

秋田県男鹿市、潟上市及び秋田市沖における協議会（第2回）

洋上風力発電による漁業影響と調査事例

2022年 5月10日

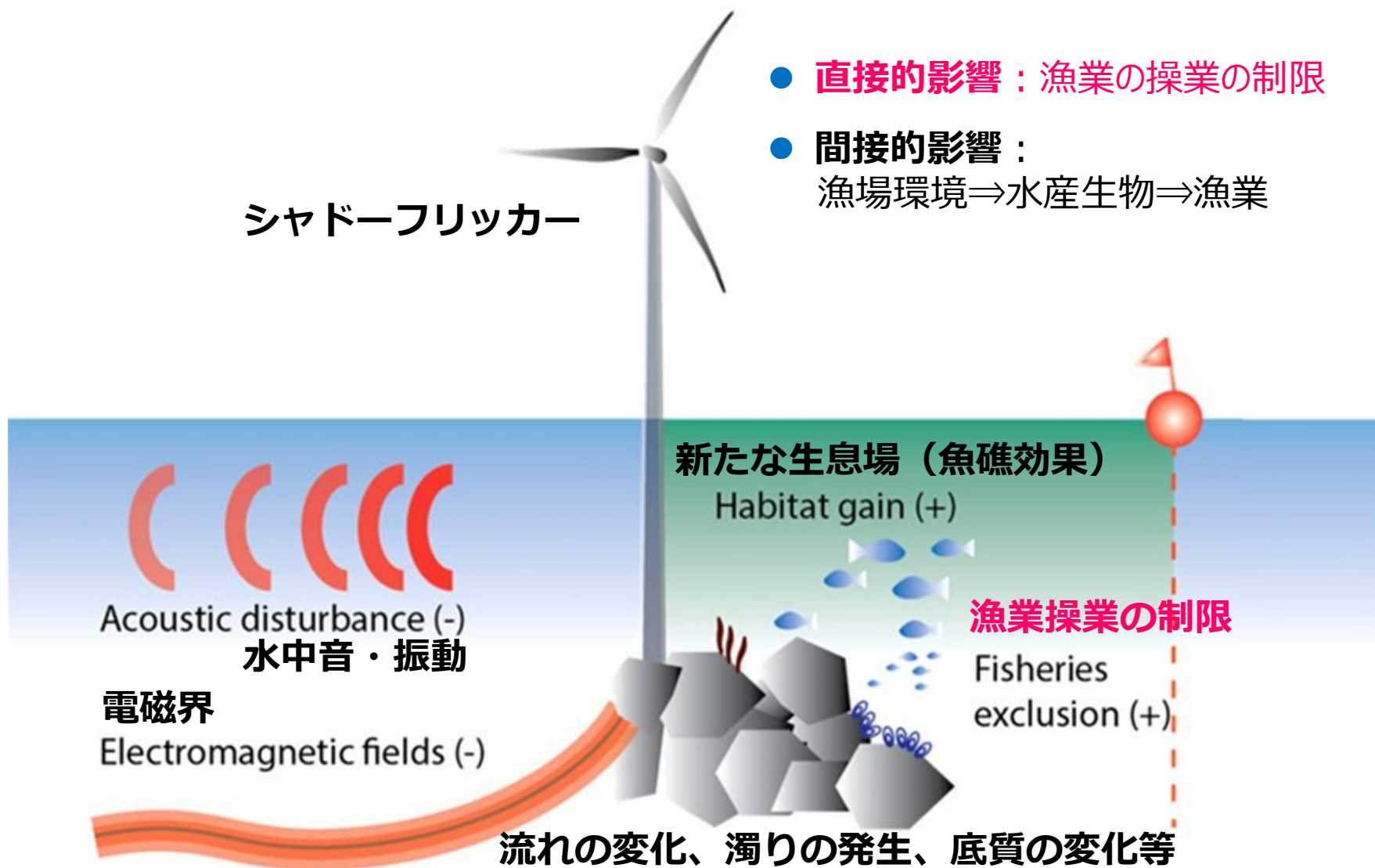
公益財団法人 海洋生物環境研究所

海洋生物グループ 三浦雅大

想定される漁業影響

- **直接的影響**：漁業の操業の制限
- **間接的影響**：
漁場環境⇒水産生物⇒漁業

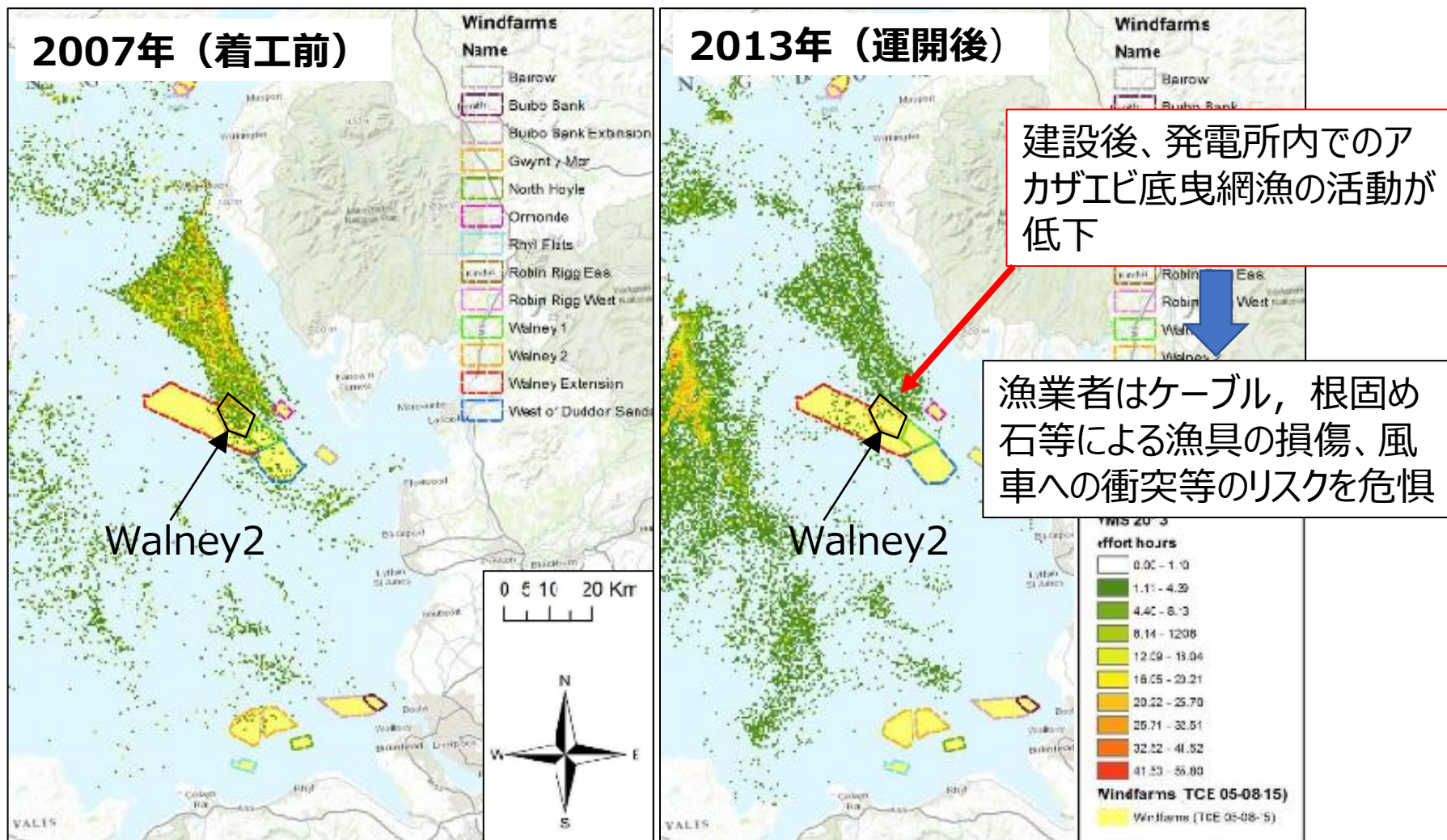
シャドーフリッカー



Bergström *et al.* (2014) を改変

操業への影響調査事例：底曳網の操業調査（イギリス）

- 衛星による船舶監視システム(VMS) データから操業実態を解析、洋上風力建設前後で比較



洋上風力建設前後における底曳網漁船の操業状況の変化

Gray, M., P.L. Stromberg, D. Rodmell (2016)

水中音の影響

● 建設時の杭打ちに伴う水中音

