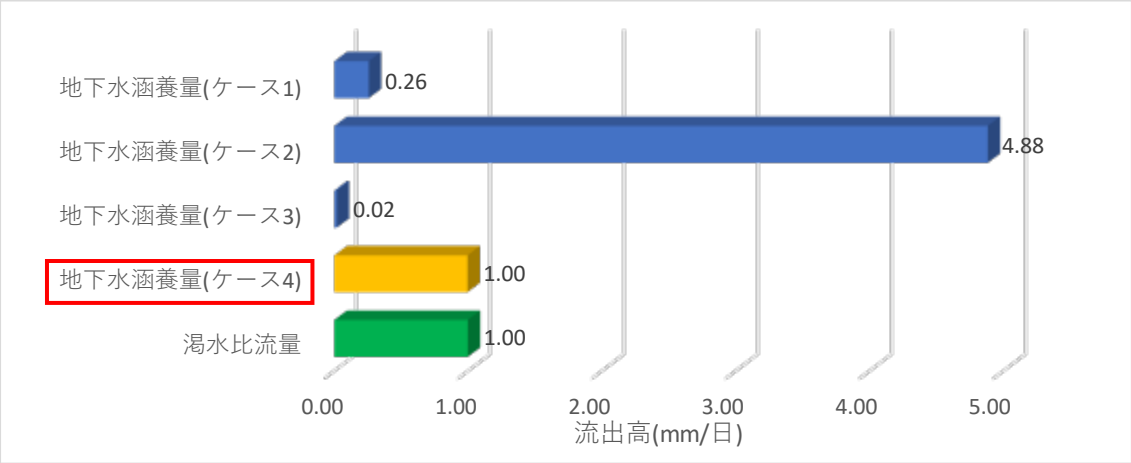


図 5-100　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（H-12 : Ishikari and Yufutsu plain）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

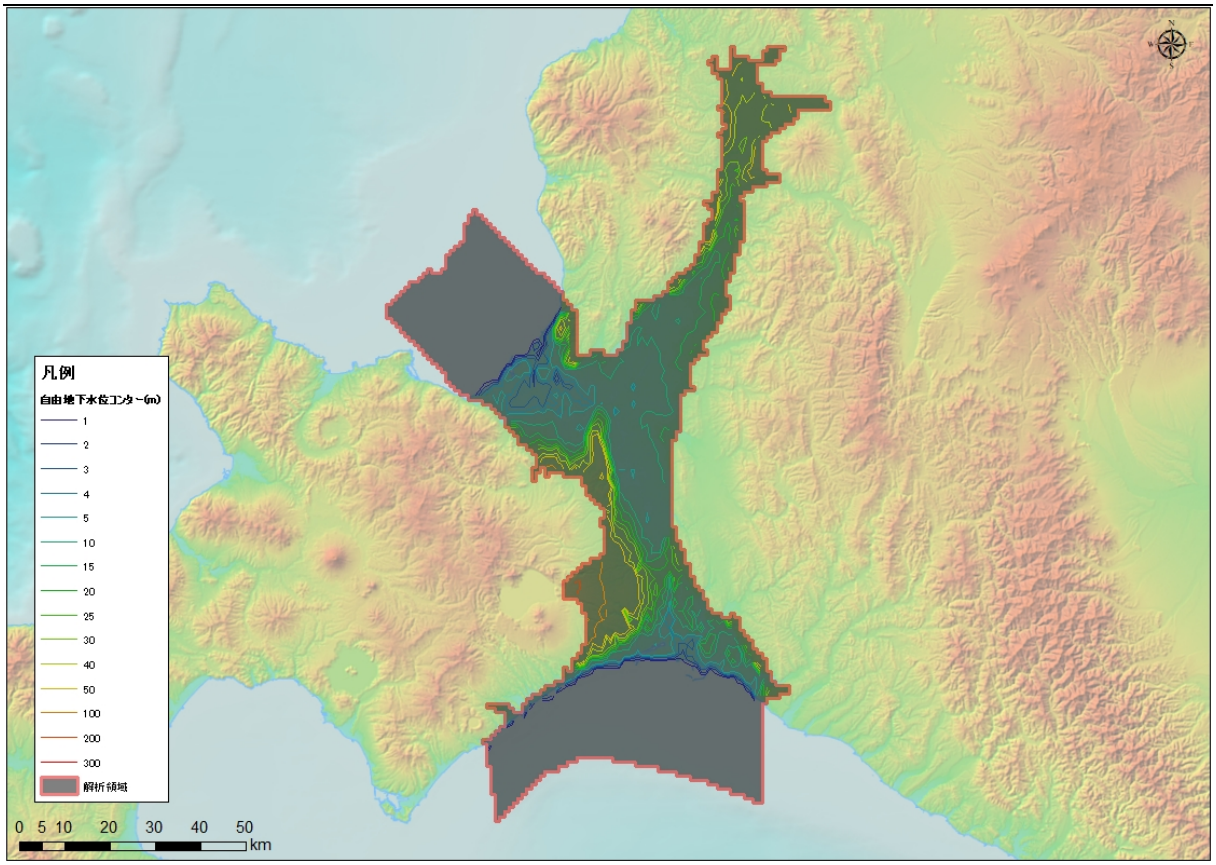


図 5-101　地下水位等高線図（H-12 : Ishikari and Yufutsu plain）

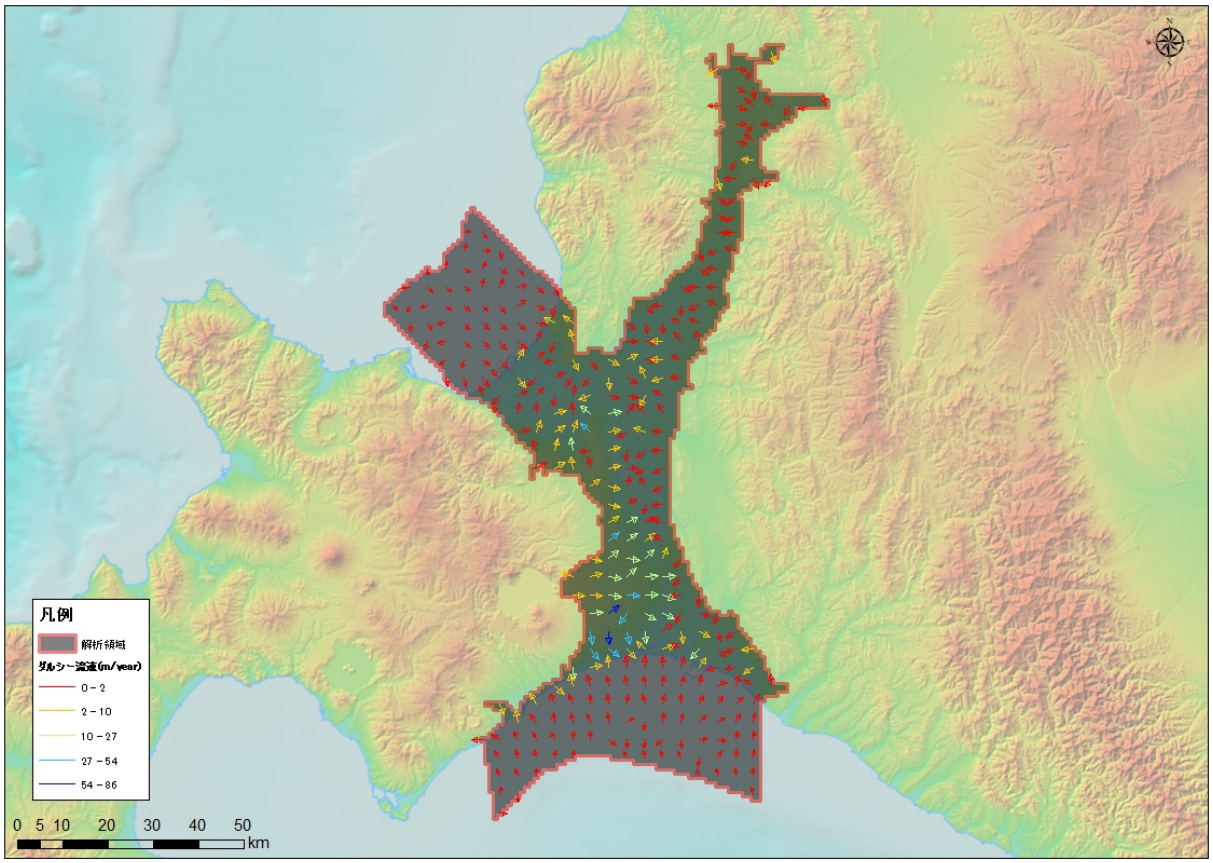


図 5-102　流速ベクトル図（H-12 : Ishikari and Yufutsu plain）

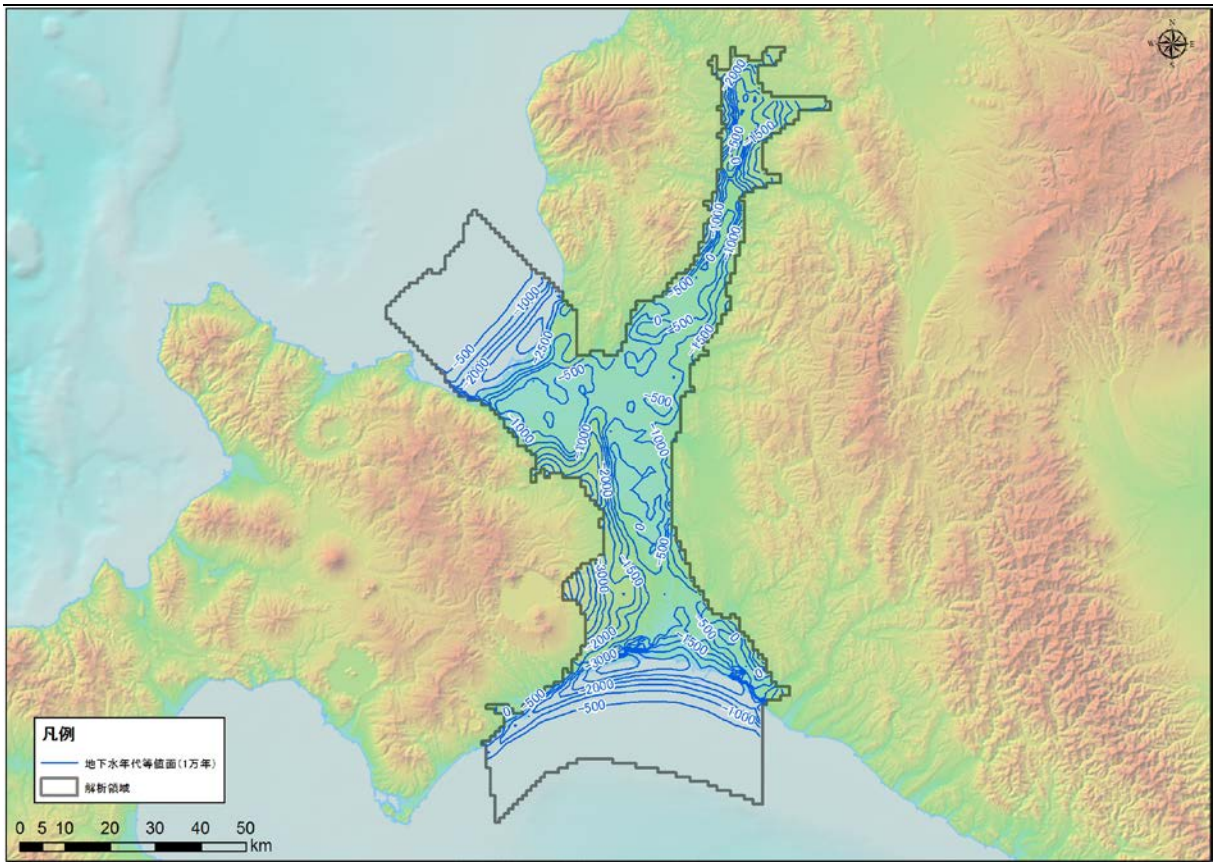


図 5-103　地下水年代（1 万年）等値面図（H-12 : Ishikari and Yufutsu plain）

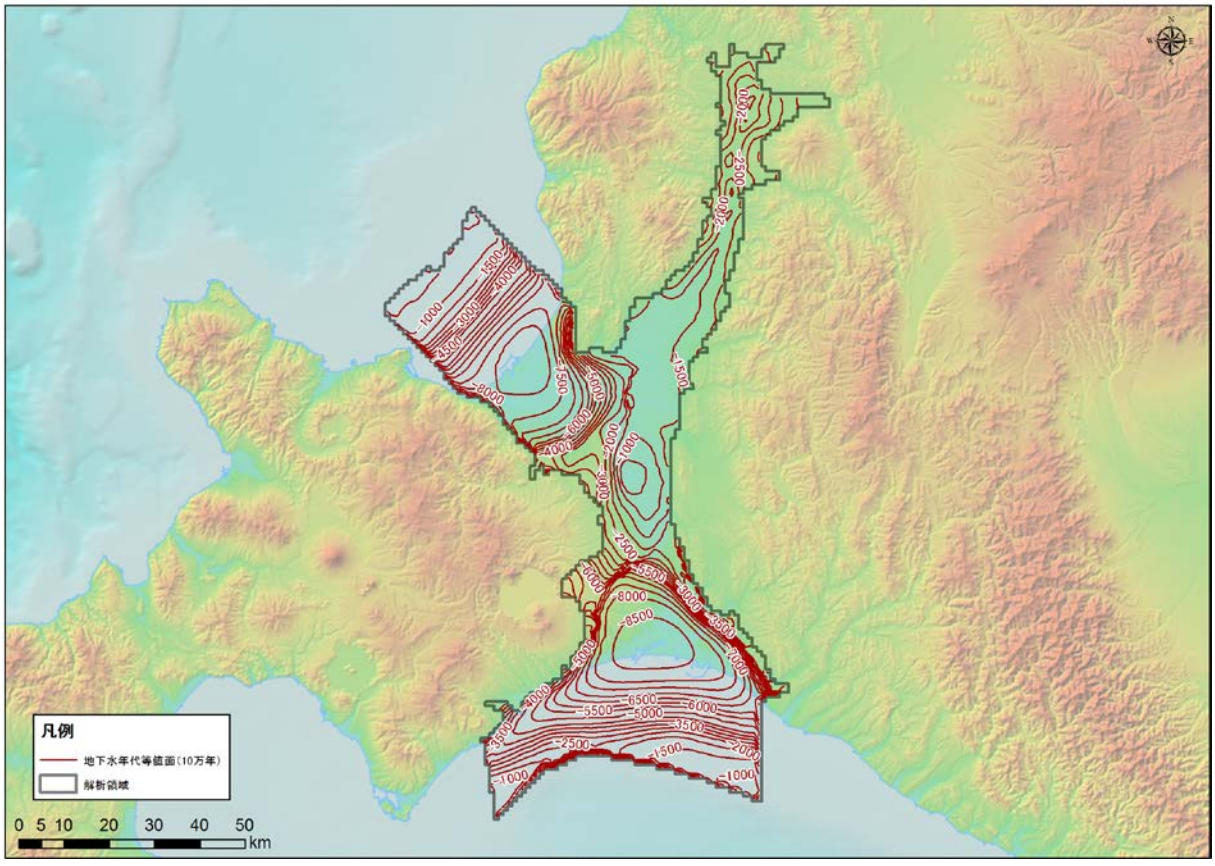


図 5-104　地下水年代（10 万年）等値面図（H-12 : Ishikari and Yufutsu plain）

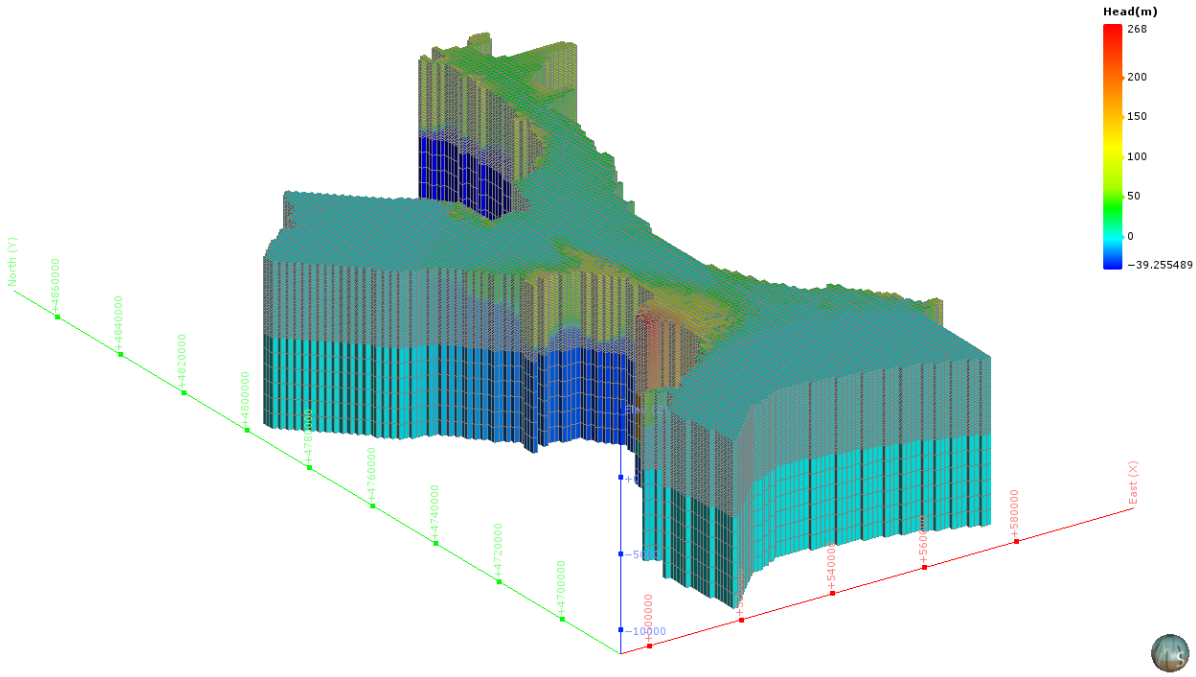


図 5-105　地下水ポテンシャル三次元分布図（H-12 : Ishikari and Yufutsu plain）

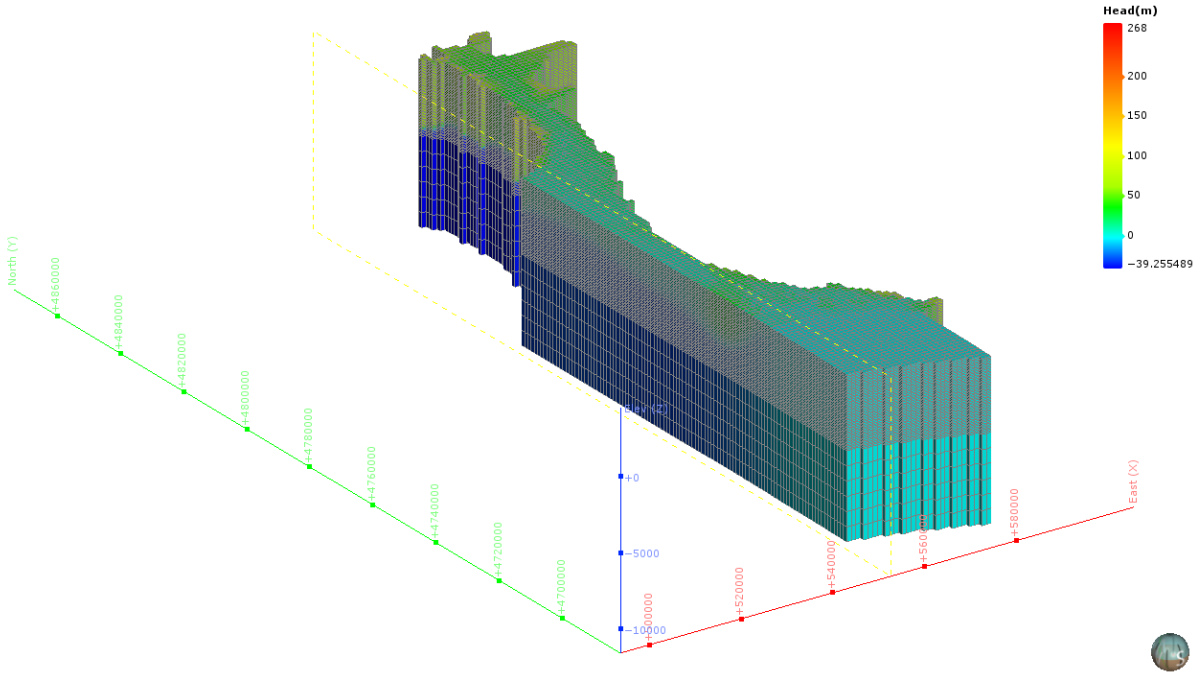


図 5-106　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（H-12 : Ishikari and Yufutsu plain）

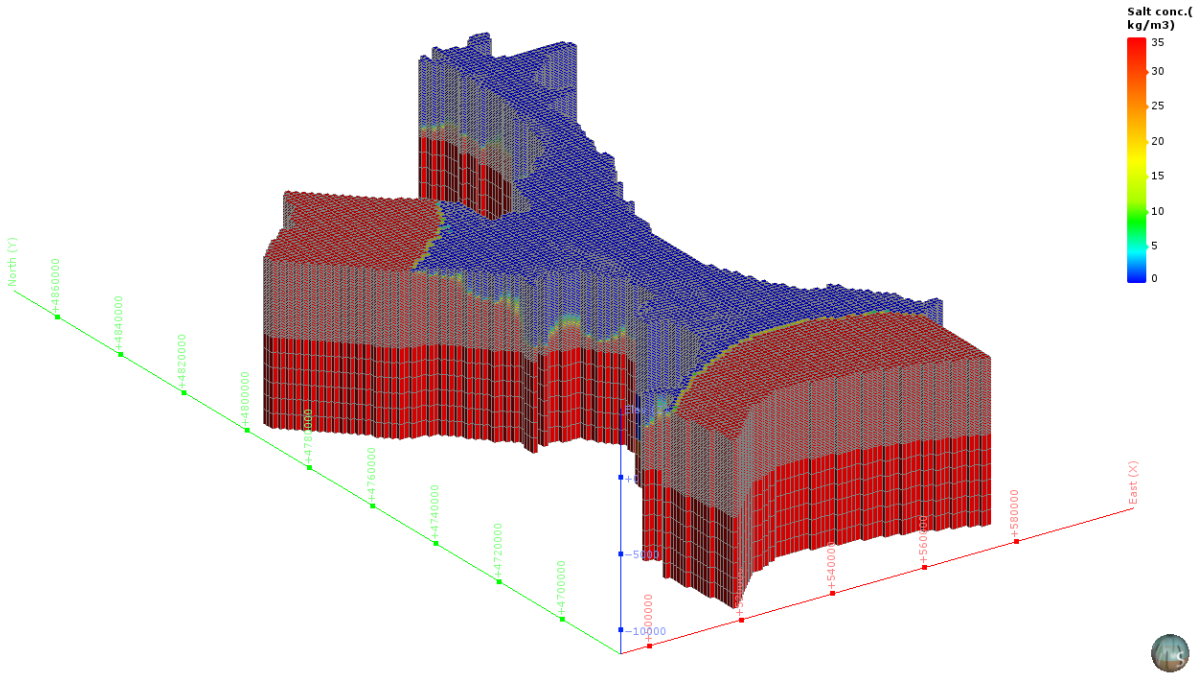


図 5-107　塩濃度三次元分布図（H-12 : Ishikari and Yufutsu plain）

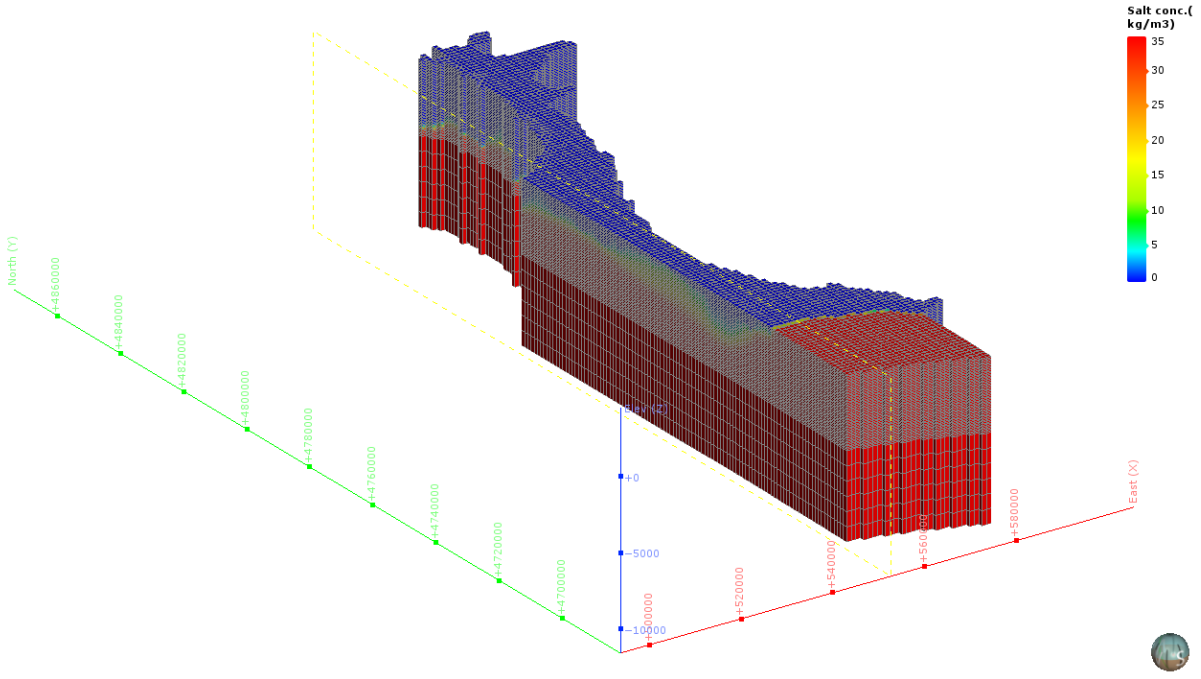


図 5-108　塩濃度三次元分布図（分割図）（H-12 : Ishikari and Yufutsu plain）

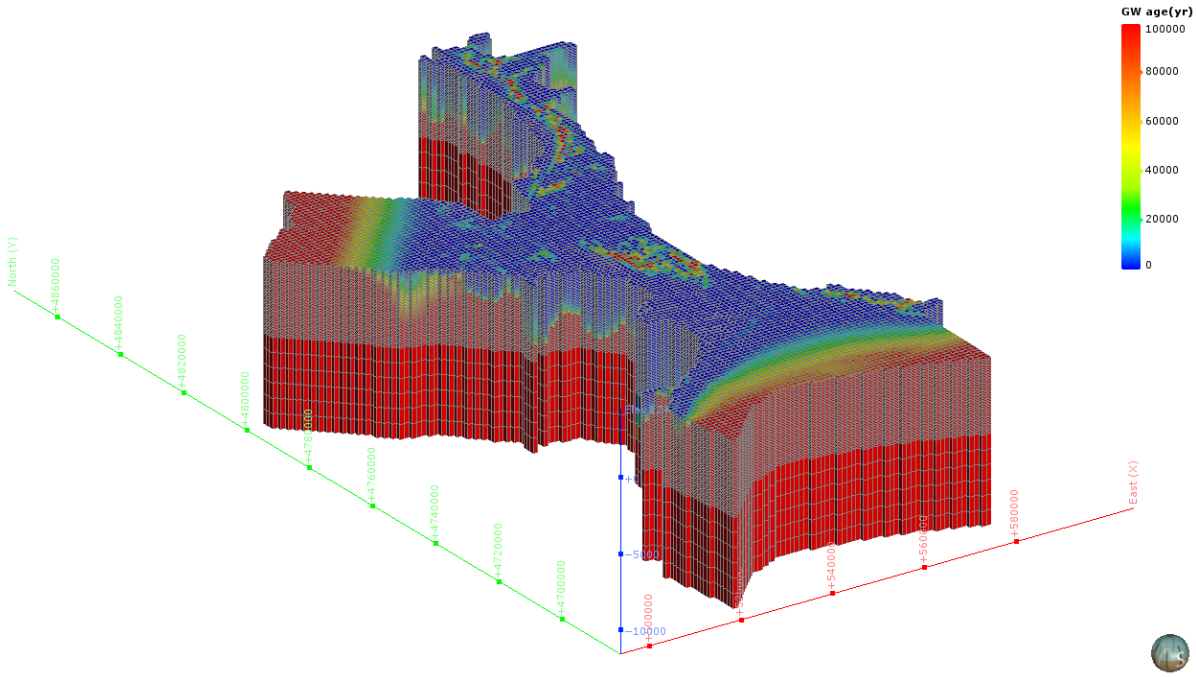


図 5-109　地下水年代三次元分布図（H-12 : Ishikari and Yufutsu plain）

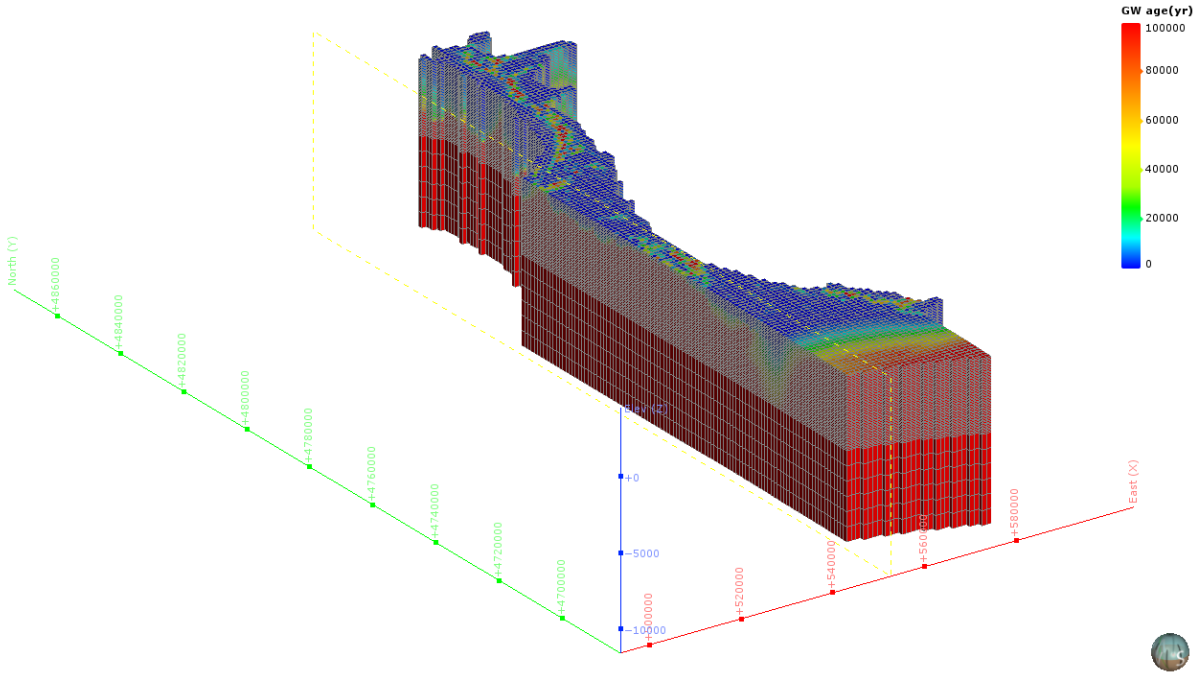


図 5-110　地下水年代三次元分布図（分割図）（H-12 : Ishikari and Yufutsu plain）

（9）　TH-2：Tsugaru plain

1）　**解析領域**

TH-2 : Tsugaru plain 領域を包括し、海域約 15km を拡張して、解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、1,343km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、青森県つがる市である。

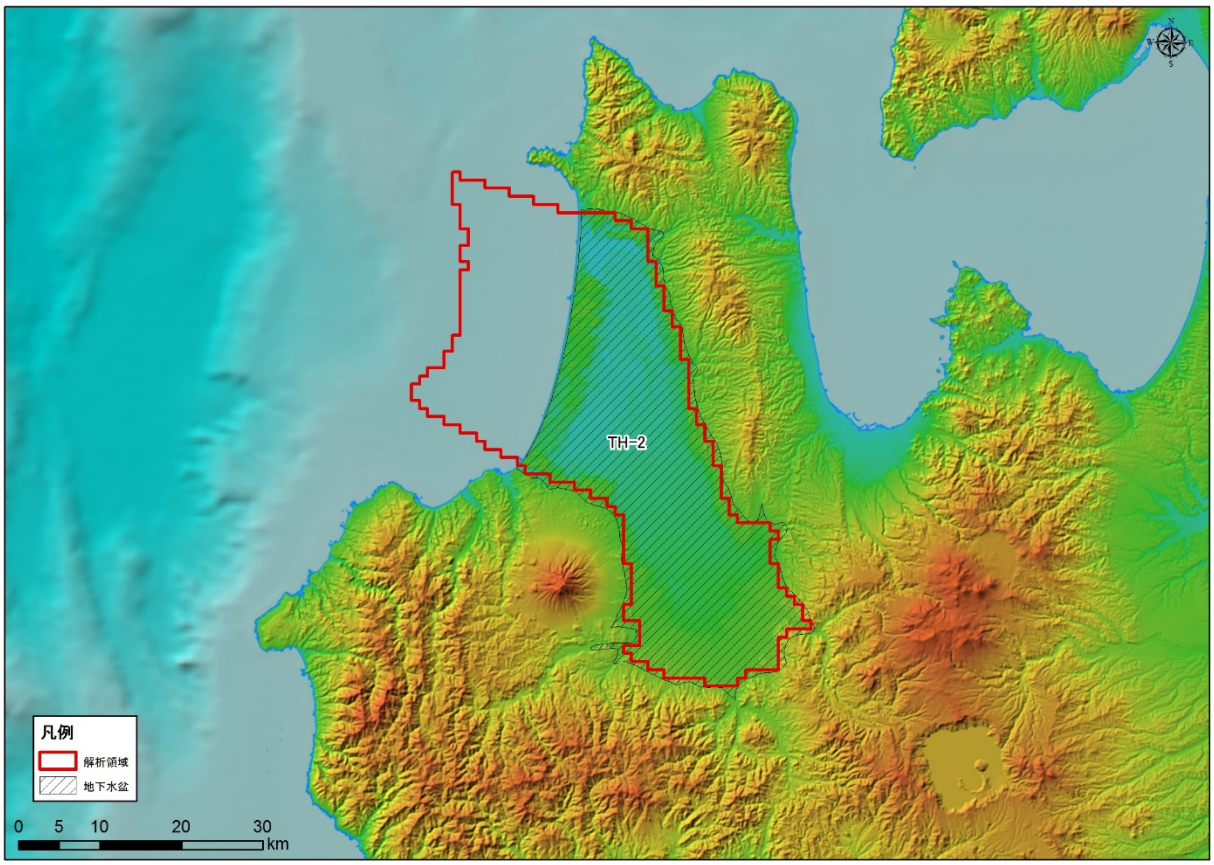


図 5-111　解析領域（TH-2 : Tsugaru plain）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 52、Y 方向に 66、Z 方向に 53 で分割され、Active Cell 数は、71,179 となった。本領域内は、Q3，Q2，Q1，N3，N2，N1，PreN1 で構成される。

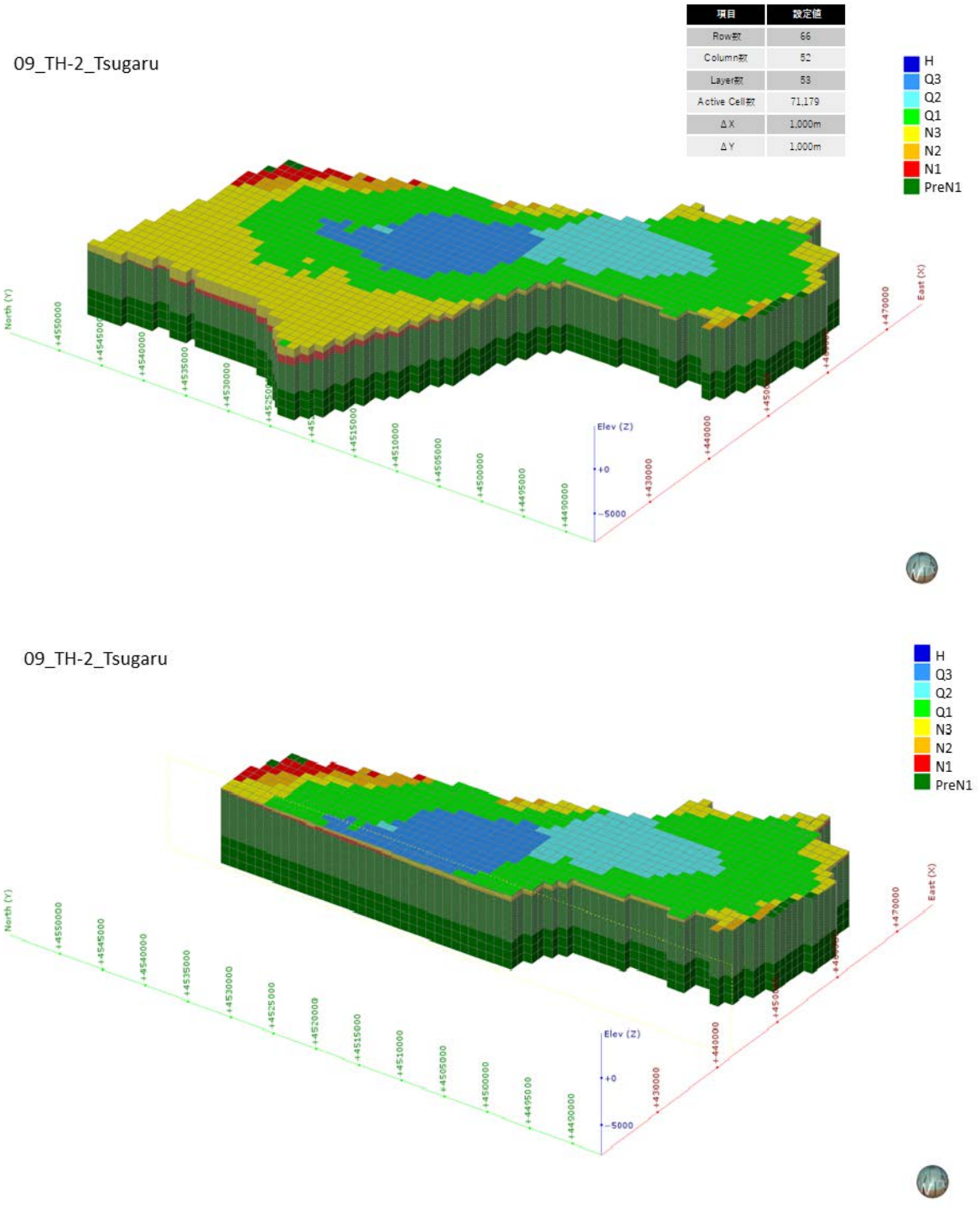


図 5-112　グリッド分割状況（TH-2 : Tsugaru plain）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=904）と海域セル（N=439）の設定位置図を図 5-117 に示す。

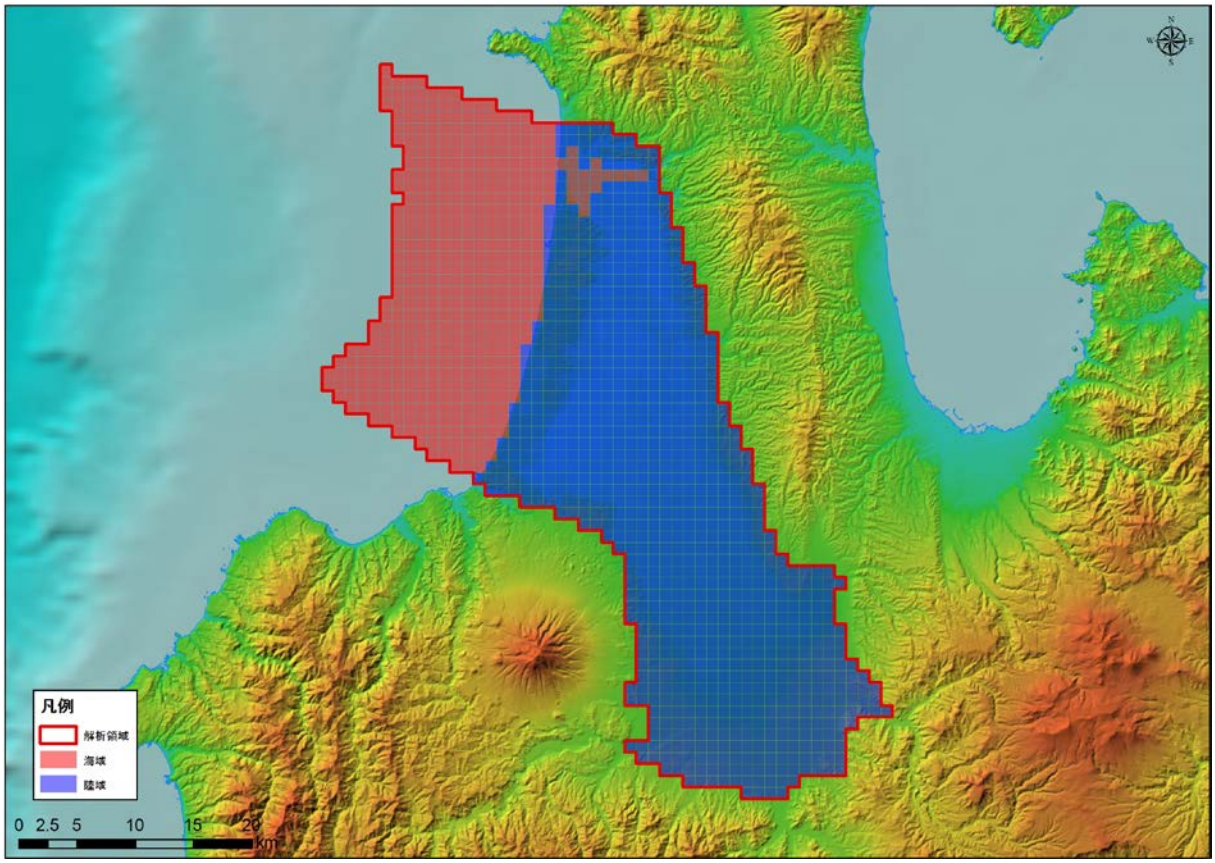


図 5-113　境界条件（TH-2 : Tsugaru plain）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×9.5 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 1.19 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 1.19 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-9　検討ケース（TH-2 : Tsugaru plain）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 9.5
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	2.81E+01
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	1.47E+01
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	3.25E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	7.90E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	5.34E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	4.11E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	2.58E-01
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	1.64E-01
モデル内の涵養量（mm/日）	0.12	1.43	0.01	1.19

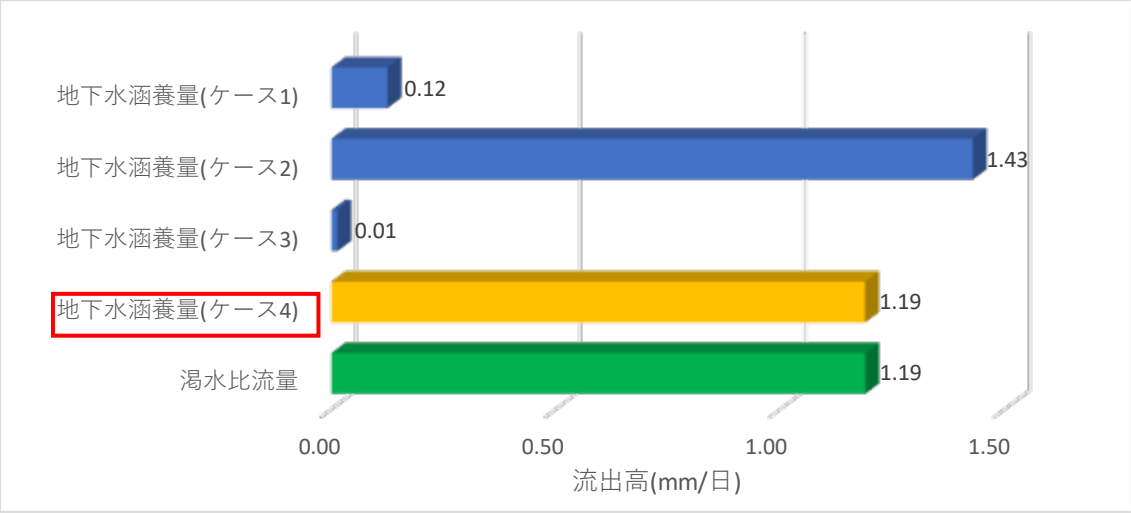


図 5-114　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（TH-2 : Tsugaru plain）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

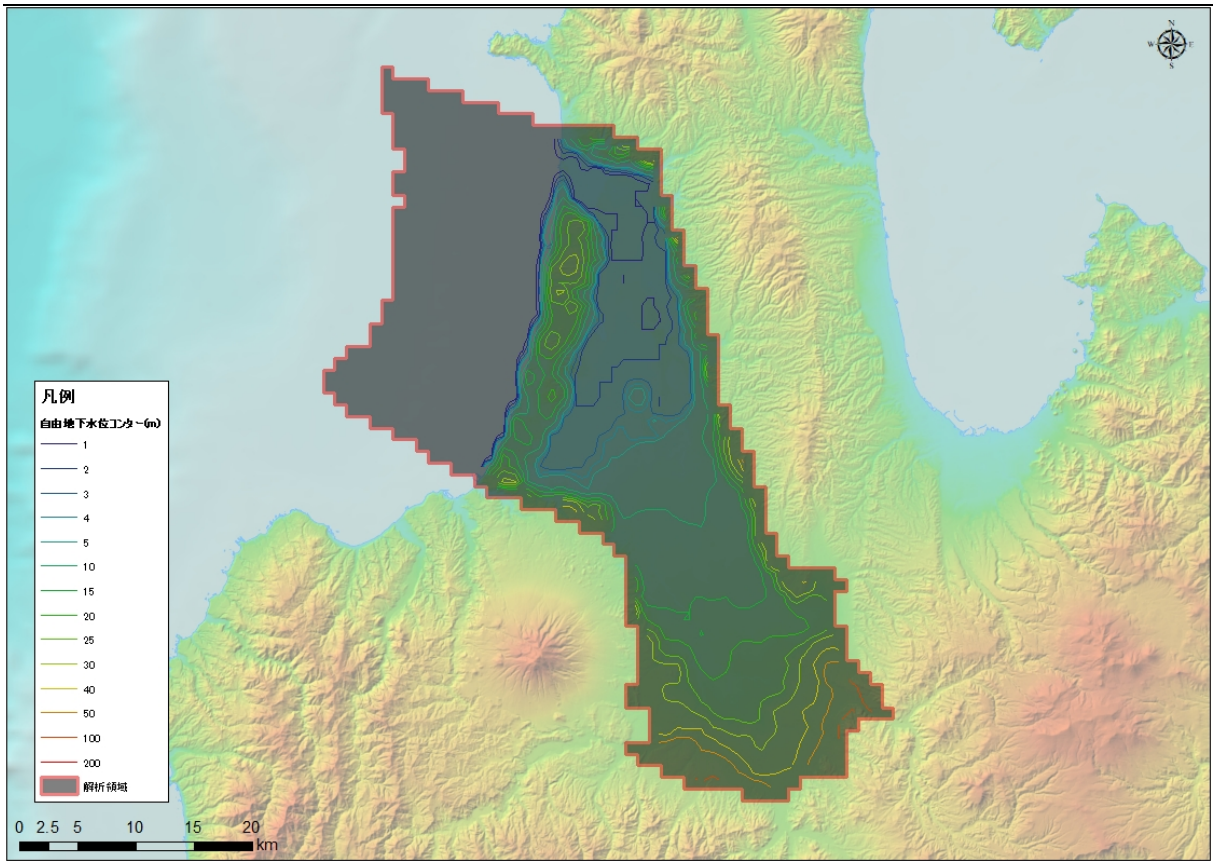


図 5-115　地下水位等高線図（TH-2 : Tsugaru plain）

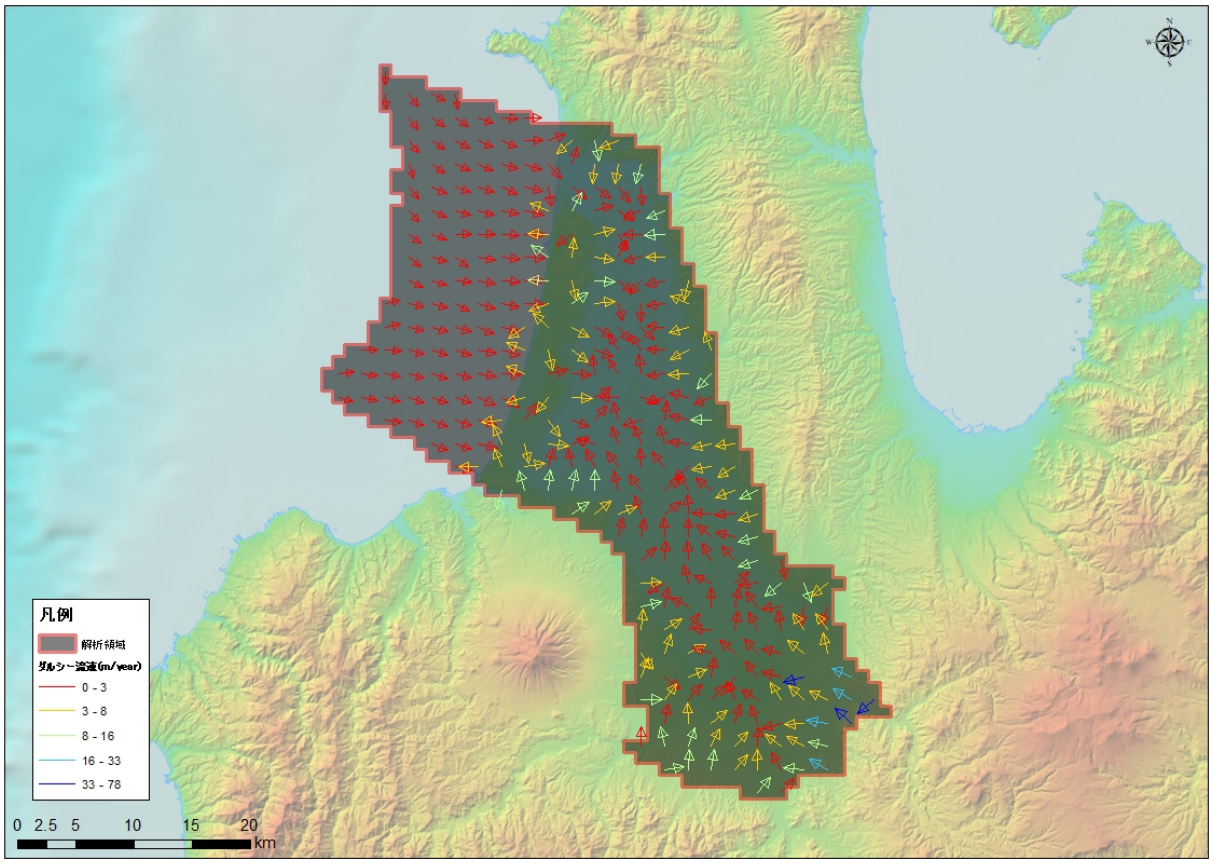


図 5-116　流速ベクトル図（TH-2 : Tsugaru plain）

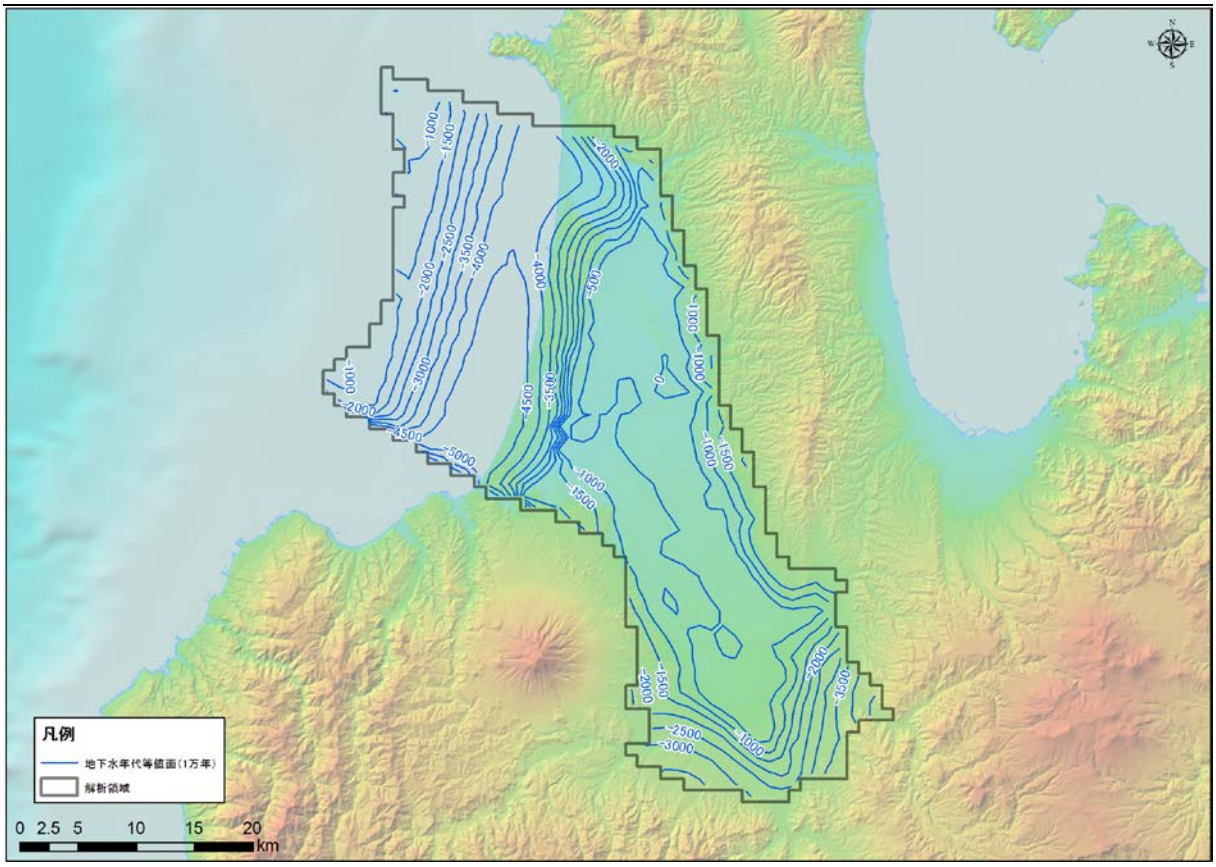


図 5-117　地下水年代（1 万年）等値面図（TH-2 : Tsugaru plain）

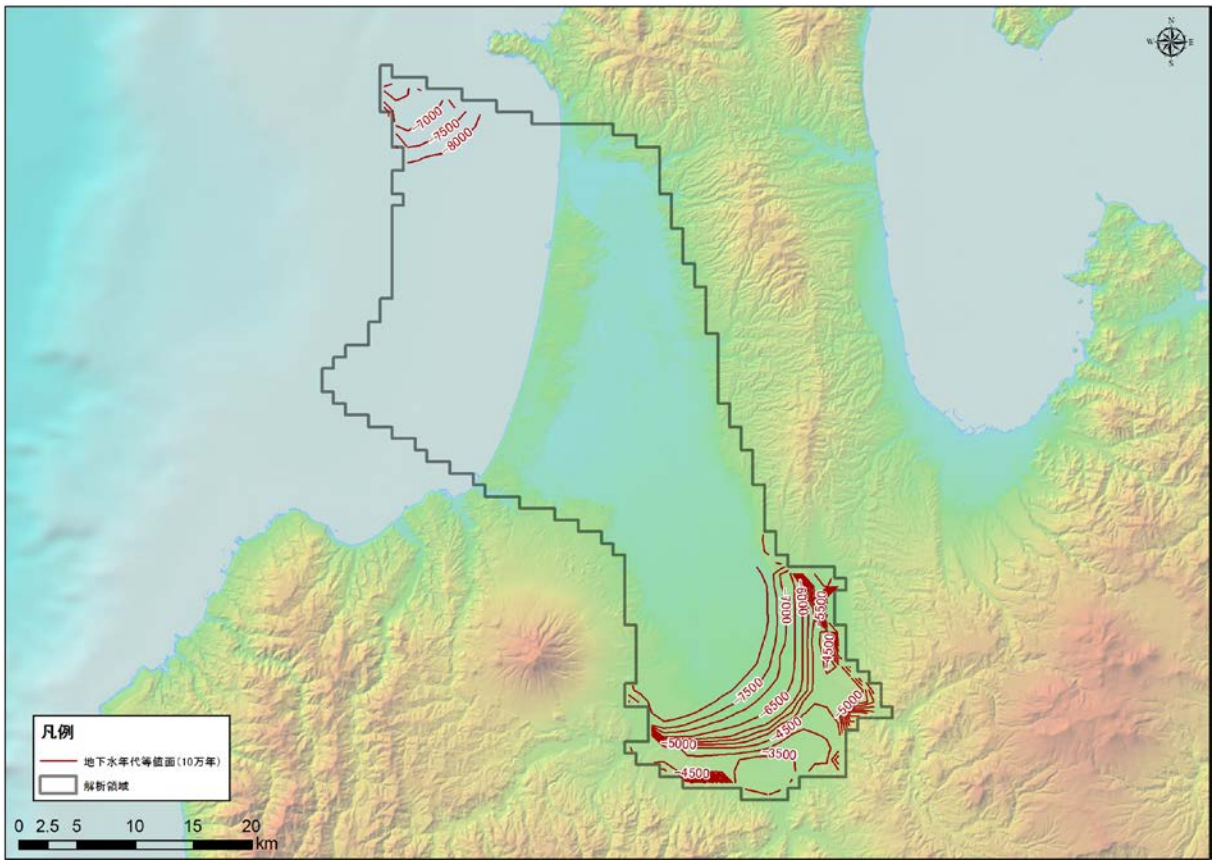


図 5-118　地下水年代（10 万年）等値面図（TH-2 : Tsugaru plain）

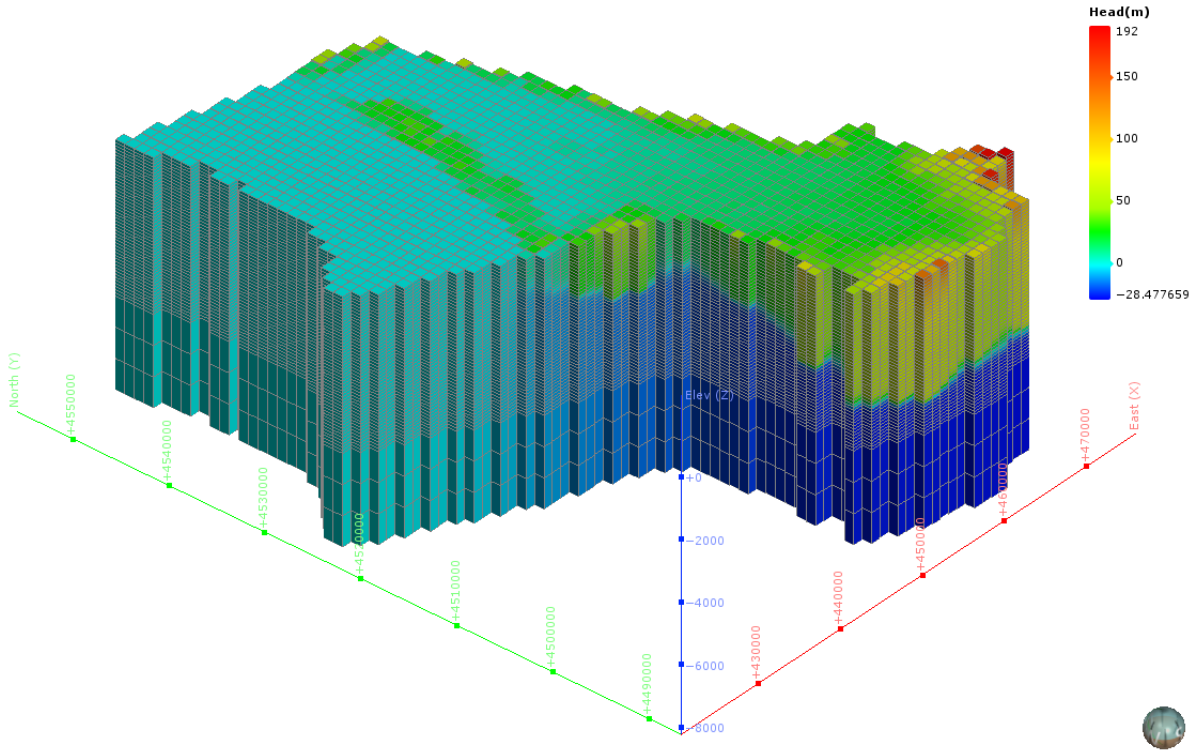


図 5-119　地下水ポテンシャル三次元分布図（TH-2 : Tsugaru plain）

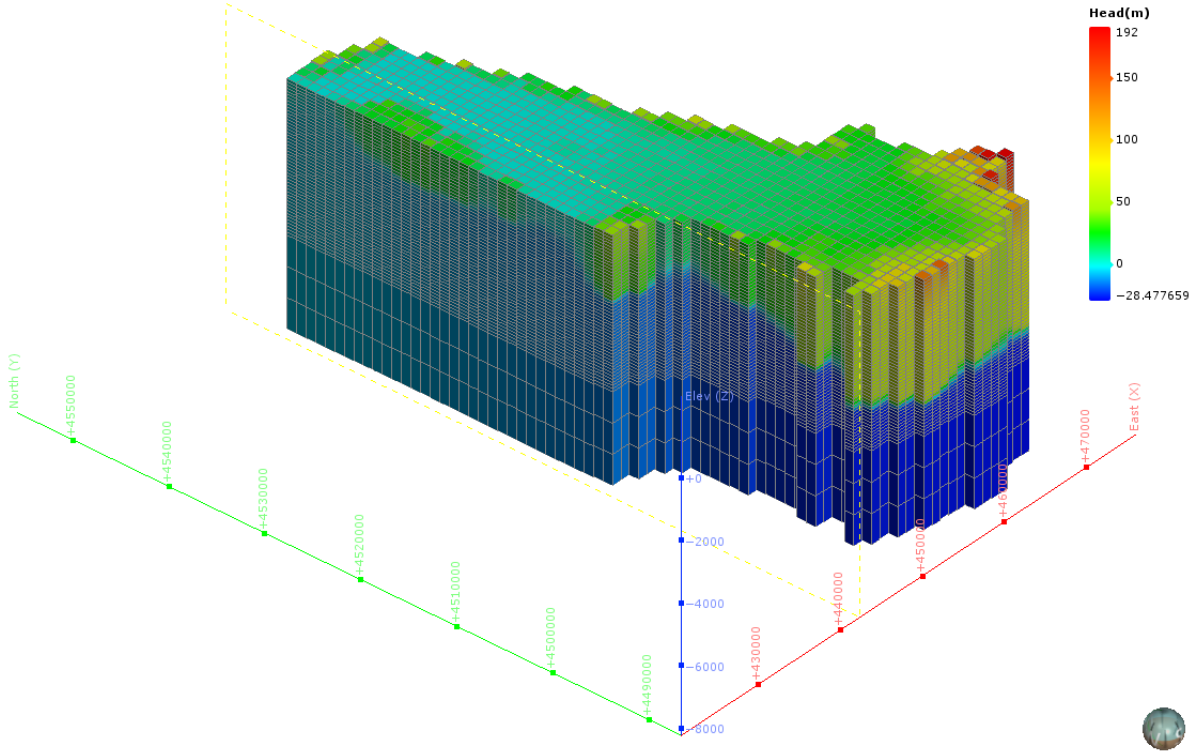


図 5-120　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（TH-2 : Tsugaru plain）

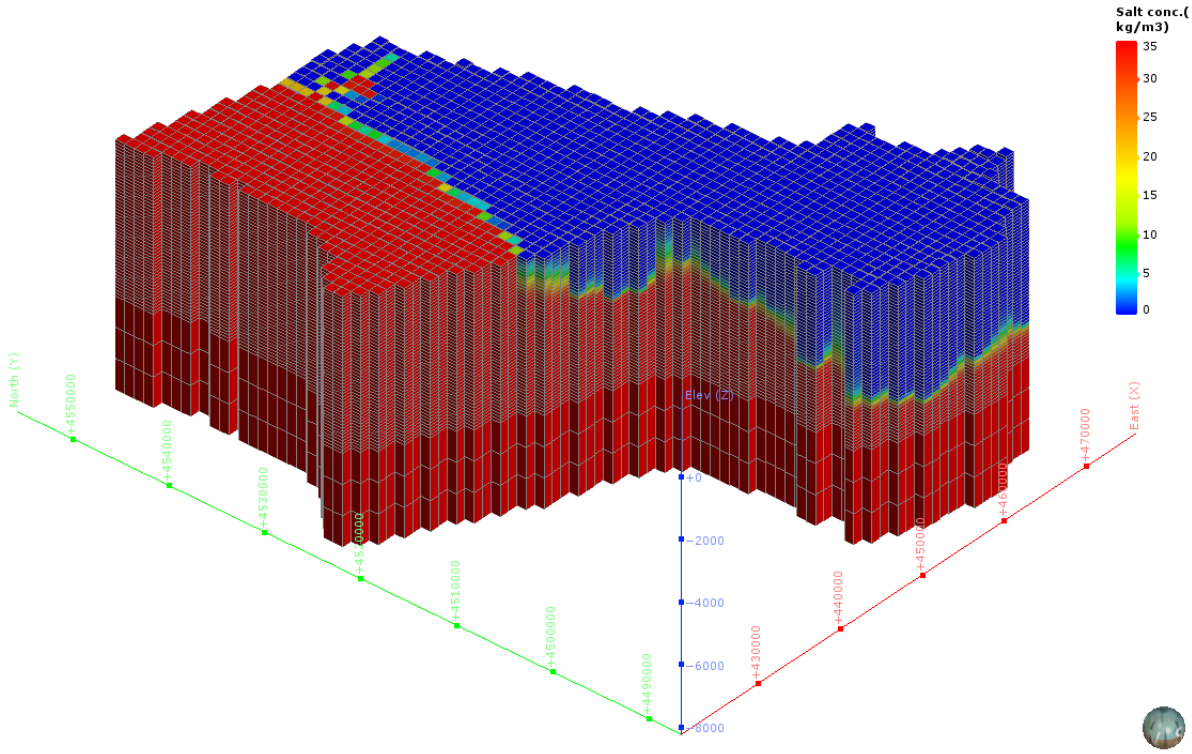


図 5-121　塩濃度三次元分布図（TH-2 : Tsugaru plain）

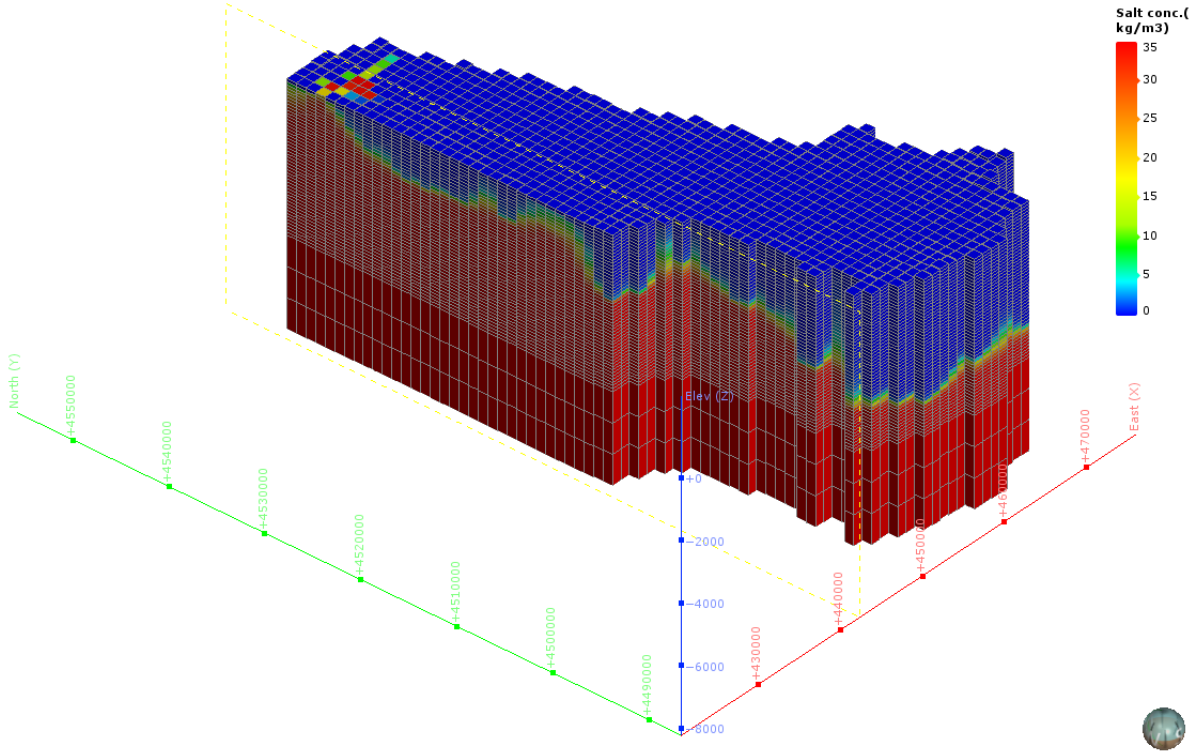


図 5-122　塩濃度三次元分布図（分割図）（TH-2 : Tsugaru plain）

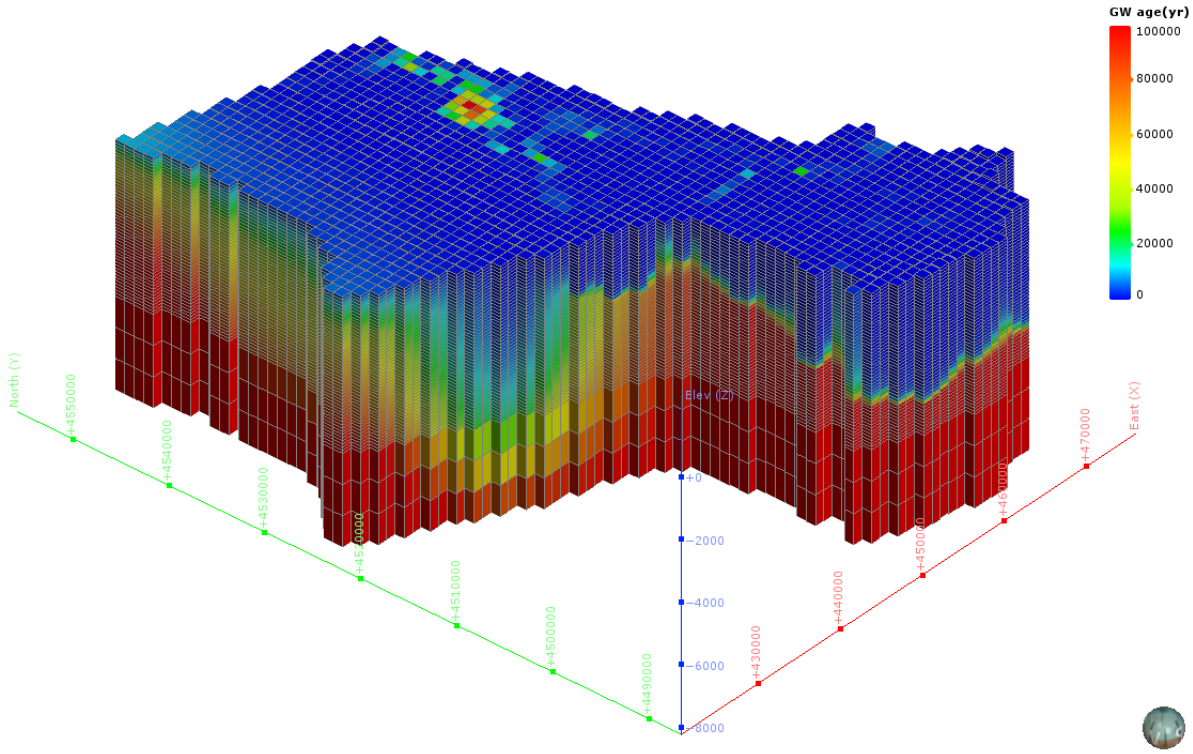


図 5-123　地下水年代三次元分布図（TH-2 : Tsugaru plain）

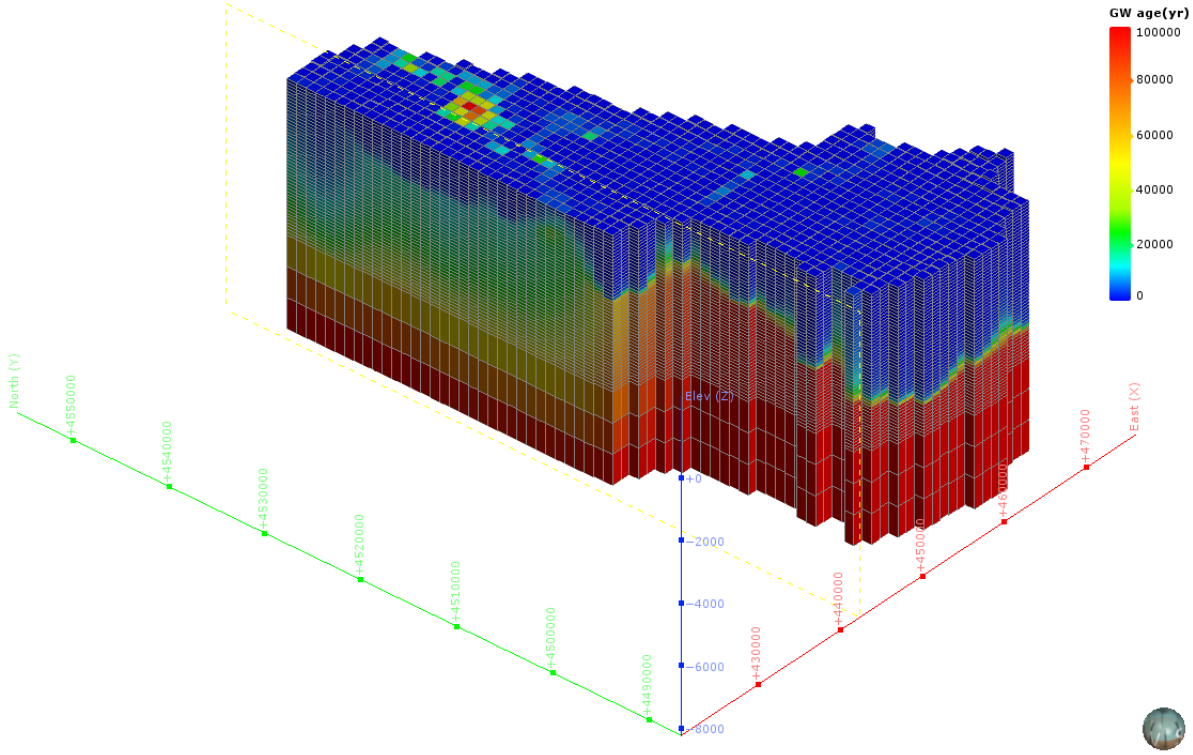


図 5-124　地下水年代三次元分布図（分割図）（TH-2 : Tsugaru plain）

（10）　TH-3：Sanbongihara

1）　**解析領域**

TH-3：Sanbongihara 領域を包括し、海域約 35km を拡張して、解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、3,173km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、青森県十和田市である。

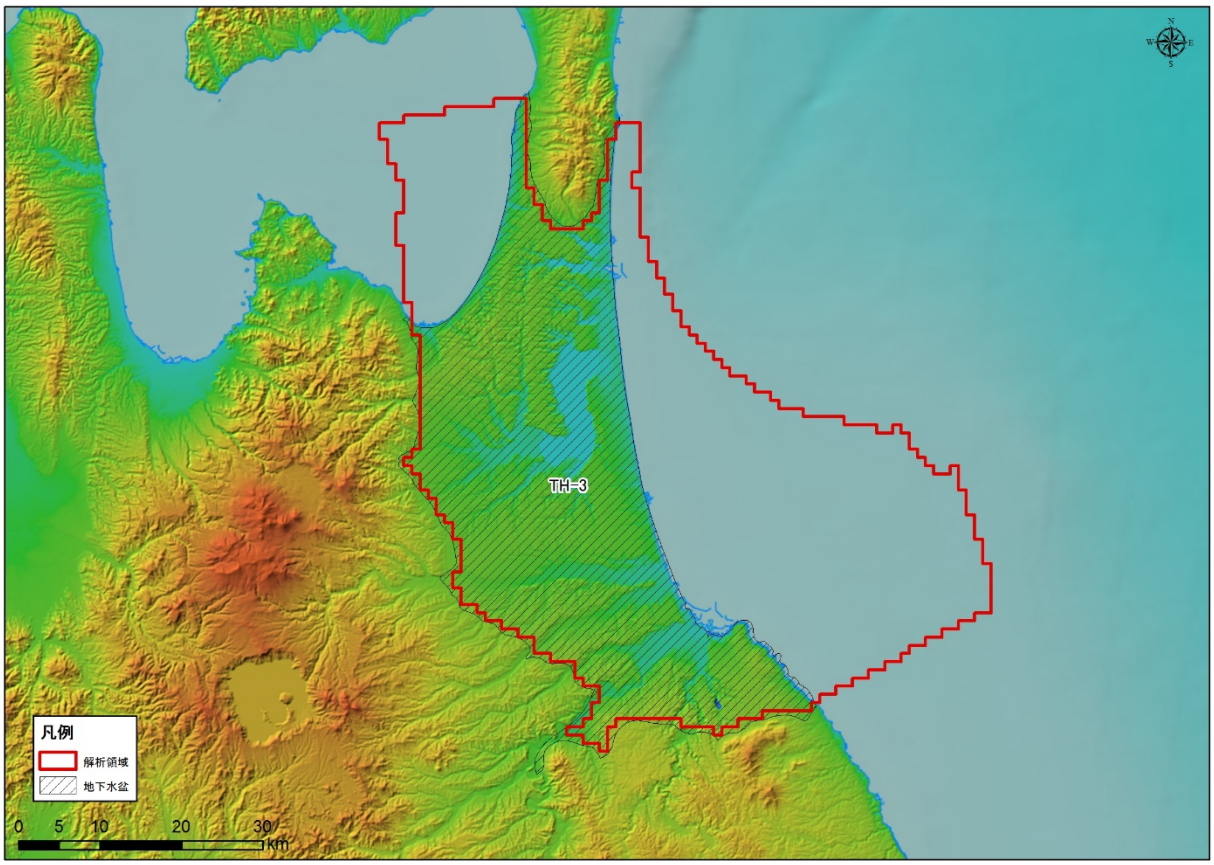


図 5-125　解析領域（TH-3 : Sanbongihara）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 78、Y 方向に 84、Z 方向に 53 で分割され、Active Cell 数は、168,169 となった。本領域内は、Q3，Q2，Q1，N3，N2，N1，PreN1 で構成される。

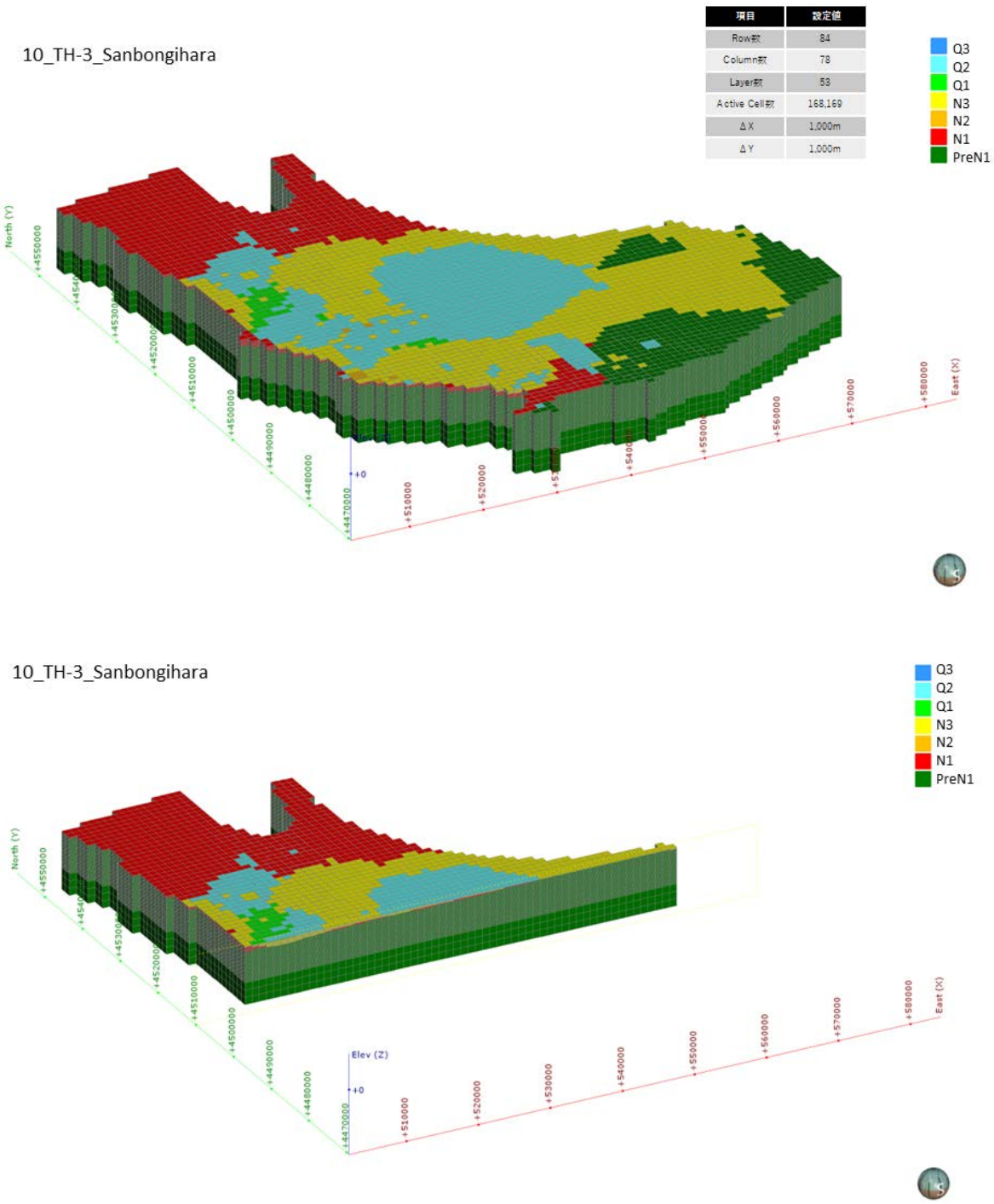


図 5-126　グリッド分割状況（TH-3 : Sanbongihara）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=1.520）と海域セル（N=1,653）の設定位置図を図 5-131 に示す。

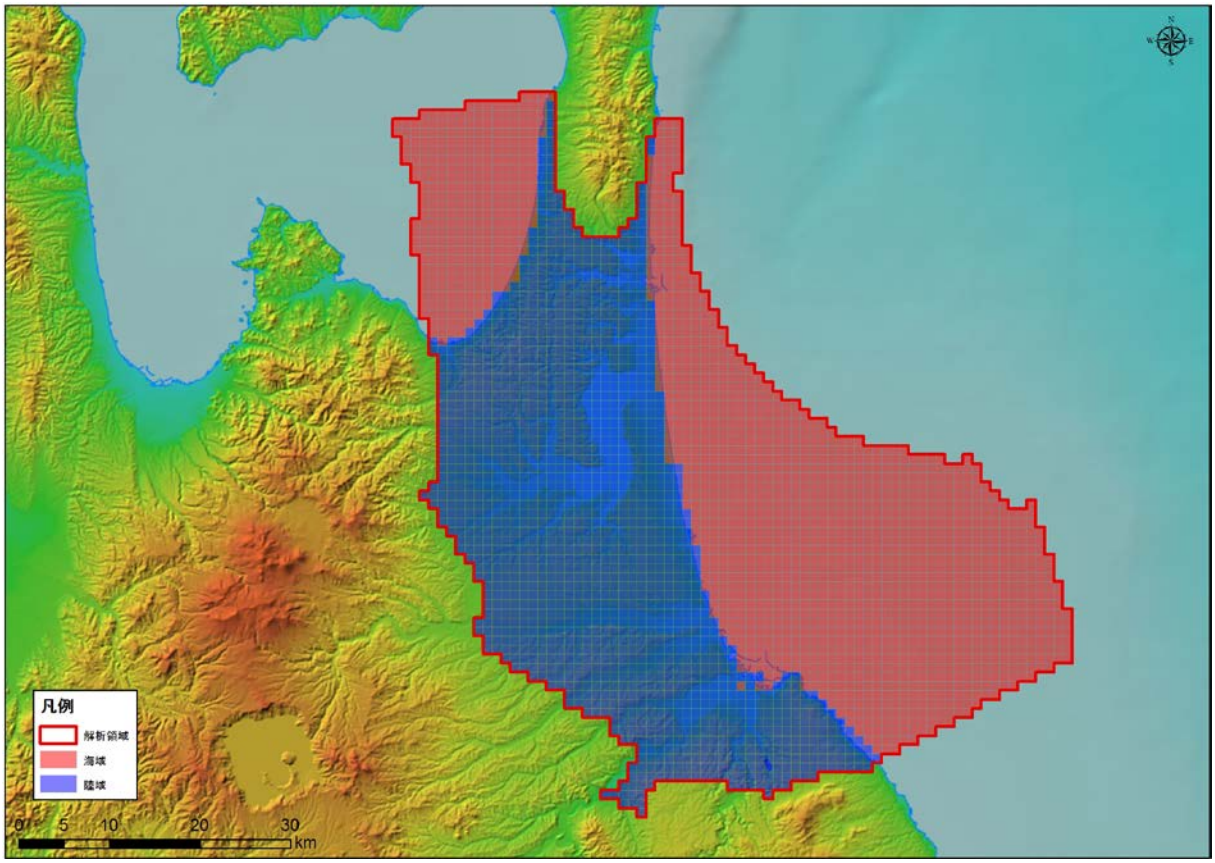


図 5-127　境界条件（TH-3 : Sanbongihara）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×3.9 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 1.25 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 1.26 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-10　検討ケース（TH-3 : Sanbongihara）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 3.9
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	1.14E+01
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	5.96E+00
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	1.32E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	3.20E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	2.16E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	1.66E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	1.04E-01
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	6.66E-02
モデル内の涵養量 (mm/日)	0.33	3.32	0.04	1.25

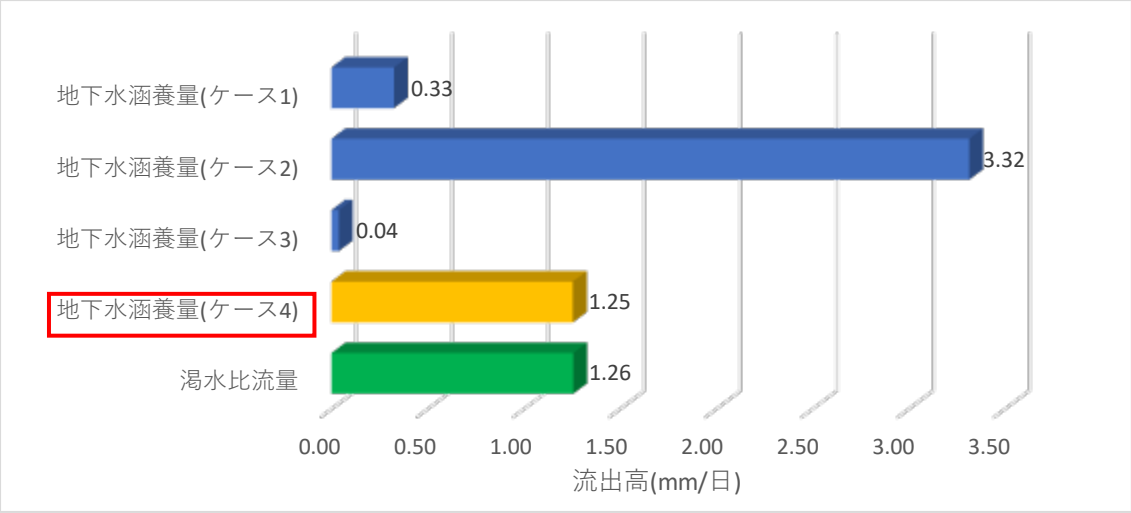


図 5-128　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（TH-3 : Sanbongihara）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

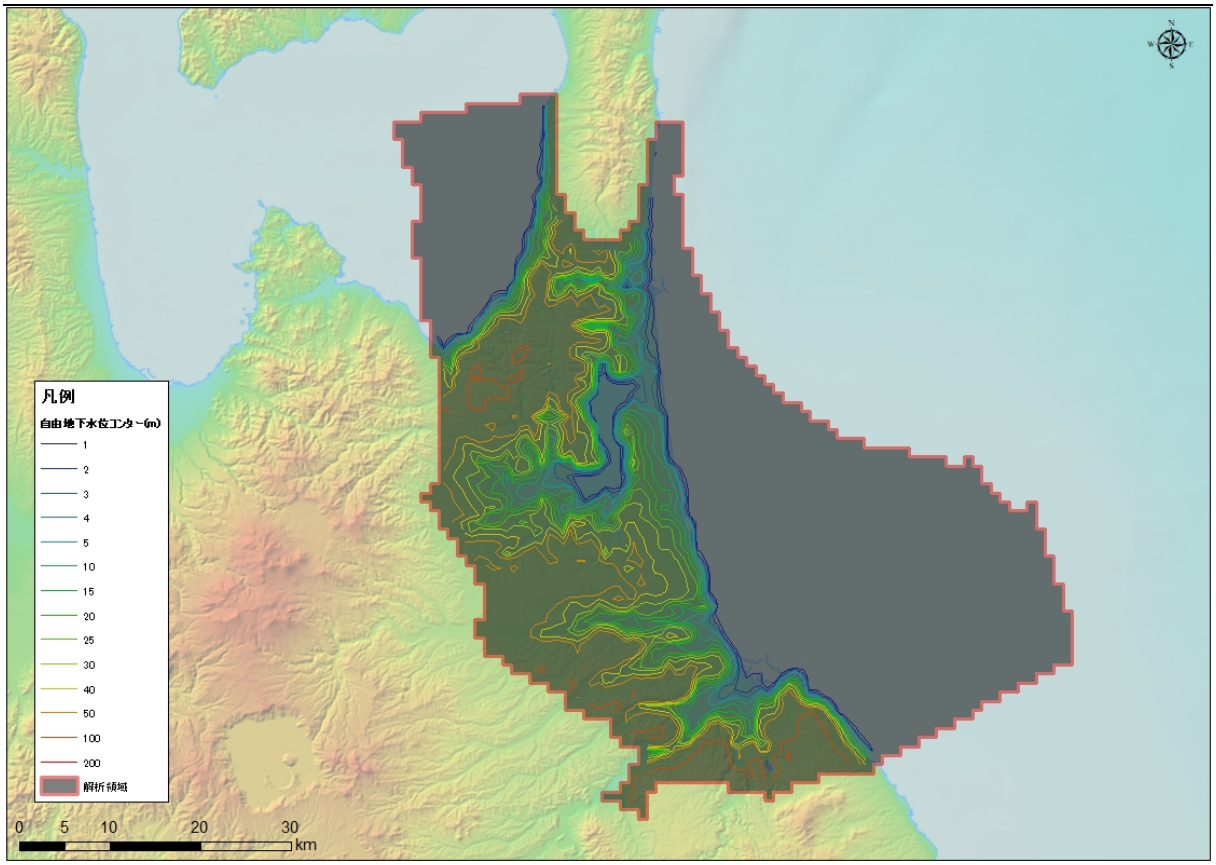


図 5-129　地下水位等高線図（TH-3 : Sanbongihara）

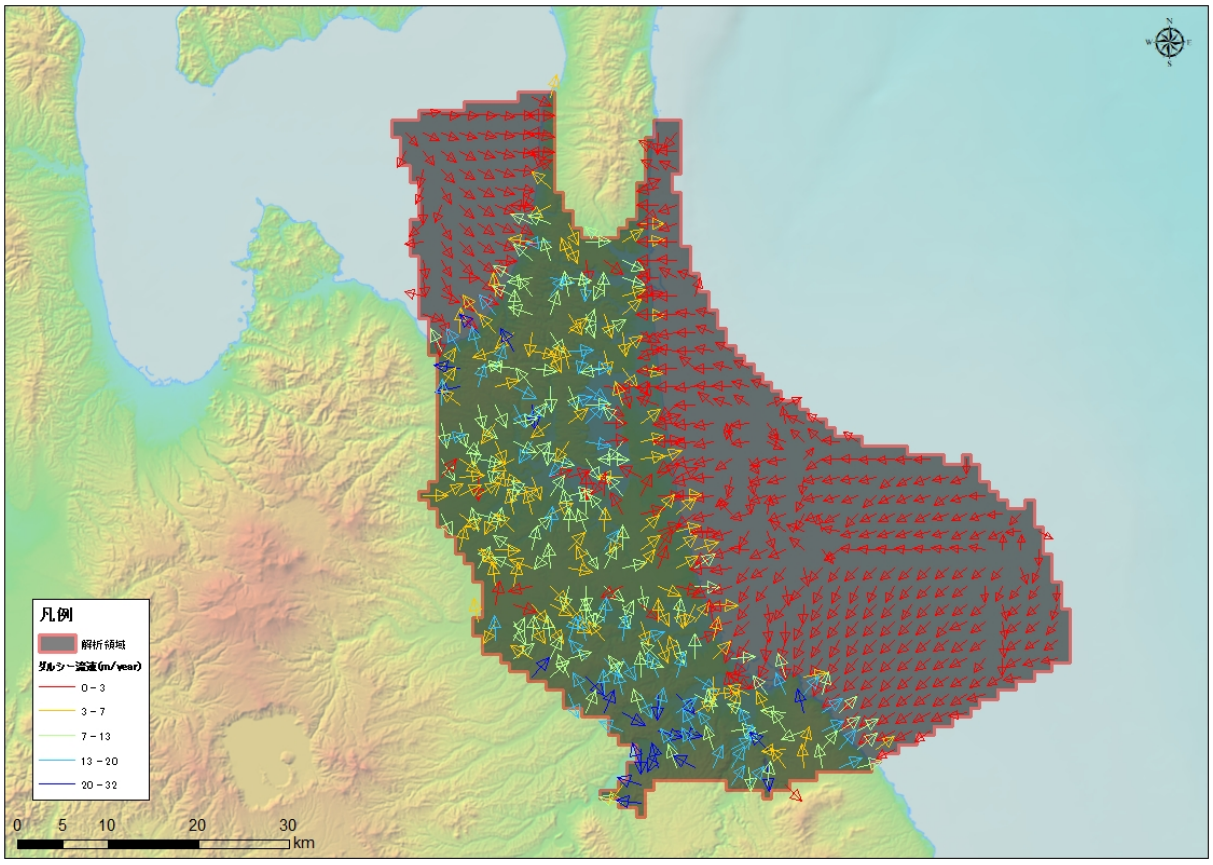


図 5-130　流速ベクトル図（TH-3 : Sanbongihara）

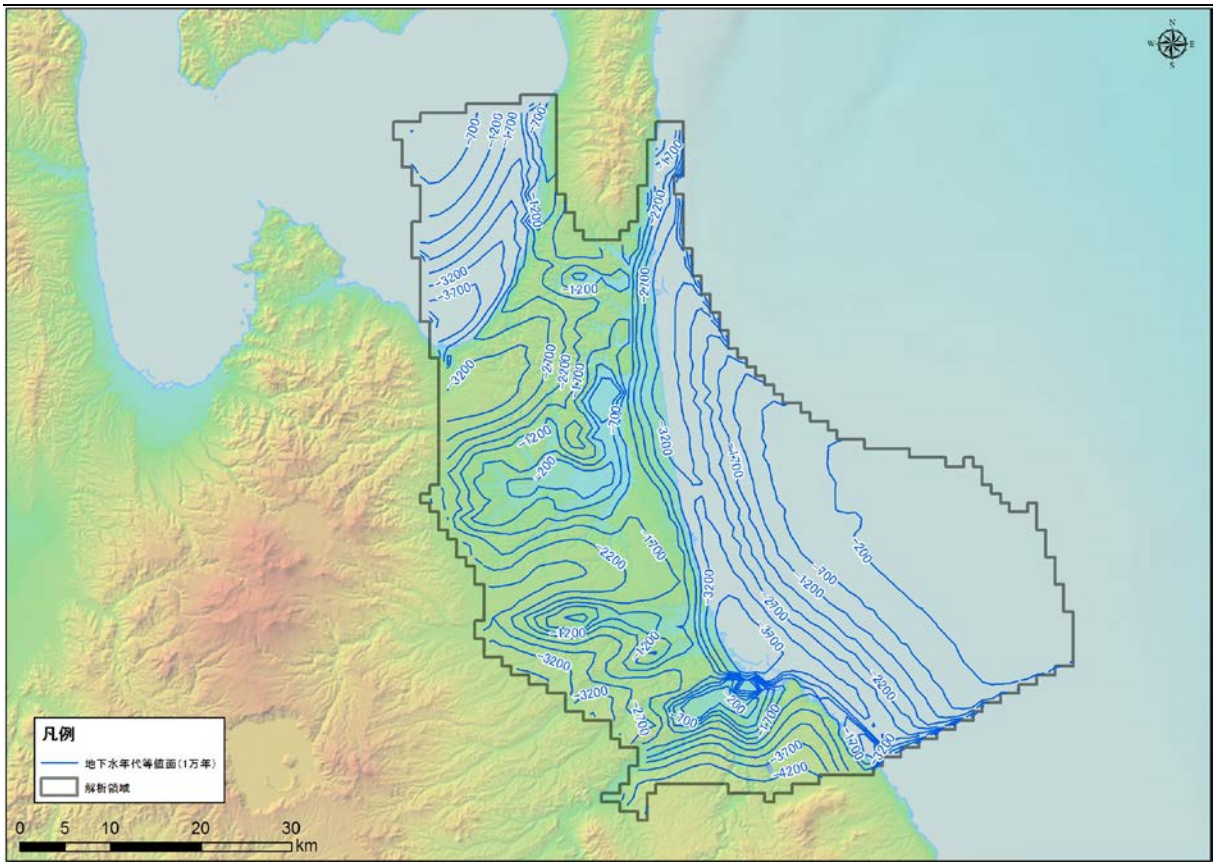


図 5-131　地下水年代（1 万年）等値面図（TH-3 : Sanbongihara）

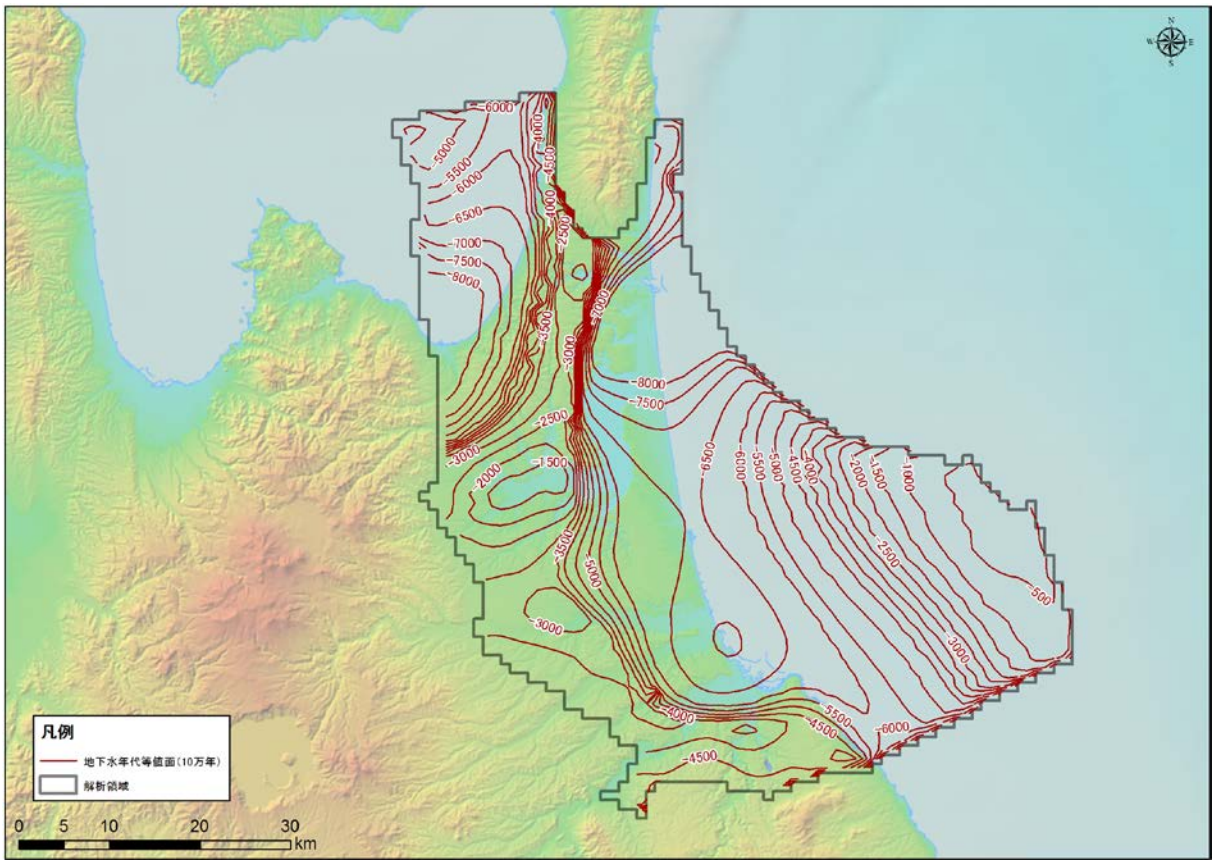


図 5-132　地下水年代（10 万年）等値面図（TH-3 : Sanbongihara）

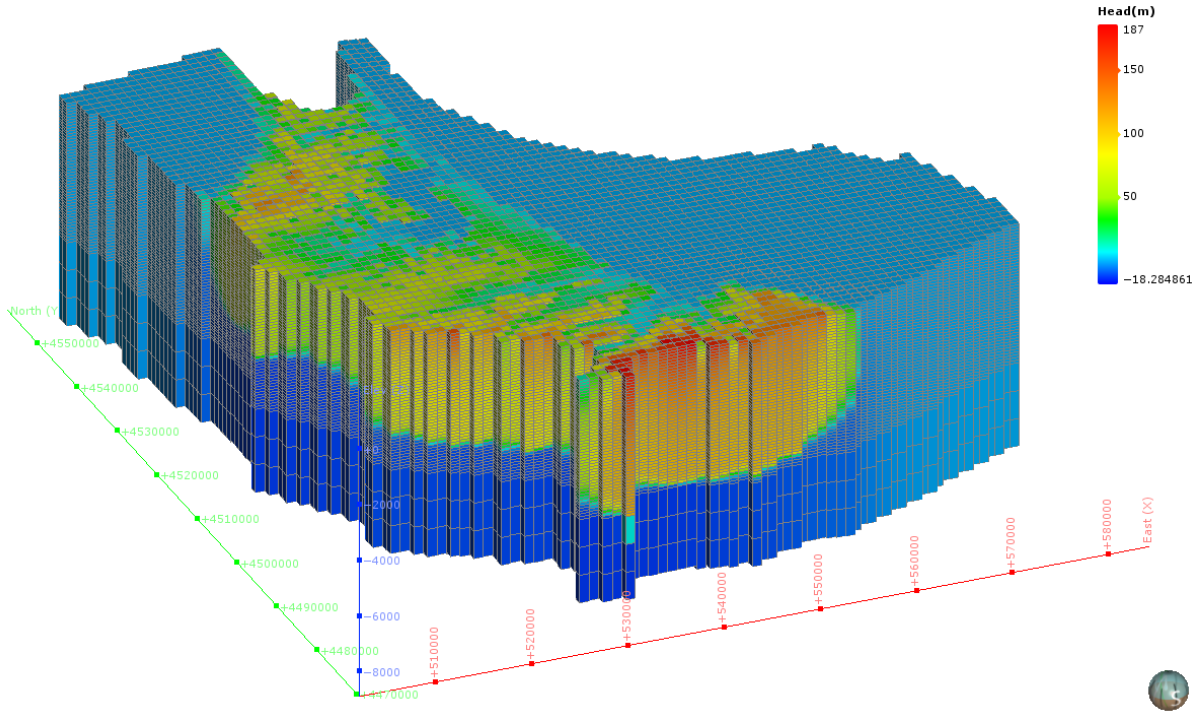


図 5-133　地下水ポテンシャル三次元分布図（TH-3 : Sanbongihara）

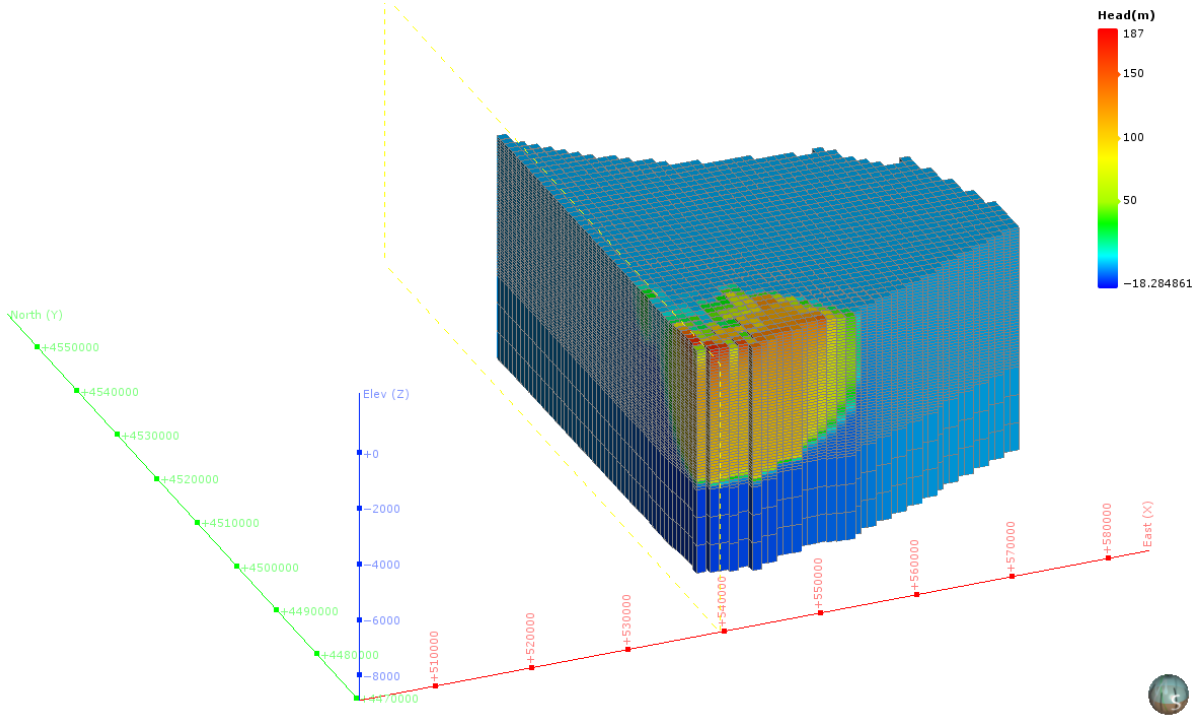


図 5-134　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（TH-3 : Sanbongihara）

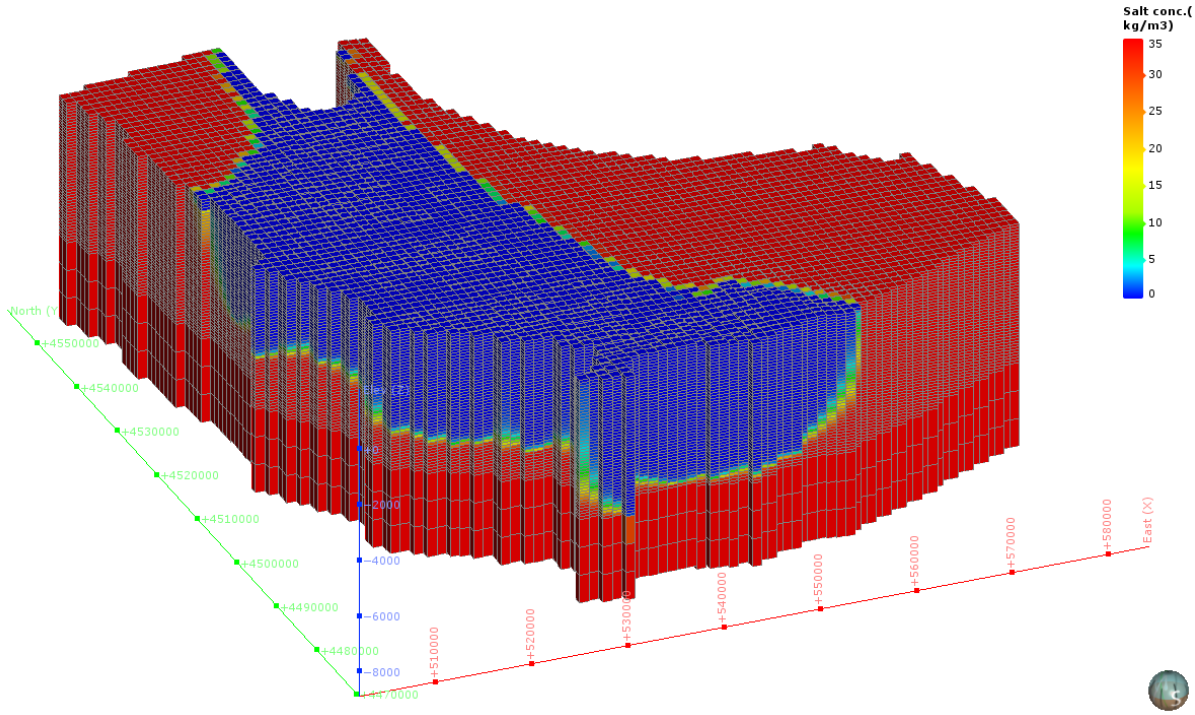


図 5-135　塩濃度三次元分布図（TH-3 : Sanbongihara）

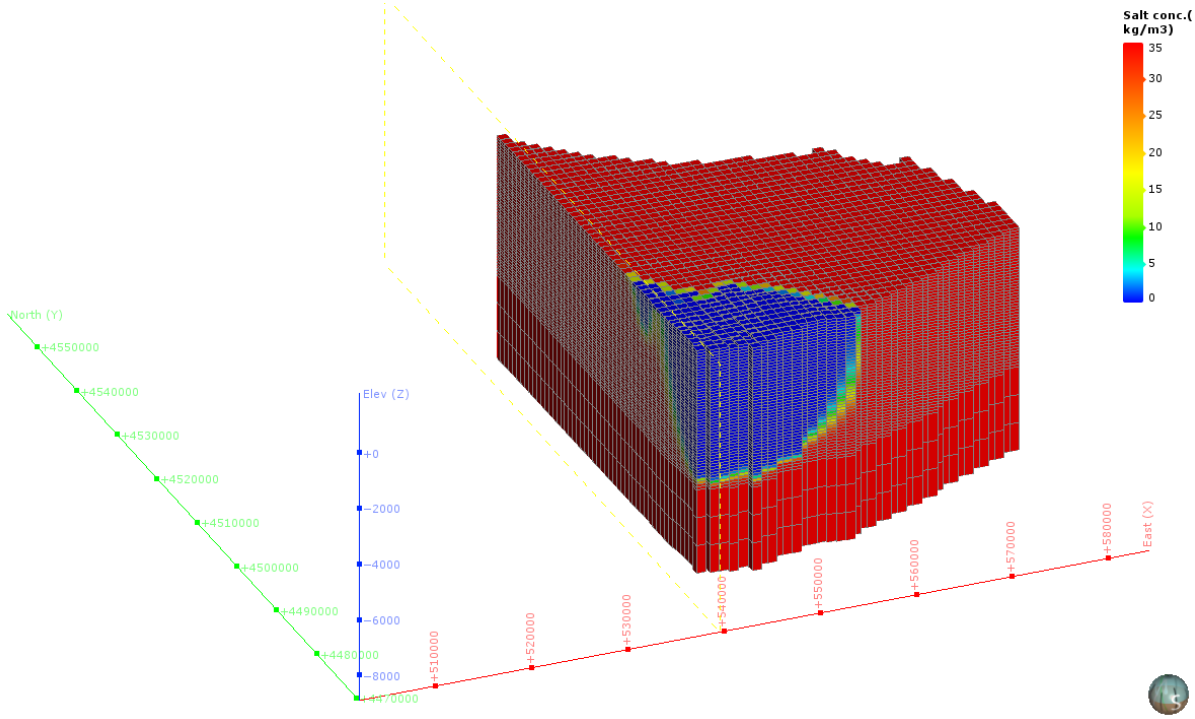


図 5-136　塩濃度三次元分布図（分割図）（TH-3 : Sanbongihara）

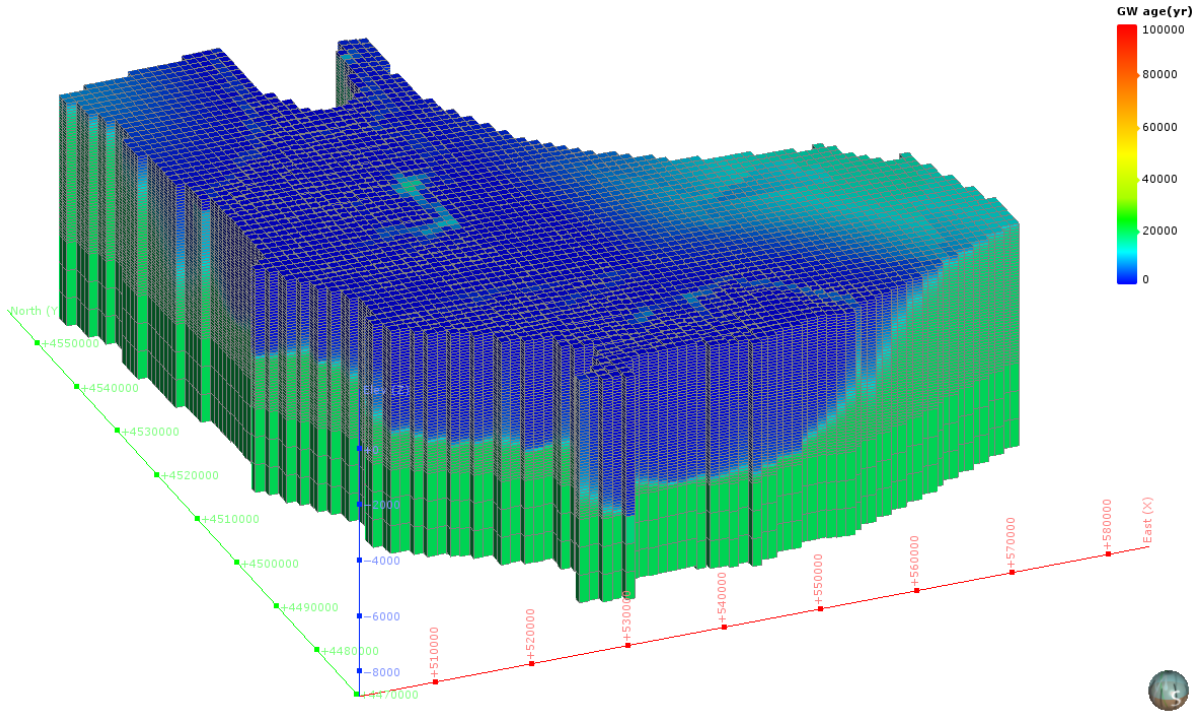


図 5-137　地下水年代三次元分布図（TH-3 : Sanbongihara）

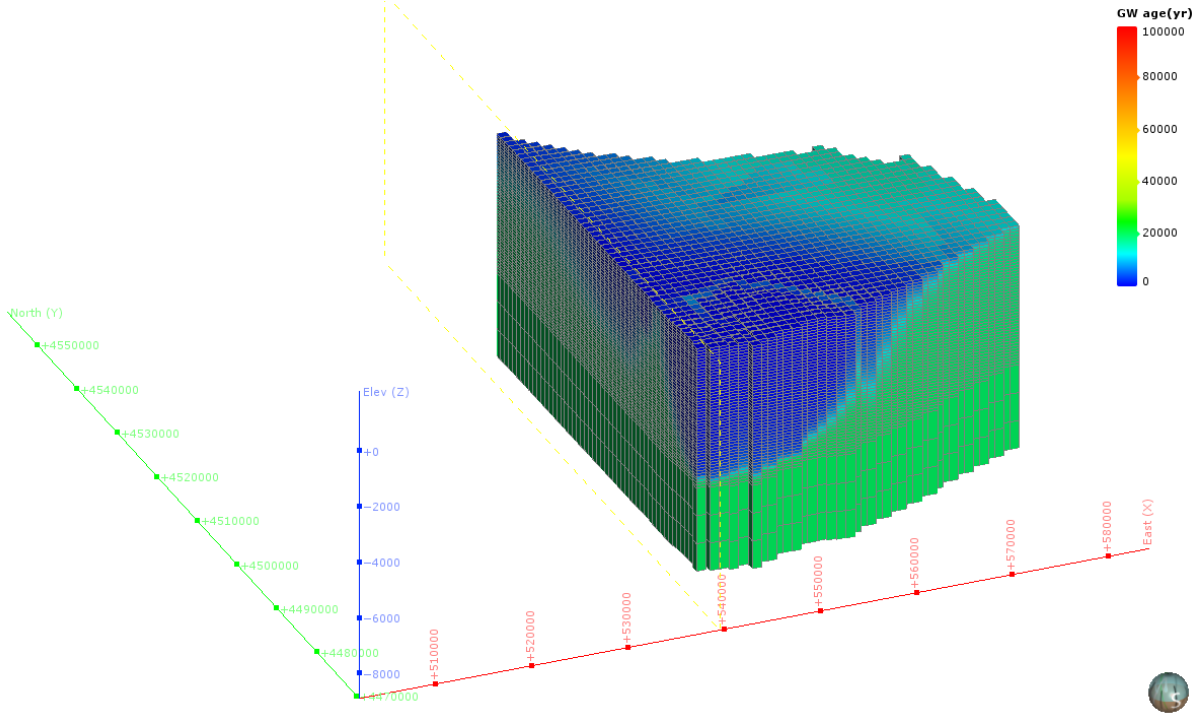


図 5-138　地下水年代三次元分布図（分割図）（TH-3 : Sanbongihara）

（11） TH-4：Noshiro and Akita plain

1） **解析領域**

TH-4 : Noshiro and Akita plain 領域を包括し、海域約 12km を拡張して、解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、1,589km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、秋田県秋田市である。

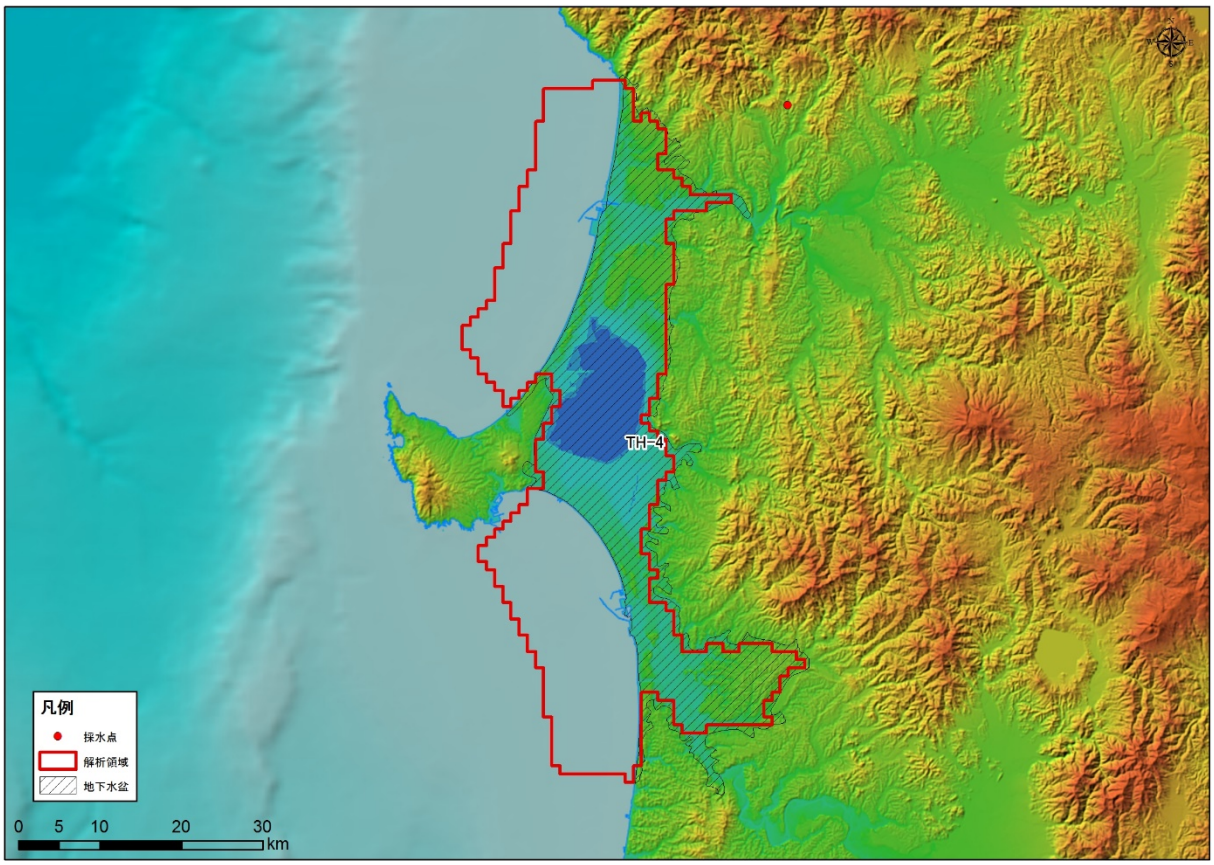


図 5-143 解析領域（TH-4 : Noshiro and Akita plain）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 45、Y 方向に 89、Z 方向に 51 で分割され、Active Cell 数は、81,039 となった。本領域内は、Q3，Q2，Q1，N3，N2，N1，PreN1 で構成される。

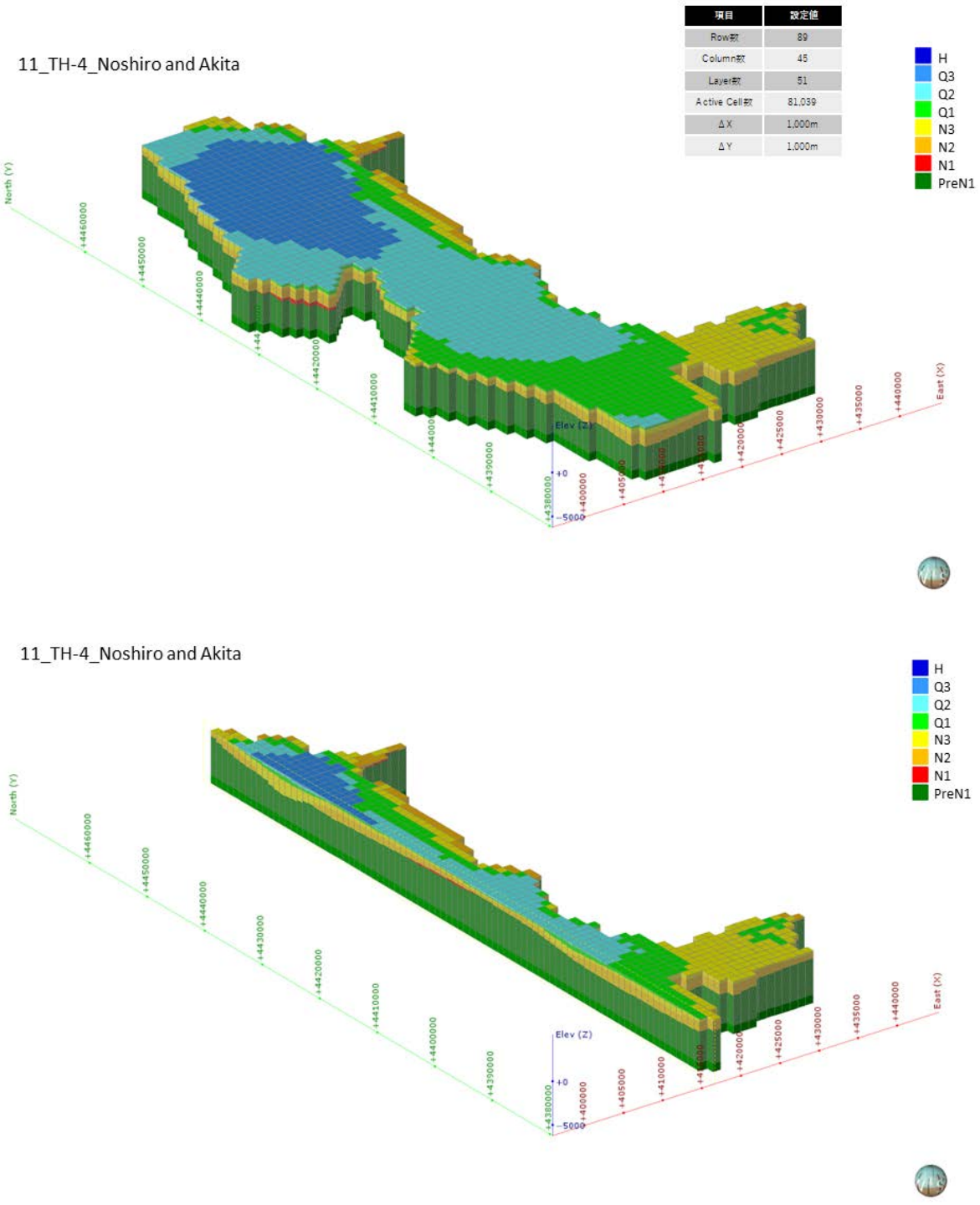


図 5-144　グリッド分割状況（TH-4 : Noshiro and Akita plain）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=824）と海域セル（N=765）の設定位置図を図 5-145 に示す。

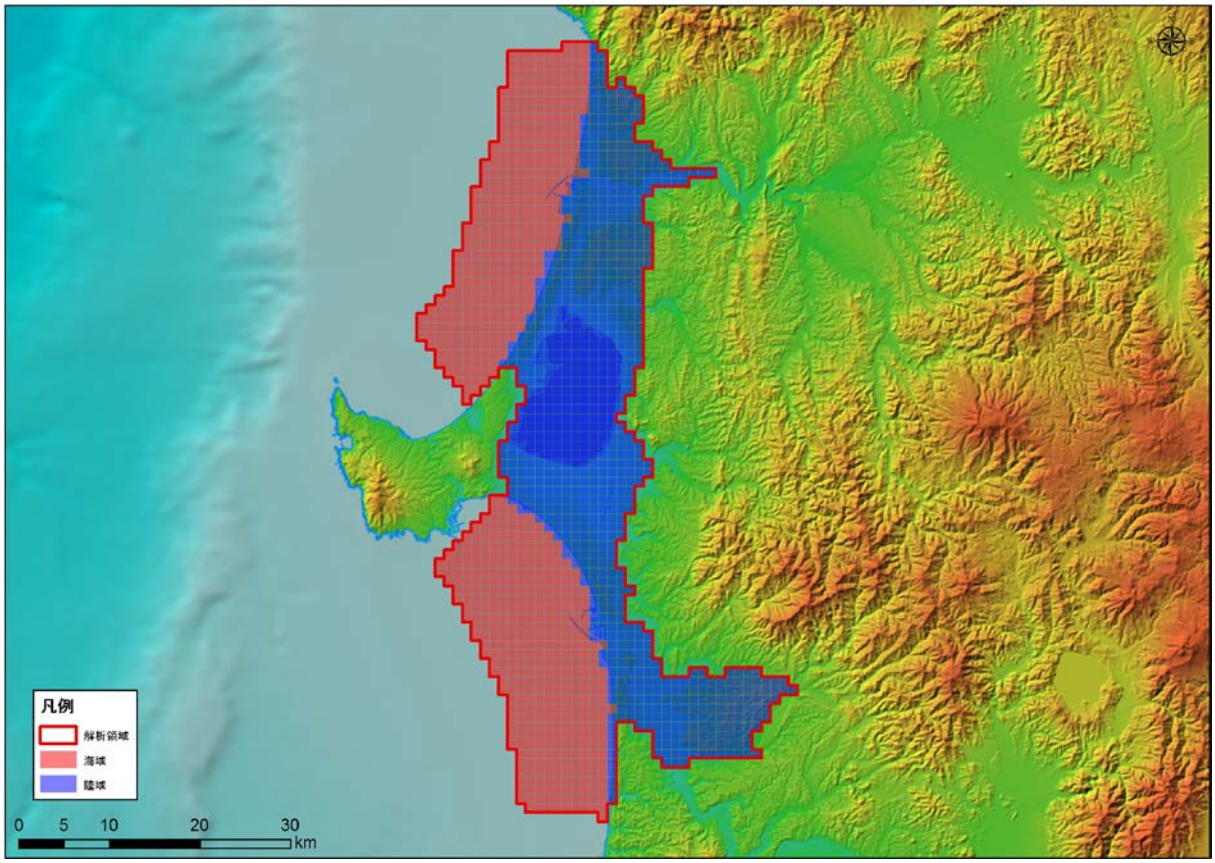


図 5-145　境界条件（TH-4 : Noshiro and Akita plain）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×3.4 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 1.14 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 1.14 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-14　検討ケース（TH-4 : Noshiro and Akita plain）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 3.4
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	9.98E+00
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	5.23E+00
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	1.15E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	2.81E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	1.90E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	1.46E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	9.16E-02
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	5.84E-02
モデル内の涵養量 (mm/日)	0.34	6.58	0.02	1.14

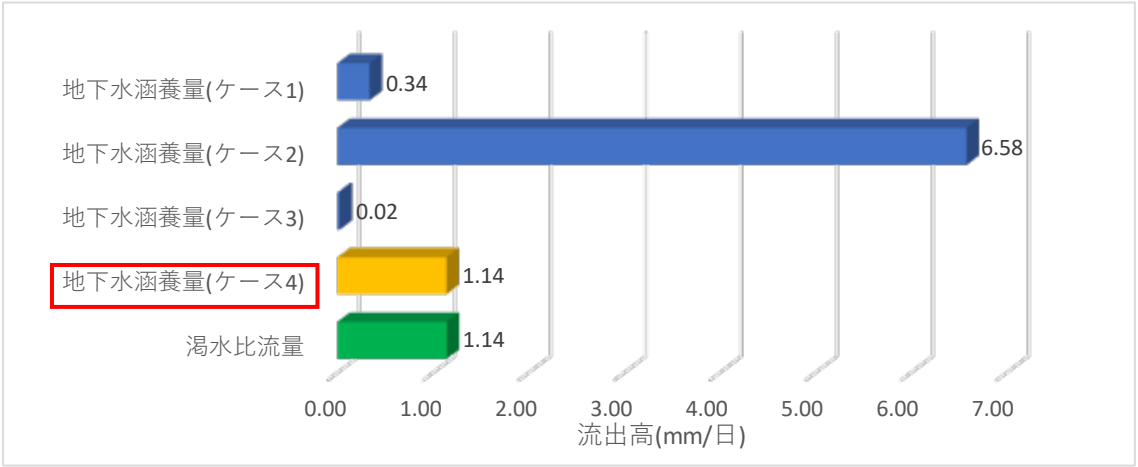


図 5-146　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（TH-4 : Noshiro and Akita plain）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

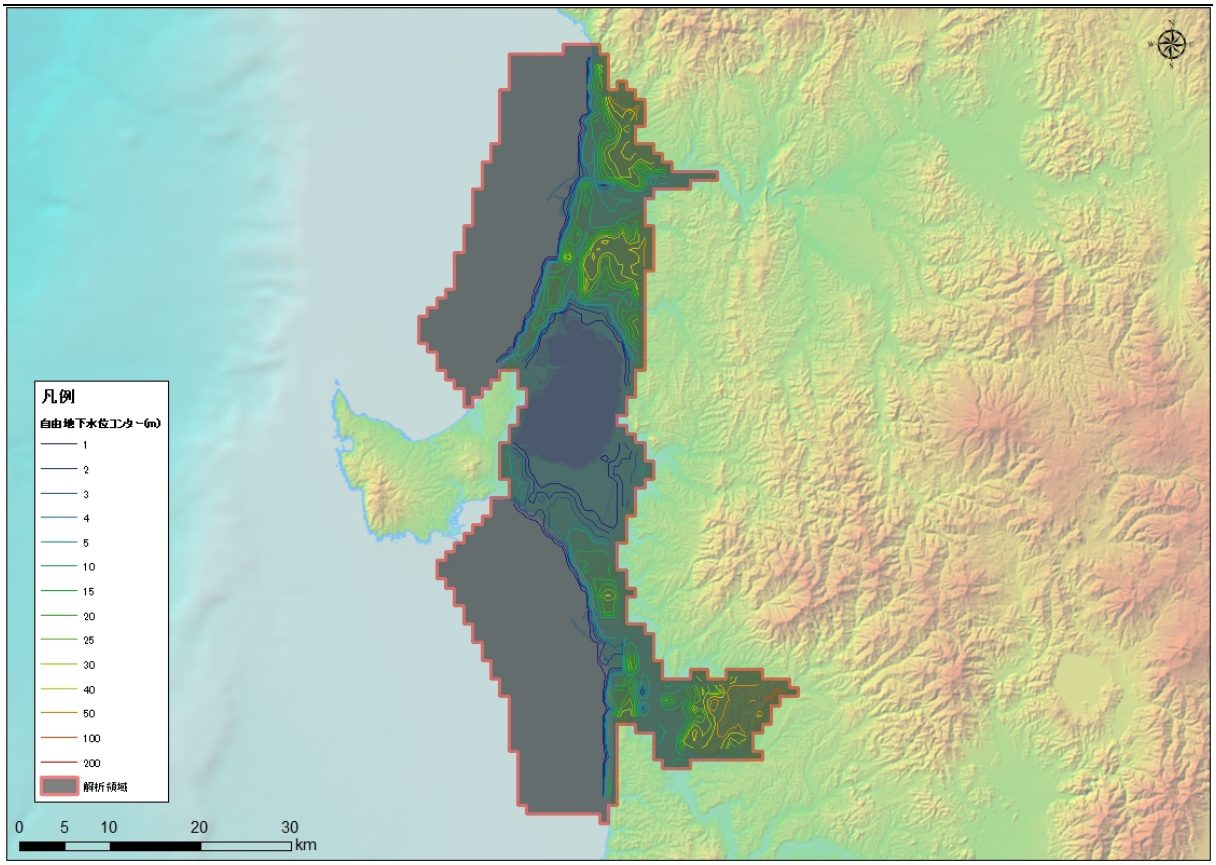


図 5-147　地下水位等高線図（TH-4 : Noshiro and Akita plain）

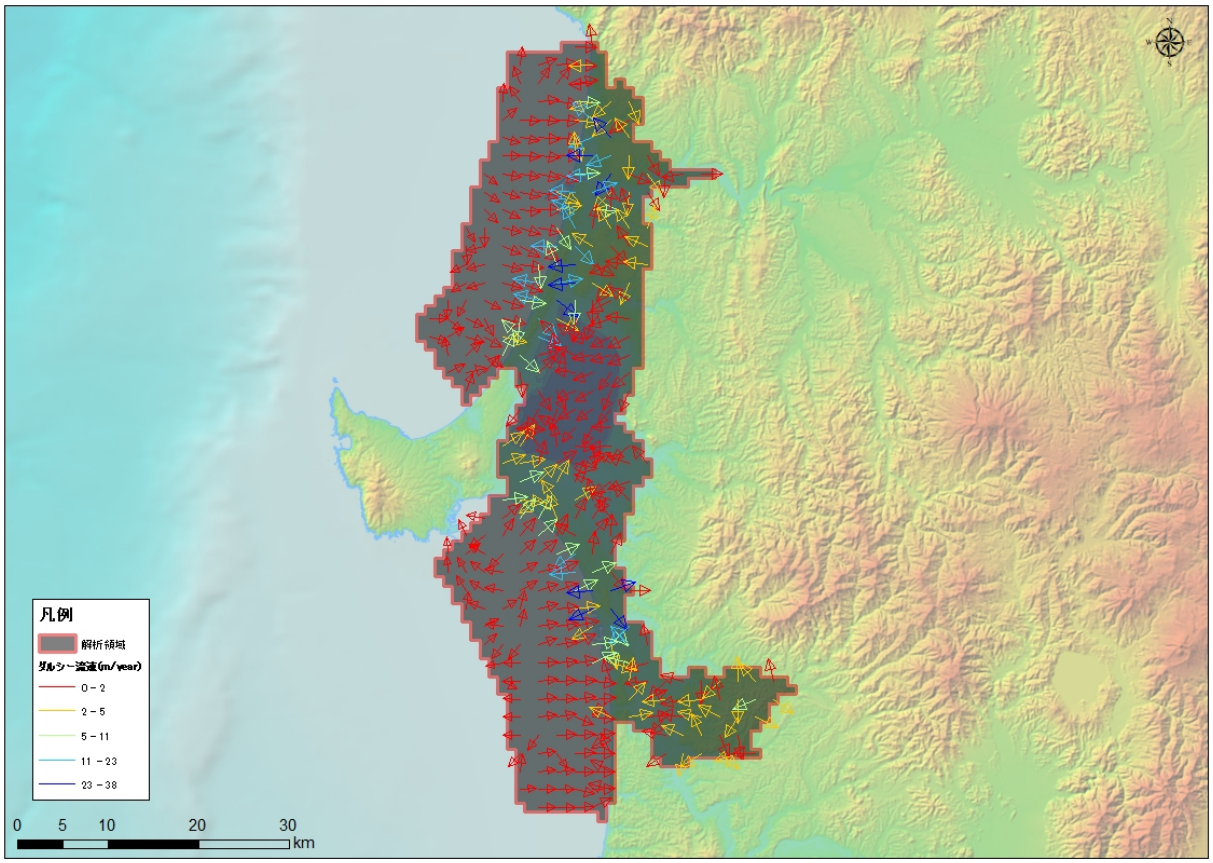


図 5-148　流速ベクトル図（TH-4 : Noshiro and Akita plain ）

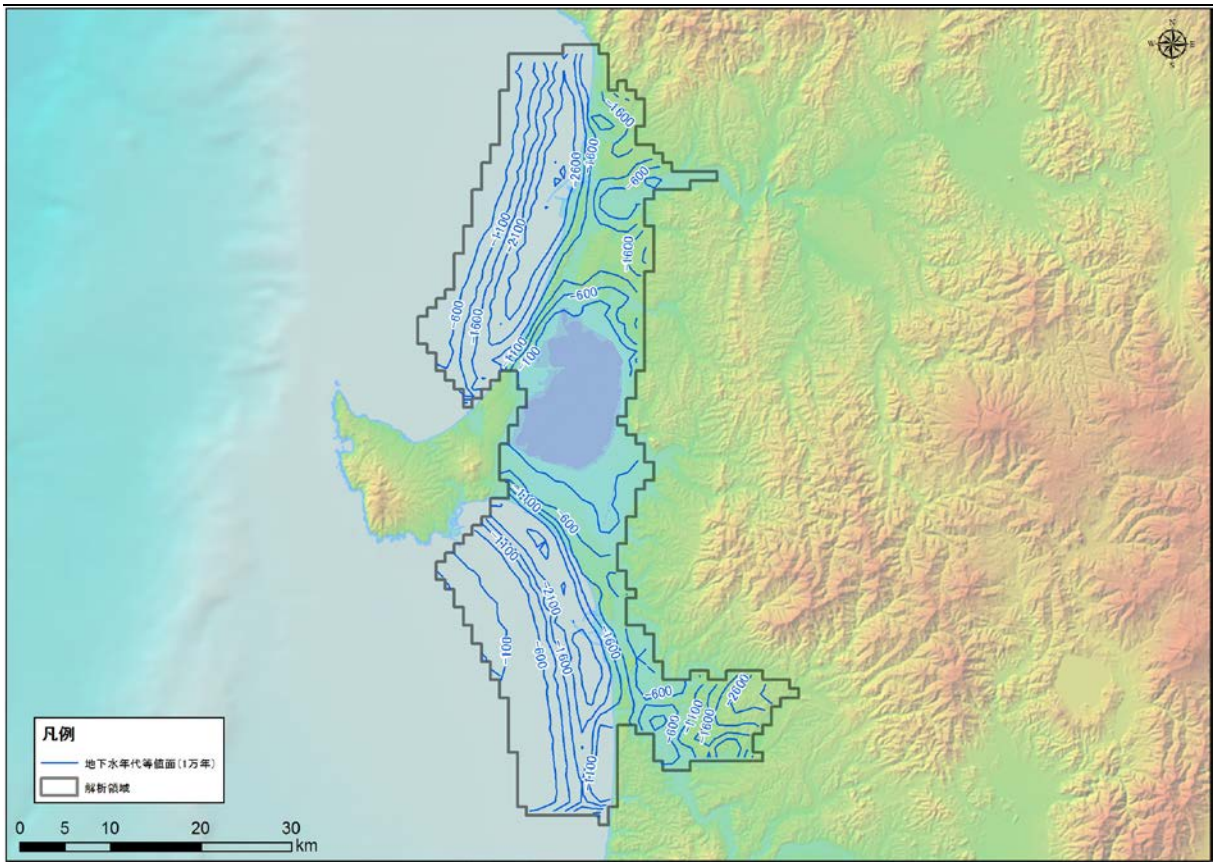


図 5-149　地下水年代（1 万年）等値面図（TH-4 : Noshiro and Akita plain ）

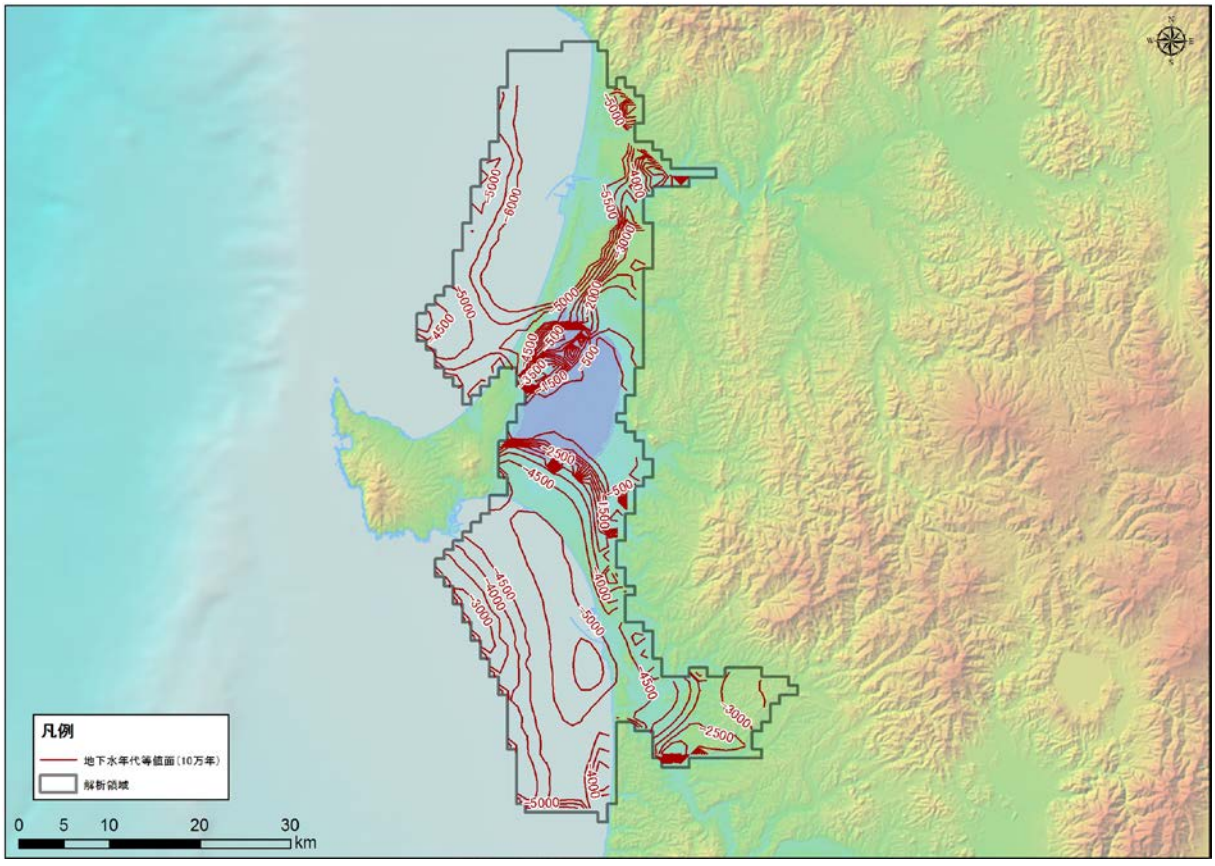


図 5-150　地下水年代（10 万年）等値面図（TH-4 : Noshiro and Akita plain ）

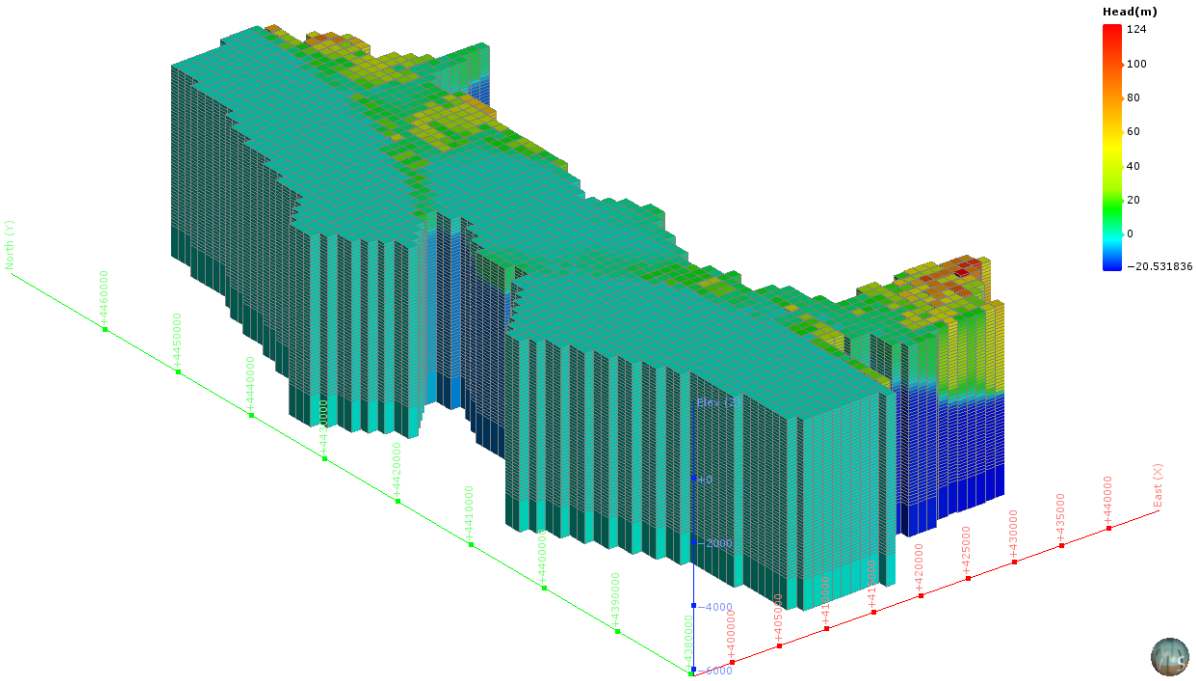


図 5-151　地下水ポテンシャル三次元分布図（TH-4 : Noshiro and Akita plain ）

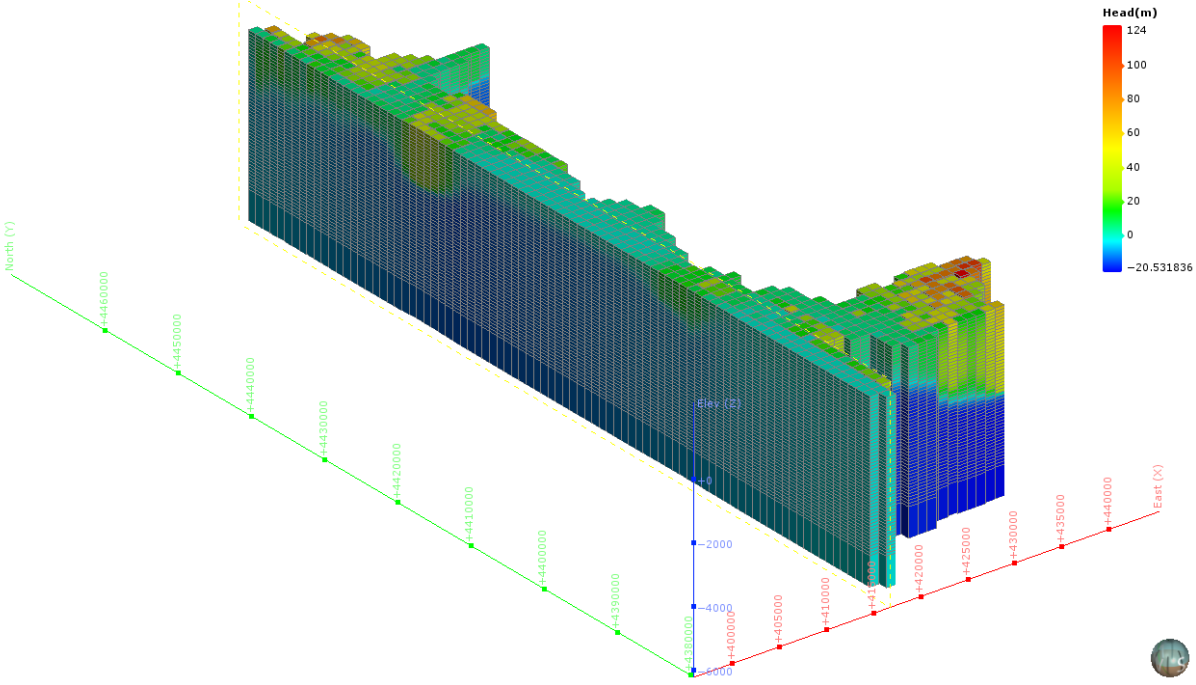


図 5-152　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（TH-4 : Noshiro and Akita plain ）

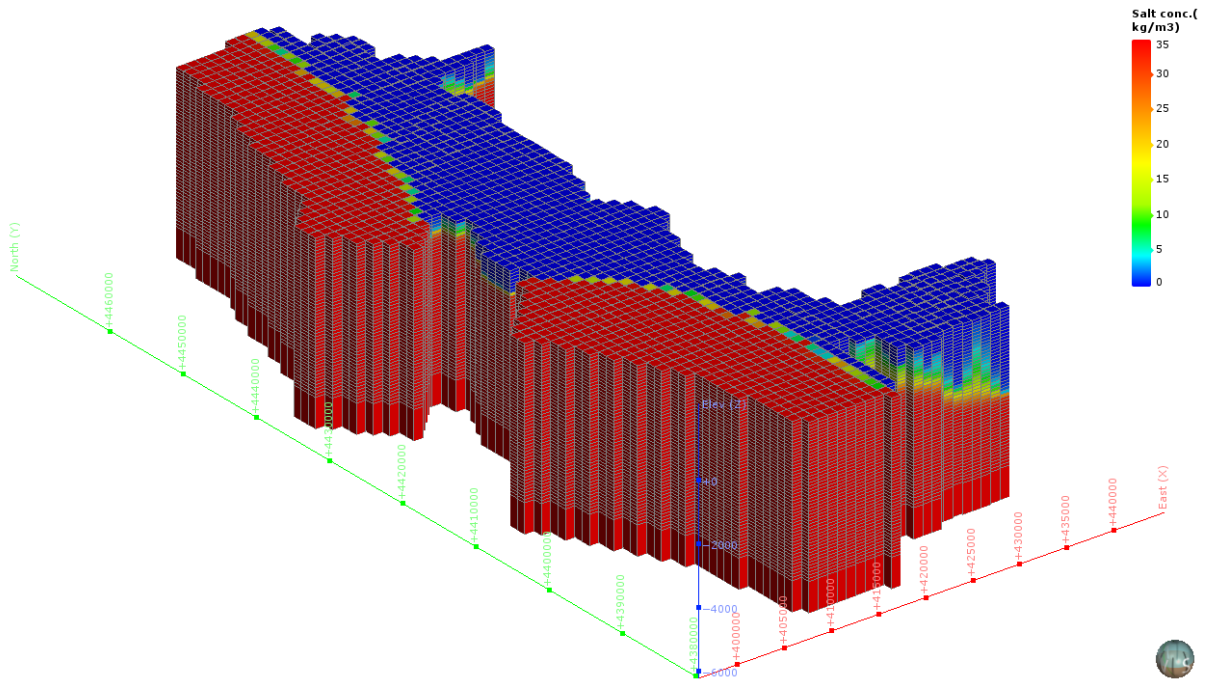


図 5-153　塩濃度三次元分布図（TH-4 : Noshiro and Akita plain ）

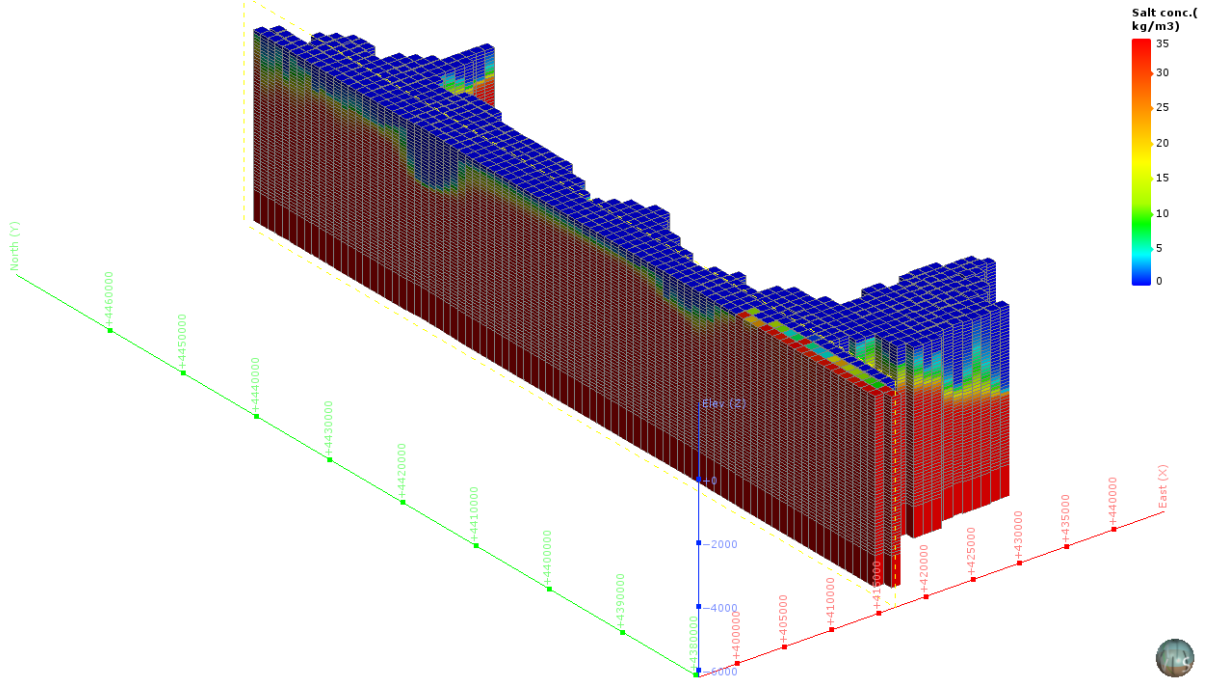


図 5-154　塩濃度三次元分布図（分割図）（TH-4 : Noshiro and Akita plain ）

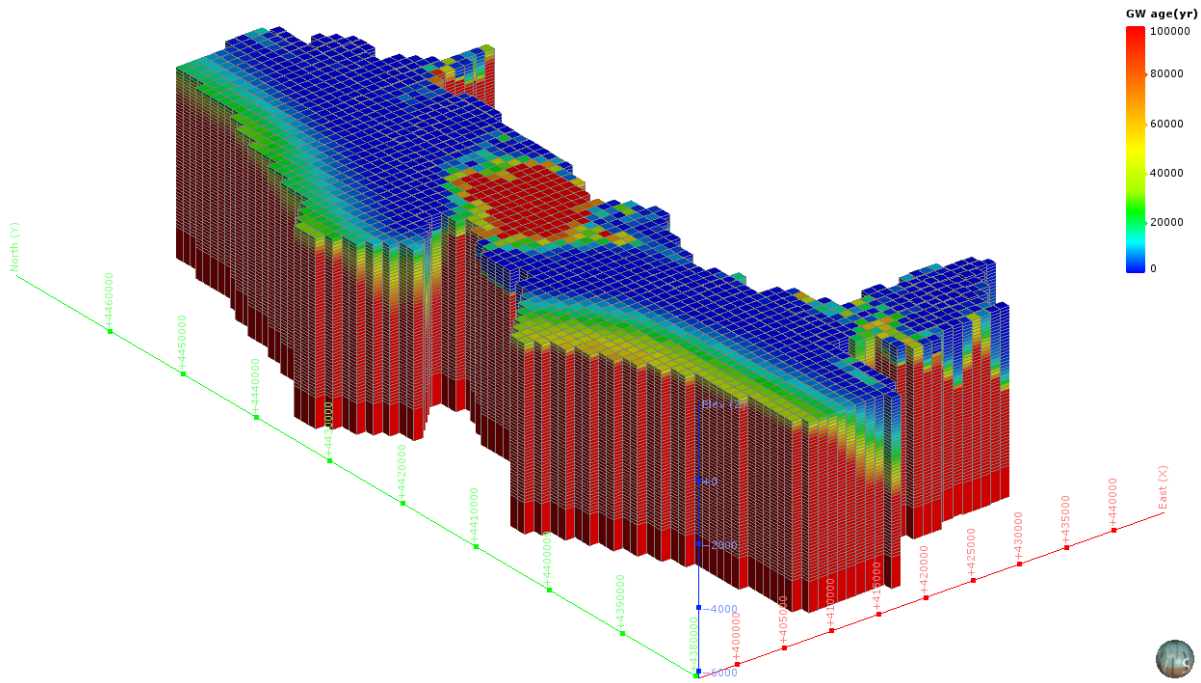


図 5-155　地下水年代三次元分布図（TH-4 : Noshiro and Akita plain ）

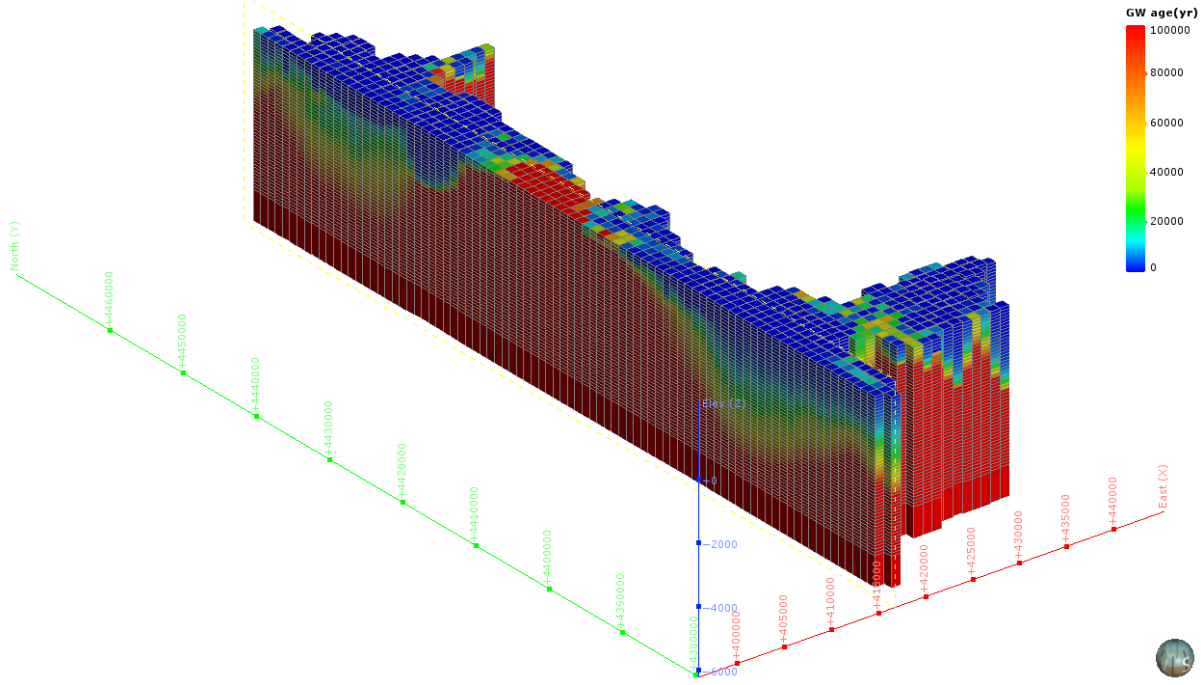


図 5-156　地下水年代三次元分布図（分割図）（TH-4 : Noshiro and Akita plain ）

（12） TH-6：Yokote basin

1） **解析領域**

TH-6：Yokote basin 領域を包括する解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、559km^2 となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、秋田県横手市である。

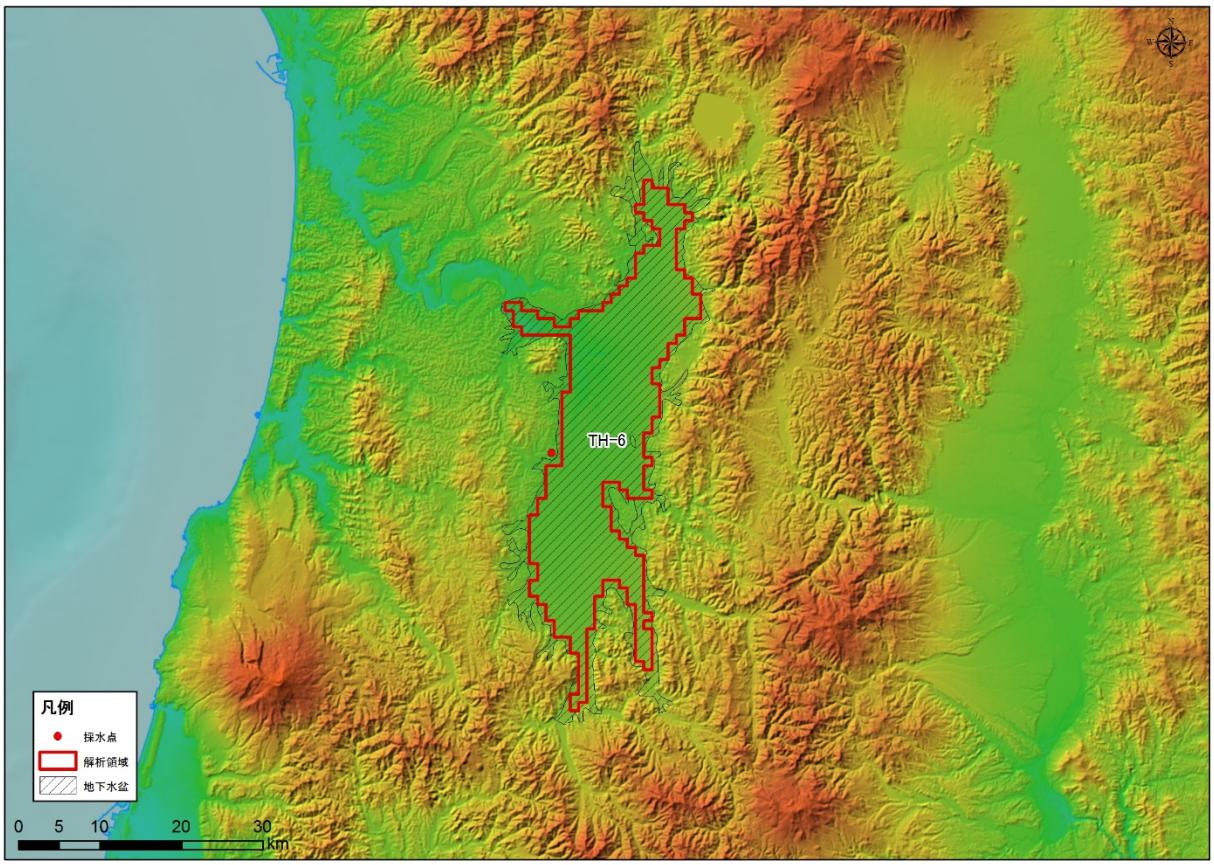


図 5-157 解析領域（TH-6 : Yokote basin）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 27、Y 方向に 72、Z 方向に 52 で分割され、Active Cell 数は、29,068 となった。本領域内は、Q3，Q2，Q1，N3，N2，N1，PreN1 で構成される。

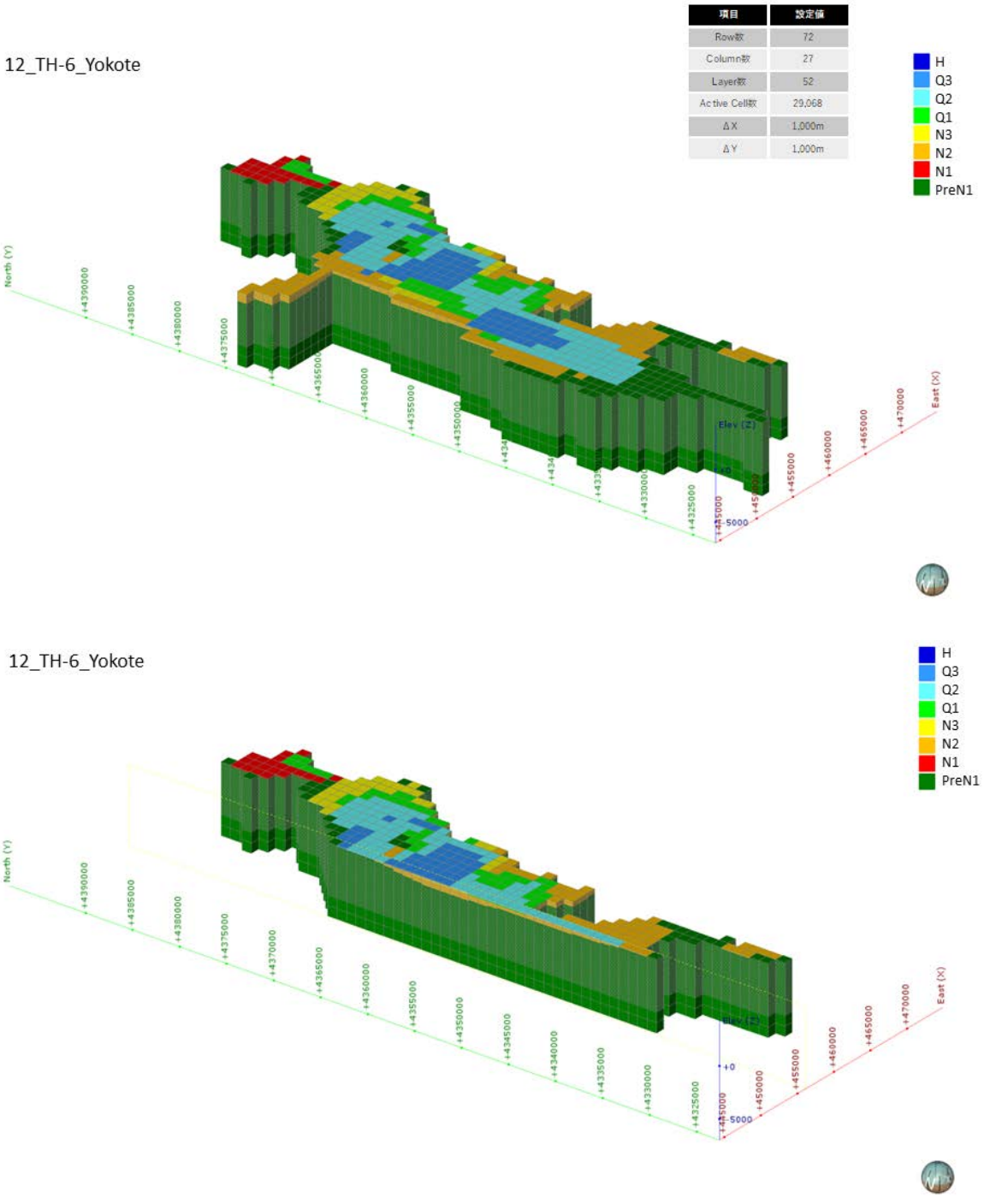


図 5-158　グリッド分割状況（TH-6 : Yokote basin）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=559）の設定位置図を図 5-159 に示す。

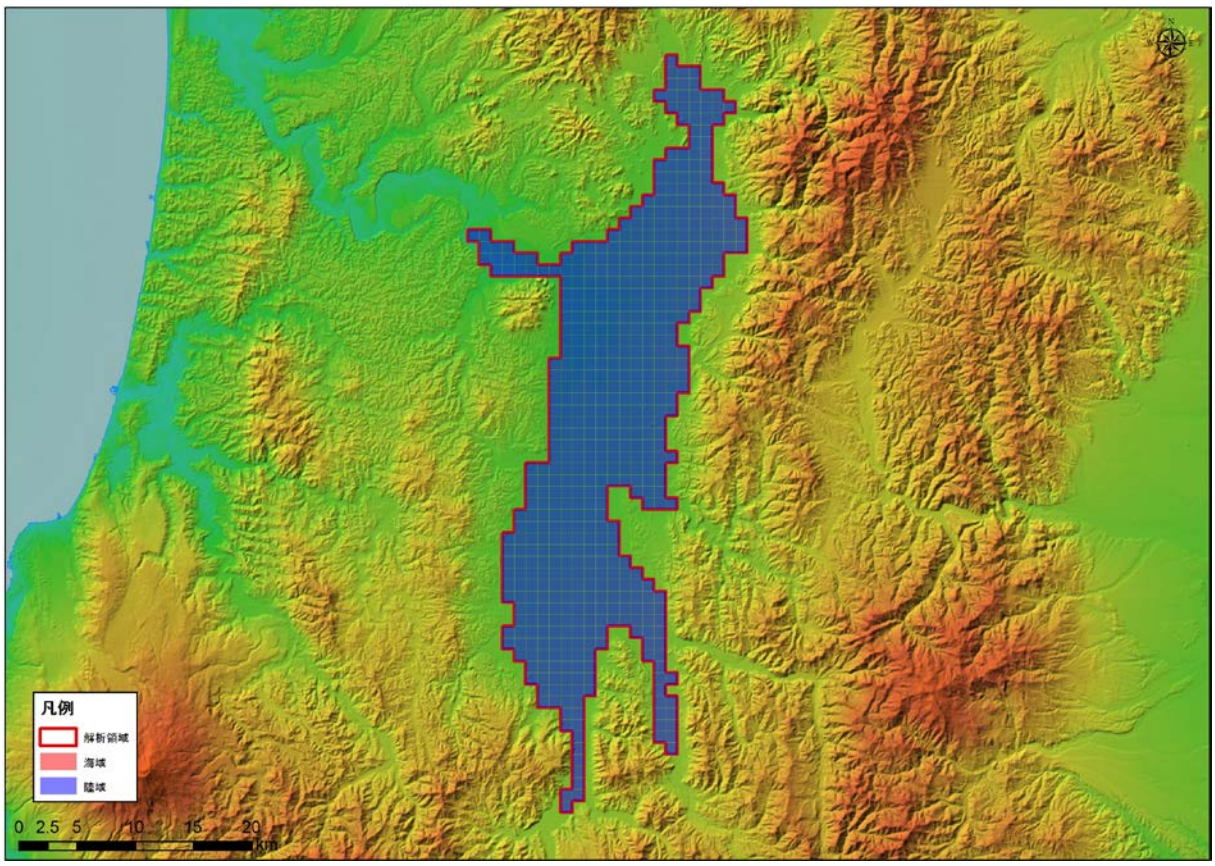


図 5-159　境界条件（TH-6 : Yokote basin）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×24.1 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 1.28 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 1.21 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-15　検討ケース（TH-6 : Yokote basin）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 24.1
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	7.12E+01
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	3.73E+01
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	8.23E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	2.00E+00
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	1.35E+00
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	1.04E+00
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	6.53E-01
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	4.16E-01
モデル内の涵養量 (mm/日)	0.05	0.46	0.01	1.28

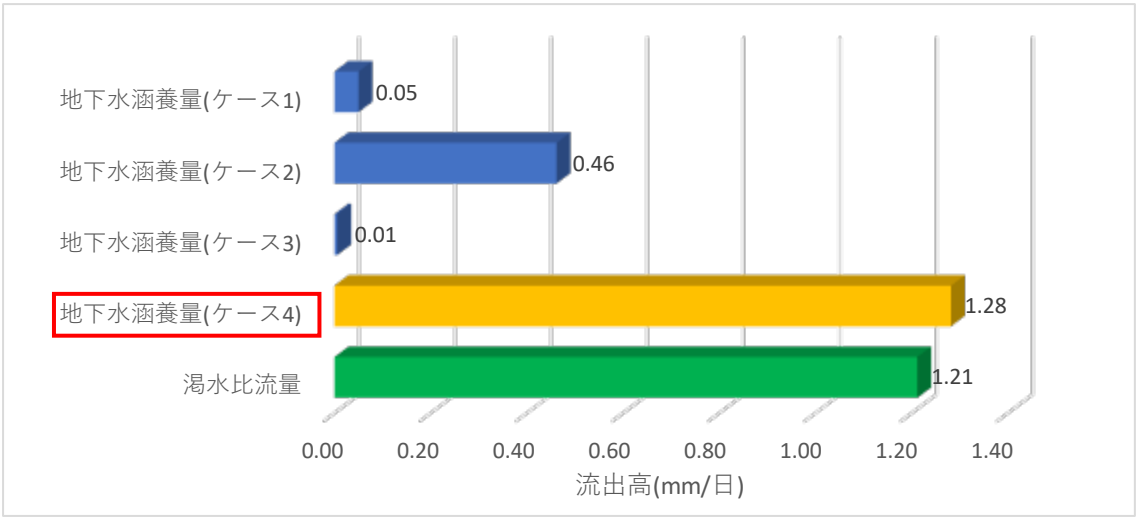


図 5-160　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（TH-6 : Yokote basin）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

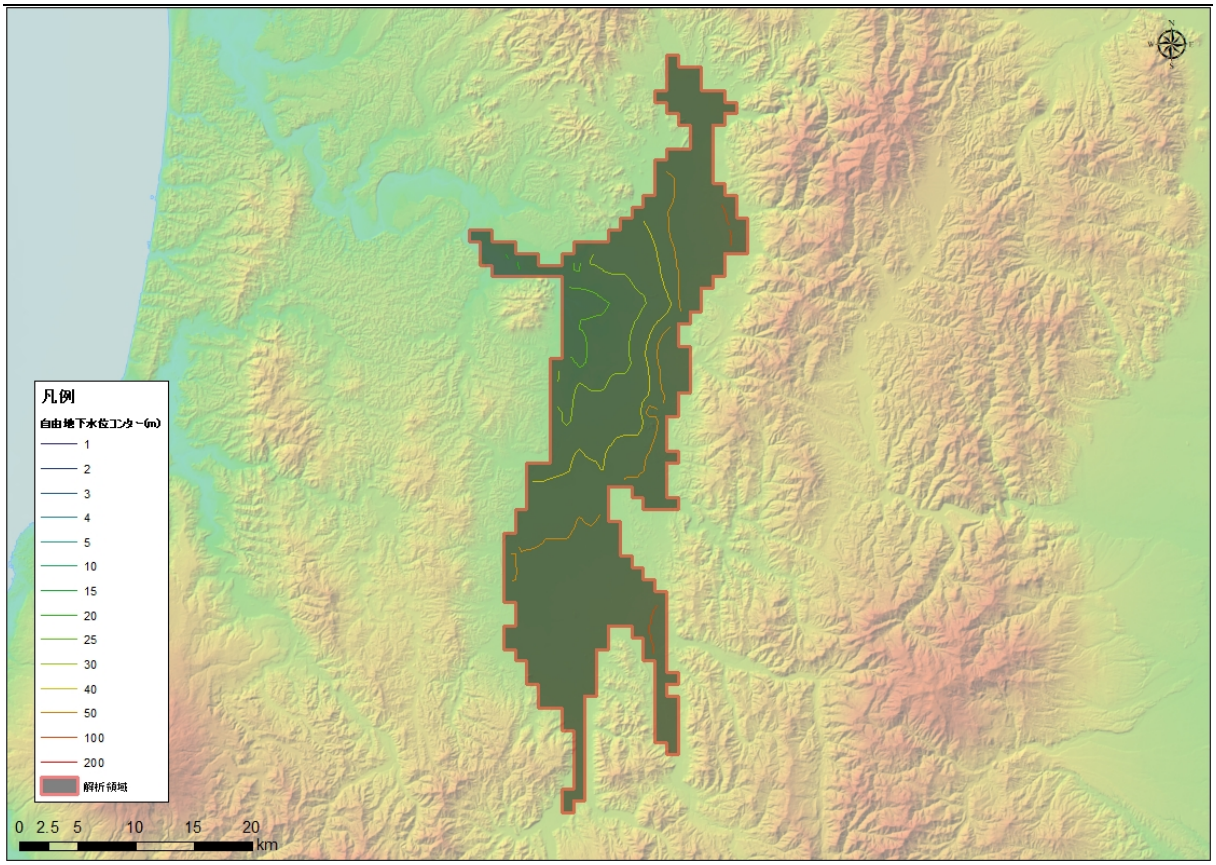


図 5-161　地下水位等高線図（TH-6 : Yokote basin）

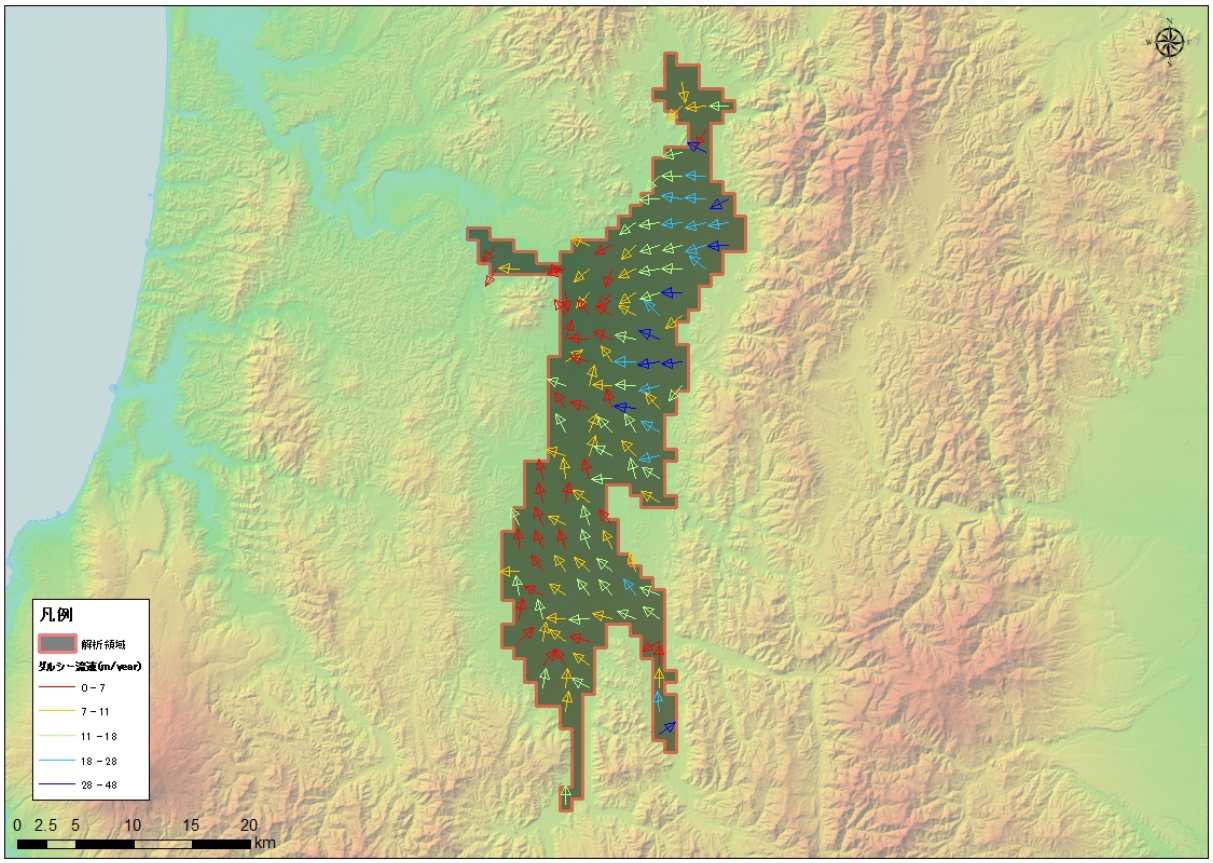


図 5-162　流速ベクトル図（TH-6 : Yokote basin）

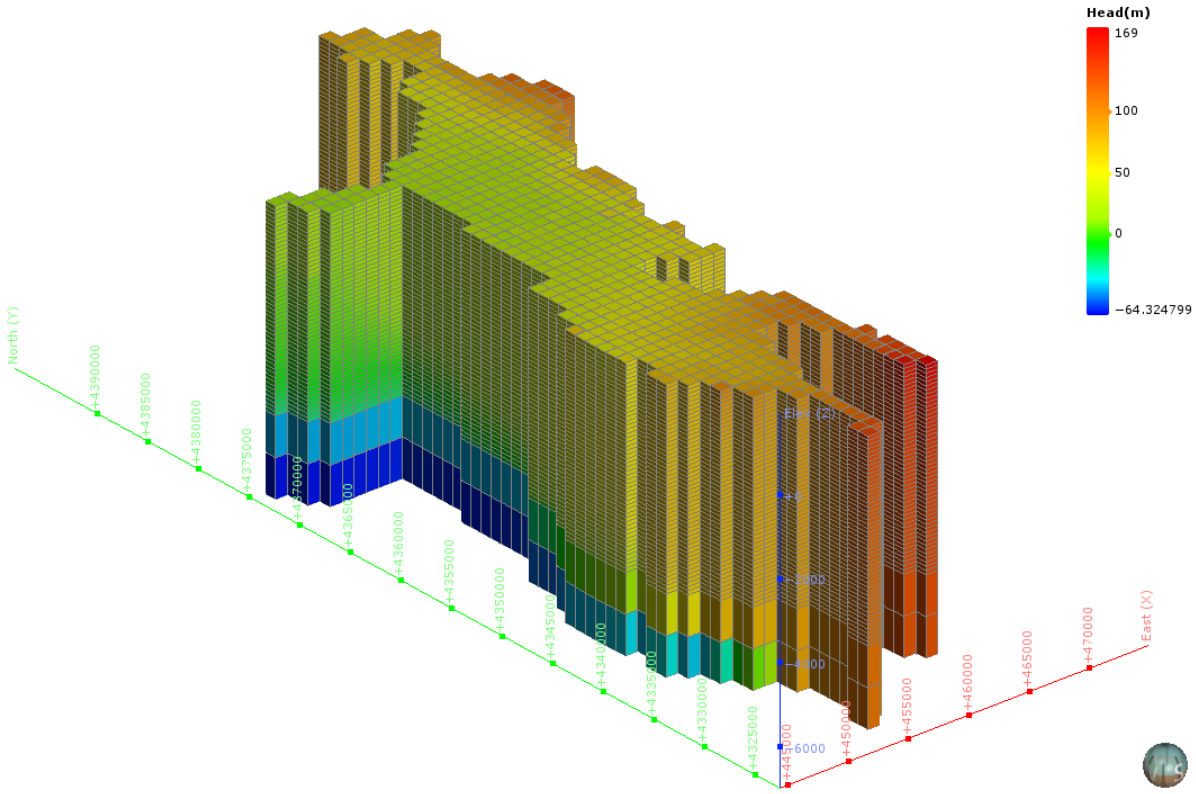


図 5-163　地下水ポテンシャル三次元分布図（TH-6 : Yokote basin）

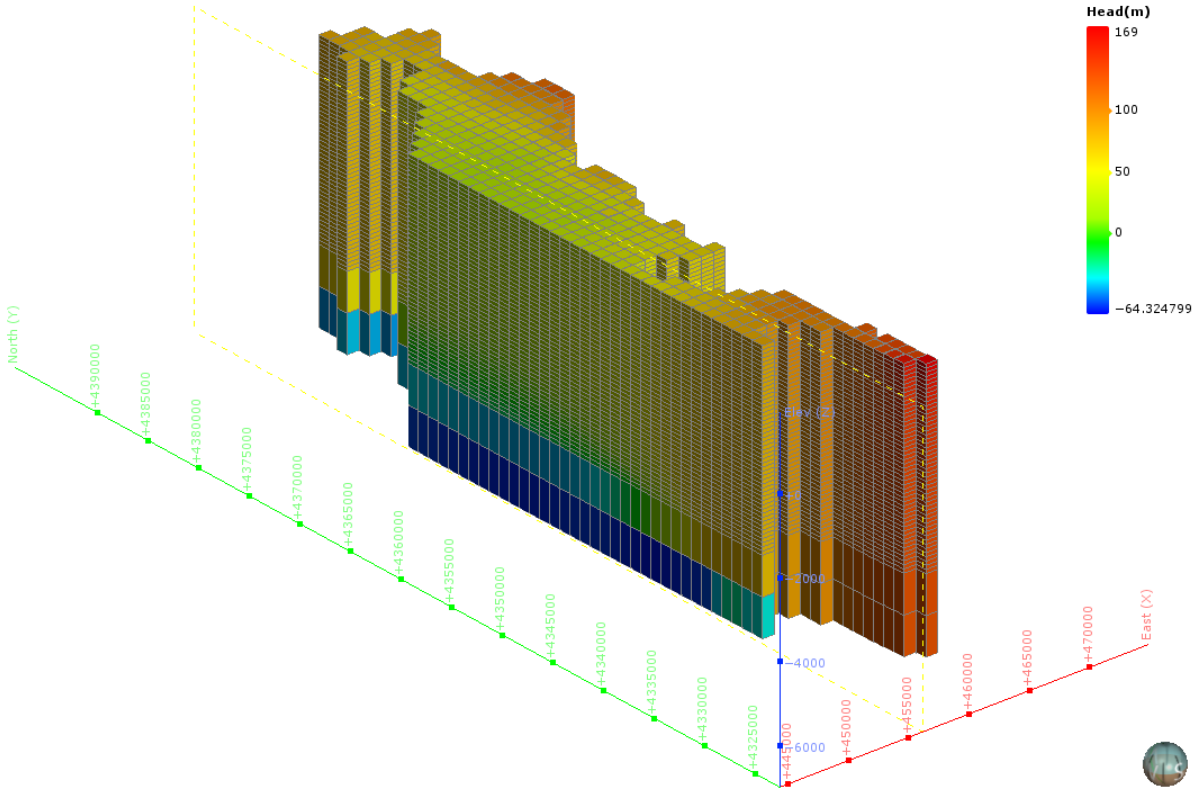


図 5-164　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（TH-6 : Yokote basin）

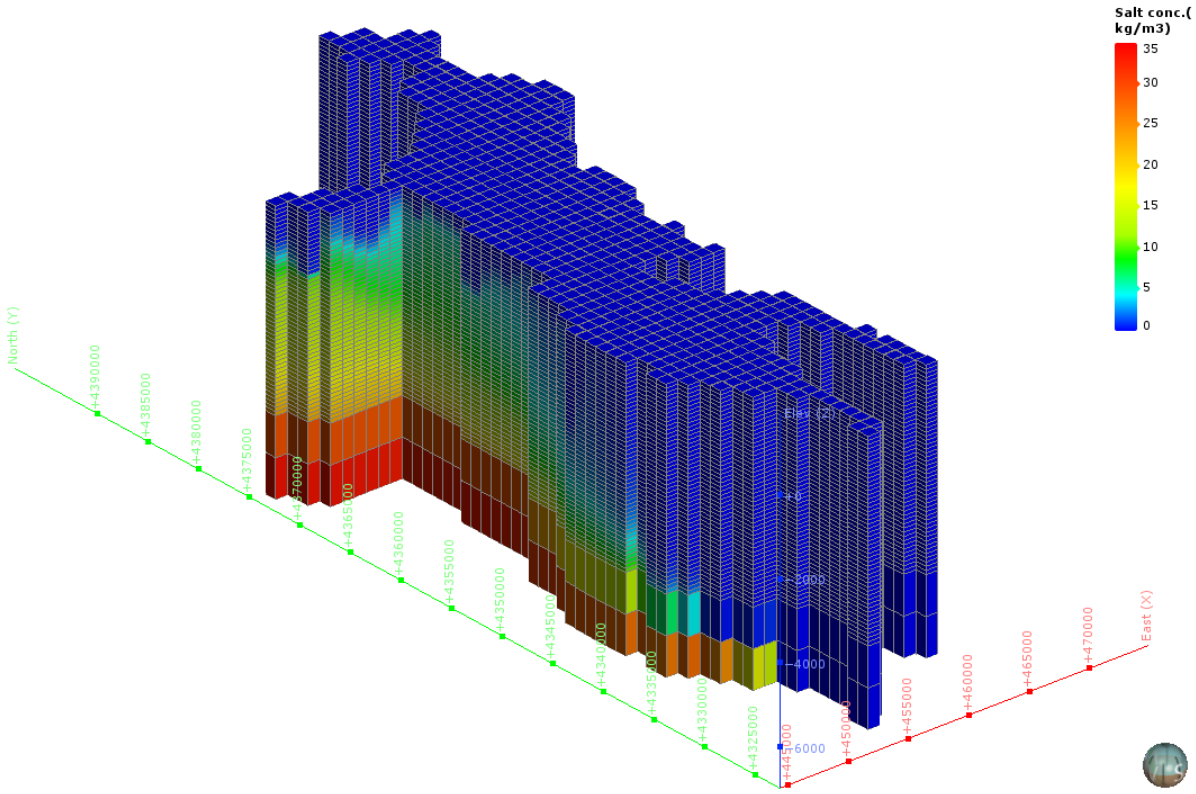


図 5-165　塩濃度三次元分布図（TH-6 : Yokote basin）

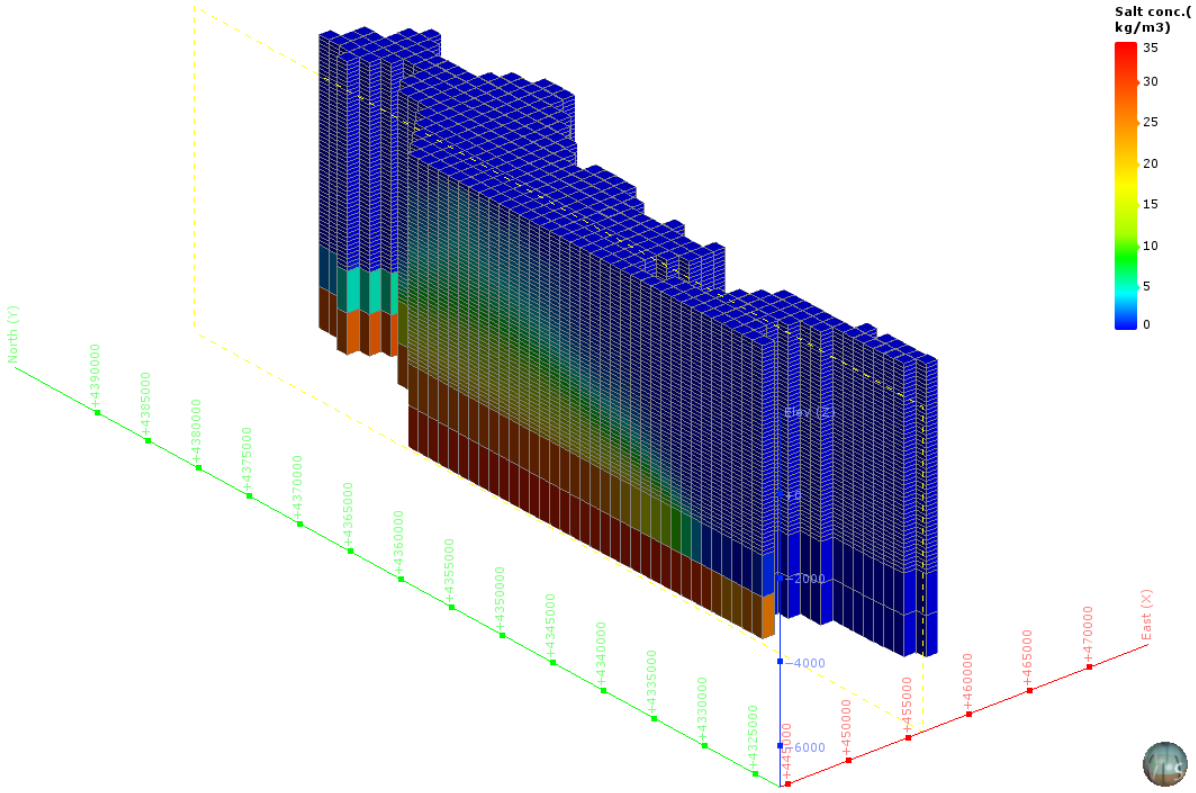


図 5-166　塩濃度三次元分布図（分割図）（TH-6 : Yokote basin）

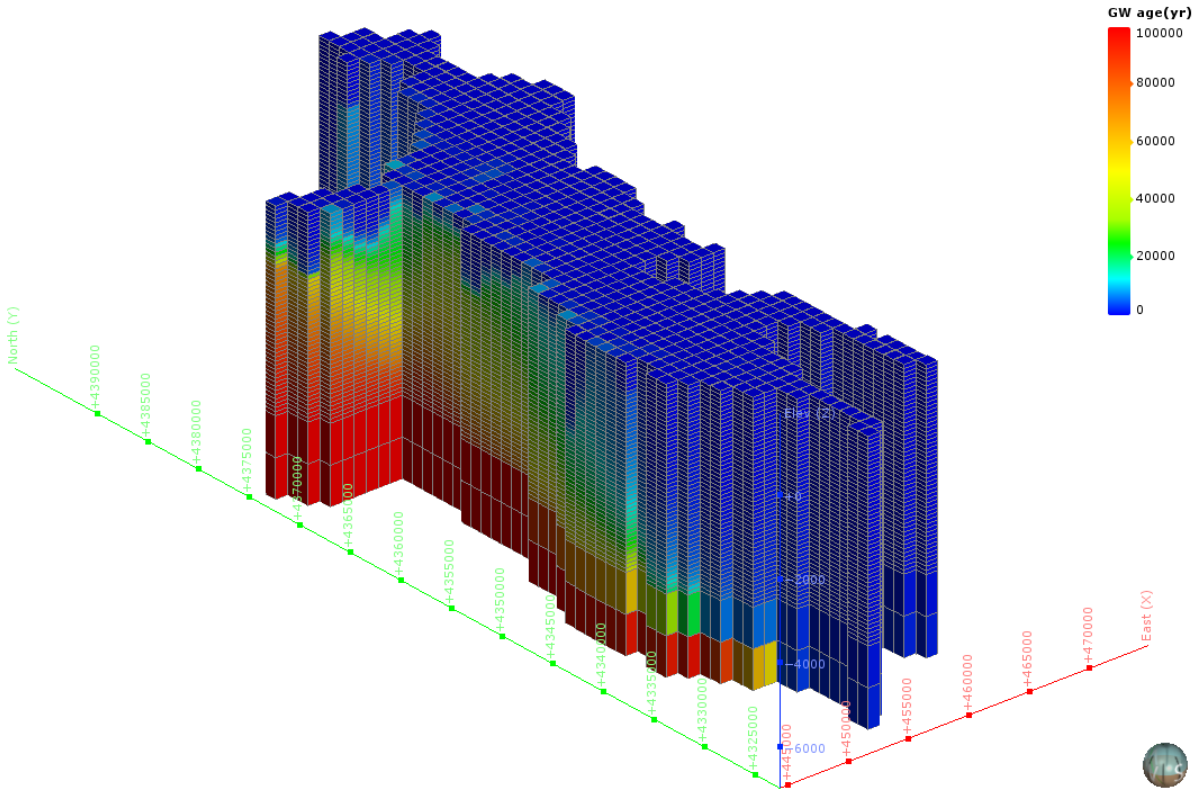


図 5-167　地下水年代三次元分布図（TH-6 : Yokote basin）

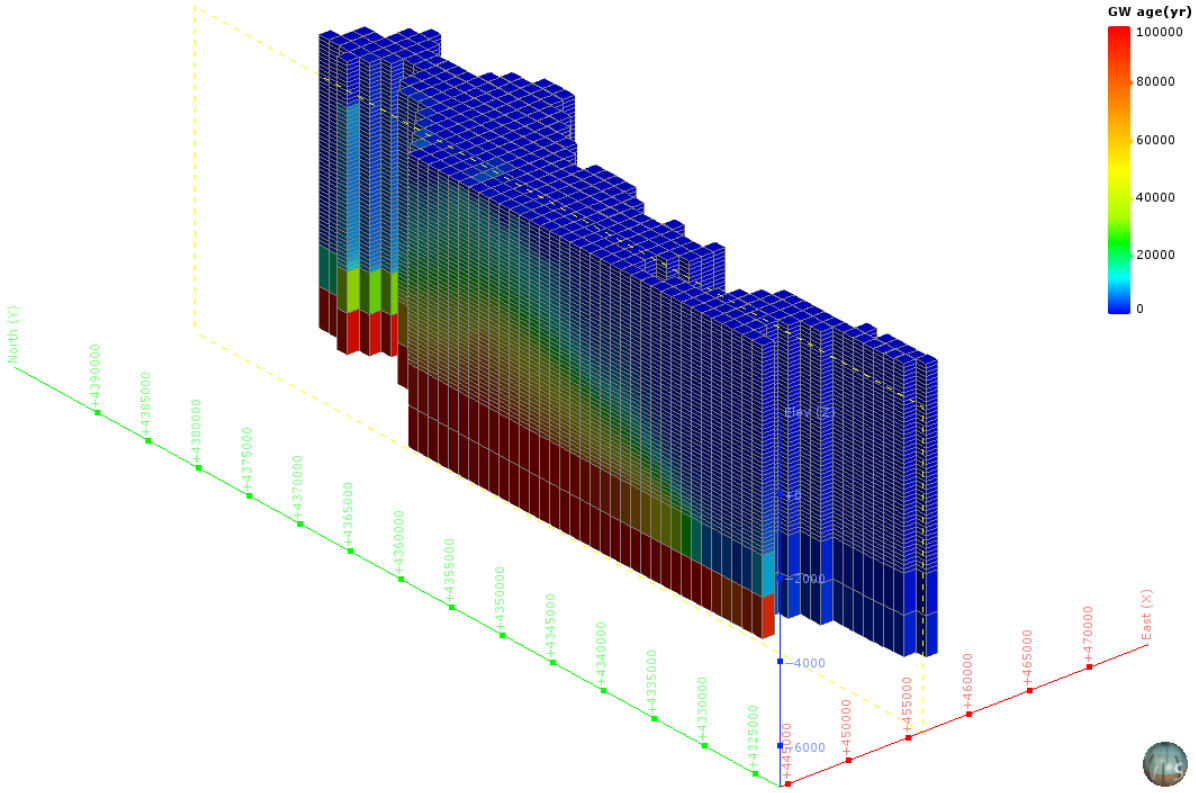


図 5-168　地下水年代三次元分布図（分割図）（TH-6 : Yokote basin）

（13） TH-7：Kitakami basin

1） **解析領域**

TH-7：Kitakami basin 領域を包括する解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、961km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、岩手県北上市である。

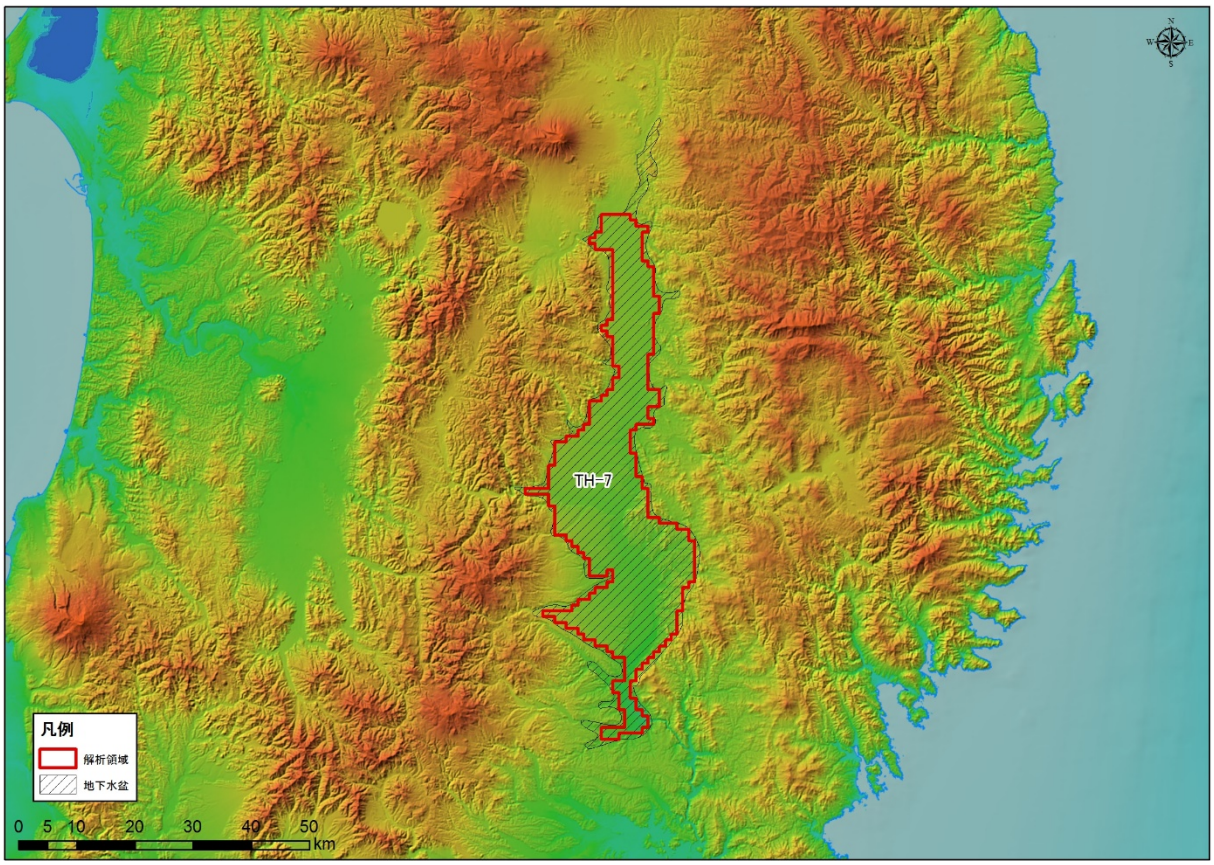


図 5-169 解析領域（TH-7：Kitakakami basin）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 32、Y 方向に 109、Z 方向に 55 で分割され、Active Cell 数は、52,855 となった。本領域内は、N1，PreN1 で構成される。

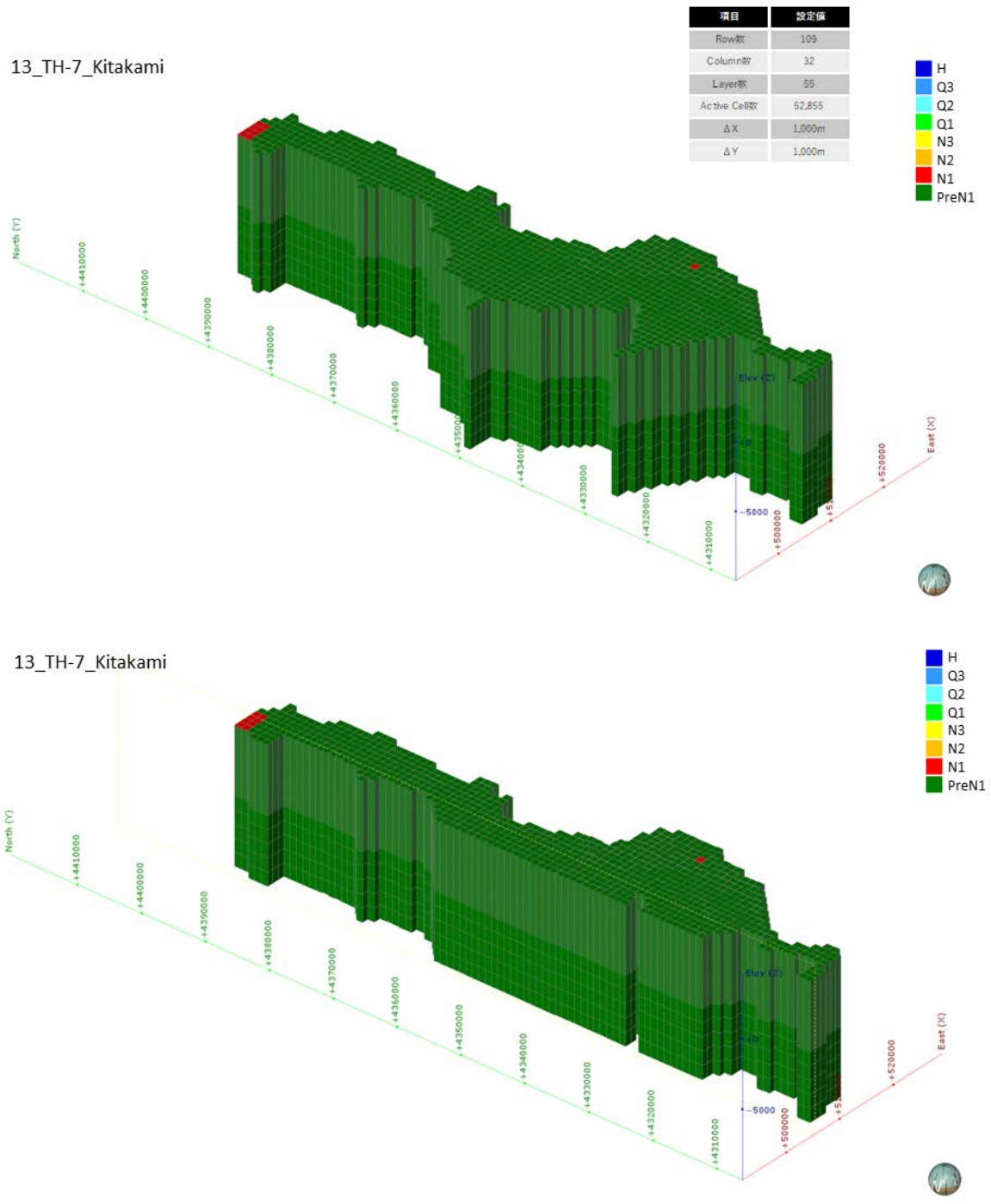


図 5-170　グリッド分割状況（TH-7 : Kitakakami basin）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=961）の設定位置図を図 5-171 に示す。

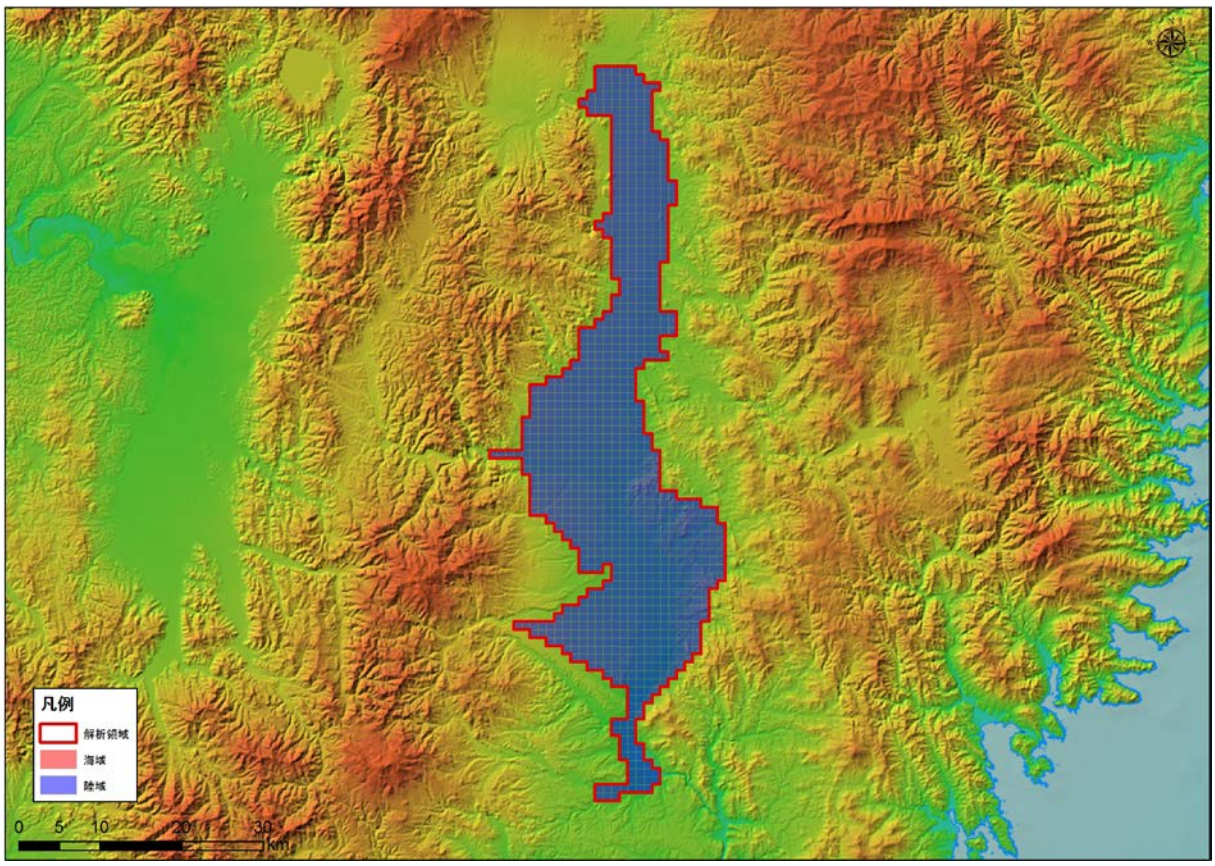


図 5-171　境界条件（TH-7 : Kitakakami basin）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×8.6 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 1.12 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 1.10 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-16　検討ケース（TH-6 : Yokote basin）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 8.6
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	2.55E+01
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	1.33E+01
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	2.95E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	7.16E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	4.84E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	3.72E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	2.34E-01
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	1.49E-01
モデル内の涵養量（mm/日）	0.13	0.73	0.02	1.12

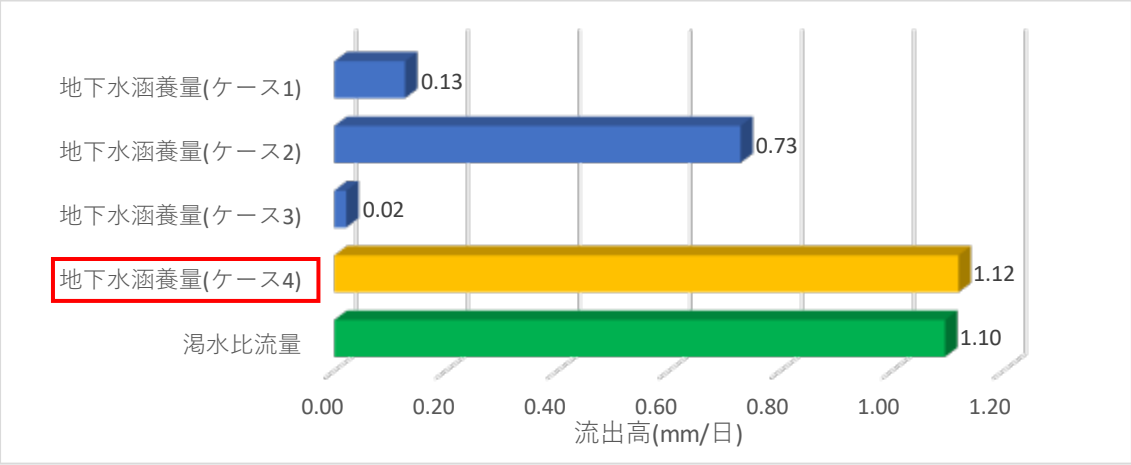


図 5-172　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（TH-6 : Yokote basin）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

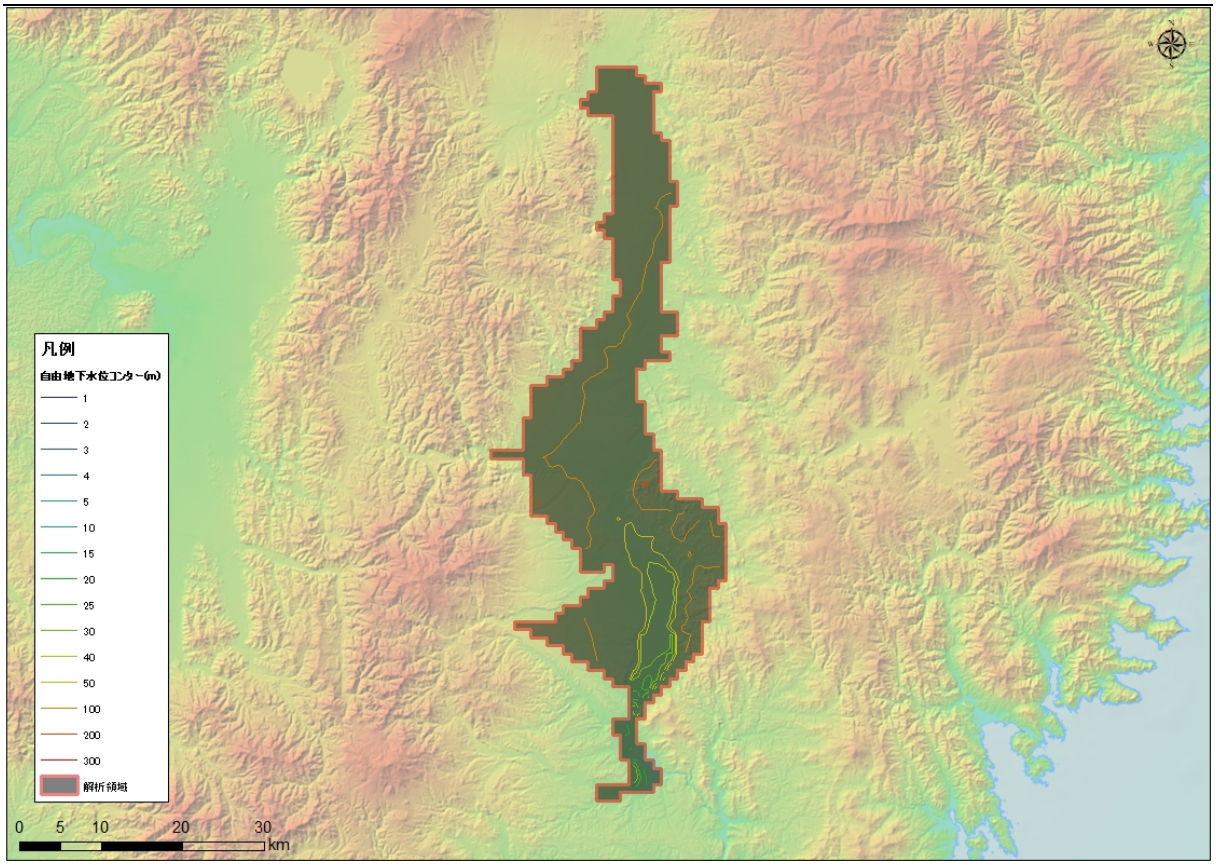


図 5-173　地下水位等高線図（TH-7 : Kitakakami basin）

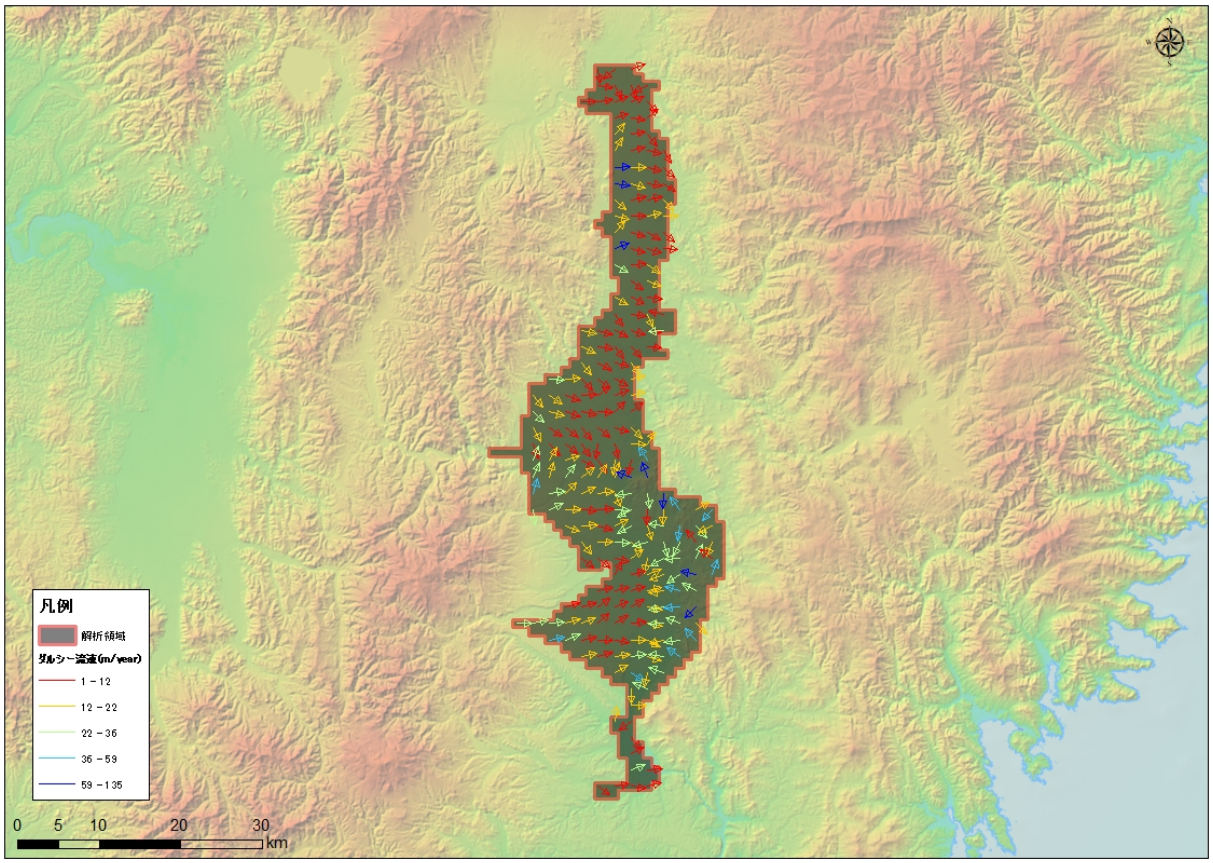


図 5-174　流速ベクトル図（TH-7 : Kitakakami basin）

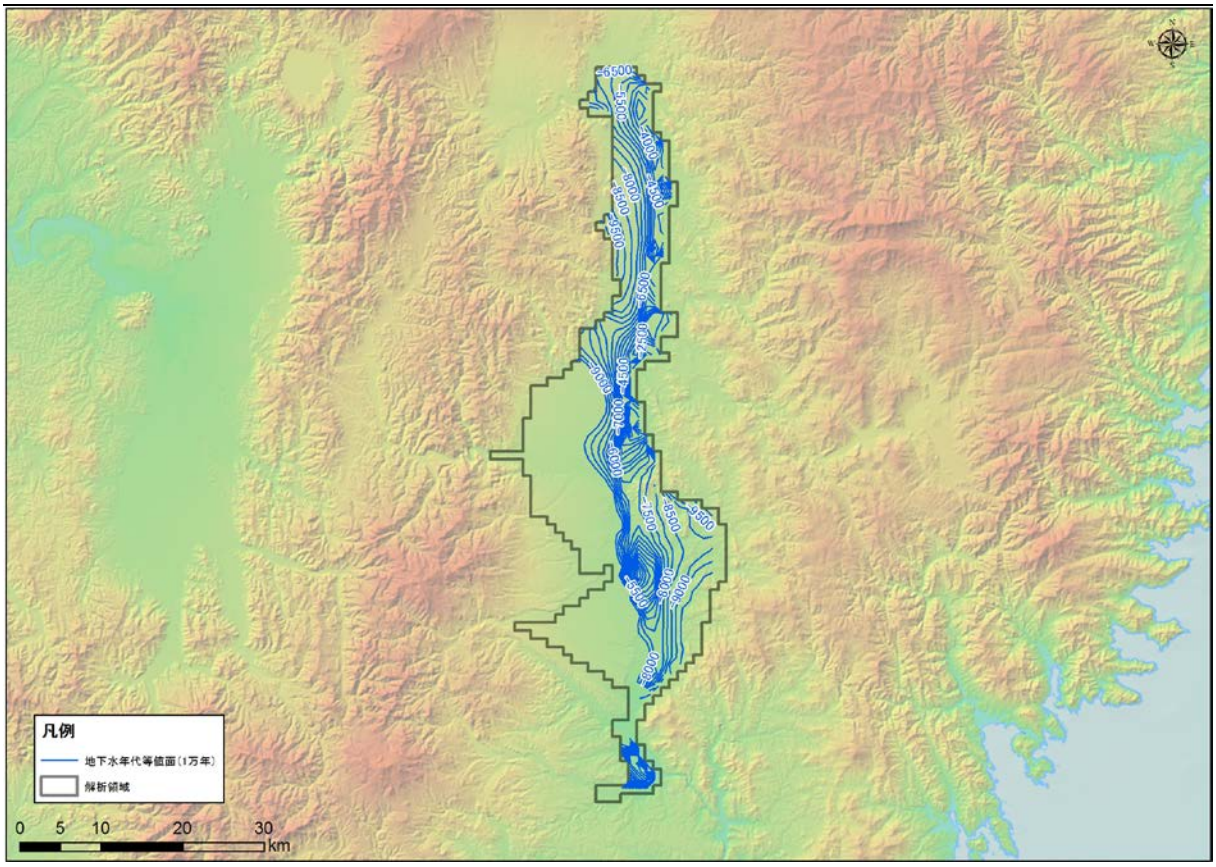


図 5-175　地下水年代（1 万年）等値面図（TH-7 : Kitakakami basin）

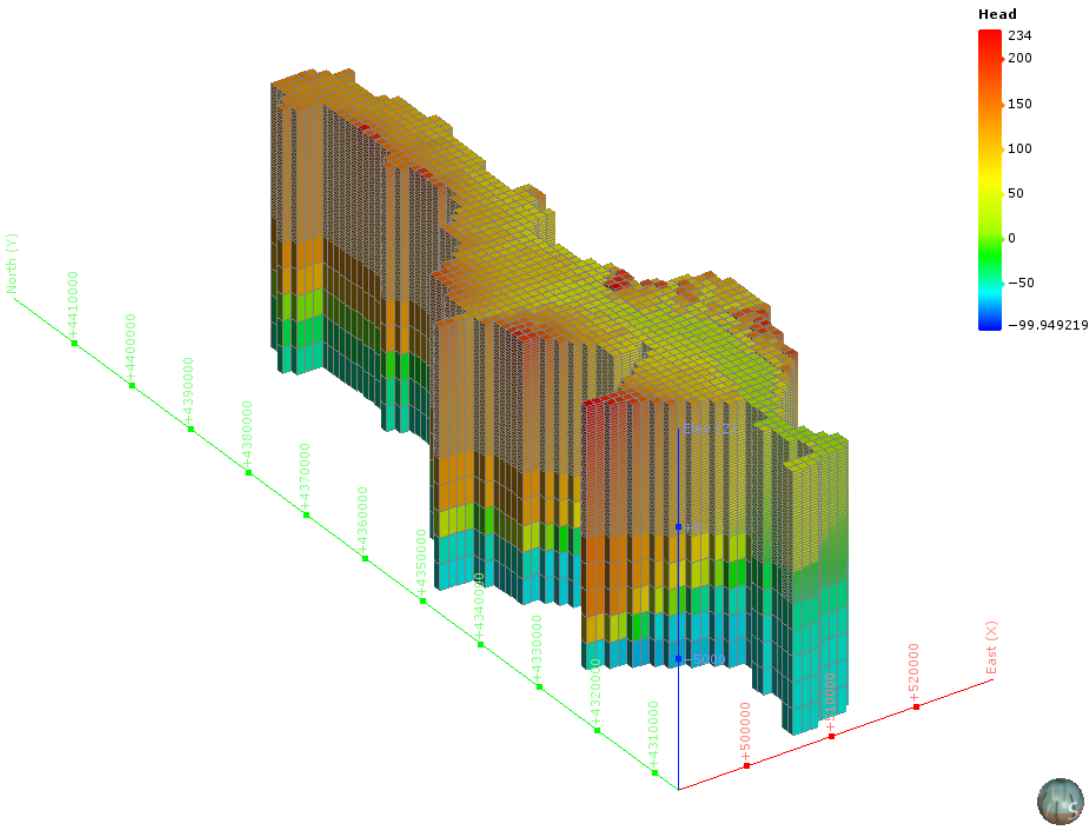


図 5-176　地下水ポテンシャル三次元分布図（TH-7 : Kitakakami basin）

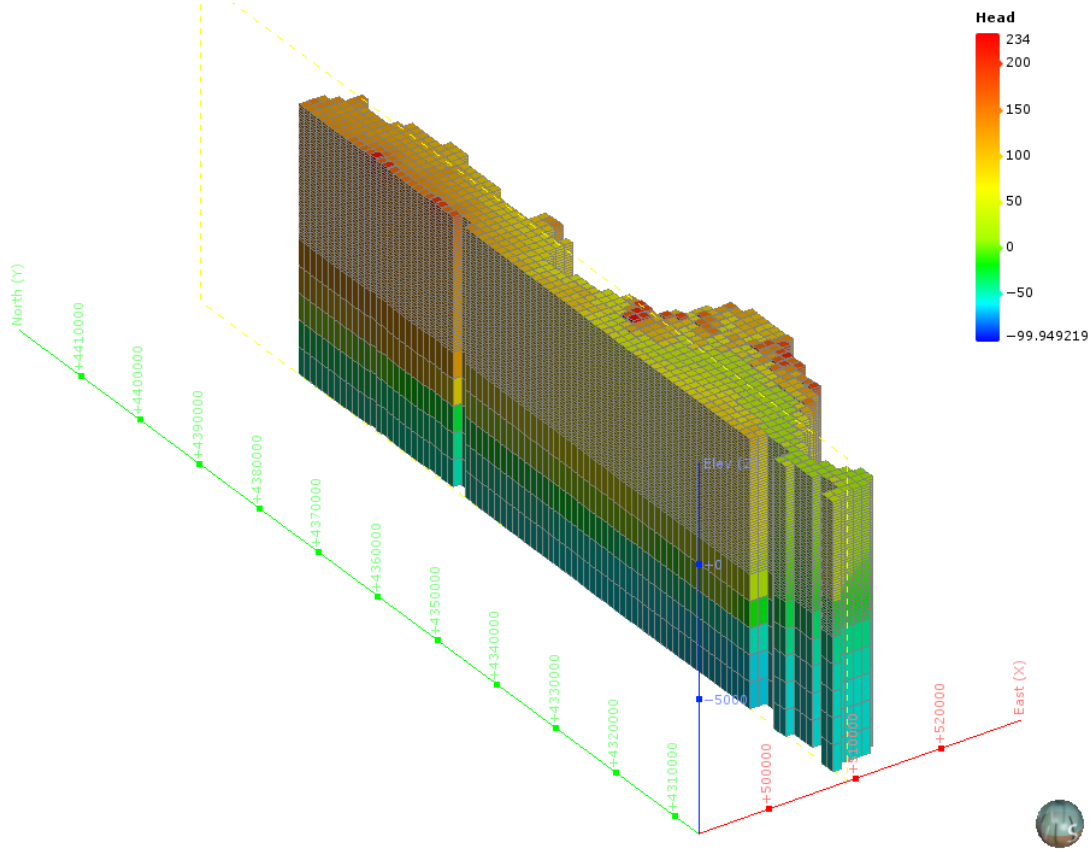


図 5-177　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（TH-7 : Kitakakami basin）

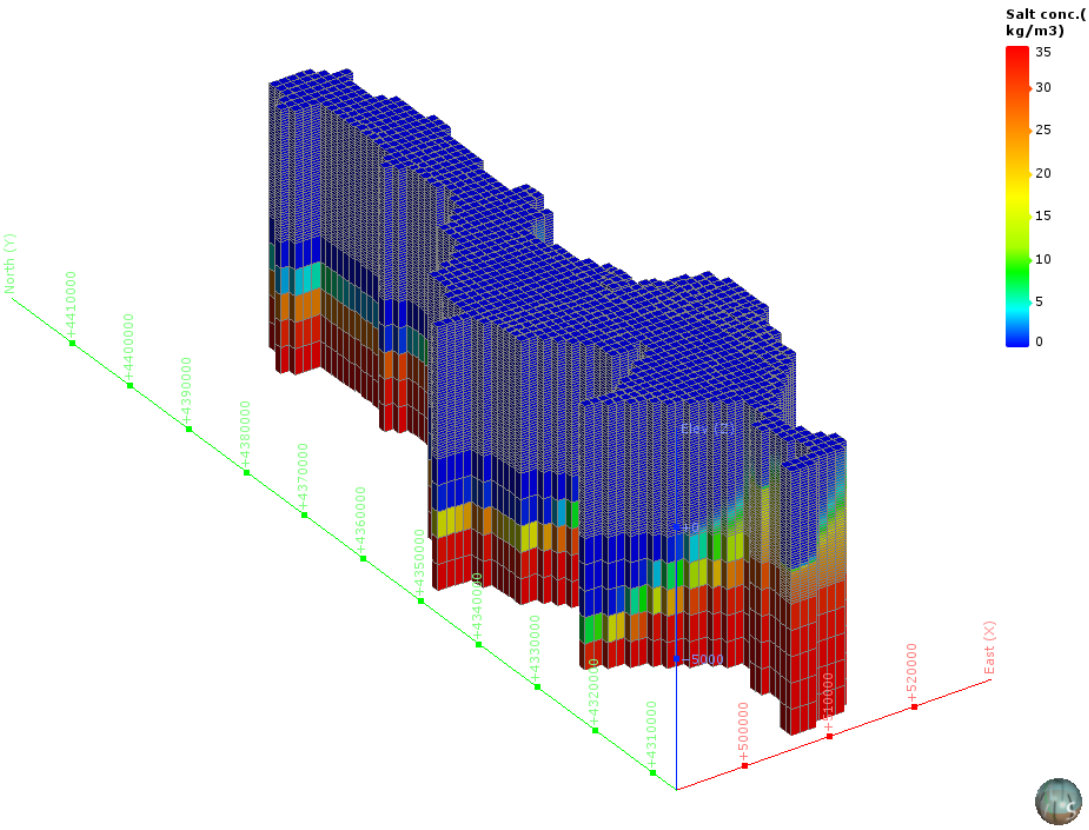


図 5-178　塩濃度三次元分布図（TH-7 : Kitakakami basin）

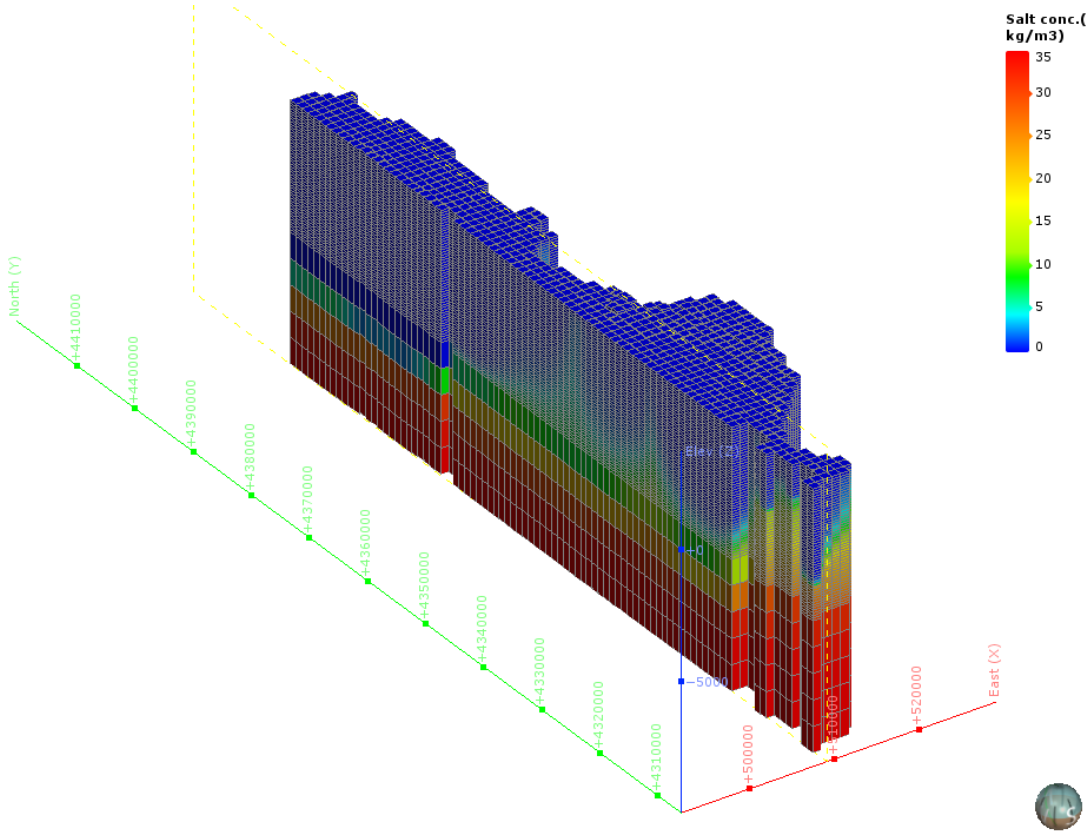


図 5-179　塩濃度三次元分布図（分割図）（TH-7 : Kitakakami basin）

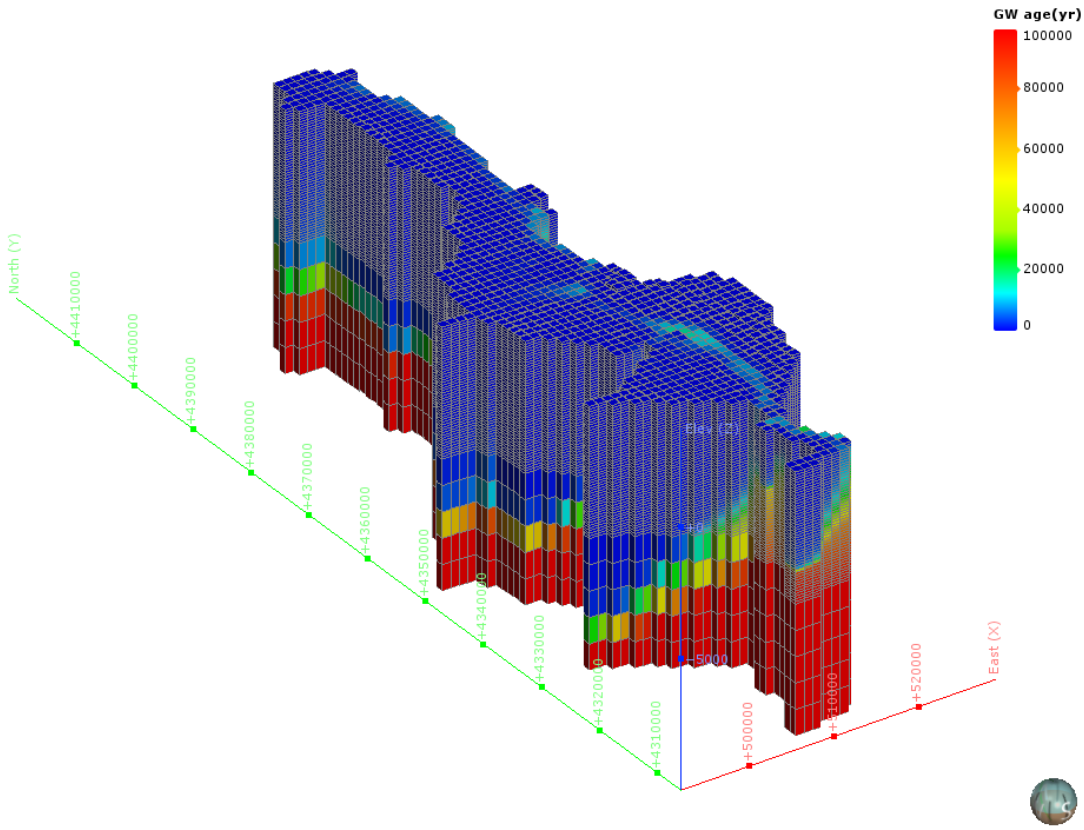


図 5-180　地下水年代三次元分布図（TH-7 : Kitakakami basin）

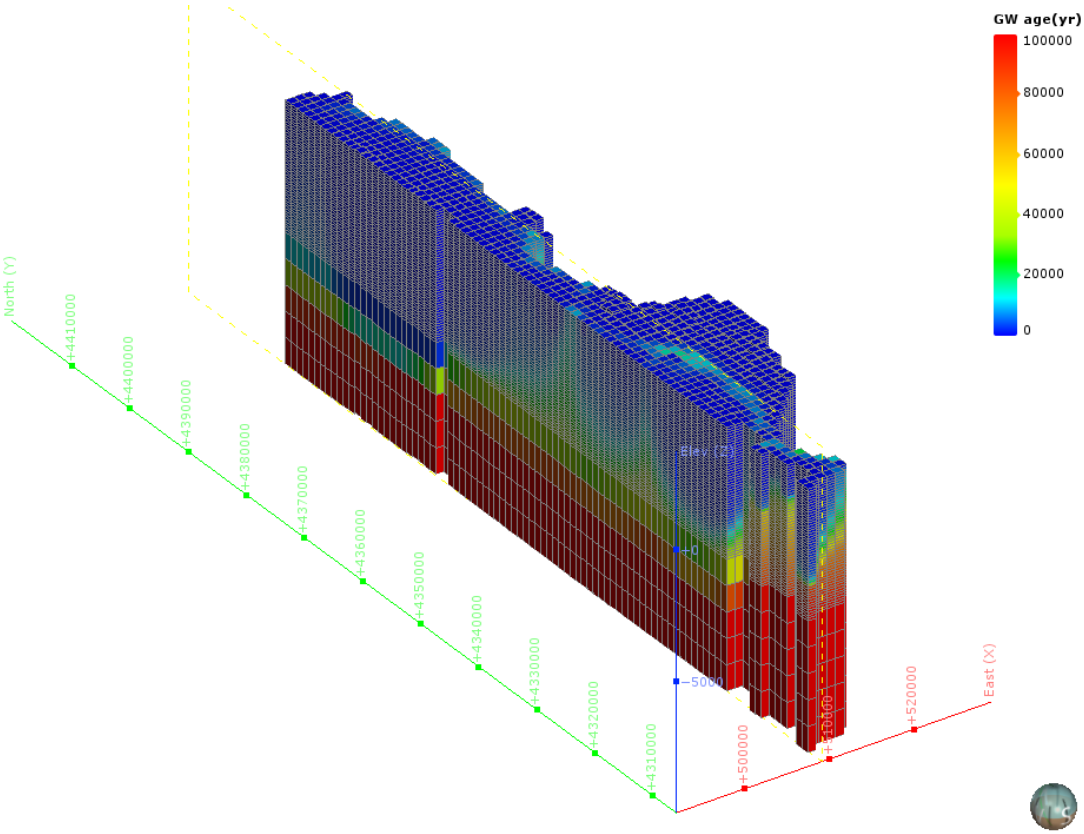


図 5-181　地下水年代三次元分布図（分割図）（TH-7 : Kitakakami basin）

（14） TH-8：Shonai plain

1） **解析領域**

TH-8：Shonai plain 領域を包括し、海域約 15km を拡張して、解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、905km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、山形県酒田市である。

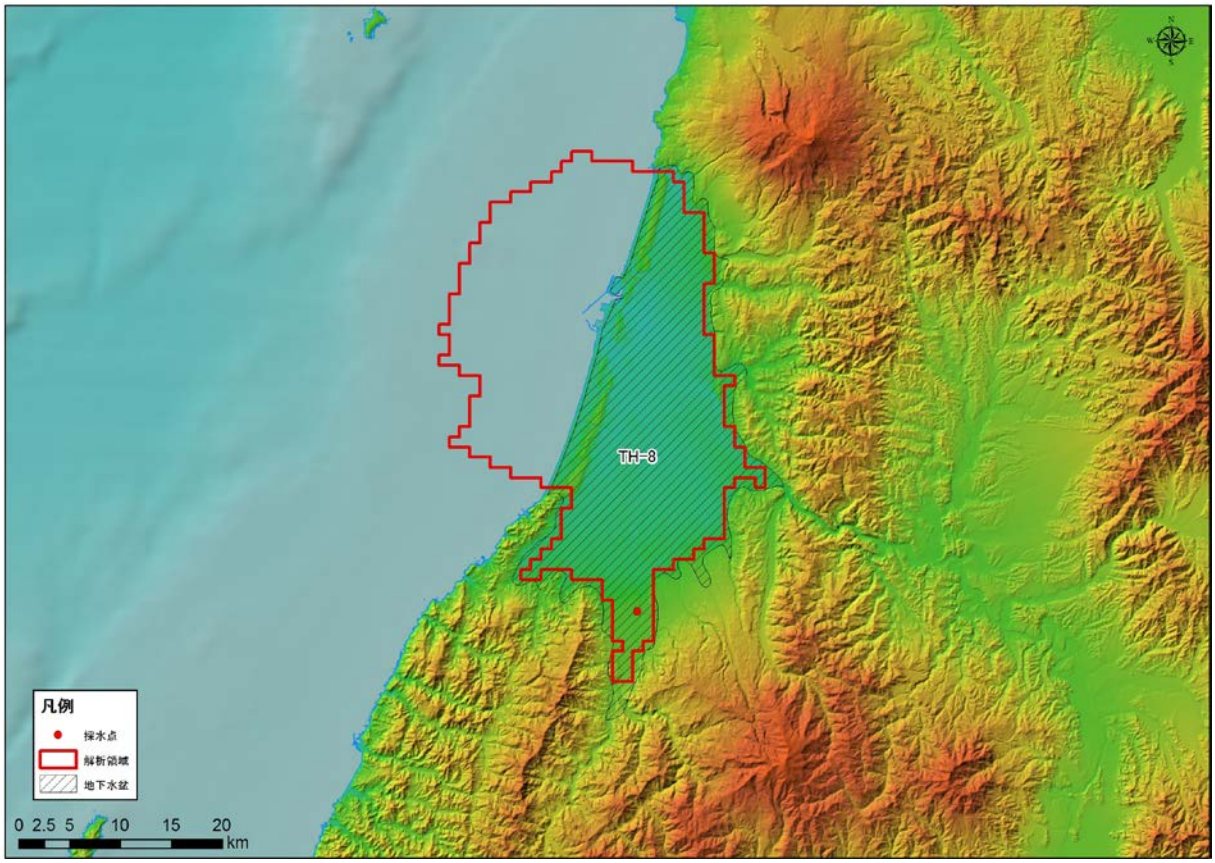


図 5-182 解析領域（TH-8 : Shonai plain）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 35、Y 方向に 57、Z 方向に 51 で分割され、Active Cell 数は、46,155 となった。本領域内は、H，Q3，Q2，Q1，N3，N2，N1，PreN1 で構成される。

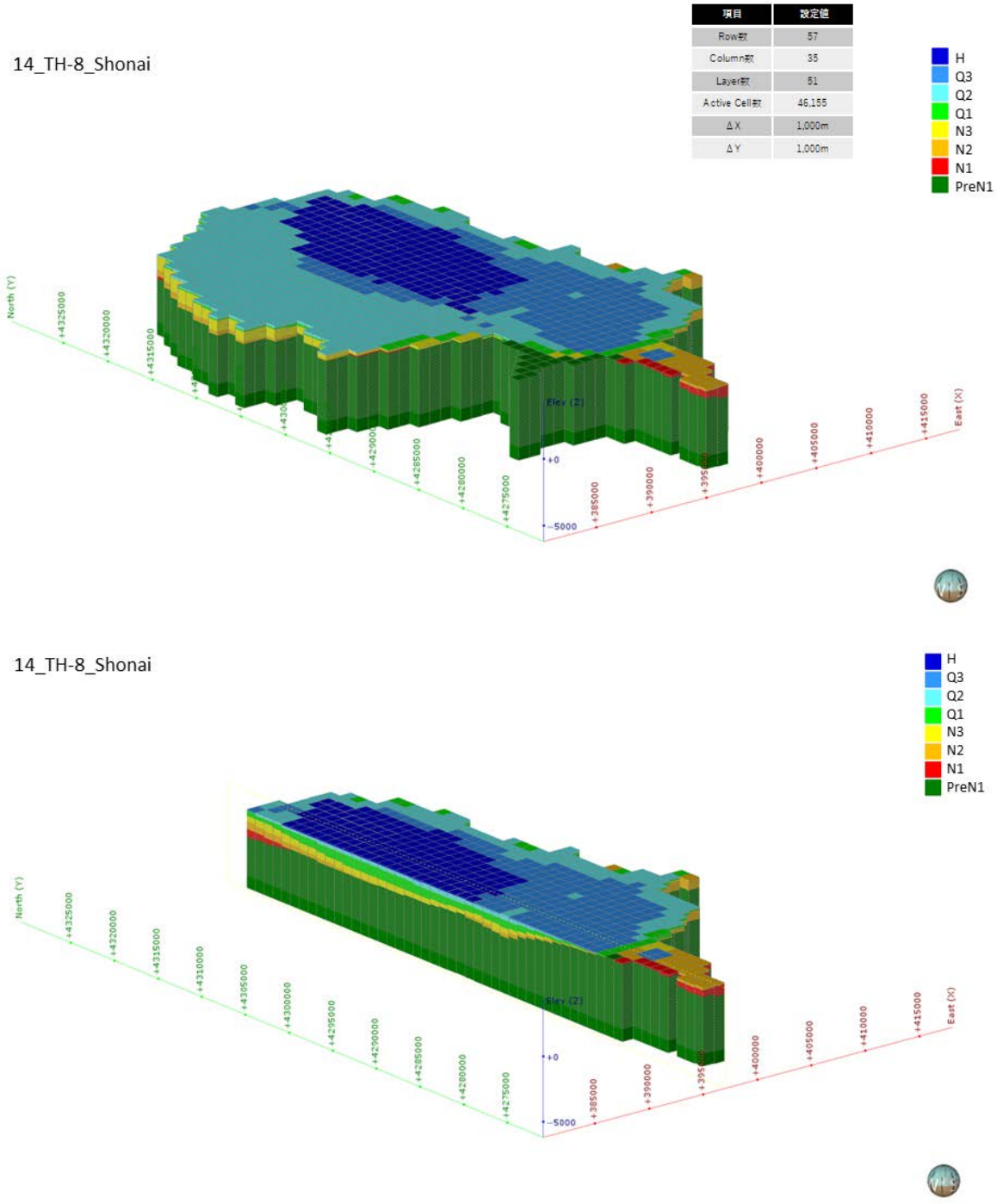


図 5-183　グリッド分割状況（TH-8 : Shonai plain）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=517）と海域セル（N=388）の設定位置図を図 5-184 に示す。

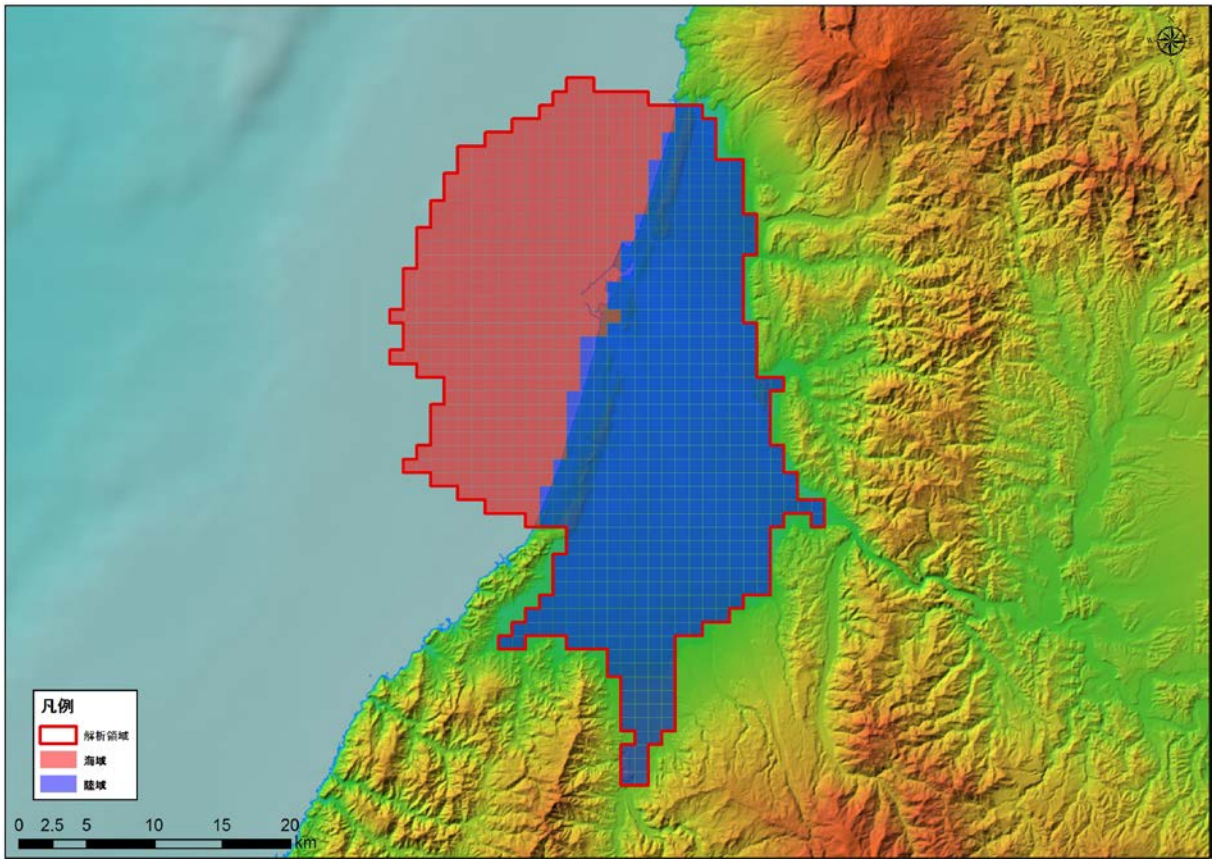


図 5-184　境界条件（TH-8 : Shonai plain）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×3.7 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 1.54 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 1.54 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-17　検討ケース（TH-8 : Shonai plain）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 3.7
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	1.10E+01
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	5.77E+00
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	1.27E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	3.10E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	2.09E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	1.61E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	1.01E-01
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	6.44E-02
モデル内の涵養量 (mm/日)	0.41	11.92	0.02	1.54

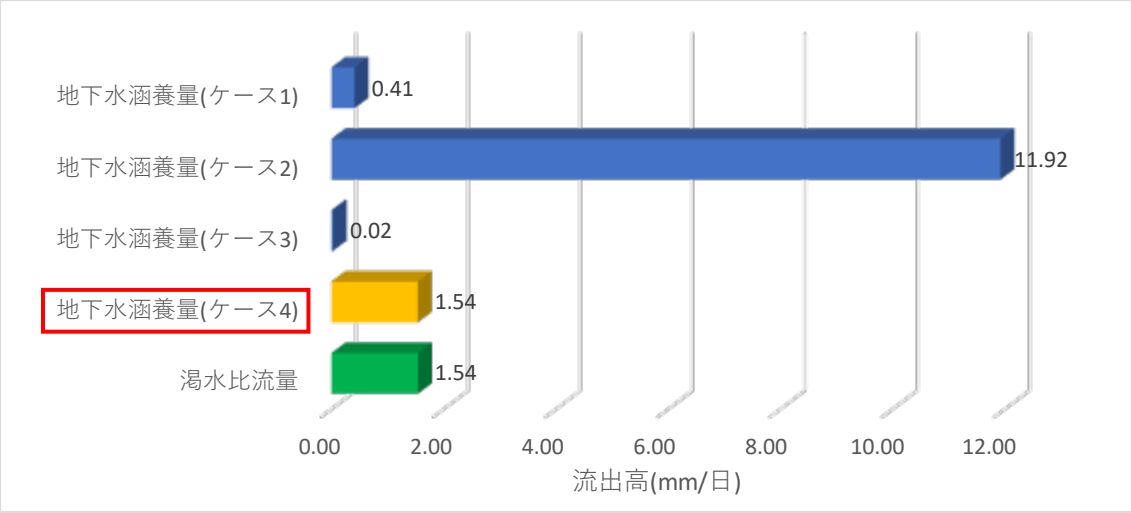


図 5-185　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（TH-8 : Shonai plain）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

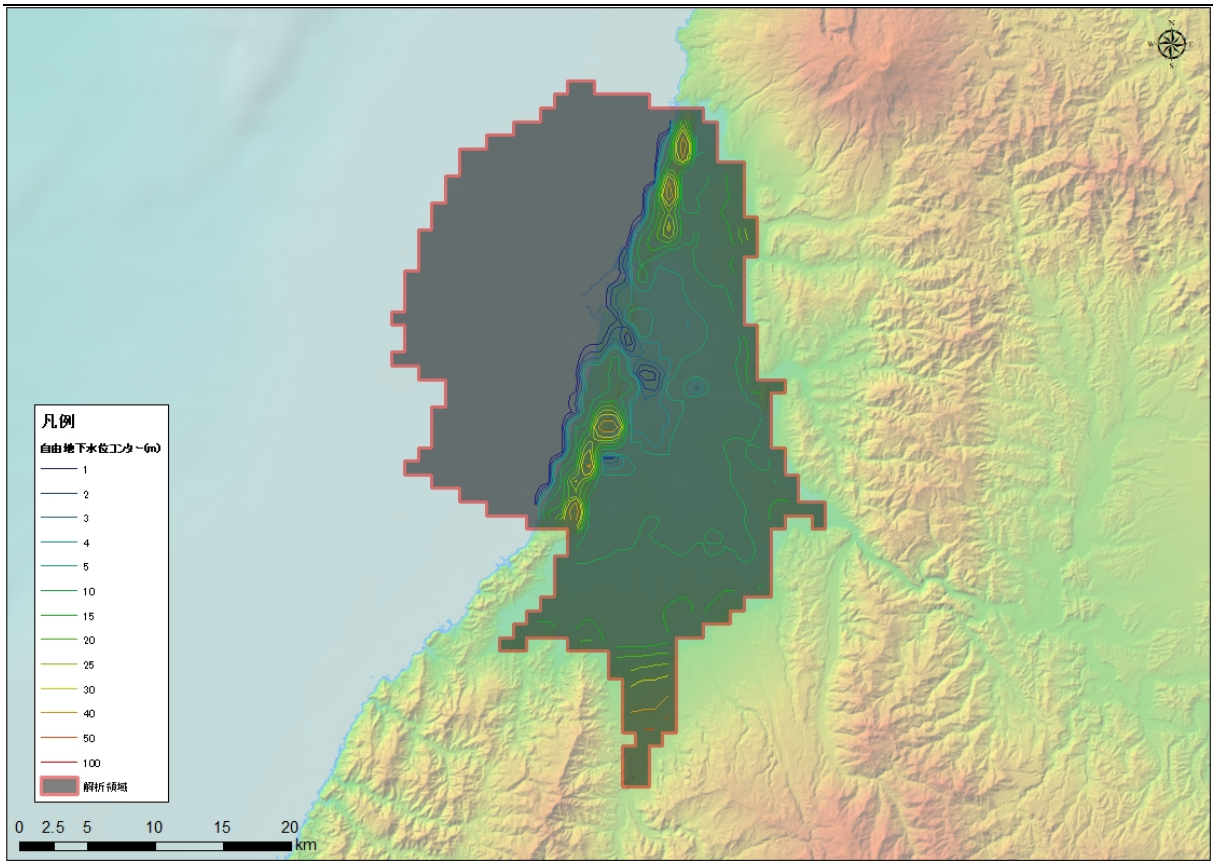


図 5-186　地下水位等高線図（TH-8 : Shonai plain）

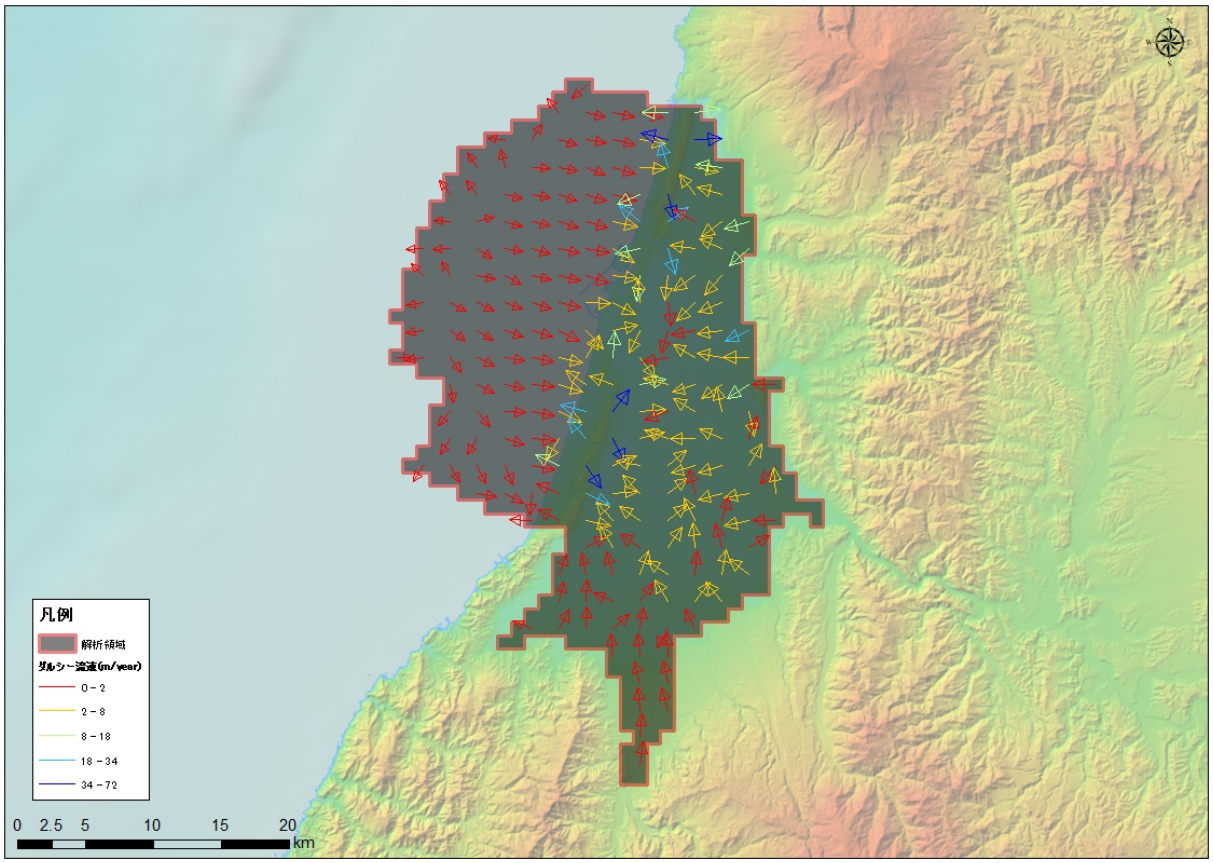


図 5-187　流速ベクトル図（TH-8 : Shonai plain）

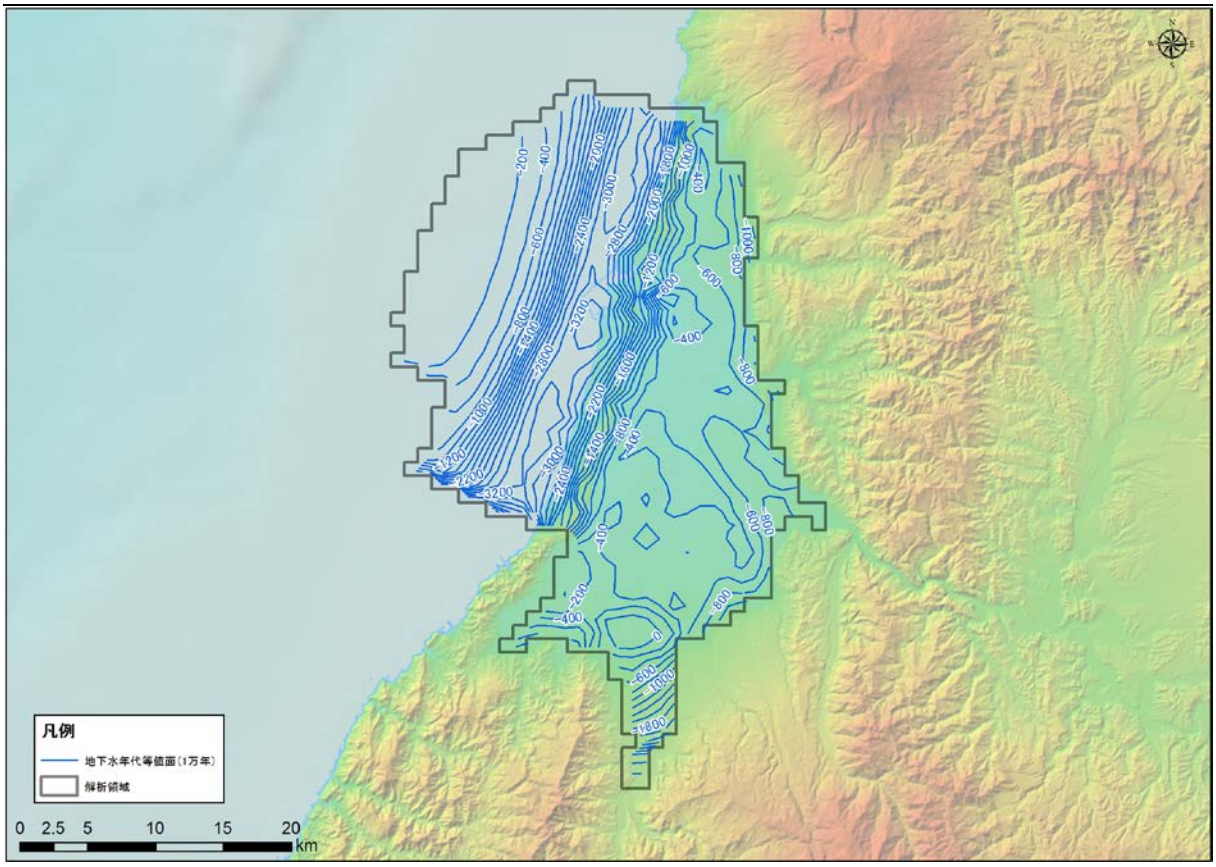


図 5-188　地下水年代（1 万年）等値面図（TH-8 : Shonai plain）

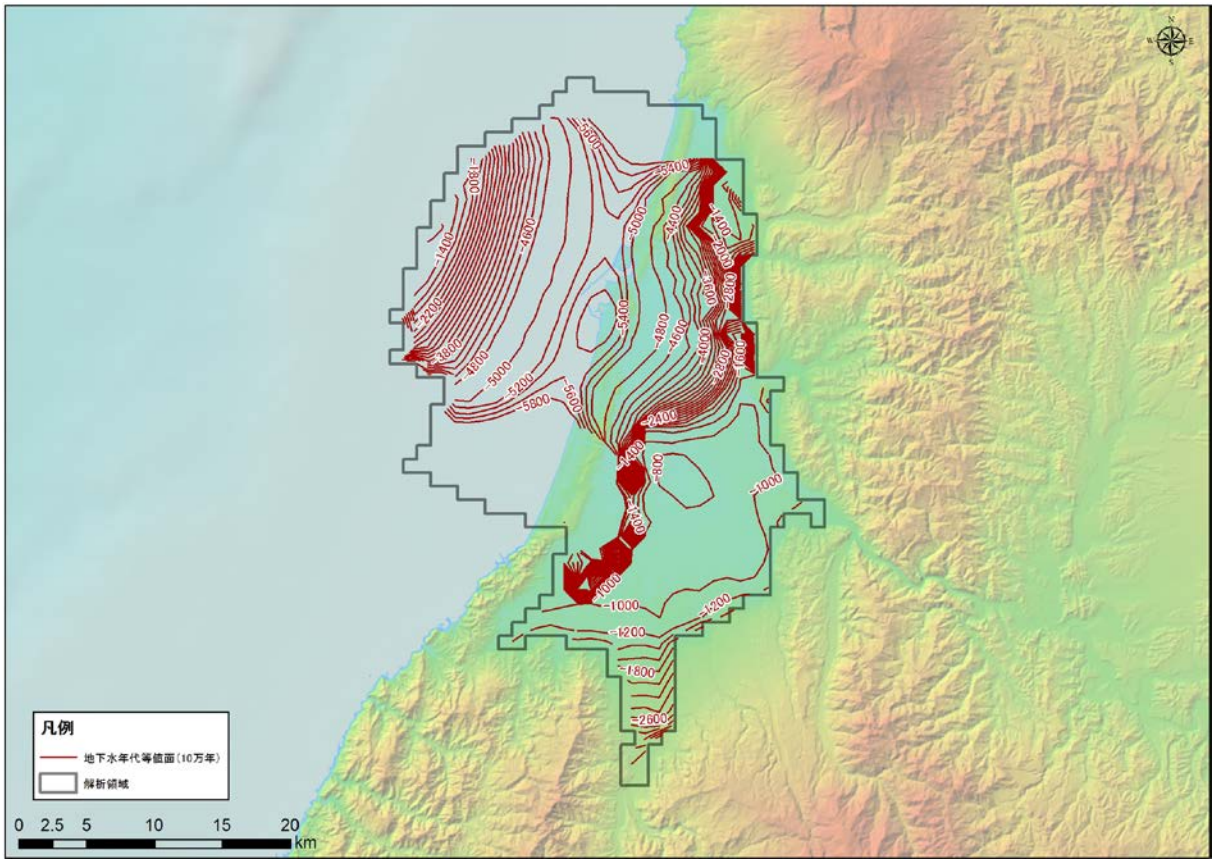


図 5-189　地下水年代（10 万年）等値面図（TH-8 : Shonai plain）

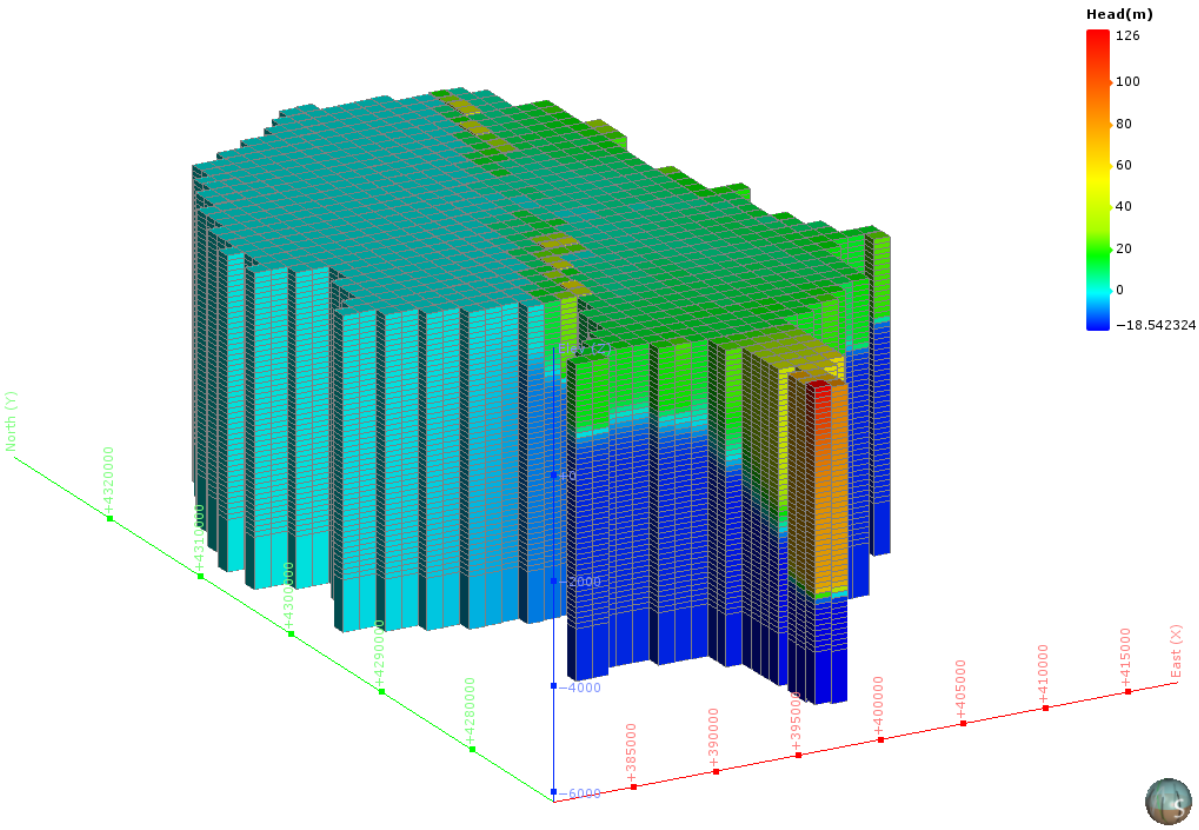


図 5-190　地下水ポテンシャル三次元分布図（TH-8 : Shonai plain）

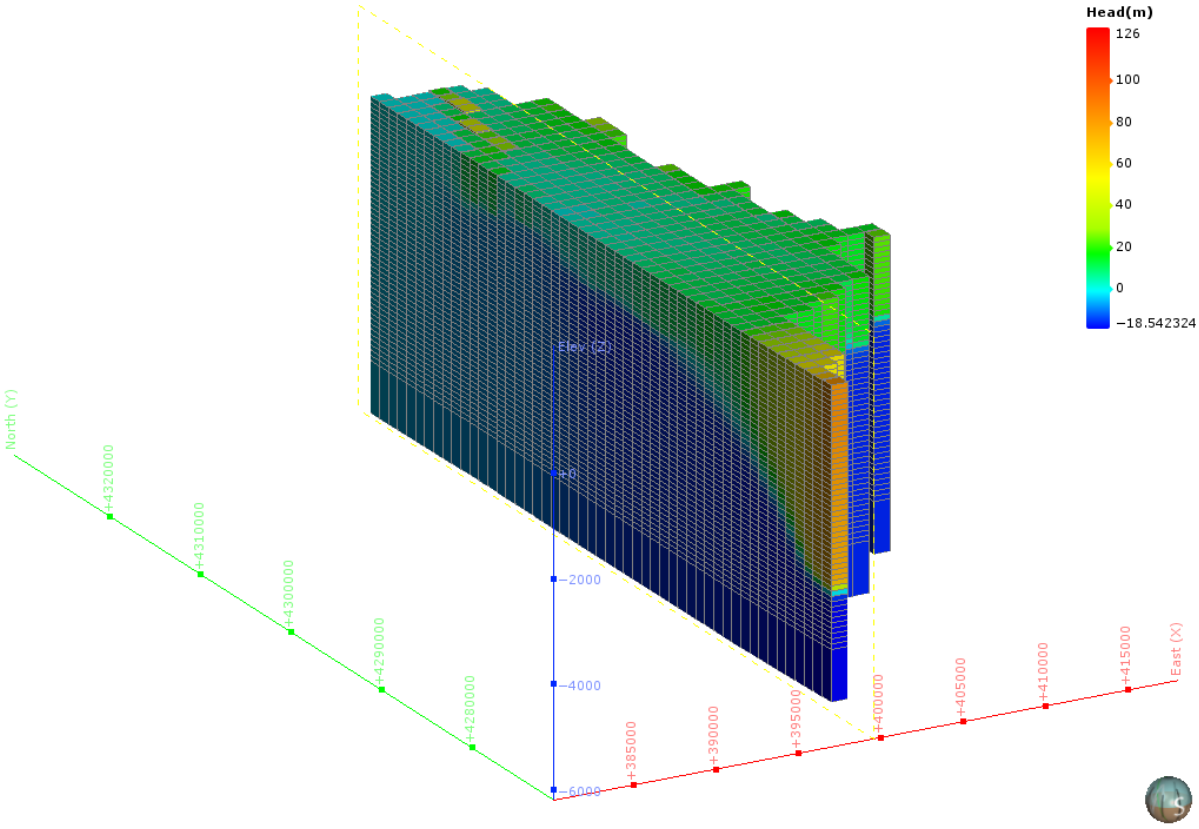


図 5-191　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（TH-8 : Shonai plain）

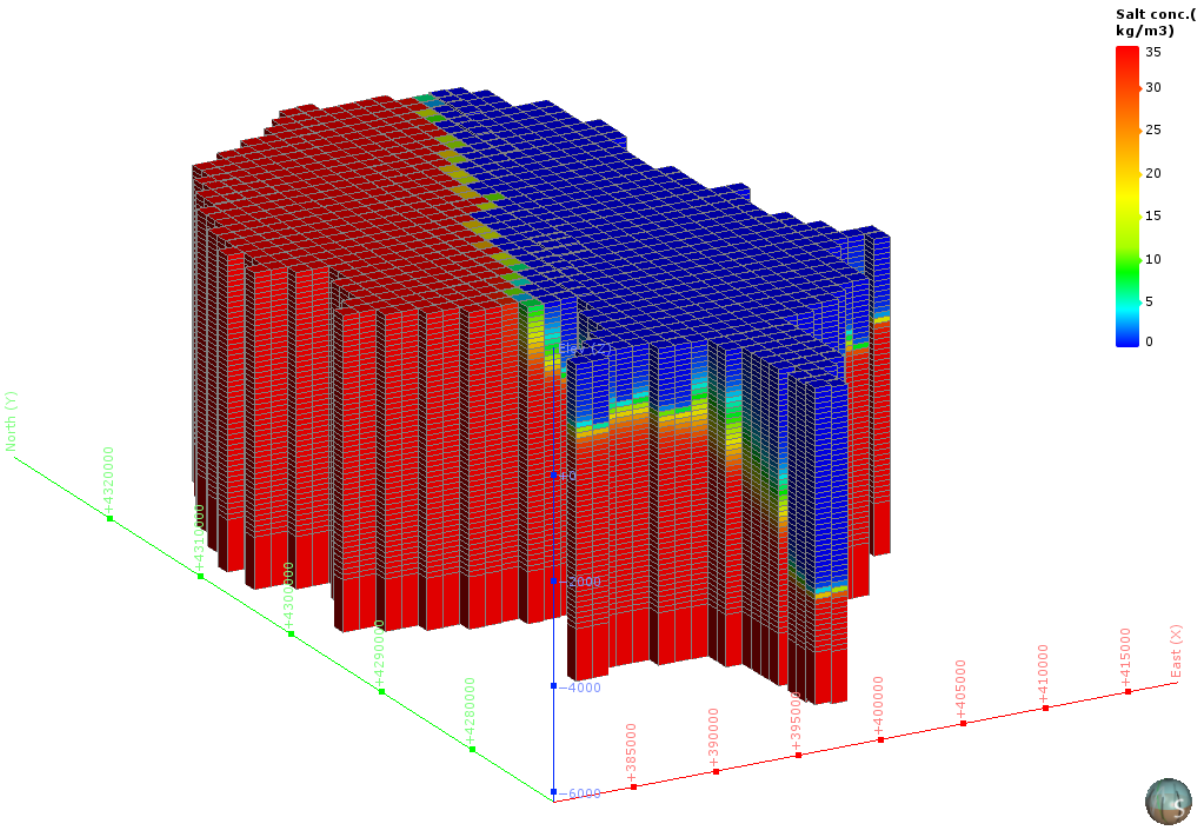


図 5-192　塩濃度三次元分布図（TH-8 : Shonai plain）

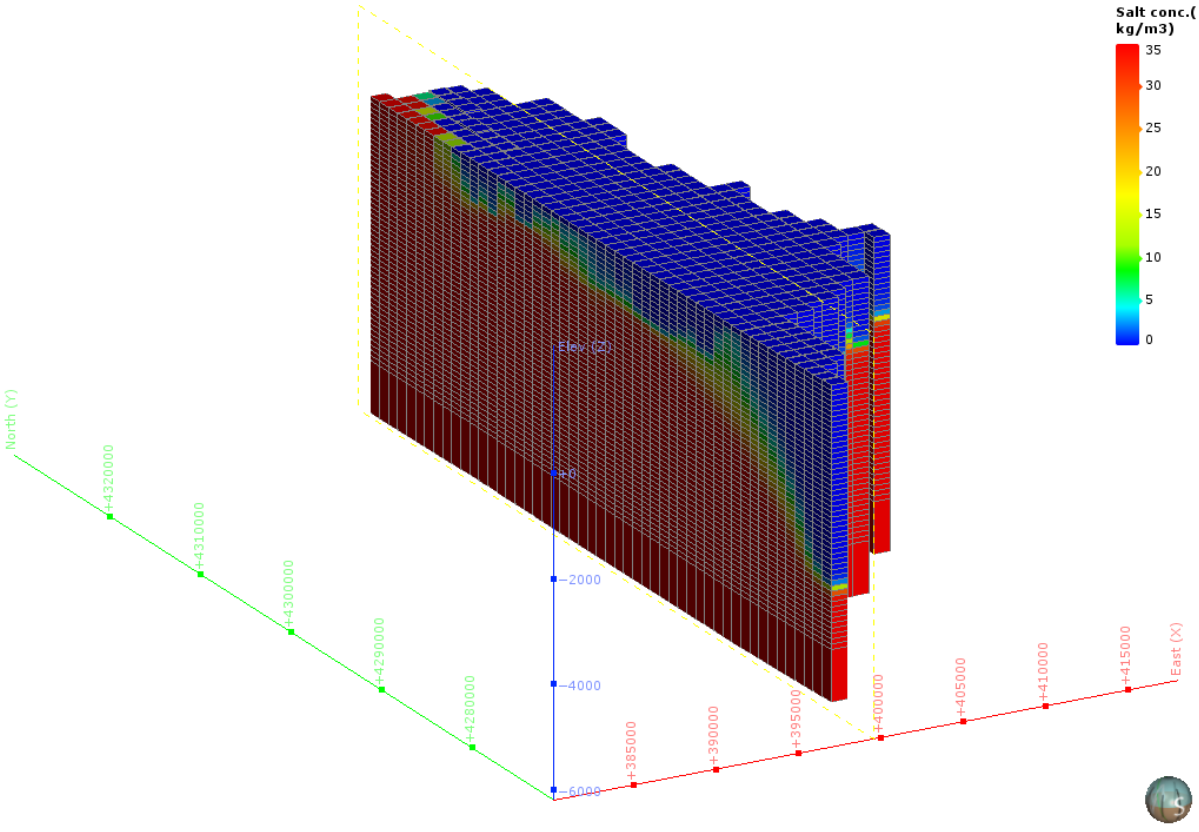


図 5-193　塩濃度三次元分布図（分割図）（TH-8 : Shonai plain）

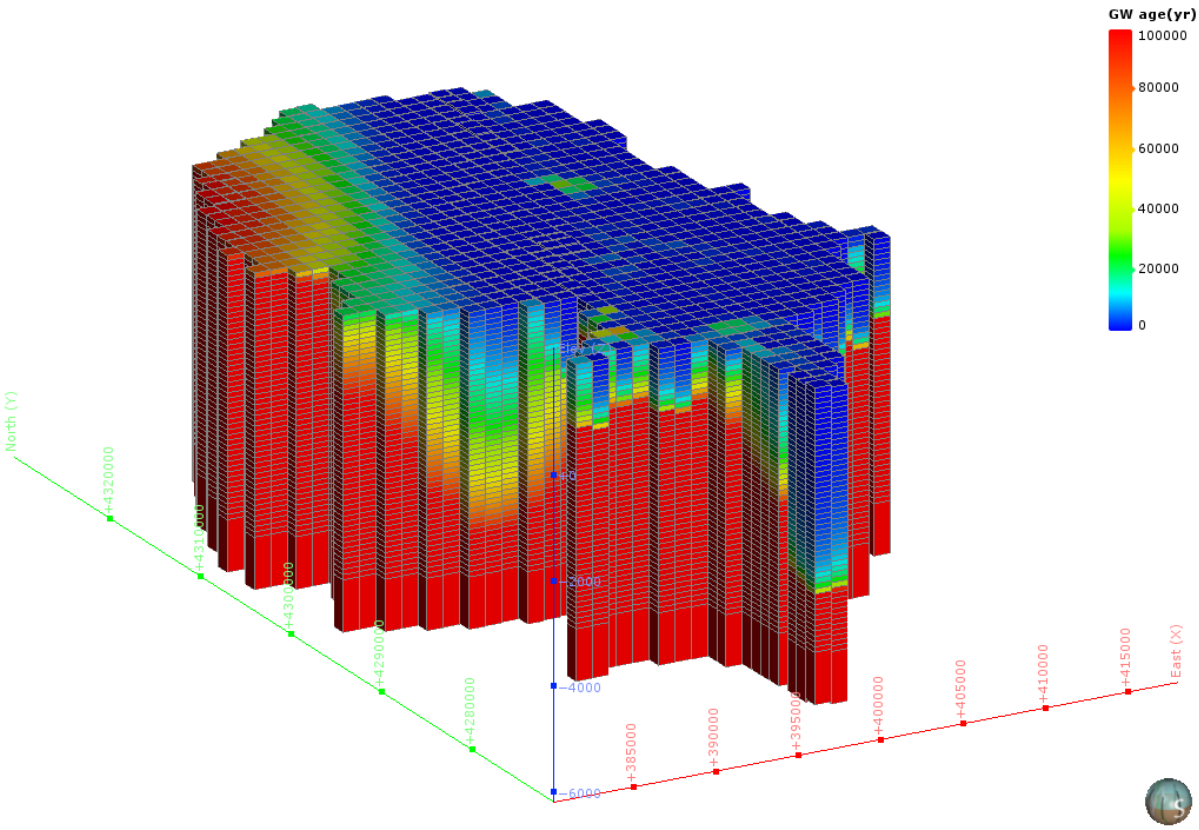


図 5-194　地下水年代三次元分布図（TH-8 : Shonai plain）

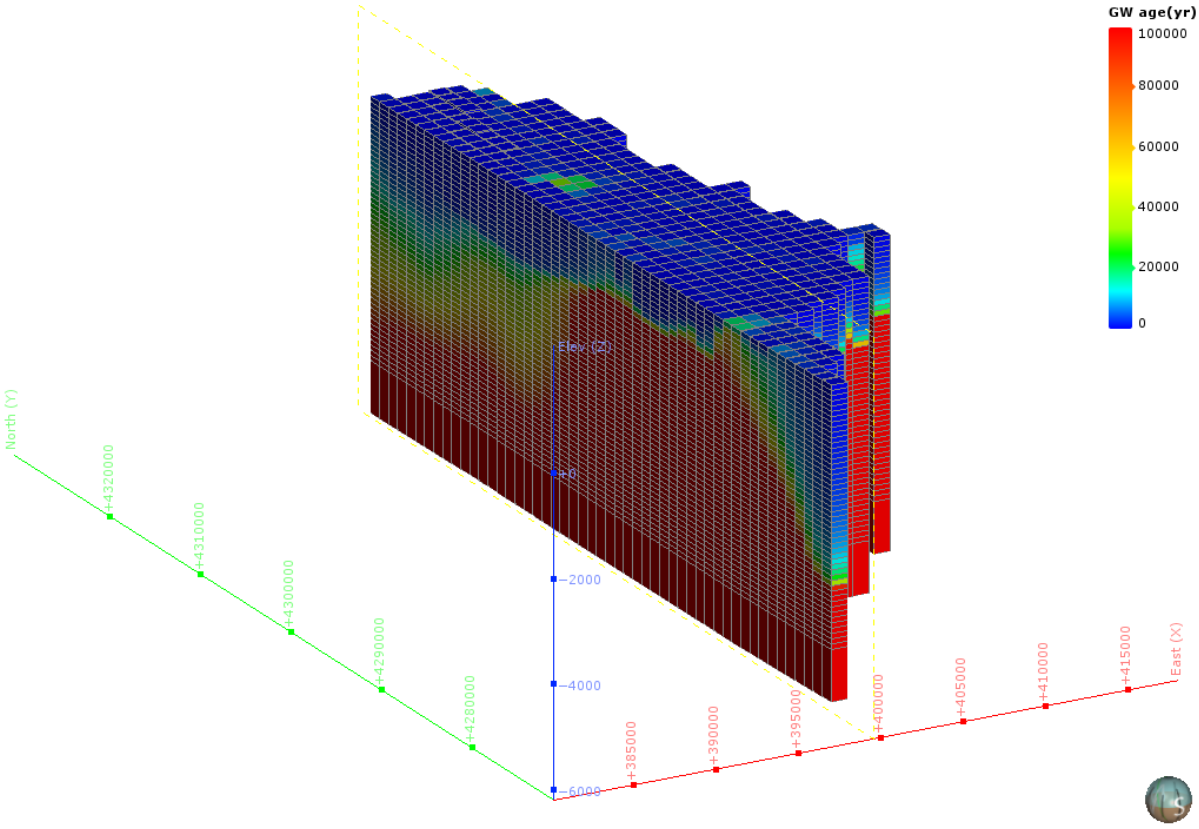


図 5-195　地下水年代三次元分布図（分割図）（TH-8 : Shonai plain）

（15） TH-10：Yamagata basin

1） **解析領域**

TH-10：Yamagata basin 領域を包括する解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、314km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、山形県山形市である。

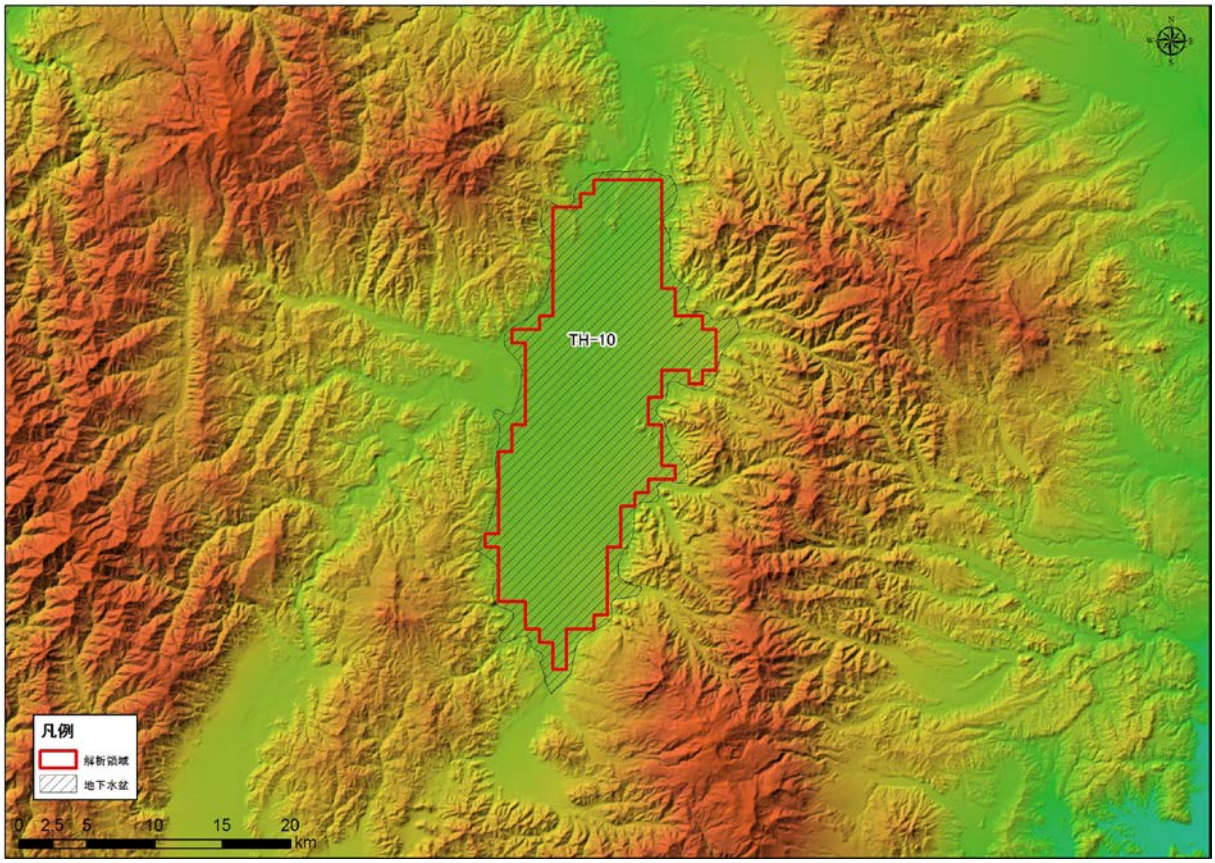


図 5-196 解析領域（TH-10：Yamagata basin）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 20、Y 方向に 39、Z 方向に 53 で分割され、Active Cell 数は、16,642 となった。本領域内は、H，Q3，Q2，N1，PreN1 で構成される。

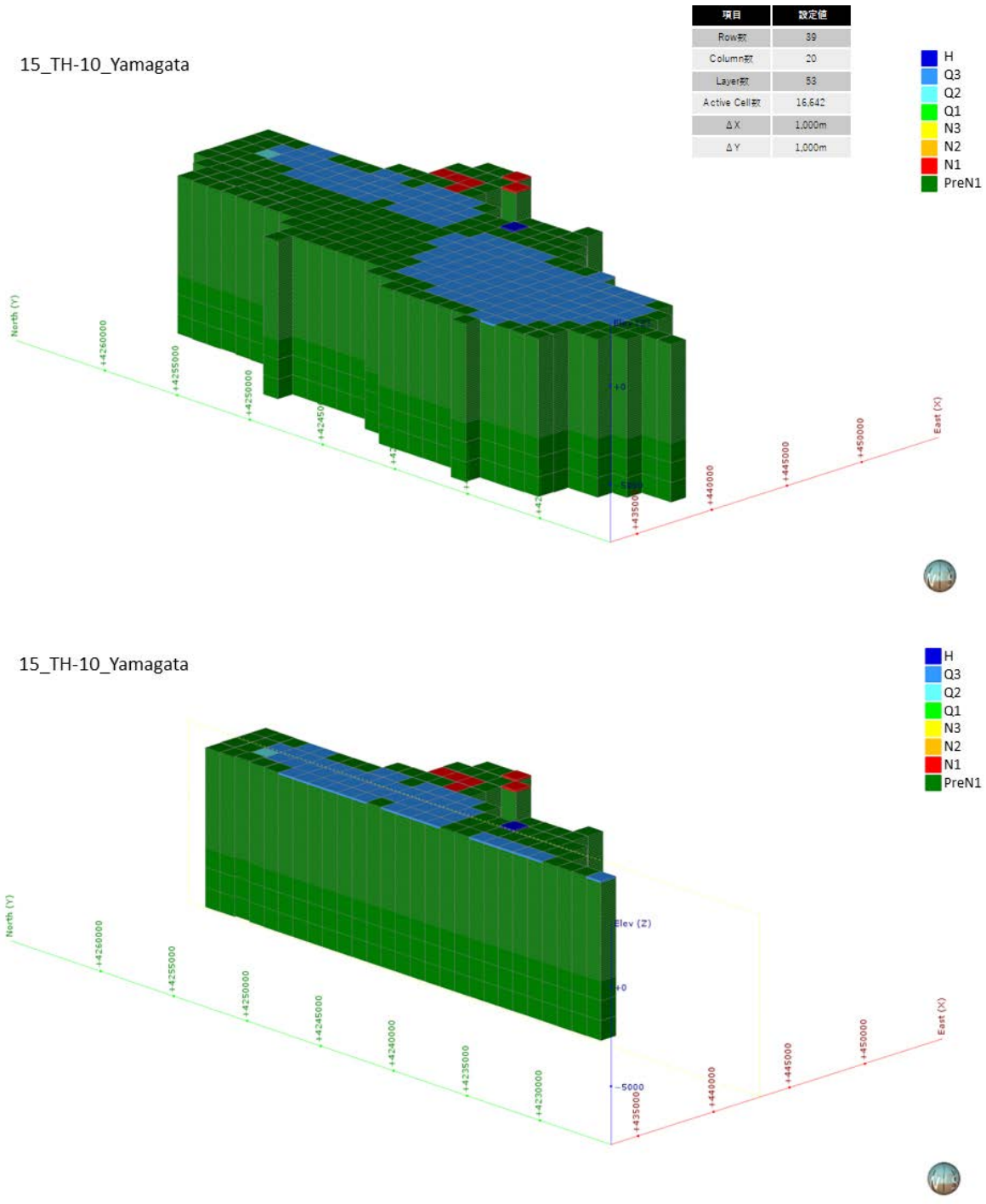


図 5-197　グリッド分割状況（TH-10 : Yamagata basin）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=314）の設定位置図を図 5-198 に示す。

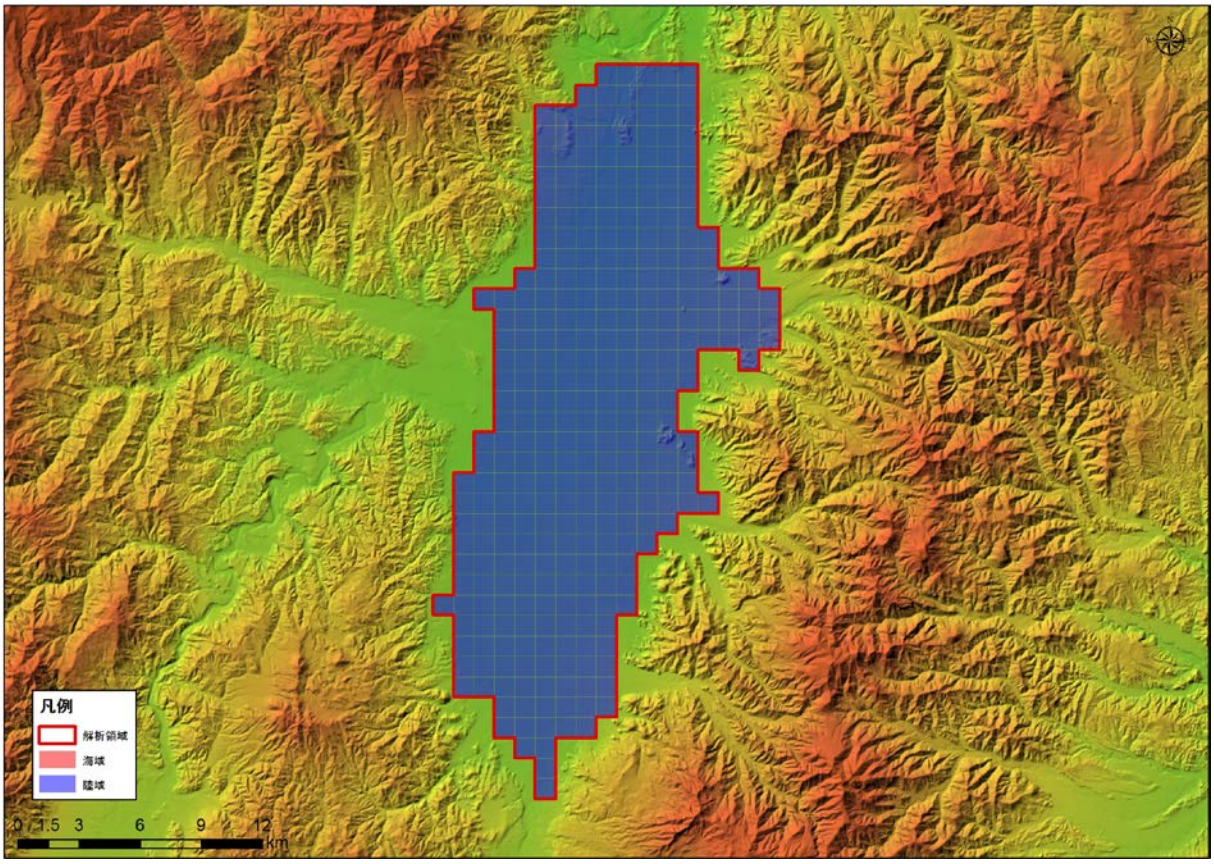


図 5-198　境界条件（TH-10 : Yamagata basin）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×13.5 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 1.34 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 1.31 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-18　検討ケース（TH-10 : Yamagata basin）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 13.5
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	3.99E+01
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	2.09E+01
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	4.62E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	1.12E+00
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	7.59E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	5.84E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	3.66E-01
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	2.33E-01
モデル内の涵養量 (mm/日)	0.10	0.85	0.01	1.34

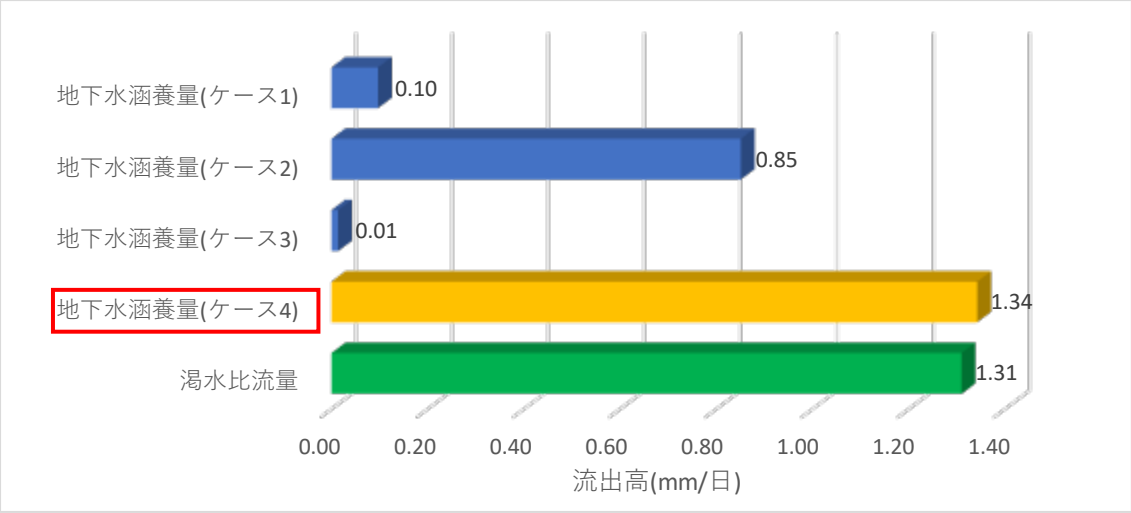


図 5-199　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（TH-10 : Yamagata basin）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

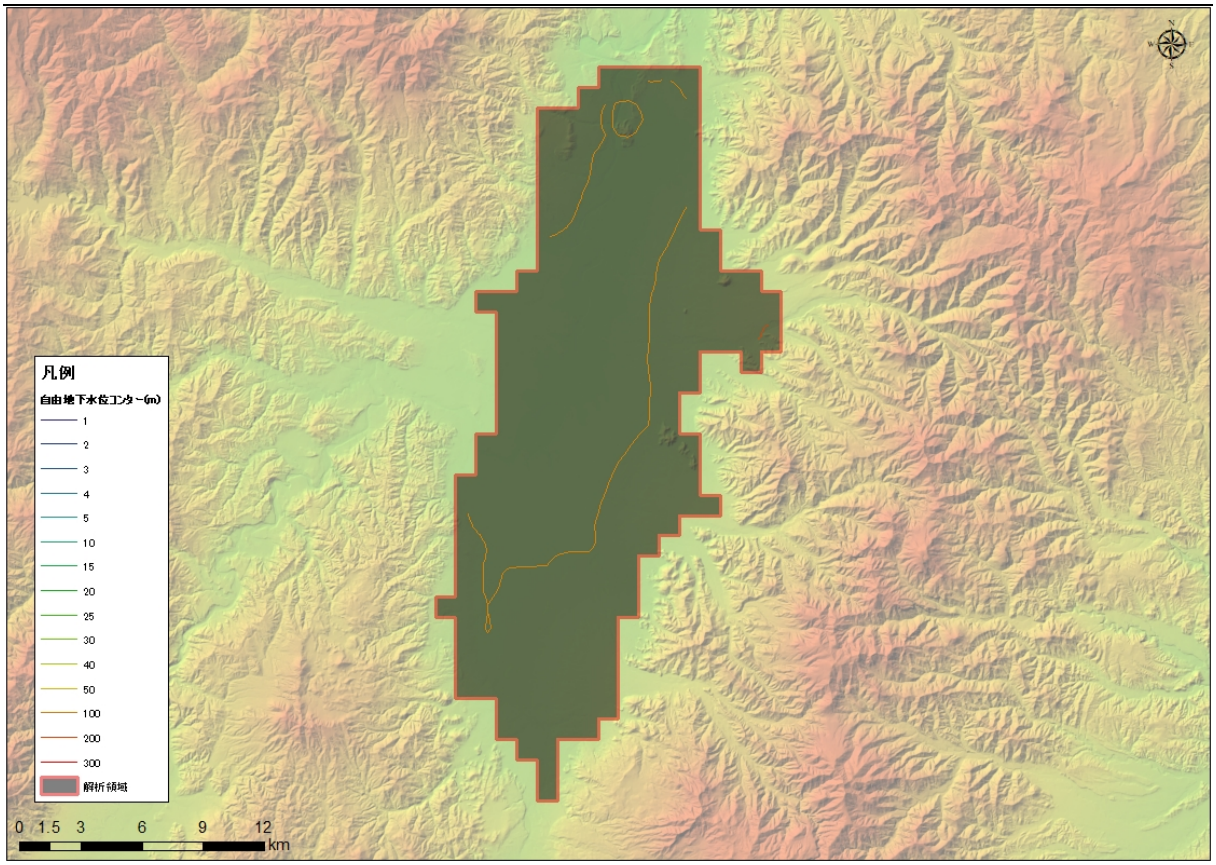


図 5-200　地下水位等高線図（TH-10 : Yamagata basin）

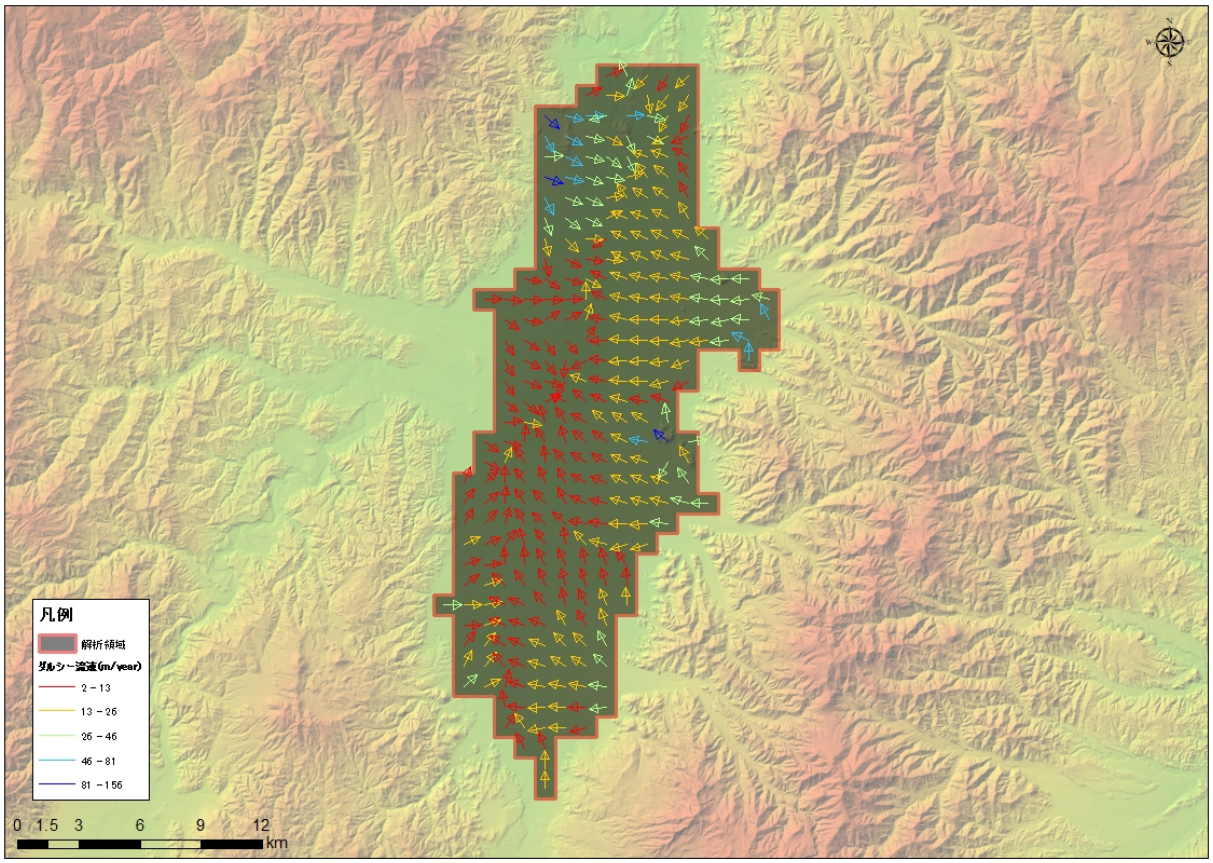


図 5-201　流速ベクトル図（TH-10 : Yamagata basin）

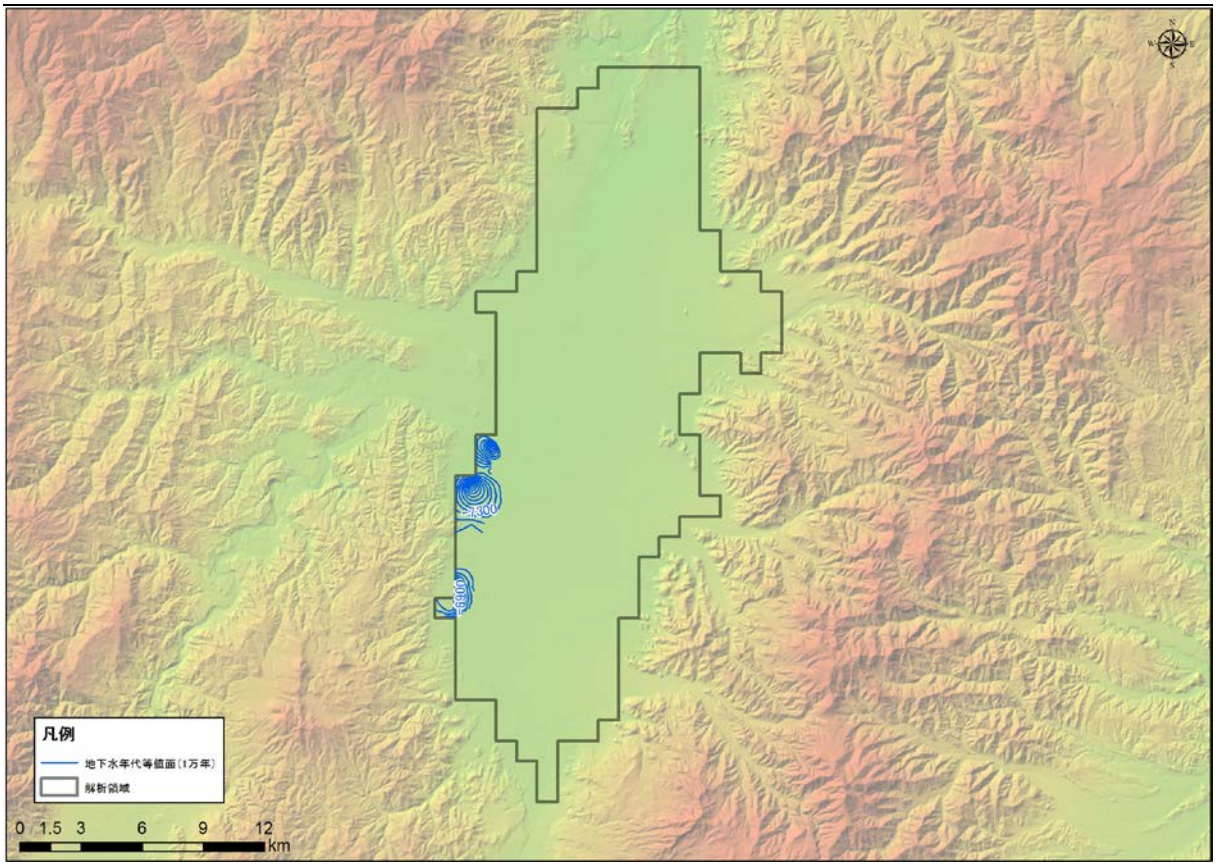


図 5-202　地下水年代（1 万年）等値面図（TH-10 : Yamagata basin）

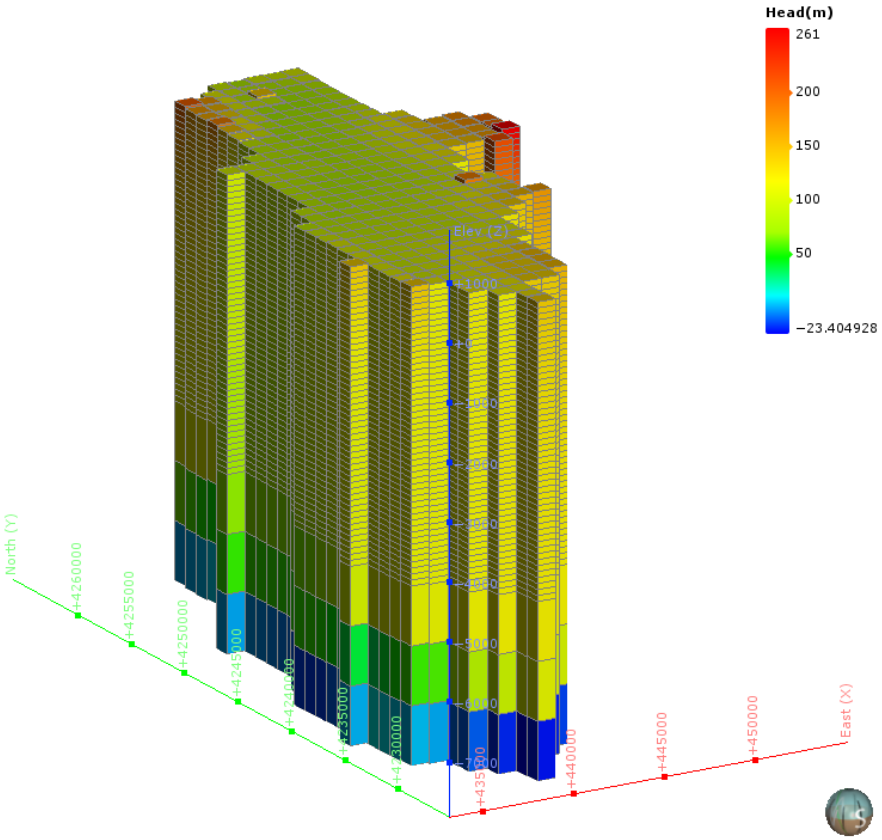


図 5-203　地下水ポテンシャル三次元分布図（TH-10 : Yamagata basin）

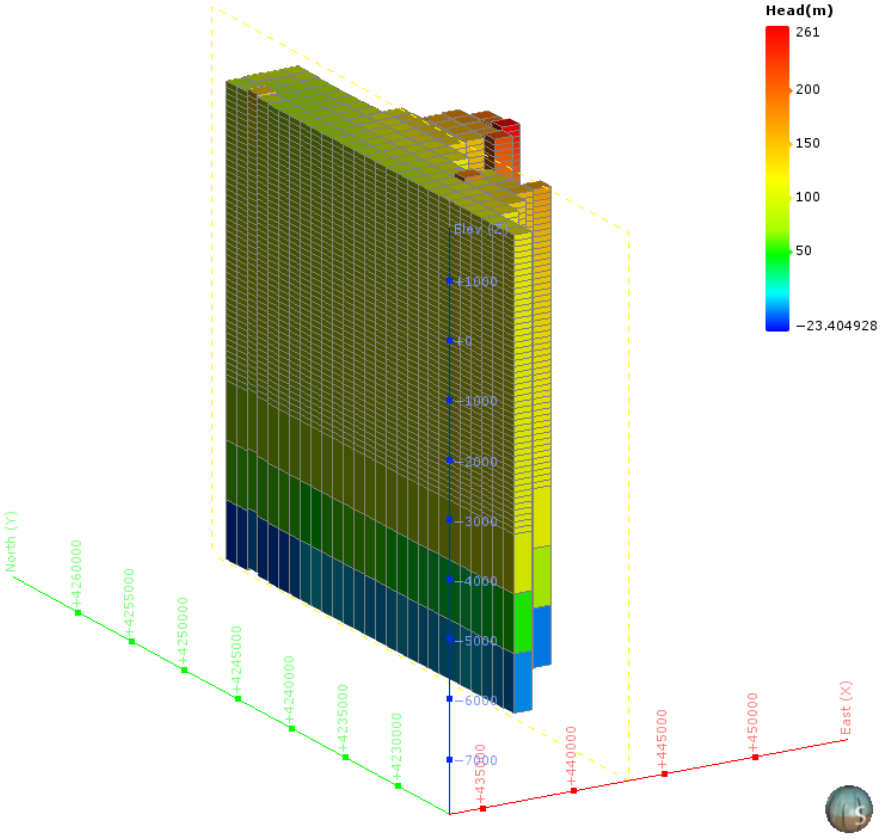


図 5-204　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（TH-10 : Yamagata basin）

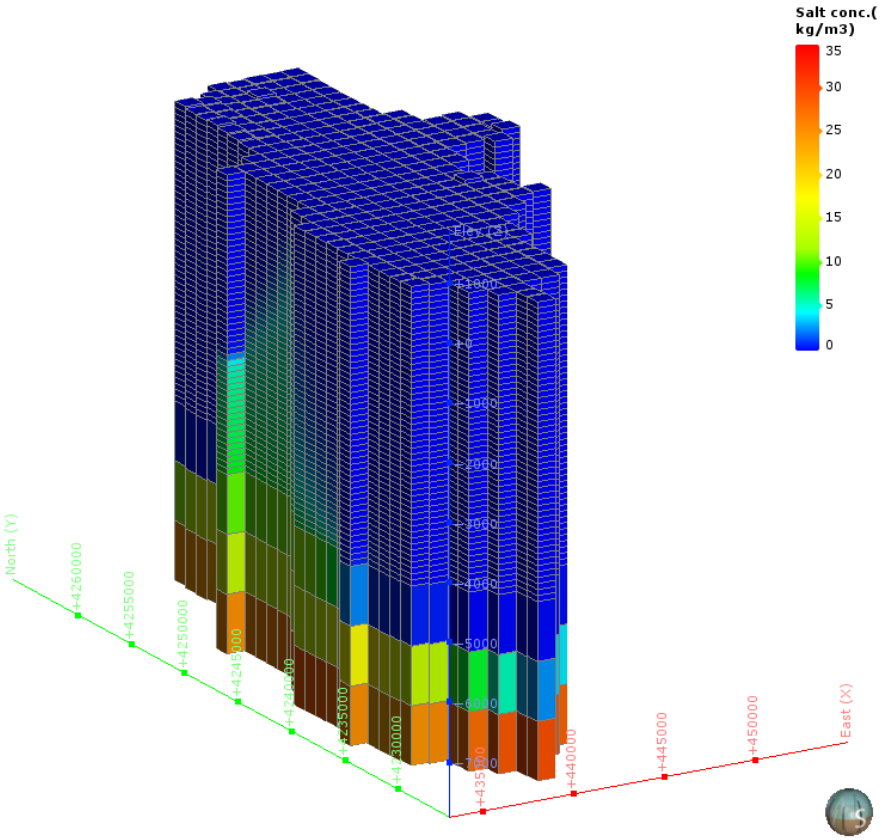


図 5-205　塩濃度三次元分布図（TH-10 : Yamagata basin）

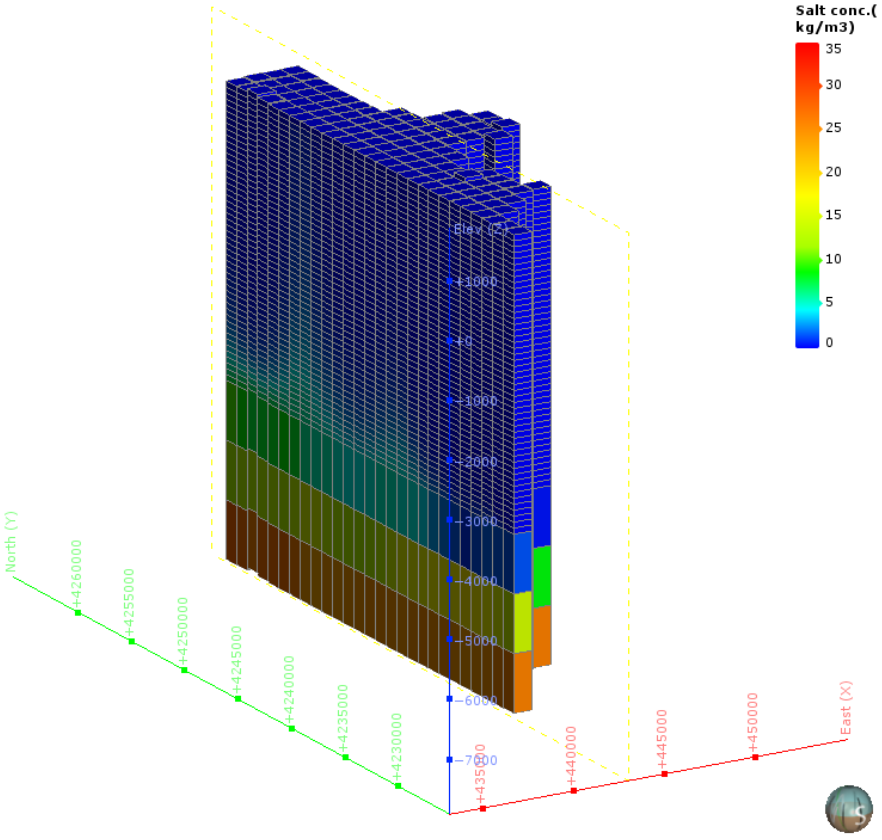


図 5-206　塩濃度三次元分布図（分割図）（TH-10 : Yamagata basin）

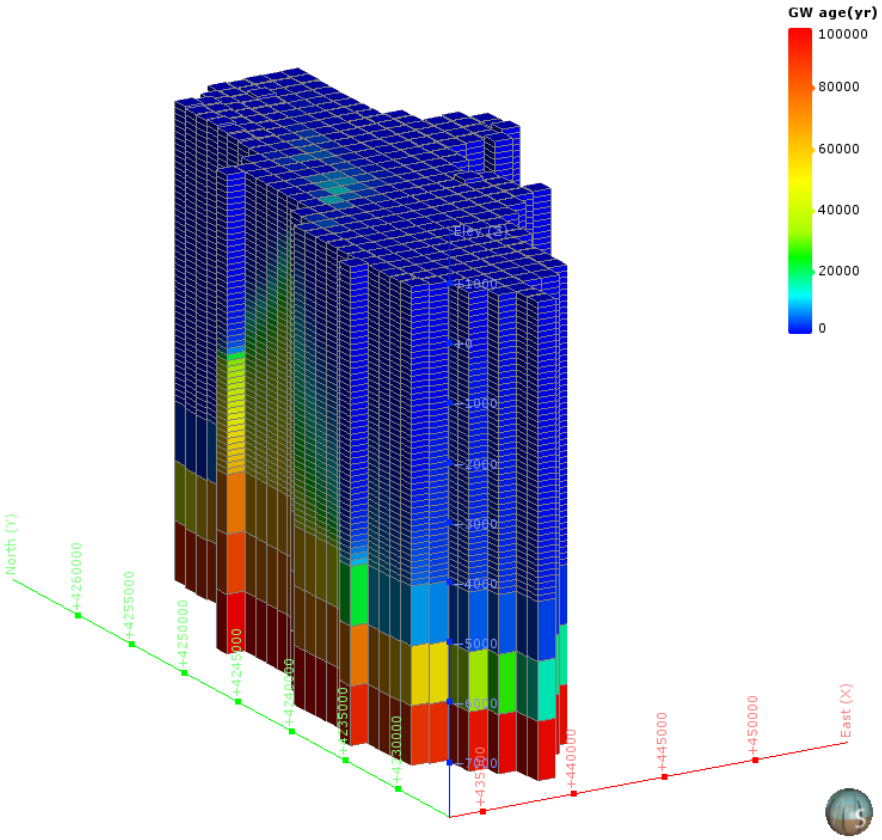


図 5-207　地下水年代三次元分布図（TH-10 : Yamagata basin）

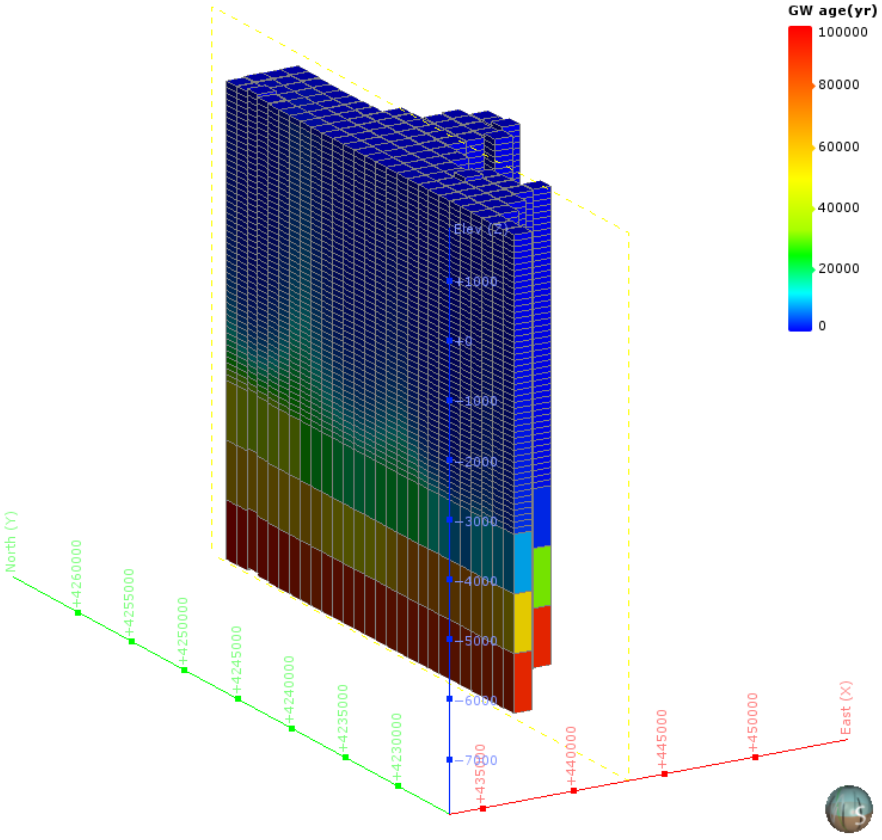


図 5-208　地下水年代三次元分布図（分割図）（TH-10 : Yamagata basin）

（16） TH-11：Ishimaki plain

1） **解析領域**

TH-11：Ishimaki plain 領域を包括し、海域約 22km を拡張して、解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、981km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、宮城県石巻市である。

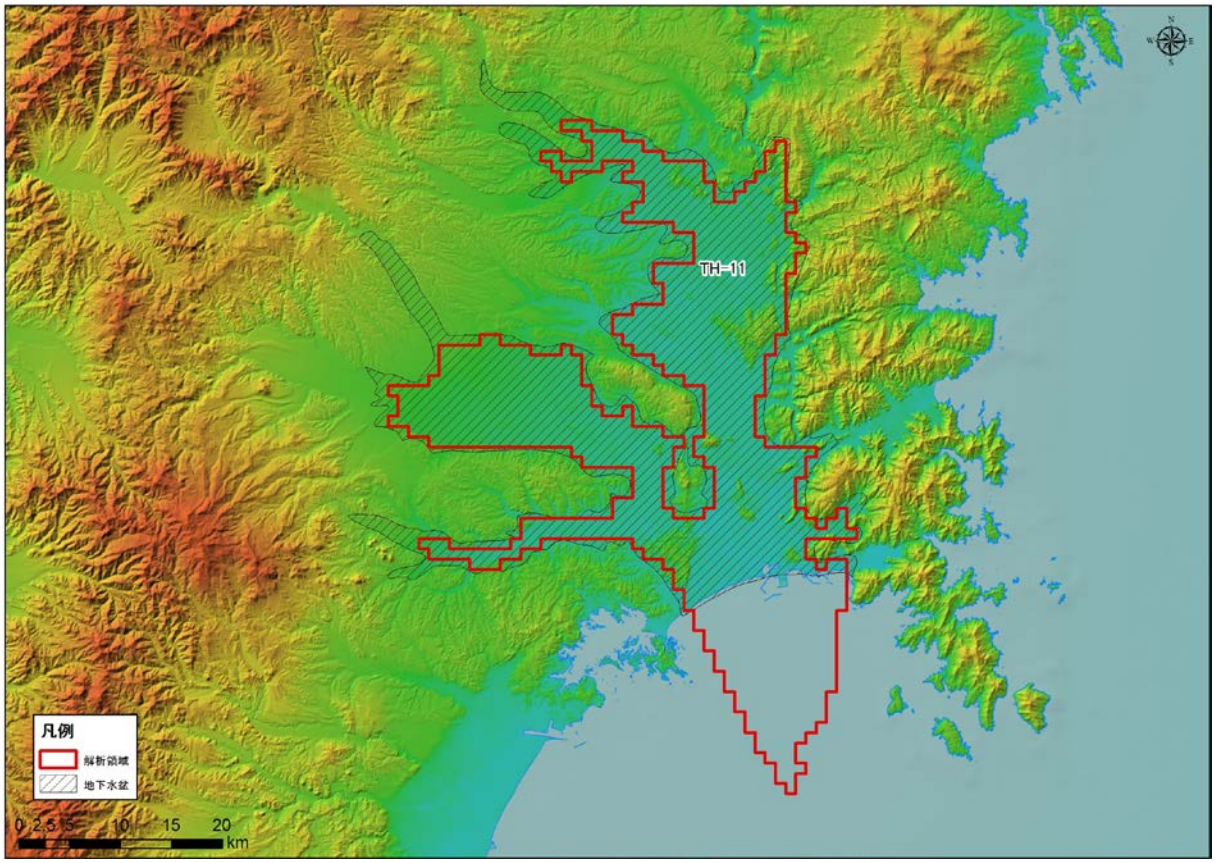


図 5-209 解析領域（TH-11：Ishimaki plain）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 51、Y 方向に 73、Z 方向に 51 で分割され、Active Cell 数は、50,031 となった。本領域内は、H，Q3，Q2，N2，N1，PreN1 で構成される。

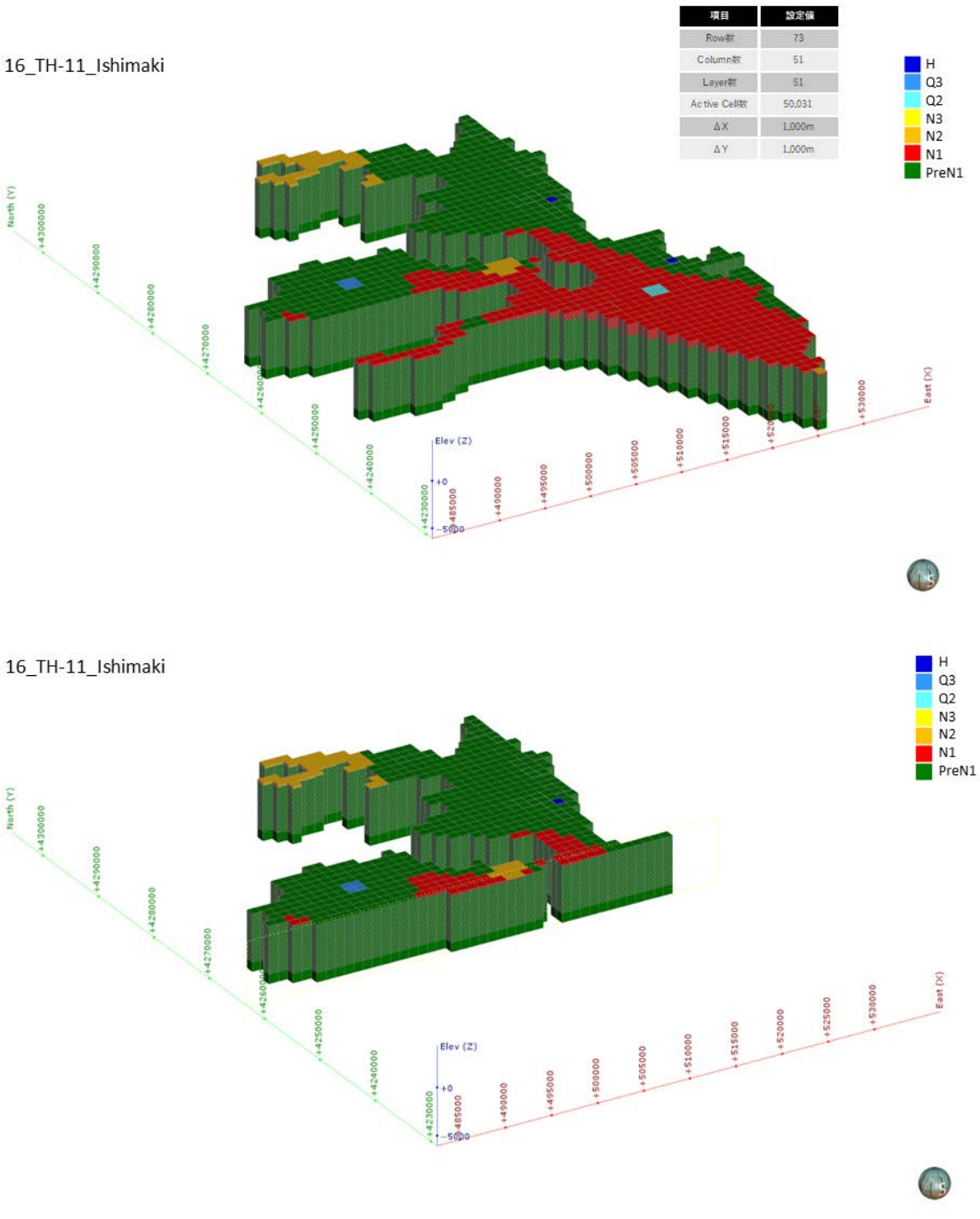


図 5-210　グリッド分割状況（TH-11 : Ishimaki plain）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=781）と海域セル（N=200）の設定位置図を図 5-211 に示す。

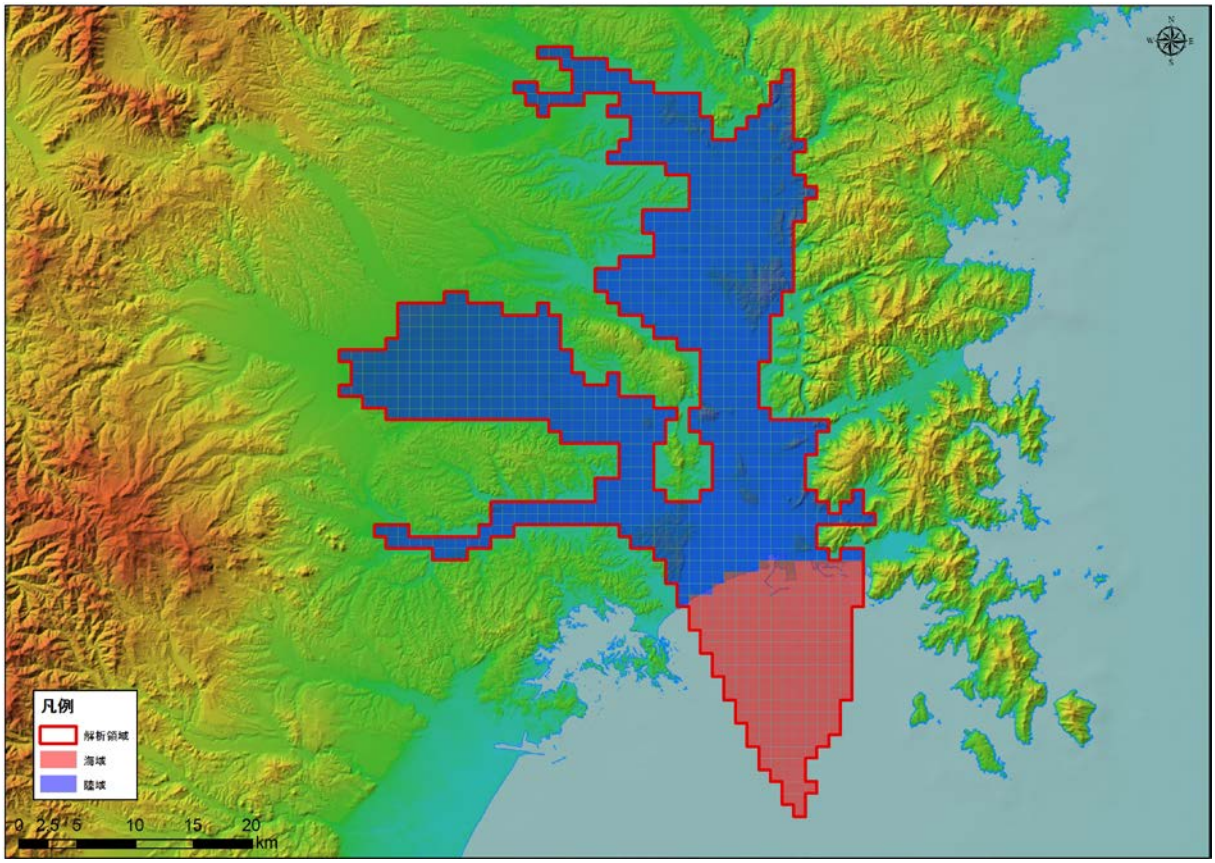


図 5-211　境界条件（TH-11 : Ishimaki plain）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×13.2 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 0.92 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 0.92 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-19　検討ケース（TH-11 : Ishimaki plain）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 13.2
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	3.91E+01
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	2.05E+01
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	4.52E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	1.10E+00
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	7.43E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	5.71E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	3.58E-01
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	2.28E-01
モデル内の涵養量 (mm/日)	0.07	0.41	0.01	0.92

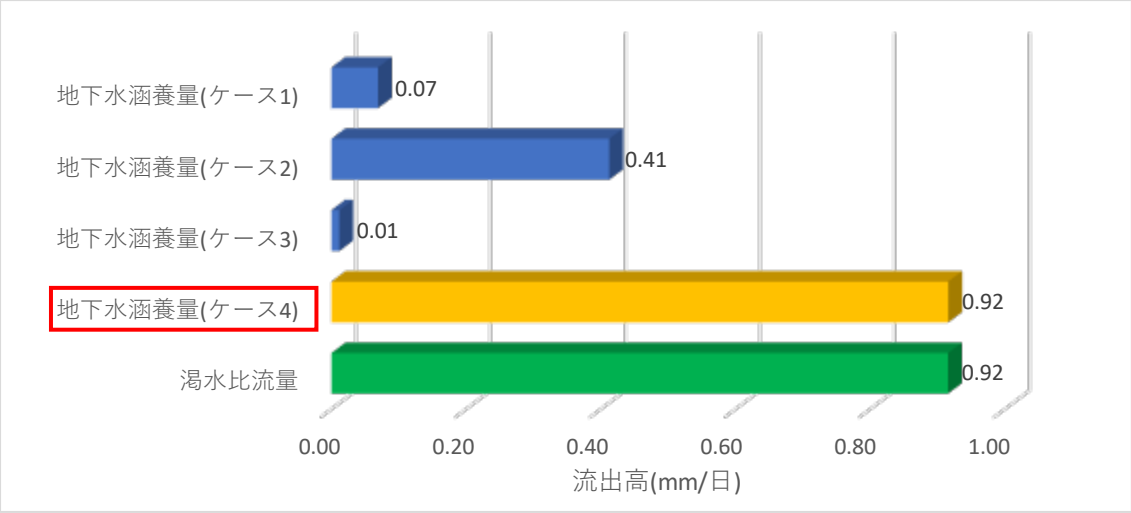


図 5-212　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（TH-11 : Ishimaki plain）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

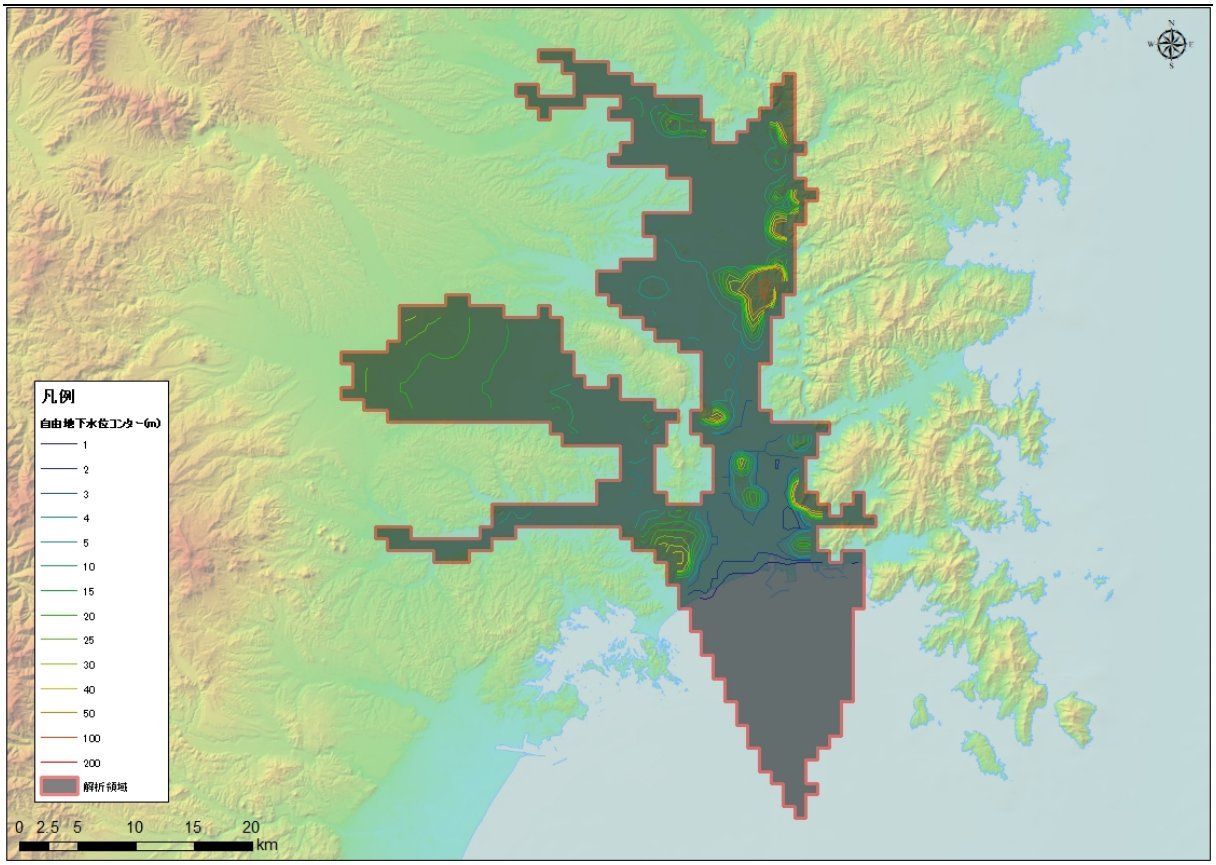


図 5-213　地下水位等高線図（TH-11 : Ishimaki plain）

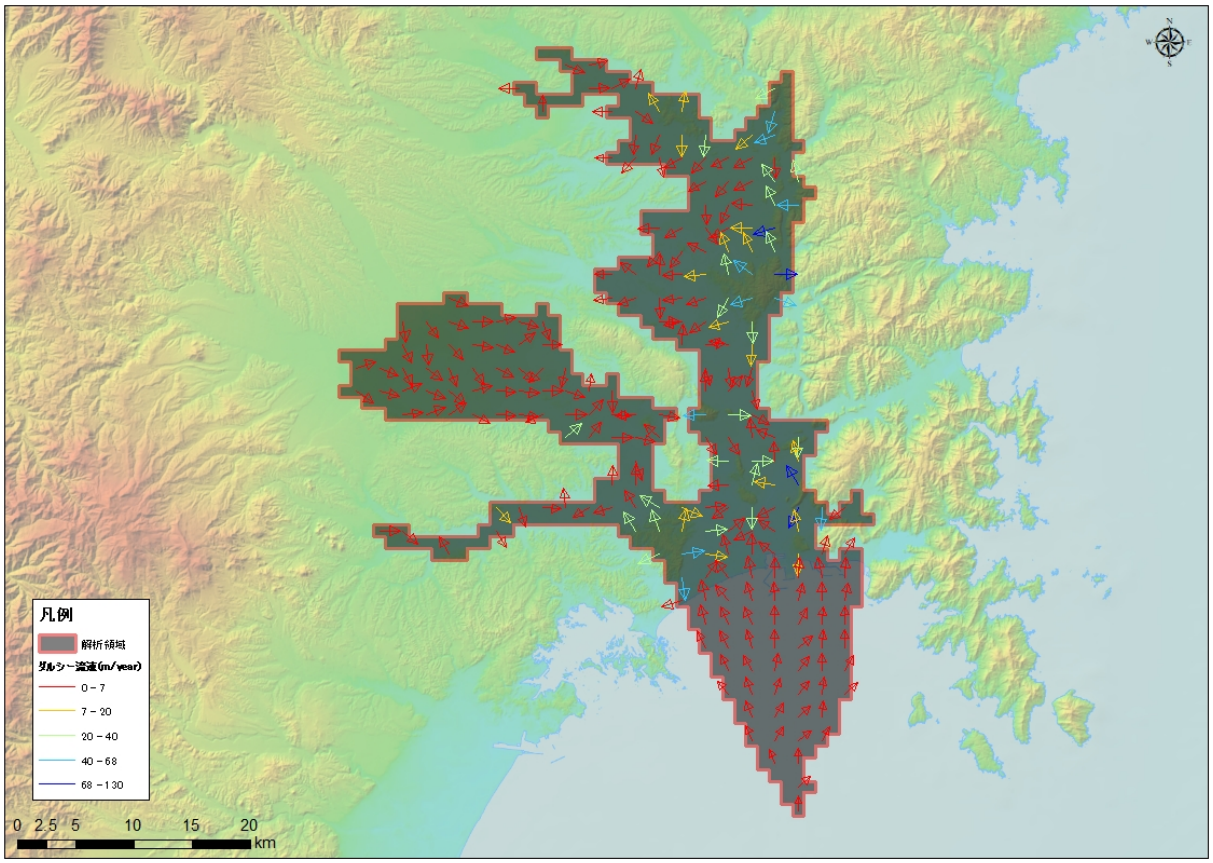


図 5-214　流速ベクトル図（TH-11 : Ishimaki plain）

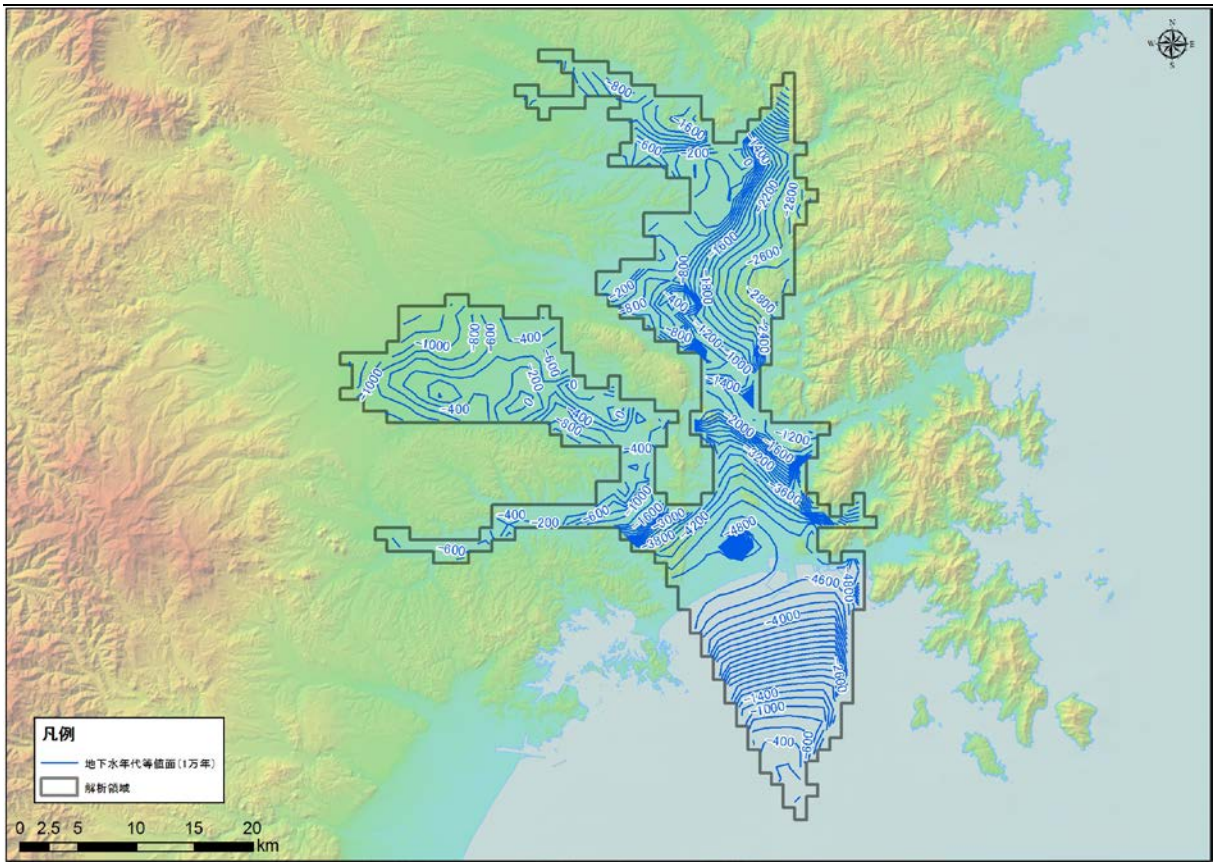


図 5-215　地下水年代（1 万年）等値面図（TH-11 : Ishimaki plain）

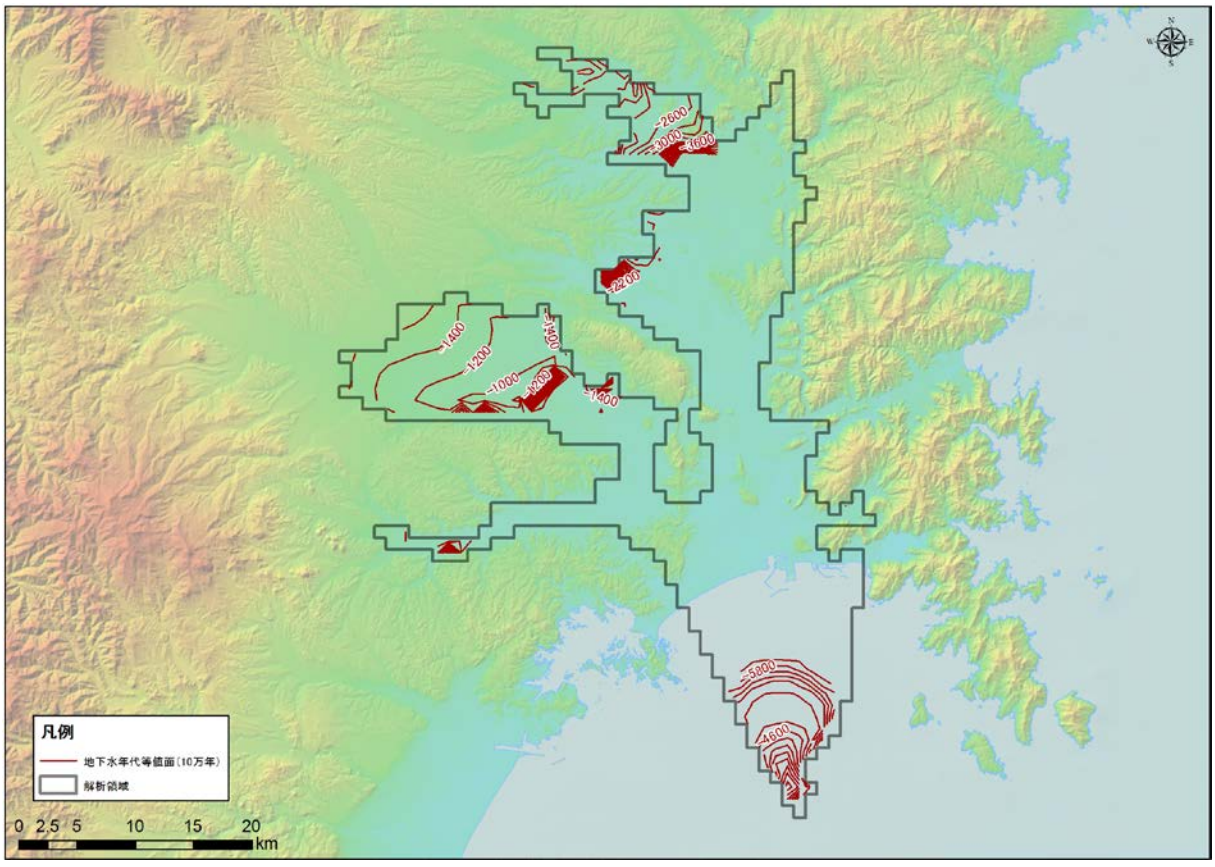


図 5-216　地下水年代（10 万年）等値面図（TH-11 : Ishimaki plain）

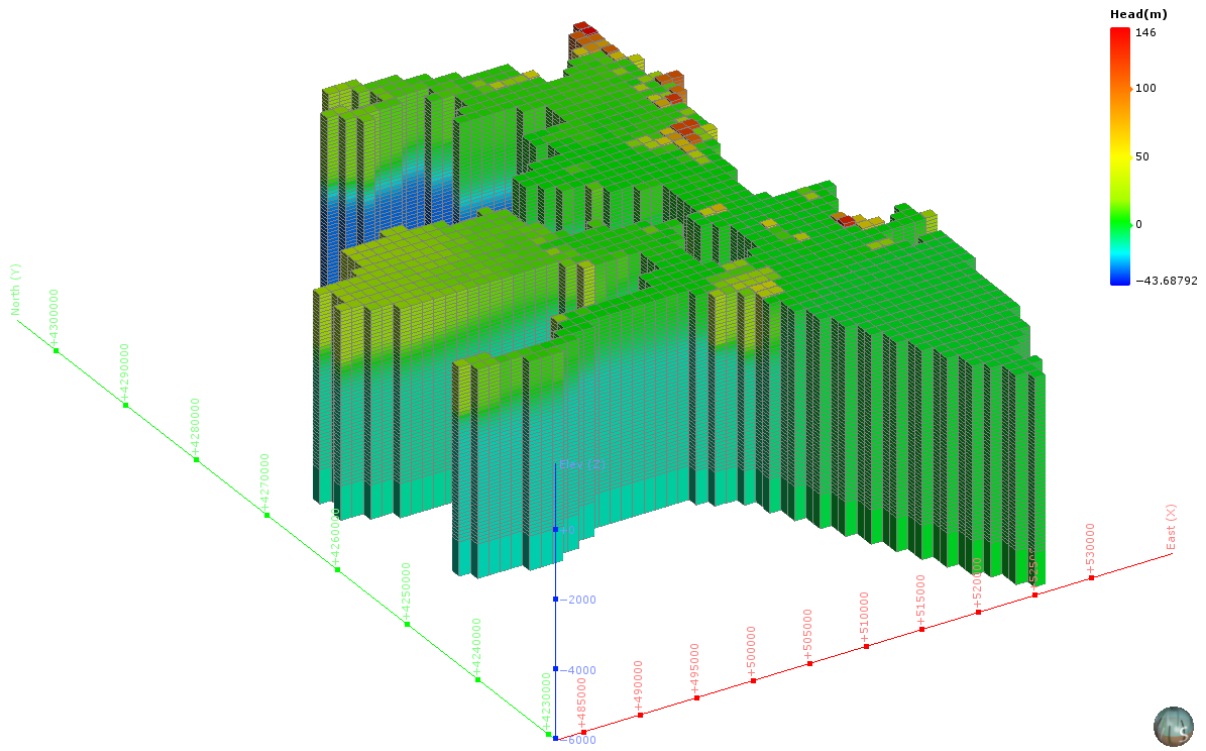


図 5-217　地下水ポテンシャル三次元分布図（TH-11 : Ishimaki plain）

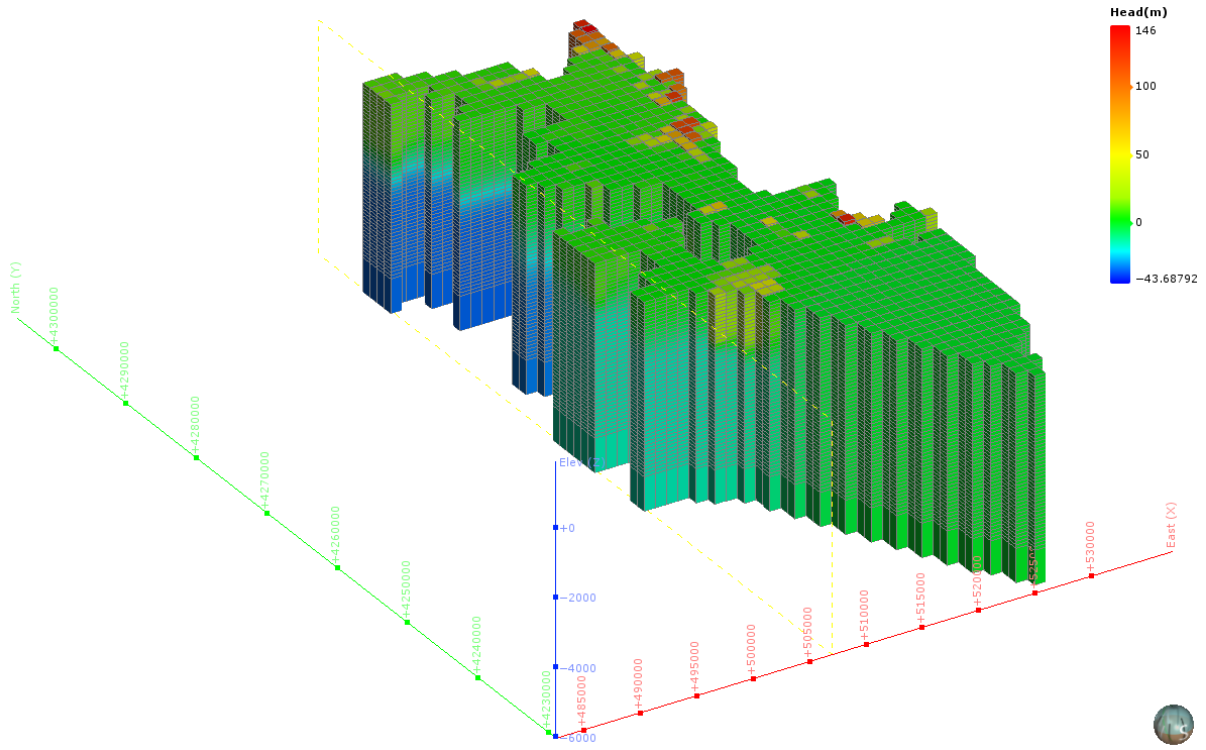


図 5-218　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（TH-11 : Ishimaki plain）

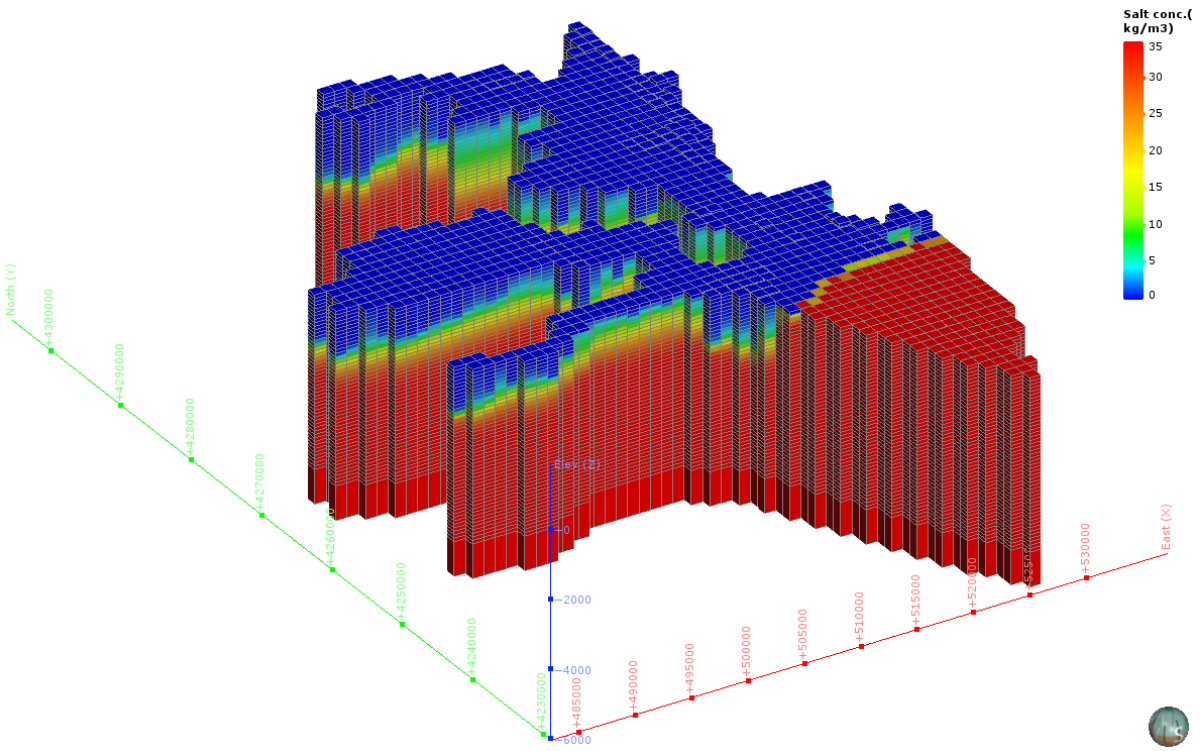


図 5-219　塩濃度三次元分布図（TH-11 : Ishimaki plain）

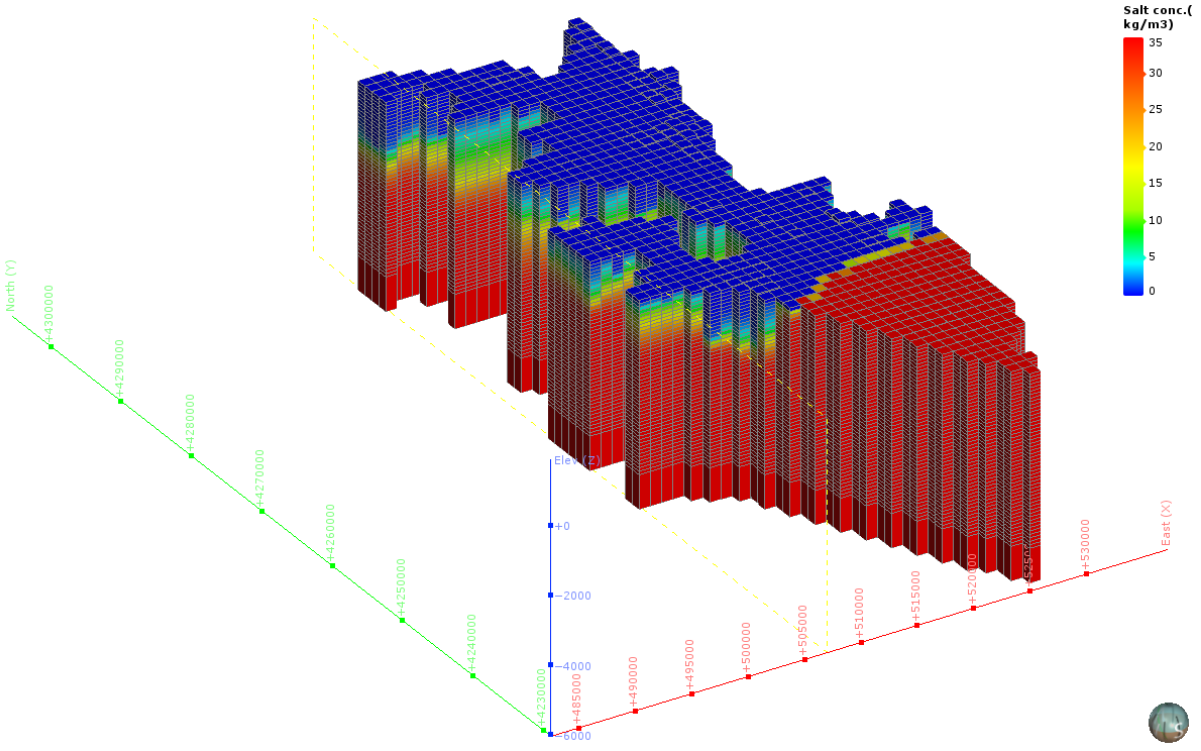


図 5-220　塩濃度三次元分布図（分割図）（TH-11 : Ishimaki plain）

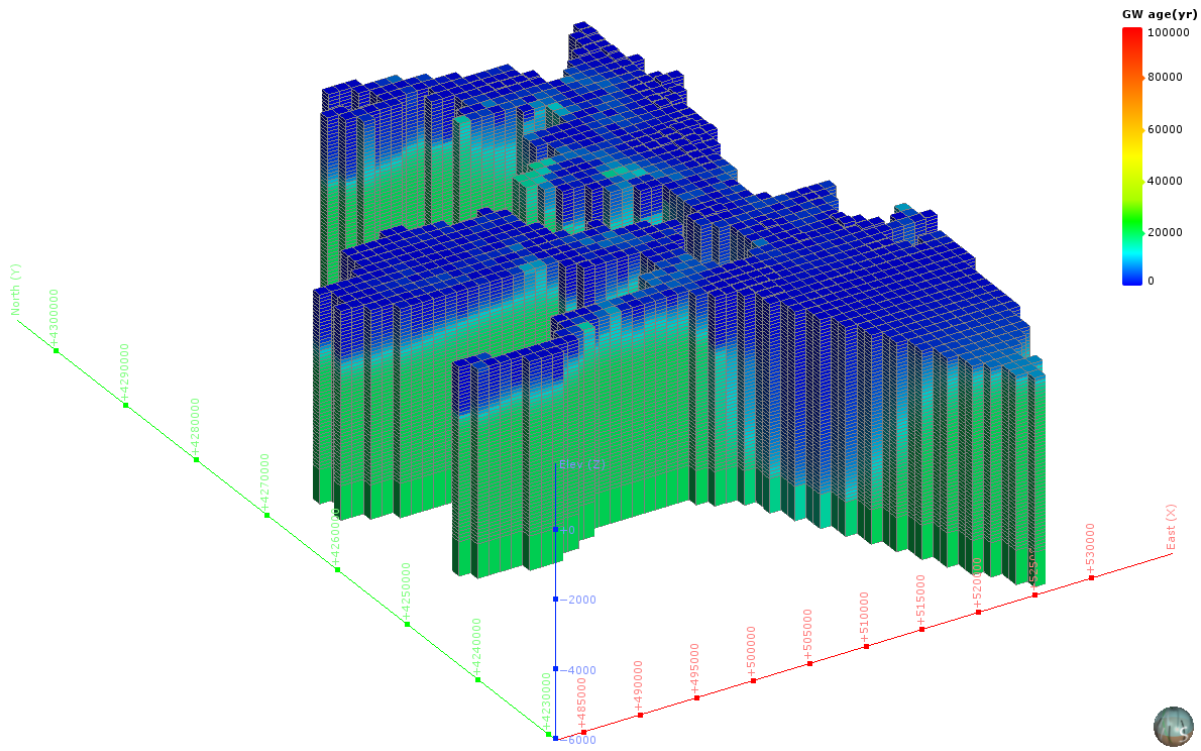


図 5-221　地下水年代三次元分布図（TH-11 : Ishimaki plain）

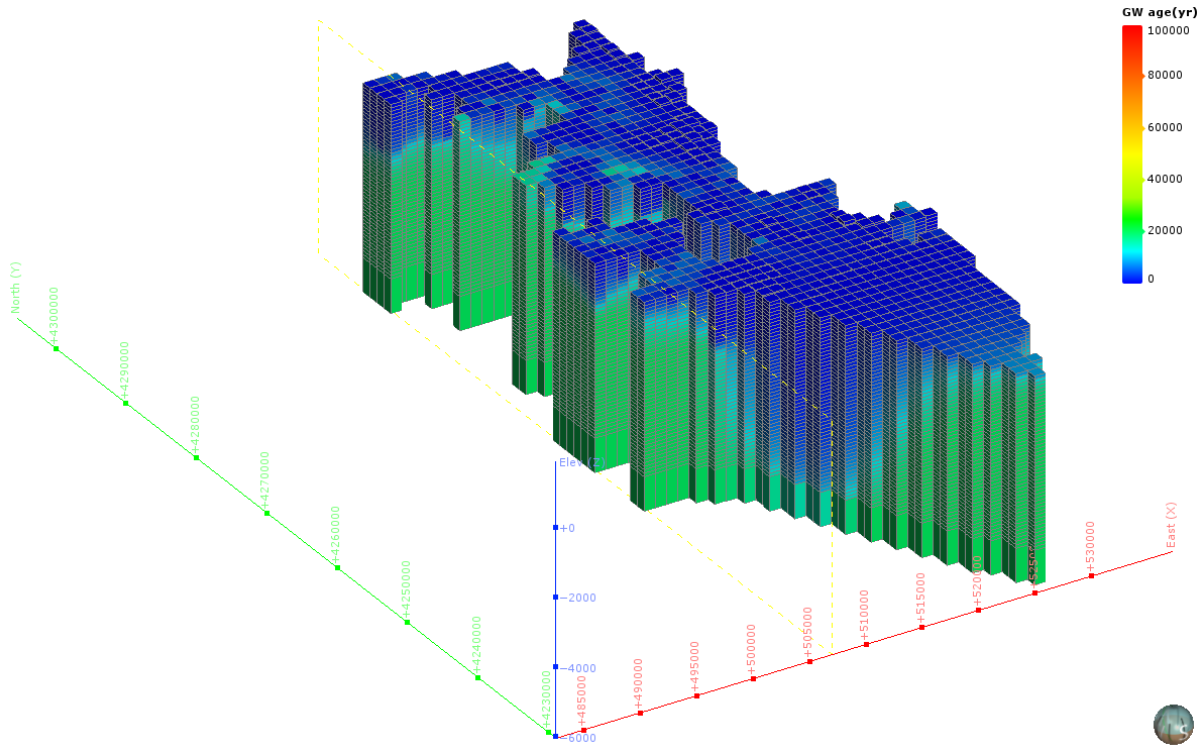


図 5-222　地下水年代三次元分布図（分割図）（TH-11 : Ishimaki plain）

（17） TH-12：Sendai plain

1） **解析領域**

TH-12 : Sendai plain 領域を包括し、海域約 15km を拡張して、解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、733km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、宮城県仙台市である。

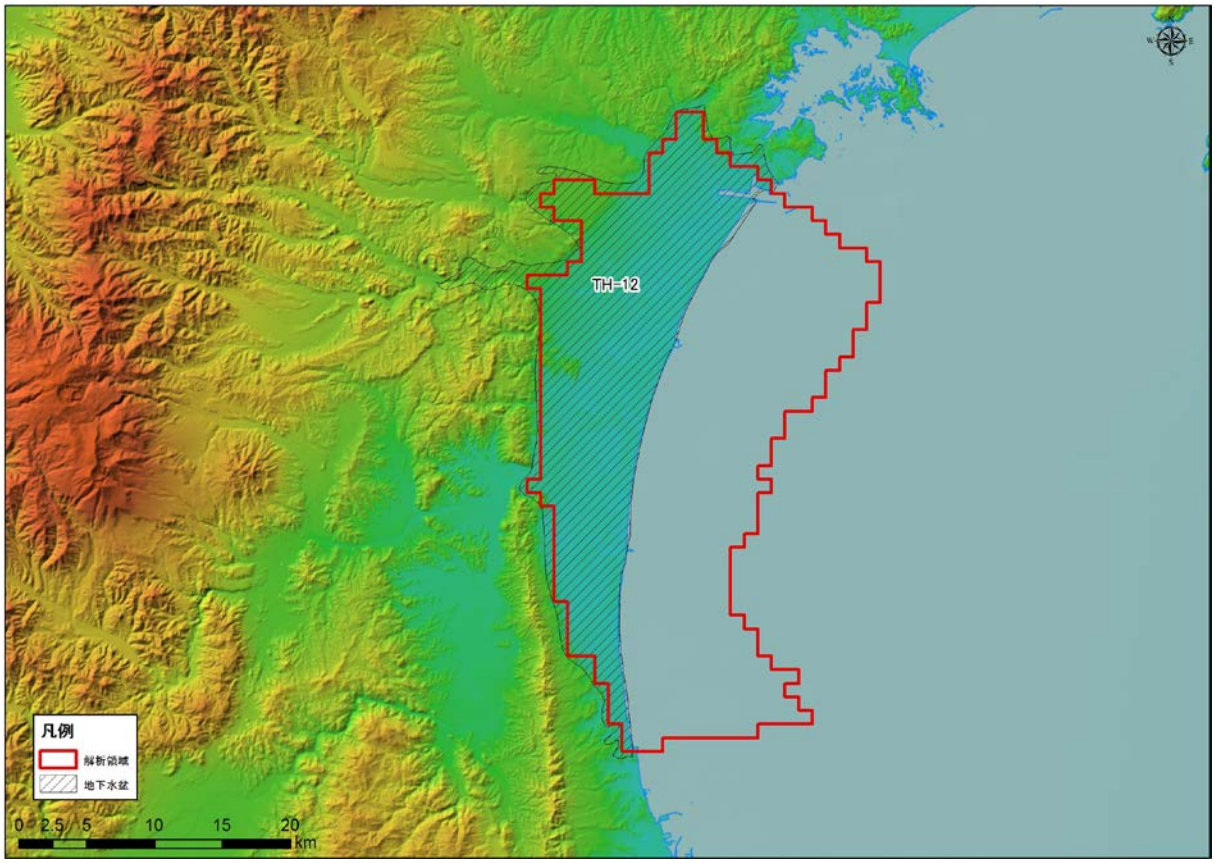


図 5-223 解析領域（TH-12 : Sendai plain）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 35、Y 方向に 49、Z 方向に 20 で分割され、Active Cell 数は、14,660 となった。本領域内は、H，Q2，N3，N2，N1，PreN1 で構成される。

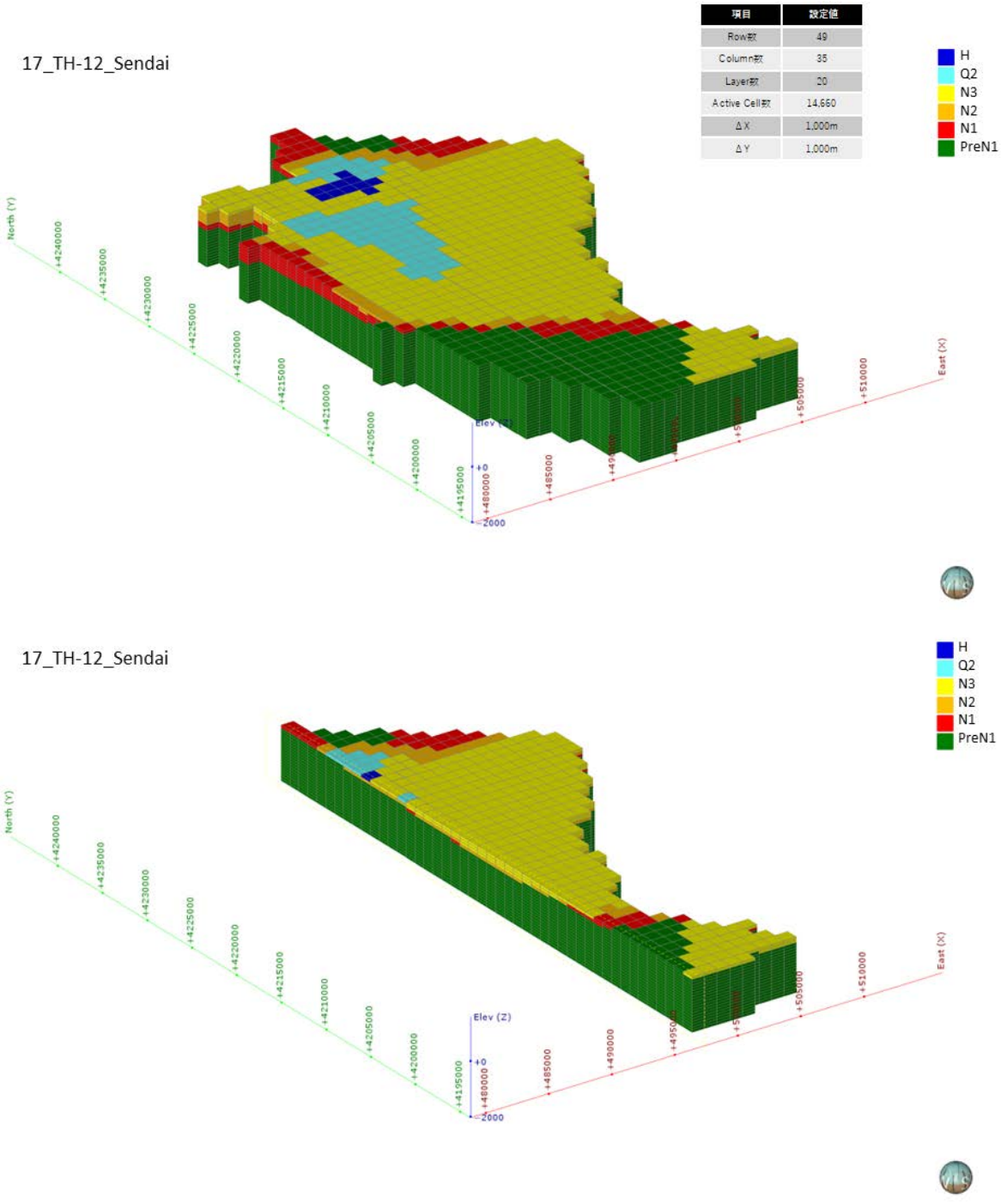


図 5-224　グリッド分割状況（TH-12 : Sendai plain）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=305）と海域セル（N=428）の設定位置図を図 5-225 に示す。

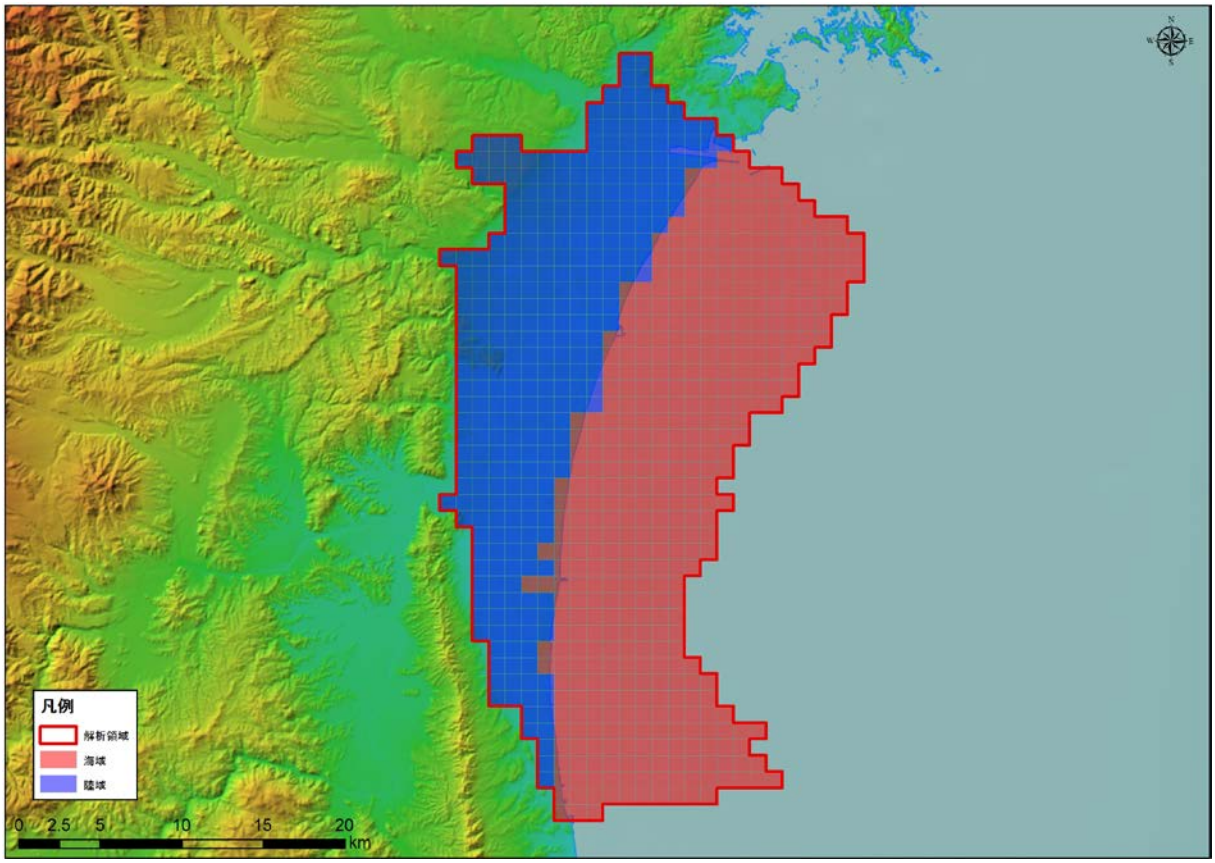


図 5-225　境界条件（TH-12 : Sendai plain）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×24.9 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 0.78 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 0.78 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-20　検討ケース（TH-12 : Sendai plain）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 24.9
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	7.34E+01
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	3.84E+01
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	8.49E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	2.06E+00
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	1.39E+00
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	1.07E+00
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	6.73E-01
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	4.29E-01
モデル内の涵養量 (mm/日)	0.03	0.29	0.00	0.78

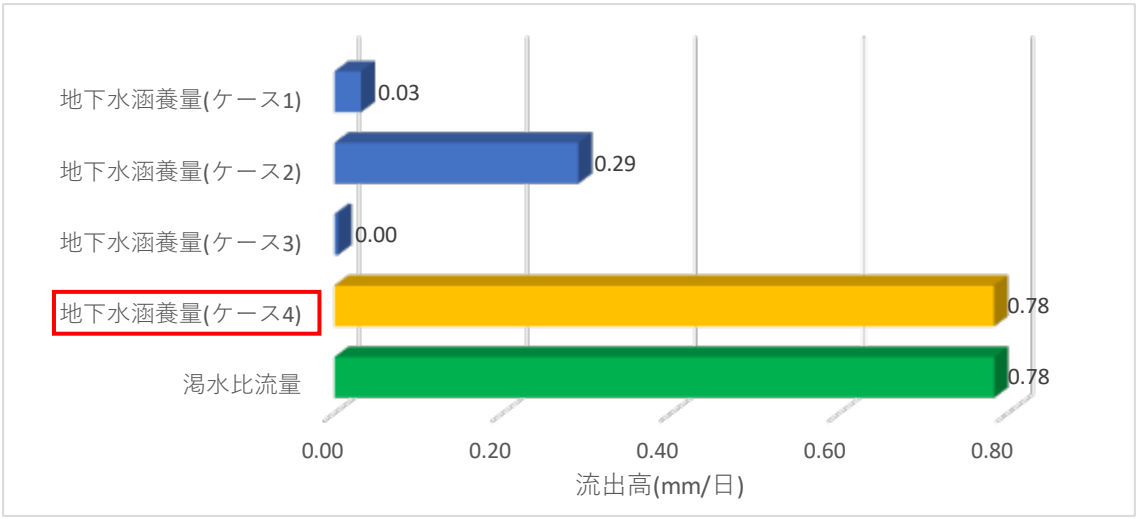


図 5-226　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（TH-12 : Sendai plain）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

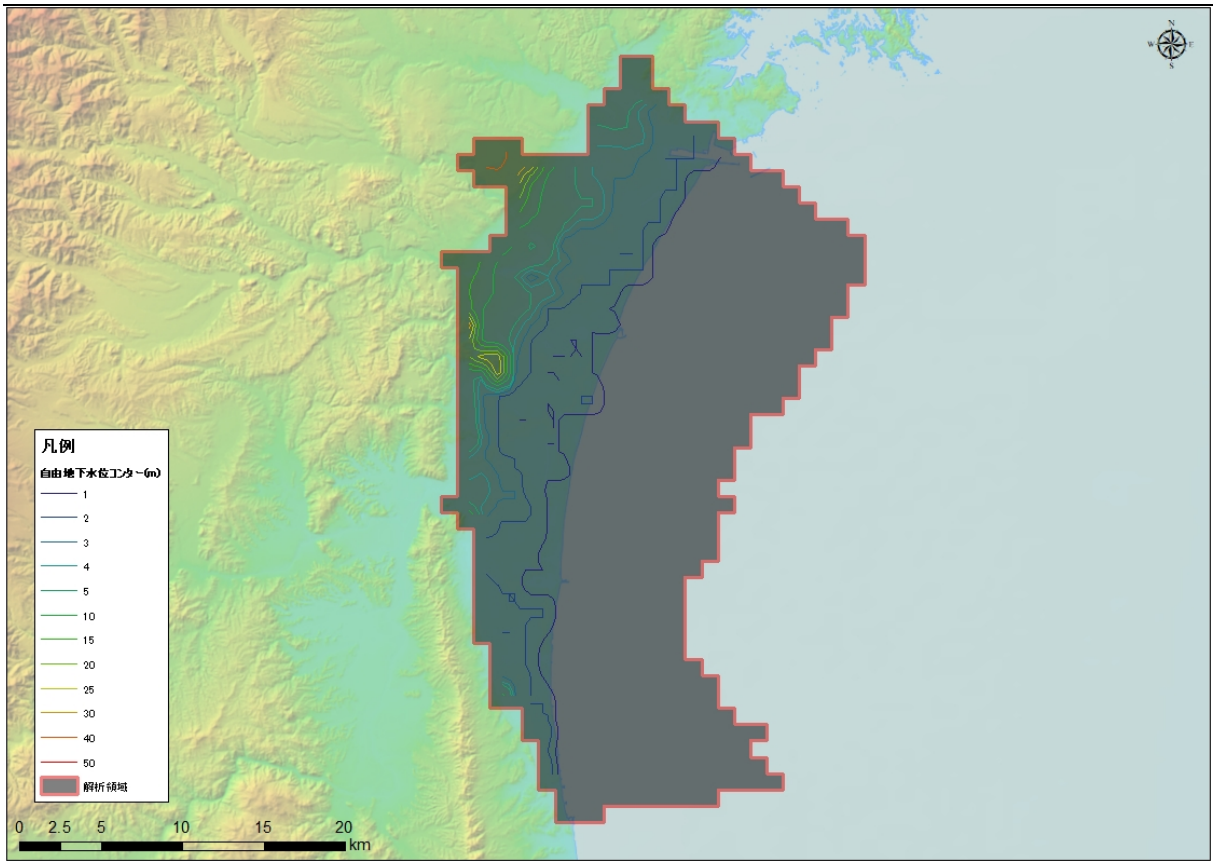


図 5-227　地下水位等高線図（TH-12 : Sendai plain）

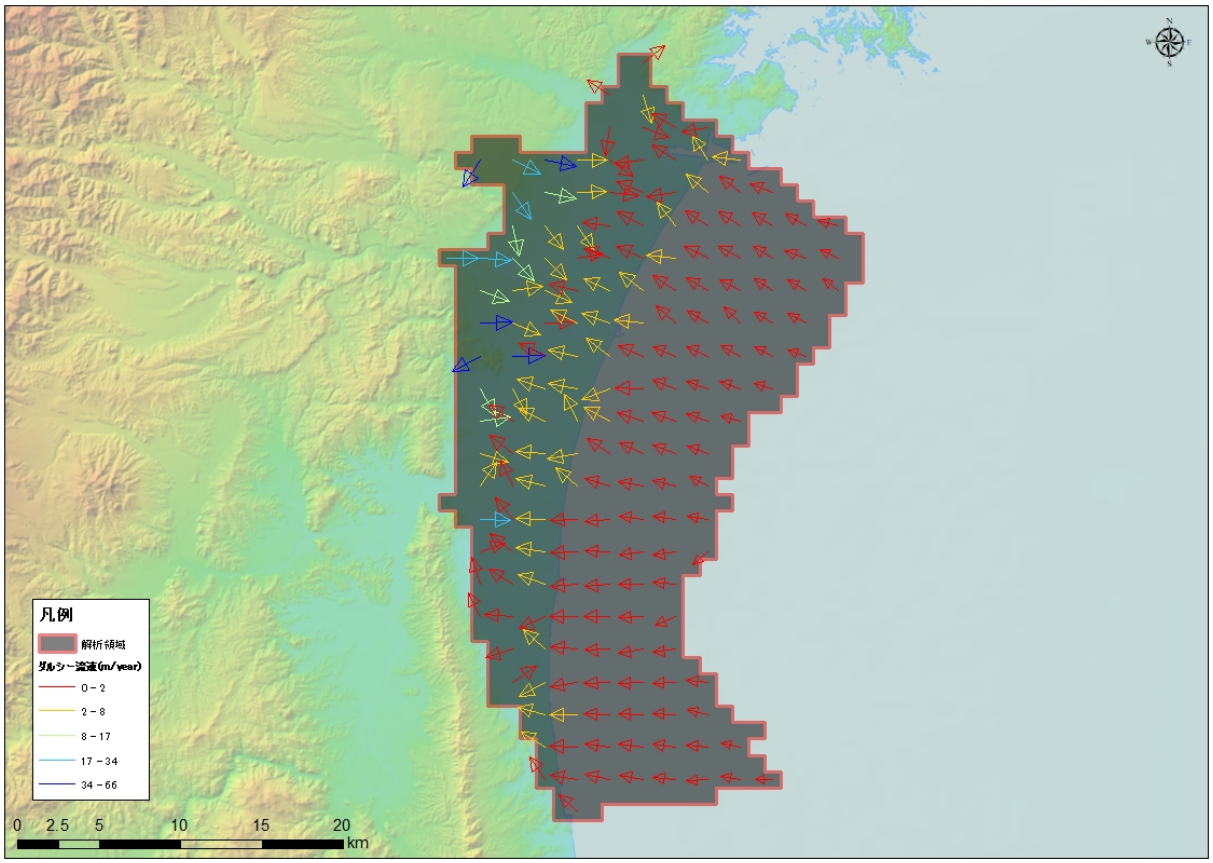


図 5-228　流速ベクトル図（TH-12 : Sendai plain）

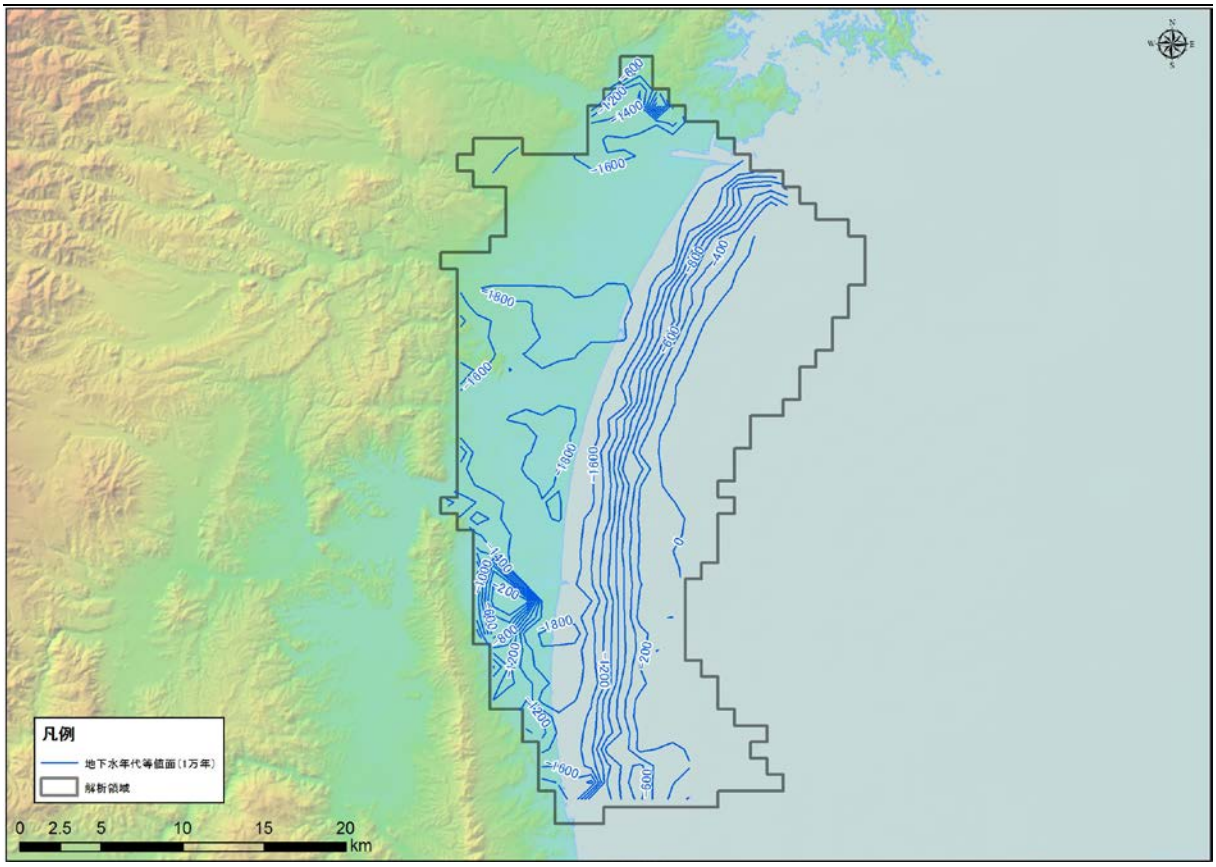


図 5-9　地下水年代（1 万年）等値面図（TH-12 : Sendai plain）

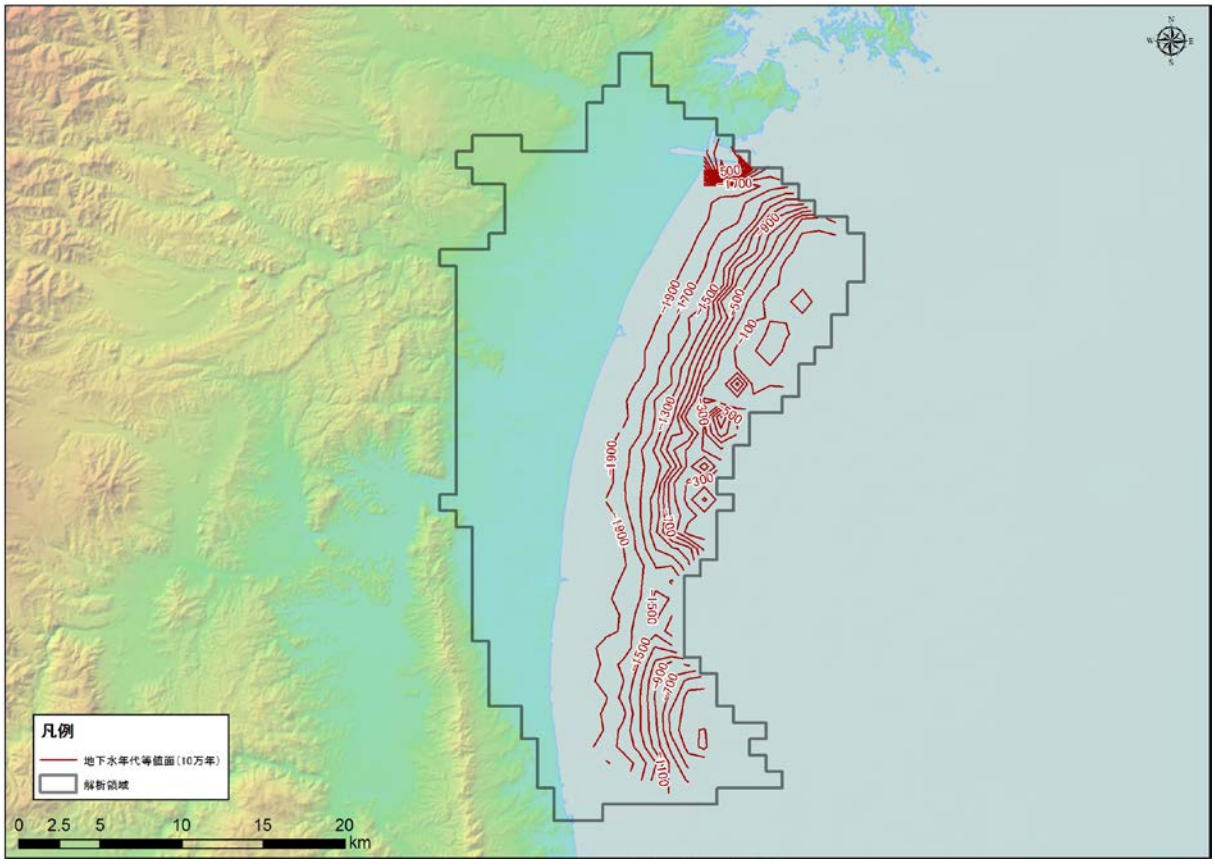


図 5-9　地下水年代（10 万年）等値面図（TH-12 : Sendai plain）

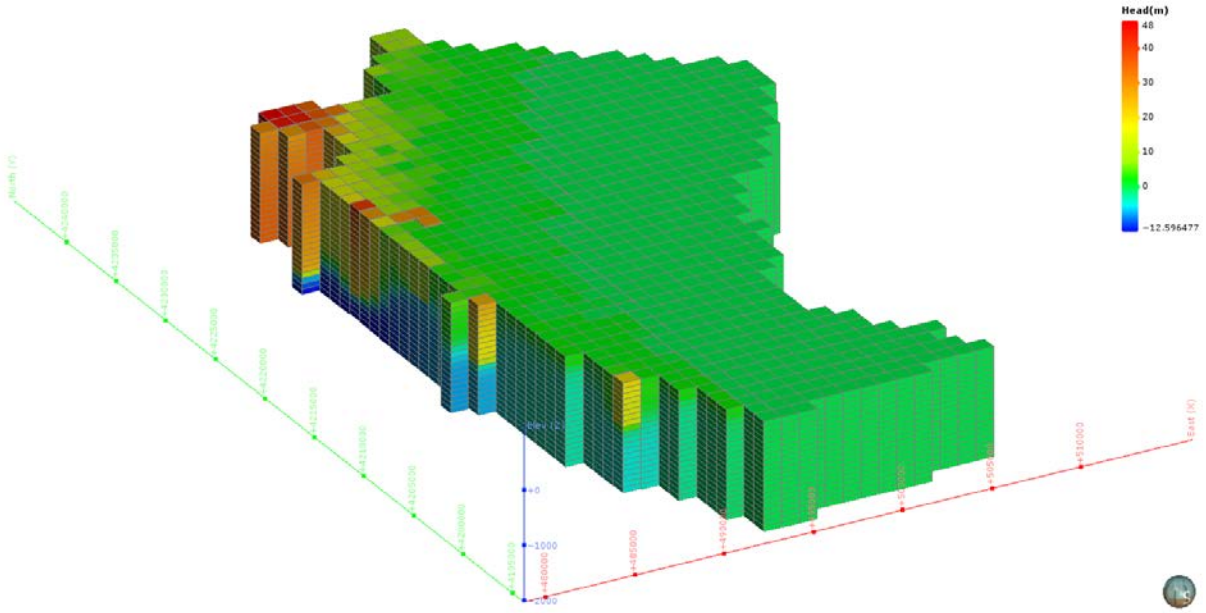


図 5-229　地下水ポテンシャル三次元分布図（TH-12 : Sendai plain）

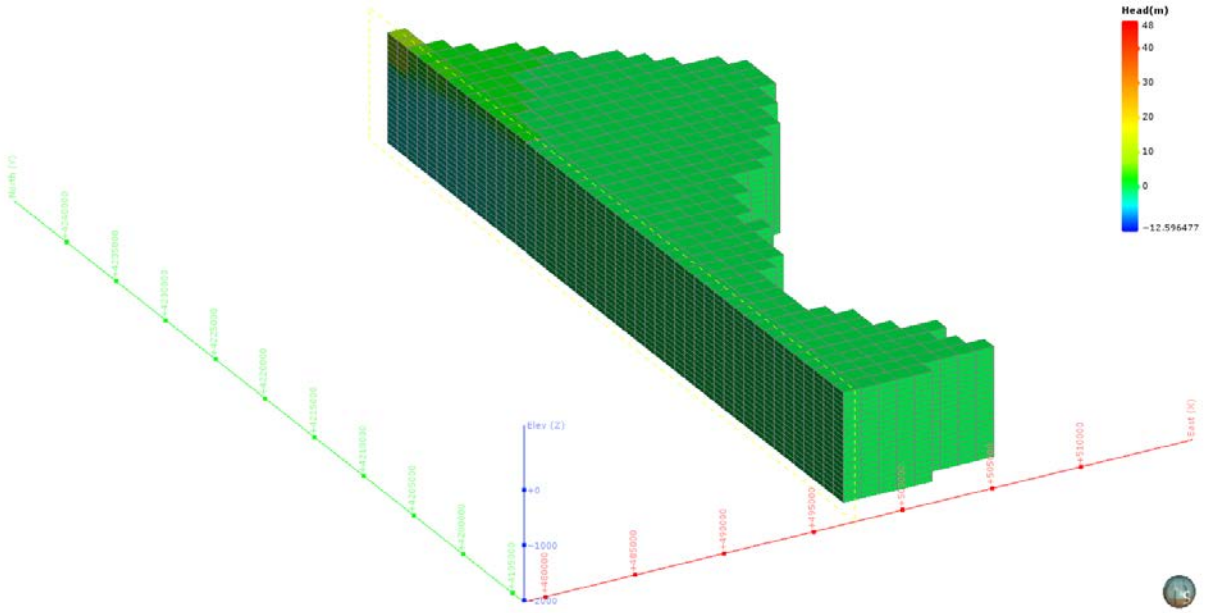


図 5-230　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（TH-12 : Sendai plain）

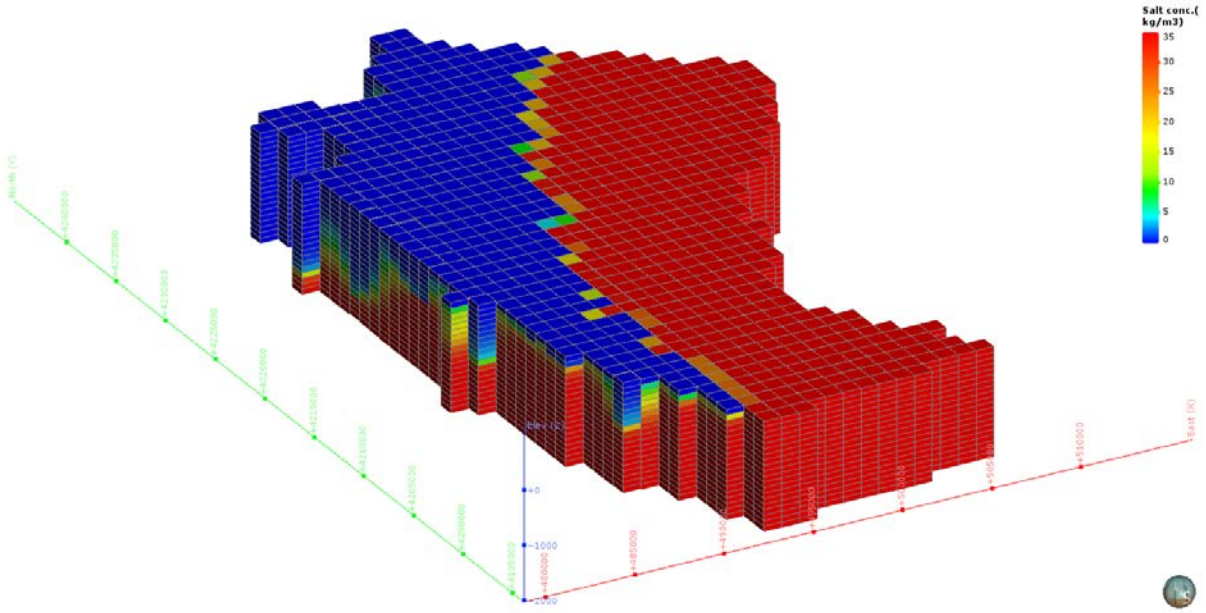


図 5-231　塩濃度三次元分布図（TH-12 : Sendai plain）

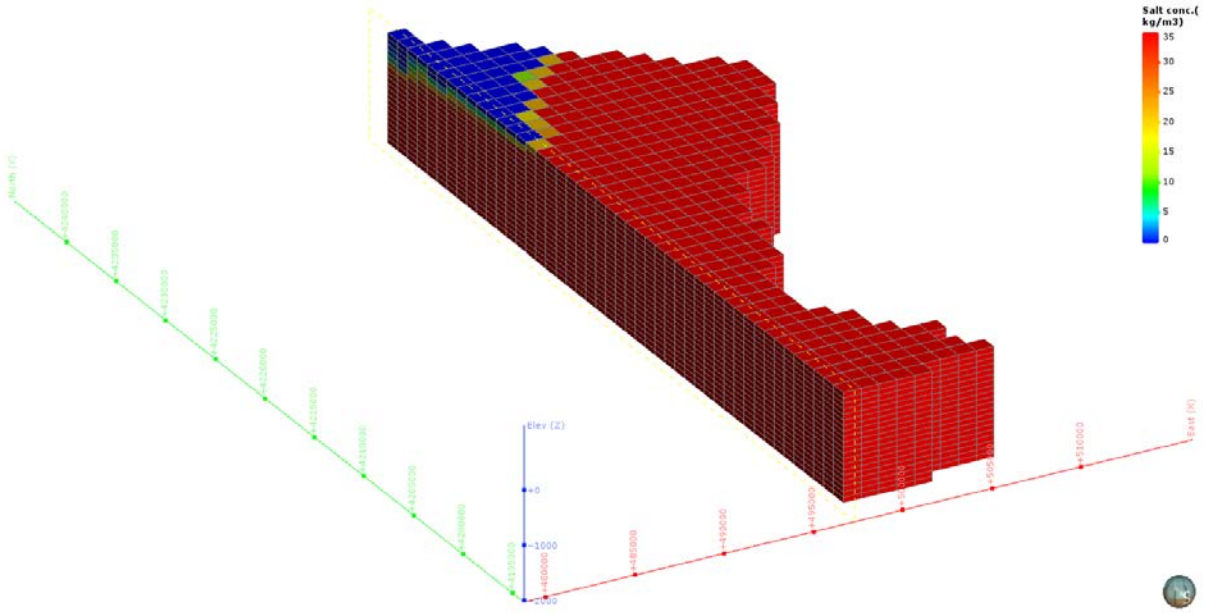


図 5-232　塩濃度三次元分布図（分割図）（TH-12 : Sendai plain）

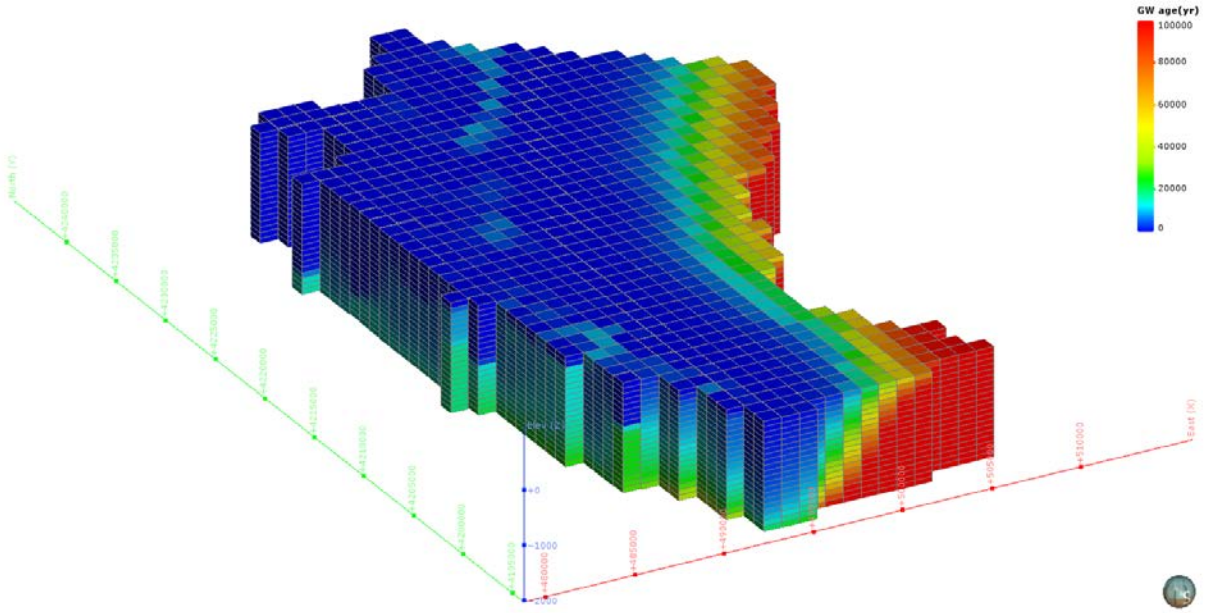


図 5-233　地下水年代三次元分布図（TH-12 : Sendai plain）

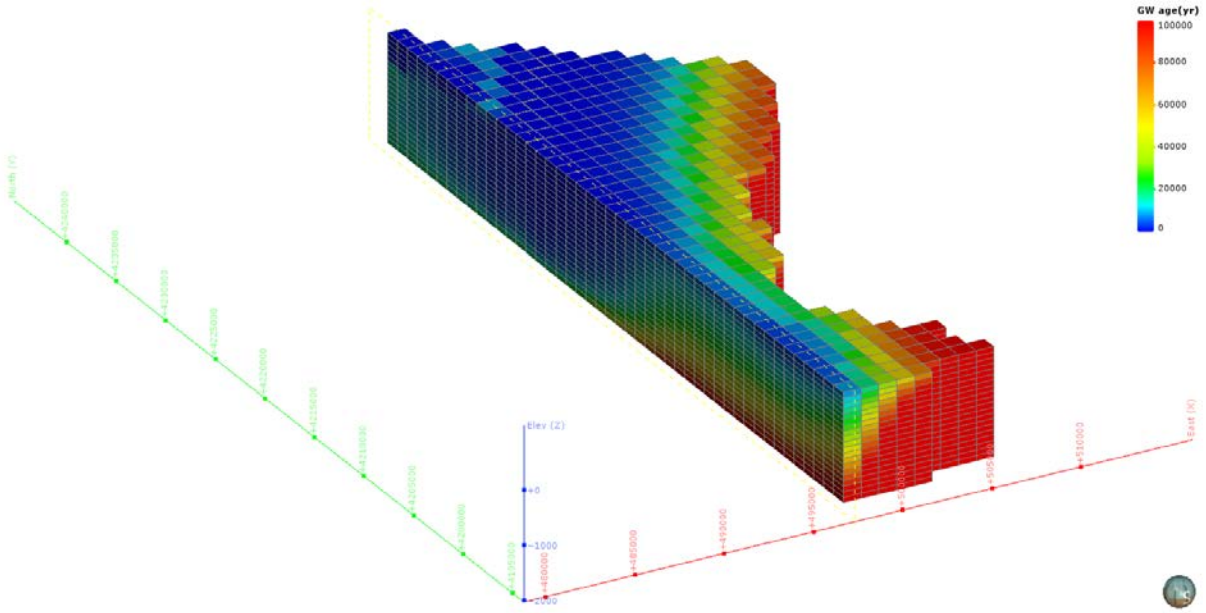


図 5-234　地下水年代三次元分布図（分割図）（TH-12 : Sendai plain）

（18） TH-13：Nagai and Yonezawa basin

1） **解析領域**

TH-13：Nagai and Yonezawa basin 領域を包括する解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、316km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、山形県長井市・米沢市である。

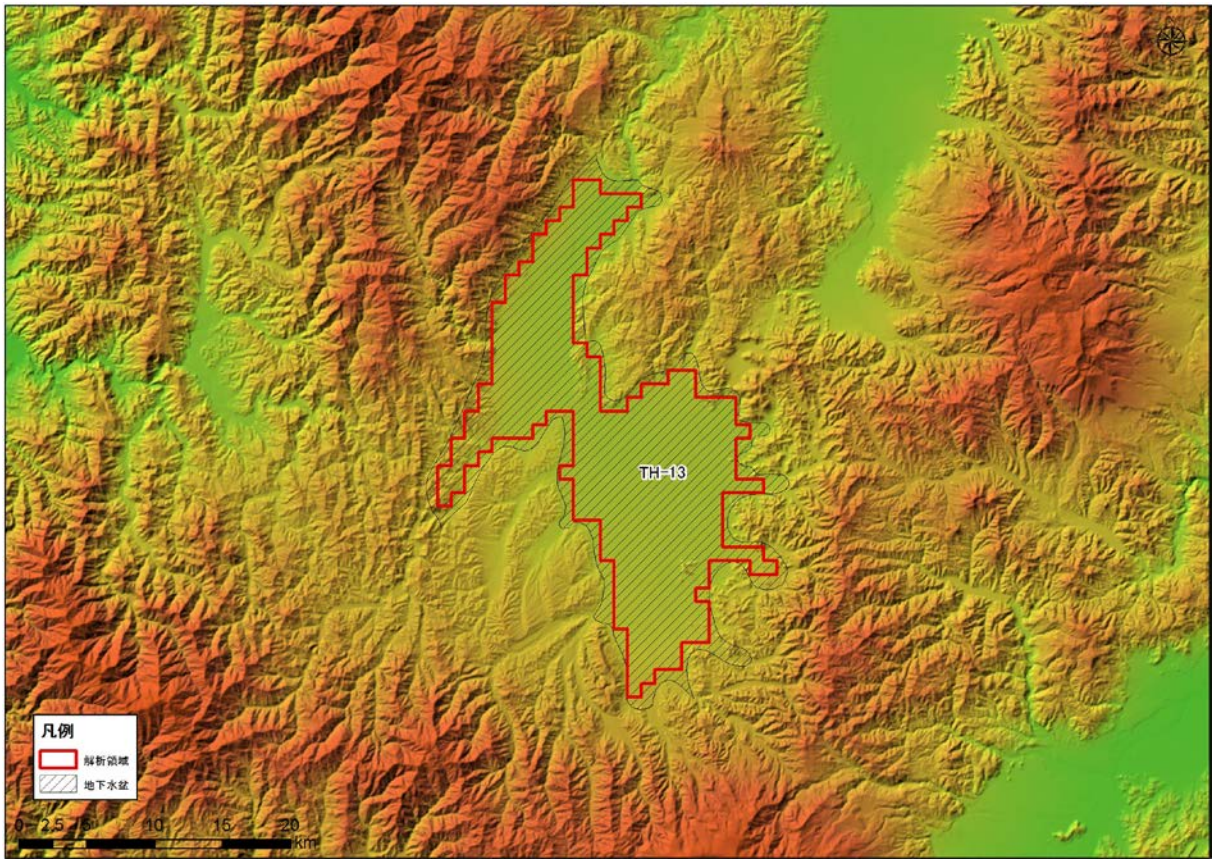


図 5-235 解析領域（TH-13 : Nagai and Yonezawa basin）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 27、Y 方向に 41、Z 方向に 54 で分割され、Active Cell 数は、17,064 となった。本領域内は、Q3，Q2，N3，N1，PreN1 で構成される。

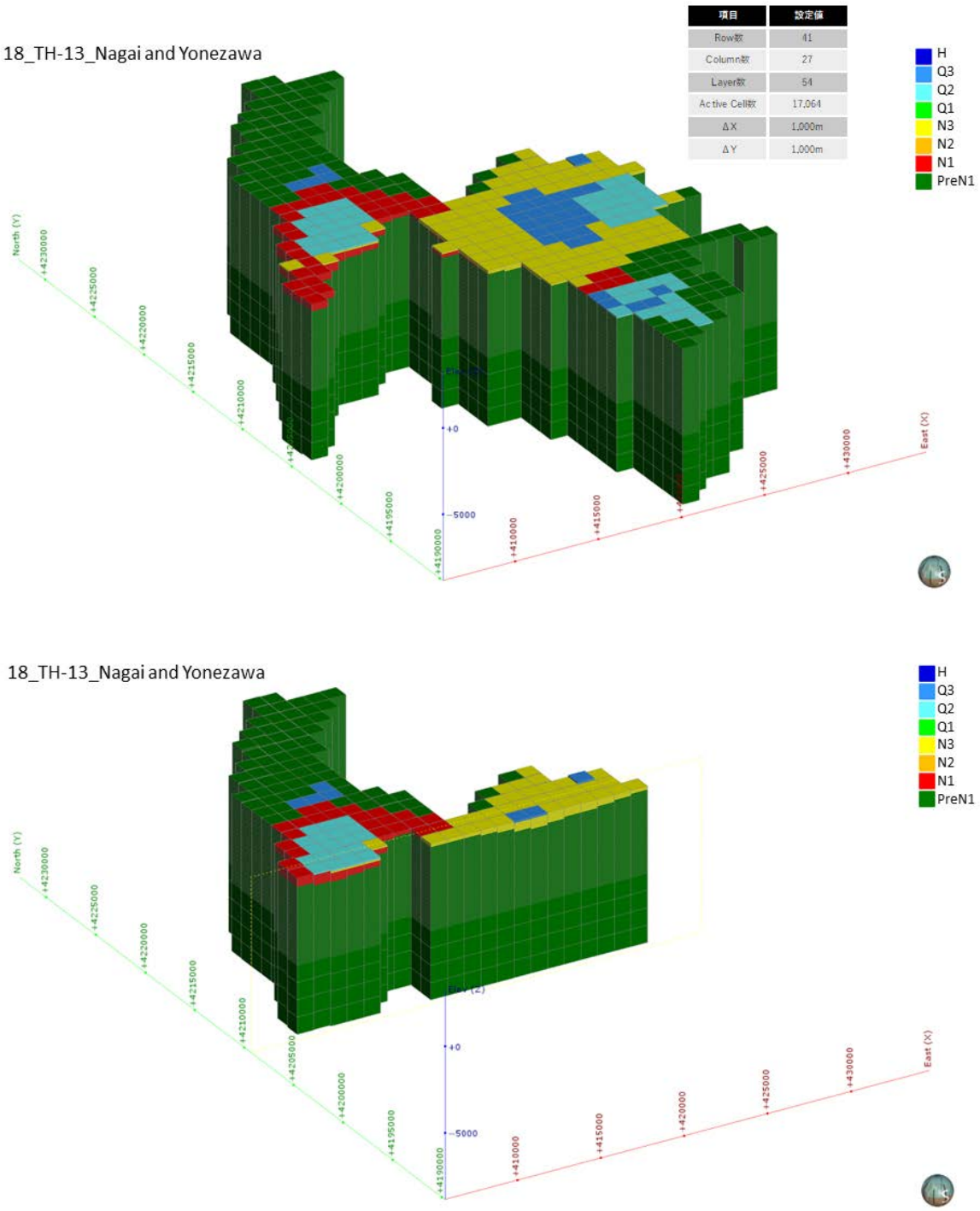


図 5-236　グリッド分割状況（TH-13 : Nagai and Yonezawa basin）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=316）の設定位置図を図 5-237 に示す。

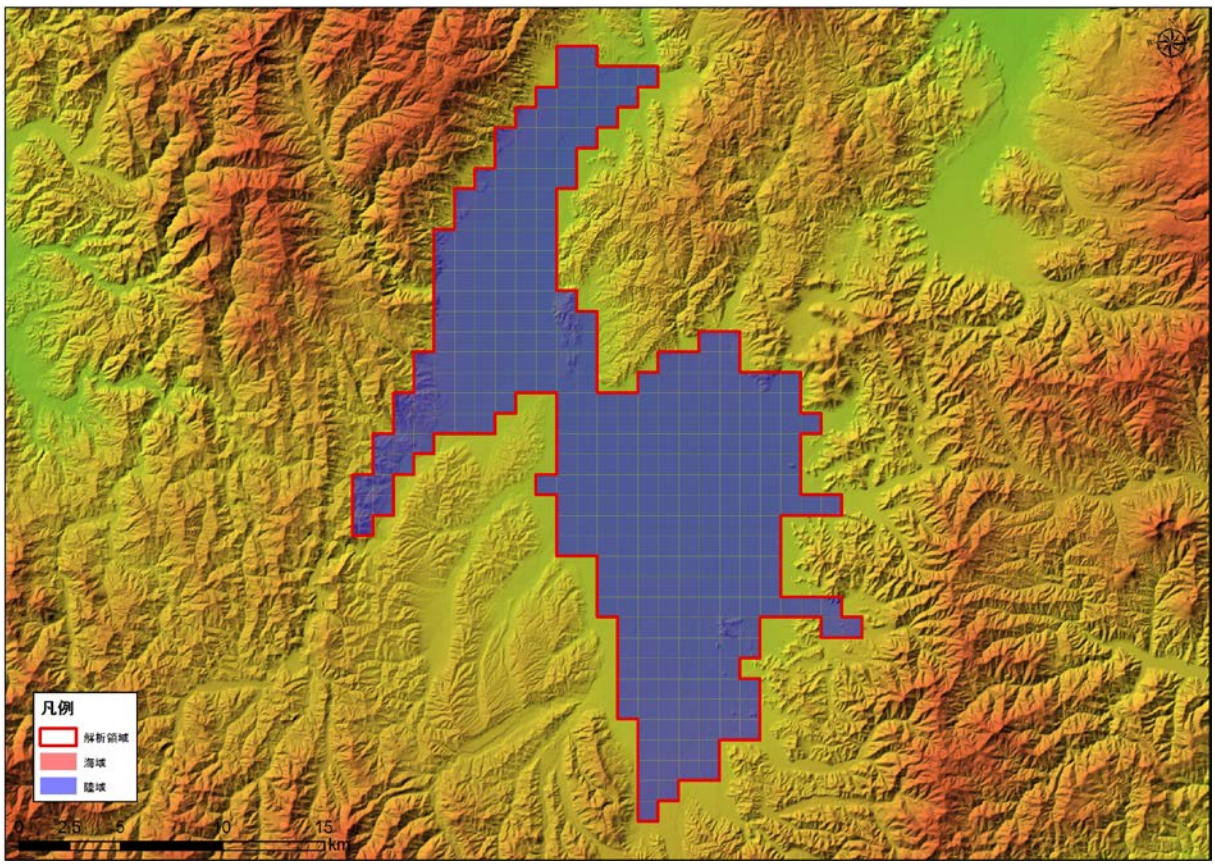


図 5-237　境界条件（TH-13 : Nagai and Yonezawa basin）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×8.7 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 1.10 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 1.08 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-21　検討ケース（TH-13 : Nagai and Yonezawa basin）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 8.7
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	2.58E+01
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	1.35E+01
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	2.98E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	7.25E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	4.90E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	3.77E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	2.37E-01
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	1.51E-01
モデル内の涵養量 (mm/日)	0.12	0.94	0.02	1.10

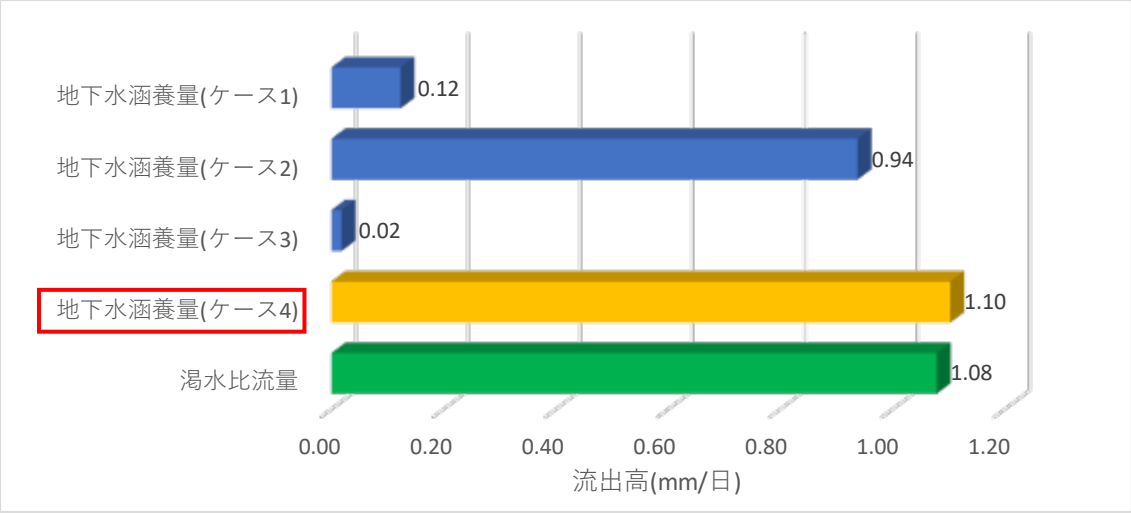


図 5-238　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（TH-13 : Nagai and Yonezawa basin）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

