

山形県遊佐町沖における協議会（第2回）

洋上風力発電による漁業影響と調査事例

2022年 9月2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

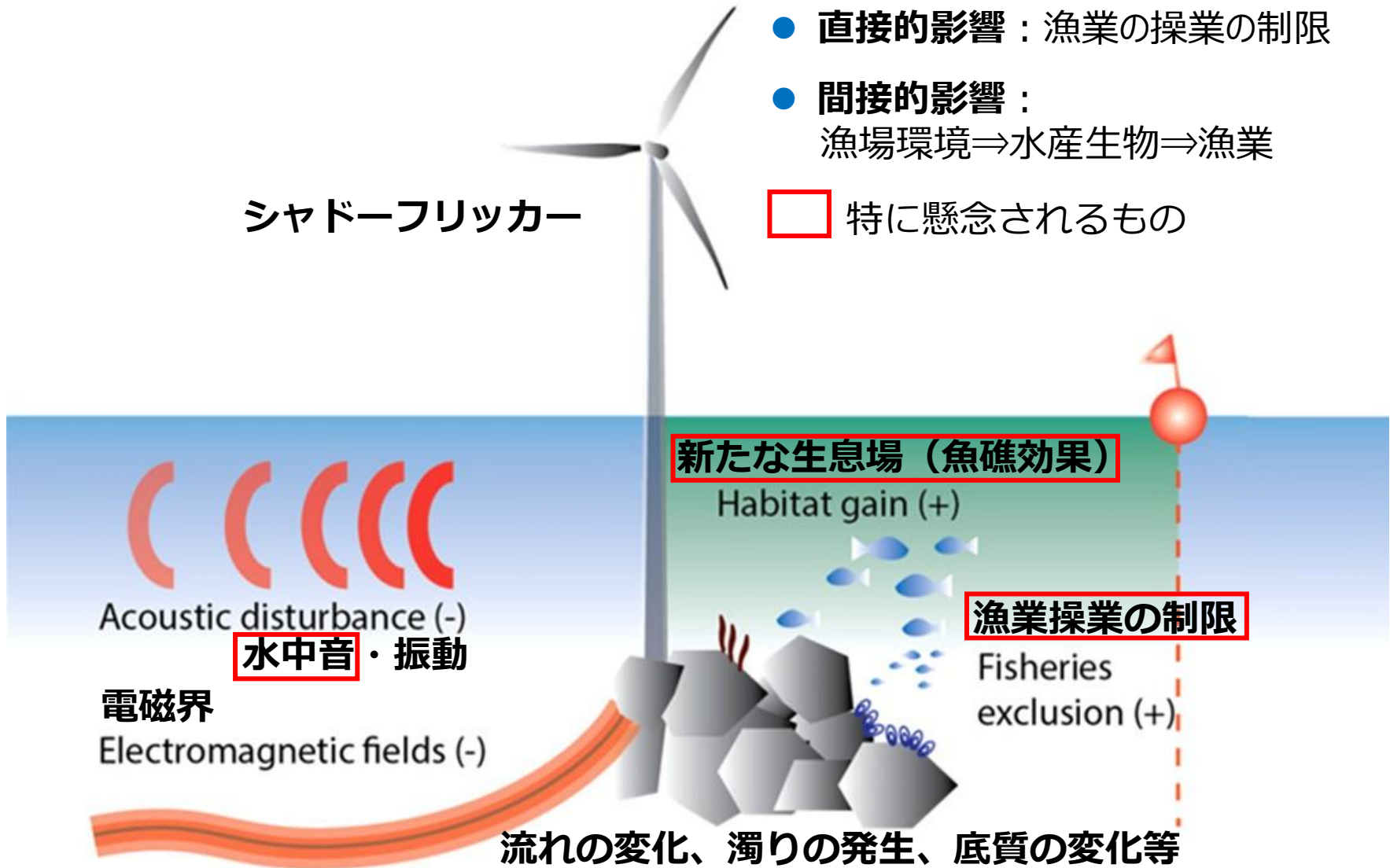


想定される漁業影響

- 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

□ 特に懸念されるもの

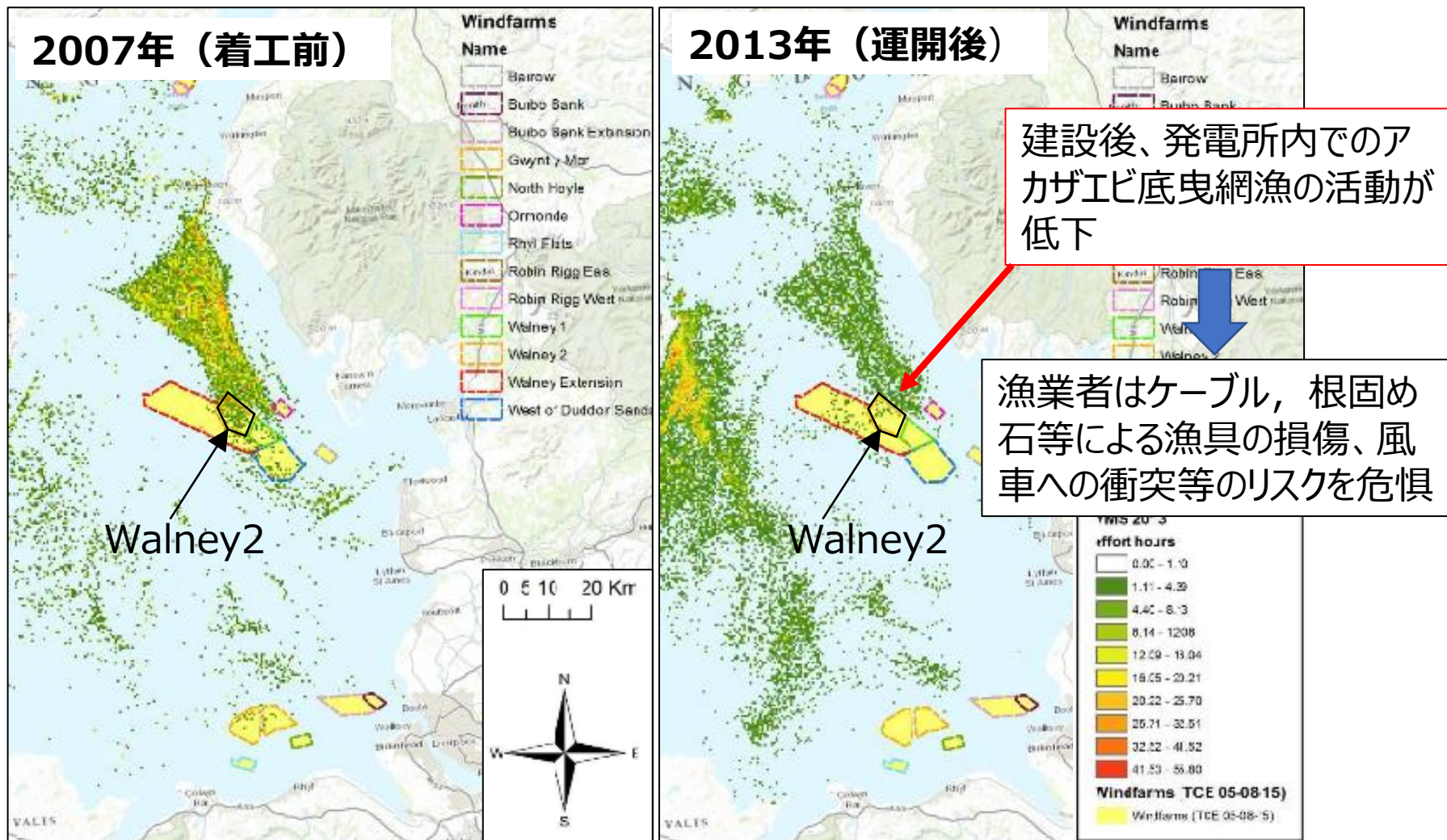