- ・持続時間が短く(30~50 ms) 高いピークレベルを持つパルス音
- ・音源音圧レベルは162~252 dB re 1 μ Pa0-p @1m
- ・影響範囲は広いが、工事期間に限られる。

● 稼働時の水中音

- ・発電機、ギアボックス、変圧器の冷却装置等に由来する持続音
- ・音源音圧レベルは~155 dB re 1 μ Pa @1m (RMS)
- ・影響は供用期間中にわたる。

● 生物への影響

物理的影響、生理的影響、
行動的影響

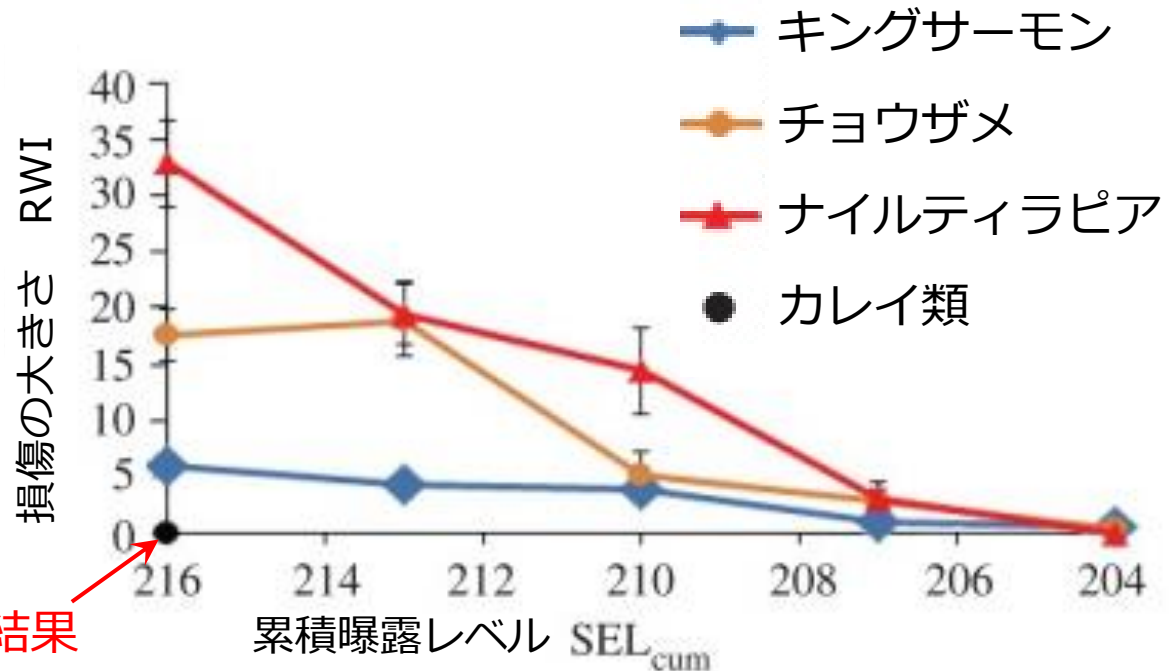
- 影響の程度は魚種によって異なり、鰮（うきぶくろ）の無い魚は有鰮魚に比べて音への感受性が低い。

※無鰮魚の例：

カレイ類、アイナメ類、ハタハタ



水中音による物理的影響の例
(内臓の血腫、内出血)



カレイ類の結果

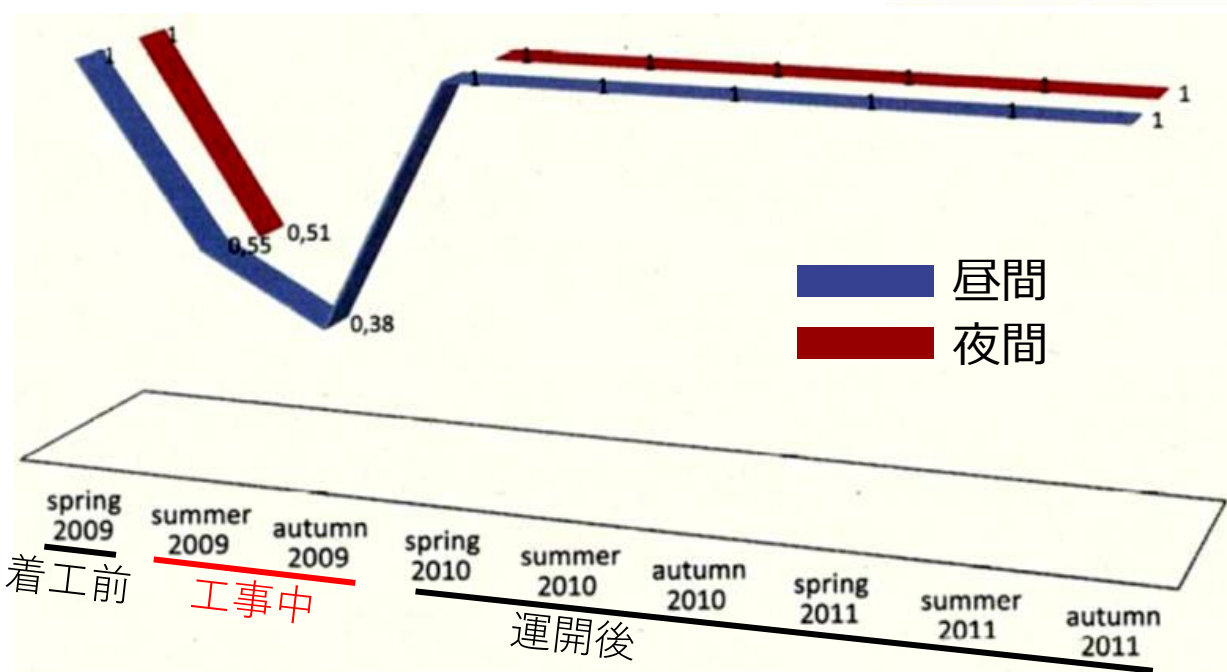
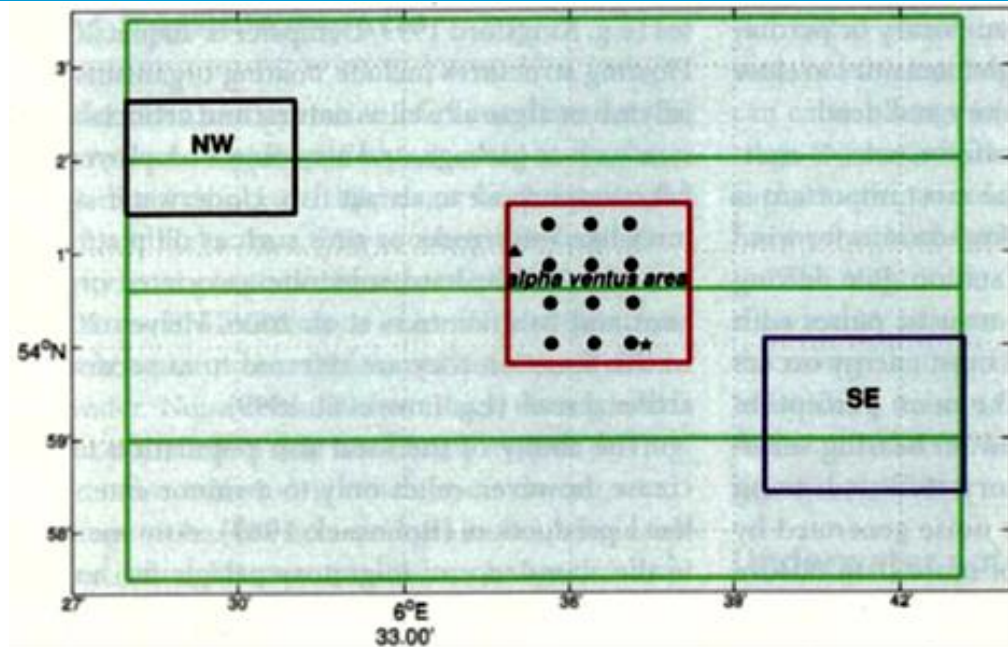
Halvosen et al. (2012)