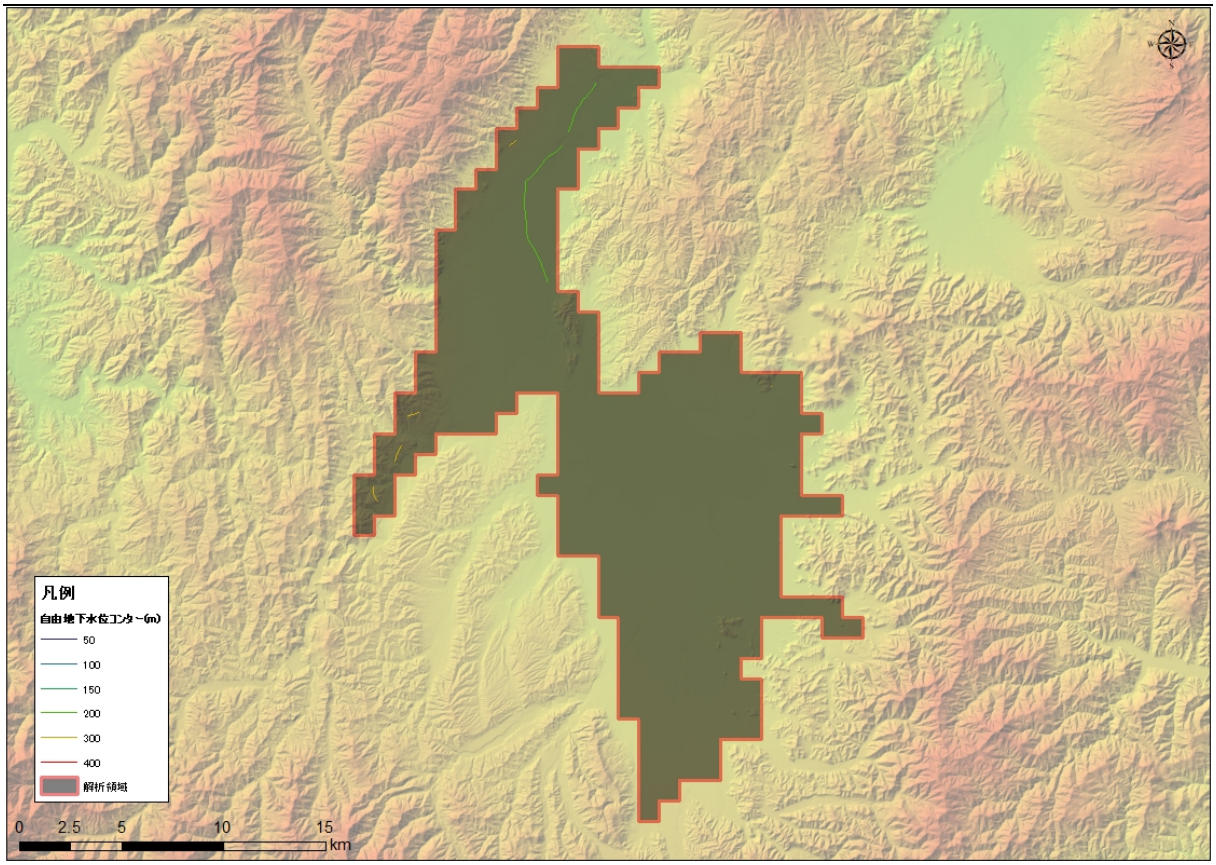


図 5-239　地下水位等高線図（TH-13 : Nagai and Yonezawa basin）

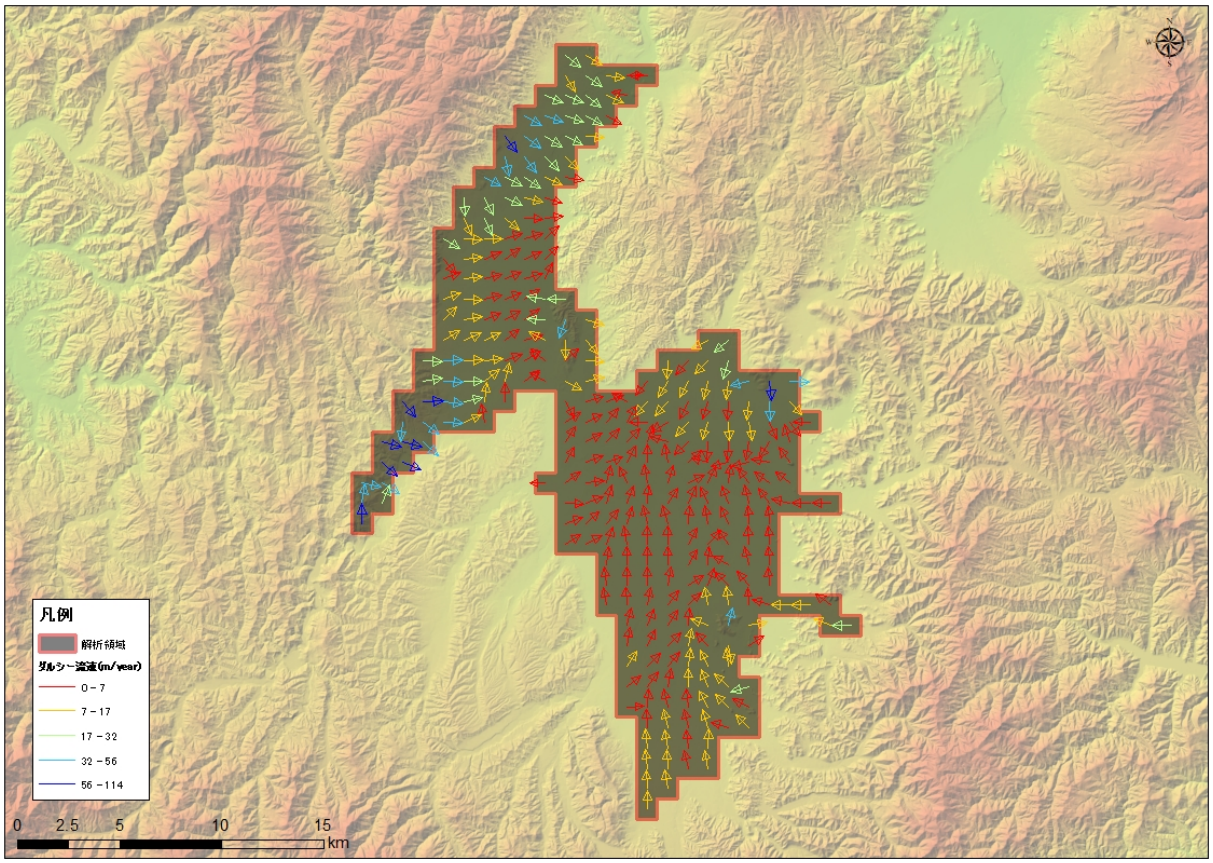


図 5-240　流速ベクトル図（TH-13 : Nagai and Yonezawa basin）

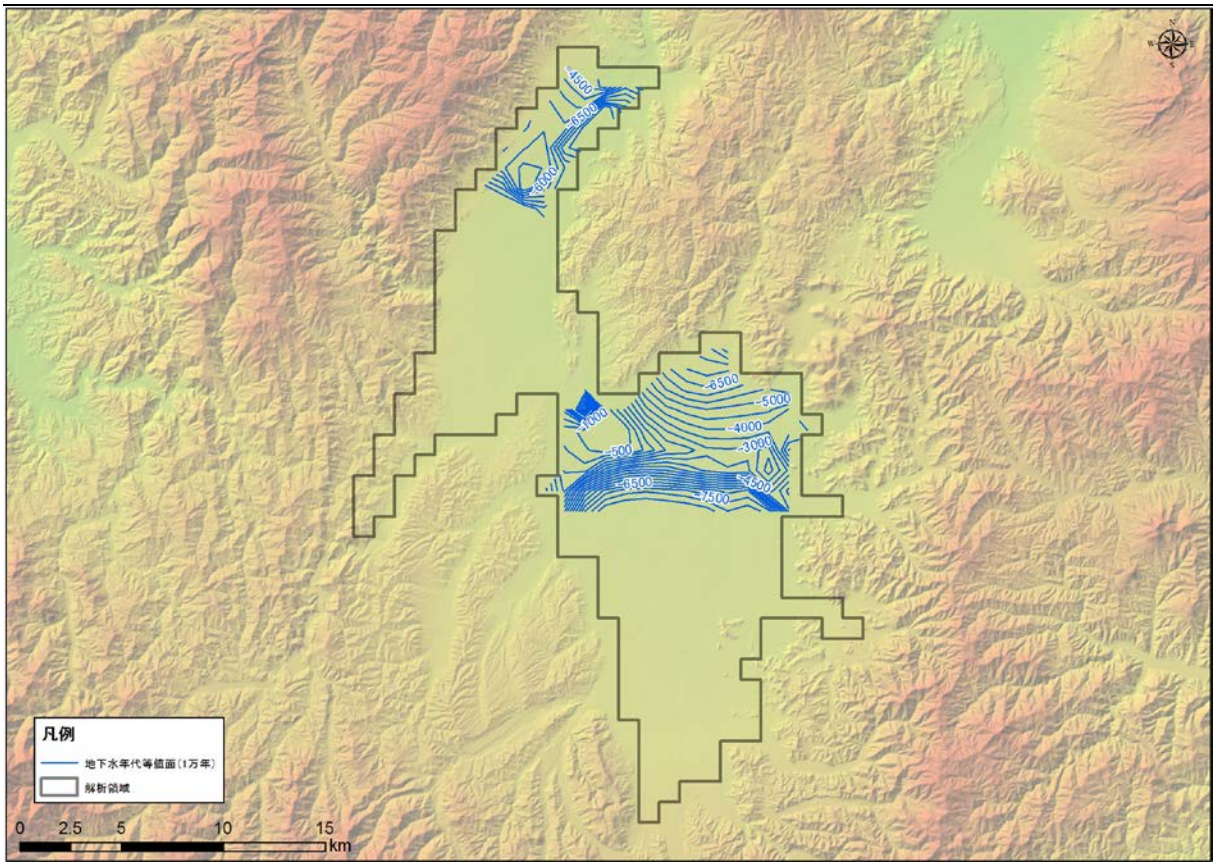


図 5-241　地下水年代（1 万年）等値面図（TH-13 : Nagai and Yonezawa basin）

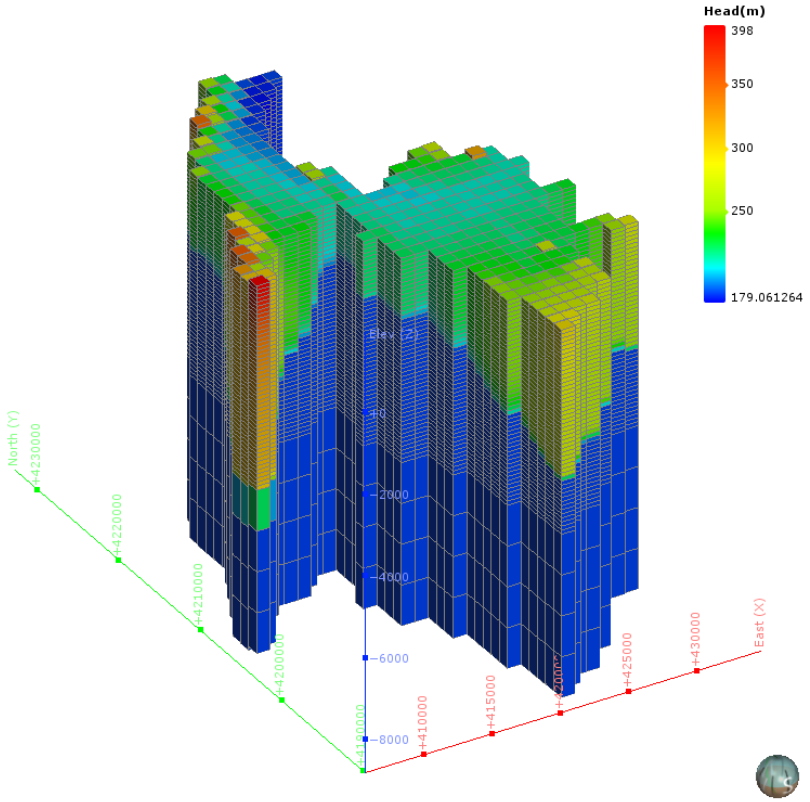


図 5-242　地下水ポテンシャル三次元分布図（TH-13 : Nagai and Yonezawa basin）

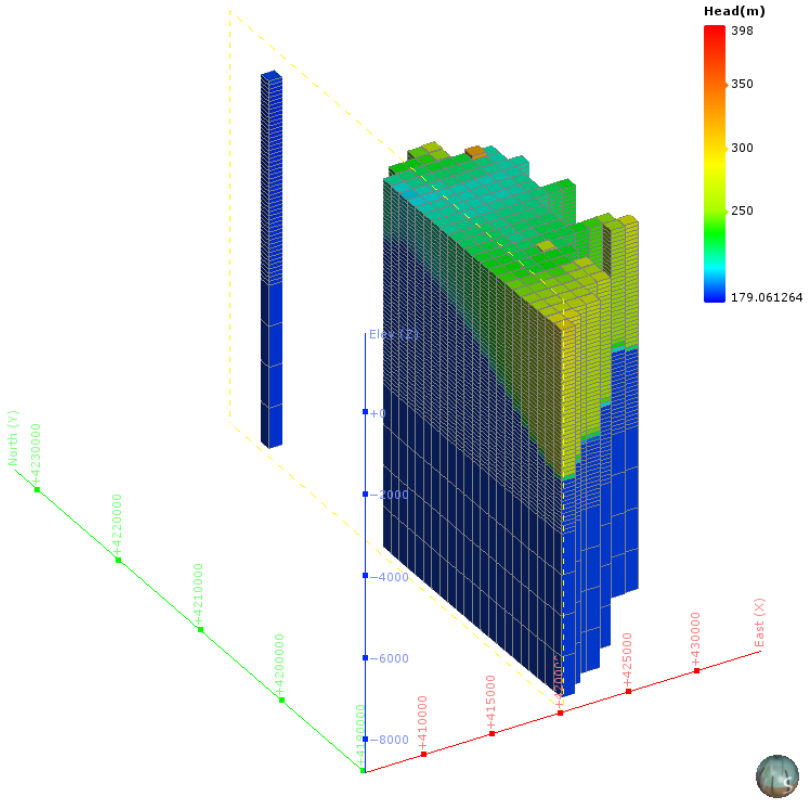


図 5-243　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（TH-13 : Nagai and Yonezawa basin）

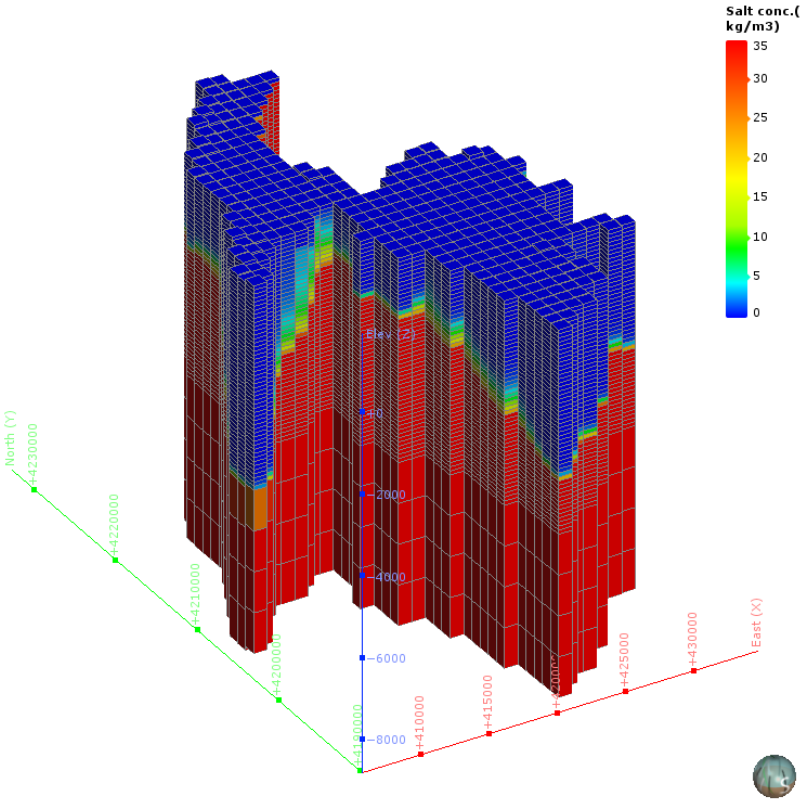


図 5-244　塩濃度三次元分布図（TH-13 : Nagai and Yonezawa basin）

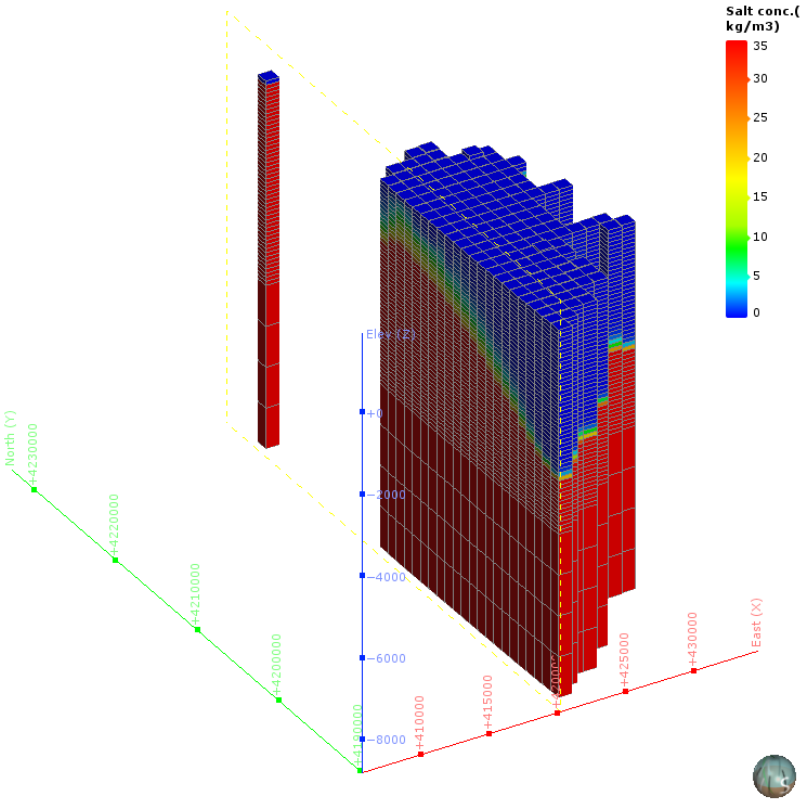


図 5-245　塩濃度三次元分布図（分割図）（TH-13 : Nagai and Yonezawa basin）

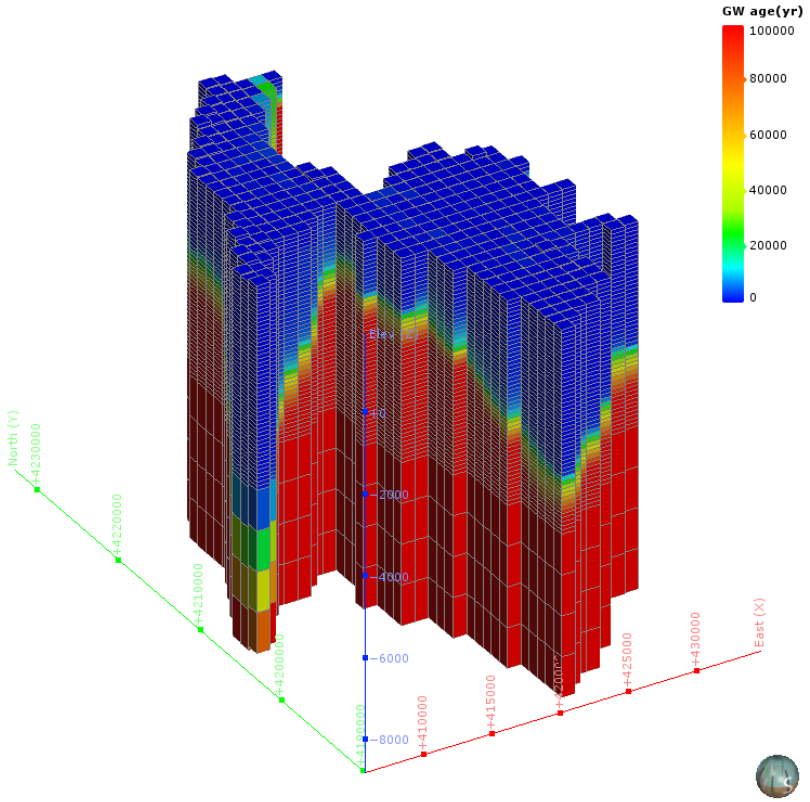


図 5-246　地下水年代三次元分布図（TH-13 : Nagai and Yonezawa basin）

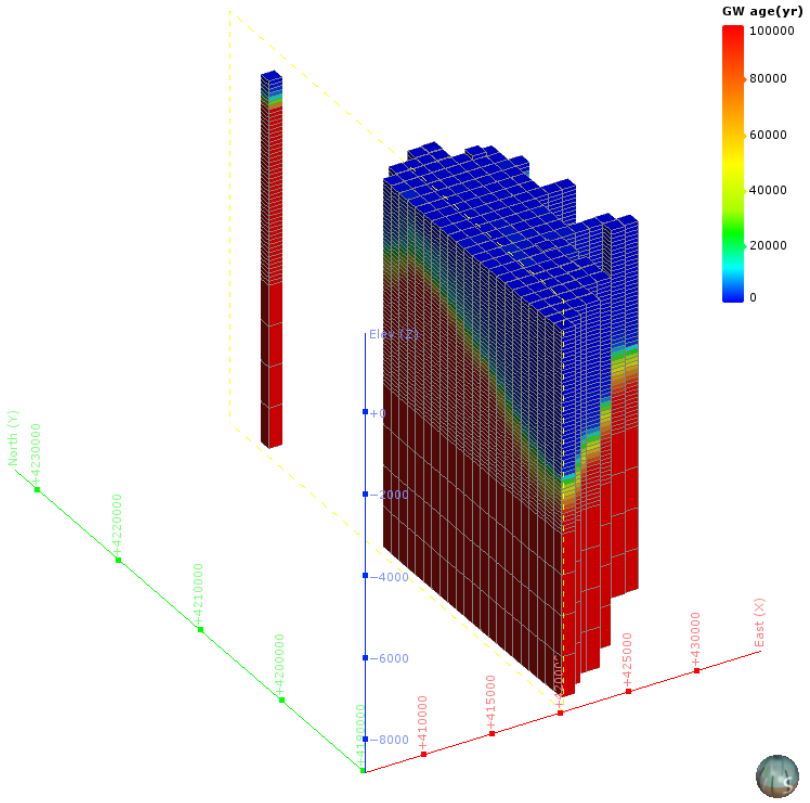


図 5-247　地下水年代三次元分布図（分割図）（TH-13 : Nagai and Yonezawa basin）

（19） TH-14：Aizu basin

1） **解析領域**

TH-14：Aizu basin 領域を包括する解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、257km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、福島県喜多方市である。

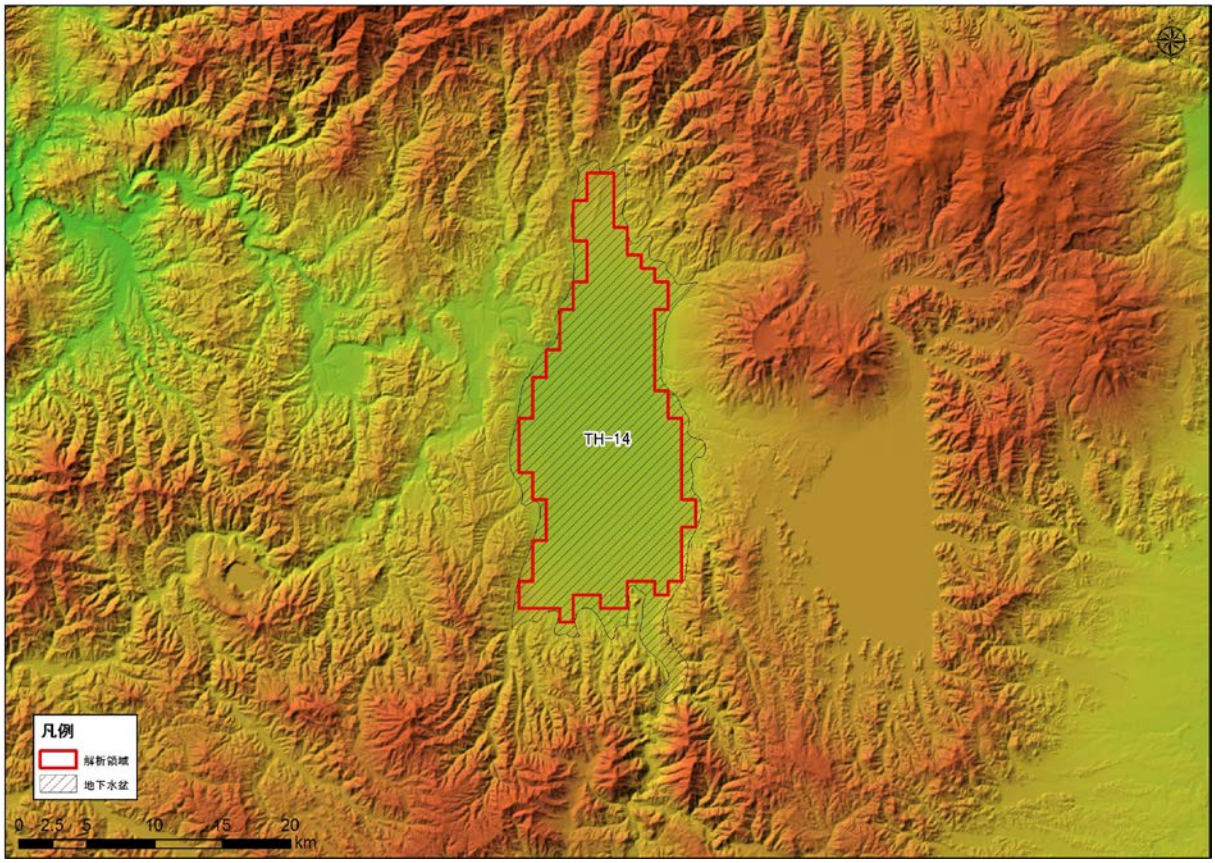


図 5-248 解析領域（TH-14 : Aizu basin）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 15、Y 方向に 40、Z 方向に 52 で分割され、Active Cell 数は、13,364 となった。本領域内は、Q3，Q2，Q1，N3，N1，PreN1 で構成される。

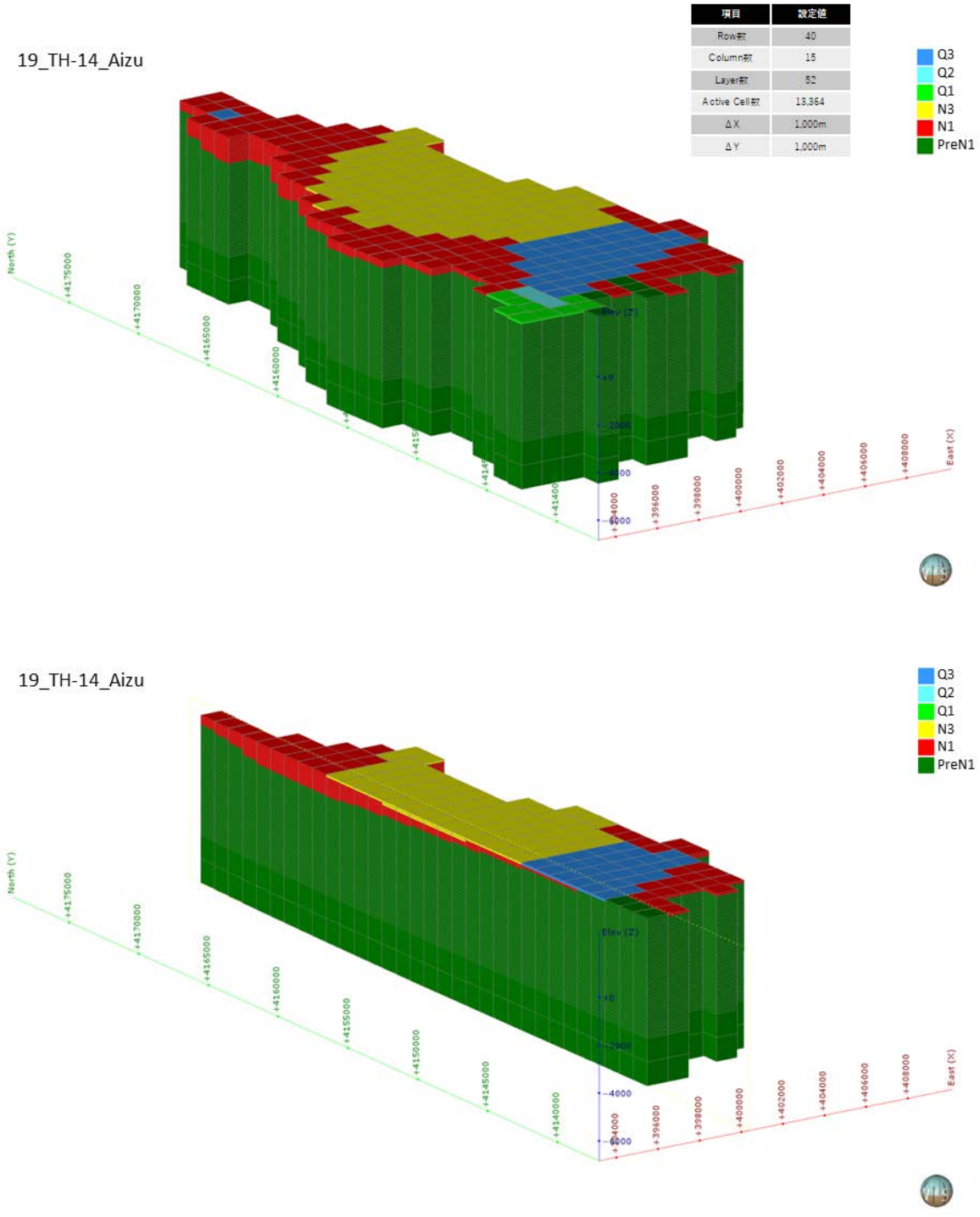


図 5-249　グリッド分割状況（TH-14 : Aizu basin）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=257）の設定位置図を図 5-250 に示す。

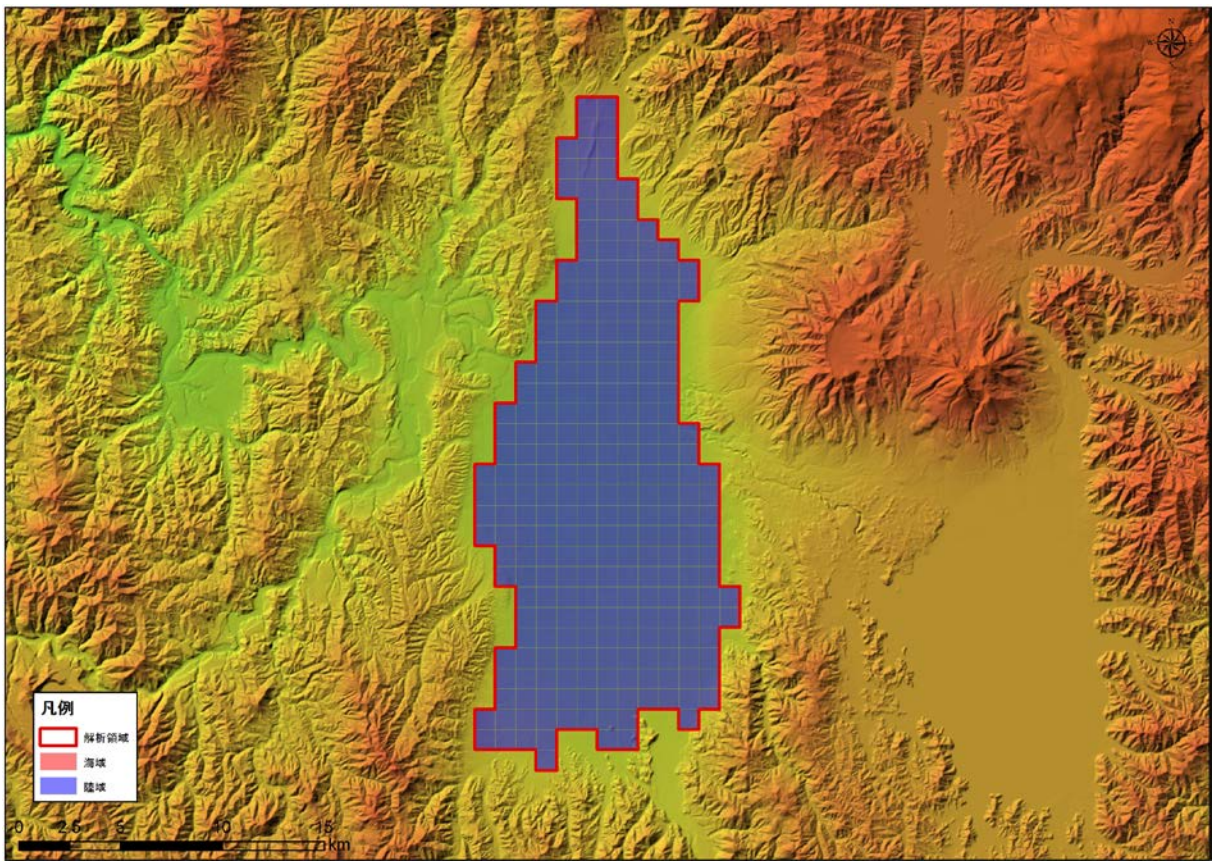


図 5-250　境界条件（TH-14 : Aizu basin）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×10.0 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 0.65 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 0.63 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-22　検討ケース（TH-14 : Aizu basin）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
	Kave	Kave+ σ	Kave- σ	Kave × 10.0
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	2.96E+01
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	1.55E+01
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	3.43E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	8.33E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	5.63E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	4.33E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	2.72E-01
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	1.73E-01
モデル内の涵養量（mm/日）	0.06	0.44	0.01	0.65

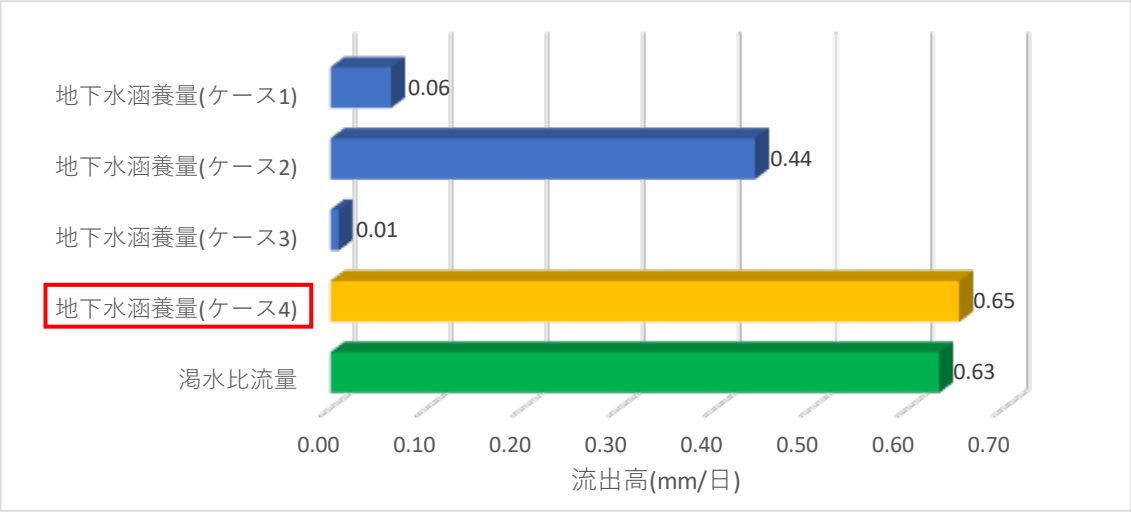


図 5-251　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（TH-14 : Aizu basin）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

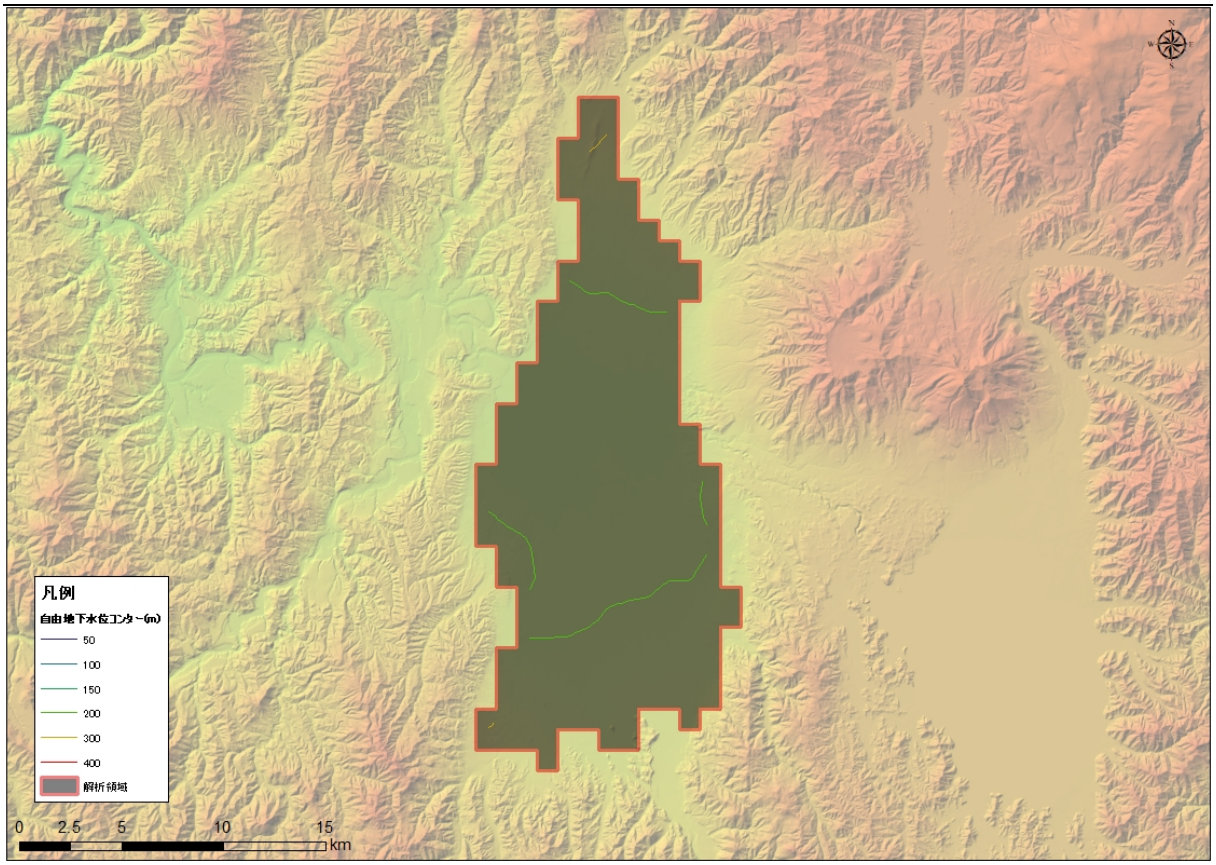


図 5-252　地下水位等高線図（TH-14 : Aizu basin）

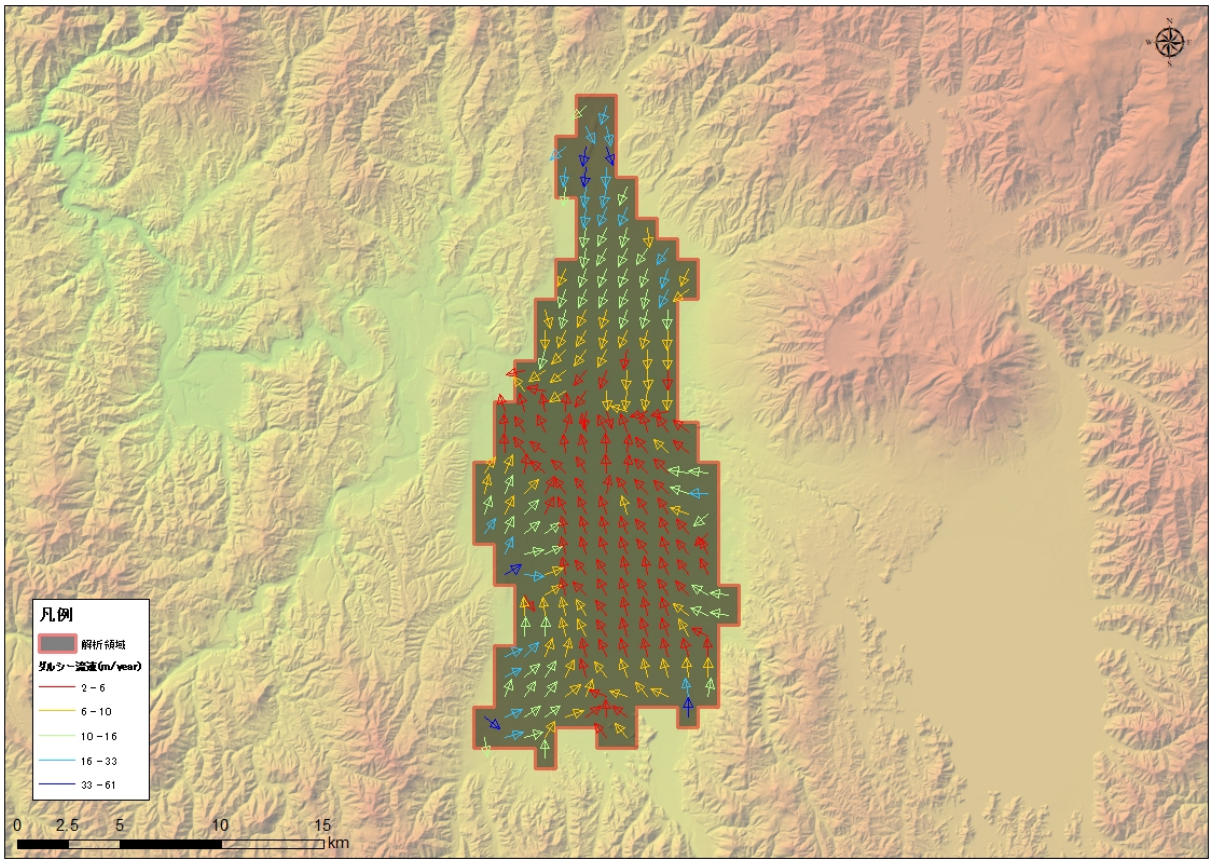


図 5-253　流速ベクトル図（TH-14 : Aizu basin）

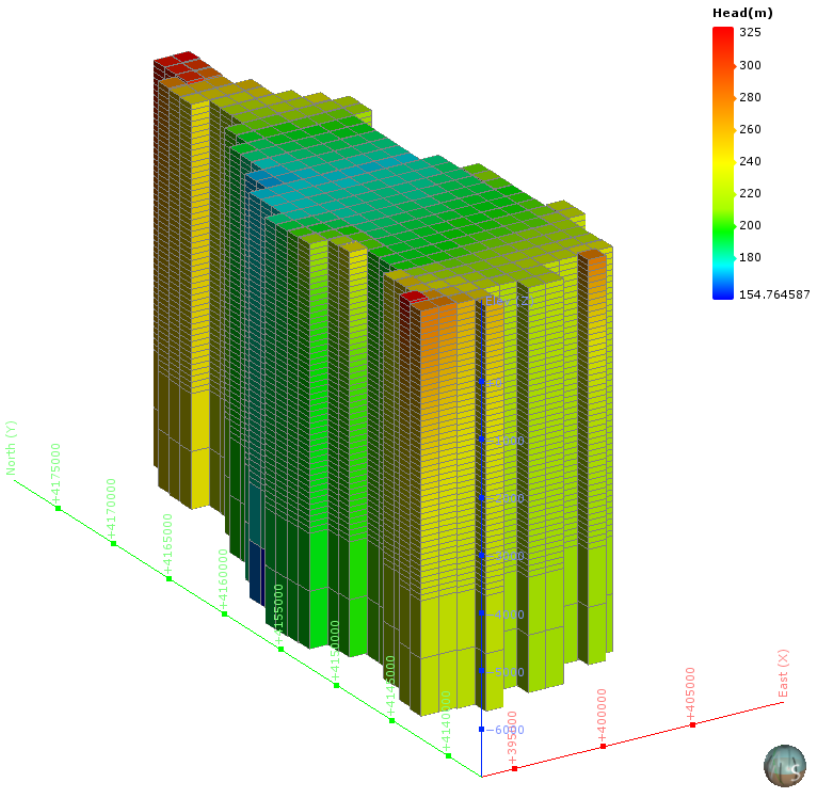


図 5-254　地下水ポテンシャル三次元分布図（TH-14 : Aizu basin）

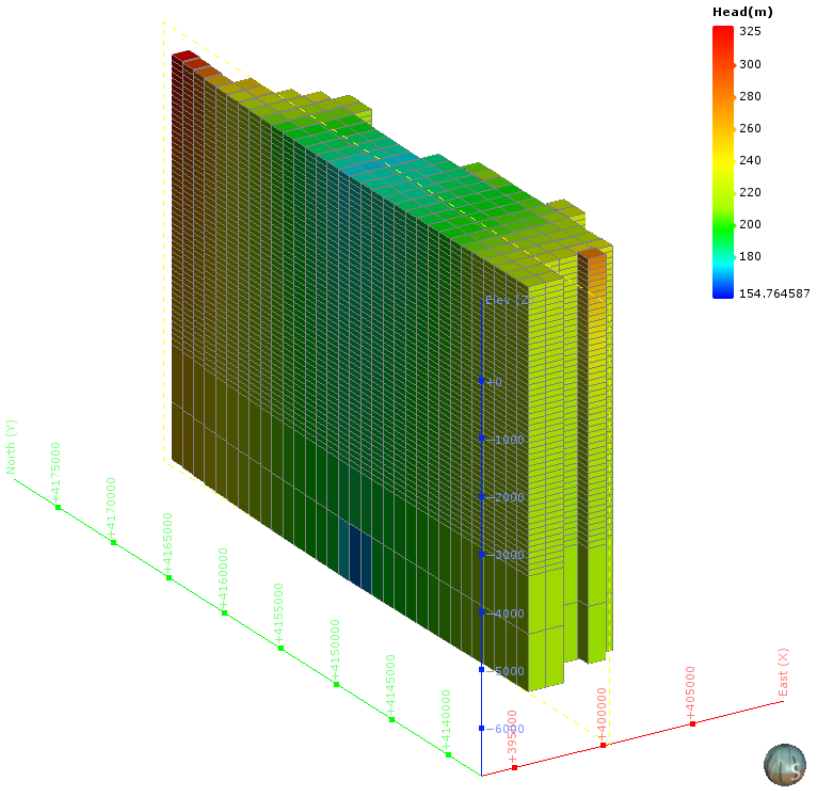


図 5-255　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（TH-14 : Aizu basin）

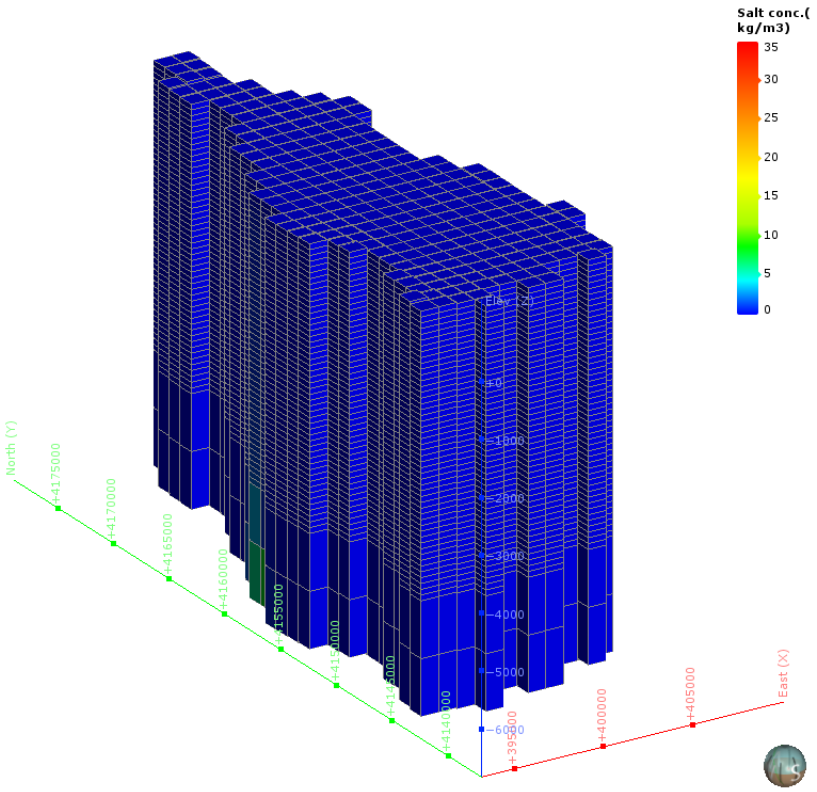


図 5-256　塩濃度三次元分布図（TH-14 : Aizu basin）

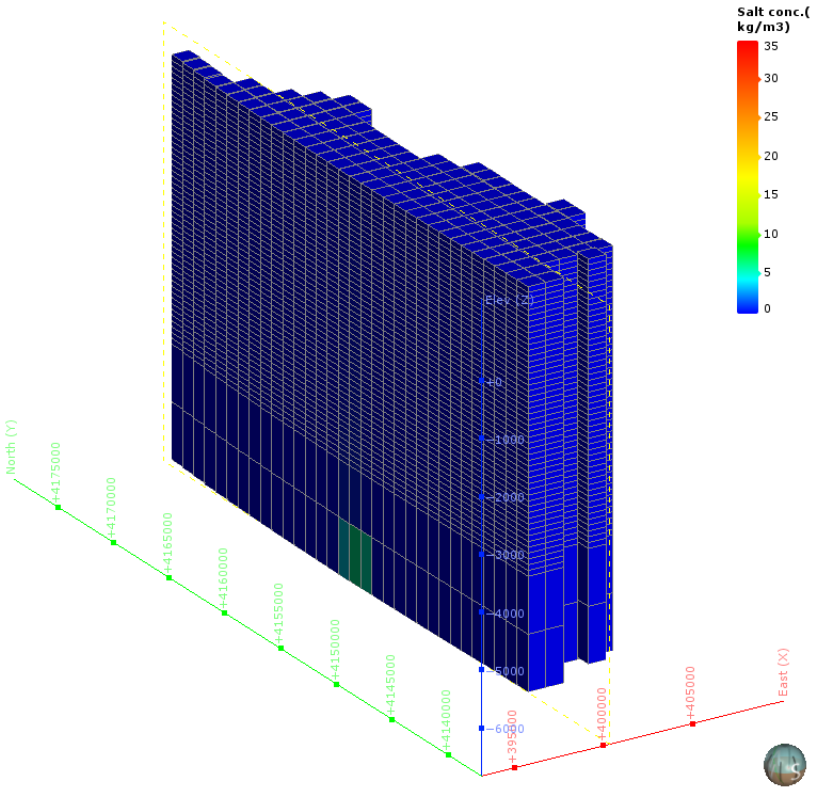


図 5-257　塩濃度三次元分布図（分割図）（TH-14 : Aizu basin）

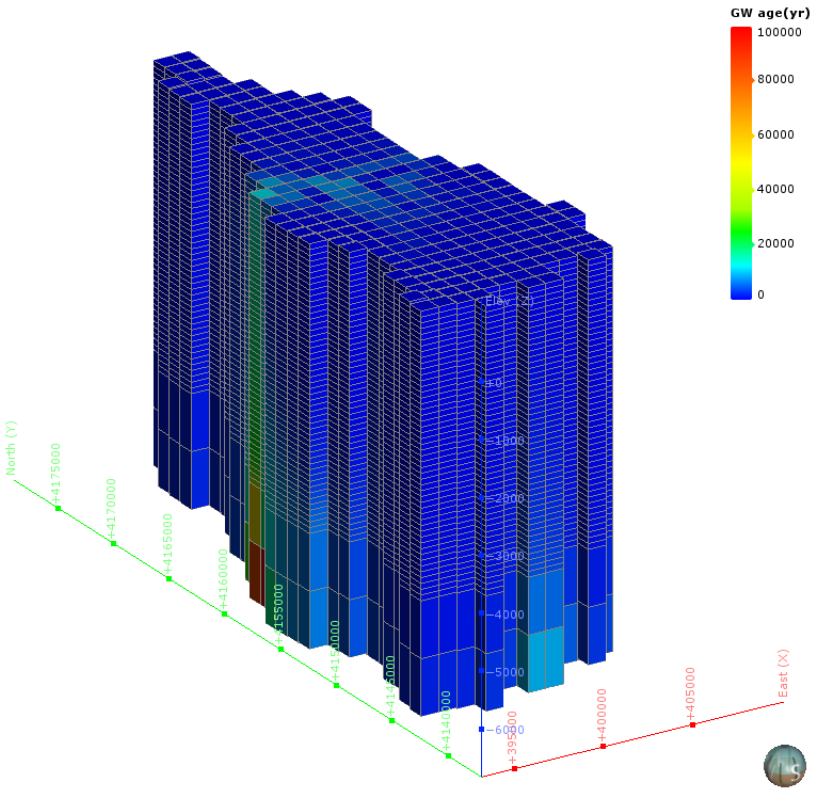


図 5-258　地下水年代三次元分布図（TH-14 : Aizu basin）

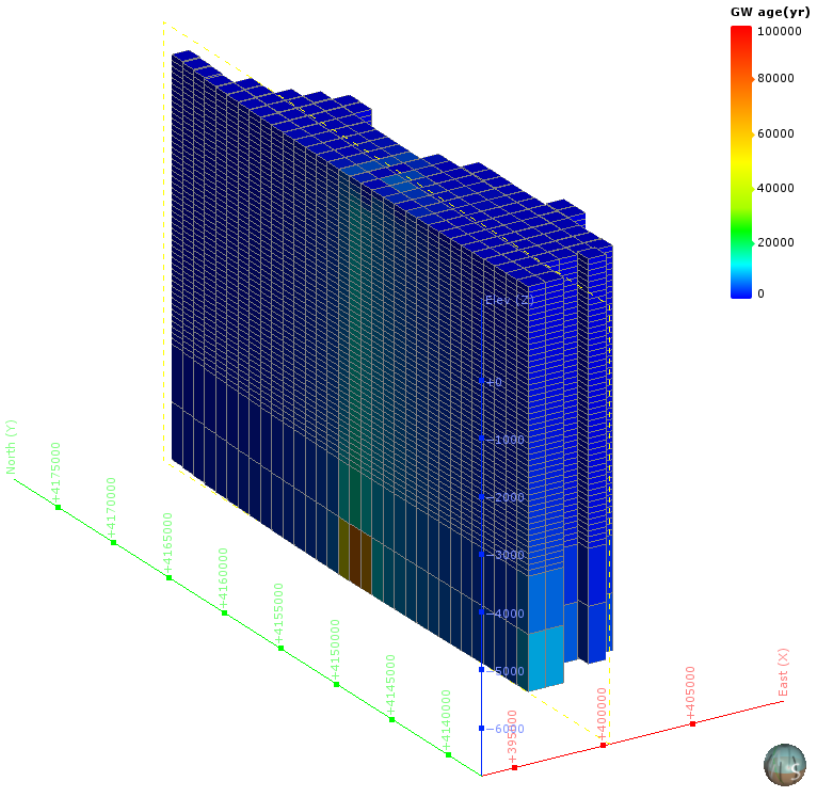


図 5-259　地下水年代三次元分布図（分割図）（TH-14 : Aizu basin）

（20）　TH-16：Koriyama basin

1）　**解析領域**

TH-16：Koriyama basin 領域を包括する解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、402km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、福島県郡山市である。

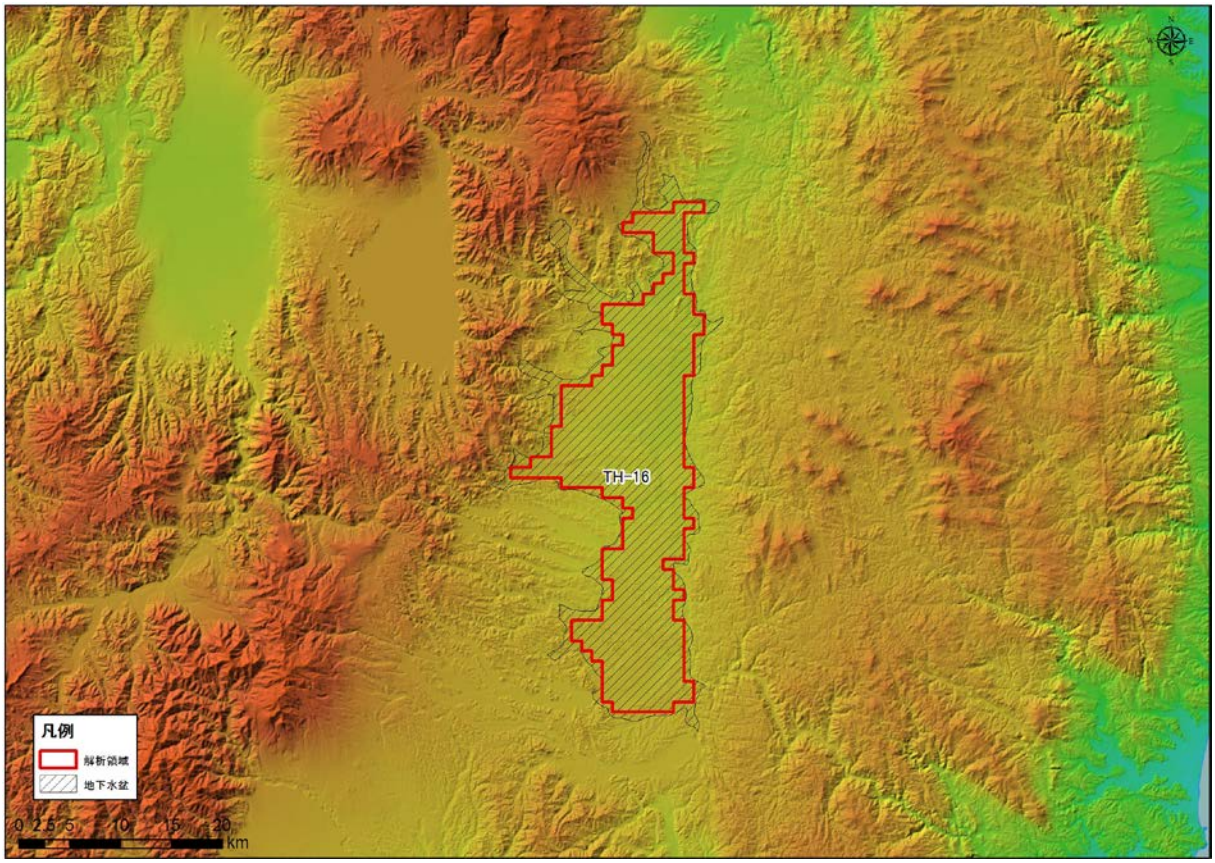


図 5-260　解析領域（TH-16 : Koriyama basin

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 23、Y 方向に 59、Z 方向に 52 で分割され、Active Cell 数は、20,904 となった。本領域内は、Q2，Q1，N3，N2，N1，PreN1 で構成される。

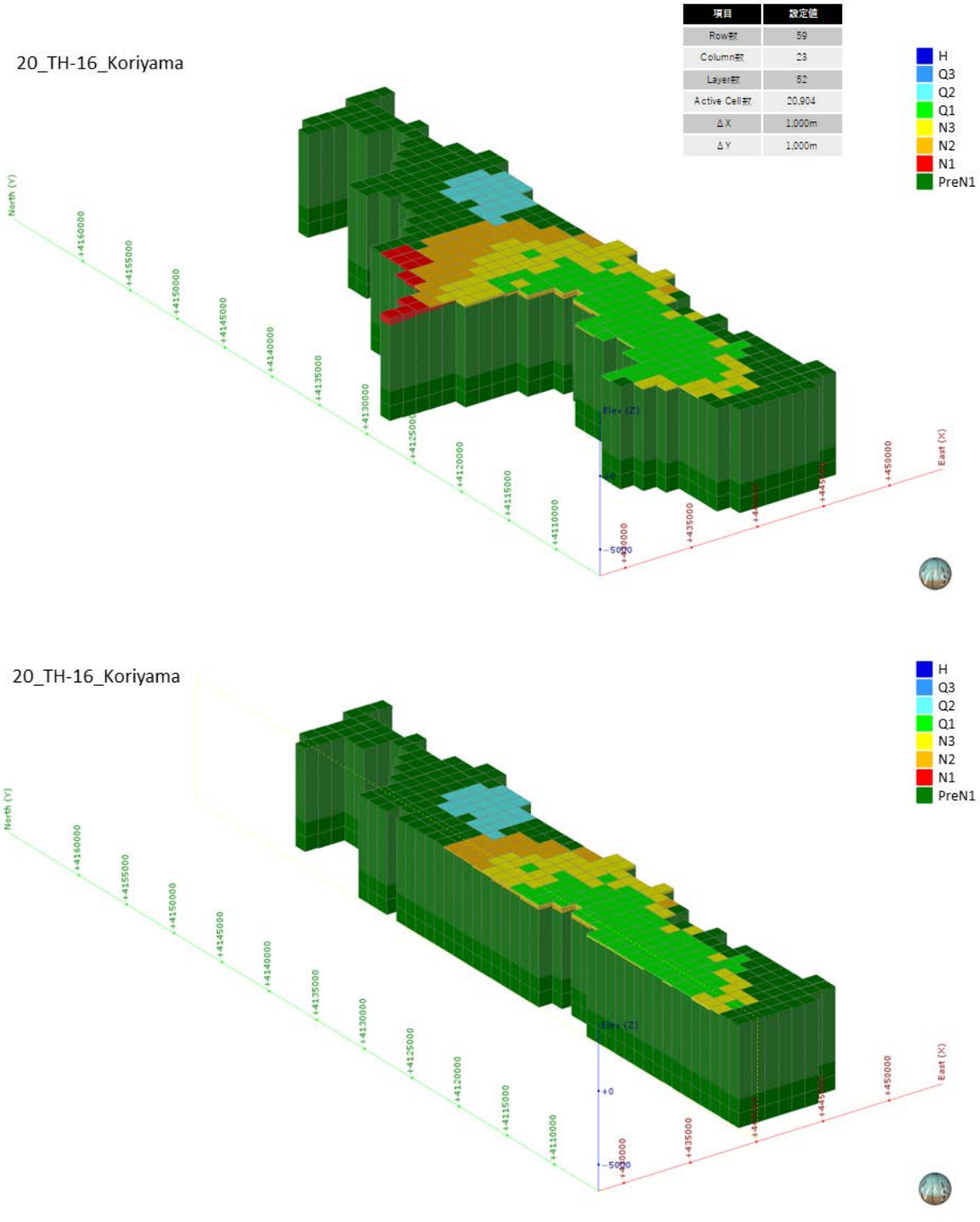


図 5-261　グリッド分割状況（TH-16 : Koriyama basin）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=402）の設定位置図を図 5-262 に示す。

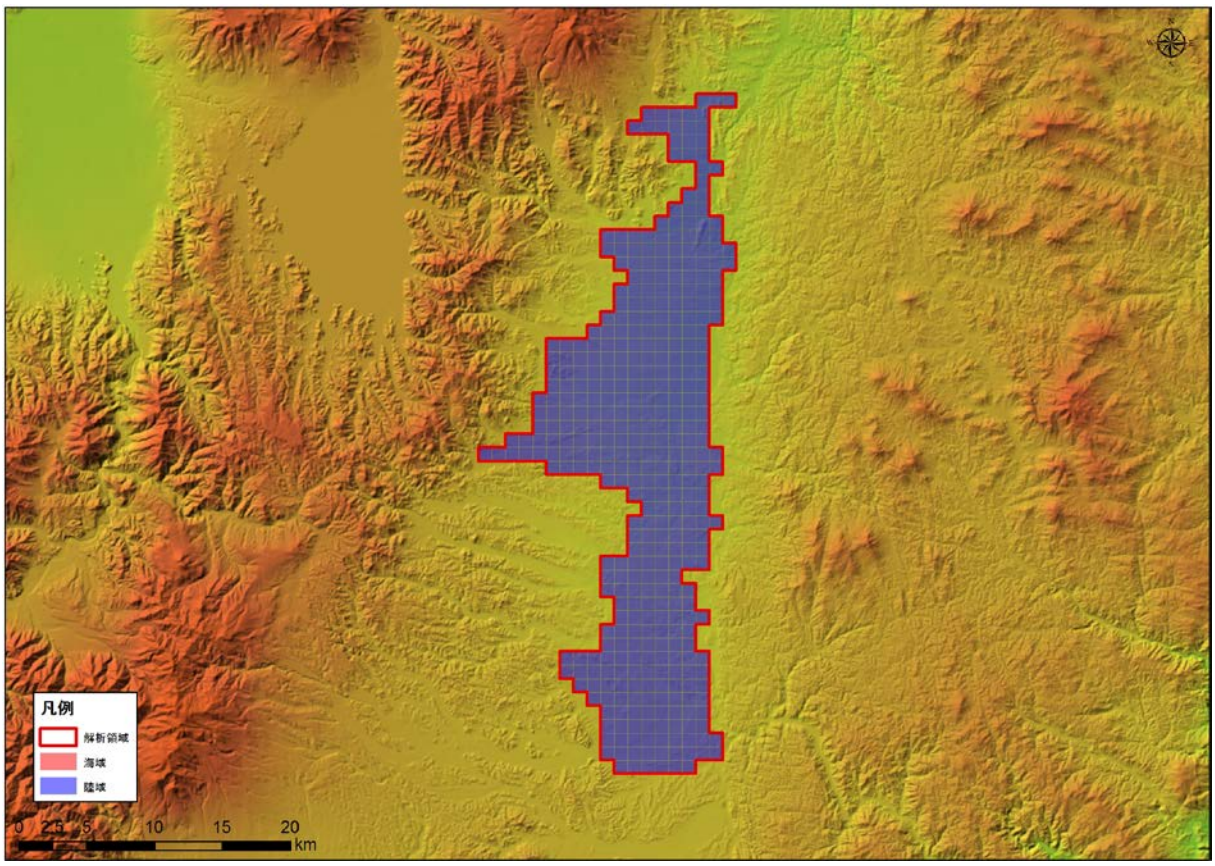


図 5-262　境界条件（TH-16 : Koriyama basin）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×6.0 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 0.71 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 0.70 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-23　検討ケース（TH-16 : Koriyama basin）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 6.0
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	1.78E+01
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	9.31E+00
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	2.05E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	4.99E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	3.38E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	2.60E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	1.63E-01
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	1.04E-01
モデル内の涵養量 (mm/日)	0.12	0.90	0.02	0.71

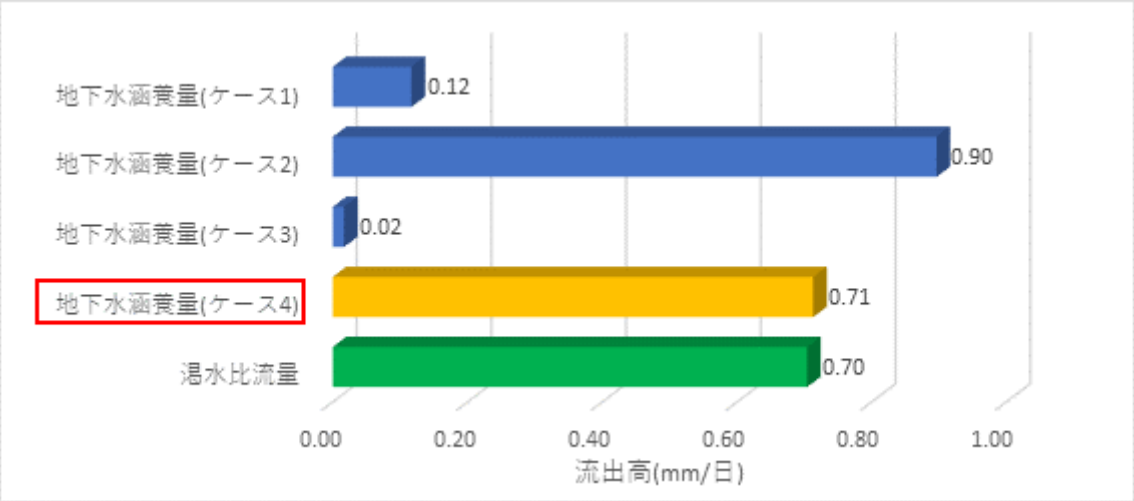


図 5-263　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（TH-16 : Koriyama basin）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

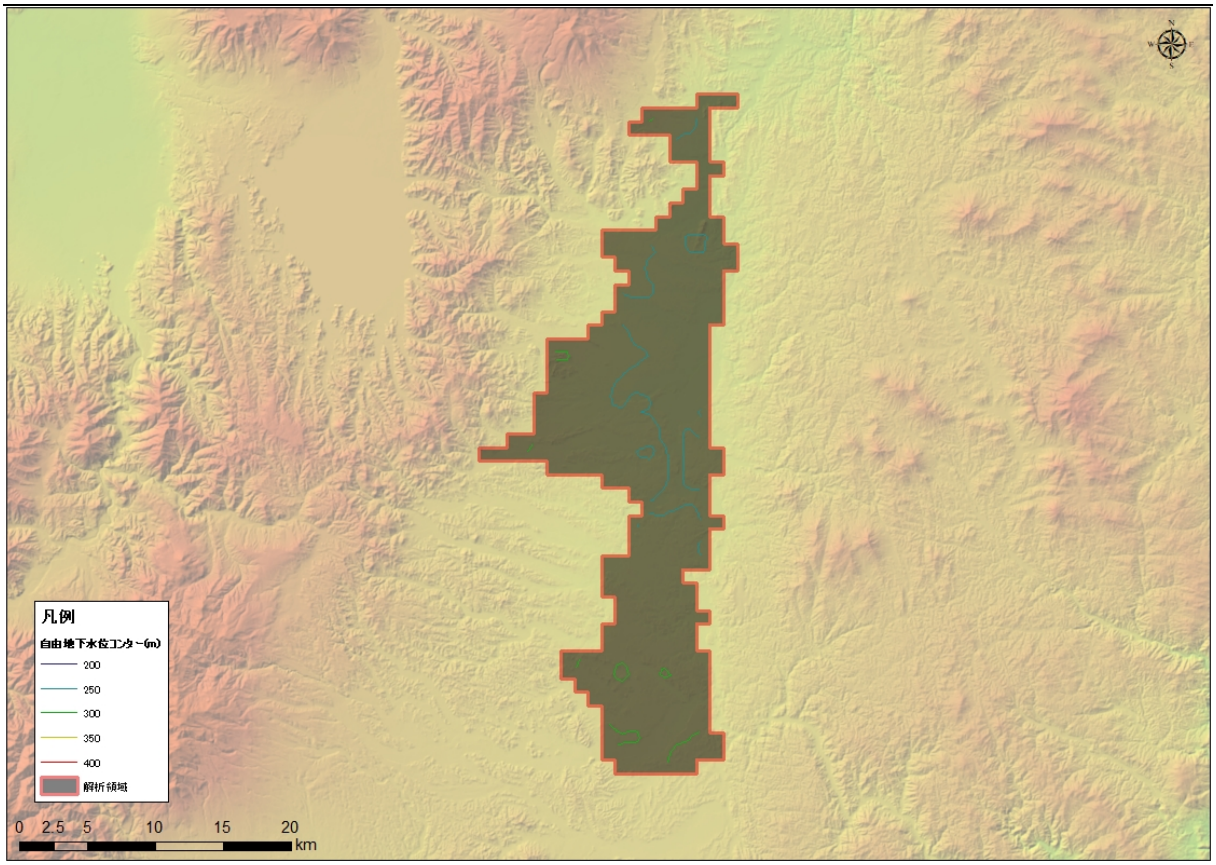


図 5-264　地下水位等高線図（TH-16 : Koriyma basin）

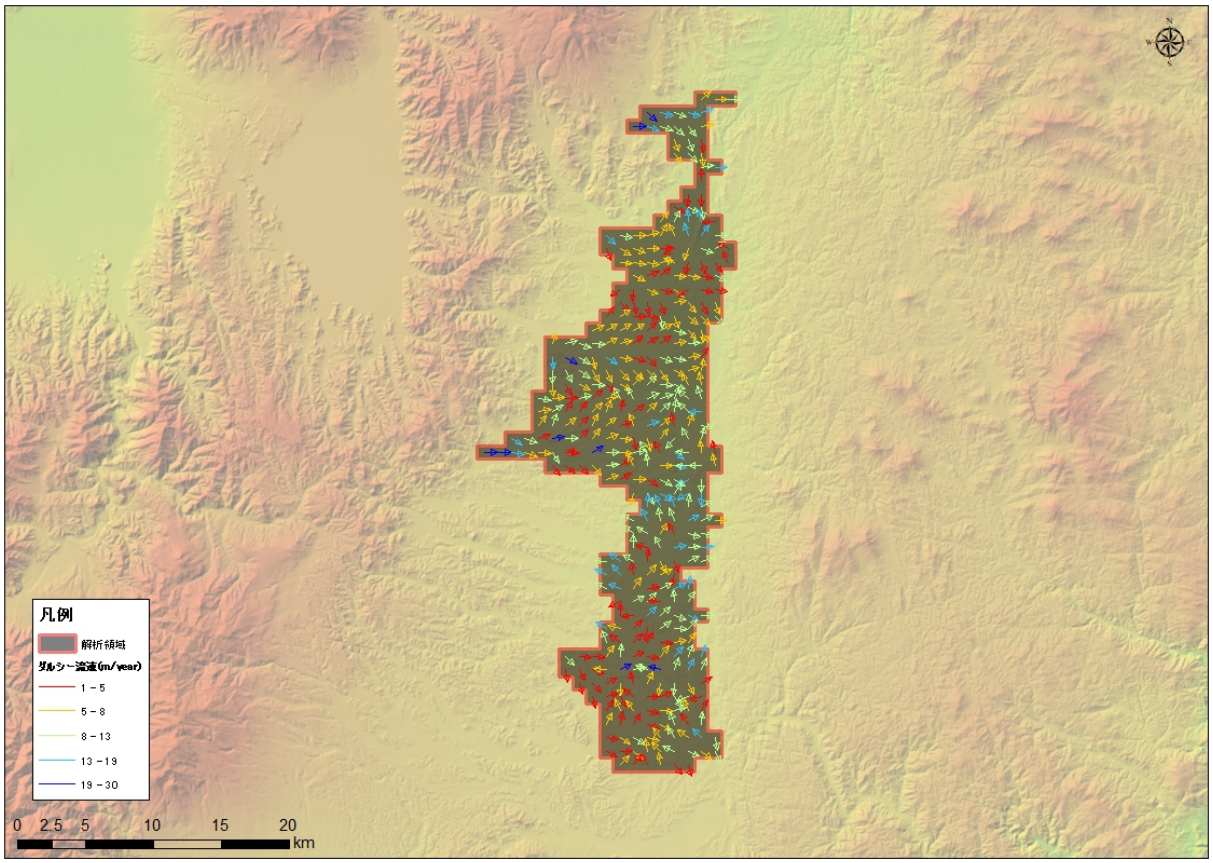


図 5-265　流速ベクトル図（TH-16 : Koriyma basin）

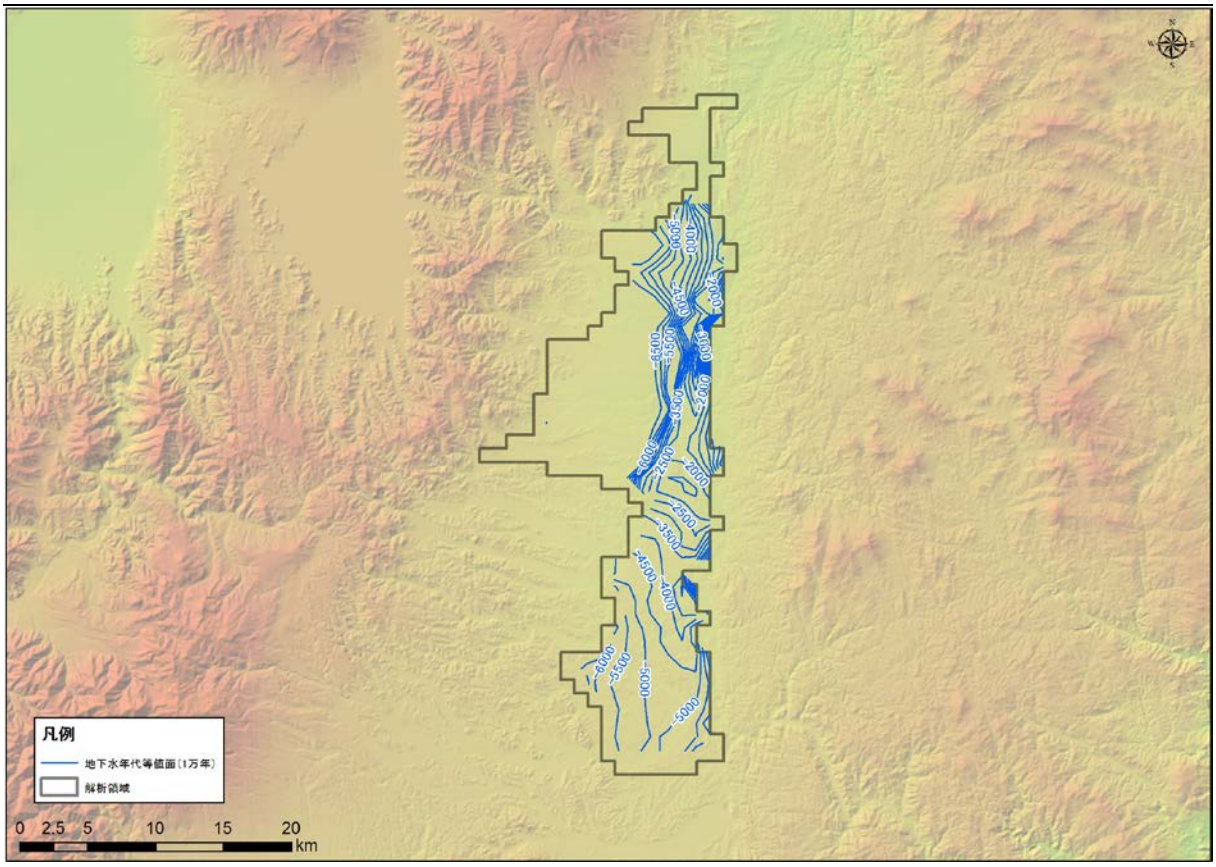


図 5-266　地下水年代（1 万年）等値面図（TH-16 : Koriyma basin）

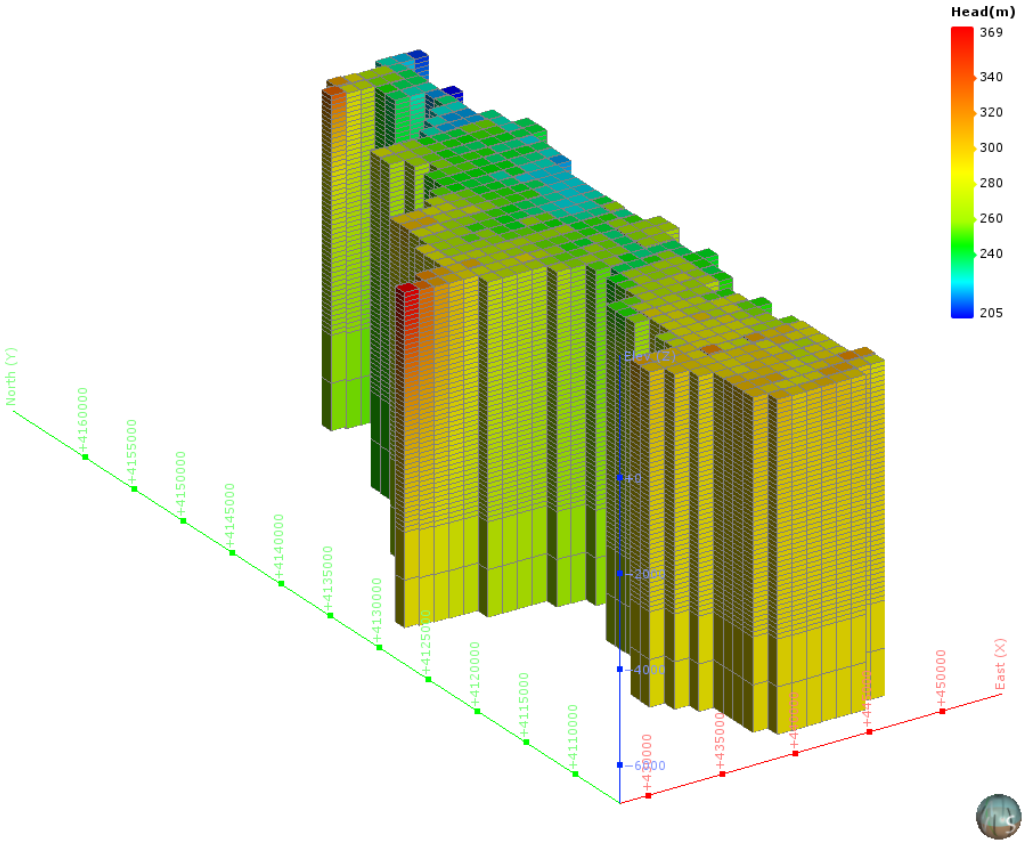


図 5-267　地下水ポテンシャル三次元分布図（TH-16 : Koriyma basin）

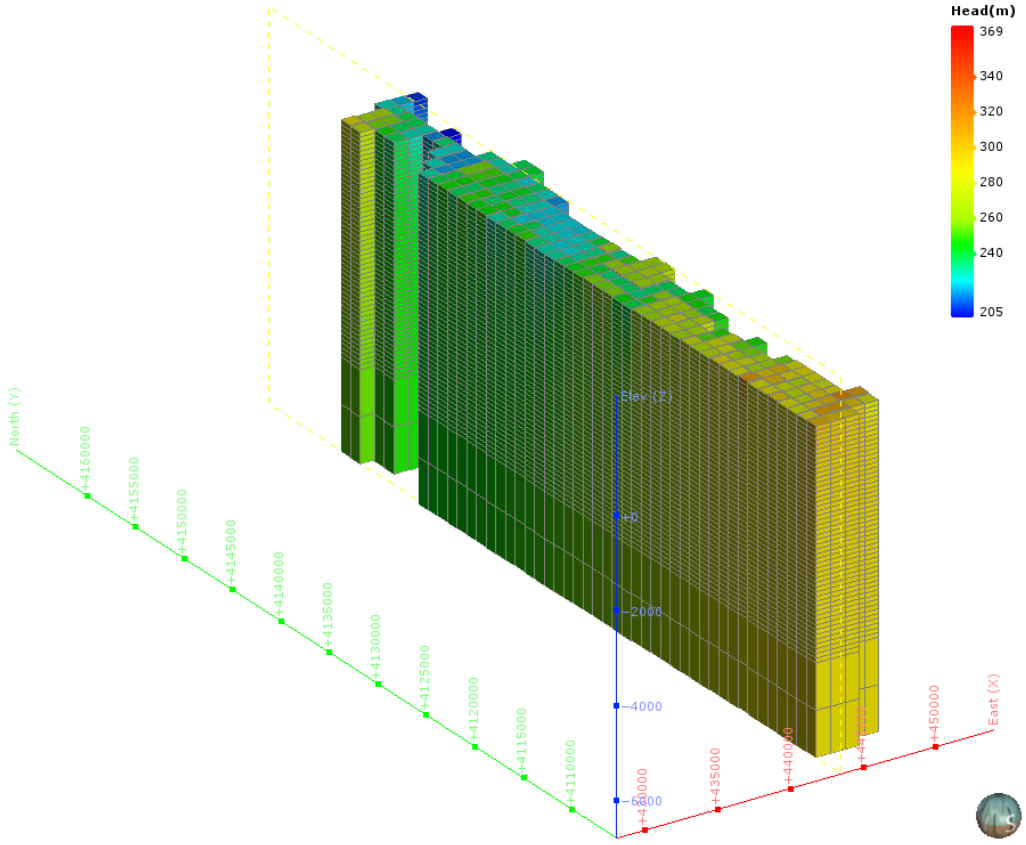


図 5-268　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（TH-16 : Koriyma basin）

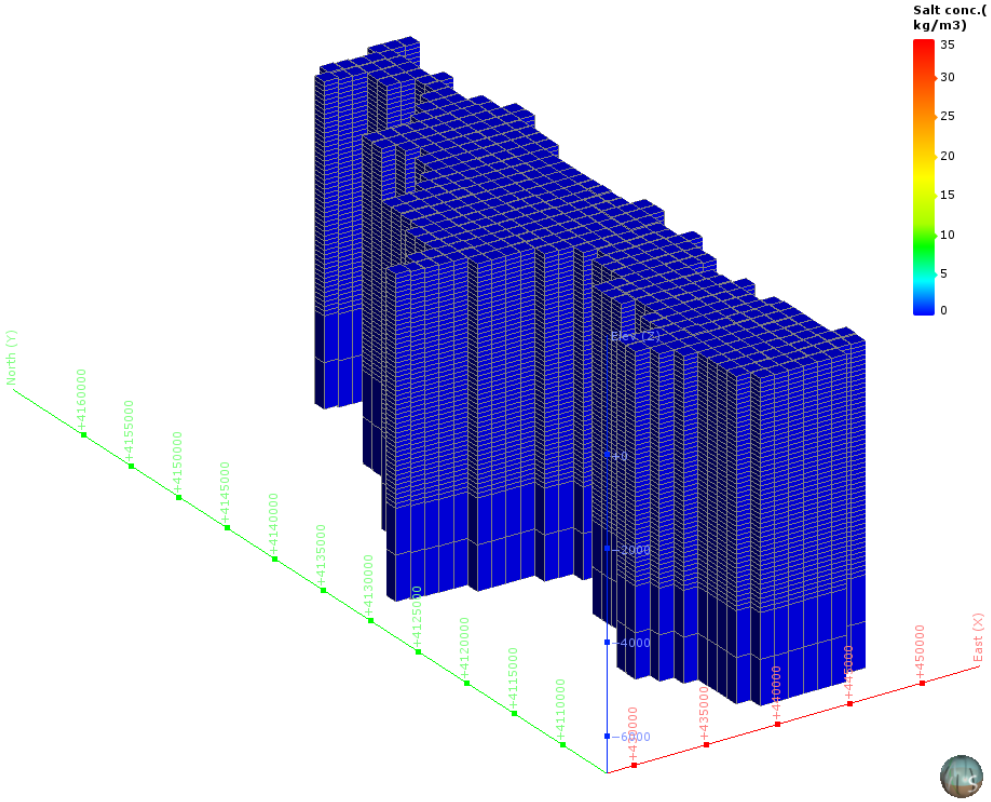


図 5-269　塩濃度三次元分布図（TH-16 : Koriyma basin）

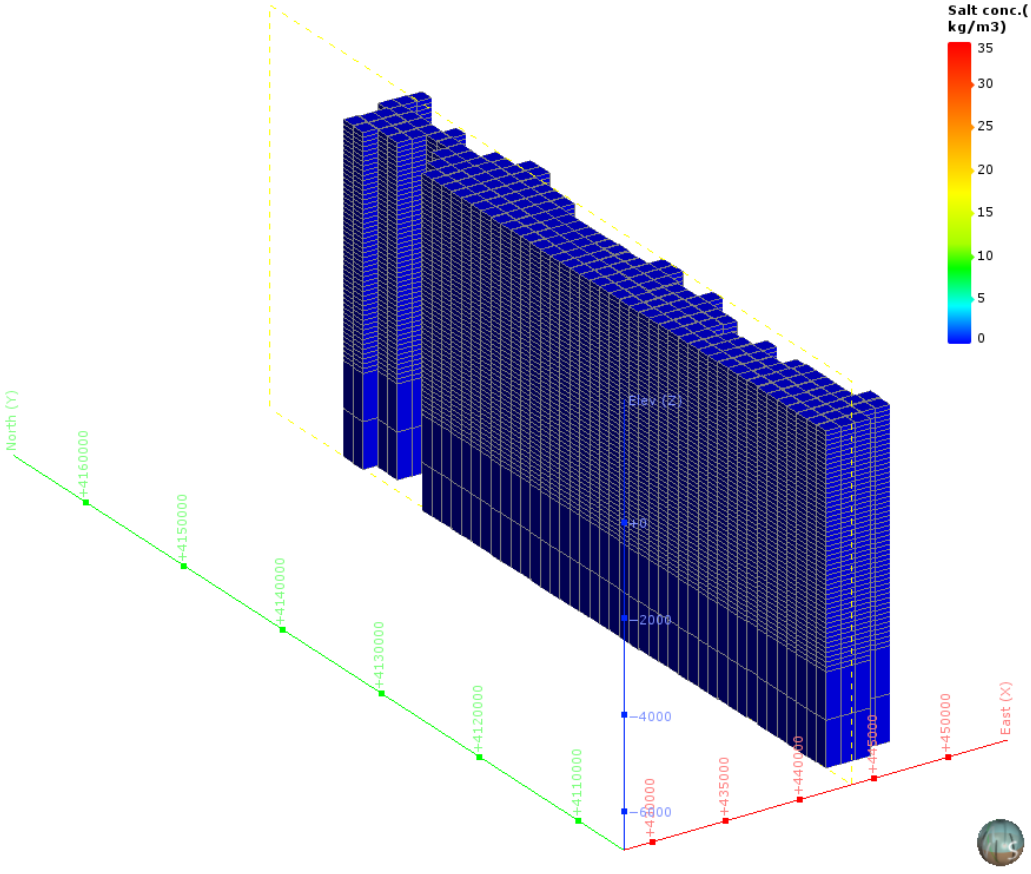


図 5-270　塩濃度三次元分布図（分割図）（TH-16 : Koriyma basin）

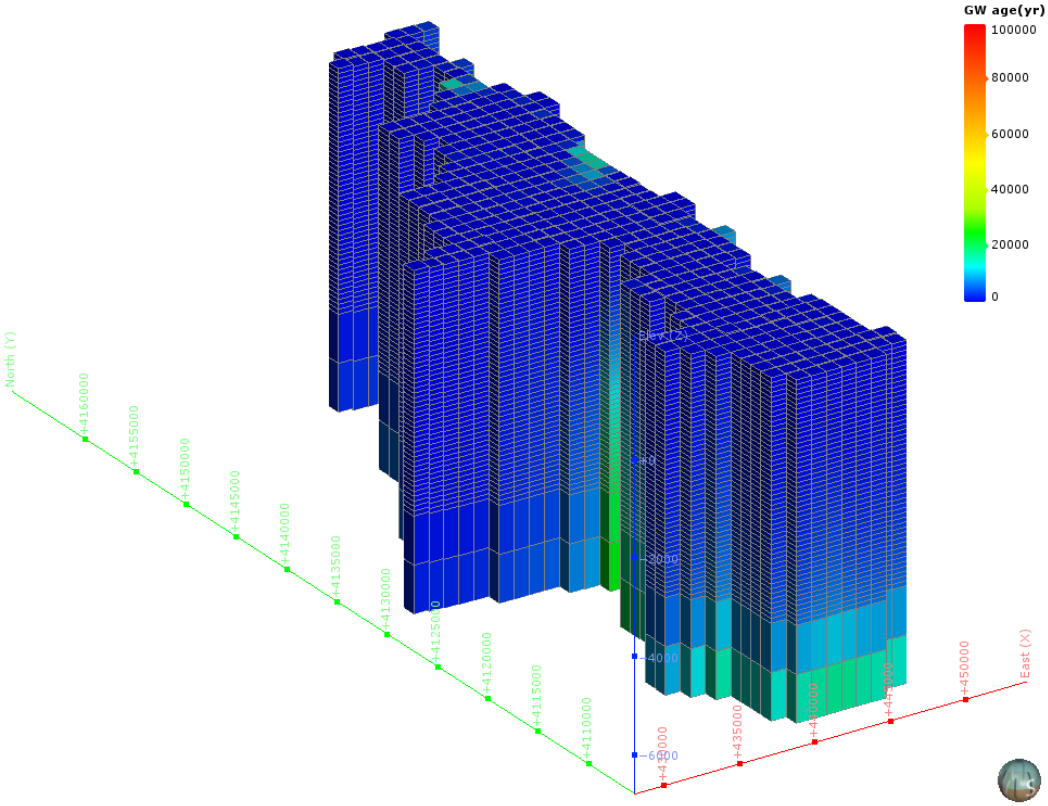


図 5-271　地下水年代三次元分布図（TH-16 : Koriyma basin）

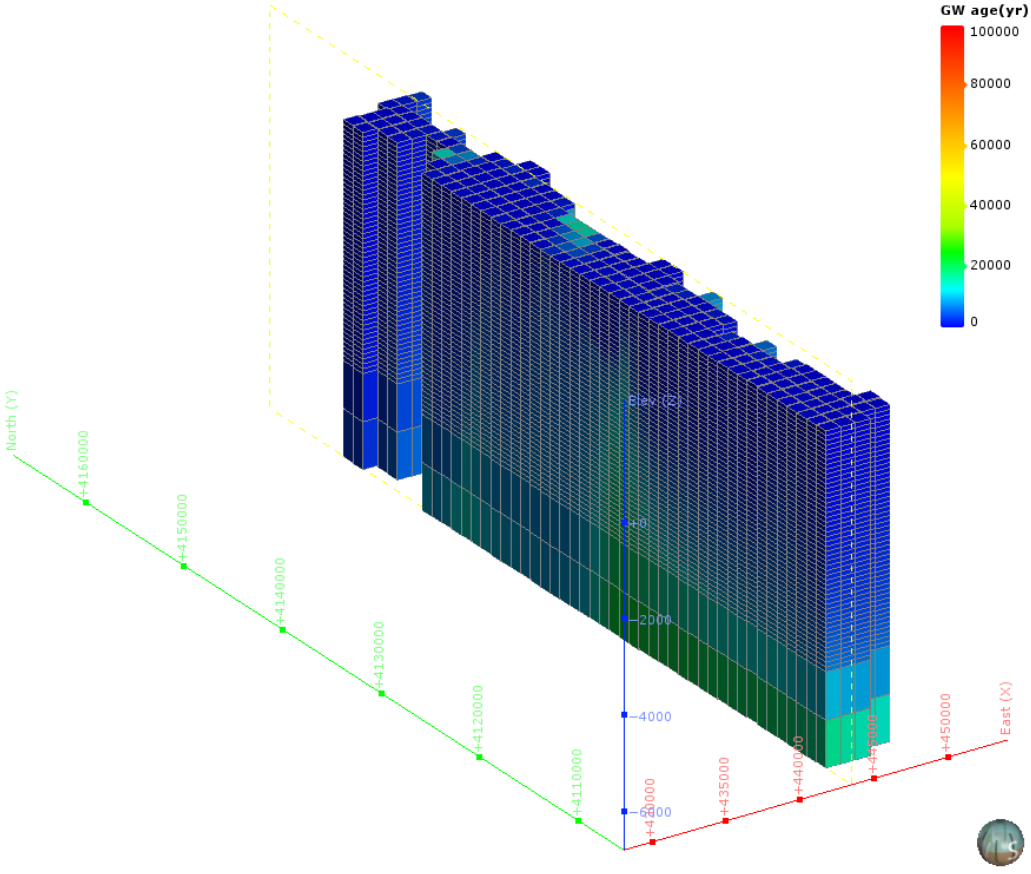


図 5-272　地下水年代三次元分布図（分割図）（TH-16 : Koriyma basin）

（21） TH-17：Iwaki coastal lowland

1） **解析領域**

TH -17：Iwaki coastal lowland 領域を包括し、海域約 20km を拡張して、解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、1,445 km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、福島県南相馬市・いわき市である。

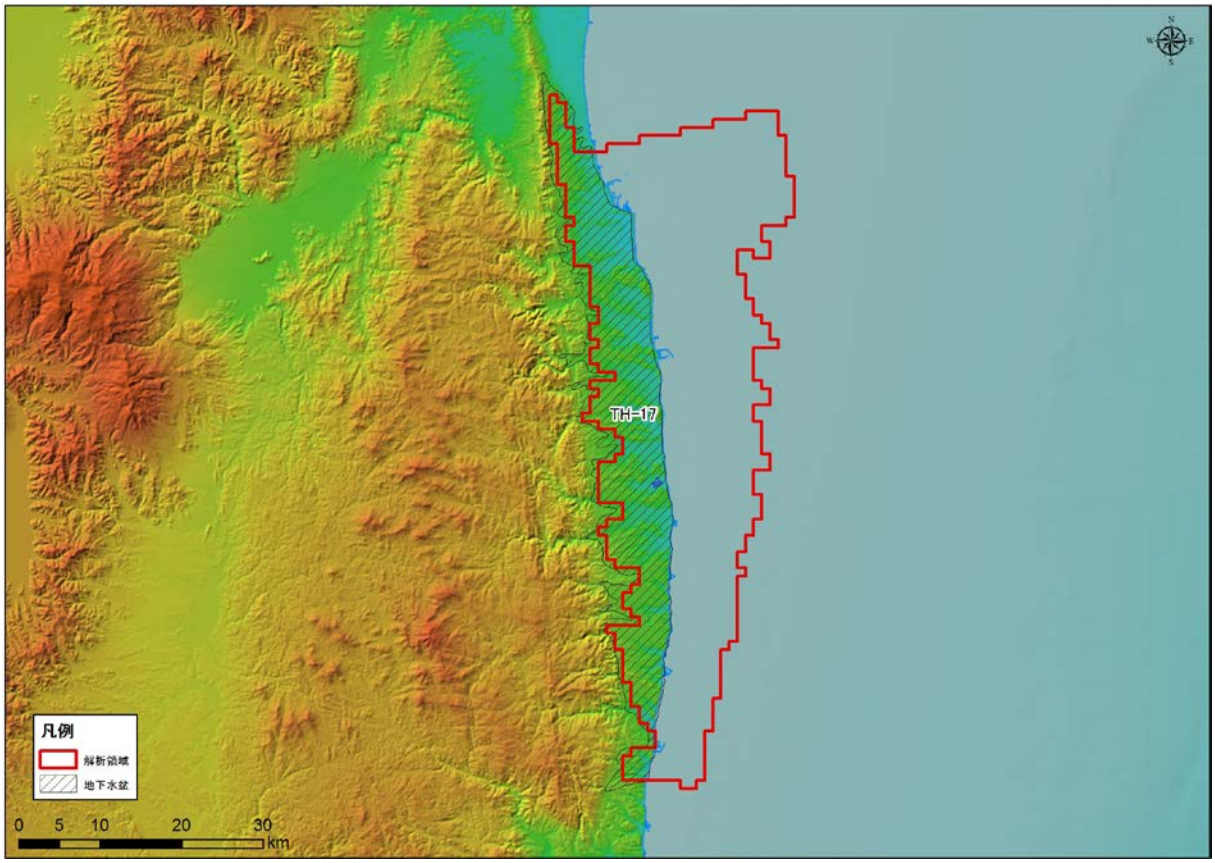


図 5-273 解析領域（TH-17：Iwaki coastal lowland）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 32、Y 方向に 89、Z 方向に 53 で分割され、Active Cell 数は、76,585 となった。本領域内は、Q3，N3，N2，N1，PreN1 で構成される。

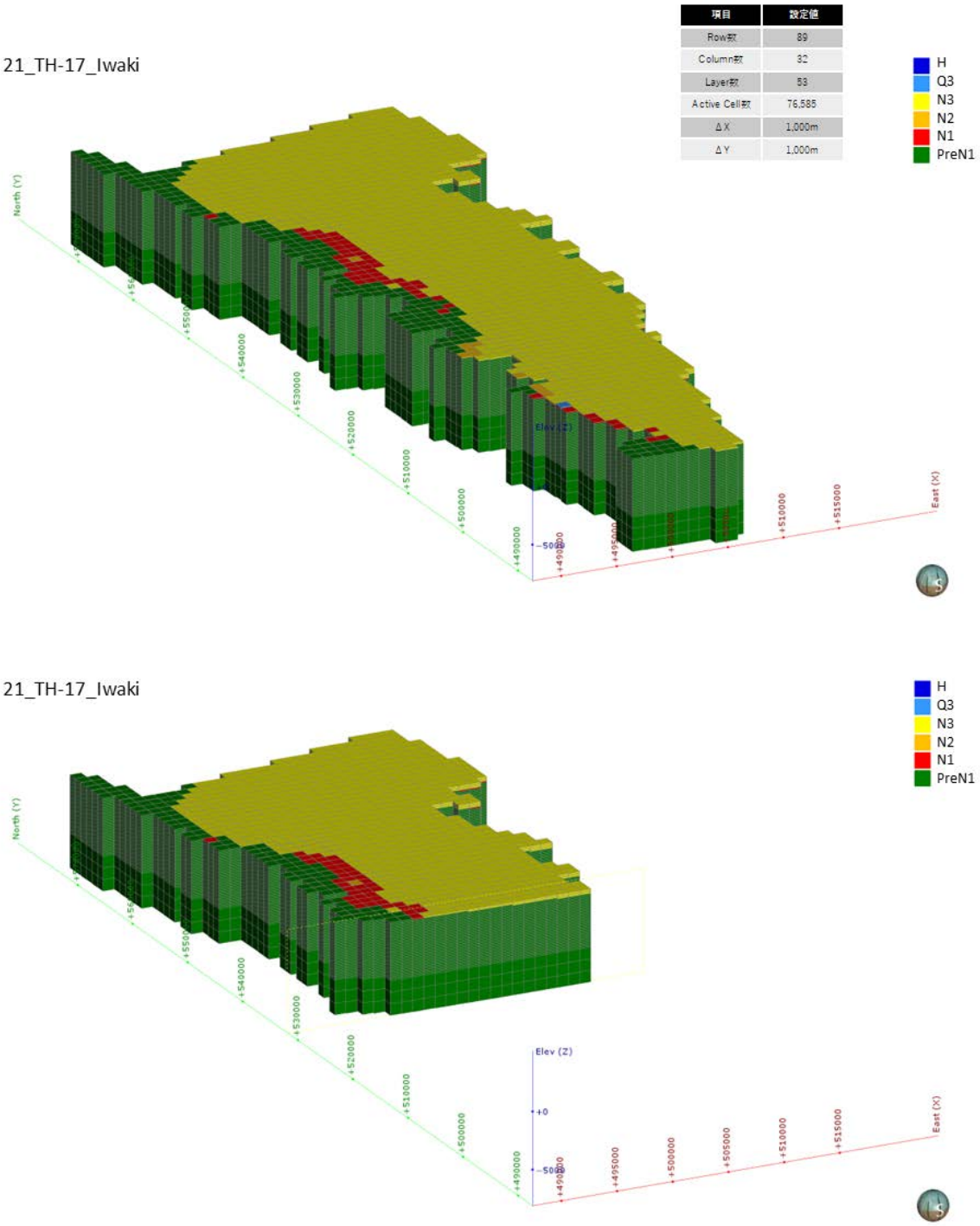


図 5-274　グリッド分割状況（TH-17 : Iwaki coastal lowland）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=483）と海域セル（N=962）の設定位置図を図 5-275 に示す。

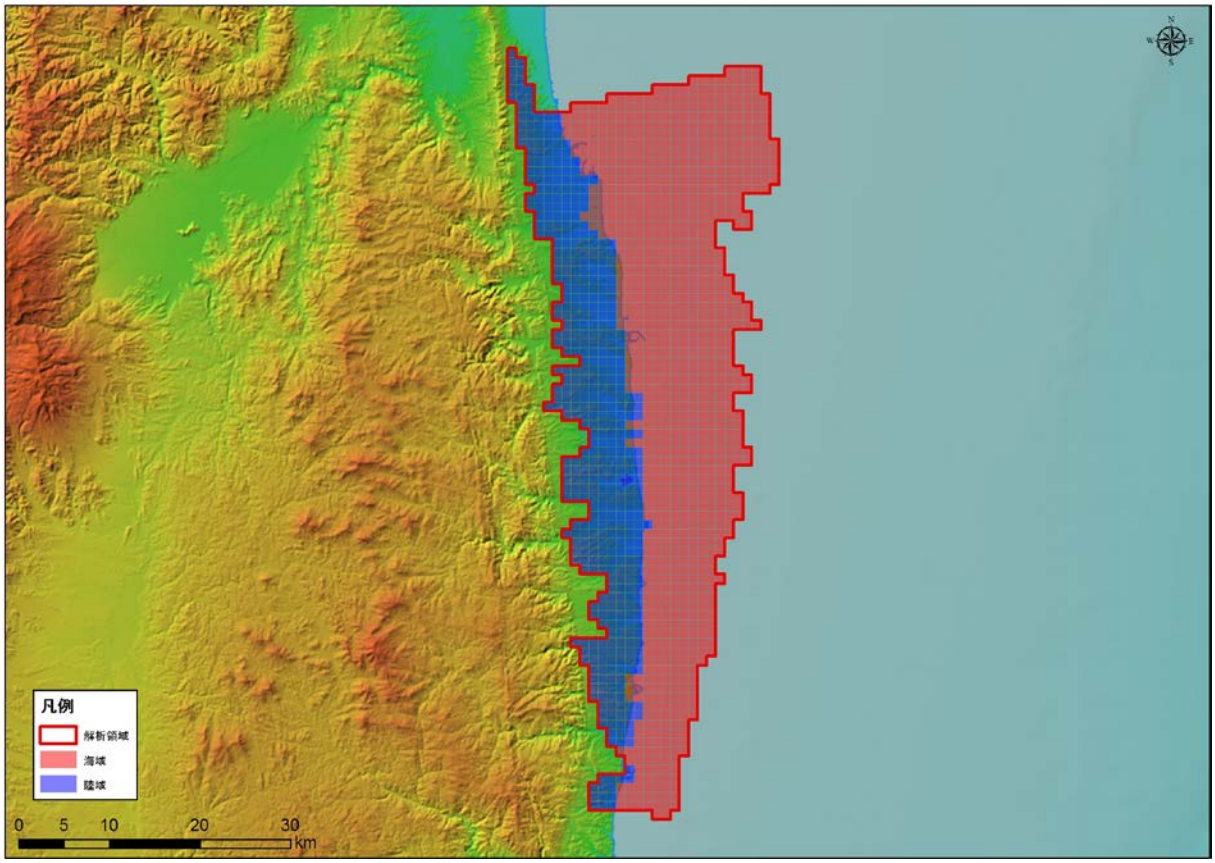


図 5-275　境界条件（TH-17 : Iwaki coastal lowland）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×6.7 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 1.21 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 1.21 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-24　検討ケース（TH-17 : Iwaki coastal lowland）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 6.7
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	1.98E+01
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	1.04E+01
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	2.29E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	5.57E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	3.77E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	2.90E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	1.82E-01
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	1.16E-01
モデル内の涵養量 (mm/日)	0.18	1.34	0.03	1.21

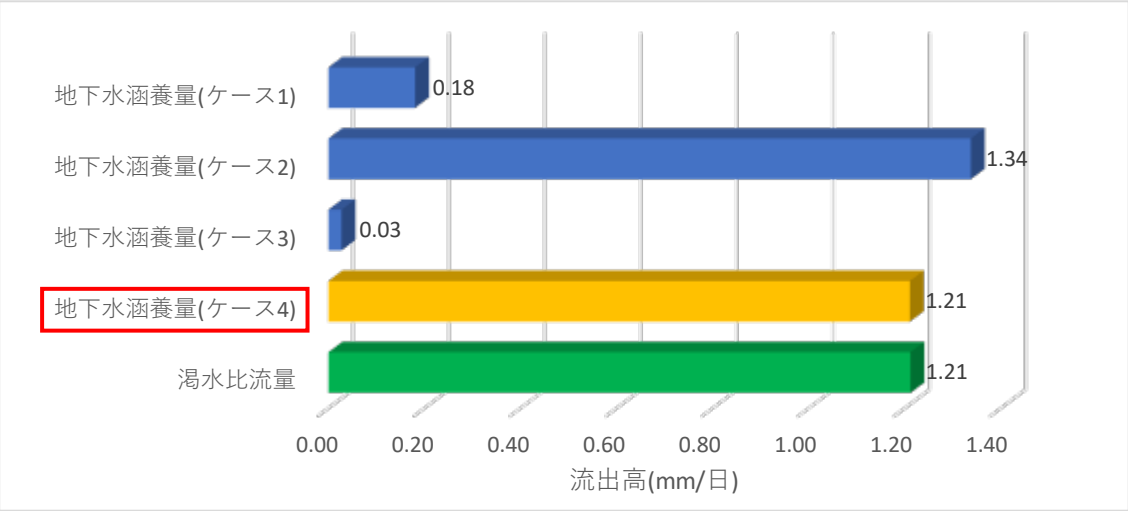


図 5-276　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（TH-17 : Iwaki coastal lowland）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

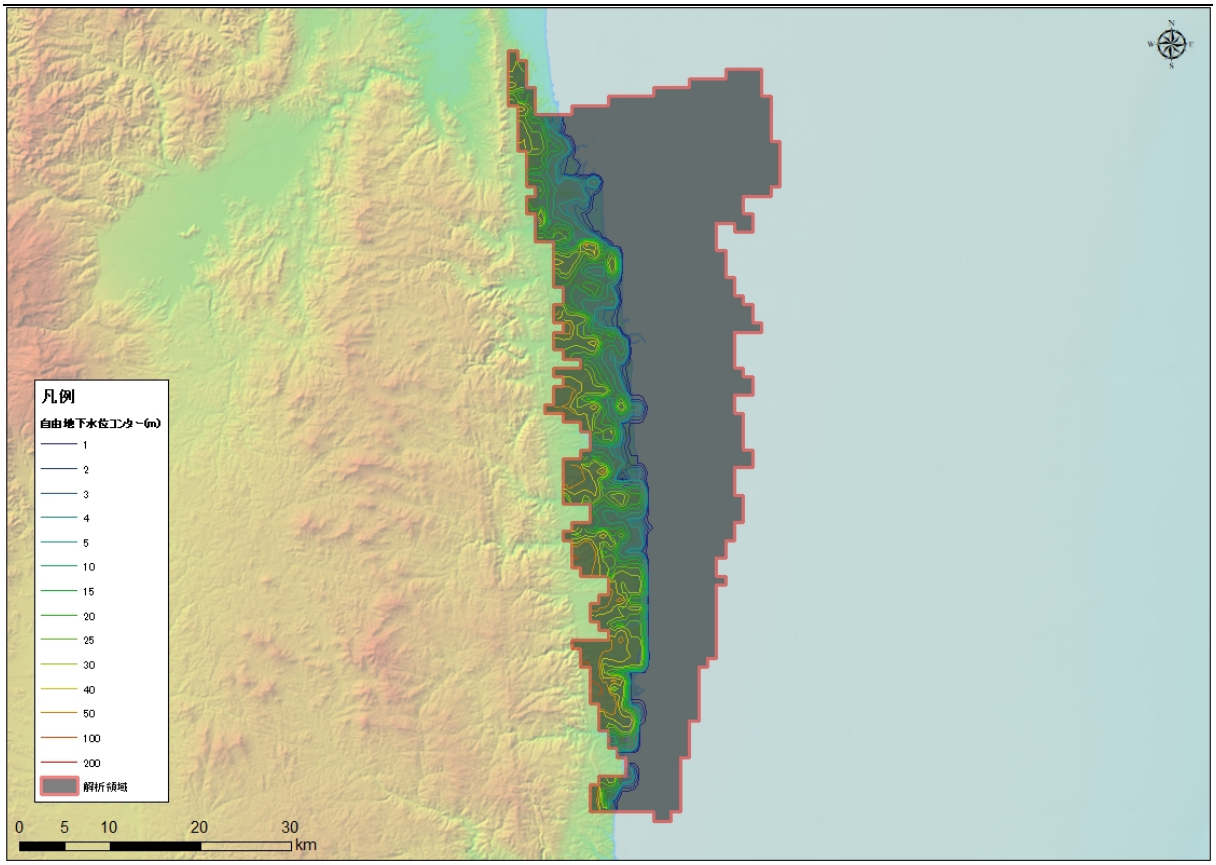


図 5-277　地下水位等高線図（TH-17 : Iwaki coastal lowland）

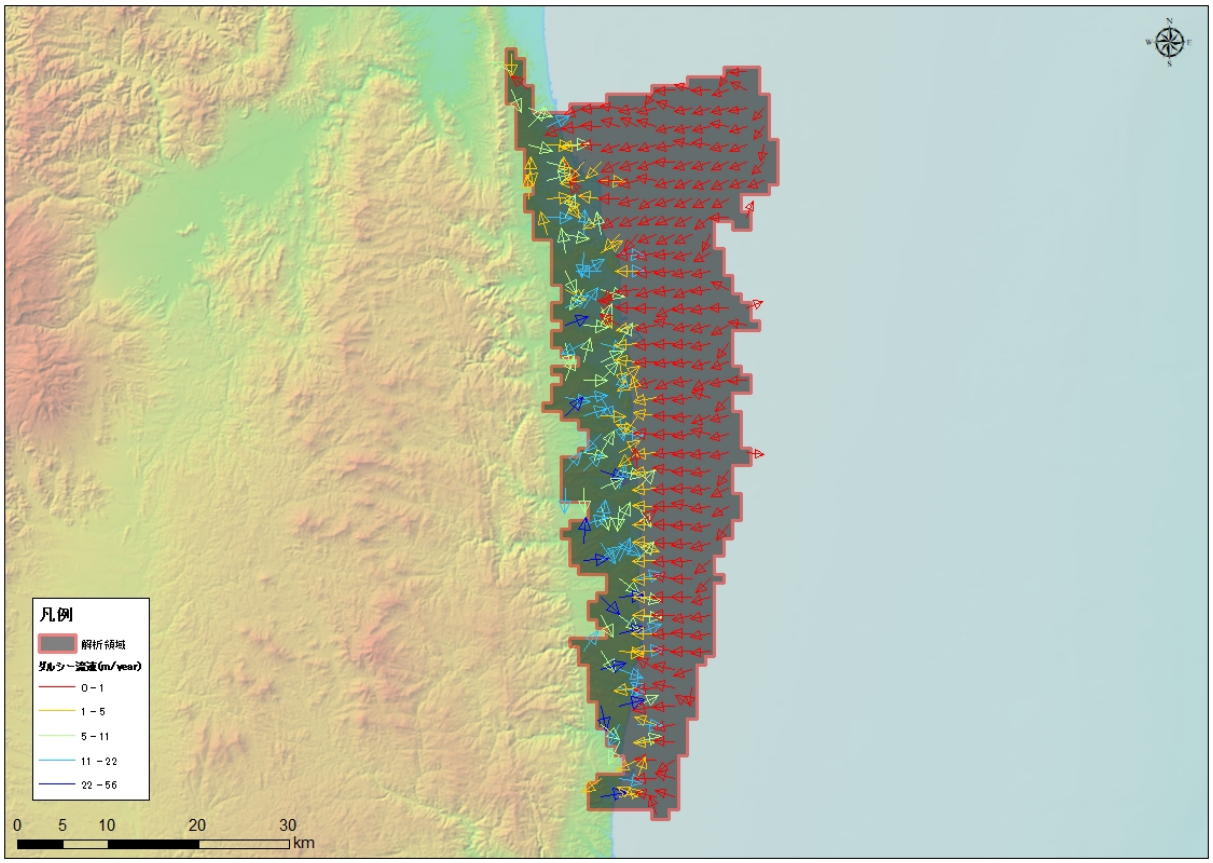


図 5-278　流速ベクトル図（TH-17 : Iwaki coastal lowland）

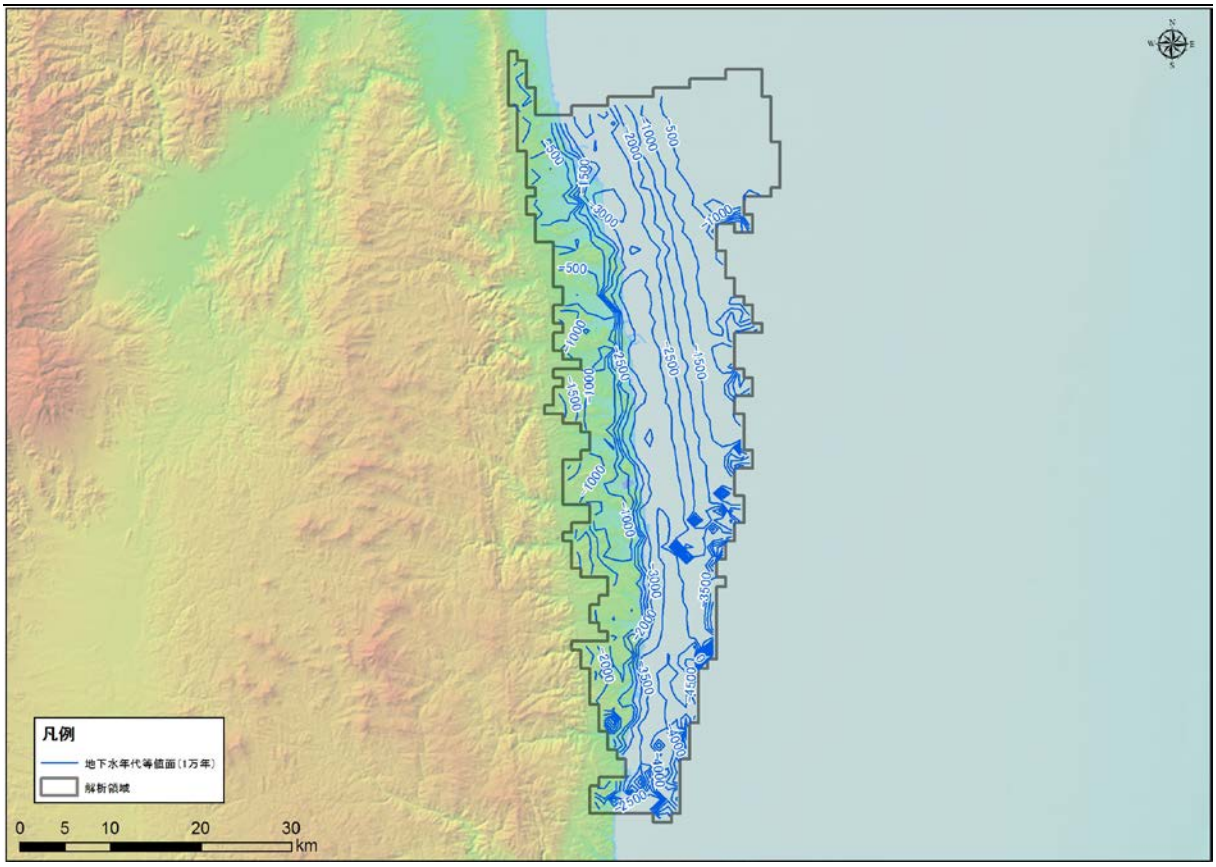


図 5-279　地下水年代（1 万年）等値面図（TH-17 : Iwaki coastal lowland）

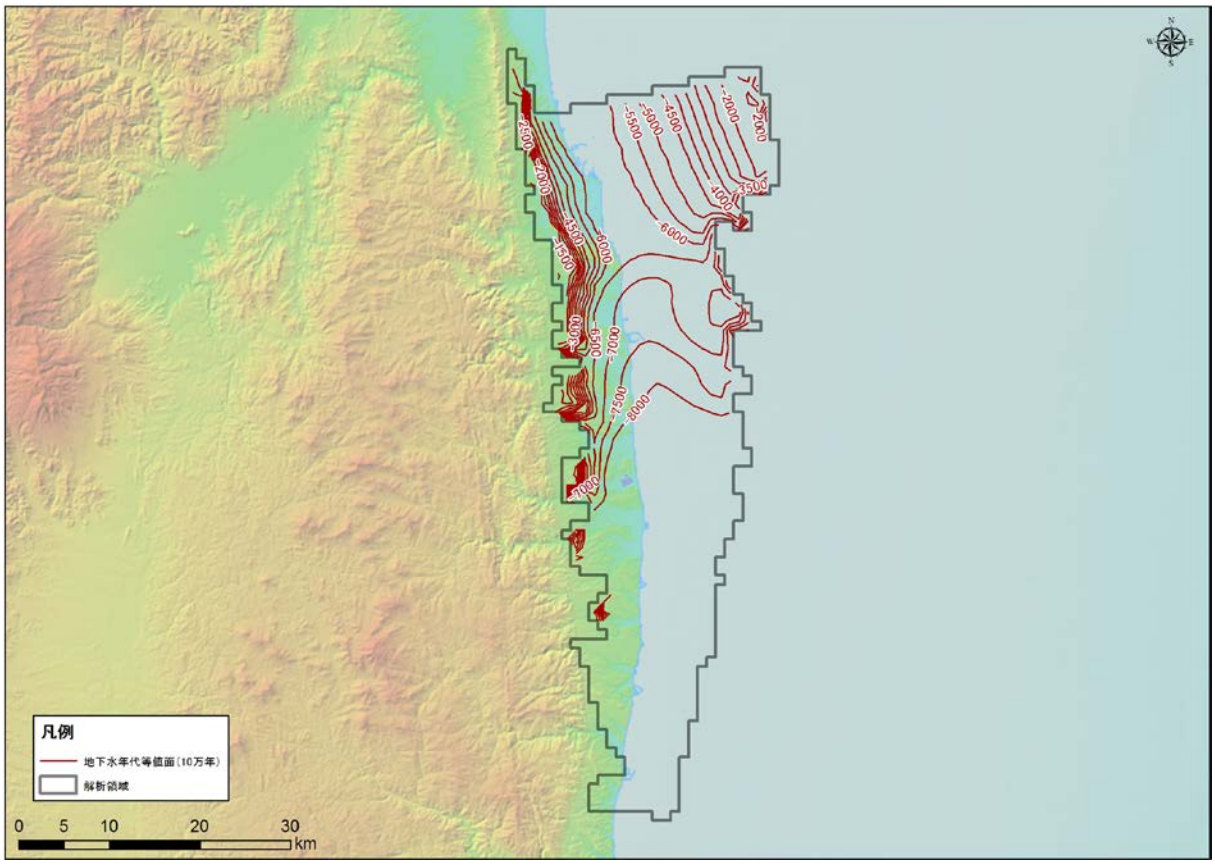


図 5-280　地下水年代（10 万年）等値面図（TH-17 : Iwaki coastal lowland）

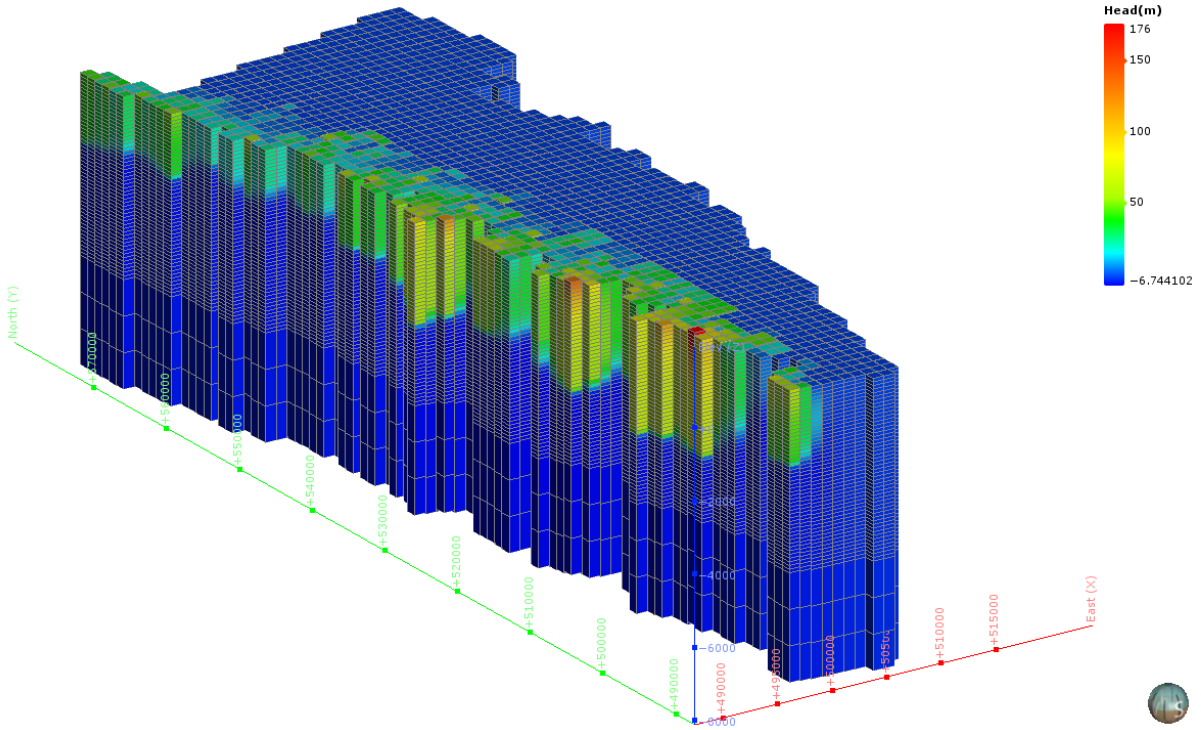


図 5-281　地下水ポテンシャル三次元分布図（TH-17 : Iwaki coastal lowland）

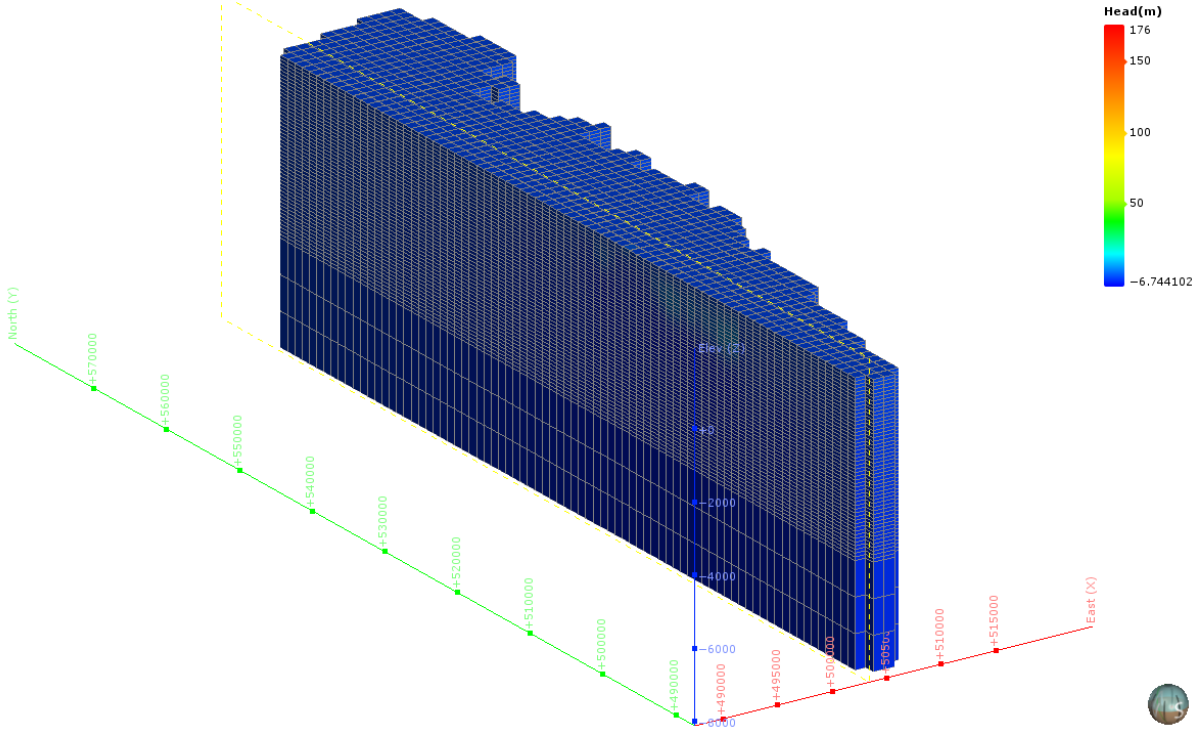


図 5-282　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（TH-17 : Iwaki coastal lowland）

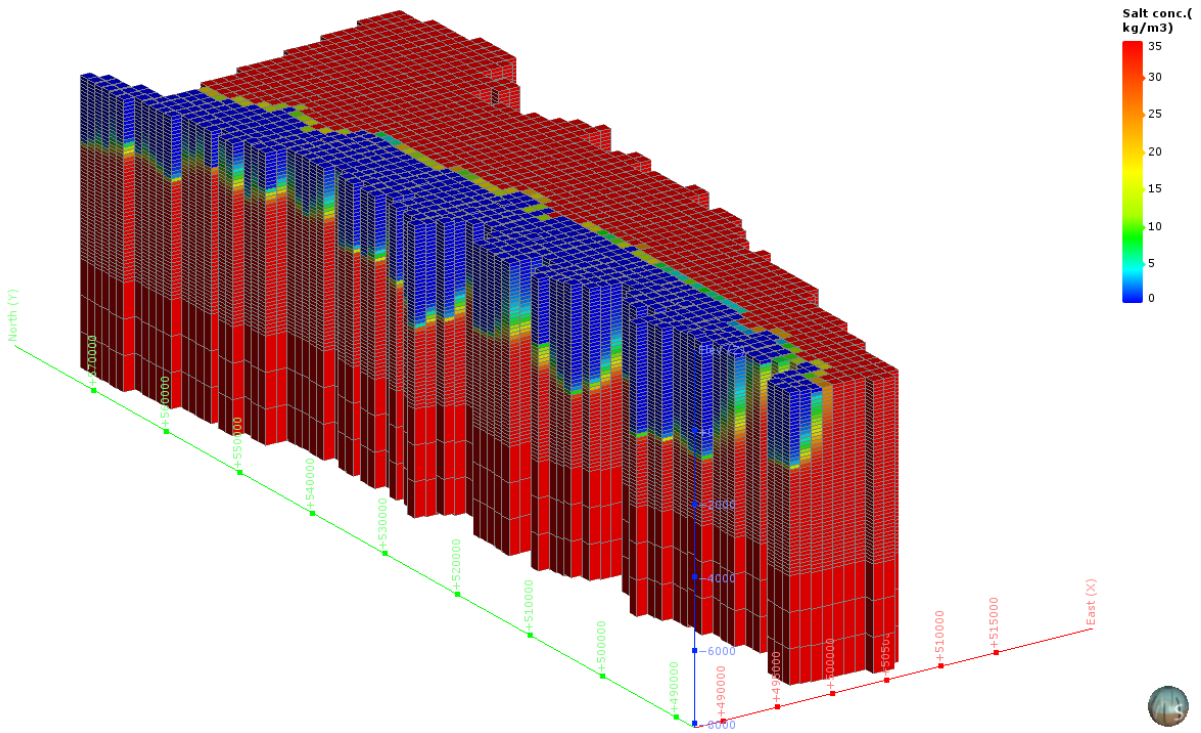


図 5-283　塩濃度三次元分布図（TH-17 : Iwaki coastal lowland）

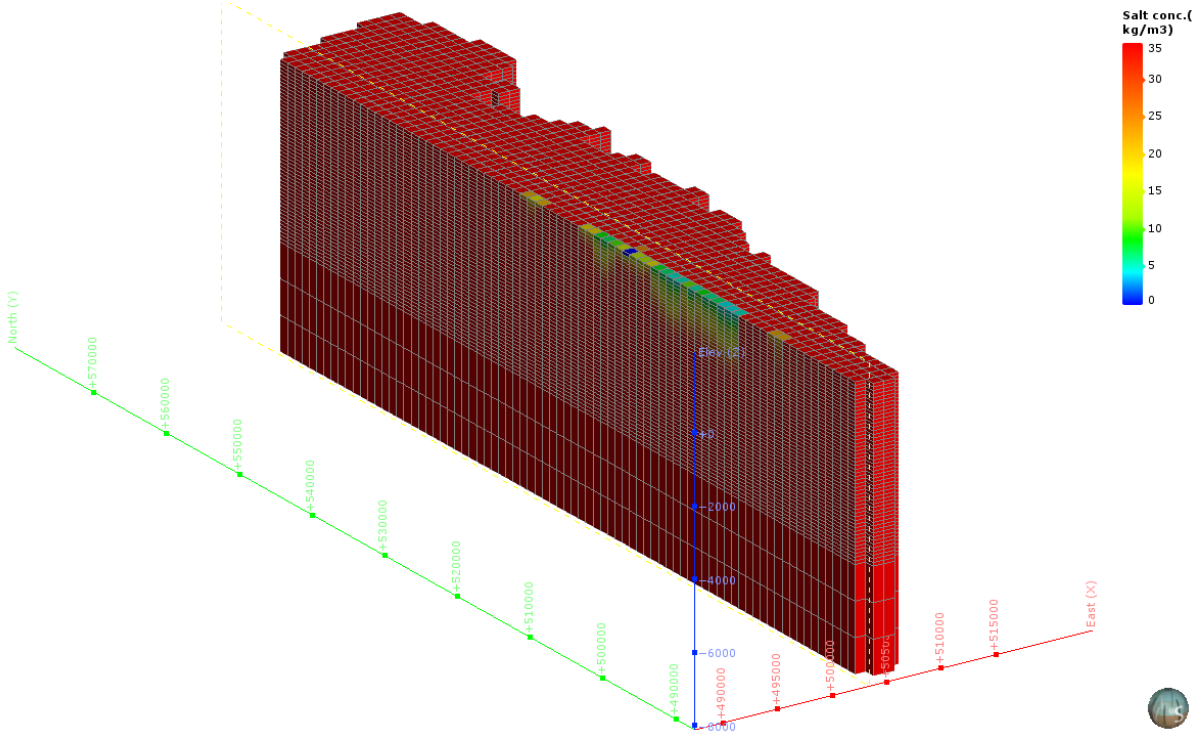


図 5-284　塩濃度三次元分布図（分割図）（TH-17 : Iwaki coastal lowland）

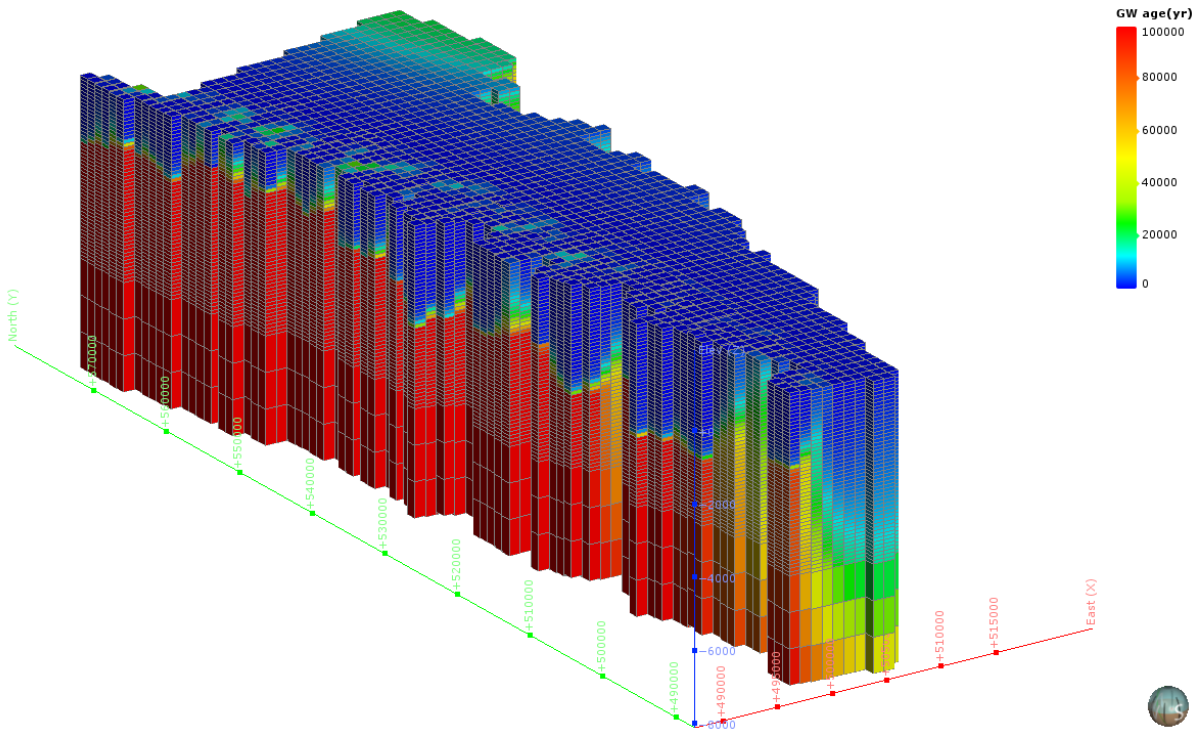


図 5-285　地下水年代三次元分布図（TH-17 : Iwaki coastal lowland）

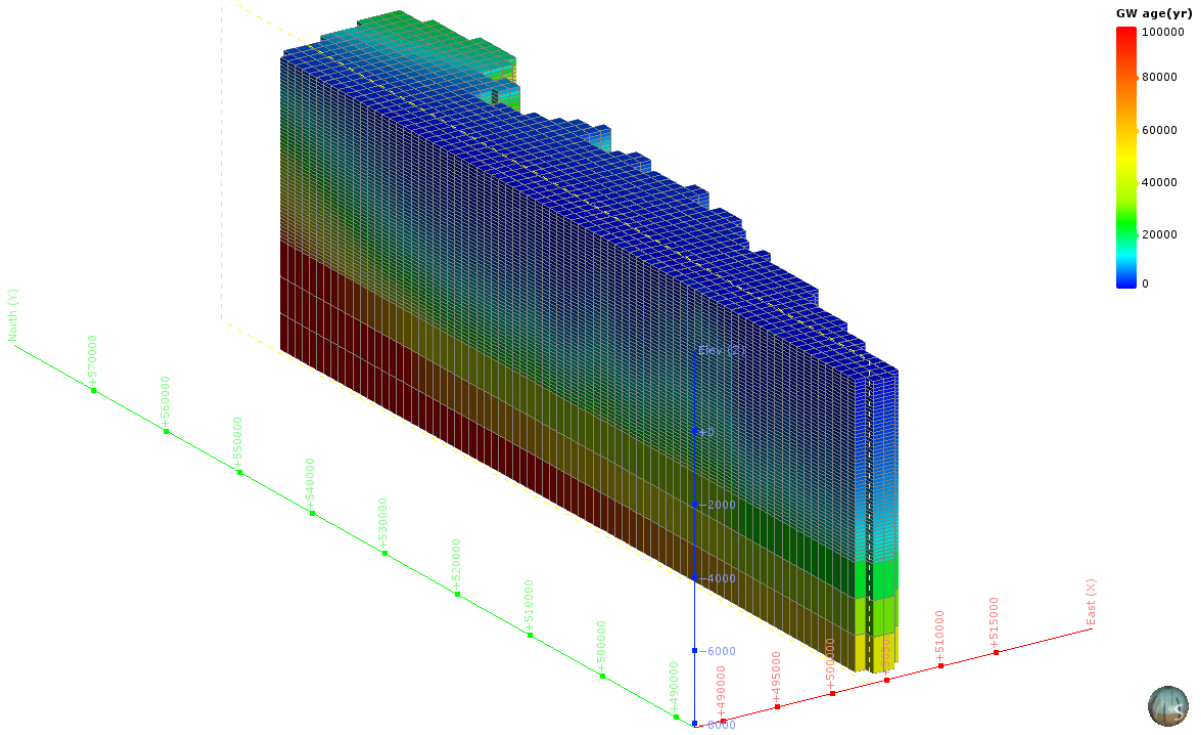


図 5-286　地下水年代三次元分布図（分割図）（TH-17 : Iwaki coastal lowland）

（22） TH-18：Joban coastal lowland

1） **解析領域**

TH-18：Joban coastal lowland 領域を包括し、海域約 12km を拡張して、解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、1,076km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、福島県いわき市である。

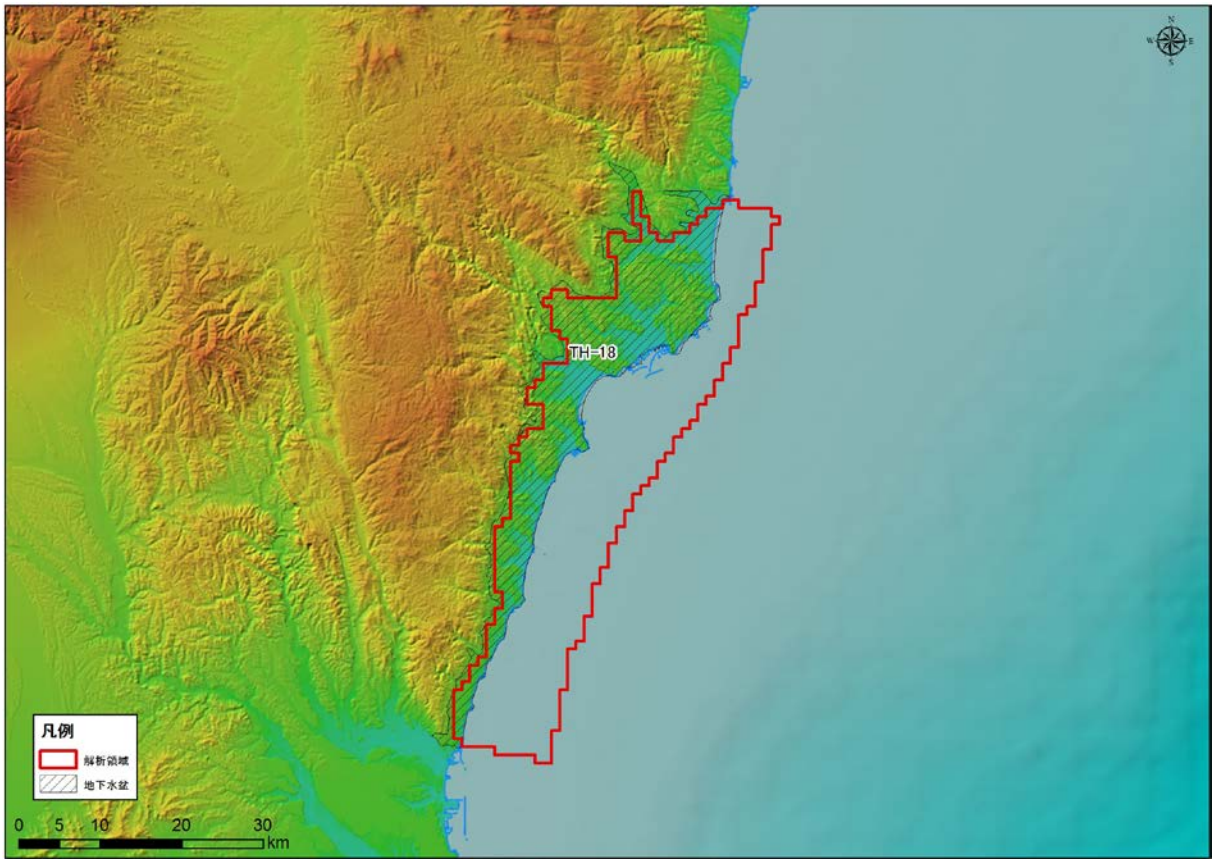


図 5-287 解析領域（TH-18 : Joban coastal lowland）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 44、Y 方向に 75、Z 方向に 53 で分割され、Active Cell 数は、57,028 となった。本領域内は、N3，N2，N1，PreN1 で構成される。

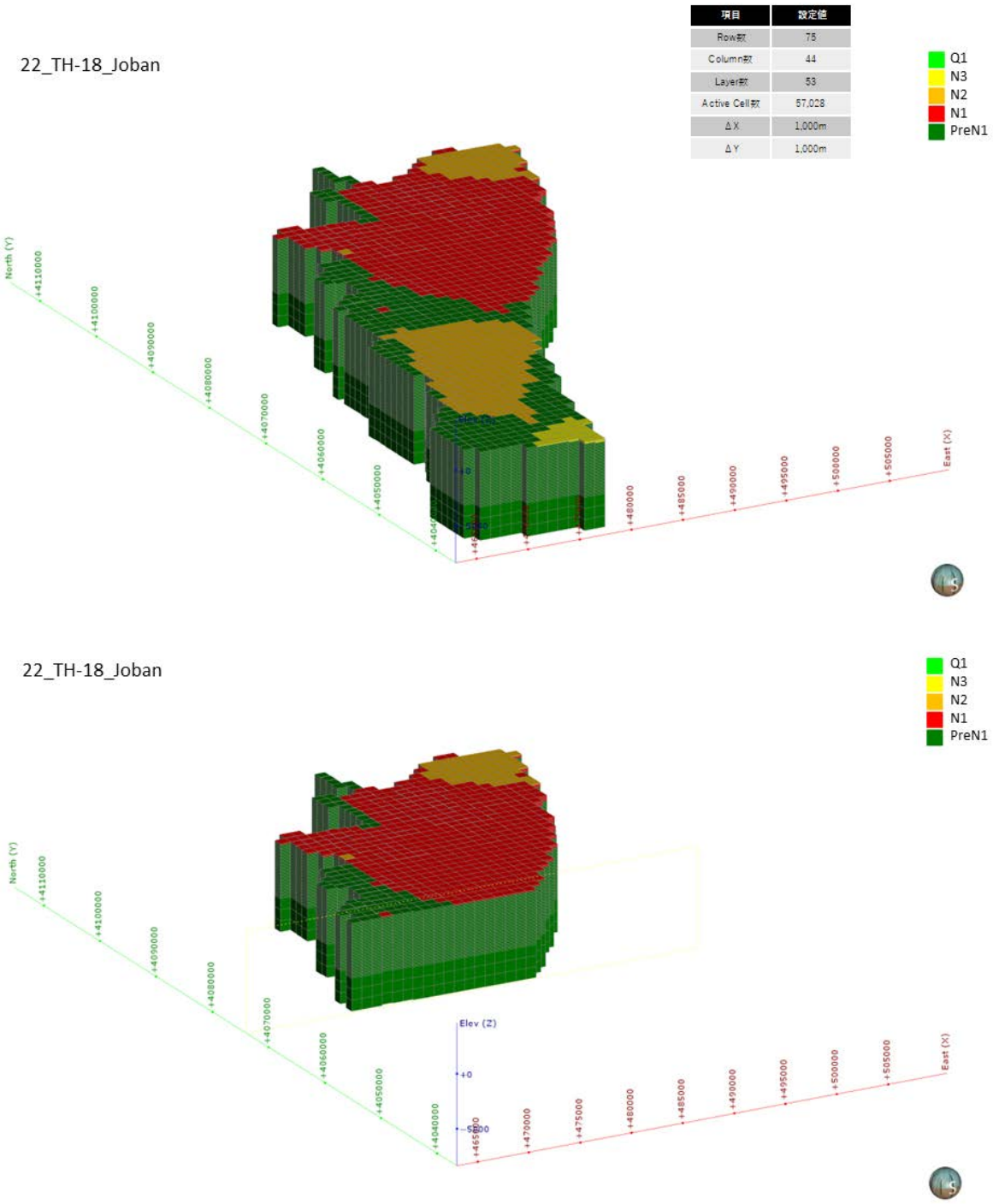


図 5-288　グリッド分割状況（TH-18 : Joban coastal lowland）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=431）と海域セル（N=645）の設定位置図を図 5-289 に示す。

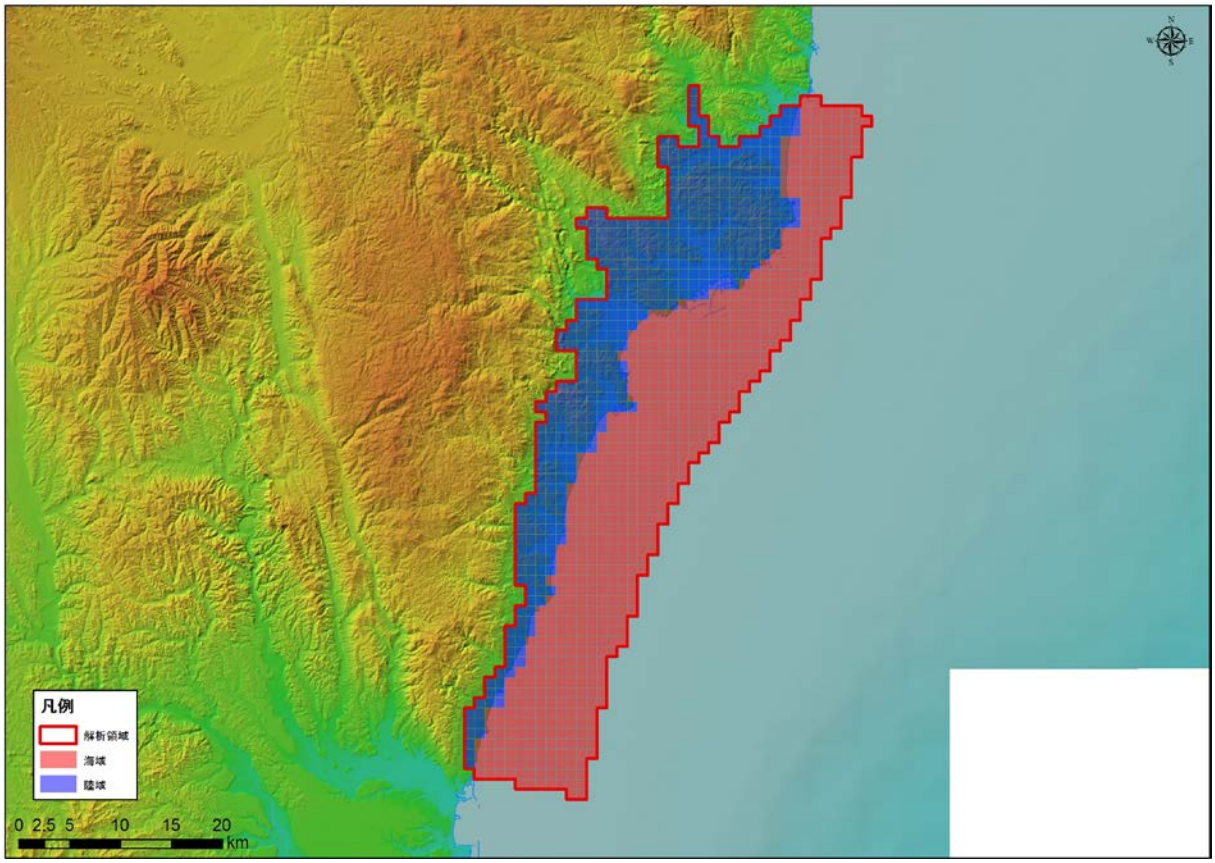


図 5-289　境界条件（TH-18 : Joban coastal lowland）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×4.4 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 1.21 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 1.21 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-25　検討ケース（TH-18 : Joban coastal lowland）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 4.4
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	1.29E+01
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	6.74E+00
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	1.49E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	3.61E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	2.44E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	1.88E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	1.18E-01
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	7.52E-02
モデル内の涵養量 (mm/日)	0.28	1.81	0.04	1.21

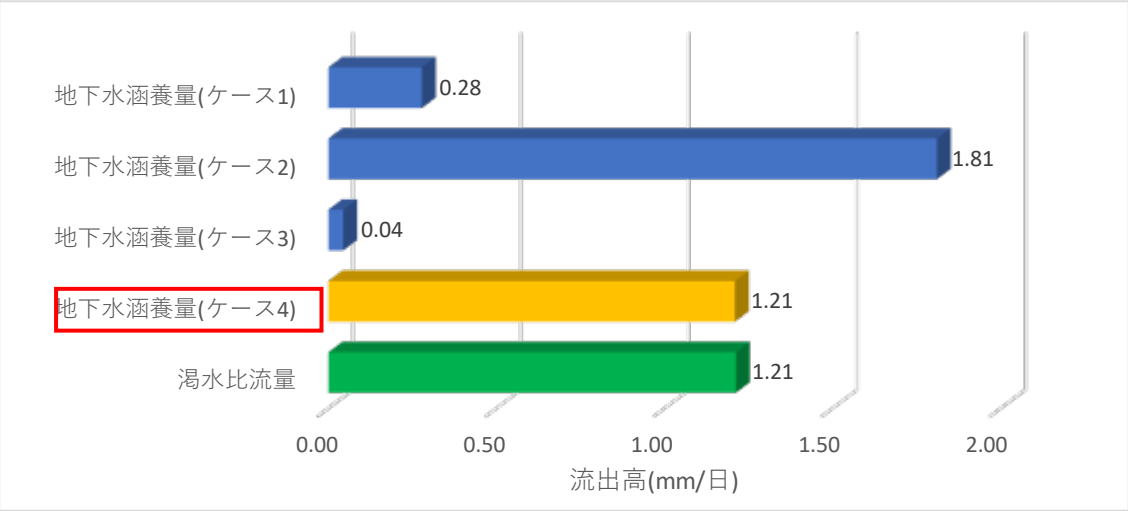


図 5-290　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（TH-18 : Joban coastal lowland）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

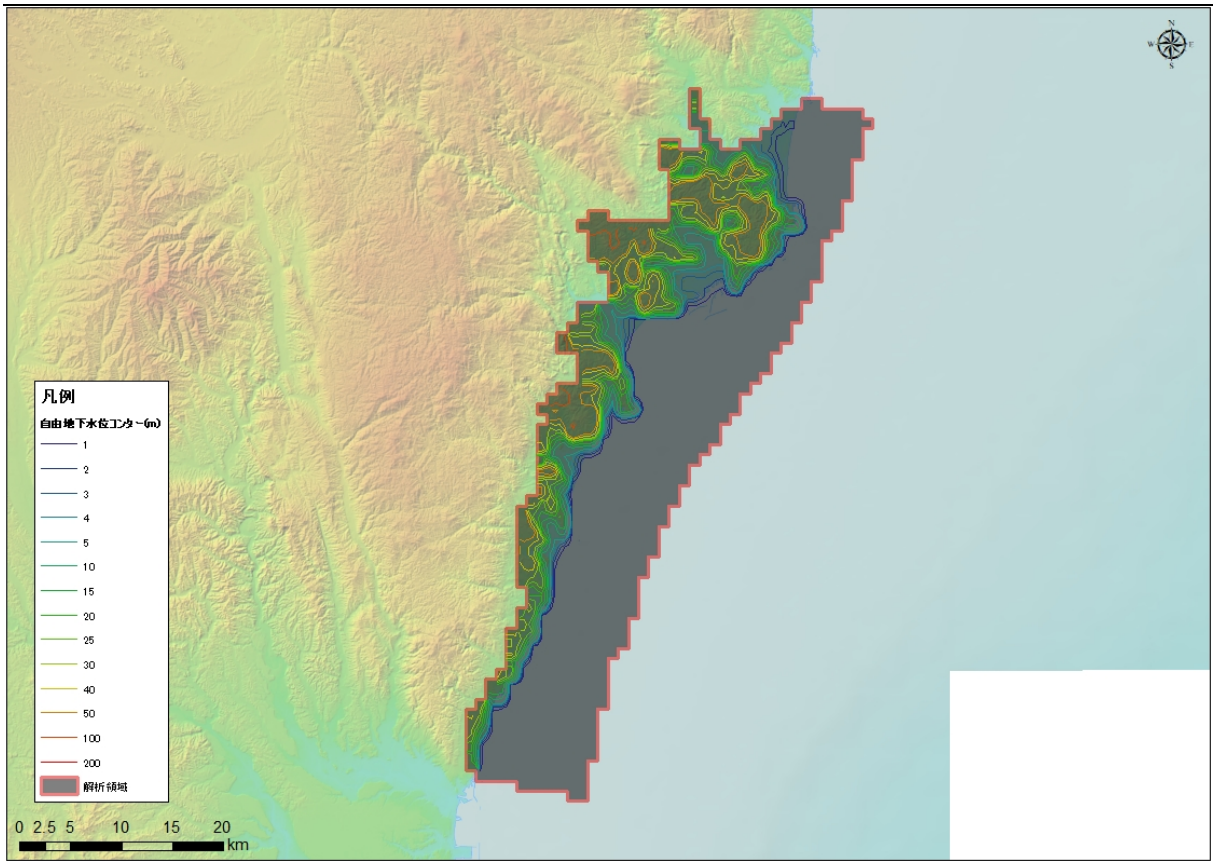


図 5-291　地下水位等高線図（TH-18 : Joban coastal lowland）

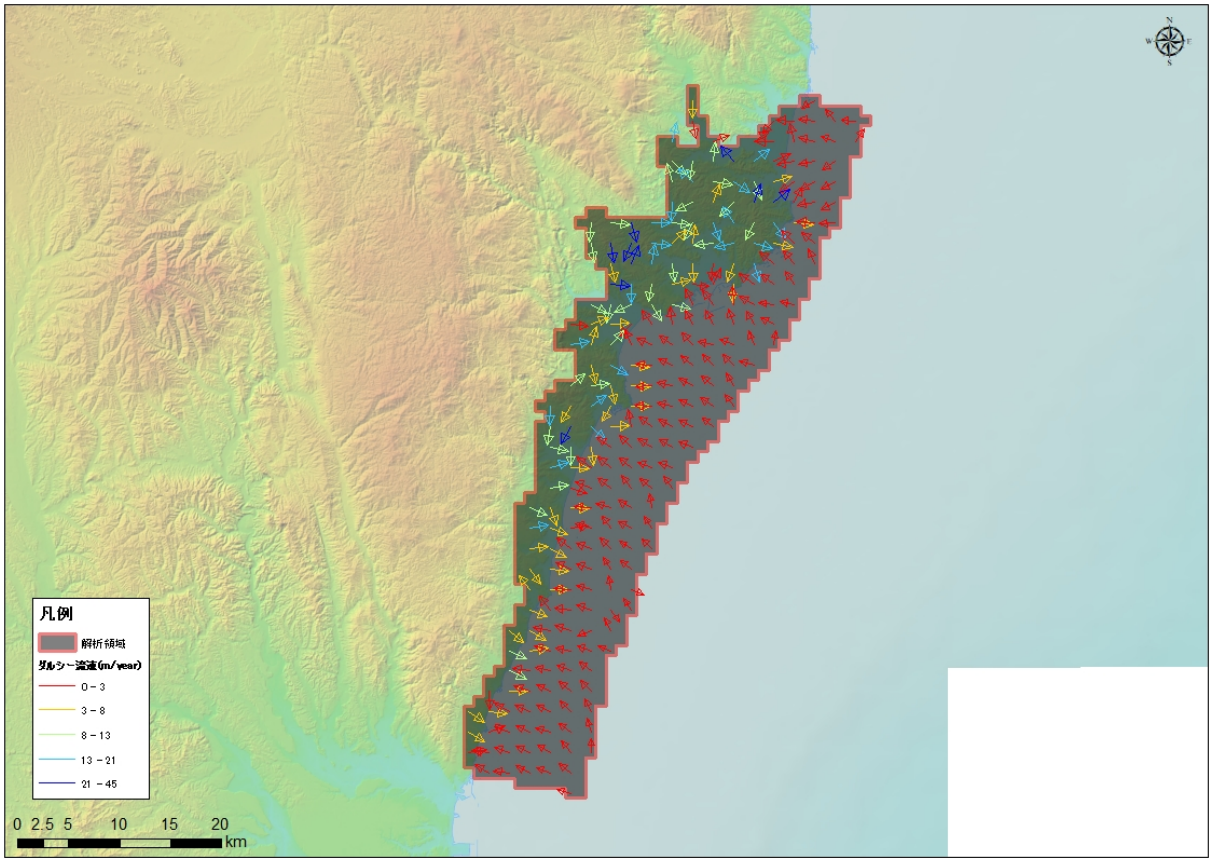


図 5-292　流速ベクトル図（TH-18 : Joban coastal lowland）

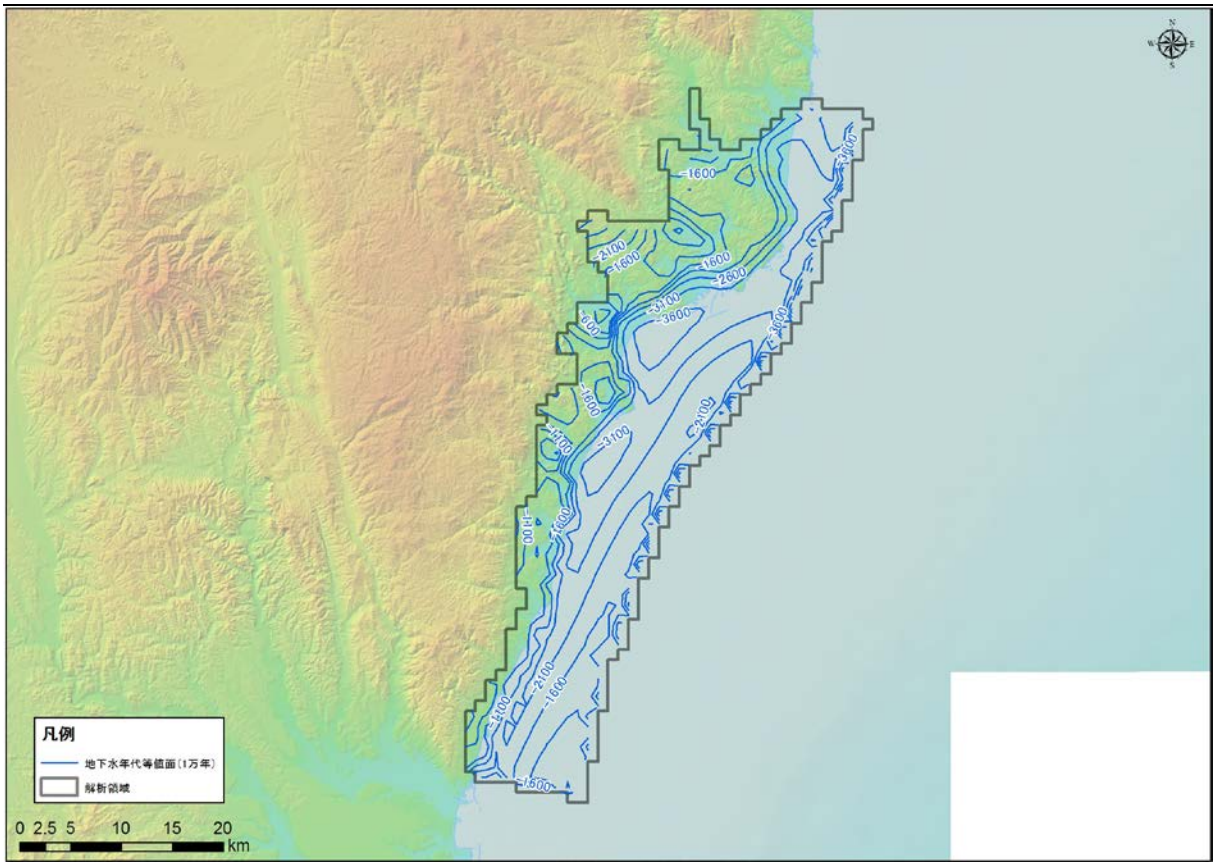


図 5-293　地下水年代（1 万年）等値面図（TH-18 : Joban coastal lowland）

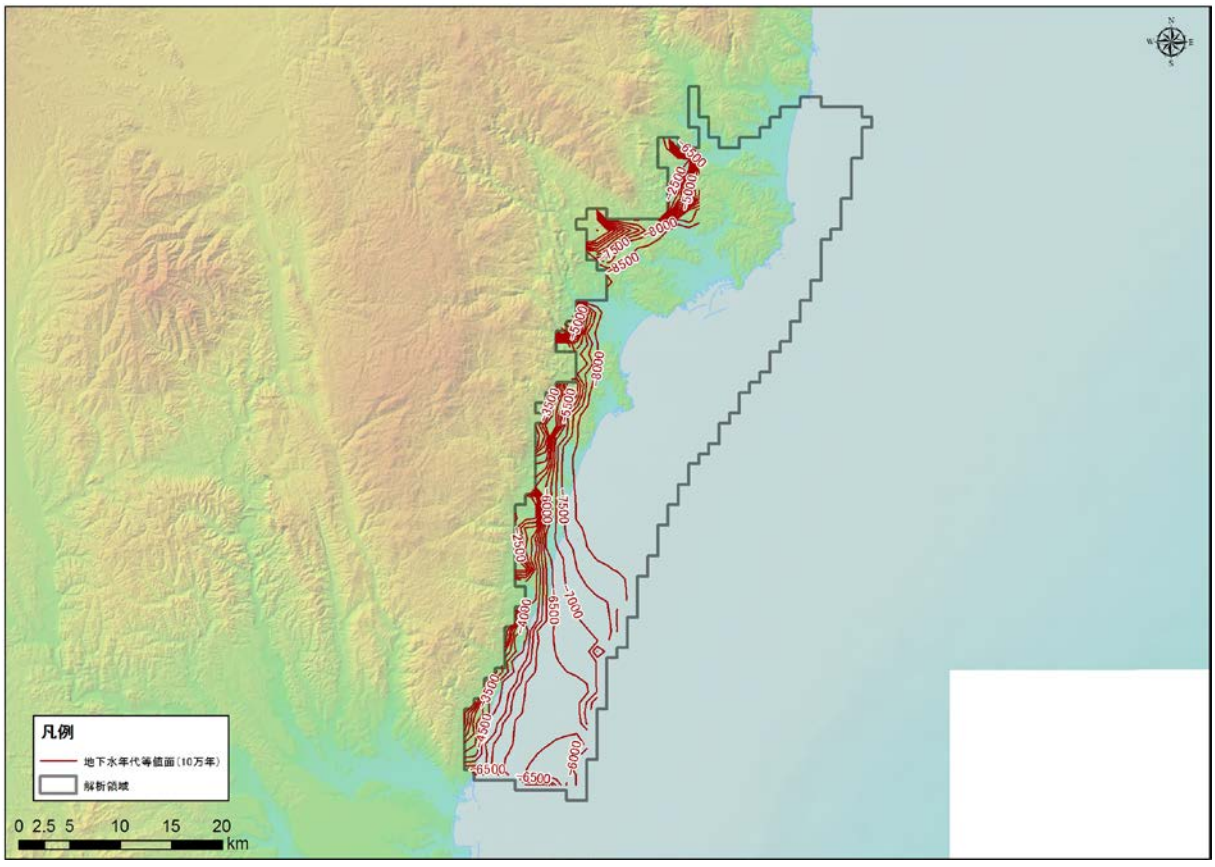


図 5-294　地下水年代（10 万年）等値面図（TH-18 : Joban coastal lowland）

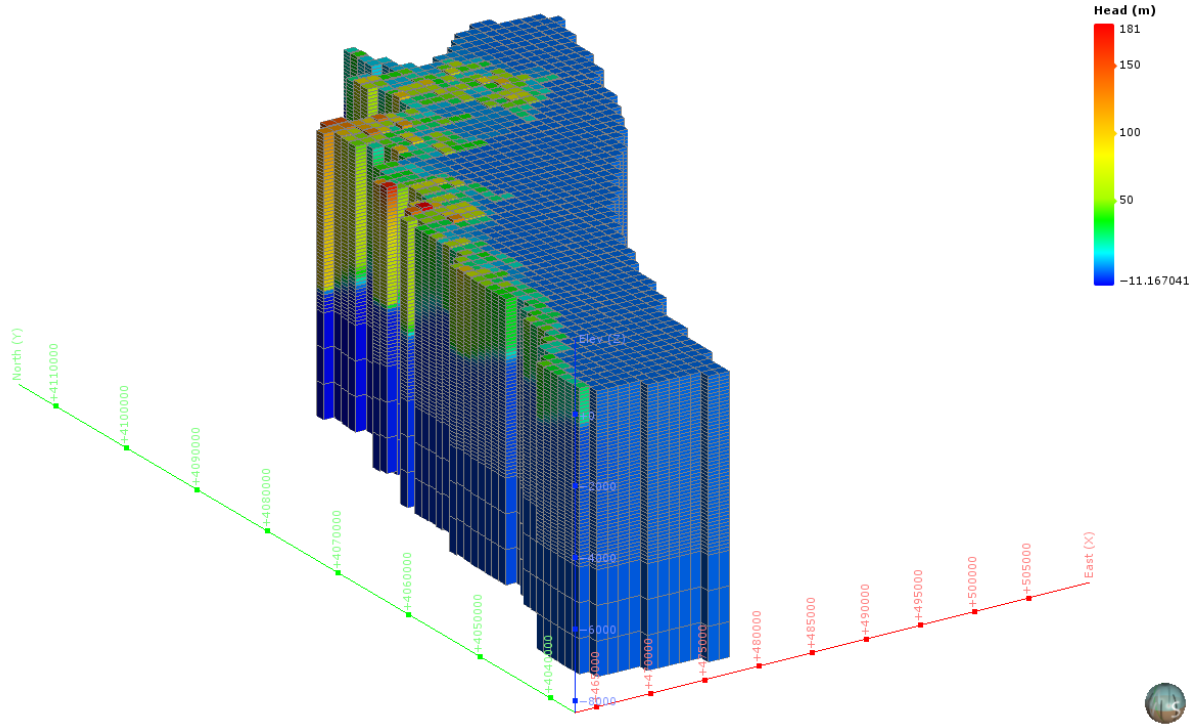


図 5-295　地下水ポテンシャル三次元分布図（TH-18 : Joban coastal lowland）

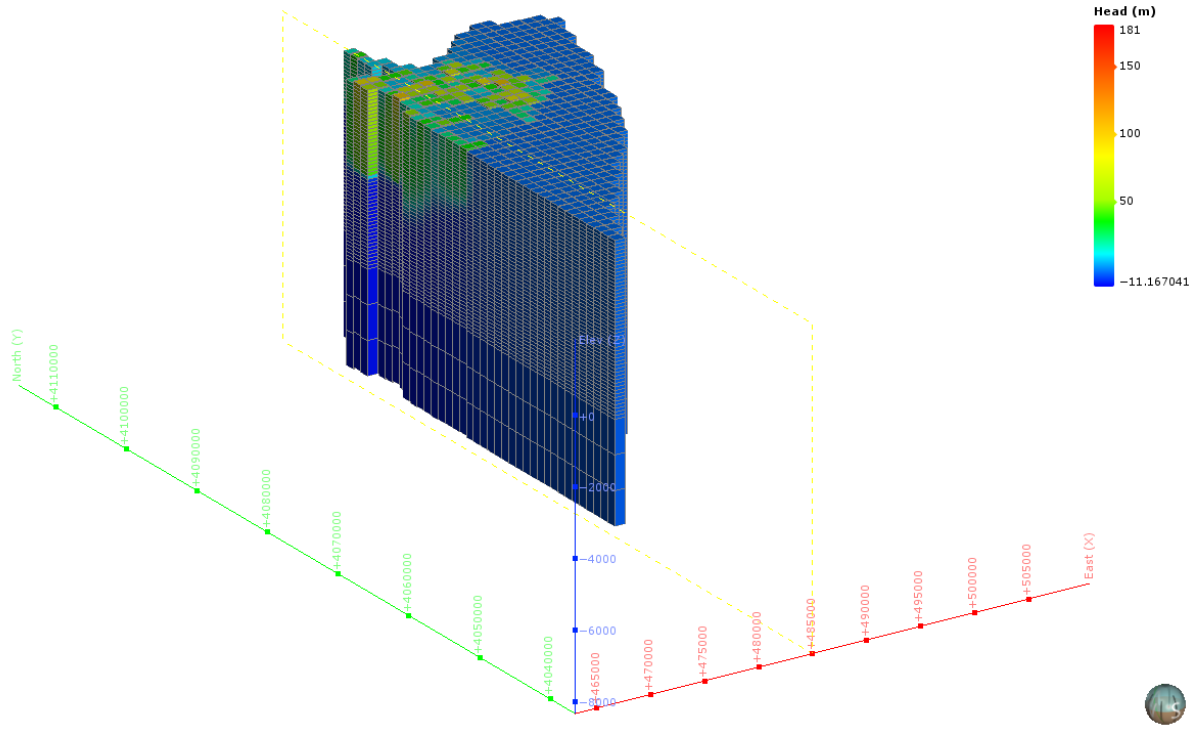


図 5-296　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（TH-18 : Joban coastal lowland）

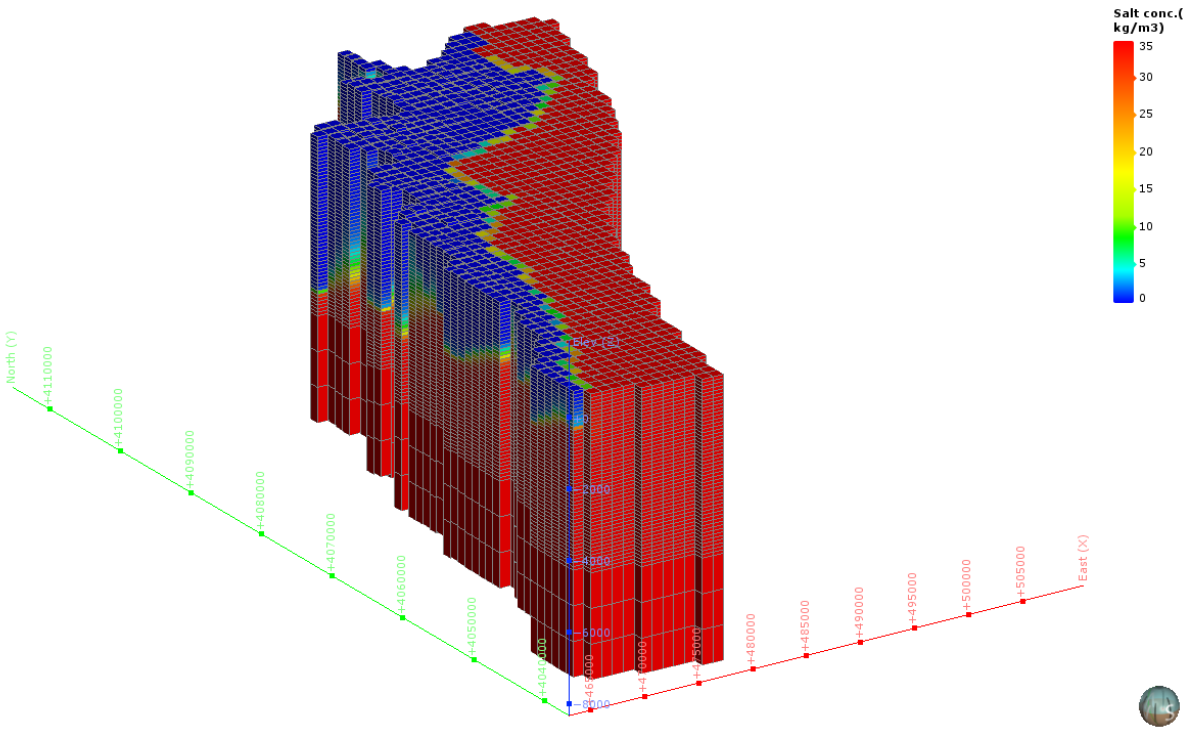


図 5-297　塩濃度三次元分布図（TH-18 : Joban coastal lowland）

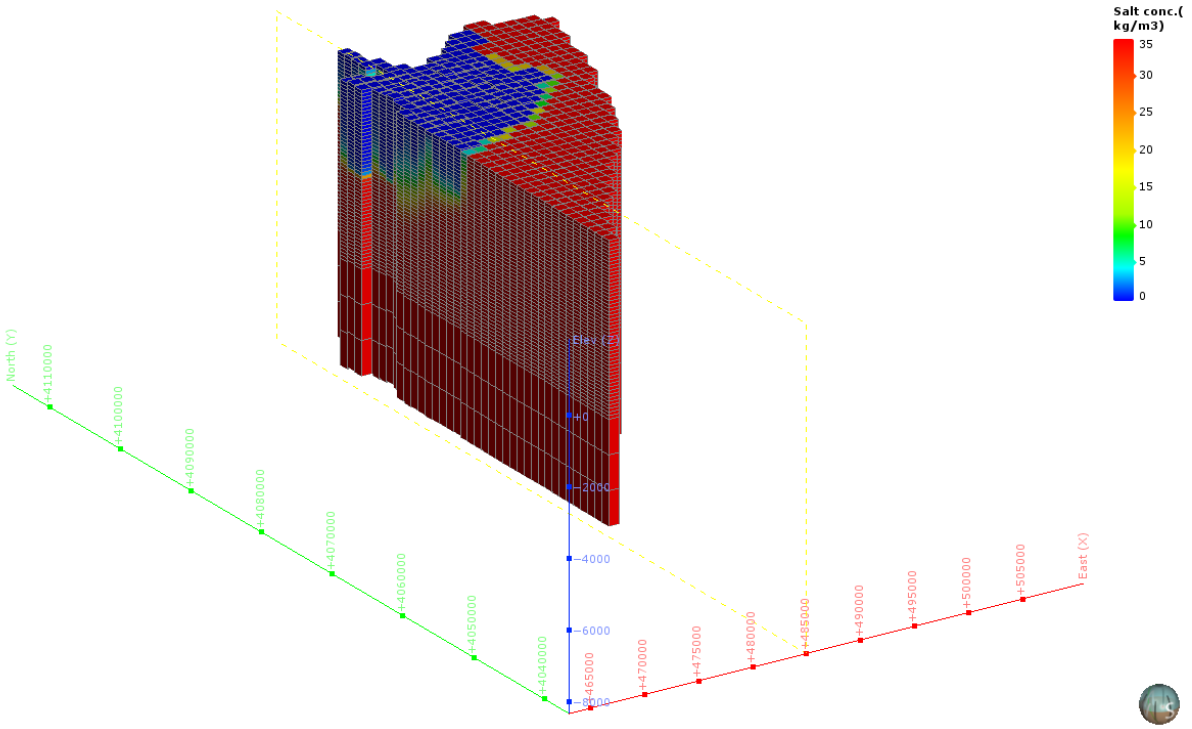


図 5-298　塩濃度三次元分布図（分割図）（TH-18 : Joban coastal lowland）

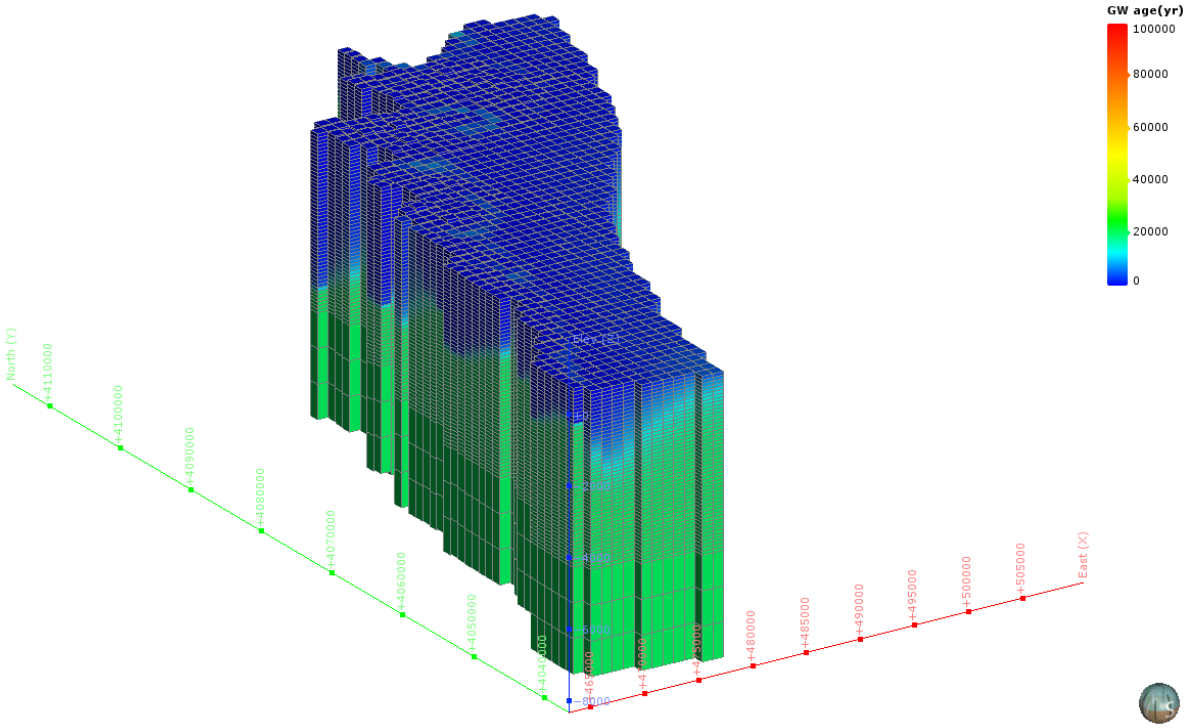


図 5-299　地下水年代三次元分布図（TH-18 : Joban coastal lowland）

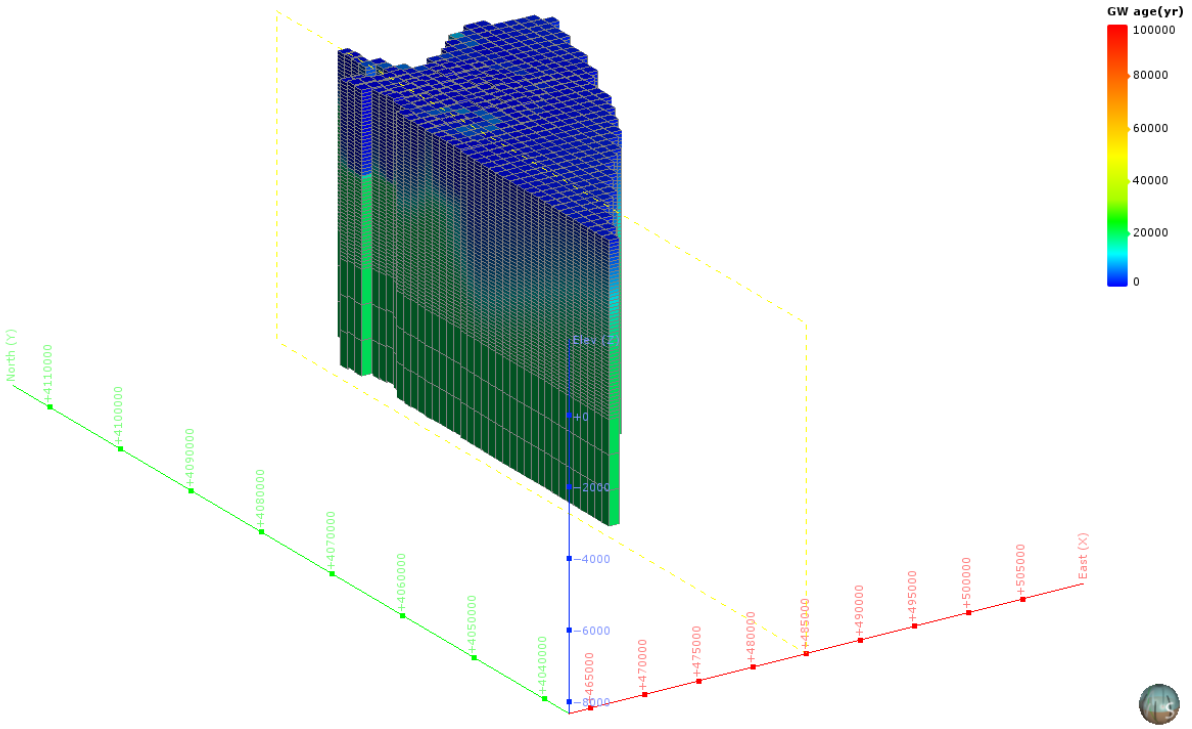


図 5-300　地下水年代三次元分布図（分割図）（TH-18 : Joban coastal lowland）

（23） KA-1：Kanto plain

1） **解析領域**

KA-1：Kanto plain 領域を包括し、海域約 50km を拡張して、解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、15,972km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、千葉県・神奈川県・東京都・埼玉県・栃木県である。

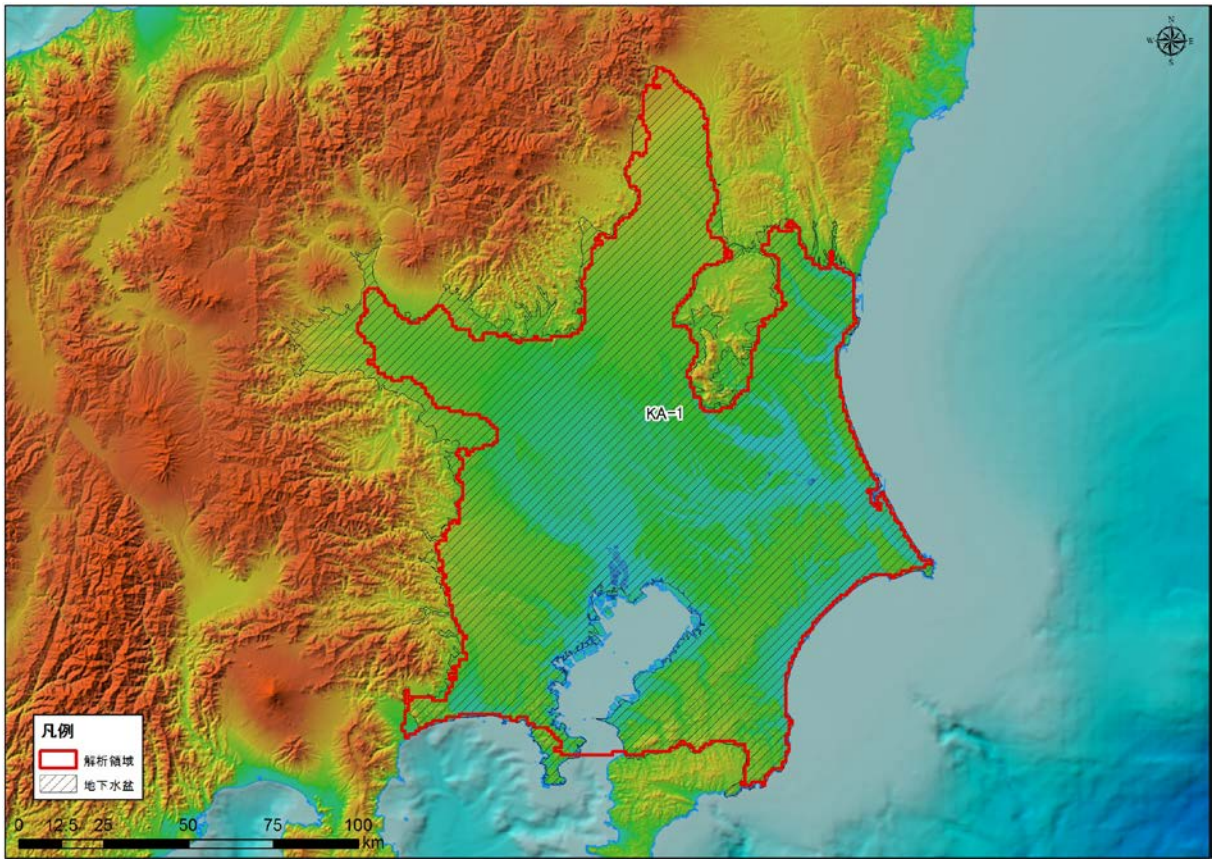


図 5-301 解析領域（KA-1：Kanto plain）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 169、Y 方向に 211、Z 方向に 30 で分割され、Active Cell 数は、178,949 となった。本領域内は、H，Q3，Q2，Q1，N3，N2，N1，PreN1 で構成される。

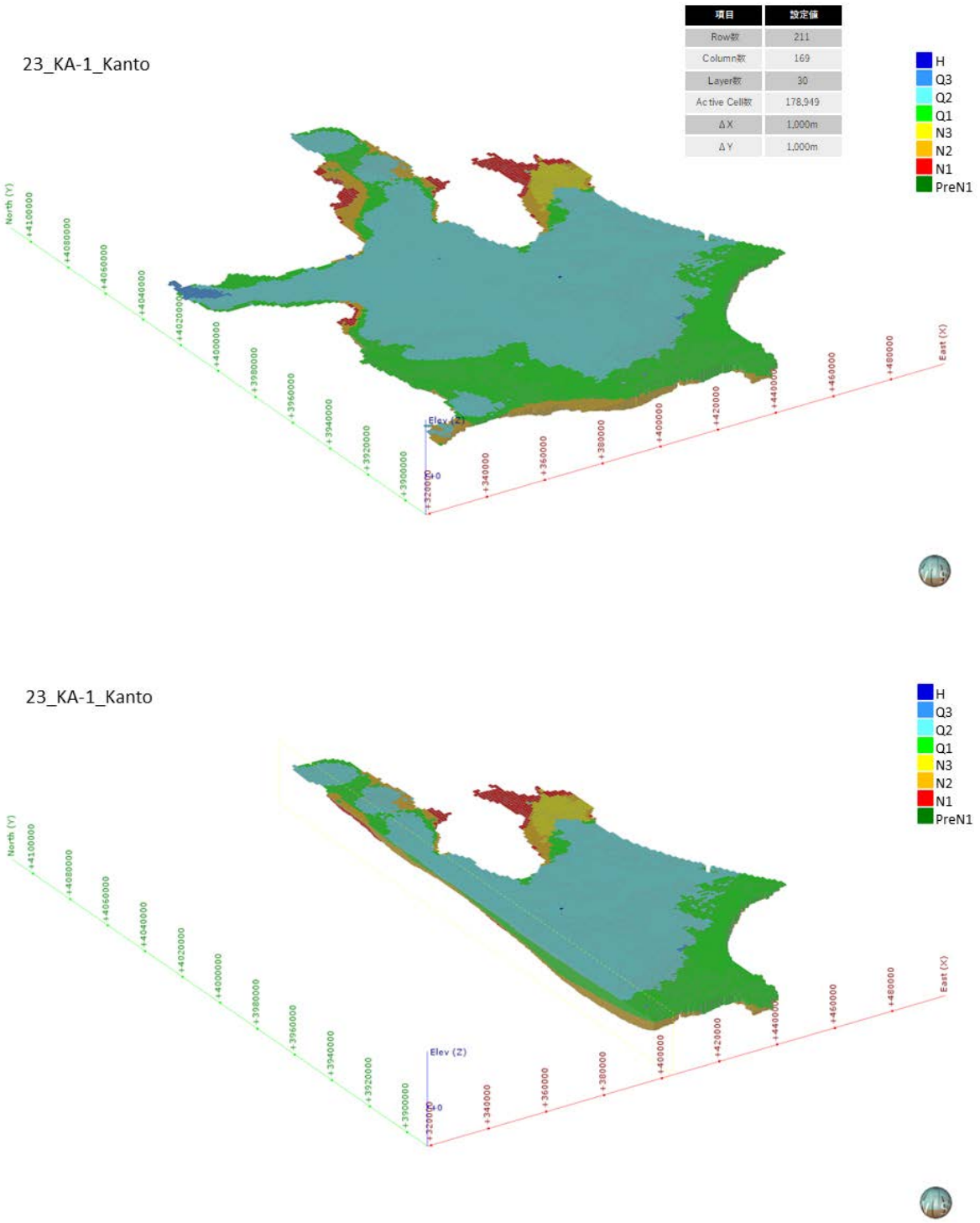


図 5-302　グリッド分割状況（KA-1 : Kanto plain）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=15,061）と海域セル（N=911）の設定位置図を図 5-303 に示す。

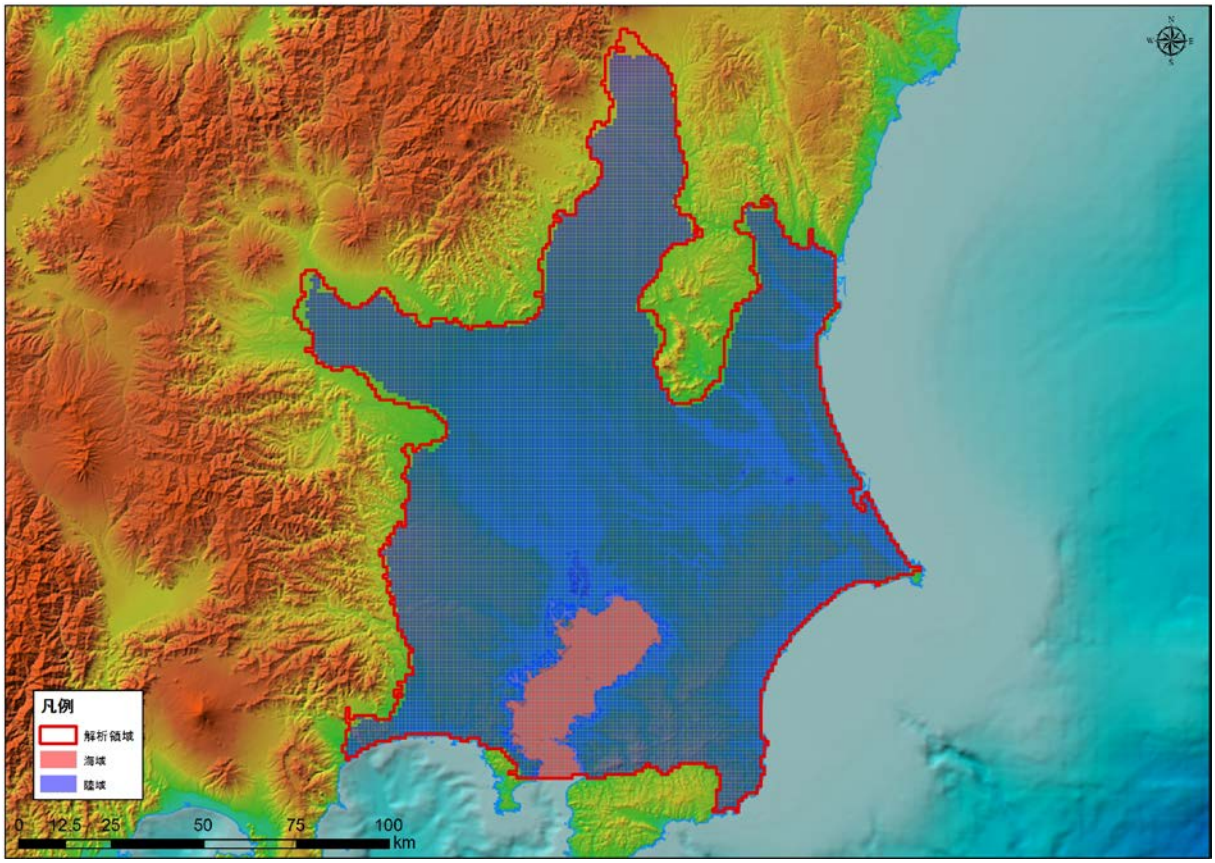


図 5-303　境界条件（KA-1 : Kanto plain）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×2.3 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 0.76 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 0.77 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-26　検討ケース（KA-1 : Kanto plain）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 2.3
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	6.78E+00
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	3.55E+00
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	7.84E-01
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	1.91E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	1.29E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	9.92E-02
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	6.22E-02
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	3.96E-02
モデル内の涵養量（mm/日）	0.32	6.49	0.02	0.76

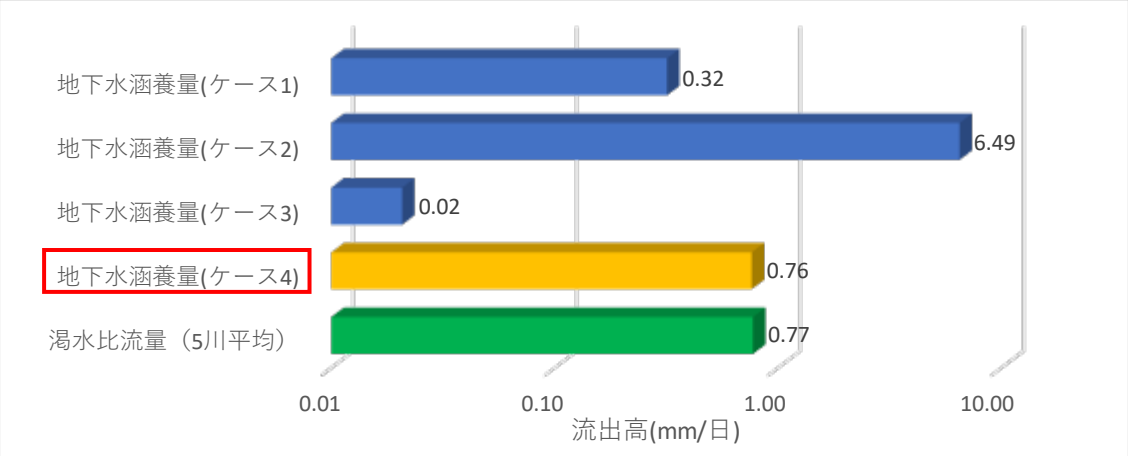


図 5-304　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（KA-1 : Kanto plain）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

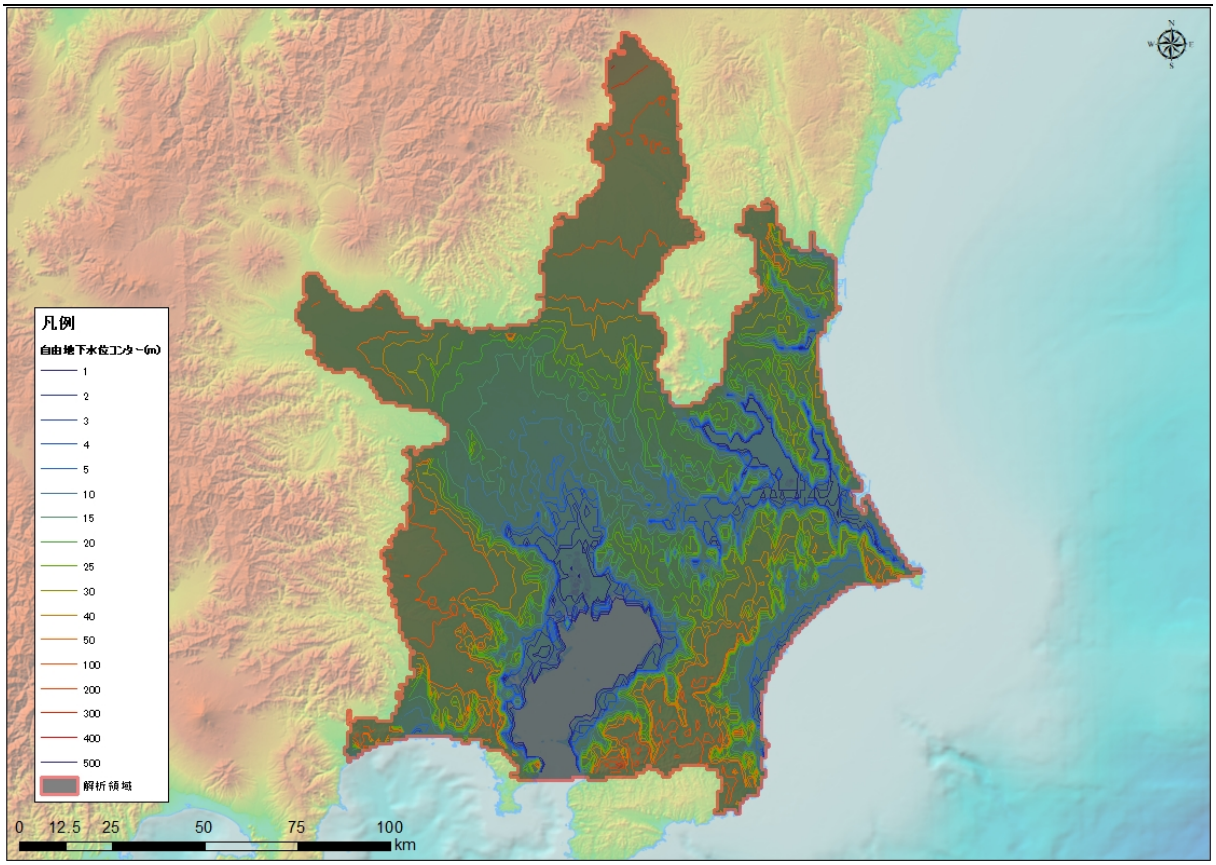


図 5-305　地下水位等高線図（KA-1 : Kanto plain）

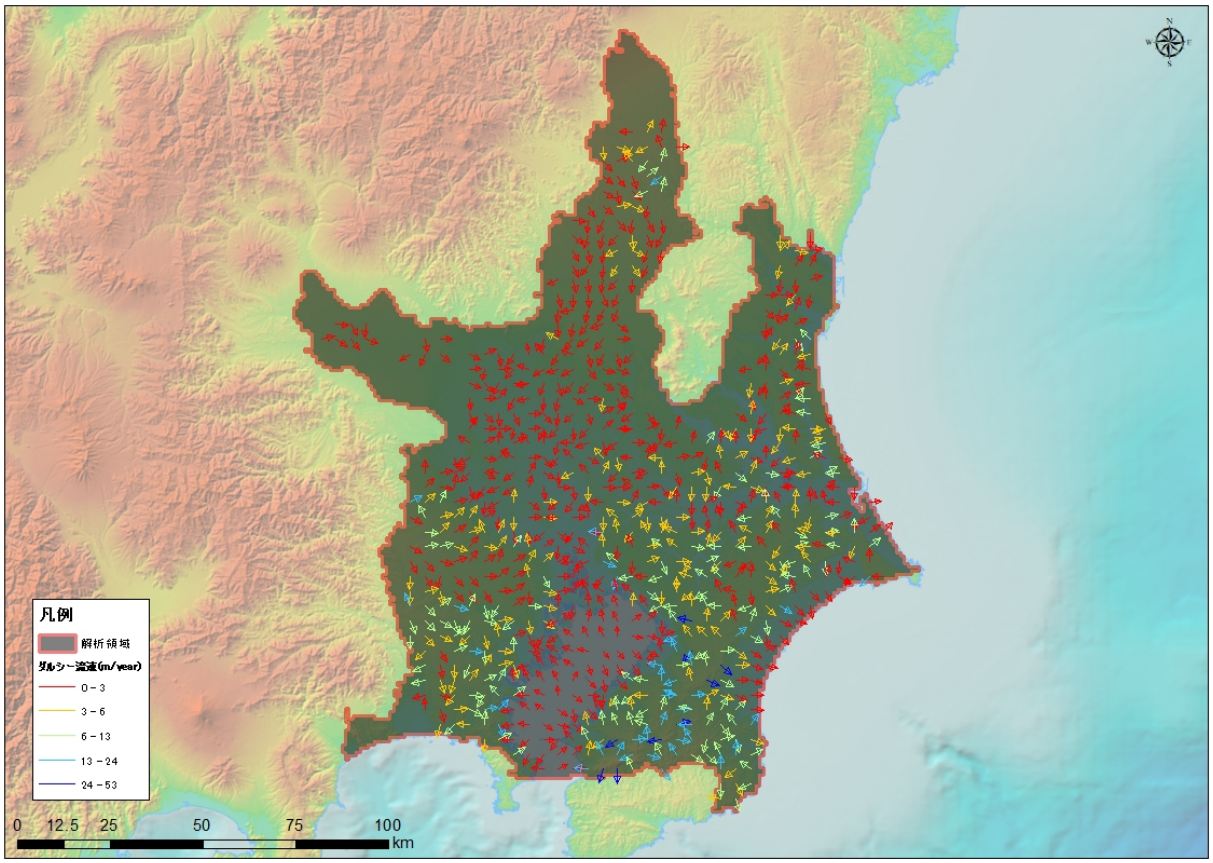


図 5-306　流速ベクトル図（KA-1 : Kanto plain）

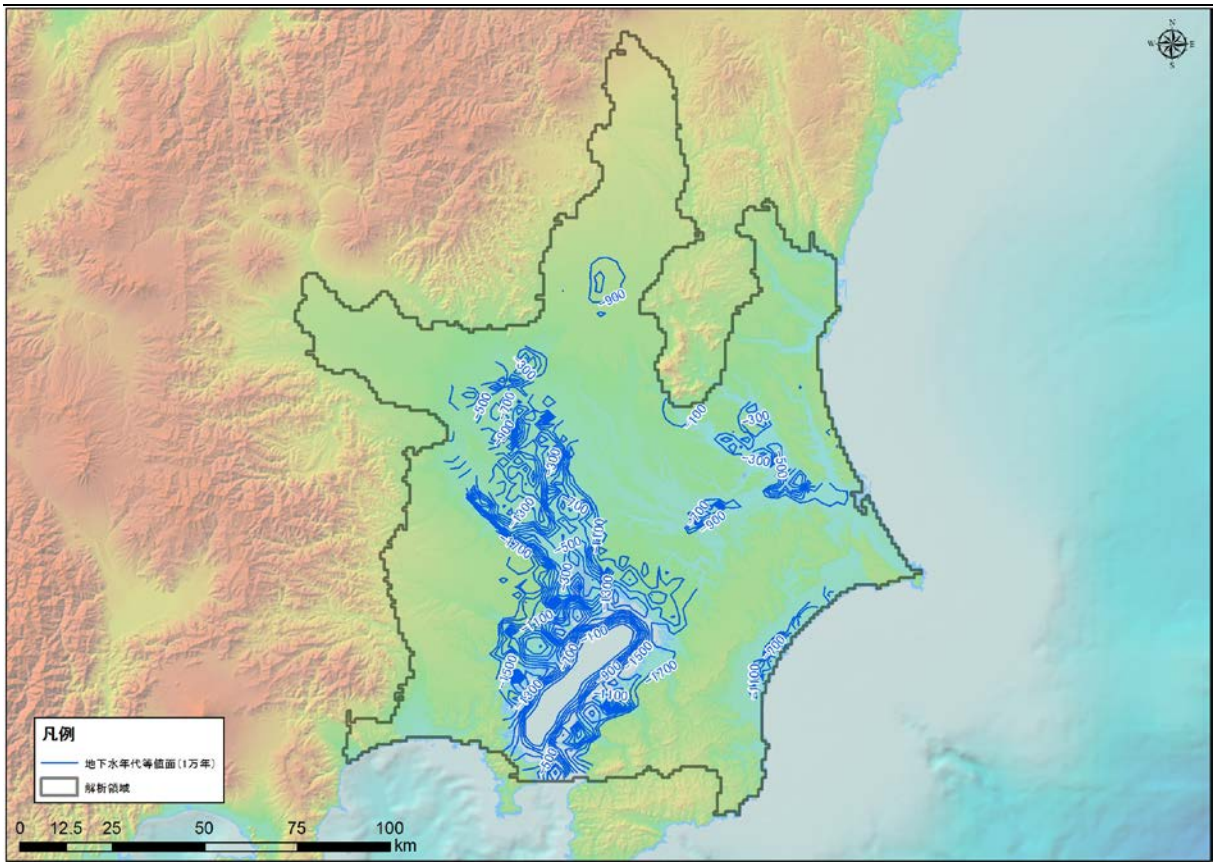


図 5-307　地下水年代（1 万年）等値面図（KA-1 : Kanto plain）

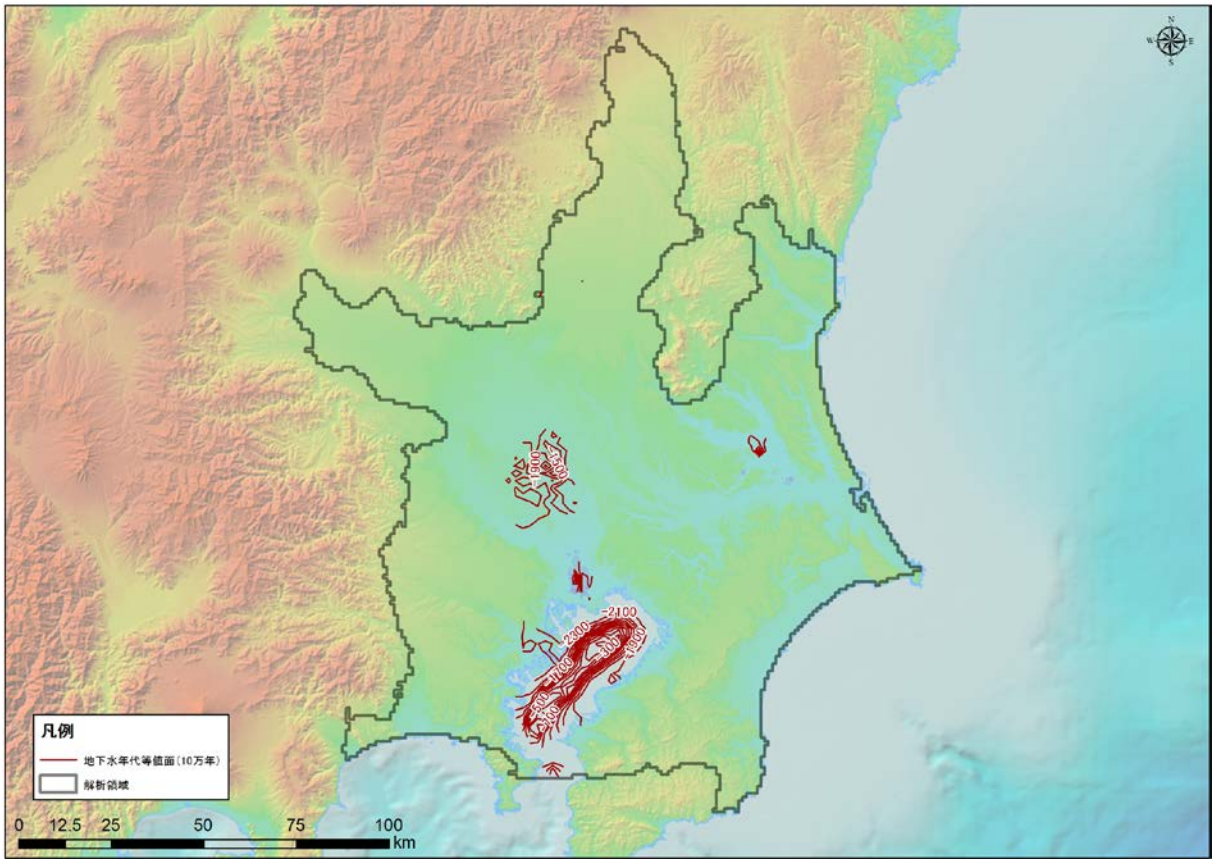


図 5-308　地下水年代（10 万年）等値面図（KA-1 : Kanto plain）

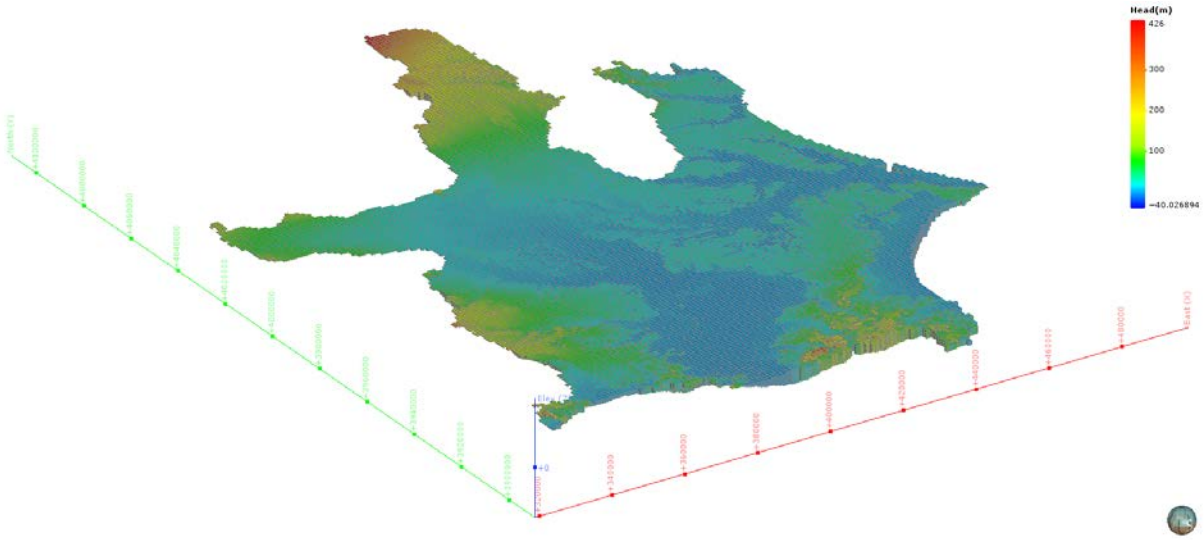


図 5-309　地下水ポテンシャル三次元分布図（KA-1 : Kanto plain）

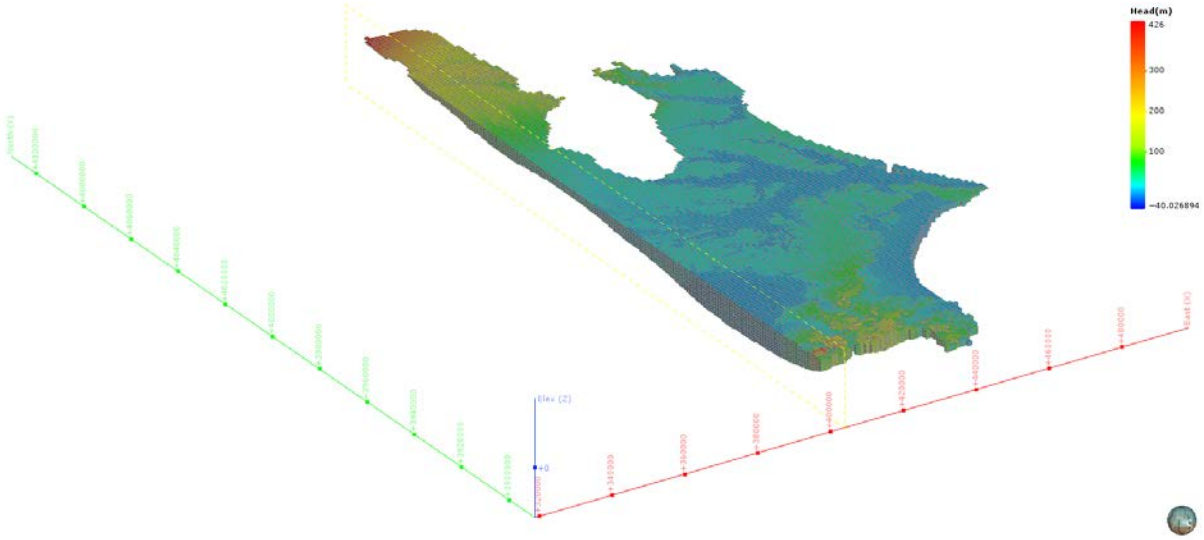


図 5-310　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（KA-1 : Kanto plain）

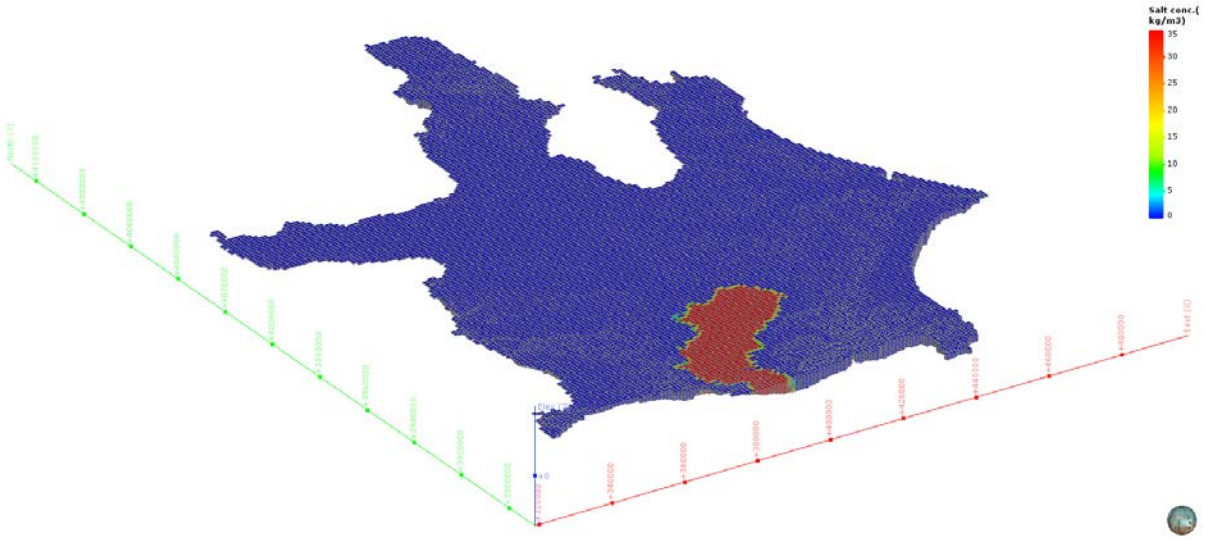


図 5-311　塩濃度三次元分布図（KA-1 : Kanto plain）

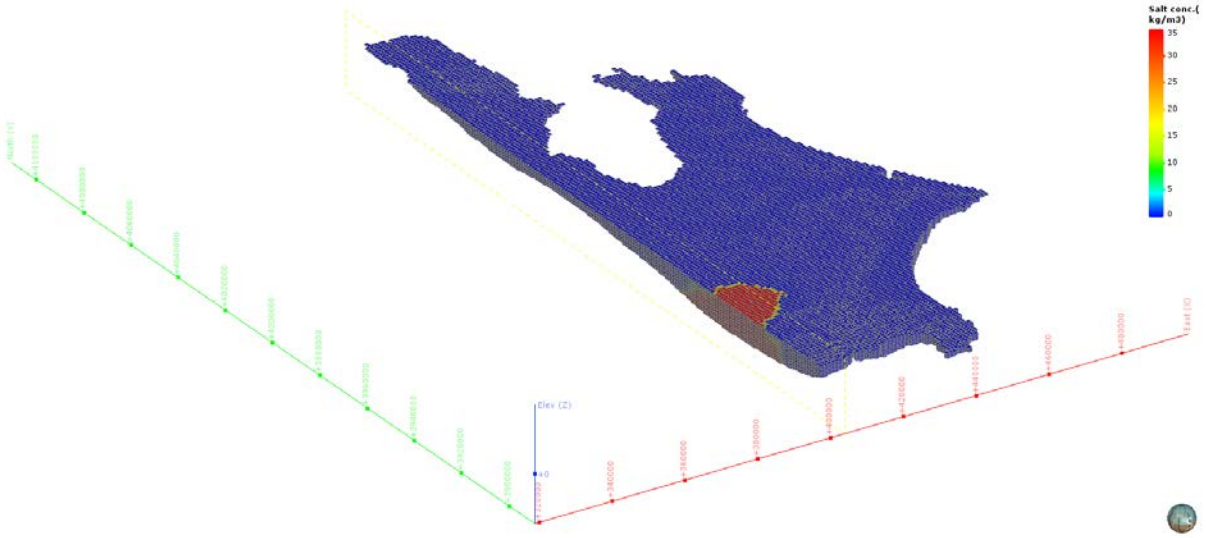


図 5-312　塩濃度三次元分布図（分割図）（KA-1 : Kanto plain）

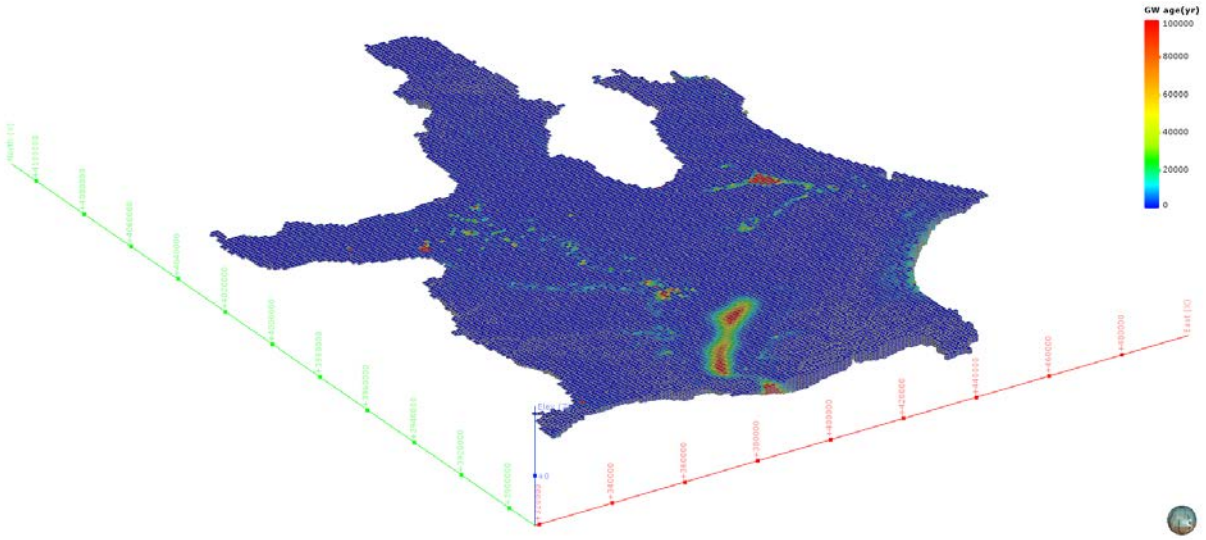


図 5-313　地下水年代三次元分布図（KA-1 : Kanto plain）

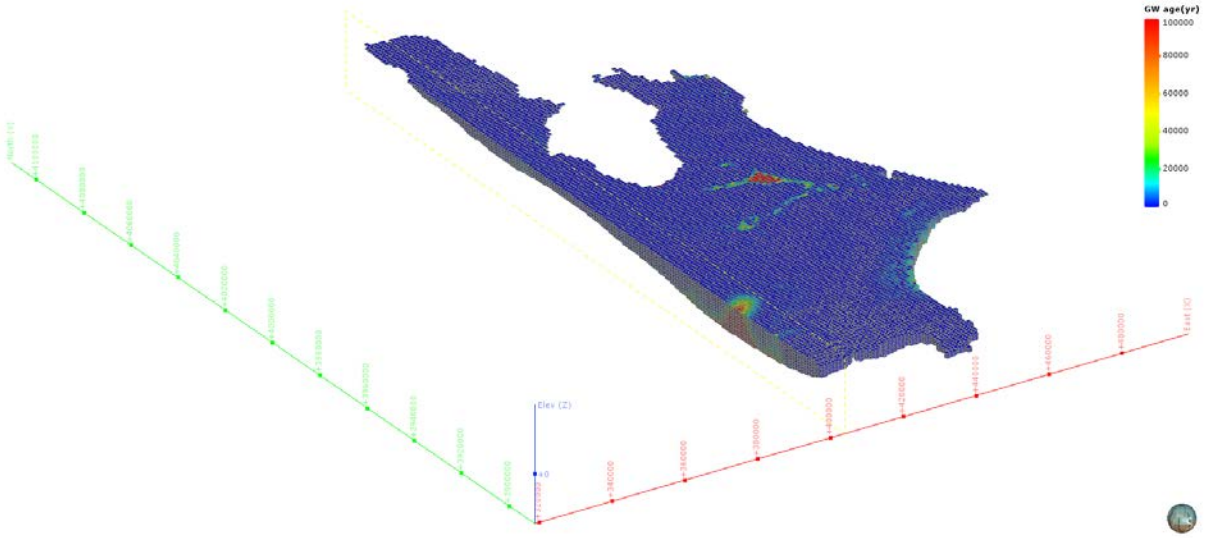


図 5-314　地下水年代三次元分布図（分割図）（KA-1 : Kanto plain）

（24） CB-1：Echigo plain

1） **解析領域**

CB-1：Echigo plain 領域を包括し、海域約 25km を拡張して、解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、3,469km^2 となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、新潟県新潟市である。

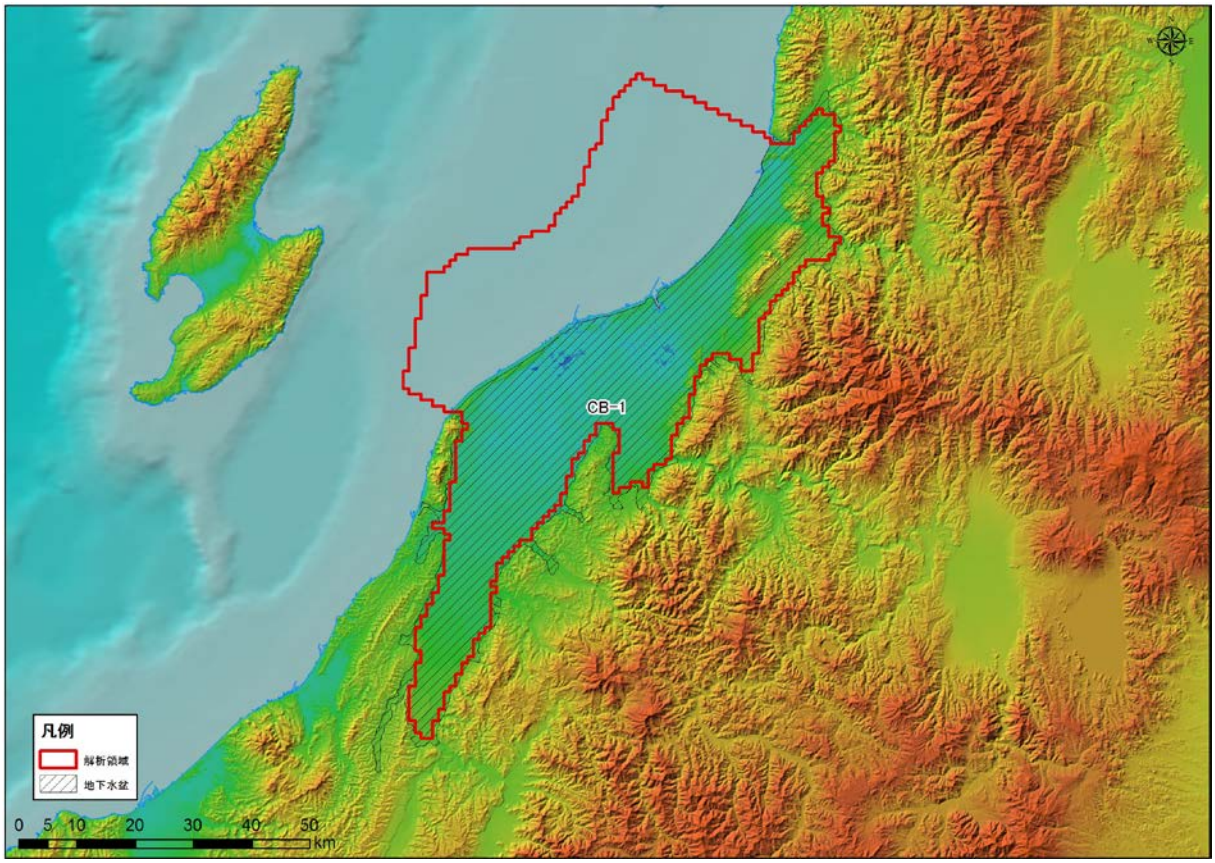


図 5-315 解析領域（CB-1 : Echigo plain）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 82、Y 方向に 121、Z 方向に 67 で分割され、Active Cell 数は、232,423 となった。本領域内は、H，Q3，Q2，Q1，N3，N2，N1，PreN1 で構成される。

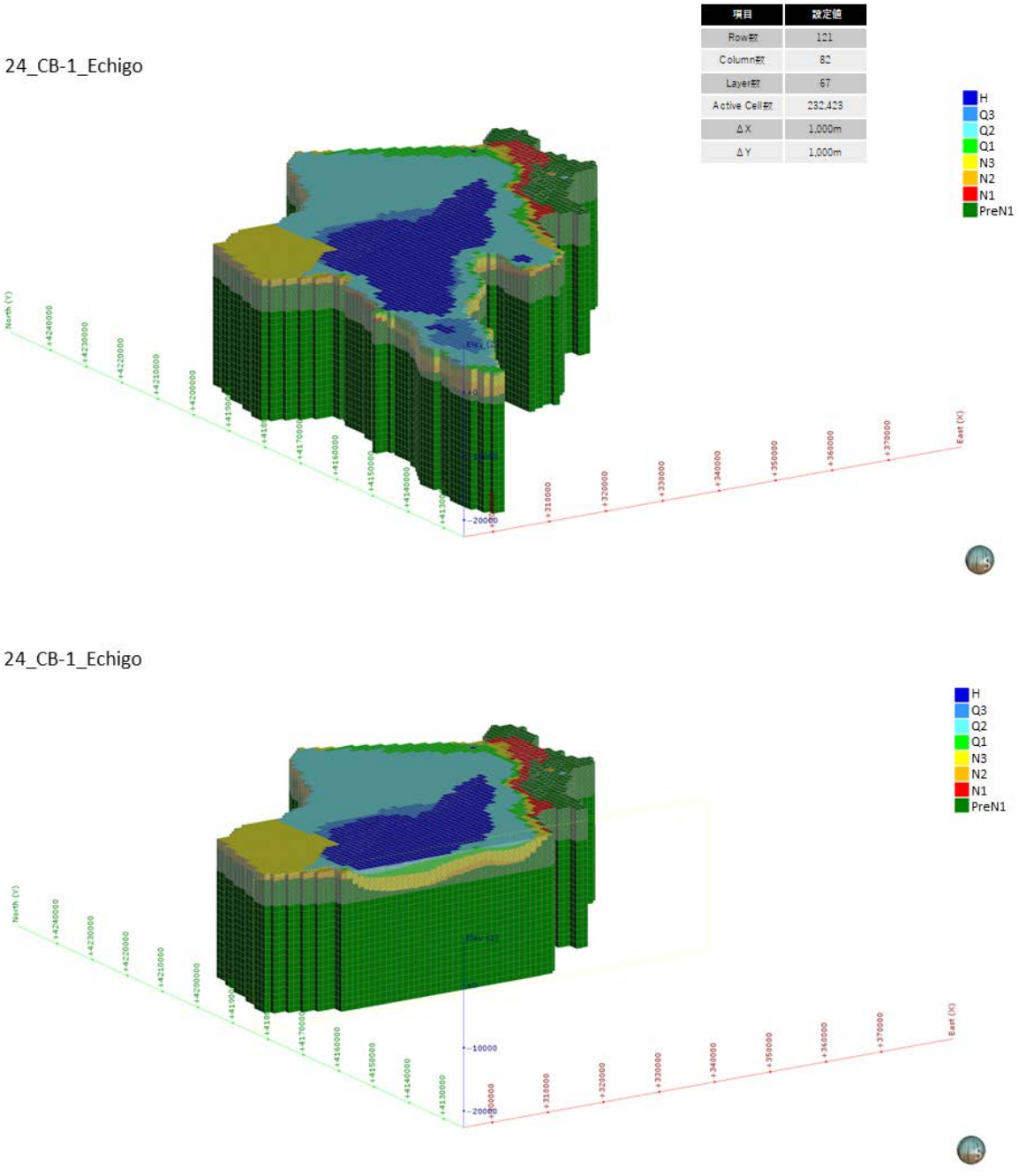


図 5-316　グリッド分割状況（CB-1 : Echigo plain）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=1,976）と海域セル（N=1,493）の設定位置図を図 5-317 に示す。

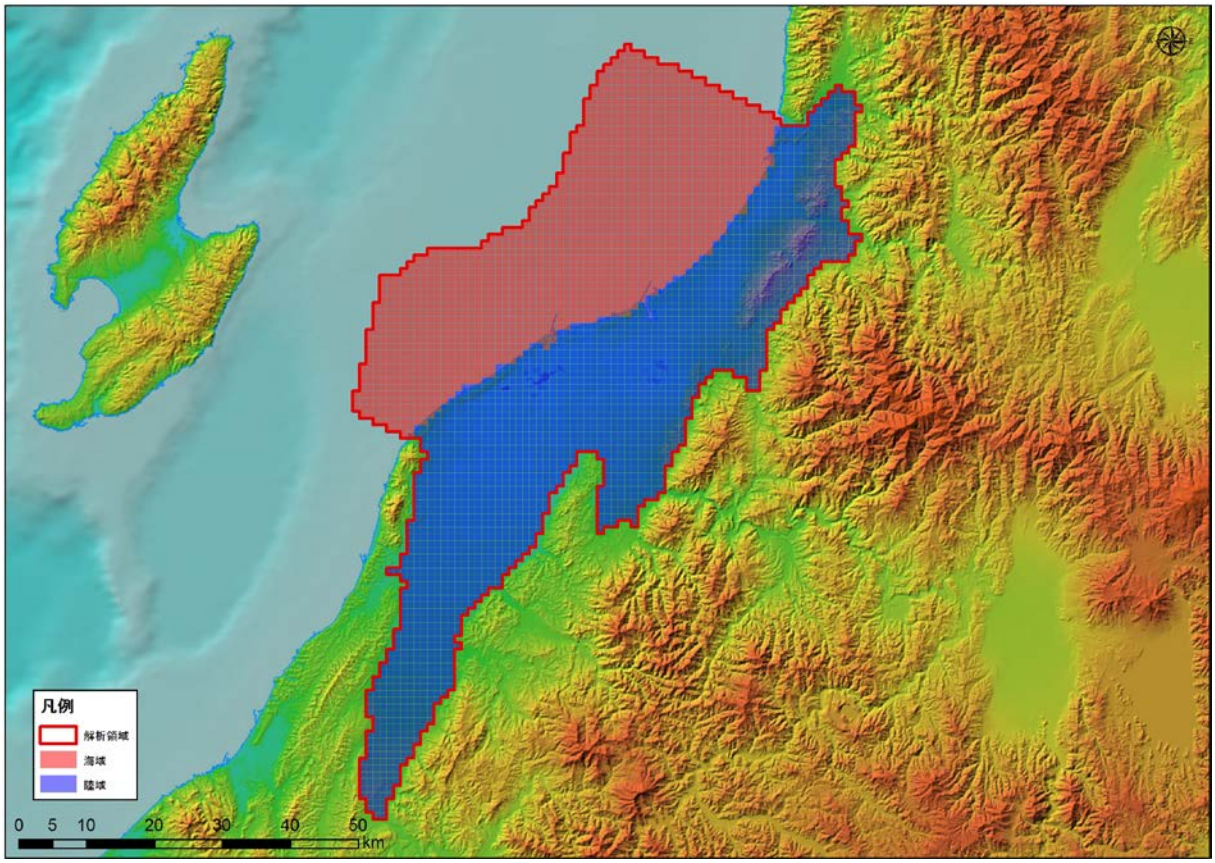


図 5-317　境界条件（CB-1 : Echigo plain ）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×4.8 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 1.65 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 1.65 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-27　検討ケース（CB-1 : Echigo plain）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 4.8
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	1.42E+01
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	7.42E+00
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	1.64E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	3.98E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	2.69E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	2.07E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	1.30E-01
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	8.28E-02
モデル内の涵養量 (mm/日)	0.34	7.74	0.03	1.65

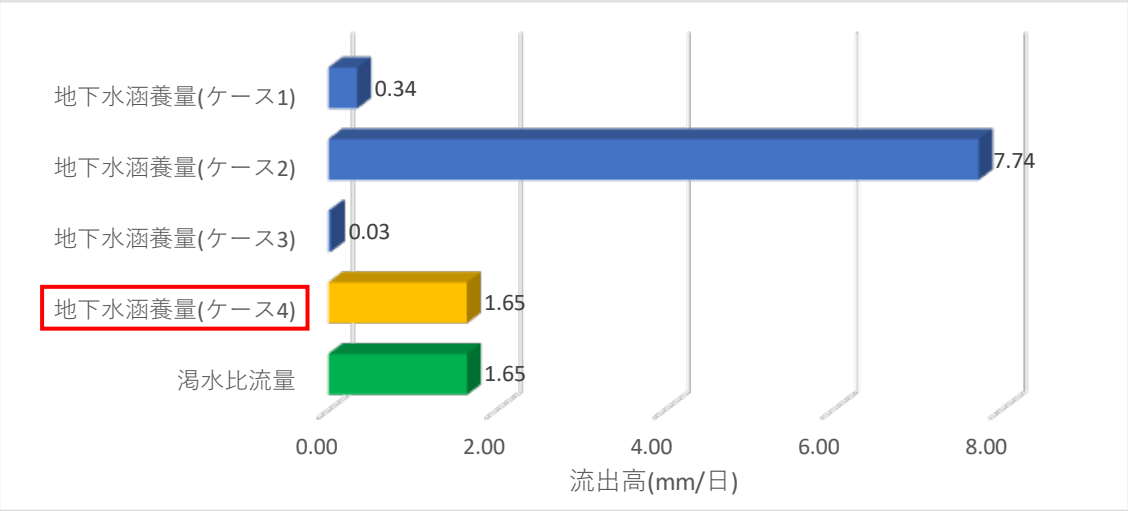


図 5-318　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（CB-1 : Echigo plain）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

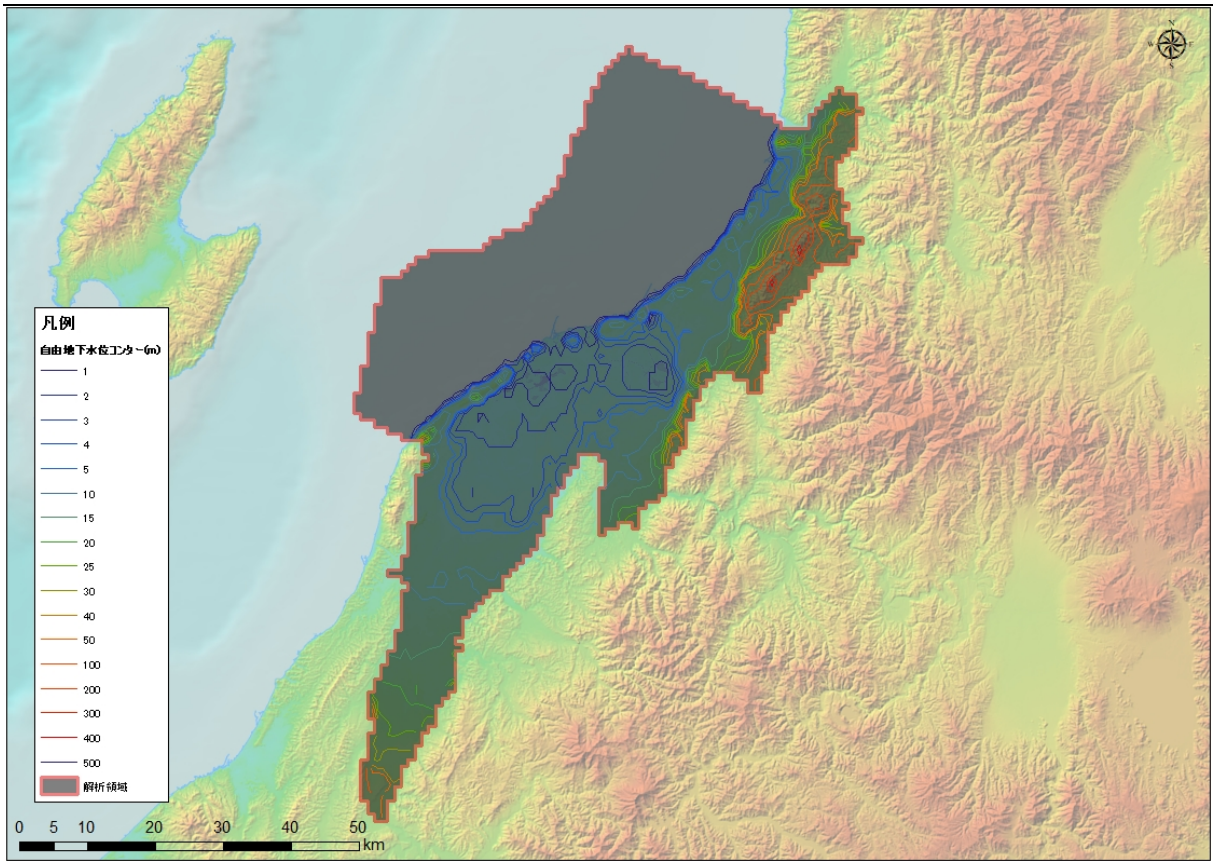


図 5-319　地下水位等高線図（CB-1 : Echigo plain）

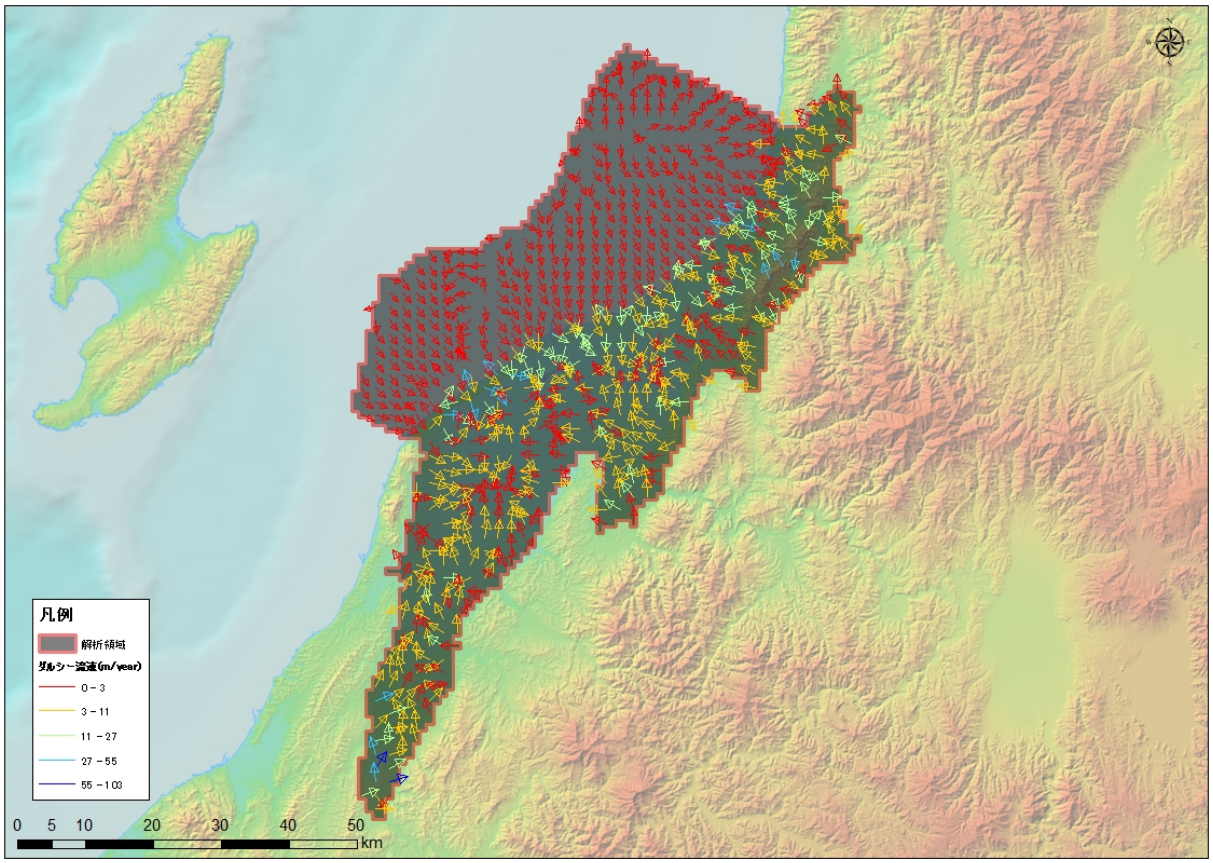


図 5-320　流速ベクトル図（CB-1 : Echigo plain）

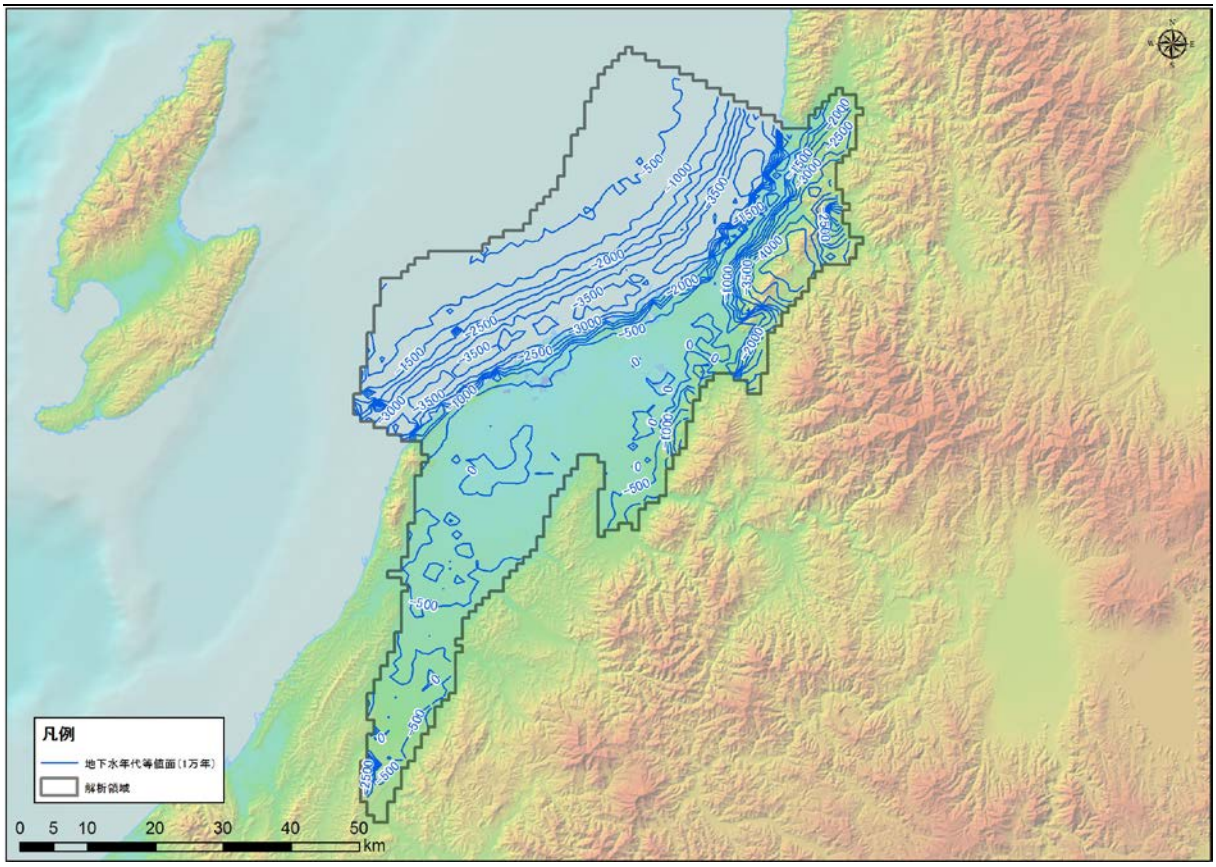


図 5-321　地下水年代（1 万年）等値面図（CB-1 : Echigo plain）

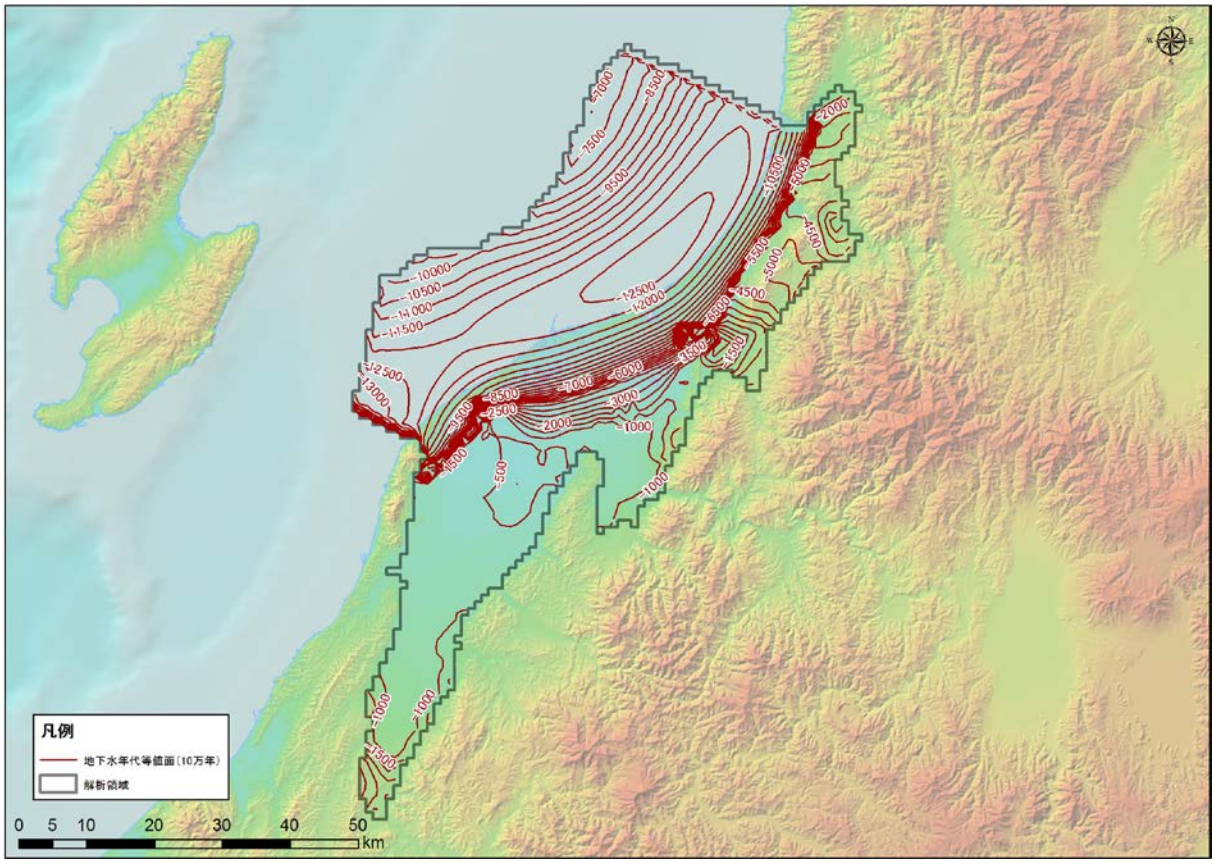


図 5-322　地下水年代（10 万年）等値面図（CB-1 : Echigo plain）

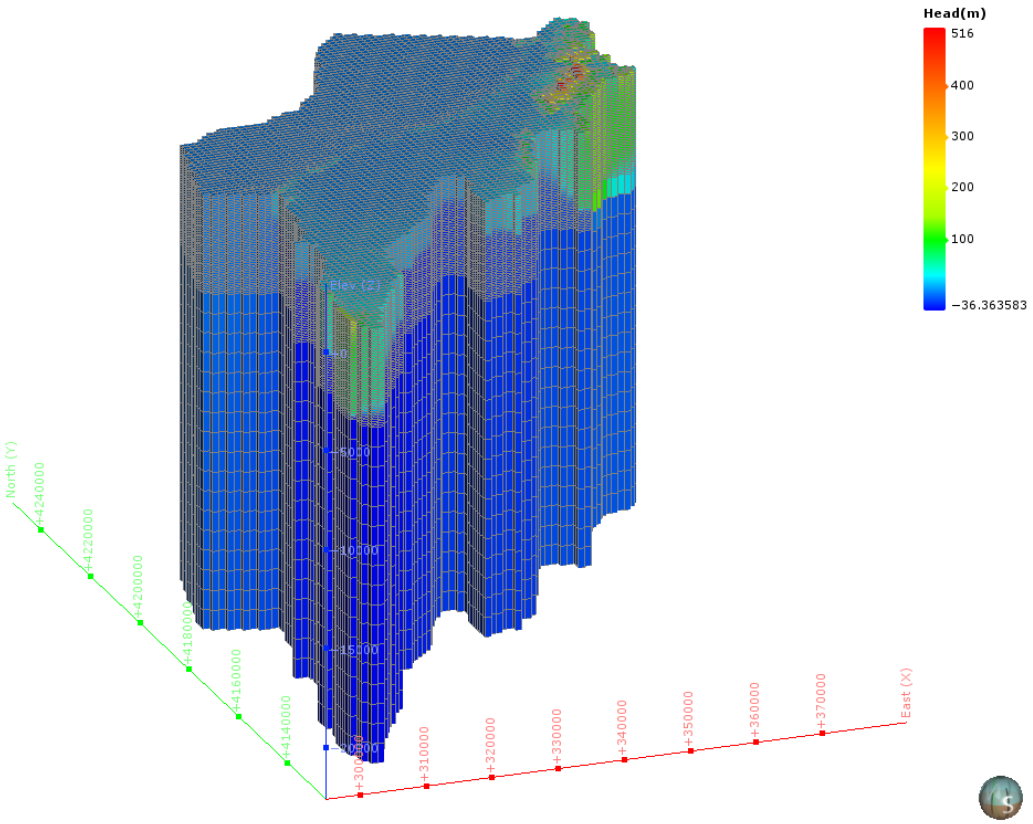


図 5-323　地下水ポテンシャル三次元分布図（CB-1 : Echigo plain）

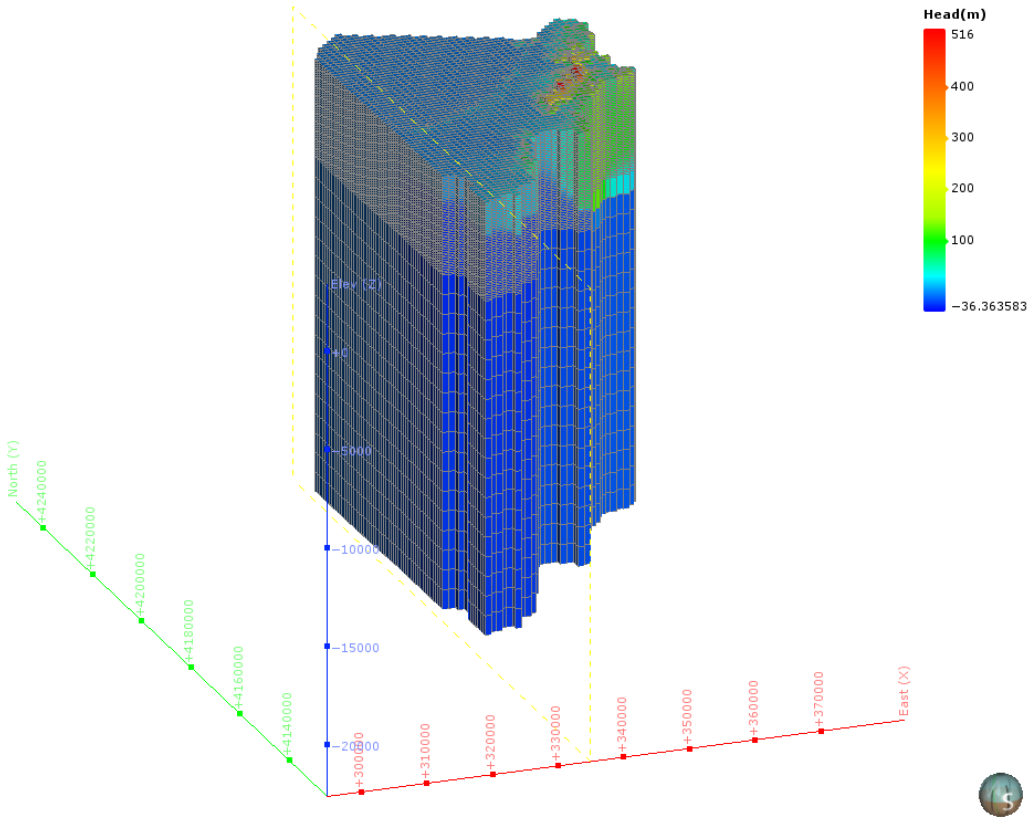


図 5-324　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（CB-1 : Echigo plain）

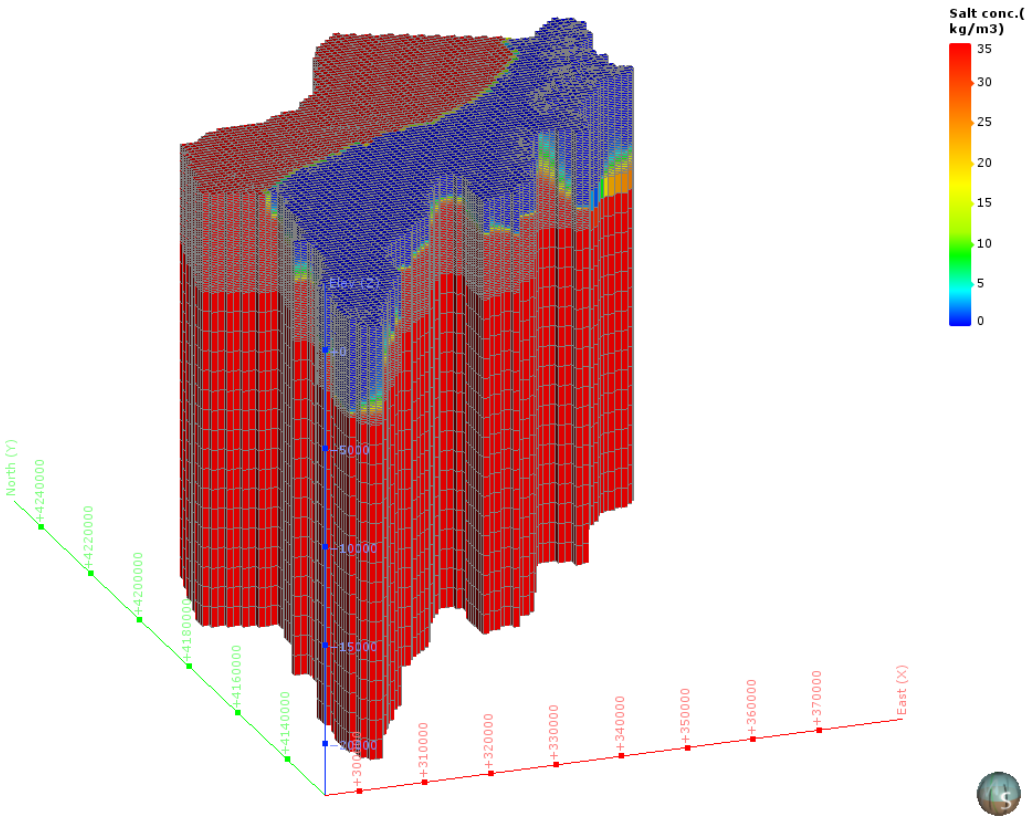


図 5-325　塩濃度三次元分布図（CB-1 : Echigo plain）

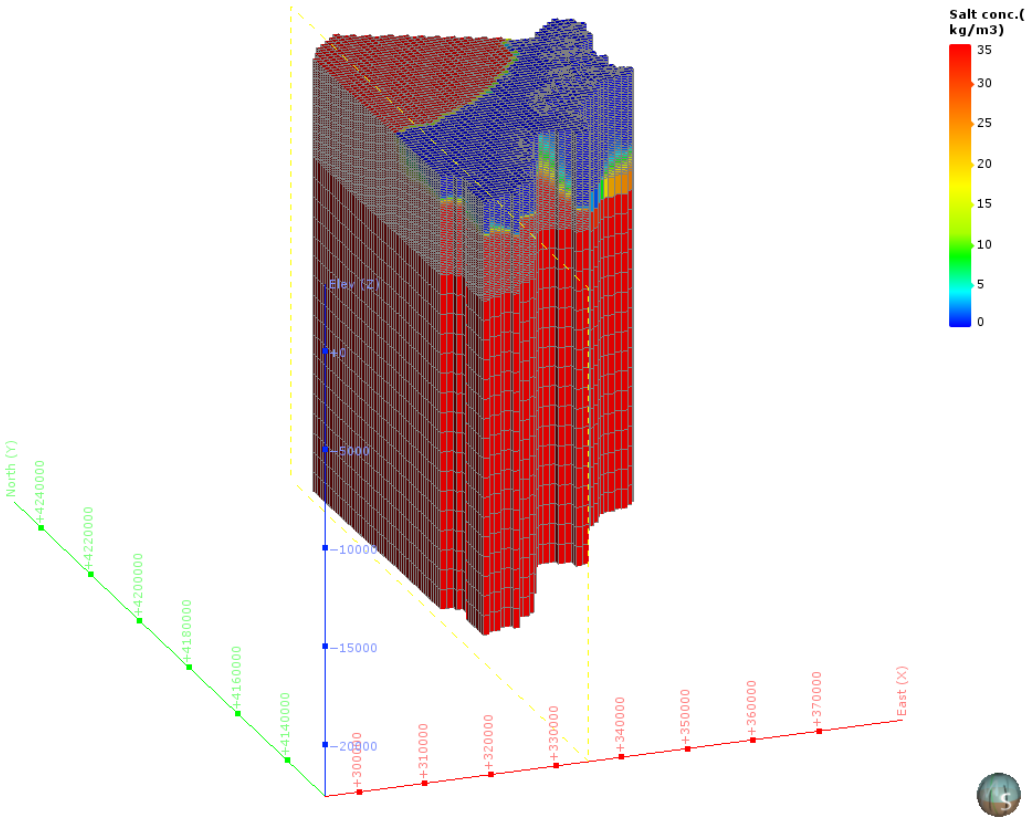


図 5-326　塩濃度三次元分布図（分割図）（CB-1 : Echigo plain）

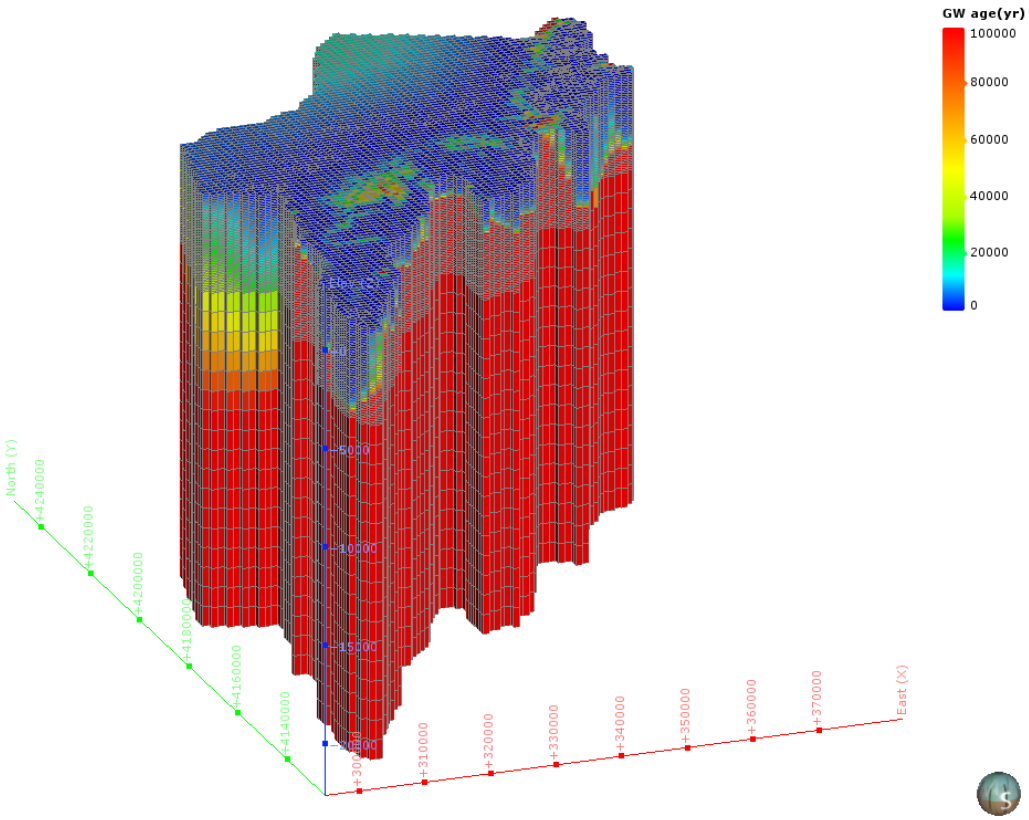


図 5-327　地下水年代三次元分布図（CB-1 : Echigo plain）

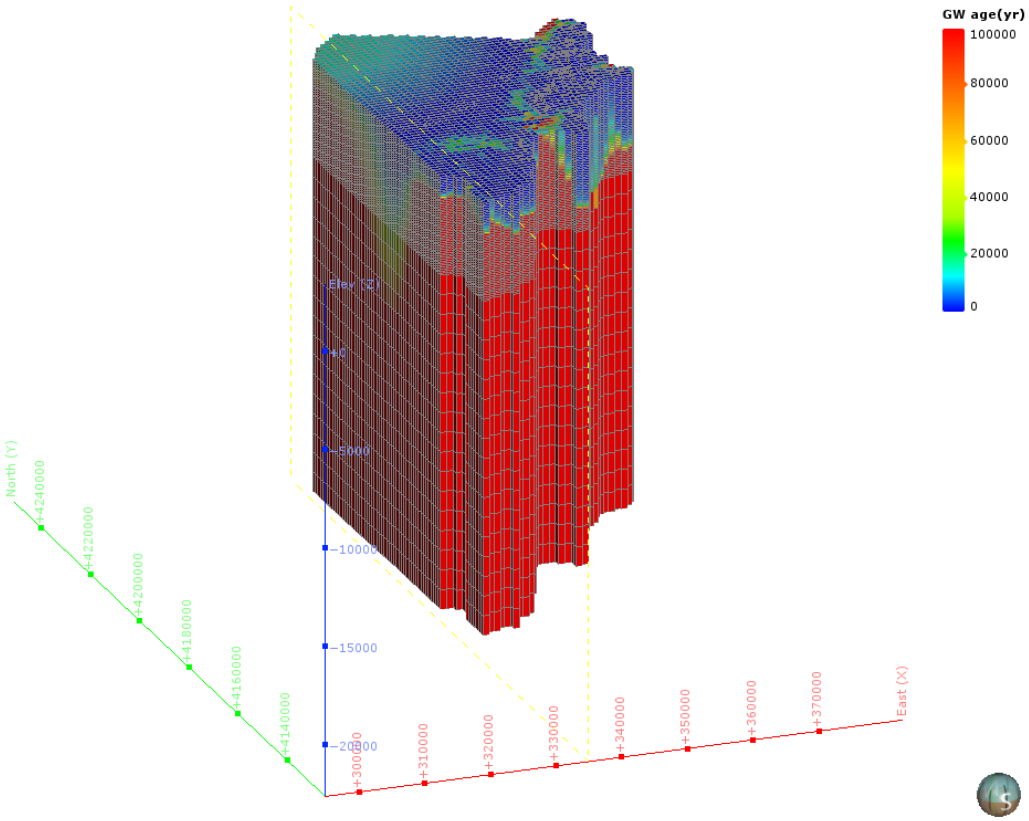


図 5-328　地下水年代三次元分布図（分割図）（CB-1 : Echigo plain）

（25） CB-2：Takada plain

1） **解析領域**

CB-2：Takada plain 領域を包括し、海域約 12km を拡張して、解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、597km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、新潟県上越市である。

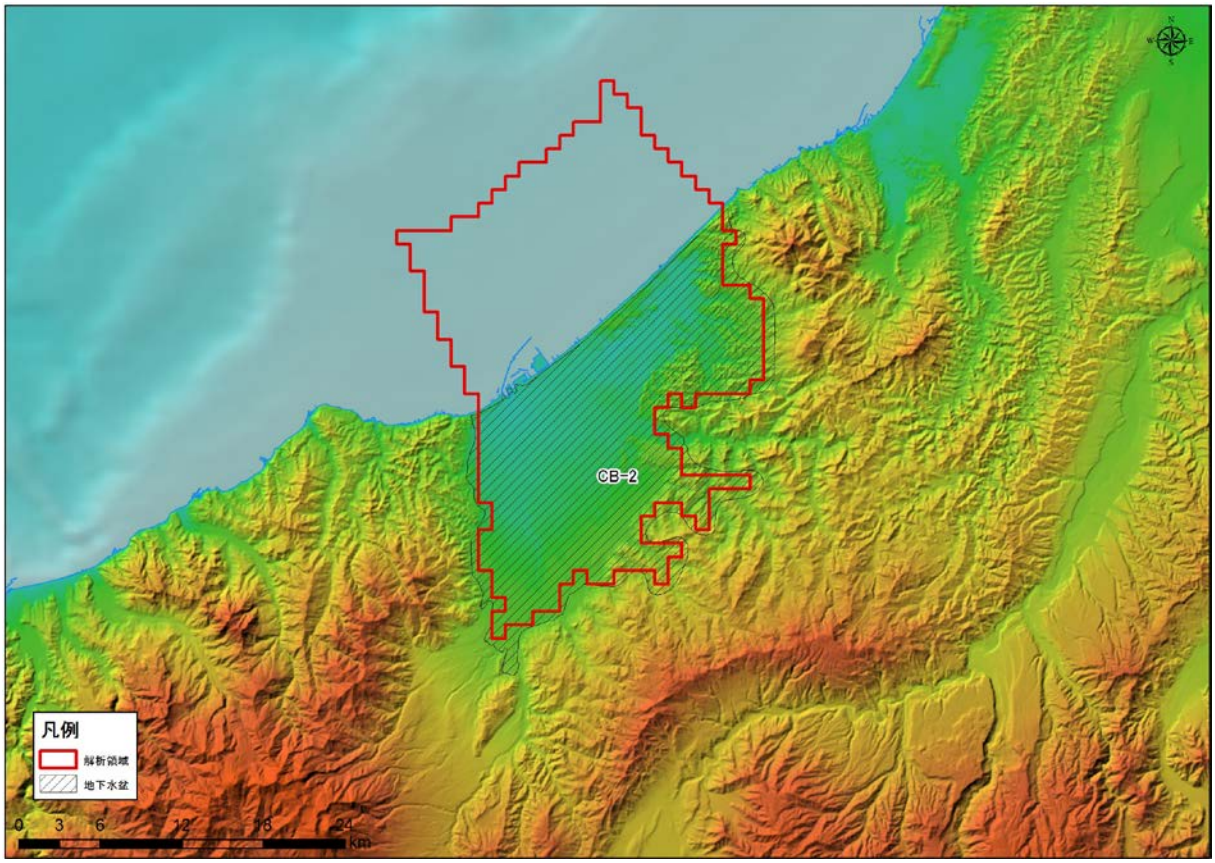


図 5-329 解析領域（CB-2 : Takada plain）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 29、Y 方向に 46、Z 方向に 57 で分割され、Active Cell 数は、34,029 となった。本領域内は、H，Q3，Q2，N3，N2，N1，PreN1 で構成される。

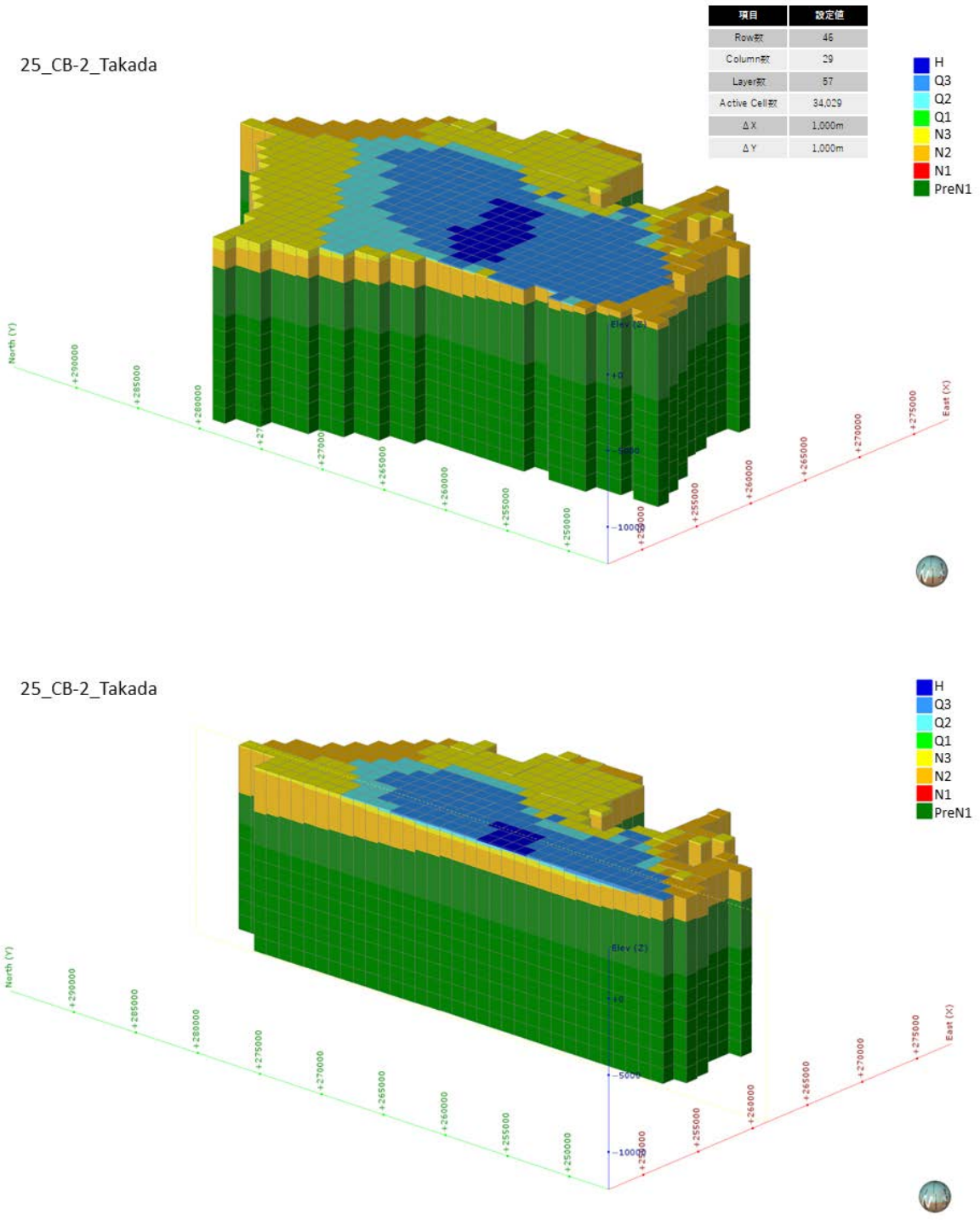


図 5-330　グリッド分割状況（CB-2 : Takada plain）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=339）と海域セル（N=258）の設定位置図を図 5-331 に示す。

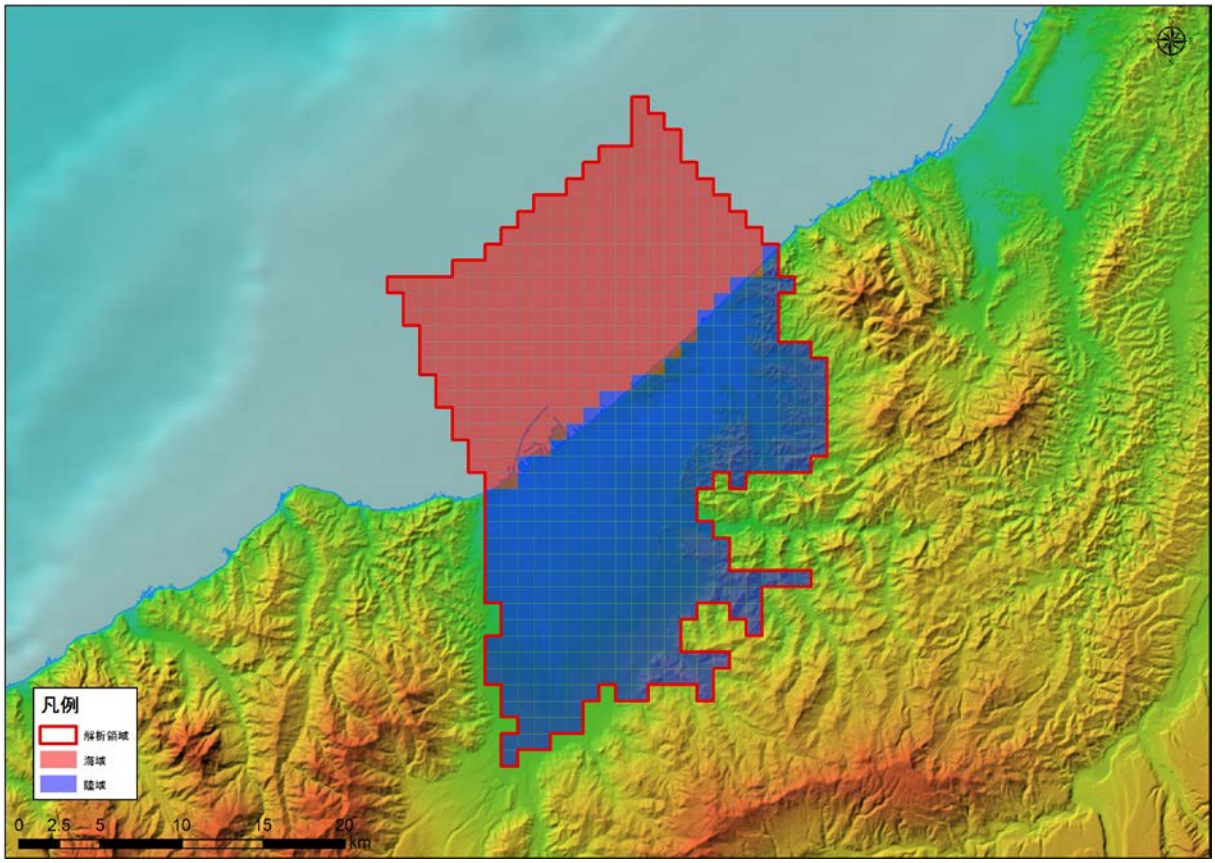


図 5-331　境界条件（CB-2 : Takada plain）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×3.2 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 1.65 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 1.65 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-28　検討ケース（CB-2 : Takada plain）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 3.2
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	9.31E+00
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	4.88E+00
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	1.08E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	2.62E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	1.77E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	1.36E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	8.54E-02
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	5.44E-02
モデル内の涵養量（mm/日）	0.52	9.59	0.04	1.65

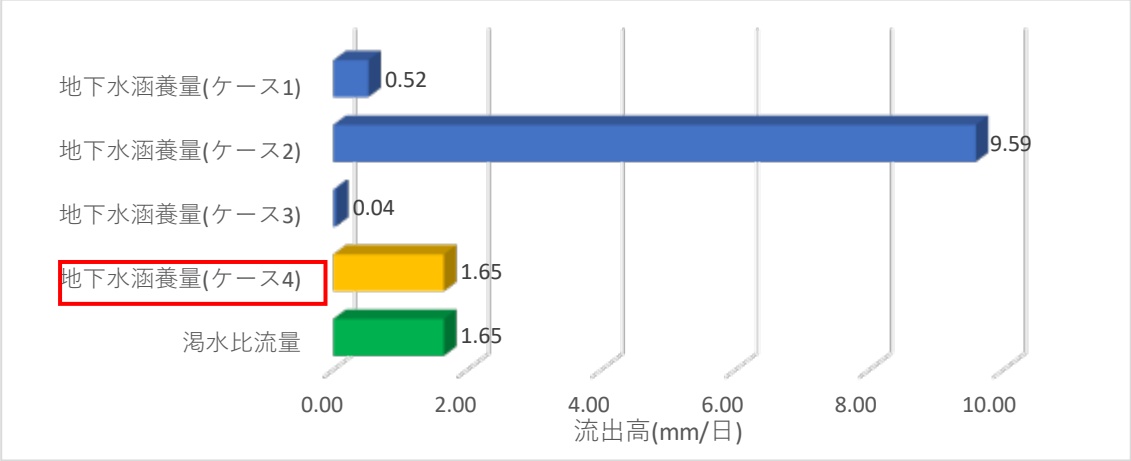


図 5-332　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（CB-2 : Takada plain）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

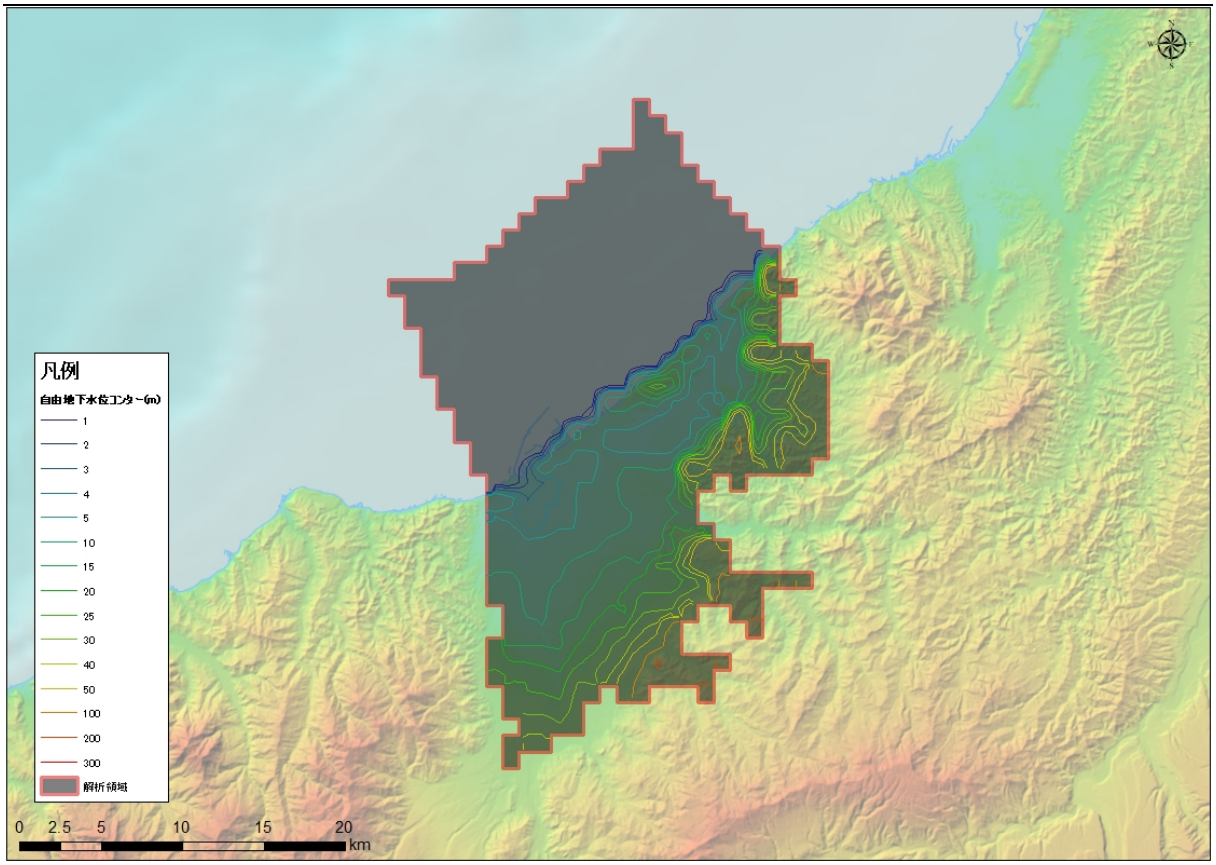


図 5-333　地下水位等高線図（CB-2 : Takada plain）

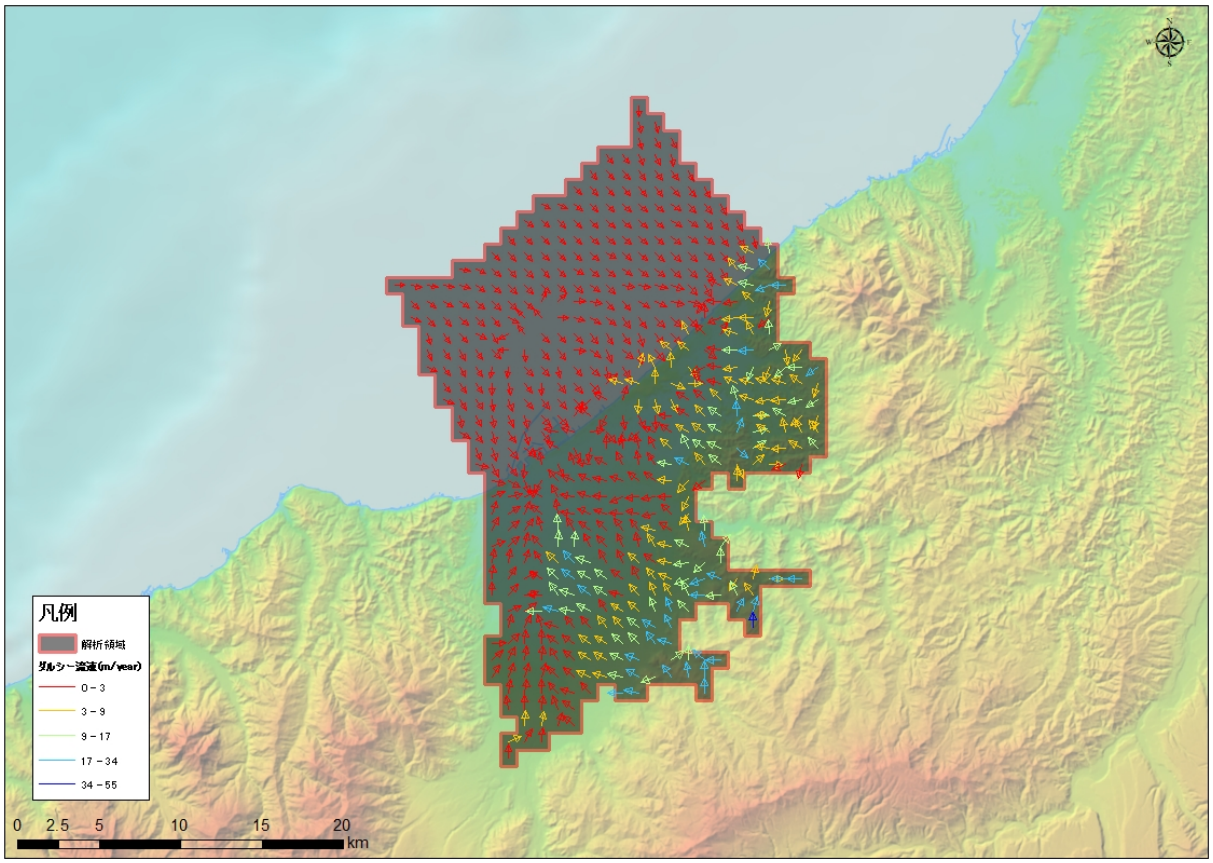


図 5-334　流速ベクトル図（CB-2 : Takada plain）

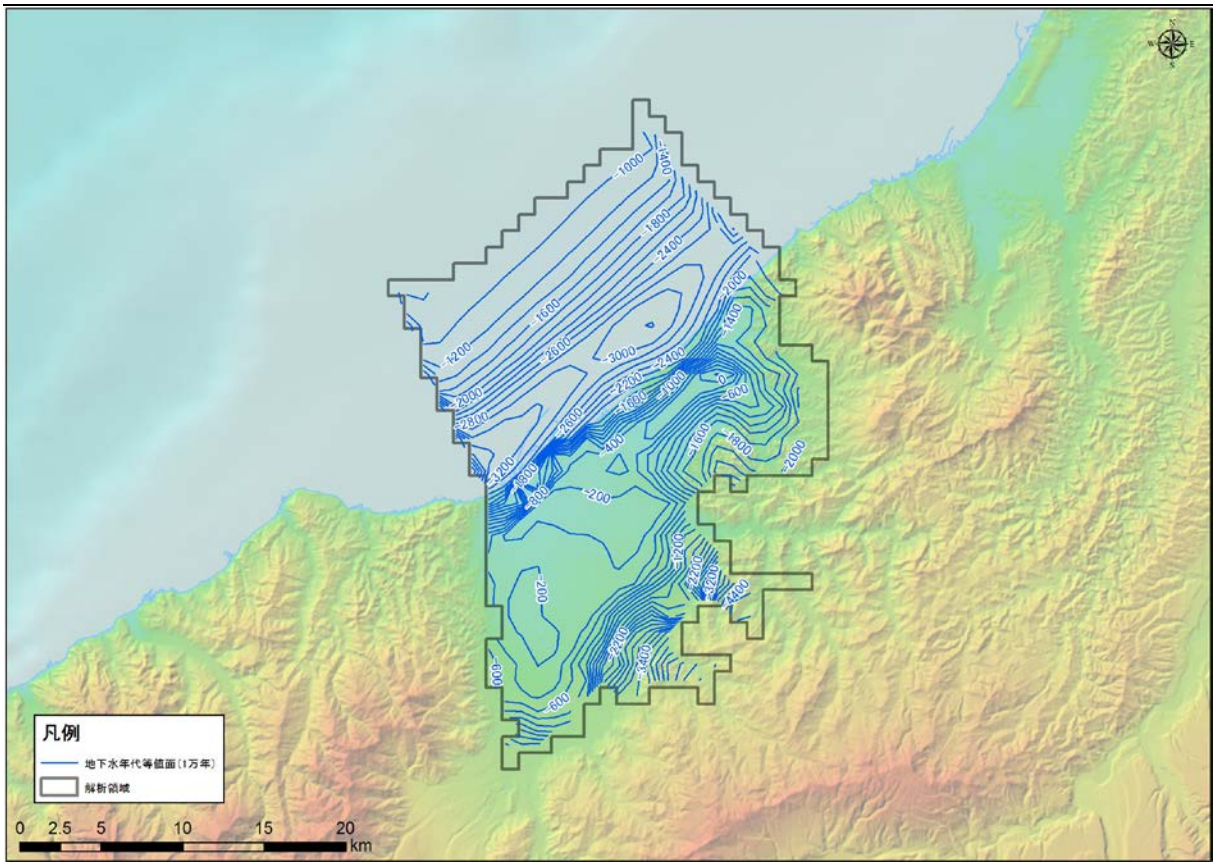


図 5-335　地下水年代（1 万年）等値面図（CB-2 : Takada plain）

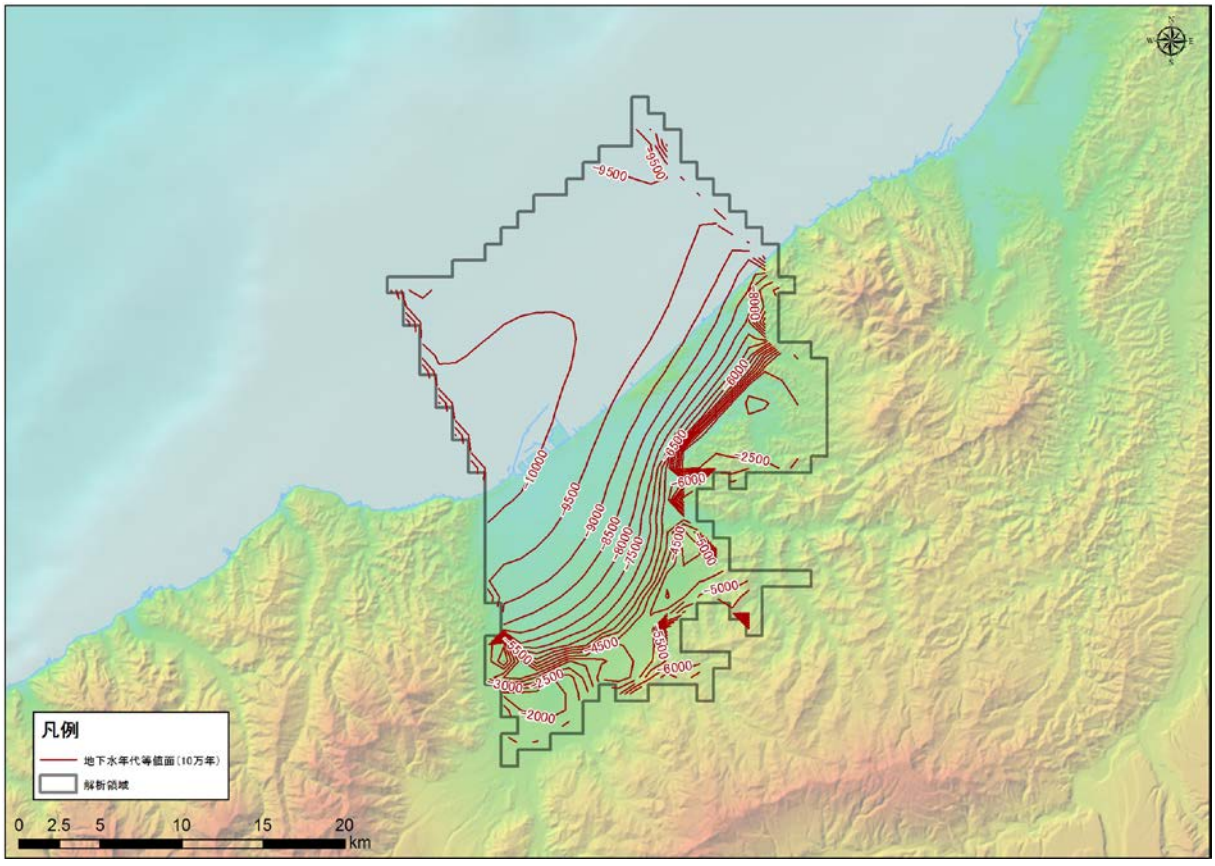


図 5-336　地下水年代（10 万年）等値面図（CB-2 : Takada plain）

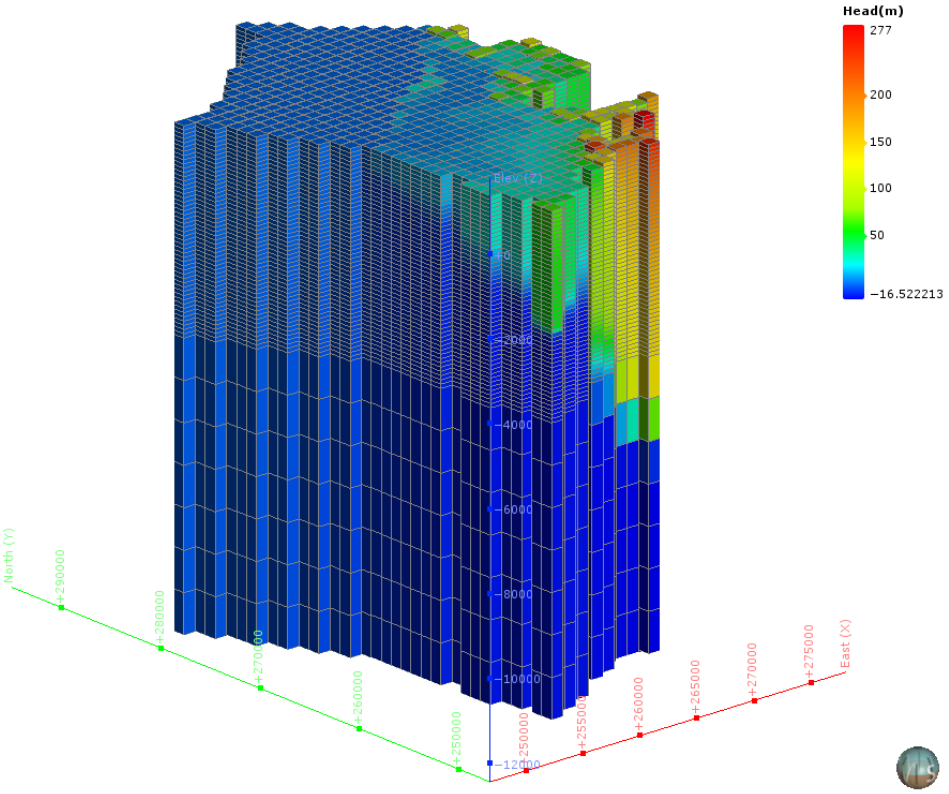


図 5-337　地下水ポテンシャル三次元分布図（CB-2 : Takada plain）

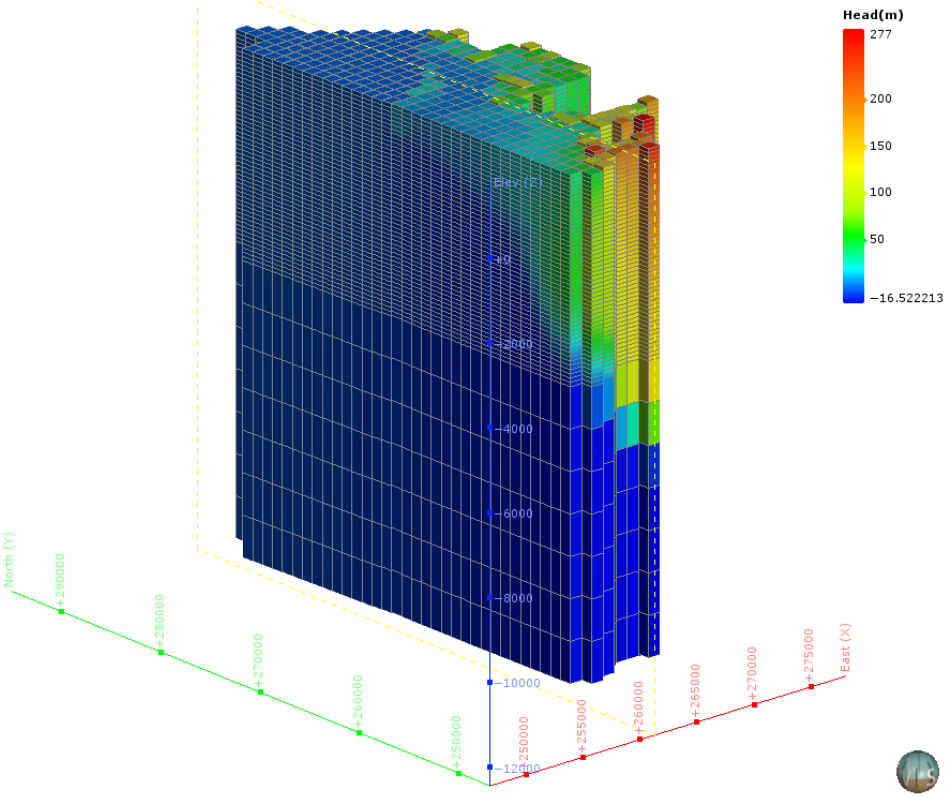


図 5-338　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（CB-2 : Takada plain）

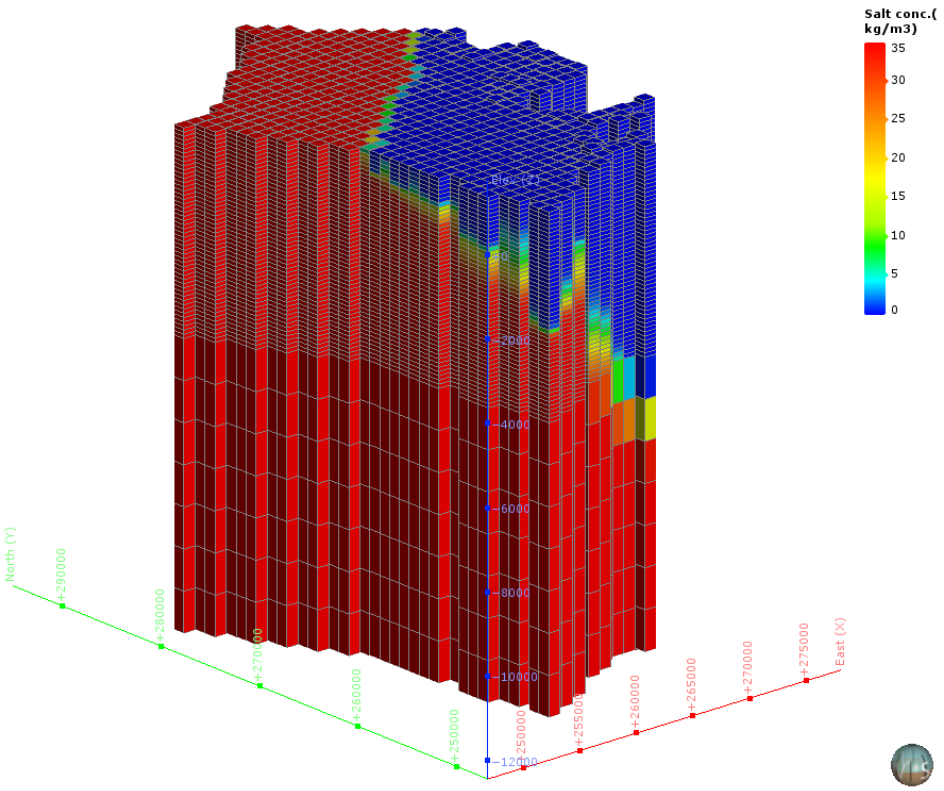


図 5-339　塩濃度三次元分布図（CB-2 : Takada plain）

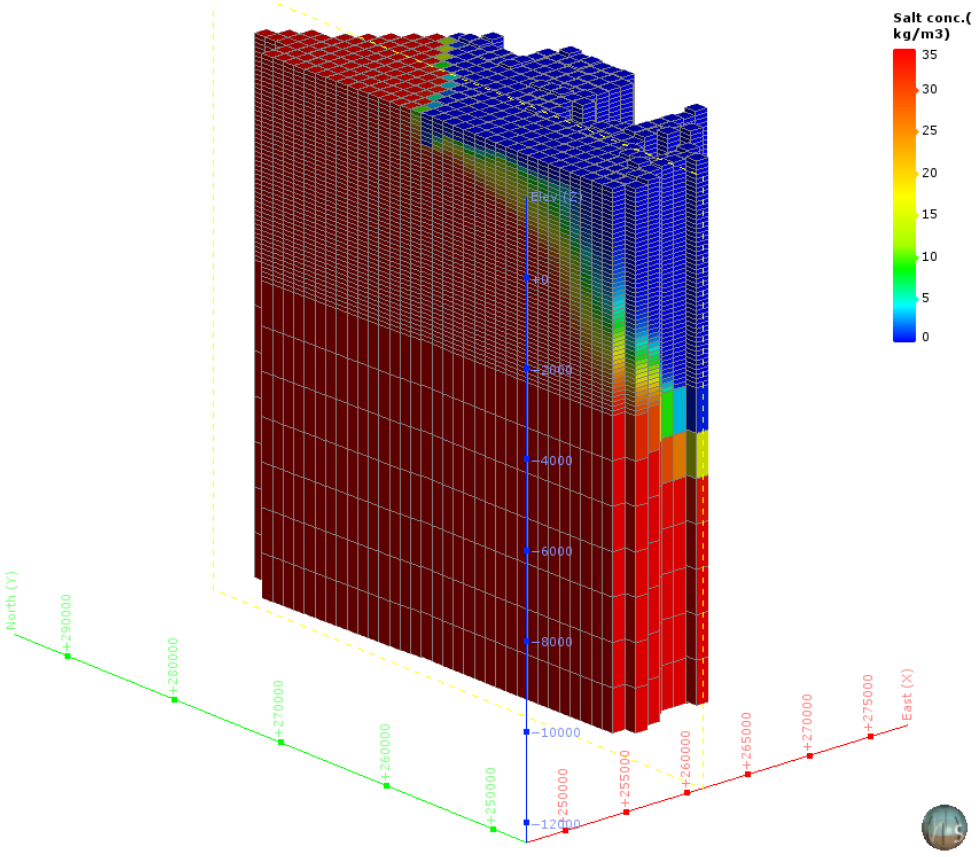


図 5-340　塩濃度三次元分布図（分割図）（CB-2 : Takada plain）

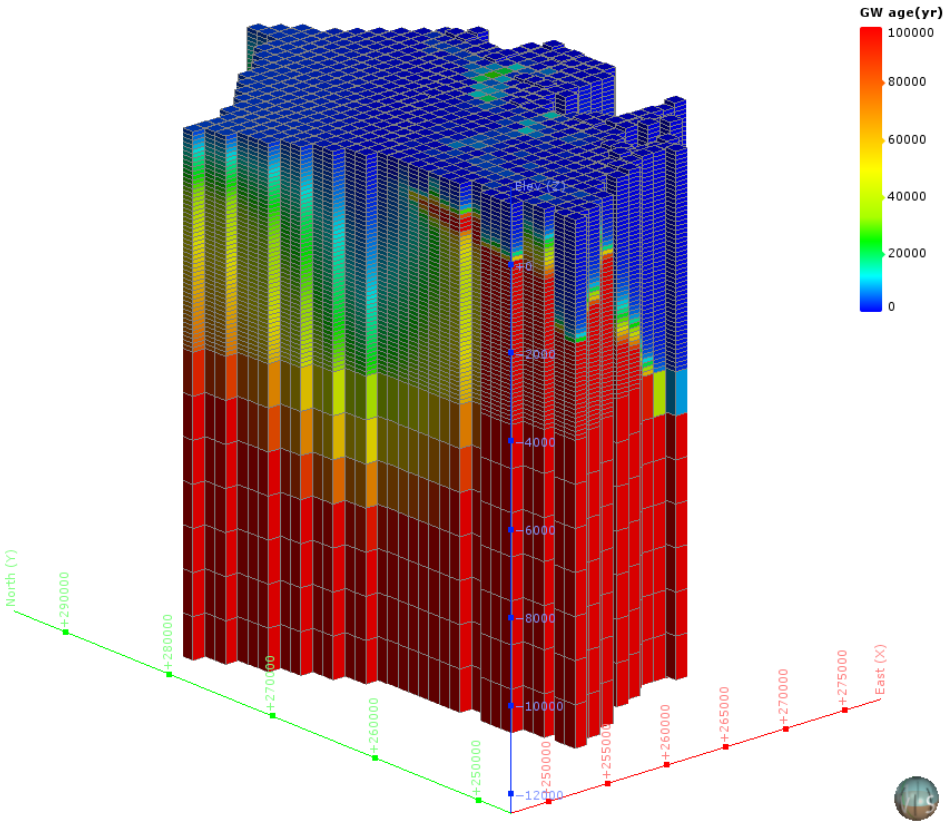


図 5-341　地下水年代三次元分布図（CB-2 : Takada plain）

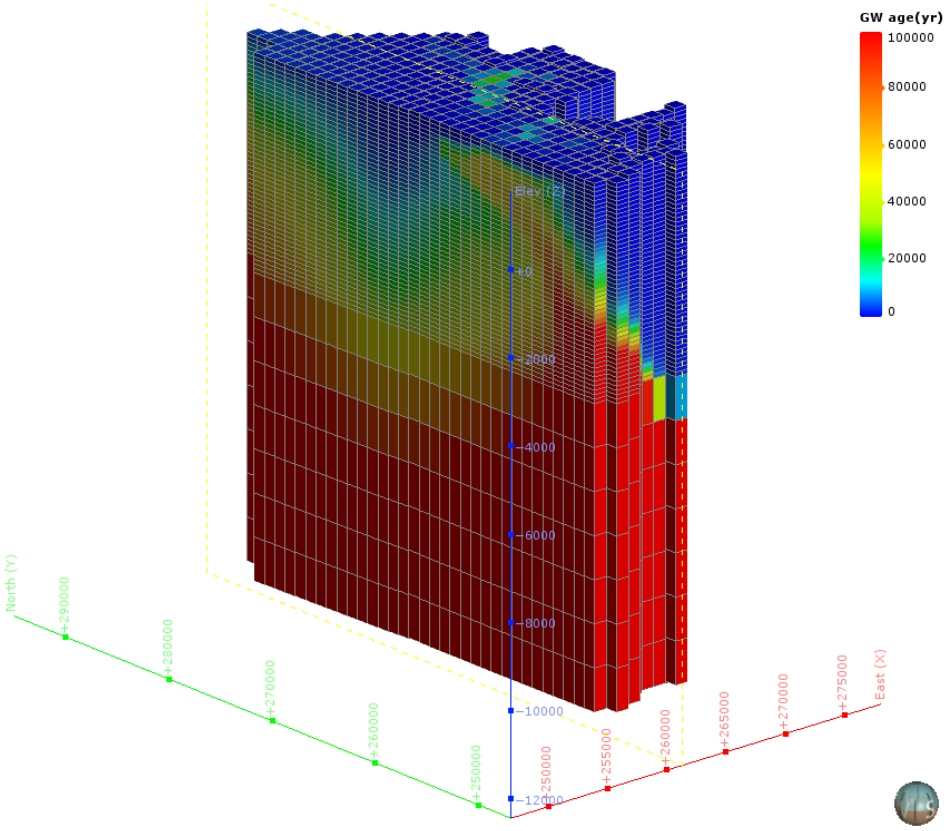


図 5-342　地下水年代三次元分布図（分割図）（CB-2 : Takada plain）

（26） CB-3：Toyama plain

1） **解析領域**

CB-3：Toyama plain 領域を包括し、海域約 3km を拡張して、解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、980 km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、富山県富山市である。

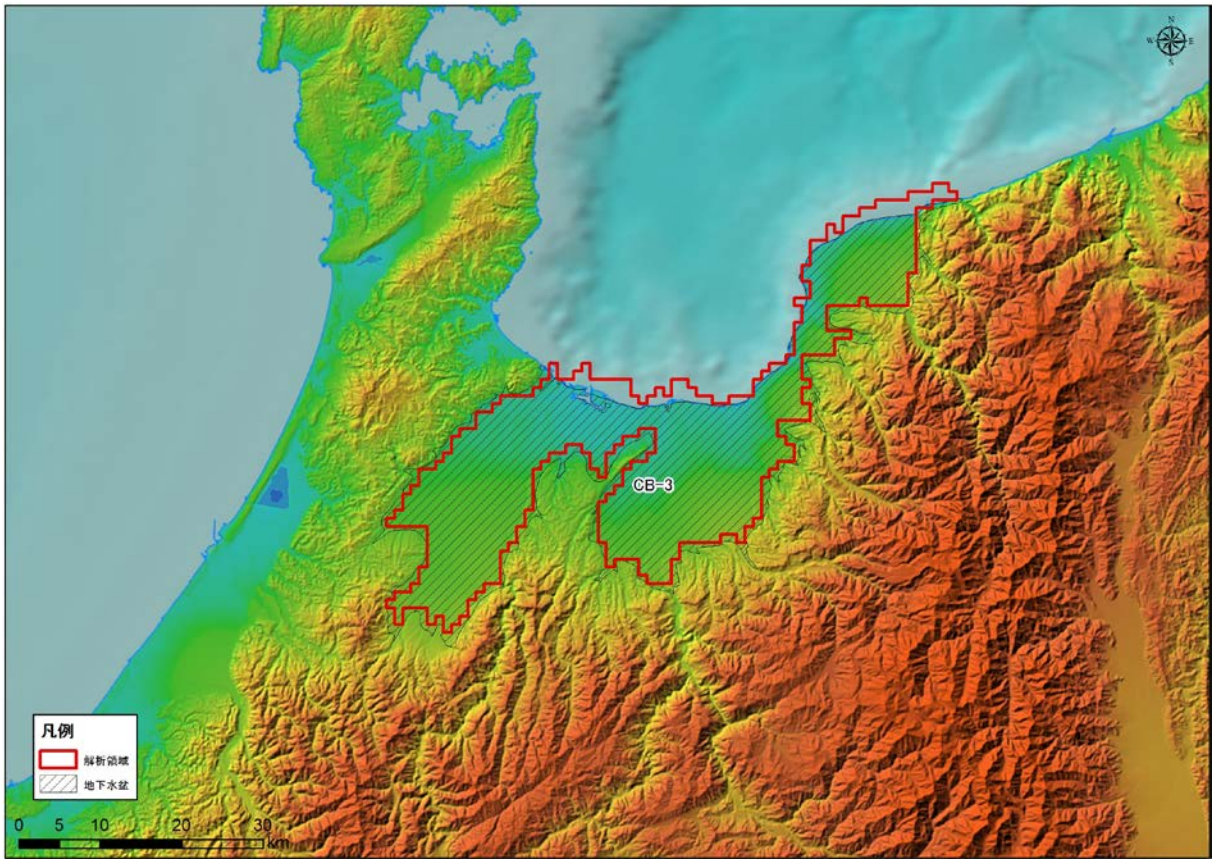


図 5-343 解析領域（CB-3 : Toyama plain）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 73、Y 方向に 59、Z 方向に 55 で分割され、Active Cell 数は、53,900 となった。本領域内は、H，Q3，Q2，Q1，N3，N2，PreN1 で構成される。

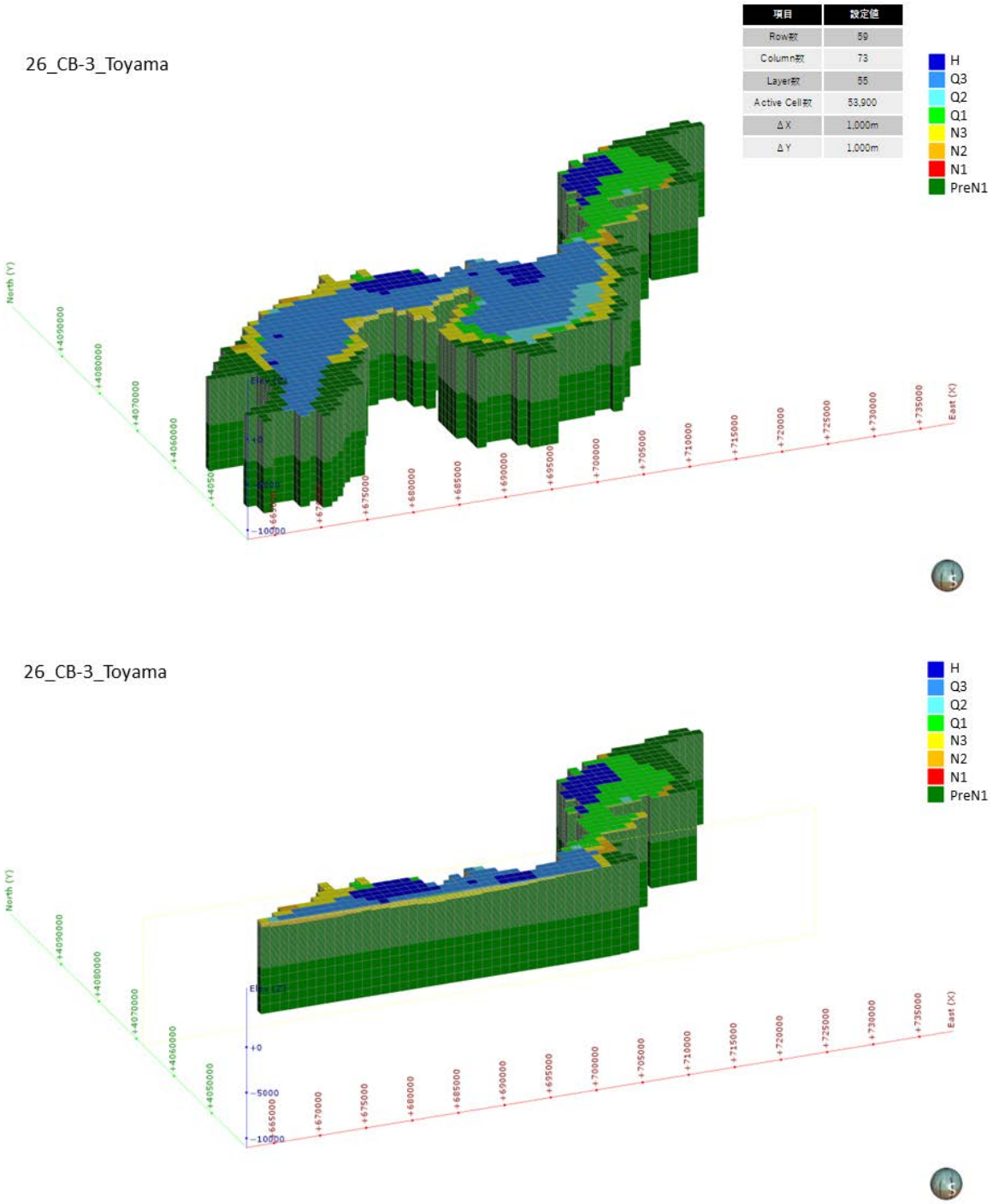


図 5-344　グリッド分割状況（CB-3 : Toyama plain）

3)　境界条件

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=908）と海域セル（N=72）の設定位置図を図 5-345 に示す。

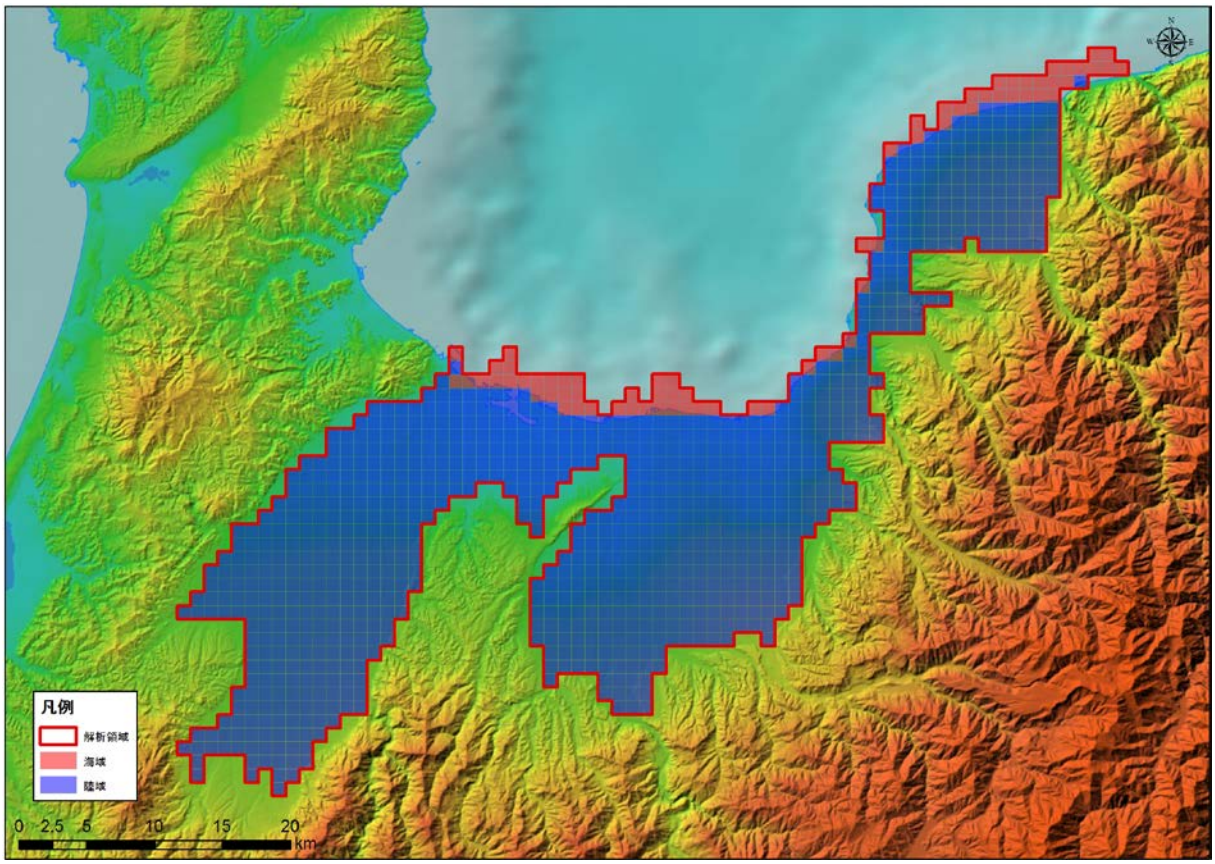


図 5-345　境界条件（CB-3 : Toyama plain）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×27.6 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 2.05 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 2.05 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-29　検討ケース（CB-3 : Toyama plain）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 27.6
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	8.13E+01
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	4.26E+01
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	9.40E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	2.28E+00
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	1.55E+00
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	1.19E+00
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	7.46E-01
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	4.75E-01
モデル内の涵養量 (mm/日)	0.07	0.80	0.01	2.05

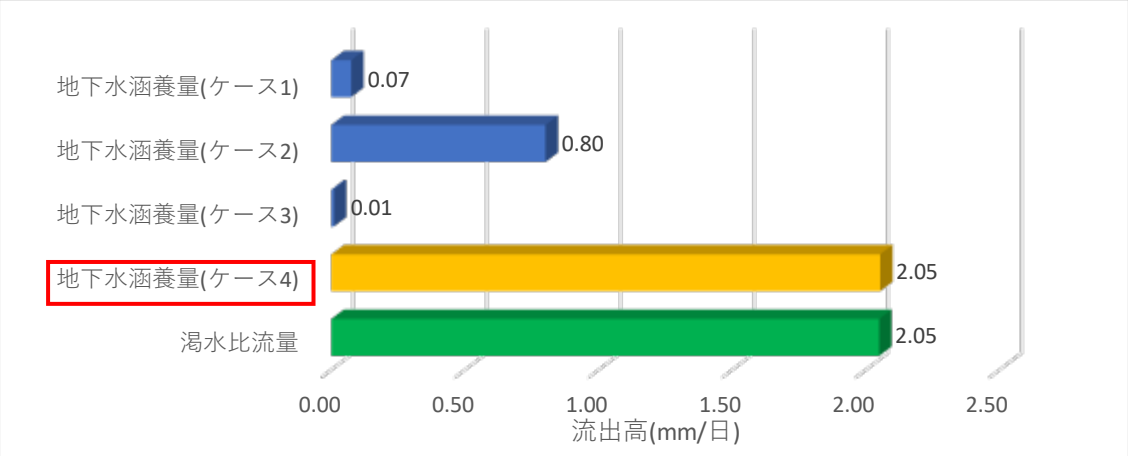


図 5-346　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（CB-3 : Toyama plain）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

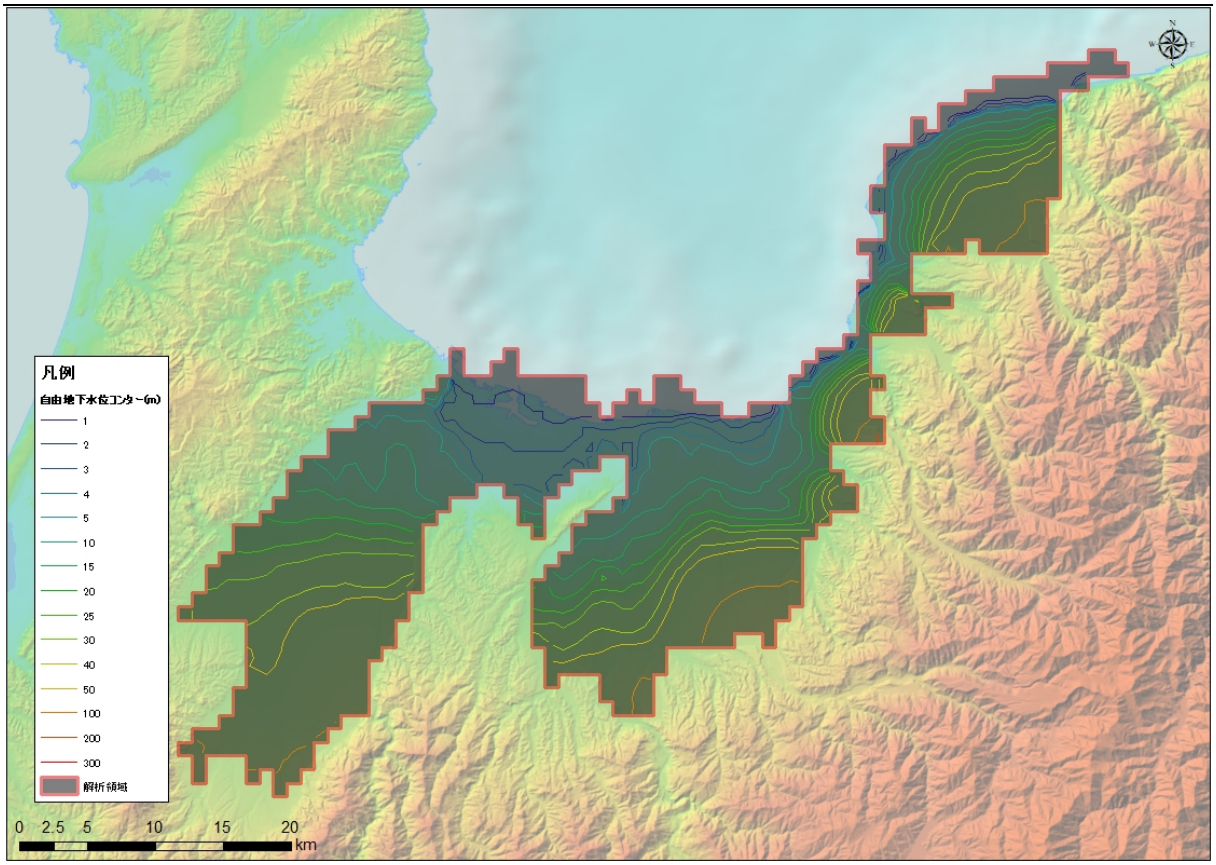


図 5-347　地下水位等高線図（CB-3 : Toyama plain）

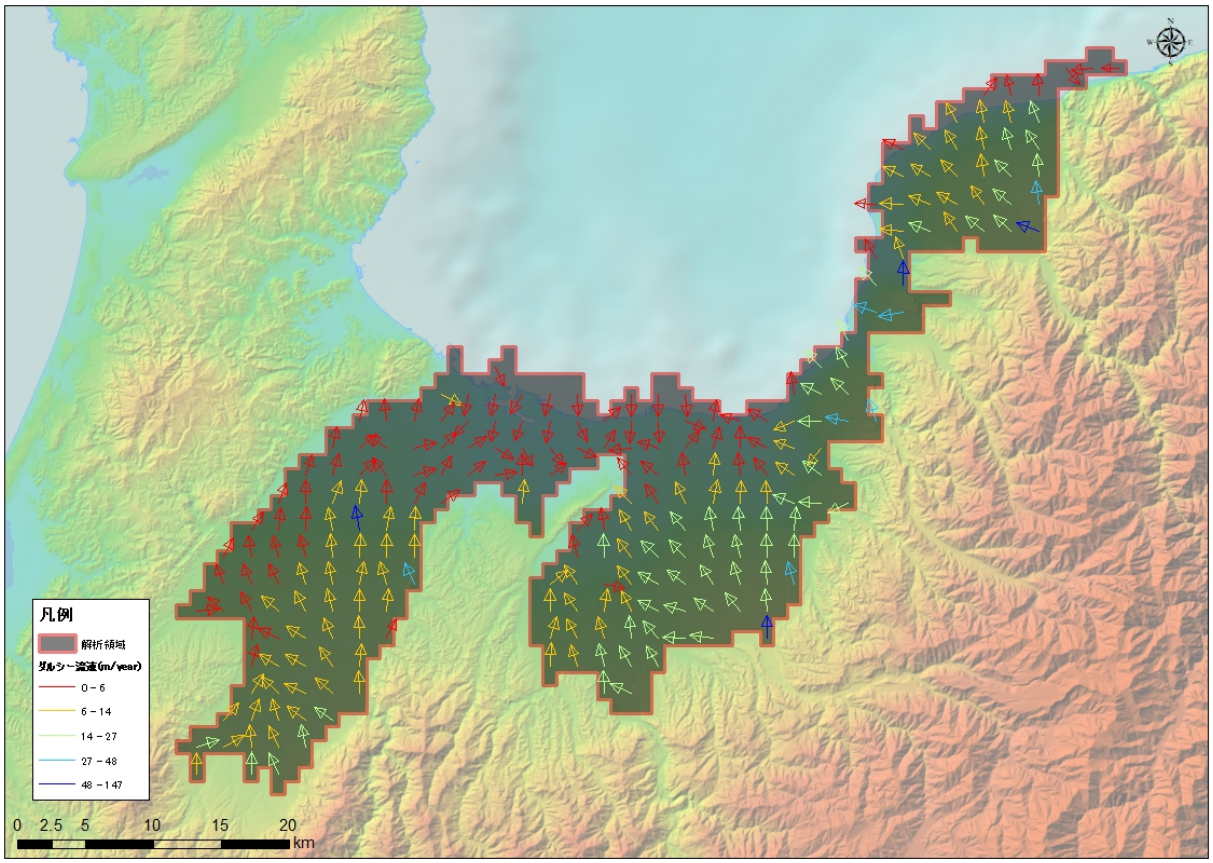


図 5-348　流速ベクトル図（CB-3 : Toyama plain）

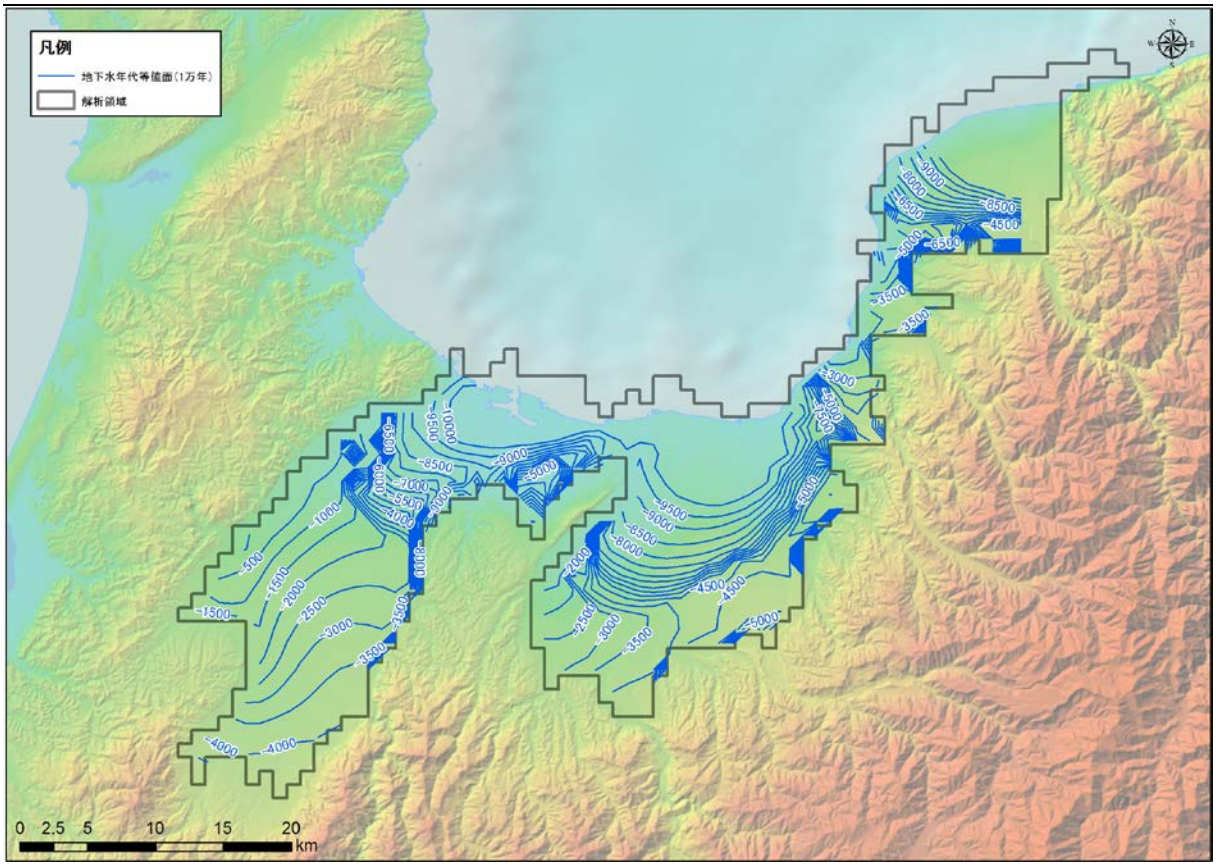


図 5-349　地下水年代（1 万年）等値面図（CB-3 : Toyama plain）

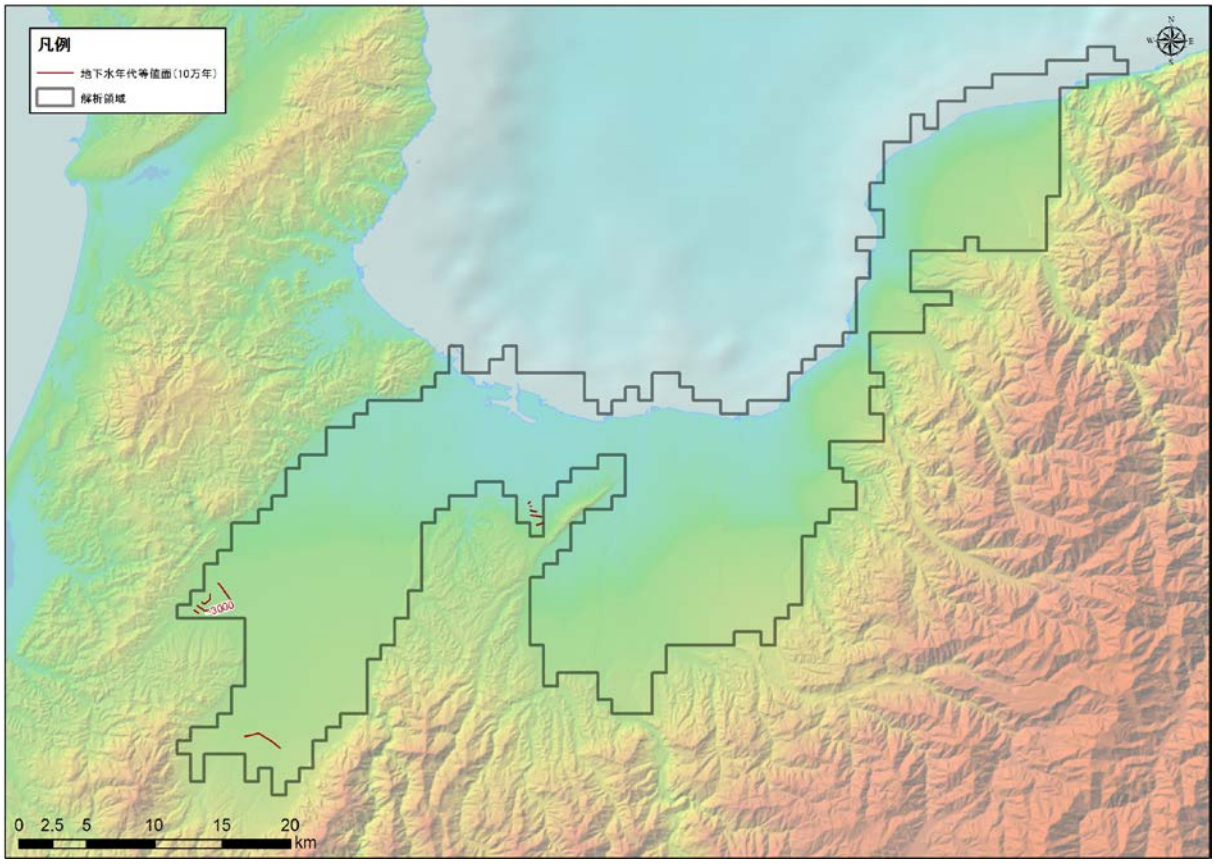


図 5-350　地下水年代（10 万年）等値面図（CB-3 : Toyama plain）

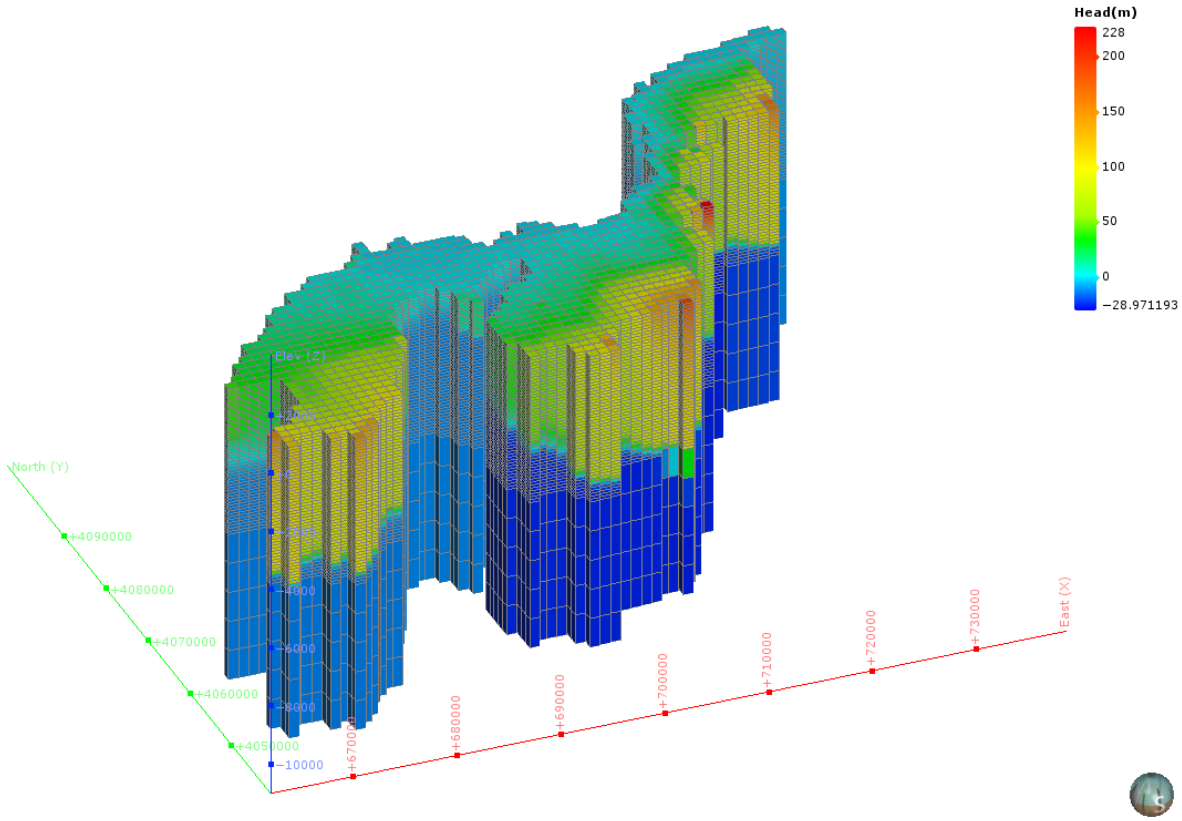


図 5-351　地下水ポテンシャル三次元分布図（CB-3 : Toyama plain）

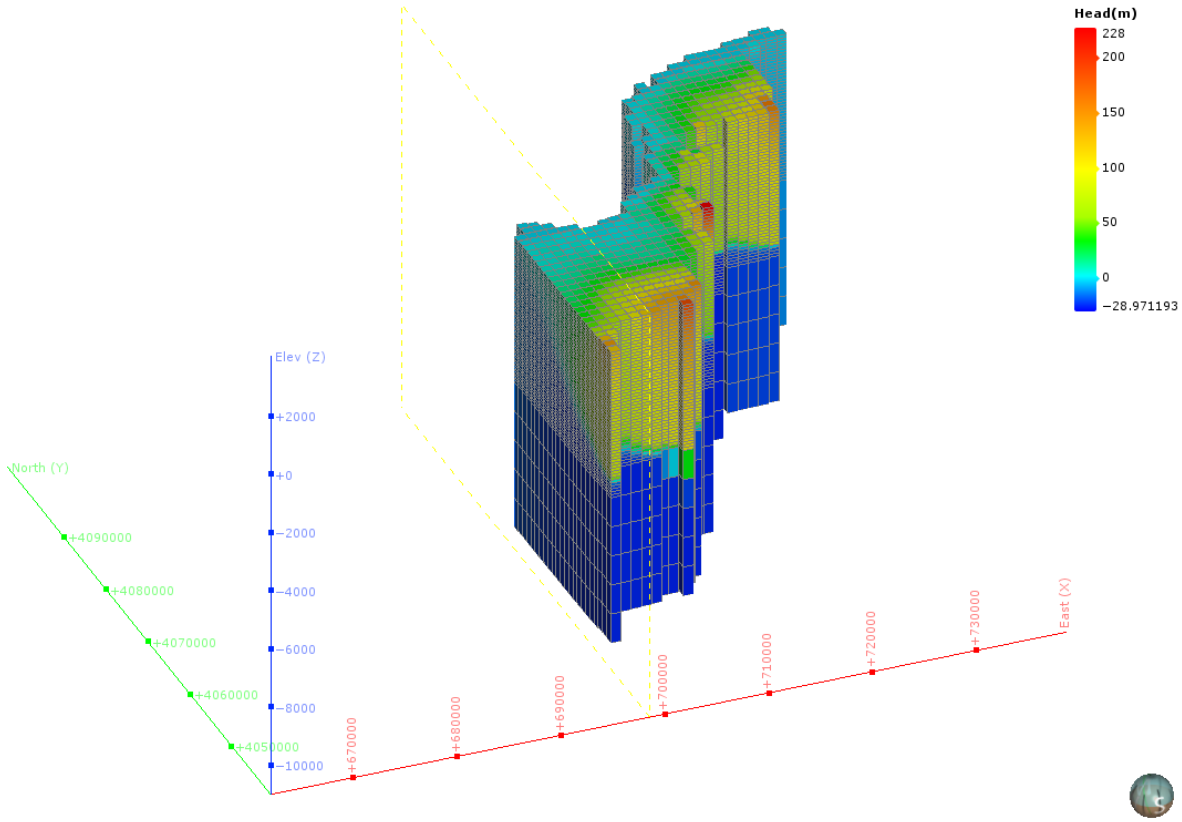


図 5-352　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（CB-3 : Toyama plain）

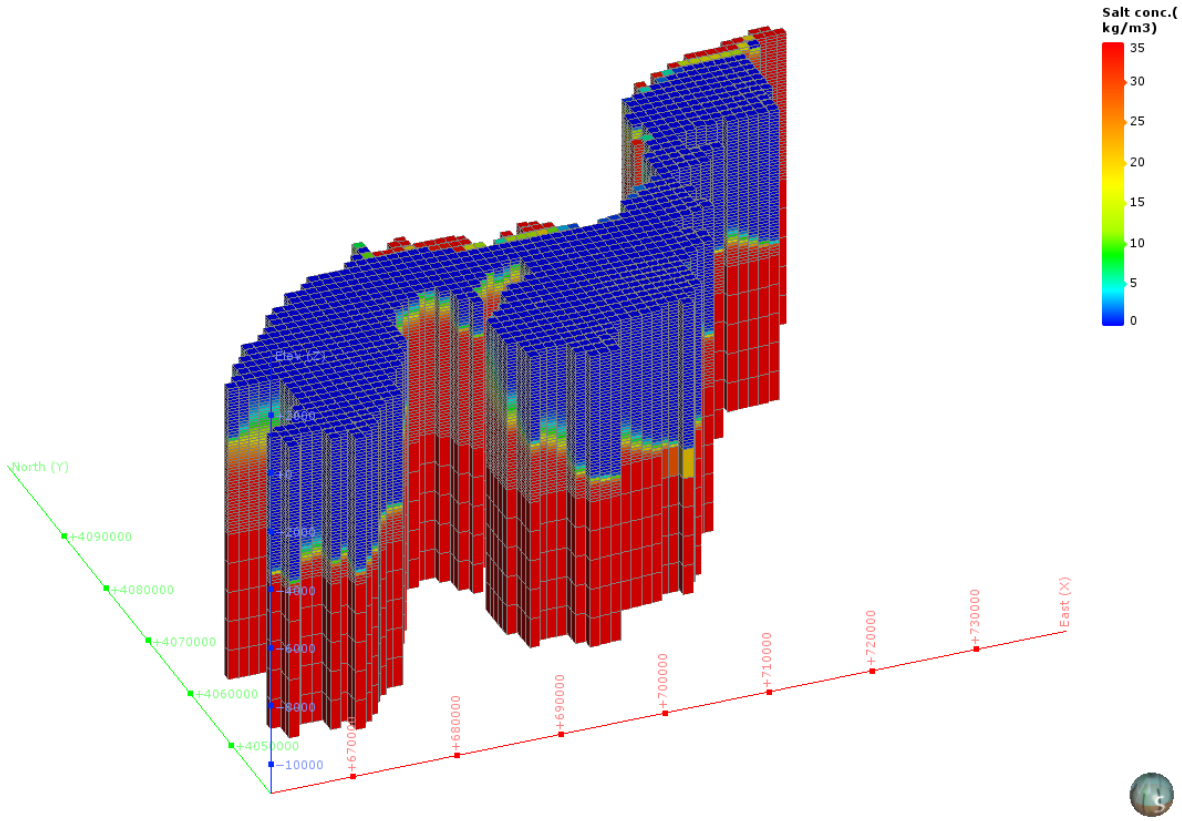


図 5-353　塩濃度三次元分布図（CB-3 : Toyama plain）

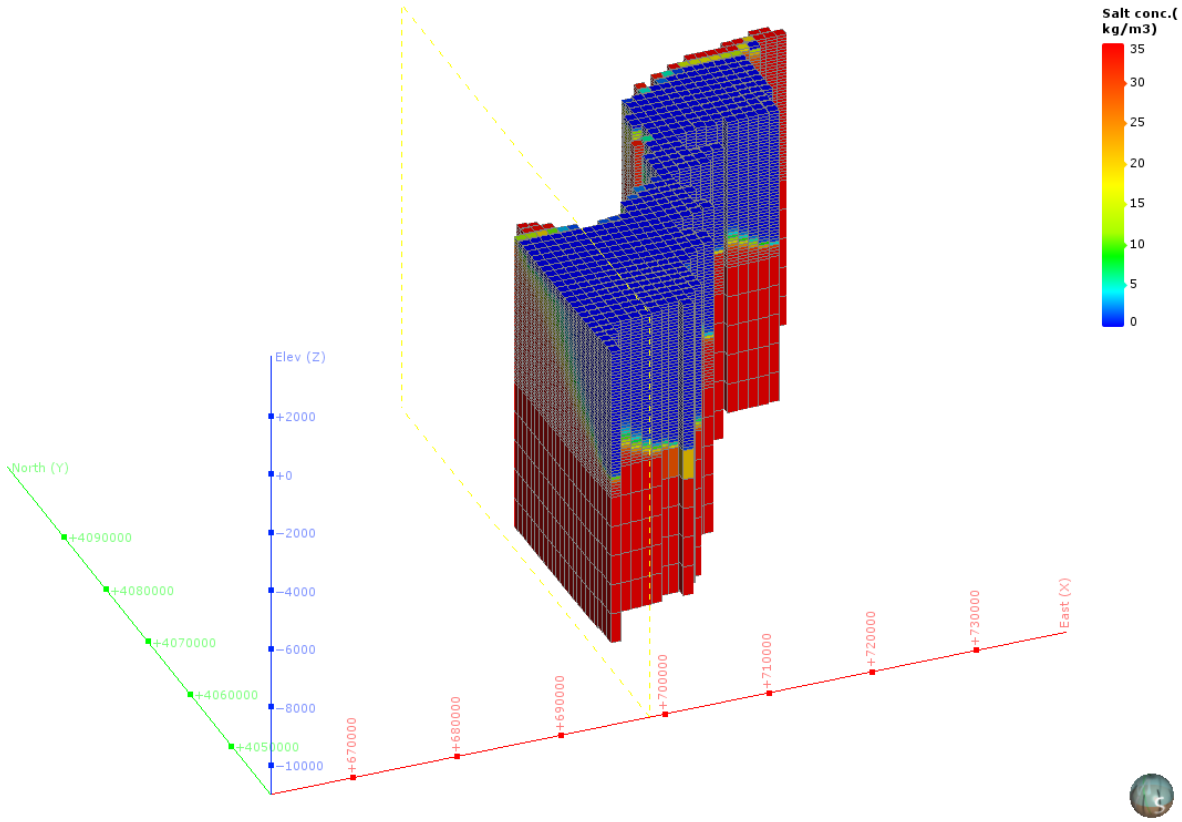


図 5-354　塩濃度三次元分布図（分割図）（CB-3 : Toyama plain）

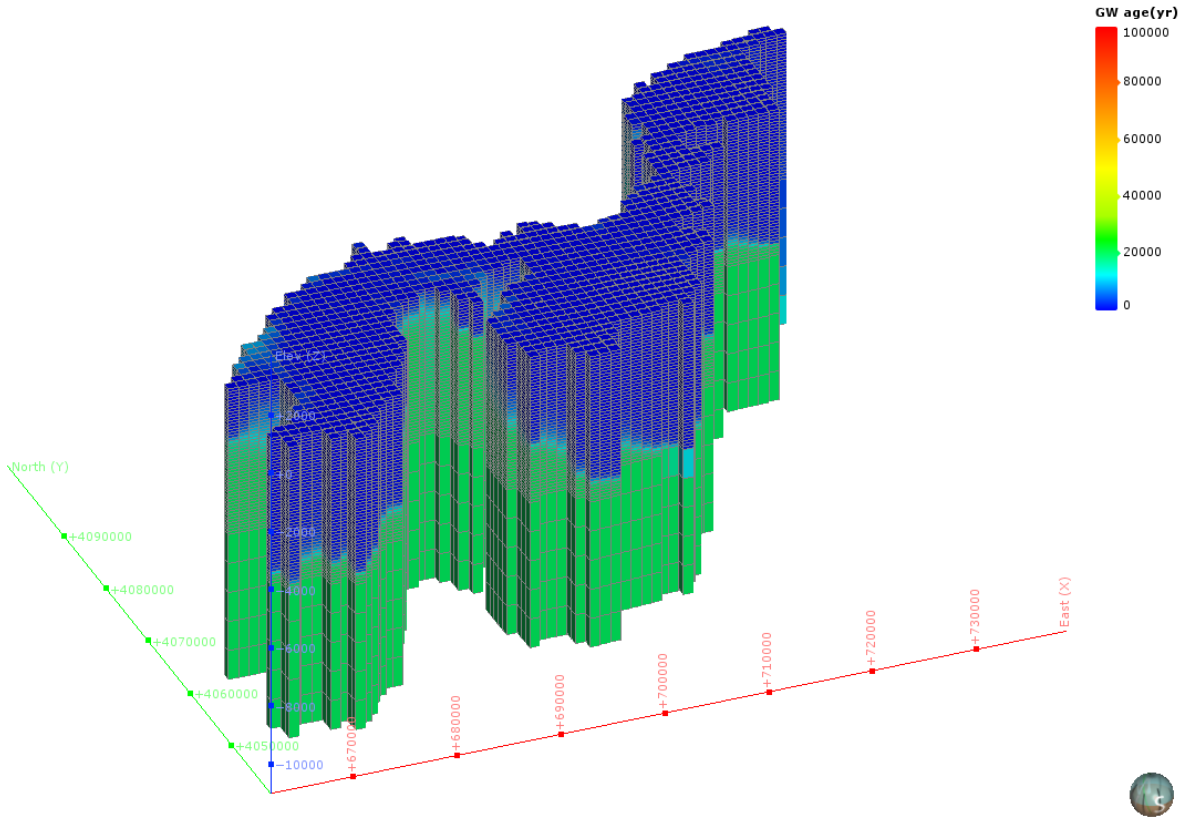


図 5-355　地下水年代三次元分布図（CB-3 : Toyama plain）

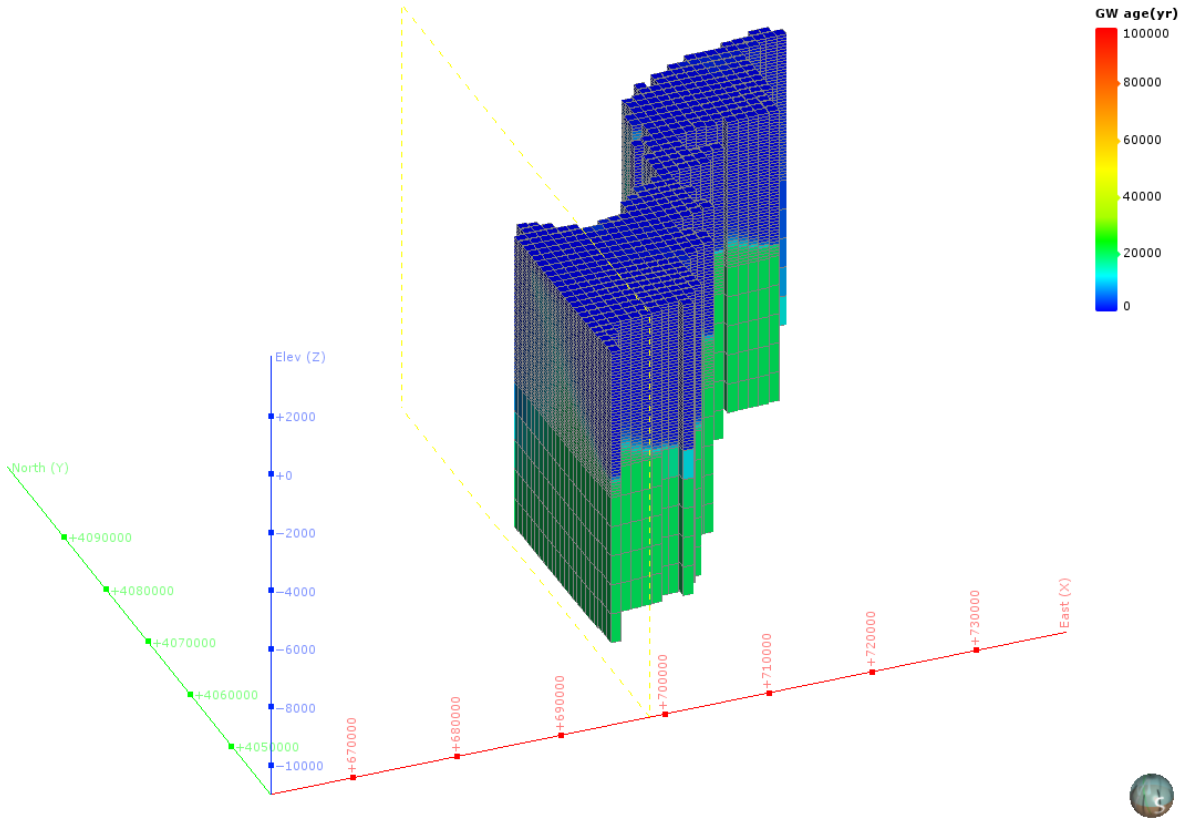


図 5-356　地下水年代三次元分布図（分割図）（CB-3 : Toyama plain）

（27） CB-4：Kanazawa plain

1） **解析領域**

CB-4：Kanazawa plain 領域を包括し、海域約 12km を拡張して、解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、1,157 km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、石川県金沢市である。

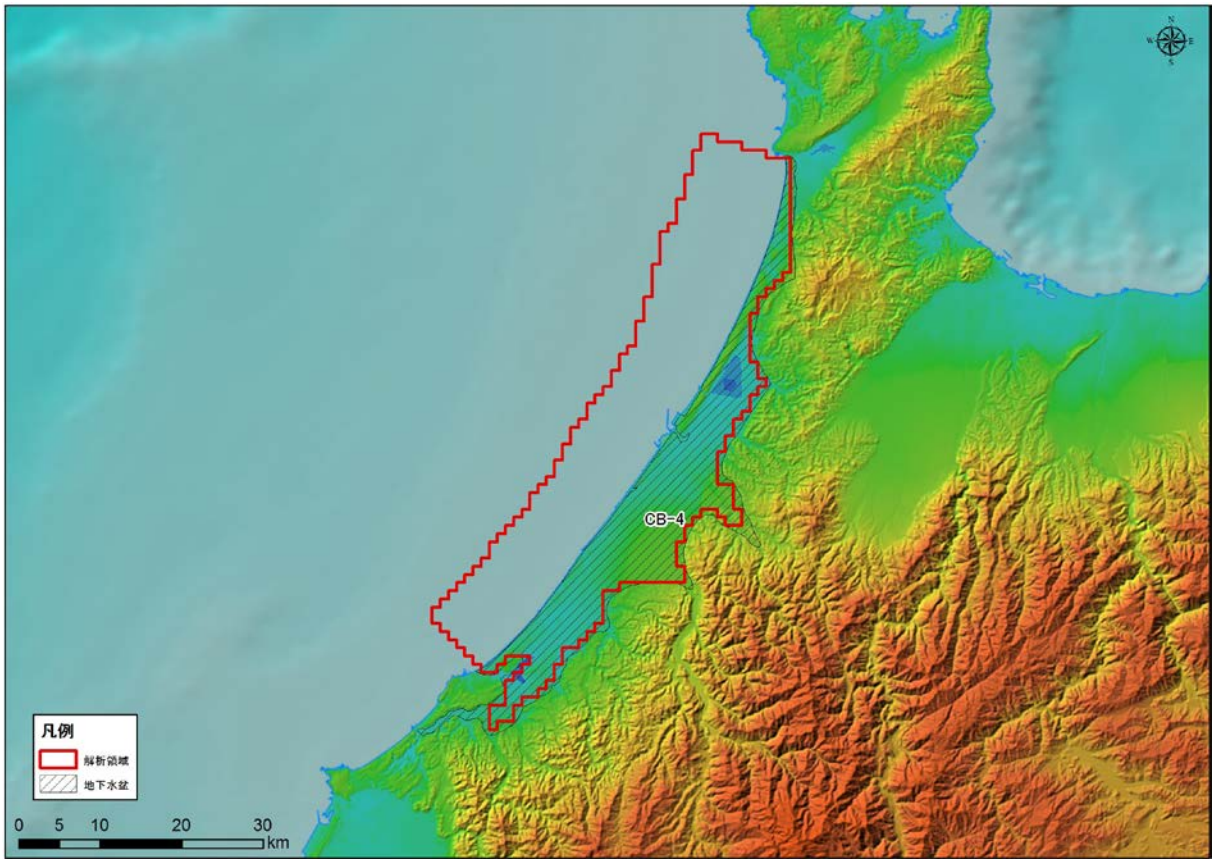


図 5-357 解析領域（CB-4 : Kanazawa plain）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 47、Y 方向に 75、Z 方向に 51 で分割され、Active Cell 数は、59,007 となった。本領域内は、H，Q3，Q2，Q1，N3，N2，PreN1 で構成される。

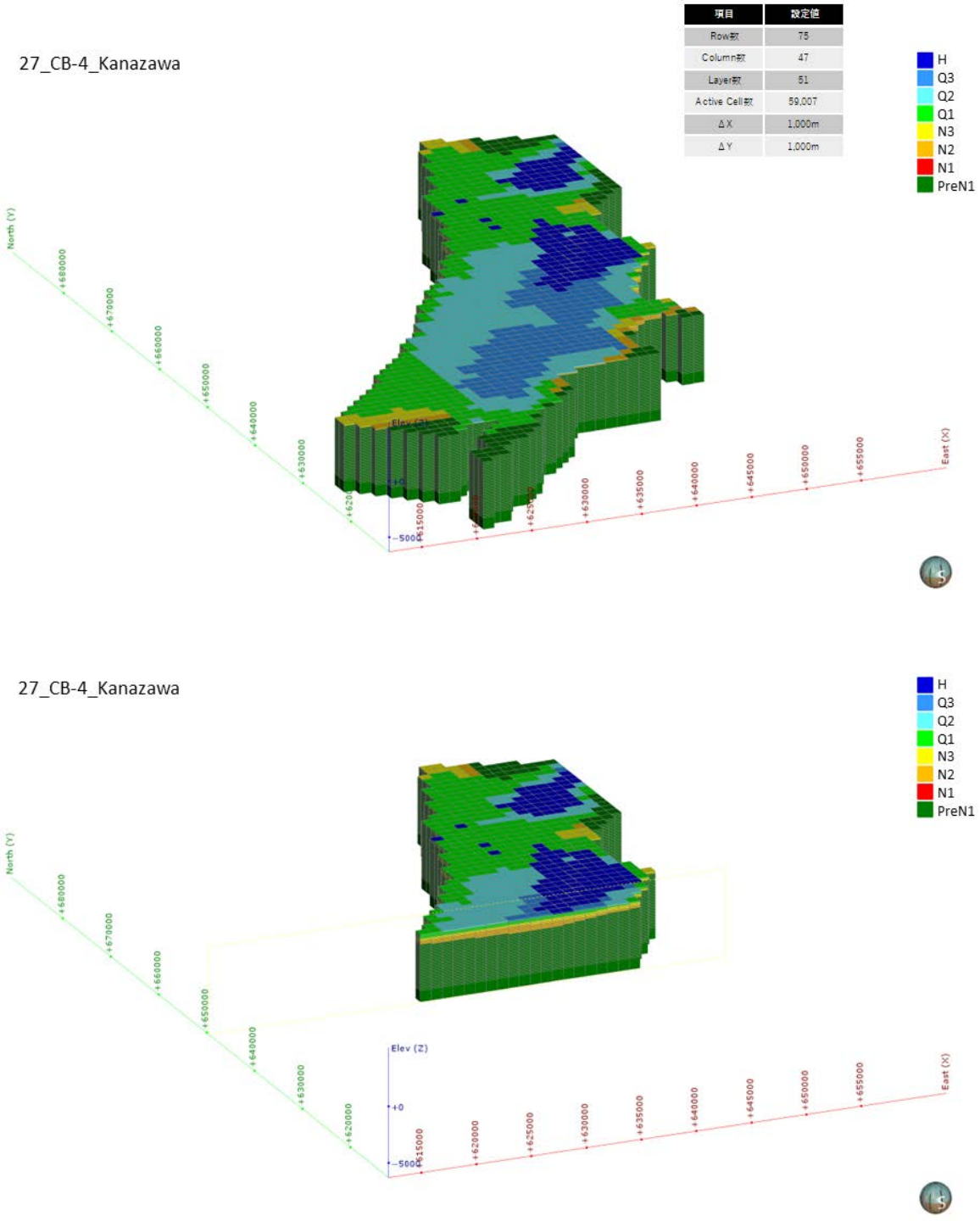


図 5-358　グリッド分割状況（CB-4 : Kanazawa plain）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=429）と海域セル（N=728）の設定位置図を図 5-359 示す。

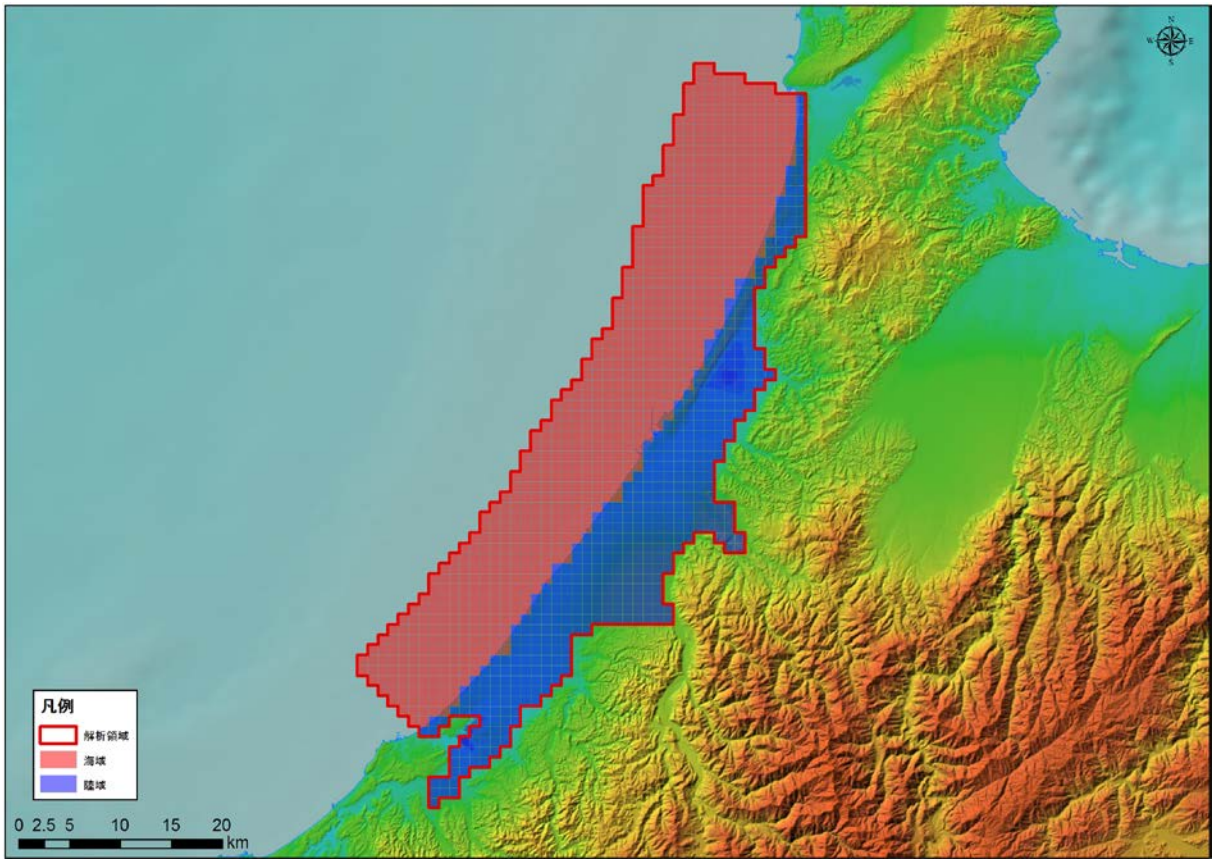


図 5-359　境界条件（CB-4 : Kanazawa plain）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×28.9 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 4.50 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 4.51 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-30　検討ケース（CB-4 : Kanazawa plain）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 28.9
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	8.53E+01
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	4.47E+01
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	9.87E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	2.40E+00
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	1.62E+00
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	1.25E+00
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	7.83E-01
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	4.99E-01
モデル内の涵養量 (mm/日)	0.16	1.80	0.02	4.50

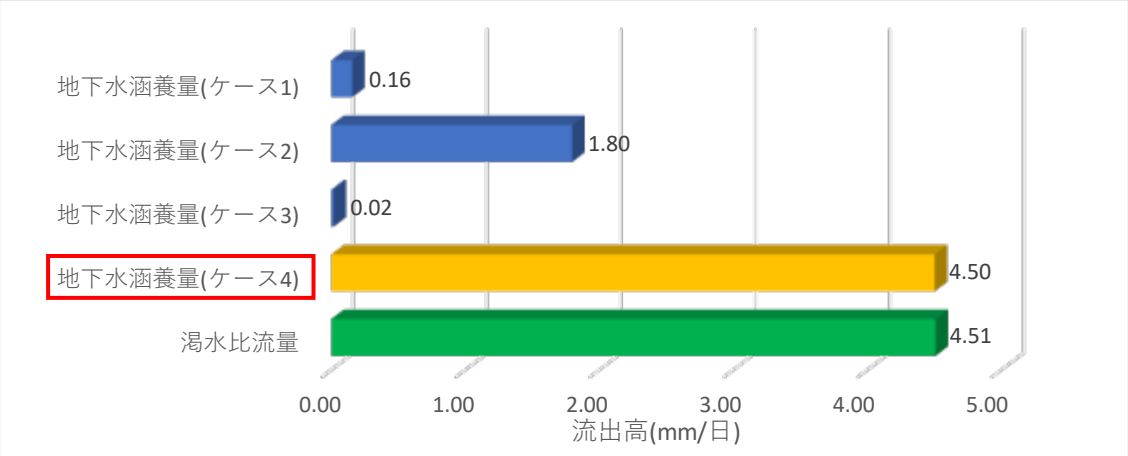


図 5-360　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（CB-4 : Kanazawa plain）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

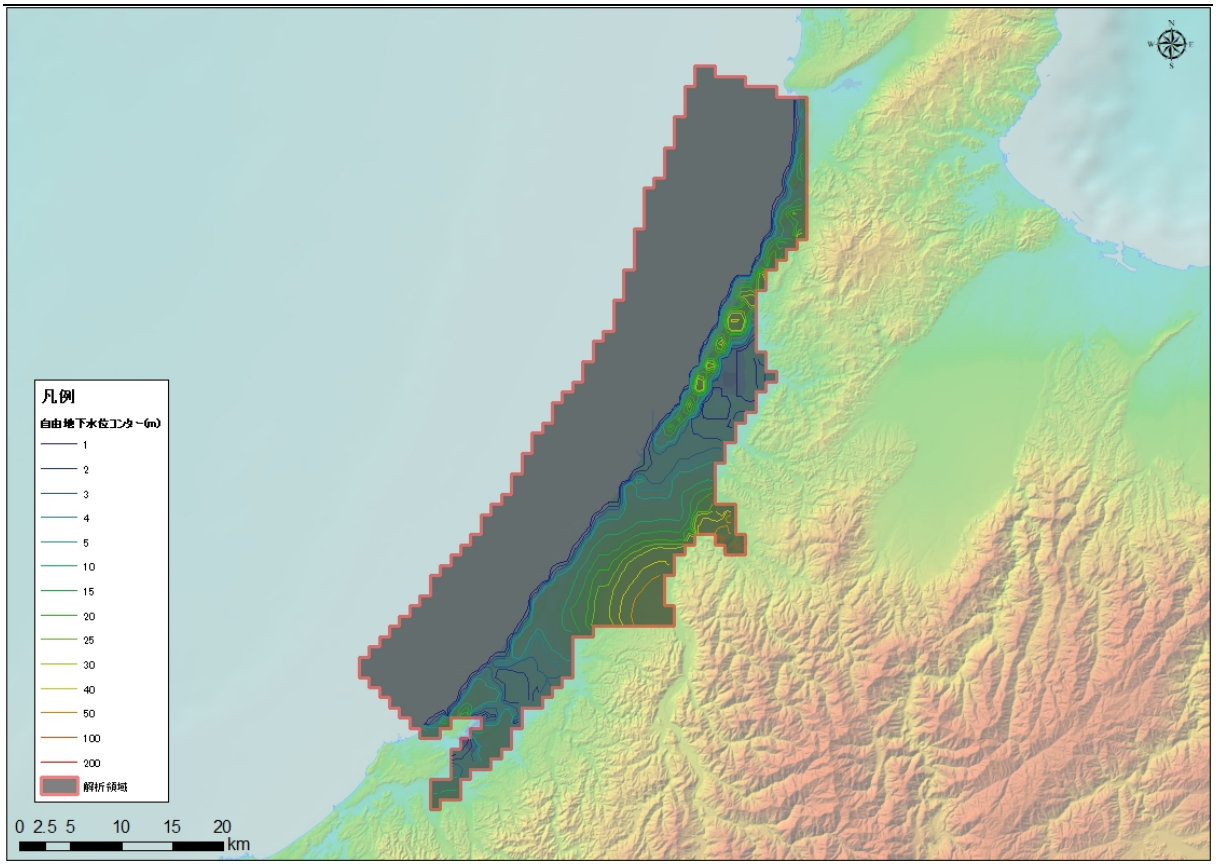


図 5-361　地下水位等高線図（CB-4 : Kanazawa plain）

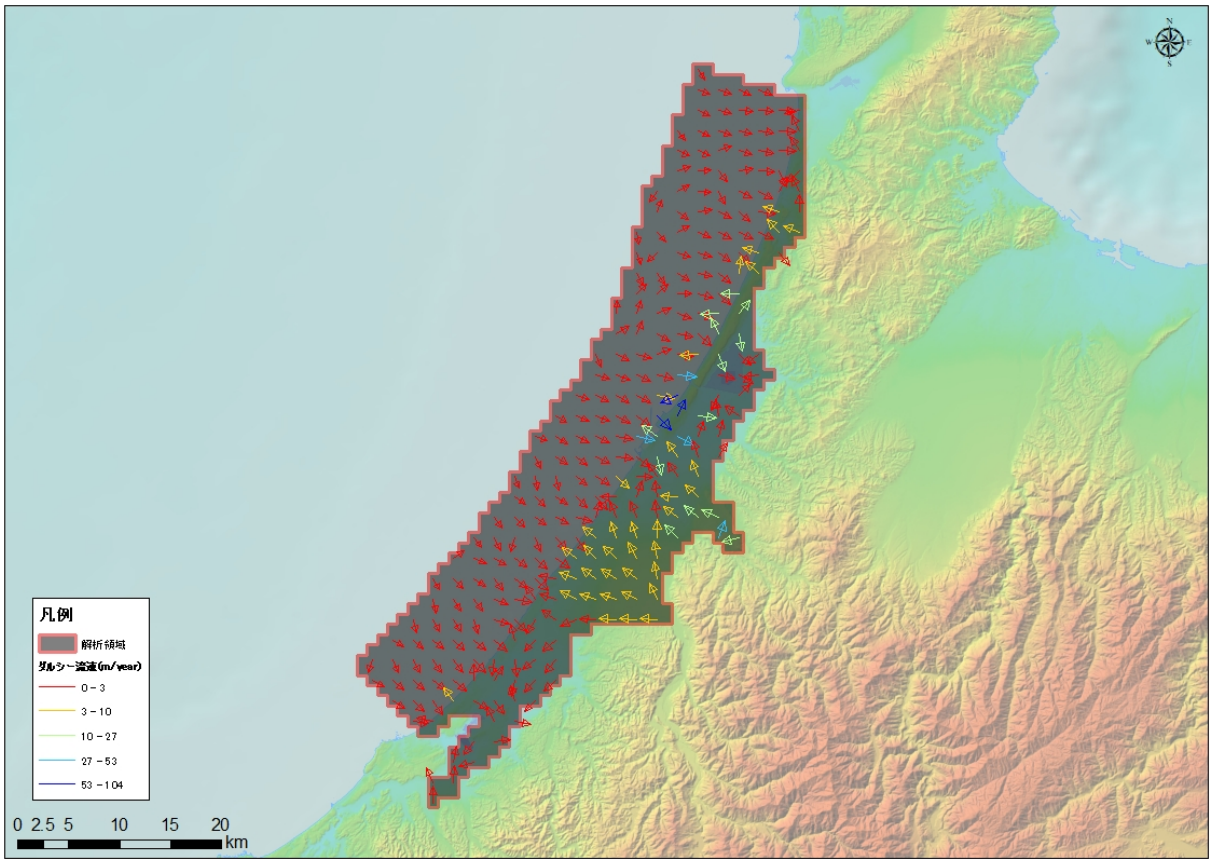


図 5-362　流速ベクトル図（CB-4 : Kanazawa plain）

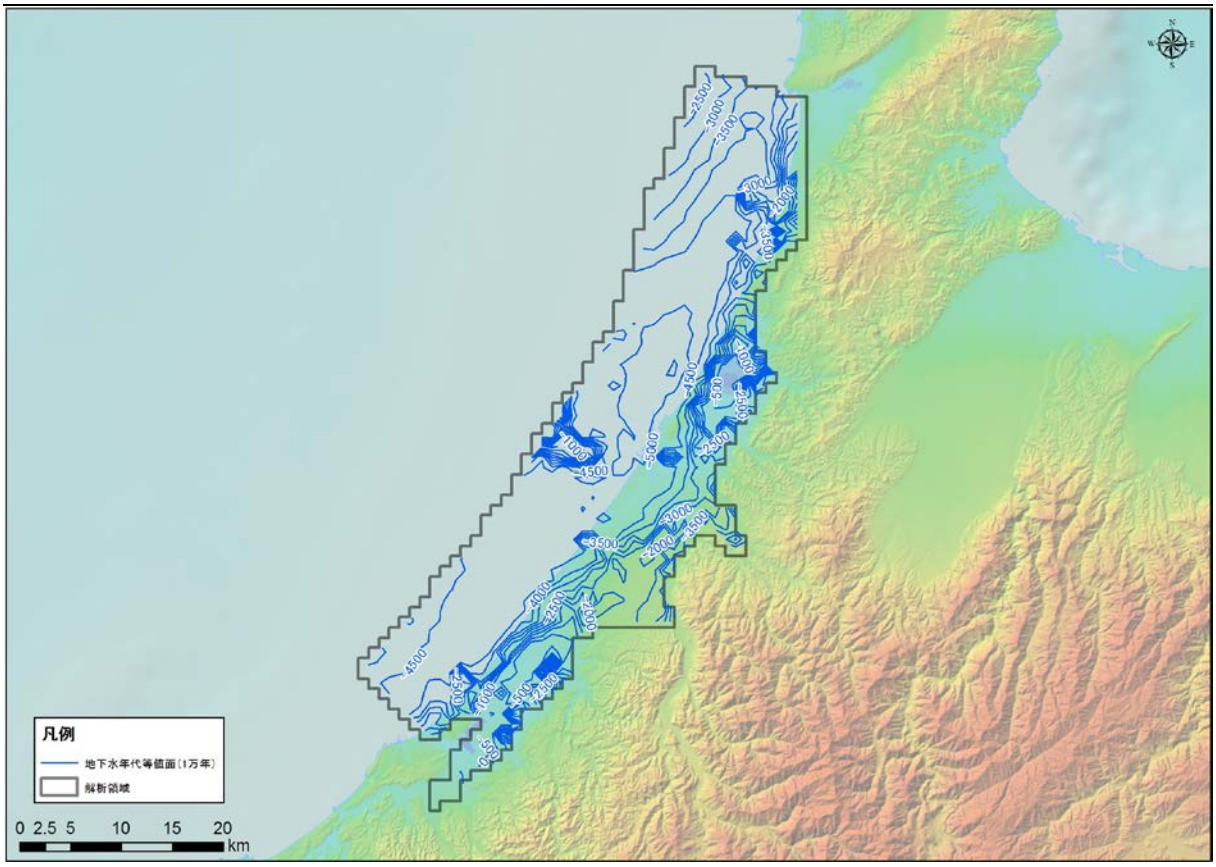


図 5-363　地下水年代（1 万年）等値面図（CB-4 : Kanazawa plain）

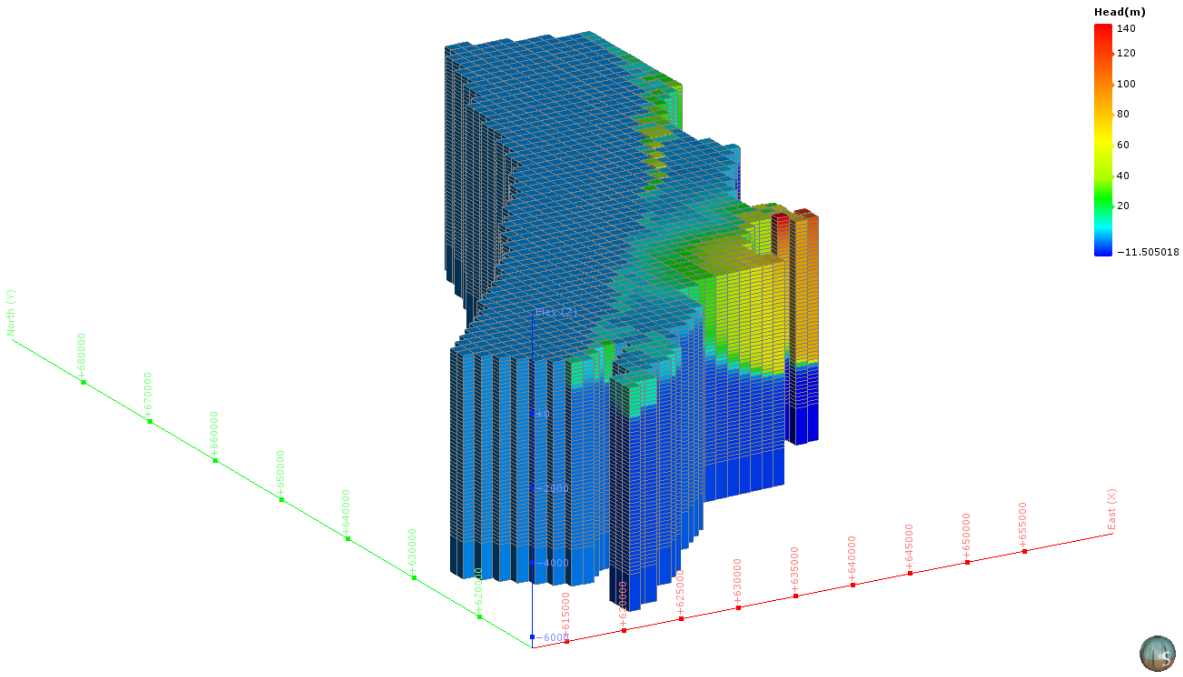


図 5-364　地下水ポテンシャル三次元分布図（CB-4 : Kanazawa plain）

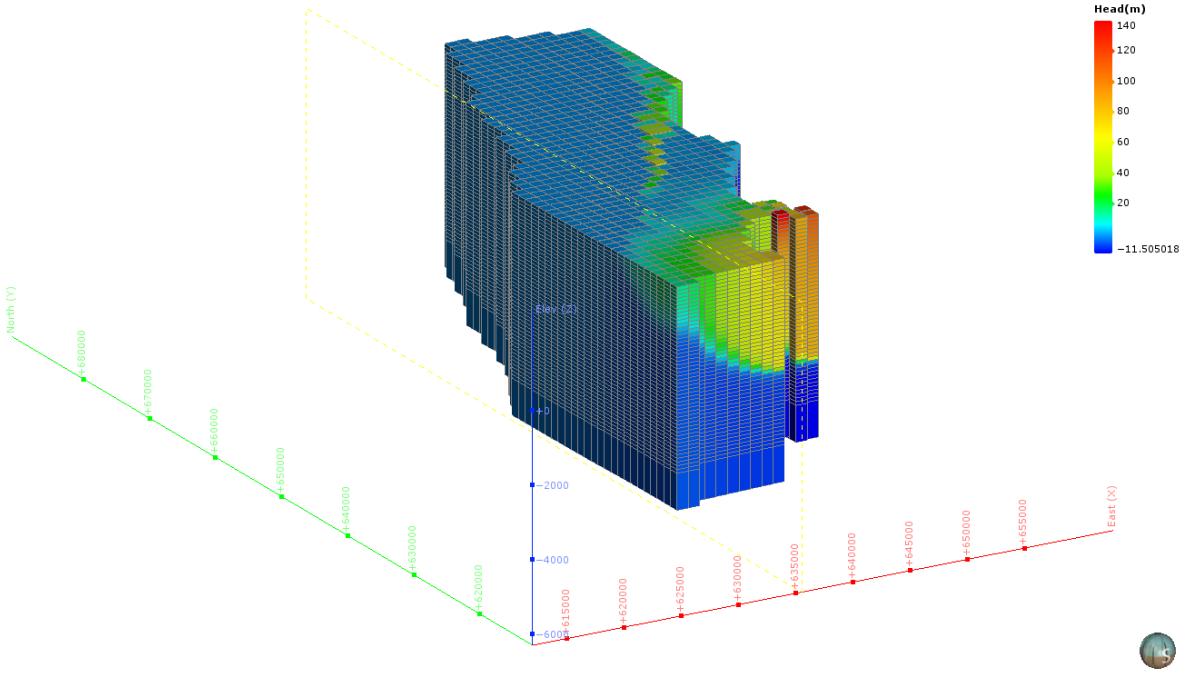


図 5-365　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（CB-4 : Kanazawa plain）

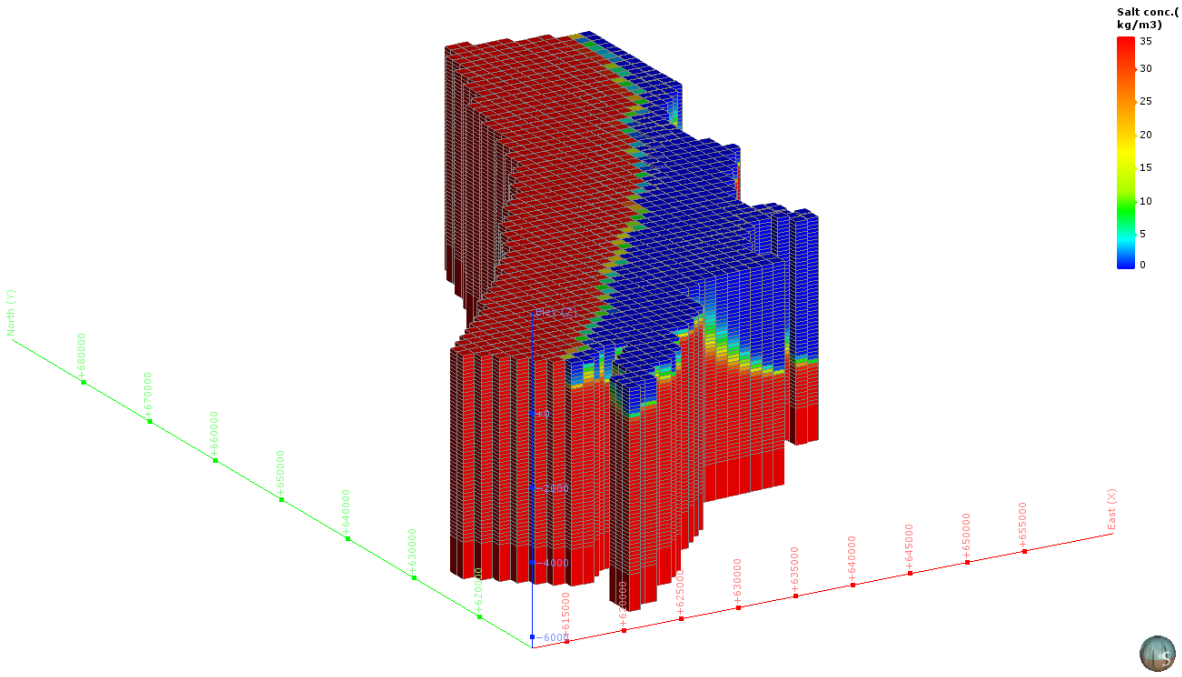


図 5-366　塩濃度三次元分布図（CB-4 : Kanazawa plain）

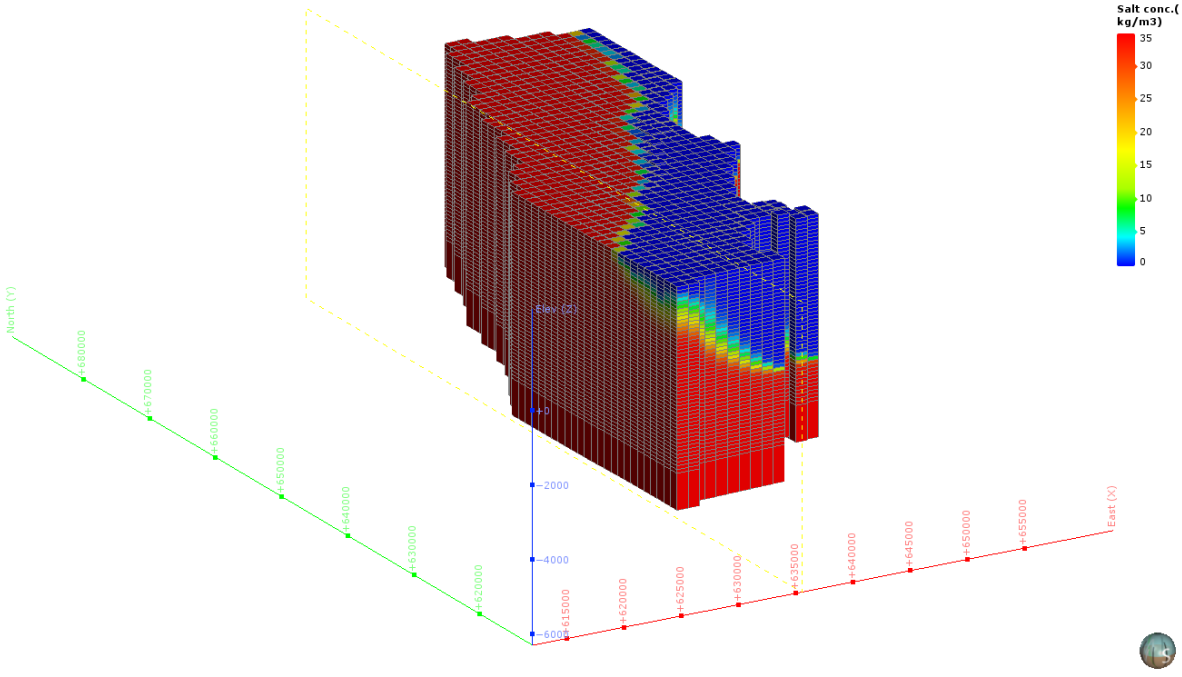


図 5-367　塩濃度三次元分布図（分割図）（CB-4 : Kanazawa plain）

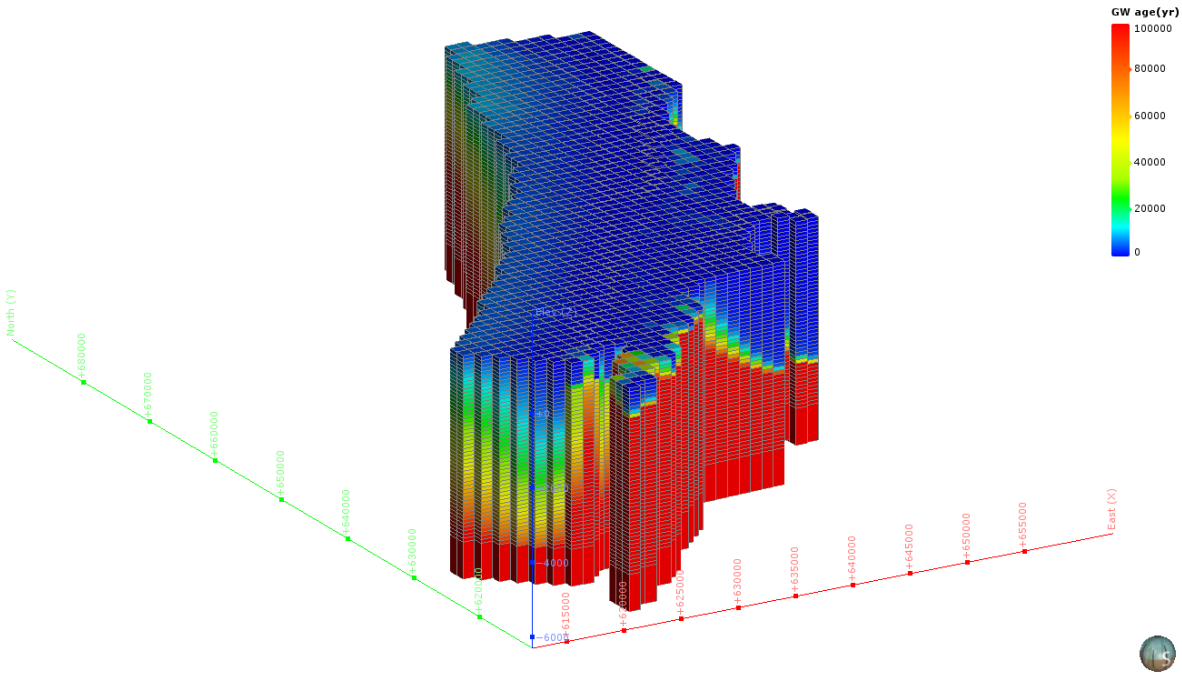


図 5-368　地下水年代三次元分布図（CB-4 : Kanazawa plain）

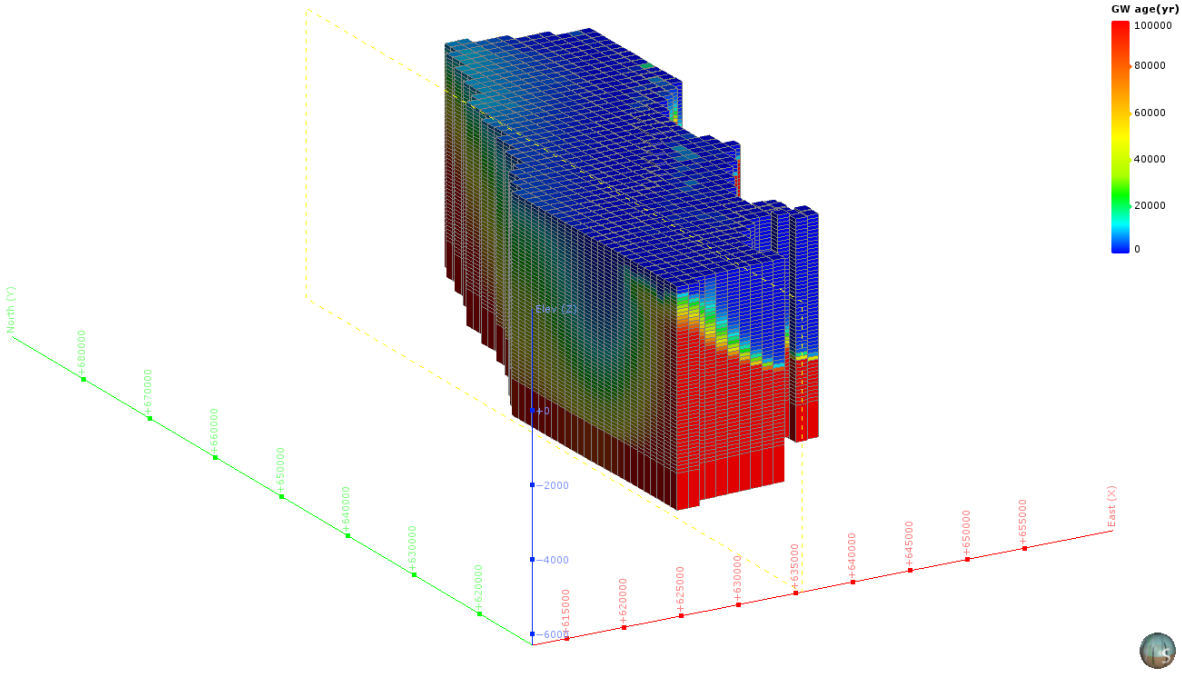


図 5-369　地下水年代三次元分布図（分割図）（CB-4 : Kanazawa plain）

（28） CB-5：Fukui plain

1） **解析領域**

CB-5：Fukui plain 領域を包括し、海域約 20km を拡張して、解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、995 km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、福井県福井市である。

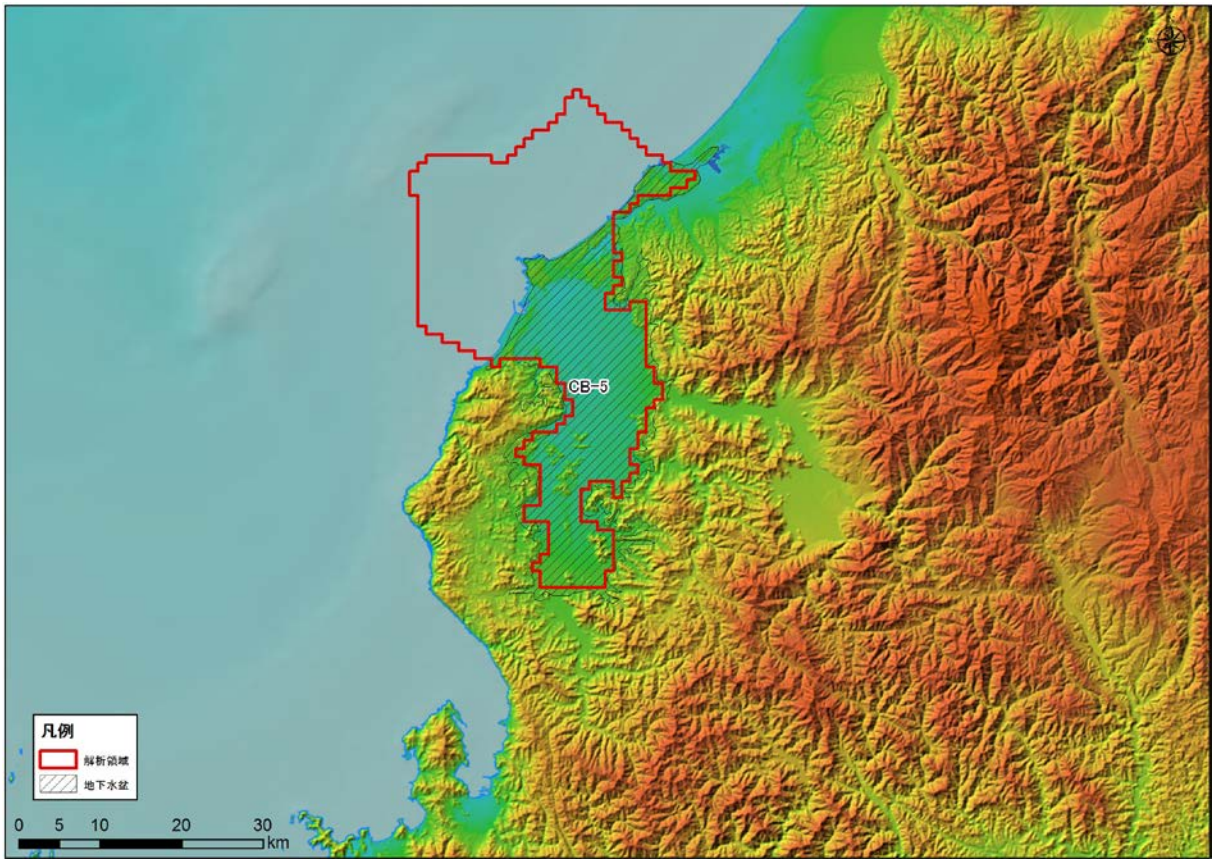


図 5-370 解析領域（CB-5 : Fukui plain）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 39、Y 方向に 64、Z 方向に 56 で分割され、Active Cell 数は、55,720 となった。本領域内は、H，Q3，Q2，Q1，N3，N2，N1，PreN1 で構成される。

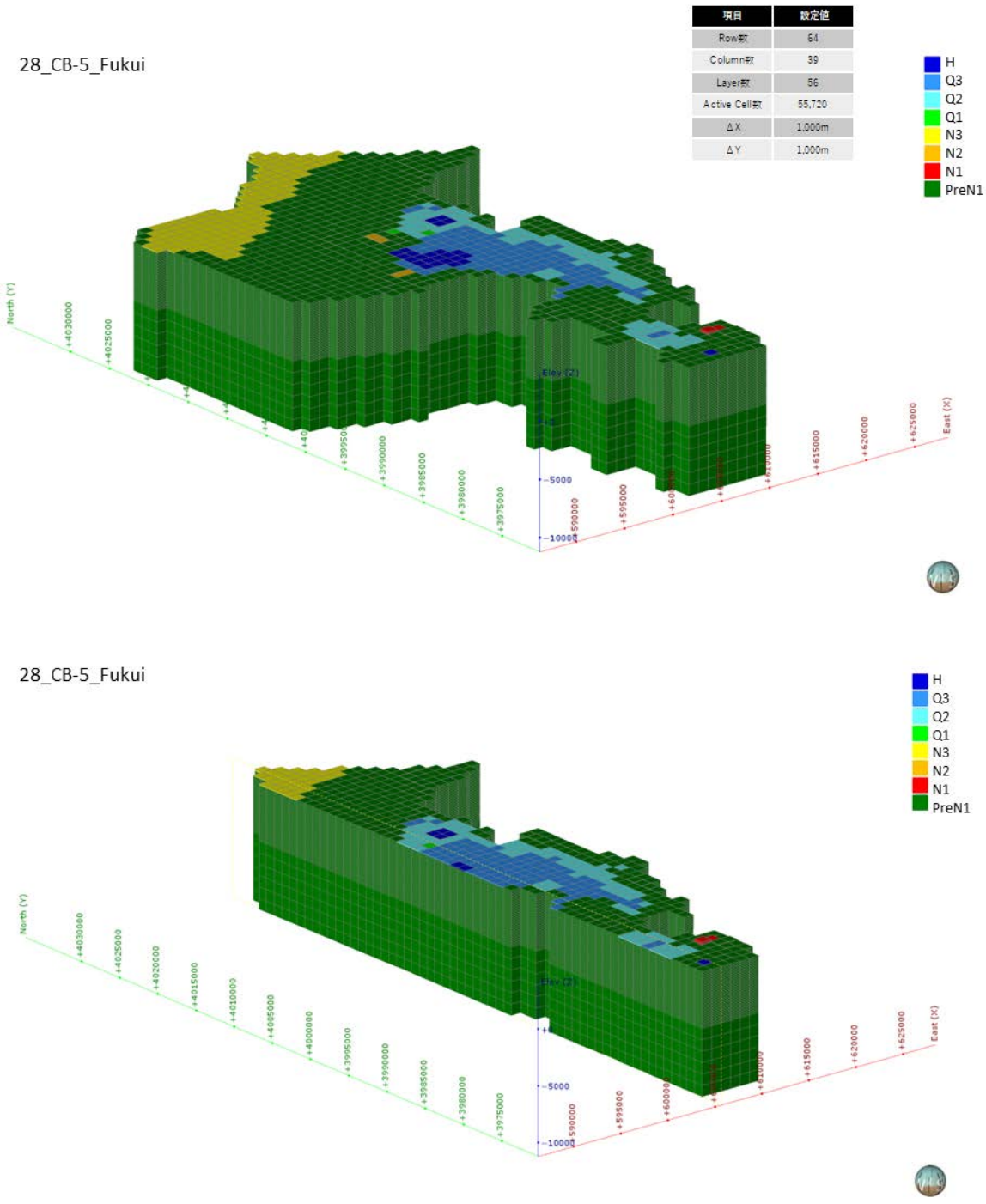


図 5-371　グリッド分割状況（CB-5 : Fukui plain）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=488）と海域セル（N=507）の設定位置図を図 5-372 に示す。

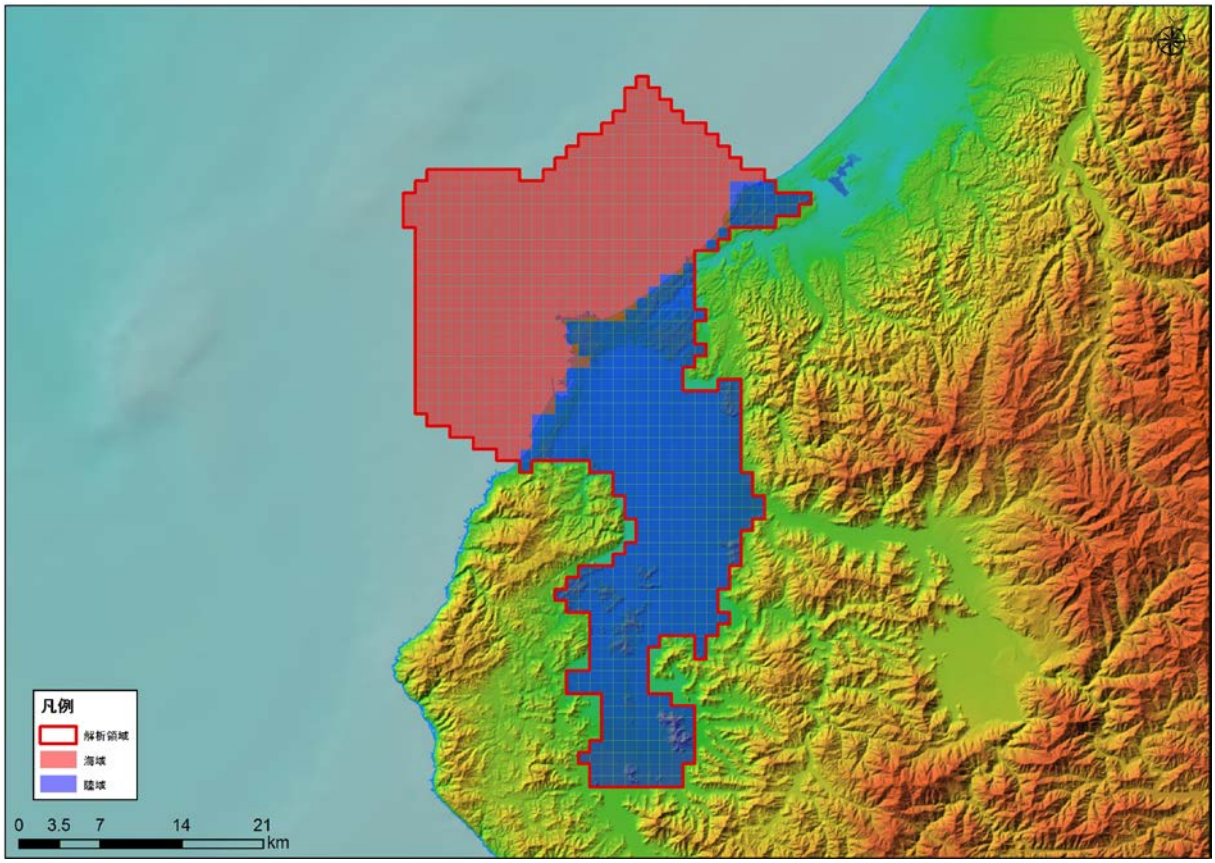


図 5-372　境界条件（CB-5 : Fukui plain）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×9.0 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 1.08 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 1.08 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-31　検討ケース（CB-5 : Fukui plain）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 9.0
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	2.66E+01
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	1.39E+01
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	3.07E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	7.46E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	5.05E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	3.88E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	2.44E-01
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	1.55E-01
モデル内の涵養量 (mm/日)	0.12	0.68	0.02	1.08

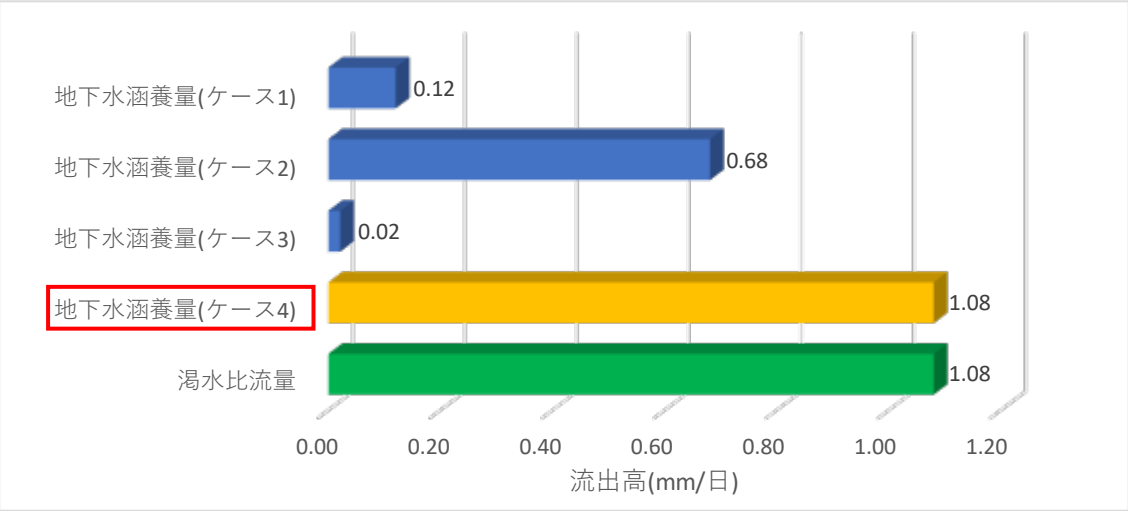


図 5-373　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（CB-5 : Fukui plain）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

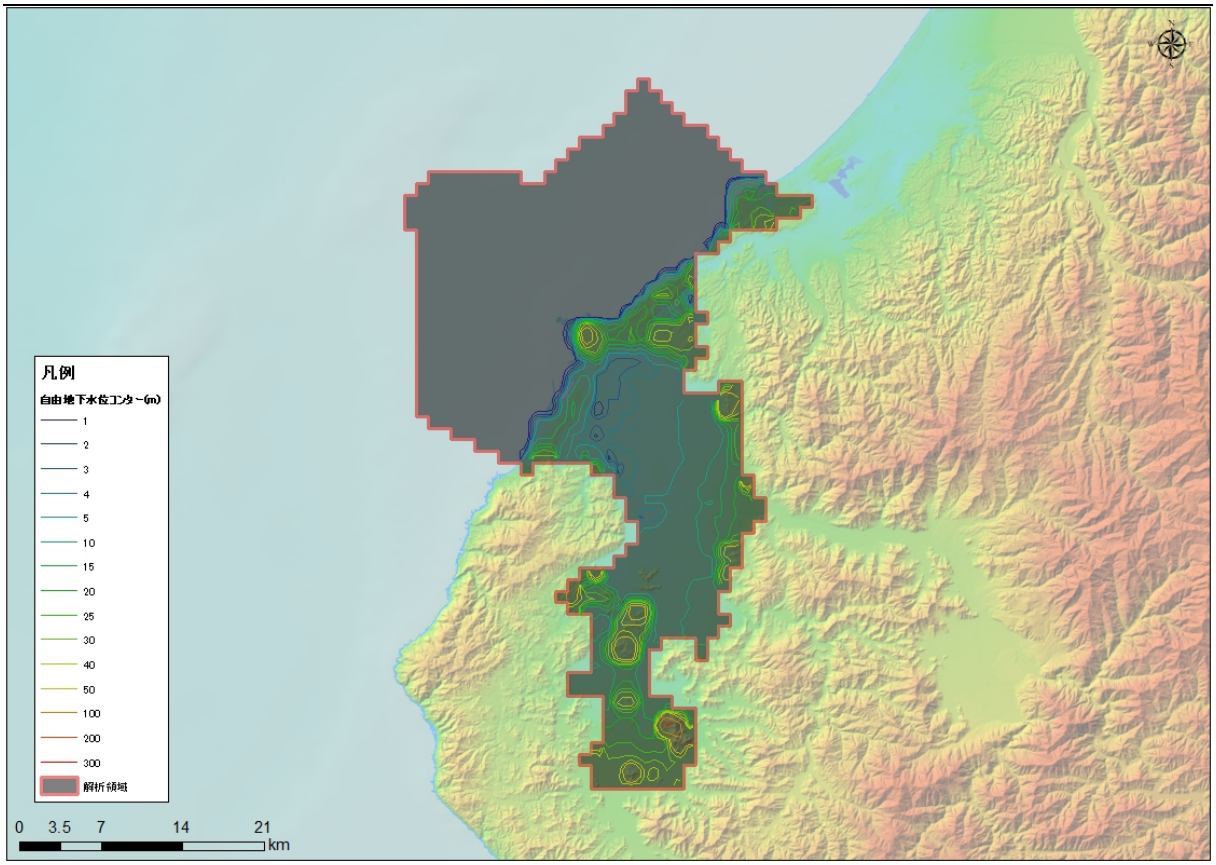


図 5-374　地下水位等高線図（CB-5 : Fukui plain）

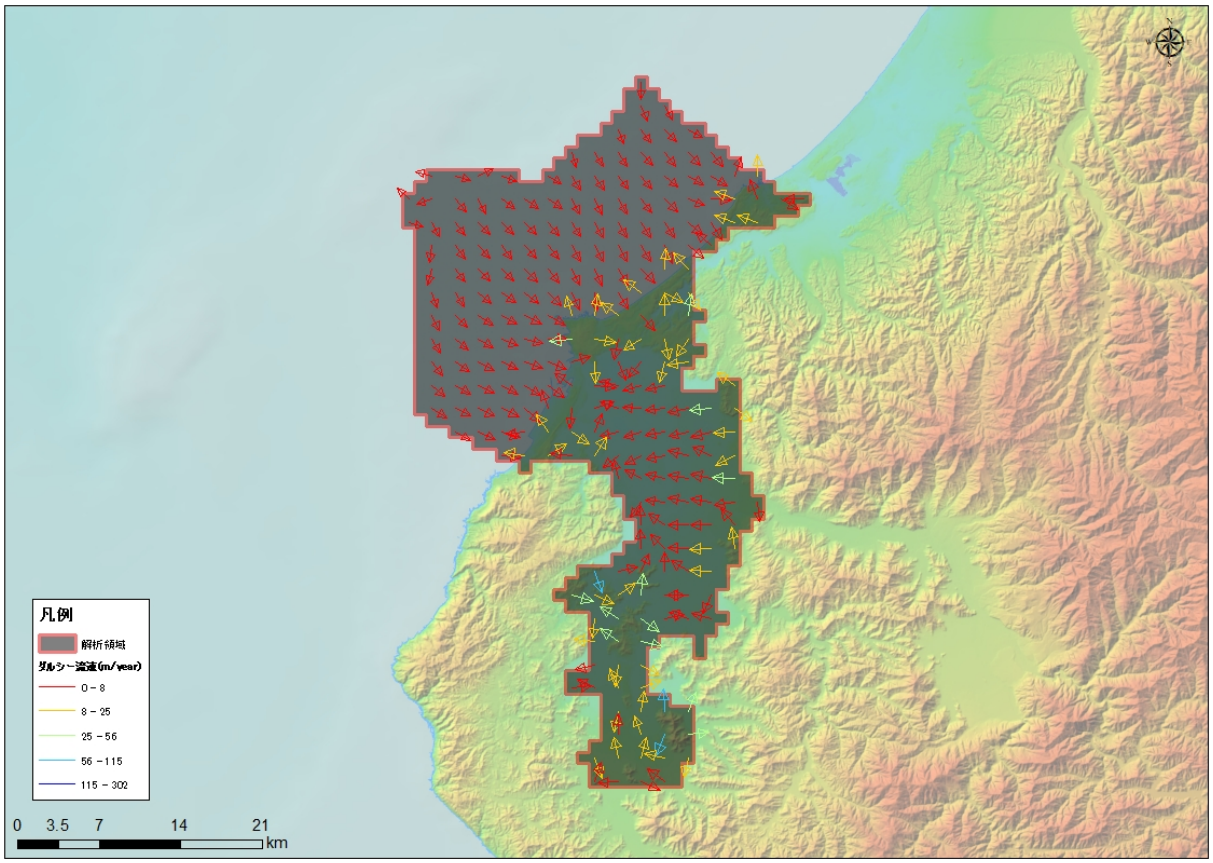


図 5-375　流速ベクトル図（CB-5 : Fukui plain）

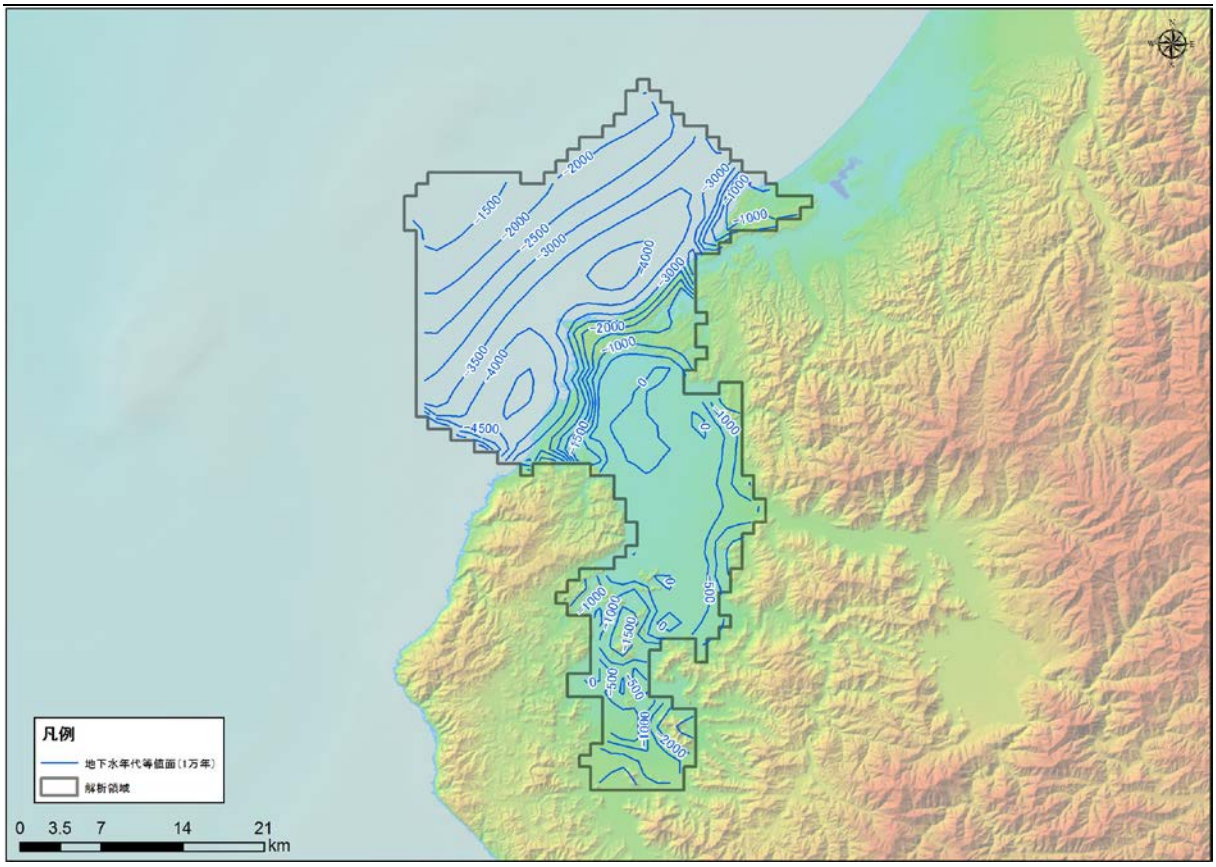


図 5-376　地下水年代（1 万年）等値面図（CB-5 : Fukui plain）

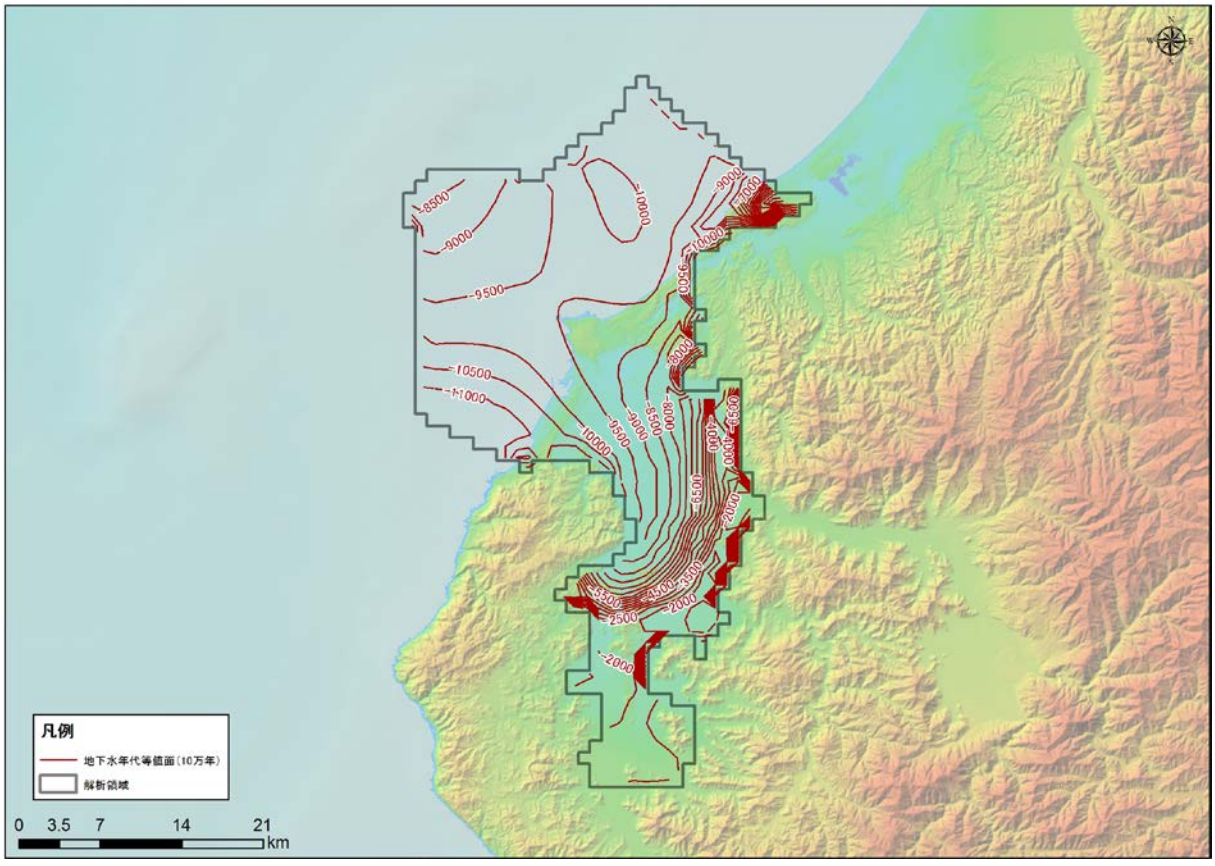


図 5-377　地下水年代（10 万年）等値面図（CB-5 : Fukui plain）

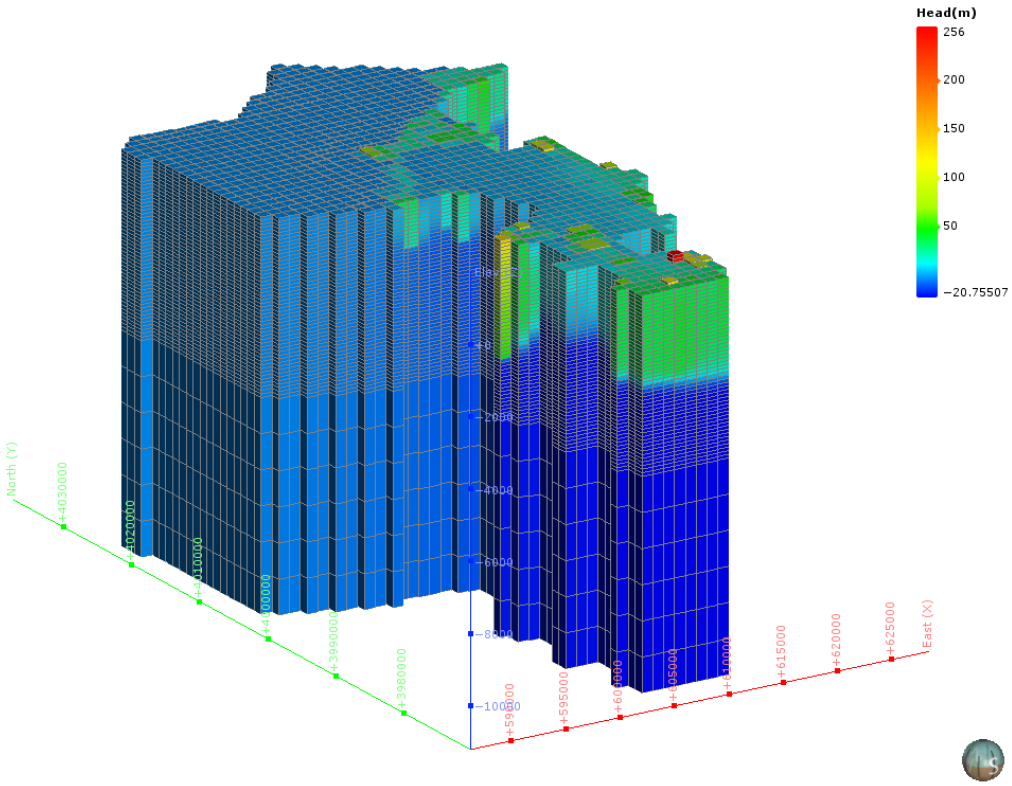


図 5-378　地下水ポテンシャル三次元分布図（CB-5 : Fukui plain）

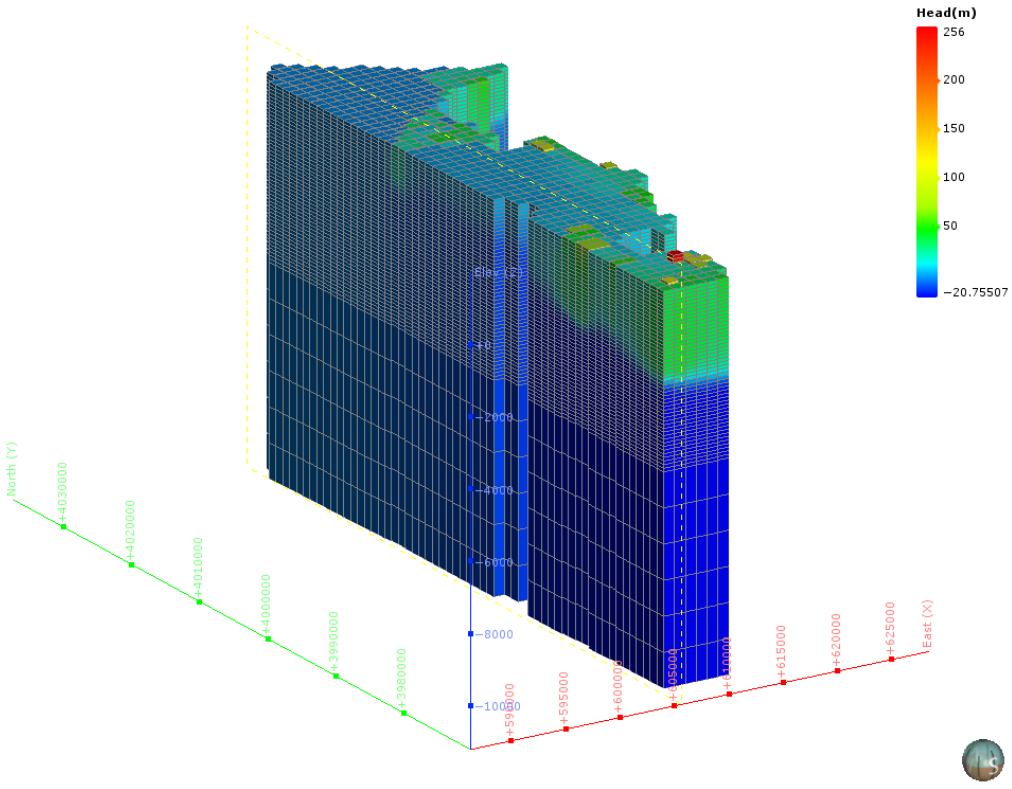


図 5-379　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（CB-5 : Fukui plain）