シャドーフリッカー



Bergström *et al.* (2014) を改変

操業への影響の調査事例：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

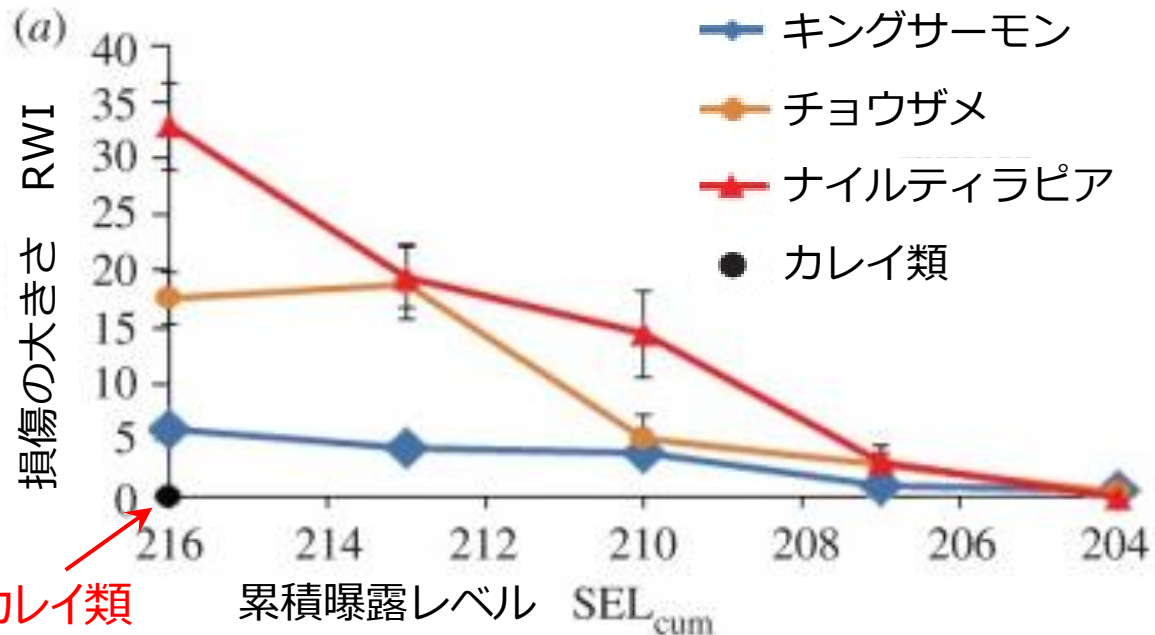
- 発電機、ギアボックス、変圧器の冷却装置等に由来する持続音
- 音源音圧レベルは~155 dB re 1 μ Pa @1m (RMS)
- 影響は供用期間中にわたる。



水中音による物理的影響の例
(内臓の血腫、内出血)

● 生物への影響

- 物理的影響（杭打ち音）、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、鰻（うきぶくろ）の無い魚種（例：カレイ類、ハタハタ）は鰻が有る魚種に比べて音への感受性が低い。
- 杭打ち音による行動的影響と見られる事例あり。稼働音の実海域における明確な影響事例は、今のところ無いと思われる。



カレイ類の結果

杭打ち音の影響実験結果の例

Halvosen et al. (2012)