水中音に関連する調査事例：浮魚類の調査（ドイツ）

- 浮魚類（ニシン、イワシ類等）を対象とした計量魚探調査を着工前、工事中、運開後に実施
- 工事中に、ウィンドファーム内の浮魚類の現存量がウィンドファーム外の40～50 % まで低下したが、運開後に復活

右図：調査エリアと計量魚探調査の測線（緑線）

NW、SE は対照域を示す。

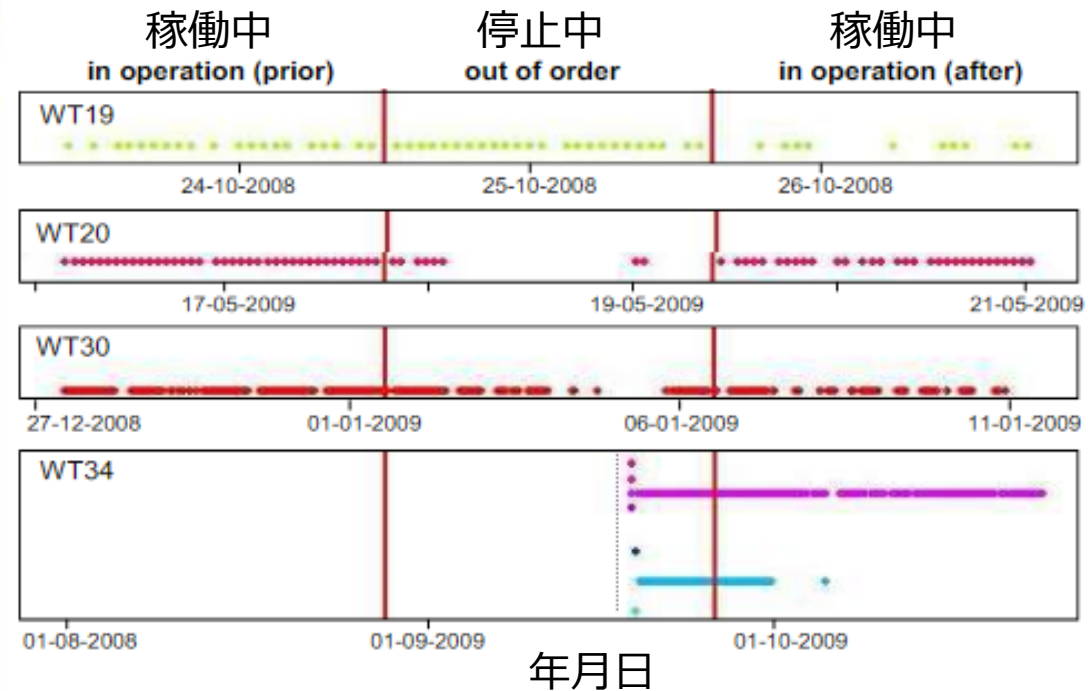
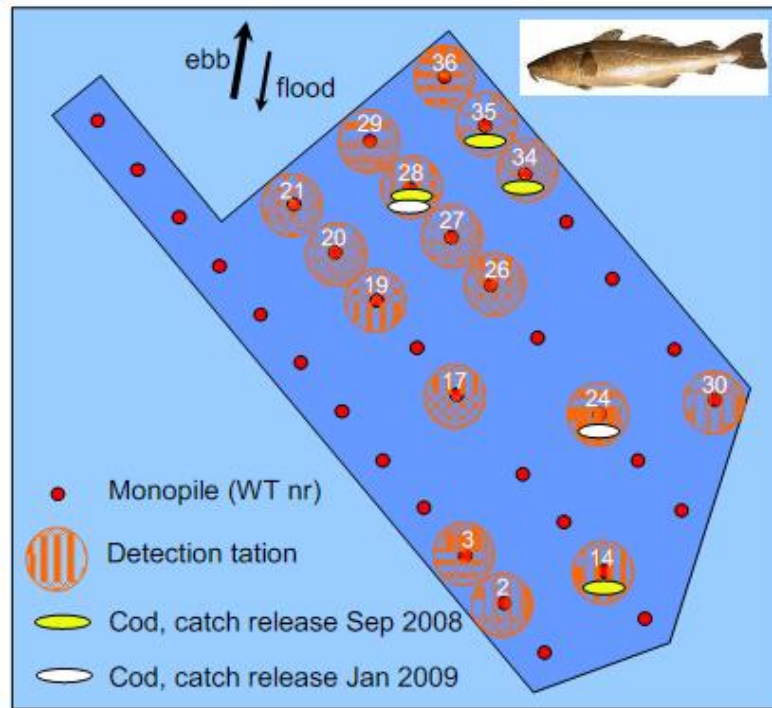


左図：浮魚類現存量のウィンドファーム内外の比較
ウィンドファーム外の現存量を1とした場合のウィンドファーム内現存量の比率

BSH & BMU (2014) に加筆

水中音に関連する調査事例：タイセイヨウダラの調査（ベルギー）

- ベルギーの洋上風力事業区域内において実施されたタイセイヨウダラのバイオテレメリー調査（発信機を利用した行動追跡）では、風車の稼働状況による行動の変化は見られなかった。