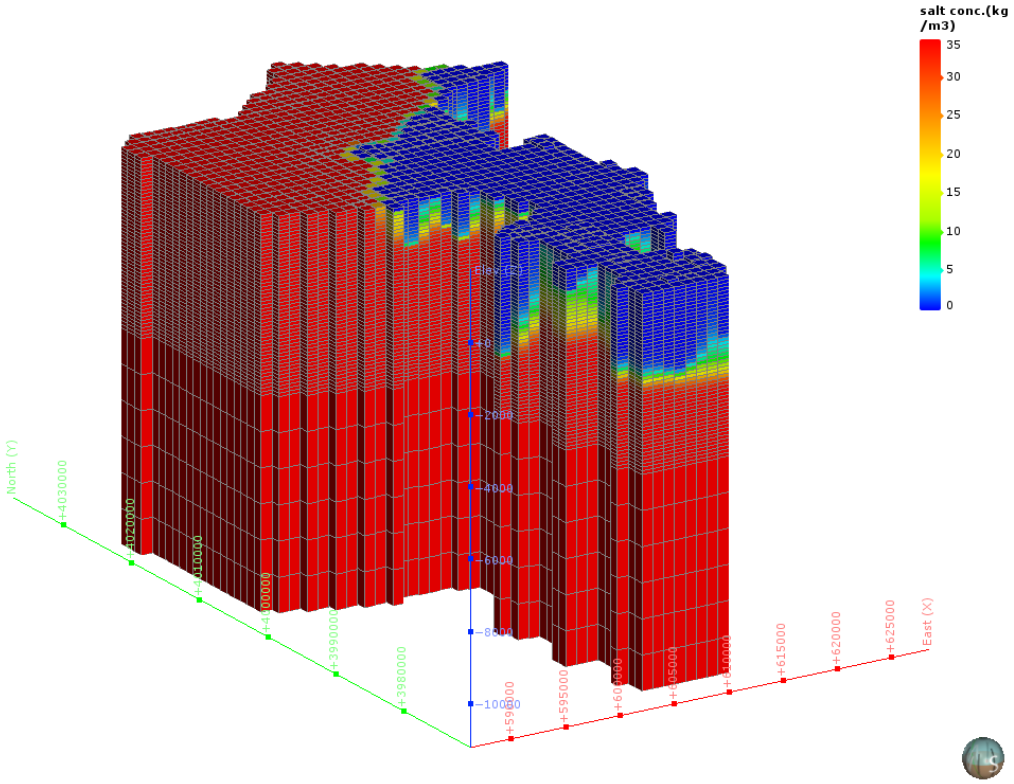


図 5-380　塩濃度三次元分布図（CB-5 : Fukui plain）

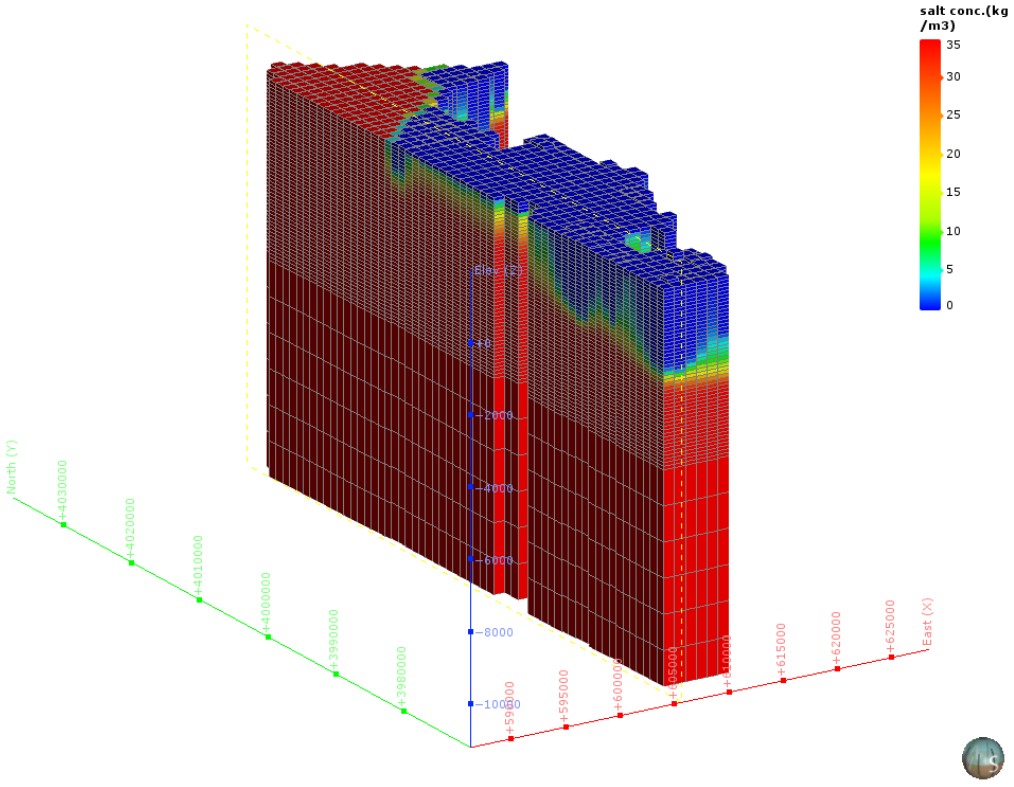


図 5-381　塩濃度三次元分布図（分割図）（CB-5 : Fukui plain）

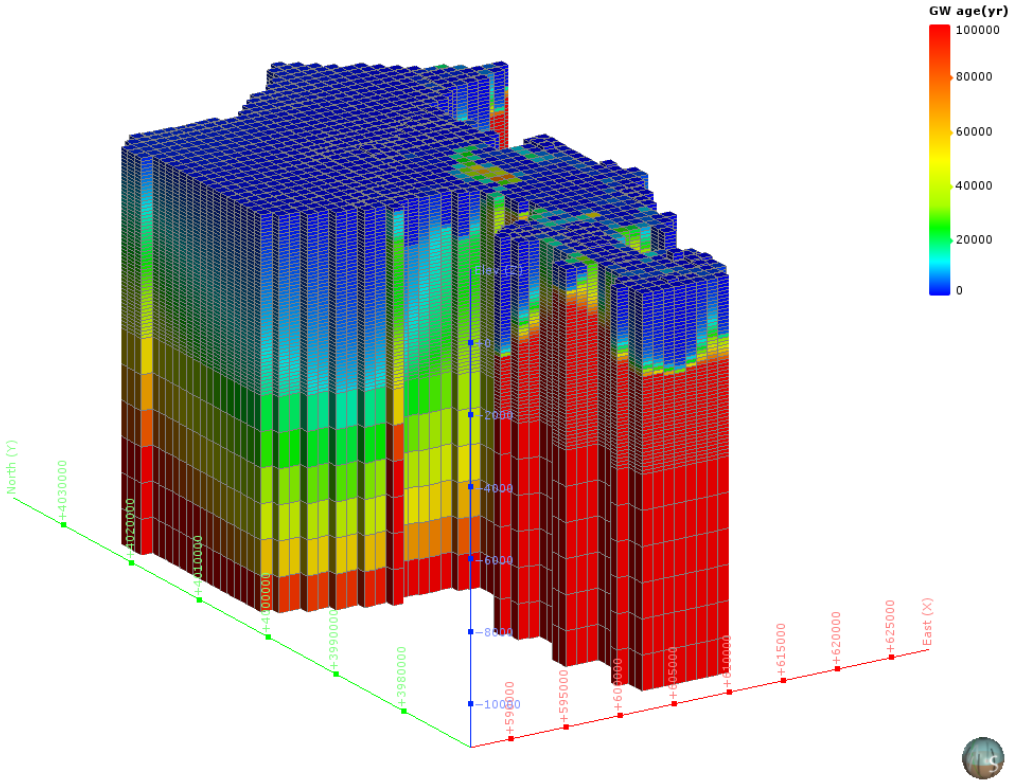


図 5-382　地下水年代三次元分布図（CB-5 : Fukui plain）

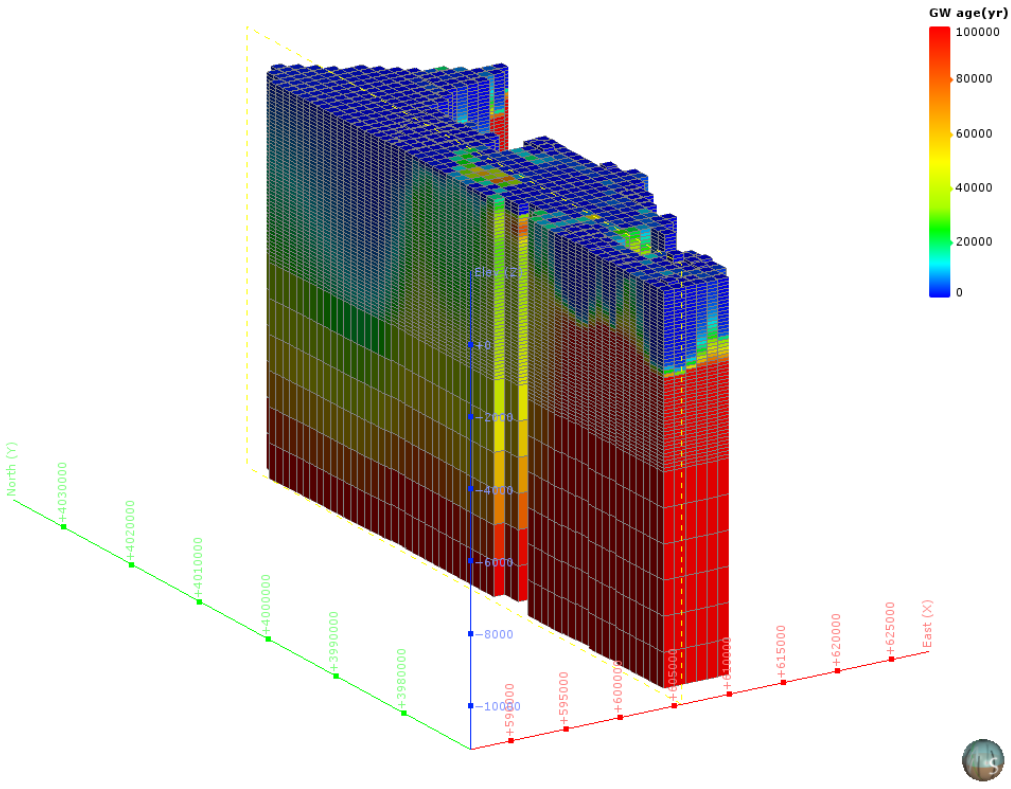


図 5-383　地下水年代三次元分布図（分割図）（CB-5 : Fukui plain）

（29） CB-6：Nagano basin

1） **解析領域**

CB-6 : Nagano basin 領域を包括する解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、252km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、長野県長野市である。

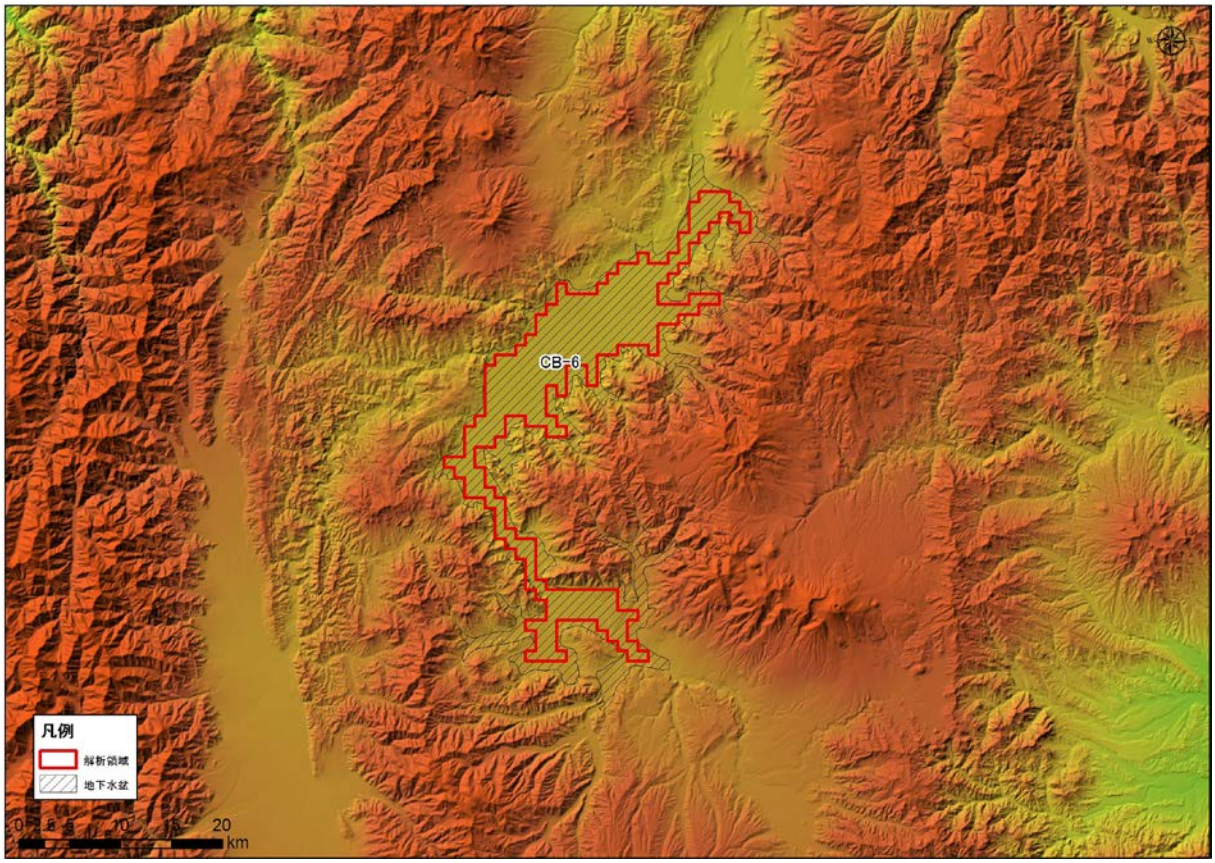


図 5-384 解析領域（CB-6 : Nagano basin）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 34、Y 方向に 55、Z 方向に 60 で分割され、Active Cell 数は、15,120 となった。本領域内は、N3，N2，N1，PreN1 で構成される。

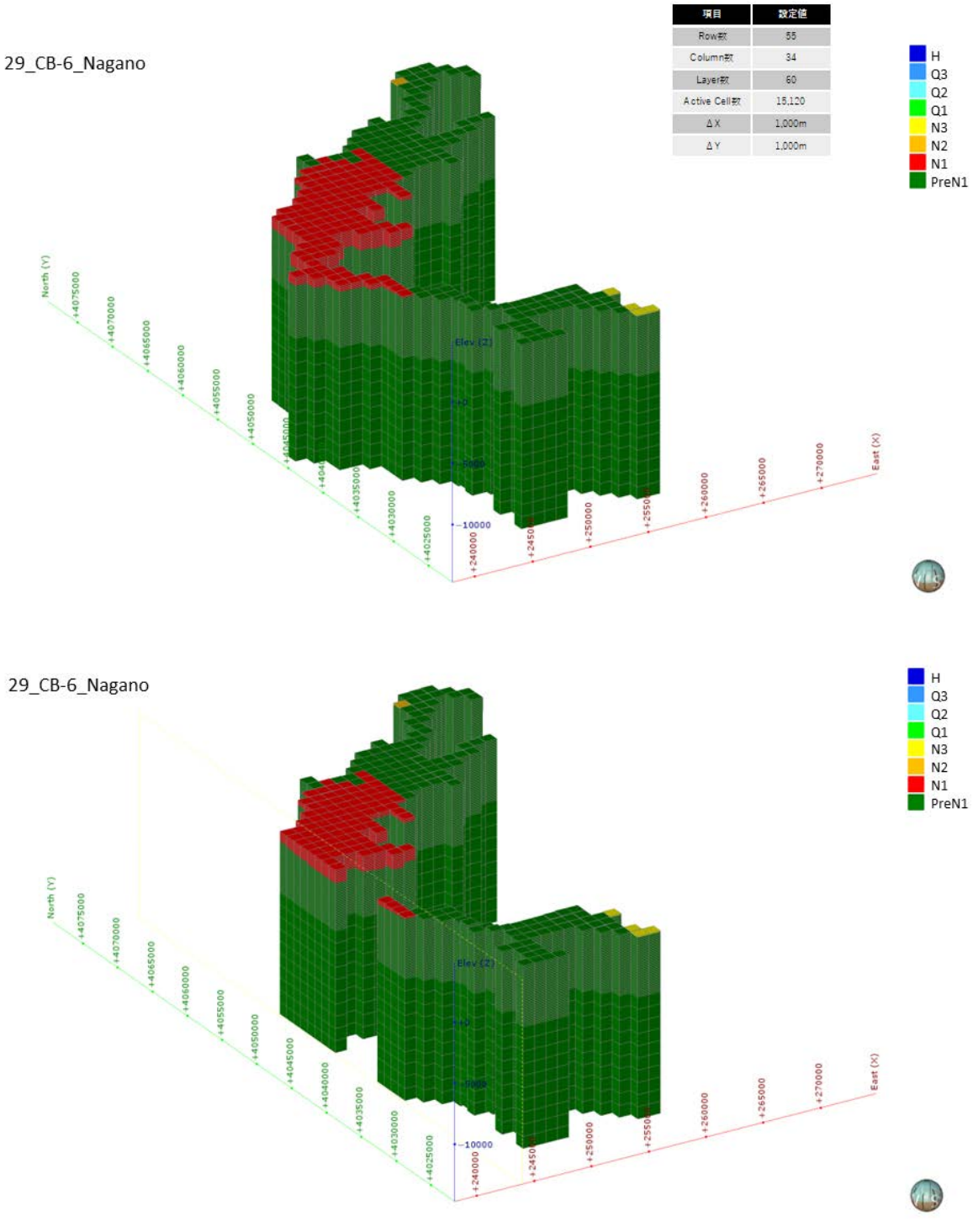


図 5-385　グリッド分割状況（CB-6 : Nagano basin）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=252）の設定位置図を図 5-386 に示す。

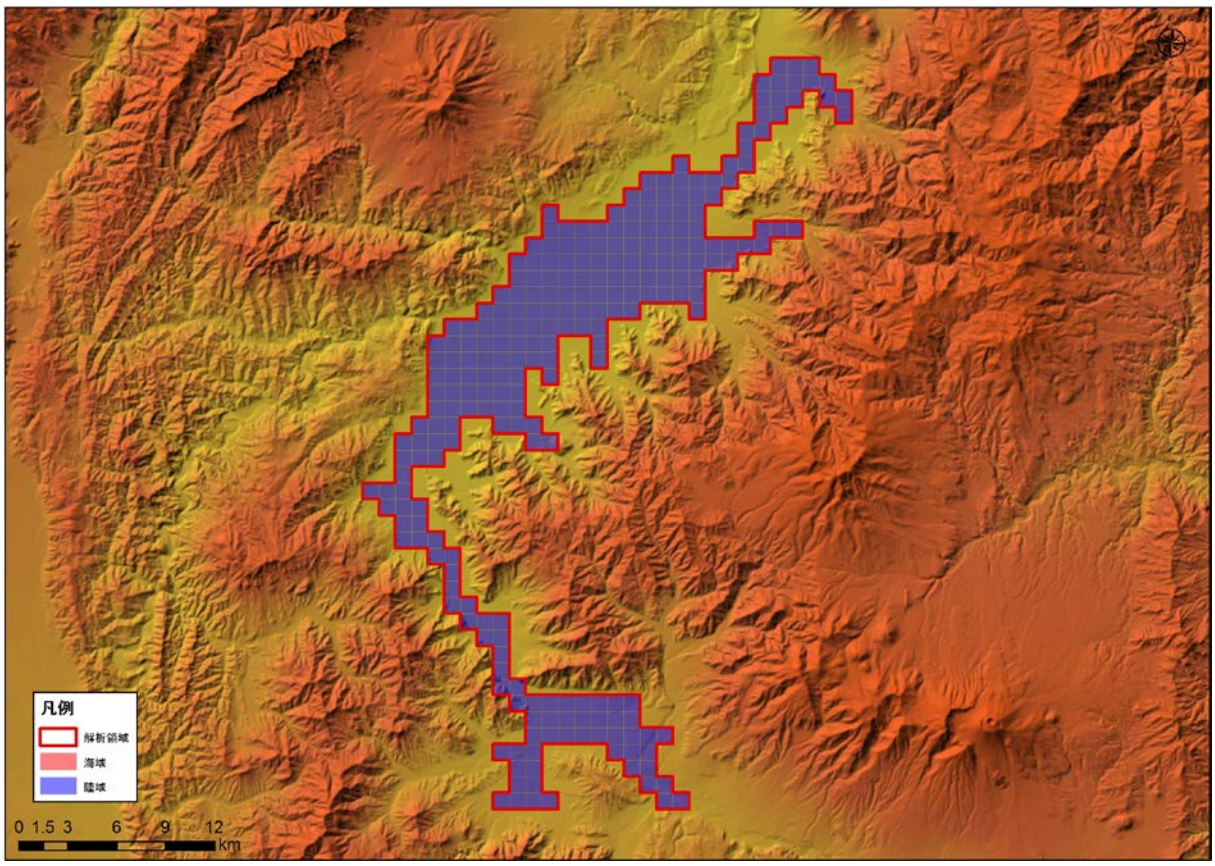


図 5-386　境界条件（CB-6 : Nagano basin）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×7.4 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 1.09 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 1.05 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-32　検討ケース（CB-6 : Nagano basin）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 7.4
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	2.17E+01
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	1.14E+01
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	2.51E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	6.09E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	4.12E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	3.17E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	1.99E-01
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	1.27E-01
モデル内の涵養量 (mm/日)	0.14	0.88	0.02	1.09

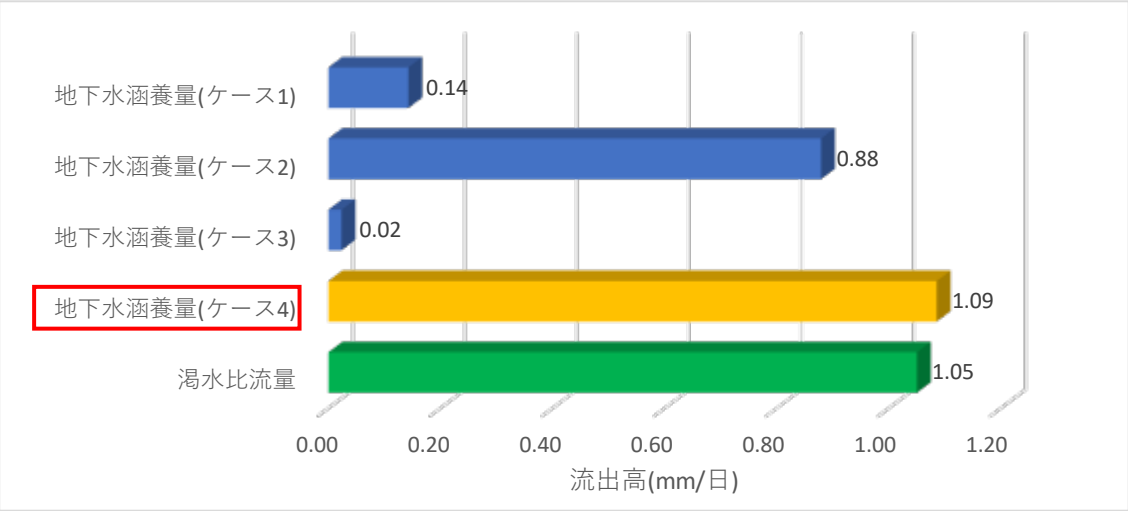


図 5-387　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（CB-6 : Nagano basin）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

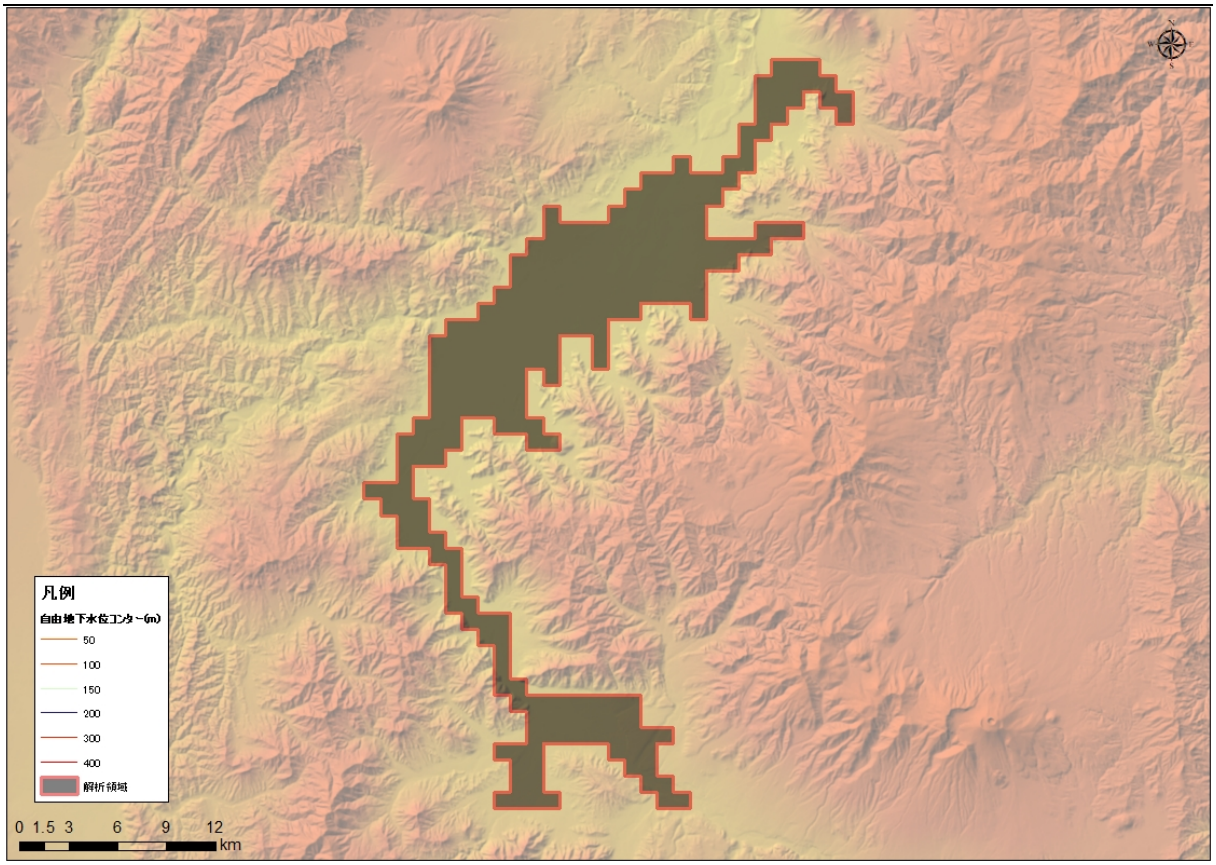


図 5-388　地下水位等高線図（CB-6 : Nagano basin）

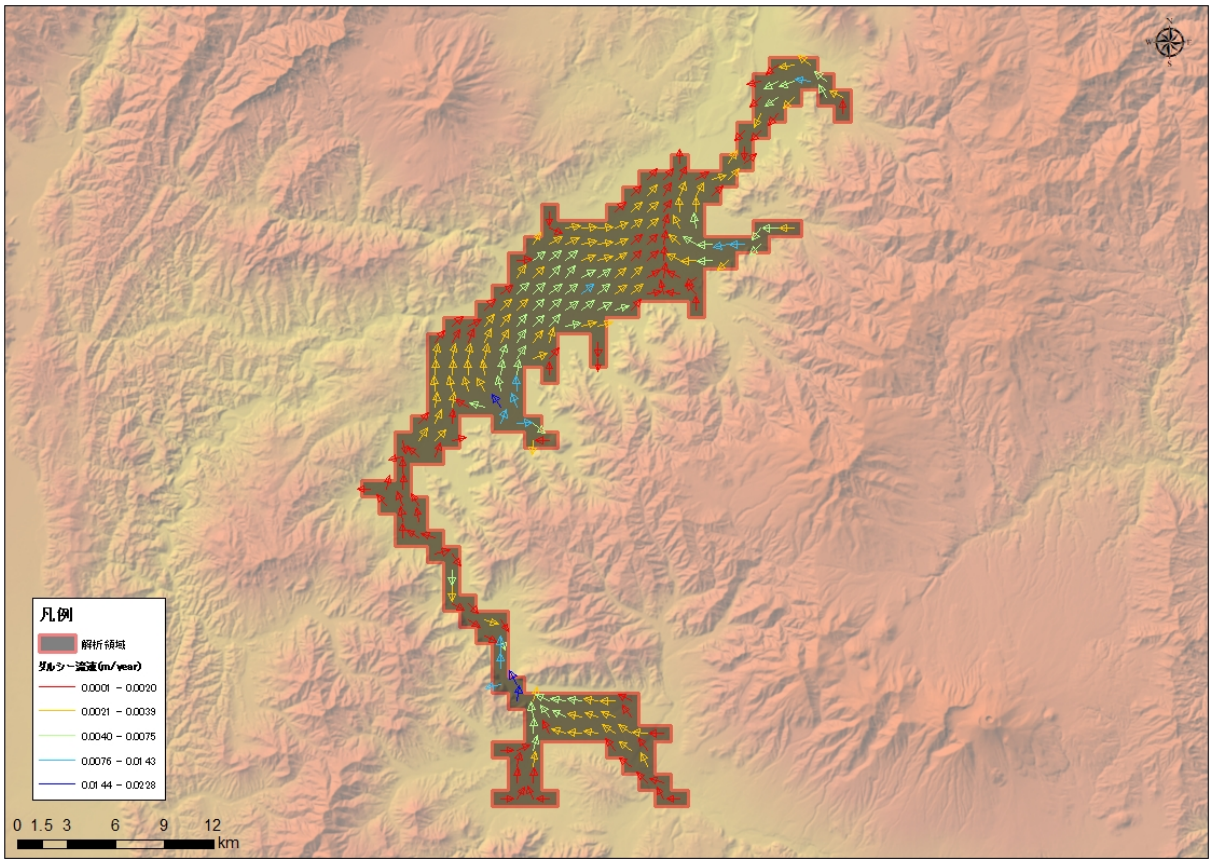


図 5-389　流速ベクトル図（CB-6 : Nagano basin）

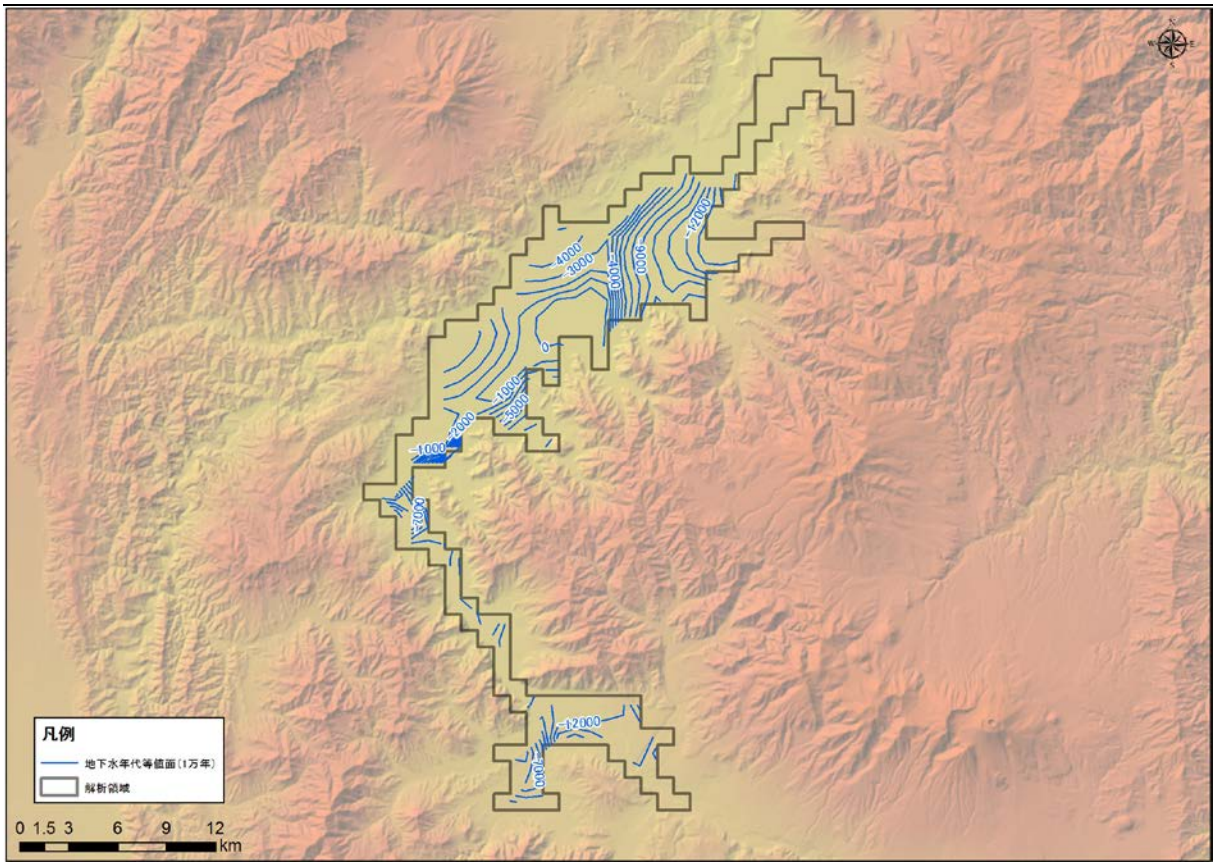


図 5-390　地下水年代（1 万年）等値面図（CB-6 : Nagano basin）

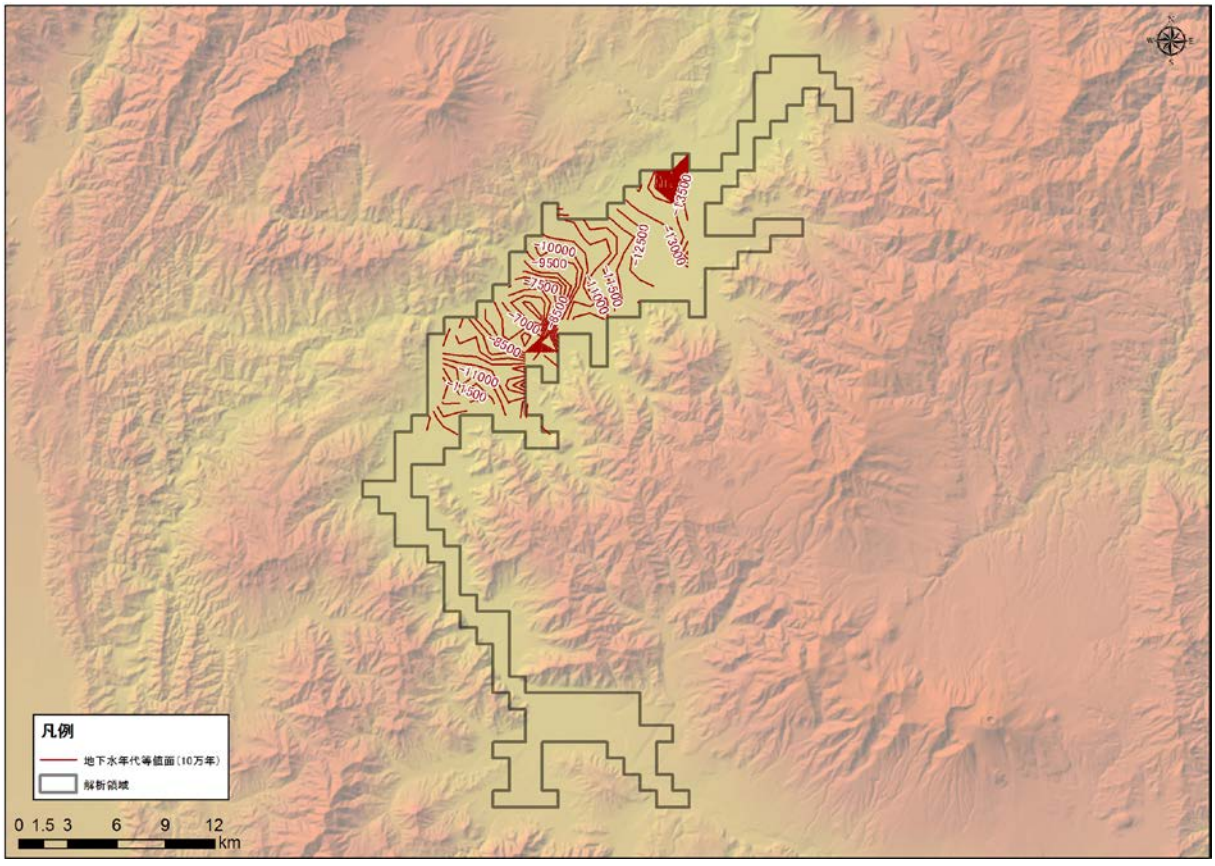


図 5-391　地下水年代（10 万年）等値面図（CB-6 : Nagano basin）

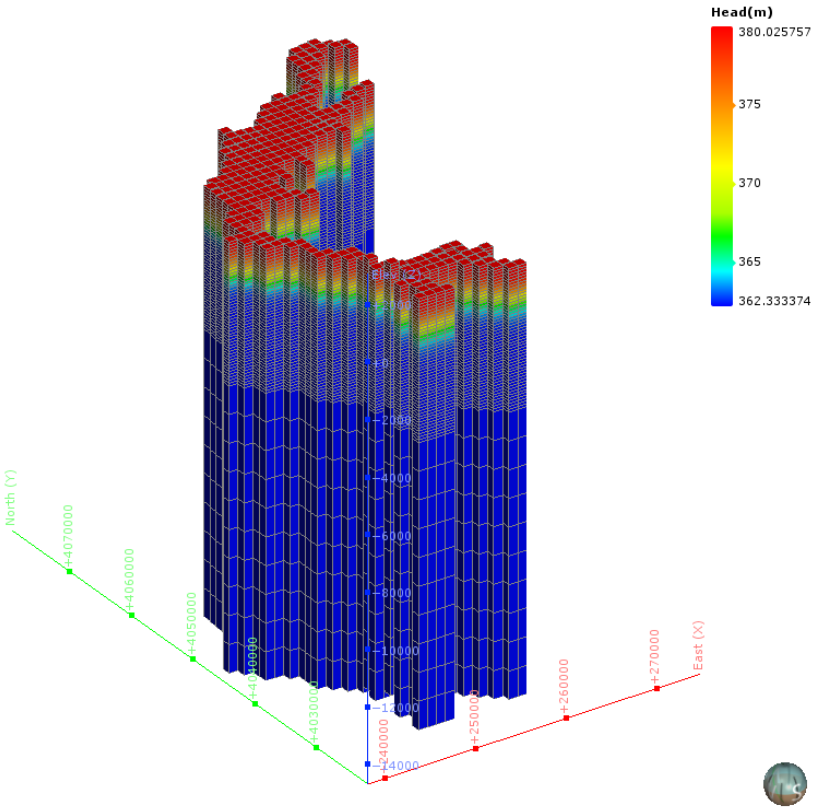


図 5-392　地下水ポテンシャル三次元分布図（CB-6 : Nagano basin）

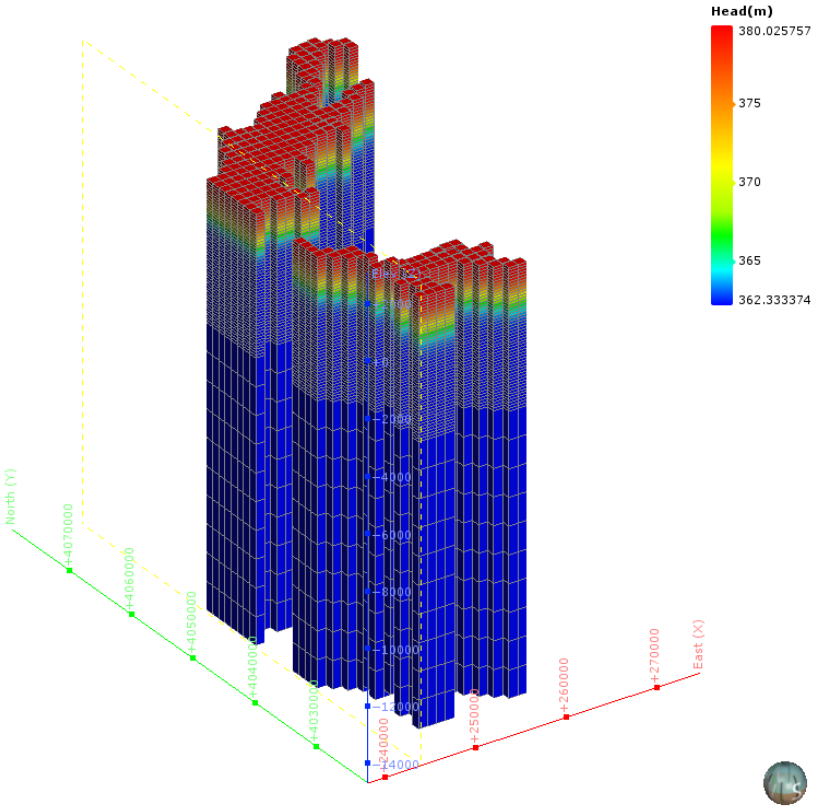


図 5-393　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（CB-6 : Nagano basin）

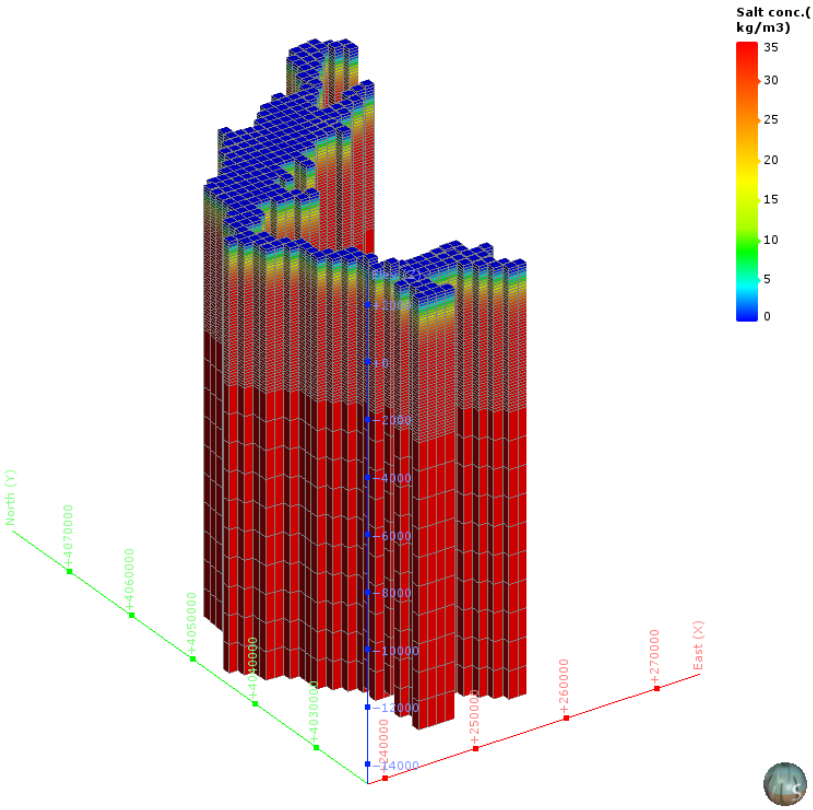


図 5-394　塩濃度三次元分布図（CB-6 : Nagano basin）

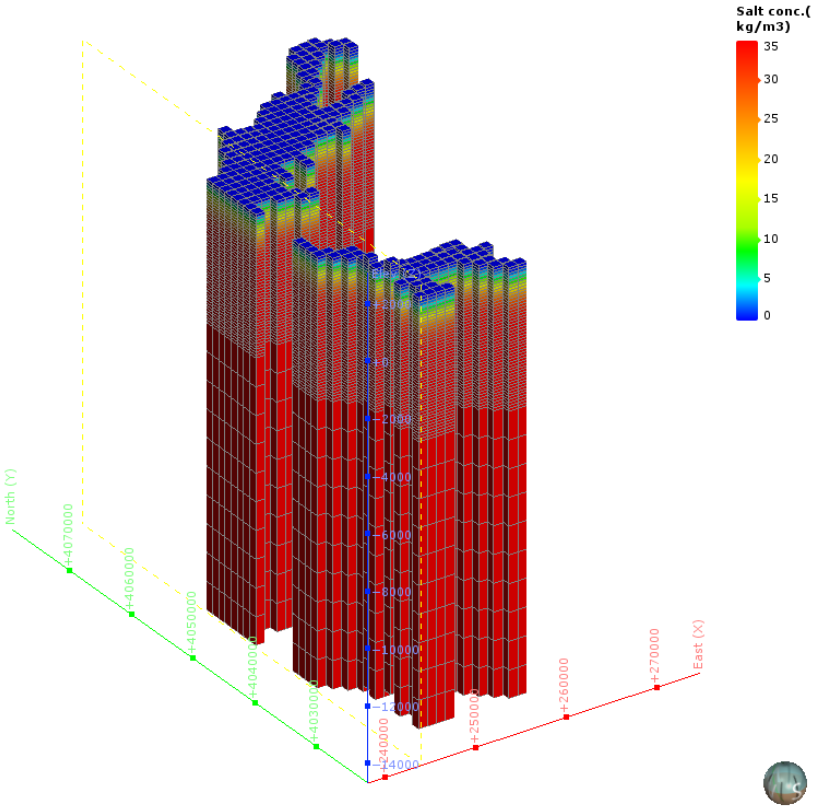


図 5-395　塩濃度三次元分布図（分割図）（CB-6 : Nagano basin）

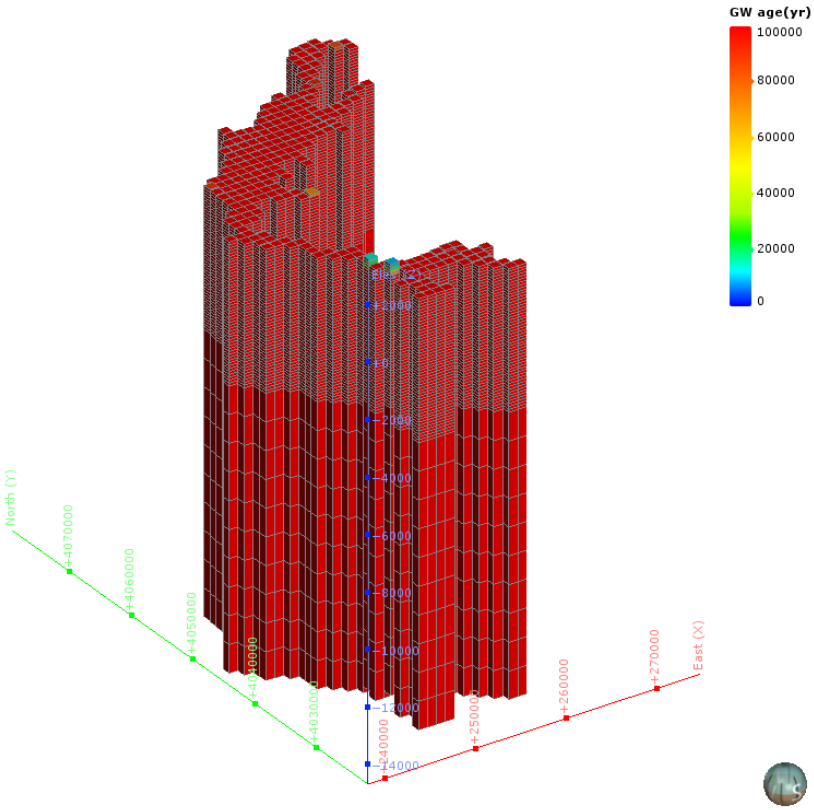


図 5-396　地下水年代三次元分布図（CB-6 : Nagano basin）

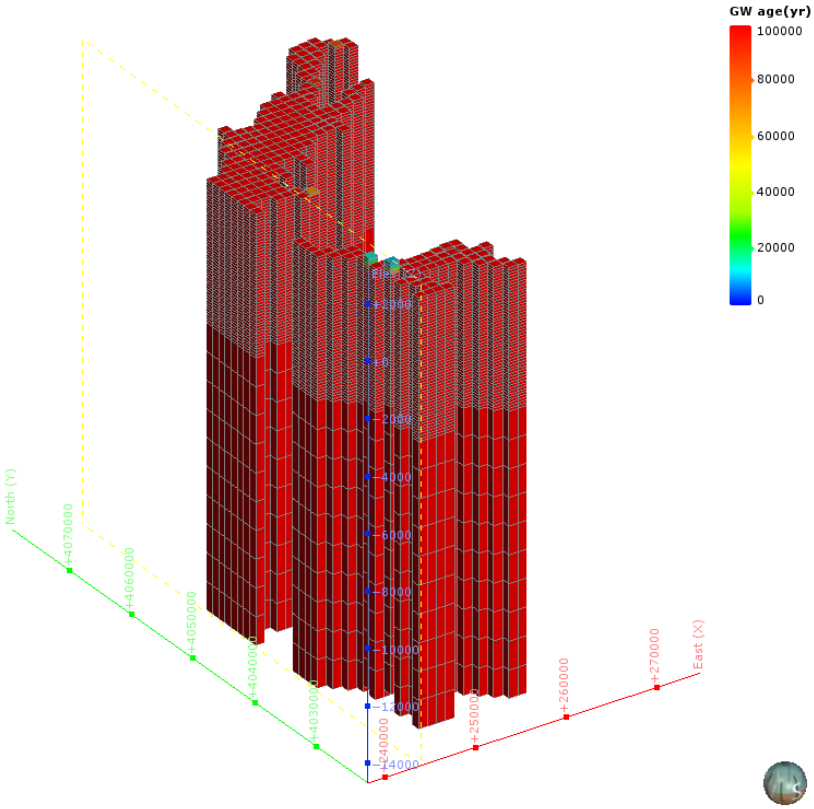


図 5-397　地下水年代三次元分布図（分割図）（CB-6 : Nagano basin）

（30）　CB-7：Matsumoto basin

1）　**解析領域**

CB-7：Matsumoto basin 領域を包括する解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、355km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、長野県松本市である。

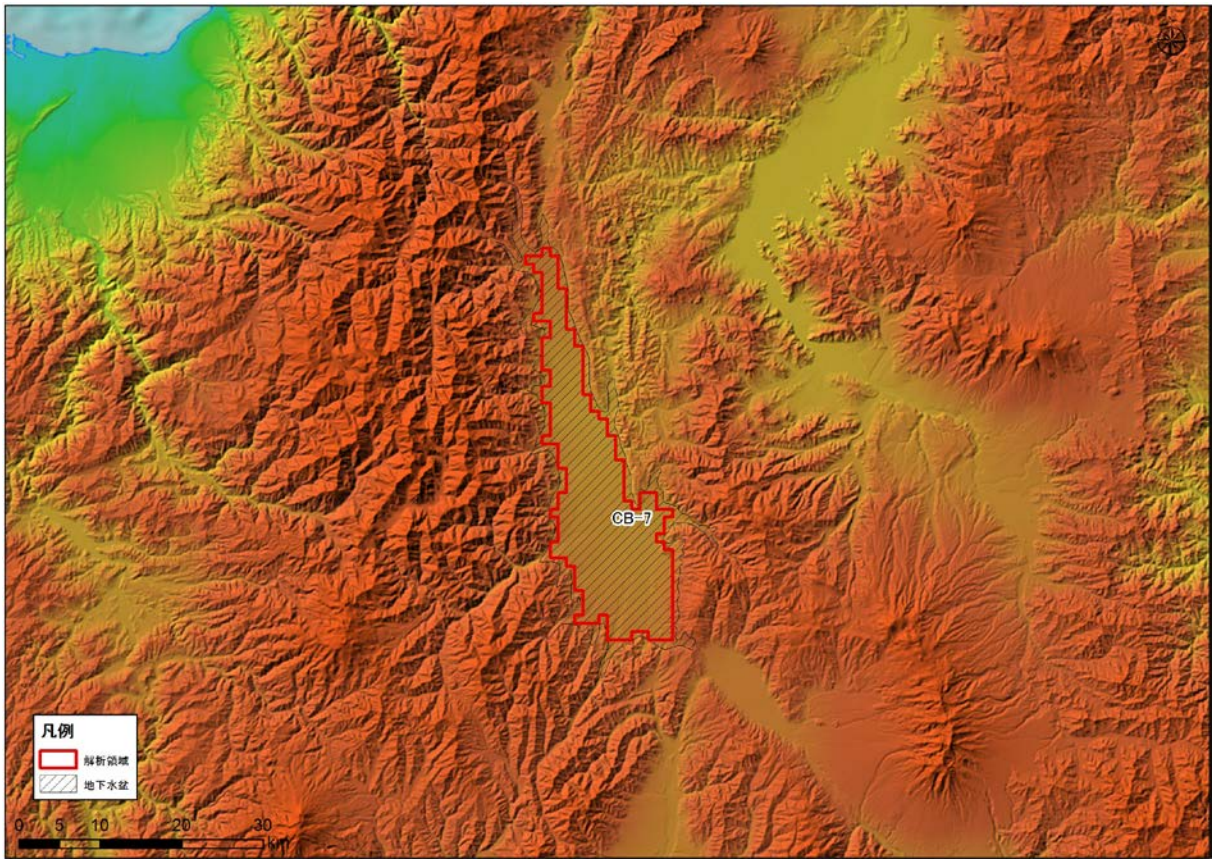


図 5-398　解析領域（CB-7：Matsumoto basin）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 28、Y 方向に 61、Z 方向に 57 で分割され、Active Cell 数は、20,235 となった。本領域内は、H，Q2，Q1，PreN1 で構成される。

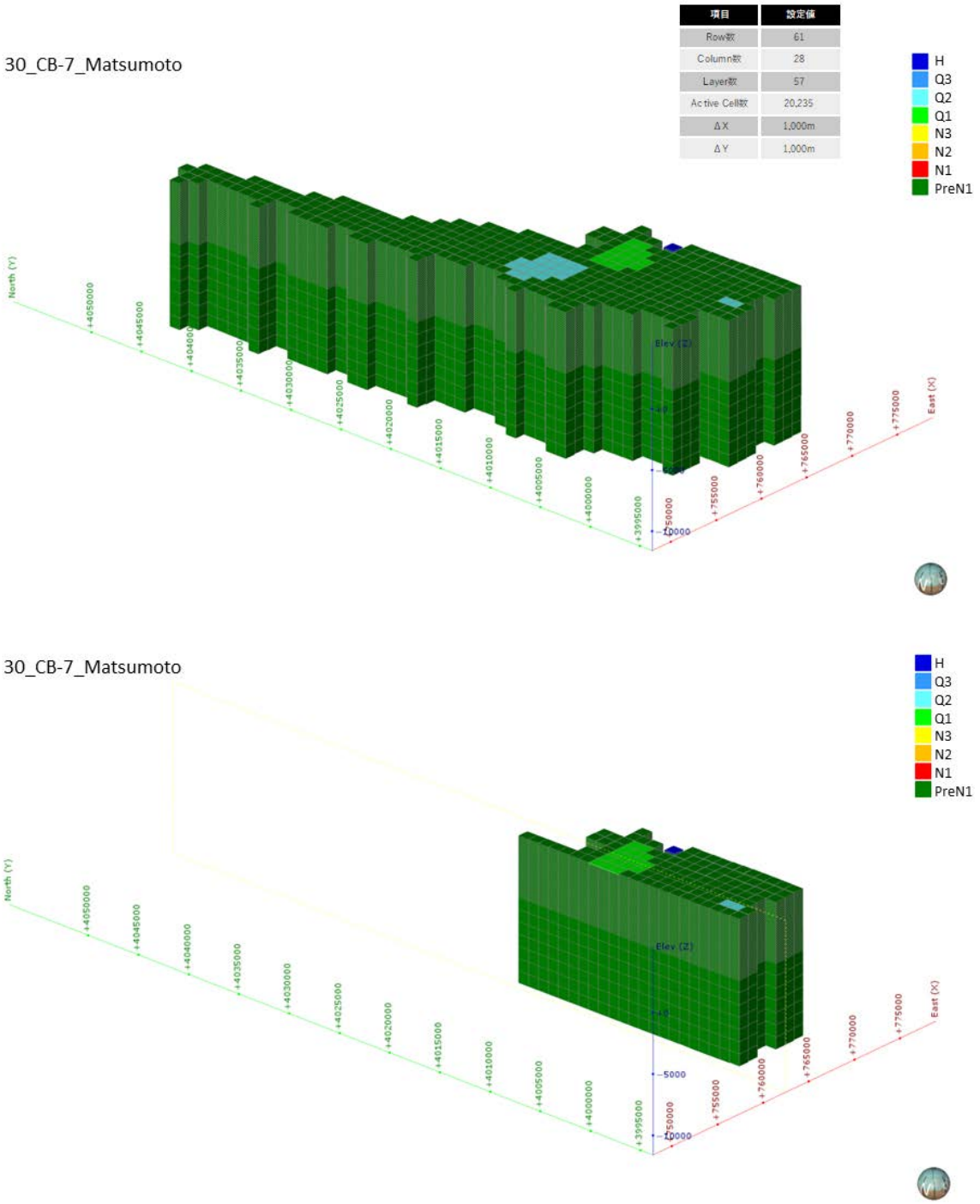


図 5-399　グリッド分割状況（CB-7 : Matsumoto basin）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=355）の設定位置図を図 5-400 に示す。

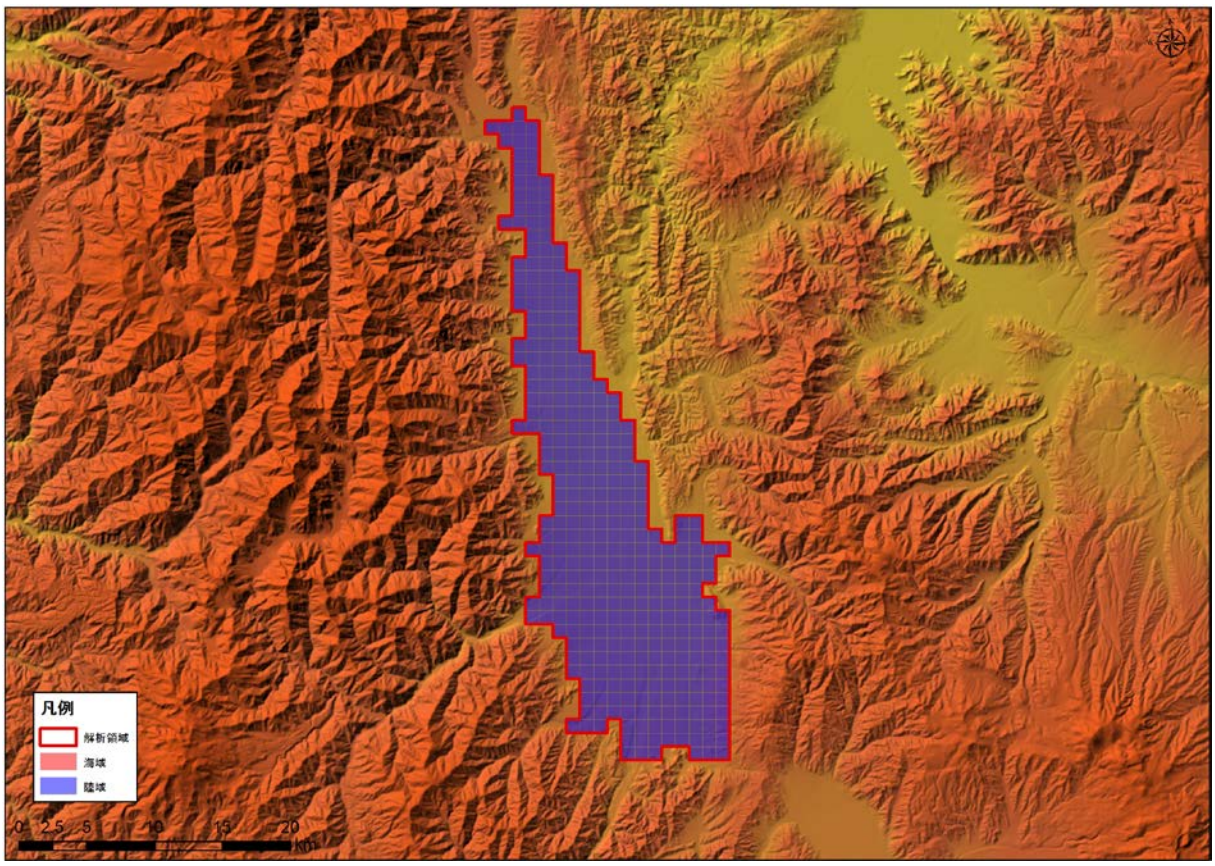


図 5-400　境界条件（CB-7 : Matsumoto basin）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×8.9 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 1.35 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 1.35 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-33　検討ケース（CB-7 : Matsumoto basin）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 8.9
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	2.61E+01
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	1.37E+01
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	3.02E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	7.35E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	4.97E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	3.82E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	2.40E-01
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	1.53E-01
モデル内の涵養量（mm/日）	0.15	0.86	0.03	1.35

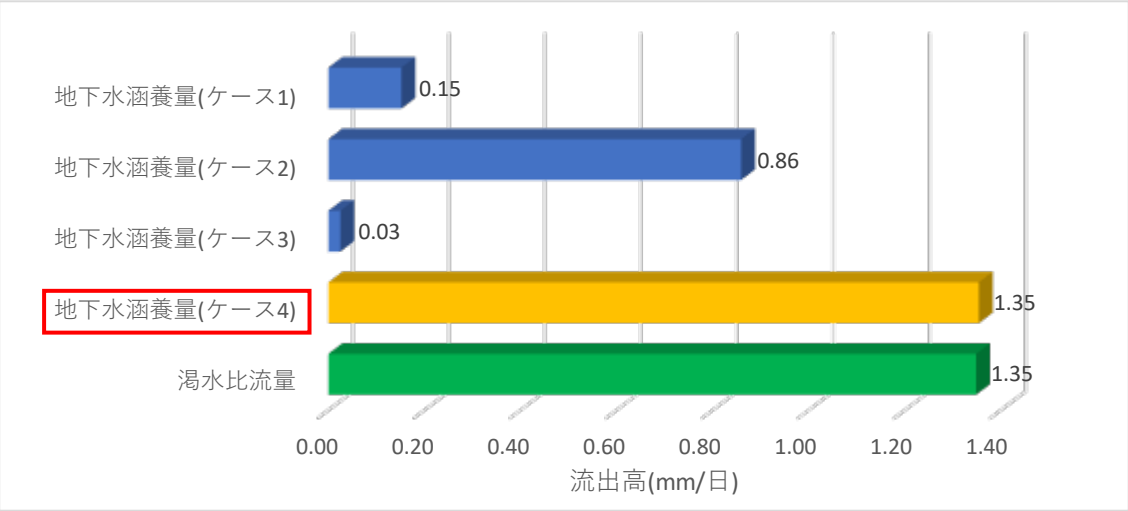


図 5-401　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（CB-7 : Matsumoto basin）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

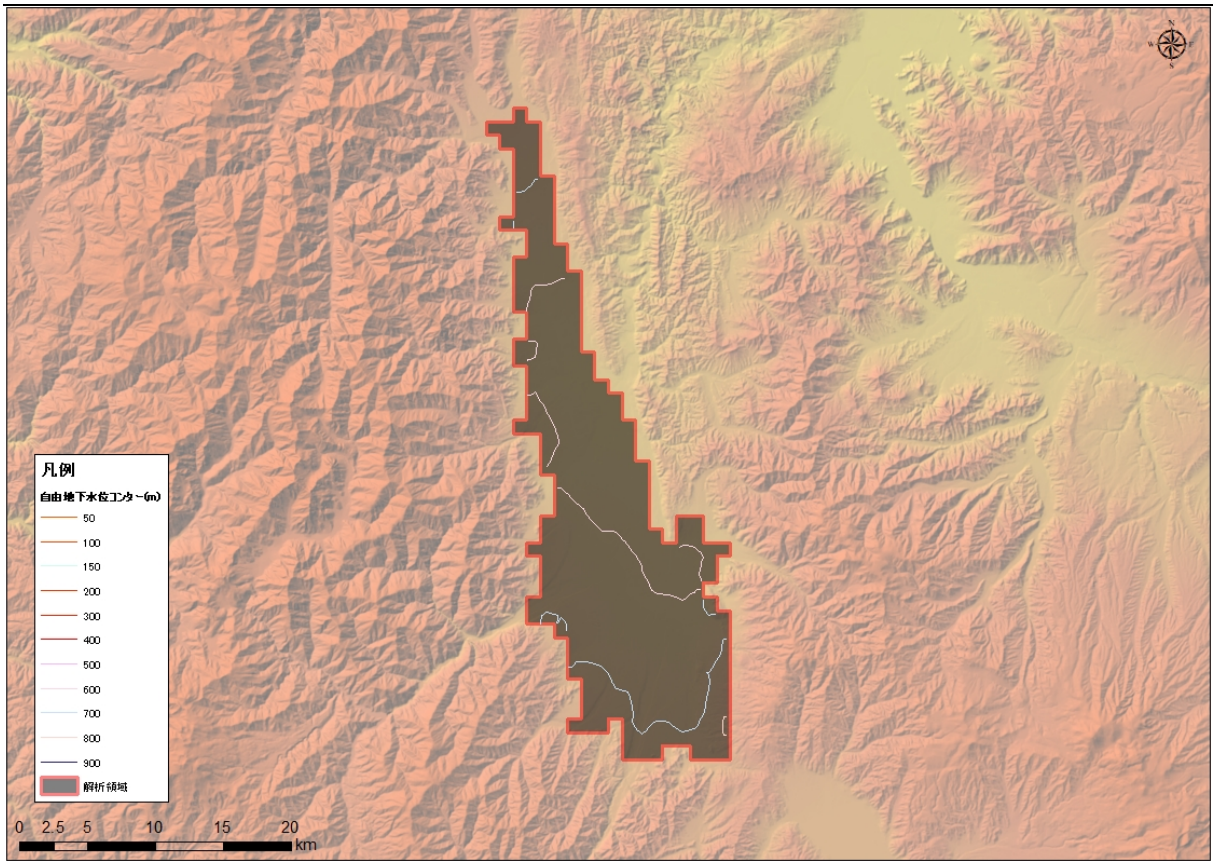


図 5-402　地下水位等高線図（CB-7 : Matsumoto basin）

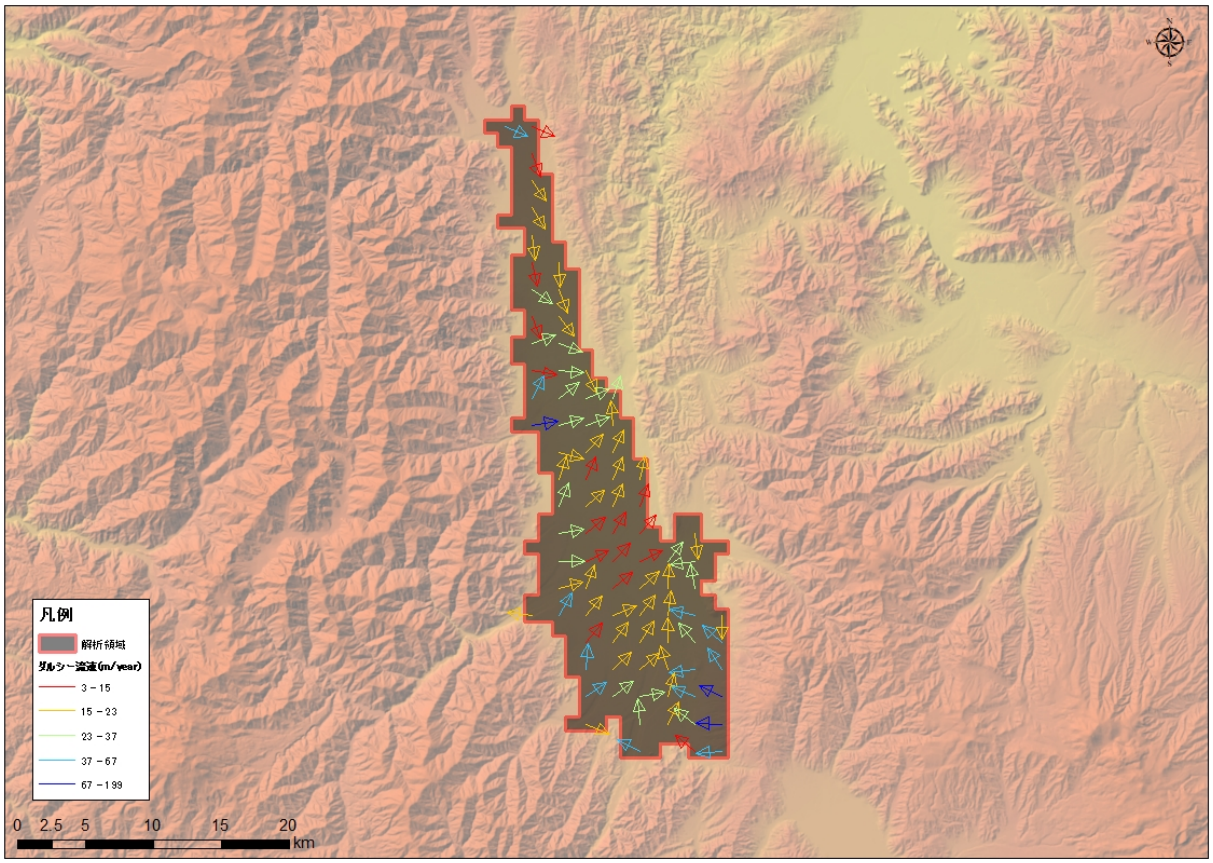


図 5-403　流速ベクトル図（CB-7 : Matsumoto basin）

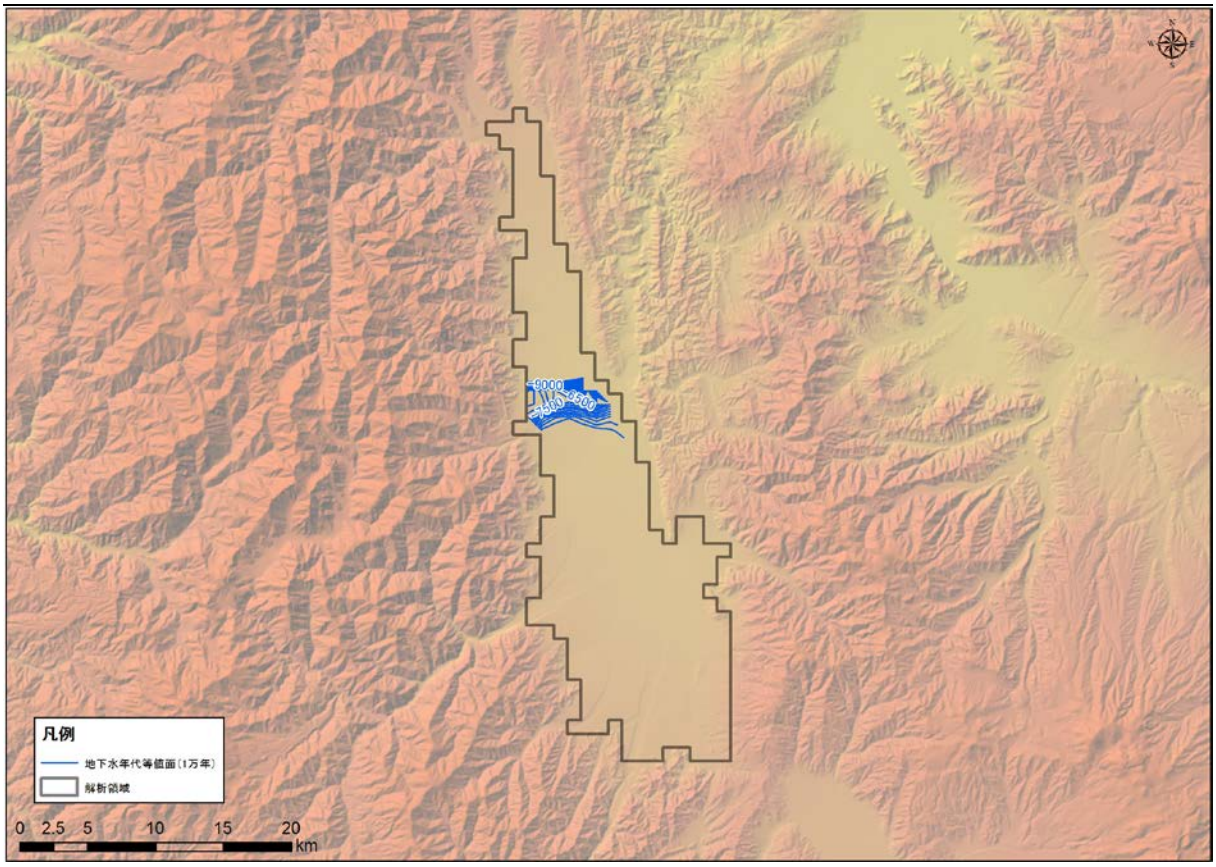


図 5-404　地下水年代（1 万年）等値面図（CB-7 : Matsumoto basin）

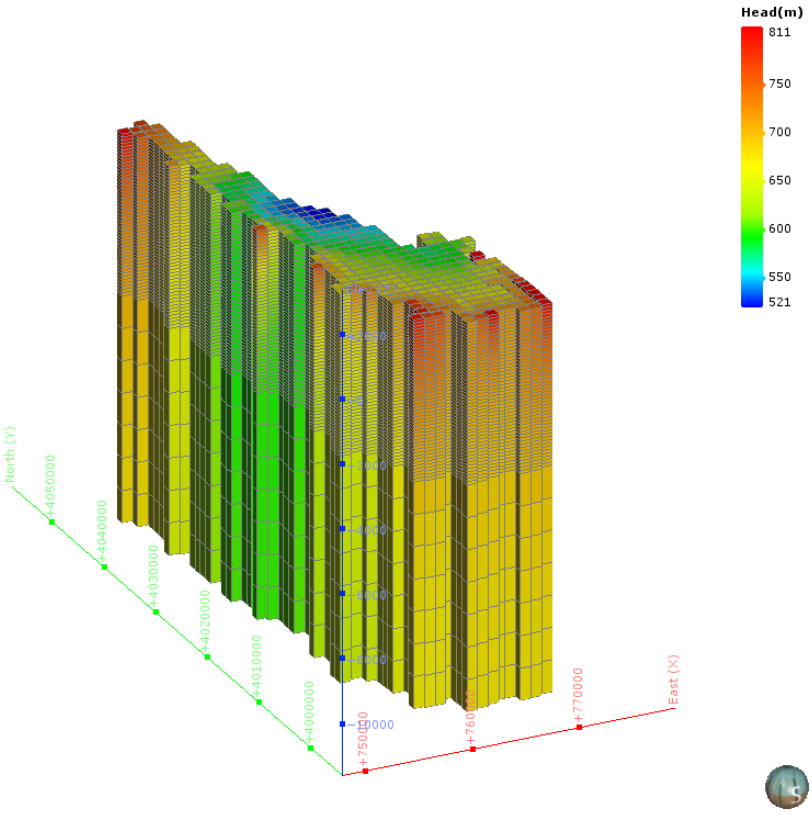


図 5-405　地下水ポテンシャル三次元分布図（CB-7 : Matsumoto basin）

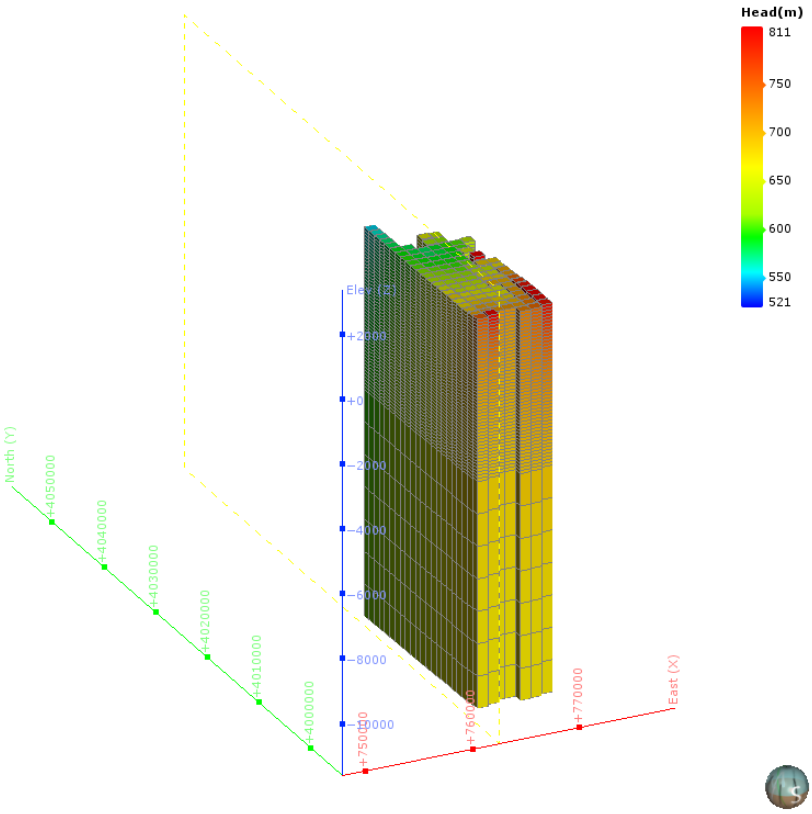


図 5-406　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（CB-7 : Matsumoto basin）

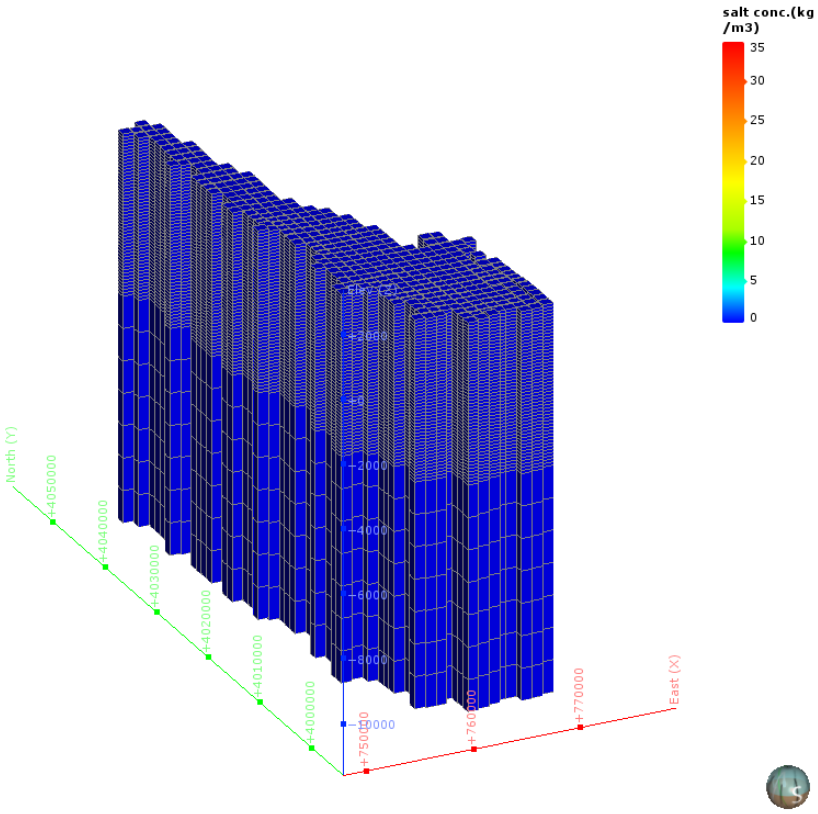


図 5-407　塩濃度三次元分布図（CB-7 : Matsumoto basin）

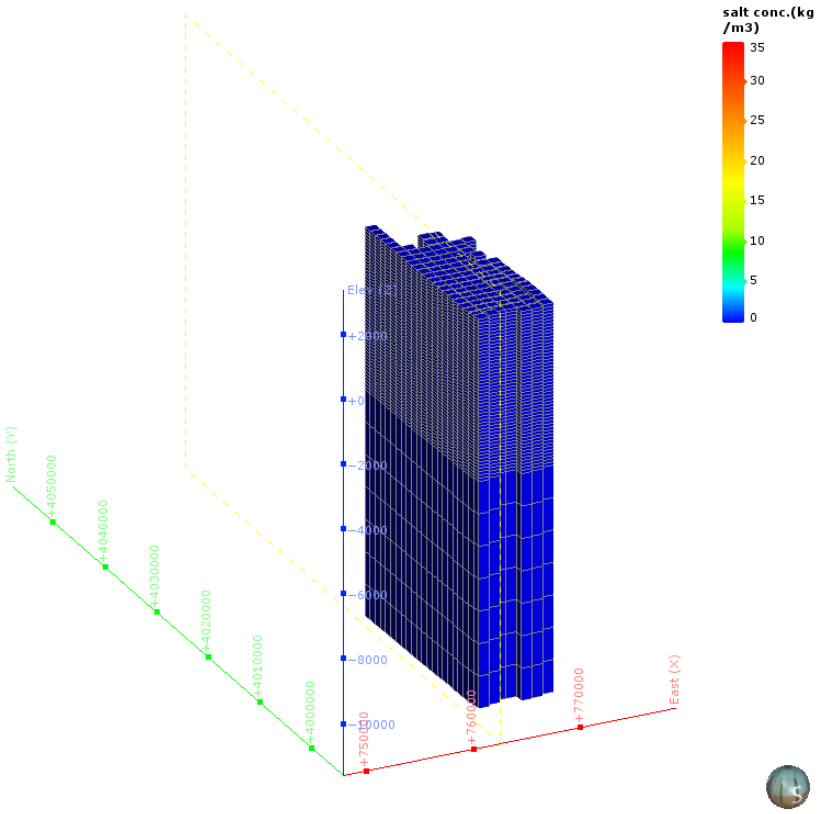


図 5-408　塩濃度三次元分布図（分割図）（CB-7 : Matsumoto basin）

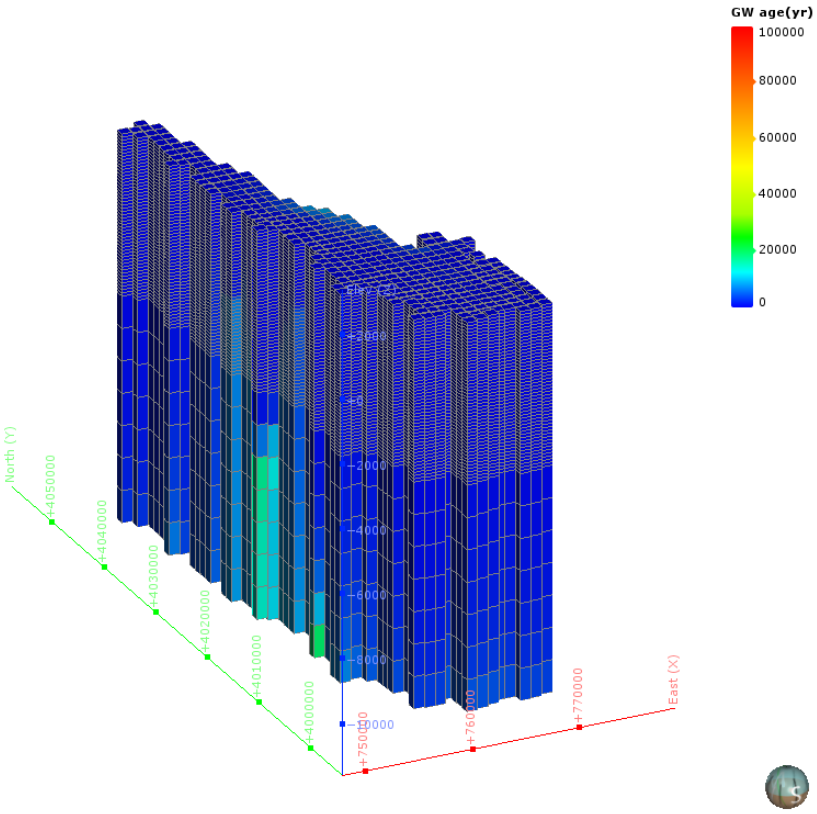


図 5-409　地下水年代三次元分布図（CB-7 : Matsumoto basin）

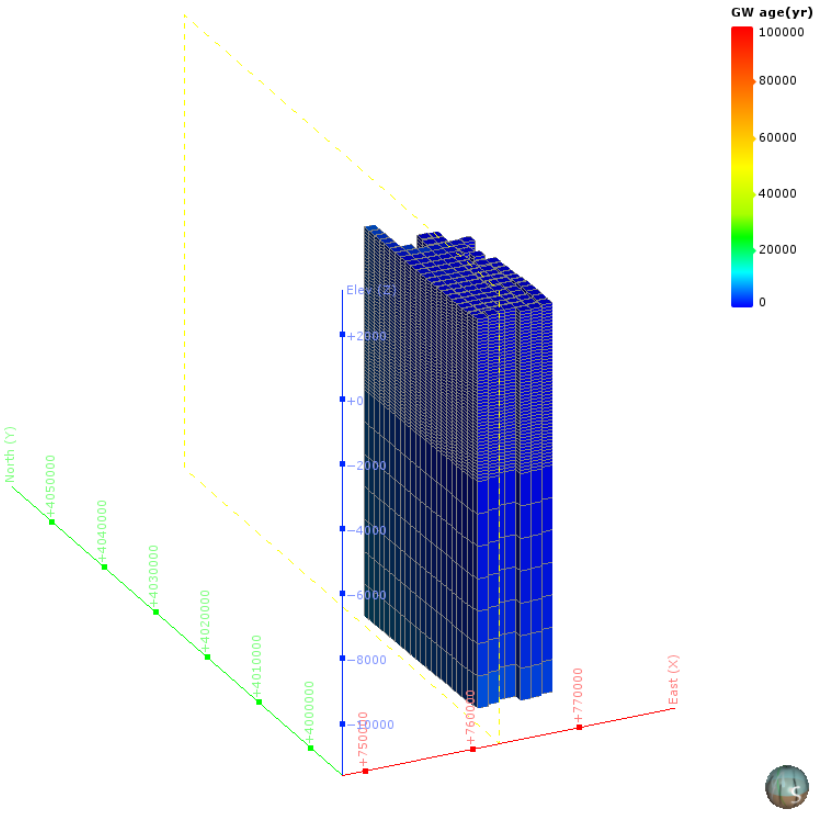


図 5-410　地下水年代三次元分布図（分割図）（CB-7 : Matsumoto basin）

（31） CB-9：Ina basin

1） **解析領域**

CB-9 : Ina basin 領域を包括する解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、282km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、長野県伊那市である。

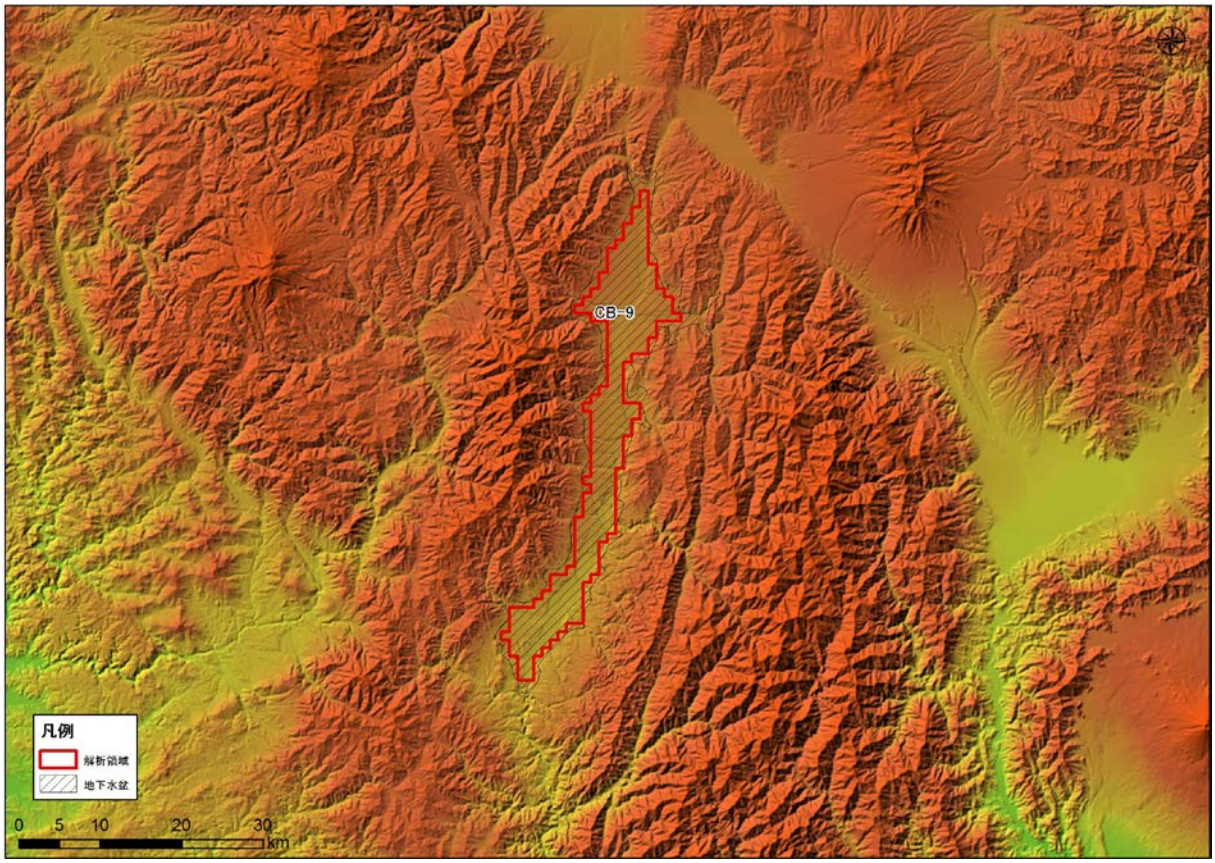


図 5-411 解析領域（CB-9 : Ina basin）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 28、Y 方向に 65、Z 方向に 66 で分割され、Active Cell 数は、18,612 となった。本領域内は、Q3，Q1，PreN1 で構成される。

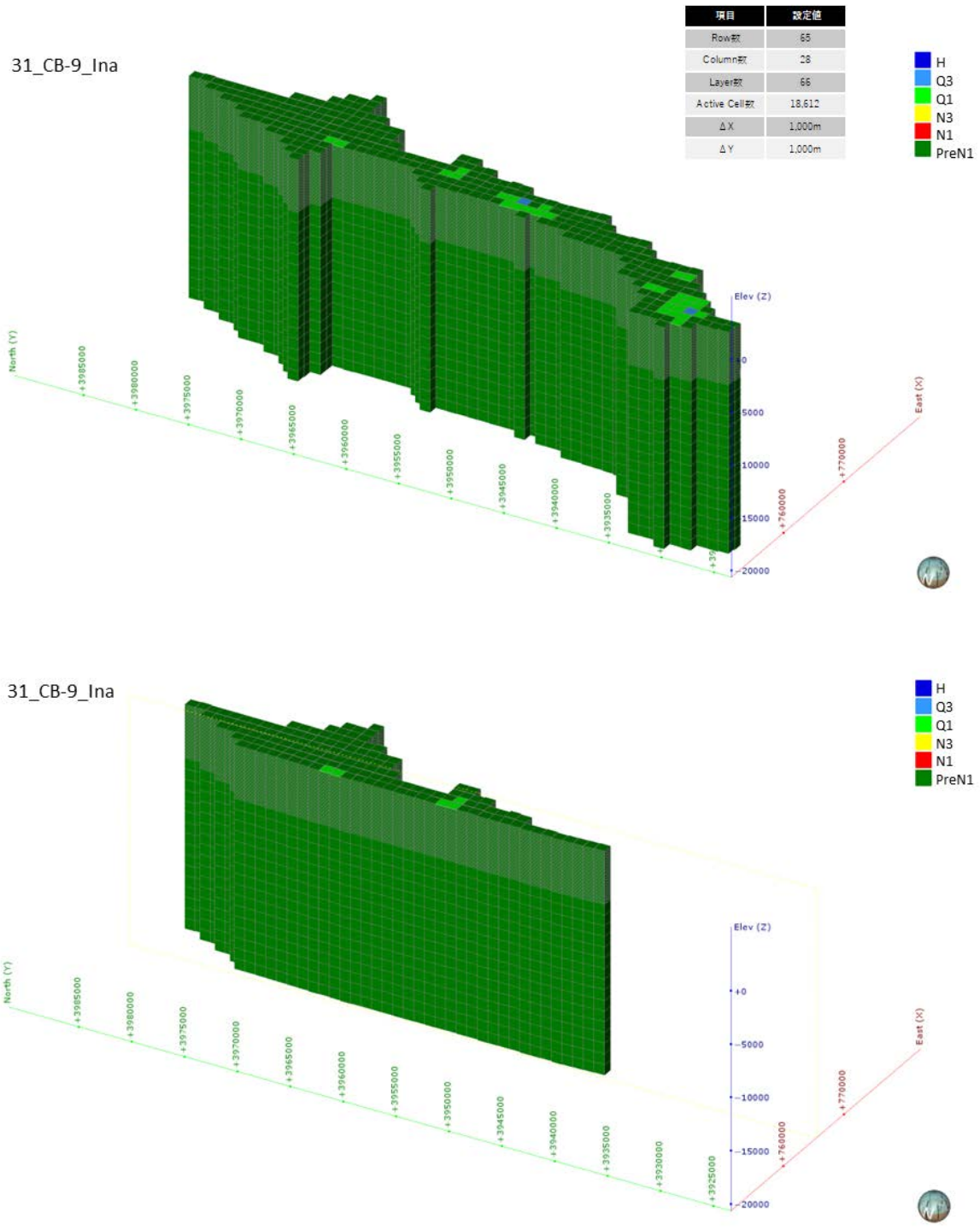


図 5-412　グリッド分割状況（CB-9 : Ina basin）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=282）の設定位置図を図 5-413 に示す。

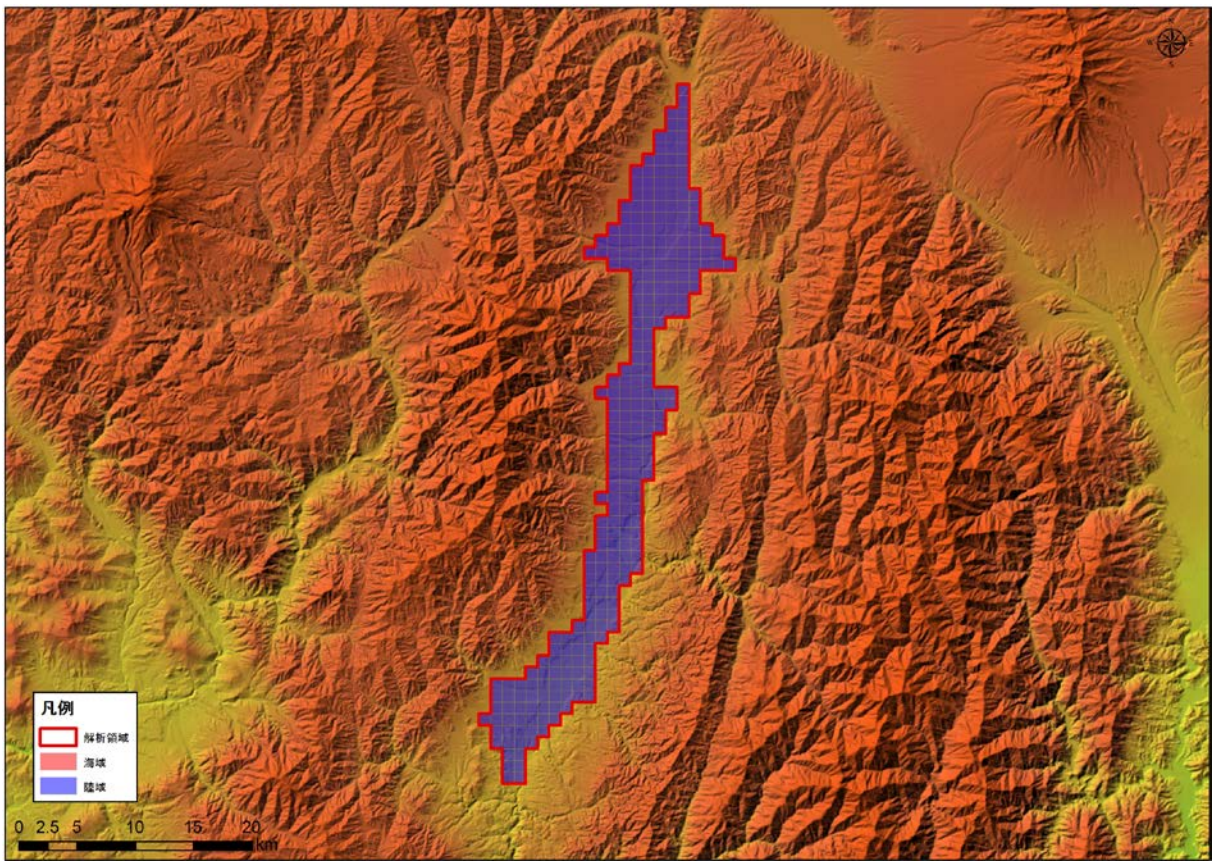


図 5-413　境界条件（CB-9 : Ina basin）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×3.3 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 1.20 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 1.20 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-34　検討ケース（CB-9 : Ina basin）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 3.3
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	9.62E+00
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	5.04E+00
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	1.11E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	2.70E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	1.83E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	1.41E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	8.82E-02
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	5.62E-02
モデル内の涵養量 (mm/日)	0.37	2.08	0.06	1.20

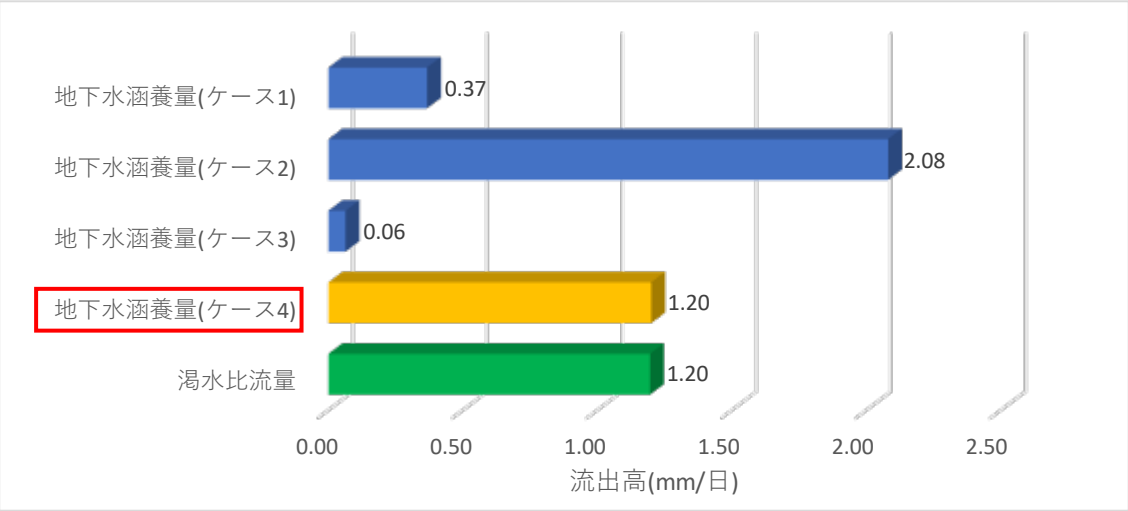


図 5-414　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（CB-9 : Ina basin）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

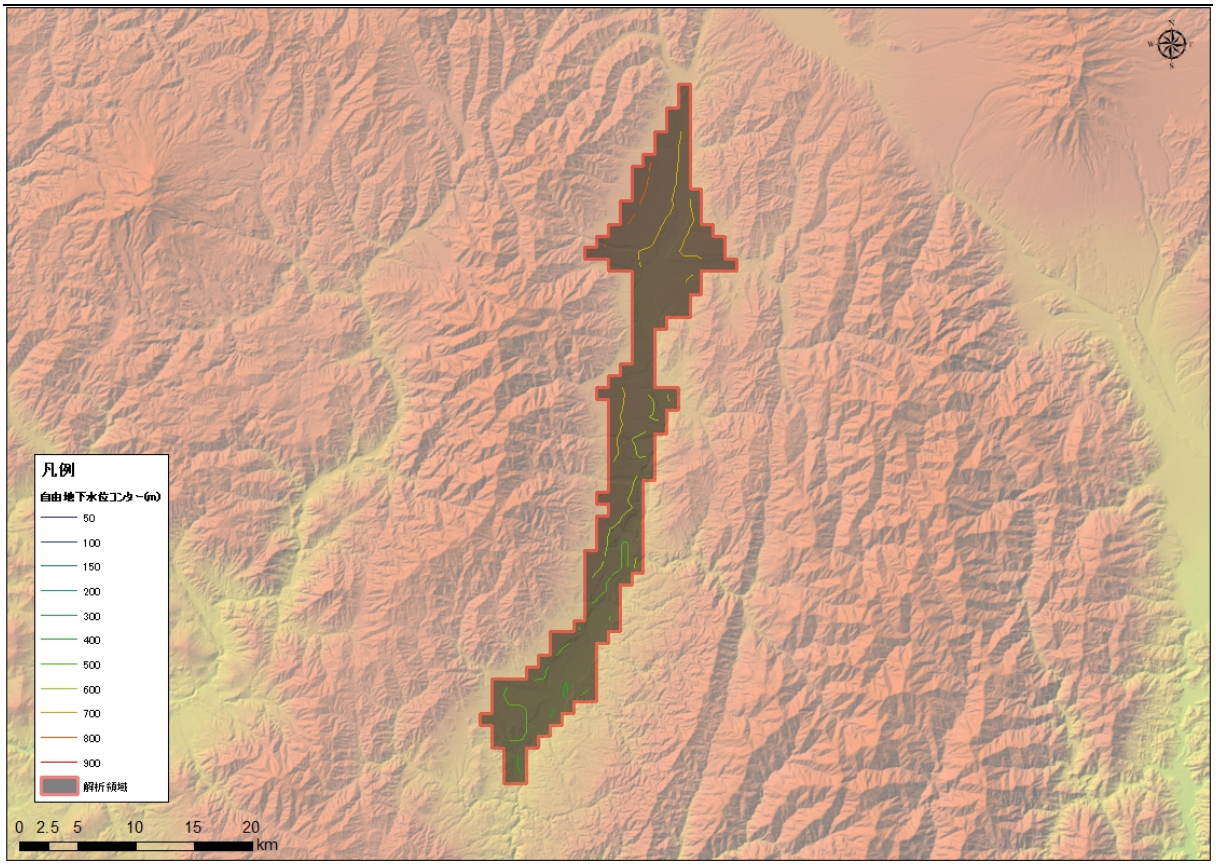


図 5-415　地下水位等高線図（CB-9 : Ina basin）

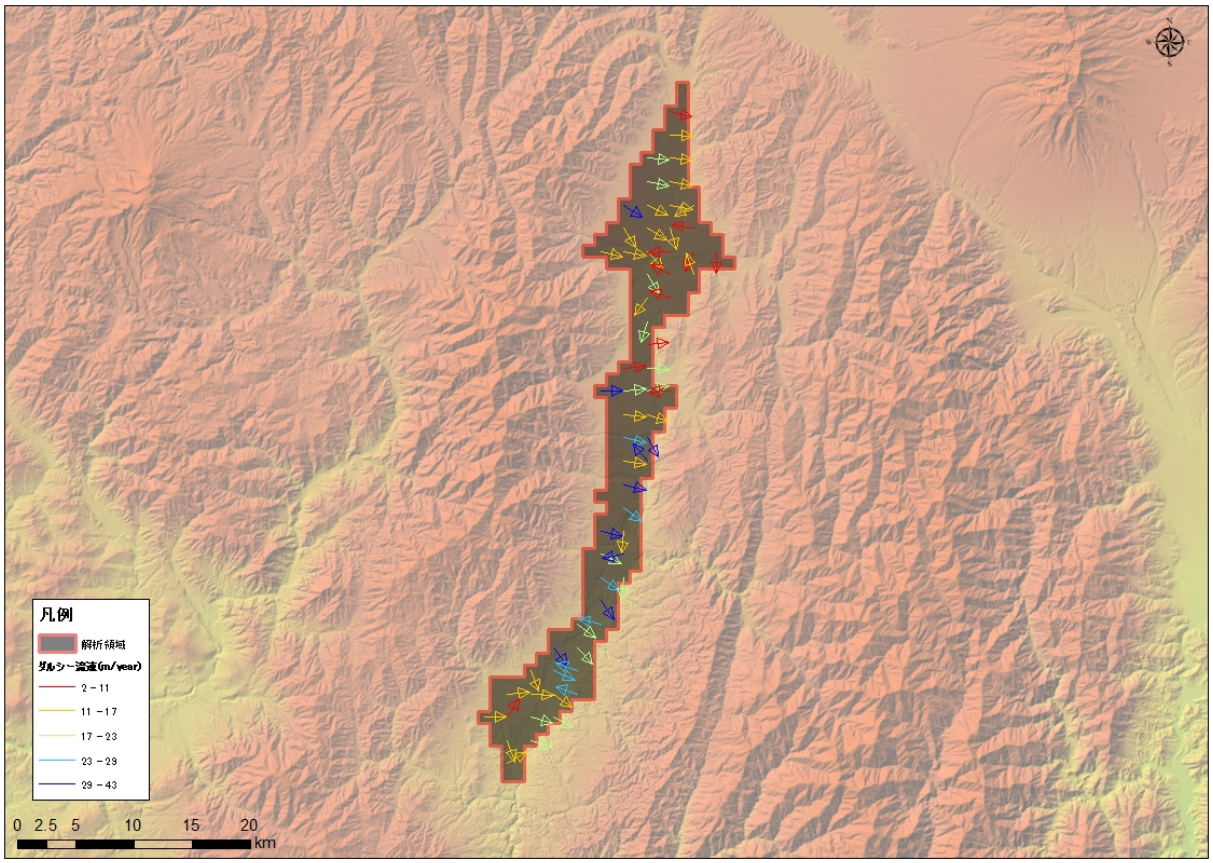


図 5-416　流速ベクトル図（CB-9 : Ina basin）

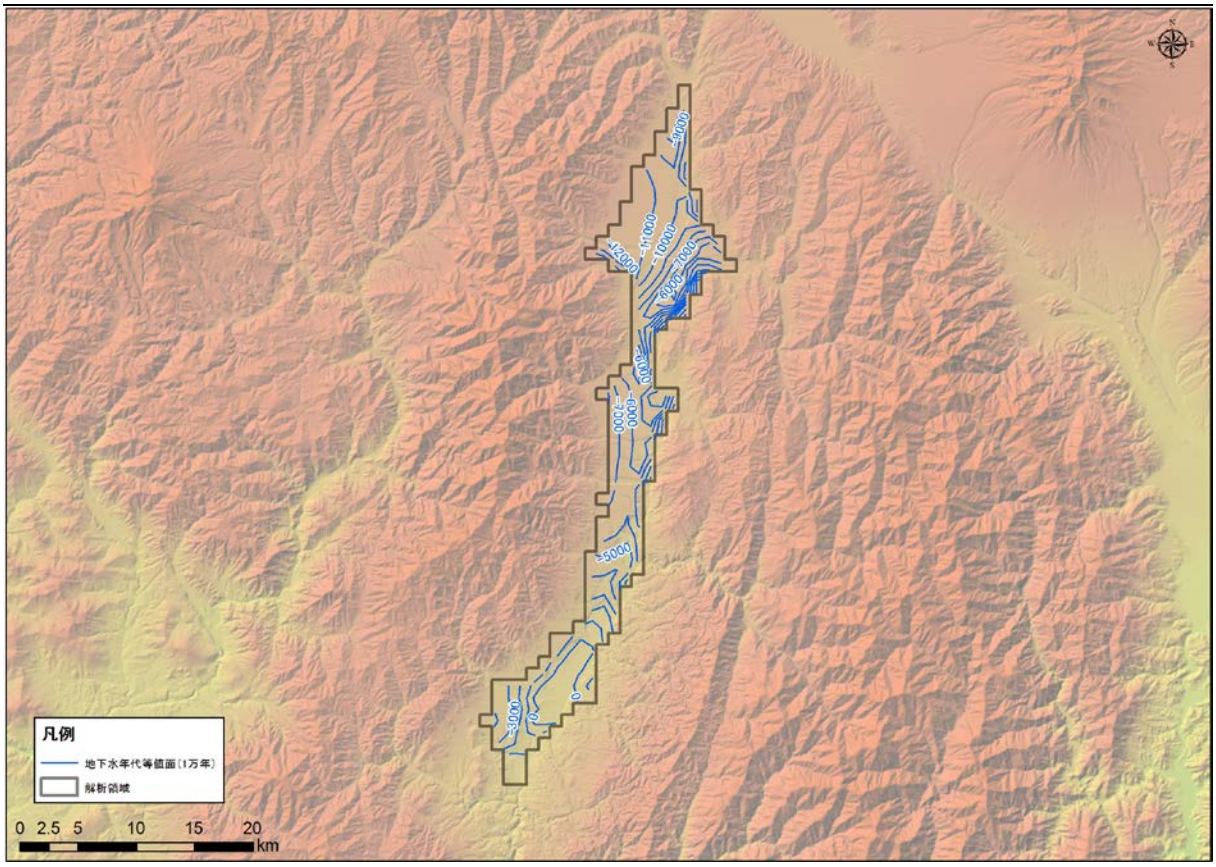


図 5-417　地下水年代（1 万年）等値面図（CB-9 : Ina basin）

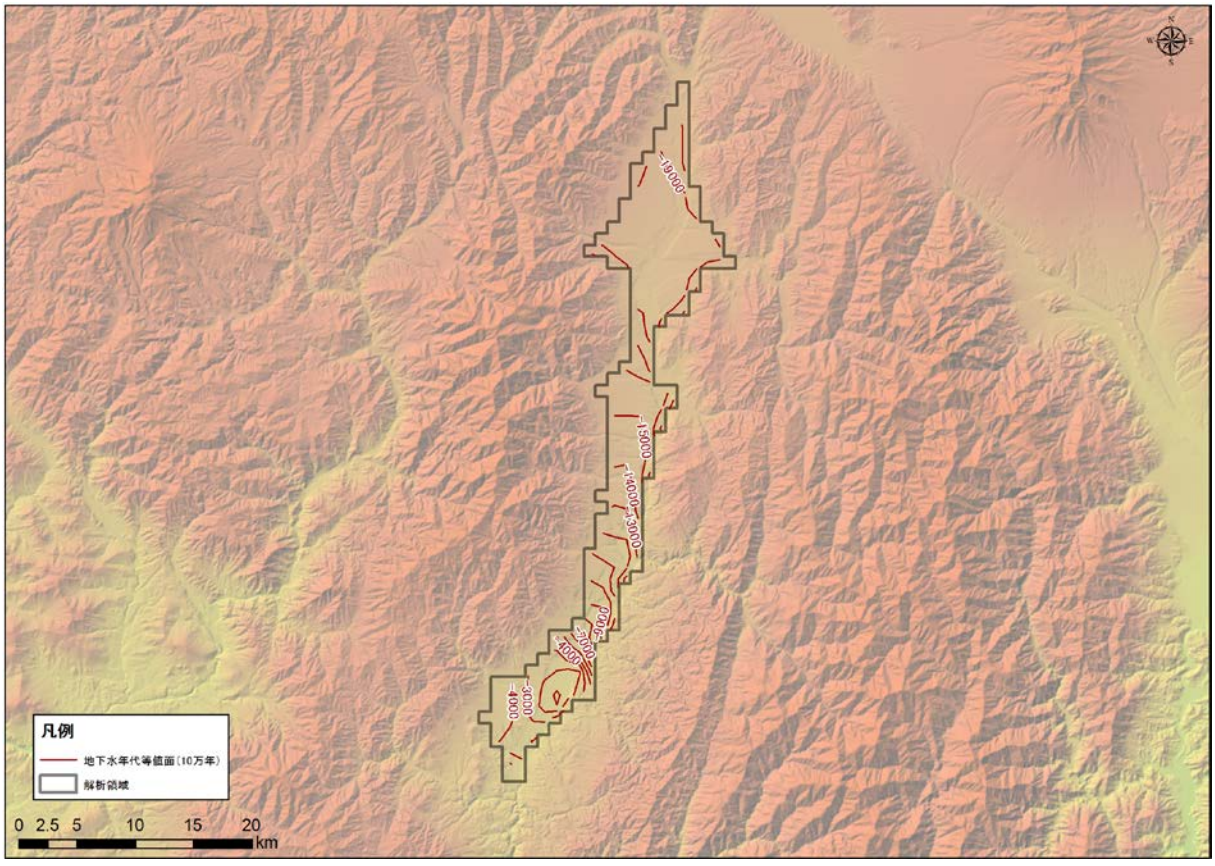


図 5-418　地下水年代（10 万年）等値面図（CB-9 : Ina basin）

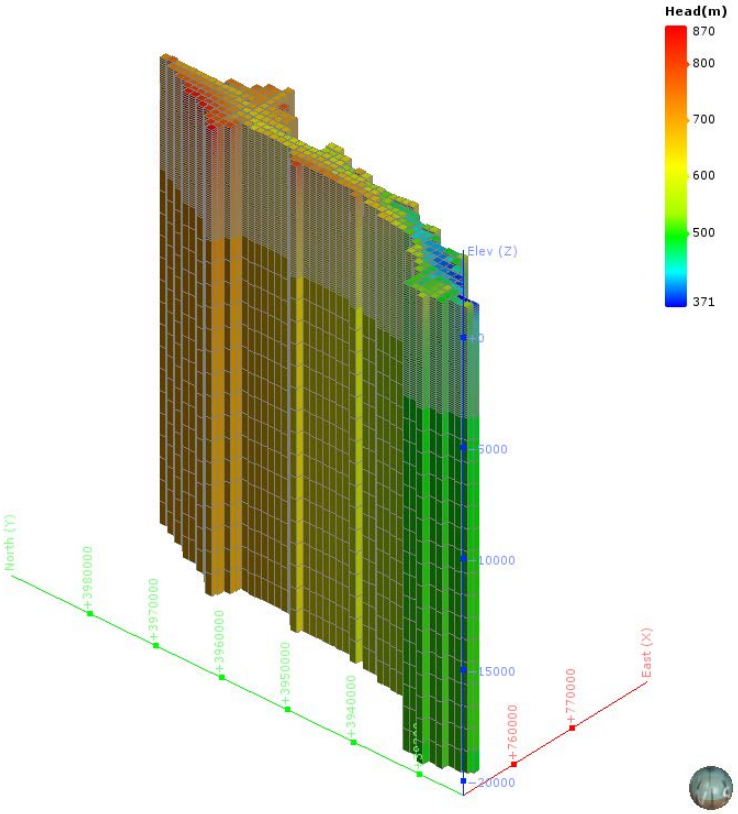


図 5-419　地下水ポテンシャル三次元分布図（CB-9 : Ina basin）

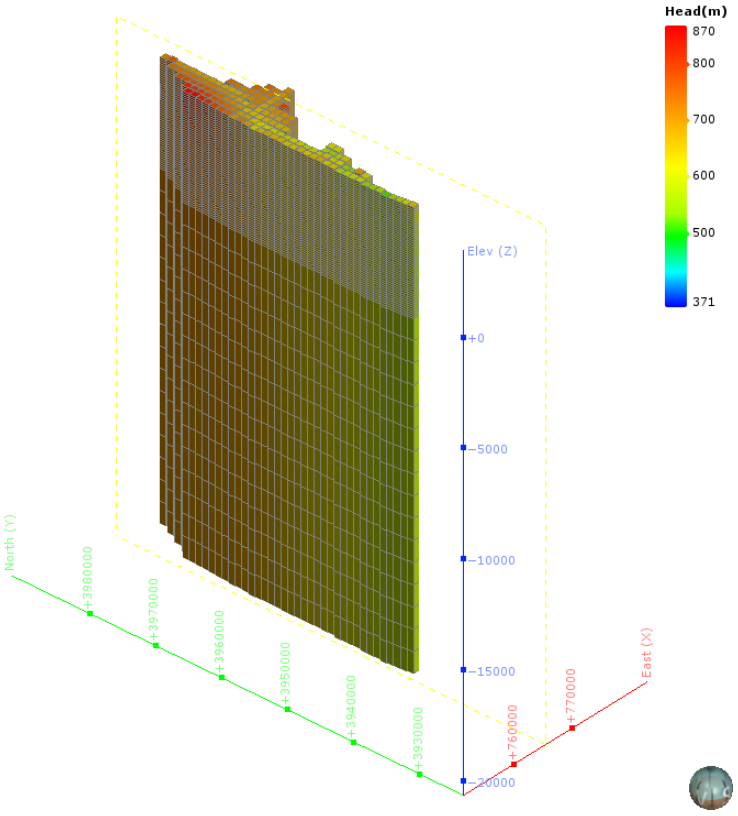


図 5-420　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（CB-9 : Ina basin）

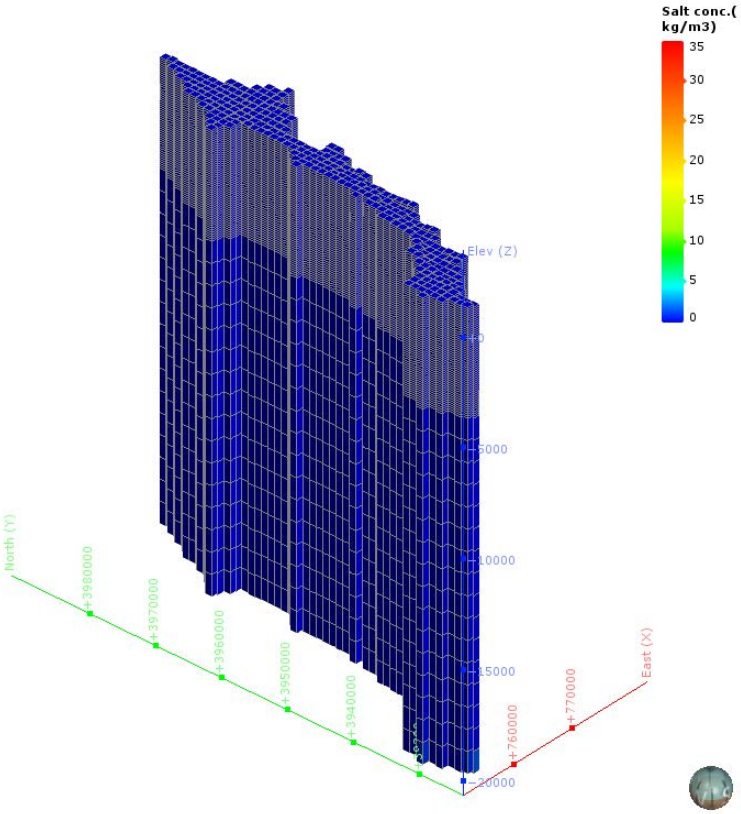


図 5-421　塩濃度三次元分布図（CB-9 : Ina basin）

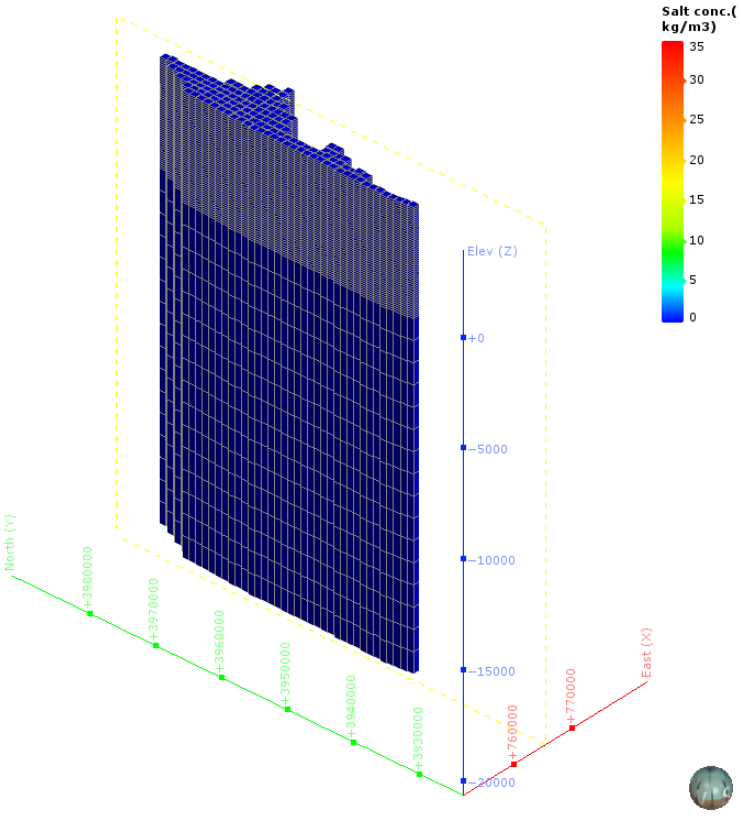


図 5-422　塩濃度三次元分布図（分割図）（CB-9 : Ina basin）

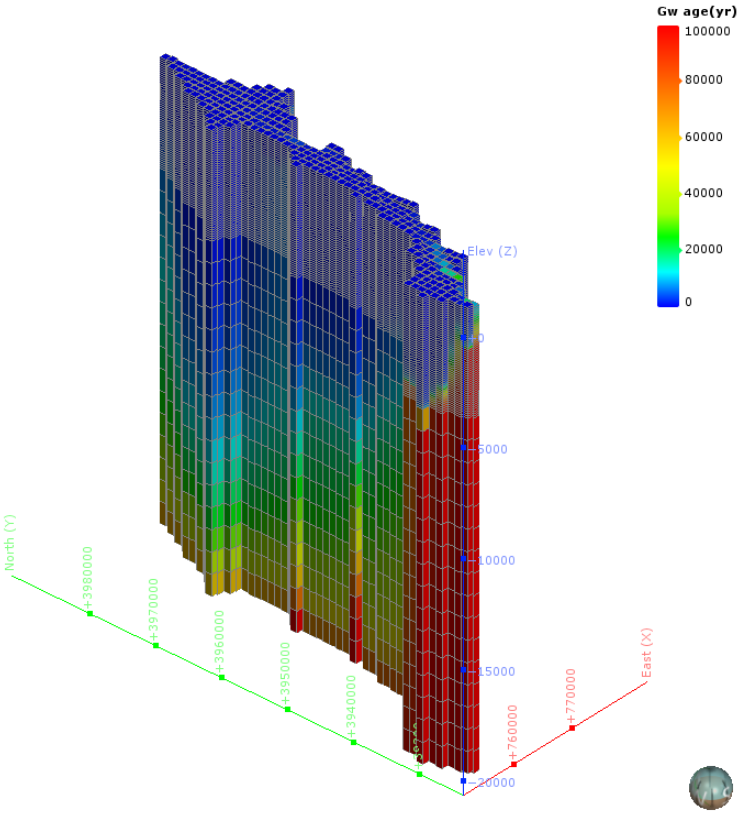


図 5-423　地下水年代三次元分布図（CB-9 : Ina basin）

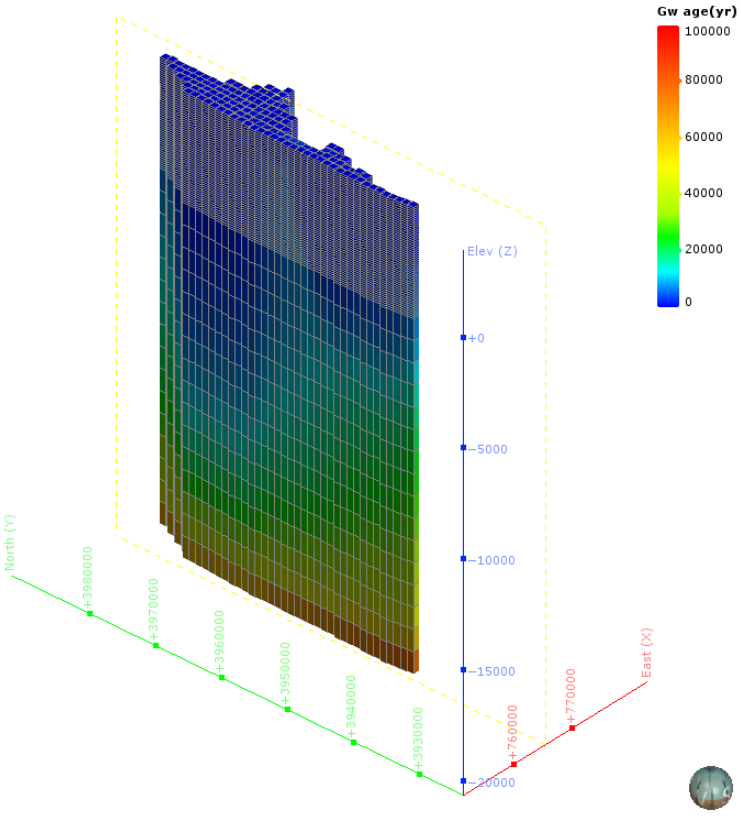


図 5-424　地下水年代三次元分布図（分割図）（CB-9 : Ina basin）

（32） CB-10：Kofu basin

1） **解析領域**

CB-10：Kofu basin 領域を包括する解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、273 km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、山梨県甲府市である。

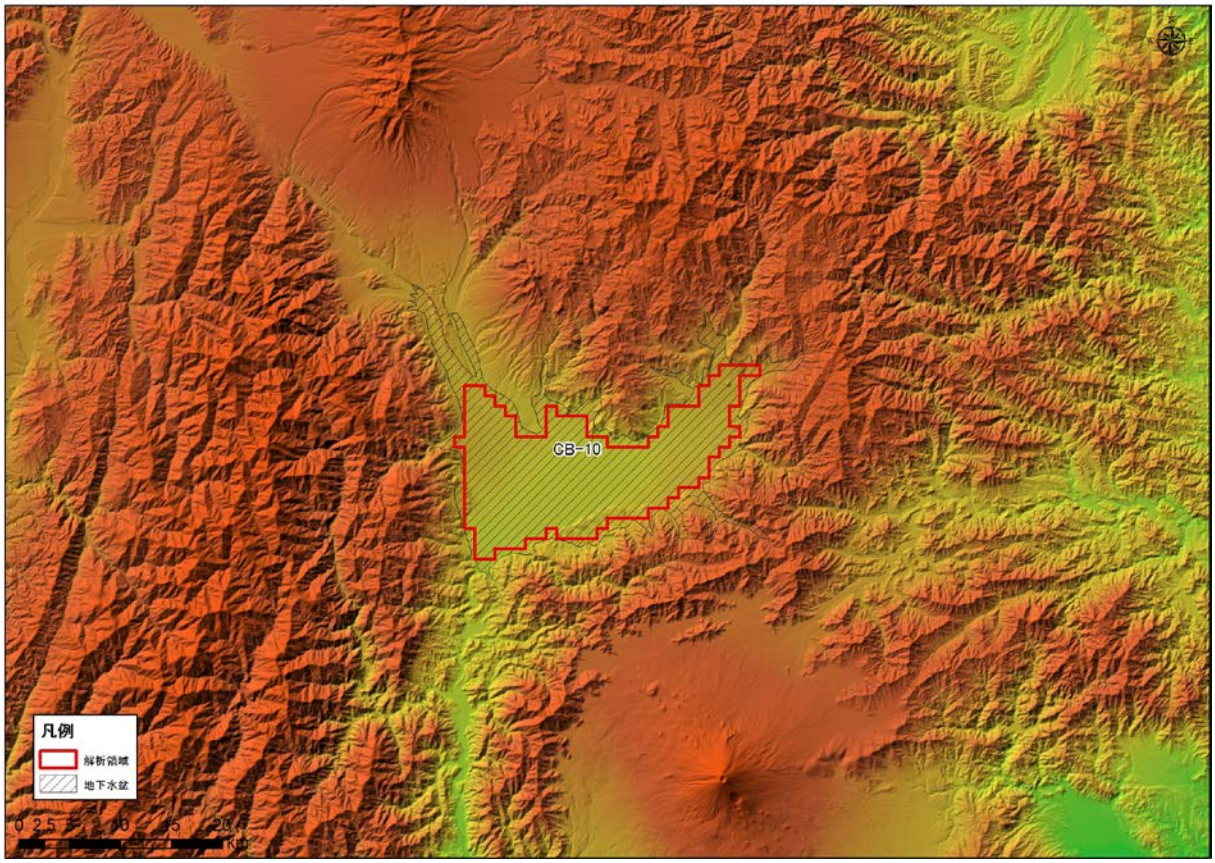


図 5-425 解析領域（CB-10 : Kofu basin）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 40、Y 方向に 29、Z 方向に 59 で分割され、Active Cell 数は、16,107 となった。本領域内は、Q3，Q2，Q1，N3，N2，PreN1 で構成される。

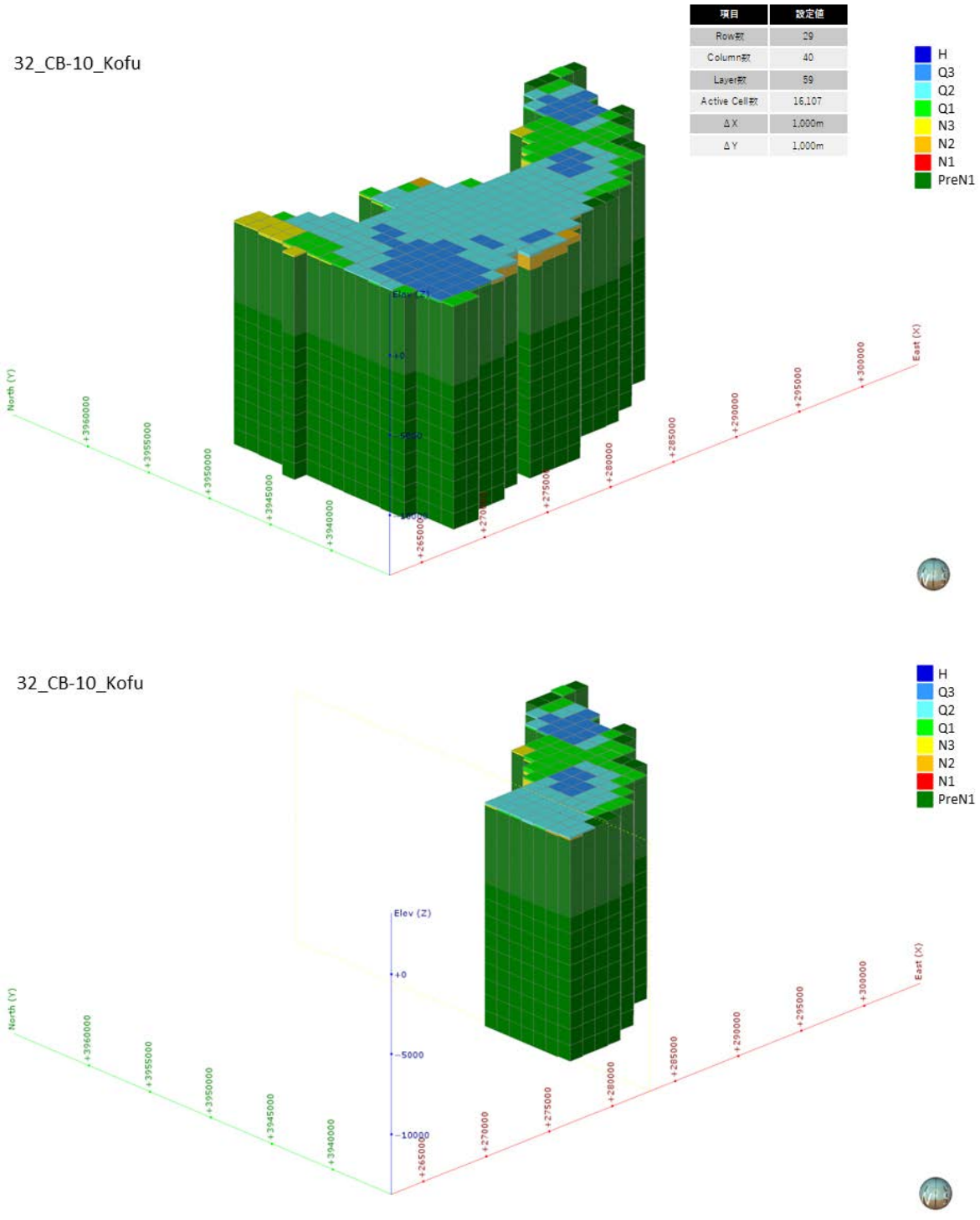


図 5-426　グリッド分割状況（CB-10 : Kofu basin）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=273）の設定位置図を図 5-427 に示す。

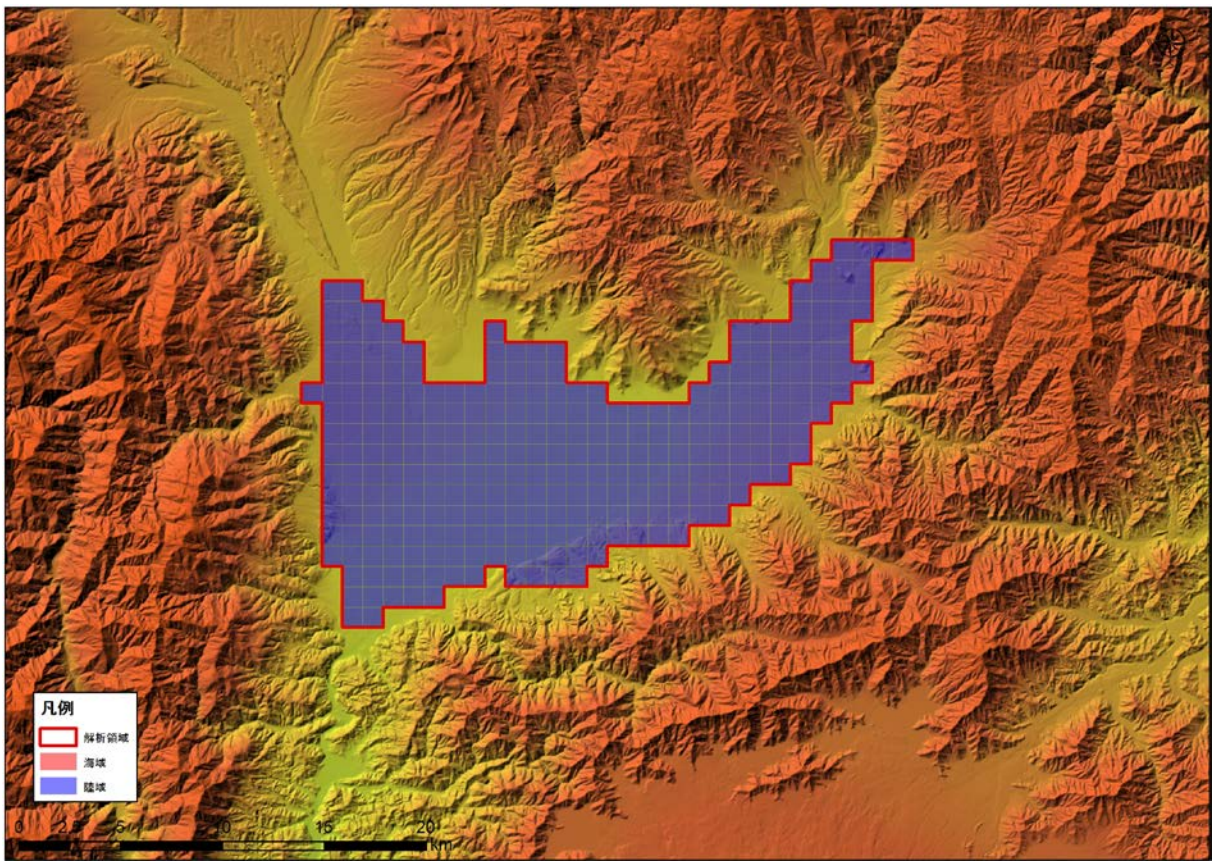


図 5-427　境界条件（CB-10 : Kofu basin）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×2.7 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 0.89 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 0.88 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-35　検討ケース（CB-10 : Kofu basin）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 2.7
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	7.99E+00
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	4.19E+00
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	9.24E-01
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	2.25E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	1.52E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	1.17E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	7.33E-02
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	4.67E-02
モデル内の涵養量 (mm/日)	0.32	5.72	0.03	0.89

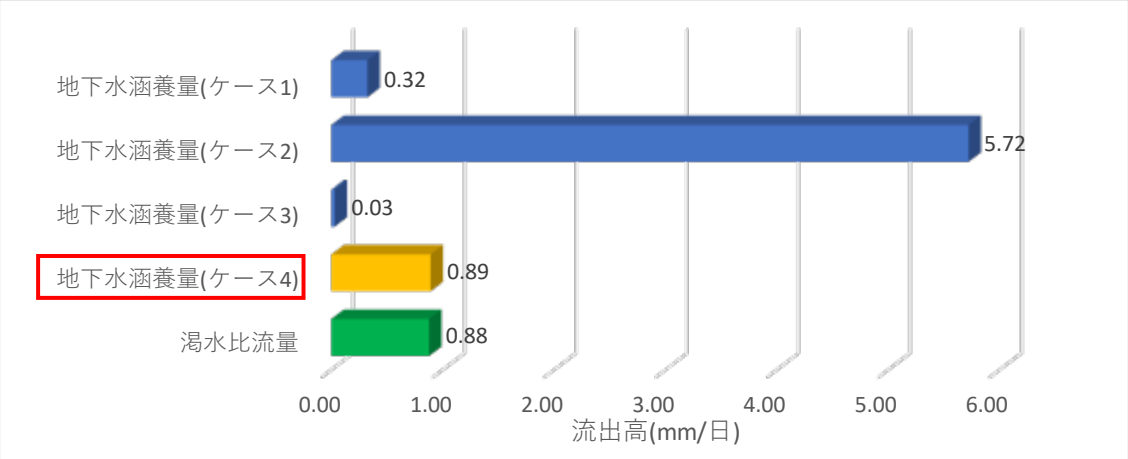


図 5-428　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（CB-10 : Kofu basin）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

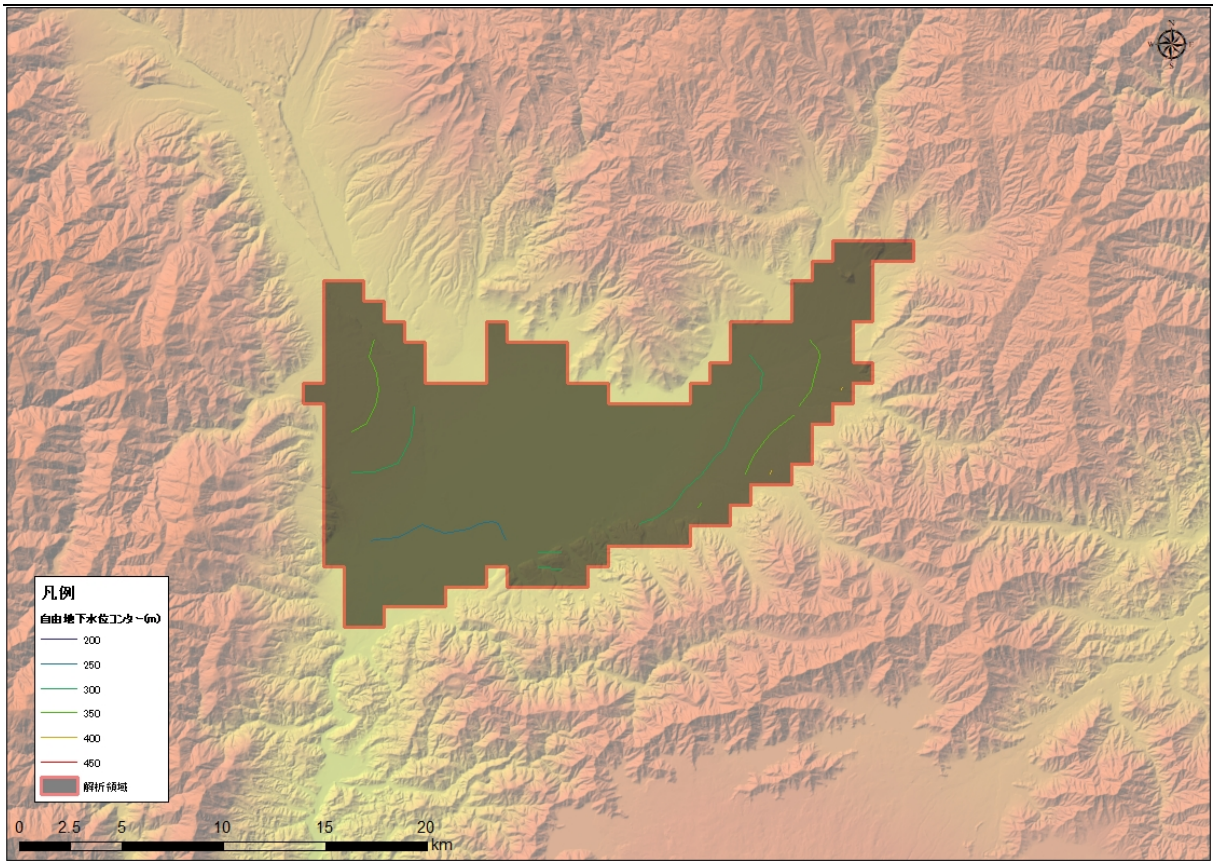


図 5-429　地下水位等高線図（CB-10 : Kofu basin）

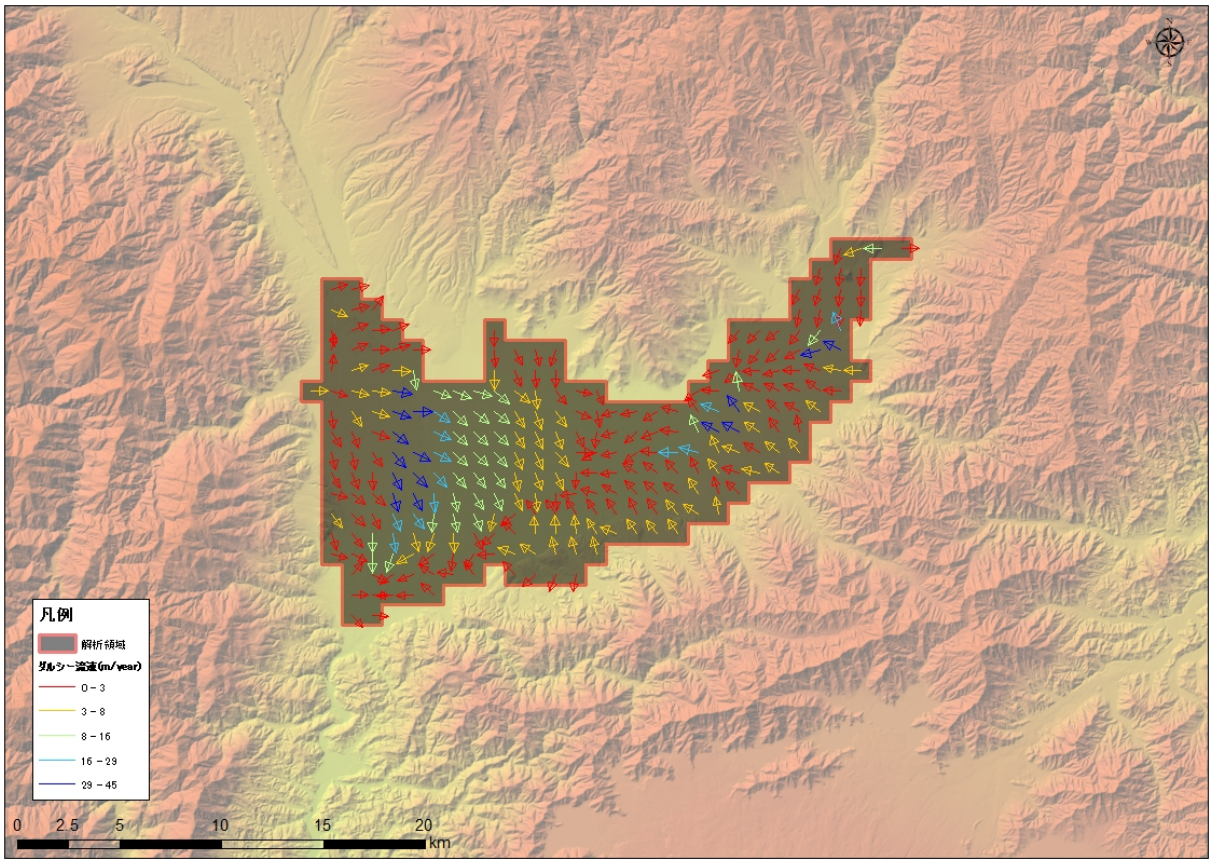


図 5-430　流速ベクトル図（CB-10 : Kofu basin）

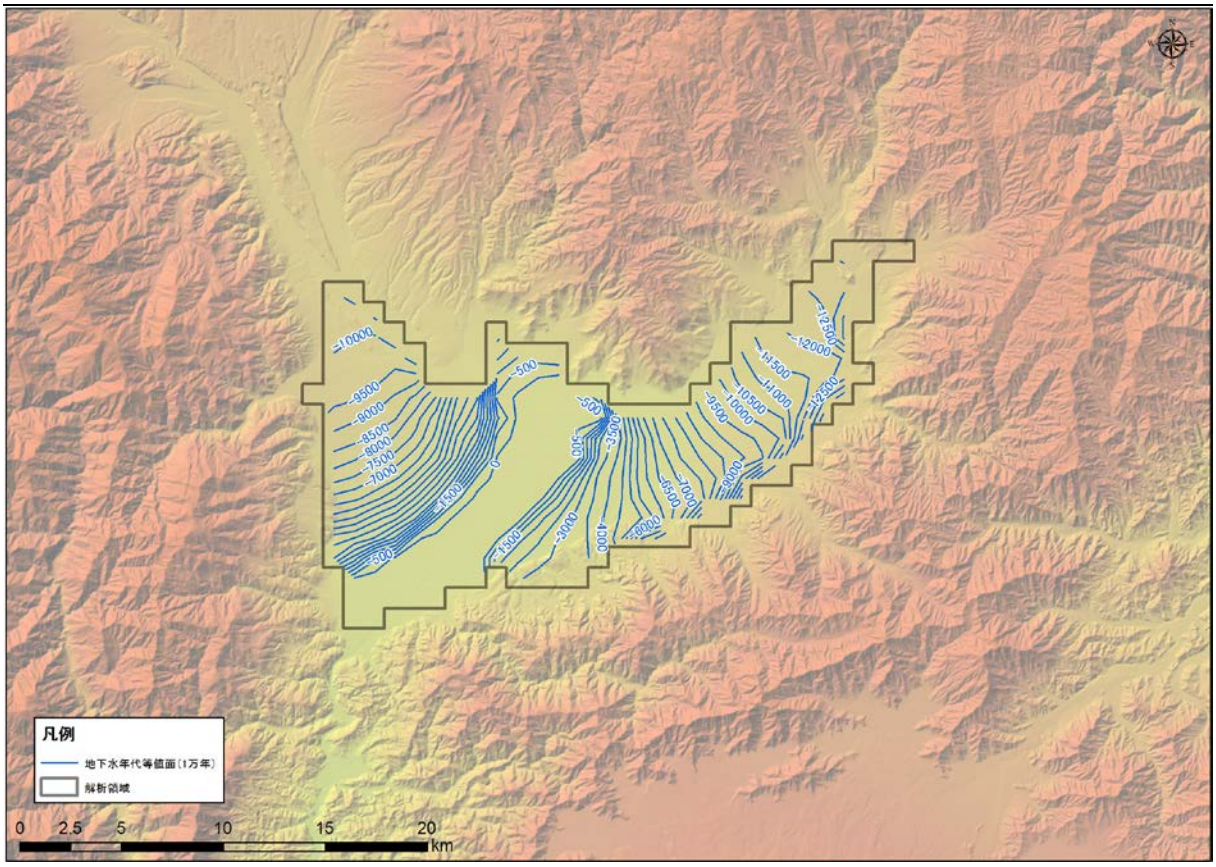


図 5-431　地下水年代（1 万年）等値面図（CB-10 : Kofu basin）

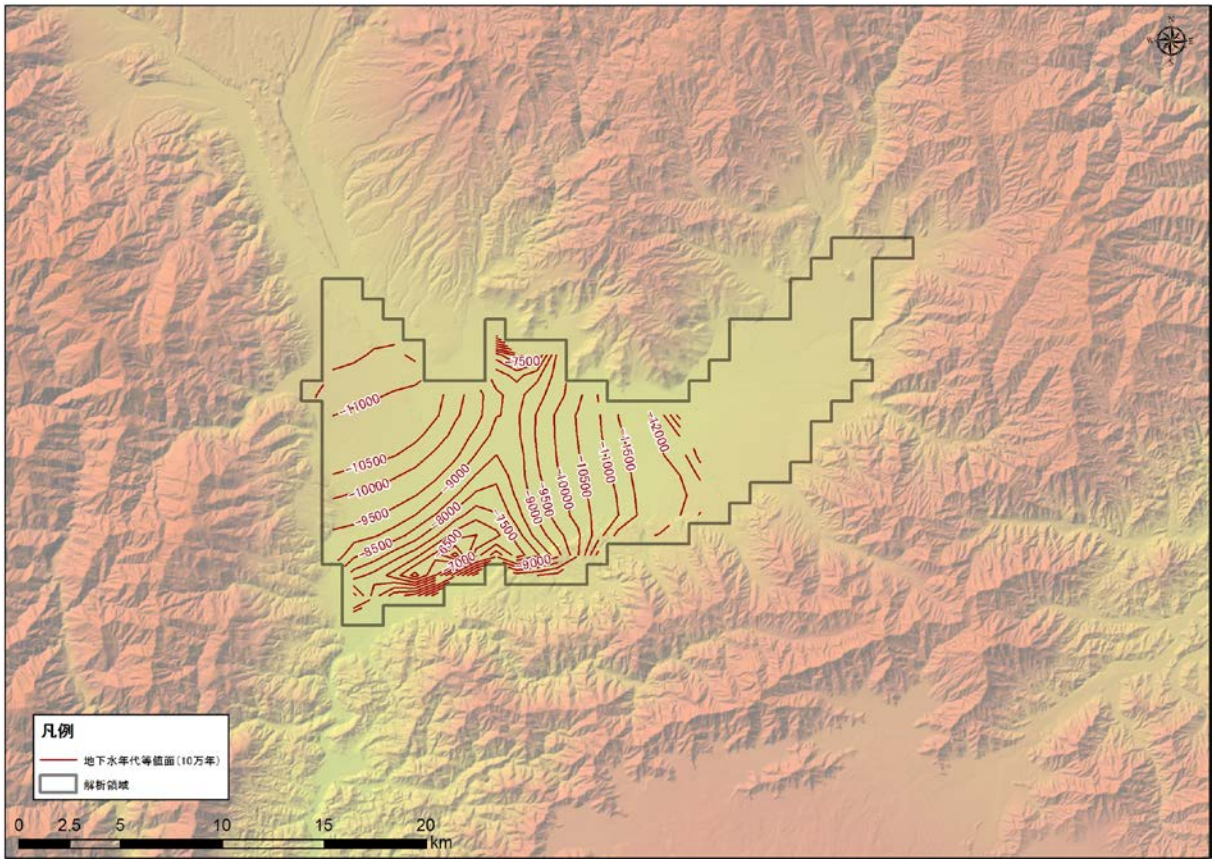


図 5-432　地下水年代（10 万年）等値面図（CB-10 : Kofu basin）

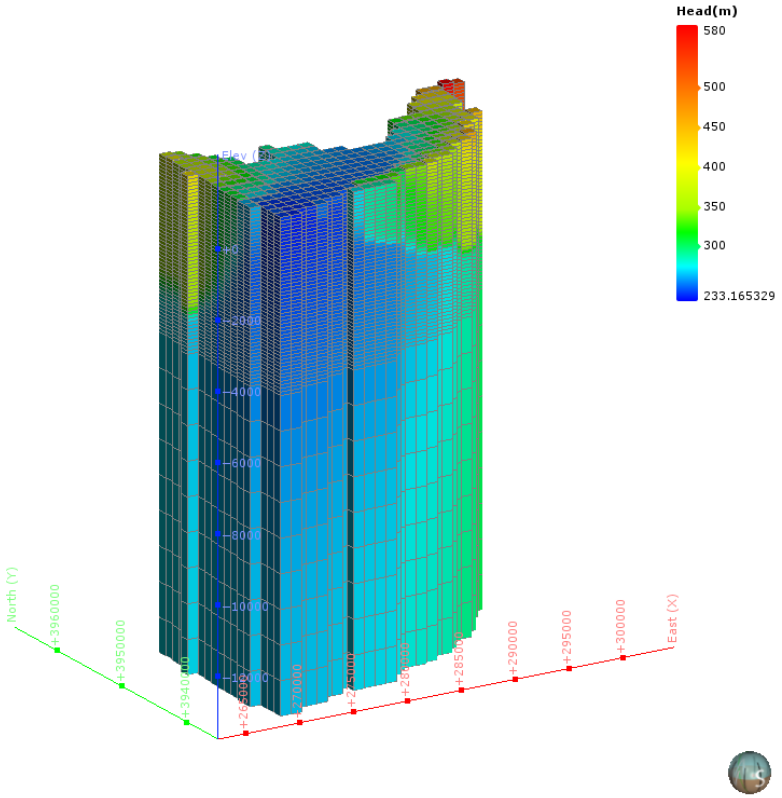


図 5-433　地下水ポテンシャル三次元分布図（CB-10 : Kofu basin）

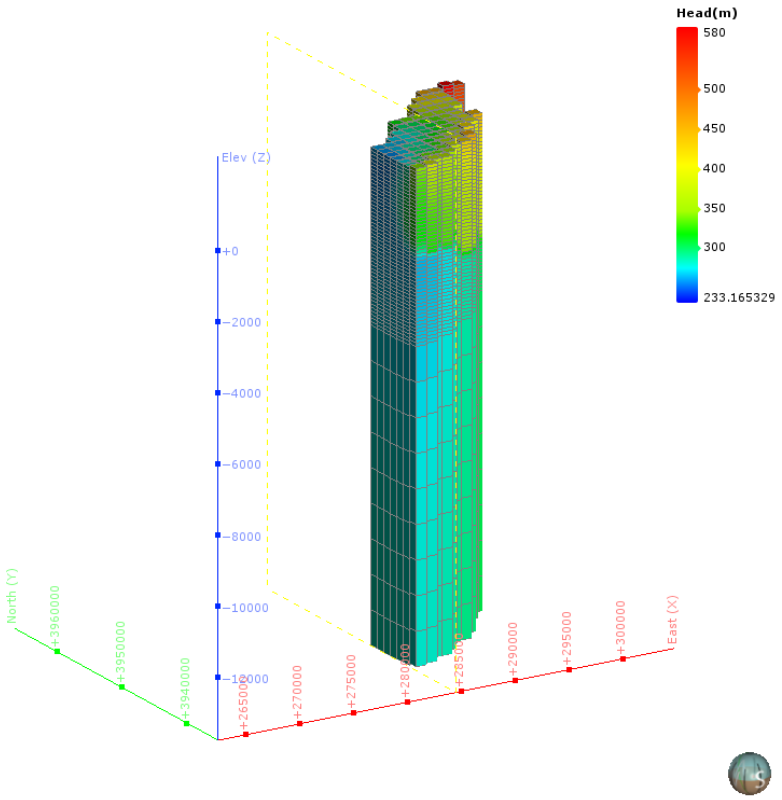


図 5-434　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（CB-10 : Kofu basin）

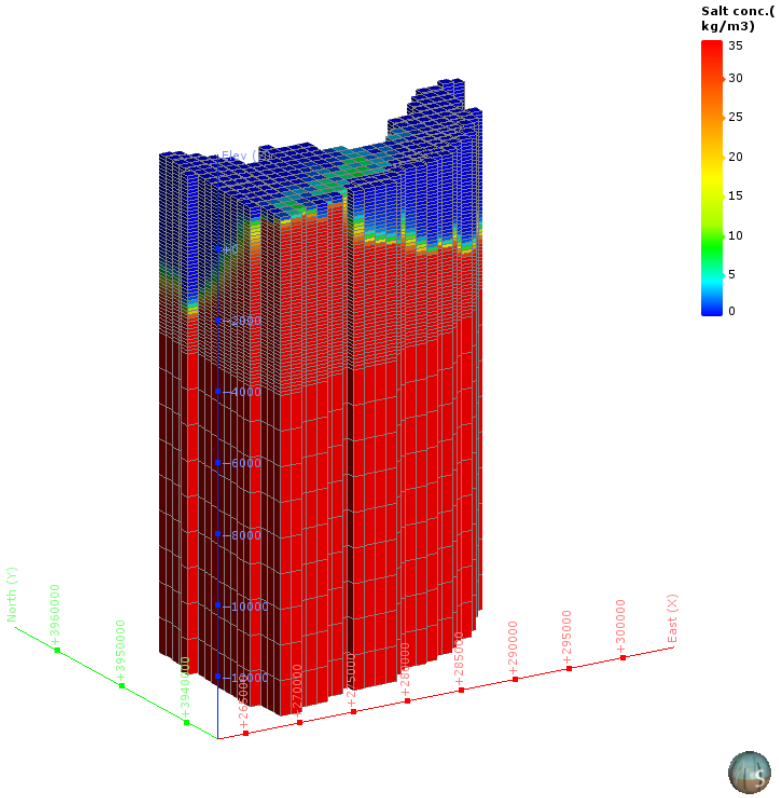


図 5-435　塩濃度三次元分布図（CB-10 : Kofu basin）

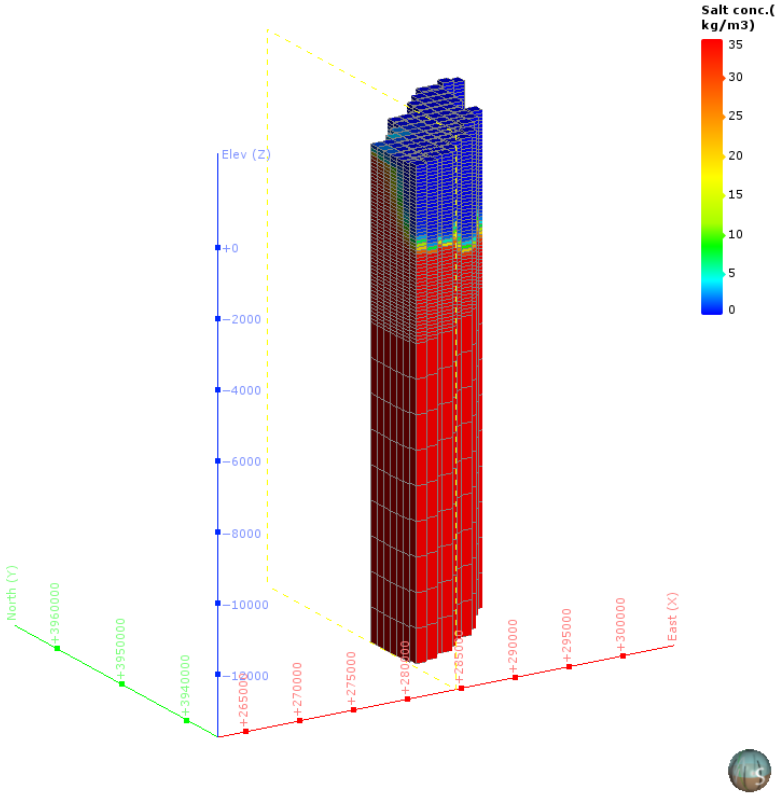


図 5-436　塩濃度三次元分布図（分割図）（CB-10 : Kofu basin）

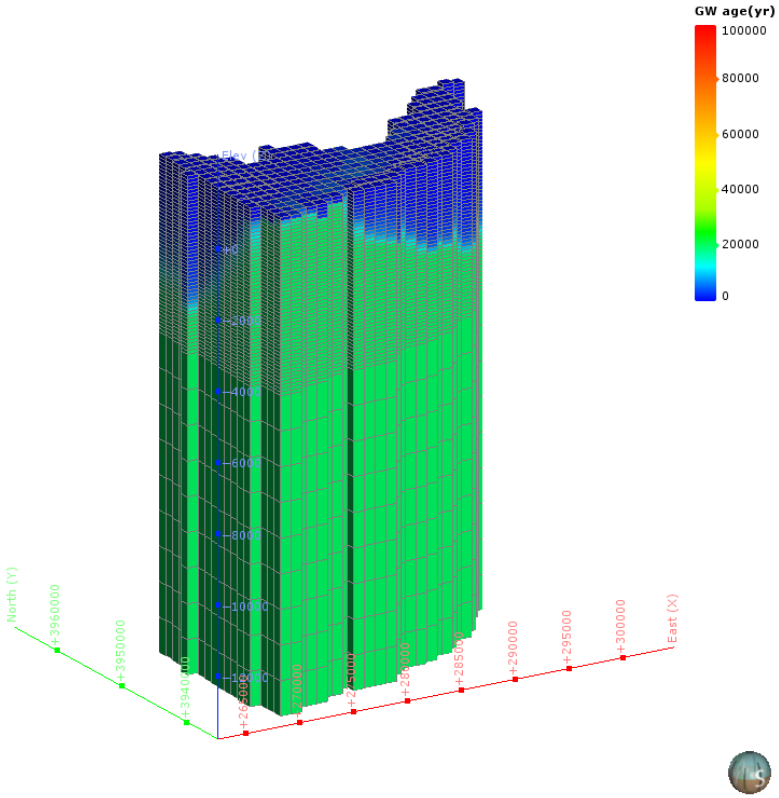


図 5-437　地下水年代三次元分布図（CB-10 : Kofu basin）

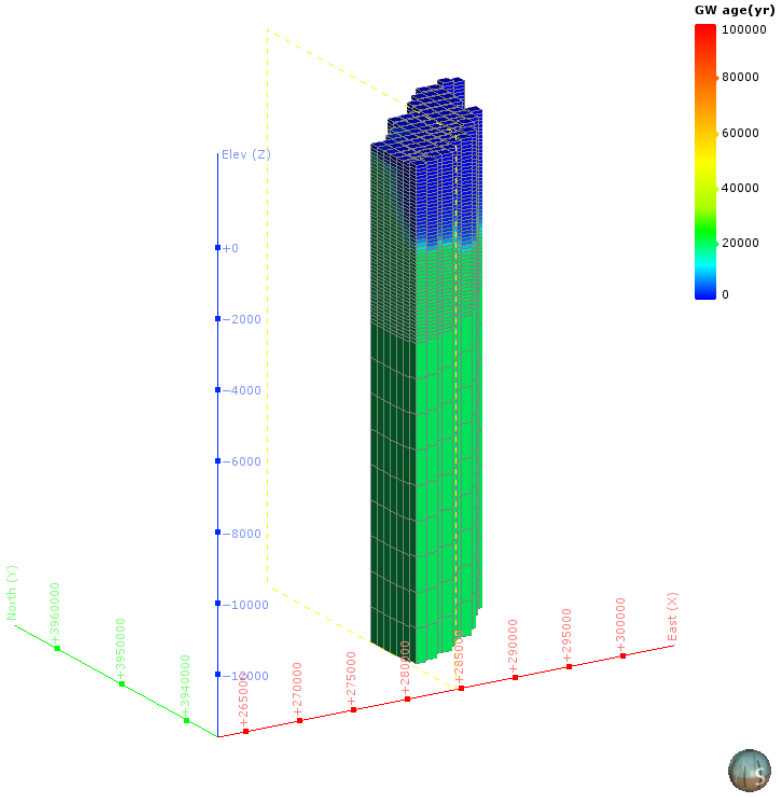


図 5-438　地下水年代三次元分布図（分割図）（CB-10 : Kofu basin）

（33） CB-12：Shizuoka coastal lowland

1） **解析領域**

CB-12：Shizuoka coastal lowland 領域を包括し、海域約 20km を拡張して、解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、2,218km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、静岡県掛川市である。

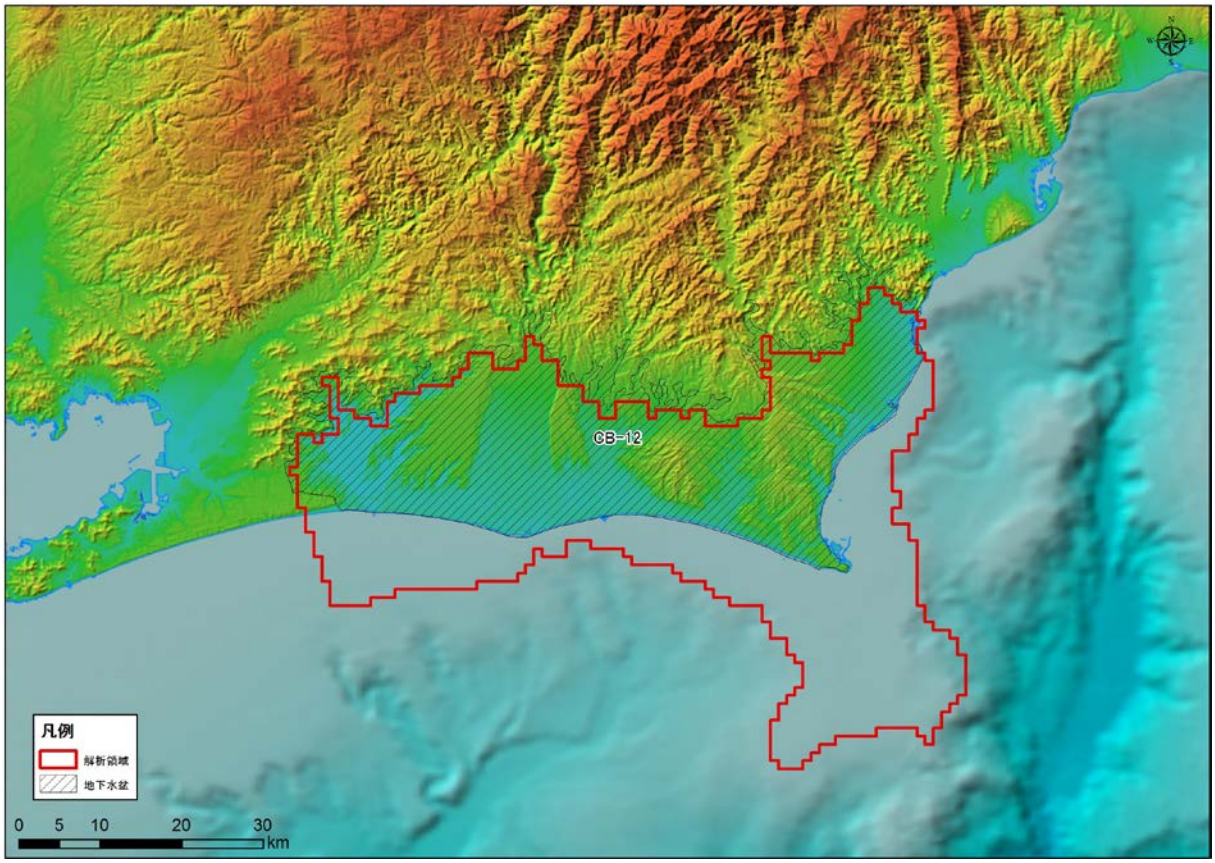


図 5-439 解析領域（CB-12 : Shizuoka coastal lowland ）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 85、Y 方向に 65、Z 方向に 55 で分割され、Active Cell 数は、121,990 となった。本領域内は、H，Q3，Q2，Q1，N3，N2，N1，PreN1 で構成される。

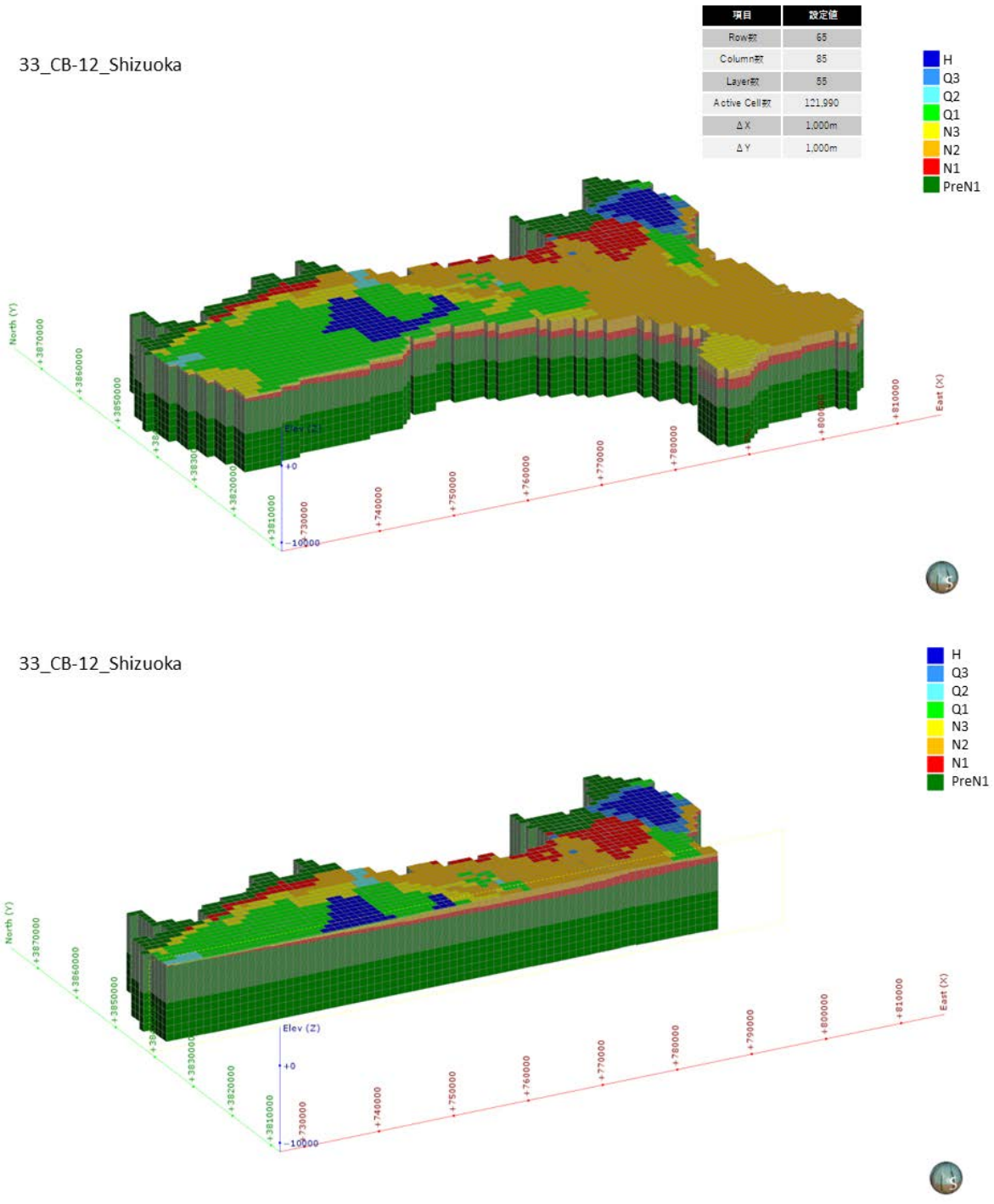


図 5-440　グリッド分割状況（CB-12 : Shizuoka coastal lowland）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=1,141）と海域セル（N=1,077）の設定位置図を図 5-441 に示す。

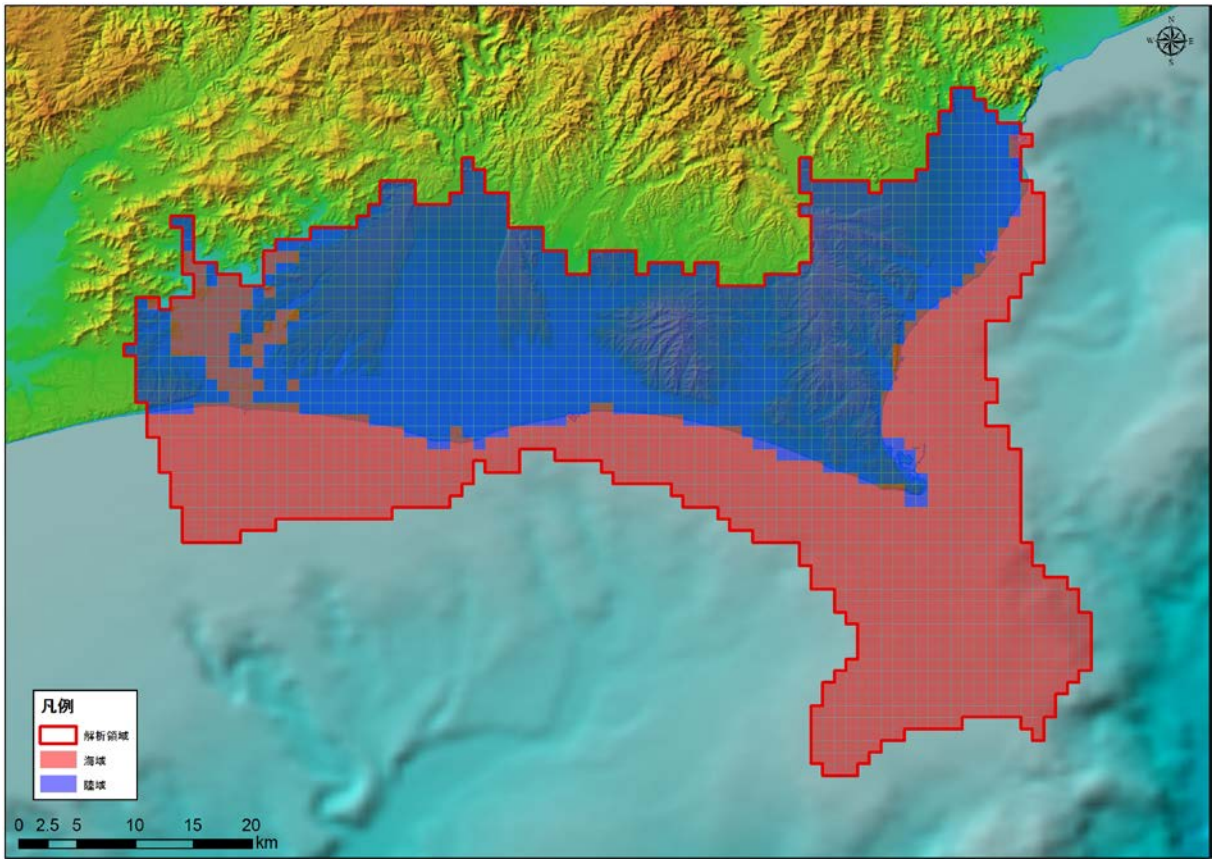


図 5-441　境界条件（CB-12 : Shizuoka coastal lowland）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×3.2 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 0.89 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 0.89 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-36　検討ケース（CB-12 : Shizuoka coastal lowland）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 3.2
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	9.51E+00
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	4.98E+00
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	1.10E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	2.67E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	1.81E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	1.39E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	8.72E-02
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	5.56E-02
モデル内の涵養量（mm/日）	0.28	2.79	0.03	0.89

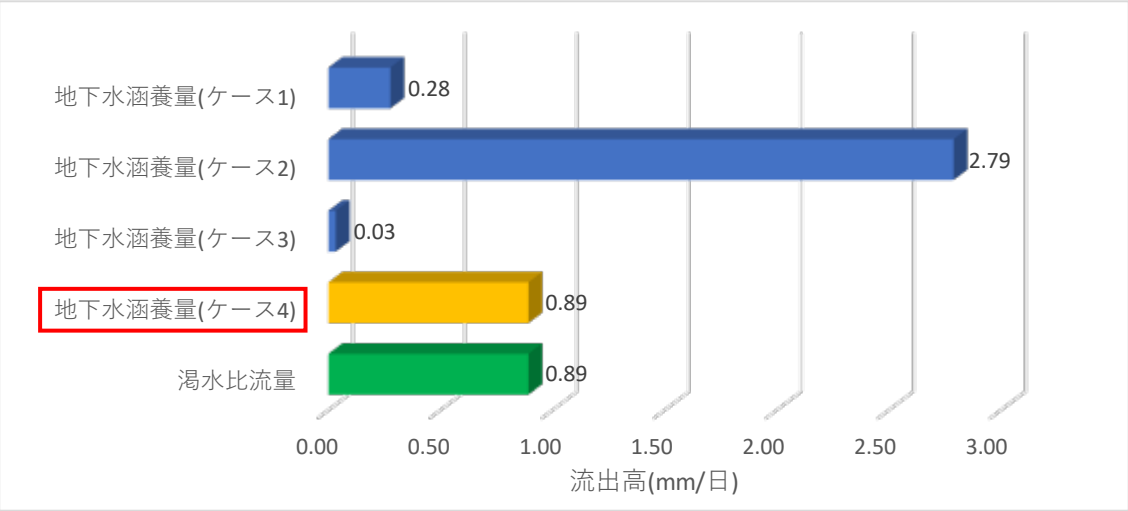


図 5-442　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（CB-12 : Shizuoka coastal lowland）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

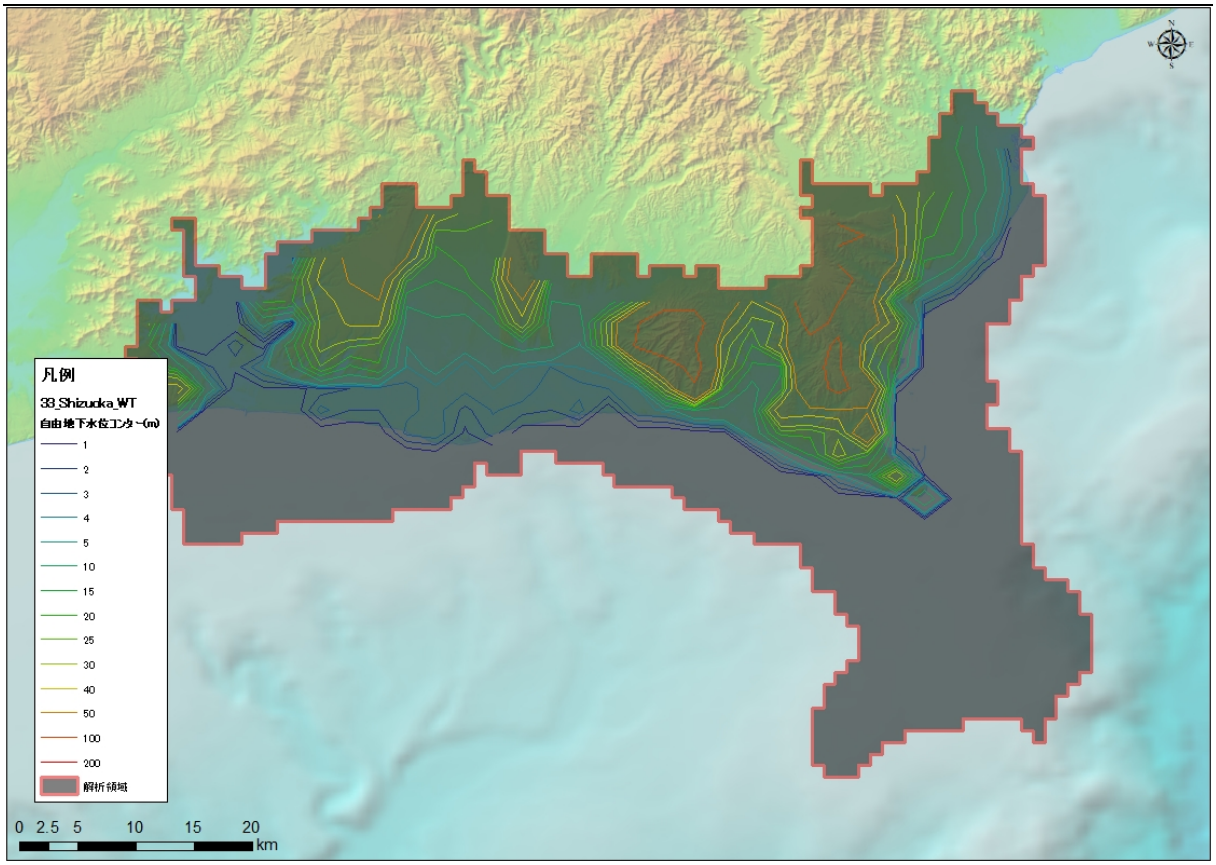


図 5-443　地下水位等高線図（CB-12 : Shizuoka coastal lowland）

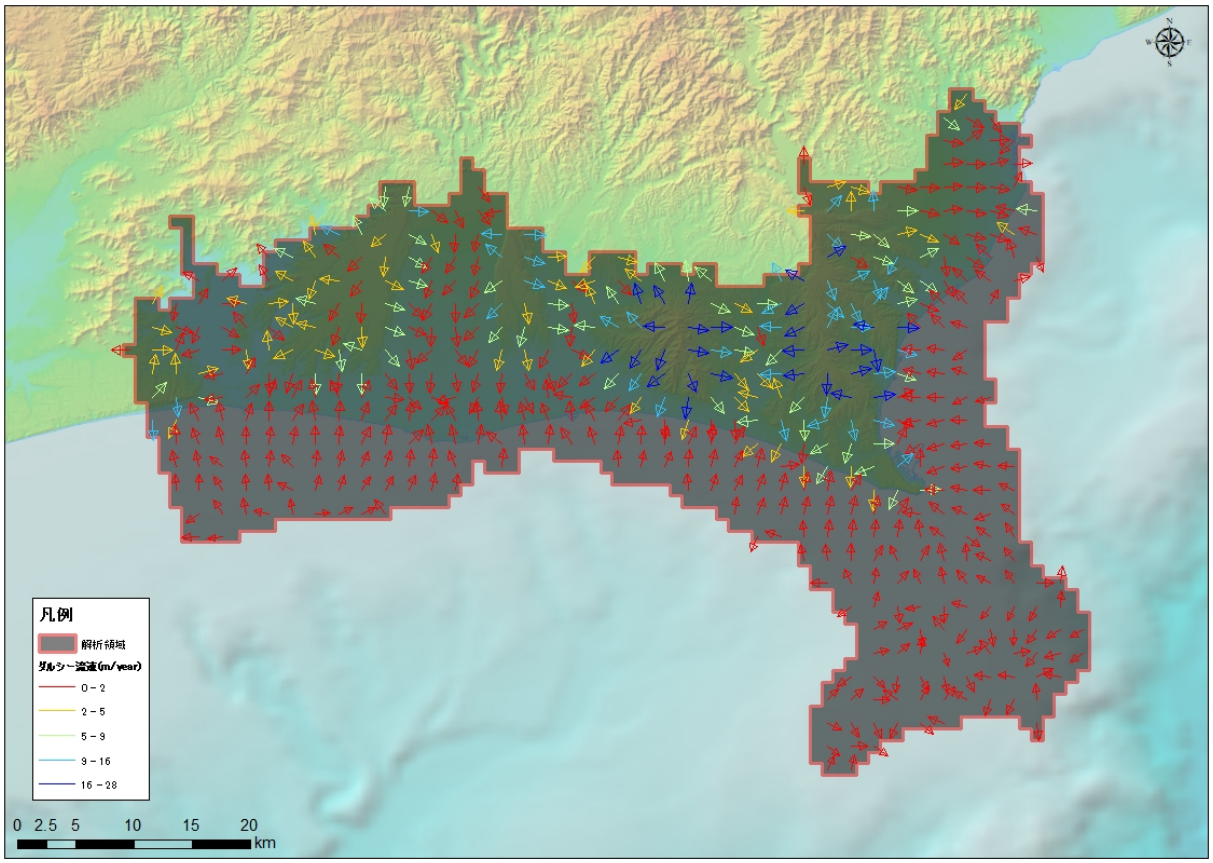


図 5-444　流速ベクトル図（CB-12 : Shizuoka coastal lowland）

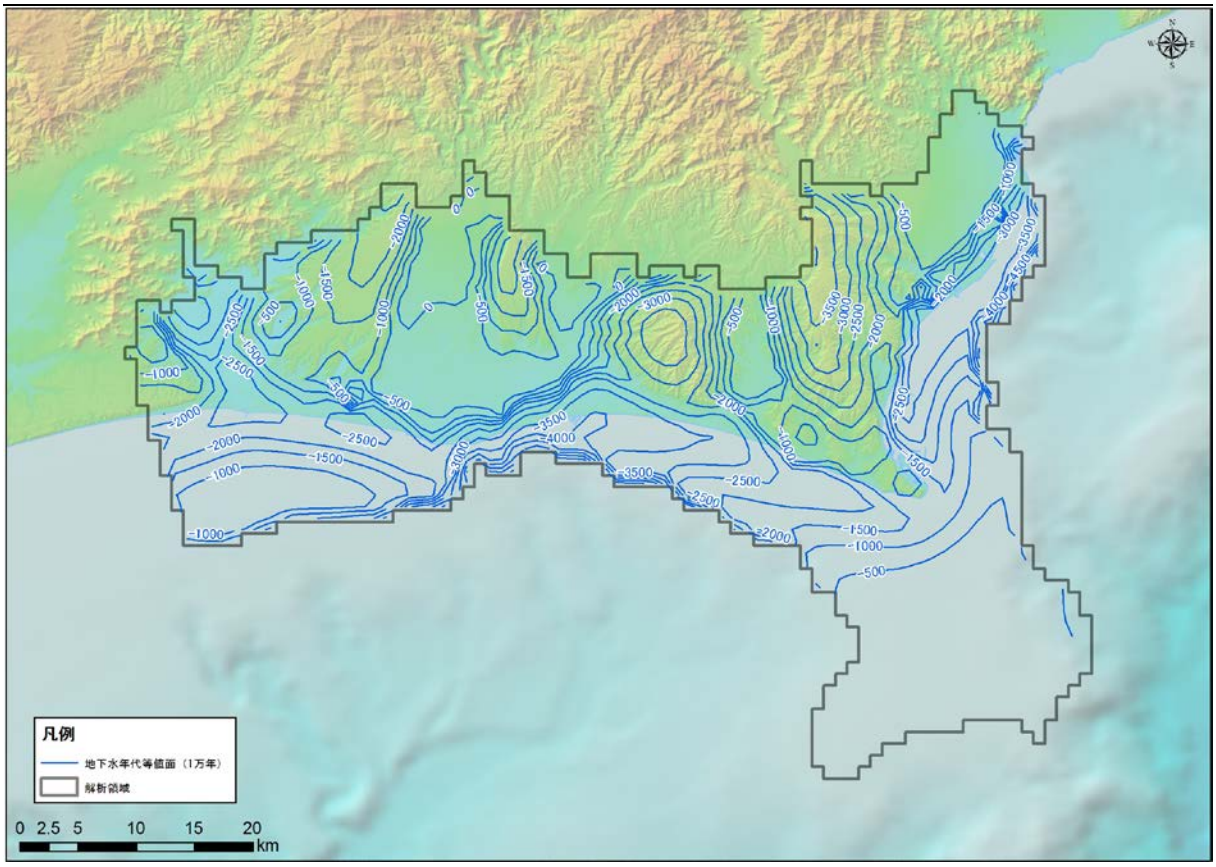


図 5-445　地下水年代（1 万年）等値面図（CB-12 : Shizuoka coastal lowland）

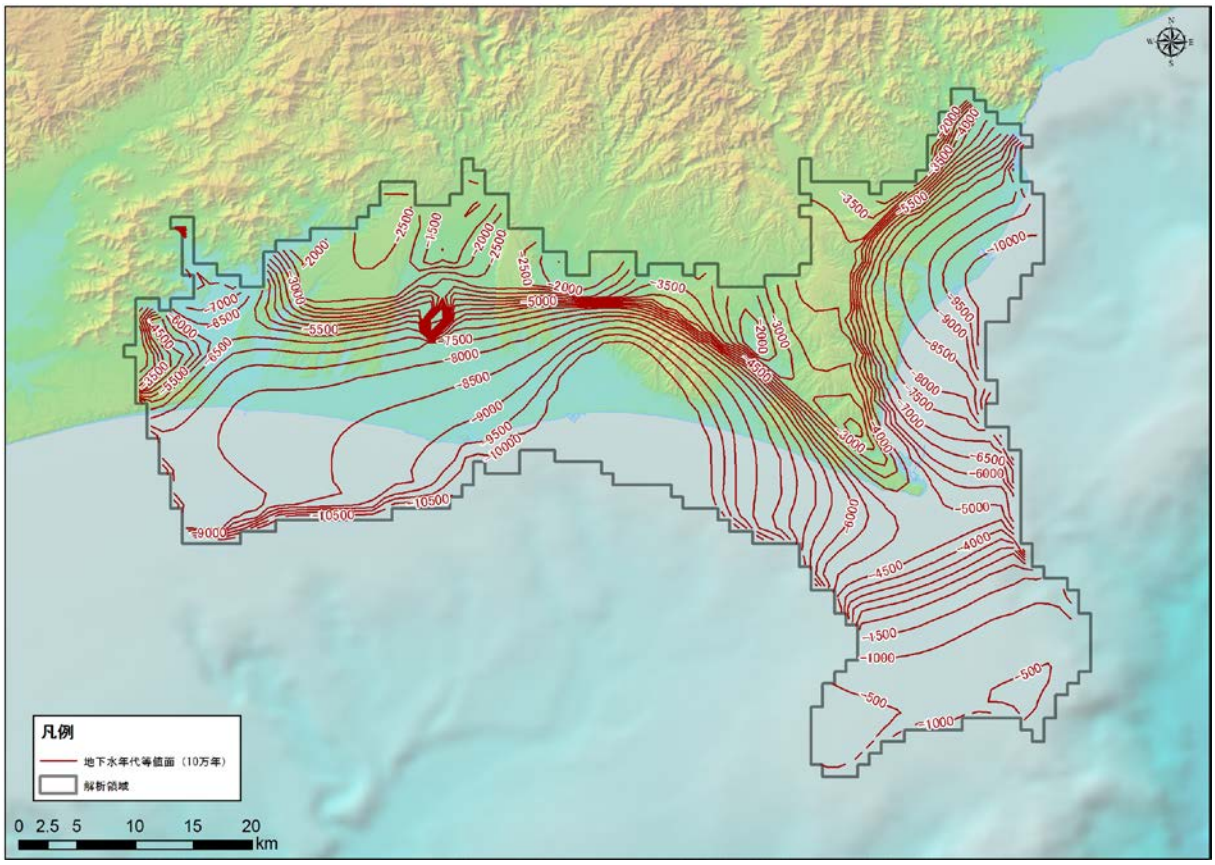


図 5-446　地下水年代（10 万年）等値面図（CB-12 : Shizuoka coastal lowland）

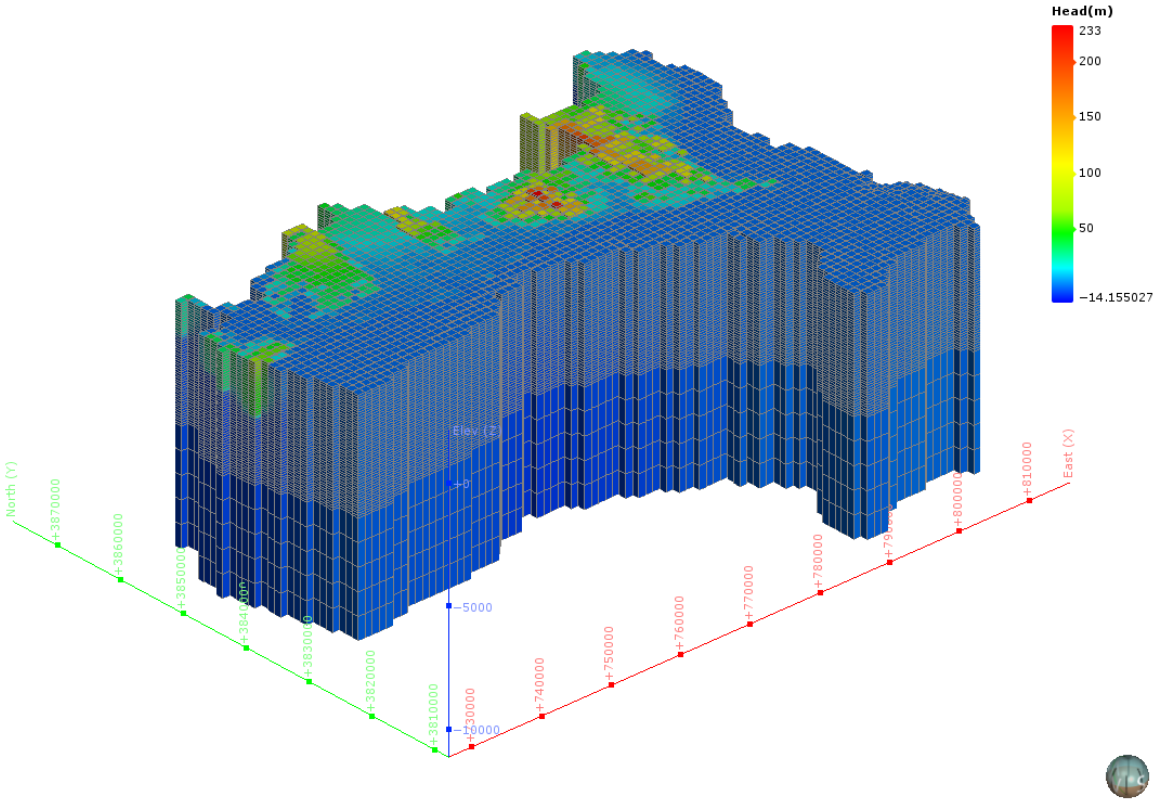


図 5-447　地下水ポテンシャル三次元分布図（CB-12 : Shizuoka coastal lowland）

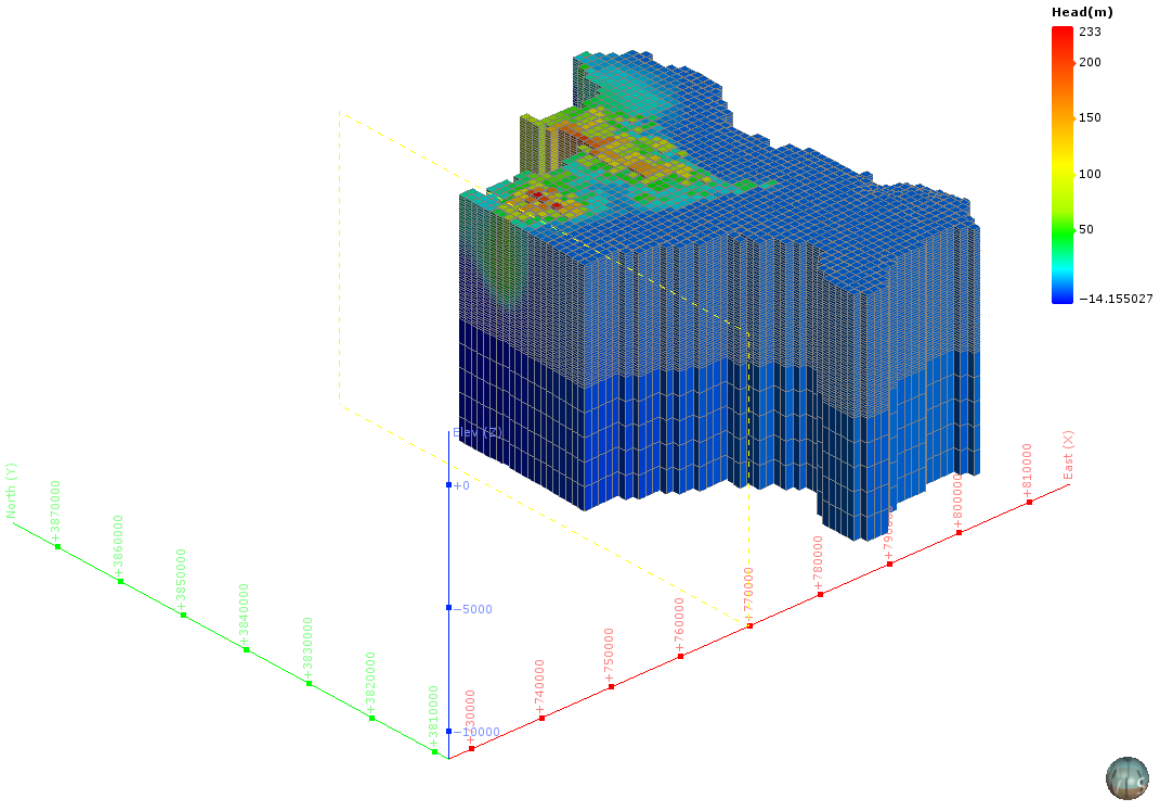


図 5-448　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（CB-12 : Shizuoka coastal lowland）

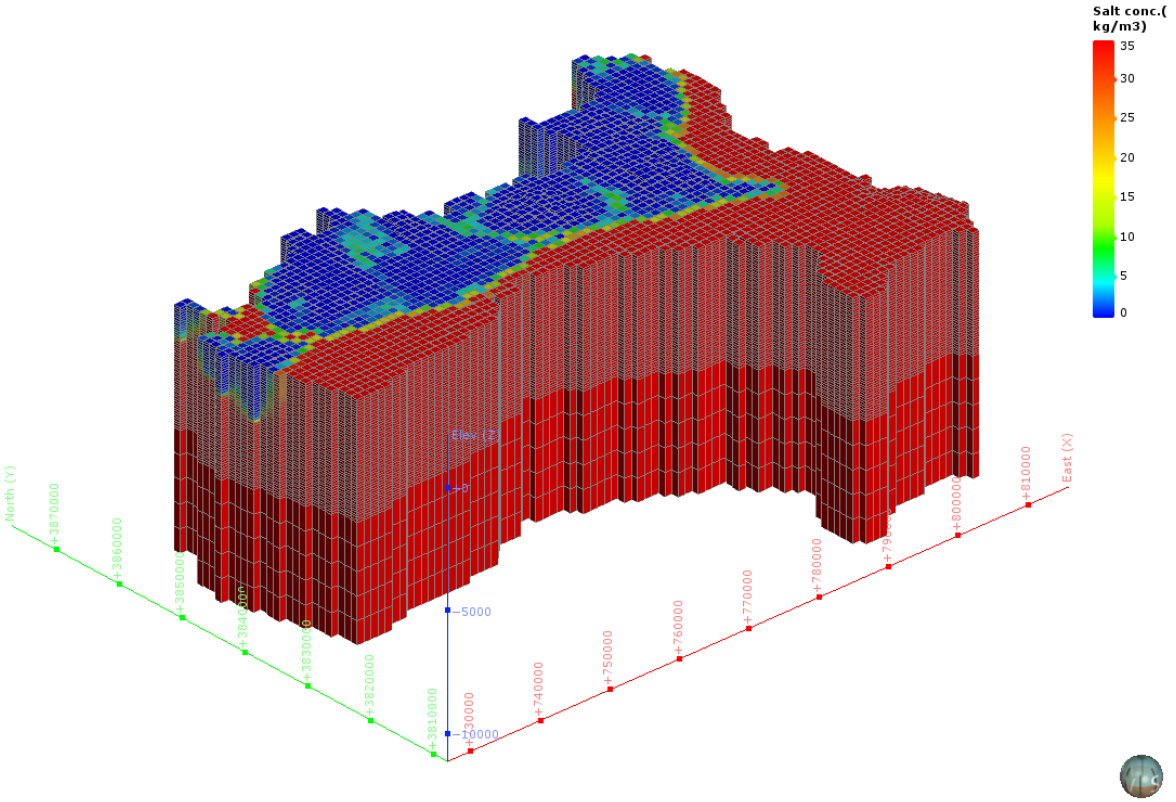


図 5-449　塩濃度三次元分布図（CB-12 : Shizuoka coastal lowland）

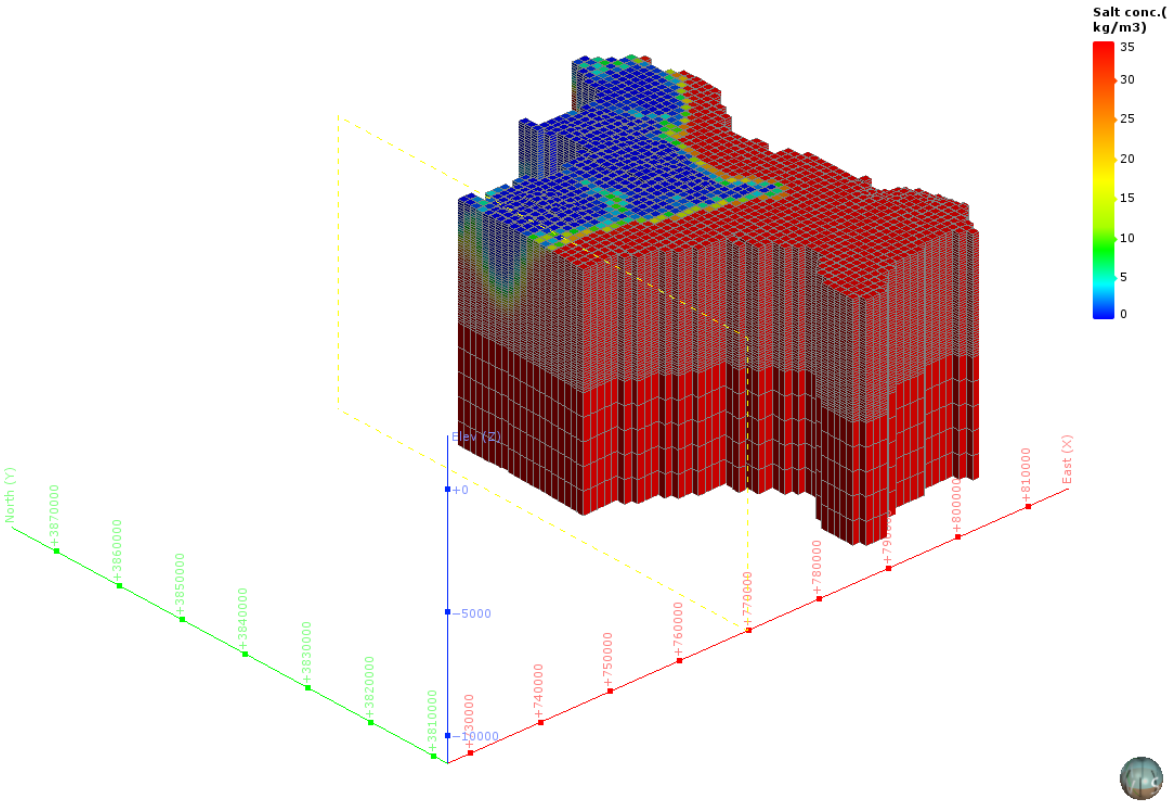


図 5-450　塩濃度三次元分布図（分割図）（CB-12 : Shizuoka coastal lowland）

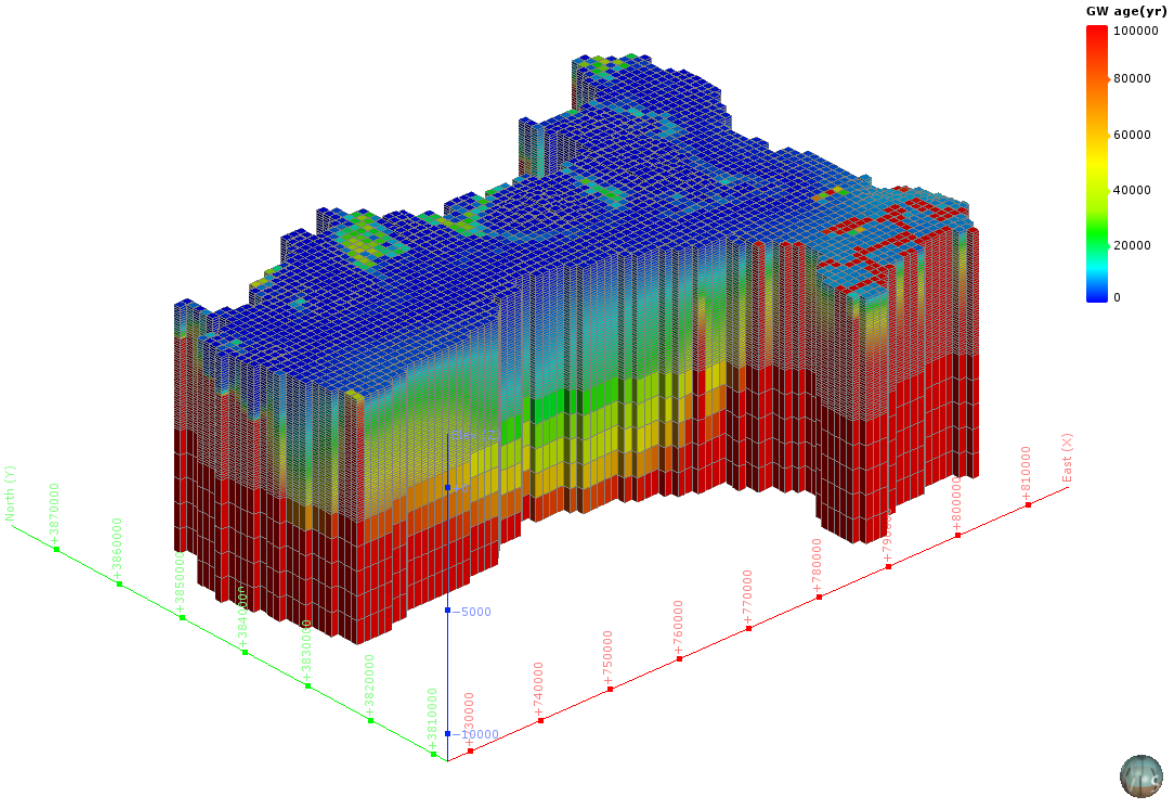


図 5-451　地下水年代三次元分布図（CB-12 : Shizuoka coastal lowland）

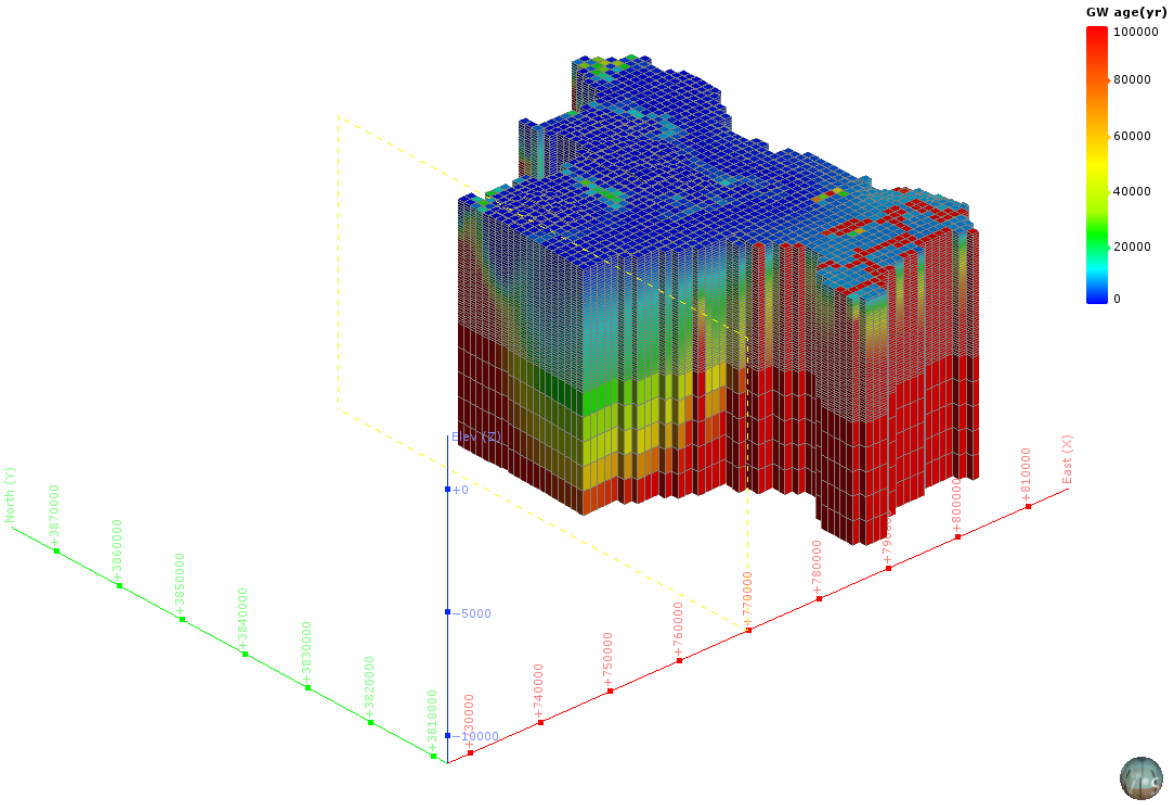


図 5-452　地下水年代三次元分布図（分割図）（CB-12 : Shizuoka coastal lowland）

（34） CB-13：Toyohashi plain

1） **解析領域**

CB-13：Toyohashi plain 領域を包括し、海域約 10km を拡張して、解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、429km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、愛知県豊橋市である。

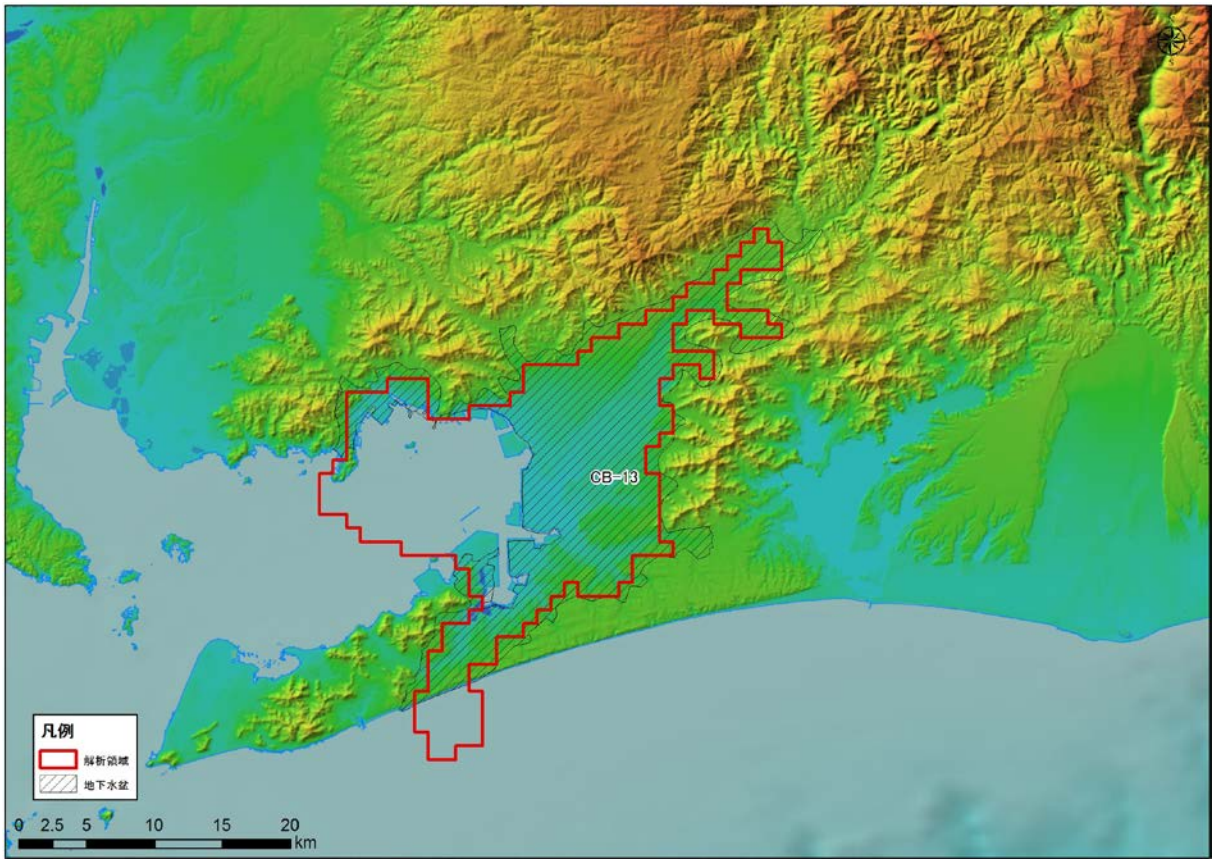


図 5-453 解析領域（CB-13 : Toyohashi plain）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 38、Y 方向に 41、Z 方向に 51 で分割され、Active Cell 数は、21,879 となった。本領域内は、Q3，Q2，N3，N1，PreN1 で構成される。

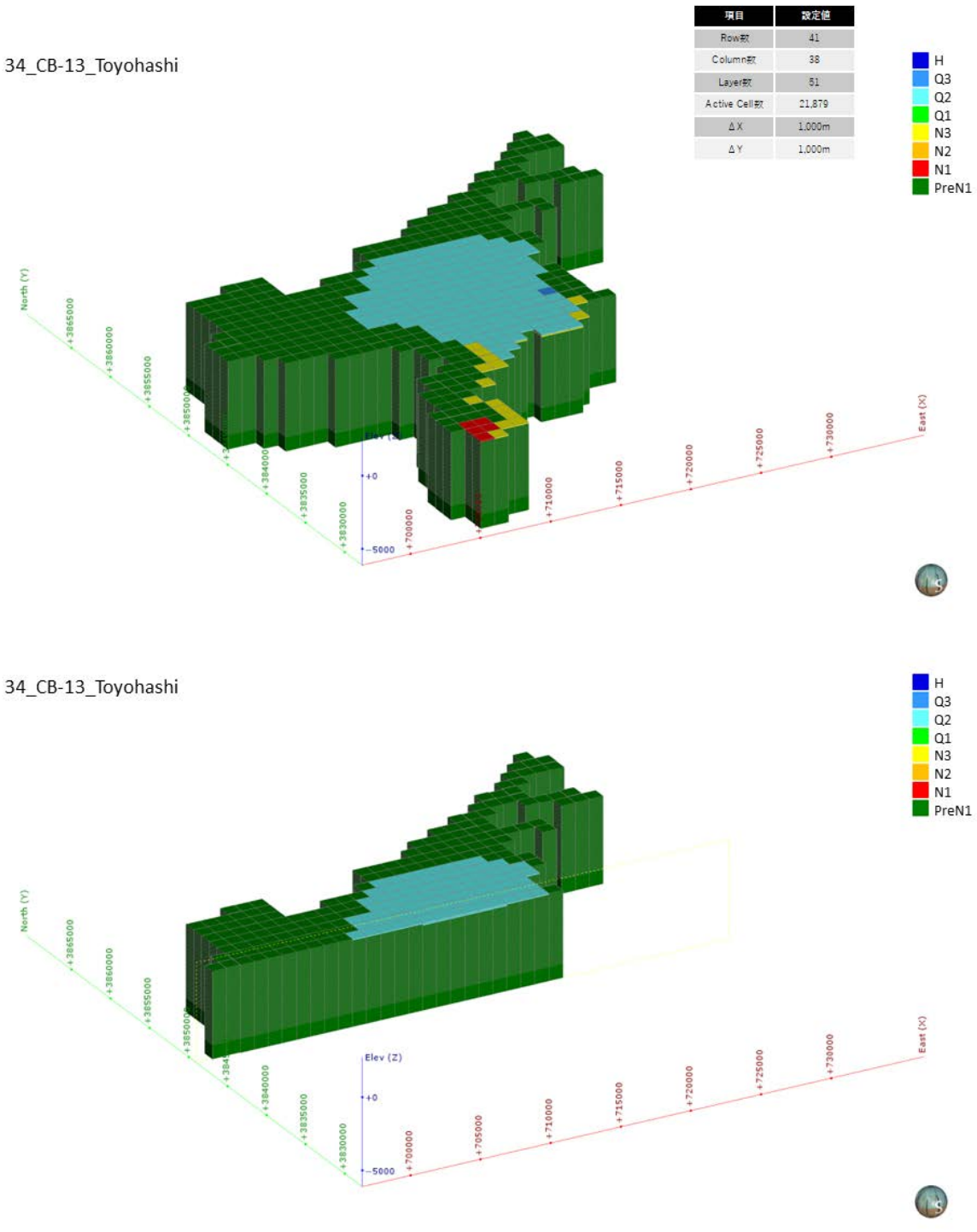


図 5-454　グリッド分割状況（CB-13 : Toyohashi plain）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=278）と海域セル（N=151）の設定位置図を図 5-455 に示す。

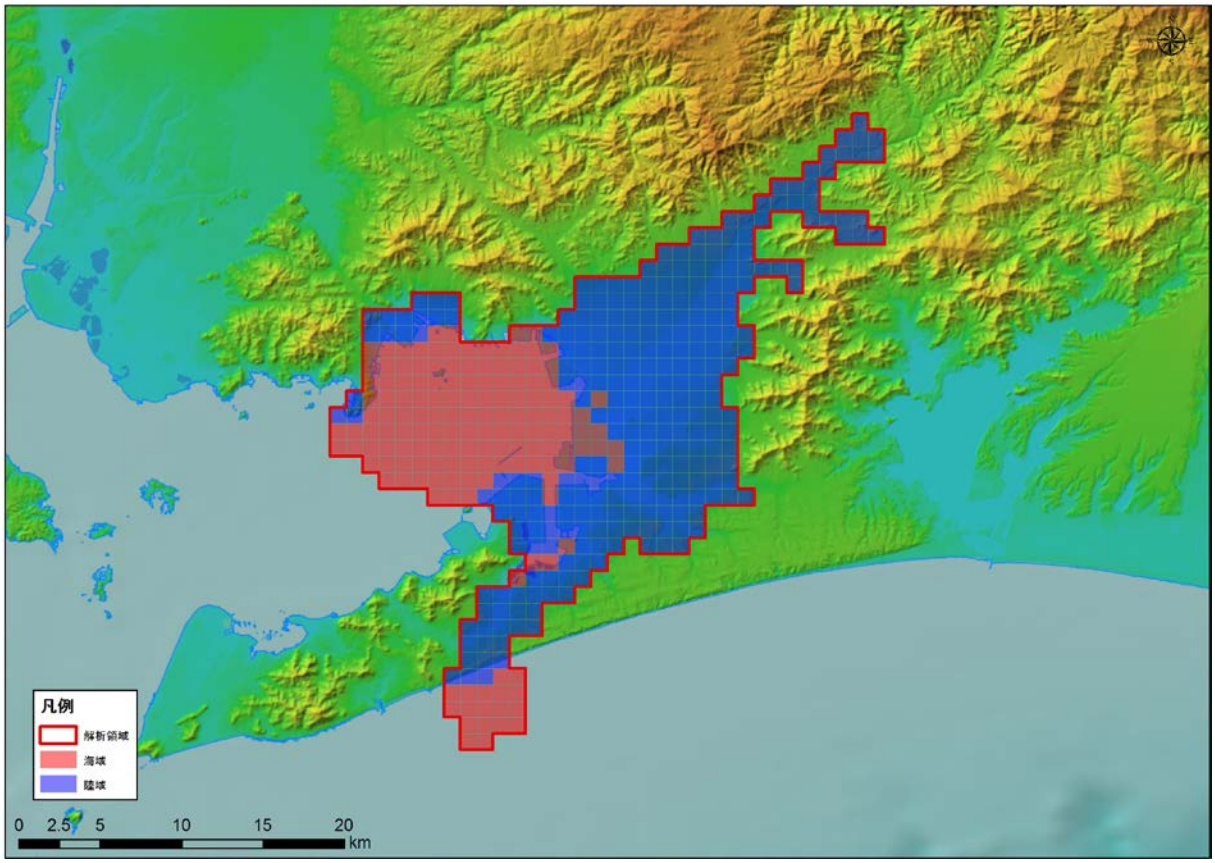


図 5-455　境界条件（CB-13 : Toyohashi plain）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×7.8 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 0.65 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 0.65 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-37　検討ケース（CB-13 : Toyohashi plain）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 7.8
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	2.29E+01
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	1.20E+01
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	2.65E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	6.44E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	4.36E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	3.35E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	2.10E-01
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	1.34E-01
モデル内の涵養量 (mm/日)	0.08	0.81	0.01	0.65

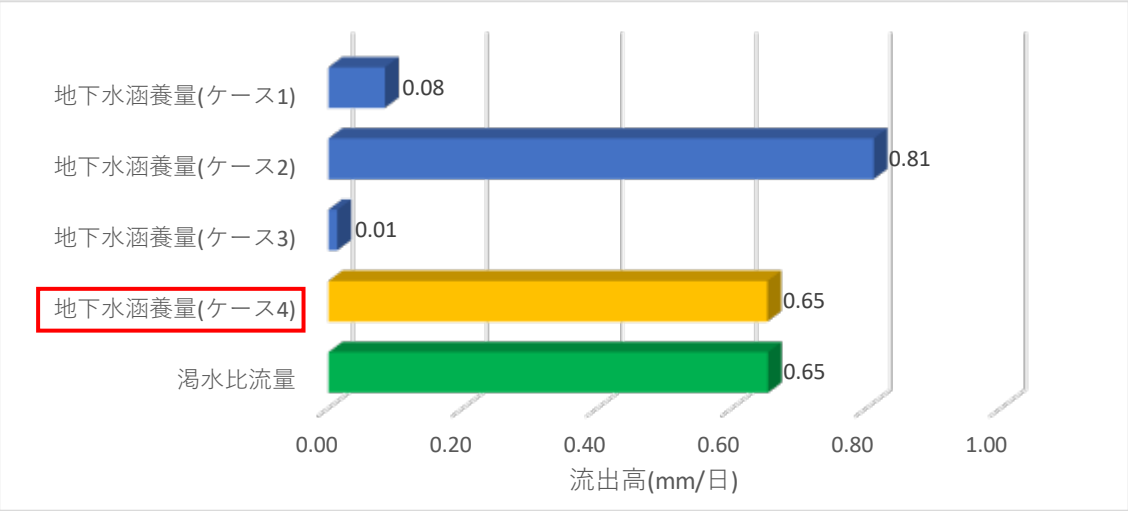


図 5-456　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（CB-13 : Toyohashi plain）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

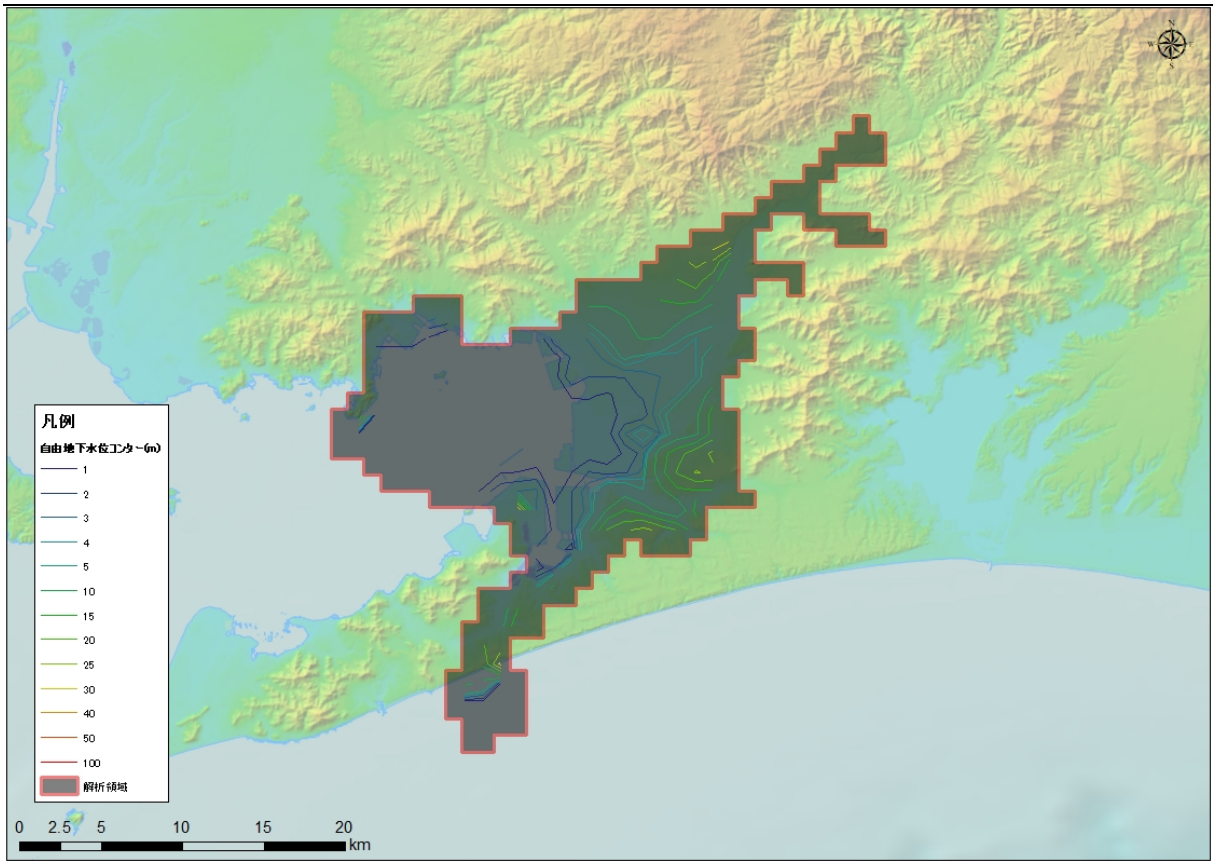


図 5-457　地下水位等高線図（CB-13 : Toyohashi plain）

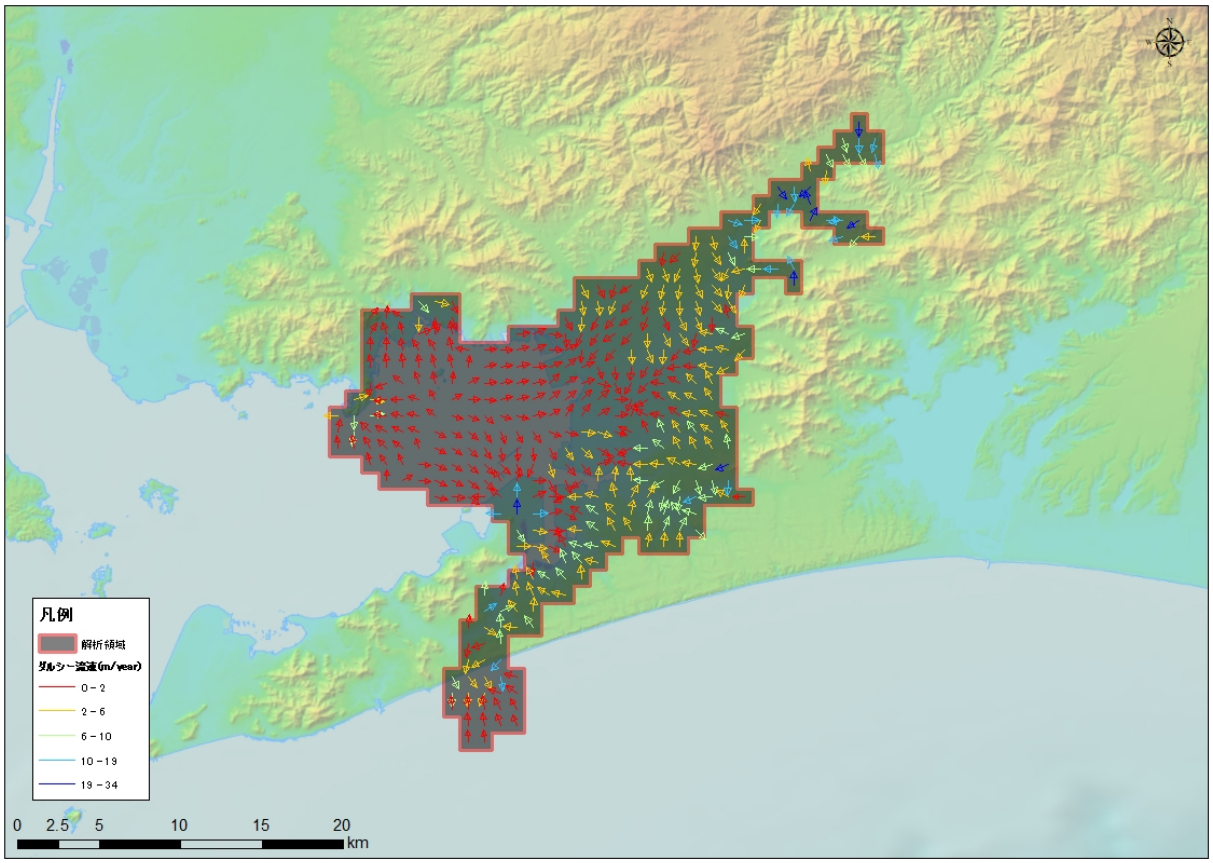


図 5-458　流速ベクトル図（CB-13 : Toyohashi plain）

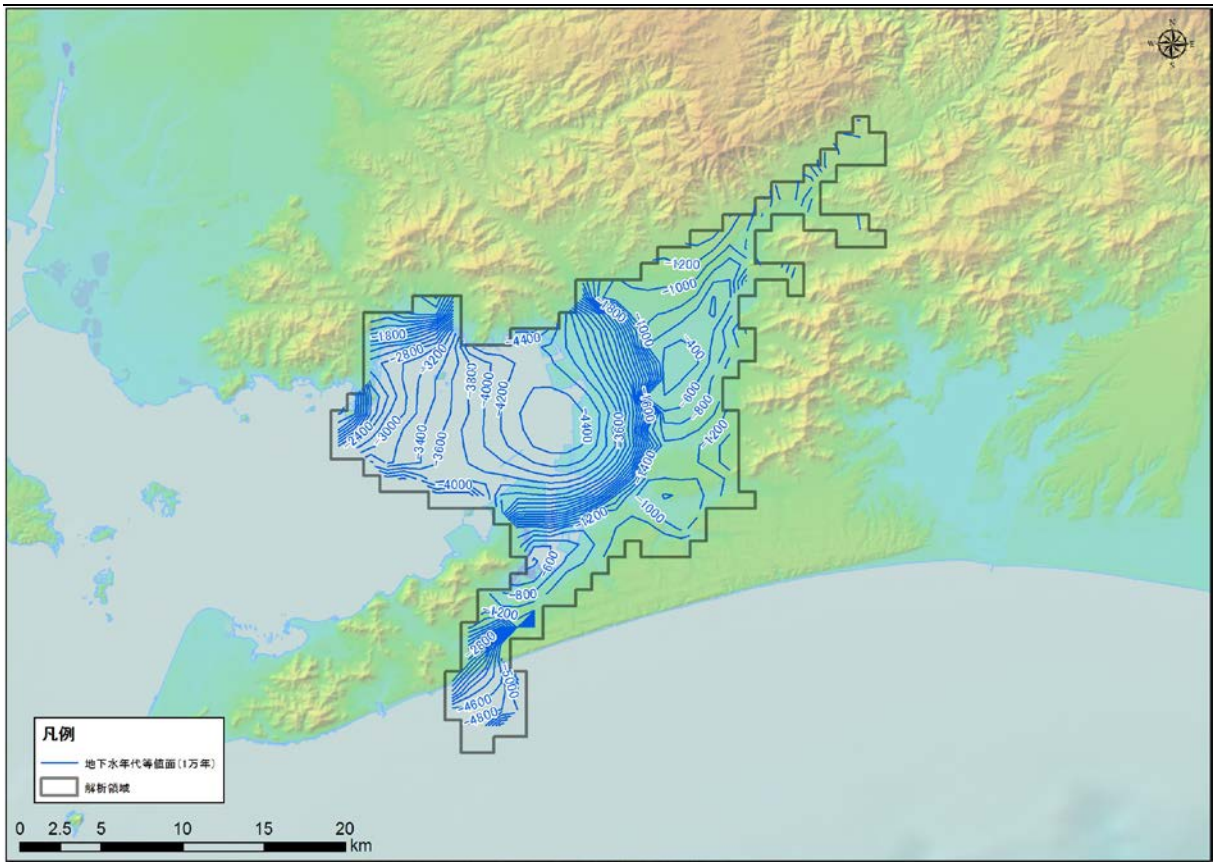


図 5-459　地下水年代（1 万年）等値面図（CB-13 : Toyohashi plain）

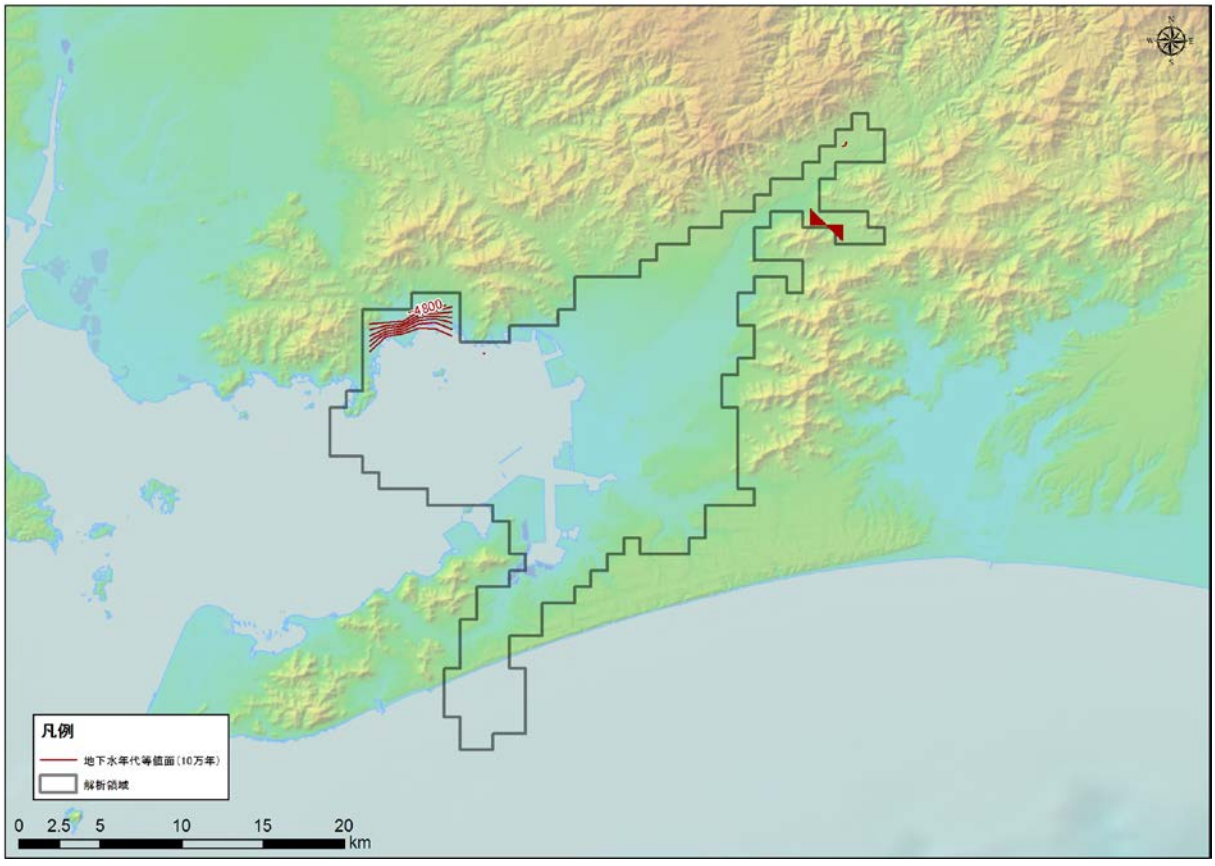


図 5-460　地下水年代（10 万年）等値面図（CB-13 : Toyohashi plain）

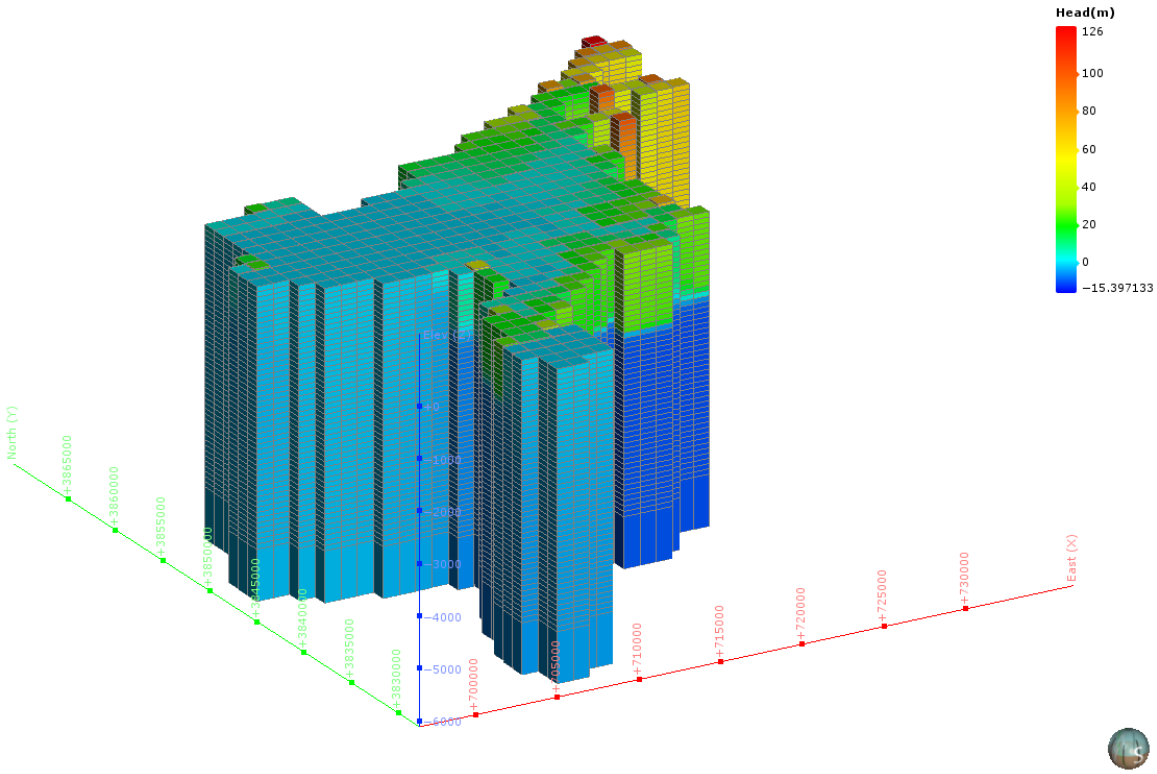


図 5-461　地下水ポテンシャル三次元分布図（CB-13 : Toyohashi plain）

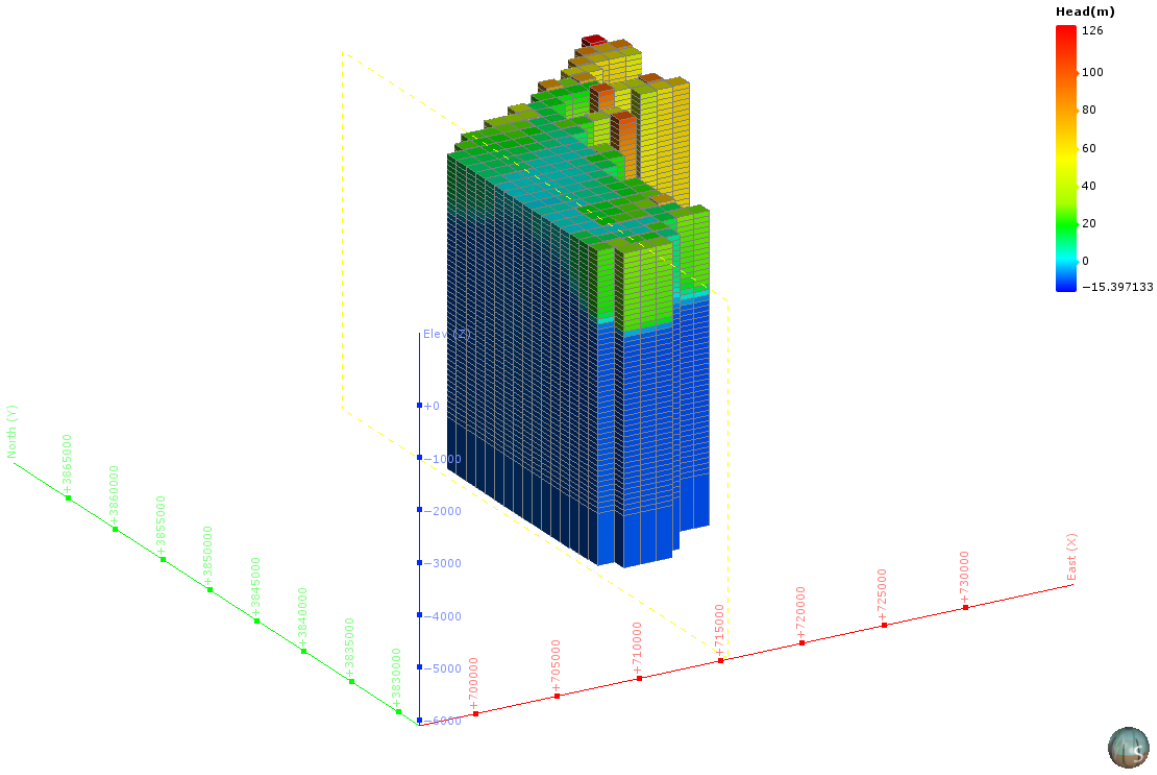


図 5-462　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（CB-13 : Toyohashi plain）

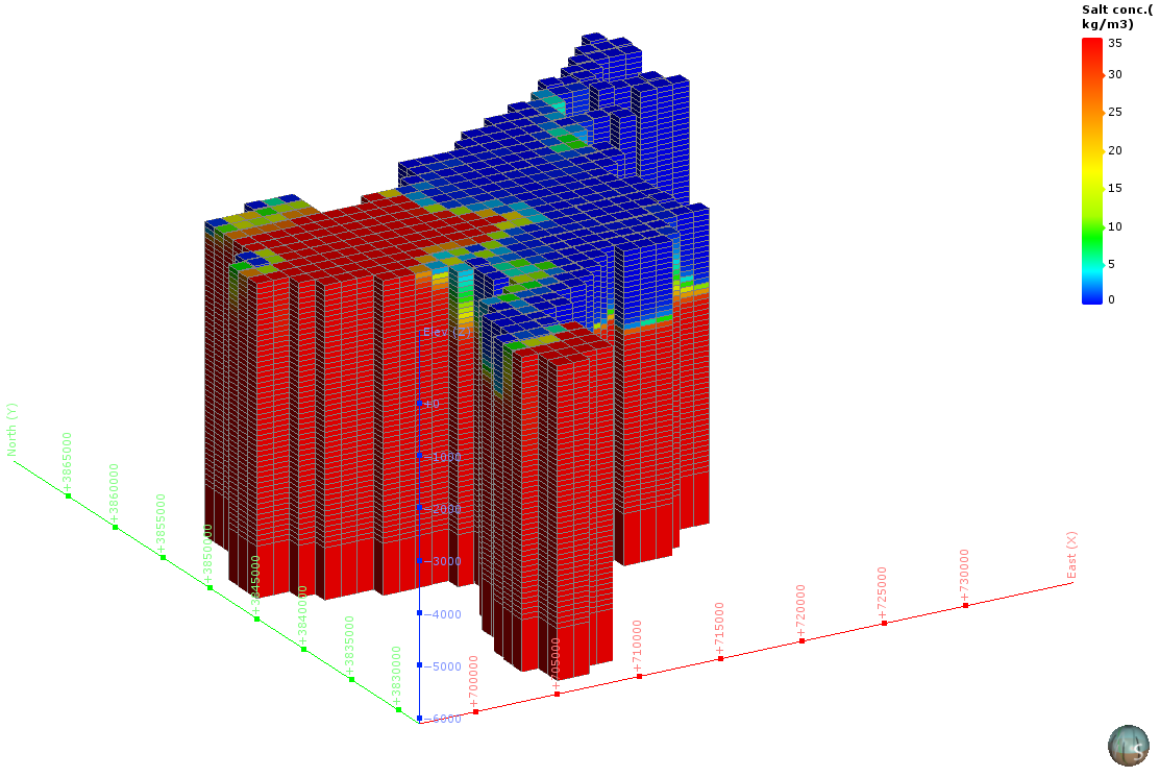


図 5-463　塩濃度三次元分布図（CB-13 : Toyohashi plain）

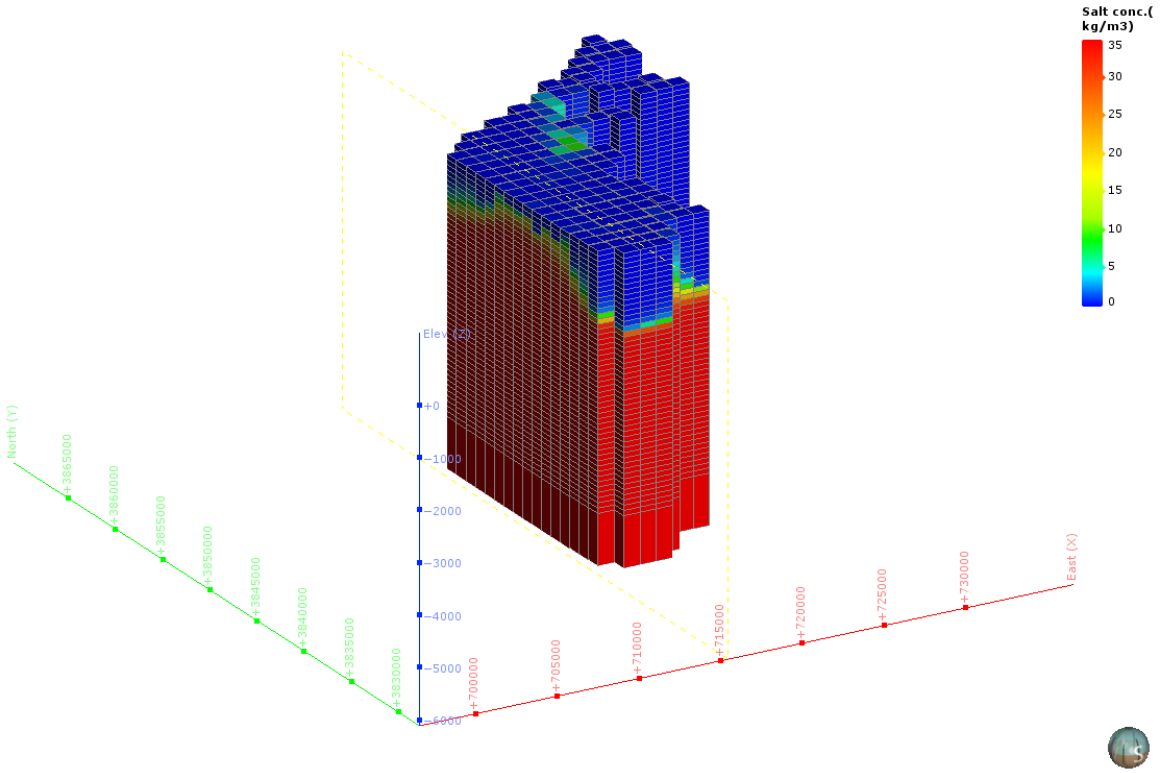


図 5-464　塩濃度三次元分布図（分割図）（CB-13 : Toyohashi plain）

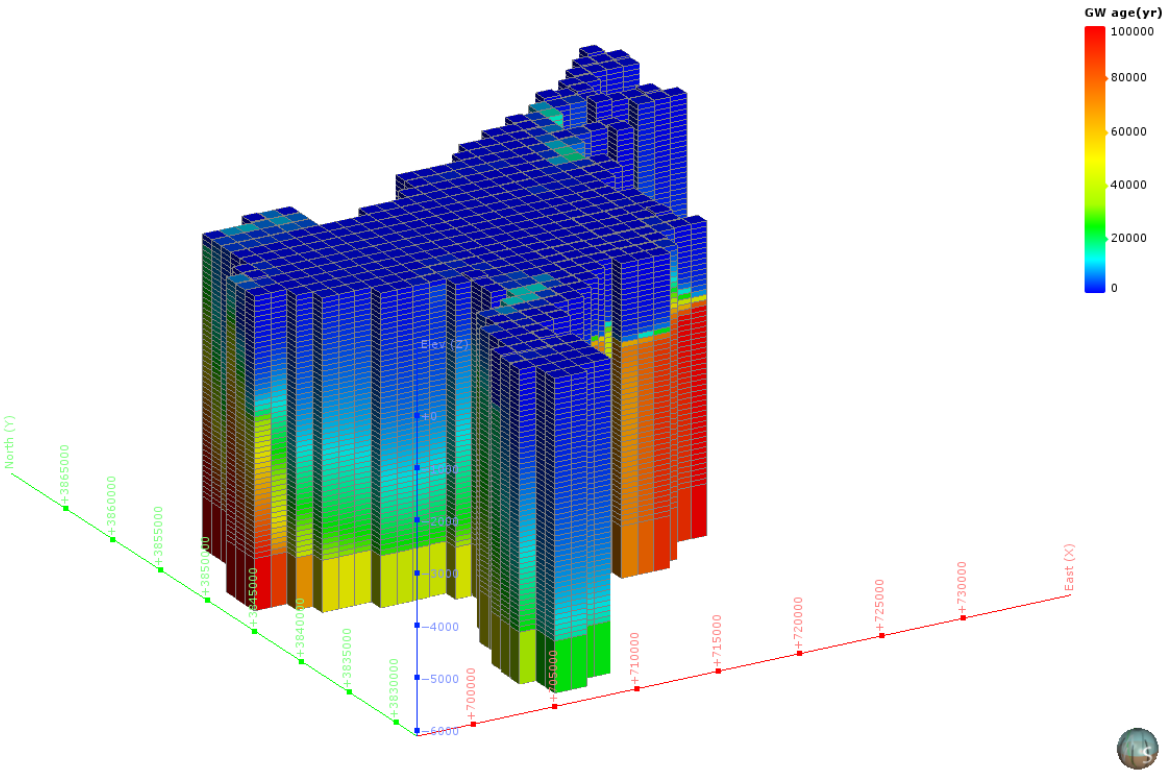


図 5-465　地下水年代三次元分布図（CB-13 : Toyohashi plain）

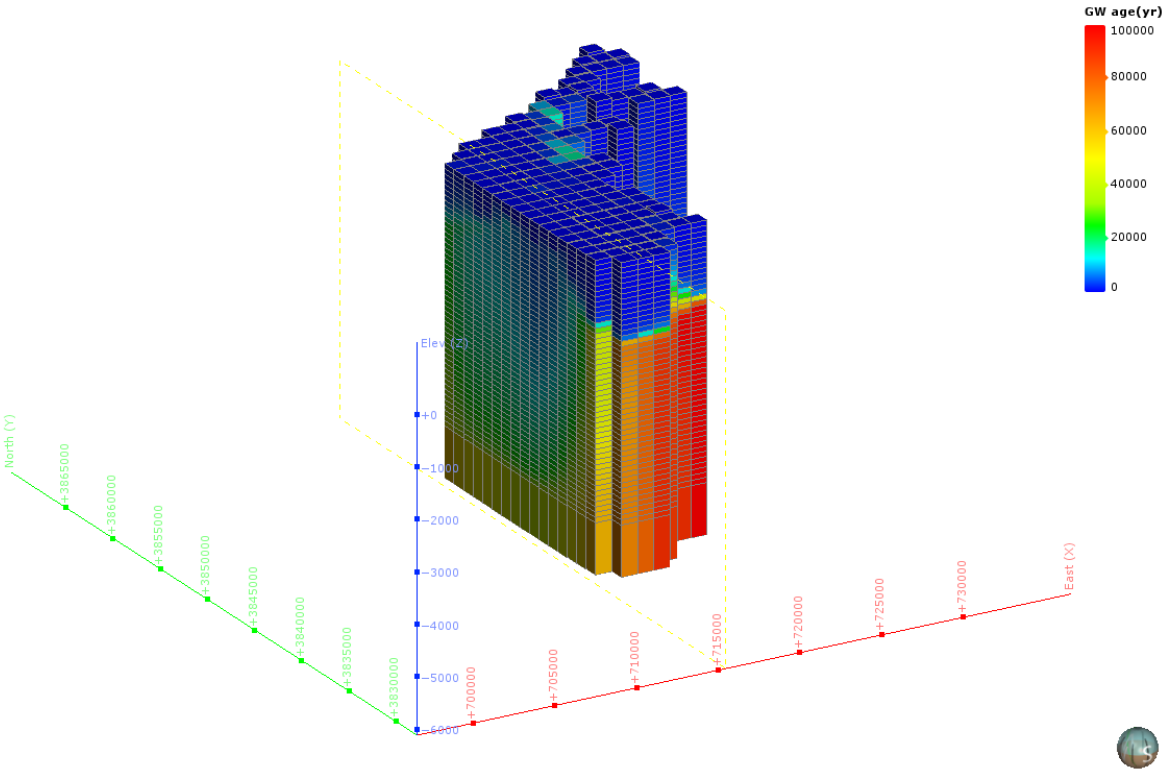


図 5-466　地下水年代三次元分布図（分割図）（CB-13 : Toyohashi plain）

（35） CB-14：Okazaki plain

1） **解析領域**

CB-14 : Okazaki plain 領域を包括し、海域約 10km を拡張して、解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、655km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、愛知県西尾市である。

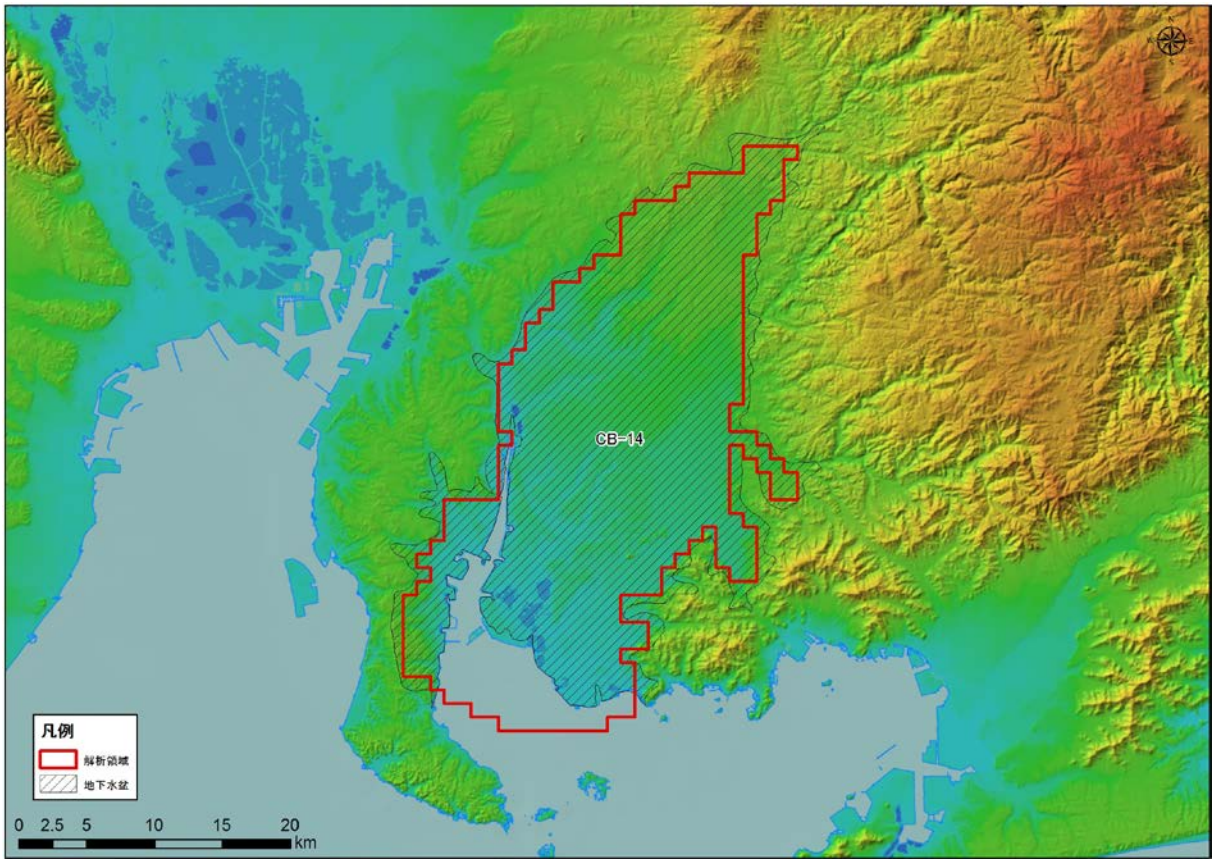


図 5-467 解析領域（CB-14 : Okazaki plain）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 32、Y 方向に 46、Z 方向に 45 で分割され、Active Cell 数は、29,475 となった。本領域内は、Q3，Q2，N3，N1，PreN1 で構成される。

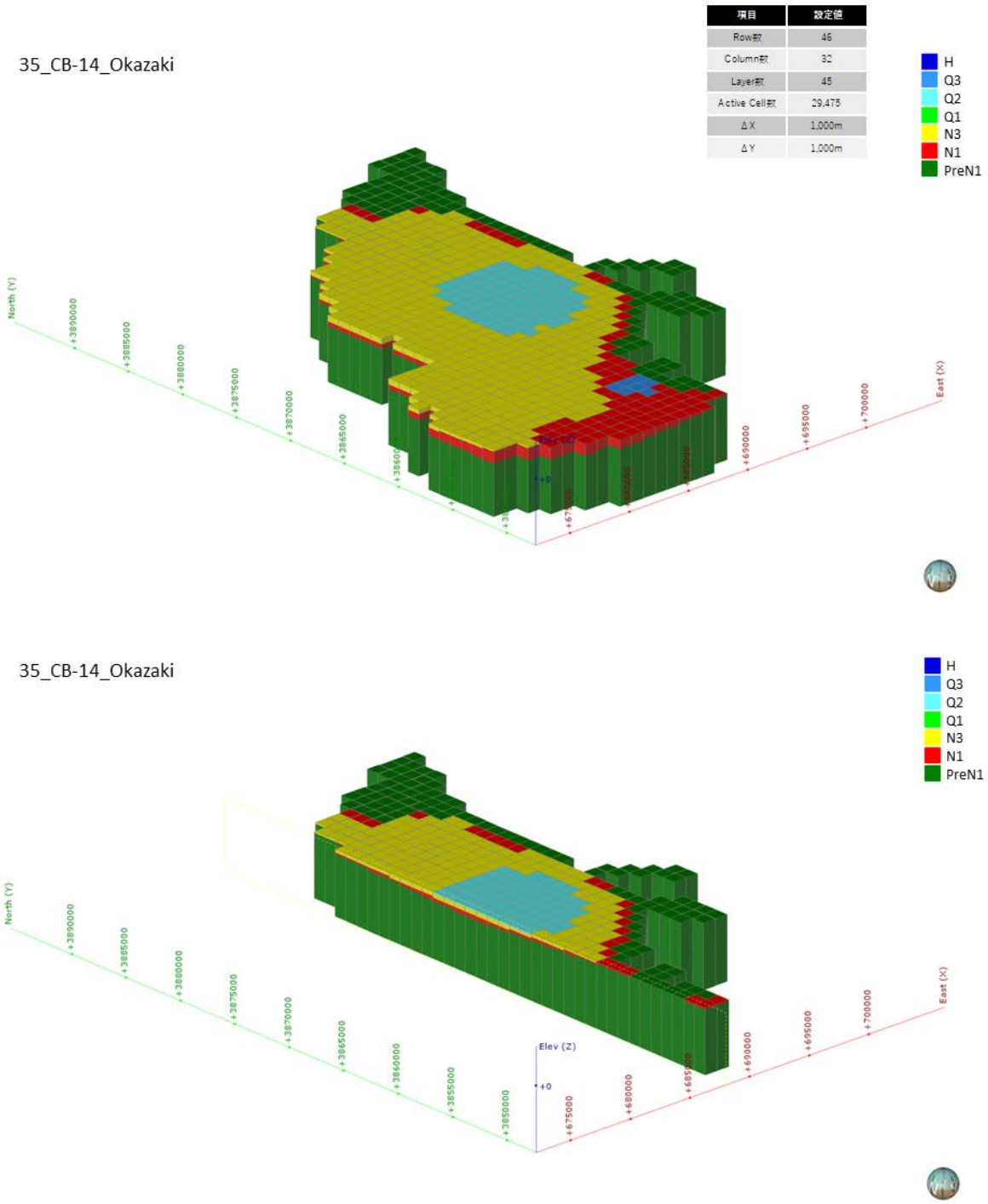


図 5-468　グリッド分割状況（CB-14 : Okazaki plain）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=549）と海域セル（N=106）の設定位置図を図 5-469 に示す。

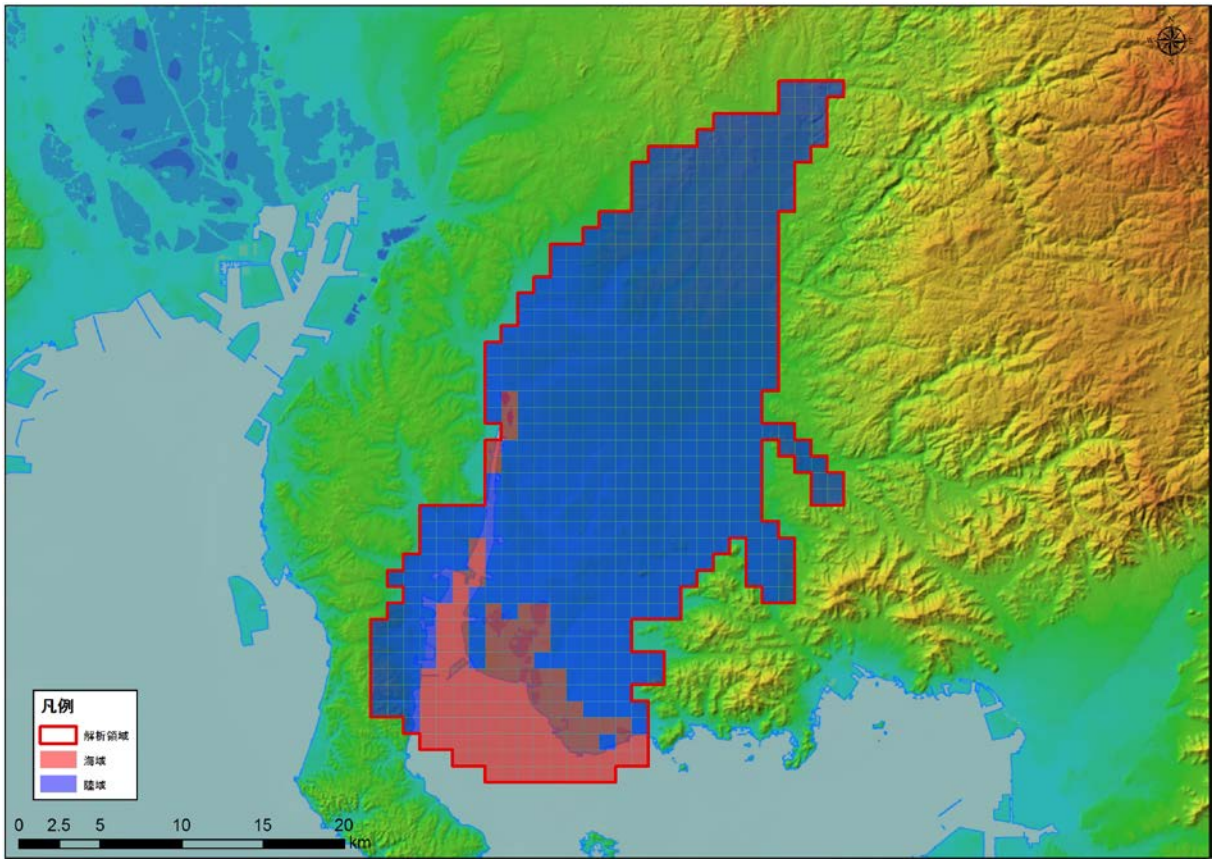


図 5-469　境界条件（CB-14 : Okazaki plain）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×7.4 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 0.60 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 0.60 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-38　検討ケース（CB-14 : Okazaki plain）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 7.4
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	2.17E+01
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	1.14E+01
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	2.51E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	6.11E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	4.13E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	3.18E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	1.99E-01
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	1.27E-01
モデル内の涵養量 (mm/日)	0.08	0.74	0.01	0.60

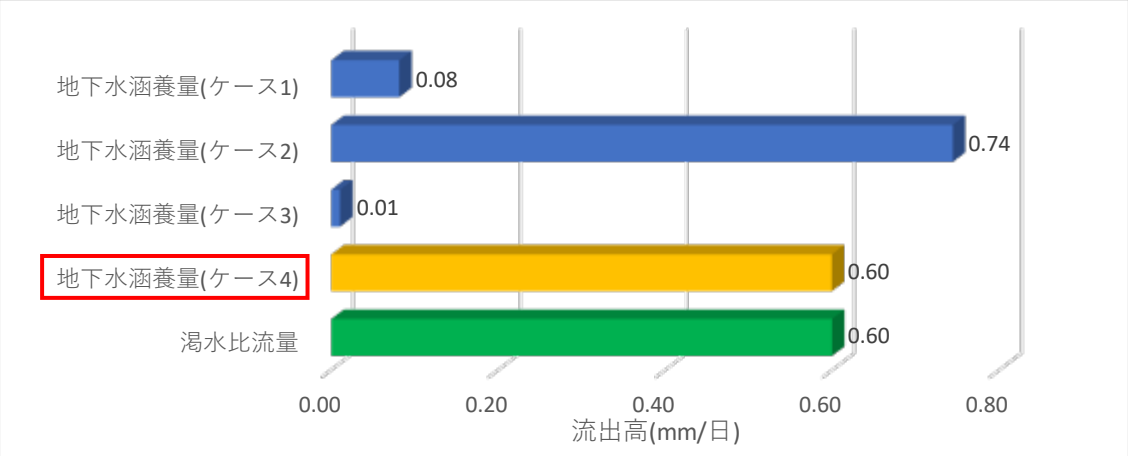


図 5-470　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（CB-14 : Okazaki plain）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

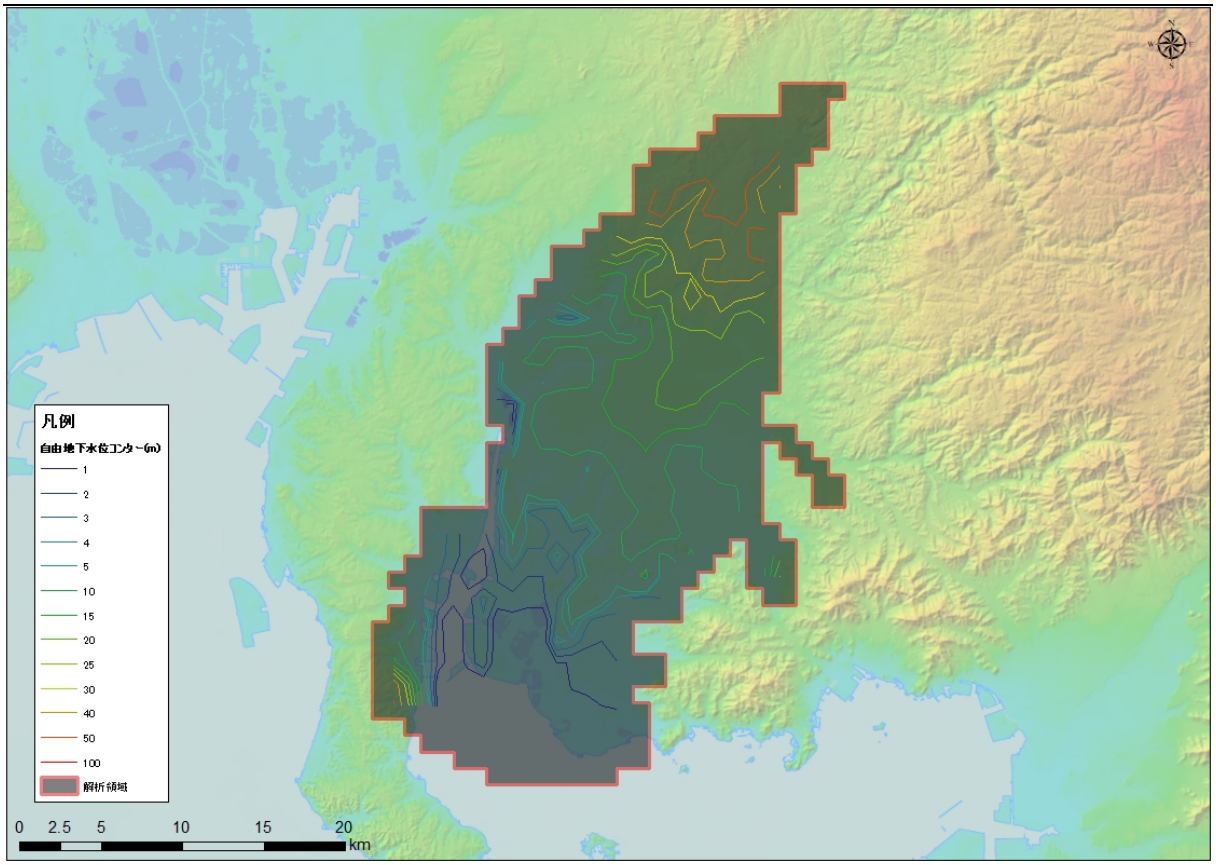


図 5-471　地下水位等高線図（CB-14 : Okazaki plain）

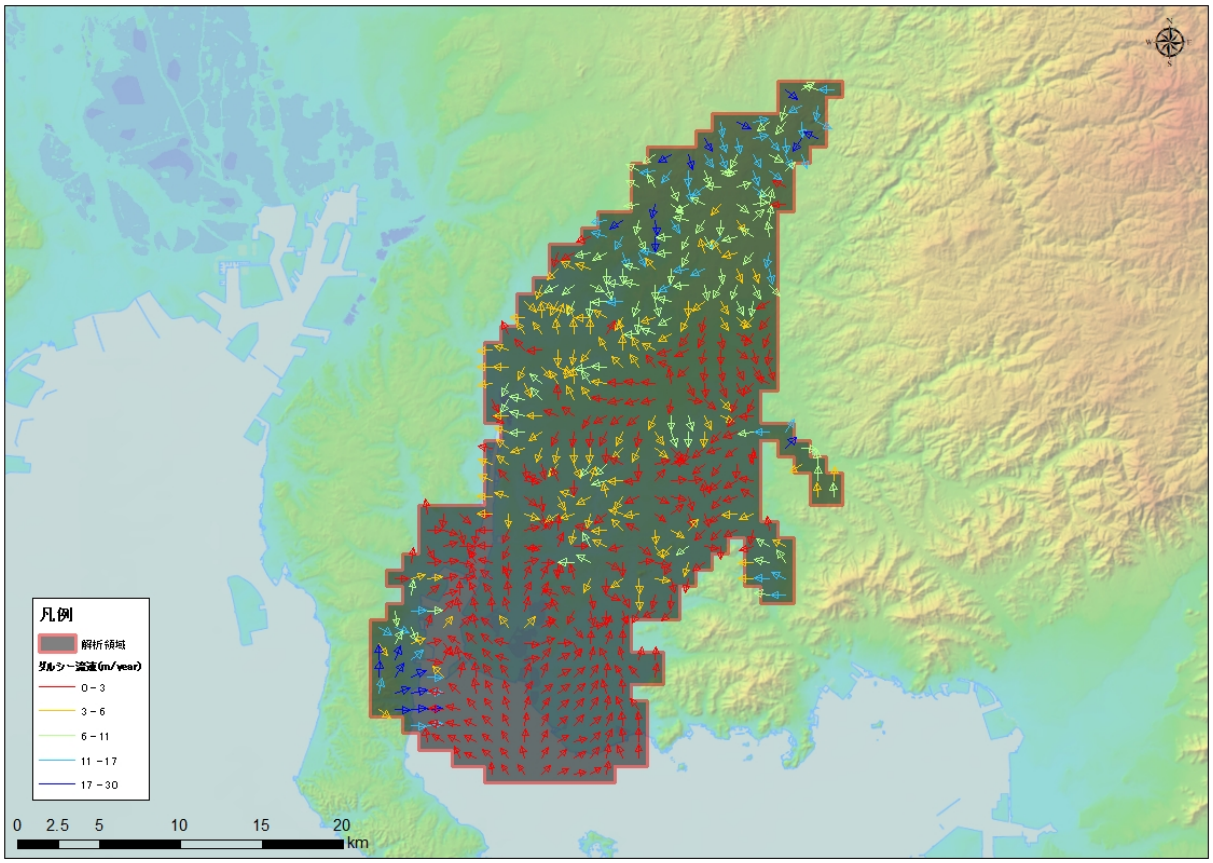


図 5-472　流速ベクトル図（CB-14 : Okazaki plain）

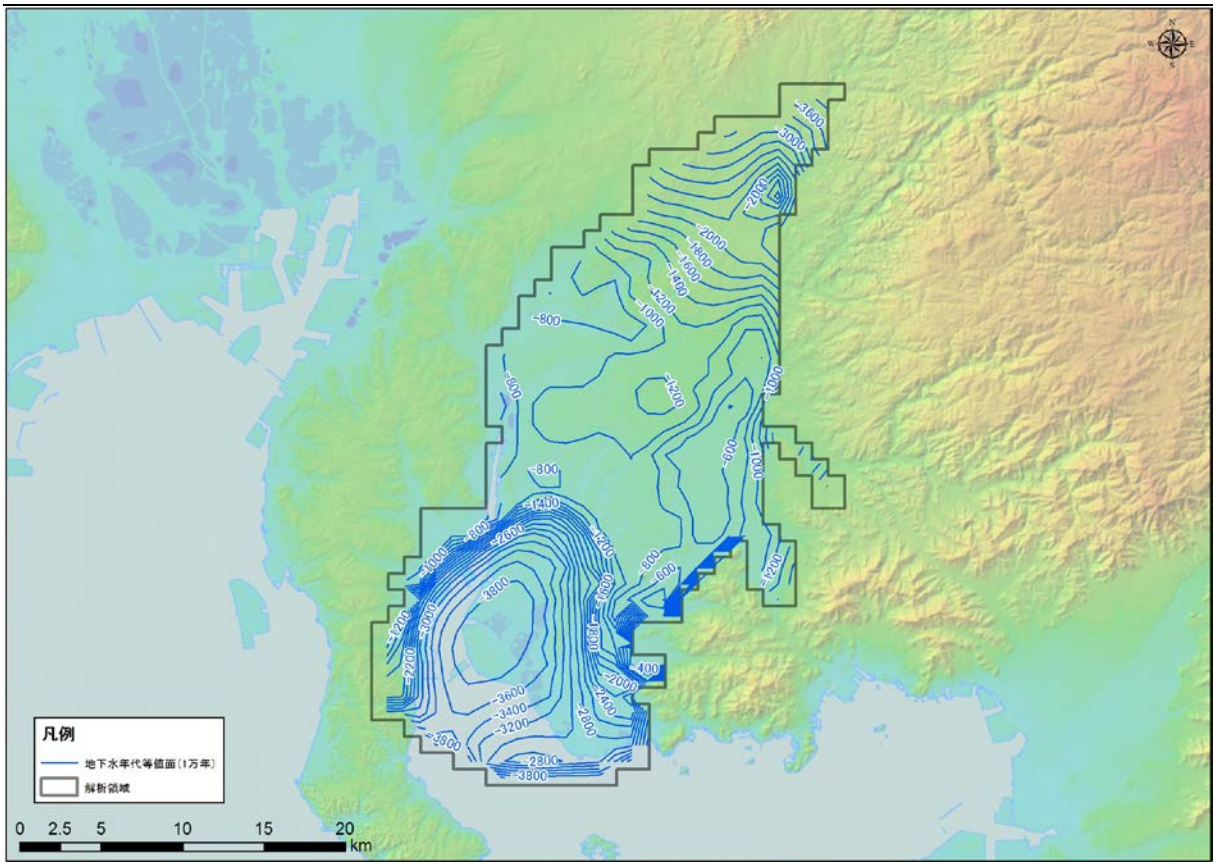


図 5-473　地下水年代（1 万年）等値面図（CB-14 : Okazaki plain）

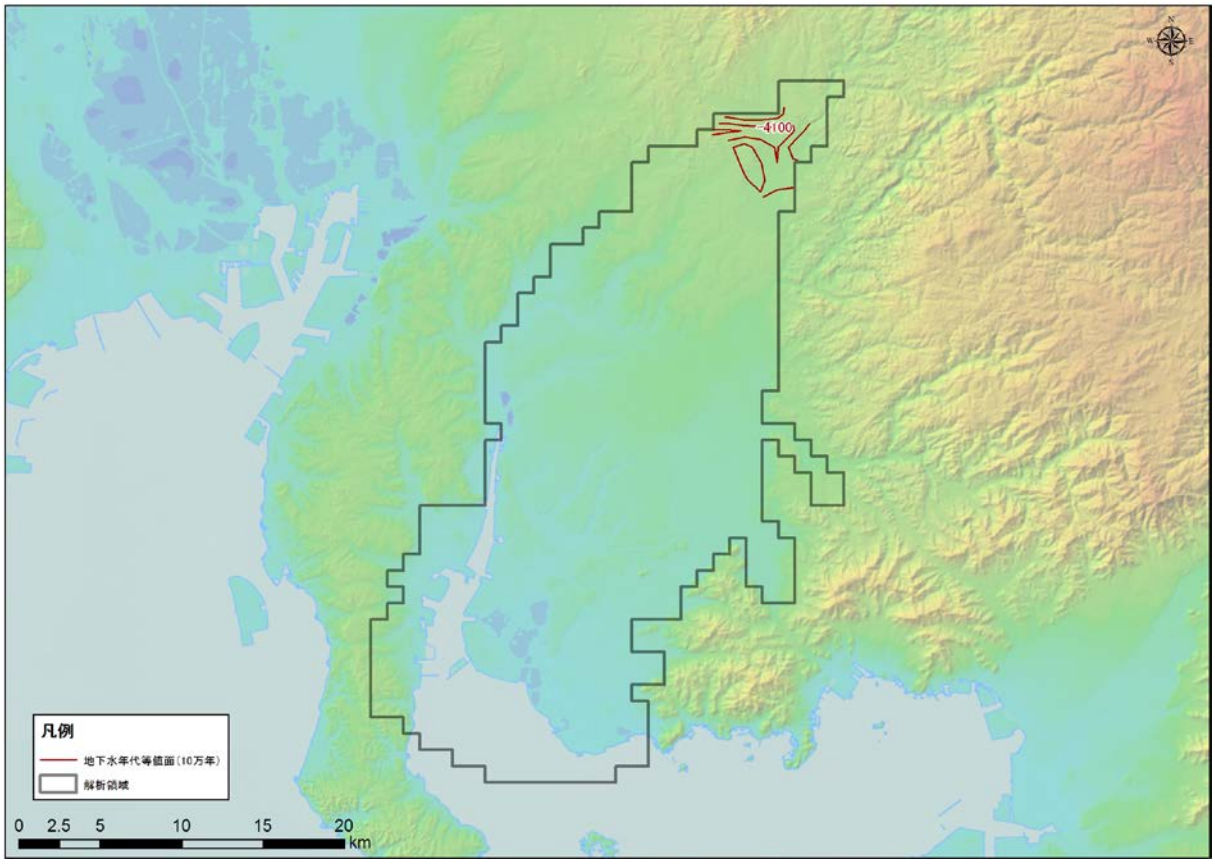


図 5-474　地下水年代（10 万年）等値面図（CB-14 : Okazaki plain）

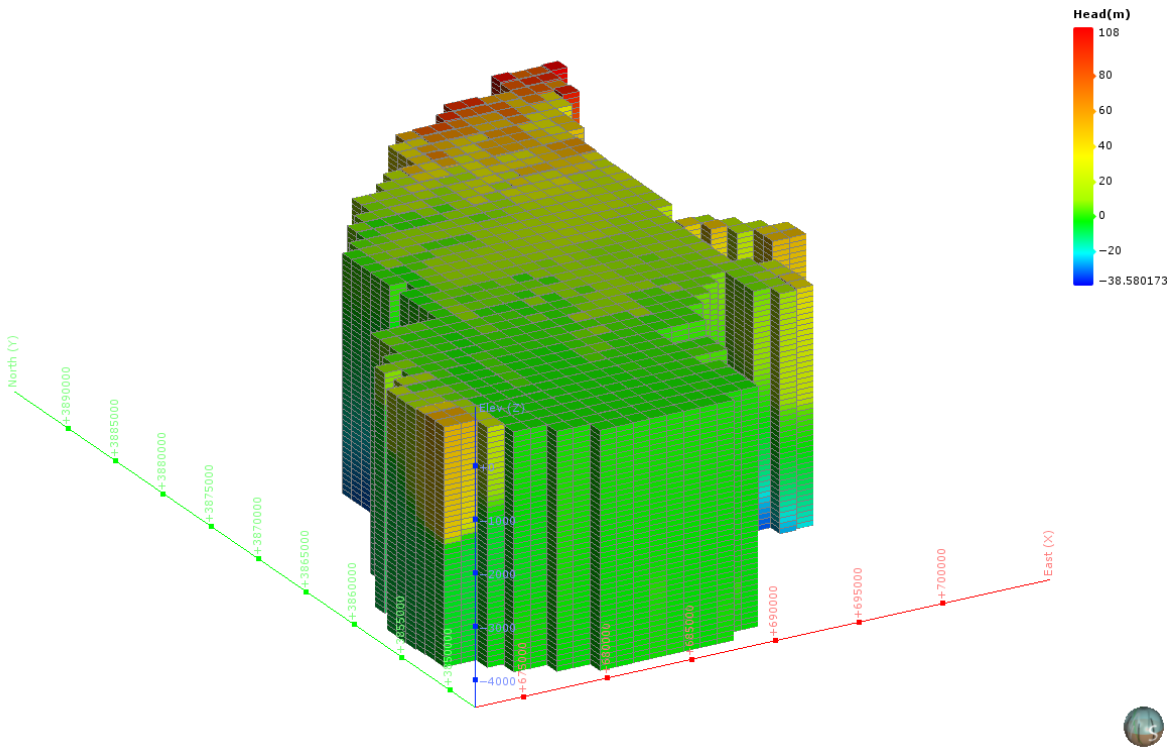


図 5-475　地下水ポテンシャル三次元分布図（CB-14 : Okazaki plain）

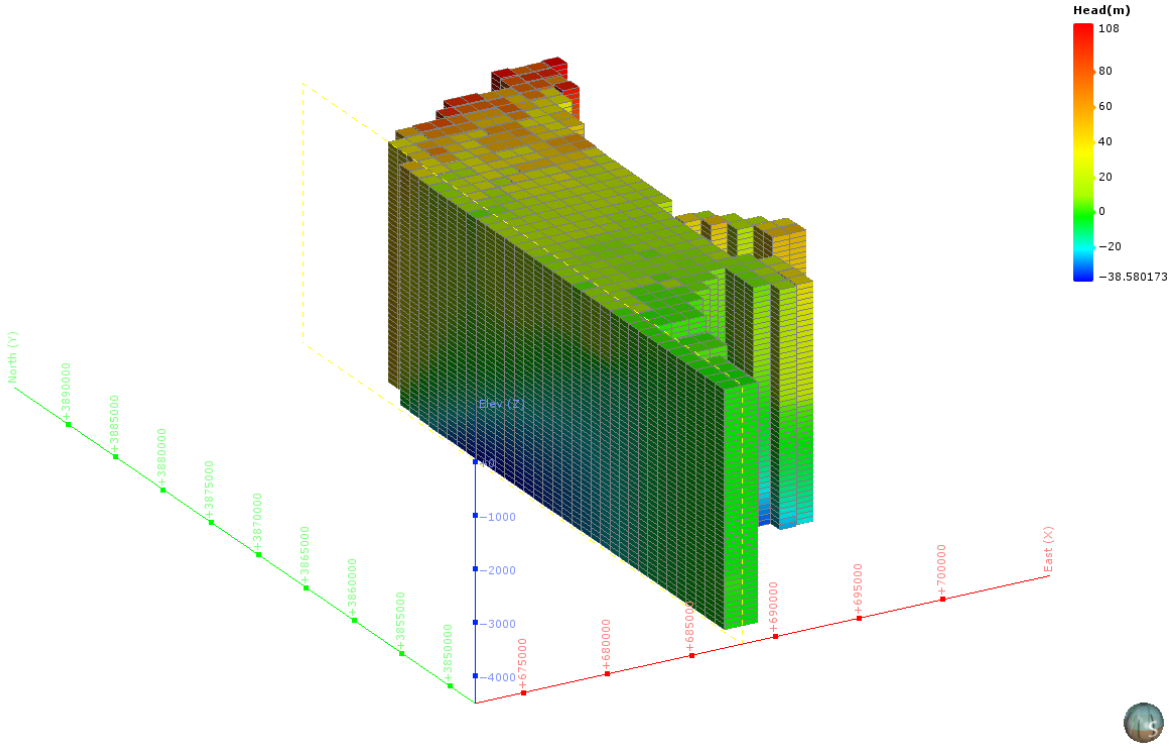


図 5-476　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（CB-14 : Okazaki plain）

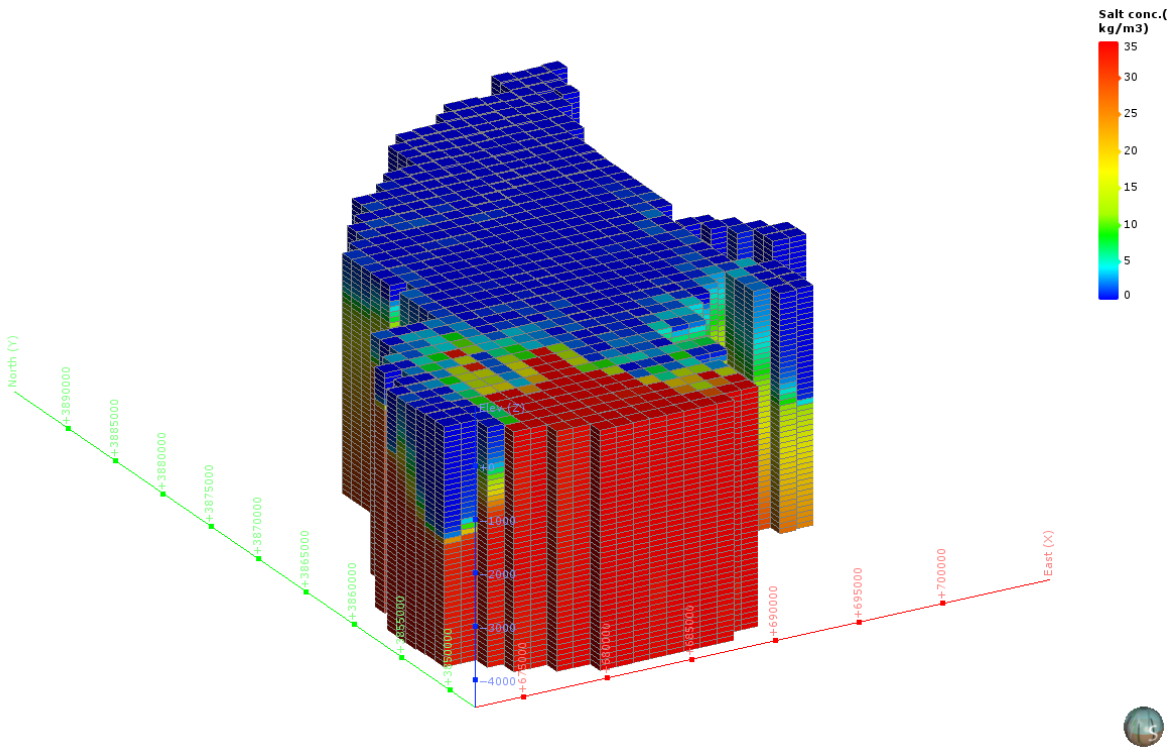


図 5-477　塩濃度三次元分布図（CB-14 : Okazaki plain）

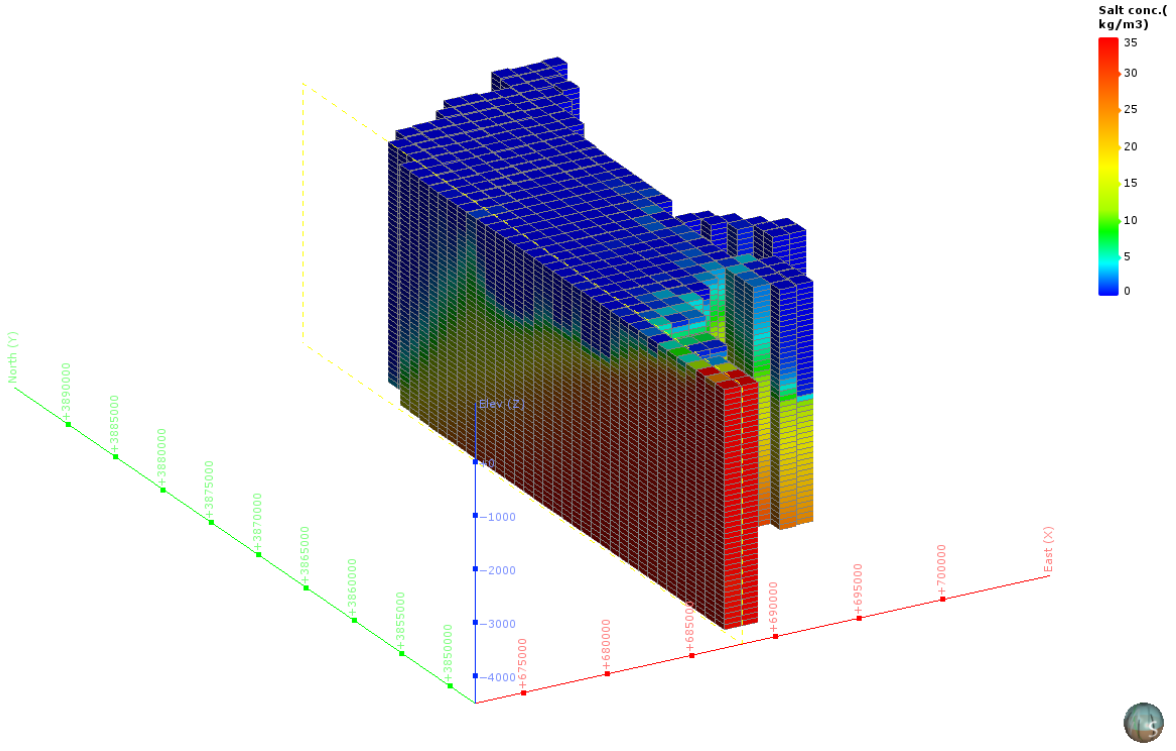


図 5-478　塩濃度三次元分布図（分割図）（CB-14 : Okazaki plain）

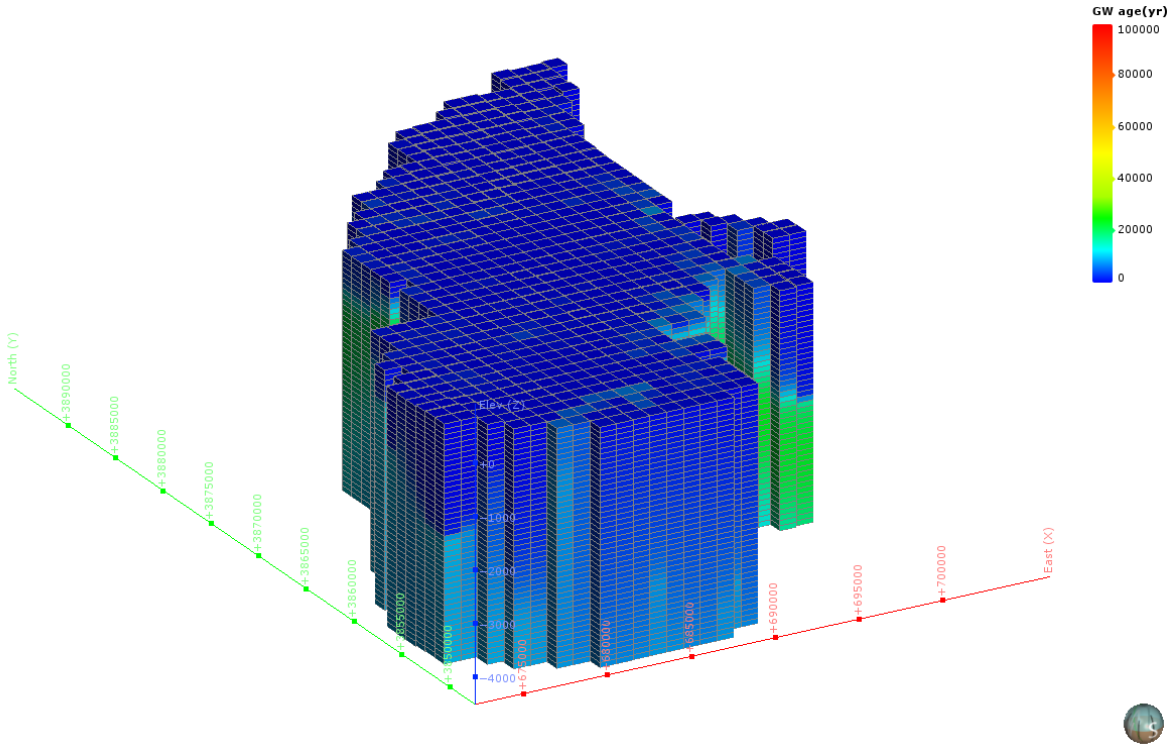


図 5-479　地下水年代三次元分布図（CB-14 : Okazaki plain）

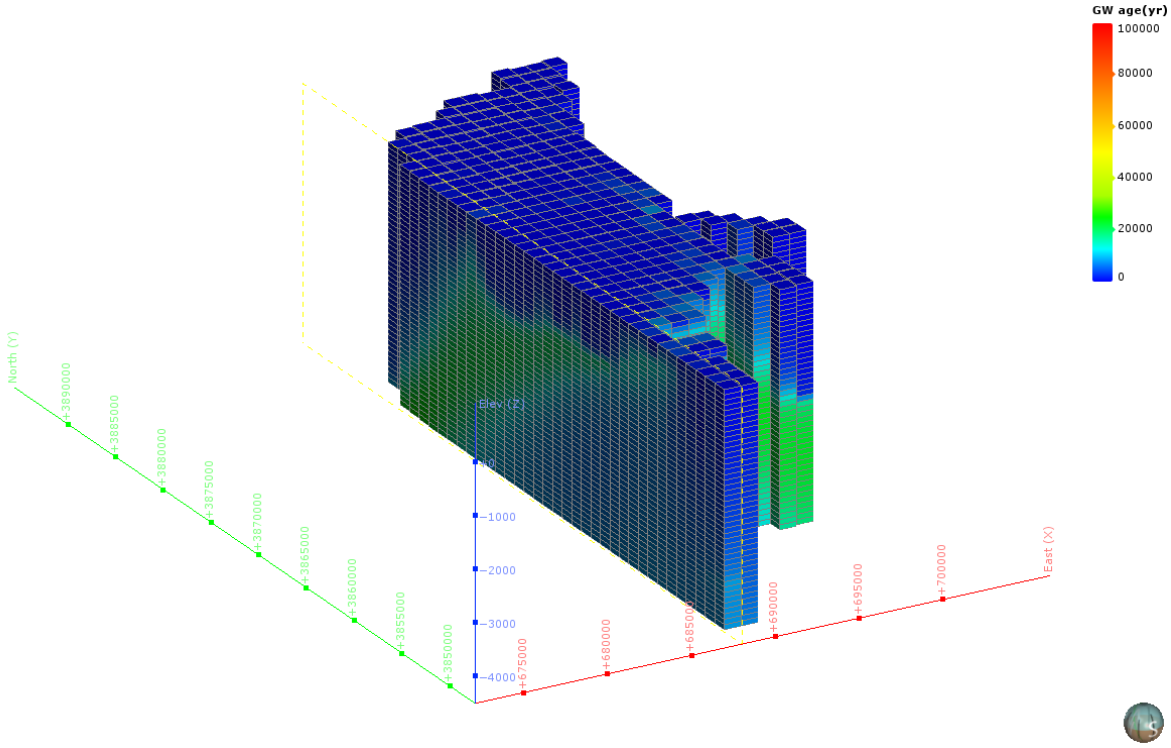


図 5-480　地下水年代三次元分布図（分割図）（CB-14 : Okazaki plain）

（36） CB-15：Nobi plain

1） **解析領域**

CB-15：Nobi plain 領域を包括し、海域約 20km を拡張して、解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、1,831km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、愛知県稲沢市である。

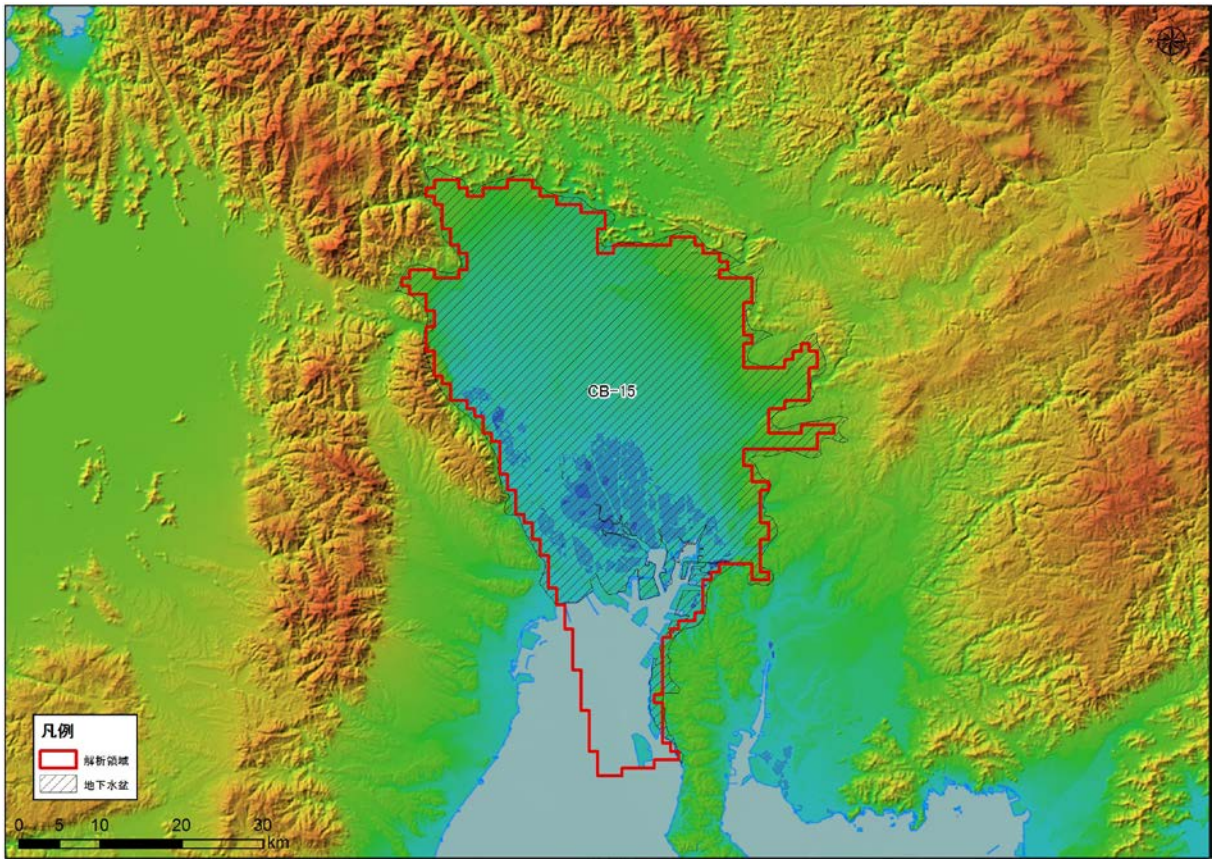


図 5-481 解析領域（CB-15 : Nobi plain）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 56、Y 方向に 76、Z 方向に 52 で分割され、Active Cell 数は、95,212 となった。本領域内は、H，Q3，N3，PreN1 で構成される。

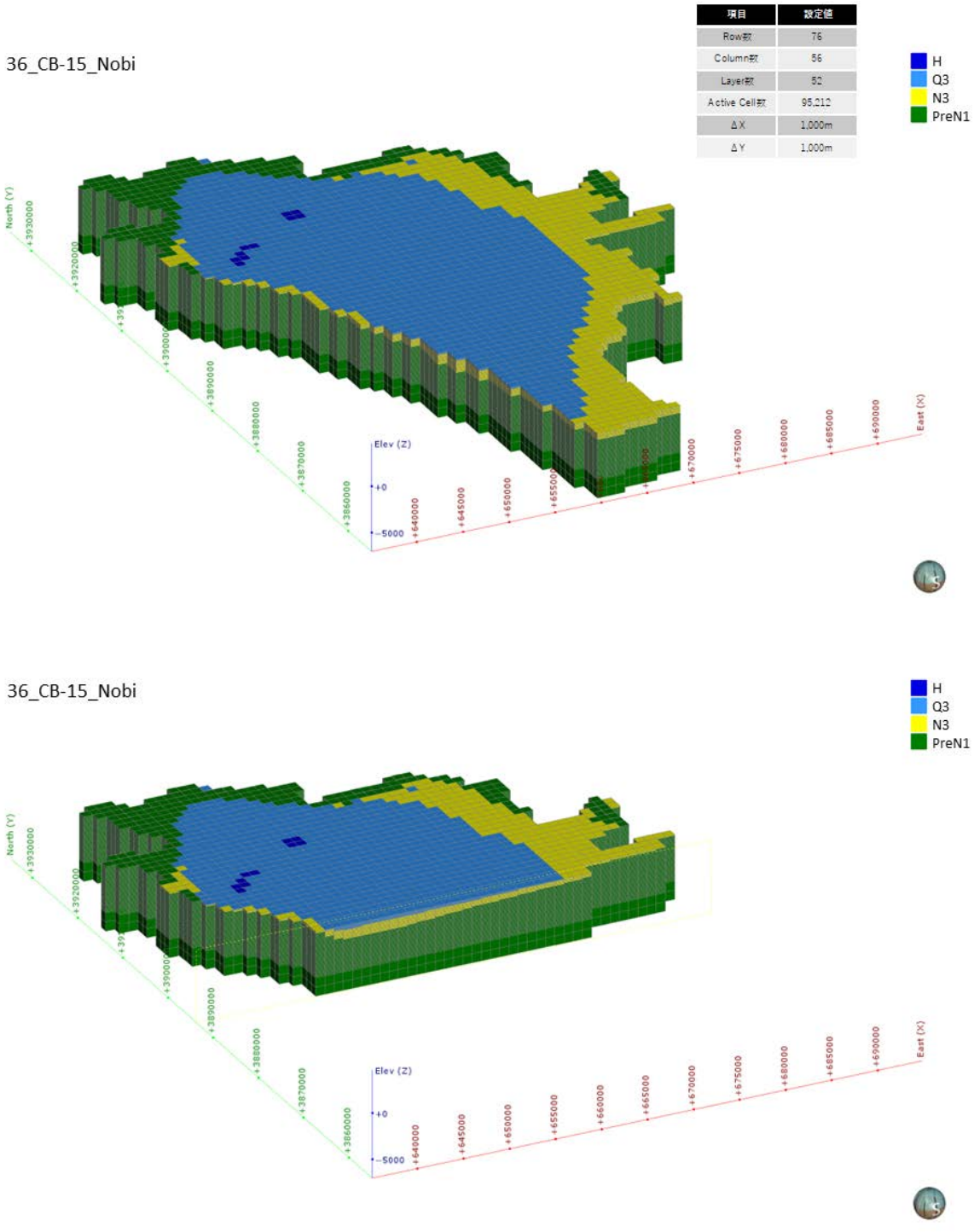


図 5-482　グリッド分割状況（CB-15 : Nobi plain）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=1,639）と海域セル（N=192）の設定位置図を図 5-483 に示す。

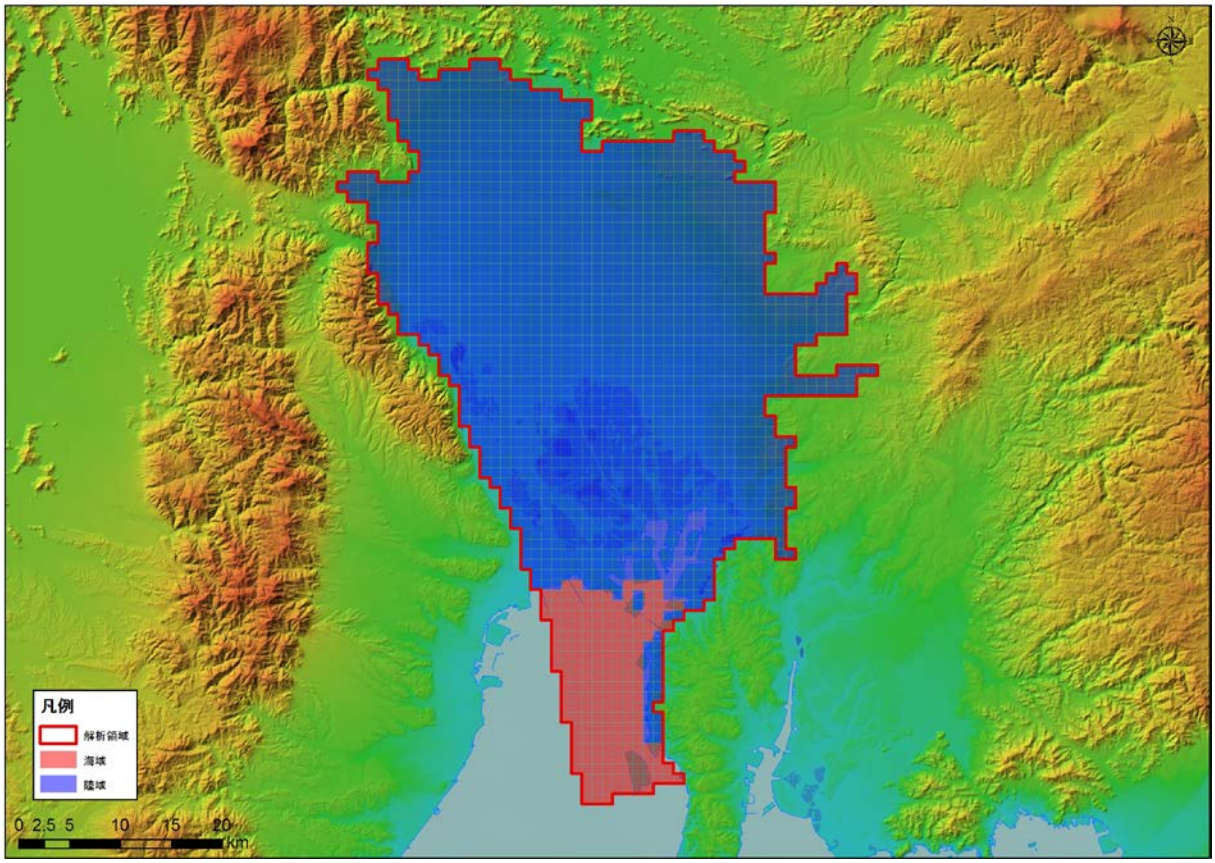


図 5-483　境界条件（CB-15 : Nobi plain）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×20.5 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 1.19 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 1.19 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-39　検討ケース（CB-15 : Nobi plain）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 20.5
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	6.06E+01
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	3.17E+01
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	7.01E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	1.70E+00
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	1.15E+00
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	8.86E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	5.56E-01
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	3.54E-01
モデル内の涵養量 (mm/日)	0.06	0.94	0.01	1.19

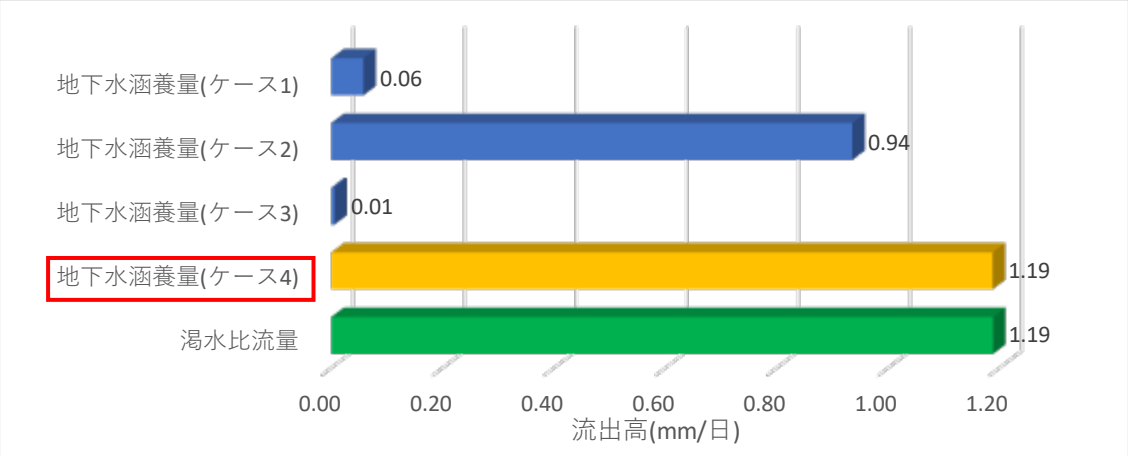


図 5-484　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（CB-15 : Nobi plain）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

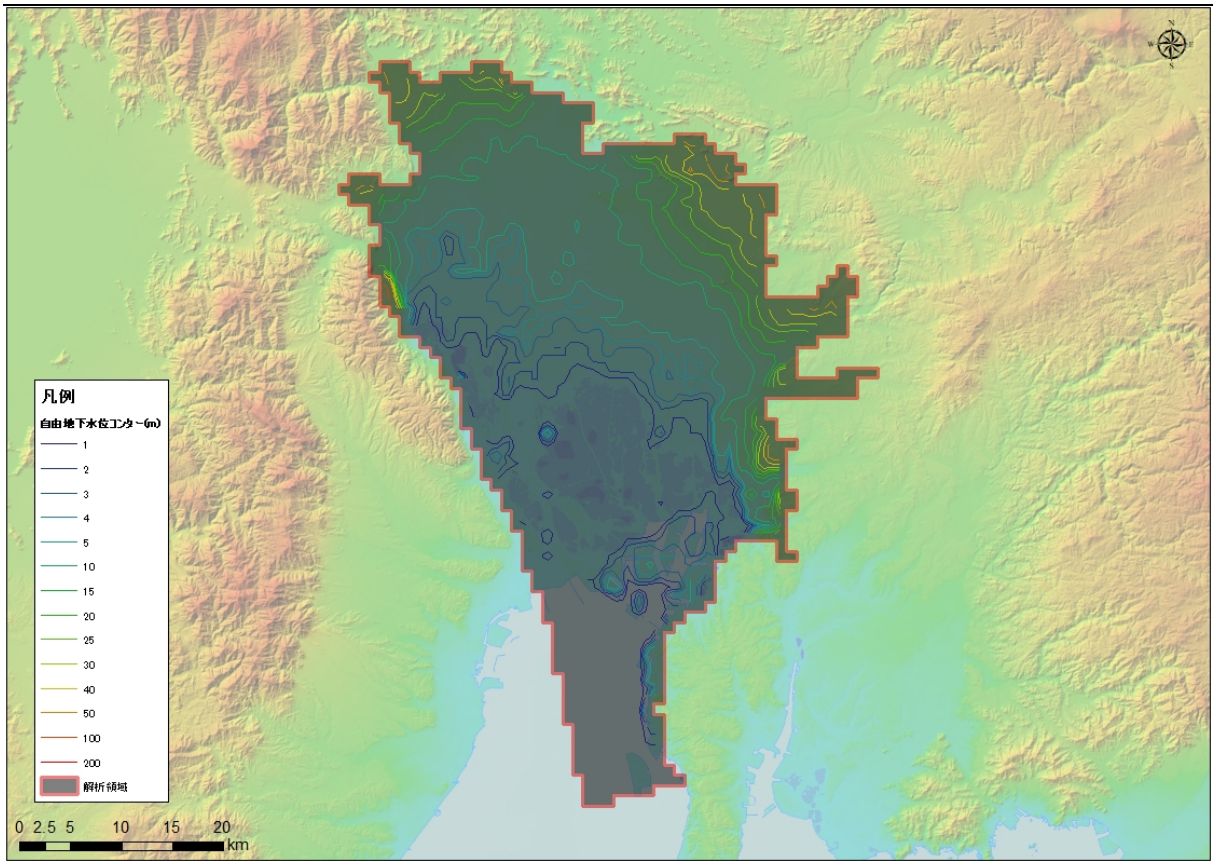


図 5-485　地下水位等高線図（CB-15 : Nobi plain）

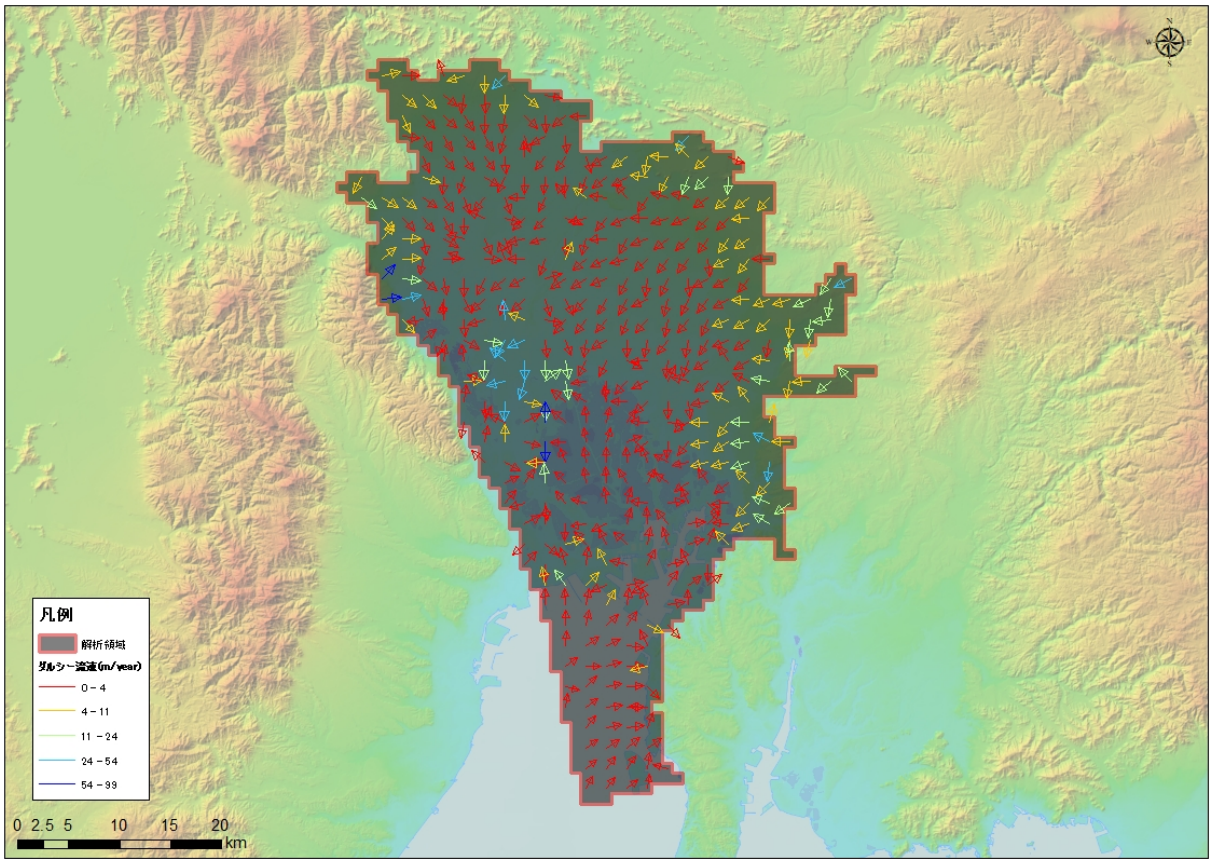


図 5-486　流速ベクトル図（CB-15 : Nobi plain）

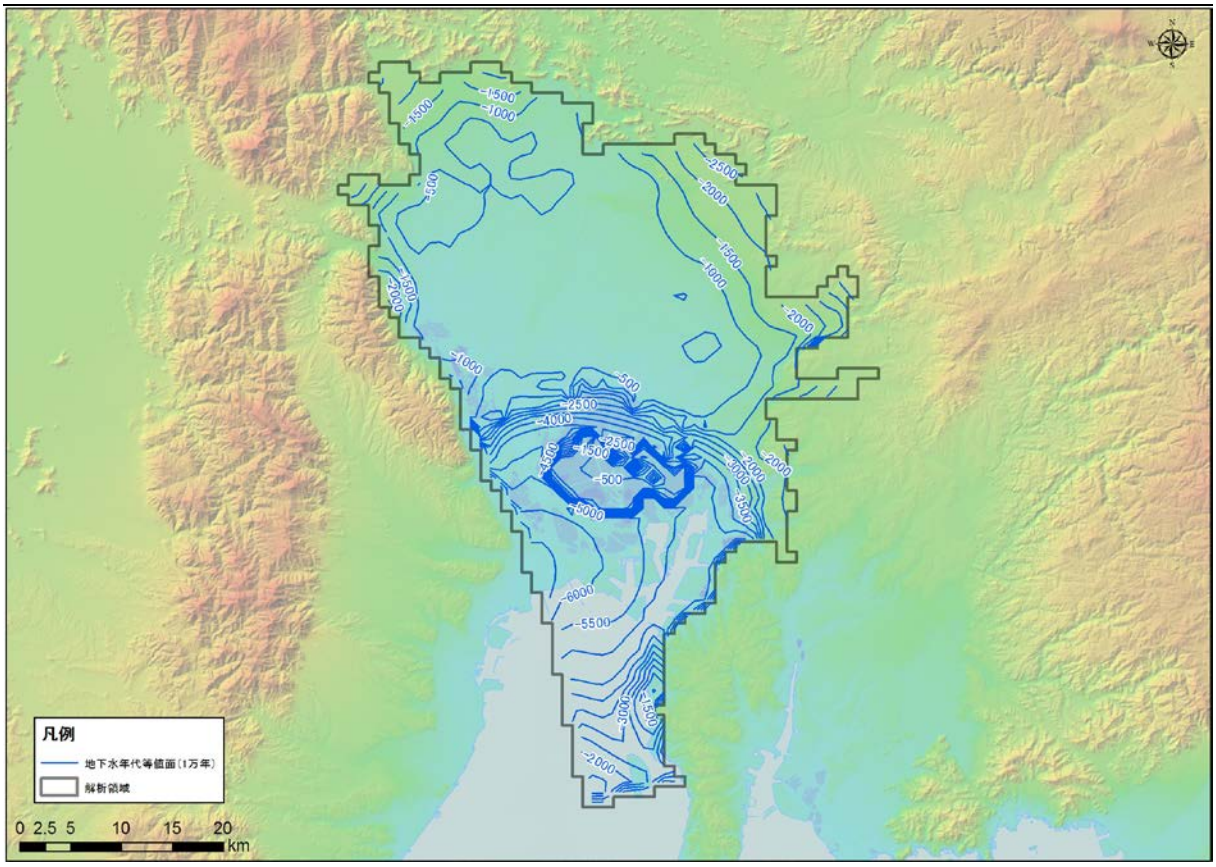


図 5-487　地下水年代（1 万年）等値面図（CB-15 : Nobi plain）

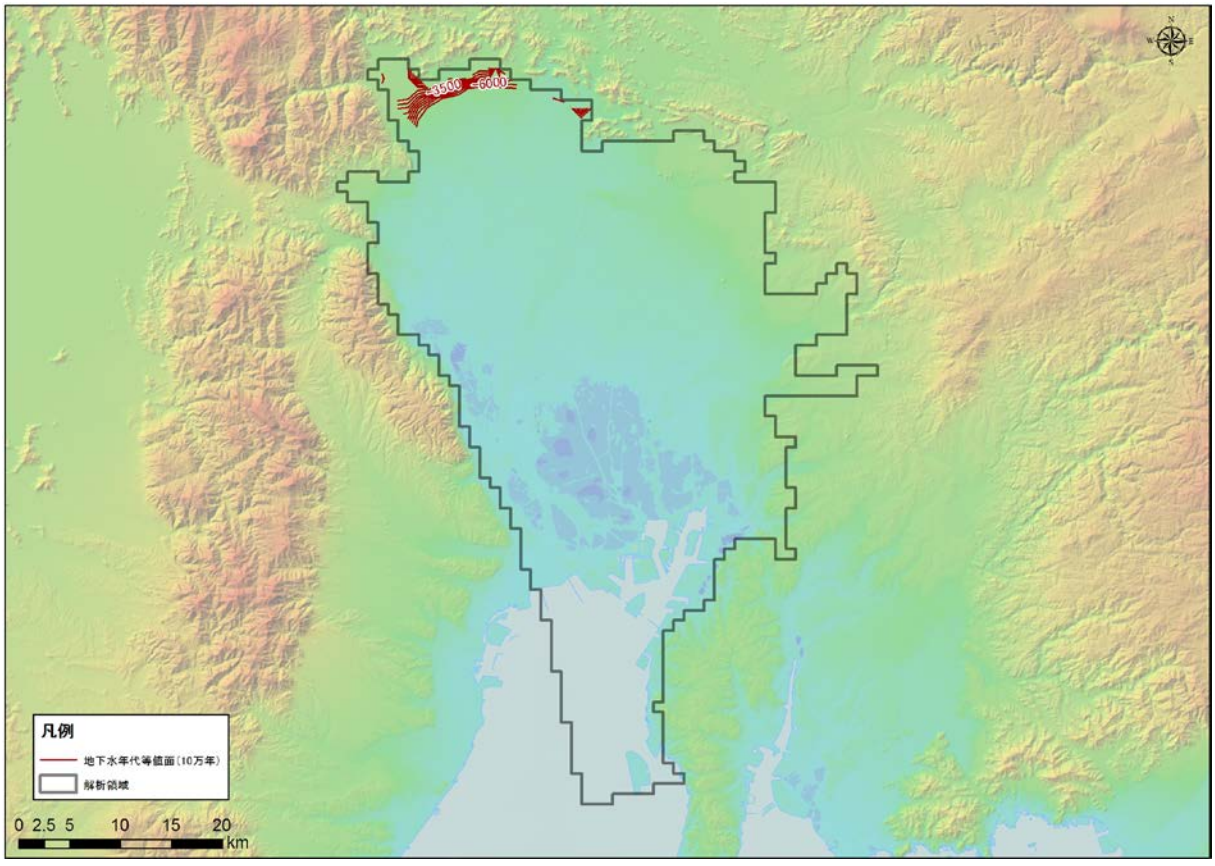


図 5-488　地下水年代（10 万年）等値面図（CB-15 : Nobi plain）

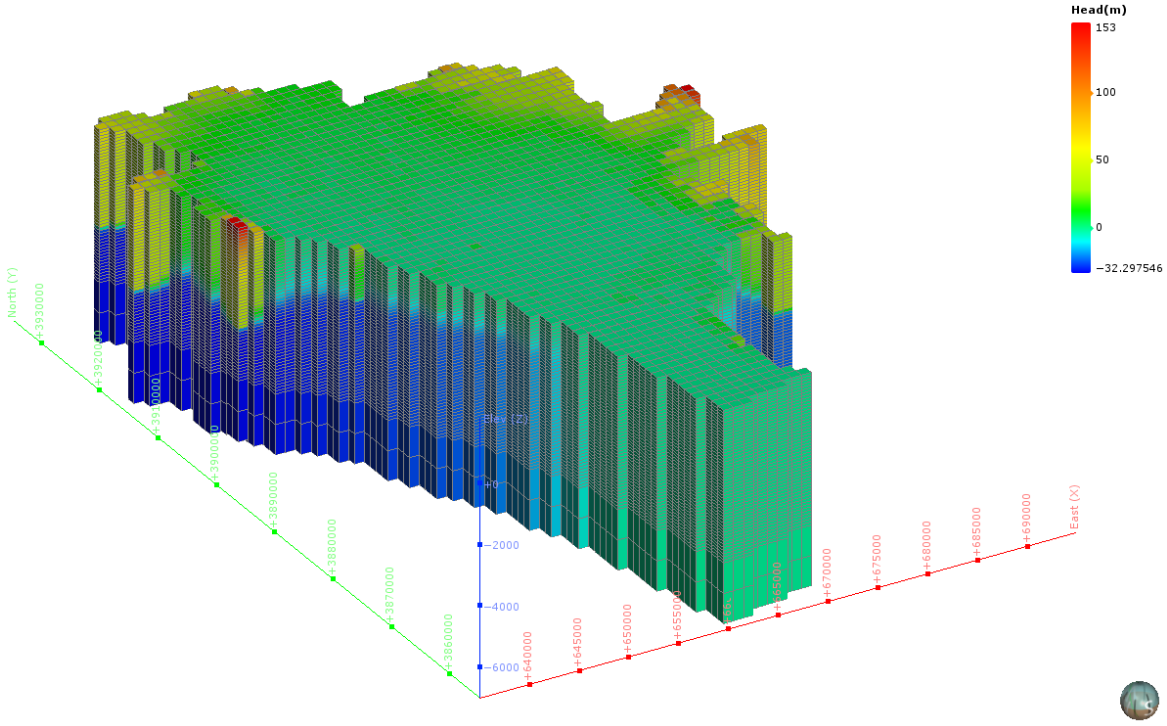


図 5-489　地下水ポテンシャル三次元分布図（CB-15 : Nobi plain）

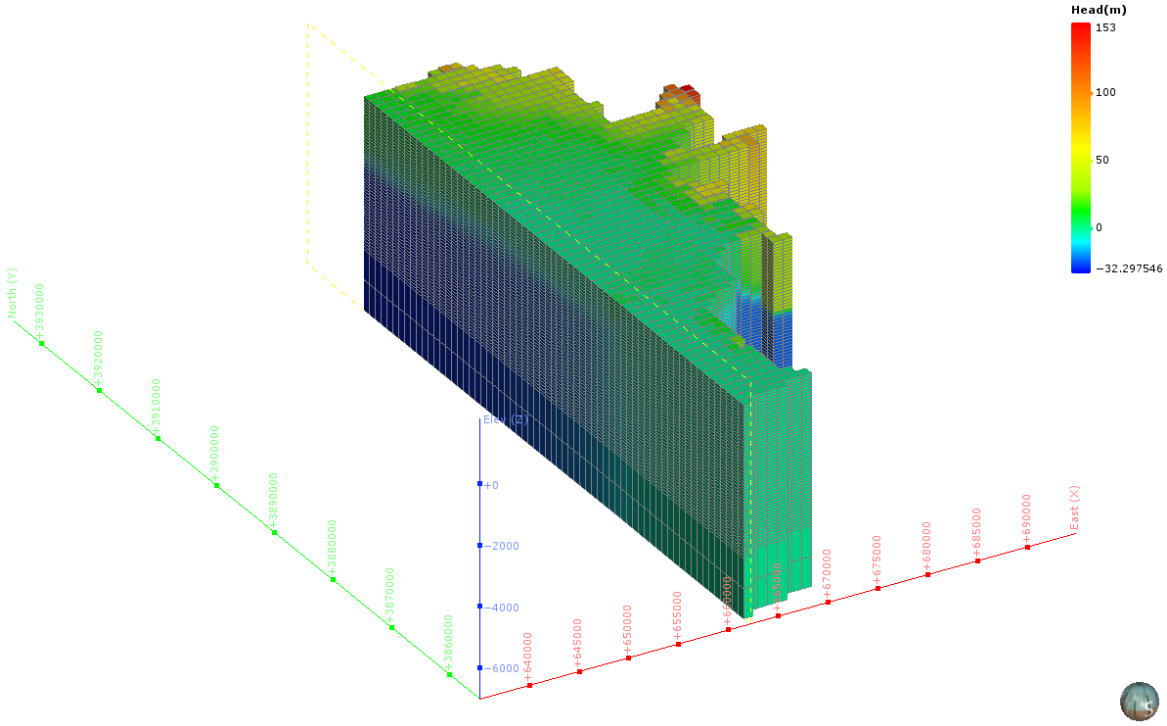


図 5-490　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（CB-15 : Nobi plain）

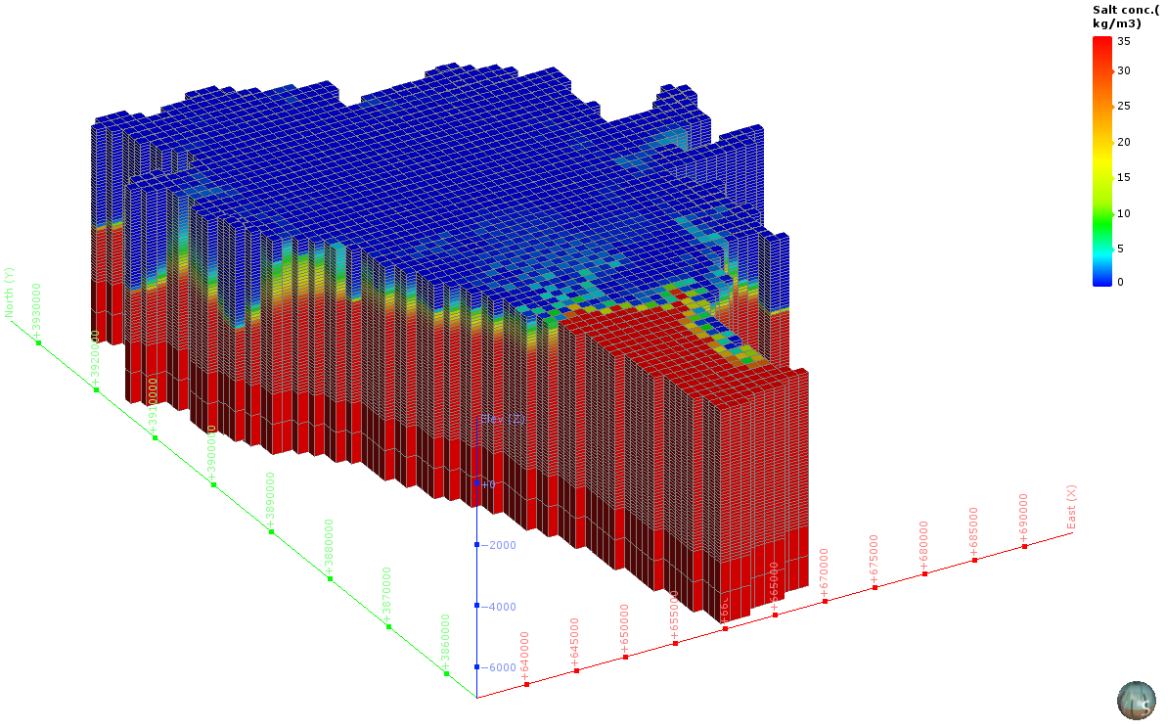


図 5-491　塩濃度三次元分布図（CB-15 : Nobi plain）

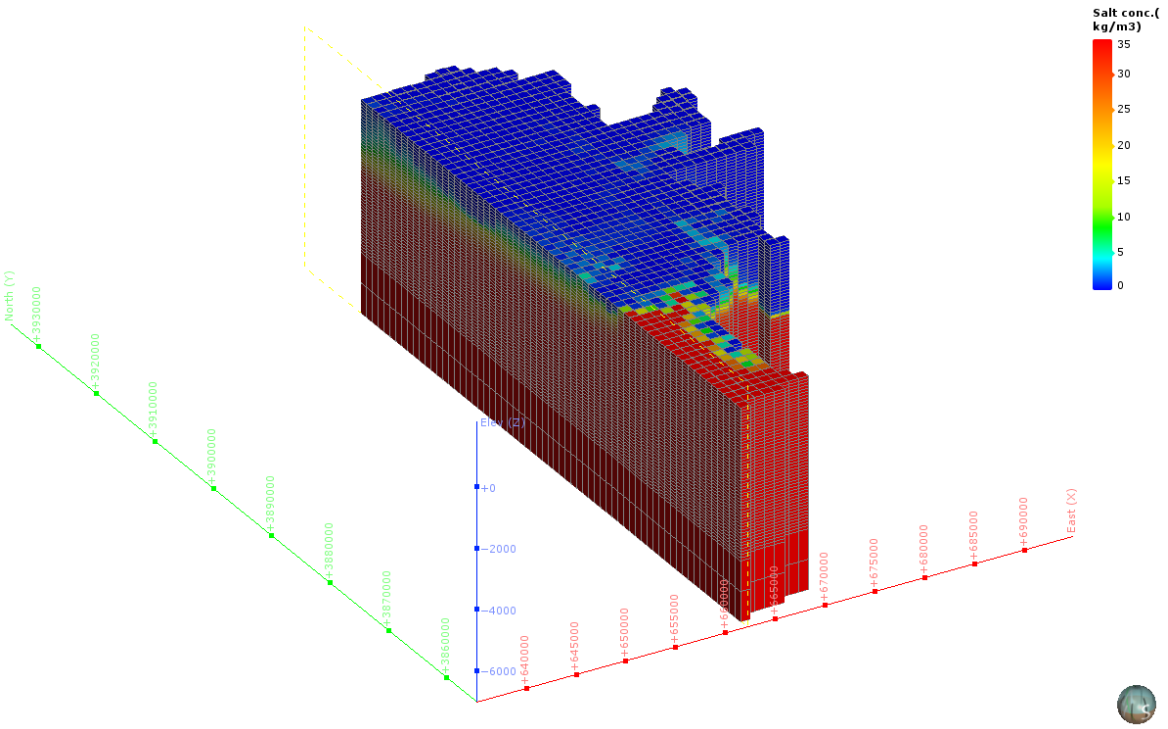


図 5-492　塩濃度三次元分布図（分割図）（CB-15 : Nobi plain）

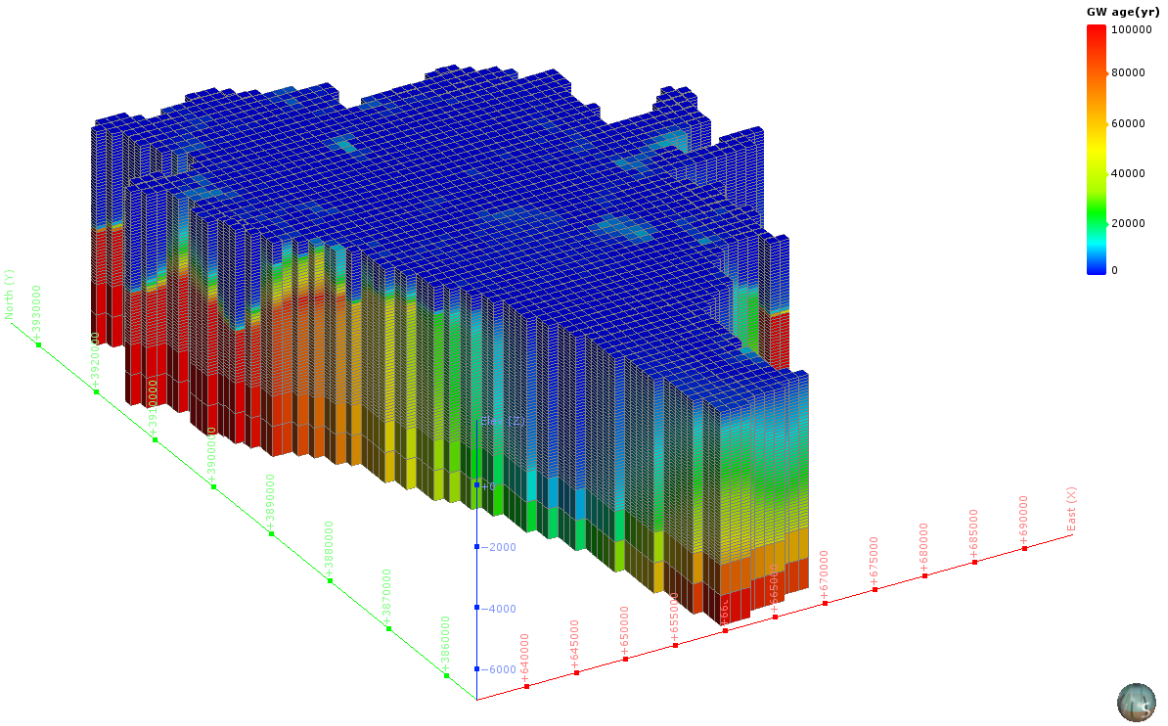


図 5-493　地下水年代三次元分布図（CB-15 : Nobi plain）

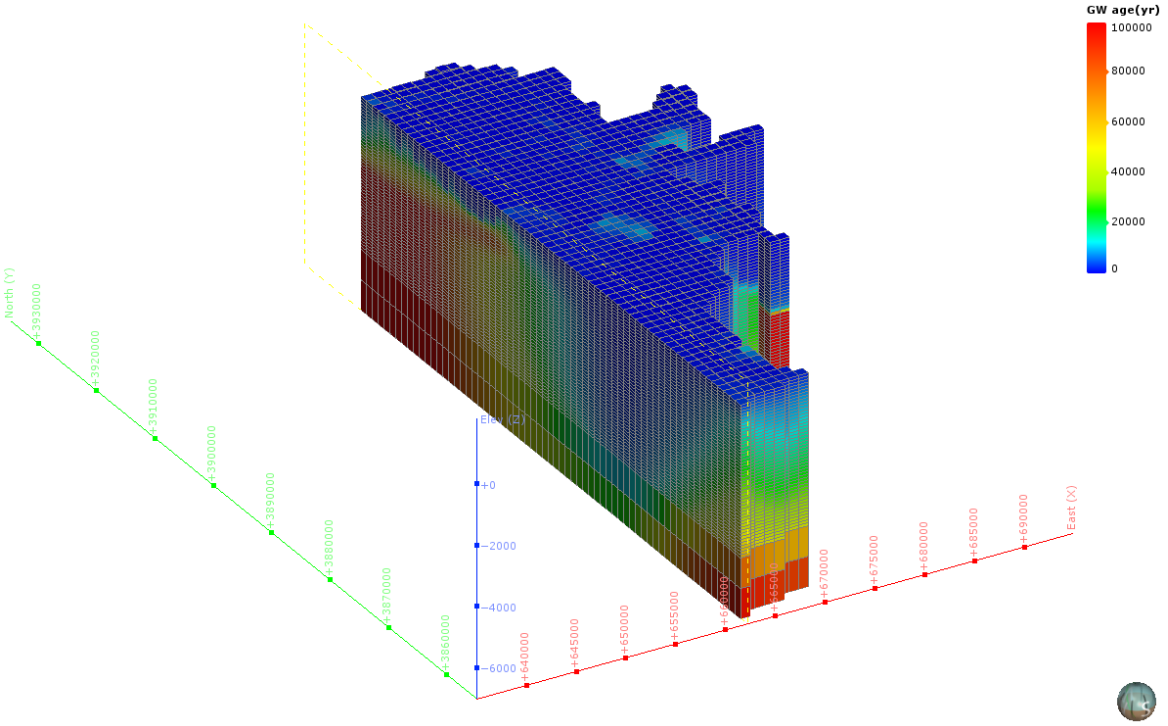


図 5-494　地下水年代三次元分布図（分割図）（CB-15 : Nobi plain）

（37） KI-1：Ise plain

1） **解析領域**

KI-1：Ise plain 領域を包括し、海域約 22km を拡張して、解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、1,893km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、三重県四日市市・津市である。

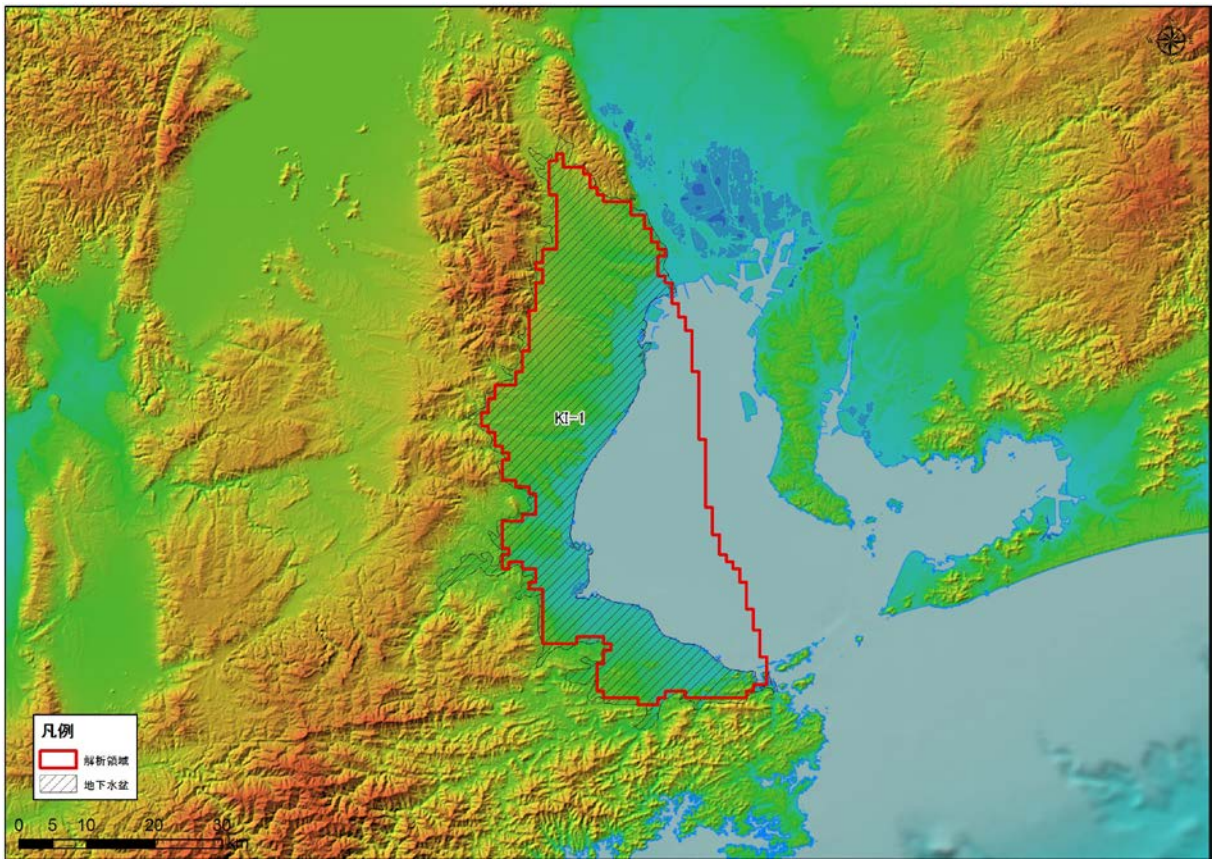


図 5-495 解析領域（KI-1 : Ise plain）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 51、Y 方向に 88、Z 方向に 55 で分割され、Active Cell 数は、104,115 となった。本領域内は、Q3，Q1，N3，N1，PreN1 で構成される。

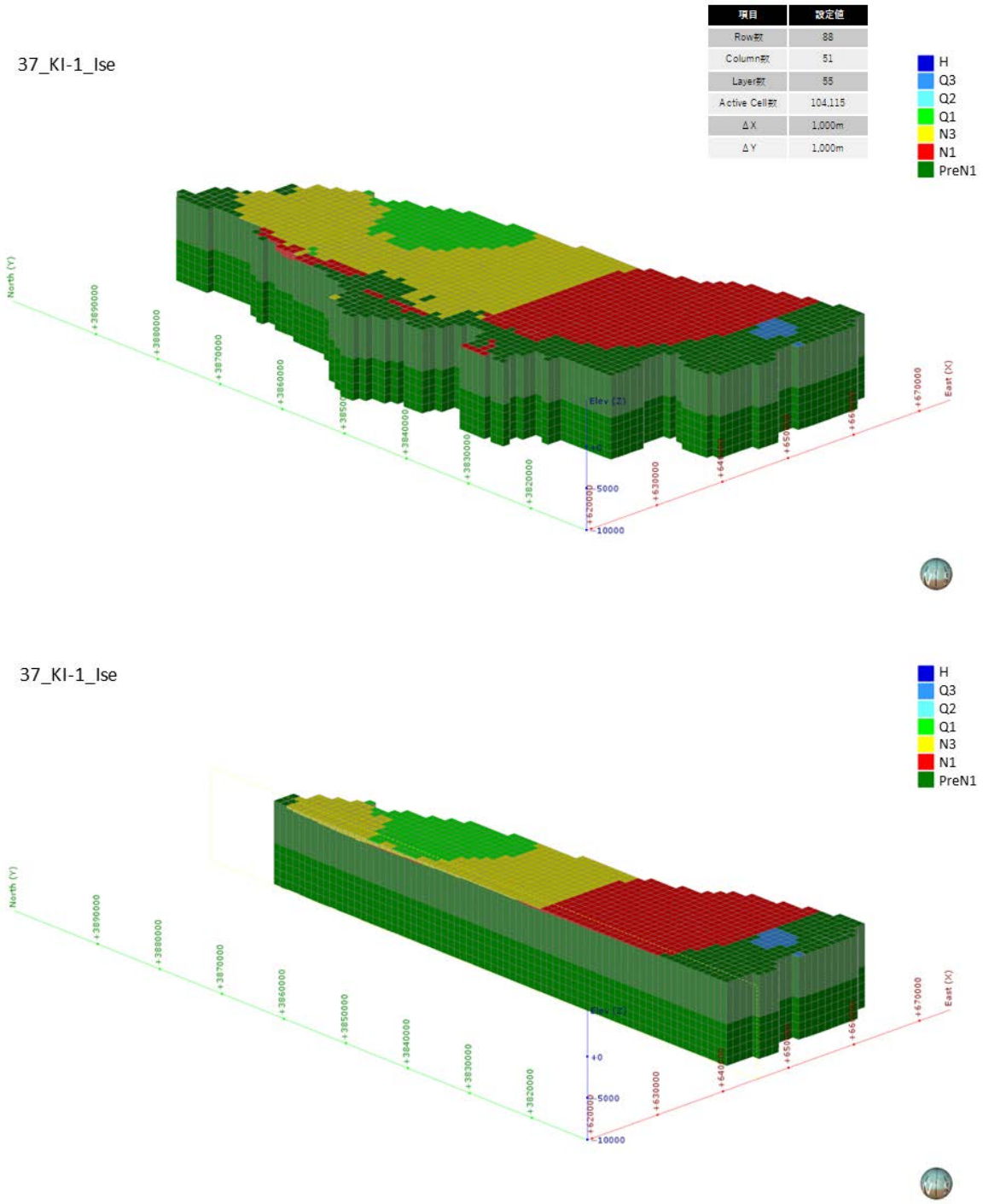


図 5-496　グリッド分割状況（KI-1 : Ise plain）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=1,114）と海域セル（N=779）の設定位置図を図 5-497 に示す。

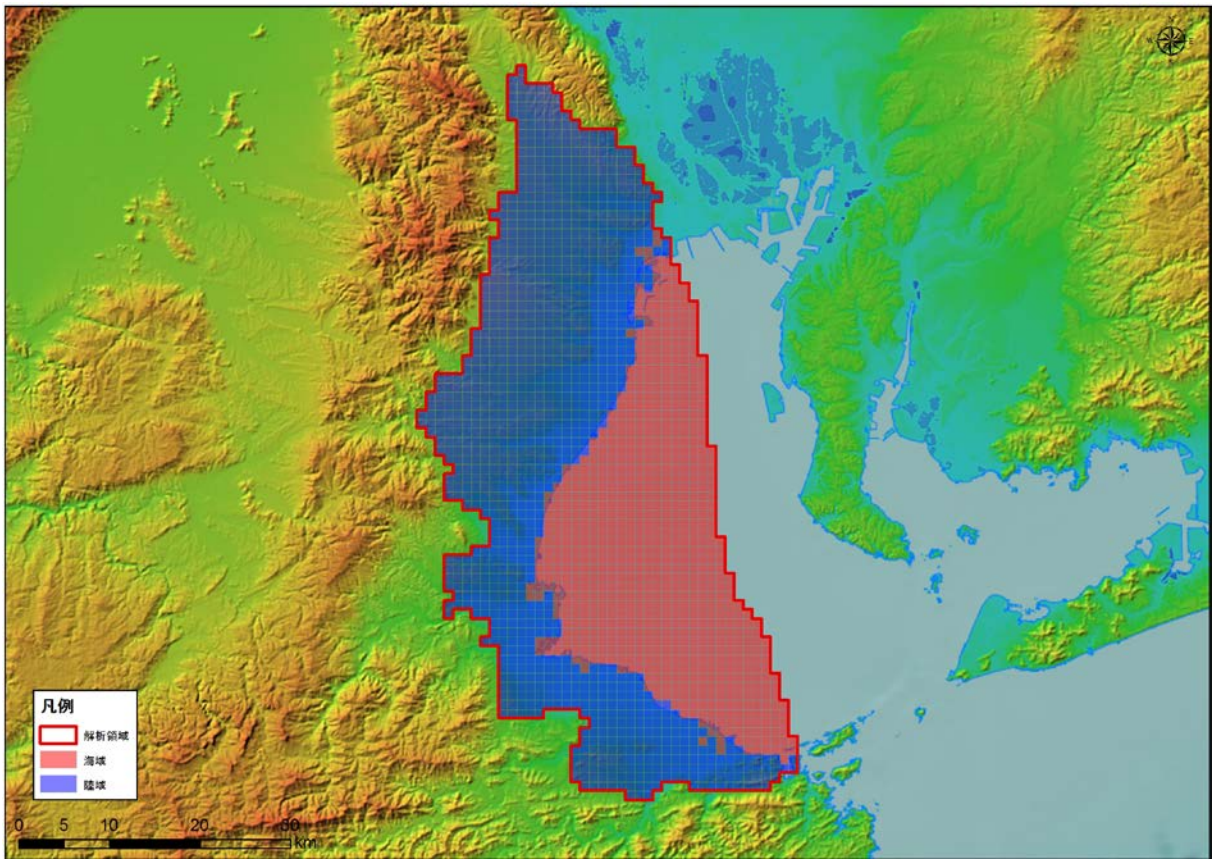


図 5-497　境界条件（KI-1 : Ise plain）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×2.2 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 0.39 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 0.39 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-40　検討ケース（KI-1 : Ise plain）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 2.2
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	6.56E+00
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	3.44E+00
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	7.59E-01
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	1.84E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	1.25E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	9.60E-02
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	6.02E-02
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	3.84E-02
モデル内の涵養量 (mm/日)	0.18	1.66	0.02	0.39

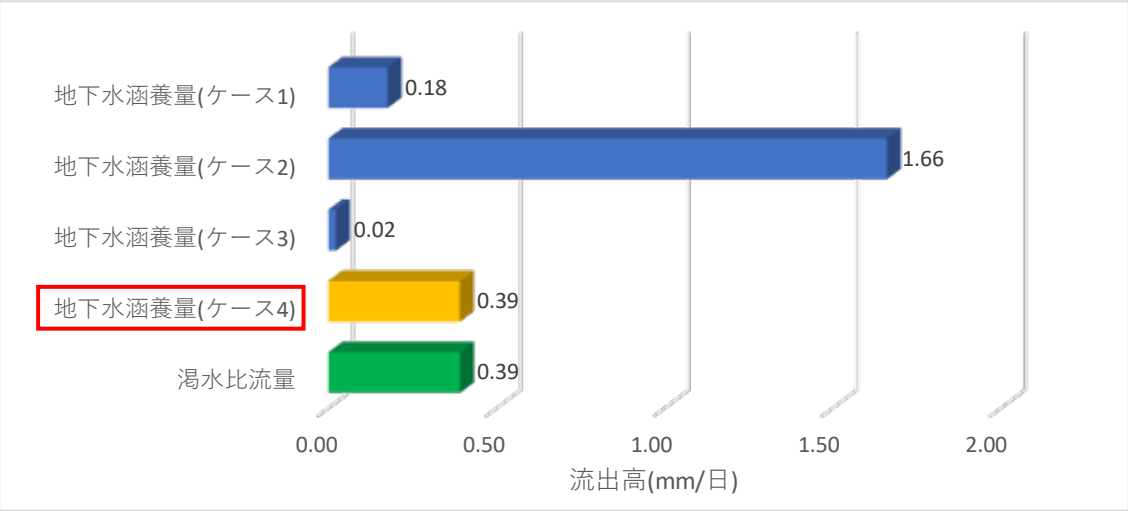


図 5-498　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（KI-1 : Ise plain）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

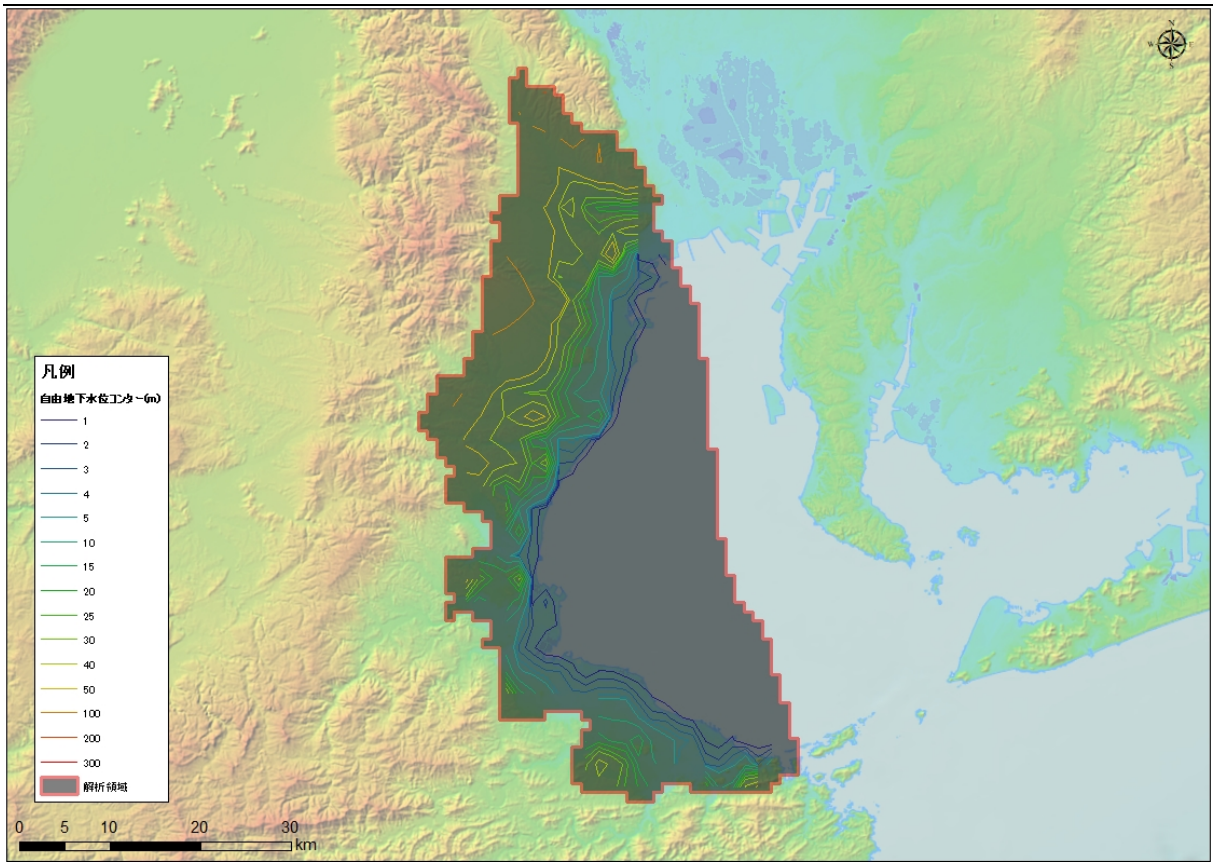


図 5-499　地下水位等高線図（KI-1 : Ise plain）

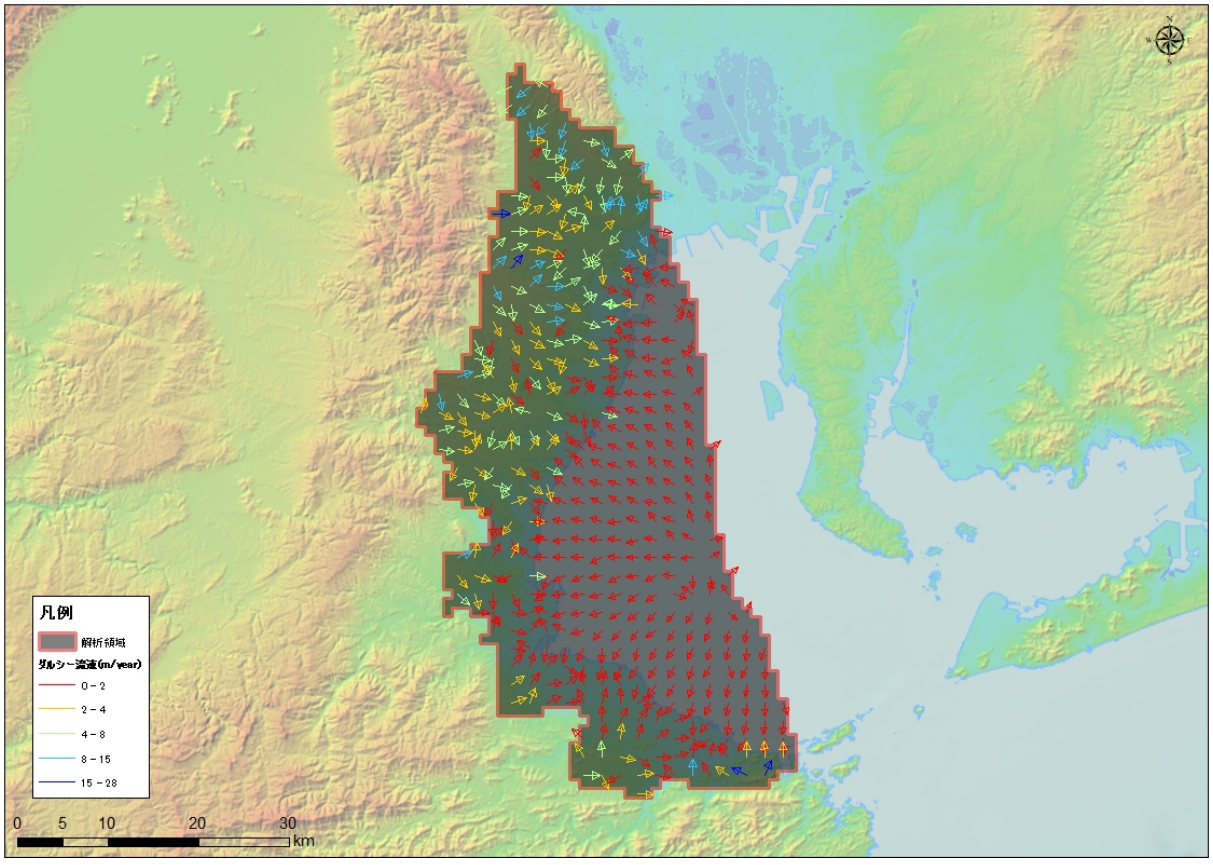


図 5-500　流速ベクトル図（KI-1 : Ise plain）

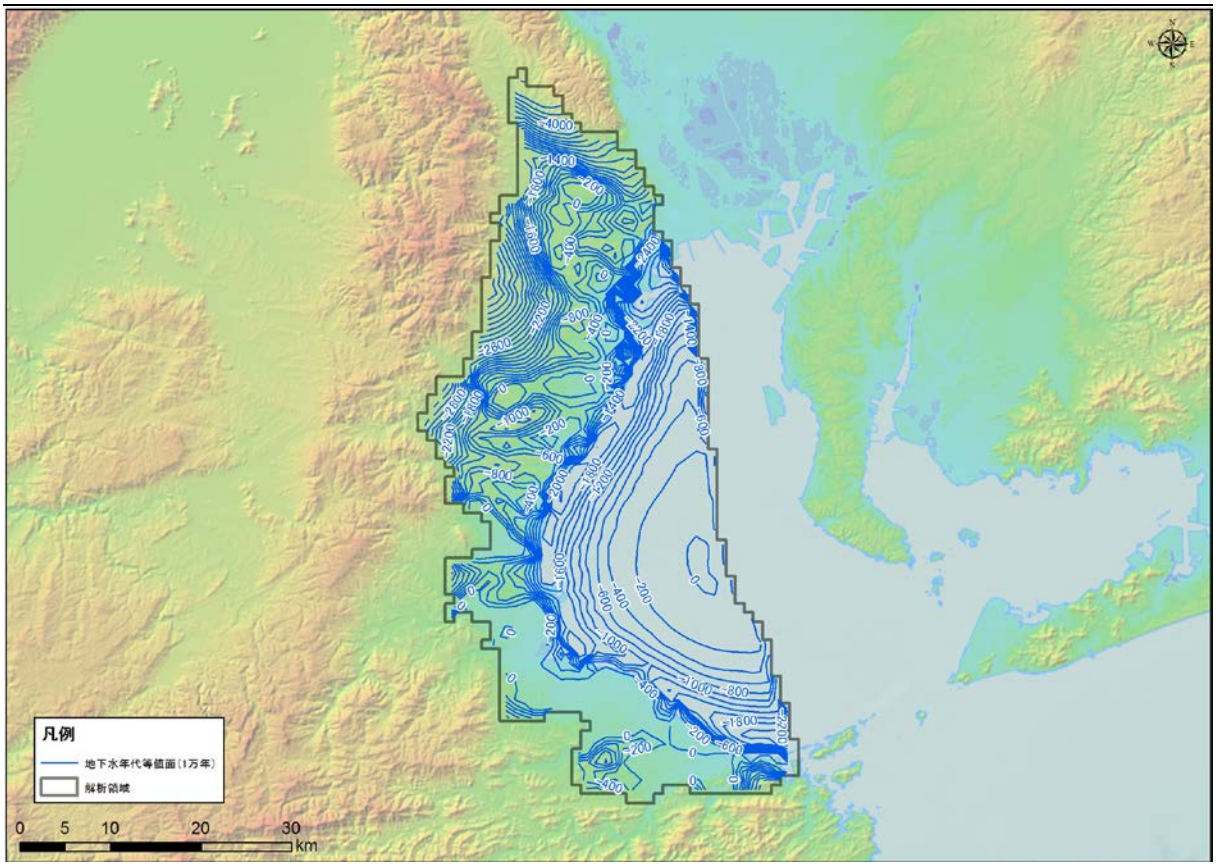


図 5-501　地下水年代（1 万年）等値面図（KI-1 : Ise plain）

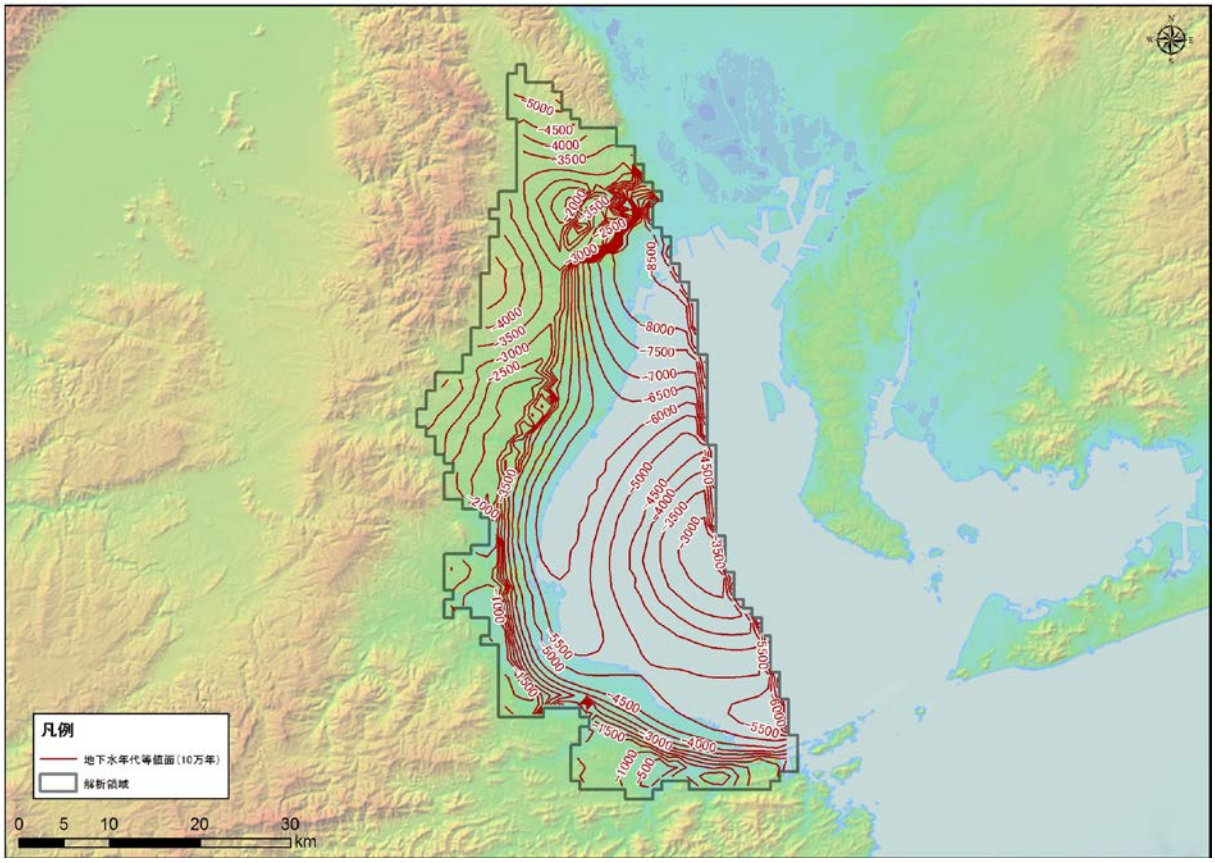


図 5-502　地下水年代（10 万年）等値面図（KI-1 : Ise plain）

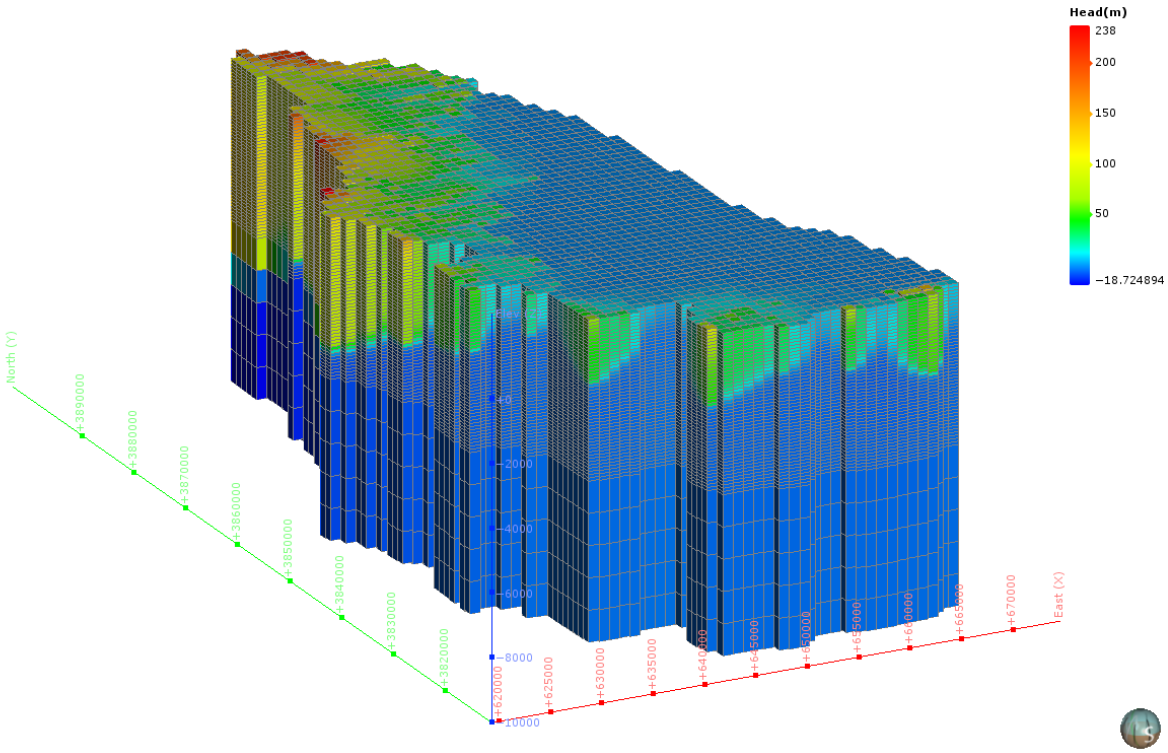


図 5-503　地下水ポテンシャル三次元分布図（KI-1 : Ise plain）

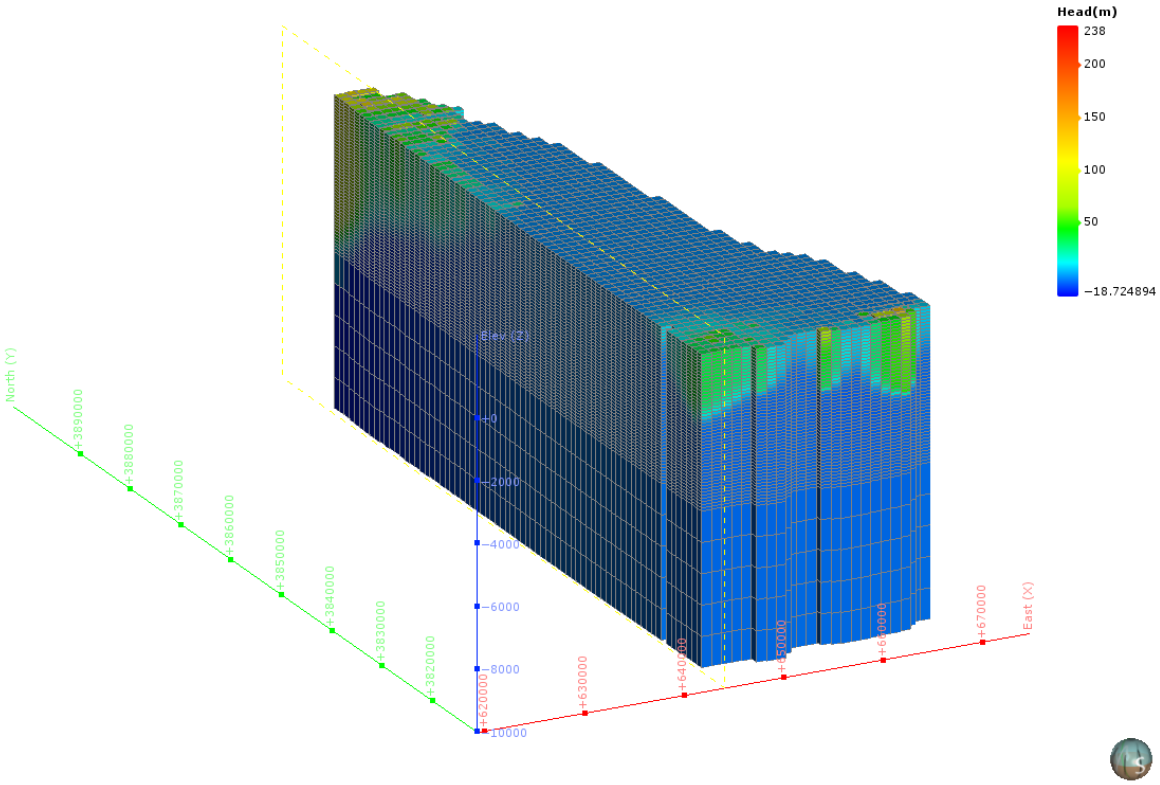


図 5-504　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（KI-1 : Ise plain）

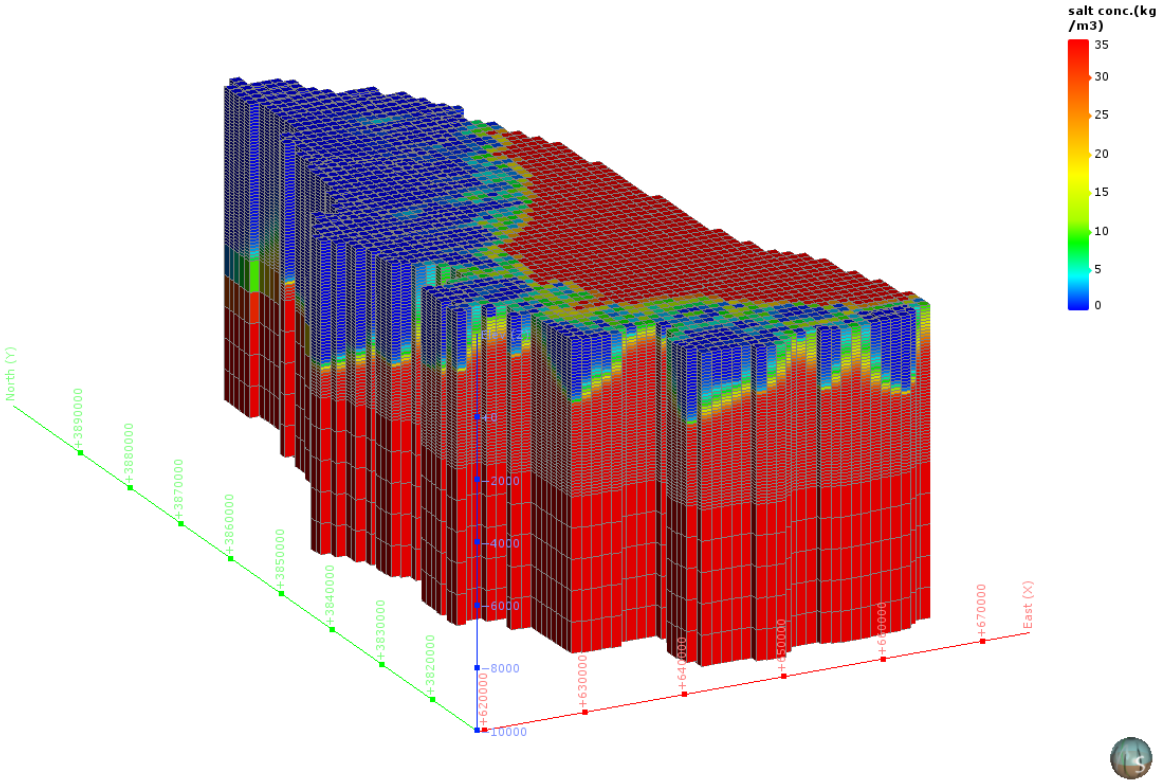


図 5-505　塩濃度三次元分布図（KI-1 : Ise plain）

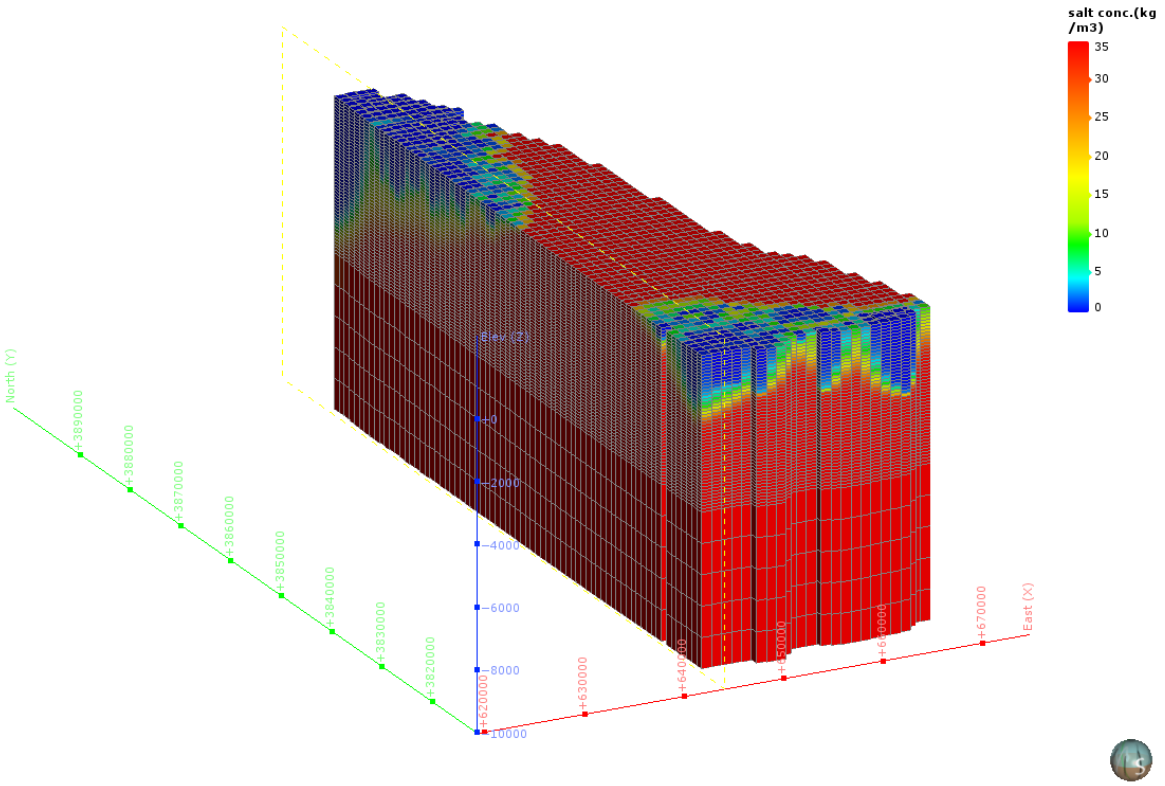


図 5-506　塩濃度三次元分布図（分割図）（KI-1 : Ise plain）

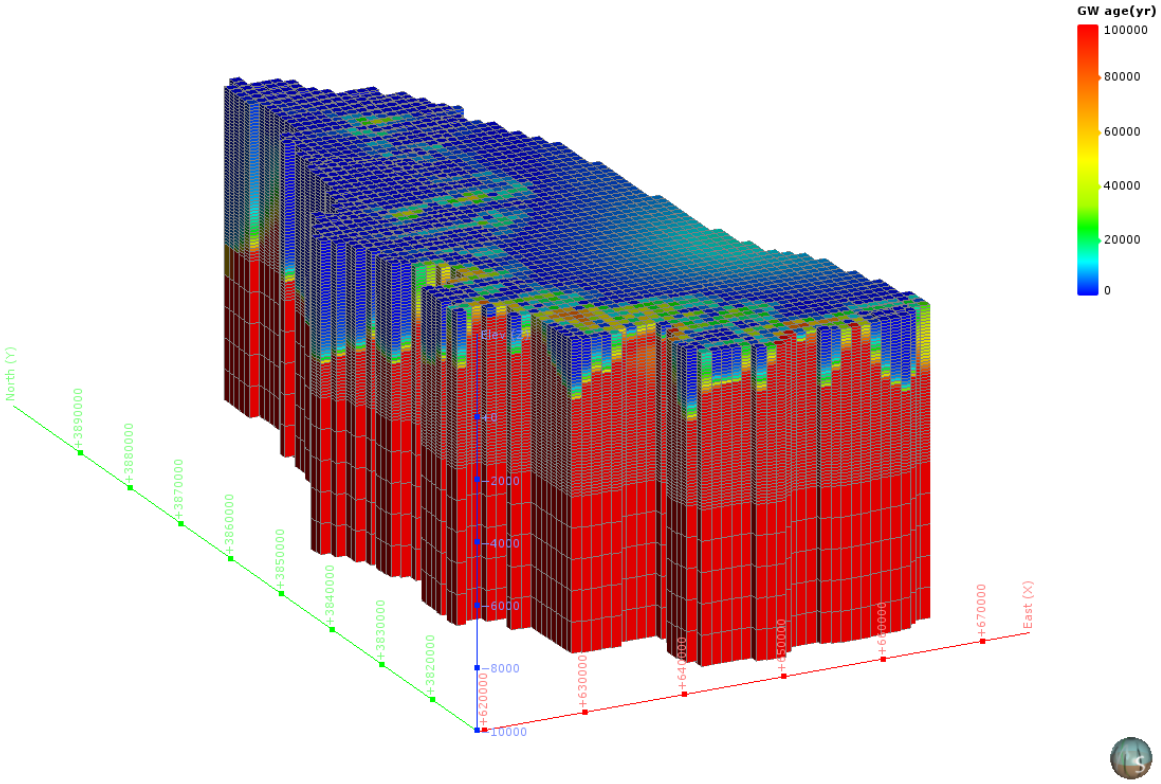


図 5-507　地下水年代三次元分布図（KI-1 : Ise plain）

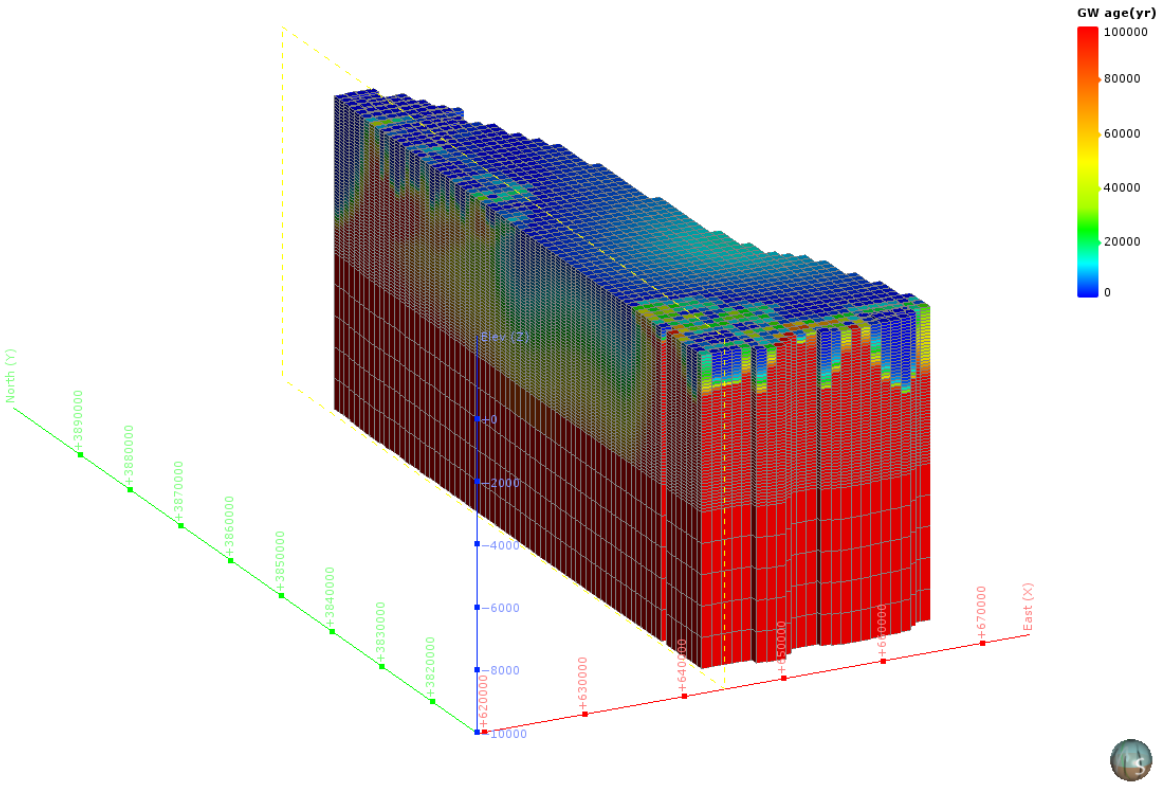


図 5-508　地下水年代三次元分布図（分割図）（KI-1 : Ise plain）

（38） KI-2：Ohmi basin

1） **解析領域**

KI-2：Ohmi basin 領域を包括する解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、1,219 km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、滋賀県大津市である。

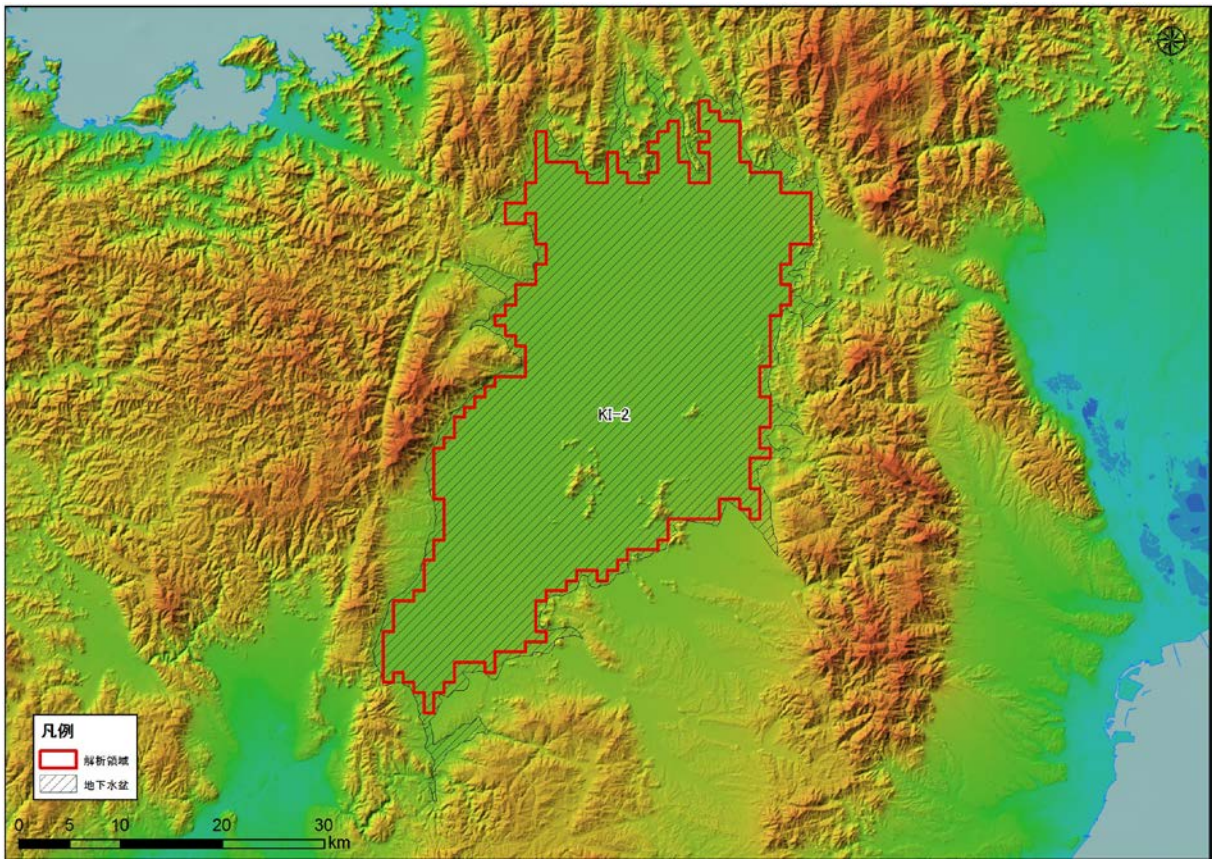


図 5-509 解析領域（KI-2 : Ohmi basin）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 46、Y 方向に 73、Z 方向に 54 で分割され、Active Cell 数は、65,826 となった。本領域内は、Q1，PreN1 で構成される。

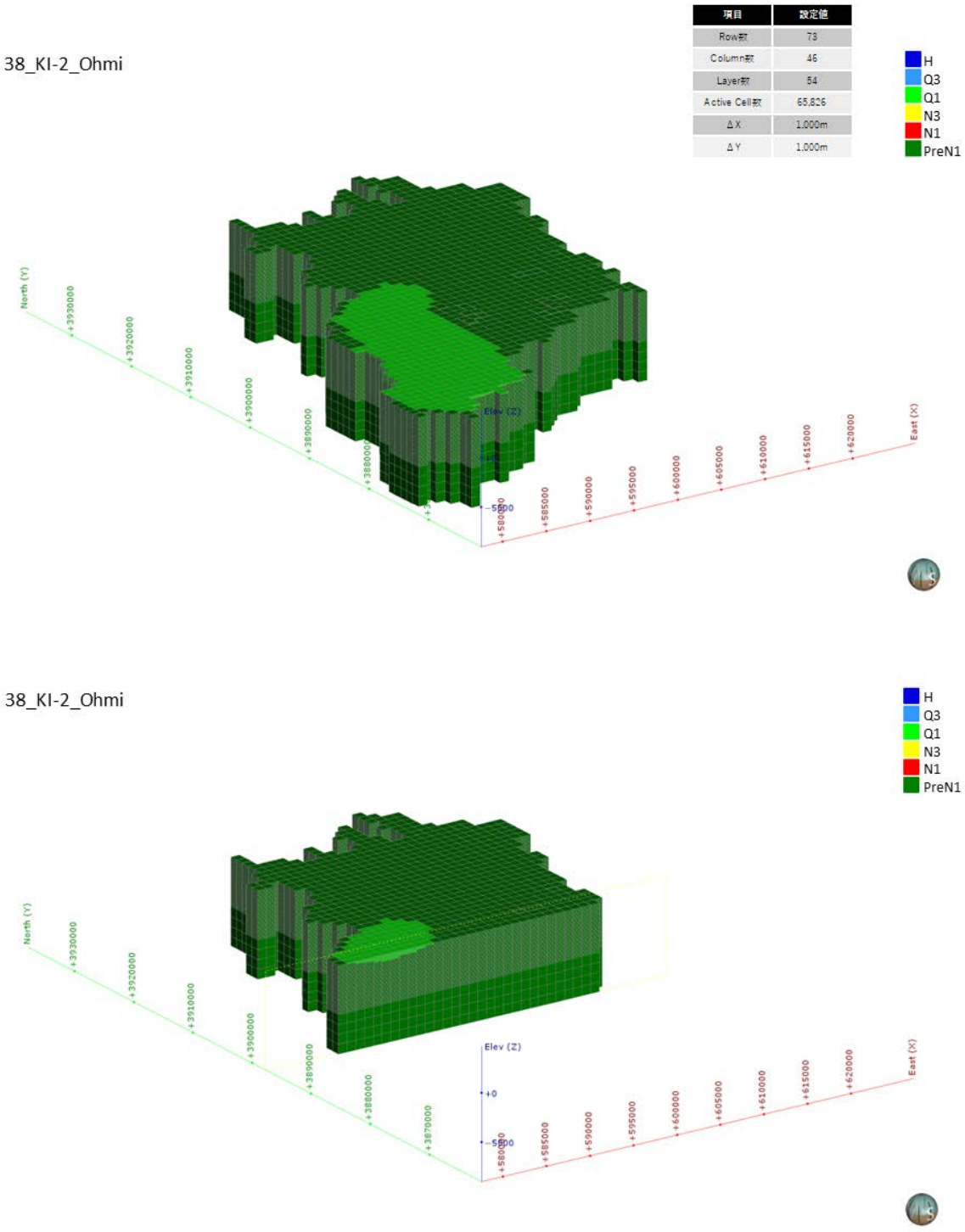


図 5-510　グリッド分割状況（KI-2 : Ohmi basin）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=1,219）の設定位置図を図 5-511 に示す。

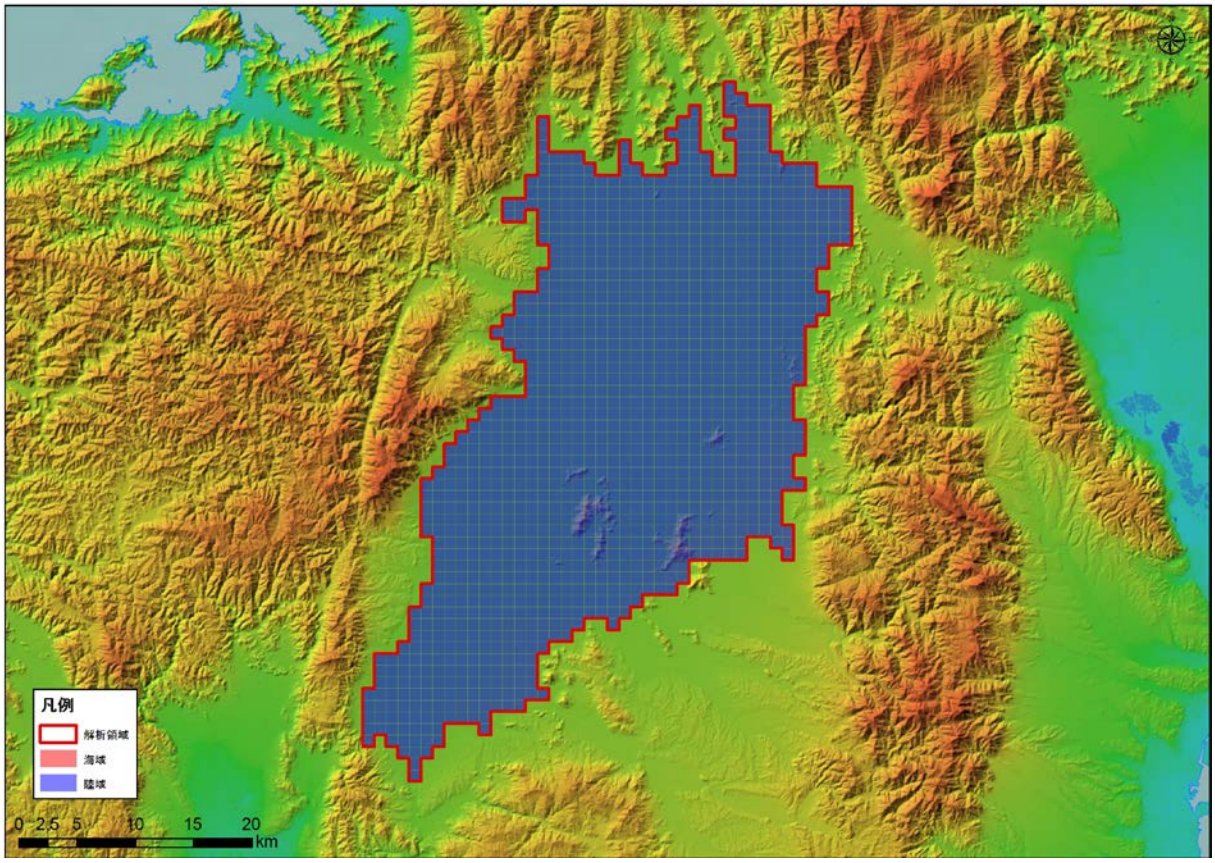


図 5-511　境界条件（KI-2 : Ohmi basin）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×8.0 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 0.34 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 0.33 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-41　検討ケース（KI-2 : Ohmi basin）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 8.0
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	2.35E+01
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	1.23E+01
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	2.72E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	6.60E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	4.47E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	3.43E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	2.15E-01
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	1.37E-01
モデル内の涵養量（mm/日）	0.04	0.27	0.01	0.34

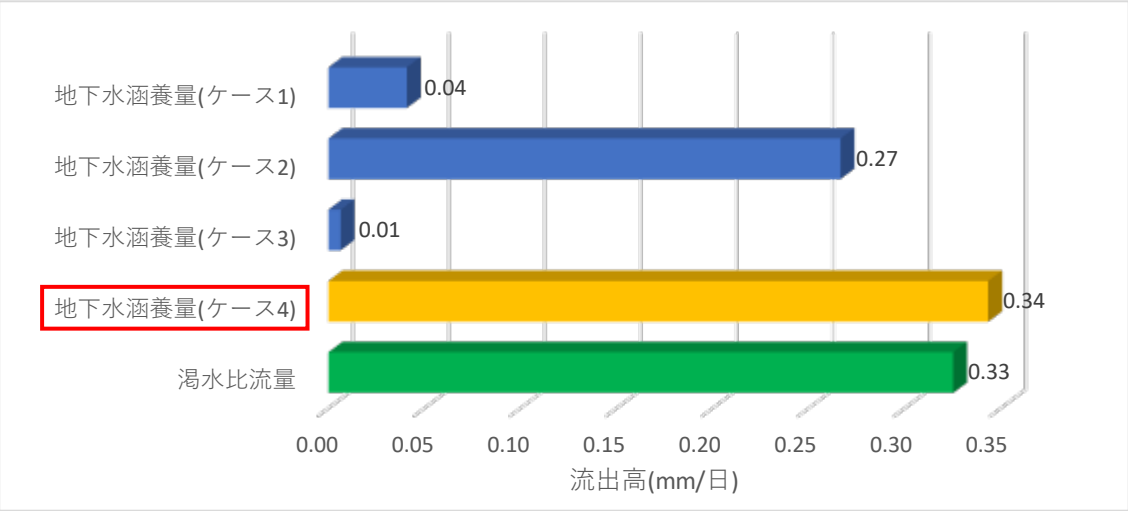


図 5-512　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（KI-2 : Ohmi basin）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

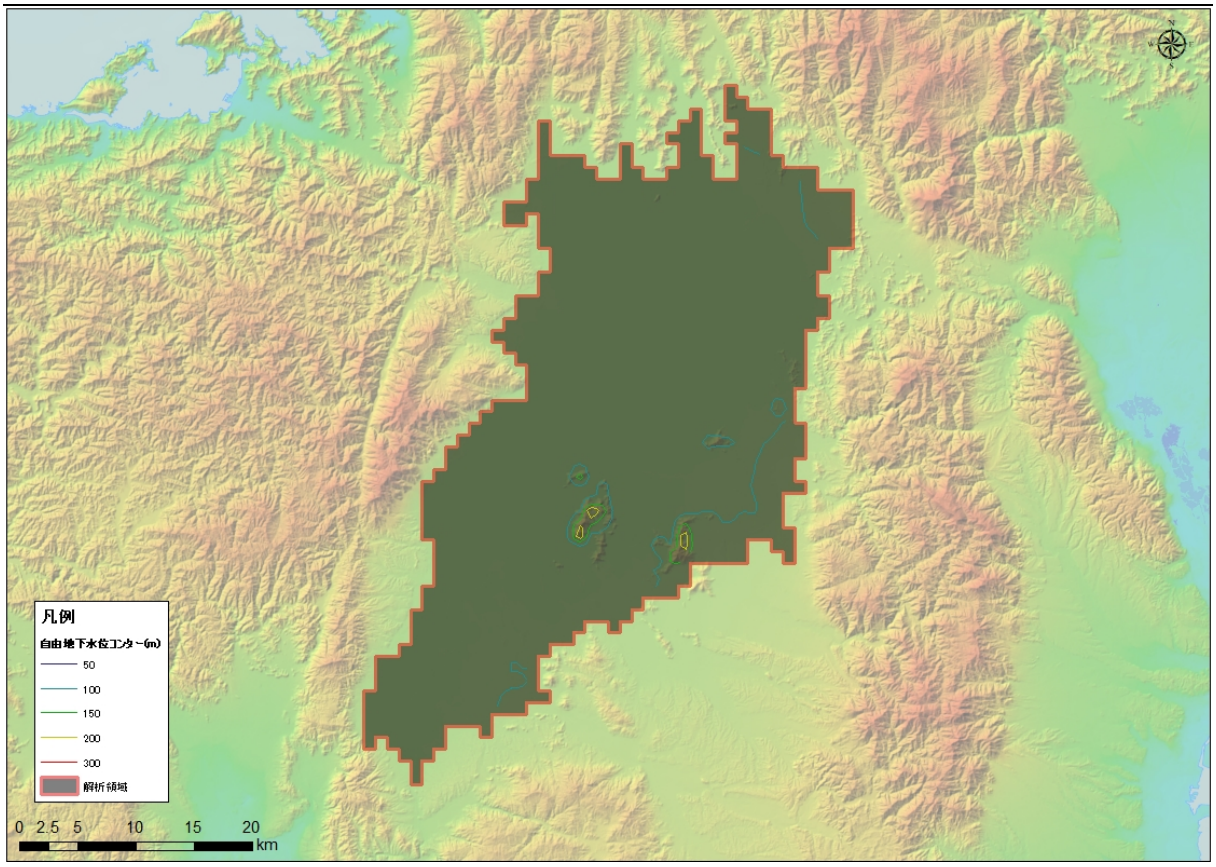


図 5-513　地下水位等高線図（KI-2 : Ohmi basin）

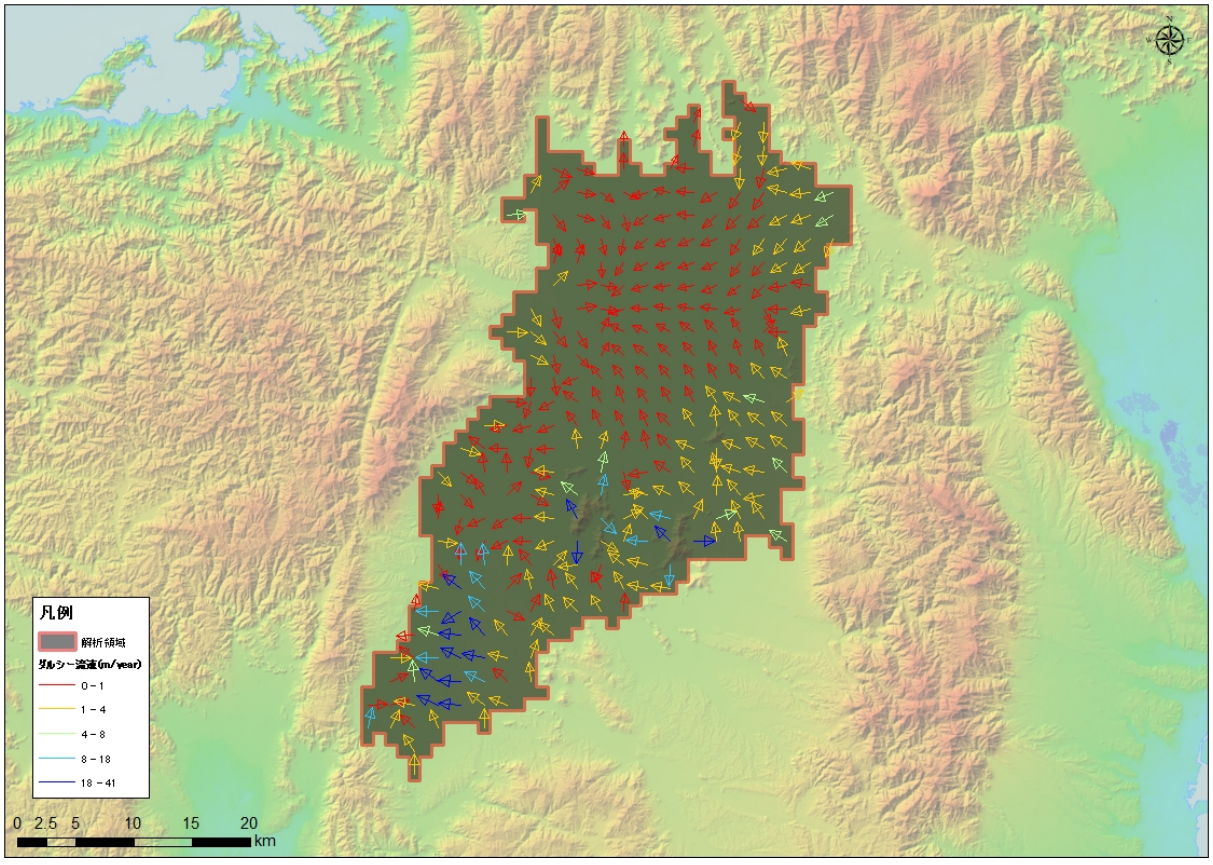


図 5-514　流速ベクトル図（KI-2 : Ohmi basin）

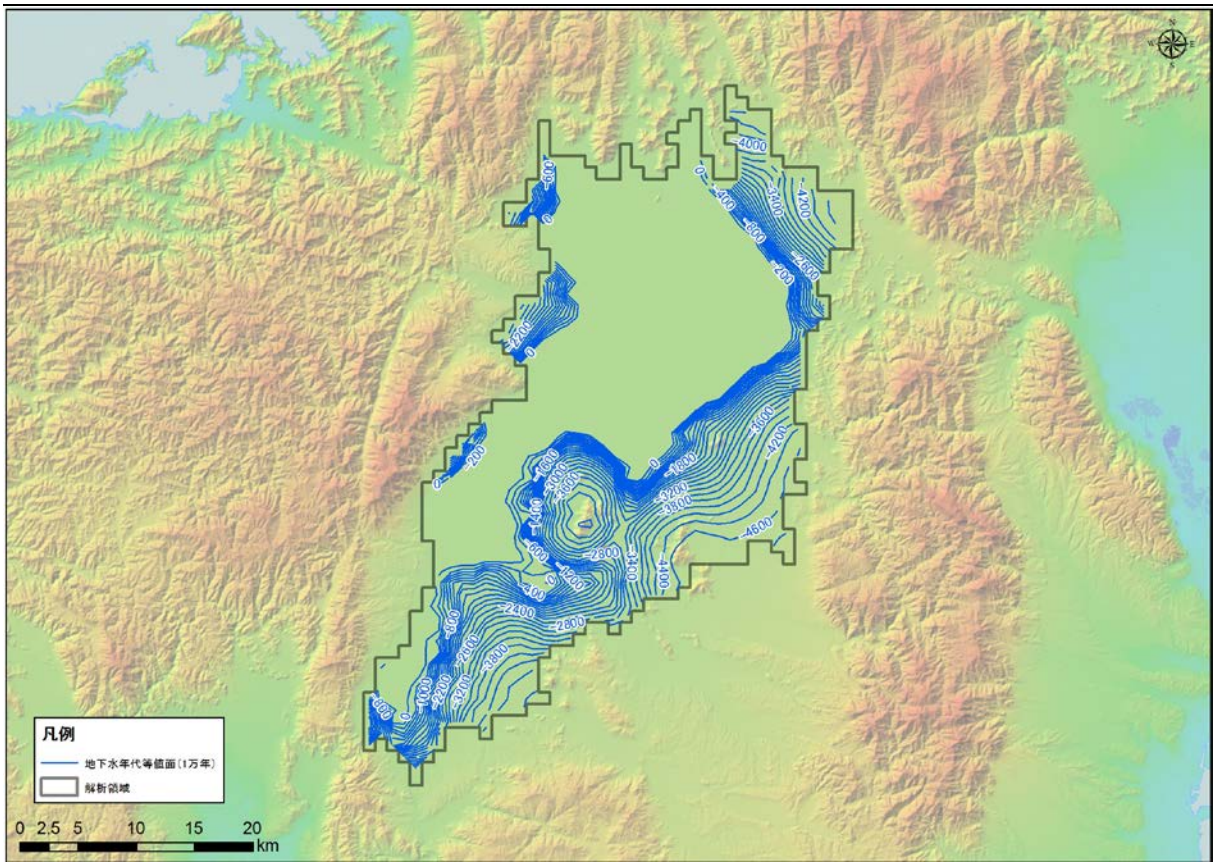


図 5-515　地下水年代（1 万年）等値面図（KI-2 : Ohmi basin）

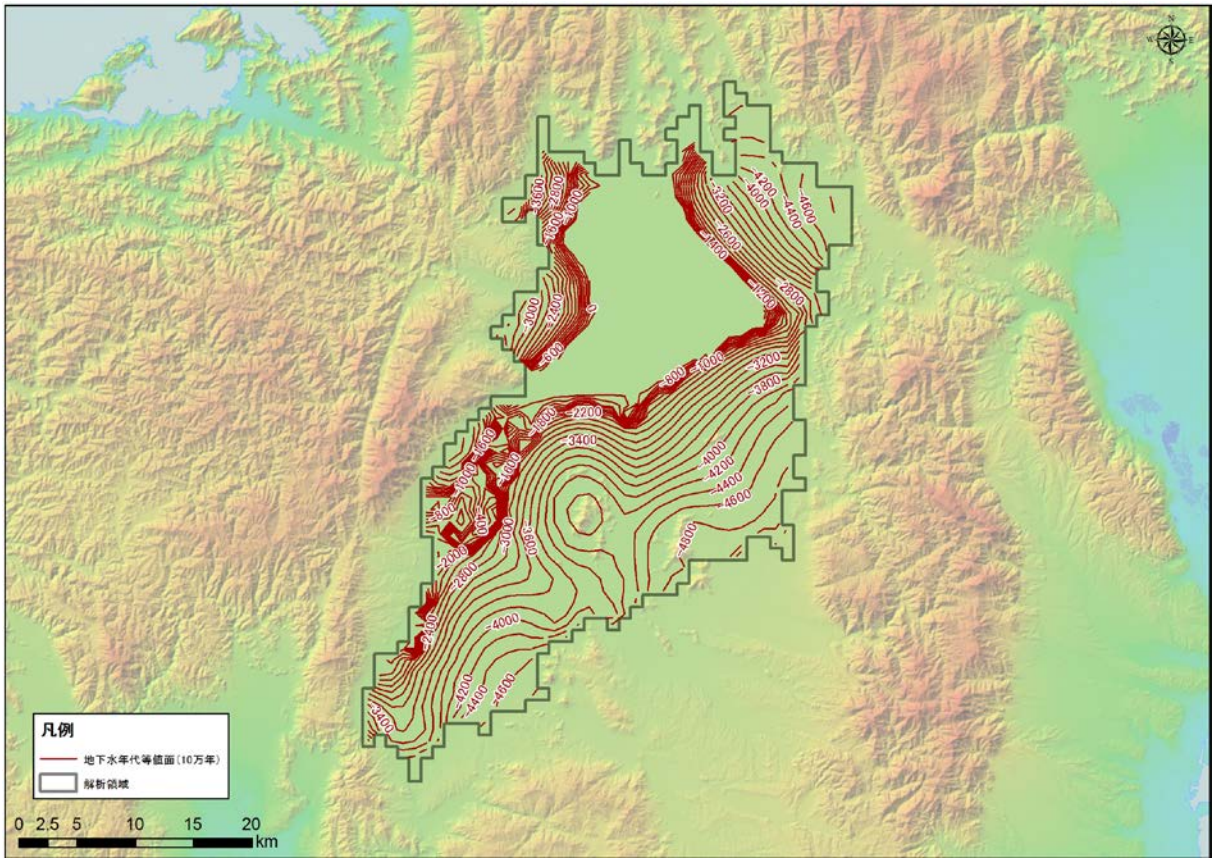


図 5-516　地下水年代（10 万年）等値面図（KI-2 : Ohmi basin）

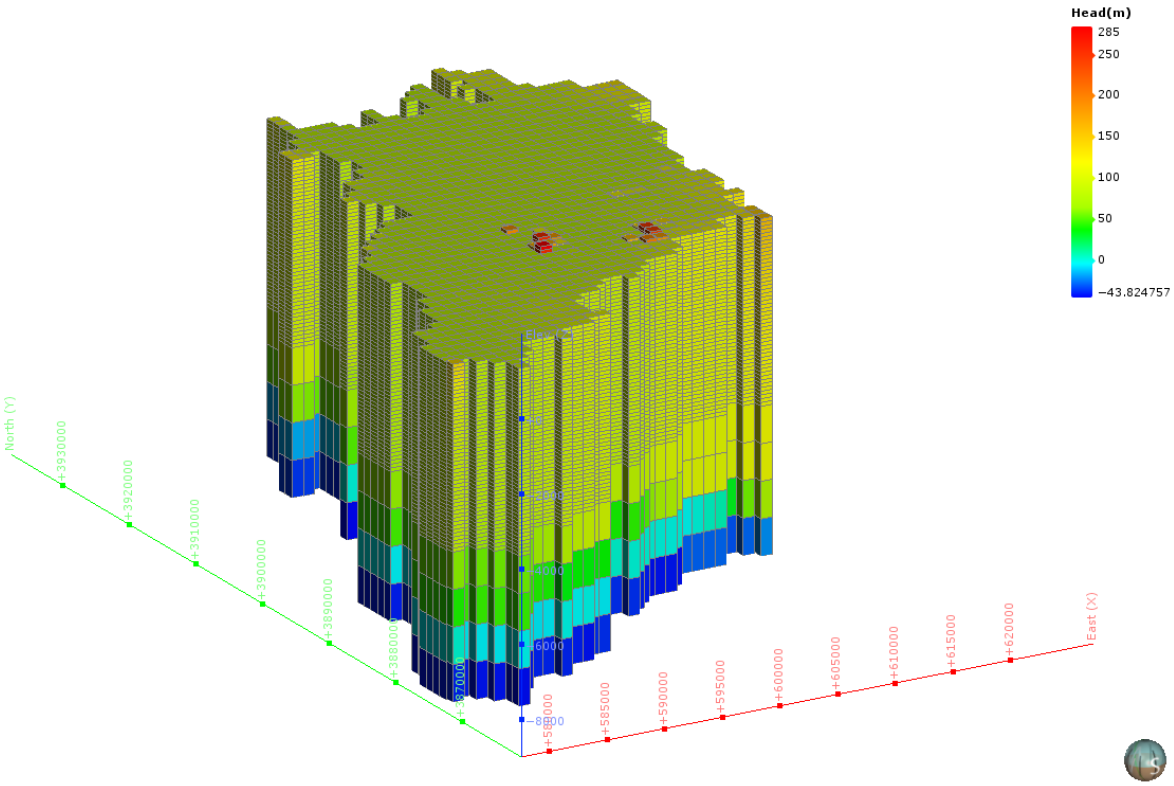


図 5-517　地下水ポテンシャル三次元分布図（KI-2 : Ohmi basin）

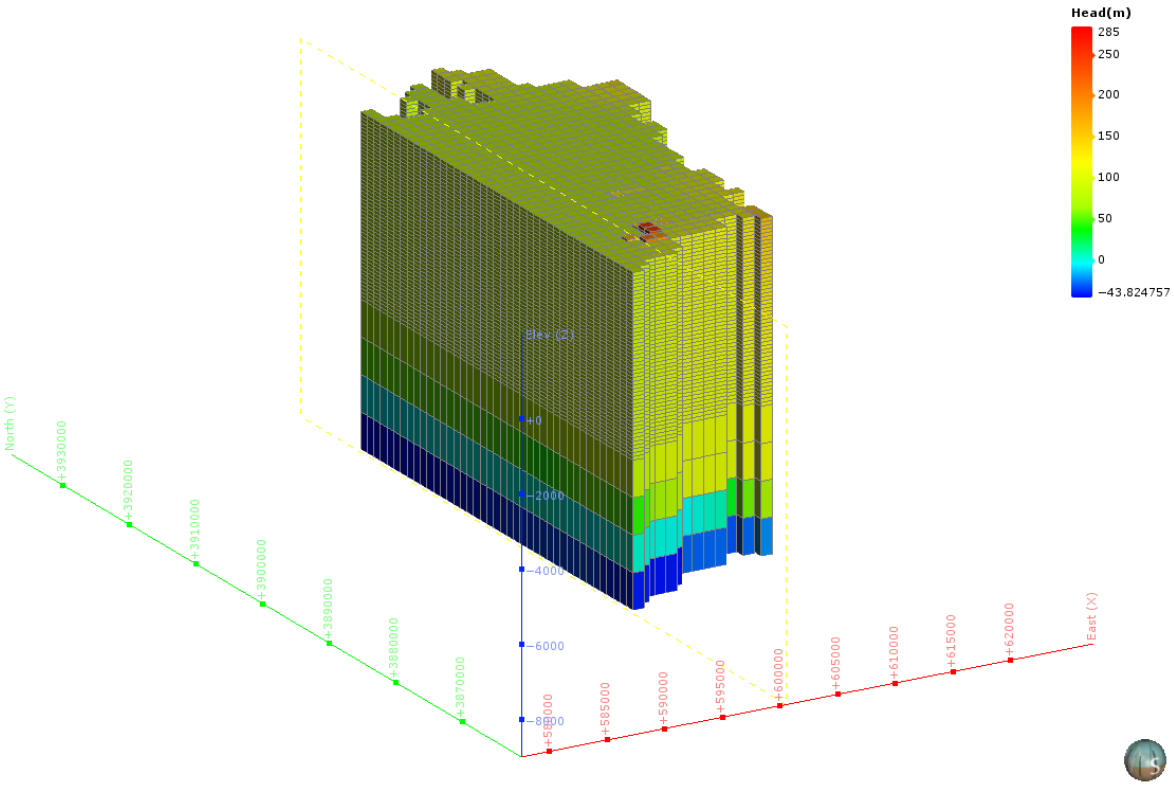


図 5-518　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（KI-2 : Ohmi basin）

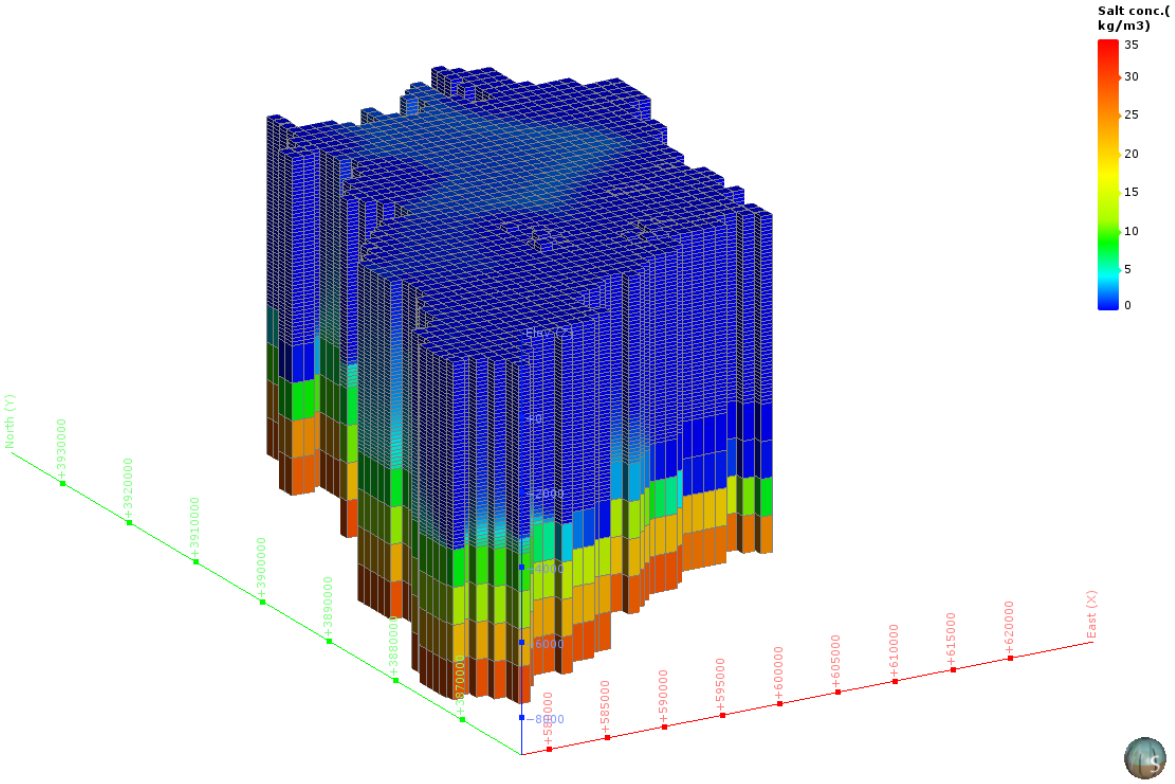


図 5-519　塩濃度三次元分布図（KI-2 : Ohmi basin）

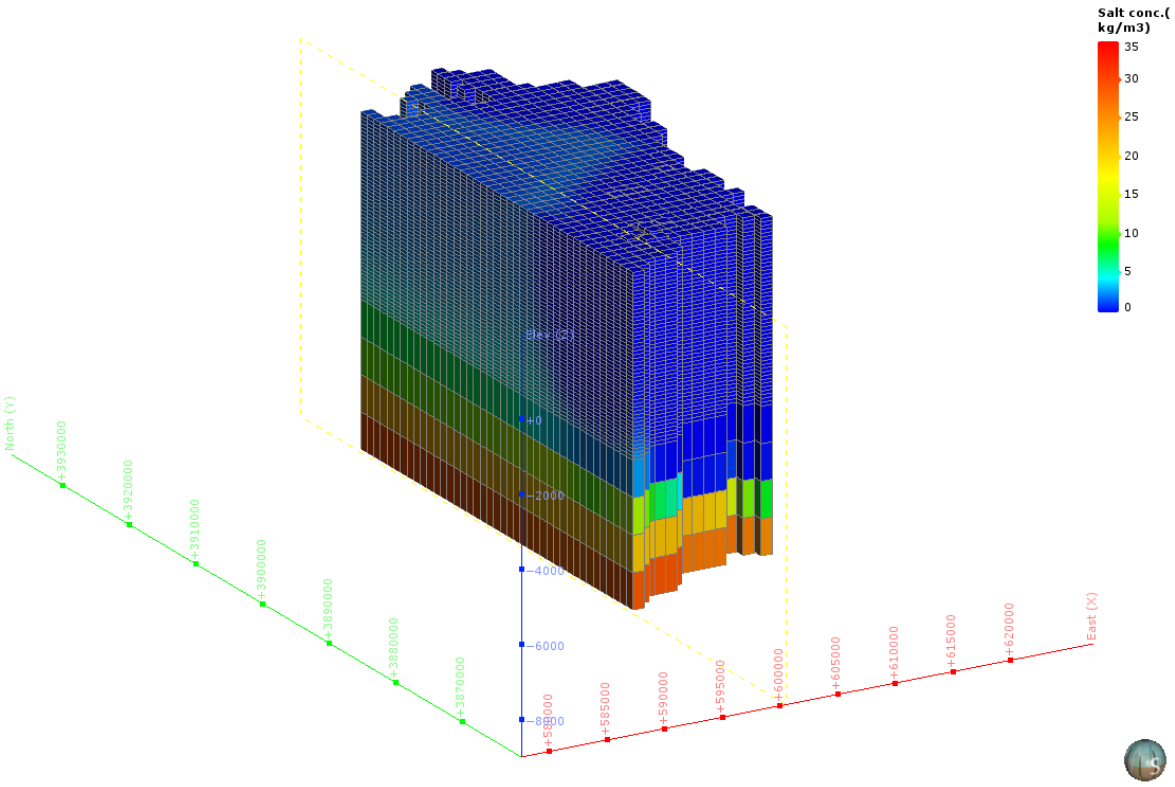


図 5-520　塩濃度三次元分布図（分割図）（KI-2 : Ohmi basin）

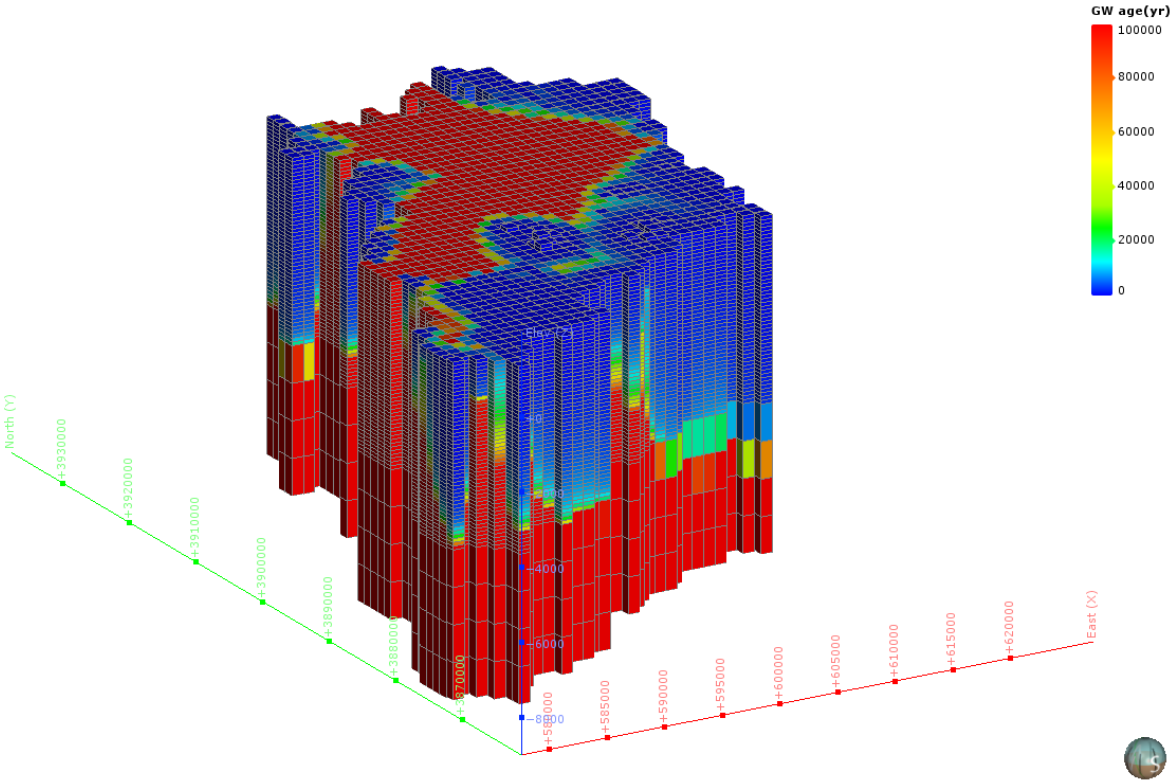


図 5-521　地下水年代三次元分布図（KI-2 : Ohmi basin）

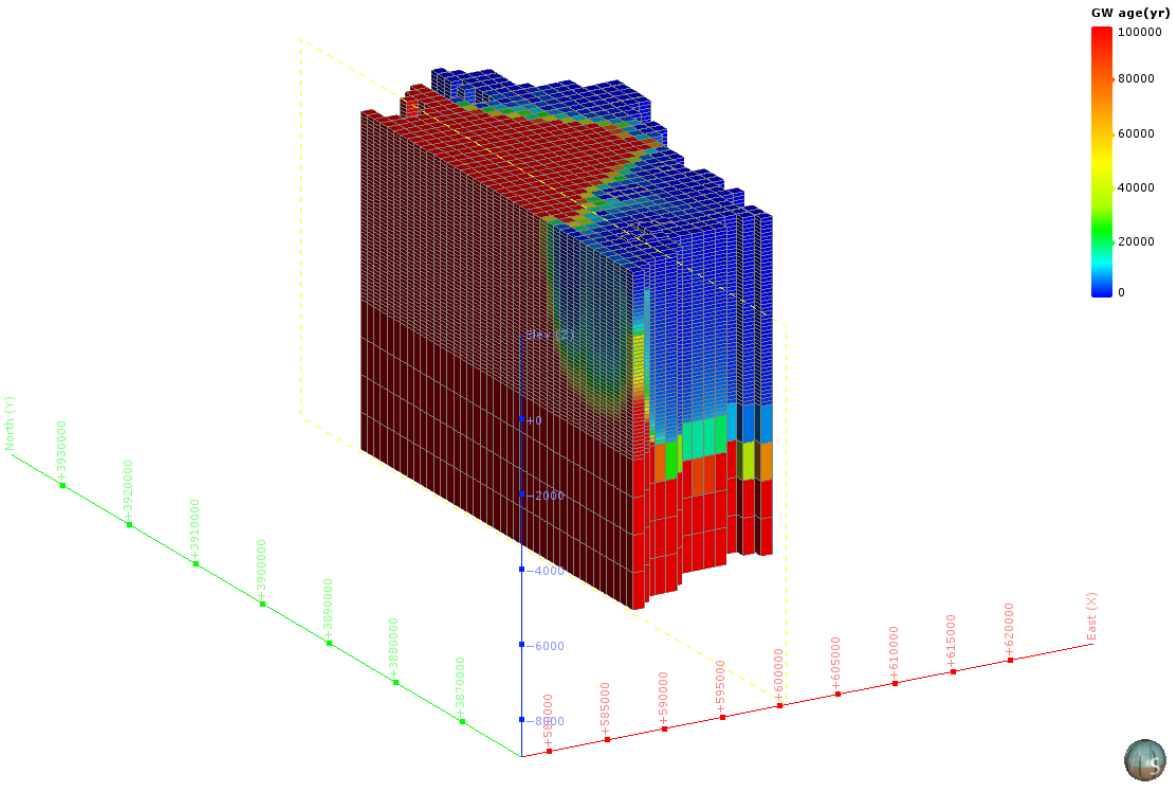


図 5-522　地下水年代三次元分布図（分割図）（KI-2 : Ohmi basin）

（39） KI-3：Kyoto basin

1） **解析領域**

KI-3：Kyoto basin 領域を包括する解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、273 km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、京都府京都市である。