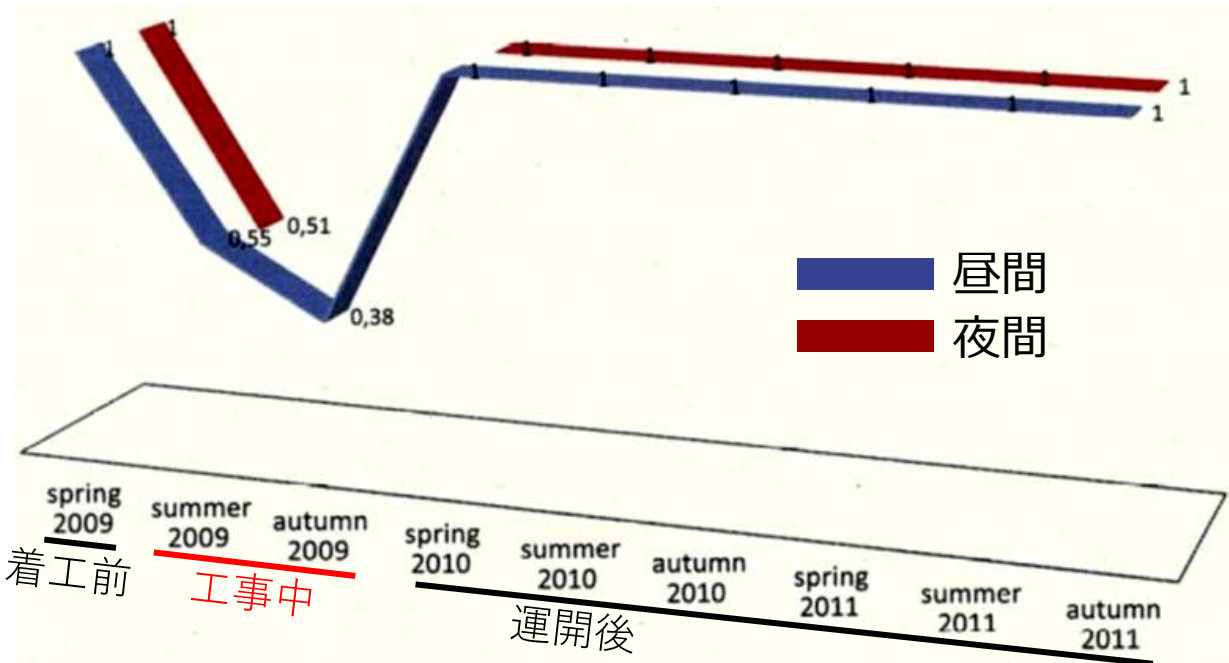
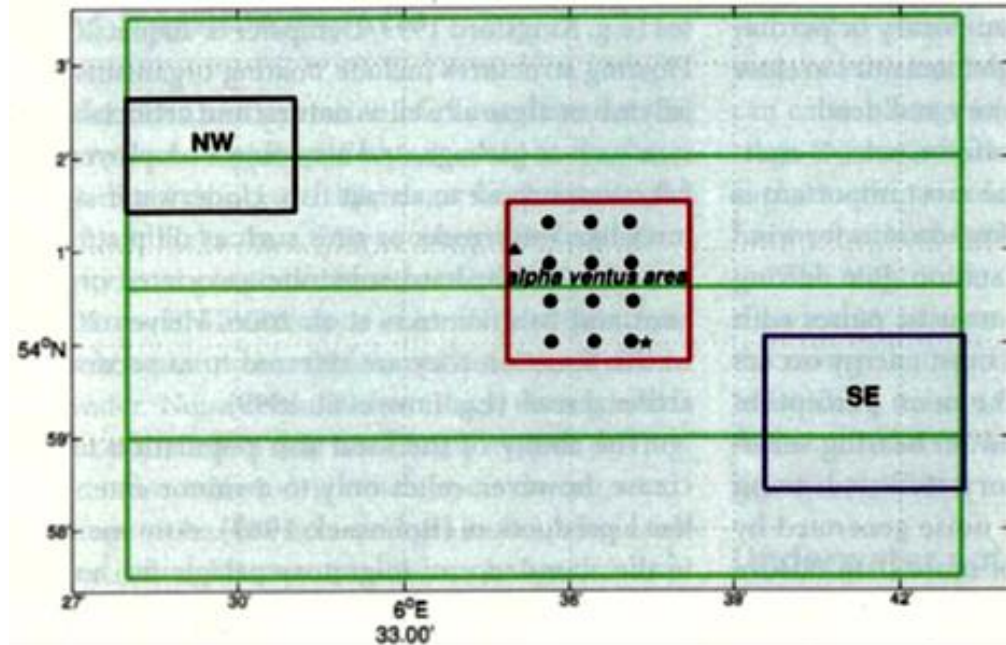
No.4