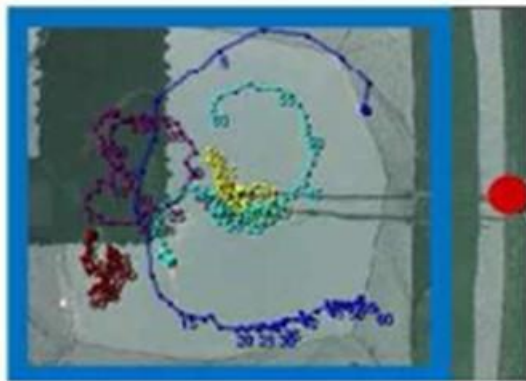


受信機の配置（左）と一時的な風車の停止を含む期間中のタラの出現状況（右）
(Winter *et al.*, 2010)

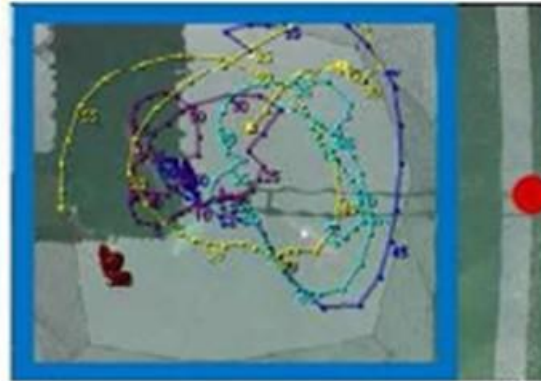
※サケへの水中音影響の研究例（日本）

- 岩手県の委託事業として、一般社団法人海洋産業研究会（現 海洋産業研究・振興協会）が実施した。
- 洋上風車の合成音をサケ（洋野町の定置網で漁獲されたもの）に聴かせ、遊泳行動の変化を記録 ⇒ 合成音を聴いたサケの遊泳速度は速くなった。
- サケがこの音を可聴する音の大きさは140dB であり、これは風車基部から6m の距離と予想
⇒ 通常、洋上風車は数百m 離して設置されるが、洋上風車に極めて接近（6m以内）した場合には、何らかの反応を示す可能性があることが示唆された。