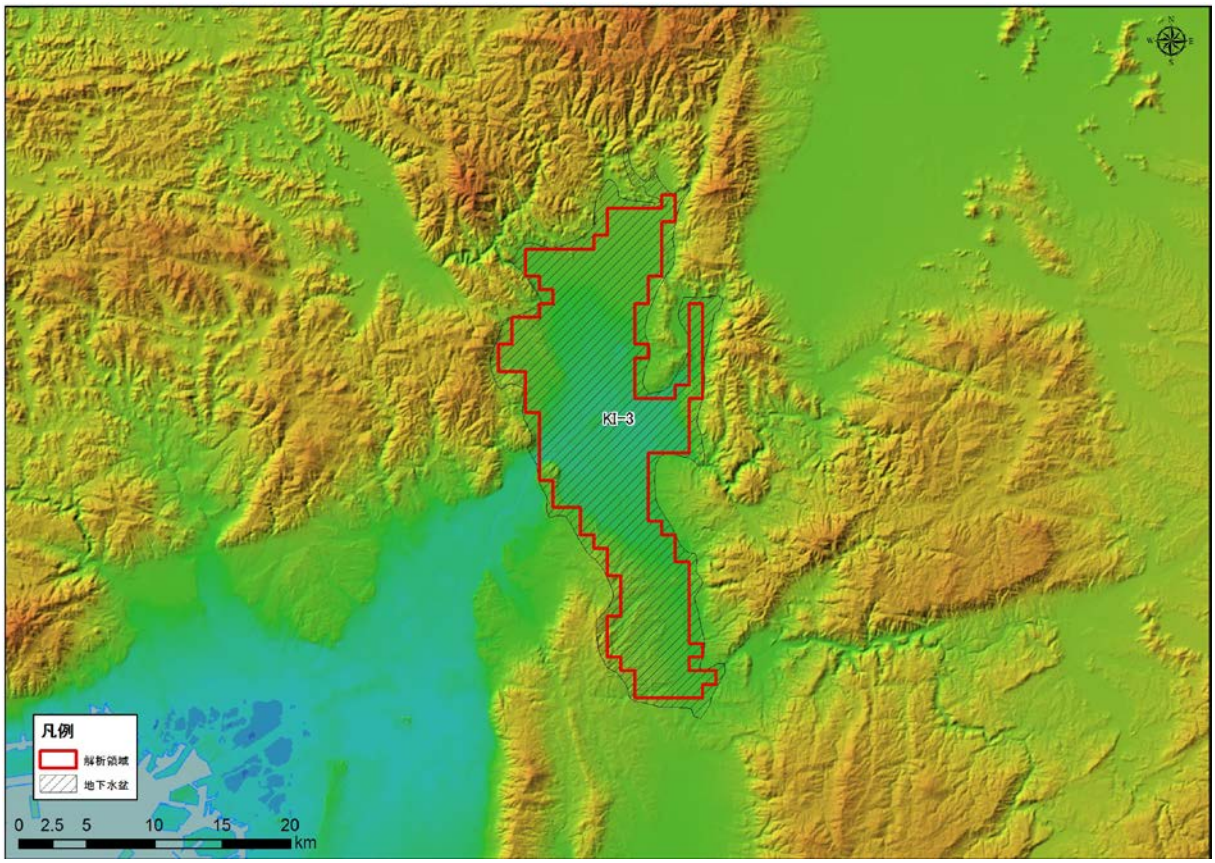


図 5-523 解析領域（KI-3 : Kyoto basin）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 18、Y 方向に 43、Z 方向に 55 で分割され、Active Cell 数は、15,015 となった。本領域内は、Q2，Q1，N3，N1，PreN1 で構成される。

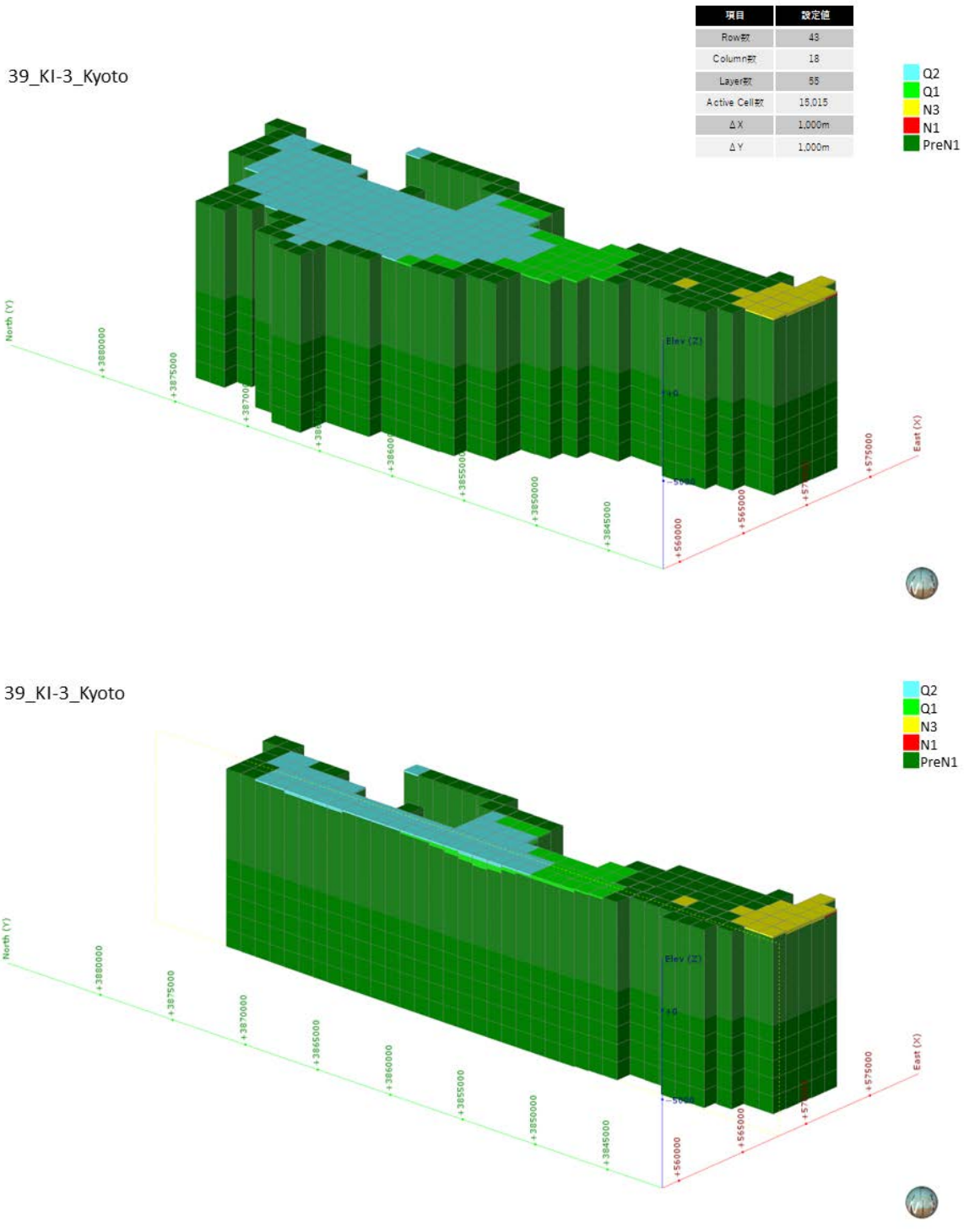


図 5-524　グリッド分割状況（KI-3 : Kyoto basin）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=273）の設定位置図を図 5-525 に示す。

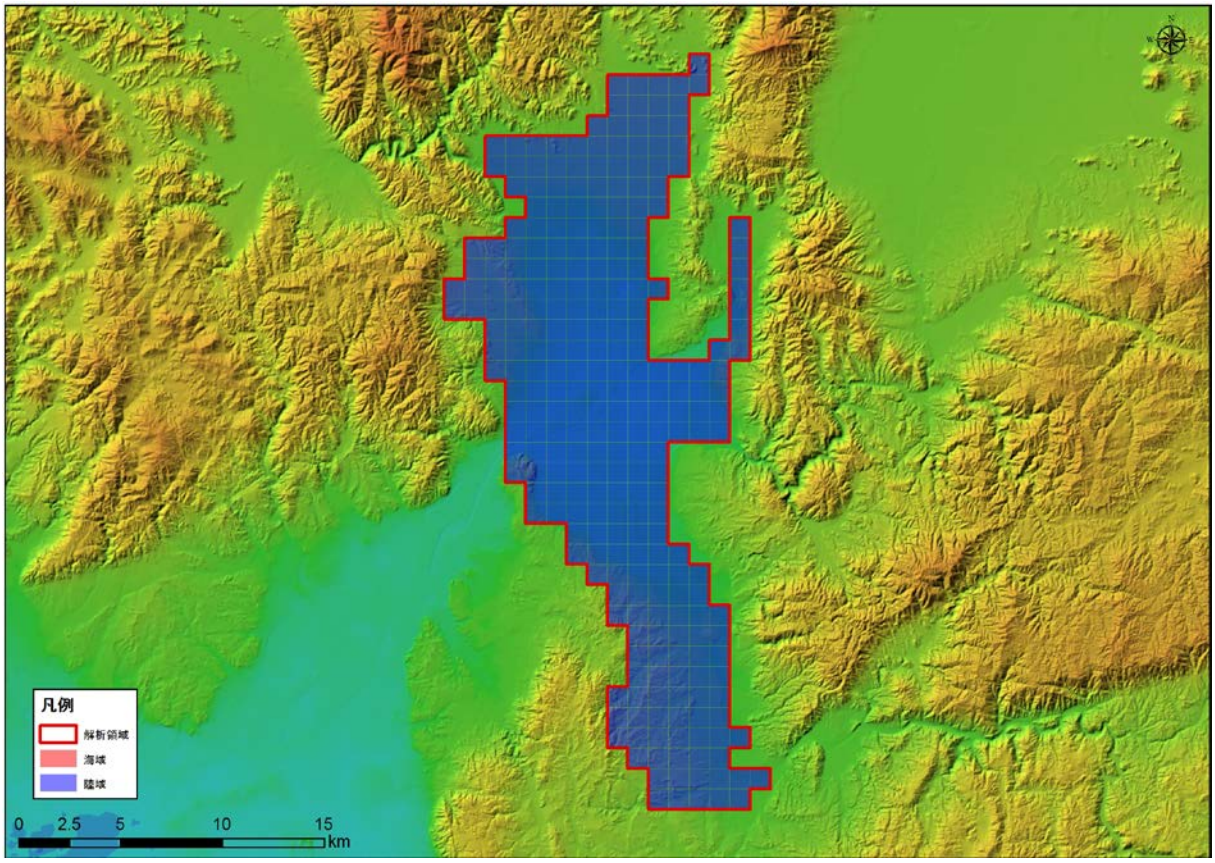


図 5-525　境界条件（KI-3 : Kyoto basin）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×19.9 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 1.19 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 1.16 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-42　検討ケース（KI-3 : Kyoto basin）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 19.9
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	5.85E+01
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	3.07E+01
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	6.77E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	1.64E+00
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	1.11E+00
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	8.56E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	5.37E-01
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	3.42E-01
モデル内の涵養量 (mm/日)	0.06	0.50	0.01	1.19

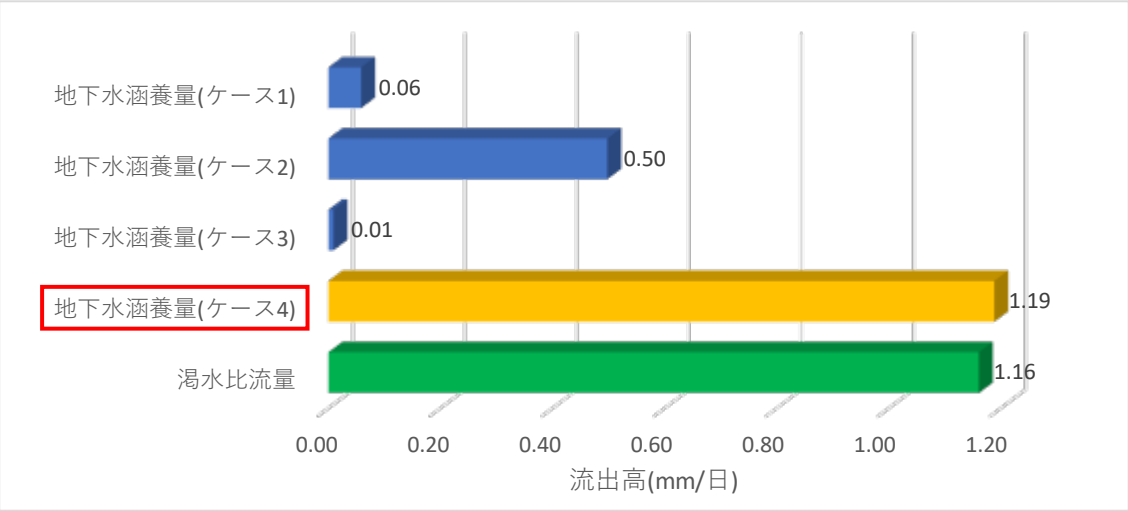


図 5-526　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（KI-3 : Kyoto basin）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

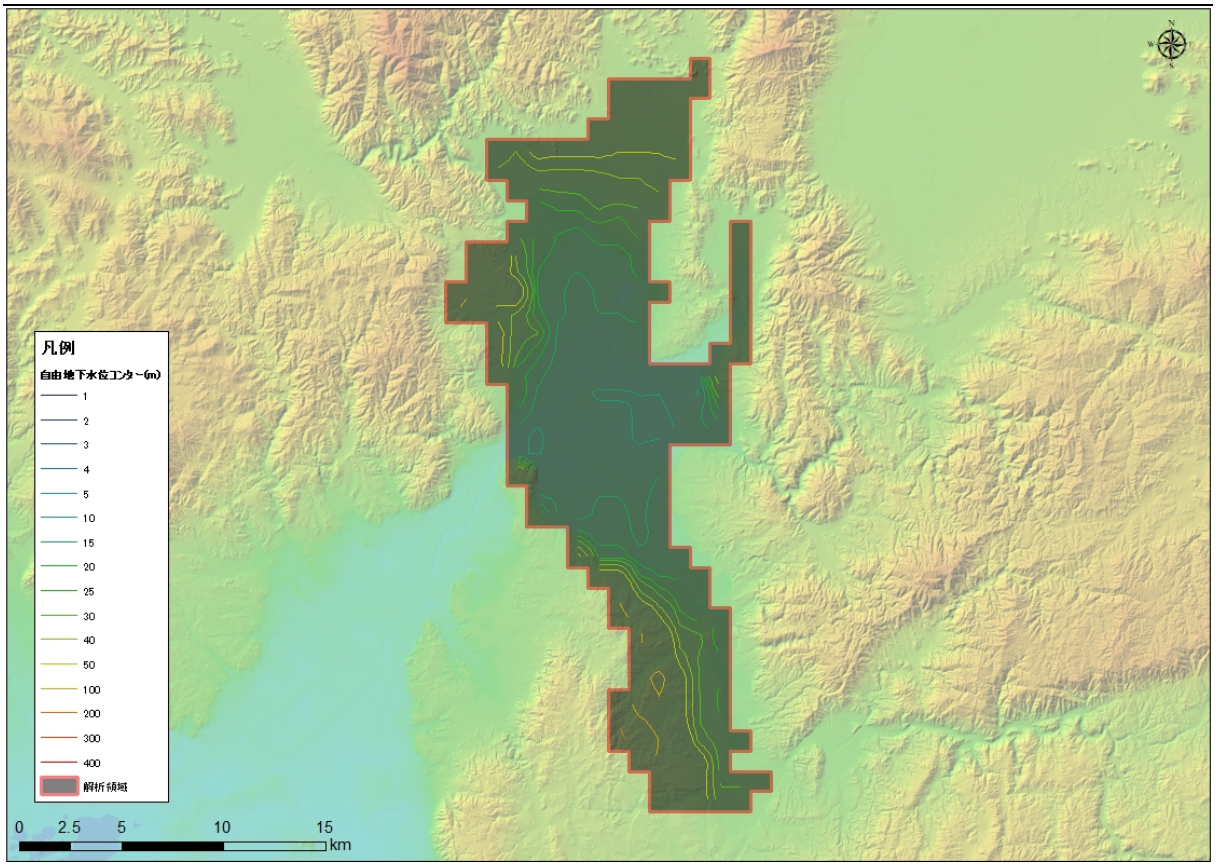


図 5-527　地下水位等高線図（KI-3 : Kyoto basin）

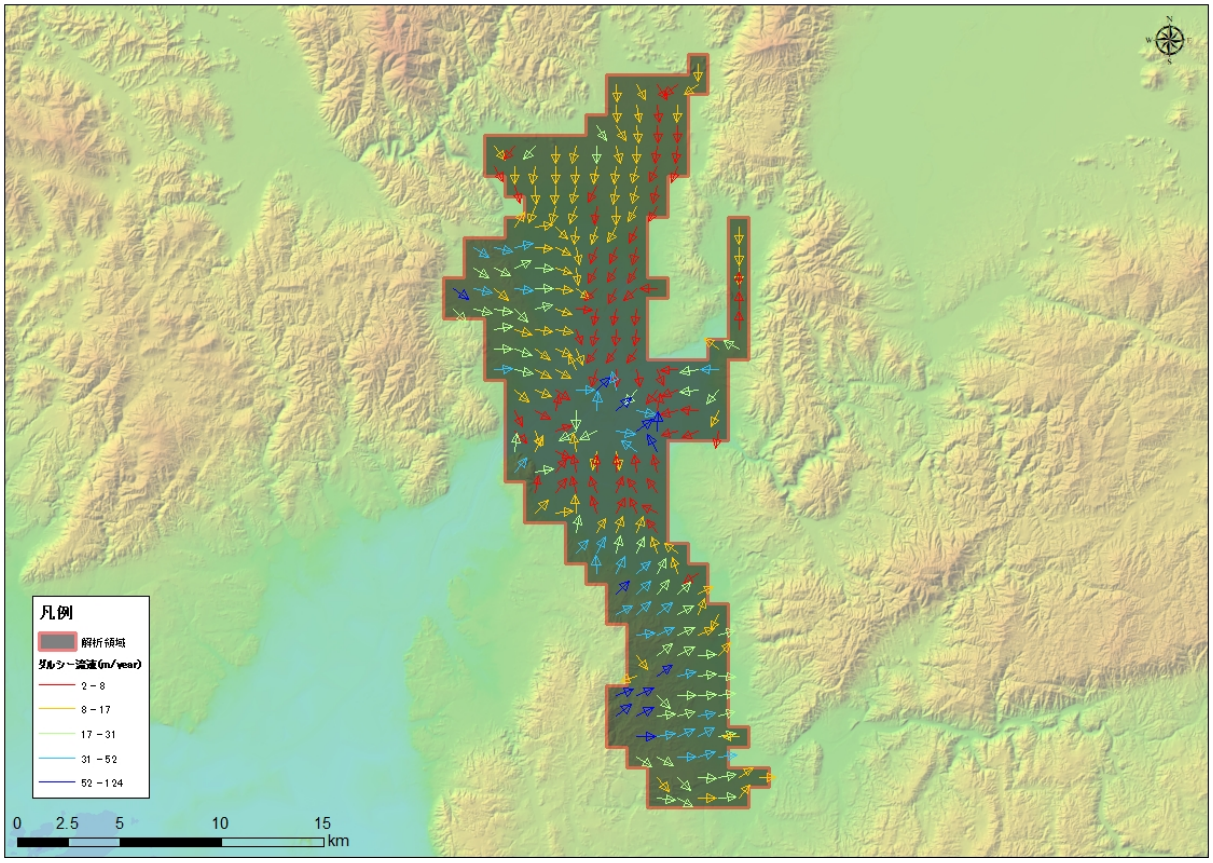


図 5-528　流速ベクトル図（KI-3 : Kyoto basin）

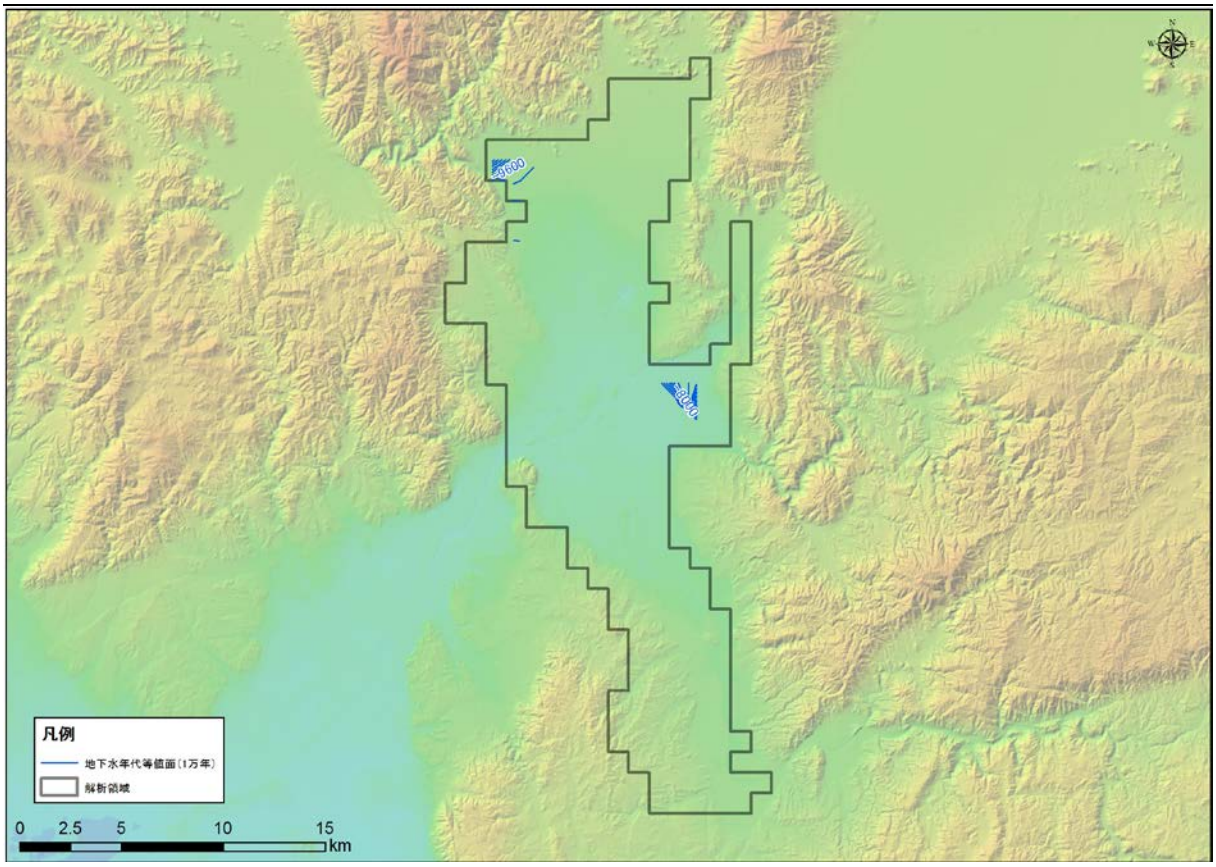


図 5-529　地下水年代（1 万年）等値面図（KI-3 : Kyoto basin）

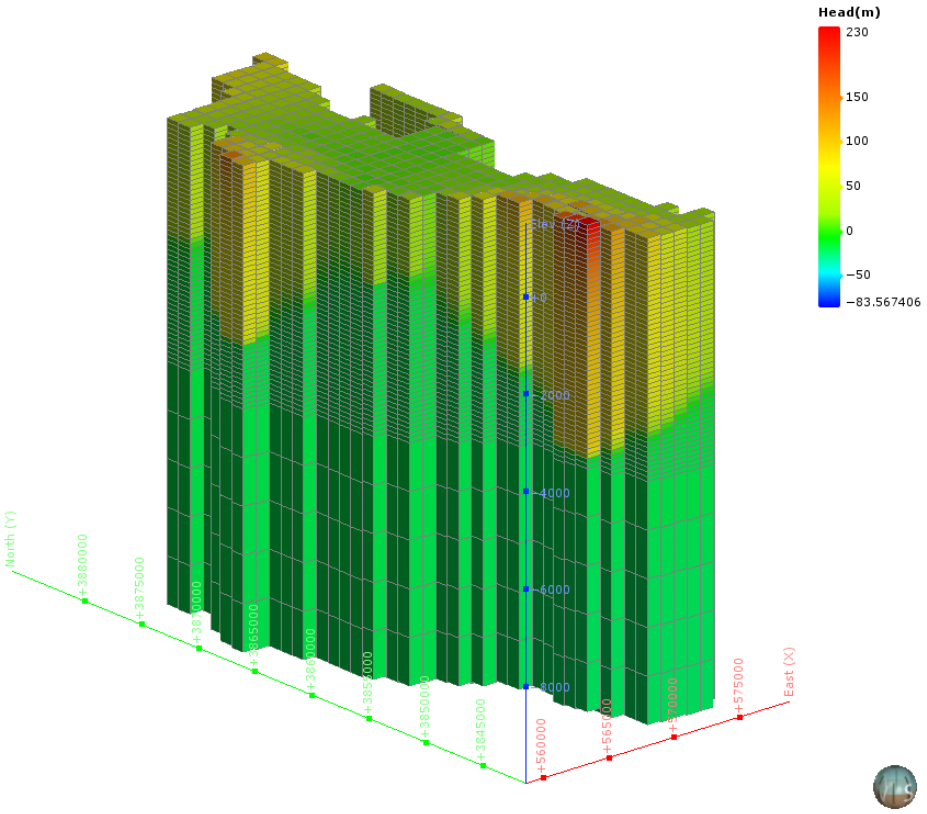


図 5-530　地下水ポテンシャル三次元分布図（KI-3 : Kyoto basin）

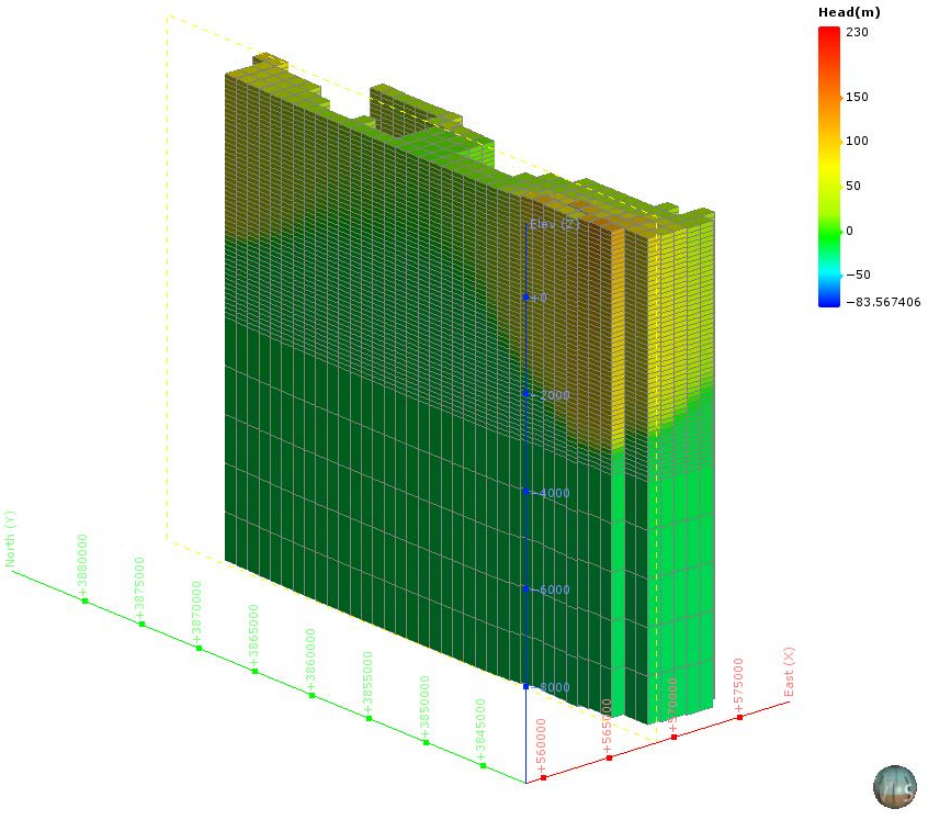


図 5-531　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（KI-3 : Kyoto basin）

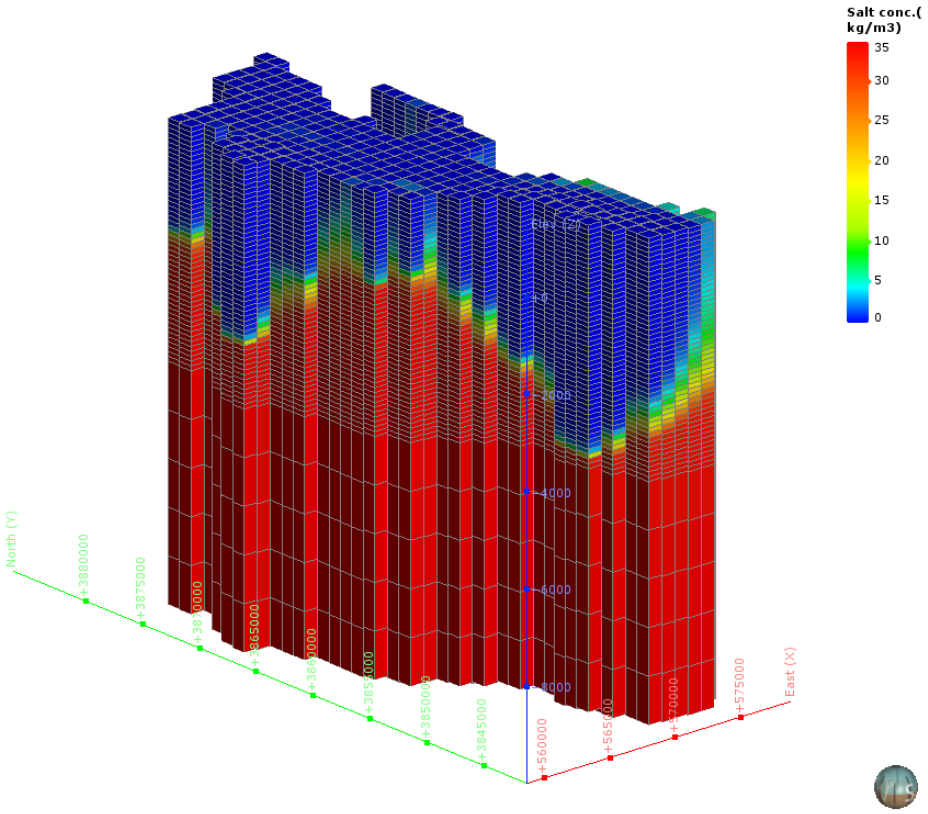


図 5-532　塩濃度三次元分布図（KI-3 : Kyoto basin）

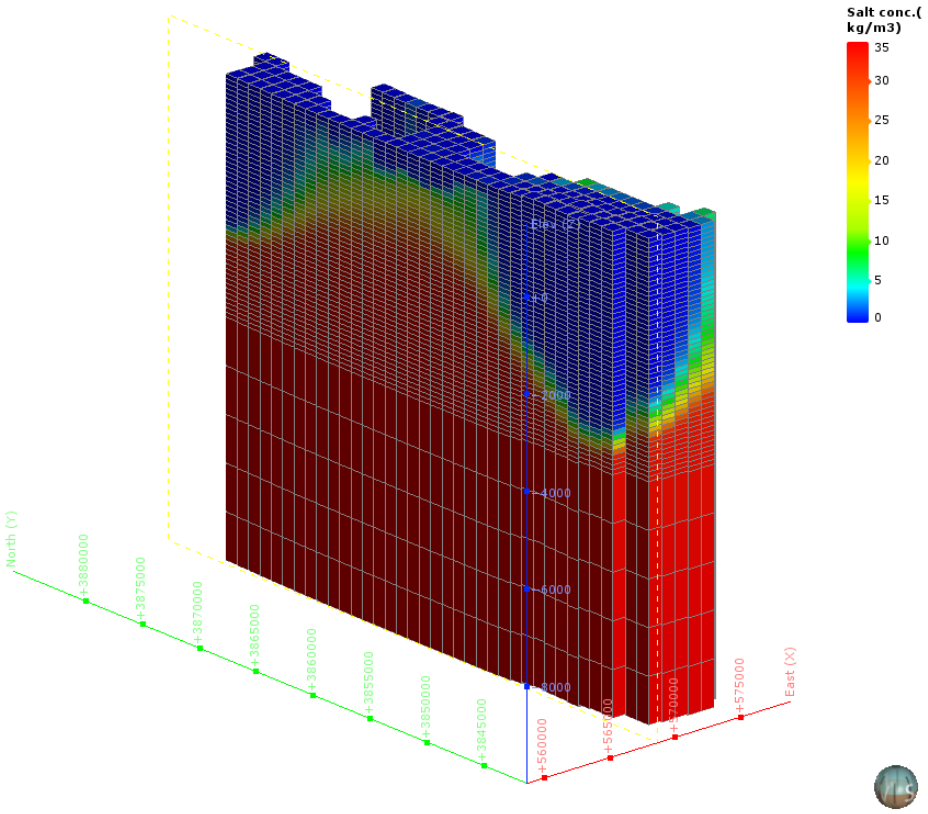


図 5-533　塩濃度三次元分布図（分割図）（KI-3 : Kyoto basin）

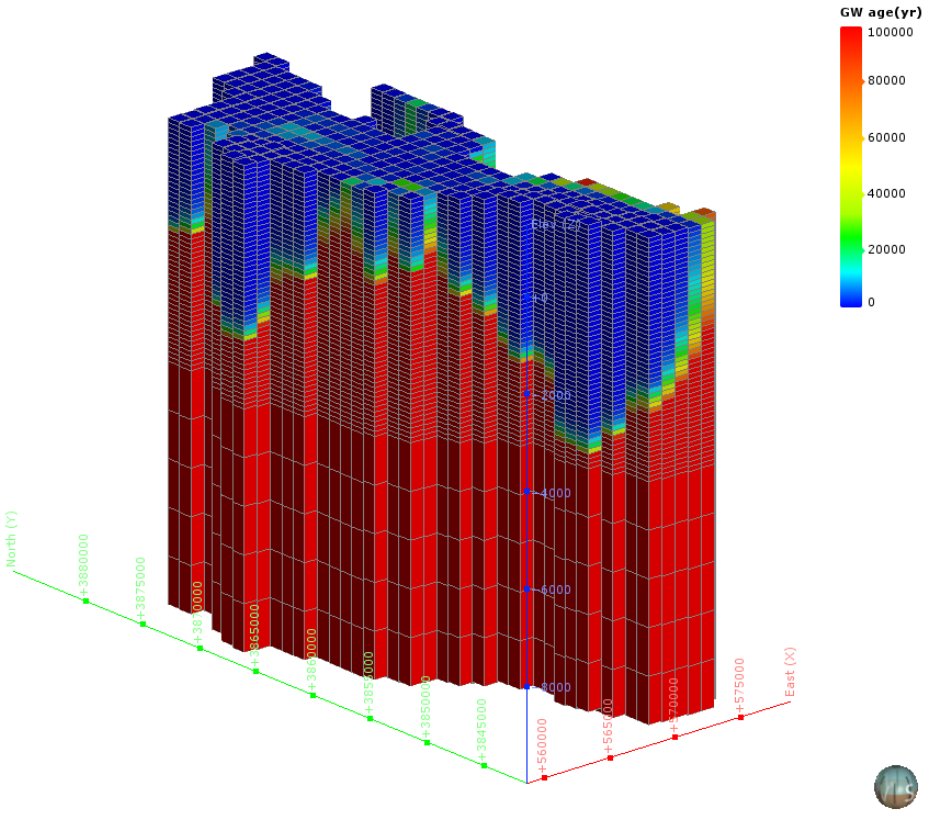


図 5-534　地下水年代三次元分布図（KI-3 : Kyoto basin）

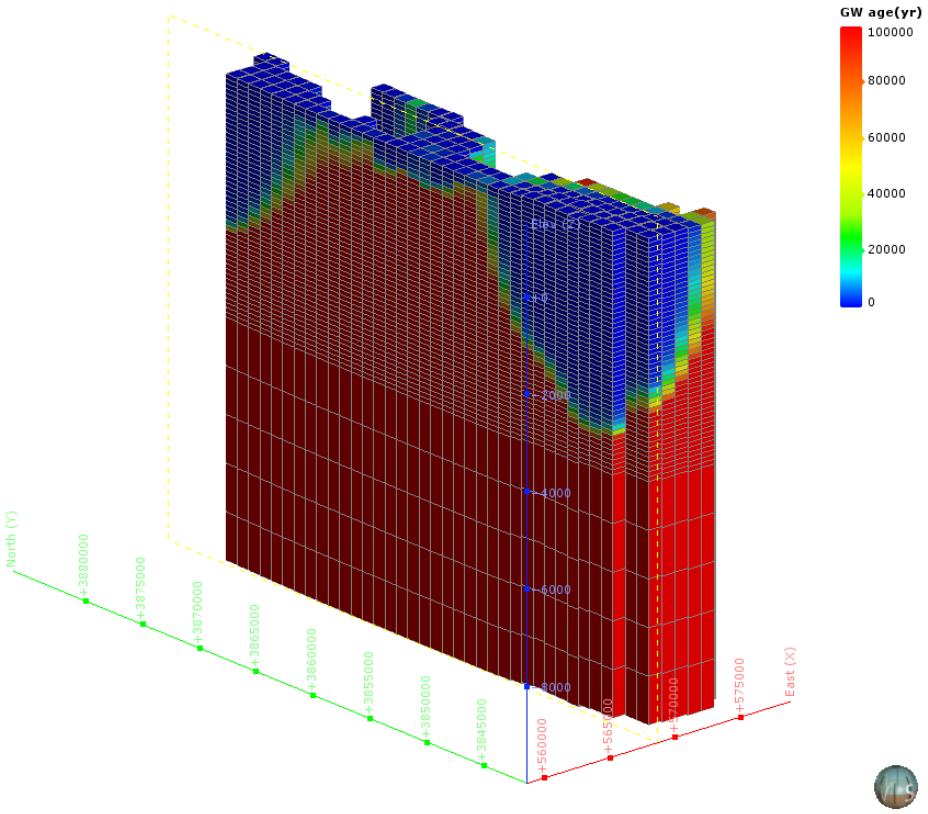


図 5-535　地下水年代三次元分布図（分割図）（KI-3 : Kyoto basin）

（40）　KI-5：Osaka plain

1）　**解析領域**

KI-5：Osaka plain 領域を包括し、海域約 30km を拡張して、解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、1,891km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、大阪府大阪市である。

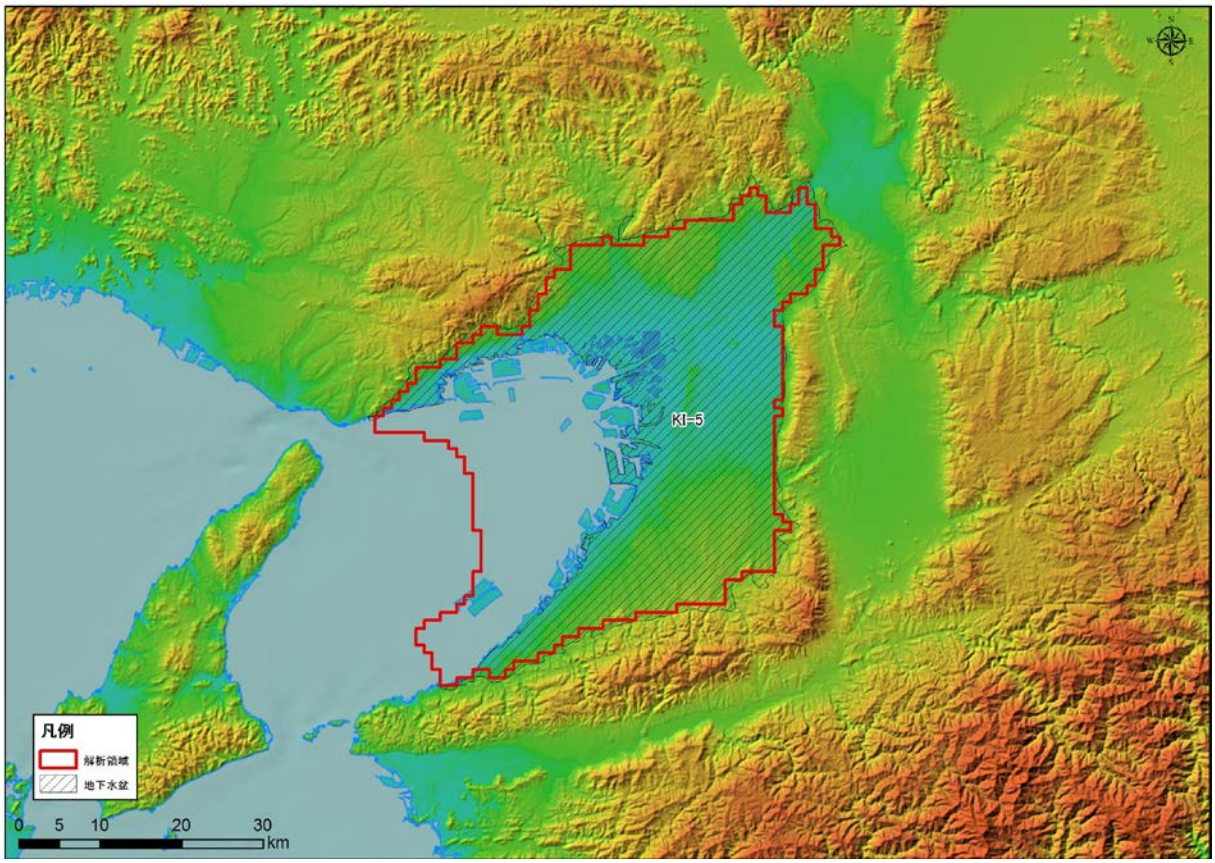


図 5-536　解析領域（KI-5 : Osaka plain）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 59、Y 方向に 64、Z 方向に 56 で分割され、Active Cell 数は、105,896 となった。本領域内は、H，Q3，Q2，Q1，N3，　N1，PreN1 で構成される。

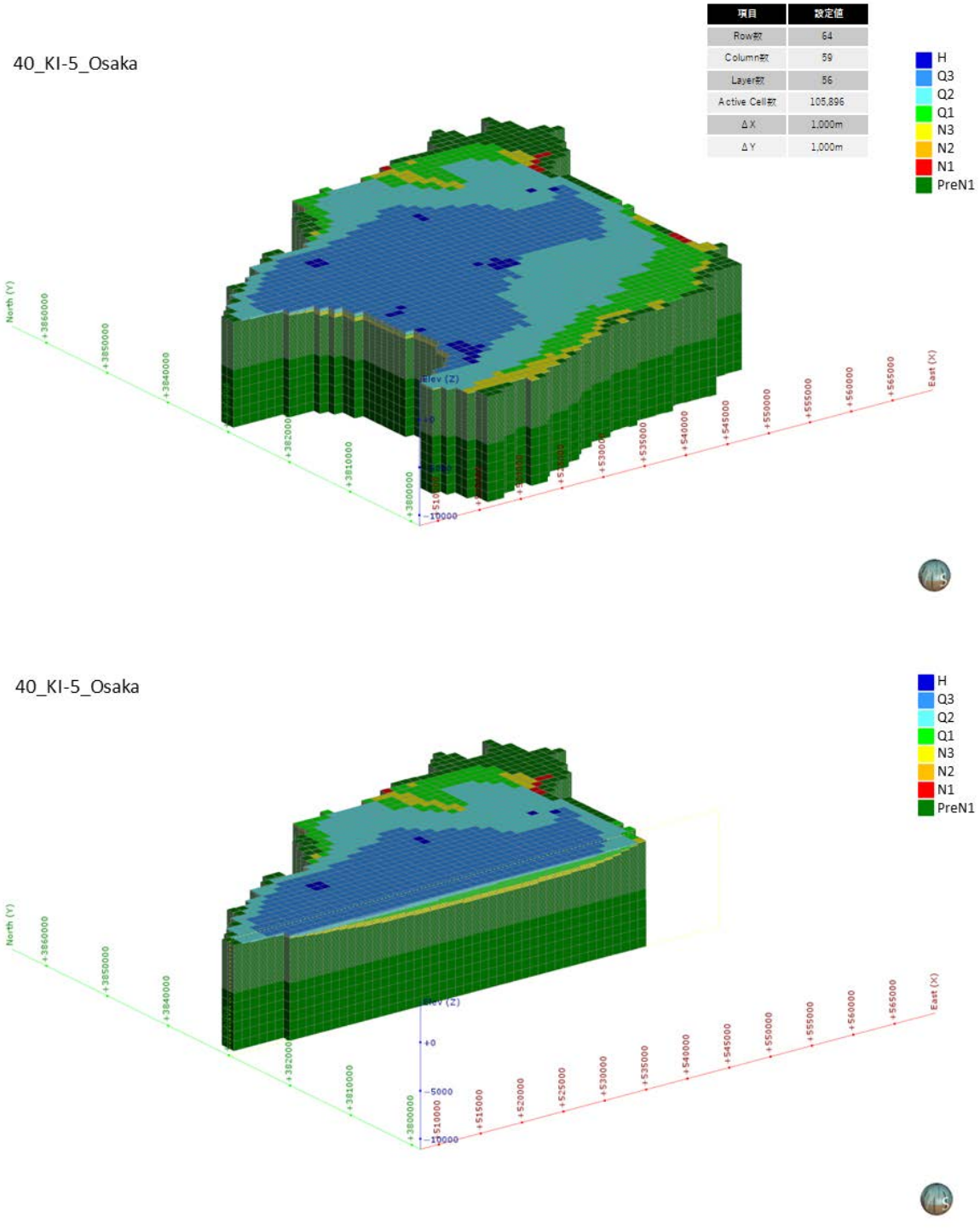


図 5-537　グリッド分割状況（KI-5 : Osaka plain）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=1,257）と海域セル（N=634）の設定位置図を図 5-538 に示す。

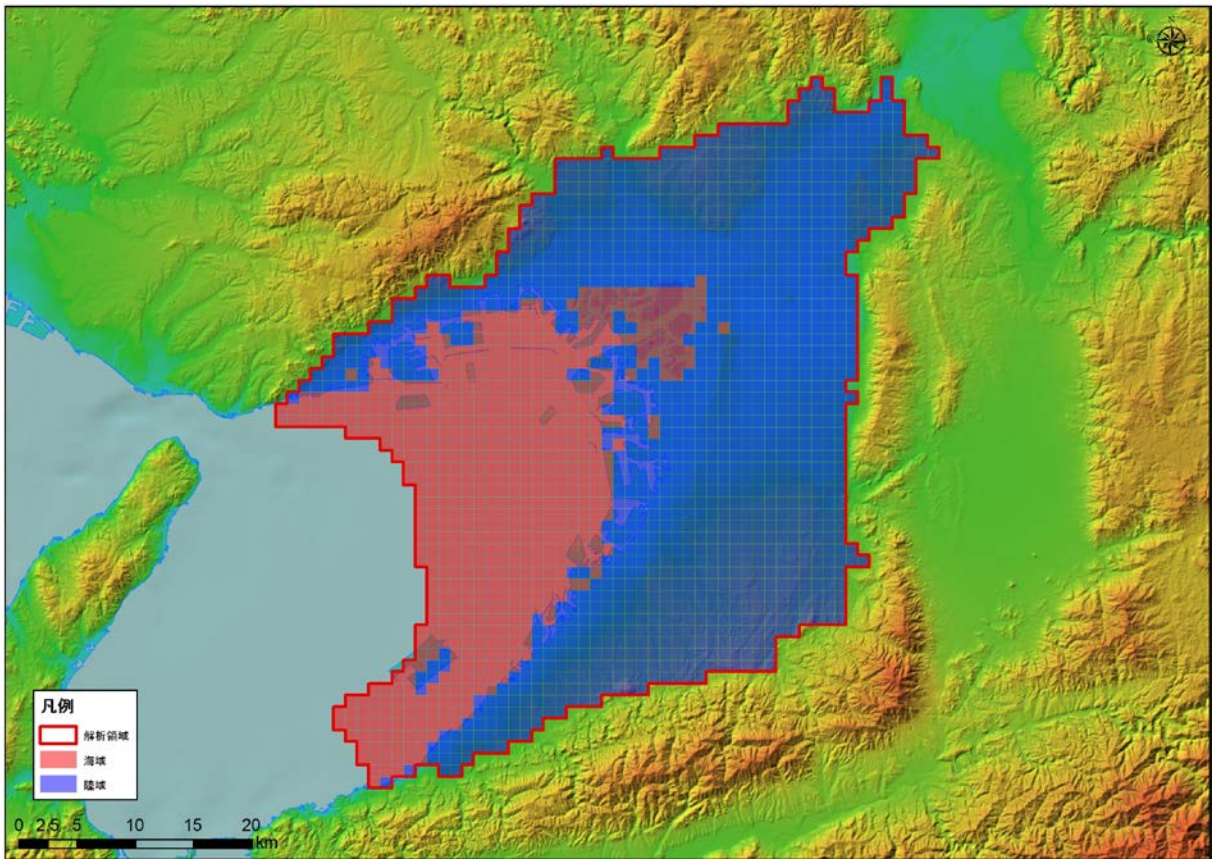


図 5-538　境界条件（KI-5 : Osaka plain）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×2.4 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 0.56 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 0.56 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-43　検討ケース（KI-5 : Osaka plain）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 2.4
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	7.13E+00
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	3.73E+00
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	8.24E-01
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	2.00E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	1.35E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	1.04E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	6.54E-02
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	4.17E-02
モデル内の涵養量（mm/日）	0.23	4.32	0.02	0.56

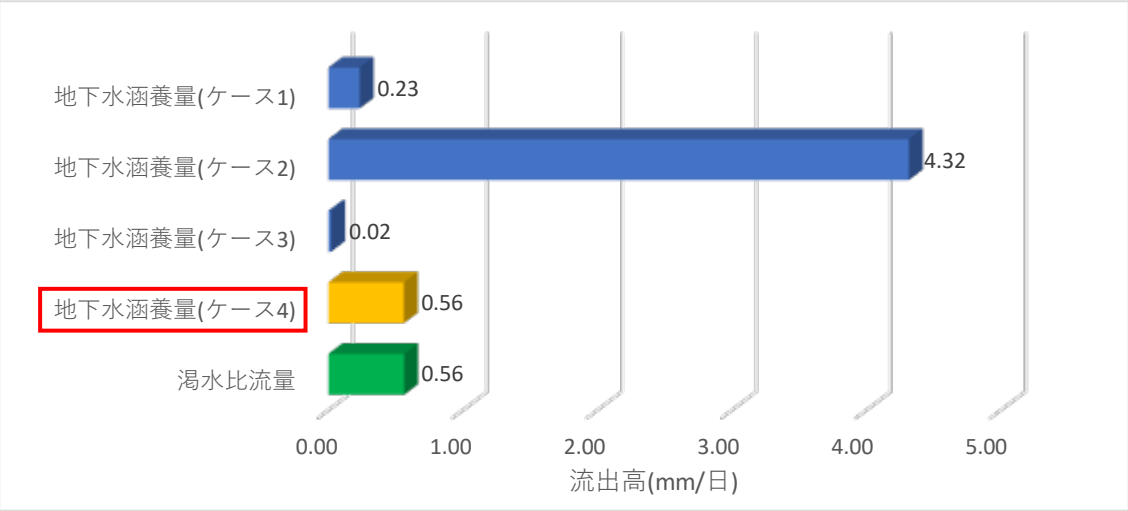


図 5-539　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（KI-5 : Osaka plain）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

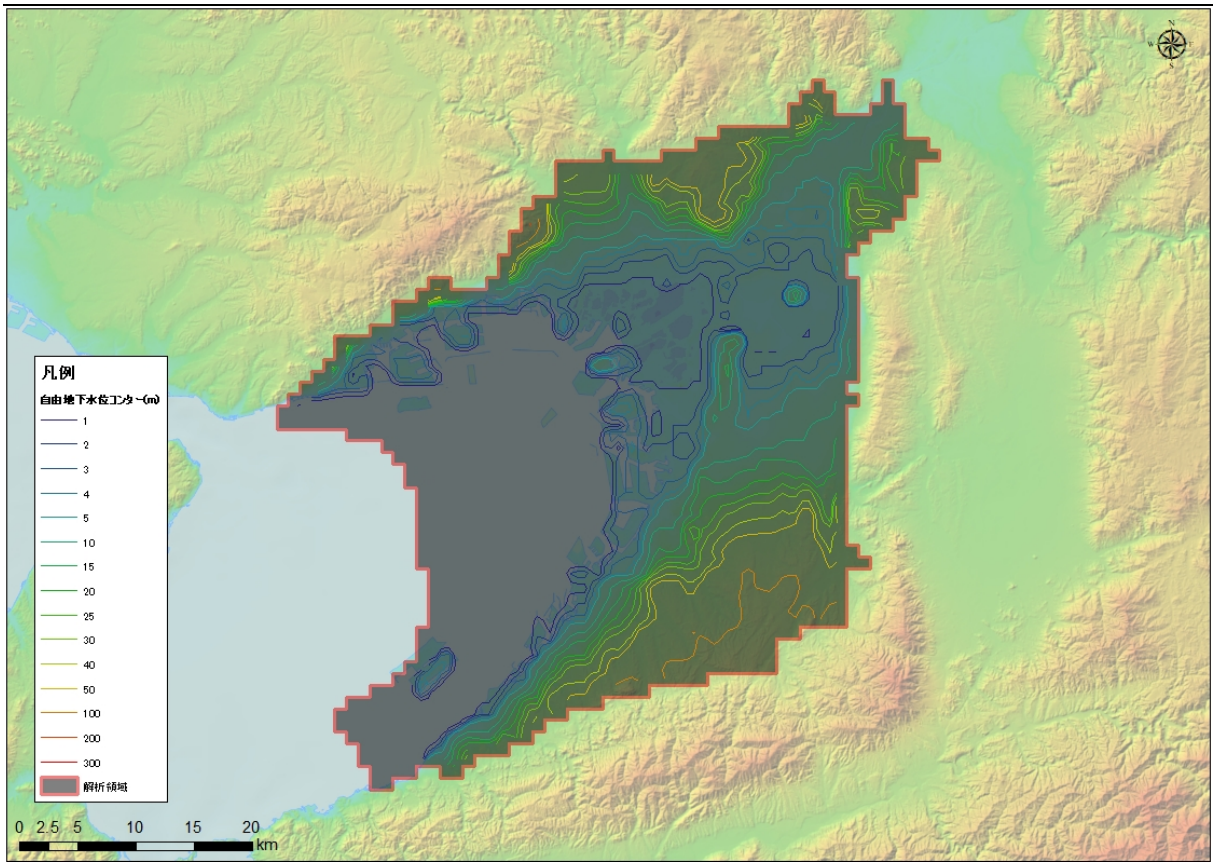


図 5-540　地下水位等高線図（KI-5 : Osaka plain）

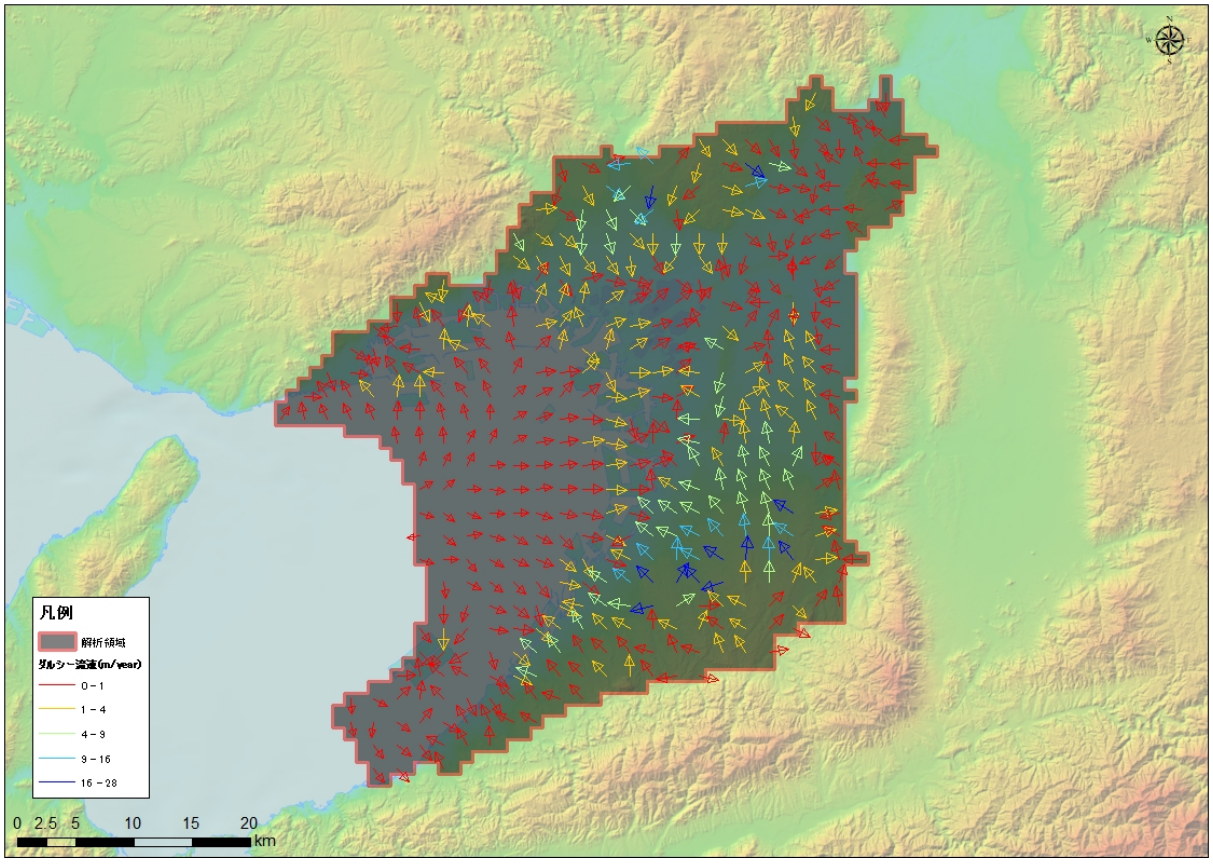


図 5-541　流速ベクトル図（KI-5 : Osaka plain）

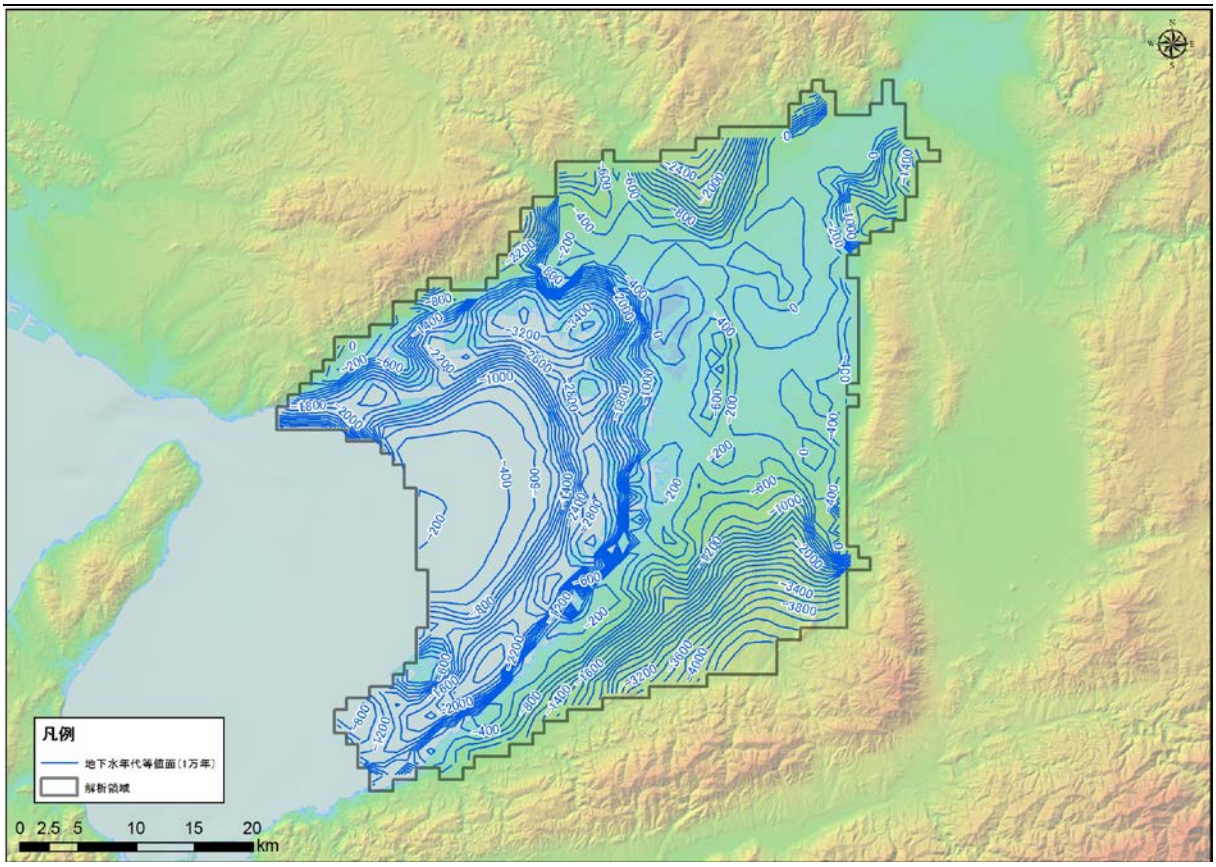


図 5-542　地下水年代（1 万年）等値面図（KI-5 : Osaka plain）

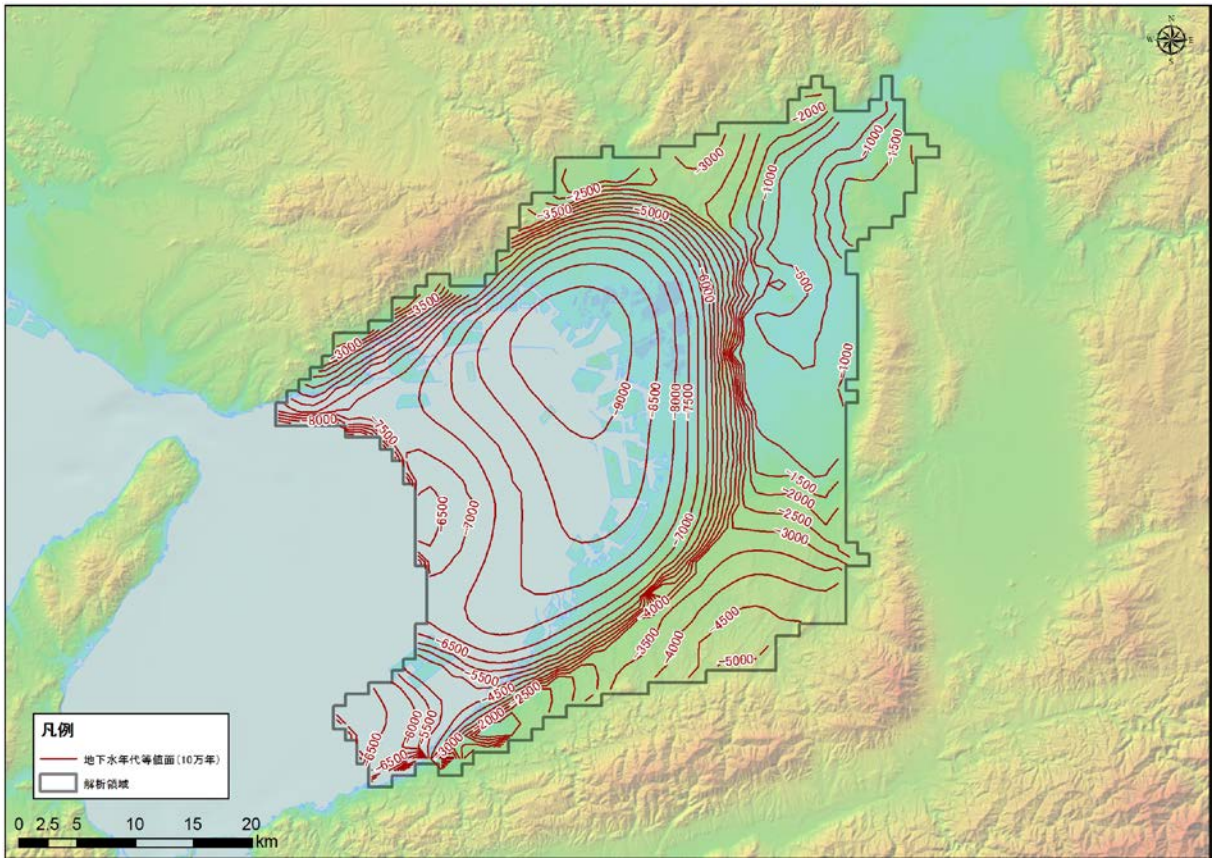


図 5-543　地下水年代（10 万年）等値面図（KI-5 : Osaka plain）

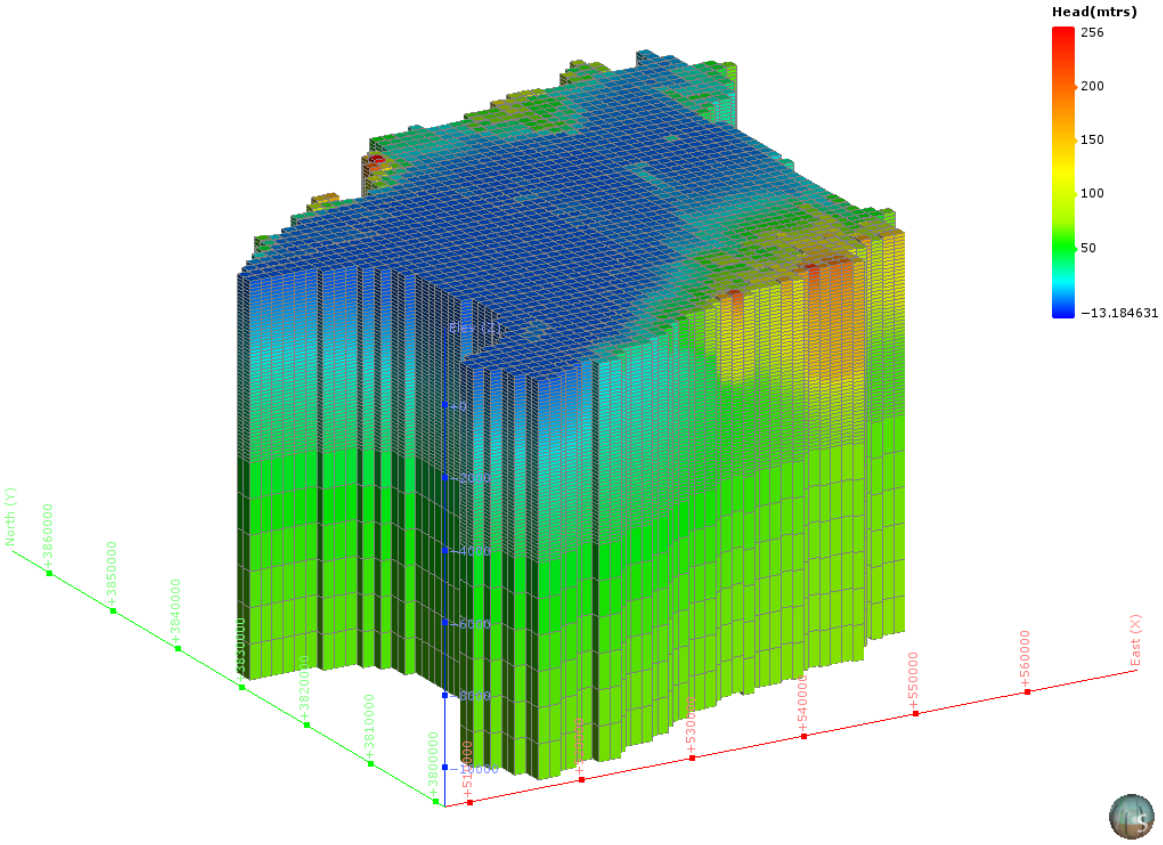


図 5-544　地下水ポテンシャル三次元分布図（KI-5 : Osaka plain）

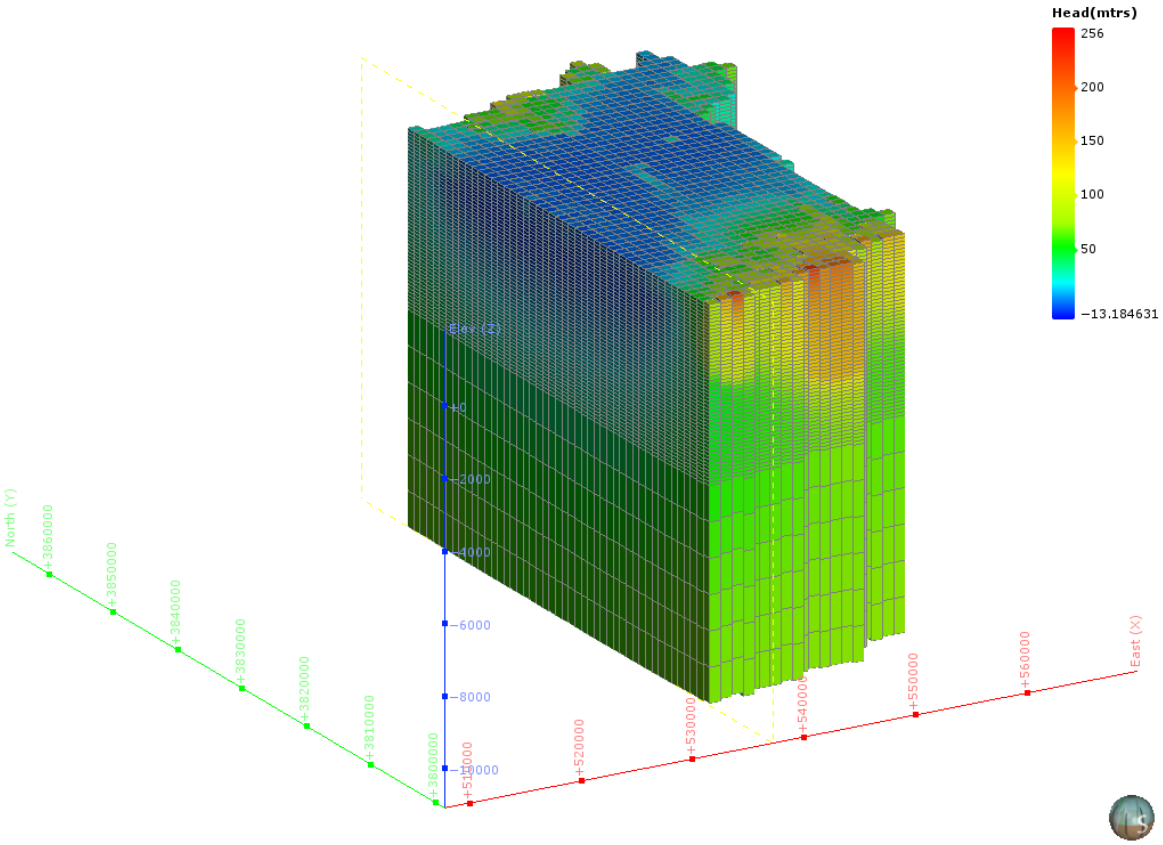


図 5-545　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（KI-5 : Osaka plain）

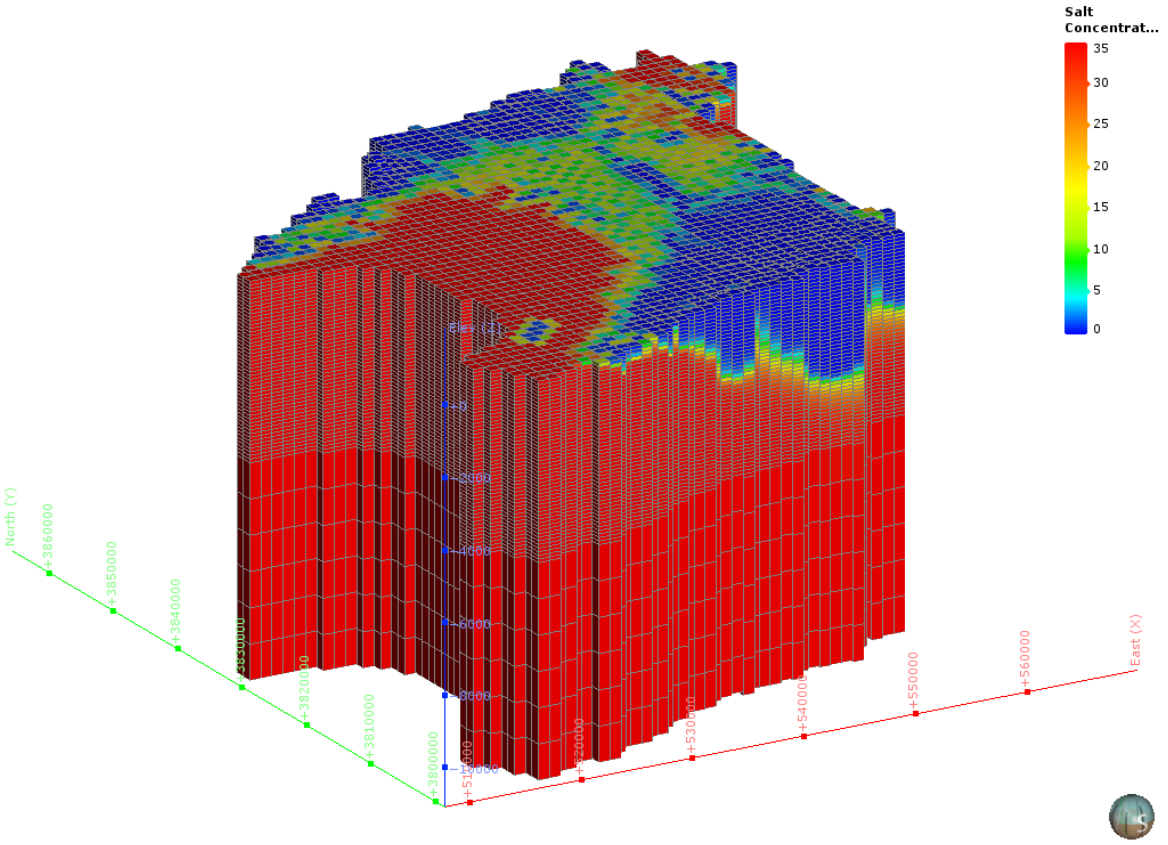


図 5-546　塩濃度三次元分布図（KI-5 : Osaka plain）

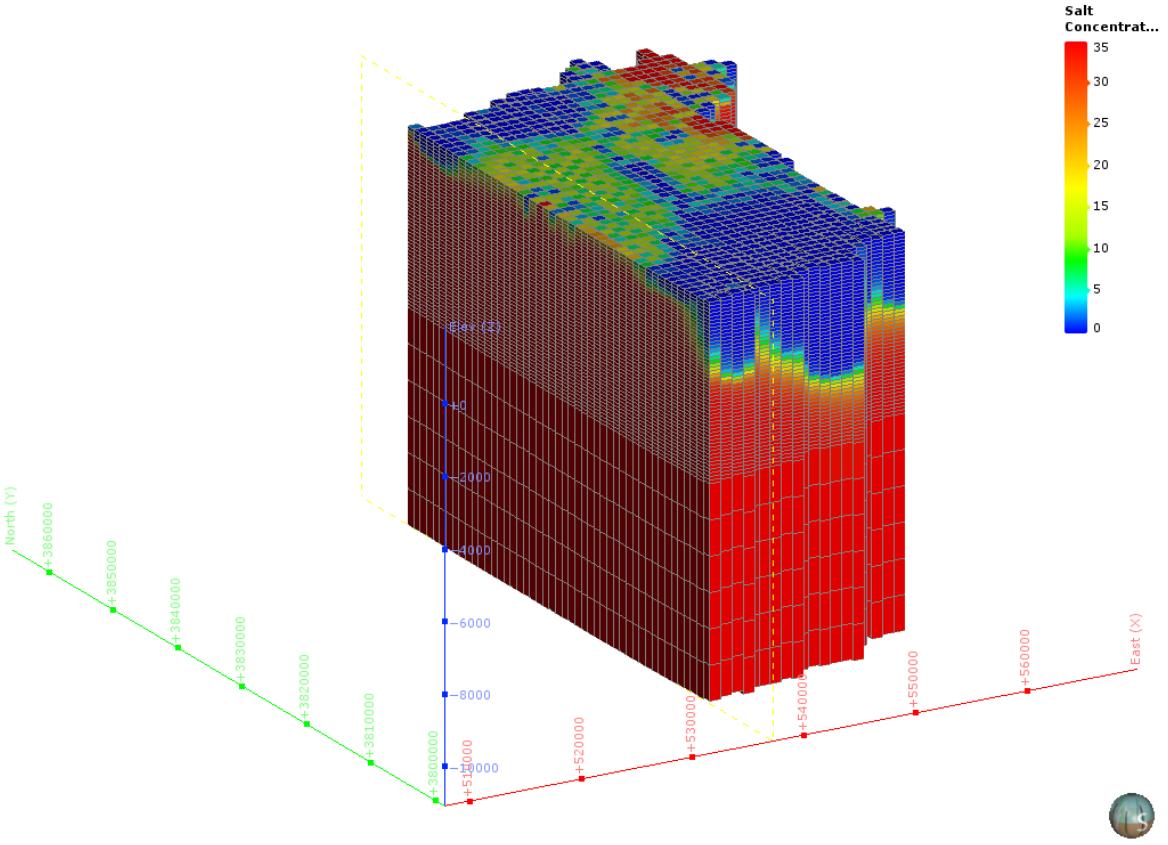


図 5-547　塩濃度三次元分布図（分割図）（KI-5 : Osaka plain）

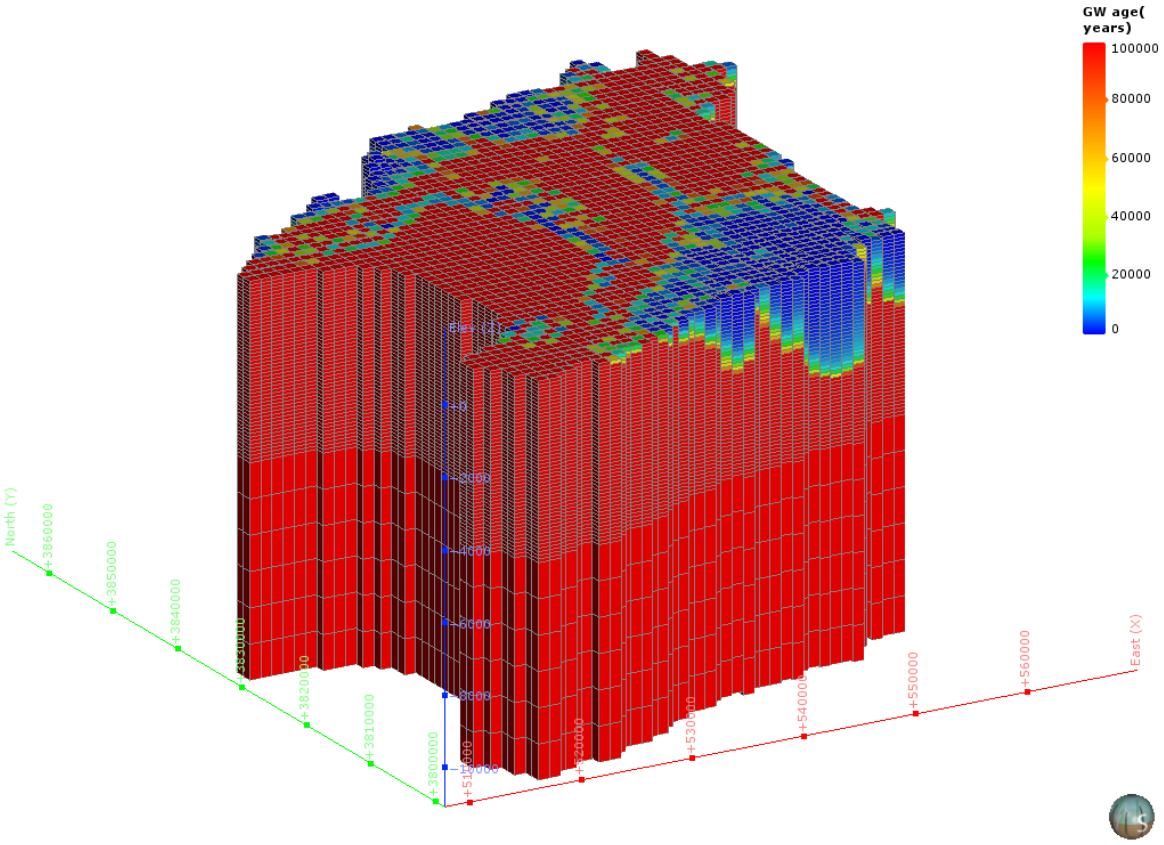


図 5-548　地下水年代三次元分布図（KI-5 : Osaka plain）

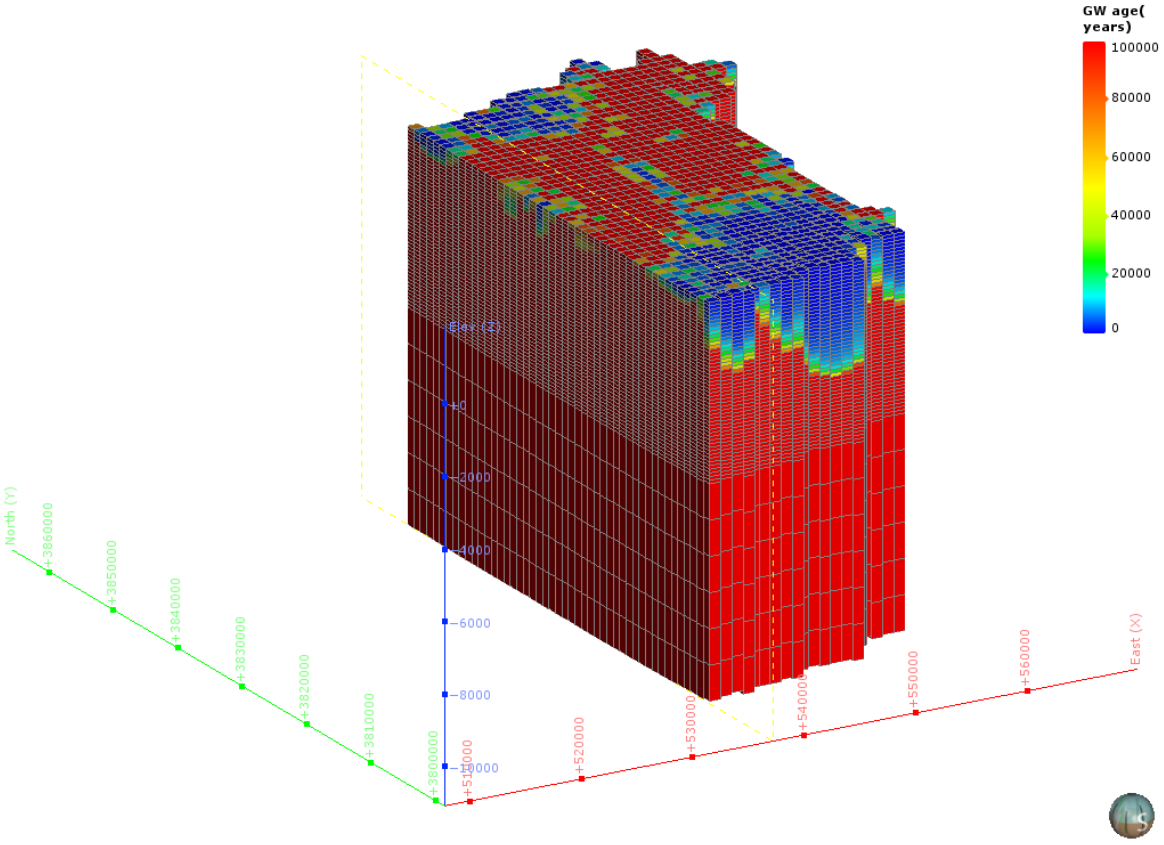


図 5-549　地下水年代三次元分布図（分割図）（KI-5 : Osaka plain）

（41） CB-9：Ina basin

1） **解析領域**

CB-9 : Ina basin 領域を包括する解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、282km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、長野県伊那市である。

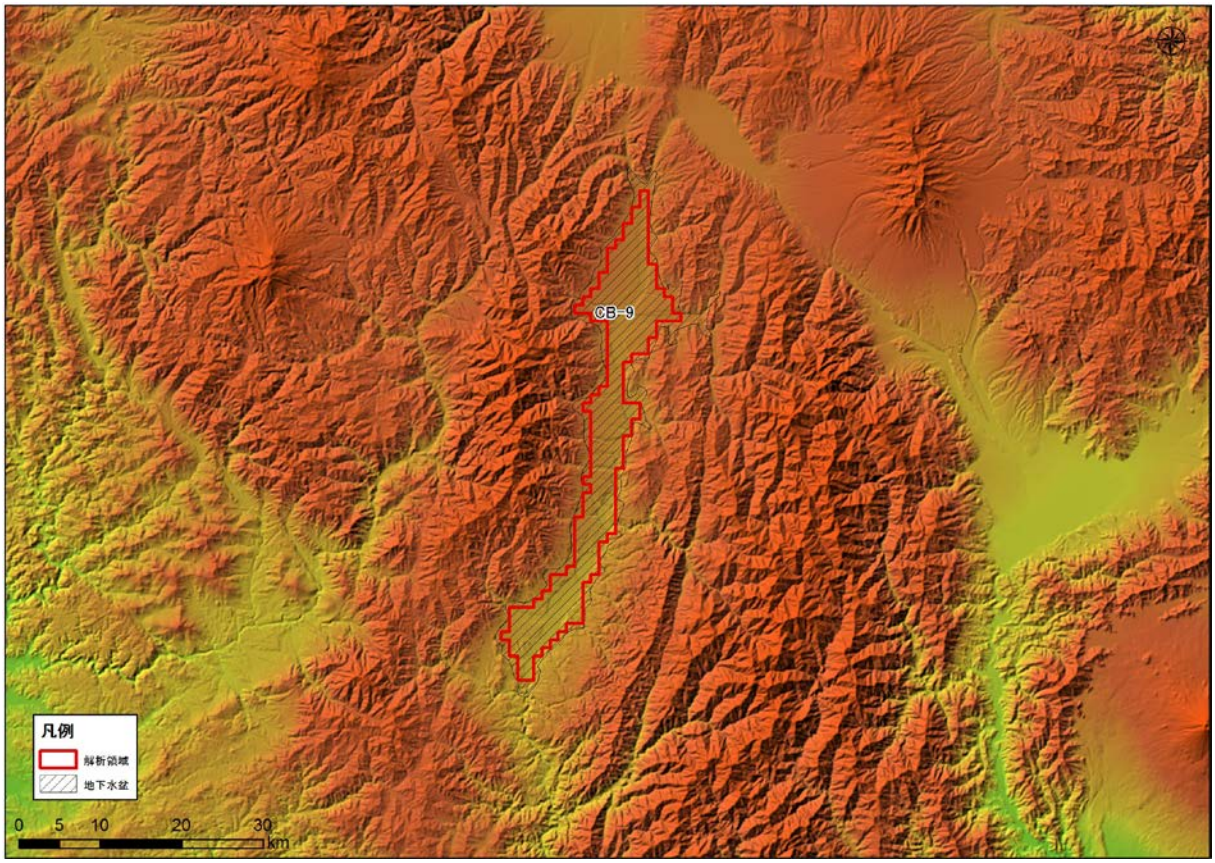


図 5-411 解析領域（CB-9 : Ina basin）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 28、Y 方向に 65、Z 方向に 66 で分割され、Active Cell 数は、18,612 となった。本領域内は、Q3，Q1，PreN1 で構成される。

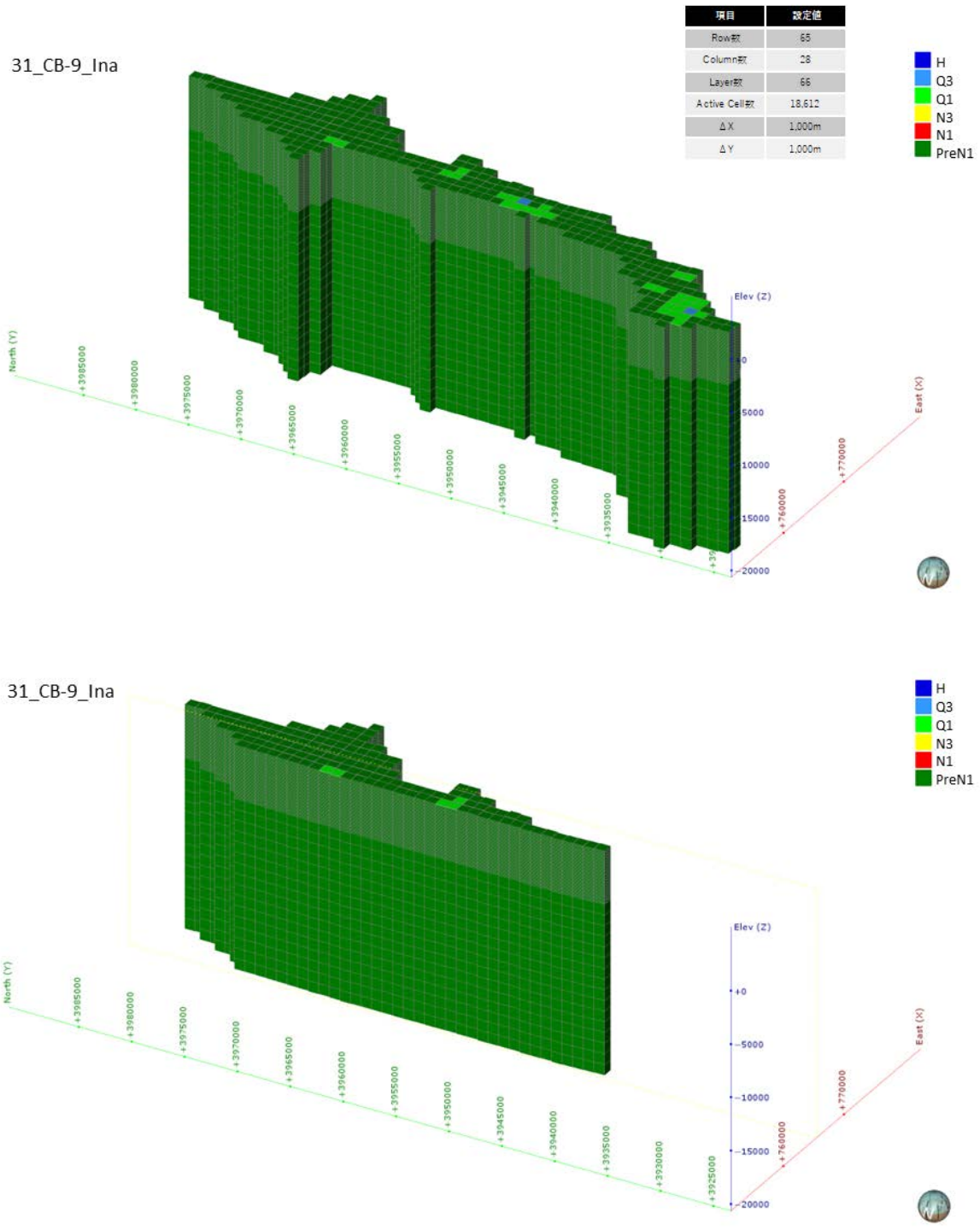


図 5-412　グリッド分割状況（CB-9 : Ina basin）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=282）の設定位置図を図 5-413 に示す。

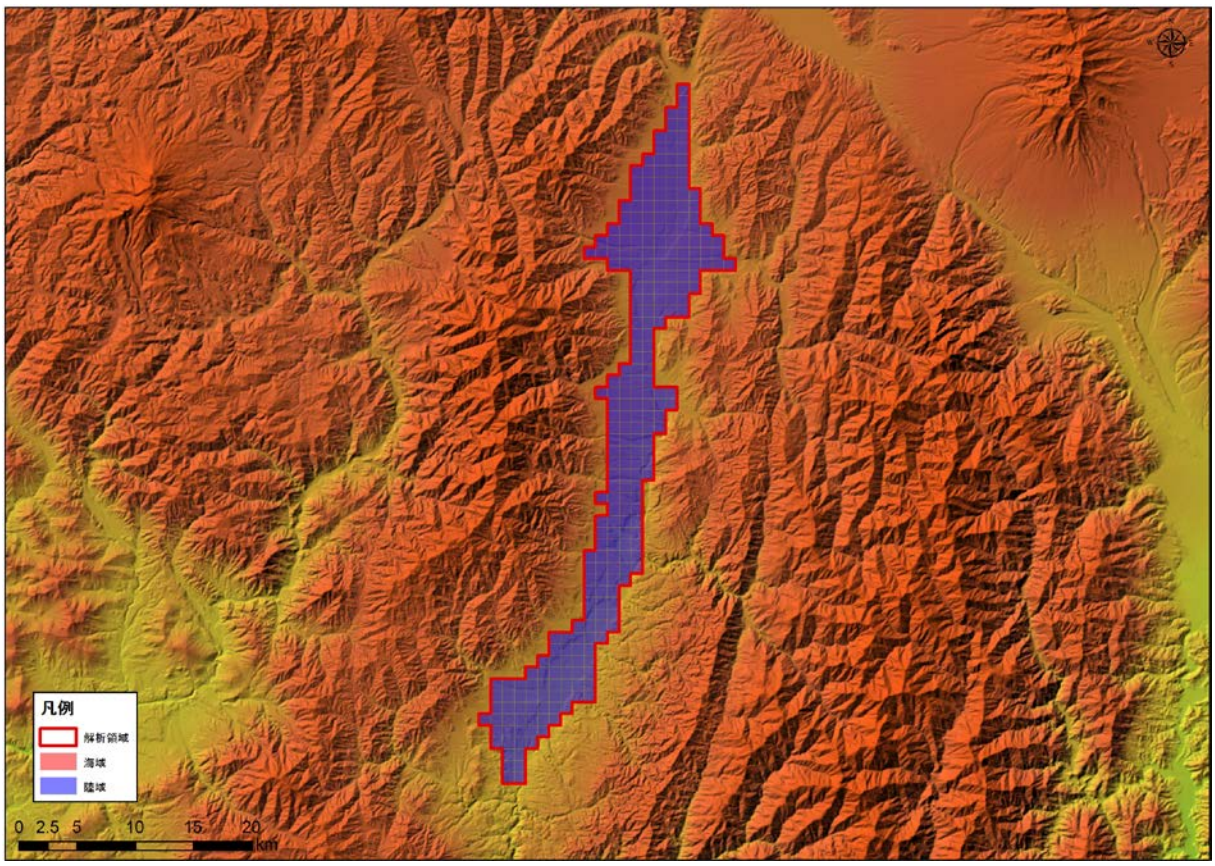


図 5-413　境界条件（CB-9 : Ina basin）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×3.3 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 1.20 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 1.20 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-34　検討ケース（CB-9 : Ina basin）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 3.3
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	9.62E+00
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	5.04E+00
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	1.11E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	2.70E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	1.83E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	1.41E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	8.82E-02
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	5.62E-02
モデル内の涵養量（mm/日）	0.37	2.08	0.06	1.20

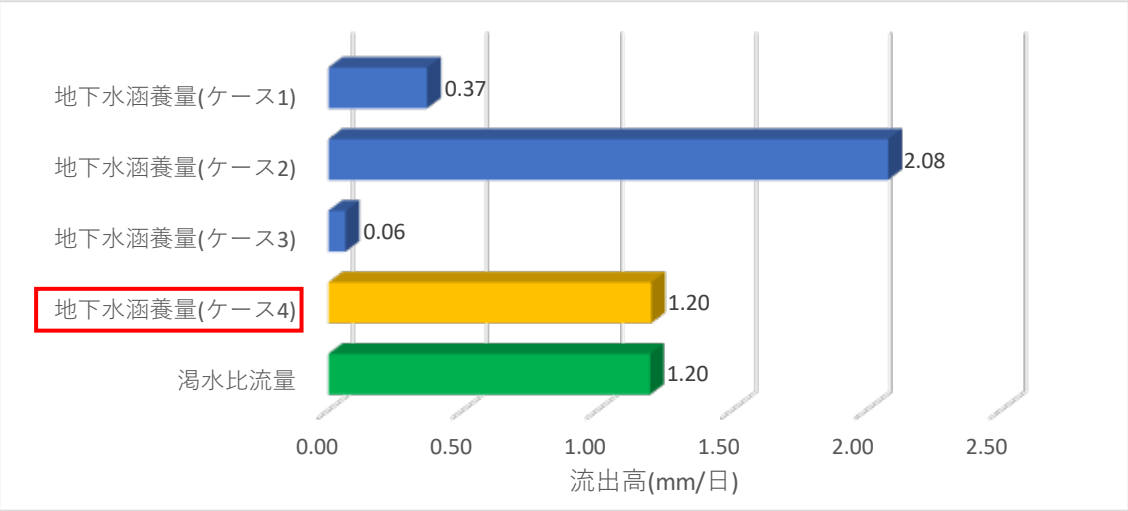


図 5-414　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（CB-9 : Ina basin）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

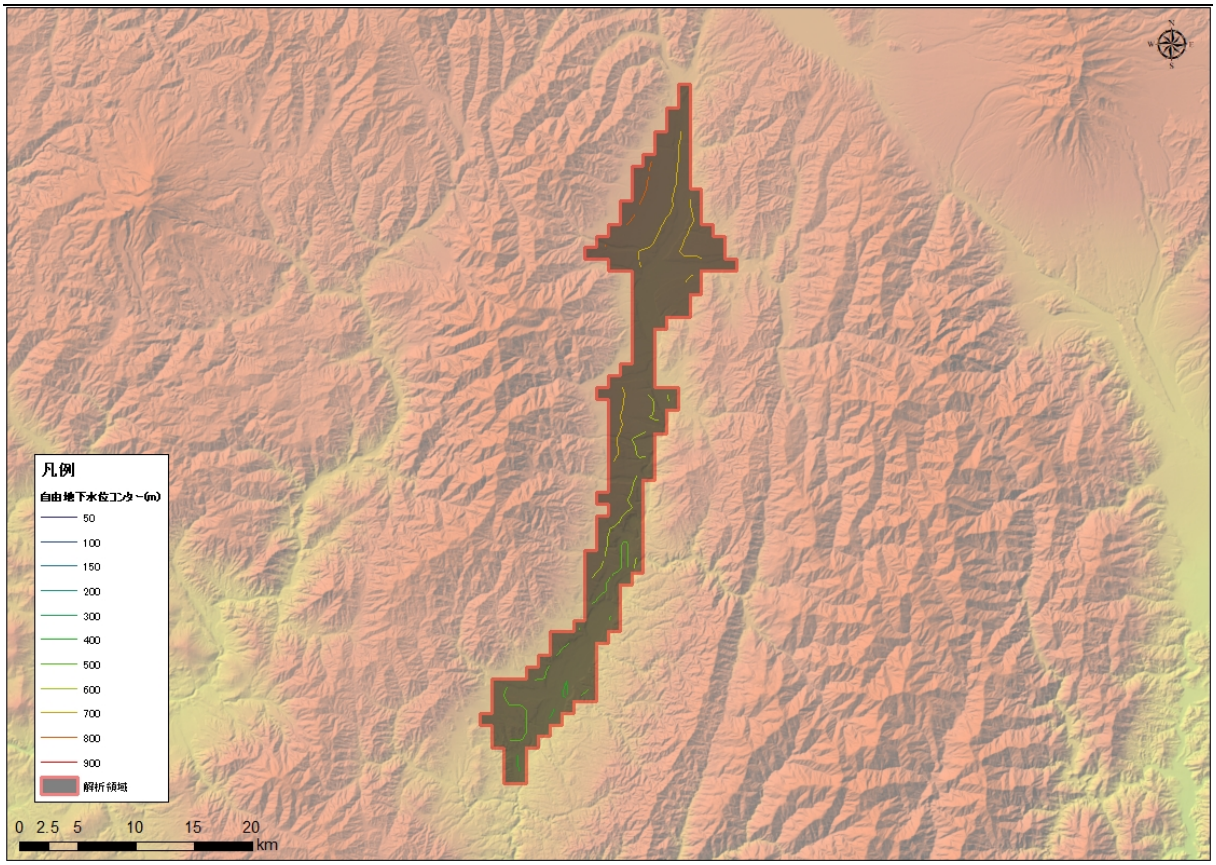


図 5-415　地下水位等高線図（CB-9 : Ina basin）

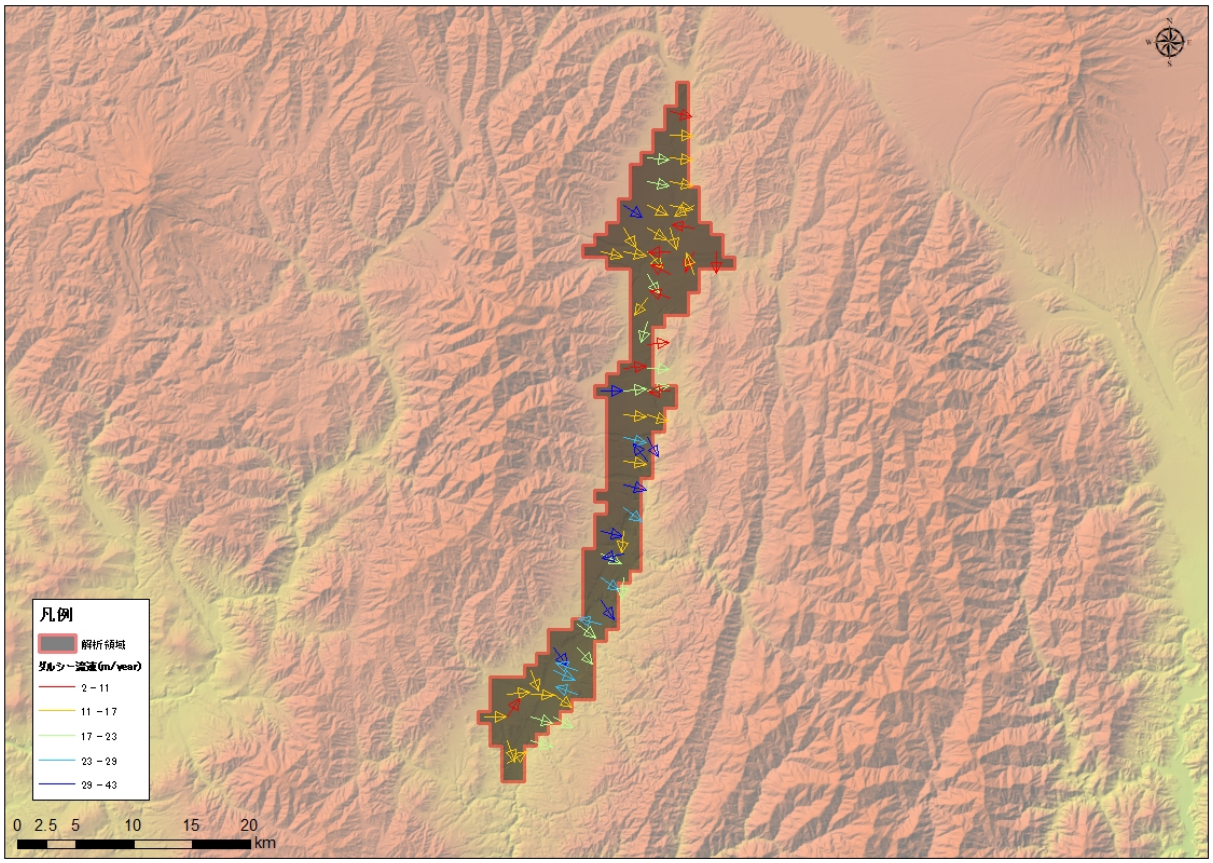


図 5-416　流速ベクトル図（CB-9 : Ina basin）

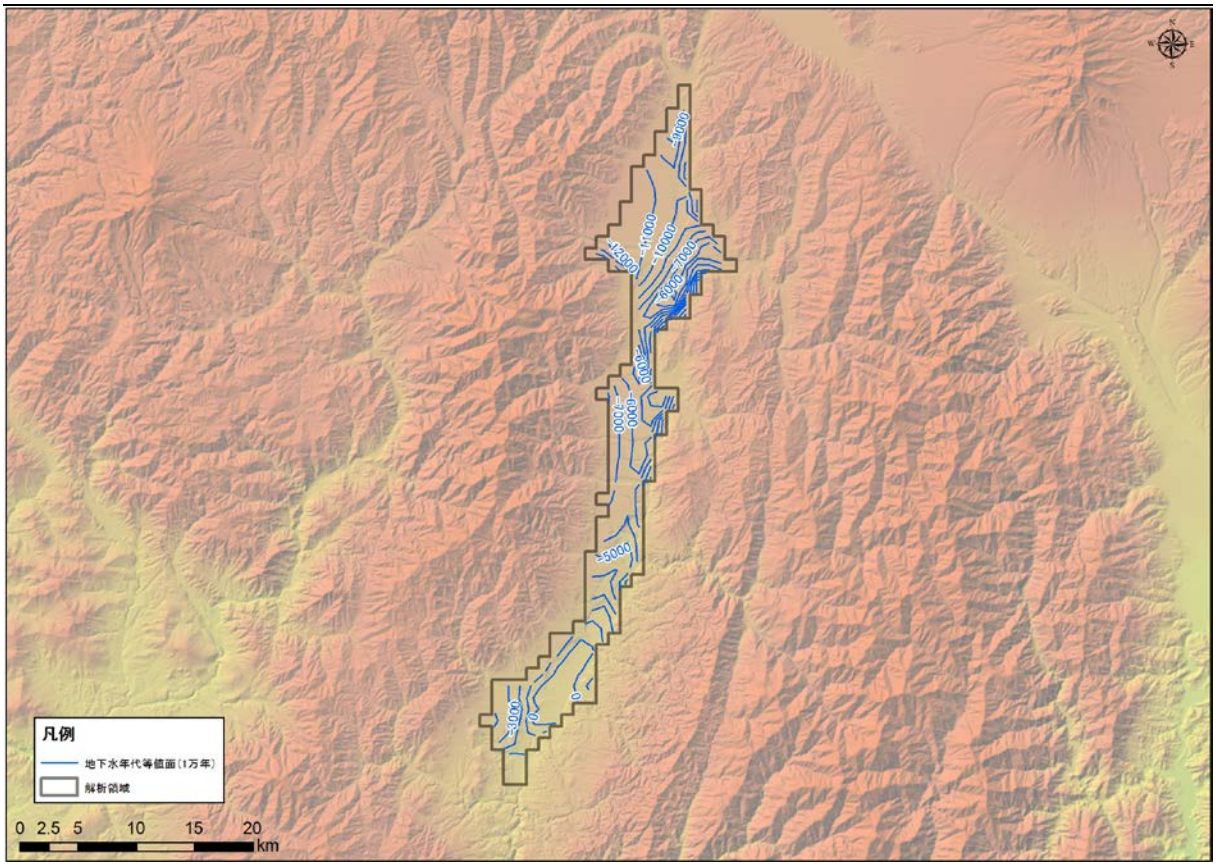


図 5-417　地下水年代（1 万年）等値面図（CB-9 : Ina basin）

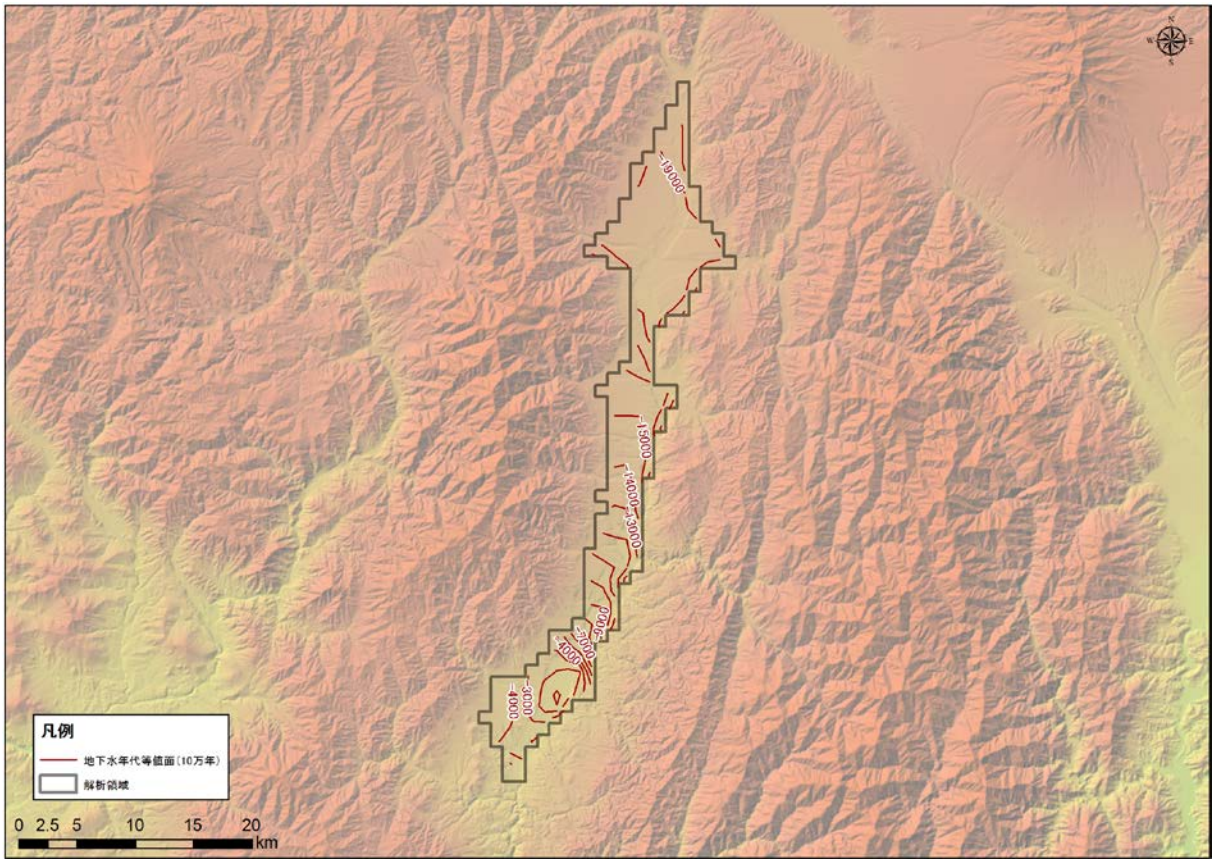


図 5-418　地下水年代（10 万年）等値面図（CB-9 : Ina basin）

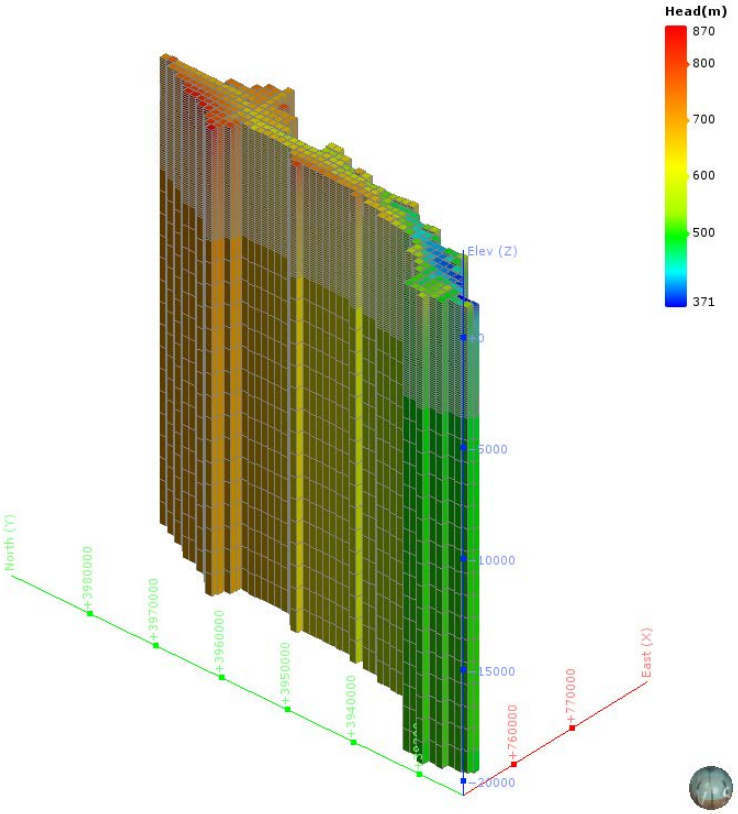


図 5-419　地下水ポテンシャル三次元分布図（CB-9 : Ina basin）

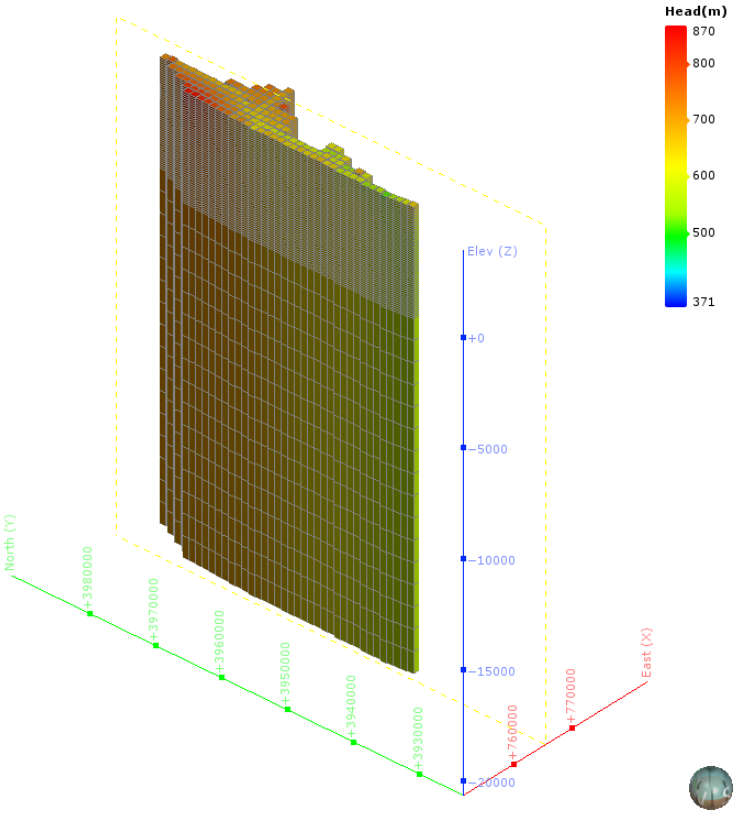


図 5-420　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（CB-9 : Ina basin）

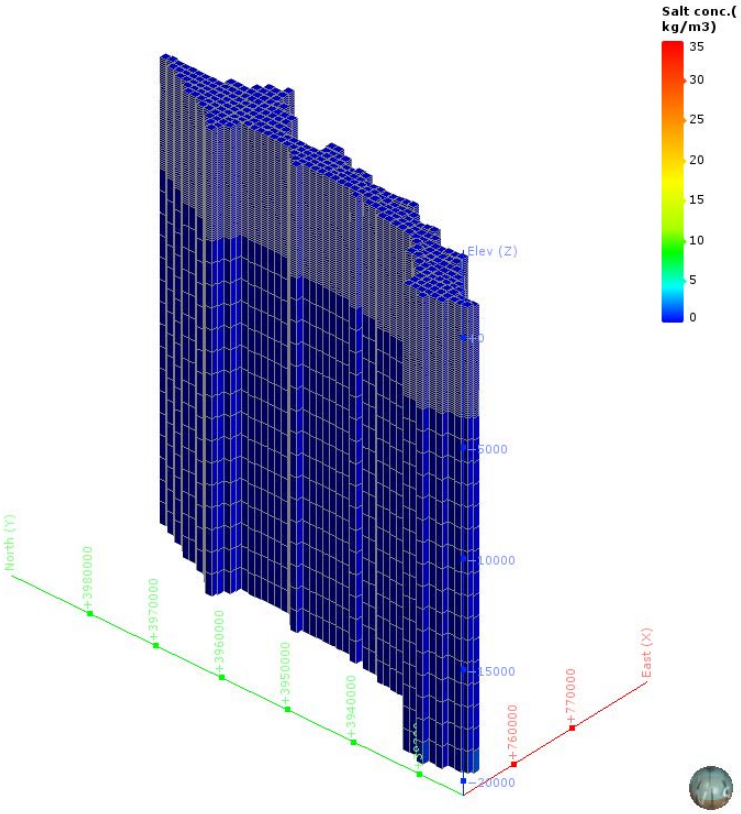


図 5-421　塩濃度三次元分布図（CB-9 : Ina basin）

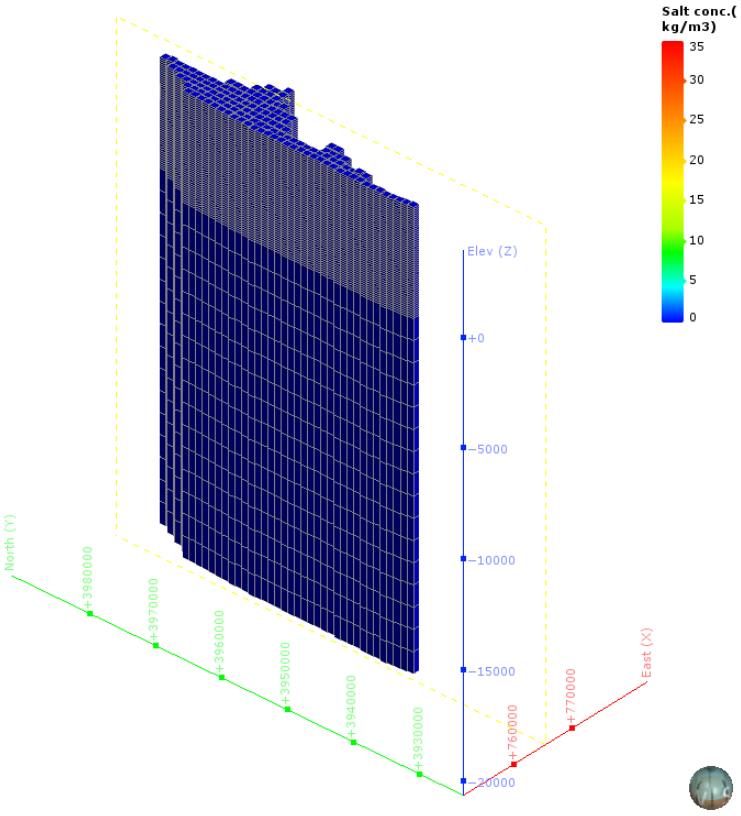


図 5-422　塩濃度三次元分布図（分割図）（CB-9 : Ina basin）

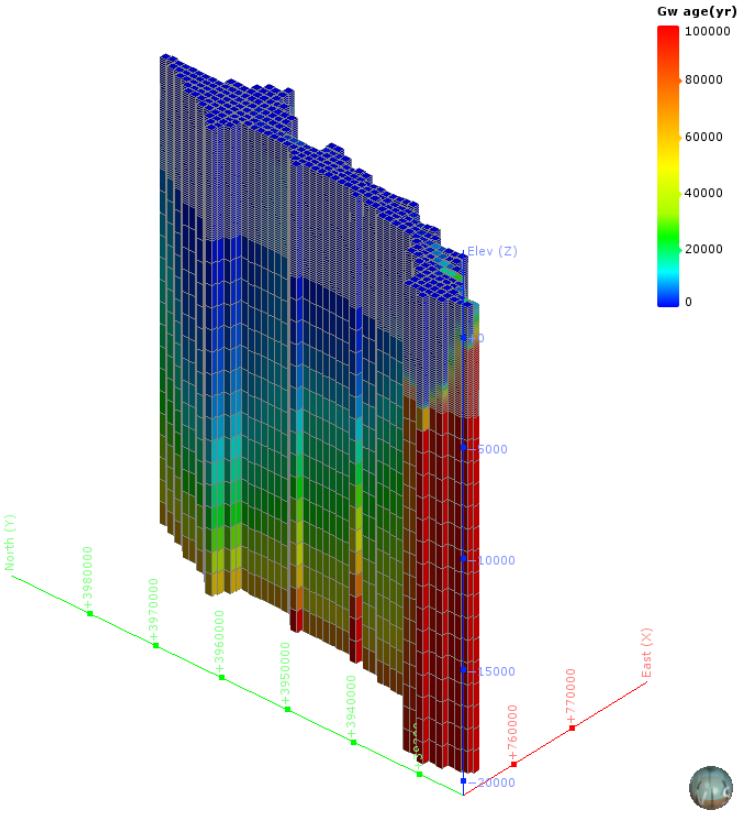


図 5-423　地下水年代三次元分布図（CB-9 : Ina basin）

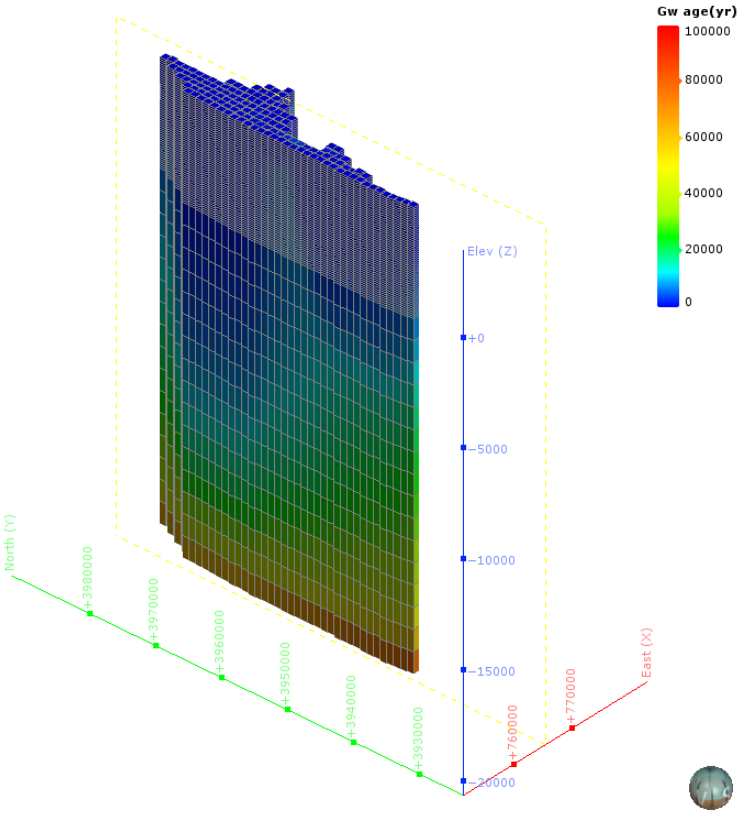


図 5-424　地下水年代三次元分布図（分割図）（CB-9 : Ina basin）

（42） CB-10：Kofu basin

1） **解析領域**

CB-10：Kofu basin 領域を包括する解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、273 km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、山梨県甲府市である。

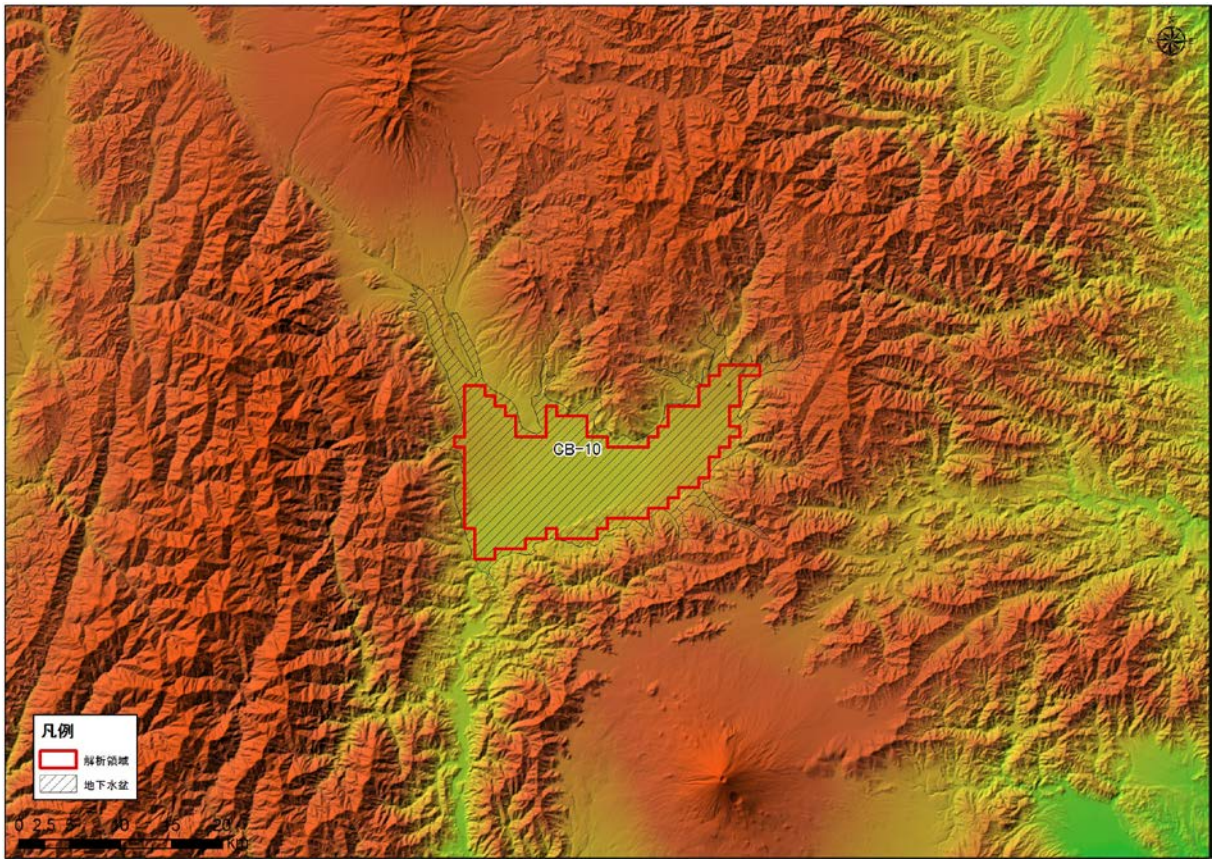


図 5-425 解析領域（CB-10 : Kofu basin）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 40、Y 方向に 29、Z 方向に 59 で分割され、Active Cell 数は、16,107 となった。本領域内は、Q3，Q2，Q1，N3，N2，PreN1 で構成される。

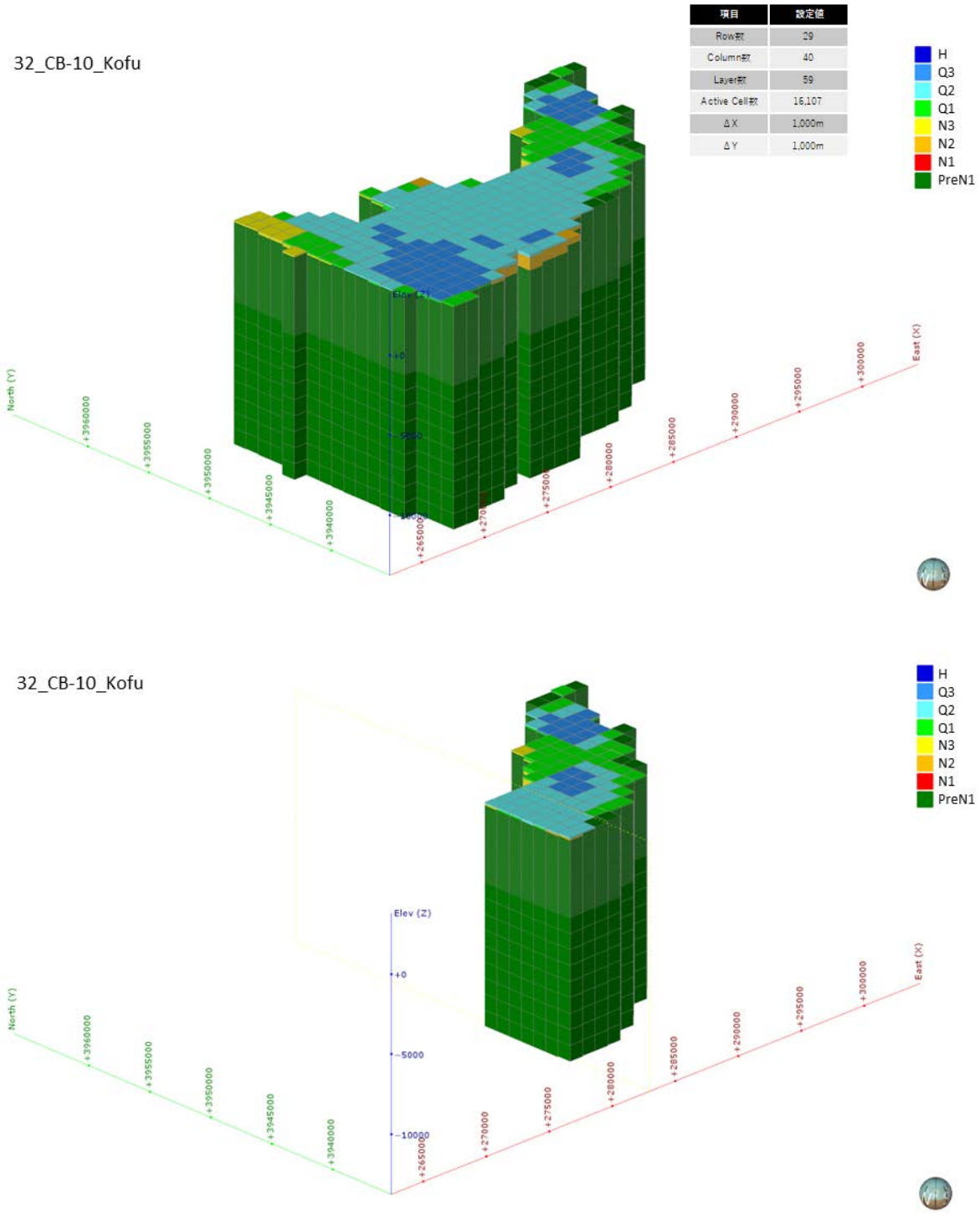


図 5-426　グリッド分割状況（CB-10 : Kofu basin）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=273）の設定位置図を図 5-427 に示す。

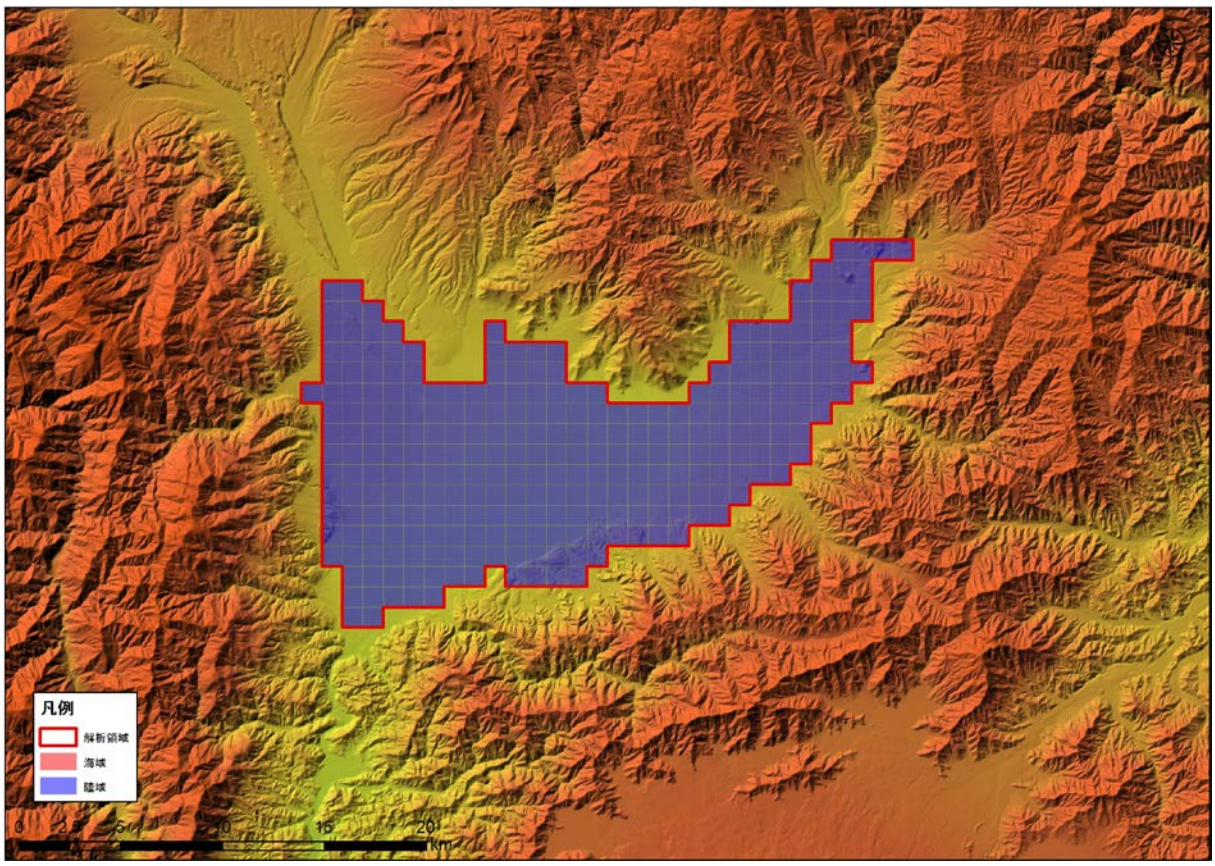


図 5-427　境界条件（CB-10 : Kofu basin）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×2.7 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 0.89 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 0.88 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-35　検討ケース（CB-10 : Kofu basin）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 2.7
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	7.99E+00
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	4.19E+00
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	9.24E-01
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	2.25E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	1.52E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	1.17E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	7.33E-02
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	4.67E-02
モデル内の涵養量（mm/日）	0.32	5.72	0.03	0.89

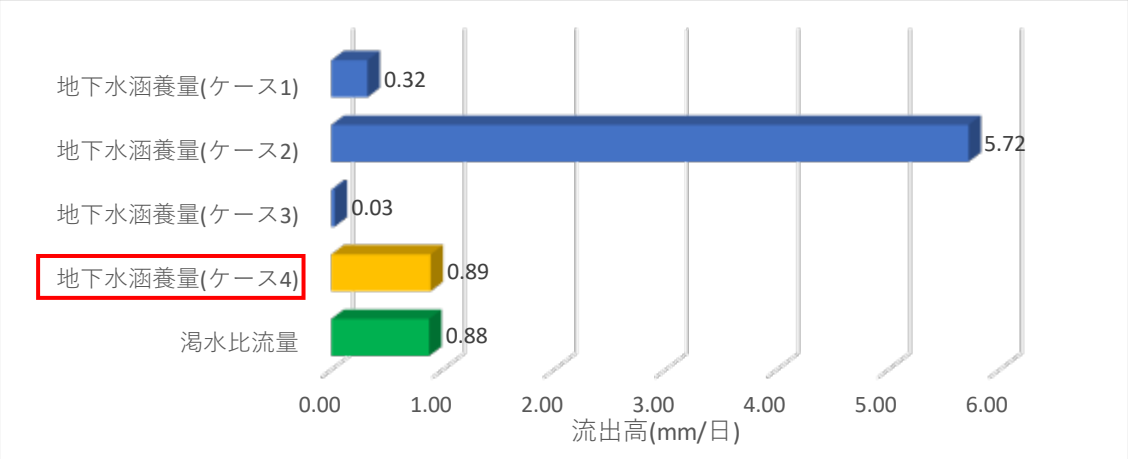


図 5-428　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（CB-10 : Kofu basin）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

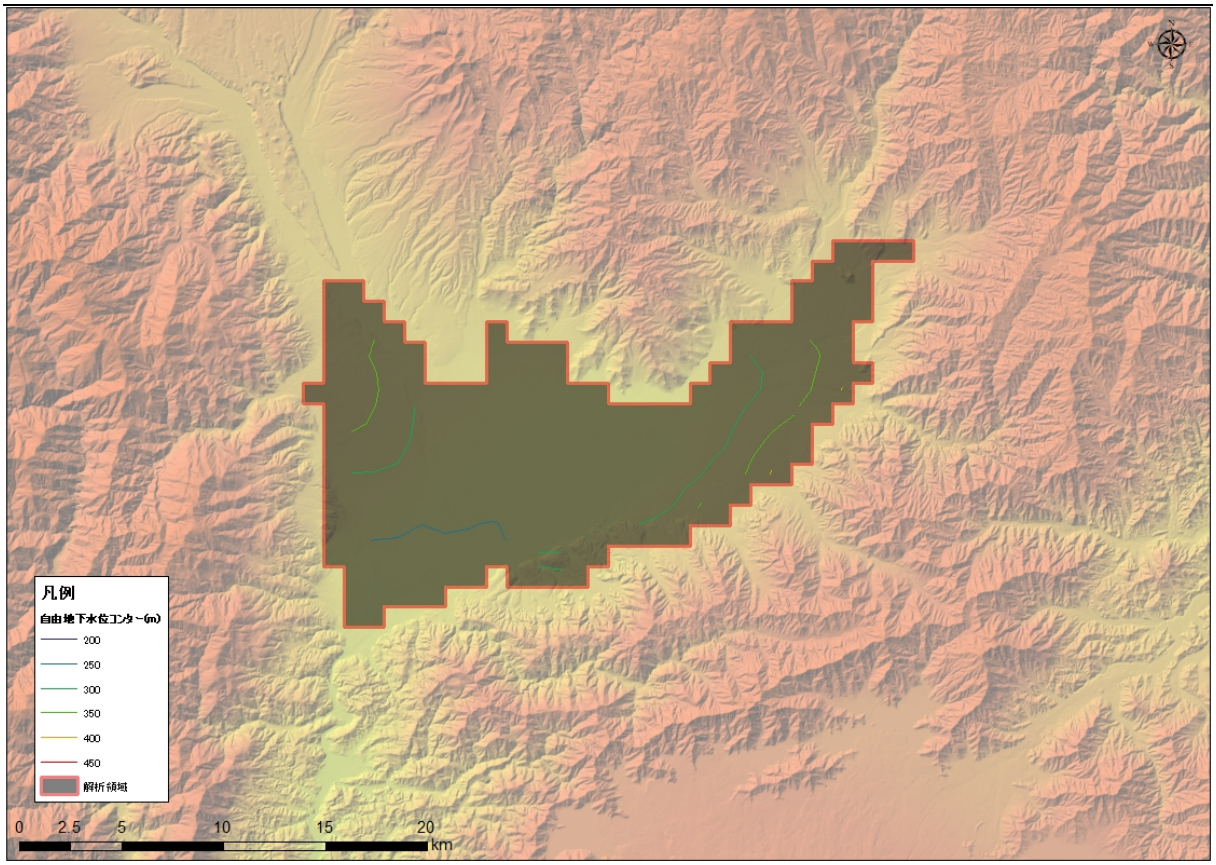


図 5-429　地下水位等高線図（CB-10 : Kofu basin）

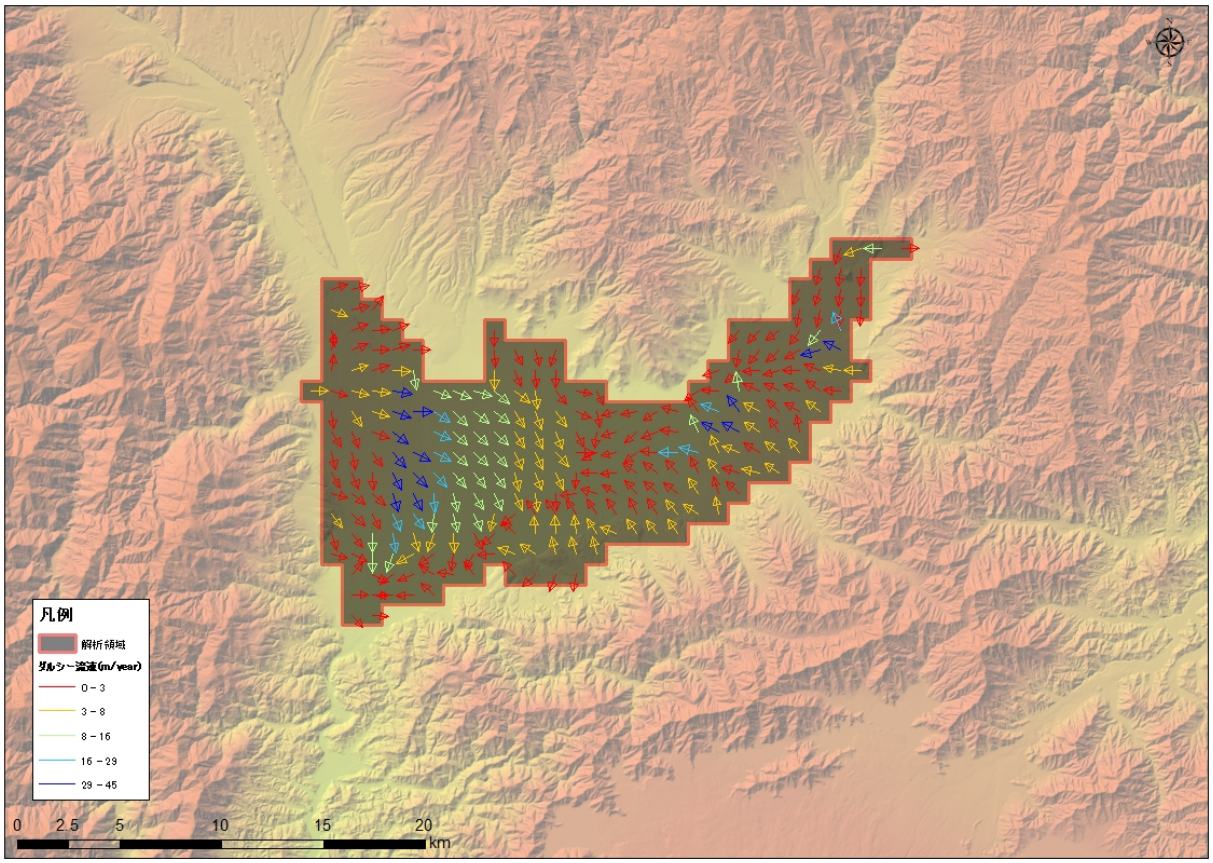


図 5-430　流速ベクトル図（CB-10 : Kofu basin）

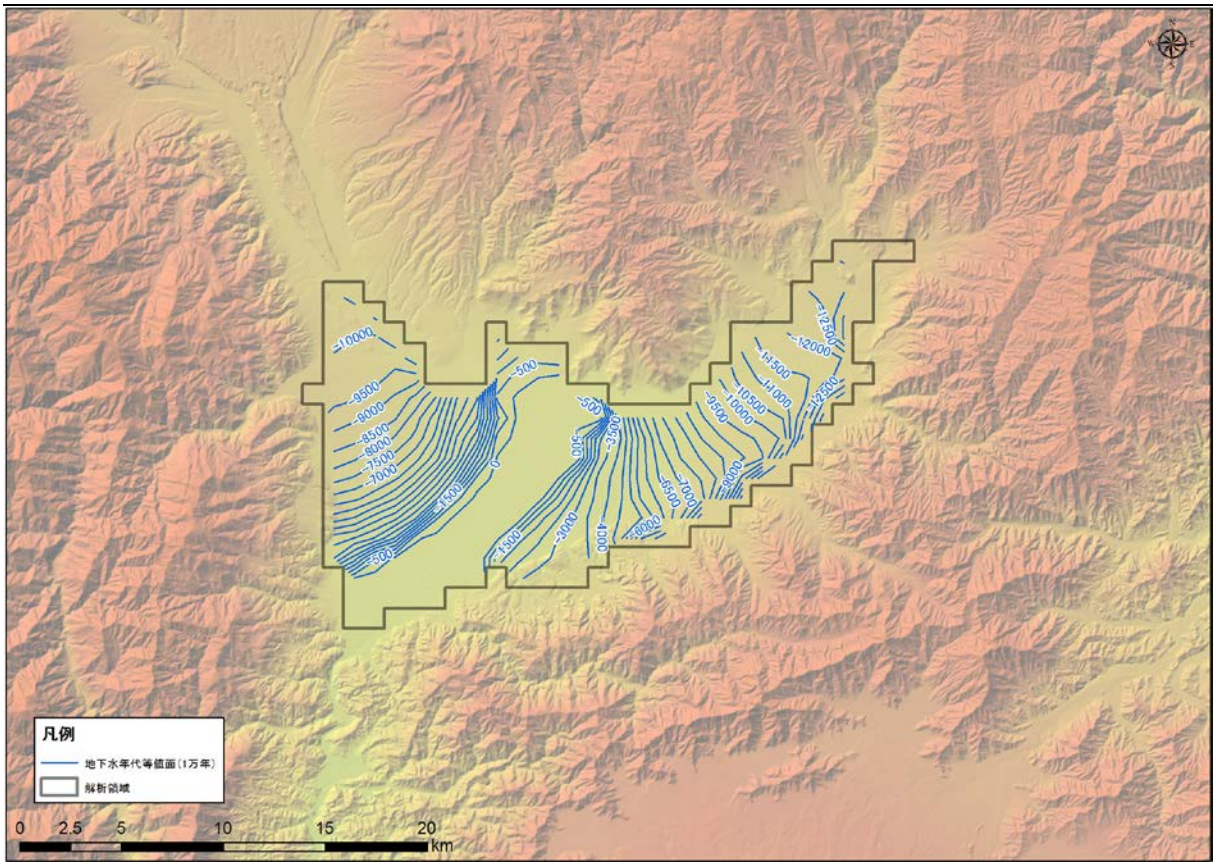


図 5-431　地下水年代（1 万年）等値面図（CB-10 : Kofu basin）

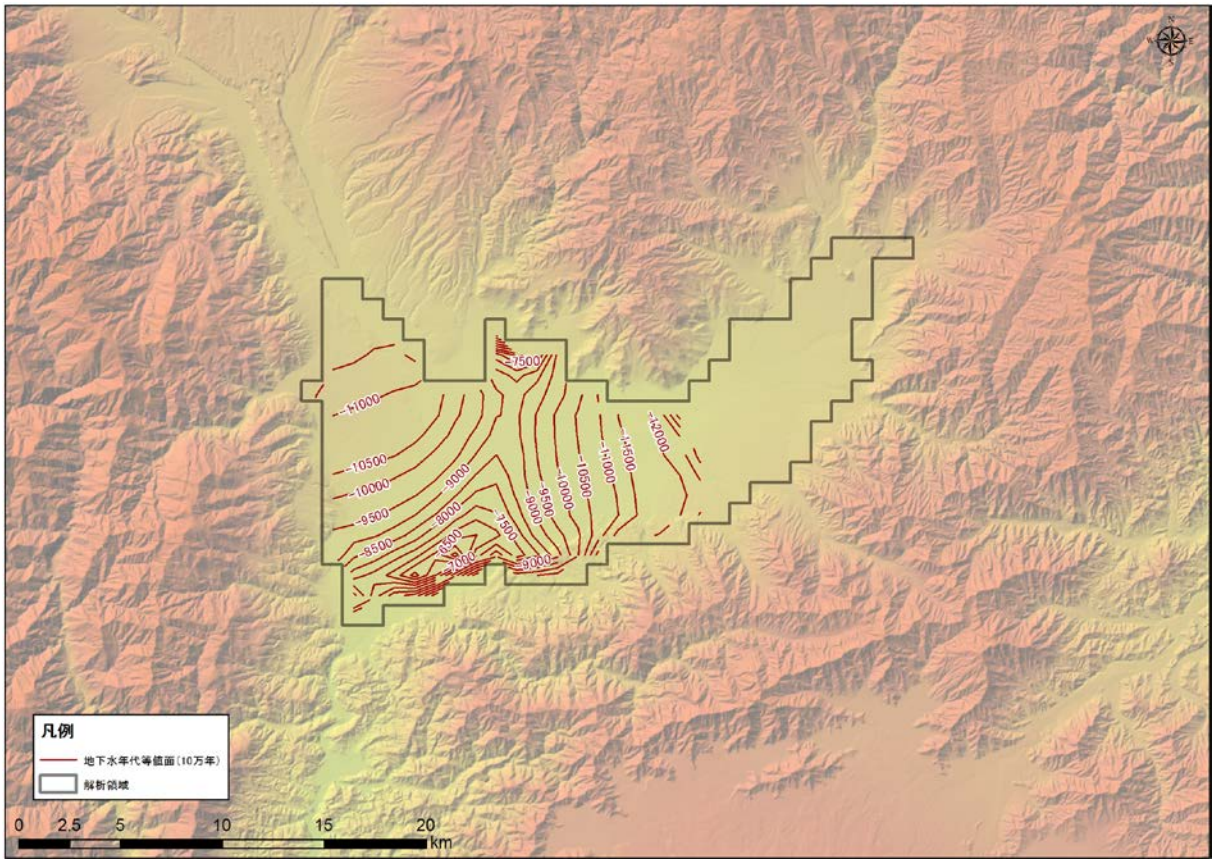


図 5-432　地下水年代（10 万年）等値面図（CB-10 : Kofu basin）

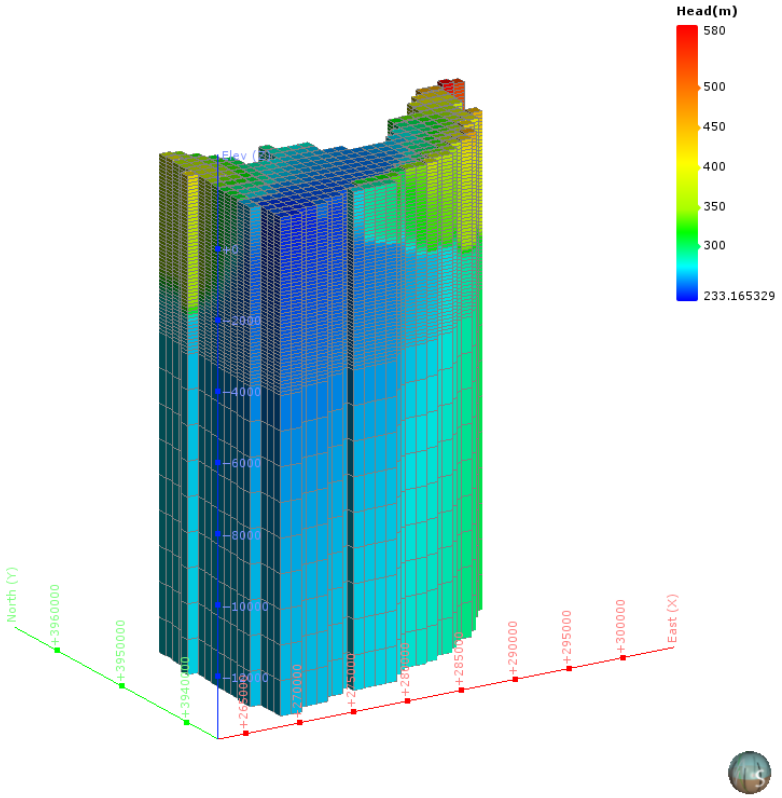


図 5-433　地下水ポテンシャル三次元分布図（CB-10 : Kofu basin）

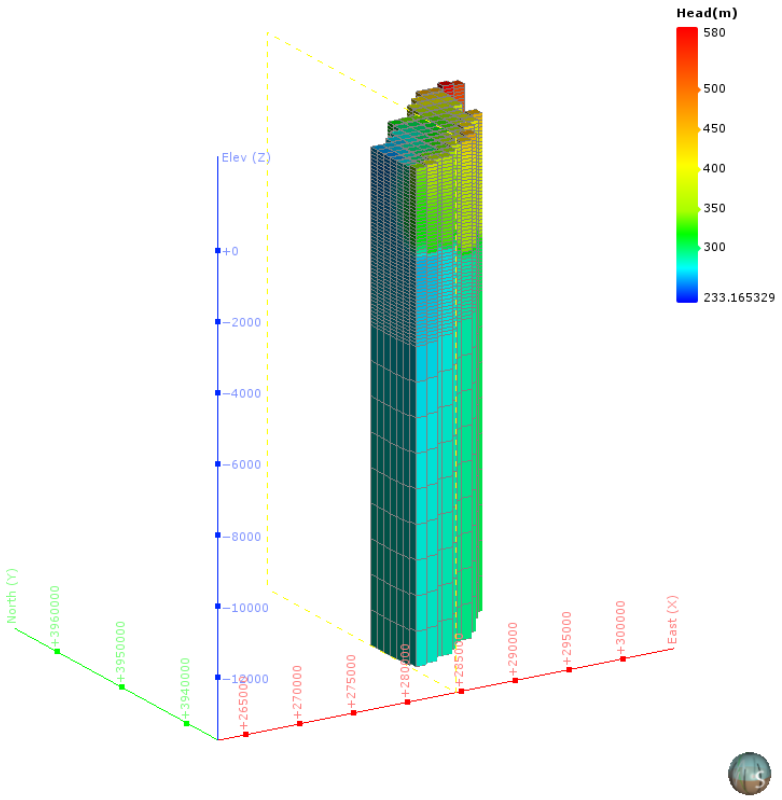


図 5-434　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（CB-10 : Kofu basin）

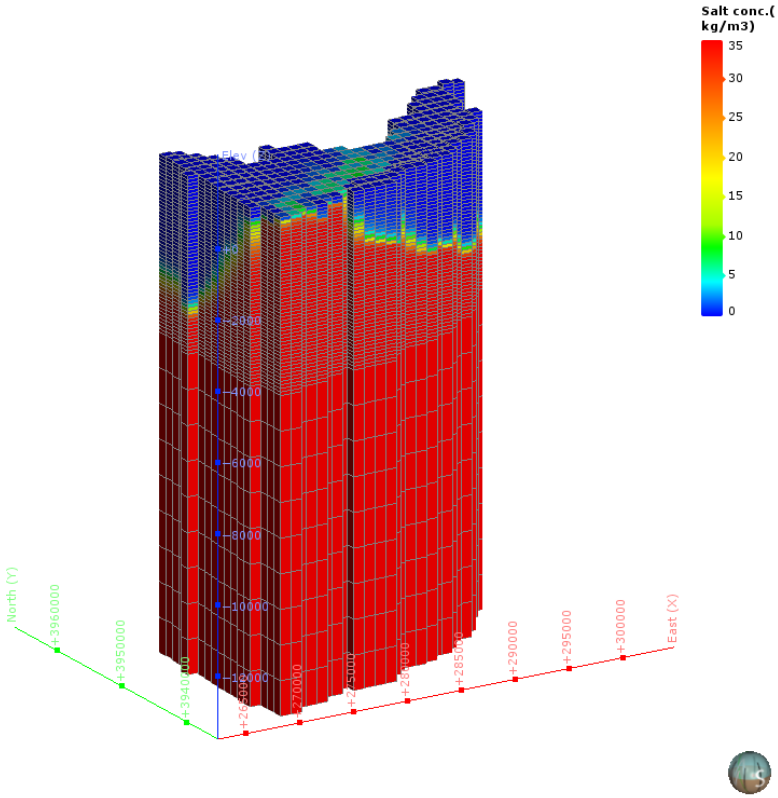


図 5-435　塩濃度三次元分布図（CB-10 : Kofu basin）

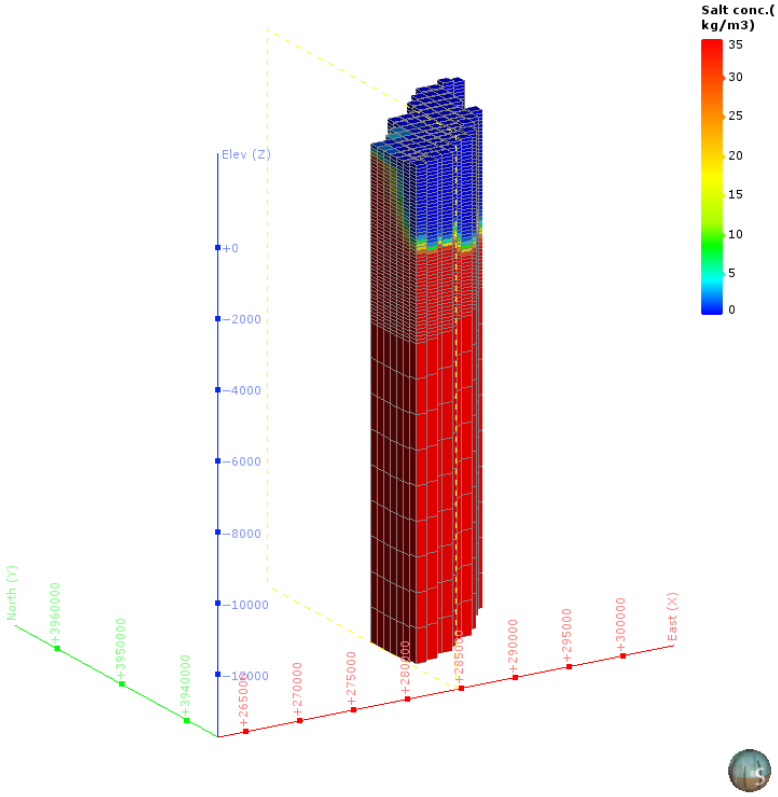


図 5-436　塩濃度三次元分布図（分割図）（CB-10 : Kofu basin）

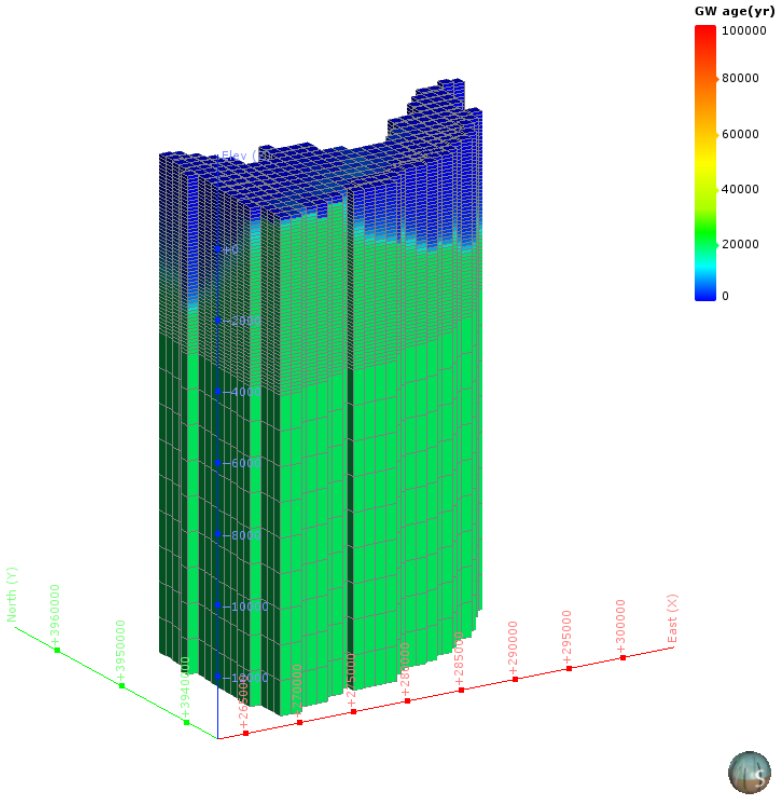


図 5-437　地下水年代三次元分布図（CB-10 : Kofu basin）

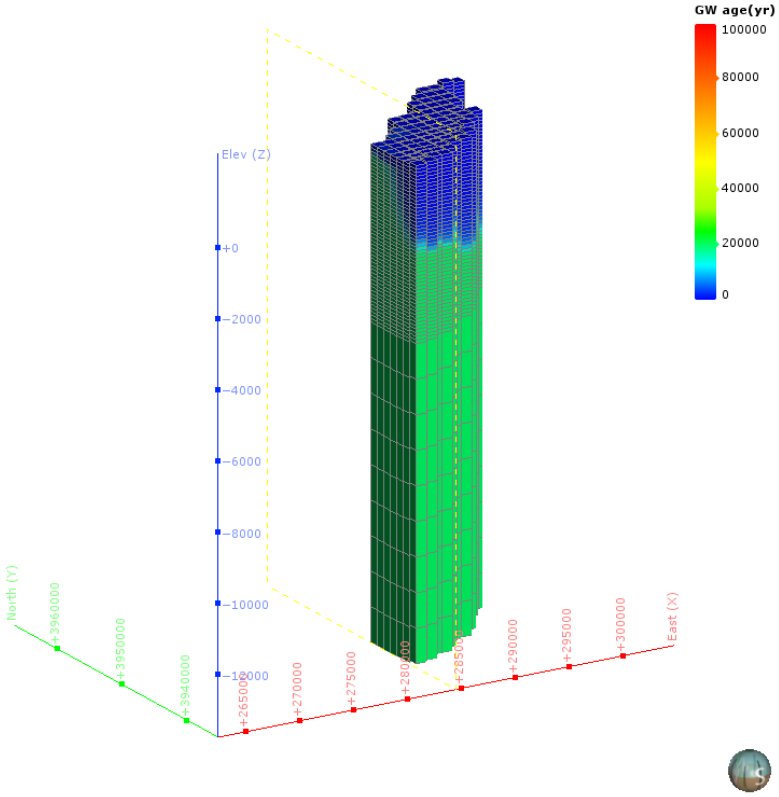


図 5-438　地下水年代三次元分布図（分割図）（CB-10 : Kofu basin）

（43） CB-12：Shizuoka coastal lowland

1） **解析領域**

CB-12：Shizuoka coastal lowland 領域を包括し、海域約 20km を拡張して、解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、2,218km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、静岡県掛川市である。

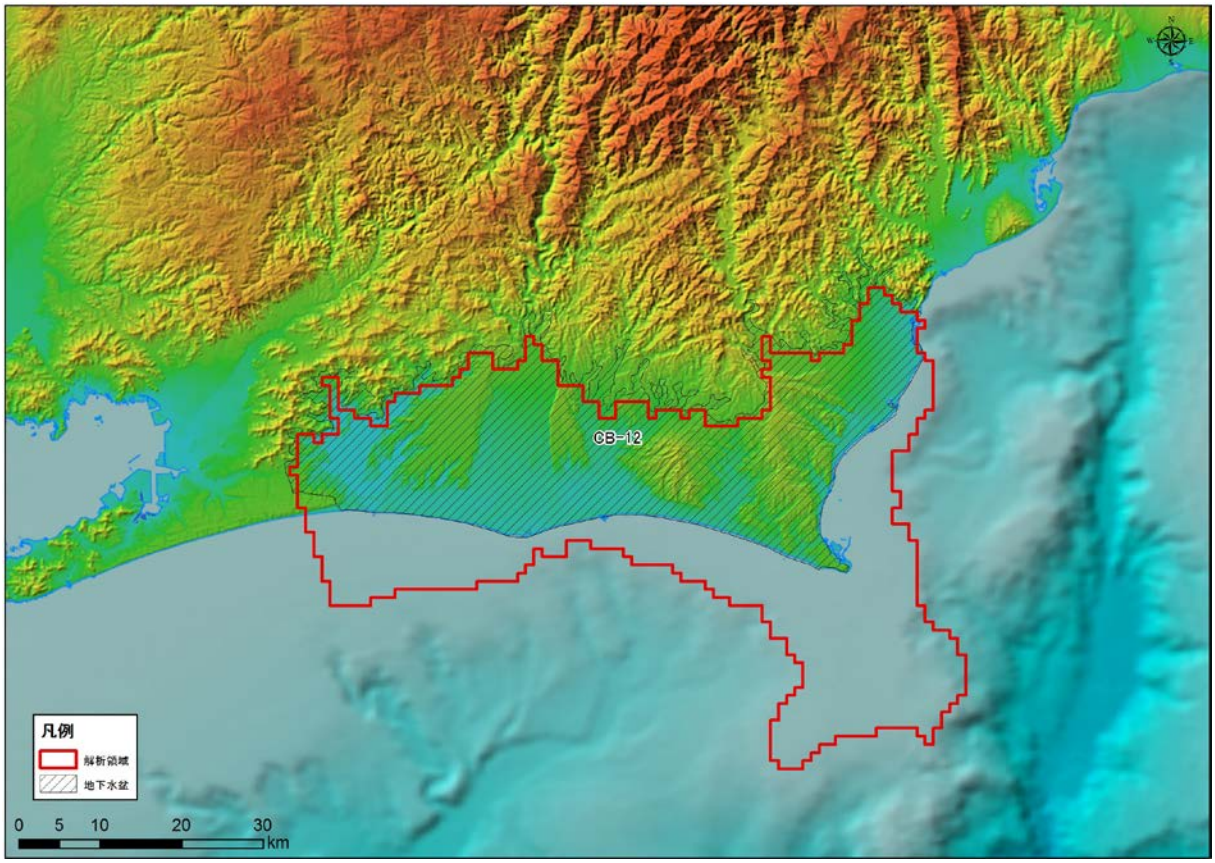


図 5-439 解析領域（CB-12 : Shizuoka coastal lowland ）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 85、Y 方向に 65、Z 方向に 55 で分割され、Active Cell 数は、121,990 となった。本領域内は、H，Q3，Q2，Q1，N3，N2，N1，PreN1 で構成される。

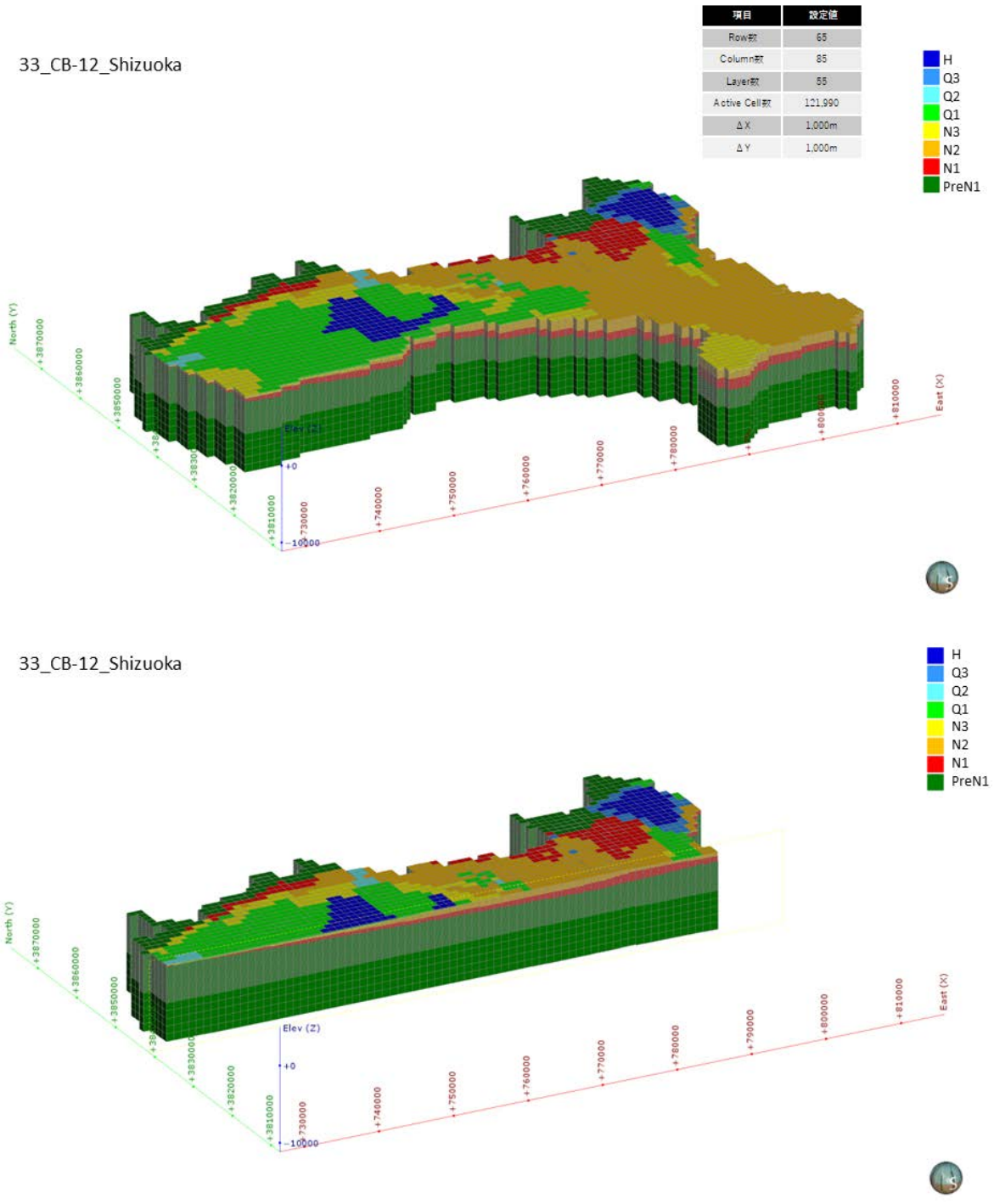


図 5-440　グリッド分割状況（CB-12 : Shizuoka coastal lowland）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=1,141）と海域セル（N=1,077）の設定位置図を図 5-441 に示す。

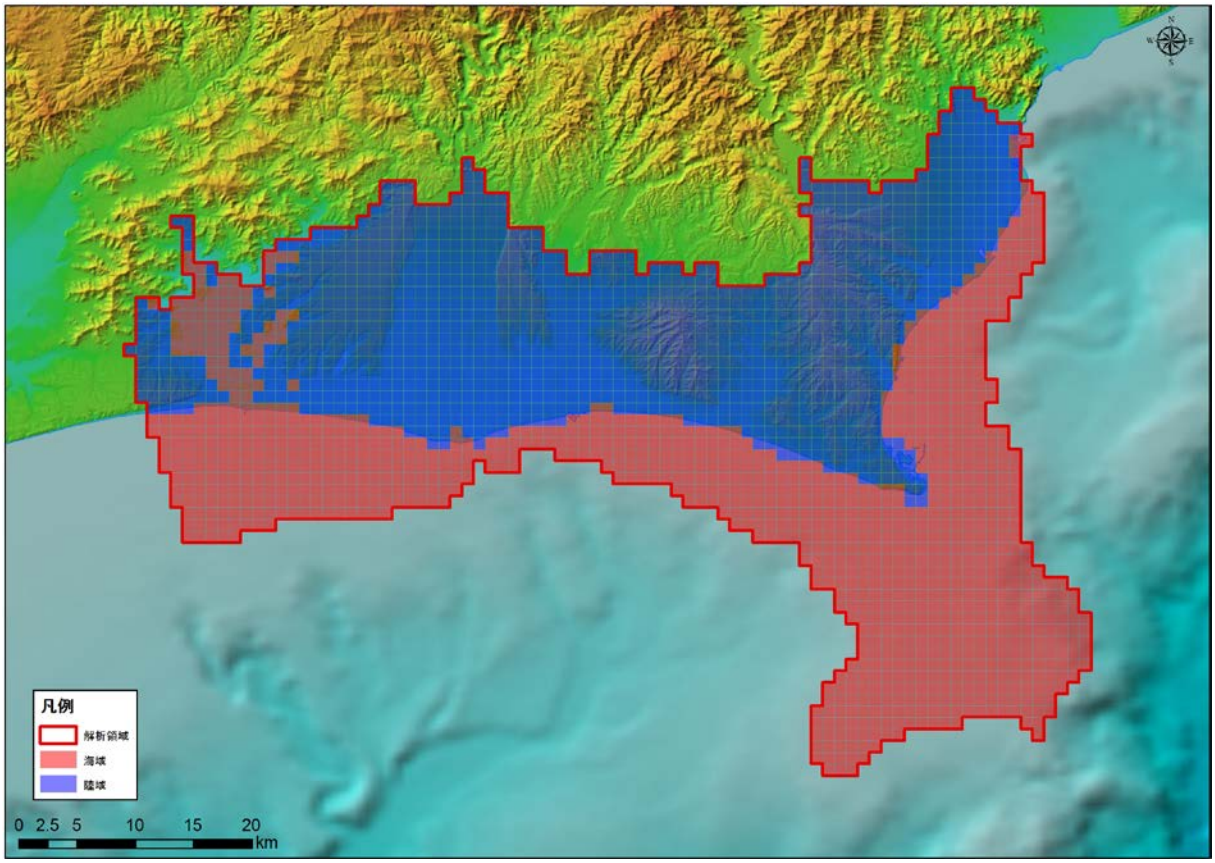


図 5-441　境界条件（CB-12 : Shizuoka coastal lowland）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×3.2 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 0.89 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 0.89 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-36　検討ケース（CB-12 : Shizuoka coastal lowland）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 3.2
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	9.51E+00
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	4.98E+00
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	1.10E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	2.67E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	1.81E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	1.39E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	8.72E-02
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	5.56E-02
モデル内の涵養量（mm/日）	0.28	2.79	0.03	0.89

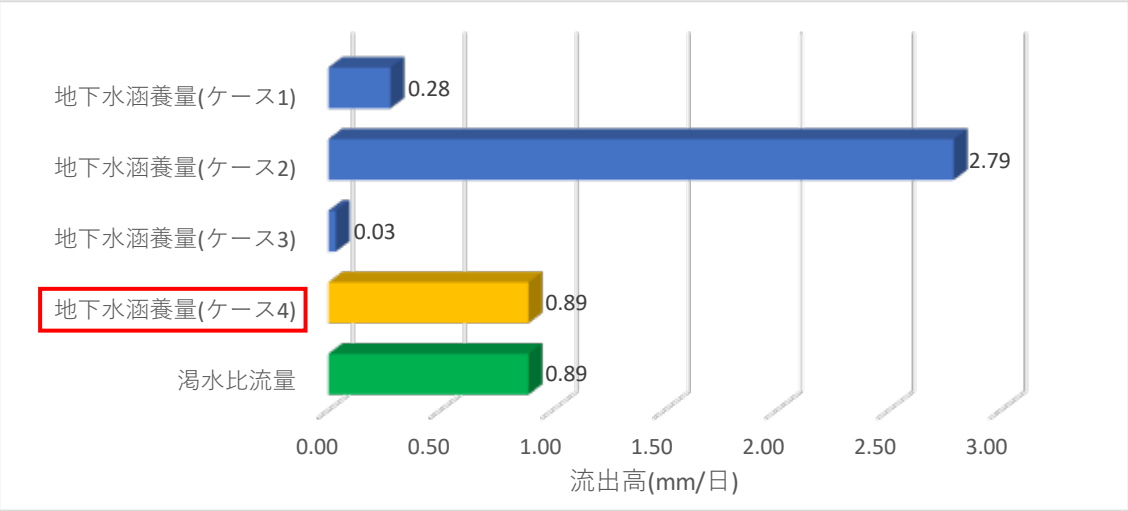


図 5-442　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（CB-12 : Shizuoka coastal lowland）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

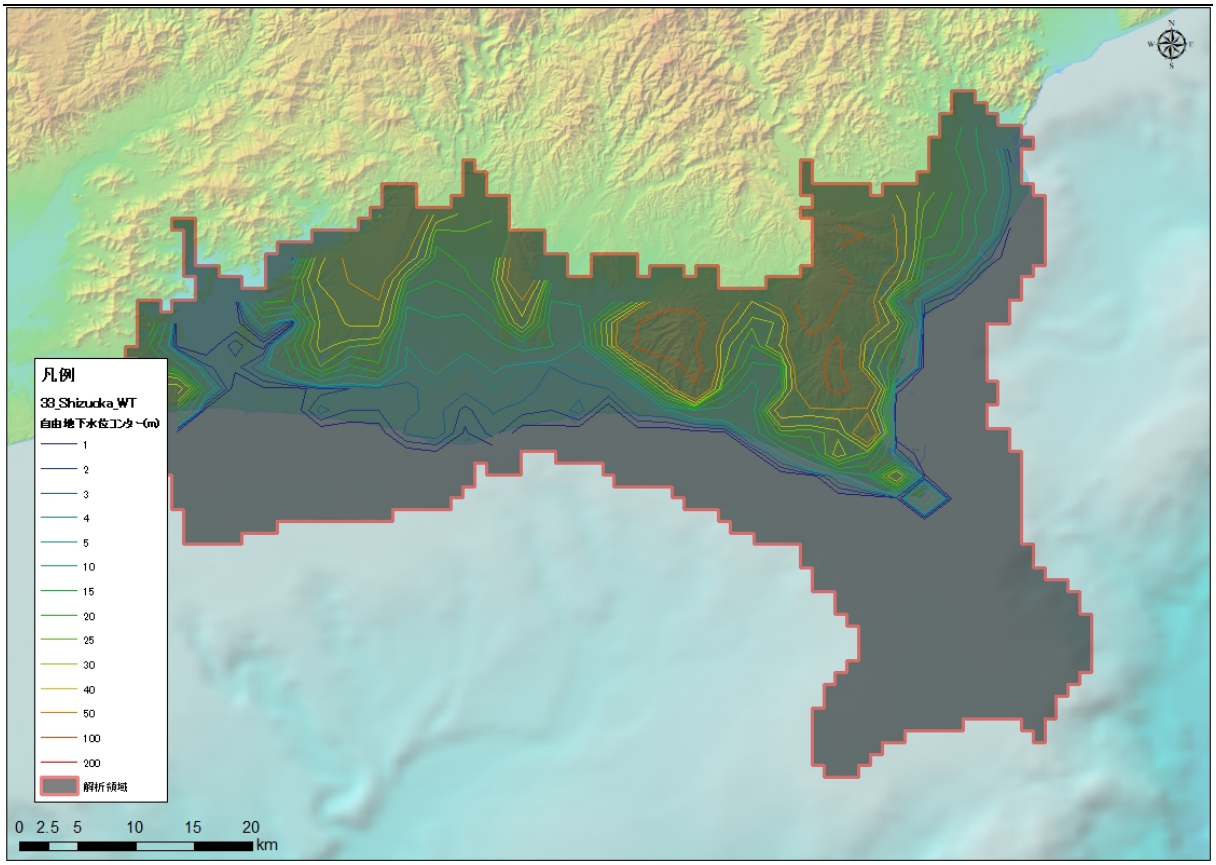


図 5-443　地下水位等高線図（CB-12 : Shizuoka coastal lowland）

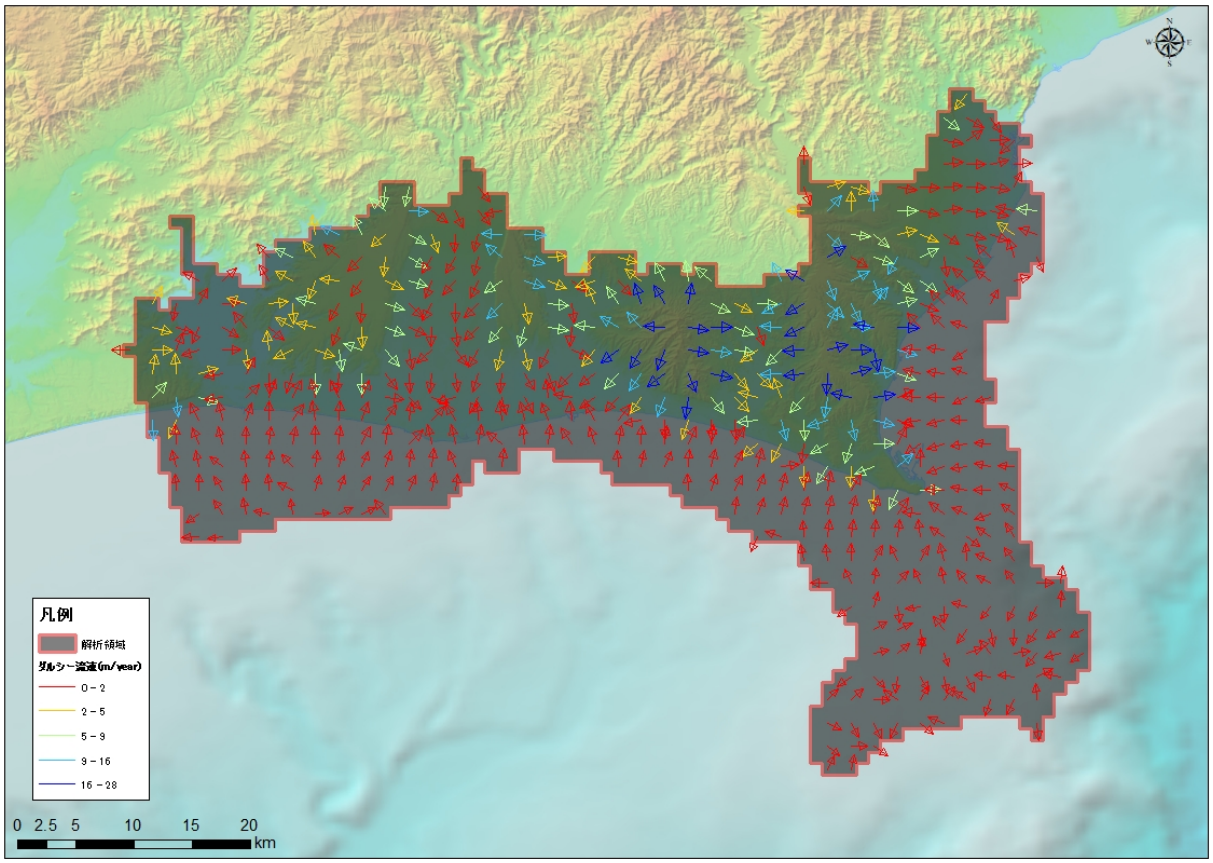


図 5-444　流速ベクトル図（CB-12 : Shizuoka coastal lowland）

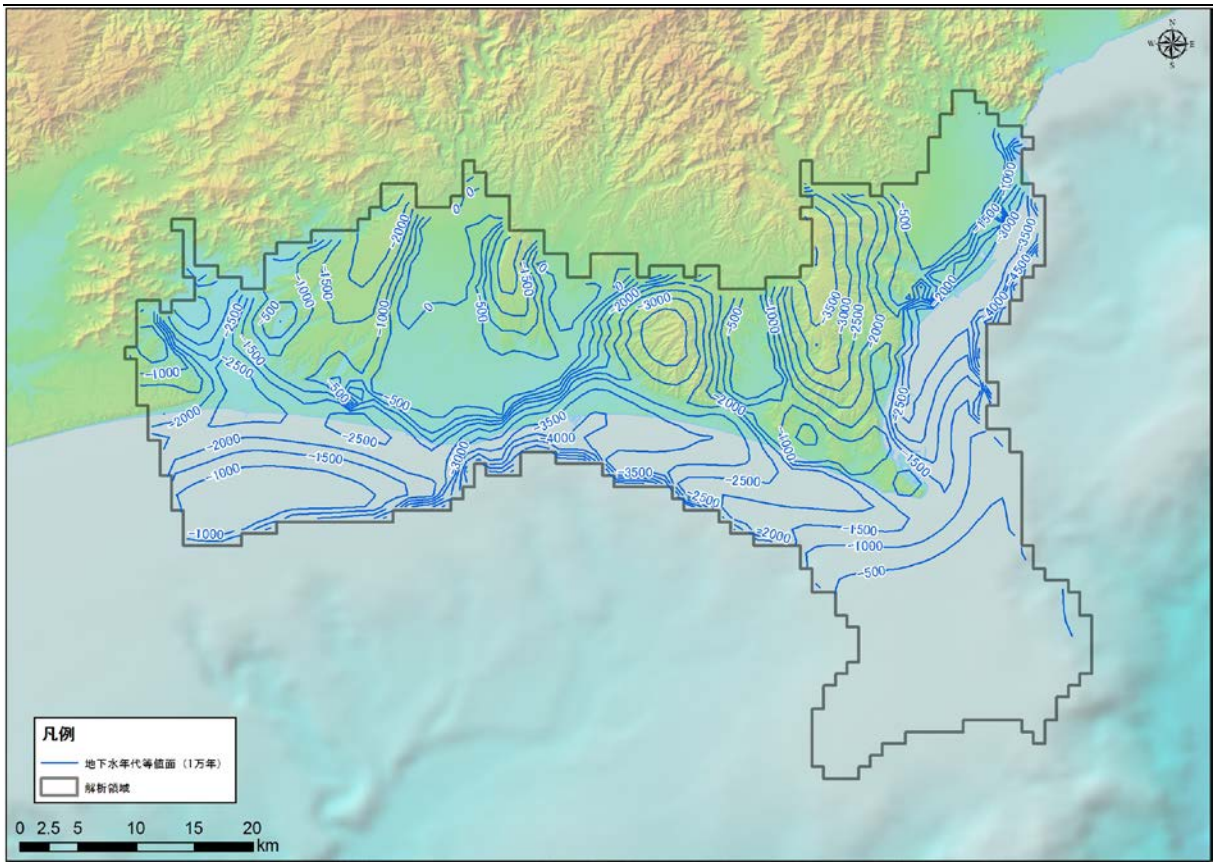


図 5-445　地下水年代（1 万年）等値面図（CB-12 : Shizuoka coastal lowland）

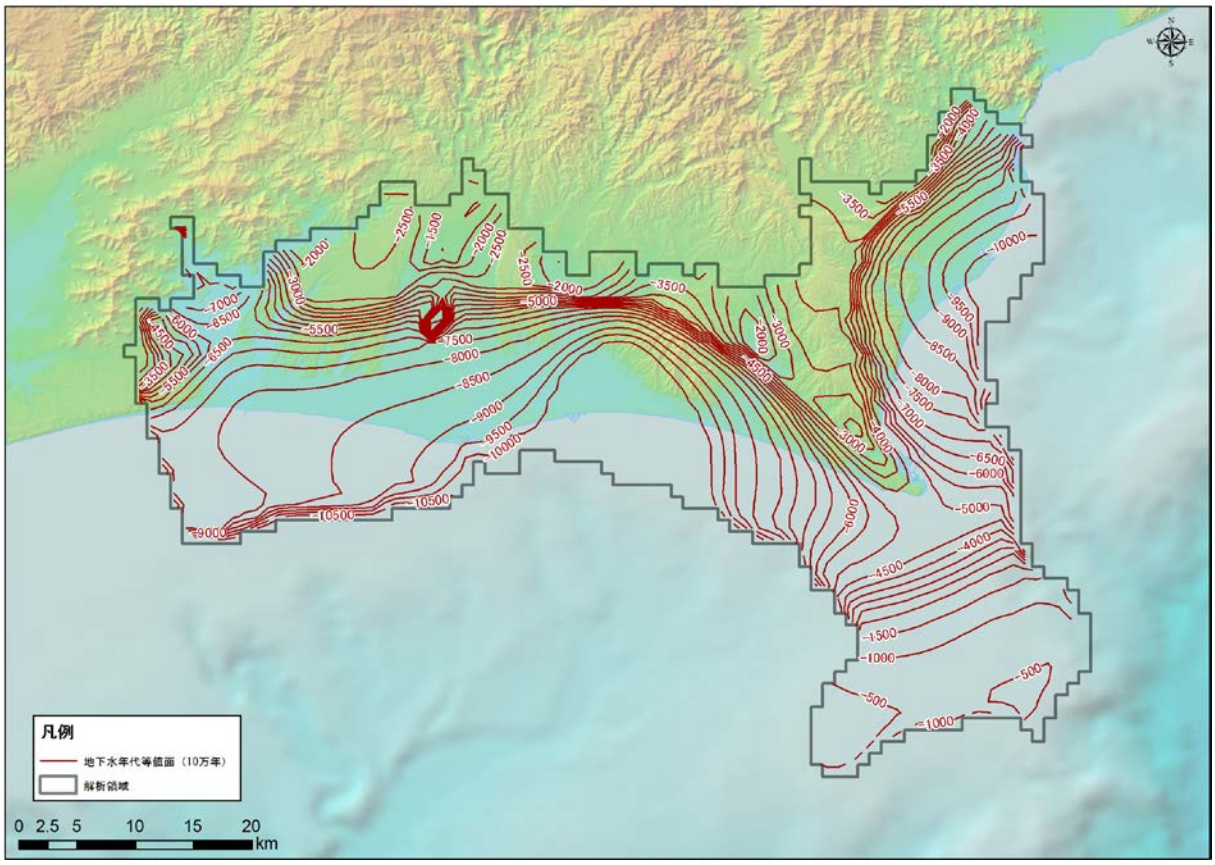


図 5-446　地下水年代（10 万年）等値面図（CB-12 : Shizuoka coastal lowland）

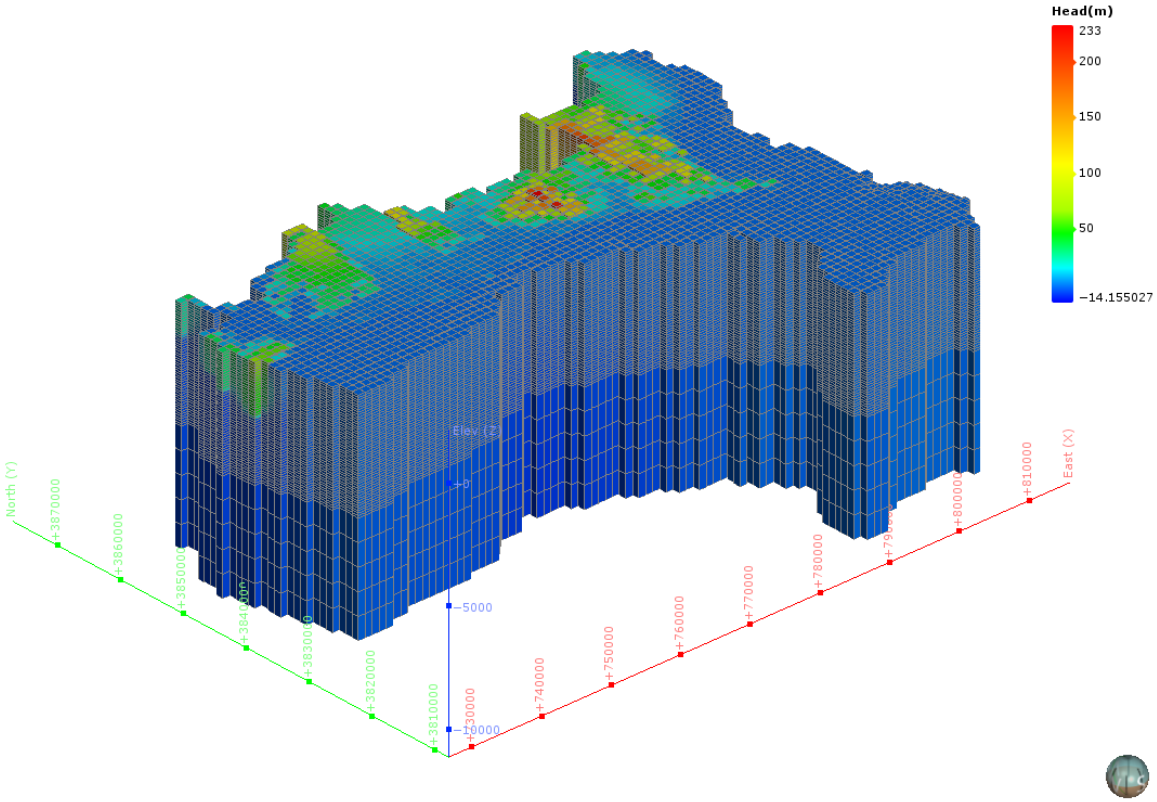


図 5-447　地下水ポテンシャル三次元分布図（CB-12 : Shizuoka coastal lowland）

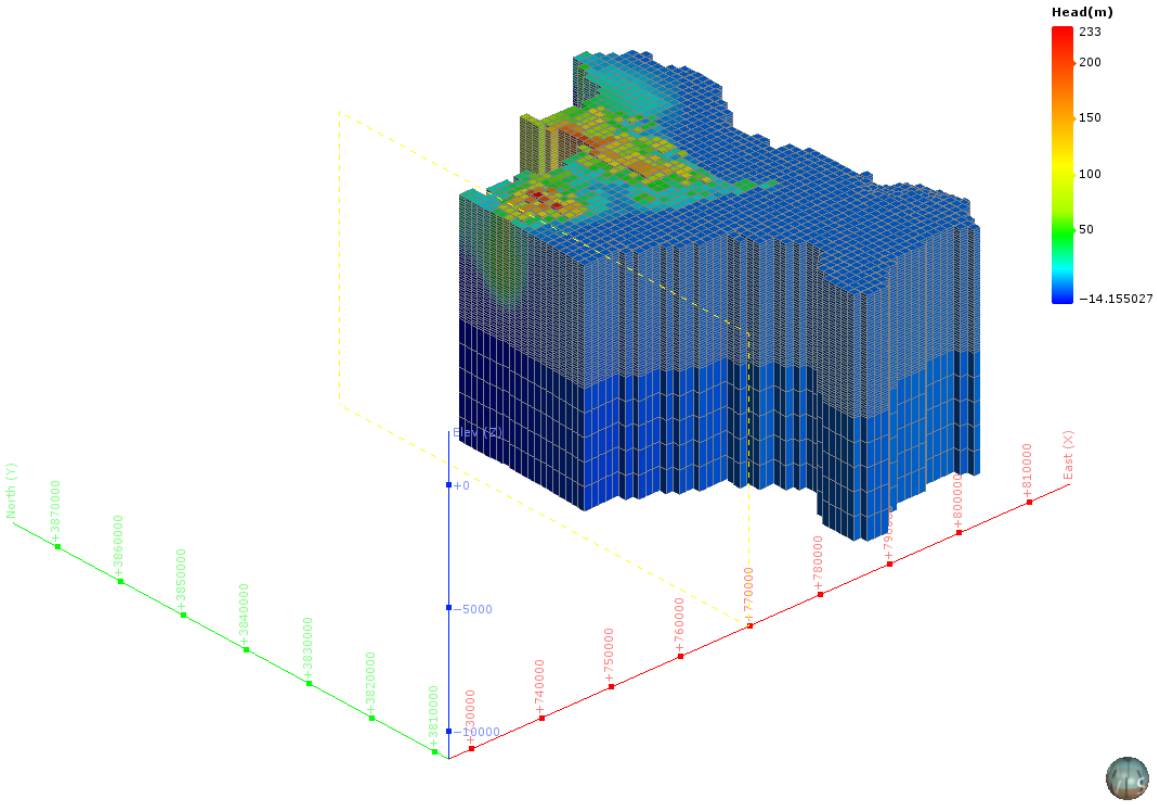


図 5-448　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（CB-12 : Shizuoka coastal lowland）

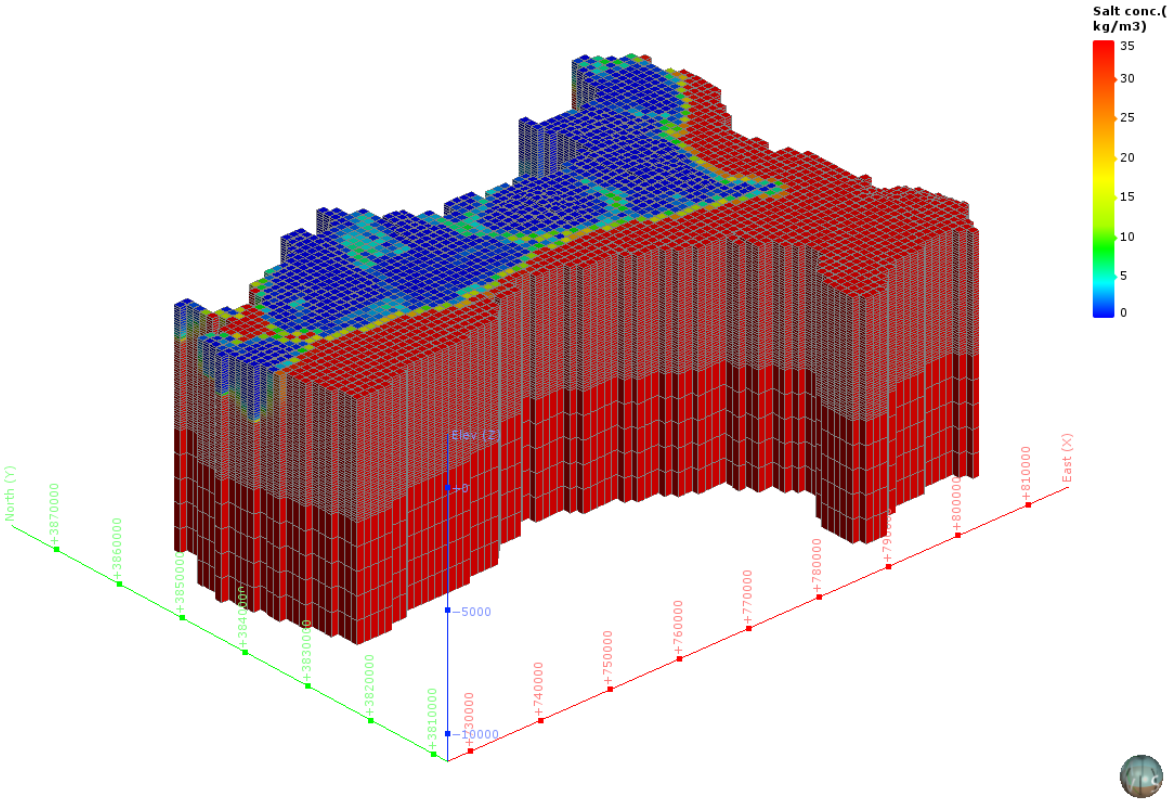


図 5-449　塩濃度三次元分布図（CB-12 : Shizuoka coastal lowland）

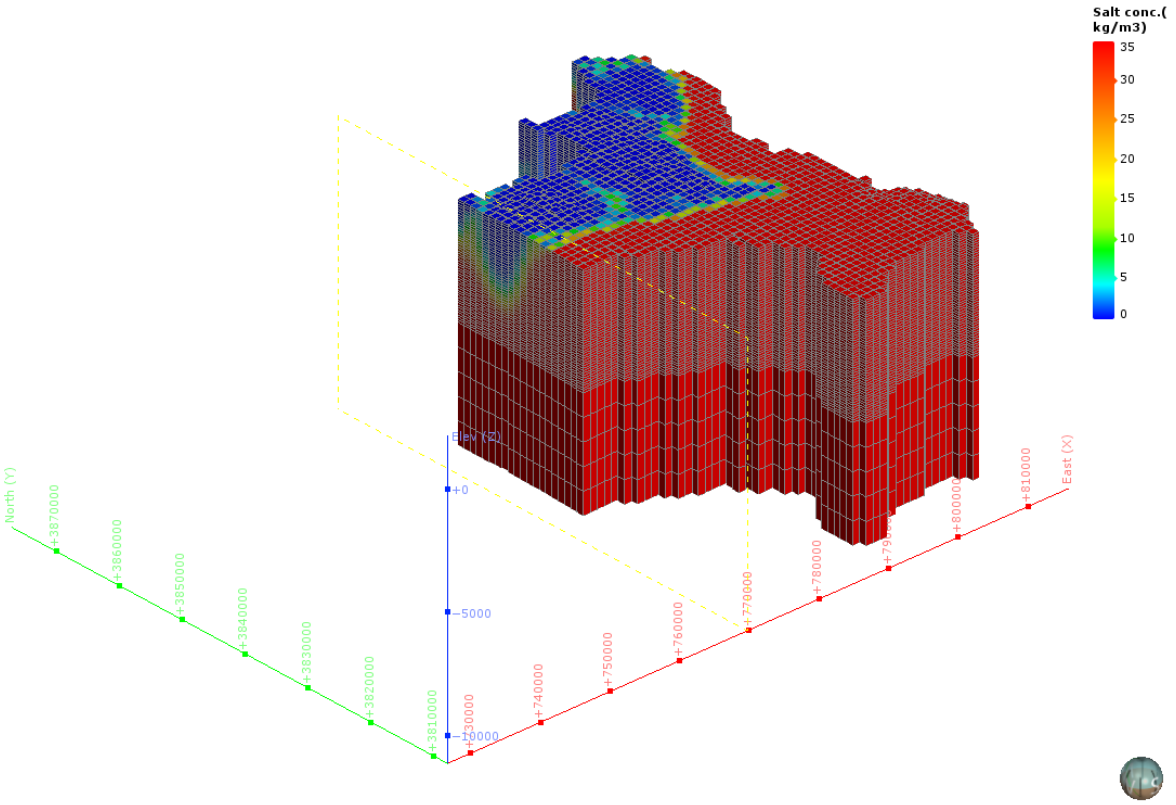


図 5-450　塩濃度三次元分布図（分割図）（CB-12 : Shizuoka coastal lowland）

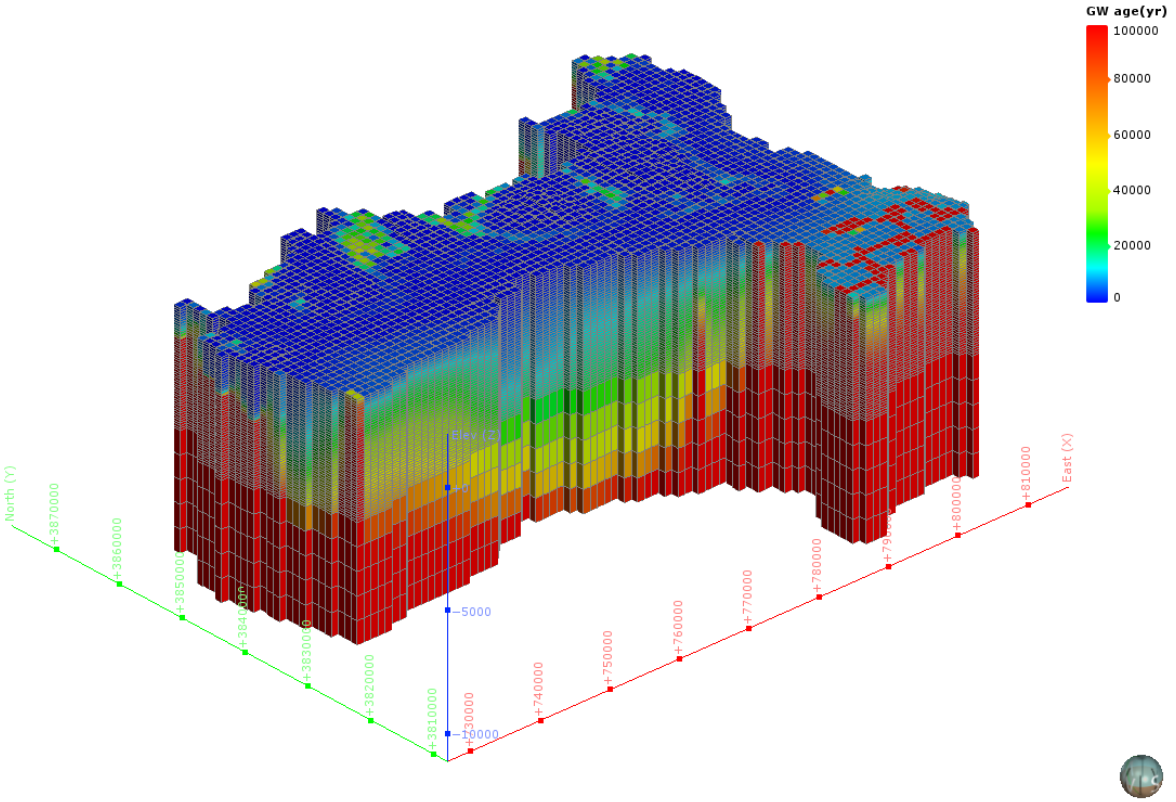


図 5-451　地下水年代三次元分布図（CB-12 : Shizuoka coastal lowland）

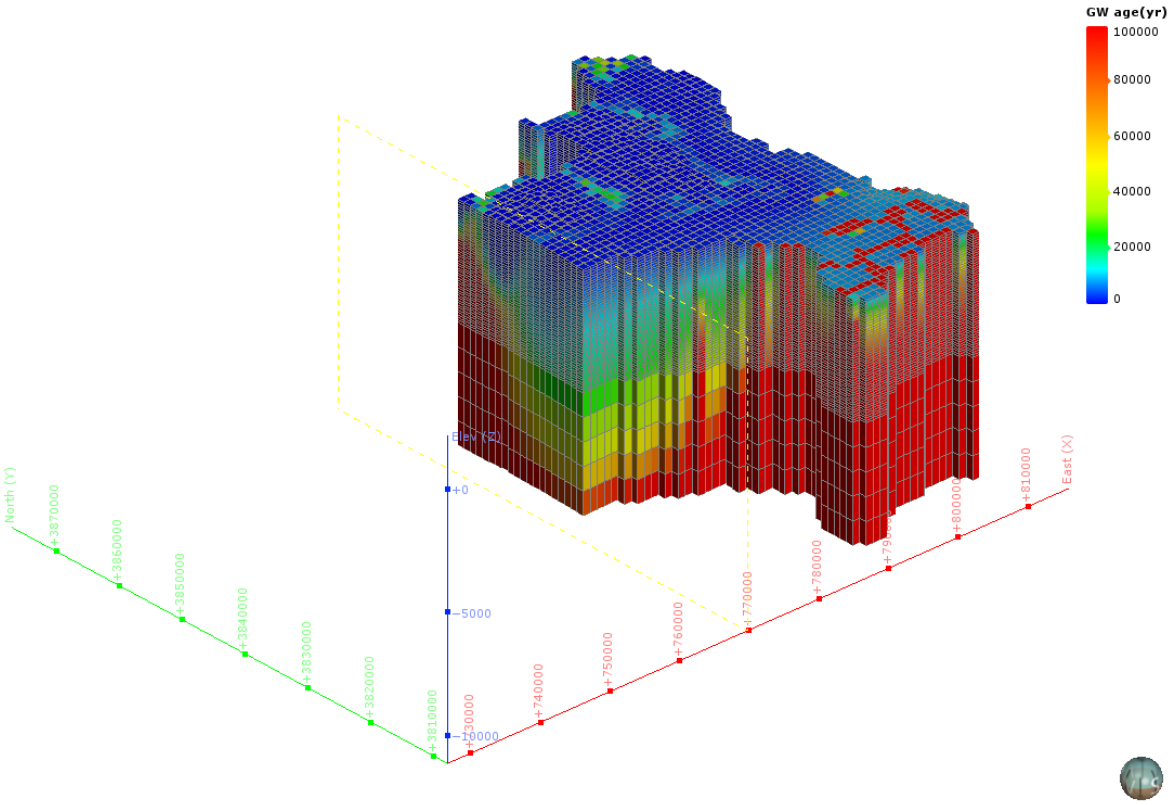


図 5-452　地下水年代三次元分布図（分割図）（CB-12 : Shizuoka coastal lowland）

（44） CB-13：Toyohashi plain

1） **解析領域**

CB-13：Toyohashi plain 領域を包括し、海域約 10km を拡張して、解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、429km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、愛知県豊橋市である。

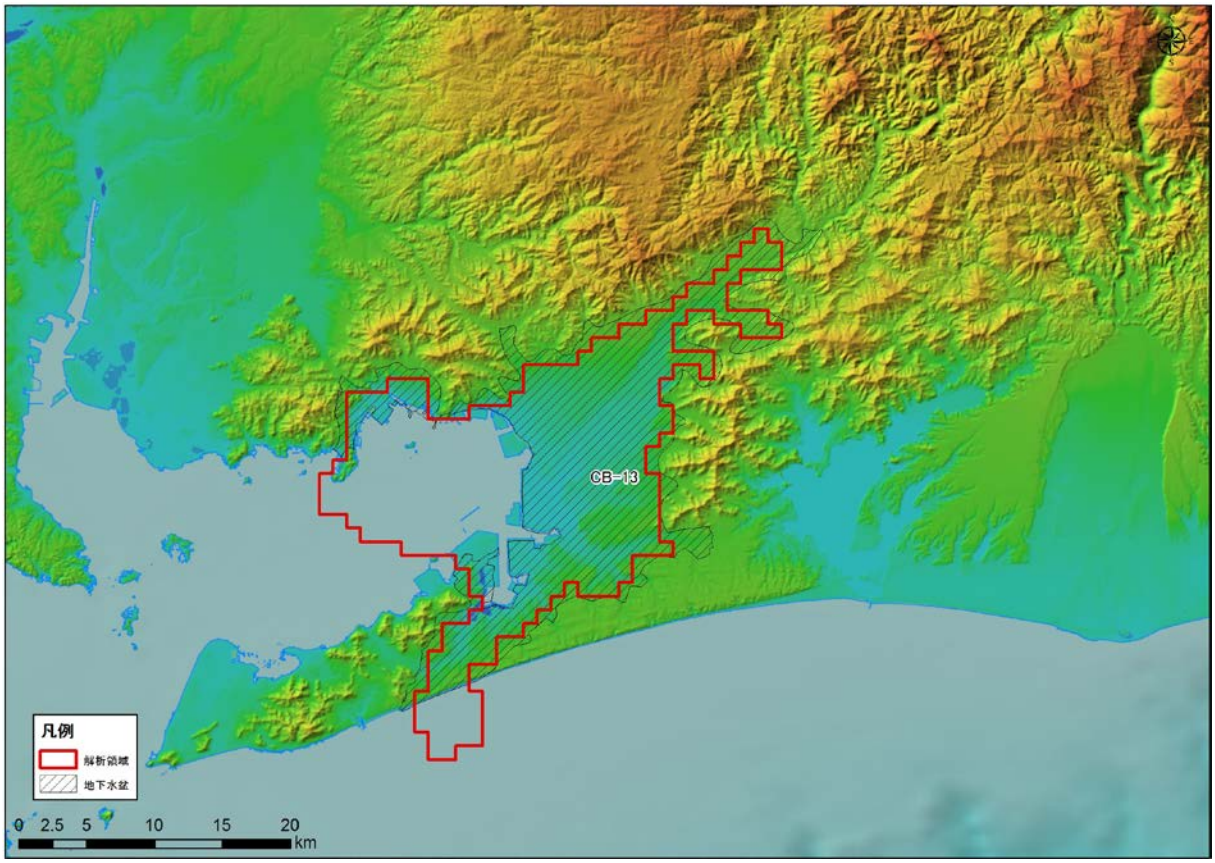


図 5-453 解析領域（CB-13 : Toyohashi plain）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 38、Y 方向に 41、Z 方向に 51 で分割され、Active Cell 数は、21,879 となった。本領域内は、Q3，Q2，N3，N1，PreN1 で構成される。

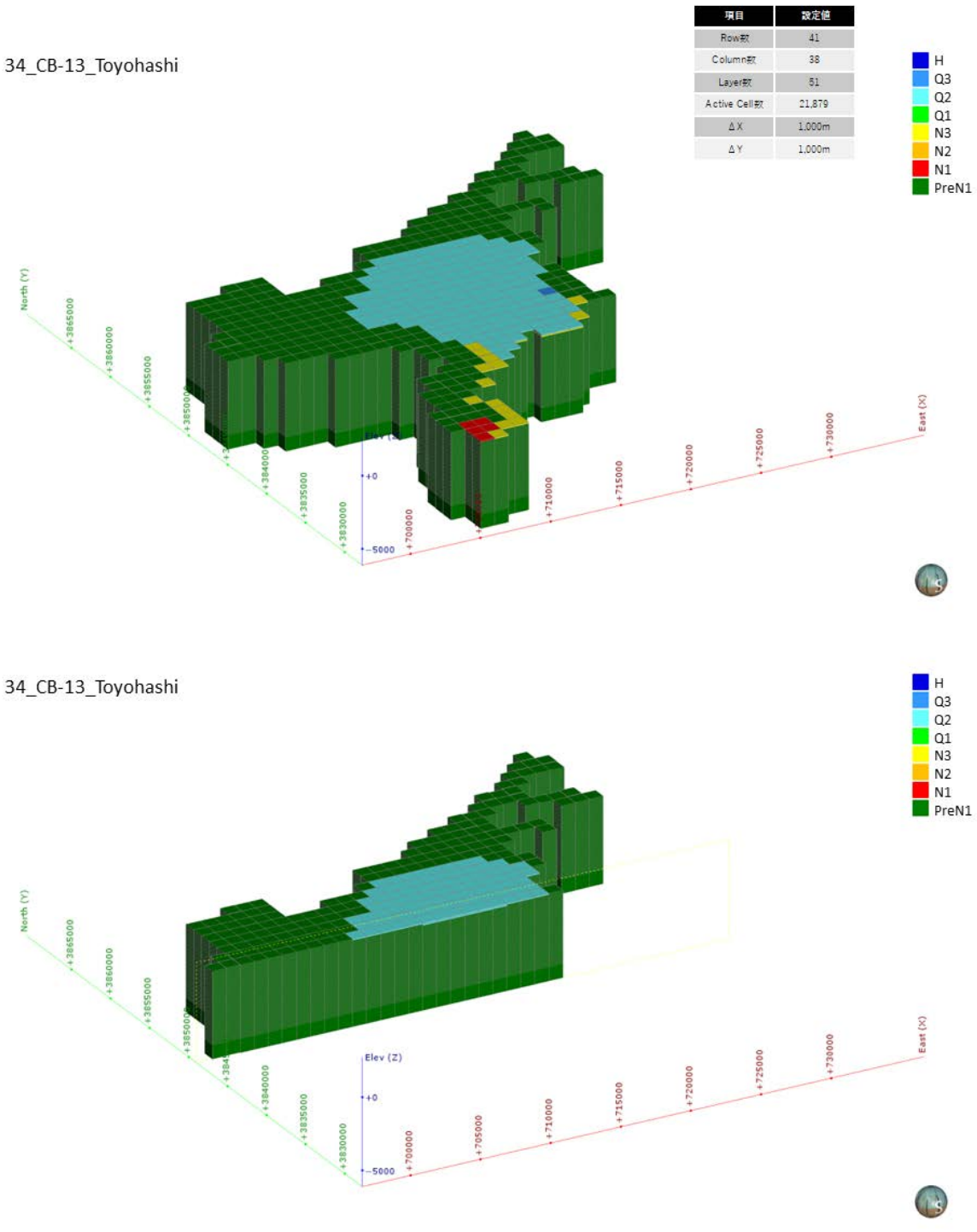


図 5-454　グリッド分割状況（CB-13 : Toyohashi plain）

3)　境界条件

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=278）と海域セル（N=151）の設定位置図を図 5-455 に示す。

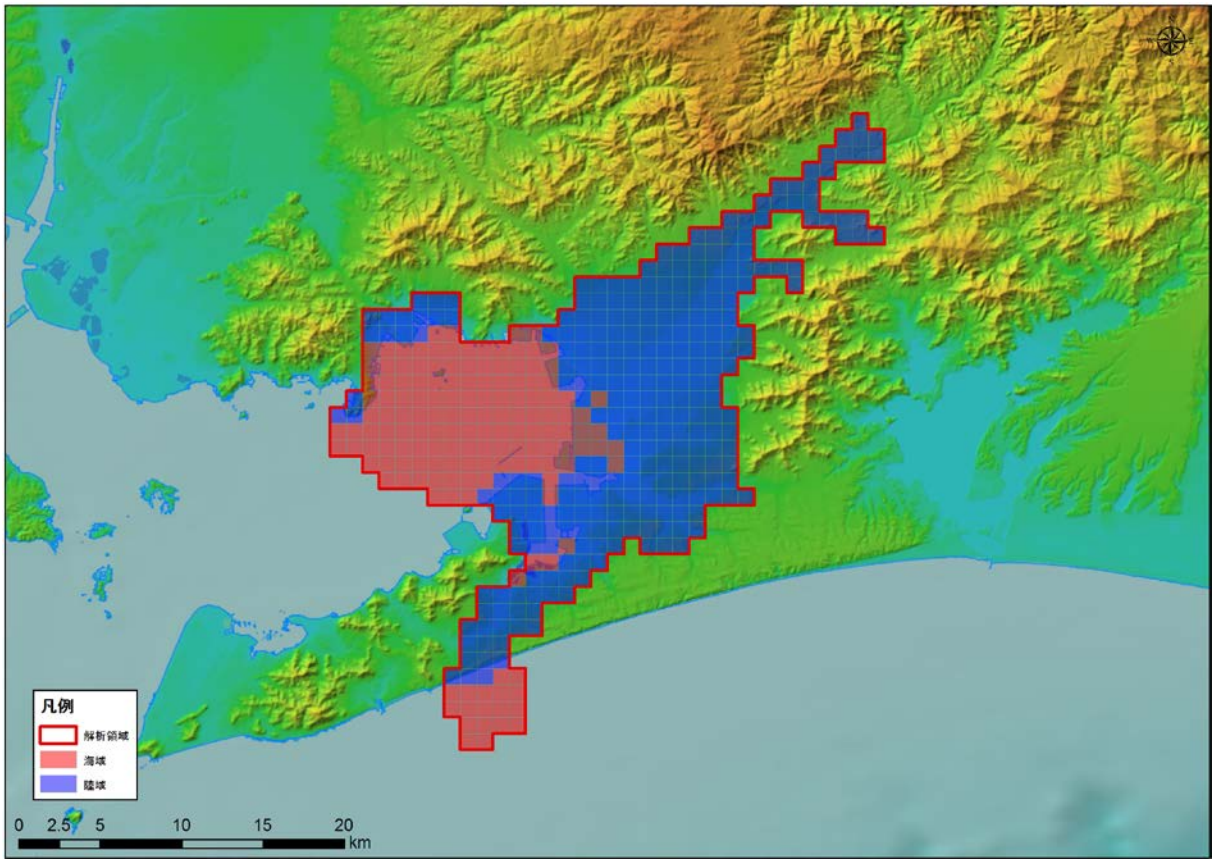


図 5-455　境界条件（CB-13 : Toyohashi plain）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×7.8 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 0.65 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 0.65 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-37　検討ケース（CB-13 : Toyohashi plain）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 7.8
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	2.29E+01
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	1.20E+01
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	2.65E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	6.44E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	4.36E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	3.35E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	2.10E-01
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	1.34E-01
モデル内の涵養量 (mm/日)	0.08	0.81	0.01	0.65

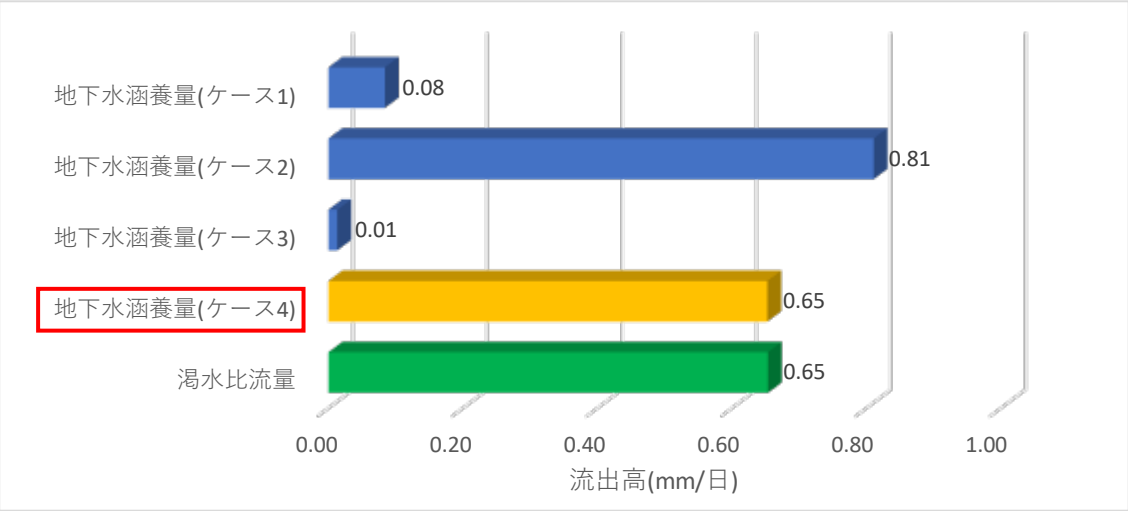


図 5-456　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（CB-13 : Toyohashi plain）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

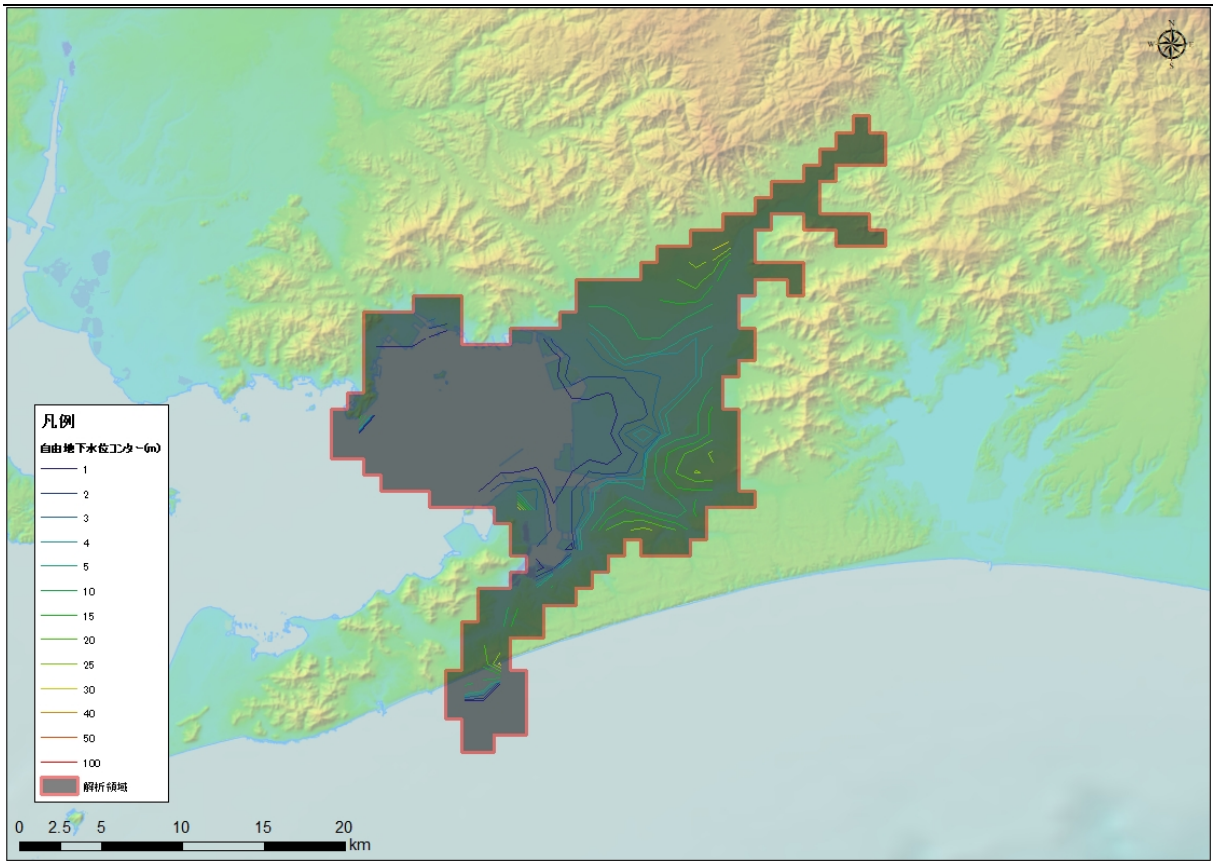


図 5-457　地下水位等高線図（CB-13 : Toyohashi plain）

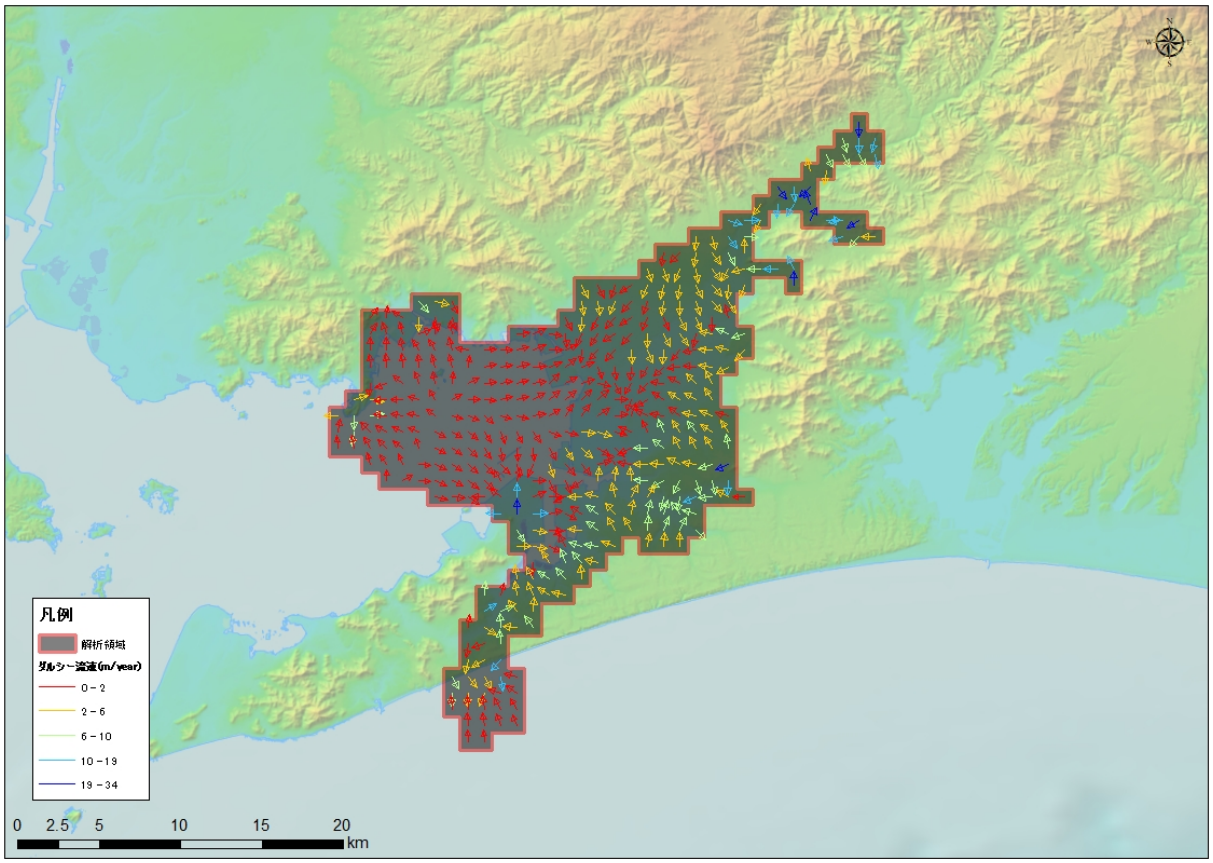


図 5-458　流速ベクトル図（CB-13 : Toyohashi plain）

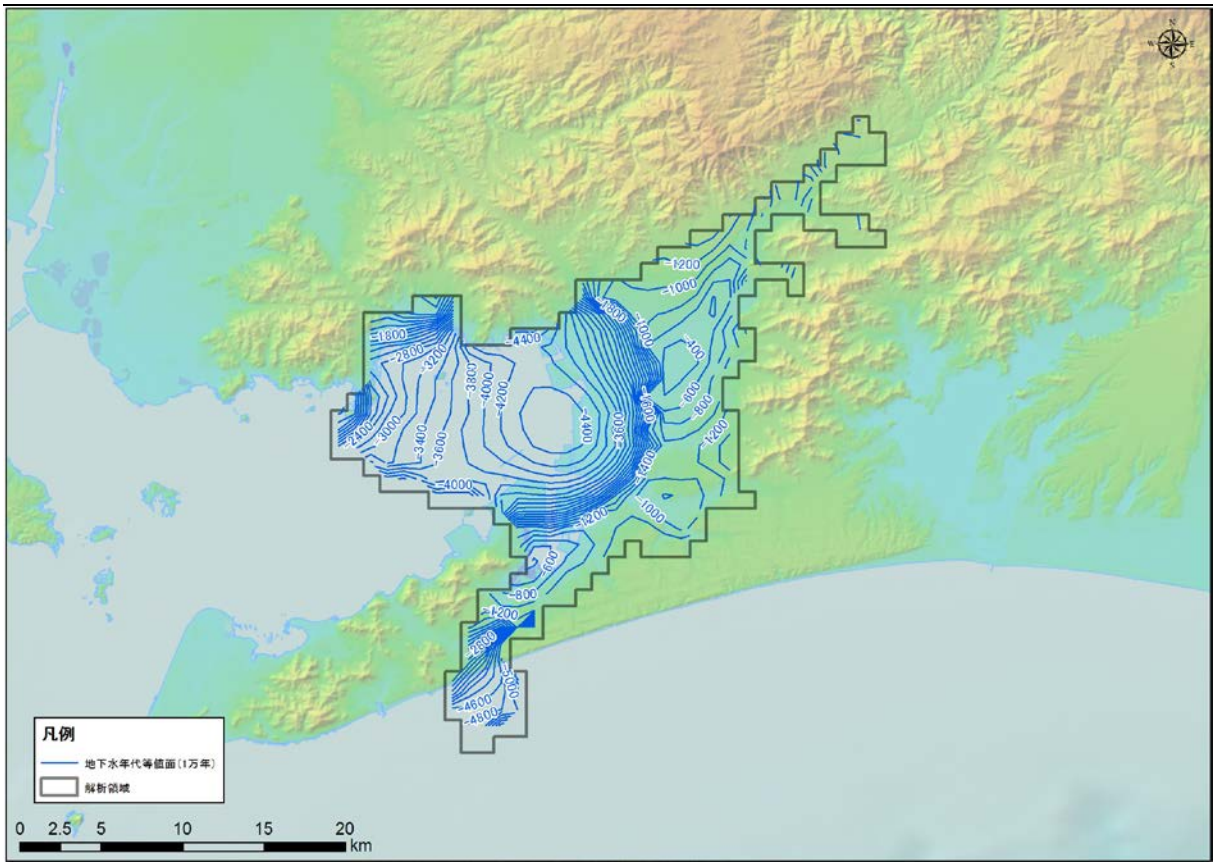


図 5-459　地下水年代（1 万年）等値面図（CB-13 : Toyohashi plain）

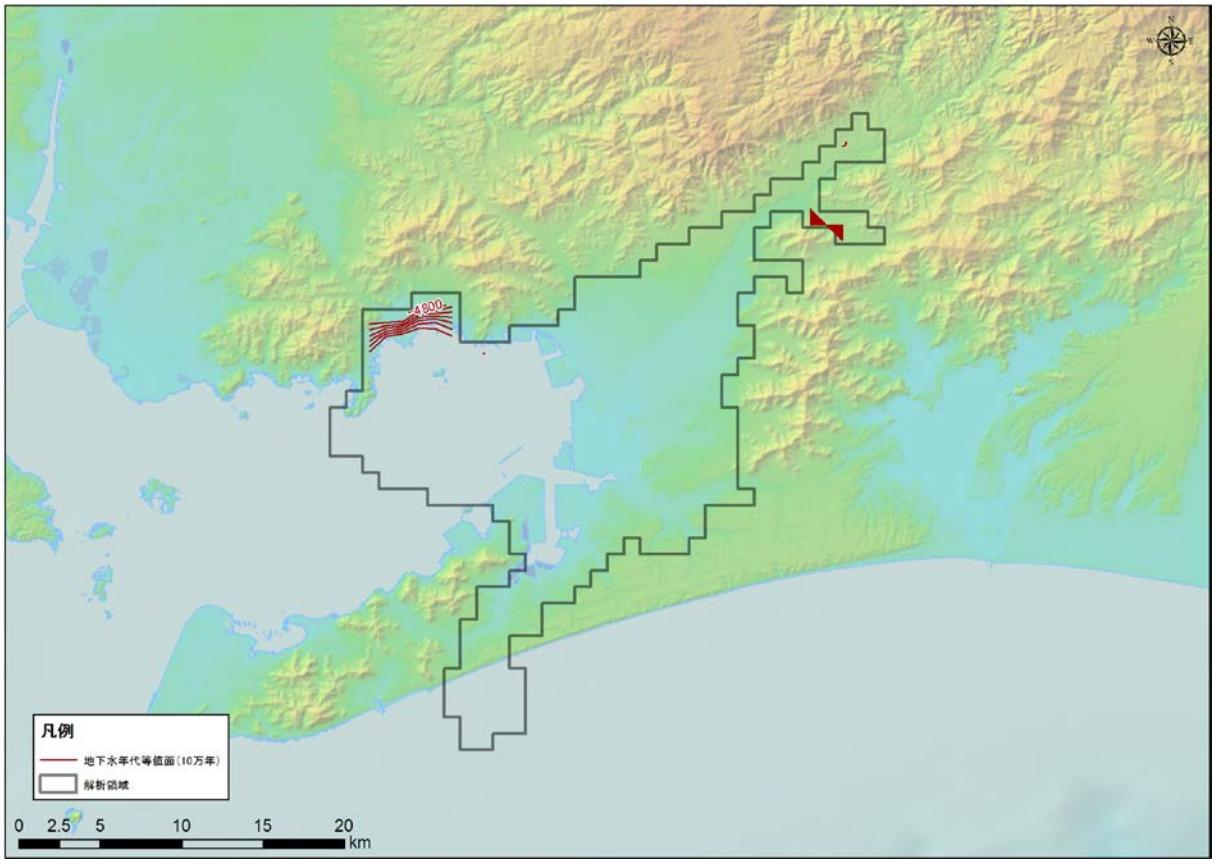


図 5-460　地下水年代（10 万年）等値面図（CB-13 : Toyohashi plain）

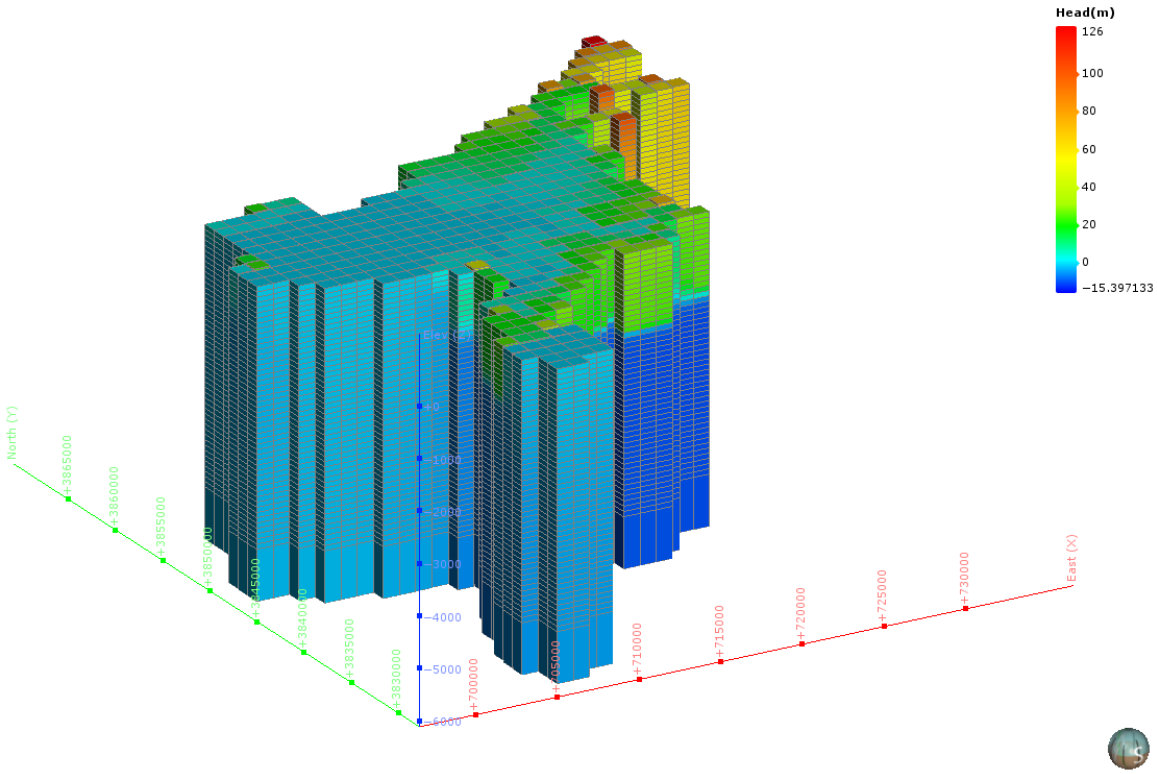


図 5-461　地下水ポテンシャル三次元分布図（CB-13 : Toyohashi plain）

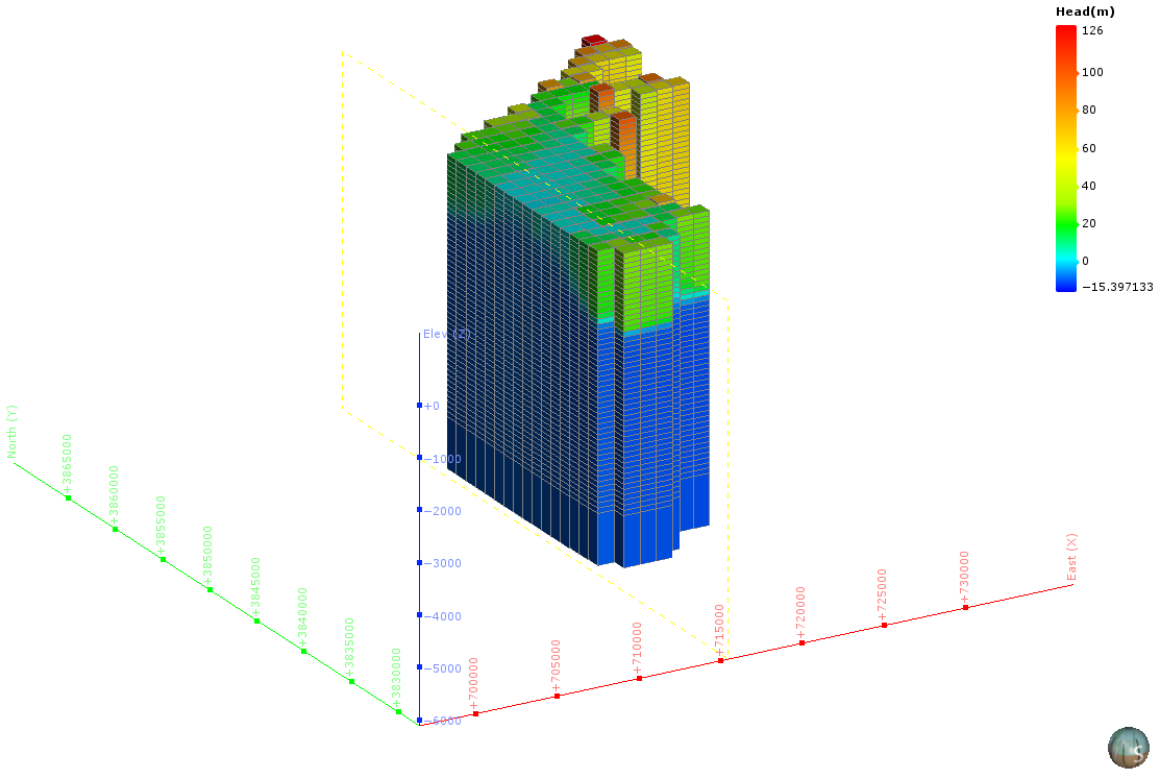


図 5-462　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（CB-13 : Toyohashi plain）

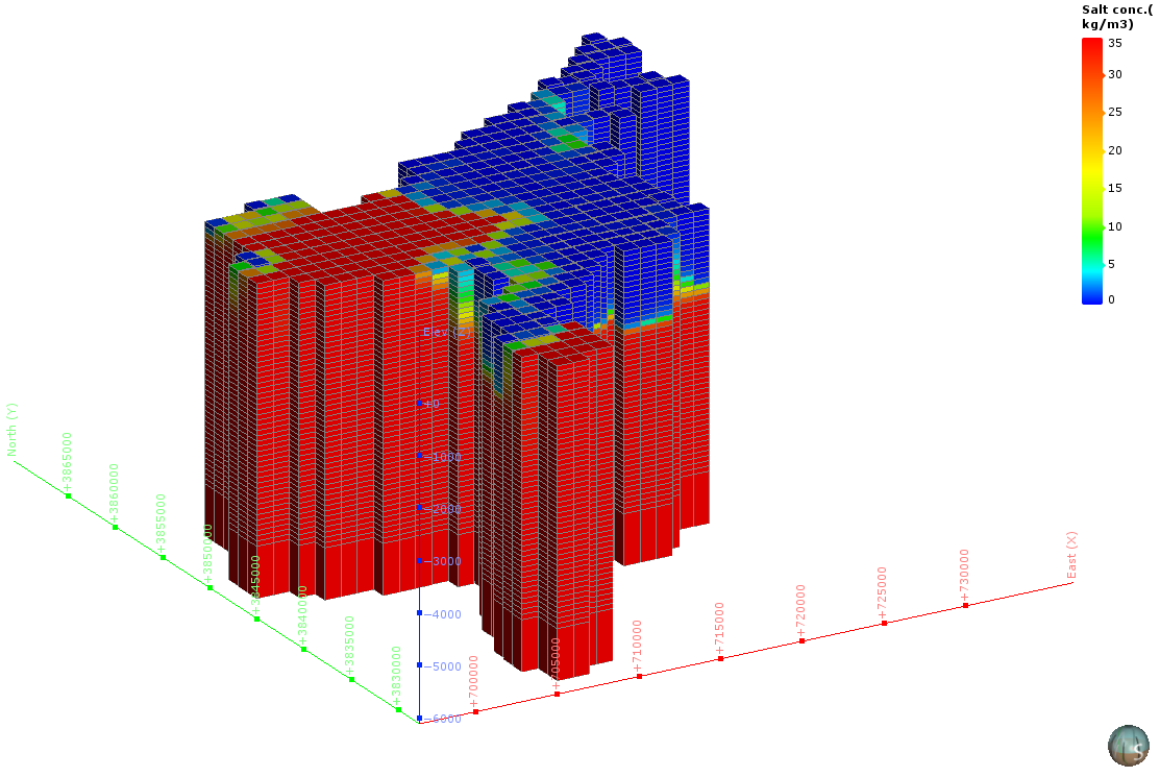


図 5-463　塩濃度三次元分布図（CB-13 : Toyohashi plain）

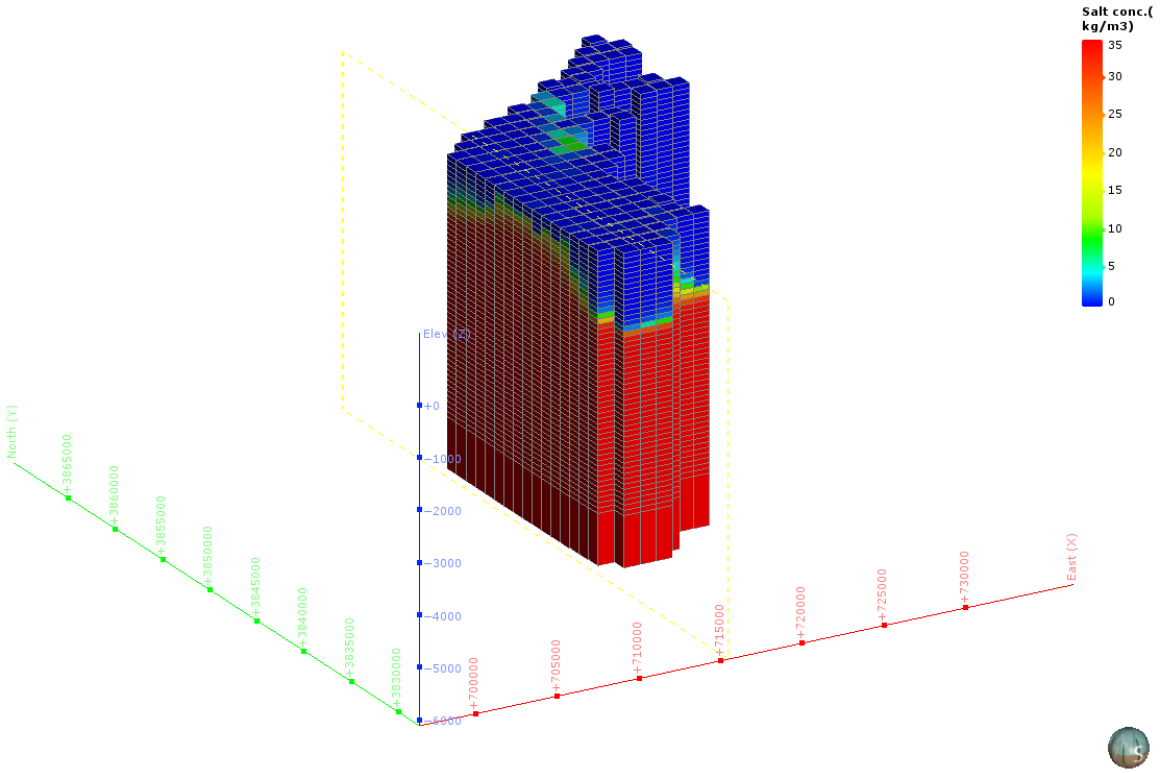


図 5-464　塩濃度三次元分布図（分割図）（CB-13 : Toyohashi plain）

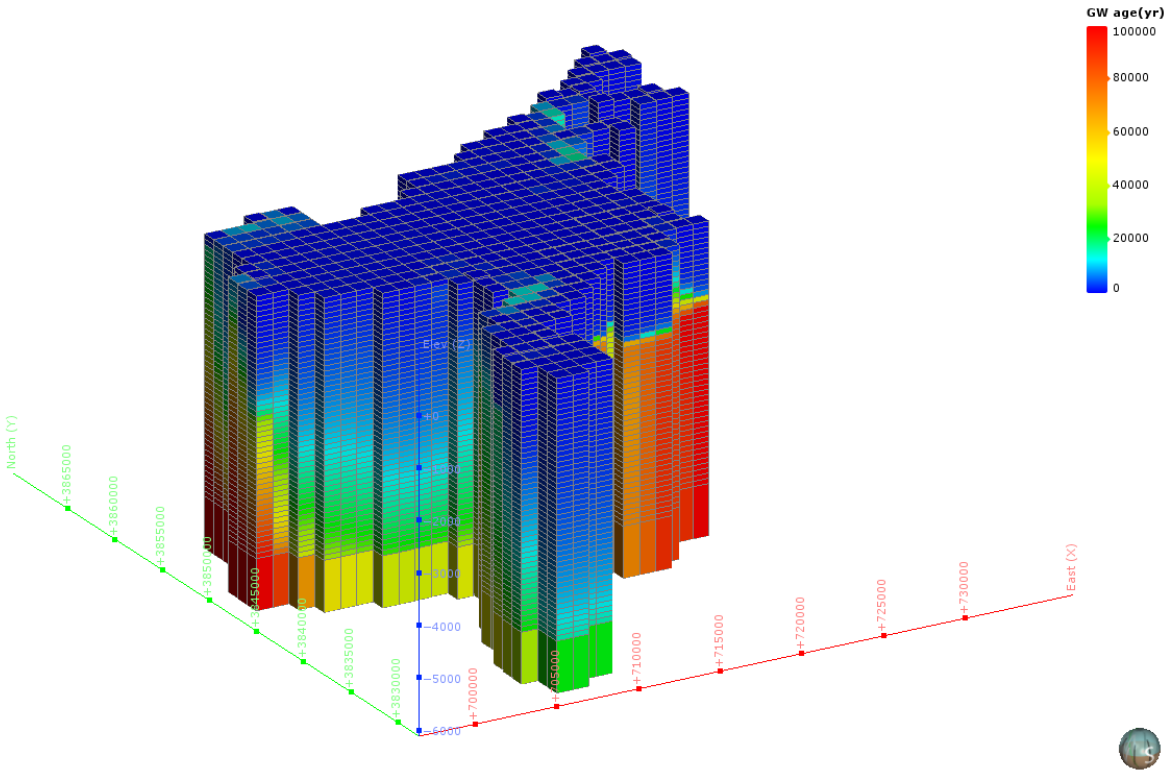


図 5-465　地下水年代三次元分布図（CB-13 : Toyohashi plain）

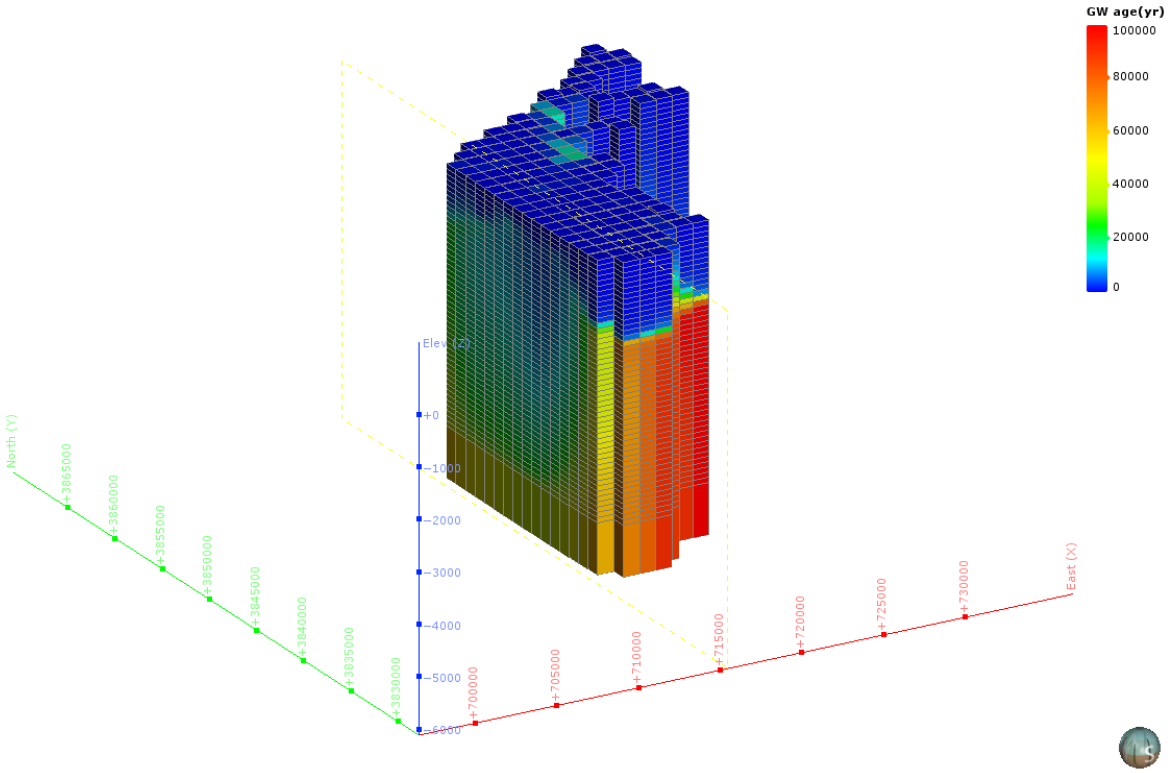


図 5-466　地下水年代三次元分布図（分割図）（CB-13 : Toyohashi plain）

（45） CB-14：Okazaki plain

1） **解析領域**

CB-14 : Okazaki plain 領域を包括し、海域約 10km を拡張して、解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、655km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、愛知県西尾市である。

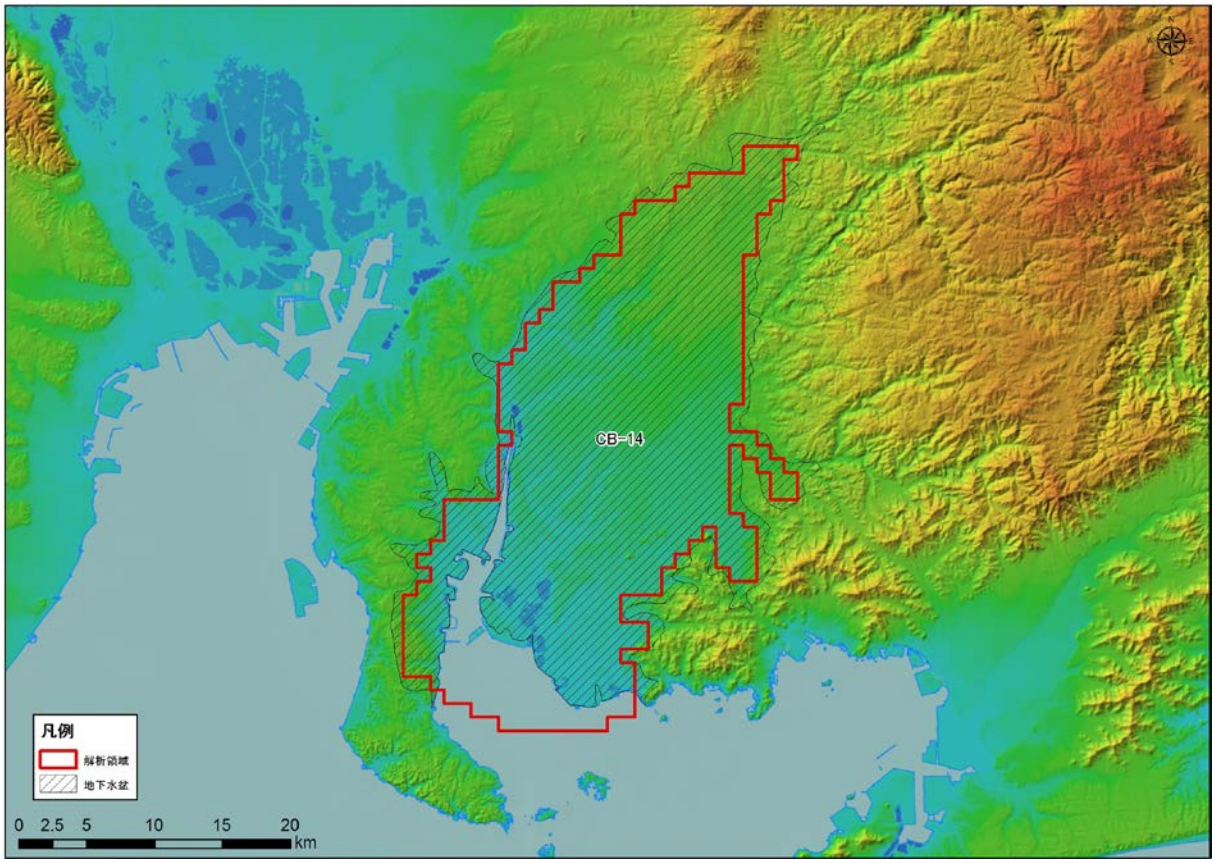


図 5-467 解析領域（CB-14 : Okazaki plain）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 32、Y 方向に 46、Z 方向に 45 で分割され、Active Cell 数は、29,475 となった。本領域内は、Q3，Q2，N3，N1，PreN1 で構成される。

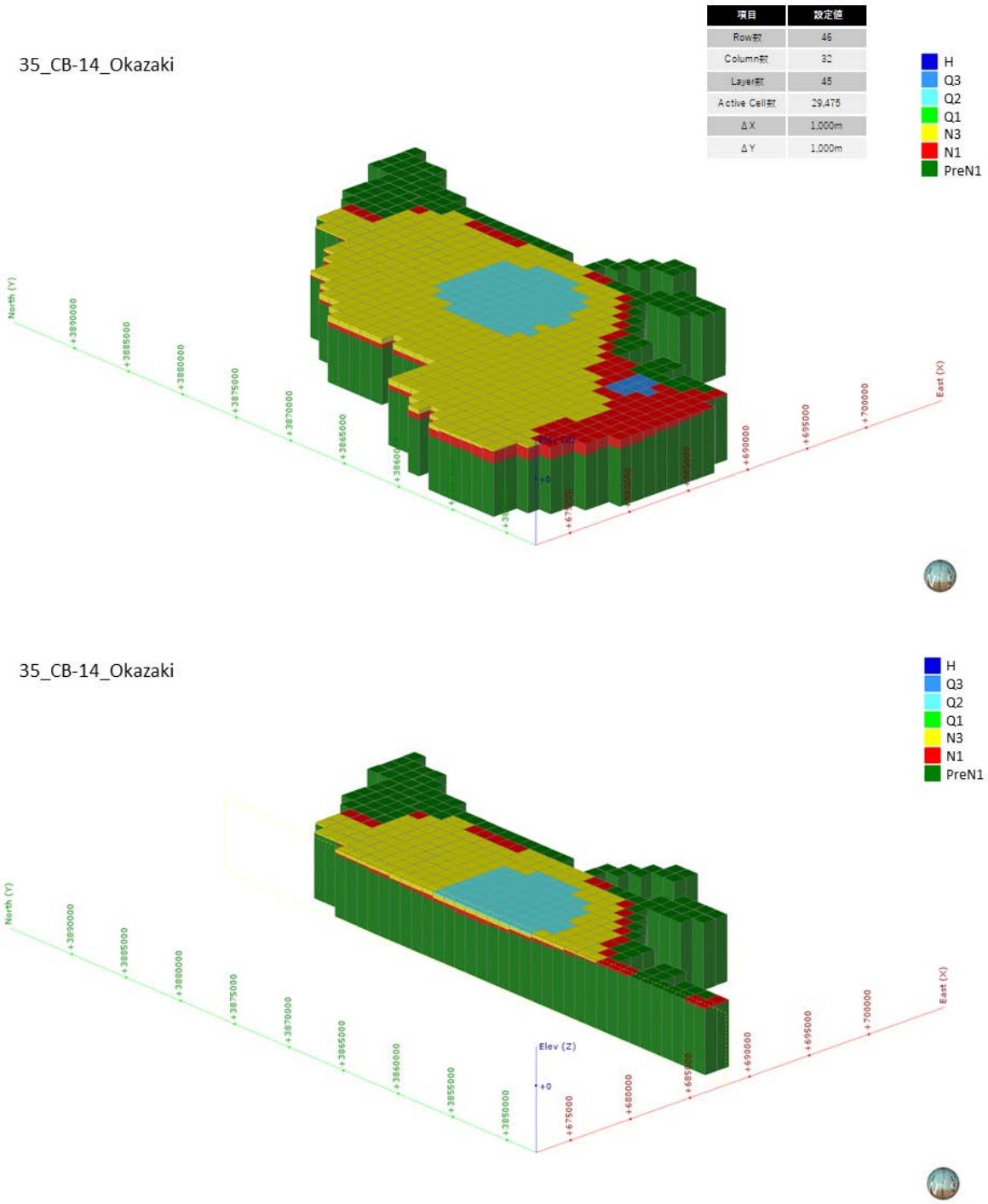


図 5-468　グリッド分割状況（CB-14 : Okazaki plain）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=549）と海域セル（N=106）の設定位置図を図 5-469 に示す。

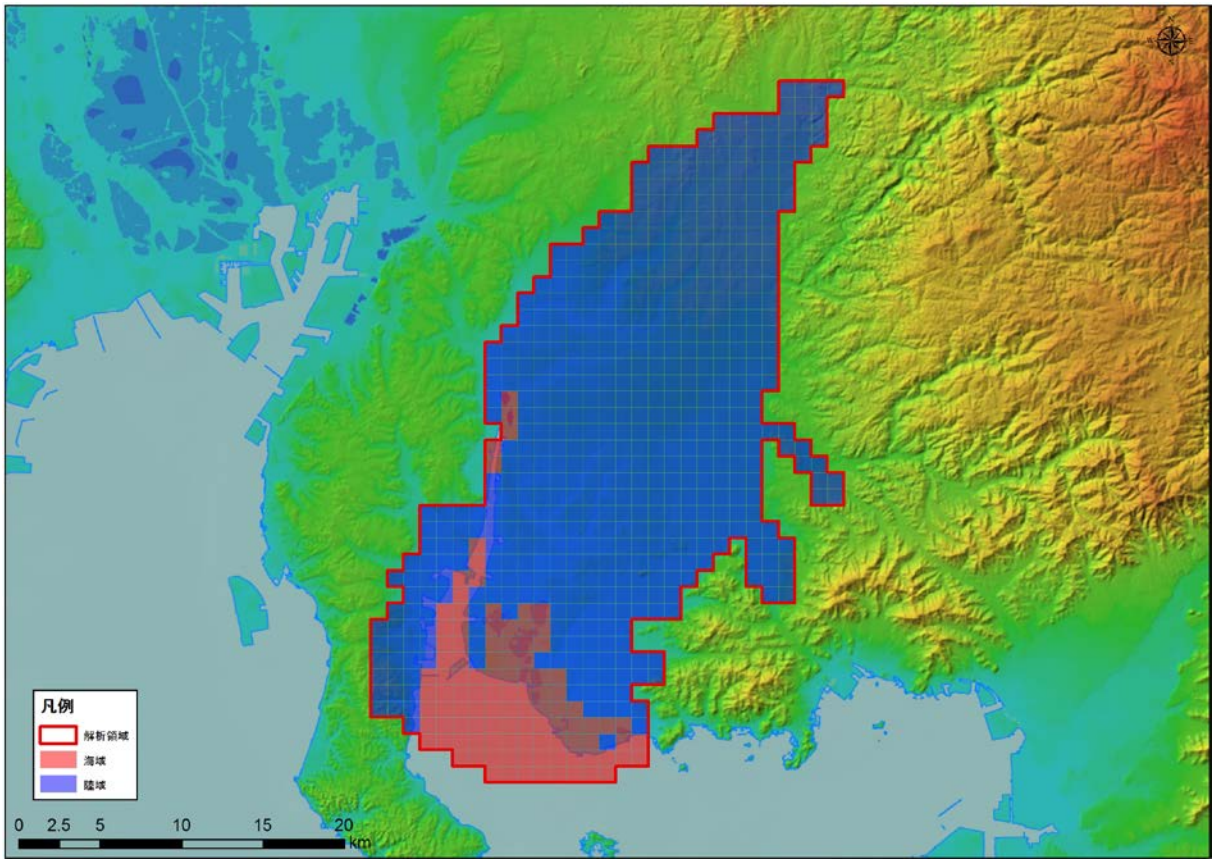


図 5-469　境界条件（CB-14 : Okazaki plain）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×7.4 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 0.60 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 0.60 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-38　検討ケース（CB-14 : Okazaki plain）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 7.4
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	2.17E+01
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	1.14E+01
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	2.51E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	6.11E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	4.13E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	3.18E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	1.99E-01
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	1.27E-01
モデル内の涵養量（mm/日）	0.08	0.74	0.01	0.60

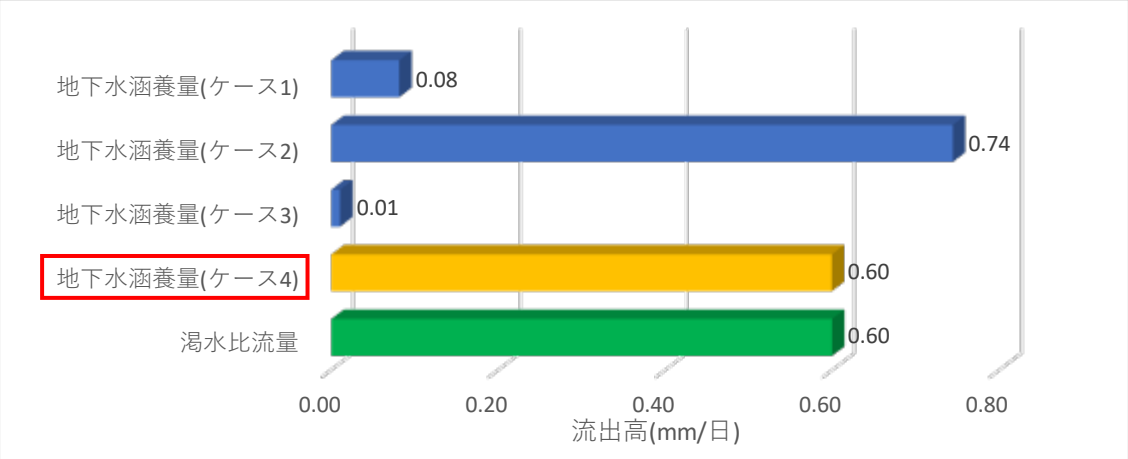


図 5-470　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（CB-14 : Okazaki plain）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

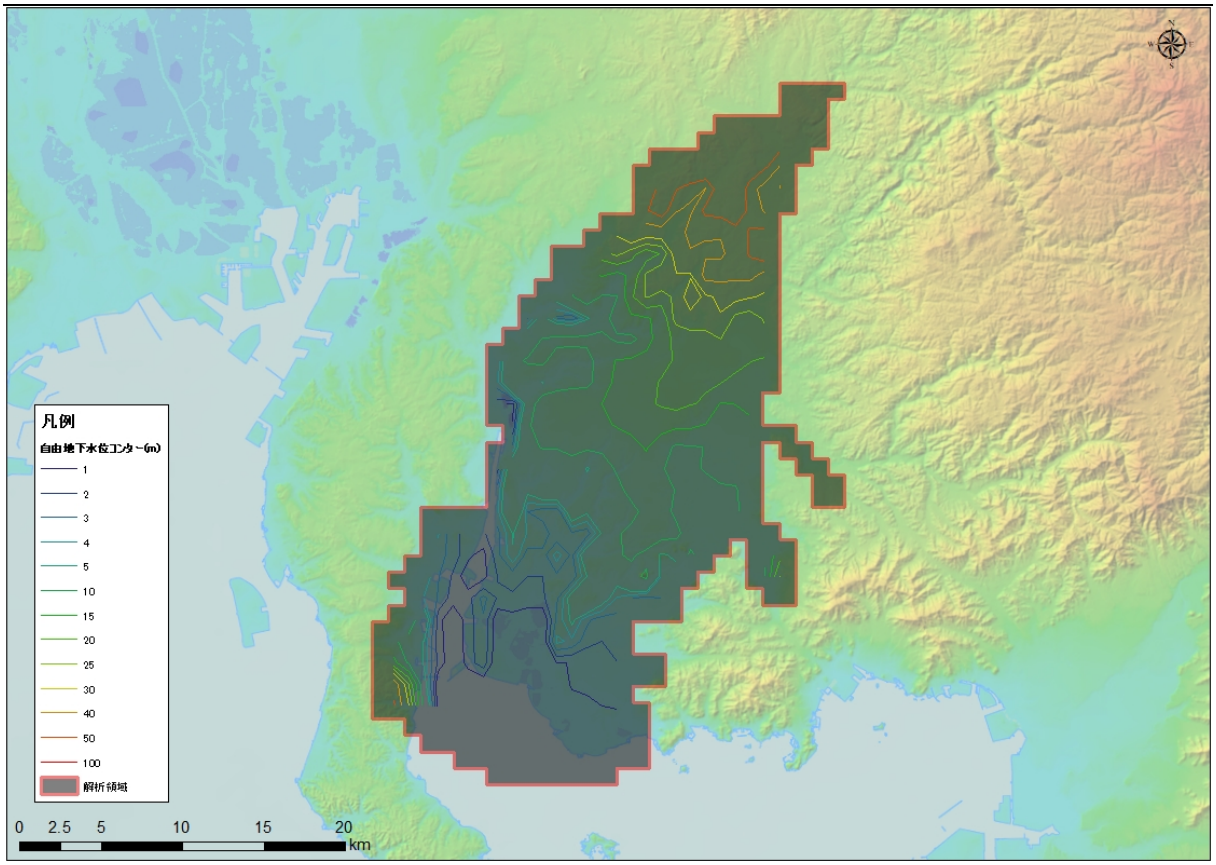


図 5-471　地下水位等高線図（CB-14 : Okazaki plain）

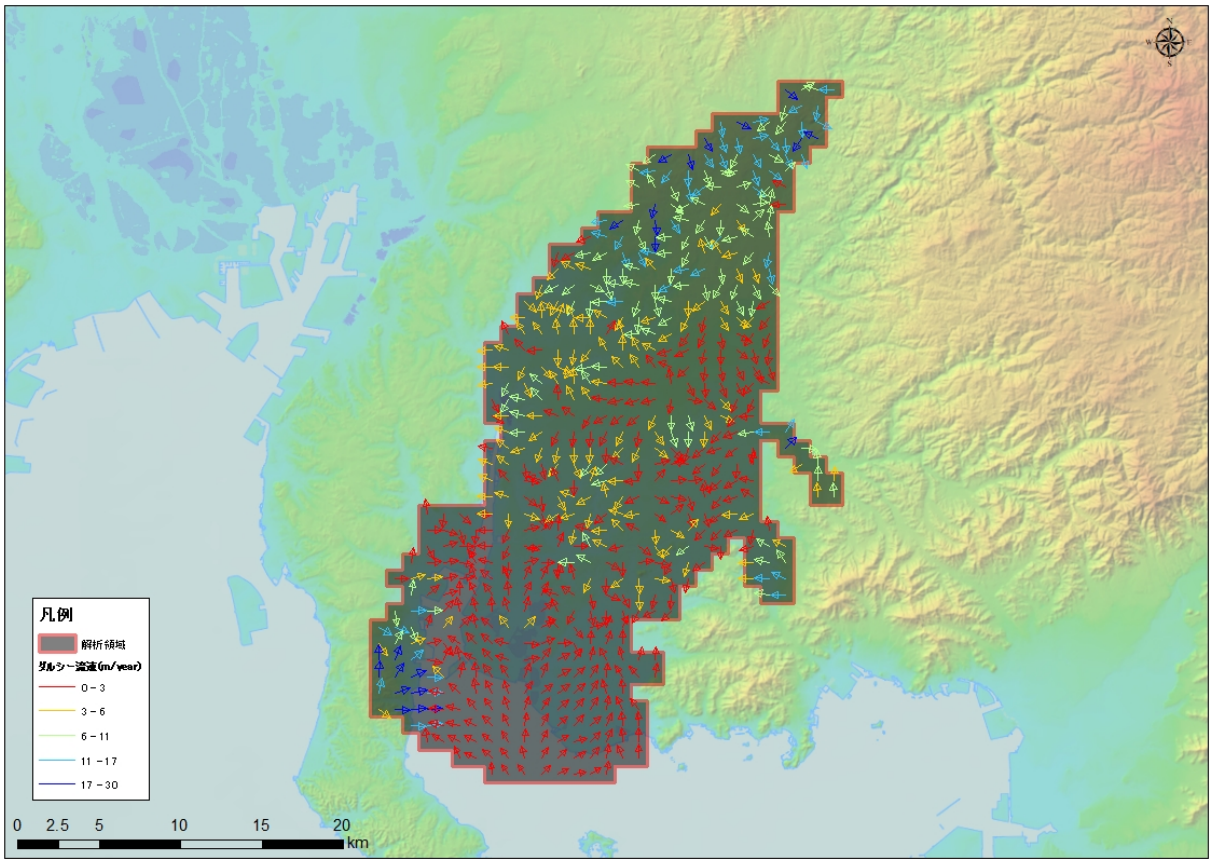


図 5-472　流速ベクトル図（CB-14 : Okazaki plain）

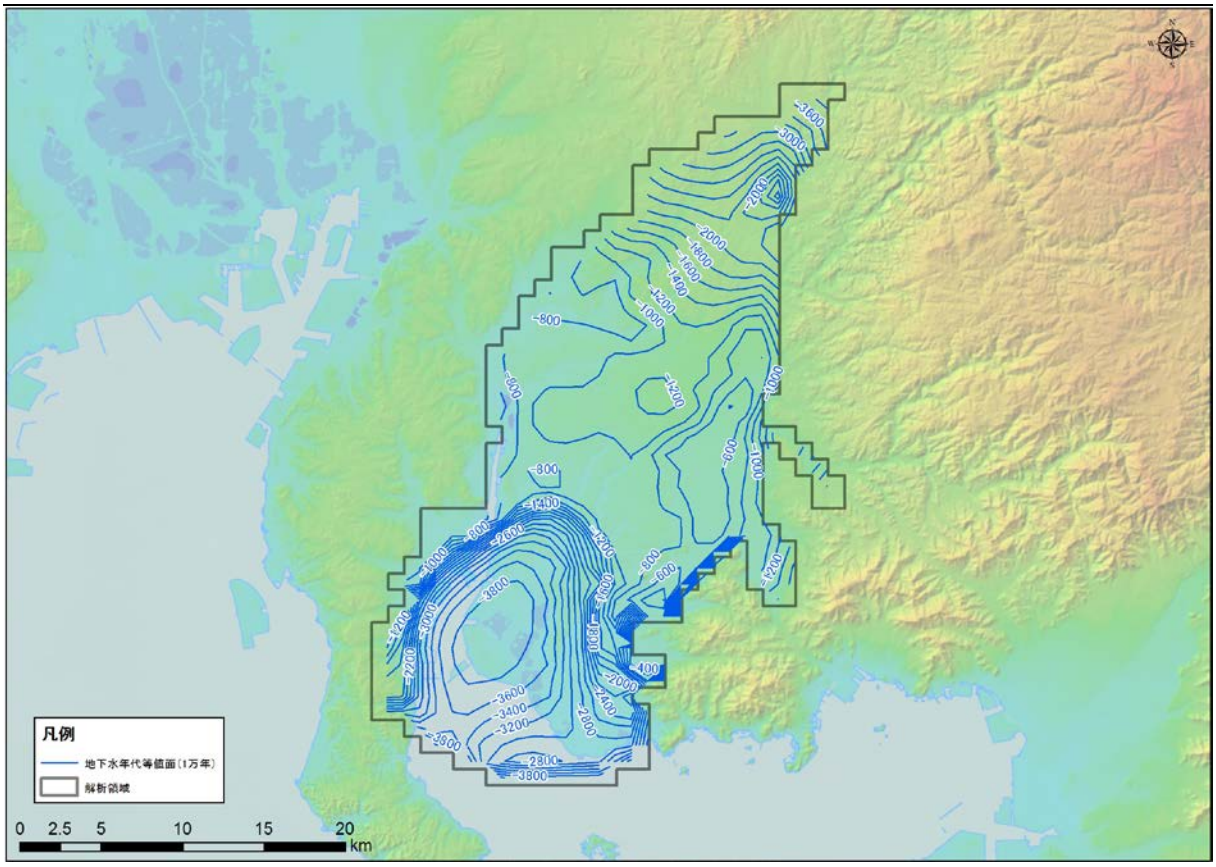


図 5-473　地下水年代（1 万年）等値面図（CB-14 : Okazaki plain）

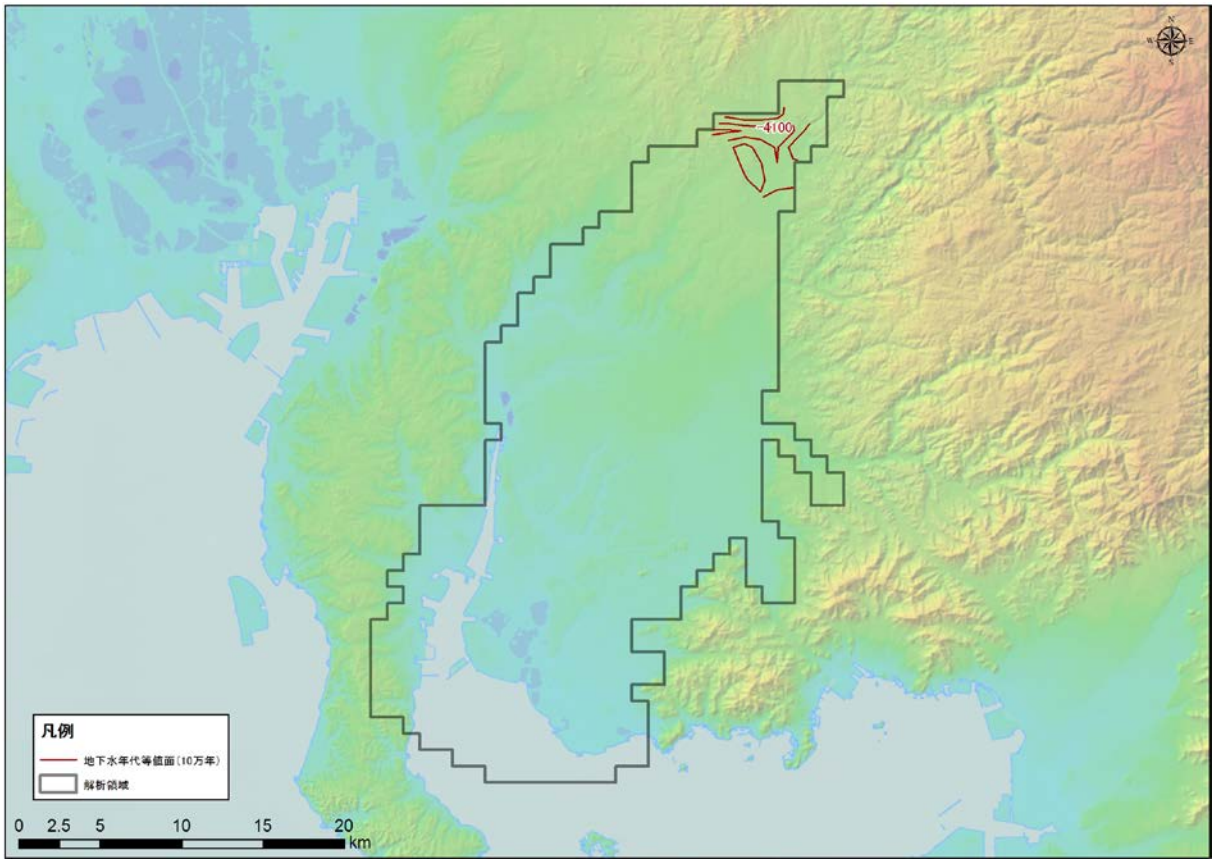


図 5-474　地下水年代（10 万年）等値面図（CB-14 : Okazaki plain）

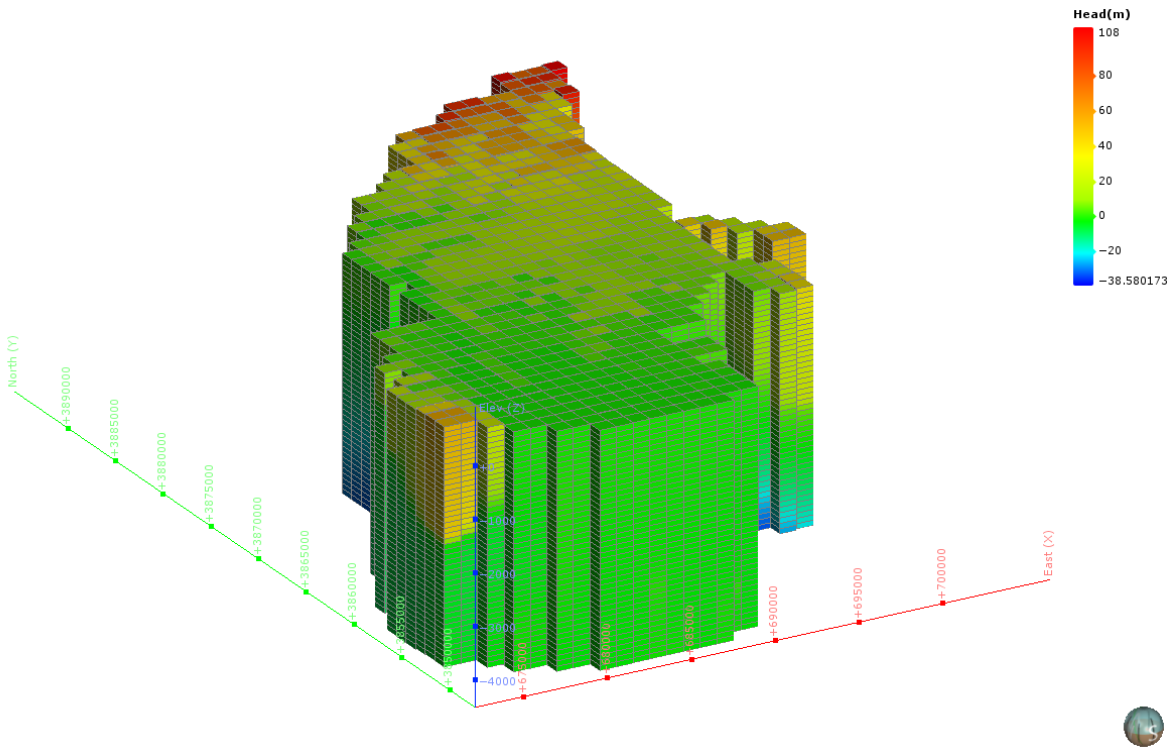


図 5-475　地下水ポテンシャル三次元分布図（CB-14 : Okazaki plain）

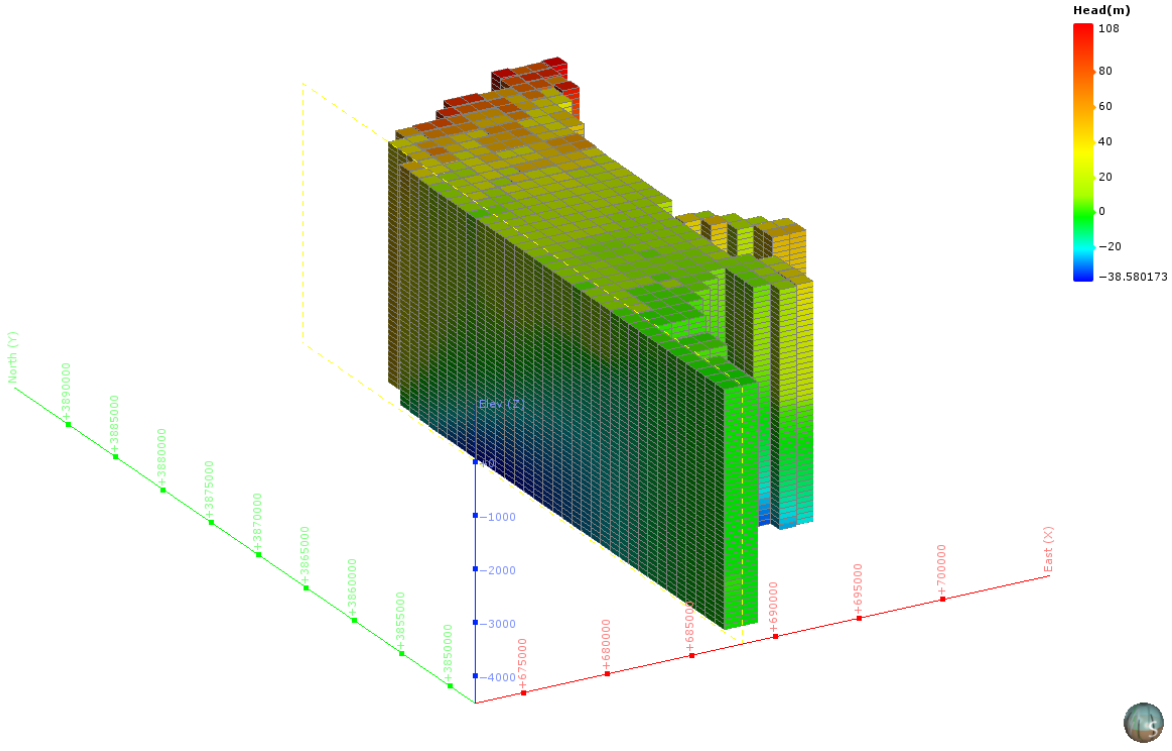


図 5-476　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（CB-14 : Okazaki plain）

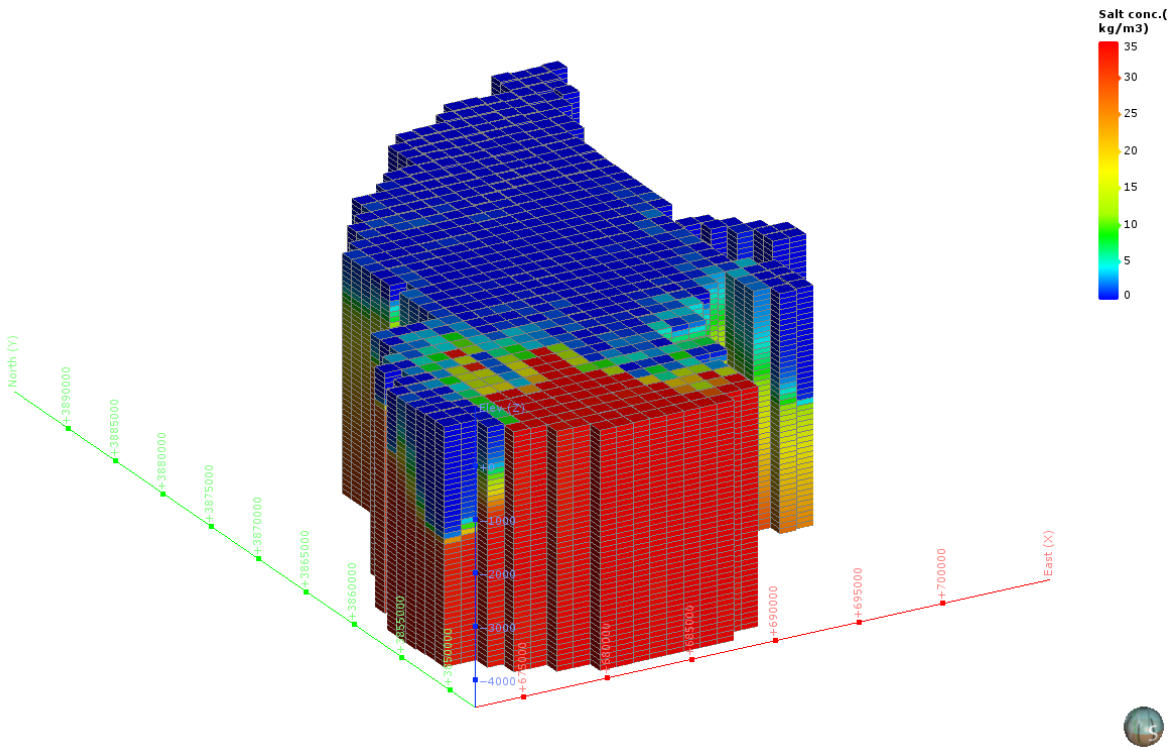


図 5-477　塩濃度三次元分布図（CB-14 : Okazaki plain）

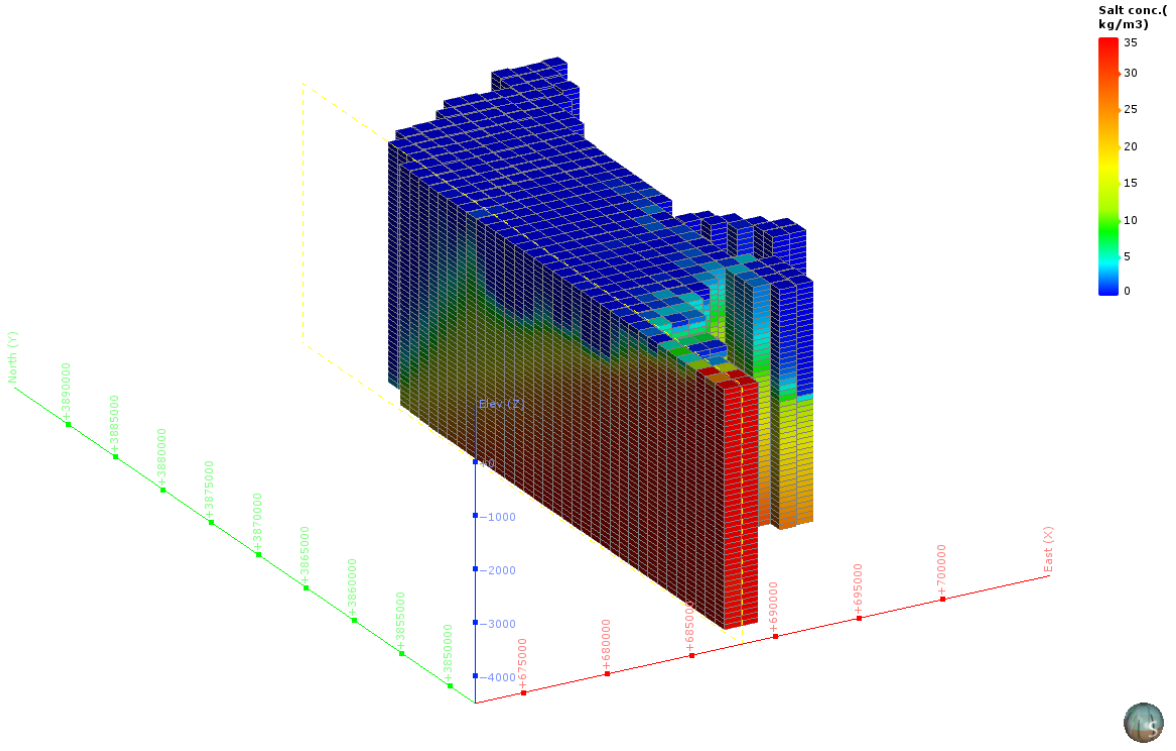


図 5-478　塩濃度三次元分布図（分割図）（CB-14 : Okazaki plain）

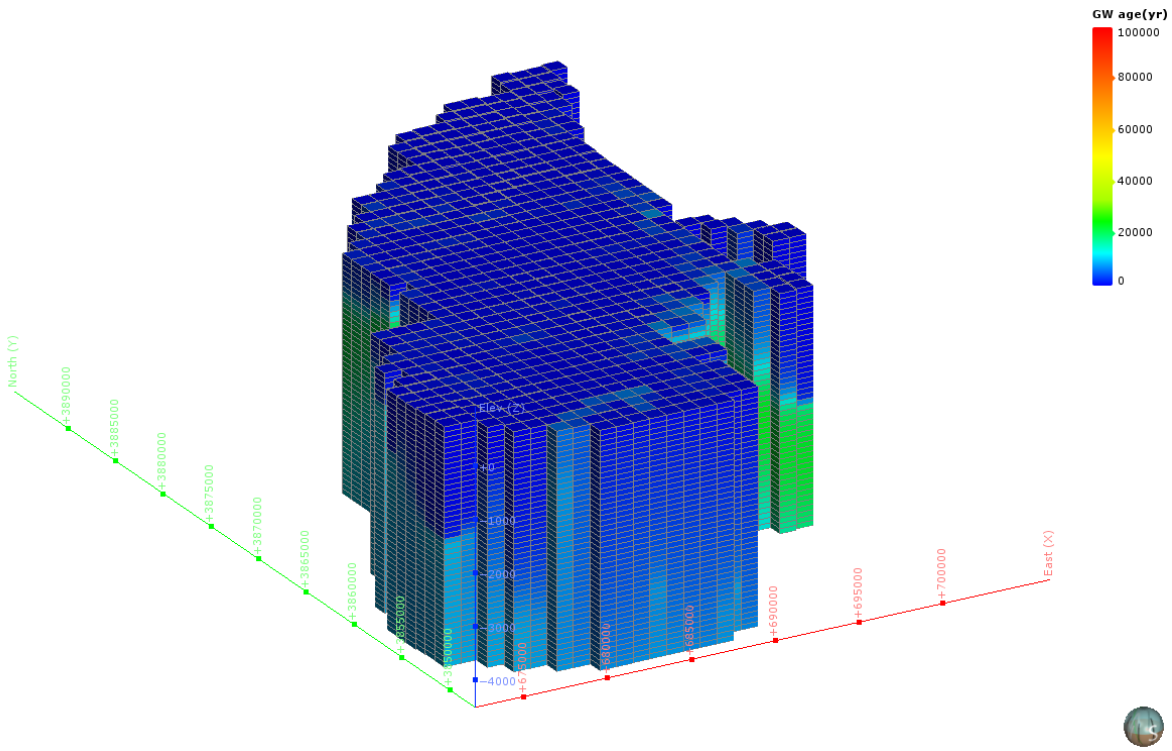


図 5-479　地下水年代三次元分布図（CB-14 : Okazaki plain）

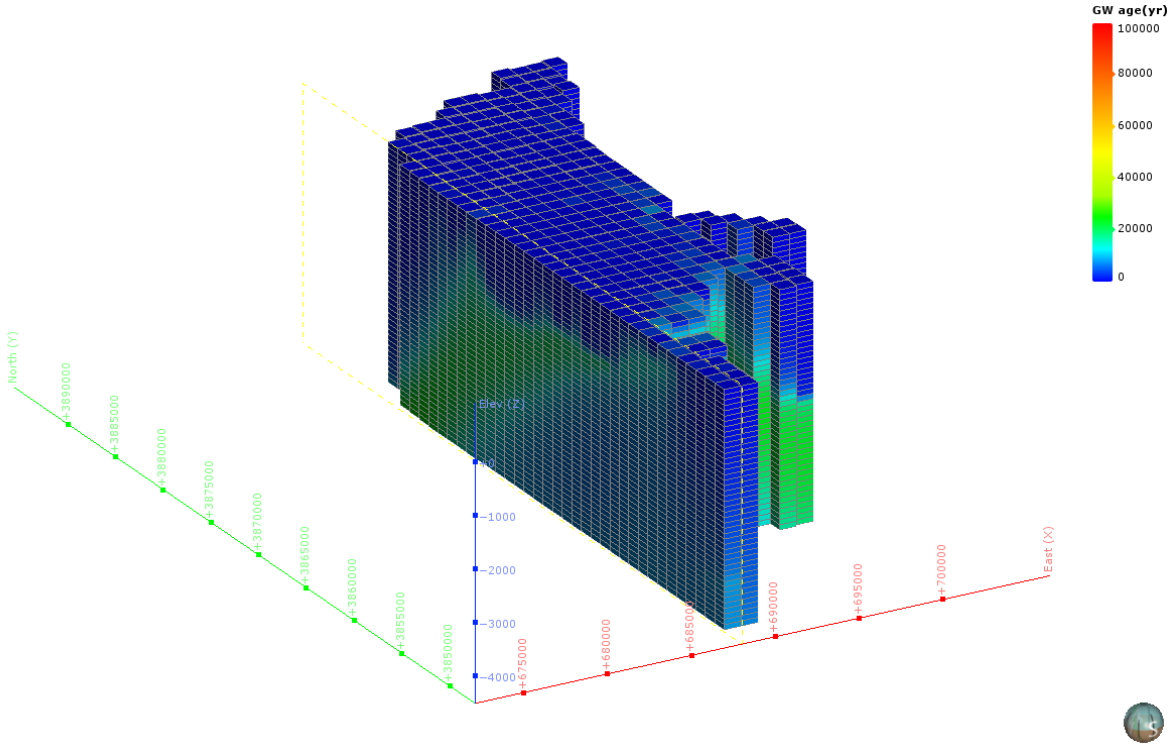


図 5-480　地下水年代三次元分布図（分割図）（CB-14 : Okazaki plain）

（46） CB-15：Nobi plain

1） **解析領域**

CB-15：Nobi plain 領域を包括し、海域約 20km を拡張して、解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、1,831km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、愛知県稲沢市である。

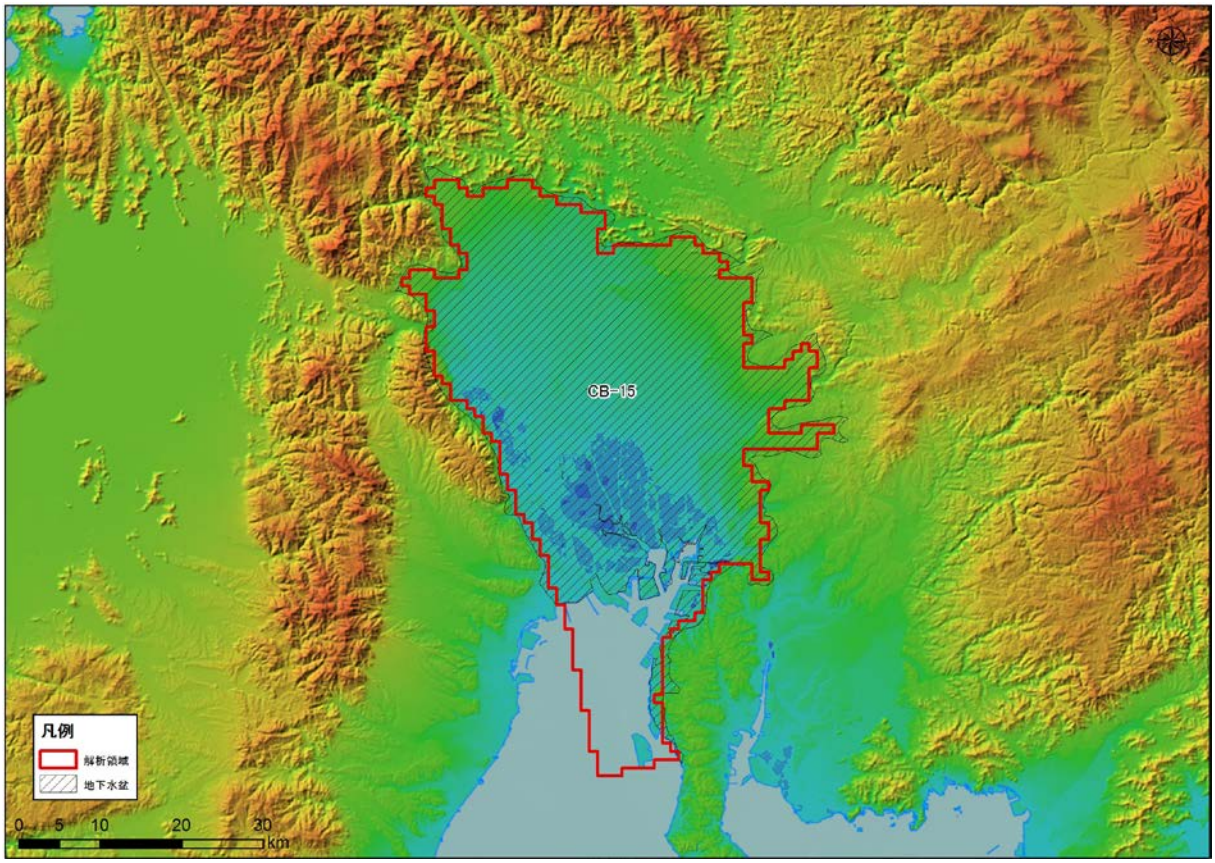


図 5-481 解析領域（CB-15 : Nobi plain）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 56、Y 方向に 76、Z 方向に 52 で分割され、Active Cell 数は、95,212 となった。本領域内は、H，Q3，N3，PreN1 で構成される。

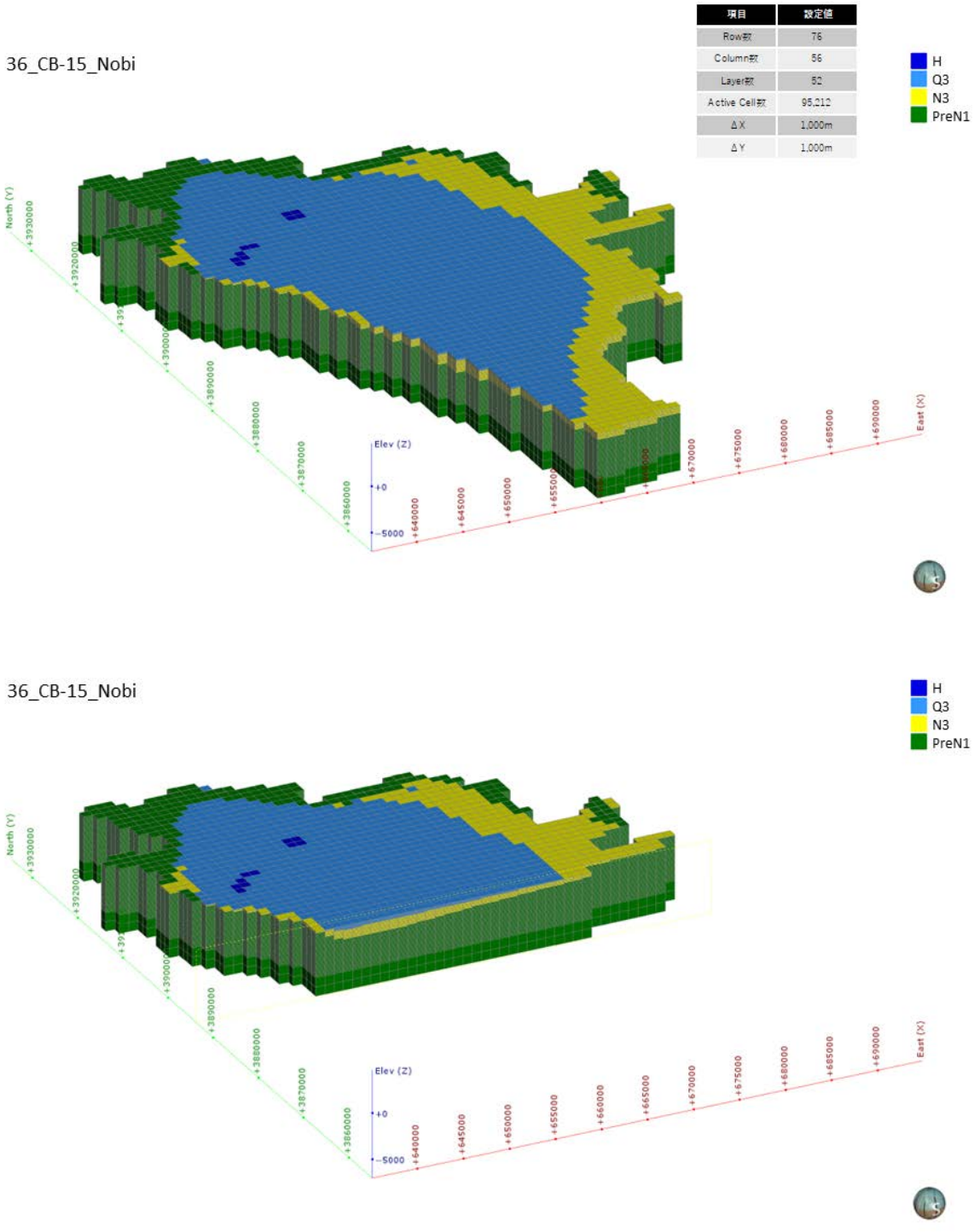


図 5-482　グリッド分割状況（CB-15 : Nobi plain）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=1,639）と海域セル（N=192）の設定位置図を図 5-483 に示す。

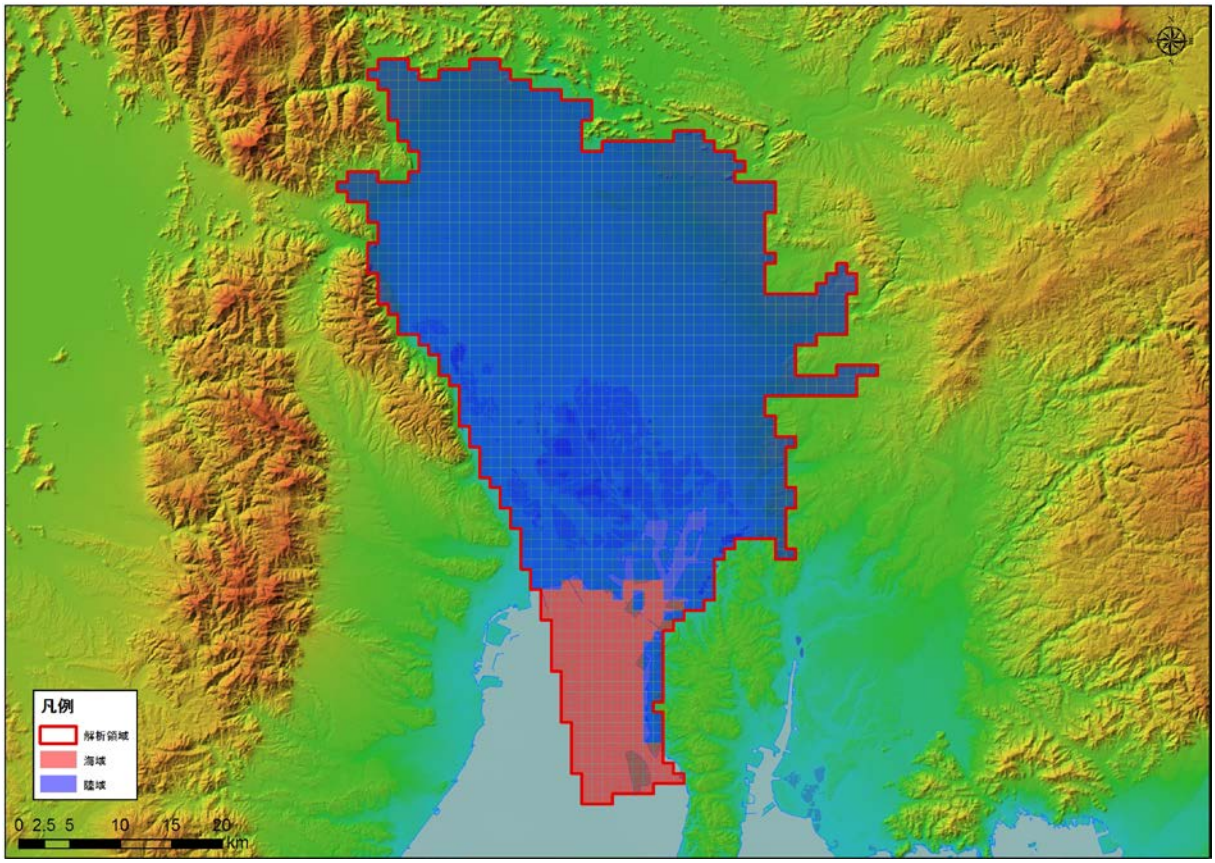


図 5-483　境界条件（CB-15 : Nobi plain）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×20.5 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 1.19 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 1.19 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-39　検討ケース（CB-15 : Nobi plain）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 20.5
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	6.06E+01
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	3.17E+01
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	7.01E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	1.70E+00
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	1.15E+00
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	8.86E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	5.56E-01
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	3.54E-01
モデル内の涵養量 (mm/日)	0.06	0.94	0.01	1.19

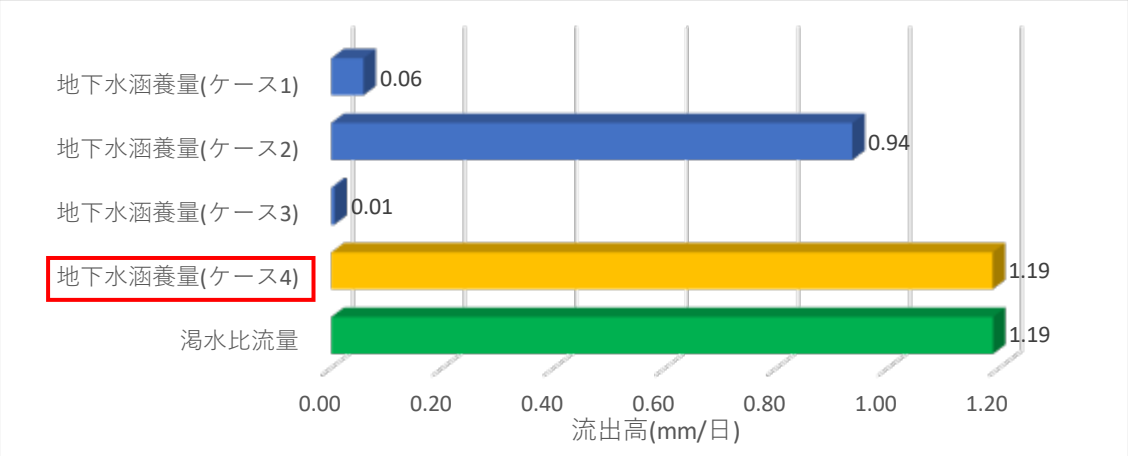


図 5-484　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（CB-15 : Nobi plain）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

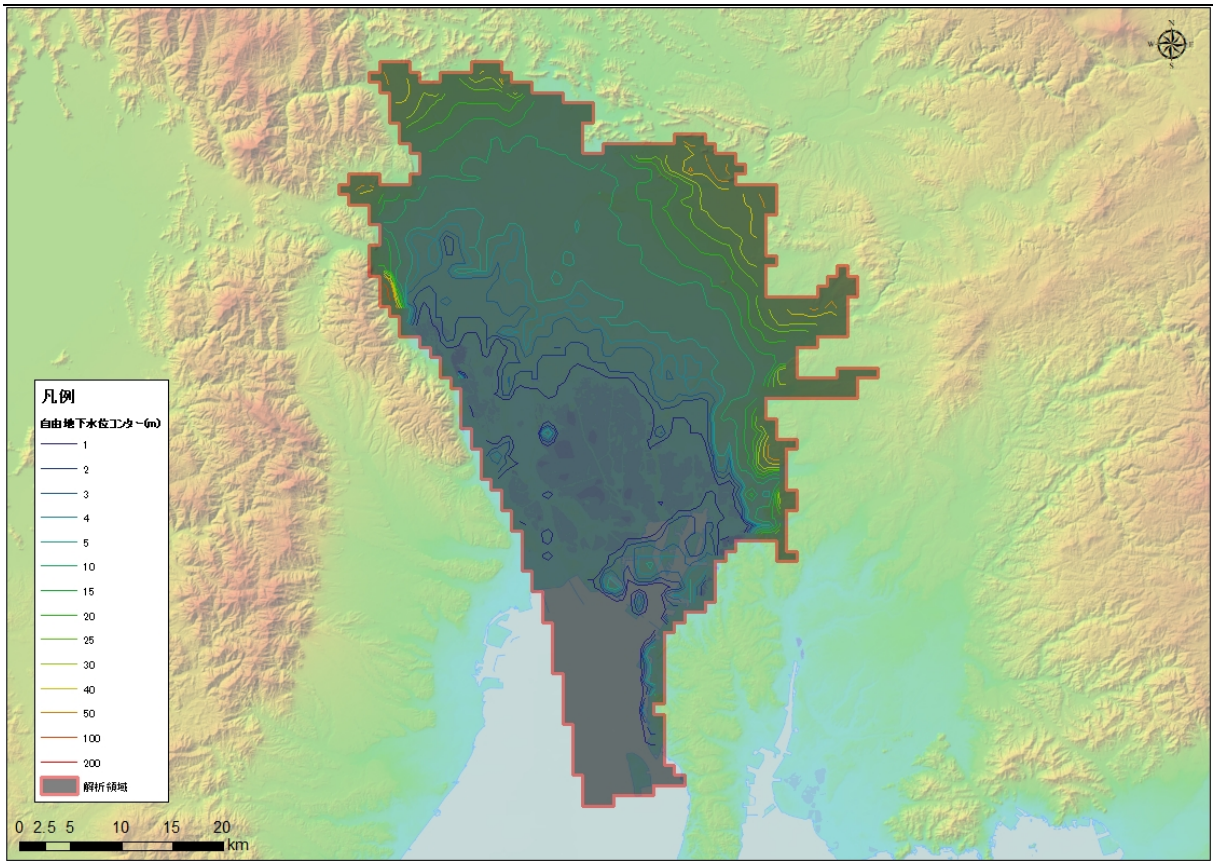


図 5-485　地下水位等高線図（CB-15 : Nobi plain）

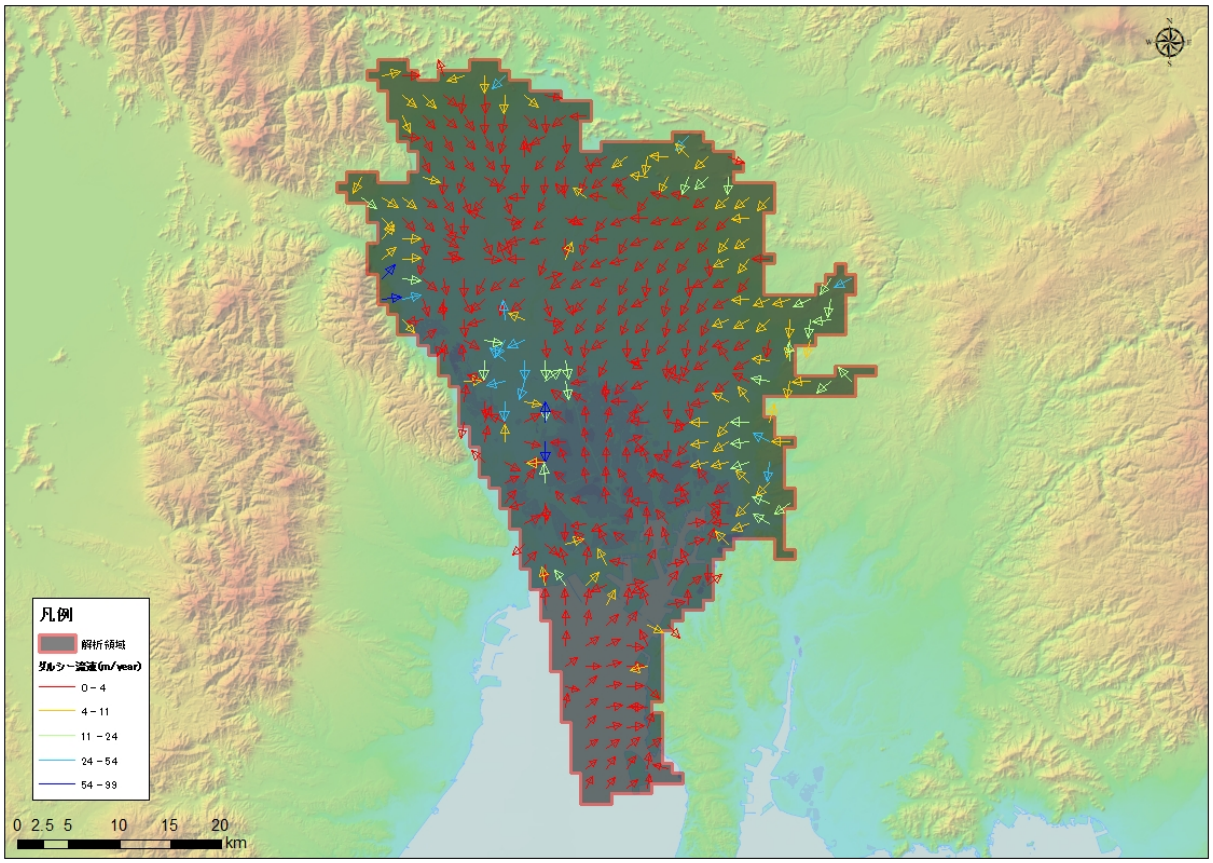


図 5-486　流速ベクトル図（CB-15 : Nobi plain）

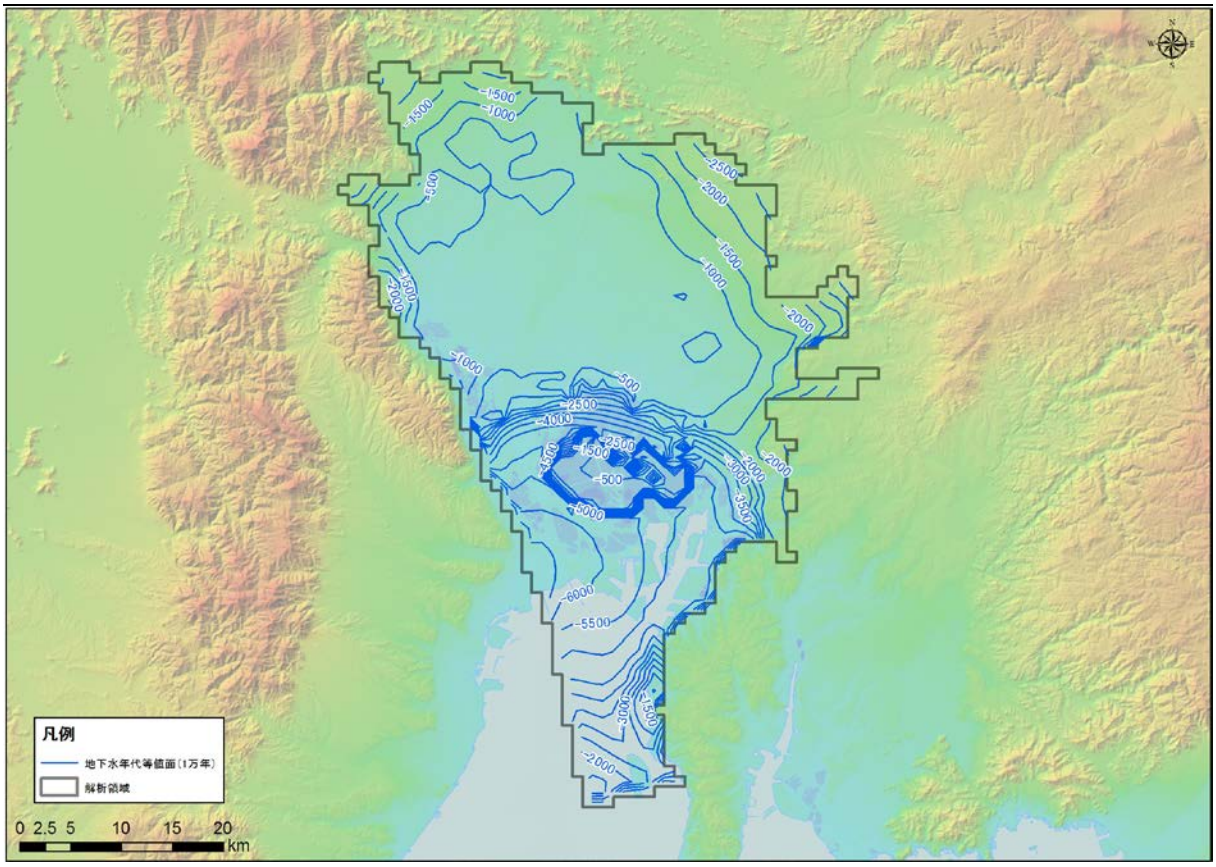


図 5-487　地下水年代（1 万年）等値面図（CB-15 : Nobi plain）

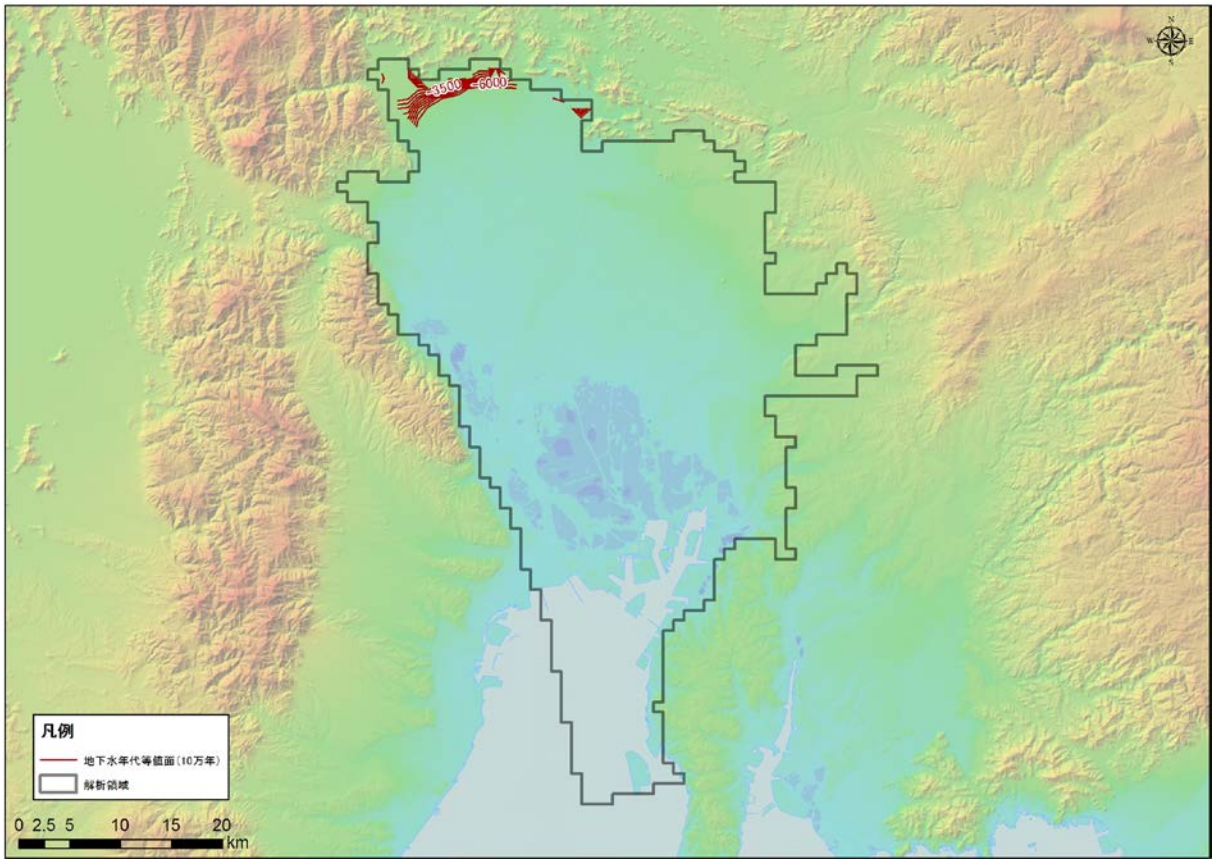


図 5-488　地下水年代（10 万年）等値面図（CB-15 : Nobi plain）

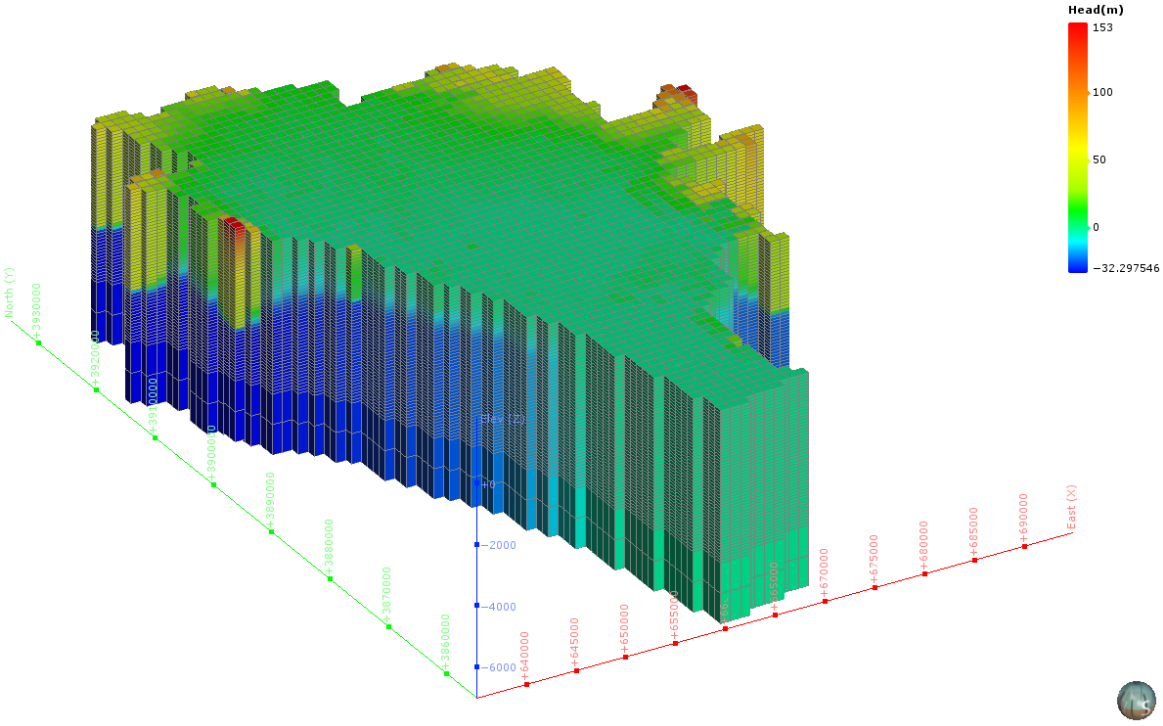


図 5-489　地下水ポテンシャル三次元分布図（CB-15 : Nobi plain）

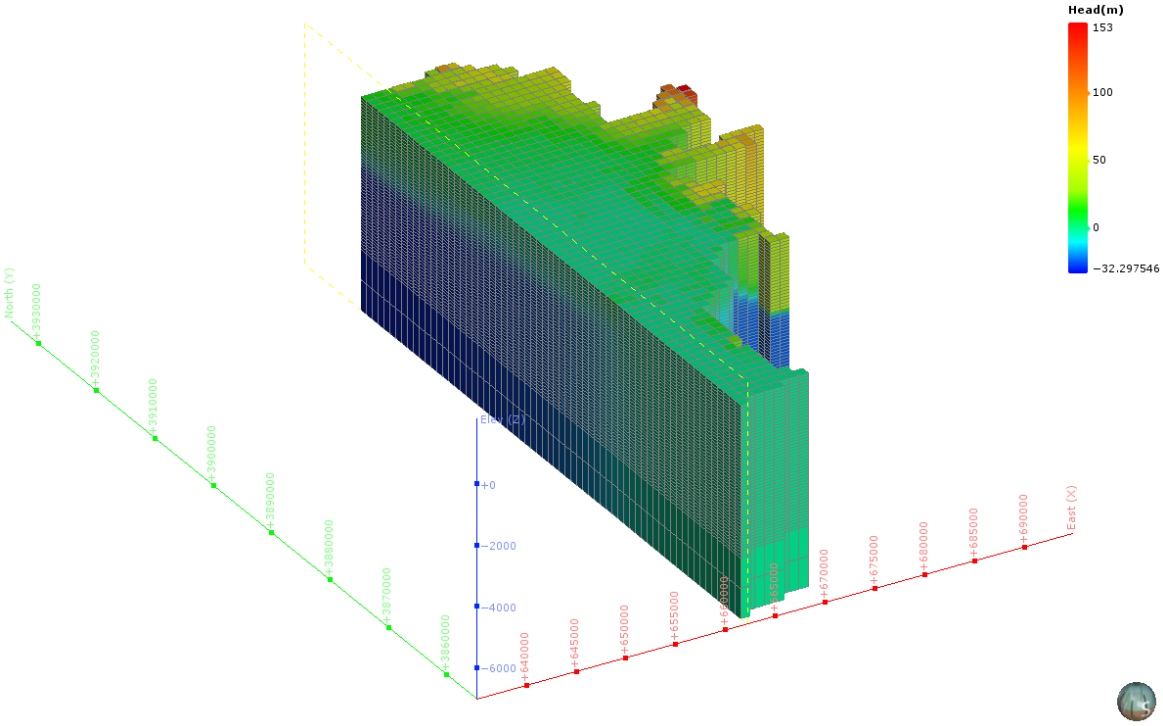


図 5-490　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（CB-15 : Nobi plain）

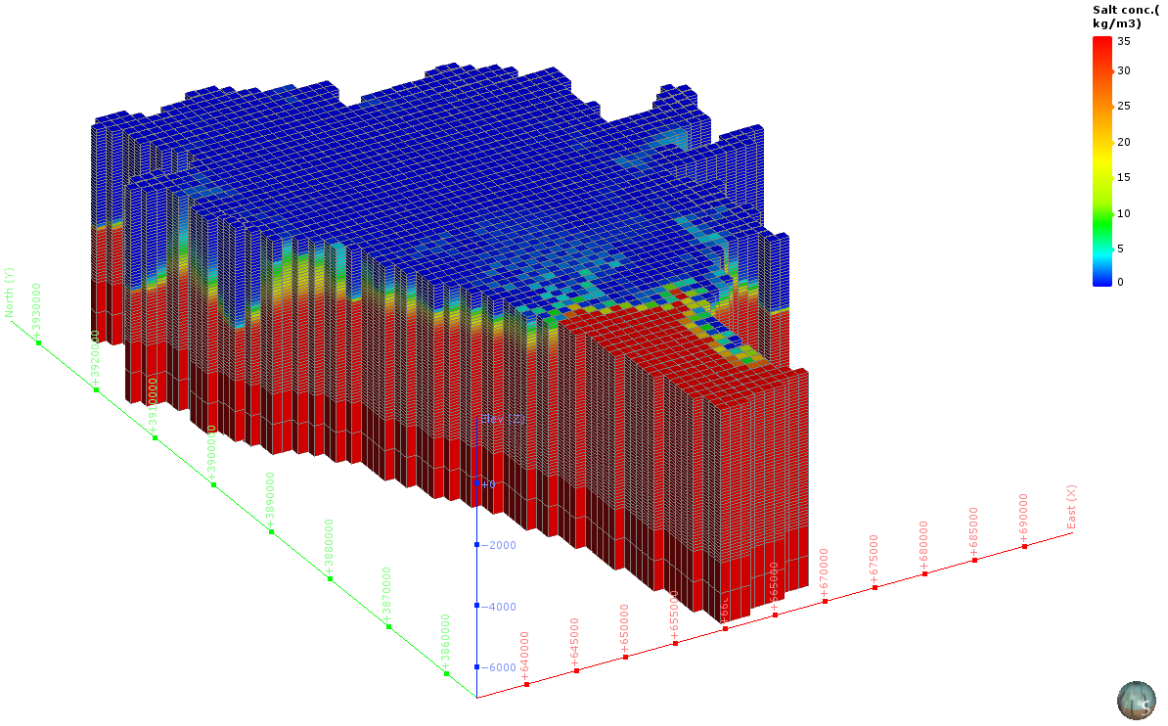


図 5-491　塩濃度三次元分布図（CB-15 : Nobi plain）

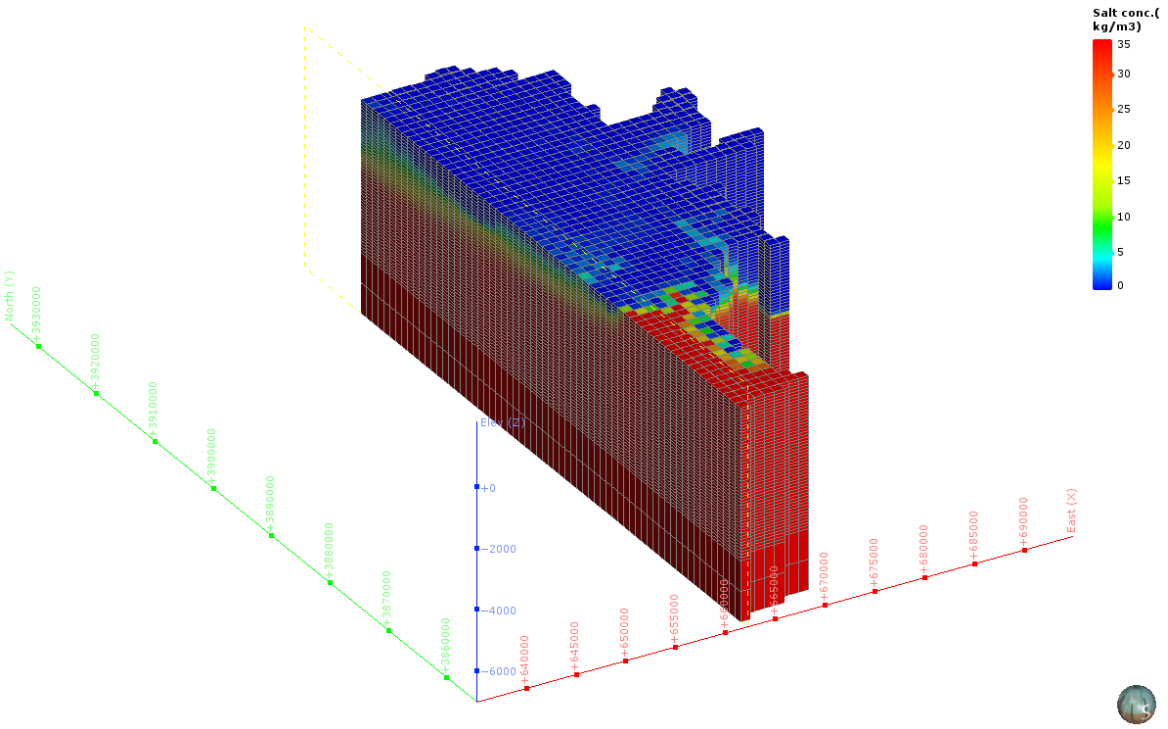


図 5-492　塩濃度三次元分布図（分割図）（CB-15 : Nobi plain）

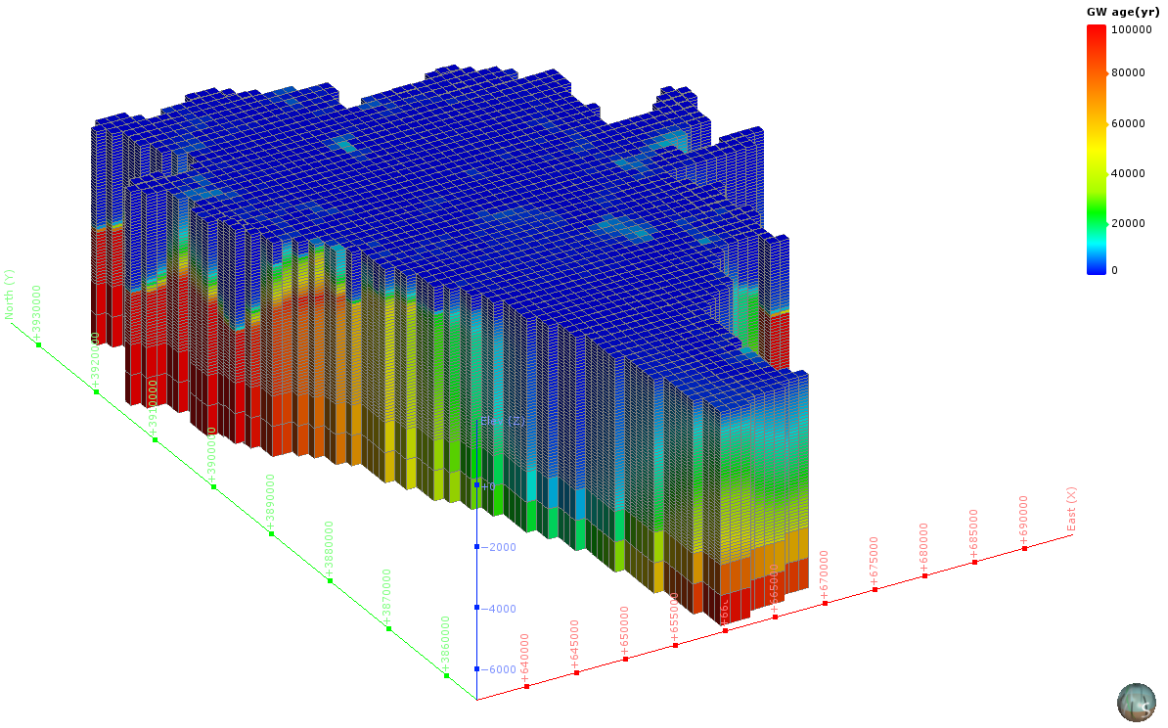


図 5-493　地下水年代三次元分布図（CB-15 : Nobi plain）

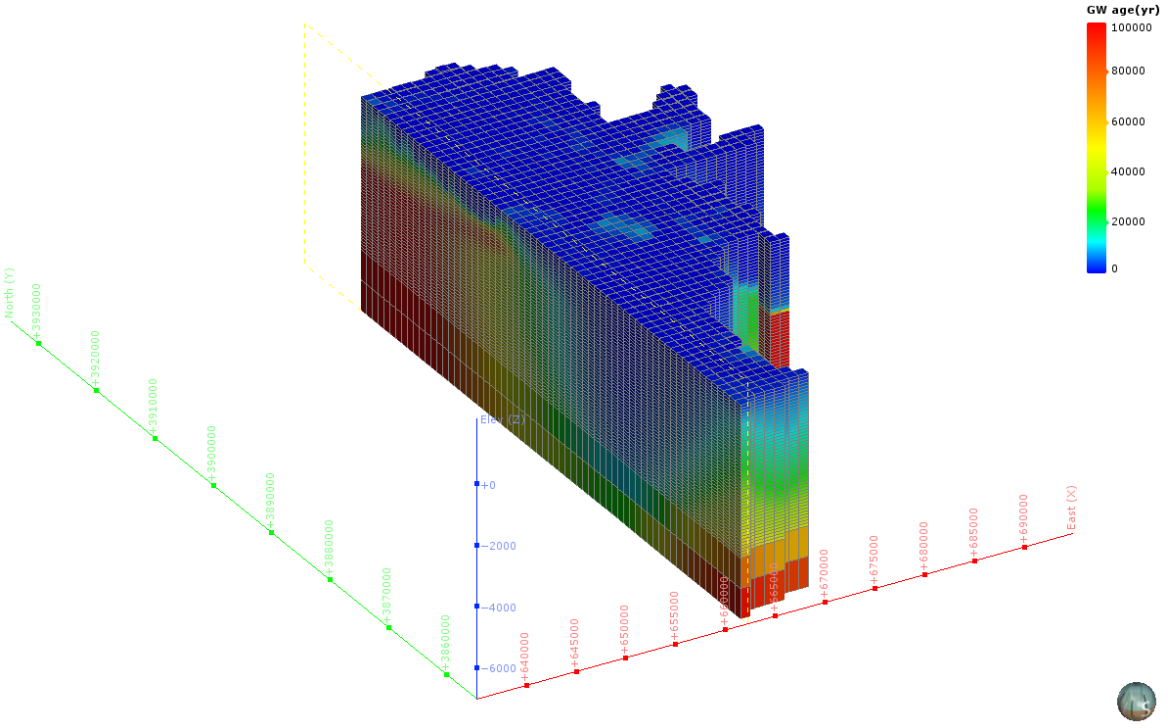


図 5-494　地下水年代三次元分布図（分割図）（CB-15 : Nobi plain）

（47） KI-1：Ise plain

1） **解析領域**

KI-1：Ise plain 領域を包括し、海域約 22km を拡張して、解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、1,893km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、三重県四日市市・津市である。

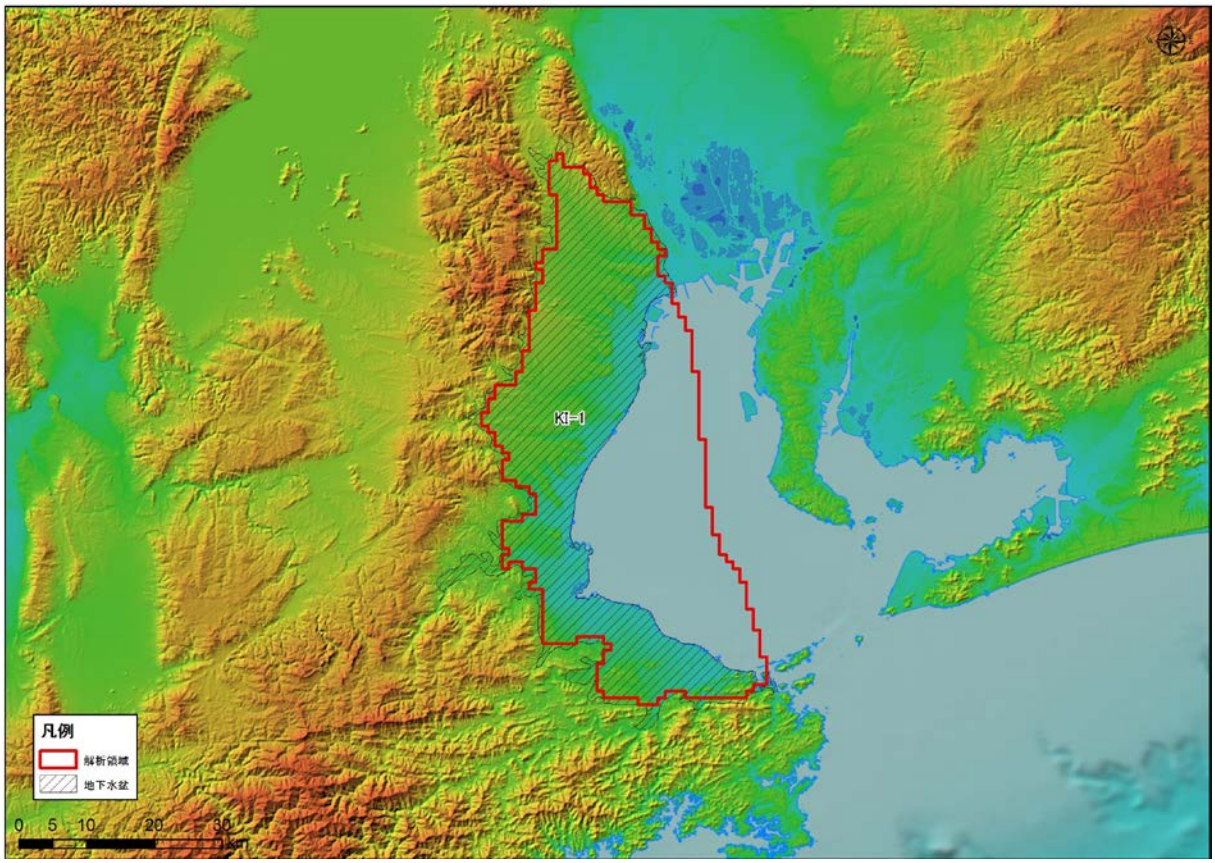


図 5-495 解析領域（KI-1 : Ise plain）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 51、Y 方向に 88、Z 方向に 55 で分割され、Active Cell 数は、104,115 となった。本領域内は、Q3，Q1，N3，N1，PreN1 で構成される。

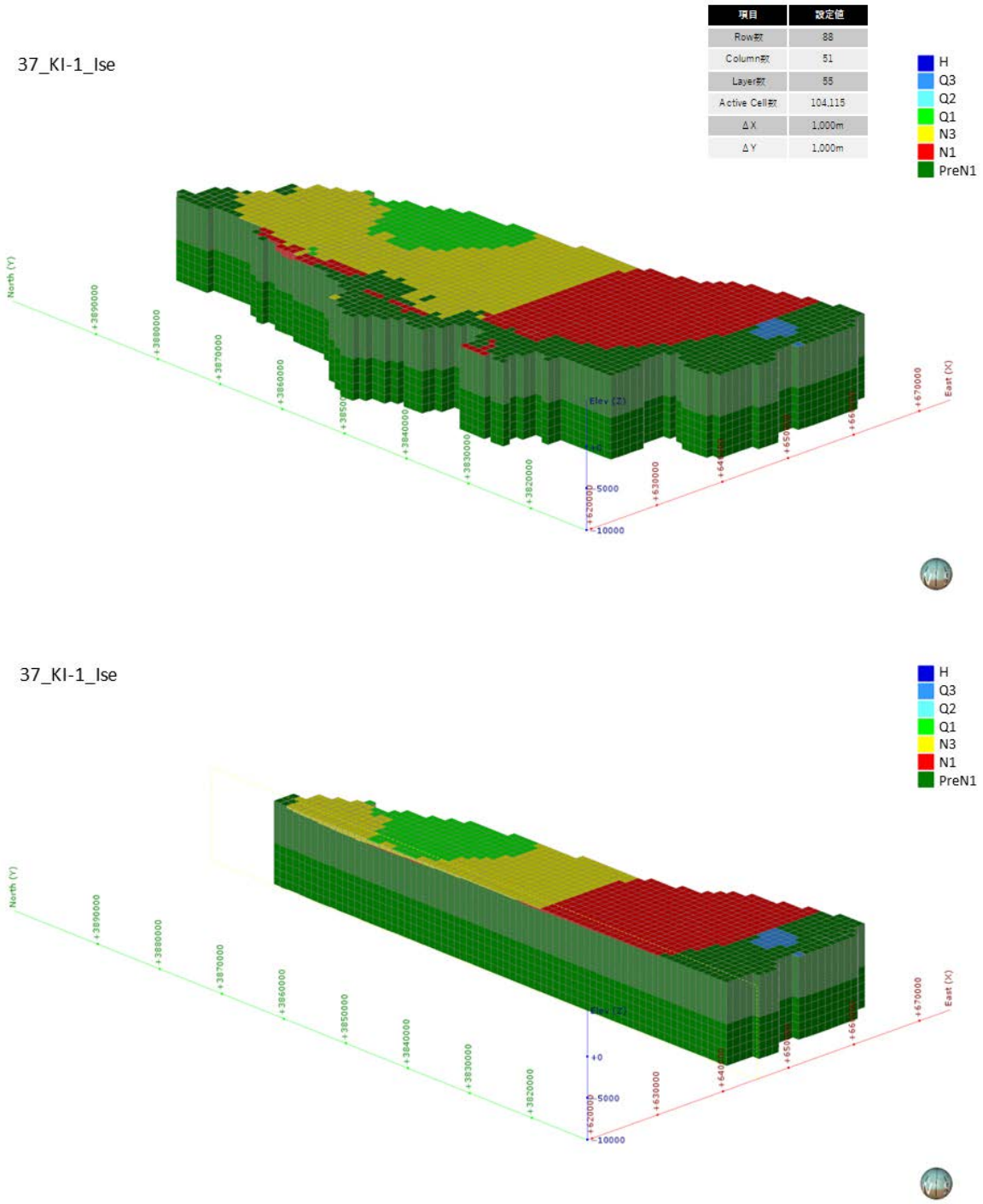


図 5-496　グリッド分割状況（KI-1 : Ise plain）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=1,114）と海域セル（N=779）の設定位置図を図 5-497 に示す。

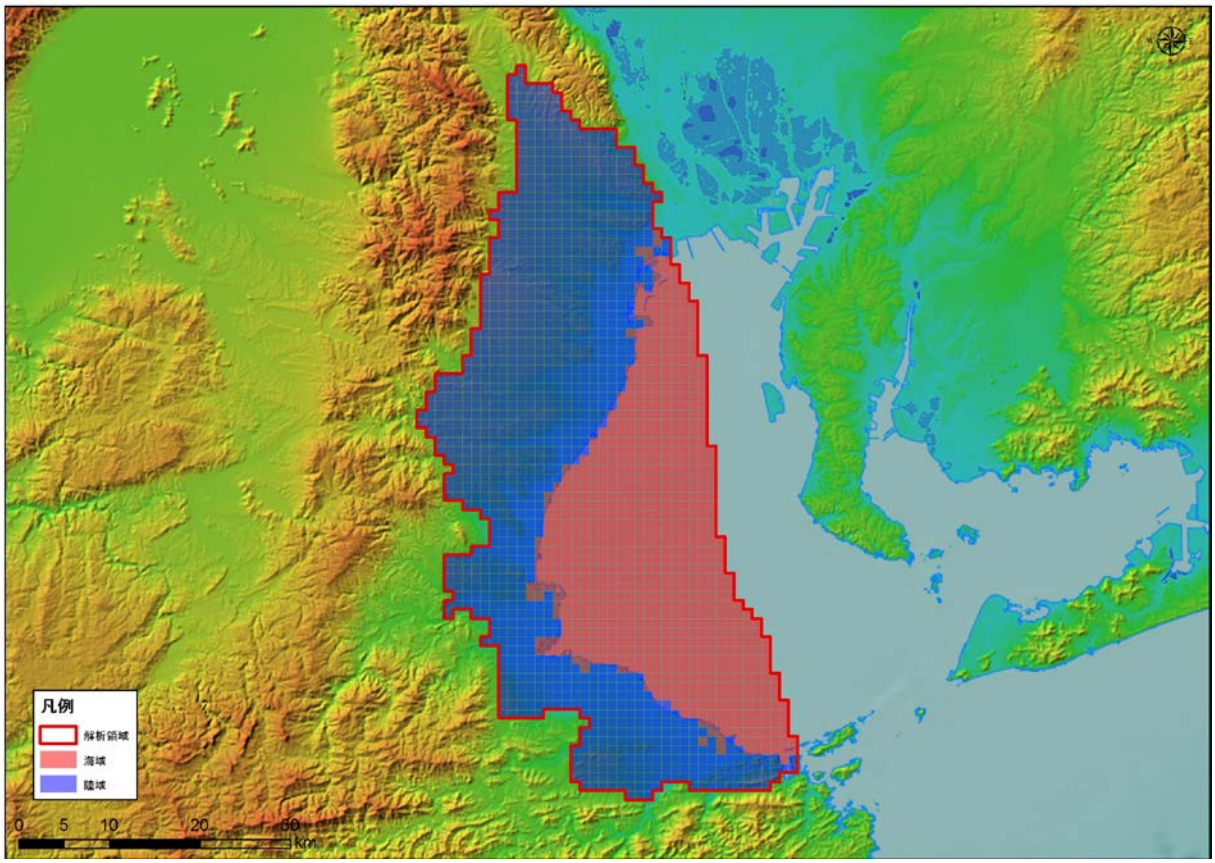


図 5-497　境界条件（KI-1 : Ise plain）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×2.2 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 0.39 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 0.39 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-40　検討ケース（KI-1 : Ise plain）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 2.2
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	6.56E+00
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	3.44E+00
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	7.59E-01
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	1.84E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	1.25E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	9.60E-02
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	6.02E-02
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	3.84E-02
モデル内の涵養量 (mm/日)	0.18	1.66	0.02	0.39

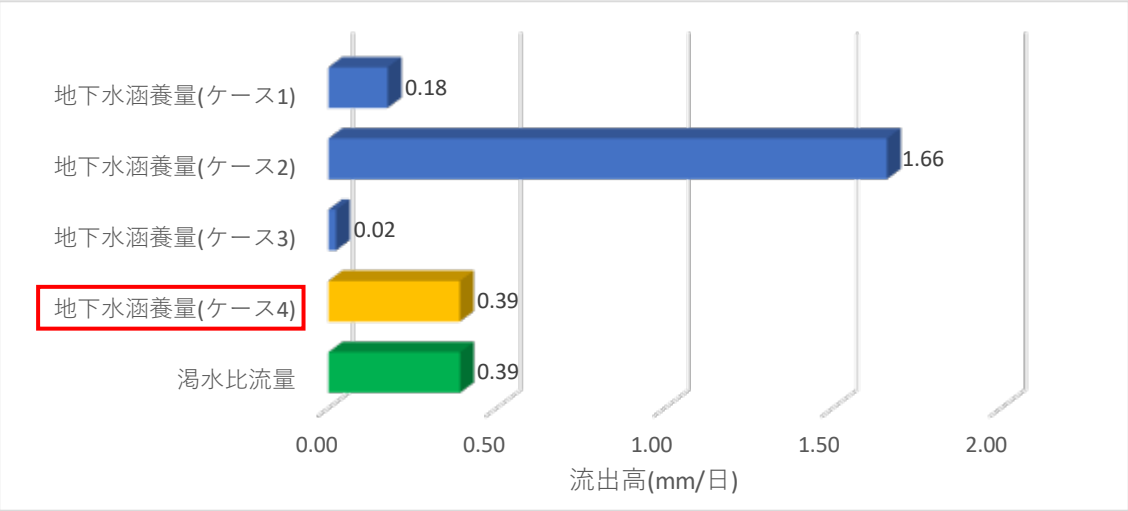


図 5-498　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（KI-1 : Ise plain）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

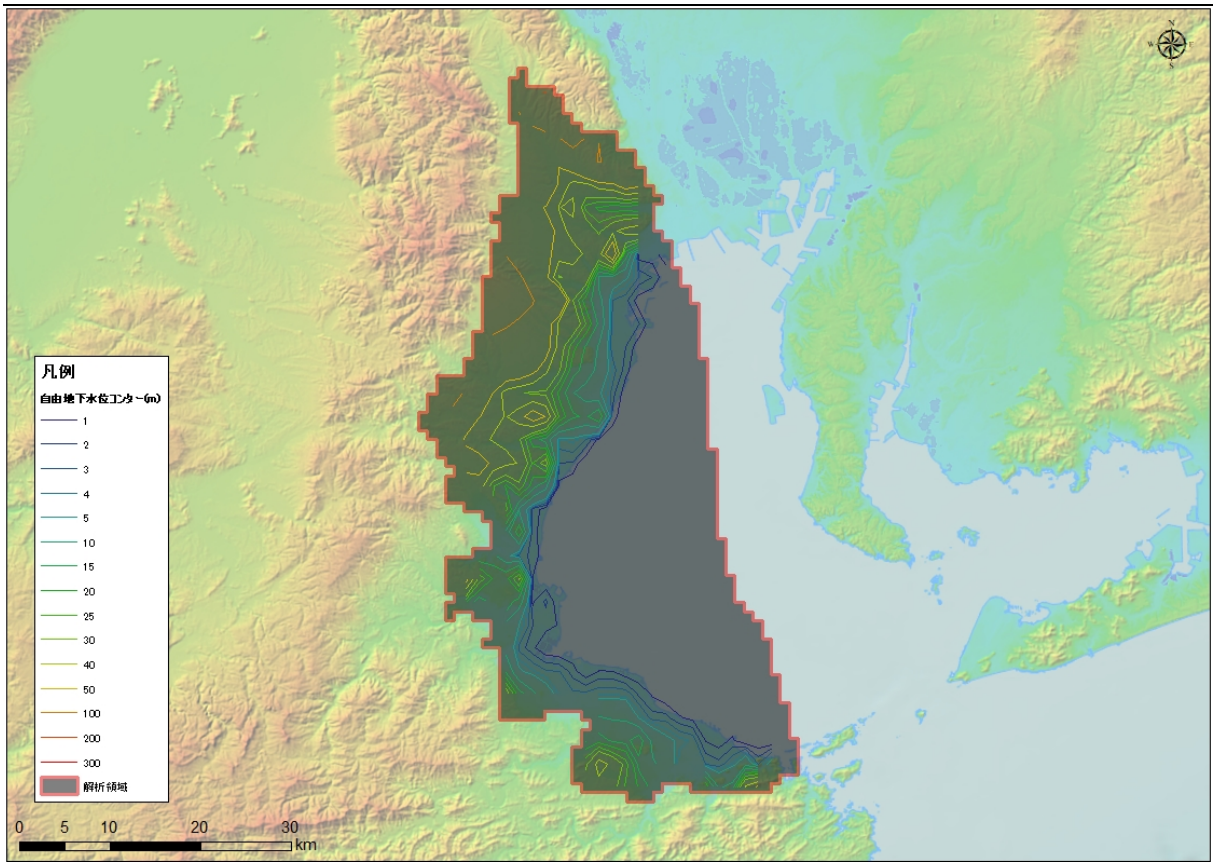


図 5-499　地下水位等高線図（KI-1 : Ise plain）

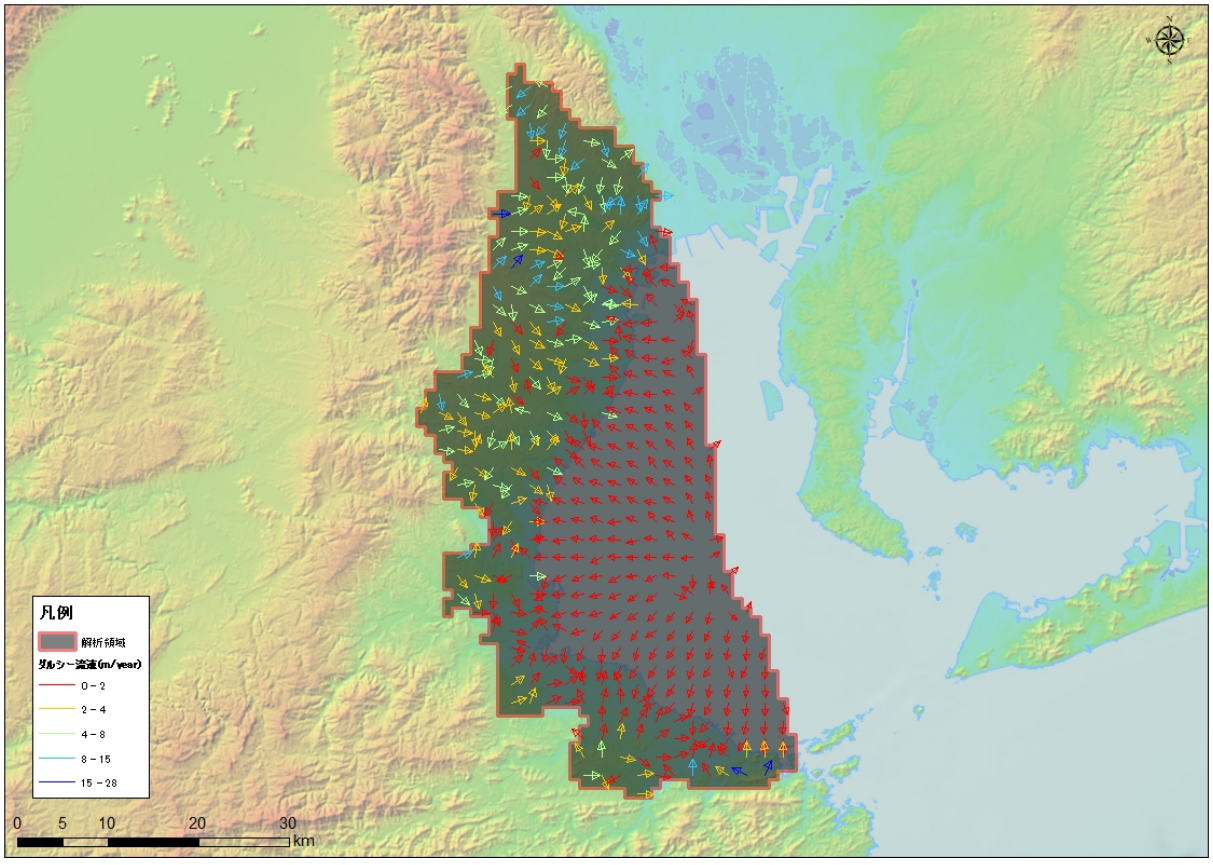


図 5-500　流速ベクトル図（KI-1 : Ise plain）

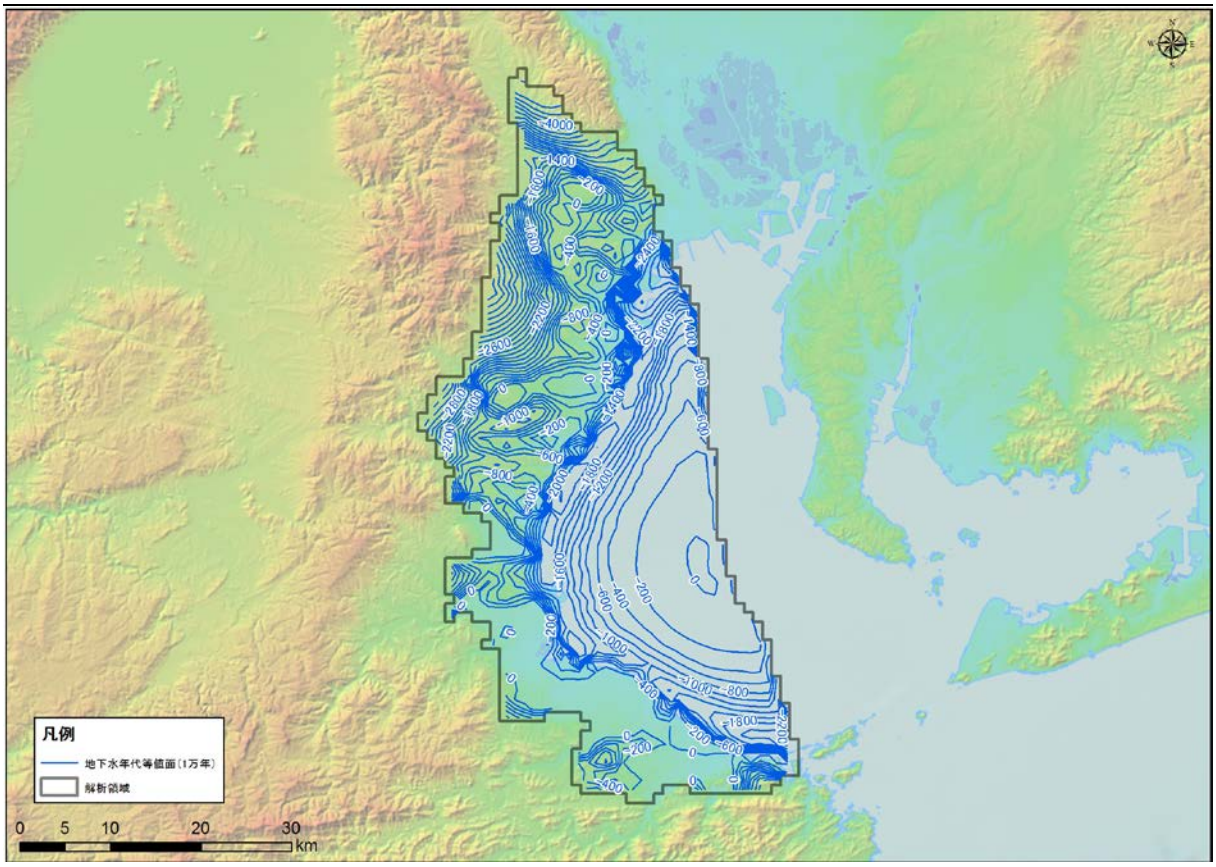


図 5-501　地下水年代（1 万年）等値面図（KI-1 : Ise plain）

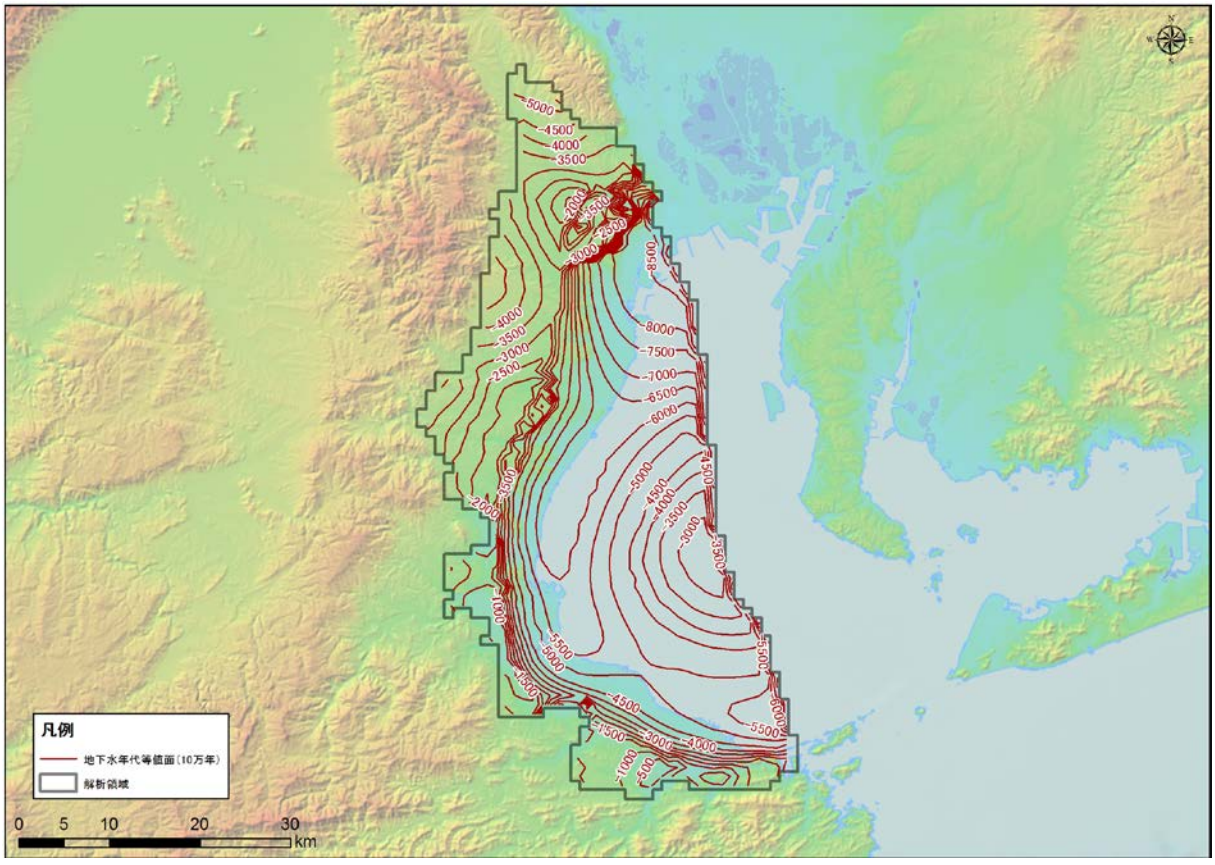


図 5-502　地下水年代（10 万年）等値面図（KI-1 : Ise plain）

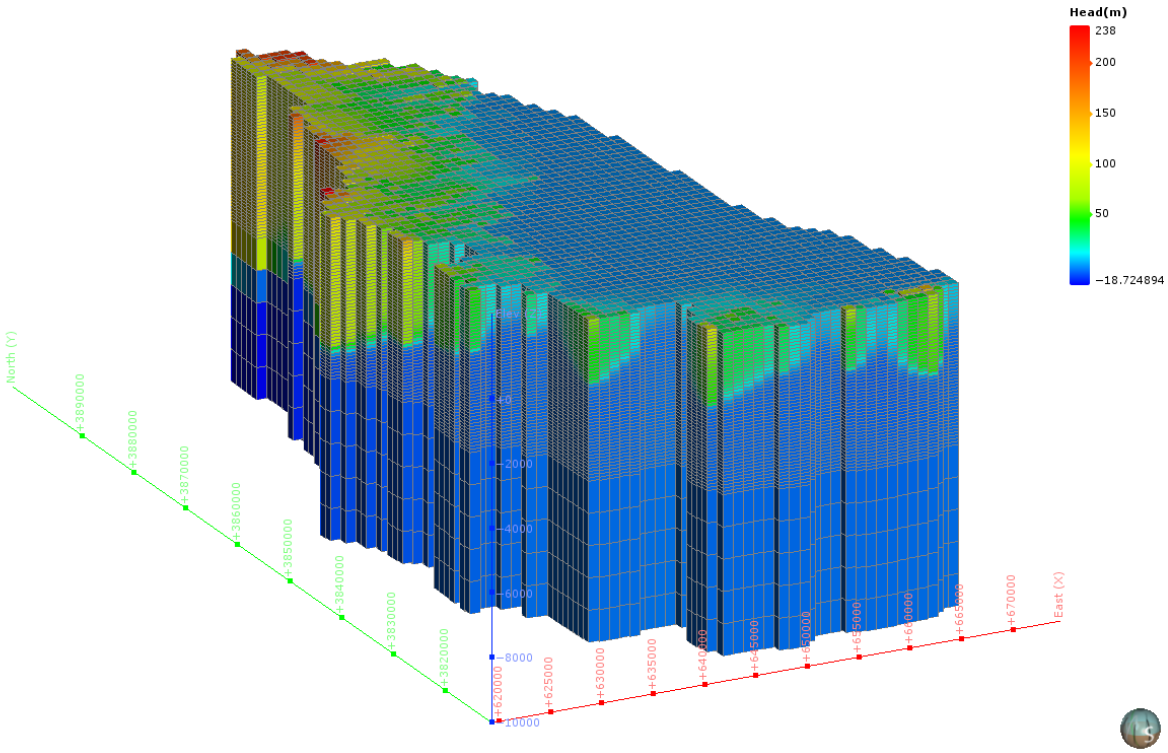


図 5-503　地下水ポテンシャル三次元分布図（KI-1 : Ise plain）

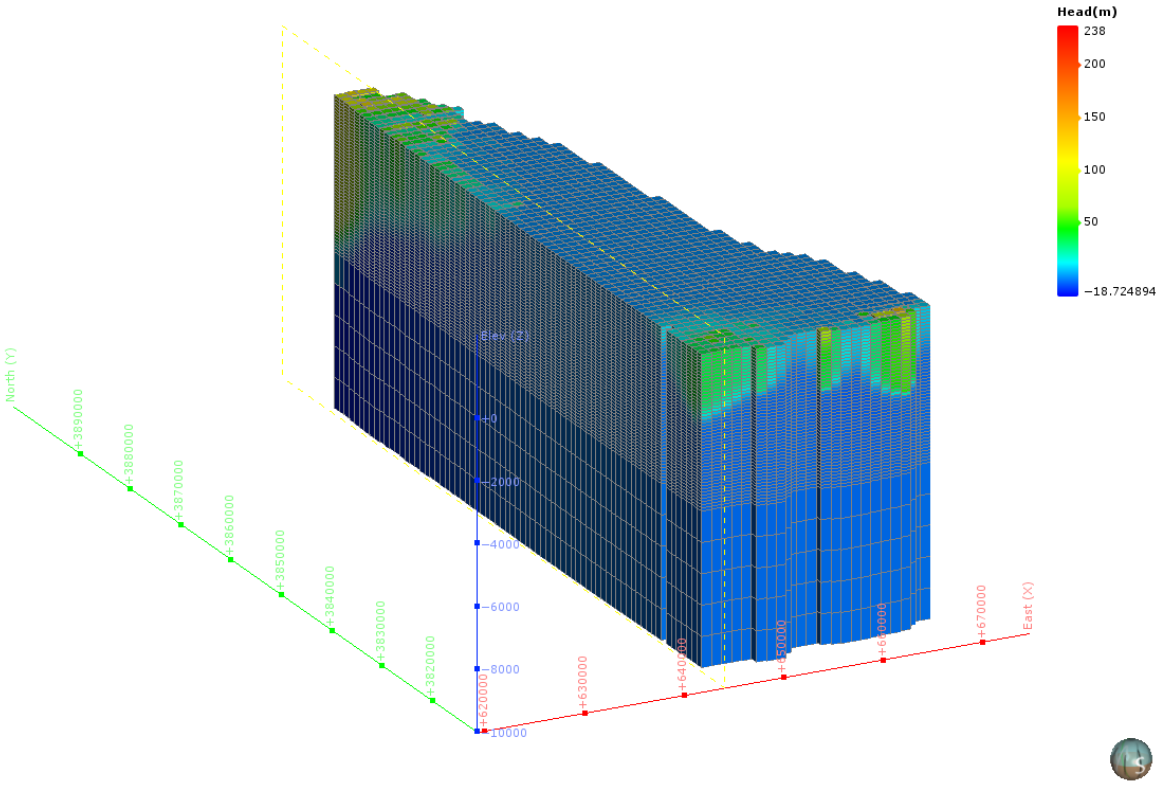


図 5-504　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（KI-1 : Ise plain）

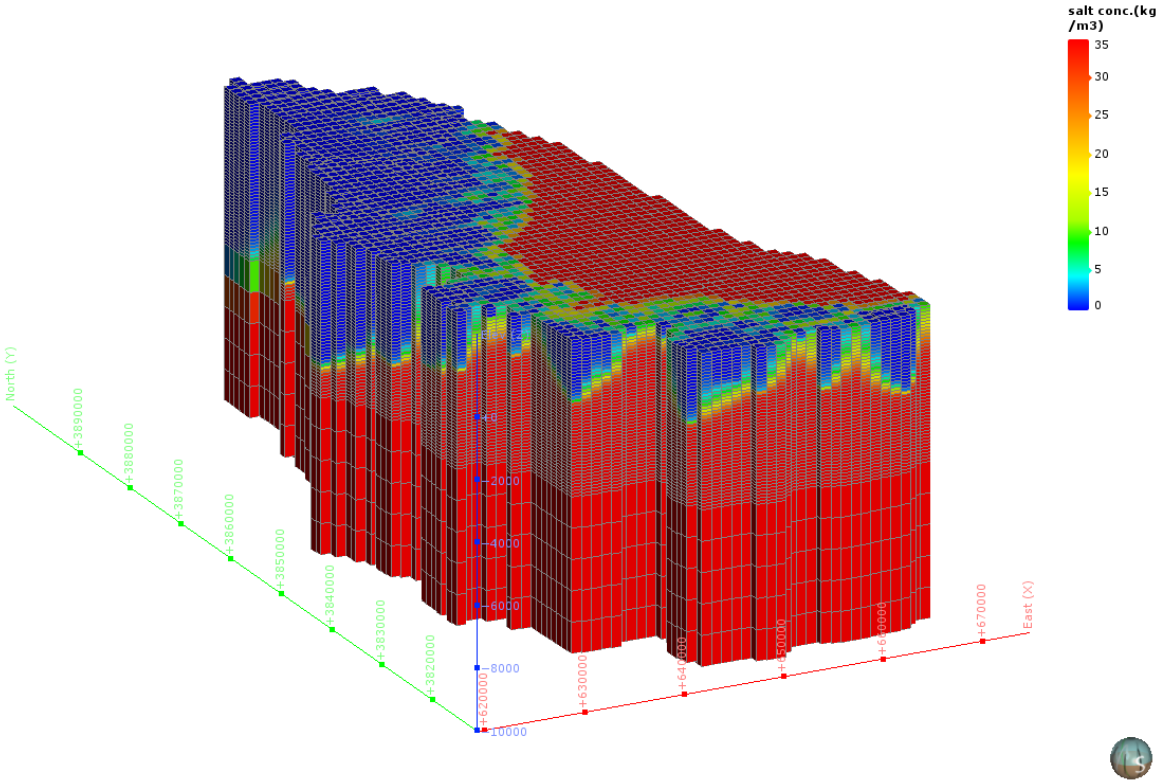


図 5-505　塩濃度三次元分布図（KI-1 : Ise plain）

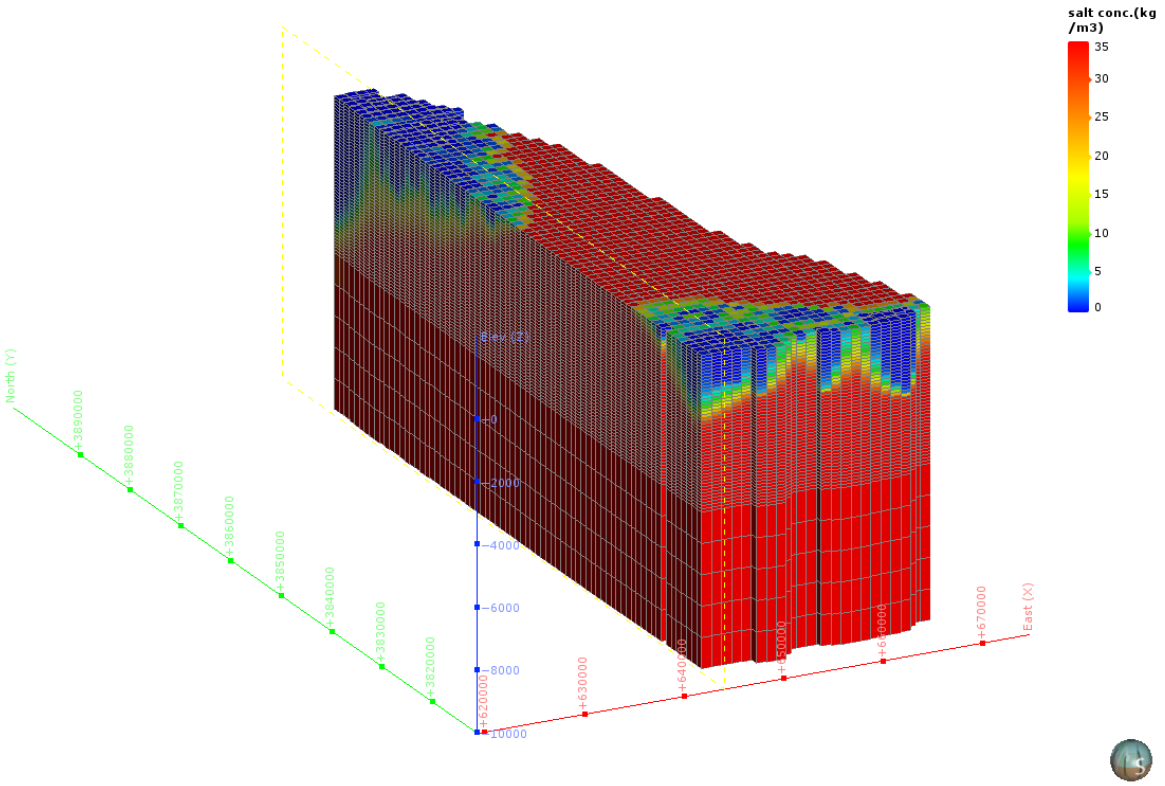


図 5-506　塩濃度三次元分布図（分割図）（KI-1 : Ise plain）

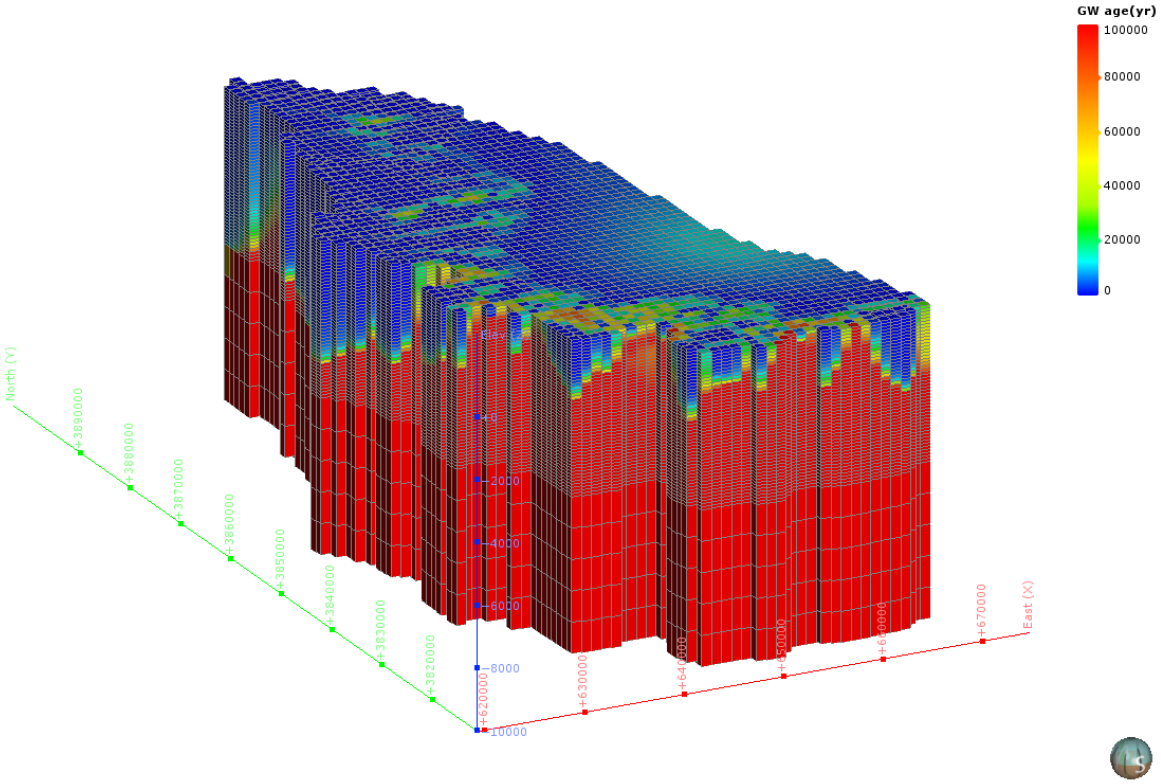


図 5-507　地下水年代三次元分布図（KI-1 : Ise plain）

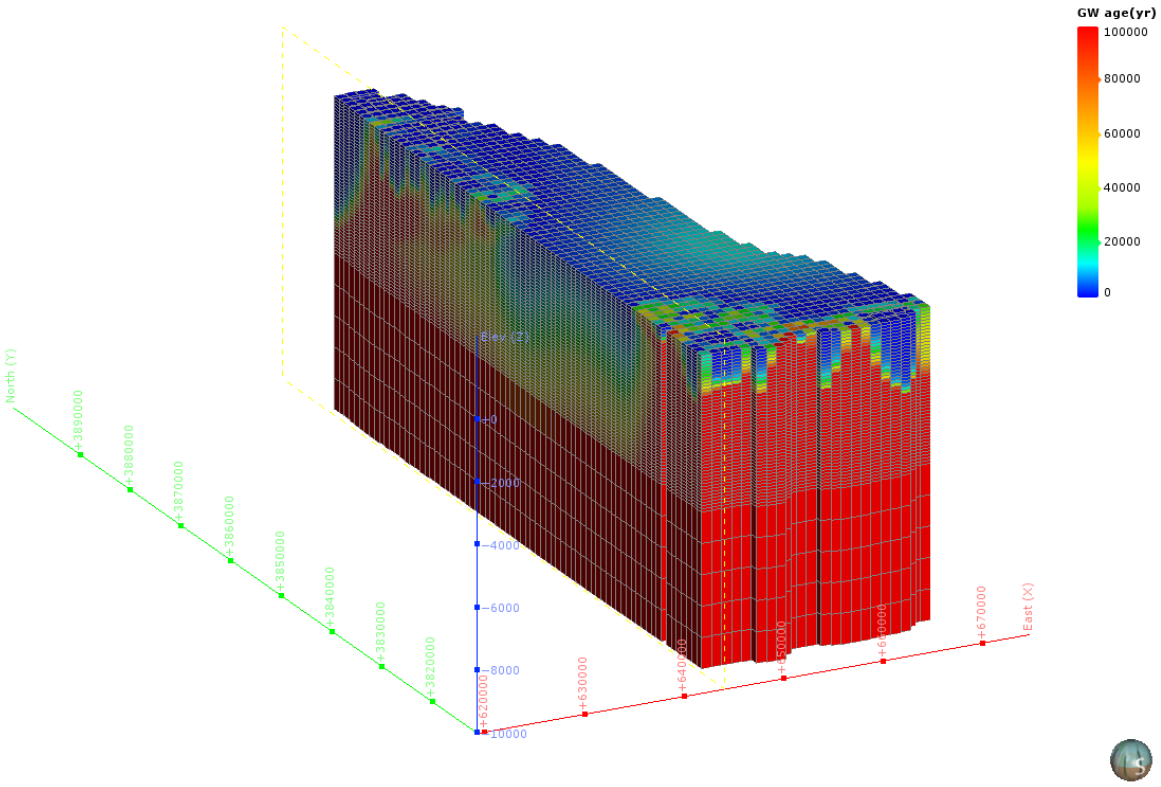


図 5-508　地下水年代三次元分布図（分割図）（KI-1 : Ise plain）

（48） KI-2：Ohmi basin

1） **解析領域**

KI-2：Ohmi basin 領域を包括する解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、1,219 km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、滋賀県大津市である。

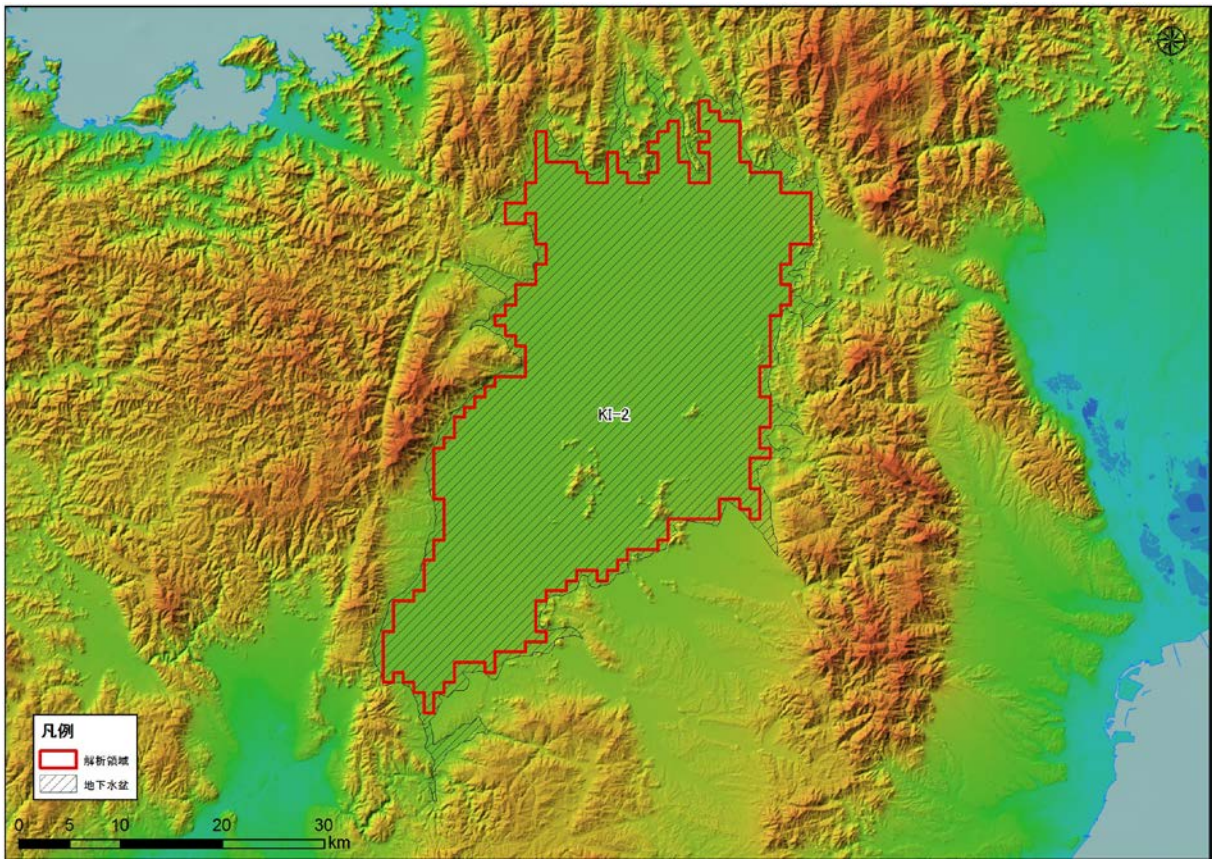


図 5-509 解析領域（KI-2 : Ohmi basin）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 46、Y 方向に 73、Z 方向に 54 で分割され、Active Cell 数は、65,826 となった。本領域内は、Q1，PreN1 で構成される。

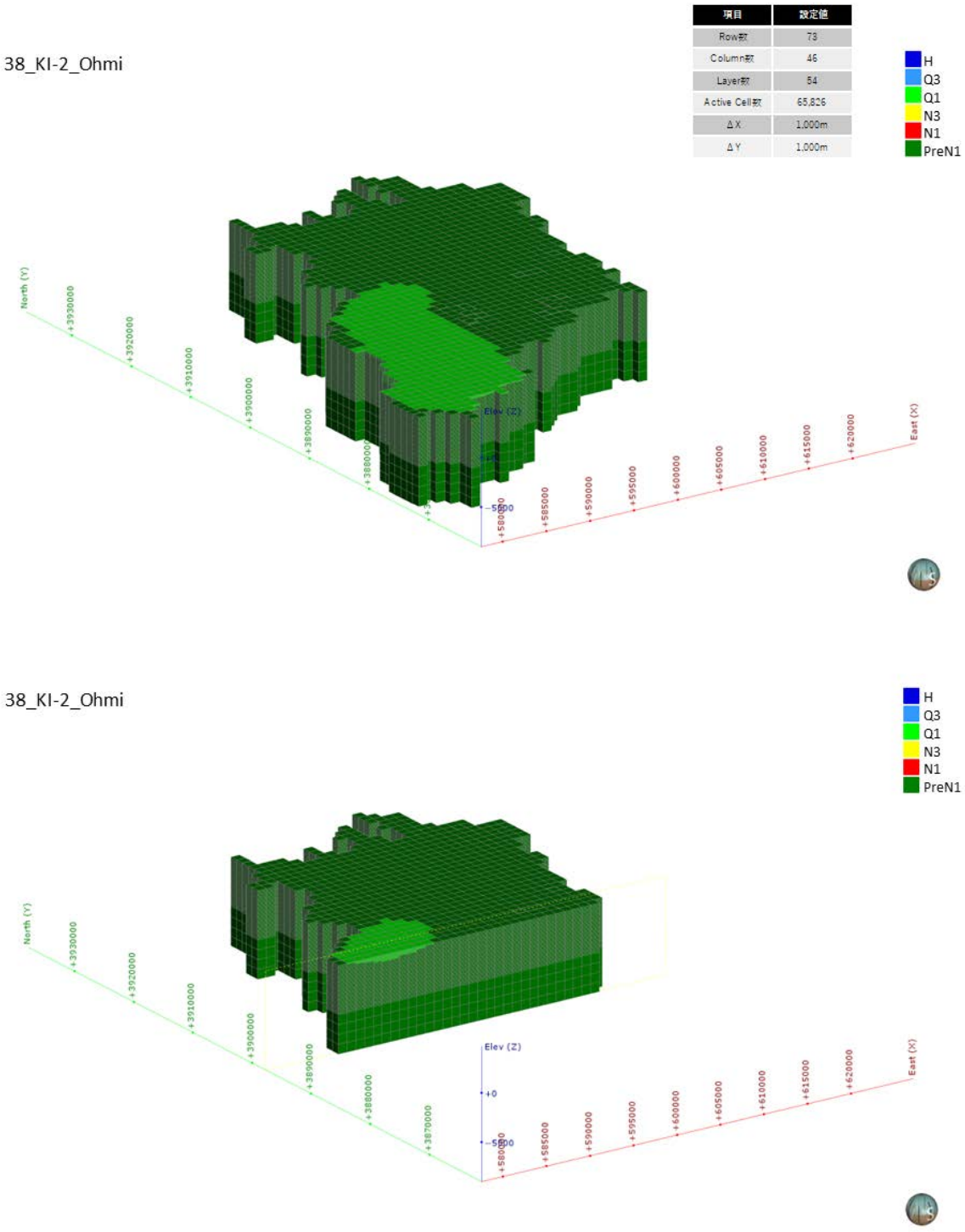


図 5-510　グリッド分割状況（KI-2 : Ohmi basin）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=1,219）の設定位置図を図 5-511 に示す。

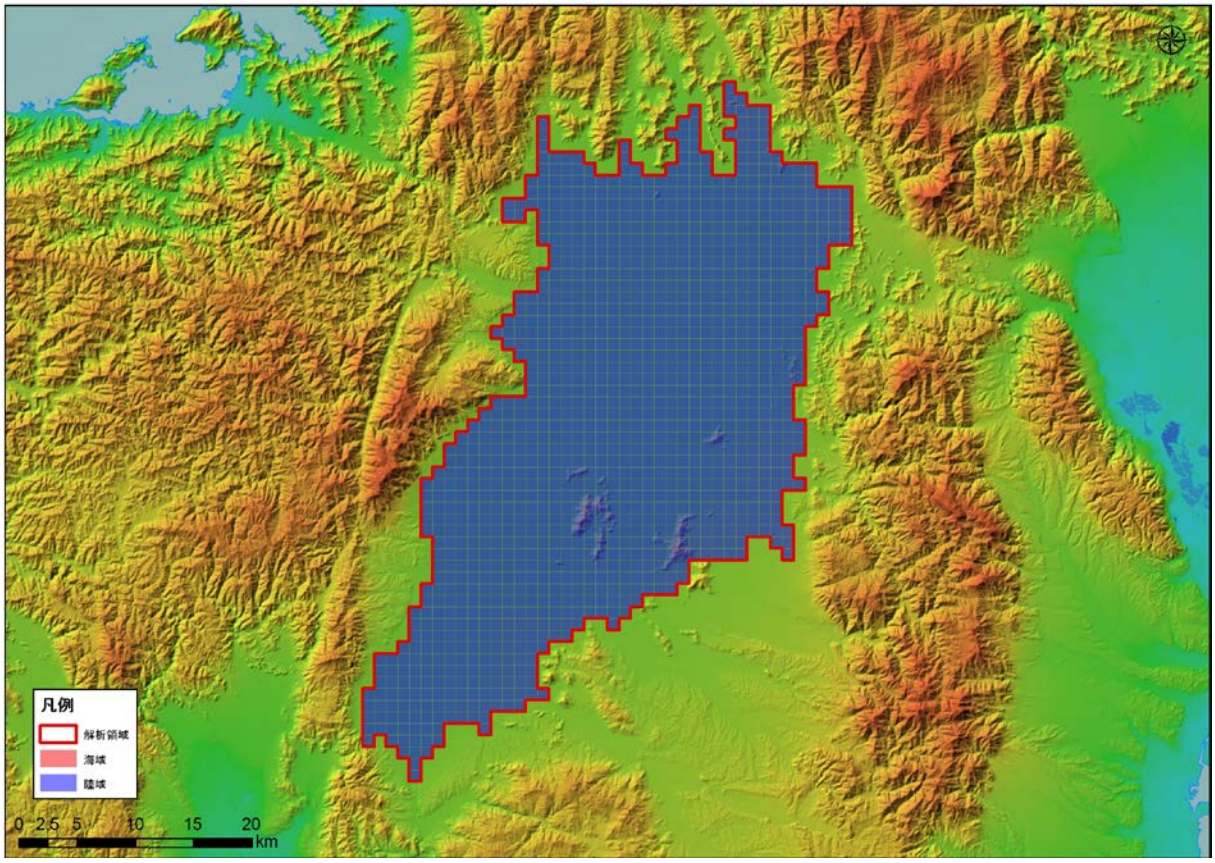


図 5-511　境界条件（KI-2 : Ohmi basin）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×8.0 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 0.34 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 0.33 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-41　検討ケース（KI-2 : Ohmi basin）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 8.0
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	2.35E+01
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	1.23E+01
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	2.72E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	6.60E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	4.47E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	3.43E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	2.15E-01
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	1.37E-01
モデル内の涵養量 (mm/日)	0.04	0.27	0.01	0.34

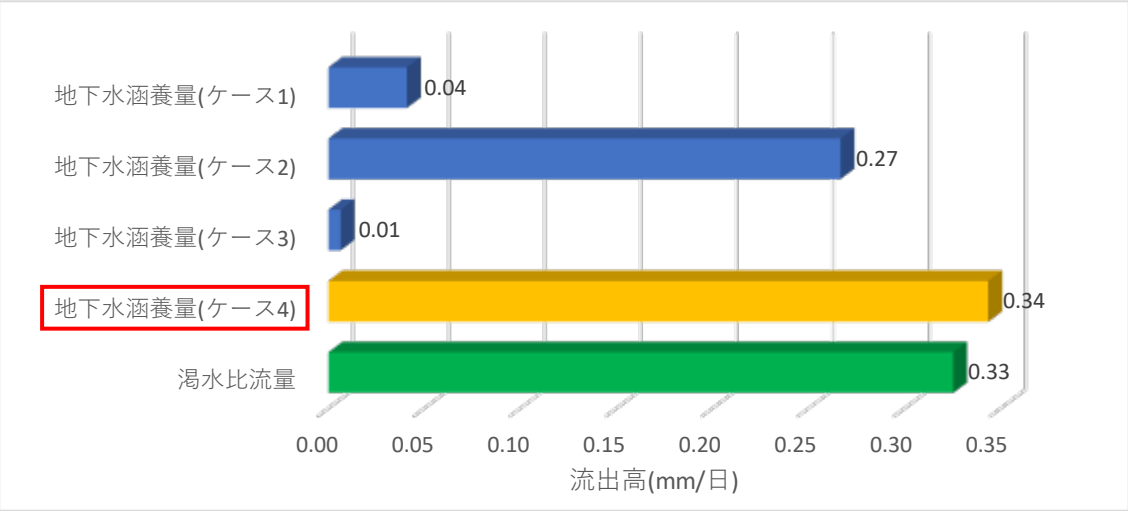


図 5-512　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（KI-2 : Ohmi basin）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

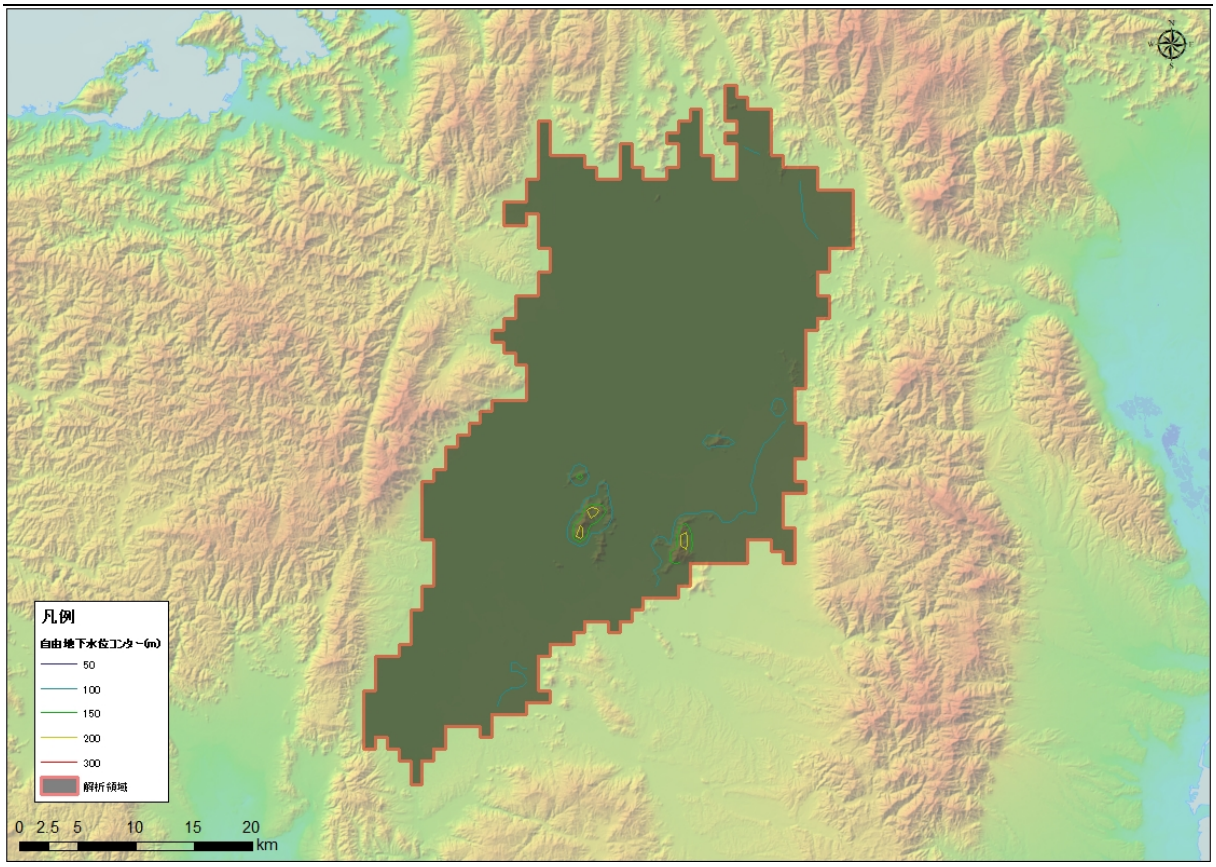


図 5-513　地下水位等高線図（KI-2 : Ohmi basin）

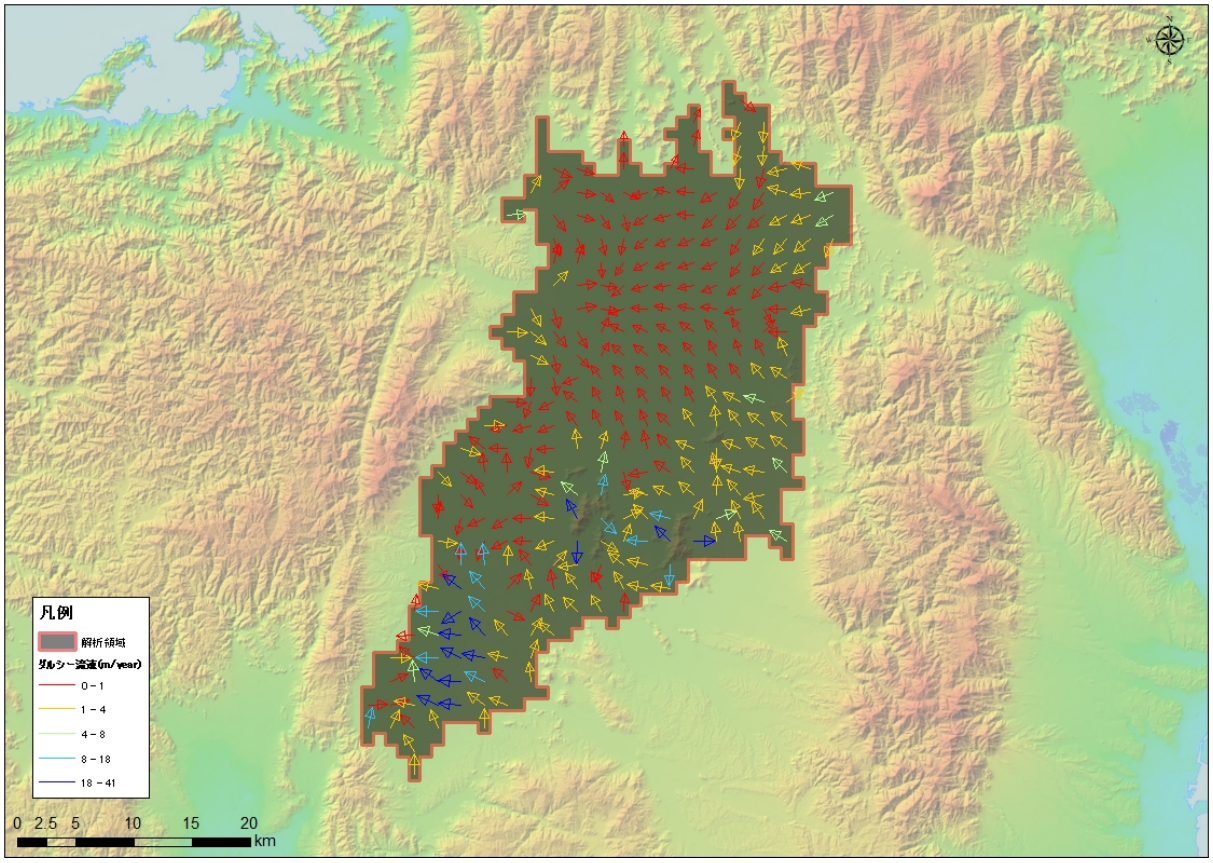


図 5-514　流速ベクトル図（KI-2 : Ohmi basin）

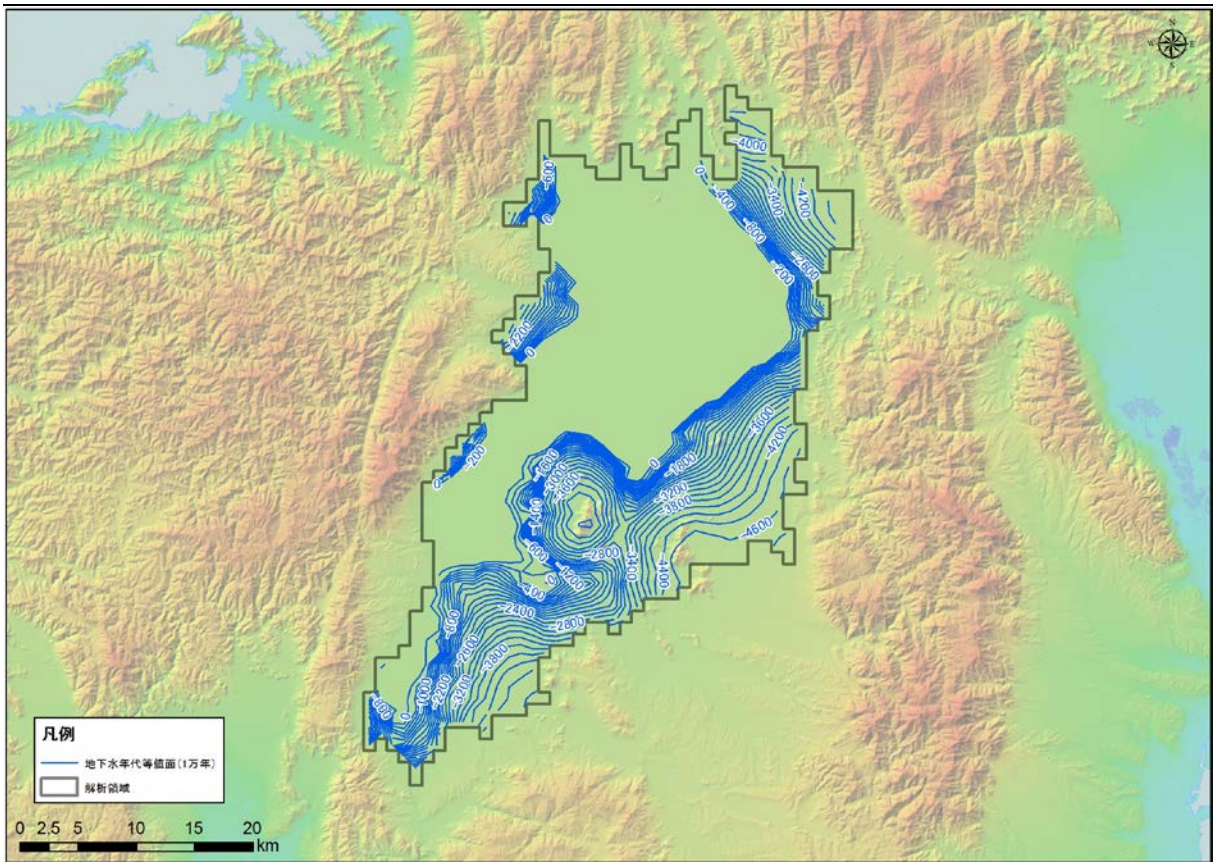


図 5-515　地下水年代（1 万年）等値面図（KI-2 : Ohmi basin）

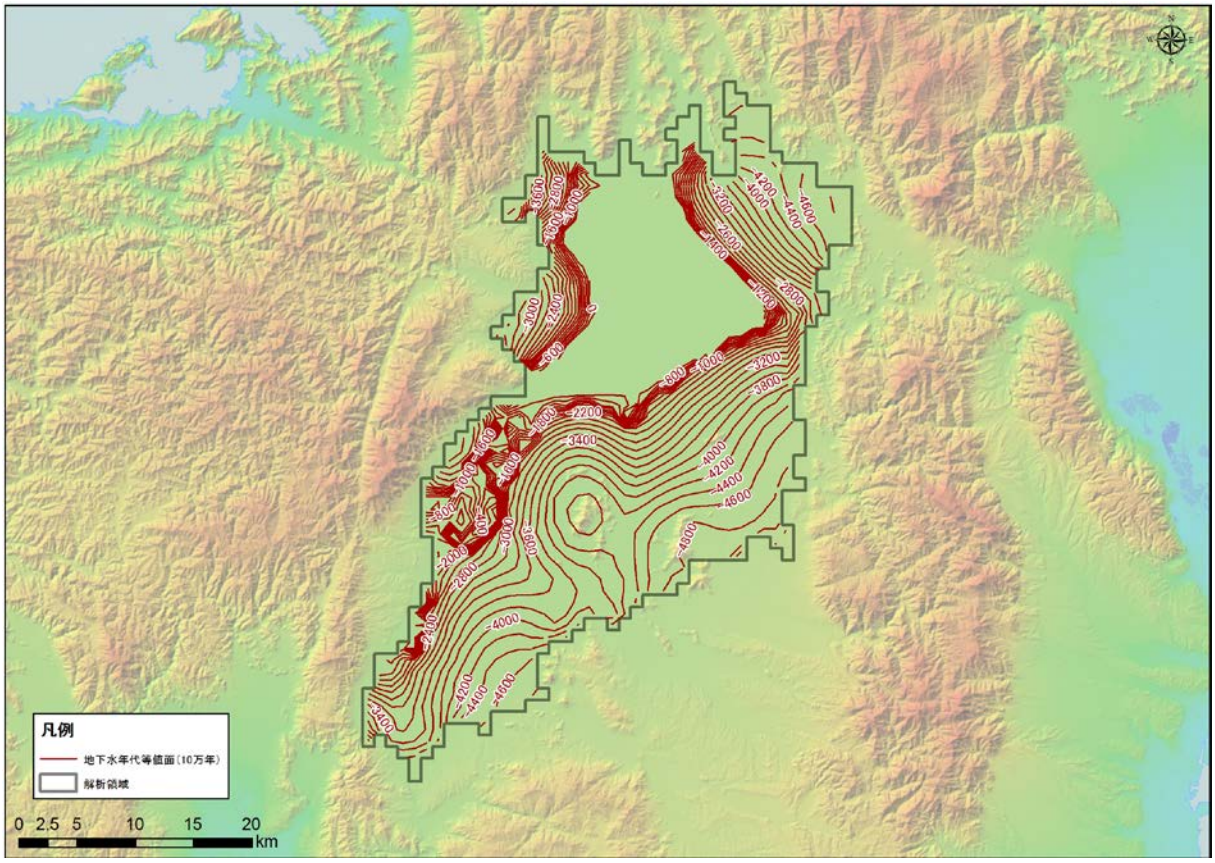


図 5-516　地下水年代（10 万年）等値面図（KI-2 : Ohmi basin）

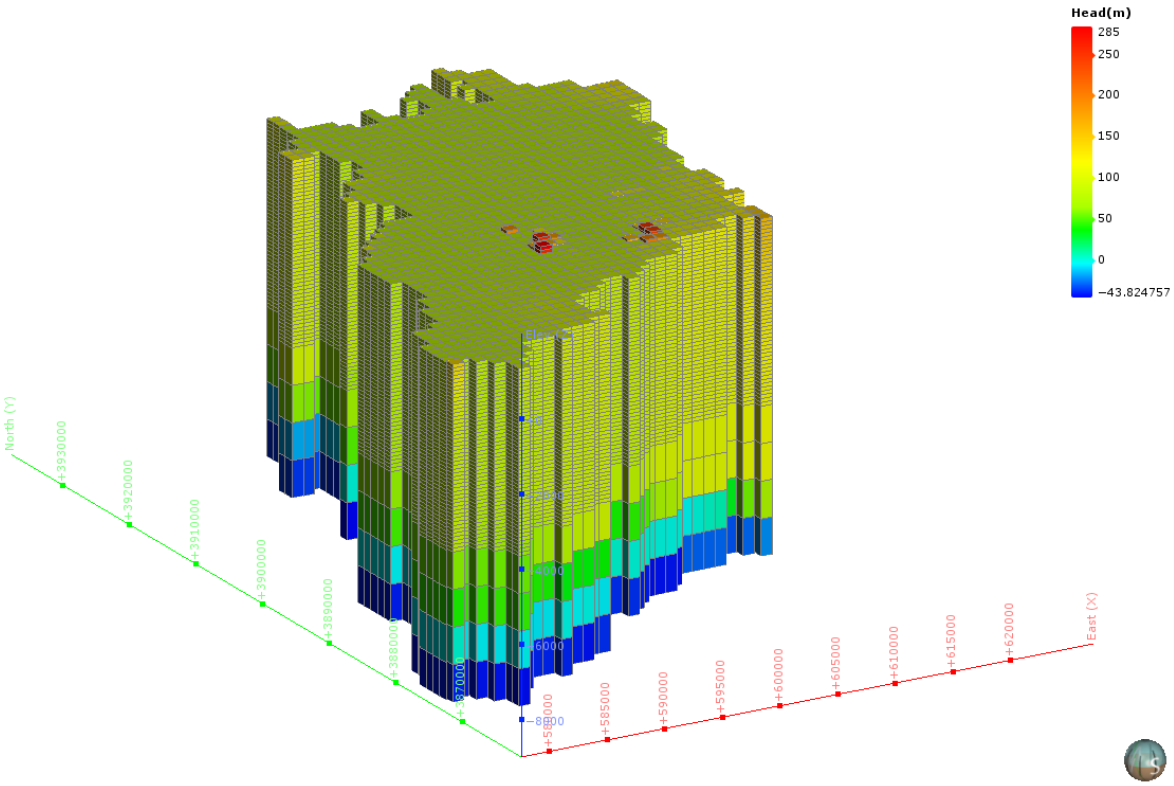


図 5-517　地下水ポテンシャル三次元分布図（KI-2 : Ohmi basin）

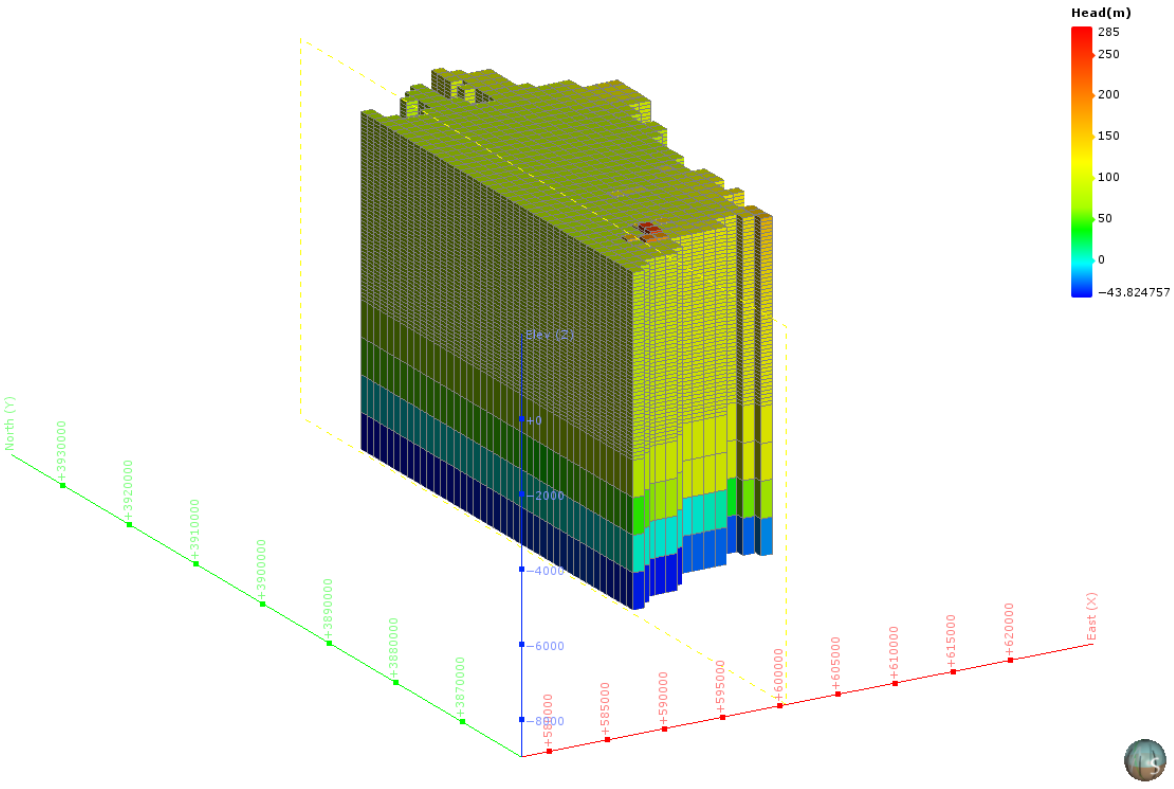


図 5-518　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（KI-2 : Ohmi basin）

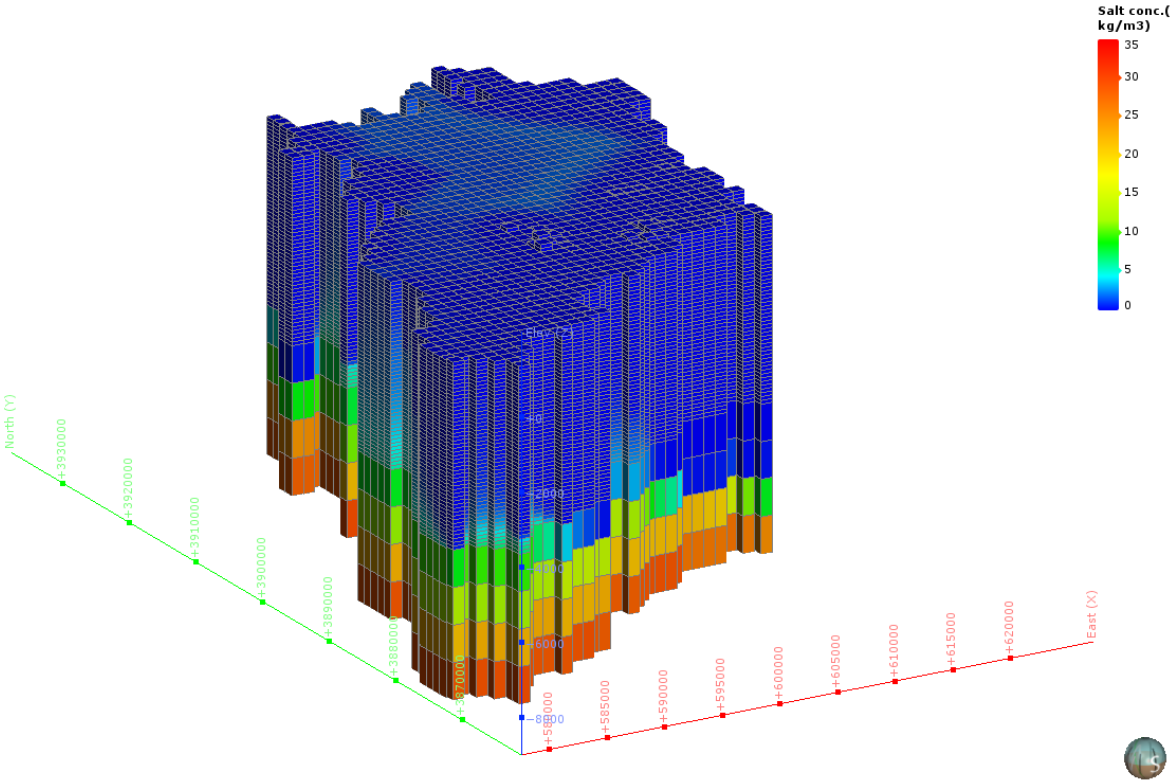


図 5-519　塩濃度三次元分布図（KI-2 : Ohmi basin）

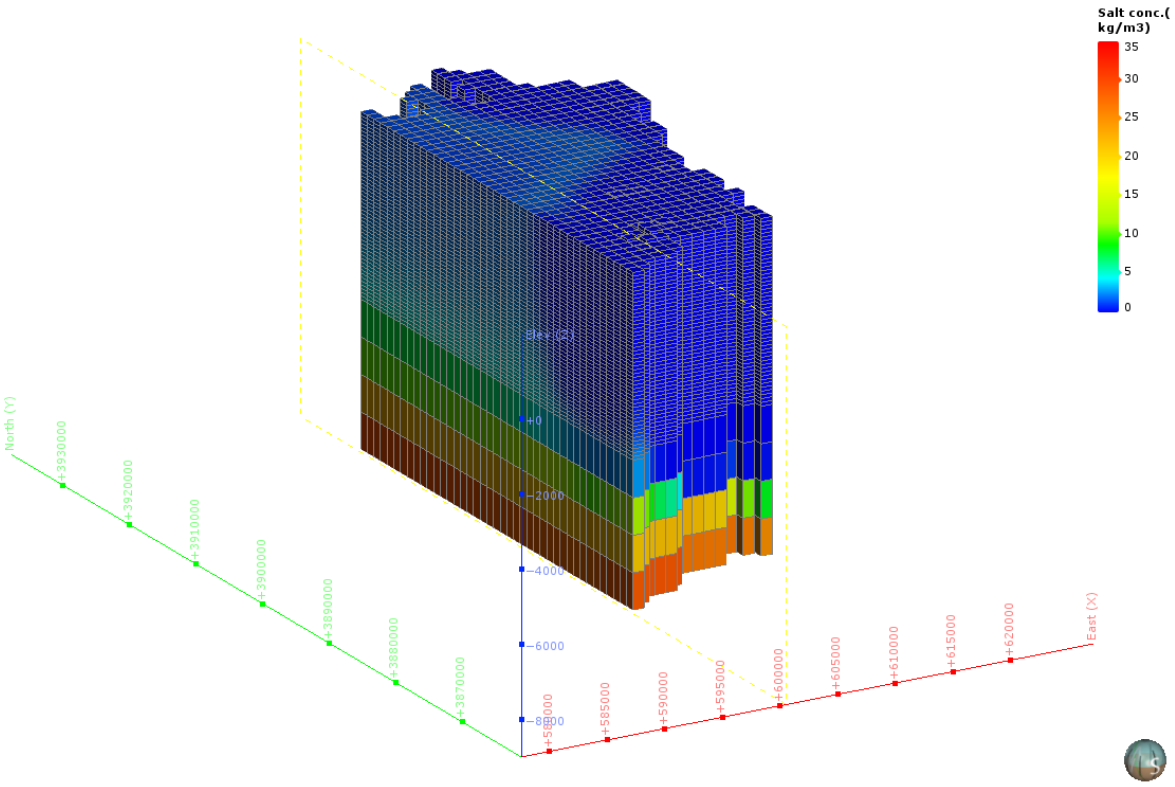


図 5-520　塩濃度三次元分布図（分割図）（KI-2 : Ohmi basin）

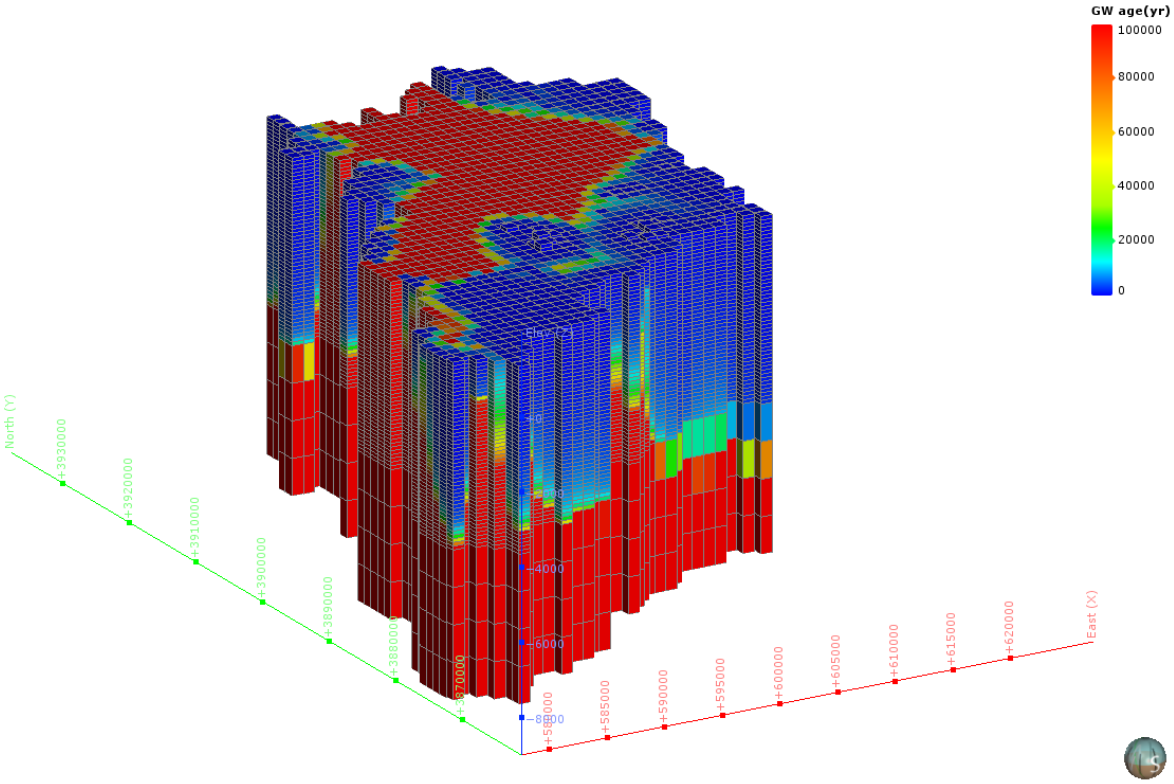


図 5-521　地下水年代三次元分布図（KI-2 : Ohmi basin）

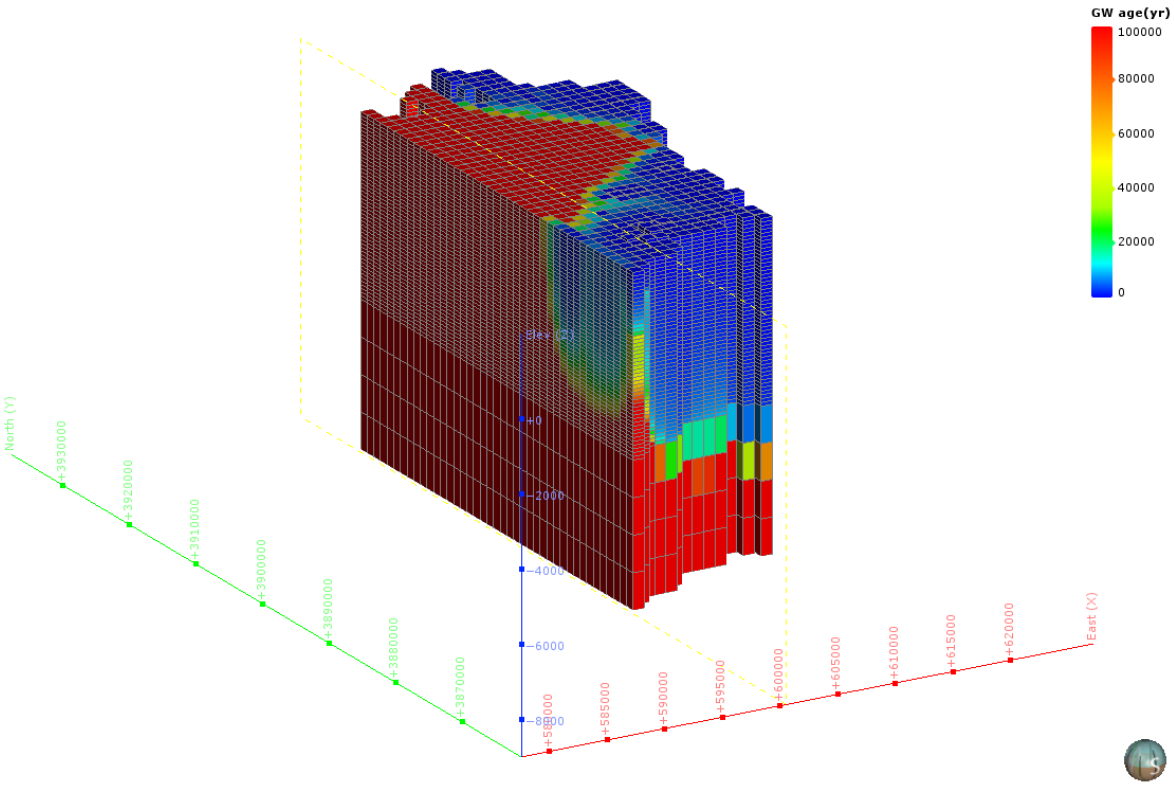


図 5-522　地下水年代三次元分布図（分割図）（KI-2 : Ohmi basin）

（49） KI-3：Kyoto basin

1） **解析領域**

KI-3：Kyoto basin 領域を包括する解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、273 km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、京都府京都市である。