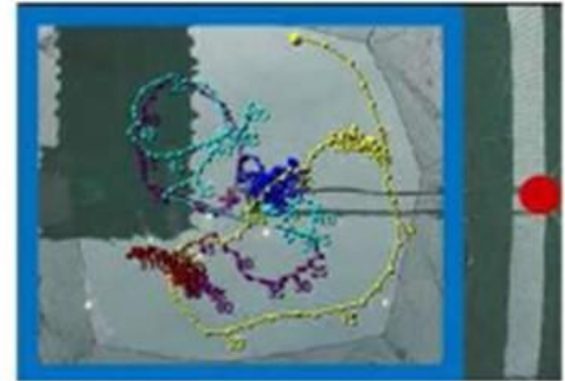
● : 水中スピーカー



放音前



放音中



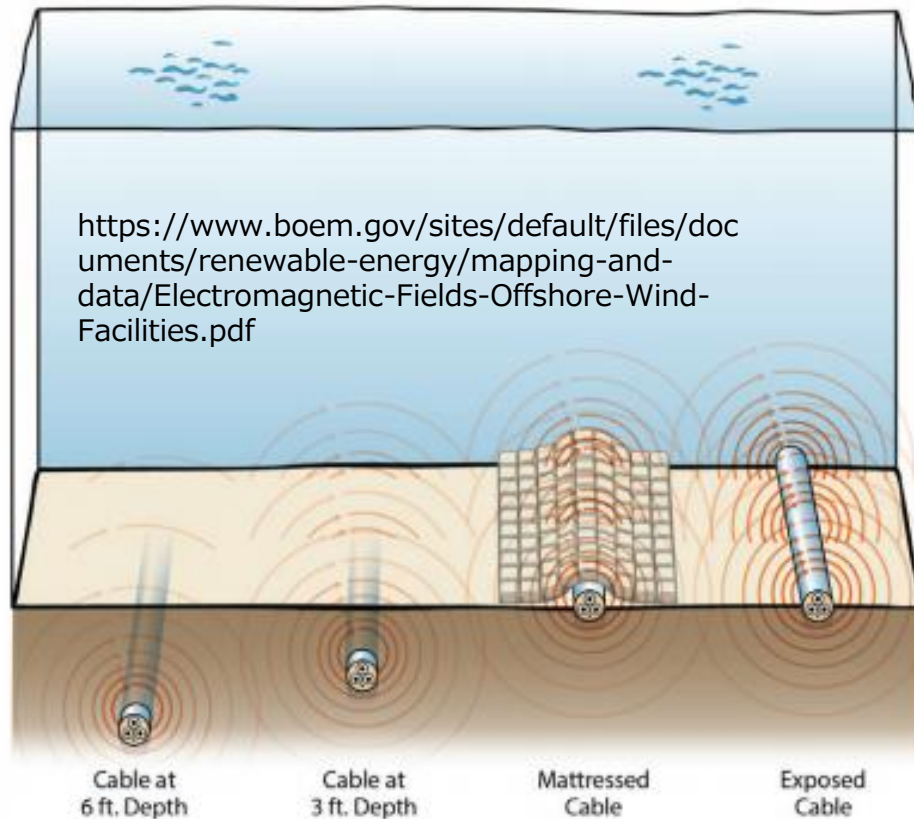
放音後

放音に対するシロザケの遊泳行動記録

一般社団法人 海洋産業研究会（2015）「洋上風力発電等の漁業協調の在り方に関する提言《第2版》」より引用

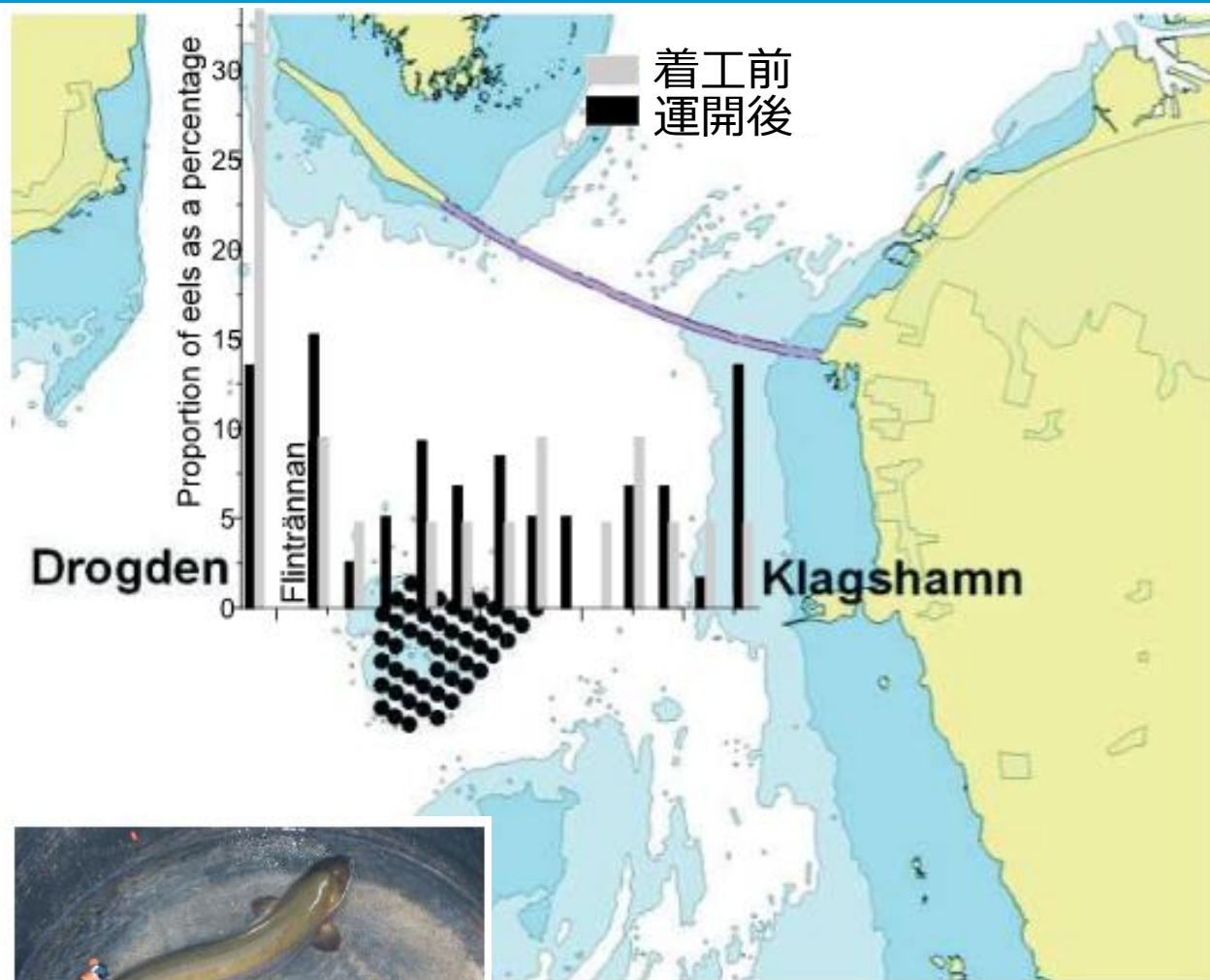
電磁界の影響

- **電磁界**：電流が流れている電線などのまわりに発生する「電界」と「磁界」の総称
 - ・ 電流が流れるケーブルの周囲には一定の大きさの磁界が存在する。
 - ・ 磁界に誘導され弱い電界が発生する。
 - ・ 電磁界の強さは、電流の量により増減する。



- 1600 Aで動作するケーブルの磁界の強さは、表面で3200 μT 、1mで320 μT 、4mで110 μT まで減衰（Bochert and Zettler, 2006）
- 地球の磁界の強さは20～60 μT
- 多くの魚類、無脊椎動物は電磁界を感知する。
 - ・ サケ・ウナギ等は回遊に地磁気を利用
 - ・ サメ・エイ類は索餌に電界を利用⇒回遊への影響、行動的影響、ストレス等の生理的影響？
- デンマークの事例では、電磁界の強さと魚類の回遊との間には関連が無いとしている。（Danish Energy Authority, 2006）

回遊魚の調査：ヨーロッパウナギ（スウェーデン）



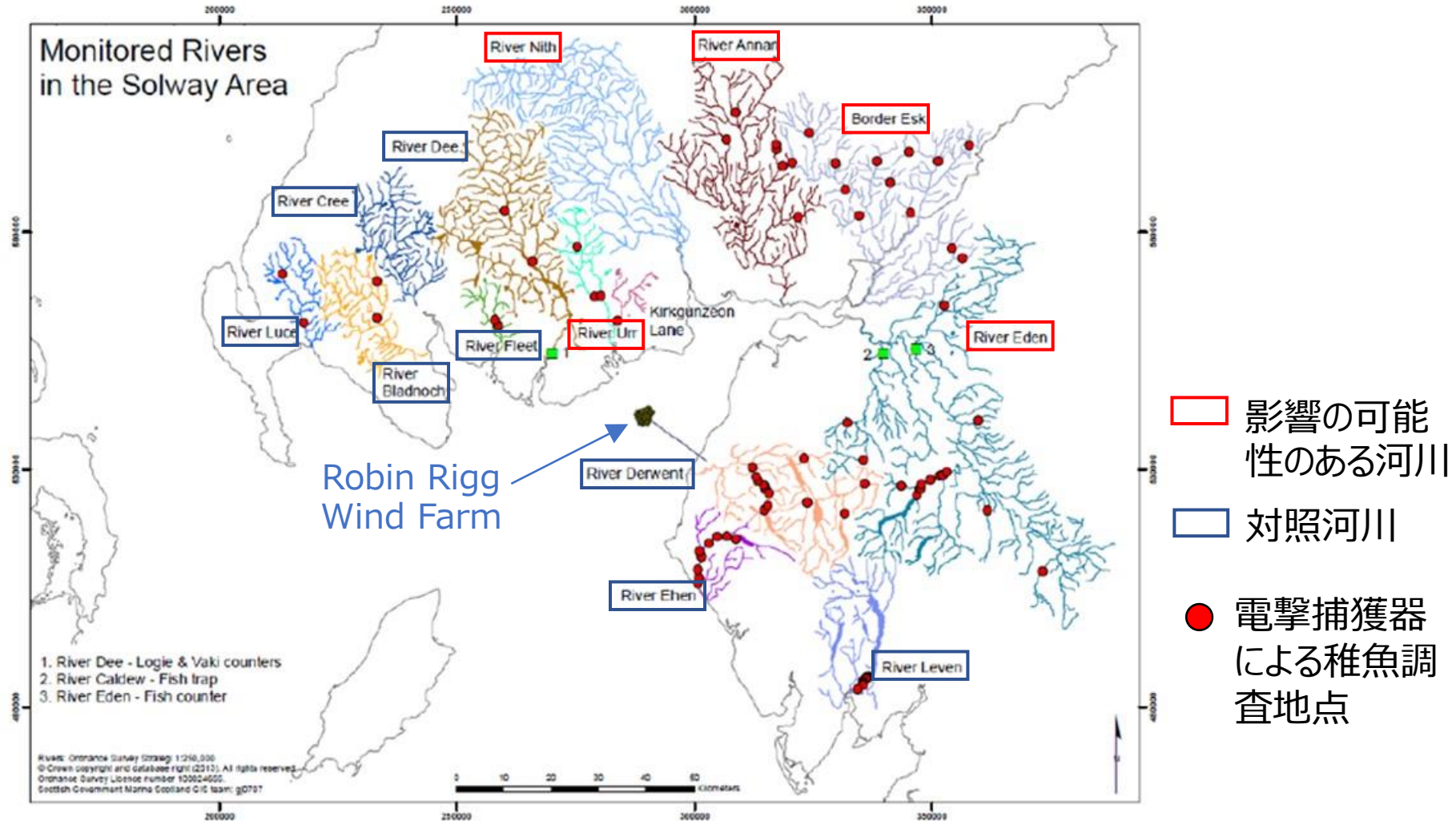
- ヨーロッパウナギに発信機を装着して、受信機を搭載した調査船で追跡または設置型受信機を用いて探索した。
- 着工前に計56個体、運開後に計280個体のウナギに発信機を装着して発電所の南側に放流
- 調査は、ウナギがバルト海から北海に（北方向に）移動する時期（8～10月）に実施
- ウインドファームの着工前、運開後とも、約1/3の個体が発電所事業区域内を通過しており、発電所の存在、稼働はウナギの回遊の障害にはなっていないと考えられた。

洋上風力着工前と運開後におけるヨーロッパウナギの通過パターン
(Bergström et al., 2013)



回遊魚の調査：タイセイヨウサケ（イギリス）

- 周辺河川におけるタイセイヨウサケ成魚と稚魚の捕獲量データを発電所建設前後で比較するとともに、影響の可能性のある河川と対照河川の結果を比較



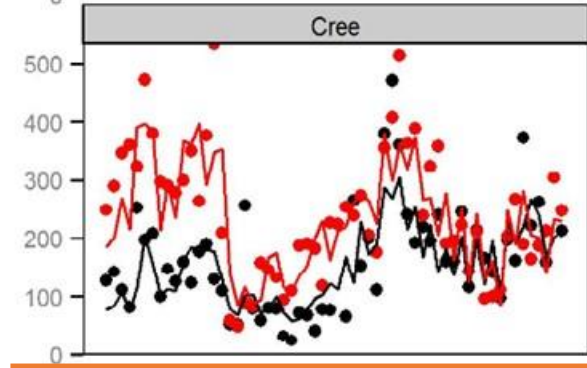
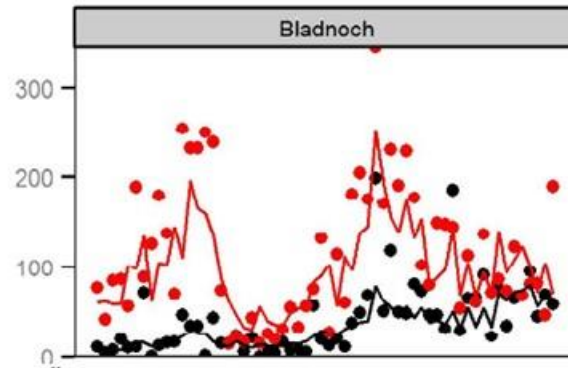
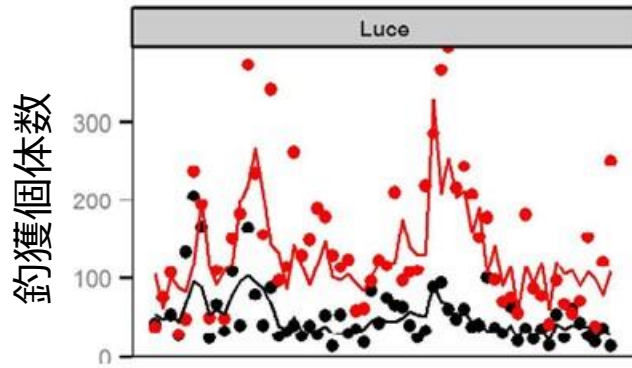
Robin Rigg Wind Farm周辺の河川（Thorley, 2013を一部改変）

公益財団法人

海洋生物環境研究所

© 2022 Marine Ecology Research Institute.

回遊魚の調査：タイセイヨウサケ（イギリス）



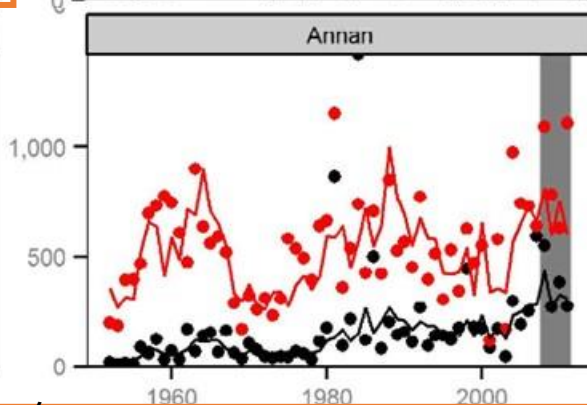
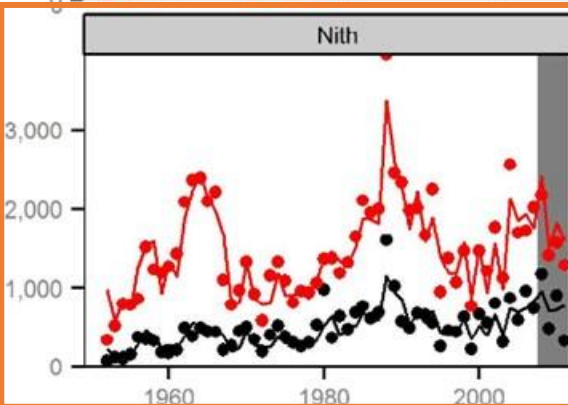
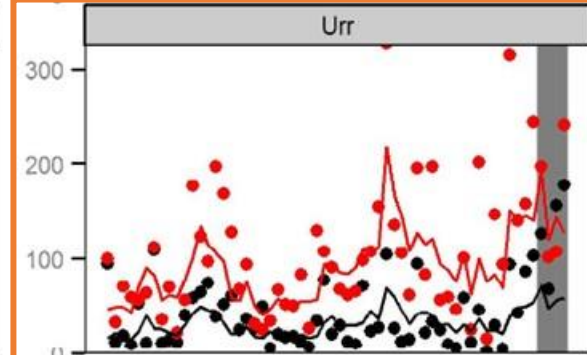
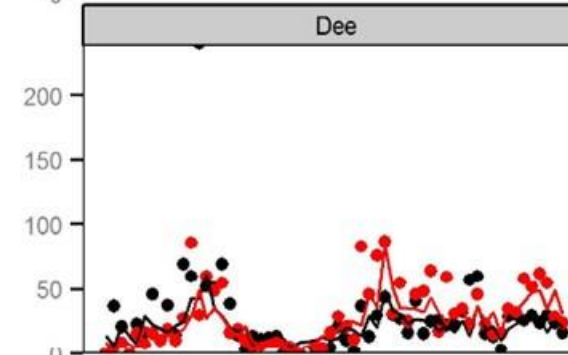
各河川におけるタイセイヨウサケ成魚の釣獲個体数の経年変化
(Thorley, 2013を一部改変)