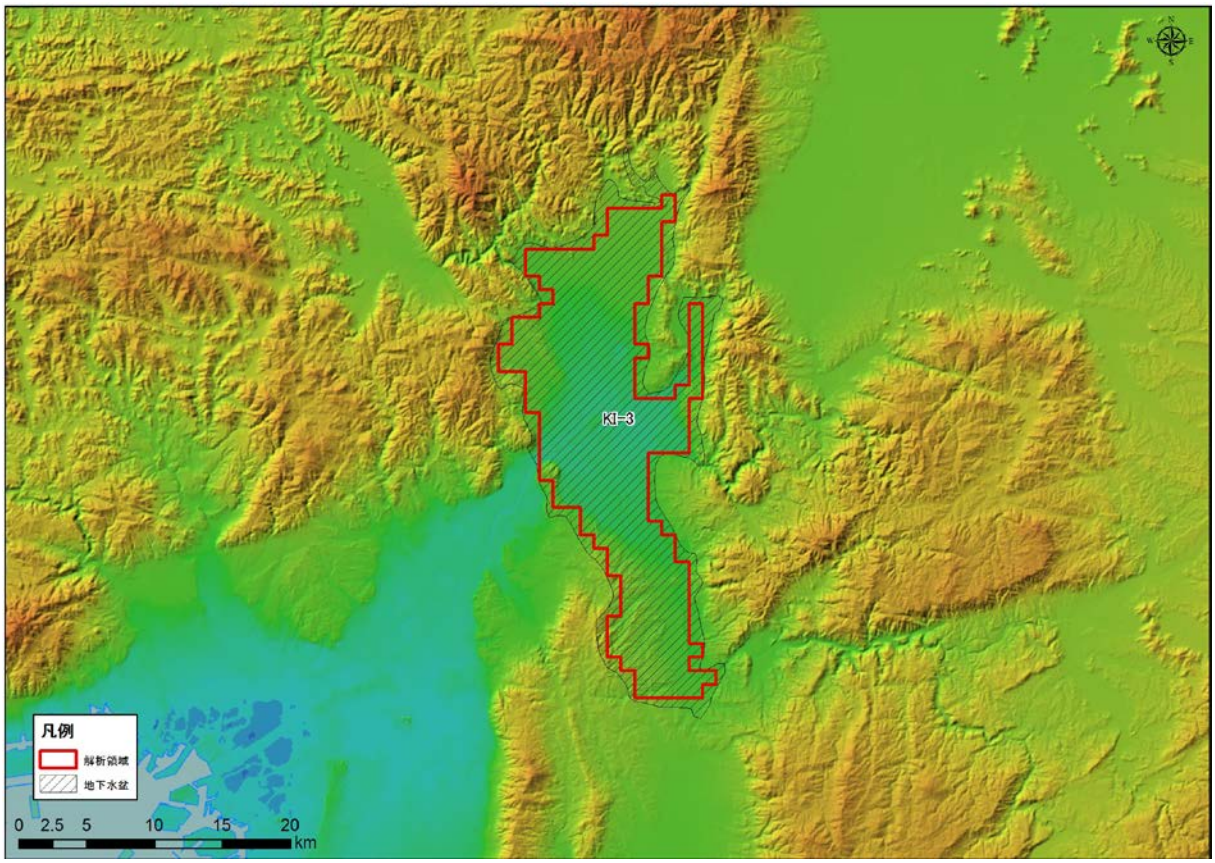


図 5-523 解析領域（KI-3 : Kyoto basin）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 18、Y 方向に 43、Z 方向に 55 で分割され、Active Cell 数は、15,015 となった。本領域内は、Q2，Q1，N3，N1，PreN1 で構成される。

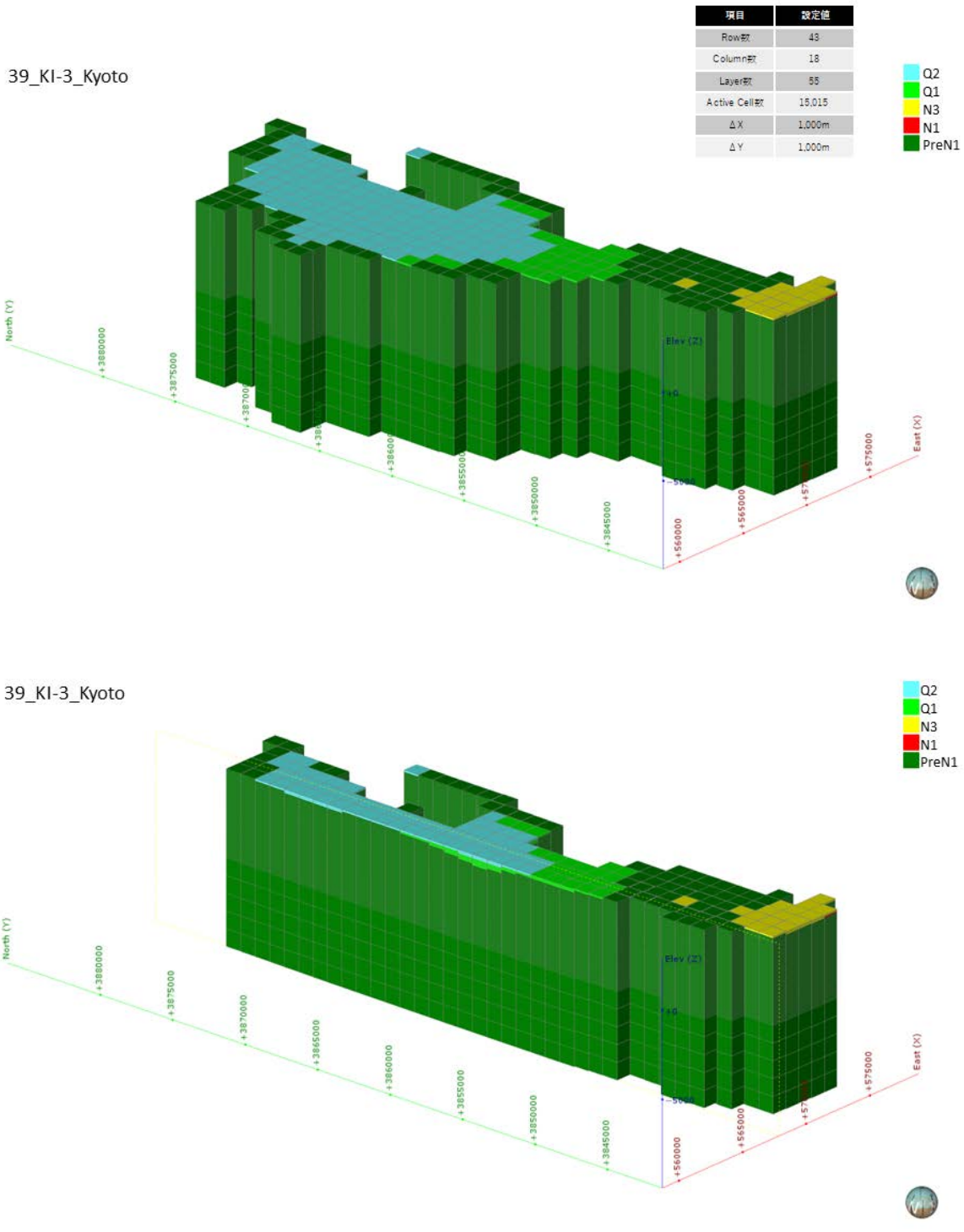


図 5-524　グリッド分割状況（KI-3 : Kyoto basin）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=273）の設定位置図を図 5-525 に示す。

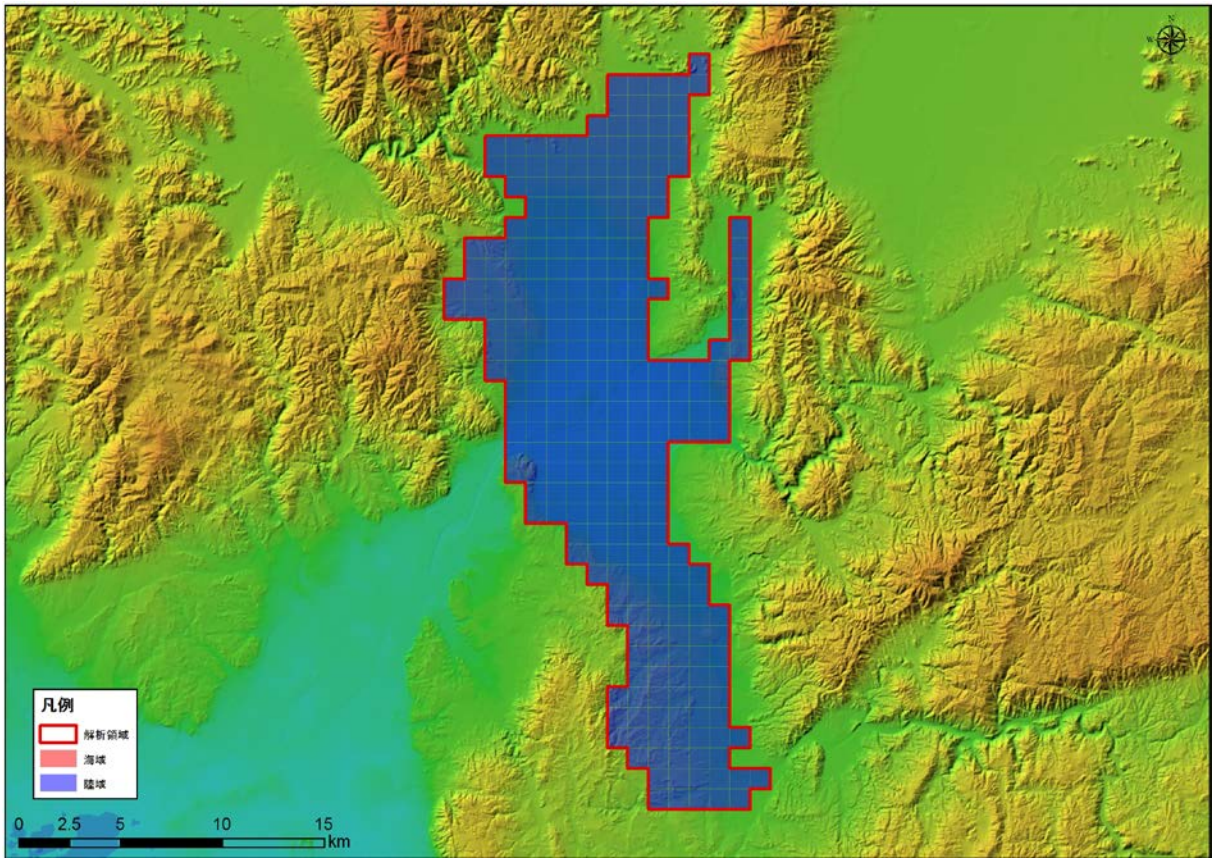


図 5-525　境界条件（KI-3 : Kyoto basin）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×19.9 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 1.19 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 1.16 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-42　検討ケース（KI-3 : Kyoto basin）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 19.9
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	5.85E+01
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	3.07E+01
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	6.77E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	1.64E+00
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	1.11E+00
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	8.56E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	5.37E-01
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	3.42E-01
モデル内の涵養量 (mm/日)	0.06	0.50	0.01	1.19

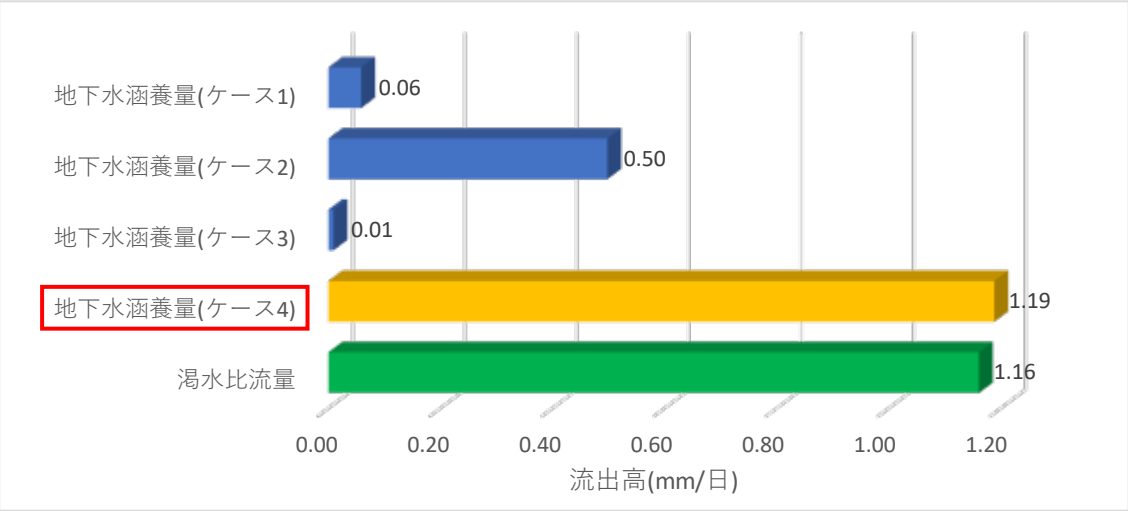


図 5-526　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（KI-3 : Kyoto basin）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

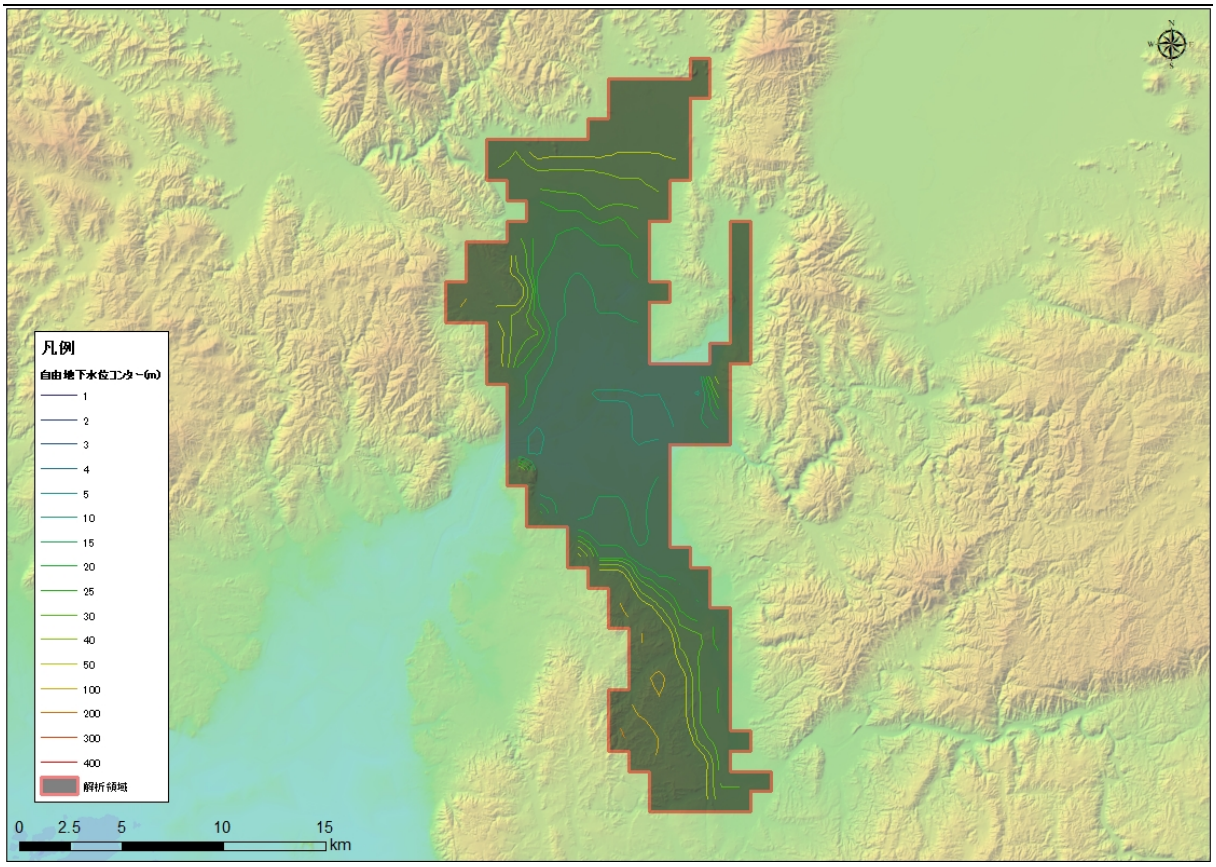


図 5-527　地下水位等高線図（KI-3 : Kyoto basin）

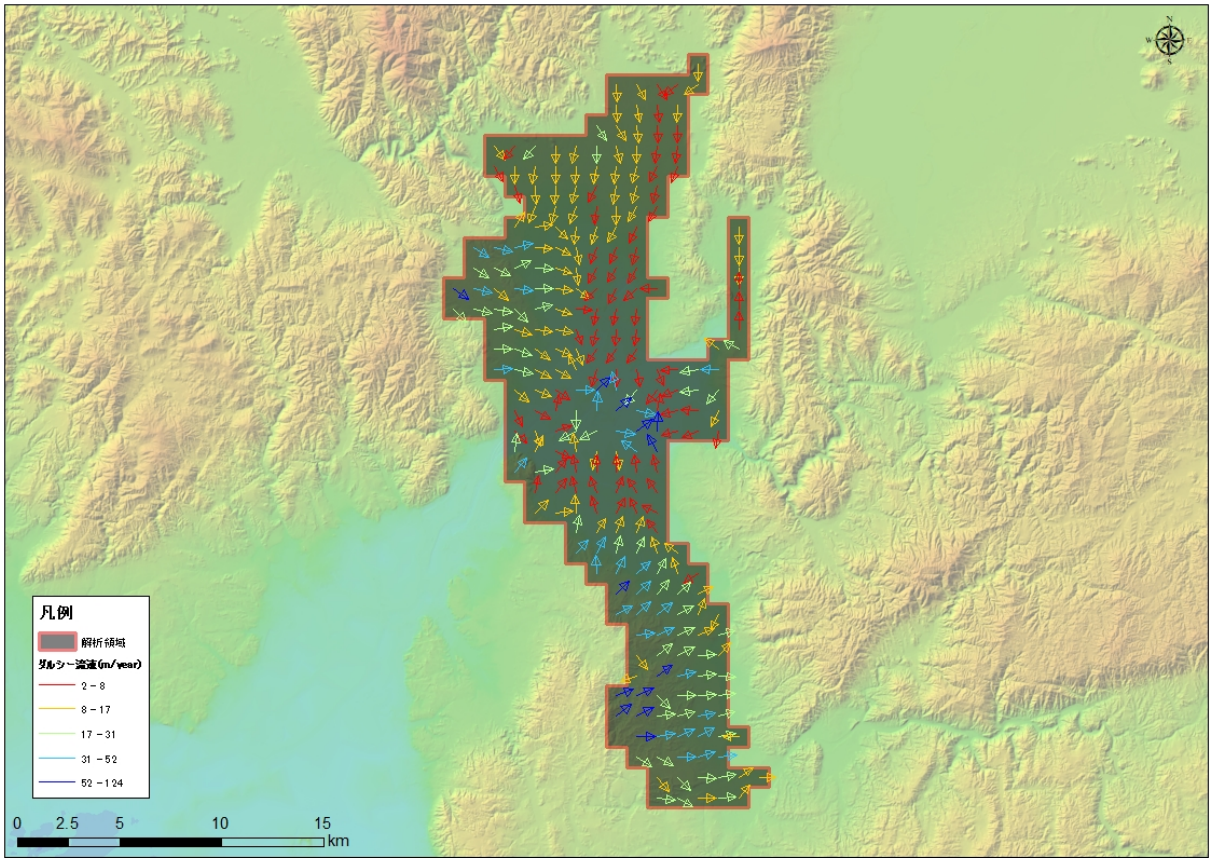


図 5-528　流速ベクトル図（KI-3 : Kyoto basin）

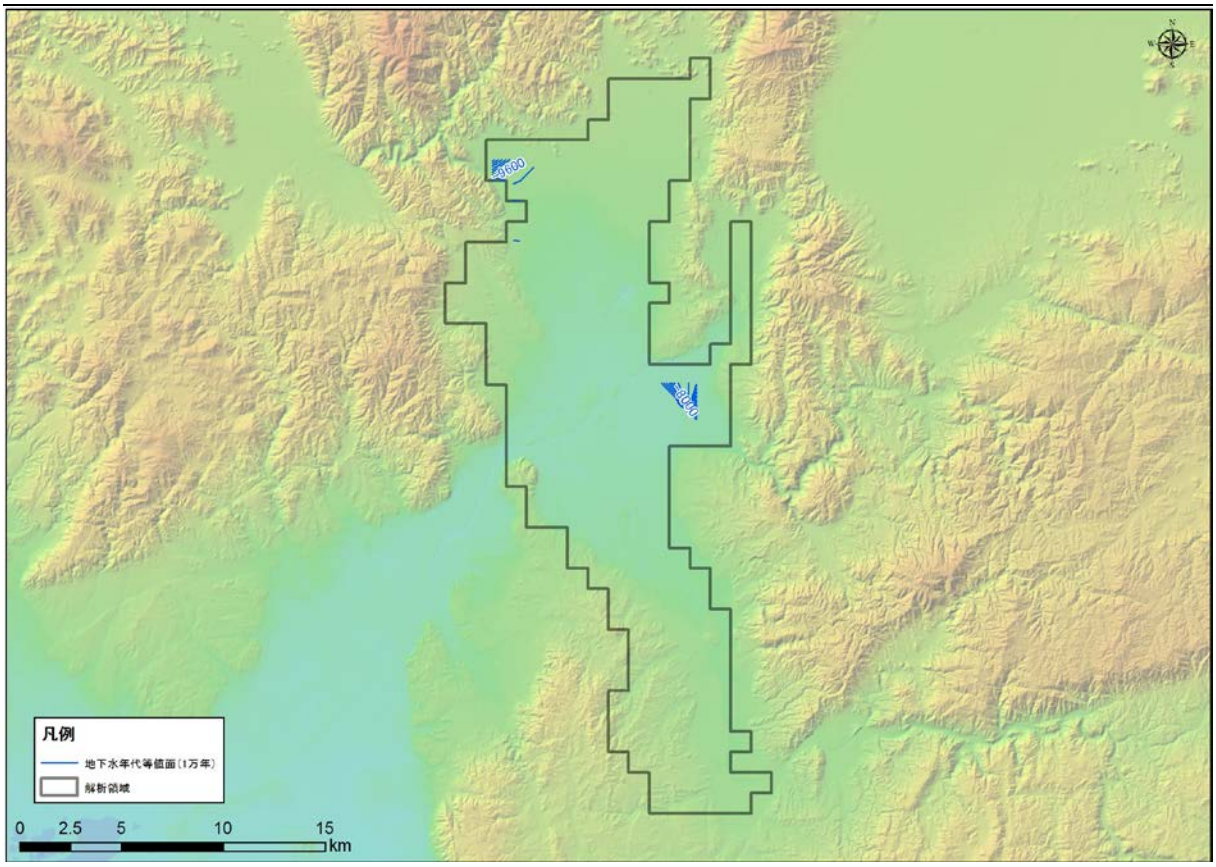


図 5-529　地下水年代（1 万年）等値面図（KI-3 : Kyoto basin）

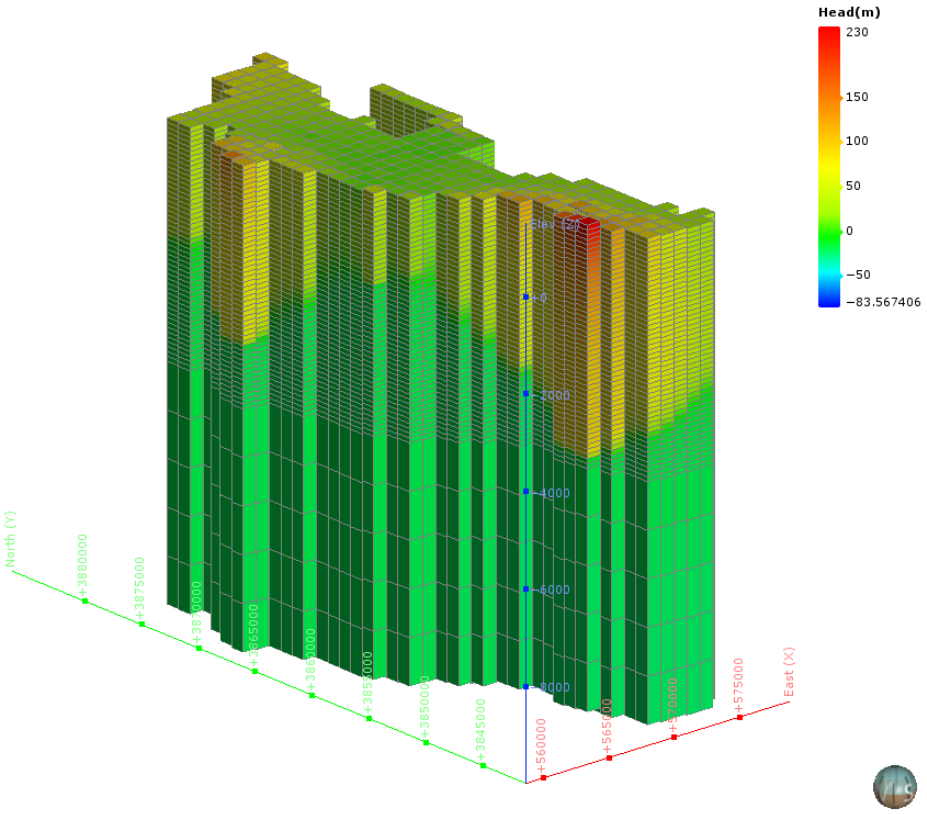


図 5-530　地下水ポテンシャル三次元分布図（KI-3 : Kyoto basin）

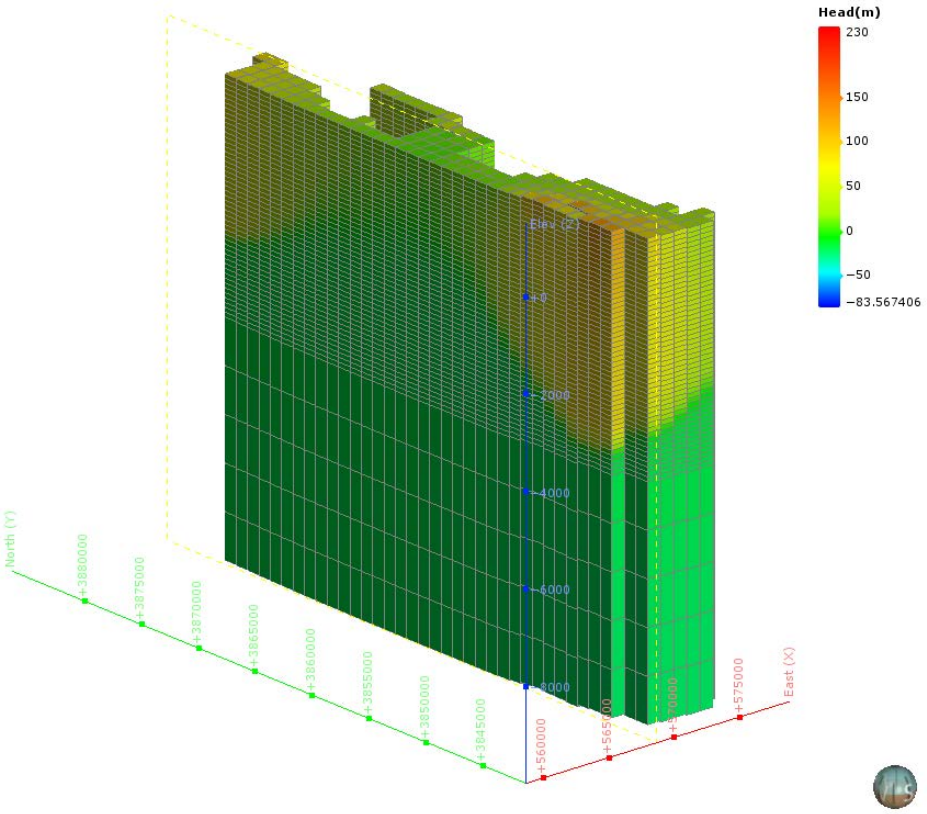


図 5-531　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（KI-3 : Kyoto basin）

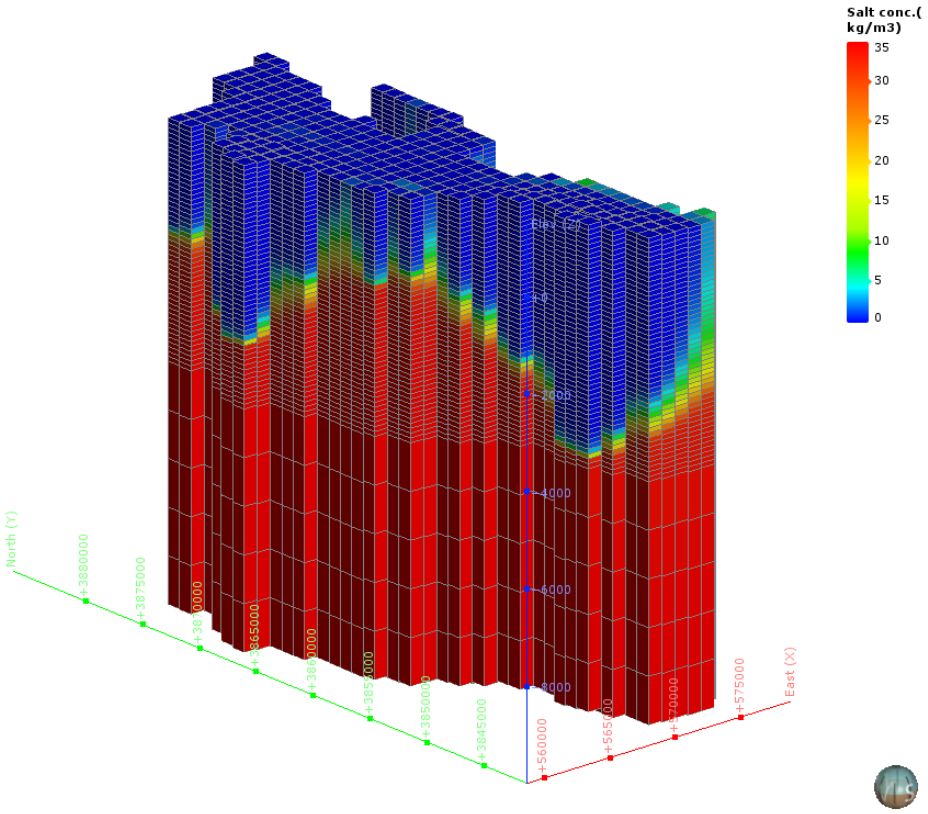


図 5-532　塩濃度三次元分布図（KI-3 : Kyoto basin）

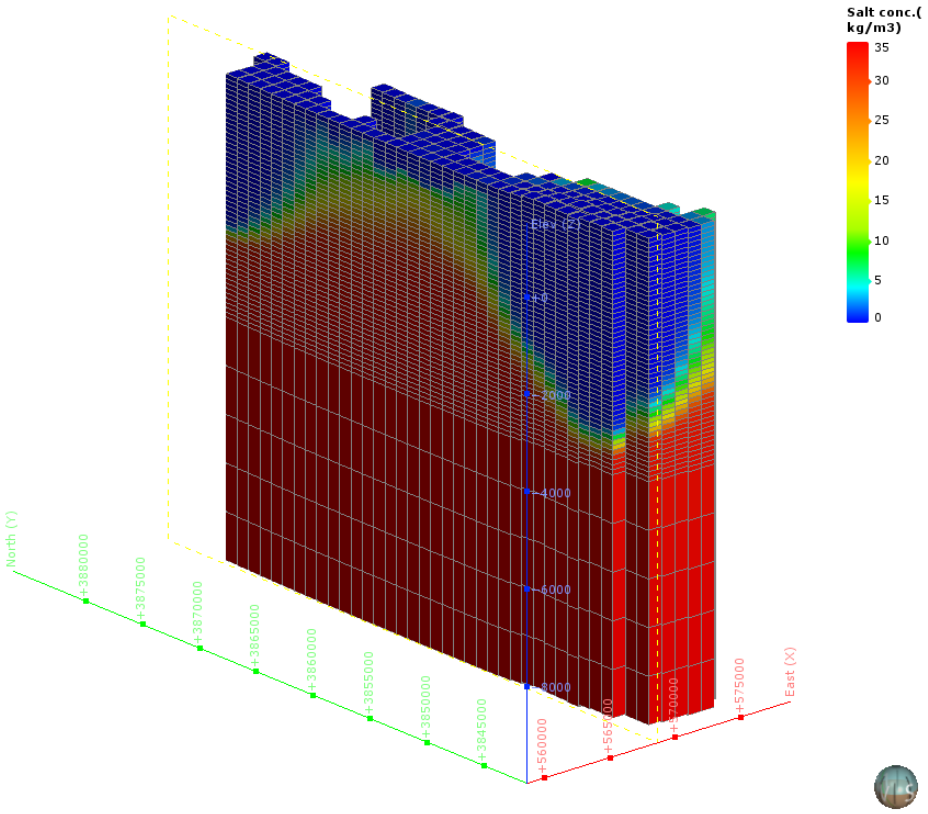


図 5-533　塩濃度三次元分布図（分割図）（KI-3 : Kyoto basin）

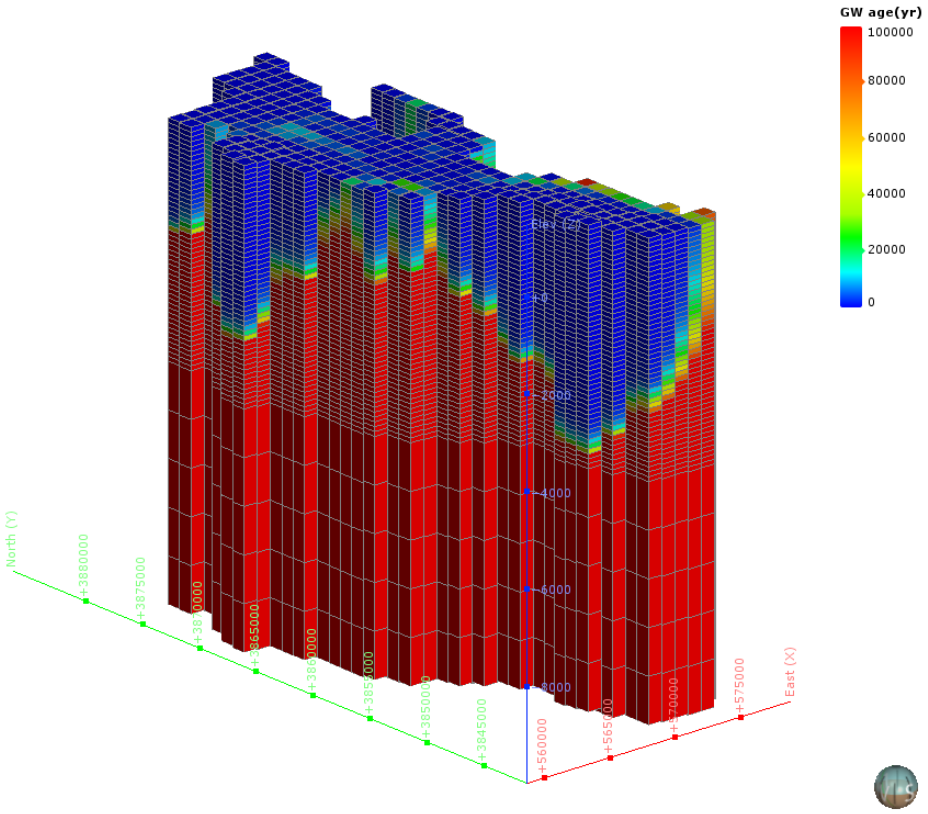


図 5-534　地下水年代三次元分布図（KI-3 : Kyoto basin）

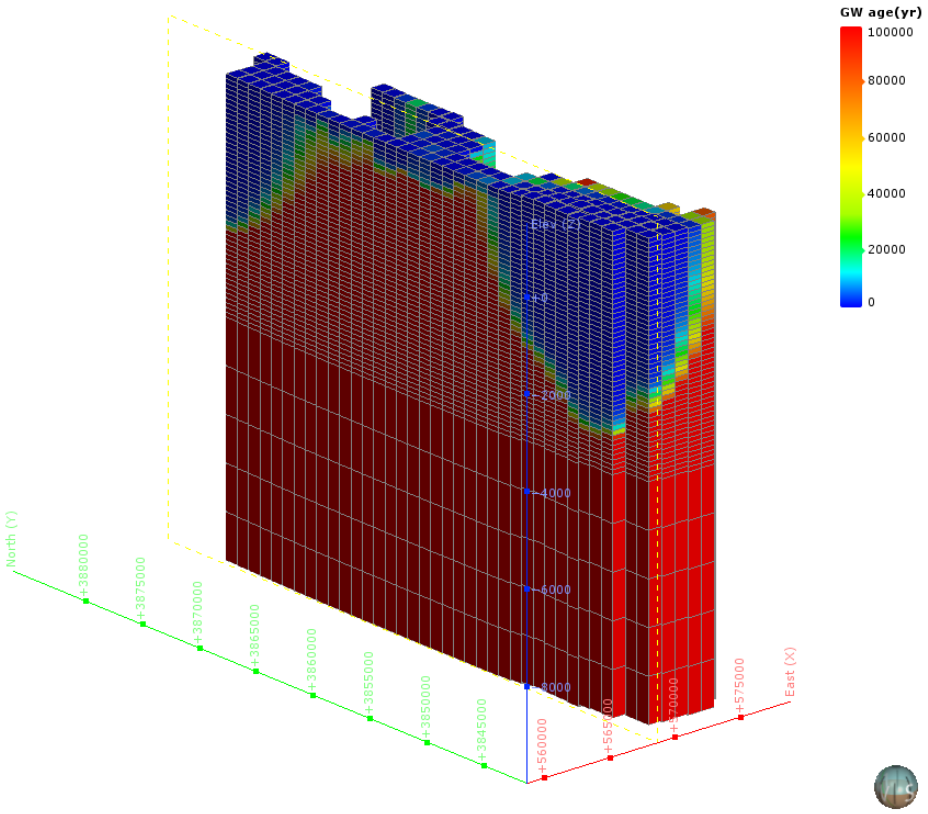


図 5-535　地下水年代三次元分布図（分割図）（KI-3 : Kyoto basin）

（50）　KI-5：Osaka plain

1）　**解析領域**

KI-5：Osaka plain 領域を包括し、海域約 30km を拡張して、解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、1,891km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、大阪府大阪市である。

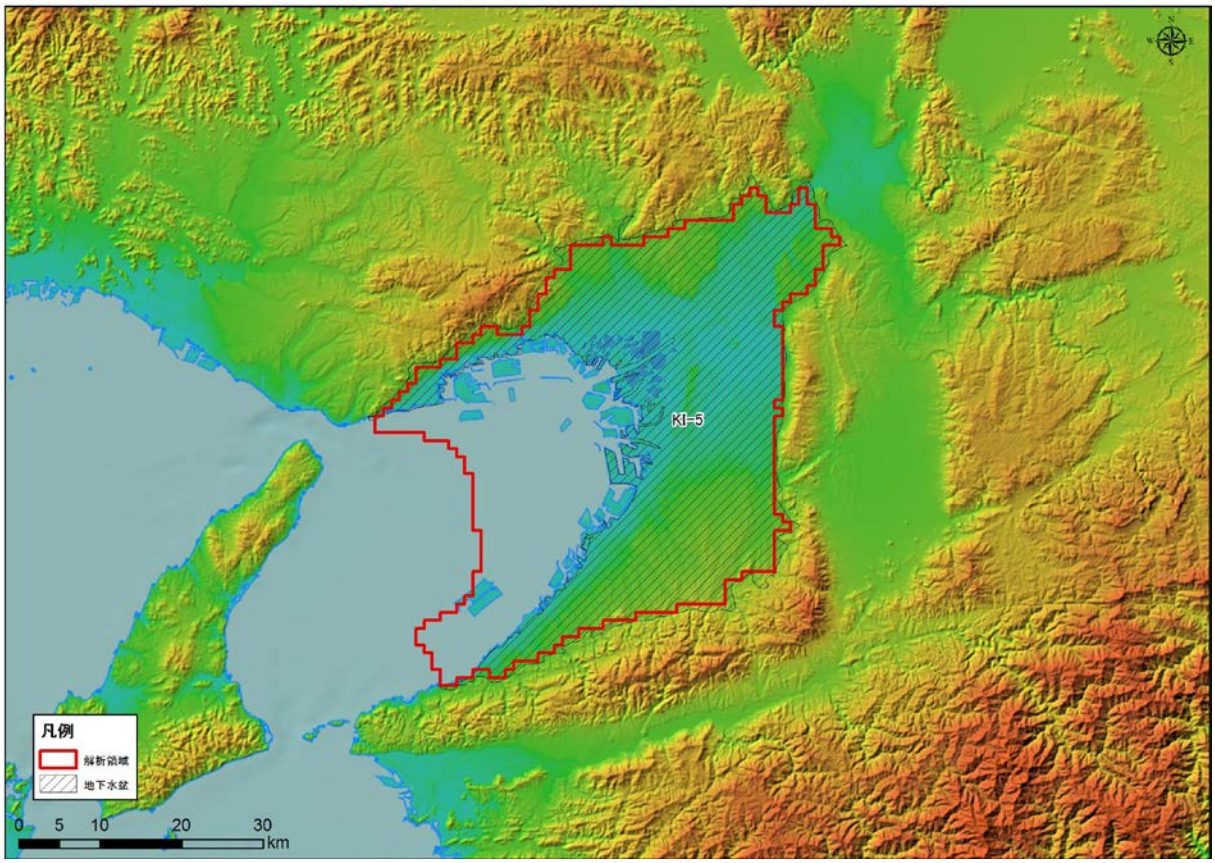


図 5-536　解析領域（KI-5 : Osaka plain）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 59、Y 方向に 64、Z 方向に 56 で分割され、Active Cell 数は、105,896 となった。本領域内は、H，Q3，Q2，Q1，N3，　N1，PreN1 で構成される。

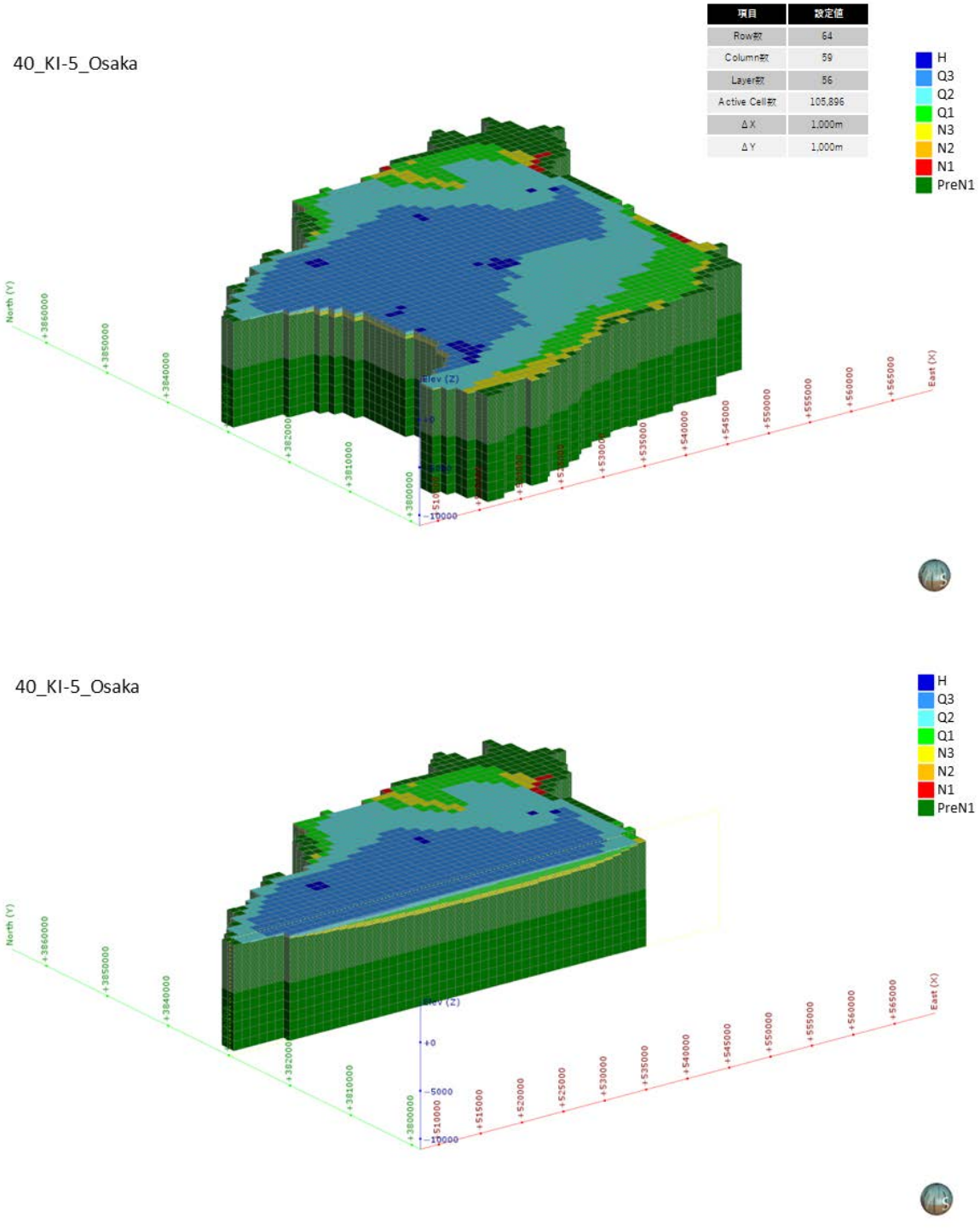


図 5-537　グリッド分割状況（KI-5 : Osaka plain）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=1,257）と海域セル（N=634）の設定位置図を図 5-538 に示す。

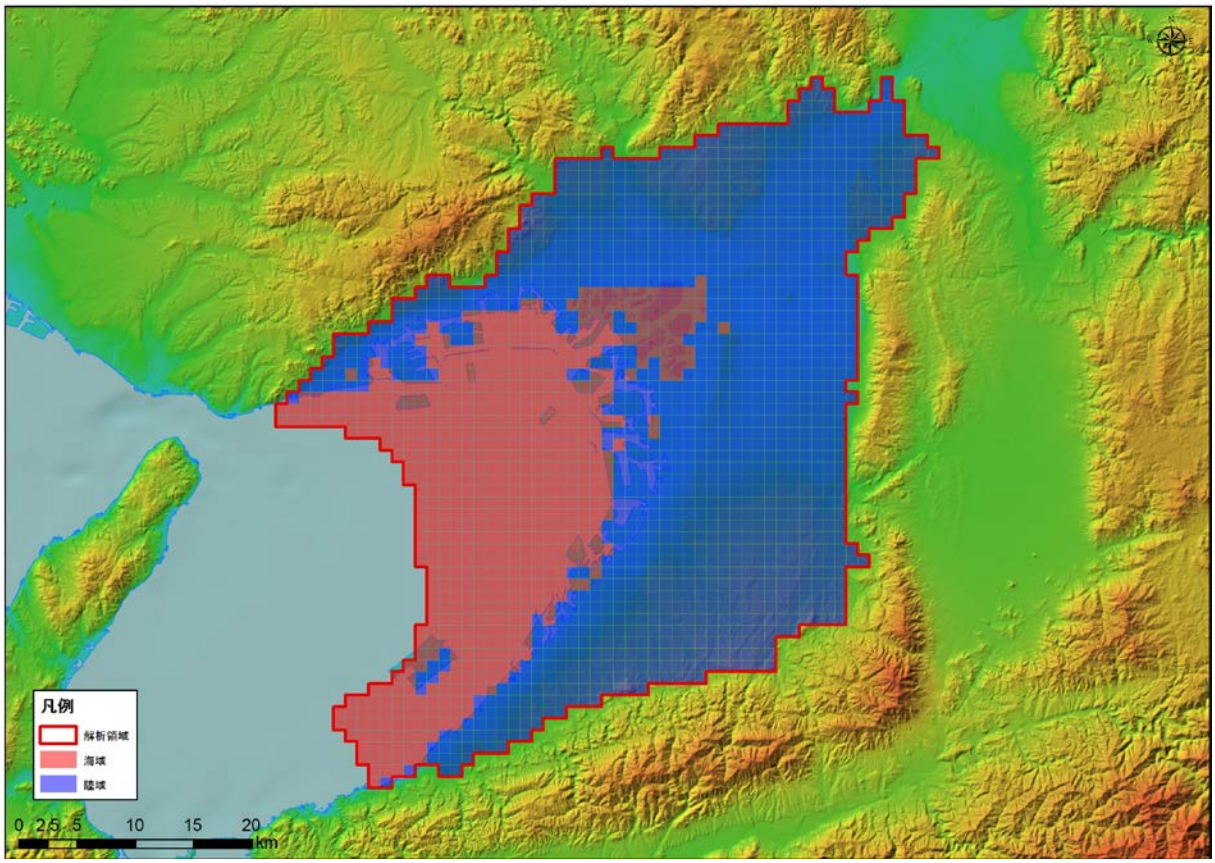


図 5-538　境界条件（KI-5 : Osaka plain）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×2.4 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 0.56 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 0.56 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-43　検討ケース（KI-5 : Osaka plain）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 2.4
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	7.13E+00
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	3.73E+00
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	8.24E-01
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	2.00E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	1.35E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	1.04E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	6.54E-02
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	4.17E-02
モデル内の涵養量（mm/日）	0.23	4.32	0.02	0.56

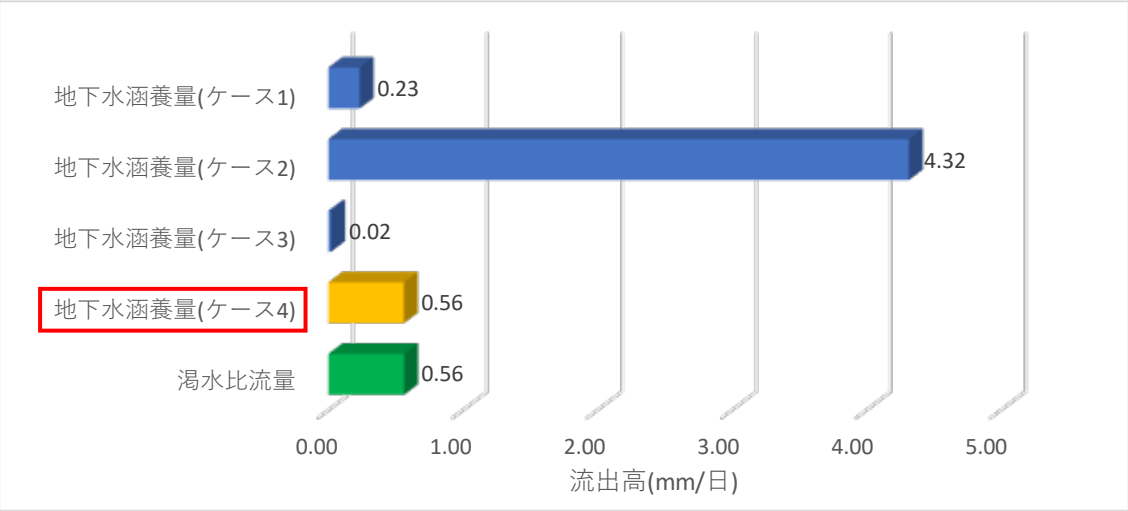


図 5-539　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（KI-5 : Osaka plain）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

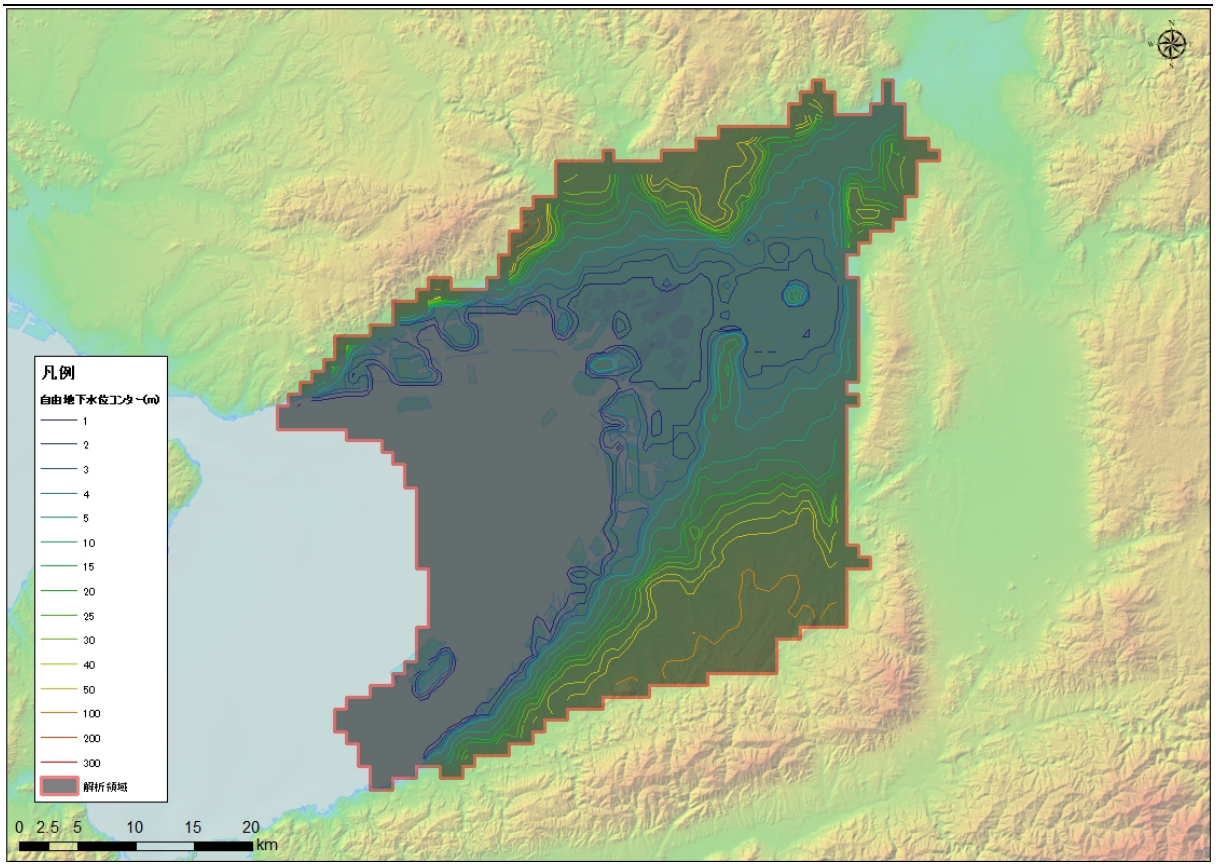


図 5-540　地下水位等高線図（KI-5 : Osaka plain）

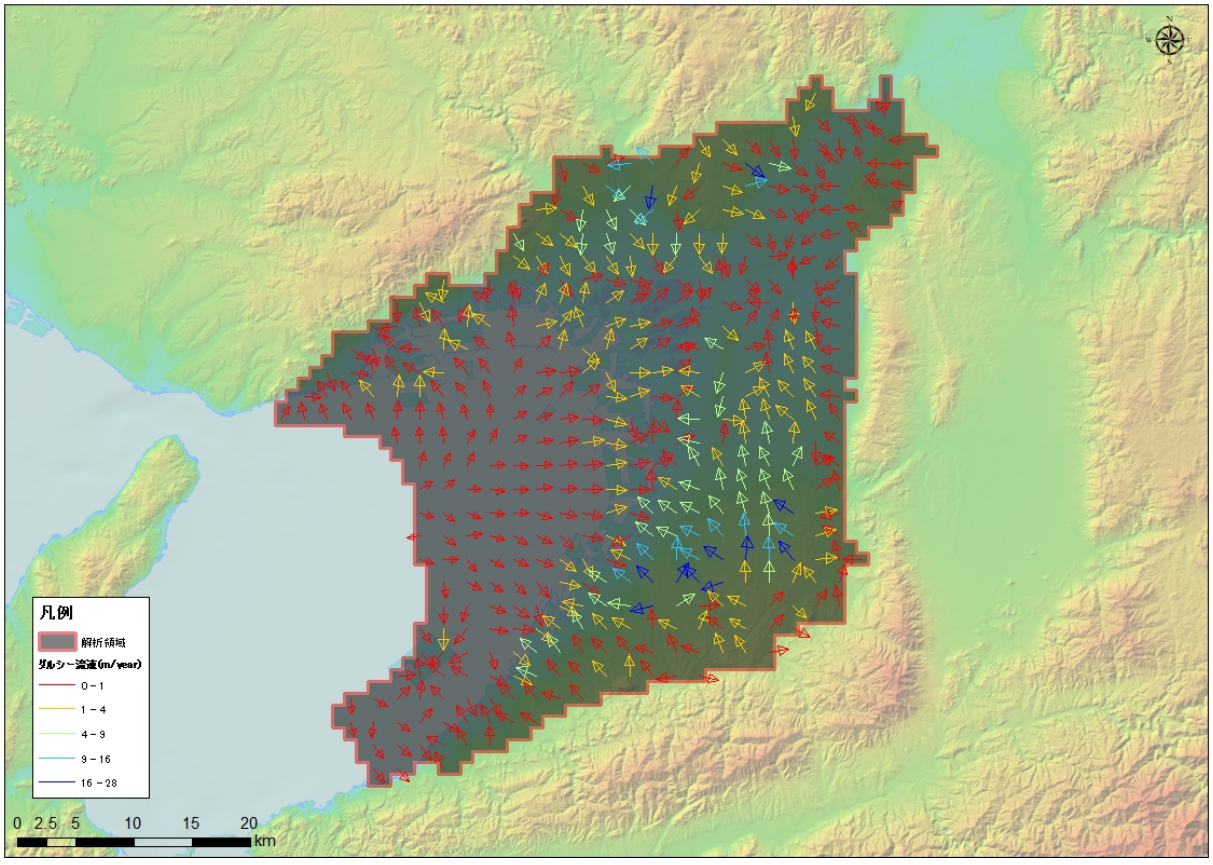


図 5-541　流速ベクトル図（KI-5 : Osaka plain）

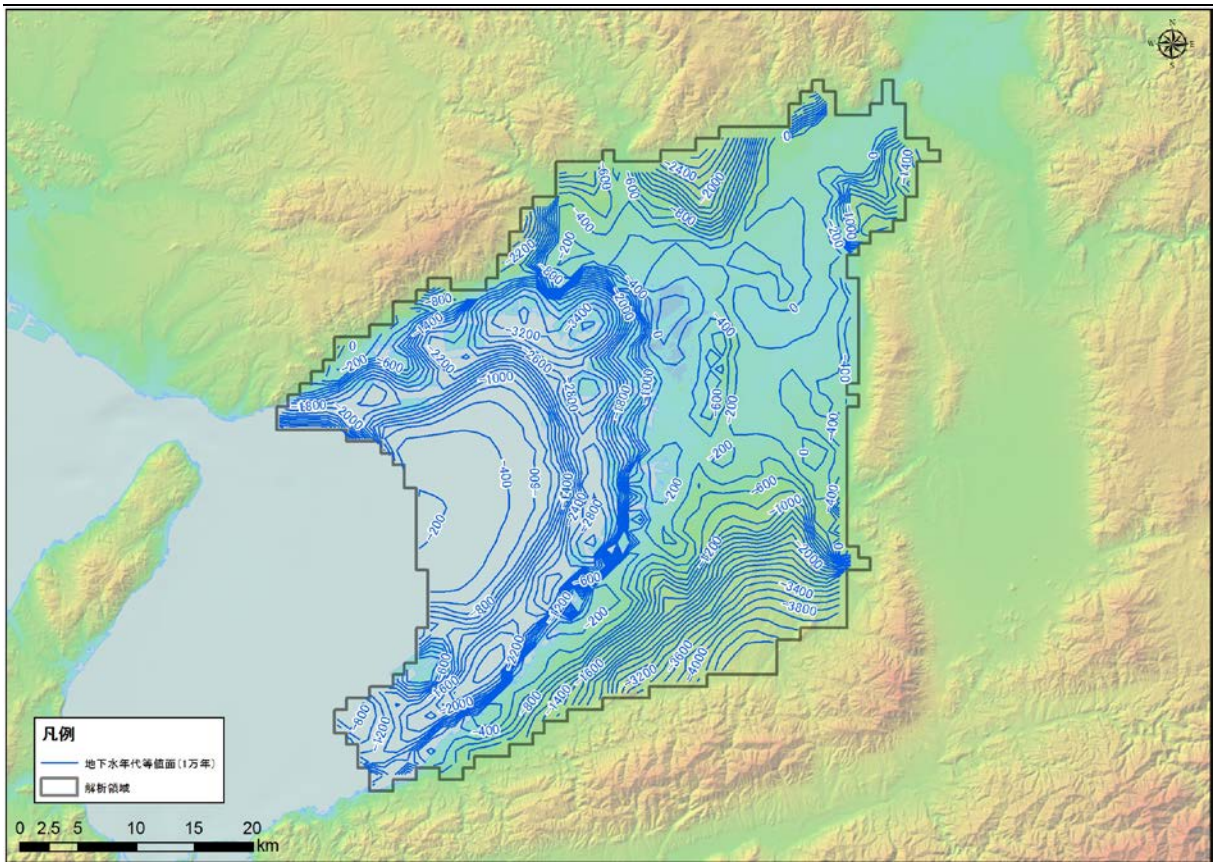


図 5-542　地下水年代（1 万年）等値面図（KI-5 : Osaka plain）

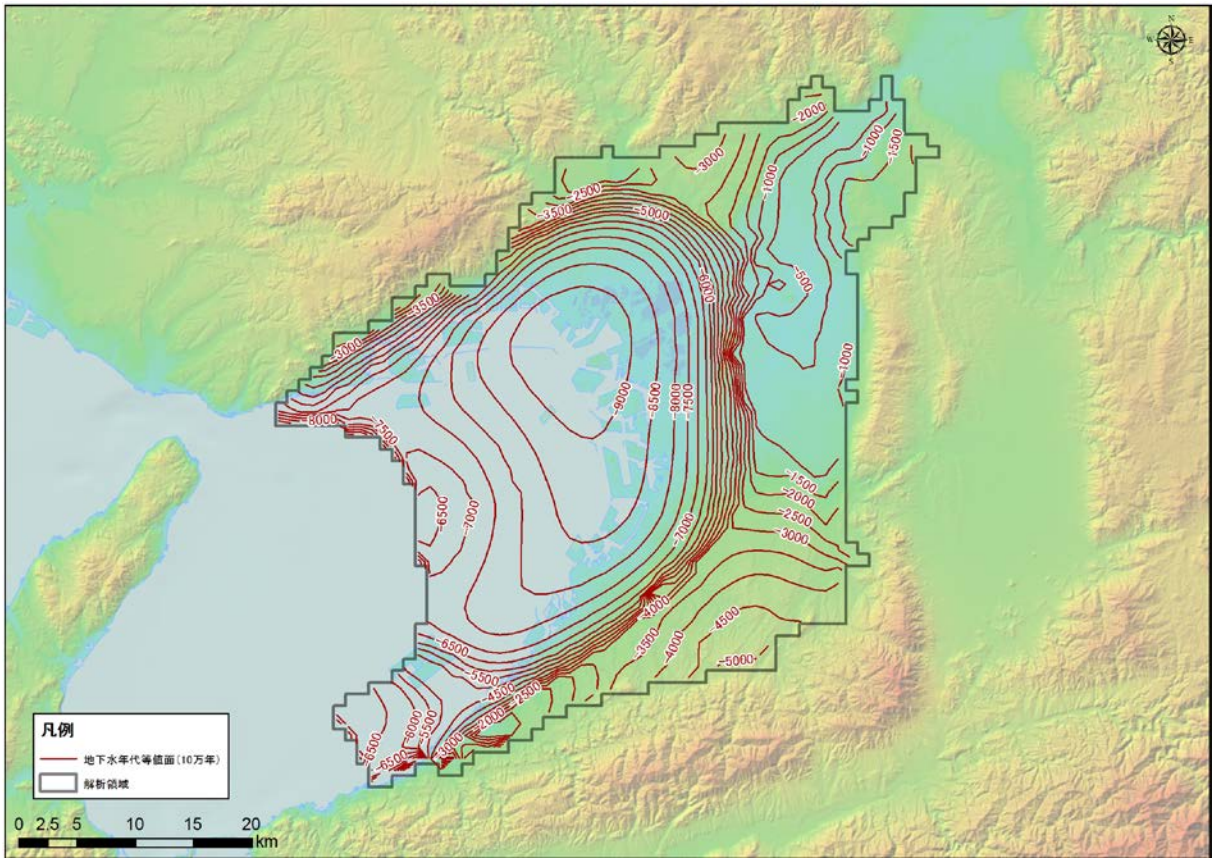


図 5-543　地下水年代（10 万年）等値面図（KI-5 : Osaka plain）

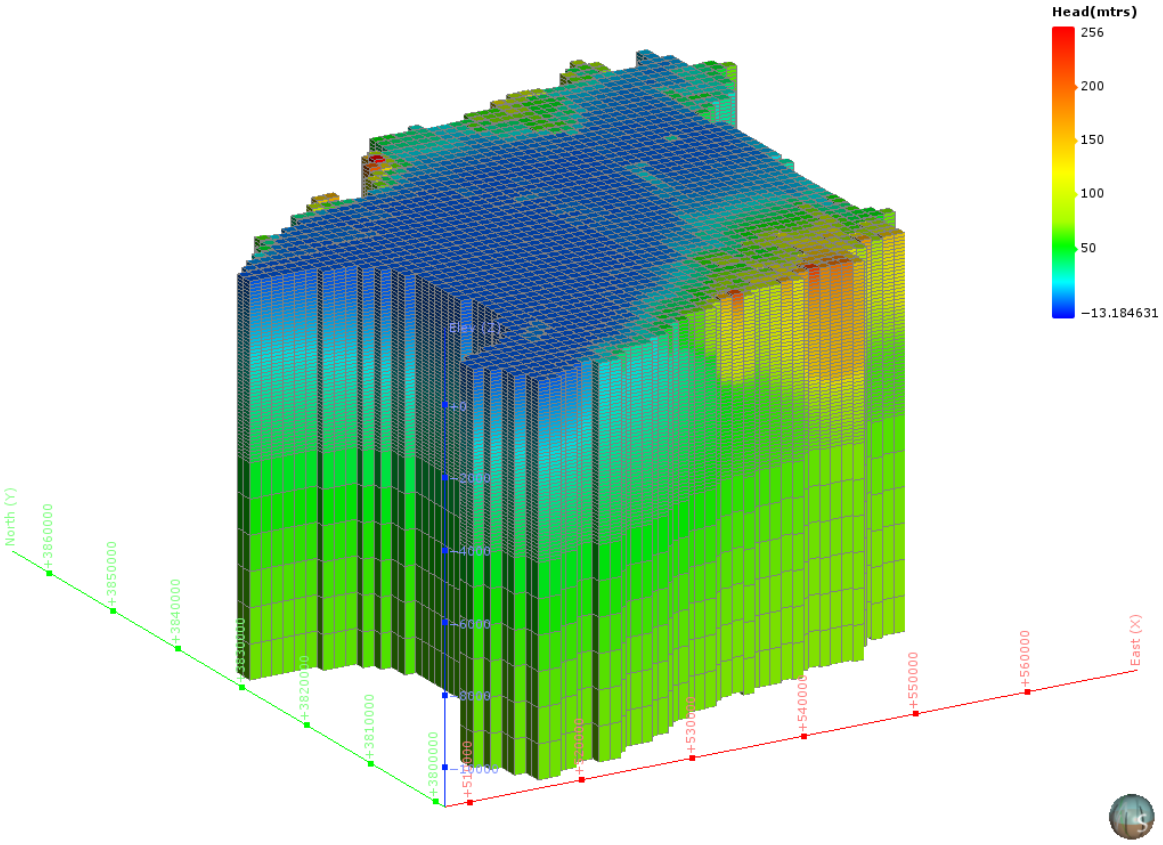


図 5-544　地下水ポテンシャル三次元分布図（KI-5 : Osaka plain）

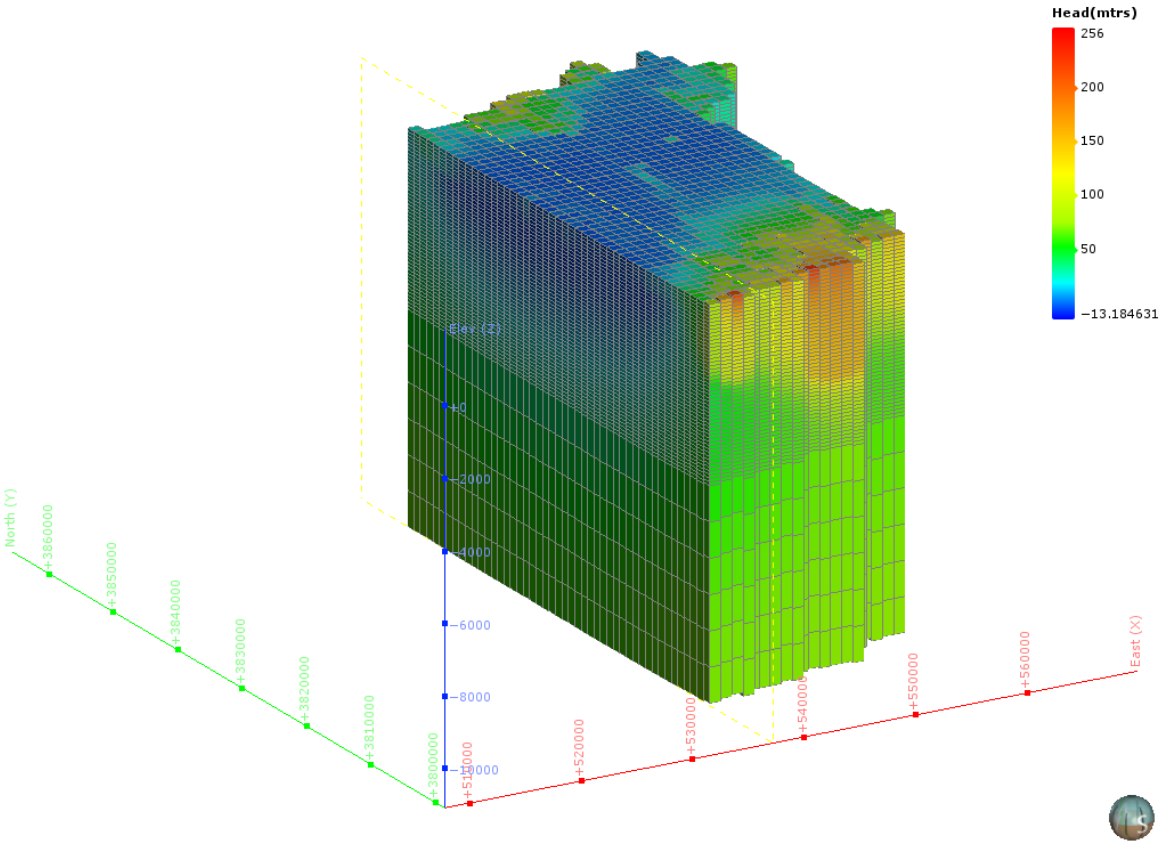


図 5-545　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（KI-5 : Osaka plain）

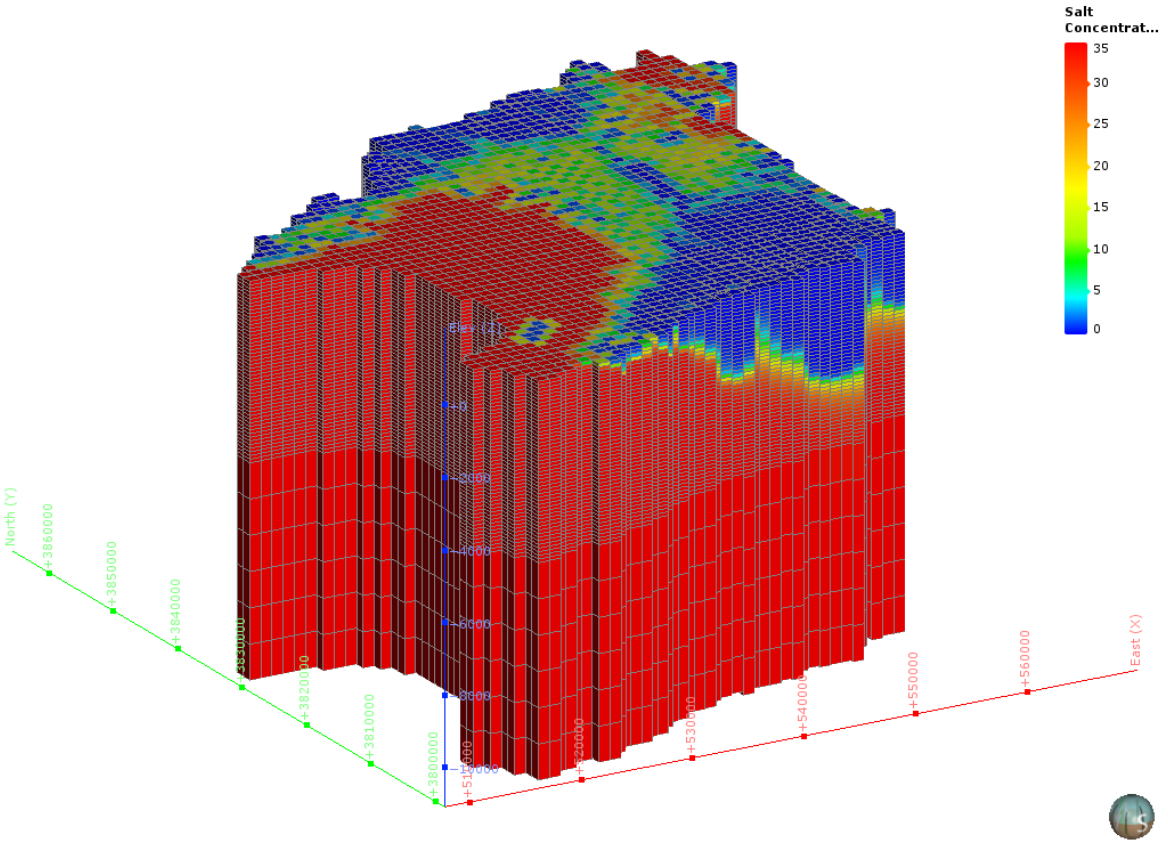


図 5-546　塩濃度三次元分布図（KI-5 : Osaka plain）

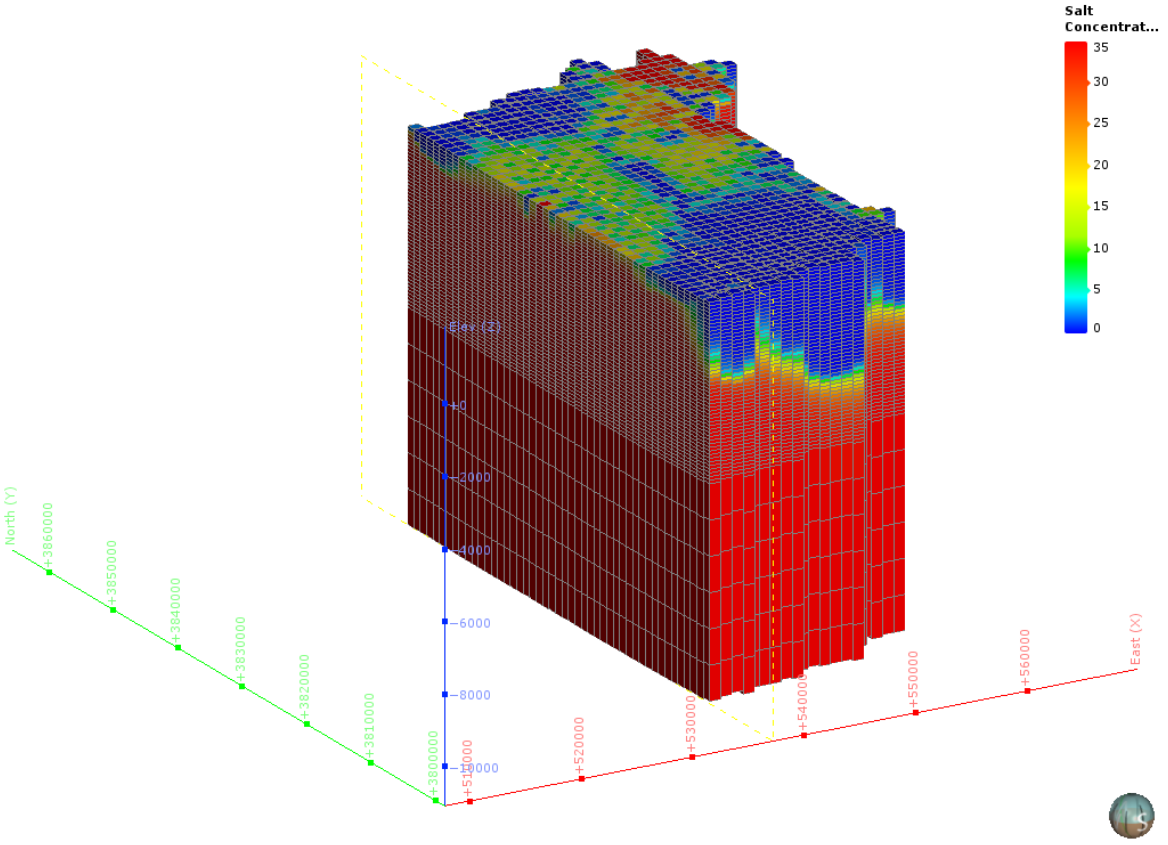


図 5-547　塩濃度三次元分布図（分割図）（KI-5 : Osaka plain）

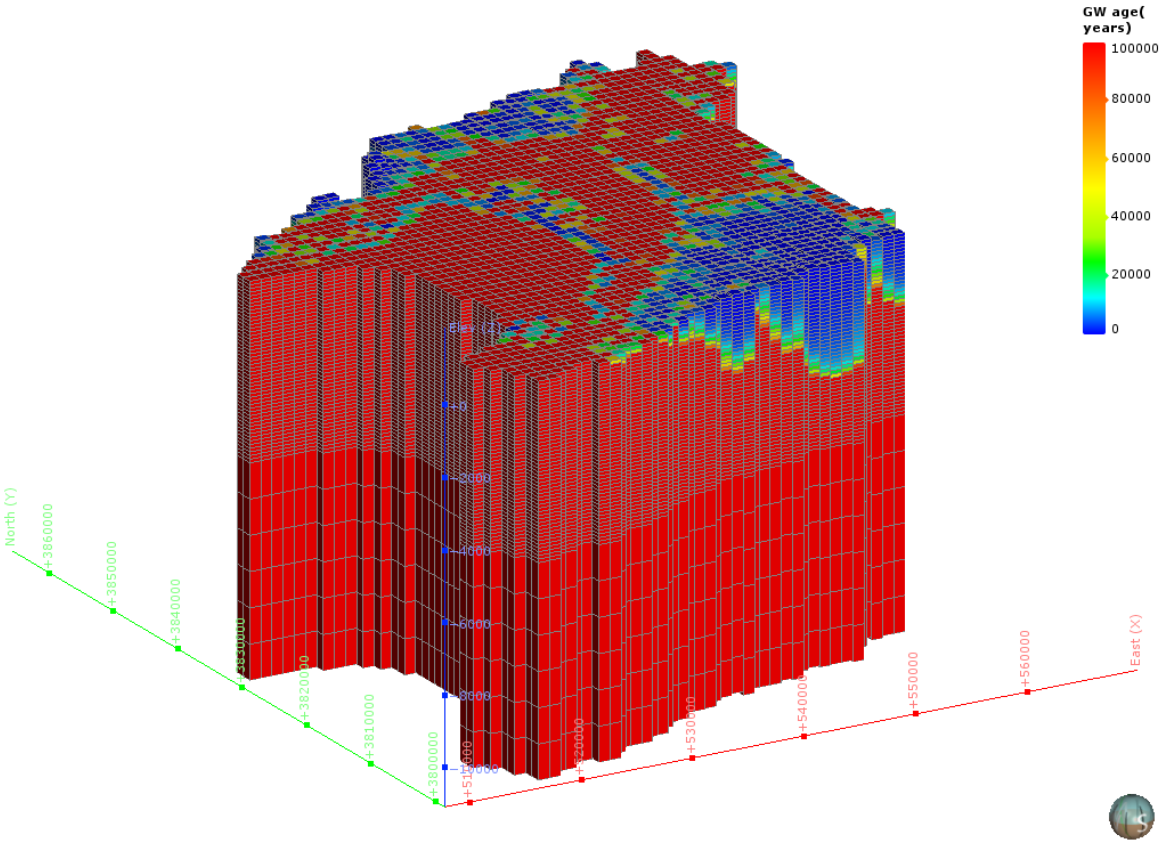


図 5-548　地下水年代三次元分布図（KI-5 : Osaka plain）

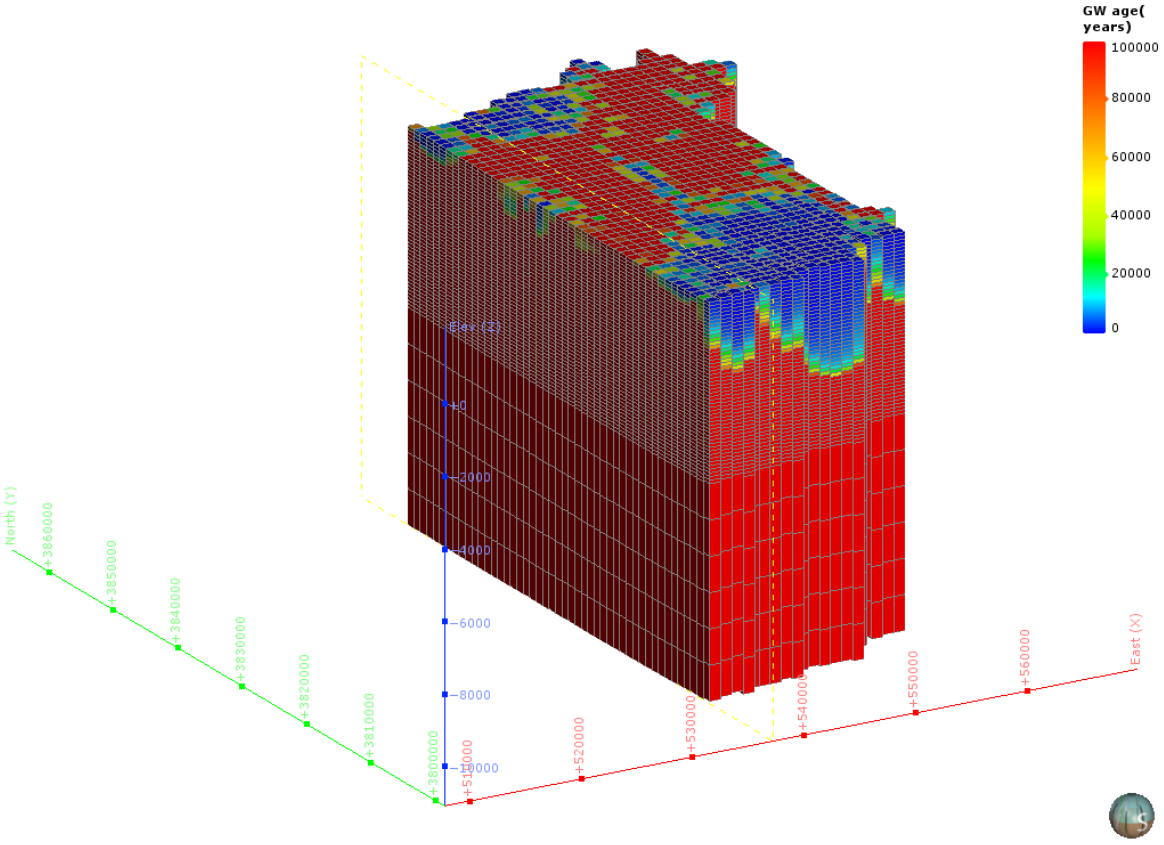


図 5-549　地下水年代三次元分布図（分割図）（KI-5 : Osaka plain）

（51） KY-4：Fukuoka plain

1） **解析領域**

KY-4：Fukuoka plain 領域を包括し、海域約 30km を拡張して、解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、1,425km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、福岡県福岡市である。

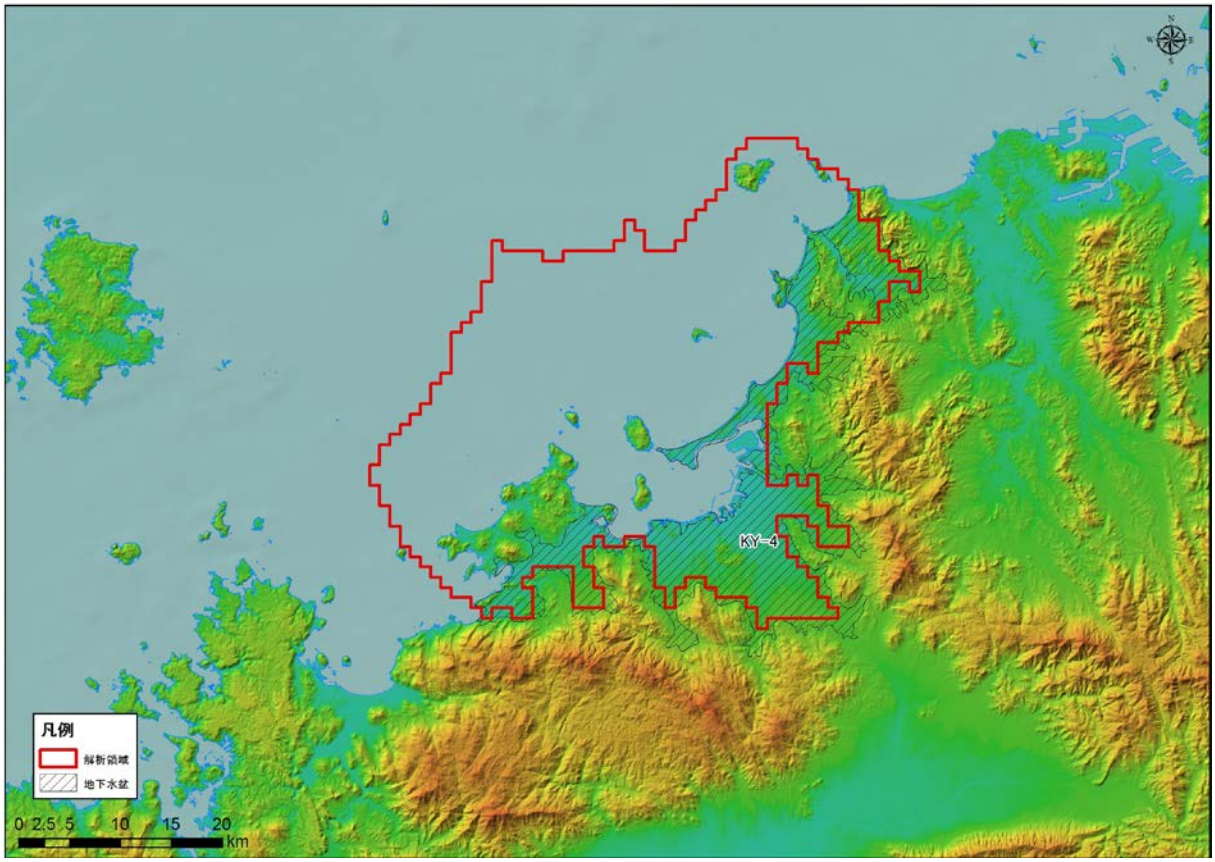


図 5-689 解析領域（KY-4 : Fukuoka plain）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 58、Y 方向に 52、Z 方向に 54 で分割され、Active Cell 数は、76,950 となった。本領域内は、Q3，N3，PreN1 で構成される。

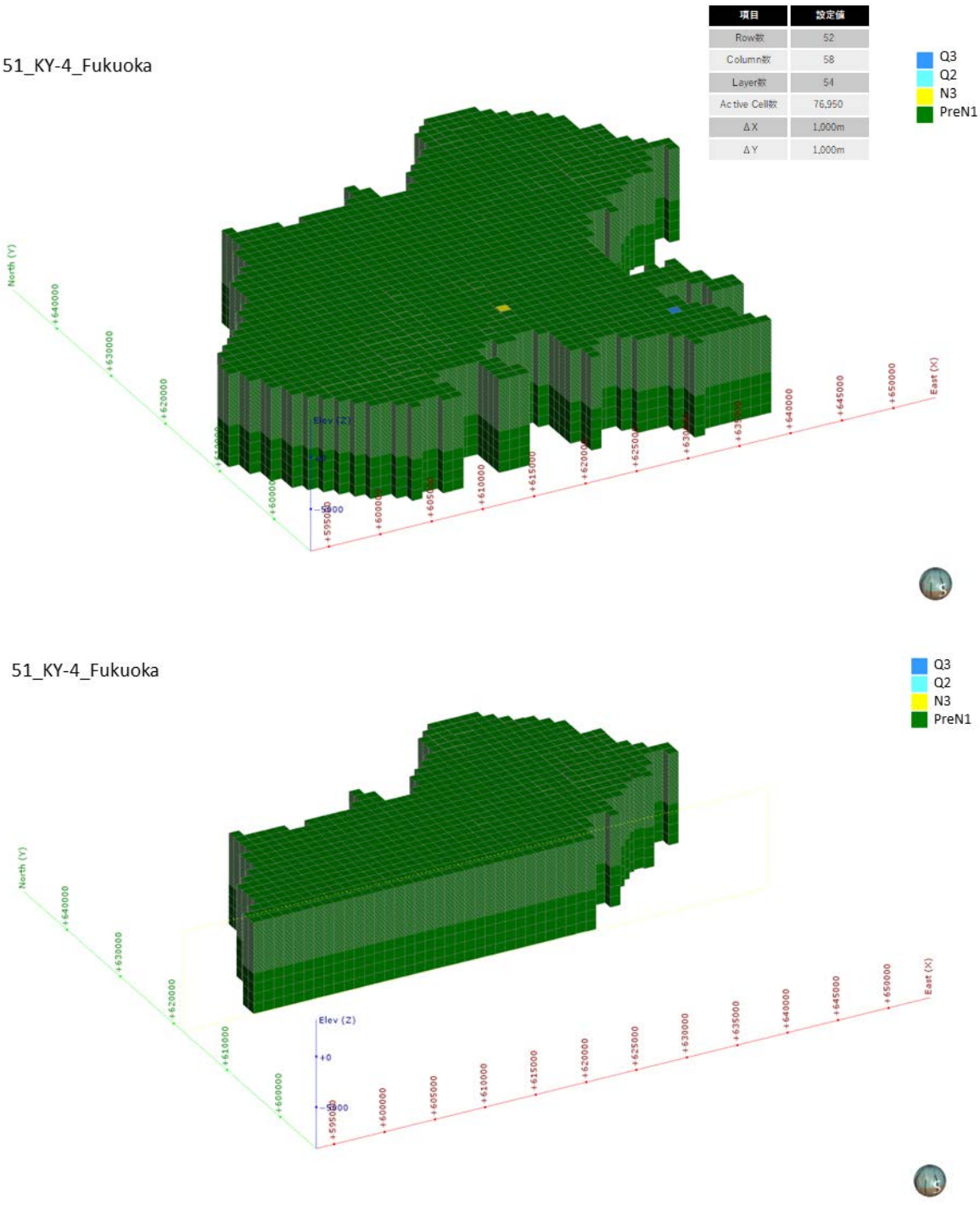


図 5-256　グリッド分割状況（KY-4 : Fukuoka plain）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=459）と海域セル（N=966）の設定位置図を図 5-257 に示す。

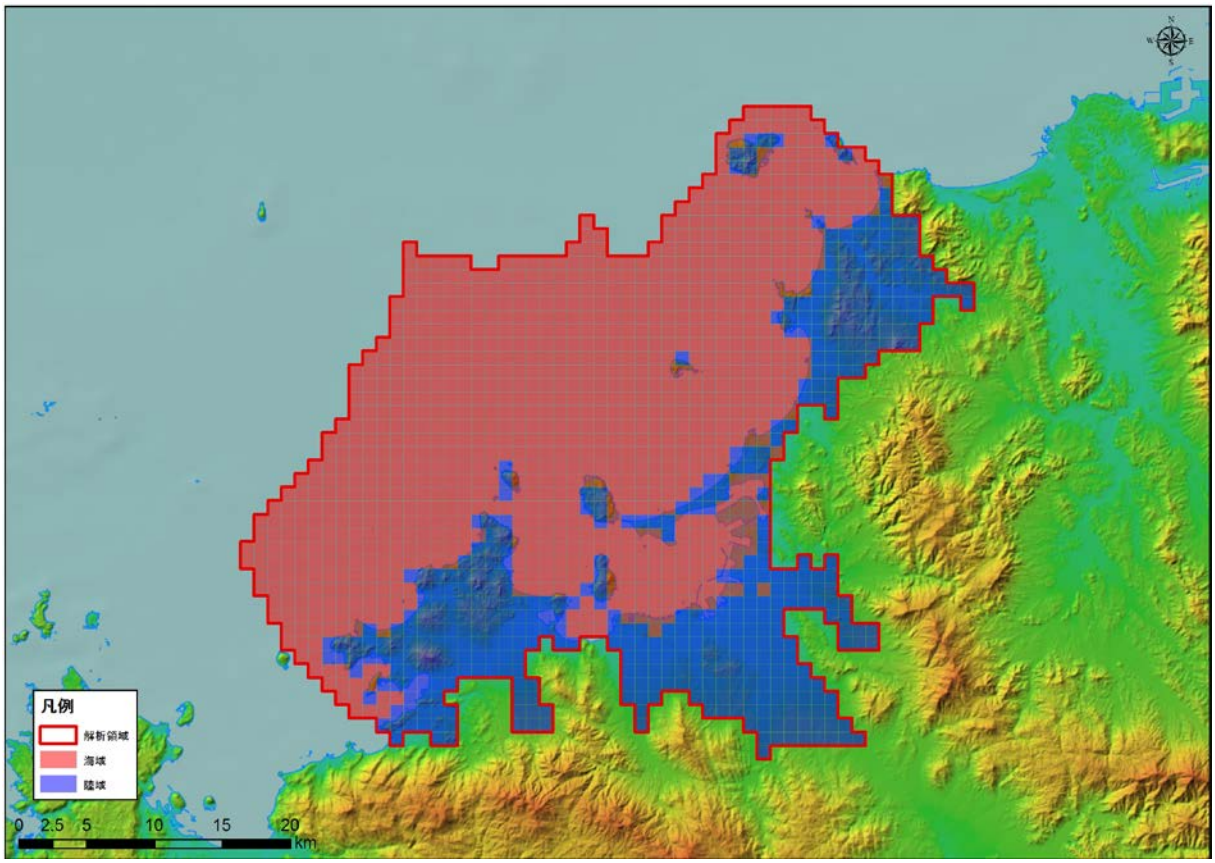


図 5-257　境界条件（KY-4 : Fukuoka plain）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×4.5 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 1.22 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 1.22 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-54　検討ケース（KY-4 : Fukuoka plain）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 4.5
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	1.31E+01
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	6.88E+00
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	1.52E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	3.69E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	2.50E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	1.92E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	1.20E-01
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	7.68E-02
モデル内の涵養量 (mm/日)	0.27	1.54	0.05	1.22

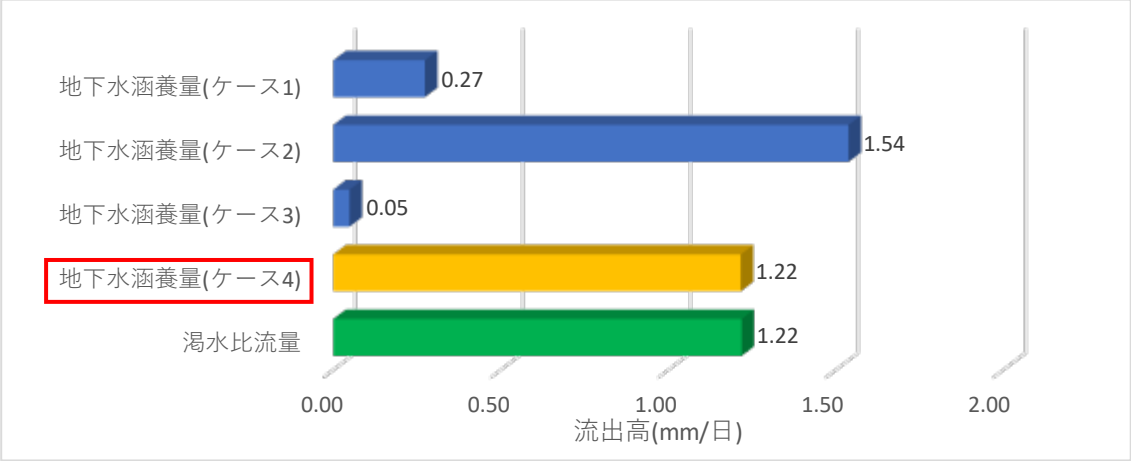


図 5-258　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（KY-4 : Fukuoka plain）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

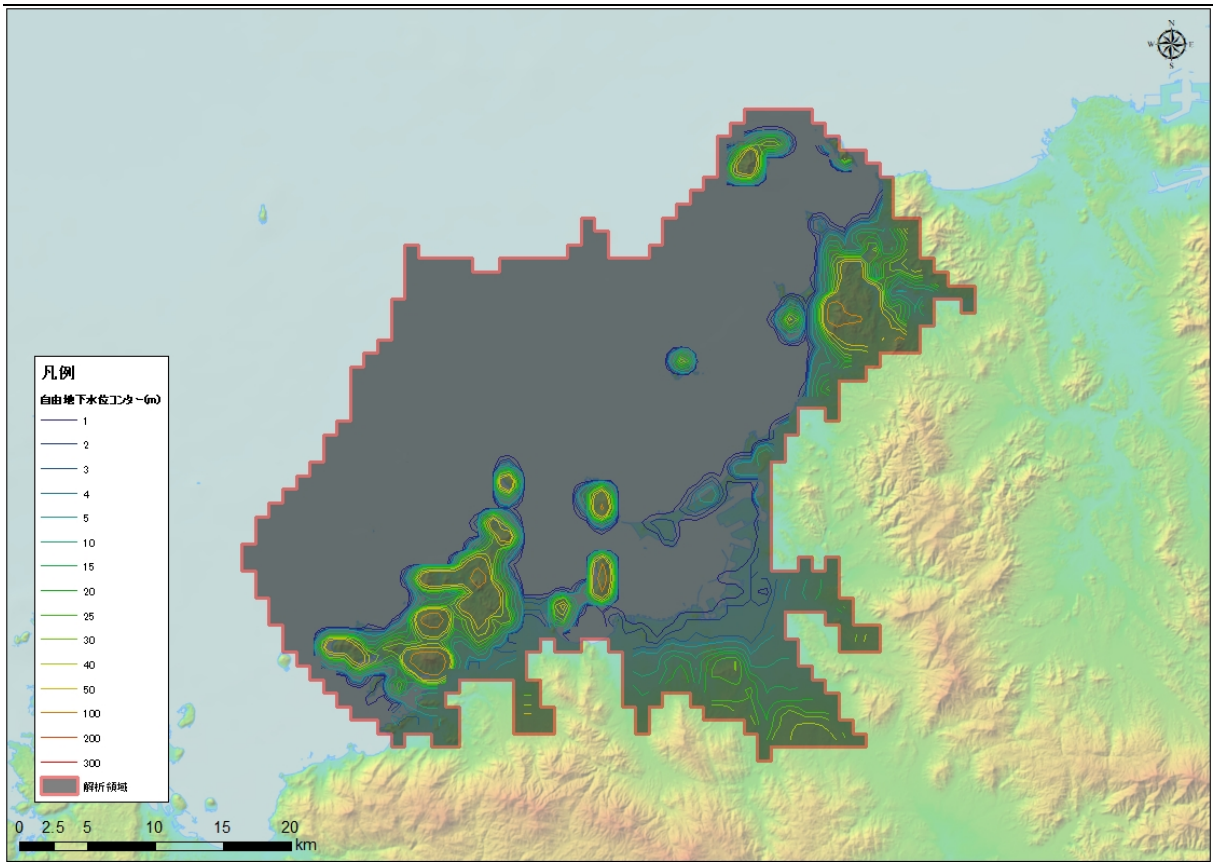


図 5-259　地下水位等高線図（KY-4 : Fukuoka plain）

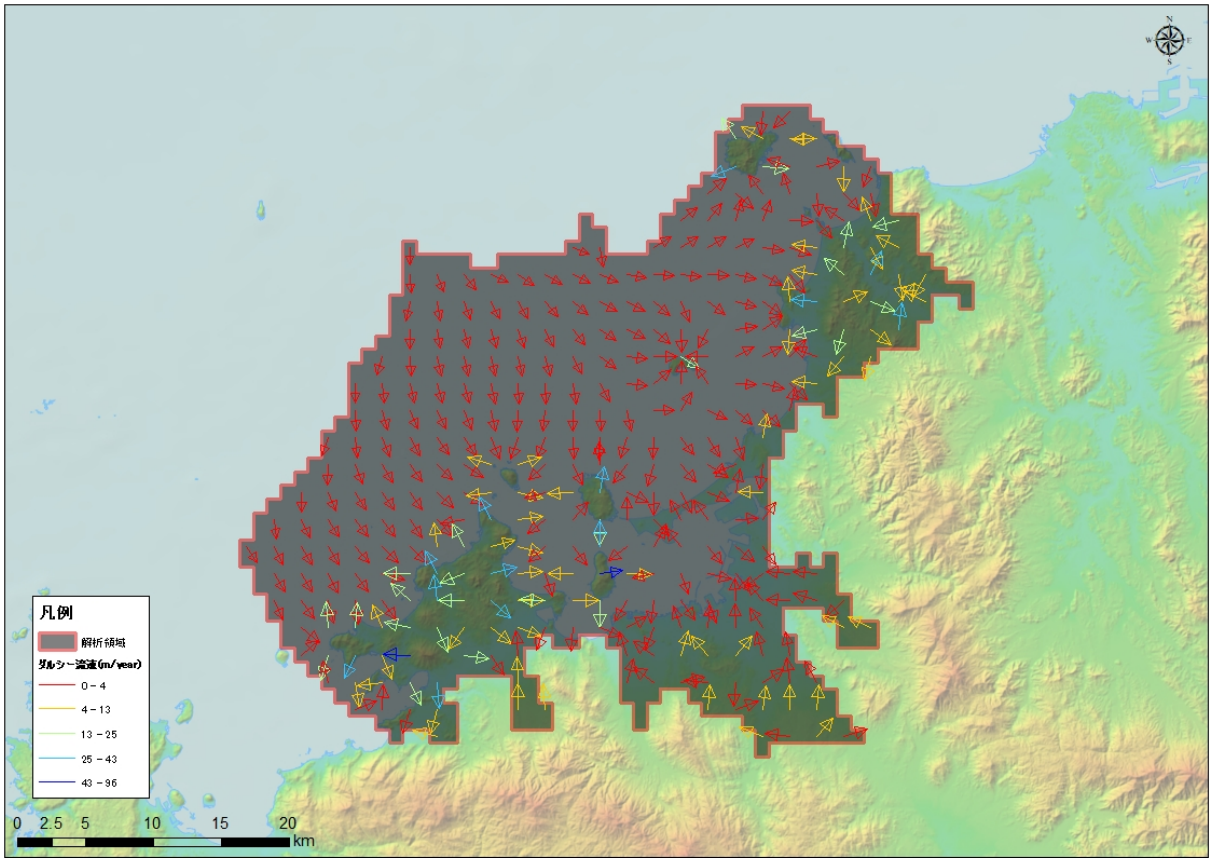


図 5-260　流速ベクトル図（KY-4 : Fukuoka plain）

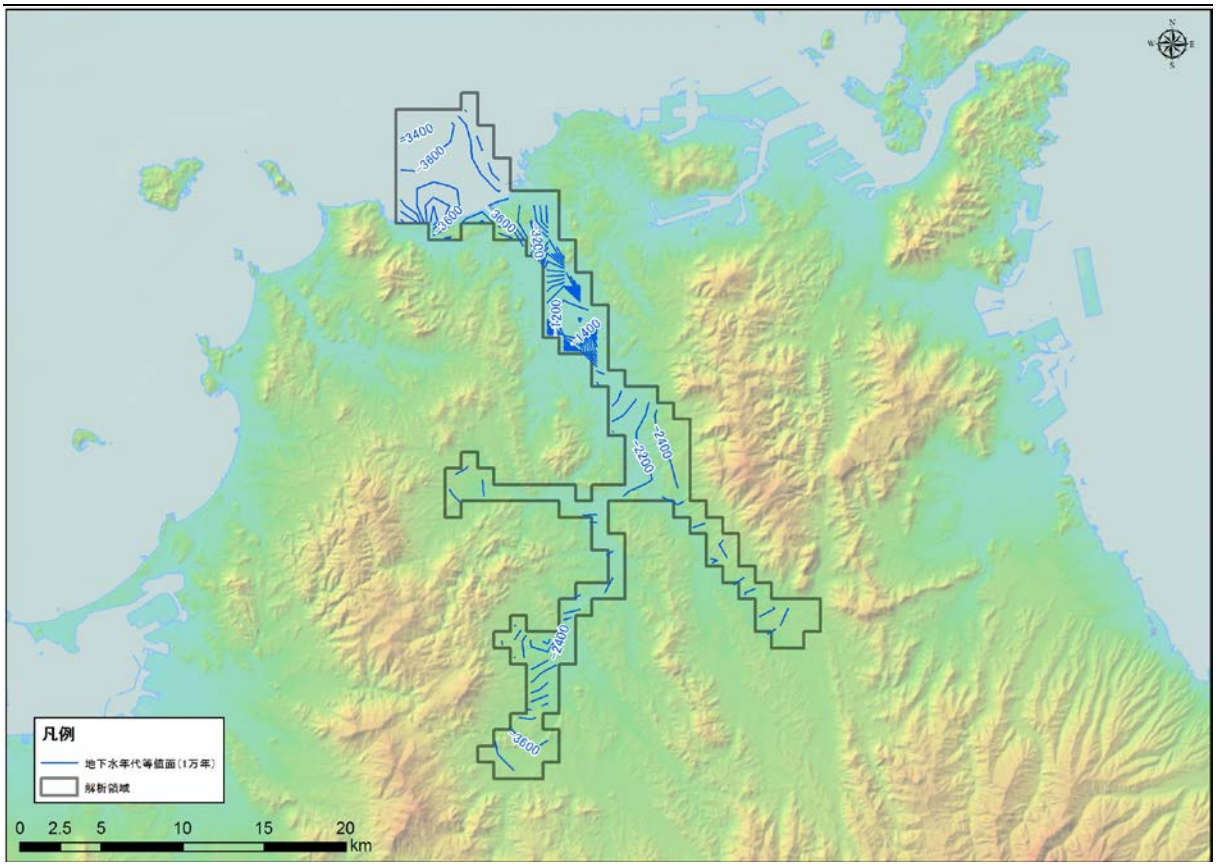


図 5-261　地下水年代（1 万年）等値面図（KY-4 : Fukuoka plain）

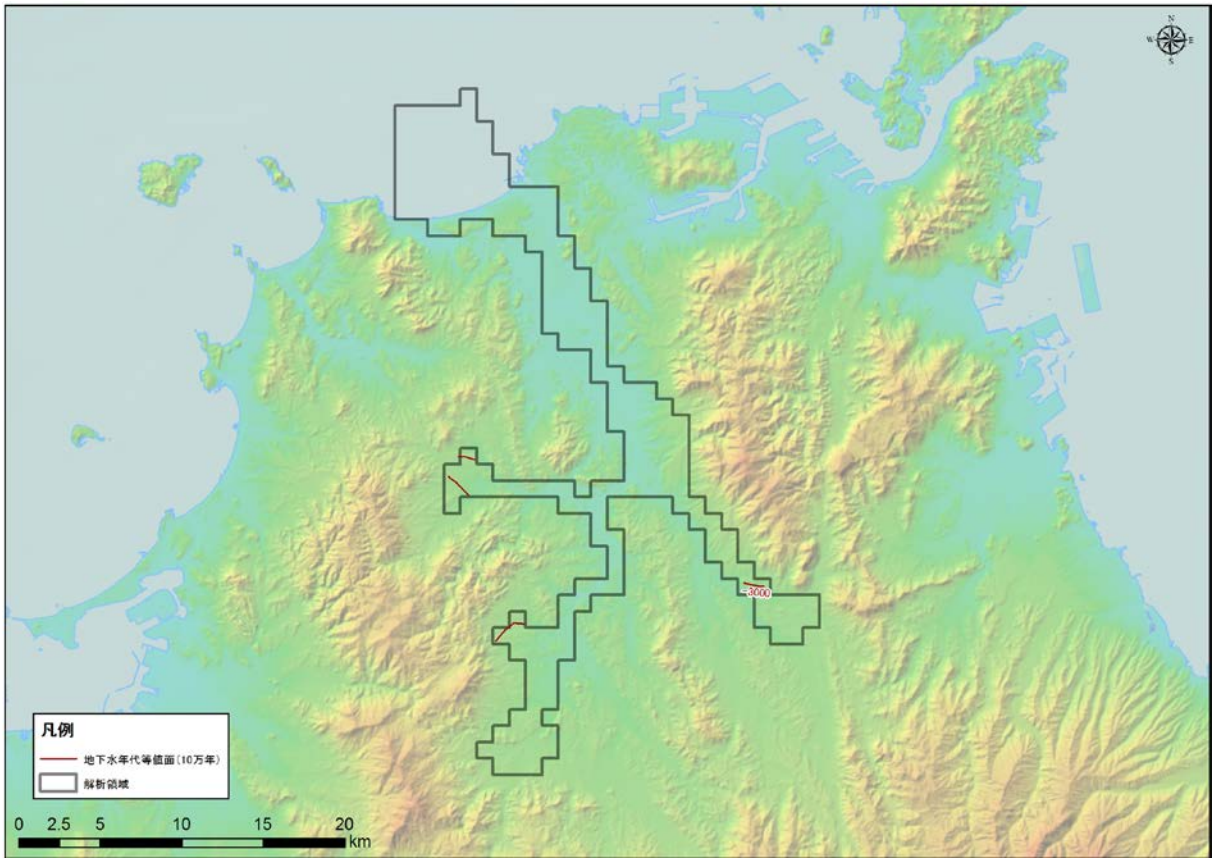


図 5-262　地下水年代（10 万年）等値面図（KY-4 : Fukuoka plain）

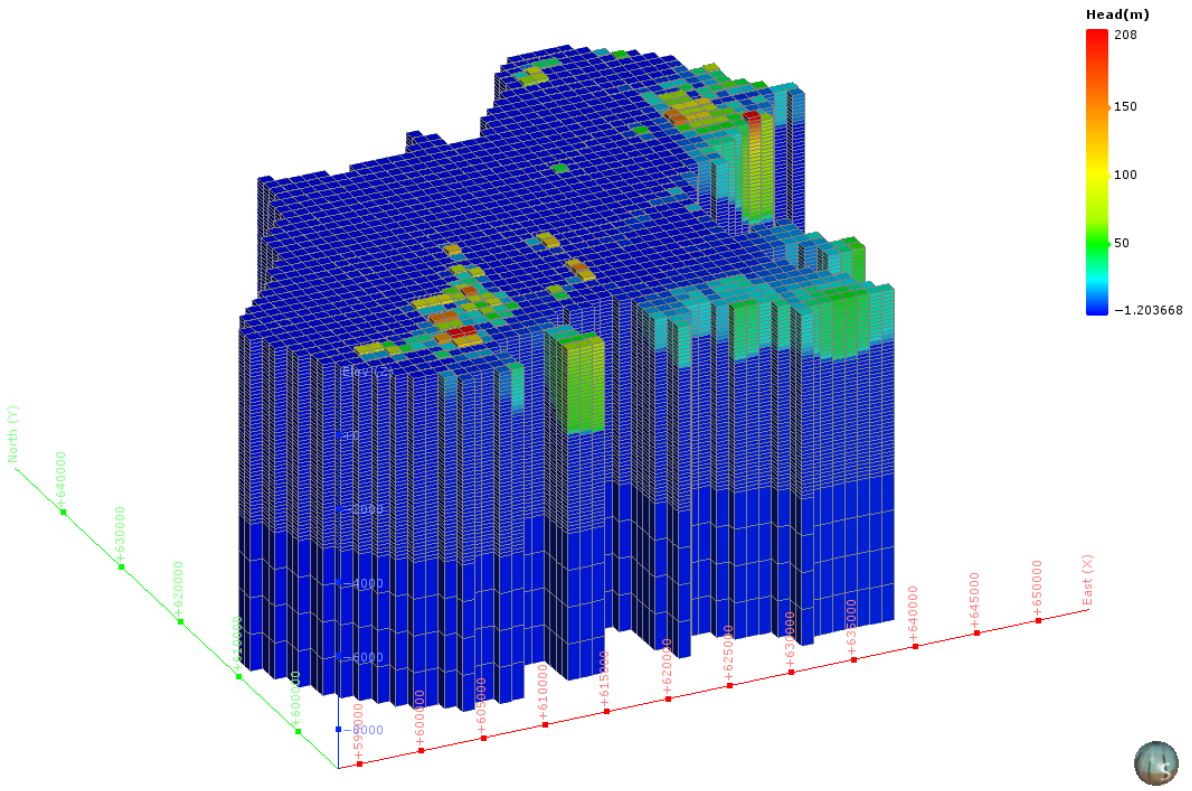


図 5-263　地下水ポテンシャル三次元分布図（KY-4 : Fukuoka plain）

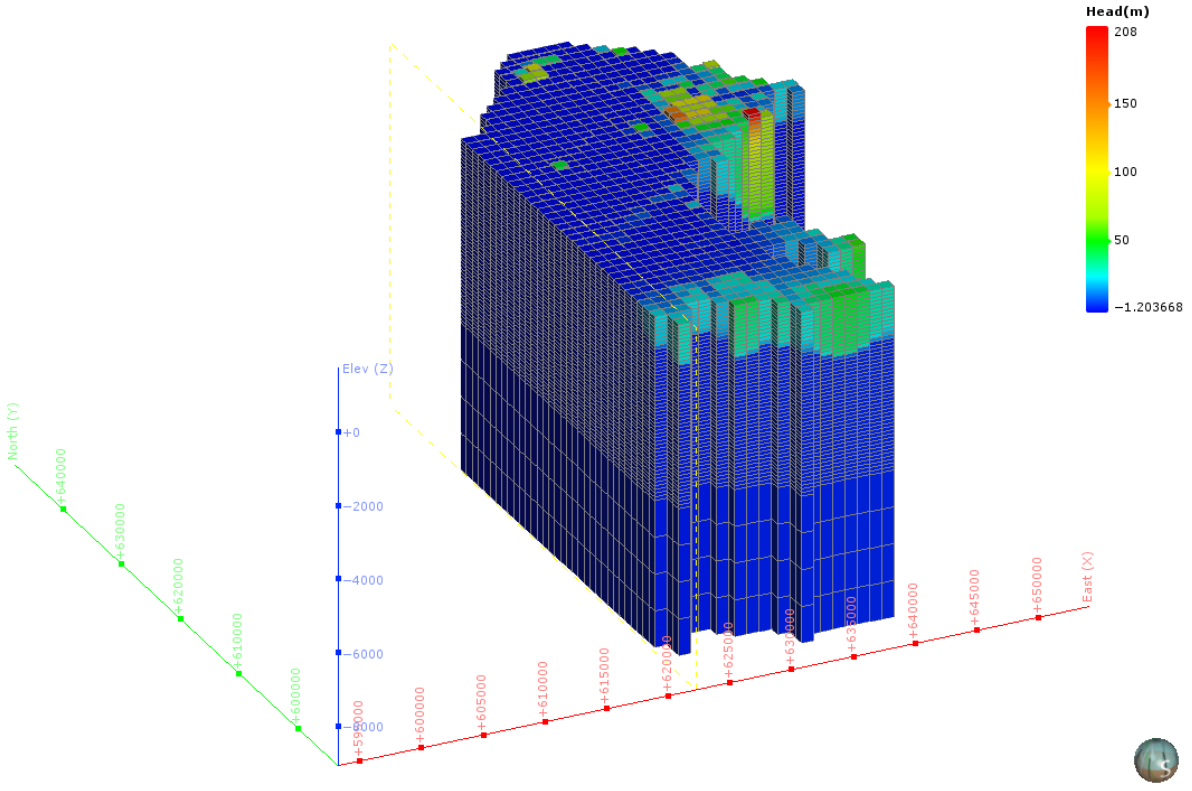


図 5-264　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（KY-4 : Fukuoka plain）

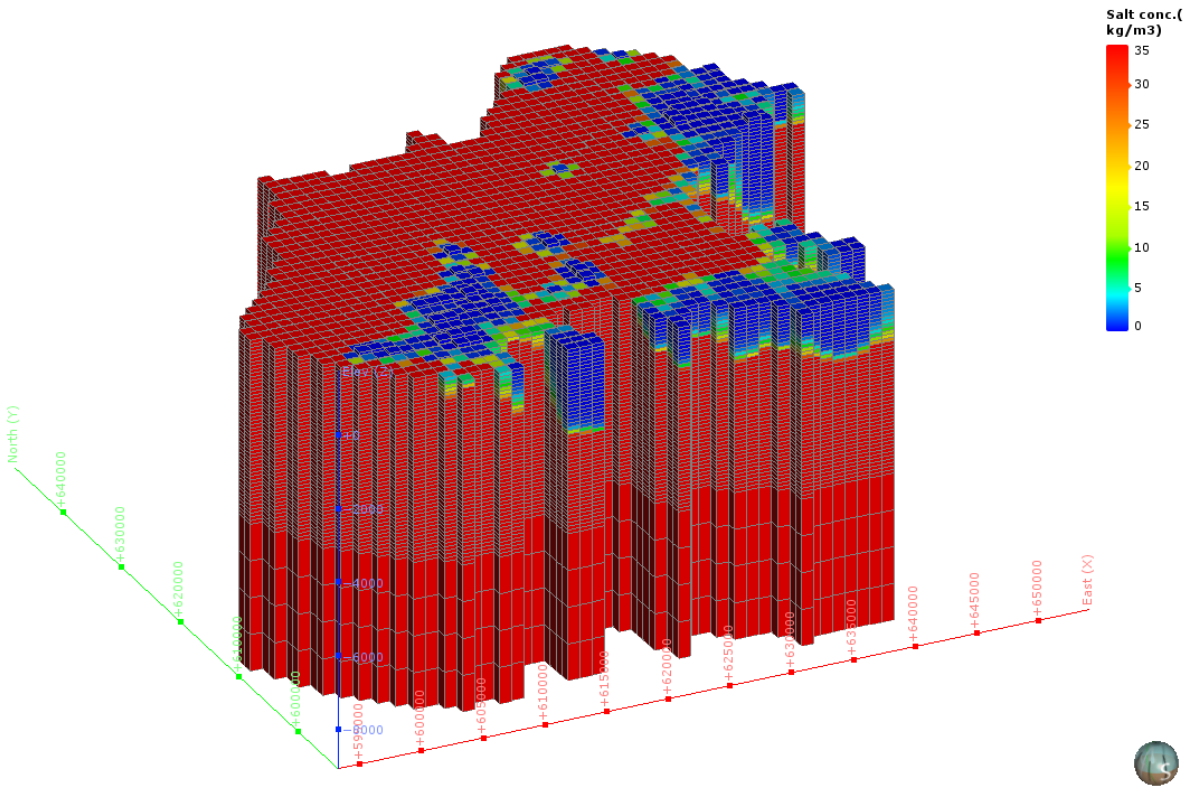


図 5-265　塩濃度三次元分布図（KY-4 : Fukuoka plain）

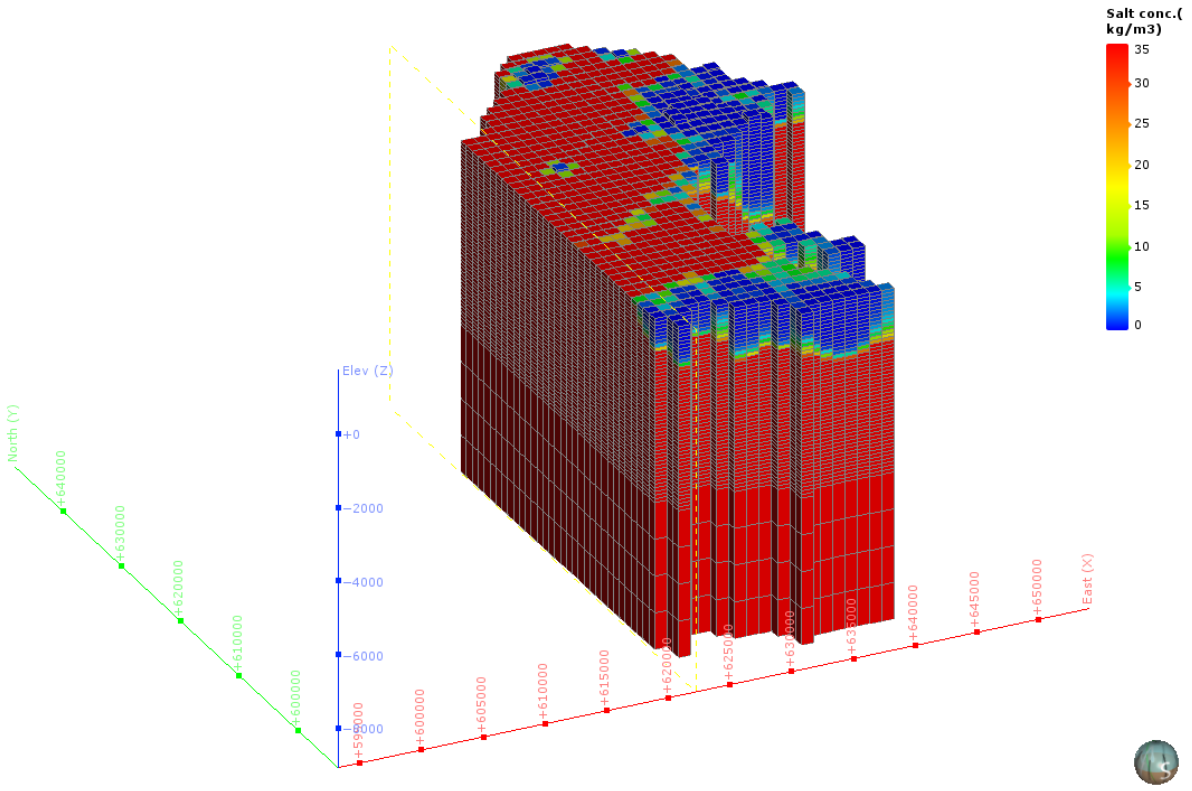


図 5-266　塩濃度三次元分布図（分割図）（KY-4 : Fukuoka plain）

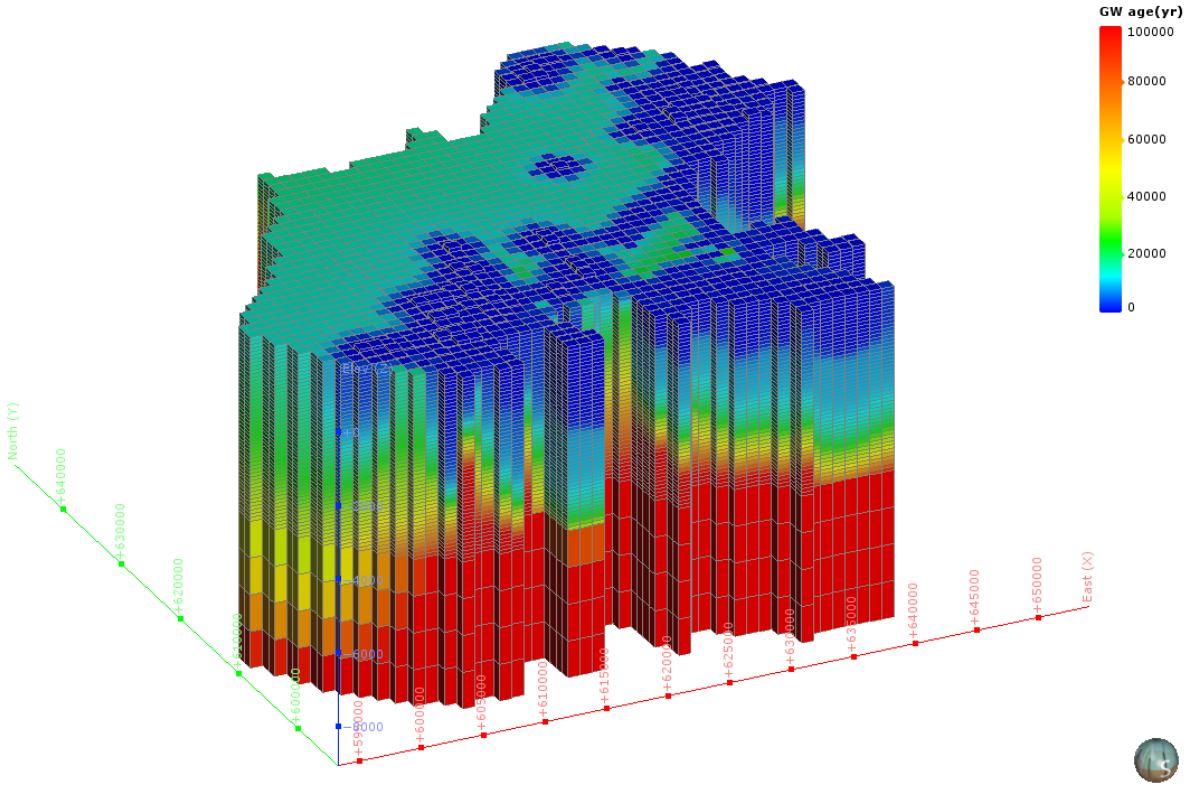


図 5-267　地下水年代三次元分布図（KY-4 : Fukuoka plain）

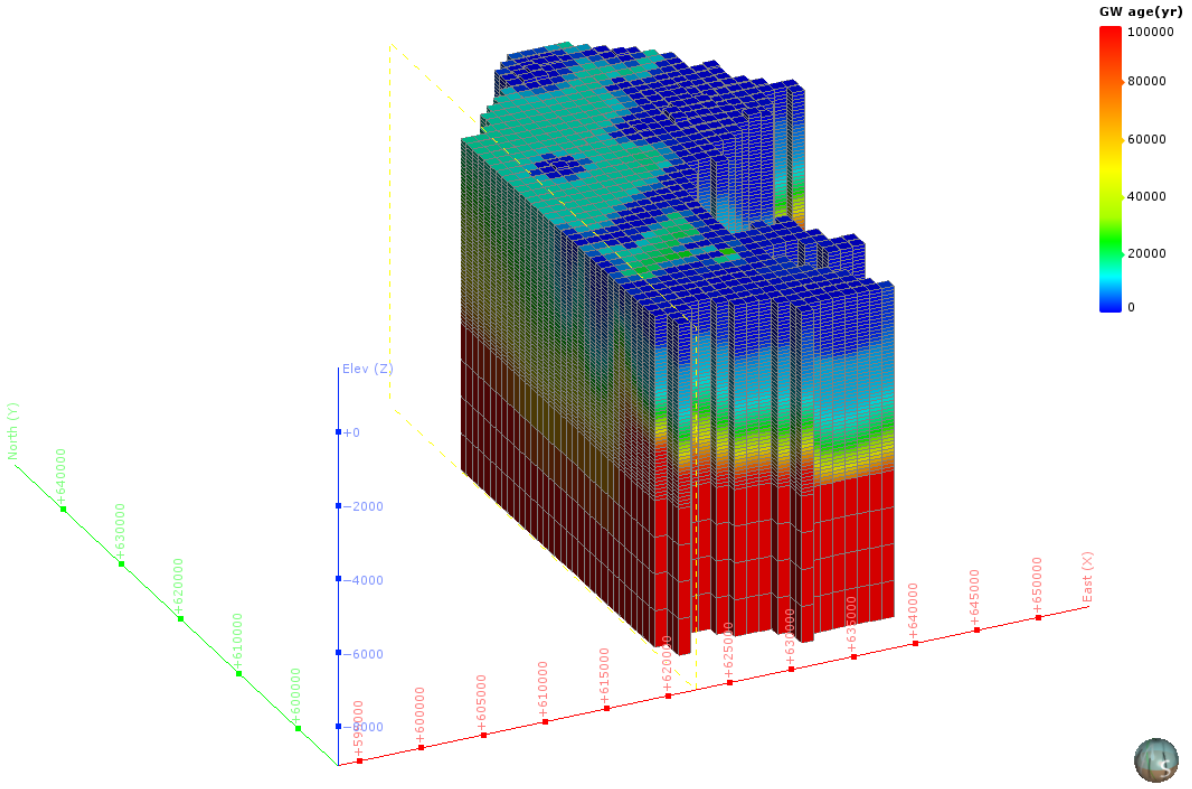


図 5-268　地下水年代三次元分布図（分割図）（KY-4 : Fukuoka plain）

（52） KY-5：Chikushi plain

1） **解析領域**

KY-5：Chikushi plain 領域を包括し、海域約 12km を拡張して、解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、1,449km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、佐賀県佐賀市である。

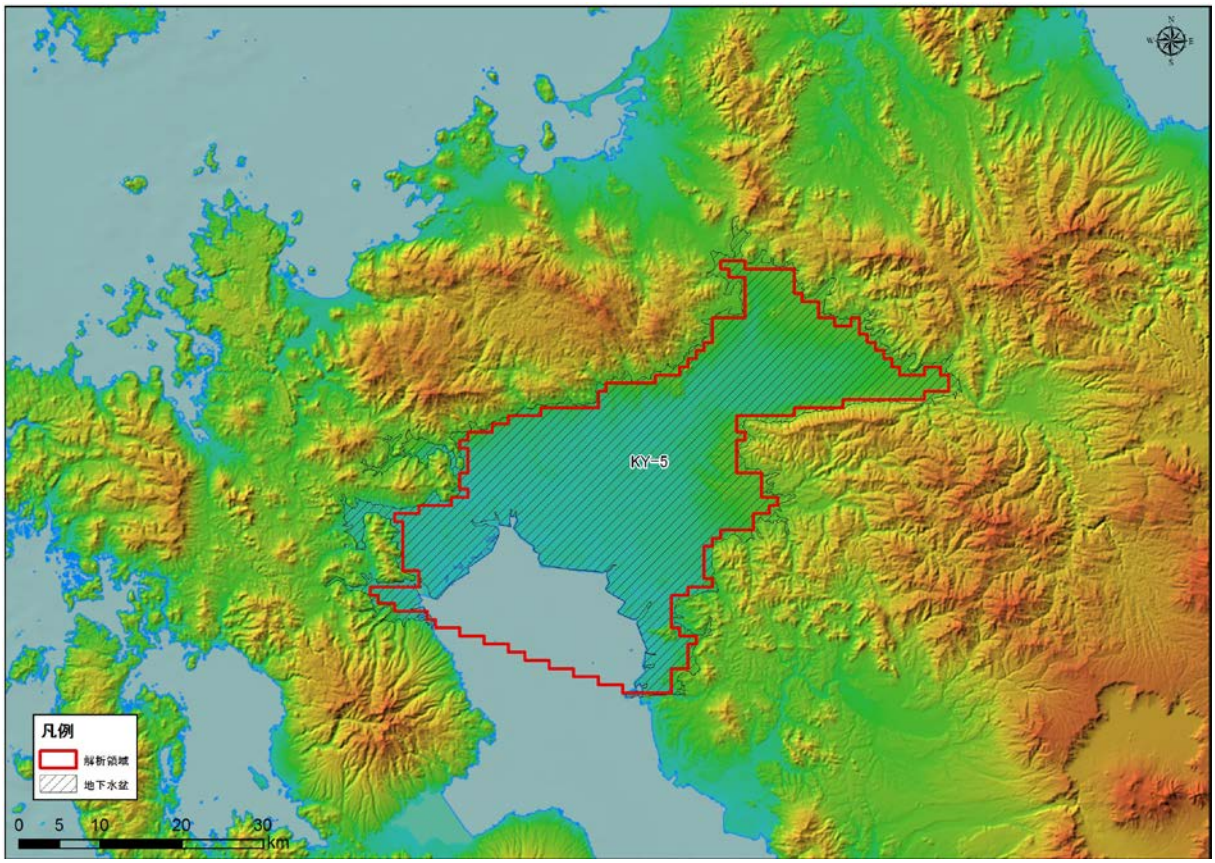


図 5-269 解析領域（KY-5 : Chikushi plain）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 79、Y 方向に 60、Z 方向に 29 で分割され、Active Cell 数は、42,021 となった。本領域内は、H，Q3，Q2，Q1，N3，PreN1 で構成される。

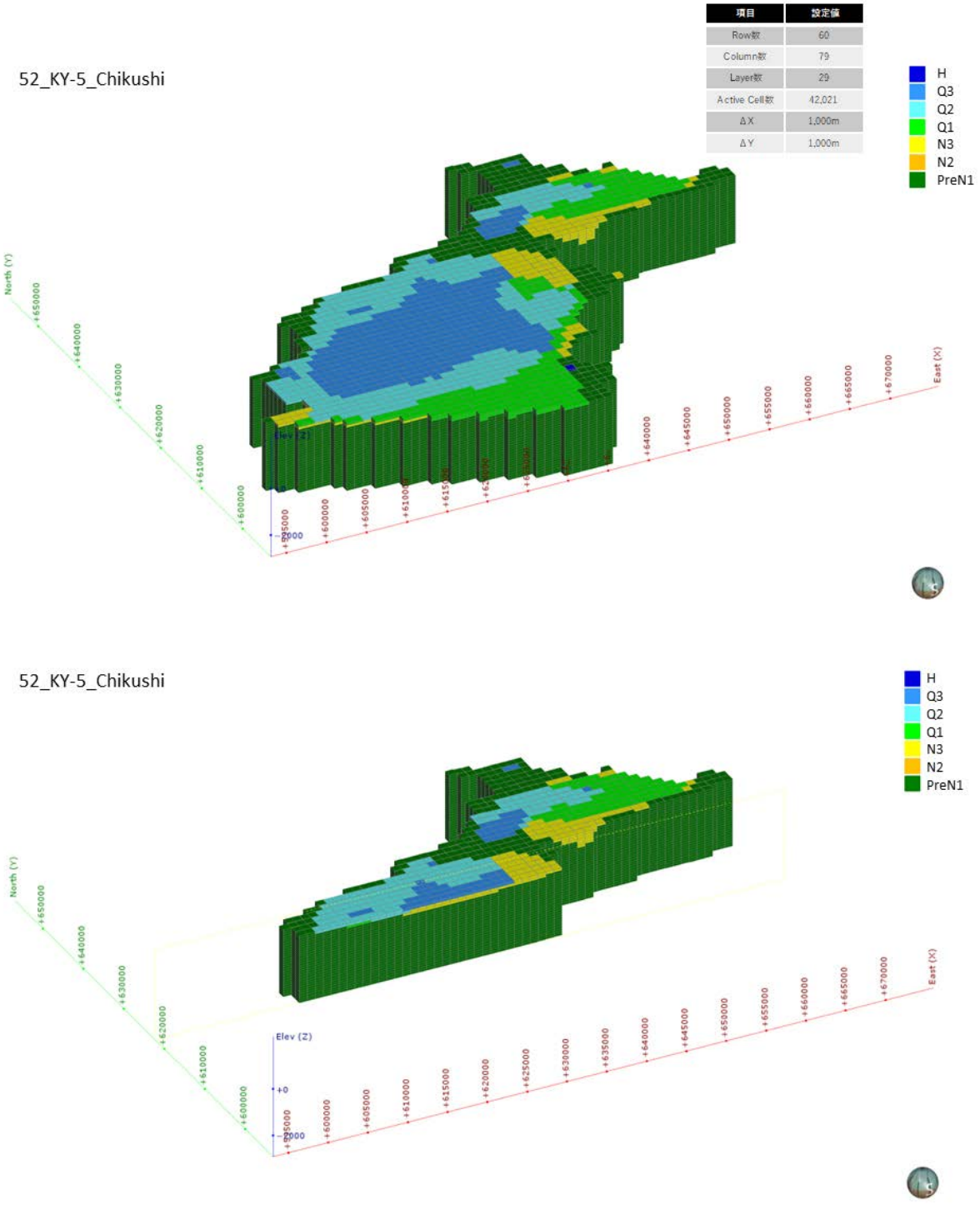


図 5-270　グリッド分割状況（KY-5 : Chikushi plain）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=1,193）と海域セル（N=251）の設定位置図を図 5-271 に示す。

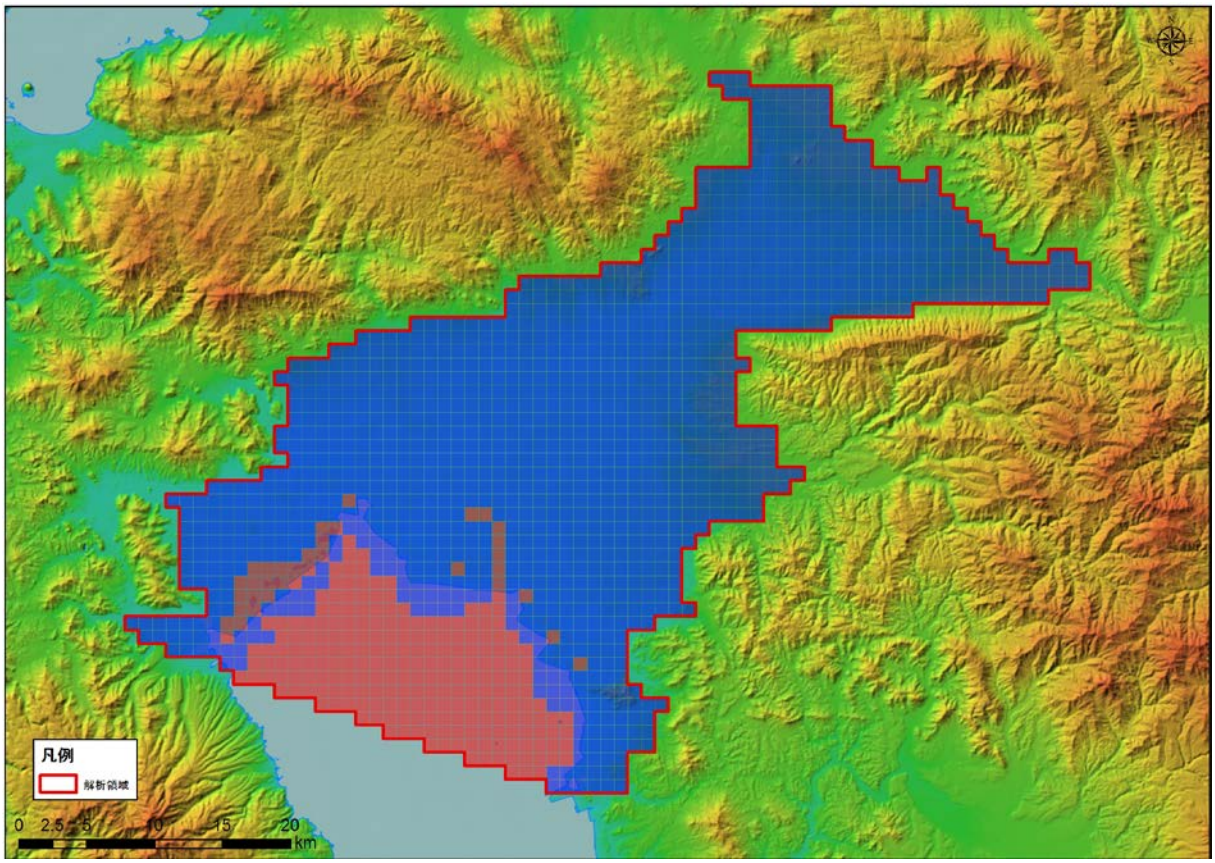


図 5-271　境界条件（KY-5 : Chikushi plain）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×22.3 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 0.67 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 0.67 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-55　検討ケース（KY-5 : Chikushi plain）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 22.3
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	6.57E+01
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	3.44E+01
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	7.60E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	1.85E+00
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	1.25E+00
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	9.61E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	6.03E-01
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	3.84E-01
モデル内の涵養量 (mm/日)	0.03	0.30	0.00	0.67

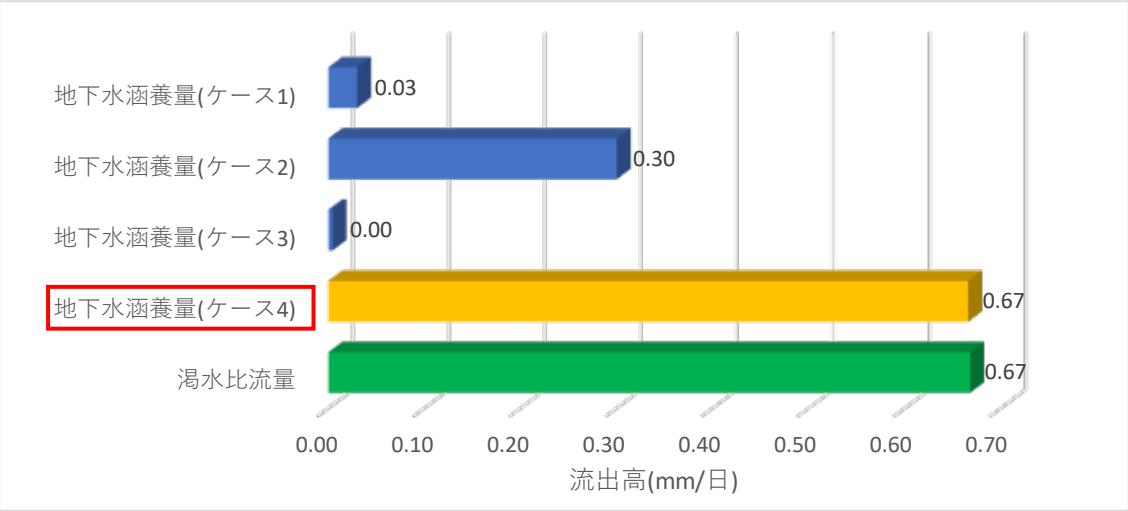


図 5-272　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（KY-5 : Chikushi plain）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

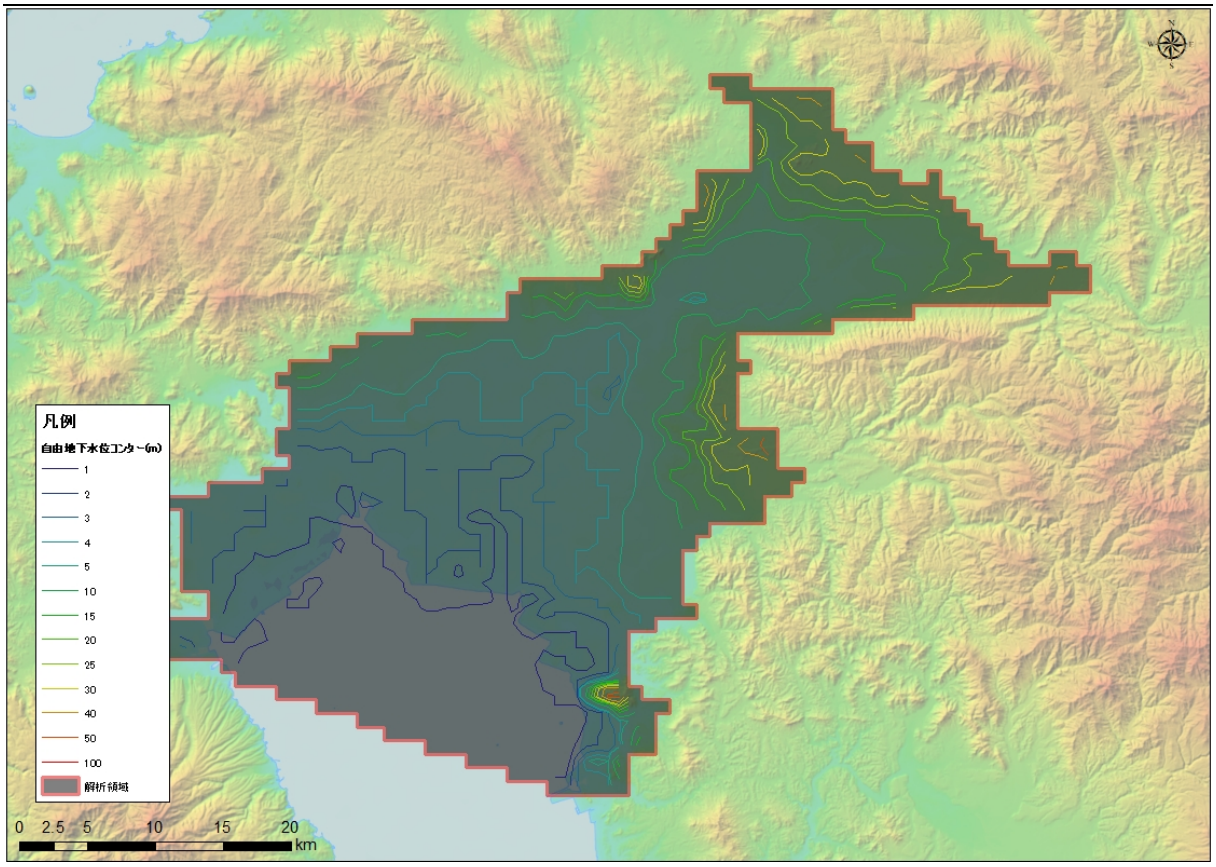


図 5-273　地下水位等高線図（KY-5 : Chikushi plain）

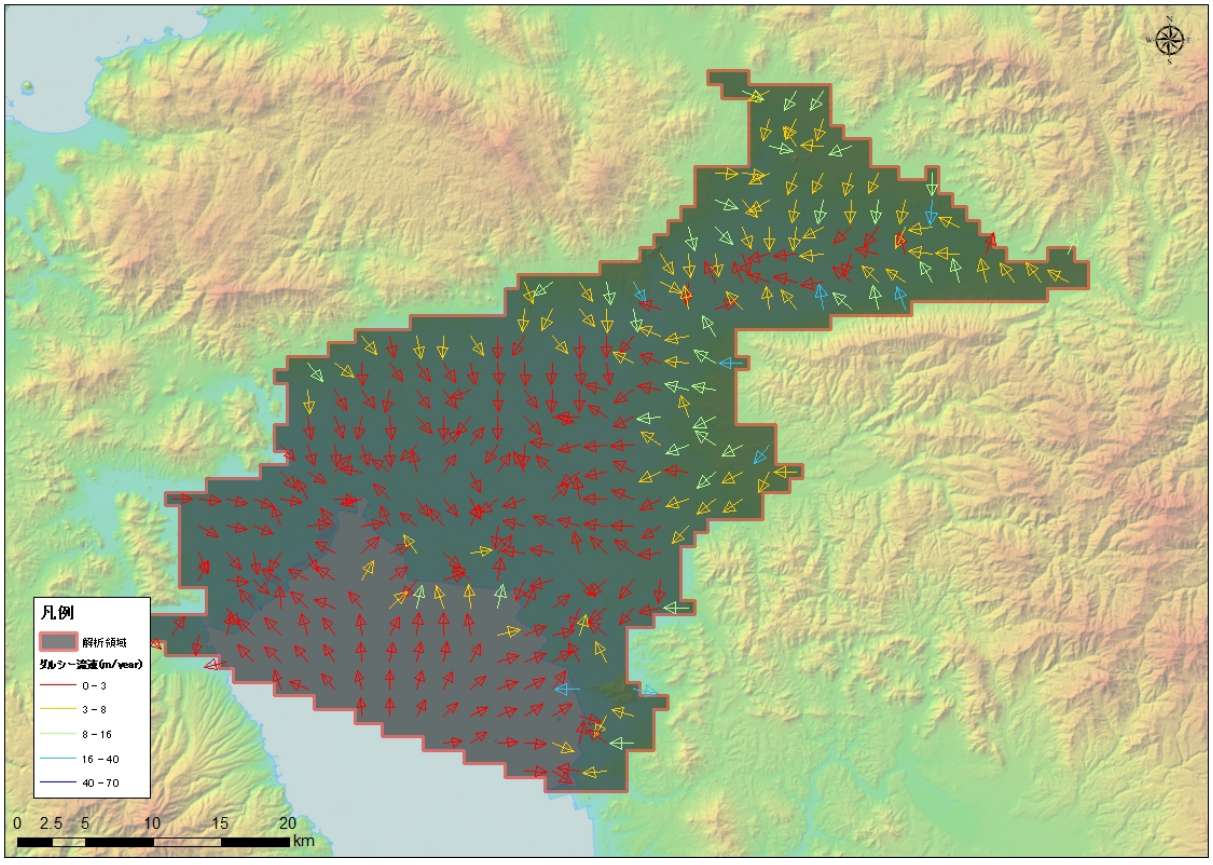


図 5-274　流速ベクトル図（KY-5 : Chikushi plain）

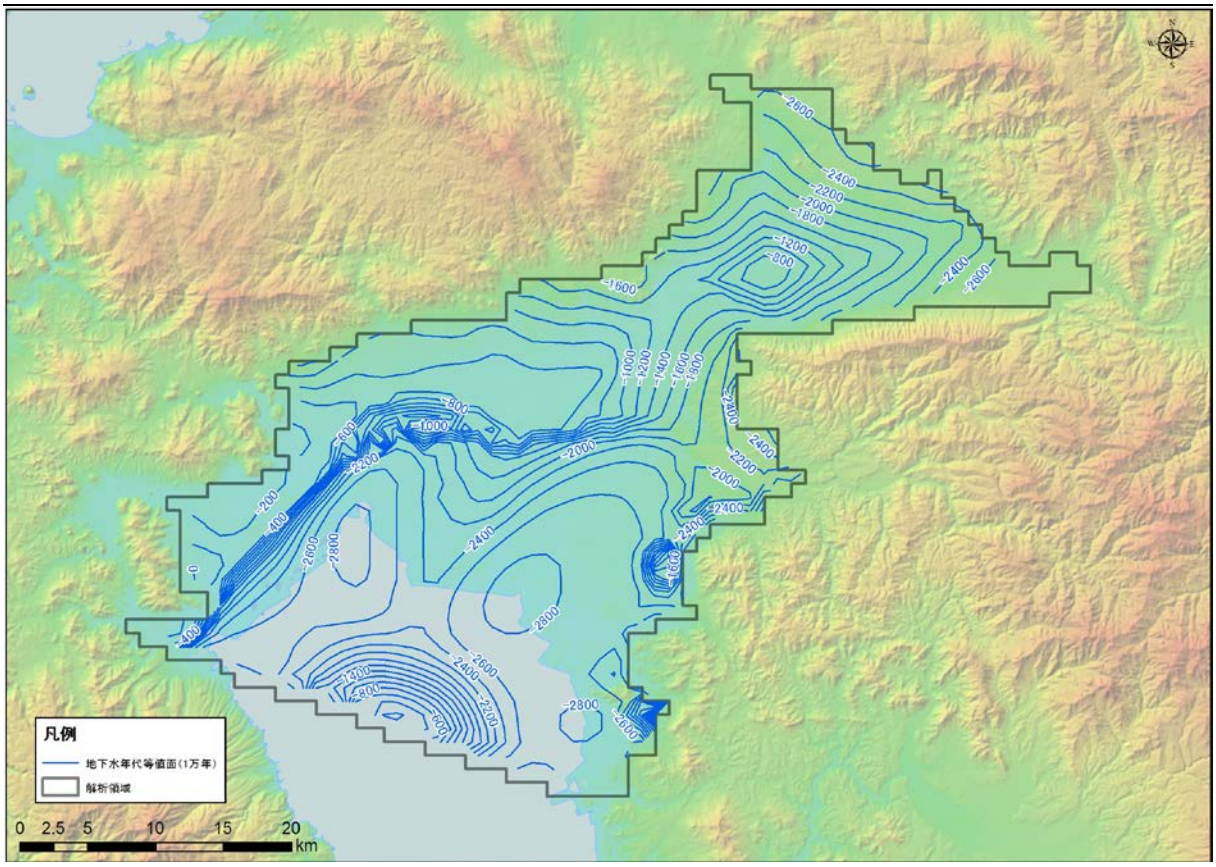


図 5-275　地下水年代（1 万年）等値面図（KY-5 : Chikushi plain）

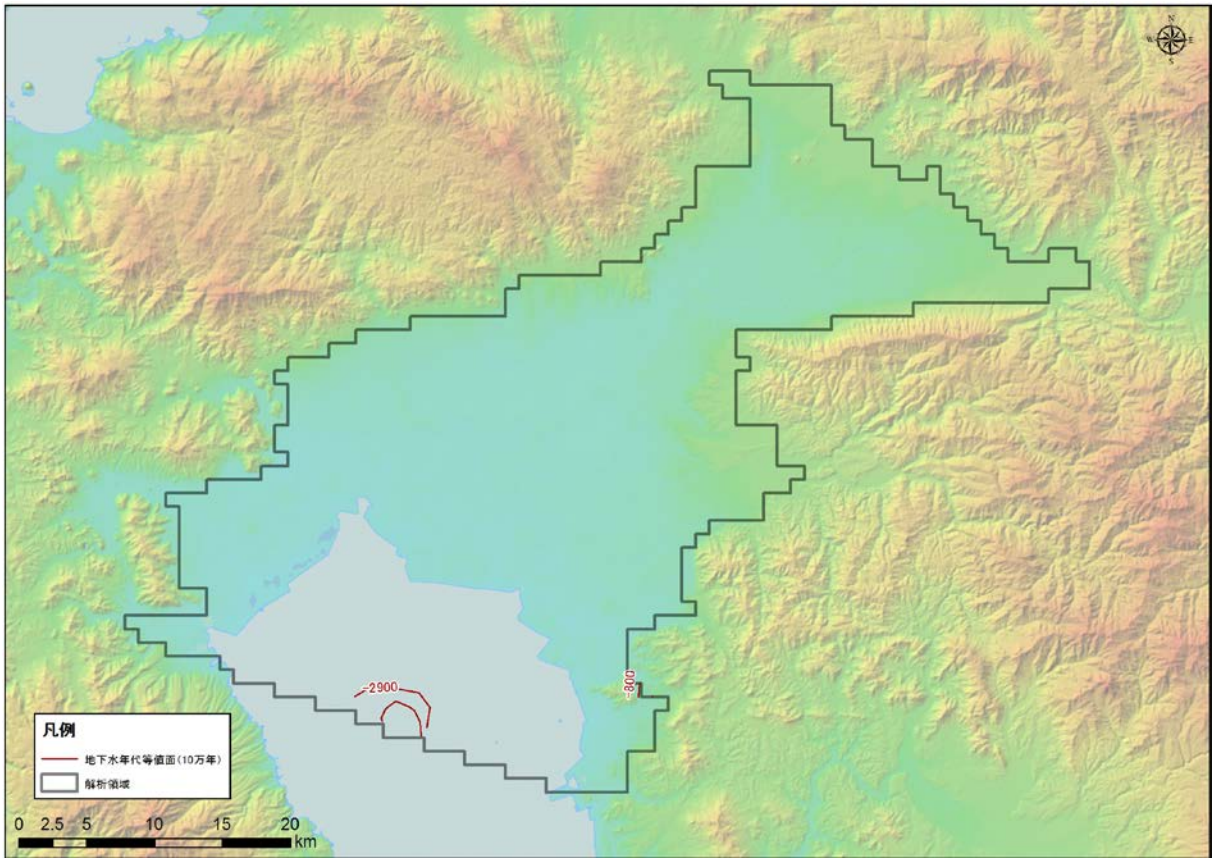


図 5-276　地下水年代（10 万年）等値面図（KY-5 : Chikushi plain）

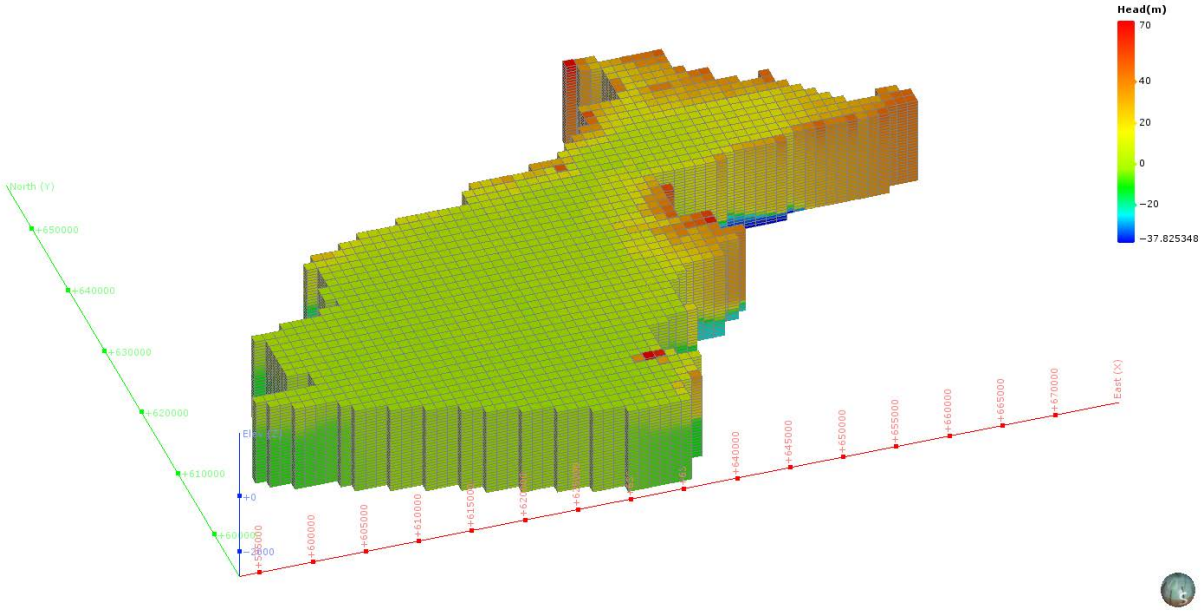


図 5-277　地下水ポテンシャル三次元分布図（KY-5 : Chikushi plain）

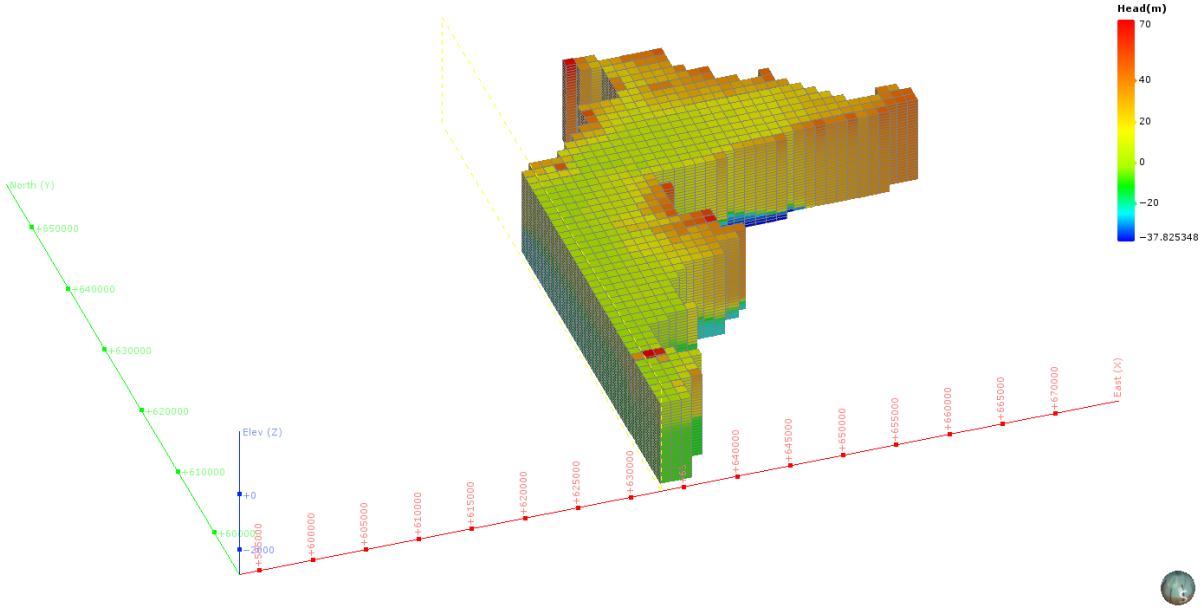


図 5-278　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（KY-5 : Chikushi plain）

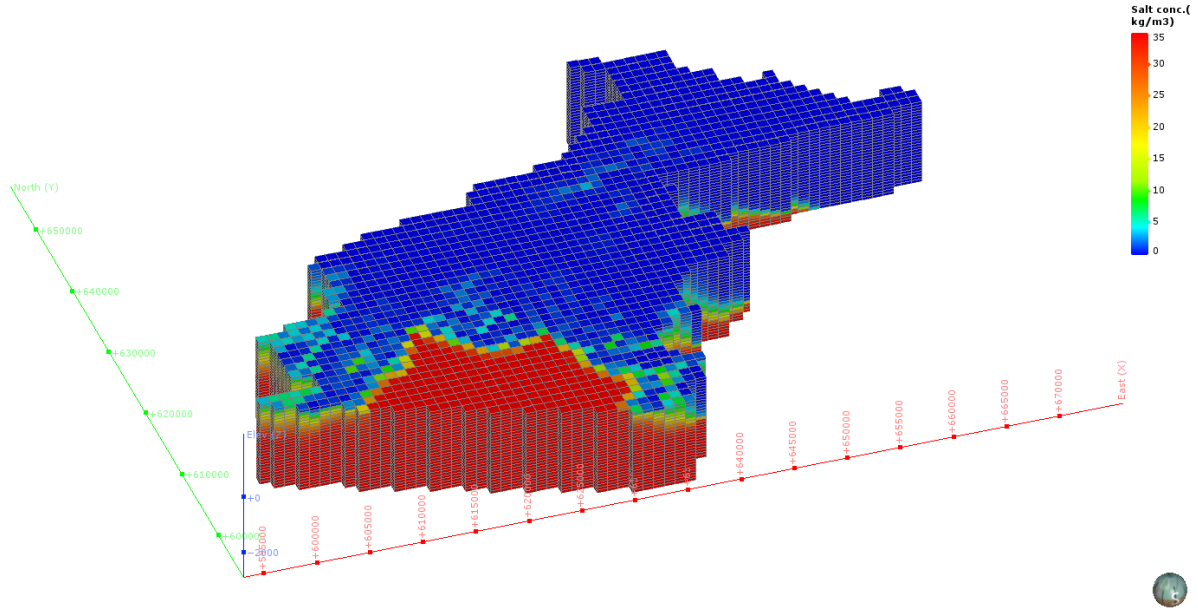


図 5-279　塩濃度三次元分布図（KY-5 : Chikushi plain）

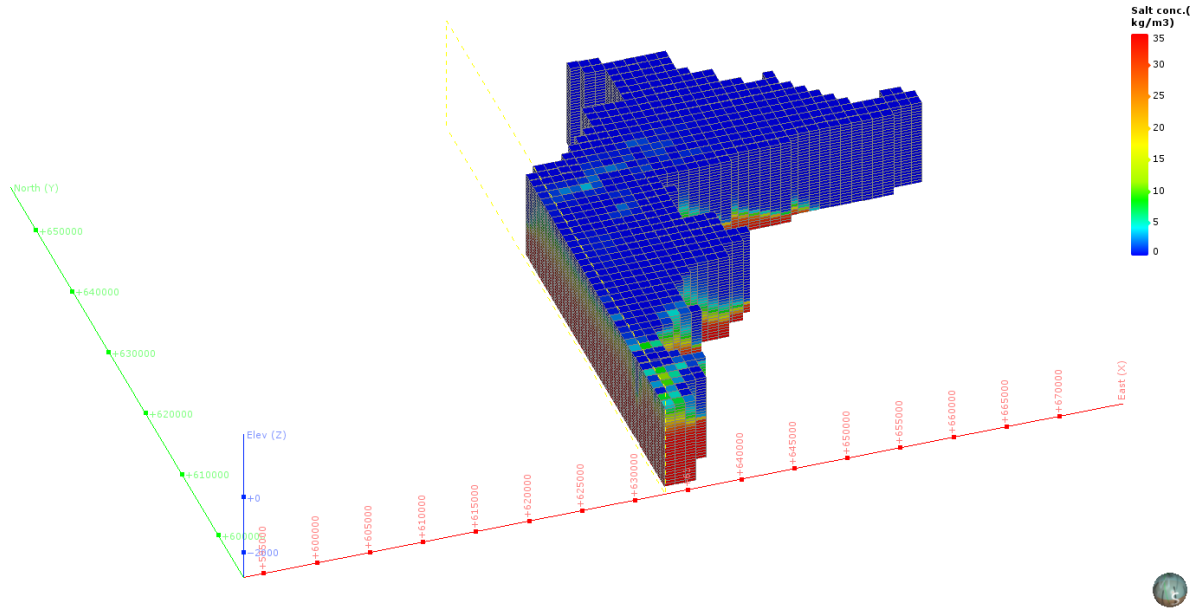


図 5-280　塩濃度三次元分布図（分割図）（KY-5 : Chikushi plain）

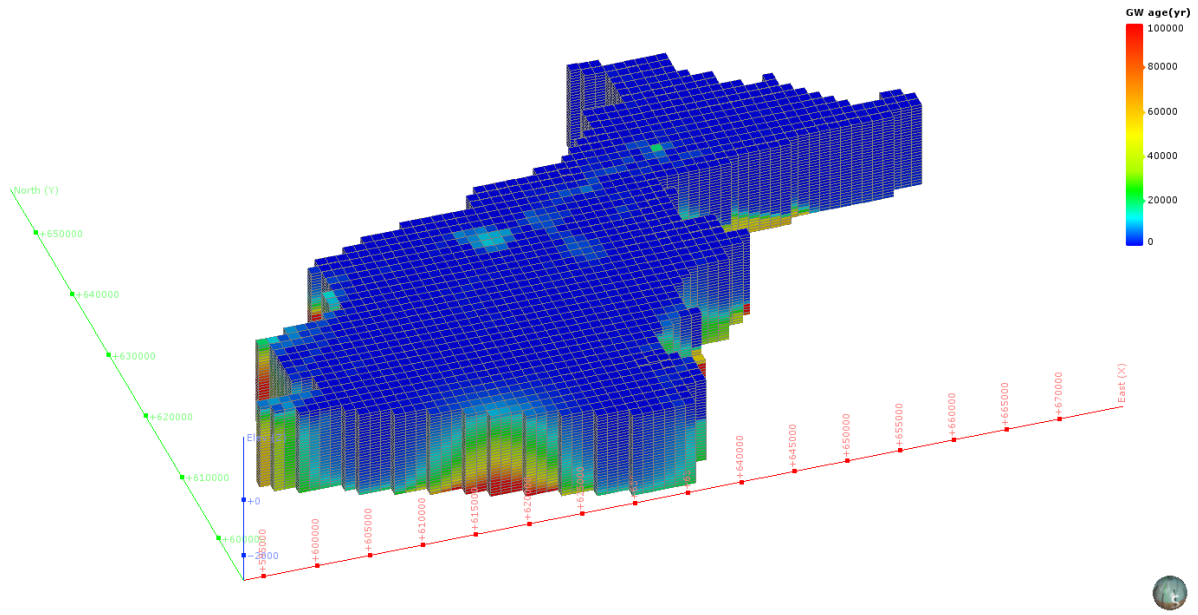


図 5-281　地下水年代三次元分布図（KY-5 : Chikushi plain）

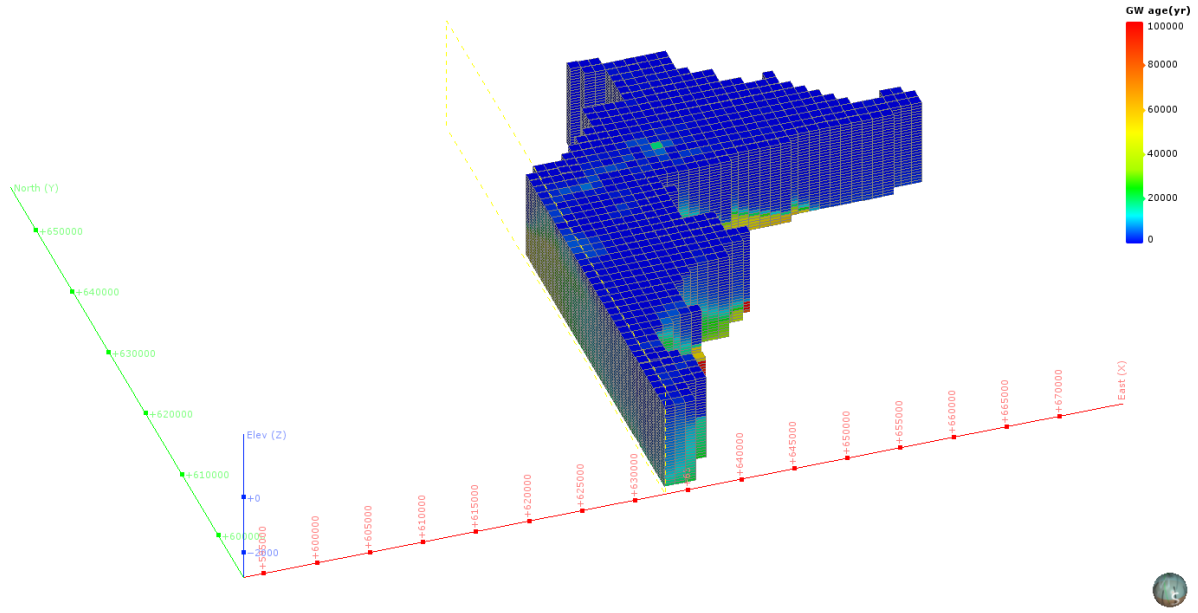


図 5-282　地下水年代三次元分布図（分割図）（KY-5 : Chikushi plain）

（53） KY-9：Kumamoto plain

1） **解析領域**

KY-9：Kumamoto plain 領域を包括し、海域約 15km を拡張して、解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、740km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、熊本県熊本市である。

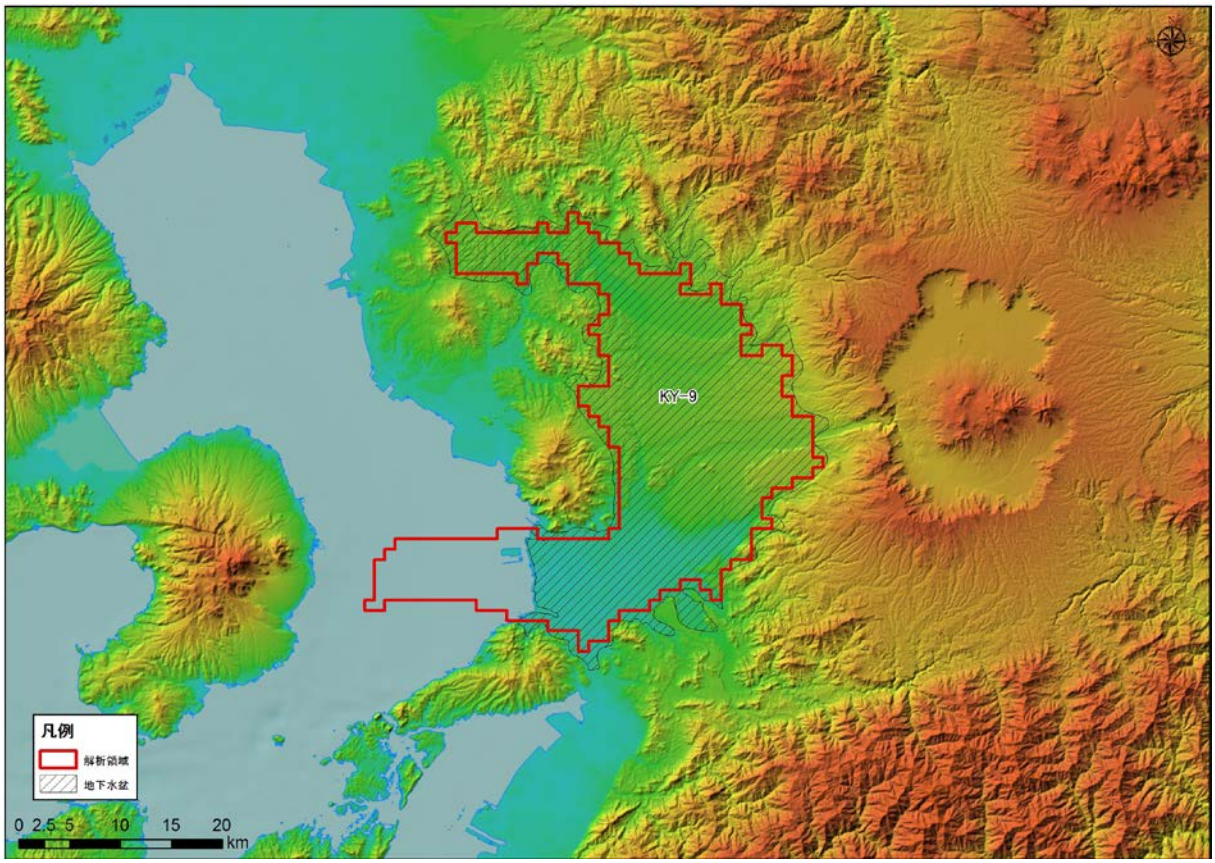


図 5-283 解析領域（KY-9 : Kumamoto plain）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 47、Y 方向に 47、Z 方向に 56 で分割され、Active Cell 数は、41,440 となった。本領域内は、Q3，Q2，Q1，PreN1 で構成される。

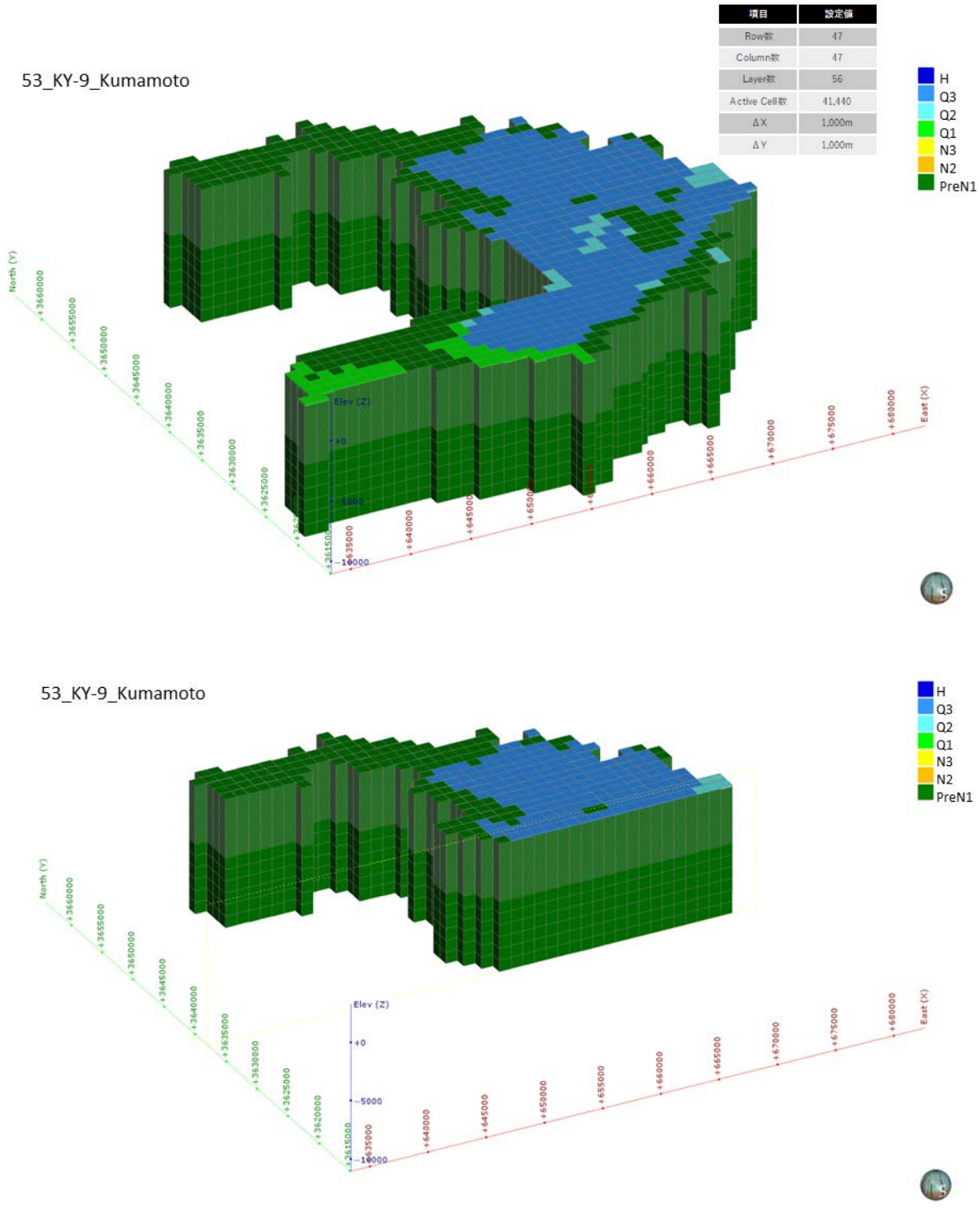


図 5-284　グリッド分割状況（KY-9 : Kumamoto plain）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=649）と海域セル（N=91）の設定位置図を図 5-285 に示す。

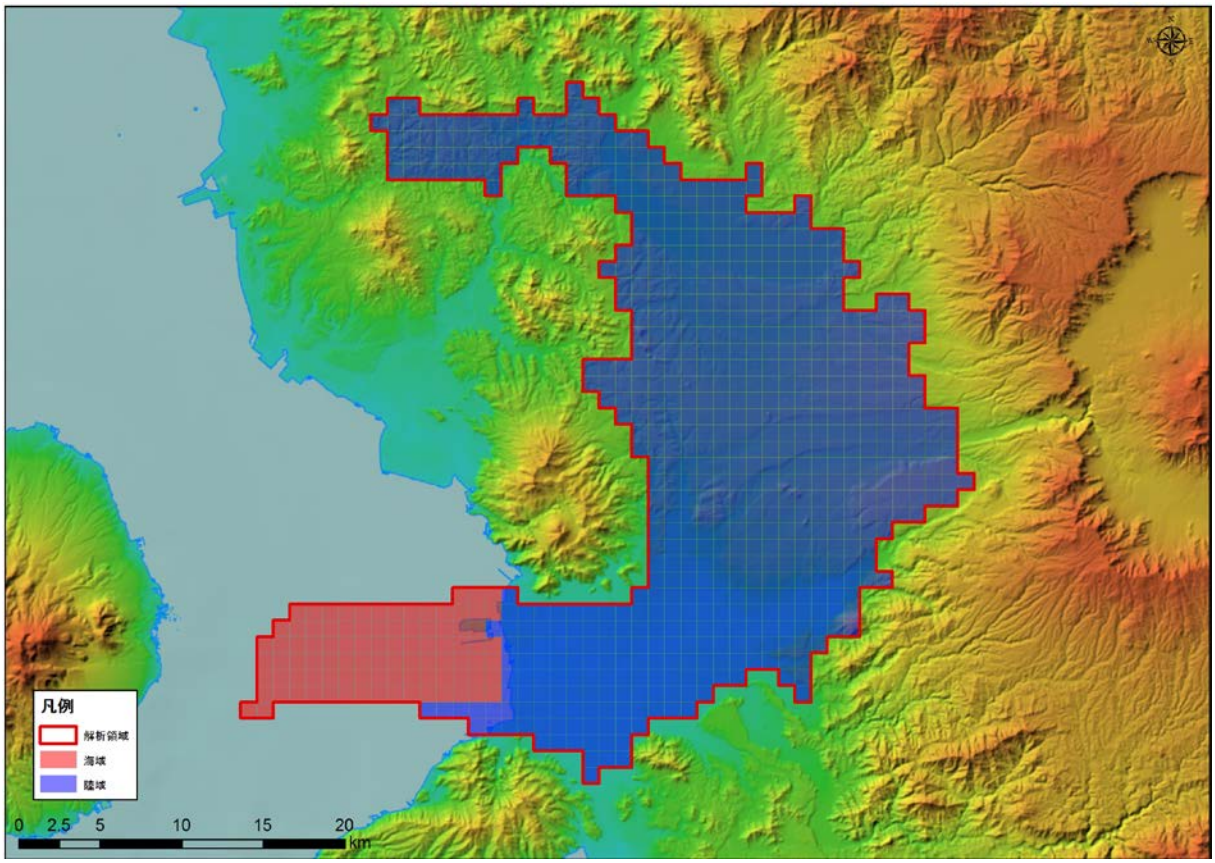


図 5-285　境界条件（KY-9 : Kumamoto plain）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×5.9 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 1.36 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 1.37 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-56　検討ケース（KY-9 : Kumamoto plain）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 5.9
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	1.73E+01
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	9.06E+00
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	2.00E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	4.86E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	3.29E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	2.53E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	1.59E-01
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	1.01E-01
モデル内の涵養量 (mm/日)	0.23	3.53	0.03	1.36

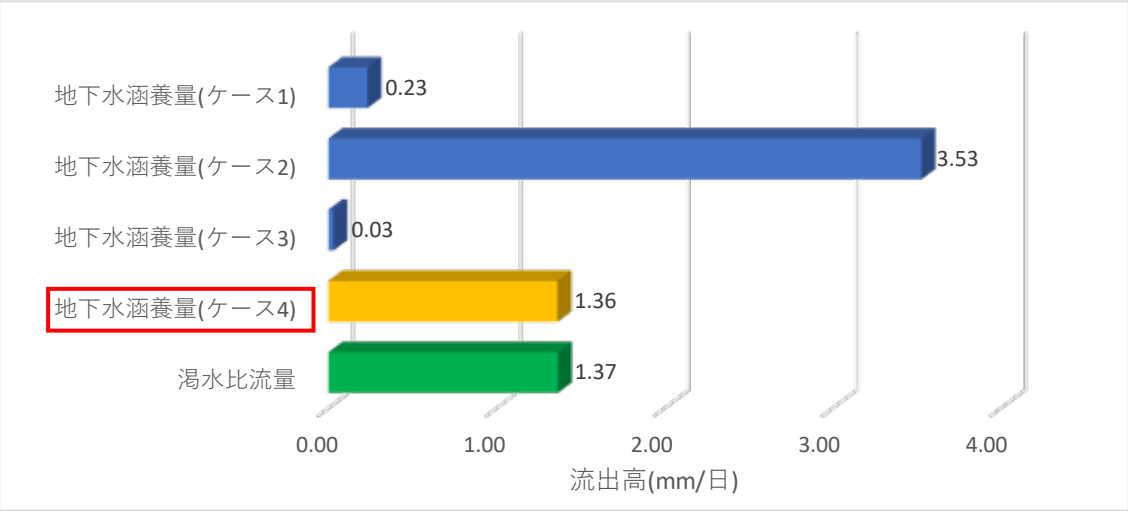


図 5-286　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（KY-9 : Kumamoto plain）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

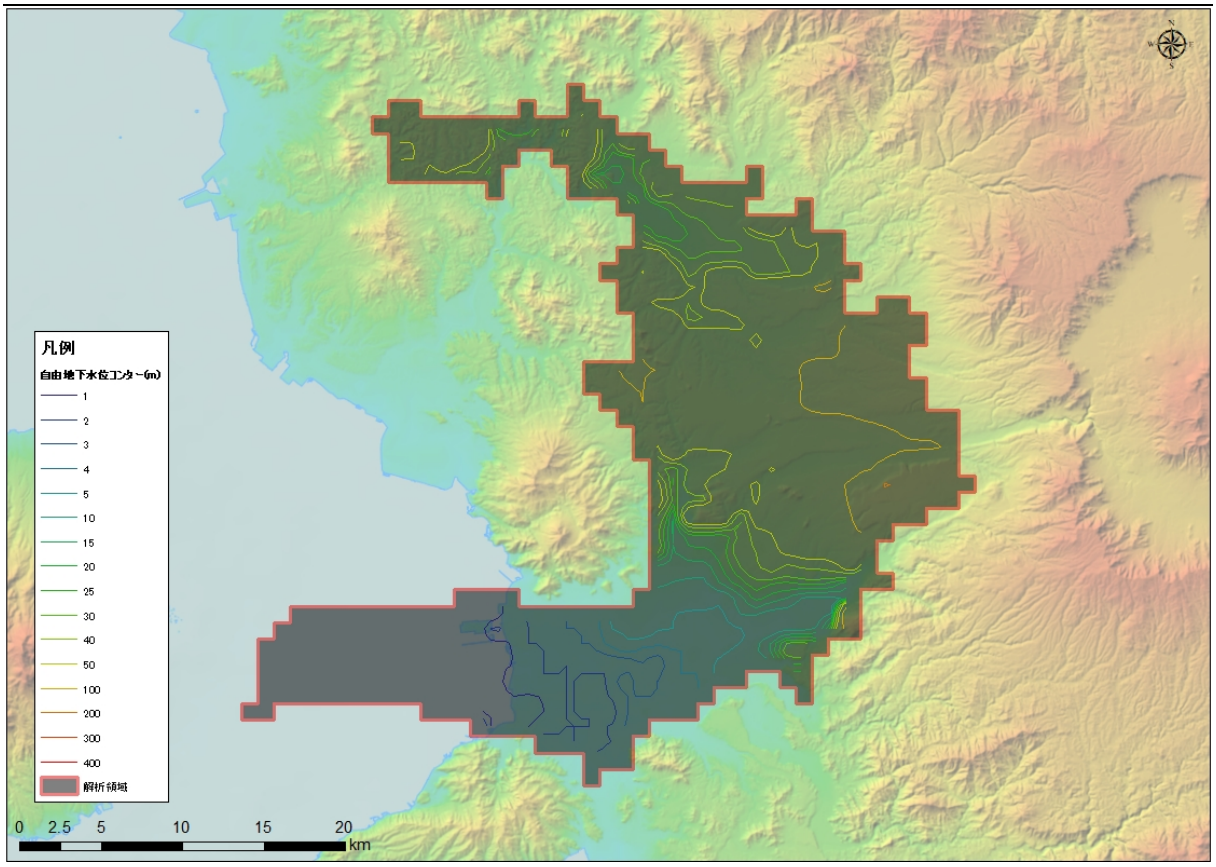


図 5-287　地下水位等高線図（KY-9 : Kumamoto plain）

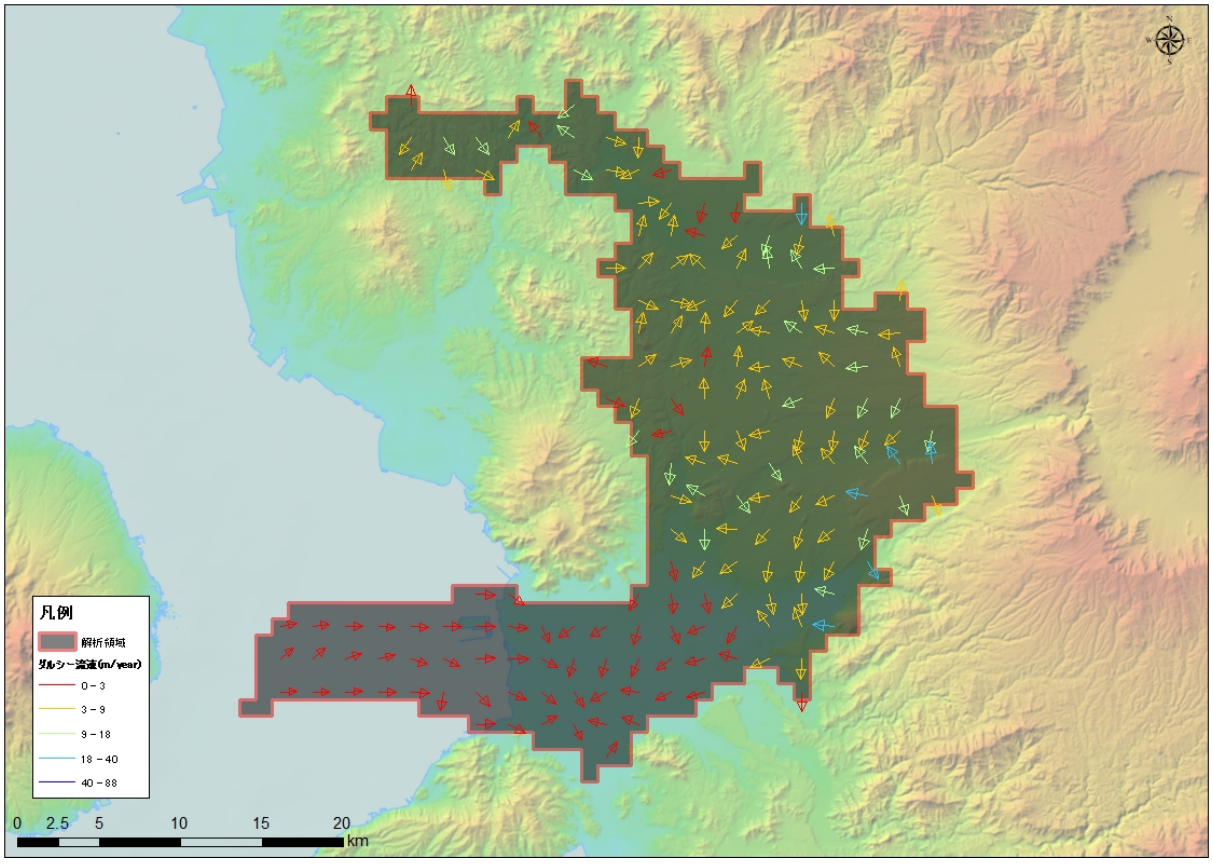


図 5-288　流速ベクトル図（KY-9 : Kumamoto plain）

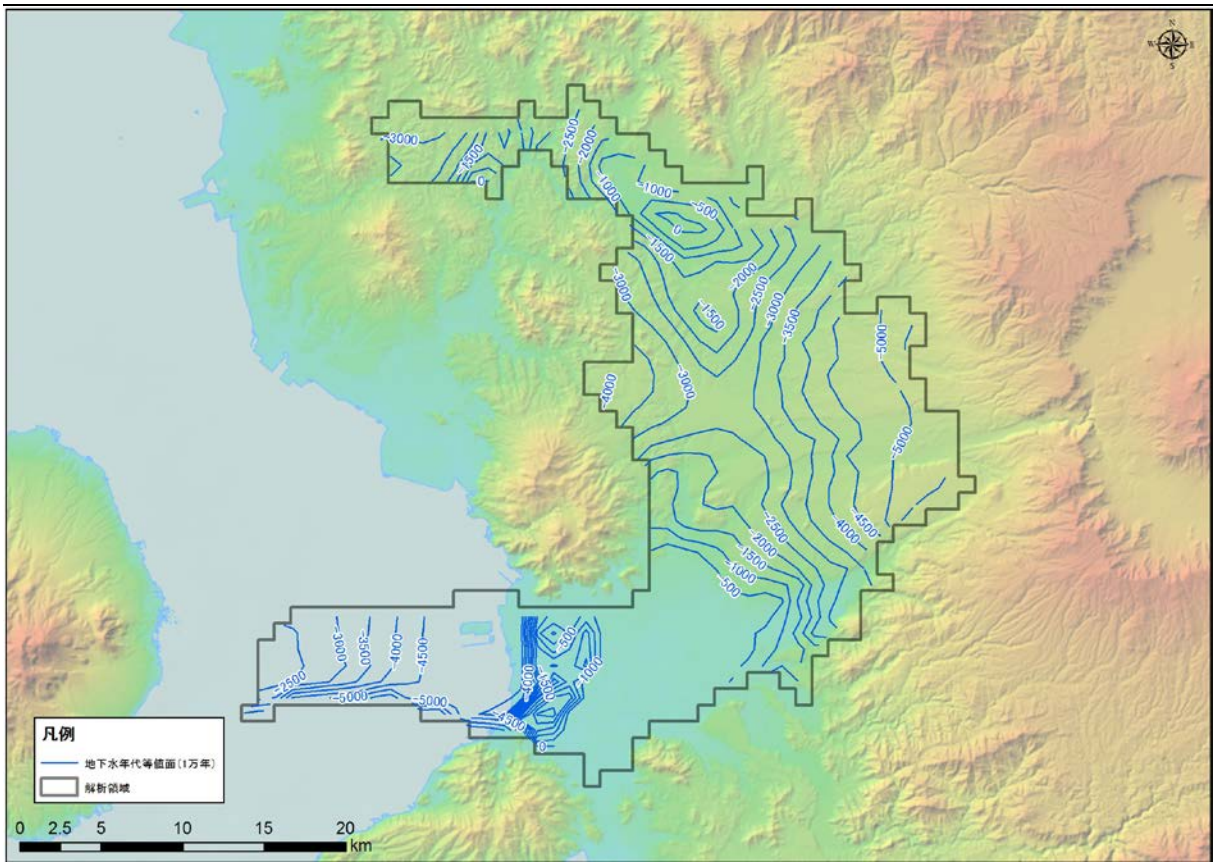


図 5-289　地下水年代（1 万年）等値面図（KY-9 : Kumamoto plain）

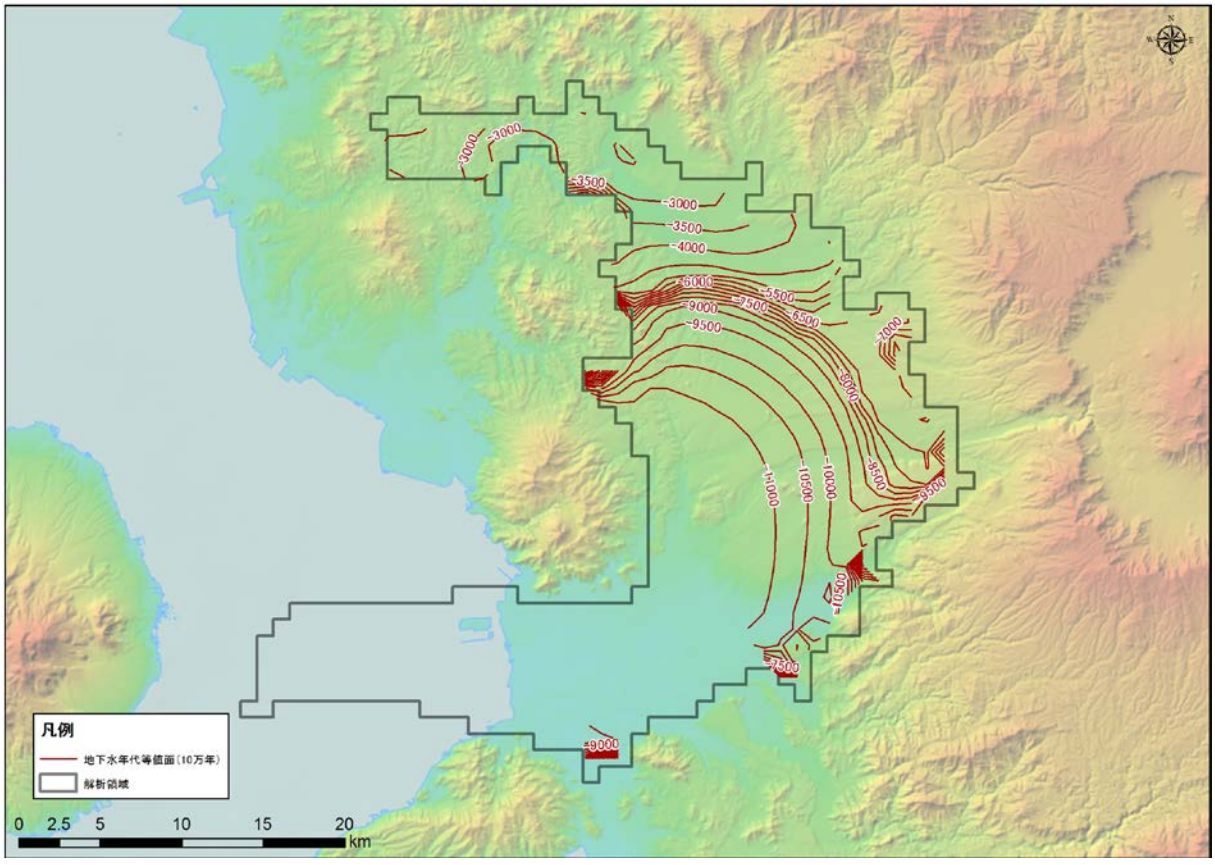


図 5-290　地下水年代（10 万年）等値面図（KY-9 : Kumamoto plain）

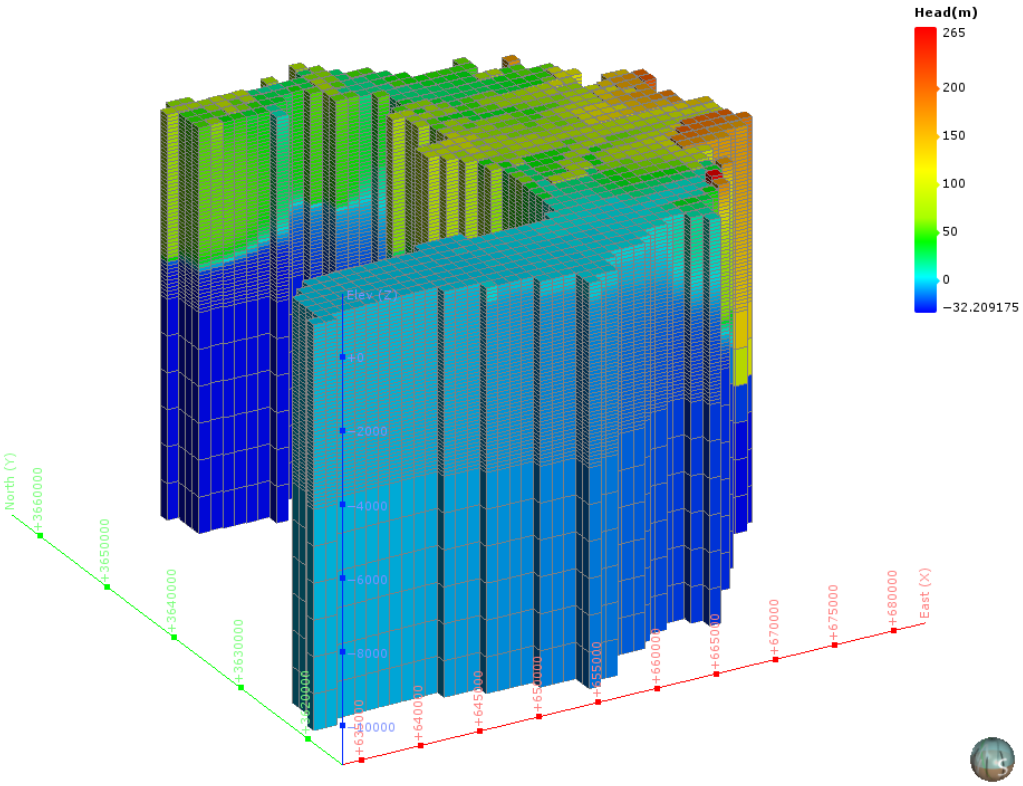


図 5-291　地下水ポテンシャル三次元分布図（KY-9 : Kumamoto plain）

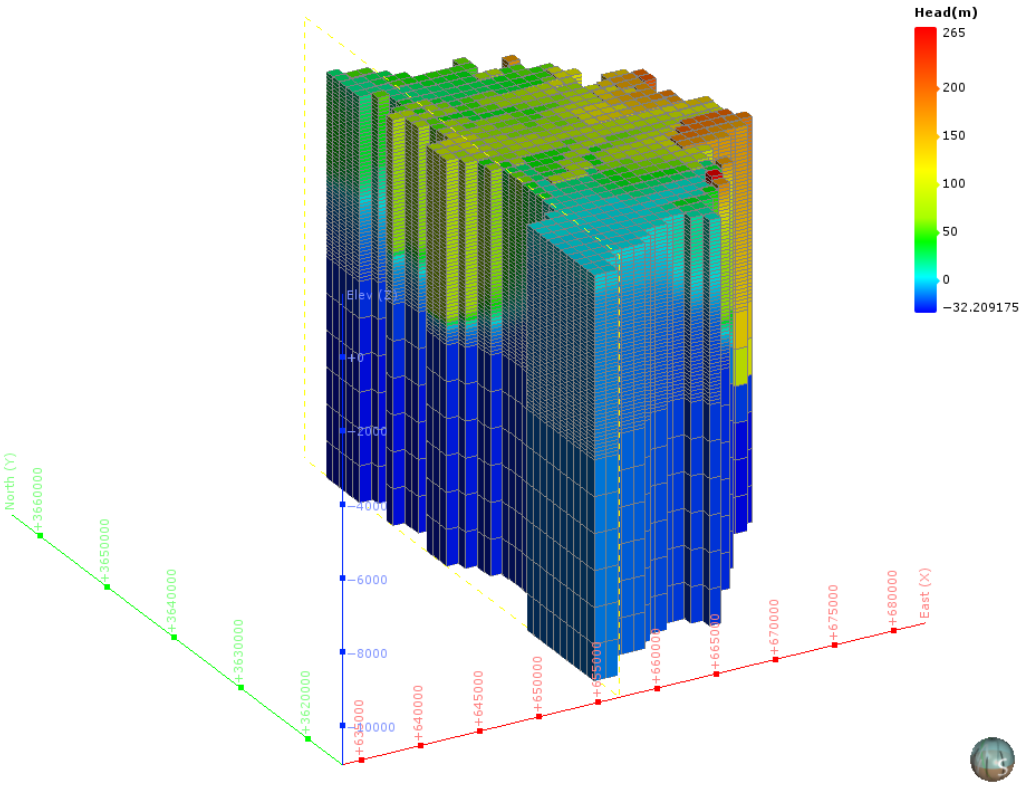


図 5-292　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（KY-9 : Kumamoto plain）

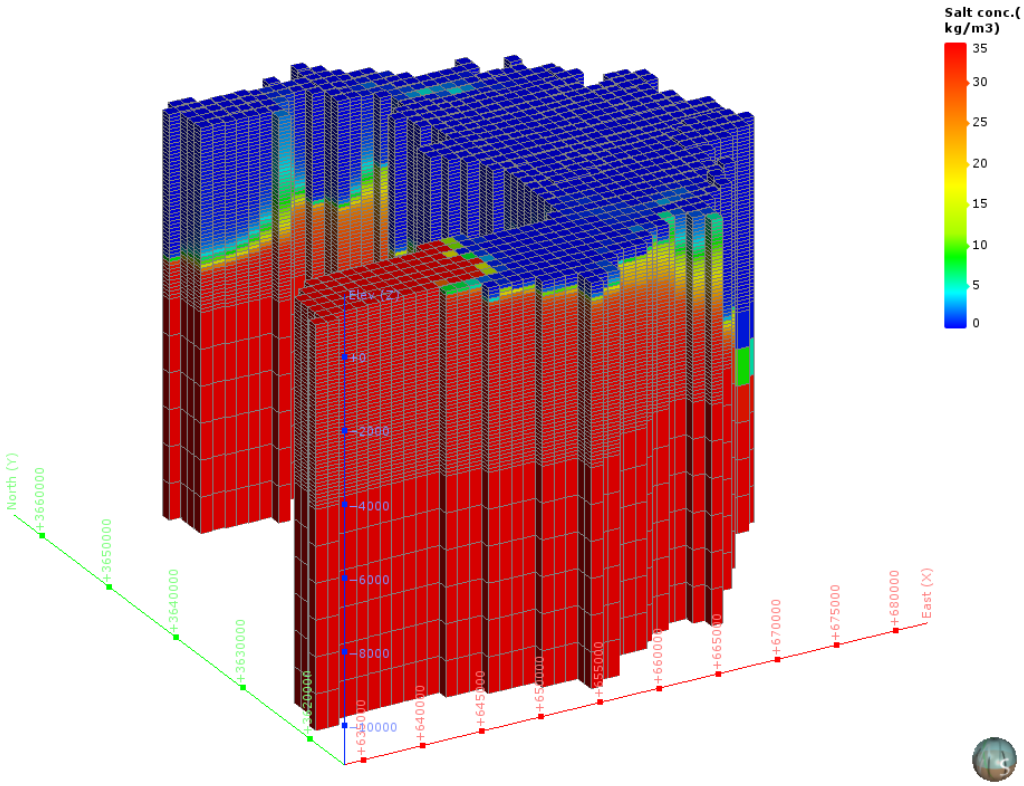


図 5-293　塩濃度三次元分布図（KY-9 : Kumamoto plain）

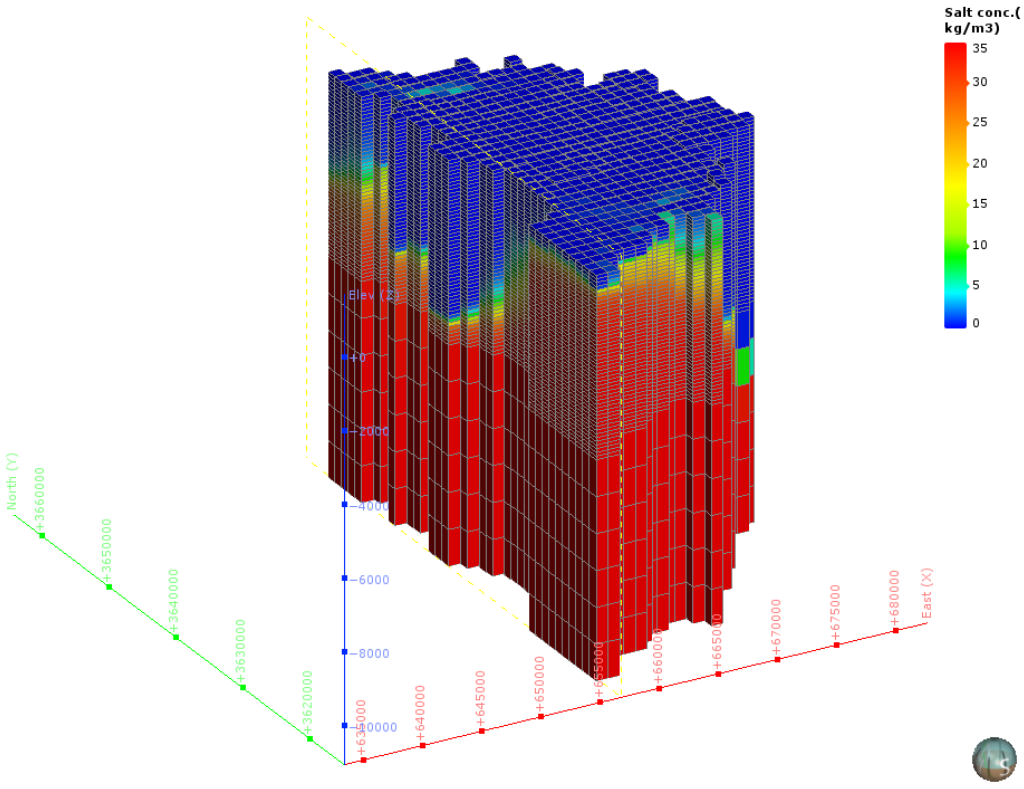


図 5-294　塩濃度三次元分布図（分割図）（KY-9 : Kumamoto plain）

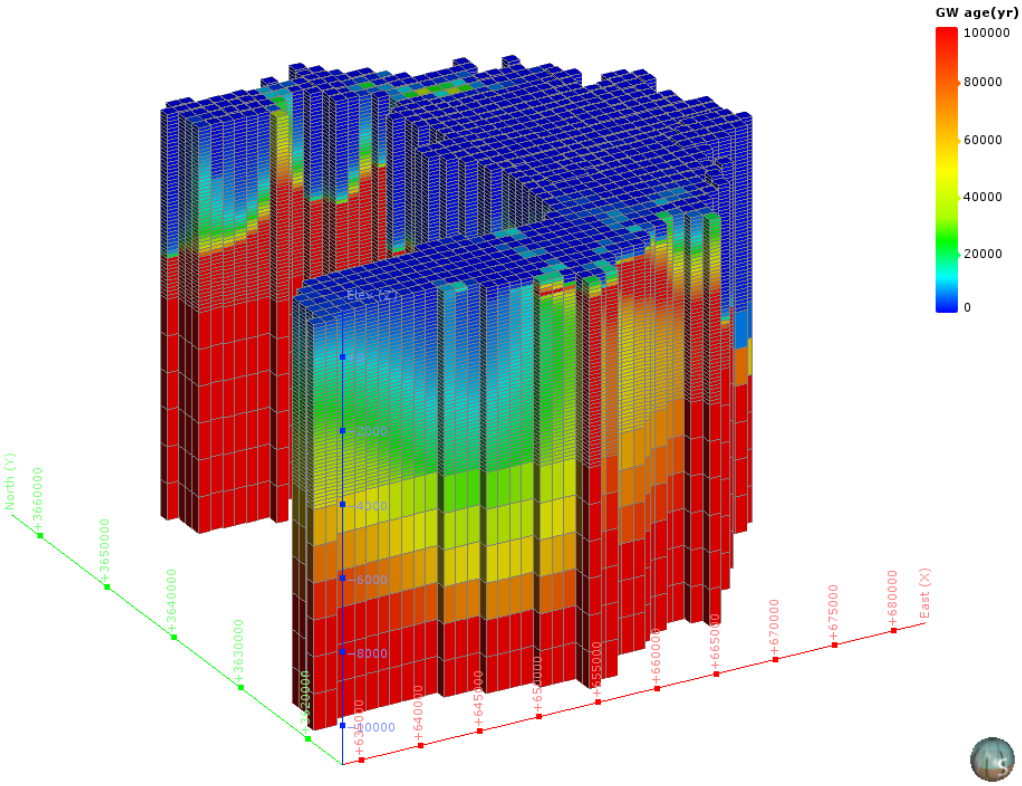


図 5-295　地下水年代三次元分布図（KY-9 : Kumamoto plain）

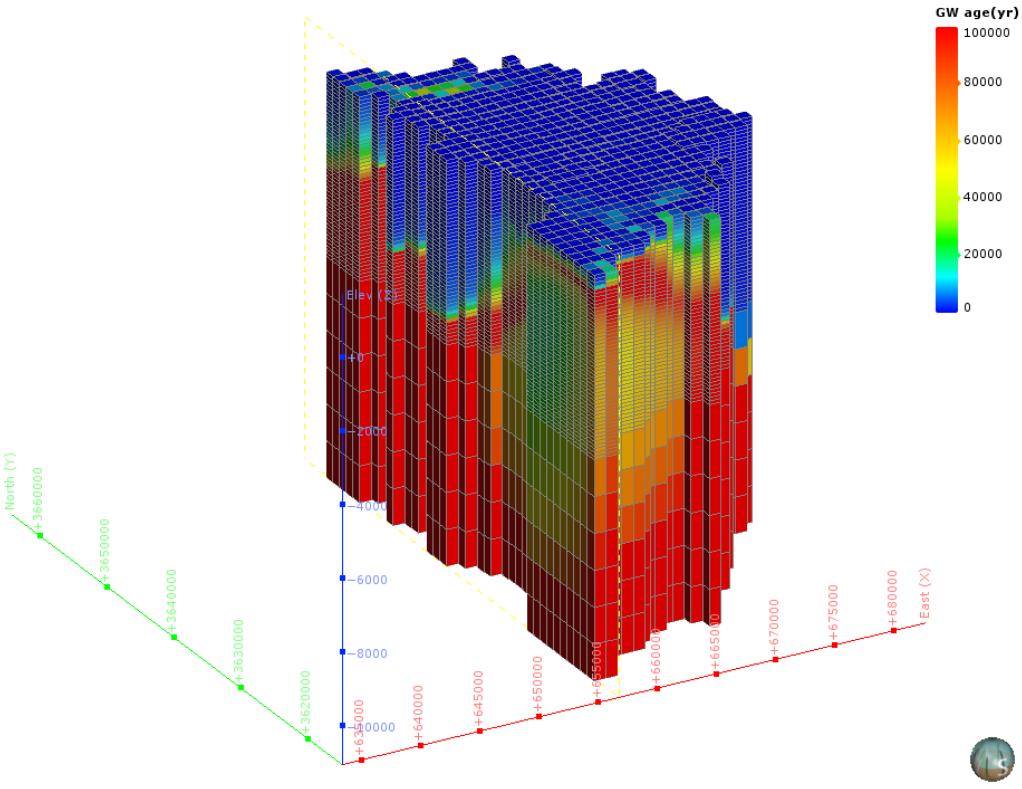


図 5-296　地下水年代三次元分布図（分割図）（KY-9 : Kumamoto plain）

（54） KY-12：Miyazaki plain

1） **解析領域**

KY-12：Miyazaki plain 領域を包括し、海域約 22km を拡張して、解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、1,697km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、宮崎県宮崎市である。

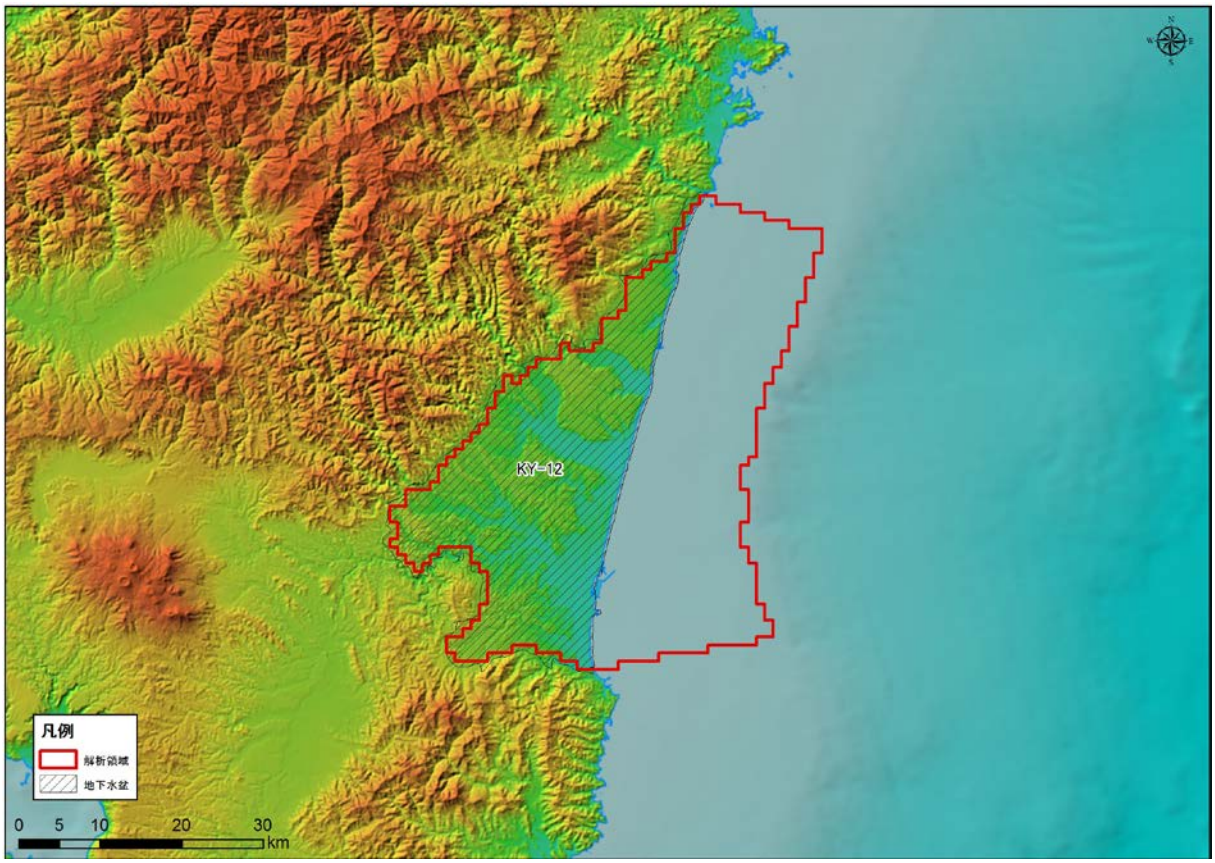


図 5-297 解析領域（KY-12 : Miyazaki plain）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 55、Y 方向に 60、Z 方向に 55 で分割され、Active Cell 数は、93,335 となった。本領域内は、H，Q2，Q1，N2，PreN1 で構成される。

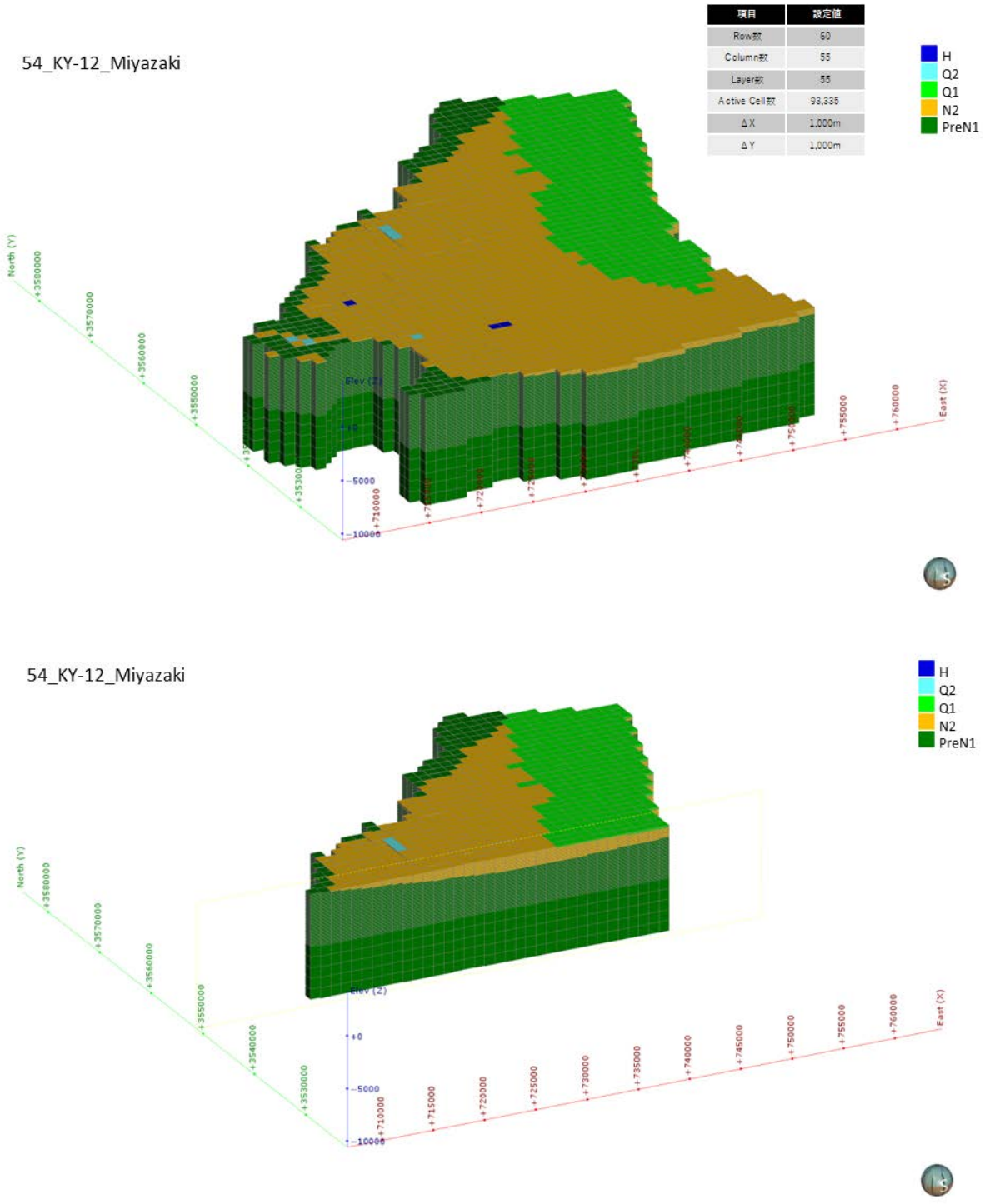


図 5-298　グリッド分割状況（KY-12 : Miyazaki plain）

3)　**境界条件**

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=800）と海域セル（N=897）の設定位置図を図 5-299 に示す。

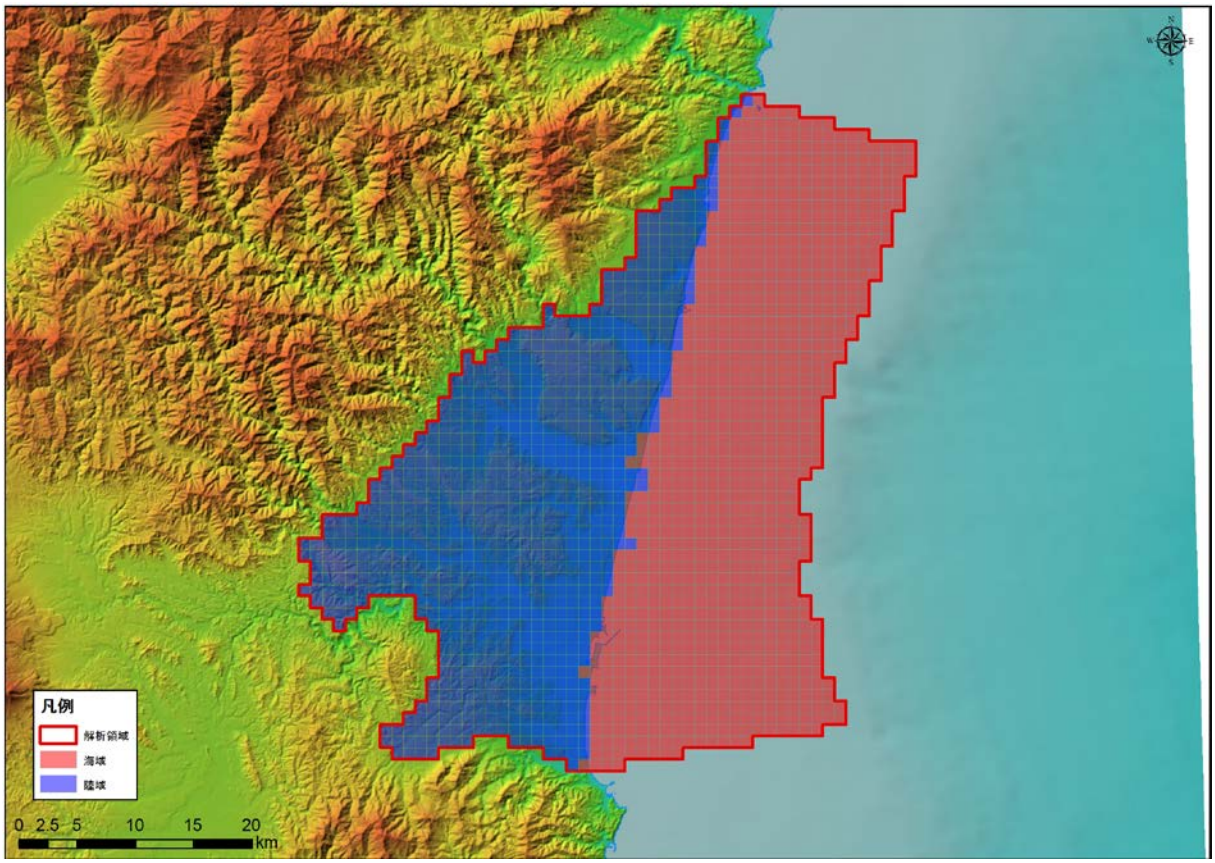


図 5-299　境界条件（KY-12 : Miyazaki plain）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×2.9 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 1.16 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 1.16 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-57　検討ケース（KY-12 : Miyazaki plain）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 2.9
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	8.66E+00
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	4.54E+00
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	1.00E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	2.43E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	1.65E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	1.27E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	7.94E-02
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	5.06E-02
モデル内の涵養量（mm/日）	0.39	4.30	0.05	1.16

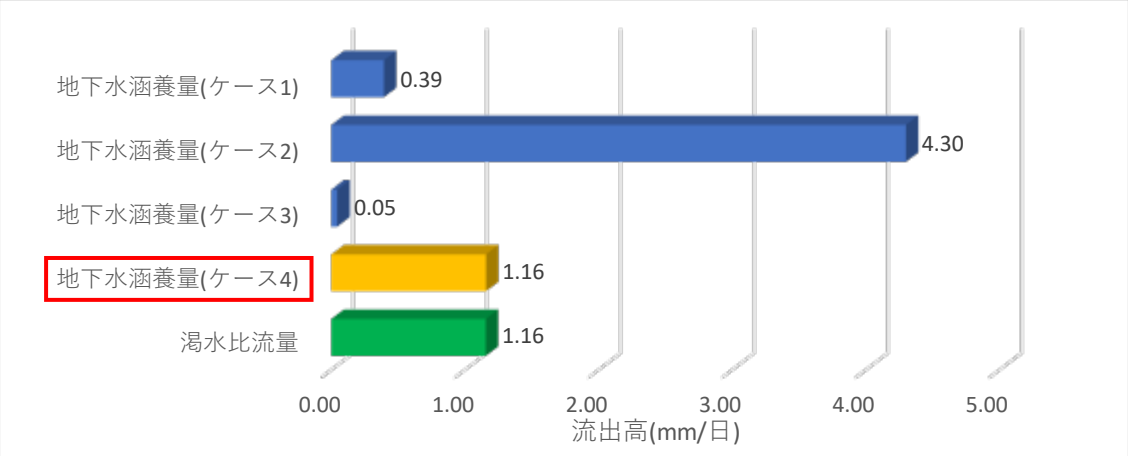


図 5-300　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（KY-12 : Miyazaki plain）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

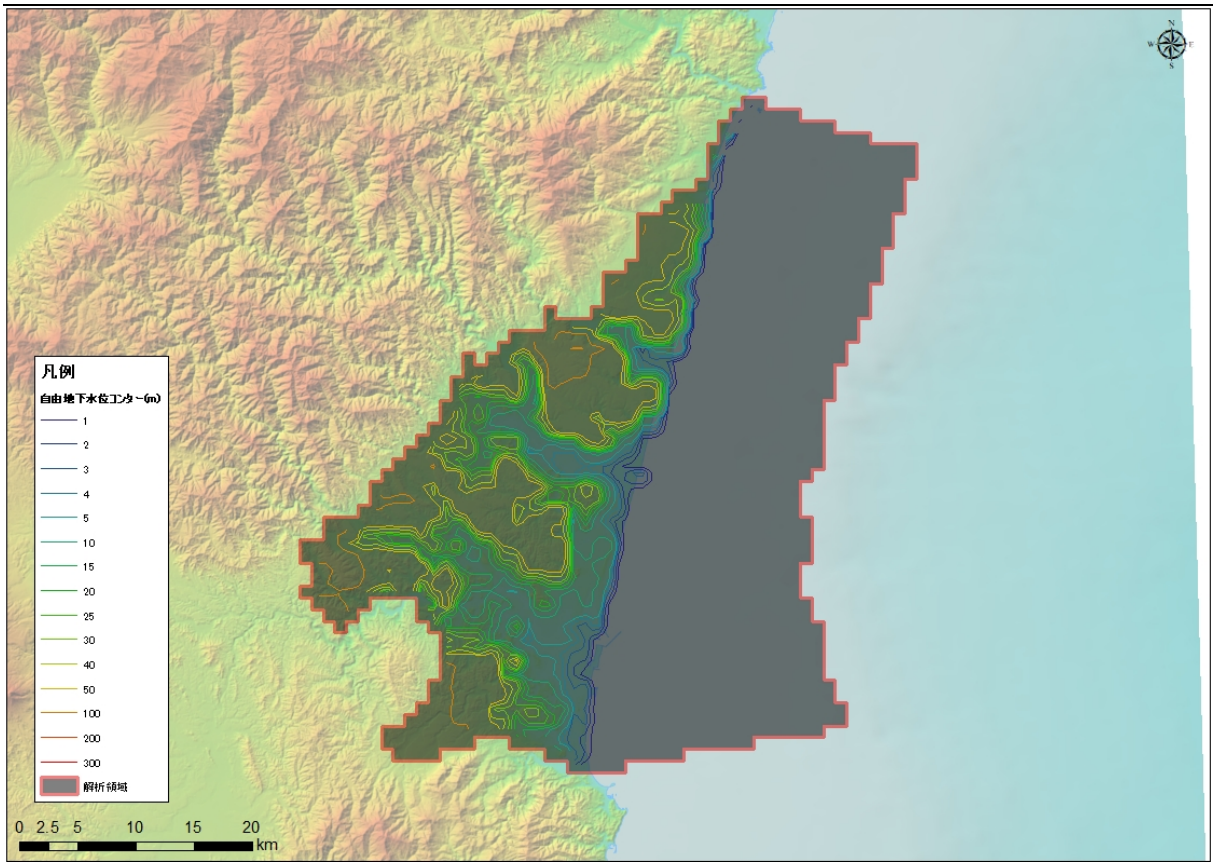


図 5-301　地下水位等高線図（KY-12 : Miyazaki plain）

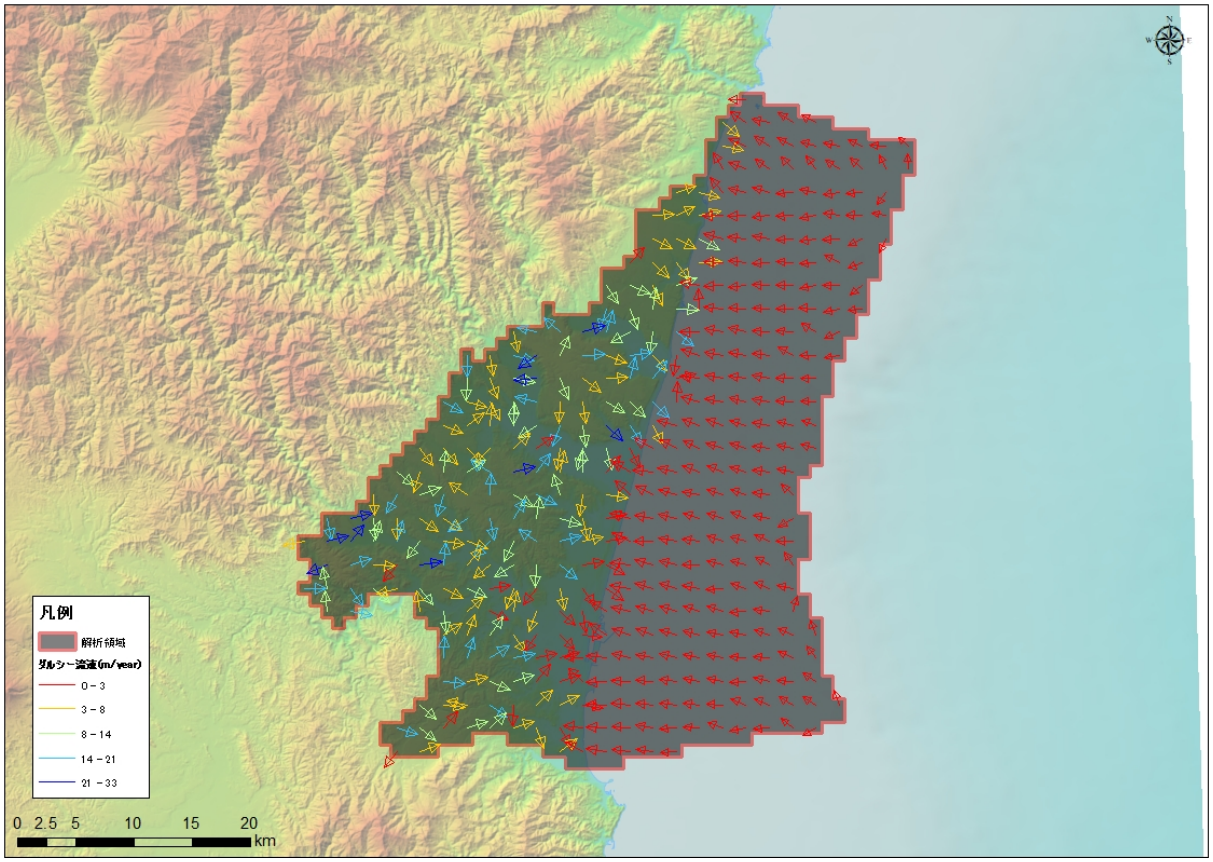


図 5-302　流速ベクトル図（KY-12 : Miyazaki plain）

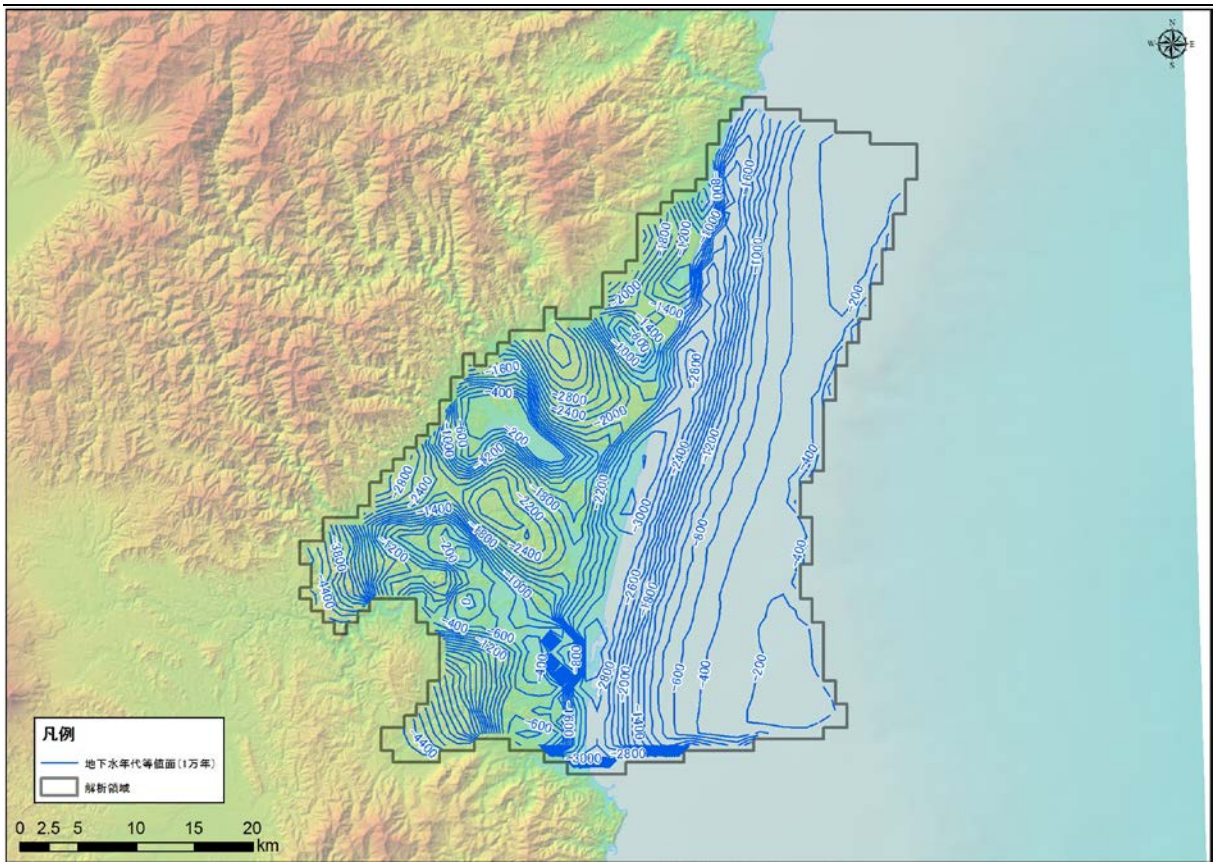


図 5-303　地下水年代（1 万年）等値面図（KY-12 : Miyazaki plain）

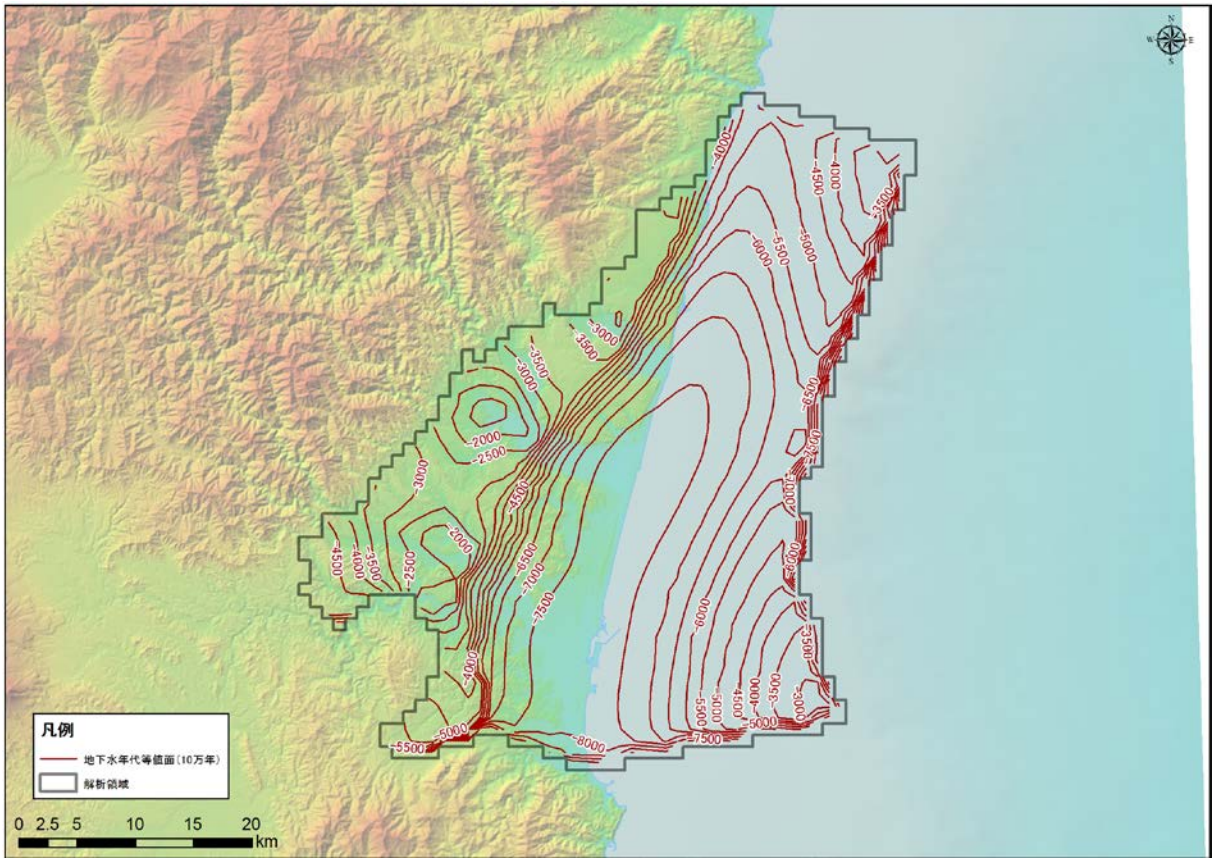


図 5-304　地下水年代（10 万年）等値面図（KY-12 : Miyazaki plain）

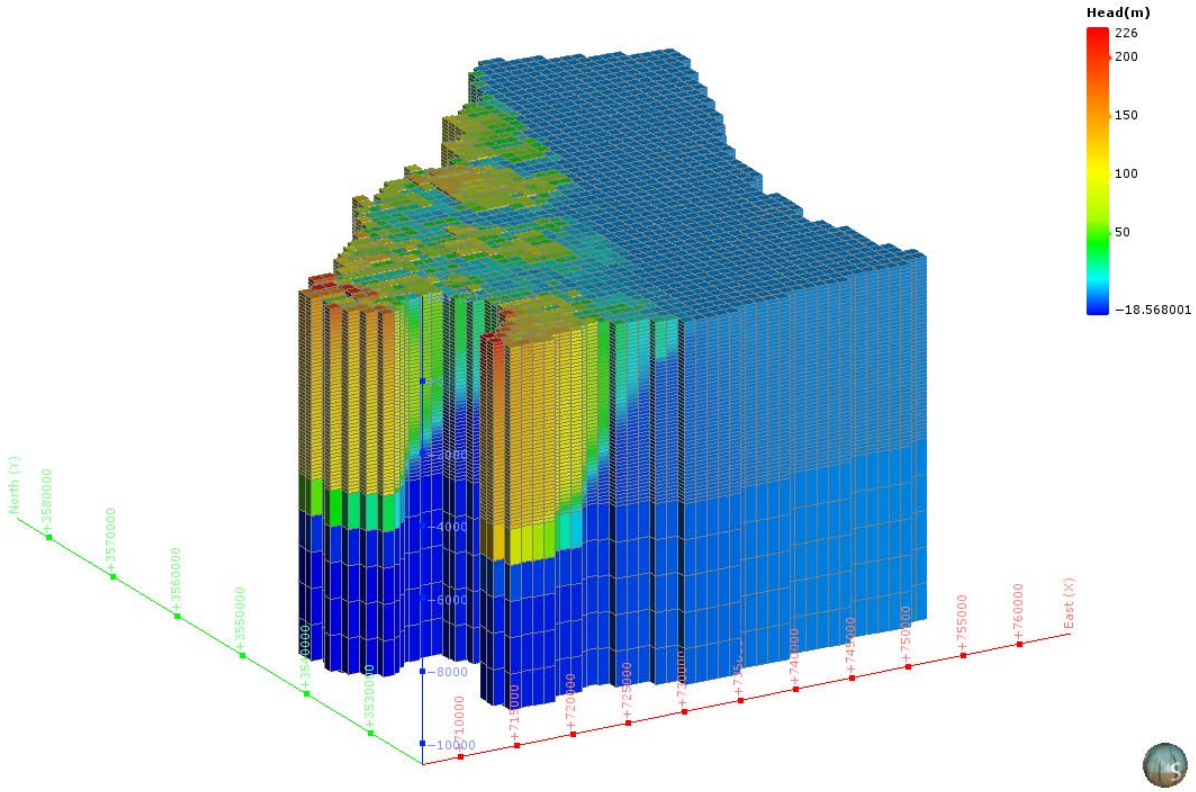


図 5-305　地下水ポテンシャル三次元分布図（KY-12 : Miyazaki plain）

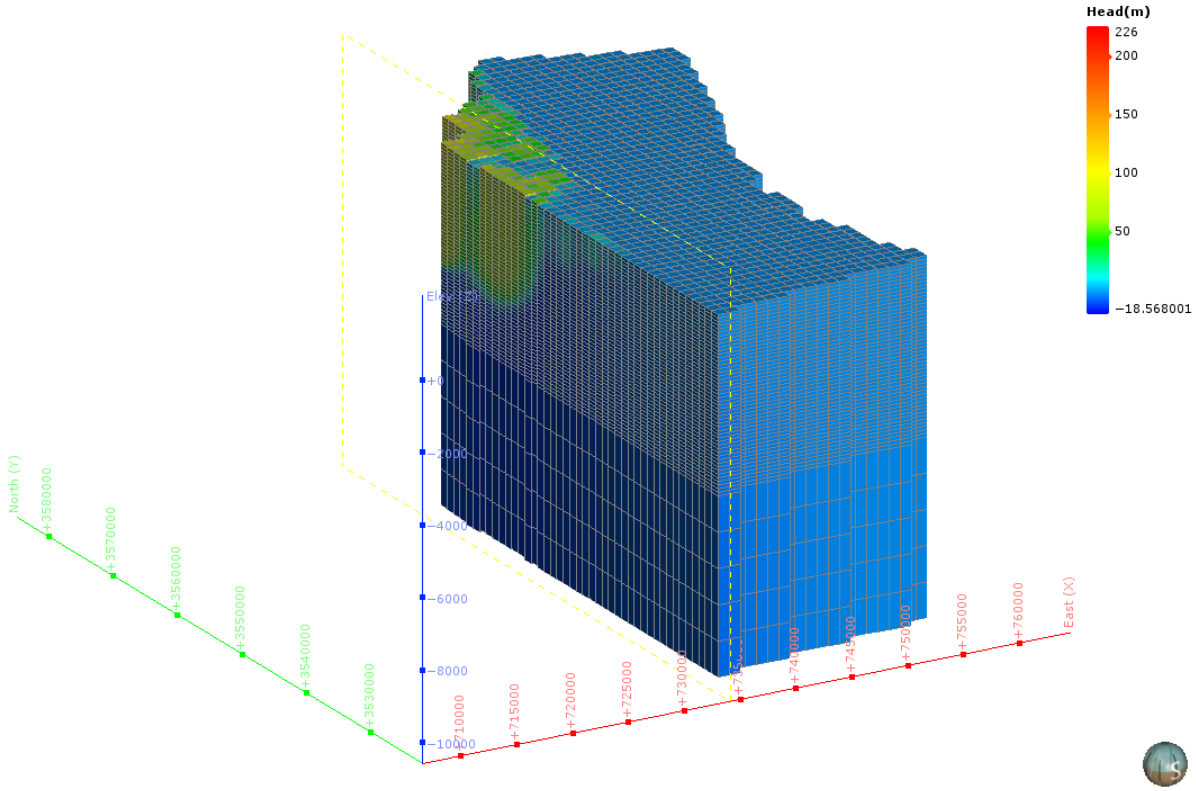


図 5-306　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（KY-12 : Miyazaki plain）

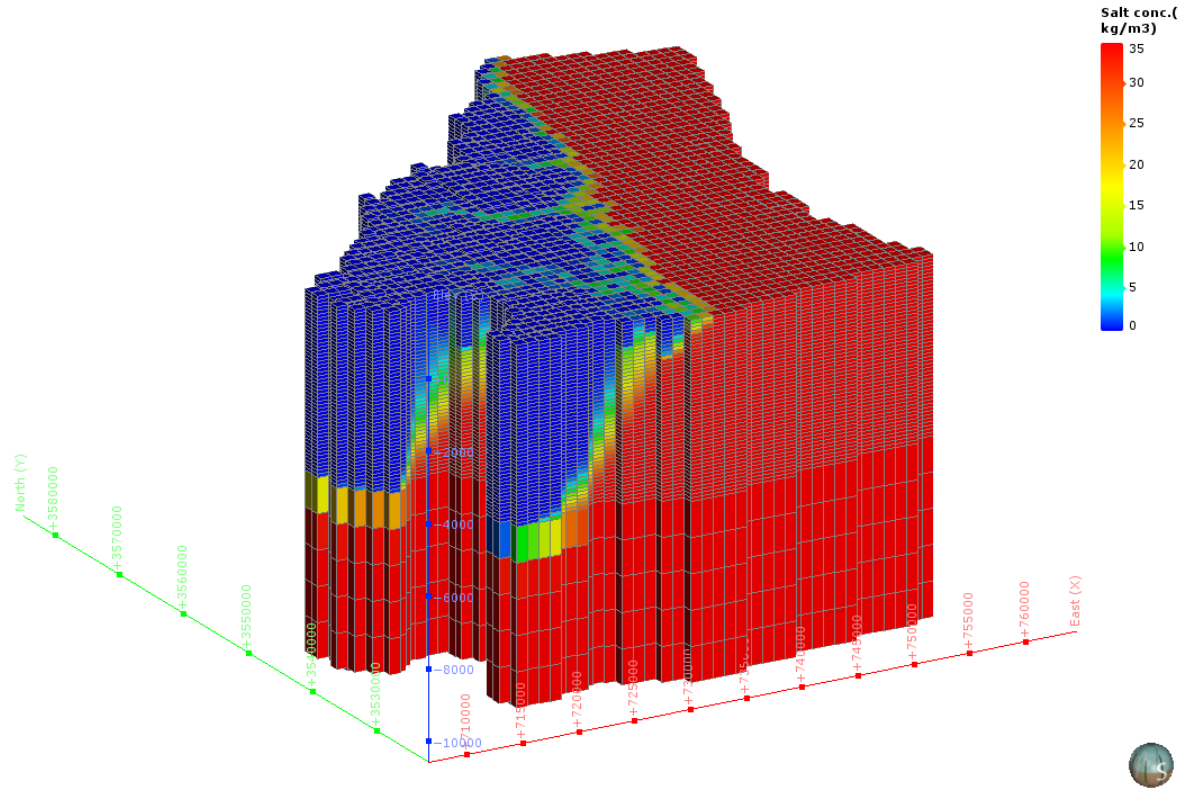


図 5-307　塩濃度三次元分布図（KY-12 : Miyazaki plain）

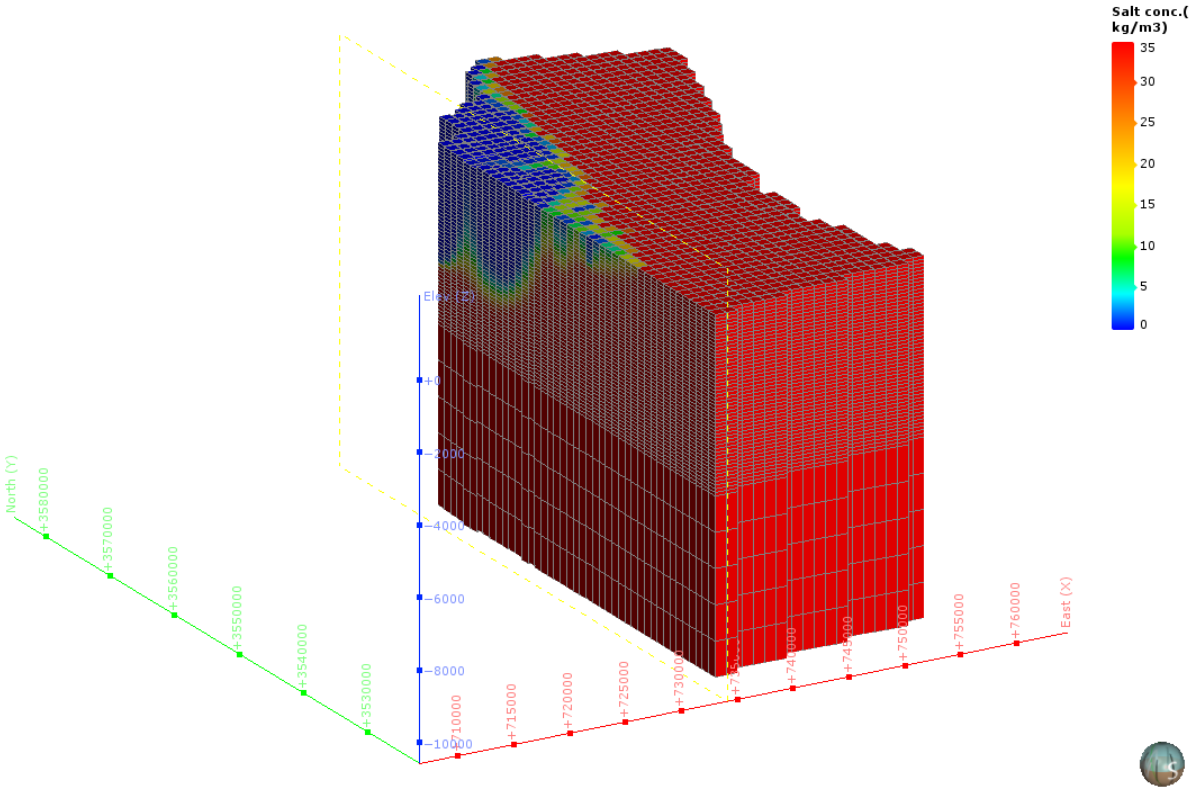


図 5-308　塩濃度三次元分布図（分割図）（KY-12 : Miyazaki plain）

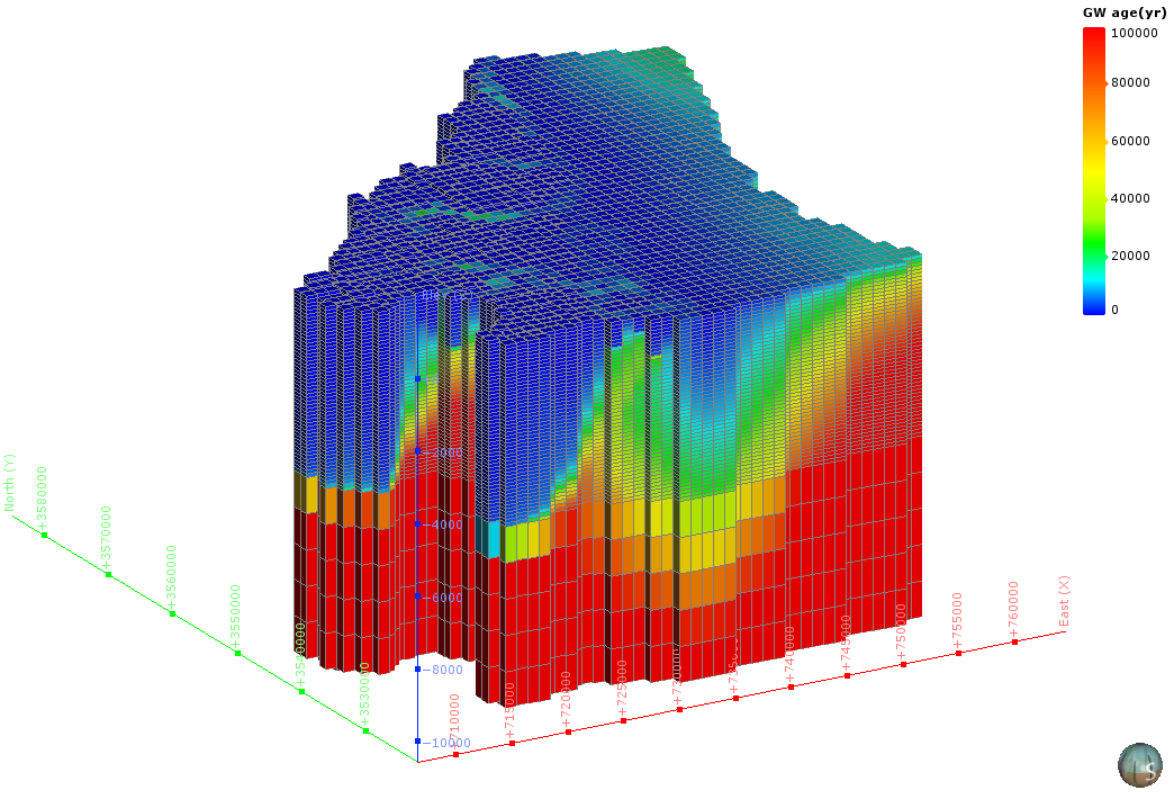


図 5-309　地下水年代三次元分布図（KY-12 : Miyazaki plain）

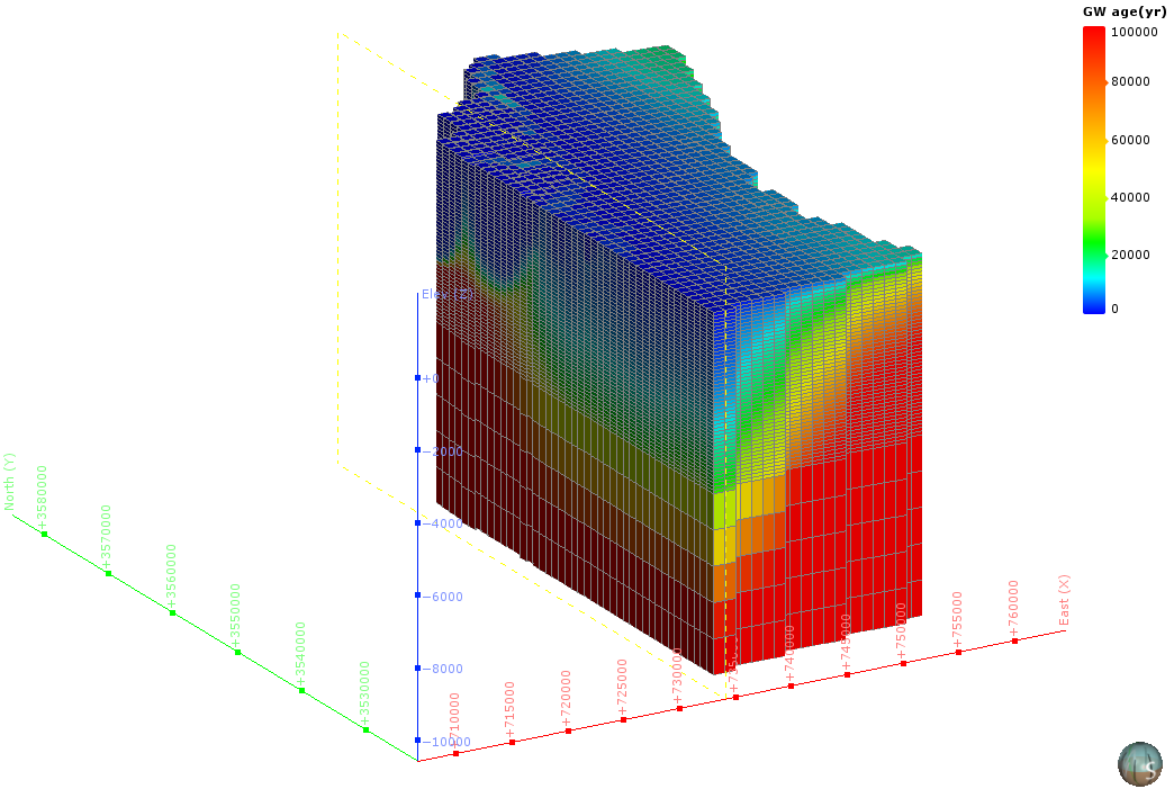


図 5-310　地下水年代三次元分布図（分割図）（KY-12 : Miyazaki plain）

（55）　KY-15：Kasanohara

1）　**解析領域**

KY-15：Kasanohara 領域を包括し、海域約 12km を拡張して、解析領域を設定した。この結果、解析領域の面積は、487km² となった。

本解析領域の主要な地方自治体は、鹿児島県鹿屋市である。

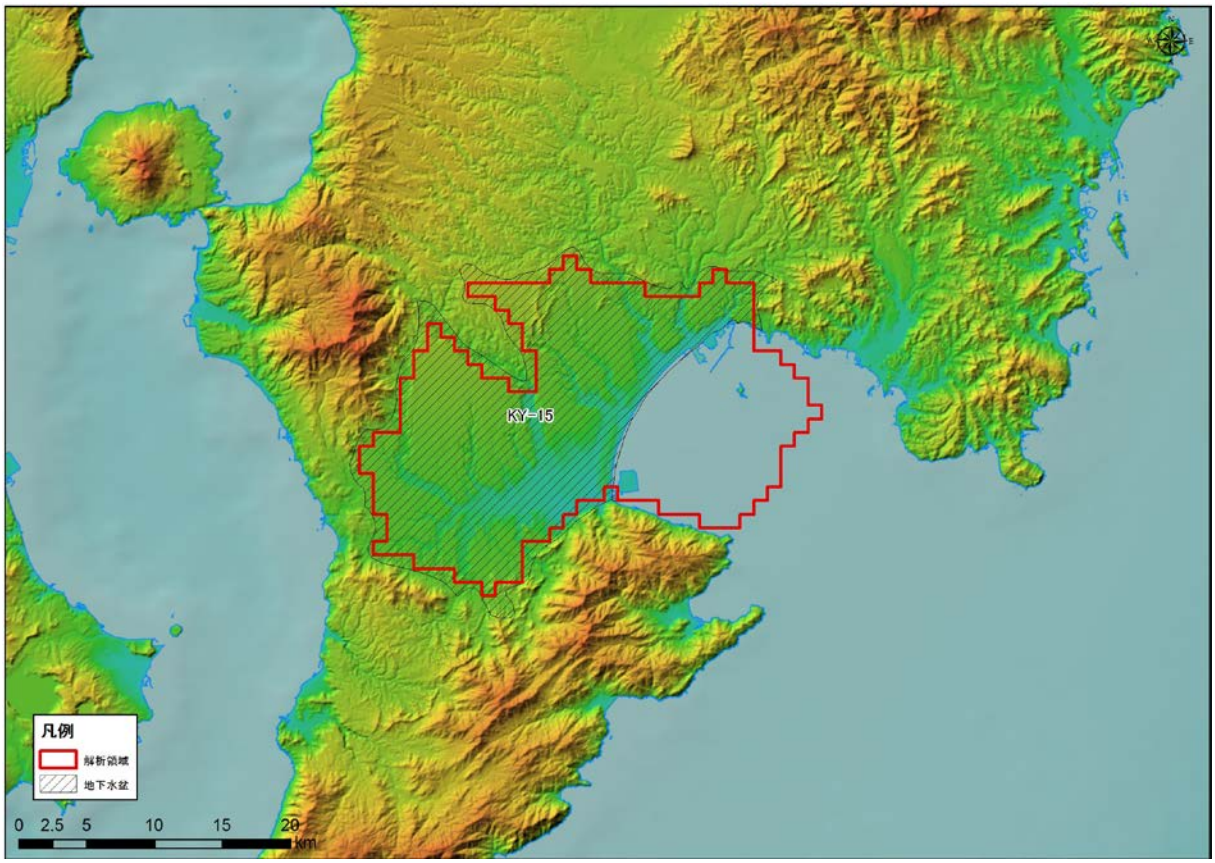


図 5-311　解析領域（KY-15 : Kasanohara）

2)　グリッド分割

解析領域内は、X 方向に 37、Y 方向に 28、Z 方向に 54 で分割され、Active Cell 数は、26,298 となった。本領域内は、Q3，Q2，PreN1 で構成される。

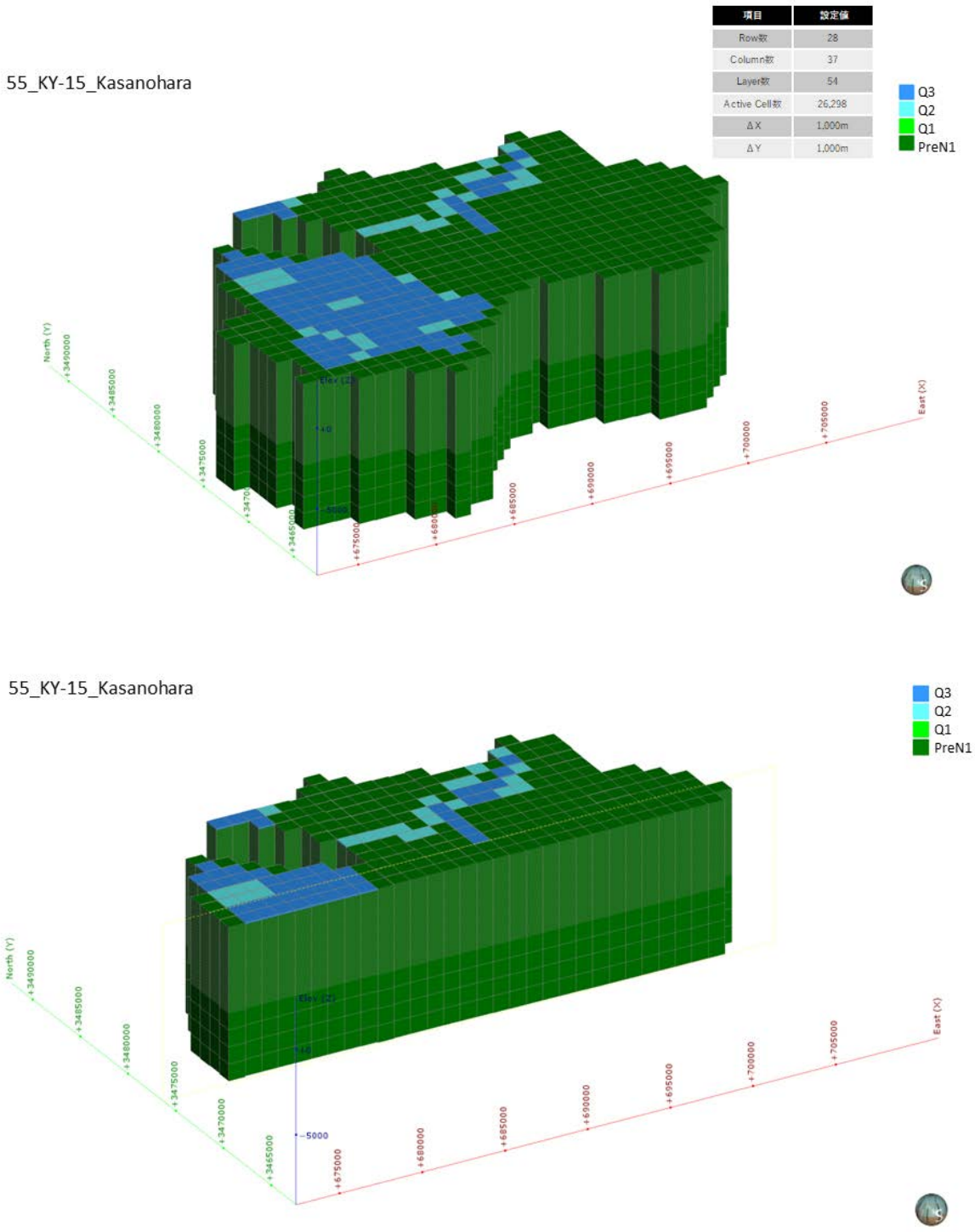


図 5-312　グリッド分割状況（KY-15 : Kasanohara）

3)　境界条件

本解析モデルに設定した、陸域セル（N=346）と海域セル（N=141）の設定位置図を図 5-313 に示す。

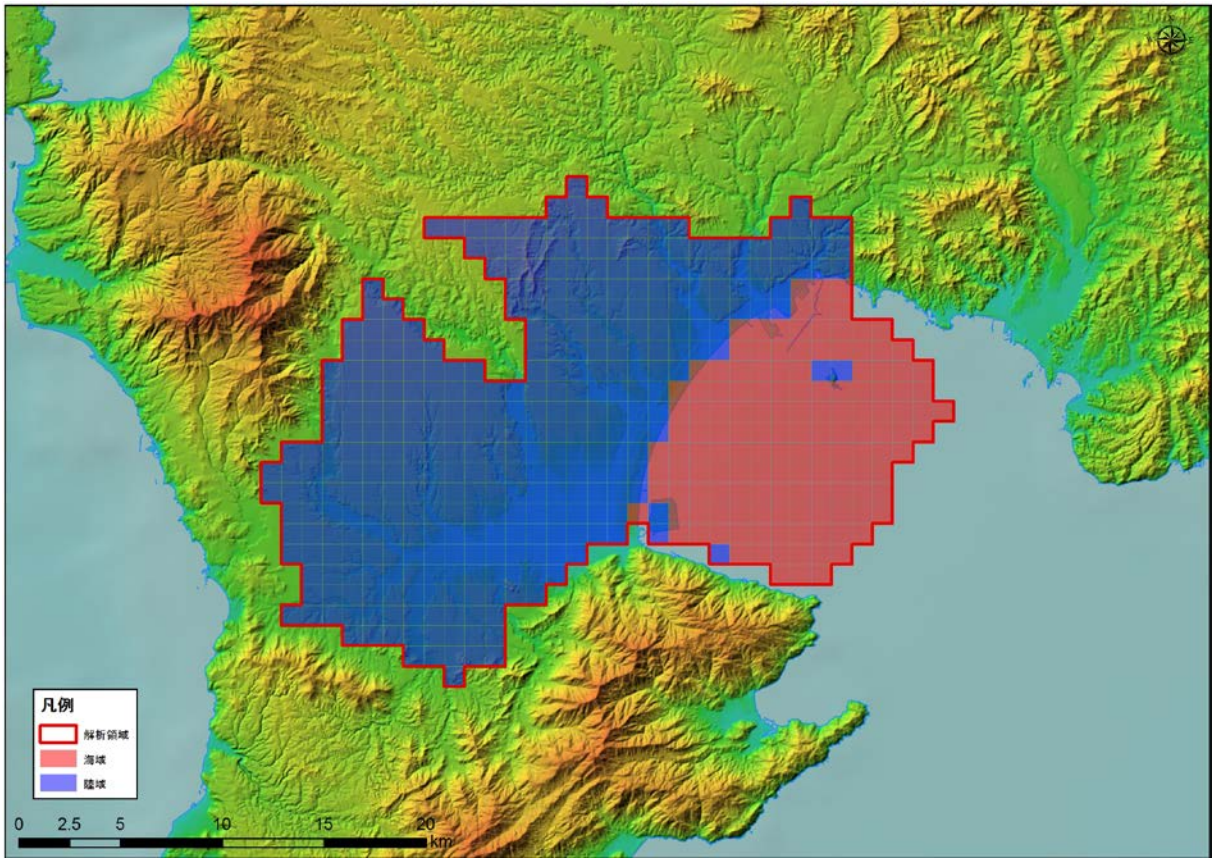


図 5-313　境界条件（KY-15 : Kasanohara）

4)　**現況再現解析**

平均透水係数×10.1 倍にしたケース（ケース４）における計算地下水涵養量は 1.65 mm/日であり、領域内河川の渇水流量の 1.65 mm/日と同等であると判断されたため、このケースを再現モデルとして採用した。

表 5-58　検討ケース（KY-15 : Kasanohara）

地質区分	飽和透水係数(m/日)			
	ケース1 Kave	ケース2 Kave+ σ	ケース3 Kave- σ	ケース4 Kave× 10.1
H	2.95E+00	6.24E+01	1.76E-01	2.98E+01
Q3	1.54E+00	3.21E+01	9.34E-02	1.56E+01
Q2	3.41E-01	1.24E+01	1.34E-02	3.45E+00
Q1	8.29E-02	1.08E+00	7.08E-03	8.38E-01
N3	5.61E-02	8.33E-01	4.18E-03	5.67E-01
N2	4.31E-02	5.88E-01	3.81E-03	4.36E-01
N1	2.70E-02	2.13E-01	3.60E-03	2.73E-01
基盤	1.72E-02	9.69E-02	3.07E-03	1.74E-01
モデル内の涵養量 (mm/日)	0.16	0.92	0.03	1.65

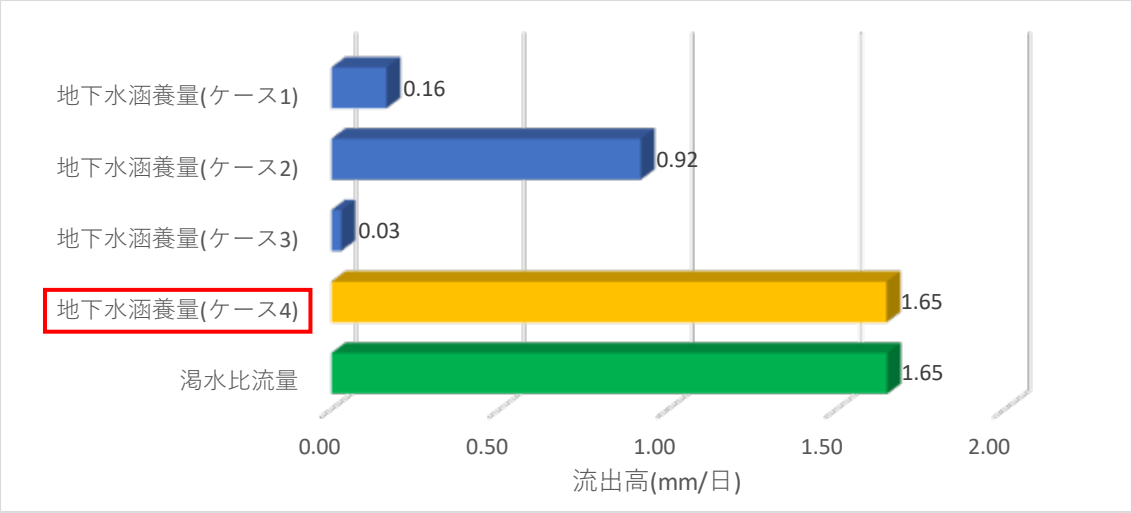


図 5-314　渇水流量と地下水涵養量の比較結果（KY-15 : Kasanohara）

5)　予測解析

再現モデルに関する地下水面等高線図、深度 300m での流速ベクトル図、滞留時間 1 万年、10 万年での地下水年代等値面図、地下水ポテンシャル三次元分布図、塩分濃度三次元分布図、地下水年代三次元分布図を以下に示す。

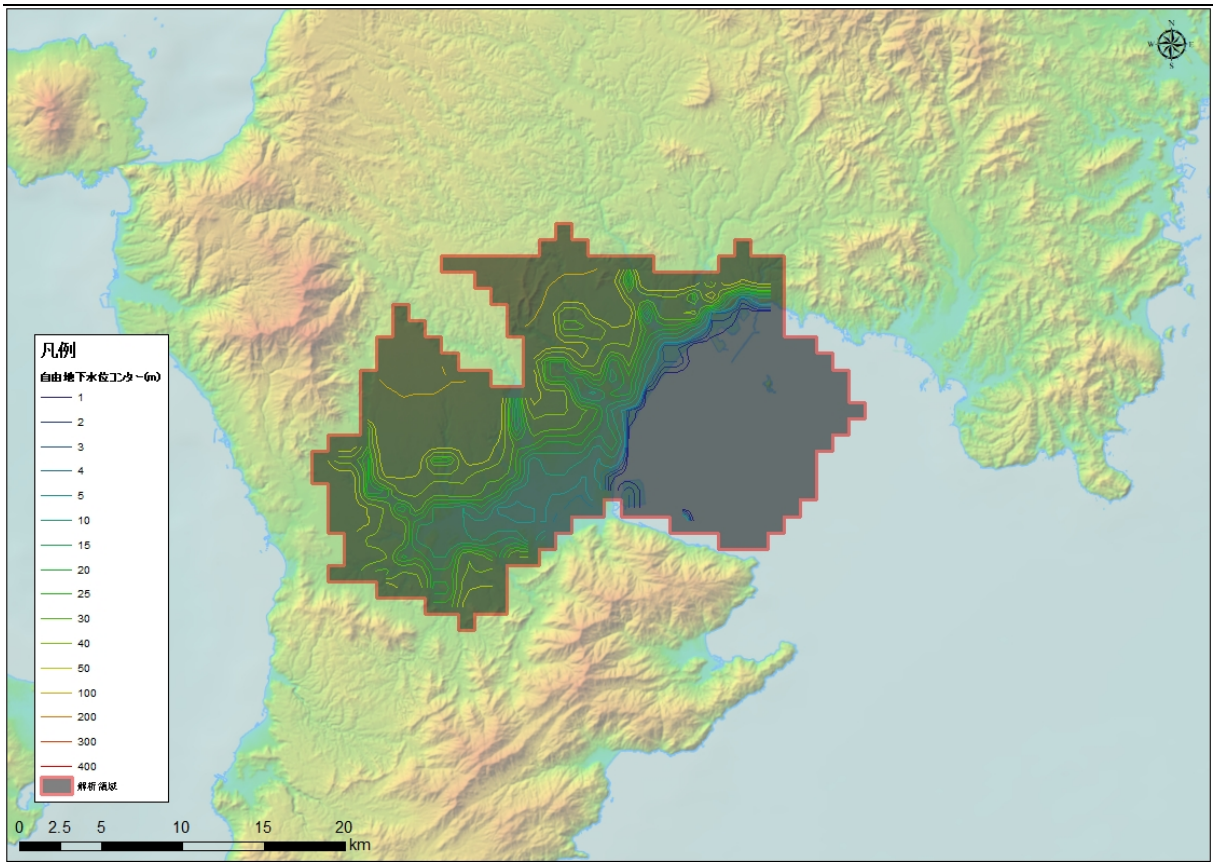


図 5-315　地下水位等高線図（KY-15 : Kasanohara）

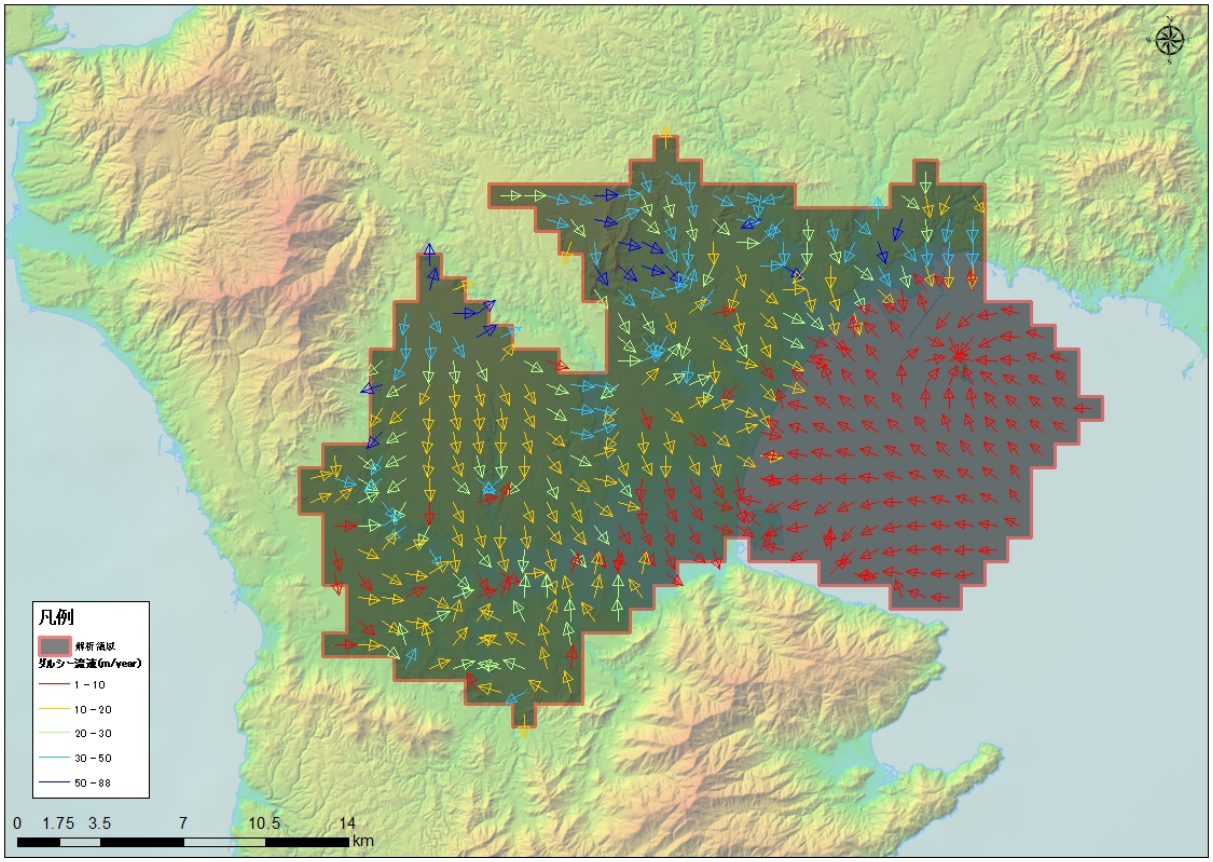


図 5-316　流速ベクトル図（KY-15 : Kasanohara）

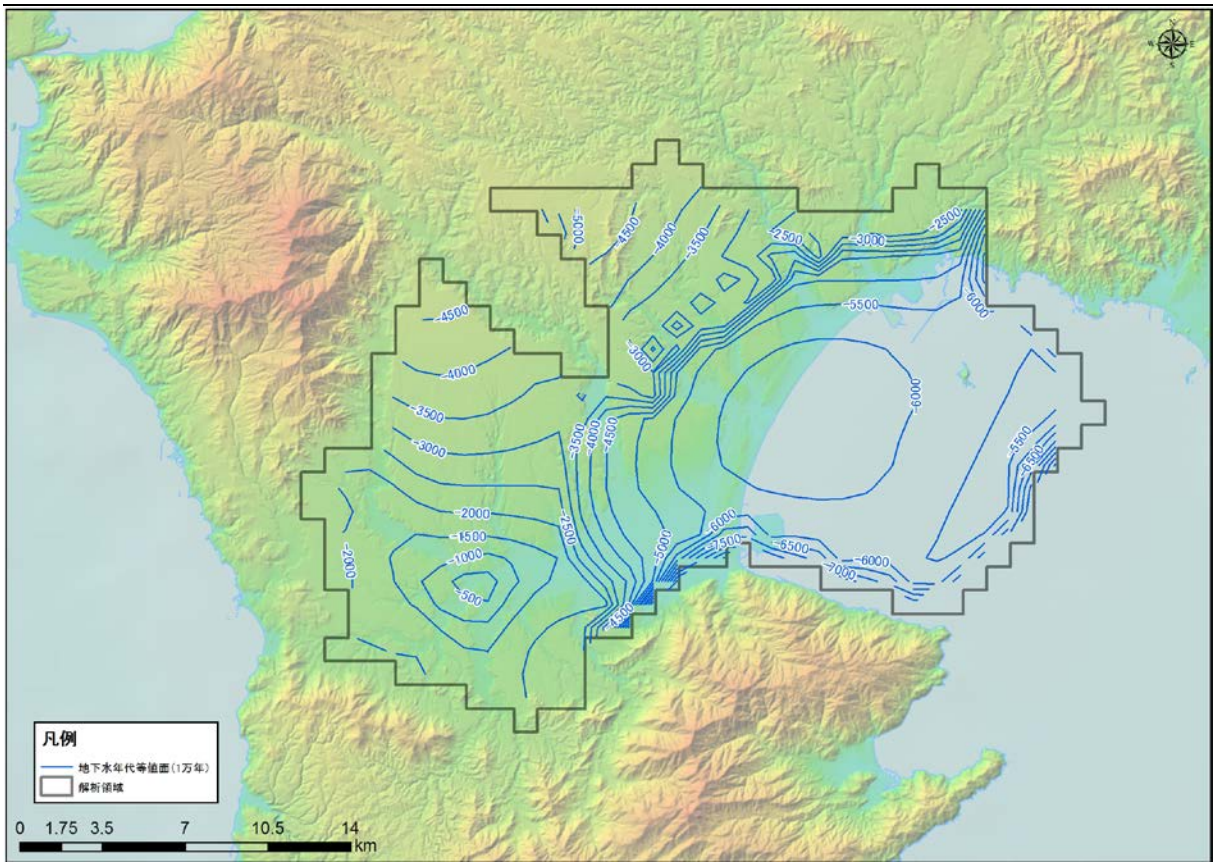


図 5-317　地下水年代（1 万年）等値面図（KY-15 : Kasanohara）

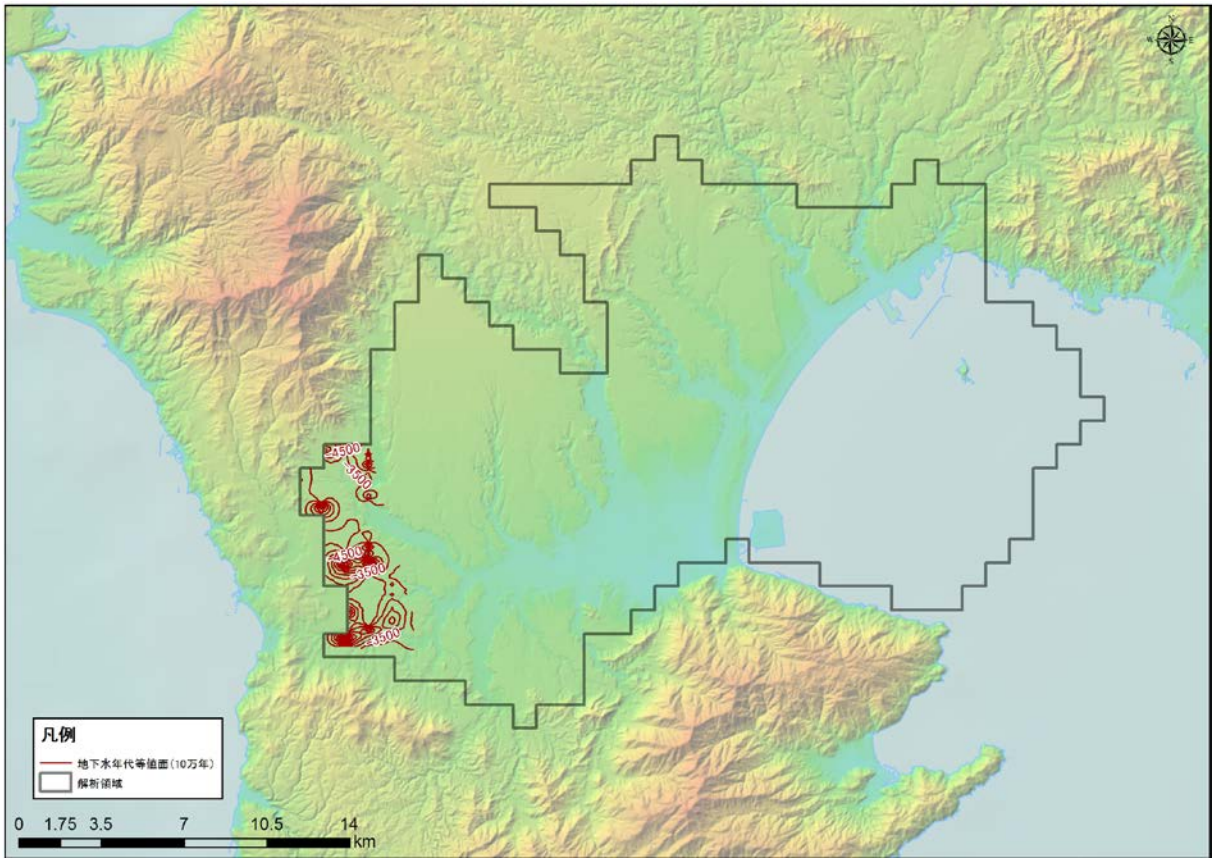


図 5-318　地下水年代（10 万年）等値面図（KY-15 : Kasanohara）

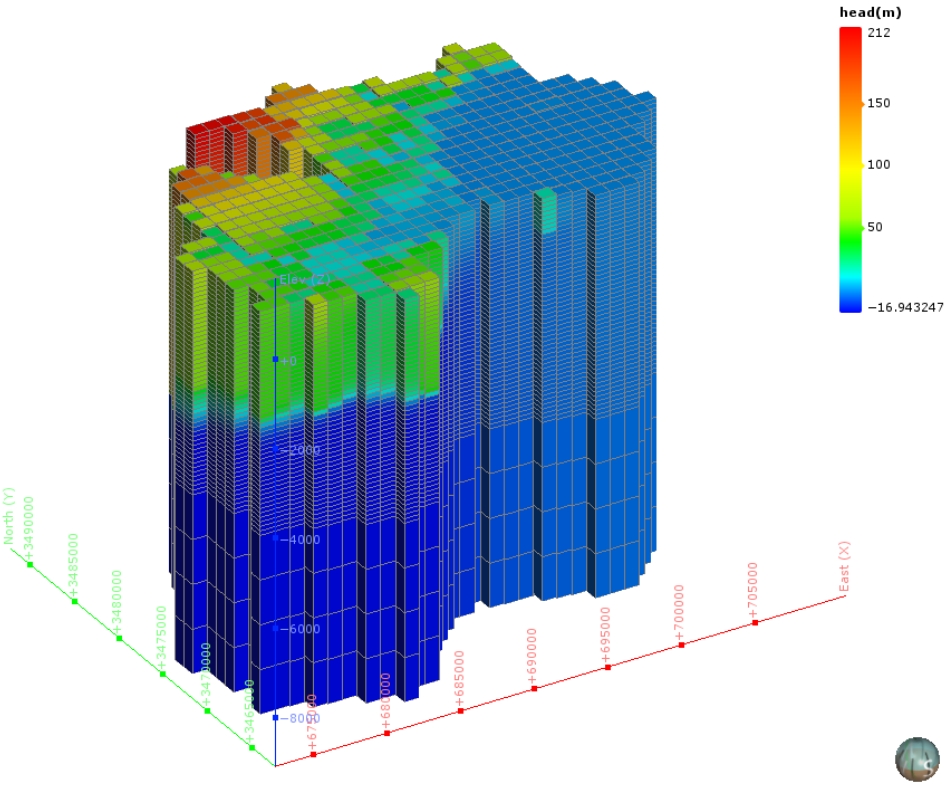


図 5-319　地下水ポテンシャル三次元分布図（KY-15 : Kasanohara）

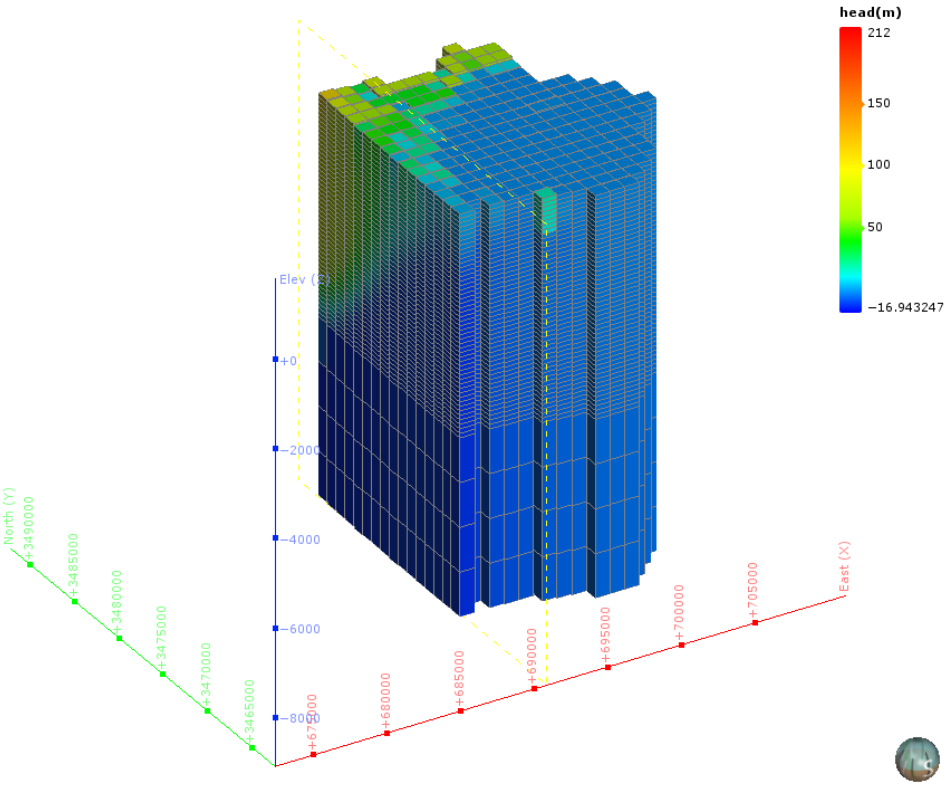


図 5-320　地下水ポテンシャル三次元分布図（分割図）（KY-15 : Kasanohara）

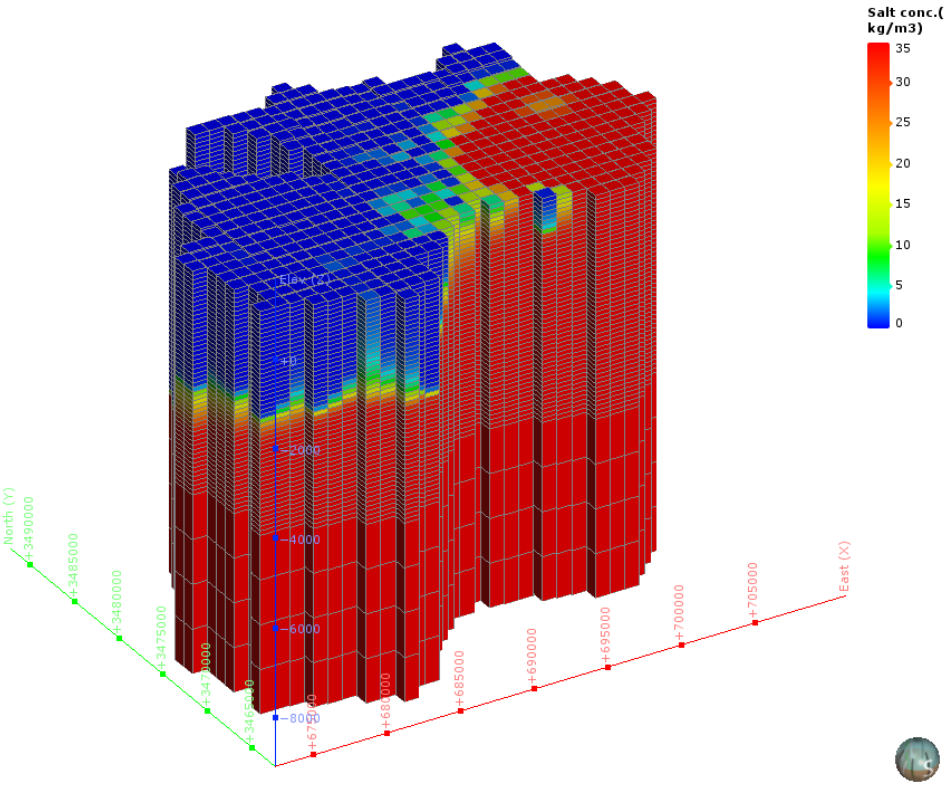


図 5-321　塩濃度三次元分布図（KY-15 : Kasanohara）

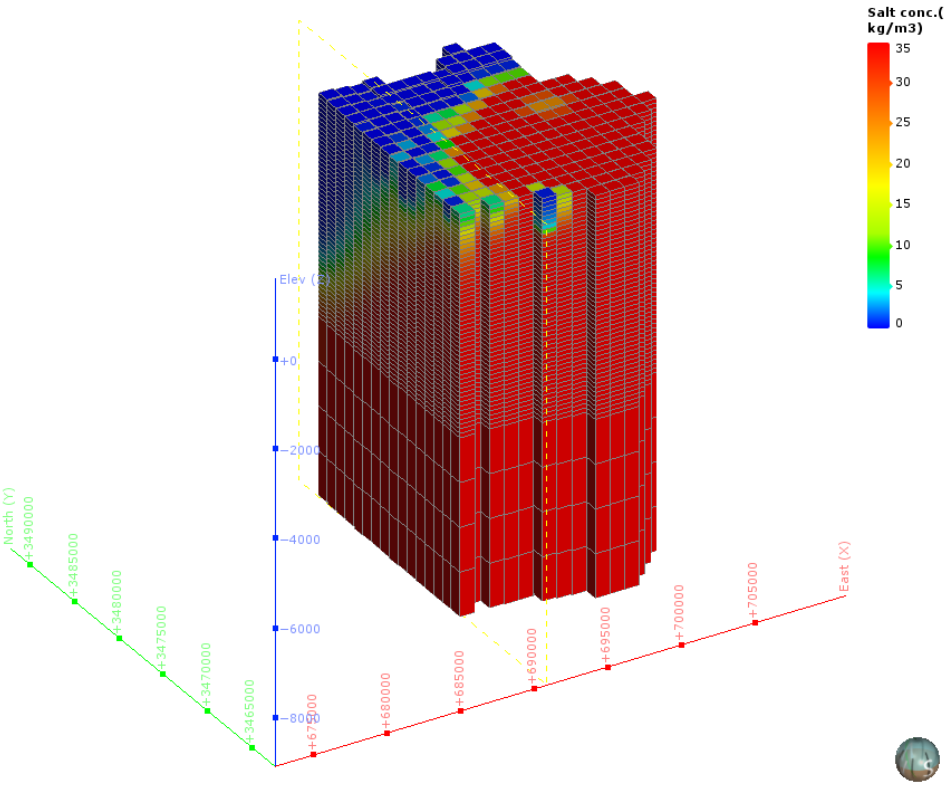


図 5-322　塩濃度三次元分布図（分割図）（KY-15 : Kasanohara）

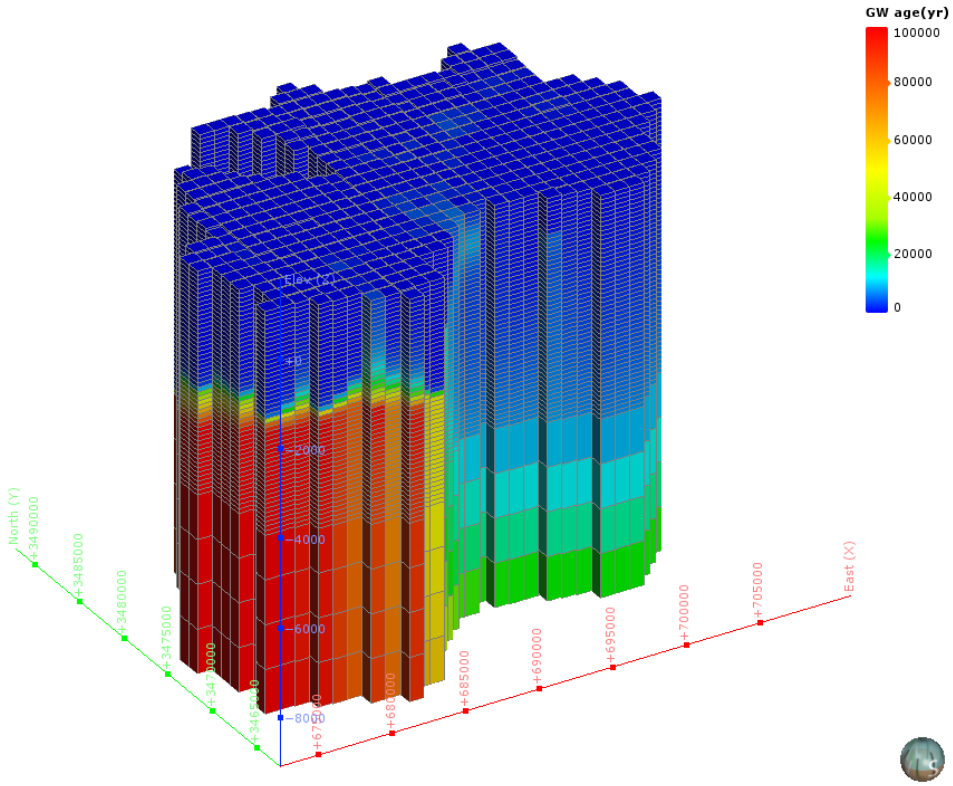


図 5-323　地下水年代三次元分布図（KY-15 : Kasanohara）

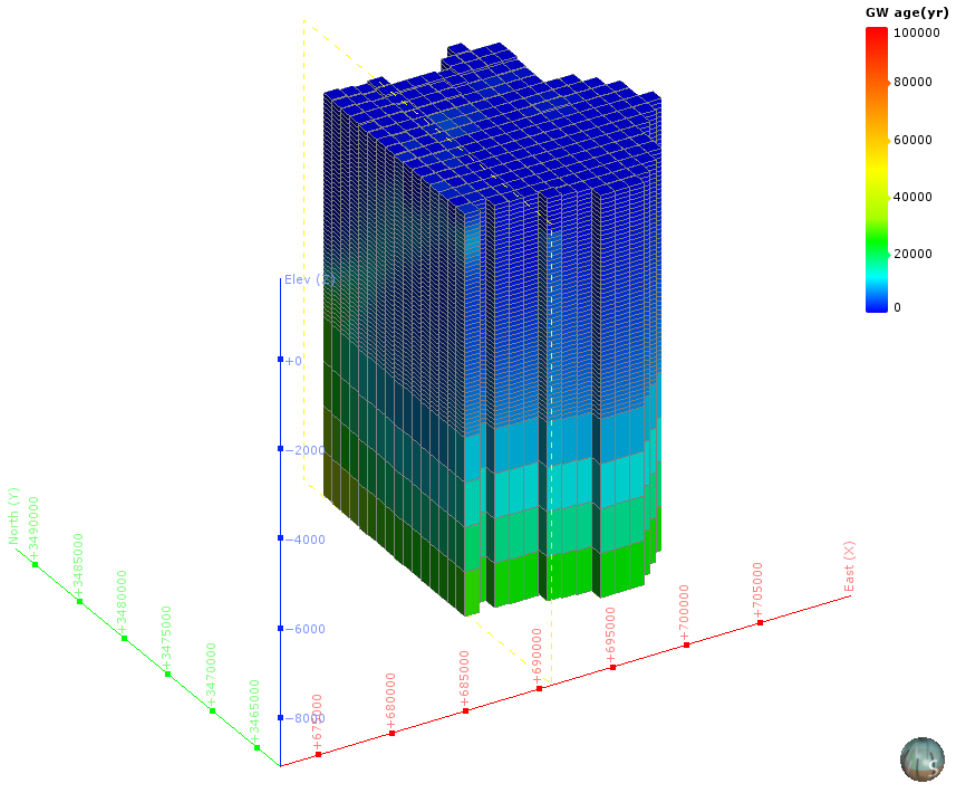


図 5-324　地下水年代三次元分布図（分割図）（KY-15 : Kasanohara）

Appendix XI

改良溶接材定電位保持試験データ

本資料は平成 30 年度に実施した母材 SF340A を改良溶接材で溶接した溶接継ぎ手試験片の水質 9 条件分(表 1)の定電位試験データをまとめたものである。

表 1　試験マトリクス（平成 28 年に検討して設定した試験条件）

Run No.	母材	溶接材料	試験溶液条件				
			Cl^-		HCO_3^-（$NaHCO_3$）		$[Cl^-]/[HCO_3^-]$
			(ppm)	(mol/ℓ)	(ppm)	(mol/ℓ)	(-)
1	SF340A	改良溶接材	2×10^1	6×10^{-4}	$1\times10^1(1\times10^1)$	2×10^{-4}	3
2			2×10^1	6×10^{-4}	$1.5\times10^2(2.1\times10^2)$	2.5×10^{-3}	2×10^{-1}
3			2×10^1	6×10^{-4}	$1.5\times10^3(2.1\times10^3)$	2.5×10^{-2}	2×10^{-2}
4			1.0×10^3	2.8×10^{-2}	$1\times10^1(1\times10^1)$	2×10^{-4}	2×10^2
5			1.0×10^3	2.8×10^{-2}	$1.5\times10^2(2.1\times10^2)$	2.5×10^{-3}	1.1×10^1
6			1.0×10^3	2.8×10^{-2}	$1.5\times10^3(2.1\times10^3)$	2.5×10^{-2}	1.1
7			1.9×10^4	5.4×10^{-1}	$1\times10^1(1\times10^1)$	2×10^{-4}	3×10^3
8			1.9×10^4	5.4×10^{-1}	$1.5\times10^2(2.1\times10^2)$	2.5×10^{-3}	2.2×10^2
9			1.9×10^4	5.4×10^{-1}	$1.5\times10^3(2.1\times10^3)$	2.5×10^{-2}	2.2×10^1

※1 Na 塩で調整、※2 $NaHCO_3$ としての仕込み濃度

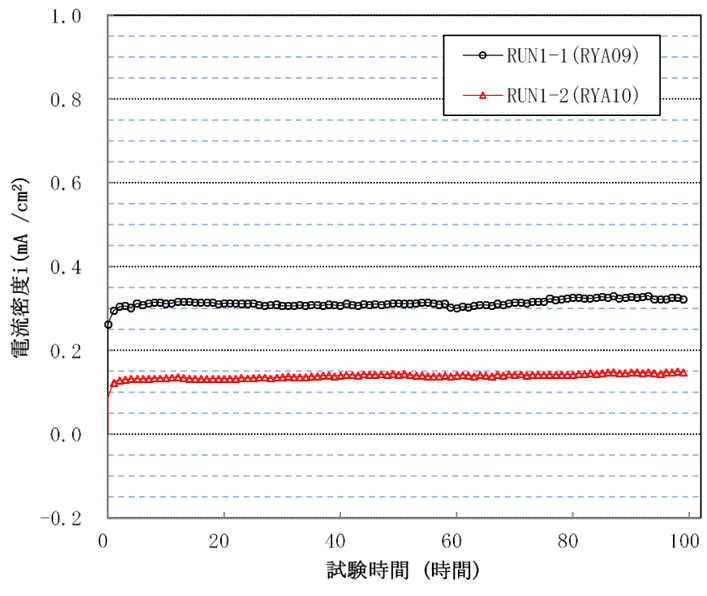
資料 1　溶液１における改良材の定電位分極試験の結果 2
資料 2　溶液２における改良材の定電位分極試験の結果 3
資料 3　溶液３における改良材の定電位分極試験の結果 4
資料 4　溶液４における改良材の定電位分極試験の結果 5
資料 5　溶液５における改良材の定電位分極試験の結果 6
資料 6　溶液６における改良材の定電位分極試験の結果 7
資料 7　溶液７における改良材の定電位分極試験の結果 8
資料 8　溶液８における改良材の定電位分極試験の結果 9
資料 9　溶液９における改良材の定電位分極試験の結果 10

試験条件

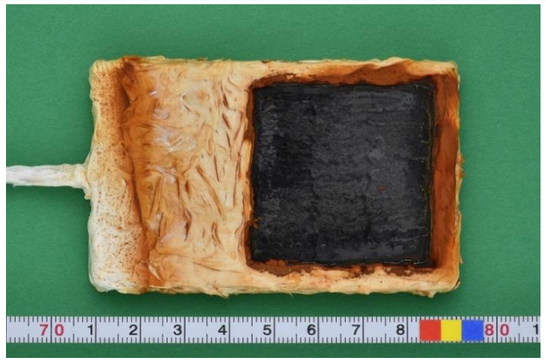
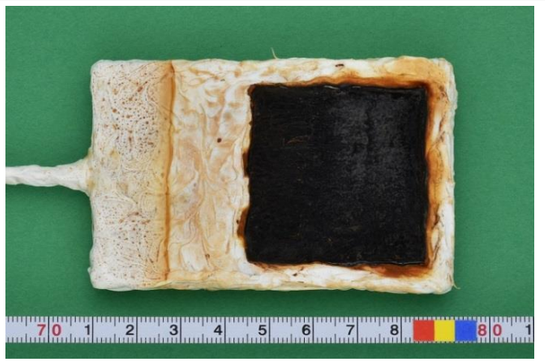
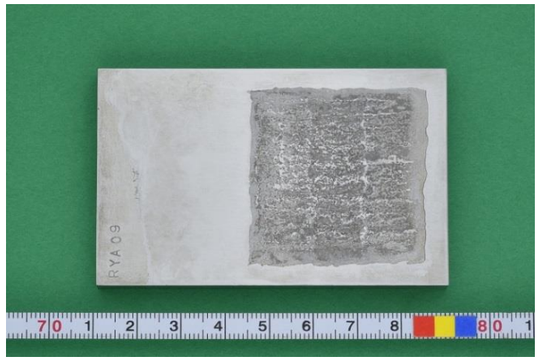
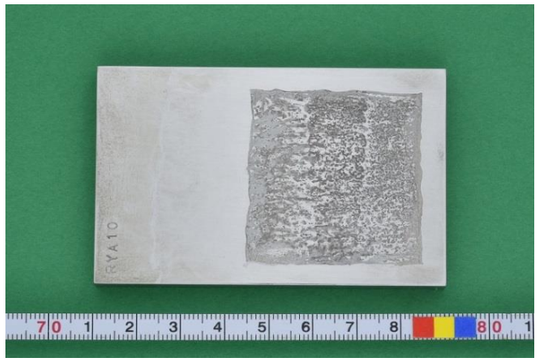
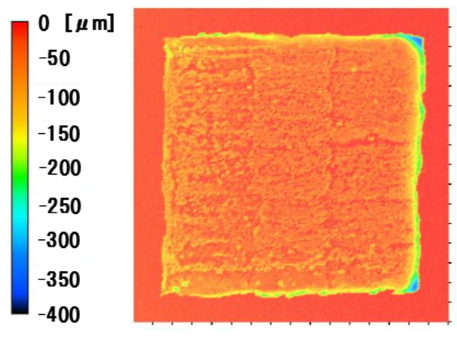
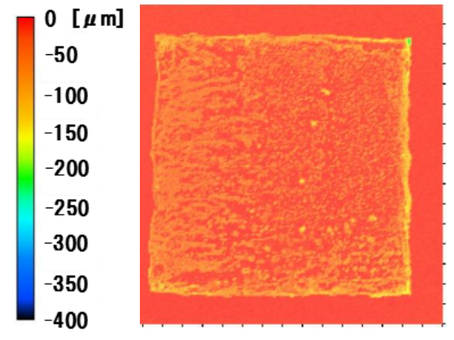
溶液番号	1
試験片 No.	RYA09, RYA10
母材	SF340A
溶加材	改良溶接材
有効面積	16cm^2 (40mm×40mm)
試験溶液	Cl^- 6×10^{-4} mol/ℓ、HCO_3^- 2×10^{-4} mol/ℓ
試験温度	80℃
保持電位	-150 mV vs. SCE

試験溶液 pH, 腐食電位計測結果

試験番号	Run1-1	Run1-2
pH	7.3(19℃)	
分極前腐食電位 (mV vs. SCE)	-523	-473
分極後腐食電位 (mV vs. SCE)	-585	-568



分極時の電流密度

試験番号.	Run1-1	Run1-2
試験片 No.	RYA09	RYA10
分極試験直後		
酸洗後		
形状計測結果		

試験後の表面写真と形状計測結果

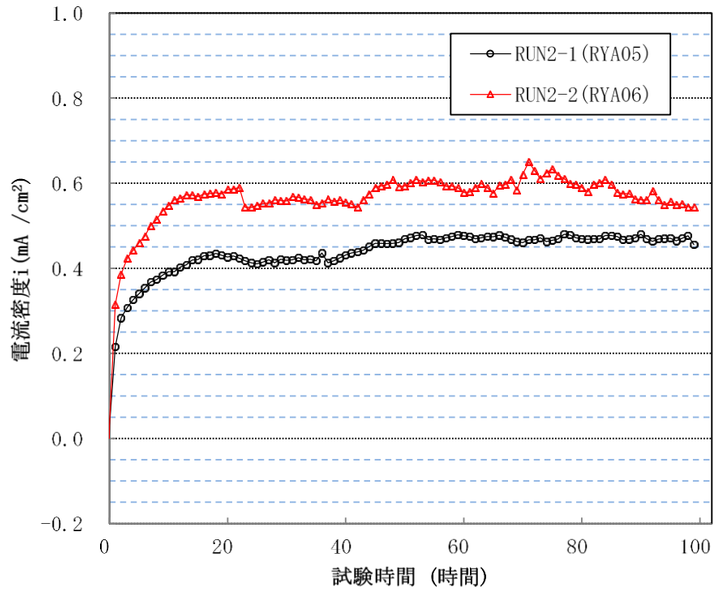
資料 1　溶液１における改良材の定電位分極試験の結果

試験条件

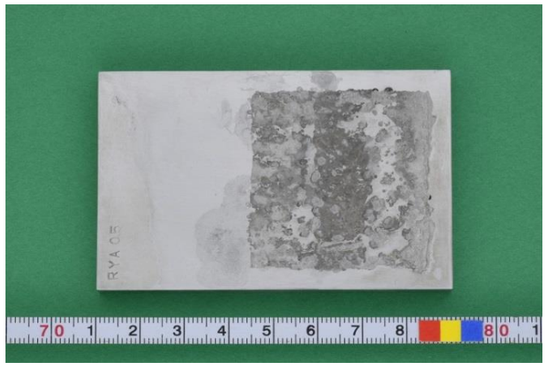
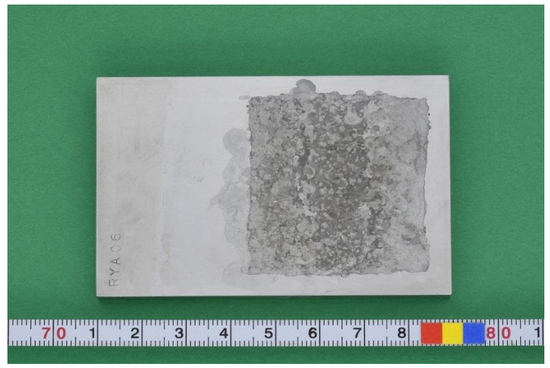
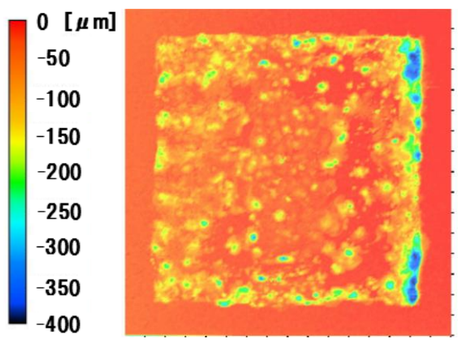
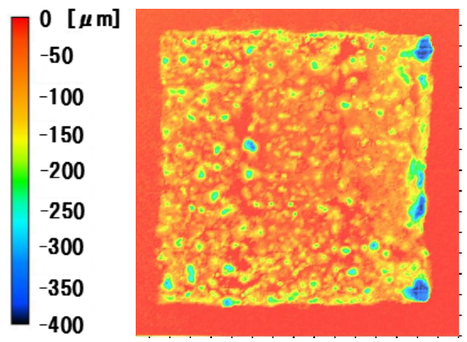
溶液番号	2
試験片 No.	RYA05, RYA06
母材	SF340A
溶加材	改良溶接材
有効面積	16cm^2 (40mm×40mm)
試験溶液	Cl^- 6×10^{-4} mol/ℓ、HCO_3^- 2.5×10^{-3} mol/ℓ
試験温度	80℃
保持電位	-150 mV vs. SCE

試験溶液 pH, 腐食電位計測結果

試験番号	Run2-1	Run2-2
pH	8.6(23℃)	
分極前腐食電位 (mV vs. SCE)	-377	-395
分極後腐食電位 (mV vs. SCE)	-559	-557



分極時の電流密度

試験番号	Run2-1	Run2-2
試験片 No.	RYA05	RYA06
分極試験直後		
酸洗後		
形状計測結果		

試験後の表面写真と形状計測結果

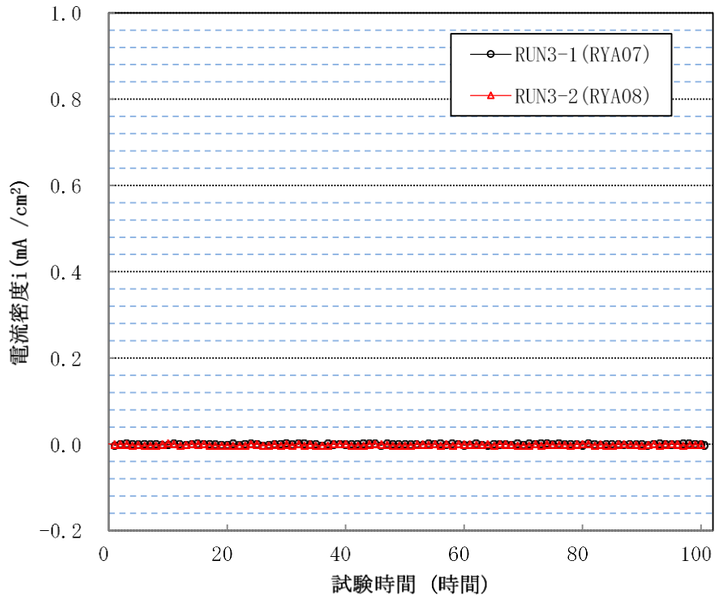
資料 2　溶液２における改良材の定電位分極試験の結果

試験条件

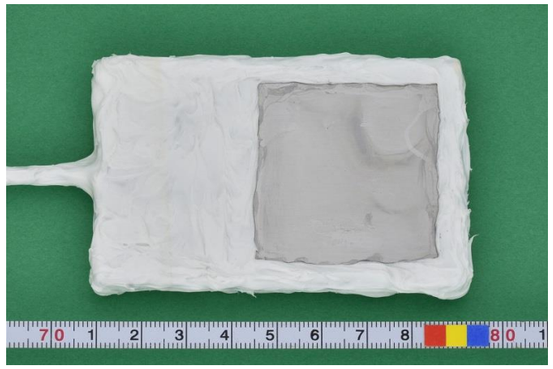
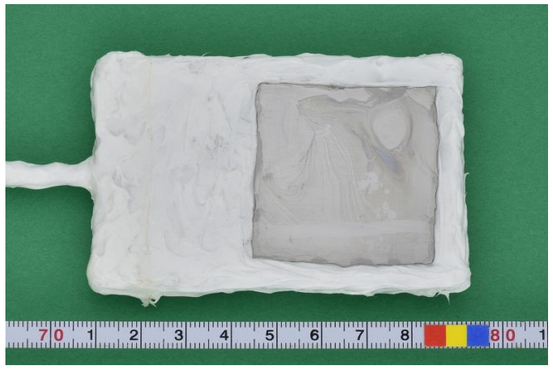
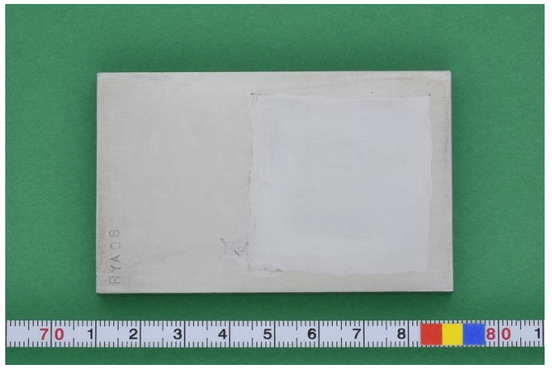
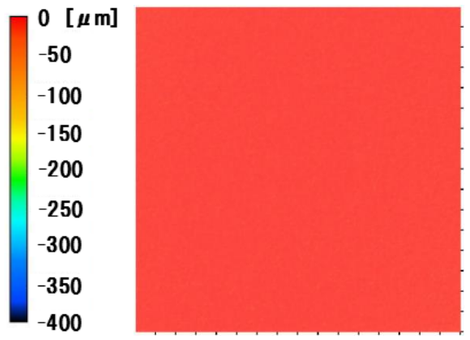
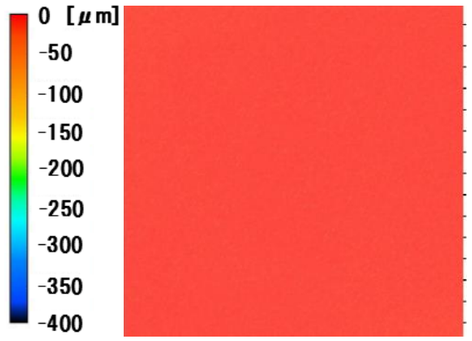
溶液番号	3
試験片 No.	RYA07, RYA08
母材	SF340A
溶加材	改良溶接材
有効面積	16cm^2 (40mm×40mm)
試験溶液	Cl^- 6×10^{-4} mol/ℓ、HCO_3^- 2.5×10^{-2} mol/ℓ
試験温度	80℃
保持電位	-150 mV vs. SCE

試験溶液 pH, 腐食電位計測結果

試験番号	Run3-1	Run3-2
pH	9.3(23℃)	
分極前腐食電位 (mV vs. SCE)	-275	-273
分極後腐食電位 (mV vs. SCE)	-138	-135



分極時の電流密度

試験番号	Run3-1	Run3-2
試験片 No.	RYA07	RYA08
分極試験直後		
酸洗後		
形状計測結果		

試験後の表面写真と形状計測結果

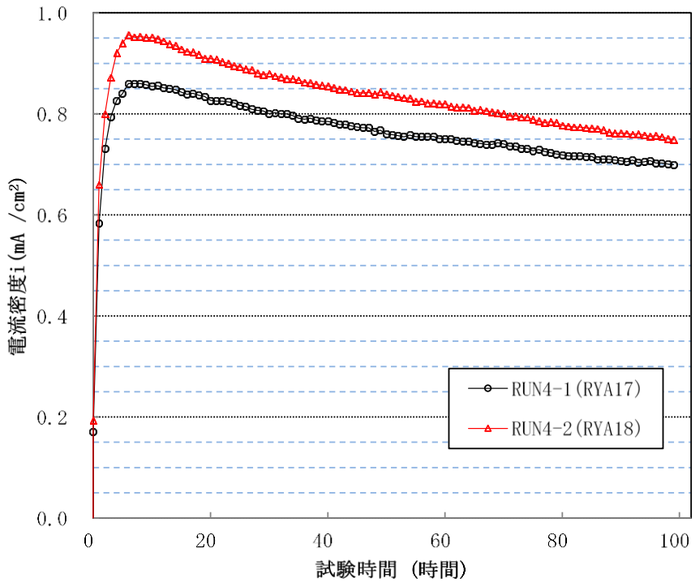
資料 3　溶液３における改良材の定電位分極試験の結果

試験条件

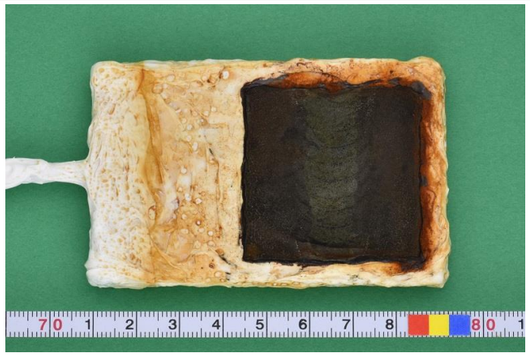
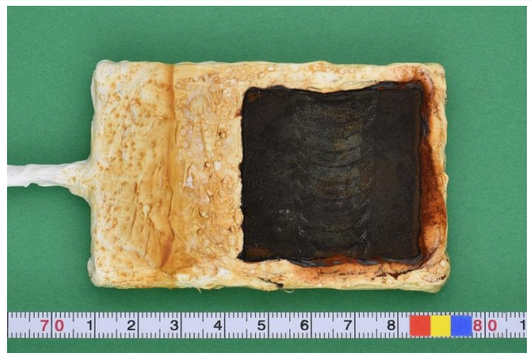
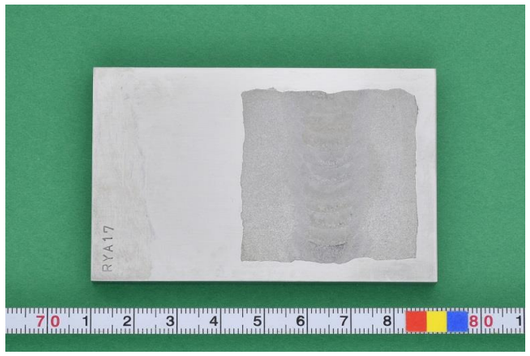
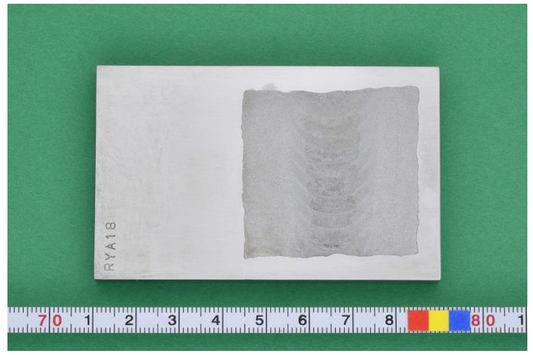
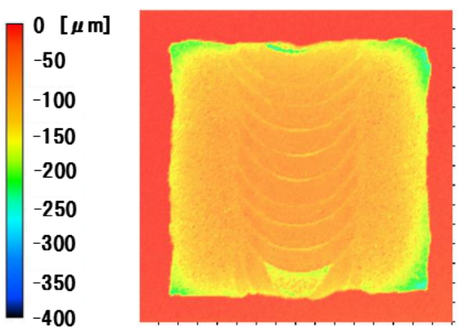
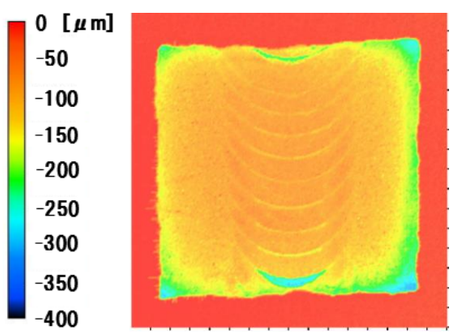
溶液番号	4
試験片 No.	RYA17, RYA18
母材	SF340A
溶加材	改良溶接材
有効面積	16cm^2 (40mm×40mm)
試験溶液	Cl^- 2.8×10^{-2} mol/ℓ、HCO_3^- 2×10^{-4} mol/ℓ
試験温度	80℃
保持電位	-560 mV vs. SCE

試験溶液 pH, 腐食電位計測結果

試験番号	Run4-1	Run4-2
pH	7.1(19℃)	
分極前腐食電位 (mV vs. SCE)	-636	-632
分極後腐食電位 (mV vs. SCE)	-683	-677



分極時の電流密度

試験番号	Run4-1	Run4-2
試験片 No.	RYA17	RYA18
分極試験直後		
酸洗後		
形状計測結果		

試験後の表面写真と形状計測結果

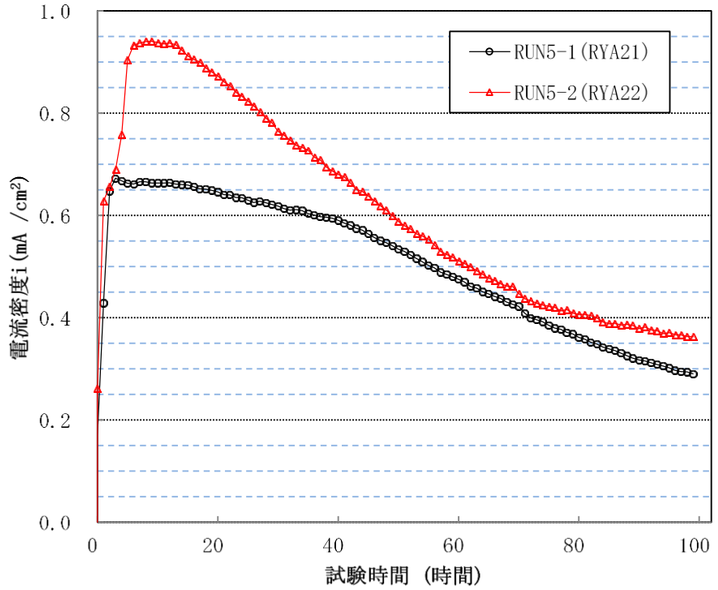
資料 4　溶液４における改良材の定電位分極試験の結果

試験条件

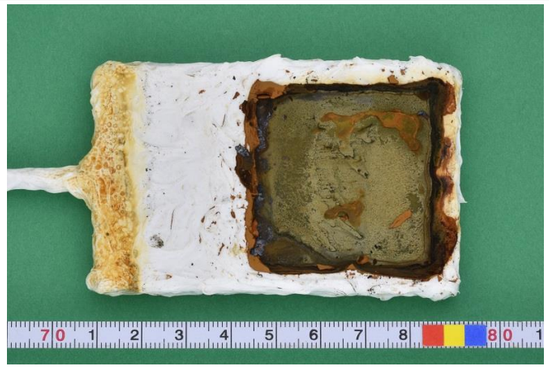
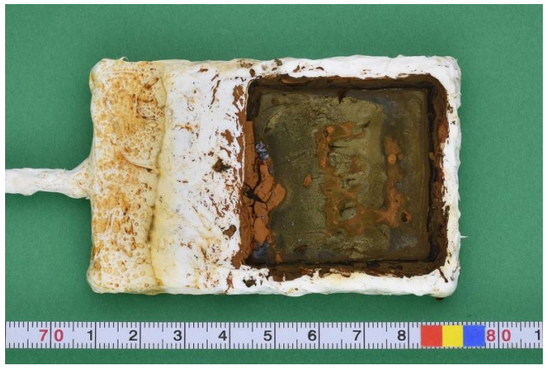
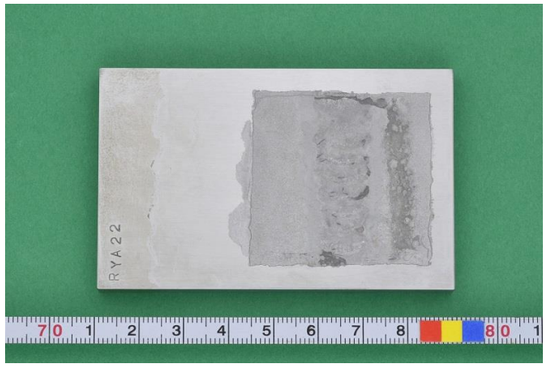
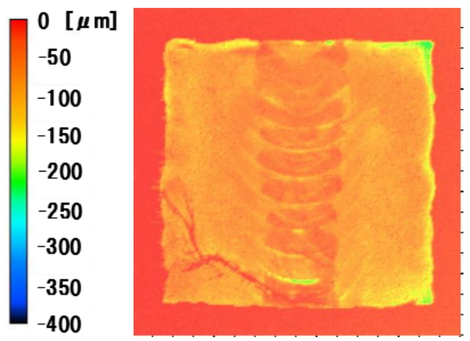
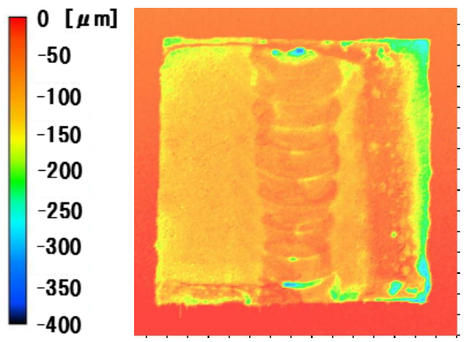
溶液番号	5
試験片 No.	RYA21, RYA22
母材	SF340A
溶加材	改良溶接材
有効面積	16cm^2 (40mm×40mm)
試験溶液	Cl^- 2.8×10^{-2} mol/ℓ、HCO_3^- 2.5×10^{-3} mol/ℓ
試験温度	80℃
保持電位	-560 mV vs. SCE

試験溶液 pH, 腐食電位計測結果

試験番号	Run5-1	Run5-2
pH	8.4(20℃)	
分極前腐食電位 (mV vs. SCE)	-651	-649
分極後腐食電位 (mV vs. SCE)	-650	-652



分極時の電流密度

試験番号	Run5-1	Run5-2
試験片 No.	RYA21	RYA22
分極試験直後		
酸洗後		
形状計測結果		

試験後の表面写真と形状計測結果

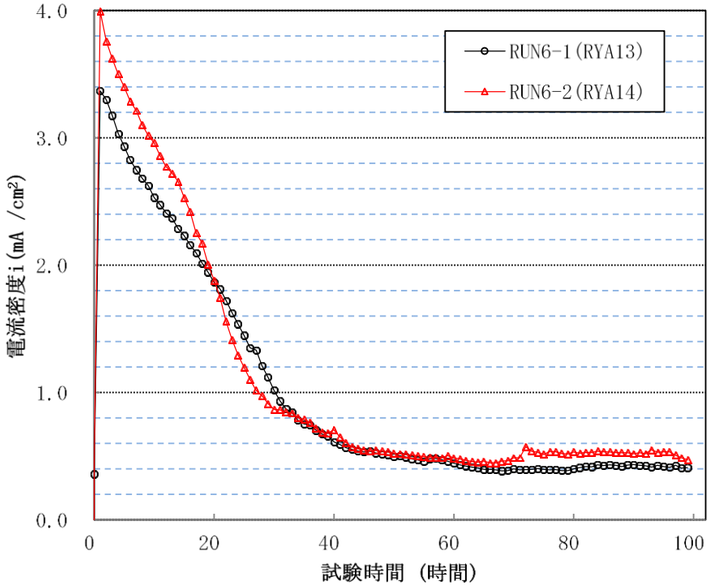
資料 5　溶液５における改良材の定電位分極試験の結果

試験条件

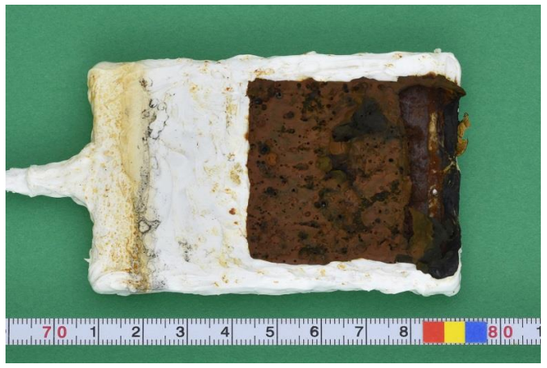
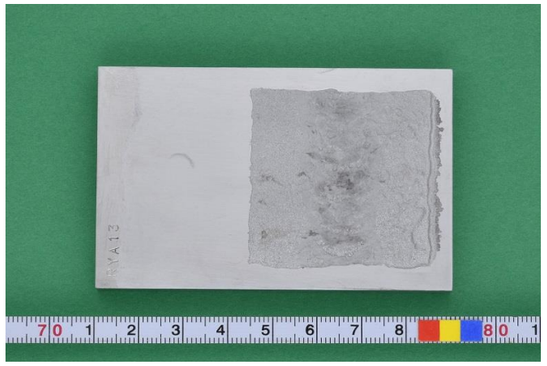
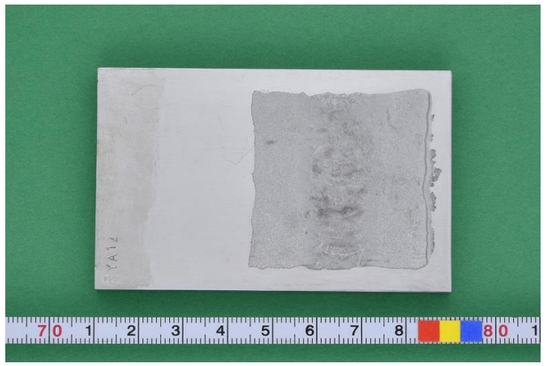
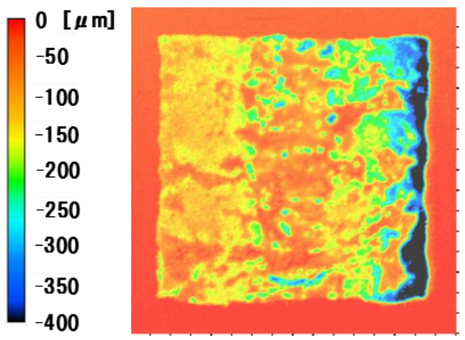
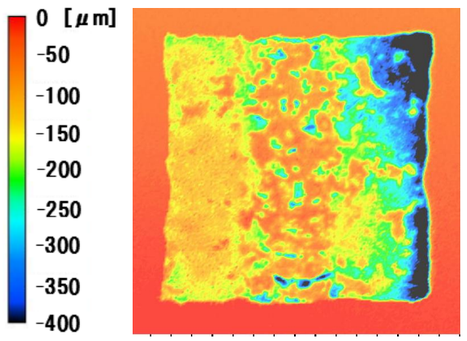
溶液番号	6
試験片 No.	RYA13, RYA14
母材	SF340A
溶加材	改良溶接材
有効面積	16cm^2 (40mm×40mm)
試験溶液	Cl^- 2.8×10^{-2} mol/ℓ、HCO_3^- 2.5×10^{-2} mol/ℓ
試験温度	80℃
保持電位	-400 mV vs. SCE

試験溶液 pH, 腐食電位計測結果

試験番号	Run6-1	Run6-2
pH	9.3(19℃)	
分極前腐食電位 (mV vs. SCE)	-590	-590
分極後腐食電位 (mV vs. SCE)	-580	-577



分極時の電流密度

試験番号	Run6-1	Run6-2
試験片 No.	RYA13	RYA14
分極試験直後		
酸洗後		
形状計測結果		

試験後の表面写真と形状計測結果

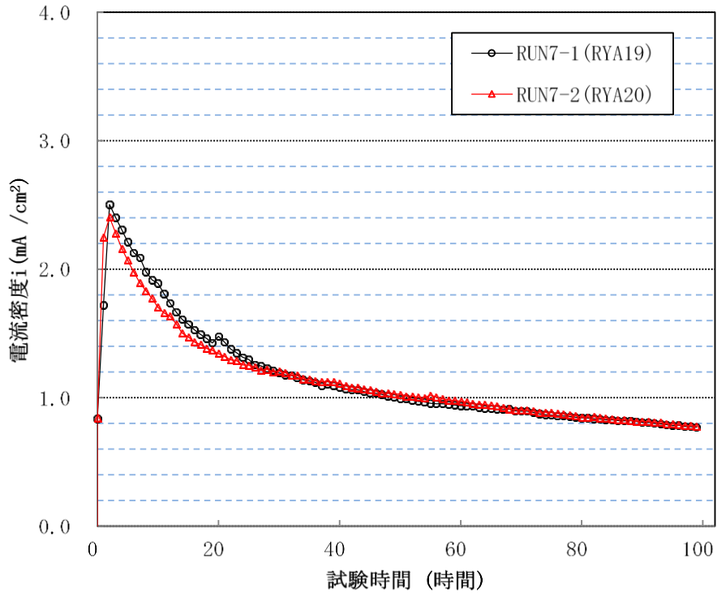
資料 6　溶液６における改良材の定電位分極試験の結果

試験条件

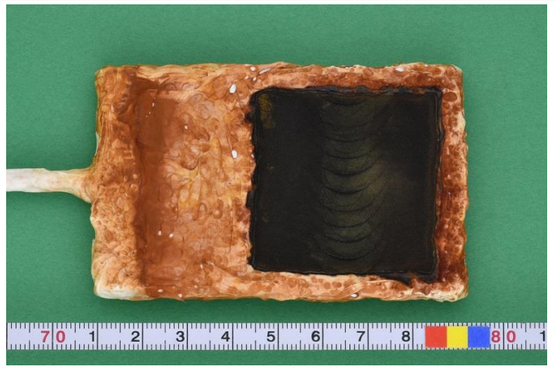
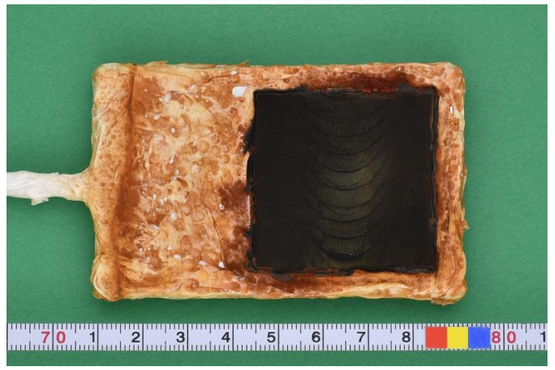
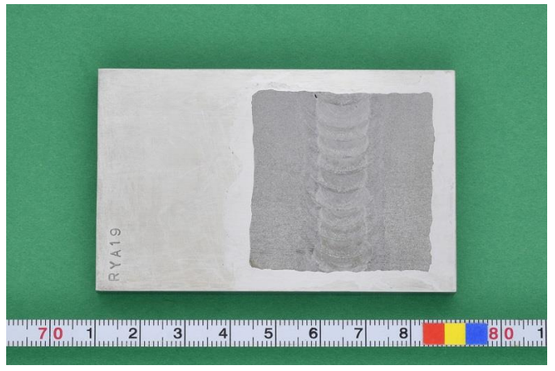
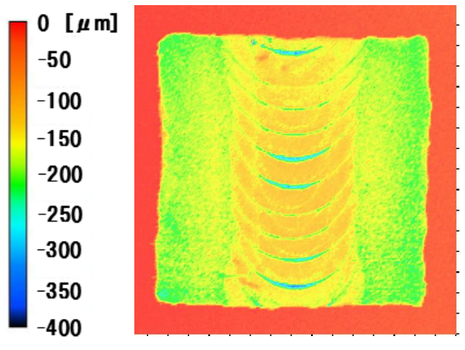
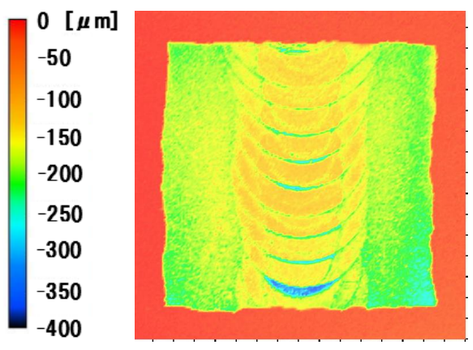
溶液番号	7
試験片 No.	RYA19, RYA20
母材	SF340A
溶加材	改良溶接材
有効面積	16cm^2 (40mm×40mm)
試験溶液	Cl^- 5.4×10^{-1} mol/ℓ、HCO_3^- 2×10^{-4} mol/ℓ
試験温度	80℃
保持電位	-630 mV vs. SCE

試験溶液 pH, 腐食電位計測結果

試験番号	Run7-1	Run7-2
pH	7.0(19℃)	
分極前腐食電位 (mV vs. SCE)	-693	-701
分極後腐食電位 (mV vs. SCE)	-686	-688



分極時の電流密度

試験番号	Run7-1	Run7-2
試験片 No.	RYA19	RYA20
分極試験直後		
酸洗後		
形状計測結果		

試験後の表面写真と形状計測結果

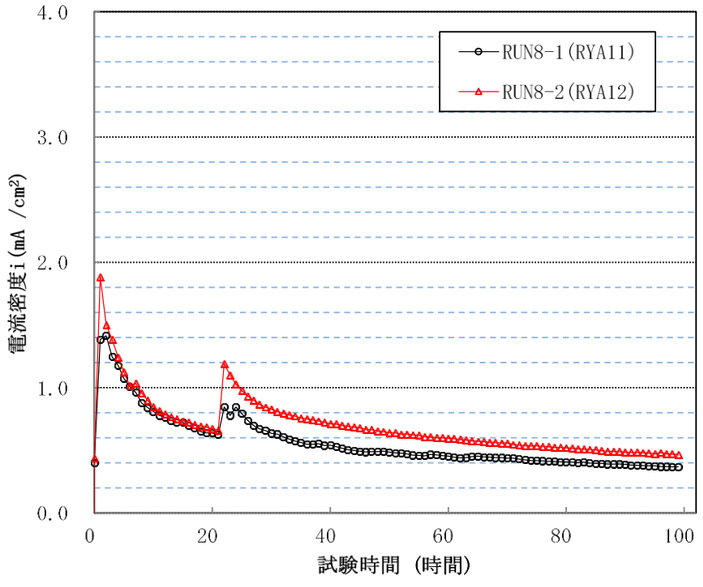
資料 7　溶液７における改良材の定電位分極試験の結果

試験条件

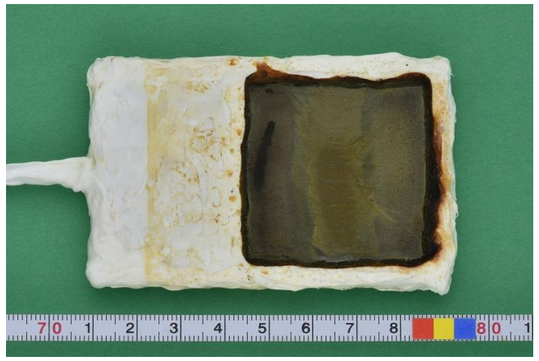
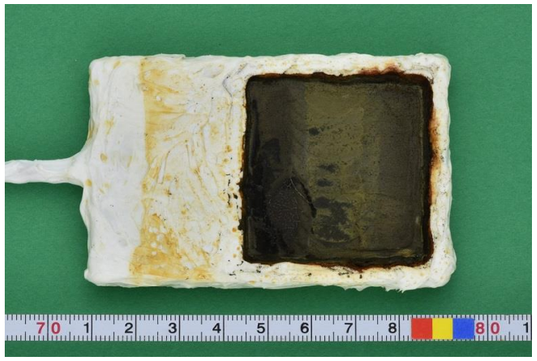
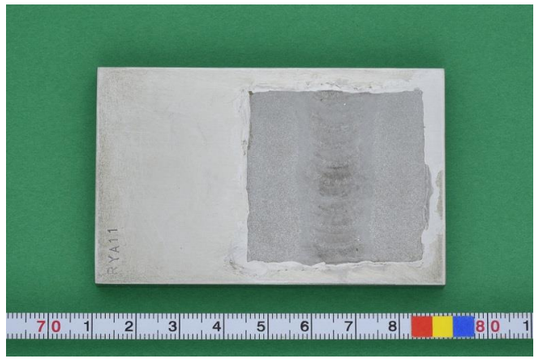
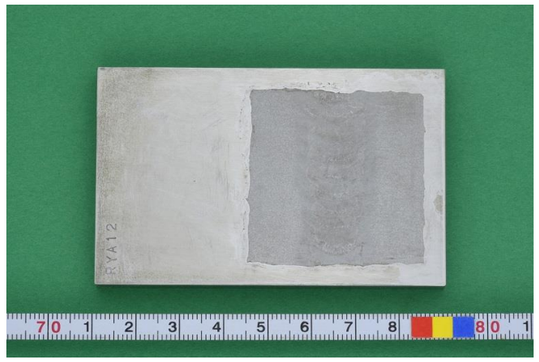
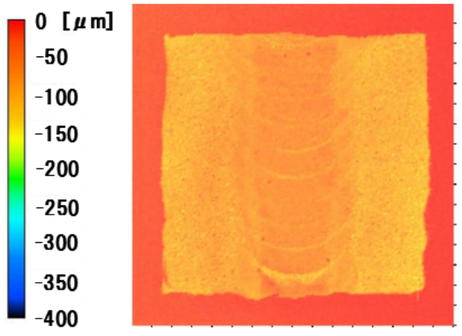
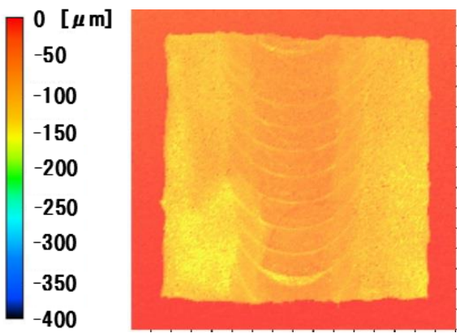
溶液番号	8
試験片 No.	RYA11, RYA12
母材	SF340A
溶加材	改良溶接材
有効面積	16cm^2 (40mm×40mm)
試験溶液	Cl^- 5.4×10^{-1} mol/ℓ、HCO_3^- 2.5×10^{-3} mol/ℓ
試験温度	80℃
保持電位	-630 mV vs. SCE

試験溶液 pH, 腐食電位計測結果

試験番号	Run8-1	Run8-2
pH	8.2(19℃)	
分極前腐食電位 (mV vs. SCE)	-683	-689
分極後腐食電位 (mV vs. SCE)	-675	-691



分極時の電流密度

試験番号.	Run8-1	Run8-2
試験片 No.	RYA11	RYA12
分極試験直後		
酸洗後		
形状計測結果		

試験後の表面写真と形状計測結果

資料 8　溶液８における改良材の定電位分極試験の結果

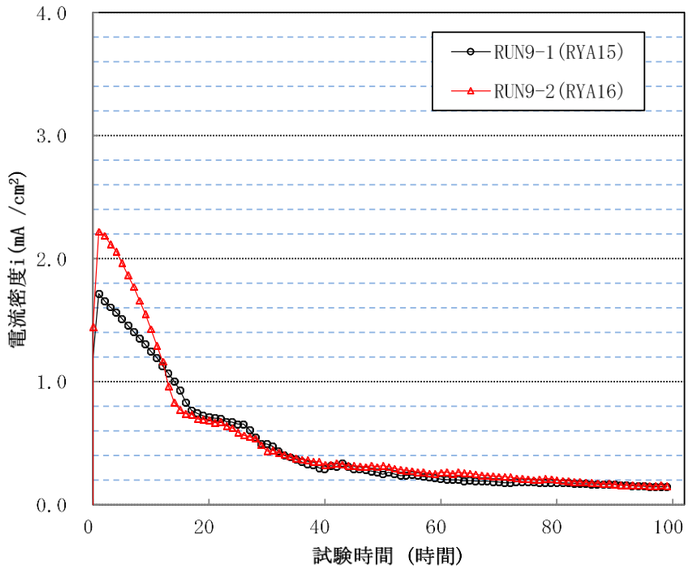
(※20 時間付近で，2 つのガラス容器間に温度差が生じ，ヒータとの距離を調整するためにガラス容器を動かしたことにより，電流が急増した。)

試験条件

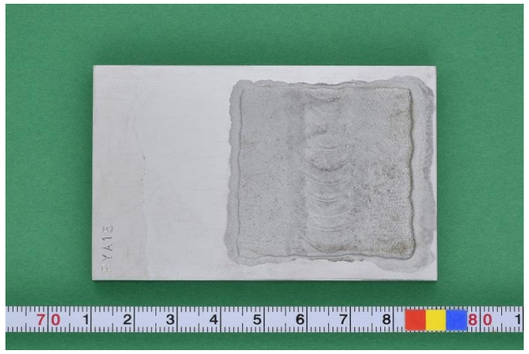
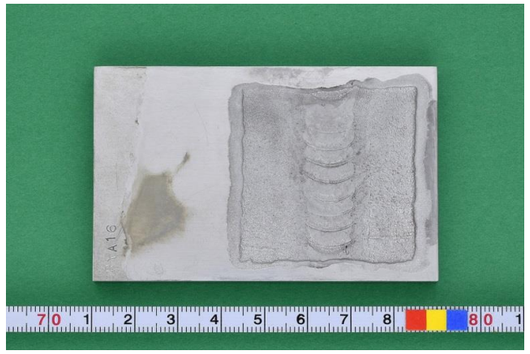
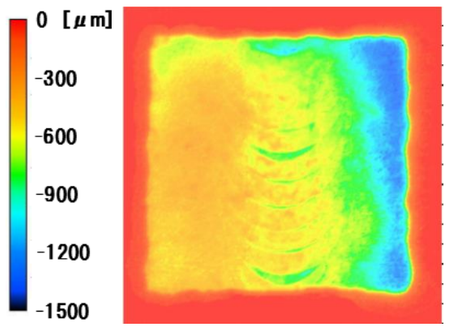
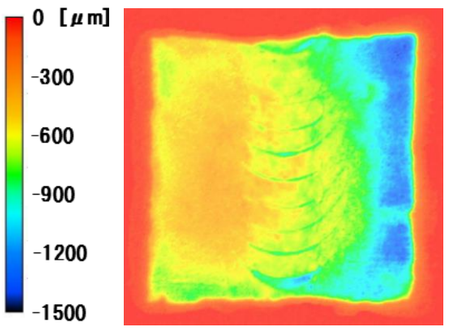
溶液番号	9
試験片 No.	RYA15, RYA16
母材	SF340A
溶加材	改良溶接材
有効面積	16cm^2 (40mm×40mm)
試験溶液	Cl^- 5.4×10^{-1} mol/ℓ、HCO_3^- 2.5×10^{-2} mol/ℓ
試験温度	80℃
保持電位	-485 mV vs. SCE

試験溶液 pH, 腐食電位計測結果

試験番号	Run9-1	Run9-2
pH	9.1(19℃)	
分極前腐食電位 (mV vs. SCE)	-638	-628
分極後腐食電位 (mV vs. SCE)	-593	-589



分極時の電流密度と電位の挙動

試験番号	Run9-1	Run9-2
試験片 No.	RYA15	RYA16
分極試験直後		
酸洗後		
形状計測結果		

試験後の表面写真と形状計測結果

資料 9　溶液９における改良材の定電位分極試験の結果

Appendix XII

従来溶接材定電位保持試験データ

本資料は平成 30 年度に実施した母材 SF340A を従来溶接材で溶接した溶接継ぎ手試験片の水質 9 条件分(表 1)の定電位試験データをまとめたものである。

表 1　試験マトリクス（平成 28 年に検討して設定した試験条件）

Run No.	母材	溶接材料	試験溶液条件				
			Cl^-		HCO_3^-（$NaHCO_3$）		$[Cl^-]/[HCO_3^-]$
			(ppm)	(mol/ℓ)	(ppm)	(mol/ℓ)	(-)
1	SF340A	従来溶接材	2×10^{1}	6×10^{-4}	$1\times10^{1}(1\times10^{1})$	2×10^{-4}	3
2			2×10^{1}	6×10^{-4}	$1.5\times10^{2}(2.1\times10^{2})$	2.5×10^{-3}	2×10^{-1}
3			2×10^{1}	6×10^{-4}	$1.5\times10^{3}(2.1\times10^{3})$	2.5×10^{-2}	2×10^{-2}
4			1.0×10^{3}	2.8×10^{-2}	$1\times10^{1}(1\times10^{1})$	2×10^{-4}	2×10^{2}
5			1.0×10^{3}	2.8×10^{-2}	$1.5\times10^{2}(2.1\times10^{2})$	2.5×10^{-3}	1.1×10^{1}
6			1.0×10^{3}	2.8×10^{-2}	$1.5\times10^{3}(2.1\times10^{3})$	2.5×10^{-2}	1.1
7			1.9×10^{4}	5.4×10^{-1}	$1\times10^{1}(1\times10^{1})$	2×10^{-4}	3×10^{3}
8			1.9×10^{4}	5.4×10^{-1}	$1.5\times10^{2}(2.1\times10^{2})$	2.5×10^{-3}	2.2×10^{2}
9			1.9×10^{4}	5.4×10^{-1}	$1.5\times10^{3}(2.1\times10^{3})$	2.5×10^{-2}	2.2×10^{1}

※1 Na 塩で調整、※2 $NaHCO_3$ としての仕込み濃度

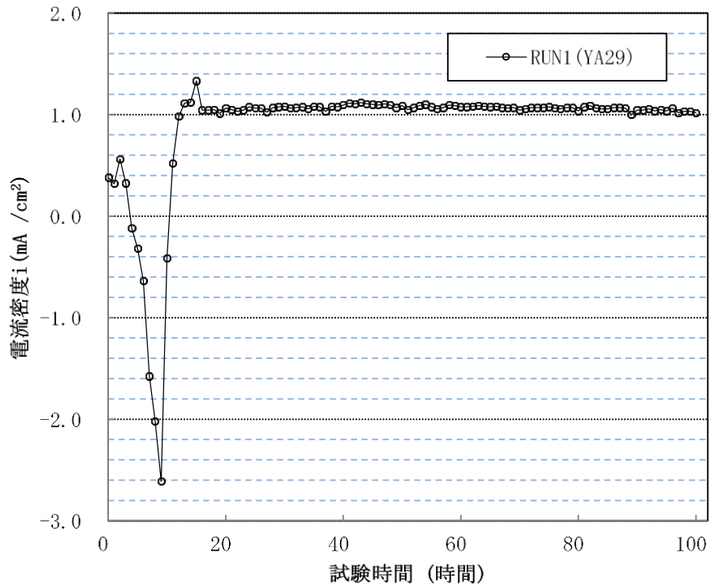
資料 1　溶液１における従来材の定電位分極試験の結果 2
資料 2　溶液２における従来材の定電位分極試験の結果 3
資料 3　溶液３における従来材の定電位分極試験の結果 4
資料 4　溶液４における従来材の定電位分極試験の結果 5
資料 5　溶液５における従来材の定電位分極試験の結果 6
資料 6　溶液６における従来材の定電位分極試験の結果 7
資料 7　溶液７における従来材の定電位分極試験の結果 8
資料 8　溶液８における従来材の定電位分極試験の結果 9
資料 9　溶液９における従来材の定電位分極試験の結果 10

試験条件

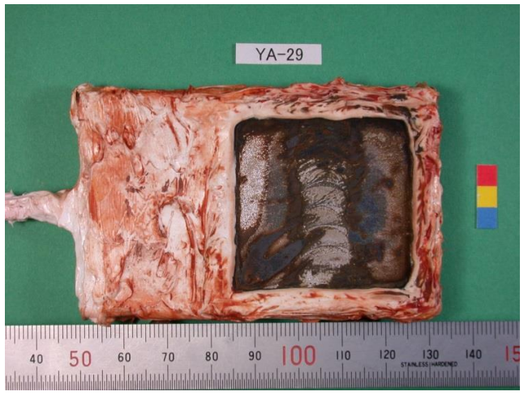
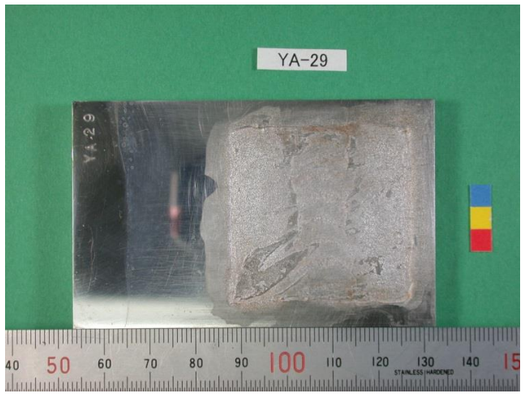
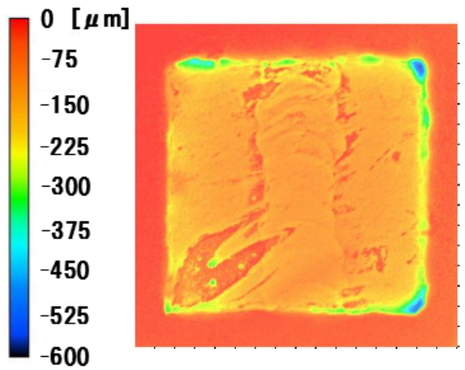
溶液番号	1
試験片 No.	YA29
母材	SF340A
溶加材	市販溶接材(YM-24S)
有効面積	16cm^2 (40mm×40mm)
試験溶液	Cl^- 6×10^{-4} mol/ℓ、HCO_3^- 2×10^{-4} mol/ℓ
試験温度	80℃
保持電位	-150 mV vs. SCE

試験溶液 pH, 腐食電位計測結果

試験番号	Run1
pH	7.8
分極前腐食電位 (mV vs. SCE)	-521
分極後腐食電位 (mV vs. SCE)	-680



分極時の電流密度

試験番号	Run1
試験片 No.	YA29
分極試験直後	
酸洗後	
形状計測結果	

試験後の表面写真と形状計測結果

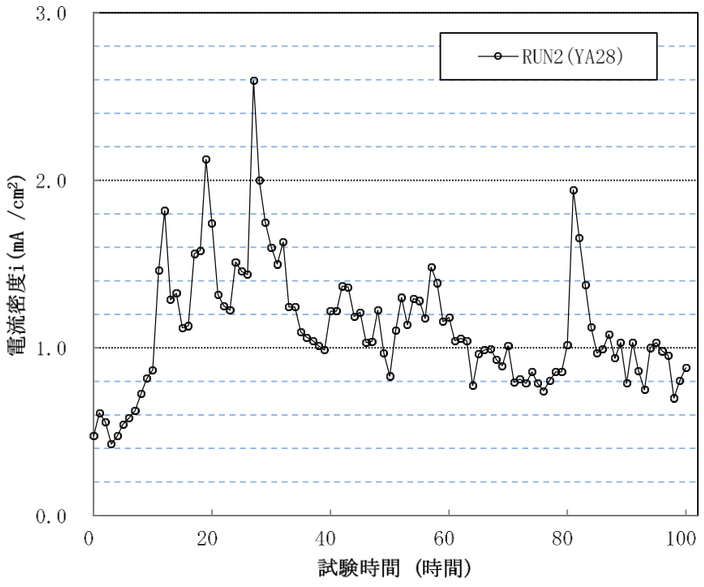
資料 1　溶液 1 における従来材の定電位分極試験の結果

試験条件

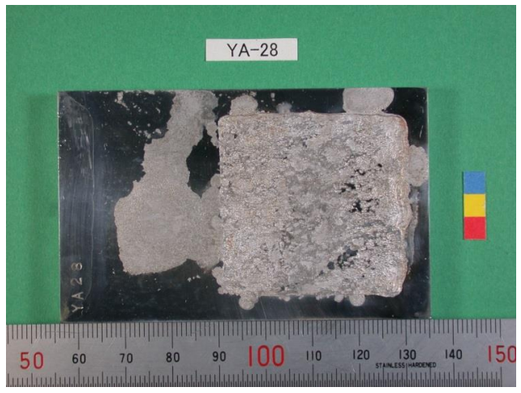
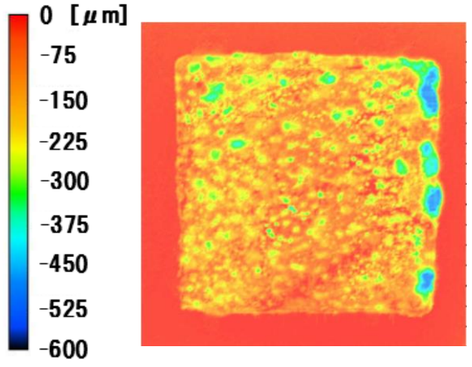
溶液番号	2
試験片 No.	YA28
母材	SF340A
溶加材	市販溶接材(YM-24S)
有効面積	16cm^2 (40mm×40mm)
試験溶液	Cl^- 6×10^{-4} mol/ℓ、HCO_3^- 2.5×10^{-3} mol/ℓ
試験温度	80℃
保持電位	-150 mV vs. SCE

試験溶液 pH, 腐食電位計測結果

試験番号	Run2
pH	8.4
分極前腐食電位 (mV vs. SCE)	-552
分極後腐食電位 (mV vs. SCE)	-545



分極時の電流密度

試験番号	Run2
試験片 No.	YA28
分極試験直後	
酸洗後	
形状計測結果	

試験後の表面写真と形状計測結果

資料 2　溶液２における従来材の定電位分極試験の結果

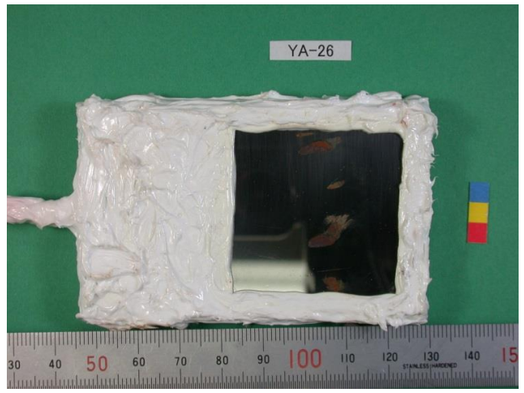
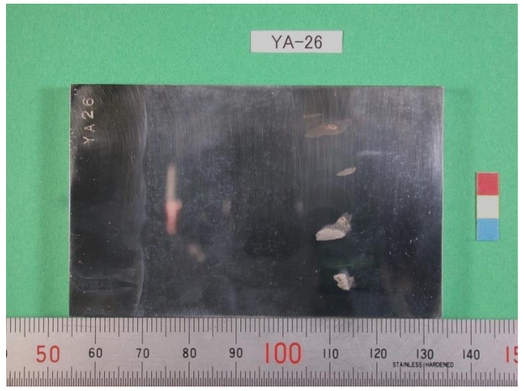
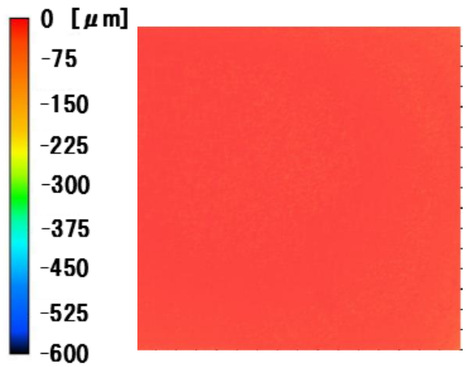
試験条件

溶液番号	3
試験片 No.	YA26
母材	SF340A
溶加材	市販溶接材(YM-24S)
有効面積	16cm^2 (40mm×40mm)
試験溶液	Cl^- 6×10^{-4} mol/ℓ、HCO_3^- 2.5×10^{-2} mol/ℓ
試験温度	80℃
保持電位	-150 mV vs. SCE

試験溶液 pH, 腐食電位計測結果

試験番号.	Run3
pH	9.3
分極前腐食電位 (mV vs. SCE)	-316
分極後腐食電位 (mV vs. SCE)	-128

分極時の電流密度

試験番号	Run3
試験片 No.	YA26
分極試験直後	
酸洗後	
形状計測結果	

試験後の表面写真と形状計測結果

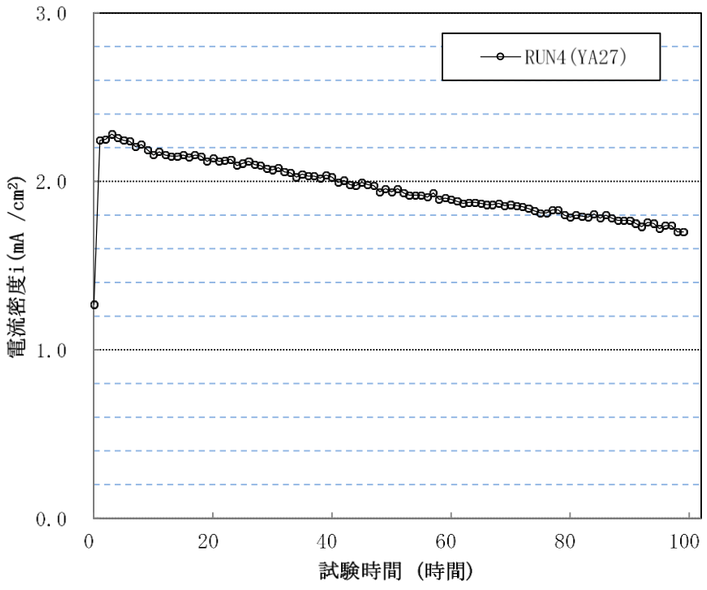
資料 3　溶液３における従来材の定電位分極試験の結果

試験条件

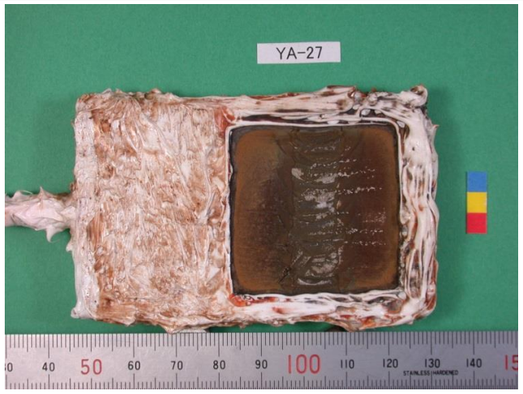
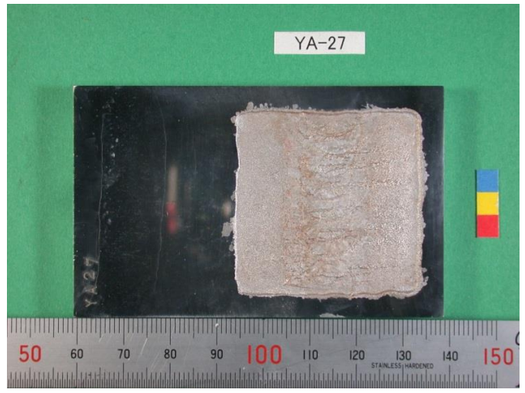
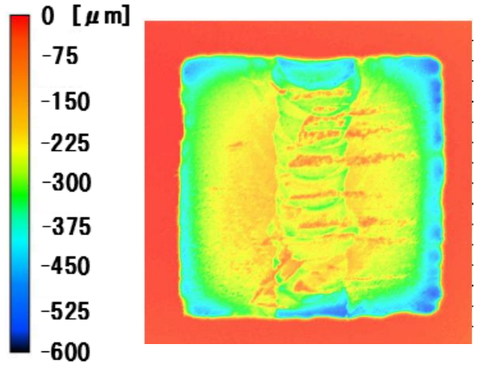
溶液条件	4
試験片 No.	YA27
母材	SF340A
溶加材	市販溶接材(YM-24S)
有効面積	16cm^2 (40mm×40mm)
試験溶液	Cl^- 2.8×10^{-2} mol/ℓ、HCO_3^- 2×10^{-4} mol/ℓ
試験温度	80℃
保持電位	-560 mV vs. SCE

試験溶液 pH, 腐食電位計測結果

Run No.	Run4
pH	7.2
分極前腐食電位 (mV vs. SCE)	-698
分極後腐食電位 (mV vs. SCE)	-682



分極時の電流密度

試験番号	Run4
試験片 No.	YA27
分極試験直後	
酸洗後	
形状計測結果	

試験後の表面写真と形状計測結果

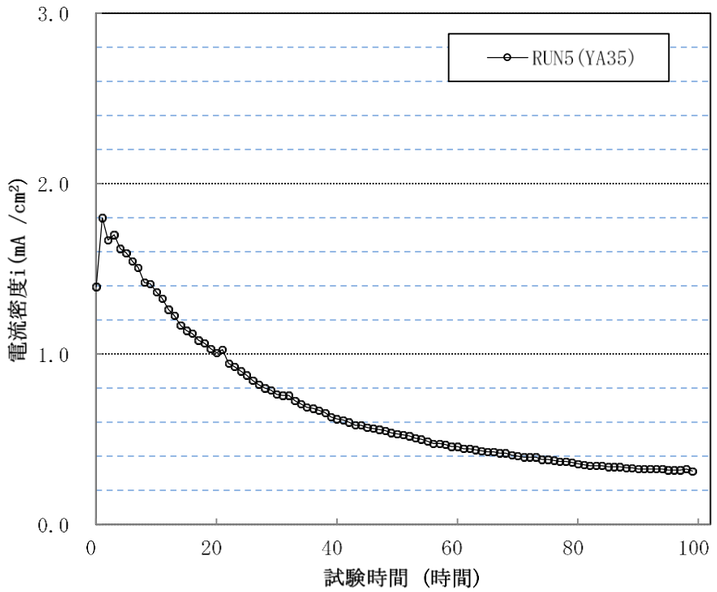
資料 4　溶液４における従来材の定電位分極試験の結果

試験条件

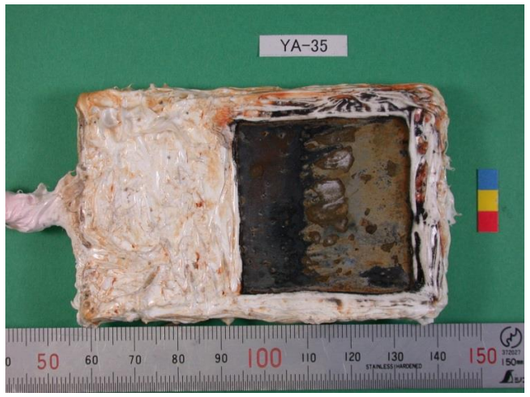
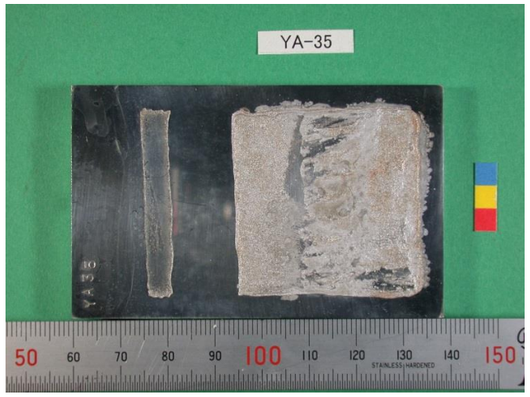
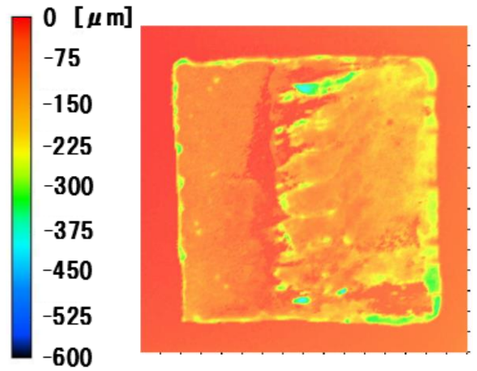
溶液番号	5
試験片 No.	YA35
母材	SF340A
溶加材	市販溶接材(YM-24S)
有効面積	16cm^2 (40mm×40mm)
試験溶液	Cl^- 2.8×10^{-2} mol/ℓ、HCO_3^- 2.5×10^{-3} mol/ℓ
試験温度	80℃
保持電位	-560 mV vs. SCE

試験溶液 pH, 腐食電位計測結果

試験番号	Run5
pH	8.4
分極前腐食電位 (mV vs. SCE)	-720
分極後腐食電位 (mV vs. SCE)	-637



分極時の電流密度

試験番号	Run5
試験片 No.	YA35
分極試験直後	
酸洗後	
形状計測結果	

試験後の表面写真と形状計測結果

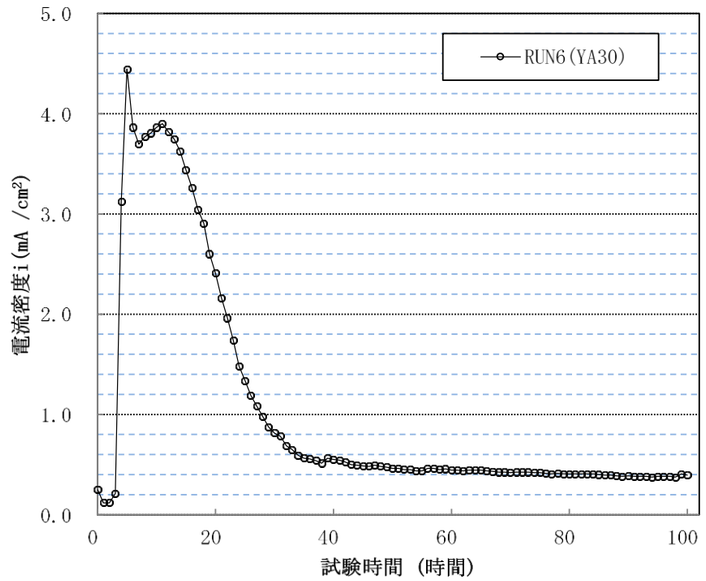
資料 5　溶液５における従来材の定電位分極試験の結果

試験条件

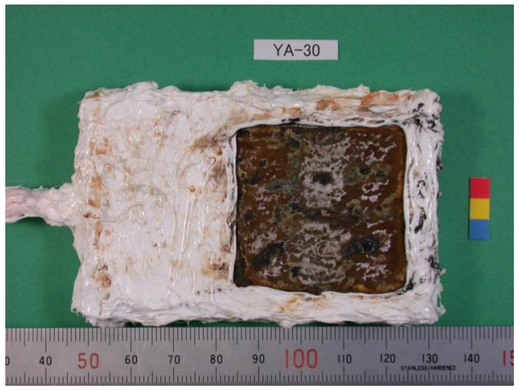
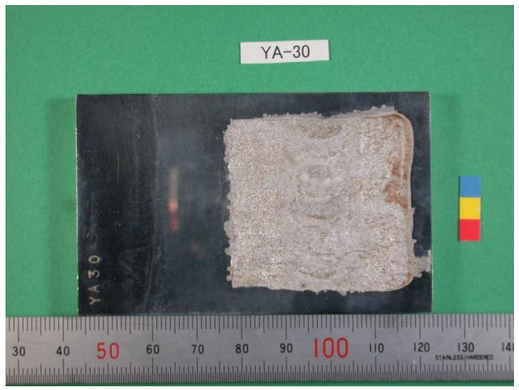
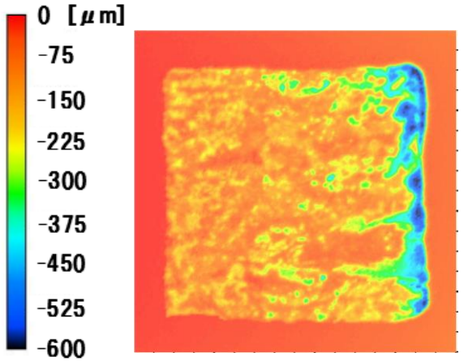
溶液番号	6
試験片 No.	YA30
母材	SF340A
溶加材	市販溶接材(YM-24S)
有効面積	16cm^2 (40mm×40mm)
試験溶液	Cl^- 2.8×10^{-2} mol/ℓ、HCO_3^- 2.5×10^{-2} mol/ℓ
試験温度	80℃
保持電位	-400 mV vs. SCE

試験溶液 pH, 腐食電位計測結果

試験番号	Run6
pH	9.4
分極前腐食電位 (mV vs. SCE)	-536
分極後腐食電位 (mV vs. SCE)	-609



分極時の電流密度

試験番号	Run6
試験片 No.	YA30
分極試験直後	
酸洗後	
形状計測結果	

試験後の表面写真と形状計測結果

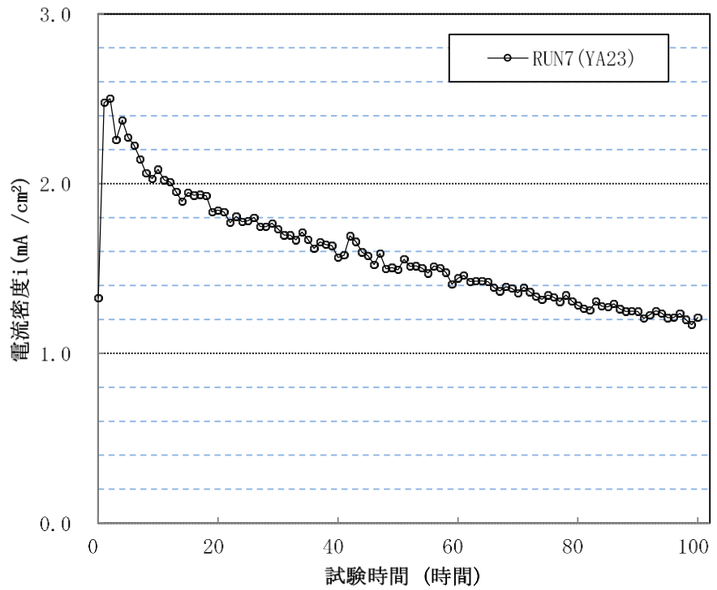
資料 6　溶液６における従来材の定電位分極試験の結果

試験条件

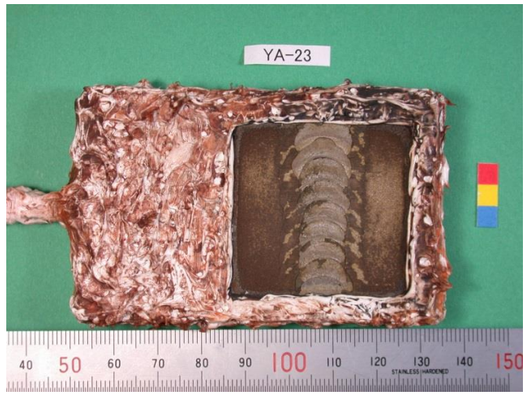
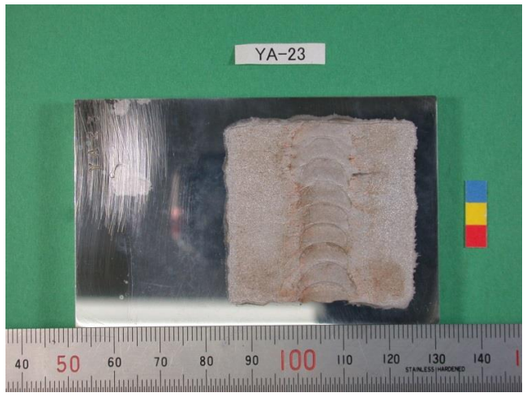
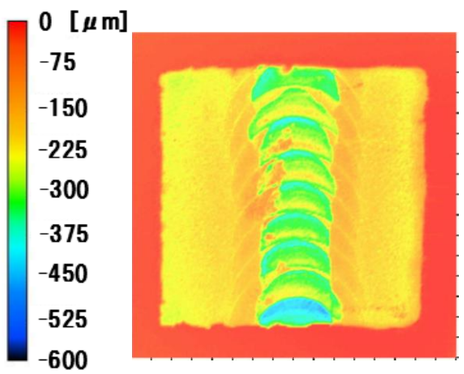
溶液番号	7
試験片 No.	YA23
母材	SF340A
溶加材	市販溶接材(YM-24S)
有効面積	16cm^2 (40mm×40mm)
試験溶液	Cl^- 5.4×10^{-1} mol/ℓ、HCO_3^- 2×10^{-4} mol/ℓ
試験温度	80℃
保持電位	-630 mV vs. SCE

試験溶液 pH, 腐食電位計測結果

試験番号	Run7
pH	6.7
分極前腐食電位 (mV vs. SCE)	-728
分極後腐食電位 (mV vs. SCE)	-707



分極時の電流密度

試験番号	Run7
試験片 No.	YA23
分極試験直後	
酸洗後	
形状計測結果	

試験後の表面写真と形状計測結果

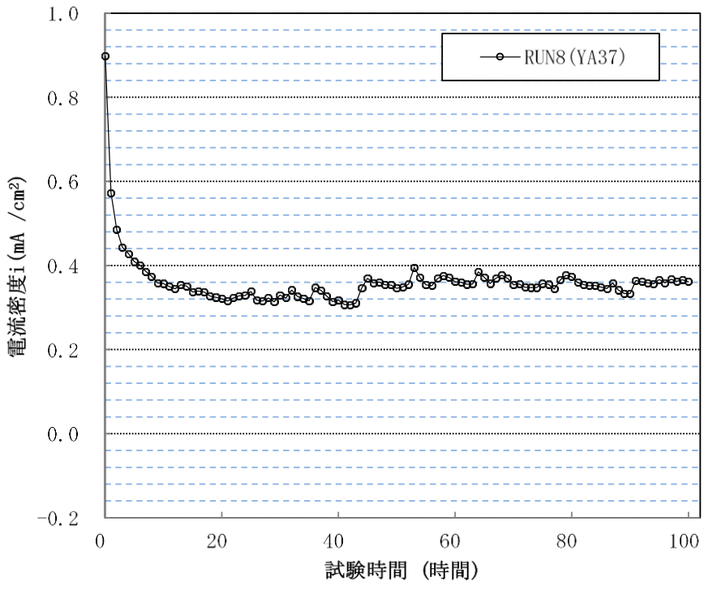
資料 7　溶液7における従来材の定電位分極試験の結果

試験条件

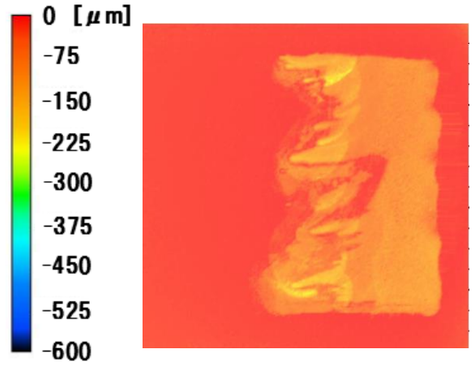
溶液番号	8
試験片 No.	YA37
母材	SF340A
溶加材	市販溶接材(YM-24S)
有効面積	16cm^2 (40mm×40mm)
試験溶液	Cl^- 5.4×10^{-1} mol/ℓ、HCO_3^- 2.5×10^{-3} mol/ℓ
試験温度	80℃
保持電位	-630 mV vs. SCE

試験溶液 pH, 腐食電位計測結果

試験番号	Run8
pH	8.2
分極前腐食電位 (mV vs. SCE)	-727
分極後腐食電位 (mV vs. SCE)	-697



分極時の電流密度

試験番号	Run8
試験片 No.	YA37
分極試験直後	
酸洗後	
形状計測結果	

試験後の表面写真と形状計測結果

資料 8　溶液８における従来材の定電位分極試験の結果

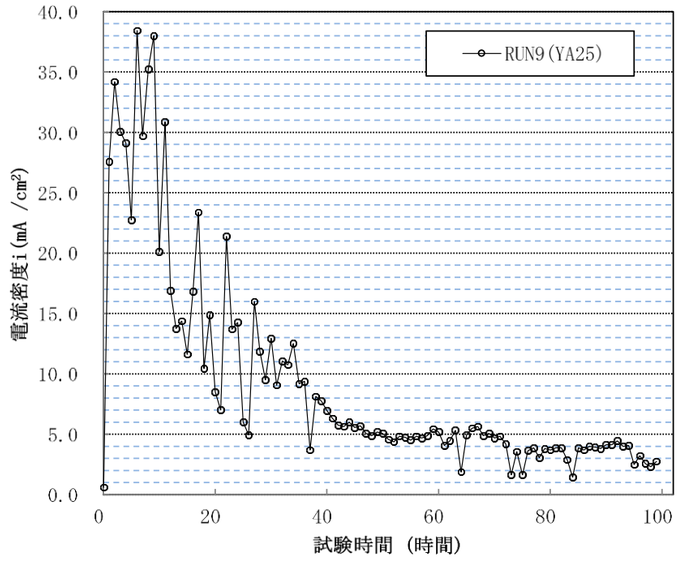
参考 2-2

試験条件

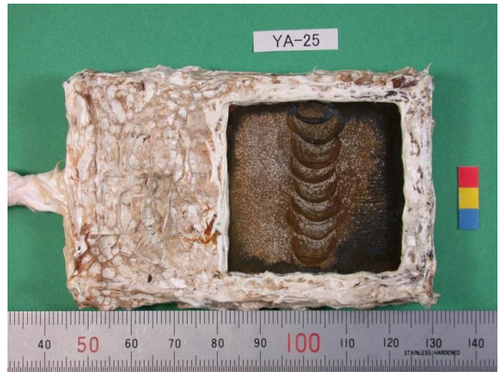
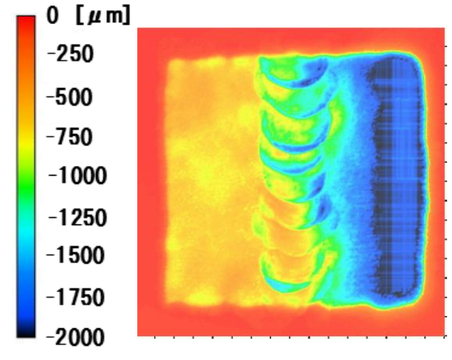
溶液番号	9
試験片 No.	YA25
母材	SF340A
溶加材	市販溶接材(YM-24S)
有効面積	16cm^2 (40mm×40mm)
試験溶液	Cl^- 5.4×10^{-1} mol/ℓ、HCO_3^- 2.5×10^{-2} mol/ℓ
試験温度	80℃
保持電位	-485 mV vs. SCE

試験溶液 pH, 腐食電位計測結果

試験番号	Run9
pH	9.1
分極前腐食電位 (mV vs. SCE)	-616
分極後腐食電位 (mV vs. SCE)	-583



分極時の電流密度と電位の挙動

試験番号	Run9
試験片 No.	YA25
分極試験直後	
酸洗後	
形状計測結果	

試験後の表面写真と形状計測結果

資料 9　溶液９における従来材の定電位分極試験の結果

Appendix XIII

溶接材深さプロファイル算出結果

1.はじめに

本資料は平成 30 年度に実施した母材 SF340A を従来溶接材で溶接した溶接継ぎ手試験片の水質 9 条件分(表 1-1)の定電位試験データをまとめたものである。

表 1-1　試験マトリクス（平成 28 年に検討して設定した試験条件）

Run No.	母材	溶接材料	試験溶液条件				
			Cl^-		HCO_3^-（$NaHCO_3$）		$[Cl^-]/[HCO_3^-]$
			(ppm)	(mol/ℓ)	(ppm)	(mol/ℓ)	(-)
1	SF340A	従来溶接材	2×10^1	6×10^{-4}	$1\times10^1(1\times10^1)$	2×10^{-4}	3
2			2×10^1	6×10^{-4}	$1.5\times10^2(2.1\times10^2)$	2.5×10^{-3}	2×10^{-1}
3			2×10^1	6×10^{-4}	$1.5\times10^3(2.1\times10^3)$	2.5×10^{-2}	2×10^{-2}
4			1.0×10^3	2.8×10^{-2}	$1\times10^1(1\times10^1)$	2×10^{-4}	2×10^2
5			1.0×10^3	2.8×10^{-2}	$1.5\times10^2(2.1\times10^2)$	2.5×10^{-3}	1.1×10^1
6			1.0×10^3	2.8×10^{-2}	$1.5\times10^3(2.1\times10^3)$	2.5×10^{-2}	1.1
7			1.9×10^4	5.4×10^{-1}	$1\times10^1(1\times10^1)$	2×10^{-4}	3×10^3
8			1.9×10^4	5.4×10^{-1}	$1.5\times10^2(2.1\times10^2)$	2.5×10^{-3}	2.2×10^2
9			1.9×10^4	5.4×10^{-1}	$1.5\times10^3(2.1\times10^3)$	2.5×10^{-2}	2.2×10^1

※1 Na 塩で調整、※2 $NaHCO_3$ としての仕込み濃度

2.改良材の腐食後の深さプロファイル算出結果

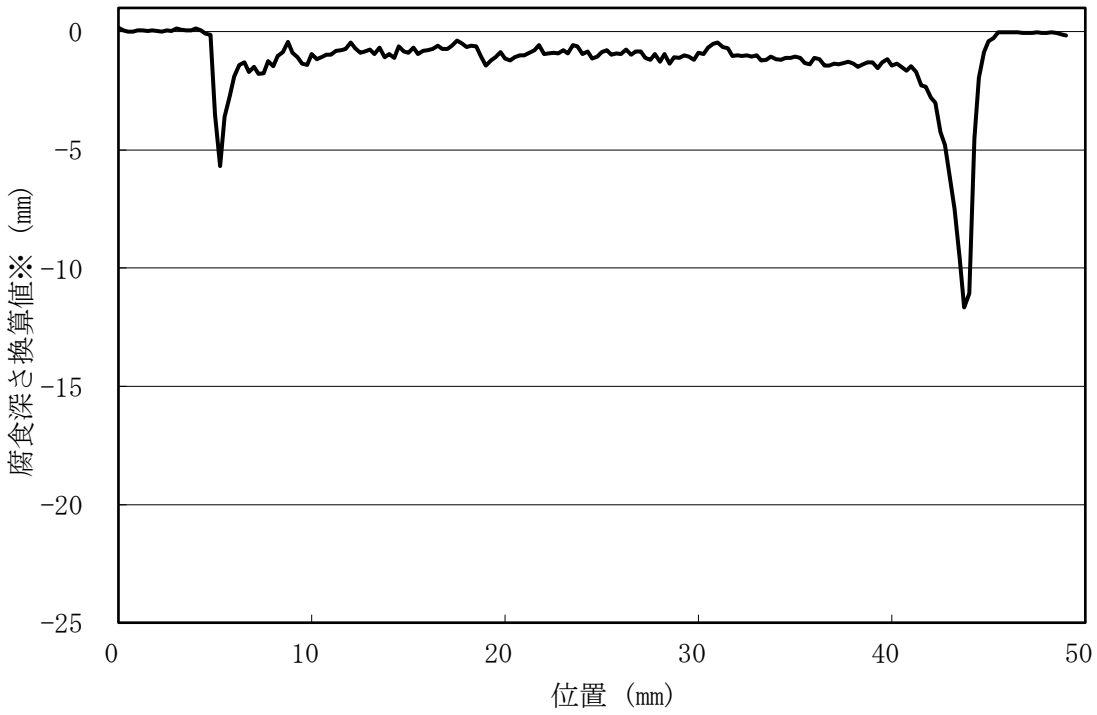
形状計測結果から求めた、板厚方向に腐食が進行した場合の深さプロファイルを示す。

図 1-1　板厚方向の腐食深さ(1 年相当換算値)(溶液１)....2
図 1-2　板厚方向の腐食深さ(1 年相当換算値)(溶液２)....3
図 1-3　板厚方向の腐食深さ(1 年相当換算値)(溶液３)....4
図 1-4　板厚方向の腐食深さ(1 年相当換算値)(溶液４)....5
図 1-5　板厚方向の腐食深さ(1 年相当換算値)(溶液５)....6
図 1-6　板厚方向の腐食深さ(1 年相当換算値)(溶液６)....8
図 1-7　板厚方向の腐食深さ(1 年相当換算値)(溶液７)....9
図 1-8　板厚方向の腐食深さ(1 年相当換算値)(溶液８).... 10
図 1-9　板厚方向の腐食深さ(1 年相当換算値)(溶液９).... 12

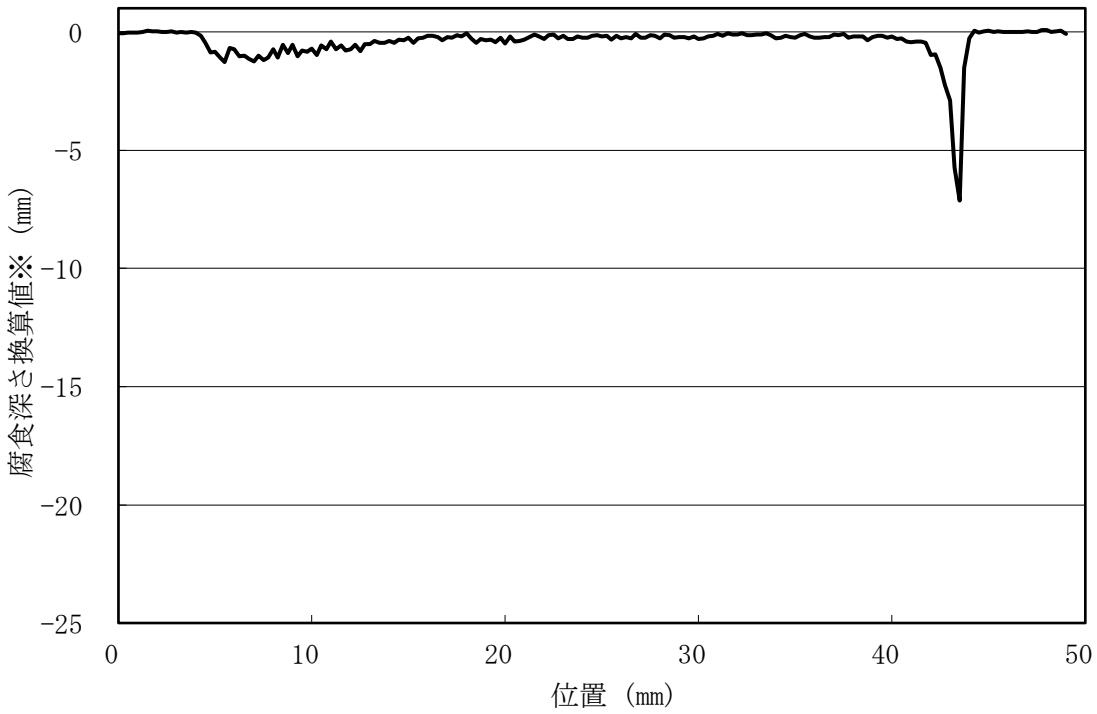
表 2-1　深さプロファイル算出結果から得た腐食深さと、Grooving Factor α算出結果

試験番号	試験片 No.	平均腐食深さ※ (mm)	溶接部の最大腐食深さ※(mm)	α
1-1	RYA09	-2.0	-1.4	0.7
1-2	RYA10	-0.8	-0.5	0.7
2-1	RYA05	-3.3	-2.1	0.6
2-2	RYA06	-3.7	-2.6	0.7
3-1	RYA07	—	—	—
3-2	RYA08	—	—	—
4-1	RYA17	-9.3	-7.3	0.8
4-2	RYA18	-10.5	-8.9	0.9
5-1	RYA21	-5.5	-5.9	1.1
5-2	RYA22	-7.1	-7.8	1.1
6-1	RYA13	-10.5	-7.5	0.7
6-2	RYA14	-13.7	-13.3	1.0
7-1	RYA19	-15.0	-13.8	0.9
7-2	RYA20	-15.4	-13.6	0.9
8-1	RYA11	-7.1	-7.0	1.0
8-2	RYA12	-9.3	-8.5	0.9
9-1	RYA15	-60.1	-59.8	1.0
9-2	RYA16	-64.2	-63.8	1.0

※定電位試験を 1 年間継続した際に、線形に腐食が進行し続けた時の換算値



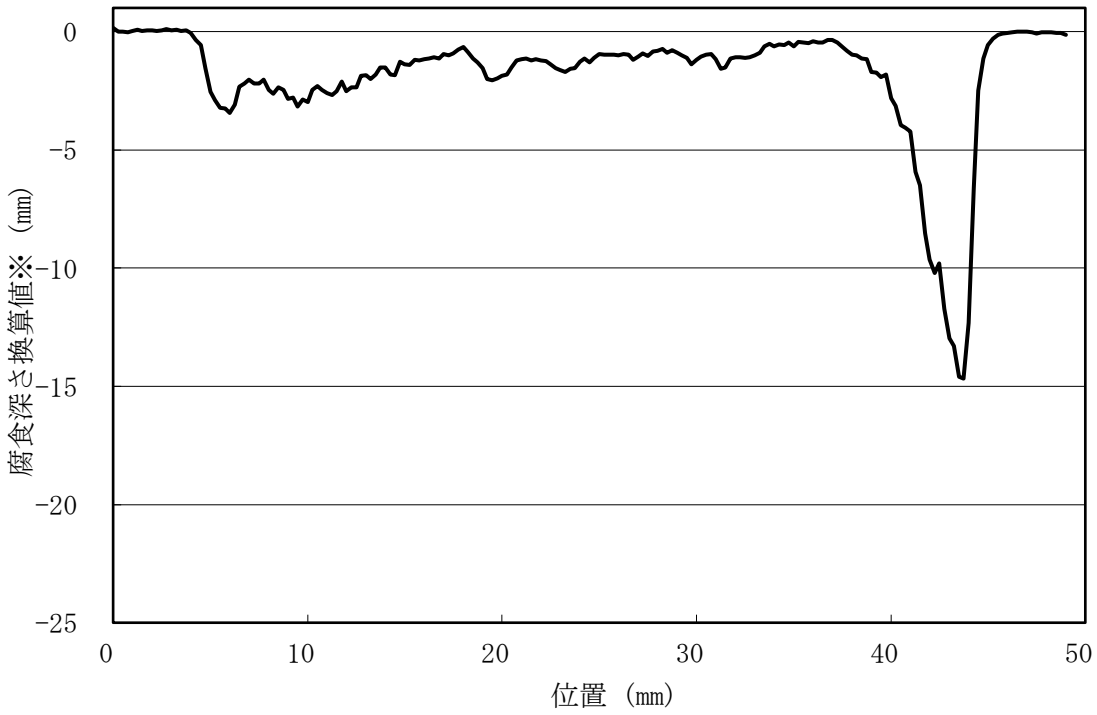
(a) Run1-1 (供試体番号 RYA09)



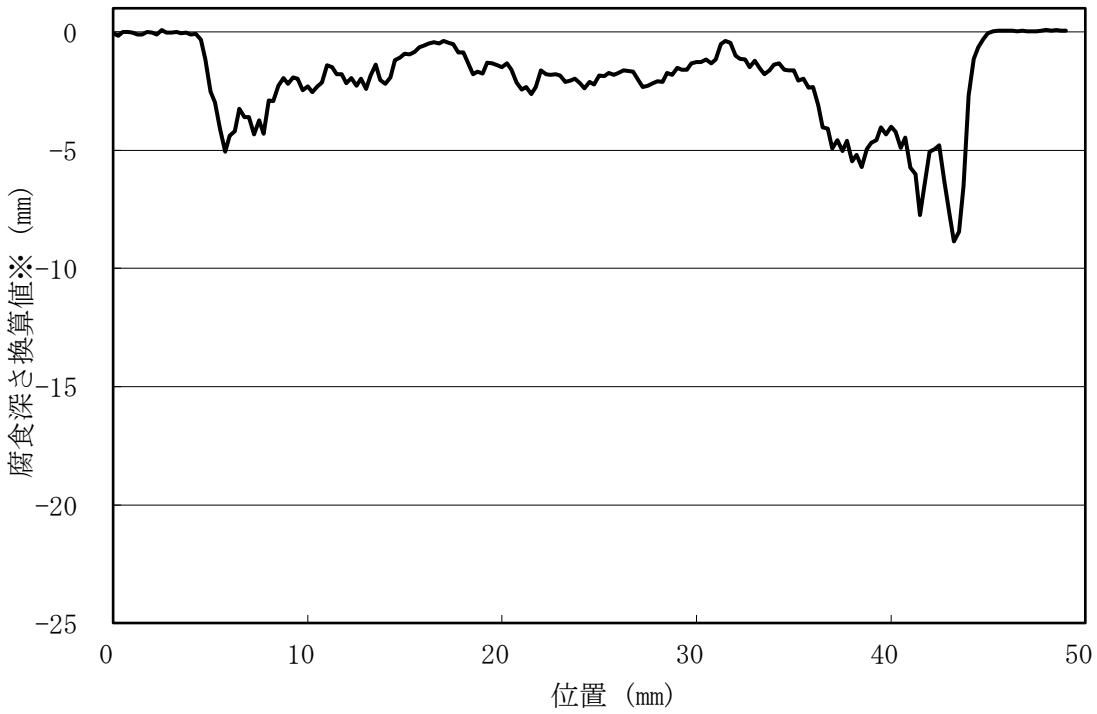
(b) Run1-2 (供試体番号 RYA10)

図 2-1　板厚方向の腐食深さ(1 年相当換算値)(溶液１)

※定電位試験を１年間継続した際に、線形に腐食が進行し続けた時の換算値



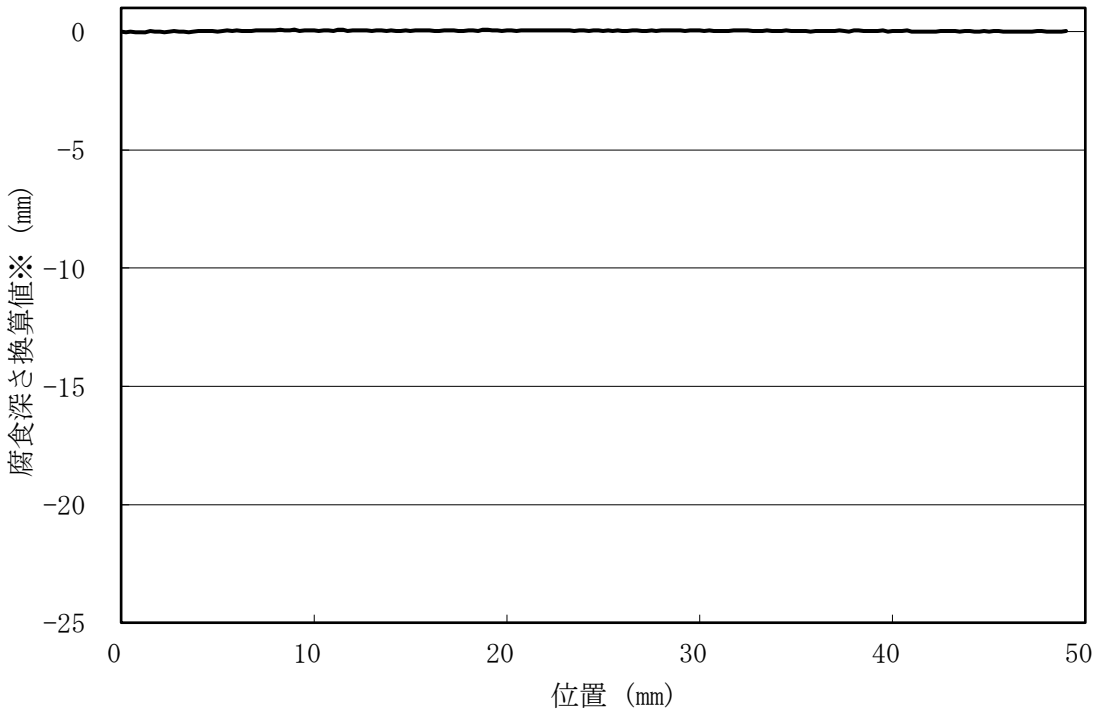
(a) Run2-1 (供試体番号 RYA05)



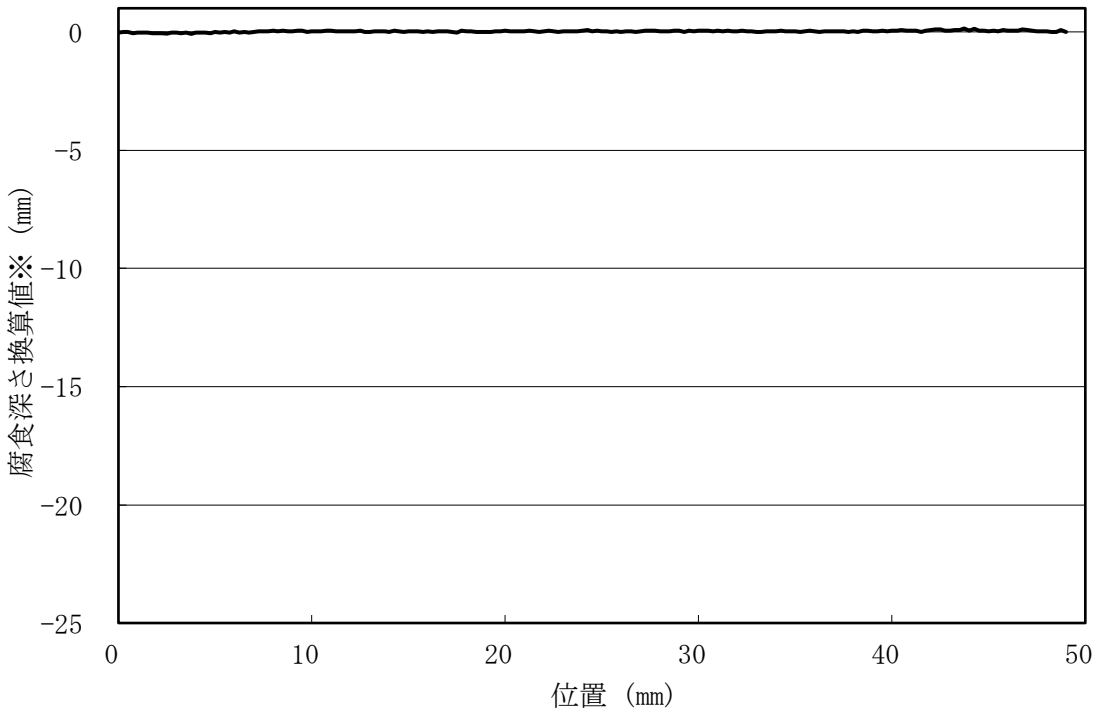
(b) Run2-2 (供試体番号 RYA06)

図 2-2　板厚方向の腐食深さ(1 年相当換算値)(溶液２)

※定電位試験を１年間継続した際に、線形に腐食が進行し続けた時の換算値



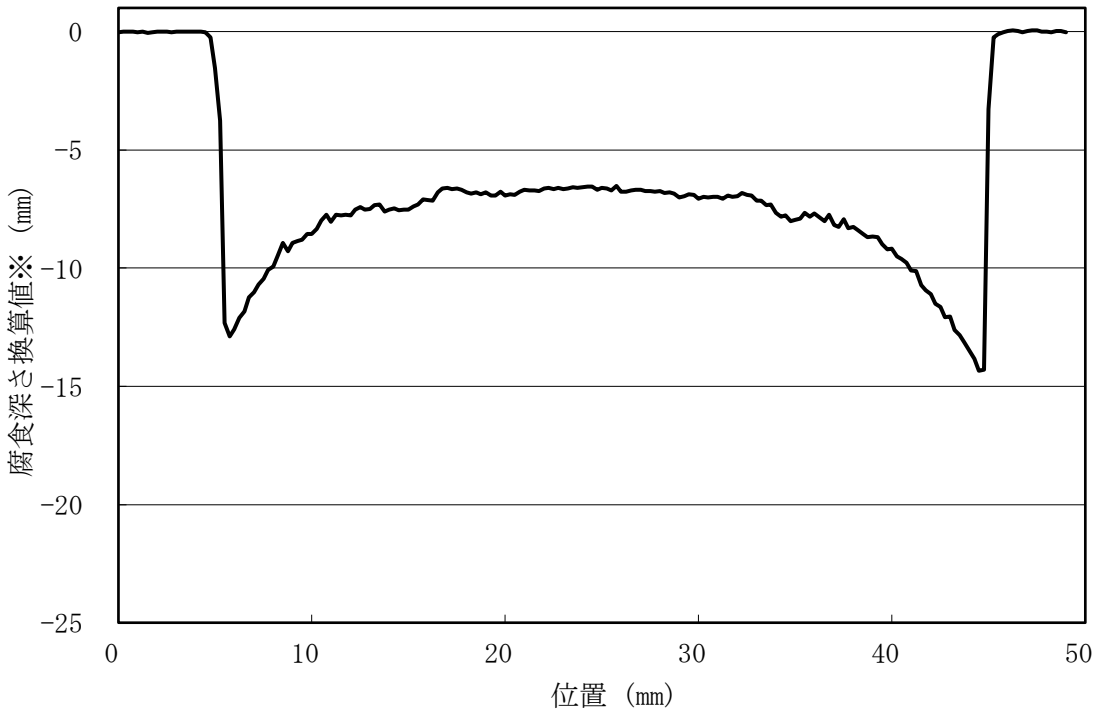
(a) Run3-1 (供試体番号 RYA07)



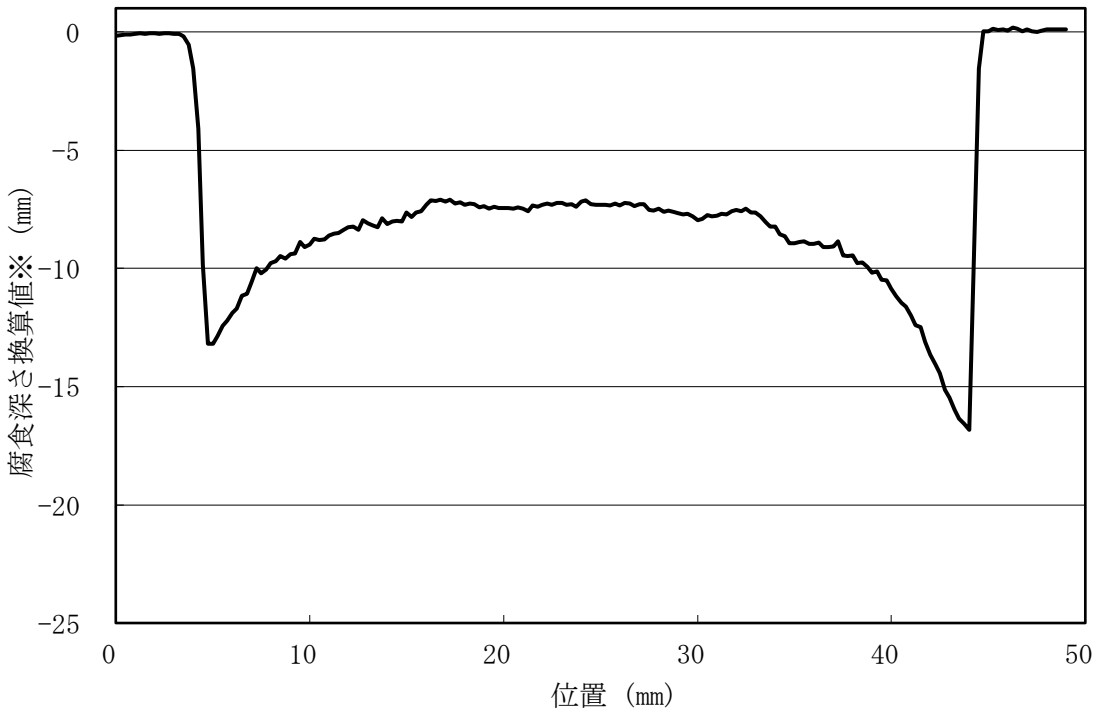
(b) Run3-2 (供試体番号 RYA08)

図 2-3　板厚方向の腐食深さ(1 年相当換算値)(溶液３)

※定電位試験を１年間継続した際に、線形に腐食が進行し続けた時の換算値



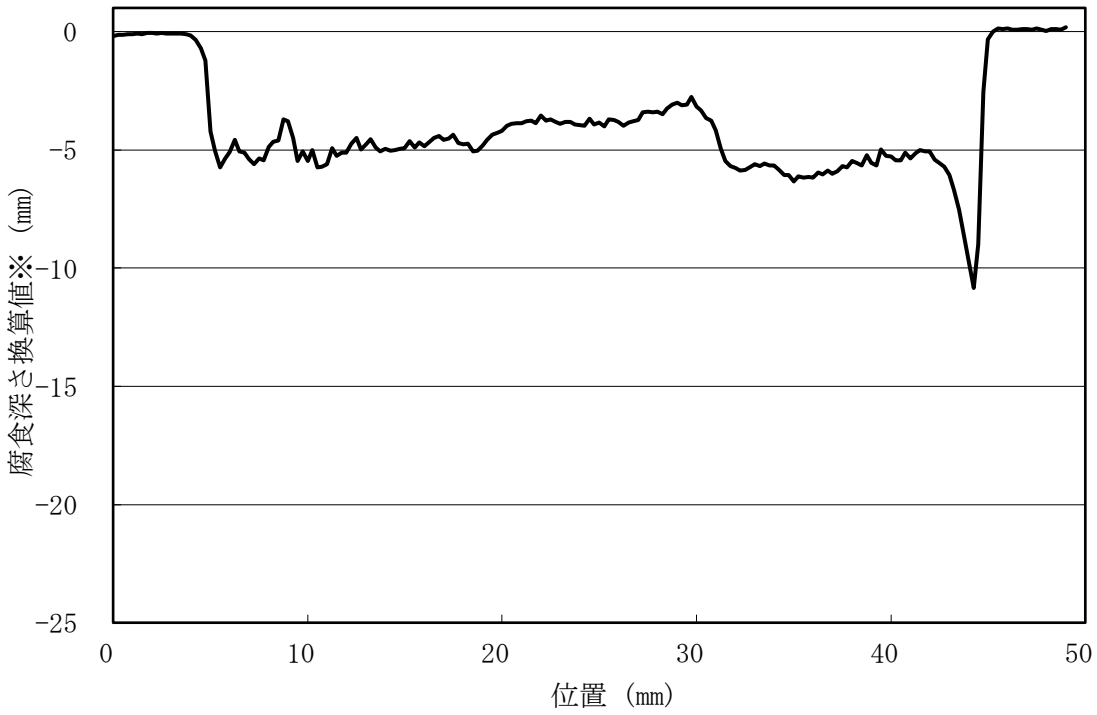
(a) Run4-1 (供試体番号 RYA17)



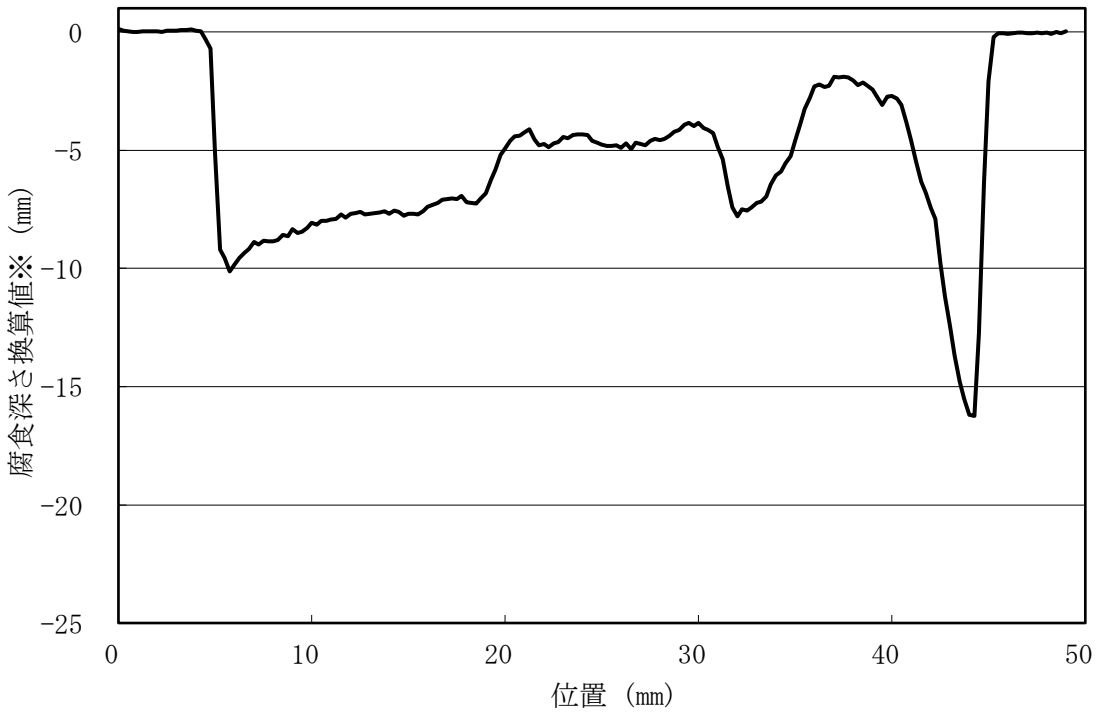
(b) Run4-2 (供試体番号 RYA18)

図 2-4　板厚方向の腐食深さ(1 年相当換算値)(溶液４)

※定電位試験を１年間継続した際に、線形に腐食が進行し続けた時の換算値



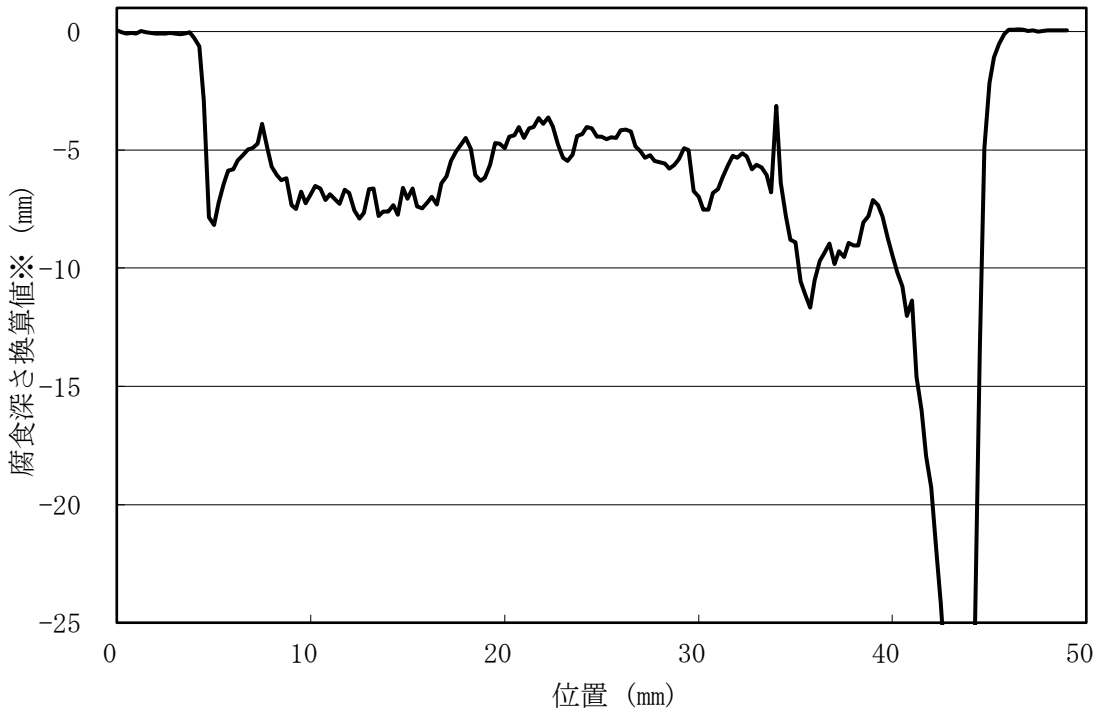
(a) Run5-1 (供試体番号 RYA21)



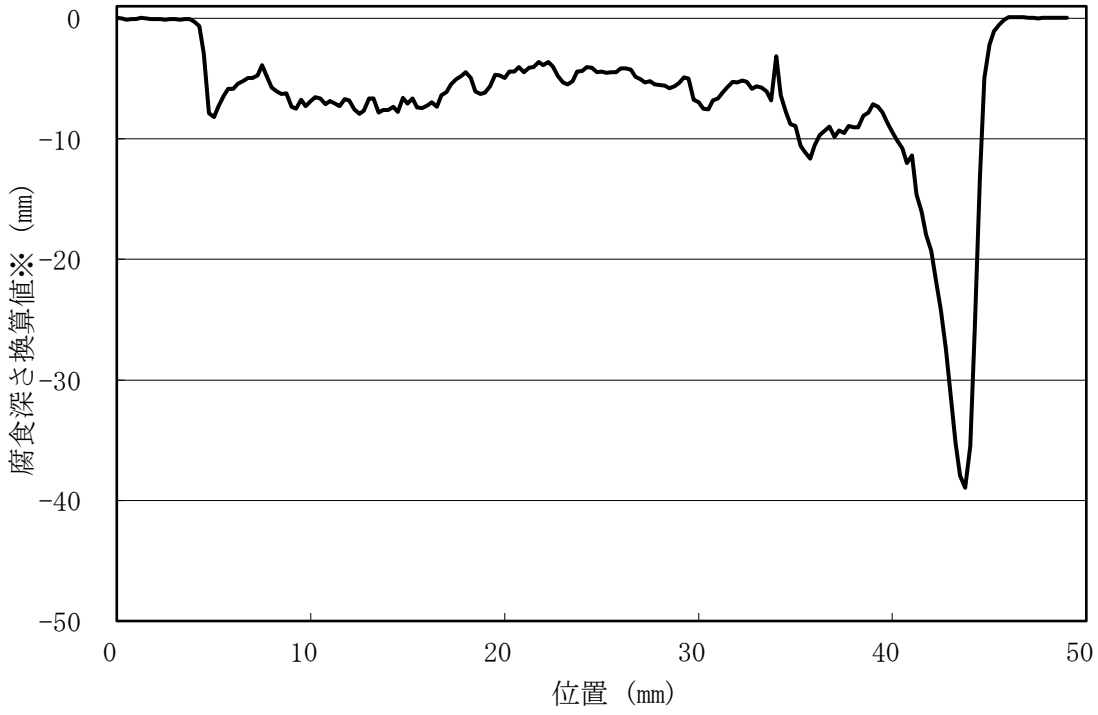
(b) Run5-2 (供試体番号 RYA22)

図 2-5　板厚方向の腐食深さ(1 年相当換算値)(溶液５)

※定電位試験を１年間継続した際に、線形に腐食が進行し続けた時の換算値

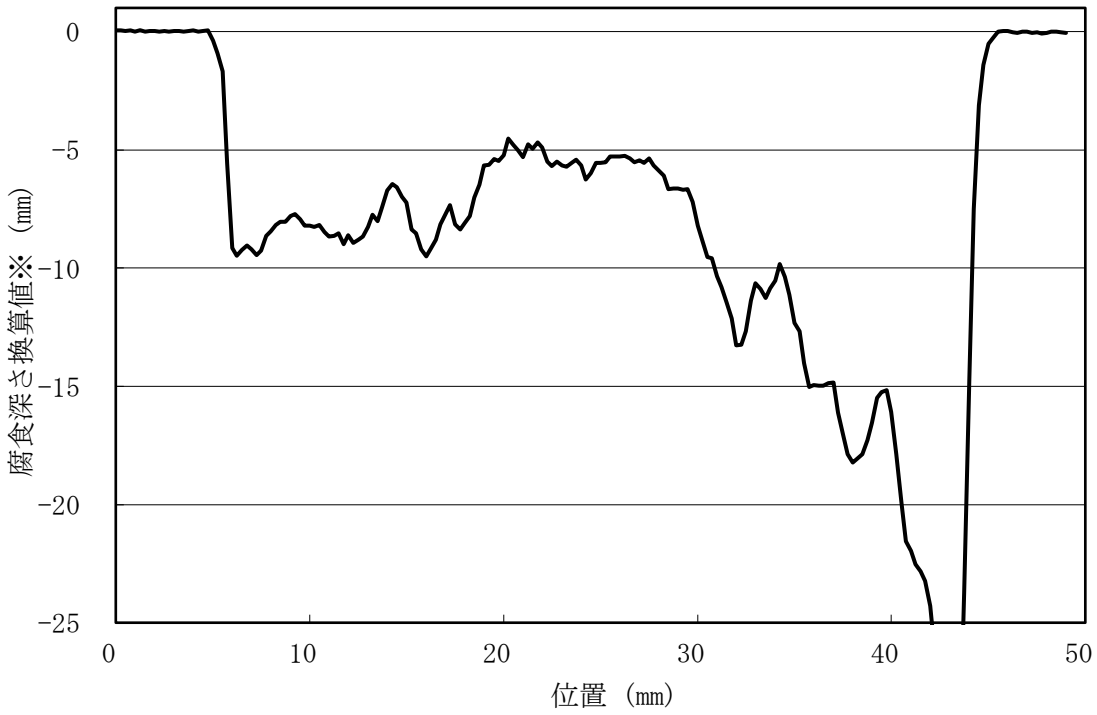


腐食深さ表示幅 1mm～-25mm

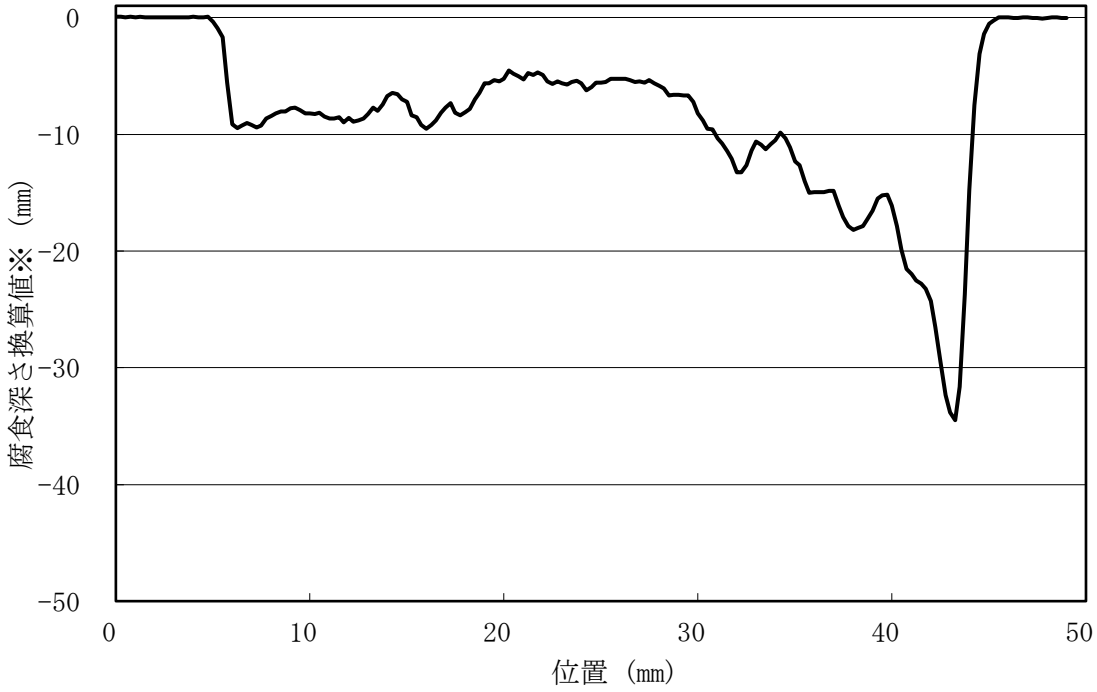


腐食深さ表示幅 1mm～-50mm

(a) Run6-1 (供試体番号 RYA13)



腐食深さ表示幅 1mm～-25mm

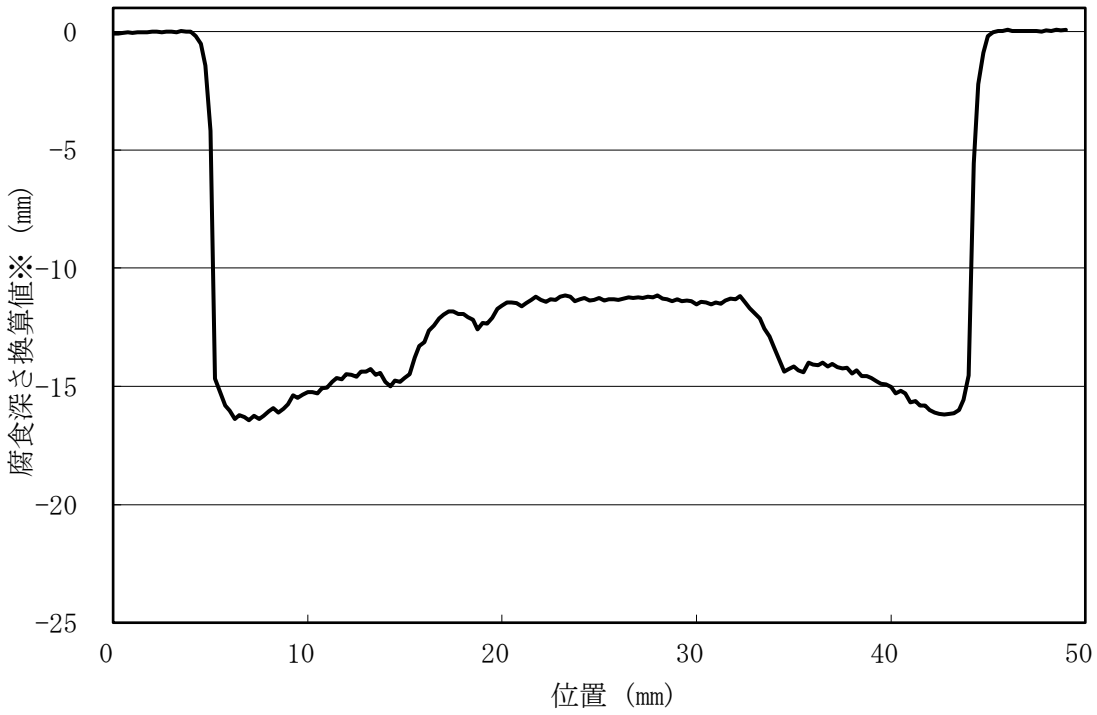


腐食深さ表示幅 1mm～-50mm

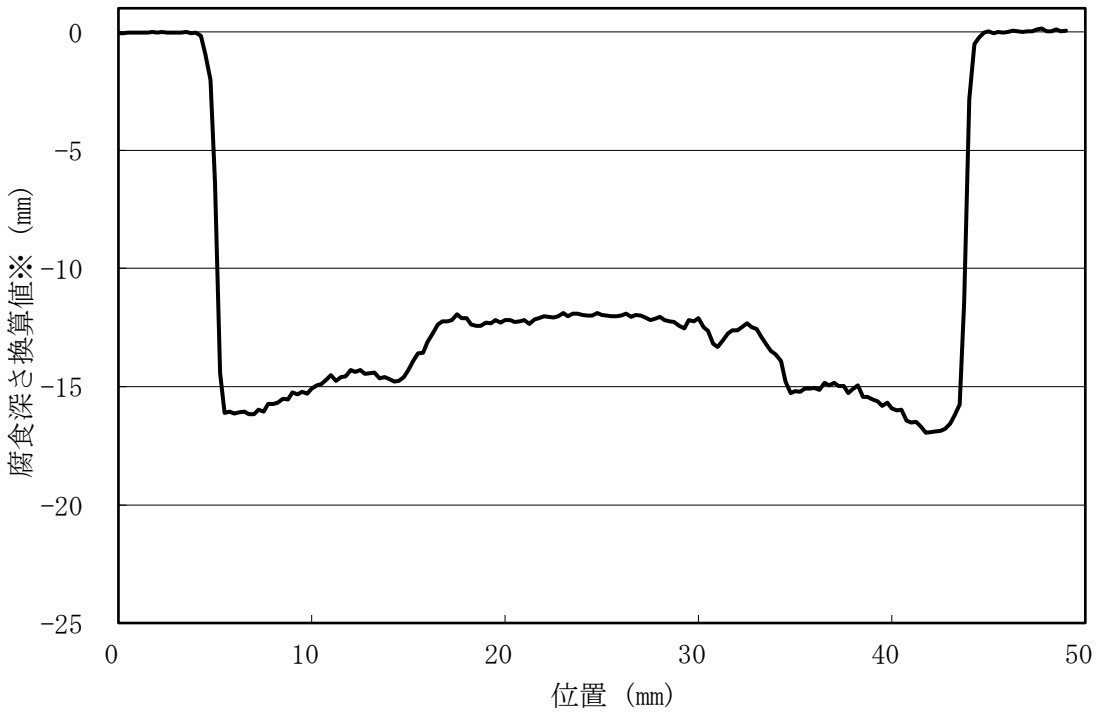
(b) Run6-2 (供試体番号 RYA14)

図 2-6　板厚方向の腐食深さ(1 年相当換算値)(溶液６)

※定電位試験を１年間継続した際に、線形に腐食が進行し続けた時の換算値



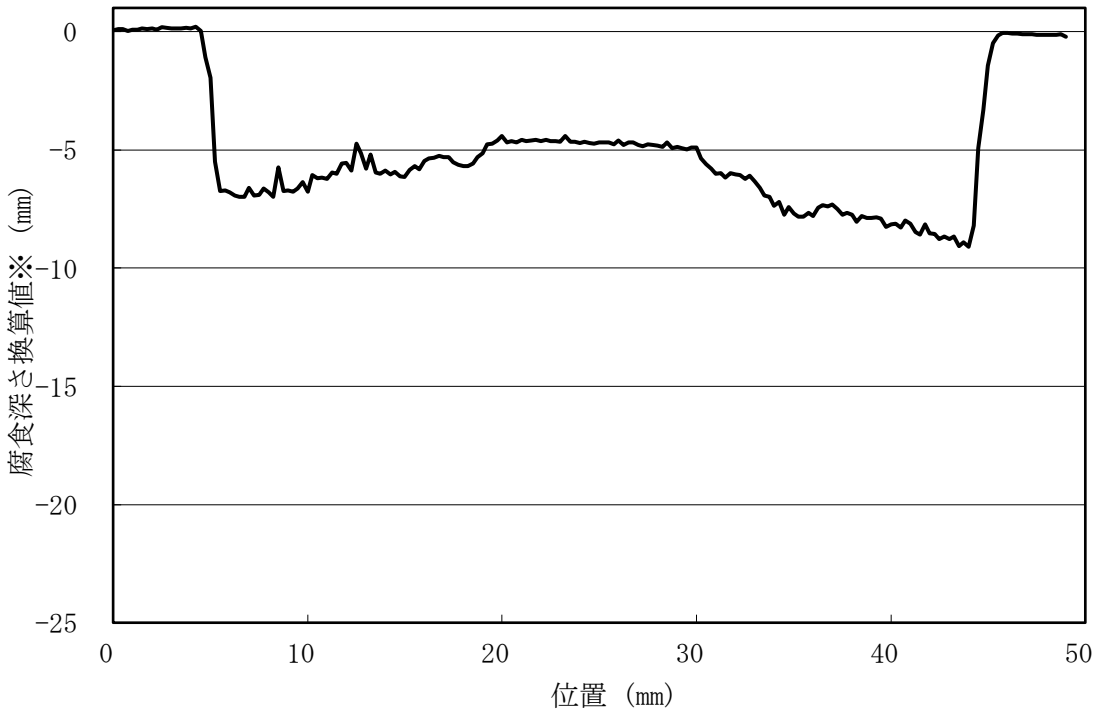
(a) Run7-1 (供試体番号 RYA19)



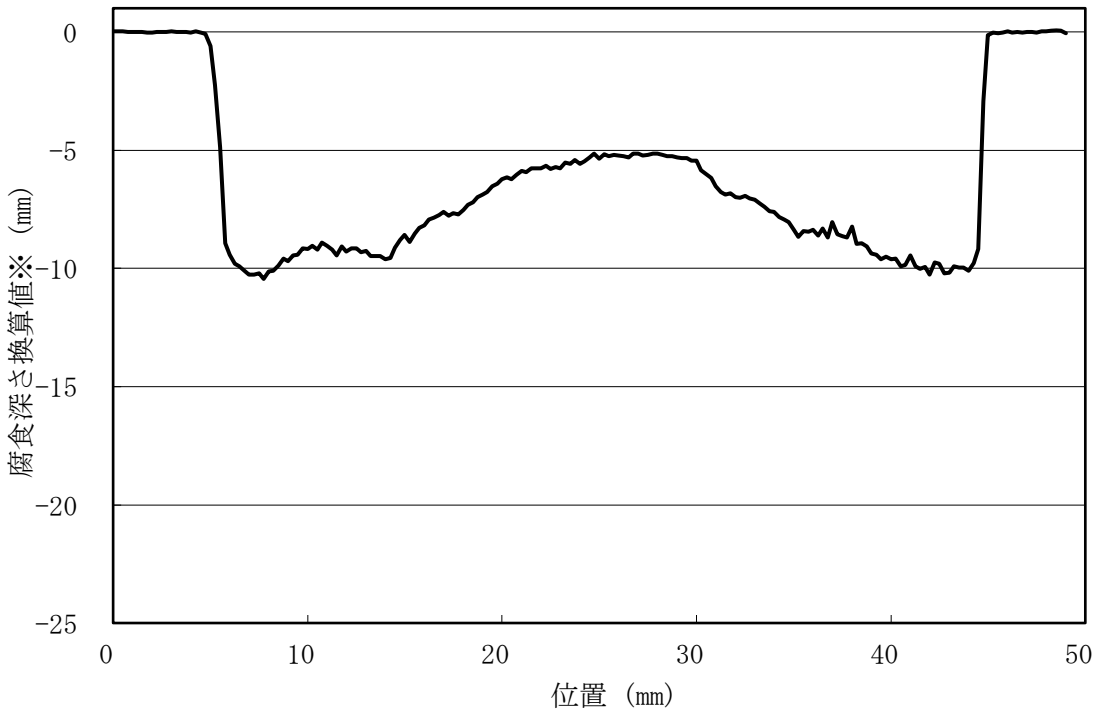
(b) Run7-2 (供試体番号 RYA20)

図 2-7　板厚方向の腐食深さ(1 年相当換算値)(溶液７)

※定電位試験を１年間継続した際に、線形に腐食が進行し続けた時の換算値



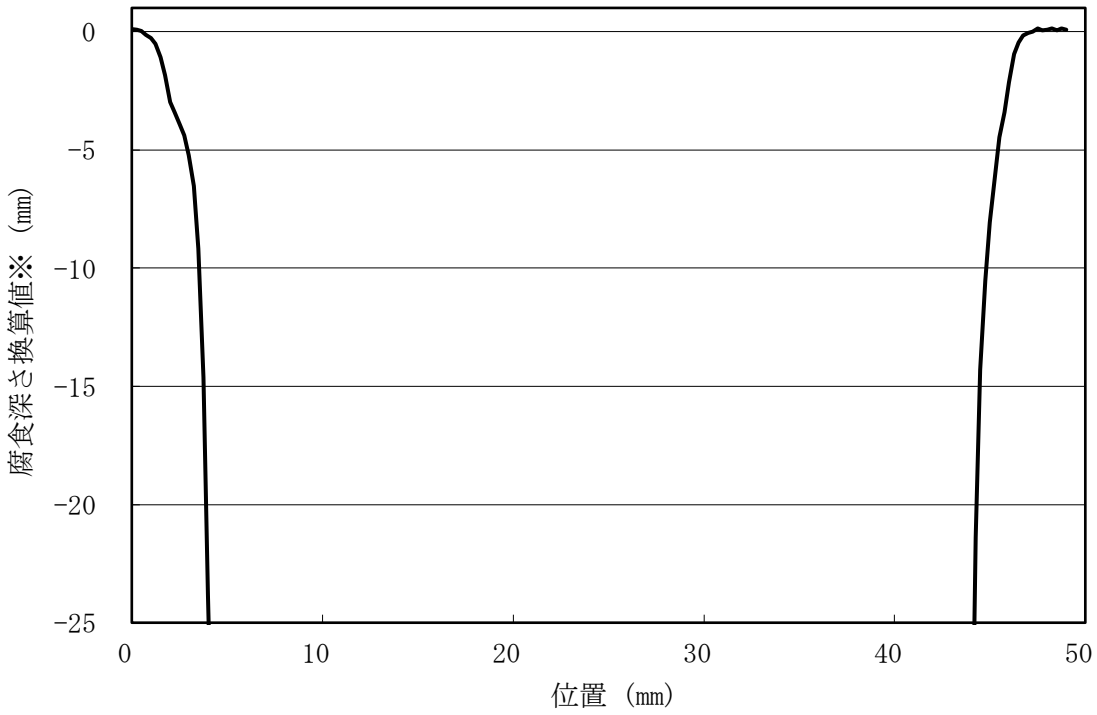
(a) Run8-1 (供試体番号 RYA11)



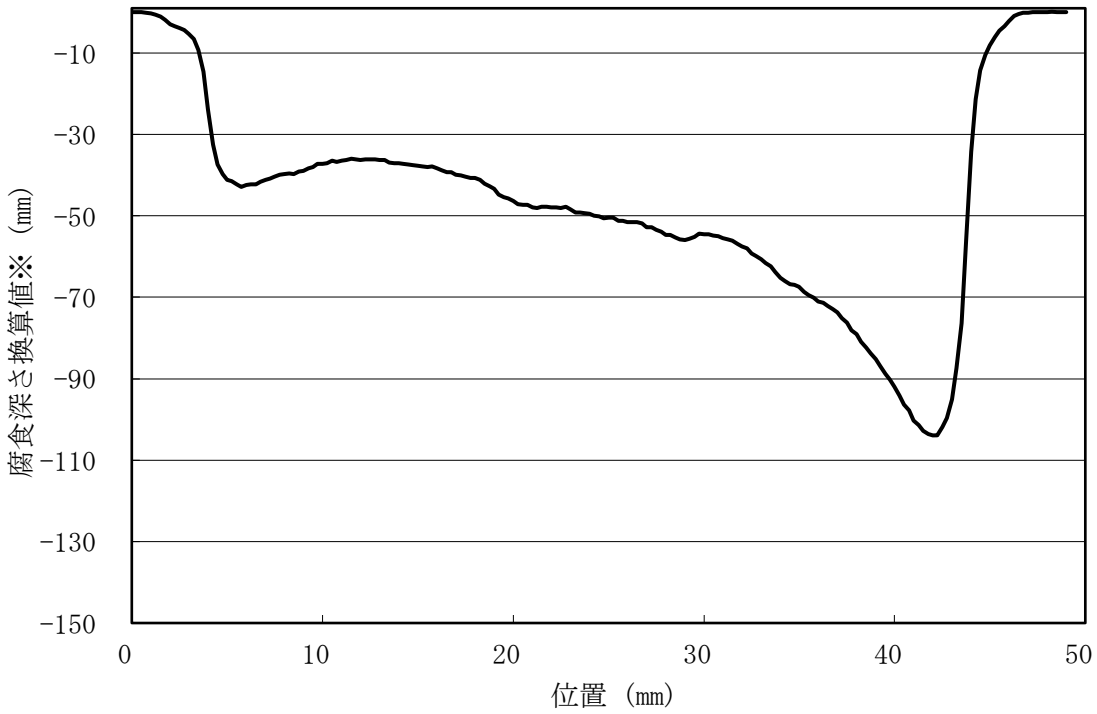
(b) Run8-2 (供試体番号 RYA12)

図 2-8　板厚方向の腐食深さ(1 年相当換算値)(溶液８)

※定電位試験を１年間継続した際に、線形に腐食が進行し続けた時の換算値

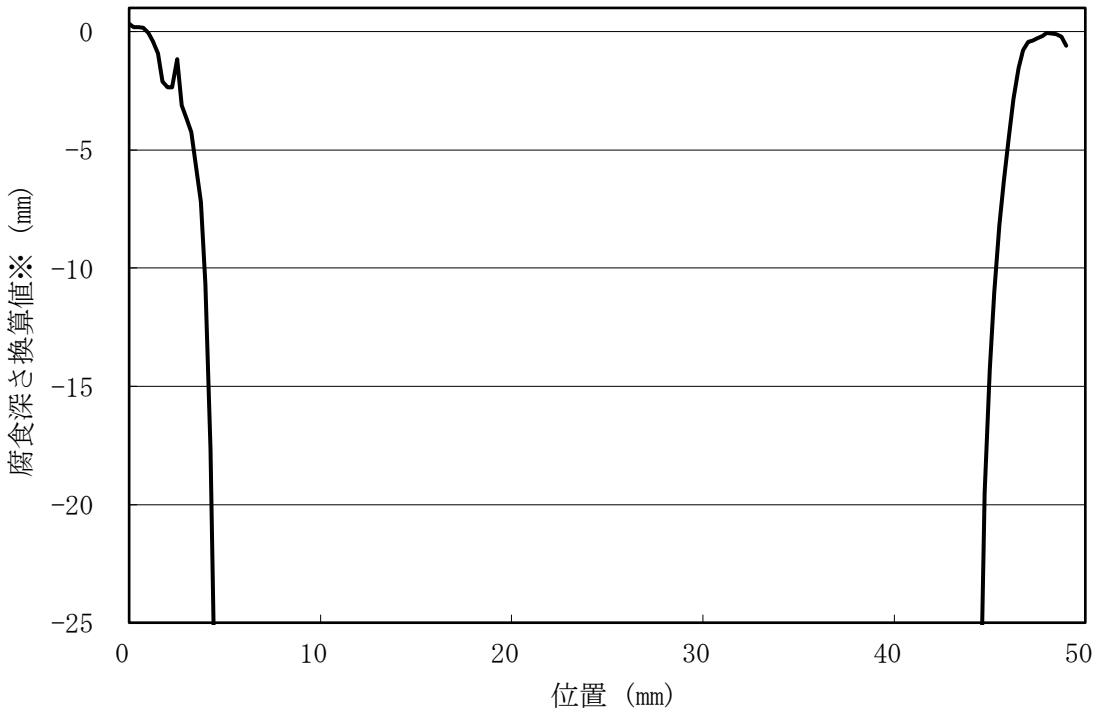


腐食深さ表示幅 1mm～-25mm

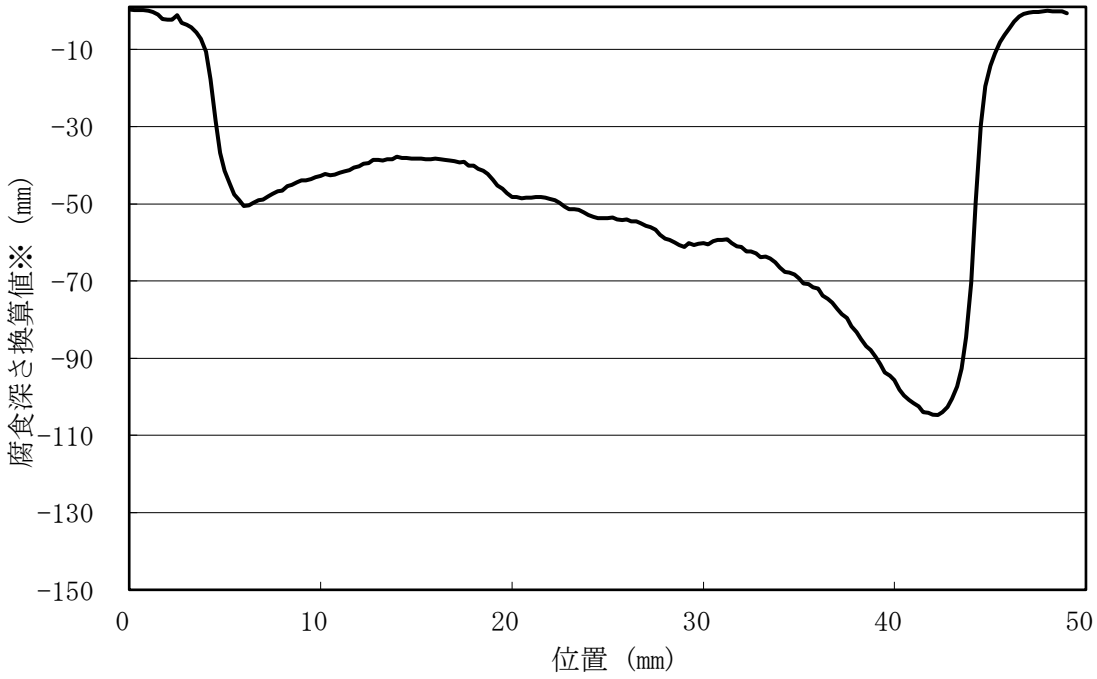


腐食深さ表示幅 1mm～-150mm

(a) Run9-1 (供試体番号 RYA15)



腐食深さ表示幅 1mm～-25mm



腐食深さ表示幅 1mm～-150mm

(b) Run9-2 (供試体番号 RYA16)

図 2-9　板厚方向の腐食深さ(1 年相当換算値)(溶液９)

※定電位試験を１年間継続した際に、線形に腐食が進行し続けた時の換算値

3.従来材の腐食後の深さプロファイル算出結果

形状計測結果から求めた、板厚方向に腐食が進行した場合の深さプロファイルを示す。

図 2-1　板厚方向の腐食深さ(1 年相当換算値)(Run1, 試験片 No. 29) 14
図 2-2　板厚方向の腐食深さ(1 年相当換算値)(Run2, 試験片 No. 28) 14
図 2-3　板厚方向の腐食深さ(1 年相当換算値)(Run3, 試験片 No. 26) 15
図 2-4　板厚方向の腐食深さ(1 年相当換算値)(Run4, 試験片 No. 27) 16
図 2-5　板厚方向の腐食深さ(1 年相当換算値)(Run5, 試験片 No. 35) 17
図 2-6　板厚方向の腐食深さ(1 年相当換算値)(Run6, 試験片 No. 30) 18
図 2-7　板厚方向の腐食深さ(1 年相当換算値)(Run7, 試験片 No. 23) 19
図 2-8　板厚方向の腐食深さ(1 年相当換算値)(Run8, 試験片 No. 37) 19
図 2-9　板厚方向の腐食深さ(1 年相当換算値)(Run9, 試験片 No. 25) 20

表 3-1　深さプロファイル算出結果から得た腐食深さと、Grooving Factor α算出結果

試験番号	試験片 No.	平均腐食深さ※ (mm)	溶接部の最大腐食深さ※(mm)	α
1	29	-9.1	-8.7	1.0
2	28	-8.8	-10.5	1.2
3	26	—	—	—
4	27	-23.2	-20.5	0.9
5	35	-6.0	-6.6	1.1
6	30	-11.2	-9.2	0.8
7	23	-17.8	-24.4	1.4
8	37	-6.7	-6.4	1.0
9	25	-102.0	-108.4	1.1

※定電位試験を 1 年間継続した際に、線形に腐食が進行し続けた時の換算値

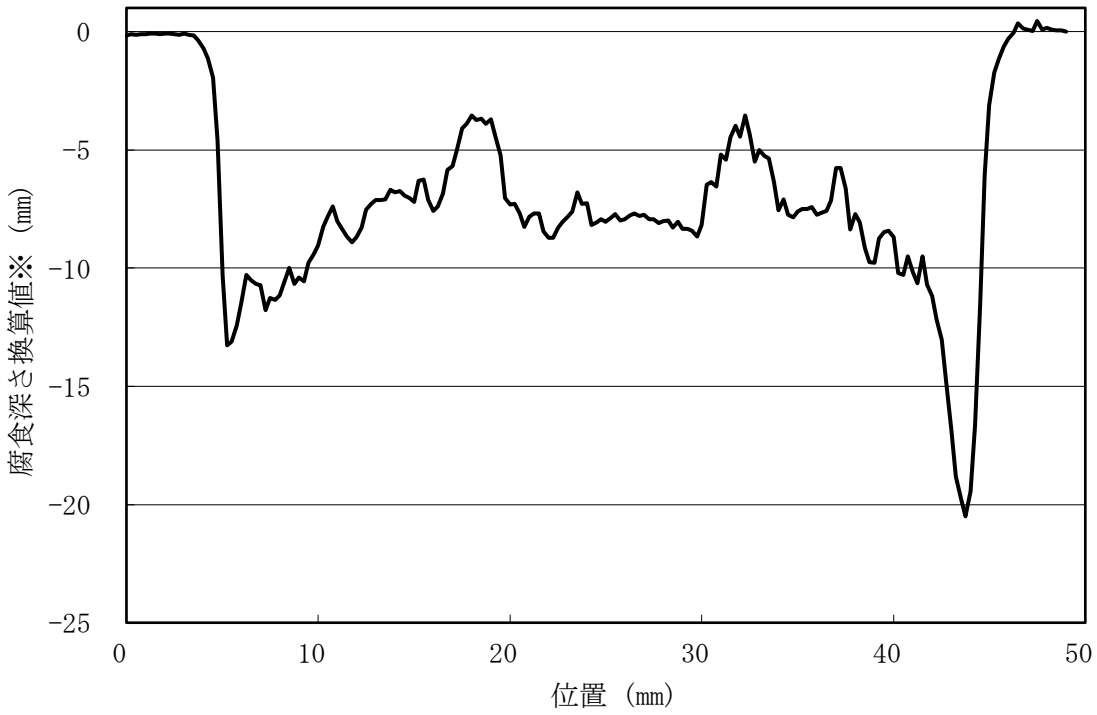


図 3-1　板厚方向の腐食深さ(1 年相当換算値)(Run1, 試験片 No. 29)

※定電位試験を 1 年間継続した際に、線形に腐食が進行し続けた時の換算値

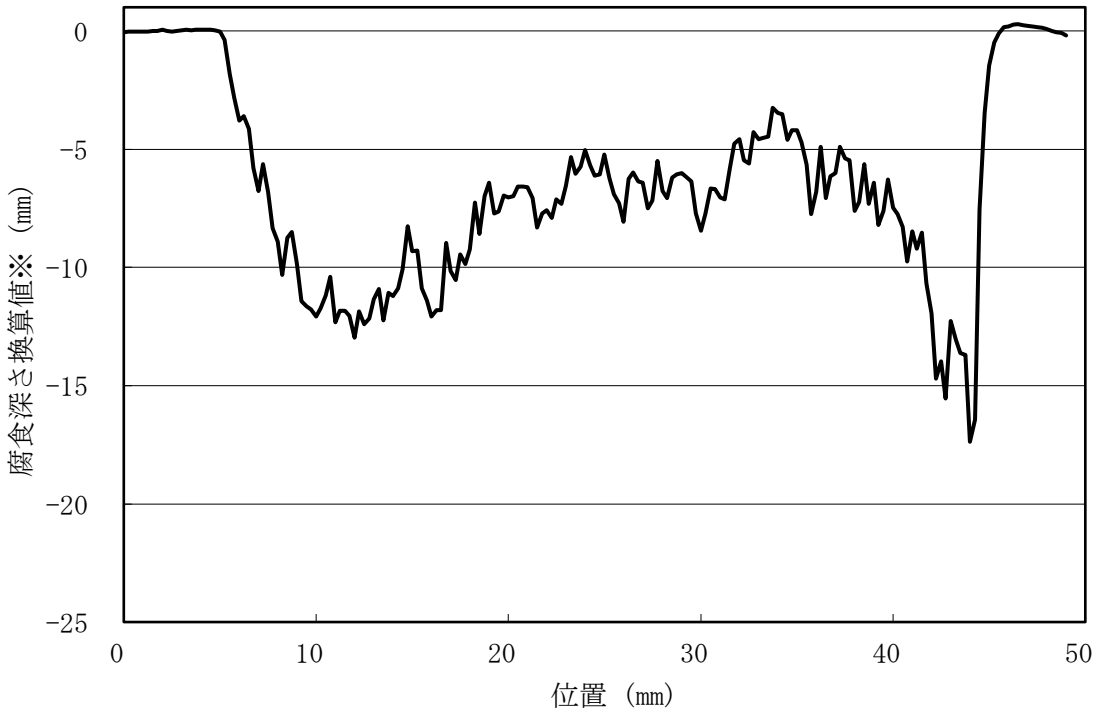


図 3-2　板厚方向の腐食深さ(1 年相当換算値)(Run2, 試験片 No. 28)

※定電位試験を 1 年間継続した際に、線形に腐食が進行し続けた時の換算値

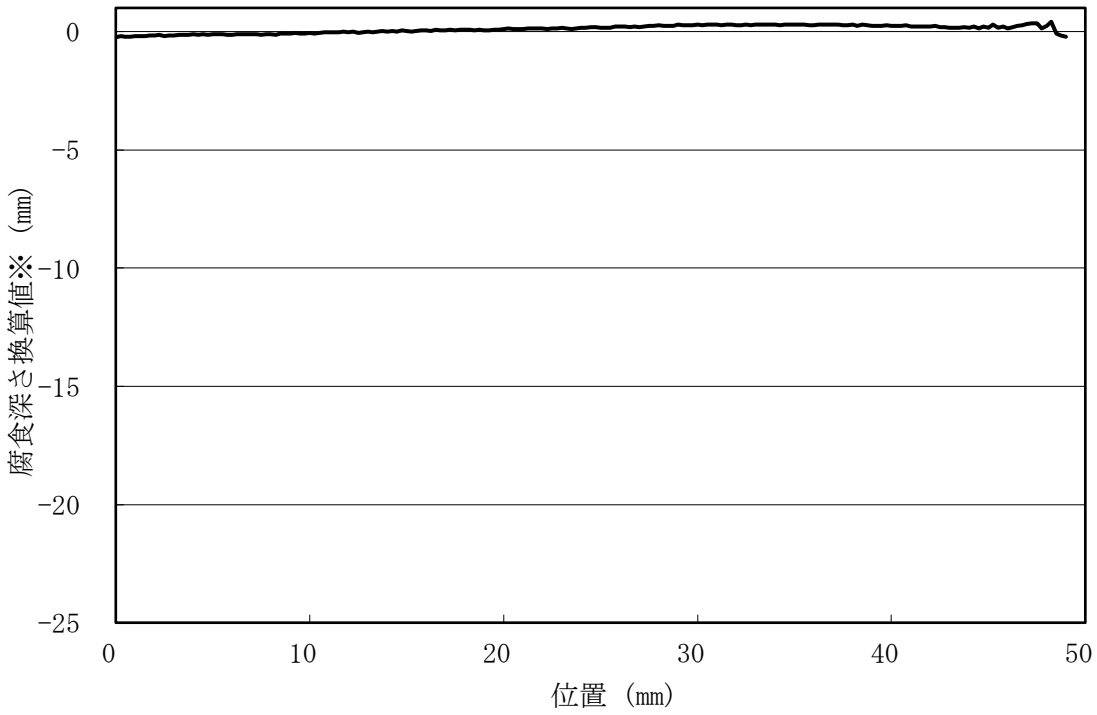
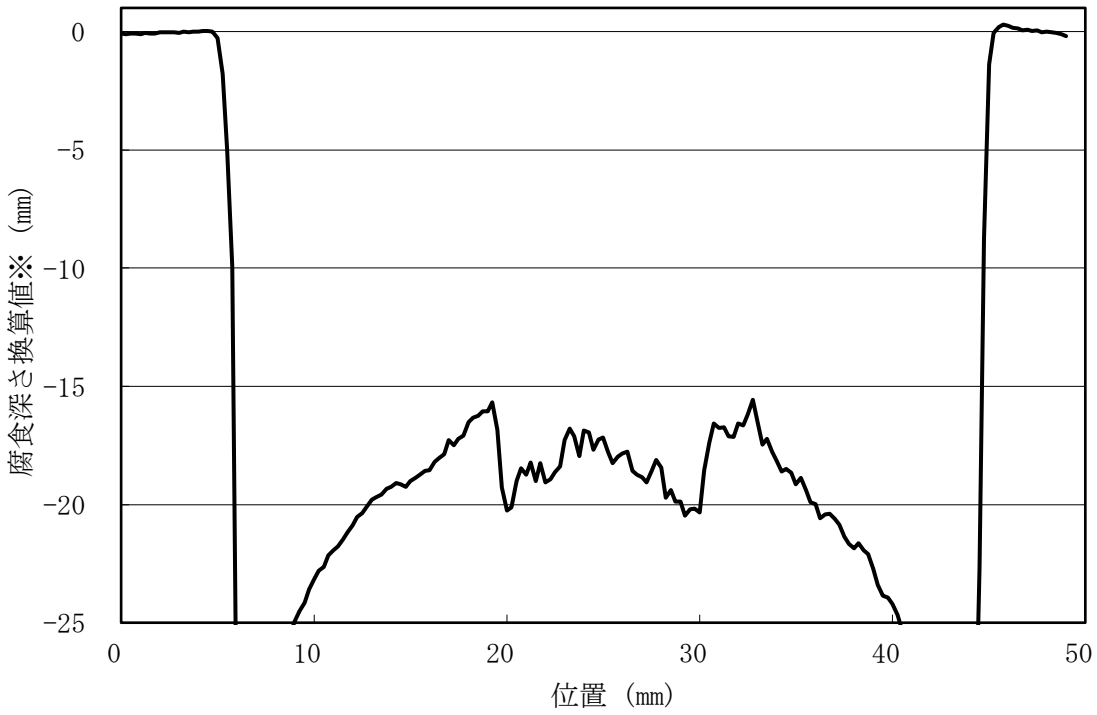
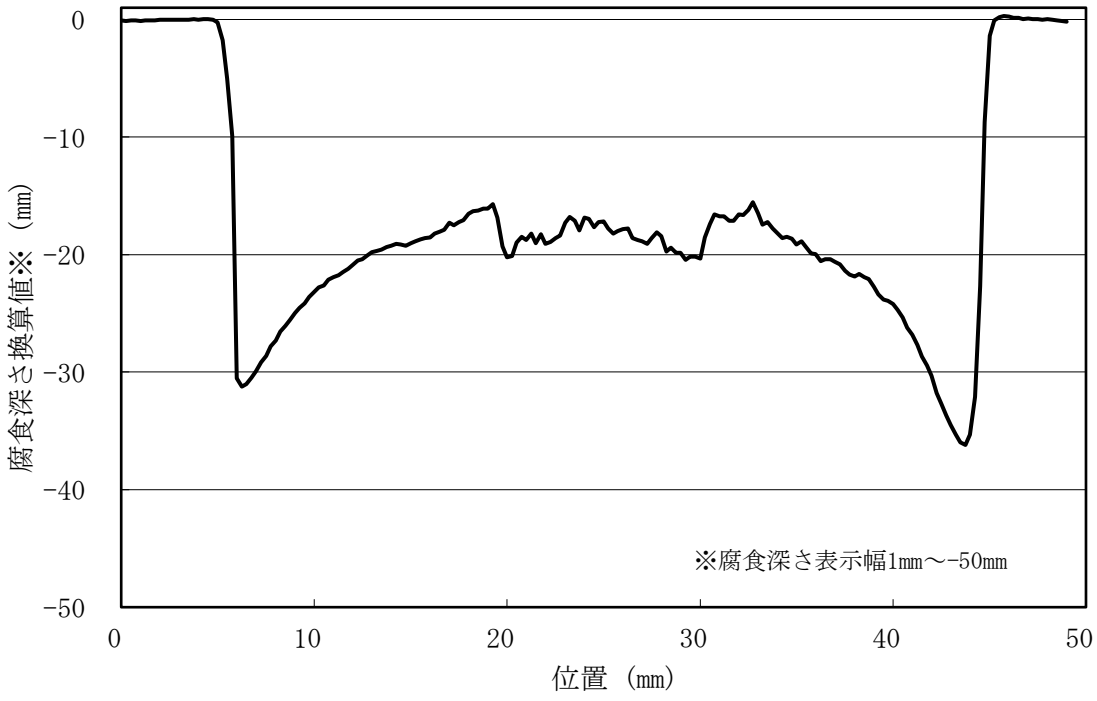


図 3-3　板厚方向の腐食深さ（1 年相当換算値）（Run3，**試験片** No. 26）

※定電位試験を 1 年間継続した際に、線形に腐食が進行し続けた時の換算値



腐食深さ表示幅 1mm～-25mm



腐食深さ表示幅 1mm～-50mm

図 3-4　板厚方向の腐食深さ(1 年相当換算値)(Run4, **試験片** No. 27)

※定電位試験を 1 年間継続した際に、線形に腐食が進行し続けた時の換算値

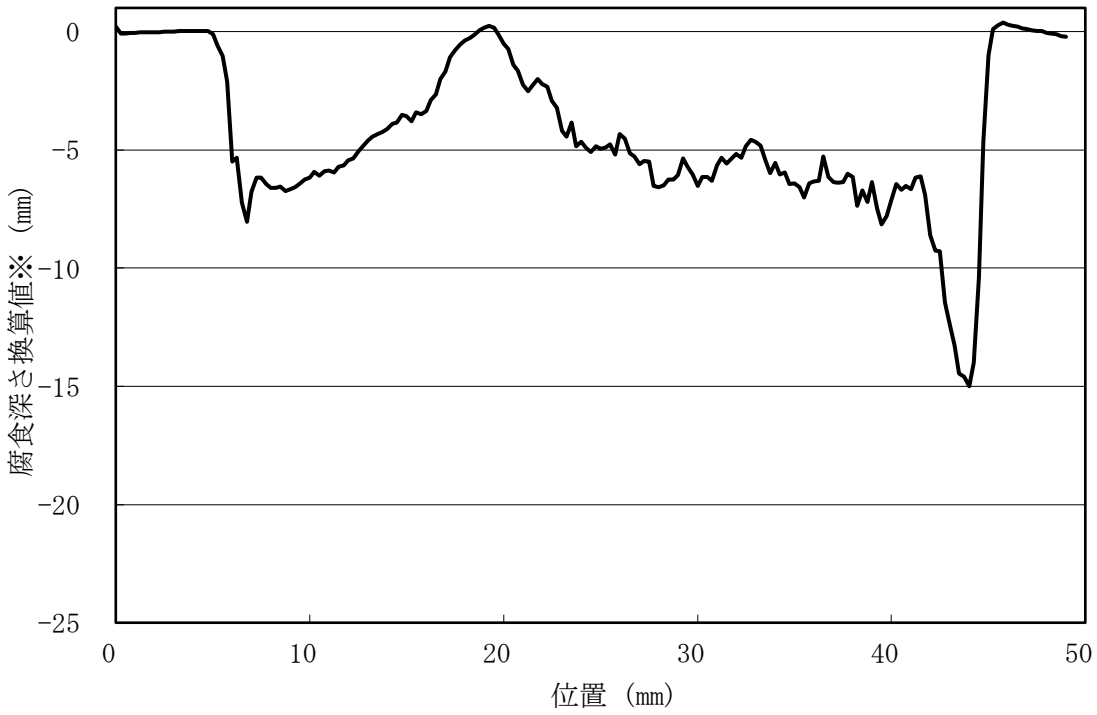
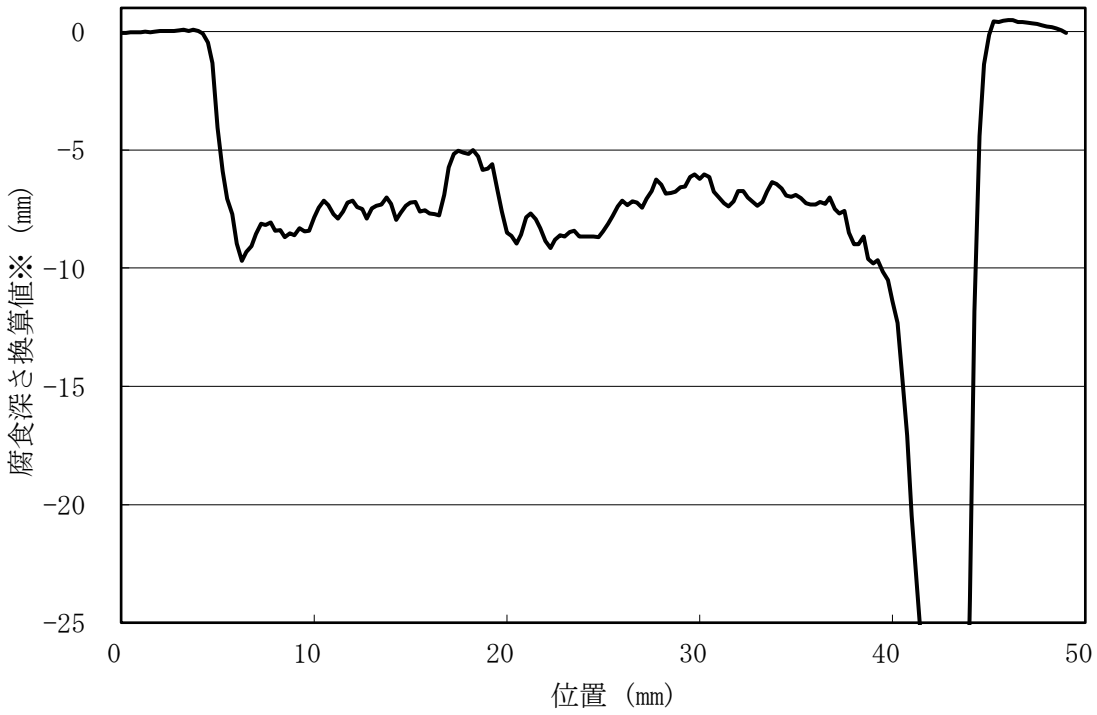
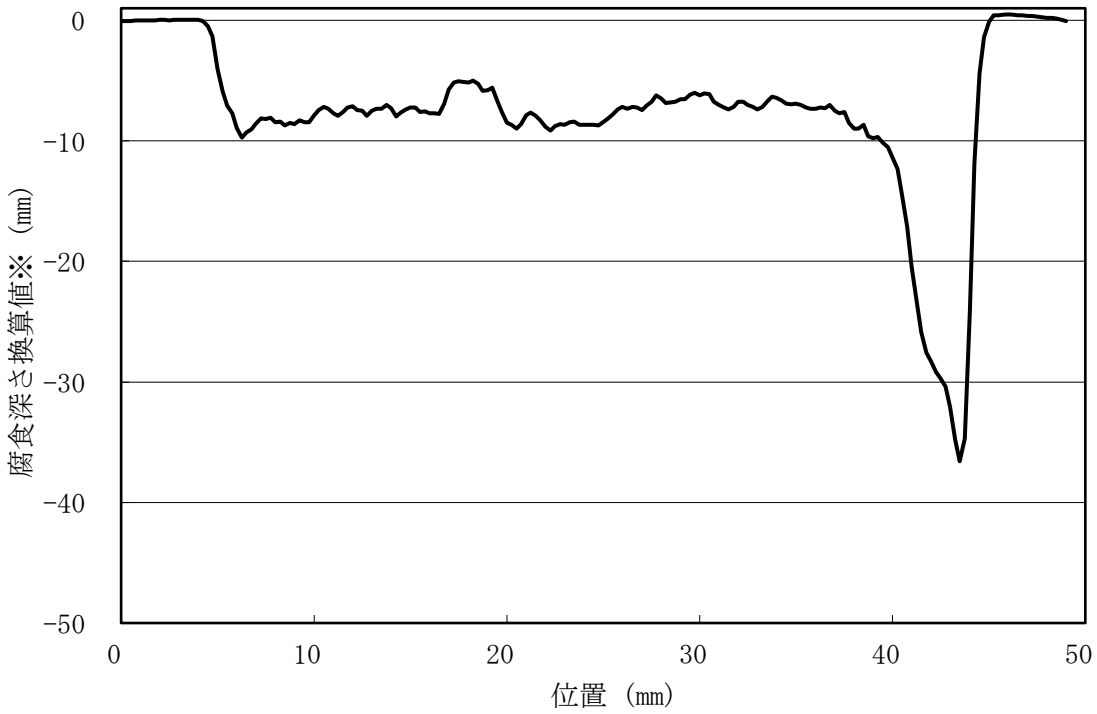


図 3-5　板厚方向の腐食深さ(1 年相当換算値)(Run5, **試験片** No. 35)

※定電位試験を 1 年間継続した際に、線形に腐食が進行し続けた時の換算値



腐食深さ表示幅 1mm～-25mm



腐食深さ表示幅 1mm～-50mm

図 3-6　板厚方向の腐食深さ(1 **年相当換算値**)(Run6, **試験片** No. 30)

※定電位試験を 1 年間継続した際に、線形に腐食が進行し続けた時の換算値

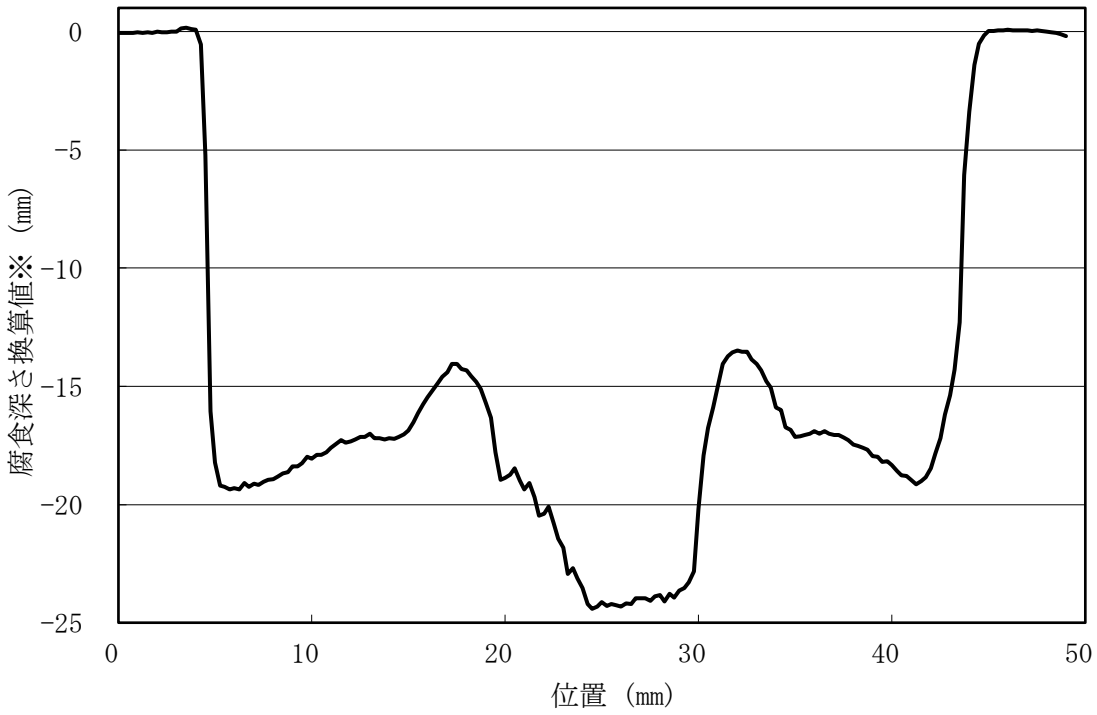


図 3-7　板厚方向の腐食深さ(1 年相当換算値)(Run7, **試験片** No. 23)

※定電位試験を 1 年間継続した際に、線形に腐食が進行し続けた時の換算値

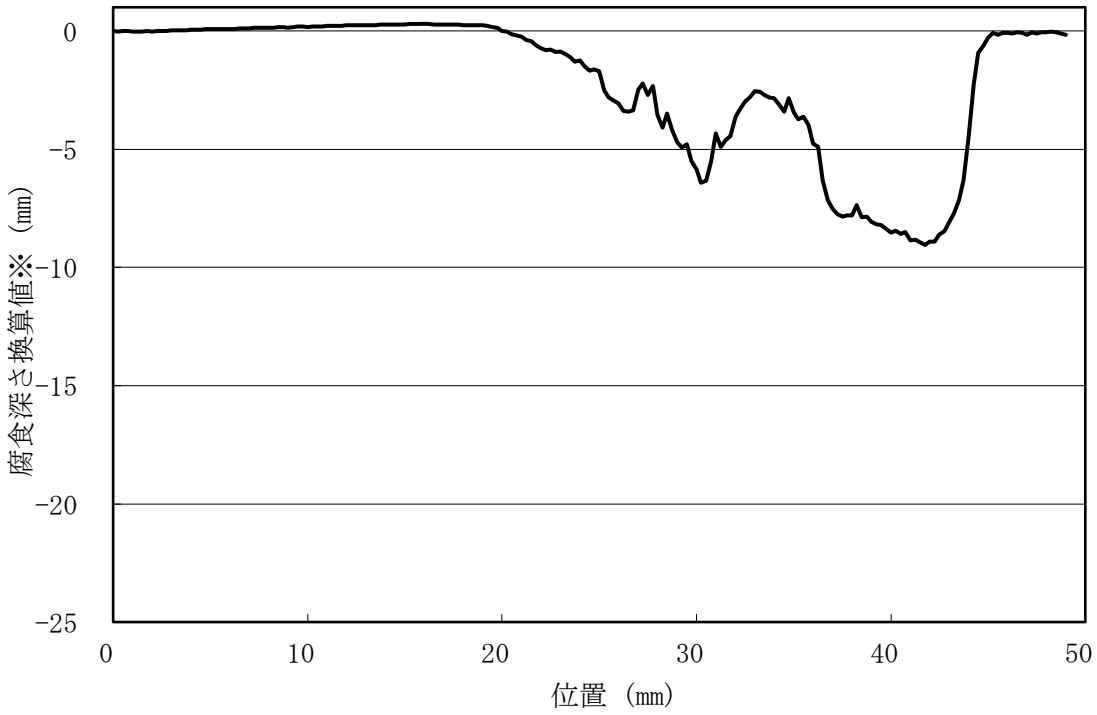
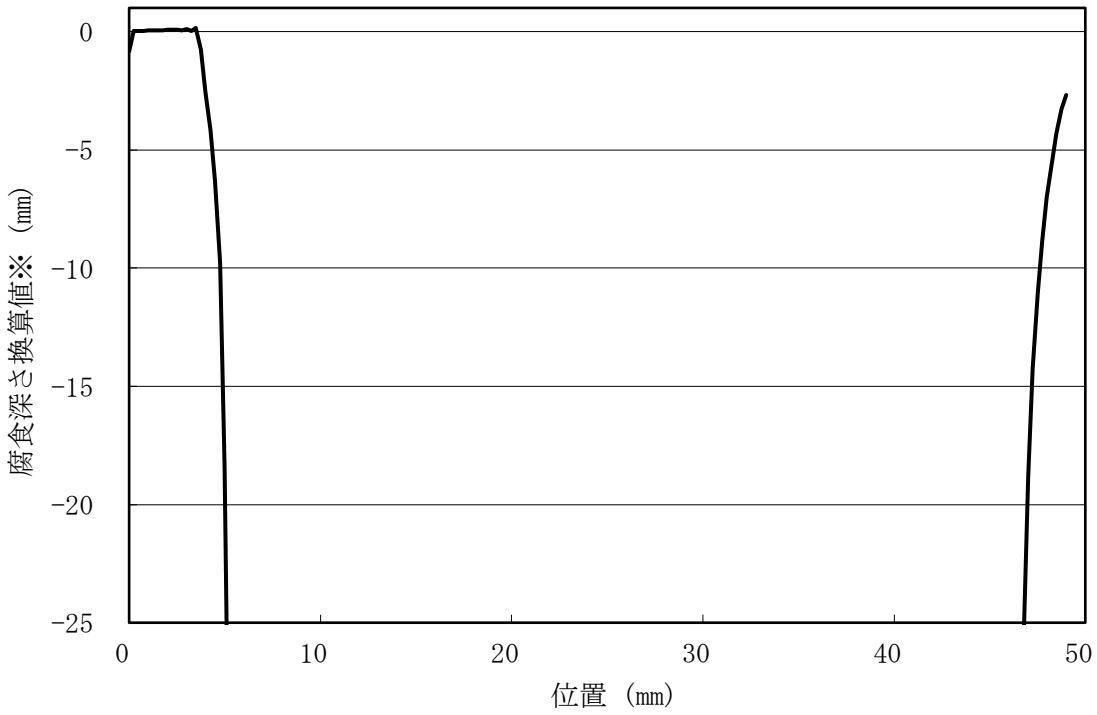
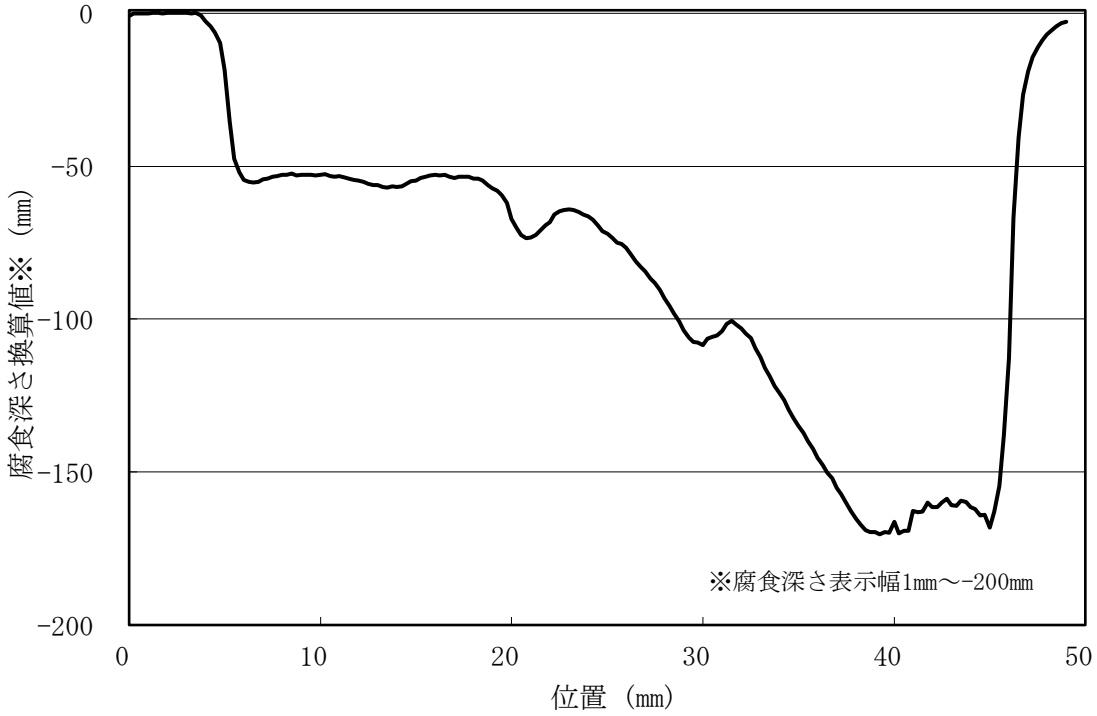


図 3-8　板厚方向の腐食深さ(1 年相当換算値)(Run8, **試験片** No. 37)

※定電位試験を 1 年間継続した際に、線形に腐食が進行し続けた時の換算値



腐食深さ表示幅 1mm～-25mm



腐食深さ表示幅 1mm～-200mm

図 3-9　板厚方向の腐食深さ(1 年相当換算値)(Run9, **試験片** No. 25)

※定電位試験を 1 年間継続した際に、線形に腐食が進行し続けた時の換算値

Appendix XIV

塩水環境下におけるセメント系材料の機械的特性変化に関する検討

試験及び解析結果

－ 目次 －

1. はじめに ……1
1.1 本付属書の概要 ……1
1.2 実施内容 ……1
2. バルク試験体を用いた機械的強度の変化に関するデータの取得 ……2
2.1 概要 ……2
2.2 ブロック浸漬試料の分析 ……2
2.2.1 試験条件 ……2
(1) 試験試料の作製条件 ……2
(2) 浸漬試験条件 ……3
2.2.2 分析項目と方法 ……4
(1) pH 分析 ……4
(2) 試料断面の元素組成分析 ……4
(3) 鉱物相の同定 ……4
(4) 鉱物の形態観察および組成分布 ……4
(5) 微小領域の硬度の測定 ……4
2.2.3 分析結果 ……5
(1) pH 分析 ……5
(2) 試料断面の元素組成分析 ……9
1) 分析試料の切断面観察 ……9
2) 元素組成分布の分析結果および濃度プロファイル ……12
3) EPMA 結果を参考に選定した測定試料と各測定位置の決定 ……76
(3) 鉱物相の同定 ……82
(4) 鉱物の形態観察および組成分析 ……104
1) 接液面近傍の組成分布 ……104
2) 反射電子像の二値化画像から算出した空隙率の結果 ……136
(5) 微小領域の硬度の測定 ……140
1) 微小領域のビッカース硬度測定結果 ……140
2) ビッカース硬度と組成分布の関係 ……156
3) ビッカース硬度と空隙率の関係 ……169
4) ビッカース硬度変化からのモルタルの強度変化の推定の試み ……172
2.3 分析結果のまとめ ……173
2.4 試験条件影響のまとめ ……175
3. 塩水浸透に係わるモデルの検討 ……180
3.1 概要 ……180
3.2 解析コードの高度化 ……180
3.2.1 解析の概要 ……180
3.2.2 液相の物質移行モデル ……181
3.2.3 相平衡モデル ……182
3.3 塩化物イオン浸透に係るケーススタディ ……184
3.3.1 コンクリートの状態設定 ……184
(1) セメント種類 ……184

(2) コンクリート配合（水セメント比、単位セメント量） ……184
(3) 空隙率 ……188
(4) 水和率 ……188
3.3.2 解析条件 ……188
(1) 解析対象とするコンクリート ……188
(2) 解析条件 ……188
1) 単位セメント量 ……188
2) 境界条件 ……188
3) 初期固相組成 ……188
4) 評価期間 ……190
3.3.3 計算結果 ……191
(1) OPC コンクリート ……191
(2) FAC コンクリート ……198
(3) BFSC コンクリート ……205
(4) 吹付けコンクリート ……212
3.3.4 鋼材腐食環境の検討 ……219
3.4 塩水浸透に係わるモデルの検討のまとめ ……226

－ 図目次 －

図 2.2-1　ブロック試料の浸漬試験の模式図 3
図 2.2-2　ブロック試料の浸漬状況 4
図 2.2-3　浸漬液の pH（OPC-45） 7
図 2.2-4　浸漬液の pH（OPC-60） 7
図 2.2-5　浸漬液の pH（FAC30） 7
図 2.2-6　浸漬液の pH（BFSC70） 8
図 2.2-7　浸漬 4 ヶ月試料の切断面 10
図 2.2-8　浸漬 14 ヶ月試料の切断面 11
図 2.2-9　浸漬 4 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-45、人工海水：外観変化無、接液部処理無） 16
図 2.2-10　浸漬 4 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-45、人工海水：外観変化有、接液部処理無） 17
図 2.2-11　浸漬 4 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-45、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無） 18
図 2.2-12　浸漬 4 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-45、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 19
図 2.2-13　浸漬 4 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-60、人工海水：外観変化無、接液部処理無） 20
図 2.2-14　浸漬 4 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-60、人工海水：外観変化有、接液部処理無） 21
図 2.2-15　浸漬 4 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-60、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無） 22
図 2.2-16　浸漬 4 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-60、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 23
図 2.2-17　浸漬 4 ヶ月試料の EPMA 測定結果（FAC30、人工海水：外観変化無、接液部処理無） 24
図 2.2-18　浸漬 4 ヶ月試料の EPMA 測定結果（FAC30、1/10 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 25
図 2.2-19　浸漬 4 ヶ月試料の EPMA 測定結果（FAC30、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 26
図 2.2-20　浸漬 4 ヶ月試料の EPMA 測定結果（BFSC70、人工海水：外観変化無、接液部処理無） 27
図 2.2-21　浸漬 4 ヶ月試料の EPMA 測定結果（BFSC70、1/10 人濃度工海水：外観変化無、接液部処理無） 28
図 2.2-22　浸漬 4 ヶ月試料の EPMA 測定結果（BFSC70、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 29
図 2.2-23　浸漬 14 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-45、人工海水：外観変化無、接液部処理無） 30
図 2.2-24　浸漬 14 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-45、人工海水：外観変化有、接液部処理無） 31
図 2.2-25　浸漬 14 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-45、人工海水：外観変化有、接液部

処理有） 32
図 2.2-26　浸漬 14 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-45、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無） 33
図 2.2-27　浸漬 14 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-45、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理有） 34
図 2.2-28　浸漬 14 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-45、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 35
図 2.2-29　浸漬 14 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-60、人工海水：外観変化無、接液部処理無） 36
図 2.2-30　浸漬 14 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-60、人工海水：外観変化有、接液部処理無） 37
図 2.2-31　浸漬 14 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-60、人工海水：外観変化有、接液部処理有） 38
図 2.2-32　浸漬 14 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-60、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無） 39
図 2.2-33　浸漬 14 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-60、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理有） 40
図 2.2-34　浸漬 14 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-60、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 41
図 2.2-35　浸漬 14 ヶ月試料の EPMA 測定結果（FAC30、人工海水：外観変化無、接液部処理無） 42
図 2.2-36　浸漬 14 ヶ月試料の EPMA 測定結果（FAC30、1/10 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 43
図 2.2-37　浸漬 14 ヶ月試料の EPMA 測定結果（FAC30、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 44
図 2.2-38　浸漬 14 ヶ月試料の EPMA 測定結果（BFSC70、人工海水：外観変化無、接液部処理無） 45
図 2.2-39　浸漬 14 ヶ月試料の EPMA 測定結果（BFSC70、1/10 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 46
図 2.2-40　浸漬 14 ヶ月試料の EPMA 測定結果（BFSC70、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 47
図 2.2-41　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-45：CaO） 48
図 2.2-42　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-45：SiO_2） 48
図 2.2-43　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-45：Al_2O_3） 48
図 2.2-44　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-45：Fe_2O_3） 49
図 2.2-45　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-45：SO_3） 49
図 2.2-46　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-45：MgO） 49
図 2.2-47　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-45：Na_2O） 50
図 2.2-48　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-45：K_2O） 50
図 2.2-49　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-45：Cl） 50
図 2.2-50　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-60：CaO） 51
図 2.2-51　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-60：SiO_2） 51
図 2.2-52　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-60：Al_2O_3） 51

図 2.2-53　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-60：Fe_2O_3） 52
図 2.2-54　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-60：SO_3） 52
図 2.2-55　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-60：MgO） 52
図 2.2-56　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-60：Na_2O） 53
図 2.2-57　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-60：K_2O） 53
図 2.2-58　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-60：Cl） 53
図 2.2-59　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（FAC30：CaO） 54
図 2.2-60　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（FAC30：SiO_2） 54
図 2.2-61　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（FAC30：Al_2O_3） 54
図 2.2-62　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（FAC30：Fe_2O_3） 55
図 2.2-63　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（FAC30：SO_3） 55
図 2.2-64　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（FAC30：MgO） 55
図 2.2-65　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（FAC30：Na_2O） 56
図 2.2-66　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（FAC30：K_2O） 56
図 2.2-67　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（FAC30：Cl） 56
図 2.2-68　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（BFSC70：CaO） 57
図 2.2-69　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（BFSC70：SiO_2） 57
図 2.2-70　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（BFSC70：Al_2O_3） 57
図 2.2-71　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（BFSC70：Fe_2O_3） 58
図 2.2-72　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（BFSC70：SO_3） 58
図 2.2-73　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（BFSC70：MgO） 58
図 2.2-74　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（BFSC70：Na_2O） 59
図 2.2-75　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（BFSC70：K_2O） 59
図 2.2-76　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（BFSC70：Cl） 59
図 2.2-77　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-45：CaO） 60
図 2.2-78　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-45：SiO_2） 60
図 2.2-79　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-45：Al_2O_3） 60
図 2.2-80　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-45：Fe_2O_3） 61
図 2.2-81　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-45：SO_3） 61
図 2.2-82　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-45：MgO） 61
図 2.2-83　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-45：Na_2O） 62
図 2.2-84　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-45：K_2O） 62
図 2.2-85　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-45：Cl） 62
図 2.2-86　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-60：CaO） 63
図 2.2-87　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-60：SiO_2） 63
図 2.2-88　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-60：Al_2O_3） 63
図 2.2-89　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-60：Fe_2O_3） 64
図 2.2-90　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-60：SO_3） 64
図 2.2-91　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-60：MgO） 64
図 2.2-92　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-60：Na_2O） 65
図 2.2-93　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-60：K_2O） 65
図 2.2-94　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-60：Cl） 65
図 2.2-95　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（FAC30：CaO） 66

図 2.2-96　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（FAC30：SiO_2） 66
図 2.2-97　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（FAC30：Al_2O_3） 66
図 2.2-98　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（FAC30：Fe_2O_3） 67
図 2.2-99　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（FAC30：SO_3） 67
図 2.2-100　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（FAC30：MgO） 67
図 2.2-101　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（FAC30：Na_2O） 68
図 2.2-102　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（FAC30：K_2O） 68
図 2.2-103　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（FAC30：Cl） 68
図 2.2-104　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（BFSC70：CaO） 69
図 2.2-105　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（BFSC70：SiO_2） 69
図 2.2-106　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（BFSC70：Al_2O_3） 69
図 2.2-107　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（BFSC70：Fe_2O_3） 70
図 2.2-108　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（BFSC70：SO_3） 70
図 2.2-109　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（BFSC70：MgO） 70
図 2.2-110　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（BFSC70：Na_2O） 71
図 2.2-111　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（BFSC70：K_2O） 71
図 2.2-112　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（BFSC70：Cl） 71
図 2.2-113　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月の平均濃度プロファイルの比較（OPC-45：CaO） 72
図 2.2-114　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月の平均濃度プロファイルの比較（OPC-45：SO_3） 72
図 2.2-115　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月の平均濃度プロファイルの比較（OPC-45：Cl） .. 72
図 2.2-116　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月の平均濃度プロファイルの比較（OPC-60：CaO） 73
図 2.2-117　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月の平均濃度プロファイルの比較（OPC-60：SO_3） 73
図 2.2-118　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月の平均濃度プロファイルの比較（OPC-60：Cl） .. 73
図 2.2-119　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月の平均濃度プロファイルの比較（FAC30：CaO） 74
図 2.2-120　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月の平均濃度プロファイルの比較（FAC30：SO_3） . 74
図 2.2-121　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月の平均濃度プロファイルの比較（FAC30：Cl） ... 74
図 2.2-122　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月の平均濃度プロファイルの比較（BFSC70：CaO） 75
図 2.2-123　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月の平均濃度プロファイルの比較（BFSC70：SO_3） 75
図 2.2-124　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月の平均濃度プロファイルの比較（BFSC70：Cl） . 75
図 2.2-125　浸漬期間 4 ヶ月試料の各測定位置の状況図 79
図 2.2-126　浸漬期間 14 ヶ月試料の各測定位置の状況図(1/2) 80
図 2.2-127　浸漬期間 14 ヶ月試料の各測定位置の状況図(2/2) 81
図 2.2-128　浸漬 4 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果 （OPC-45、人工海水：外観変化無、接液部処理無） 89
図 2.2-129　浸漬 4 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果 （OPC-45、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無） 89
図 2.2-130　浸漬 4 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果 （OPC-45、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 90
図 2.2-131　浸漬 4 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果 （OPC-60、人工海水：外観変化無、

接液部処理無） 90
図 2.2-132　浸漬 4 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果 （OPC-60、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無） 91
図 2.2-133　浸漬 4 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果 （OPC-60、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 91
図 2.2-134　浸漬 4 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果 （FAC30、人工海水：外観変化無、接液部処理無） 92
図 2.2-135　浸漬 4 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果 （FAC30、1/10 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 92
図 2.2-136　浸漬 4 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果 （FAC30、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 93
図 2.2-137　浸漬 4 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果 （BFSC70、人工海水：外観変化無、接液部処理無） 93
図 2.2-138　浸漬 4 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果 （BFSC70、1/10 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 94
図 2.2-139　浸漬 4 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果 （BFSC70、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 94
図 2.2-140　浸漬 14 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果 （OPC-45、人工海水：外観変化無、接液部処理無） 95
図 2.2-141　浸漬 14 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果 （OPC-45、人工海水：外観変化有、接液部処理無） 95
図 2.2-142　浸漬 14 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果 （OPC-45、人工海水：外観変化有、接液部処理有） 96
図 2.2-143　浸漬 14 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果 （OPC-45、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無） 96
図 2.2-144　浸漬 14 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果 （OPC-45、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理有） 97
図 2.2-145　浸漬 14 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果 （OPC-45、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理有） 97
図 2.2-146　浸漬 14 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果 （OPC-60、人工海水：外観変化無、接液部処理無） 98
図 2.2-147　浸漬 14 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果 （OPC-60、人工海水：外観変化有、接液部処理無） 98
図 2.2-148　浸漬 14 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果 （OPC-60、人工海水：外観変化有、接液部処理有） 99
図 2.2-149　浸漬 14 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果 （OPC-60、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無） 99
図 2.2-150　浸漬 14 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果 （OPC-60、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理有） 100
図 2.2-151　浸漬 14 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果 （OPC-60、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理有） 100
図 2.2-152　浸漬 14 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果 （FAC30、人工海水：外観変化無、接液部処理無） 101

図 2.2-153　浸漬 14 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果 （FAC30、1/10 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 101
図 2.2-154　浸漬 14 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果 （FAC30、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 102
図 2.2-155　浸漬 14 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果 （BFSC70、人工海水：外観変化無、接液部処理無） 102
図 2.2-156　浸漬 14 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果 （BFSC70、1/10 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 103
図 2.2-157　浸漬 14 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果 （BFSC70、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 103
図 2.2-158　ブランク試料の組成分布（OPC-45） 108
図 2.2-159　ブランク試料の組成分布（OPC-60） 109
図 2.2-160　ブランク試料の組成分布（FAC30） 110
図 2.2-161　ブランク試料の組成分布（BFSC70） 111
図 2.2-162　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面近傍の組成分布（OPC-45、人工海水：外観変化無、接液部処理無） 112
図 2.2-163　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面近傍の組成分布（OPC-45、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無）-1 113
図 2.2-164　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面近傍の組成分布（OPC-45、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無）-2 114
図 2.2-165　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面近傍の組成分布（OPC-45、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 115
図 2.2-166　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面近傍の組成分布（OPC-60、人工海水：外観変化無、接液部処理無） 116
図 2.2-167　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面近傍の組成分布（OPC-60、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無）-1 117
図 2.2-168　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面近傍の組成分布（OPC-60、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無）-2 118
図 2.2-169　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面近傍の組成分布（OPC-60、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 119
図 2.2-170　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面近傍の組成分布（FAC30、人工海水：外観変化無、接液部処理無） 120
図 2.2-171　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面近傍の組成分布（FAC30、1/10 人工海水：外観変化無、接液部処理無） 121
図 2.2-172　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面近傍の組成分布（FAC30、1/100 人工海水：外観変化無、接液部処理無） 122
図 2.2-173　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面近傍の組成分布（BFSC70、人工海水：外観変化無、接液部処理無） 123
図 2.2-174　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面近傍の組成分布（BFSC70、1/10 人工海水：外観変化無、接液部処理無） 124
図 2.2-175　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面近傍の組成分布（BFSC70、1/100 人工海水：外観変化無、接液部処理無） 125
図 2.2-176　浸漬期間 14 ヶ月試料の接液面近傍の組成分布（OPC-45、人工海水：外観変化

無、接液部処理無） 126
図 2.2-177　浸漬期間 14 ヶ月試料の接液面近傍の組成分布（OPC-45、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無） 127
図 2.2-178　浸漬期間 14 ヶ月試料の接液面近傍の組成分布（OPC-60、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無） 128
図 2.2-179　浸漬期間 14 ヶ月試料の接液面近傍の組成分布（FAC30、1/10 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 129
図 2.2-180　浸漬期間 14 ヶ月試料の接液面近傍の組成分布（BFSC70、1/10 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 130
図 2.2-181　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月の接液面近傍の組成分布の比較（OPC-45、人工海水：外観変化無） 131
図 2.2-182　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月の接液面近傍の組成分布の比較（OPC-45、1/10 濃度人工海水：外観変化有） 132
図 2.2-183　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月の接液面近傍の組成分布の比較（OPC-60、1/10 濃度人工海水：外観変化有） 133
図 2.2-184　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月の接液面近傍の組成分布の比較（FAC30、1/10 濃度人工海水：外観変化無） 134
図 2.2-185　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月の接液面近傍の組成分布の比較（BFSC70、1/10 濃度人工海水：外観変化無） 135
図 2.2-186　反射電子像観察と空隙の二値化　（OPC-45、1/10 濃度人工海水、外観変化有、接液部処理無） 138
図 2.2-187　反射電子像観察と空隙の二値化　（OPC-60、1/10 濃度人工海水、外観変化有、接液部処理無） 138
図 2.2-188　反射電子像観察と空隙の二値化　（BFSC70、1/10 濃度人工海水、外観変化有、接液部処理無） 139
図 2.2-189　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係　（OPC-45、人工海水：外観変化無、接液部処理無） 148
図 2.2-190　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係　（OPC-45、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無） 148
図 2.2-191　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係　（OPC-45、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 148
図 2.2-192　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係　（OPC-60、人工海水：外観変化無、接液部処理無） 149
図 2.2-193　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係　（OPC-60、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無） 149
図 2.2-194　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係　（OPC-60、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 149
図 2.2-195　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係　（FAC30、人工海水：外観変化無、接液部処理無） 150
図 2.2-196　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係　（FAC30、1/10 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 150
図 2.2-197　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係　（FAC30、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 150

図 2.2-198　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係 （BFSC70、人工海水：外観変化無、接液部処理無） 151
図 2.2-199　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係 （BFSC70、1/10 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 151
図 2.2-200　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係 （BFSC70、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 151
図 2.2-201　浸漬期間 14 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係 （OPC-45、人工海水：外観変化無、接液部処理無） 152
図 2.2-202　浸漬期間 14 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係 （OPC-45、人工海水：外観変化有、接液部処理有） 152
図 2.2-203　浸漬期間 14 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係 （OPC-45、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無） 152
図 2.2-204　浸漬期間 14 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係 （OPC-45、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理有） 153
図 2.2-205　浸漬期間 14 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係 （OPC-45、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 153
図 2.2-206　浸漬期間 14 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係 （OPC-60、人工海水：外観変化無、接液部処理無） 153
図 2.2-207　浸漬期間 14 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係 （OPC-60、人工海水：外観変化有、接液部処理有） 154
図 2.2-208　浸漬期間 14 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係 （OPC-60、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無） 154
図 2.2-209　浸漬期間 14 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係 （OPC-60、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理有） 154
図 2.2-210　浸漬期間 14 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係 （OPC-60、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 155
図 2.2-211　浸漬期間 14 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係 （FAC30、1/10 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 155
図 2.2-212　浸漬期間 14 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係（BFSC70、1/10 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 155
図 2.2-213　浸漬期間 4 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係 （OPC-45、人工海水：外観変化無、接液部処理無） 158
図 2.2-214　浸漬期間 4 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係 （OPC-45、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無） 158
図 2.2-215　浸漬期間 4 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係 （OPC-45、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 158
図 2.2-216　浸漬期間 4 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係 （OPC-60、人工海水：外観変化無、接液部処理無） 159
図 2.2-217　浸漬期間 4 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係 （OPC-60、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無） 159
図 2.2-218　浸漬期間 4 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係 （OPC-60、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 159
図 2.2-219　浸漬期間 4 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係 （FAC30、人工海水：

外観変化無、接液部処理無） 160
図 2.2-220　浸漬期間 4 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係 （FAC30、1/10 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 160
図 2.2-221　浸漬期間 4 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係 （FAC30、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 160
図 2.2-222　浸漬期間 4 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係 （BFSC70、人工海水：外観変化無、接液部処理無） 161
図 2.2-223　浸漬期間 4 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係 （BFSC70、1/10 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 161
図 2.2-224　浸漬期間 4 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係 （BFSC70、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 161
図 2.2-225　浸漬期間 14 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係 （OPC-45、人工海水：外観変化無、接液部処理無） 162
図 2.2-226　浸漬期間 14 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係 （OPC-45、人工海水：外観変化有、接液部処理有） 162
図 2.2-227　浸漬期間 14 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係 （OPC-45、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無） 162
図 2.2-228　浸漬期間 14 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係 （OPC-45、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理有） 163
図 2.2-229　浸漬期間 14 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係 （OPC-45、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 163
図 2.2-230　浸漬期間 14 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係 （OPC-60、人工海水：外観変化無、接液部処理無） 163
図 2.2-231　浸漬期間 14 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係 （OPC-60、人工海水：外観変化有、接液部処理有） 164
図 2.2-232　浸漬期間 14 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係 （OPC-60、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無） 164
図 2.2-233　浸漬期間 14 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係 （OPC-60、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理有） 164
図 2.2-234　浸漬期間 14 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係 （OPC-60、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 165
図 2.2-235　浸漬期間 14 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係 （FAC30、1/10 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 165
図 2.2-236　浸漬期間 14 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係 （BFSC70、1/10 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 165
図 2.2-237　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月のビッカース硬度と成分分布の関係の比較 （OPC-45、人工海水：外観変化無） 166
図 2.2-238　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月のビッカース硬度と成分分布の関係の比較 （OPC-45、1/10 濃度人工海水：外観変化有） 166
図 2.2-239　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月のビッカース硬度と成分分布の関係の比較 （OPC-45、1/100 濃度人工海水：外観変化無） 166
図 2.2-240　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月のビッカース硬度と成分分布の関係の比較 （OPC-60、人工海水：外観変化無） 167

図 2.2-241　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月のビッカース硬度と成分分布の関係の比較 （OPC-60、1/10 濃度人工海水：外観変化有） 167
図 2.2-242　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月のビッカース硬度と成分分布の関係の比較 （OPC-45、1/100 濃度人工海水：外観変化無） 167
図 2.2-243　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月のビッカース硬度と成分分布の関係の比較（FAC30、1/10 濃度人工海水：外観変化無） 168
図 2.2-244　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月のビッカース硬度と成分分布の関係の比較（BFSC70、1/10 濃度人工海水：外観変化無） 168
図 2.2-245　ビッカース硬度と空隙率の関係 （OPC-45、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無） 170
図 2.2-246　ビッカース硬度と空隙率の関係 （OPC-60、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無） 170
図 2.2-247　ビッカース硬度と空隙率の関係 （BFSC70、1/10 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無） 170
図 2.2-248　各試料のビッカース硬度と空隙率の関係 171
図 2.4-1　セメント系材料の化学変質挙動に関する模式図（OPC 系材料） 177
図 2.4-2　セメント系材料の化学変質挙動に関する模式図（混合セメント系材料） 178
図 3.2-1　セメント硬化体中での物質移動と相平衡の概念図 181
図 3.2-2　FAC30 ペーストの塩素浸透プロファイルとフィッティング結果 182
図 3.2-3　BFSC70 ペーストの塩素浸透プロファイルとフィッティング結果 182
図 3.3-1　全塩素濃度の分布（OPC コンクリート-人工海水） 192
図 3.3-2　100 年後の鉱物相分布(OPC コンクリート-人工海水) 192
図 3.3-3　間隙水の組成と pH（OPC コンクリート-人工海水） 193
図 3.3-4　間隙水の[Cl-]/[OH-]比（OPC コンクリート-人工海水） 193
図 3.3-5　全塩素濃度の分布（OPC コンクリート-1/10 濃度人工海水） 194
図 3.3-6　100 年後の鉱物相分布(OPC コンクリート-1/10 濃度人工海水) 194
図 3.3-7　間隙水の組成と pH（OPC コンクリート-1/10 濃度人工海水） 195
図 3.3-8　間隙水の[Cl-]/[OH-]比（OPC コンクリート-1/10 濃度人工海水） 195
図 3.3-9　全塩素濃度の分布（OPC コンクリート-1/100 濃度人工海水） 196
図 3.3-10　100 年後の鉱物相分布(OPC コンクリート-1/100 濃度人工海水) 196
図 3.3-11　間隙水の組成と pH（OPC コンクリート-1/100 濃度人工海水） 197
図 3.3-12　間隙水の[Cl-]/[OH-]比（OPC コンクリート-1/100 濃度人工海水） 197
図 3.3-13　全塩素濃度の分布（FAC コンクリート-人工海水） 199
図 3.3-14　100 年後の鉱物相分布(FAC コンクリート-人工海水) 199
図 3.3-15　間隙水の組成と pH（FAC コンクリート-人工海水） 200
図 3.3-16　間隙水の[Cl-]/[OH-]比（FAC コンクリート-人工海水） 200
図 3.3-17　全塩素濃度の分布（FAC コンクリート-1/10 濃度人工海水） 201
図 3.3-18　100 年後の鉱物相分布(FAC コンクリート-1/10 濃度人工海水) 201
図 3.3-19　間隙水の組成と pH（FAC コンクリート-1/10 濃度人工海水） 202
図 3.3-20　間隙水の[Cl-]/[OH-]比（FAC コンクリート-1/10 濃度人工海水） 202
図 3.3-21　全塩素濃度の分布（FAC コンクリート-1/100 濃度人工海水） 203
図 3.3-22　100 年後の鉱物相分布(FAC コンクリート-1/100 濃度人工海水) 203
図 3.3-23　間隙水の組成と pH（FAC コンクリート-1/100 濃度人工海水） 204

図 3.3-24　間隙水の[Cl^-]/[OH^-]比（FAC コンクリート-1/100 濃度人工海水） 204
図 3.3-25　全塩素濃度の分布（BFSC コンクリート-人工海水） 206
図 3.3-26　100 年後の鉱物相分布(BFSC コンクリート-人工海水)..... 206
図 3.3-27　間隙水の組成と pH（BFSC コンクリート-人工海水） 207
図 3.3-28　間隙水の[Cl^-]/[OH^-]比（BFSC コンクリート-人工海水） 207
図 3.3-29　全塩素濃度の分布（BFSC コンクリート-1/10 濃度人工海水） 208
図 3.3-30　100 年後の鉱物相分布(BFSC コンクリート-1/10 濃度人工海水)..... 208
図 3.3-31　間隙水の組成と pH（BFSC コンクリート-1/10 濃度人工海水） 209
図 3.3-32　間隙水の[Cl^-]/[OH^-]比（BFSC コンクリート-1/10 濃度人工海水） 209
図 3.3-33　全塩素濃度の分布（BFSC コンクリート-1/100 濃度人工海水） 210
図 3.3-34　100 年後の鉱物相分布(BFSC コンクリート-1/100 濃度人工海水)..... 210
図 3.3-35　間隙水の組成と pH（BFSC コンクリート-1/100 濃度人工海水） 211
図 3.3-36　間隙水の[Cl^-]/[OH^-]比（BFSC コンクリート-1/100 濃度人工海水） 211
図 3.3-37　全塩素濃度の分布（吹付けコンクリート-人工海水） 213
図 3.3-38　100 年後の鉱物相分布(吹付けコンクリート-人工海水)..... 213
図 3.3-39　間隙水の組成と pH（吹付けコンクリート-人工海水） 214
図 3.3-40　間隙水の[Cl^-]/[OH^-]比（吹付けコンクリート-人工海水） 214
図 3.3-41　全塩素濃度の分布（吹付けコンクリート-1/10 濃度人工海水） 215
図 3.3-42　100 年後の鉱物相分布(吹付けコンクリート-1/10 濃度人工海水)..... 215
図 3.3-43　間隙水の組成と pH（吹付けコンクリート-1/10 濃度人工海水） 216
図 3.3-44　間隙水の[Cl^-]/[OH^-]比（吹付けコンクリート-1/10 濃度人工海水） 216
図 3.3-45　全塩素濃度の分布（吹付けコンクリート-1/100 濃度人工海水） 217
図 3.3-46　100 年後の鉱物相分布(吹付けコンクリート-1/100 濃度人工海水)..... 217
図 3.3-47　間隙水の組成と pH（吹付けコンクリート-1/100 濃度人工海水） 218
図 3.3-48　間隙水の[Cl^-]/[OH^-]比（吹付けコンクリート-1/100 濃度人工海水） 218
図 3.3-49　全塩素濃度 1.2kg/m^3 になる深さ(1)..... 220
図 3.3-50　全塩素濃度 1.2kg/m^3 になる深さ(2)..... 221
図 3.3-51　間隙水の［Cl^-］/［OH^-］モル比が 0.1 になる深さ(1)..... 222
図 3.3-52　間隙水の［Cl^-］/［OH^-］モル比が 0.1 になる深さ(2)..... 223
図 3.3-53　間隙水の［Cl^-］/［OH^-］モル比が 0.6 になる深さ(1)..... 224
図 3.3-54　間隙水の［Cl^-］/［OH^-］モル比が 0.6 になる深さ(2)..... 225

－ 表目次 －

表 2.2-1　試験試料 2
表 2.2-2　ブロック試験試料の作製条件 3
表 2.2-3　ブロック試料の液交換式浸漬試験の浸漬試験条件 3
表 2.2-4　各浸漬液の pH 分析結果 6
表 2.2-5　EPMA 測定試料一覧 14
表 2.2-6　EPMA 測定試料の変質域一覧 15
表 2.2-7　EPMA 結果を参考に選定した浸漬 4 ヶ月試料の各測定位置および測定数 77
表 2.2-8　EPMA 結果を参考に選定した浸漬 14 ヶ月試料の各測定位置および測定数 78
表 2.2-9　XRD 測定試料一覧 85
表 2.2-10　同定された鉱物の化学式 85
表 2.2-11　浸漬期間 4 ヶ月試料の鉱物の同定結果一覧 86
表 2.2-12　浸漬期間 14 ヶ月試料の鉱物の同定結果一覧 87
表 2.2-13　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月の鉱物相の比較 88
表 2.2-14　接液面近傍の組成分布測定試料一覧 106
表 2.2-15　接液面近傍の沈殿成分一覧 107
表 2.2-16　空隙率測定試料一覧 137
表 2.2-17　二値化した画像から算出した空隙率 137
表 2.2-18　ビッカース硬度測定試料一覧 141
表 2.2-19　ビッカース硬度（平均値）一覧 142
表 2.2-20　浸漬期間 4 ヶ月試料の微小領域の硬度測定結果（1/2） 143
表 2.2-21　浸漬期間 4 ヶ月試料の微小領域の硬度測定結果（2/2） 144
表 2.2-22　浸漬期間 14 ヶ月試料の微小領域の硬度測定結果（1/3） 145
表 2.2-23　浸漬期間 14 ヶ月試料の微小領域の硬度測定結果（2/3） 146
表 2.2-24　浸漬期間 14 ヶ月試料の微小領域の硬度測定結果（3/3） 147
表 3.2-1　各水和物の反応式とその熱力学的平衡定数 183
表 3.2-2　フィッティングによって得られた熱力学的平衡定数 log Kna および log Kk 184
表 3.3-1　支保工の配合（コンクリート：W/C＝55%） 185
表 3.3-2　コンクリート標準示方書[施工編：特殊コンクリート 185
表 3.3-3　吹付けコンクリート配合例 186
表 3.3-4　急結材の配合例 187
表 3.3-5　急結剤基材の化学組成(1) 187
表 3.3-6　急結剤基材の化学組成(2) 187
表 3.3-7　本検討で使用する急結剤組成 187
表 3.3-8　OPC ペーストの鉱物組成と反応率 189
表 3.3-9　FAC30 の鉱物組成と反応率 189
表 3.3-10　BFSC70 の鉱物組成と反応率 190
表 3.3-11　吹付けコンクリートのペースト部分の鉱物相組成と反応率 190

1. はじめに

1.1 本付属書の概要

本付属書は、平成 30 年度　高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（沿岸部処分システム高度化開発）のうち「塩水環境下におけるセメント系材料の機械的特性変化に関する検討」（以下、本業務）における試験および解析の結果に関して、報告書本編に掲載した結果のバックデータを記したものである。また、本付属書には、経時変化を確認できる様、本業務の平成 29 年度の結果についても一部掲載する。

1.2 実施内容

本業務で実施した項目を以下に示す。

(1) バルク試験体を用いた機械的強度の変化に関するデータの取得

(2) 塩水浸透に係わるモデルの検討

本付属書の「2. バルク試験体を用いた機械的強度の変化に関するデータの取得」では、海水系の模擬地下水へのバルク試験体の浸漬試験によるデータの取得により、操業期間における塩水によるセメント系材料の化学変質の機械的強度変化への影響を検討した。また、この検討においては、処分場環境における地下水中の成分濃度が、陸域からの降水系地下水の混合により海水よりも低くなっている可能性も考慮した。平成 30 年度は、平成 28 年度に作製したバルク試験体の人工海水及び海水より薄い塩水への浸漬試験を継続し（バルク試験体の一部は平成 29 年度に分析を実施）、セメント系材料の変質状態の分析及び機械的強度の変化に関する測定を実施した。その結果から、塩水濃度、セメント種ごとに試験体で起きている化学変質現象を整理した。また、コンクリートの強度変化挙動を推定して、塩水濃度、セメント種とコンクリートの強度変化挙動の関係を考察した。

さらに「3. 塩水浸透に係わるモデルの検討」では、鉄筋等の腐食によるセメント系材料のひび割れ発生に伴う機械的強度の変化を評価することを目的に、沿岸海底下の地下水による化学変質を考慮したセメント系材料への塩化物イオンの浸透挙動を検討した。平成 30 年度は平成 28 年度の調査により抽出され、平成 29 年度に濃度が異なる海水系地下水での塩化物イオンの浸透解析を行う際の留意点等を確認した塩化物イオン浸透モデルの高度化を検討した。また、このモデルを用いて、セメント種と塩水濃度をパラメータとしたケーススタディを行い、塩水との接触期間とセメント相への塩化物イオン浸透深さ等の関係を整理した。

以下に、本業務における検討の詳細を記す。

2. バルク試験体を用いた機械的強度の変化に関するデータの取得

2.1 概要

海水系の模擬地下水へのバルク試験体の浸漬試験によるデータの取得により、操業期間における塩水によるセメント変質の機械的強度の変化への影響を検討した。また、この検討においては、処分場環境における地下水中の成分濃度が、陸域からの降水系地下水の混合により海水よりも低くなっている可能性も考慮した。平成 30 年度は、平成 28 年度に作製したバルク試験体の人工海水及び海水より薄い塩水への浸漬試験を継続し（バルク試験体の一部は平成 29 年度に分析を実施）、セメント系材料の変質状態の分析及び機械的強度の変化に関する測定を実施した。その結果から、塩水濃度、セメント種ごとに試験体で起きている化学変質現象を整理した。また、処分場におけるセメント系材料の強度変化挙動を推定して、塩水濃度、セメント種との関係を考察した。

2.2 ブロック浸漬試料の分析

人工海水および希釈した人工海水に浸漬していた各種セメントペーストブロックの分析を実施し、現象を整理するとともに、操業期間中の機械的強度変化に影響する事項を検討した。

2.2.1 試験条件

(1) 試験試料の作製条件

平成 28 年度に作製した表 2.2-1 に示すセメントブロック試料の浸漬試験を実施し、試験後に回収した試料の分析を行った。ブロック試料の作製条件を表 2.2-2 に示す。なお、試料名の表記は、普通ポルトランドセメントは OPC-水紛体比、混合セメントはセメント種-混和材内割り比（質量）で表す。

表 2.2-1 試験試料

試料名	セメント種類	水/紛体質量比
OPC-45	普通ポルトランドセメント	0.45
OPC-60	普通ポルトランドセメント	0.60
FAC30	普通ポルトランドセメント/フライアッシュ＝7/3	0.60
BFSC70	普通ポルトランドセメント/高炉スラグ＝3/7	0.60

表 2.2-2　ブロック試験試料の作製条件

項目	内容
配合	水／粉体＝0.45、0.60
練り混ぜ温度	30℃
打設（成形）	直径 20mm　アクリルパイプ
養生	水中養生　50℃、91 日
切断	長さ 30mmに切断加工
マスキング	一面を開放し、他面を樹脂によりマスキング

(2)　浸漬試験条件

浸漬試験においては、沿岸海底下の処分場環境を模擬する事に留意した。海底下の既存施設、例えば、平成 28 年度に文献調査を行った内容によると青函トンネル本坑（海底部）23.3km の区間からは 1 日あたり約 5000m^3 の湧水を外部排出しており、岩盤とコンクリートの隙間では地下水の流れが生じている（秋田ほか, 2001）。従来の浸漬試験では浸漬液の交換等は実施しておらず、浸漬液中の成分濃度が溶解度に達して更なる溶脱が起きなかった等、セメント系材料の変質が既存の地下施設の環境より抑制されていた可能性が否定できない。そこで、本業務ではより保守的な条件で浸漬試験を実施すべく既存の地下施設の環境条件を参考にする事とし、地下水の移動に伴う流れを「スターラ攪拌」、コンクリートとの接触液の入れ替わりを「液交換」で模擬する浸漬試験条件を設定した。浸漬試験条件を表 2.2-3 に浸漬試験の模式図を図 2.2-1 に、浸漬状況を図 2.2-2 に示した。

表 2.2-3　ブロック試料の液交換式浸漬試験の浸漬試験条件

項目	内容
浸漬液相	希釈人工海水：1 倍（人工海水）、1/10 倍（1/10 濃度人工海水）、 1/100 倍（1/100 濃度人工海水） なお、浸漬液は、八洲薬品社、金属腐食試験用アクアマリンを製品添付の手順書に基づき作製し、この溶液を人工海水とした。
浸漬液量	500ml/1 試料あたり（単位面積流量 160ml/月/cm^2）、月 1 回液交換
試験期間	常時スターラ攪拌条件で 14 ヶ月間
雰囲気	浸漬試験中は密封し外気を遮断

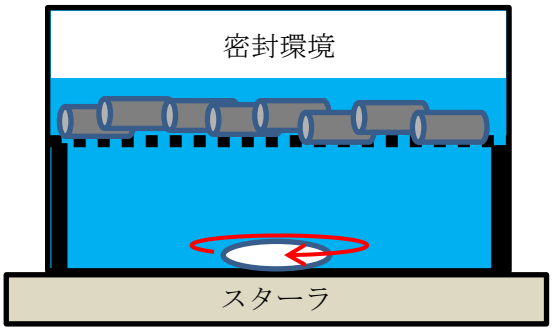


図 2.2-1　ブロック試料の浸漬試験の模式図



図 2.2-2　ブロック試料の浸漬状況

2.2.2　分析項目と方法

(1)　pH 分析

pH はガラス電極を装着した pH メータ（堀場社製、LAQUA F-72）を使用して測定した。

(2)　試料断面の元素組成分析

電子線マイクロアナライザー（EPMA：日本電子データム株式会社製、JXA-8100）を使用し、加速電圧 15KV、照射電流 5×10^{-8}A、ビーム径 25μm の条件で試料断面の元素組成分析をした。測定元素は、Ca、Si、Al、Fe、Mg、S、Na、K、Cl の 9 元素とした。

(3)　鉱物相の同定

X 線回折装置（XRD：PANalytical 社製、X'Pert PRO MPD）を使用し、45kV、40mA の条件で発生した CuKα 線を用いて粉末試料の X 線回折ピークを取得した。測定結果は HighScore Plus というソフトを使用して鉱物相の同定を実施した。

(4)　鉱物の形態観察および組成分布

走査電子顕微鏡（SEM：日立ハイテクノロジーズ社製、SU5000）を使用し、15ｋＶの加速電圧で発生した反射電子より試料断面の鉱物の形態情報を取得した。なお、本分析では、EDS による組成分布測定、および、反射電子像からの空隙率の算出を行った。試料の観察面は鏡面研磨した。

(5)　微小領域の硬度の測定

マイクロビッカース硬さ試験機（ミツトヨ社製、HM-221）を使用し、試料断面の人工海水と接触する接液面から内部に向かって所定箇所の硬度を測定した。ビッカース硬度は、ダイアモンド製の四角錐圧子により試料表面に残った圧痕の面積と荷重から算出した。測定には未乾燥の硬化体を用い、圧痕の観察を容易にするため測定面に鏡面研磨を施した。荷重は、くぼみの対角線長さが 50μm 前後に収まるよう調整した。

2.2.3　分析結果

(1)　pH 分析

各浸漬液の pH の分析結果を表 2.2-4 に示す。浸漬液は、八洲薬品社、金属腐食試験用アクアマリンを製品添付の手順書に基づき作製し、この溶液を人工海水として、人工海水をイオン交換水で 1/10 倍、1/100 倍に希釈した溶液をそれぞれ、1/10 濃度人工海水、1/100 濃度人工海水とした。表中の「浸漬前」が固相試料を浸漬する前の pH であり、「1M～14M（month)」が浸漬 14 ヶ月の期間、月に 1 度実施した液交換直前の pH である。浸漬液の pH を図 2.2-3～図 2.2-6 に示す。

浸漬試験前の浸漬液の pH は、人工海水が pH8.19、1/10 人工海水が pH8.23、1/100 人工海水が pH8.01 であり、濃度に関わらず pH は 8～8.2 程度だった。一般的に固相浸漬後の浸漬液には、セメント材料中に微量含まれる Na、K が溶出し、次いで Ca が溶脱し、これにより浸漬液の pH は上昇する。本試験では、定期的に浸漬液を交換するため、pH は液交換の都度 8 程度から上昇する。通常、セメント成分は接液面から溶脱し固相内では減少するため、液交換の回数を重ねると、溶出成分の移動に要する時間が長くなり、期間当たりの pH の上昇割合は低下する。

OPC-45 の浸漬液は、人工海水の 1 ヶ月で pH9.76 まで上昇、その後 3 ヶ月に掛けて pH が低下し、以降 14 ヶ月までのほとんどのポイントで pH は初期の浸漬液と同等であった。1/10 濃度人工海水、1/100 濃度人工海水の 1 ヶ月では pH はそれぞれ pH10.39、pH10.78 となり、人工海水と同様に pH は初期の浸漬液より高い値を示した。しかし、pH の経時変化は人工海水と異なり、14 ヶ月までのほとんどのポイントで pH9～10 程度に推移し初期の浸漬液より高い値を示した。pH の上昇がセメント成分の溶出を反映した値であると考えると、人工海水では比較的早い時期に何らかの要因で溶出が抑制されたと考えられ、一方で、1/10 濃度人工海水、1/100 濃度人工海水では、浸漬試験を終了した 14 ヶ月の段階でも、固液の反応は継続していたと考えられた。

OPC-60 の浸漬液は、人工海水の 1 ヶ月で pH9.73 まで上昇、その後 3 ヶ月に掛けて pH が低下し、以降 14 ヶ月までのほとんどのポイントで pH は初期の浸漬液と同等であった。1/10 濃度人工海水、1/100 濃度人工海水の 1 ヶ月では pH はそれぞれ pH10.58、pH10.93 となり、人工海水と同様に pH は初期の浸漬液より高い値を示した。しかし、pH の経時変化は人工海水と異なり、14 ヶ月までのほとんどのポイントで pH9～10 程度に推移し、初期の浸漬液より高い値を示した。人工海水、1/10 濃度人工海水、1/100 濃度人工海水ともに、pH の経時変化は OPC-45 と同じ傾向を示した。

FAC30 の浸漬液の pH は、人工海水では 1 ヶ月で pH8.28 であり、1～14 ヶ月まで初期の浸漬液と同等であった。塊状試料を用いた浸漬試験では、混合セメント系材料の成分の溶出速度は OPC 材料と比較して緩慢であることは既知の現象（原環センター, 2007）であるが、1/10 濃度人工海水、1/100 濃度人工海水では 1 ヶ月でそれぞれ pH10.36、pH10.48 まで上昇しており、人工海水の pH が上昇しなかった結果は混合セメント硬化体の溶出特性によるものだけでは無く、溶出を抑制する要因が他にもあったと考えた。1/10 濃度人工海水、1/100 濃度人工海水の pH は、その後 6～7 ヶ月に掛けて pH が低下し、以降 14 ヶ月までのほとんどのポイントで pH は初期の浸漬液と同等であった。

BFSC70 浸漬液の pH 変化の推移は、概ね FAC30 と同等であった。

表 2.2-4　各浸漬液の pH 分析結果

試料名	浸漬液	各浸漬期間における pH														
		浸漬前	1 Month	2 Month	3 Month	4 Month	5 Month	6 Month	7 Month	8 Month	9 Month	10 Month	11 Month	12 Month	13 Month	14 Month
OPC −45	人工海水	8.19	9.76	8.56	8.14	8.05	8.47	8.08	8.11	8.00	8.02	7.96	8.05	8.03	8.05	8.02
	1/10 濃度人工海水	8.23	10.39	10.29	10.01	9.88	9.95	10.02	9.43	9.32	9.25	9.34	9.53	9.46	9.54	9.53
	1/100 濃度人工海水	8.01	10.78	10.20	9.94	10.09	9.66	9.30	8.97	8.15	9.47	9.41	9.44	9.75	10.09	9.64
OPC −60	人工海水	8.19	9.73	9.60	8.14	8.10	7.99	8.09	8.14	8.04	8.02	8.00	8.04	8.03	8.04	8.03
	1/10 濃度人工海水	8.23	10.58	10.10	9.94	9.88	9.69	10.08	9.02	8.76	9.11	9.34	9.45	9.45	9.36	9.43
	1/100 濃度人工海水	8.01	10.93	10.12	9.89	9.95	9.53	9.33	9.19	8.29	8.81	9.19	9.53	9.63	9.95	9.34
FAC 30	人工海水	8.19	8.28	8.16	8.26	8.20	8.01	8.37	8.20	8.30	8.12	8.08	8.11	8.12	8.13	8.41
	1/10 濃度人工海水	8.23	10.36	9.99	9.54	9.56	9.40	8.76	8.47	8.18	8.50	8.48	8.42	8.56	8.53	8.61
	1/100 濃度人工海水	8.01	10.48	10.14	9.32	9.17	9.26	9.44	8.73	8.40	8.32	8.45	8.39	8.38	8.53	9.10
BFSC 70	人工海水	8.19	8.28	8.12	8.17	8.34	7.97	8.28	8.25	8.03	8.11	8.05	8.10	8.11	8.12	8.18
	1/10 濃度人工海水	8.23	10.34	10.10	9.19	8.92	9.20	8.69	8.54	8.12	8.57	8.45	8.40	8.48	8.32	8.58
	1/100 濃度人工海水	8.01	10.34	9.85	9.02	8.60	9.38	9.28	8.87	8.21	8.17	8.25	8.48	8.32	8.77	9.04

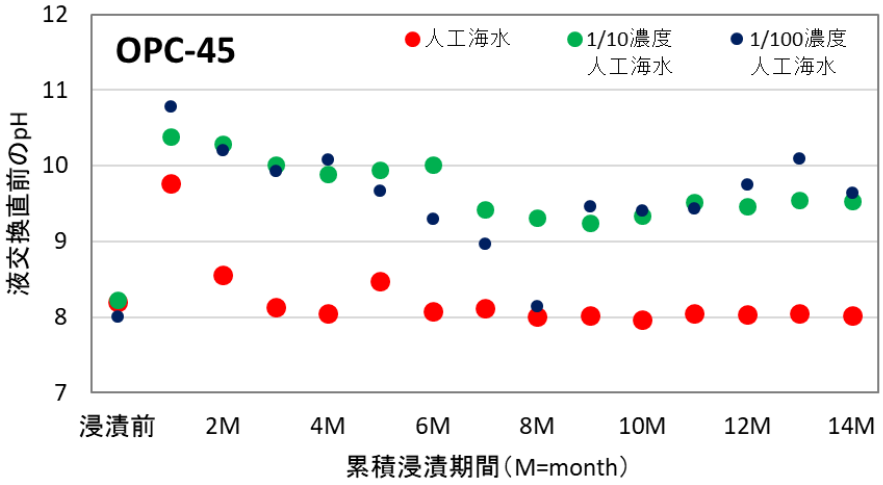


図 2.2-3　浸漬液の pH（OPC-45）

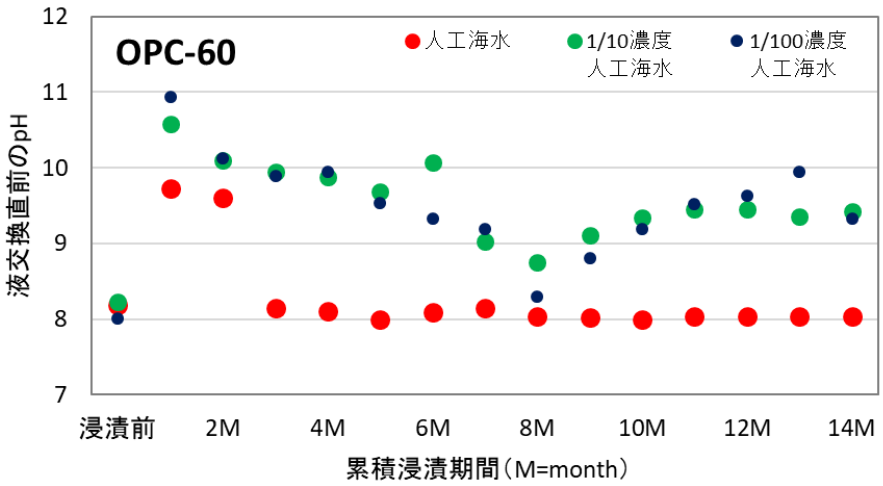


図 2.2-4　浸漬液の pH（OPC-60）

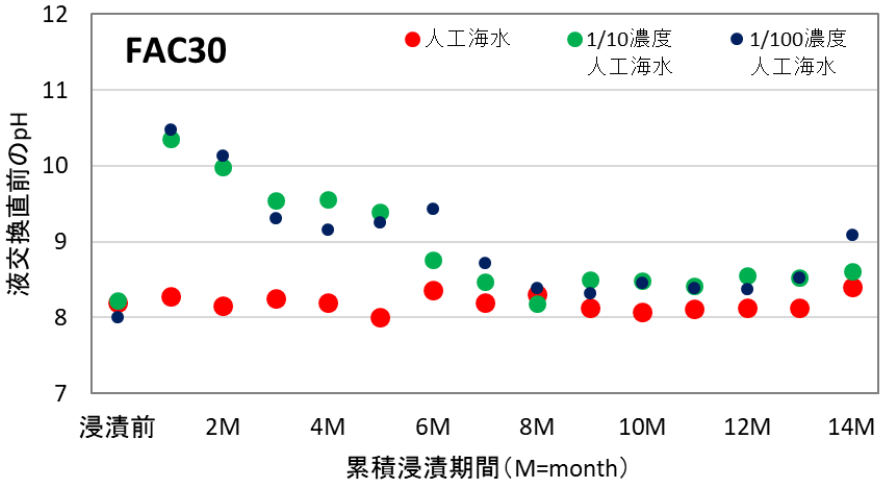


図 2.2-5　浸漬液の pH（FAC30）

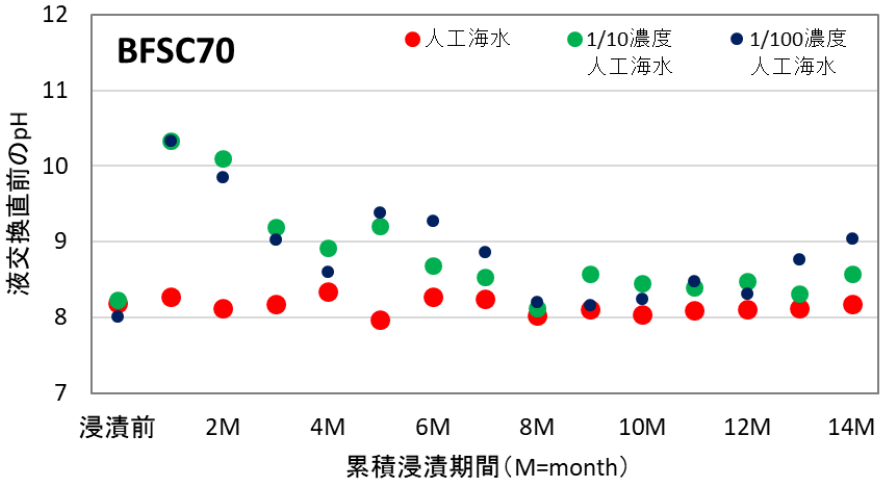


図 2.2-6　浸漬液の pH（BFSC70）

⑵ 試料断面の元素組成分析

1) 分析試料の切断面観察

元素組成分析に用いる固相試料は、コンクリートカッターで加工する際の破損のリスクを低減させるため、円柱状試験体の周囲を樹脂で保護した。補強後の試験体は中央部から垂直にカットし切断面の観察を行った。浸漬試料の切断面一覧を図 2.2-7、図 2.2-8 に示す。

OPC-45 および OPC-60 の人工海水浸漬後試料では、接液面上部にドーム状の変質域（以下、ドームと略記）が生成した試料と生成していない試料があった。接液面上部にドームが形成された試料では、ドームが浮き上がる過程で元々接液面であった試料表層もドームに付着し浮き上がりドーム内に存在すると共に、新たな接液面が形成されていた。これらの状態を区別するために、ドームを有する試料を「外観変化有」、有しない試料を「外観変化無」とした。また、OPC 系材料の外観変化有の一部の試料は、浸漬期間 5 ヶ月の時点でドームを取り除く処理を施した後に再度浸漬試験を継続しており、この処理の有無を区別するために、ドームを取り除いた試料を「接液面処理有」、取り除いていない試料を「接液面処理無」とした。

なお、既往のコンクリートの海水浸漬試験では、この様な生成物は報告されていない（福手ほか, 1992）。本試験の固相試料はセメントペースト硬化体のため、モルタル、コンクリート等の骨材を含む硬化体と比較して、単位体積当たりの溶脱成分量が多く、沈殿反応が生じやすい。これら接液面に多く生成した二次鉱物が成長の過程で剥離し、さらに空間を伴いながら成長することでドーム状に形成したと考えられた。本試験では、溶脱成分の濃度上昇を制限するための液交換を月に 1 度実施している。しかし、ドームは浸漬 1 ヶ月以内に形成していることから、液交換前に二次鉱物が生成する成分濃度に達したと考えられた。従って、常に地下水が移動して成分濃度の上昇が抑えられる実際の処分場環境下では、このようなドームの形成は起こる可能性は低いと考えられる。

切断面を観察した結果、ほとんどの硬化体で、浸漬 4 ヶ月と浸漬 14 ヶ月の状態に差異は確認できなかった。目視で観察できる範囲では、浸漬 4 ヶ月時点で外観変化無の試料は、14 ヶ月でもドームの生成はなく、外観変化有の試料でも、14 ヶ月後にドームの拡大は確認されなかった。しかし、接液面処理有の試料では、浸漬 5 ヶ月時点でドームを完全に除去した部位に、他のドームと比較して小さなドームの生成が確認されており、OPC-45 より OPC-60 の方がその変化が顕著に見られた。

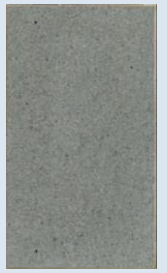
浸漬液	OPC-45			OPC-60			FAC30	BFSC70
	接液面外観変化有		接液面外観変化無	接液面外観変化有		接液面外観変化無	接液面外観変化無	接液面外観変化無
	接液面除去処理無	接液面除去処理有	接液面除去処理無	接液面除去処理無	接液面除去処理有	接液面除去処理無	接液面除去処理無	接液面除去処理無
人工海水								
1/10濃度人工海水								
1/100濃度人工海水								

図 2.2-7　浸漬 4 ヶ月試料の切断面

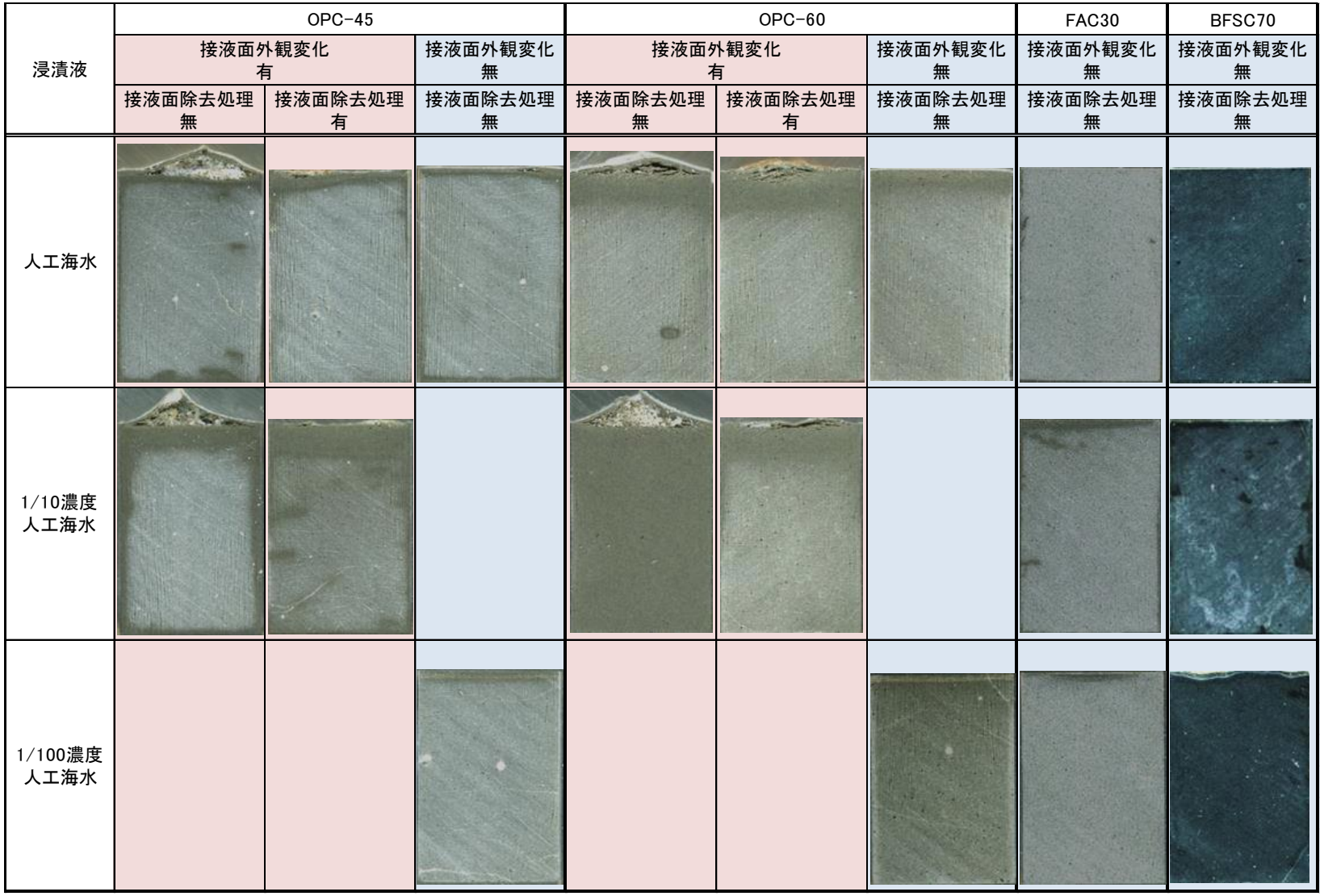


図 2.2-8　浸漬 14 ヶ月試料の切断面

2) 元素組成分布の分析結果および濃度プロファイル

EPMA による元素組成分布の分析結果を図 2.2-9～図 2.2-40 に示す。また、EPMA 測定値の平均濃度プロファイルを図 2.2-41～図 2.2-112 に示す。さらには、各プロファイルから読み取った変質域一覧を表 2.2-6 に示す。元素濃度は酸化物として算出した。浸漬試料は直径 20mm、高さ 30mm の円柱試験体であり、浸漬液との接液面は各図中の上辺である。円柱試験体は中央部を接液面の垂直方向に分割しており、組成分布のマッピング面は分割した切断面にあたる。OPC-45 および OPC-60 の人工海水浸漬後試料は、接液面上部にドームが生成した「外観変化有」とドームが生成していない「外観変化無」、更にはドームを除去処理した後に再浸漬した「接液部処理有」に関しても EPMA 測定を実施した。平均濃度プロファイル図の接液面からの距離 0～(5)mm がドームのプロファイルであり、0～30mm が試料内部のプロファイルである。なお、分析対象試料は、セメント材料の種類、人工海水の濃度、外観変化の有無や接液部処理の有無があり、浸漬期間 14 ヶ月の試料は 18 種類であった。表 2.2-5 に各浸漬期間に測定した EPMA 試料一覧を示す。後述する各試料の EPMA の結果において、これら試料に共通する変化として、Ca、S、Cl の増減が確認されたことから、この 3 成分に関して浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月の濃度プロファイルを比較した。浸漬期間が異なる試料の EPMA 結果の比較を図 2.2-113～図 2.2-124 に示す。

OPC-45 の人工海水に浸漬した試料では、外観変化有、接液部処理無の浸漬期間 4 ヶ月の試料で生成したドームの主要成分は Ca、Mg であった。同試料は接液面から 2mm 以上の深度まで Ca が減少していた。この領域では S が高濃度であり、浸漬液に Ca が溶出する一方で浸漬液から S が浸透していることが確認された。Cl 濃度は Ca 溶脱部では低く、Ca 溶脱部以深で最も高濃度となっていた。低濃度ではあるが Na の浸透も確認されており、そのプロファイルは Cl と近似していた。浸漬期間 14 ヶ月の各成分の濃度分布は 4 ヶ月の試料と同様であったが、Ca 溶脱部の深度は 4 ヶ月の試料の方が深い結果となった。同様の条件で浸漬した試料であっても個々の接液面の状態が異なり、浸漬期間と Ca の溶脱深度の関係に逆転が生じたと考えられた。同じ人工海水でドームを除去した、外観変化有、接液部処理有の試料の Ca 溶脱部は接液面から 3mm 位の深度であり、ドームを除去しない試料より深かった。同部位では高濃度の S が確認された。Cl 濃度は Ca 溶脱部では低く、Ca 溶脱部以深で最も高濃度となっていた。さらには、接液面から 1mm 位の深度まで高濃度の Mg が確認されているが、これはドームを除去する際に接液面近傍の変質相が凹凸状に約 1mm 程度除去され、この約 0～1mm の間に元々の固相面と新たな接液面が混在する形状となっているためであり、この新たな接液面外側（元の接液面位置を基準にしているため、測定上は接液面内側位置）に沈殿した、人工海水由来の Mg が検出された結果と考えられた。人工海水に浸漬した試料でドームが生成していない外観変化無、接液部処理無の浸漬期間 4 ヶ月の試料においても、接液面極近傍の主要成分は Ca、Mg であった。Ca の溶脱域は 1mm に満たなく 14 ヶ月でも同様の深度であった。この Ca 溶脱部では高濃度の S が確認された。また、Cl の濃度は Ca 溶脱部以深で高いことからも、ドームの生成の有無に関係なく、溶脱する成分、沈殿する成分は同じであることがわかった。ただし、ドームが生成した試料の方が Ca 溶脱部の領域が深く、浸透した Cl 濃度が高いことから、ドームが拡大する過程で接液面沈殿物のひび割れと生成が起こり、この間に浸漬液が侵入することで、ドームの無い試料よりも多く反応し変質域が拡大したものと考えられた。一方で、接液部処理の有無を比較すると、処理有の方が浸透した Cl 濃度が高いことから、ドームの拡大する過程は Cl の浸透を助長するが、生成物が完全に接液面を覆った後は、人工海水の侵入を抑制していることがわかった。1/10 濃度人工海水に浸漬した試料の組成分布も人工海水と同様に Ca 溶脱部では高濃度の S が確認され、Cl の濃度は Ca 溶脱部以深で高かった。外観変化有、接液部処理無の試料の Ca 溶脱部は、浸漬期間 4 ヶ月の時点で 3mm 程度と、人工海水、1/100 濃度人工海水より明らかに変質域は深かったが、14 ヶ月の深度

はこれと同等で拡大は確認されなかった。人工海水の結果と同様に、接液部処理有の試料が最も Ca 溶脱域が深かった。1/100 濃度人工海水に浸漬した外観変化無、接液部処理無の浸漬期間 4 ヶ月試料においても Ca 溶脱部と S 高濃度部が極表層で確認され、14 ヶ月ではその深度が 1mm 程度まで拡大していた。人工海水の濃度の異なる試料の Ca 溶脱域の深度は、濃度との相関は確認されなかった。また Cl の浸透濃度も Ca の溶脱域同様に人工海水の濃度との相関は確認されなかったが、Na の浸透濃度は人工海水が最も高く、1/10 濃度人工海水、1/100 濃度人工海水で同程度の低い濃度となった。更には、Cl の浸透濃度は外観変化の有無や海水濃度で異なるものの、全ての試料で最深部の Cl 濃度は、浸漬期間 4 ヶ月の試料より 14 ヶ月の方が高く、浸漬期間の経過とともに Cl が深さ方向に浸透していることが確認された。

OPC-60 の各試料の組成分布と浸漬期間が異なる試料の分布変化は、OPC-45 と同様であった。各濃度の人工海水に浸漬した試料とも、Ca 溶脱部と S 高濃度部の領域が OPC-45 より僅かに深いものの、組成分布の傾向は同様であった。また、Cl と Na の浸透挙動も OPC-45 と近似しているが濃度はそれぞれ高い値となった。OPC-45 と比較して練混ぜ水量が多い OPC-60 では硬化後の水隙（乾燥処理後に空隙となる部分）が多い事が、成分の移動し易さに反映されたものと推測した。

FAC30 では、OPC 系材料と同様に Ca 溶脱部と S 高濃度部、Cl の浸透部が確認された。浸漬期間 4 ヶ月試料の Ca 溶脱部と S 高濃度部の領域は、人工海水の濃度に関わらず極表層のみで同程度であったが、1/10 濃度人工海水、1/100 濃度人工海水では 14 ヶ月ではその深度が 1mm 程度まで拡大し、人工海水では変化が確認されなかった。一方で、全ての試料で Cl 浸透部は浸漬期間 4 ヶ月で 10mm 位から 14 ヶ月で 15～20mm 位まで拡大しており、表層の変質部とは関係なく、浸漬期間の経過とともに Cl が深さ方向に浸透していることが確認された。ただし、Cl 濃度は、1/10 濃度人工海水が最も高く、次いで 1/100 濃度人工海水であること、浸漬液の Cl 量が最も多い人工海水において、試料中の Cl 濃度が最も低い結果が得られたことから、人工海水に浸漬した試料では海水成分に関して何らかの浸透抑制があったものと考えられた。

BFSC70 でも FAC30 と同様の結果となった。OPC 系材料では Ca の溶脱深度は浸漬期間 14 ヶ月で最大 5mm 程度であるが、FAC30、BFSC70 の混合セメント系材料の 14 ヶ月の Ca の溶脱深度は 1mm 程度であった。Cl の浸透領域も OPC 系材料では最深部の 30mm に到達しているが、混合セメント系材料では 15～20mm 位と浸透速度は OPC 系材料と比較して遅いことが確認された。

以上の様に、セメント種類、人工海水の希釈濃度に関わらず Ca 溶脱部と S 高濃度部が確認された。これらの変質部は同じ領域であり、Cl の浸透部は Ca 溶脱部以深で高いことがわかった。また、OPC 系材料では、Cl 浸透部と同程度の領域まで Na も浸透しているが Cl と比較すると濃度が低いことを確認した。

表 2.2-5　EPMA 測定試料一覧

セメント材料	浸漬液	接液部外観変化	接液部処理	EPMA 測定		
				4 ヶ月	14 ヶ月	比較
OPC-45	人工海水	無	無	○	○	●
		有	無	○	○	●
			有		○	
	1/10 濃度人工海水	有	無	○	○	●
			有		○	
	1/100 濃度人工海水	無	無	○	○	●
OPC-60	人工海水	無	無	○	○	●
		有	無	○	○	●
			有		○	
	1/10 濃度人工海水	有	無	○	○	●
			有		○	
	1/100 濃度人工海水	無	無	○	○	●
FAC30	人工海水	無	無	○	○	●
	1/10 濃度人工海水	無	無	○	○	●
	1/100 濃度人工海水	無	無	○	○	●
BFSC70	人工海水	無	無	○	○	●
	1/10 濃度人工海水	無	無	○	○	●
	1/100 濃度人工海水	無	無	○	○	●

○：EPMA 測定試料

●：平均濃度プロファイルの比較図作成

表 2.2-6　EPMA 測定試料の変質域一覧

セメント材料	浸漬液	接液部外観変化	接液部処理	4ヶ月 変質域(mm)		14ヶ月 変質域(mm)	
				Ca 溶脱部	Cl 浸透部	Ca 溶脱部	Cl 浸透部
OPC-45	人工海水	無	無	0-1	30	0-1	30
		有	無	2-3	30	1-2	30
			有	—	—	2-3	30
	1/10 濃度人工海水	有	無	2-3	30	2-3	30
			有	—	—	4-5	30
	1/100 濃度人工海水	無	無	0-1	25-30	0-1	30
OPC-60	人工海水	無	無	1-2	30	1-2	30
		有	無	3-4	30	3-4	30
			有	—	—	4-5	30
	1/10 濃度人工海水	有	無	3-4	30	3-4	30
			有	—	—	4-5	30
	1/100 濃度人工海水	無	無	0-1	25-30	0-1	30
FAC30	人工海水	無	無	0-1	8-10	0-1	15-20
	1/10 濃度人工海水	無	無	0-1	8-10	1-2	20-25
	1/100 濃度人工海水	無	無	0-1	8-10	1-2	15-20
BFSC70	人工海水	無	無	0-1	9-11	0-1	20-25
	1/10 濃度人工海水	無	無	0-1	9-11	1-2	25-30
	1/100 濃度人工海水	無	無	0-1	9-11	1-2	20-25

—：分析結果無

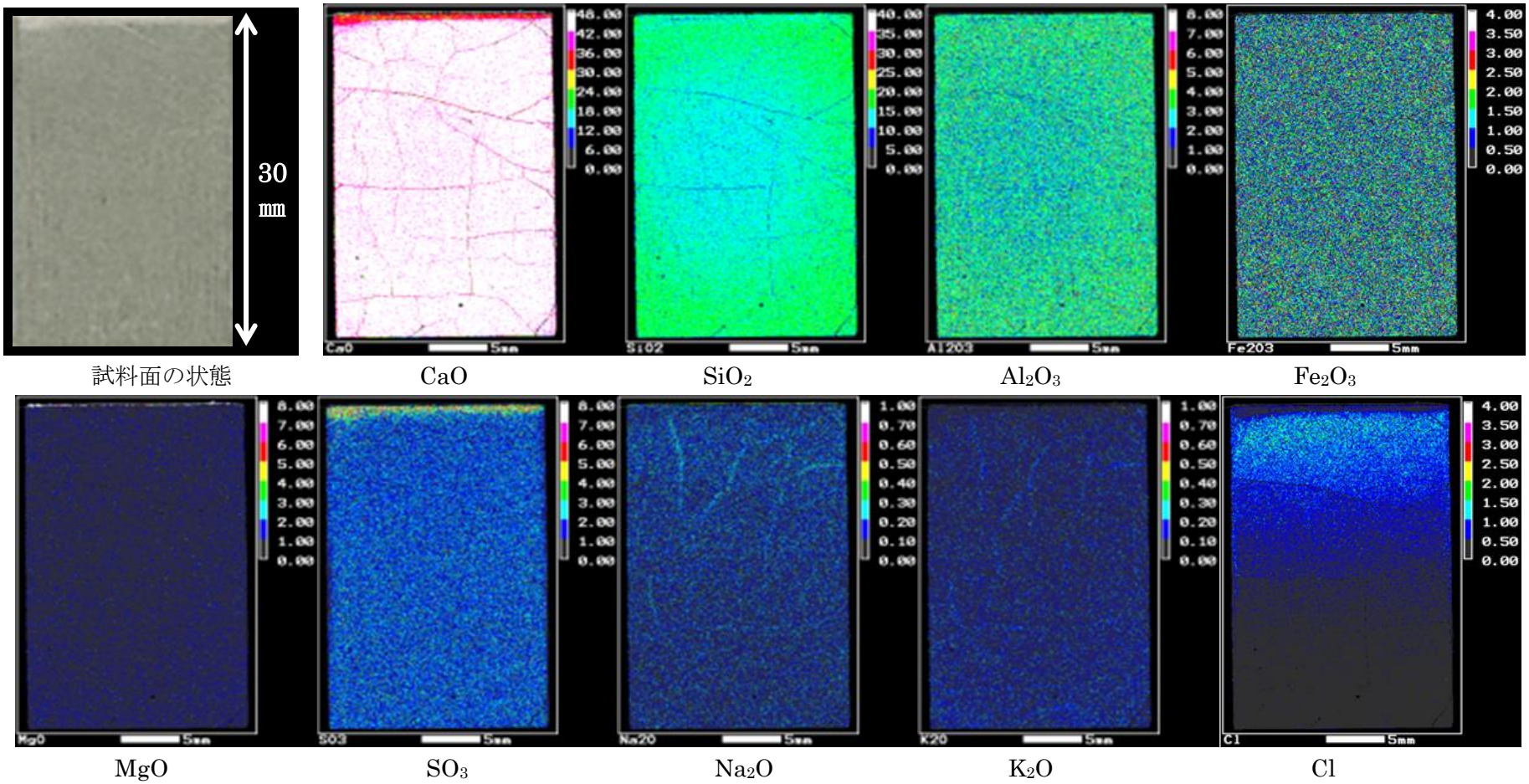


図 2.2-9　浸漬 4 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-45、人工海水：外観変化無、接液部処理無）

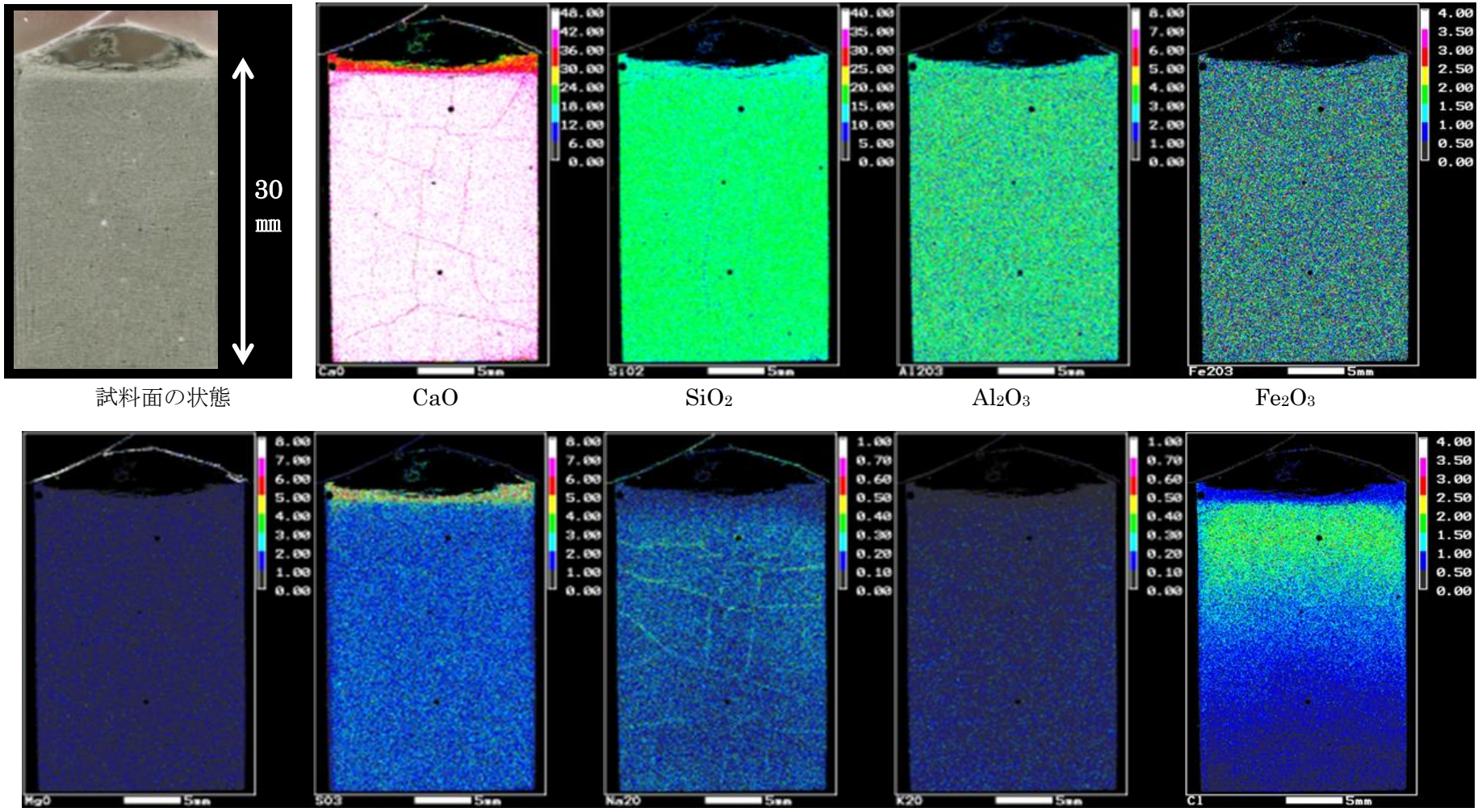


図 2.2-10　浸漬 4 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-45、人工海水：外観変化有、接液部処理無）

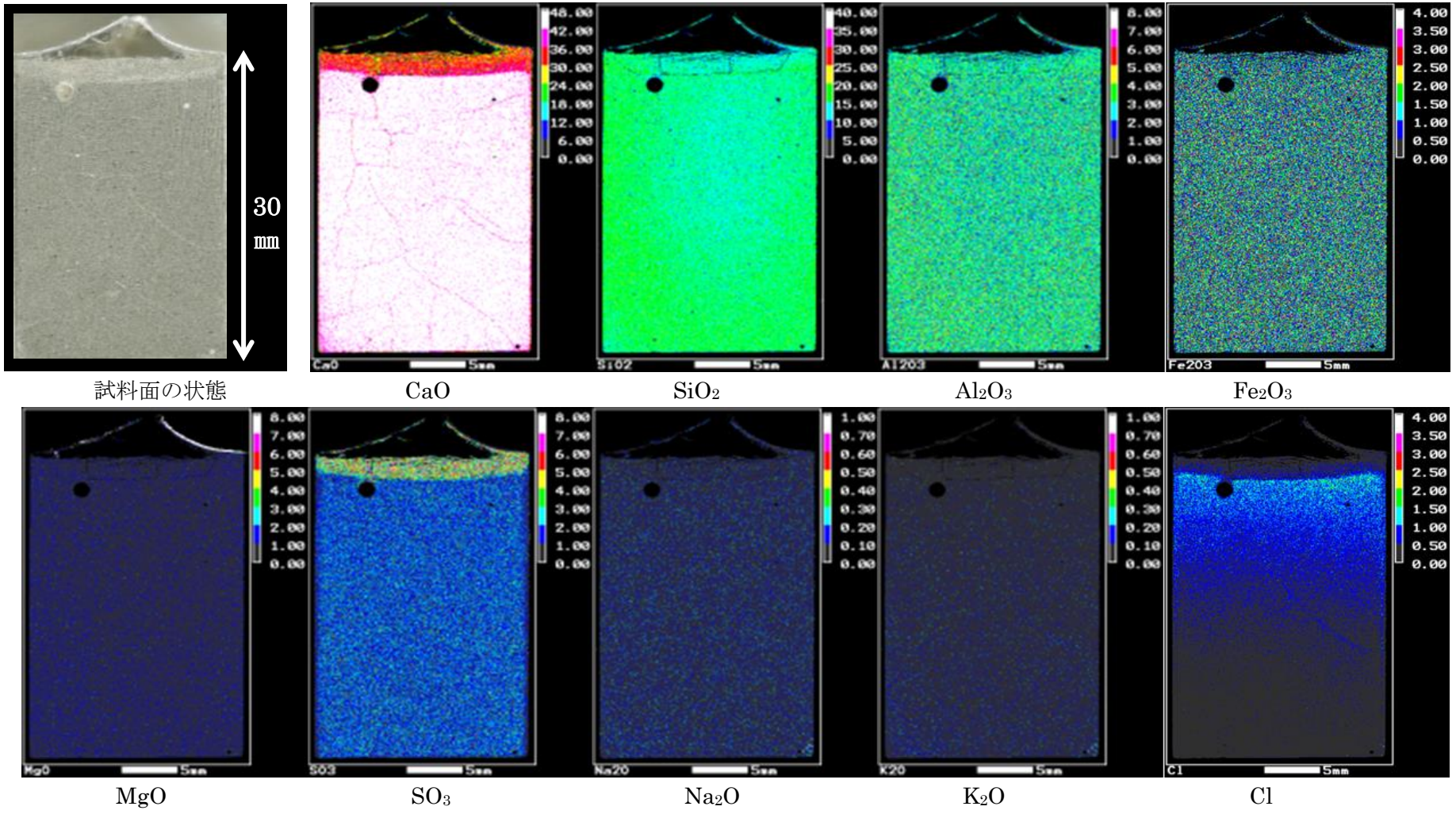


図 2.2-11　浸漬 4 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-45、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無）

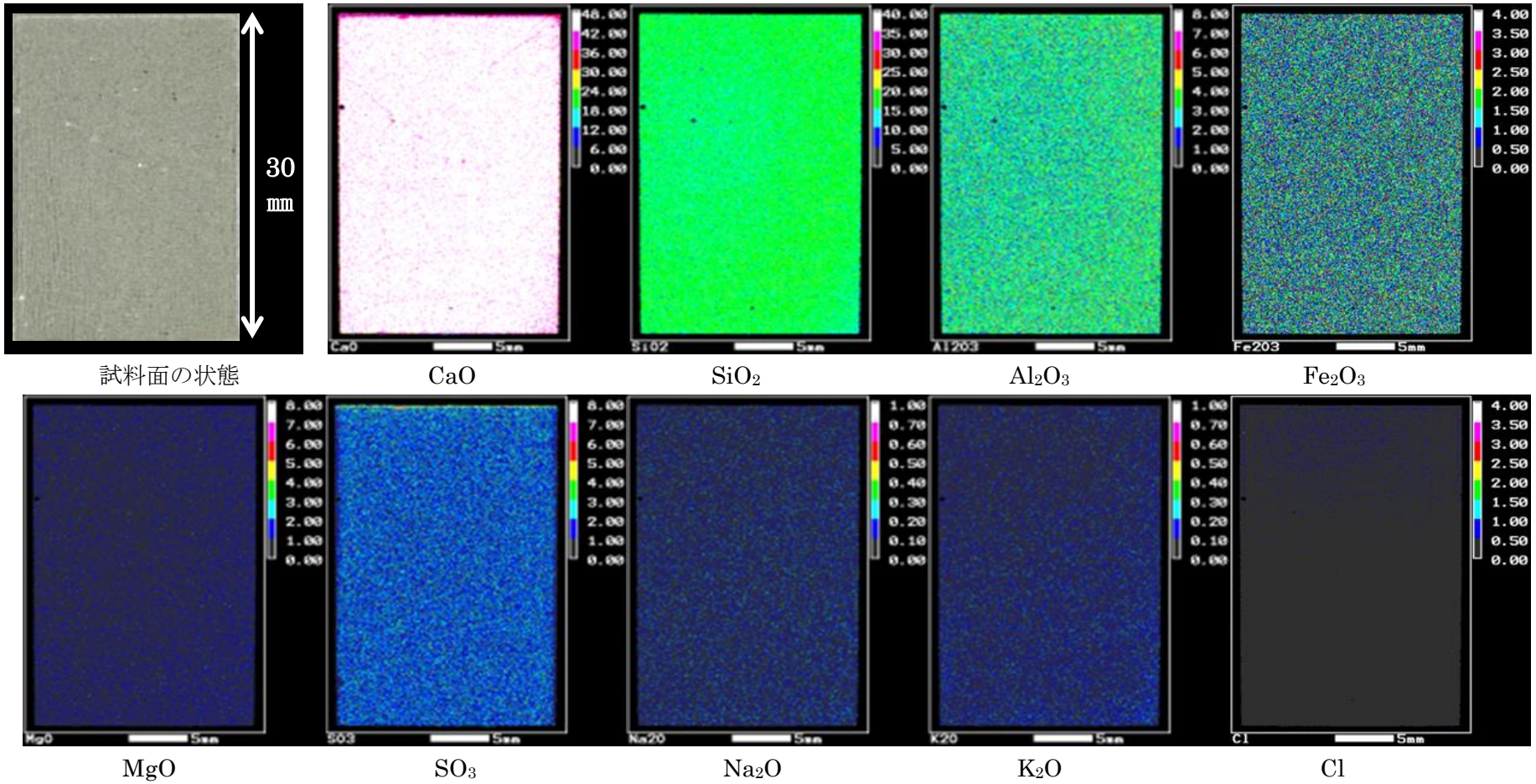


図 2.2-12　浸漬 4 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-45、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

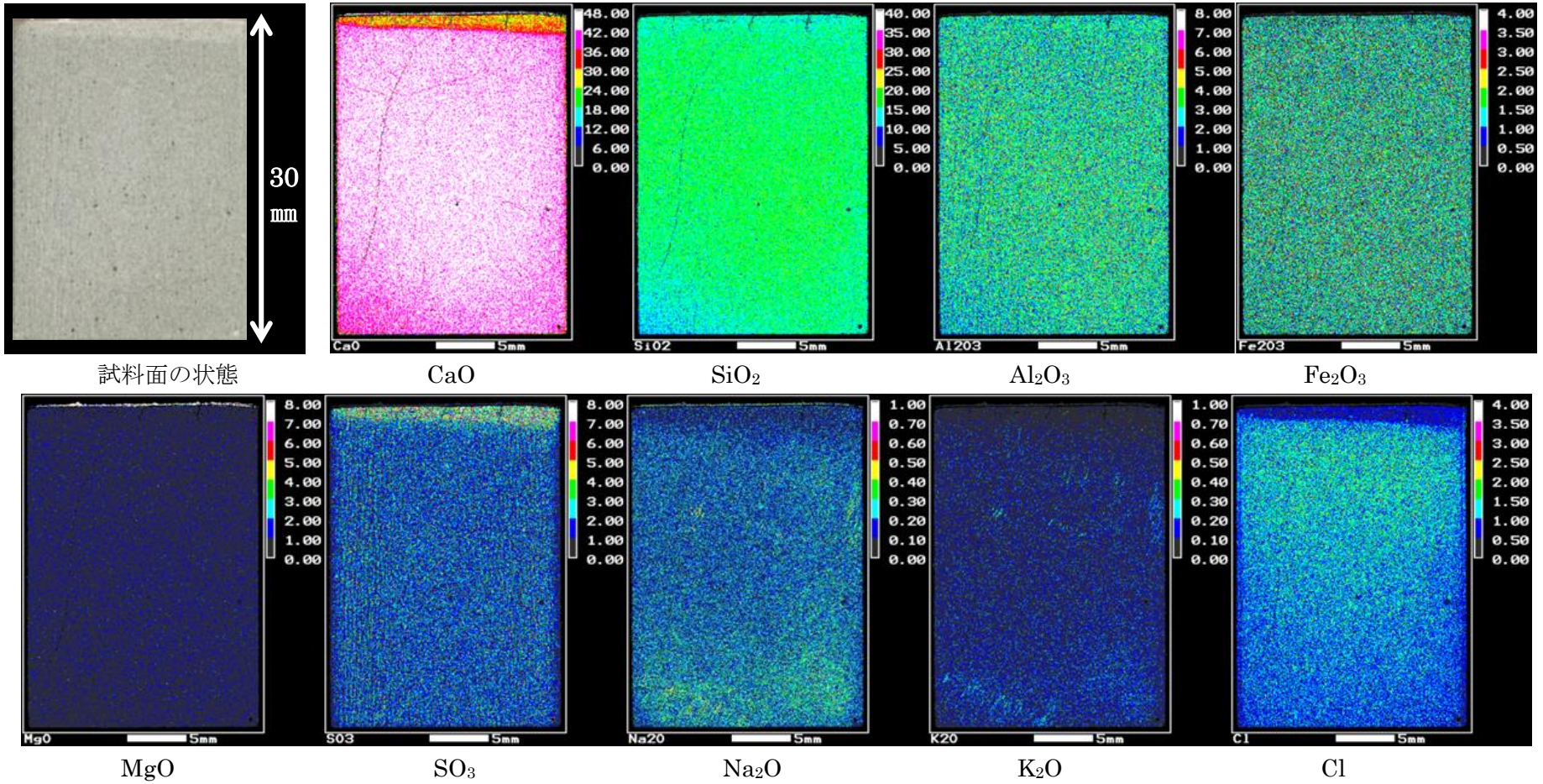


図 2.2-13　浸漬 4 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-60、人工海水：外観変化無、接液部処理無）

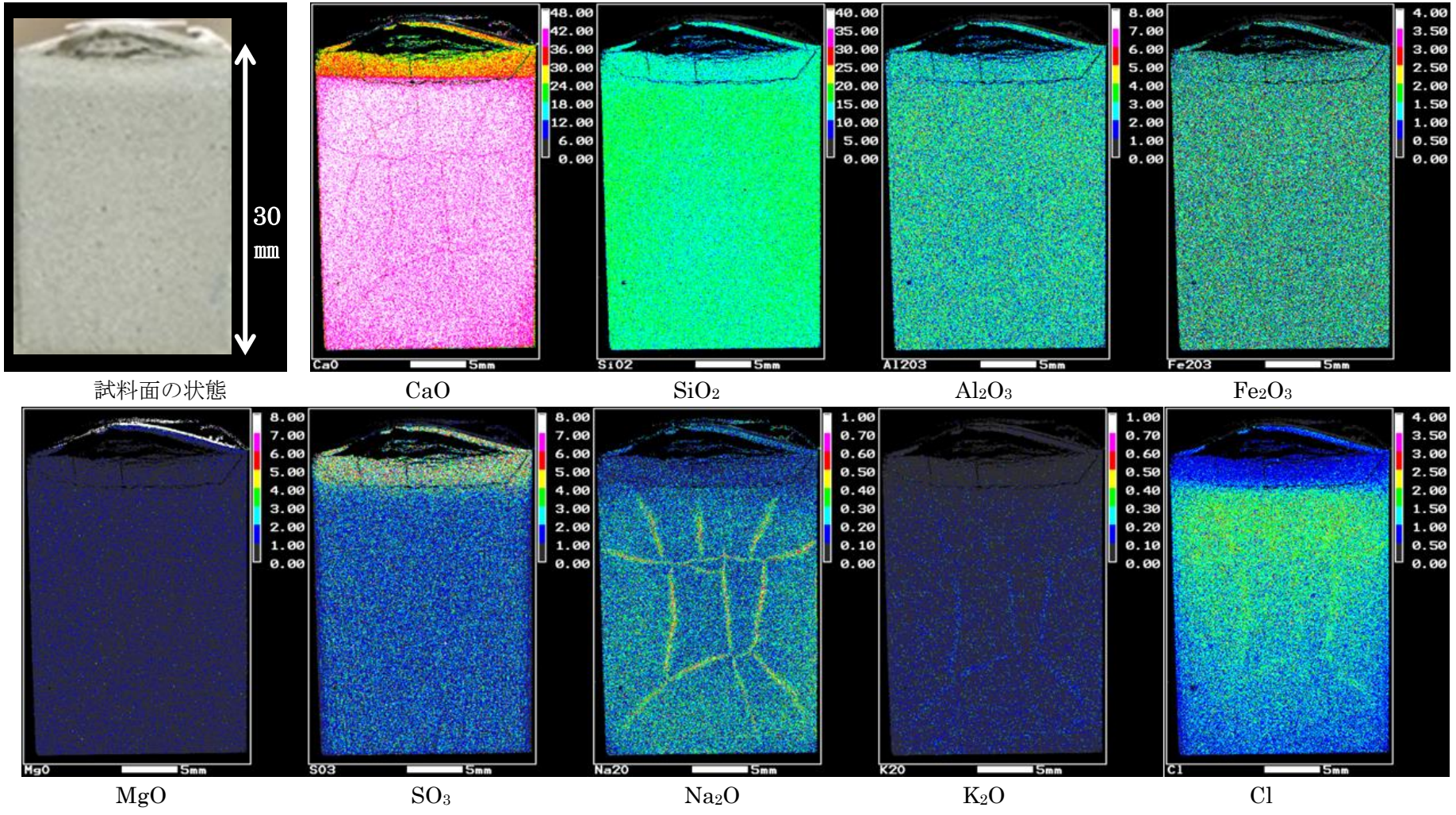
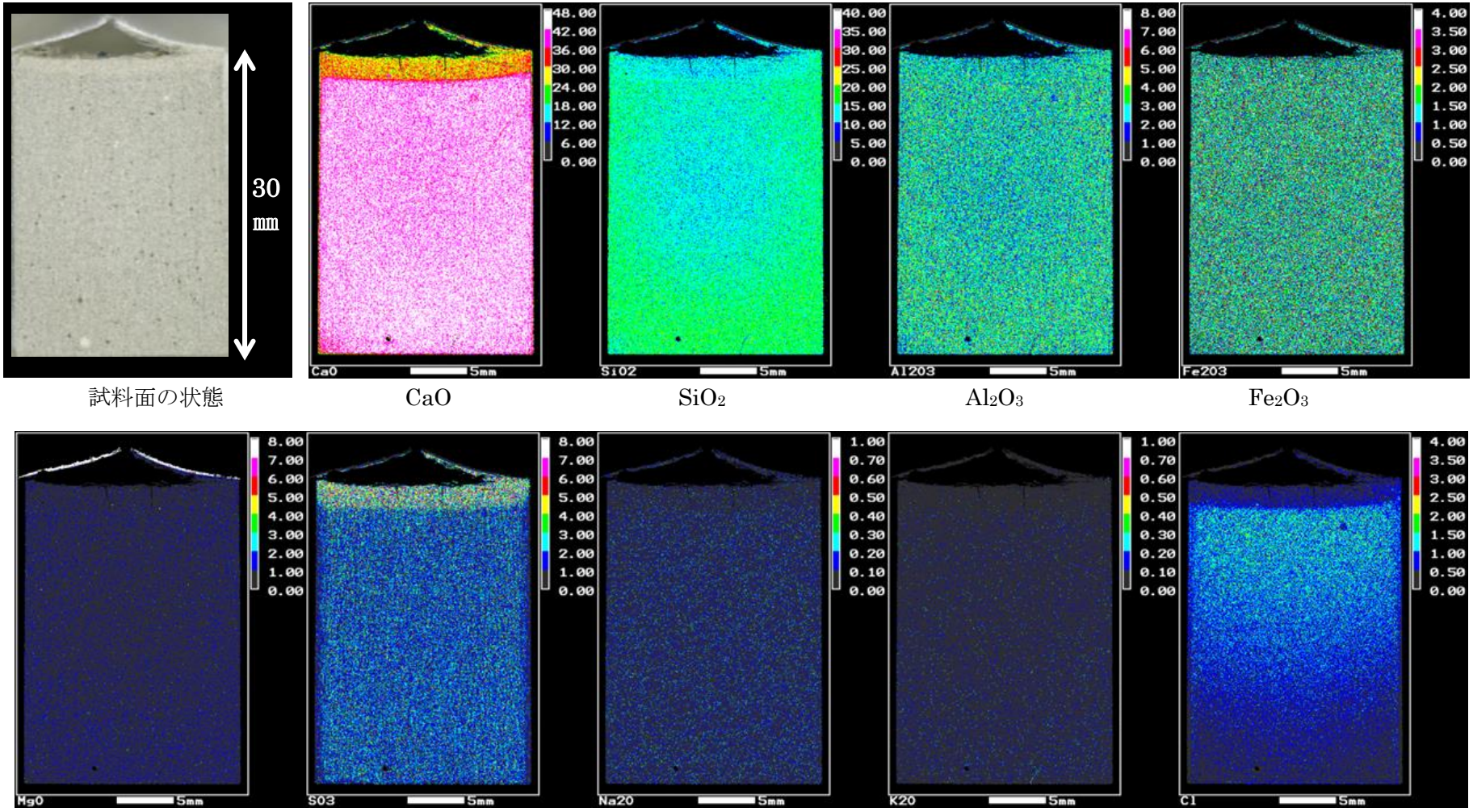


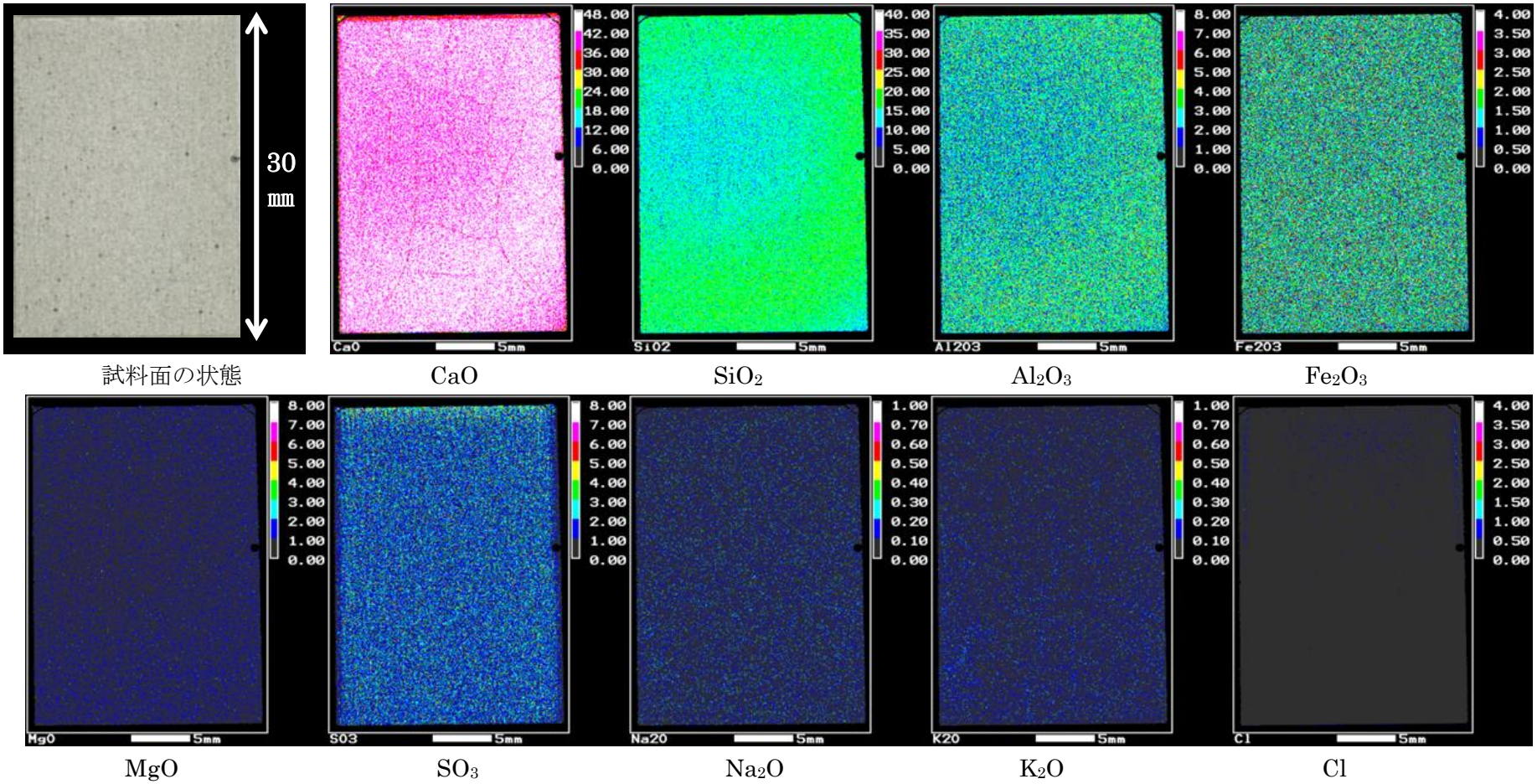
図 2.2-14　浸漬 4 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-60、人工海水：外観変化有、接液部処理無）



試料面の状態　　CaO　　SiO_2　　Al_2O_3　　Fe_2O_3

MgO　　SO_3　　Na_2O　　K_2O　　Cl

図 2.2-15　浸漬 4 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-60、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無）



試料面の状態　CaO　SiO_2　Al_2O_3　Fe_2O_3

MgO　SO_3　Na_2O　K_2O　Cl

図 2.2-16　浸漬 4 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-60、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

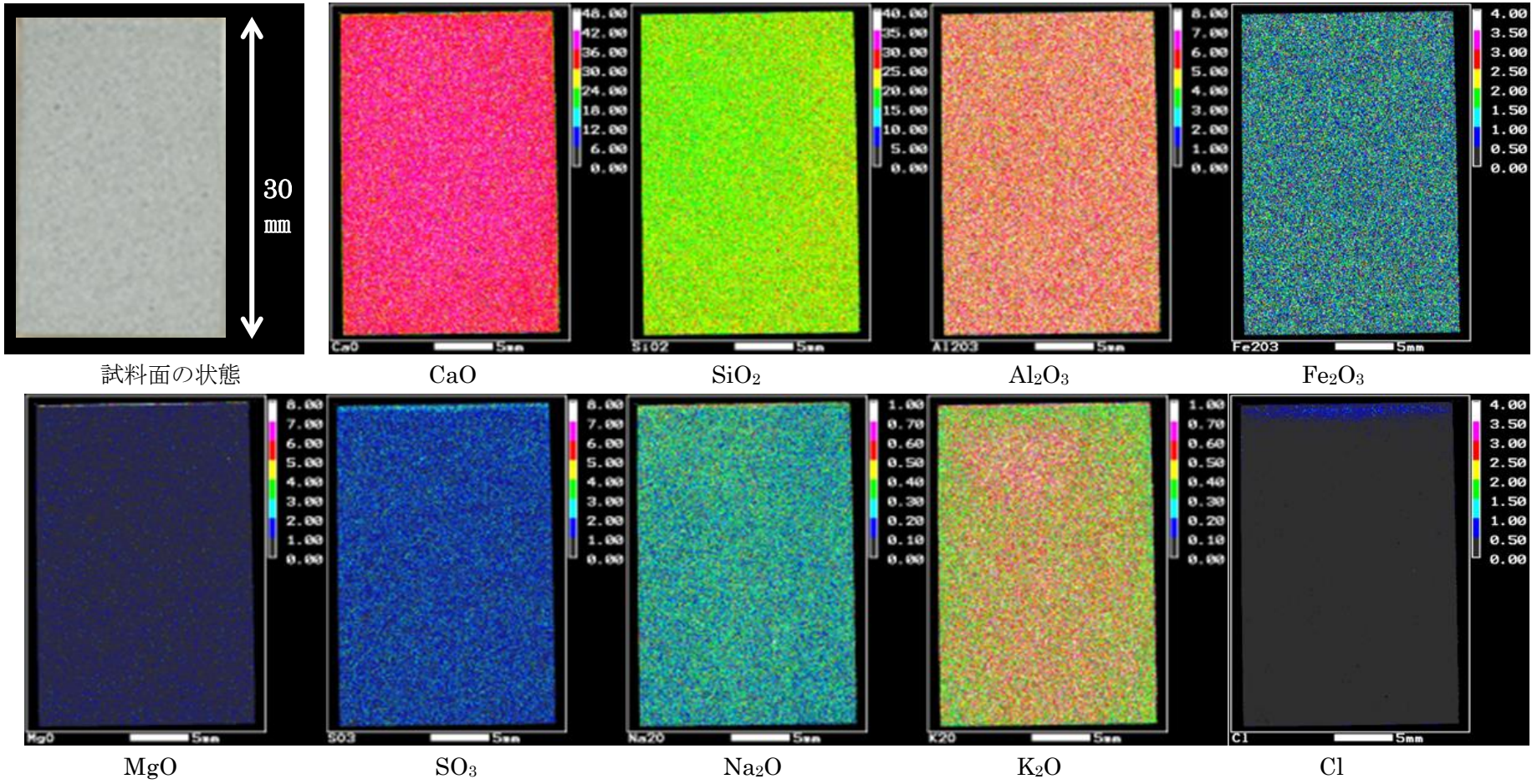


図 2.2-17　浸漬 4 ヶ月試料の EPMA 測定結果（FAC30、人工海水：外観変化無、接液部処理無）

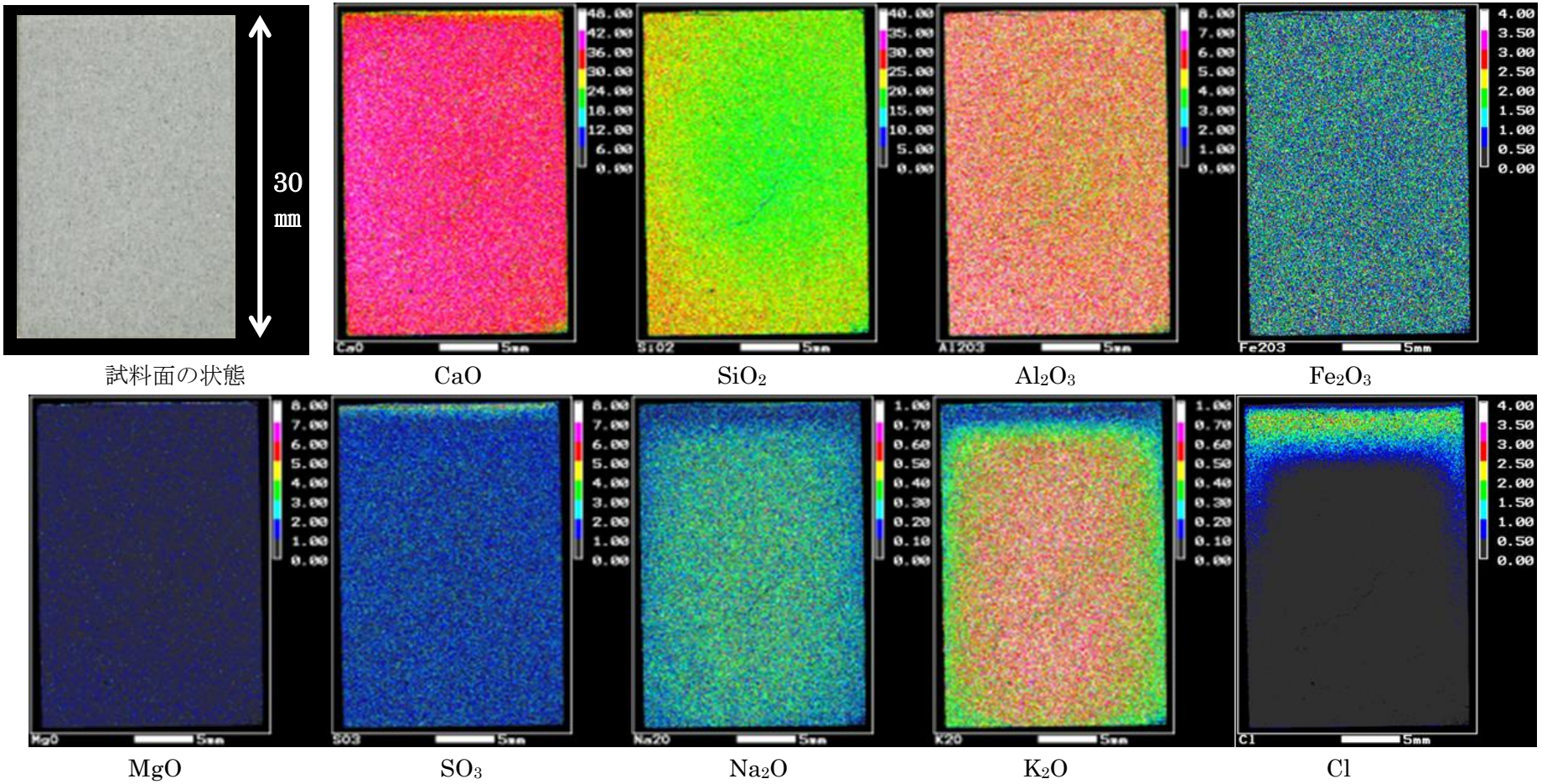


図 2.2-18　浸漬 4 ヶ月試料の EPMA 測定結果（FAC30、1/10 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

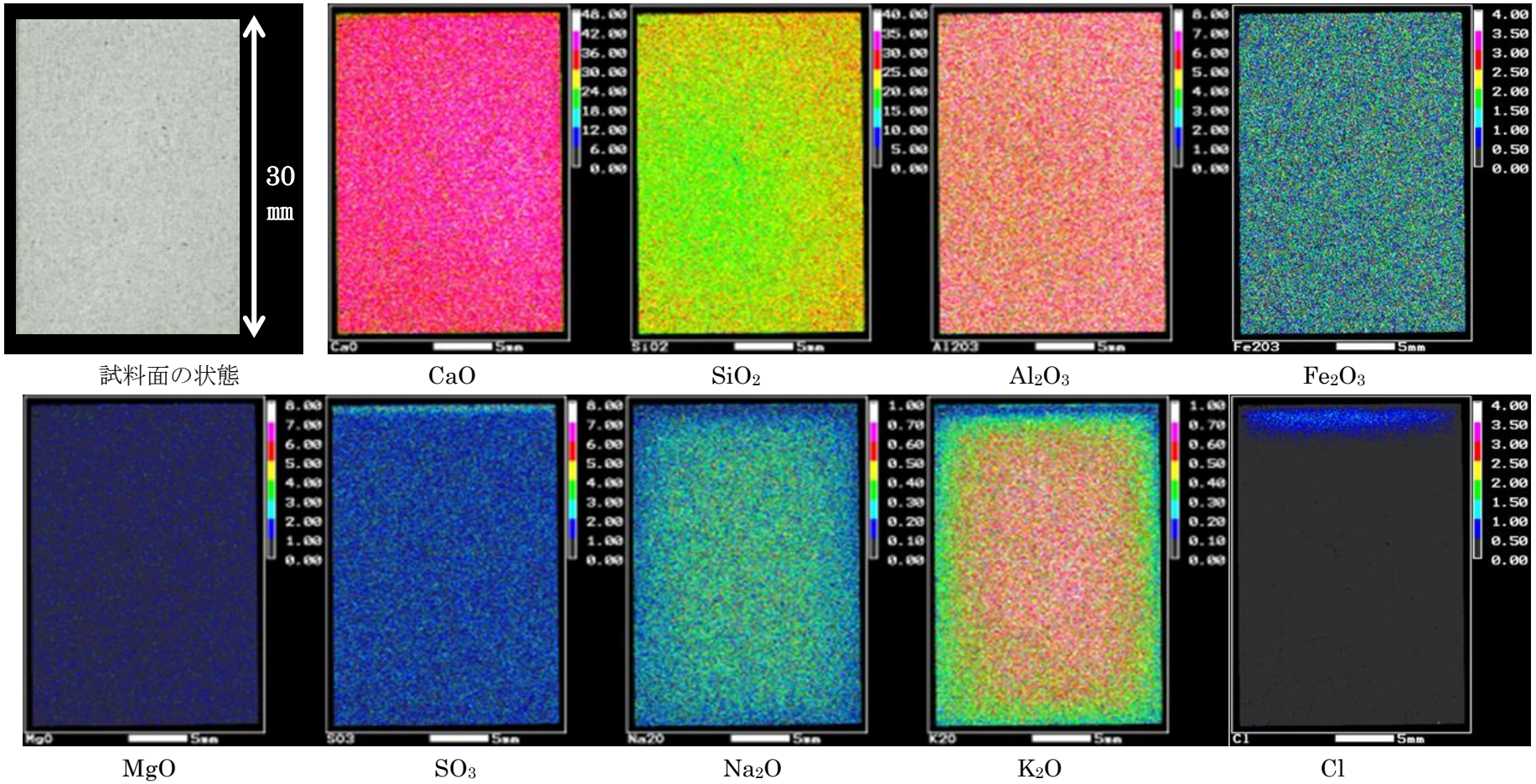


図 2.2-19　浸漬 4 ヶ月試料の EPMA 測定結果（FAC30、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

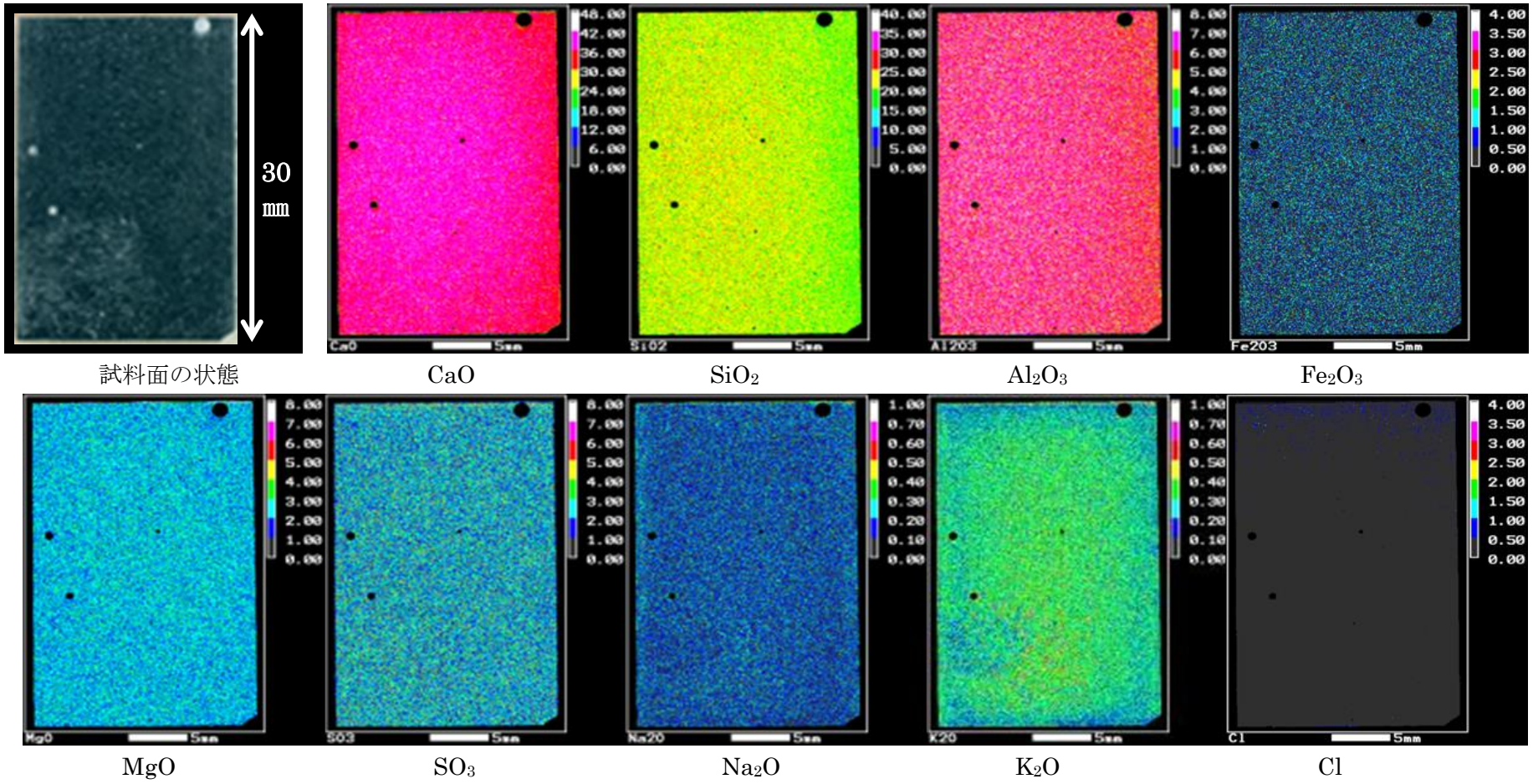


図 2.2-20　浸漬 4 ヶ月試料の EPMA 測定結果（BFSC70、人工海水：外観変化無、接液部処理無）

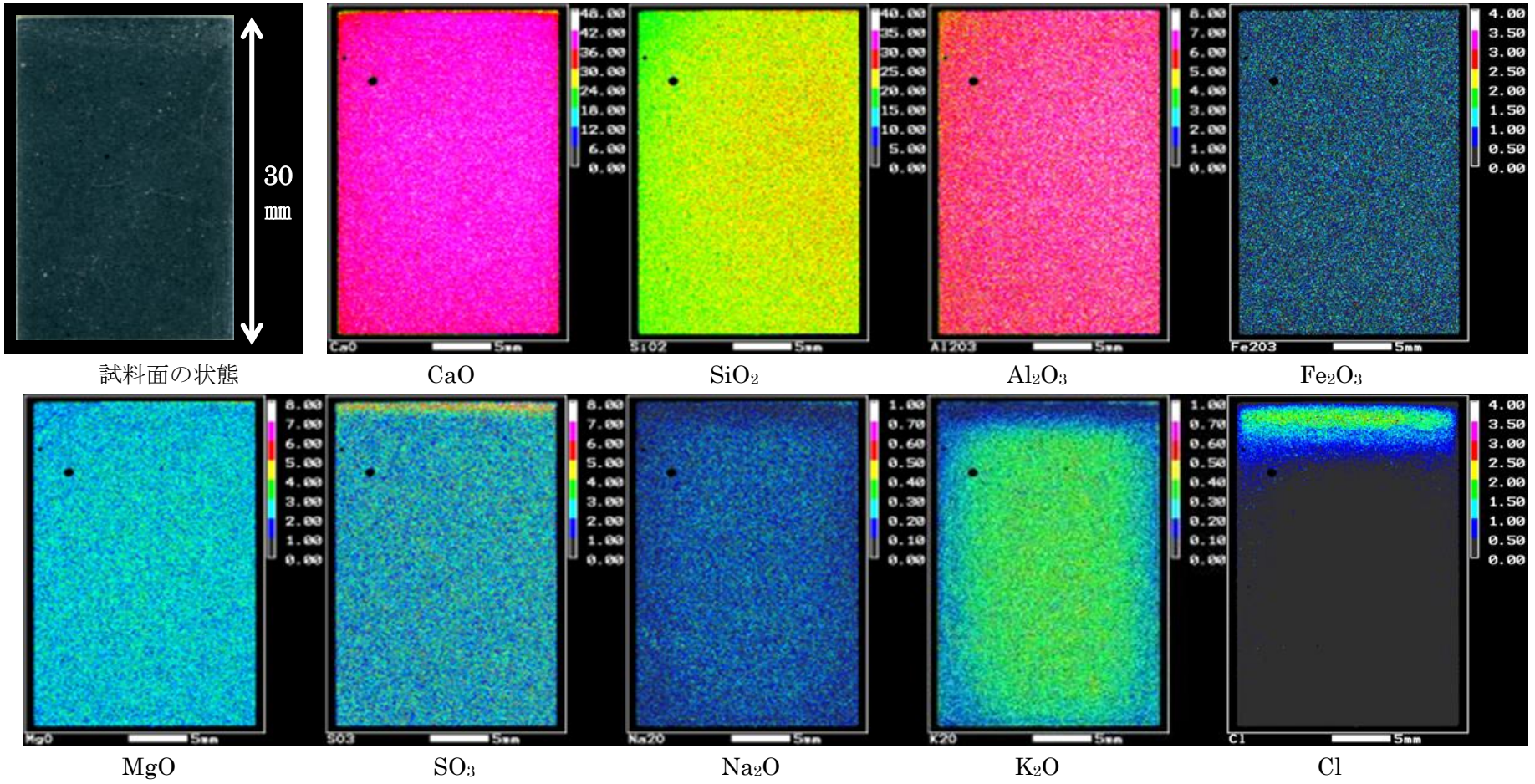


図 2.2-21　浸漬 4 ヶ月試料の EPMA 測定結果（BFSC70、1/10 人濃度工海水：外観変化無、接液部処理無）

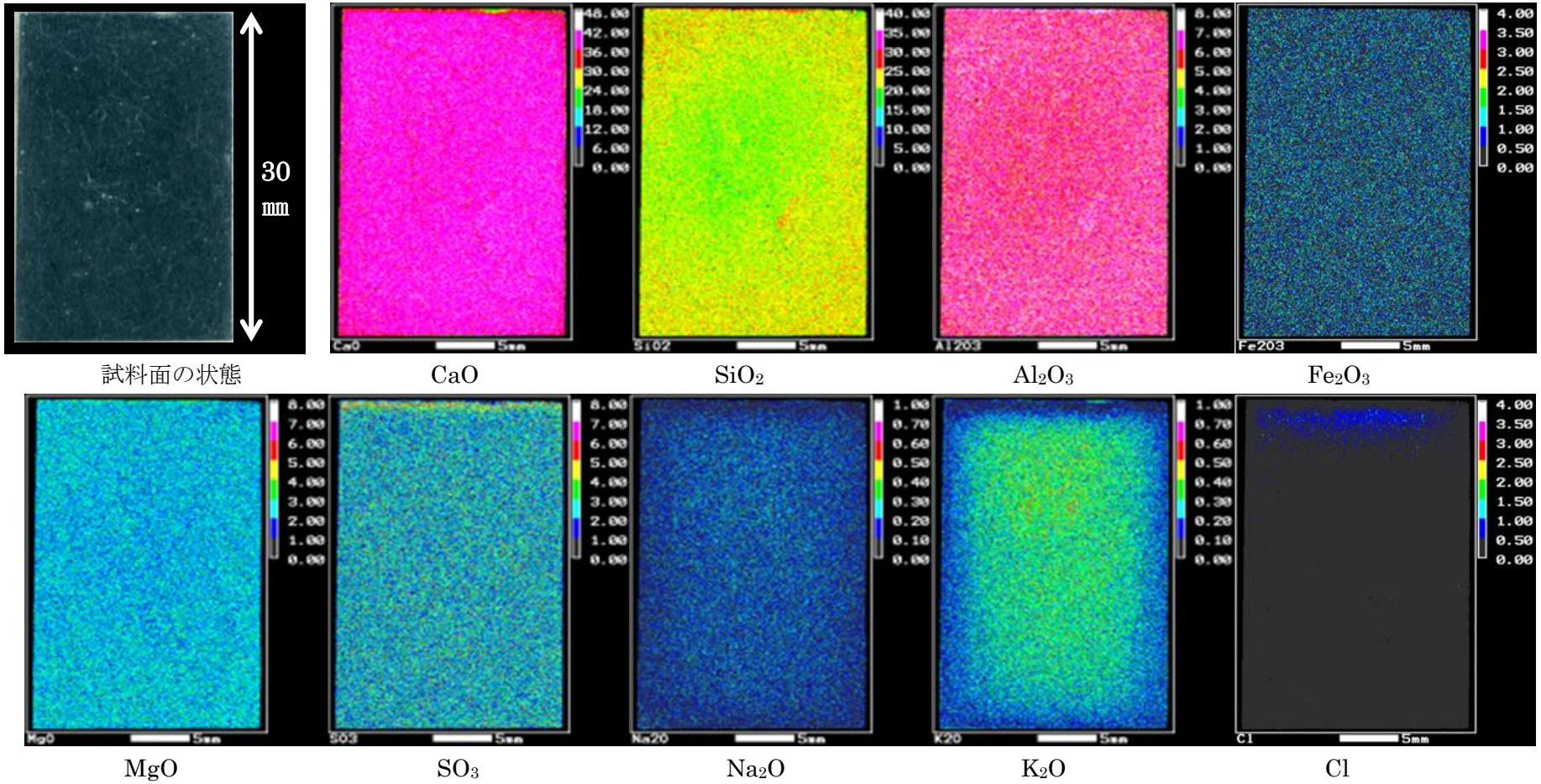
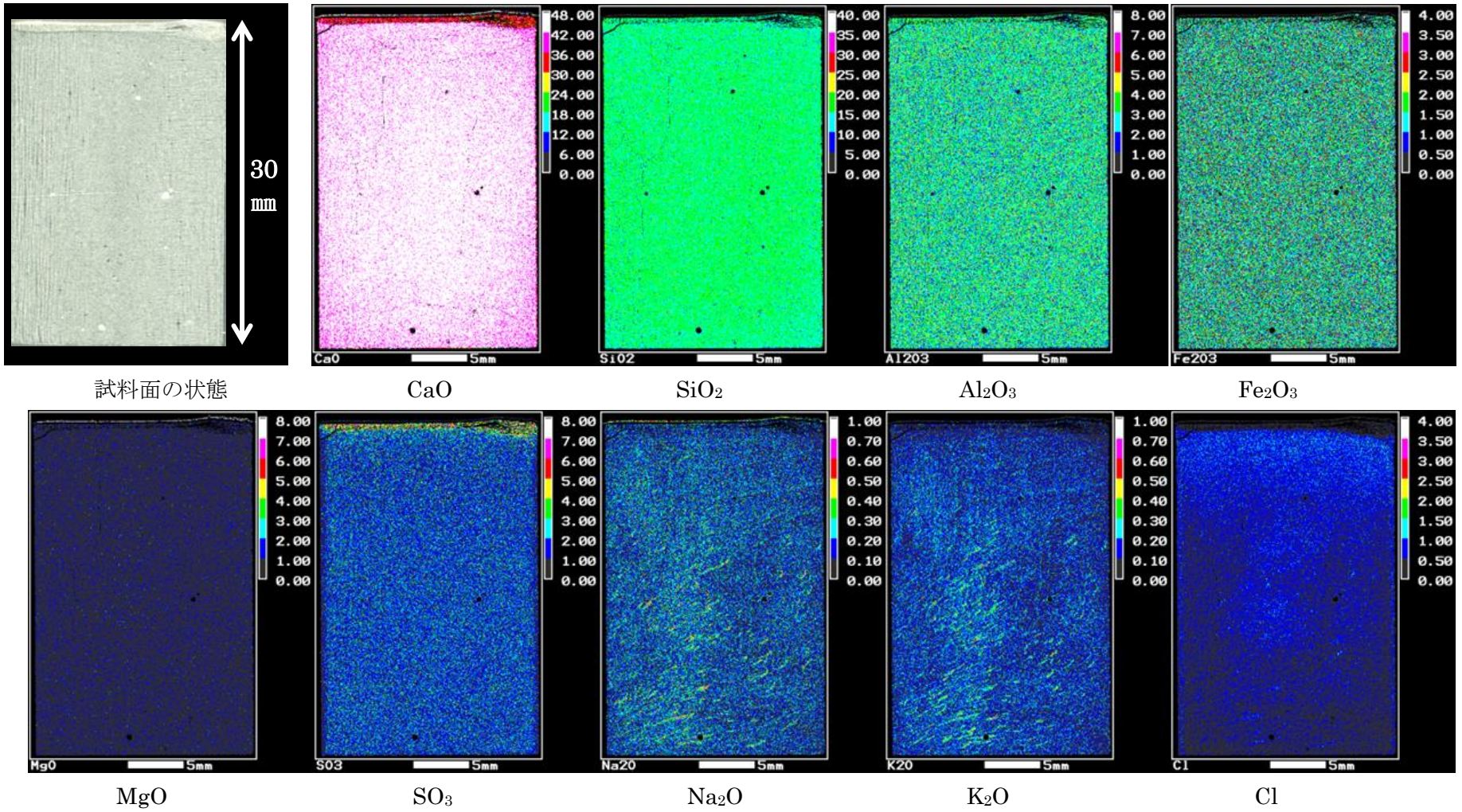


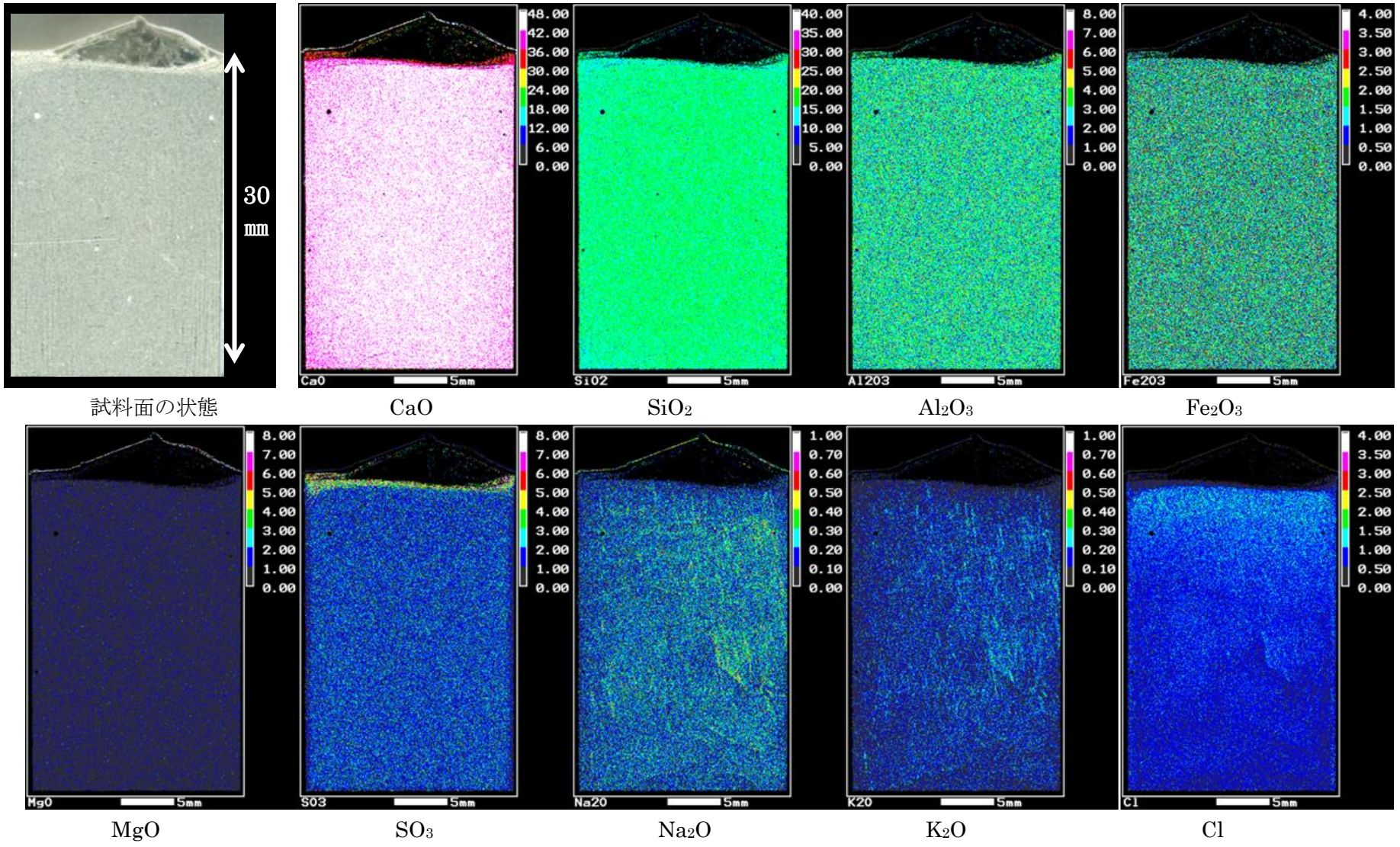
図 2.2-22　浸漬 4 ヶ月試料の EPMA 測定結果（BFSC70、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）



試料面の状態　CaO　SiO_2　Al_2O_3　Fe_2O_3

MgO　SO_3　Na_2O　K_2O　Cl

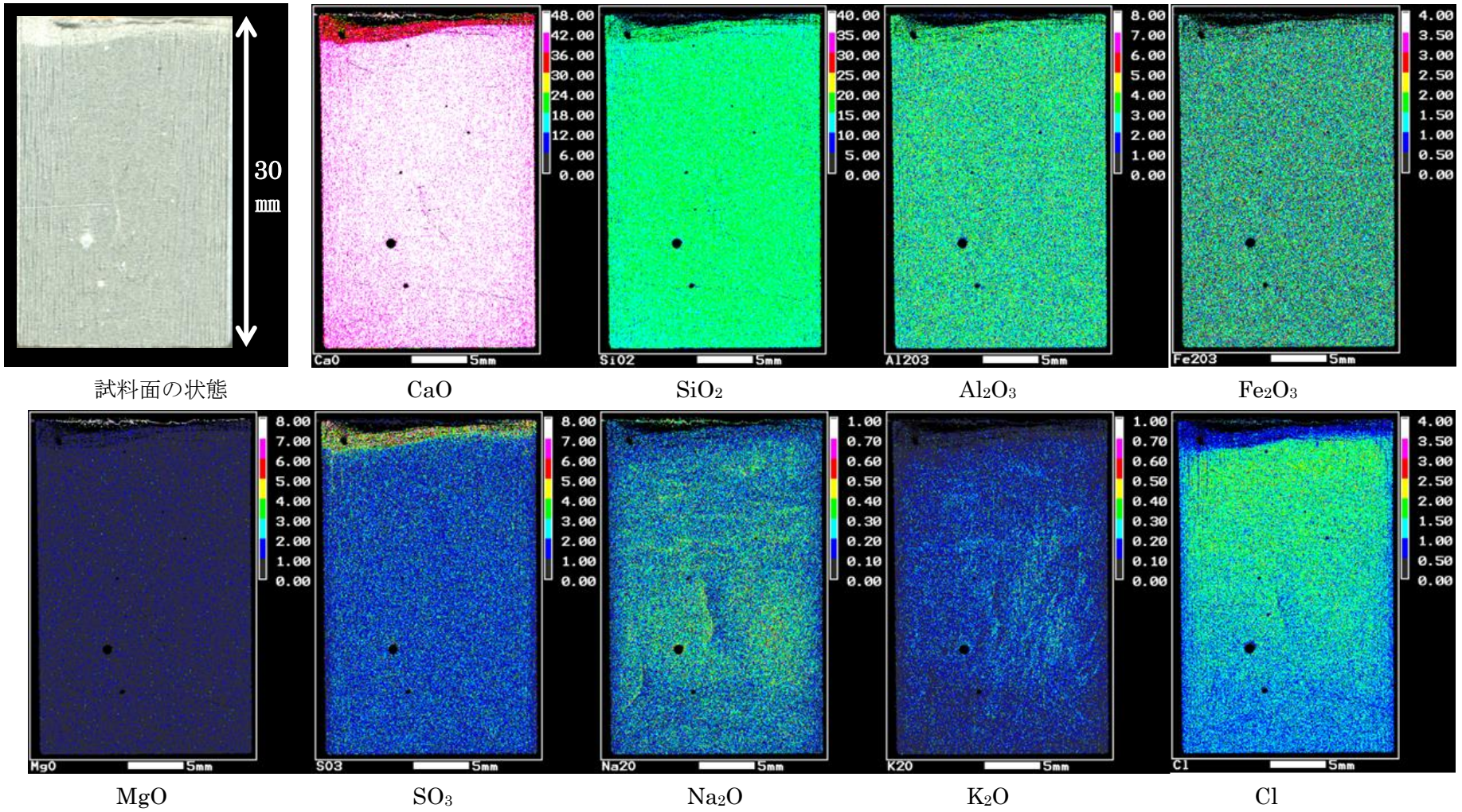
図 2.2-23　浸漬 14 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-45、人工海水：外観変化無、接液部処理無）



試料面の状態　CaO　SiO_2　Al_2O_3　Fe_2O_3

MgO　SO_3　Na_2O　K_2O　Cl

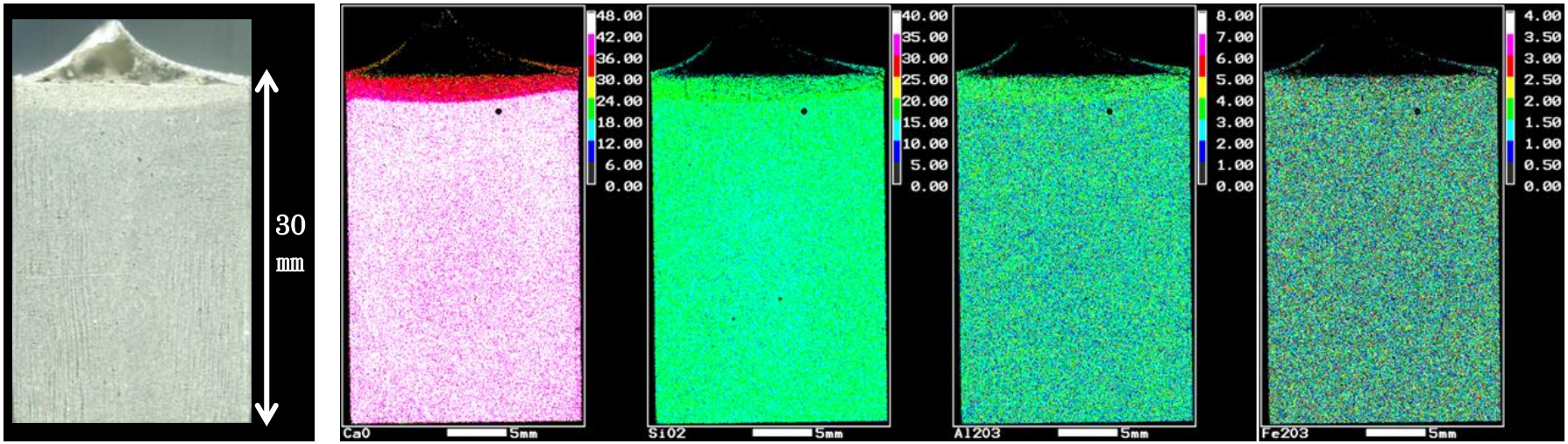
図 2.2-24　浸漬 14 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-45、人工海水：外観変化有、接液部処理無）



試料面の状態　CaO　SiO_2　Al_2O_3　Fe_2O_3

MgO　SO_3　Na_2O　K_2O　Cl

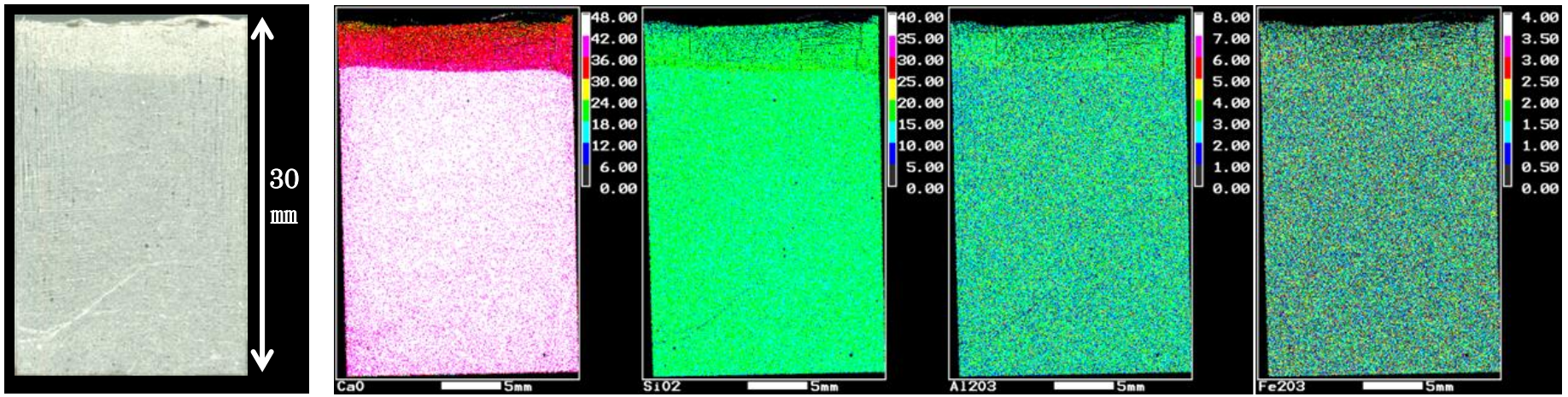
図 2.2-25　浸漬 14 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-45、人工海水：外観変化有、接液部処理有）



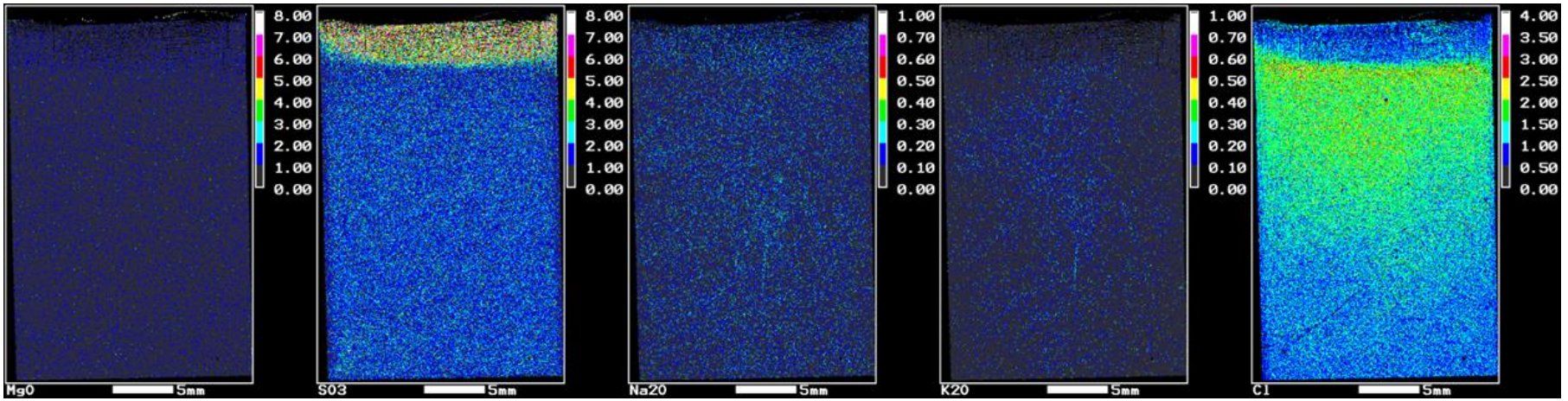
試料面の状態　　CaO　　SiO_2　　Al_2O_3　　Fe_2O_3

MgO　　SO_3　　Na_2O　　K_2O　　Cl

図 2.2-26　浸漬 14 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-45、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無）



試料面の状態　CaO　SiO_2　Al_2O_3　Fe_2O_3



MgO　SO_3　Na_2O　K_2O　Cl

図 2.2-27　浸漬 14 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-45、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理有）

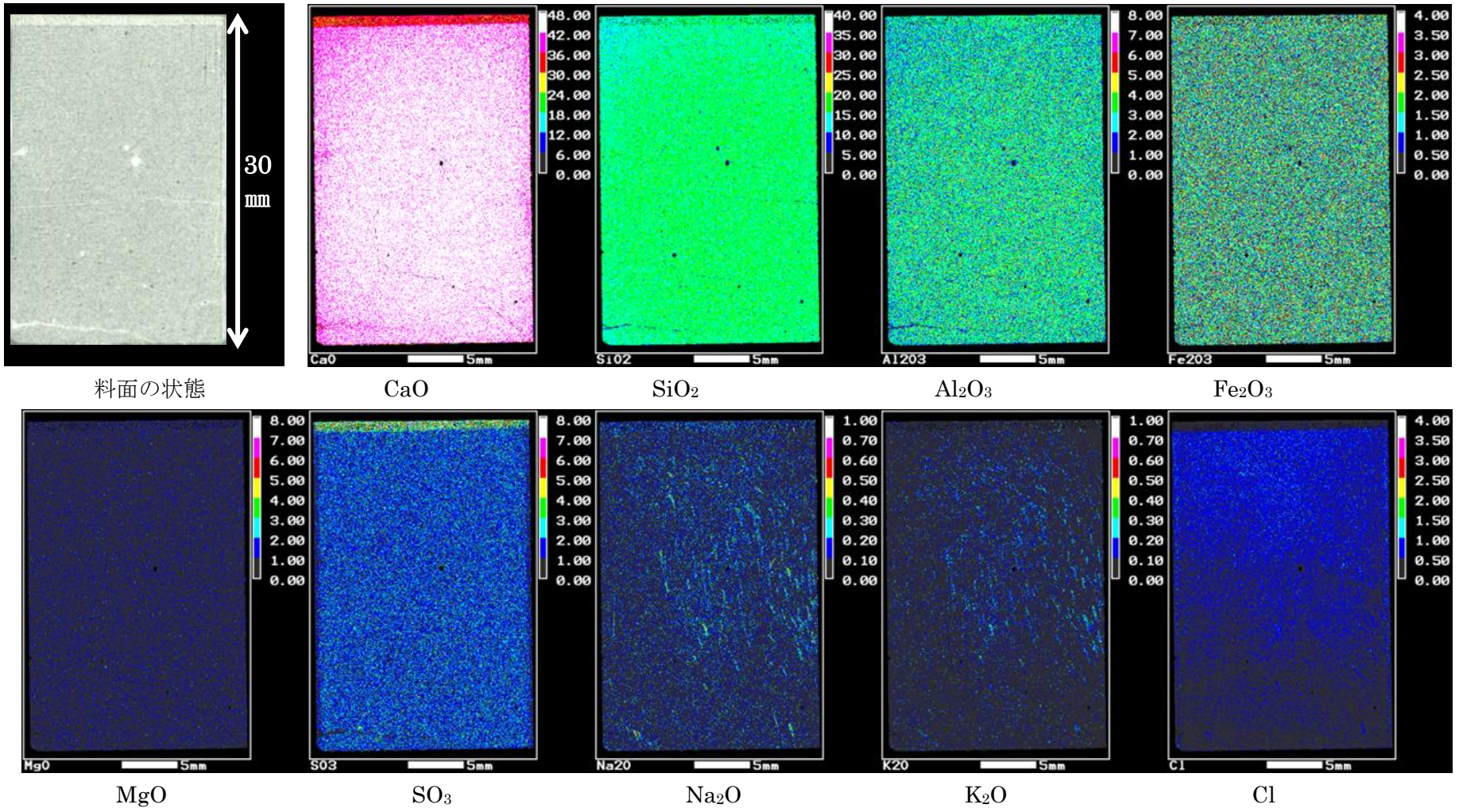
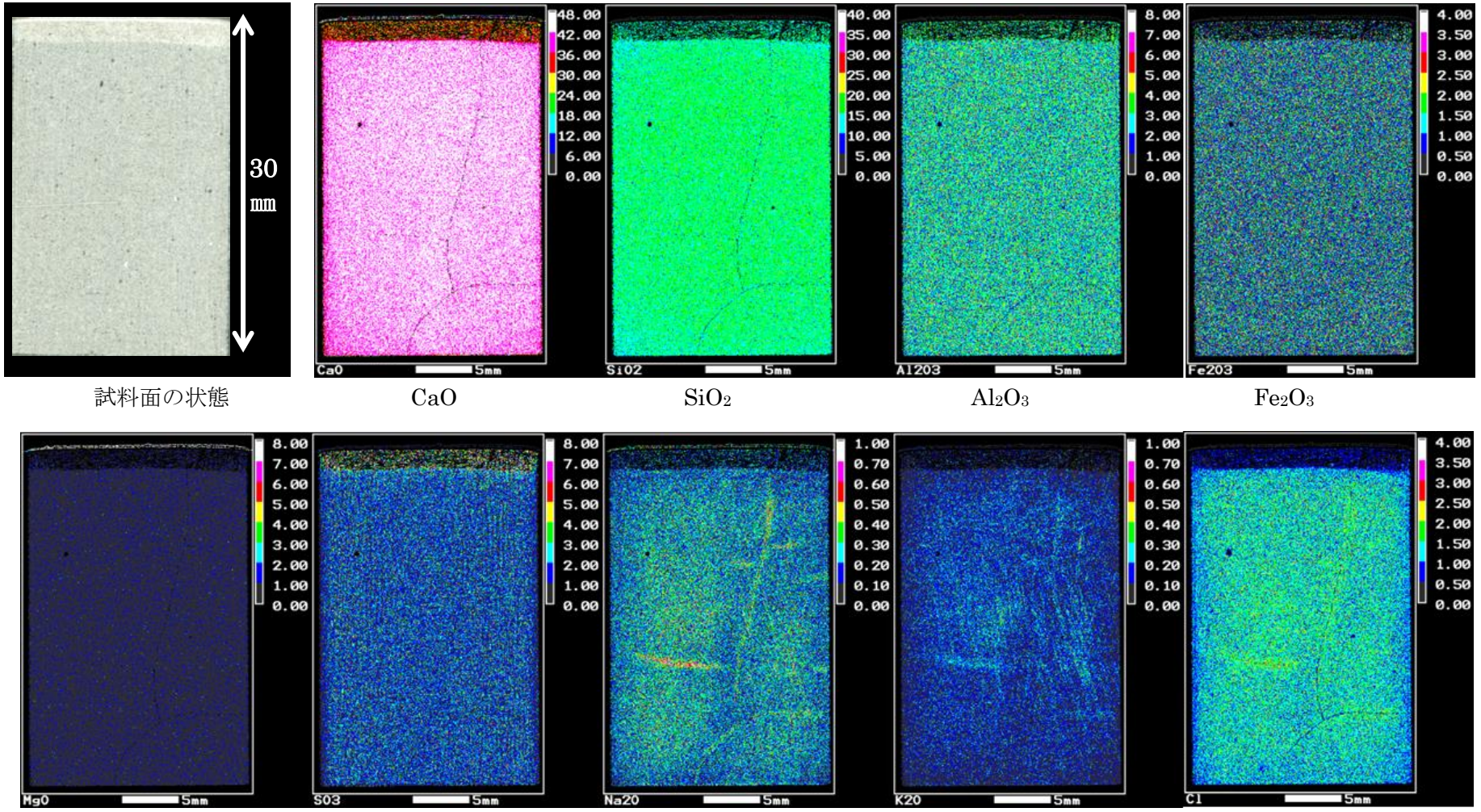


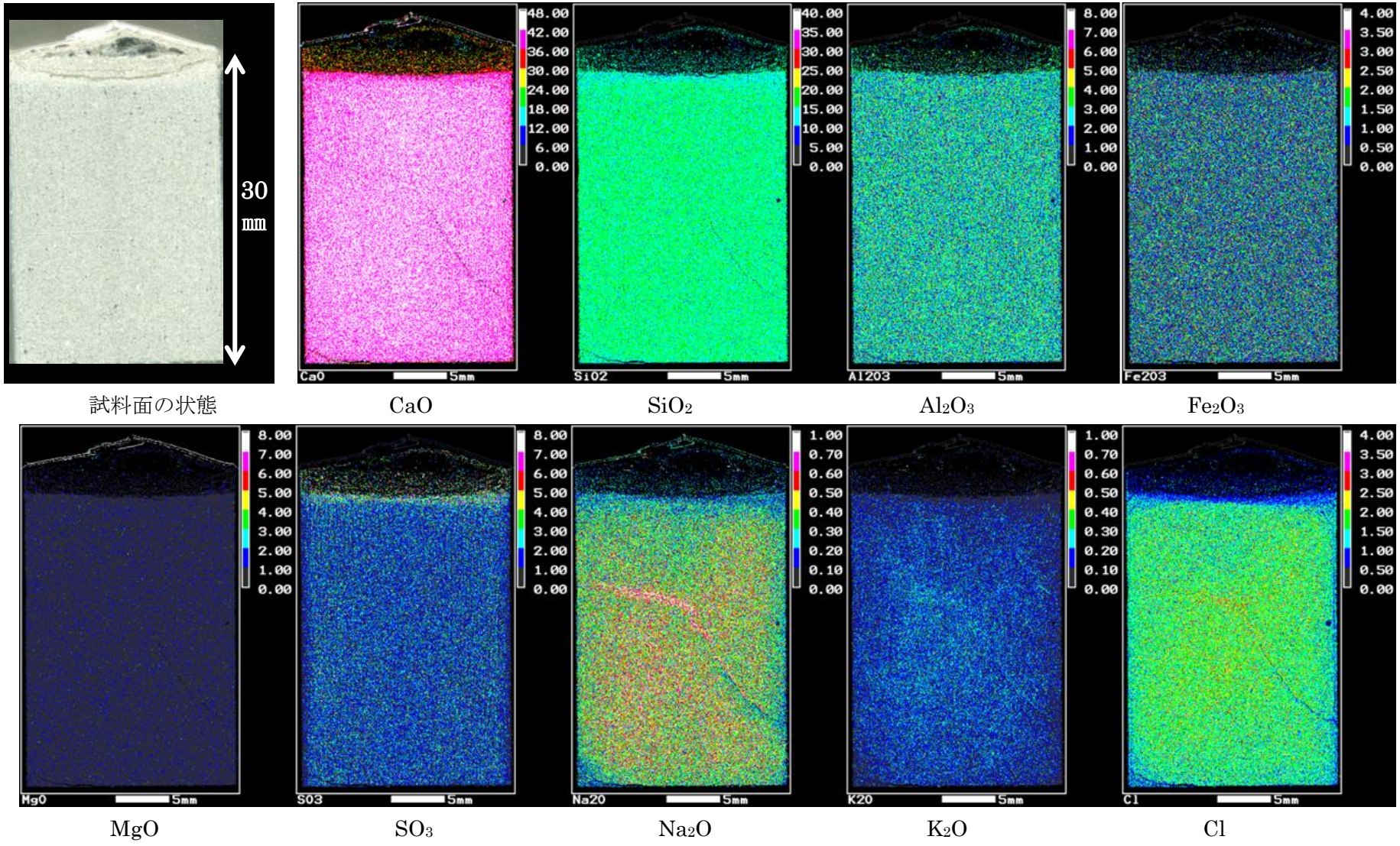
図 2.2-28　浸漬 14 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-45、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）



試料面の状態　　CaO　　SiO_2　　Al_2O_3　　Fe_2O_3

MgO　　SO_3　　Na_2O　　K_2O　　Cl

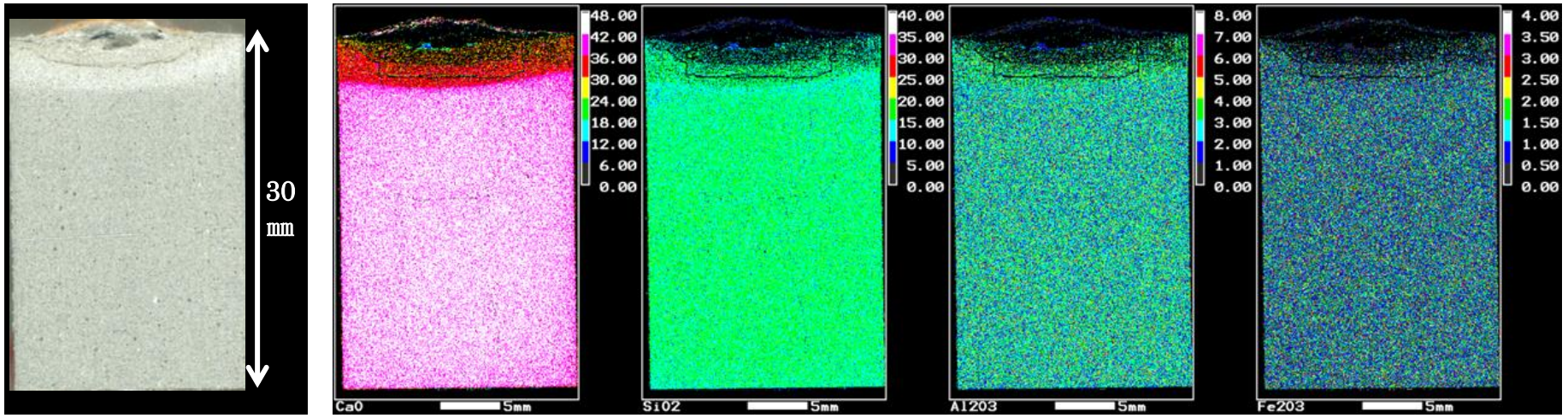
図 2.2-29　浸漬 14 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-60、人工海水：外観変化無、接液部処理無）



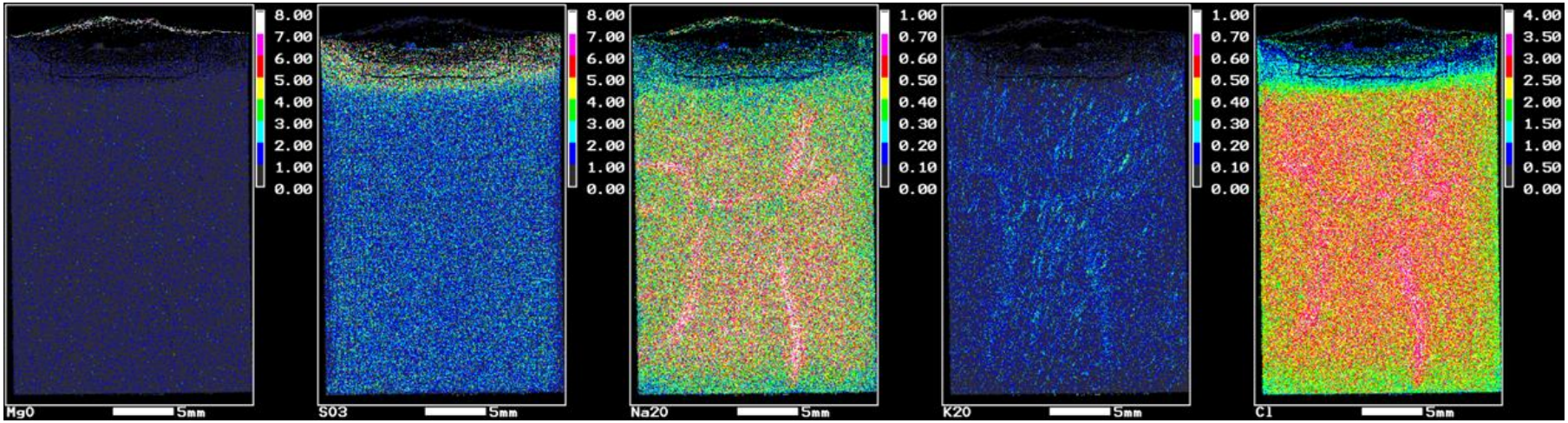
試料面の状態　　CaO　　SiO_2　　Al_2O_3　　Fe_2O_3

MgO　　SO_3　　Na_2O　　K_2O　　Cl

図 2.2-30　浸漬 14 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-60、人工海水：外観変化有、接液部処理無）



試料面の状態　　CaO　　SiO_2　　Al_2O_3　　Fe_2O_3



MgO　　SO_3　　Na_2O　　K_2O　　Cl

図 2.2-31　浸漬 14 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-60、人工海水：外観変化有、接液部処理有）

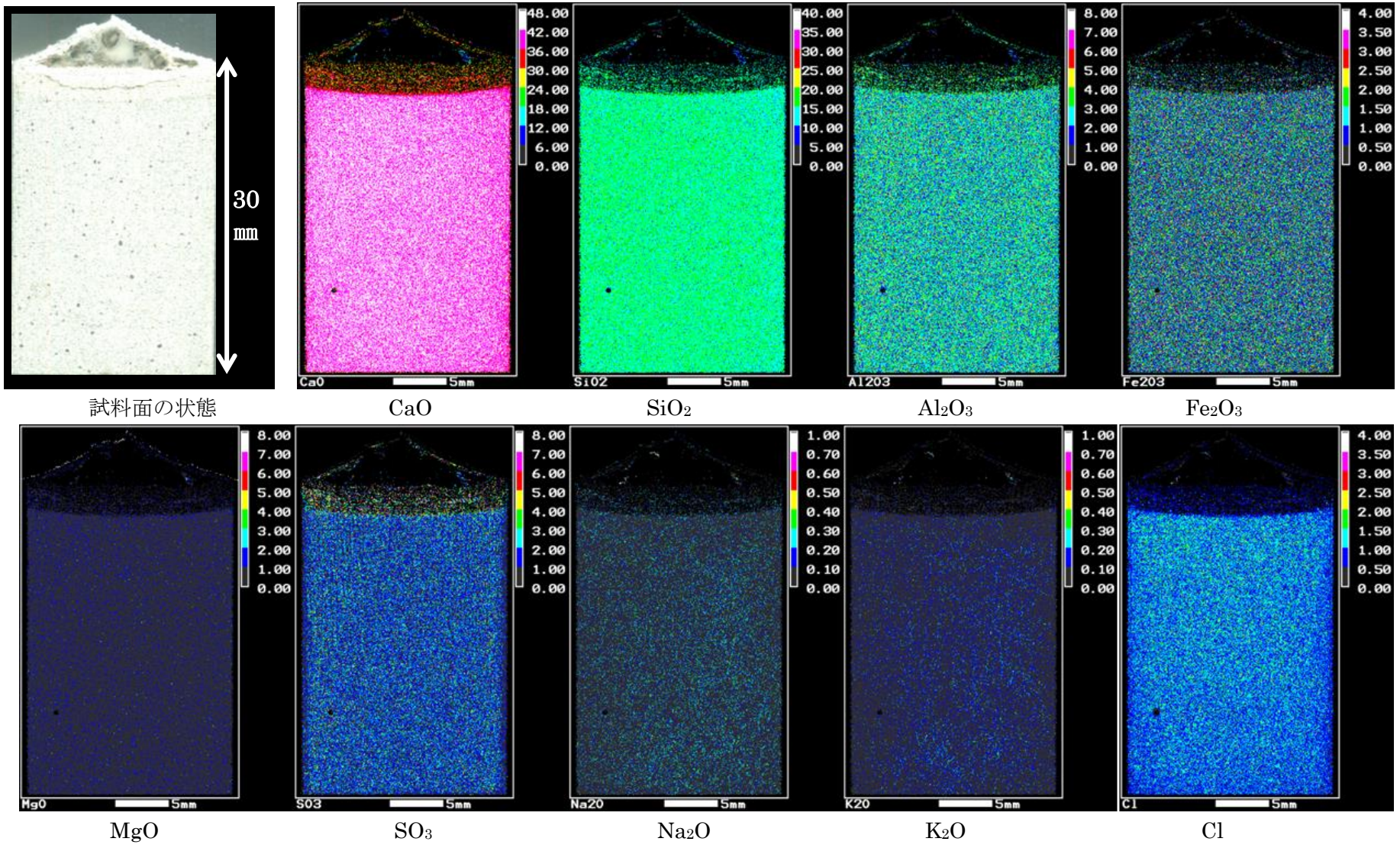
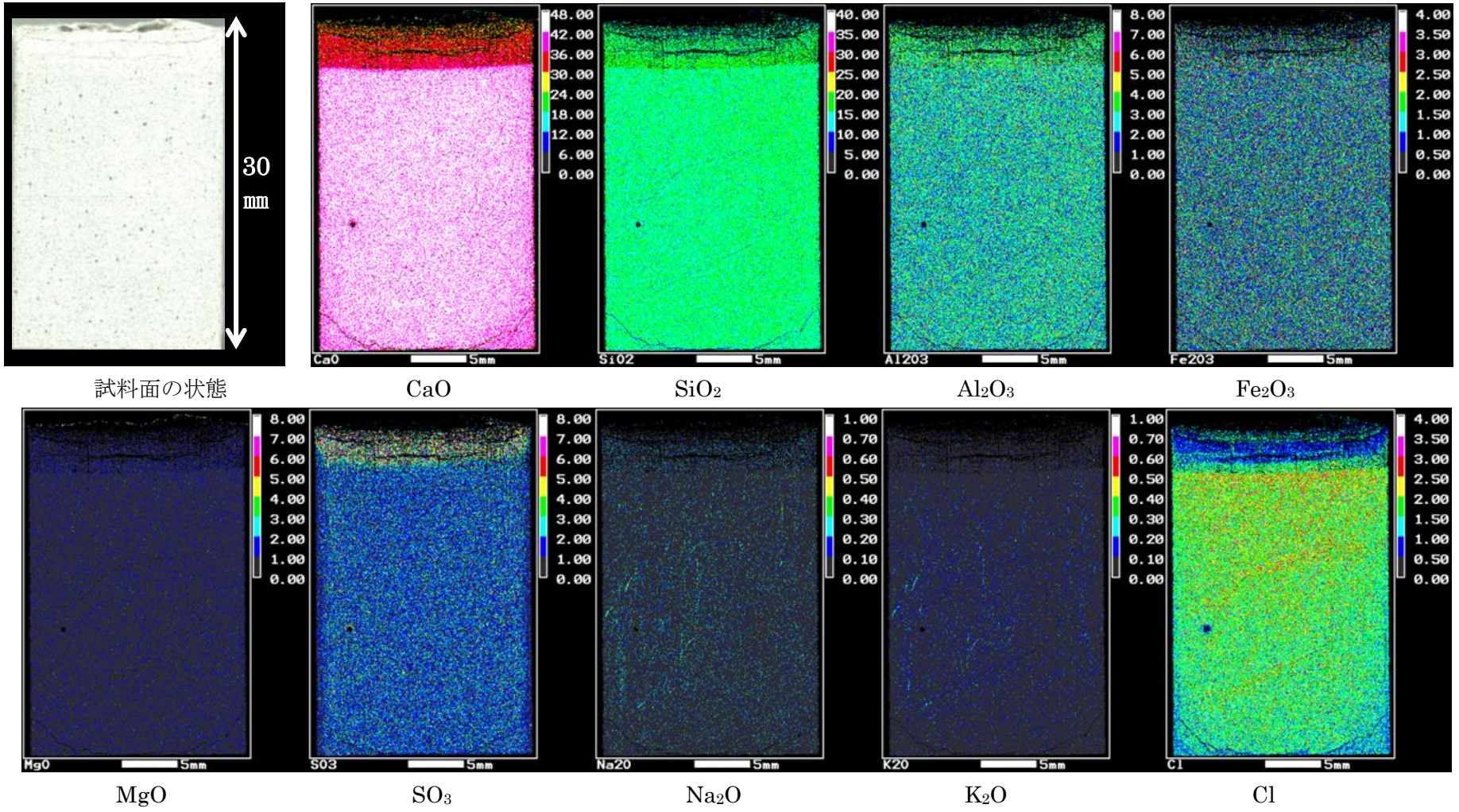


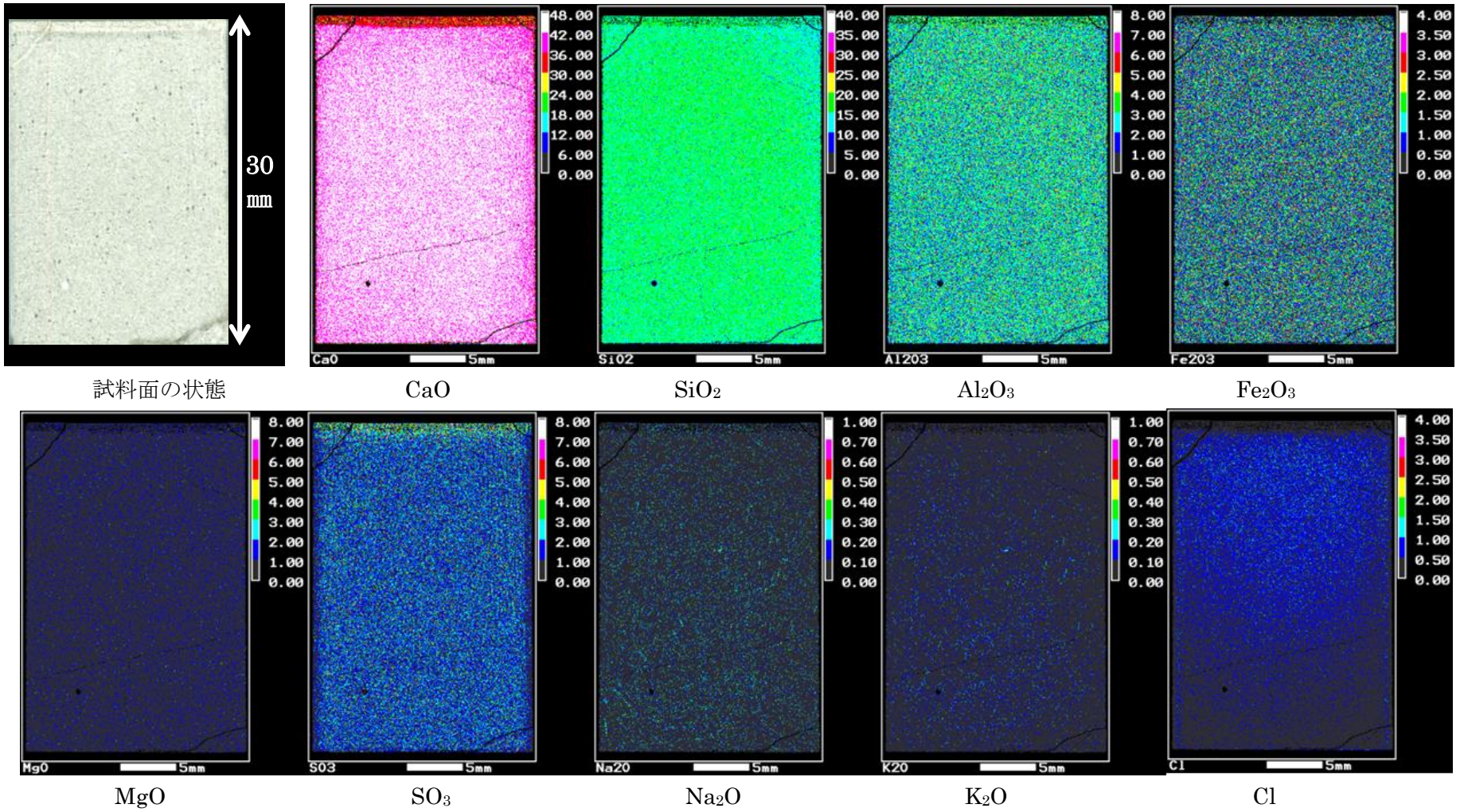
図 2.2-32　浸漬 14 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-60、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無）



試料面の状態　CaO　SiO_2　Al_2O_3　Fe_2O_3

MgO　SO_3　Na_2O　K_2O　Cl

図 2.2-33　浸漬 14 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-60、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理有）



試料面の状態　CaO　SiO_2　Al_2O_3　Fe_2O_3

MgO　SO_3　Na_2O　K_2O　Cl

図 2.2-34　浸漬 14 ヶ月試料の EPMA 測定結果（OPC-60、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

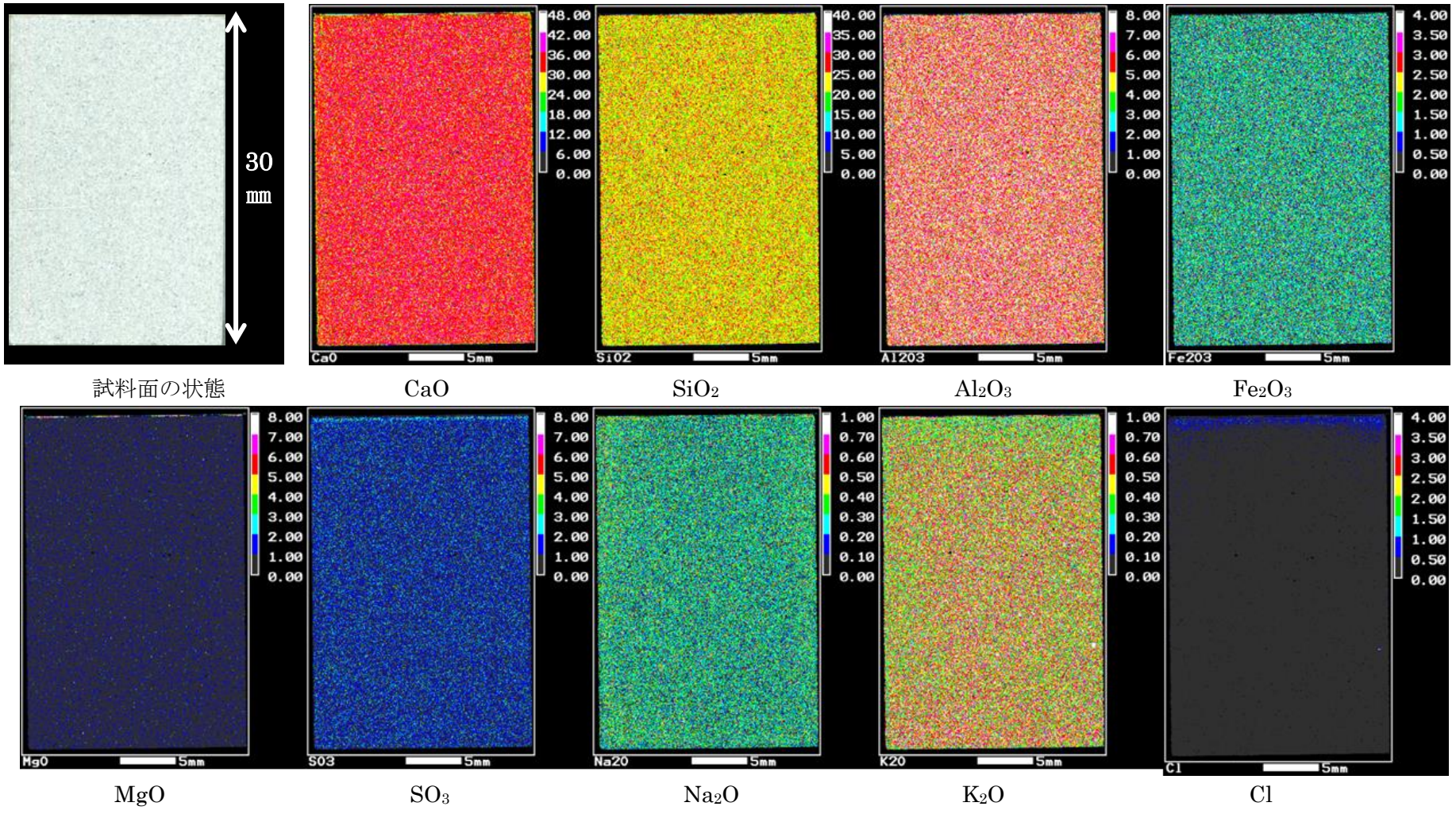
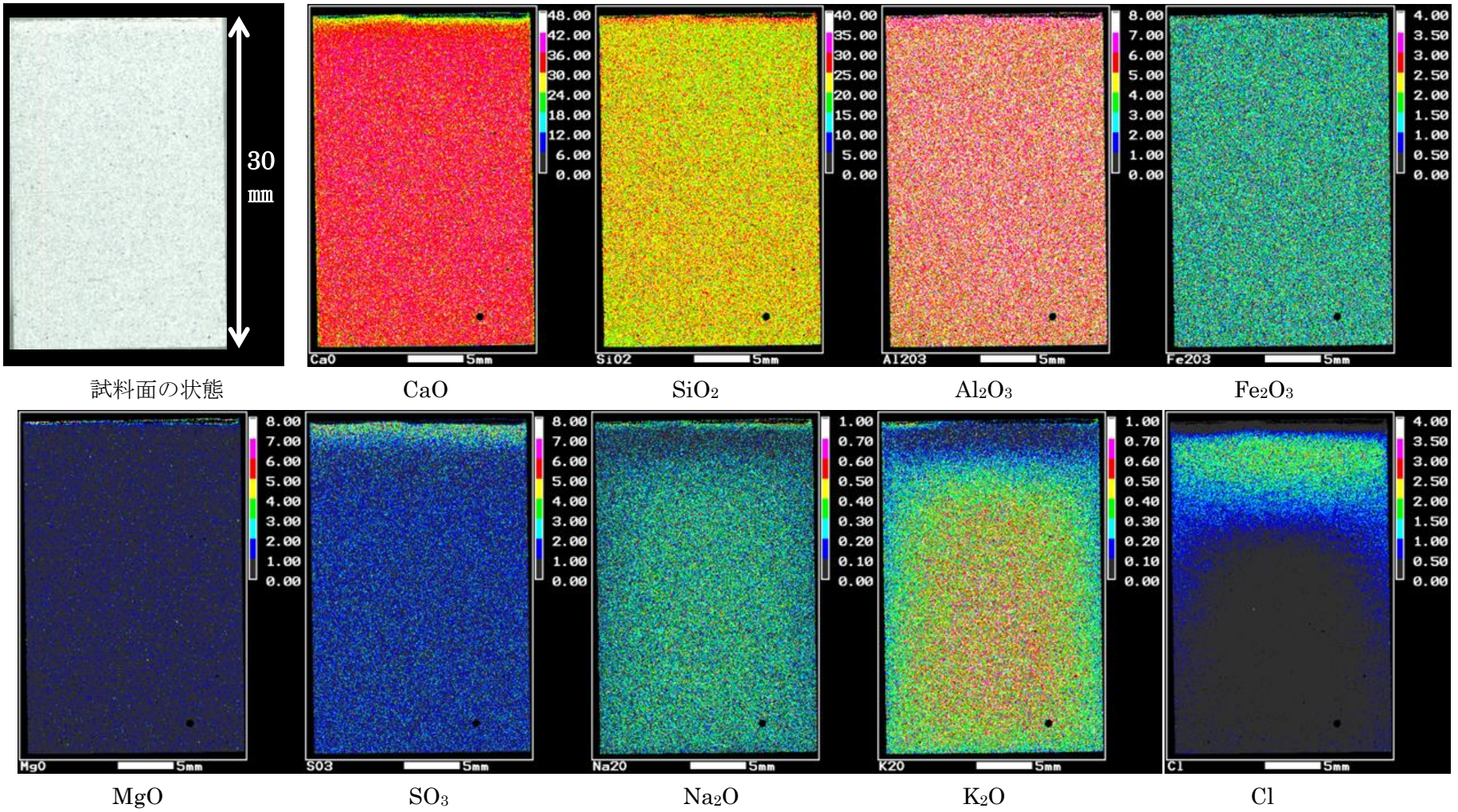


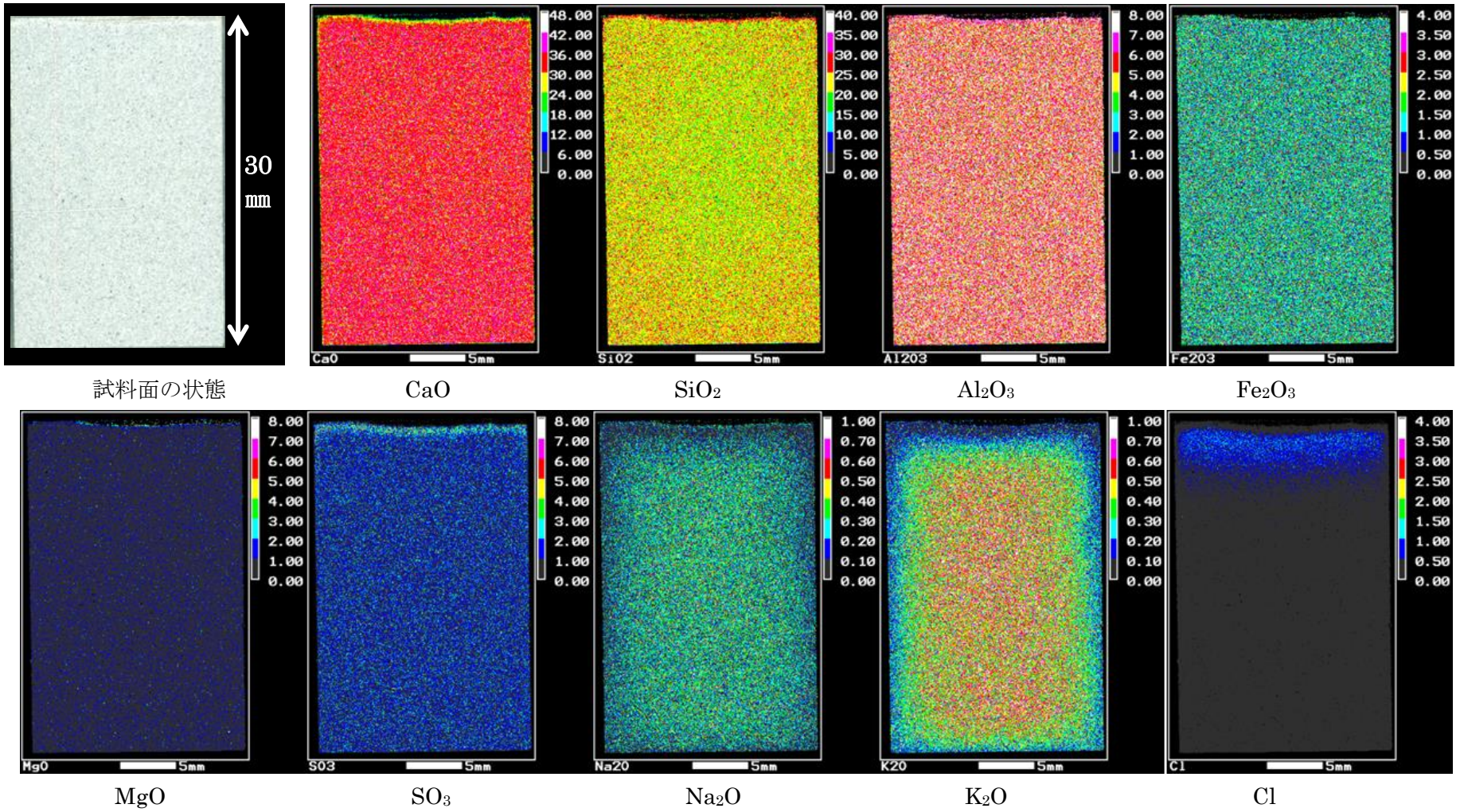
図 2.2-35　浸漬 14 ヶ月試料の EPMA 測定結果（FAC30、人工海水：外観変化無、接液部処理無）



試料面の状態　CaO　SiO_2　Al_2O_3　Fe_2O_3

MgO　SO_3　Na_2O　K_2O　Cl

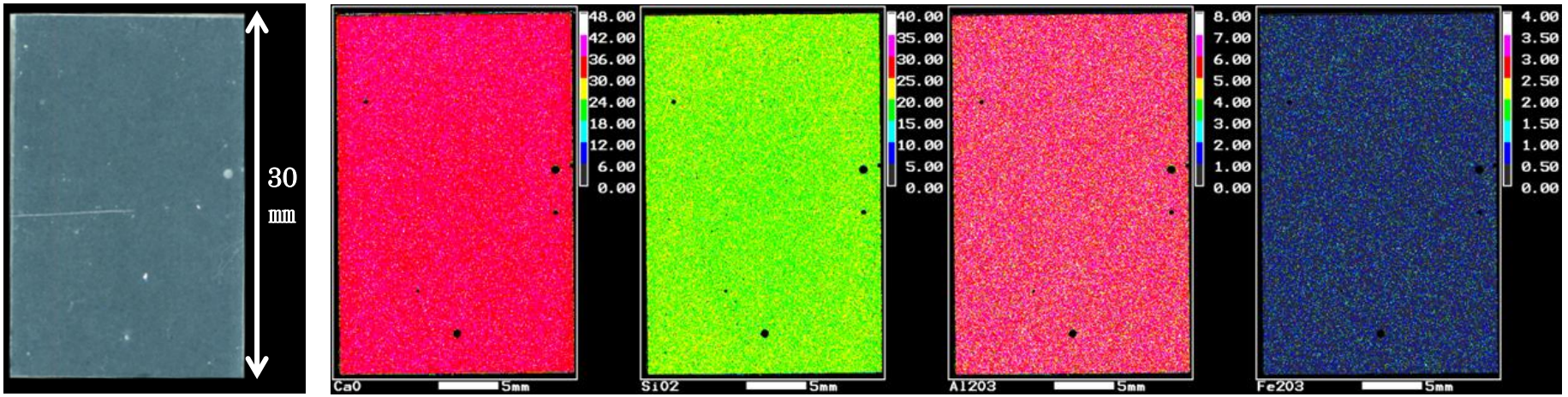
図 2.2-36　浸漬 14 ヶ月試料の EPMA 測定結果（FAC30、1/10 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）



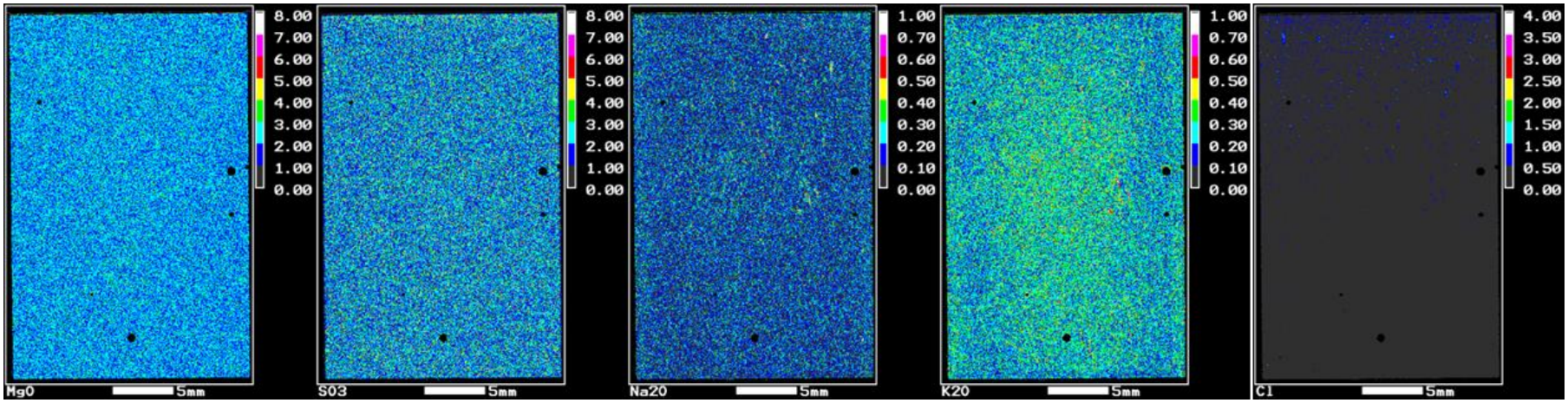
試料面の状態　CaO　SiO_2　Al_2O_3　Fe_2O_3

MgO　SO_3　Na_2O　K_2O　Cl

図 2.2-37　浸漬 14 ヶ月試料の EPMA 測定結果（FAC30、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

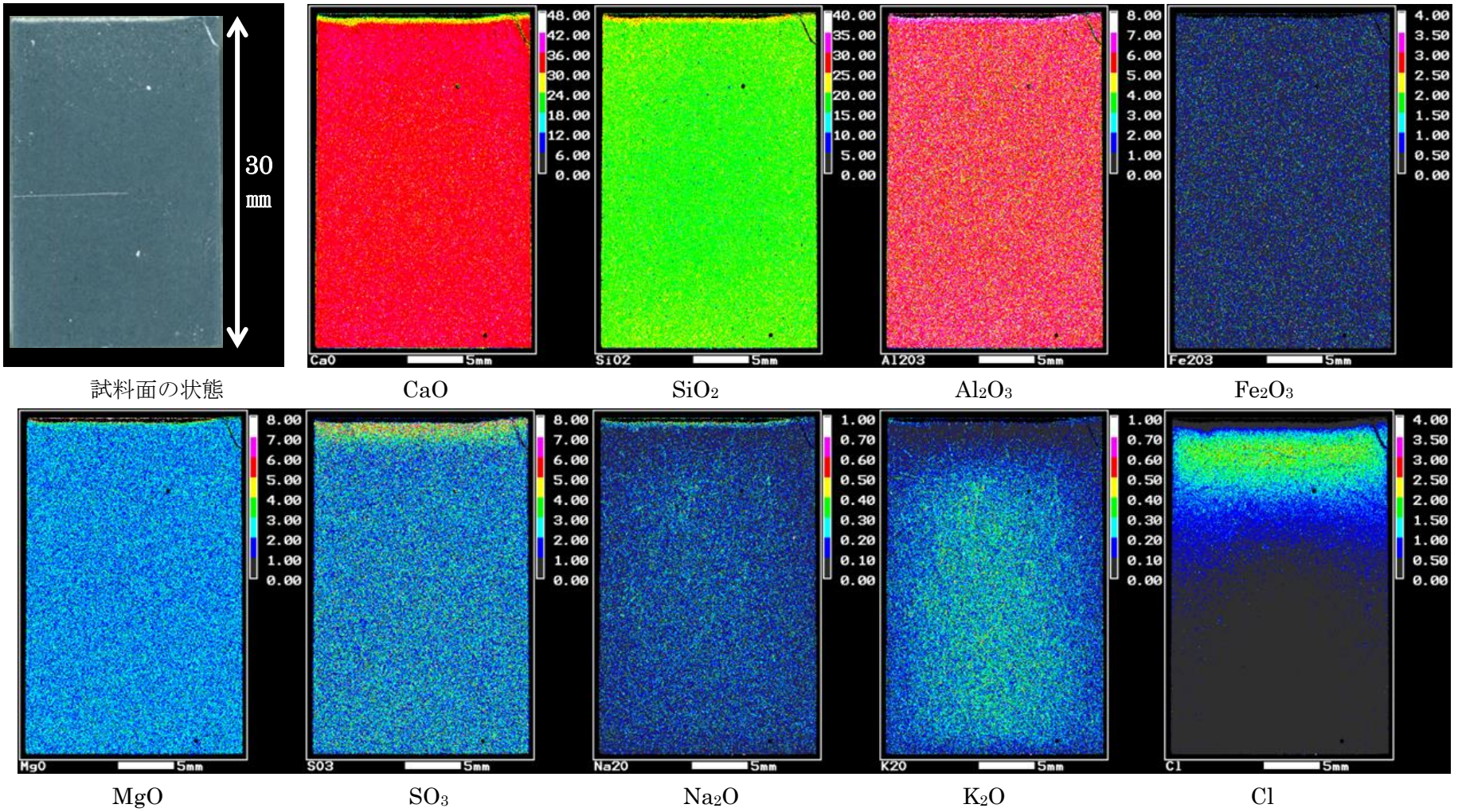


試料面の状態　　CaO　　SiO_2　　Al_2O_3　　Fe_2O_3



MgO　　SO_3　　Na_2O　　K_2O　　Cl

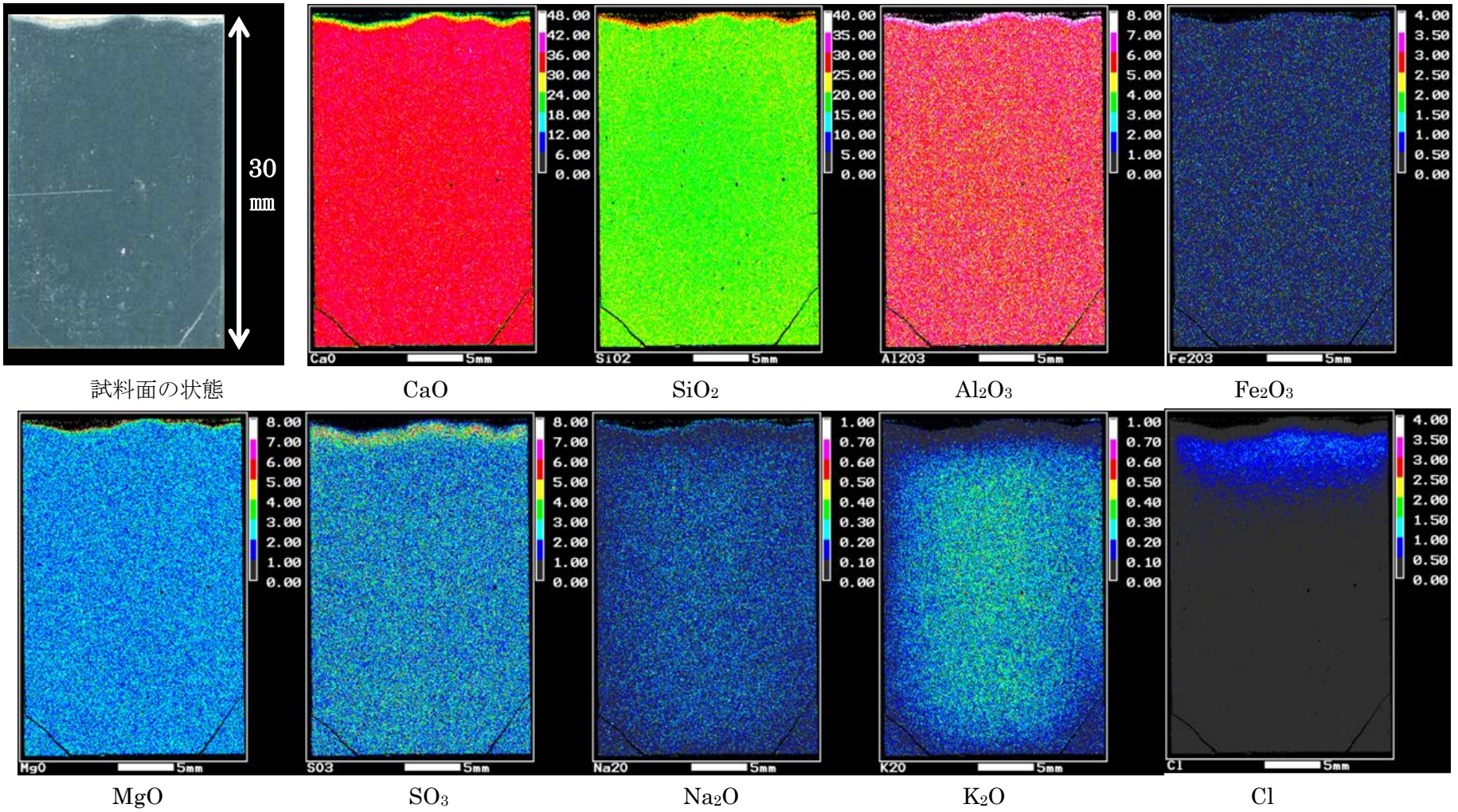
図 2.2-38　浸漬 14 ヶ月試料の EPMA 測定結果（BFSC70、人工海水：外観変化無、接液部処理無）



試料面の状態　CaO　SiO_2　Al_2O_3　Fe_2O_3

MgO　SO_3　Na_2O　K_2O　Cl

図 2.2-39　浸漬 14 ヶ月試料の EPMA 測定結果（BFSC70、1/10 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）



試料面の状態　CaO　SiO_2　Al_2O_3　Fe_2O_3

MgO　SO_3　Na_2O　K_2O　Cl

図 2.2-40　浸漬 14 ヶ月試料の EPMA 測定結果（BFSC70、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

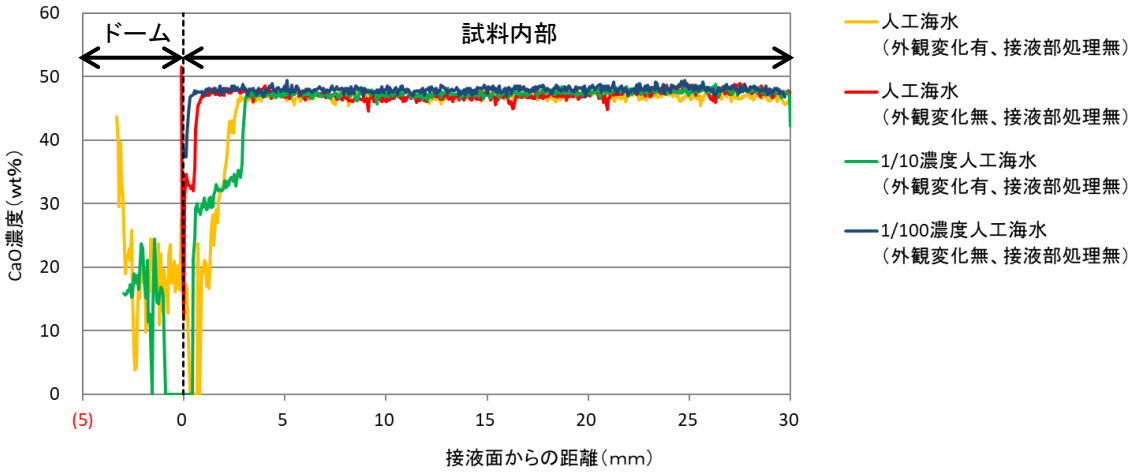


図 2.2-41　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-45：CaO）

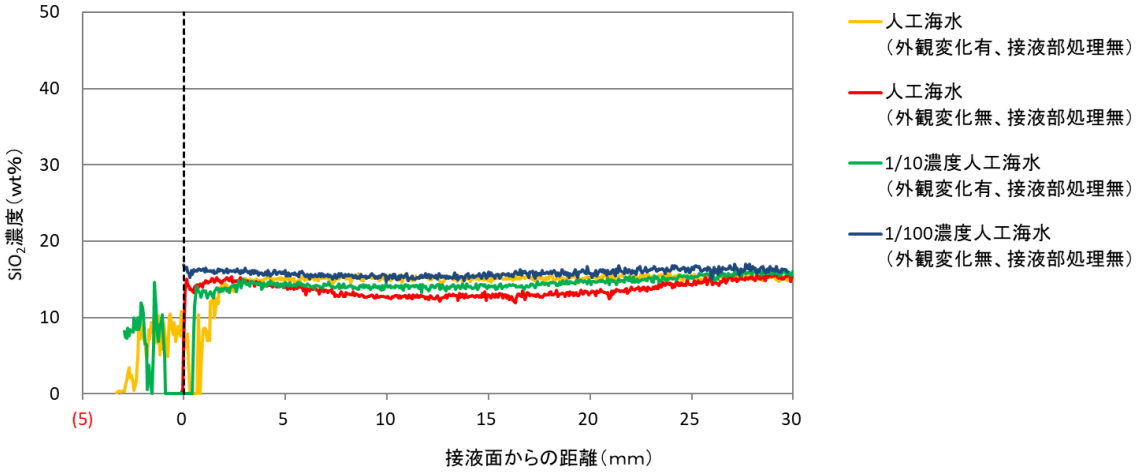


図 2.2-42　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-45：SiO_2）

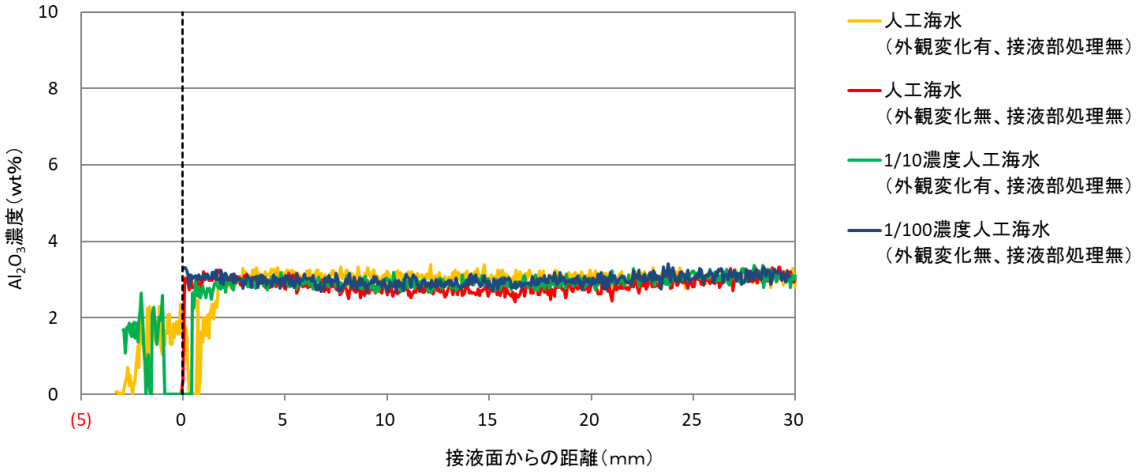


図 2.2-43　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-45：Al_2O_3）

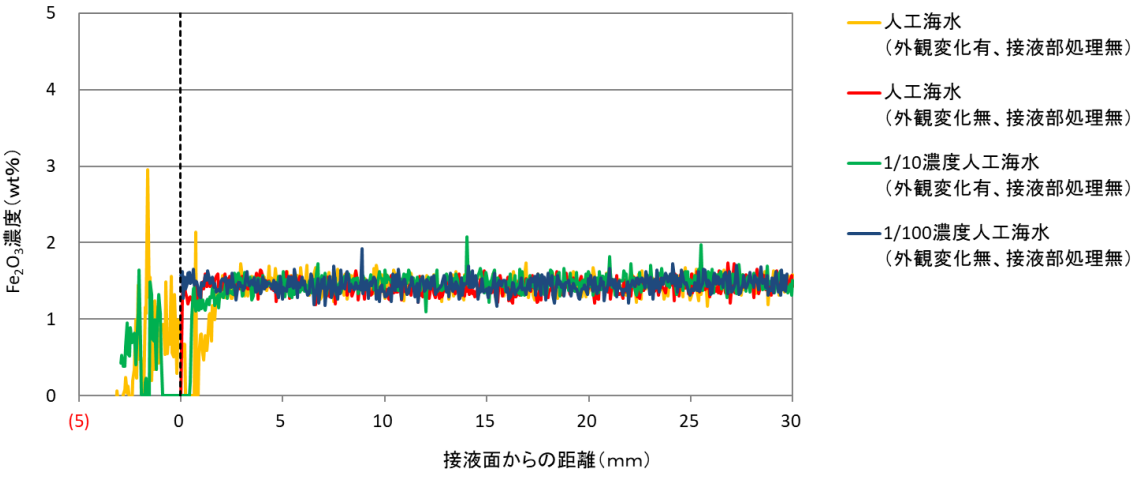


図 2.2-44　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-45：Fe_2O_3）

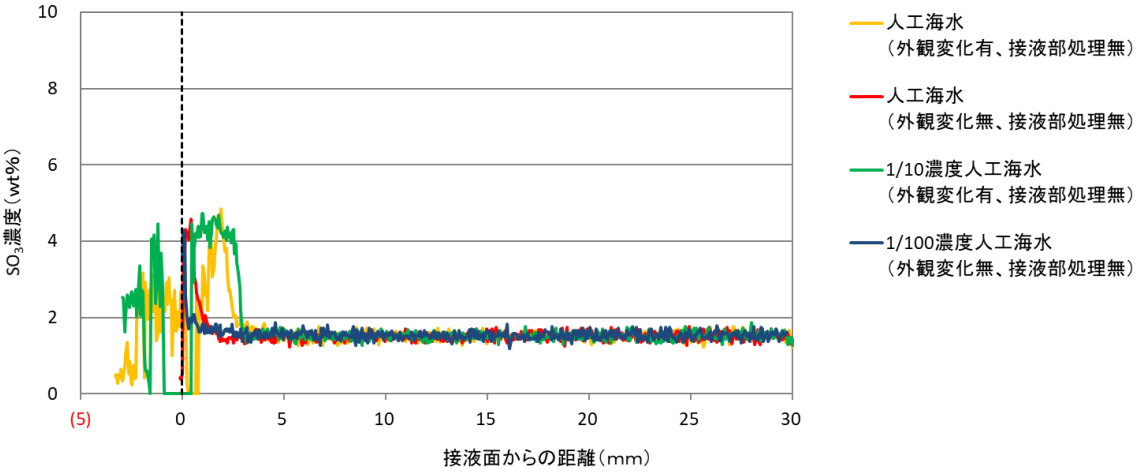


図 2.2-45　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-45：SO_3）

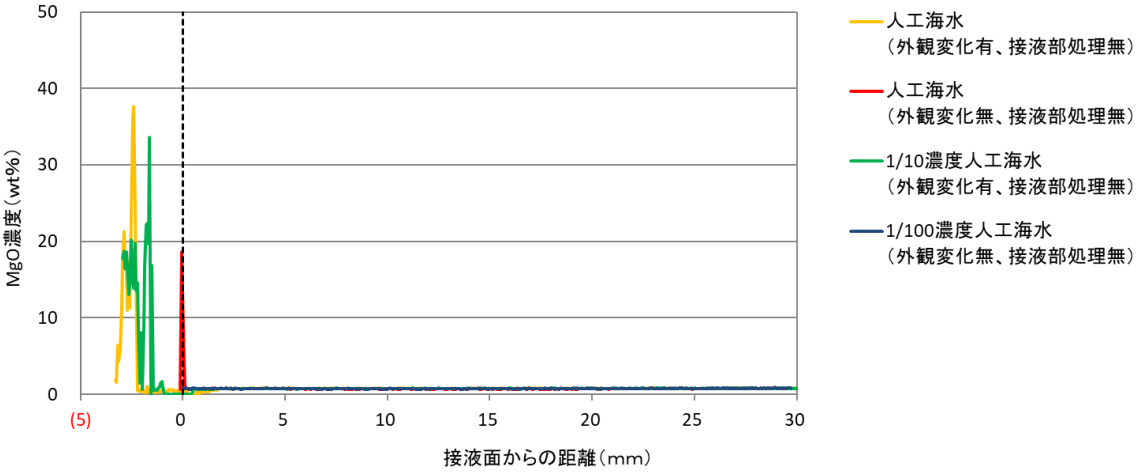


図 2.2-46　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-45：MgO）

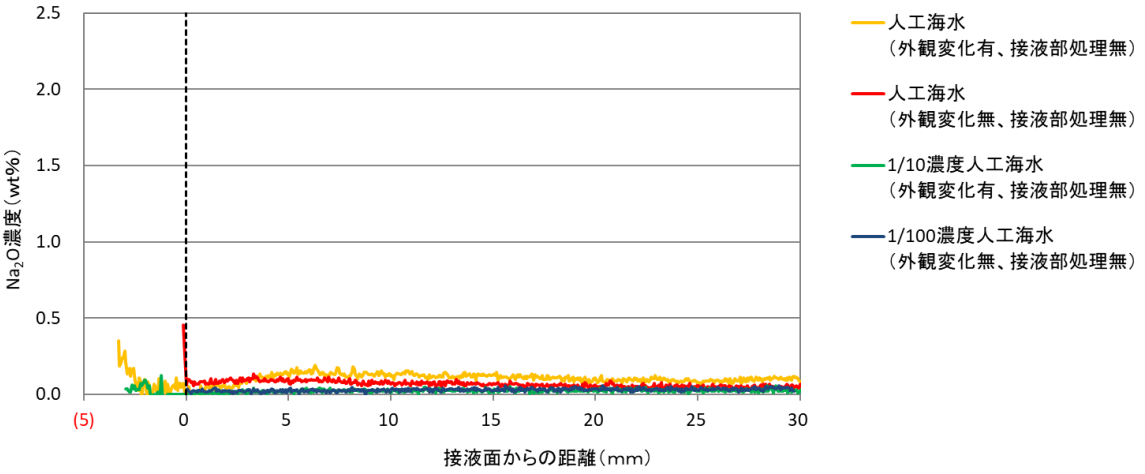


図 2.2-47　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-45：Na_2O）

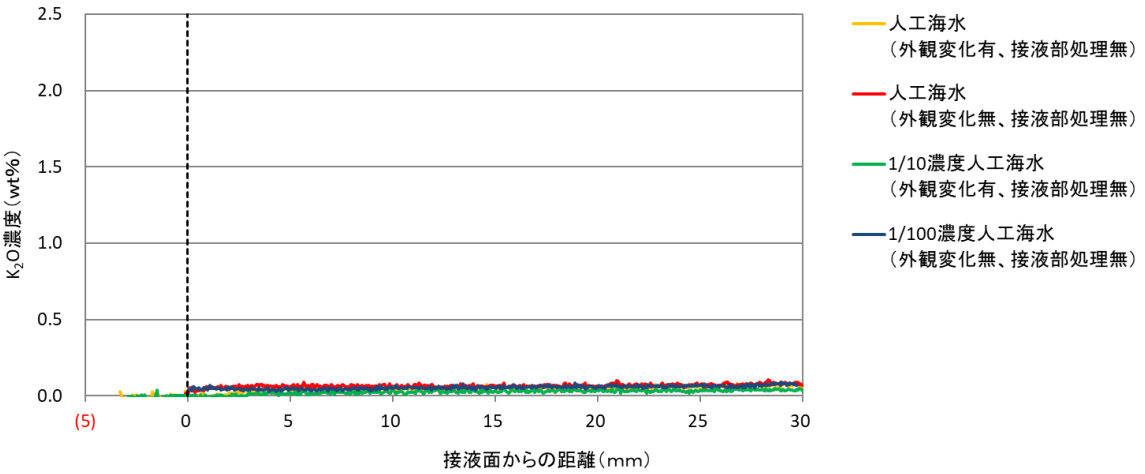


図 2.2-48　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-45：K_2O）

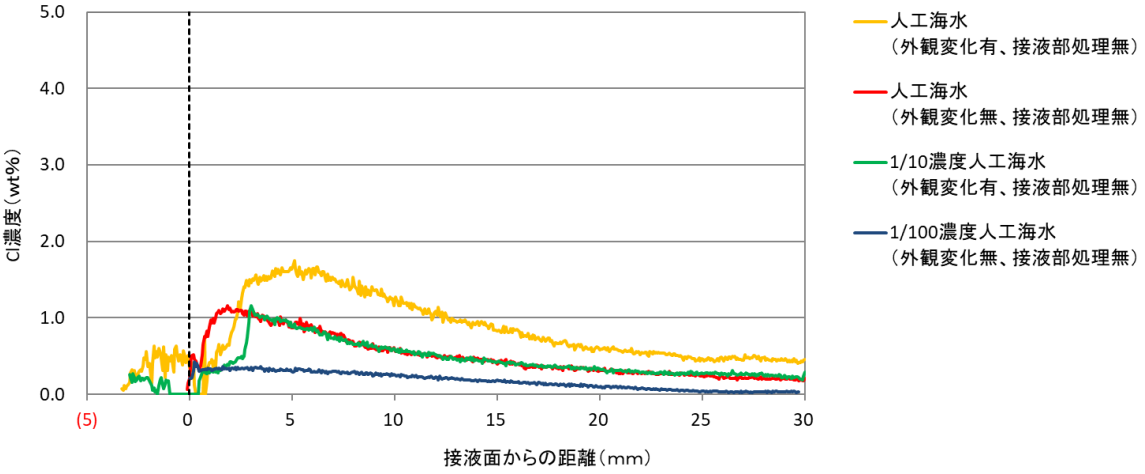


図 2.2-49　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-45：Cl）

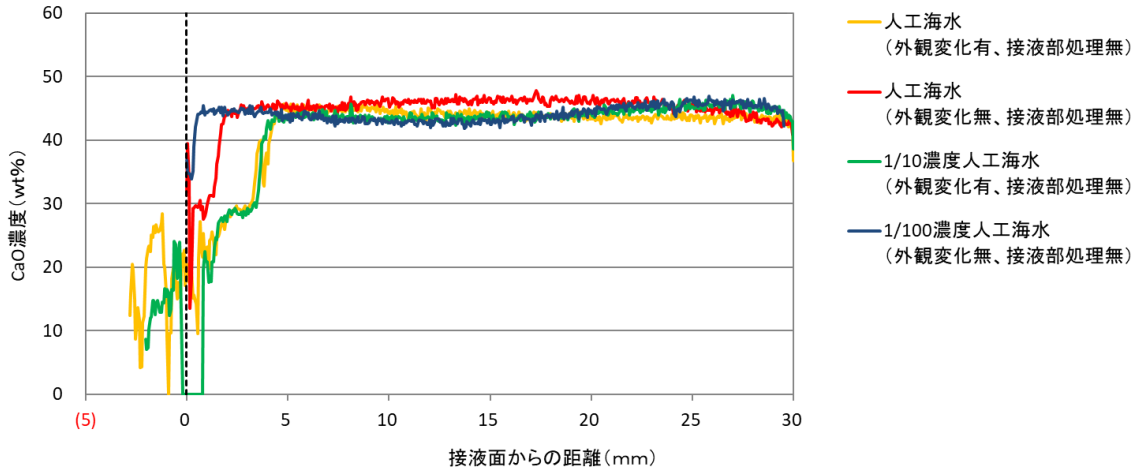


図 2.2-50　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-60：CaO）

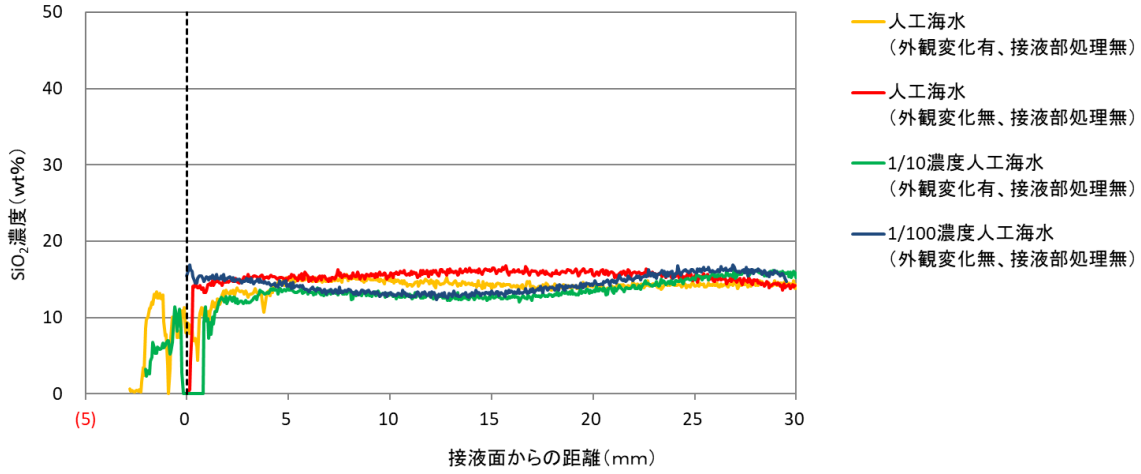


図 2.2-51　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-60：SiO_2）

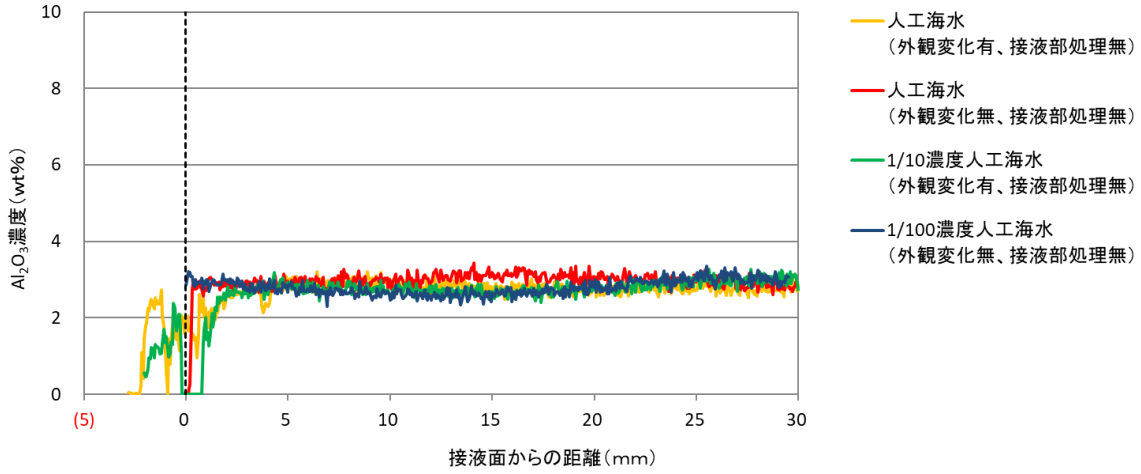


図 2.2-52　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-60：Al_2O_3）

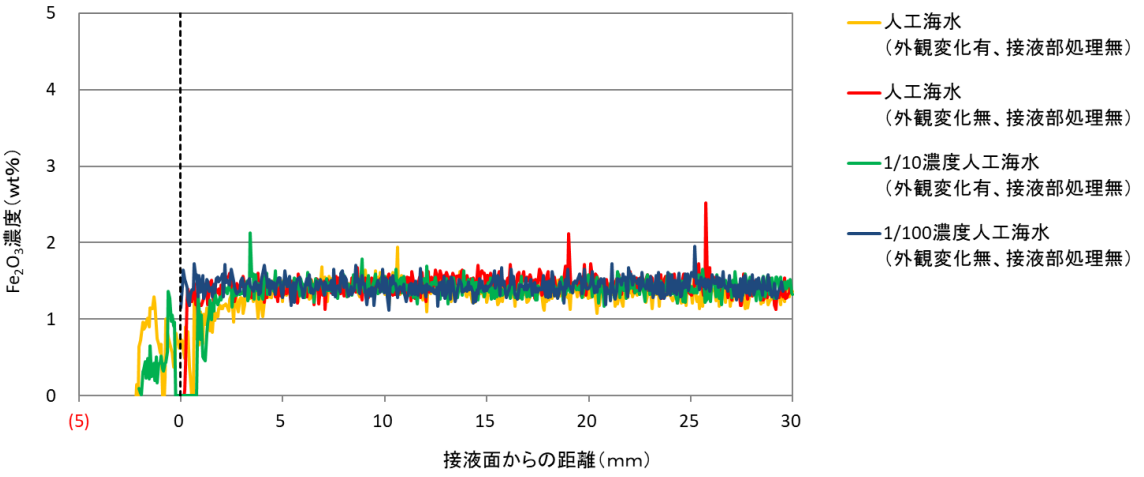


図 2.2-53　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-60：Fe_2O_3）

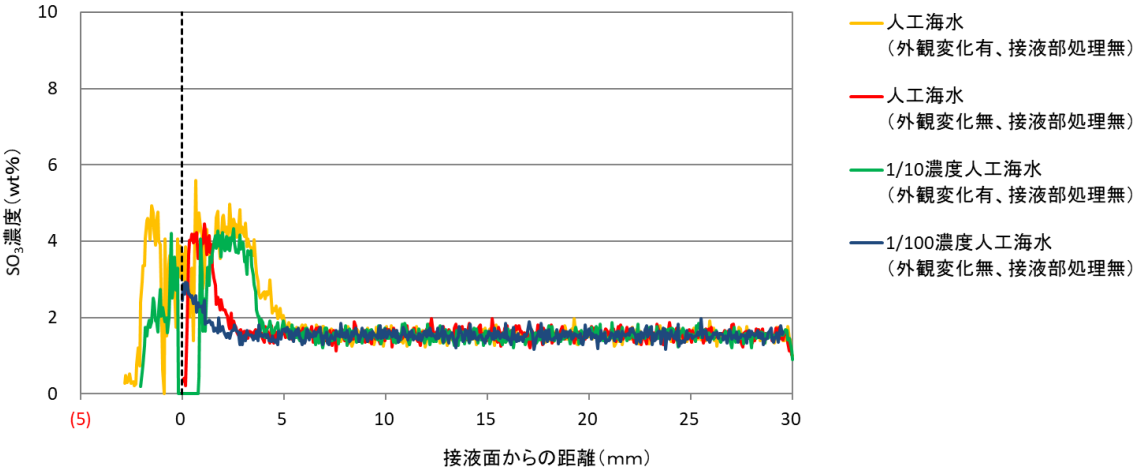


図 2.2-54　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-60：SO_3）

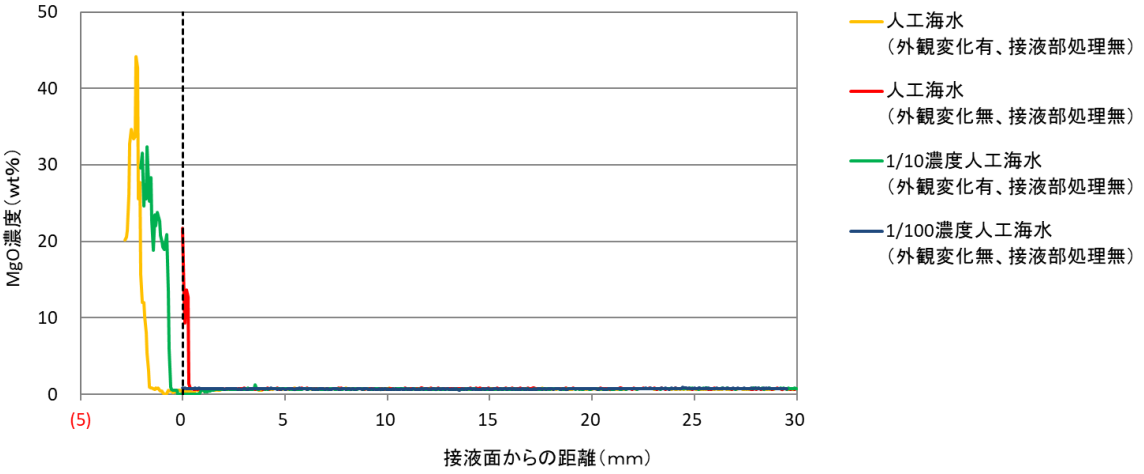


図 2.2-55　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-60：MgO）

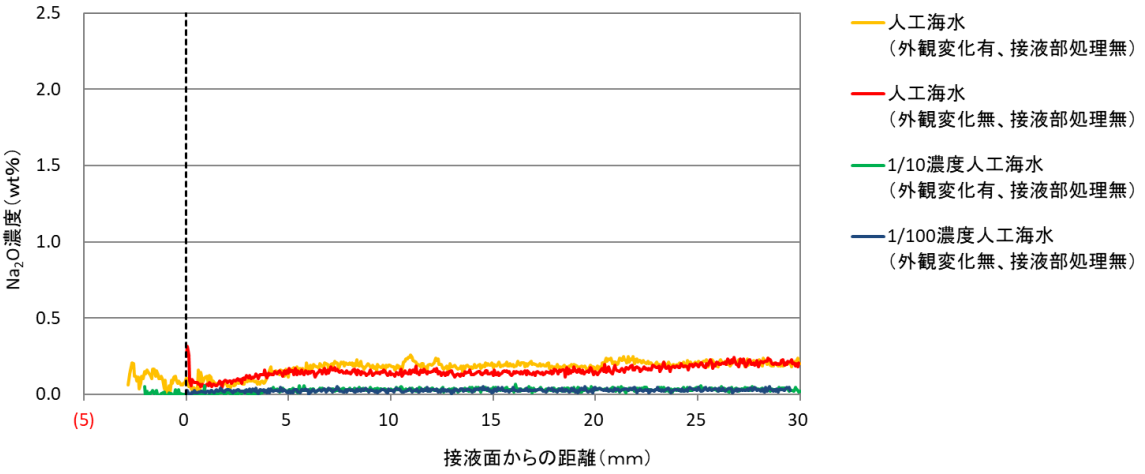


図 2.2-56　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-60：Na_2O）

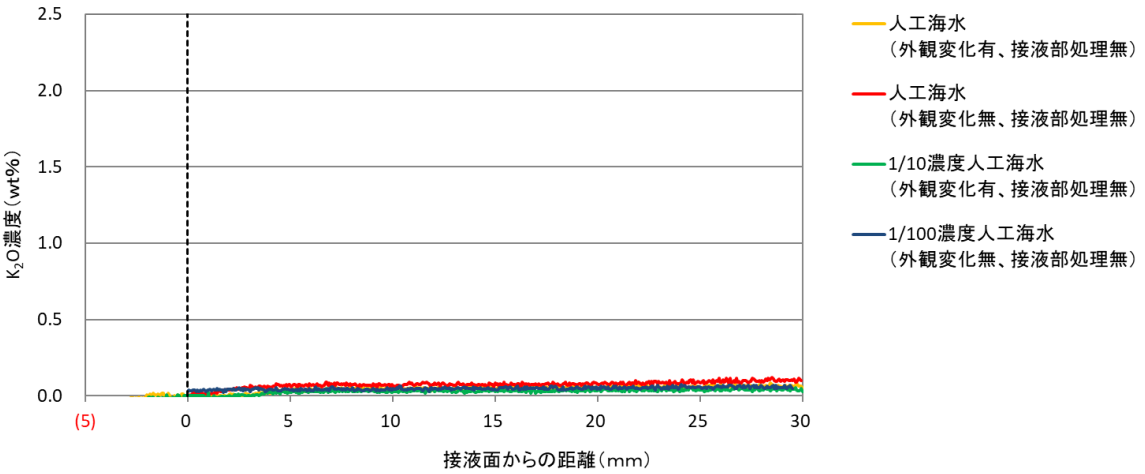


図 2.2-57　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-60：K_2O）

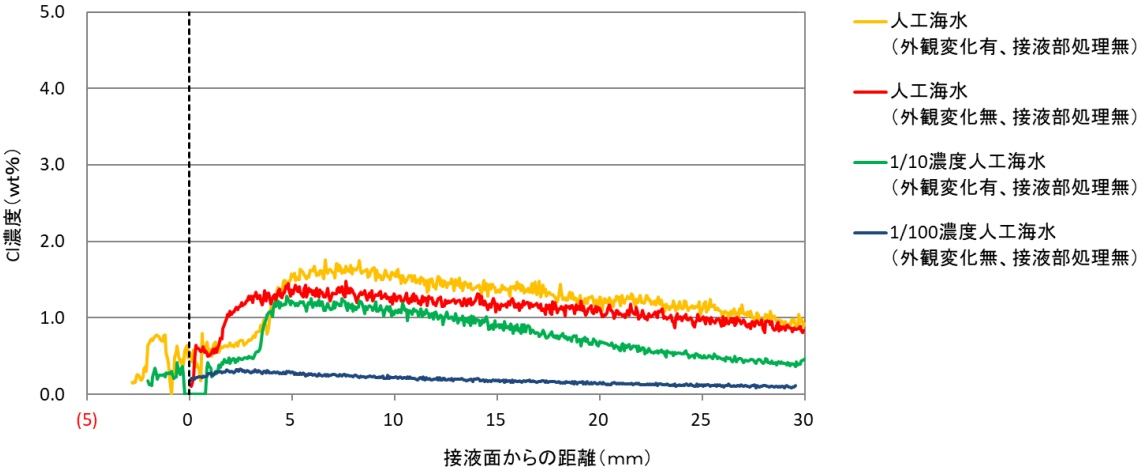


図 2.2-58　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-60：Cl）

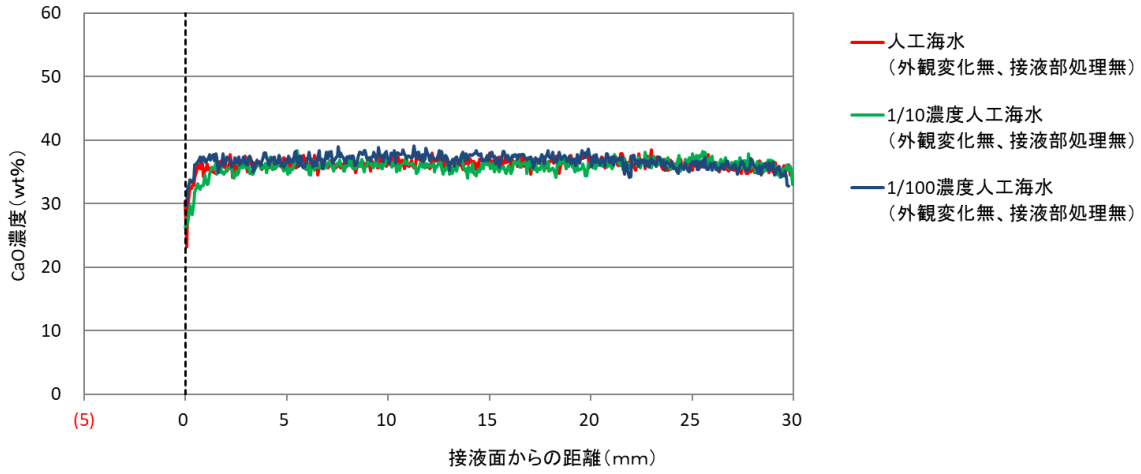


図 2.2-59　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（FAC30：CaO）

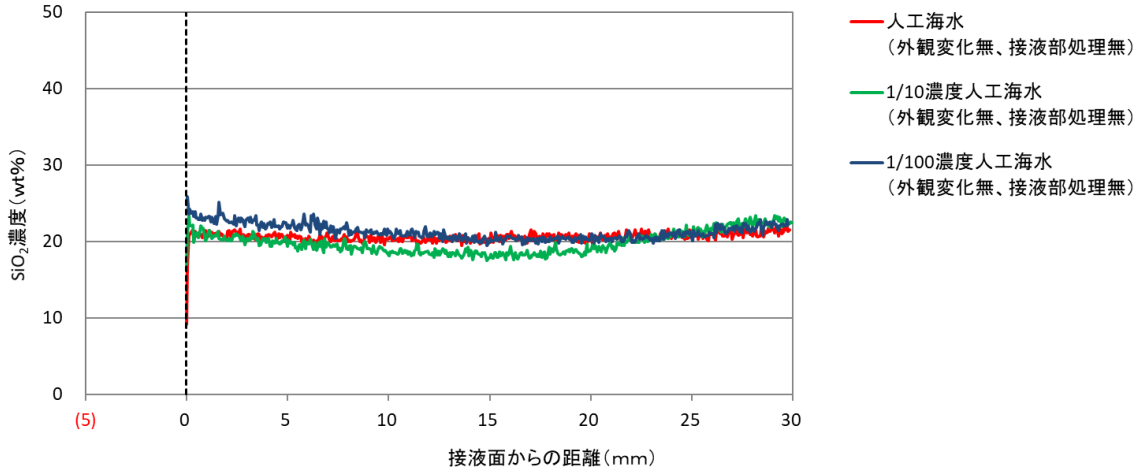


図 2.2-60　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（FAC30：SiO_2）

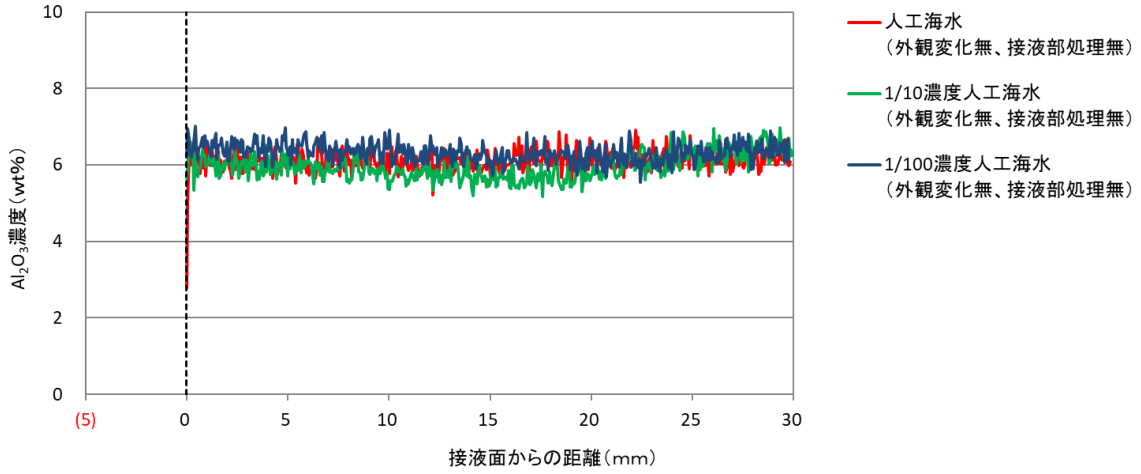


図 2.2-61　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（FAC30：Al_2O_3）

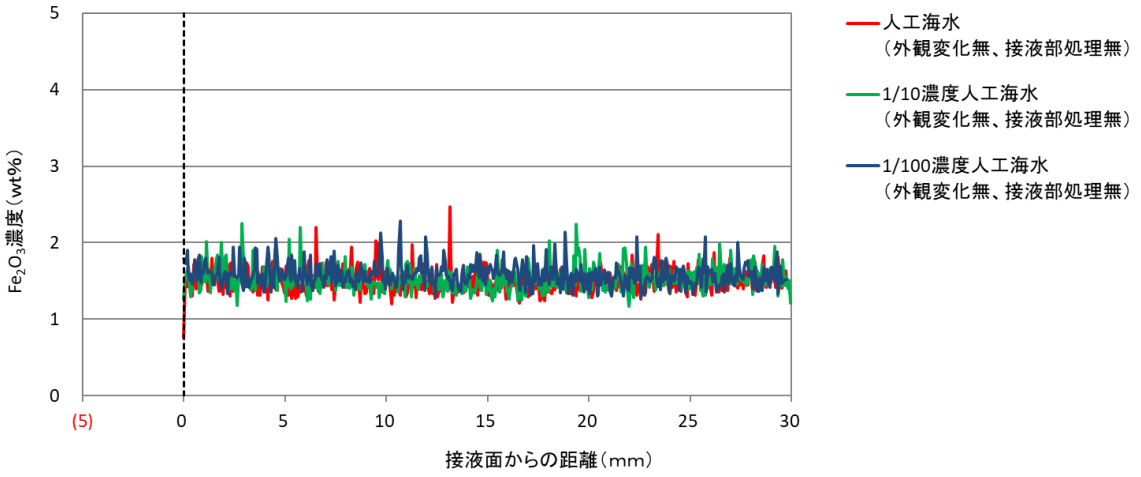


図 2.2-62　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（FAC30：Fe_2O_3）

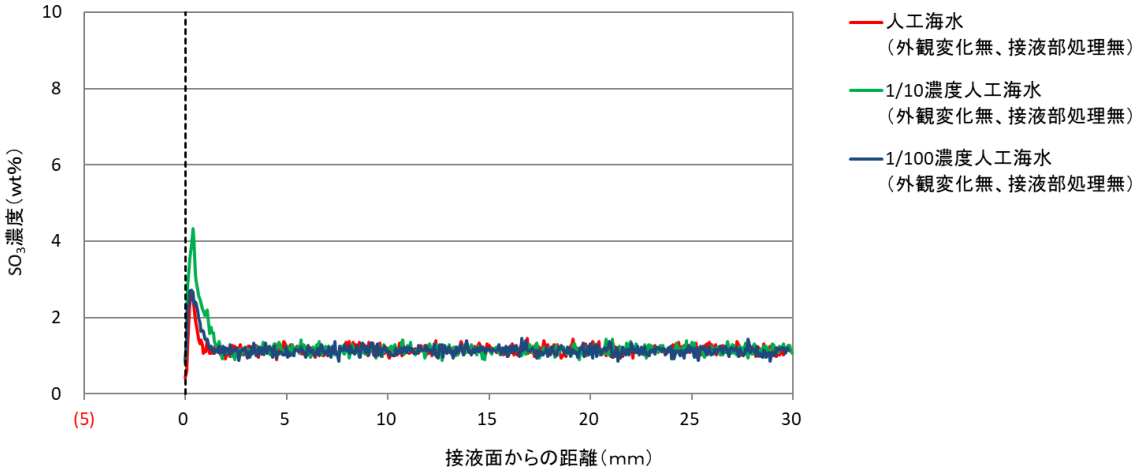


図 2.2-63　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（FAC30：SO_3）

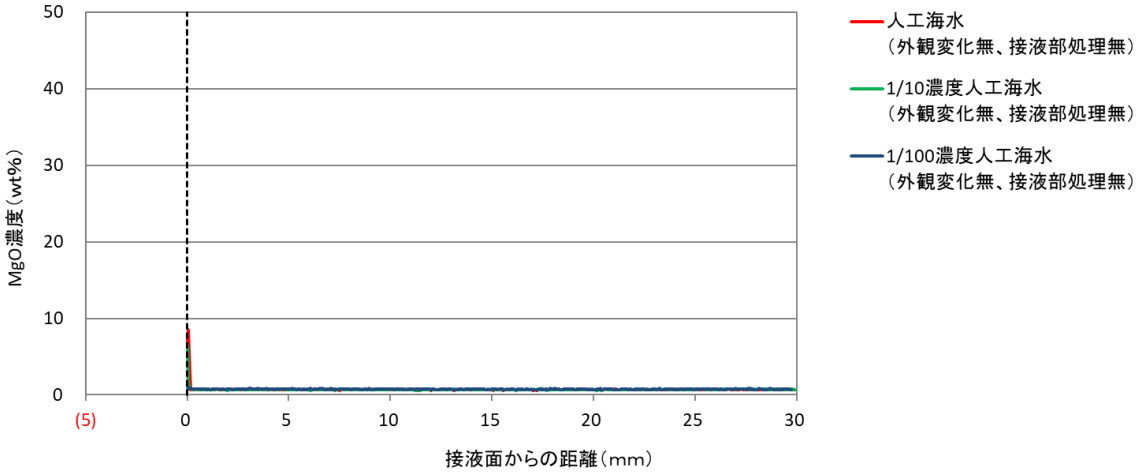


図 2.2-64　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（FAC30：MgO）

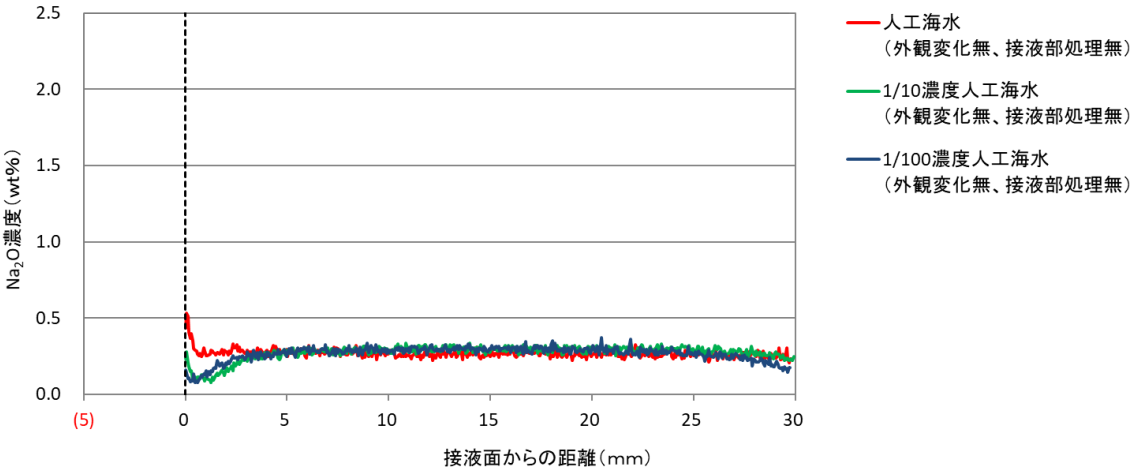


図 2.2-65　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（FAC30：Na_2O）

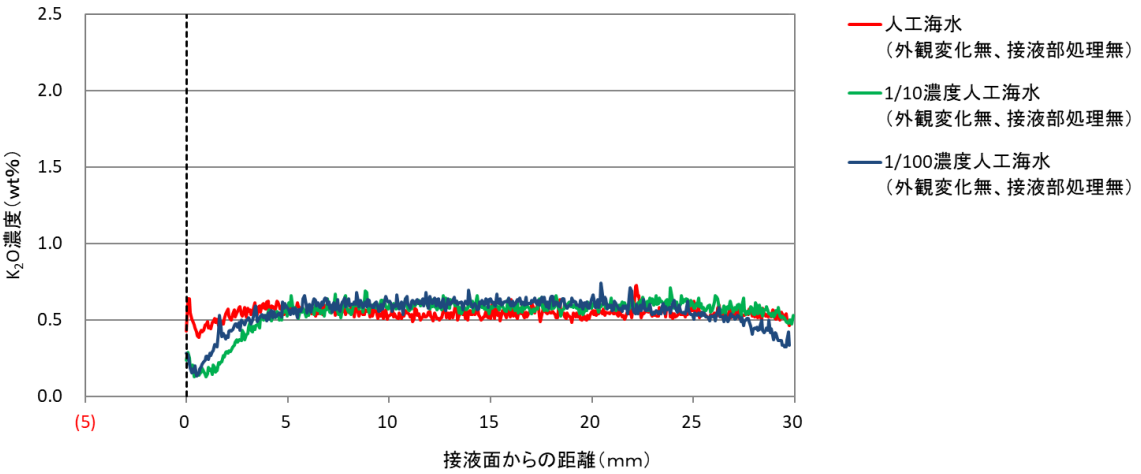


図 2.2-66　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（FAC30：K_2O）

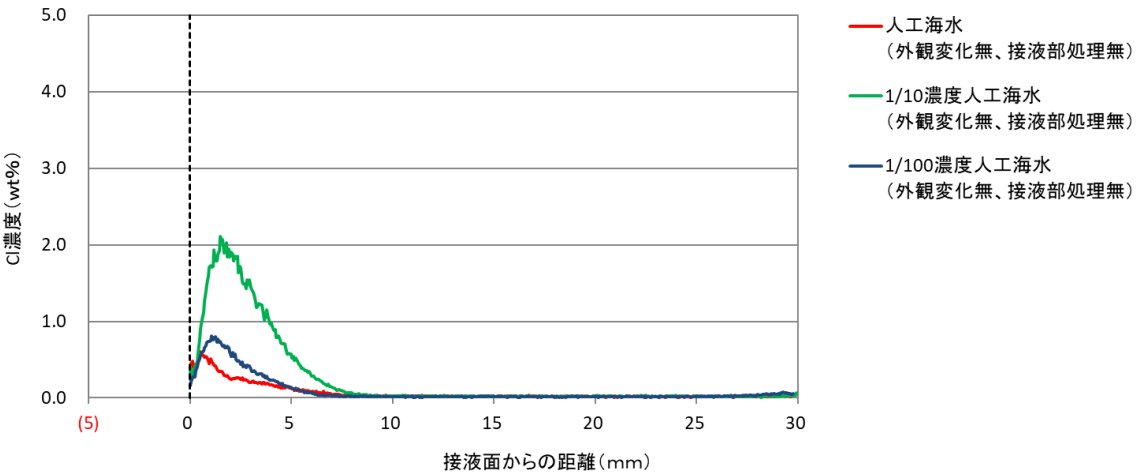


図 2.2-67　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（FAC30：Cl）

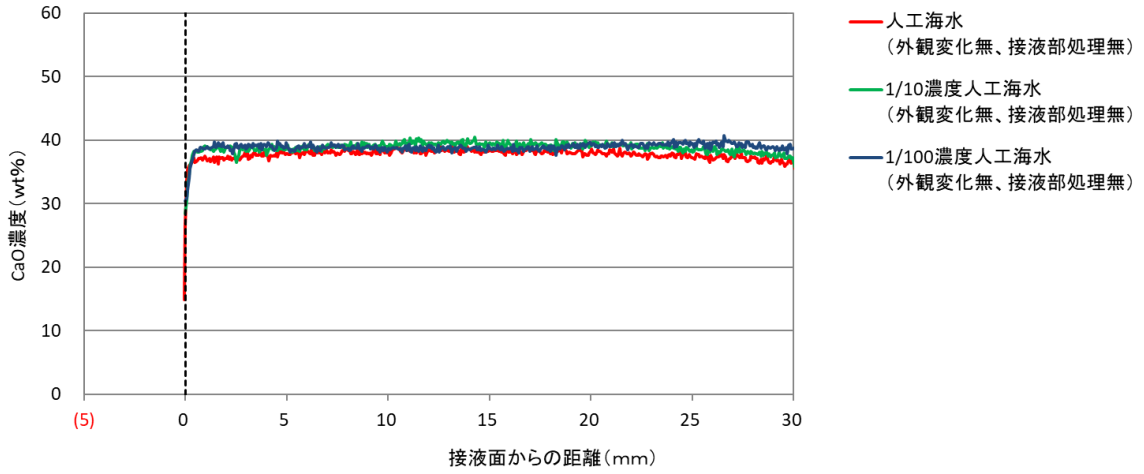


図 2.2-68　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（BFSC70：CaO）

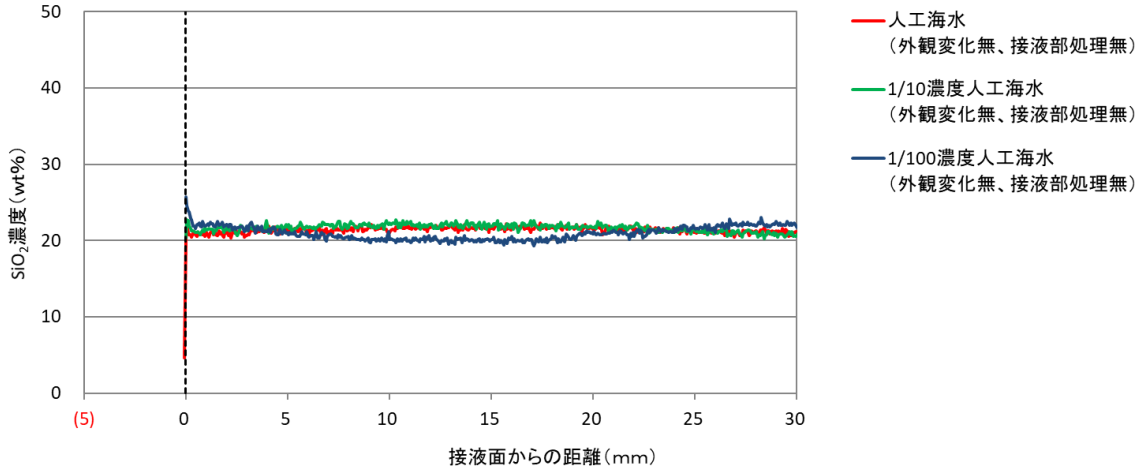


図 2.2-69　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（BFSC70：SiO_2）

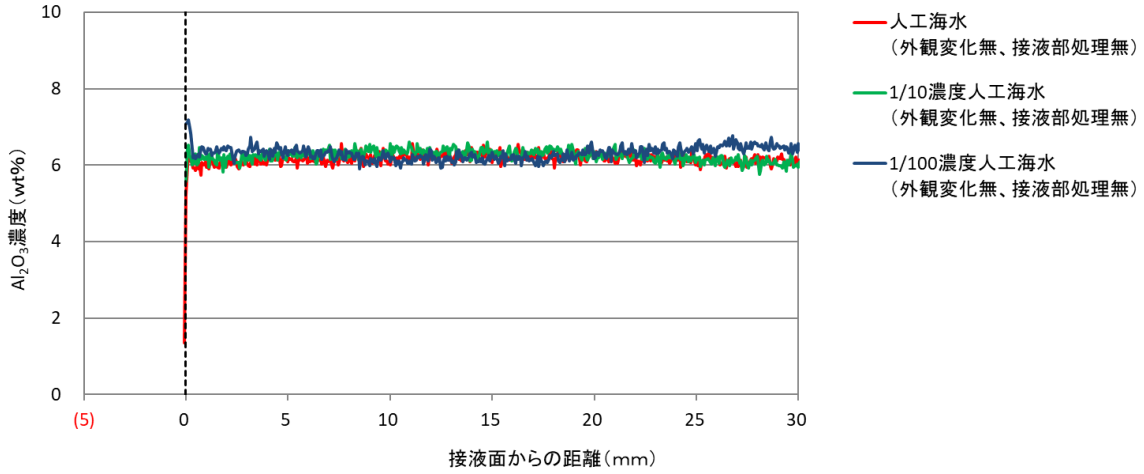


図 2.2-70　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（BFSC70：Al_2O_3）

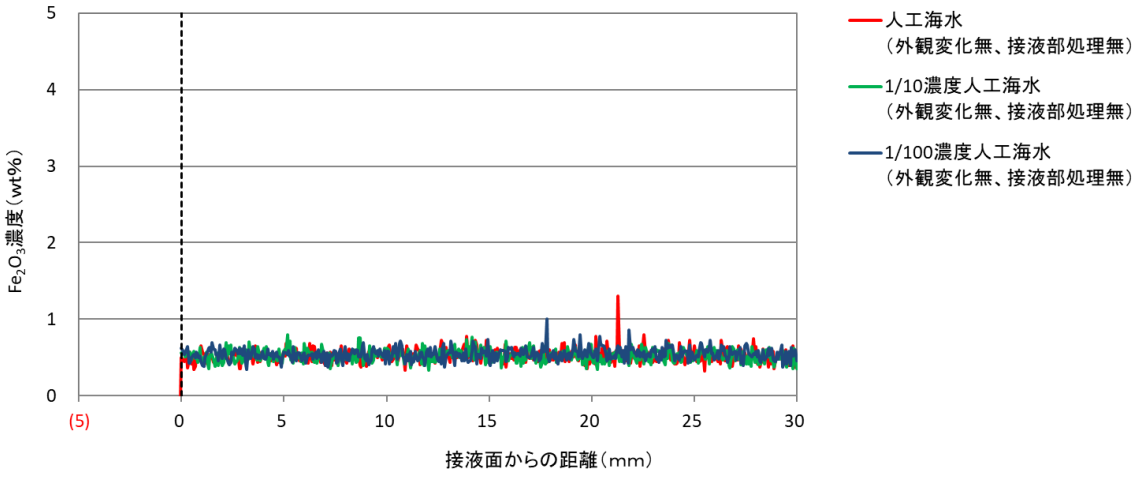


図 2.2-71　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（BFSC70：Fe_2O_3）

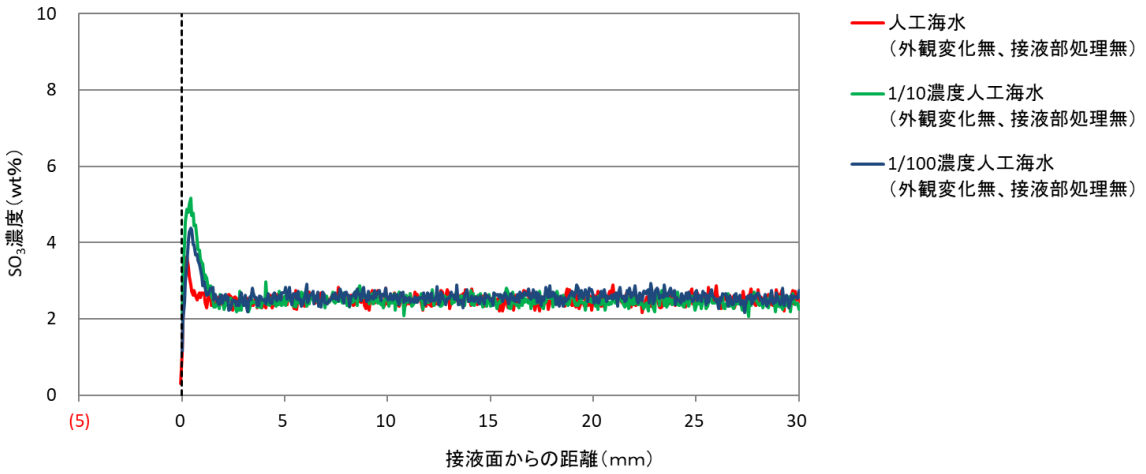


図 2.2-72　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（BFSC70：SO_3）

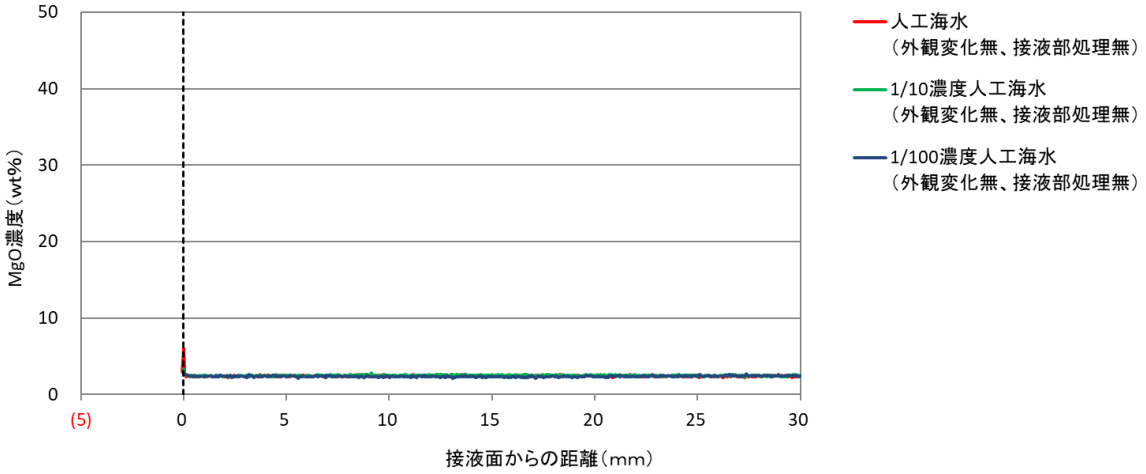


図 2.2-73　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（BFSC70：MgO）

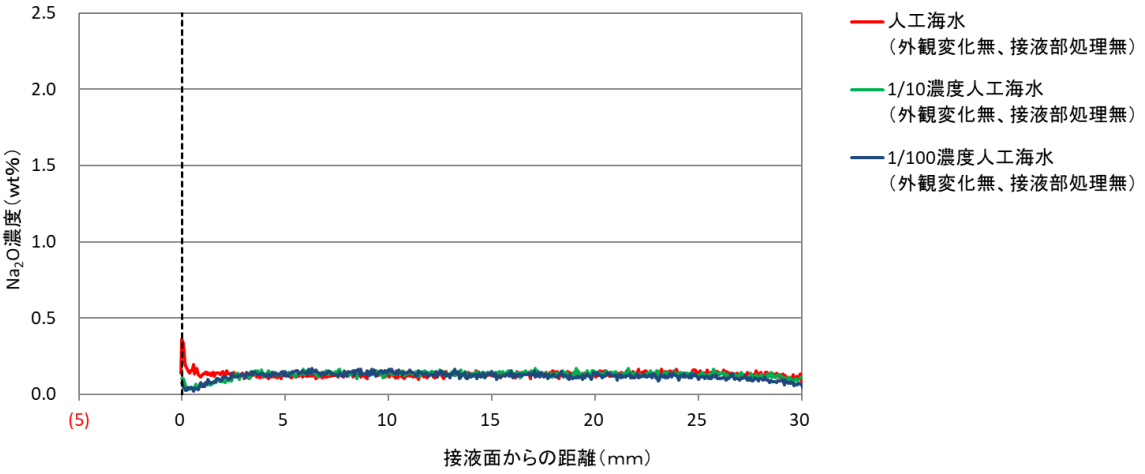


図 2.2-74　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（BFSC70：Na_2O）

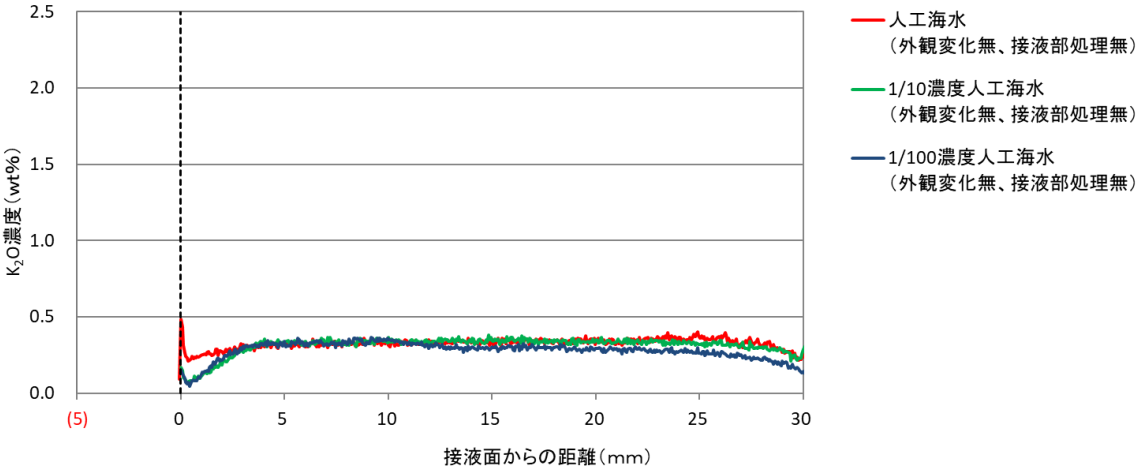


図 2.2-75　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（BFSC70：K_2O）

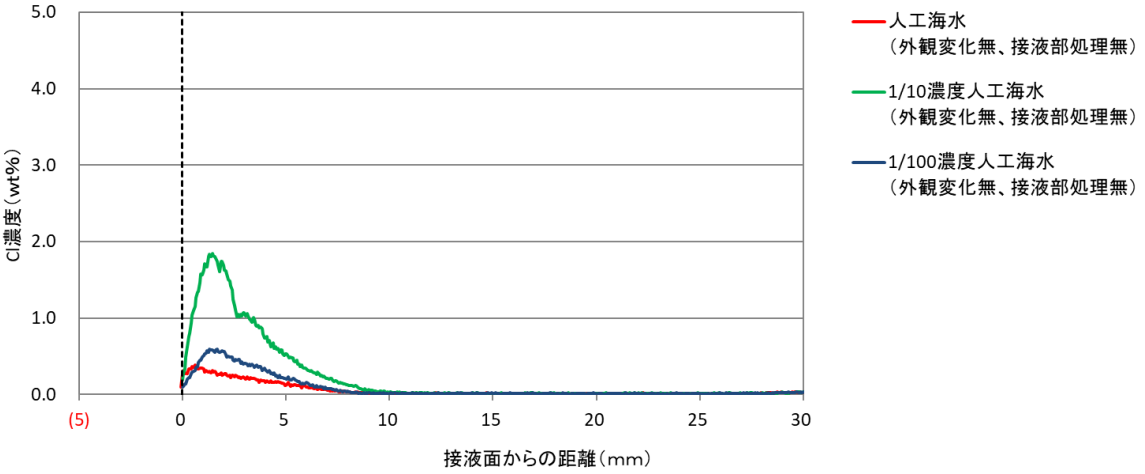


図 2.2-76　浸漬 4 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（BFSC70：Cl）

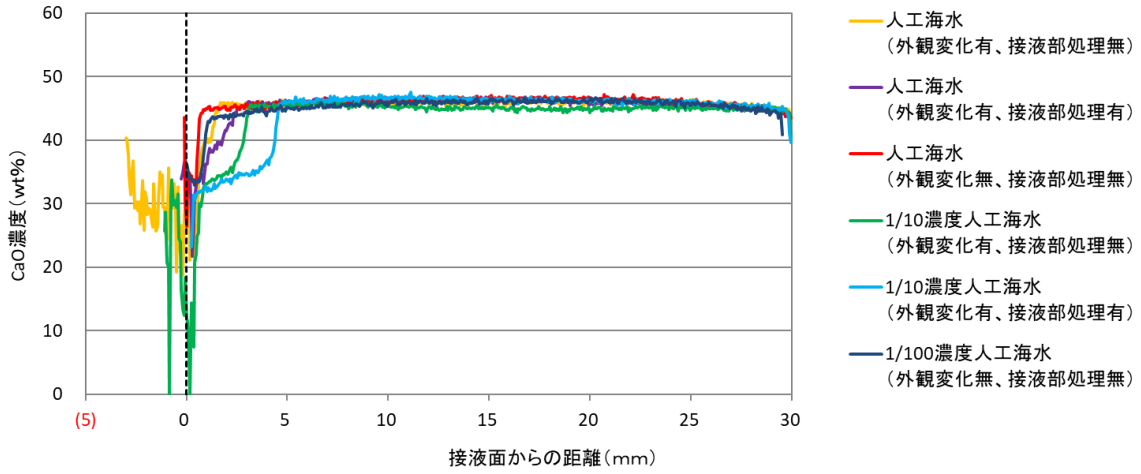


図 2.2-77　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-45：CaO）

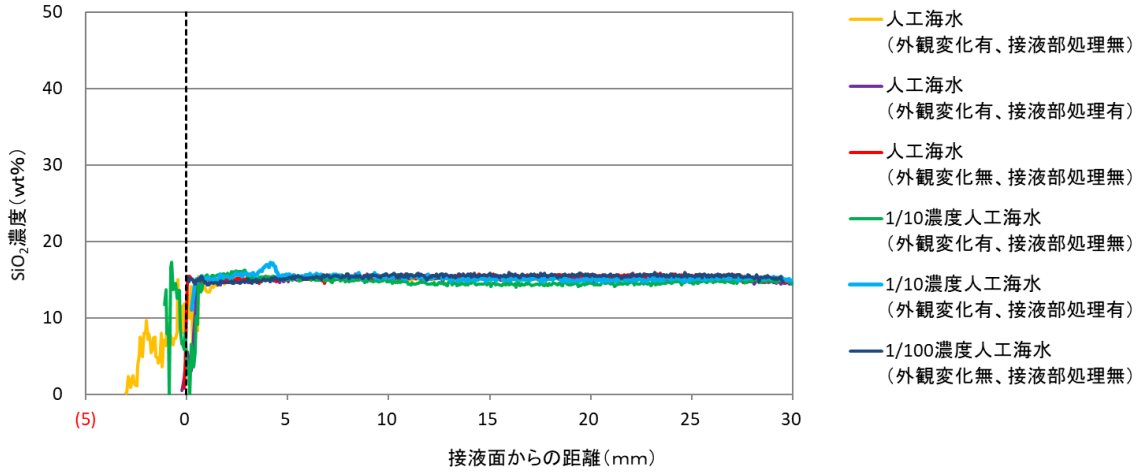


図 2.2-78　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-45：SiO_2）

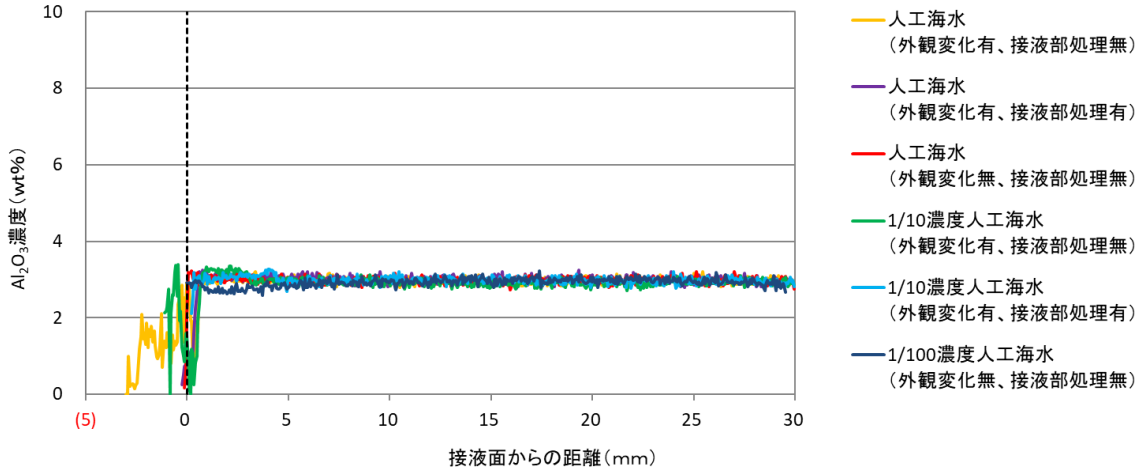


図 2.2-79　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-45：Al_2O_3）

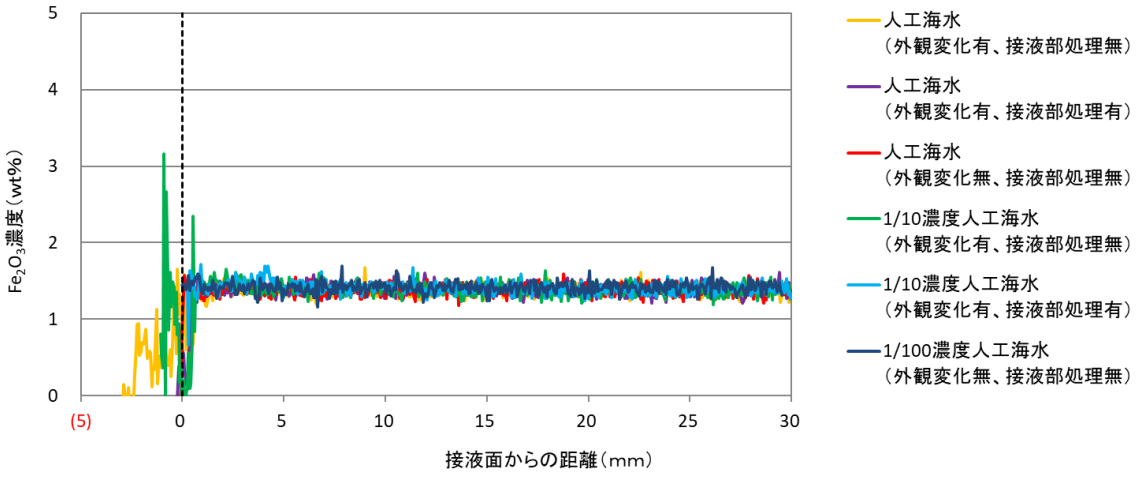


図 2.2-80　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-45：Fe_2O_3）

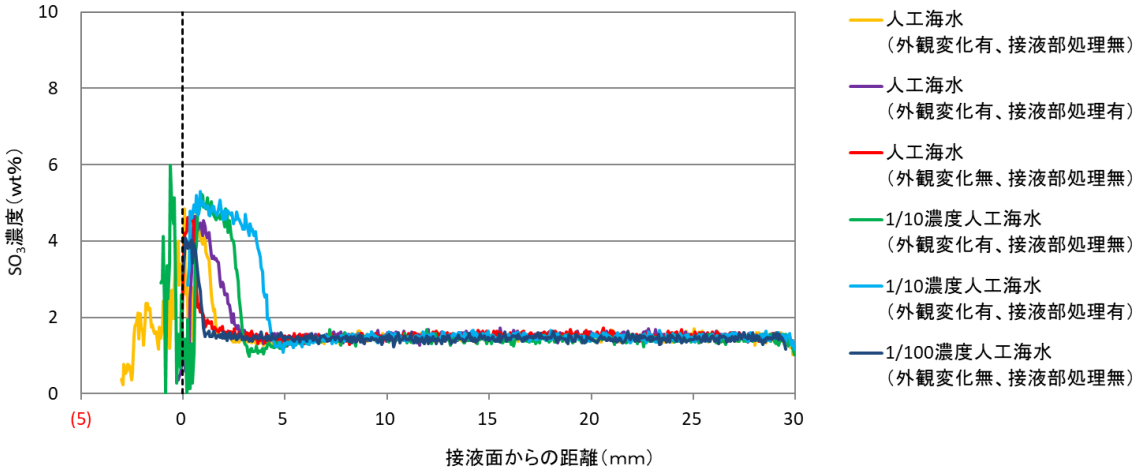


図 2.2-81　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-45：SO_3）

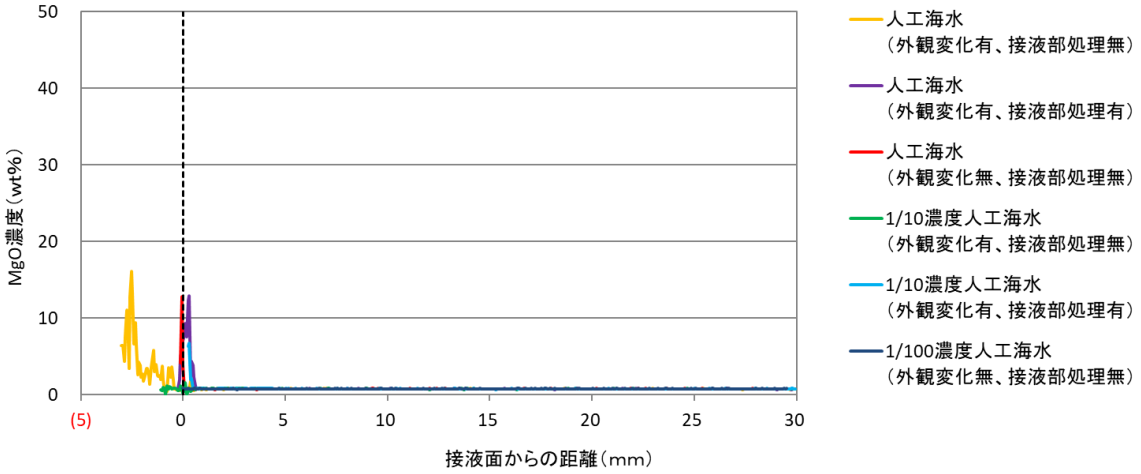


図 2.2-82　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-45：MgO）

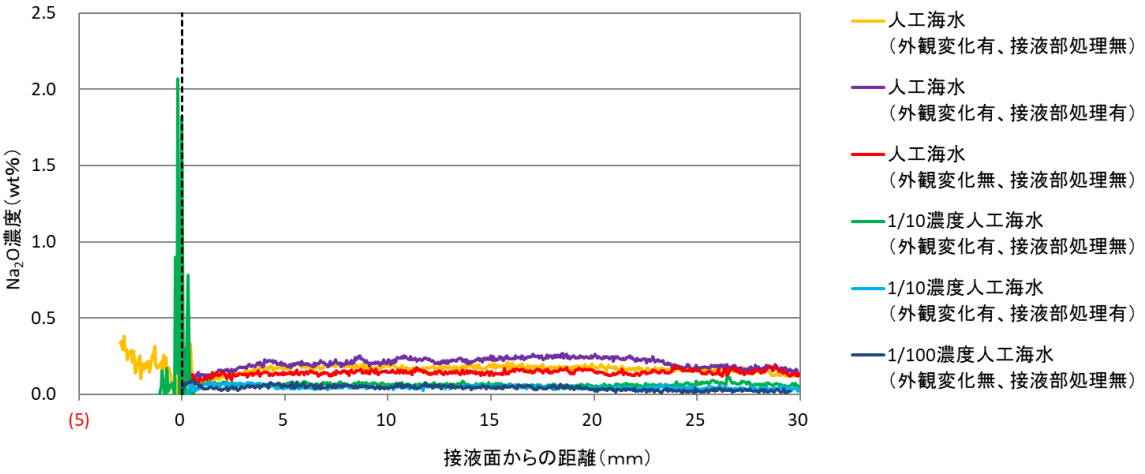


図 2.2-83　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-45：Na_2O）

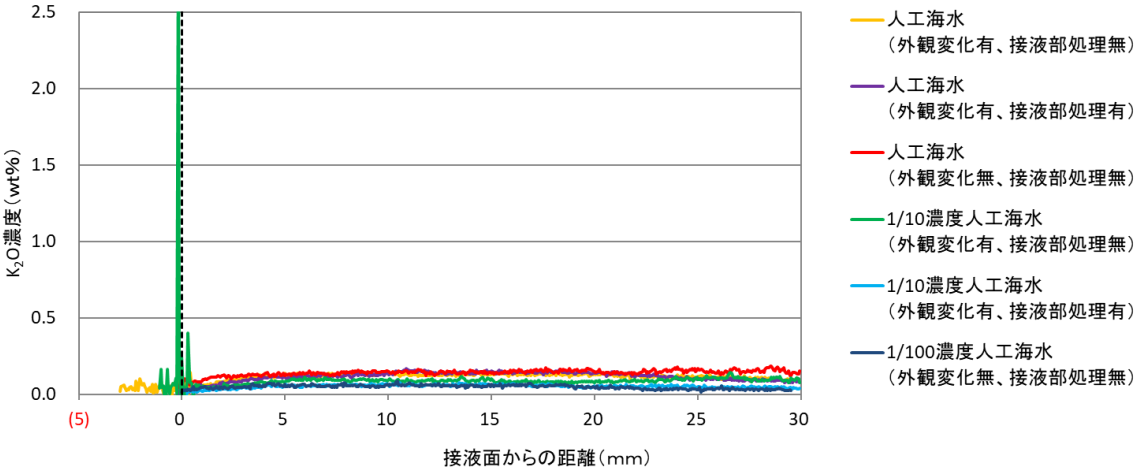


図 2.2-84　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-45：K_2O）

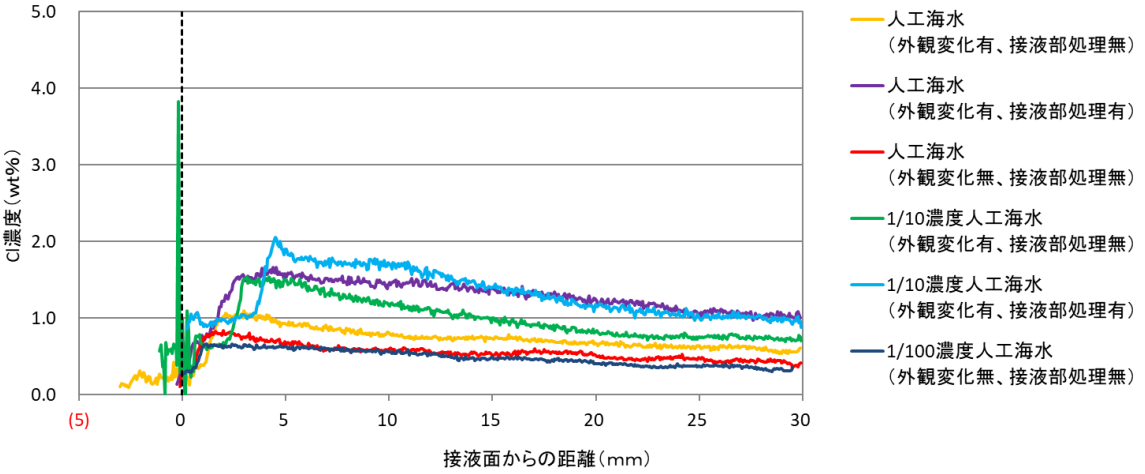


図 2.2-85　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-45：Cl）

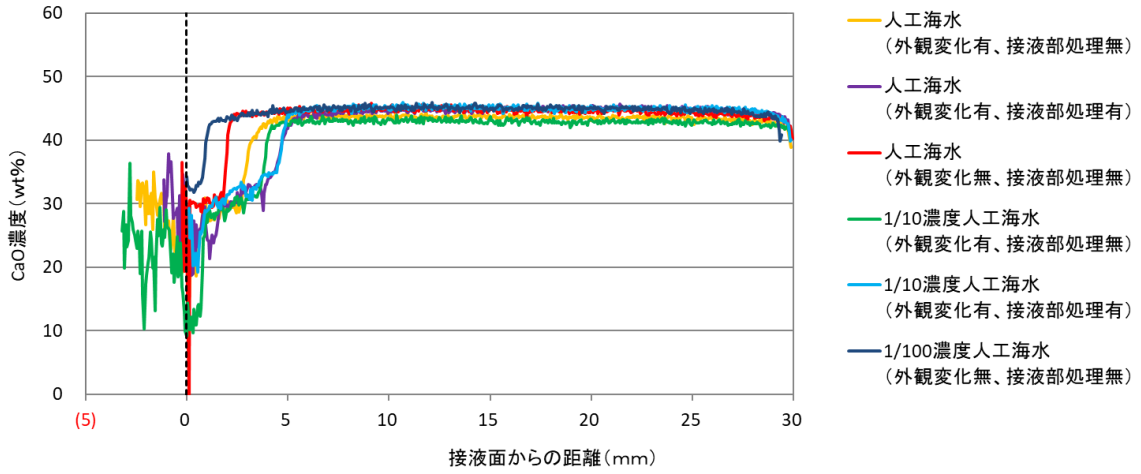


図 2.2-86　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-60：CaO）

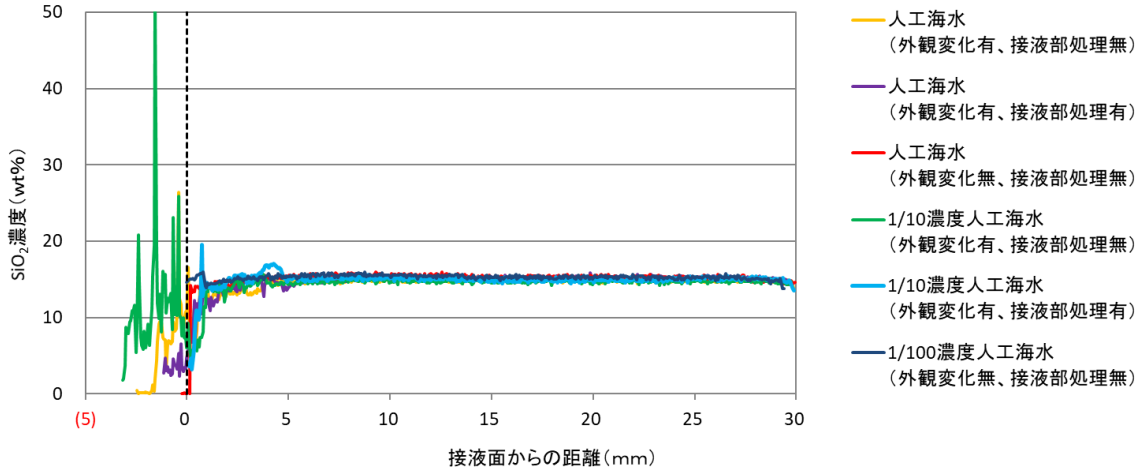


図 2.2-87　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-60：SiO_2）

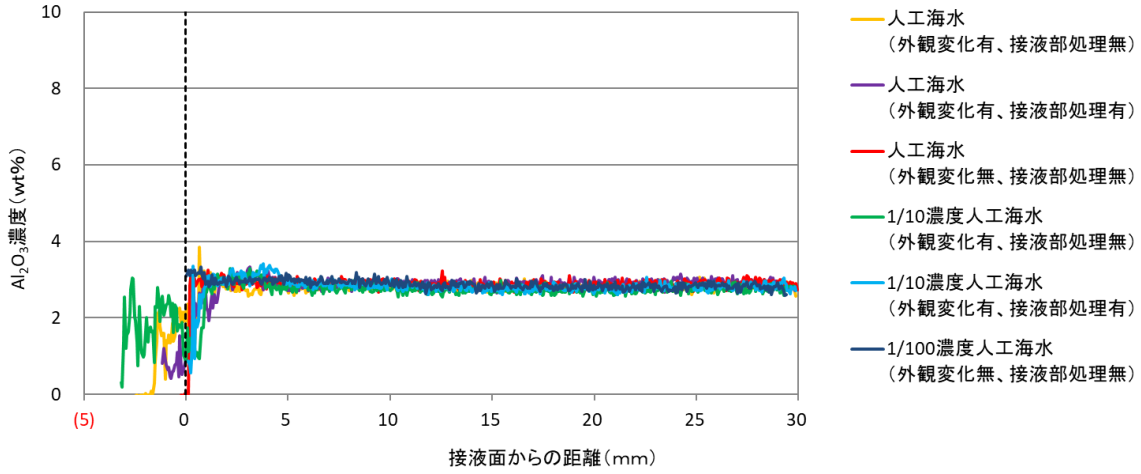


図 2.2-88　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-60：Al_2O_3）

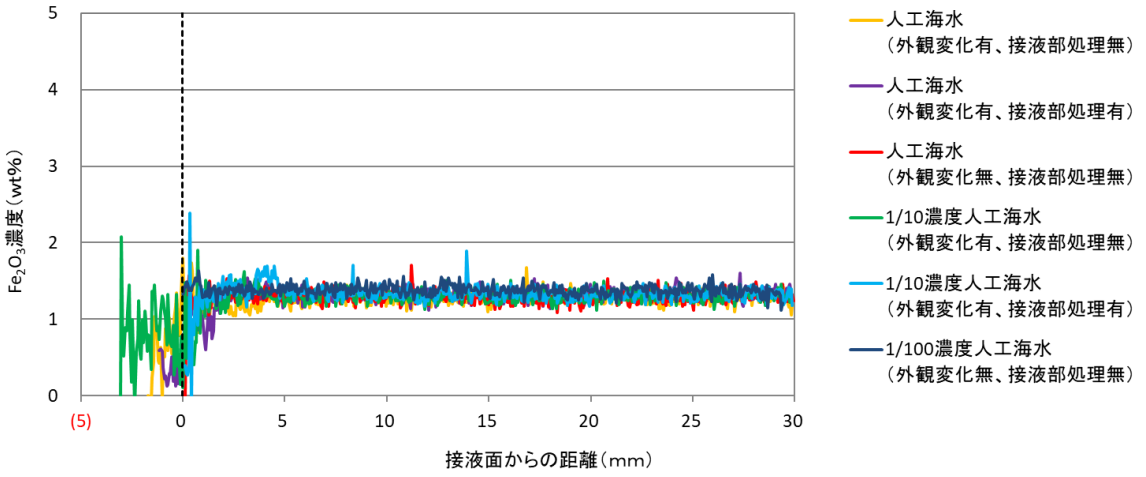


図 2.2-89　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-60：Fe_2O_3）

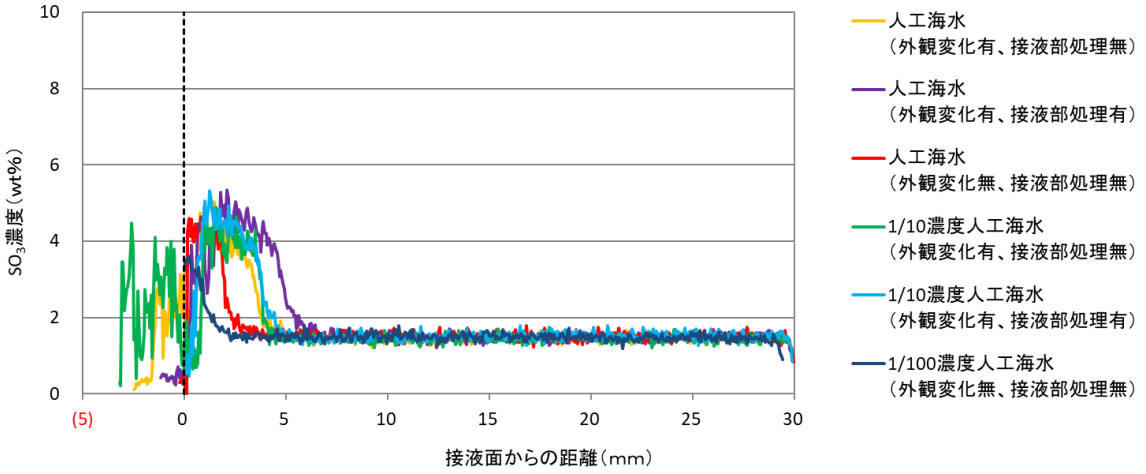


図 2.2-90　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-60：SO_3）

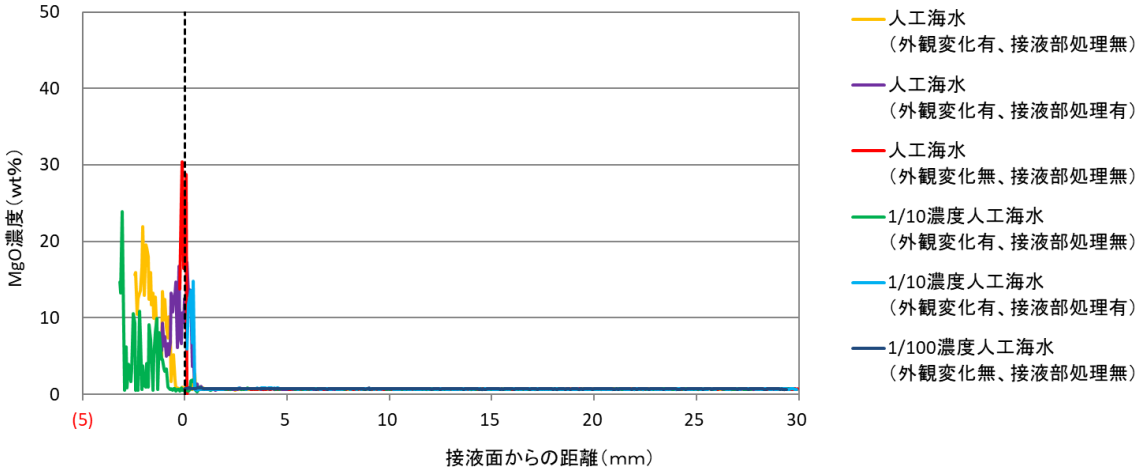


図 2.2-91　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-60：MgO）

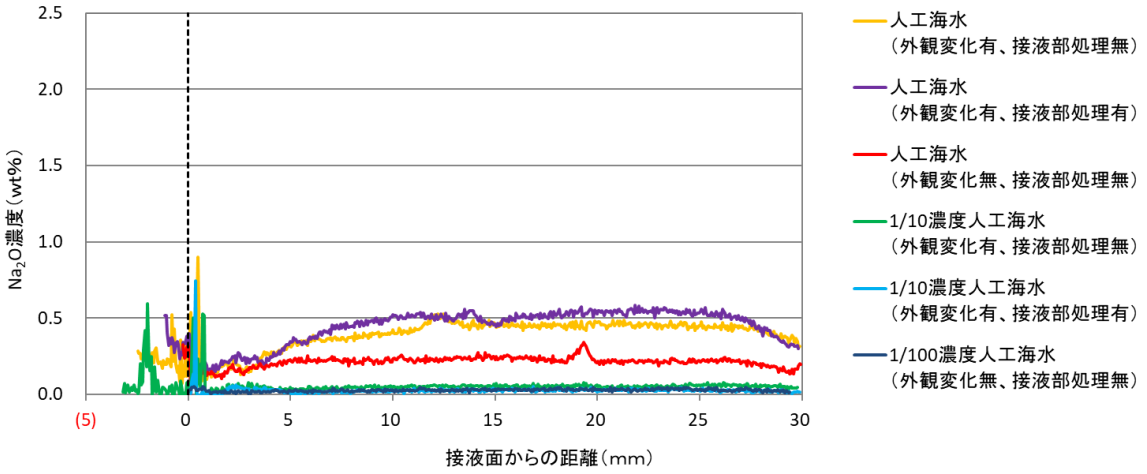


図 2.2-92　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-60：Na_2O）

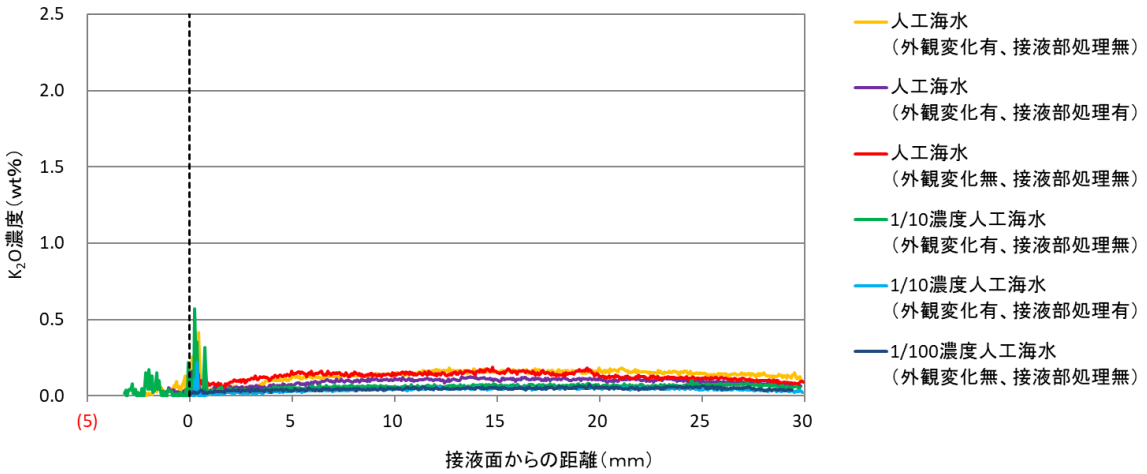


図 2.2-93　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-60：K_2O）

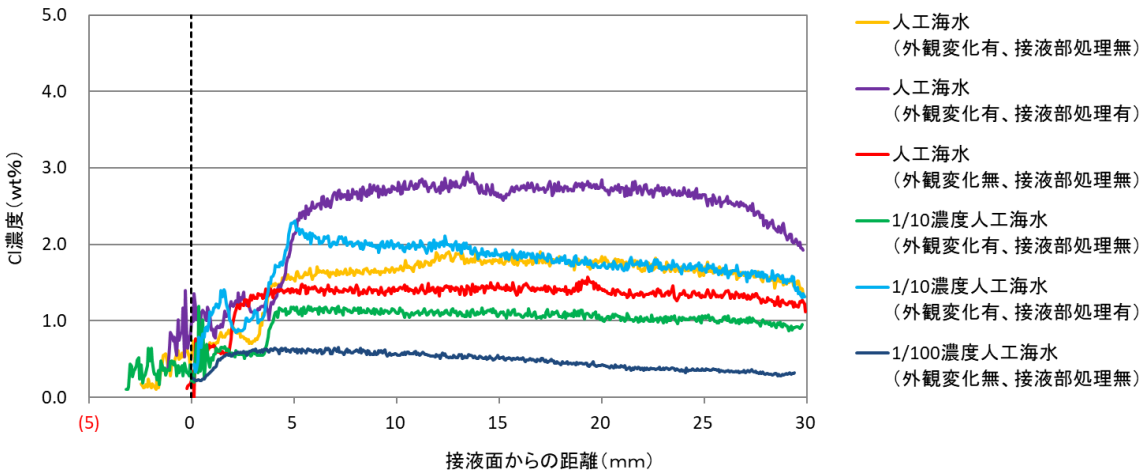


図 2.2-94　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（OPC-60：Cl）

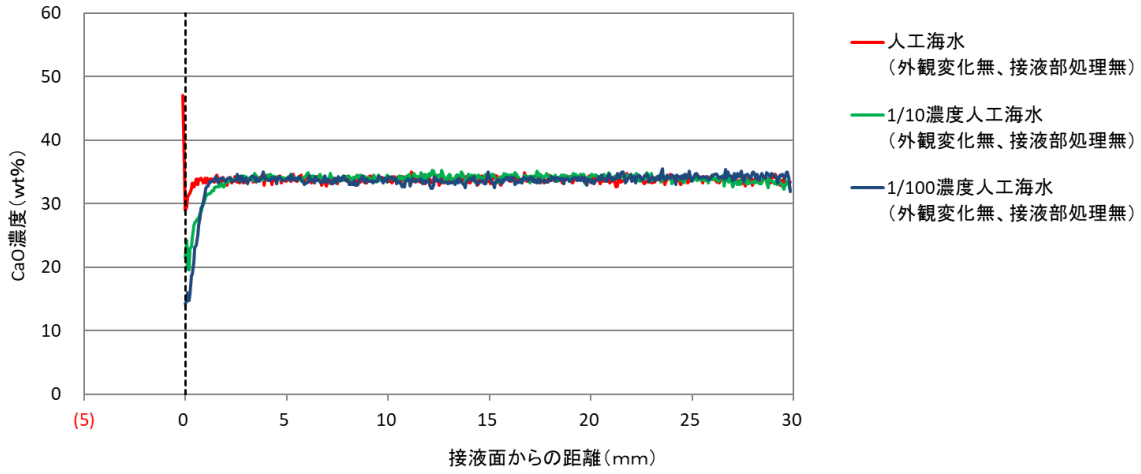


図 2.2-95　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（FAC30：CaO）

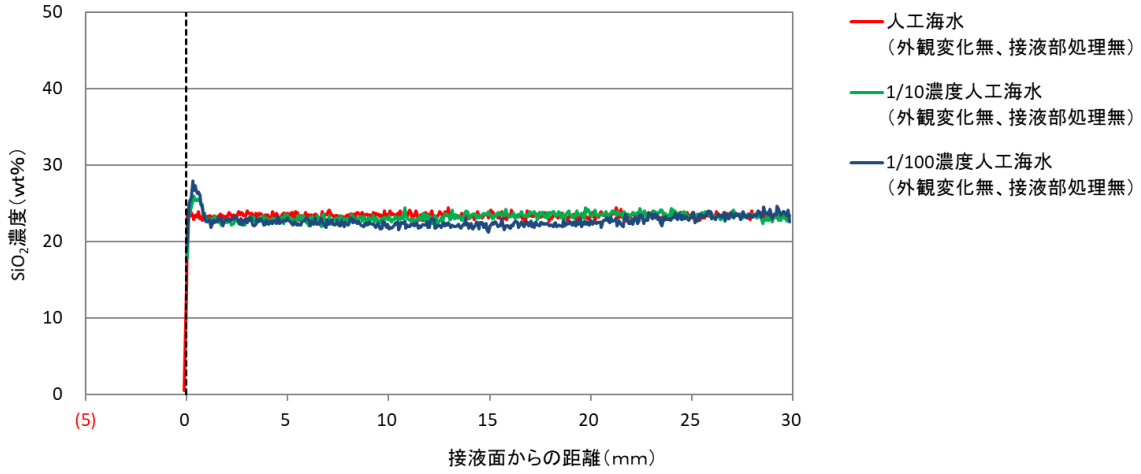


図 2.2-96　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（FAC30：SiO_2）

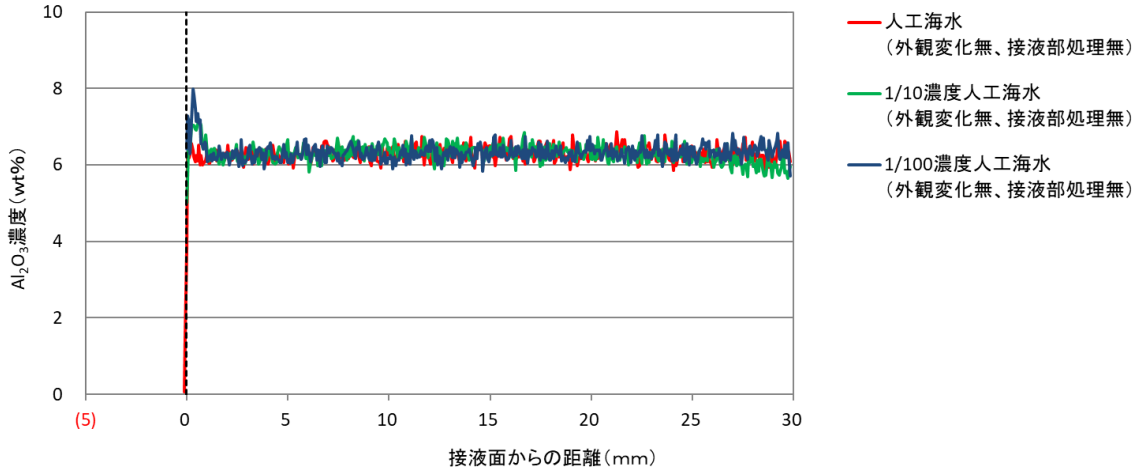


図 2.2-97　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（FAC30：Al_2O_3）

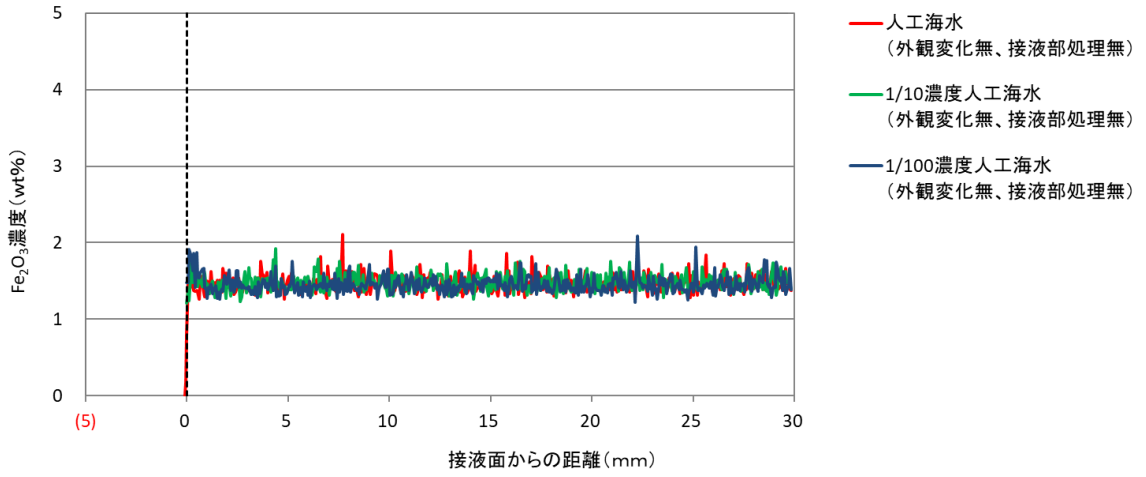


図 2.2-98　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（FAC30：Fe_2O_3）

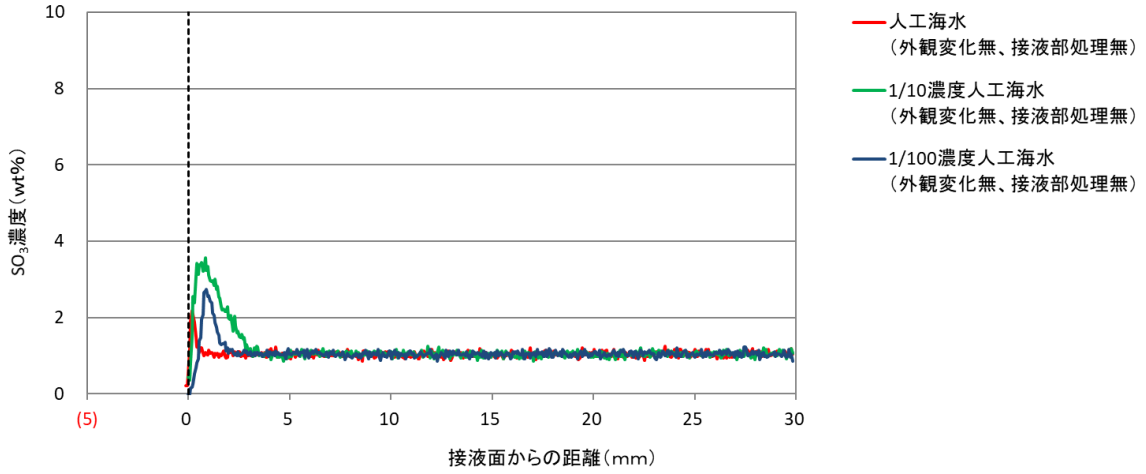


図 2.2-99　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（FAC30：SO_3）

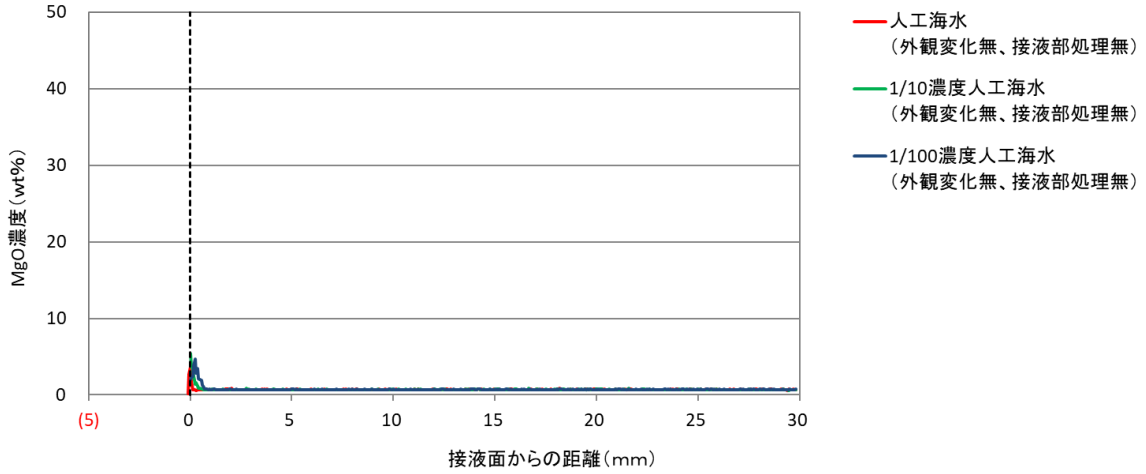


図 2.2-100　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（FAC30：MgO）

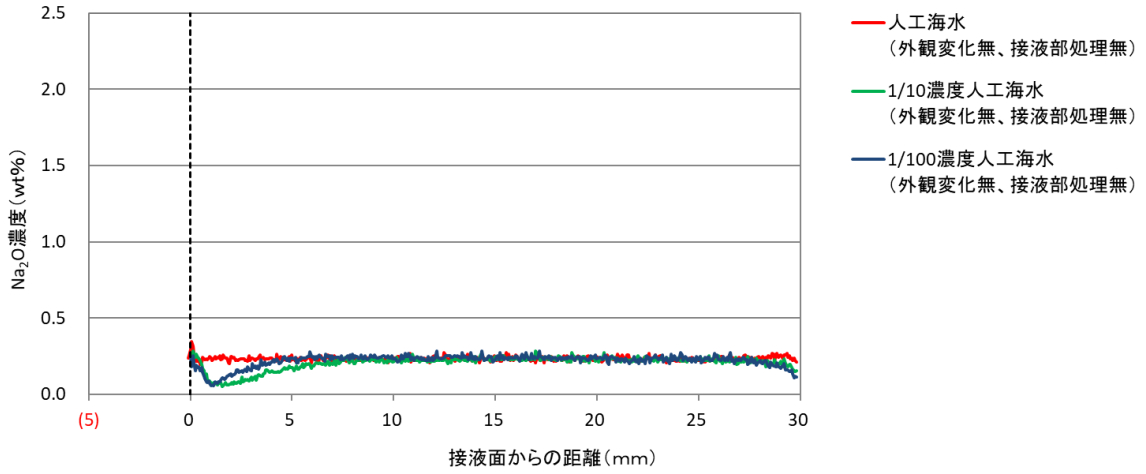


図 2.2-101　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（FAC30：Na_2O）

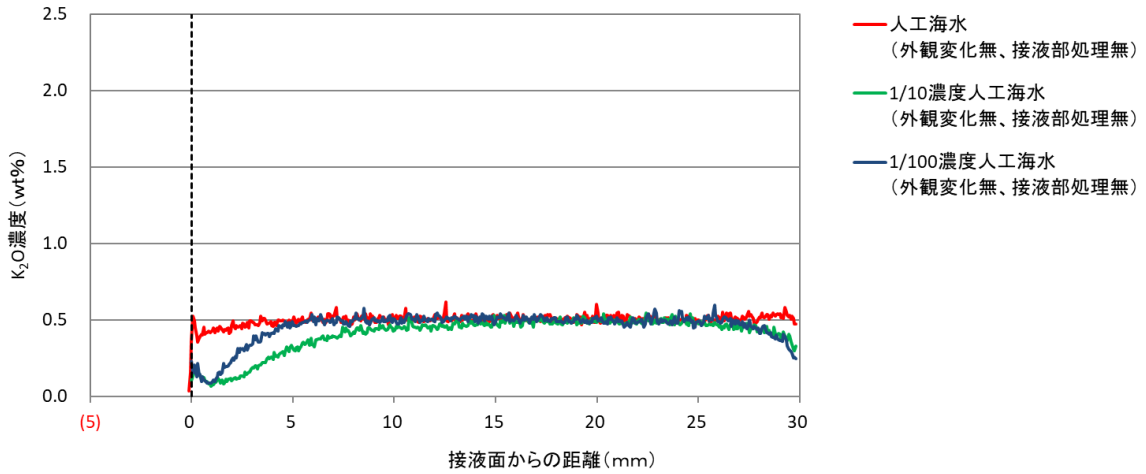


図 2.2-102　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（FAC30：K_2O）

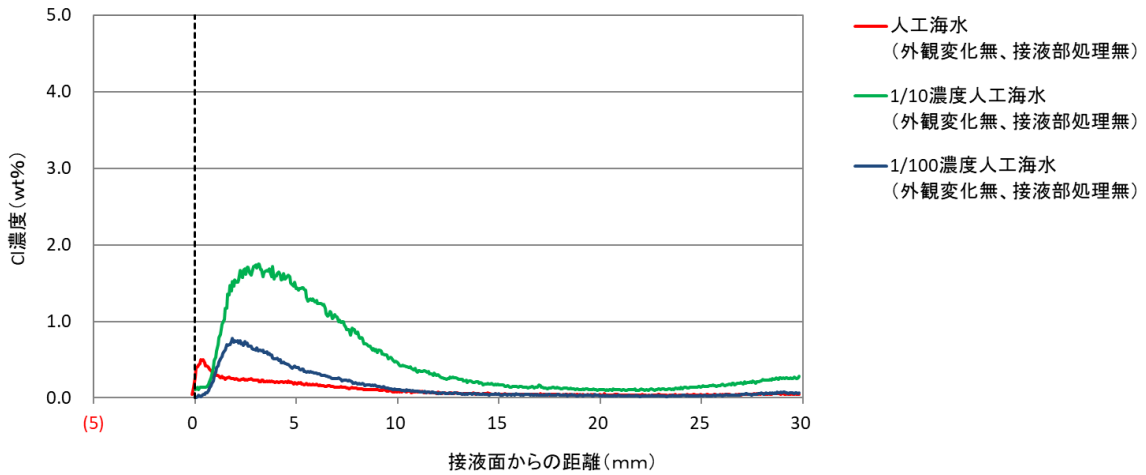


図 2.2-103　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（FAC30：Cl）

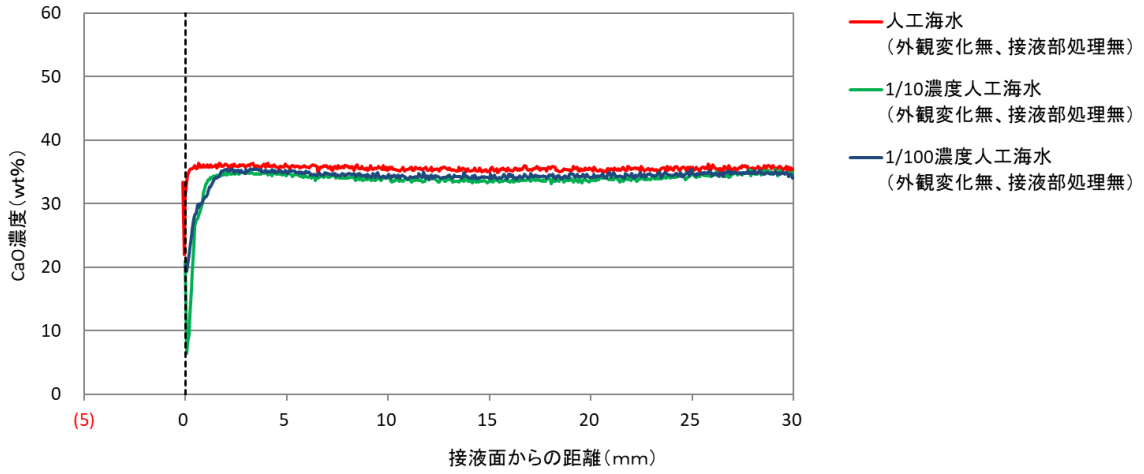


図 2.2-104　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（BFSC70：CaO）

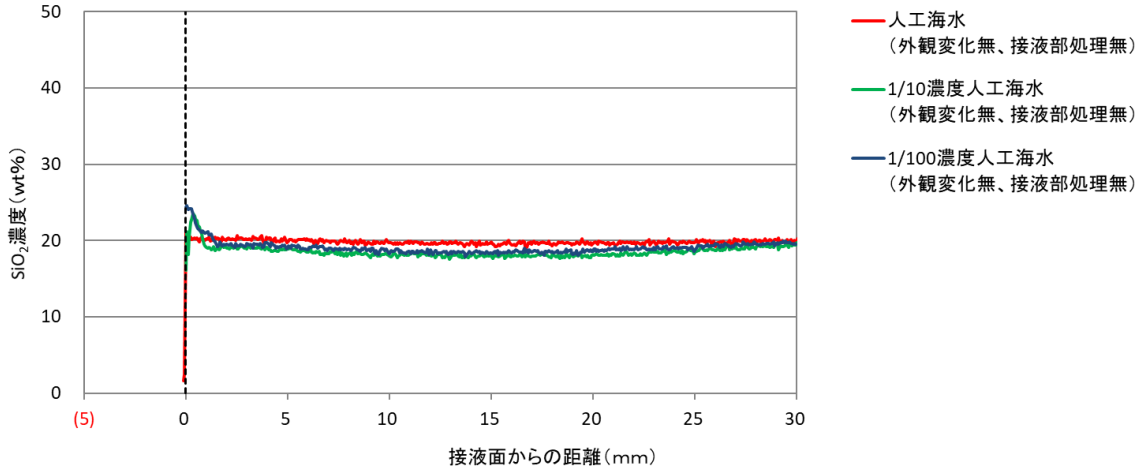


図 2.2-105　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（BFSC70：SiO_2）

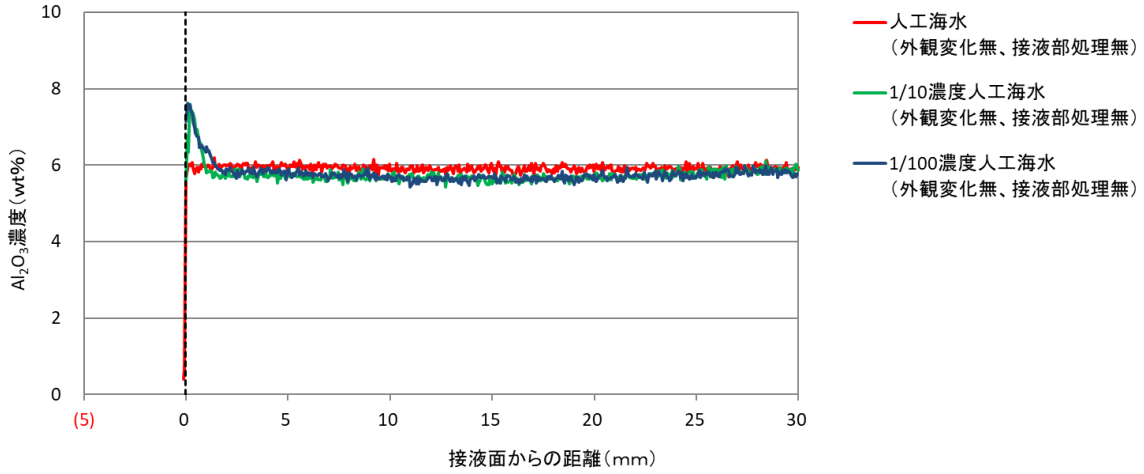


図 2.2-106　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（BFSC70：Al_2O_3）

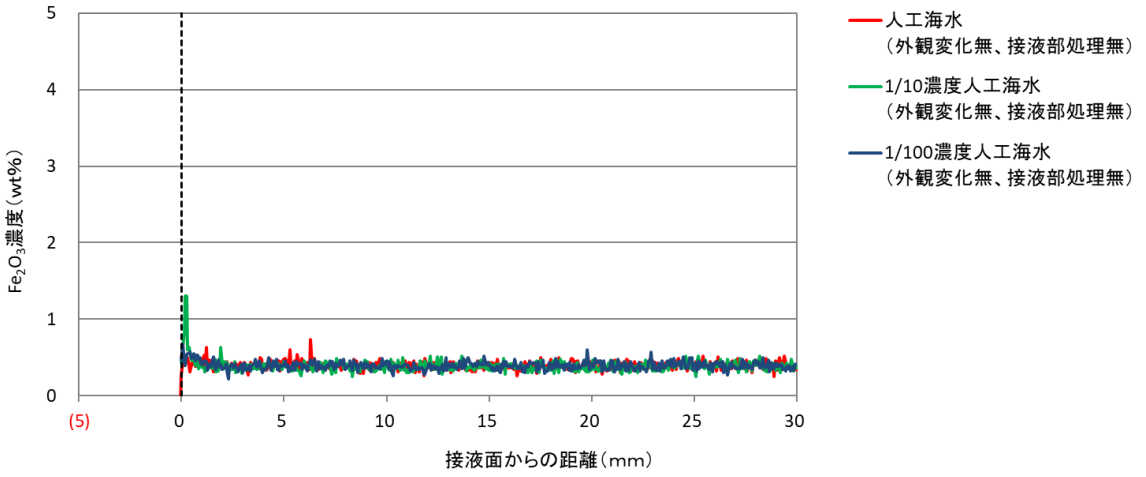


図 2.2-107　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（BFSC70：Fe_2O_3）

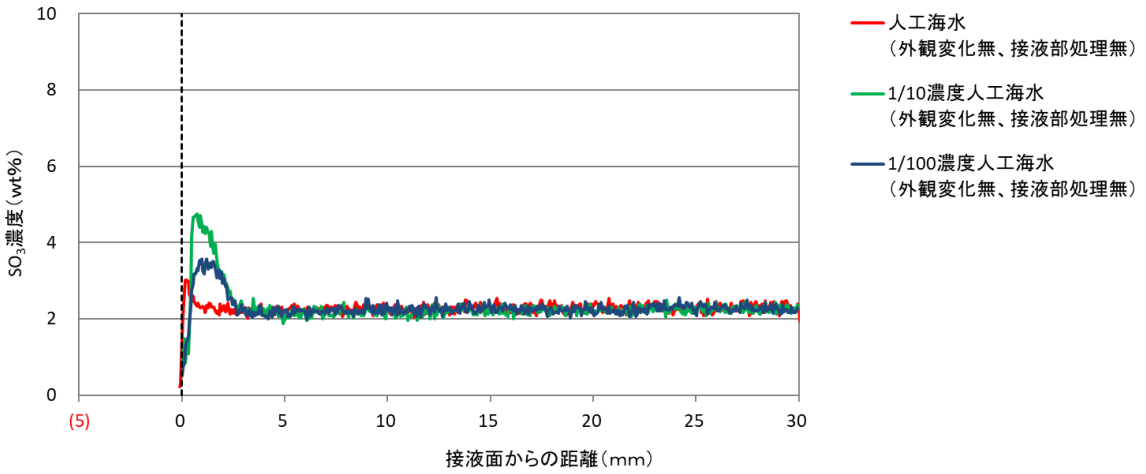


図 2.2-108　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（BFSC70：SO_3）

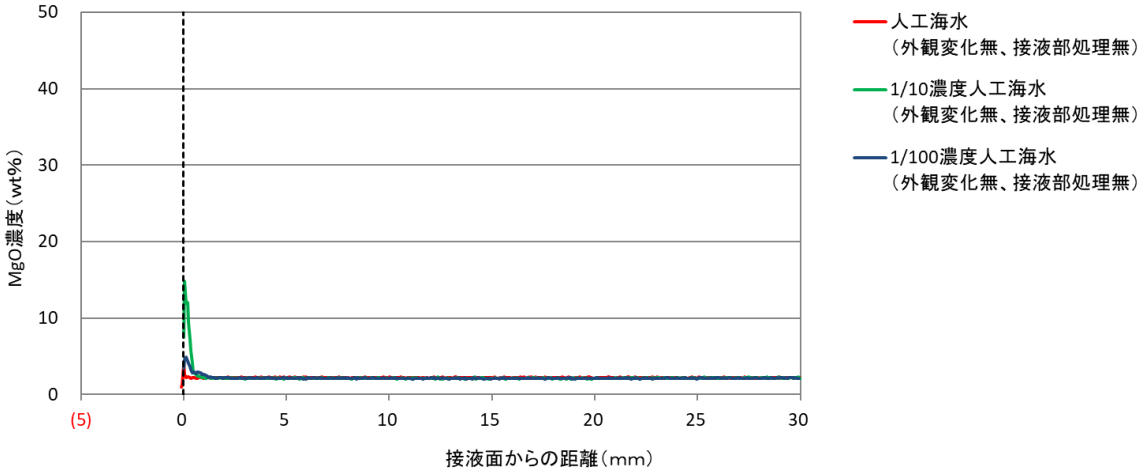


図 2.2-109　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（BFSC70：MgO）

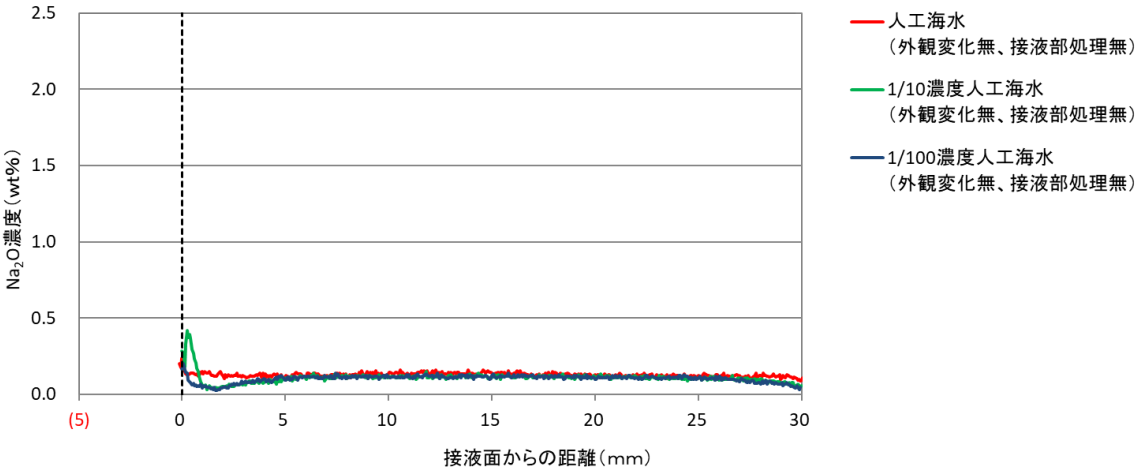


図 2.2-110　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（BFSC70：Na_2O）

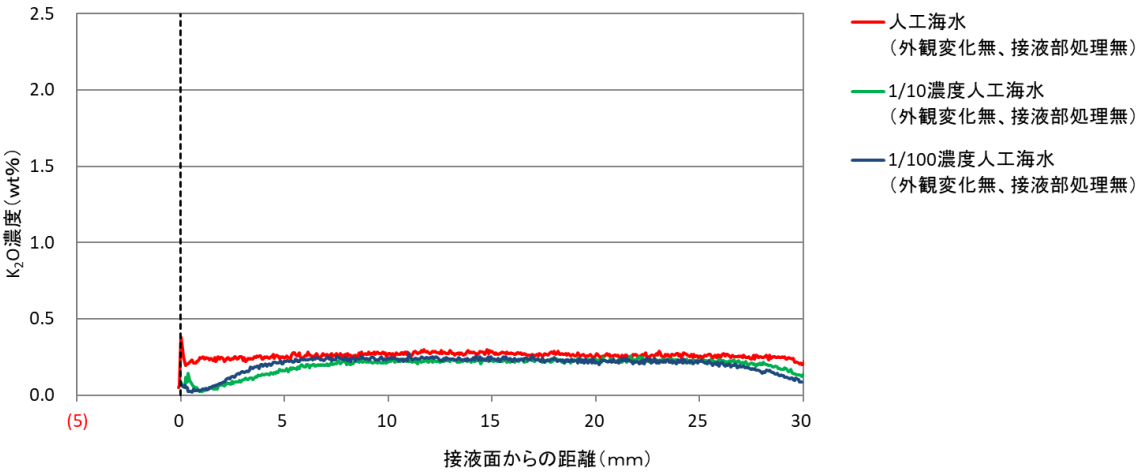


図 2.2-111　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（BFSC70：K_2O）

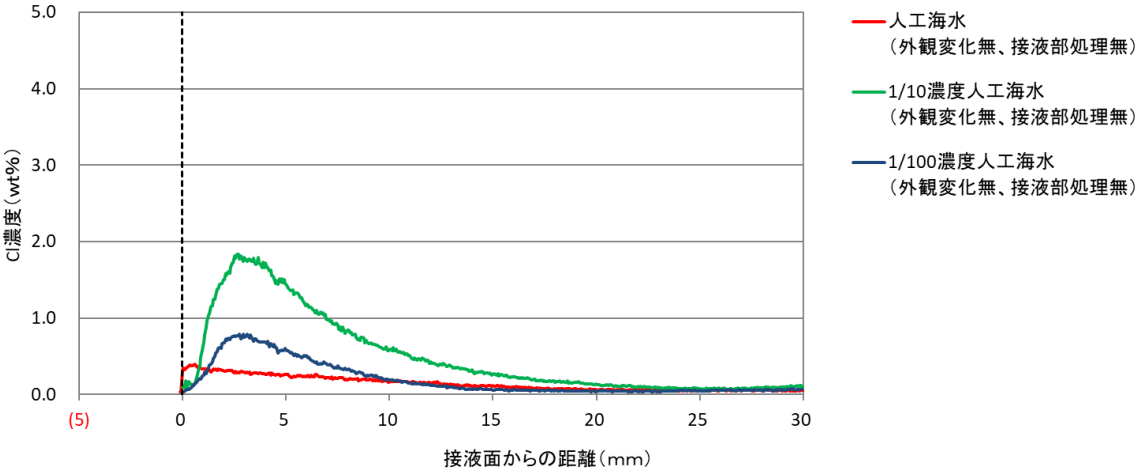


図 2.2-112　浸漬 14 ヶ月試料の平均濃度プロファイル（BFSC70：Cl）

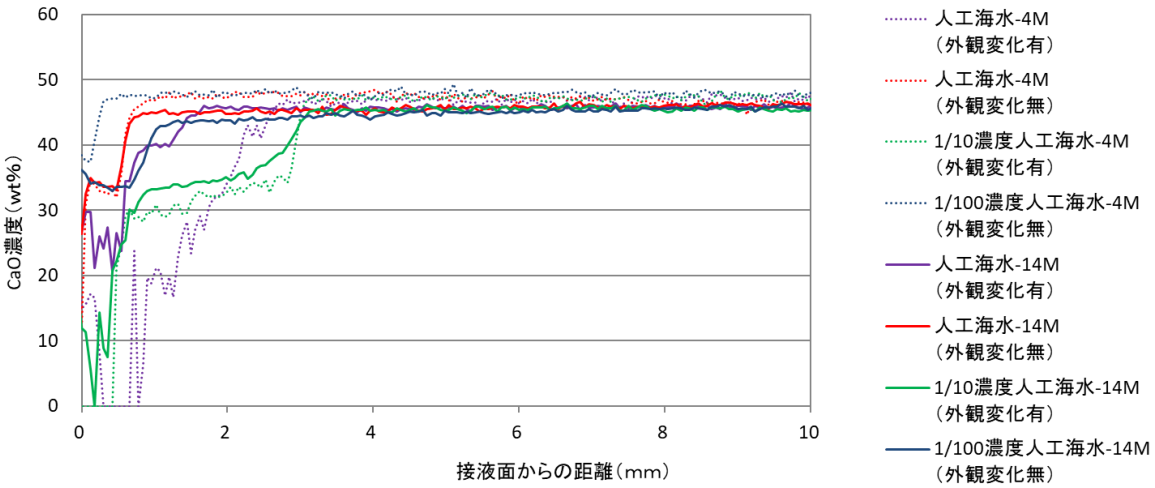


図 2.2-113　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月の平均濃度プロファイルの比較（OPC-45：CaO）

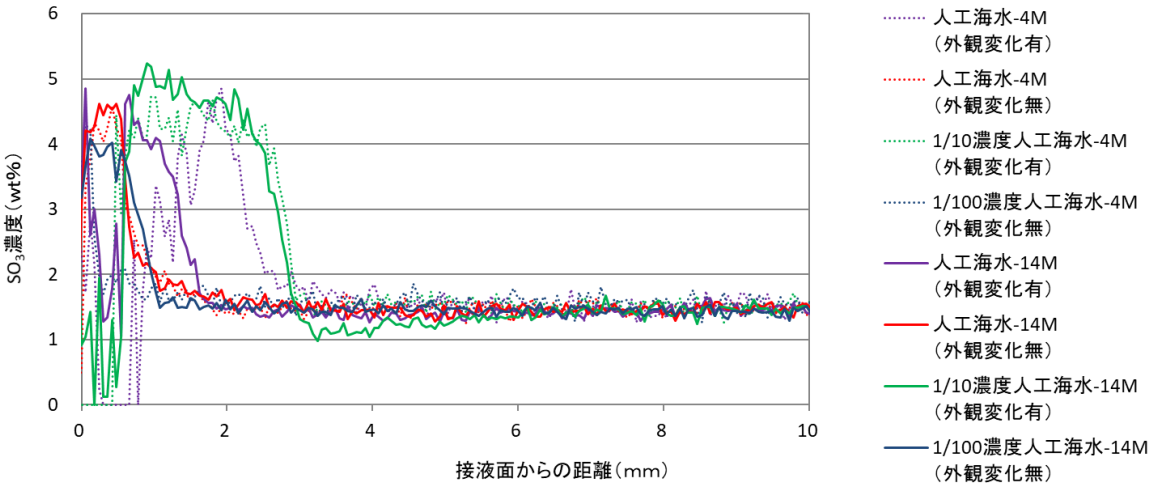


図 2.2-114　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月の平均濃度プロファイルの比較（OPC-45：SO_3）

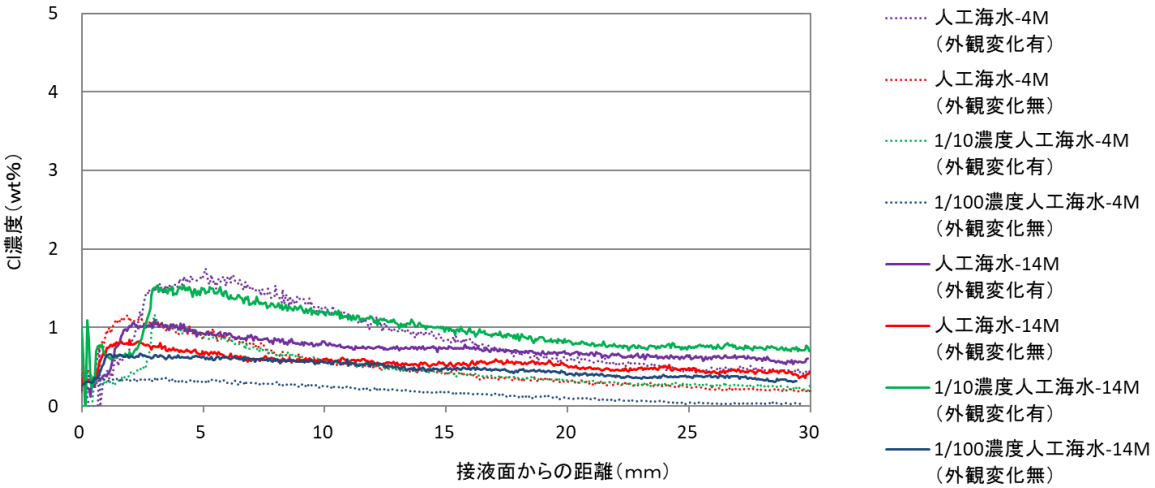


図 2.2-115　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月の平均濃度プロファイルの比較（OPC-45：Cl）

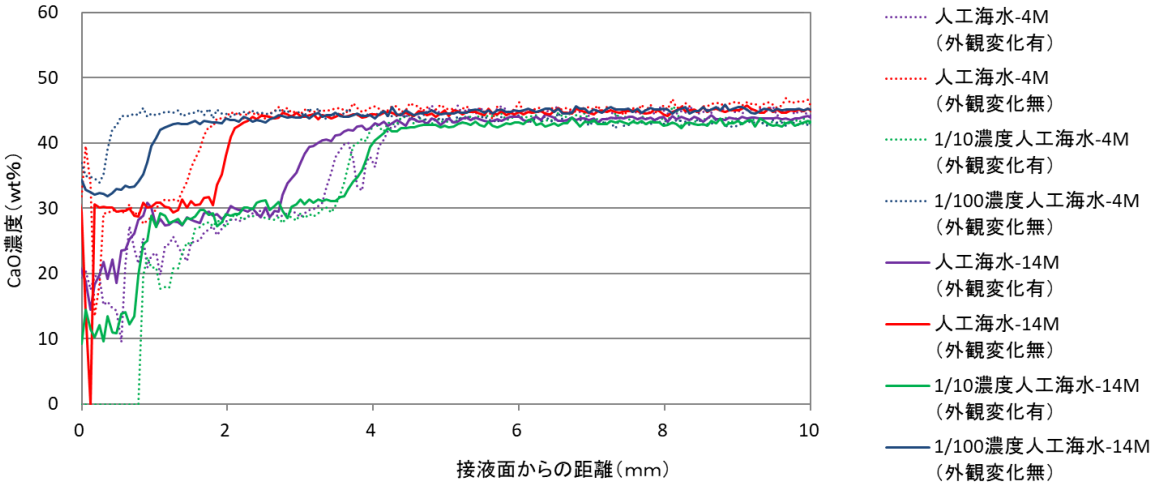


図 2.2-116　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月の平均濃度プロファイルの比較（OPC-60：CaO）

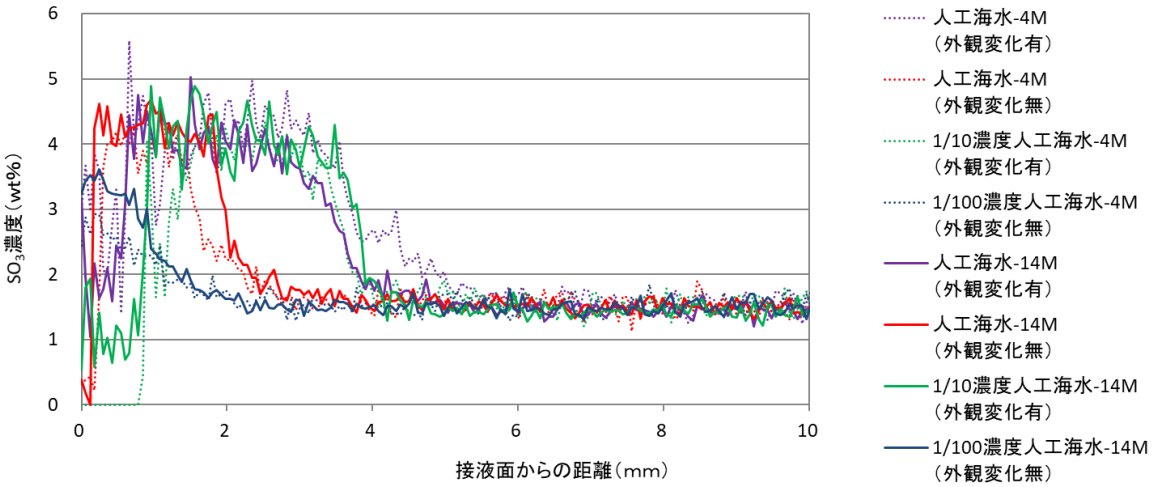


図 2.2-117　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月の平均濃度プロファイルの比較（OPC-60：SO_3）

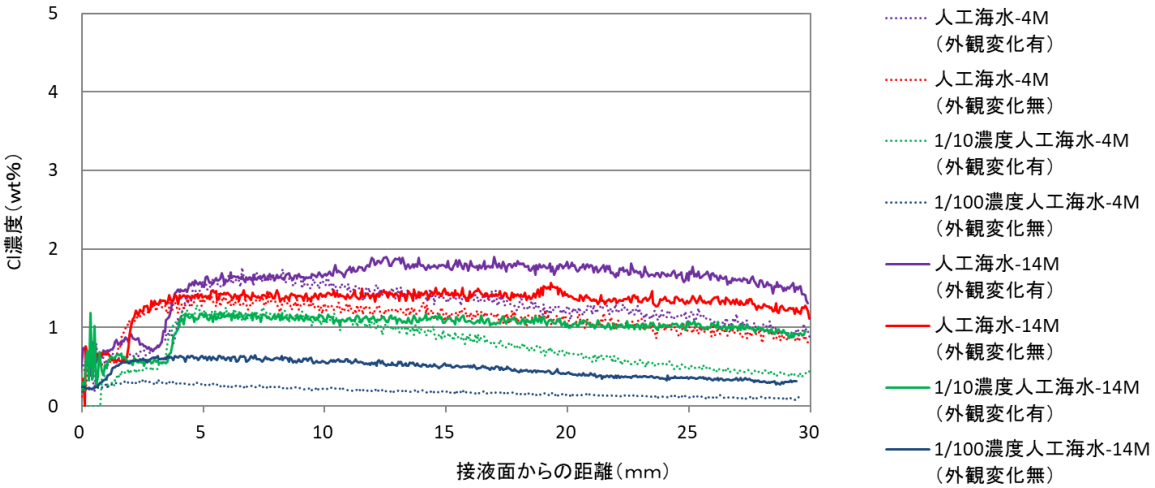


図 2.2-118　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月の平均濃度プロファイルの比較（OPC-60：Cl）

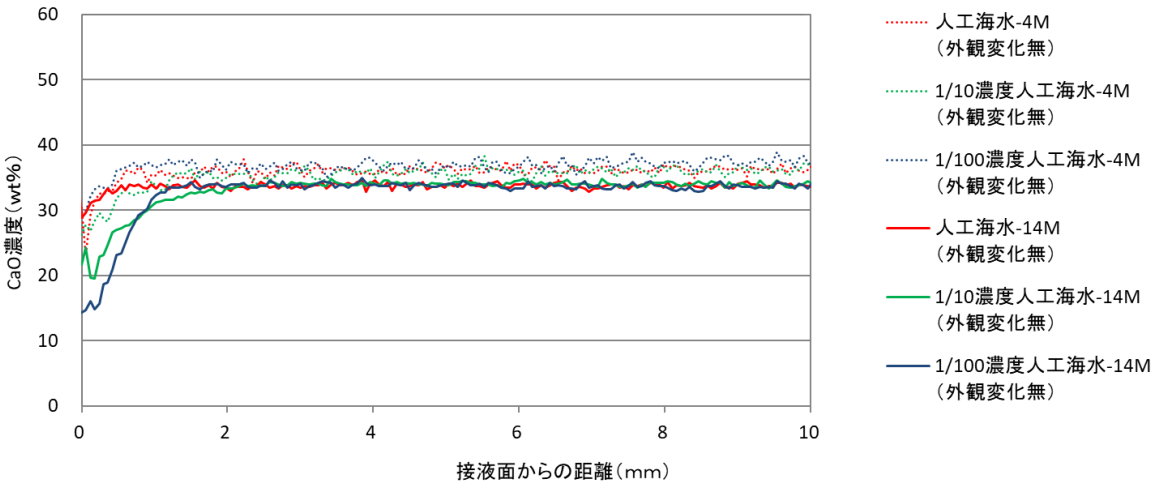


図 2.2-119　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月の平均濃度プロファイルの比較（FAC30：CaO）

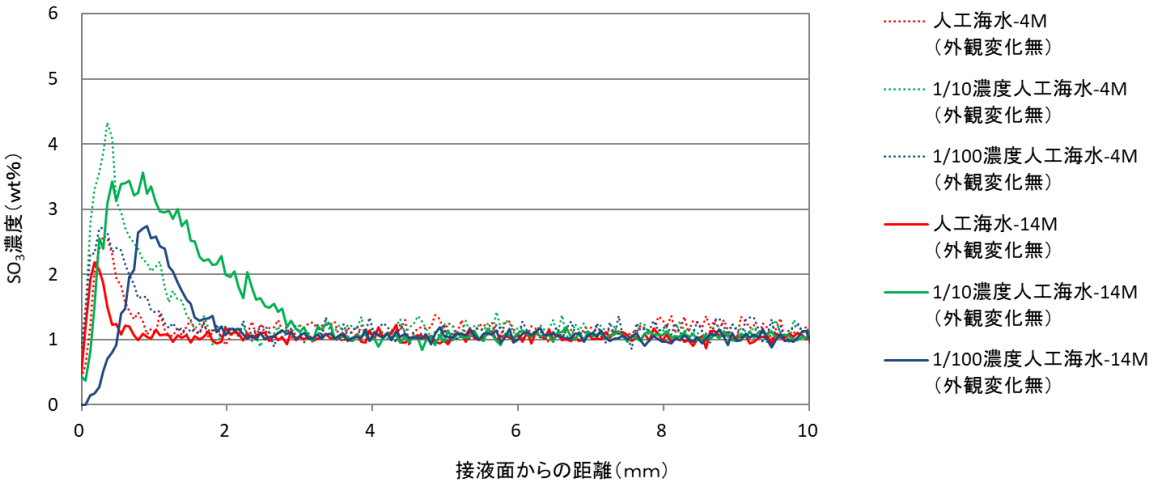


図 2.2-120　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月の平均濃度プロファイルの比較（FAC30：SO_3）

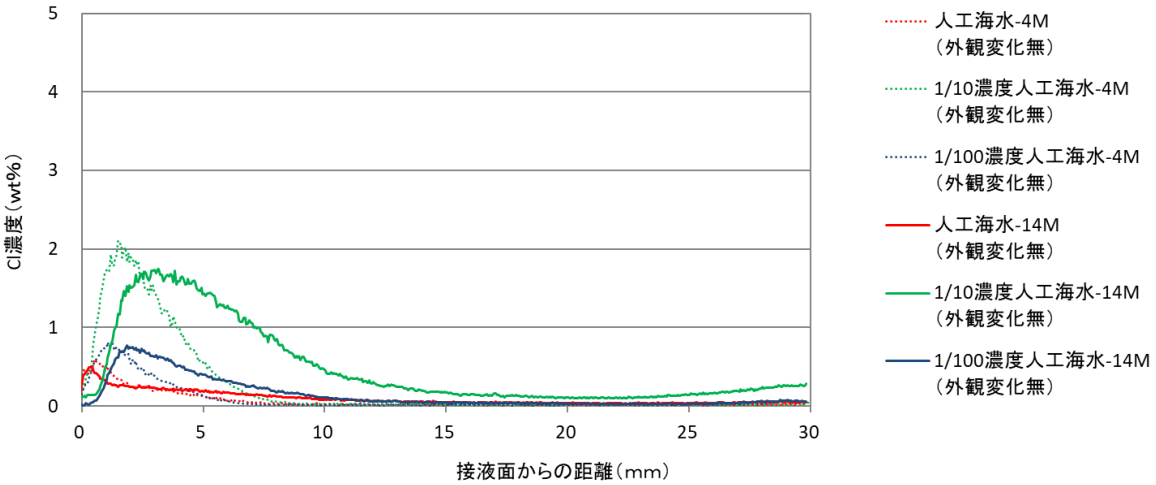


図 2.2-121　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月の平均濃度プロファイルの比較（FAC30：Cl）

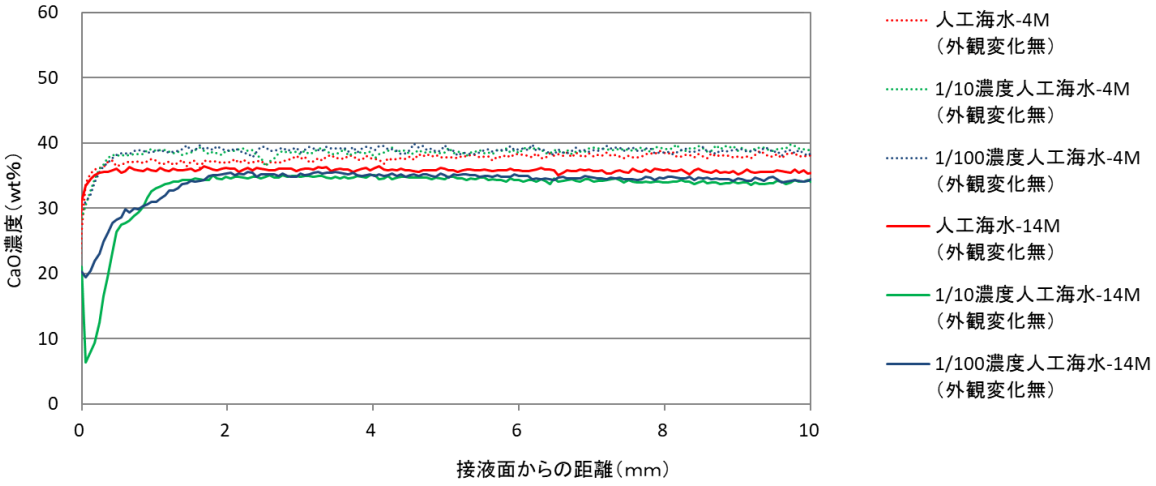


図 2.2-122　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月の平均濃度プロファイルの比較（BFSC70：CaO）

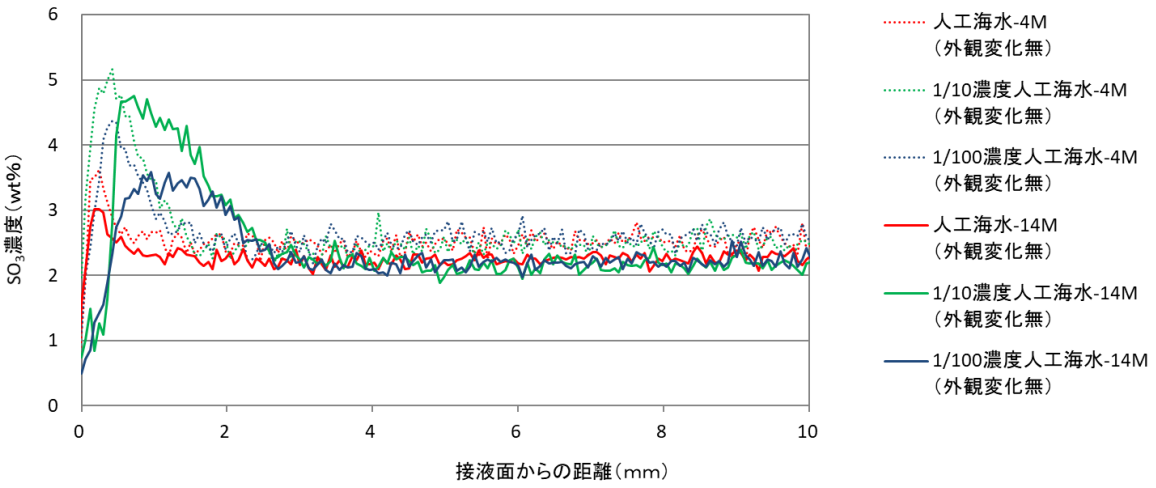


図 2.2-123　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月の平均濃度プロファイルの比較（BFSC70：SO_3）

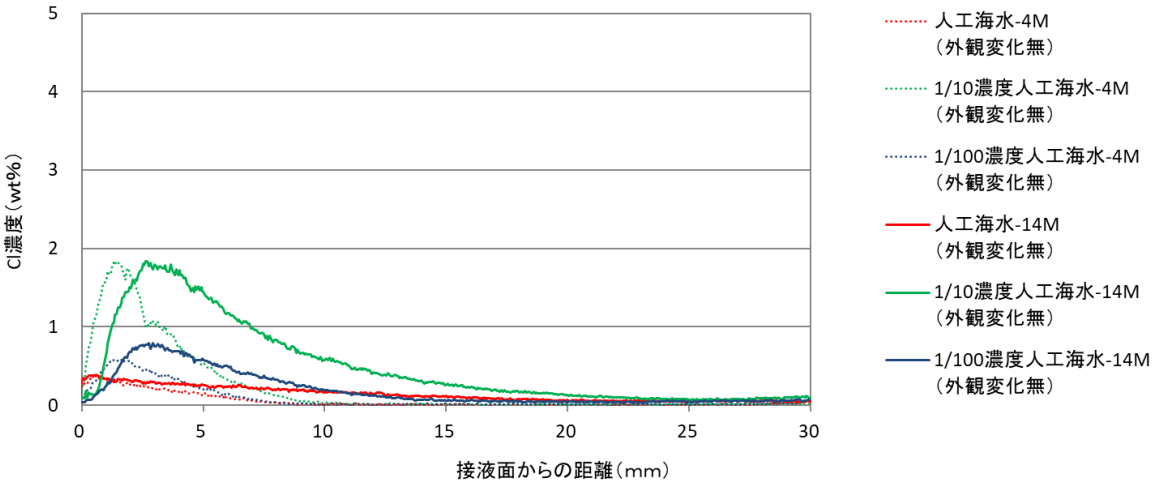


図 2.2-124　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月の平均濃度プロファイルの比較（BFSC70：Cl）

3) EPMA 結果を参考に選定した測定試料と各測定位置の決定

SEM 像観察、マイクロビッカース硬度の測定は微小領域の分析であるため、試料面全域の測定が可能な EPMA とは異なり、分析位置をあらかじめ選定する必要がある。また、同様に粉末 X 線回折（以下、XRD）測定では、試料を分割加工し粉末状に調製する性質上、分取位置を選定する必要がある。本試験では、EPMA 測定の組成分布の結果と加工断面の状態を参考に、SEM 像観察、マイクロビッカース硬度の測定、XRD 測定を実施する試料と実施位置を決定した。選定した試料の各測定位置を表 2.2-7～表 2.2-8 と図 2.2-125～図 2.2-127 に示す。

EPMA の測定結果で特異な分布が見られた成分は Ca、S、Cl であり、Ca 溶脱部と S 高濃度部は同一深度であることが確認されている。XRD 測定では、この部位を「溶脱部」とした。溶脱部以深の領域では Cl の浸透が確認されていることから、この部位を「Cl 浸透部」とした。これら固相成分の溶脱や海水成分の浸透が顕著に確認できる部位の比較部位として、健全部もしくは、健全部に相当する部位も必要であるため、浸漬期間 4 ヶ月試料では、Cl の浸透が確認されない部位、または、殆ど Cl が浸透していない部位を「深層部」とし分析を実施した。平成 29 年度に実施した浸漬期間 4 ヶ月の各分析の結果、この深層部は初期試料（浸漬試験前のブランク試料）と同等であることが確認できているため、浸漬期間 14 ヶ月試料では XRD 測定は実施しなかった。表中の赤字記載がある試料では、溶脱部は接液面の極表層だけであり、XRD 測定用に分割加工することは困難であるため、これらの試料は溶脱部と Cl 浸透部の一体試料として分取した。

マイクロビッカース硬度の測定は、OPC 系材料では、浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月で結果を比較できる様に同性状（接液部の外観変化の有無）の試料を分析対象とした他、浸漬期間 5 ヶ月時に接液部のドームを除去処理した試料も分析対象とした。混合セメント系材料は、浸漬期間 14 ヶ月では、1/10 濃度人工海水に浸漬した試料を分析対象とした。

SEM 像観察のうち、接液面近傍の組成分布の取得は、OPC 系材料でドームの生成が顕著に確認された 1/10 濃度人工海水に浸漬した試料で実施し、混合セメント系材料でも同様に 1/10 濃度人工海水に浸漬した試料とした。OPC 系材料では溶液を希釈していない人工海水でドームが生成しない試料も混在していることから、これらの代表として OPC-45 の観察も実施した。また、浸漬期間 14 ヶ月試料のみ実施した反射電子像を二値化して空隙率を求める試料は、硬度変化が顕著に確認された 1/10 濃度人工海水に浸漬した試料の中からドームを除去処理していない OPC-45、OPC-60、BFSC70 の 3 試料を選定した。

表 2.2-7　EPMA 結果を参考に選定した浸漬 4 ヶ月試料の各測定位置および測定数

浸漬液	接液部外観変化	接液部処理	固相の分析位置	OPC-45				OPC-60				FAC30				BFSC70			
				XRD	マイクロビッカース	SEM		XRD	マイクロビッカース	SEM		XRD	マイクロビッカース	SEM		XRD	マイクロビッカース	SEM	
						マップ	EDS			マップ	EDS			マップ	EDS			マップ	EDS
人工海水	無	無	溶脱部	1	4	1	3	1	4	1	3	1	4	1	3	1	4	1	3
			Cl 浸透部	1				1											
			深層部	1				1				1				1			
1/10 濃度人工海水	有※OPCのみ	無	溶脱部	1	4	1	3	1	4	1	3	1	4	1	3	1	4	1	3
			Cl 浸透部	1				1											
			深層部	1				1				1				1			
1/100 濃度人工海水	無	無	溶脱部	1	4	1	3	1	4	1	3	1	4	1	3	1	4	1	3
			Cl 浸透部																
			深層部	1				1				1				1			

赤字：溶脱部が僅で XRD 分析用に分割しない。「溶脱部+Cl 浸透部」の一体部とする。

表 2.2-8　EPMA 結果を参考に選定した浸漬 14 ヶ月試料の各測定位置および測定数

浸漬液	接液部外観変化	接液部処理	固相の分析位置	OPC-45				OPC-60				FAC30				BFSC70			
				XRD	マイクロビッカース	SEM		XRD	マイクロビッカース	SEM		XRD	マイクロビッカース	SEM		XRD	マイクロビッカース	SEM	
						マップ	空隙率			マップ	空隙率			マップ	空隙率			マップ	空隙率
人工海水	無	無	溶脱部	1	4	1		1	4			1				1			
			Cl 浸透部	1				1											
	有	無	溶脱部	1				1											
			Cl 浸透部	1				1											
		有	溶脱部	1	4			1	4										
			Cl 浸透部	1				1											
1/10 濃度人工海水	有※OPCのみ	無	溶脱部	1	4	1	2	1	4	1	2	1	4	1		1	4	1	3
			Cl 浸透部	1				1											
		有	溶脱部	1	4			1	4										
			Cl 浸透部	1				1											
1/100 濃度人工海水	無	無	溶脱部	1	4			1	4			1				1			
			Cl 浸透部	1				1											

赤字：溶脱部が僅で XRD 分析用に分割しない。「溶脱部+Cl 浸透部」の一体部とする。

■　：状態の異なる浸漬後試料が得られていない水準。

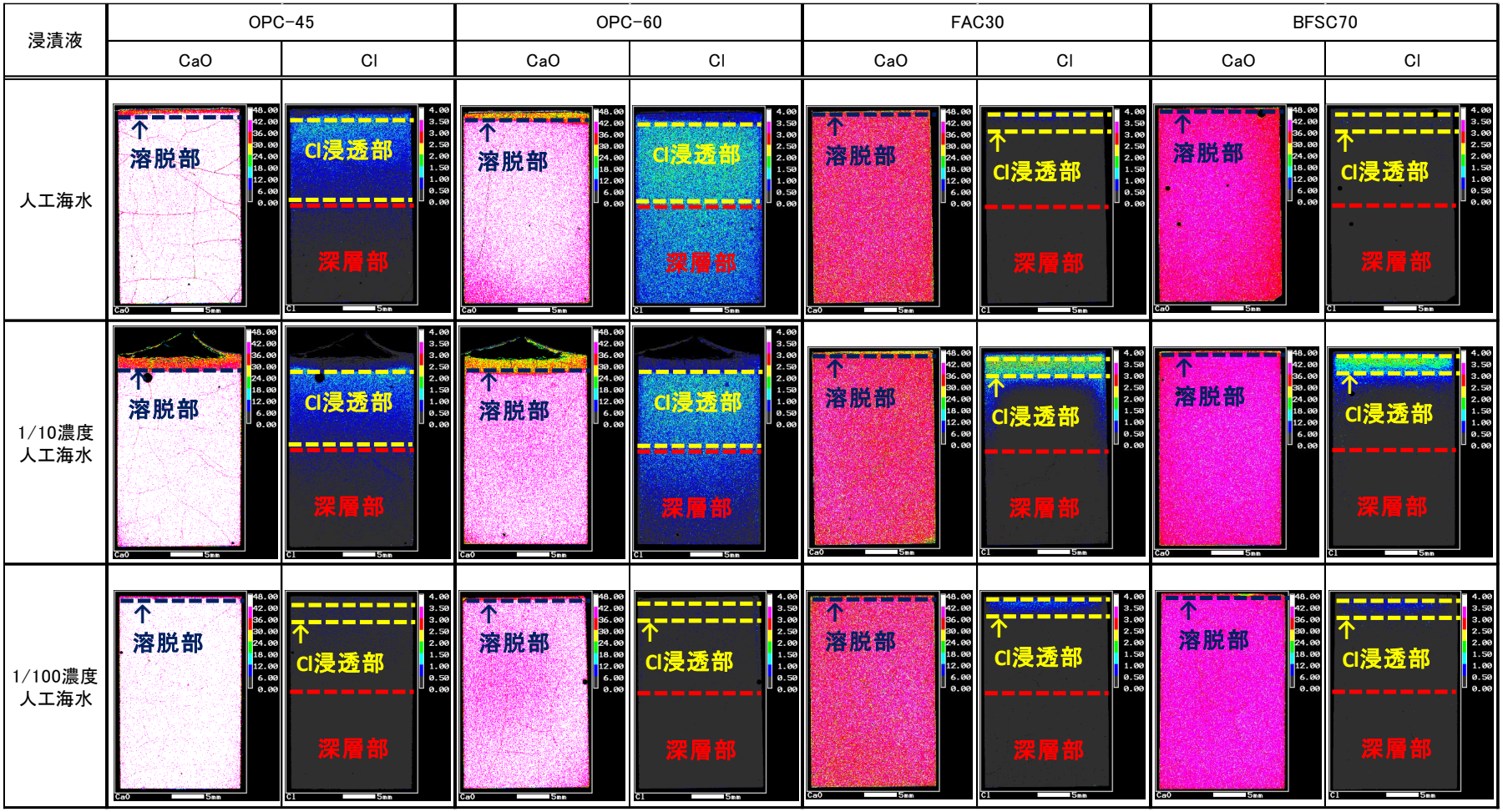


図 2.2-125　浸漬期間 4 ヶ月試料の各測定位置の状況図

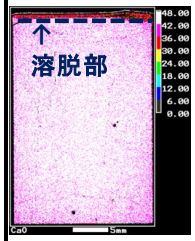
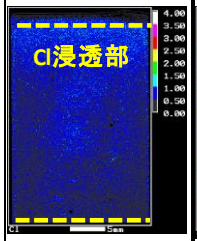
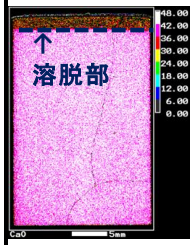
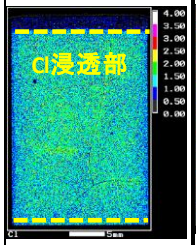
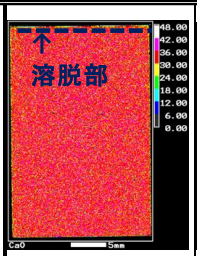
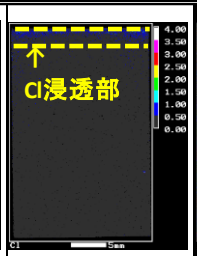
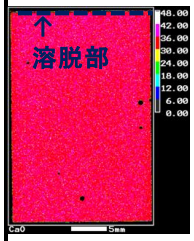
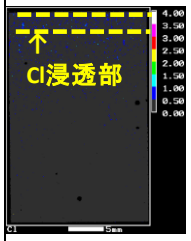
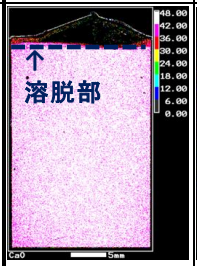
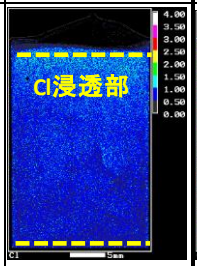
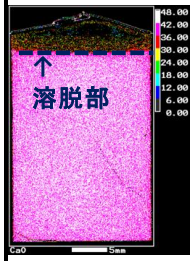
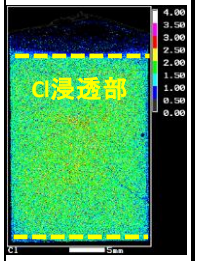
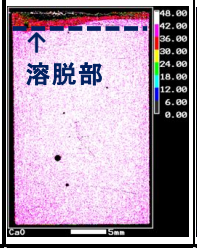
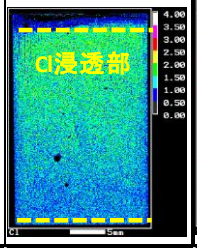
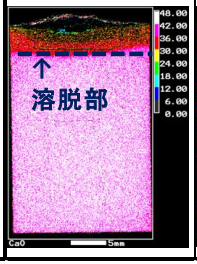
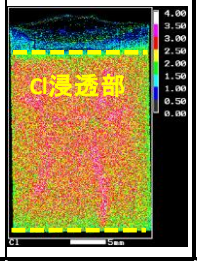
浸漬液	接液部外観変化	接液部処理	OPC−45		OPC−60		FAC30		BFSC70	
			CaO	Cl	CaO	Cl	CaO	Cl	CaO	Cl
人工海水	無	無								
	有	無								
		有								

図 2.2-126　浸漬期間 14 ヶ月試料の各測定位置の状況図(1/2)

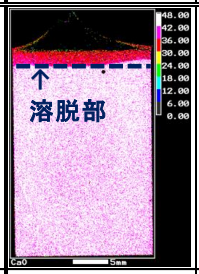
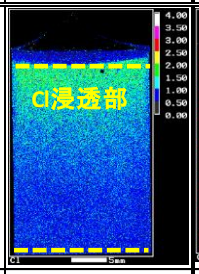
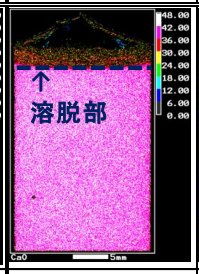
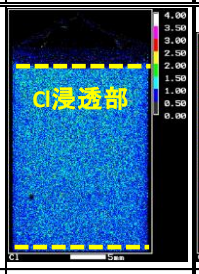
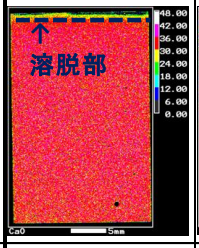
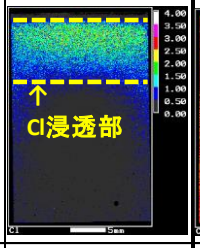
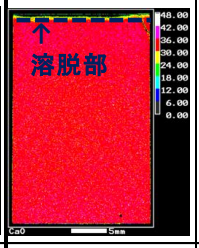
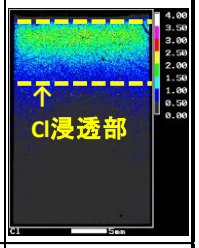
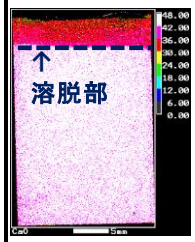
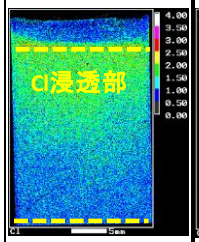
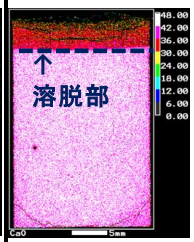
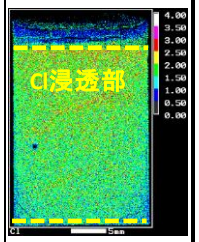
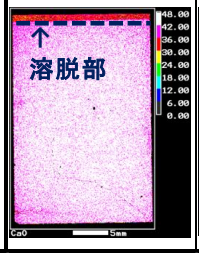
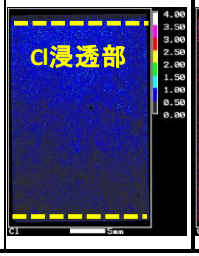
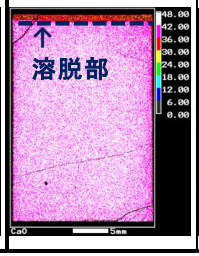
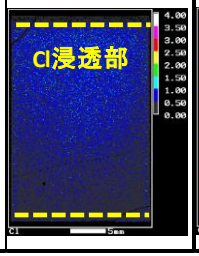
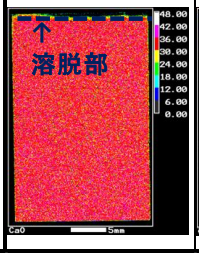
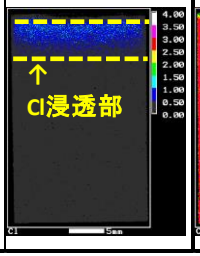
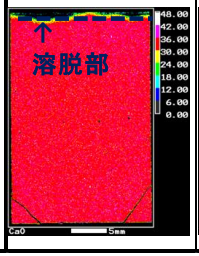
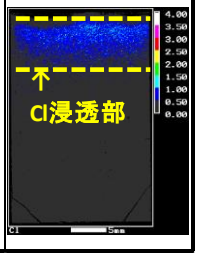
浸漬液	接液部 外観変化	接液部 処理	OPC-45		OPC-60		FAC30		BFSC70	
			CaO	Cl	CaO	Cl	CaO	Cl	CaO	Cl
1/10濃度 人工海水	有 ※OPC のみ	無								
		有								
1/100濃度 人工海水	無	無								

図 2.2-127　浸漬期間 14 ヶ月試料の各測定位置の状況図(2/2)

(3) 鉱物相の同定

各浸漬期間に測定した XRD 試料一覧を表 2.2-9 に示す。XRD 分析により同定した鉱物相とその化学式を表 2.2-10 に、同定結果一覧を表 2.2-11～表 2.2-12 に示す。また、XRD のチャートを図 2.2-128～図 2.2-157 にそれぞれ示す。分析位置は、EPMA 分析結果の組成分布を指標に選定した、Ca の溶脱部であり同領域の S 濃度の高い「溶脱部」、溶脱部以深の Cl 濃度の高い「Cl 浸透部」、試料の中央部から最端部にかけた「深層部」とした。しかし、混合セメント系材料や OPC 系材料でも 1/100 濃度人工海水に浸漬した試料では、溶脱部は接液面のごく表層だけであり、XRD 分析用に分割加工することは困難であったため、これらの試料は溶脱部と Cl 浸透部の一体試料として分取し、図中では「溶脱部+Cl 浸透部」と記した。一部の試料で鉱物の同定が困難なピーク（2θ＝10.5°）が確認され、表中に「unknwn」と記した。なお、EPMA 分析の結果で変化が見られた成分は Ca、S、Cl であり、これらの成分の溶脱や浸透の影響を受け増減する鉱物は、Portlandite、Ettringite、Friedel's salt であることを平成 29 年度の分析で確認していることから、この 3 鉱物に関して浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月の変化を比較した。浸漬期間が異なる試料の鉱物相の比較を表 2.2-13 に示す。

OPC-45 のブランク（BL）試料では、主要ピークとして C-S-H、Portlandite が同定された。ピーク強度は低いものの Katoite、Monosulfate を含有していることがわかった。人工海水に浸漬した外観変化無、接液部処理無の浸漬期間 4 ヶ月の溶脱部、Cl 浸透部では、Monosulfate が消失し、新たに Ettringite と Friedel's salt のピークが確認された。これら消失及び生成した鉱物は、主成分が同じ Ca と Al から構成されるアルミネート鉱物であることから、Monosulfate が浸漬液の影響を受けて Ettringite および Friedel's salt に変化したものと考えられた。特に Friedel's salt を構成する成分の 1 つである Cl は、セメント材料には殆ど含まれていないことから、浸漬液の海水成分が影響して生成したものと判断できる。また、深層部の構成鉱物はブランク試料と同等であり、健全部に相当することを確認した。浸漬期間 14 ヶ月でも、溶脱部、Cl 浸透部の鉱物相は 4 ヶ月試料と同様であり、新たな鉱物変化は確認されなかった。これらの鉱物変化は、外観変化の有無、接液部処理の有無に関係なく、測定部位が同じであれば傾向は同様であり、海水成分の影響を受けた領域の Monosulfate の消失または減少により、新たに Ettringite と Friedel's salt が生成することがわかった。1/10 濃度人工海水に浸漬した外観変化有、接液部処理無の浸漬期間 4 ヶ月の溶脱部でも、Monosulfate が消失し、新たに Ettringite と Friedel's salt のピークが確認された。4 ヶ月時点で Cl 浸透部では Friedel's salt のみピークが確認されていたが、14 ヶ月では同部位で Ettringite の生成も確認され、部位によっては浸漬期間の経過とともにその生成量に変化が見られることがわかった。ただし、本試験試料においてアルミネート鉱物は主要鉱物ではなく、含有量も限られていると推測されることから、諸物性の変化に与える影響は限定的であると考えられる。ドームを除去した接液部処理有の方が処理を施さない試料より各変質域が深いことを確認しているが、測定部位が同じであれば鉱物相は同様であった。1/100 濃度人工海水では、溶脱部で浸漬期間 4 ヶ月では同定されていない Friedel's salt を 14 ヶ月で確認した。なお、XRD 測定を実施した全ての試料の溶脱部は EPMA 分析の結果をもとに Ca の溶脱域を分割した部位であり、この Ca の溶脱の主原因は Portlandite の溶脱である。Portlandite はセメント硬化体を構成する他の鉱物と比較して含有量も多く、ピーク強度も強いことから、減少しても判定上、表中では「◎：ピーク強度が強く明瞭」としているが、全ての溶脱部でブランク試料と比較してピーク強度が低下していた。

OPC-60 のブランク試料では、主要ピークとして C-S-H、Portlandite が同定された。ピーク強度は低いものの Katoite、Monosulfate を含有していることがわかった。OPC-45 のブランク試料と構成鉱物は同じであった。OPC-60 の浸漬期間 4 ヶ月の人工海水、1/10 濃度人工海水に浸漬し

た試料では、溶脱部、Cl 浸透部だけではなく、深層部でも Monosulfate が消失している。これらの試料は EPMA 分析の結果でも Cl が深層部まで高濃度で浸透していることが確認されており、Cl 浸透部と深層部の鉱物相が同じであったことと整合している。しかし、1/10 濃度人工海水の深層部では Monosulfate の消失は確認されているが、Monosulfate に代わるアルミネート鉱物は同定されなかった。深層部では鉱物種が確定できなかったピーク（unknown）が確認されていることから、このピークが何らかの成分を固溶するアルミネート鉱物である可能性も考えられる。更には、浸漬期間 14 ヶ月の試料では、人工海水の濃度、外観変化の有無、接液部処理の有無、更には溶脱部、Cl 浸透部に関係なく、全ての試料で、Monosulfate が消失し、新たに Ettringite と Friedel's salt のピークが確認された。OPC-45 と比較して OPC-60 は、成分の浸透や溶脱に寄与する空隙量が多く、変質域も明確であるため、Monosulfate の消失や Ettringite と Friedel's salt の生成ピークが OPC-45 と比較して明確に確認できたと考えた。

FAC30 のブランク試料では、主要ピークとして C-S-H、Portlandite が同定された。ピーク強度は低いものの Katoite、Monosulfate を含有していることがわかった。また、フライアッシュの結晶相である Quartz、Mullite も同定された。フライアッシュの大部分を占めるガラス相は、非晶質であるため XRD でピークを確認することはできない。このガラス相が OPC と反応することで成分を反映した鉱物が生成する。ガラス相の主成分は Si であることから C-S-H の生成が最も多くおこる反応と考えられる。本ブランク試料でも OPC 系材料と比較して Portlandite のピークが小さいことから、Portlandite がガラス相と反応することで Ca 分が消費され減少したことがわかる。FAC30 では、浸漬期間、海水濃度に関係なく全ての浸漬条件で溶脱部が接液面のごく表層だけであったため、溶脱部と Cl 浸透部の一体試料として分析した。浸漬期間 4 ヶ月の試料では、人工海水の溶脱部と Cl 浸透部の一体部で、Monosulfate が消失したが、対応するアルミネート鉱物のピークは確認されなかった。この試料においても、unknown ピークが確認された。深層部の構成鉱物はブランク試料と同等であり、健全部に相当することを確認した。1/10 濃度人工海水に浸漬した試料の一体部では、Monosulfate が消失し、新たに Ettringite と Friedel's salt のピークが確認された。EPMA 分析の結果でも 1/10 濃度人工海水に浸漬した試料の Cl 濃度が最も高いことを確認しており、人工海水で同定されていない Cl を含む鉱物 Friedel's salt が同定された結果と整合している。1/100 濃度人工海水に浸漬した試料の鉱物同定結果は、人工海水の結果と同様であった。最も海水成分の多い人工海水と、この 1/100 濃度である 1/100 濃度人工海水では液性は異なるものの、EPMA の組成分布は近似している。試料の受けた海水成分の影響が同程度であることから、構成鉱物も同等となったと考えられる。また、浸漬期間 14 ヶ月の鉱物相は 4 ヶ月の試料と同等であった。人工海水、1/100 濃度人工海水で、4 ヶ月試料では同定されなかった Monosulfate が確認されたが、ピーク強度は低く鉱物相の差は殆どないと考えられた。

BFSC70 のブランク試料では、主要ピークとして C-S-H、Portlandite が同定された。ピーク強度は低いものの、Monosulfate、Monocarbonate を含有していることがわかった。OPC に混和材として添加した高炉スラグの殆はガラス相である。高炉スラグは潜在水硬性を有し、混合した OPC のアルカリ刺激を受け反応する。しかし、その反応率は OPC に比べると低くいため試料中にガラス相のまま多く残存している。ガラス相は非晶質であるため XRD でピークを確認することはできない。本試料の OPC が占める割合は 3 割と同じ混合セメントの FAC30（OPC7 割）より含有量は少なく、これを反映して Portlandite のピークは、FAC30 より更に小さかった。BFSC70 では、浸漬期間、海水濃度に関係なく全ての浸漬条件で溶脱部が接液面の極表層だけであったため、溶脱部と Cl 浸透部の一体試料として分析した。浸漬期間 4 ヶ月の試料では、人工海水、1/100 濃度人工海水に浸漬した試料の溶脱部と Cl 浸透部の一体部の構成鉱物はブランク試料と同等であった。1/10 濃度人工海水の一体部では、Monosulfate が消失し、新たに Ettringite

と Friedel's salt のピークが確認され、unknown ピークも確認された。FAC30 と同様、EPMA 分析の結果でも 1/10 濃度人工海水に浸漬した試料の Cl 濃度が最も高いことを確認しており、人工海水、1/100 濃度人工海水試料で同定されていない Cl を含む鉱物 Friedel's salt が本試料で同定された結果と整合している。また、浸漬期間 14 ヶ月の鉱物相は 4 ヶ月の試料と同等であった。浸漬期間が経過しても最長 14 ヶ月の本試験の条件内では、鉱物変化はないことがわかった。

表 2.2-9　XRD 測定試料一覧

セメント材料	浸漬液	接液部外観変化	接液部処理	XRD 測定		
				4ヶ月	14ヶ月	比較
OPC-45	人工海水	無	無	○	○	●
		有	無		○	
			有		○	
	1/10 濃度人工海水	有	無	○	○	●
			有		○	
	1/100 濃度人工海水	無	無	○	○	●
OPC-60	人工海水	無	無	○	○	●
		有	無		○	
			有		○	
	1/10 濃度人工海水	有	無	○	○	●
			有		○	
	1/100 濃度人工海水	無	無	○	○	●
FAC30	人工海水	無	無	○	○	●
	1/10 濃度人工海水	無	無	○	○	●
	1/100 濃度人工海水	無	無	○	○	●
BFSC70	人工海水	無	無	○	○	●
	1/10 濃度人工海水	無	無	○	○	●
	1/100 濃度人工海水	無	無	○	○	●