- : 降河の翌年に遡上した個体
- : 海域で1年以上過ごした後に遡上した個体

□ : 影響の可能性のある河川

■ : Robin Rigg建設後の期間

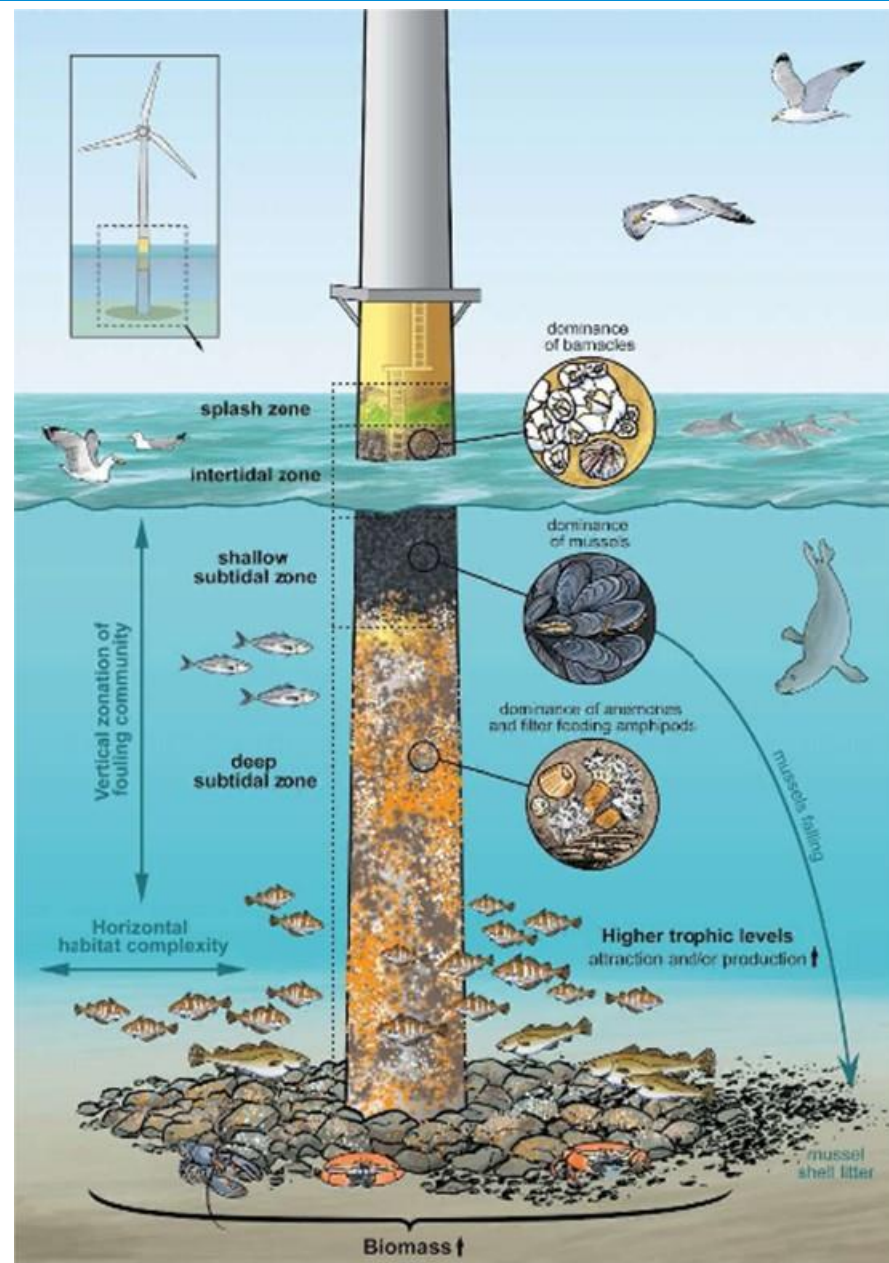
影響域と対照域それぞれの河川の結果に有意な差はなかった。



年

魚礁効果

- 国内外の多くの洋上風力発電所で確認されている。
- 構造物の水中部分が人工礁として機能し、新たな生息地を提供する。
- タラ類、カジカ類、カニ类等、岩礁域に生息する魚介類が、風車基礎の根固め石周辺で多くみられる。
- 季節的に浮魚類が蛸集した事例や、外洋種が確認された例もある。

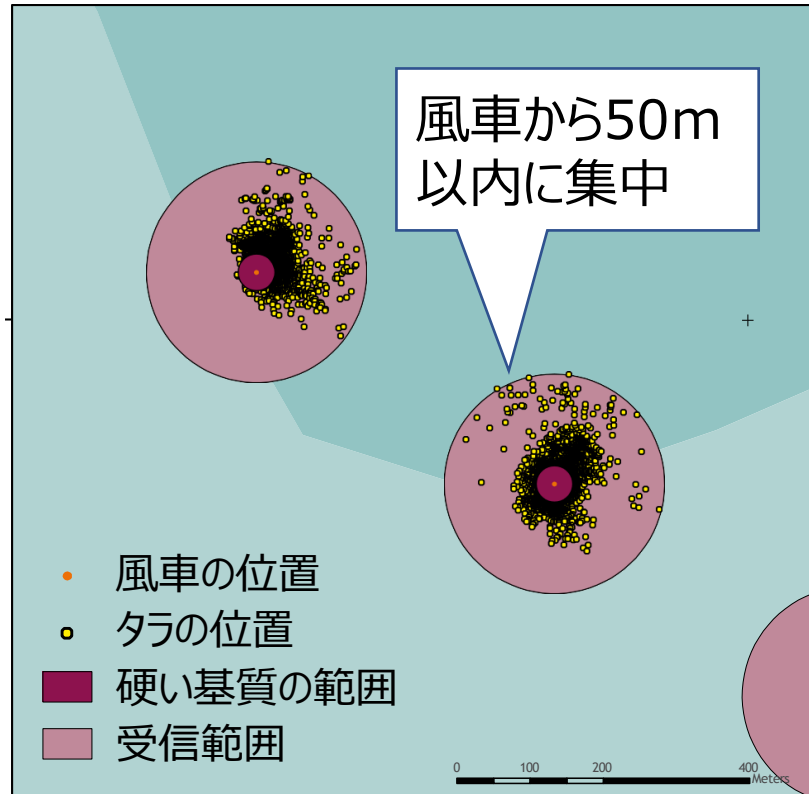


Degraer et al. (2020)