○：XRD 測定試料

●：XRD 測定結果の比較表作成

表 2.2-10　同定された鉱物の化学式

分類	鉱物名	化学式
初期試料に含有されている鉱物	C-S-H	$XCaO \cdot YSiO_2 \cdot nH_2O$
	Portlandite	$Ca(OH)_2$
	Katoite	$3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot 4H_2O$
	Monosulfate	$3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot CaSO_4 \cdot 12H_2O$
	Monocarbonate	$3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot CaCO_3 \cdot 11H_2O$
	Quartz	SiO_2
	Mullite	$3Al_2O_3 \cdot SiO_2$
海水成分の影響を受けて生成した可能性のある鉱物	Ettringite	$3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 32H_2O$
	Friedel's salt	$3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot CaCl_2 \cdot 10H_2O$

表 2.2-11　浸漬期間 4 ヶ月試料の鉱物の同定結果一覧

試料名	浸漬液	接液部外観変化	接液部処理	測定位置	CSH	Portlandite	katoite	Ettringite	Monosulfate	Monocarbonate	Quartz	Mullite	Friedel's salt	unknown
OPC-45	BL				○	◎	△		△					
	人工海水	無	無	溶脱部	○	◎	△	△					△	
				Cl 浸透部	○	◎	△	△					△	△
				深層部	○	◎	△		△					
	1/10 濃度人工海水	有	無	溶脱部	○	△	△	○					△	
				Cl 浸透部	○	◎	△						△	△
				深層部	○	◎	△		△					
	1/100 濃度人工海水	無	無	溶脱部	○	◎	△	△	△					
				Cl 浸透部										
				深層部	○	◎	△		△					
OPC-60	BL				○	◎	△		△					
	人工海水	無	無	溶脱部	○	◎	△	○					△	
				Cl 浸透部	○	◎	△	△					△	
				深層部	○	◎	△	△					△	
	1/10 濃度人工海水	有	無	溶脱部	○	△	△	○					△	
				Cl 浸透部	○	◎	△	△					△	
				深層部	○	◎	△							△
	1/100 濃度人工海水	無	無	溶脱部	○	◎	△	△	△					
				Cl 浸透部										
				深層部	○	◎	△		△					
FAC30	BL				○	○	△		△		○	△		
	人工海水	無	無	溶脱部	○	○	△				○	△		△
				Cl 浸透部										
				深層部	○	○	△		△		○	△		
	1/10 濃度人工海水	無	無	溶脱部	○	○	△	△			○	△	△	
				Cl 浸透部										
				深層部	○	○	△		△		○	△		
	1/100 濃度人工海水	無	無	溶脱部	○	○	△				○	△		△
				Cl 浸透部										
				深層部	○	○	△		△		○	△		
BFSC70	BL				○	○			△	△				
	人工海水	無	無	溶脱部	○	○			△	△				
				Cl 浸透部										
				深層部	○	○			△	△				
	1/10 濃度人工海水	無	無	溶脱部	○	△		△					△	△
				Cl 浸透部										
				深層部	○	○			△	△				
	1/100 濃度人工海水	無	無	溶脱部	○	○			△	△				
				Cl 浸透部										
				深層部	○	○			△	△				

◎：ピーク強度が強く明瞭　○：ピークが明瞭　△：ピーク強度が弱い　無印：ピークが無い

表 2.2-12　浸漬期間 14 ヶ月試料の鉱物の同定結果一覧

試料名	浸漬液	接液部外観変化	接液部処理	測定位置	CSH	Portlandite	katoite	Ettringite	Monosulfate	Monocarbonate	Quartz	Mullite	Friedel's salt	unknown
OPC-45	BL				○	◎	△		△					
	人工海水	無	無	溶脱部	○	◎	○	○					△	
				Cl 浸透部	○	◎	△	△					△	△
		有	無	溶脱部	○	◎	○	○					○	
				Cl 浸透部	○	◎	△	△					○	
			有	溶脱部	○	◎	○	○					△	
				Cl 浸透部	○	◎	△		△				△	△
	1/10 濃度 人工海水	有	無	溶脱部	○	○	○	○					△	
				Cl 浸透部	○	◎	△	△					△	△
			有	溶脱部	○	△	○	○					△	
				Cl 浸透部	○	◎	△	△					○	
	1/100 濃度 人工海水	無	無	溶脱部	○	◎	△	△					△	△
				Cl 浸透部	○	◎	△		△					△
OPC-60	BL				○	◎	△		△					
	人工海水	無	無	溶脱部	○	○	○	○					△	
				Cl 浸透部	○	◎	△	△					○	
		有	無	溶脱部	○	○	○	○					△	
				Cl 浸透部	○	◎	△	△					○	△
			有	溶脱部	○	○	○	○					△	
				Cl 浸透部	○	◎	△	△					○	
	1/10 濃度 人工海水	有	無	溶脱部	○	○	○	○					△	
				Cl 浸透部	○	◎	△	△					○	
			有	溶脱部	○	○	○	○					△	
				Cl 浸透部	○	◎	△	△					○	
	1/100 濃度 人工海水	無	無	溶脱部	○	◎	△	△					△	△
				Cl 浸透部	○	◎	△	△					△	△
FAC 30	BL				○	○	△		△		○	△		
	人工海水	無	無	溶脱部	○	○	△		△		○	△		△
				Cl 浸透部										
	1/10 濃度 人工海水	無	無	溶脱部	○	○	△	△			○	△	△	△
				Cl 浸透部										
	1/100 濃度 人工海水	無	無	溶脱部	○	○	△	△	△		○	△		△
				Cl 浸透部										
BFSC 70	BL				○	○			△	△				
	人工海水	無	無	溶脱部	○	○			△	△				
				Cl 浸透部										
	1/10 濃度 人工海水	無	無	溶脱部	○	△		△		△			△	△
				Cl 浸透部										
	1/100 濃度 人工海水	無	無	溶脱部	○	○			△	△				△
				Cl 浸透部										

◎：ピーク強度が強く明瞭　○：ピークが明瞭　△：ピーク強度が弱い　無印：ピークが無い

表 2.2-13　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月の鉱物相の比較

試料名	浸漬液	接液部外観変化	測定位置	浸漬期間:4ヶ月			浸漬期間:14ヶ月		
				Portlandite	Ettringite	Friedel's salt	Portlandite	Ettringite	Friedel's salt
OPC-45	BL			◎			◎		
	人工海水	無	溶脱部	◎	△	△	◎	○	△
			Cl 浸透部	◎	△	△	◎	△	△
	1/10 濃度人工海水	有	溶脱部	△	○	△	○	○	○
			Cl 浸透部	◎		△	◎	△	○
	1/100 濃度人工海水	無	溶脱部	◎	△		◎	△	△
			Cl 浸透部				◎		
OPC-60	BL			◎			◎		
	人工海水	無	溶脱部	◎	○	△	○	○	△
			Cl 浸透部	◎	△	△	◎	△	○
	1/10 濃度人工海水	有	溶脱部	△	○	△	○	○	△
			Cl 浸透部	◎	△	△	◎	△	○
	1/100 濃度人工海水	無	溶脱部	◎	△		◎	△	△
			Cl 浸透部				◎	△	△
FAC 30	BL			○			○		
	人工海水	無	溶脱部	○			○		
			Cl 浸透部						
	1/10 濃度人工海水	無	溶脱部	○	△	△	○	△	△
			Cl 浸透部						
	1/100 濃度人工海水	無	溶脱部	○			○	△	
			Cl 浸透部						
BFSC 70	BL			○			○		
	人工海水	無	溶脱部	○			○		
			Cl 浸透部						
	1/10 濃度人工海水	無	溶脱部	△	△	△	△	△	△
			Cl 浸透部						
	1/100 濃度人工海水	無	溶脱部	○			○		
			Cl 浸透部						

赤字表記：4M で同定されず、14M で同定された鉱物

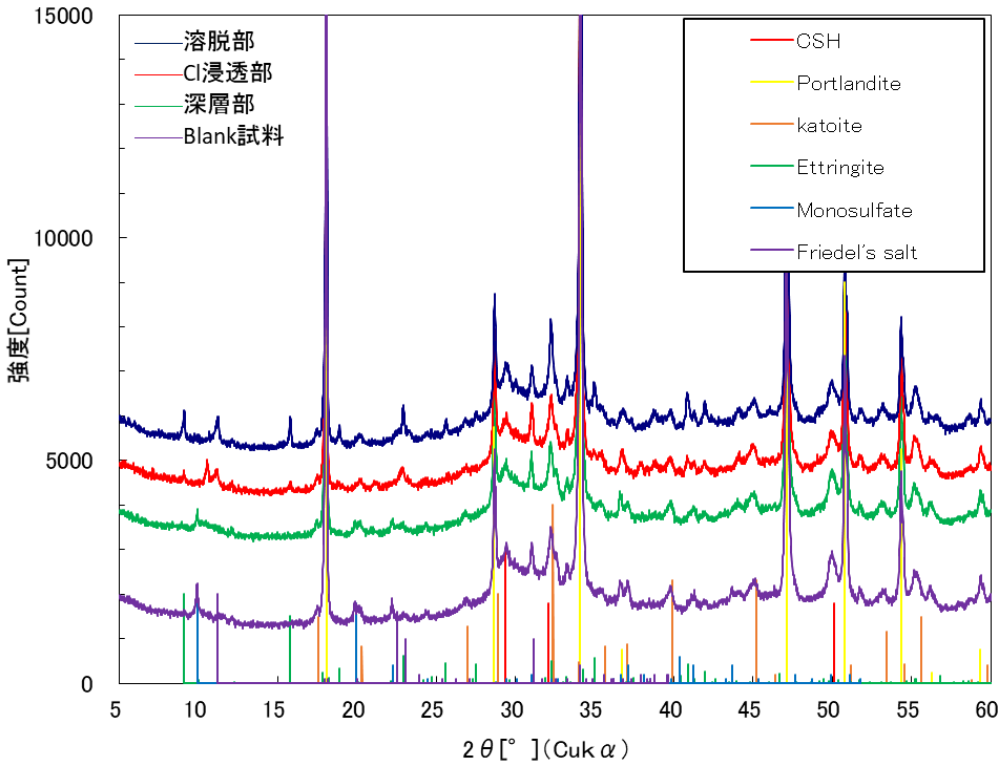


図 2.2-128　浸漬 4 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果
（OPC-45、人工海水：外観変化無、接液部処理無）

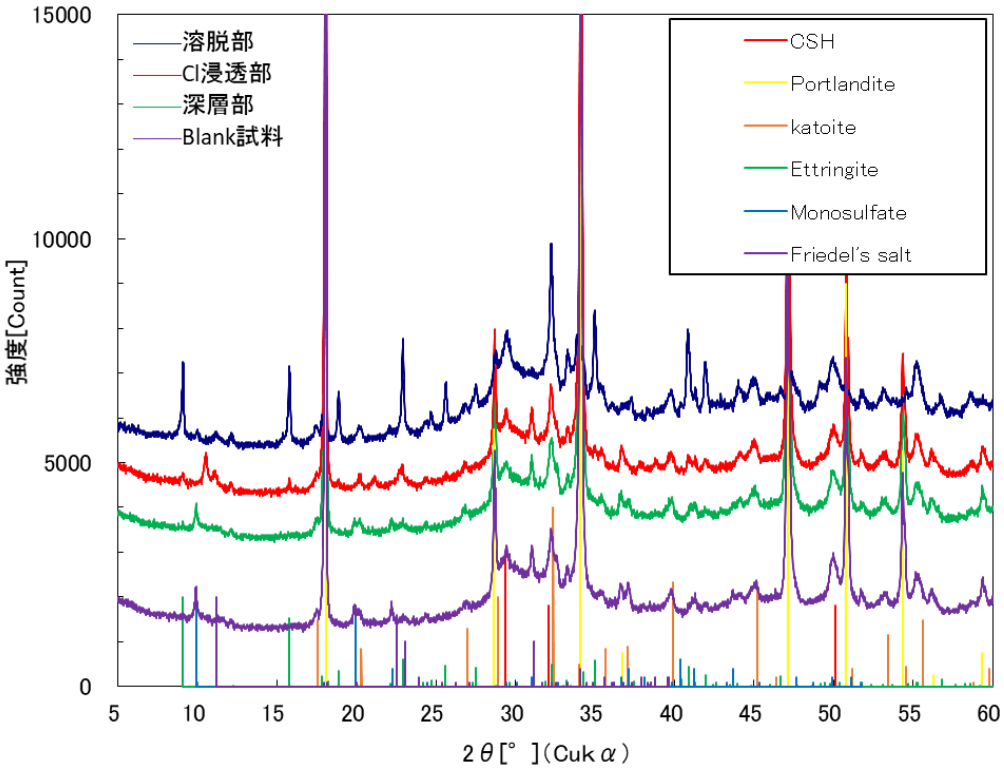


図 2.2-129　浸漬 4 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果
（OPC-45、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無）

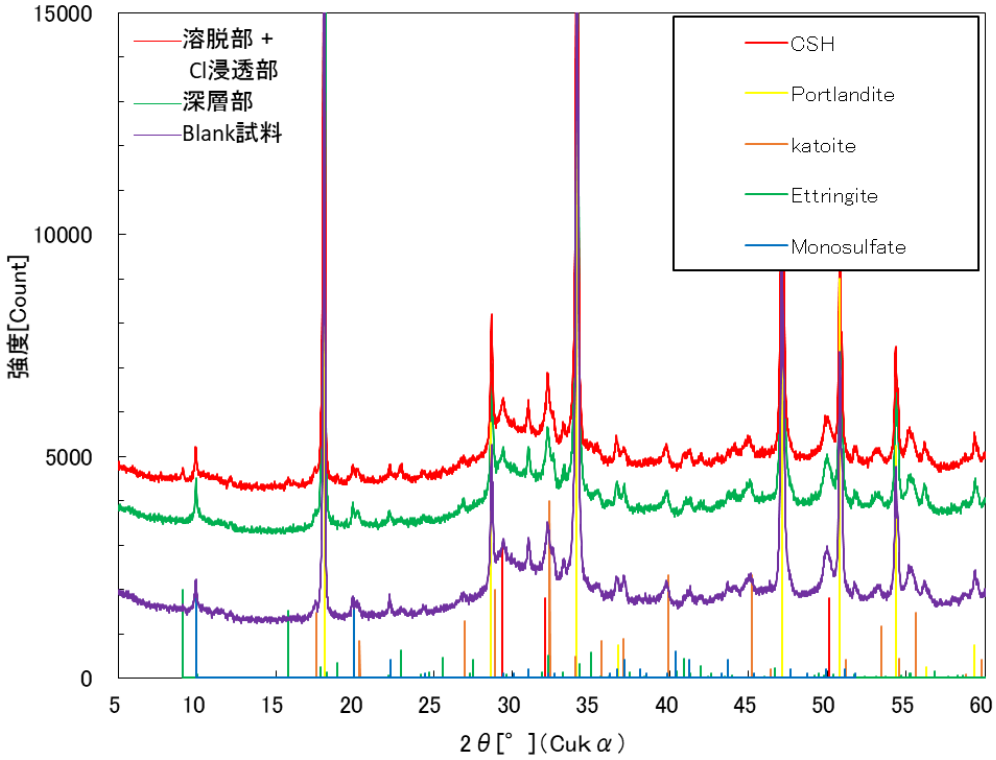


図 2.2-130　浸漬 4 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果
（OPC-45、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

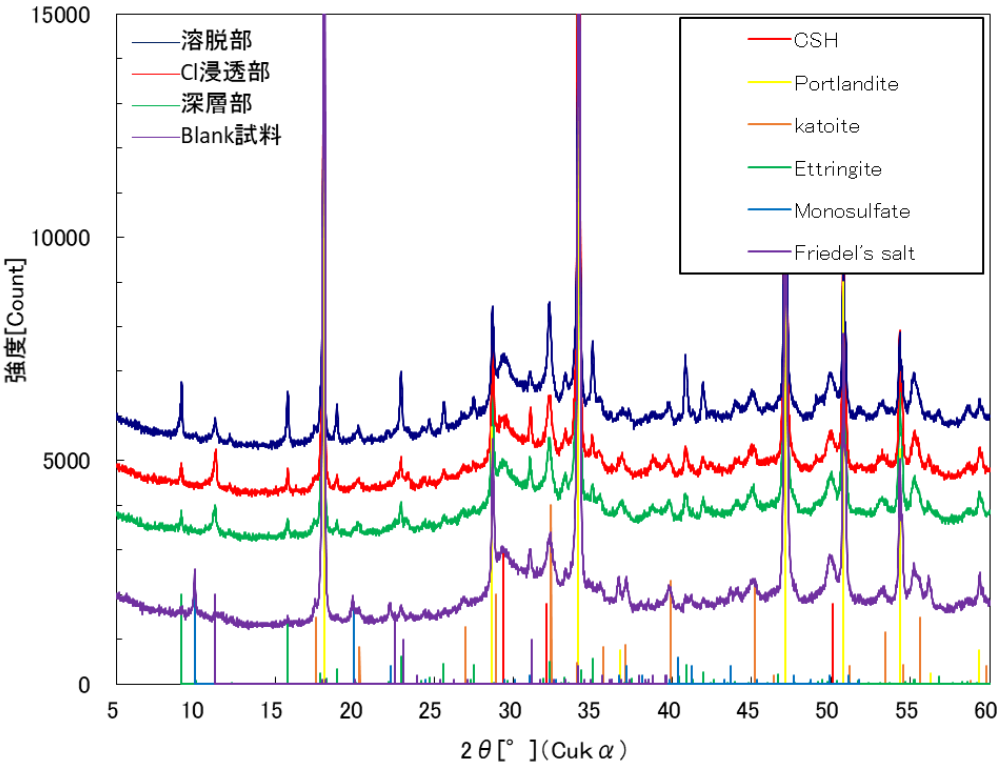


図 2.2-131　浸漬 4 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果
（OPC-60、人工海水：外観変化無、接液部処理無）

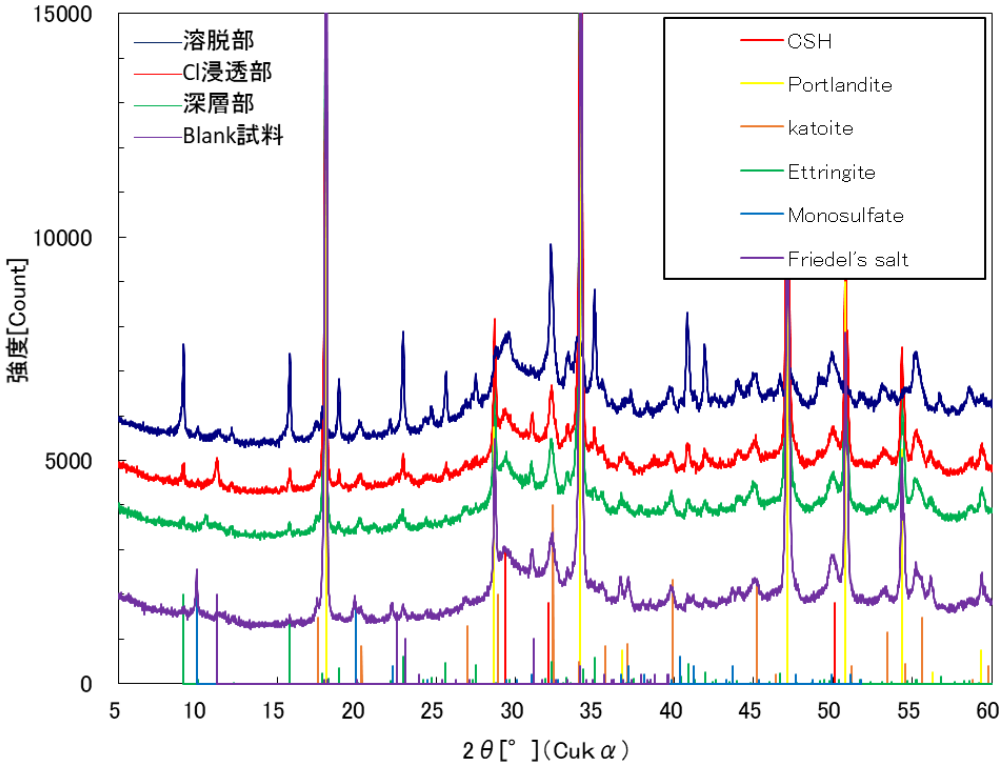


図 2.2-132　浸漬 4 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果
（OPC-60、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無）

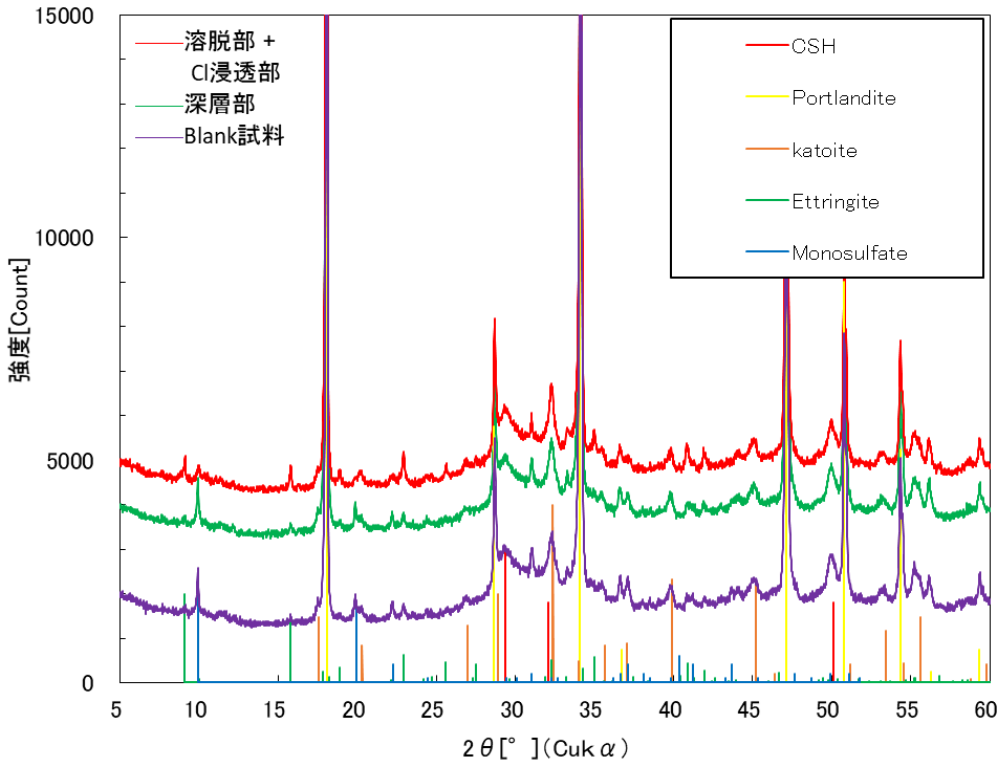


図 2.2-133　浸漬 4 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果
（OPC-60、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

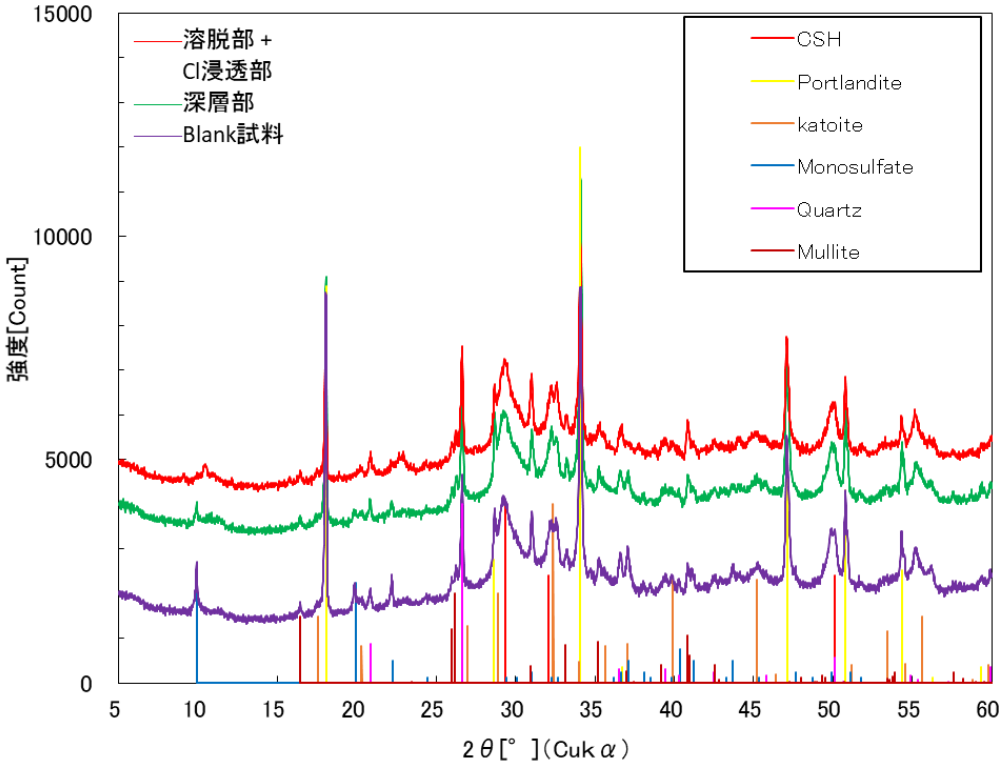


図 2.2-134　浸漬 4 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果
（FAC30、人工海水：外観変化無、接液部処理無）

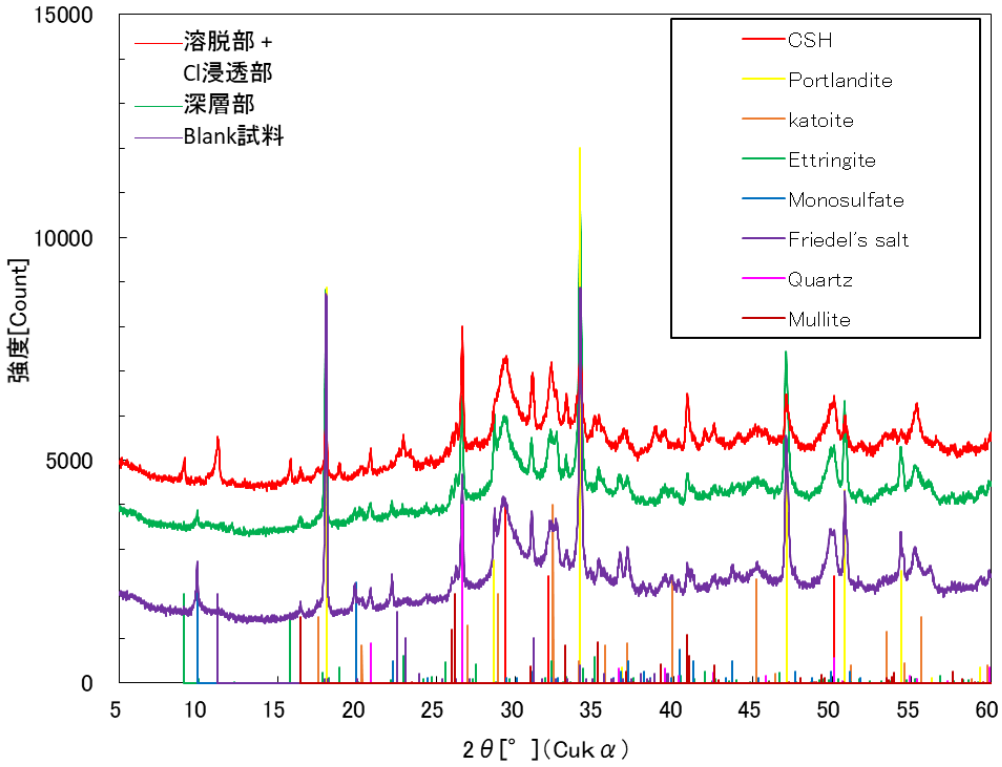


図 2.2-135　浸漬 4 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果
（FAC30、1/10 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

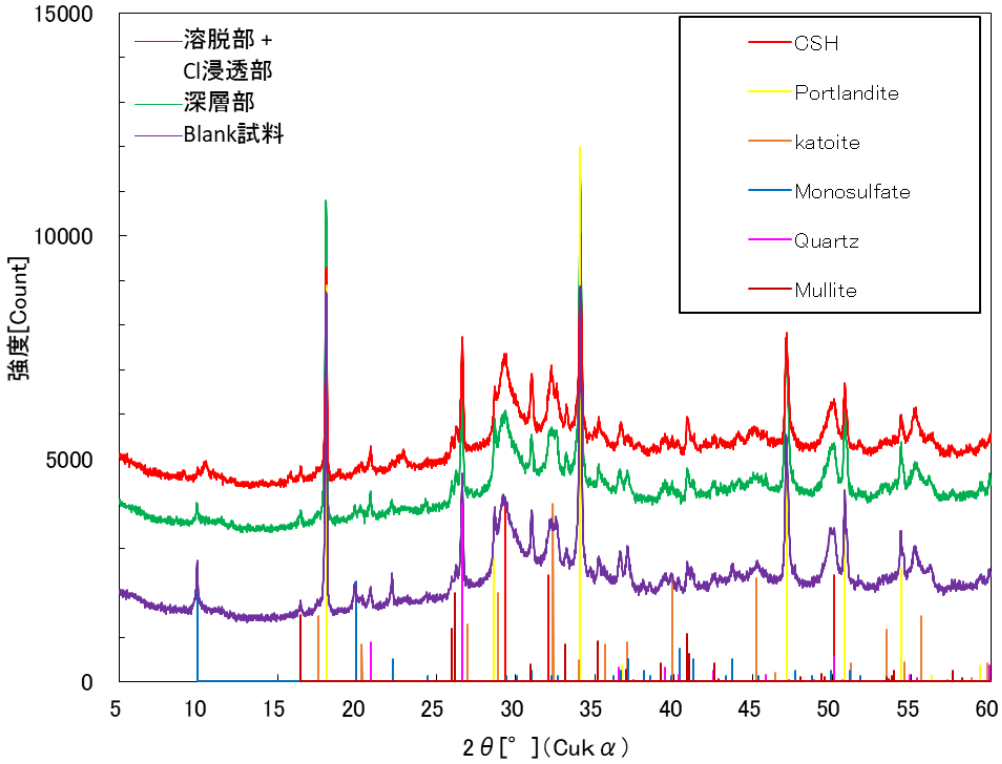


図 2.2-136　浸漬 4 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果
（FAC30、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

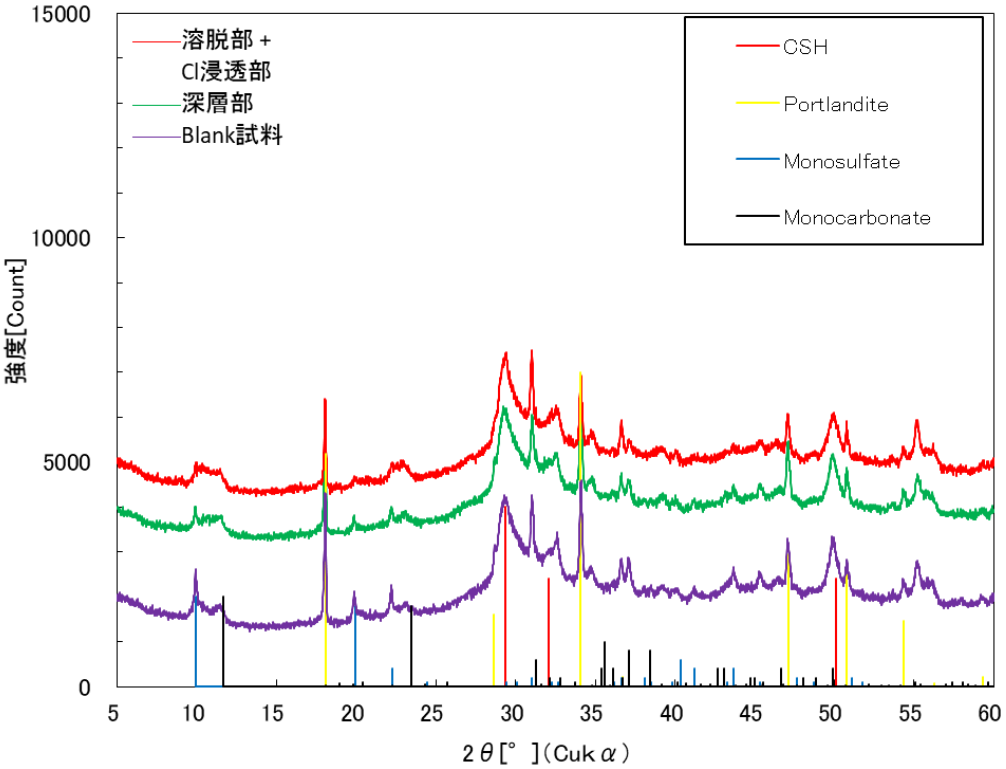


図 2.2-137　浸漬 4 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果
（BFSC70、人工海水：外観変化無、接液部処理無）

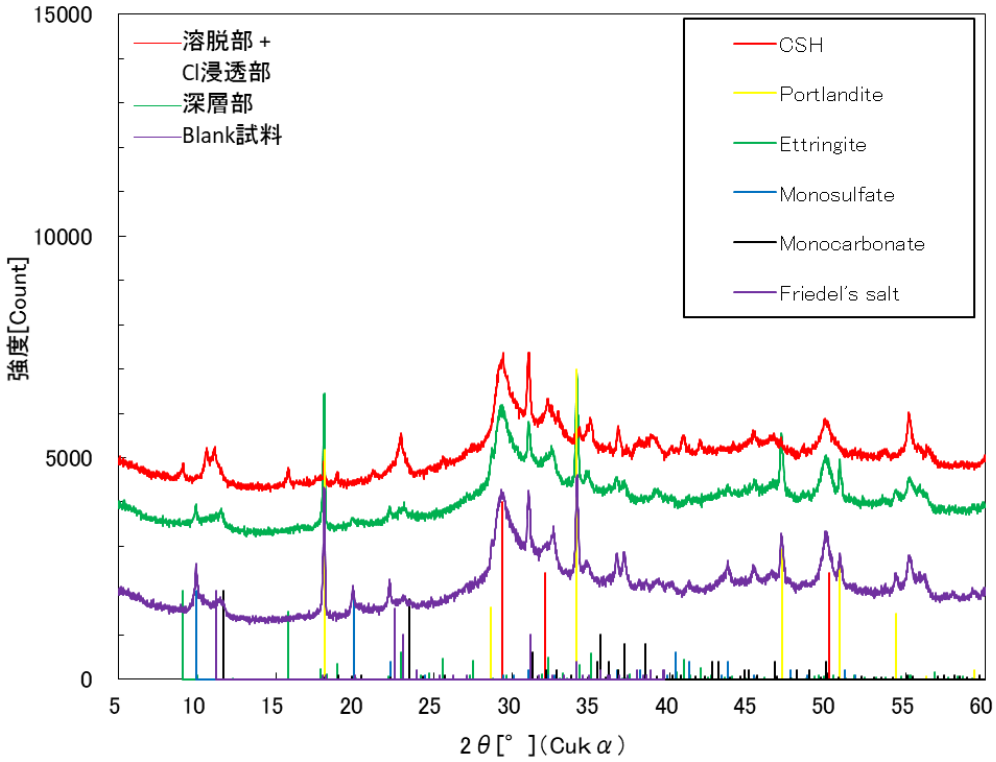


図 2.2-138　浸漬 4 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果
（BFSC70、1/10 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

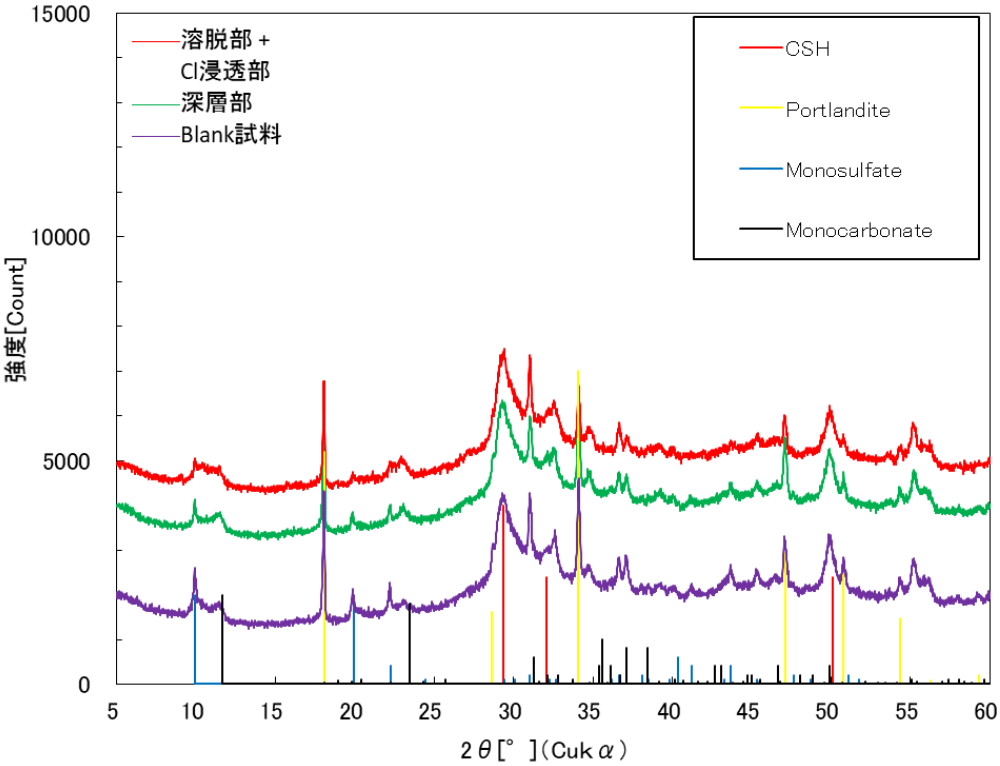


図 2.2-139　浸漬 4 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果
（BFSC70、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

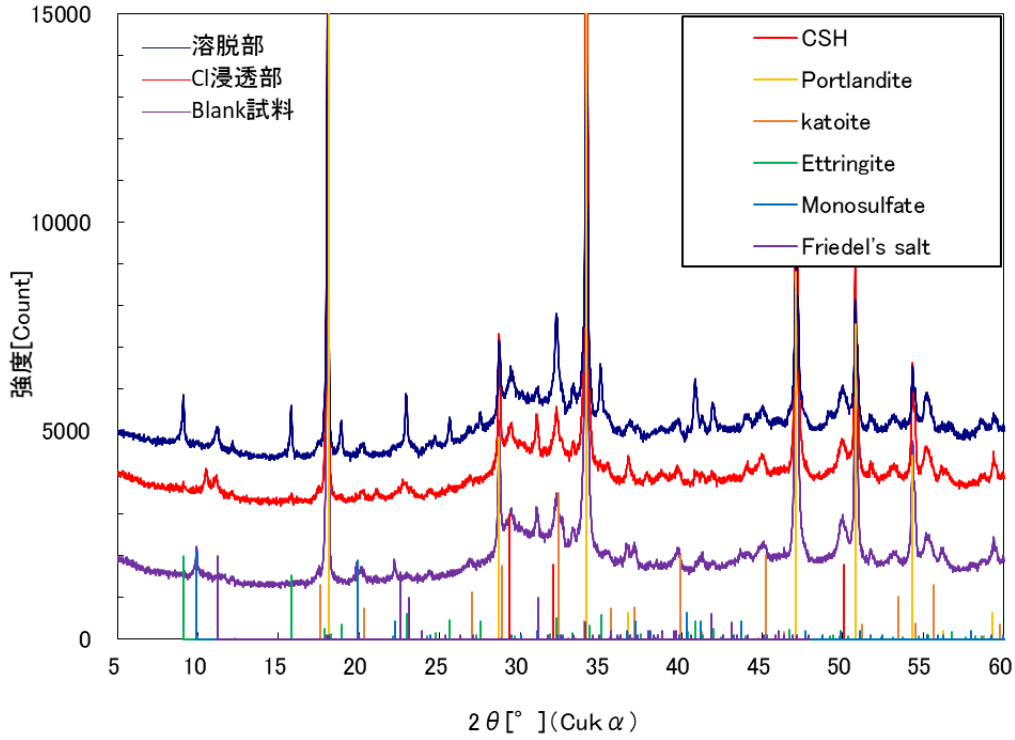


図 2.2-140　浸漬 14 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果
（OPC-45、人工海水：外観変化無、接液部処理無）

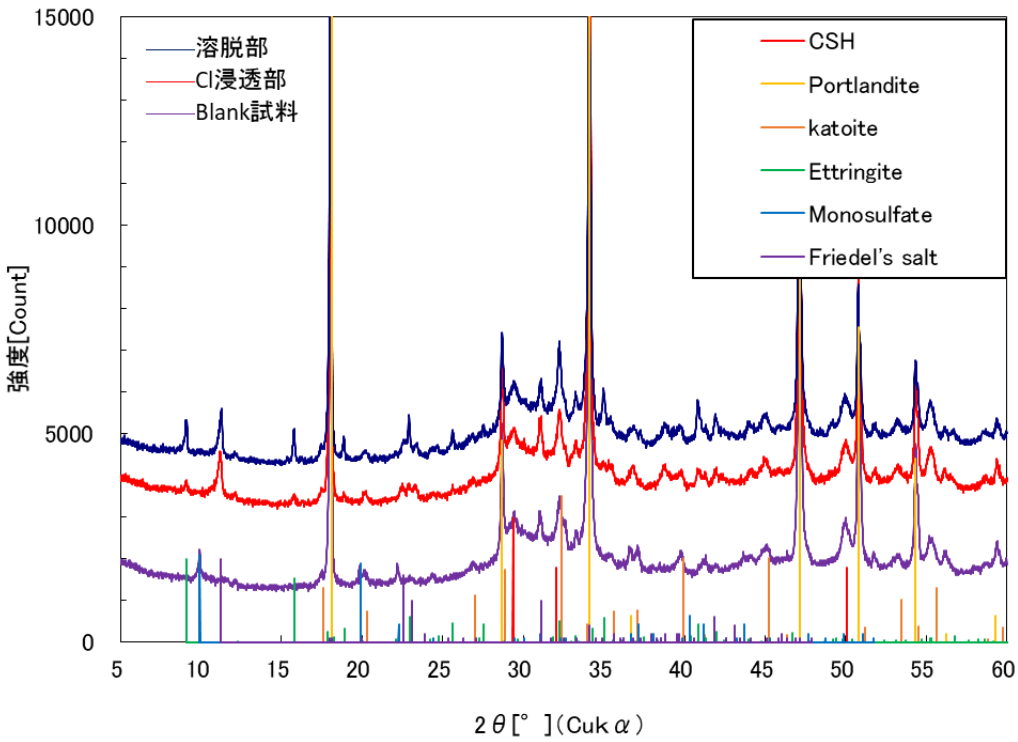


図 2.2-141　浸漬 14 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果
（OPC-45、人工海水：外観変化有、接液部処理無）

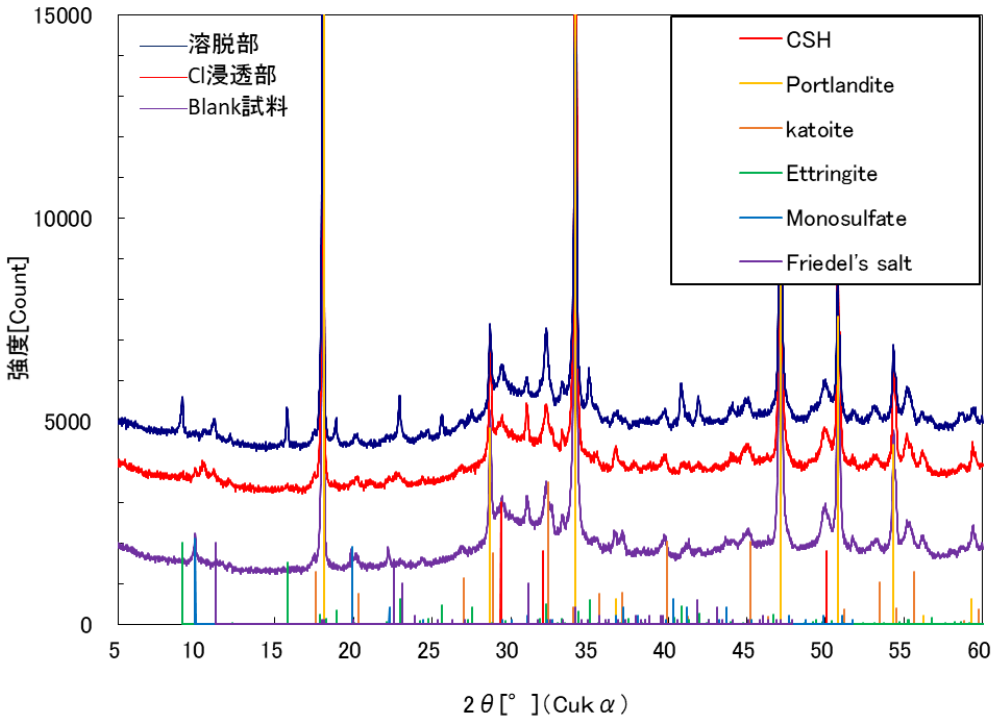


図 2.2-142　浸漬 14 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果
（OPC-45、人工海水：外観変化有、接液部処理有）

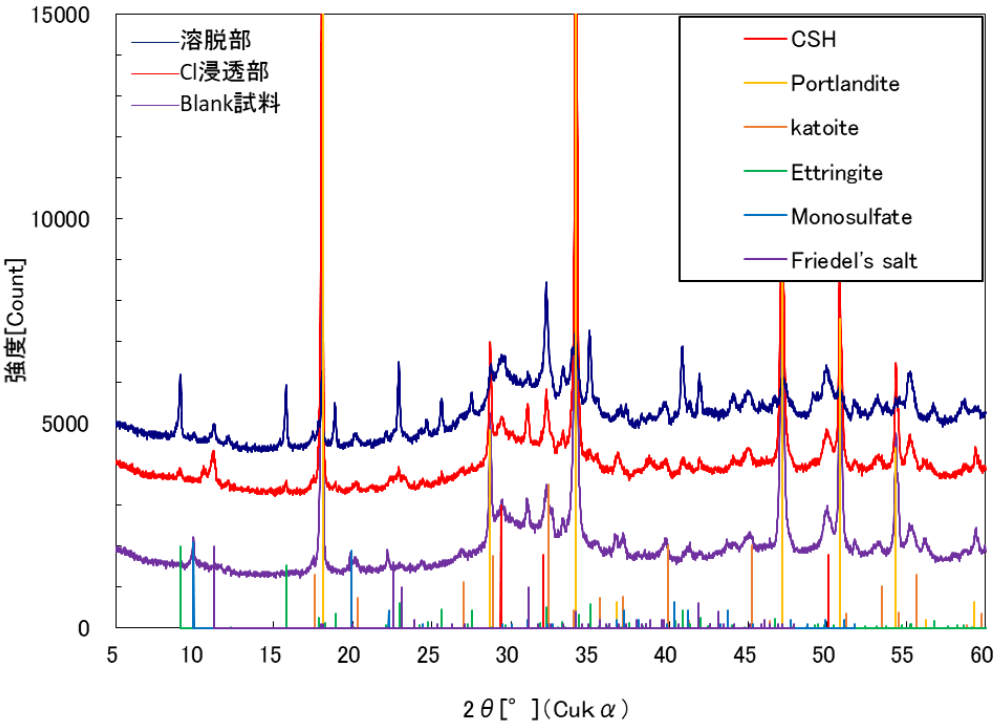


図 2.2-143　浸漬 14 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果
（OPC-45、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無）

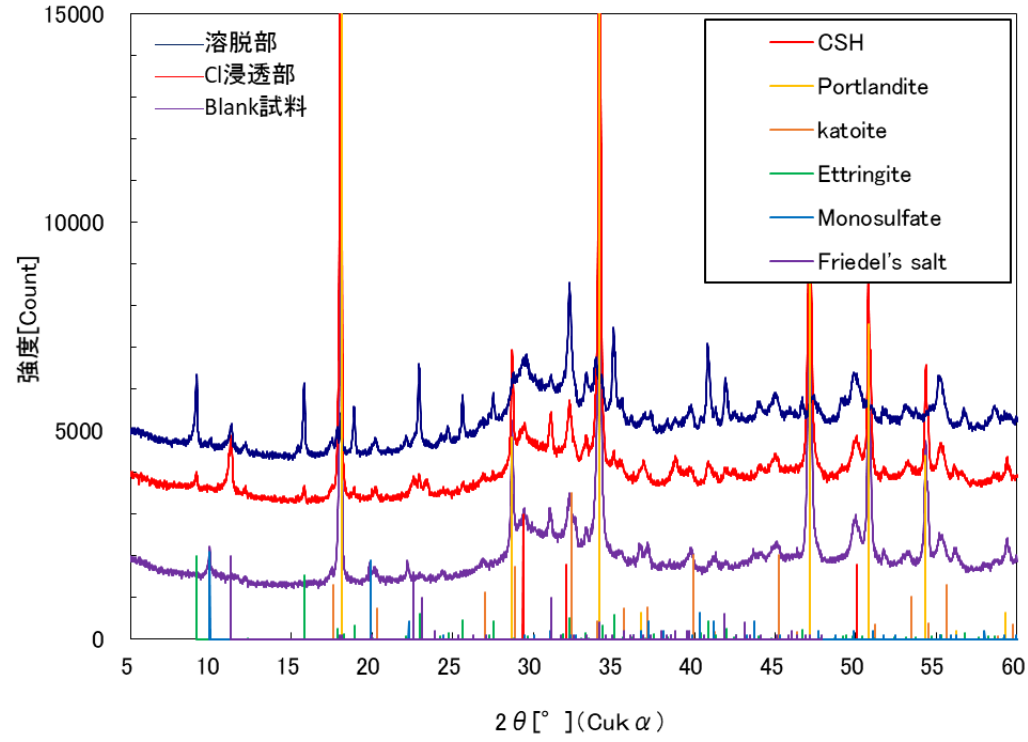


図 2.2-144　浸漬 14 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果
（OPC-45、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理有）

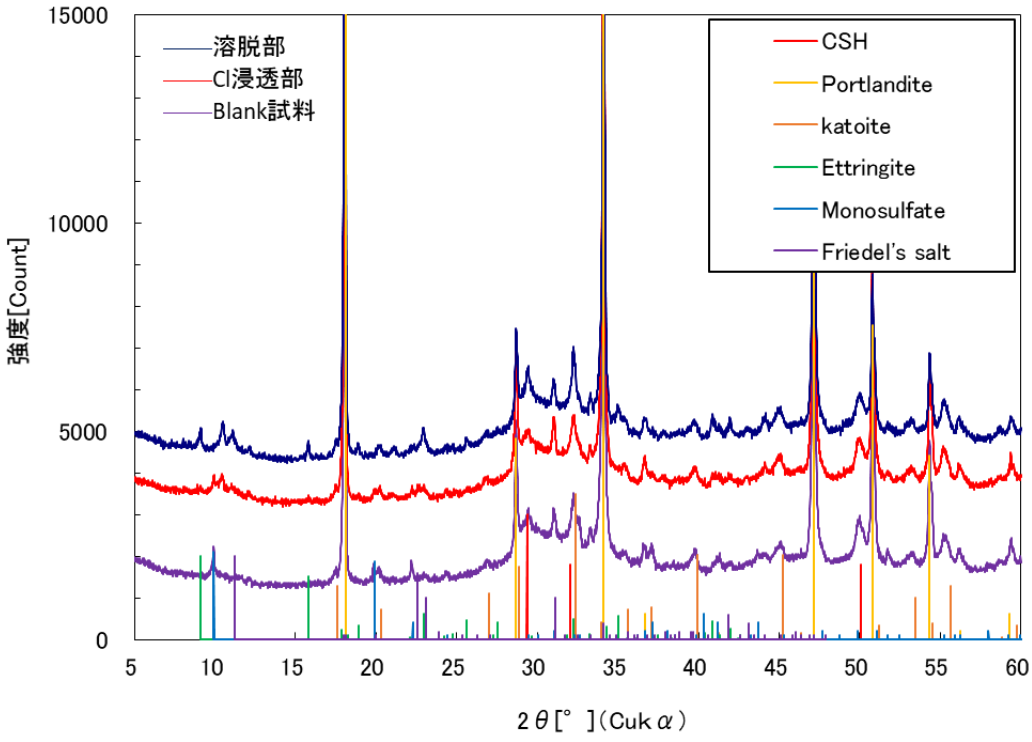


図 2.2-145　浸漬 14 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果
（OPC-45、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理有）

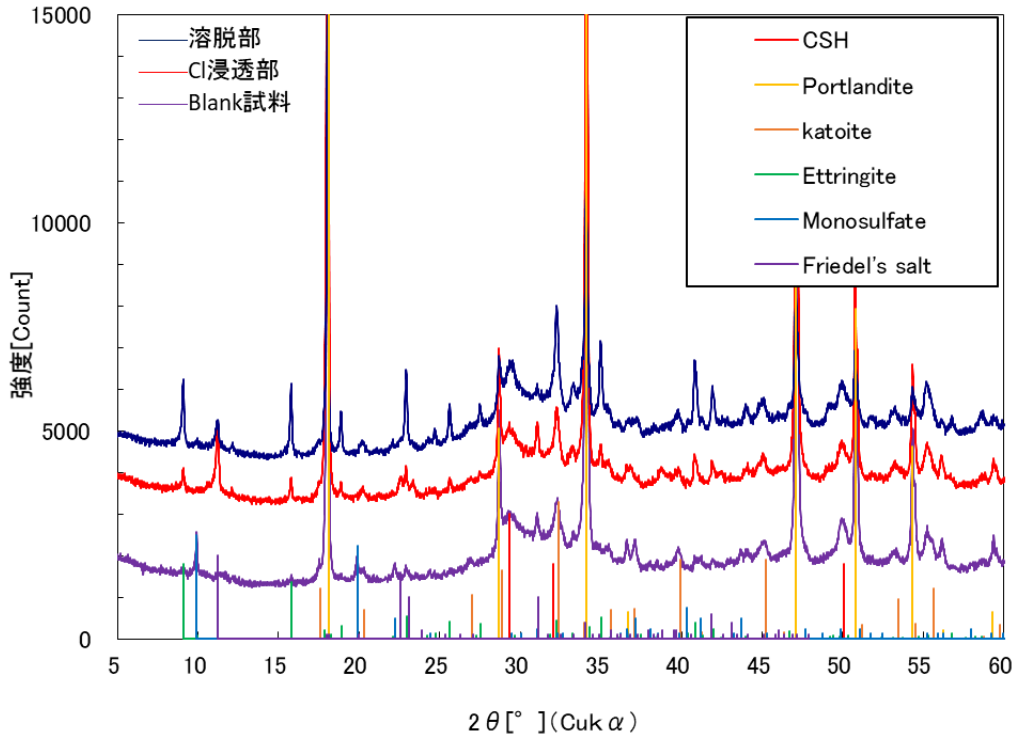


図 2.2-146　浸漬 14 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果
（OPC-60、人工海水：外観変化無、接液部処理無）

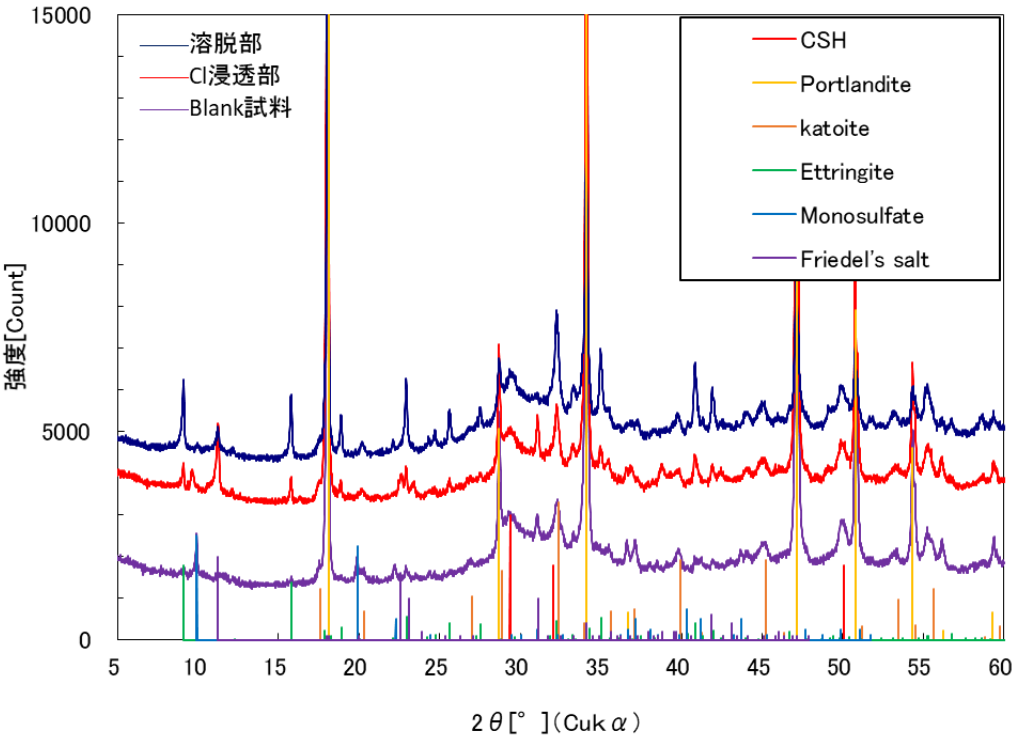


図 2.2-147　浸漬 14 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果
（OPC-60、人工海水：外観変化有、接液部処理無）

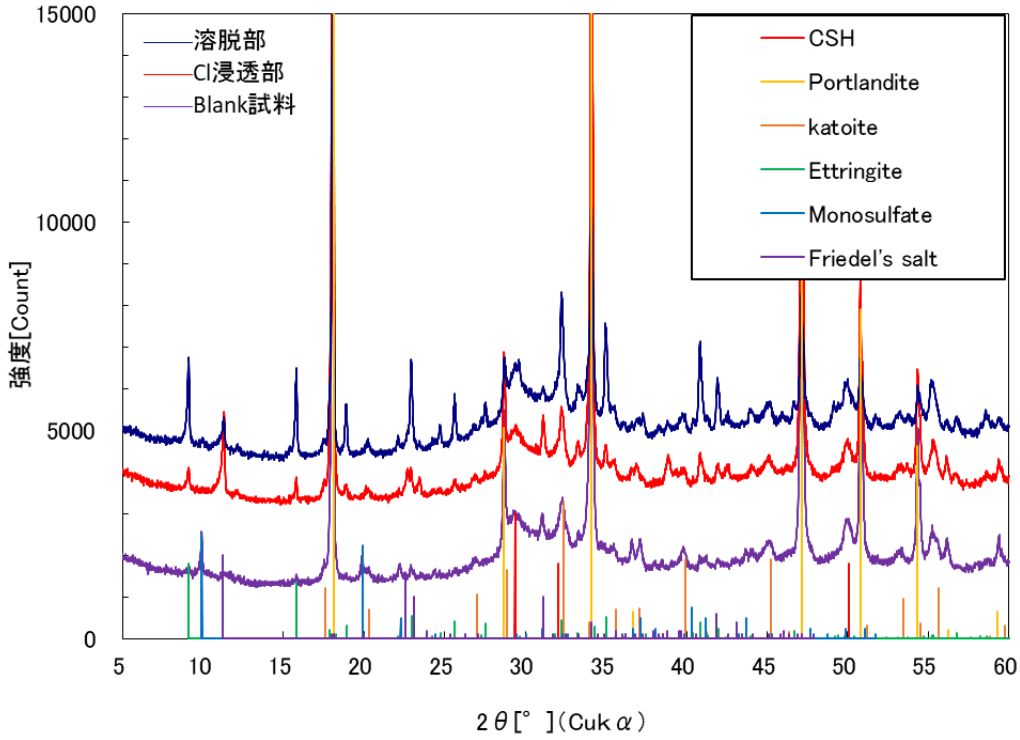


図 2.2-148　浸漬 14 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果
（OPC-60、人工海水：外観変化有、接液部処理有）

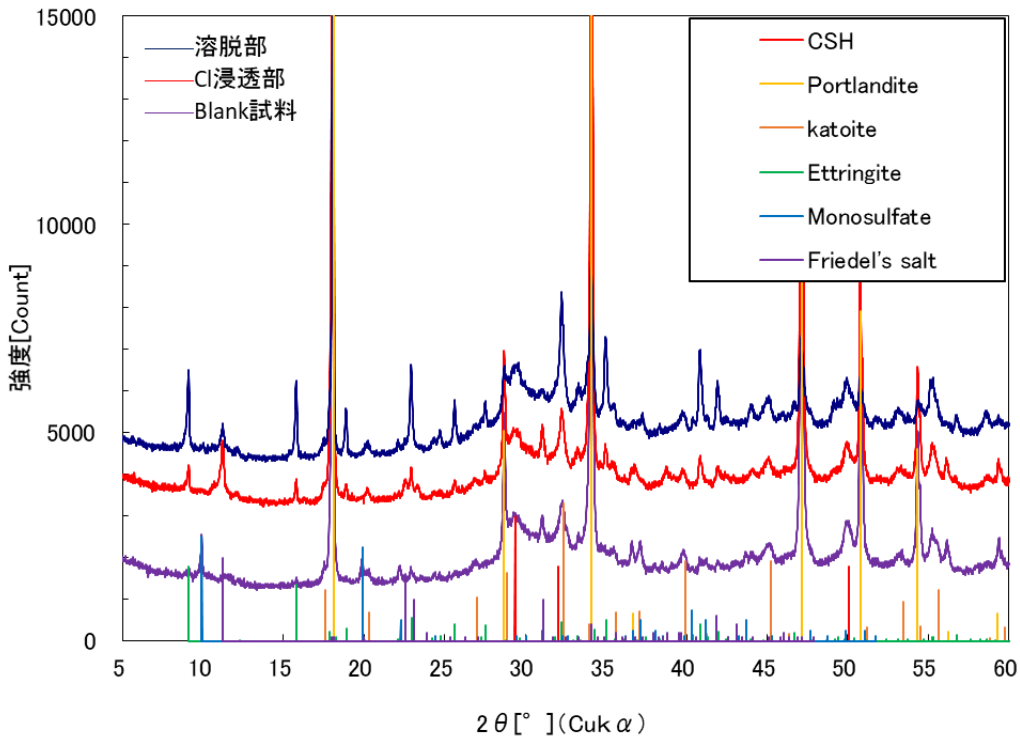


図 2.2-149　浸漬 14 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果
（OPC-60、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無）

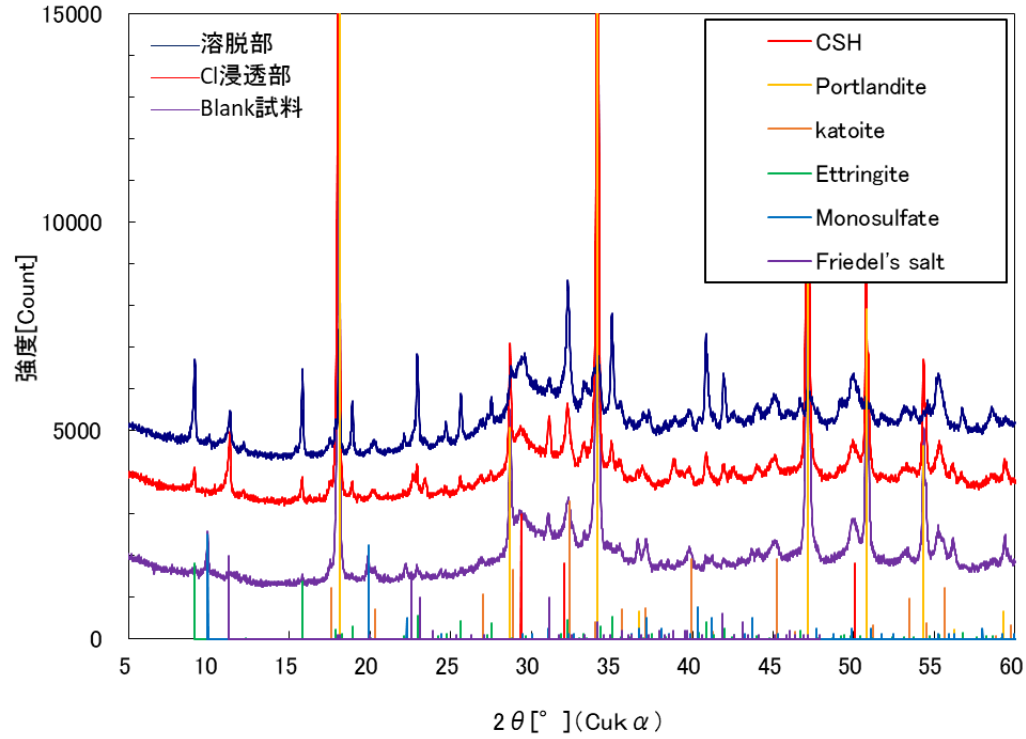


図 2.2-150　浸漬 14 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果
（OPC-60、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理有）

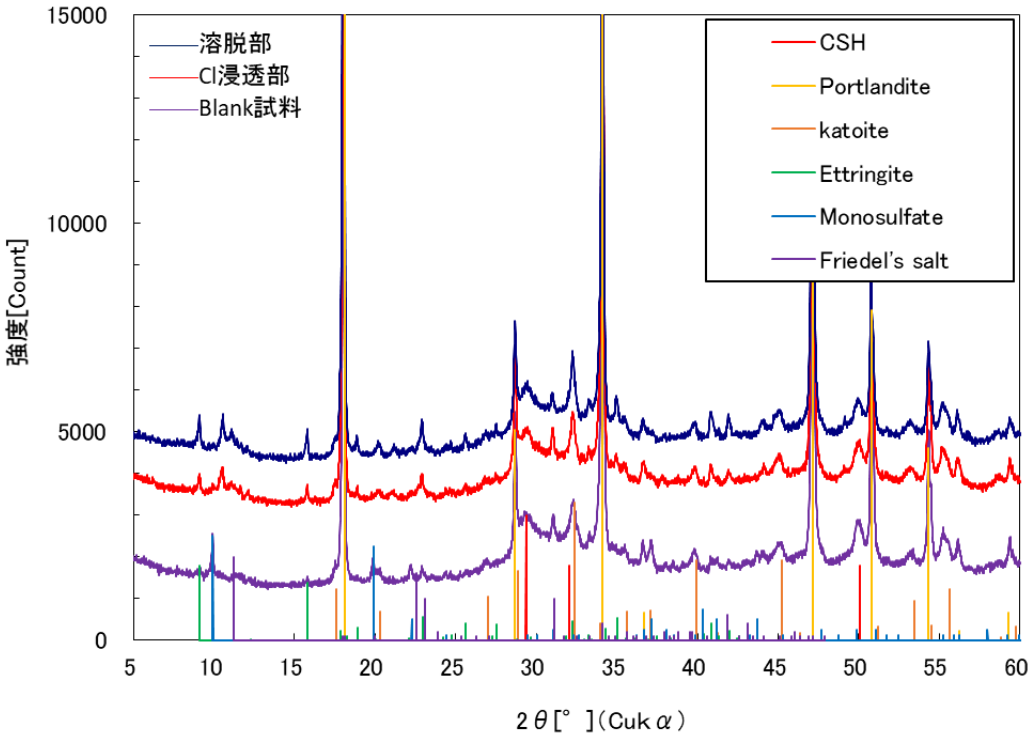


図 2.2-151　浸漬 14 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果
（OPC-60、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理有）

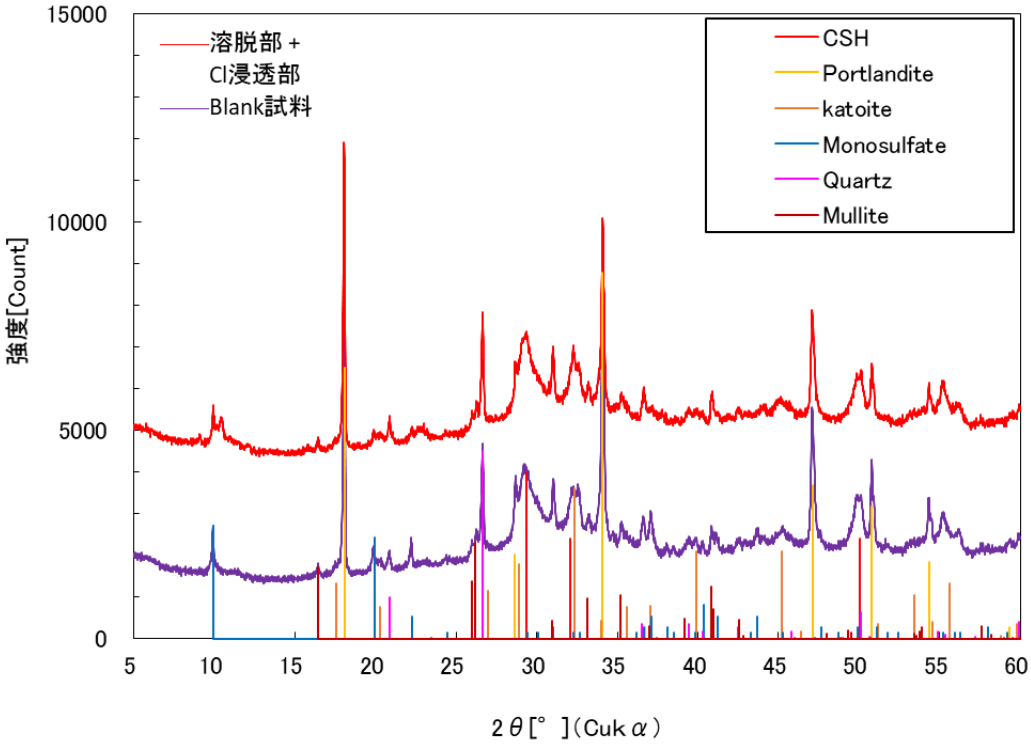


図 2.2-152　浸漬 14 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果
（FAC30、人工海水：外観変化無、接液部処理無）

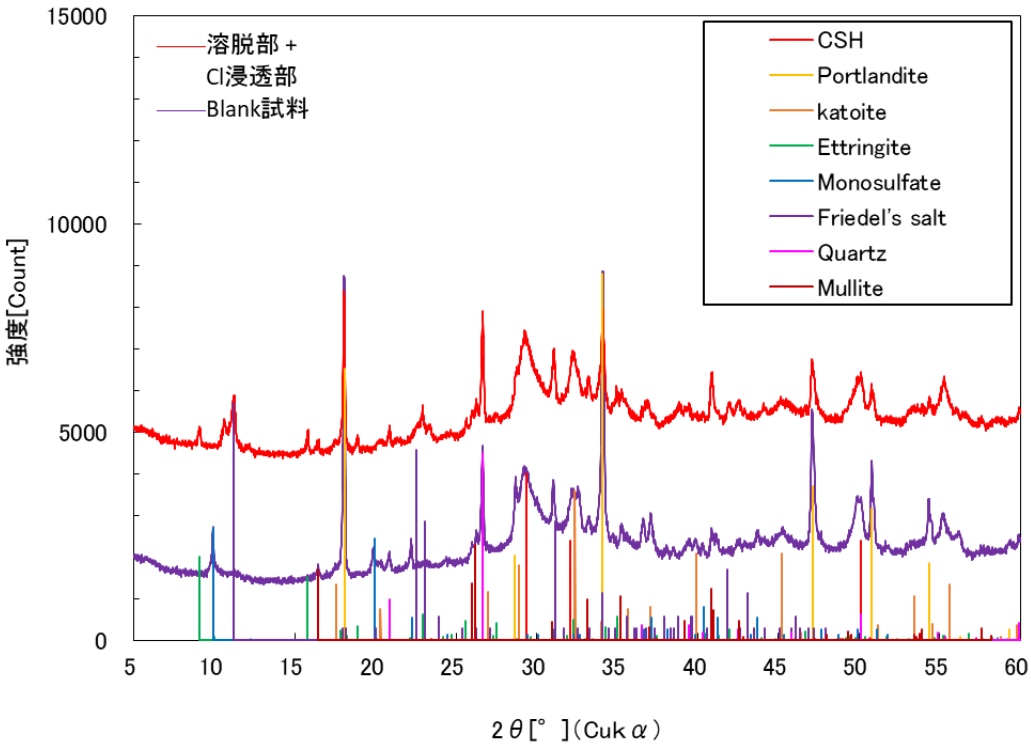


図 2.2-153　浸漬 14 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果
（FAC30、1/10 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

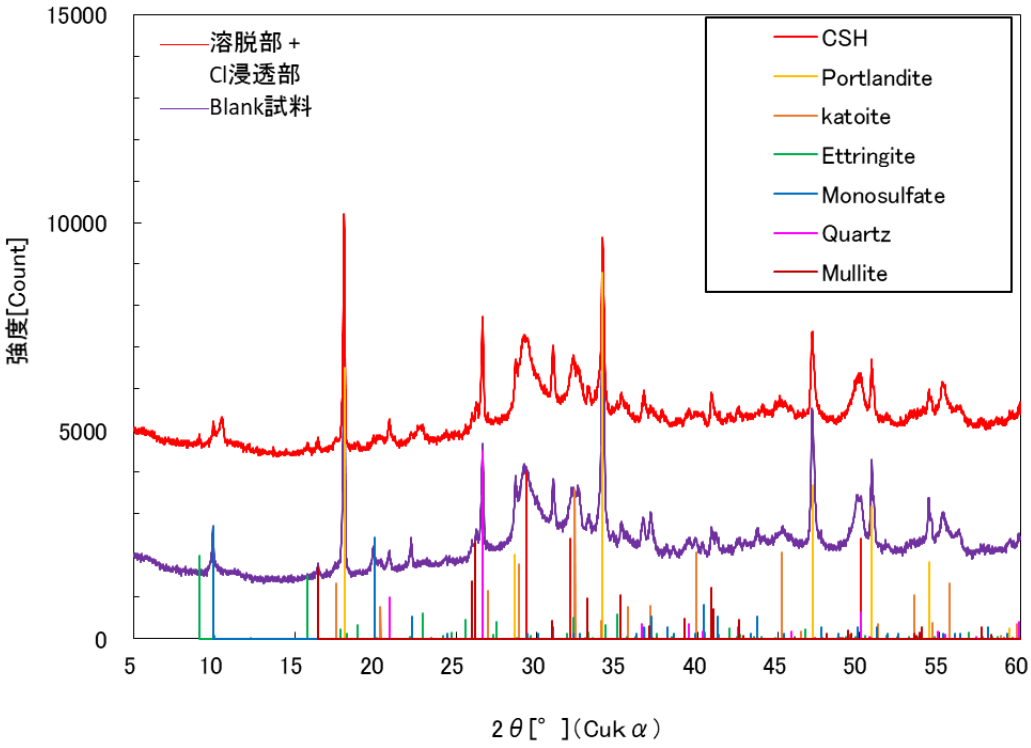


図 2.2-154　浸漬 14 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果
（FAC30、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

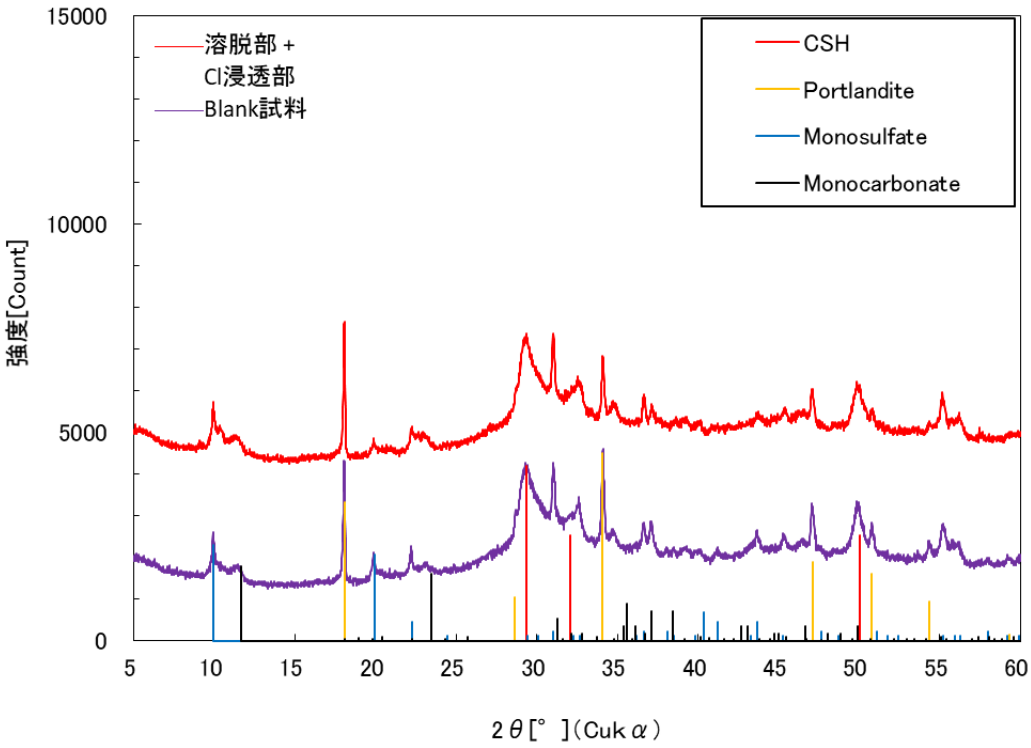


図 2.2-155　浸漬 14 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果
（BFSC70、人工海水：外観変化無、接液部処理無）

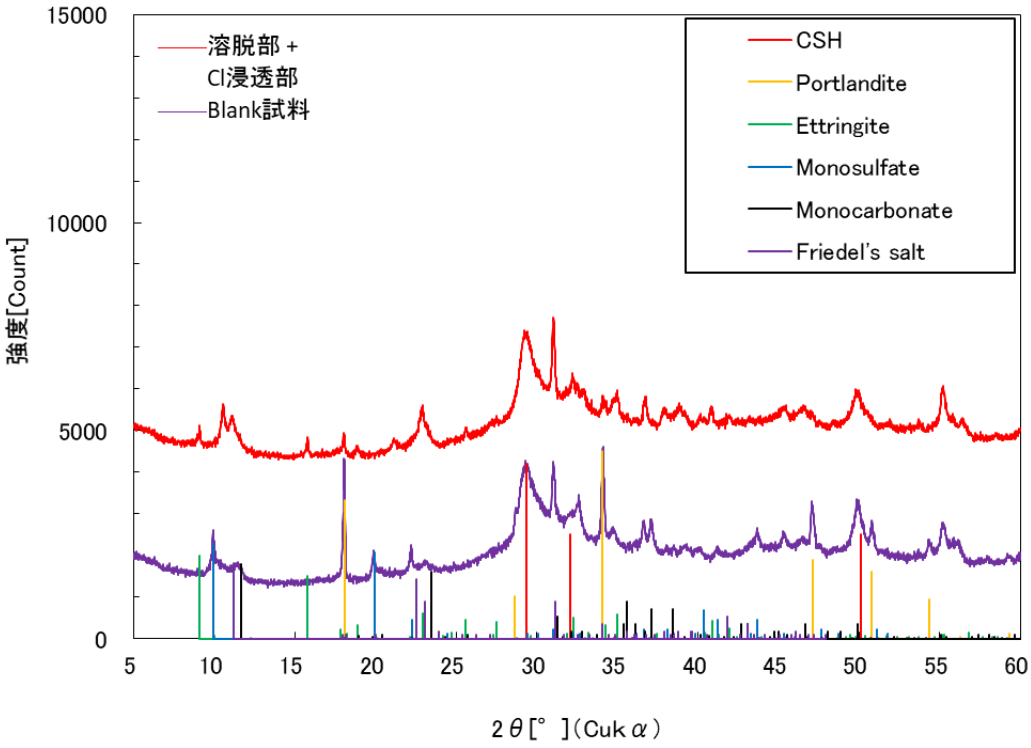


図 2.2-156　浸漬 14 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果
（BFSC70、1/10 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

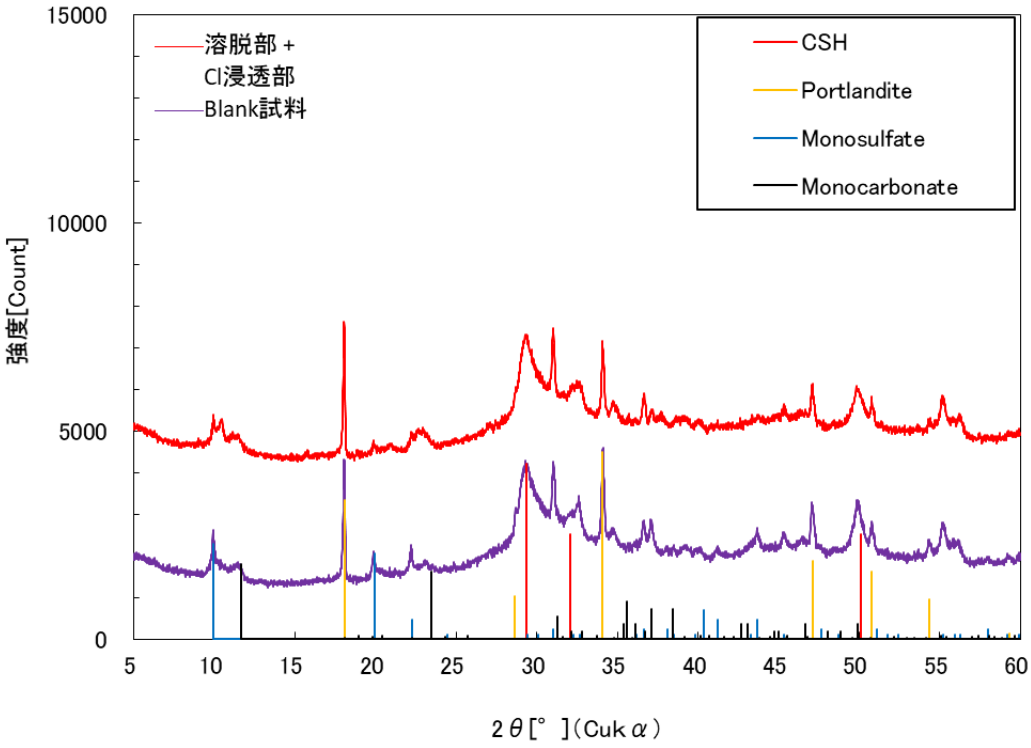


図 2.2-157　浸漬 14 ヶ月試料の粉末 X 線回折測定結果
（BFSC70、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

(4) 鉱物の形態観察および組成分析

1) 接液面近傍の組成分布

接液面近傍の組成分布測定試料一覧を表 2.2-14 に示す。また、接液面近傍の沈殿成分一覧を表 2.2-15、接液面の組成分布を図 2.2-158～図 2.2-180 に示す。浸漬試験に使用した人工海水には、セメント成分と反応して容易に沈殿する炭酸イオンや Mg イオン等を含んでいる。Cl イオンのように一部のセメント鉱物でしか固定されない成分は、拡散により深層に移動する一方で、炭酸イオンのようにセメントの主成分である Ca と反応する成分は、試料のごく表層で沈殿する。本分析では溶脱部のごく表層にあたる、接液面近傍の約 400μm 深度に関して反射電子像と組成分布を取得した。OPC-45、OPC-60 の 1/10 濃度人工海水に浸漬した試料は、接液面上部にドームが形成されており、ドームが浮き上がる過程で元々接液面であった試料表層もドームに付着し剥がれている。従って、この 2 試料に関しては、元接液面であったドーム部（ドーム部と呼ぶ）と新たに接液面となったドームの内部（ドーム内部と呼ぶ）の 2 か所に関して組成分布を取得した。なお、ドーム内部の分析は浸漬期間 4 ヶ月の試料のみ実施した。分析対象の元素は、EPMA 測定でセメント成分の溶脱や海水成分の浸透が確認された、Ca、Mg、S、Cl とした。また、セメント相とセメント相外部に生成した鉱物の境界を確認するため、セメントの主要成分の 1 つであり、海水に含まれない Si の分布も取得した。試料と試料を補強するために用いた樹脂の境界は全ての図中に「樹脂」と記した。後述する組成分布の取得結果で特異な分布が見られた成分は Ca、Mg であることから、この 2 成分に関して浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月の組成分布を比較した。浸漬期間が異なる試料の接液面近傍の組成分布の比較を図 2.2-181～図 2.2-185 に示す。

OPC-45 では、人工海水の外観変化無、接液部処理無の浸漬期間 4 ヶ月の接液面表層で最外部に 10μm 位の Ca 濃度の高い部分が確認され、Calcite（$CaCO_3$）と推察した。次いで、この相とセメント相の間に 100μm 位の Mg 濃度の高い部分が確認され、これは Brucite（$Mg(OH)_2$）と考えた。XRD 分析では、外部の生成鉱物と溶脱部の数 mm 間を区別せず粉末調整しており、それぞれ 100μm 程度の厚さの Calcite、Brucite は少量のため、ピークとして同定されなかったと考えた。浸漬期間 14 ヶ月試料でも接液面表層で確認された主要成分は Ca と Mg であり、生成相の厚さも 4 ヶ月と比較して変化がなかった。

OPC-45、1/10 濃度人工海水、外観変化有、接液部処理無の浸漬期間 4 ヶ月試料のドーム部表層では、150μm 位の Mg 濃度の高い部分が確認され、14 ヶ月でも厚さは変わらず、浸漬期間が経過しても $Mg(OH)_2$ と想定される生成層の厚さは変化していなかった。Ca 濃度の高い部分は浸漬期間 4 ヶ月時点には確認されなかったが、14 ヶ月では確認された。しかし、生成形状は人工海水とは異なり最外部を覆っておらず、表層に近い部位に点在していた。Mg イオンは 1/10 濃度人工海水でも約 5mmol/L であるが炭酸イオンは約 0.2 mmol/L であり、4 ヶ月の時点では、炭酸イオン濃度が薄いために Calcite の沈殿が明確に確認できなかったと考えた。なお、ドーム内部では、Ca がブランク試料と比較して減少しているものの、成分の沈殿部等の特異な分布は見られなかった。

OPC-45、1/100 濃度人工海水の外観変化無、接液部処理無の浸漬期間 4 ヶ月試料では、10μm 程度の薄い Mg 濃度の高い部分が確認され、Ca 濃度が高い部分はは確認されなかった。人工海水、1/10 濃度人工海水と比較すると生成相は僅かだった。1/100 濃度人工海水の Mg イオンは約 0.5mmol/L、炭酸イオンは約 0.02 mmol/L であり、浸漬液のイオンの濃度を反映した結果と考えられる。

OPC-60 では、人工海水の外観変化無、接液部処理無の浸漬期間 4 ヶ月の接液面表層で最外部に 100μm 位の Ca 濃度の高い部分が確認され、次いで、100μm 位の Mg 濃度の高い部分が確

認された。更に、これらの相とセメント相の間にもう一層 Ca 濃度の高い部分と Mg 濃度の高い部分が観察された。OPC-45 より空隙の多い OPC-60 では、セメント成分が外部へ溶脱しやすいため、セメント成分と海水成分が反応し、OPC-45 と比較して外部の沈殿層が多かったと考えた。

OPC-60、1/10 濃度人工海水、外観変化有、接液部処理無の浸漬期間 4 ヶ月試料のドーム部表層では、200μm 位の Mg 濃度の高い部分が確認され、14 ヶ月ではその層の厚さは 150μm 位であった。観察する部位で多少の厚みの差異はあることから、これらは同等の生成状態であると考えた。Ca 濃度の高い部分は浸漬期間 4 ヶ月時点には確認されなかったが 14 ヶ月では最外部を数 10μm 覆う形状で確認された。なお、ドーム内部では、Ca がブランク試料と比較して減少しているものの、成分の沈殿部等の特異な分布は見られなかった。

OPC-60、1/100 濃度人工海水の外観変化無、接液部処理無の浸漬期間 4 ヶ月試料では、10μm 程度の薄い Mg 濃度の高い部分が確認され、Ca 濃度が高い部分は確認されなかった。

FAC30 の試料では、人工海水の濃度や浸漬期間に関わらず、全ての試料で外観変化は無く、そのためドームを除去する接液部処理を実施しなかった。人工海水の浸漬期間 4 ヶ月試料の表層では、OPC 系材料と同様に外部には 70μm 程度の Ca 濃度の高い部分が確認された。Mg 濃度の高い部分も確認されたが OPC 系材料とは生成位置が異なり、セメント相の内側の 50μm 程度の位置にあった。この Mg 濃度の高い部分では Ca 量が少ないことも確認された。

FAC30、1/10 濃度人工海水の浸漬期間 4 ヶ月試料では Mg 濃度の高い部分は試料外部に数μm、セメント相内に深さ 50μm 程度の範囲に存在した。接液面外部で生成した Mg 部は高濃度であることから、Mg 含有量の多い鉱物 Brucite と推測されるが、セメント相内の Mg 部は外部生成鉱物と比較して濃度が低く、同部位では Ca 濃度はさらに低く、Si 濃度が高いことから、M-S-H が生成している可能性が示唆された。なお、M-S-H の生成の可能性については平成 29 年度に実施した浸漬期間 4 ヶ月の SEM 反射電子像観察および EDS による組成測定結果からも示唆されている（産総研ほか, 2018）。浸漬期間 14 ヶ月では Mg 濃度の高い部分はセメント相内 200μm 程度の深さまでの範囲で確認された。浸漬期間 4 ヶ月時点には Ca 濃度の高い部分はセメント相の内部表層付近のみで確認されたが 14 ヶ月では接液面外部に点在する形状でも確認された。

FAC30、1/100 濃度人工海水の浸漬期間 4 ヶ月試料では、セメント相内に数μm 位の Mg 濃度の高い部分が確認され、Mg 濃度の高い部分の内側では Ca 濃度の高い部位が観察された。

BFSC70 の試料も FAC30 と同様で、人工海水の濃度や浸漬期間に関わらず、全ての試料で外観変化は無く、接液部処理を実施しなかった。人工海水の浸漬期間 4 ヶ月試料の表層では、FAC30 と同様に外部には Ca 濃度の高い部分が確認され、厚さは 50μm 位であった。Mg 濃度の高い部分の生成位置は FAC30 と同様でセメント相内 30μm 程度の深さまでだった。この Mg 濃度が高い部分は Ca 量が少なかった。

BFSC70、1/10 濃度人工海水の浸漬期間 4 ヶ月試料では、Ca の高濃度部を明確に確認することはできなかったが、14 ヶ月ではセメント相内 50μm 程度の深さまで Ca 濃度の高い領域が確認できた。Mg 濃度の高い部分は浸漬期間 4 ヶ月時点では表層で数μm 程度確認できたが、セメント相の内外どちらに生成しているかは判別できなかった。浸漬期間 14 ヶ月では Mg 濃度の高い部分はセメント相内 300μm 程度の深さまで確認された。FAC30 と同様に同部位では Ca 濃度は低く、Si 濃度が高いことから、M-S-H が生成している可能性が考えられた。1/100 濃度人工海水の浸漬期間 4 ヶ月試料では、成分の沈殿部等の特異な分布は見られなかった。

表 2.2-14　接液面近傍の組成分布測定試料一覧

セメント材料	浸漬液	接液部外観変化	接液部処理	組成分布測定試料		
				4ヶ月	14ヶ月	比較
OPC-45	人工海水	無	無	○	○	●
		有	無			
			有			
	1/10 濃度人工海水	有	無	○	○	●
			有			
	1/100 濃度人工海水	無	無	○		
OPC-60	人工海水	無	無	○		
		有	無			
			有			
	1/10 濃度人工海水	有	無	○	○	●
			有			
	1/100 濃度人工海水	無	無	○		
FAC30	人工海水	無	無	○		
	1/10 濃度人工海水	無	無	○	○	●
	1/100 濃度人工海水	無	無	○		
BFSC70	人工海水	無	無	○		
	1/10 濃度人工海水	無	無	○	○	●
	1/100 濃度人工海水	無	無	○		

○：組成分布取得試料

●：組成分布の比較図作成

表 2.2-15　接液面近傍の沈殿成分一覧

セメント材料	浸漬液	接液部外観変化	接液部処理	4ヶ月		14ヶ月	
				接液面外部	接液面内部	接液面外部	接液面内部
OPC-45	人工海水	無	無	Ca Mg		Ca Mg	
		有	無	—	—	—	—
			有	—	—	—	—
	1/10 濃度人工海水	有	無	Ca Mg		Ca Mg	
			有	—	—	—	—
	1/100 濃度人工海水	無	無	Mg		—	—
OPC-60	人工海水	無	無	Ca Mg		—	—
		有	無	—	—	—	—
			有	—	—	—	—
	1/10 濃度人工海水	有	無	Ca Mg		Ca Mg	
			有	—	—	—	—
	1/100 濃度人工海水	無	無	Mg		—	—
FAC30	人工海水	無	無	Ca	Mg	—	—
	1/10 濃度人工海水	無	無	Mg	Ca Mg	Ca	Ca Mg
	1/100 濃度人工海水	無	無	Mg	Ca Mg	—	—
BFSC70	人工海水	無	無	Ca	Mg	—	—
	1/10 濃度人工海水	無	無	Mg	Ca Mg	Mg	Ca Mg
	1/100 濃度人工海水	無	無	Mg	Mg	—	—

—：分析結果　　空欄：Ca、Mg の沈殿物がない、または判断が難しい。

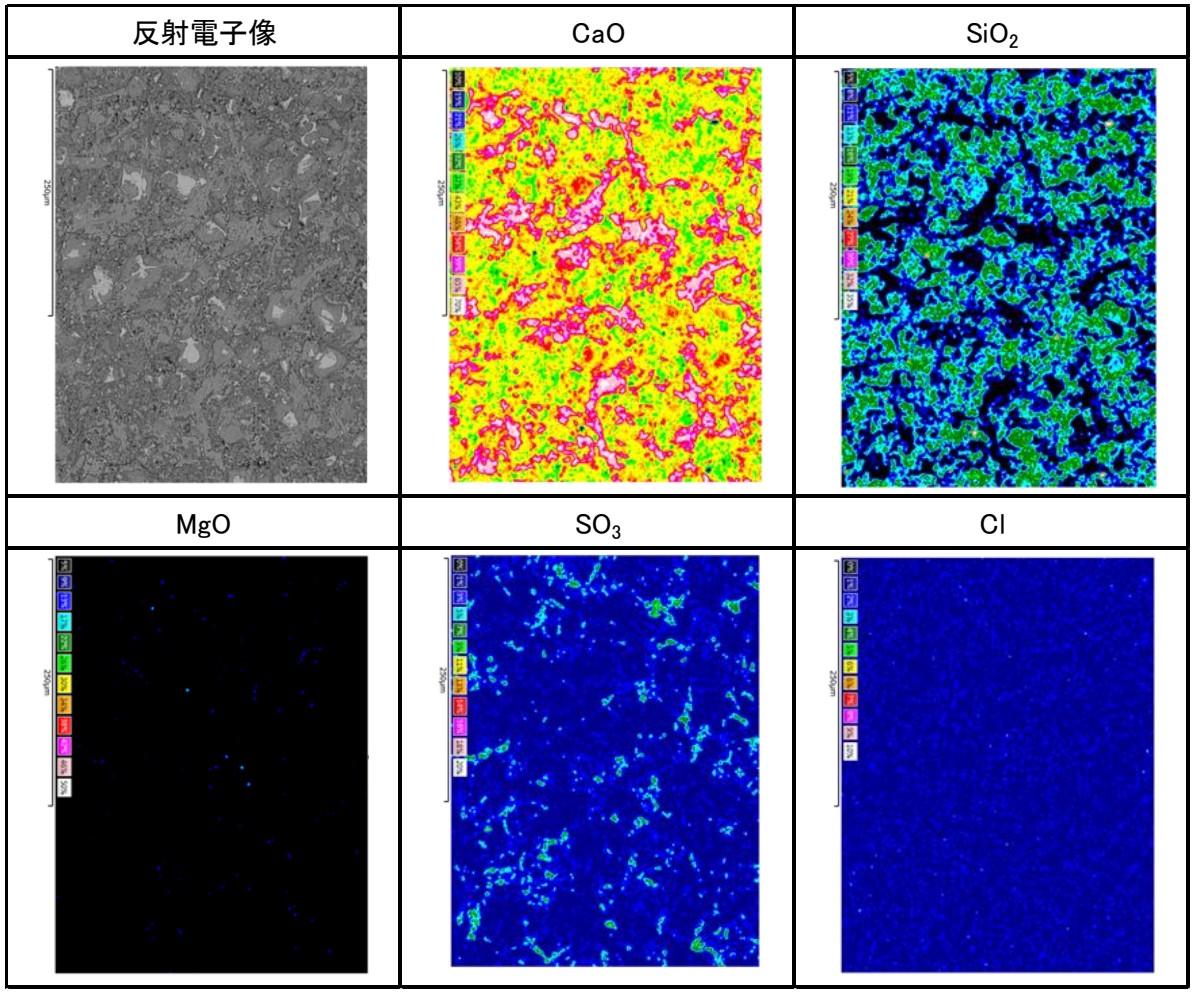


図 2.2-158　ブランク試料の組成分布（OPC-45）

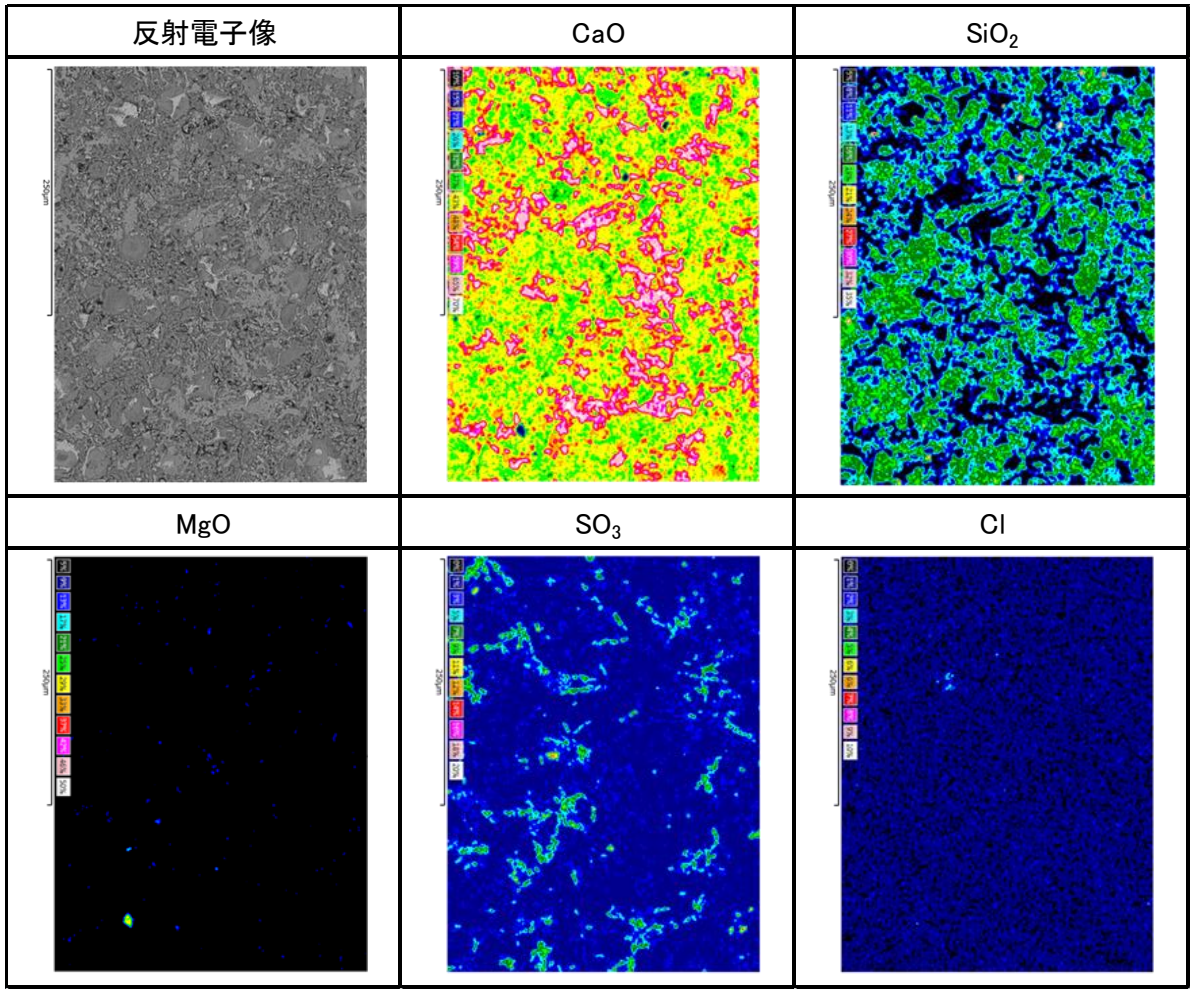


図 2.2-159　ブランク試料の組成分布（OPC-60）

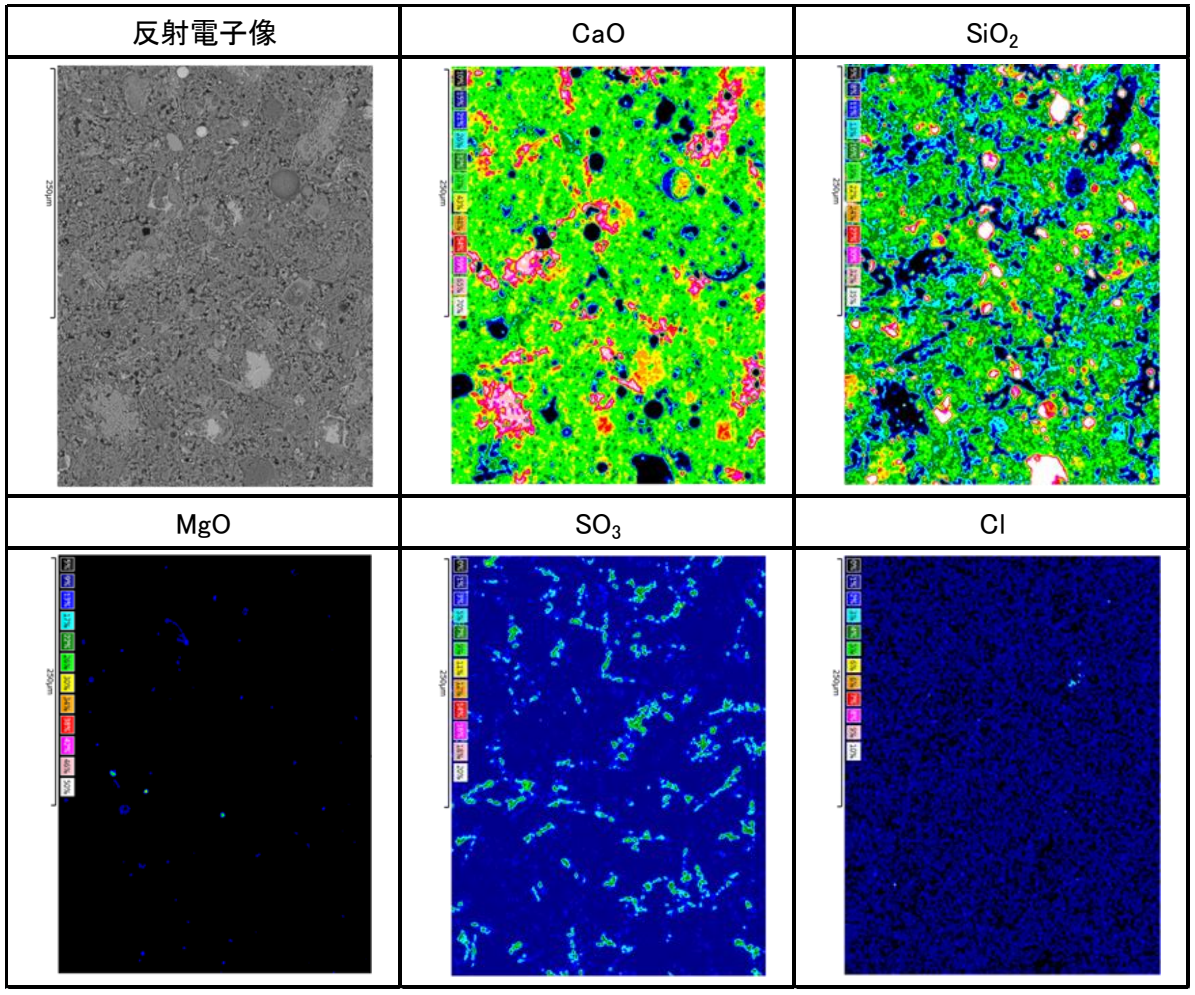


図 2.2-160　ブランク試料の組成分布（FAC30）

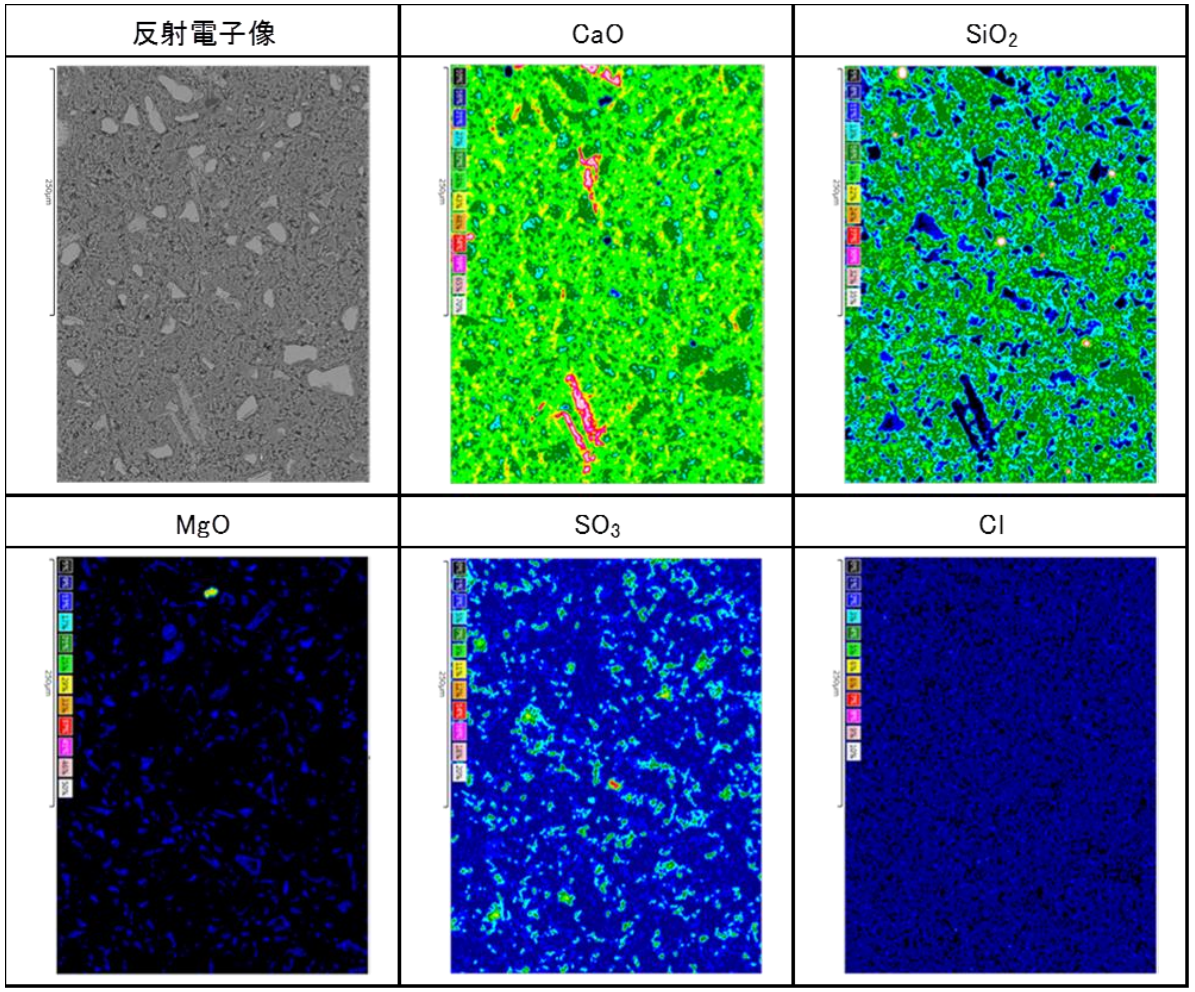


図 2.2-161　ブランク試料の組成分布（BFSC70）

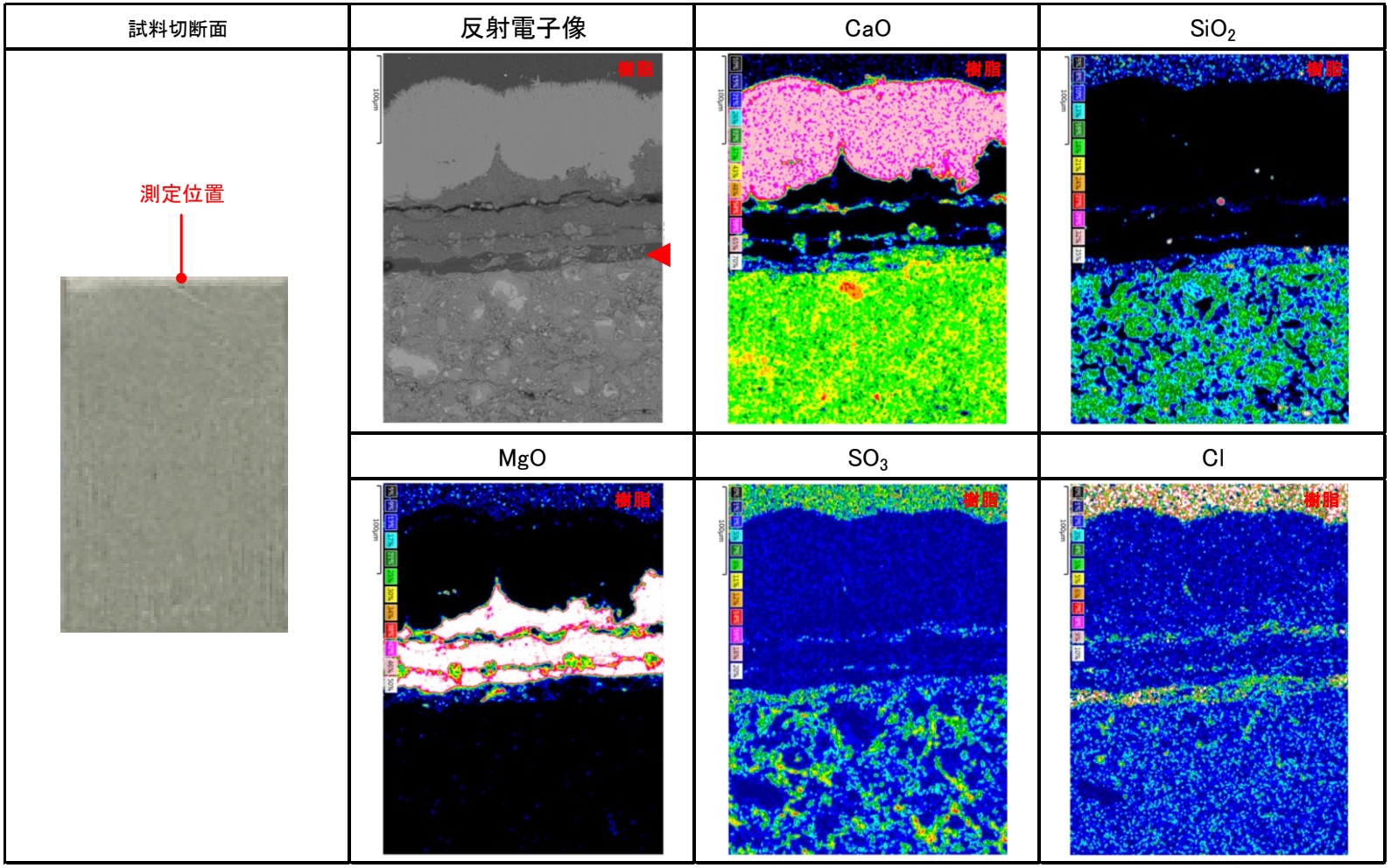


図 2.2-162　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面近傍の組成分布（OPC-45、人工海水：外観変化無、接液部処理無）

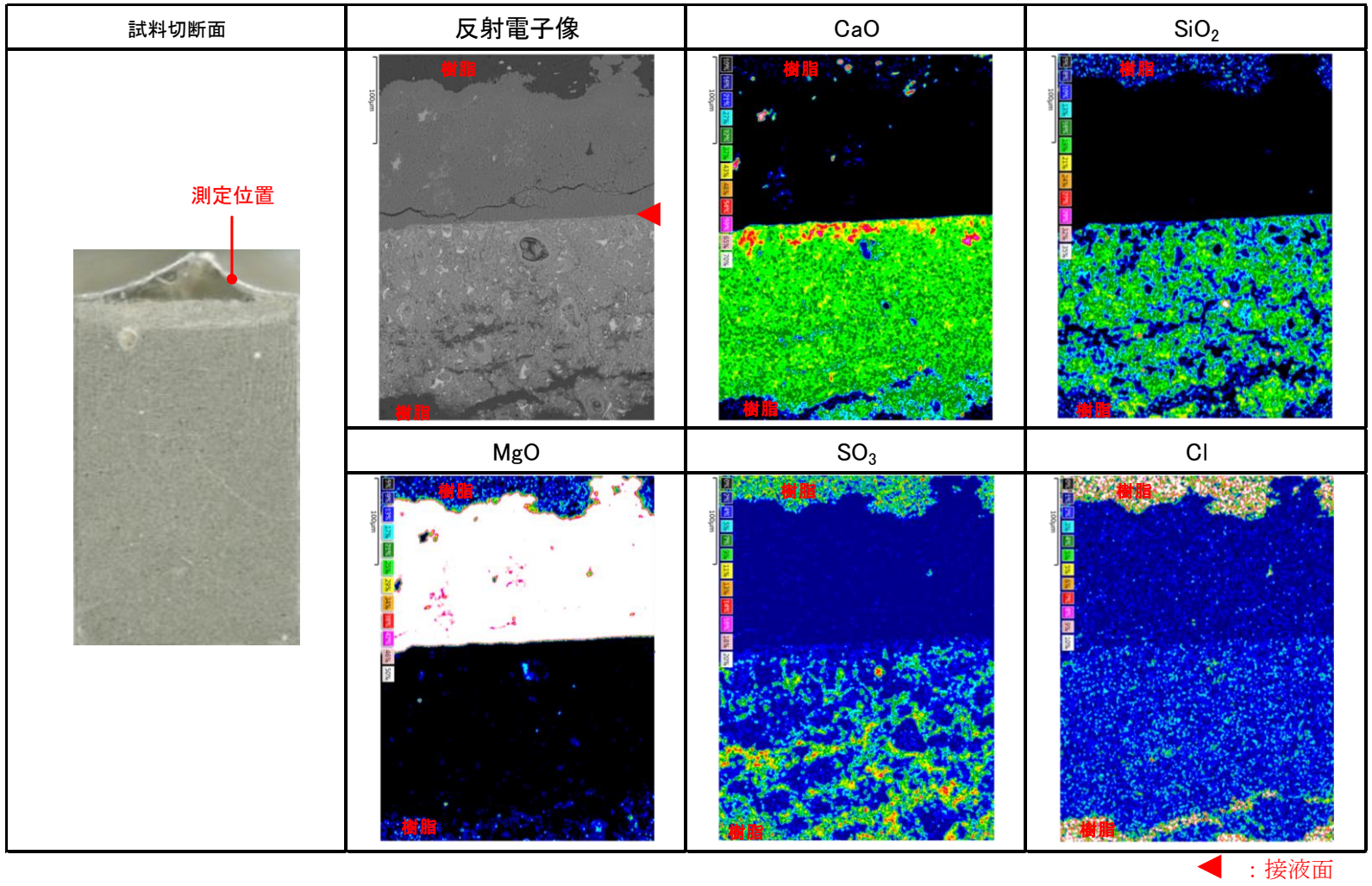


図 2.2-163　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面近傍の組成分布（OPC-45、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無）-1

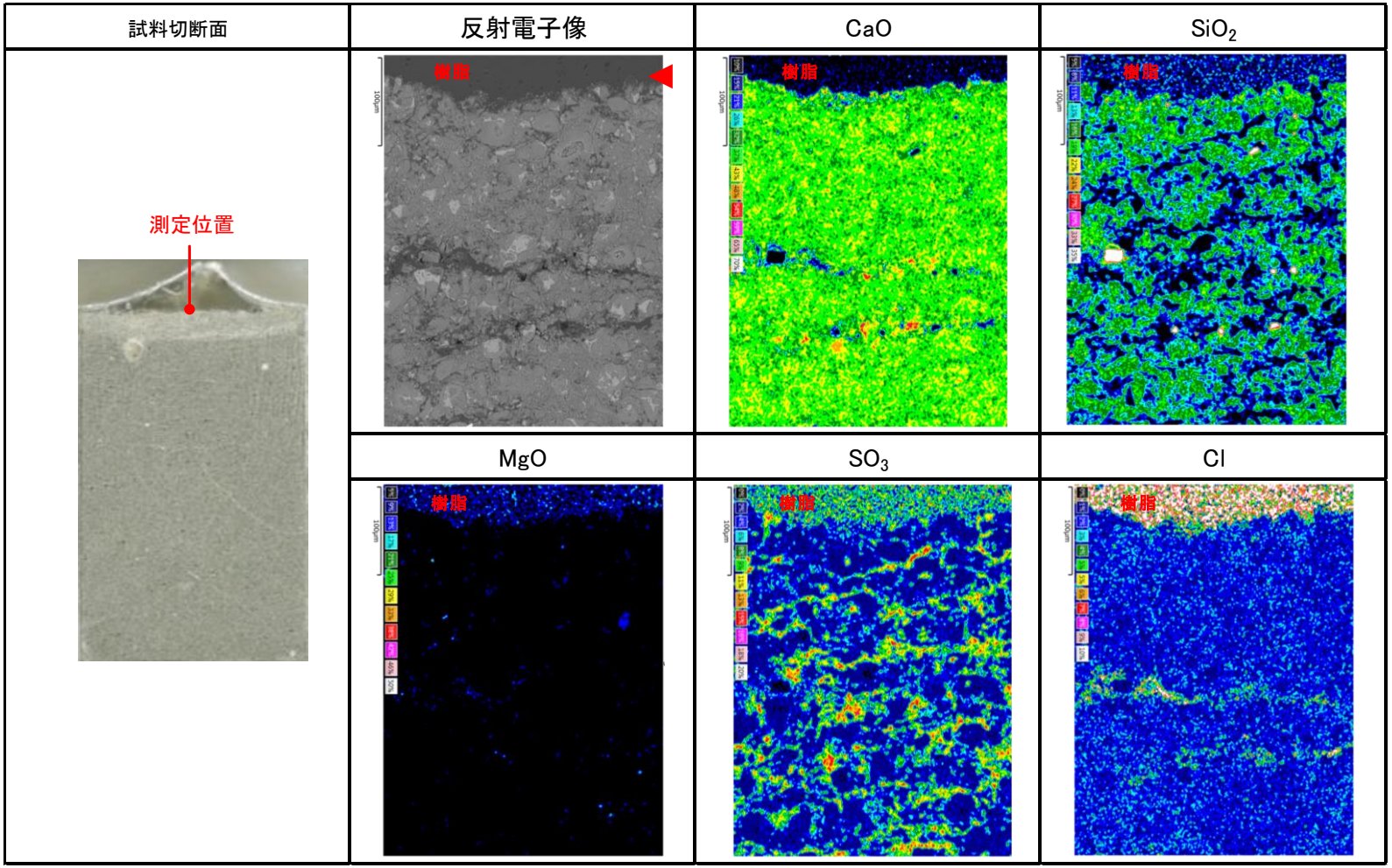


図 2.2-164　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面近傍の組成分布（OPC-45、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無）-2

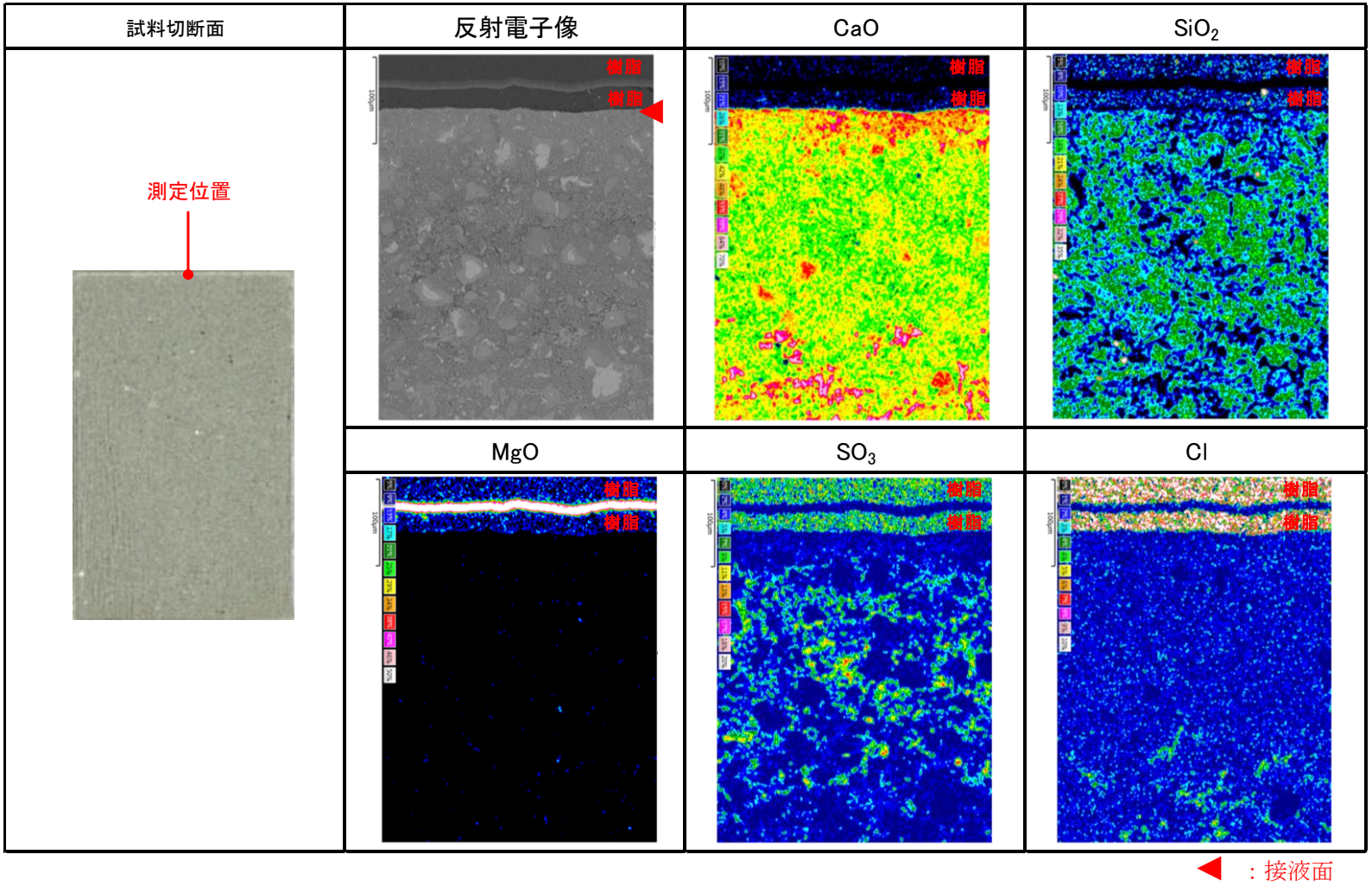


図 2.2-165　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面近傍の組成分布（OPC-45、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

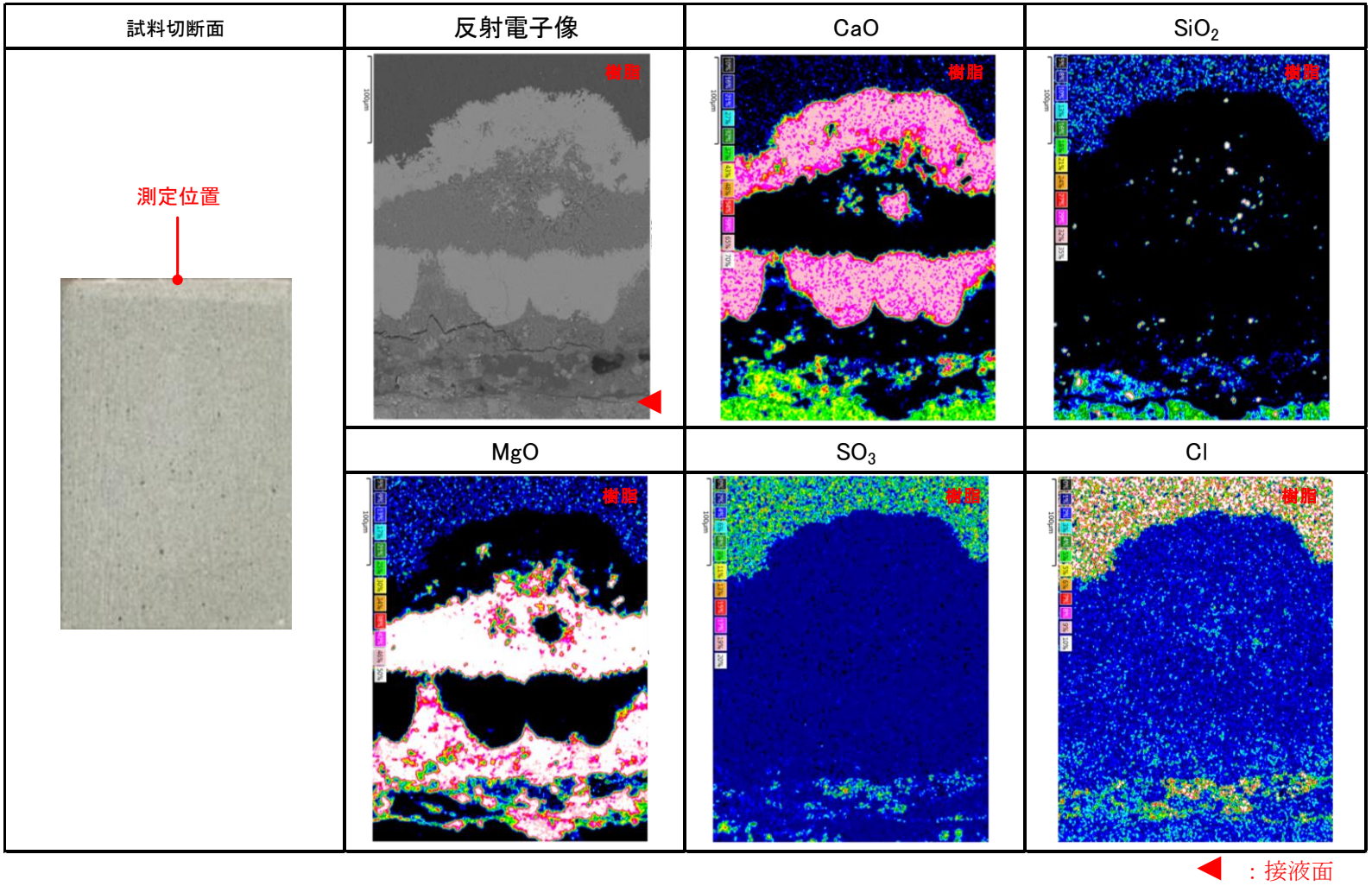


図 2.2-166　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面近傍の組成分布（OPC-60、人工海水：外観変化無、接液部処理無）

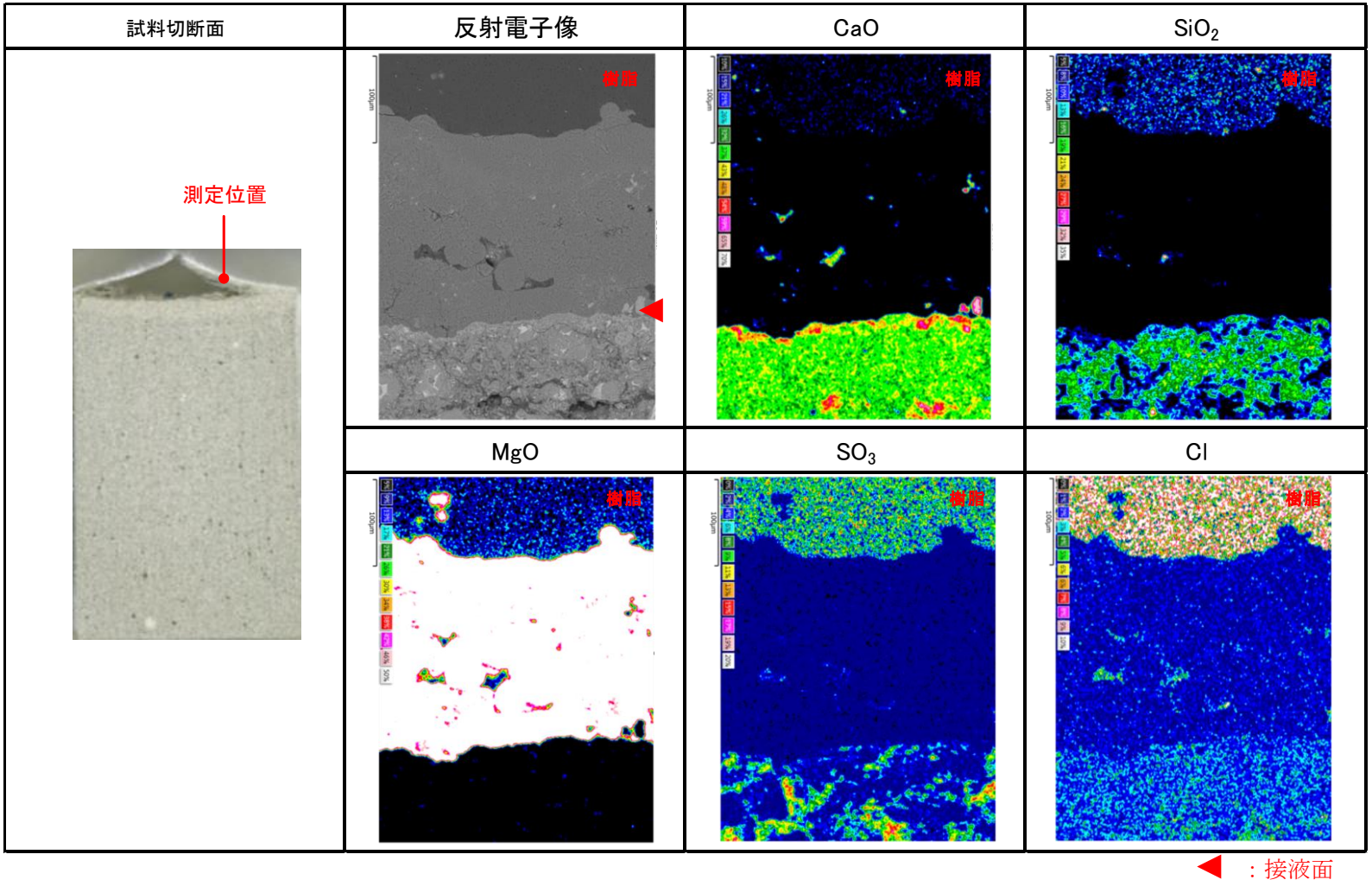


図 2.2-167　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面近傍の組成分布（OPC-60、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無）-1

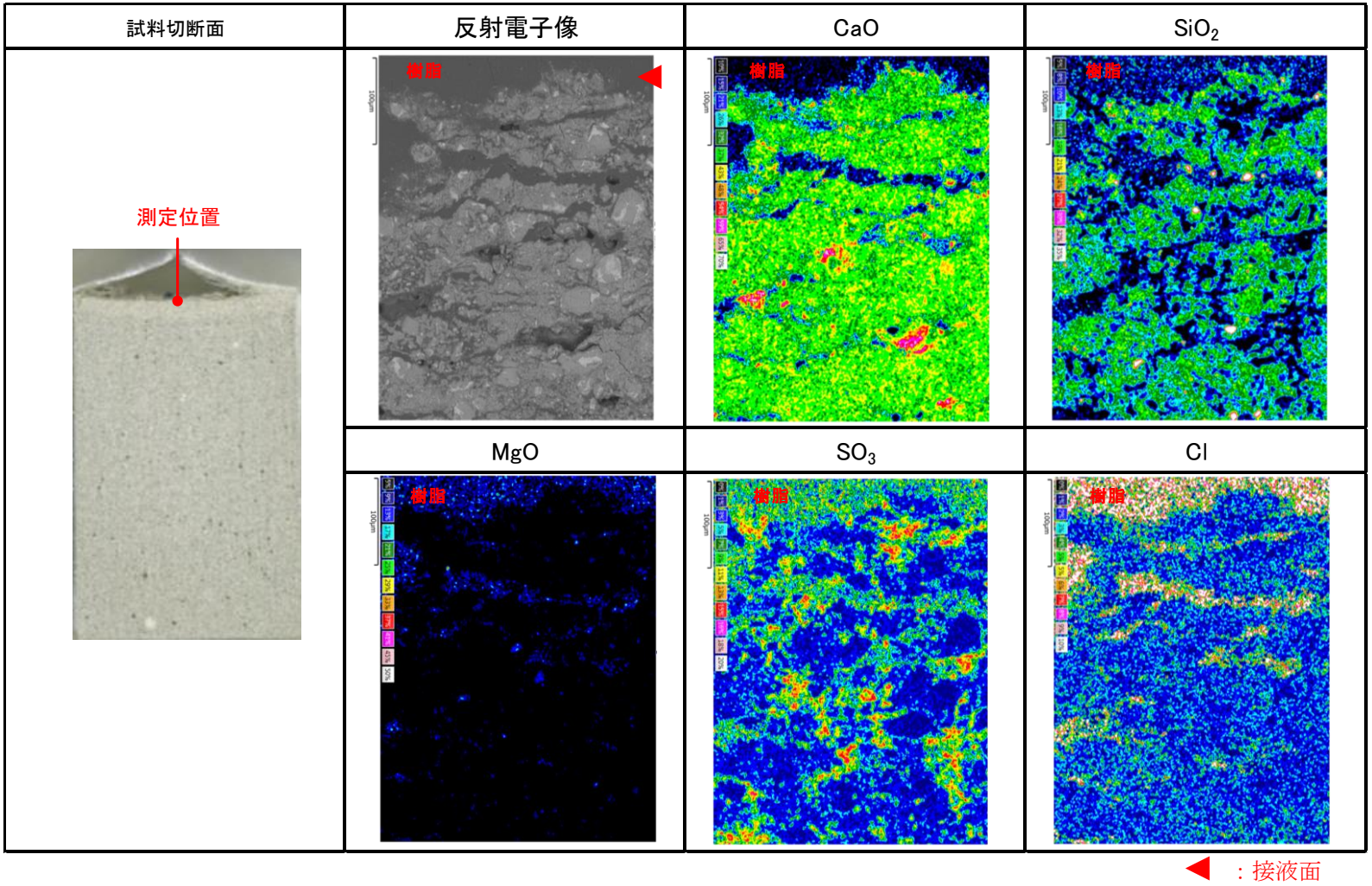


図 2.2-168　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面近傍の組成分布（OPC-60、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無）-2

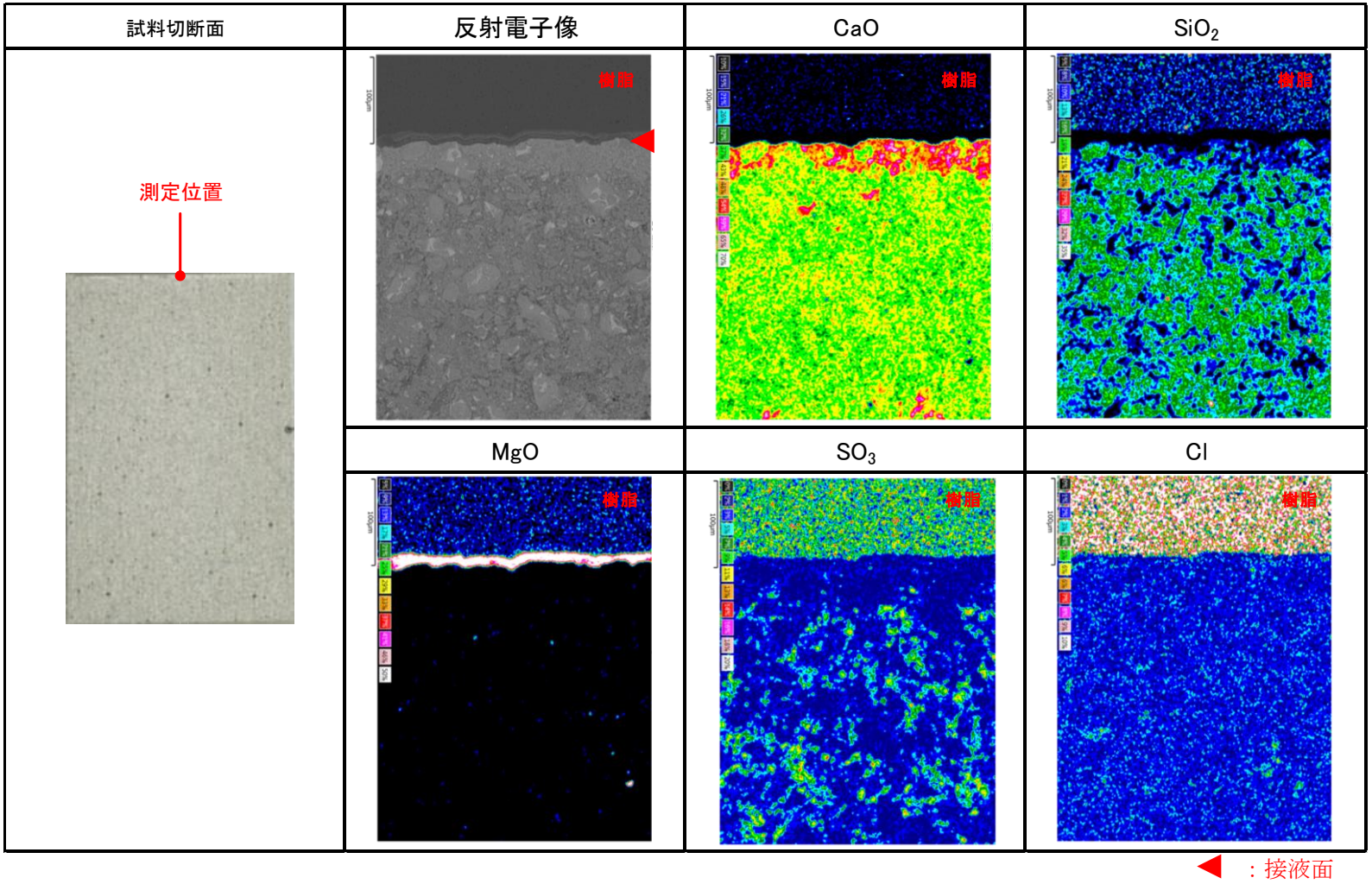


図 2.2-169　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面近傍の組成分布（OPC-60、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

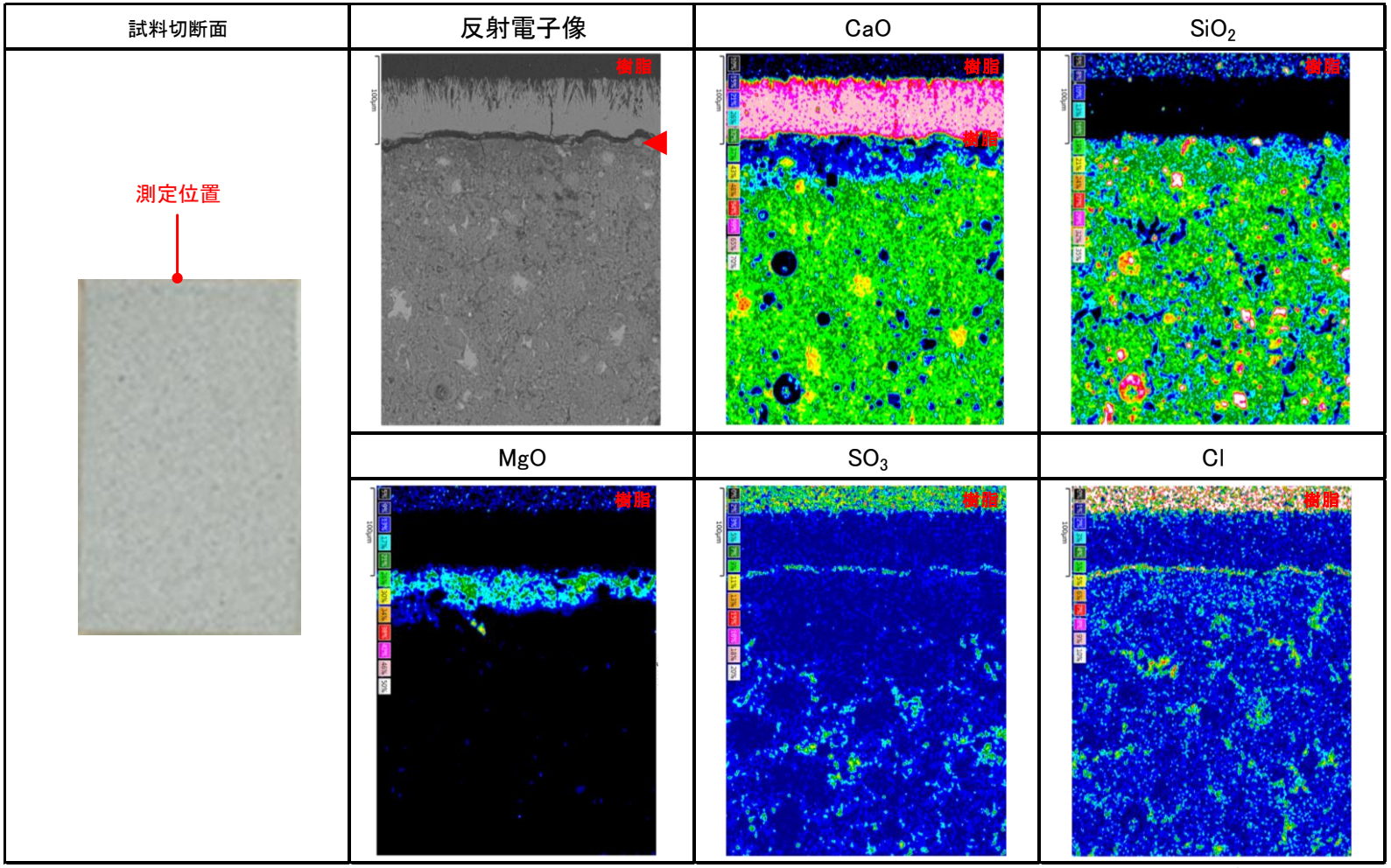


図 2.2-170　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面近傍の組成分布（FAC30、人工海水：外観変化無、接液部処理無）

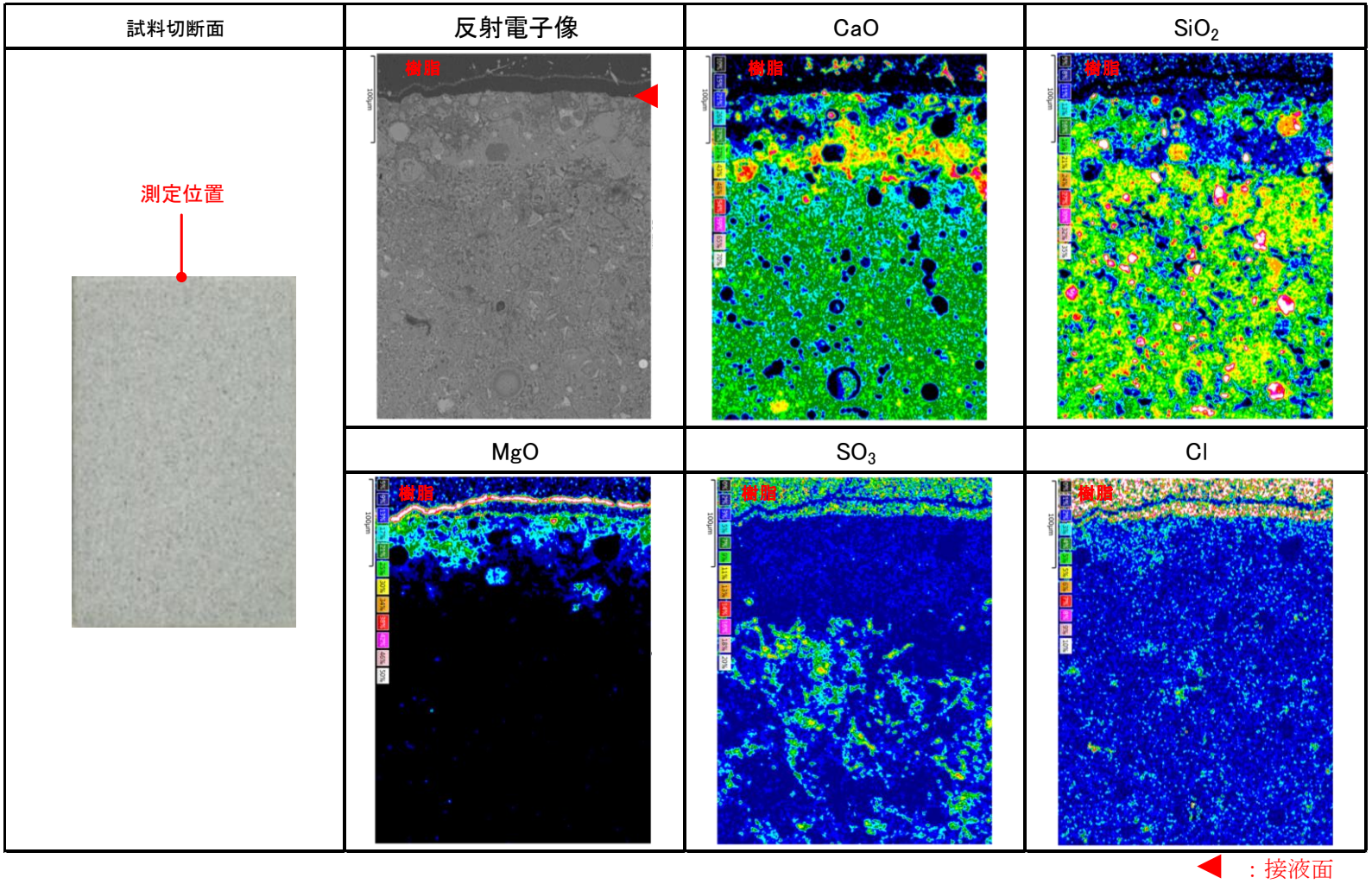


図 2.2-171　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面近傍の組成分布（FAC30、1/10 人工海水：外観変化無、接液部処理無）

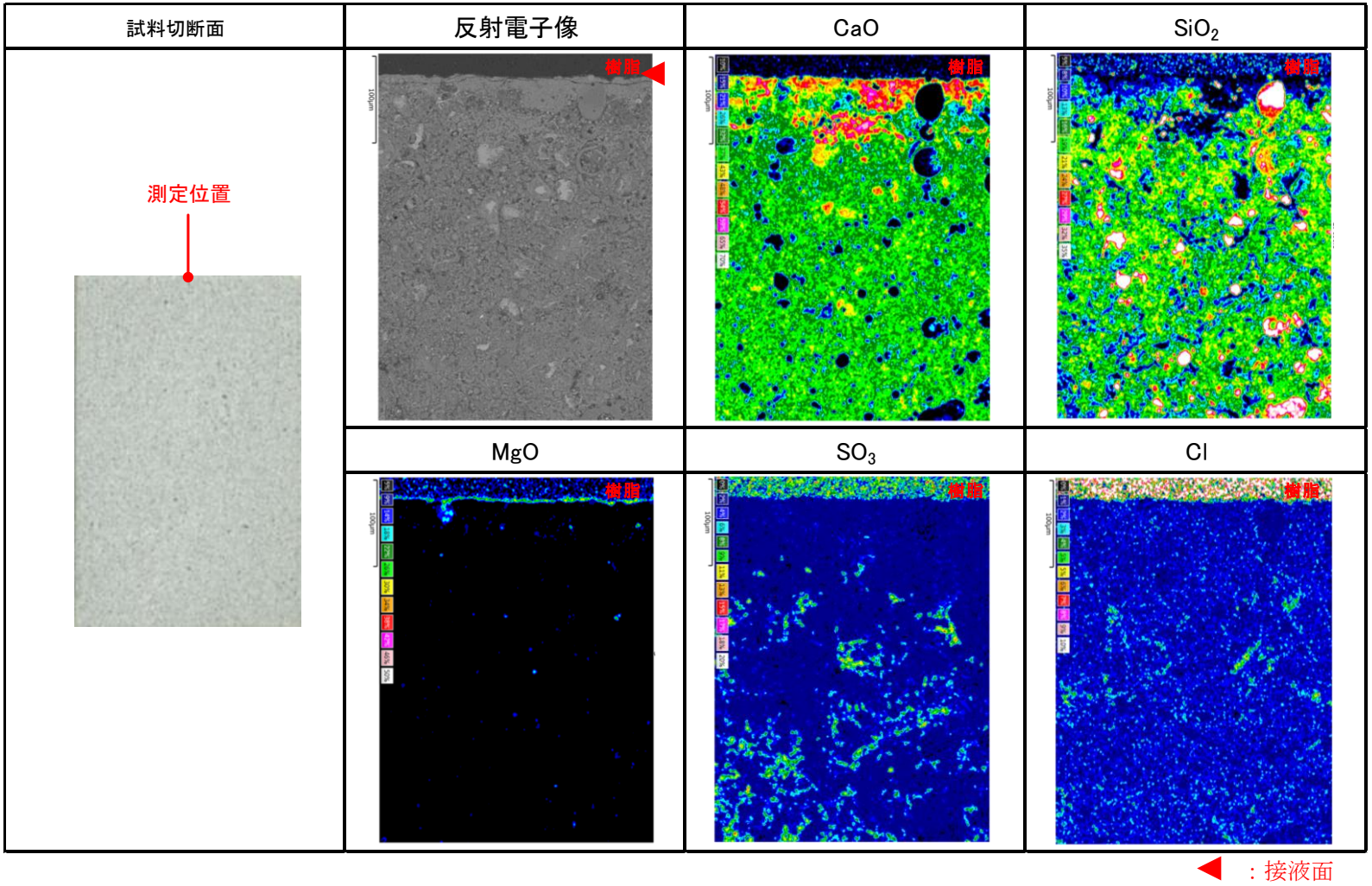


図 2.2-172　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面近傍の組成分布（FAC30、1/100 人工海水：外観変化無、接液部処理無）

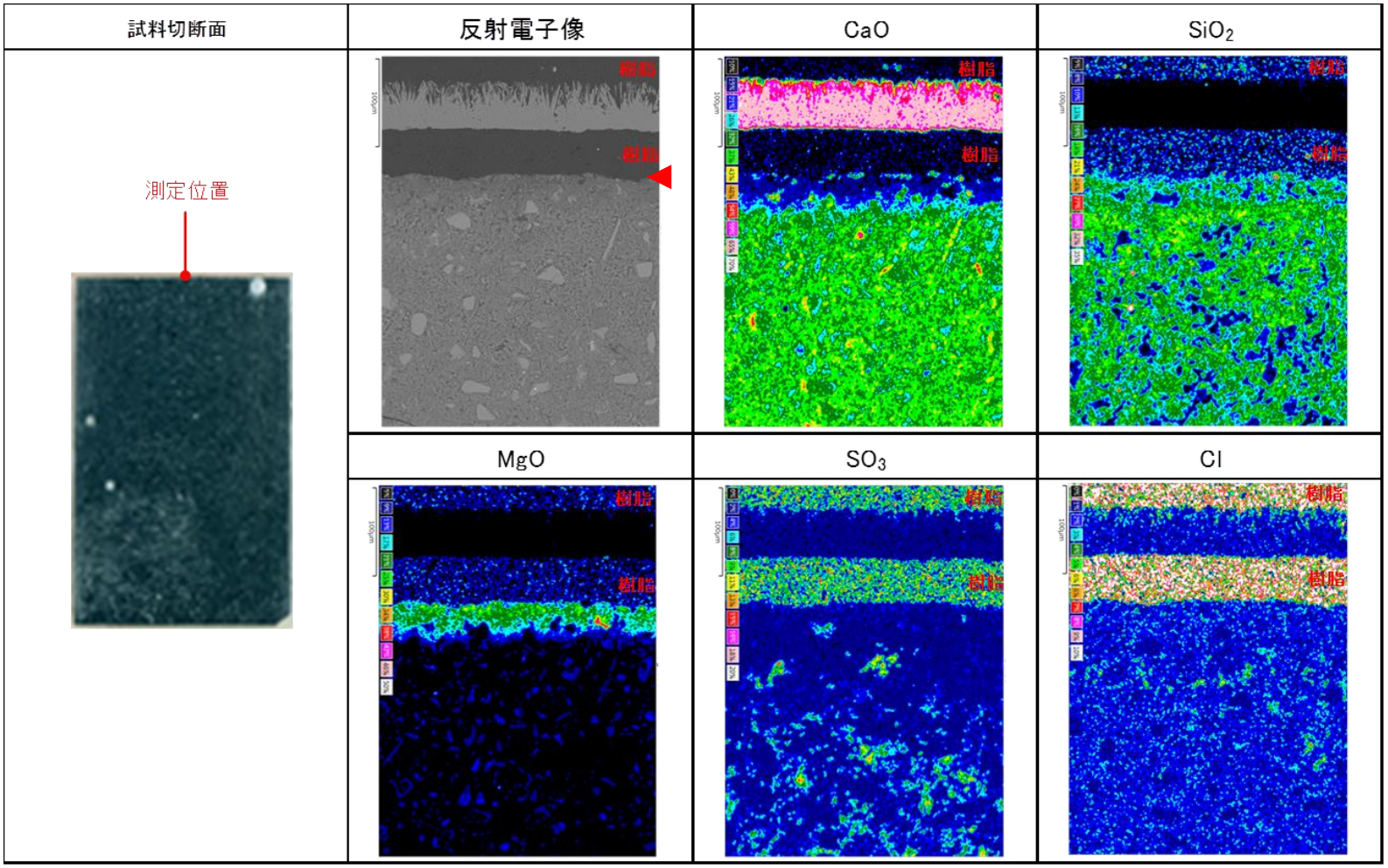


図 2.2-173　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面近傍の組成分布（BFSC70、人工海水：外観変化無、接液部処理無）

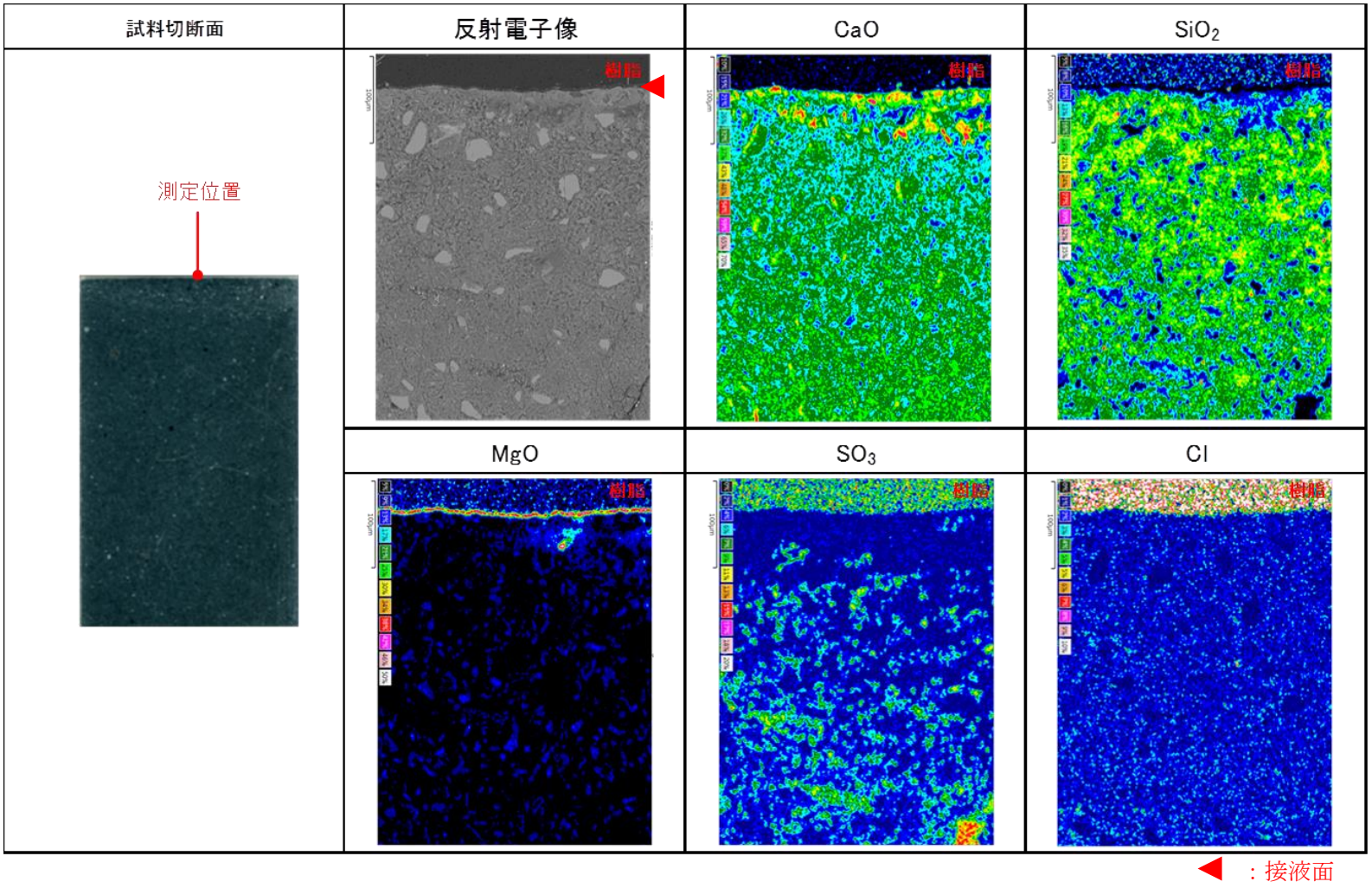


図 2.2-174　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面近傍の組成分布（BFSC70、1/10 人工海水：外観変化無、接液部処理無）

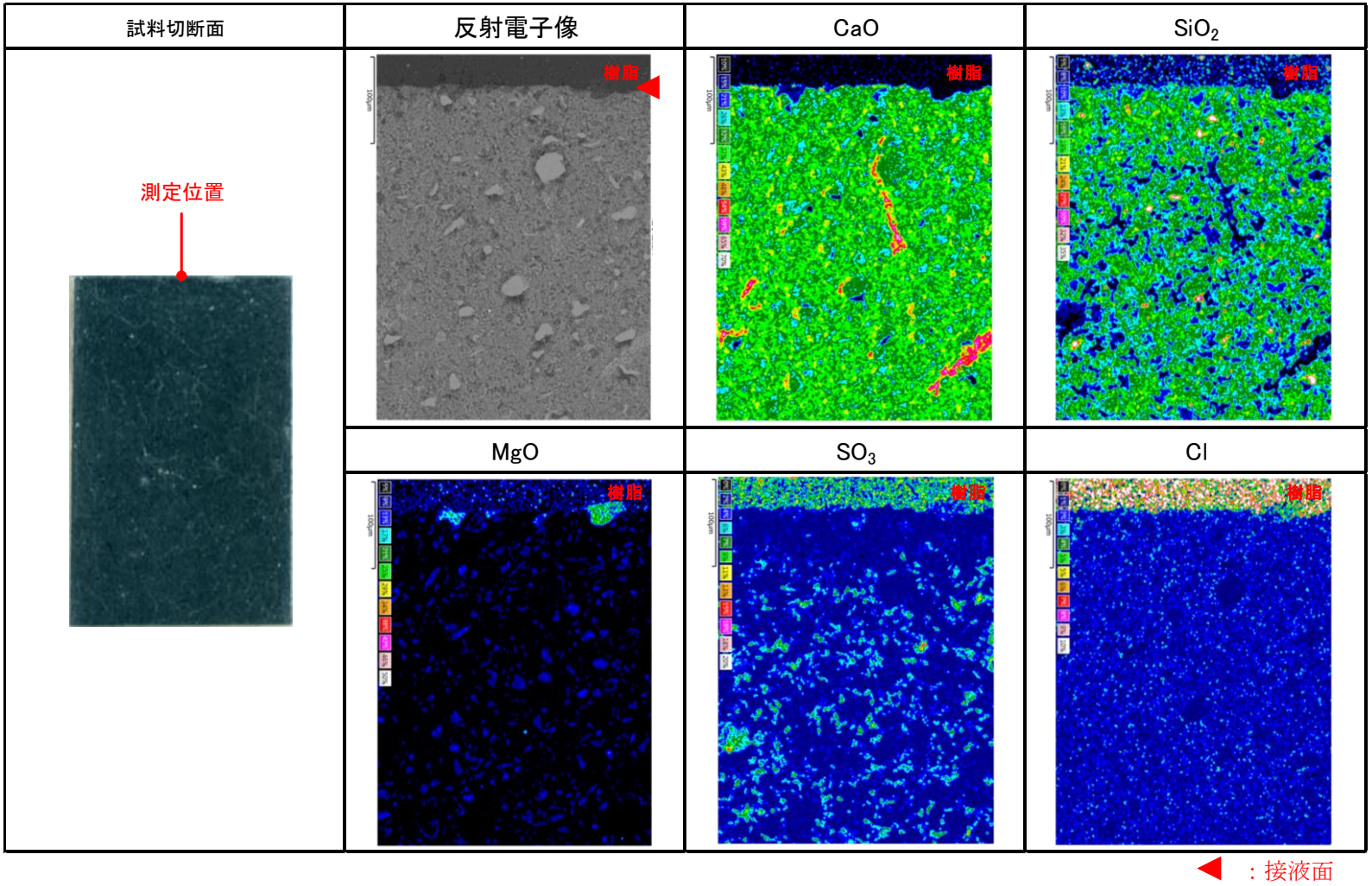


図 2.2-175　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面近傍の組成分布（BFSC70、1/100 人工海水：外観変化無、接液部処理無）

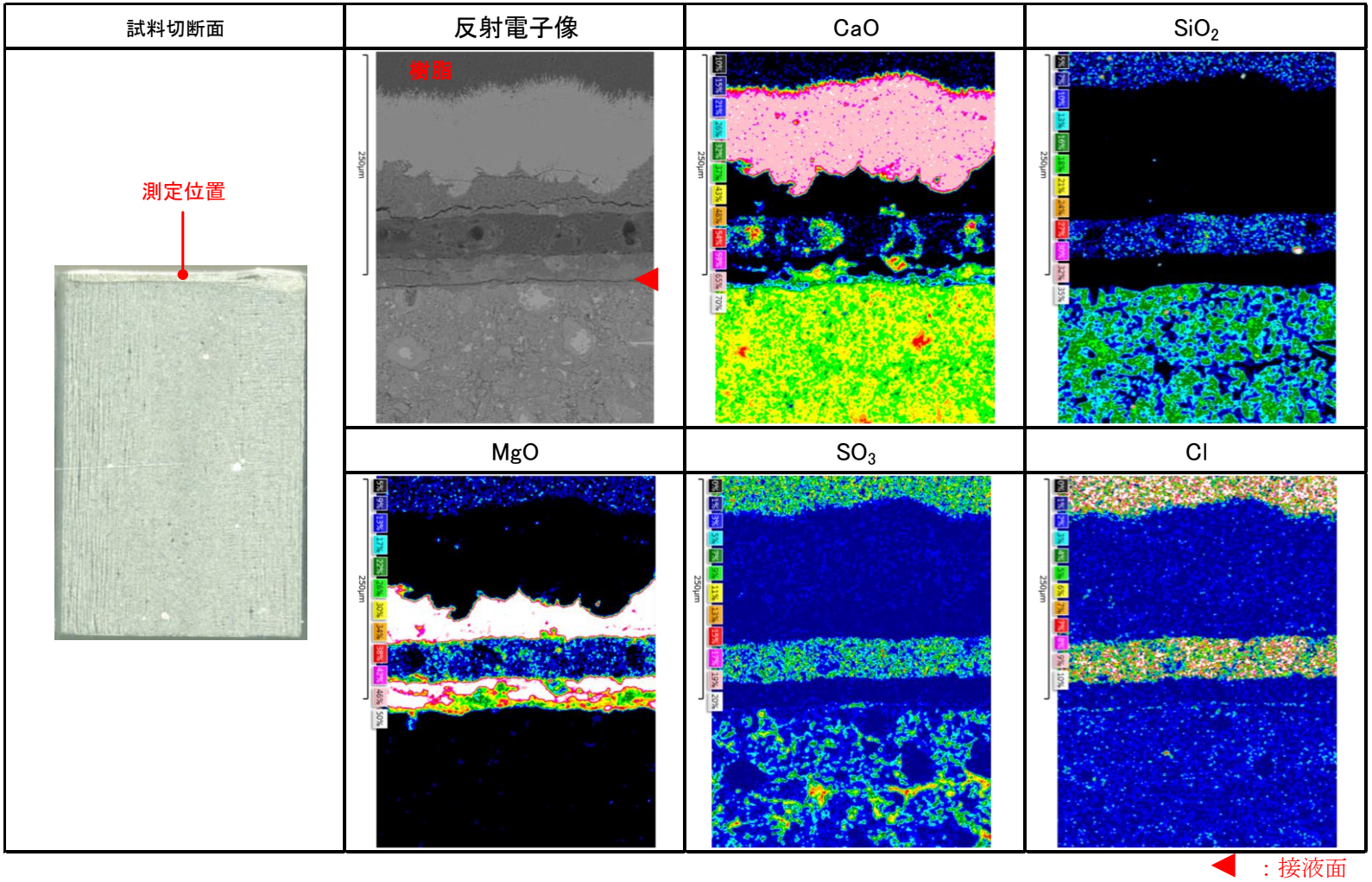


図 2.2-176　浸漬期間 14 ヶ月試料の接液面近傍の組成分布（OPC-45、人工海水：外観変化無、接液部処理無）

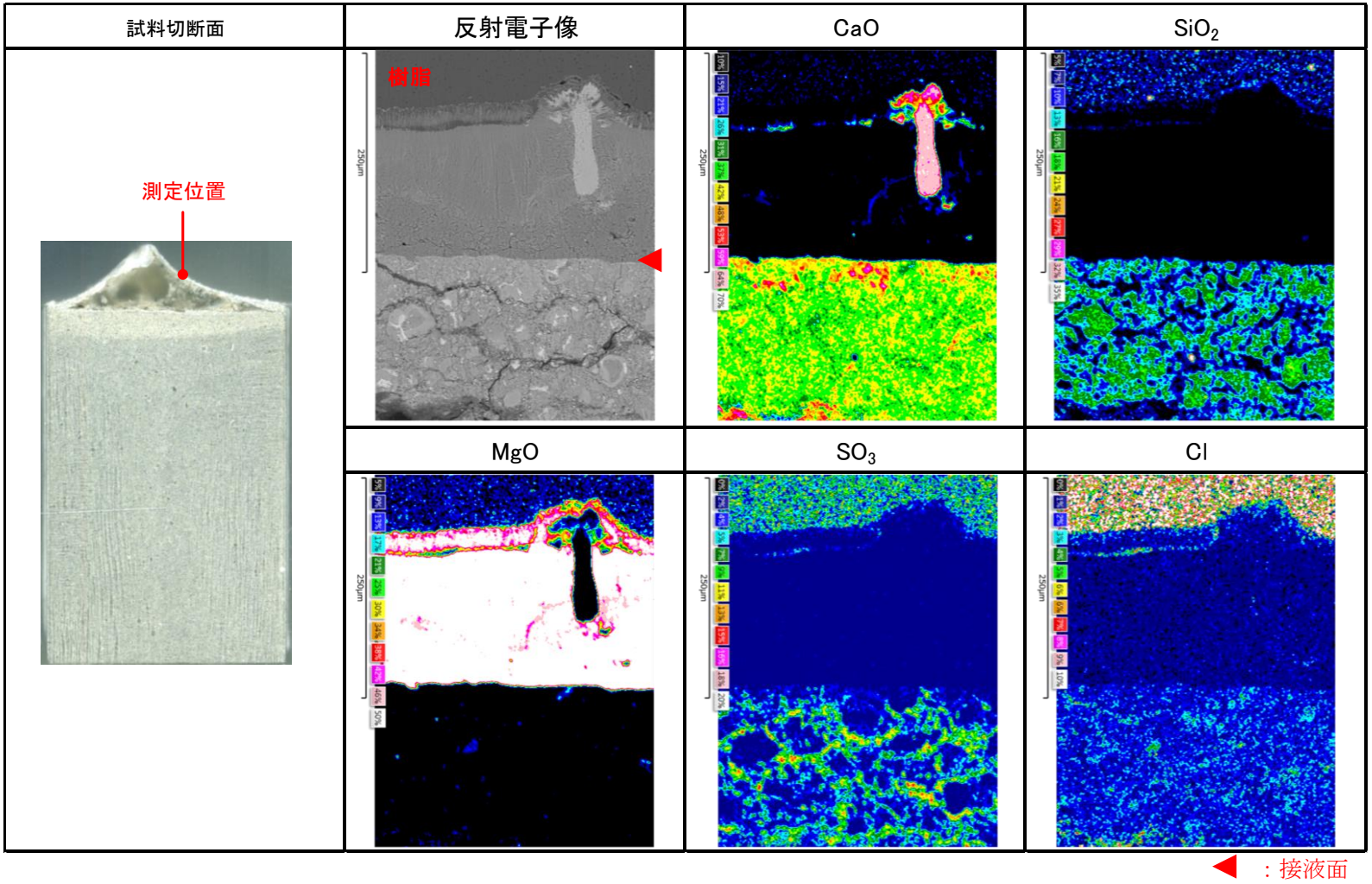


図 2.2-177　浸漬期間 14 ヶ月試料の接液面近傍の組成分布（OPC-45、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無）

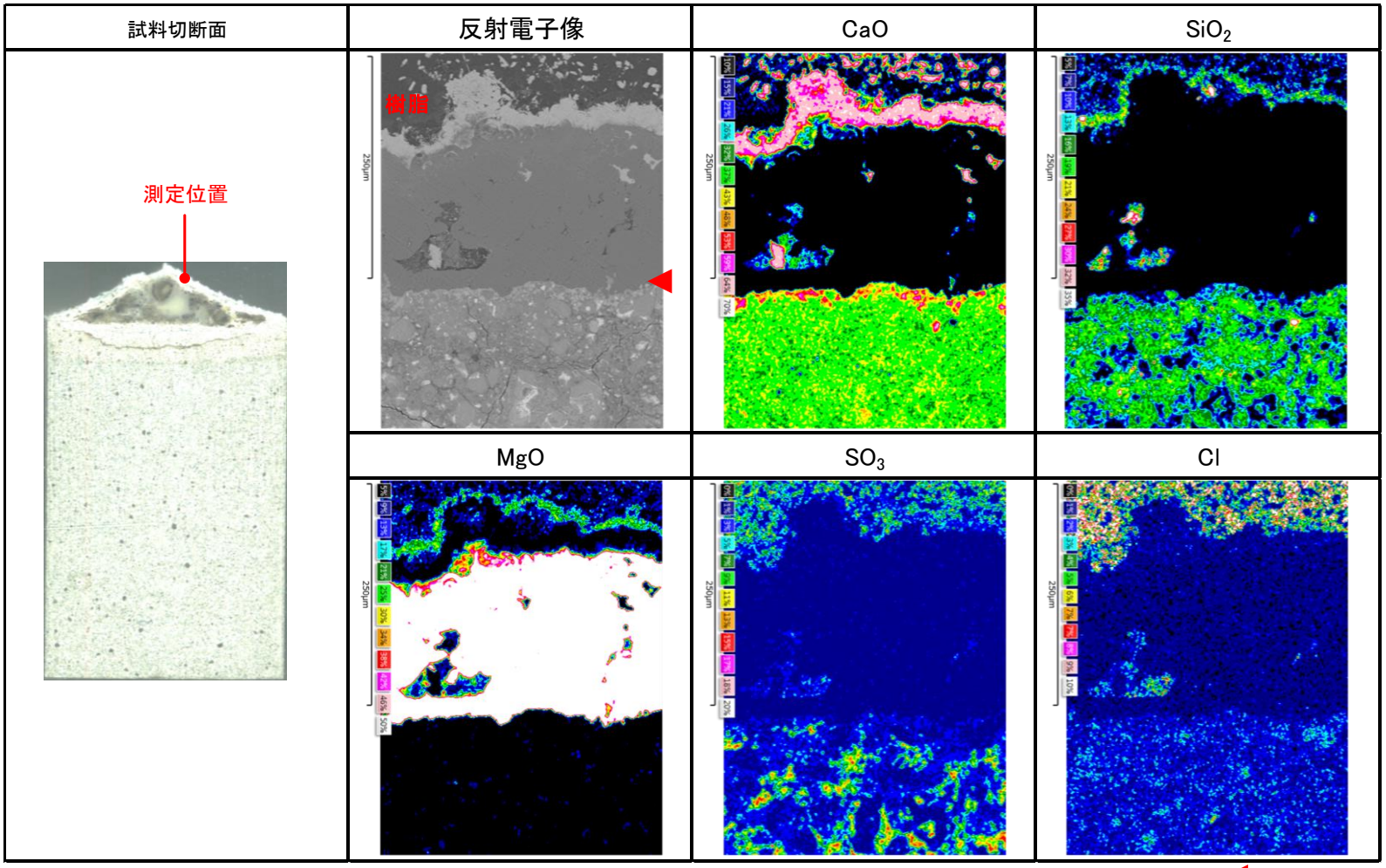


図 2.2-178　浸漬期間 14 ヶ月試料の接液面近傍の組成分布（OPC-60、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無）

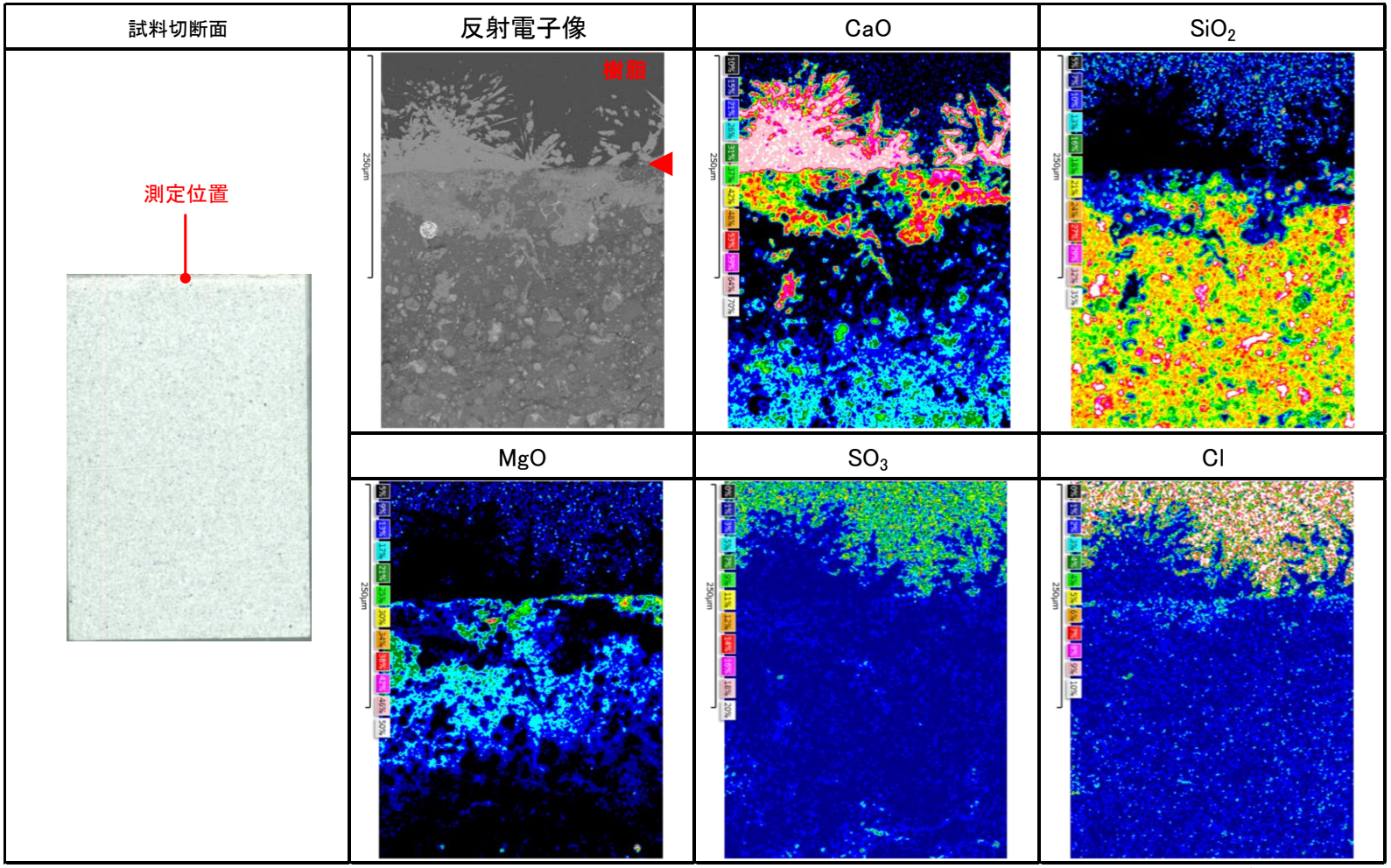


図 2.2-179　浸漬期間 14 ヶ月試料の接液面近傍の組成分布（FAC30、1/10 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

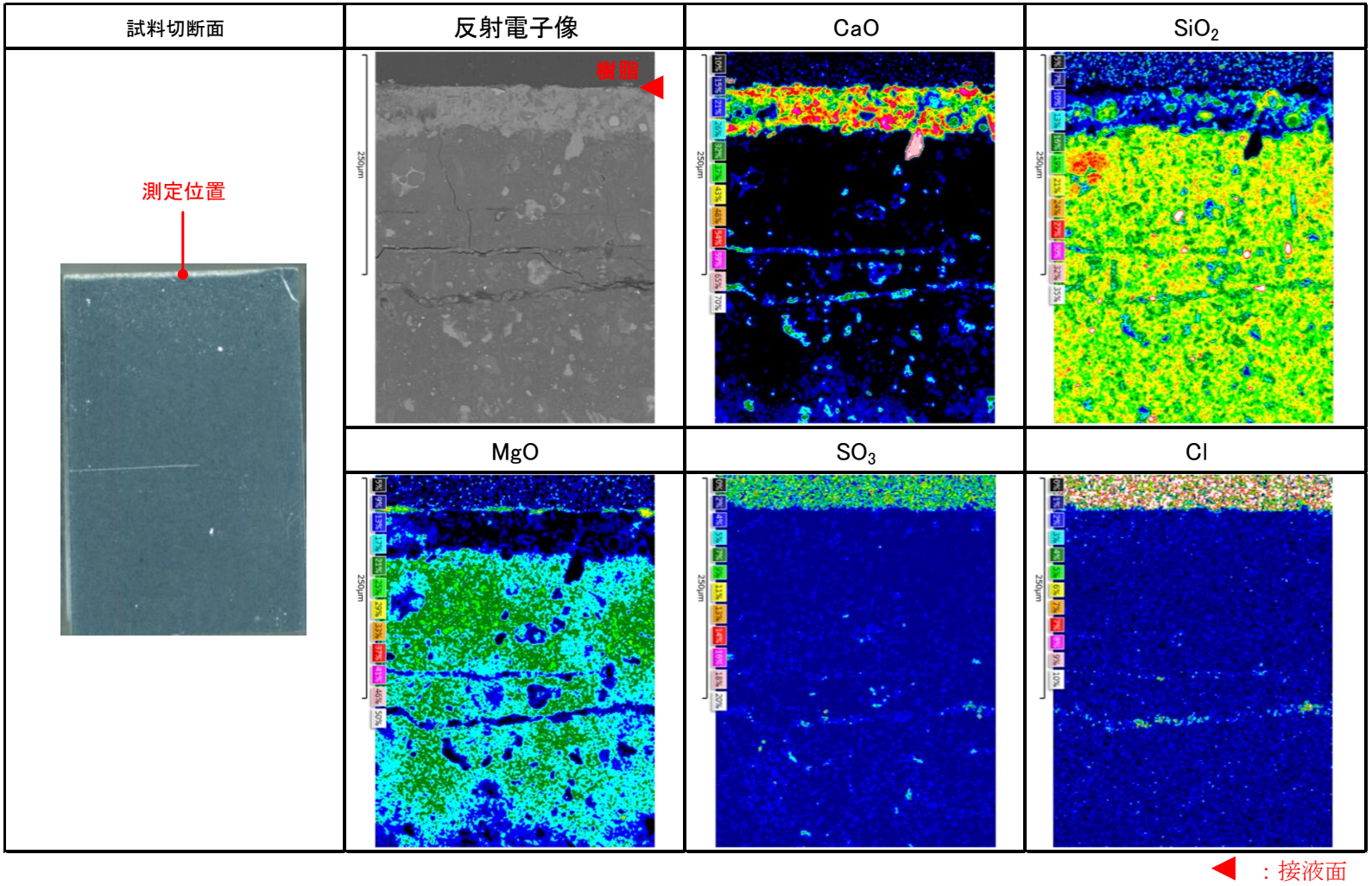


図 2.2-180　浸漬期間 14 ヶ月試料の接液面近傍の組成分布（BFSC70、1/10 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

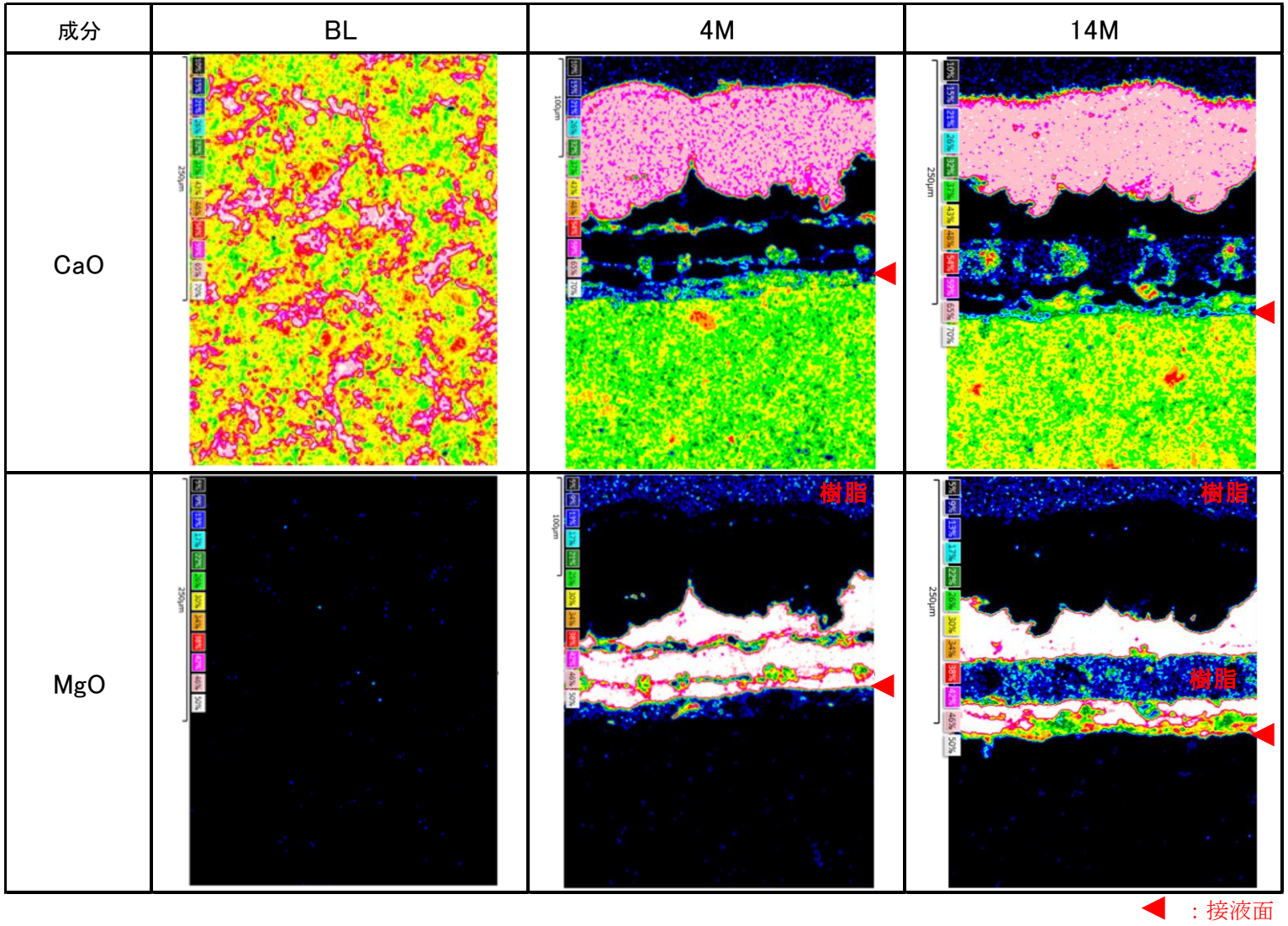


図 2.2-181　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月の接液面近傍の組成分布の比較（OPC-45、人工海水：外観変化無）

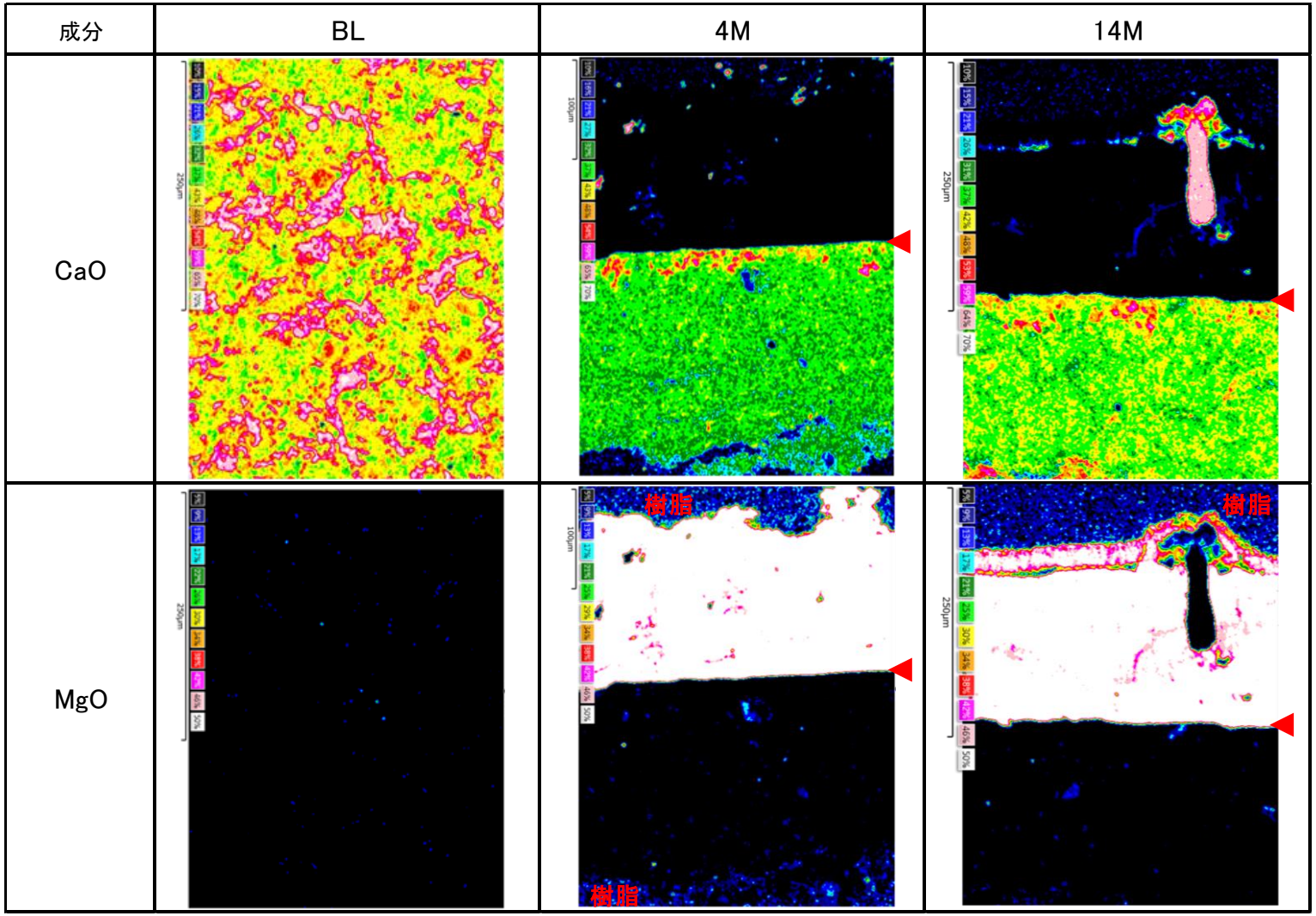


図 2.2-182　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月の接液面近傍の組成分布の比較（OPC-45、1/10 濃度人工海水：外観変化有）

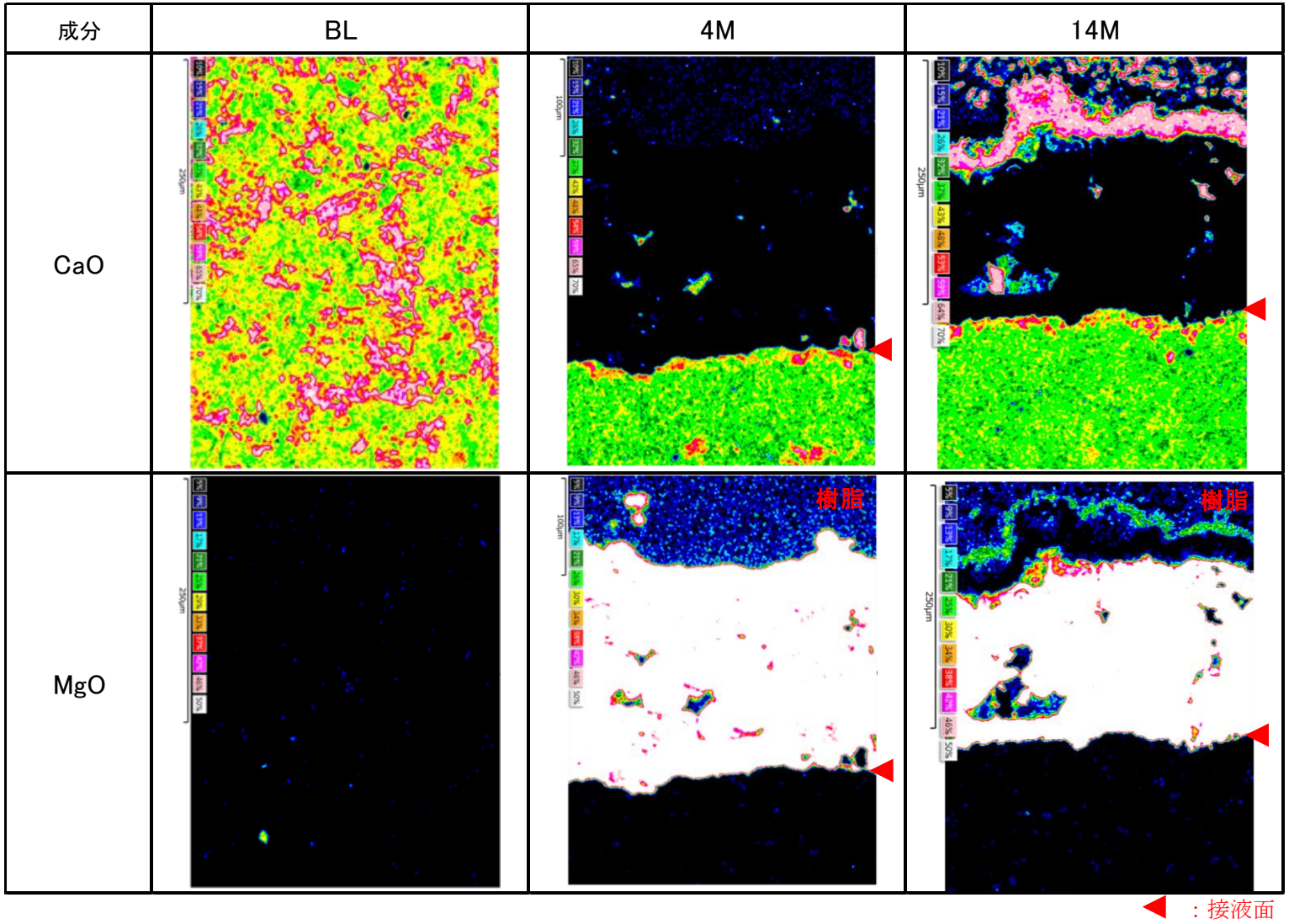


図 2.2-183　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月の接液面近傍の組成分布の比較（OPC-60、1/10 濃度人工海水：外観変化有）

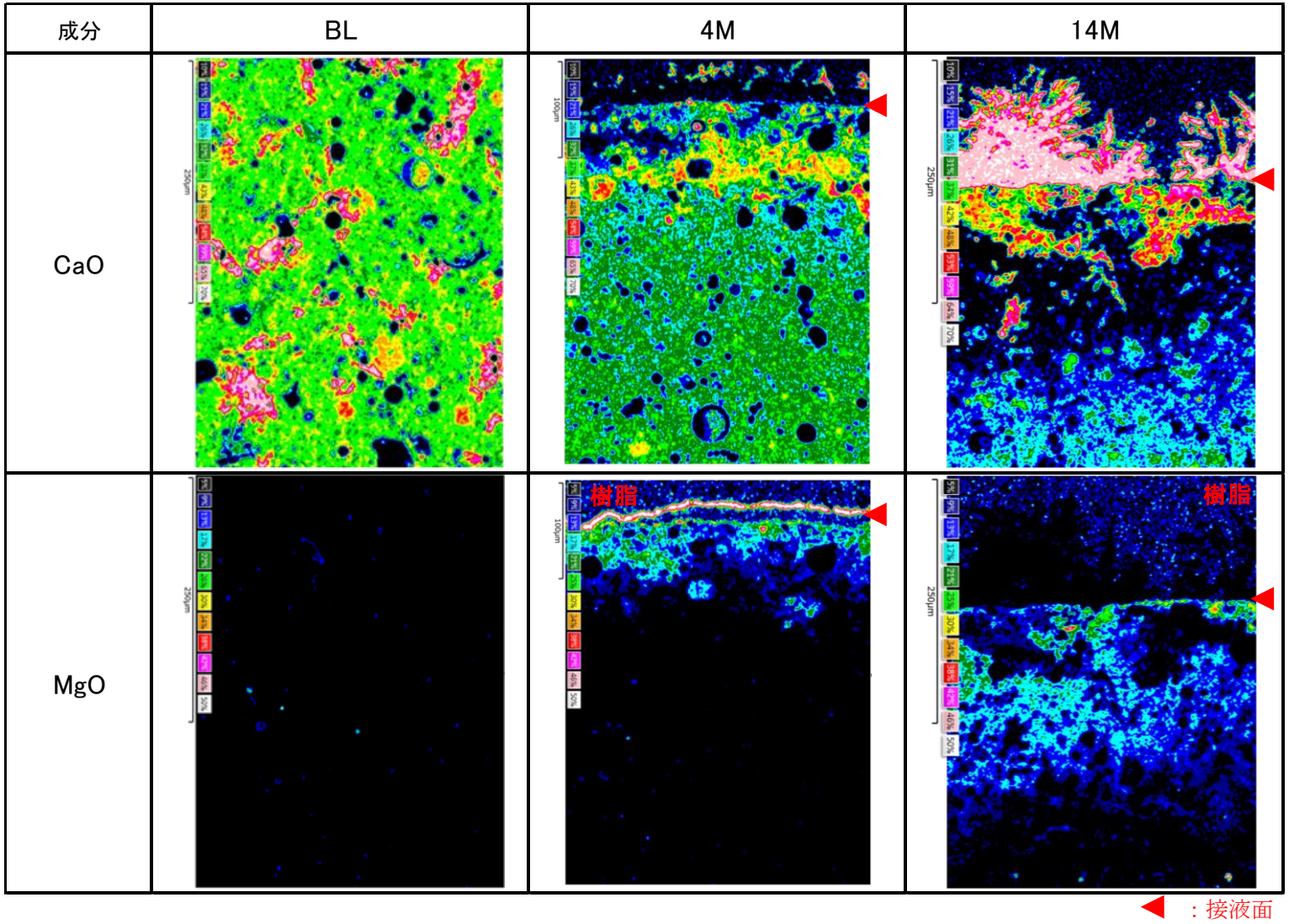


図 2.2-184　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月の接液面近傍の組成分布の比較（FAC30、1/10 濃度人工海水：外観変化無）

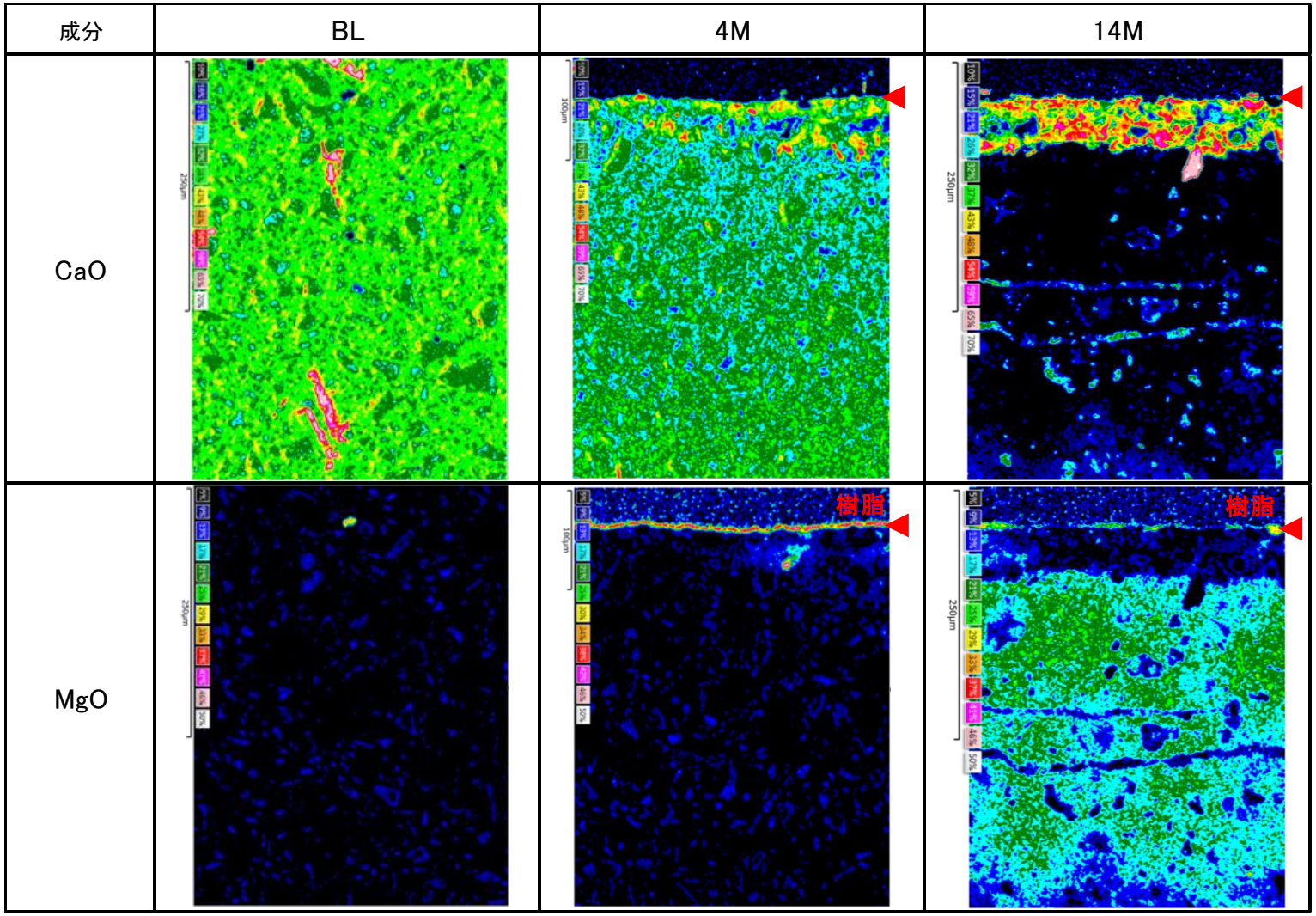


図 2.2-185　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月の接液面近傍の組成分布の比較（BFSC70、1/10 濃度人工海水：外観変化無）

2) 反射電子像の二値化画像から算出した空隙率の結果

SEM 測定で反射電子像を取得し、その画像データを二値化することで空隙率を算出した。画像処理においては、空隙は均一に分布していること、また、空隙の面積率は体積率に等しい前提条件のもと空隙率を算出している他、明らかにひび割れと判断できる領域の面積は減算した。観察範囲は 254×190μm でピクセル当たりの解像度は 0.2μm であることから、一般的なセメントペースト硬化体を構成する空隙としては粗大な領域の空隙となり、水銀圧入式やアルキメデス法から求める空隙率とは異なる。一方でセメントペースト硬化体の Ca 溶脱により増加する空隙は 1μm 前後と大径であることが知られており（林ほか, 2015）、本法の解像度で増加した空隙を測定することが可能である。空隙率測定試料の一覧表を表 2.2-16 に示す。また、二値化した画像から算出した空隙率を表 2.2-17 に、反射電子像観察と二値化した画像を図 2.2-186～図 2.2-188 に示す。なお、空隙率の測定は、浸漬間 14 ヶ月の試料のみ実施した。

OPC-45 の 1/10 濃度人工海水に浸漬した試料、外観変化有、接液部処理無の溶脱部では Cl 浸透部と比較して明らかに粗であり、二値化処理した画像でも空隙を示す白色部が多い、データ処理で算出した空隙率は、溶脱部 11.0%、Cl 浸透部 1.6%であった。

OPC-60 の 1/10 濃度人工海水に浸漬した試料、外観変化有、接液部処理無の溶脱部も OPC-60 と同様に Cl 浸透部と比較して明らかに粗であり、二値化処理した画像でも白色部が多い、データ処理で算出した空隙率は、溶脱部 11.7%、Cl 浸透部 4.8%であった。

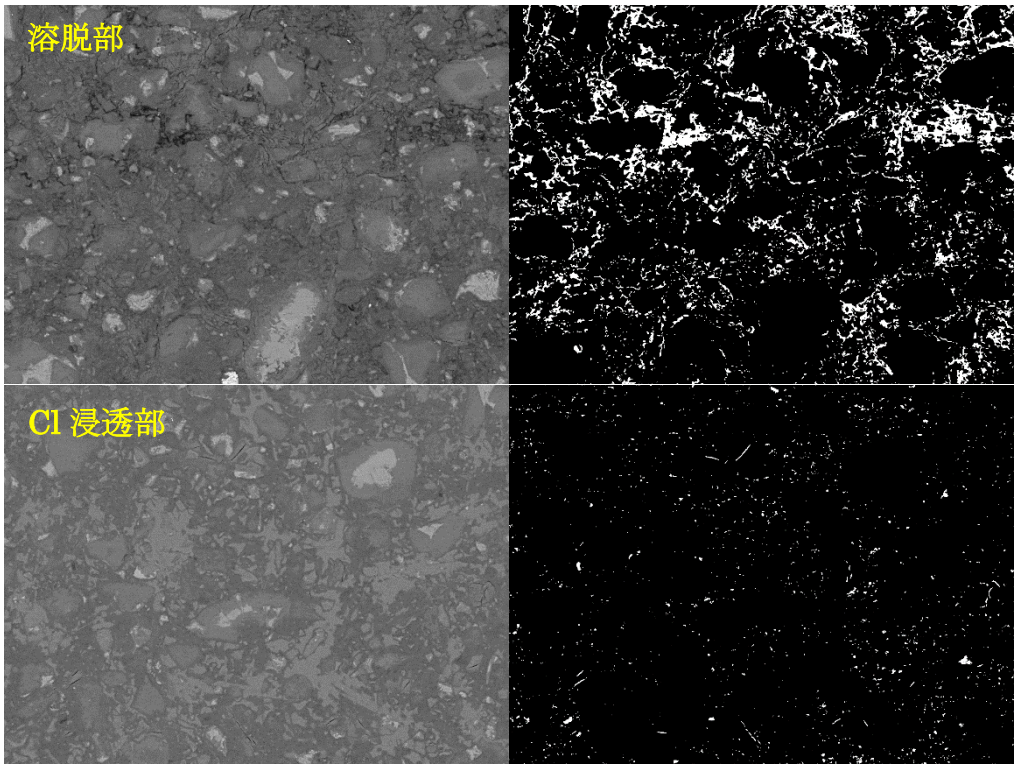
BFSC70 の 1/10 濃度人工海水に浸漬した試料、外観変化無、接液部処理無の二値化処理した画像の傾向は OPC 系材料とは異なり、データ処理で算出した空隙率も溶脱部 4.9%、Cl 浸透部 5.3%、健全部 6.0%と明確な差が確認されなかった。BFSC70 の溶脱部は OPC 系材料の溶脱部とは異なり、Ca が溶脱している部位で Mg が沈殿している。そのため、Ca が主成分の鉱物がなくなり単純に空隙が増加するのではなく、Mg が主成分の鉱物も生成し空隙量が増加しなかったと考えられる。ただし、本分析で二値化できる空隙は最小 0.2μm であることから、これ以下の空隙の増減は言及できない。

表 2.2-16　空隙率測定試料一覧

セメント材料	浸漬液	接液部外観変化	接液部処理	空隙率測定 14ヶ月
OPC-45	人工海水	無	無	
		有	無	
			有	
	1/10 濃度人工海水	有	無	○
			有	
	1/100 濃度人工海水	無	無	
OPC-60	人工海水	無	無	
		有	無	
			有	
	1/10 濃度人工海水	有	無	○
			有	
	1/100 濃度人工海水	無	無	
FAC30	人工海水	無	無	
	1/10 濃度人工海水	無	無	
	1/100 濃度人工海水	無	無	
BFSC70	人工海水	無	無	
	1/10 濃度人工海水	無	無	○
	1/100 濃度人工海水	無	無	

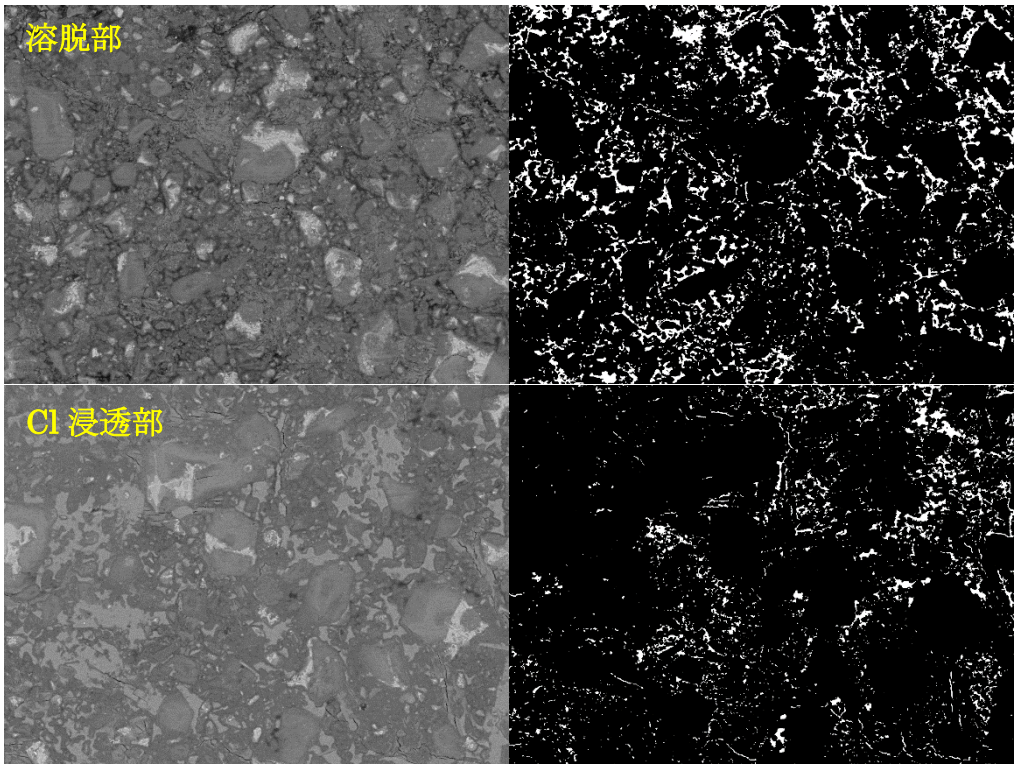
表 2.2-17　二値化した画像から算出した空隙率

試料名	浸漬液	接液部外観変化	接液部処理	測定位置	二値化した画像から算出した空隙率(%) 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
OPC-45	1/10 濃度人工海水	有	無	溶脱部	11.5	13.2	10.6	10.5	12.3	11.8	7.8	11.5	9.5	11.6	11.0
				Cl 浸透部	1.4	1.6	1.9	1.4	1.7	1.5	1.8	1.5	1.4	1.4	1.6
OPC-60	1/10 濃度人工海水	有	無	溶脱部	12.1	14.8	10.1	10.6	10.9	11.4	12.2	12.5	10.7	11.4	11.7
				Cl 浸透部	5.5	5.3	6.4	4.6	4.0	4.8	5.1	3.7	3.8	5.0	4.8
BFSC70	1/10 濃度人工海水	無	無	溶脱部	4.1	8.5	5.0	6.4	3.1	4.0	5.0	6.0	4.6	2.7	4.9
				Cl 浸透部	5.6	5.6	5.3	6.0	4.7	4.8	5.7	5.6	4.7	4.8	5.3
				健全部	5.8	6.0	5.5	6.9	6.5	5.6	6.4	5.3	6.6	5.4	6.0



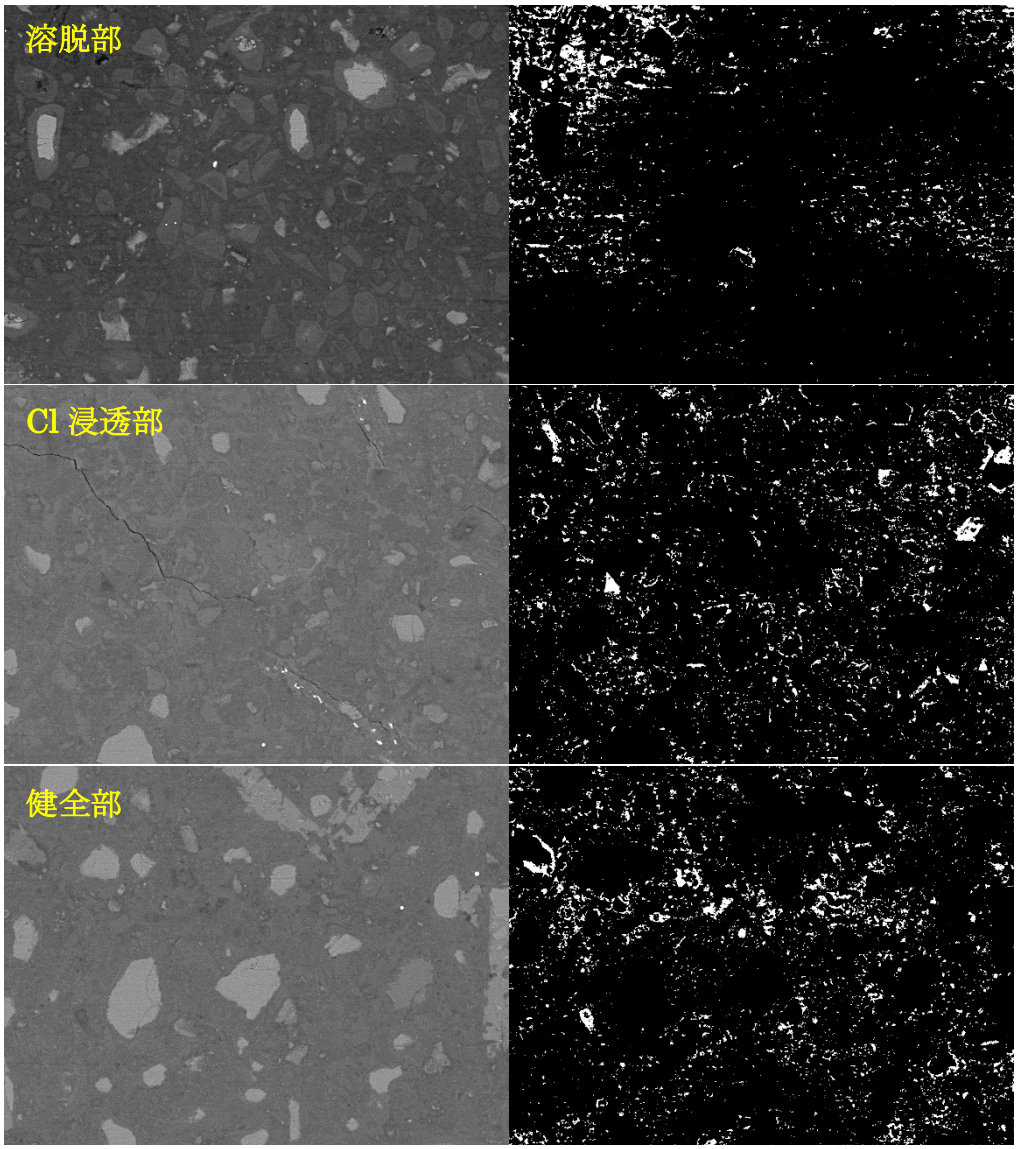
反射電子像　　二値化処理像

図 2.2-186　反射電子像観察と空隙の二値化
（OPC-45、1/10 濃度人工海水、外観変化有、接液部処理無）



反射電子像　　二値化処理像

図 2.2-187　反射電子像観察と空隙の二値化
（OPC-60、1/10 濃度人工海水、外観変化有、接液部処理無）



反射電子像　　二値化処理像

図 2.2-188　反射電子像観察と空隙の二値化
（BFSC70、1/10 濃度人工海水、外観変化有、接液部処理無）

(5) 微小領域の硬度の測定

1) 微小領域のビッカース硬度測定結果

ビッカース硬度の測定位置はXRD分析と同様の「溶脱部」、「Cl浸透部」、「深層部」とした。深層部は接液面からの距離を15mm、25mmの2か所を分析対象としたため、計4深度の分析を行った。1深度当たりのビッカース硬度の繰り返し実施数は10回であり、平均値は標準偏差(2σ)内に収まる硬度値の平均とした。なお、一部の試料では接液面の上部に外部生成物（ドーム状の部位または、SEM組成分布で確認されたCa濃度の高い部分、Mg濃度の高い部分）が形成されていたため、本分析では、参考値として「上部」のビッカース硬度も計測した。バルク試験体の機械的強度は、セメント試料に最も多く含まれるC-S-Hの密度や結晶性、剛性や硬度等の状態に大きく依存すると考えられることから、未水和鉱物と考えられる塊状の粗粒子を避け、C-S-Hと考えられる場所の硬度を計測した。しかし、C-S-Hと他の水和物を区別することはできないことから、他の水和物も少量含んでいるが、主要な水和物はC-S-Hであり、概ねC-S-Hの特性を表していると考えている。ビッカース硬度測定試料の一覧表を表 2.2-18に示す。また、ビッカース硬度（平均値）一覧を表 2.2-19に、微小領域の硬度測定結果を表 2.2-20～表 2.2-24に、接液面からの距離とビッカース硬度の関係を図 2.2-189～図 2.2-212にそれぞれ示す。

OPC-45では、人工海水の外観変化無、接液部処理無の硬化体で、浸漬期間4ヶ月の溶脱部、Cl浸透部、深層部で硬度に違いは確認されなかったが、14 ヶ月では溶脱部のみで硬度低下が確認された。外観変化有、接液部処理有の硬化体もブランク試料と比較して溶脱部のみ硬度が低く、Cl浸透部以深の部位では硬度がブランク試料と同等であった。

OPC-45、1/10濃度人工海水の外観変化有、接液部処理無の硬化体では、浸漬期間4ヶ月と14ヶ月とも、溶脱部のみで硬度低下が確認された。また、外観変化有、接液部処理有の硬化体も同様に溶脱部のみ硬度が低く、Cl浸透部以深の部位では硬度がブランク試料と同等であった。人工海水と比較すると各条件の試料とも溶脱部が広く明確に硬度の測定位置を選択できたために、部位別の硬度変化を正確に把握できたと考えた。

OPC-45、1/100濃度人工海水の外観変化無、接液部処理無の硬化体では、浸漬期間4ヶ月の溶脱部、Cl浸透部、深層部で硬度に違いは確認されなかったが、14 ヶ月では溶脱部のみで硬度低下が確認された。浸漬期間14ヶ月の硬化体では、Cl浸透部の5mm位置と比較して溶脱部の硬度が若干低い値を示した程度であり、Caの溶脱が僅かであった分、硬度低下も限定的であったと考えた。

OPC-60の人工海水と1/10濃度人工海水の硬化体では、外観変化の有無、接液部処理の有無、更には浸漬期間の違いに関わらず溶脱部のみ硬度が低く、Cl浸透部以深の部位では硬度がブランク試料と同等であった。これらの硬化体では溶脱厚さが大きく溶脱部が区別できたため、硬度の低下を明確に確認できたと考えた。

OPC-60、1/100濃度人工海水の外観変化無、接液部処理無の硬化体は、浸漬期間4ヶ月では溶脱部、Cl浸透部、深層部で硬度に違いは確認されなかったが、14 ヶ月では溶脱部のみで硬度低下が確認された。

FAC30の浸漬期間4ヶ月の硬化体では、人工海水の濃度に関係なく、全ての部位で硬度の低下は確認されなかった。浸漬期間14ヶ月の硬度測定は、1/10濃度人工海水のみとしたが、本硬化体では溶脱部の硬度が最も低く、Cl浸透部以深の部位では硬度が溶脱部より高い値を示した。ただし、ブランク試料と比較すると溶脱部の硬度はこれと同等である一方、本試料の25mm位置では海水成分の影響を受けておらず健全部と判断できることから硬化体の状態はブランク試料と同等であるとすると、同条件で作製した試料でも個々の硬度値に差異があったと考えた。

BFSC70はFAC30と同様に、浸漬期間4ヶ月の硬化体では、人工海水の濃度に関係なく、全

ての部位で硬度の低下は確認されなかった。浸漬期間 14 ヶ月の硬度測定は、1/10 濃度人工海水のみとしたが、本硬化体では溶脱部の硬度が最も低く、Cl 浸透部以深の部位では硬度が溶脱部より高い値を示した。しかし、FAC30、BFSC70 の混合セメント系材料の硬度低下は、OPC 系材料の硬度低下と比較すると変化は限定的であった。

表 2.2-18　ビッカース硬度測定試料一覧

セメント材料	浸漬液	接液部外観変化	接液部処理	ビッカース硬度測定試料		
				4 ヶ月	14 ヶ月	比較
OPC-45	人工海水	無	無	○	○	●
		有	無			
			有		○	
	1/10 濃度人工海水	有	無	○	○	●
			有		○	
	1/100 濃度人工海水	無	無	○	○	●
OPC-60	人工海水	無	無	○	○	●
		有	無			
			有		○	
	1/10 濃度人工海水	有	無	○	○	●
			有		○	
	1/100 濃度人工海水	無	無	○	○	●
FAC30	人工海水	無	無	○		
	1/10 濃度人工海水	無	無	○	○	●
	1/100 濃度人工海水	無	無	○		
BFSC70	人工海水	無	無	○		
	1/10 濃度人工海水	無	無	○	○	●
	1/100 濃度人工海水	無	無	○		

○：ビッカース硬度測定試料

●：ビッカース硬度と組成分布の比較図作成

表 2.2-19　ビッカース硬度（平均値）一覧

セメント材料	浸漬液	接液部外観変化	接液部処理	4ヶ月			14ヶ月		
				Ca 溶脱部	Cl 浸透部	深層部	Ca 溶脱部	Cl 浸透部	深層部
OPC-45	人工海水	無	無	36.7	31.4	28.1 31.6	**25.5**	34.8	35.0 37.3
		有	無	—	—	—	—	—	—
			有	—	—	—	**19.6**	37.9	38.1 35.9
	1/10 濃度人工海水	有	無	**21.7**	28.1	31.5 36.6	**24.6**	35.3	36.4 33.7
			有	—	—	—	**22.8**	29.2	31.8 34.8
	1/100 濃度人工海水	無	無	34.3	31.3	31.7 37.0	**28.8**	31.6	27.3 30.5
OPC-60	人工海水	無	無	**12.0**	18.1	18.0 22.4	**9.3**	17.7	16.2 16.6
		有	無	—	—	—	—	—	—
			有	—	—	—	**10.3**	19.0	18.8 21.2
	1/10 濃度人工海水	有	無	**7.1**	17.9	17.1 20.9	**7.1**	18.5	17.2 18.2
			有	—	—	—	**9.2**	16.5	18.3 18.6
	1/100 濃度人工海水	無	無	**16.4**	18.0	20.6 19.3	**16.2**	21.3	20.4 20.9
FAC30	人工海水	無	無	23.6	20.4	21.1 21.6	—	—	—
	1/10 濃度人工海水	無	無	20.3	19.6	16.7 16.5	**13.7**	16.3	17.7 18.0
	1/100 濃度人工海水	無	無	**16.4**	17.9	17.8 17.8	—	—	—
BFSC70	人工海水	無	無	21.1	19.3	22.9 24.6	—	—	—
	1/10 濃度人工海水	無	無	25.2	21.2	20.0 18.5	**12.6**	18.4	17.5 18.1
	1/100 濃度人工海水	無	無	**19.4**	23.3	19.1 20.6	—	—	—

—：分析結果　　**太字**：Cl 浸透部と比較して Ca 溶脱部の硬度が低い結果

表 2.2-20　浸漬期間 4 ヶ月試料の微小領域の硬度測定結果（1/2）

試料名	浸漬液	接液部外観変化	接液部処理	深度 (mm)	ビッカース硬度(HV)										標準偏差 σ	平均
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
OPC-45	―	―	－	BL	36.8	35.9	49.0	38.5	33.3	37.2	39.0	33.6	29.7	45.9	6	37.9
	人工海水	無	無	上部	227.4	188.2	179.5	167.9	230.6	173.5	223.6	204.0	69.1	179.6	25	197.1
				0.5	43.4	29.7	49.1	12.8	16.9	39.8	28.8	52.9	58.1	35.4	15	36.7
				5.0	22.8	27.4	38.7	25.4	35.6	41.8	29.2	28.8	31.6	32.2	6	31.4
				15.0	33.1	57.7	35.4	24.7	26.4	20.6	29.8	26.0	24.3	32.6	5	28.1
				25.0	34.3	21.2	32.5	35.1	25.5	40.0	33.0	38.3	30.1	26.3	6	31.6
	1/10濃度人工海水	有	無	上部	74.1	147.7	139.3	113.6	82.8	85.6	99.9	118.8	112.6	70.5	27	104.5
				0.5	40.2	27.7	17.4	17.8	22.3	23.0	19.2	22.9	17.5	27.5	4	21.7
				5.0	35.2	29.6	33.1	30.4	29.2	25.9	25.2	25.6	23.3	23.2	4	28.1
				15.0	22.8	23.1	30.9	32.9	28.5	31.7	33.8	37.9	38.4	34.5	5	31.5
				25.0	35.1	41.9	35.4	33.2	34.8	41.8	39.8	37.7	31.3	35.3	4	36.6
	1/100濃度人工海水	無	無	0.5	44.7	31.8	33.2	33.8	30.5	31.4	42.5	28.8	39.7	26.2	6	34.3
				5.0	32.2	27.5	33.0	41.3	34.3	29.6	29.5	30.2	30.9	34.3	2	31.3
				15.0	27.4	38.0	33.6	34.5	30.3	37.9	30.3	28.8	29.4	27.1	4	31.7
				25.0	33.9	37.3	40.6	38.0	37.8	35.8	37.8	33.2	36.1	39.2	2	37.0
OPC-60	―	―	－	BL	13.6	12.8	18.5	15.1	10.8	15.6	20.2	15.6	16.2	15.4	3	15.4
	人工海水	無	無	上部	239.3	264.3	364.9	378.5	361.0	319.0	279.4	407.9	423.6	325.4	62	336.3
				0.5	8.9	11.2	9.9	14.9	9.4	16.9	7.3	20.7	8.5	72.2	5	12.0
				5.0	19.8	16.9	18.2	17.0	16.2	14.5	16.1	21.1	21.8	18.9	2	18.1
				15.0	14.9	17.4	17.9	19.0	20.8	19.2	19.5	20.8	27.7	12.7	3	18.0
				25.0	18.5	22.9	20.3	29.4	23.4	27.4	23.0	19.9	20.8	18.0	4	22.4
	1/10濃度人工海水	有	無	上部	101.8	97.3	128.3	115.9	120.7	113.0	116.0	113.0	175.9	124.9	10	114.5
				0.5	12.4	6.6	7.3	4.1	6.3	5.4	6.9	8.8	6.3	22.3	2	7.1
				5.0	23.4	12.4	18.3	18.4	20.1	20.1	22.1	18.2	16.3	10.1	4	17.9
				15.0	14.1	18.1	16.4	41.0	19.9	17.2	17.1	18.8	15.0	17.7	2	17.1
				25.0	20.0	20.9	20.7	22.4	24.4	19.5	18.8	21.6	17.4	23.3	2	20.9
	1/100濃度人工海水	無	無	0.5	14.6	14.0	15.7	13.2	18.4	14.5	18.8	14.9	21.5	18.3	3	16.4
				5.0	15.4	16.2	15.0	20.5	16.8	20.2	17.1	17.3	21.3	19.9	2	18.0
				15.0	22.2	23.3	36.3	21.9	21.1	19.0	17.9	18.5	20.8	20.9	2	20.6
				25.0	22.0	15.9	15.2	17.7	19.5	16.8	25.4	16.9	23.6	20.0	3	19.3

平均：測定値平均±2σ（標準偏差）に収まらない値を除いた硬度の平均値

表 2.2-21　浸漬期間 4 ヶ月試料の微小領域の硬度測定結果（2/2）

試料名	浸漬液	接液部外観変化	接液部処理	深度 (mm)	ビッカース硬度(HV)										標準偏差 σ	平均
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
FAC 30	ー	ー	－	BL	13.0	12.4	15.2	16.1	15.6	16.3	27.8	12.2	13.6	12.0	2	14.0
	人工海水	無	無	上部	72.5	102.1	83.8	161.4	131.9	170.3	210.5	179.8	105.2	119.9	45	133.7
				0.2	34.0	18.3	22.1	17.6	28.8	18.5	20.1	24.7	26.4	25.8	5	23.6
				2.0	44.5	19.9	18.1	21.6	17.7	24.4	22.1	27.8	17.2	15.1	4	20.4
				15.0	18.7	15.9	20.2	27.7	19.4	25.3	14.9	20.3	31.4	17.3	5	21.1
				25.0	26.5	15.2	13.7	22.6	19.6	29.2	21.2	29.3	16.7	39.8	6	21.6
	1/10 濃度人工海水	無	無	0.2	14.7	31.9	16.3	20.5	32.5	14.3	12.5	25.8	17.6	17.1	7	20.3
				2.0	17.8	20.8	27.0	18.8	23.0	22.1	17.1	20.0	19.4	17.4	2	19.6
				15.0	18.3	14.0	25.5	24.9	13.1	12.8	15.9	14.0	11.8	33.3	5	16.7
				25.0	15.9	20.6	13.4	18.2	17.9	16.1	12.7	18.0	18.3	14.3	3	16.5
	1/100 濃度人工海水	無	無	0.2	18.0	17.7	14.5	13.6	14.3	17.3	15.8	15.8	19.2	18.1	2	16.4
				2.0	16.4	15.5	25.6	18.4	19.5	22.5	20.5	14.5	17.4	16.7	3	17.9
				15.0	14.3	13.5	17.4	39.4	20.8	16.1	13.9	16.2	21.5	17.3	3	16.8
				25.0	11.8	25.8	13.2	24.2	13.0	18.4	13.4	23.0	14.4	21.2	5	17.8
BFSC 70	ー	ー	－	BL	9.8	16.2	20.7	21.1	17.5	19.2	18.0	15.6	15.3	16.6	2	17.8
	人工海水	無	無	上部	116.6	141.9	136.5	83.0	109.9	129.5	116.0	114.7	119.9	102.1	13	120.8
				0.2	22.3	23.5	20.7	21.5	21.2	18.2	20.1	20.2	22.1	20.8	1	21.1
				2.0	15.9	19.9	21.2	21.1	17.4	20.1	16.6	20.0	22.7	18.0	2	19.3
				15.0	19.6	32.1	22.0	19.6	16.4	30.4	23.5	19.8	23.4	22.1	5	22.9
				25.0	23.7	20.3	20.1	32.2	24.9	28.1	24.4	18.2	29.3	24.6	4	24.6
	1/10 濃度人工海水	無	無	0.2	28.5	25.4	28.3	28.9	24.3	25.2	22.6	24.0	22.7	22.2	3	25.2
				2.0	27.9	19.6	20.7	22.5	19.7	21.0	18.8	22.7	22.8	22.7	2	21.2
				15.0	16.6	24.5	17.4	18.3	23.2	18.1	22.5	24.9	18.9	15.3	3	20.0
				25.0	19.7	16.9	19.8	16.0	18.2	16.8	20.7	15.6	19.7	21.3	2	18.5
	1/100 濃度人工海水	無	無	0.2	17.8	16.0	16.9	16.2	23.1	20.0	21.3	18.1	22.6	21.9	3	19.4
				2.0	18.2	26.9	26.7	22.4	28.4	25.6	25.8	17.5	21.1	19.9	4	23.3
				15.0	16.3	16.8	16.3	22.1	22.2	21.0	19.6	17.8	16.6	22.0	3	19.1
				25.0	21.9	19.0	18.9	17.9	24.1	17.4	20.1	21.5	21.9	23.5	2	20.6

平均：測定値平均±2σ（標準偏差）に収まらない値を除いた硬度の平均値

表 2.2-22　浸漬期間 14 ヶ月試料の微小領域の硬度測定結果（1/3）

試料名	浸漬液	接液部外観変化	接液部処理	深度（mm）	ビッカース硬度（HV）										標準偏差 σ	平均
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
OPC −45	―	―	－	BL	36.8	35.9	49.0	38.5	33.3	37.2	39.0	33.6	29.7	45.9	6	37.9
	人工海水	無	無	上部	390.3	336.2	319.1	256.0	252.7	308.5	379.4	325.1	259.8	243.5	53	307.1
				0.5	28.1	30.7	31.3	20.1	23.9	27.5	20.2	23.8	24.3	24.7	4	25.5
				5.0	44.5	29.1	46.3	27.6	40.9	37.8	43.7	24.1	28.7	25.5	9	34.8
				15.0	25.1	25.9	35.1	46.1	32.8	40.3	42.5	30.1	41.9	30.5	7	35.0
				25.0	37.9	38.2	36.4	43.0	28.7	45.4	33.4	25.3	44.6	40.0	7	37.3
		有	有	0.5	13.0	17.0	25.0	14.0	21.7	19.8	13.7	29.0	22.4	20.2	5	19.6
				5.0	40.4	24.8	39.6	39.0	42.3	39.5	36.2	34.4	31.3	38.3	3	37.9
				15.0	37.0	34.6	46.5	37.6	48.6	33.2	36.8	31.8	44.9	30.1	6	38.1
				25.0	37.2	40.3	32.4	34.6	31.7	35.4	42.6	31.6	35.1	37.7	4	35.9
	1/10 濃度人工海水	有	無	上部	319.5	285.3	372.0	437.6	431.7	345.3	342.5	335.2	292.7	280.8	56	344.3
				1.0	24.9	28.2	33.3	28.4	30.9	18.5	17.1	27.0	16.6	20.7	6	24.6
				5.0	25.9	35.1	34.6	40.9	36.3	30.3	32.2	38.4	40.5	38.8	5	35.3
				15.0	47.1	31.5	41.4	31.6	27.2	30.1	33.4	45.0	40.8	35.8	7	36.4
				25.0	46.1	32.6	36.0	34.1	35.3	31.7	32.4	28.2	35.5	37.4	3	33.7
			有	0.5	16.7	28.1	18.1	24.7	16.6	17.3	29.8	27.7	31.0	17.9	6	22.8
				5.0	29.3	42.3	29.4	27.1	31.2	31.1	30.5	24.3	37.3	22.2	4	29.2
				15.0	26.5	38.8	35.1	37.2	31.8	33.5	30.6	28.3	24.7	31.7	5	31.8
				25.0	40.2	34.9	27.0	35.6	38.6	29.3	35.3	44.7	36.4	26.2	6	34.8
	1/100 濃度人工海水	無	無	0.5	38.4	46.2	25.8	25.5	30.2	25.4	23.9	31.8	29.1	29.5	4	28.8
				5.0	34.3	29.2	39.1	36.3	23.7	31.1	30.5	31.0	27.7	32.9	4	31.6
				15.0	28.8	44.6	26.1	23.4	20.4	28.2	25.4	30.0	32.0	31.4	4	27.3
				25.0	28.4	36.3	32.2	27.3	37.8	28.1	28.6	26.2	27.0	32.7	4	30.5

平均：測定値平均±2σ（標準偏差）に収まらない値を除いた硬度の平均値

表 2.2-23　浸漬期間 14 ヶ月試料の微小領域の硬度測定結果（2/3）

試料名	浸漬液	接液部外観変化	接液部処理	深度（mm）	ビッカース硬度（HV）										標準偏差 σ	平均
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
OPC-60	―	―	－	BL	13.6	12.8	18.5	15.1	10.8	15.6	20.2	15.6	16.2	15.4	3	15.4
	人工海水	無	無	上部	194.3	156.0	232.4	116.2	195.5	117.9	176.2	160.1	123.6	132.3	39	160.5
				0.5	9.2	7.7	6.8	8.6	11.1	9.8	11.5	10.9	8.8	8.8	2	9.3
				5.0	17.9	15.5	18.1	16.0	13.7	21.3	22.5	16.4	19.9	15.2	3	17.7
				15.0	20.7	16.7	15.9	16.2	18.0	13.3	13.3	18.5	15.7	13.5	2	16.2
				25.0	17.8	11.8	16.1	15.8	12.8	16.5	15.4	18.6	18.8	22.1	3	16.6
		有	有	2.0	13.1	10.8	13.1	6.8	10.0	7.2	7.8	15.0	8.8	19.2	3	10.3
				5.0	19.5	21.3	18.9	15.8	18.8	19.7	19.8	16.3	23.2	17.1	2	19.0
				15.0	14.4	19.6	18.7	20.1	17.9	14.7	18.1	23.4	21.3	19.4	3	18.8
				25.0	18.8	21.4	25.2	15.8	27.1	18.2	20.9	23.2	18.3	23.2	4	21.2
	1/10 濃度人工海水	有	無	上部	192.4	174.2	221.1	243.4	165.0	94.4	116.3	153.3	157.1	148.7	45	166.6
				2.0	7.7	6.7	20.8	8.8	6.6	5.8	6.1	7.4	7.2	7.6	1	7.1
				5.0	18.3	17.5	15.0	21.3	25.2	20.9	14.0	21.7	14.0	17.1	4	18.5
				15.0	16.2	16.0	17.7	17.7	19.7	17.7	16.0	16.5	21.6	17.4	1	17.2
				25.0	19.9	18.8	19.7	18.2	16.3	16.0	19.7	18.8	16.2	22.9	2	18.2
			有	2.0	8.6	5.9	12.6	9.0	7.2	8.5	10.8	5.1	11.5	13.1	3	9.2
				5.0	17.7	15.1	19.0	17.9	14.9	20.9	16.2	16.2	14.8	16.4	1	16.5
				15.0	20.7	14.9	16.9	14.2	20.7	24.1	17.0	22.5	19.1	13.1	4	18.3
				25.0	16.1	15.6	20.7	15.0	23.3	21.7	22.1	19.4	13.6	18.4	3	18.6
	1/100 濃度人工海水	無	無	0.5	21.8	12.3	13.9	10.1	16.4	18.9	14.0	14.8	19.3	20.7	4	16.2
				5.0	21.9	24.9	17.4	24.9	18.0	20.9	22.8	16.8	20.0	25.1	3	21.3
				15.0	22.5	20.1	16.2	22.6	21.0	19.7	18.1	20.9	16.0	26.6	3	20.4
				25.0	21.5	23.0	19.5	21.1	20.1	22.3	19.5	17.7	23.5	20.4	2	20.9

平均：測定値平均±2σ（標準偏差）に収まらない値を除いた硬度の平均値

表 2.2-24　浸漬期間 14 ヶ月試料の微小領域の硬度測定結果（3/3）

試料名	浸漬液	接液部外観変化	接液部処理	深度（mm）	ビッカース硬度（HV）										標準偏差 σ	平均
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
FAC 30	―	―	－	BL	13.0	12.4	15.2	16.1	15.6	16.3	27.8	12.2	13.6	12.0	2	14.0
	1/10 濃度人工海水	無	無	0.2	17.2	13.3	14.7	12	14.8	16.0	9.6	11.9	10.6	17.2	3	13.7
				2.0	16.9	22.0	18.9	16.9	14.0	17.5	16.8	13.8	16.9	14.8	2	16.3
				15.0	17.1	17.8	13.5	17.4	19.2	18.3	20.6	14.3	20.5	18.1	2	17.7
				25.0	20.4	23.4	17.0	18.8	19.9	19.0	18.7	13.9	14.2	14.9	3	18.0
BFSC 70	－	－	－	BL	9.8	16.2	20.7	21.1	17.5	19.2	18.0	15.6	15.3	16.6	2	17.8
	1/10 濃度人工海水	無	無	0.2	10.8	12.8	11.1	11	12.3	13.4	11.7	13.0	17.7	19.9	2	12.6
				2.0	21.1	20.4	18.5	15.7	17.1	18.9	20.5	16.2	16.1	19.3	2	18.4
				15.0	18.3	18.1	17.8	15.2	20.3	27.1	16.0	12.9	23.1	15.7	3	17.5
				25.0	15.1	20.1	18.3	26.9	18.6	14.5	21.1	18.8	21.3	15.3	3	18.1

平均：測定値平均±2σ（標準偏差）に収まらない値を除いた硬度の平均値

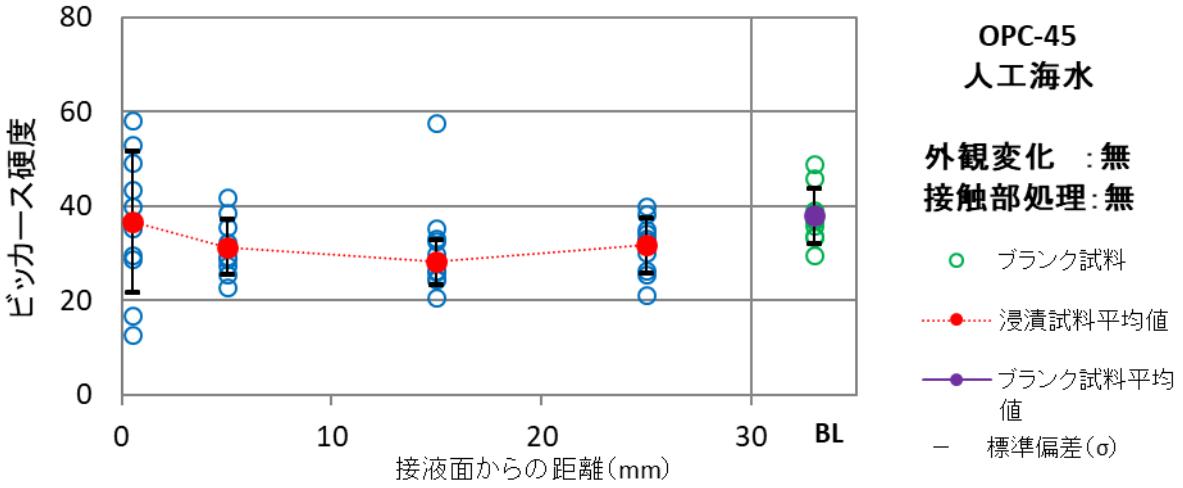


図 2.2-189　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係
（OPC-45、人工海水：外観変化無、接液部処理無）

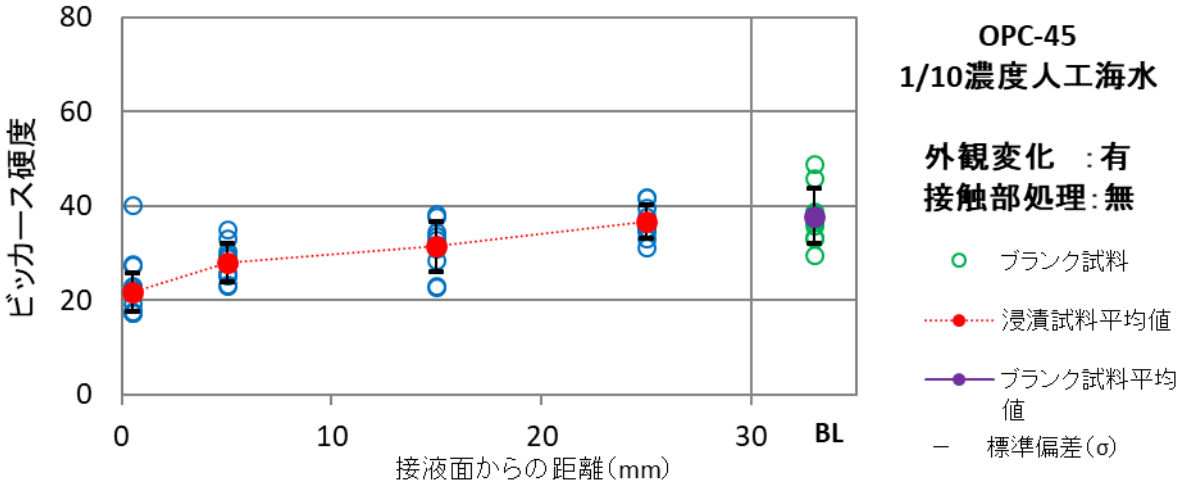


図 2.2-190　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係
（OPC-45、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無）

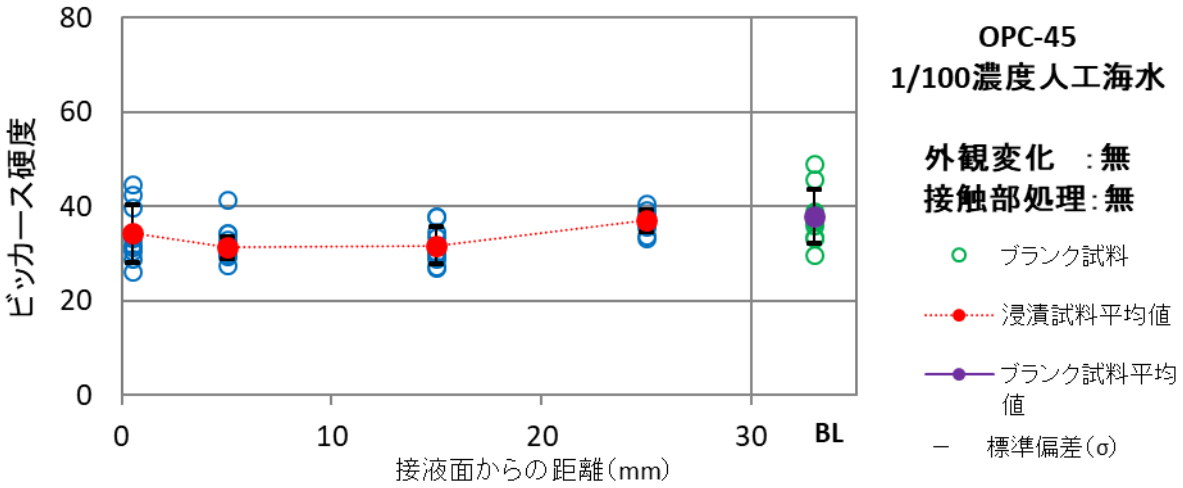


図 2.2-191　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係
（OPC-45、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

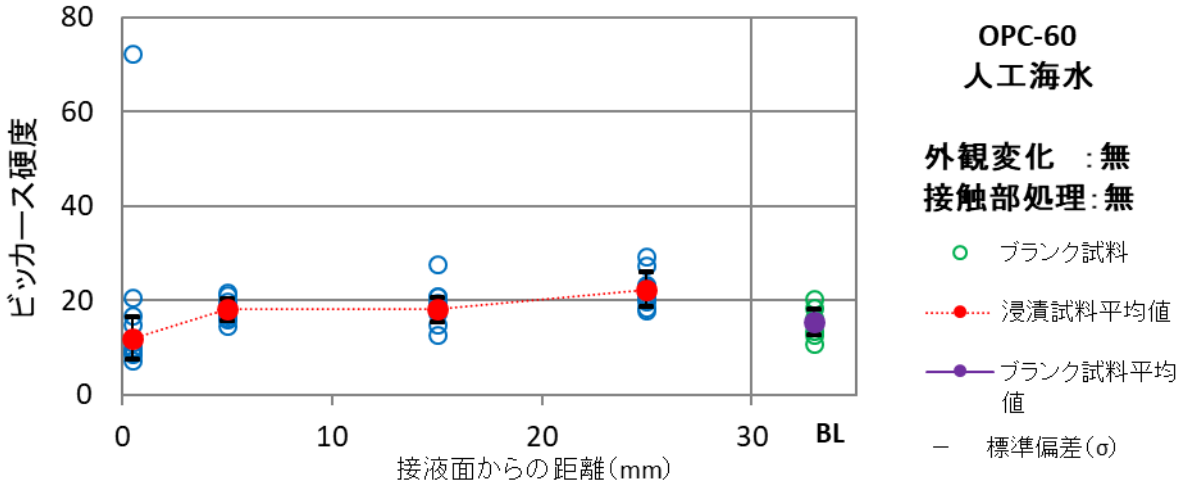


図 2.2-192　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係
（OPC-60、人工海水：外観変化無、接液部処理無）

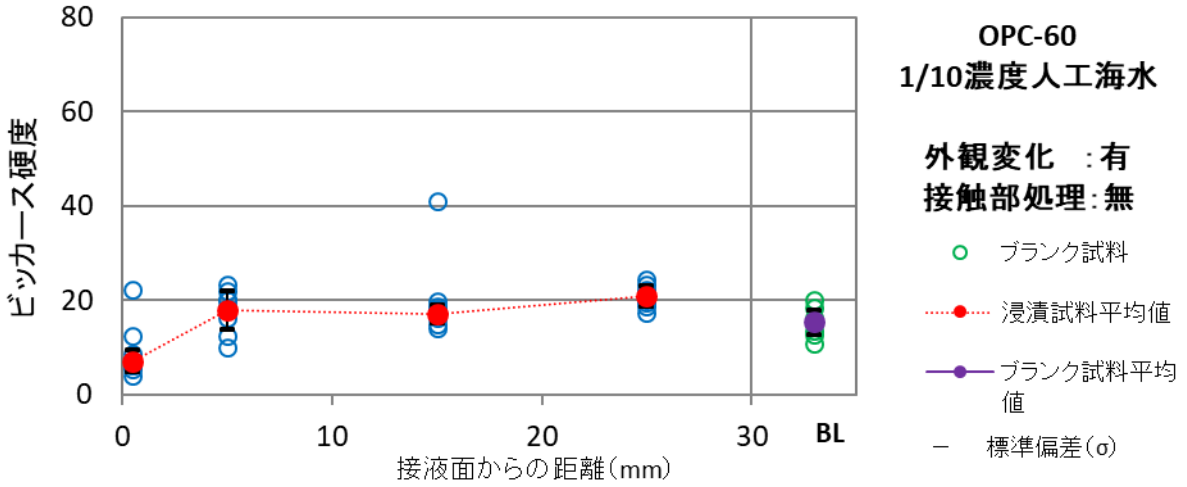


図 2.2-193　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係
（OPC-60、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無）

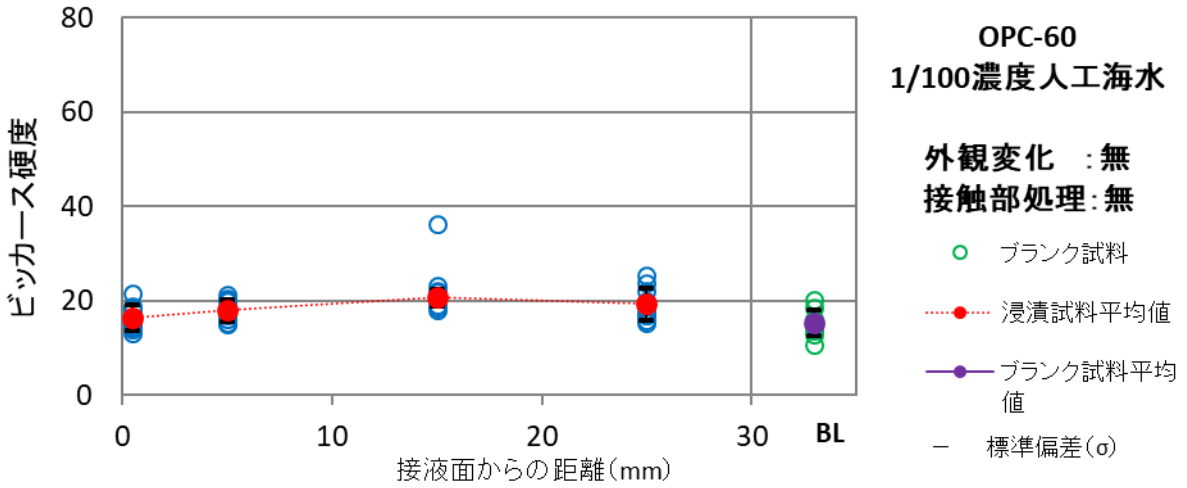


図 2.2-194　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係
（OPC-60、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

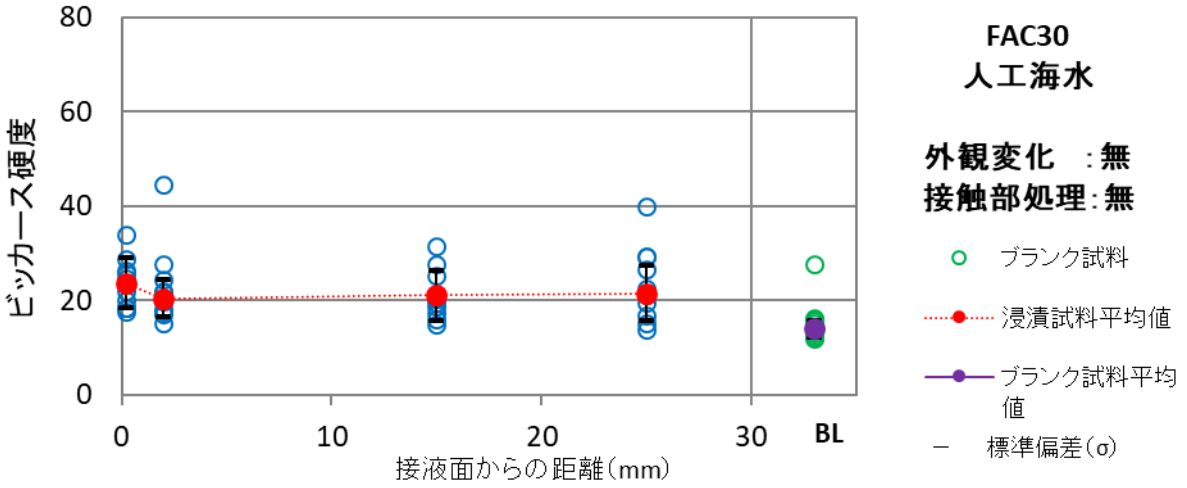


図 2.2-195　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係
（FAC30、人工海水：外観変化無、接液部処理無）

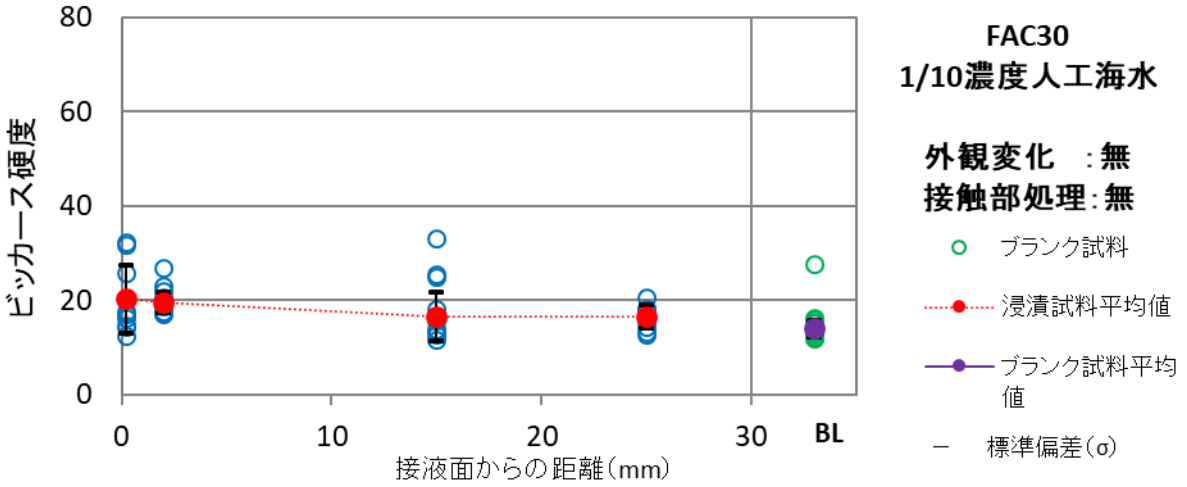


図 2.2-196　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係
（FAC30、1/10 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

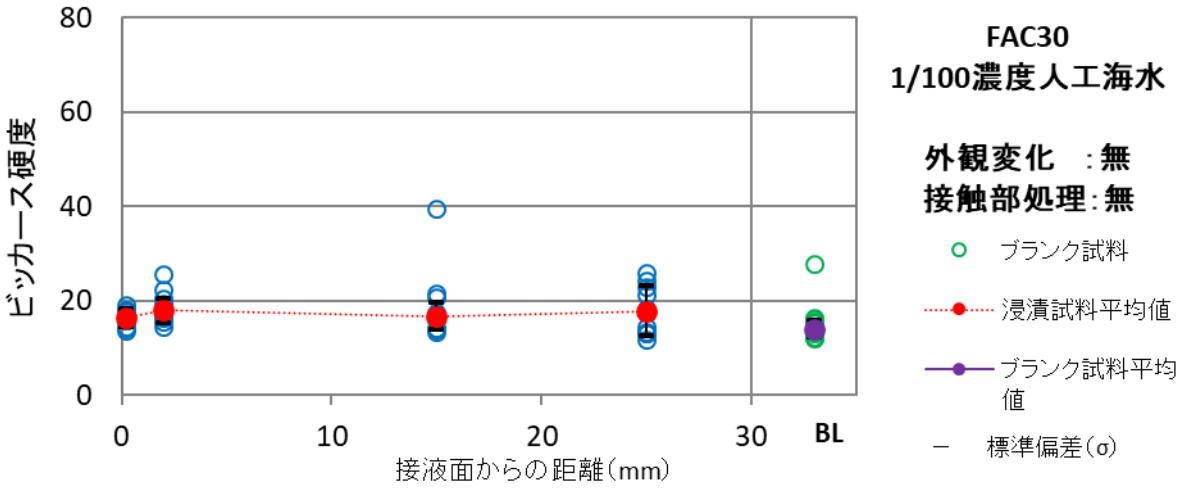


図 2.2-197　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係
（FAC30、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

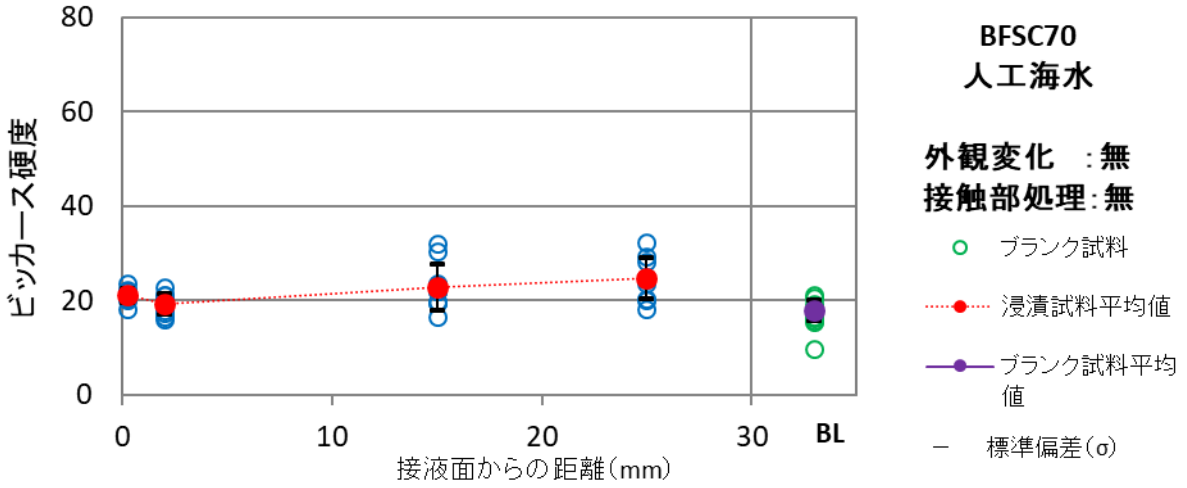


図 2.2-198　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係
（BFSC70、人工海水：外観変化無、接液部処理無）

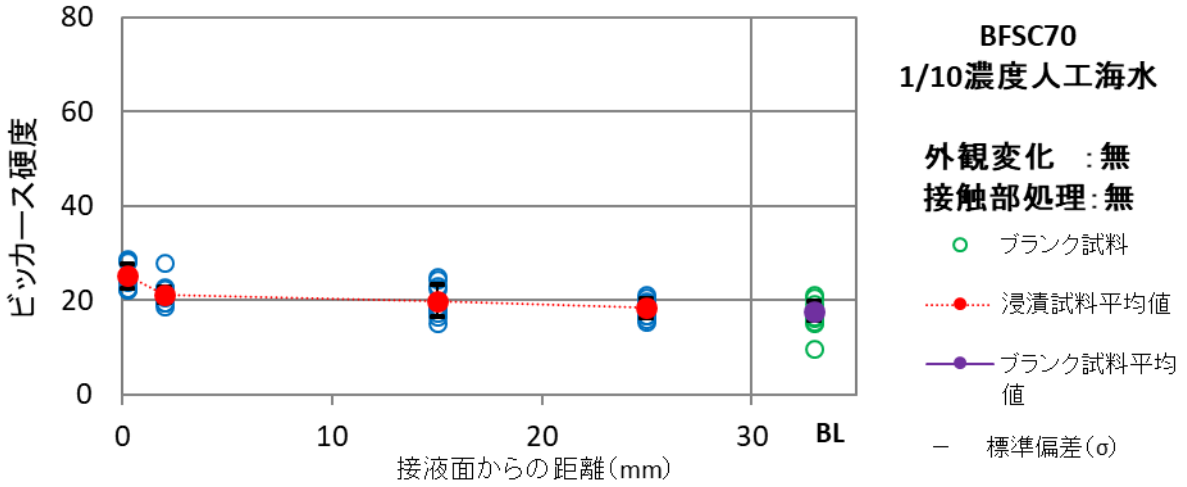


図 2.2-199　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係
（BFSC70、1/10 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

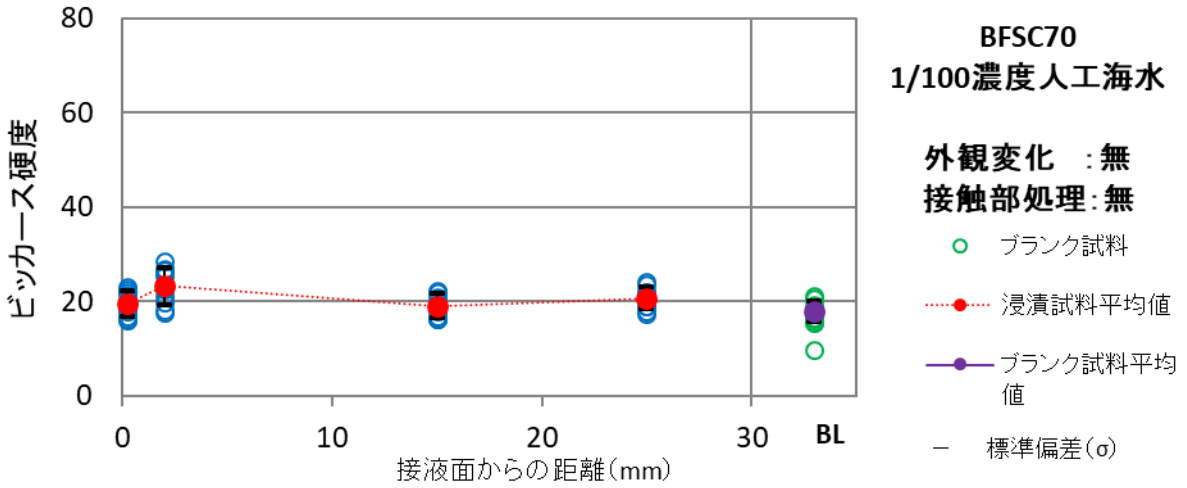


図 2.2-200　浸漬期間 4 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係
（BFSC70、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

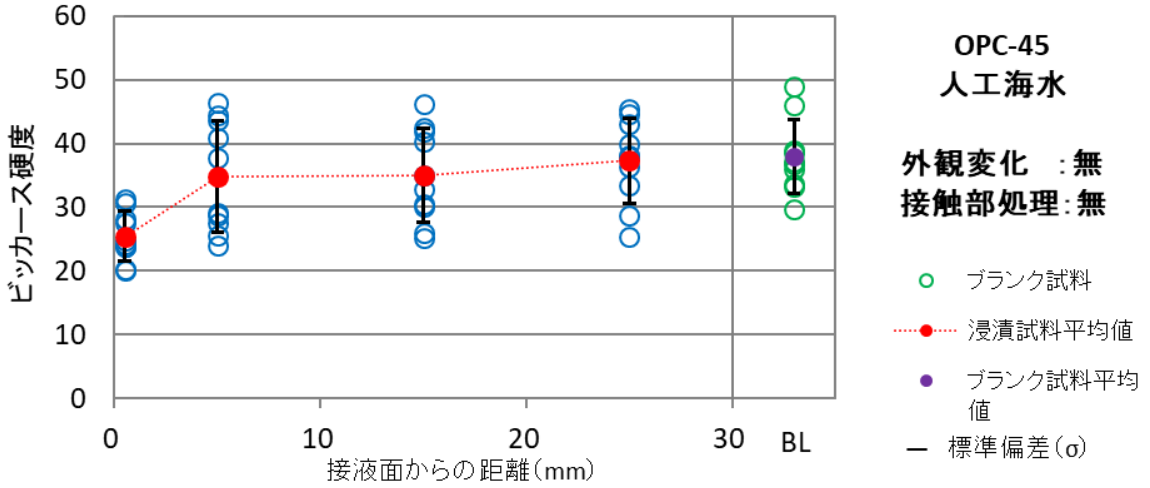


図 2.2-201　浸漬期間 14 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係
（OPC-45、人工海水：外観変化無、接液部処理無）

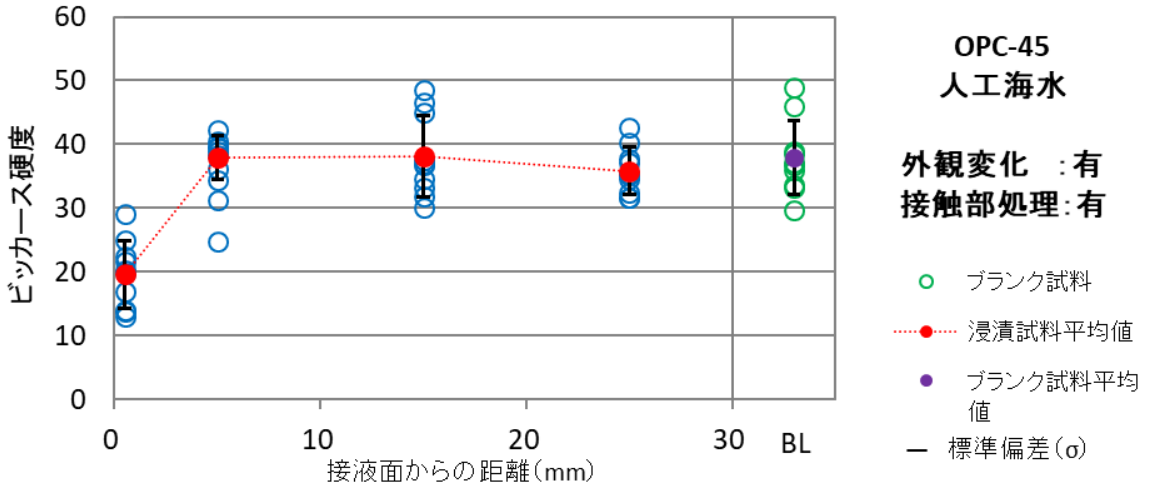


図 2.2-202　浸漬期間 14 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係
（OPC-45、人工海水：外観変化有、接液部処理有）

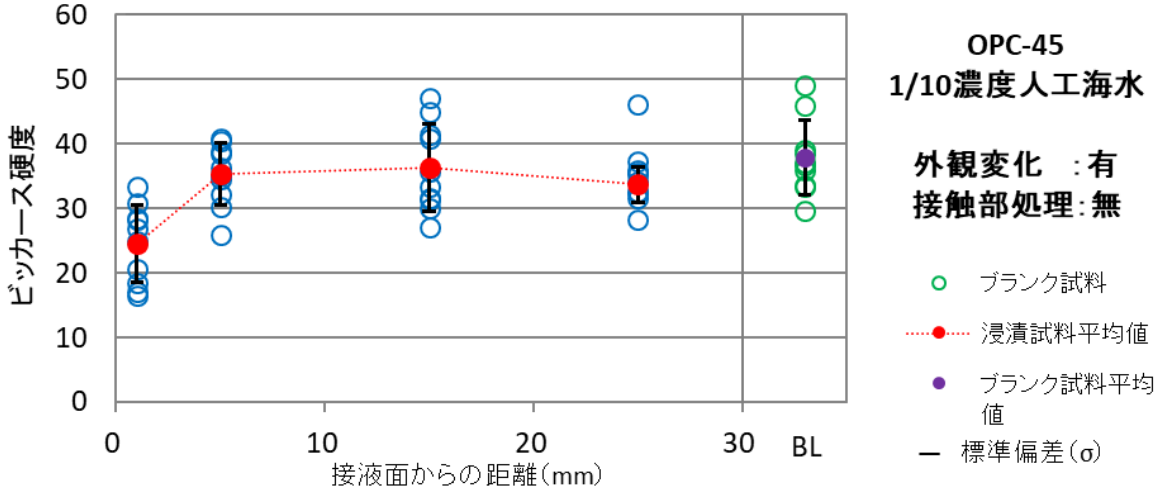


図 2.2-203　浸漬期間 14 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係
（OPC-45、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無）

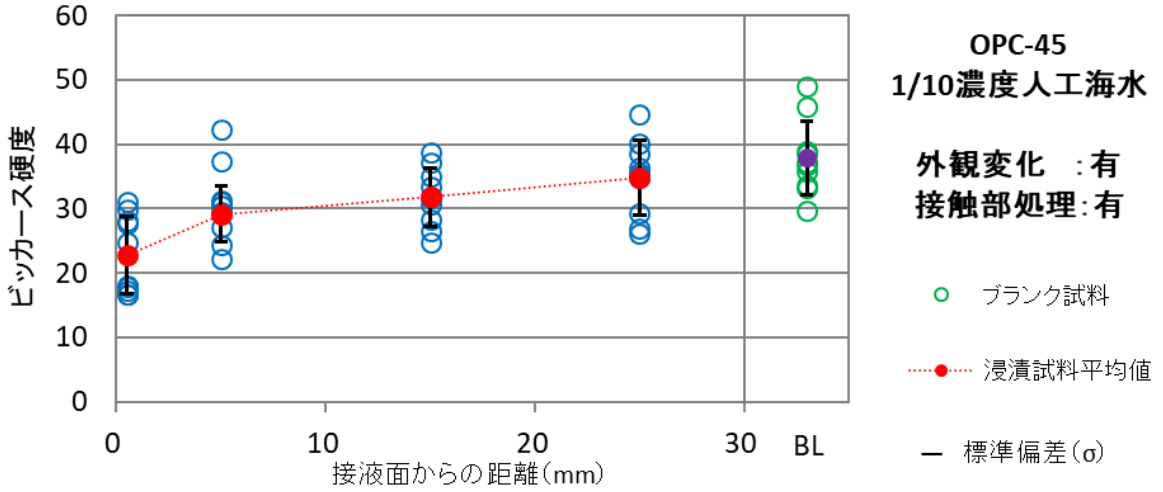


図 2.2-204　浸漬期間 14 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係
（OPC-45、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理有）

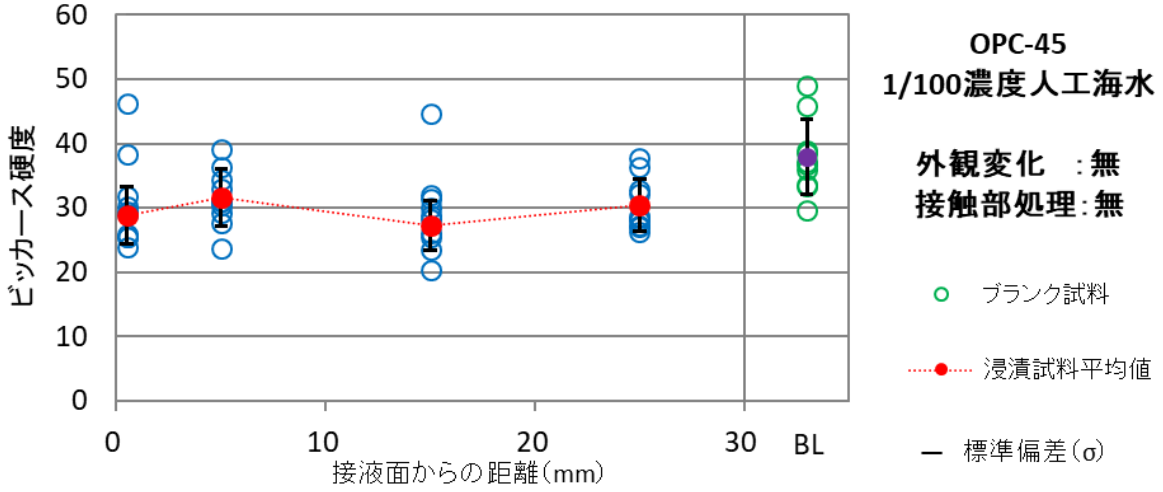


図 2.2-205　浸漬期間 14 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係
（OPC-45、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

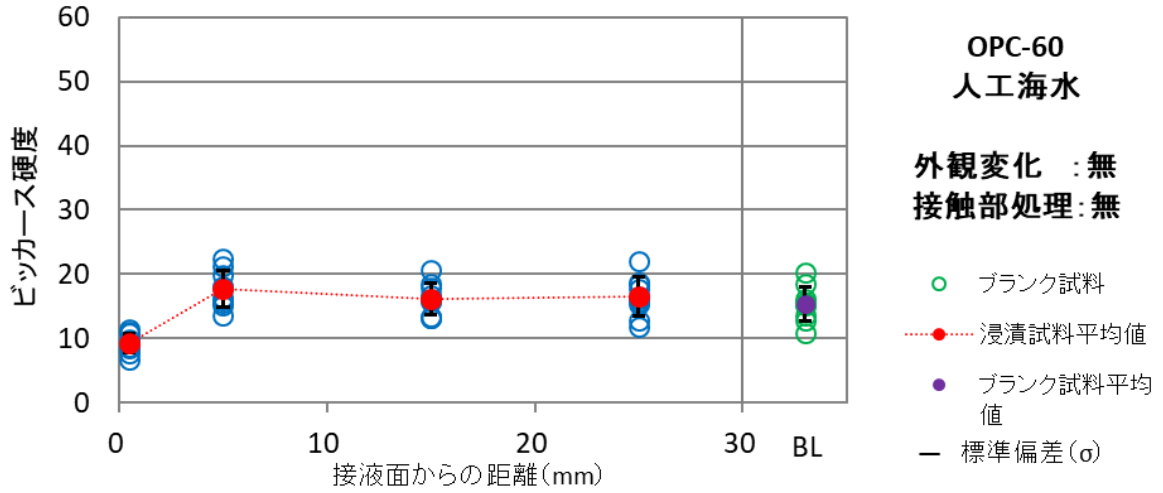


図 2.2-206　浸漬期間 14 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係
（OPC-60、人工海水：外観変化無、接液部処理無）

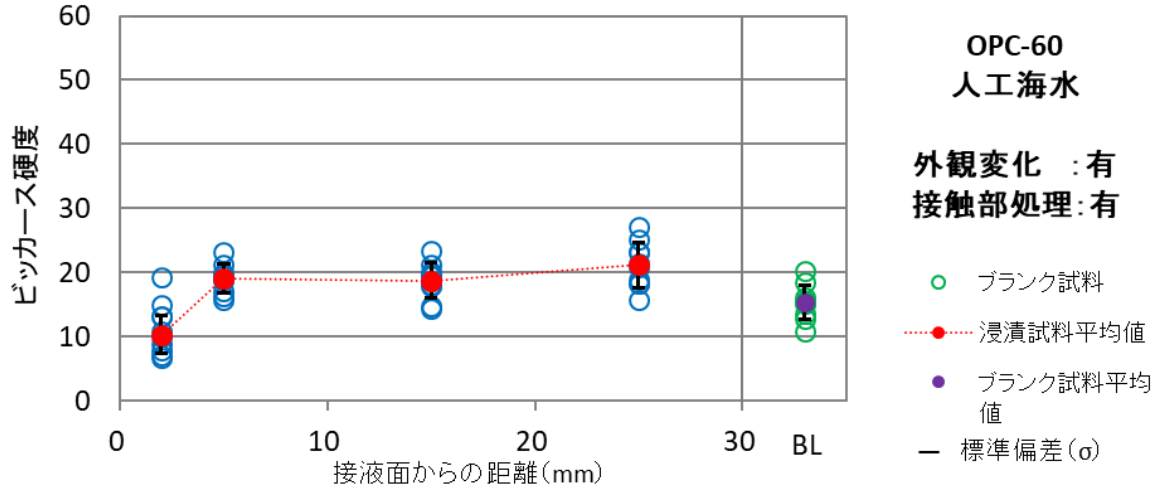


図 2.2-207　浸漬期間 14 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係
（OPC-60、人工海水：外観変化有、接液部処理有）

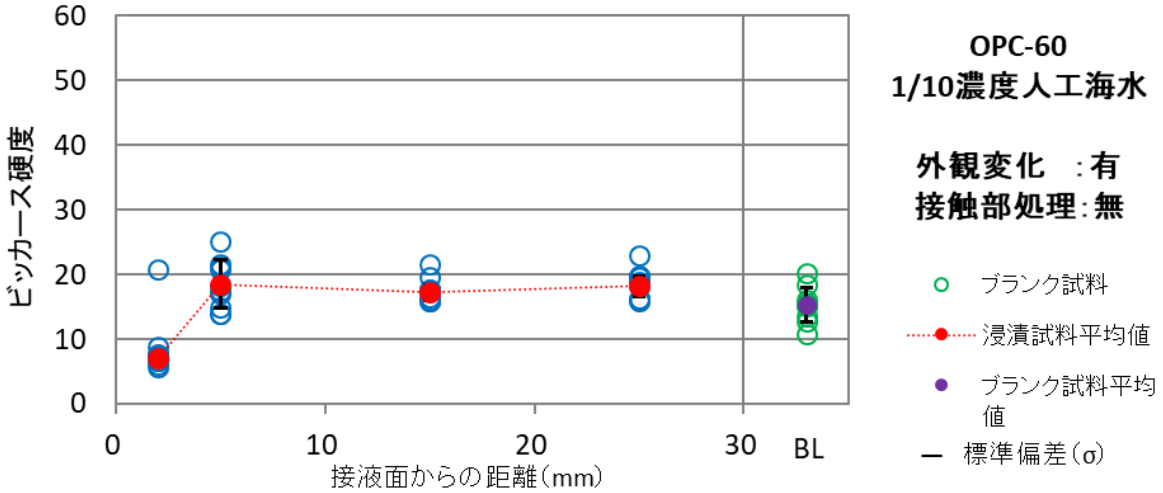


図 2.2-208　浸漬期間 14 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係
（OPC-60、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無）

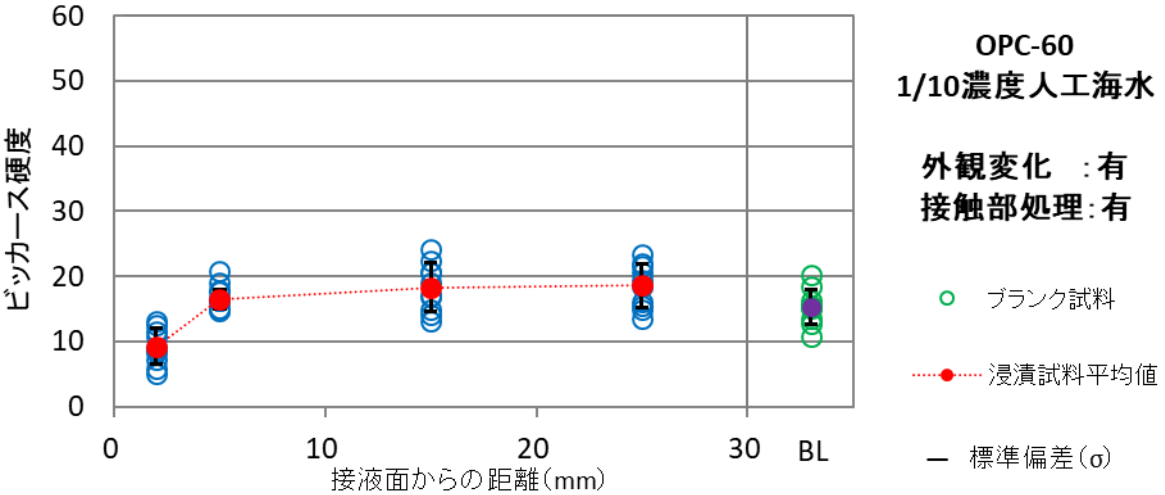


図 2.2-209　浸漬期間 14 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係
（OPC-60、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理有）

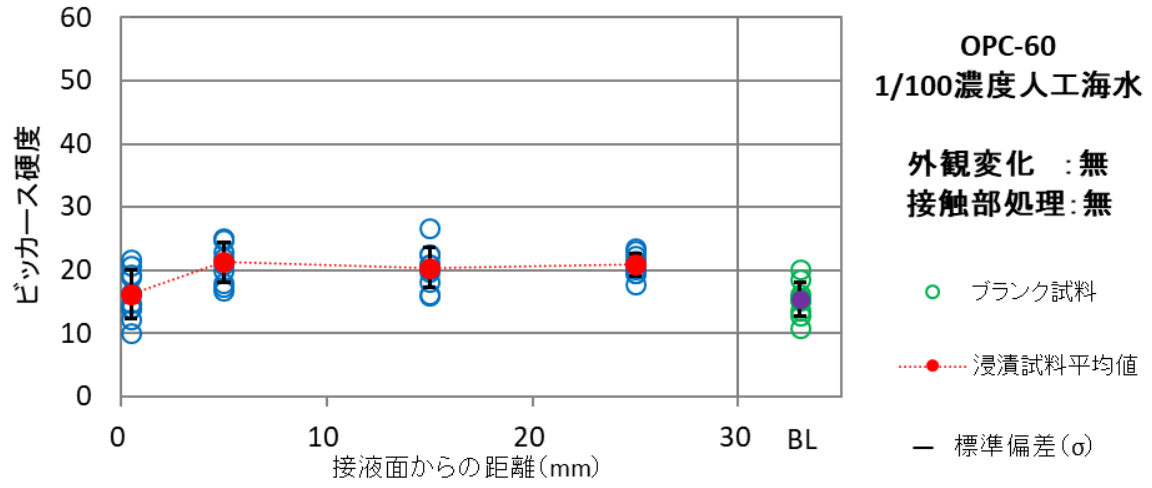


図 2.2-210　浸漬期間 14 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係
（OPC-60、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

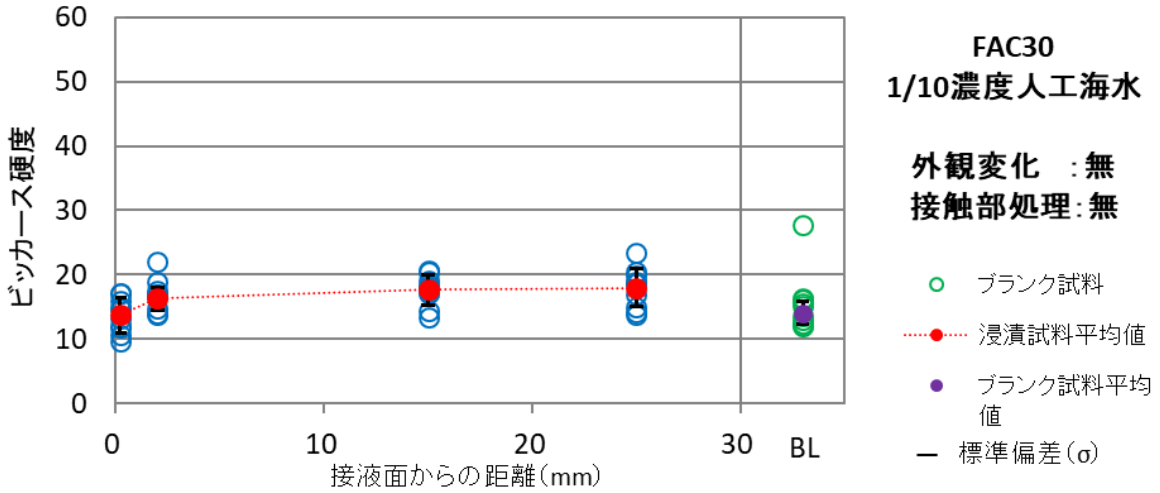


図 2.2-211　浸漬期間 14 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係
（FAC30、1/10 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

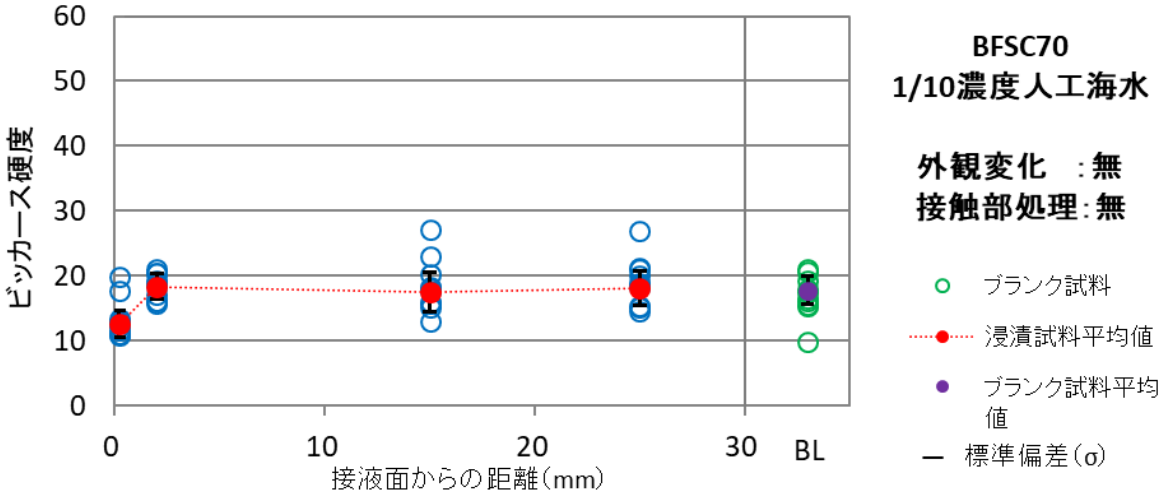


図 2.2-212　浸漬期間 14 ヶ月試料の接液面からの距離とビッカース硬度の関係
（BFSC70、1/10 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

2) ビッカース硬度と組成分布の関係

ビッカース硬度と組成分布の関係を図 2.2-213～図 2.2-236 にそれぞれ示す。図中には硬度平均値と標準偏差のみ記す。また、ビッカース硬度と組成分布の関係を確認するための Ca と Cl 濃度プロファイルも図中に記した。EPMA 測定の結果、各セメント材料、浸漬液条件に関わらず、Ca、S、Cl で特異な分布が確認されている。Ca 溶脱部と S 高濃度部は同じ領域であることから、成分の影響範囲を示す濃度プロファイルは Ca のみ示した。また、後述するビッカース硬度の変化には Ca の溶脱が大きく影響していることが確認されたことから、硬度変化と Ca の濃度プロファイル、更には浸漬期間の関係を比較した結果を図 2.2-237～図 2.2-244 に示す。

OPC-45 では、人工海水の外観変化無、接液部処理無の硬化体で、浸漬期間 4 ヶ月の溶脱部、Cl 浸透部、深層部で硬度に違いは確認されなかったが、14 ヶ月では溶脱部のみで硬度低下が確認された。XRD 測定の結果、この Ca の溶脱部で S の高濃度部である部位では、Portlandite のピーク強度の低下と、Ettringite の生成が確認されている。Ca の減少は Portlandite の減少、S の増加は Ettringite の生成に関連していると考えられ、これらの鉱物変化が硬度に影響した可能性がある。Ettringite の生成はアルミネート鉱物の鉱物種が変化した反応であることから空隙変化は限定的であると考えられるが、Portlandite の減少は空隙増加を伴うため、硬度等の物理的性状に対する影響は大きいと考えられる。また、Cl 濃度と硬度の関係を見ると、浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月ともに Cl 濃度が大きく異なる 5mm 位置と 25mm 位置でもブランク試料と同程度で差はなく、Cl の浸透は硬度に影響を及ぼさないことがわかった。XRD 測定の結果、Cl 濃度の高い部位では、既存のアルミネート鉱物が Friedel's salt に変化することを確認している。本試験の範囲では、この鉱物変化が硬度に影響しなかった。浸漬期間 14 ヶ月の外観変化有、接液部処理有の硬化体もブランク試料と比較して Ca の溶脱部のみ硬度が低く、それ以外の部位の硬度はブランク試料と同等だった。

OPC-45、1/10 濃度人工海水の外観変化有、接液部処理無の硬化体では、浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月とも、Ca の溶脱部のみで硬度低下が確認された。また、外観変化有、接液部処理有の硬化体も同様に溶脱部のみ硬度が低く、それ以外の部位の硬度はブランク試料と同等だった。

OPC-45、1/100 濃度人工海水では、Ca の溶脱域は浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月を比較すると 14 ヶ月の深度の方は深かったが、同部位の顕著な硬度変化は観察できなかった。浸漬期間が異なる両硬化体とも Ca の溶脱部はごく表層であったため硬度の測定域が狭く、溶脱域の硬度が正確に反映されていない可能性が考えられた。

OPC-45 の浸漬試料では、人工海水、1/10 濃度人工海水の様に漬期間 4 ヶ月時点で一定の変質部が形成された硬化体でも、その後の浸漬期間で溶脱部の拡大はなく、硬度値も浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月で同等であった。

OPC-60 の人工海水と 1/10 濃度人工海水の硬化体では、外観変化の有無、接液部処理の有無、更には浸漬期間の違いに関わらず Ca の溶脱部のみ硬度が低く、それ以外の部位の硬度はブランク試料と同等だった。Ca の溶脱部の鉱物変化は、OPC-45 と同様であり、XRD 測定で Portlandite のピーク強度の低下と、Ettringite の生成が確認され、硬度の低下は Portlandite の減少によるものと考えた。また、Cl 濃度と硬度の関係も OPC-45 と同様であり、Cl の浸透は硬度に影響を及ぼさなかった。

OPC-60、1/10 濃度人工海水の外観変化有、接液部処理有の硬化体では、他の硬化体と比較して Na 成分が多く浸透しており、プロファイルは Cl と近似し最深部まで浸透していた。しかし、Na 浸透域も硬度変化は見られず Na 成分の浸透も硬度に影響を及ぼさなかった。

OPC-60、1/100 濃度人工海水の外観変化無、接液部処理無の硬化体は、浸漬期間 4 ヶ月では Ca の溶脱部、Cl 浸透部、深層部で硬度に違いは確認されなかったが、14 ヶ月では Ca 溶脱部の

みで硬度低下が確認された。

FAC30 の浸漬期間 4 ヶ月の硬化体では、人工海水の濃度に関係なく、全ての部位で硬度の低下は確認されなかった。浸漬期間 14 ヶ月の硬度測定は、1/10 濃度人工海水のみとしたが、本硬化体では Ca の溶脱部の硬度が最も低く、Cl 浸透部以深の部位では硬度が溶脱部より高い値を示した。FAC30 では、浸漬期間 14 ヶ月で溶脱部が拡大しており、溶脱部の硬度低下が確認できたと考えた。Cl のプロファイルは、接液面に近い部位と深部では 10 倍近い濃度の差があるが、OPC 系材料と同様に硬度の差は確認されなかった。

BFSC70 は FAC30 と結果と同様に、浸漬期間 4 ヶ月の硬化体では、人工海水の濃度に関係なく、全ての部位で硬度の低下は確認されなかった。浸漬期間 14 ヶ月の硬度測定は、1/10 濃度人工海水のみとしたが、本硬化体では Ca の溶脱部の硬度が最も低く、Cl 浸透部以深の部位では硬度が溶脱部より高い値を示した。BFSC70 の溶脱部も FAC30 と同様に浸漬期間 14 ヶ月までに、その領域が拡大しており、溶脱部で硬度低下が確認できたと考えた。さらに、14 ヶ月の Ca 溶脱部は Mg 沈殿部であり、Mg 系鉱物の生成が硬度低下に影響している可能性も考えられた。

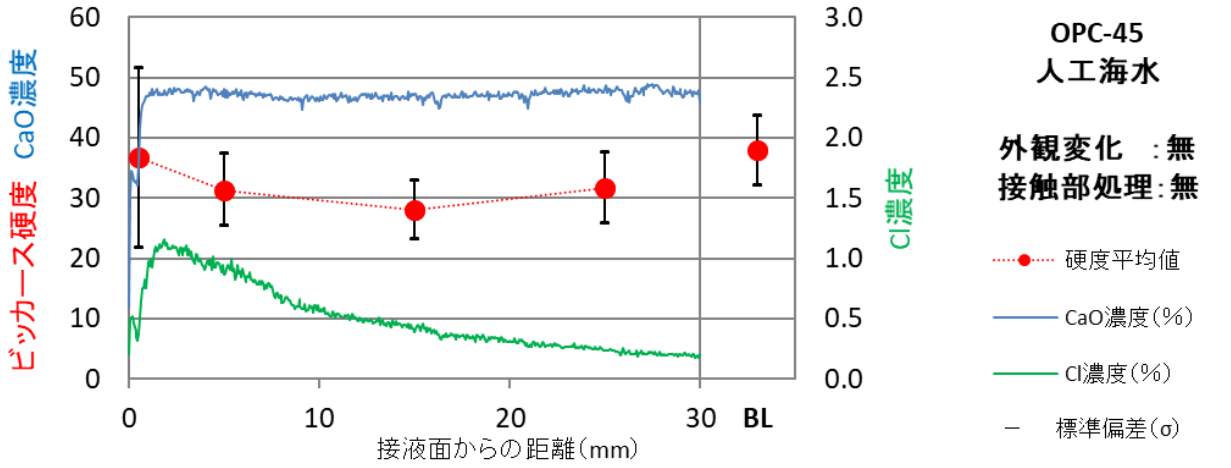


図 2.2-213　浸漬期間 4 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係
（OPC-45、人工海水：外観変化無、接液部処理無）

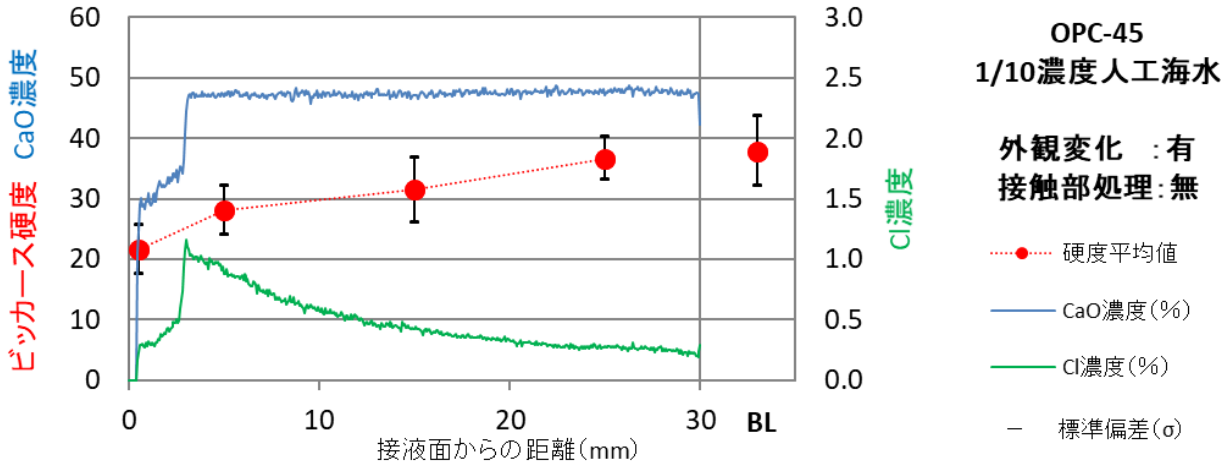


図 2.2-214　浸漬期間 4 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係
（OPC-45、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無）

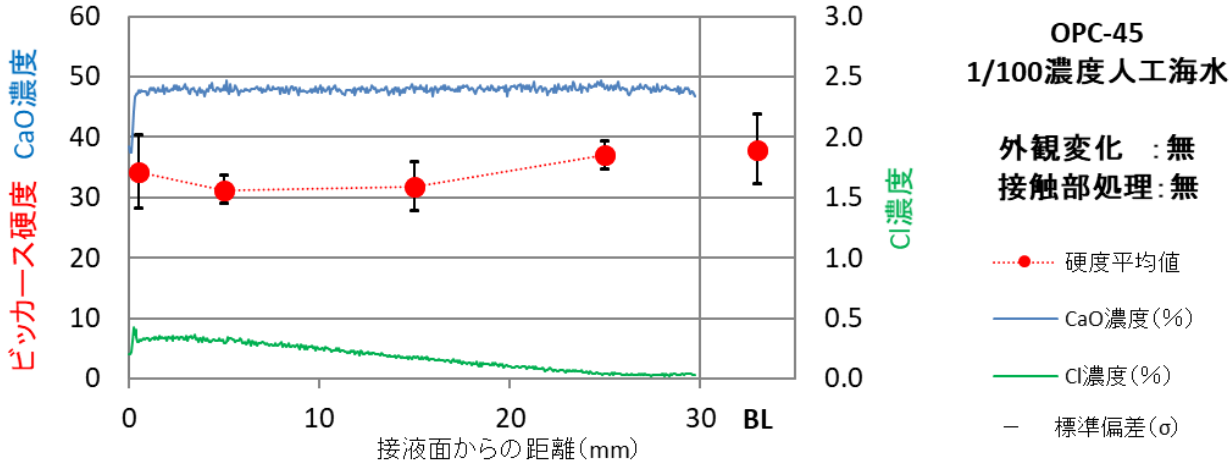


図 2.2-215　浸漬期間 4 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係
（OPC-45、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

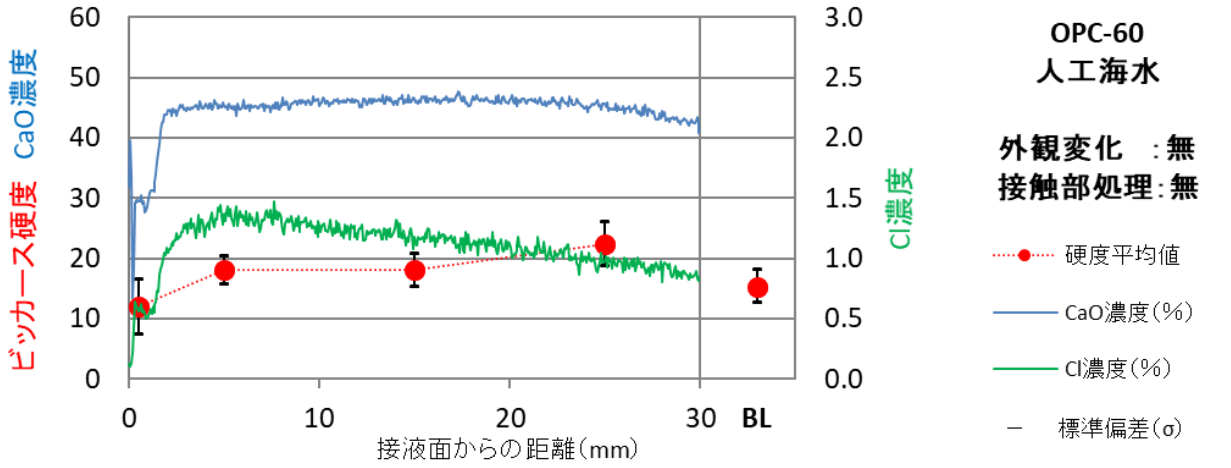


図 2.2-216　浸漬期間 4 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係
（OPC-60、人工海水：外観変化無、接液部処理無）

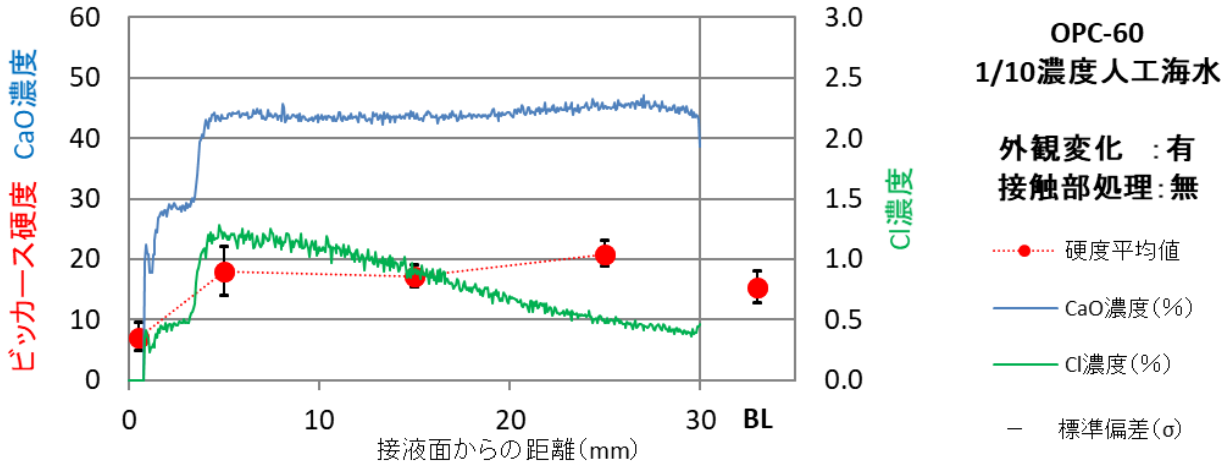


図 2.2-217　浸漬期間 4 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係
（OPC-60、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無）

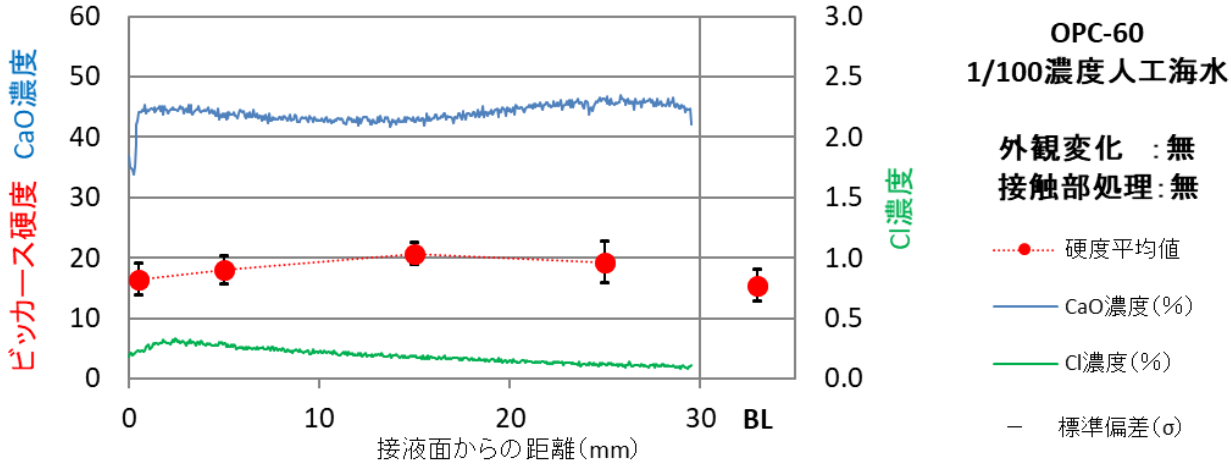


図 2.2-218　浸漬期間 4 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係
（OPC-60、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

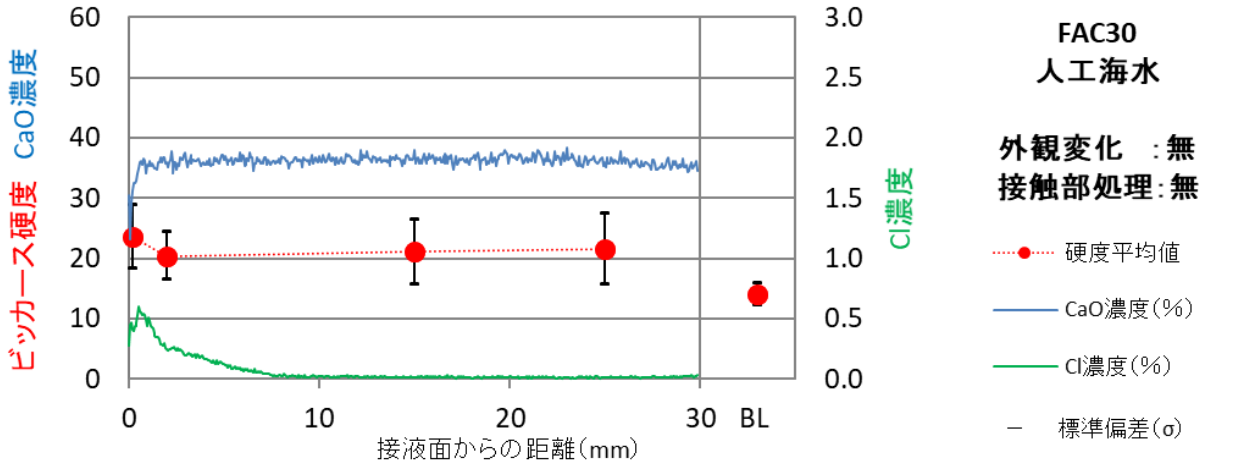


図 2.2-219　浸漬期間 4 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係
（FAC30、人工海水：外観変化無、接液部処理無）

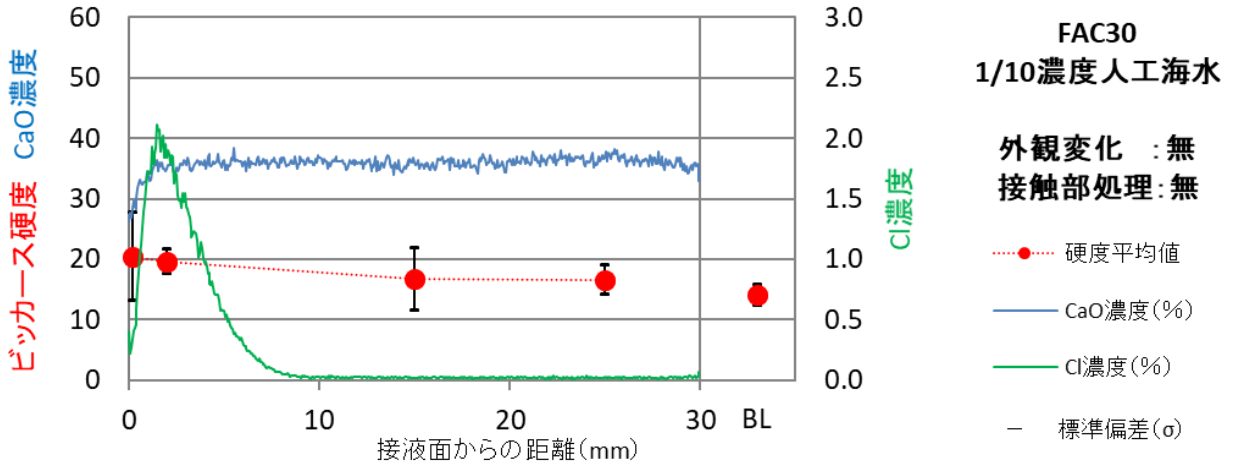


図 2.2-220　浸漬期間 4 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係
（FAC30、1/10 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

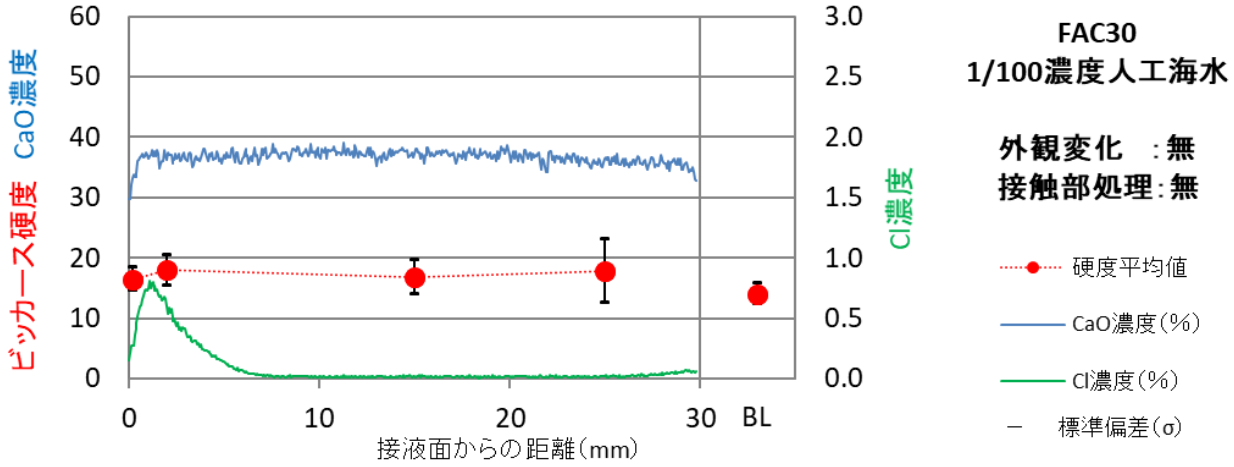


図 2.2-221　浸漬期間 4 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係
（FAC30、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

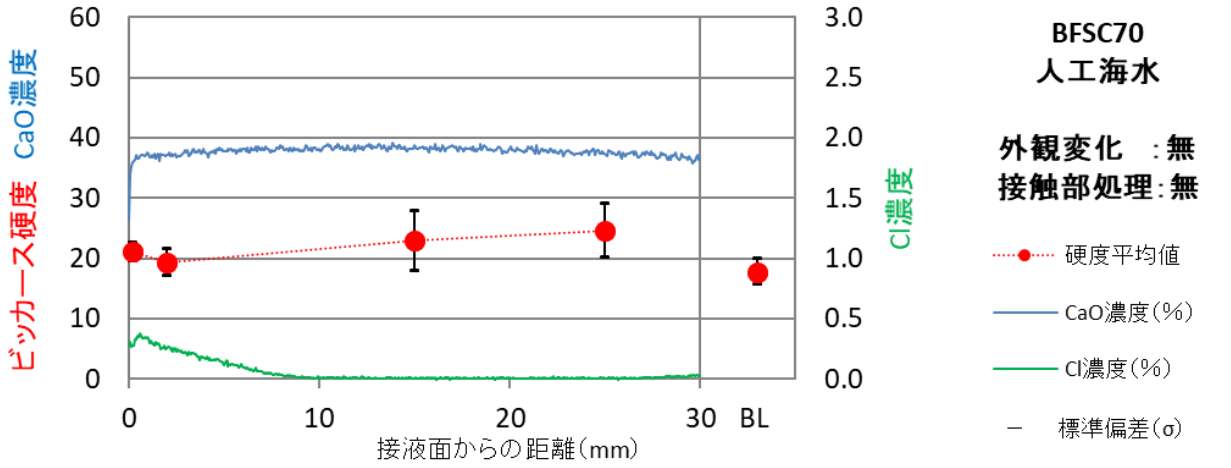


図 2.2-222　浸漬期間 4 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係
（BFSC70、人工海水：外観変化無、接液部処理無）

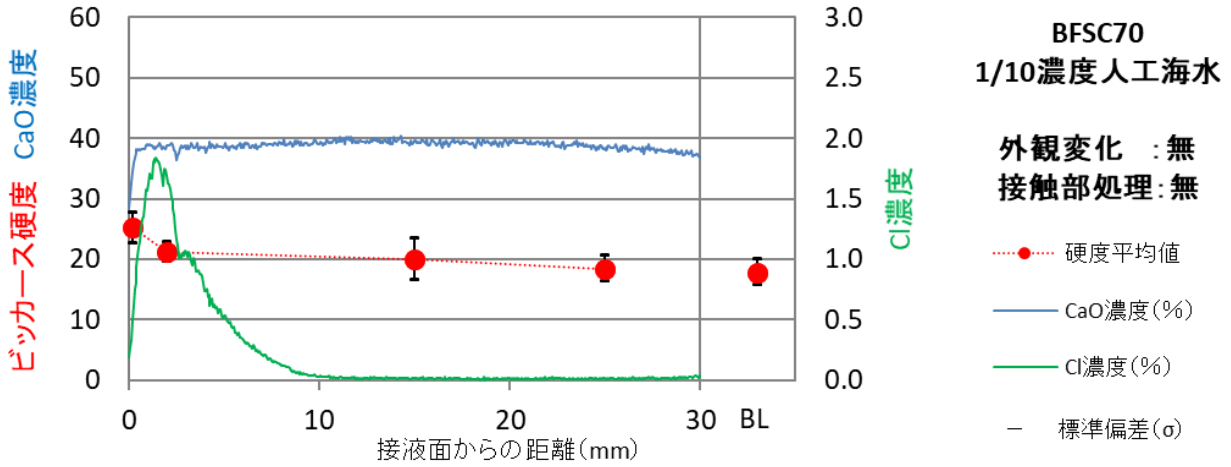


図 2.2-223　浸漬期間 4 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係
（BFSC70、1/10 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

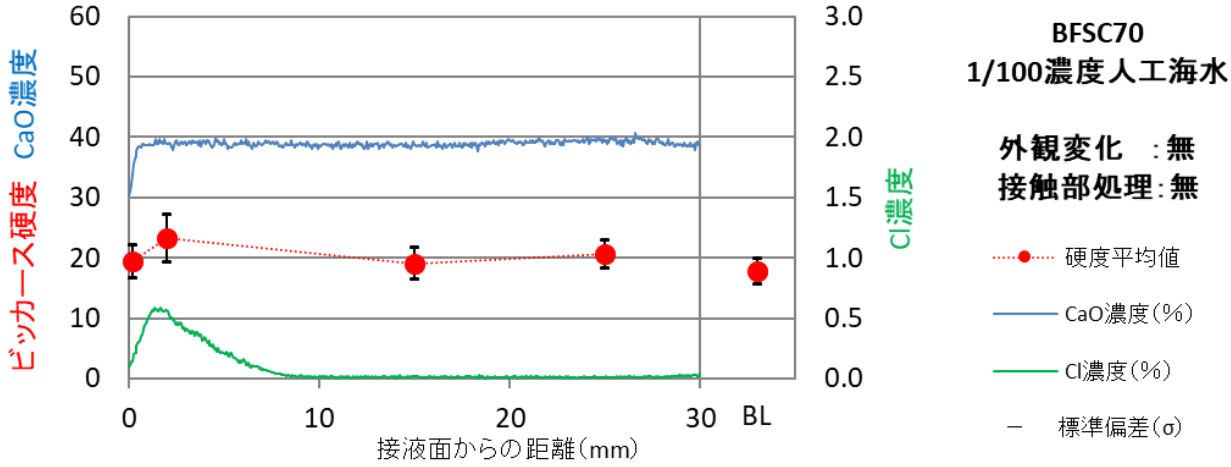


図 2.2-224　浸漬期間 4 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係
（BFSC70、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

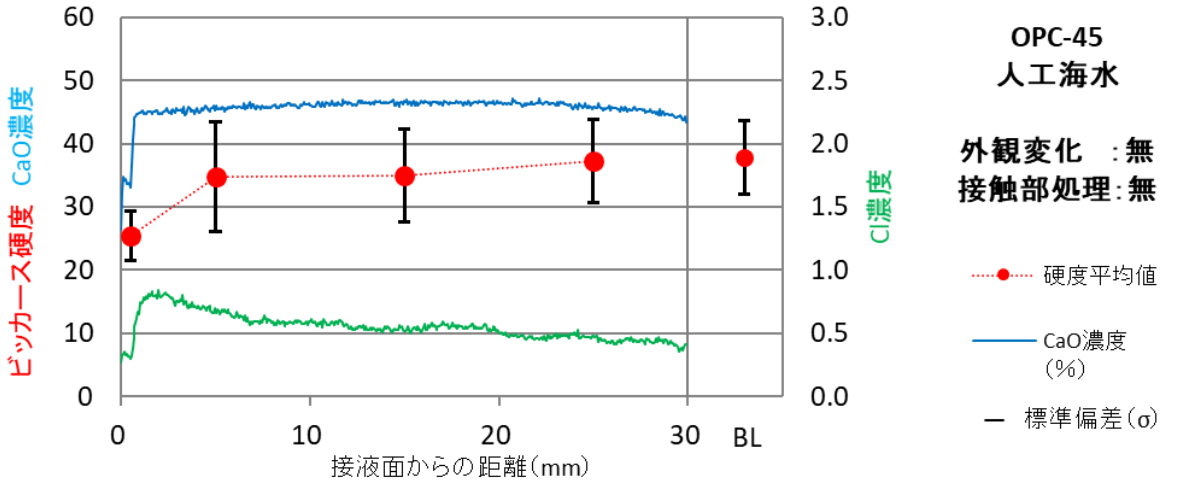


図 2.2-225　浸漬期間 14 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係
（OPC-45、人工海水：外観変化無、接液部処理無）

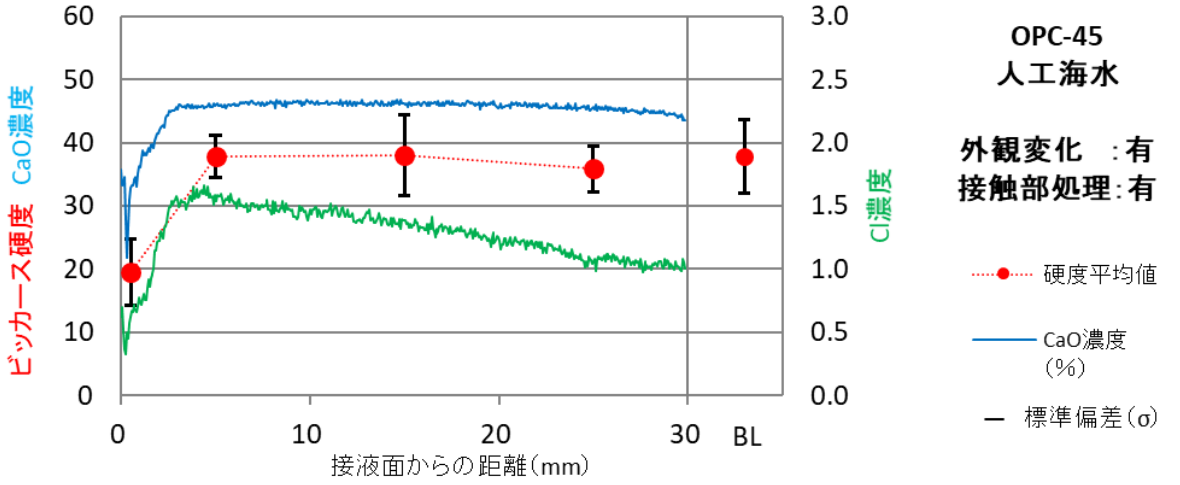


図 2.2-226　浸漬期間 14 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係
（OPC-45、人工海水：外観変化有、接液部処理有）

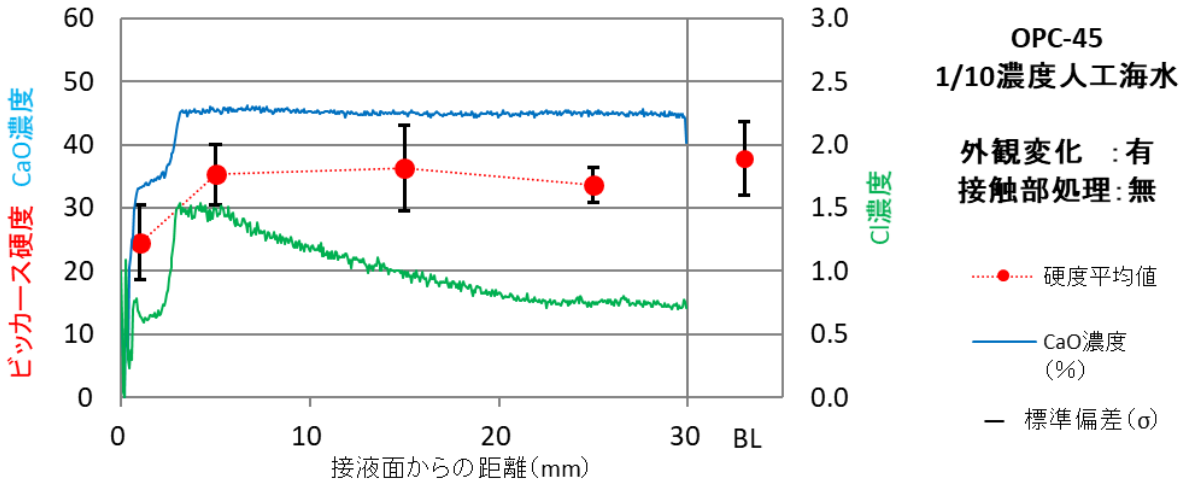


図 2.2-227　浸漬期間 14 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係
（OPC-45、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無）

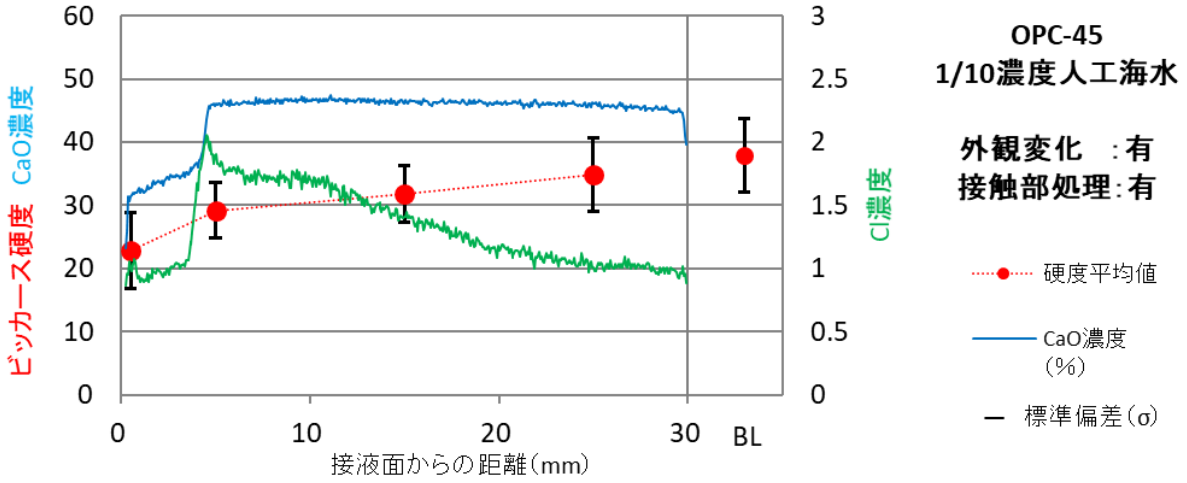


図 2.2-228　浸漬期間 14 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係
（OPC-45、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理有）

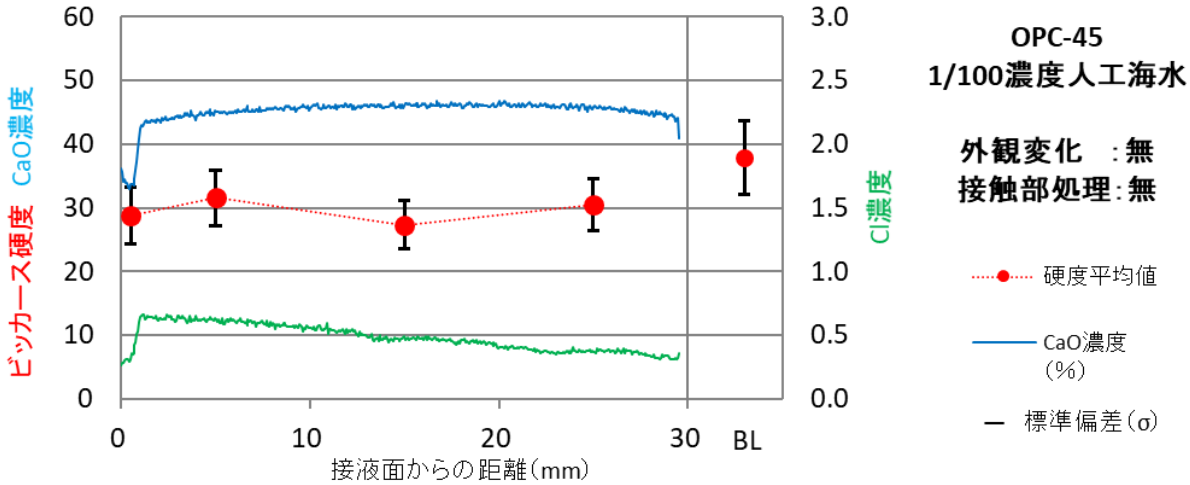


図 2.2-229　浸漬期間 14 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係
（OPC-45、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

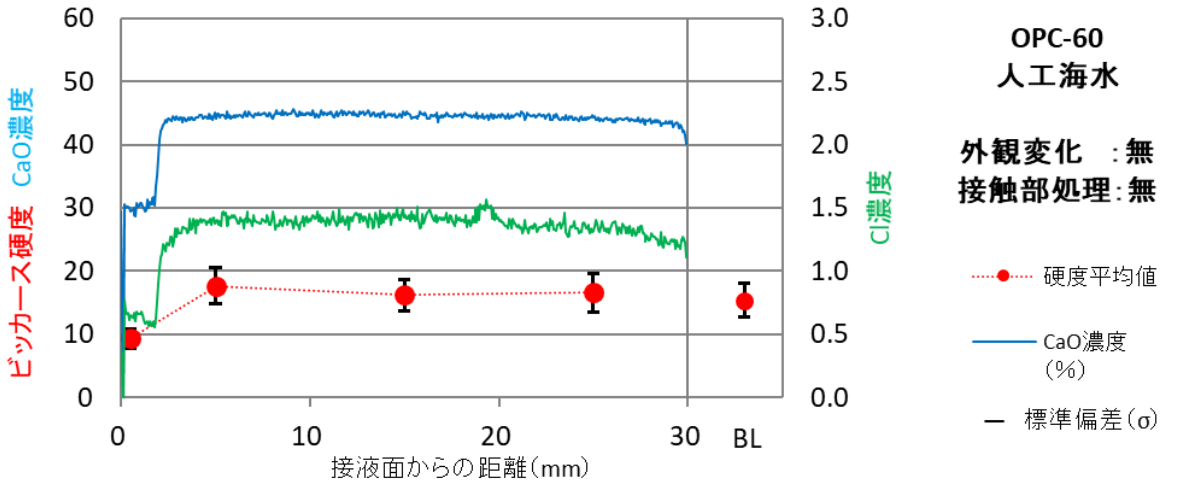


図 2.2-230　浸漬期間 14 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係
（OPC-60、人工海水：外観変化無、接液部処理無）

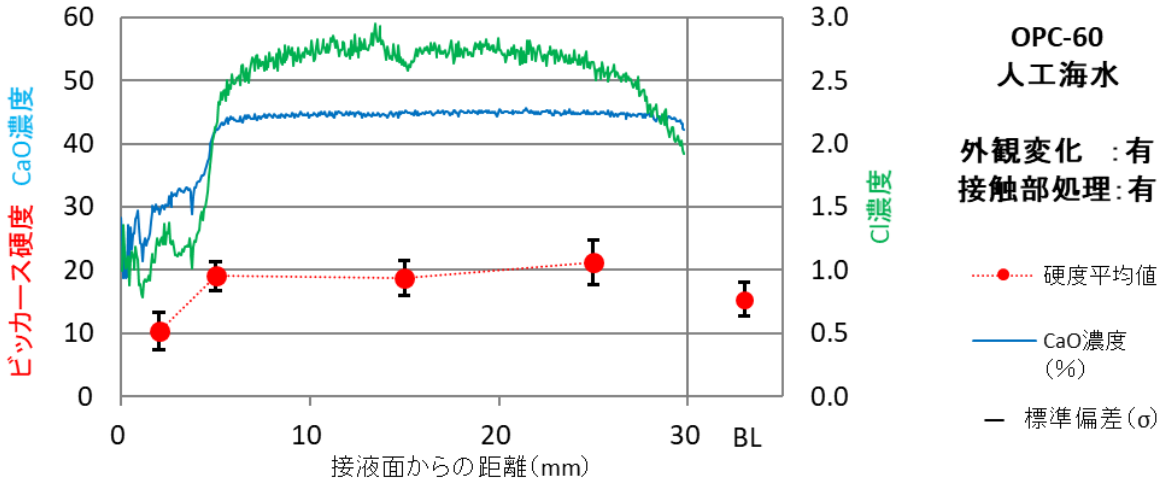


図 2.2-231　浸漬期間 14 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係
（OPC-60、人工海水：外観変化有、接液部処理有）

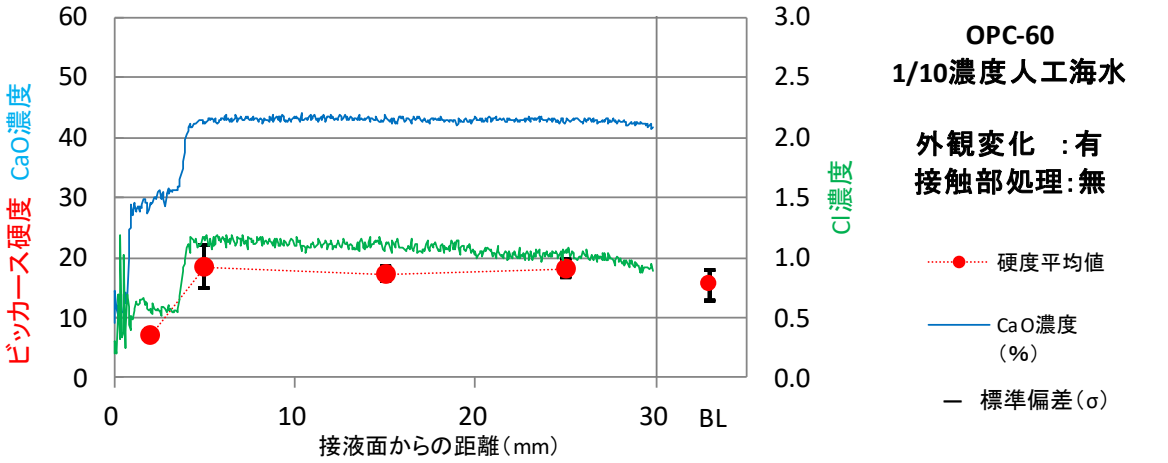


図 2.2-232　浸漬期間 14 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係
（OPC-60、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無）

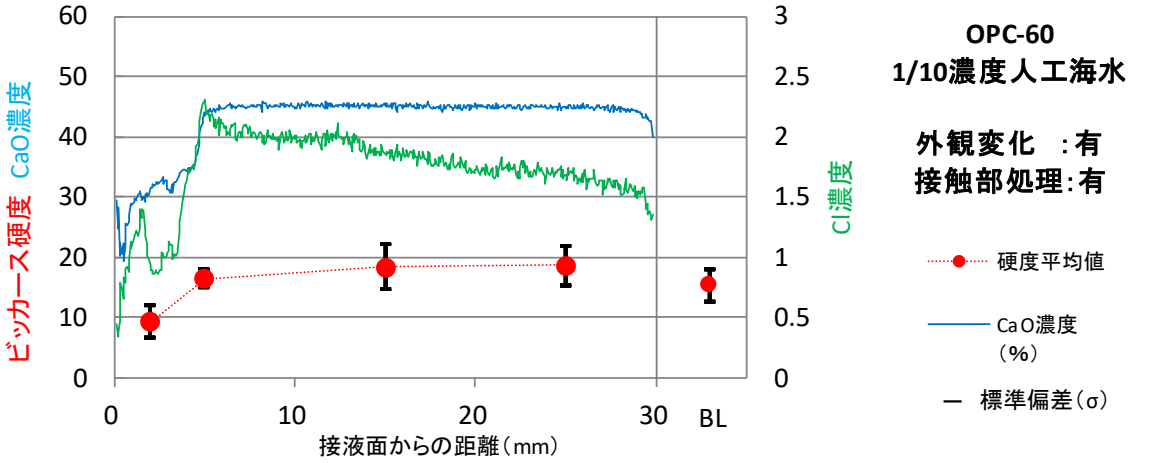


図 2.2-233　浸漬期間 14 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係
（OPC-60、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理有）

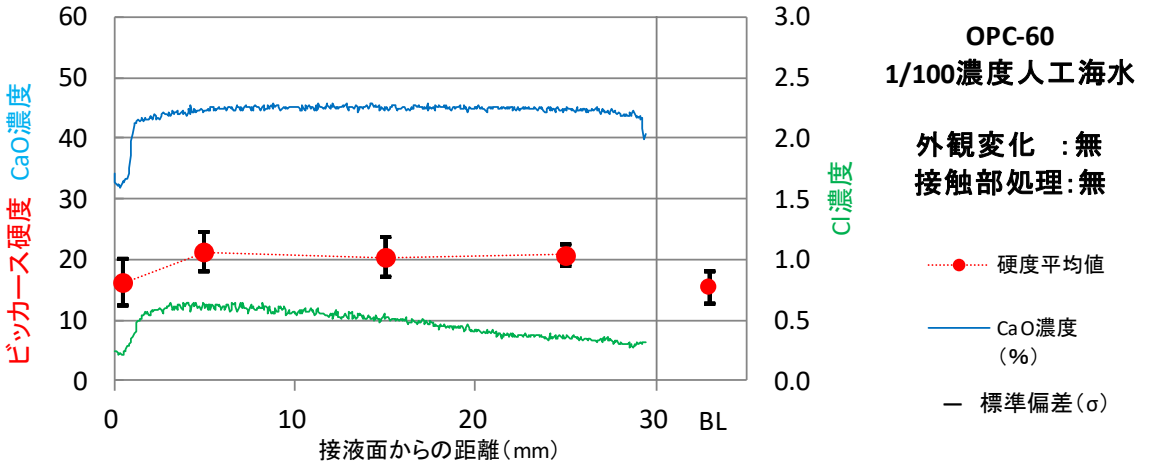


図 2.2-234　浸漬期間 14 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係
（OPC-60、1/100 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

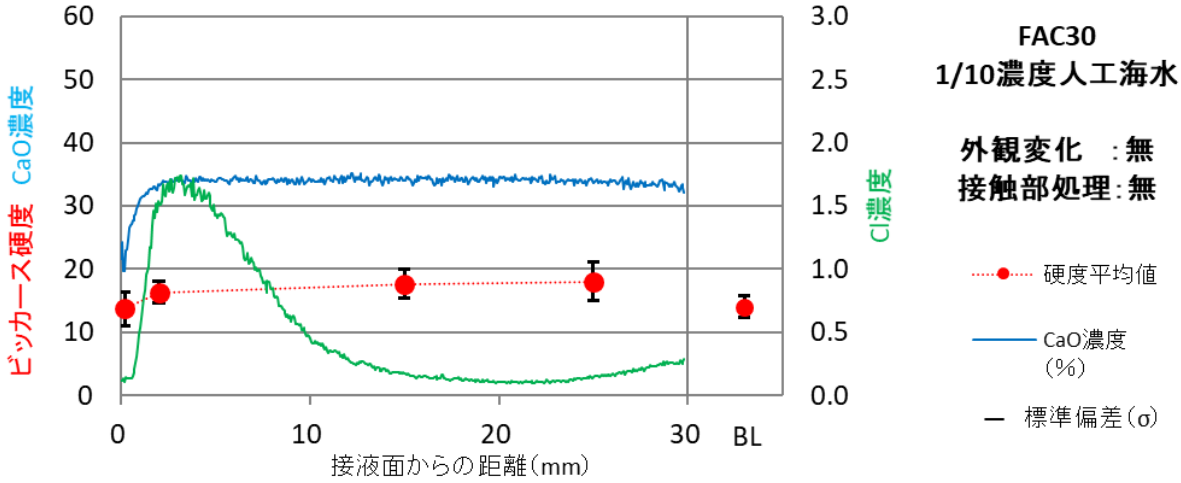


図 2.2-235　浸漬期間 14 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係
（FAC30、1/10 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

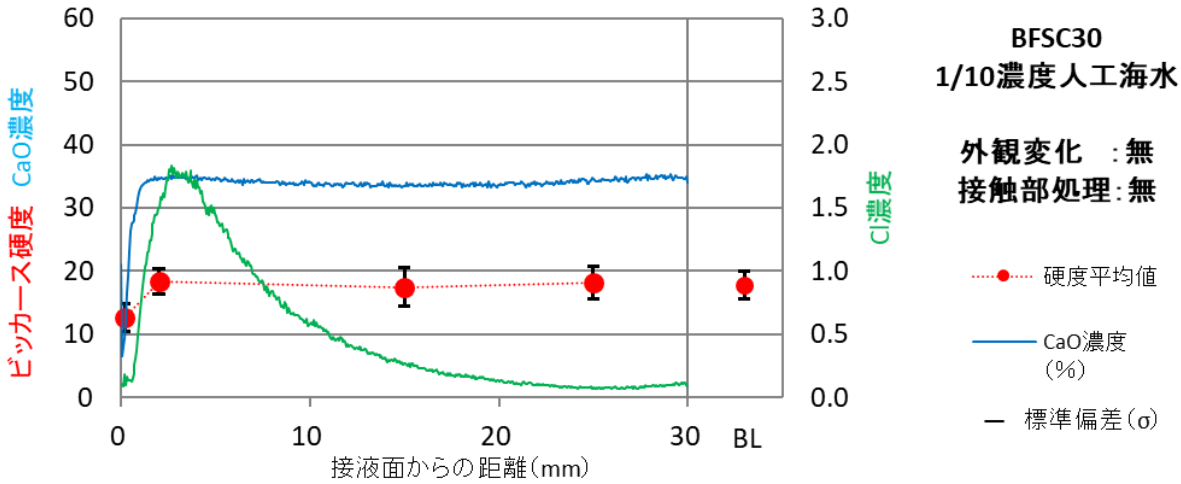


図 2.2-236　浸漬期間 14 ヶ月試料のビッカース硬度と成分分布の関係
（BFSC70、1/10 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

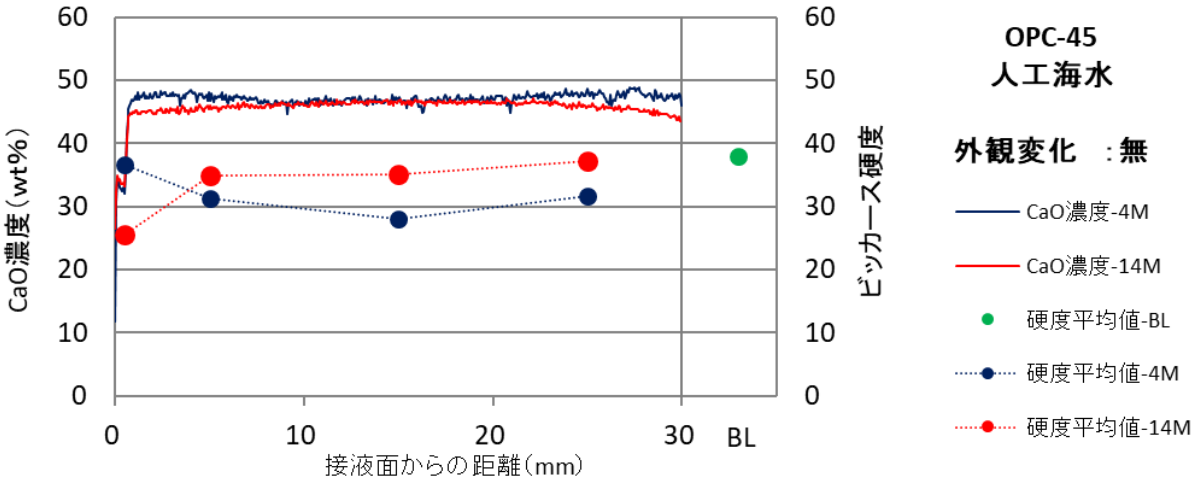


図 2.2-237　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月のビッカース硬度と成分分布の関係の比較
（OPC-45、人工海水：外観変化無）

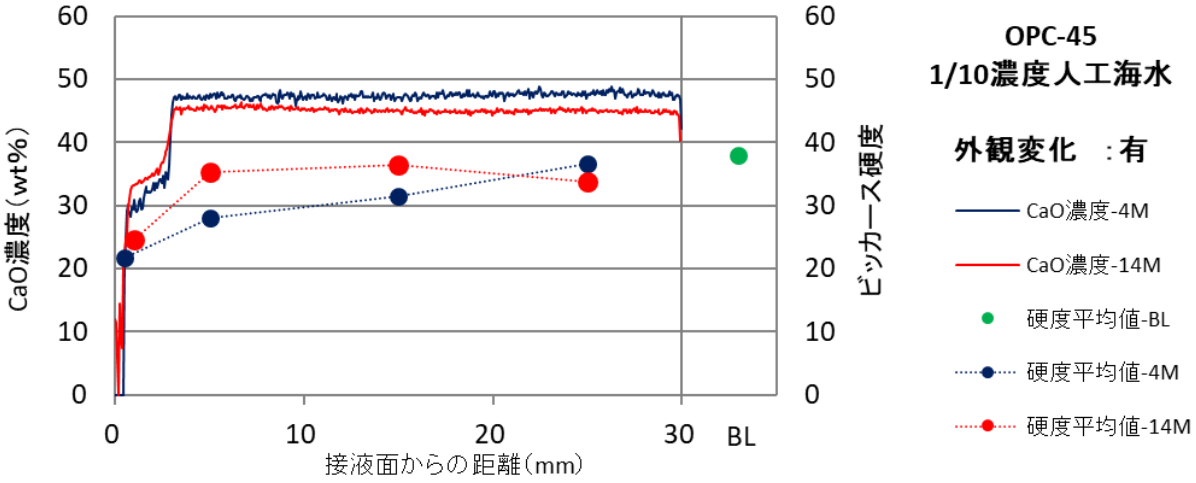


図 2.2-238　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月のビッカース硬度と成分分布の関係の比較
（OPC-45、1/10 濃度人工海水：外観変化有）

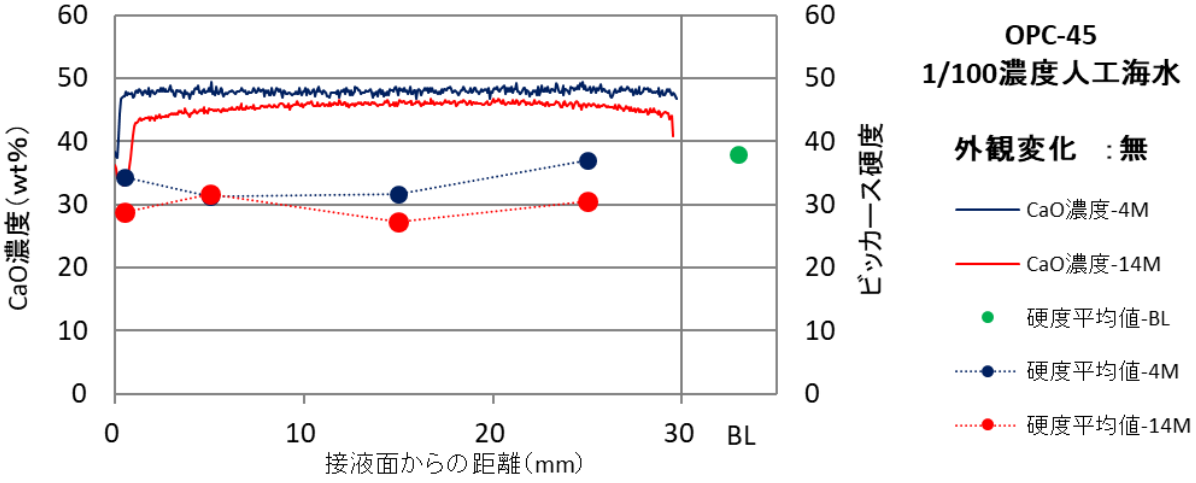


図 2.2-239　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月のビッカース硬度と成分分布の関係の比較
（OPC-45、1/100 濃度人工海水：外観変化無）

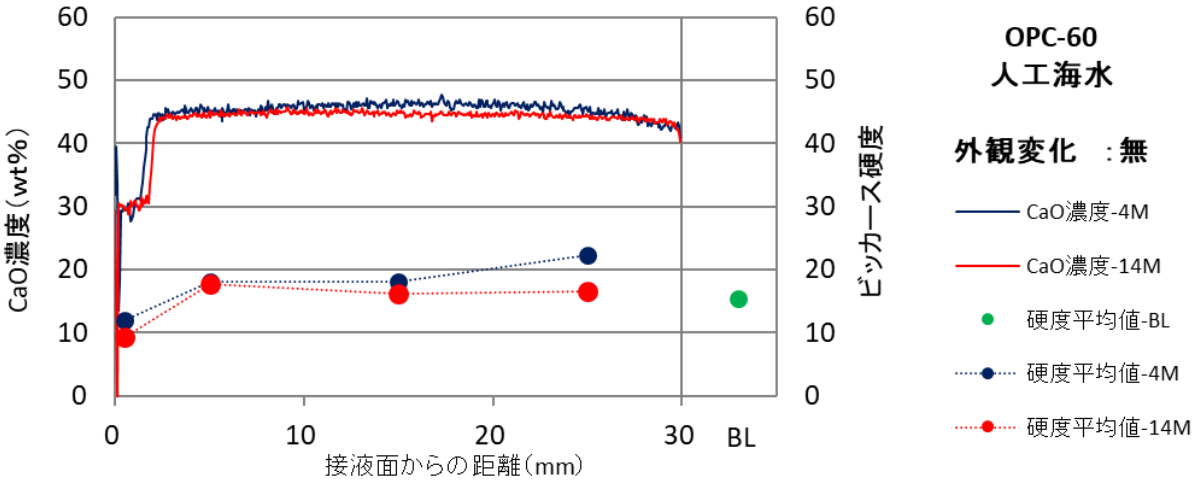


図 2.2-240　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月のビッカース硬度と成分分布の関係の比較
（OPC-60、人工海水：外観変化無）

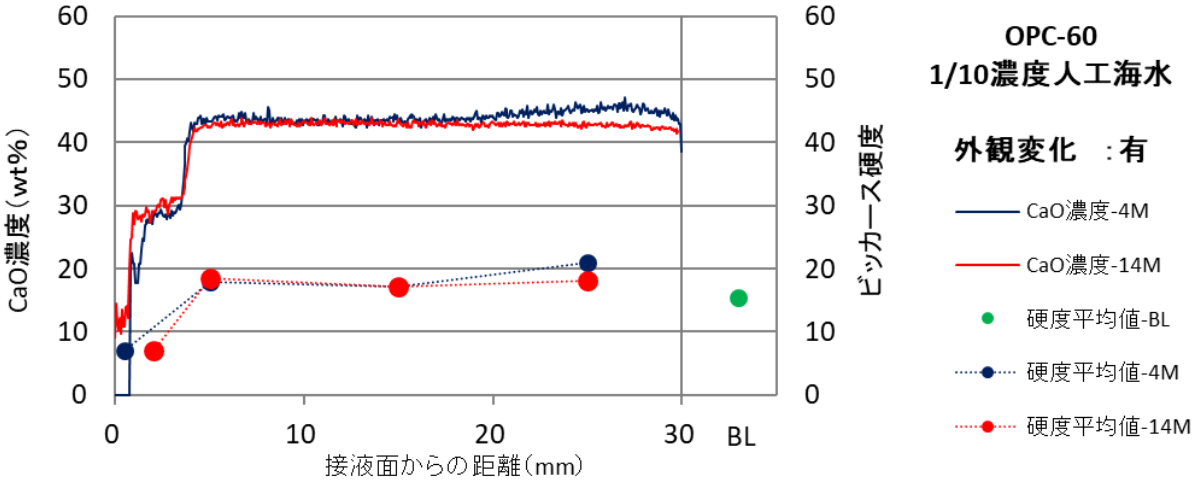


図 2.2-241　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月のビッカース硬度と成分分布の関係の比較
（OPC-60、1/10 濃度人工海水：外観変化有）

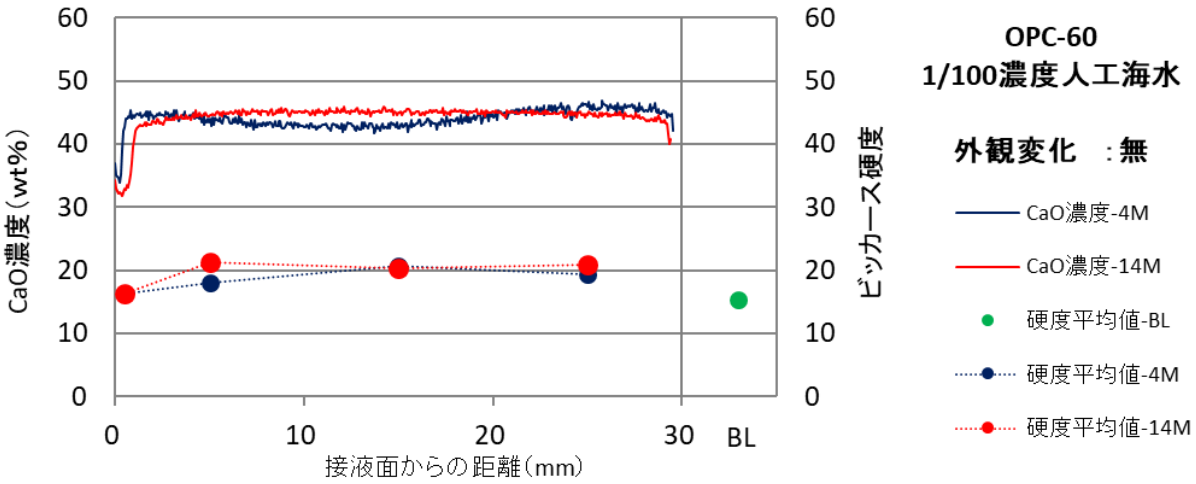


図 2.2-242　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月のビッカース硬度と成分分布の関係の比較
（OPC-45、1/100 濃度人工海水：外観変化無）

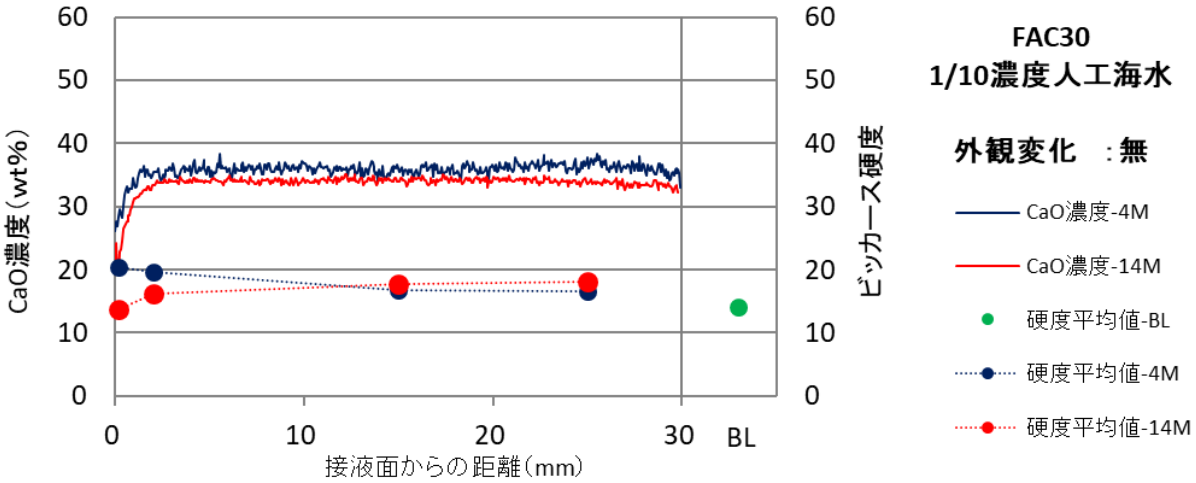


図 2.2-243　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月のビッカース硬度と成分分布の関係の比較
（FAC30、1/10 濃度人工海水：外観変化無）

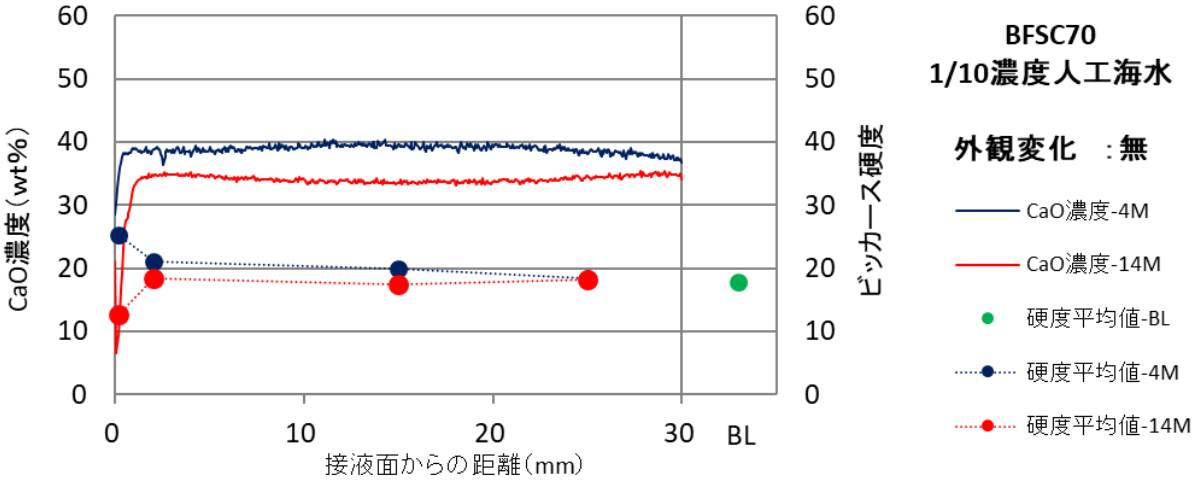


図 2.2-244　浸漬期間 4 ヶ月と 14 ヶ月のビッカース硬度と成分分布の関係の比較
（BFSC70、1/10 濃度人工海水：外観変化無）

3) ビッカース硬度と空隙率の関係

ビッカース硬度と空隙率の関係を図 2.2-245～図 2.2-247 にそれぞれ示す。また、各試料のビッカース硬度と空隙率の関係を図 2.2-248 に示す。図中の空隙率は、SEM 分析で取得した反射電子像の輝度を二値化し、黒色部を空隙として面積割合より算出した結果であり、この処理における解像度は 0.2μm であることから、ここで示す空隙率は 0.2μm 以上の空隙率である。

OPC-45 の 1/10 濃度人工海水の外観変化有、接液部処理無の硬化体では、溶脱部と Cl 浸透部で最も Cl 濃度の高い位置の空隙を測定し、溶脱部の方が Cl 浸透部より空隙率が高いことを確認した。XRD 分析の結果、溶脱部では Portlandite のピーク強度の低下が確認されており、Portlandite の溶脱が空隙率の増加の要因であり、空隙増加が硬度低下につながっていると考えた。

OPC-60 の 1/10 濃度人工海水の外観変化有、接液部処理無の硬化体でも、空隙率と硬度の関係は、OPC-45 と同様の傾向を示しており、空隙率の増加が硬度低下に影響していると考えられた。

BFSC70 の 1/10 濃度人工海水の外観変化無、接液部処理無の硬化体でも、OPC 系材料と同様に溶脱部のみ他の部位より硬度が低い結果となっているが、溶脱部、Cl 浸透部、健全部の空隙率は同程度だった。BFSC70 の溶脱部は OPC 系材料の溶脱部とは異なり、Ca が溶脱している部位で Mg が沈殿している。そのため、Portlandite の溶脱による空隙増加と同時に Mg 系鉱物の沈殿による空隙の閉塞が生じたと考えた。バルク試験体の機械的強度は空隙だけでなく、セメント試料に最も多く含まれる C-S-H の密度や結晶性の状態に大きく依存すると考えられる。SEM による組成分布測定の結果、BFSC70 の 1/10 濃度人工海水に浸漬した硬化体では、溶脱部の主成分は Mg と Si であり、Ca 濃度は低いことから、溶脱部の主要鉱物は C-S-H でなく M-S-H である可能性が示唆されており、この変化により硬度が低下したと推察された。

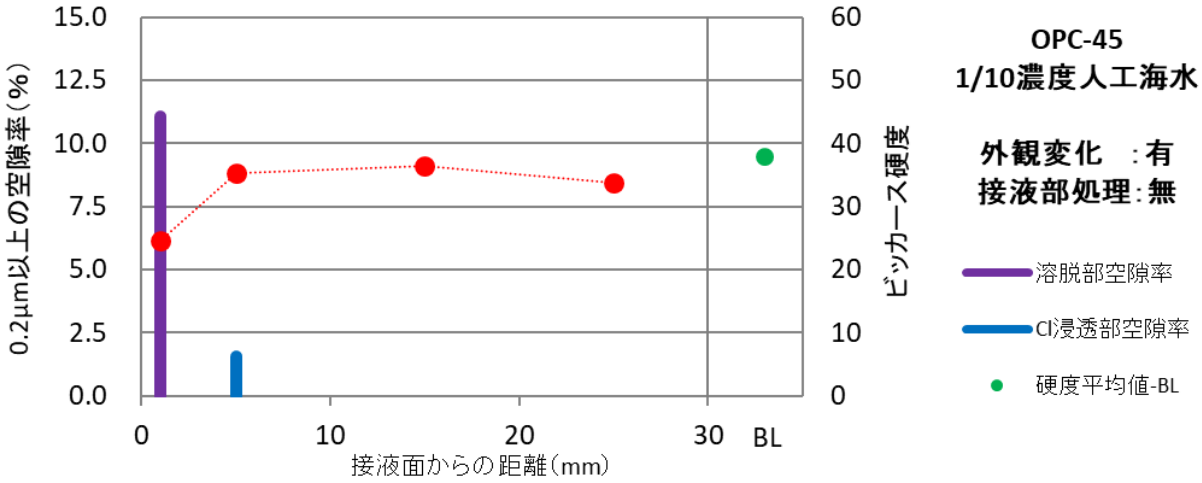


図 2.2-245　ビッカース硬度と空隙率の関係
（OPC-45、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無）

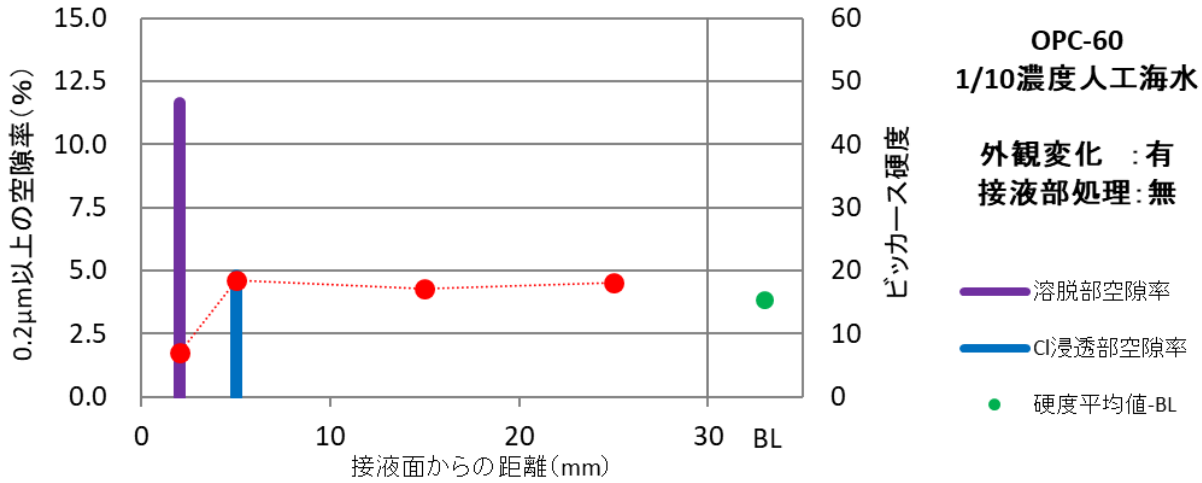


図 2.2-246　ビッカース硬度と空隙率の関係
（OPC-60、1/10 濃度人工海水：外観変化有、接液部処理無）

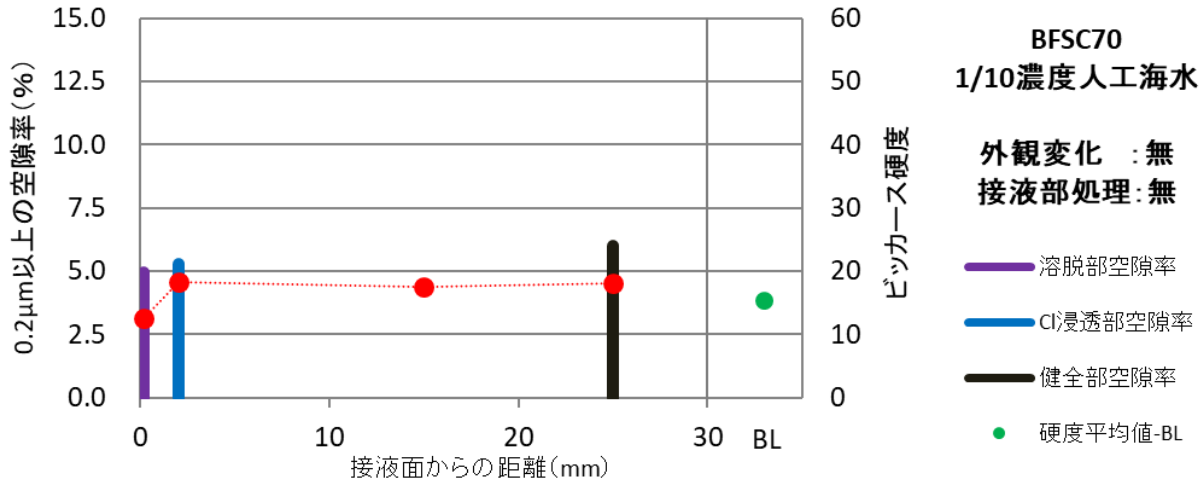


図 2.2-247　ビッカース硬度と空隙率の関係
（BFSC70、1/10 濃度人工海水：外観変化無、接液部処理無）

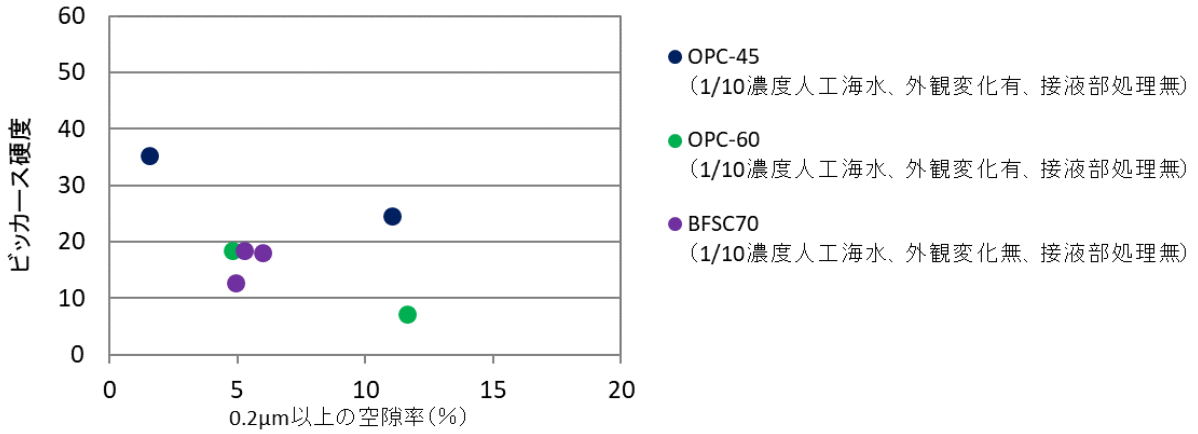


図 2.2-248　各試料のビッカース硬度と空隙率の関係

4) ビッカース硬度変化からのモルタルの強度変化の推定の試み

平成 29 年度に実施した試験では（産総研ほか, 2018）、材齢 4 ヶ月の φ20mm、高さ 40mm の円柱試験体の圧縮強度の測定の結果（4 回の平均）、OPC-45 は平均値で 60.9N/mm²、OPC-60 は 32.3N/mm²、FAC30 は 35.7N/mm²、BFSC70 は 38.6N/mm² であり、水セメント比が同じ、OPC-60、FAC30、BFSC70 が近接した圧縮強度となった。一方、浸漬期間 4 ヶ月のブランク（BL）試験体のビッカース硬度の結果（平均値）も、OPC-60、FAC30、BFSC70 がそれぞれ、15.4、14.0、17.8 と近く、OPC-45 は、これらより高い 37.9 であった。ビッカース硬度と圧縮強度の関係性は、水セメント比 45%と 60%の違いを反映しており、硬度値が大きい試料では圧縮強度も大きい傾向にあった。

ペースト部分のビッカース硬度の変化からモルタルやコンクリートの強度変化の推定を試みた。横関ら（横関ほか, 2002）が実施した研究においても、骨材を有する試料（モルタル試料）でもビッカース硬度の値が高い試料ほど、圧縮強度が高いことが示されている。横関らは、W/C40%のモルタルでビッカース硬度が約 30、圧縮強度が約 50N/mm²、W/C70%のモルタルでビッカース硬度が約 10、圧縮強度が約 20N/mm² と報告している。本試験で最も硬度の低下率が大きかった OPC-60 の BL の硬度は 15.4 で，溶脱部は 7.1 まで低下していた。横関らの硬度と圧縮強度の関係を勘案すると、モルタルの硬度値の低下率と圧縮強度(N/mm²)の低下率はほぼ 1:1 の関係と推定され、OPC-60 がモルタル試料であった場合、溶脱部の圧縮強度は健全時の半分程度まで低下すると推定される。

2.3 分析結果のまとめ

以下に、分析項目ごとに結果をまとめる。

【pH 分析】

- OPC 系材料（OPC-45、OPC-60）の浸漬液の pH は、人工海水では 3 ヶ月までの期間は上昇したものの、その後は試験体を浸漬する前の浸漬液の pH と同等であった。1/10 濃度人工海水、1/100 濃度人工海水でも、pH は初期に上昇し、その後低下するものの人工海水と比較すると僅かに高い pH で推移した。
- 混合セメント系材料（FAC30、BFSC70）の浸漬液の pH は、人工海水では浸漬開始から終了の 14 ヶ月まで試験体を浸漬する前の浸漬液の pH と同等であった。1/10 濃度人工海水、1/100 濃度人工海水の pH は初期に上昇するものの、その後は試験体を浸漬する前の浸漬液の pH と同等であった。

【試料断面の元素組成分析】

- 試料断面を観察した結果、OPC 系材料の人工海水浸漬後試料では、接液面上部にドーム状の変質域が生成した試料と生成していない試料を確認した。1/10 濃度人工海水浸漬後試料では、全ての試料にドームが確認された。1/100 濃度人工海水では、全ての試料でドームは確認されなかった。4 ヶ月観察時点でドームのない試料は 14 ヶ月でもドームは確認されず、浸漬期間中に新たな生成は確認されなかった。
- 混合セメント系材料では、海水濃度、浸漬期間に関わらずドームは確認されなかった。
- ドームを有する試料では内部の接液面がひび割れており、接液面から剥離してドーム状になる際に、試料の一部が一緒に剥離したことがわかった。ドームの主要成分は Ca、Mg であった。
- 全ての試料に共通して、接液面近傍は Ca の溶脱部であることが確認され、この領域では S が高濃度だった。溶脱部は OPC 系材料の方が深く、混合セメント系材料ではごく表層のみで確認された。
- OPC 系材料では、浸漬条件が同様の場合、外観変化（ドームの生成）が見られた試料の方が成分の溶脱部、塩素の浸透域が深い傾向であった。
- 外観変化が見られなかった OPC 系材料、混合セメント系材料の殆どの試料に共通して、人工海水では、浸漬 4～14 ヶ月の期間に Ca の溶脱範囲は拡大しない傾向であった。一方で、1/100 濃度人工海水では、Ca 溶脱範囲がごく表層に限られていながらも、浸漬 4～14 ヶ月の期間に拡大していた。
- 全ての試料に共通して、Cl 濃度は Ca 溶脱部では低く、Ca 溶脱部以深で最も高濃度となっていた。
- OPC 系材料は、4 ヶ月では一部の試料、14 ヶ月ではすべての試料で端部まで Cl が浸透してしまい浸透深さはわからなかったが、Cl 濃度は最深部で 4 ヶ月より 14 ヶ月の方が高く、時間経過とともに Cl が深さ方向に浸透していることを確認した。
- 混合セメント系材料では、浸漬液の濃度に関係なく Cl の浸透深さは同等となることを確認した。Cl の浸透域は 4 ヶ月より 14 ヶ月の方が深く、時間経過とともに Cl が深さ方向に浸透していることを確認した。
- 混合セメント系材料の Cl 浸透量は、多い方から 1/10 濃度人工海水→1/100 濃度人工海水→人工海水となり、浸漬液中の Cl 量の多少と Cl 浸透量の傾向が一致しなかった。

・ OPC 系材料、混合セメント系材料ともに、浸漬期間の経過とともに Cl の浸透域は深くなっているものの、海水成分濃度の高い条件では、Cl 濃度の最高値が 4 ヶ月から 14 ヶ月にかけ低下している試料も確認された。これらの試料では、接液面から新たに海水成分が供給されていないと考えられた。

【鉱物相の同定】
・ 全てのブランク試料で、最も明確に同定できる鉱物は Portlandite であった。溶脱部では、このピーク強度がブランク試料より小さかった。溶脱部での Ca 減少（EPMA）は Ca を主成分とする Portlandite の減少を反映していることが確認された。
・ Ca 溶脱領域では SO_4^{2-}、Cl^-が浸透することで既存のアルミネート鉱物である Monosulfate（$3CaO・Al_2O_3・CaSO_4・12H_2O$）や Monocarbonate（$3CaO・Al_2O_3・CaCO_3・11H_2O$）が Ettringite（$3CaO・Al_2O_3・3CaSO_4・32H_2O$）や Friedel's salt（フリーデル氏塩、$3CaO・Al_2O_3・CaCl_2・10H_2O$）に変化する傾向にあった。この傾向は 4 ヶ月から 14 ヶ月で変化が無く、14 ヶ月で鉱物の消失や、新たな鉱物の生成は認められなかった。

【鉱物の形態観察および組成分析】
・ 接液面からみてセメント相外部または接液面極近傍のセメント相内部での変質については、浸漬液の海水成分の濃度に応じて Ca 濃度の高い部分か Mg 濃度の高い部分、またはその両方が確認された。これらを主成分とする鉱物が生成することで海水成分の浸透を抑制している可能性が考えられる。
・ OPC 系試料では、最外部に Ca 濃度の高い部分（Calcite（$CaCO_3$）と推定、人工海水浸漬試料にのみ明確に生成）および、Ca 濃度の高い部分と接液面の間に Mg 濃度の高い部分（Brucite（$Mg(OH)_2$ と推定）が存在した。
・ 混合セメント（いずれも外観変化無し）では人工海水浸漬試料の外部に Ca 濃度の高い部分（Calcite と推定）、接液面ごく近傍の内部の Ca 濃度が低く Mg 濃度の高い部分（M-S-H（$xMgO・ySiO_2・nH_2O$）と推定）が存在した。1/10 濃度人工海水に浸漬した試料では Mg 濃度の高い部分（Brucite（$Mg(OH)_2$ と推定）が生成し、時間の経過と共に試料内部に Mg が浸透していた。1/100 濃度人工海水に浸漬した試料では、接液面のごく表層で数μm 厚の Mg 部が観察された（人工海水、1/100 濃度人工海水は 4 ヶ月試料のみ分析）。
・ OPC 系材料の方が混合セメント系材料より Calcite（推定）の生成量は多かった。OPC 系材料のほうがセメントから Ca 成分の溶脱量が多いためと考えた。
・ OPC 系材料は Ca 溶脱部において空隙の増加が確認されたが、混合セメント系材料では溶脱部においても空隙の増加は見られなかった。（14 ヶ月試料のみ分析）

【微小領域のビッカース硬度の測定】
・ ビッカース硬度は、Ca 溶脱部で低下する傾向が認められた。
・ 深層部のビッカース硬度は浸漬試験の開始前と同等であり、Cl の浸透の影響は見られなかった。
・ OPC 系試料の Ca 溶脱部での硬度低下は Portlandite の溶脱に伴う空隙の増加によると推定された。
・ 混合セメント系材料では、Ca 溶脱部において Mg 沈殿部が確認された。この部位では空隙の増加が認められないにもかかわらず、硬度は低下していた。
・ 各ブランク硬化体の小径円柱供試体の圧縮強度を測定した結果、圧縮強度はセメント系材

料の違いよりも水セメントの影響が大きく、ビッカース硬度も同様の結果を示した。硬度値が大きい試料では圧縮強度も大きい傾向が見られた。
- 既往の検討を基に塩水浸漬による圧縮強度の低下の推定を試みた結果、塩水に浸漬したセメント系材料の溶脱部の圧縮強度は、健全時の 1/3～1/2 程度まで低下する可能性が示唆された。

2.4 試験条件影響のまとめ

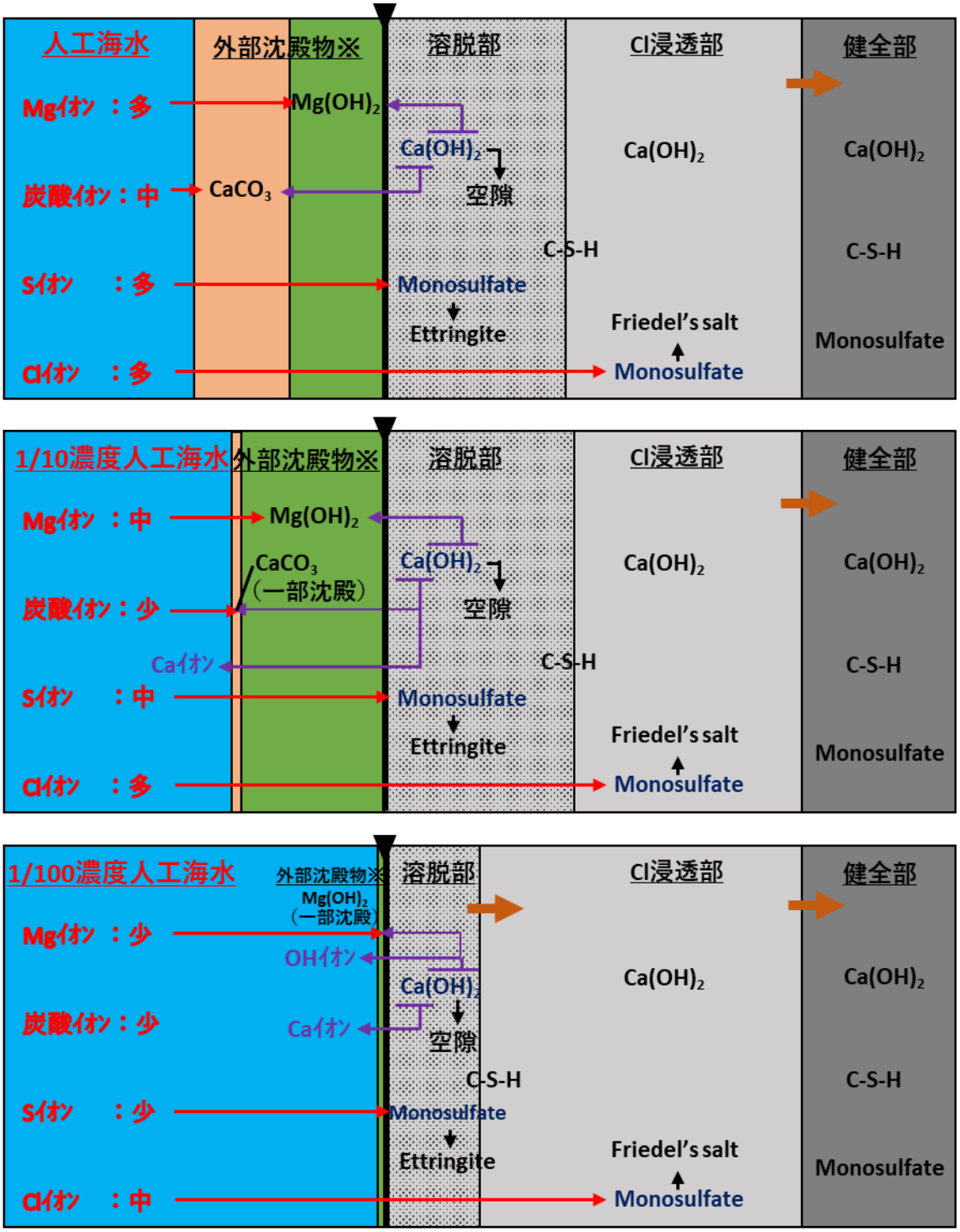
本業務の結果を、試験条件の影響の観点から記す。なお、本業務からわかった変質状態を模式図として図 2.4-1～図 2.4-2 に示す。

【セメント材料】
- セメント種類と海水成分の影響を受け沈殿する接液面近傍の生成物の関係について、混合セメント系材料（FAC30、BFSC70）より OPC 系材料（OPC-45、OPC-60）で接液面外部の生成物が顕著に確認された。また、混合セメントでは内部に Mg 領域が認められた。
- セメント種類と内部の鉱物相との関係について、OPC 系材料と FAC30 は構成する鉱物相が近似しており、BFSC70 はこれらとアルミネート鉱物種類が異なっていた。BFSC70 は OPC の混合割合（FAC は 70%、BFSC は 30%）が少ないため、OPC と鉱物相が異なったと考えられる。
- セメント種類と成分の溶脱や浸透の関係について、セメント種類が異なっていても溶脱する成分や浸透する成分は同様であり、変質する鉱物や生成する鉱物は概ね同じであったが、Ca 溶脱や Cl 浸透等の変質領域は混合セメント系材料より OPC 系材料で深い傾向であった。
- 水セメント比と変質および硬度の関係について、同じセメント材料（OPC-45、OPC-60）では、浸漬条件が同様であれば、水セメント比が大きい試料ほど変質域が深かった。また、浸漬試験前の硬度と圧縮強度は水セメント比が大きい試料ほど小さい値を示した。変質域の深浅、硬度、圧縮強度の大小は、空隙構造（空隙量の多少、空隙径の大小）と相関が高く，また，水セメント比と空隙構造も相関が高いことから、水セメント比の違いが成分の浸透や機械的強度に影響したと考えた。
- 同じ水セメント比であれば、OPC 系材料と混合セメント系材料でブランク試料の硬度は同等の値を示した。しかし、溶脱部の硬度低下の割合は混合セメント系材料より、OPC 系材料の方が大きかった。OPC 系材料は混合セメント系材料と比較し Portlandite の含有率が多く、この Portlandite の溶脱で空隙が増加したため、顕著に硬度低下したと考えた。

【人工海水濃度】
- 人工海水濃度と Ca の溶脱範囲の関係については明確な相関が認められず、OPC 系材料では人工海水濃度が高い方が大きい傾向にあるのに対し、混合セメント系材料では表層のごく近傍のみの事象ながら人工海水濃度が低い方が大きい傾向にあった。また、外観変化が見られなかった OPC 系材料、混合セメント系材料の殆どの試料に共通して、人工海水では、浸漬 4～14 ヶ月の期間に Ca の溶脱範囲は拡大しない傾向であった。一方で、1/100 濃度人工海水では、Ca 溶脱範囲がごく表層に限られていながらも、浸漬 4～14 ヶ月の期間に拡大していた。
- 人工海水濃度と Cl の浸透深さの関係について、OPC 系材料は端部まで Cl が浸透してしまい浸透深さはわからなかったが、混合セメント系材料では浸漬液の濃度に関係なく同等

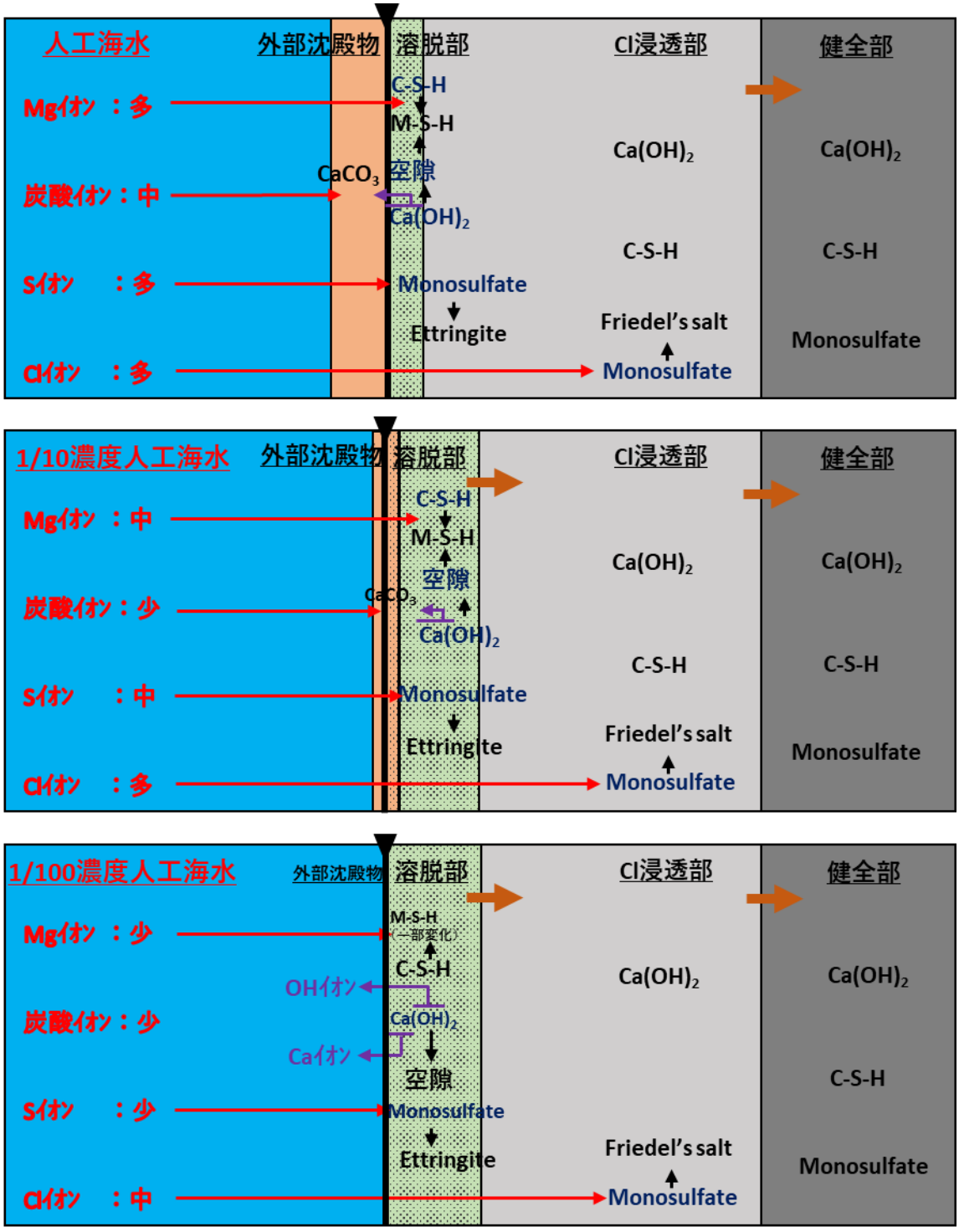
となることを確認した。いずれも、時間経過とともに Cl が深さ方向に浸透していることを確認した。

- 人工海水濃度と Cl 浸透量の関係については明確な相関が認められず、OPC 系材料では人工海水濃度との関係が不明瞭であったが、混合セメント系材料では、多い方から 1/10 濃度人工海水→1/100 濃度人工海水→人工海水となり、浸漬液中の Cl 量の多少と Cl 浸透量の傾向が一致しなかった。
- 人工海水濃度と接液面近傍の沈殿の関係については以下の通りである。
  - ✓ 人工海水に浸漬した試料は、セメントの種類に関係なく、接液面外部に Ca の沈殿が顕著に確認された。また、OPC 系材料の接液面外部では Mg の沈殿も顕著に確認された。混合セメント系材料においても Mg の沈殿は確認されたが、OPC 系材料と異なり固相内部で確認された。
  - ✓ 1/10 濃度人工海水に浸漬した試料は、セメントの種類に関係なく、接液面外部に Ca の沈殿が僅かに確認された。人工海水に浸漬した試料と同様に OPC 系材料では、接液面外部に Mg の沈殿が顕著に確認され、混合セメント系材料では固相内部で確認された。固相内外の Mg 領域は人工海水に浸漬した試料と比較して大きい傾向であった。
  - ✓ 1/100 濃度人工海水に浸漬した試料は、人工海水や 1/10 濃度人工海水の様に、接液面外部での顕著な成分沈殿は確認されなかった。ただし、混合セメント系材料では固相内の Mg 領域は人工海水に浸漬した試料と比較して大きく、1/10 濃度人工海水に浸漬した試料と同程度と推定される。
- OPC 系材料では、人工海水、1/10 濃度人工海水と比較して、1/100 濃度人工海水の溶脱部の硬度低下は小さかった。1/100 濃度人工海水試料は Ca 溶脱量も少なく、空隙変化も小さいと推測され、これを反映し硬度の低下も僅かであったと考えられた。



赤字、赤線：海水成分の浸透　　紫字、紫線：固相成分の溶出　　青字：鉱物の消失、変化
茶線：領域の経時変化の傾向（4ヶ月→14ヶ月）　　黒字、黒線：含有鉱物　　▼：接液面
Monosulfate：$3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot CaSO_4 \cdot 12H_2O$　　Ettringite：$3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 32H_2O$
Friedel's salt：$3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot CaCl_2 \cdot 10H_2O$
※外部沈殿物の拡張に伴うドーム状の膨張の形成及び接液面の破損は考慮しない
※外部沈殿物の幅は、拡大して表示。

図 2.4-1　セメント系材料の化学変質挙動に関する模式図（OPC 系材料）



赤字、赤線：海水成分の浸透　　紫字、紫線：固相成分の溶出　　青字：鉱物の消失、変化
茶線：領域の経時変化の傾向（4ヶ月→14ヶ月）　　黒字、黒線：含有鉱物　　▼：接液面
Monosulfate：$3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot CaSO_4 \cdot 12H_2O$　　Ettringite：$3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 32H_2O$
Friedel's salt：$3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot CaCl_2 \cdot 10H_2O$
※外部沈殿物の幅は、拡大して表示。

図 2.4-2　セメント系材料の化学変質挙動に関する模式図（混合セメント系材料）

参考文献

秋田 勝次，井浦 智実，朝倉 俊弘，海底トンネルで施工されたセメント水ガラス注入材の長期材料特性と性能の評価，土木学会論文集，Vol.67, No.2, pp. 95-107, 2011.

福手勤，濱田 秀則，山本 邦夫，海洋環境に 20 年間曝露されたコンクリートの耐久性に関する研究，土木学会論文集, No.442， V-16， pp. 43-52., 1992.

原子力環境整備促進・資金管理センター，平成 18 年度地層処分技術調査等 TRU 廃棄物関連処分技術調査－人工バリア長期性能確証試験－，2007.

林 大介，芳賀 和子，柴田 真仁，胡桃澤 清文，溶脱に伴う硬化セメントペーストの拡散係数変化に関する検討（その 1）―セメント硬化体の溶脱試験手法の検討―，土木学会全国大会，pp.803-804, 2015.

産業技術総合研究所，日本原子力研究開発機構，原子力環境整備促進・資金管理センター，電力中央研究所，平成 29 年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業 沿岸部処分システム高度化開発 報告書, AppendixXI, 2018.

横関 康弘，渡邉 賢三，安田 和弘，坂田 昇，炭酸化養生によるコンクリートの高耐久化，コンクリート工学年次論文集, Vol.24, No.1, pp.555-560, 2002.

3. 塩水浸透に係わるモデルの検討

3.1 概要

鉄筋等の腐食によるセメント系材料のひび割れ発生に伴う機械的強度の変化を評価することを目的に、沿岸海底下の地下水による化学変質を考慮したセメント系材料への塩化物イオンの浸透挙動を検討した。平成 30 年度は平成 28 年度の調査により抽出され、平成 29 年度に濃度が異なる海水系地下水での塩化物イオンの浸透解析を行う際の留意点等を確認した塩化物イオン浸透モデルの高度化を検討した。また、このモデルを用いて、セメント種と塩水濃度をパラメータとしたケーススタディを行い、塩水との接触期間とセメント相への塩化物イオン浸透深さ等の関係を整理した。

3.2 解析コードの高度化

平成 30 年度の検討においても、平成 29 年度に濃度が異なる海水系地下水での塩化物イオンの浸透解析に使用した細川らによって検討された物質移行と相平衡計算を連成させた解析コード（Hosokawa et al., 2011）を使用した。

本解析コードについては、平成 29 年度の検討においていくつかの課題が見出された。平成 30 年度は、これらの課題のうち、物質移行計算の重要なファクターである構造因子に最も影響を及ぼす、変質に伴う空隙の変化を反映させることとし、平成 30 年度の検討においては、析出物による空隙の閉塞やセメント成分溶脱による空隙増加を反映できるように高度化させたモデルを使用した。

3.2.1 解析の概要

使用した本解析モデル（Hosokawa et al., 2011）の概要図を図 3.2-1 に示す。本解析モデルでは、複数の劣化因子がコンクリート内部に浸透する現象、ならびに浸透した劣化因子がセメント成分に化学的に作用し劣化を引き起こす現象を、有限要素法と熱力学的相平衡を組み合わせることによって計算する。すなわち、時間の経過に伴い変化する硬化体中の液相・固相の組成の定量化、換言すれば、液相中の各種化学種（液相化学種）の移動や水和物の生成・溶解に加え、それら水和物による液相化学種の固定など、劣化現象に関与する多様な化学的因子の挙動を総合的に解析することが可能である。ただし、本解析においては、固液界面の外側の沈殿生成による塩化物イオン浸透の抑制効果を考慮できないため、塩化物イオン浸透量が塩水濃度と線形の関係となると共に、試験より塩化物イオン浸透が進行するとの計算結果となる可能性があった。本検討においては、この点を保守的と判断した。

本解析では、図 3.2-1 のような現象について、液相化学種は 1 次元の物質移動モデルに従って移動するものと扱う一方、溶解、析出、表面吸着による固相中の水和物と液相化学種との間での物質の授受の挙動については熱力学的相平衡モデルに従うものとした。今年度は溶脱や二次鉱物の生成等による空隙の変化を考慮できる物質移動モデルを使用した。

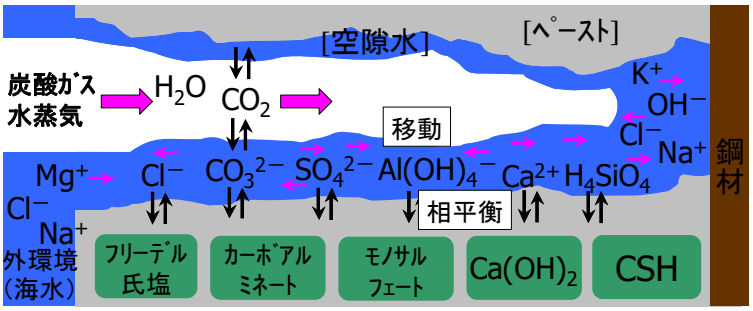


図 3.2-1　セメント硬化体中での物質移動と相平衡の概念図

3.2.2　液相の物質移行モデル

物質移行モデルにおける各種液相化学種の液相中での移動は、Nernst-Planck 式に基づく質量保存則の式(1)、ならびに、液相化学種の移動に伴い生じる静電ポテンシャルに関する Poisson 方程式(2)に従うものとし、溶脱や二次鉱物の生成に伴う空隙変化を拡散係数に反映させた。

$$\frac{\partial c_i}{\partial t} = D_i \cdot \frac{\partial^2 c_i}{\partial x^2} + \frac{\delta_i B_i^0}{\tau^2} c_i z_i \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + q_i \qquad (1)$$

Di：溶脱や二次鉱物の生成に伴う空隙変化を考慮した液相化学種 i の拡散係数、 i：液相化学種、t：時刻、x：深さ、c_i：濃度、D_i^0：自己拡散係数、B_i^0：絶対移動度、τ：空隙の屈曲度(tortuosity)、δ_i：空隙の収斂度、z_i：価数、q_i：生成・消滅項、である。

$$\varepsilon_w \frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} = \varphi \sum_i z_i c_i \qquad (2)$$

ε_w：水の誘電率、 ϕ ：Faraday 定数、である。

また、混合セメントコンクリートは OPC コンクリートに比較して、同じ空隙率でもイオンの移動が遅いことが報告されており（Hosokawa et al., 2012）、その効果を反映させることが必要である。そこで、BFSC70 ペーストと FAC30 ペーストを人工海水に 4 ヶ月間浸漬した試料断面の塩素濃度プロファイル（産総研ほか, 2018）にフィッティングすることによって、イオンの移動に対する混合セメントの影響を評価した。フィッティング結果を図 3.2-2、図 3.2-3　に示す。FAC30 ペーストは OPC ペーストの 1/4、BFSC70 ペーストは 1/5 の拡散係数とすることで、塩素の浸透深さを再現できたことから、FAC30 コンクリートの計算には(1)式に 1/4、BFSC コンクリートの計算では 1/5 を乗じて計算した。

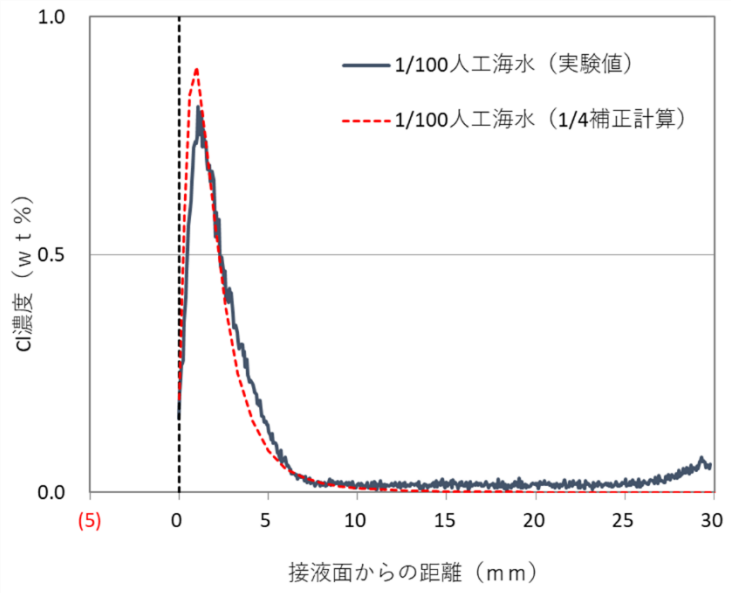


図 3.2-2　FAC30 ペーストの塩素浸透プロファイルとフィッティング結果

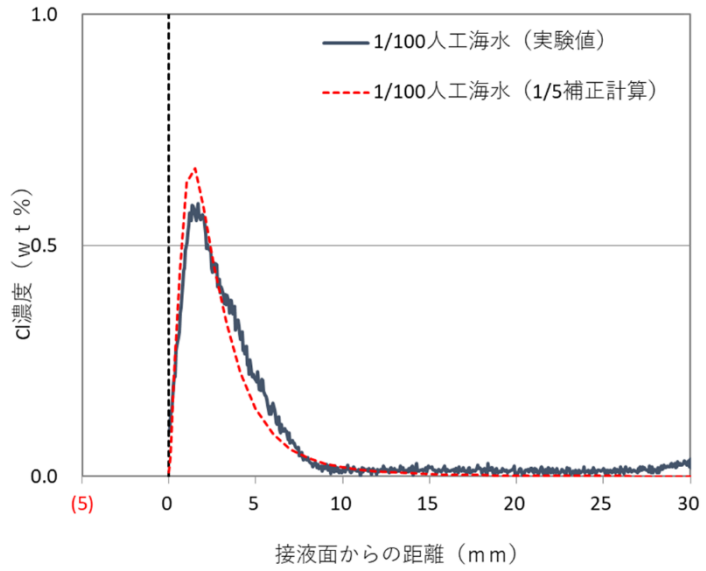


図 3.2-3　BFSC70 ペーストの塩素浸透プロファイルとフィッティング結果

3.2.3　相平衡モデル

本解析では、Nonat（Nonat, 2004）の C-S-H 溶解平衡モデルを PhreeqC 上に実装し、相平衡論に基づいてセメント硬化体の相組成を計算するモデルを用いた。Nonat らの C-S-H 溶解平衡モデルは、C-S-H 内の層状ケイ酸塩構造を構成するシリケート 2 量体の溶解平衡と、層状ケイ酸塩のシラノール基-SiOH の反応に関する複数の反応式で構成され、各反応式に対し熱力学的平衡定数が与えられている。C-S-H 表面はシラノール基の解離によって帯電し電気二重層（EDL）を形成する。C-S-H の表面電位ψ_0と EDL 内の電荷分布は Poisson – Boltzmman 方程式によって支配され、これを解くことにより EDL の組成が求められる。一方、EDL を除く液相の組成、および生成する固相の種類とその量は相平衡論に基づき算定される。本解析で用いた水和物の反応式とその$\log K_p$およびモル体積を表 3.2-1 に示す。これ以外に用いる液相化学種や固相の反応式

と平衡定数については、PhreeqC に付属のもの(Wateq4f)と、セメント水和物について整備された Lothenbach ら（Lothenbach et al., 2008）のものを併用して用いた。なお、本解析ではマグネシウムシリケート水和物（M-S-H）については考慮しなかった。

表 3.2-1　各水和物の反応式とその熱力学的平衡定数

鉱物名	反応式	log_k	delta_h (kcal)	モル体積or算出式（1/密度×分子量）	Ref.
$Al(OH)_3(a)$	$Al(OH)_3 + OH- = Al(OH)_4^-$	0.24		32	1)
Brucite	$Mg(OH)_2 + 2H^+ = Mg^{+2} + 2H_2O$	16.84	-27.1	25	3)
C_4AH_{13}	$(CaO)_4Al_2O_3:13H_2O = 4Ca^{+2} + 2Al(OH)_4^- + 6OH^- + 6H_2O$	-25.56		274	1)
C_4FH_{13}	$(CaO)_4Fe_2O_3:13H_2O = 4Ca^{+2} + 2Fe(OH)_4^- + 6OH^- + 6H_2O$	-29.88		286	1)
Calcite	$CaCO_3 + H^+ = Ca^{+2} + HCO_3^-$	1.849		37	1)
CO_3-hydrotalcite	$Mg_4Al_2(OH)_{12}CO_3:2H_2O = 4Mg^{+2} + 2Al(OH)_4^- + CO_3^{-2} + 4OH^- + 2H_2O$	-51.14		220	1)
CSHb	$Ca_2Si_2O_7H_2 + 4H^+ + H_2O = 2\ Ca^{+2} + 2\ H_4SiO_4$	29.6	-14	(Xsi*28+Xca*40+Xo*16+XH*1)/2.11	
Ettringite	$Ca_6Al_2(SO_4)_3(OH)_{12}:26H_2O = 2Al(OH)_4^- + 6Ca^{+2} + 26H_2O + 4OH^- + 3SO_4^{-2}$	-45.09		707	1)
Friedel's_salt	$Ca_4Al_2Cl_2(OH)_{12}:4H_2O = 4Ca^{+2} + 2Al(OH)_4^- + 2Cl^- + 4OH^- + 4H_2O$	-27.3		561.33/2.094	1)
Gypsum	$CaSO_4:2H_2O = Ca^{+2} + SO_4^{-2} + 2H_2O$	-4.58	-0.109	75	3)
Monocarbonate	$(CaO)_3(Al_2O_3)CaCO_3:11H_2O = 4Ca^{+2} + 2Al(OH)_4^- + CO_3^{-2} + 4OH^- + 5H_2O$	-31.47		262	1)
Monosulfate	$(CaO)_3Al_2O_3CaSO_4:12H_2O = 4Ca^{+2} + 2Al(OH)_4^- + SO_4^{-2} + 4OH^- + 6H_2O$	-27.7		309	1)
Portlandite	$Ca(OH)_2 + 2H^+ = Ca^{+2} + 2H_2O$	22.8	-31	33	3)
Sis	$SiO_2 + 2\ H_2O = H_4SiO_4$	-2.85		29	3)

1) Lothenbach CCR vol.36, pp.209-226, 2006

2) Plummer Geo. et Cosm. Vol.46 pp.1011-1040, 1982

3) wateq4f

なお、C-S-H による Na、K の収着機構については、シラノール基-SiOH と Na、K との反応を下式のように定義し、これらを Nonat らの C-S-H 溶解平衡モデルに加えることでシラノール基と Na、K との反応を PhreeqC 上に実装した。

$SiOSi_{0.5}OH + Na^+ = SiOSi_{0.5}ONa + H^+$	Kna	(3)
$SiOH + Na^+ = SiONa + H^+$	Kna	(4)
$SiOSi_{0.5}OH + K^+ = SiOSi_{0.5}OK + H^+$	Kk	(5)
$SiOH + K^+ = SiOK + H^+$	Kk	(6)

各反応式の熱力学的平衡定数 Kna、Kk の値を表 3.2-2 に示す。これらは、合成 C-S-H（C/S=1.0）による Na、K の固定実験結果を PhreeqC でフィッティングして求めたものである（このとき、C-S-H 表面上の電気二重層（EDL）の厚さを決定する比例定数 $\chi = t_s / \kappa^{-1}$（χ は比例定数、t_s は EDL の厚さ、κ^{-1} はデバイ長）は 1.0 とした）。

表 3.2-2　フィッティングによって得られた熱力学的平衡定数 log Kna および log Kk

Log Kna	Log Kk
-11.4	-10.9

3.3　塩化物イオン浸透に係るケーススタディ

前記のモデルを用いて塩化物イオンの浸透解析を実施し、セメント種、塩水濃度、塩水との接触期間毎に、セメント相への塩化物イオン浸透深さ、濃度、$[Cl^-]/[OH^-]$比等を求めた。

3.3.1　コンクリートの状態設定

本年度のセメント種と塩水濃度をパラメータとしたケーススタディでは、沿岸海底下のコンクリートの状態を以下のように想定した。

(1)　セメント種類

普通ポルトランドセメントの他に、一般的に使用されている混合セメントであるフライアッシュセメント、高炉セメントを対象とした。

(2)　コンクリート配合（水セメント比、単位セメント量）

配合は TRU 廃棄物処分技術検討書－第 2 次 TRU 廃棄物処分研究開発取りまとめ－（電気事業連合会ほか, 2005）の評価で使用されている表 3.3-1 に示す支保工の配合とし、細骨材率は一般的なコンクリートの配合（土木学会, 2012）を参考に 45%とした。また、吹付け材コンクリートについても 1 水準評価することとした。コンクリート標準示方書「施工編：特殊コンクリート」解説 吹付けコンクリートの配合条件例（土木学会, 2017）を表 3.3-2 に示す。また、文献で報告されている吹付け材配合を表 3.3-3 に示す。本検討では設計基準強度 18N/mm² の配合を参考に水結合材比 60%、単位セメント量 360kg/m³、急結剤添加率 7%（結合材重量に対して）とした。表 3.3-3 の吹付コン配合例から、細骨材率は 70%とした。急結剤の基材には非結晶質（CL、CH）と結晶質（C12A7、C3A）があり（武広ほか, 2000）、副材としてアルミン酸ナトリウム、炭酸ナトリウム、石灰、セッコウ、水酸化アルミニウム等が添加されているが、配合や材料はほとんど

明らかにされていない。宇智田らによって発表されている急結剤の配合例（宇智田ほか, 2001）を表 3.3-4 に示す。また、基材としては一般的にはカルシウムアルミネートが主であり、その化学組成は表 3.3-5（宇智田ほか, 2001）、表 3.3-6（武広ほか, 2000）に示すように報告されている。これを踏まえ本検討では、基材の化学組成を CaO 約 50%、Al_2O_3 約 40%とし、宇智田の報告例を参考に急結剤組成を表 3.3-7 とした。

表 3.3-1　支保工の配合（コンクリート：W/C＝55%）

単位セメント量 (kg/m^3)	単位水量 (kg/m^3)	細・粗骨材量 (kg/m^3)	間隙率 (%)
300	165	1877	13

表 3.3-2　コンクリート標準示方書[施工編：特殊コンクリート

解説　吹付けコンクリートの配合条件例

設計基準強度	18N/mm^2	36N/mm^2
粗骨材最大寸法	10～15mm 程度	
細骨材率	55～75%程度	
水セメント比	湿式　50～65%程度 乾式　45～55%程度	湿式　40～50%程度
単位セメント量	360kg/m^3 程度	450kg/m^3 程度
急結剤添加率	5～10%程度	10%程度

表 3.3-3　吹付けコンクリート配合例

●吹付けコンクリートの配合

文献No.	材料比（%）		配合　kg/m3						備考	打設状況
	W/P	s/a	C:セメント	混和材	S:細骨材	G:粗骨材	W:練混水	Q:急結剤		
1	48.9	70.5	350		1243	520	171	17.5	OPC	青函トンネル現場施工
	46.9	70.5	350		1243	520	164	10.5	OPC	青函トンネル現場施工
	46.9	70.5	350		1243	520	164	8.8	OPC	青函トンネル現場施工
2	60.3	60.4	360		1007	686	217	25.2	OPC？、減水剤、	自動車道トンネル、現場実験
	45.0	59.5	450		970	685	203	22.5	OPC？、減水剤、高強度用	自動車道トンネル、現場実験
3	46.3	65.0	400		1113	610	185	40.0	OPC、減水剤、低粉塵用	ダム工事用トンネル、現場実験
4	60.0	59.7	342	88	1110	811	216	23.7	混合セメント、SF、石灰石、減水剤	新幹線トンネル、現場実験
	50.2	60.5	342	88	1099	804	216	23.7	混合セメント、石灰石、減水剤	新幹線トンネル、現場実験
	46.5	60.4	342	88	1127	824	200	23.7	混合セメント、石炭灰、減水剤	新幹線トンネル、現場実験
5	45.0	65.0	450		1081	593	203	31.5	OPC、減水剤、高強度用	自動車道トンネル
6	45.0	60.0	400		1059	726	180	36or48	OPC、減水剤、初期高強度用混和剤	模擬トンネル
	50.0	60.0	400		1027	704	200	36or49	OPC、減水剤、初期高強度用混和剤	模擬トンネル
	45.0	60.0	450		997	685	203	40.5or54	OPC、減水剤	模擬トンネル

●参考文献

文献No.	著者	論文・文献名	雑誌名	詳細
1	持田　他	工事記録　青函トンネルにおける新しい吹付コンクリート工法	コンクリート工学	Vol.18、No.9、1980
2	大野　他	吹付けコンクリートの特性に関する基礎的研究（20）	生産研究	54巻、3号、2002
3	内田	吹付コンクリート施工時に発生する粉じんの低減化に関する研究報告書	岐阜県特殊工事技術協会	2004
4	平間　他	石炭灰を利用した高品質吹付けコンクリート	とびしま技報	No.56、2007
5	三浦　他	高強度吹付けコンクリートの耐久性改善に関する研究	大林組技術研究所報	No.75、2011
6	羽根井 他	初期高強度吹付けコンクリートに適用する新型急結剤の開発	太平洋セメント研究報告	第172号、2017

表 3.3-4　急結材の配合例

（wt%）

副材					カルシウムアルミネート
$NaAlO_2$	$Al(OH)_3$	CaO	Na_2CO_3	$CaSO_4$	
10	5	5	20	10	50

表 3.3-5　急結剤基材の化学組成(1)

（wt%）

試料名	化学組成		C/A モル比	備考
	CaO	Al_2O_3		
CL	43.5	56.5	1.4	非晶質
CH	52.4	47.6	2.0	非晶質
C12A7	48.7	51.5	1.7	結晶質
C3A	62.3	37.3	3.0	結晶質

表 3.3-6　急結剤基材の化学組成(2)

（wt%）

№	試料名	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	Total	C/A※
1	CL	2.2	48.1	1.4	45.9	97.6	1.74
2	CH	2.2	40.2	1.3	55.9	99.6	2.53
3	C12A7	2.3	48.2	2.2	46.8	99.5	1.77
4	C3A	1.9	35.5	1.4	58.5	97.3	3.00

※CaO/Al_2O_3 モル比

表 3.3-7　本検討で使用する急結剤組成

（wt%）

仮定材料		混合率	CaO	Al_2O_3	Na_2O	SO_3	H_2O	CO_2
カルシウムアルミネート		50	27.8	22.2				
副材	$NaAlO_2$	10		6.2	3.8			
	$Al(OH)_3$	5		3.3			1.7	
	CaO	5	5.0					
	Na_2CO_3	20			11.7			8.3
	$CaSO_4$	10	4.1			5.9		
急結剤の化学組成			**36.9**	**31.7**	**15.5**	**5.9**	**1.7**	**8.3**

⑶ 空隙率

コンクリートの空隙率は、計算中の鉱物組成から求まる値を使用した。健全部分の空隙率は、OPC コンクリートは 13%、FAC コンクリート 15%、BFSC コンクリート 16%、吹付けコンクリート 23%となった。

⑷ 水和率

本検討では、浸漬試験に使用したセメント系材料の化学組成を使用することから、後述のように水和率も浸漬試験に使用した試料の分析結果を使用した。

3.3.2 解析条件

以上を踏まえ、解析条件を以下の通り設定した。

⑴ 解析対象とするコンクリート

- OPC コンクリート
- FAC コンクリート(FA 置換率 30%)
- BFSC コンクリート（BFS 置換率 70%）
- 吹付け材配合のコンクリート（セメントは OPC）

⑵ 解析条件

1) 単位セメント量

支保工コンクリート：300kg/m^3

吹付けコンクリート：360kg/m^3

2) 境界条件

- 人工海水
- 1/10 濃度の人工海水
- 1/100 濃度の人工海水

3) 初期固相組成

セメント系材料の化学組成は浸漬試験で使用した材料のデータを使用した。OPC ペーストの鉱物組成と反応率を表 3.3-8 に示す。セメント鉱物相の反応率はリートベルト解析から算出した。FAC ペーストの鉱物組成と反応率を表 3.3-9 に示す。FAC のセメント鉱物の反応率はリートベルト法でもとめ、フライアッシュの水和率は、結晶相は反応しないと仮定して不溶残分から求めた。BFSC ペーストの鉱物組成と反応率を表 3.3-10 に示す。BFSC のセメント鉱物相はリートベルト法でフィッティングが難しく、セメント鉱物の水和率を求めることができなかった。養生条件は同じであることから、セメント鉱物の水和率は OPC と同じと仮定した。スラグのガラス相の水和率はサリチル酸アセトンメタノール不溶残分から求めた。吹付けコンクリートの固相組成を表 3.3-11 に示す。OPC に対して内割りで 7%の急結剤を添加するとして、急結剤鉱物の反応率は 100%とし、セメント鉱物の反応率は OPC ペーストと同じとした。

表 3.3-8　OPC ペーストの鉱物組成と反応率

	組成（wt%）	水和率（%）
C_3S	67.3	95
C_2S	10.8	93
C_3A	6.7	98
C_4AF	11.0	62
MgO	0.6	100
Gypsum	0.3	100
Bassanite	1.5	100
Calcite	0.2	100
Na_2SO_4	0.6	100
K_2SO_4	1.0	100

表 3.3-9　FAC30 の鉱物組成と反応率

	組成（wt%）	水和率（%）
C_3S	47.1	96.4
C_2S	7.6	86.2
C_3A	4.7	99.7
C_4AF	7.7	36.6
MgO	0.4	100
Gypsum	0.2	100
Bassanite	1.1	100
Calcite	0.1	100
Na_2SO_4	0.4	100
K_2SO_4	0.7	100
Quartz	3.37	0.0
Mullite	3.61	0.0
Magnetite	0.15	0.0
FAglass	22.87	66.5

表 3.3-10　BFSC70 の鉱物組成と反応率

	組成（wt%）	水和率（%）
C_3S	20.2	95
C_2S	3.2	92.5
C_3A	2.0	97.8
C_4AF	3.3	62.1
MgO	0.2	100
Gypsum	0.1	100
Bassanite	0.5	100
Calcite	0.1	100
Na_2SO_4	0.2	100
K_2SO_4	0.3	100
BFSglass	70.00	43.2

表 3.3-11　吹付けコンクリートのペースト部分の鉱物相組成と反応率

	組成（wt%）	水和率（%）
C_3S	62.63	95
C_2S	10.1	93
C_3A	6.2	98
C_4AF	10.2	62
MgO	0.6	100
Gypsum	0.3	100
Bassanite	1.4	100
Calcite	0.2	100
Na_2SO_4	0.6	100
K_2SO_4	0.9	100
Calcium Aluminate	3.5	100
Sodium Aluminate	0.7	100
Gibbsite	0.4	100
Lime	0.4	100
Sodium Carbonite	1.4	100
Anhydrite	0.7	100

4)　評価期間

操業期間を確実に網羅するため、一般的に事業期間とされる 100 年間とした。解析対象とするコンクリートごとに、塩水が浸透した期間とセメント相への塩化物イオン浸透深さ（または深さごとの$[Cl^-]/[OH^-]$比）を計算し、それに基づき、鉄筋周囲の塩化物イオン濃度（Cl^-濃度）、$[Cl^-]/[OH^-]$比が腐食限界濃度比になるまでの期間を計算した。

3.3.3 計算結果

(1) OPC コンクリート

人工海水

境界条件を人工海水としたときの 10、30、100 年後のコンクリート中の全塩素濃度の計算結果を図 3.3-1 に示す。塩素は時間経過にともなってコンクリート内部に拡散しており、100 年間経過後には 250mm まで浸透する結果となった。100 年後の鉱物相の分布を図 3.3-2 に示す。骨材を除いたセメントペーストと空隙部分のみを右図に示した。塩素の浸透フロント（250mm）付近まで Friedel’s salt が生成しており、Friedel’s salt が見られなくなる深さでは C_4AH_{13} と Monosulfate が存在していた。表層から 25mm 付近では、Portlandite、C-S-H ともに溶解し消失しており、空隙が増大する結果となっていた。C-S-H が消失している表層部では Calcite、SiO_2（CSH の分解生成物）、炭酸塩型 Hydrotalcite、Gypsum、Brucite、$Al(OH)_3$ が生成していた。Brucite が生成している部分では体積膨張が確認された。しかし、計算では移行が極端に制限されるほど多くの析出物の生成は無かった。また、前述の様に、浸漬試験で確認されたような固相外部の析出物の生成については計算上考慮できない。実際の環境で、外部に析出物が生成するか、生成した析出物が安定に存在するかどうかを検討し、必要があれば外部への析出反応もモデル化していくことが必要である。間隙水組成を図 3.3-3 に示す。100 年後の結果では、Calcite 等が生成している表層から 20mm 付近まで、塩素が人工海水濃度のまま到達していた。また、Gypsum が生成している部分の S 濃度は高くなっており、Friedel’s salt が生成している部分では Ca 濃度が高くなっていた。間隙水の$[Cl^-]/[OH^-]$比を図 3.3-4 に示す。海水の$[Cl^-]/[OH^-]$比はきわめて高く、海水組成で浸透している表層の濃度比は 500,000 以上となる。しかし、鋼材の腐食発生限界濃度比は 1 以下であることから、右図に縦軸を 1 以下としたグラフを示した。10 年、30 年では$[Cl^-]/[OH^-]$比に差は見られず、100 年では$[Cl^-]/[OH^-]$比が 1 以上になる領域が深くなっていた。

1/10 濃度人工海水

境界条件を 1/10 濃度人工海水としたときのコンクリート中の全塩素濃度の計算結果を図 3.3-5 に、100 年後の鉱物相の分布を図 3.3-6 に、間隙水組成を図 3.3-7 に、間隙水の$[Cl^-]/[OH^-]$比を図 3.3-8 に示す。塩素は時間経過にともなってコンクリート内部に拡散しており、100 年間経過後には 150mm まで浸透する結果となった。100 年後の鉱物相分布は、塩素が浸透している深さより少し浅い部分まで Friedel’s salt が生成しており、表層から 20mm 程度で Portlandite、C-S-H が溶解し消失し、空隙が増加していた。溶脱部では SiO_2（C-S-H の分解生成物）、$Al(OH)_3$ が生成しており、Hydrotalcite や Calcite の生成は見られなかった。Brucite と Gypsum はごくわずかに生成していたが、体積増加するほどの生成量ではなかった。これは、接触している液相が人工海水の 1/10 倍濃度であり、CO_3^{2-}イオンや Mg^{2+}イオン、SO_4^{2-}イオンの濃度が小さいためと考えている。溶脱部の深さは 50mm 程度であり、人工海水に接した試料よりも大きくなった。二次鉱物が生成しなかったため、溶脱が進行したと考えた。表層付近の間隙水組成は 1/10 濃度人工海水濃度と同じだが、塩素濃度は Friedel’s salt が生成している部分で低くなり、Ca、S 濃度は高くなった。 $[Cl^-]/[OH^-]$比は、10 年、30 年では差は見られず、100 年では$[Cl^-]/[OH^-]$比が高くなる領域が深くなった。

1/100 濃度人工海水

境界条件を 1/100 濃度人工海水としたときのコンクリート中の全塩素濃度の計算結果を図 3.3-9 に、100 年後の鉱物相の分布を図 3.3-10 に、間隙水組成を図 3.3-11 に、間隙水の$[Cl^-]/[OH^-]$比を図 3.3-12 に示す。他の条件と同様に、塩素は時間経過にともなってコンクリート内部に拡

散しており、100 年間経過後には 100mm まで浸透する結果となった。塩素の浸透深さは人工海水＞1/10 濃度人工海水＞1/100 濃度人工海水の順に大きくなっており、接触する液相の塩素濃度に依存していた。100 年後の鉱物相分布は塩素が浸透している付近まで Friedel’s salt が生成しており、その他の鉱物相の変化は 1/10 濃度人工海水の結果とほとんど同じだった。表層から 18mm 程度で Portlandite、C-S-H が溶解し消失しており、空隙が増加していた。溶脱部では SiO_2（C-S-H の分解生成物）、$Al(OH)_3$ が生成しており、Hydrotalcite や Calcite の生成は見られなかった。Brucite や Gypsum は生成していなかった。これは、海水成分が希薄だったためと考えている。溶脱部の深さは 60mm 程度であり、二次鉱物を生成しないために人工海水よりも溶脱が進行したと考えた。Ca、S 濃度は溶脱部で高くなっており、海水成分の浸透よりも溶脱による影響が顕著に見られた。 $[Cl^-]/[OH^-]$比は、10 年、30 年では差は見られず、100 年では$[Cl^-]/[OH^-]$比が高くなる領域が深くなった。

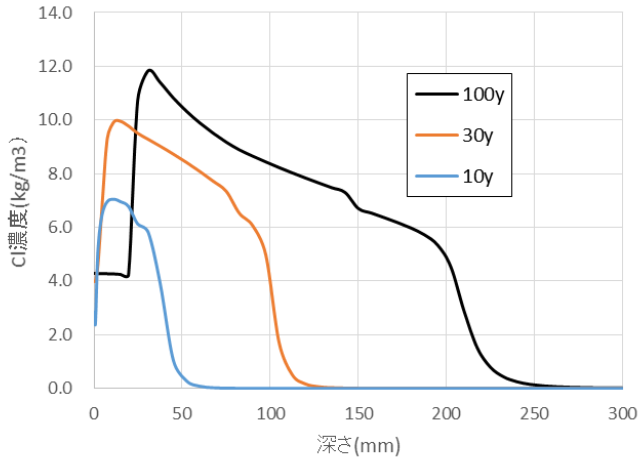


図 3.3-1　全塩素濃度の分布（OPC コンクリート-人工海水）

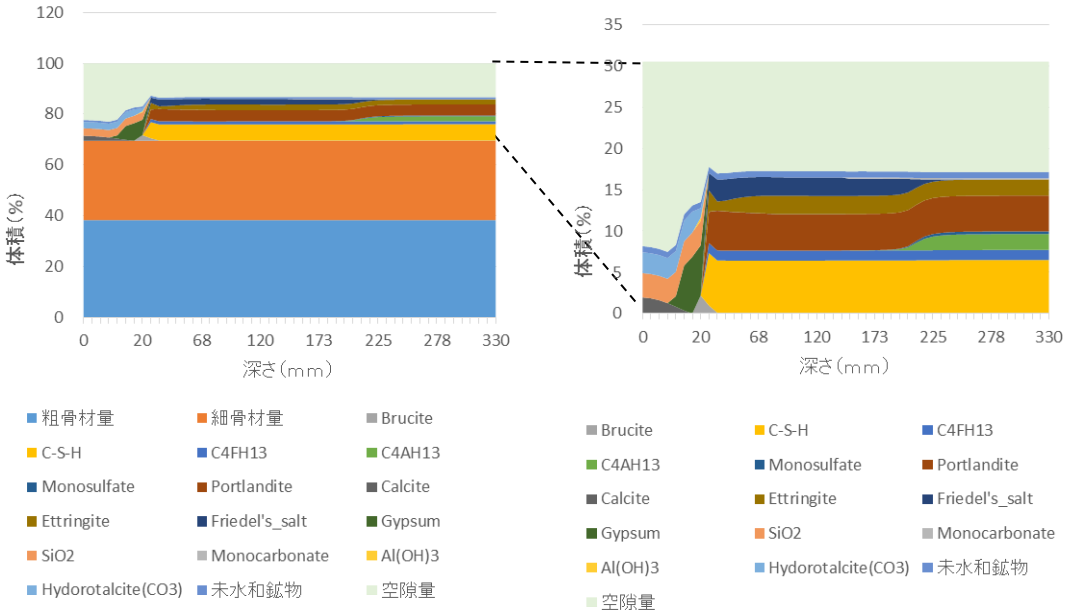


図 3.3-2　100 年後の鉱物相分布(OPC コンクリート-人工海水)

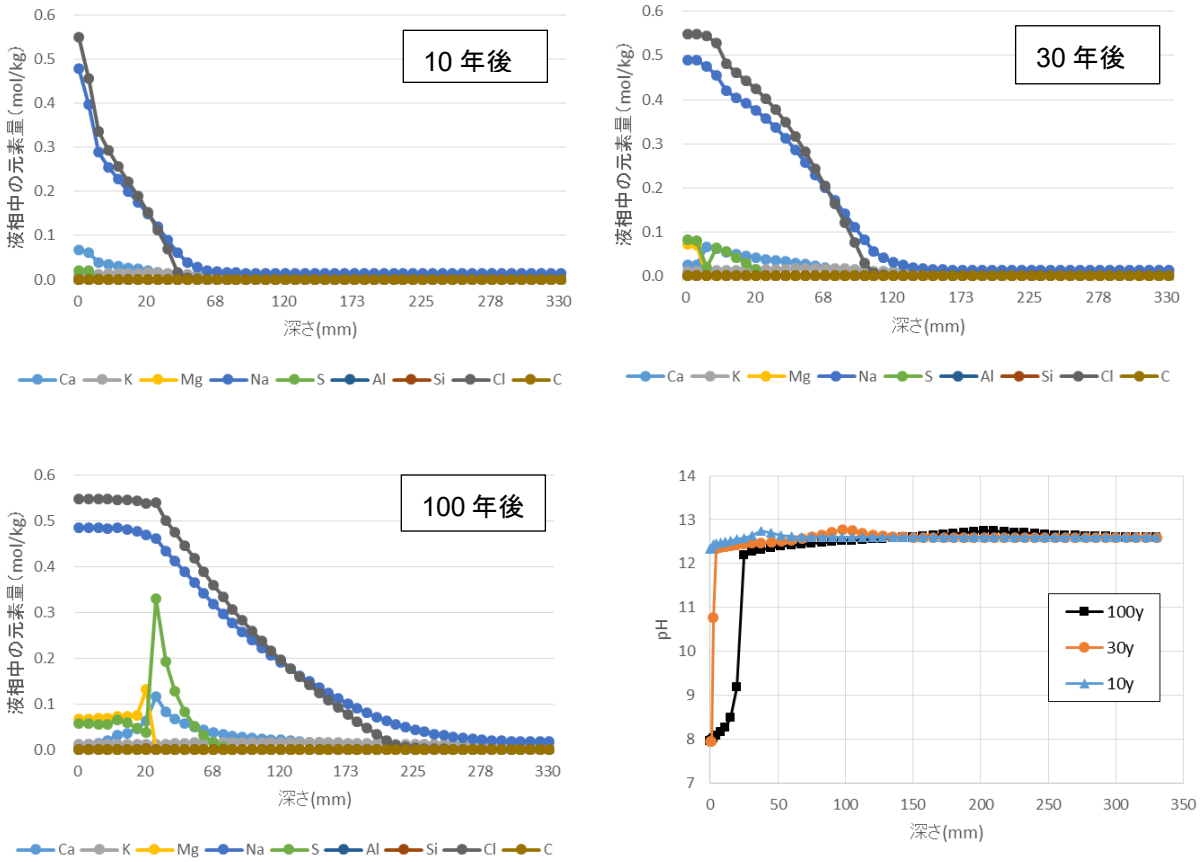


図 3.3-3　間隙水の組成と pH（OPC コンクリート-人工海水）

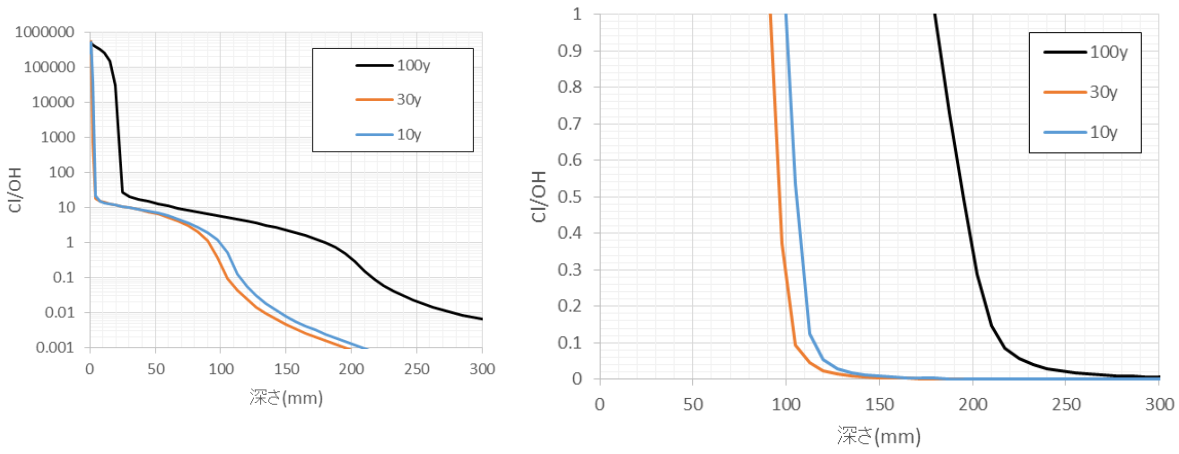


図 3.3-4　間隙水の[Cl-]/[OH-]比（OPC コンクリート-人工海水）

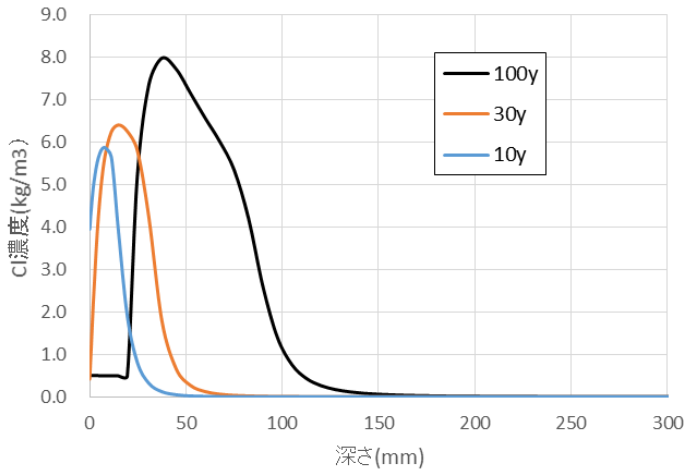


図 3.3-5　全塩素濃度の分布（OPC コンクリート-1/10 濃度人工海水）

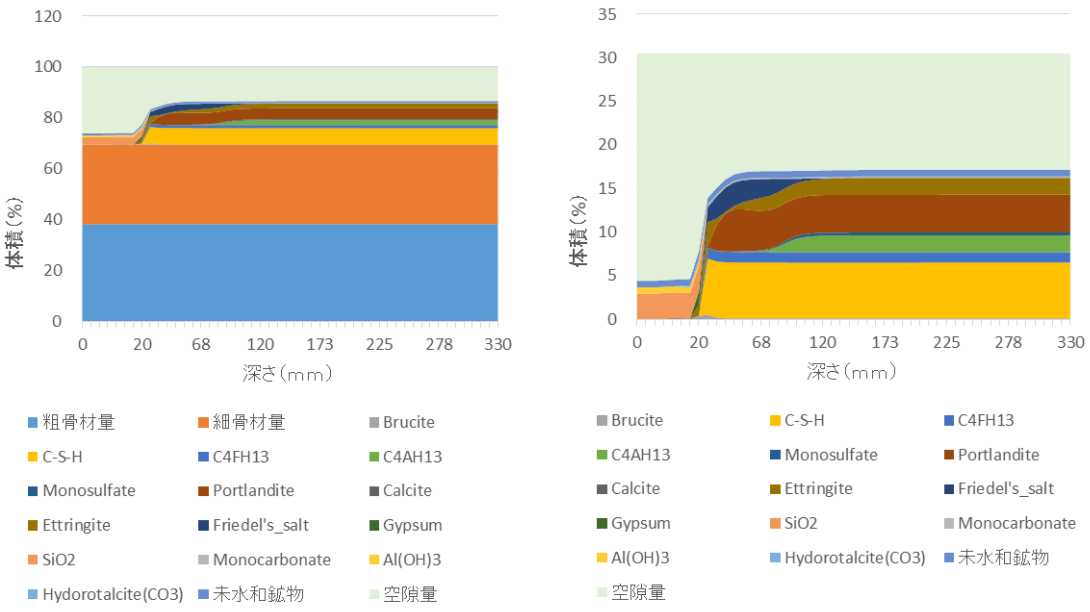


図 3.3-6　100 年後の鉱物相分布(OPC コンクリート-1/10 濃度人工海水)

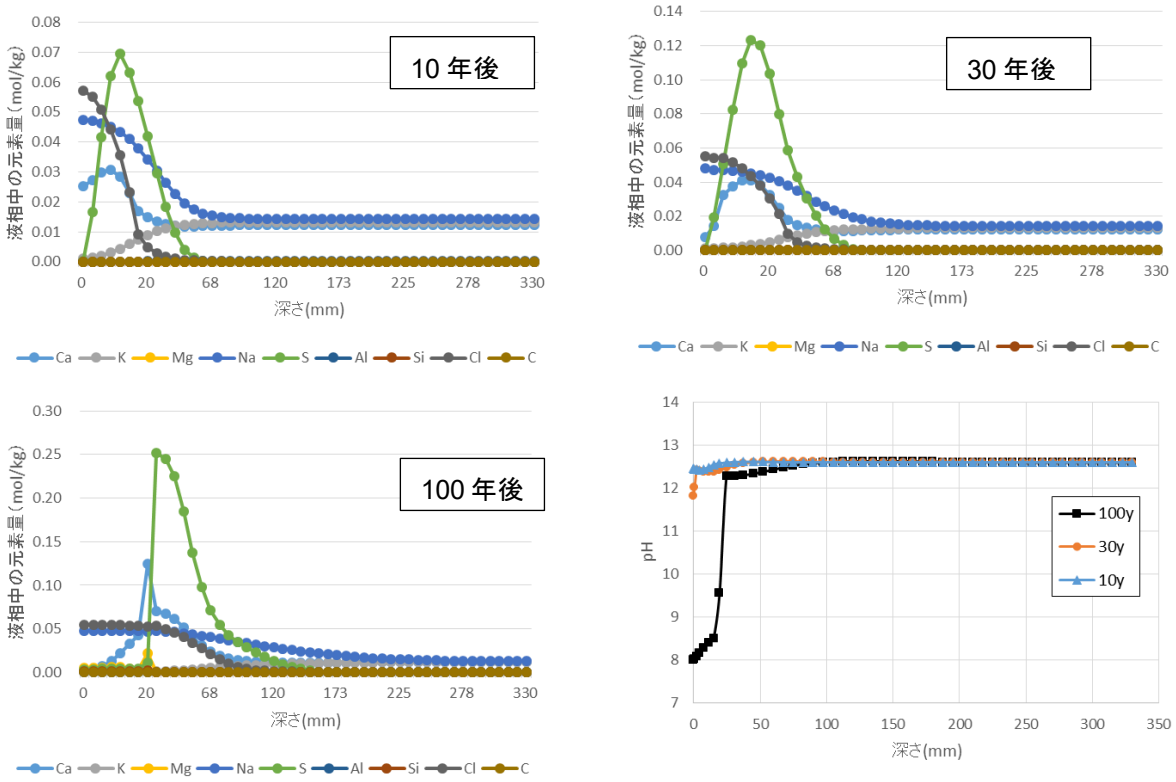


図 3.3-7　間隙水の組成と pH（OPC コンクリート-1/10 濃度人工海水）

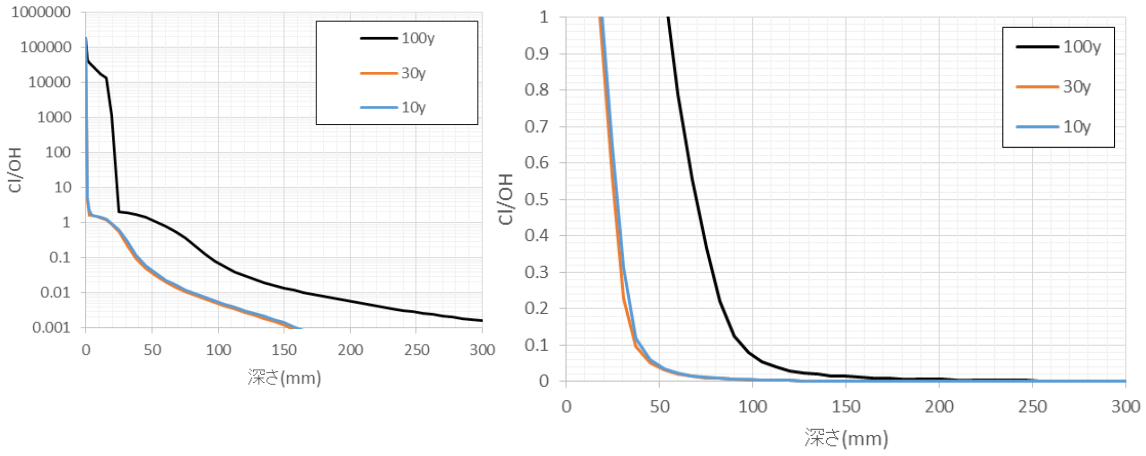


図 3.3-8　間隙水の[Cl^-]/[OH^-]比（OPC コンクリート-1/10 濃度人工海水）

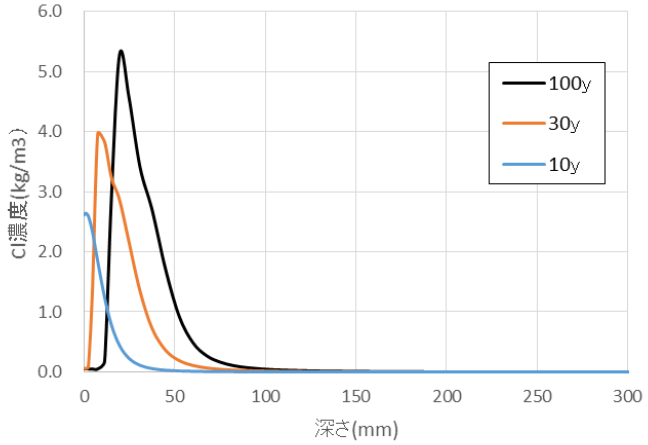


図 3.3-9　全塩素濃度の分布（OPC コンクリート-1/100 濃度人工海水）

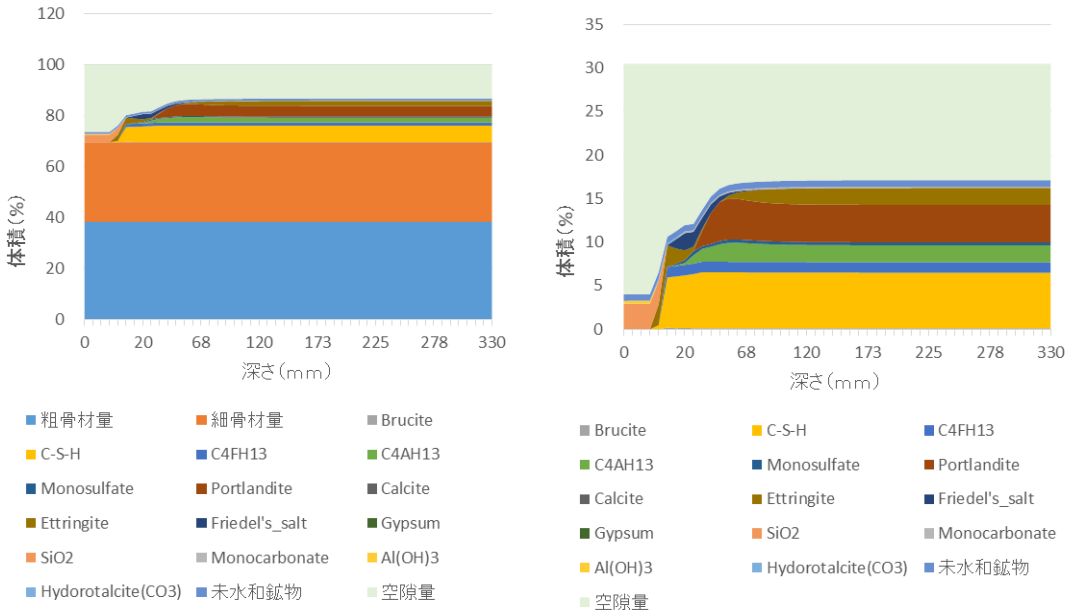


図 3.3-10　100 年後の鉱物相分布(OPC コンクリート-1/100 濃度人工海水)

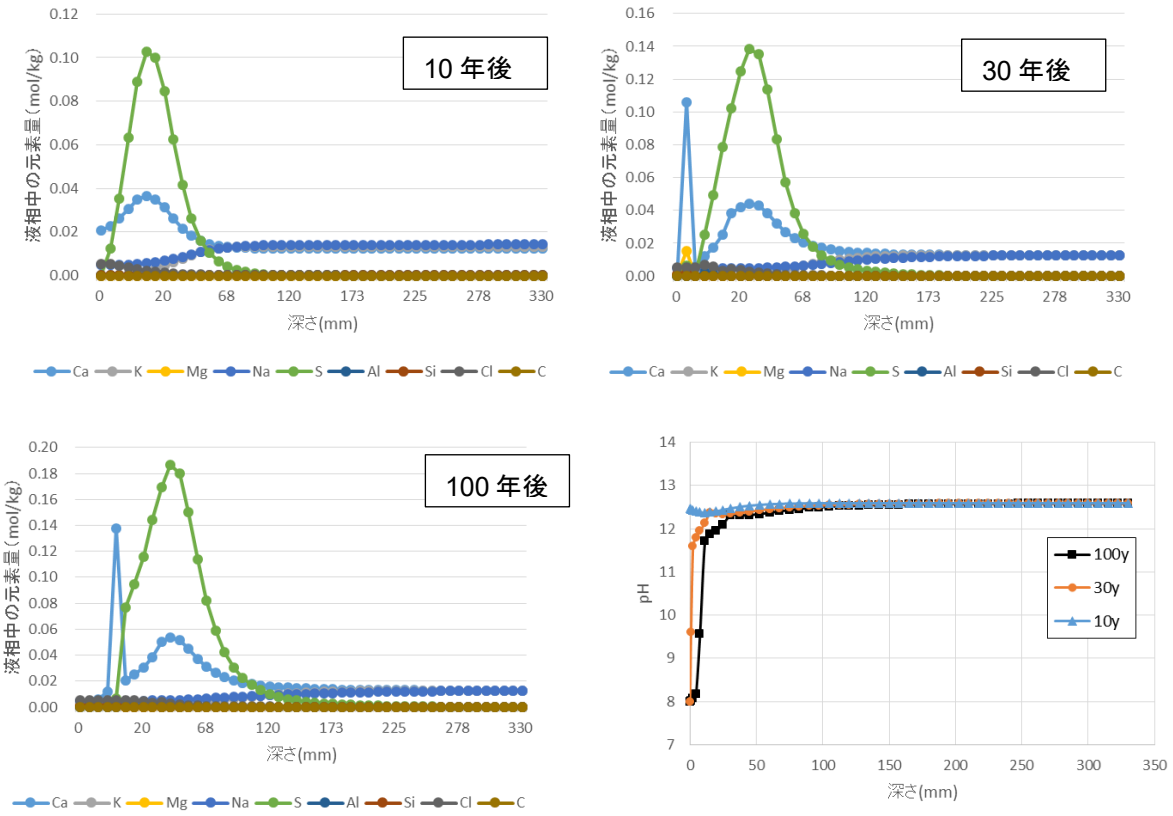


図 3.3-11　間隙水の組成と pH（OPC コンクリート-1/100 濃度人工海水）

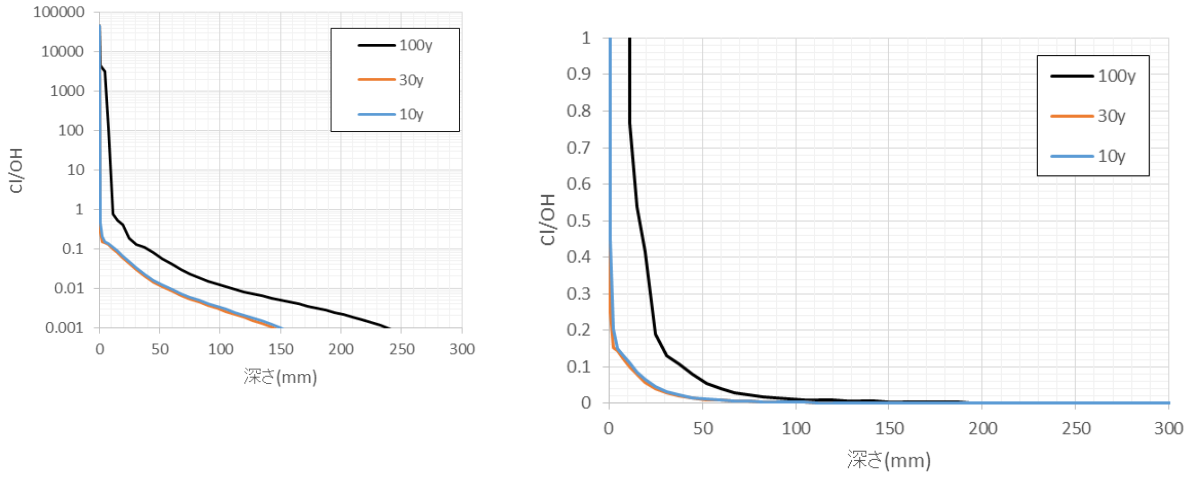


図 3.3-12　間隙水の[Cl^-]/[OH^-]比（OPC コンクリート-1/100 濃度人工海水）

⑵ FAC コンクリート

人工海水

境界条件を人工海水としたときの 10、30、100 年後のコンクリート中の全塩素濃度の計算結果を図 3.3-13 に示す。塩素は時間経過にともなってコンクリート内部に拡散しており、100 年間経過後には 120mm まで浸透する結果となった。これは同配合の OPC コンクリートの約 1/2 の浸透深さである。100 年後の鉱物相の分布を図 3.3-14 に示す。骨材を除いたセメントペーストと空隙部分のみを右図に示した。塩素の浸透フロント（120mm）付近まで Friedel’s salt が生成しており、Friedel’s salt が見られなくなる深さでは C_4AH_{13} と Monosulfate が存在していた。表層から 9mm 付近では、C-S-H が溶解し消失しており、空隙が増大する結果となっていた。C-S-H が消失している表層部では Calcite、SiO_2（CSH の分解生成物）、炭酸塩型 Hydrotalcite、Gypsum、Brucite が生成していた。Gypsum、BruciteBrucite が生成している領域では体積が増加していた。これらの鉱物相の変化は人工海水に接した OPC コンクリートとほぼ同じだった。FAC コンクリートでは Portlandite が存在しなかった。間隙水組成を図 3.3-15 に示す。表層部の Calcite 等が生成している 10mm 付近まで、塩素が人工海水濃度のまま到達していた。間隙水の$[Cl^-]/[OH^-]$比を図 3.3-16 に示す。海水の$[Cl^-]/[OH^-]$比はきわめて高く、海水組成で浸透している表層の濃度比は 600,000 以上となる。しかし、鋼材の腐食発生限界濃度比は 1 以下であることから、右図に縦軸を 1 以下としたグラフを示す。10 年後の$[Cl^-]/[OH^-]$比が上昇する深さは 30 年後よりも大きくなっており、時間経過に伴う塩素の浸透深さの傾向とは一致しなかった。間隙水と鉱物相は平衡状態となるように計算されるが消失や生成が生じる部分では、相組成変化が激しく、間隙水の$[Cl^-]/[OH^-]$比はその影響を受けていると考えた。

1/10 濃度人工海水

境界条件を 1/10 濃人工海水としたときのコンクリート中の全塩素濃度の計算結果を図 3.3-17 に、100 年後の鉱物相の分布を図 3.3-18 に、間隙水組成を図 3.3-19 に、間隙水の$[Cl^-]/[OH^-]$比を図 3.3-20 に示す。塩素は時間経過にともなってコンクリート内部に拡散しており、100 年間経過後には 75mm まで浸透する結果となった。100 年後の鉱物相分布は人工海水に接したコンクリートと同様に、塩素が浸透している付近まで Friedel’s salt が生成しており、表層から 20mm 程度で C-S-H が溶解し消失しており、空隙が増加していた。溶脱部では SiO_2（C-S-H の分解生成物）、$Al(OH)_3$ が生成しており、Hydrotalcite、Brucite もごくわずかに生成していた。溶脱部の深さは人工海水に接した試料よりも大きくなっており、二次鉱物生成量が少ないためと考えた。表層付近は 1/10 濃度人工海水濃度と同じだが、塩素濃度は Friedel’s salt が生成している部分で低くなり、Ca、S 濃度は高くなった。 人工海水と同様に 10 年後の$[Cl^-]/[OH^-]$比が上昇する深さは 30 年後よりも大きくなっており、塩素の浸透深さの傾向とは一致しなかった。相組成変化が激しく、間隙水の$[Cl^-]/[OH^-]$比はその影響を受けていると考えた。100 年では$[Cl^-]/[OH^-]$比が高くなる領域が深くなった。

1/100 濃度人工海水

境界条件を 1/100 濃度人工海水としたときのコンクリート中の全塩素濃度の計算結果を図 3.3-21 に、100 年後の鉱物相の分布を図 3.3-22 に、間隙水組成を図 3.3-23 に、間隙水の$[Cl^-]/[OH^-]$比を図 3.3-24 に示す。他の条件と同様に、塩素は時間経過にともなってコンクリート内部に拡散しており、100 年間経過後には 40mm まで浸透する結果となった。100 年後の鉱物相分布は塩素が浸透している付近まで Friedel’s salt が生成しており、その他の鉱物相の変化は 1/10 濃度人工海水の結果とほとんど同じだった。表層から 10mm 程度で C-S-H が溶解し消失しており、

空隙が増加していた。溶脱部では SiO_2（C-S-H の分解生成物）が生成しており、Hydrotalcite、Brucite、$Al(OH)_3$ もごくわずかに生成していた。溶脱部の深さは人工海水に接した試料とほぼ同じだった。表層付近は 1/100 倍人工海水濃度と同じだが、塩素濃度は Friedel’s salt が生成している部分で低くなり、Ca、S 濃度は高くなった。 人工海水条件と同様に 10 年後の$[Cl^-]/[OH^-]$比が上昇する深さは 30 年後よりも大きくなっており、塩素の浸透深さの傾向とは一致しなかった。相組成変化が激しく、間隙水の$[Cl^-]/[OH^-]$比はその影響を受けていると考えた。100 年では$[Cl^-]/[OH^-]$比が高くなる領域が深くなった。

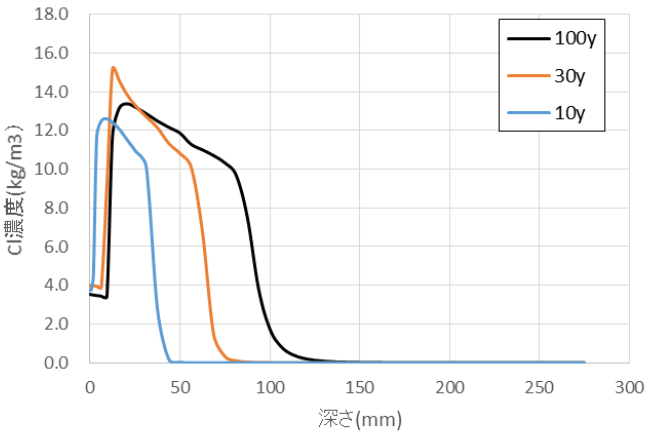


図 3.3-13　全塩素濃度の分布（FAC コンクリート-人工海水）

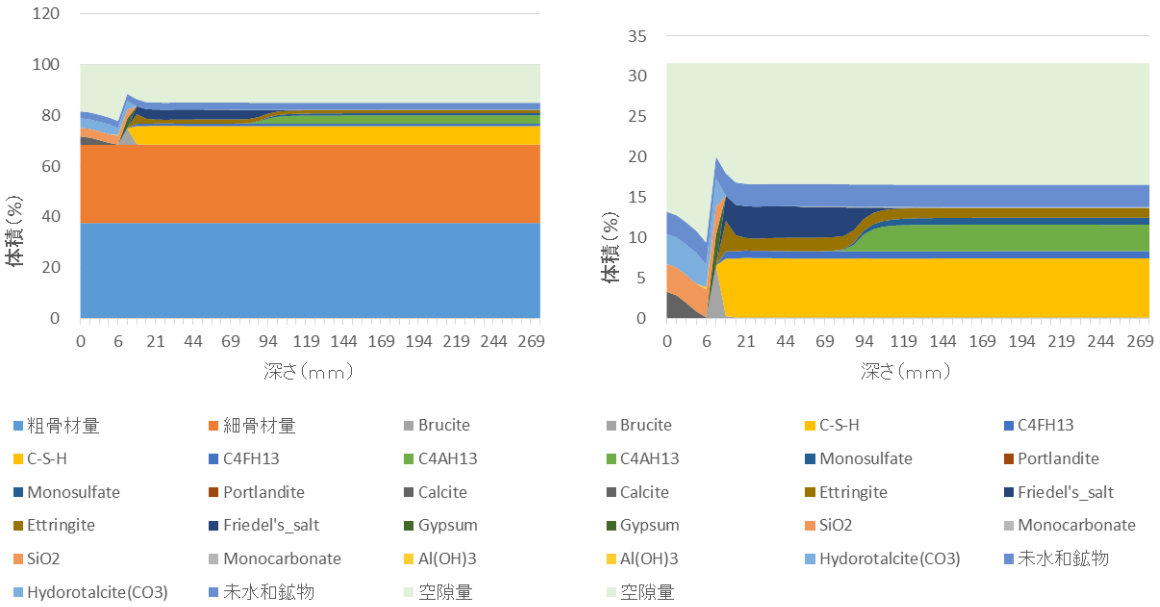


図 3.3-14　100 年後の鉱物相分布(FAC コンクリート-人工海水)

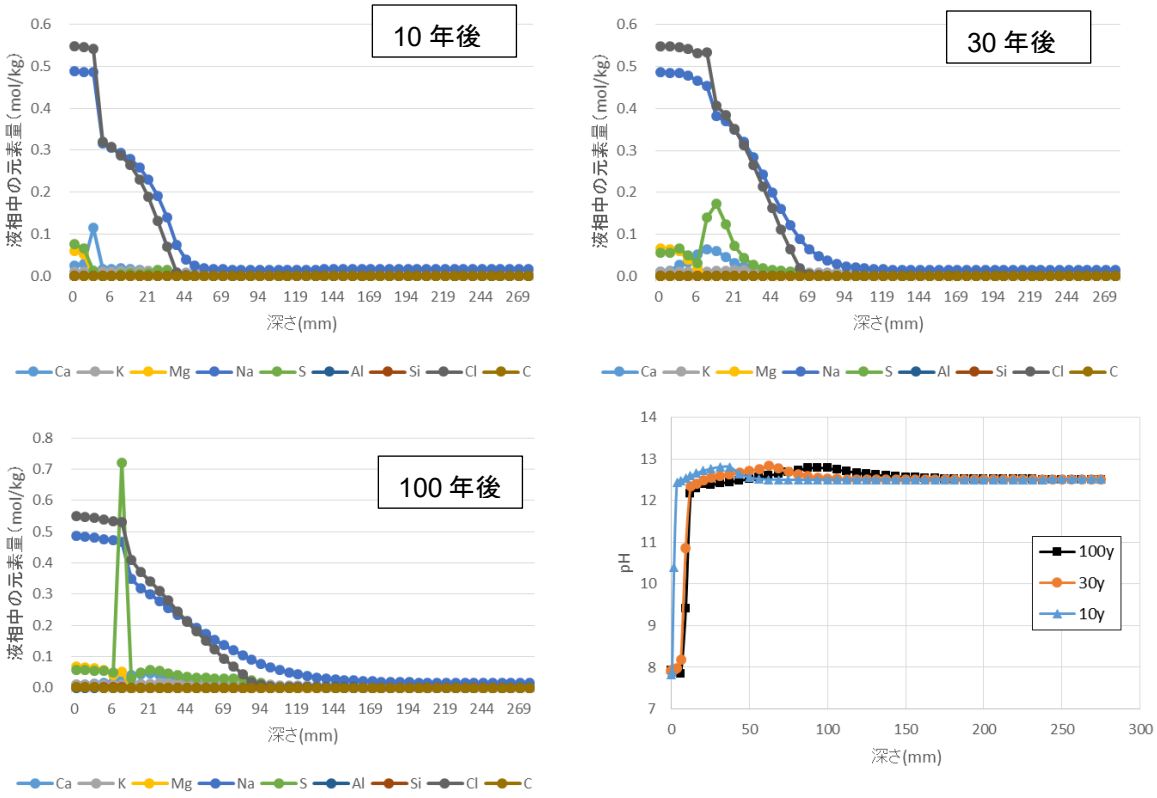


図 3.3-15　間隙水の組成と pH（FAC コンクリート-人工海水）

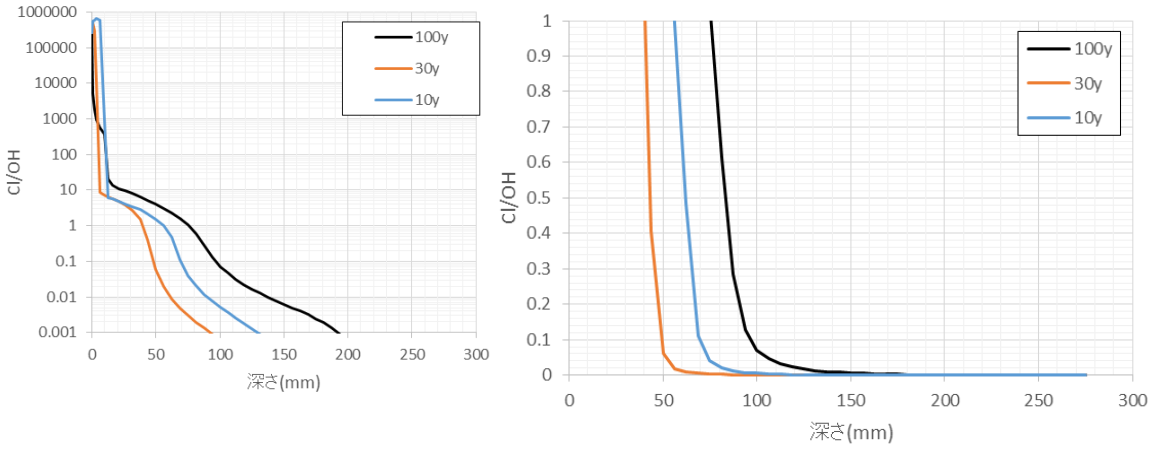


図 3.3-16　間隙水の[Cl^-]/[OH^-]比（FAC コンクリート-人工海水）

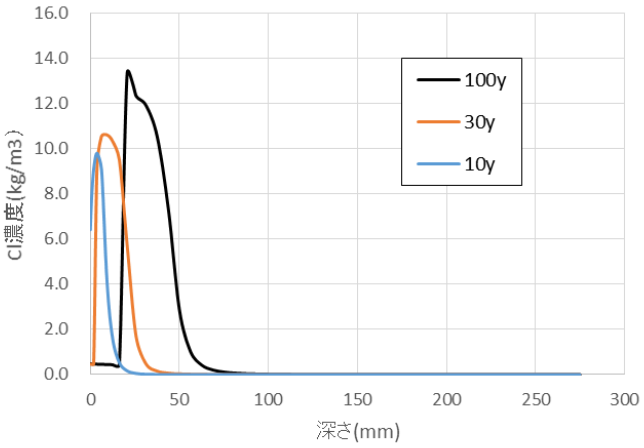


図 3.3-17　全塩素濃度の分布（FAC コンクリート-1/10 濃度人工海水）

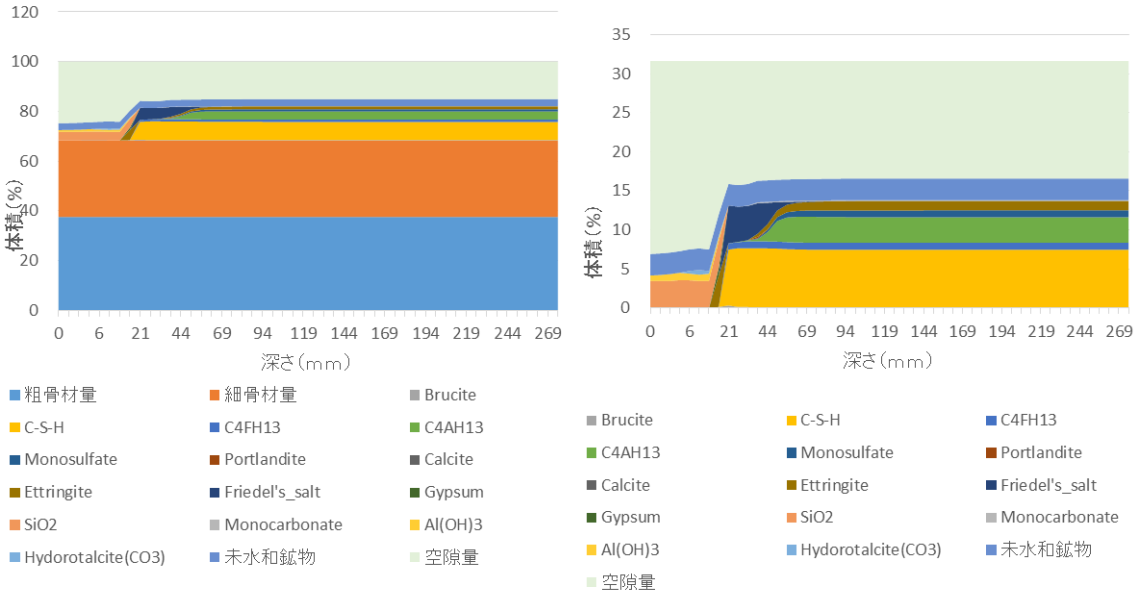


図 3.3-18　100 年後の鉱物相分布(FAC コンクリート-1/10 濃度人工海水)

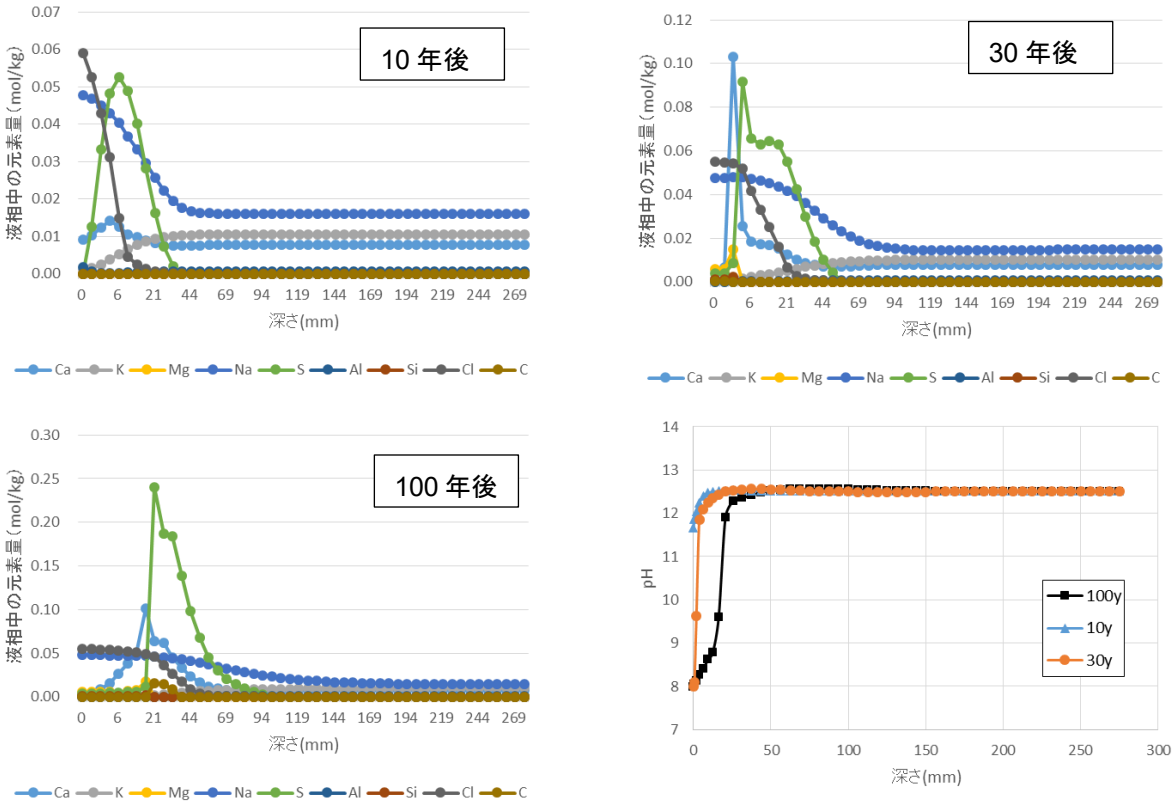


図 3.3-19　間隙水の組成と pH（FAC コンクリート-1/10 濃度人工海水）

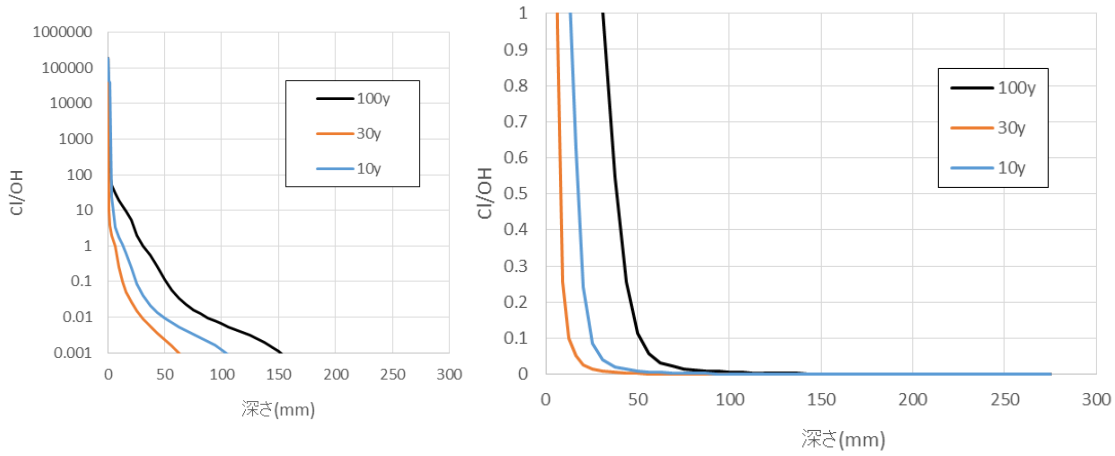


図 3.3-20　間隙水の[Cl^-]/[OH^-]比（FAC コンクリート-1/10 濃度人工海水）

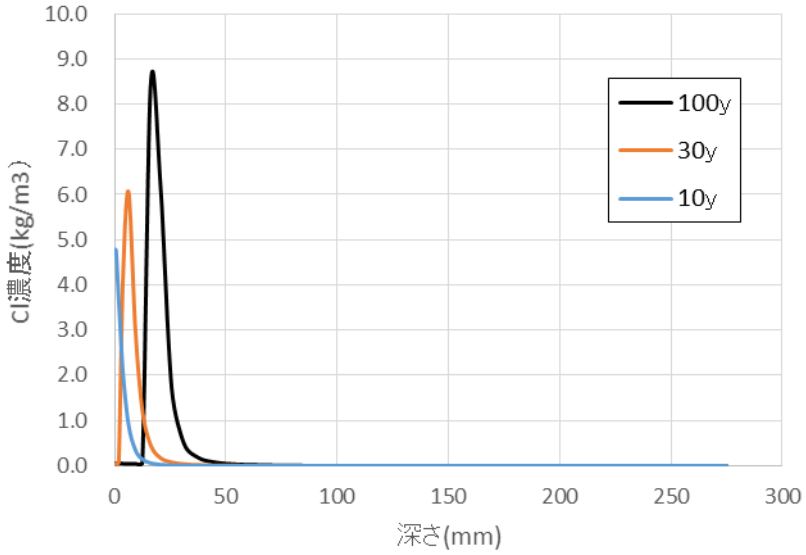


図 3.3-21　全塩素濃度の分布（FAC コンクリート-1/100 濃度人工海水）

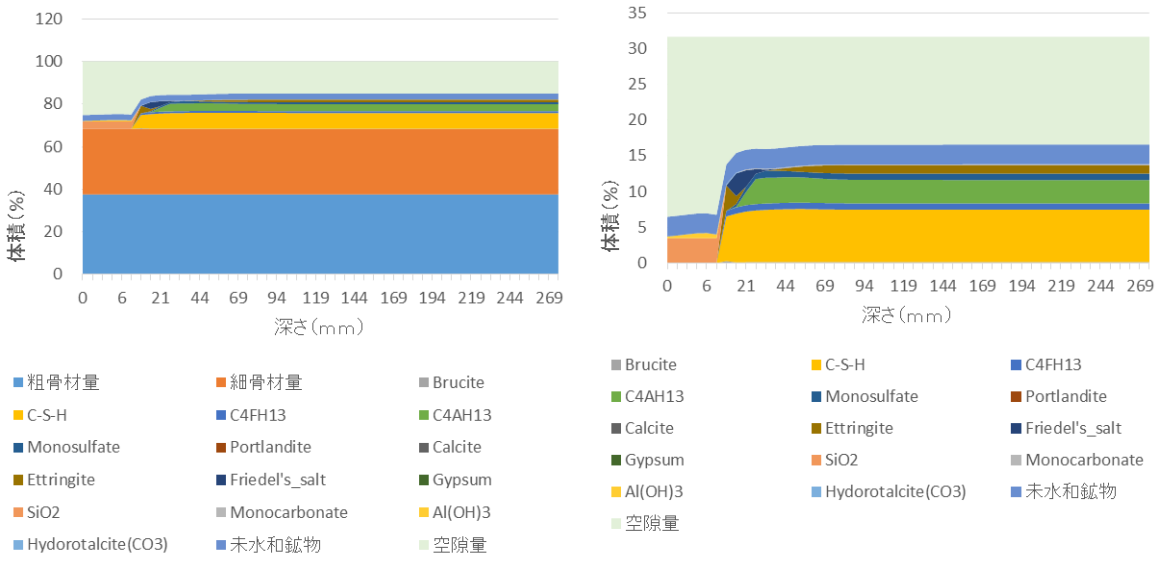


図 3.3-22　100 年後の鉱物相分布(FAC コンクリート-1/100 濃度人工海水)

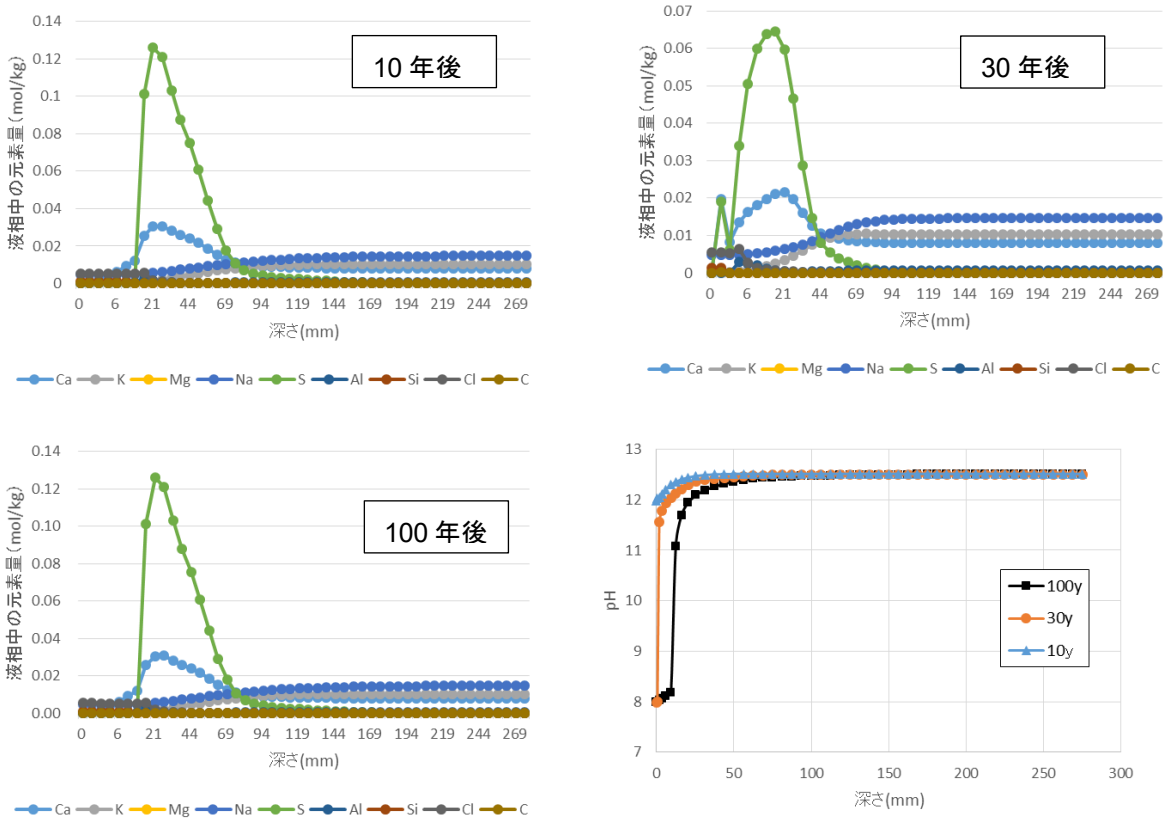


図 3.3-23　間隙水の組成と pH（FAC コンクリート-1/100 濃度人工海水）

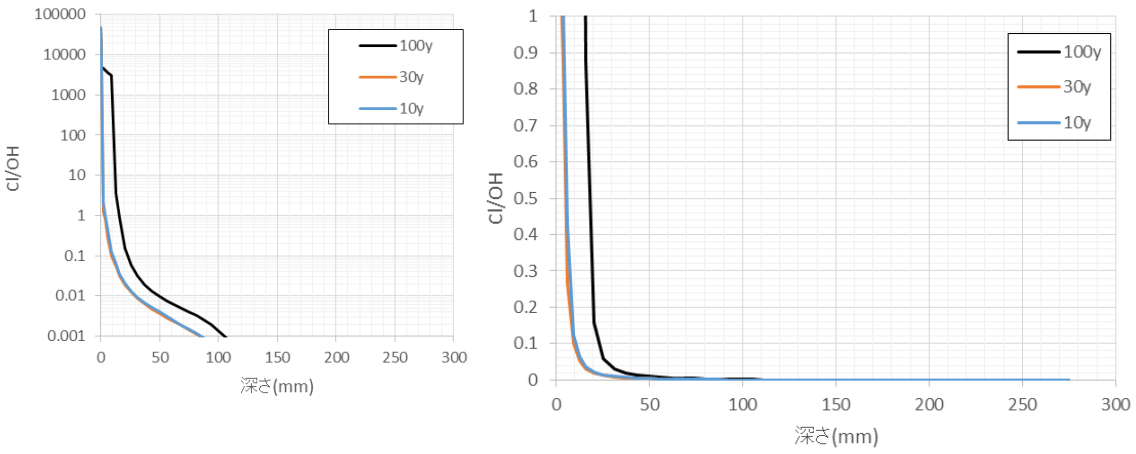


図 3.3-24　間隙水の[Cl^-]/[OH^-]比（FAC コンクリート-1/100 濃度人工海水）

(3) BFSC コンクリート

人工海水

境界条件を人工海水としたときの 10、30、100 年後のコンクリート中の全塩素濃度の計算結果を図 3.3-25 に示す。塩素は時間経過にともなってコンクリート内部に拡散しており、100 年間経過後には 150mm まで浸透する結果となった。浸透深さは同配合の OPC コンクリートよりも 100mm 程度小さかった。100 年後の鉱物相の分布を図 3.3-26 に示す。骨材を除いたセメントペーストと空隙部分のみを右図に示した。塩素の浸透フロント（150mm）よりも少し表面に近い 120mm 付近まで Friedel’s salt が生成しており、Friedel’s salt が見られなくなる深さでは C_4AH_{13} と Monosulfate が存在していた。表層から 15mm 付近では、C-S-H が溶解し消失しており、空隙が増大する結果となっていた。C-S-H が消失している表層部では Calcite、SiO_2（CSH の分解生成物）、炭酸塩型 Hydrotalcite、Gypsum、Brucite が生成していた。Gypsum、Brucite が生成している領域では体積が増加していた。これらの鉱物相の変化は人工海水に接した FAC コンクリートと同じで、OPC コンクリートとも Portlandite が存在しないこと以外、同じだった。しかし、BFSC コンクリートの計算では深さ 6mm 程度のところで Brucite の生成が分断される結果となった。実際にはこのような状態にはならないと考えられ、計算においてこの深さで実現象とは異なる条件になったことが想定される。Brucite の生成量が変化していることから、Mg を含む鉱物の計算に課題がある可能性が高いと考えている。

間隙水組成を図 3.3-27 に示す。表層から Brucite が生成している 6mm 付近まで、塩素が人工海水濃度から徐々に低下しているが、それより深い領域で濃度は急激に減少した。Brucite が生成している領域では S と Ca 濃度の上昇が見られた。このような傾向は他のコンクリートと一致していた。間隙水は固相と平衡状態になっていることから、Brucite の生成と同様に S 濃度が二山に分布していたが、前述したように計算が実現象と異なる状態となったためである。間隙水の $[Cl^-]/[OH^-]$比を図 3.3-28 に示す。海水の$[Cl^-]/[OH^-]$比はきわめて高く、海水組成で浸透している表層の濃度比は 1,000,000 以上となる。しかし、鋼材の腐食発生限界濃度比は 1 以下であることから、右図に縦軸を 1 以下としたグラフを示す。10 年後の$[Cl^-]/[OH^-]$比が上昇する深さは 30 年後よりも大きくなっており、塩素の浸透深さの傾向とは一致しなかった。間隙水と鉱物相は平衡状態となるように計算されるが消失や生成が生じる部分では、相組成変化が激しく、間隙水の $[Cl^-]/[OH^-]$比はその影響を受けていると考えた。

1/10 濃度人工海水

境界条件を 1/10 濃度人工海水としたときのコンクリート中の全塩素濃度の計算結果を図 3.3-29 に、100 年後の鉱物相の分布を図 3.3-30 に、間隙水組成を図 3.3-31 に、間隙水の$[Cl^-]/[OH^-]$比を図 3.3-32 に示す。塩素は時間経過にともなってコンクリート内部に拡散しており、100 年間経過後には 80mm まで浸透する結果となった。100 年後の鉱物相分布は人工海水に接したコンクリートと同様に、塩素が浸透している付近まで Friedel’s salt が生成しており、その他の鉱物相の変化もほとんど同じだった。表層から 15mm 程度で C-S-H が溶解し消失しており、空隙が増加していた。溶脱部では SiO_2（C-S-H の分解生成物）、$Al(OH)_3$ が生成しており、Hydrotalcite、Brucite もごくわずかに生成していたが、これらの生成による体積増加はなかった。間隙水の塩素濃度は、表層付近は 1/10 濃度人工海水濃度と同じだが、Friedel’s salt が生成している部分で低くなり、Ca、S 濃度は高くなった。 $[Cl^-]/[OH^-]$比が上昇する深さは、10、30 年後はほぼ同じであり、塩素の浸透深さの傾向とは一致しなかった。表層付近では相組成変化が激しく、間隙水の$[Cl^-]/[OH^-]$比はその影響を受けていると考えた。100 年では$[Cl^-]/[OH^-]$比が高くなる領域が深く

なった。

1/100 濃度人工海水

境界条件を 1/100 濃度人工海水としたときのコンクリート中の全塩素濃度の計算結果を図 3.3-33 に、100 年後の鉱物相の分布を図 3.3-34 に、間隙水組成を図 3.3-35 に、間隙水の[Cl⁻]/[OH⁻]比を図 3.3-36 に示す。他の環境条件の計算と同様に、塩素は時間経過にともなってコンクリート内部に拡散しており、100 年間経過後には 50mm まで浸透する結果となった。100 年後の鉱物相分布は塩素が浸透している付近まで Friedel’s salt が生成しており、その他の鉱物相の変化は 1/10 倍人工海水条件の計算結果とほとんど同じだった。表層から 15mm 程度で C-S-H が溶解し消失しており、空隙が増加していた。溶脱部では SiO_2（C-S-H の分解生成物）が生成しており、$Al(OH)_3$ もごくわずかに生成していた。間隙水組成の計算結果では、表層より内側に Ca、S 濃度の高い領域が存在した。 1/10 濃度人工海水条件と同様に [Cl⁻]/[OH⁻]比が上昇する深さは 10 年後と 30 年後で同じとなり、塩素の浸透深さの傾向とは一致しなかった。表層付近では相組成変化が激しく、間隙水の[Cl⁻]/[OH⁻]比はその影響を受けていると考えた。100 年では[Cl⁻]/[OH⁻]比が高くなる領域が深くなった。

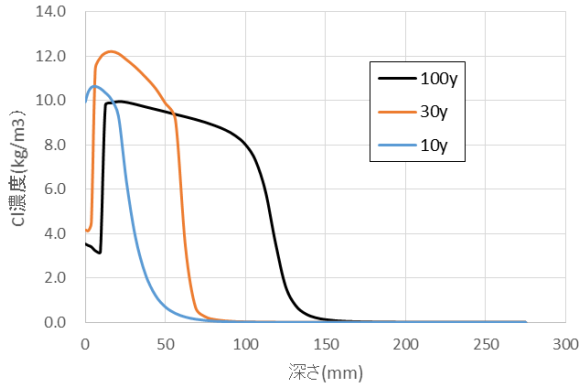


図 3.3-25　全塩素濃度の分布（BFSC コンクリート-人工海水）

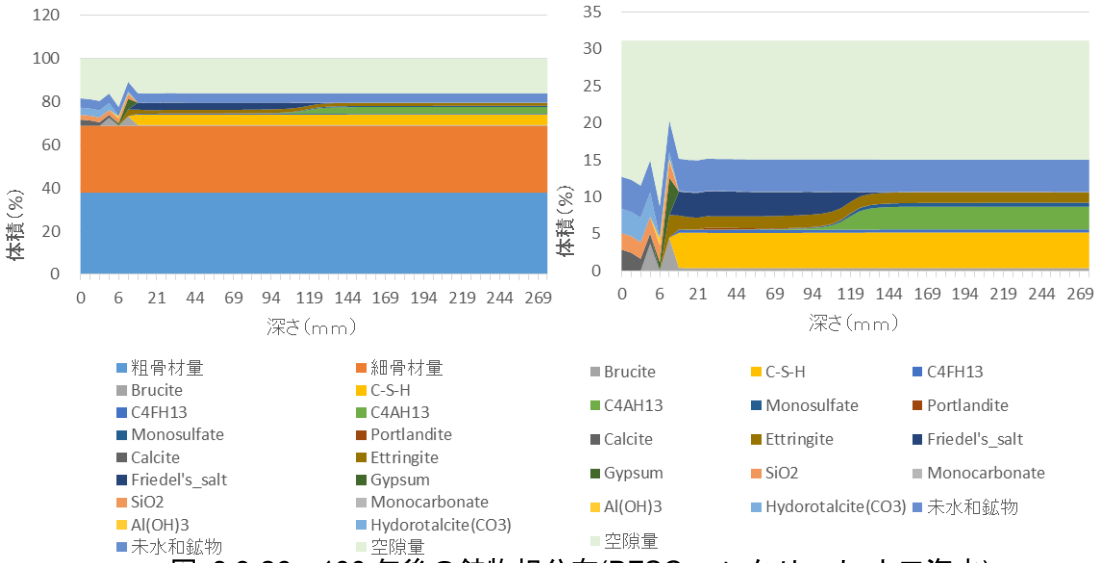


図 3.3-26　100 年後の鉱物相分布(BFSC コンクリート-人工海水)

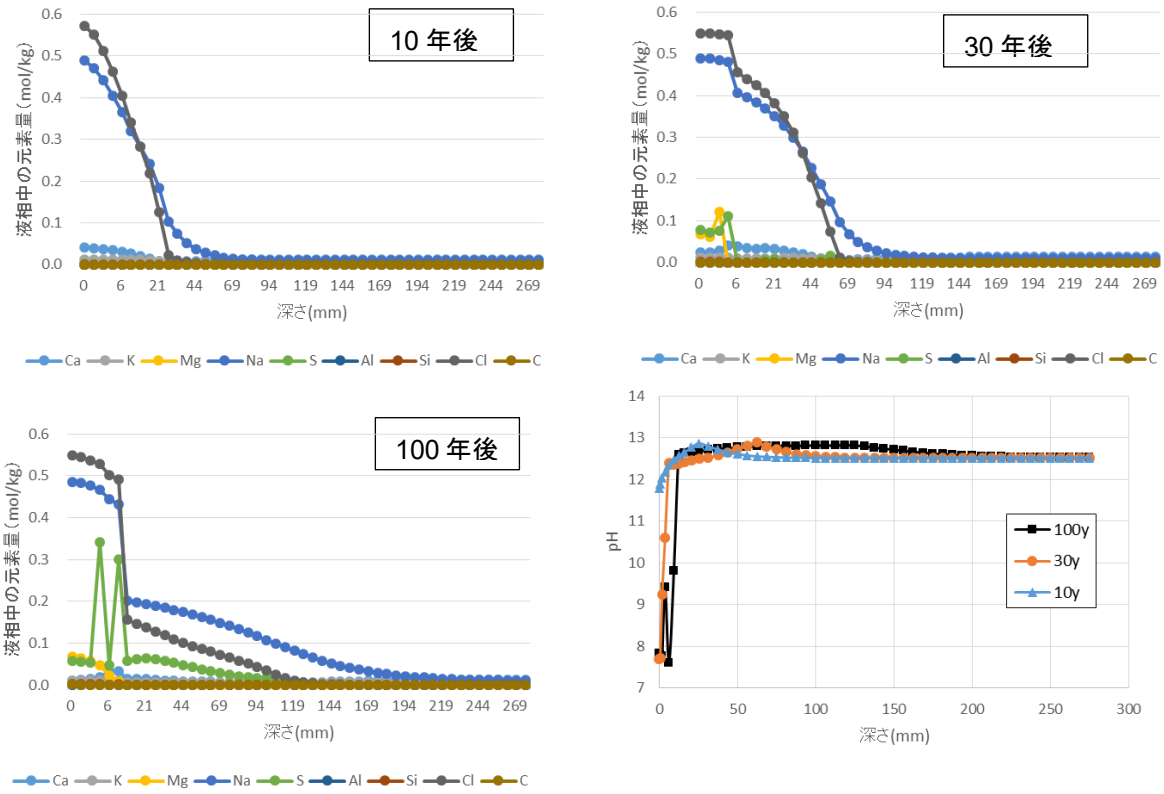


図 3.3-27　間隙水の組成と pH（BFSC コンクリート-人工海水）

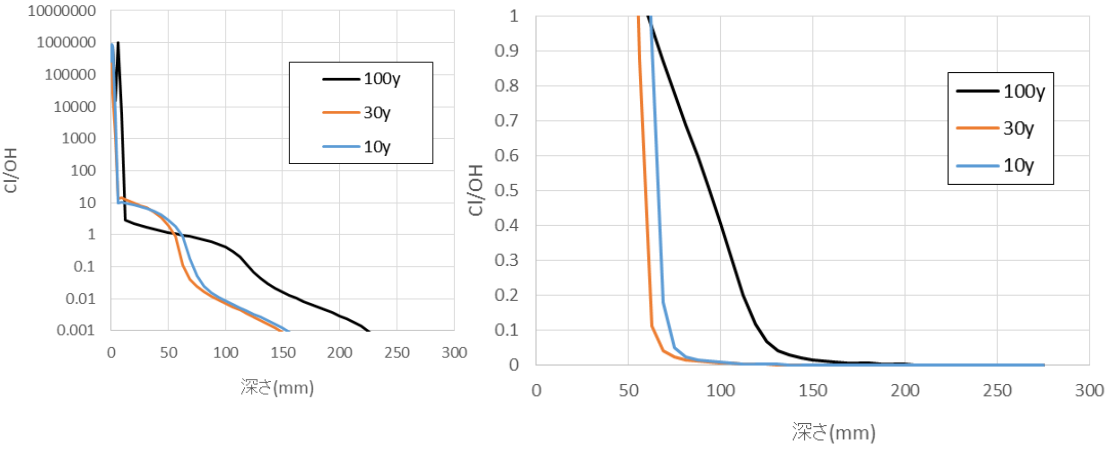


図 3.3-28　間隙水の[Cl^-]/[OH^-]比（BFSC コンクリート-人工海水）

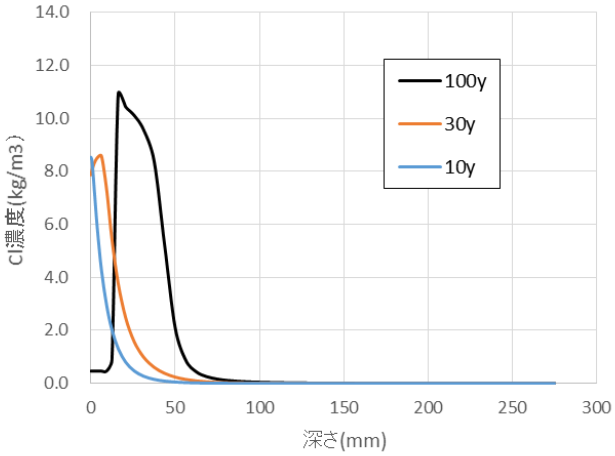


図 3.3-29　全塩素濃度の分布（BFSC コンクリート-1/10 濃度人工海水）

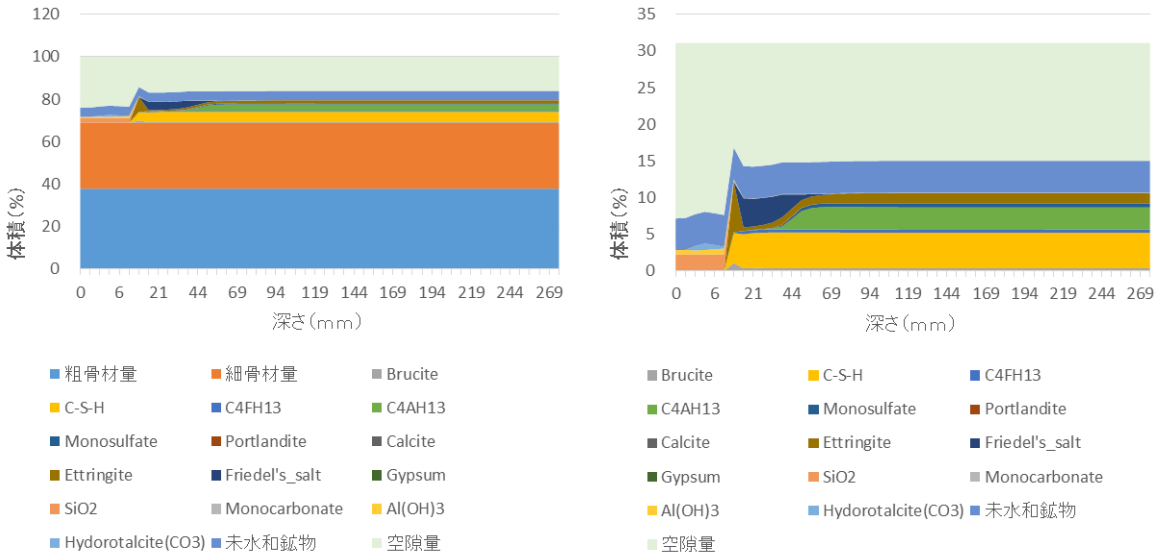


図 3.3-30　100 年後の鉱物相分布(BFSC コンクリート-1/10 濃度人工海水)

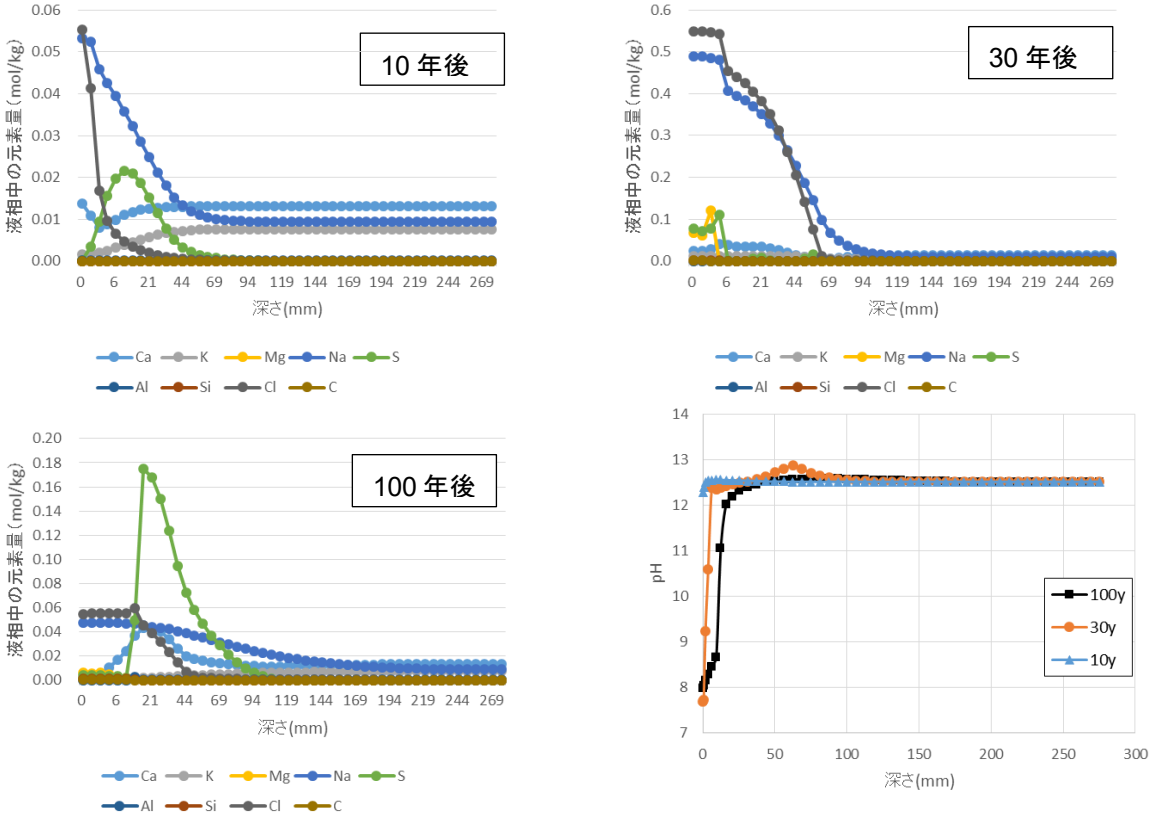


図 3.3-31　間隙水の組成と pH（BFSC コンクリート-1/10 濃度人工海水）

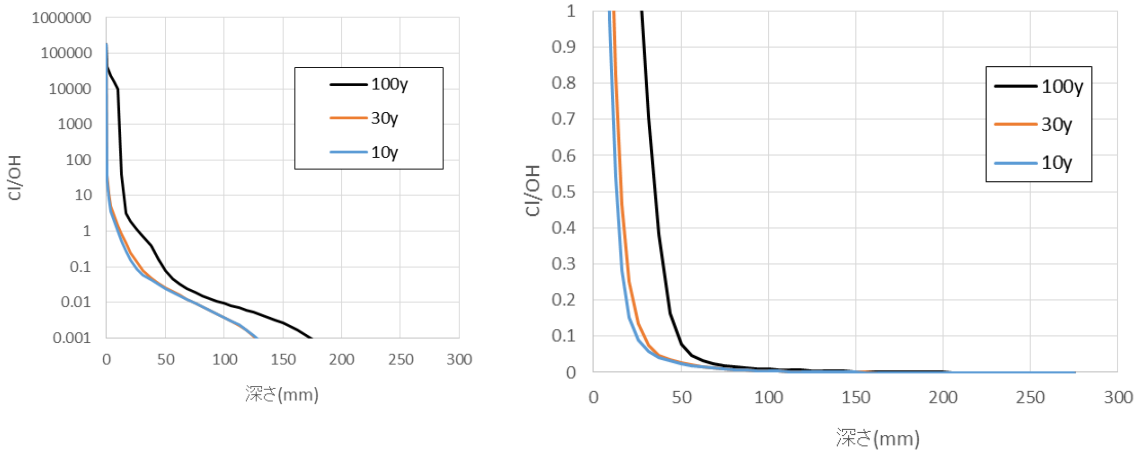


図 3.3-32　間隙水の[Cl^-]/[OH^-]比（BFSC コンクリート-1/10 濃度人工海水）

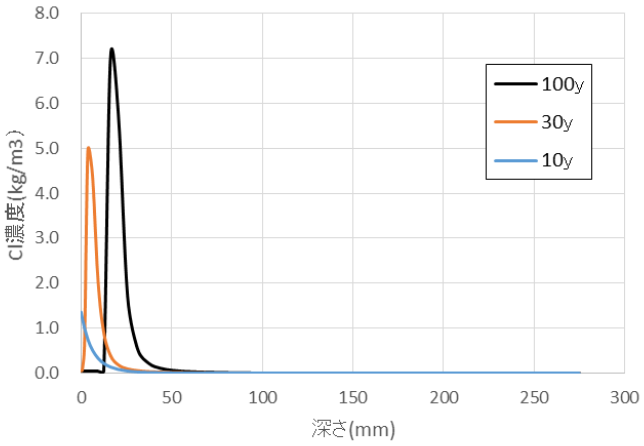


図 3.3-33　全塩素濃度の分布（BFSC コンクリート-1/100 濃度人工海水）

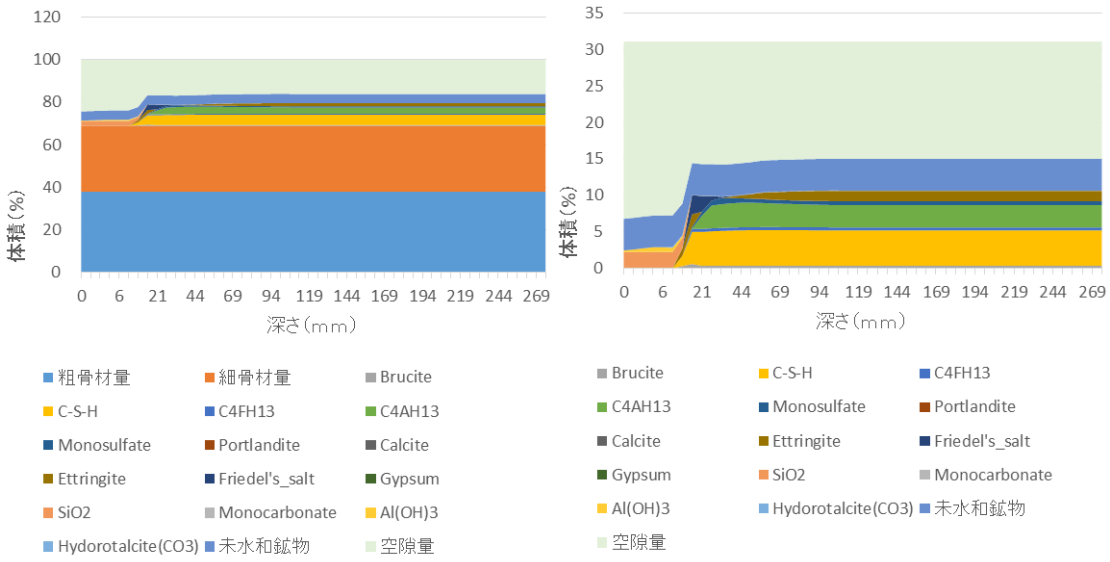


図 3.3-34　100 年後の鉱物相分布(BFSC コンクリート-1/100 濃度人工海水)

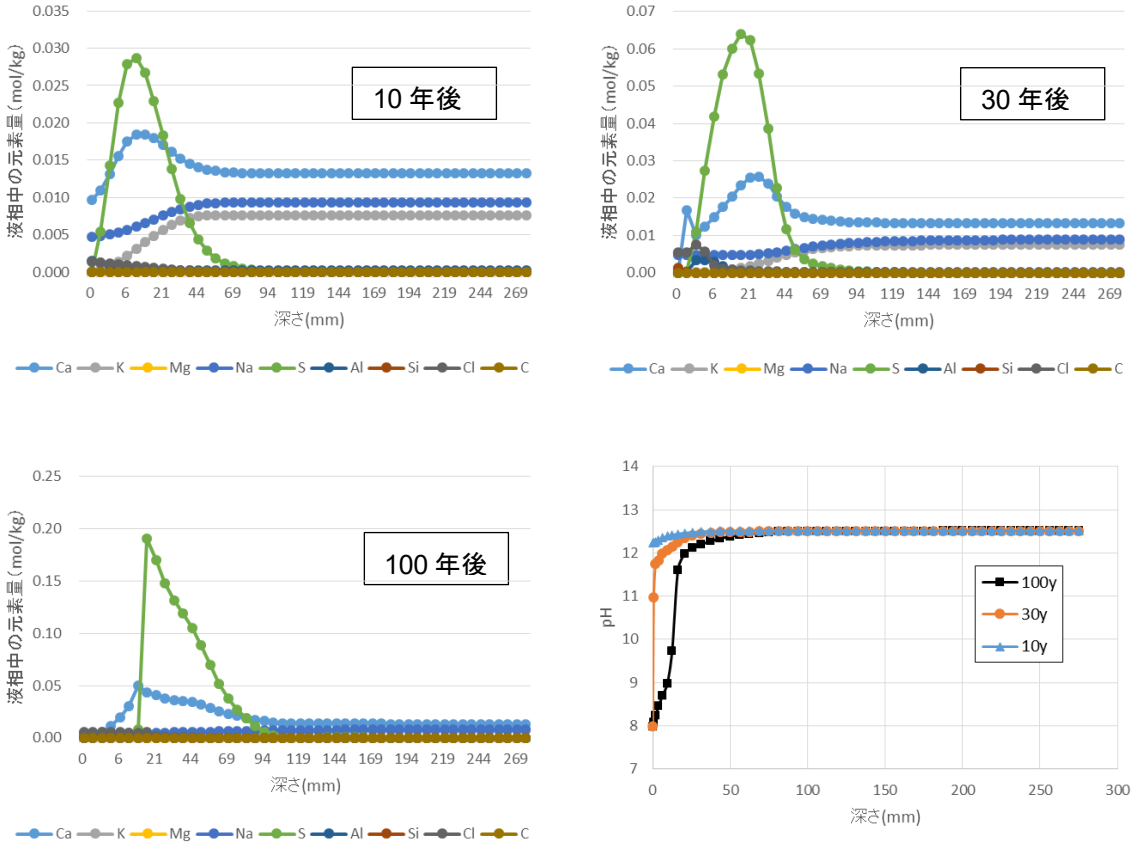


図 3.3-35　間隙水の組成と pH（BFSC コンクリート-1/100 濃度人工海水）

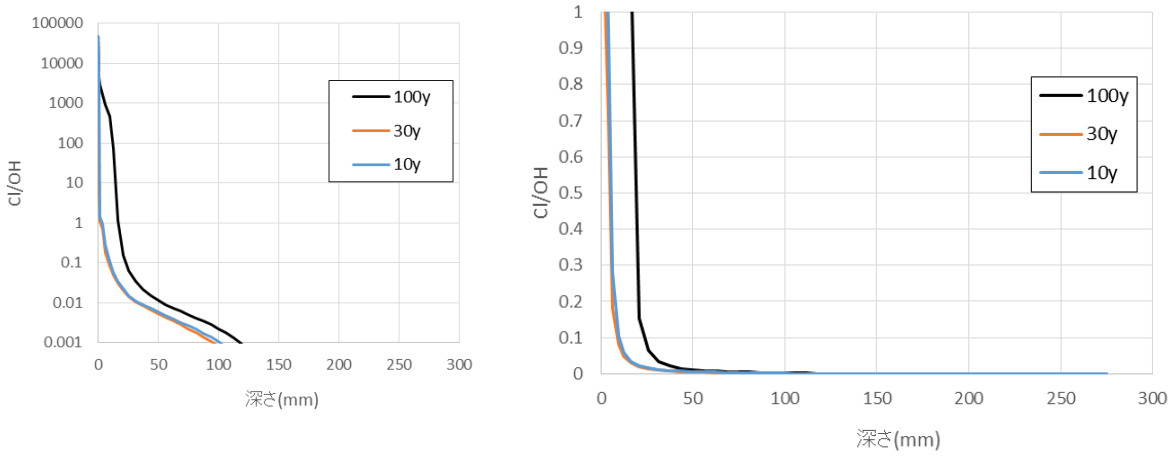


図 3.3-36　間隙水の[Cl-]/[OH-]比（BFSC コンクリート-1/100 濃度人工海水）

(4) 吹付けコンクリート

人工海水

境界条件を人工海水としたときの 10、30、100 年後のコンクリート中の全塩素濃度の計算結果を図 3.3-37 に示す。塩素は時間経過にともなってコンクリート内部に拡散しており、100 年間経過後には 700mm まで浸透する結果となった。これは OPC 普通コンクリートの 3 倍に近く、塩素の浸透が極めて早い結果になった。100 年後の鉱物相の分布を図 3.3-38 に示す。骨材を除いたセメントペーストと空隙部分のみを右図に示した。塩素の浸透フロントより少し浅いところ（650mm）まで Friedel’s salt が生成しており、Friedel’s salt が見られなくなる深さでは C_4AH_{13} と Monosulfate が存在していた。また、深さ 350mm 付近で Friedel’s salt の一部が Monocarbonate に変化していた。表層から 50mm 付近では、Portlandite、C-S-H ともに溶解し消失しており、空隙が増大する結果となっていた。C-S-H が消失している表層部では Calcite、SiO_2（CSH の分解生成物）、炭酸塩型 Hydrotalcite、Gypsum、Brucite、$Al(OH)_3$ が生成していた。Brucite、Gypsum が生成している部分で体積増加が見られた。これらの鉱物相の変化は OPC コンクリートと同じだが、より深部まで鉱物相の変化が起こっていた。OPC コンクリートに比較して Ettringite の生成量が多く、体積膨張量も大きかった。吹付けコンクリートには硫酸塩を含む急結材が入っているため、Ettringite の生成量が多くなったと考えられる。間隙水組成を図 3.3-39 に示す。表層部の Calcite 等が生成している 50mm 付近まで、塩素が人工海水濃度のまま到達していた。また、二水セッコウが生成している部分の S 濃度が高くなっており、Friedel’s salt が生成している部分では Ca 濃度が高くなっていた。間隙水の$[Cl^-]/[OH^-]$比を図 3.3-40 に示す。海水の$[Cl^-]/[OH^-]$比はきわめて高く、海水組成で浸透している表層の濃度比は 600,000 以上となる。しかし、鋼材の腐食発生限界濃度比は 1 以下であることから、右図に縦軸を 1 以下としたグラフを示す。10 年、30 年では$[Cl^-]/[OH^-]$比に差は見られず、100 年では$[Cl^-]/[OH^-]$比が高くなる領域が深くなった。

1/10 濃度人工海水

境界条件を 1/10 濃度人工海水としたときのコンクリート中の全塩素濃度の計算結果を図 3.3-41 に、100 年後の鉱物相の分布を図 3.3-42 に、間隙水組成を図 3.3-43 に、間隙水の$[Cl^-]/[OH^-]$比を図 3.3-44 に示す。塩素は時間経過にともなってコンクリート内部に拡散しており、100 年間経過後には 400mm まで浸透する結果となった。100 年後の鉱物相分布は、塩素が浸透している付近まで Friedel’s salt が生成しており、表層から 50mm 程度で Portlandite、C-S-H が溶解し消失しており、空隙が増加していた。溶脱部では SiO_2（C-S-H の分解生成物）、$Al(OH)_3$ が生成しており、Calcite の生成は見られず、Hydrotalcite の生成はごくわずかだった。Brucite と Gypsum もごくわずかに生成していた。接触する液相は人工海水に比較して 1/10 倍濃度であり、CO_3^{2-}炭酸イオンや Mg^{2+}イオン、SO_4^{2-}イオンの濃度が小さいためと考えている。溶脱部の深さは 100 mm 程度であり、人工海水に接触しているコンクリートの結果よりも大きかった。これは二次鉱物が生成しなかったためと考えた。間隙水組成は、表層付近は 1/10 倍人工海水濃度と同じだが、塩素濃度は Friedel’s salt が生成している部分で低くなり、Ca、S 濃度は高くなった。$[Cl^-]/[OH^-]$比は、10 年、30 年では差は見られず、100 年では$[Cl^-]/[OH^-]$比が高くなる領域が深くなった。

1/100 濃度人工海水

境界条件を 1/100 濃度人工海水としたときのコンクリート中の全塩素濃度の計算結果を図 3.3-45 に、100 年後の鉱物相の分布を図 3.3-46 に、間隙水組成を図 3.3-47 に、間隙水の$[Cl^-]/[OH^-]$

比を図 3.3-48 に示す。塩素は時間経過にともなってコンクリート内部に拡散しており、100 年間経過後には 300mm まで浸透する結果となった。100 年後の鉱物相分布は塩素が浸透している深さより少し浅いところ(200mm)まで Friedel’s salt が生成しており、その他の鉱物相の変化も 1/10 倍人工海水に接したコンクリートの結果とほとんど同じだった。表層から 50mm 程度で Portlandite、C-S-H が溶解し消失しており、空隙が増加していた。溶脱部では SiO_2（C-S-H の分解生成物）、$Al(OH)_3$ が生成しており、Hydrotalcite や Calcite の生成は見られなかった。Brucite や Gypsum は生成していなかった。海水成分が希薄だったためと考えている。溶脱部の深さは 100mm 程度であり、1/10 倍人工海水と同じだった。Ca、S 濃度は溶脱部で高くなっており、海水成分の浸透よりも溶脱による変化が顕著に見られた。 $[Cl^-]/[OH^-]$比は、10 年、30 年では差は見られず、100 年では$[Cl^-]/[OH^-]$比が高くなる領域が深くなった。

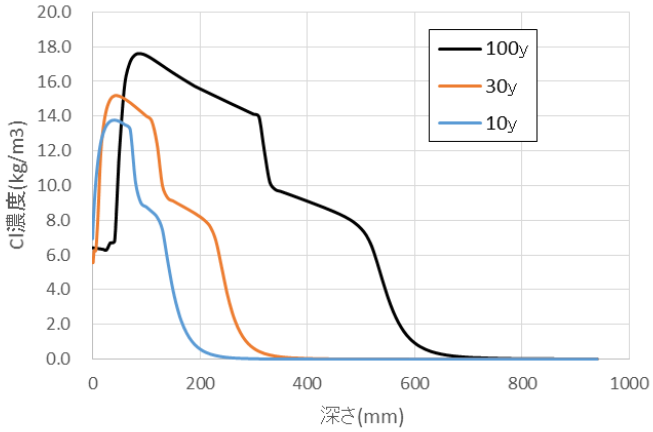


図 3.3-37　全塩素濃度の分布（吹付けコンクリート-人工海水）

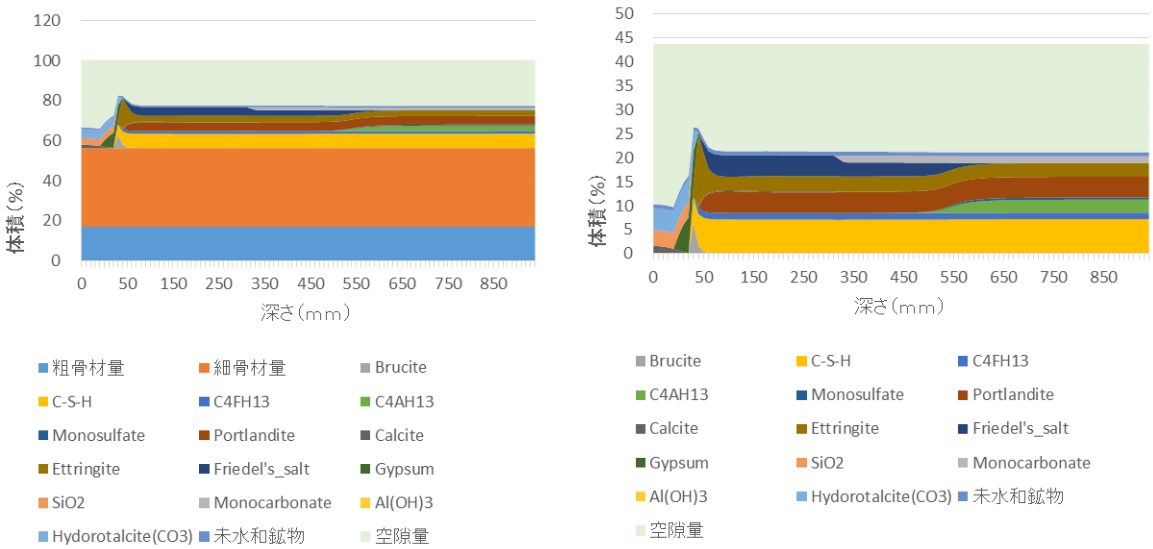


図 3.3-38　100 年後の鉱物相分布(吹付けコンクリート-人工海水)

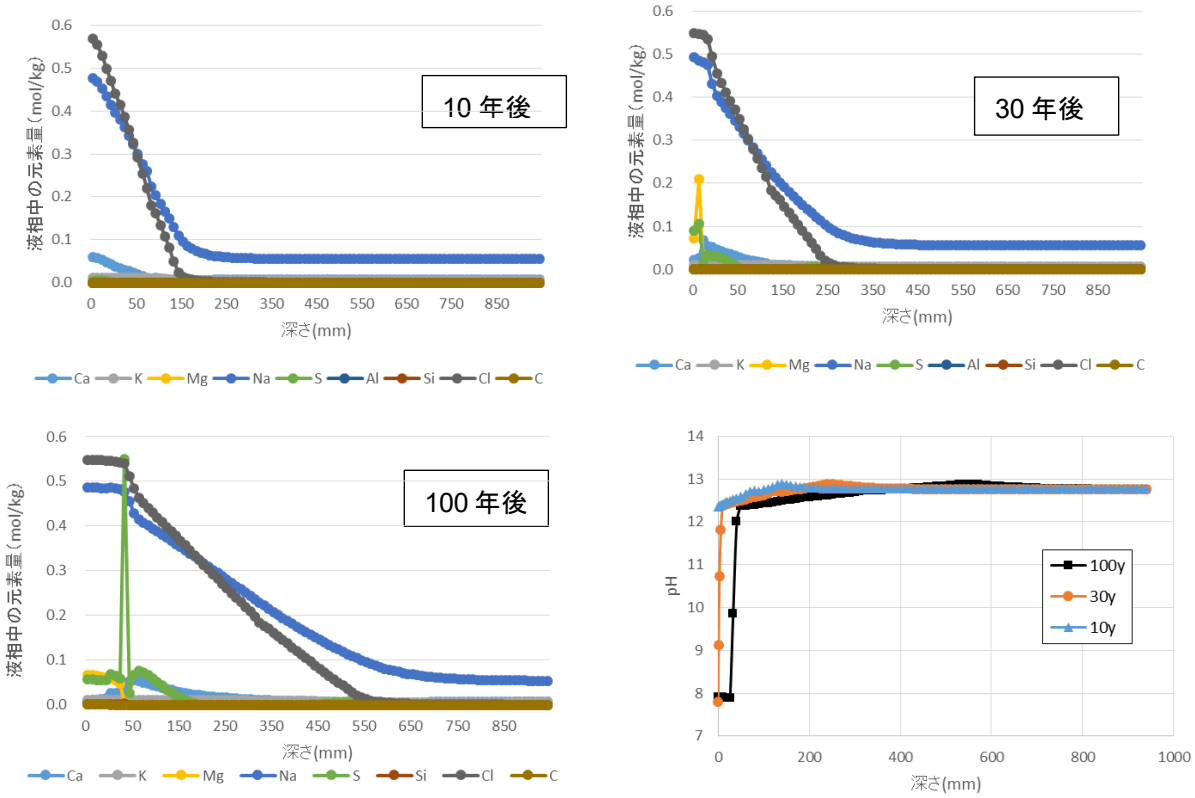


図 3.3-39　間隙水の組成と pH（吹付けコンクリート-人工海水）

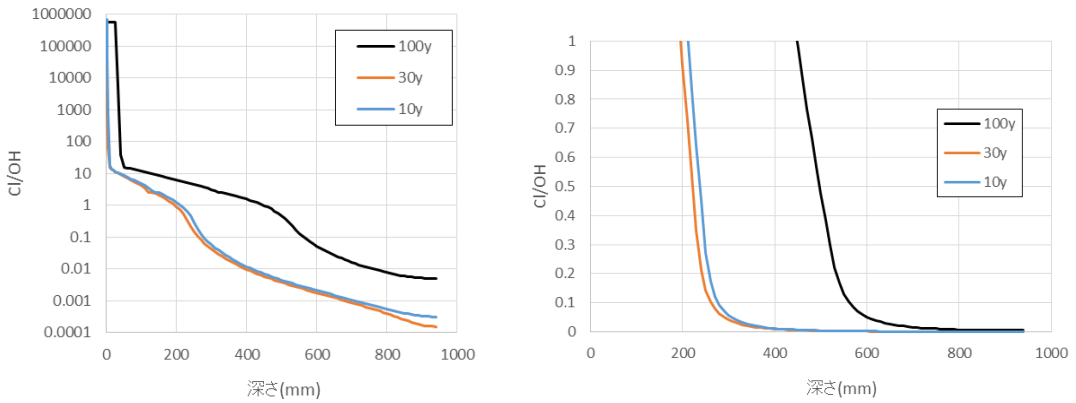


図 3.3-40　間隙水の[Cl^-]/[OH^-]比（吹付けコンクリート-人工海水）

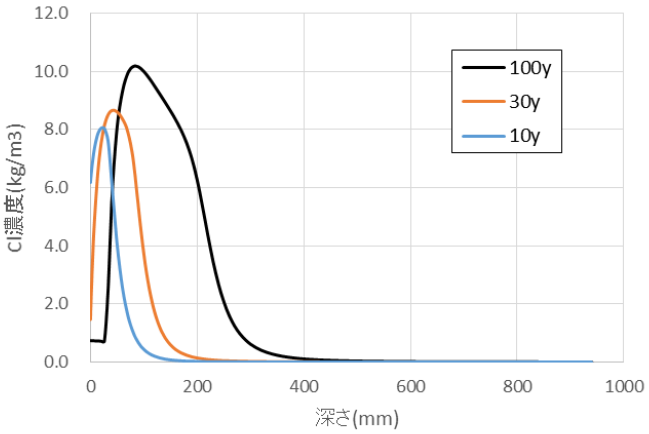


図 3.3-41　全塩素濃度の分布（吹付けコンクリート-1/10 濃度人工海水）

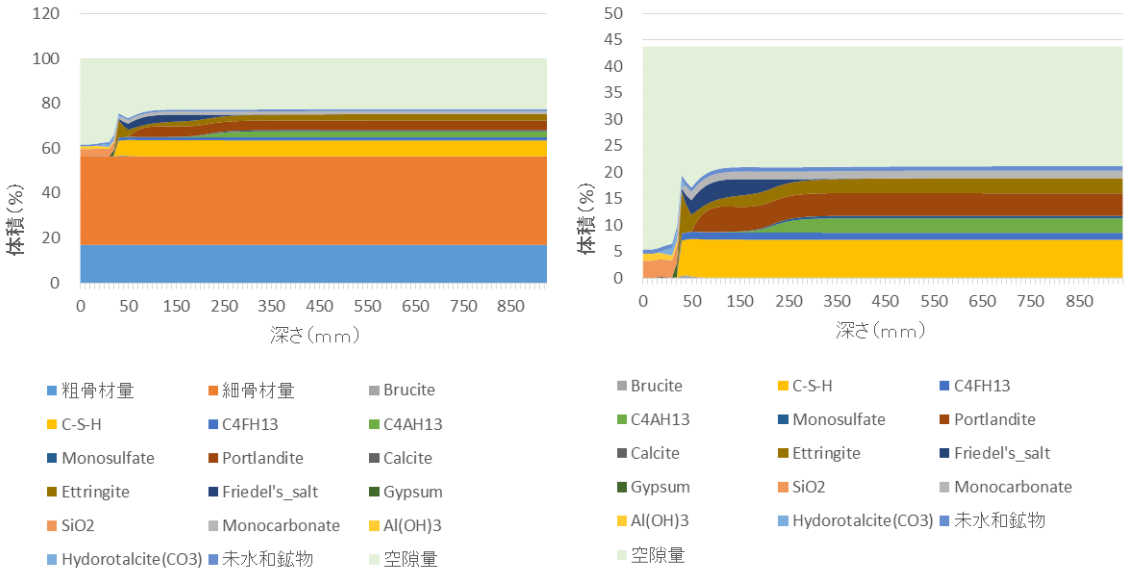


図 3.3-42　100 年後の鉱物相分布(吹付けコンクリート-1/10 濃度人工海水)

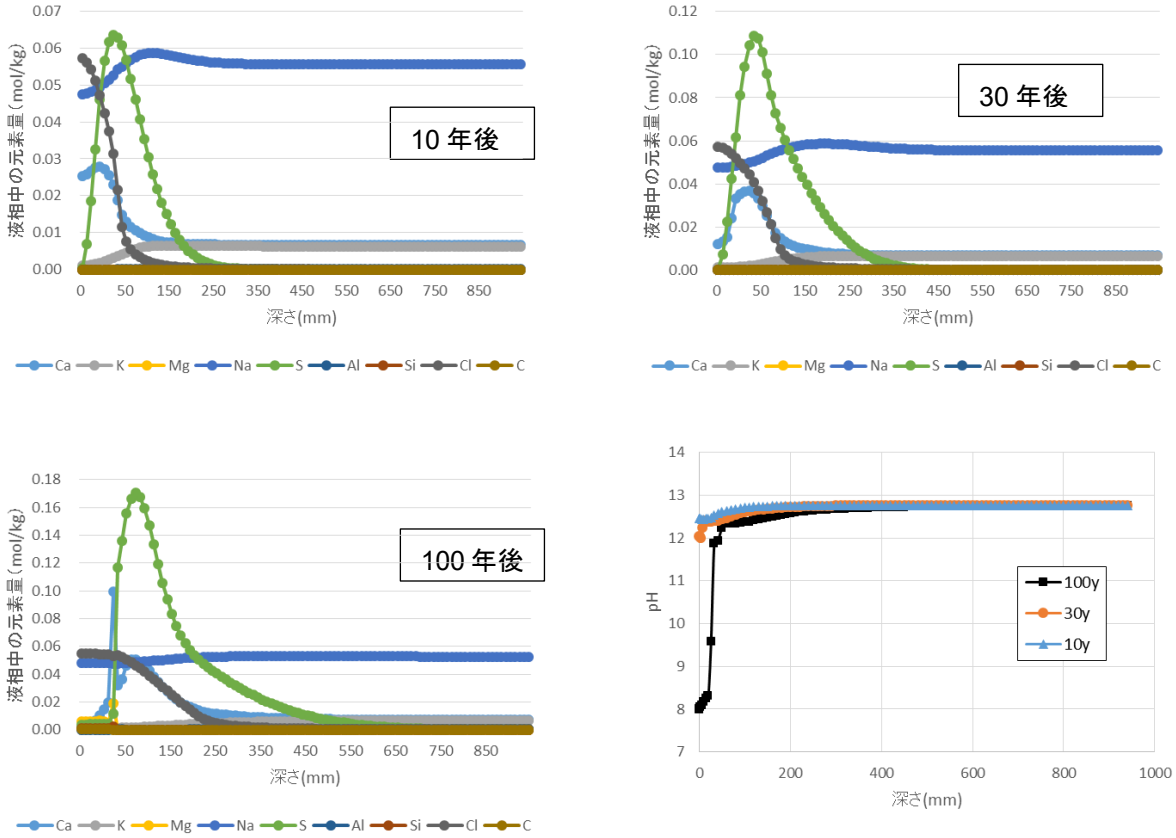


図 3.3-43　間隙水の組成と pH（吹付けコンクリート-1/10 濃度人工海水）

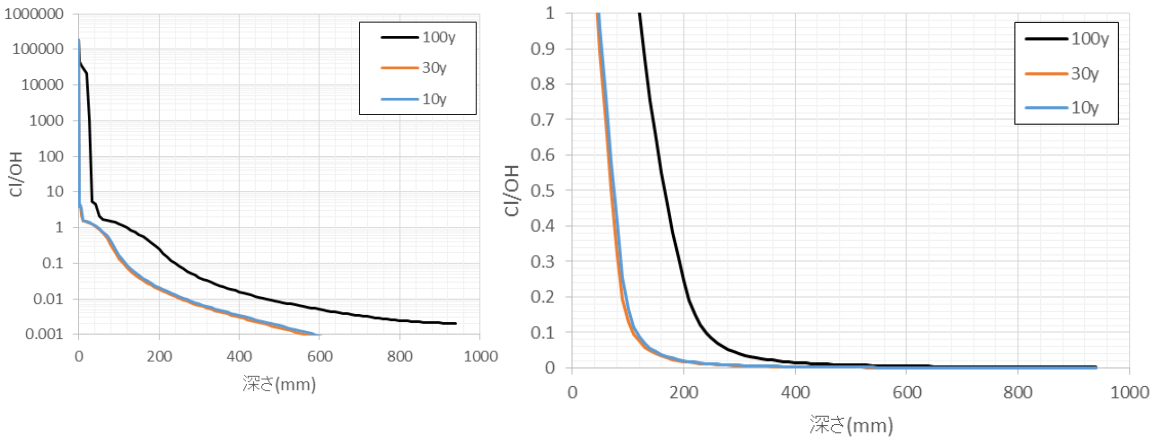


図 3.3-44　間隙水の[Cl^-]/[OH^-]比（吹付けコンクリート-1/10 濃度人工海水）

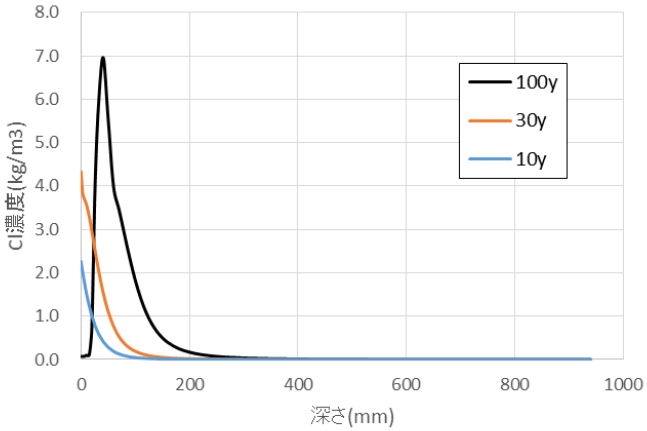


図 3.3-45　全塩素濃度の分布（吹付けコンクリート-1/100 濃度人工海水）

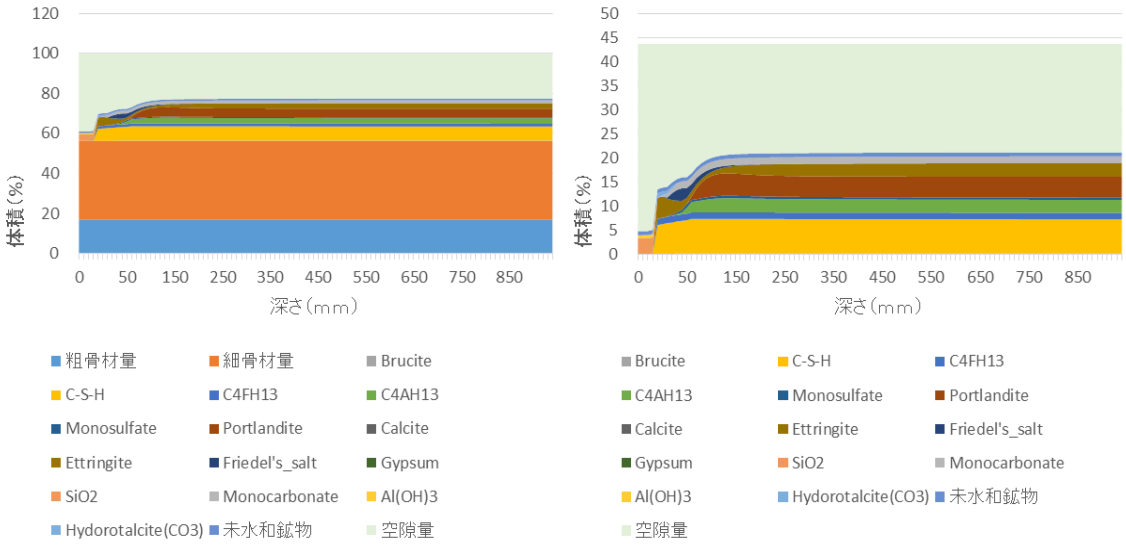


図 3.3-46　100 年後の鉱物相分布(吹付けコンクリート-1/100 濃度人工海水)

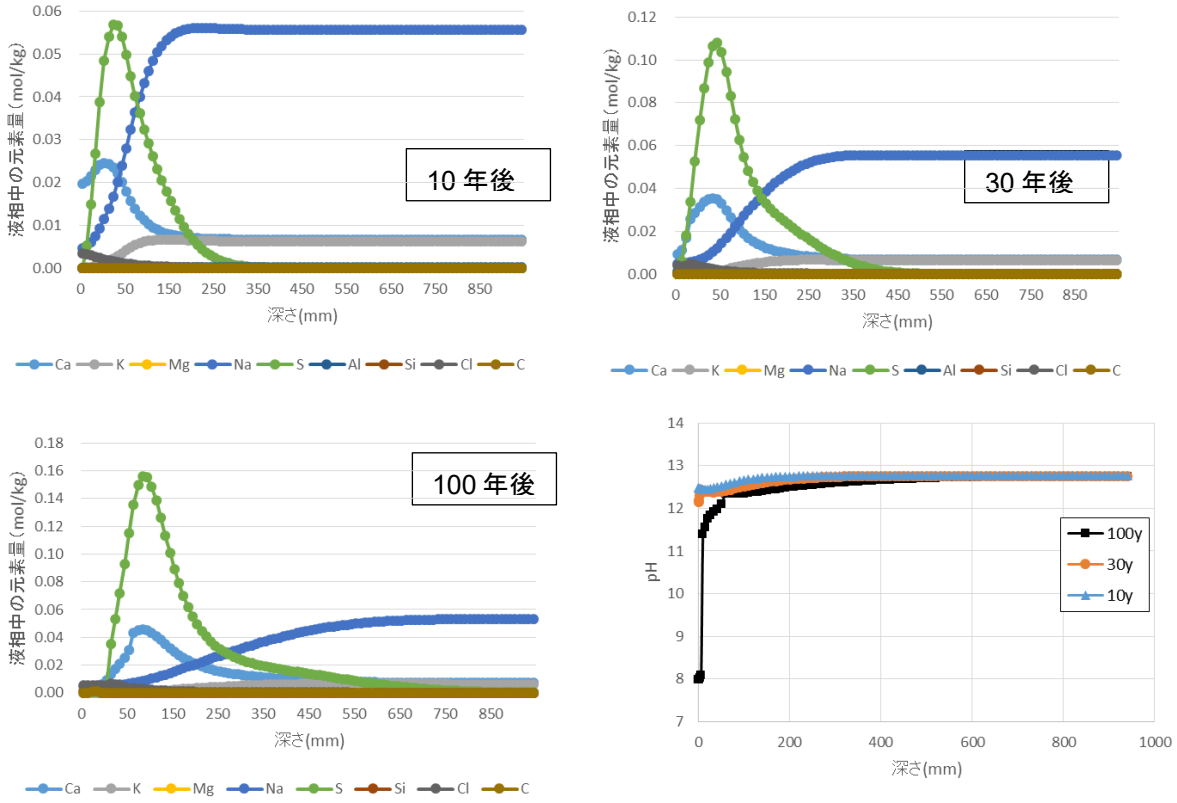


図 3.3-47　間隙水の組成と pH（吹付けコンクリート-1/100 濃度人工海水）

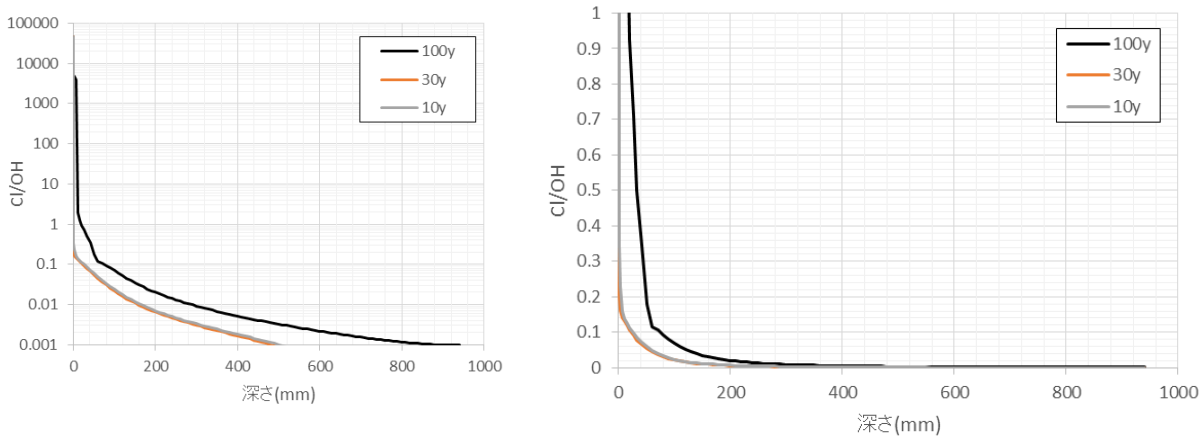


図 3.3-48　間隙水の[Cl^-]/[OH^-]比（吹付けコンクリート-1/100 濃度人工海水）

3.3.4 鋼材腐食環境の検討

コンクリート中の鉄筋は塩化物イオンの濃度が一定値を超えると発生するとされている。この腐食発生限界塩化物イオン濃度は学会や協会によって異なる。土木学会のコンクリート標準示方書は平成 11 年(1999 年)に耐久性照査型として改訂され、腐食発生限界塩化物イオン濃度が 1.2 kg/m³ と定められた。2007 年の改訂の際、単位セメント量によって腐食発生限界塩化物イオン濃度が変化する実験結果があることから、腐食発生限界塩化物イオン濃度の設定方法は検討が必要な項目となった。さらに、海外の規格では腐食発生限界塩化物イオン濃度をセメントの質量に対する塩化物イオン量の比率によって表記していることが多く、この場合、コンクリート中の単位セメント量によって塩化物イオン量の規制値が変動することとなる。これらの状況を踏まえて、2012 年の設計編の改訂では水セメント比およびセメントの種類により腐食発生限界塩化物イオン濃度を変化させることとし、合理的な設定を可能にした。セメントの種類別における腐食発生限界塩化物イオン濃度の算定式は以下のとおりである。

普通ポルトランドセメント

$$C_{lim} = -3.0 \times (W/C) + 3.4$$

高炉、フライアッシュセメント B 種

$$C_{lim} = -2.6 \times (W/C) + 3.1$$

C_{lim}:腐食発生限界塩化物イオン濃度(kg/m^3)

W/C : 水セメント比$(0.30 \leq W/C \leq 0.55)$

本研究で対象とするコンクリートの配合で腐食発生限界塩化物イオン濃度を計算すると OPC コンクリートで 1.75kg/m³、FAC、BFSC コンクリートで 1.67kg/m³ となるが、本研究では、より保守的な設定として 1.2kg/m³ となる深さを腐食発生限界濃度とした。

一方、鉄筋腐食の要因として塩化物イオン濃度だけではなく、水酸化物イオン濃度も挙げられる。コンクリート中の鋼材に対して、塩化物イオンは不動態被膜を破壊する腐食に寄与するのに対して、水酸化物イオンは不動態被膜を形成する防食に寄与するため、これらのイオンの濃度比($[Cl^-]/[OH^-]$)が鋼材の腐食開始に影響を及ぼす。Hausman は塩化物を含んだ飽和水酸化カルシウム溶液中での軟鋼の浸漬試験から$[Cl^-]/[OH^-]$が 0.6 を境にして腐食が開始されることを明らかにし（Hausman, 1967)、現在では多くの文献に引用されている。石田らも同様にコンクリート環境を模擬したアルカリ溶液における純鉄の腐食試験を実施している（石田ほか, 2007)。その結果、アルカリ溶液の pH が 12.5 のとき$[Cl^-]/[OH^-]$が 0.25～0.30 で、pH が 13.0 のとき$[Cl^-]/[OH^-]$が 0.10～0.20 で非腐食から腐食へ移行する遷移域が存在することを明らかにした。本研究では、より保守的な設定として$[Cl^-]/[OH^-]$が 0.1 となる深さと 0.6 になる深さの両方を腐食発生限界濃度比として、それぞれプロットした。

全塩素濃度 1.2kg/m³ の深さと$[Cl^-]/[OH^-]$モル比 0.1、0.6 になる深さをプロットして図 3.3-49~図 3.3-54 に示した。図中の相関式で評価することにより、所定の深さが腐食発生限界に到達する時間が計算できる。所定の深さが腐食発生限界に到達する早さは、人工海水＞1/10 濃度人工海水＞1/100 濃度人工海水となり、吹付けコンクリート＞OPC コンクリート＞BFSC コンクリート、FAC コンクリートの順番となった。

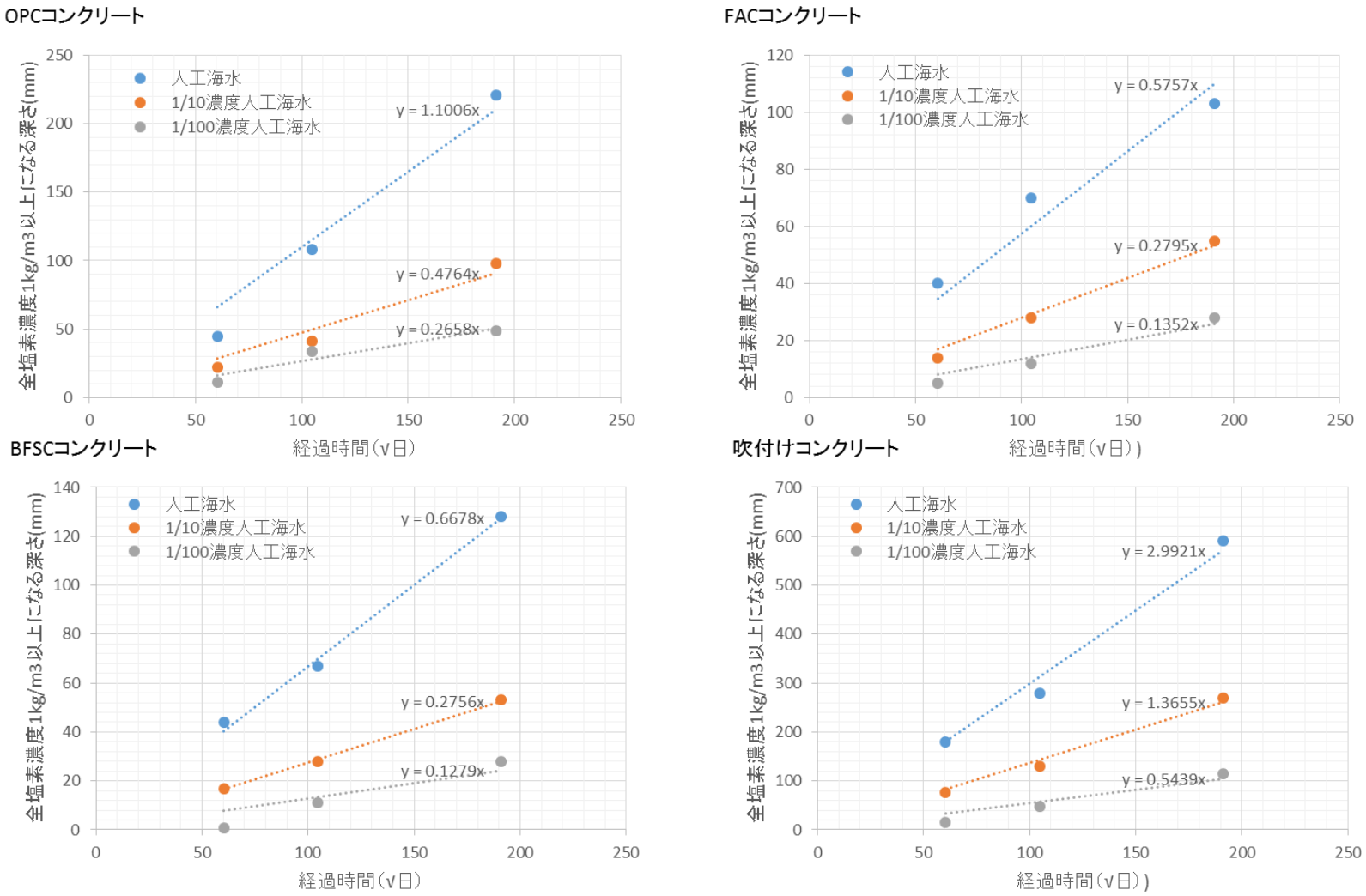
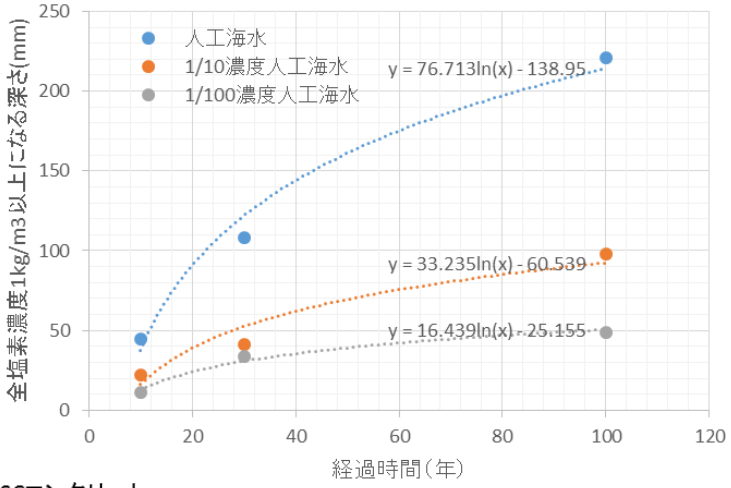
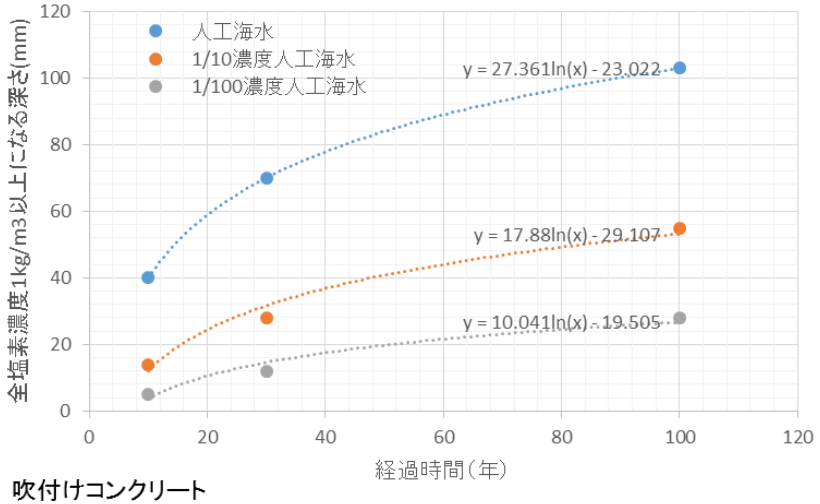


図 3.3-49　全塩素濃度 1.2kg/m^3 になる深さ(1)

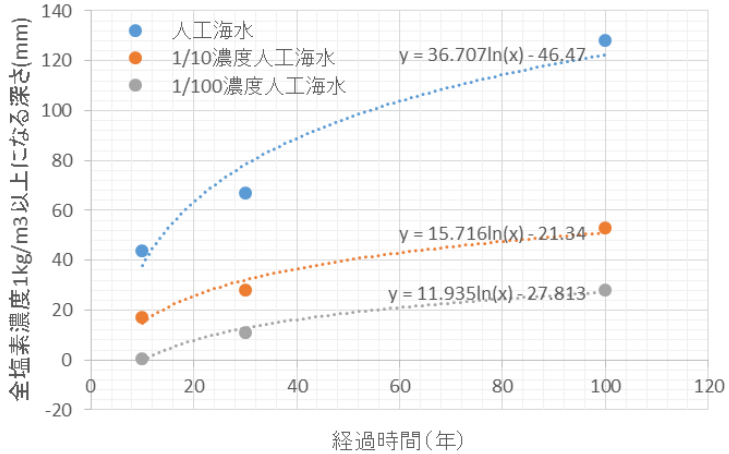
OPCコンクリート



FACコンクリート



BFSCコンクリート



吹付けコンクリート

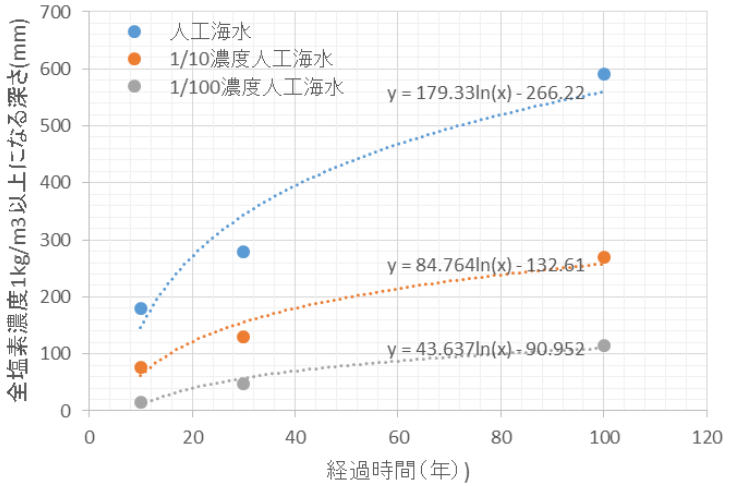
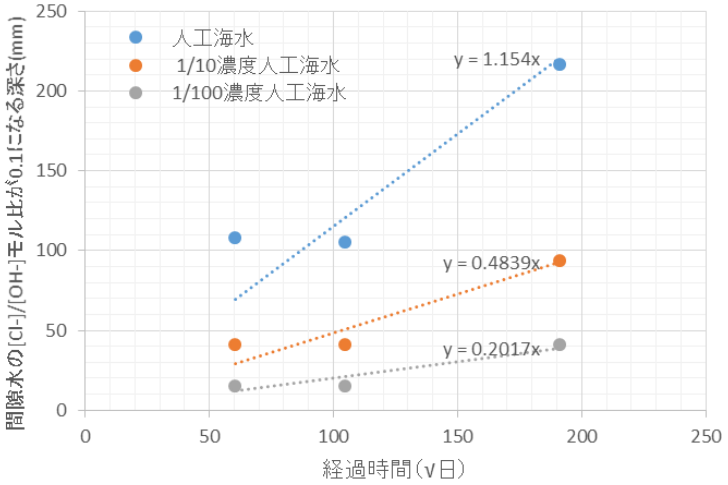
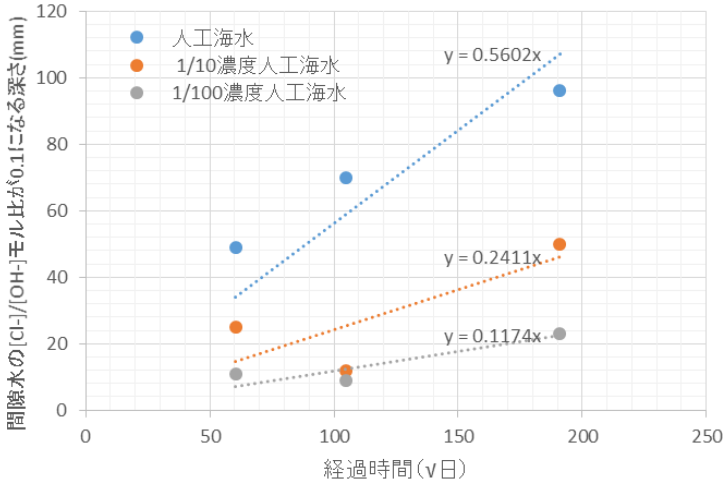


図 3.3-50　全塩素濃度 1.2kg/m^3 になる深さ(2)

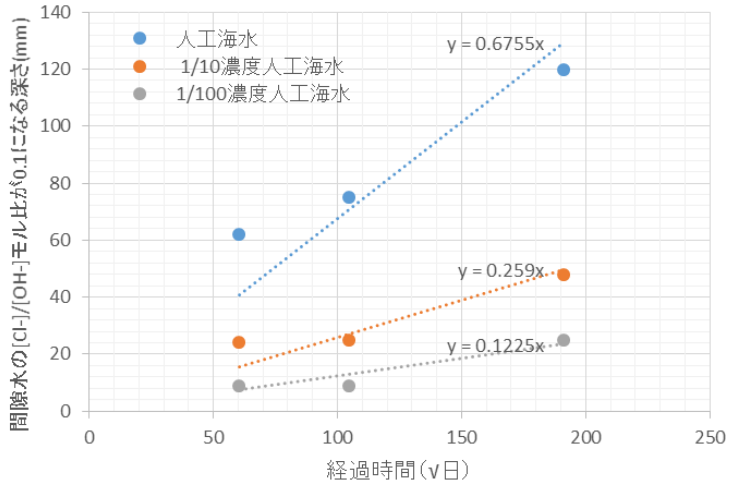
OPCコンクリート



FACコンクリート



BFSCコンクリート



吹付けコンクリート

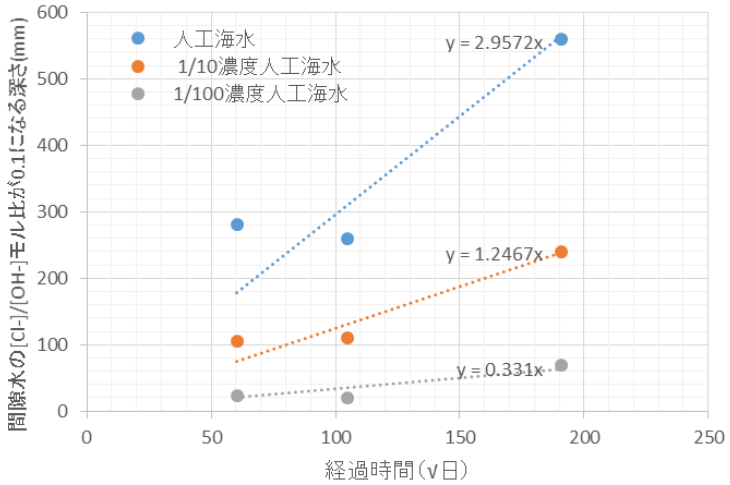
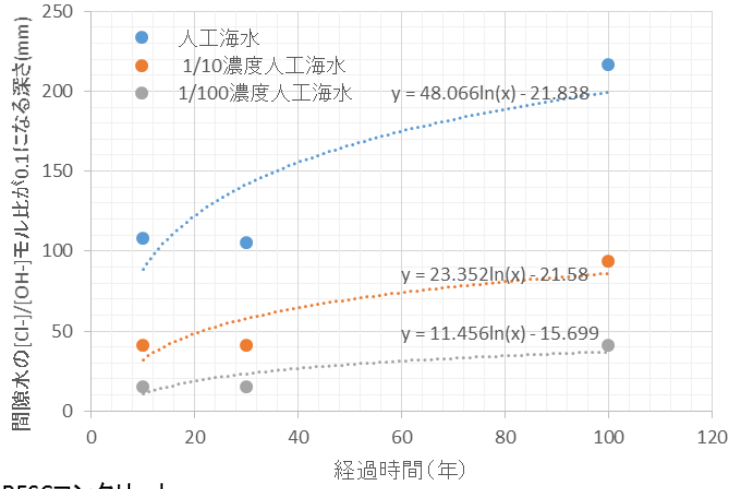
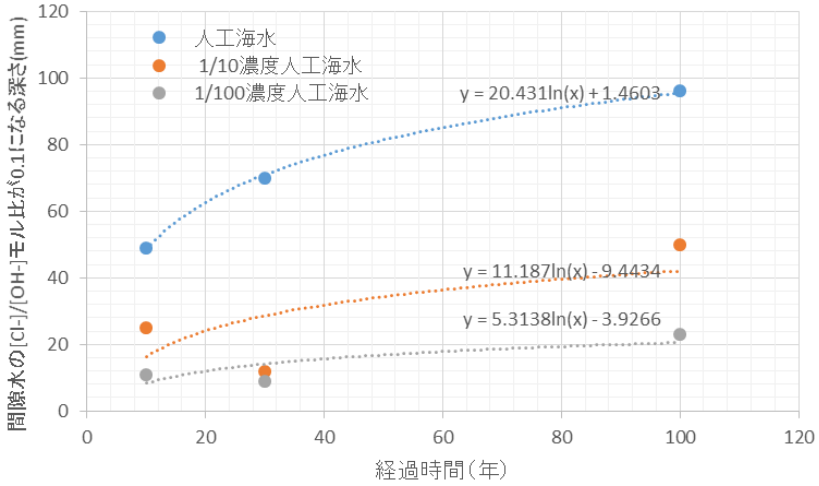


図 3.3-51　間隙水の［Cl^-］/［OH^-］モル比が 0.1 になる深さ(1)

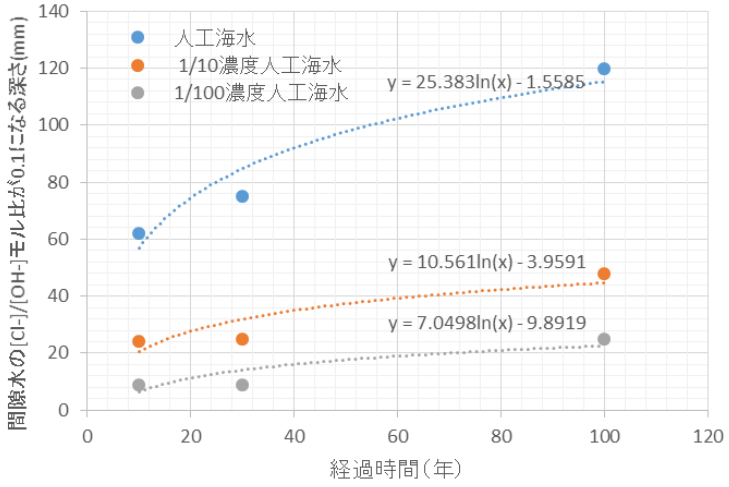
OPCコンクリート



FACコンクリート



BFSCコンクリート



吹付けコンクリート

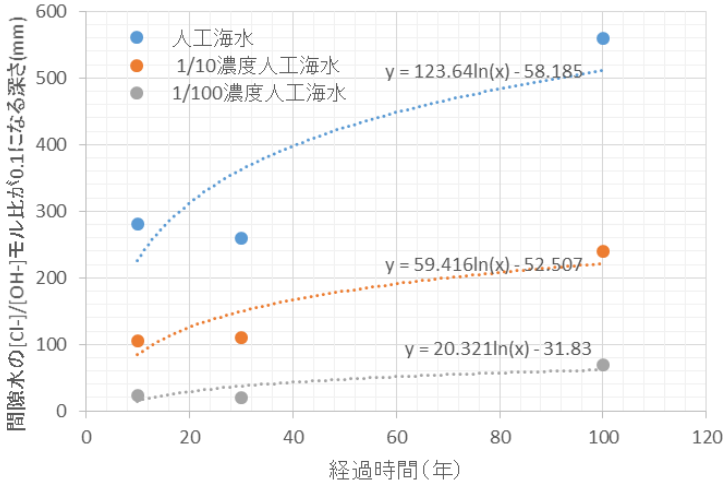
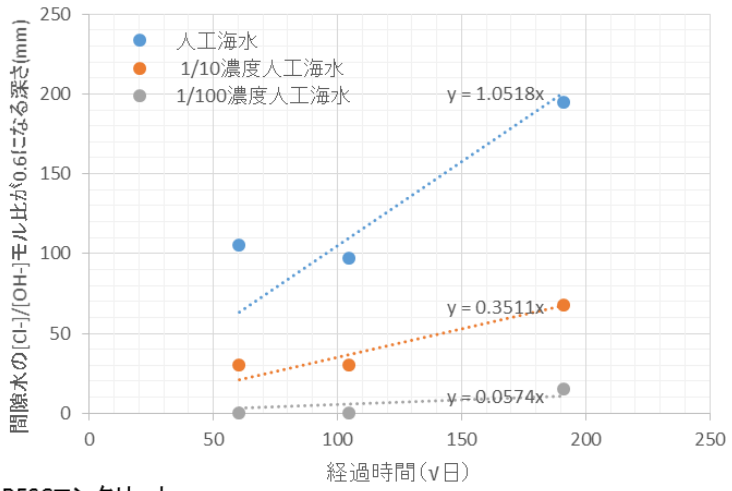
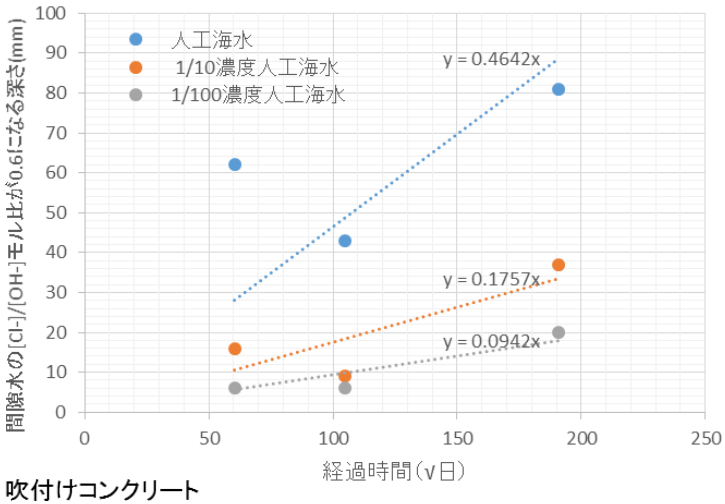


図 3.3-52　間隙水の［Cl^-］/［OH^-］モル比が 0.1 になる深さ(2)

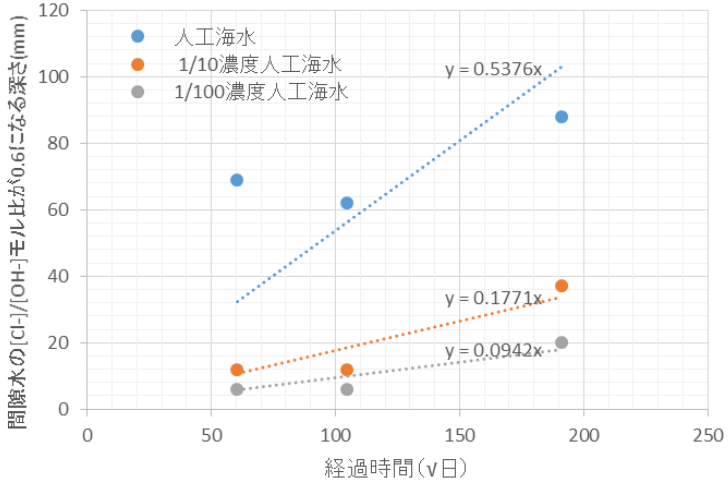
OPCコンクリート



FACコンクリート



BFSCコンクリート



吹付けコンクリート

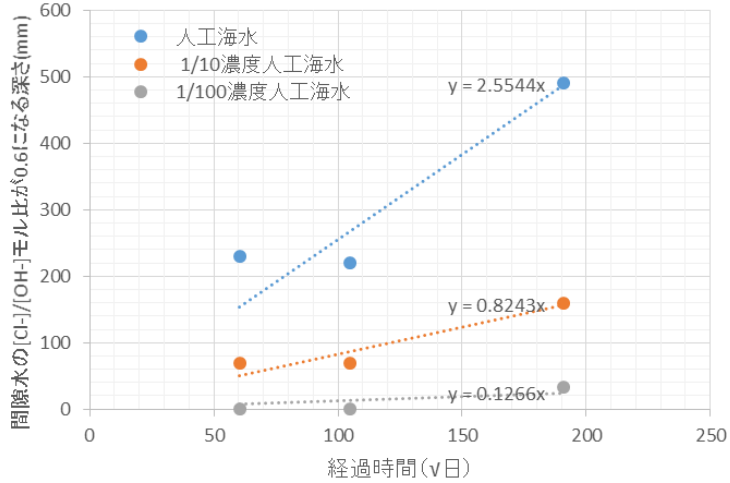


図 3.3-53　間隙水の［Cl^-］/［OH^-］モル比が 0.6 になる深さ(1)

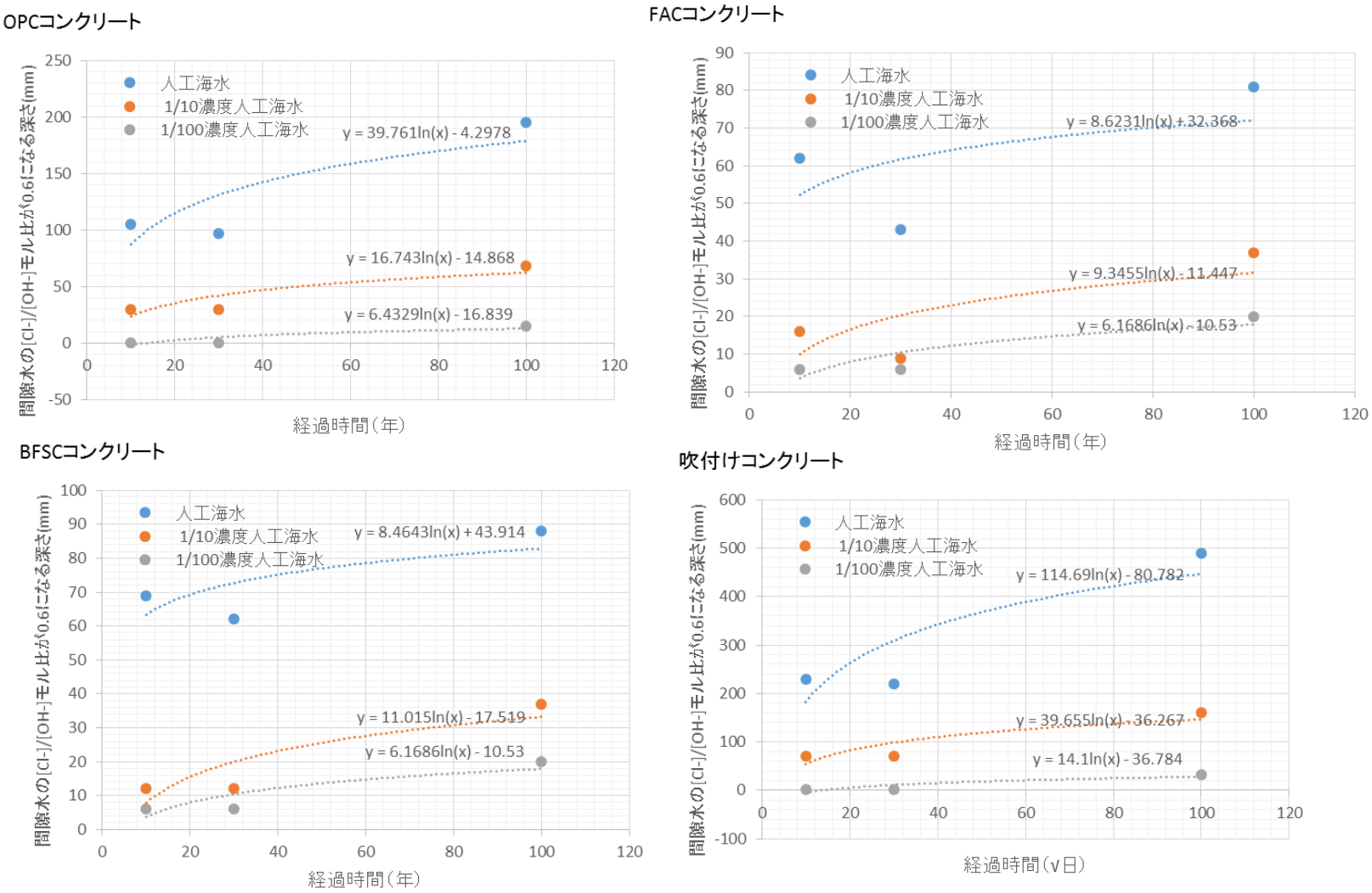


図 3.3-54　間隙水の［Cl^-］/［OH^-］モル比が 0.6 になる深さ(2)

3.4 塩水浸透に係わるモデルの検討のまとめ

以下に、平成 30 年度に実施した、物質移行と化学反応を連成させた相平衡物質移行解析コード（Hosokawa et al., 2011）を適用した塩化物イオン浸透解析のケーススタディの結果をまとめる。

塩素の浸透

全てのセメントのコンクリートで塩素の浸透深さは時間経過とともに深くなった。一定時間における浸透深さは人工海水＞1/10 濃度人工海水＞1/100 濃度人工海水となり、接触水の塩素濃度が上昇すると浸透深さは深くなる結果が得られた。また、セメント系材料によって、浸透深さは異なり、吹付けコンクリート＞OPC コンクリート＞BFSC コンクリート、FAC コンクリートの順で浸透速度が速かった。これは材料の拡散係数に依存していると考えた。浸漬試験では混合セメントペーストは OPC ペーストに比較して塩素の浸透が遅い結果となっており、計算結果と浸漬試験は傾向が一致したが、人工海水濃度と塩素の浸透深さは浸漬試験と異なり計算では相関関係が認められた。浸漬試験では表層付近に生成した生成物の影響で塩素の浸透が抑制されており、条件によって生成量や生成時期が異なると考えられ、計算ではこれらが考慮されていないため、人工海水濃度と塩素の浸透深さにおいて計算結果と浸漬試験結果に差異が生じたと考えられる。

海水成分による鉱物変遷

塩素が浸透した領域で確認される Friedel’s salt は Monosulfate 等のアルミネート系水和物と海水中の塩素と反応して生成する鉱物であり、計算においてもそのような変化が再現された。計算では、表層付近の溶脱が極めて進行しており、Portlandite、C-S-H ともに消失し空隙が増大していた。C-S-H が消失している表層部では Calcite、SiO_2（CSH の分解生成物）、炭酸塩型 Hydrotalcite、Gypsum、Brucite、$Al(OH)_3$ が生成していた。Calcite、Brucite は海水成分による沈殿物であり、Gypsum、炭酸塩型 Hydrotalcite は海水成分とセメント鉱物が反応して生成した二次鉱物、SiO_2、$Al(OH)_3$ はセメント水和物の分解生成物と想定される。これらの鉱物変遷はセメント種類による差はほとんど見られなかった。浸漬試験では析出物として Calcite、Brucite が確認され、塩素が浸透した領域で Monosulfate が消失し Friedel’s salt が存在していた。また、表層部分では Portlandite が減少し、空隙が増加した。計算では試料内部に Brucite が生成することによる空隙が減少しており、浸漬試験によっても Calcite や Brucite 等の析出物による反応の進行の抑制が観察されている。計算結果は浸漬試験により確認された鉱物変化とおおむね一致していた。浸漬試験では Hydrotalcite や Gypsum 等は確認されないが、これらの鉱物はごく少量であると予測され、主要な鉱物変化が一致していることから、計算によって海水による鉱物変遷が再現できていると考えた。しかし、浸漬試験では二次鉱物の生成場所が試験条件によって異なる結果が得られており、緻密な二次鉱物生成により、反応がほとんど進まない結果となっている。計算では試料の外部で生じる沈殿反応を計算上考慮できない。また、二次鉱物生成による空隙閉塞効果を十分に反映できない。実環境においてコンクリート外部での沈殿が生じるかどうかも含めて、二次鉱物生成が変質の進行に及ぼす影響を計算からも検討していくことが必要である。

鉄筋腐食限界到達時間

本研究で適用した解析モデルにより、鉄筋部分が腐食限界に到達するまでの時間を計算できた。鉄筋部分の塩素濃度や$[Cl^-]/[OH^-]$濃度が鉄筋腐食限界に到達する時間は、吹付けコンクリート＜OPC コンクリート＜BFSC コンクリート＜FAC コンクリートの順で短く、今回、計算対象とし

た条件の吹付けコンクリートでは OPC コンクリートに比較して 3 倍の速さで鉄筋腐食限界に到達することがわかった。鉄筋腐食限界に到達する時間はコンクリートの拡散係数に依存しており、吹付けコンクリートは他のコンクリートに比較して空隙率が大きく、各イオンの拡散係数が大きくなったことによると考えた。また、混合セメント硬化体中のイオンの拡散は OPC コンクリートに比較して遅くなるという既往の知見から、モデルにおいて混合セメントコンクリートの拡散係数を OPC コンクリートよりも小さくなるように設定したため、BFSC コンクリートと FAC コンクリートは鉄筋腐食限界に到達する時間が短くなる計算結果となった。

参考文献

電気事業連合会, 核燃料サイクル開発機構, TRU 廃棄物処分技術検討書－第 2 次 TRU 廃棄物処分研究開発取りまとめー, 2005.

土木学会, コンクリート標準示方書［2012 年制定］, 丸善出版, 解説 表 4.6.2, 2012.

土木学会, 2017 年制定コンクリート標準示方書[施工編], 丸善出版, 2018.

Hausman D.A., Steel Corosion in Concrete:How Dose It Occur?, Materials Protection, Vol.6, No.11, pp.19-23, 1967.

Yoshifumi Hosokawa, Kazuo Yamada, Bjo ¨ rn Johannesson, Lars-Olof Nilsson, Development of a multi-species mass transport model for concrete with account to thermodynamic phase equilibriums, Materials and Structures, 44, pp.1577-1592, 2011.

Y. Hosokawa, K. Yamada, H. Takahashi, Time dependency of Cl diffusion coefficients in concretes with varied phase compositions and pore structures under different environmental conditions, Journal of Advanced Concrete Technology, Vol.10, pp/363-374, 2012.

石田健太, 武若耕司, 山口明伸, 前田　聡, 鉄筋腐食発生限界塩化物イオン量の定量評価に関する実験的検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.29, No.1, pp.1065-1070, 2007.

B. Lothenbach et al., Thermodynamic modeling of the effect of temperature on the hydration and porosity of Portland Cement, Cement and concrete research, 38(1), pp.1-18, 2008.

A. Nonat, The structure and stoichiometry of C-S-H, Cement and concrete research, 34, pp.1521-1528, 2004.

産業技術総合研究所, 日本原子力研究開発機構, 原子力環境整備促進・資金管理センター, 電力中央研究所, 平成 29 年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業 沿岸部処分システム高度化開発報告書, AppendixXI, 2018.

武広 実, 後藤 誠史, 井岡 洪二, 藤森 宏高, カルシウムアルミネートを基材とした急結剤を含むポルトランドセメントの急結性能と水和反応, J.Soc.Mat.Sci., Vol.49, pp.209-214, No.2, 2000.

宇智田 俊一郎, 茂浦口 剛, 吹付けコンクリート用急結剤, Journal of the Society of Inorganic Materials, Japan 8, pp.144-152, 2001.

Appendix XV

ニアフィールド領域での処分システム構成材料の成立性と品質確保の方法の提示に関する補足資料

－ 目次 －

1. はじめに ……1
2. 実施内容 ……2
2.1 処分システムの成立性に係るフィンランドの先行的な取組事例 …… 2
2.1.1 POSIVA の処分システムの評価体系詳細とわが国の沿岸部で適用する場合の留意点 … 2
(1) 設計基準の明確化 …… 3
(2) 初期状態の想定および設計基準への適合性確認 …… 4
(3) 性能評価による設計基準への適合性確認 …… 6
2.2 処分システムの成立性に関する水理解析 …… 8
2.2.1 緩衝材流出量に関する要因分析 …… 8
(1) 要因分析による影響項目の抽出 …… 8
(2) 影響項目に関する検討 ……12
(3) 緩衝材流出現象に関する知見の整理 ……34
(4) 緩衝材流出量の試算 ……41
2.2.2 セメント劣化に対する感度解析 ……46
(1) 要因分析による影響項目の抽出 ……46
(2) 影響項目に関する検討 ……49
(3) セメント溶出現象等に関する知見 ……70
(4) セメント溶出現象に対する水理解析による流速・湧水量 ……74

－ 図目次 －

図 1　Posiva の調査結果に基づく人工バリア構成要素の設計手法及び所定の性能要件並びに安全機能の達成の考え方の体系（概略図） 2
図 2　Posiva の緩衝材設計に関する性能要件から設計仕様の項目の連関（Posiva 2012-18 を基に作成） 4
図 3　わが国の緩衝材設計に関する性能要件から設計仕様の項目の連関イメージ 4
図 4　緩衝材流出に対する要因分析結果から水理解析モデルにおいて着目する個所 10
図 5　不均質場における岩盤の透水係数の分布のイメージ 12
図 6　平成 29 年度解析結果　処分孔からの湧水量の経時変化（岩盤が均質の場合） 13
図 7　平成 29 年度解析結果 A1　処分孔からの湧水量の経時変化（岩盤が不均質の場合） 13
図 8　高透水性き裂と処分孔の位置のイメージ 15
図 9　処分孔周辺岩盤の透水係数の分布とき裂経路の設定 16
図 10　Case5　処分坑道 3 の処分孔ごとの湧水量の経時変化 17
図 11　Case5　期間(a)および期間(b)における処分坑道 3 の処分孔ごとの湧水量 17
図 12　隙間幅の変更による地下水の流れのイメージ 18
図 13　Case5-b2　処分孔の累積湧水量算出結果（隙間 100mm の場合） 19
図 14　Case007-b02　処分孔の累積湧水量算出結果（隙間 40mm の場合） 19
図 15　埋戻しの有無による地下水の流れのイメーシ 21
図 16　Case005-b02　処分坑道埋戻し前における処分孔ごとの累積流量（埋め戻し材：砂） 21
図 17　Case005-b03　処分坑道埋戻し後における処分孔ごとの累積流量（埋め戻し材：粘性土） 22
図 18　支保工の透水係数の変動による地下水の流れ（イメージ） 23
図 19　Case005　処分孔ごとの湧水量の経時変化（支保工が健全の場合） 24
図 20　Case005　処分孔ごとの湧水量の経時変化（支保工が劣化した場合） 24
図 21　グラウト層の有無による地下水と処分孔への流れ 26
図 22　Case005　処分孔ごとの湧水量の経時変化（グラウトなしケース） 27
図 23　Case007　処分孔ごとの湧水量の経時変化（グラウトありケース） 27
図 24　EDZ 層の透水係数変化による地下水の流れのイメージ 28
図 25　Case005　処分孔ごとの湧水量の経時変化（EDZ 層透水係数:岩盤透水係数×100 倍） 30
図 26　Case003　処分孔ごとの湧水量の経時変化（EDZ 層透水係数:岩盤透水係数×10 倍） 30
図 27　Case001　処分孔ごとの湧水量の経時変化（EDZ 層透水係数：岩盤の透水係数と同等） 31
図 28　坑道埋め戻しによる他坑道への影響（イメージ） 32
図 29　Case005　処分孔ごとの湧水量の経時変化 33
図 30　基本的な設計要件に対する緩衝材の仕様範囲 34
図 31　パイピング現象発生時の隙間領域と緩衝材領域の関係 36
図 32　緩衝材の流出量と最大膨潤率／隙間体積比の関係 37
図 33　総流量と流出量の関係（原環センター、2018） 39

図 34　総流量と流出量の関係（NUMO, 2019） 40
図 35　ケース a)における湧水量算出のための外挿方法 42
図 36　ケース a)　各処分孔からの積算流量..... 43
図 37　ケース a)　各処分孔における緩衝材流出量と NUMO、RWMC 許容値との比較... 43
図 38　ケース b-1)　各処分孔からの積算流量 44
図 39　ケース b-1)　各処分孔における緩衝材流出量と NUMO、RWMC 許容値との比較 44
図 40　ケース b-2)　各処分孔からの積算流量 45
図 41　ケース b-2)　各処分孔における緩衝材流出量と NUMO、RWMC 許容値との比較 45
図 42　セメント劣化に対する要因分析結果から水理解析モデルにおいて着目する箇所.... 48
図 43　埋戻し前後における処分坑道付近の地下水の流れ（再掲） 49
図 44　y=－1.615　埋戻し有無による周方向累積流量の比較 50
図 45　y=33.905　埋戻し有無による周方向累積流量の比較..... 51
図 46　y=－1.605　埋戻し有無による長軸方向累積流量の比較..... 51
図 47　y=33.905　埋戻し有無による長軸方向累積流量の比較 52
図 48　 y=－1.605　埋戻し有無による法線方向累積流量の比較..... 52
図 49　y=33.905　埋戻し有無による法線方向累積流量の比較 53
図 50　支保工の透水係数の変動による処分坑道周辺の地下水の流れ（イメージ）　（再掲） 54
図 51　y=－1.615　周方向累積流量のケース別比較..... 55
図 52　y=33.905　周方向累積流量のケース別比較 56
図 53　y=－1.615　長軸方向累積流量のケース別比較 56
図 54　y=33.905　長軸方向累積流量のケース別比較..... 57
図 55　y=－1.615　法線方向累積流量のケース別比較 57
図 56　y=33.905　法線方向累積流量のケース別比較..... 58
図 57　坑道埋戻しによる他坑道への影響（イメージ）　（再掲） 59
図 58　y=－1.615　周方向（天端）単位時間流量算出結果..... 60
図 59　y=－1.615　周方向（側壁）単位時間流量算出結果..... 60
図 60　y=－1.615　周方向（底盤）単位時間流量算出結果..... 61
図 61　y=33.905　周方向（天端）単位時間流量算出結果..... 61
図 62　y=33.905　周方向（側壁）単位時間流量算出結果..... 62
図 63　y=33.905　周方向（底盤）単位時間流量算出結果..... 62
図 64　y=－1.615　長軸方向（天端）単位時間流量算出結果 63
図 65　y=－1.615　長軸方向（側壁）単位時間流量算出結果 63
図 66　y=－1.615　長軸方向（底盤）単位時間流量算出結果 64
図 67　y=33.905　長軸方向（天端）単位時間流量算出結果..... 64
図 68　y=33.905　長軸方向（側壁）単位時間流量算出結果..... 65
図 69　y=33.905　長軸方向（底盤）単位時間流量算出結果..... 65
図 70　y=－1.615　法線方向（天端）単位時間流量算出結果 66
図 71　y=－1.615　法線方向（側壁）単位時間流量算出結果 66
図 72　y=－1.615　法線方向（底盤）単位時間流量算出結果 67
図 73　y=33.905　法線方向（天端）単位時間流量算出結果..... 67

図 74　y=33.905　法線方向（側壁）単位時間流量算出結果 68
図 75　y=33.905　法線方向（底盤）単位時間流量算出結果 68
図 76　浸漬試験体の浸漬方法 72

－ 表目次 －

表 1　POSIVA の地層処分とわが国の沿岸部での地層処分との主な差異 3
表 2　フィンランドの緩衝材に関する設計仕様、参照設計及び初期状態の比較 6
表 3　緩衝材流出に関する要因分析と課題の分析方法　一覧 9
表 4　本年度実施した解析ケース（その 1；掘削–坑道解放時） 10
表 5　本年度実施した解析ケース（その 2；坑道・処分孔埋戻し以降） 11
表 6　緩衝材の設計要件と許容流水量の評価方法 35
表 7　使用パラメータと数値 38
表 8　各ケースに用いる水理解析条件 41
表 9　セメント劣化に関する要因分析と課題の分析方法　一覧 47
表 10　浸漬試験体の条件 71
表 11　浸漬試験条件 71
表 12　円錐浸漬試験と地下水流動解析結果における流速の比較 74

1. はじめに

1.1 本付属書の概要

本付属書は、平成 30 年度　高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（沿岸部処分システム高度化開発）のうち 3.2.2 節の「ニアフィールド領域での処分システム構成材料の成立性と品質確保の方法の提示」に関して、フィンランド（POSIVA）の評価体系の整理結果のうち報告書本文中には詳細に掲載できなかった部分や考察、並びに緩衝材の流出現象及びセメントの劣化を例題とした処分システムの成立性を示す上で実施した水理解析の感度解析の結果を中心に記したものである。

2. 実施内容

2.1 処分システムの成立性に係るフィンランドの先行的な取組事例

本取組では地層処分について先行的な取組事例を有する北欧のうち、調査結果がより体系的にまとめられており、かつわが国が有する地質環境や現時点で有望とされる処分概念との類似点も多いフィンランド（POSIVA）を対象に調査し、結果を取りとまとめた。POSIVA の使用済燃料の地層処分におけるステークホルダー要件から設計仕様に至る主要な流れは次の 1.～3.にまとめられ、成立するまで繰り返される。これらの処分システム成立性の提示に係る手法や体系の全体像の概略を図 1 に示す。また下記 3 段階における POSIVA の評価体系の詳細な整理、およびわが国に適用する場合の留意点について以降の 2.1.1 において示す。

1. 設計基準の明確化
2. 初期状態の想定および設計基準への適合性確認
3. 性能評価による設計基準への適合性確認

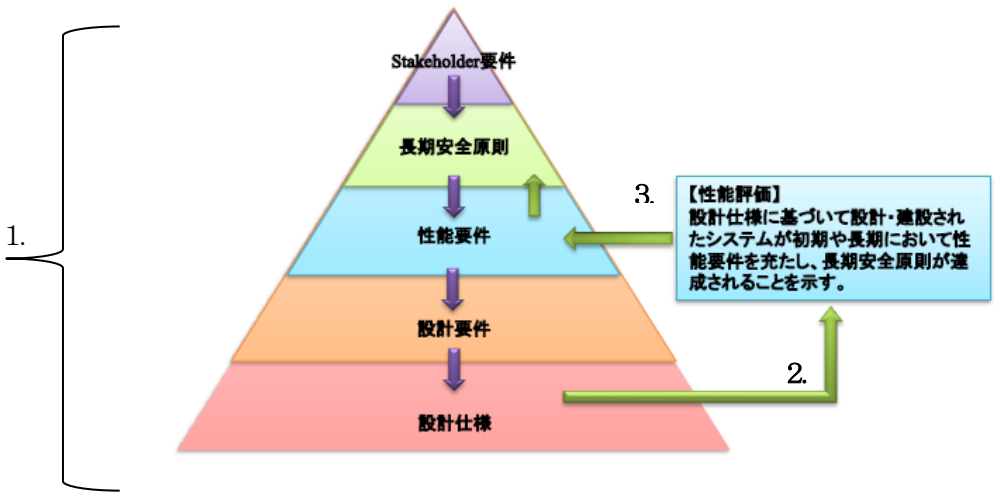


図 1 Posiva の調査結果に基づく人工バリア構成要素の設計手法及び所定の性能要件並びに安全機能の達成の考え方の体系（概略図）

2.1.1 POSIVA の処分システムの評価体系詳細とわが国の沿岸部で適用する場合の留意点

ここでは、POSIVA の処分システムの評価体系を詳細に記載すると共に、種々の状況が異なるわが国で適用する場合に留意すべき事項について整理する。最初にフィンランドとわが国における環境等の差異を表 1 に示す。フィンランドとわが国の留意すべき違いは、例えば廃棄体が仕様済み燃料とガラス固化体であることや、処分坑道でのセメントの使用不可などが挙げられる。

表 1　POSIVA の地層処分とわが国の沿岸部での地層処分との主な差異

項目	POSIVA	わが国
廃棄体	使用済燃料	ガラス固化体
廃棄体容器	銅製キャニスタ	炭素鋼製オーバーパック
緩衝材	MX-80	クニゲル V1＋ケイ砂
埋戻材	Friedland 粘土	クニゲル V1＋掘削土
母岩	結晶質岩	結晶質岩もしくは堆積岩
処分坑道	普通ポルトランドセメントの使用不可	支保などでセメント使用可能性
処分孔での湧水対策	グラウト施工が不可	未定

(1) 設計基準の明確化

POSIVA では設計基準の明確化することを目的として、地層処分システムに関わる様々な要件を、要件管理システム（VAHA（前掲図 1 の 1.部分）により階層構造で管理している。「要件管理システム（VAHA)」とは、オルキルオトにて用いられている使用済燃料地層処分を 5 段階でまとめた設計の方法論であり、地層処分システムの各構成要素についてステークホルダー要件から設計仕様に至るまでの設計基準の明確化を行っている。本検討は「要件管理システム（VAHA)」をわが国の緩衝材に適用させ、5 段階目の設計仕様までを明確化し、以降の 2.により設定された設計仕様の適合性確認の検討を行う。

わが国の現状として、POSIVA のような設計仕様の適合性確認を行うまでの検討は行われていないが、緩衝材の設計要件から設計仕様までの各項目の連関を、POSIVA の連関図をベースに、わが国に適用したイメージを作成した。POSIVA の緩衝材の低透水性に関する連関を図 2 に例示し、わが国に適用した際のイメージを図 3 に例示する。また前記連関の、緩衝材の低透水性以外を含む詳細なまとめは、アペンディクス○に示す。緩衝材におけるフィンランドとわが国の成立性の考え方については、フィンランド（要件管理システム VAHA）（POSIVA））と、わが国（第 2 次取りまとめ（JAEA））にて同等の記載が見られ、さほどの違いは見られない。前記理由により、図 3 では、性能要件（L3-○○-○○）に関しては、フィンランドのものをそのまま適用した。一方、設計要件（L4-○○-○○）に関しては、国が異なれば、その設計に関する考え方や手法が異なると考えられ、さらに、前掲表 1 に示すような差異もあることから、ここでは、フィンランドの設計要件に加えて、本取組で着目している緩衝材流出現象やセメント系支保に関わる要件を一例として追加した（黄色箇所)。設計仕様（L5-○○-○○）に関しては、設計要件（L4-○○-○○）に基づき、国内外の研究成果等を踏まえて設定した。

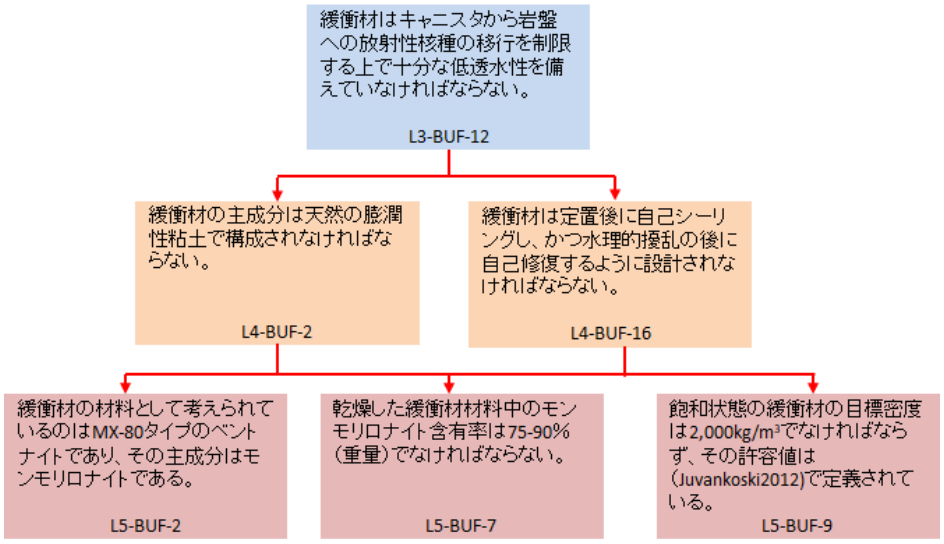


図 2　Posiva の緩衝材設計に関する性能要件から設計仕様の項目の連関（Posiva 2012-18 を基に作成）

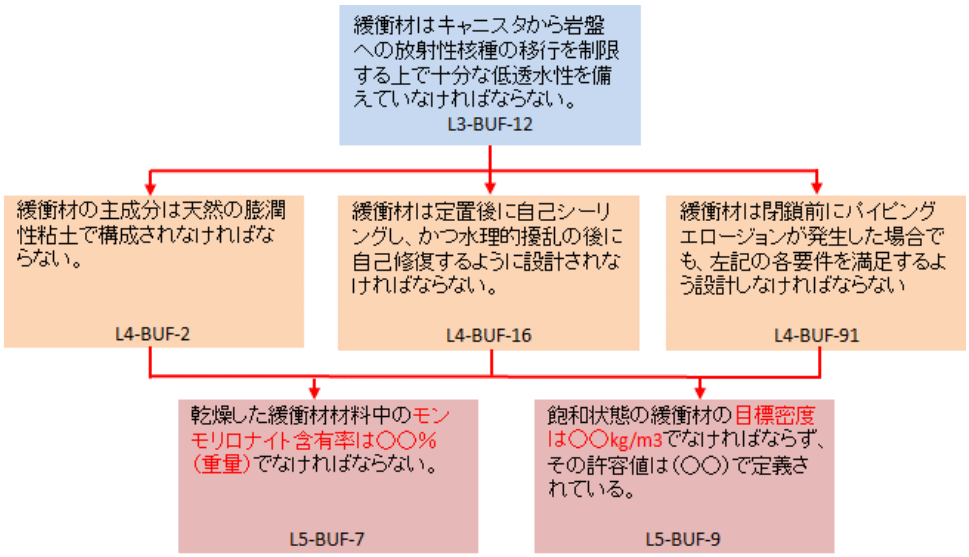


図 3　わが国の緩衝材設計に関する性能要件から設計仕様の項目の連関イメージ

(2)　初期状態の想定および設計基準への適合性確認

ここでは後述する性能評価の出発点となる、地層処分システムの各構成要素の初期状態を設定し、その初期状態が、上記①において設定した地層処分システムの各構成要素の設計仕様に適合していることの確認を実施する。前述したように、フィンランドでは、初期状態の想定と設計基準への適合性確認を以下のステップで実施している。

1.　参照設計値（Reference Design）の設定

2. 参照設計値の設計仕様への適合性確認
3. 製作・施工方法の設定
4. 参照設計値と製作・施工方法を踏まえた初期状態の設定
5. 初期状態の設計仕様への適合性確認

設定したステークホルダー要件から地層処分システムの各構成要素の設計仕様に基づいて、1.及び 2.において各構成要素の参照設計を設定した上で、その参照設計が、3.において設定した製作・施工方法によって製作・施工した場合に、どの程度の幅で変動するかを想定したものを、4.にて初期状態として設定し、依然として設計仕様に適合していることを、5.にて示すという検討フローを採用している。換言すれば、想定した初期状態が、設計仕様に適合しない場合には、3.において設定した製作・施工方法を見直すことが必要となる。もしくは、地層処分システムの各構成要素の性能要件を満足する範囲内で、設計仕様をゆるくすることが求められる。

この設計基準への適合性確認をわが国に当てはめて考えると、わが国では地層処分システムの各構成要素に関する設計仕様の設定は概ね示されているが、初期状態の想定やその設計仕様への適合性確認は実施されていない。このため、現段階のわが国で適応する場合は、本個別要素の実施はスキップし、概ね示されている設計仕様をそのまま安全評価の出発点とする必要性がある。

表 2　フィンランドの緩衝材に関する設計仕様、参照設計及び初期状態の比較

VAHA ID	設計仕様	参照設計	初期状態
L5-BUF-1	**1 定義**		
L5-BUF-2	緩衝材の材料として考えられているのは MX-80 タイプのベントナイトであり、その主成分はモンモリロナイトである。	MX-80	MX-80
L5-BUF-3	キャニスタの底部から処分孔の底部までのベントナイト緩衝材の厚さは少なくとも 500mm でなければならない。	500 mm	500 mm±1 mm
L5-BUF-4	キャニスタ上部のベントナイト緩衝材の目標厚さは 2500mm でなければならない。	2,500 mm	2,500 mm±4 mm
L5-BUF-5	キャニスタと岩盤の間の膨潤したベントナイト緩衝材の厚さは 350mm ± 25mm でなければならない。	350 mm	今後決定される。
L5-BUF-6	**2 材料の仕様**		
L5-BUF-7	乾燥した緩衝材材料中のモンモリロナイト含有率は 75-90%（重量）でなければならない。	75～90 %	75～90 %
L5-BUF-8	緩衝材材料中の含水率は少なくとも 15%（重量）でなければならない。	17±1 %	16.98～17.00 %
L5-BUF-9	飽和状態の緩衝材の目標密度は 2,000kg/m^3± 許容誤差でなければならない。	2,000±50 kg/m^3	2,004～2,015 kg/m^3
L5-BUF-10	総硫黄含有率は 1%（重量）未満でなければならず、さらに硫化物の含有量は多くとも、その半分でなければならない。	硫化物：＜0.5 %	硫化物： 0.18～0.38 %
		総硫黄：＜1 %	総硫黄： 0.26～0.54 %
L5-BUF-11	ベントナイト中の有機物含有率は 1%（重量）未満でなければならない。	＜1 %	0.13～0.17 %
L5-BUF-12	**3 他のシステム構成要素のサポート**		
L5-BUF-13	緩衝材ブロックと処分孔の間の隙間はベントナイトで充填させなければならない。	ベントナイト ペレットを充填	ベントナイト ペレットを充填

(3) 性能評価による設計基準への適合性確認

ここでは、上記 0 で適合性を確認した初期状態を出発点として、地層処分システムの各構成要素の性能評価を実施し、地層処分システムの各構成要素が、性能要件を満足することを確認することにより、地層処分システムの成立性を確認する。フィンランドでは、以下に示す 3 つの期間に分けて、人工バリアの性能要件と母岩の目標特性に潜在的に影響を及ぼし得る様々な変遷プロセスを、性能評価により確認している。

- 掘削及び操業期間から閉鎖まで
- 閉鎖後 1 万年まで（再冠水に関する評価はこの期間に該当）
- 閉鎖後 1 万年から 100 万年まで

具体的には、それぞれの期間において、性能要件の達成に関する人工バリアや母岩への評価を可能な限り定量的に実施している。これにより、不確実性に着目した上で、性能要件からの逸脱に繋がる可能性がある条件を特定し、その種の逸脱が発生する可能性とその影響が見積もられている。

この手法はわが国にも適用できると考えられる。適用に当たって重要となるのは、地層処分システム構成要素に潜在的に影響を及ぼし得る様々な変遷プロセスを、どのように抜けなく網羅的に抽出するかである。フィンランドでは、FEP を主に処分システムの物理的状態に影響する FEP である“evolution-related FEPs”と、主に放射性核種移行に影響する

FEP である“migration-related FEPs”とに分け、前者を、地層処分システム構成要素に潜在的に影響を及ぼし得る変遷プロセスとして用いている。例えば、緩衝材及び埋戻材については、以下の“evolution-related FEPs”が示されている。

- 熱伝達
- 水の浸入及び膨潤
- パイピング・エロージョン
- 化学的エロージョン
- 間隙水の放射線分解
- モンモリロナイトの変質
- 随伴鉱物の変化
- 凍結及び解凍

2.2 処分システムの成立性に関する水理解析

2.2.1 緩衝材流出量に関する要因分析

(1) 要因分析による影響項目の抽出

緩衝材の流出は緩衝材が地下水と接触することで膨潤し密度の低い領域が生じ、その領域が地下水によって削剥されることによって生じる。このため本取組では緩衝材を定置する処分孔の湧水量に着目した整理を行った。具体的には、これまでに整備した水理解析体系（産総研ほか, 2017 ; 2018）のうち、主に NF スケールモデルを用いて非定常の飽和・不飽和浸透流解析を実施し、その結果から得られた処分孔湧水量より、緩衝材流出量に与える要因について分析を行った。検討内容を整理したものを表 3 に示す。

表 3 の縦軸には要因分析による影響項目を挙げている。表 3 の左から 2 列目において、要因分析を行う対象の抽出している。緩衝材流出量は地下水の「流量」によって評価する手法と「流速」によって評価する手法に分けられる。また、緩衝材と地下水が接触する時間により影響を受ける。このため要因分析を行う対象として「流量」、「流速」、「流量+接触する時間」、「流速+接触する時間」を抽出した。このうち「流速」、「流速+接触する時間」については流速を現場で測定する方法や試験での再現ができないため、影響項目の抽出の対象としないこととした。

左から 4 列目において、これらの要因分析を行う対象それぞれから、影響項目を抽出した。「流量」に関する影響項目として「岩盤の透水係数」、「高透水性のき裂と処分孔の位置」、「緩衝材-処分孔壁面の隙間」、「処分坑道の埋戻しの有無」、「支保工の透水係数」、「グラウトの透水係数」、「EDZ の透水係数」が挙げられる。「流量+接触する時間」としては、「埋戻の工程」が挙げられる。

それより右側には各影響項目に対する着目点と課題の分析方法並びに分析の際に用いた解析ケースを示している。図 4 に影響項目が水理解析モデルのうち NF スケールモデルの坑道周辺の構成要素のうちどこを対象にしているかを示す。また、表 4 及び表 5 に解析ケース一覧を示す。以降にはこの要因分析の影響項目ごとに検討した内容を記載する。

表 3　緩衝材流出に関する要因分析と課題の分析方法　一覧

要因分析			影響項目	モデル中対応個所	着目		比較ケース		課題の分析方法	
緩衝材に触れる水	流量	分析対象	岩盤の透水係数	(1)	岩盤の透水係数の不均質性による処分孔への流入に着目		H29均質ケース H29ケースA1	一般的な傾向が言える	岩盤の不均質性を発生させ、処分孔の湧水量を比較する。	
			高透水性のき裂と処分孔の位置	(2)	高透水性のき裂が流入が大きいのでそこに着目	全体の傾向で着目	Case005	一般的な傾向が言える	特定の期間での処分孔ごとの総湧水量を比較する	埋戻し直前の湧水量最大値 掘削後の定常湧水量の最大値 埋戻し直前の湧水量の平均 掘削後の定常湧水量の平均
			緩衝材-処分孔壁面の隙間	(3)	隙間の大きさによる湧水量の変化に着目		Case005-b02 Case007-b02	埋戻、隙間(100mm) 埋戻、隙間(40mm)	隙間形状の異なる水理解析結果をもとに処分孔の総湧水量を比較する	
			処分坑道の埋戻しの有無	(4)	処分坑道の埋戻しの有無による処分孔への湧水量に着目		Case005-b02 Case005-b03	埋戻材：砂 埋戻材：粘性土	処分坑道の透水係数変更したケースで処分孔の総湧水量を比較する	
			支保工の透水係数	(5)	支保工の透水係数変更による処分孔への湧水量に着目		Case005 Case006	開放状態 開放、支保100倍	支保工の透水係数変更したケースで処分孔の総湧水量を比較する	
			グラウトの透水係数	(6)	グラウトの透水係数変更による処分孔への湧水量に着目		Case005 Case007	開放、グラウト無 開放、グラウト有	グラウトの透水係数変更したケースで処分孔の総湧水量を比較する	
			EDZの透水係数	(7)	EDZの透水係数変更による処分孔への湧水量に着目		Case005 Case003 Case001	埋戻、グラウト無 開放、EDZ 10倍 開放、EDZ なし	EDZの有無による処分孔の総湧水量を比較する	
	流速	**分析対象としない：** 流速が得られたとしても、現場で測定できない。 流速が得られたとしても、試験で再現できない。								
	流量+時間	分析対象	埋戻の工程	(8)	坑道の埋戻期間の影響に着目	全体の傾向で着目	Case005		水理解析結果の全体の傾向から判断する	
	流速+時間	**分析対象としない：** 流速が得られたとしても、現場で測定できない。 流速が得られたとしても、試験で再現できない。								

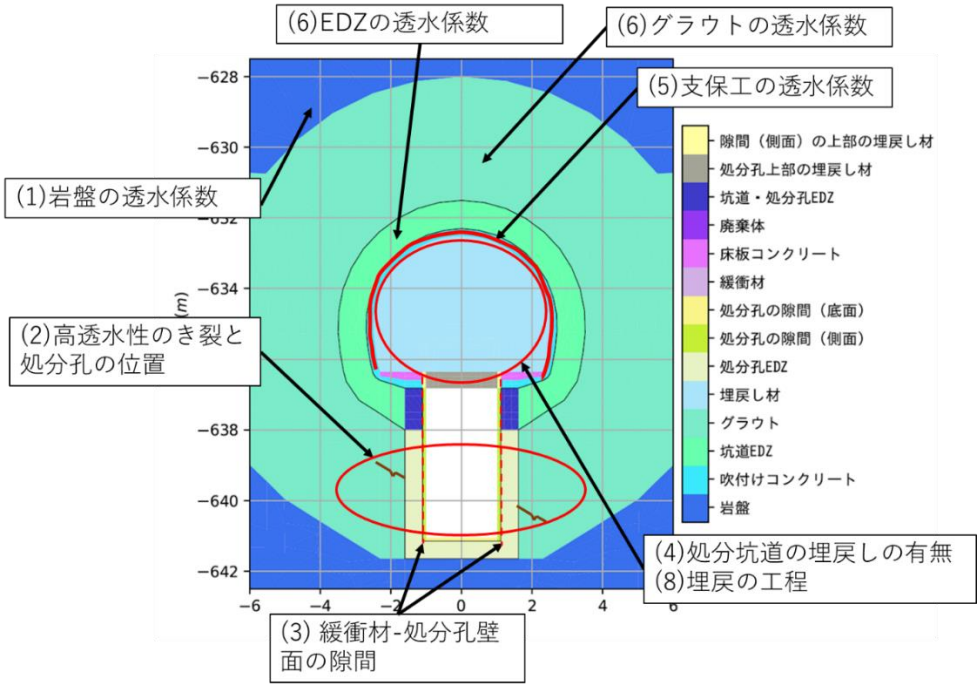


図 4　緩衝材流出に対する要因分析結果から水理解析モデルにおいて着目する個所

表 4　本年度実施した解析ケース（その 1；掘削—坑道解放時）

ケース名	EDZ	グラウト	吹付けコンクリート	床版コンクリート
case001	なし	なし	基本設定（5.02×10^{-11}m/s）	基本設定（5.02×10^{-11} m/s）
case002	なし	あり	基本設定	基本設定
case003	EDZの透水係数が元の10倍	なし	基本設定	基本設定
case004	EDZの透水係数が元の10倍	あり	基本設定	基本設定
case005	EDZの透水係数が元の100倍	なし	基本設定	基本設定
case006	EDZの透水係数が元の100倍	なし	基本設定の100倍（5.02×10^{-9}m/s）	基本設定
case007	EDZの透水係数が元の100倍	あり	基本設定	基本設定

表 5　本年度実施した解析ケース（その２；坑道・処分孔埋戻し以降）

ケース名	EDZ	ｸﾞﾗｳﾄ	吹付コンクリート	埋戻し材	緩衝材	処分孔と緩衝材の隙間
case005-b01	EDZの透水係数が元の100倍	なし	基本設定	低透水	あり	0.1m
case005-b02	EDZの透水係数が元の100倍	なし	基本設定	高透水	なし	0.1m
case005-b03	EDZの透水係数が元の100倍	なし	基本設定	低透水	なし	0.1m
case006-b01	EDZの透水係数が元の100倍	なし	基本設定×100	低透水	あり	0.1m
case015-b01	EDZの透水係数が元の100倍	なし	基本設定	低透水	あり	0.04m
case015-b02	EDZの透水係数が元の100倍	なし	基本設定	高透水	なし	0.04m
case015-b03	EDZの透水係数が元の100倍	なし	基本設定	低透水	なし	0.04m

(2) 影響項目に関する検討

1) 岩盤の透水係数

a. 目的

岩盤の透水性は一律ではなく図 5 の様に透水係数は不均質であり、水理解析の際には不均質場であることを考慮する必要がある。岩盤の透水係数が不均質であるため、場所によっては処分孔からの湧水に影響があると想定される。

水理解析を用いて岩盤が均質である場合と、不均質である場合を比較して、処分孔からの湧水への影響を分析し、課題の抽出を行う。

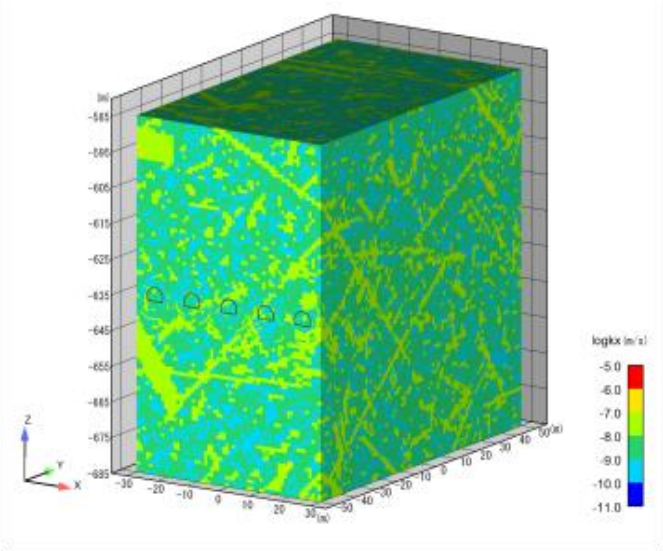


図 5 不均質場における岩盤の透水係数の分布のイメージ

b. 分析方法

均質な岩盤を想定して透水係数を一律で設定したケース（均質ケース）と岩盤にランダムに不均質性を生じさせたケース（不均質ケース）を比較し、処分孔からの湧水量を比較した。

c. 水理解析結果

水理解析で均質ケースと不均質ケースにおける処分孔からの湧水量経時変化を算出した。算出結果を図 6、図 7 に示す。また湧水量が安定している期間(a)と湧水量が大きく変化する期間(b)と設定した。

均質ケースと不均質ケースで比較した場合、き裂が生じない前者の方が小さい結果となった。期間(a)と期間(b)を比較した場合、期間による差は見られずともに不均質ケースの方が、ばらつきが大きく、最大値も大きい結果となった。

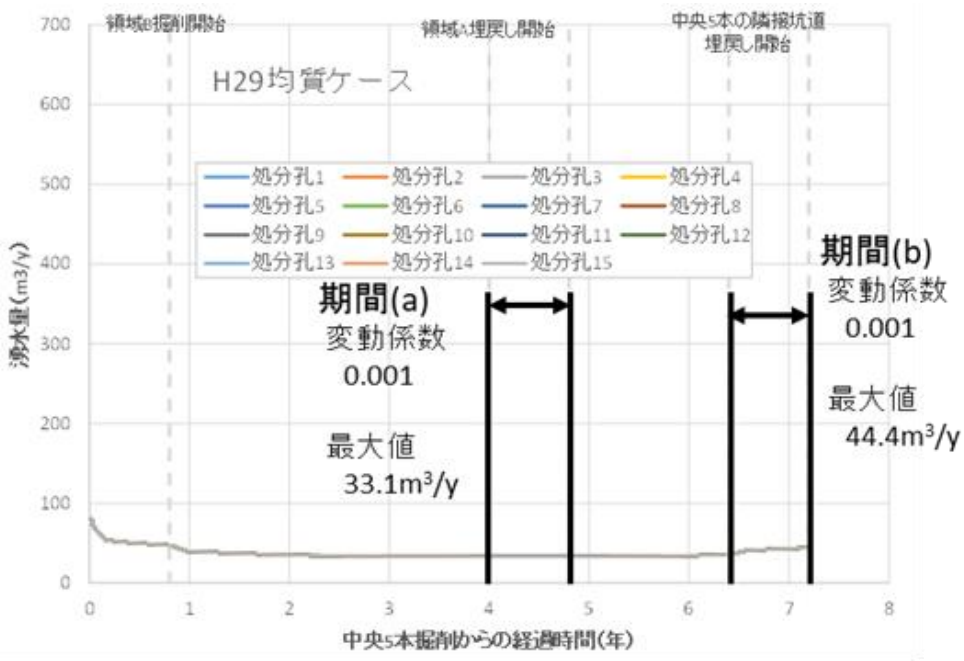


図 6　平成 29 年度解析結果　処分孔からの湧水量の経時変化（岩盤が均質の場合）

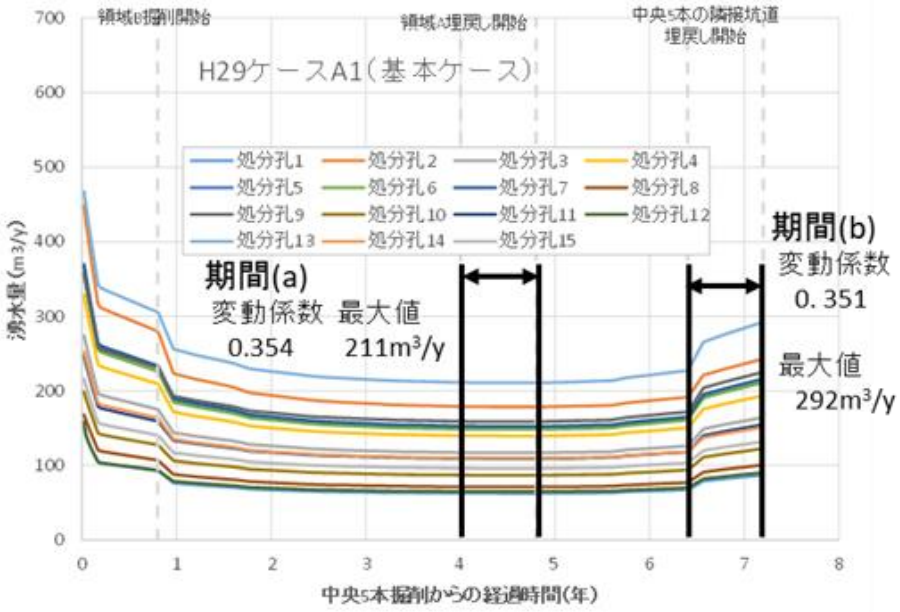


図 7　平成 29 年度解析結果 A1　処分孔からの湧水量の経時変化（岩盤が不均質の場合）

d.　影響項目に対する課題の抽出

「岩盤の不均質性による影響」の影響により、水理解析結果に以下の様な影響を与えることが分かった。

・岩盤の不均質性により各処分孔の湧水量に影響を与える。

・岩盤の不均質性を考慮すると最大湧水量の処分孔では期間(a)211.3m³/y、期間(b)で

292.0m³/y となり、不均質性を考慮しない場合に比べ 6 倍以上の湧水量の増加が見込まれる。不均質性を考慮しない場合に比べ、期間(a)及び期間(b)において変動幅 0.35 以上の差異が生じている。

・不均質性を考慮した各処分孔の湧水量は、不均質性を考慮しなかった処分孔の湧水量に比べ、すべて増加する。

・不均質性を考慮した場合、全体の湧水量が増加する。

上記から「岩盤の不均質性による影響」の影響について、水理解析を実施する際は以下を課題として考慮・検証する必要がある。

・湧水量を用いた検討を行う場合、岩盤は不均質性を考慮した解析を行わない場合には、非安全側の評価になっている点に注意が必要である。

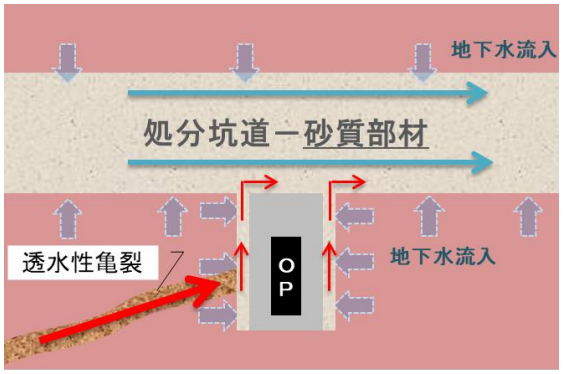
・湧水量を用いた検討を行う場合、不均質性を考慮する必要があることより、不均質性のモデル化手法や、高透水性の不均質部分のパラメータの精度の向上が必要である。

2)　高透水性のき裂と処分孔の位置

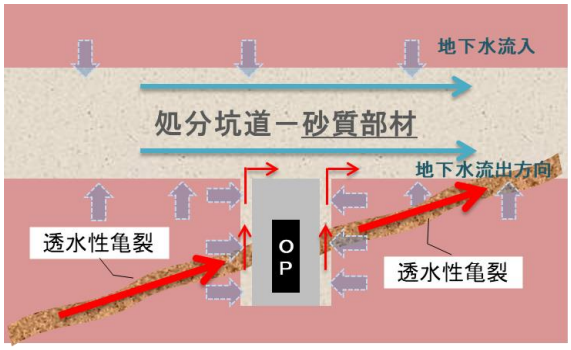
a.　目的

処分孔中の高透水性のき裂と処分孔の位置関係によって処分孔への地下水の流入量が変動することが想定される。図 8 のケース 1 のように高透水のき裂が処分孔までで止まっている場合、処分孔への流入量の増加が想定される。図 8 のケース 2 のように処分孔貫通している場合は、地下水は処分孔より流入し、高透水性き裂から流出すると想定される。

水理解析を用いて高透水性のき裂と処分孔の位置による処分孔からの湧水への影響を分析し、課題の抽出を行う。



ケース 1　処分孔への流入に影響するき裂



ケース 2：処分孔への流入・流出に影響するき裂

図 8　高透水性き裂と処分孔の位置のイメージ

b.　分析方法

岩盤の透水係数分布から「処分孔への流入に影響するき裂」（経路 A）と「処分孔への流入・流出に影響するき裂」（経路 B）を設定し、分析対象となる処分孔を決定した。経路の設定結果と分析対象の処分孔の位置を図 9 に示す。分析対象の処分孔の湧水量の経時変化から課題の分析を行った。

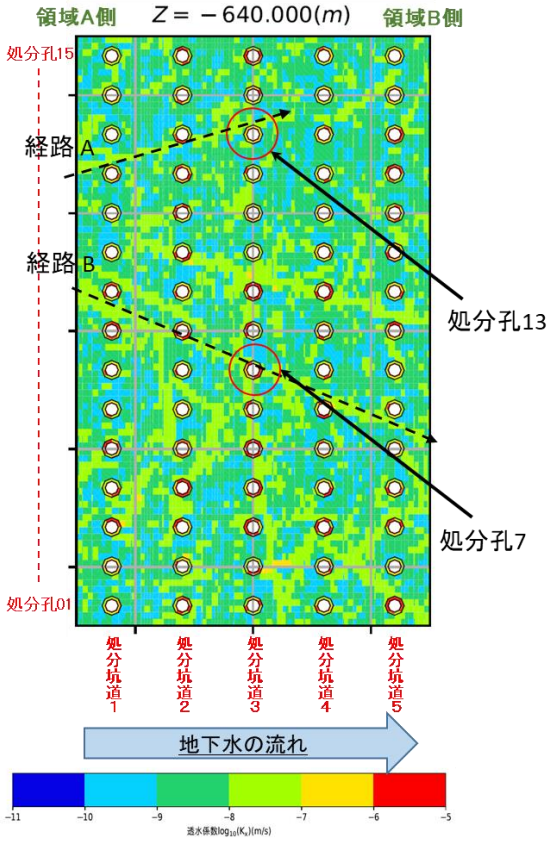


図 9　処分孔周辺岩盤の透水係数の分布とき裂経路の設定

c.　水理解析結果

処分孔ごとの湧水量の経時変化を図 10 に示す。図 10 のうち安定している期間として期間(a)、変動が大きい期間として期間(b)を設定した。掘削 - 坑道開放時は、モデル境界につながる亀裂が通っている処分孔の湧水量が大きくなっている。

期間(a)と期間(b)の変動係数を比較して変化はほとんどない。

期間(a)、期間(b)における処分孔湧水量と平均値を図 11 に示す。

経路 A に接する処分孔 13 の湧水量は期間(a)で 283.3m³/y、期間(b)で 386.8m³/y となり処分坑道中において最大の値となった。経路 B に接する処分孔 7 の湧水量は期間(a)で 205 m³/y、期間(b)において 278m³/y となった。処分孔 13 及び処分孔 7 の湧水量は期間(a)の平均湧水量 144 m³/y、期間(b)の平均湧水量 197 m³/y よりも大きい値となった。

経路 A 及び経路 B のように水みちを形成する長いき裂に接する処分孔の湧水量は高くなる傾向がある。またき裂が貫通する処分孔 7 とき裂が貫通しない処分孔 13 に比べ、湧水量が低下する傾向がみられた。

期間(a)における平均値は 144m³/y、期間(b)における平均値は 197m³/y となり期間により平均湧出量は 30%変化する。

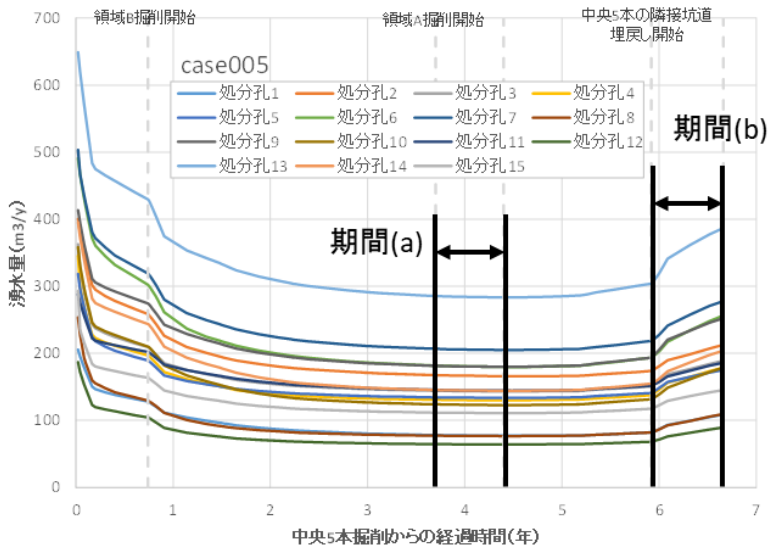


図 10　Case5　処分坑道 3 の処分孔ごとの湧水量の経時変化

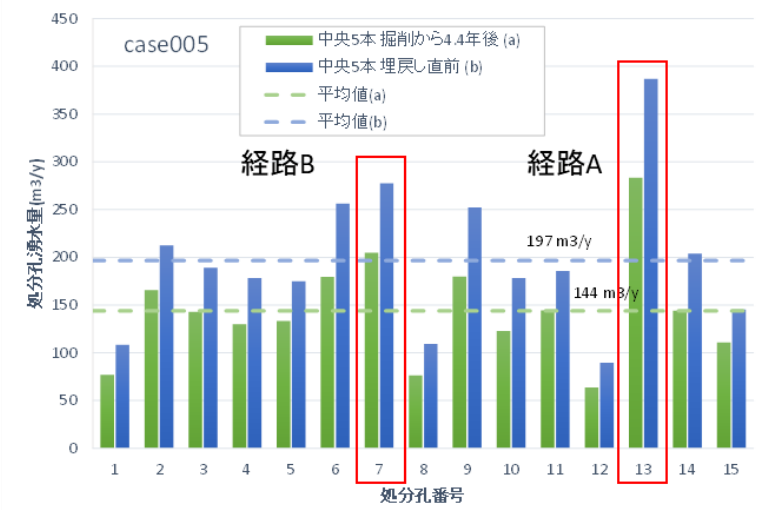


図 11　Case5　期間(a)および期間(b)における処分坑道 3 の処分孔ごとの湧水量

d.　影響項目に対する課題の抽出

「高透水性のき裂と処分孔の位置」の影響により、水理解析結果に以下の様な影響を与えることが分かった。

・処分孔に高透水性のき裂がある場合、湧水量が大きくなる。
・き裂の形状は「処分孔への流入に影響するき裂」（経路 A）は「処分孔への流入・流出に影響するき裂」（経路 B）に比べ湧水量が大きくなる。

上記から「高透水性のき裂と処分孔の位置」の影響について、水理解析を実施する際は以

下を課題として考慮・検証する必要がある。

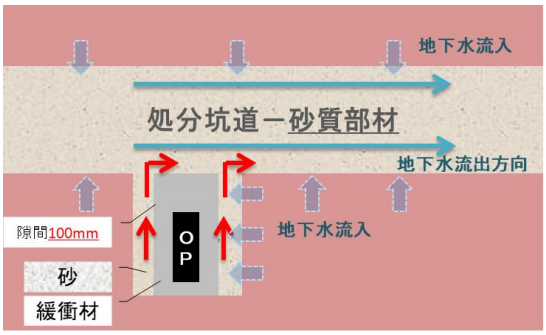
・き裂の透水係数の妥当性の検証が必要である。

3) 緩衝材ブロックと処分孔壁面の隙間

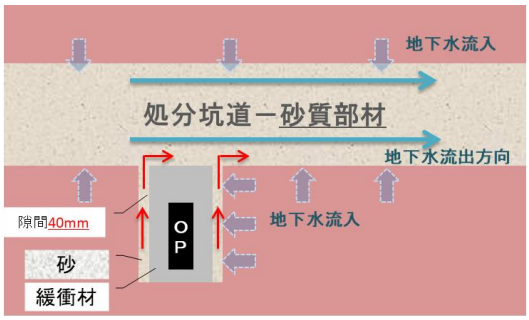
a. 目的

緩衝材ブロックと処分孔壁面間の隙間は処分孔の施工及び緩衝材ブロックの定置により変動し、処分孔からの湧水量に差を生じさせる可能性がある図 12 に隙間の変動による影響のイメージを示す。

水理解析を用いて緩衝材ブロックと処分孔壁面間に生じる隙間の大きさの差による処分孔からの湧水への影響を分析、課題の抽出を行う。



ケース 1：隙間幅を 100mm の場合



ケース 2：隙間幅が 40mm の場合

図 12 隙間幅の変更による地下水の流れのイメージ

b. 分析方法

緩衝材ブロックと処分孔壁面の隙間を 100mm と 40mm で設定の水理解析を行い、処分孔からの累積湧水量を算出した。算出結果から隙間設定変更による処分孔からの湧水量への影響を分析した。

c. 水理解析結果

隙間幅を 100mm、40mm とした場合について、各処分孔の隙間からの湧水量累積値を算出した。算出結果を図 13、図 14 に示す。

隙間幅の変更により、隙間幅 40mm の湧水量累積値は隙間幅 100mm の湧水量累積値に比べ 2/3 程度となった。

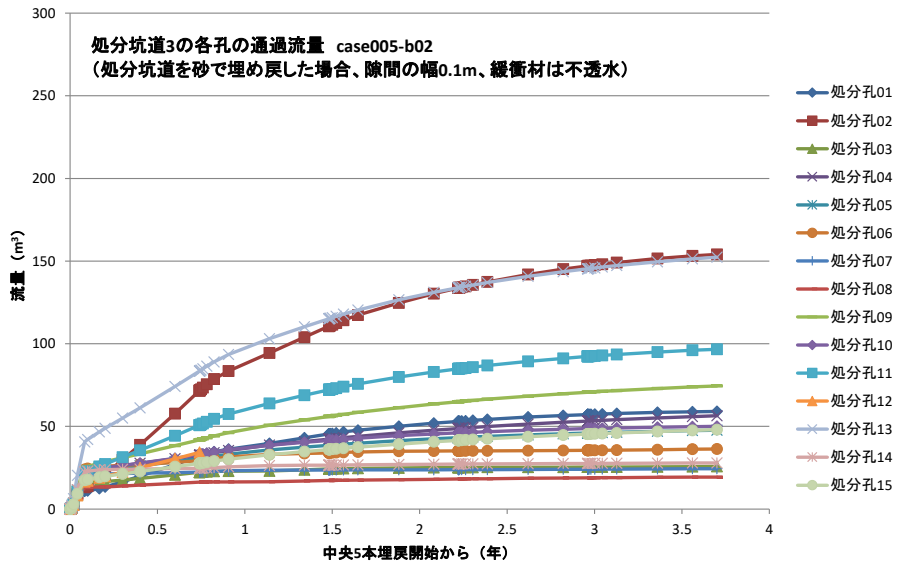


図 13　Case5-b2　処分孔の累積湧水量算出結果（隙間 100mm の場合）

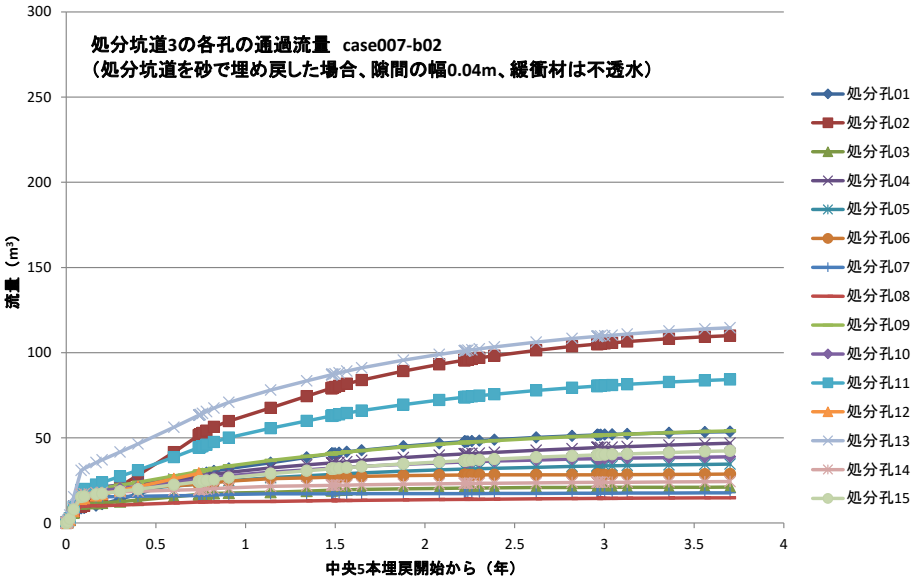


図 14　Case007-b02　処分孔の累積湧水量算出結果（隙間 40mm の場合）

d.　影響項目に対する課題の抽出

「緩衝材ブロックと処分孔壁面の隙間」の影響により、水理解析結果に以下の様な影響を与えることが分かった。

・緩衝材ブロックと処分孔壁面の隙間変動は各処分孔の湧水量に影響を与える。

上記から「高透水性のき裂と処分孔の位置」の影響について、水理解析を実施する際は以下を課題として考慮・検証する必要がある。

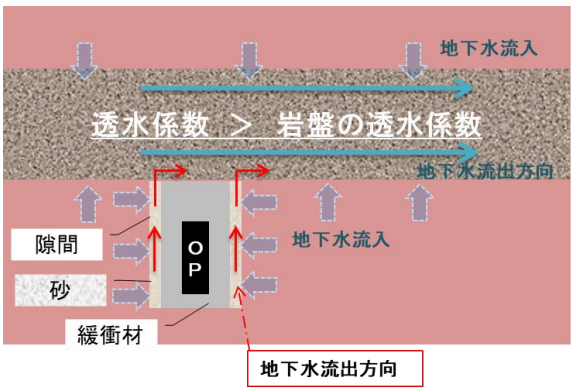
・隙間幅の閾値の検討・検証が必要である。
・隙間幅の養生方法による影響の検証が必要である。
・緩衝材の膨潤性を考慮した場合の検証が必要である。

4) 処分坑道の埋戻しの有無

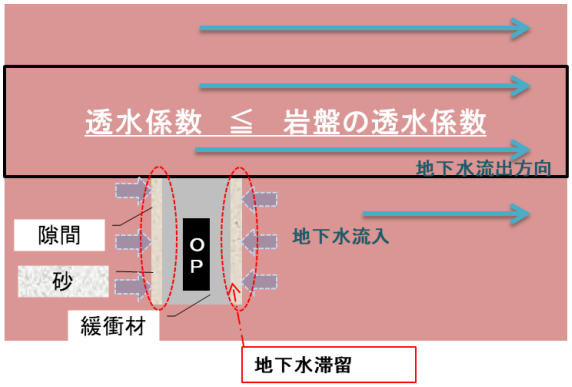
a. 目的

処分場操業時において処分孔への廃棄物の定置後から処分坑道の埋戻し施工終了までに、埋戻しの認可申請及び処分坑道の埋戻し施工による処分坑道の開放状態が長期に渡って生じる可能性がある。処分坑道の埋戻し施工前の場合、図 15 のケース 1 に示すように処分孔壁面から流入する地下水は処分坑道に流れると想定され、処分坑道の埋戻し施工後は図 15 のケース 2 に示すように地下水が隙間に滞留する可能性がある。

水理解析を用いて処分坑道の埋戻しの有無による処分孔からの湧水への影響を分析、課題の抽出を行う。



ケース 1　埋戻し施工前



ケース 2　埋戻し施工後

図 15　埋戻しの有無による地下水の流れのイメージ

b.　課題の分析方法

処分坑道の埋戻し前後を再現するために、埋め戻し材の透水係数を変化させた。埋戻し材が砂の場合（透水係数　大）と、埋戻し材が粘性土の場合（透水係数　小）で水理解析を行い、中央 5 本埋戻し後の処分孔の累積流量を比較した。

c.　水理解析結果

処分坑道の埋戻し材が砂の場合と粘性土の場合における処分孔への累積流量を算出した。算出結果を図 16、図 17 に示す。

埋戻し材が砂の場合（図 16）は埋戻し材が粘性土の場合（図 17）に比べ、処分孔の累積流量が全体的に増加した。数値が大きくばらつく結果となった。

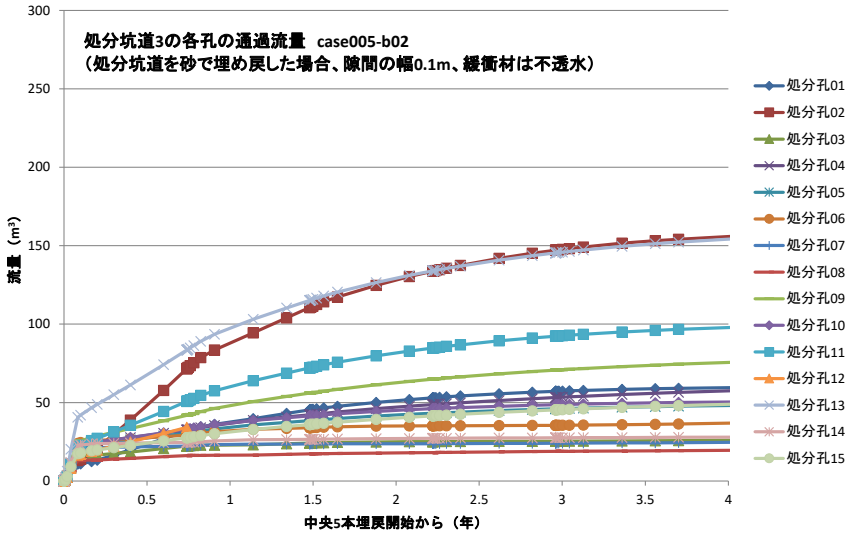


図 16　Case005-b02　処分坑道埋戻し前における処分孔ごとの累積流量（埋め戻し材：砂）

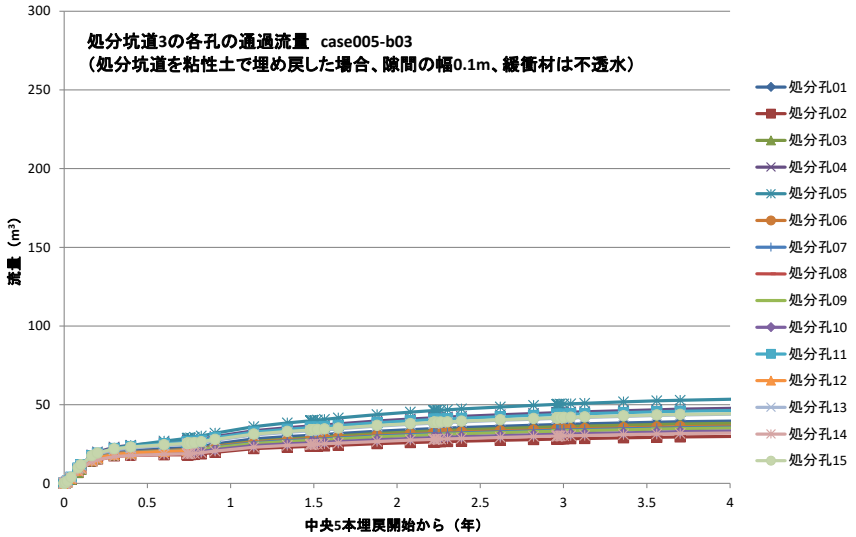


図 17　Case005-b03　処分坑道埋戻し後における処分孔ごとの累積流量（埋め戻し材：粘性土）

d.　影響項目に対する課題の抽出

「処分坑道の埋戻しの有無」の影響により、水理解析結果に以下の様な影響を与えることが分かった。

・処分坑道を埋め戻すことで流量は大幅に減少する。
・処分坑道を埋め戻すことで処分孔ごとの湧水量のばらつきが減少する。

上記から「処分坑道の埋戻しの有無」の影響について、水理解析を実施する際は以下を課題として考慮・検証する必要がある。

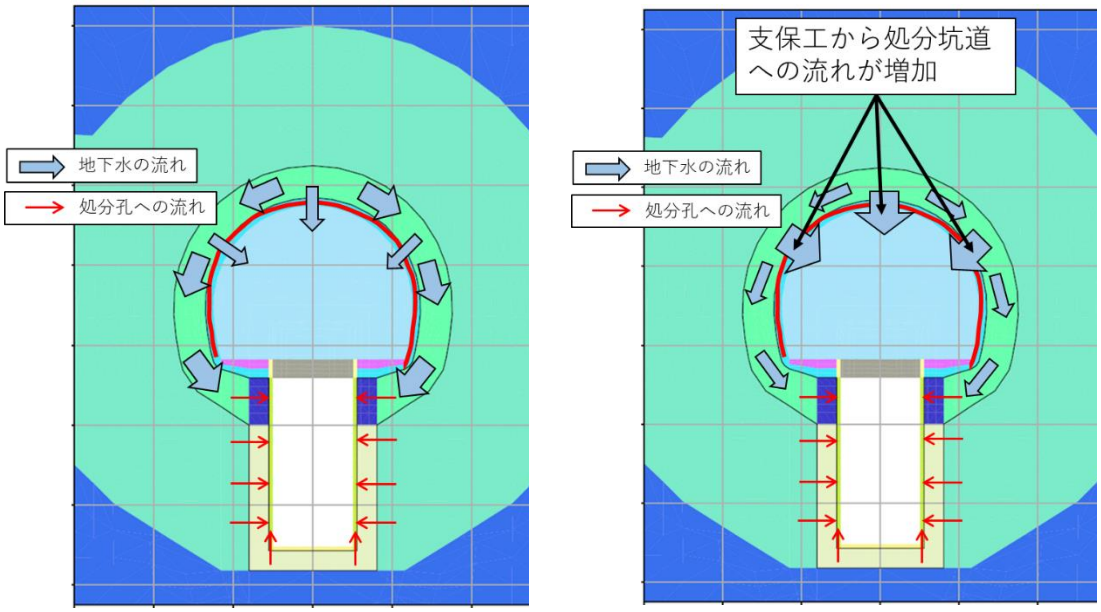
・長期間処分坑道を開放せずに短期間で埋め戻すことで処分孔ごとの個体差による処分機能への劣化および劣化のばらつきを抑制することができるため、短期の埋め戻しによる影響を考慮する必要がある。

5) 支保工の透水係数

a. 目的

支保工は地下水との長期の接触により劣化が生じ透水係数が増加することが想定される。支保工が健全であれば図 18 のケース 1 のように支保工から処分坑道への流入量は小さく処分坑道の EDZ に沿って処分孔へ流れることが想定されるが、支保工の劣化により透水係数が増加した場合、図 18 のケース 2 のように支保工から処分坑道への流入量が増加することが想定される。

水理解析結果を用いて支保工の劣化による透水係数の変動による処分孔からの湧水への影響を分析し、課題の抽出を行う。



ケース 1：支保工が健全
（透水係数　小）

ケース 2：支保工の劣化
（透水係数　大）

図 18　支保工の透水係数の変動による地下水の流れ（イメージ）

b. 分析方法

支保工の透水係数をセメント同等（健全ケース）、セメント×100 倍（劣化ケース）の条件で水理解析を行い、処分孔からの湧水量を比較した。

c. 水理解析結果

健全ケースと劣化ケースにおける各処分孔からの湧水量の経時変化を算出した。算出結果を図 19、図 20 に示す。また湧水量が安定している期間(a)と湧水量が大きく変化する期間(b)と設定した。

劣化ケースは健全ケースに比べ、最大湧水量が期間(a)において 2.1 m^3/y、期間(b)におい

て 3.3m³/y 程度低下した。また変動係数については、期間(a)、期間(b)ともに差は見られなかった。

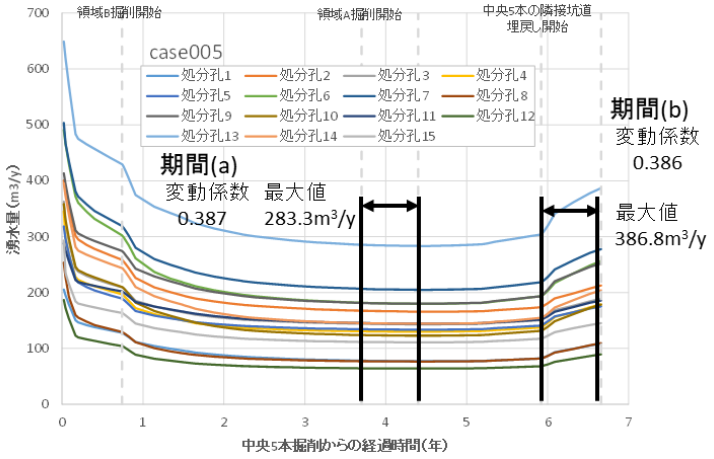


図 19　Case005　処分孔ごとの湧水量の経時変化（支保工が健全の場合）

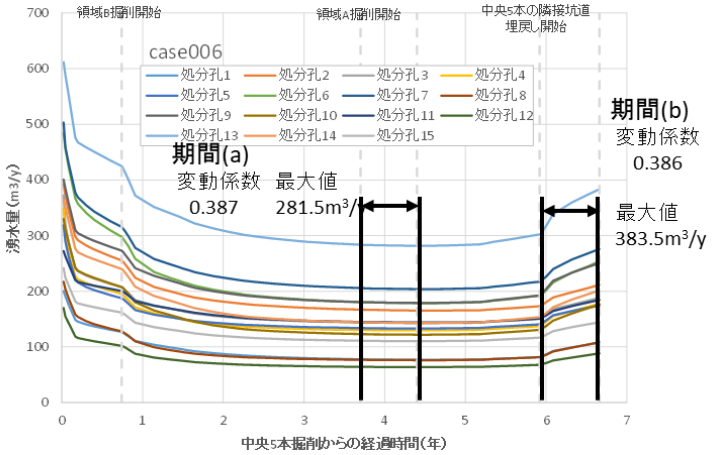


図 20　Case005　処分孔ごとの湧水量の経時変化（支保工が劣化した場合）

d.　影響項目に対する課題の抽出

「支保工の透水係数」の影響により、水理解析結果に以下の様な影響を与えることが分かった。

・支保工の劣化ケースは支保工の健全ケースに比べて、処分孔への湧水量はわずかに小さくなる。

上記から「支保工の透水係数」の影響について、水理解析を実施する際は以下を課題として考慮・検証する必要がある。

・支保工の透水係数の変動による処分孔への湧水量の影響は支保工劣化部にハイドロリックゲージの効果がでている可能性があるため、処分坑道周囲の流れの詳細検討が必

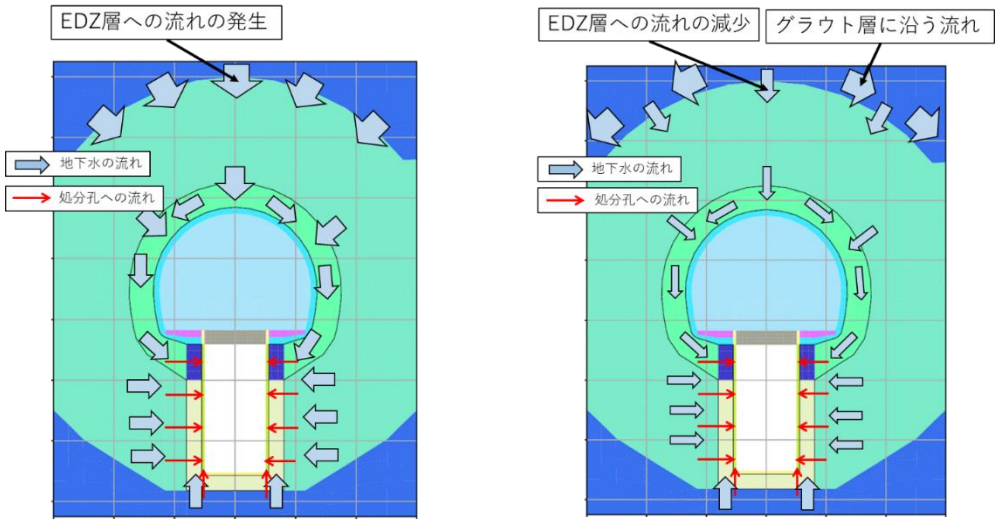
要である。

6) グラウトの透水係数

a. 目的

グラウト注入により処分坑道周辺岩盤の透水係数に影響を与えることが想定される。グラウト注入を行わない場合、図 21 のケース 1 のように透水係数が高い処分坑道 EDZ へ向かう流れが生じるが、グラウトを注入した場合、図 21 のケース 2 のようにグラウトが注入個所は周囲の岩盤と比べ透水係数が低くなり、グラウト層に沿った流れが生じると考えられる。

水理解析結果を用いてグラウト注入の有無による処分孔からの湧水への影響を分析し、課題の抽出を行う。



ケース 1：グラウトなし　　ケース 2：グラウトあり

図 21　グラウト層の有無による地下水と処分孔への流れ

b. 課題の分析方法

グラウト層の透水係数を、岩盤の透水係数とした場合（グラウトなしケース）とグラウト層の透水係数を最大 10^{-8}m/sec とした場合（グラウトありケース）で水理解析を行い、グラウトの有無による処分孔からの湧水量を比較した。

c. 水理解析結果

グラウトなしケース、グラウトありケースにおける各処分孔からの湧水量の経時変化の算出結果を図 22、図 23 に示す。また湧水量が安定している期間(a)と湧水量が大きく変化する期間(b)と設定した。

グラウトなしケースはグラウトありケースに比べ、変動係数が期間(a)で 0.117 程度、期間(b)で 0.124 程度低下した。グラウト領域がある場合、ない場合よりも処分孔間のばらつきが抑えられた。また最大湧水量については期間(a)で 48.6m³/y、期間(b)で 64.3 m³/y 減少

した。

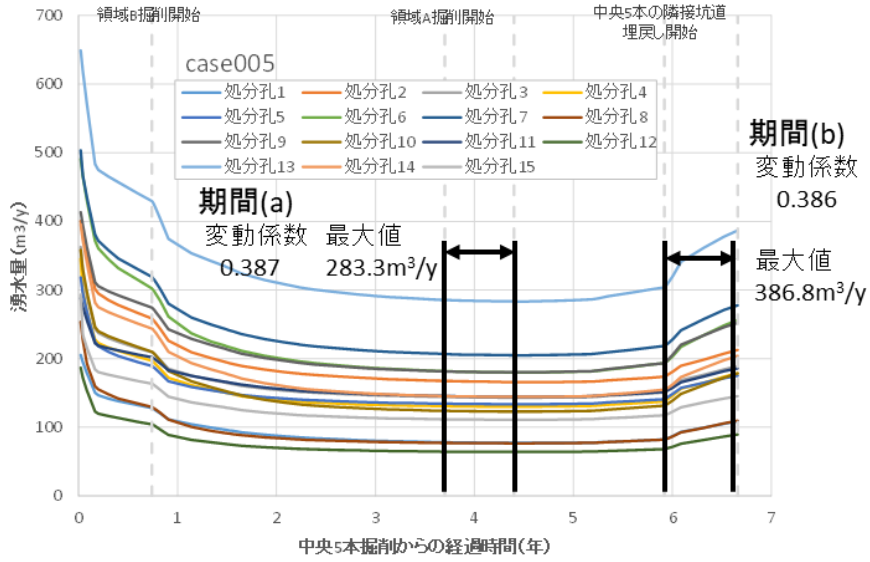


図 22　Case005　処分孔ごとの湧水量の経時変化（グラウトなしケース）

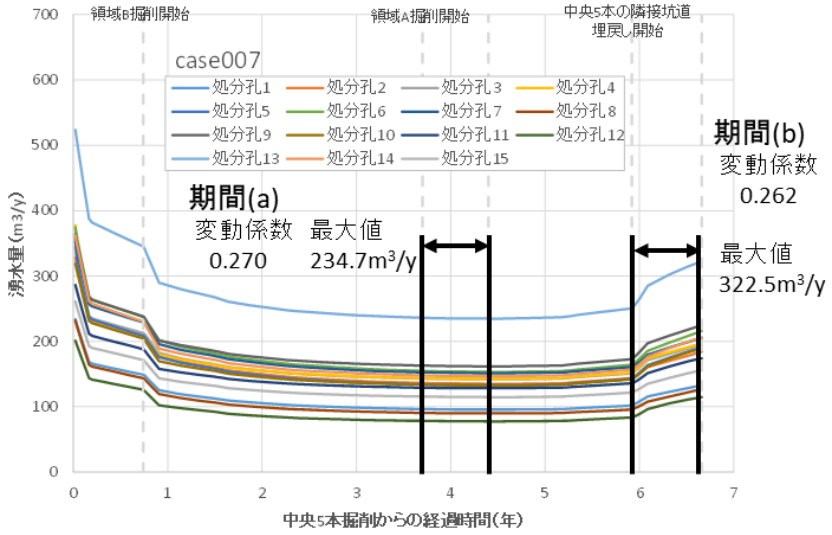


図 23　Case007　処分孔ごとの湧水量の経時変化（グラウトありケース）

d.　影響項目に対する課題の抽出

「グラウトの透水係数」の影響により、水理解析結果に以下の様な影響を与えることが分かった。

・グラウト注入により処分孔間のばらつきが抑えられる。

・グラウト注入により湧水量が低下する。

上記から「グラウトの透水係数」の影響について、水理解析を実施する際は以下を課題と

して考慮・検証する必要がある。

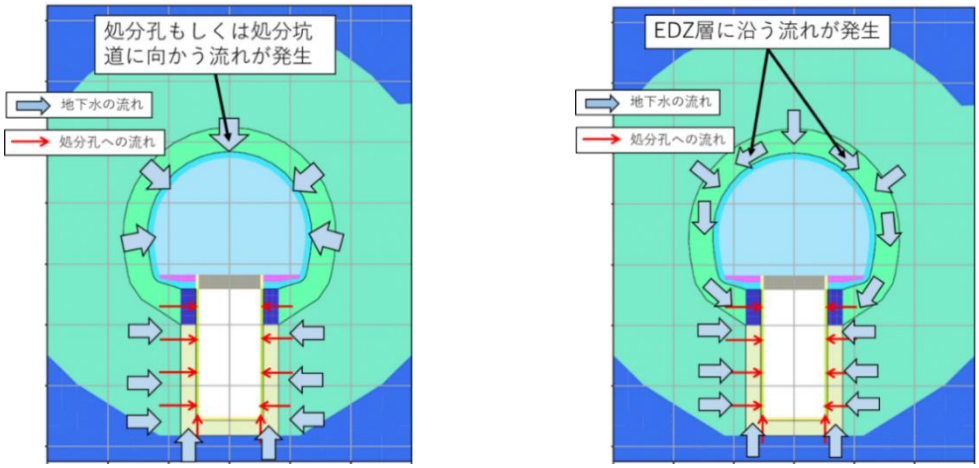
・グラウトの影響範囲によりばらつき、処分孔湧水量に影響すると想定されるため、グラウトの影響範囲に対する感度解析を実施する必要がある。

7) EDZ の透水係数

a. 目的

処分坑道及び処分孔の掘削により、その周囲には EDZ（掘削損傷領域：Excavation Damaged Zone）が生じる。EDZ 内においては、透水係数が元の岩盤より高くなり、水みちとなることが想定される。EDZ の透水係数に変化がない場合、図 24 のケース 1 のように処分孔もしくは処分坑道に向かう流れが生じると想定されるが、EDZ の透水係数が岩盤よりも大きい場合、図 24 ケース 2 のように処分孔もしくは処分坑道の EDZ に沿う流れが発生することが想定される。

水理解析の結果から EDZ の透水性の違いによる処分孔からの湧水量の差異を比較し、課題の分析を行う。



ケース 1：EDZ 層なし（透水係数に変化なし）　　ケース 2：EDZ 層あり（EDZ の透水係数大）

図 24　EDZ 層の透水係数変化による地下水の流れのイメージ

b. 課題の分析方法

EDZ の透水係数が岩盤と等しい（岩盤の 1 倍）場合、岩盤の 10 倍、100 倍とした場合について水理解析を行い、処分孔からの湧水量を算出した。それぞれの解析結果から EDZ の透水係数の違いによる処分孔からの湧水量への影響の分析を行った。

c. 水理解析結果

EDZ 層の透水係数を岩盤の 100 倍、10 倍および 1 倍（岩盤と同等）とした場合における

各処分孔からの湧水量の算出結果を図 25、図 26、図 27 に示す。また湧水量が安定している期間(a)と湧水量が大きく変化する期間(b)と設定した。

100 倍のケースは 1 倍のケースに比べ、変動係数は期間(a)で 0.020、期間(b)で 0.023 程度増加しばらつきかが大きくなった。また最大湧水量は期間(a)で 71.6m^3/y、期間(b)で 93.9m^3/y 増加した。平均湧水量では期間(a)で 20m^3/y、期間(b)で 24m^3/y 増加した。

100 倍のケースは 10 倍のケースに比べ、変動係数は期間(a)で 0.046、期間(b)で 0.048 程度増加し、1 倍のケースの増加量が大きくなった。また最大湧水量は期間(a)で 16.7 m^3/y、期間(b)で 16.8m^3/y 増加した。全処分孔の平均値湧水量は期間(a)で 10.0m^3/y、期間(b)で 16.8 m^3/y 程度減少した。

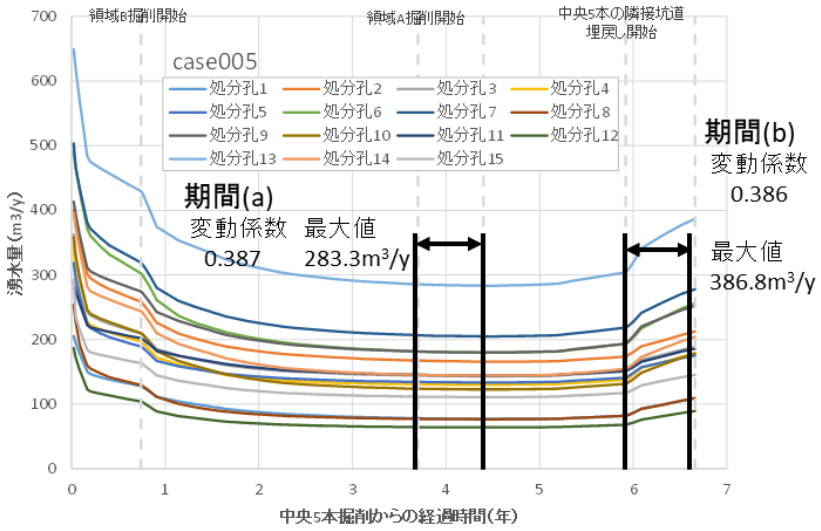


図 25　Case005　処分孔ごとの湧水量の経時変化（EDZ 層透水係数：岩盤透水係数×100 倍）

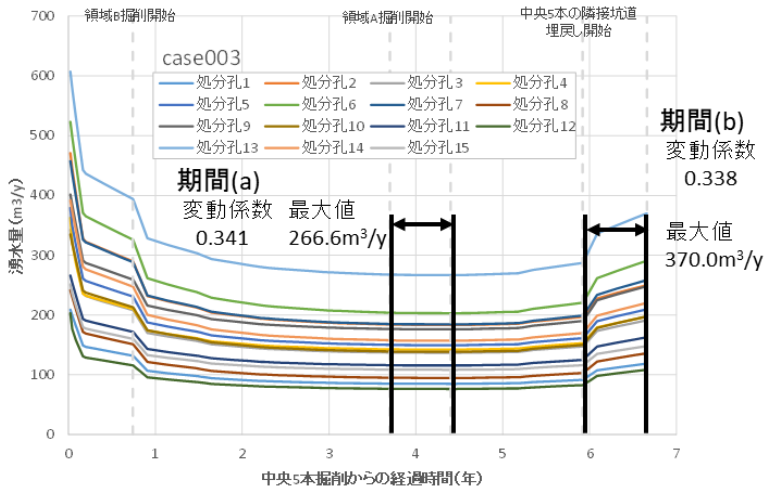


図 26　Case003　処分孔ごとの湧水量の経時変化（EDZ 層透水係数：岩盤透水係数×10 倍）

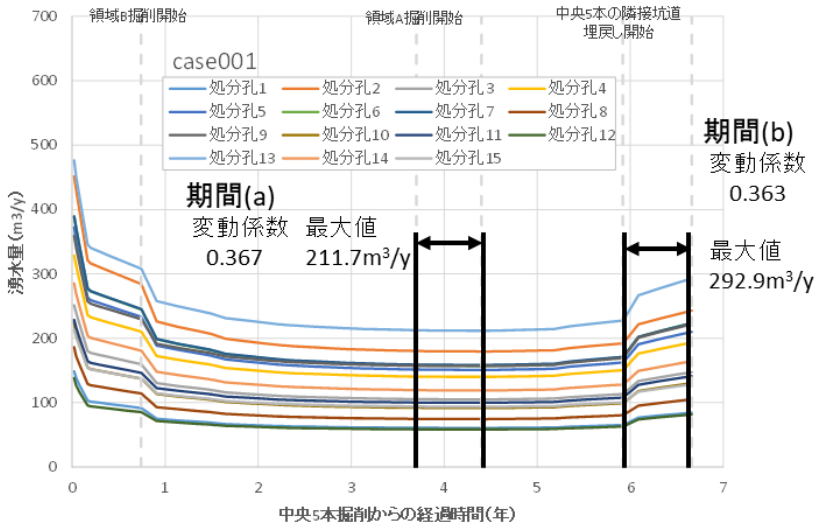


図 27　Case001　処分孔ごとの湧水量の経時変化（EDZ 層透水係数：岩盤の透水係数と同等）

d.　影響項目に対する課題の抽出

「EDZ の透水係数」の影響により、水理解析結果に以下の様な影響を与えることが分かった。

・変動係数は、期間(a)、期間(b)で「岩盤透水係数×100 倍」＞「岩盤の透水係数と同等」＞「岩盤透水係数×10 倍」の関係となり、岩盤の透水係数の変更と変動係数に相関性はみられなかった。

・最大湧水量は、期間(a)、期間(b)で「岩盤透水係数×100 倍」＞「岩盤透水係数×10 倍」＞「岩盤の透水係数と同等」の関係となり、岩盤の透水係数の変更と最大湧水量に相関性がみられた。

・湧水量平均値については、期間(a)、期間(b)で「岩盤透水係数×10 倍」＞「岩盤透水係数×100 倍」＞「岩盤の透水係数と同等」となり、岩盤の透水係数の変更と最大湧水量に相関性がみられなかった。

上記から「EDZ の透水係数」については水理解析を実施する際は以下を課題として考慮する必要がある。

・現行のモデルの妥当性を検証、必要に応じて改良が必要である。

・EDZ の範囲の変動に対する感度解析が必要である。

8) 埋戻し工期

a. 目的

処分場の操業において廃棄物定置が終了した後、処分坑道は順次埋め戻される。処分坑道の埋め戻し施工によって、埋戻した処分坑道付近の水頭が回復し、それによって、図 28 のように隣接坑道からの処分孔湧水量が増加することが想定される。

水理解析の結果から、処分坑道の埋戻し工程による処分孔からの湧水量から課題の分析を行う。

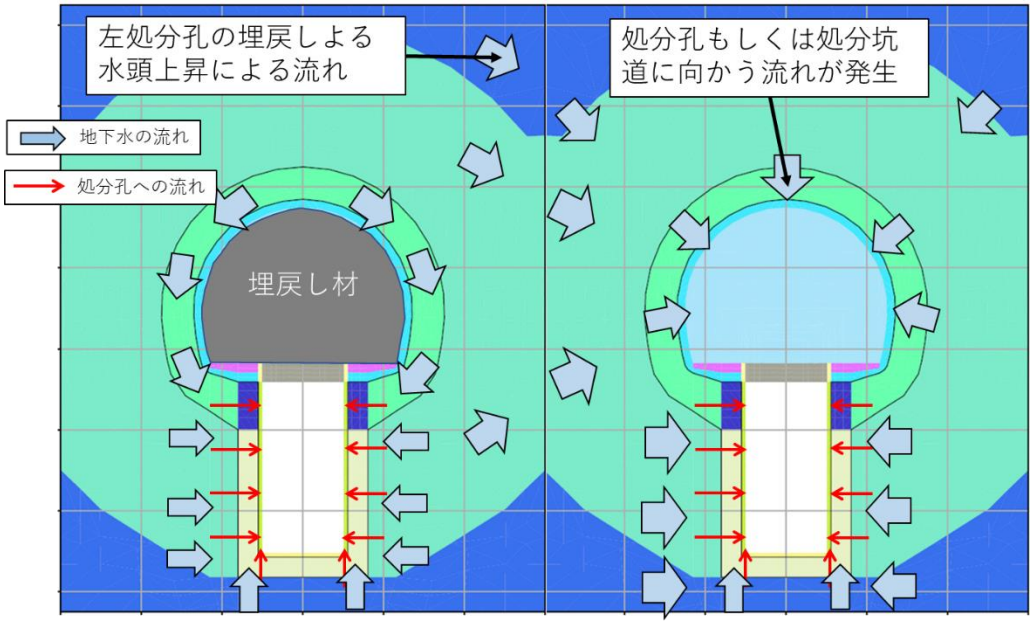


図 28　坑道埋め戻しによる他坑道への影響（イメージ）

b. 課題の分析方法

基本的なケースで水理解析を行い、処分孔からの湧水量の経時変化を算出する。付近の坑道が埋め戻される期間に着目して影響を分析した。

c. 水理解析結果

処分孔ごとの湧水量の経時変化結果を図 29 に示す。図 29 の付近の埋め戻し作業期間中は処分孔からの湧水量が増加した。

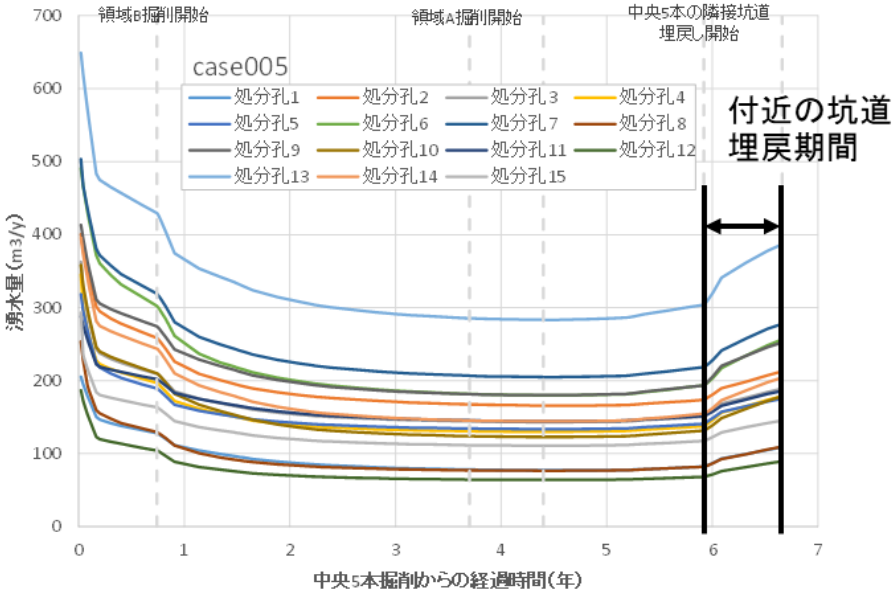


図 29　Case005　処分孔ごとの湧水量の経時変化

d.　影響項目に対する課題の抽出

「埋戻し工期」の影響により、水理解析結果に以下の様な影響を与えることが分かった。

・近傍の処分坑道の埋め戻し作業期間中はすべての処分孔からの湧水量が増加した。

上記から「埋戻し工期」の影響について、水理解析を実施する際は以下を課題として考慮・検証する必要がある。

・現在のモデルでは坑道を瞬時に埋めるようなモデルとしているため、施工時間による解析への影響を検証が必要である。

(3) 緩衝材流出現象に関する知見の整理

1) 緩衝材の成立性に関しての考え方

緩衝材の流出は、定置後、処分孔内に湧水がある期間中に湧水によって、緩衝材（ベントナイト）が処分孔外に運ばれることを指す。緩衝材は、その密度と厚さによって、期待される機能を持つかどうかが評価されているため、流出現象によって、処分孔外に緩衝材が流出することにより、緩衝材の機能が確保できるかどうかを評価することにより、人工バリアとしての成立性を確認することになる。

図 30 に竪置きブロック方式による定置方式の場合の緩衝材の設計要件に対する緩衝材の仕様の範囲を示す。図 30 より、塩水条件下における自己シール性を満たすための下限値が最も厳しい値であることがわかる。ここでは、ケイ砂を 30%混合したクニゲル V1 を緩衝材の材料として設定しているため、Rs＝30%の線が許容下限値となる。この下限値を下回ることが緩衝材の機能を満たさないことになる。緩衝材厚さが 700mm とした場合、膨潤後の有効粘土密度は、約 1.25Mg/m³ 必要とされる。

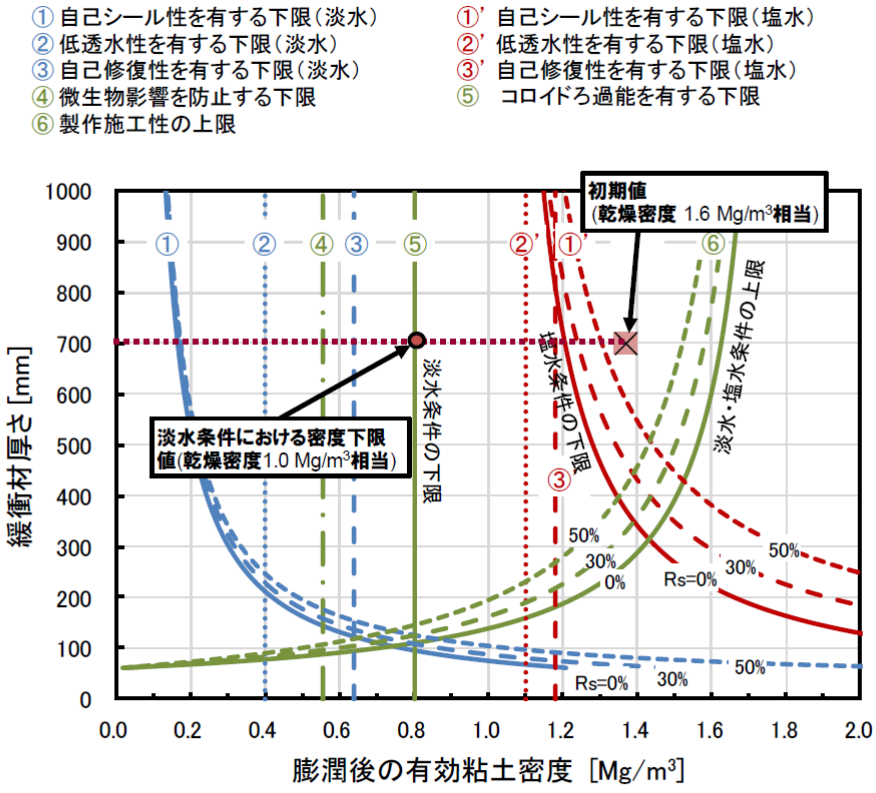


図 30　基本的な設計要件に対する緩衝材の仕様範囲
（NUMO　包括的報告書（2018）より）

この緩衝材の使用範囲に基づき、以下の手順によって、成立性を評価する。

① 緩衝材流出現象によって緩衝材が流出しても緩衝材の安全機能が確保されるための緩衝材の許容流出量を設定する。

② 緩衝材の流出量を見積もるための評価式を設定する。

・緩衝材の流出量と流した水の総量の関係については室内試験に基づいて評価式を用いる。（原環センター，2015）

③ 総流量を評価期間と、解析による湧水量から算出する。

④ 算出した総流出量が許容流出量を超えていないことにより、成立性が確保されていることを示す。

2) 流出の許容値

緩衝材の流出を評価する方法としては、２つの方法が考えられる。

・パイピングの範囲を限定して許容値を考える方法

NUMO の考え方（包括的報告書レビュー版より）

・緩衝材の全体量に対して流出の許容値を考える方法

RWMC ニアフィールドでの評価案

以下にその方法について述べる。

a. パイピングの範囲を限定して許容値を考える方法

緩衝材の流出をパイピングによるものと考えた場合には、削られる場所は、緩衝材を水平方向に見た場合には一カ所のみが削られることになり、限られた場所のみでの現象となると考えることができるため、仕様の密度をどの範囲で満たすと考えるかによって、その評価が違ってくることになる。

NUMO は（2018）、流出する範囲を緩衝材の外周上の一カ所とし、削れられる箇所が自己シール性で埋められるか否かをもって、流出の許容量を評価している。（表 6）

表 6 緩衝材の設計要件と許容流水量の評価方法

対象とする緩衝材の設計要件	パイピング現象によって緩衝材が流出した際に懸念される変化	確認方法
自己シール性	緩衝材の減少および隙間の増大により，パイピング現象終了後に隙間を閉塞するためのベントナイト量が確保されない。	パイピング現象終了後の隙間に対して，閉塞に必要な緩衝材が残存していることを確認する。
低透水性	緩衝材の減少により，必要な密度が確保できない。	パイピング現象終了後の密度が要件を満たすことを確認する。 ⇒仕様範囲（L-ρ ダイアグラム：付属書 4-15 参照）と比較する。
自己修復性	緩衝材の減少により，必要な密度が確保できない。	
微生物影響の防止	緩衝材の減少により，必要な密度が確保できない。	
コロイドろ過能	緩衝材の減少により，必要な密度が確保できない。	

この時、水みちができる範囲を扇形でモデル化し、扇形の外の緩衝材は作用しないと仮定

している。（図 31）

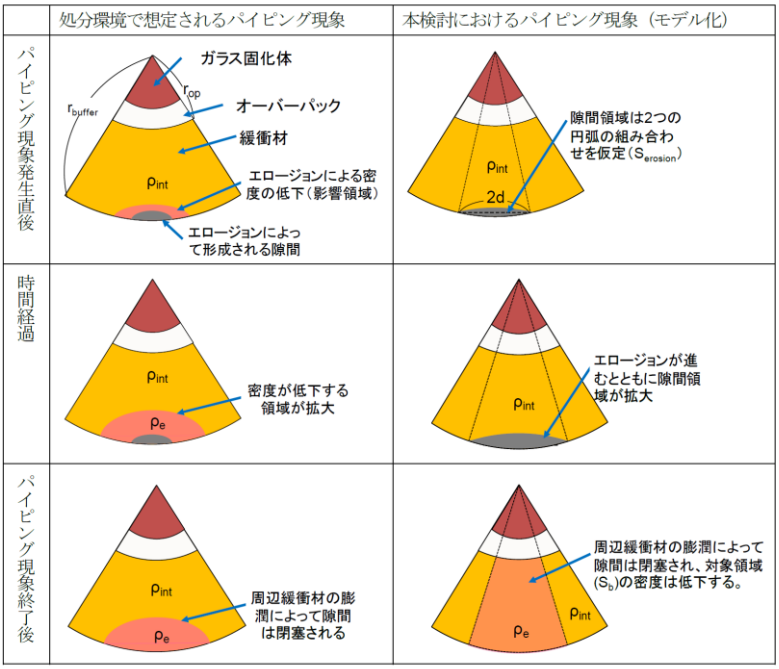


図 31　パイピング現象発生時の隙間領域と緩衝材領域の関係

以下に流出量の算出手順を示す。

初めに，図 3 で示した S_b と S_e を，それぞれ d を変数とする式で求めた。 導出手順は付録に記載する。

$$S_b = \left(r_b^2 - r_{op}^2\right) \sin^{-1}\left(\frac{d}{r_b}\right) \tag{2}$$

$$S_e = 2\left\{r_b^2 \sin^{-1}\left(\frac{d}{r_b}\right) - d\sqrt{r_b^2 - d^2}\right\} \tag{3}$$

ここで,

S_e ：隙間領域の断面積 [m^2]　　r_b ：処分孔の半径 [m]

S_b ：緩衝材領域の断面積 [m^2]　　r_{op} ：オーバーパック半径 [m]

d ：隙間領域の弦長 [m]

である。

また，隙間領域とパイピング現象による緩衝材の流出量（m_s [g]）の関係は以下の式で表すことができる。

$$m_s = S_e \times \rho_{int} \times H_b \times (1 - Rs) \times Cm \tag{4}$$

ここで,

H_b ：緩衝材高さ [m]　　ρ_{int} ：初期の緩衝材密度 [Mg/m^3]

Rs ：ケイ砂混合率 [-]　　Cm ：モンモリロナイト含有率 [-]

である。式（3）と式（4）から，S_e を d のみを変数とする以下の式で表すことができる。

$$m_s = 2\left\{r_b^2 \sin^{-1}\left(\frac{d}{r_b}\right) - d\sqrt{r_b^2 - d^2}\right\} \times \rho_{int} \times H_b \times (1 - Rs) \times Cm \quad (5)$$

なお，隙間領域とオーバーパックが接触する時，d=0.81 m となり，流出量で約 1.75 Mg に相当する。

自己シール性を確保できる流出量は、緩衝材の最大膨潤率が緩衝材の隙間体積比の 2 倍となるように設計されていることに基づき、流出によってできると仮定した隙間が最大膨潤率を淡水系での 176%とした場合に、最大膨潤率／隙間体積比の関係が 2 以上になることを許容値とし、流出量を処分孔 1 本あたり 0.629Mg としている。算出した関係の図と仕様したパラメータを図 32、表 7 に示す。

この許容値の算出は地下水を淡水系としたものであり、塩水条件下では、時間の経過とともに流出量が減少する（原環センター、2015）ことから、淡水条件のデータに基づいた検討を用いている。そのため、自己シール性よりもコロイドろ過性の方が緩衝材密度の許容値が高くなり、コロイドろ過性の許容値から算出される緩衝材流出量の最大許容値の方が小さくなる。塩水環境下では自己シール性に対する許容値の方が大きく、淡水条件よりも密度に対する許容値が大きいため、緩衝材流出の許容値が小さくなることになる。

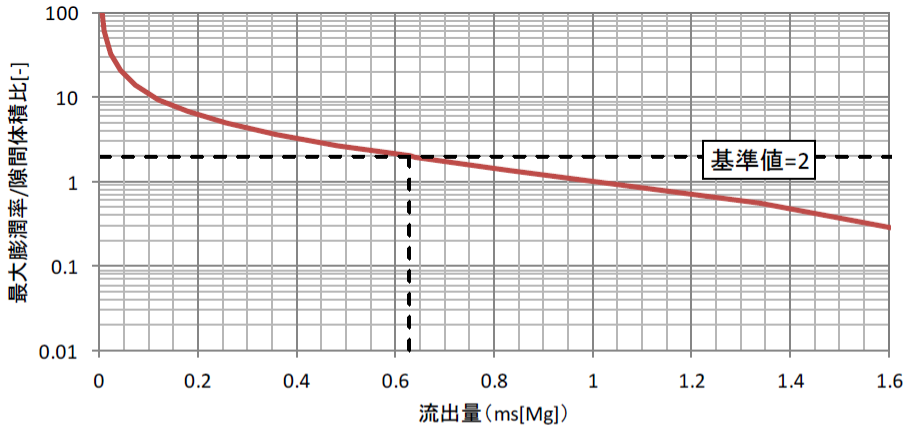


図 32　緩衝材の流出量と最大膨潤率／隙間体積比の関係

表 7　使用パラメータと数値

名称	記号	単位	数値	備考
初期緩衝材密度	ρ_{int}	Mg/m^3	1.6	緩衝材仕様
処分孔の半径	r_b	m	1.11	緩衝材仕様
オーバーパック半径	r_{op}	m	0.41	オーバーパック仕様
人工バリア高さ	H_b	m	4.15	緩衝材仕様
ケイ砂混合率	Rs	-	0.3	付属書 4-15
ケイ砂の土粒子密度	ρ_s	Mg/m^3	2.64	佐藤ほか（1990）
モンモリロナイト含有率	Cm	-	0.48	電事連・JNC（2005）

b.　緩衝材の全体量に対して流出の許容値を考える方法

①が緩衝材の流出を扇形の領域の範囲で、その密度の減少と膨潤率による隙間の閉塞ができるか否かを判断したことには、実現象とは異なる仮定が含まれている。

- 水みちは緩衝材と孔壁の界面に形成され、パイピング現象による流出と周辺の緩衝材の膨潤のバランスによって水みちの径は大きく変化しないが、周辺の緩衝材の密度が低下する。
- 湧水量の低下により、水みちは閉塞すると考えられ、その際には水みちができた領域近傍の緩衝材も隙間の充填に作用する。
- パイピング現象が発生している緩衝材では、穏やかに地下水が浸潤しており、再冠水時の乾燥密度および含水比は不均一となるが、①の評価方法では、緩衝材は初期から乾燥密度（$1.6Mg/m^3$）で均一に飽和しているとして取り扱っている。
- 流出物のモンモリロナイト含有率を 100%として扱い、処分孔内に残存するケイ砂および随伴鉱物の体積については考慮していない。

緩衝材の流出が浸潤と同時に進行することにより、密度分布の把握は難しいが、水みちが 1 本であっても位置が固定されていないことが試験により観察されており（原環センター、2016）、水みちの径も周囲の緩衝材の膨潤により、ある程度一定に保たれていることから、流出したことを隙間の形成ととらえ、その充填のための自己シール性を考えるのではなく、流出による緩衝材（モンモリロナイト）の損失の影響として、残存した緩衝材全体として処分孔の体積をシールできるかどうか、を閾値として許容量を決める方法も考えられる。

この時の許容値は、先に述べたように、処分孔が膨潤後の緩衝材の厚さを 700mm として設計されているため、この時の自己シール性が保持される塩水系の地下水の場合の下限値である有効粘土密度 $1.25Mg/m^3$ となる。すなわち、設計が飽和後 $1.6Mg/m^3$（有効粘土密度 $1.37Mg/m^3$）であった場合、緩衝材の有効粘土密度が $1.25Mg/m^3$ になる量のモンモリロナイト量が流出の許容量となる。この時、流出物は①と同じように、試験により得

られて流出物のモンモリロナイト含有率が高かったことに基づいて、モンモリロナイト含有率 100%と考えることとする。（実際には随伴鉱物や小粒径のケイ砂も含まれる）

この評価方法は、“ニアフィールド”で考えている緩衝材の評価方法に一致するため、今回の評価は②の評価方法を用いることとする。

c. 緩衝材の流出量の評価式

緩衝材の流出量については、室内試験により緩衝材に接する湧水の総流量と流出量の関係が示されている（原環センター、2015 など）。以下にその関係の図 33 を示す。

図 33 に示したうち、ブロック方式を模擬した 0.5M NaCl を通水液とした時の流出量を示したラインである。この時の関係は以下の式で示される。

$$ms=\alpha\times(Mw)^{\beta}$$

ms：流出量、Mw：総流量

前半部　：α ＝2.7、β ＝1.5

しかし、このラインは途中から緩やかになっている。この傾向は、NaCl 水溶液を使用したケイ砂 0%の試験でも見られ、傾きはほぼ 0 に近づいていた。この変曲点は図 33 から総流量 12L 付近に見えるが、根拠はない。そこで、前半部と後半部の関係式から、その中間となる式を（$m_s=9.0\times Mw^{0.85}$）として、評価式として用いる。この指数は淡水条件での傾きとしてどの条件でも同じ傾きとして得られたものである（図 34）。

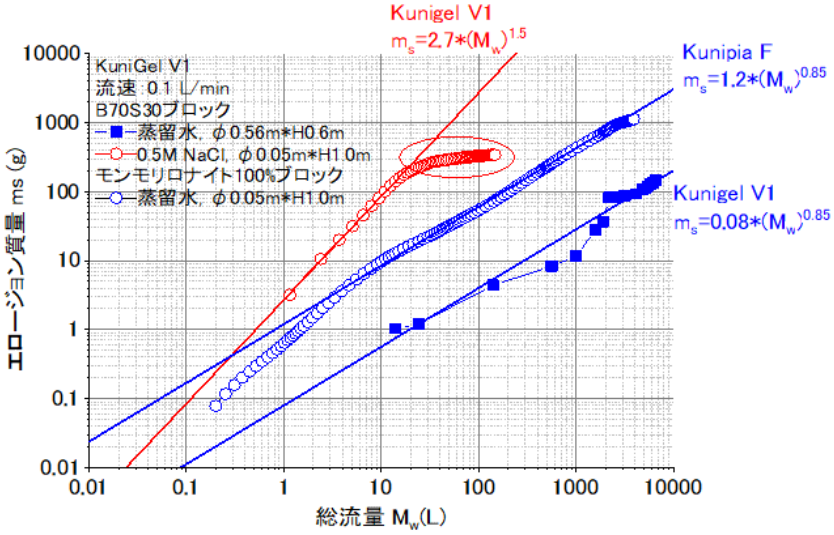


図 33　総流量と流出量の関係（原環センター、2018）

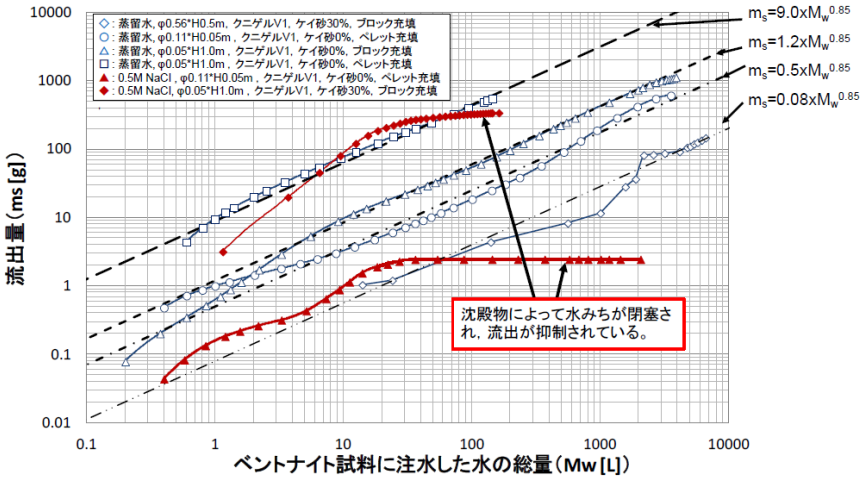


図 2 総流量と緩衝材流出量の関係

（原環センター，2015 に基づき作成）

図 34　総流量と流出量の関係（NUMO, 2019）

3)　総流量と成立性の評価

処分孔に対する湧水量と埋め戻しまでの湧水期間から、総流量を算出する。ここで、埋め戻し後についても埋め戻し材への水みちの継続があった場合等には緩衝材の流出が引き続き起こる可能性もある。水位が回復して処分孔から水が排出されなくなるまでの期間を対象とすることもあり得るが、埋め戻し後の湧水量の見積もりがわずかな場合は流出量として影響のないものとなることも考えられる。

湧水量の見積もりによっては、塩水条件での流出の評価は厳しいものになる可能性がある。

その場合は、NUMO の提唱する①の方法での検証も行い、その差を検討することも一つの方法である。

(4) 緩衝材流出量の試算

前記までの緩衝材の流出に与える湧水量の総流量について、水理解析の結果から得られた知見を以下に示す。

水理解析結果から算出した処分孔からの湧水量、処分孔隙間流量から前述した緩衝材流出の評価式 $m_s=9.0\times M_w^{0.85}$ を用いて特定の期間における緩衝材流出量を算出した。

緩衝材流出に注目する期間として、中央 5 本の隣接坑道の埋戻し完了後 0.74 年とした。この 0.74 年とは坑道 1 本を埋め戻すまでの期間を想定した時間である。

検証するケースとしては以下の 3 通りとした。各ケースの水理解析の条件を表 8 示す。

ケース a)は坑道が開放した状態を維持した状態を想定しており、処分孔からの湧水量をもっとも大きいケースとなる。そのため緩衝材の流出に大きな影響があると考えられ、もっとも保守的なケースである。

ケース b-1)、ケース b-2)は（緩衝材定置＋坑道埋戻し）時の隙間流量を算出しており、坑道の埋戻し材の透水係数の差異による影響を確認している。

a)　（緩衝材定置なし+坑道埋戻しなし）時の処分孔湧水量
b-1)　（緩衝材定置＋坑道埋戻し）時の隙間流量（埋戻し材　高透水）
b-2)　（緩衝材定置＋坑道埋戻し）時の隙間流量（埋戻し材　低透水）

表 8　各ケースに用いる水理解析条件

	水理解析ケース	処分孔緩衝材	埋戻し材
a)	Case005	なし	なし
b-1)	Case005-b02	あり	高透水（砂）
b-2)	Case005-b03	あり	低透水（粘性土）

緩衝材流出の評価式 $m_s=9.0\times M_w^{0.85}$ を用いて算出した緩衝材の流出量の結果に対して許容値を設定し、比較した。

NUMO では、自己シール性を確保できる流出量は、緩衝材の最大膨潤率が緩衝材の隙間体積比の 2 倍となるように設計されていることに基づき、流出によってできると仮定した隙間が最大膨潤率を淡水系での 176%とした場合に、最大膨潤率／隙間体積比の関係が 2 以上になることを許容値とし、流出量を処分孔 1 本あたり 0.629Mg としている。この値を許容値とした。

また、設計が飽和後 1.6Mg/m^3（有効粘土密度 1.37Mg/m^3）であった場合、緩衝材の有効粘土密度が 1.25Mg/m^3 になる量のモンモリロナイト量が流出の許容量（以下、下限粘土密

度とする）であるとしている。

この有効粘土密度 1.37Mg/m³ と下限粘土密度 1.25Mg/m³ から下記の式を用いてモンモリロナイトの許容流出量を算出した。算出結果から 654kg を許容値として設定した。

$$m_{s\,max} = (\rho_e - \rho_{e\,min}) \times V_{bm} \times (1 - V_s) \times 1000 \times C_m$$

$m_{s\,max}$ ：モンモリロナイト許容流出量

ρ_e ：有効粘土密度

$\rho_{e\,min}$ ：下限粘土密度

V_{bm} ：緩衝材体積

V_s ：珪砂の体積

C_m ：モンモリロナイト含有率

※今回の検討で流出するベントナイトはモンモリロナイト 100%であると仮定した。

1) ケース a)

ケース a)における湧水量は、図 35 のように中央 5 本の隣接坑道埋め戻し直前から中央の処分坑道を埋戻開始時の湧水量の結果のうち 6.66 年～7.4 年まで結果から外挿し、処分坑道 1 本を埋め戻すまでの期間（0.74 年間）の累積湧水量を算出した。算出結果を以下に示す。

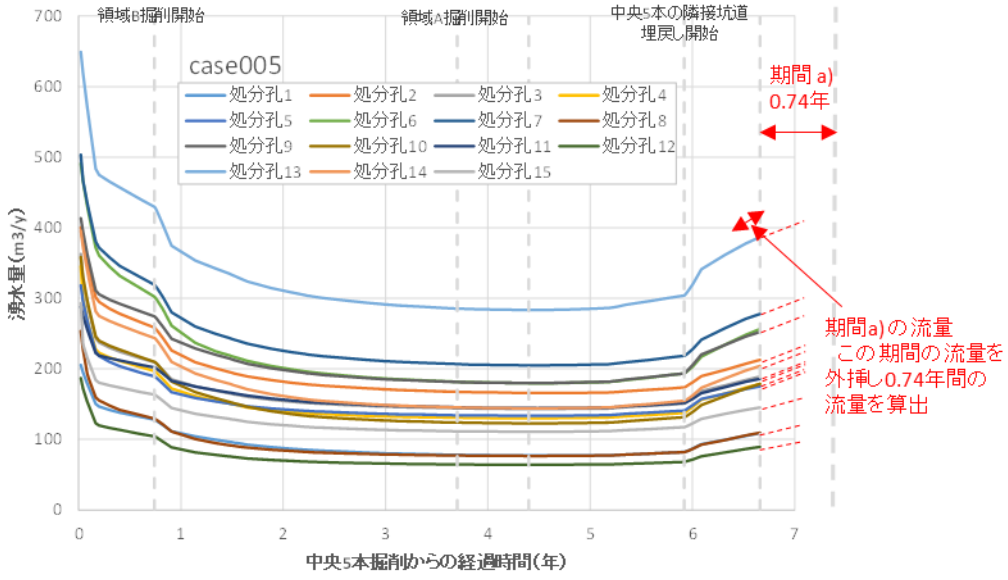


図 35　ケース a)における湧水量算出のための外挿方法

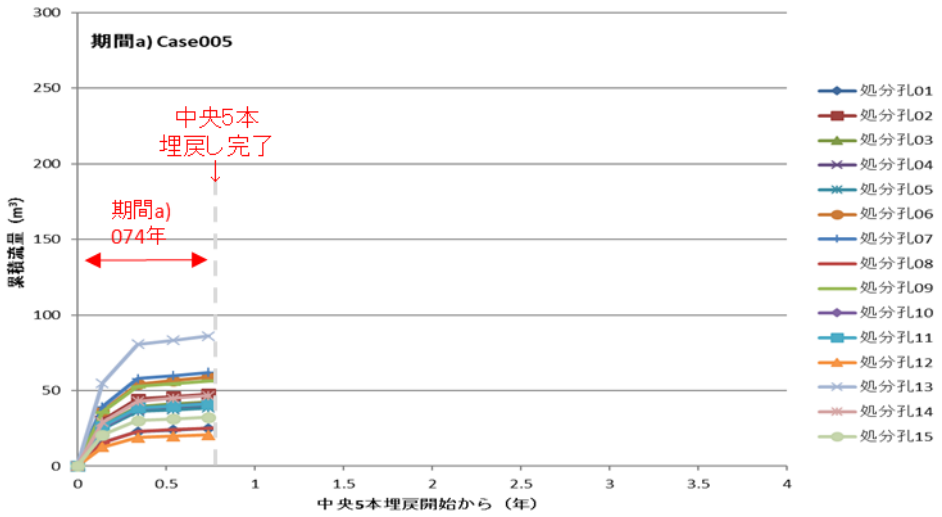


図 36　ケース a)　各処分孔からの積算流量

図 37 で算出した処分孔の累積湧水量から、緩衝材流出の評価式 $m_s = 9.0 \times M_w^{0.85}$ を用いて、処分坑道 3 の各処分孔における緩衝材流出量を算出した。算出結果と上記にて設定した NUMO 及び RWMC の緩衝材流出の許容量と比較した。結果を図 37 に示す。

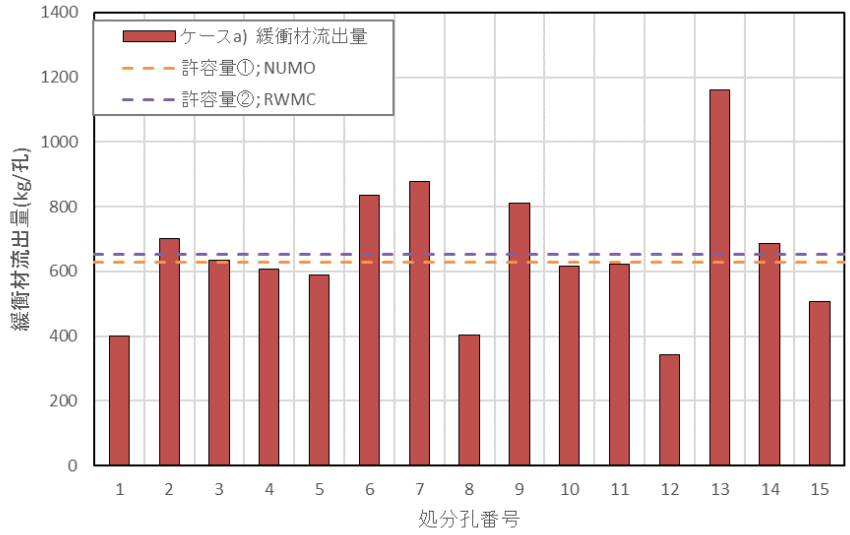


図 37　ケース a)　各処分孔における緩衝材流出量と NUMO、RWMC 許容値との比較

2)　ケース b-1)（埋め戻し材－砂の場合）

ケース b-1)ではケース a)に砂による埋戻しを行ったケースで水理解析を実施し、処分坑道 1 本を埋め戻すまでの期間（0.74 年間）間における積算流水量を算出した。算出結果を図 38 に示す。

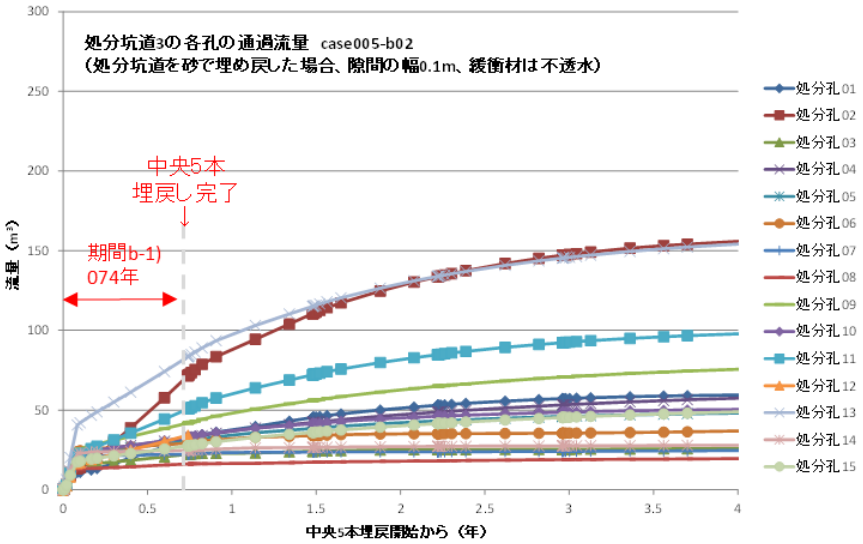


図 38　ケース b-1)　各処分孔からの積算流量

図 38 から緩衝材流出の評価式 $m_s = 9.0 \times M_w^{0.85}$ を用いて、処分坑道 3 の各処分孔における緩衝材流出量を算出した。算出結果と上記にて設定した NUMO 及び RWMC の緩衝材流出の許容量と比較した。算出結果を図 39 に示す。

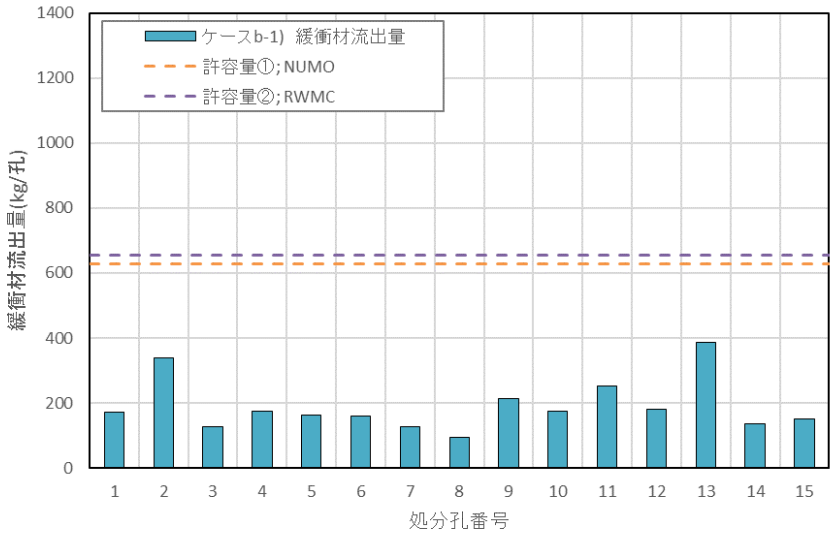


図 39　ケース b-1)　各処分孔における緩衝材流出量と NUMO、RWMC 許容値との比較

3)　ケース b-2)（埋め戻し材－粘性土の場合）

ケース b-2)ではケース b-1)同様に埋め戻しを考慮しているが、埋め戻し材として低透水性の粘性土を想定した。このケースで水理解析を実施し、処分坑道 1 本を埋め戻すまでの期間（0.74 年間）間における積算流水量を算出した。算出結果を図 40 に示す。

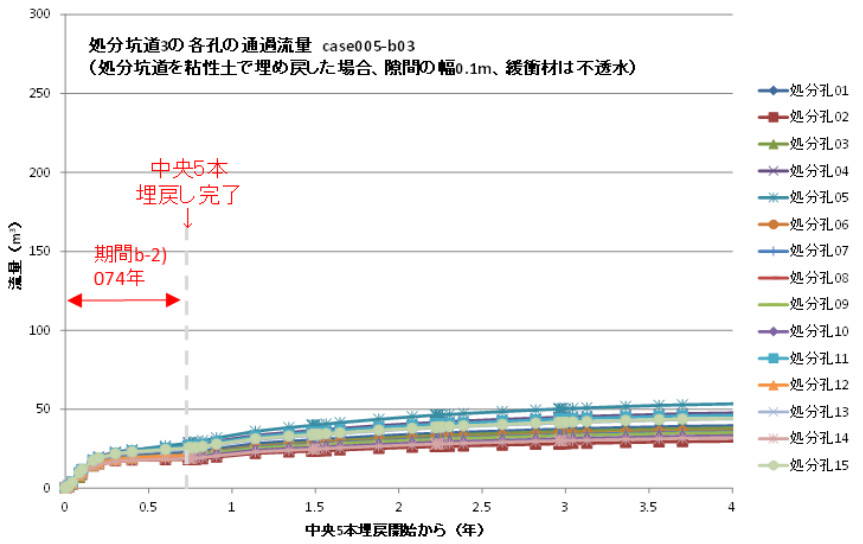


図 40　ケース b-2)　各処分孔からの積算流量

図 40 から緩衝材流出の評価式 ms＝9.0×Mw0.85 を用いて、処分坑道 3 の各処分孔における緩衝材流出量を算出した。算出結果と上記にて設定した NUMO 及び RWMC の緩衝材流出の許容量と比較した。算出結果を図 41 に示す。

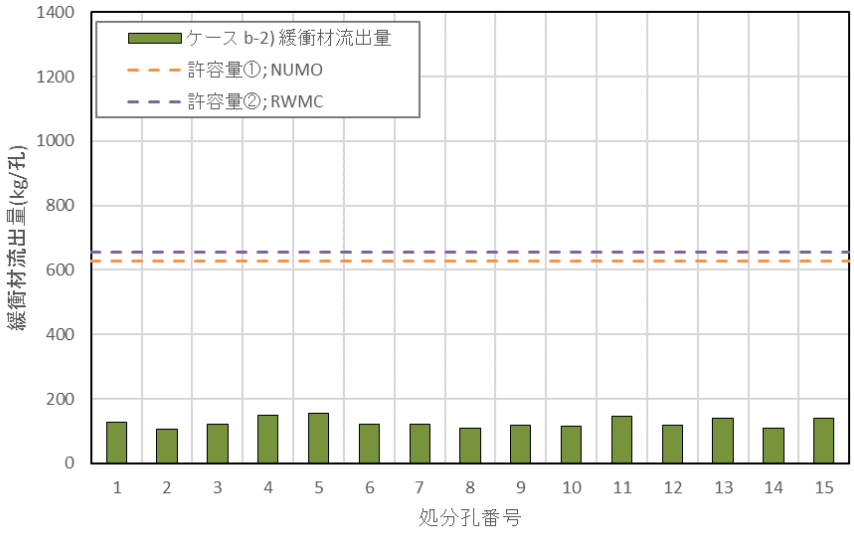


図 41　ケース b-2)　各処分孔における緩衝材流出量と NUMO、RWMC 許容値との比較

2.2.2　セメント劣化に対する感度解析

(1) 要因分析による影響項目の抽出

処分坑道の劣化は坑道外壁が地下水と接触することで生じる。このため処分坑道外壁面に接触する地下水に着目し、その地下水の流量などに影響する条件について要因分析を実施した。検討結果を表 9 に示す。

表 9 の縦軸には要因分析による影響項目の抽出を行っており、表 9 の左から 2 列目において、要因分析を行う対象の抽出している。セメント劣化は Ca の溶脱等により引き起こされる。本取組ではセメントの劣化を地下水の「流量」によって評価する手法と「流速」によって評価する手法に分けて検討した。さらに地下水は処分坑道外壁面と地下水が接触する時間によりその総量が影響を受ける。このため要因分析を行う対象は「流量」、「流速」、「流量+接触する時間」、「流速+接触する時間」に対する影響する項目を抽出した。この影響する項目を「影響項目」とした。ただし、「流速」、「流速+接触する時間」については流速を現場で測定する方法や試験での再現ができないため、影響項目の抽出の対象としないこととした。

「流量」に関する影響項目として「岩盤の透水係数」、「高透水性のき裂と処分孔の位置」、「処分坑道の埋戻しの有無」、「支保工の透水係数」、「グラウトの透水係数」、「EDZ の透水係数」があげられる。「流量+接触する時間」としては、「埋戻の工程」があげられる。影響項目のモデルに対する対応箇所を図 42 に示す。

表 9 の横軸には各影響項目に対する着目点と比較する水理解析ケース、課題の分析方法をまとめた。

この抽出した影響要因に対して、水理解析モデルの各条件を考慮し、比較検討する解析ケースを抽出のための着目点を追記した。また、各影響項目の課題の分析方法について示した。

以降にはこの要因分析の影響項目ごとに検討した内容を記載する。

表 9　セメント劣化に関する要因分析と課題の分析方法　一覧

要因分析			影響項目	モデル中対応個所	着目		比較ケース	課題の分析方法
緩衝材に触れる水	流量	分析対象	岩盤の透水係数	(1)	岩盤の透水係数の不均質性による処分孔への流入に着目		**分析対象としない：** 今年度の水理解析において実施していないため今後の課題とする。	
			高透水性のき裂と処分坑道の位置	(2)	高透水性のき裂が流入が大きいのでそこに着目	全体の傾向で着目	**分析対象としない：** 今年度の水理解析において実施していないため今後の課題とする。	
			処分坑道の埋戻しの有無	(3)	処分坑道の埋戻しの有無による処分孔への湧水量に着目		Case005-b02 Case005-b03	処分坑道の透水係数変更したケースで処分孔の総湧水量を比較する
			支保工の透水係数	(4)	支保工の透水係数変更による処分孔への湧水量に着目		Case005-b03 Case006-b01	支保工の透水係数変更したケースで処分孔の総湧水量を比較する
			グラウトの透水係数	(5)	グラウトの透水係数変更による処分孔への湧水量に着目		**分析対象としない：** 今年度の水理解析において実施していないため今後の課題とする。	
			EDZの透水係数	(6)	EDZの透水係数変更による処分孔への湧水量に着目		**分析対象としない：** 今年度の水理解析において実施していないため今後の課題とする。	
	流速		**分析対象としない：** 流速が得られたとしても、現場で測定できない。 流速が得られたとしても、試験で再現できない。					
	流量+時間	分析対象	埋戻の工程	(7)	坑道の埋戻期間の影響に着目	全体の傾向で着目	Case005-b03	水理解析結果の全体の傾向から判断する
	流速+時間		**分析対象としない：** 流速が得られたとしても、現場で測定できない。 流速が得られたとしても、試験で再現できない。					

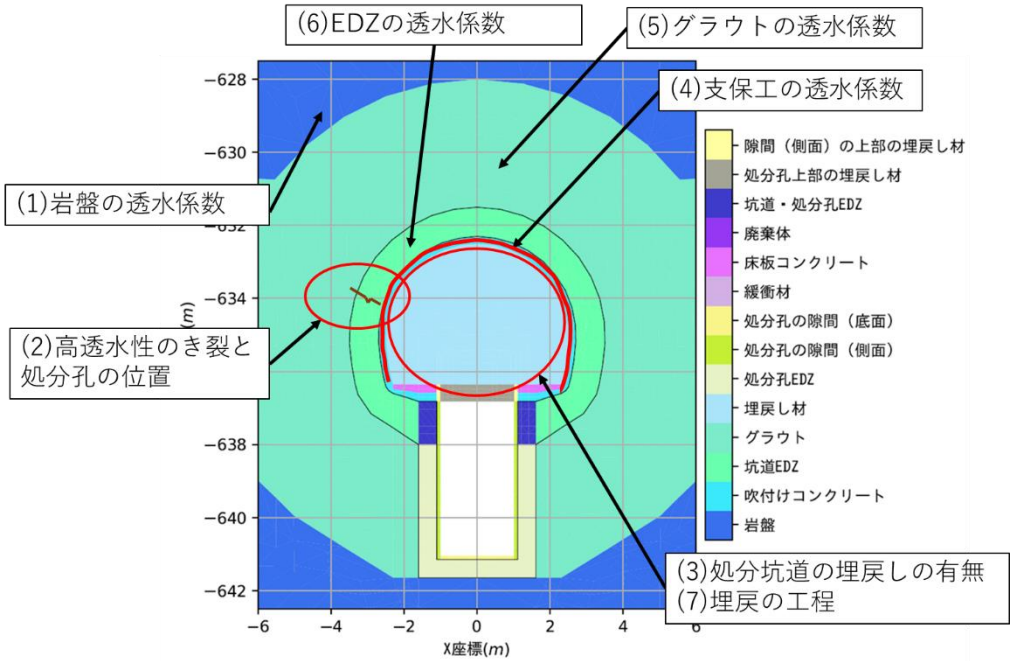


図 42　セメント劣化に対する要因分析結果から水理解析モデルにおいて着目する箇所

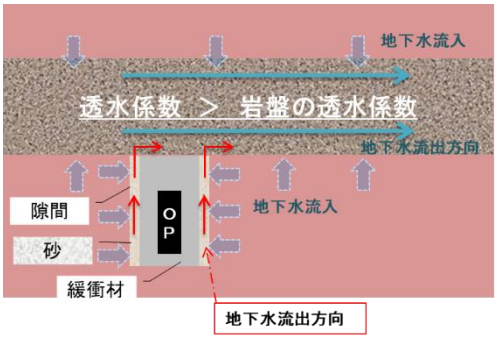
(2)　影響項目に関する検討

1)　処分坑道の埋戻しの有無

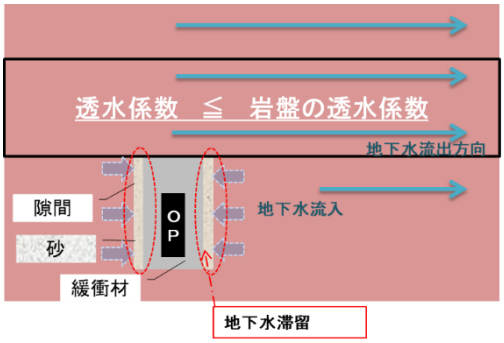
a.　目的

処分場操業時において処分孔への廃棄物の定置後から処分坑道の埋戻し施工終了までに、埋戻しの認可申請及び処分坑道の埋戻し施工による処分坑道の開放状態が長期に渡って生じる可能性がある。処分坑道の埋戻し施工前の場合、図 43 のケース 1 に示すように処分孔壁面から流入する地下水は処分坑道に流れると想定され、処分坑道の埋戻し施工後は図 43 のケース 2 に示すように地下水が隙間に滞留する可能性がある。

水理解析を用いて処分坑道の埋戻しの有無による処分坑道壁面における流量による影響を分析し、課題を抽出する。



ケース 1　埋戻し施工前



ケース 2　埋戻し施工後

図 43　埋戻し前後における処分坑道付近の地下水の流れ（再掲）

b.　分析方法

処分坑道の埋戻し前後を再現するために、埋戻し材の透水係数を変化させた。埋戻し材が砂の場合（透水係数　大）と、埋戻し材が粘性土の場合（透水係数　小）で水理解析を行い、処分坑道の天端、側壁、底盤における周方向、長軸方向、法線方向の累積流量を算出し、各ケースを比較した。

c.　水理解析結果

処分坑道の埋戻し材が砂の場合と粘性土の場合における処分孔への累積流量を算出した。算出結果を図 44～図 49 に示す

図 46 に示す y=－1.605 の底盤については埋戻しの有無により累積流量が大幅に増加しているが、全体的に累積流量は、周方向は数 L 程度の増加、周方向の累積流量の増加、処分坑道を埋戻

した場合、処分孔の水頭が上昇したことで処分孔へ流れがなくなり、周方向の流量が増加したと考えられる。

一方、長軸方向、法線方向についてはほぼ変化がない結果となった。これは処分孔の水頭上昇が影響しているため、処分孔から遠くに位置にするに従って影響が小さくなる。また法線方向については、透水係数が周辺の EDZ 層に比べ非常に小さいためだと考えられる。

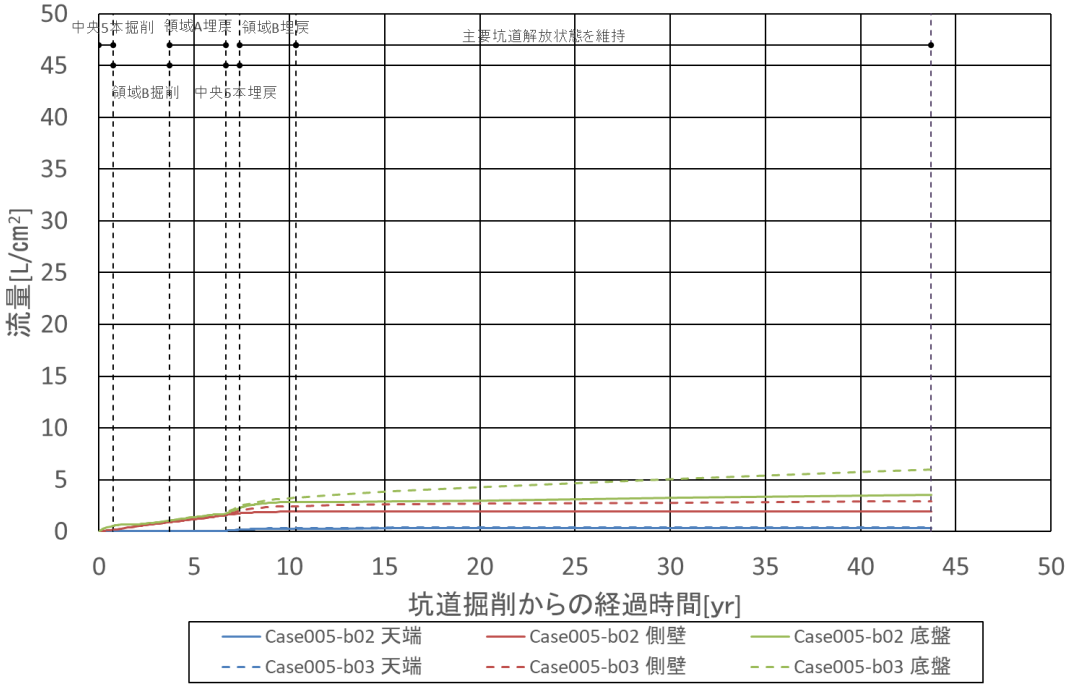


図 44　y=－1.615　埋戻し有無による周方向累積流量の比較
（実線：埋戻しなし、破線：埋戻しあり）

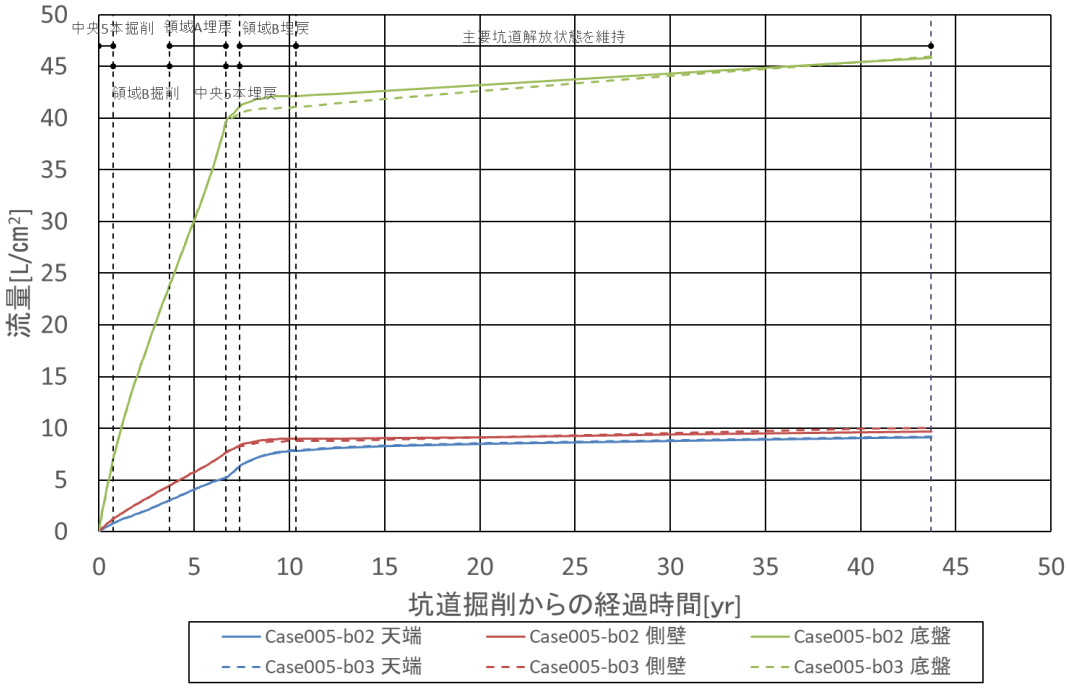


図 45　y=33.905　埋戻し有無による周方向累積流量の比較
（実線：埋戻しなし、破線：埋戻しあり）

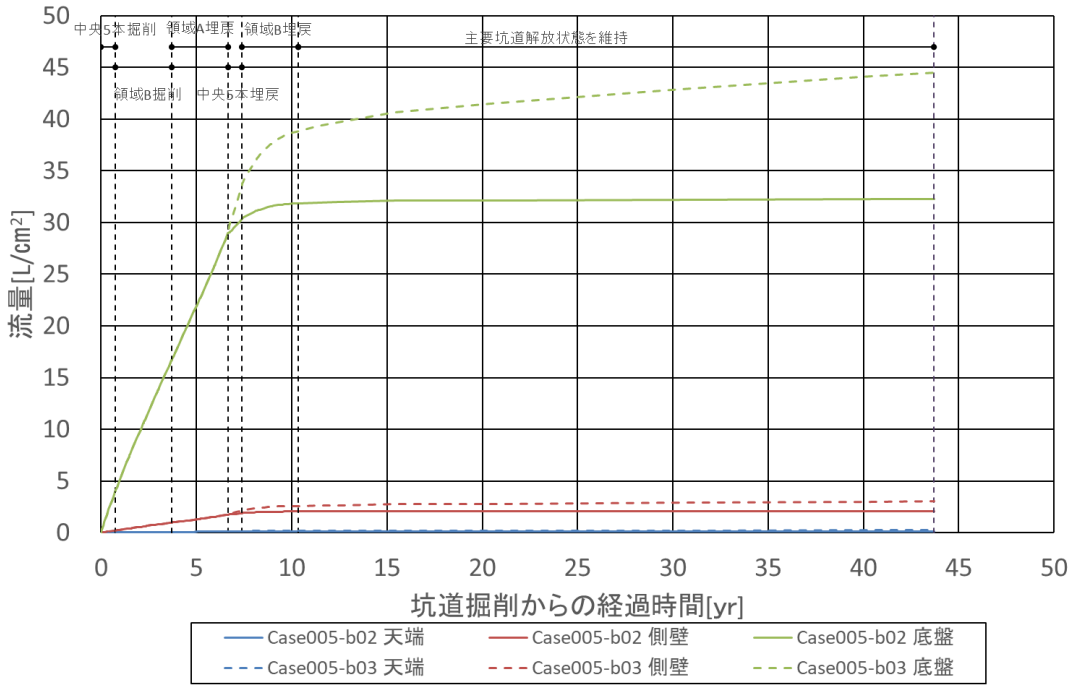


図 46　y=－1.605　埋戻し有無による長軸方向累積流量の比較
（実線：埋戻しなし、破線：埋戻しあり）

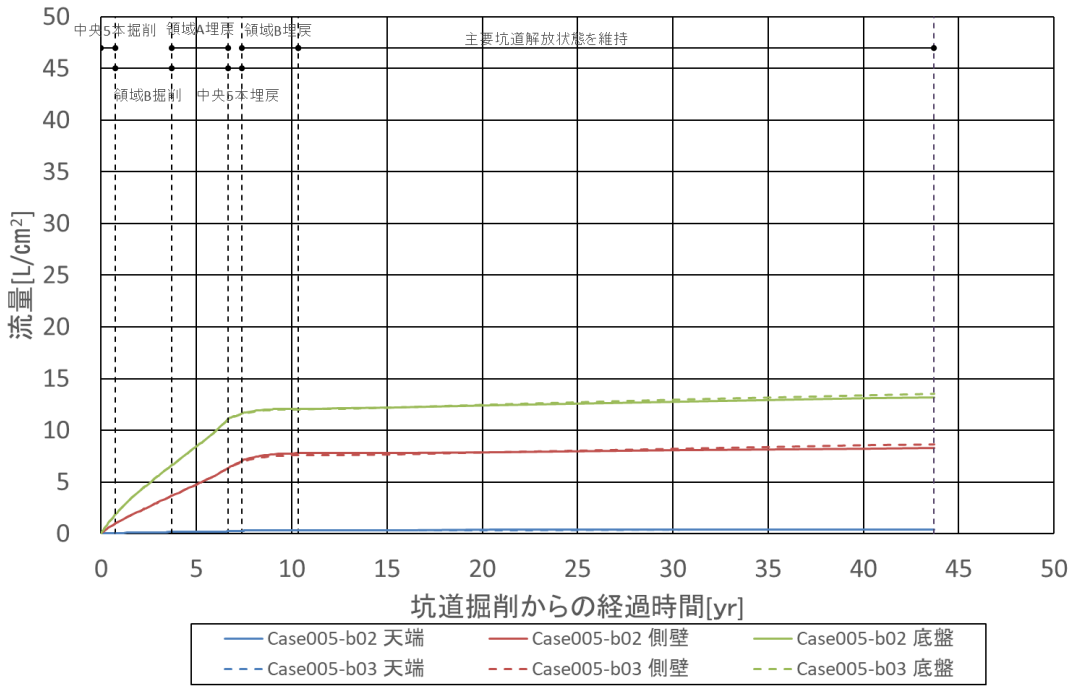


図 47　y=33.905　埋戻し有無による長軸方向累積流量の比較
（実線：埋戻しなし、破線：埋戻しあり）

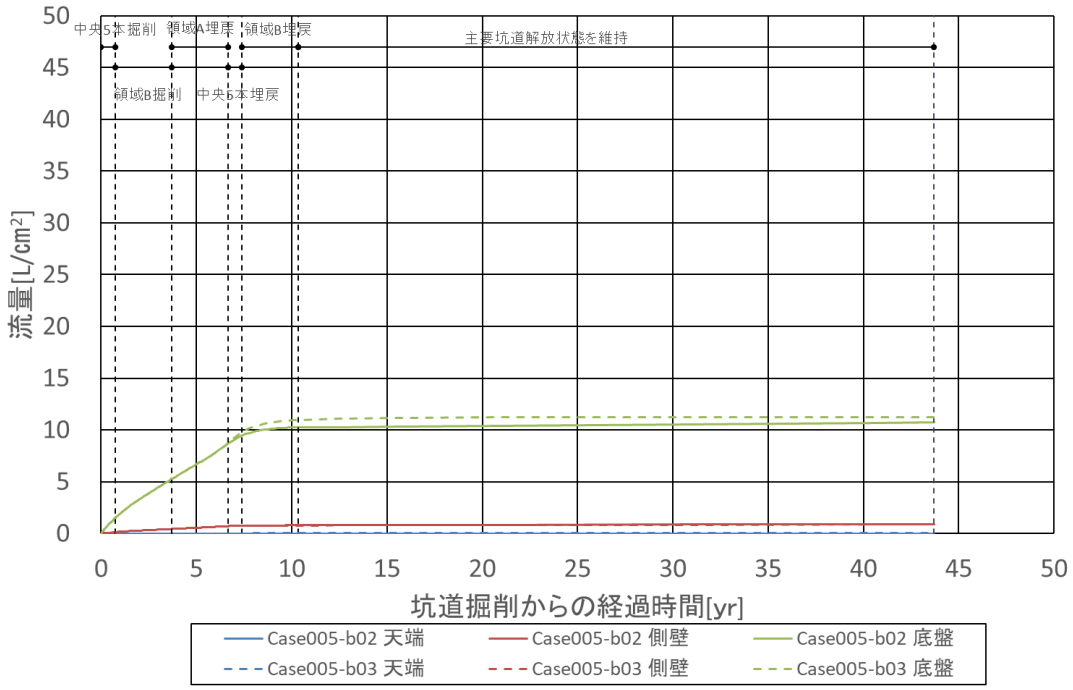


図 48　y=－1.605　埋戻し有無による法線方向累積流量の比較
（実線：埋戻しなし、破線：埋戻しあり）

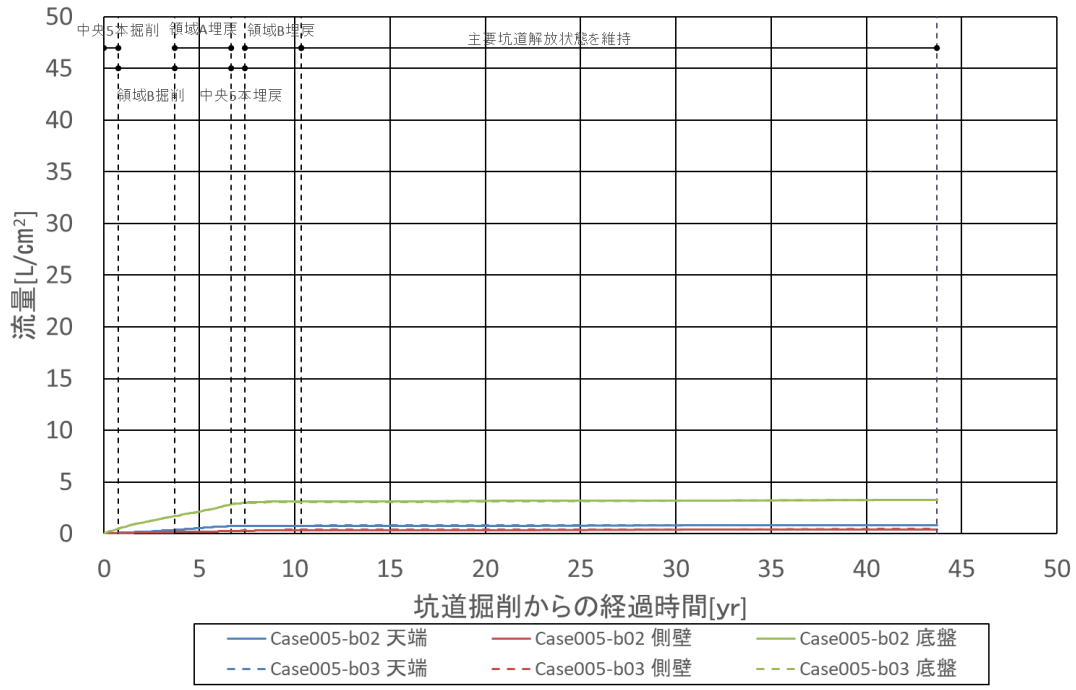


図 49　y=33.905　埋戻し有無による法線方向累積流量の比較
（実線：埋戻しなし、破線：埋戻しあり）

d.　影響項目に対する課題の抽出

「処分坑道の埋戻しの有無」の影響により、処分坑道壁面における水理解析結果に以下の様な影響を与えることが分かった。

・処分坑道を埋め戻すことで処分坑道外壁底板付近の流れが増加する。
・処分孔から離れるほど処分坑道埋戻しの影響は小さい。

上記から「処分坑道の埋戻しの有無」の影響について、水理解析を実施する際は以下を課題として考慮・検証する必要がある。

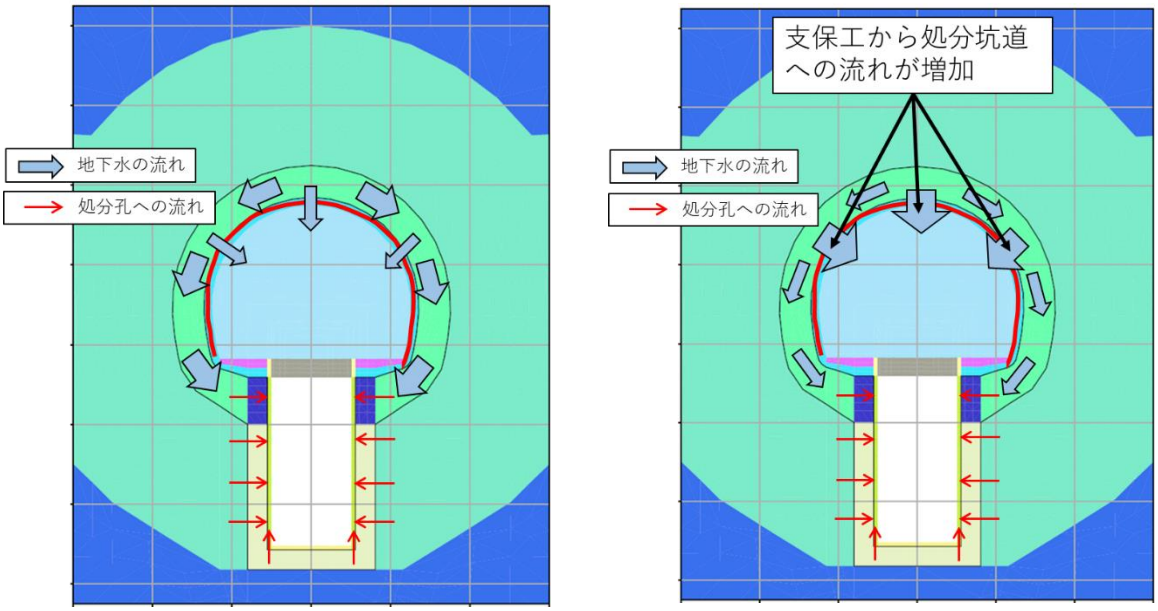
・早期の埋戻しにより流量が増加する結果となり、前述の処分坑道埋戻しの有無による緩衝材のエロージョンへの影響とは異なり埋戻しを遅らせる方が、支保工のセメント劣化に着目する場合は有利となる結果となった。短期の埋戻しによる処分坑道劣化と緩衝材エロージョンへの影響を複合的に考慮・検証する必要がある。

2) 支保工の透水係数

a. 目的

支保工は地下水との長期の接触により劣化が生じ透水係数が増加することが想定される。支保工が健全であれば図 50 のケース 1 のように支保工から処分坑道への流入量は小さく処分坑道の EDZ に沿って処分孔へ流れることが想定されるが、支保工の劣化により透水係数が増加した場合、図 50 のケース 2 のように支保工から処分坑道への流入量が増加することが想定される。

水理解析結果を用いて支保工の劣化による透水係数の変動による処分坑道外壁面への流量の影響を分析し、課題の抽出を行う。



ケース 1：支保工が健全
（透水係数　小）

ケース 2：支保工の劣化
（透水係数　大）

図 50　支保工の透水係数の変動による処分坑道周辺の地下水の流れ（イメージ）　（再掲）

b. 分析方法

支保工の透水係数をセメント同等（健全ケース）、セメント×100 倍（劣化ケース）の条件で水理解析を行い、処分坑道の天端、側壁、底盤における周方向、長軸方向、法線方向の累積流量を算出し、各ケース比較した。

c.　水理解析結果

健全ケースと劣化ケースにおける処分坑道の天端、側壁、底盤における周方向、長軸方向、法線方向の累積流量を算出し、劣化ケース、健全ケースを比較した図 51～図 56 に示す。

図 51～図 56 の各成分（周方向、長軸方向、法線方向）において、ケースごとに一貫した増減はみられなかった。これはセメントの劣化による透水係数は増加したとはいえ 10^{-9}m/s 程度であり EDZ 層の 10^{-7}m/s よりも透水係数は低いため、水理へ影響しなかったと考えられる。

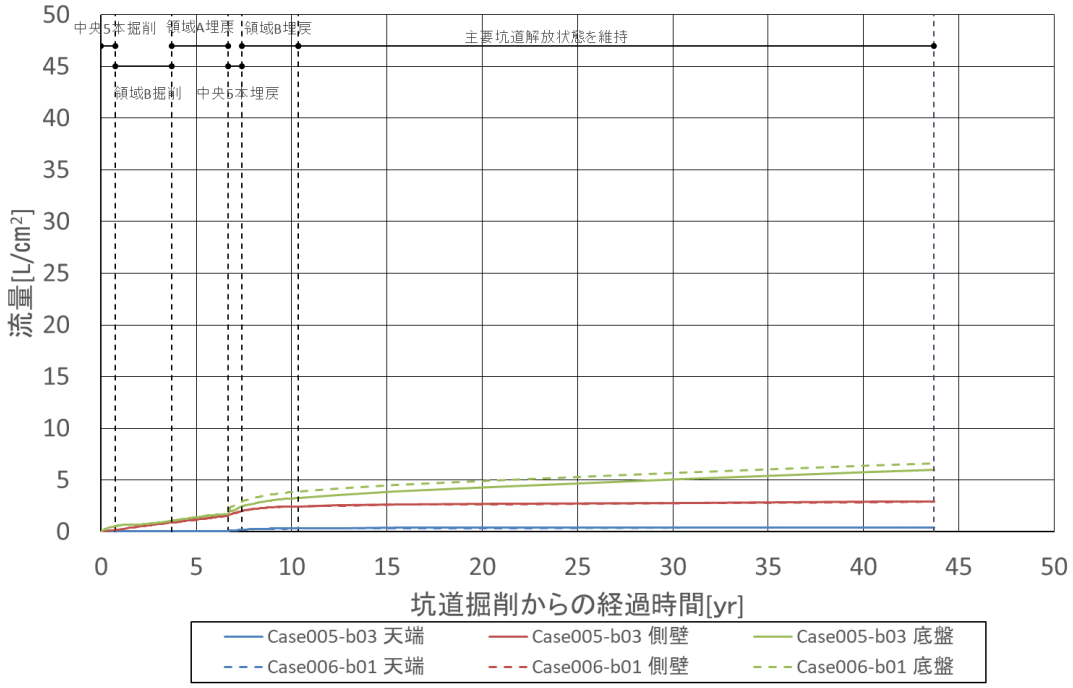


図 51　y=－1.615　周方向累積流量のケース別比較
（実線：支保工健全、破線：支保工劣化）

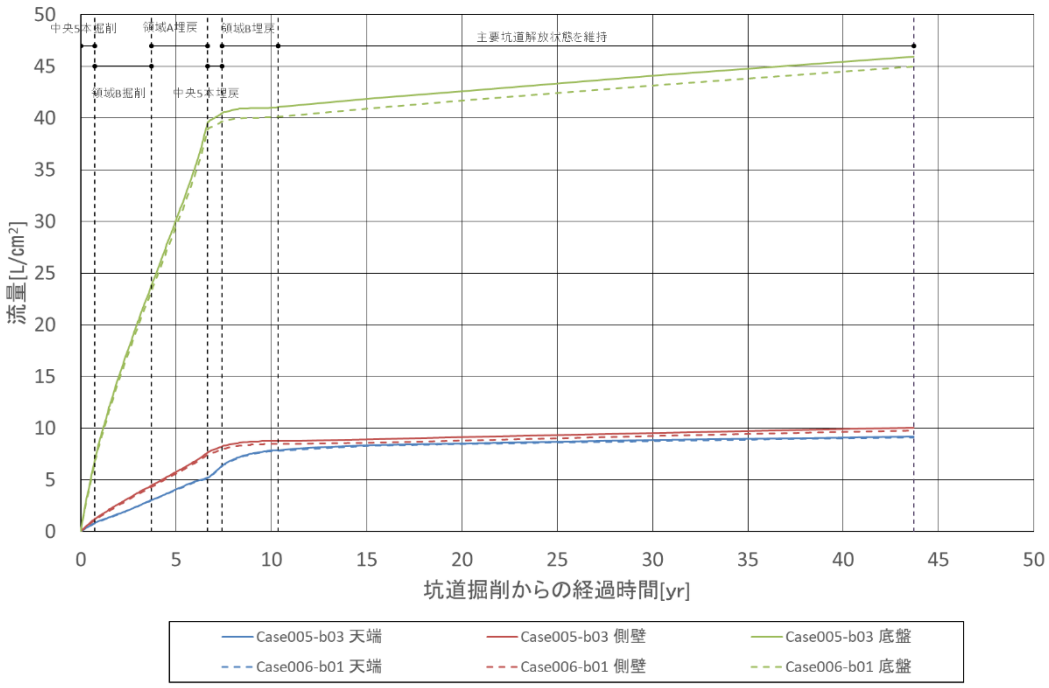


図 52　y=33.905　周方向累積流量のケース別比較
（実線：支保工健全、破線：支保工劣化）

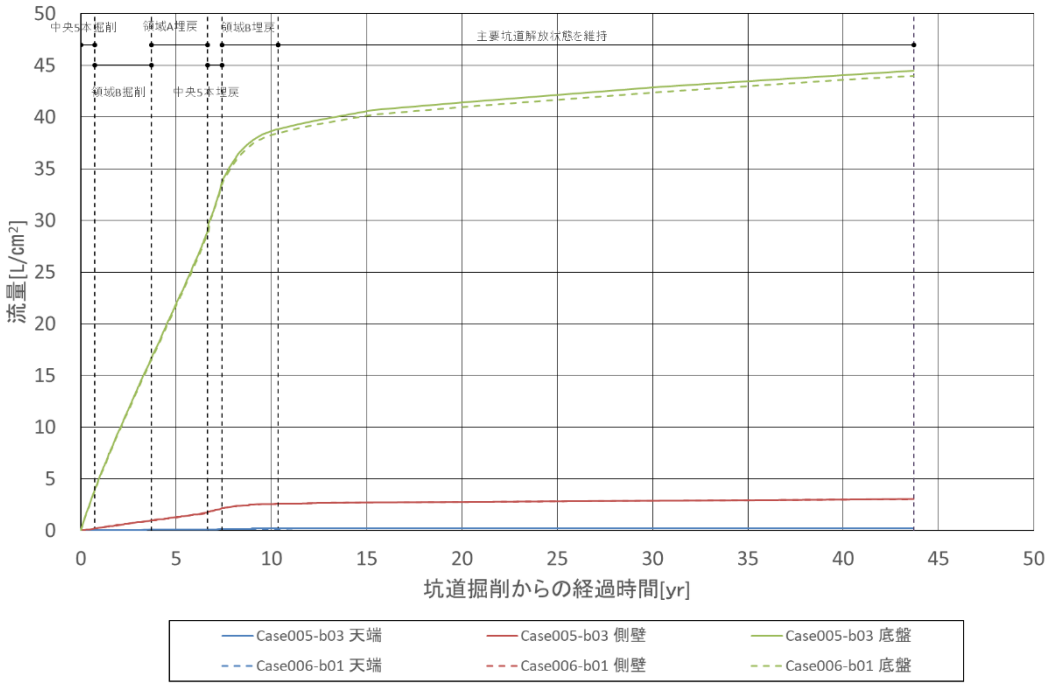


図 53　y=－1.615　長軸方向累積流量のケース別比較
（実線：支保工健全、破線：支保工劣化）

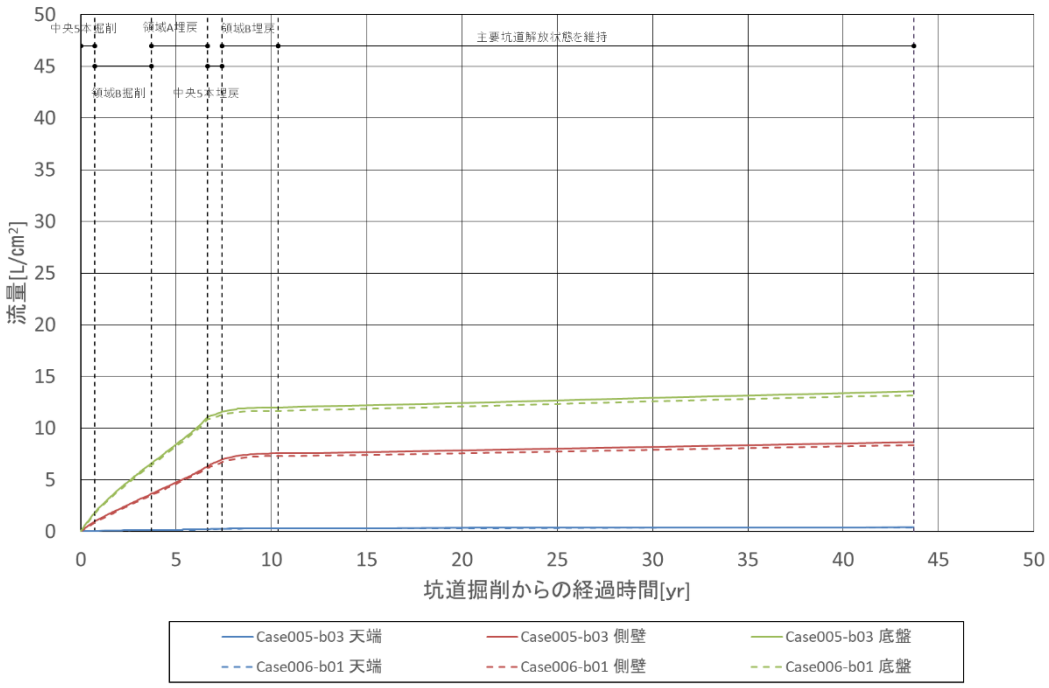


図 54　y=33.905　長軸方向累積流量のケース別比較
（実線：支保工健全、破線：支保工劣化）

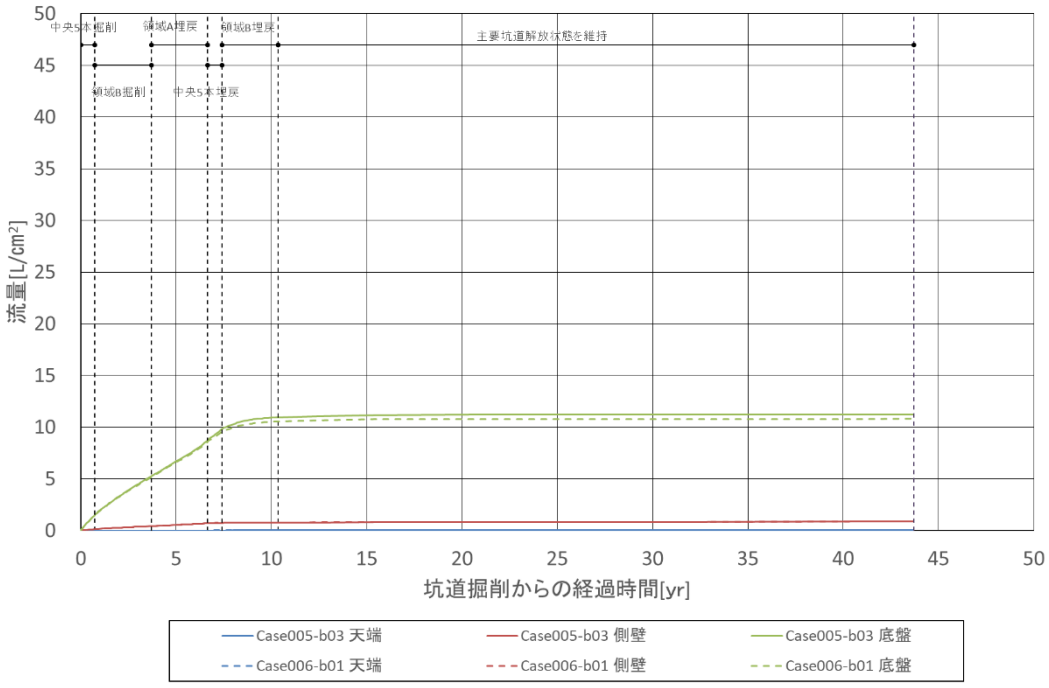


図 55　y=－1.615　法線方向累積流量のケース別比較
（実線：支保工健全、破線：支保工劣化）

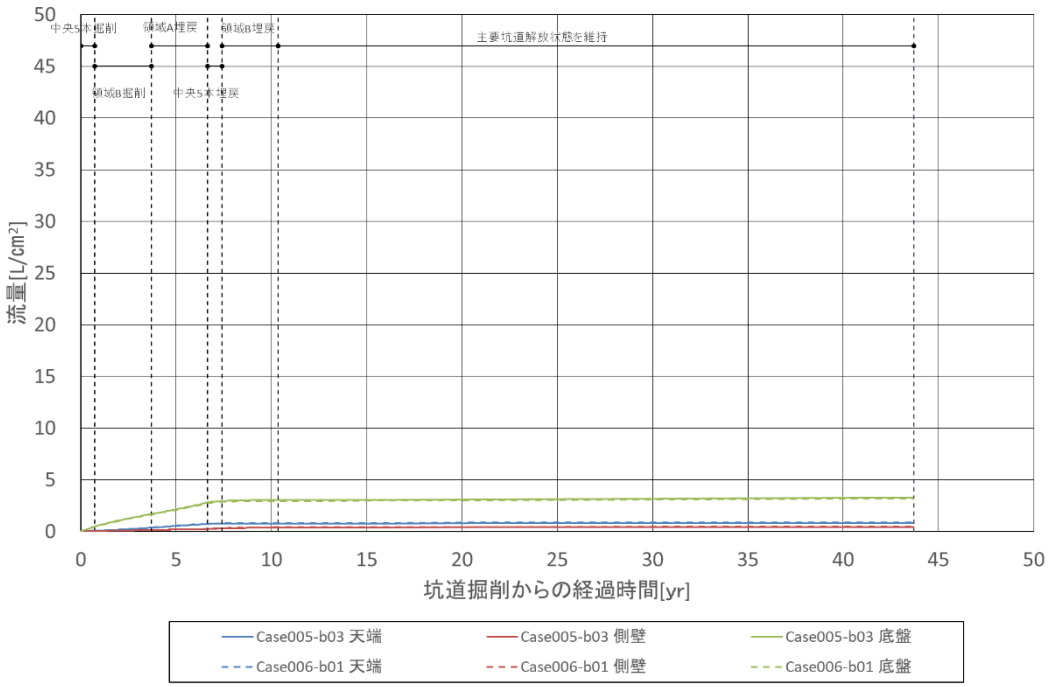


図 56　y=33.905　法線方向累積流量のケース別比較
（実線：支保工健全、破線：支保工劣化）

d.　影響項目に対する課題の抽出

「支保工の透水係数」の影響による、水理解析への顕著な影響は見られなかった。

上記から「支保工の透水係数」の影響について、水理解析を実施する際は以下を課題として考慮・検証する必要がある。

・支保工の透水係数の変動による処分孔への湧水量の影響は支保工劣化部にハイドロリックゲージの効果がでている可能性があるため、処分坑道周囲の流れの詳細検討が必要である。

3) 埋戻しの工程

a. 目的

処分場の操業において廃棄物定置が終了した後、処分坑道は順次埋め戻される。処分坑道の埋戻し施工によって、埋戻した処分坑道付近の水頭が回復し、それによって、図 57 のように隣接坑道からの流入する地下水が増加することが想定される。

水理解析の結果から、処分坑道の埋戻し工程による処分孔からの湧水量から課題の分析を行う。

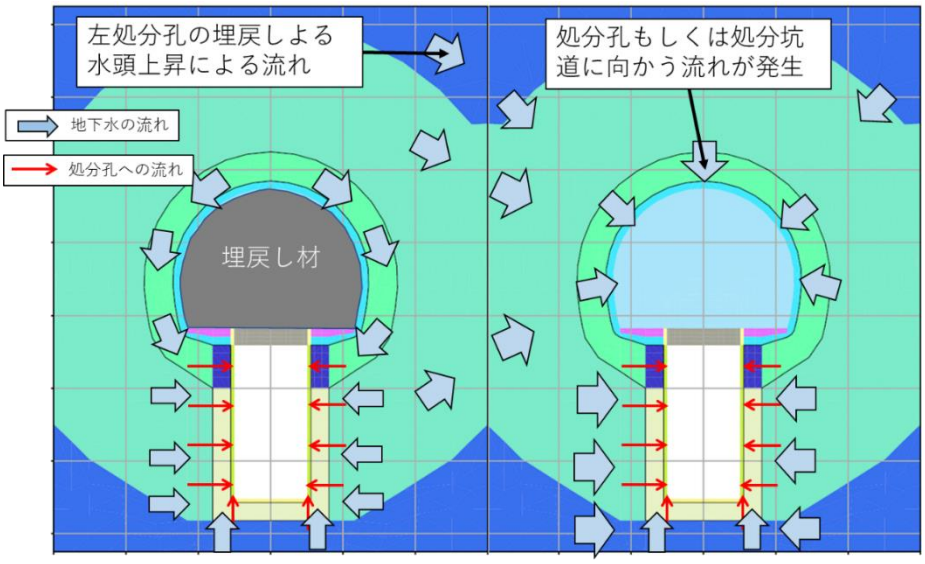


図 57　坑道埋戻しによる他坑道への影響（イメージ）　（再掲）

b. 分析方法

基本的なケース（Case005）で水理解析を行い、処分坑道外壁面の流量を算出する。中央坑道隣の領域Aの埋戻しにより処分坑道外壁面の流量から単位時間当たりの流量を算出し、比較した。

c. 水理解析結果

処分坑道の天端、側壁、底盤における各成分（周方向、長軸方向、法線方向）の流量を算出した。算出した流量からタイムステップと累積流量から単位時間当たりの流量を算出した。算出結果を図 58～図 75 に示す。

周辺坑道である領域 A の埋戻しにより処分坑道周辺への流れへ影響するは小さく。y=－1.615 においては全成分（周方向、長軸方向、法線方向）すべてにおいて中央坑道 5 本の埋戻しによる急激な増加がみられた。特に図 58～図 60 の周方向が顕著である。さらに天端においては単位時間流量が 1 桁増加しており、さらに数値は高止まりし収束していない。

これは現在の解析設定が中央坑道を瞬間的に埋め戻すように設定しているため、急激に埋め戻されたことにより流れが止まったためだと考えられる。

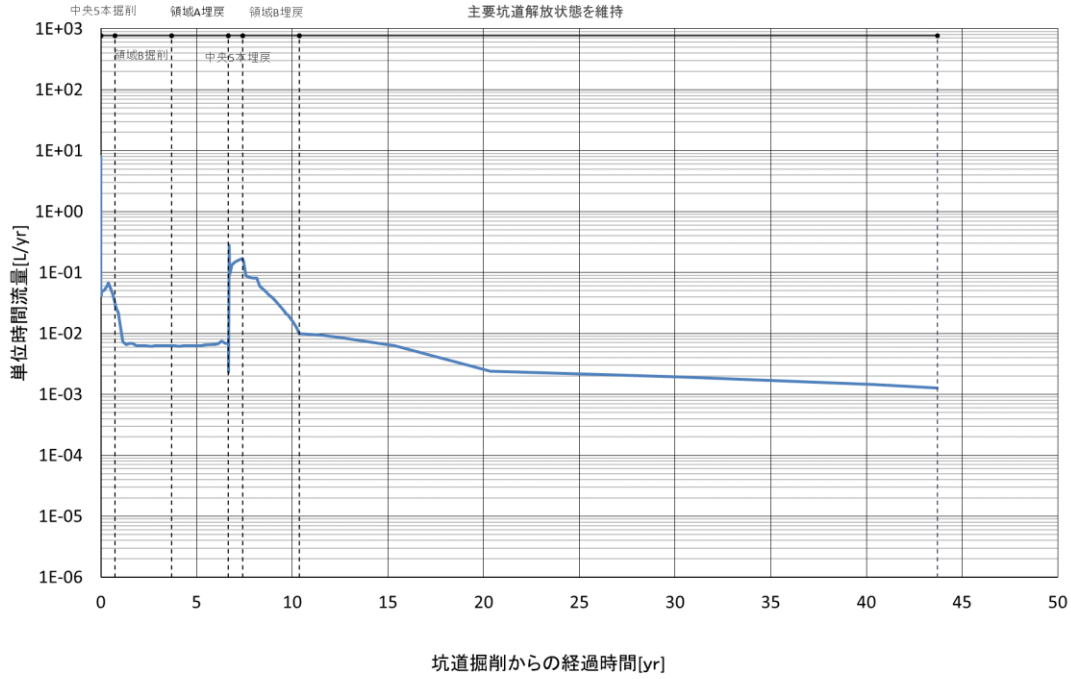


図 58　y=－1.615　周方向（天端）単位時間流量算出結果

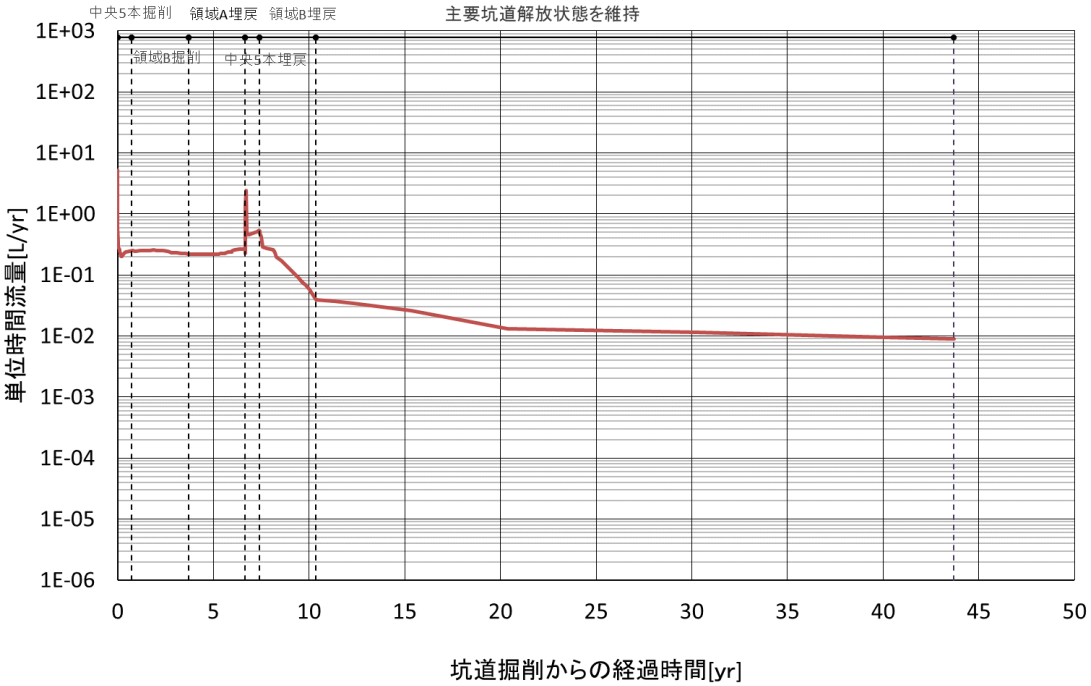


図 59　y=－1.615　周方向（側壁）単位時間流量算出結果

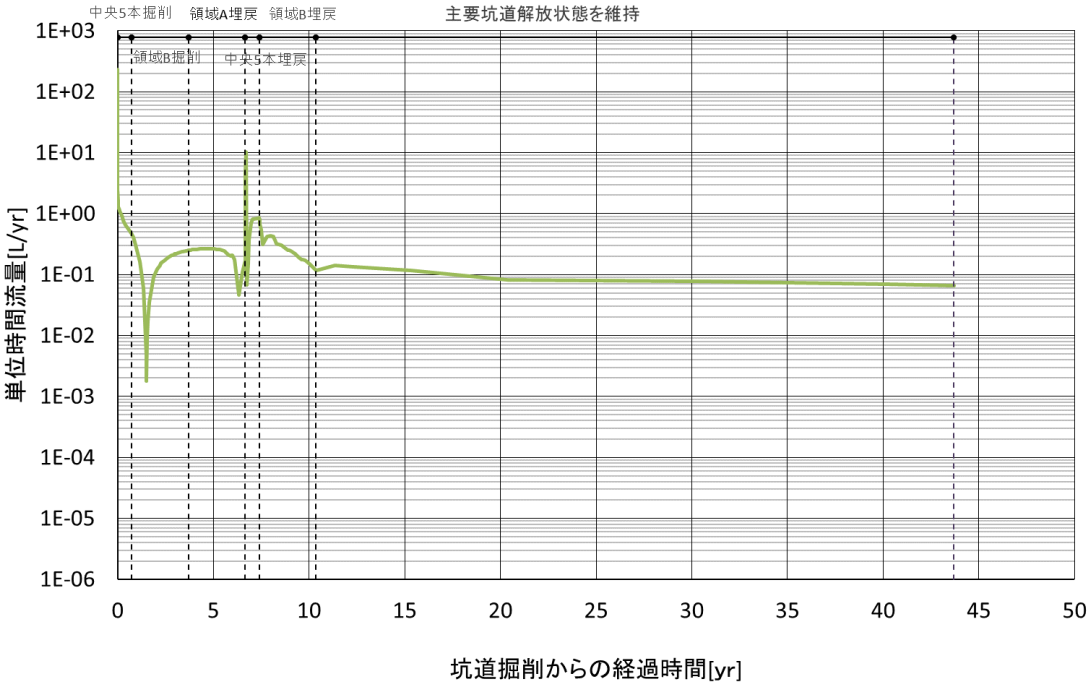


図 60　y=－1.615　周方向（底盤）単位時間流量算出結果

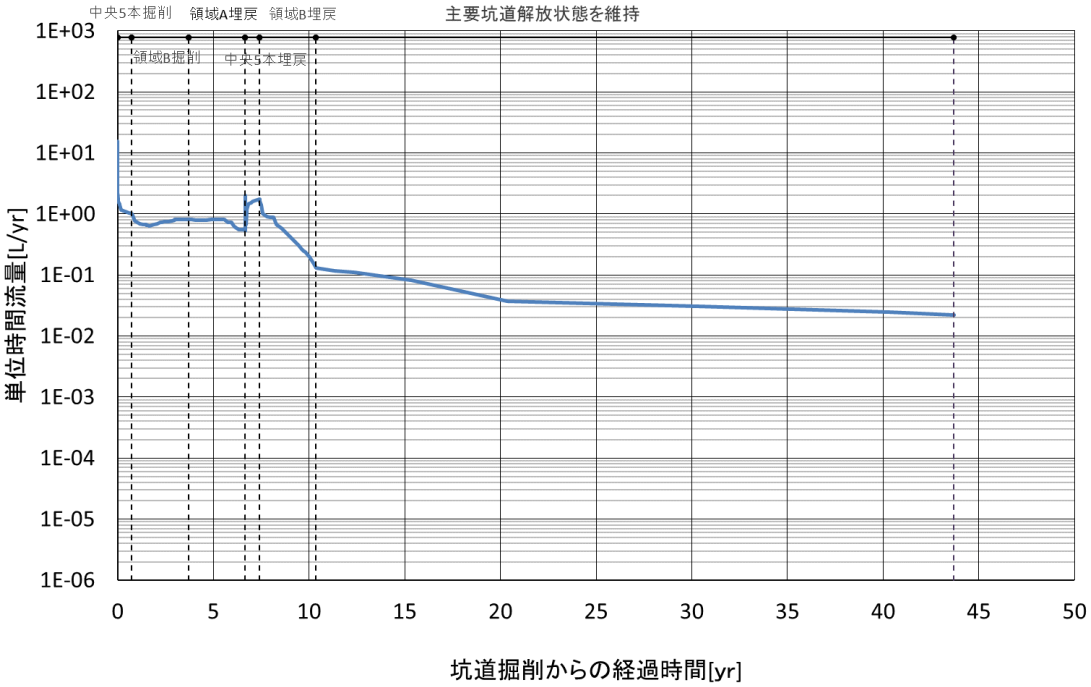


図 61　y=33.905　周方向（天端）単位時間流量算出結果

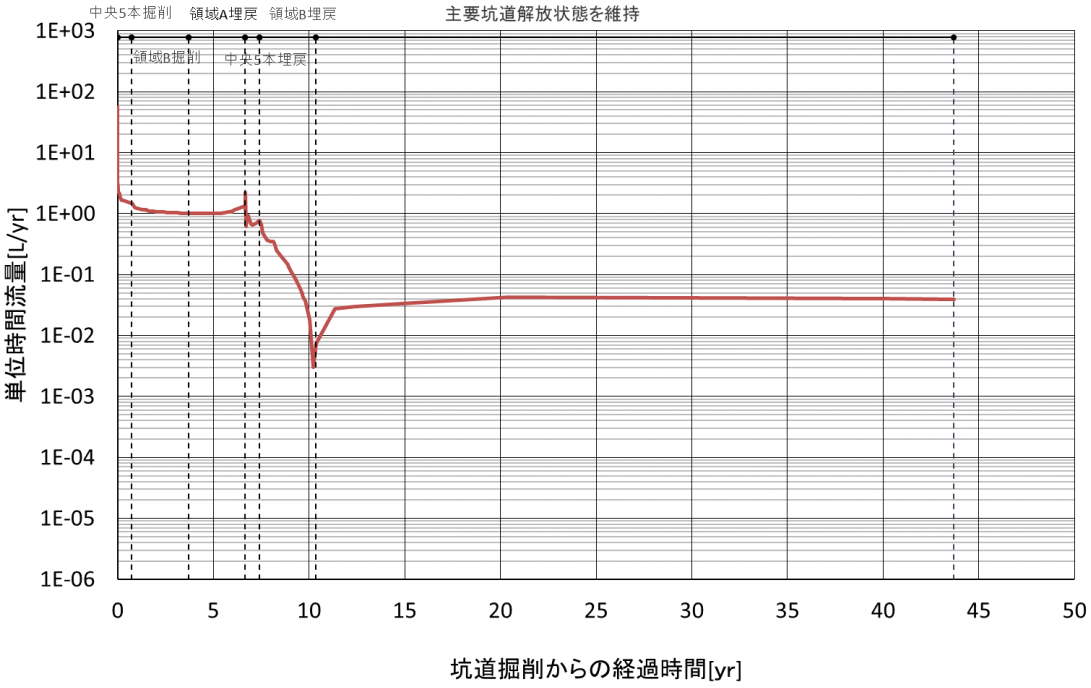


図 62　y=33.905　周方向（側壁）単位時間流量算出結果

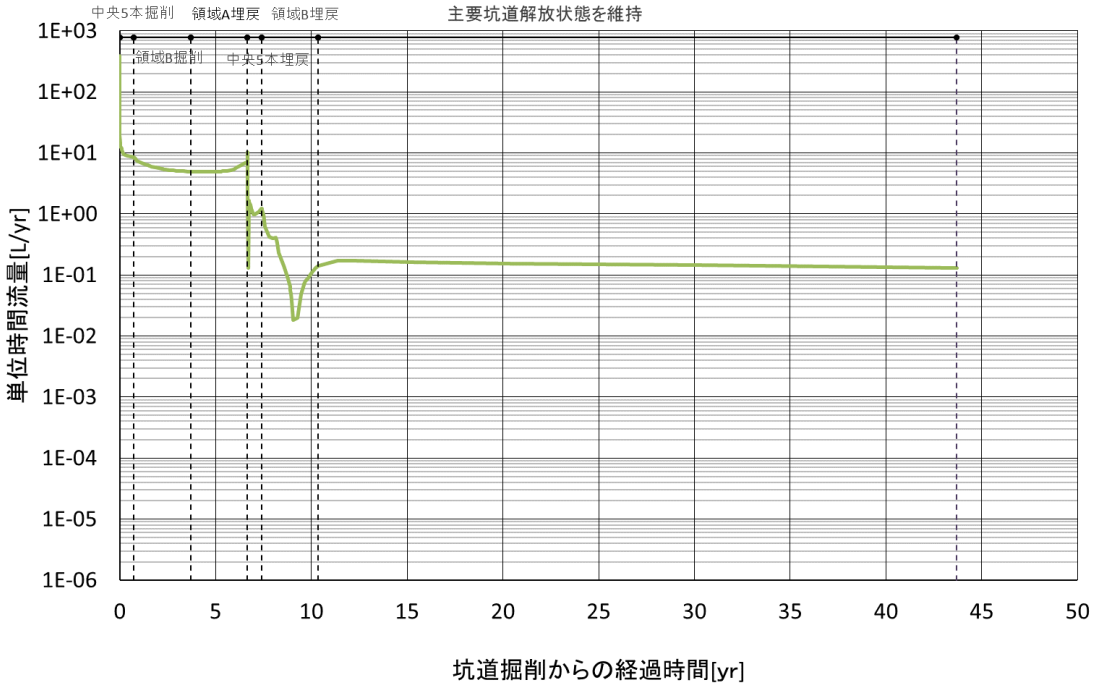


図 63　y=33.905　周方向（底盤）単位時間流量算出結果

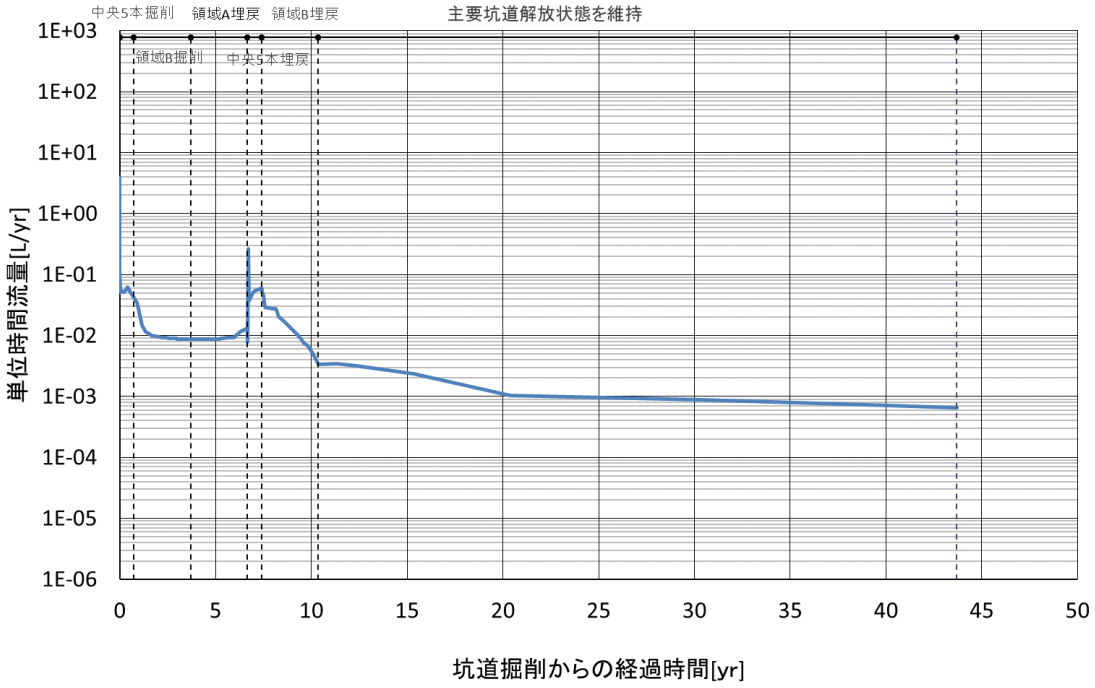


図 64　y=－1.615　長軸方向（天端）単位時間流量算出結果

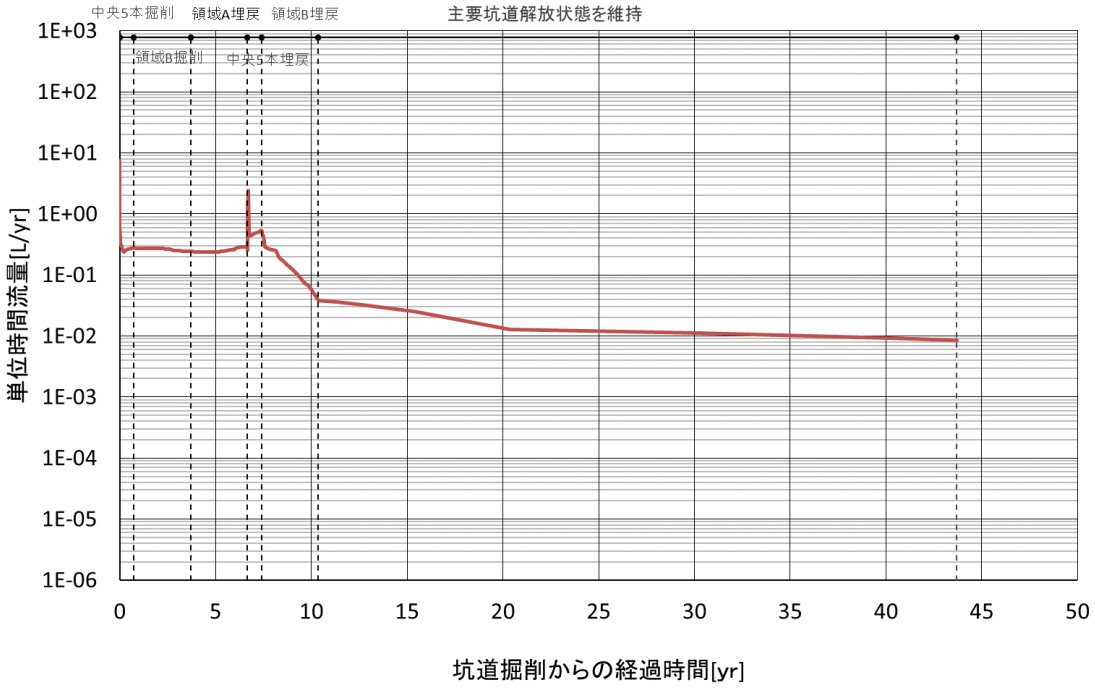


図 65　y=－1.615　長軸方向（側壁）単位時間流量算出結果

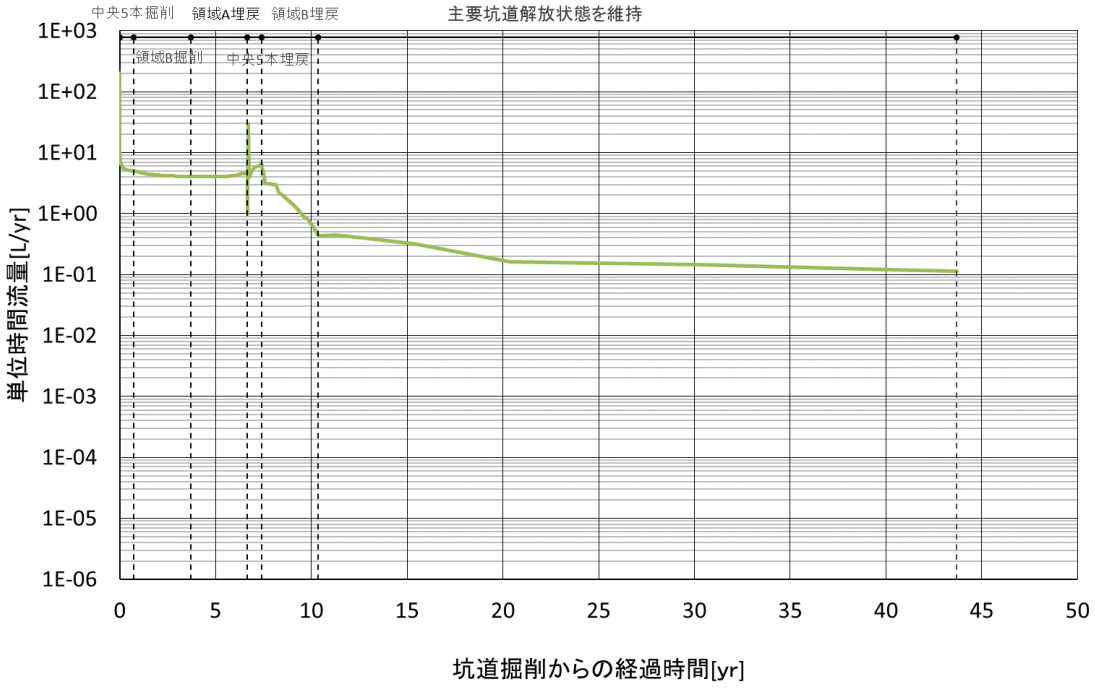


図 66　y=－1.615　長軸方向（底盤）単位時間流量算出結果

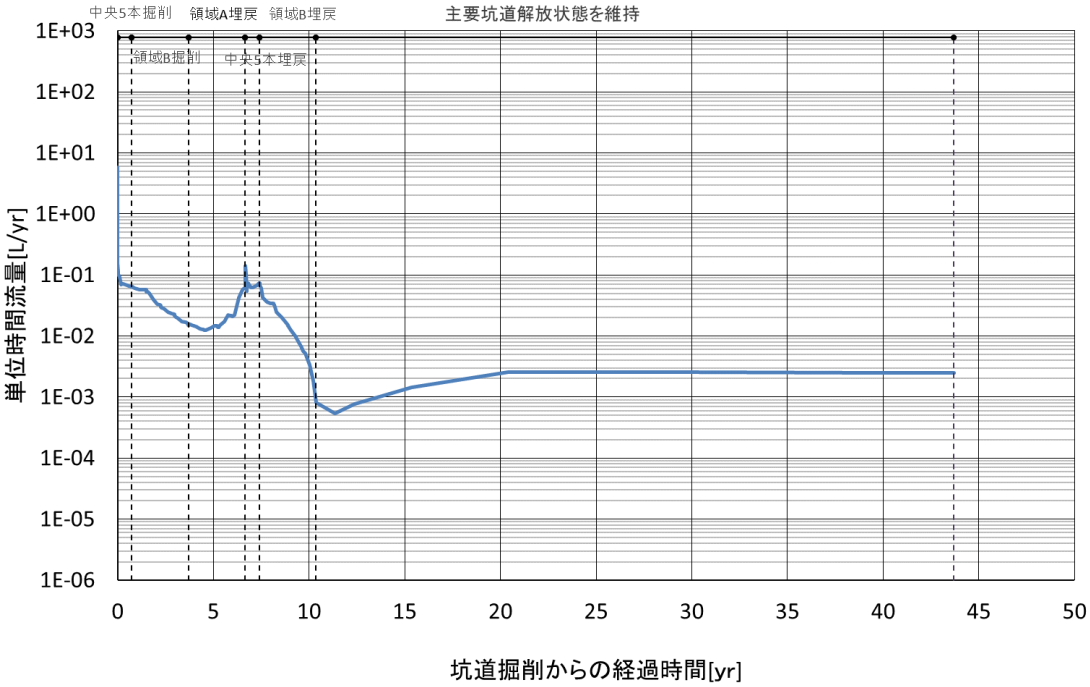


図 67　y=33.905　長軸方向（天端）単位時間流量算出結果

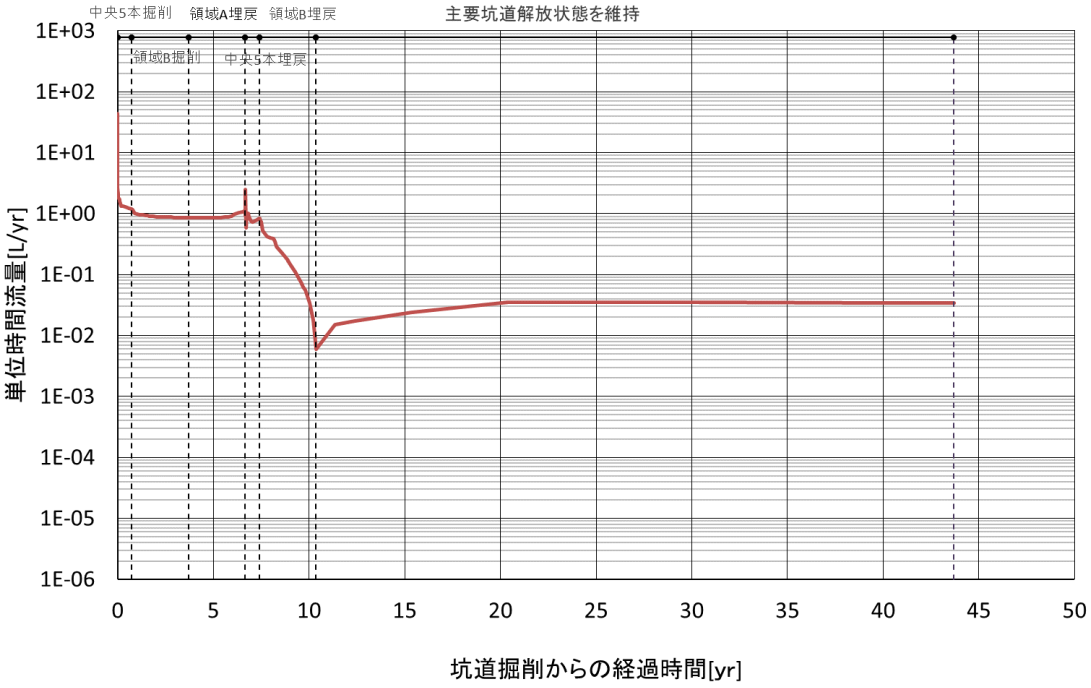


図 68　y=33.905　長軸方向（側壁）単位時間流量算出結果

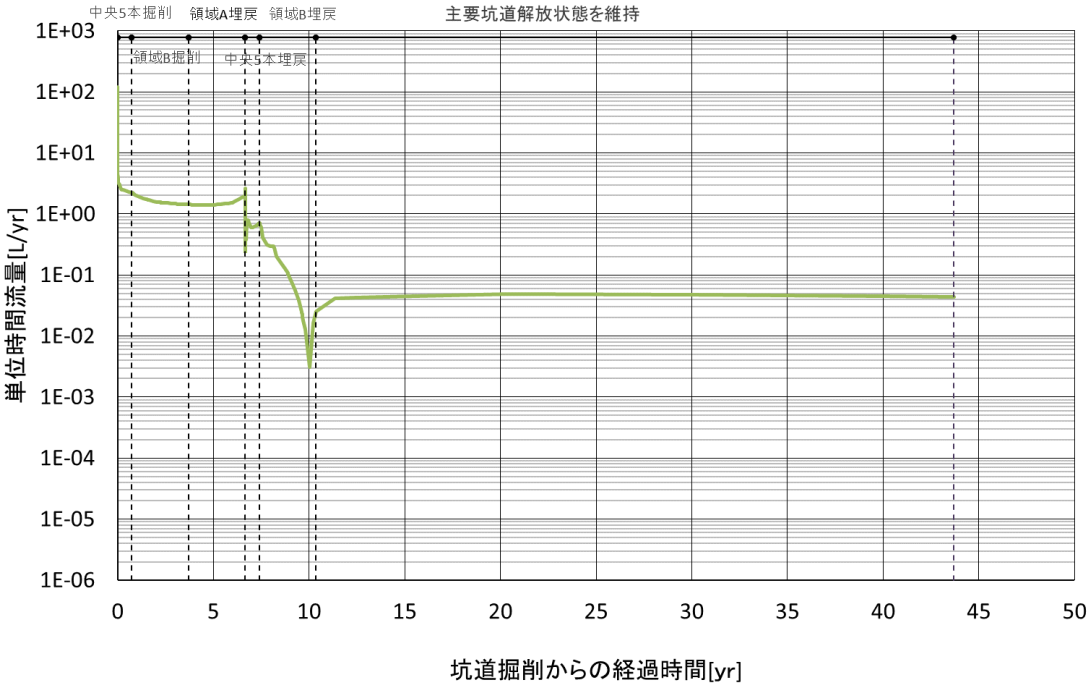


図 69　y=33.905　長軸方向（底盤）単位時間流量算出結果

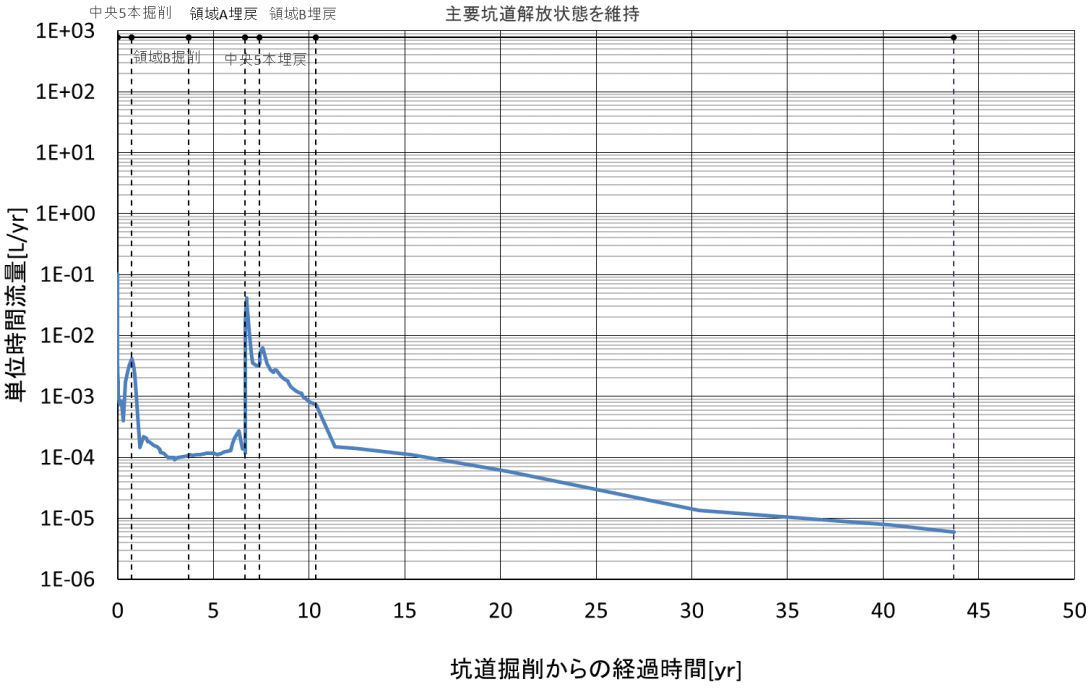


図 70　y=－1.615　法線方向（天端）単位時間流量算出結果

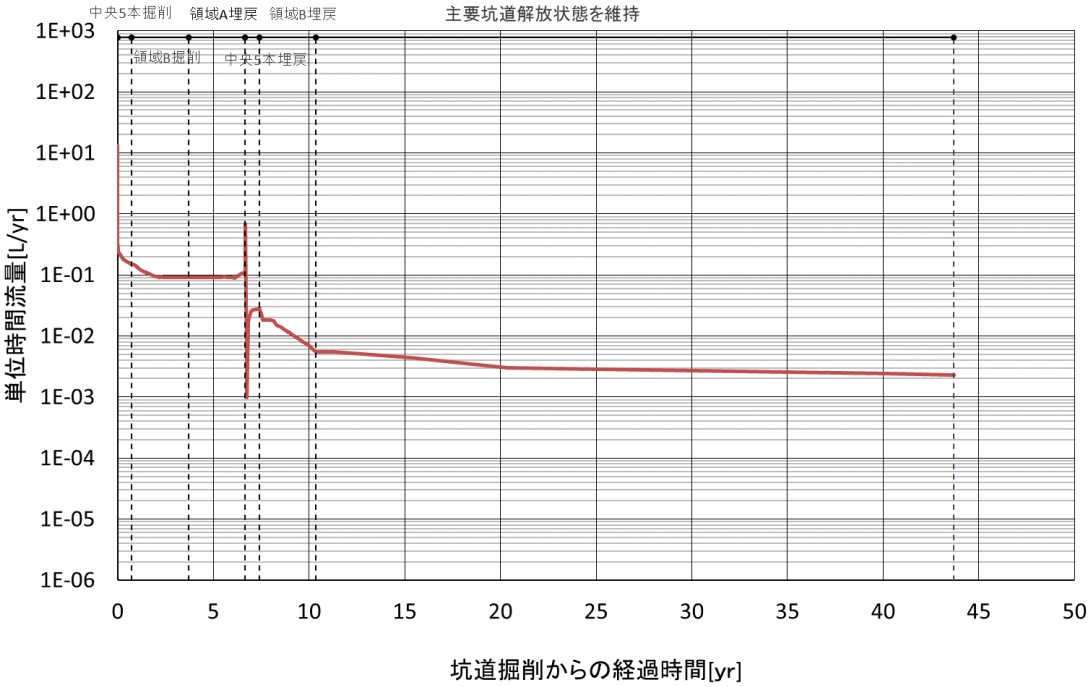


図 71　y=－1.615　法線方向（側壁）単位時間流量算出結果

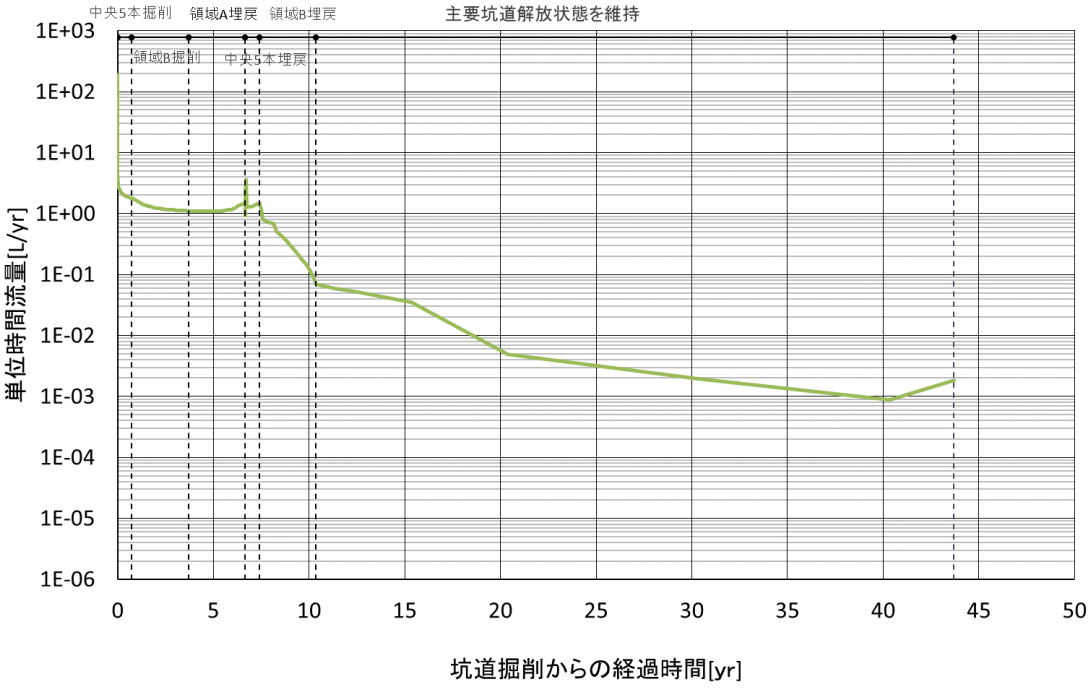


図 72　y=－1.615　法線方向（底盤）単位時間流量算出結果

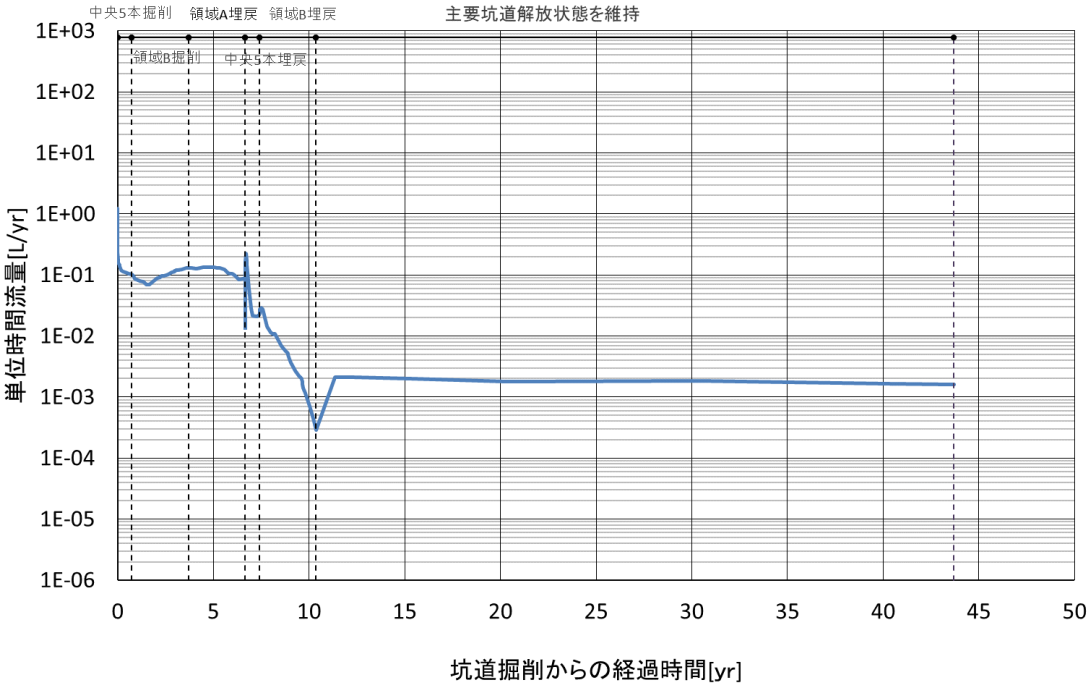


図 73　y=33.905　法線方向（天端）単位時間流量算出結果

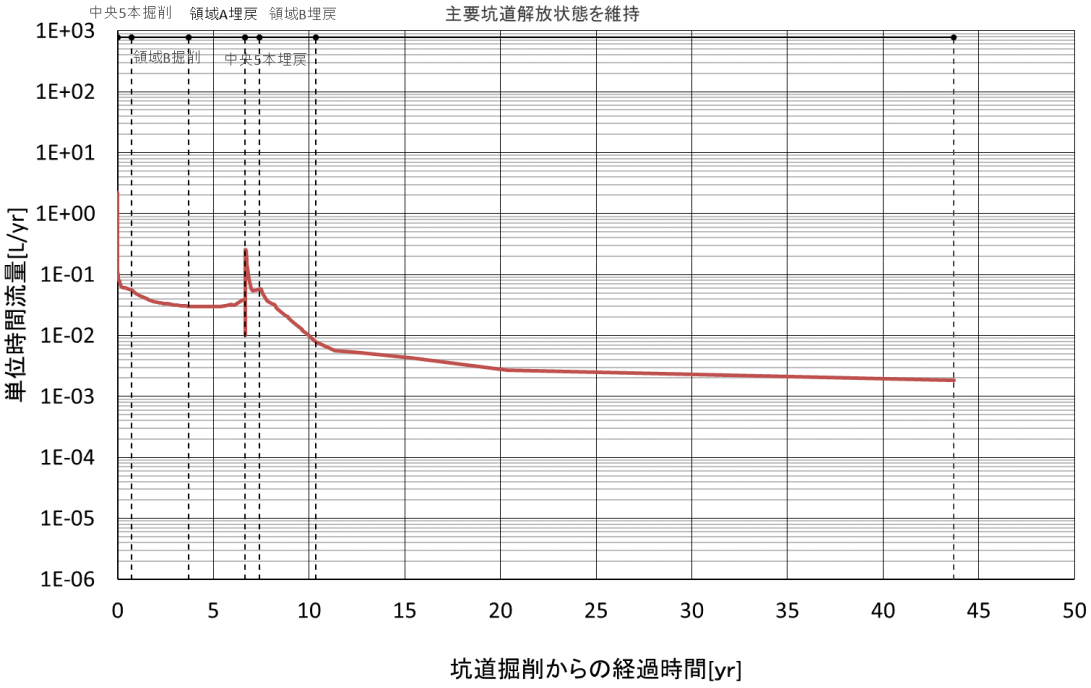


図 74　y=33.905　法線方向（側壁）単位時間流量算出結果

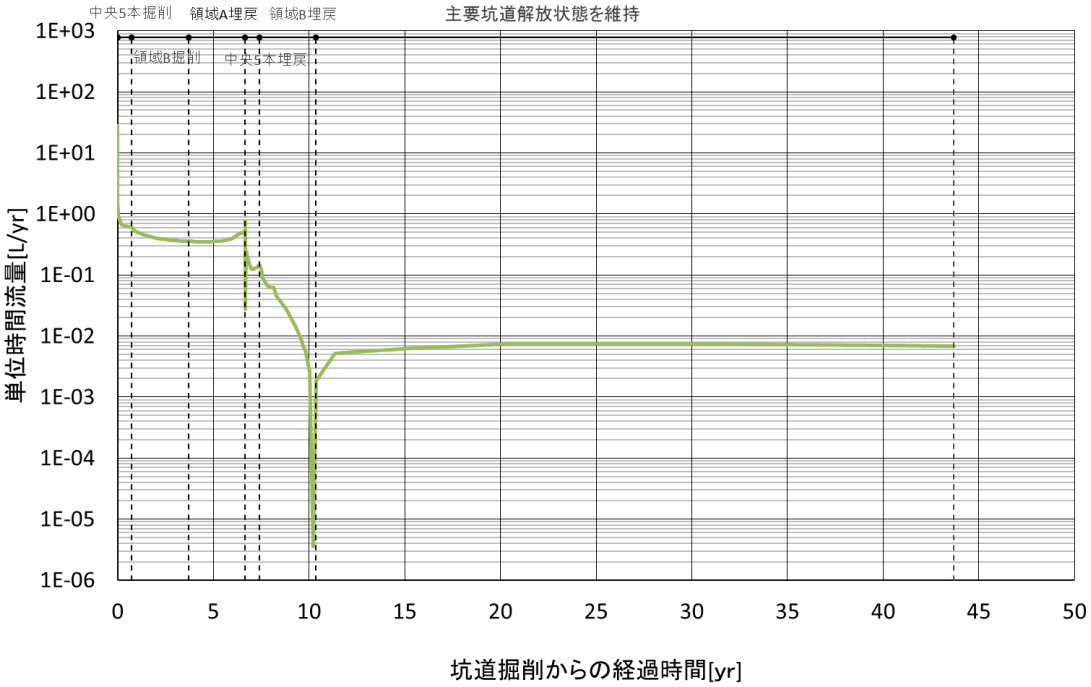


図 75　y=33.905　法線方向（底盤）単位時間流量算出結果

d.　影響項目に対する課題の抽出

「埋戻し工期」の影響により、水理解析結果に以下の様な影響を与えることが分かった。

・近傍の処分坑道の埋戻し作業期間中はすべての処分孔からの湧水量が増加した。

上記から「埋戻し工期」の影響について、水理解析を実施する際は以下を課題として考慮・検証する必要がある。

・現在のモデルでは坑道を瞬時に埋めるようなモデルとしているため、施工時間による解析への影響を検証が必要である。

(3) セメント溶出現象等に関する知見

1) セメント溶出現象等に関する知見

セメント系材料は、高レベル放射性廃棄物処分では処分坑道の支保工、アクセス坑道ならびに斜坑などの支保工およびインバートなどの構造材として、また、TRU 廃棄物の地層処分ではそれらに加えて、処分坑道のインバート、構造駆体、ならびに容器内外の充填材としての使用が考えられている。

セメント系材料は、地下水との反応により変質することが知られており、主な変質としては水和鉱物の溶脱、膨張性の二次鉱物の生成および溶脱成分による他のバリア材料の二次的な変質が想定される。また、それらの影響として、機械的特性や物質移行特性の変化、ひび割れの発生、ならびに機械的特性の低下が考えられる。そのため、短期的には処分場操業中における空洞安定性への影響、長期的には処分場閉鎖後における人工バリア機能への影響が生じる可能性がある。

セメント系材料の海水系地下水環境での変質および劣化現象については、海洋構造物や海岸付近の鉄筋コンクリート構造物の寿命評価などの観点での塩化物イオンの浸透に関する産業界での検討例など、既に知見の蓄積がある。また、地層処分施設の建設および操業期間中の健全性、ならびに人工バリアの長期的な安定性の観点から、化学的な変質についてはこれまでにも国の基盤研究などで検討が進められている。これらの検討から、降水系地下水と比較して Mg^{2+}、Cl^{-}、SO_4^{2-} の影響によるセメント鉱物の変質や析出物の生成を考慮する必要があること、混合セメントの方が普通セメントより変質が少ない傾向にあることなどが確認された（原環センター, 2006 ; 2007 ; 2009）。しかしながら、それらは沿岸部での現実的な地下水組成を想定したものではなく、多くは人工海水や海水濃度での模擬地下水を用いた検討である。

2) バルク試験体を用いた力学特性の変化に関するデータの取得

これまでに、各種セメント系材料の水和物粉末およびブロック状の硬化体（以下、「バルク試験体」という。）について、降水系地下水および海水系地下水を模擬した浸漬試験を実施し、水和物粉末ではセメント系材料全体が一様に変質するのに対し、バルク試験体では Ca が表層から溶出するのに加え、人工海水に浸漬した混合セメントのバルク試験体では明確な変質が認められない事を確認した（原環センター, 2007 ; 2010 ; 2011）。このことは、各種セメント系材料の水和物粉末試料の試験結果に基づいた溶解平衡モデルを用いた化学解析の結果が、塩水環境下での変質の影響範囲を過大に評価している可能性があることを示唆している。そのため、現実的な変質過程での機械的特性の把握には、バルク試験体を用いて試験を実施する必要がある。

これらのデータ取得では、沿岸部で想定される条件でのセメント系材料のバルク試験体の変質状態と強度変化との関係を把握するため、塩水によるセメント変質が処分場操業期間の強度（短期的強度）に及ぼす影響を検討する。平成 28 年度は、人工海水に 10 年程度浸漬したバルク試験体（セメントペースト、以下、「長期浸漬バルク試験体」という。）の変質状態の確認により、短期的強度への影響の推定および操業期間の空洞安定性へのセメント変質の影響を検討し、以下の知見を得た（産総研ほか, 2017）。

- 塩水の影響によるセメント中のCaなどの溶出により操業期間中にセメント系材料の強度が低下する可能性がある。
- セメント系材料の変質と強度との関係の検討を進めるためには、バルク状のセメント系材料からの成分溶出と短期的強度低下の関係の定量的な把握が必要である。

平成 29 年度～30 年度は、上記知見を受けて平成 28 年度に開始した沿岸海底下の条件での強度変化確認のための浸漬試験試料の分析を実施した。沿岸海底下条件での強度変化確認のための浸漬試験の試験体（以下、浸漬試験体）の条件を表 10 に、浸漬試験条件を表 11 に示す。また、

浸漬試験体の浸漬方法を図 76 に示す。

表 10　浸漬試験体の条件

試料名	セメント種類	水結合材比	養生条件
OPC-45	普通ポルトランドセメント	45%	50℃ （水中） 91 日間 (練り混ぜは 30℃)
OPC-60	普通ポルトランドセメント	60%	
FAC30	普通ポルトランドセメント/フライアッシュ＝ 7/3	60%	
BFSC70	普通ポルトランドセメント/高炉スラグ＝3/7	60%	

表 11　浸漬試験条件

項目	内容
浸漬液相	希釈人工海水： 1 倍（人工海水）、1/10 倍（1/10 人工海水）、1/100 倍（1/100 人工海水）
浸漬液量	500 ml/1 試料あたり、月 1 回液交換
試験期間	常時スターラー攪拌条件で 4 ヶ月間、14 か月間
雰囲気	浸漬試験中は密封し外気を遮断

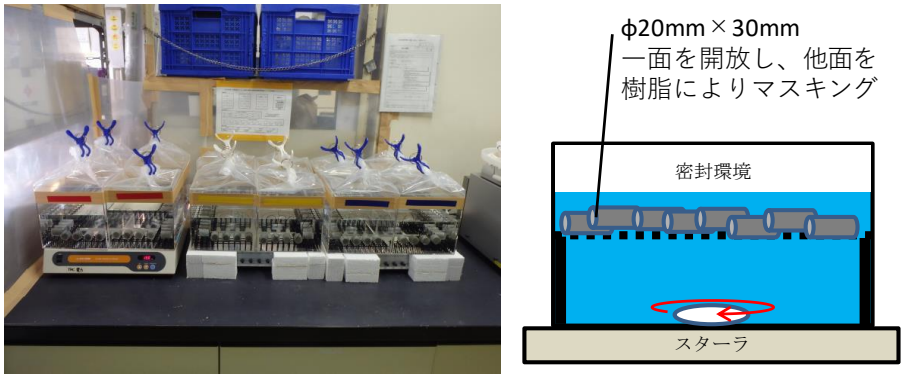


図 76　浸漬試験体の浸漬方法

3） 結果概要

・濃度が異なる海水系地下水を模擬した溶液がバルク試験体に及ぼす影響が確認された。
・人工海水に浸漬した試料と1/10及び1/100人工海水に浸漬した試料とでは成分の溶脱、浸透の傾向が異なった。また、普通セメントと混合セメントでも成分の溶脱、浸透の傾向が異なった。
・OPC、混合セメント共に接液面近傍の内部ではCaが減少する傾向にあった。XRDの測定からPortlandite（$Ca(OH)_2$）の溶脱が起きている事が確認された。Ca溶脱範囲はOPCの方が奥に広がっていた。また、同領域ではSO_4^{2-}が浸透していた。
・OPCおよび混合セメントの人工海水浸漬試料（外観変化無し）では4M→14MでCa溶脱範囲に変化が無かった。一方、OPCおよび混合セメントの1/100人工海水浸漬試料（外観変化無し）では4M→14MでCa溶脱範囲が奥に拡大していた。
・ClはCaの溶脱領域以深に浸透していた。Clの浸透領域はOPCの方が奥に広がっていた。
・OPC、混合セメント共に、海水成分濃度が高い試料ではCl浸透が止まりつつあり、海水成分濃度が低い試料ではでは引き続き浸透している傾向にあった。
・OPCは既に最深部までClが到達しているため明確ではないが、塩水濃度が濃い程Cl浸透量が多い傾向であった。混合セメント中のCl浸透量は、多い方から、1/10人工海水→1/100人工海水→人工海水の順であり、Cl浸透範囲は4M→14Mで奥に拡大していた。
・外観変化があった試料（OPCのみ）では、成分の溶脱、浸透の範囲が大きい傾向になった。人工海水浸漬試料では、4Mの方が14MよりもCa溶脱部が大きかった。
・Ca溶脱領域ではSO_4^{2-}、Cl^-が浸透することで既存のアルミネート鉱物であるMonosulfate（$3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot CaSO_4 \cdot 12H_2O$）やMonocarbonate（$3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot CaCO_3 \cdot 11H_2O$）がEttringite（$3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 32H_2O$）やFriedel’s salt（フリーデル氏塩、$3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot CaCl_2 \cdot 10H_2O$）に変化する傾向にあった。この傾向は4M→14Mで変化が無く、生成した鉱物の消失や、これまでに認められない鉱物の新たな生成は認められなかった。
・接液面からみてセメント相外部または接液面極近傍のセメント相内部での変質については、浸漬液の海水成分の濃度に応じてCa部かMg部、またはその両方が確認された。これらは海水成分の浸透を抑制している可能性が考えられる。
・OPCでは外部にCa部（Calcite（$CaCO_3$）と推定、人工海水浸漬試料にのみ生成）およ

び外部（外観変化有りの試料ではドームの液相側の外部）にMg部（Brucite（$Mg(OH)_2$と推定）を確認した。

・混合セメント（いずれも外観変化無し）では人工海水浸漬試料の外部にCa部（Calciteと推定）、接液面極近傍の内部のCa減少部にMg部（M-S-H（$xMgO \cdot ySiO_2 \cdot nH_2O$）と推定）を確認した。1/10人工海水に浸漬した試料ではMg部（Brucite（$Mg(OH)_2$と推定）が生成し、時間の経過と共に奥にMgが浸透していた。1/100人工海水に浸漬した試料ではいずれも確認できなかった（4Mのみ）。

・Calcite（推定）はOPCの方が混合セメントより生成量が多かった。浸漬液として使用した人工海水中のCa濃度が低い事から、セメントからCa成分が溶脱して沈殿したものであると考えられる。

・Ca溶脱部の空隙については、OPCではCl浸透部と比較して増加していたが、混合セメントではCl浸透部および健全部と比較して増加は認められなかった。

・ビッカース硬度は、Ca溶脱が進行している部位での低下傾向が認められた。

・深層部のビッカース硬度は浸漬試験の開始前と同等であり、Clの浸透の有無と含有量の多少および浸漬後の鉱物相の変化とビッカース硬度に関連は無かった。

・OPCではCa溶脱部でEttringite等も生成しているが、Cl浸透部でも生成していてもブランク（健全試料）と硬度が変化していないことから、Ca溶脱部での硬度低下はCa溶脱による空隙の増加による物と推定される。

・一方、混合セメントでは、Ca溶脱部にMg化合物が生成して空隙の増加が認められないにもかかわらず、硬度の低下が認められた。

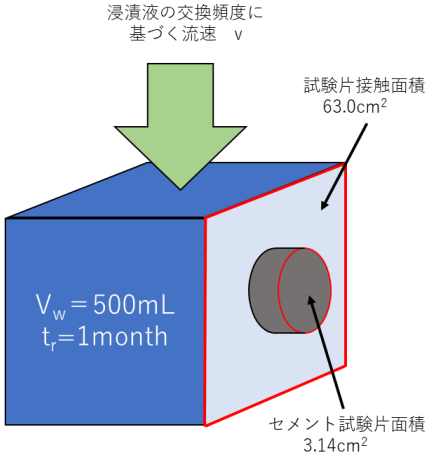
(4) セメント溶出現象に対する水理解析による流速・湧水量

前記までのセメントの溶脱に与える地下水の流速・湧水量について、水理解析の結果から得られた知見を以下に示す。

支保工裏面側の Ca 溶脱深さについての地下水流動解析と塩水浸漬試験を比較し、支保工裏面近傍の流速と、塩水浸漬試験における設定条件に対する考察を行った。

表 12 に塩水浸漬試験と支保工に対する地下水流動解析の条件を比較した結果を示す。

表 12　円錐浸漬試験と地下水流動解析結果における流速の比較

	塩水浸漬試験	比較	支保工裏面側 地下水流動（解析モデル）
接触面近傍の実際の流速	容器内をスターラーで攪拌しているので、小さく見積もっても、10^{-3}m/s 程度であると想定される。	≫	せん断方向のダルシー流速は、流速の速い箇所で、 3.1×10^{-6}m/s（底盤）、6.8×10^{-7}m/s（側壁）である。
浸漬液の交換頻度に基づく流速	交換する水の流量が 500mL/月であるので、下図のような実験系と考えた場合、 交換流量 Vw を 1/3 乗することで直方体の 1 辺長さ（=試験片 A と接する面の移動距離）を算出する。 算出した試験片 A と接する面の移動距離を交換期間 tr で割ることで流速とした。 $v = \frac{\frac{V_w}{t_r}}{V_w^{2/3}} = \frac{V_w^{1/3}}{t_r} = \frac{\sqrt[3]{500}\ \mathrm{cm}}{1\ \mathrm{month}}$ $= 3.0\times10^{-8}\mathrm{m/s}$  	＜	同上なので、流速の速い箇所で、 3.1×10^{-6}m/s（底盤）、 6.8×10^{-7}m/s（側壁）である。 （なお、平均的にはそれぞれ上記の 1/10，1/5 程度である。）

上記より塩水浸漬試験における交換頻度に基づく流速と塩水浸漬実験における交換頻度に基づく流速と比較すると、解析モデルの支保工裏面側の流速は、流速の速い箇所ではより大きく、より新鮮な地下水と接触しうる場であると言える。

支保工裏面側は閉鎖系でなく、上流側の支保工と接触した水がやってくるわけであるが、支保工からの拡散速度が小さいことを考慮すると、浸漬実験よりも地下水は新鮮であると考えられるものの、流速がn倍になっても、変質・溶脱深さが n倍になるわけではない。また、支保工裏面表層においては、溶解した鉱物がせん断方向の流れにより運び去られるというメカニズムも働くと予想される。この効果は、浸漬実験の方がはるかに大きいと考えられる。

両者のバランスがどうなるかは、予想しがたい。今回の検討では、浸漬液の交換頻度に基づく流速との比較から、浸漬実験と同程度の変質・溶脱は見込まれる、という結論になるあると考えられる。

支保工のセメントの変質深さは、支保工内の物質移行が拡散律速であれば、 $(D_e t)^{-2}$ に比例すると考えられる。

今後の課題として、支保工内の物質移行が拡散律速であれば、$(D_e t)^{-2}$ に比例すること確認する必要がある。例えば、塩化物イオンの侵入状況は本件に対して良く合致することが期待される。一方、Ca の溶脱深さは、セメント鉱物の溶解反応にも律速されるため、$(D_e t)^{-2}$ よりも小さいと考えられる。

今後の課題として、塩水浸漬試験については以下の様な浸漬液の交換頻度大幅に増加（例えば 1 桁増加）やフロースルー試験のように人工地下水を流し続けるような試験により溶脱影響を確認する必要があると考えられる。

地下水解析においては、2 次元や 3 次元での 2D, 3D での坑道を模擬した地球化学的反応及び物質移行連成解析を実施、もしくは間隙率によって、透水係数が変化する機構をモデル化する必要があると考えられる。

Appendix XVI

委員会議事録など

平成 30 年度
高レベル放射性廃棄物等の地層処分技術に関する調査等事業
沿岸部処分システム高度化開発
第 1 回 委員会

日 時:2018 年 10 月 5 日(金)13:15～

場 所:一般財団法人 電力中央研究所 研修会館 1階 集会室 A
千葉県我孫子市我孫子 1646

議事:

1. 委員紹介(メンバー変更と委員長選出)
2. 平成 30 年度 研究計画(説明)
   ・地質環境
   ・工学技術
   ・安全評価
3. 施設見学
   ・地下水年代測定装置
   ・マイクロ X 線 CT
4. 質疑応答ならびに年度計画へのコメント

資料:

1. 成 30 年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分技術に関する調査等事業
   沿岸部処分システム高度化開発 第 1 回委員会説明資料

以上

第 1 回 委員会 出席者一覧

委員長　大西有三（京都大学名誉教授）
委員　　佐藤　努（北海道大学教授）
委員　　佐藤治夫(岡山大学准教授)
委員　　竹内真司（日本大学教授）
委員　　吉田英一（名古屋大学教授）

アドバイザー　内田慈夫（QST）
アドバイザー　太田久仁雄（NUMO　代理：國丸貴紀）
アドバイザー　窪田　茂（NUMO　代理：北川義人）
アドバイザー　藤崎　淳（NUMO　代理：澁谷早苗）

オブザーバー　石橋正祐紀（METI）

実施者
AIST　　丸井敦尚、町田功、井川怜欧、小野昌彦、松本親樹、樽沢春菜、木方建造

JAEA　　仙波毅、石丸恒存、三ツ井誠一郎、牧野仁史、佐藤稔紀、柴田雅博　他

RWMC　江守稔、林大介、今井政孝、井田雅也、持田泰孝、蓮井昭則、小林正人、川久保政洋

CRIEPI　宮川公雄、幡谷竜太、大山隆弘、長谷川琢磨、濵田崇臣、富岡祐一、太田朋子、
　　清水洋平、濱田藍、楠原文武、岡本駿一

事務局
日本地下水学会　友澤孝、細川裕美子

以上

第１回 委員会 議事録

１．実施代表者ならびに資エ庁挨拶
省略

２．委員紹介
省略

３．委員長選出
大西委員が前年度までに引き続き委員長に選出された

４．事業説明
各分野担当者より説明がなされた、詳細は省略

５．現地見学
電力中央研究所内において、地下水年代測定装置ならびにマイクロ X 線 CT 装置を中心に研究設備を見学した

６．審議（質疑応答）
１）地質環境
・4 年間を見据えたまとめ方に関する質問があり、今後年度末に向けて委員会のアドバイスも参考にしながら方針を決定すると回答した。
・科学的特性マップには、海域の情報が抜けており、これも含めて沿岸部地下水の情報をイメージできるようにしてほしい（情報提供してほしい）。
・全国沿岸部の 57 試料で沿岸部深層地下水が評価できるのか、また化石海水や化石水（淡水）と流動している地下水（淡水・塩水）との違いをどこで判別するかという議論があり、統計学的な手法（SD の算出法やポアソン分布に基づく確からしさの検定法）を説明し、さらに ^{14}C と ^{36}Clを使った化石水の判定方法についても説明した。
・幌延町浜里地区における現地調査についての技術的な質問があり、現地の観測や分析・解析方法などを説明した。
・氷期の降水がいまだに滞留していることの判断基準や論拠について問われ、これを解説した。
・海底湧出地下水調査などに関するデータの品質管理に対する説明を求められた。
・地質の区分（新第3紀と先第3紀、あるいは付加コンプレックス）への適応についての概念が問われ、地質学的な判断を含めて回答した。
・システマティック区分の手法や結果について、（さらなる継続は必要不可欠であるが）高く評価できると発言があった。

2）工学技術

・人工バリア材料の劣化や変質に関する実験では、実際の沿岸部海底下を想定しているのか問われ、実際の環境を念頭に置いた実験条件を説明した。

・塩分以外の溶存物質に関する、劣化等への影響評価の概念や実験の方法などについての技術的な議論が交わされた。

・短期評価と長期評価の仕分けの方法や実際の実験方法についての質疑があった。

・サイト特有（沿岸部ならでは）の調査手法や現場調査方法などは確立できたのか問われ、今後わかり易く説明すべきとの指摘があった。

・緩衝材やグラウト材についても塩分や水質に応じたまとめ方（表現方法）を再考するよう求められた。

3）安全評価

・地質環境分野や工学技術分野との情報交換や議論の方法について尋ねられた。とりわけ、地質環境の作るコンセプチュアルモデルの評価や工学設計の評価方法などを、早急に決めるように指摘された。

・イオン強度や地下水中に溶存している物質についての特性や影響について取りまとめなどを実施するよう求められた。

・情報発信や NUMO との連携、情報共有の方法について先々検討するよう指摘された。

以上

平成 30 年度
高レベル放射性廃棄物等の地層処分技術に関する調査等事業
沿岸部処分システム高度化開発
第 2 回委員会　次第

日　時:2019 年 2 月 3 日　14:00～
場　所:東京都港区港南 2-15-2　品川インターシティ

2 月 3 日
　主催者挨拶
　出席者挨拶・紹介
　事業説明・質疑応答
　　地質環境

2 月 4 日
　事業説明・質疑応答
　　工学技術
　　安全評価
　閉会の辞

配布資料
資料 2-1　　次第・委員名簿
資料 2-2-1　地質環境(地質)
資料 2-2-2　地質環境(地下水)
資料 2-2-3　データベース
資料 2-3　　工学技術
資料 2-4　　安全評価

以上

第2回 委員会 出席者一覧

委員長 大西有三(京都大学名誉教授)
委員 佐藤 努(北海道大学教授)
委員 佐藤治夫(岡山大学准教授)
委員 竹内真司(日本大学教授)
委員 吉田英一(名古屋大学教授)

アドバイザー 内田慈夫(QST)
アドバイザー 太田久仁雄(NUMO 代理:國丸貴紀)
アドバイザー 窪田 茂(NUMO 代理:北川義人)
アドバイザー 藤崎 淳(NUMO 代理:石田圭輔)

オブザーバー 石橋正祐紀(METI)

実施者
AIST 町田功、井川怜欧、小野昌彦、松本親樹、樽沢春菜、木方建造

JAEA 仙波毅、石丸恒存、三ツ井誠一郎、牧野仁史、佐藤稔紀 他

RWMC 江守稔、石井智子、林大介、今井政孝、井田雅也、持田泰孝、蓮井昭則、
小林正人(2/4 のみ)、川久保政洋

CRIEPI 宮川公雄、幡谷竜太、長谷川琢磨、富岡祐一、

事務局
日本地下水学会 友澤孝、細川裕美子

以上

第2回 委員会 議事録

1. 実施代表者ならびに資エ庁挨拶

省略

2. 出席者挨拶・紹介

省略

3. 事業説明

各分野担当者より説明がなされた、詳細は省略

4. 審議(質疑応答)

1)地質環境

1-1)地質

・弾性波探査の再解析手法の開発と地質(火成活動)の解釈についての議論があり、新たな手法や見解を共有できた。

・地形面(陸域の段丘面や海域の陸棚谷)の連続性の解析により、隆起・侵食などを考慮して将来的な変化をどこまで推定できるかの議論があった。

・当該事業の取りまとめ方法と関連事業のデマケについての質疑があり、手法を総合的に整理することの必要性などを説明した。

・取りまとめの中での不確実性の取り扱いについて問われ、不確実性のマネージメントの概念について説明した。

・現在の状態で揃えられている技術について、適応範囲を含めて整理することや相互に作用(補完)することなどを取りまとめるように指摘があった。

1-2)地下水

・現在の降水と過去の降水の存在を例に、地下水が層をなしている構造やその検出方法(年代測定技術)に関する(手法や精度についての)議論がなされた。

・日本列島沿岸部の地下水の性情やシステマティック区分についての議論があり、全体を概観できることの意義が共有できた。また、データの取得方法や精度、サンプル数に関する質疑もあり、今後の課題も共有できた。

・地下水の特性(水質など)と地質との関連について質疑があり、地質や環境から地下水を解釈できないかとのコメントもあった。地下水の特性については概要を捉えることも重要と認識された。

1-3）データベース

・データの大きさ、内容、開示の方法などについて具体的な質問があり、回答した。データベースの有用性は高く認識された。

2）工学技術

・緩衝材に関するデータベースの構築について、データの収集範囲や精度・品質の検討がなされているかとの質問があり、海外の事例も含めて現状を説明した。セーフティーケースの構築のための基礎データとなることの課題なども議論された。

・地下水の特性（塩分濃度など）を考慮した中長期的な変遷に係る議論があり、現状の課題を明確にすることができた。

・当該プロジェクトにおける他分野（特に地質環境）との連携（データの受け渡しや議論）、ならびに他のプロジェクトとの連携に関する質問があり、現在の検討状況を伝えた。

・緩衝材やセメント系材料に関する室内実験の条件設定や方法に関する技術的な質問と確認があり、回答した。

・海外での研究との比較や連携についての質問、研究成果の発信方法に関するコメント、今後の課題とセーフティーケースへの貢献、NUMO が利用できる技術の開発など多岐にわたる議論がなされた。

3）安全評価

・報告書のまとめ方と他分野との連携について問われ、方針を説明した。

・場の想定と評価手法の構築は表裏一体なところがあるので、成果の取りまとめは困難かもしれないが、NUMO へ成果を引き渡すことを念頭に取りまとめてほしい。

・分野間の連携をどう確保できたかや、今回のプロジェクトで何が高度化されたかなどを報告書に明確に記してほしいとコメントされた。

以上

平成 30 年度
高レベル放射性廃棄物等の地層処分技術に関する調査等事業
沿岸部処分システム高度化開発
第3回委員会　次第

日　時:2019 年 2 月 4 日　13:00～

場　所:東京都港区港南 2-15-2　品川インターシティ

主催者挨拶

審議

　事業目標の設定、手法、成果について

　残された課題について

評価書記入方法ならびに提出方法の説明

委員長総評

配布資料

資料　評価票

以上

第3回 委員会 出席者一覧

委員長 大西有三(京都大学名誉教授)
委員 佐藤 努(北海道大学教授)
委員 佐藤治夫(岡山大学准教授)
委員 竹内真司(日本大学教授)
委員 吉田英一(名古屋大学教授)

アドバイザー 太田久仁雄(NUMO 代理:國丸貴紀)
アドバイザー 窪田 茂(NUMO 代理:北川義人)
アドバイザー 藤崎 淳(NUMO 代理:澁谷早苗)

オブザーバー 石橋正祐紀(METI)

実施者
AIST 町田功、井川怜欧、小野昌彦、松本親樹、樽沢春菜、木方建造

JAEA 仙波毅、石丸恒存、三ツ井誠一郎、牧野仁史、佐藤稔紀 他

RWMC 江守稔、石井智子、林大介、今井政孝、井田雅也、持田泰孝、蓮井昭則、
小林正人、川久保政洋

CRIEPI 幡谷竜太、長谷川琢磨

事務局
日本地下水学会 友澤孝、細川裕美子

以上

第3回 委員会 議事録

1. 実施代表者挨拶

省略

2. 審議

・まず、実施者を代表して JAEA 仙波、CRIEPI 幡谷より、分野連携と機関連携について、理想的な形を共有しながら研究を進めてきたが、まだスタートを切っただけであり、これから分野間連携を加速させる必要がある旨の説明があった。

・委員からは、個別研究課題に細分化して研究に着手することで、個別要素研究に走りすぎて、連携のことを忘れがちになる傾向が懸念された。また、沿岸底(の理解)についてのアピールが足りていないとの意見もあった。

・NUMO の包括的技術報告書を書き上げるときにも分野連携が大きな問題であり、今後これをどう克服するかが大きな課題であることも共有できた。

・他のプロジェクトや学会との連携などについての可能性を探るよう示唆された。

・着実な成果が求められるプロジェクトではあるが、プロジェクトのマネージメントなどでは(時には)精力的に方向性を決めることも必要ではないかという意見も出された。

・研究事業としての仮想的な場を選定し、一気通貫で研究を行えば、連携もより明確にできたはずだが、社会の情勢や契約などが制約条件となって、期待に十分応えられなかった部分があることが共有された。

・大西委員長がかつて主査を務めた沿岸域研究会報告書の課題に関しては、当該研究事業において着手され、着実な成果を上げており、この点は評価された。

3. 評価票の作成(説明)

省略

4. 閉会挨拶

省略

以上

平成 30 年度 沿岸部処分システム高度化開発 委員会 総括

委員長　大西 有三

平成 30 年度 沿岸部処分システム高度化開発 委員会は発足以来 4 年目を迎え、最終年度となった。今年度も 3 回開催され、第 1 回、第 2 回の各委員会での研究開発状況の報告と質疑応答が行われ、活発な議論が交わされた。第 3 回委員会では、最終年度に当たることから 4 年間の総括も議論の対象となり、報告書の基となる内容が示され、今後の方針についても意見交換が行われた。

平成 30 年度の委員会を終えての総括は以下の通り。

・沿岸部における地質環境の調査技術・工学技術・安全評価技術に関する各事項について、4 機関が協力して研究開発が実施された。機関同士の協力体制は、定期的な会合を行うことにより、また沿岸部処分システム全体の中での研究の位置付けも検討の対象とし、若手の研究者も議論の輪の中に入れることでよりスムーズに活動できる形になったということで、それは報告を聞いていても実感できた。今後の事業の一つのひな形になって欲しい。

・超長期的に海面変動すると考えられている海底下にある沿岸部処分システム設置場所の複雑な自然現象の把握が必要とされるため、今年度は宮崎県日向市近辺を例にとり、具体的に隆起・浸食等に関する検討が行われ、段丘礫風化性状分析など新しい手法も導入、分かり易い研究成果報告から研究内容の進展が見られた。沿岸部における火成活動については、北海道利尻島周辺の震源調査、地震波トモグラフィなどを通して火成活動評価手法の進展を提示している。

・地下水の長期安定性に関する検討では、提案されたシステマティック区分の高度化を図り、地形・地質との関係を検討していることは、興味深い。さらに、同位体を使ったいくつかの試験の結果を基に、深部地下水年代区分を提案、データベース構築に向けた取組を行っており、成果に期待する。

・工学技術分野では、引き続いて沿岸海底下で起きる塩水影響、海水と淡水の混合域の影響などについて実験と解析が行われてきた。既に多くの知見が得られているが、長期的な環境変化に対応した処分システムの中での工学技術の位置付けを含めて、さらなる“高度化”に取り組んでいただきたい。緩衝材の不飽和状態の把握、成立性に関しての酸化・還元状態の変化への対応など、いくつかの課題が顕在化してきている。今後への課題として十分な記述と伝達をしておくのがいいと思われる。

・安全評価技術は、コロイド・有機物・微生物などが沿岸海底という環境でどのような影響を及ぼすかについての知見を得ながら、対応を急いで検討している段階である。前年度も指摘されたが、この研究項目は JAEA 単独の担当であるが、他機関との意見交換がどのように行われているかについての言及はなかった。分野間連携の中でどのように位置付けるかも今後の課題となる。

・今年度が事業の最終年度であるが、当初の計画を再度点検し、何がどこまで出来たかを提示すると共に、何がどこまで出来なかったかも総括していただきたい。毎年指摘されているが、研究期

間と研究内容に不整合が生じ、時間が無いで大きな混乱を生じている。まとめにおいては、もっと長期的にゆっくり腰を据えて取り組むべきことは指摘した方がいい。今後の課題として残るものの区分は、いままでの知見を元に明示しておくことが必要であろう。毎年のことであるが、地質環境の調査技術、工学技術、安全評価、それぞれの項目における課題は、それぞれに成果が得られている。新しい知見を上手く取り込んで、今年度最終年度の取りまとめを行っていただきたい。

沿岸部処分システム高度化開発　委員会　4カ年の総括

委員長　　大西 有三

平成 27 年度に始まり今年度平成 30 年度の 4 カ年にわたる 沿岸部処分システム高度化開発委員会活動は、平成 31 年 2 月に最終の委員会を終えた。その委員会（平成 30 年度第 3 回委員会）では、4 年間の活動の総括も議論の対象となり、報告書の基となる内容が示され、今後の方針についても意見交換が行われた。

H27 年度からH30 年度の 4 カ年の委員会を終えての総括は以下の通り。

・本事業の目標は、沿岸部の特性を踏まえ、地質環境の調査・評価技術、工学的対策技術、安全評価技術の 3 つの観点から技術的対応可能性を深掘りし、沿岸部処分システム構築に向けて高度化を図ることとされている。地質環境の調査・評価技術に関しては、海域を含めて沿岸部における段階的な地質環境調査の実現性を探るとしていた。工学対策技術については、人工バリア構成材料の性能は工学的対策をおこなうことの出来るレベルに達していると思われるが、塩水環境下でのデータ蓄積が必要である。また地下施設を沿岸海底下に設置する場合、現有技術は対応可能であるが、海底下という条件設定を厳密化して対応の確度を上げる必要があることが理解されていた。そして、安全評価技術であるが、気候・海水準変動等を考慮した安全評価手法の開発が進められる中、化学場・水理場の影響に配慮した評価手法の高度化が求められることとなり、今回の事業が出発した。

・本事業の目玉の一つは、事業の多方面展開である。4機関が協力して複数機関が同じようなテーマで連携し、お互いの内容を評価し精査しながら研究を深めていく（水平展開：組織間連携）と同時に、各々の機関内で個々の課題が本事業内でどのような位置付けにあるのかを意見交換しながら評価する（垂直展開：分野間連携）という今までにない形での研究の進め方が採用されて、かなりの成果を得たことである。またこうした活動を通して、若手の研究者の参加を促し、人材育成の道が一歩進んだという点は評価できる。

・地質環境の調査・評価、工学技術、安全評価の 3 項目の研究課題は、それぞれに長期的な環境変動に対応した項目を含めた上で、網羅的にかつ具体的に精力的に検討が進められてきた。開始時期から比較すると、精粗はあるが相当の進展が見られたと考えられるので、事業遂行の目標は達成したと考えてよい。

・本事業執行期間の 4 年間において、「沿岸部処分システム開発」の骨格が示されたが、多くの課題も浮き彫りになった。事業の進め方については、複数機関の連携が模索されたが、その連携度には精粗が出ている。また、研究内容については、研究的に相当進んだが、事業化との関連が薄くなってしまった点も見られた。常に時間的に余裕が無いと言われる中、事業を円滑に、かつ目標

設定と達成度を上げるためには、今後はしっかりとしたプロジェクト・マネジメントが出来る司令塔の存在が必要と思われる。

・研究テーマについては、委員会内で多くの意見をいただいたが、超長期の時間の取り扱い、環境変化に伴う酸化・還元状態の評価のやり方（条件設定としてはかなり難しい）、処分事業全体の中の各研究課題が持つ時間軸の取り方と位置付け、情報共有の課題、人材育成への寄与など多くの課題が指摘されている。まとめに当たっては、課題は課題として整理し、事業内容が一過性に終わらず、将来につながることを祈念する。

・研究そのものの進展は言うまでもない。本事業を行うことで、沿岸部処分システムの姿が明確に見えてきたと思う。国が発表した「科学的特性マップ」には、まだ沿岸部は組み込まれていないが、現在までの検討結果を見ると、十分評価には耐えられるレベルの達している。内容を公表し、丁寧な説明をして、本格的な事業展開に向けて準備することが望ましい。

・当初この委員会が発足したときと比べると、4 カ年を経た今、沿岸部を含めた地層処分立地および処分そのものへの熱気が薄れている感がある。関連しそうな自治体や民間の地層処分に関心を持ってきた人たちとの意見交換でも、いつまでも進展がない、具体化への道筋は？といった意見が聞かれるようになって来ている。本事業「沿岸部処分システム高度化開発」が、地層処分立地の活性化につながることを願う次第である。

委員評価

大項目	【肯定的意見】	【問題点・改善すべき点】
1. 事業の目的・政策的位置づけの妥当性	・長年にわたって陸上部での廃棄物処分事業の検討が行われてきており、現在も続いている。そうした中、国により「科学的特性マップ」が示されたが、沿岸部は評価区域として示されていない。しかし、将来の有望な区域として期待されているので、今後に備えて沿岸部の特性データを取得することは極めて重要です。「沿岸部処分システム高度化開発」というテーマは、この沿岸部特性の評価を行うとで重要な位置付けを占めており、国民の関心事であることは誰を待たない。この事業は、新たな区域として沿岸部を取り上げ、様々な視点からの検討がおこなわれたこと、また複数の機関が組織の垣根を越えて共同作業を行ったことの意義は大きい。 ・本事業は、国が施策として進めている高レベルおよびTRU廃棄物の地層処分に関わる事業であり、海に囲まれたわが国特有の課題解決のために必要不可欠な事業であるので、国が積極的に関与すべき内容の事業であると考える。したがって、本事業の社会的意義は大きい。また、他国で進められている研究事業とかべて、本邦の沿岸域は隆起・侵食の取り扱いや海水起源の地下水の影響（高塩分濃度、高イオン強度）の評価など、科学的・技術的にも理解が十分でない内容も含まれている。ただし、やろうとしている内容に、独創性・革新性・先導性等は感じられないが、今まで大きくフォーカスされていなかった沿岸海洋底の地質環境及び工学環境をスピード感をもってやる必要から、独創性・革新性等が感じられなくても創造性が感じられれば十分と考える。 ・2015年5月の「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」の基本方針の改定の中でも示されているように、地層処分事業は、一個関のみで実施するのは難しく、国が前面に立って地域住民とコミュニケーションを取ることが明示され、国の役割・責任も重要となった。 ・特に、沿岸海底下処分については、上述の基本方針に基づいて、国が2017年7月に「科学的特性マップ」を公表したことにより、国民的関心はもとより、沿岸部の住民にとっては現実的なこととして関心が高まっており、社会的意義も大きい。よって、国の関与は相当であり、ニーズにも合致していると判断する。 ・この事業は、地層処分技術のうち、沿岸海底下で処分する場合に特化して、必要な地質環境の調査・評価技術、情報（データベース等）、工学技術、安全評価技術について整理または調査し、従来技術の適用性や適用限界を含めて、新たな技術を開発し、総合的技術として構築することを目指しているが、陸域での処分に対しても、個別の要素技術を始め、高度化した技術として適用可能である点で期待できる。 ・（1）について、本事業は、平成28年に国の主導の下で構成された「沿岸海底下等における地層処分の技術的課題に関する研究会」の論議の結果、同年に公表された、「沿岸海底下等における地層処分の技術的課題に関する研究会のとりまとめ報告書」を踏まえ、同報告書に記載された技術的課題を解決することを目的に、関係研究機関が連携して実施されたものである。したがって、本事業は正に国が関与すべき事業である。地層処分事業の実施は、その検討も含めて、現世代が責任をもって取り組むべき喫緊の課題であり、国民および社会のニーズにマッチしたものである。本事業は技術的観点で取り組まれたものであり、現状、国内に存在する研究機関がそれぞれの強みを生かし、適切な役割分担の下で実施されたと評価できる。 ・（2）について、上述のように、国が組織した委員会報告書における課題を受けて、実施されている事業であり、上位施策との関連は明確である。さらに事業の中では解決が困難な課題にも積極的に取り組まれており、科学技術的な意義は大きい。 ・国の事業として適当と考えます。地層処分における、沿岸部に関する調査技術を、オールジャパンで俯瞰し、技術の過不足を補いつつ進めていくことは、1種機や大学でもできません。以下、項目ごとに述べます。 ・国民や社会のニーズに合っているか。 → 合っているとおもいます。 ・官民の役割分担は適切か。 → 現状として適切とは思いますが、コミットの仕方などは不十分とおもいます。 ・事業の社会的意義（上位の施策との関連付け等）。 → 上記しましたが、重要と思います。 ・事業の科学的・技術的意義（新規性・先進性・独創性・革新性・先導性等）。 → この事業は、サイエンスとしての新規性や独創性を求めるものではないと認識しています。また地層処分に特化したとしても、どこまでこれらの観点での意義が求められるかは、そのcriteriaがはっきりしない以上、判断するのは無意味と思います。 ・社会的・経済的意義（実用性等）。 → 実用性に関しては、まだまだ不十分です。またこの項目ですが、科学的・技術的意義と相反する項目に思います。	・自身コメントを出しているが、研究内容が外部には見えにくいので、研究の位置付けや研究結果をどのように情報発信するか検討を進めておく必要がある。また、易しい解説を加えた発表を心続けることが理解を得る最短距離ではないかと思います。 ・研究と具体的な技術の実用化の間をどのように埋めるのか、成果を時間とともにどのような基準で評価していくか、国の方針との整合性を考えながら検討して整理しておく必要がある。 ・国は、2017年7月、「科学的特性マップ」を公表し、同年10月から仕実施＝休と共に全国の県庁所在地（福島を除く）で、地層処分の理解を目的に意見交換を開始したことにより、より説得力のある実用的な技術と情報が求められている。特に、超長期に亘る地質環境の安定性（変動の評価）については、工学技術や安全評価を行う上では根幹をなす情報であることから、調査・評価技術の信頼性向上は、自然事象も含めて地域住民の関心事であり、極めて重要である。 ・これらのことを踏まえ、調査・評価技術、工学技術、安全評価技術の連携は不可欠である。これまでの4機関の協働により、連携を意識し、別々されてきたと見受けられるものの、未だ、個別の技術の高度化に志向している傾向があり、サイト選定プロセスの段階的な進捗を踏まえた（処分事業を念頭に置いた）手順とメニューとの関係についても整理する必要がある。 ・各分野について、個別の技術や知見、情報については、これまでの研究を含め概ね整理されつつあるものの、事業の側面からは、実用性を検討に入れて定量的に示すことが大事である。地象的な変性的な知見に留まる場合は、適用方法や見通しなどを提示するとまに、今後につながるように、今後の課題に明示することが大事である。 ・本事業においては、関係研究組織が協働して実施されているものの、一部の分野では、内部でのレビューが十分でないと見受けられるものも存在すると思われることから、関係者間における更なる議論を期待したい。さらに、現状では研究開発レベルの成果も多く含まれていることから、実用面では一分なレベルに達していないと思われるものも存在することから、今後、更なる検討を期待したい。 ・位置づけとしてはとくに問題等認識しません。
2. 各事業者が行う事業の研究開発等の目標設定の妥当性	・地質環境調査技術 研究開発等の目標設定は適切かつ妥当 ・工学技術 研究開発等の目標設定は適切かつ妥当 ・安全評価技術 研究開発等の目標設定は適切かつ妥当 研究開発にあたり、分野の範囲も含めて、各機関が協議し、目標設定は十分議論されている。 ・各研究機関やグループで実施予定の目標設定は、短期間に実施し成果が求められている事業の性質の観点から妥当だと考える。 地質環境調査技術 ・全体的には、海水準変動と地殻変動の影響下にある隆起・侵食等の理解に必要な自然事象とそれに必要な要素技術の開発と、具体的な目標設定はなされている。 ・個別の要素技術に関する課題については、目標が明示されている。 工学技術 ・研究会で示された課題に基づいて、個別の課題に整理した内容となっており、個別の実施内容については明示されている。 安全評価技術 ・沿岸部に特化した、地質環境調査技術と工学技術との連動を踏まえた目標（安全評価の枠組み）となっている。 ・安全評価における個別課題として、核種移行に関するモデル・パラメータ整備について、実施内容が明示されている。	・目標達成度を判断するための適切な指標は設定されていないように感じる。例えば、地質環境の調査技術における地下水年代測定、工学技術における再冠水時の不動和時の評価、安全評価での塩水環境に特化したパラメータの取得については、設定されている課題が今までも大きな課題になっているようなものばかりで、短期間で解決できるようなものと感じられない。 ・地質環境調査技術について、全体目標と個別の課題に対する目標（目的）との関係が示されていないため、全体目標と個別課題の目標とのつながりが分かりにくい。 ・また、各個別課題とのつながりが示されていないため、個別課題の目標達成との関係が曖昧となり、個別課題の評価はできても総合的技術として評価しづらい。 ・工学技術について、個別の課題に対する実施内容は明示されているものの、データ取得が十となっているためか、目標が曖昧である。 ・また、安全評価におけるシナリオや他のバリアとの連携が見えにくい。 ・安全評価技術について、安全評価は、地質環境調査技術とそれを踏まえた工学技術との連携が最も大事な分野であることから、全体の技術メニューや技術レベル（網羅（踏まえるための手法）する必要がある。実際の事業でも最終的には安全評価によって決まることから、枠組みにおける各技術や技術レベル（実現性など）などを踏まえて、各情報等の受け渡し・フィードバック手法などについても整備しておく必要がある（要素技術においてメニューのみを準備しておいても、実際に安全評価に必要な情報として取得できるかは事前に調査しておく必要がある）。 ・安全評価に必要な核種移行モデル・パラメータについては、目標が設定しにくい側面があるものの、具体的な方向性や考え方は明示すべきである。
	・国の研究会報告書に基づいて設定された目標であり、これらについては適切と評価できる。特に、地質環境（隆起・侵食）や工学技術（人工バリアに関するデータ拡充）などの分野については、関係機関の成果が良く取りまとめられている。	・いずれの分野、あるいはテーマにおいても、具体的な目標達成水準が設定されているとは言い難い。しかしながら、本事業のテーマは、サイトスペシフィックな検討が難しいことから、具体的な達成目標を予め提示することは容易なことではない。第二次とりまとめのような、サイトジェネリックな場を設定して、現状得られている成果でどこまで評価が可能か、何が不足しているかなどについて検討することも一案と考えられる。
	・研究開発の目標設定は、基本的にはおおよそ妥当と思いますが、それぞれの項目設定の理由、根拠が今ひとつ明確ではないのが気になります。つまり、地層処分の沿岸底下処分という観点からの、問題設定が今ひとつ不明確なせいではないかと感じる次第です。その辺は、お互いの研究機関の、未だ連携不足の部分でもあるようにおもいます。	・左記に含めて記述いたしました。

大項目	【肯定的意見】	【問題点・改善すべき点】
3. 成果、目標の達成度の妥当性	・昨年度もコメントしたが、それぞれに考え方が異なることから、成果および目標達成度の評価は難しい。委員会でもいろいろな点について質問が多くあったが、質疑応答は内容のチェックと研究精度を高めるためのものであり、批判と評価が交差する。 一般的におおむね妥当としか表現できない。	・目標と成果の対比は、明確にはされておらず、成果は成果のまま、とにかく先に進もうという姿勢が見えるのは、研究に力を入れているためと考えられる。
	・非常に短期間の中で精力的に取り組まれ、期待された成果は得られているように感じる。	・一部、実際のフィールドでの研究等が含まれているため、事業の進度が予定よりも遅れているものもある。 一部の分野において、重要な成果が得られているにもかかわらず、成果の外部発表等が十分でないものも見受けられる。
	地質環境調査技術 ・隆起・侵食に関わる研究については、事例研究ではあるが、モデル化、モデルの検証、不確実性評価までの一連の調査評価がなされており、要素技術として着実に実績を積み上げている。 ・地下水条件安定性については、要素技術として着実に成果が積み上げられている。 ・膨大な文献情報（データ）を調査・整理し、データベースとして整理されつつある。 工学技術 ・個別の課題に対する材料特性について、データの蓄積が拡充されつつある（特に塩水条件）。 安全評価技術 ・地質環境条件とそれを踏まえた処分場の設計条件と連動することを考慮し、沿岸部に特化した評価の枠組みと、地質環境と処分場の設計条件を考慮して核種移行モデル・パラメータが拡充されつつある。	・地質環境調査技術について、複数の手法によるアプローチが検討されており、それぞれの手法に対して成果が求められている。現状では、各実施課題に対する成果・課題の羅列となっている記述が多く、現状までの調査技術などにまで適用できると言えるのか（見通しがあるのか）、明示すべきである（それとは裏腹に課題を明確に）。例えば、サイト選定プロセスにおける各段階での判断基準や処分場設計・安全評価での反映方法などについて、具体的かつ定量的な記述が心掛けて欲しい（部分的には課題になることもある）。 ・各個別の要素技術の積み上げも大事であるが、それらを処分事業においてどのように活用するかを踏まえたシステマティックな考え方やまとめ方も心掛けてほしい。 ・二学技術について、各課題に対する実施内容は示されているものの、目標や他の要素との関連についても曖昧な部分が多いことから、具体化するよう心掛けてほしい。 ・また、個別課題におけるデータ取得について、結果が定性的である場合が多い。実際に設計に反映するためには具体的である必要がある。 ・更に、工学技術の分野は、地質環境情報を取り込んで処分場の設計を行うことになることから、個別の情報やデータの反映方法を具体化することも必要である。 ・安全評価について、コロイド、有機物、微生物の影響については、個別の特性データが拡充され、一部はモデル解析もできつつあるが、現状では特性データの評価に留まっていることから、安全評価における具体的な核種移行に及ぼす影響評価手法についても検討しておく必要がある。
	(1) 研究会報告書に記載された課題に対して、各分野で適切に設定された目標に対して一定の成果は得られていると判断される。 (2) それらの成果については、概ね初期の目標を達成していると考えられる。但し、設定された目標は事業の性格上、定性的とならざるを得ないことから、可能な限りの定量化あるいは、基準が設定されることが望ましい。	(1) 論文等による成果の発表を、積極的に実施することを強く期待する。 (2) 工学技術分野における一部成果については、実験結果に基づく規則性が見出されたものが報告されたが、その現象のメカニズムや理論との整合性については十分な評価がなされていないことから、今後、最終的なとりまとめの中で検討がなされることを期待したい。 安全評価分野においては、今回、他分野への歩み寄り（取得データの種類による出力）の考え方について提示されたが、今後、実際に大手法に基づいて、領示的な検討がなされることを期待したい。その上で、規制等の評価に耐える結果が得られるか否かについて検討されることを期待したい。
	・成果は、全体的に上がってきていると思います。ただし、期待された成果かどうかは、すでに述べましたが、何を期待しているのか（されている、されていたのか。つまり沿岸部処分における技術高度化の観点から）の認めが甘い反面、成果が低やけている感も否めません。その辺を、まとめの際に、再度、検討されるとさらにいいものになるように思います。 ・論文については、あまり出ていないようですが、特許はいくつか確認しました。その辺も今後、論文化も含めて進めていただければとおもいます	左記に併せて記述しました。
4. 事業化への貢献、成果発表についての妥当性	・いずれの分野も、当初設定された目標に向かってそれなりの成果は出されており、進んできた。しかし、事業化ということは、この事業に関しては定義が難しいので、評価しにくい。沿岸部処分システム高度化に向けて、実現性の確度をある程度上げたということでは、進展したと言える。	・事業化ということであれば、NUMOとの関密な連携が望ましいが、今回はその点は日発時点からあまり重視されていない。今年度の成果も、事業化に向けてNUMOにどのような成果受け渡しが行われるのか不明である。 そうした視点で見ると、二学技術と安全評価は事業実現に向けて、もっと踏み込んでも良かったのではないだろうか。
	・本事業は、そもそもNUMOで実施される予定の処分事業への事業化を念頭に計画されているもので、それに対する貢献は妥当であるし、橋渡しの見通しも立っているように感じる。	・異なる事業主体間の連携は、本事業が始まった時に比べて進展しているように評価できるが、異なる分野間での連携が、実施主体のNUMOでも課題になっている（NUMOでは技術レポートの作成時にその連携は高まったと伺っているが）にもかかわらず、進展していないように感じる。
	地質環境調査技術 ・沿岸部での地質環境や地質環境調査手法に関する情報やデータのデータベース整備、個別の課題に対する要素技術の整備が進んでおり、事業化段階での基盤情報として貢献できると評価する。現在、隆起・侵食について、事例研究の途中ではあるが、事例研究を通して整備された調査・評価技術の適用性の評価・検証が進むものと期待でき、事業化段階でのサイト調定プロセスや処分場の設計、安全評価に貢献できると期待される。 工学技術 ・個別の課題に対する技術基盤やデータ（データ、知見）は拡充されつつあり、事業化段階での基礎情報として貢献できると評価する。 安全評価技術 ・地質環境条件とそれを踏まえた処分場の設計条件と連動することを考慮し、沿岸部に特化した評価の枠組みと、地質環境と処分場の設計条件を考慮して核種移行モデル・パラメータが拡充されつつあることから、事業化段階での貢献が期待できる。	・全体的に、現状では、依然、個別の分野や課題に分割してデータ整備や要素技術の整備になっている部分が多い（以前よりは、意識しており、改善されている）。先ずは、基盤情報をきちんと整備し、整理することは大事であるが、一方で、事業化を踏まえた場合の分野間での具体的な連携・連動（サイト選定調査の各段階での情報並や精度に応じた判断基準や設定基準、手法など）などの枠組みについて検討しておく必要がある（或いは課題として明確にする必要がある）。 ・「科学的特性マップ」が国から公表されたことで、国民の意識は具体的なエリアや沿岸へと移っていると推察される。このことから、この次のマップ（情報）が期待されることを考えると、それらへの反映についても質意しておく必要がある。
	・各分野において提示された成果の多くは、沿岸域における地層処分技術に関してNUMOが適用可能な技術や知識と考えられる。	・上記技術については、NUMO担当者との認識等が行われていない状況にあるようなので、今後、技術の継承を念頭に、適切な交流の場が設定されることを期待したい。
		・事業化については、厳しめにコメントいたしますが、NUMOとの連携が、現時点では不明確である以上、橋渡しや貢献という観点では、まだ不十分と判断せざるをえません。すでに委員会でも指摘しましたが、コーディネイター不在の感が強く、その辺を今後、さらに改善されることを期待します。

大項目	【肯定的意見】	【問題点・改善すべき点】
5. 研究業務マネジメント・体制等の妥当性	(1) 研究開発計画 当初想定から研究が進むにつれて新しい課題が生じているが、これは正当 (2) 事業体制・運営 4機関の連携による運営体制はむずかしいとは思うが、徐々に成果が現れてきた (3) 変化への対応 研究進展と共に、環境が徐々に変化しているので、対応は十分理解されている (4) 研究の基盤整備 人材育成は、重視されているが短期には成果が現れない。若い研究者を積極的に組み込んでいる 全体 連携が外部からわりやすいように、当社の機関で作業している分野は、連携でどのような成果が出ているのかを解説した方が良い。	・毎年指摘が出ているが、今般の様、時間的余裕がない。今後の発展を考えると、スケジュールの見直しがあってもいいのではないか。(取りまとめた後の見直し期間を設けることもありうる) ・最終年に入って、各機関の間の連携は、改善されてきた。研究志向、事業化志向などそれぞれの特徴を把握した上で、取りまとめの段階で、改めてこの関連性を確認していただきたい。
	・研究開発計画の観点から、本事業の目標を達成するために策定された計画は適切であったと考えられるし、採択された実施者ほぼ妥当であったと考えられる。 地質環境調査技術 ・自治体等との調整や了解などにより、事例研究等で一部遅れのある課題も見られるが、概ね計画的に実施されており、計画と実施スケジュールは概ね妥当と判断する。 ・実施者は、それぞれの分野について、それぞれ機関の専門性（専門家倉庫の記載）を考慮して分担していると理解する。 工学技術 ・人工バリア構成材料やグラウト材等の個別の課題に対するデータ取得や処分場の建設・操業を想定した場合の水理・力学に関する解析ツールの構築など、処分システムの成立性に関わる技術の整備を計画的に実施しており、スケジュールも含めて概ね妥当と判断する。 ・また、この分野についても、それぞれの専門性や専門家の配置を考慮した分担になっていると理解する。 安全評価技術 ・安全評価については、従来から行っている核種移行モデル・パラメータの拡充に加えて、地質環境条件とそれを踏まえた処分場の設計条件と連動することを考慮して、評価の枠組みの整備も行われている。この評価の枠組みについては、それぞれの分野の連携が生じることから、ややチャレンジングな課題でもあるが、事例を示すことで見通しを示すことは議論の整備付けができており、概ね計画に沿っていると理解する。 ・安全評価については、JAEAが多くの経験を有しており、実施するにふさわしいと判断する。 全体 ・4機関は、それぞれの分野での専門家集団であり、これまでも地層処分技術（低レベル廃棄物を含めて）について研究してより、多くの知識と経験を有している。 ・特に、JAEAは、「平2次取りまとめ」や「平成17年取りまとめ」に加えて、「直接処分第1次取りまとめ」など、この分野において国の中核的機関であり、3分野全てに精通している唯一の機関である。地質環境については、全国規模の調査を行ってきたAISTの得意分野である。また、工学技術については、RWMCにおいて実規模試験や地下研究施設での原位置試験などの情報や知見、経験が豊富である。CRIEPIは、地質環境の中でも地層処分を意識に置いた地球化学に関する論文技術について経験豊富である。 ・この事業も最終年（4年目）を迎え、ようやく連携の重要さを意識するようになり、徐々に各分野の成果に反映されつつある。 ・事業のマネジメントについて、全体を統括するプロジェクトリーダーが選任されており、適切に運営されていると評価する。	・上述のように、異なる事業主体間の連携は、通常以上にとれているような感じを受けるが、3つの研究分野間の連携が取れていない、この指摘は、以前の評価でも小生の方から述べさせていただいているが、反映されていないのが残念である。各分野内および各分野間の連携のために外部のプロジェクトオフィサーを設置した方がよいかもしれない。 ・国は、「科学的特性マップ」を公表し、NUMOと共に全国で意見交換を開始したことにより、以前にも増して実用的な技術と情報が求められている。これは、この事業の進行中に始まった、とであり、このような外部活動においても利用できるものである必要がある。特に、最長期に亘る地質環境の安定性（変動の評価）については、工学技術や安全評価を行う上では極めて重要な情報であり、調査・評価技術の信頼性向上は、自然現象を含めて人為住以の関心事である。よって、地質環境の調査・評価技術、工学技術、安全評価技術の連携は不可欠であるが、現状では、まだ個別の技術の高度化に志向している傾向があり、サイト選定プロセスの段階的な進捗を踏まえた（処分場案を念頭に置いた）管理が必要である。
6. 総合評価（平成30年度）	(1) 本事業の計画は概ね適切に実施されたと評価できる。また国内に存在する適切な研究開発機関の担当者によって実施されたものと評価する。 (2) 複数機関が協働する形で実施された初めてのケースであったものの、適切な相互理解の下、適切なプロジェクトリーダーの下、適切な体制でプロジェクトが遂行されたものと評価できる。 (3) 該当なし (4) 与えられた制約の下、各機関において適切な人員が配置されたと考えられる。	(1) 本事業の課題を達成するには必ずしも十分なスケジュールとは言えない分野もあり、期次の糸口が見いだされたばかりの課題も存在した。今後の継続的な事業の実施が望まれる。 (4) 若手の育成や技術の継承のための場の設置を強く期待したい。また、JAEAの知識ベース(JSIS)の拡充を多いに期待したい。
	・本業、研究の実施にあたっての連携など、努力は感じますし、これまでも改善されてきていることは理解しますが、未だ、すでに述べましたが、不一分の感は拭えません。しかし、項目別の評価などが育ってきており、また人材交流もはじめっていることもあり（4年めにしてやっとかもしれませんが、）この流れを切らないようにして、今後も進めていただくことを期待します。 ・本事業は、先進的かつ先駆的な研究に取り組んでおり、沿岸部処分システムの開発に貢献してきた。今年度が最終年度に当たるので、まとめも含めて今後の方向性も示さなければならない。複数の機関が、情報交換しながら横断開発を進めてきたが、今年度機関間の連携が上手くいくようになって来たことが顕著に見られる。この体制が有効に生かして最後のこのあと今後の課題、また今後の方針を提示していただきたい。 ・長期の環境変化対応では、実現場を用いて、ケーススタディのように地質環境の長期変動を予測する手法を検討していて、具体的で分かり易くなった。地下水の調査了法も発達していて適切性が向上してきている、とが実感できた。	・多くの退目が研究対象となっていて、データーベースもいくつか構築されてきているが、それらの関連性、各々のカバーする範囲など明確にされていないので、改善が必要であろう。 ・実験課題、解析手法が多々示されているが、実験結果をなんとか解析で追試しようという試みは評価できる。しかし、設定された時間内（今年）に対応することは難しいが、採択者のように有効利用するかの姿勢が足っていないので、議論した下で、当実ないところは課題として残すことも検討されたい。 ・光のテーマへのアプローチについて、研究の位置付けがまだまだ研究段階に止まるのか、すでに実用化が近くNUMOに技術移転が出来そうなものなのか）、評価が定まっていないところがあり、離かく見ると当時との関連が見えにくいところもあった。
	・科学的有望地の選定において、地質学的観点以外で沿岸域が有力視されている状況、かつ成果が示唆に乏められている観点から、オールジャパンの取り組む意義が高い事であった。この観点から、非常にタイムリーで有用な事業であると評価できる。また、その内容は、NUMOの処分事業を念頭に置えられており、事業化の観点からも重要であると考えられる。 ・事業体制は、それぞれの機関の強みを生かし、適切な役割分担がなされていると評価する。 ・基盤情報は、データ取得やデータベース整備などにより、着実に整備されつつあると評価する。 ・事例研究などを通じて、評価・評価技術の適用性評価などを実施しており、より実用性のある技術として整備されつつあると評価する。	・各分野とも、計画の見直し状況が不明確であるため、各課題とも見直した点を明らかにしつつ結合すべきであった（無かった場合も含めて）。 ・各分野・技術とも、実施内容は研究開発であるが、通常の技術報告書とは異なり、これらの成果が処分事業に生かすことができるよう、実用性の側面から、具体的な記述とすべきである。また、具体的に記述できない場合や定性的な記述になる場合は、その見通しを示した上で、今後につながるように課題としてまとめるよう心掛けてほしい（これらは、ある意味、これまでの成果と課題整理にもなる）。 ・今回の事業においては、各分野間での連携を意識する良い機会となったが、天だ道半ばであり、各分野が連動しているというには程遠いものの、成果には反映されつつあることから、課題として残し、次の機会にしっかり検討することをお勧めする。
	・沿岸域における地層処分は有力なオプションと考えられ、そのための技術開発が適切に実施されていると評価できる。実施内容は沿岸域の地質環境特性に特化され、本分野の技術の発展に多いに貢献していると評価できる。	・複数機関が協働して実施する最初のケースであり、得られた成果については関連機関の担当者間で十分に議論し、レビューされ、知識として共有されることを期待したい。
	・本事業は、日本の地層処分の沿岸域における技術開発ならびに人材育成という観点においても、将来の我が国の地層処分事業への貢献も踏まえ、非常に有用であると判断、評価します。 ・研究機関の連携も踏まえ、オールジャパン体制とその相互理解、技術共有も含め、現在の参加機関の脱落なしの無いよう、今後も引き継き積極されることを強く要望します。 ・3.0年度は、最終年度でもあり、4年度を踏まえた評価として示しています。ですので、次の評価とダブります。	
7. 総合評価（4年間を通しての評価）	・本事業の目玉の一つは、事業の多元両質度である。外機関が原こころと一つの連携し、お互いの内容を評価し精査しながら研究を深めていく（水平展開）と同時に、各々の機関内で個々の課題が本事業内でどのような位置付けにあるのかを意見交換しながら評価するという今までにない形での研究の進め方が採用されて、かなりの成果を得た、とである。またこうした活動を通して、若手の研究者の参加を促し、人材育成の点から一歩進んだという点は評価できる。 ・研究そのものの進展は言うまでもない、内容は精細あるが、本事業が行うことで、沿岸部処分システムの姿が明確に見えてきたと思う。国が発表した「科学的特性マップ」にも、より沿岸部も組み入れていないが、その特性、変定性や安全性の観点から見ると、本地的な事業展開に向けての準備が整ました。	・本事業執行期間の4年間において、「沿岸部処分システム開発」の姿格が示されたが、多くの課題も浮き彫りになった。事業の進め方については、複数機関の連携が模索されたが、その連携度には課題が山している。また、研究内容については、研究的に凄く進んだが、事業化との関連が薄くなってしまった点も見られた。やはりしっかりとしたマネジメントが出来る司令塔の存在が必要とされたのではないかという反省が残る。 ・研究テーマについては、一番重要だと多くの委員系いただいたが、長期期の時間の取り扱い、環境変化に伴う酸化還元状態の評価のやり方、処分事業全体の中の研究課題が持つ時間軸の取り方、情報共有の課題、人材育成への要与など多くの課題が指摘されている。まとめに当たっては、課題は課題として整理し、事業内容が一通性に終わらないことを祈念する。
	・本事業は、切らかに地層処分事業の遂展に対して大きく貢献するとともに、事業前に比べて沿岸域における地質環境の調査技術、工学技術、安全評価は向上している。また、初めて我が国の技術基盤を支える4つの異なる機関が協働して進めた事業として、オールジャパンとして取り組む事業の弘拳石になったことは間違いない。 ・各分野の基盤情報は、事例研究、室内試験などにより、着実に拡充・整備されつつあり、更に、データベースの整備も進んでいることから、地層処分技術の1として有用であると共に、技術の成度化に十分に貢献している。 ・国の研究会報告書を受けて、4年間実施された本事業は、各機関の真摯な取り組みによって大きな成果が得られたものと評価する。今後、沿岸域における地質処分は有力なオプションになり得ると考えられる。とから、得られた成果は、この分野の技術や知識の向上に多いに貢献したものと判断される。 ・本事業は、日本の地層処分の沿岸域における技術開発ならびに人材育成という観点においても、将来の我が国の地層処分事業への貢献も踏まえ、非常に有用であると判断、評価します。 ・研究機関の連携も踏まえ、オールジャパン体制とその相互理解、技術共有も含め、現在の参加機関の脱落なしの無いよう、今後も引き継き積極されることを強く要望します。	・異なる事業主体間の連携は、通常以上にとれているような感じを受けるが、3つの研究分野間の連携が取れていない、この指摘は、以前の評価でも小生の方から述べさせていただいているが、反映されていないのが残念であった。各分野内および各分野間の連携のために、4つの異なる機関以外で客観にプロジェクトを前職できるプロジェクトオフィサーの設置が推奨される。 ・今回の事業を通じて、各分野間の連携が深き彫りとなった感じる。今回の事業においては、各分野間での連携を意識する良い機会となったが、さらなる連携できている訳ではない。将来、これらのレポートやデータベースなどを用いて処分事業をする世代は、現世代ではない可能性が高いことを考えた上との方手探索する必要がある。 ・沿岸域における地層処分を念頭に置いた場合、これまでに開発された技術では「分でないものをしっかりと見極め、各機関の得意、不得意にかかわらず、今後実施すべきものを優先順位をつけて、積極的に取り組まれることを強く期待したい。

委員評価のまとめ

	A委員	B委員	C委員	D委員	E委員
1．事業の目的・政策的位置づけの妥当性					
2．研究開発等の目標設定の妥当性	B	B	B	A	B-C
（1）研究開発等の目標は適切かつ妥当か。					
①地質環境の調査技術	b	b	b	a	b
②工学技術	b	b	c	a	c
③安全評価	b	b	b	a	b
3．成果、目標の達成度の妥当性	B	B	B	B	B
（1）成果は妥当か。					
①地質環境の調査技術	b	b	b	a	b
②工学技術	b	b	b	b	b
③安全評価	b	b	b	b	b
（2）目標の達成度は妥当か。					
①地質環境の調査技術	b	b	b	a	c
②工学技術	c	b	b	b	c
③安全評価	b	b	b	b	c
4．事業化、橋渡しについての妥当性	C	A	C	C	C
（1）事業化や橋渡しへの貢献については妥当か。					
①地質環境の調査技術	c	a	c	c	c~d
②工学技術	c	a	c	c	c~d
③安全評価	c	a	c	c	c~d
5．研究開発マネジメント・体制等の妥当性					
（1）研究開発計画は適切かつ妥当か。	b	b	b	b	b
（2）研究開発者の事業体制は適切かつ妥当か。	c	b	a	b	c
（3）変化への対応は妥当か。	a	b	b	-	c
（4）研究の基盤整備は妥当か。	c	b	b	c	b
6．総合評価（平成30年度）	B	B	B	A	A
7．総合評価（4年間を通して）	B	B	B	B	B-C
（1）研究開発の目標設定は適切であったか。					
①地質環境の調査技術	B	B	B	B	C
②工学技術	B	B	C	B	C
③安全評価	B	B	B	B	C
（2）研究開発の手法は適切であったか。					
①地質環境の調査技術	B	B	B	A	B
②工学技術	B	B	B	B	B
③安全評価	B	B	B	B	B
（3）研究開発の成果は適切であったか。					
①地質環境の調査技術	B	B	B	A	B-C
②工学技術	C	B	B	B	B-C
③安全評価	C	B	B	B	B-C

＊評価基準

A：想定以上の成果が得られた

B：期待通りの成果を得た

C：概ね妥当な成果を得た

D：課題の残る結果となった