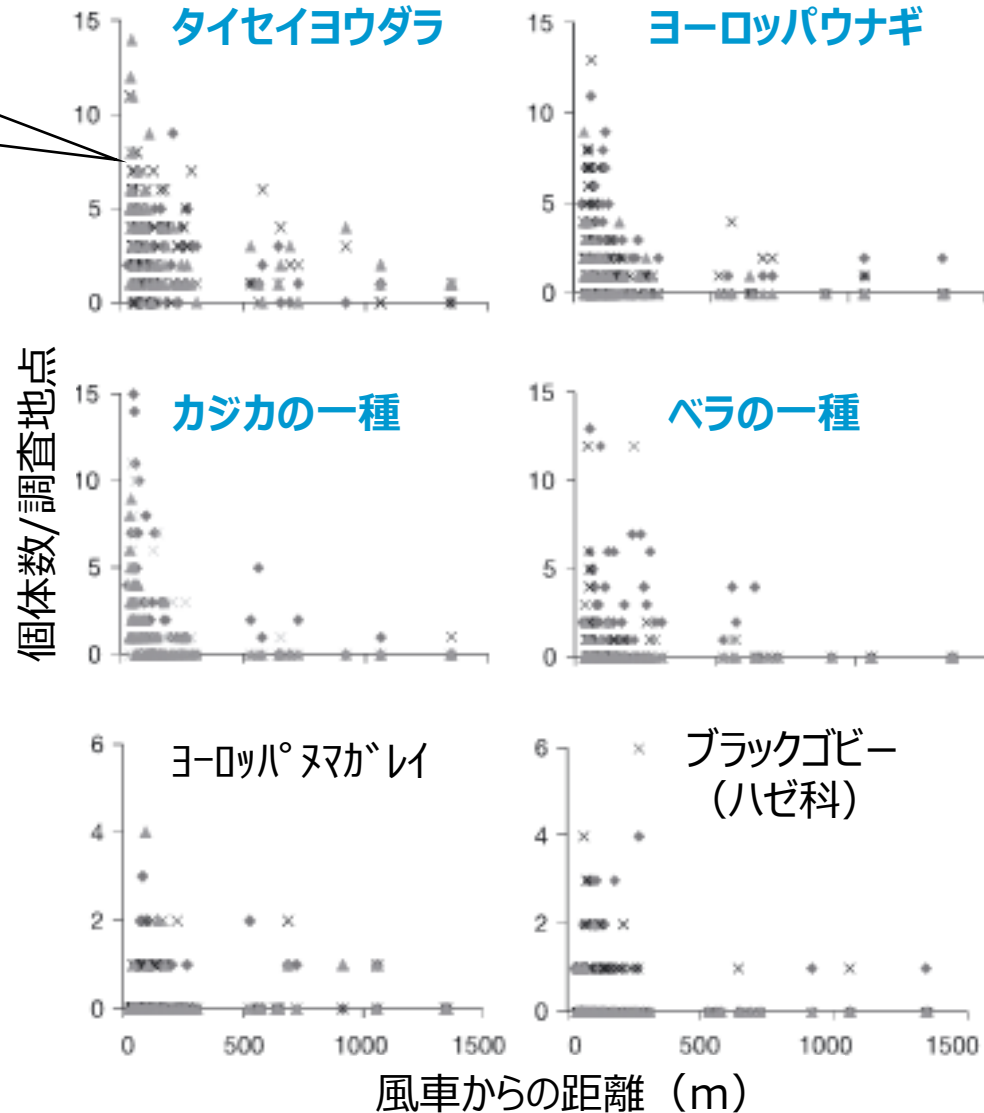
魚礁効果の調査事例（ベルギー、スウェーデン）

青字の4魚種は、風車に近いほど出現個体数が多かった。

風車から50m以内に集中



発信機を取り付けられたタイセイヨウダラの位置 (Vandendriessche *et al.*, 2013)



出現個体数と風車からの距離
(Bergström *et al.* 2013)

魚礁効果の調査事例（アメリカ）

漁業者・遊漁者共通の意識

- 風車支持構造が人工魚礁として機能し、さまざまな魚介類を引き付けている。
- 洋上風力建設後、遊漁者が増加している。



洋上風力発電所で確認された魚種（聞き取り調査）

ten Brink and Dalton (2018)

漁業者の不満・懸念

- 遊漁者の増加により漁場が混雑し、漁場に入れない、漁具（刺し網）に遊漁者の仕掛けがからむ。 ➡ 漁業者は十分にウィンドファームを利用できていない。
- 風車への衝突、漁具の損傷、洋上風力が大規模化した場合に対する懸念

流況の変化の影響

(1) 風力タービン基礎下流に発生する乱流

- 風車基礎水中部分の下流に発生する乱流により鉛直混合が起こる。
- 乱流の影響範囲は、タービン下流方向に基礎直径の10倍程度（西村ら、2018）

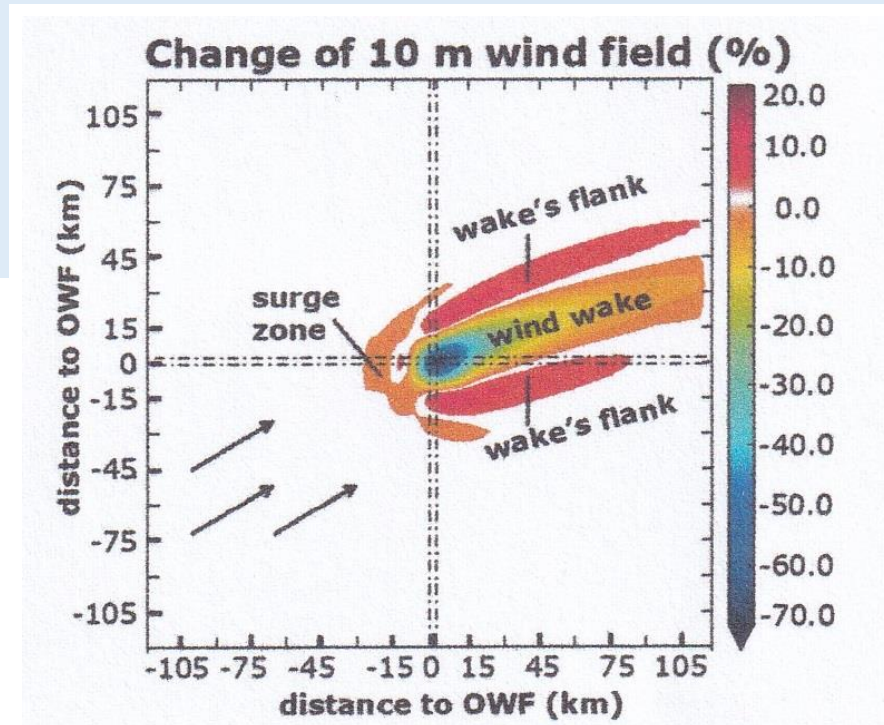
(2) 風速低下による湧昇/下降流の発生

- 風車や洋上風力発電所の風下の風速が低下することにより、湧昇流/下降流が発生
- 中程度の風速で、1m/日の程度の流れとなる(Broström, 2008)



これらにより想定される影響

- 底質の再懸濁（⇒濁りの発生、底質変化）、塩分躍層の乱れ、底層の栄養塩の湧昇による一時生産の増加、波のエネルギーの減少
- 一般に、魚類に対する洋上風力施設による流れの影響は、自然変動と比較した場合区別できない（van Berkel et al., 2020）。



洋上風力発電所周辺における風速変化のシミュレーション結果の例（Ludewig, 2015）

● 振動

- ・ 海底面の振動に対する生物の反応に関する情報は極めて少ない。
- ・ ヨーロッパイガイが閉殻する振動レベルの閾値は、5～400 Hzで75.6～94.8 dB re 10^{-5} m/s² (Roberts *et al.*, 2015)

● 底質・地形の変化

- ・ ほとんどの研究が堆積物の動態の変化は局所的であるとしている。複数の大規模風力発電所の複合効果は、海岸線と水深に影響を与える可能性がある (Clark *et al.*, 2014)。

● 波浪の変化

- ・ 10 mの等深線より浅い海岸近くの有義波高の減少は1%を超えない (Alari and Raudsepp, 2012) 。

● シャドーフリッカー

- ・ 生物への影響についての情報は極めて少なく、海域における生物影響を検討した例は無い。
- ・ 河川を遡上するタイセイヨウサケへの影響の可能性はほとんど無いと予想されている (Dodd and Briers, 2021)。

- 明らかな影響が確認された事例

- ・漁業の操業の制限

- 移動しながら操業する漁法や広いスペースを必要とする漁法への影響が大きい。⇒風車等の設置場所、配置の検討

- ・工事期間中、発電所区域内的の浮魚類の生息量が減少

- 杭打ち音の影響？⇒音を軽減する工法の採用、実施時期の調整

- ・風車基礎の魚礁効果

- 漁業にプラス効果をもたらす可能性あり。⇒活用方法の検討

- 漁業影響調査の方法

- ・精度の高い影響予測は難しい。⇒モニタリング調査を実施して建設前後の漁獲量や生息量等の変化の有無・程度を把握

- ・海外では、対照域を設定したモニタリング調査（BACI）が主流

- ・地域の漁業実態、漁業者の懸念に対応した調査を実施