浮魚類への影響の調査事例（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。

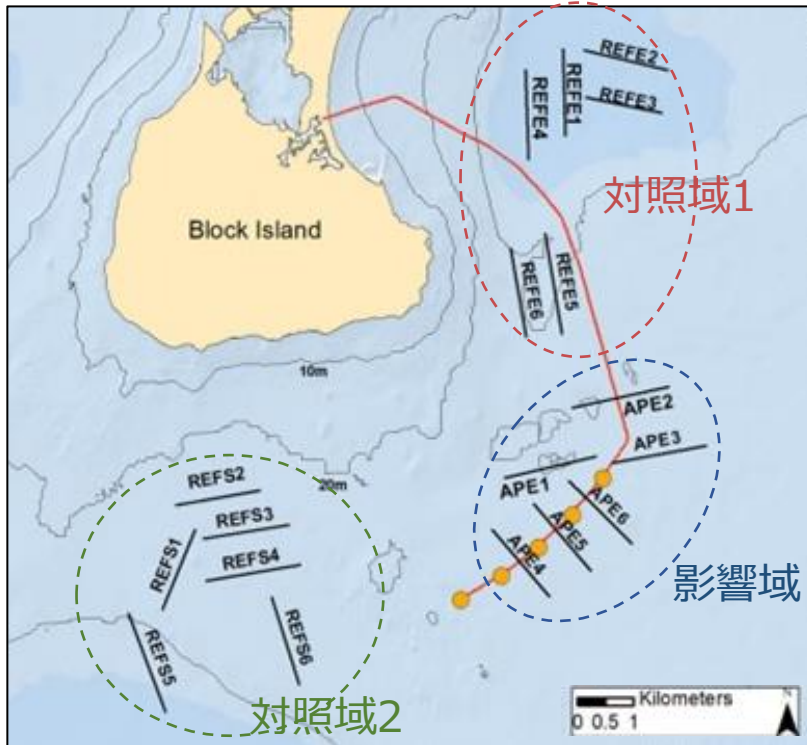


左図：浮魚類現存量のウィンドファーム内外の比較
 ウィンドファーム外の現存量を1とした場合のウィンドファーム内現存量の比率

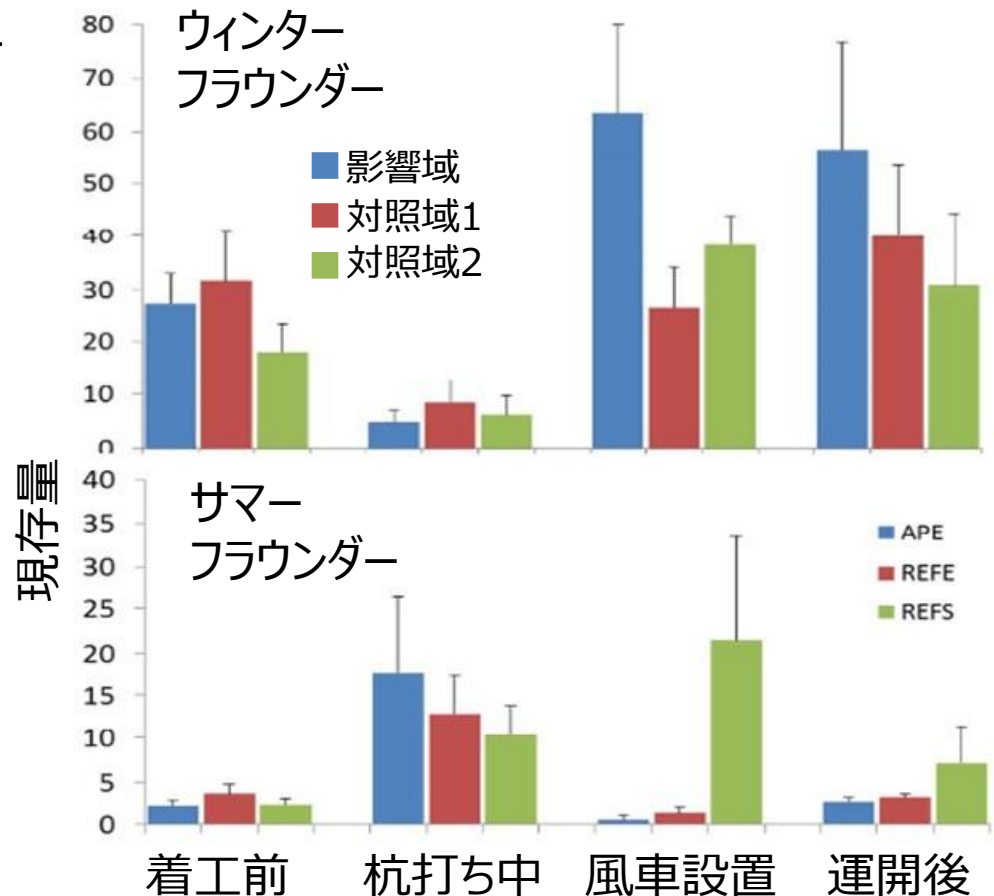
BSH & BMU (2014) に加筆

底魚類への影響の調査事例（アメリカ）

- 異体類（カレイ・ヒラメ類）を対象とした底曳網（現地漁法）による漁獲調査を影響域(APE)と対照海域(REFS、REFE)において、着工前、工事中、運開後に実施
- 工事、稼働の明確な影響は認められなかった。



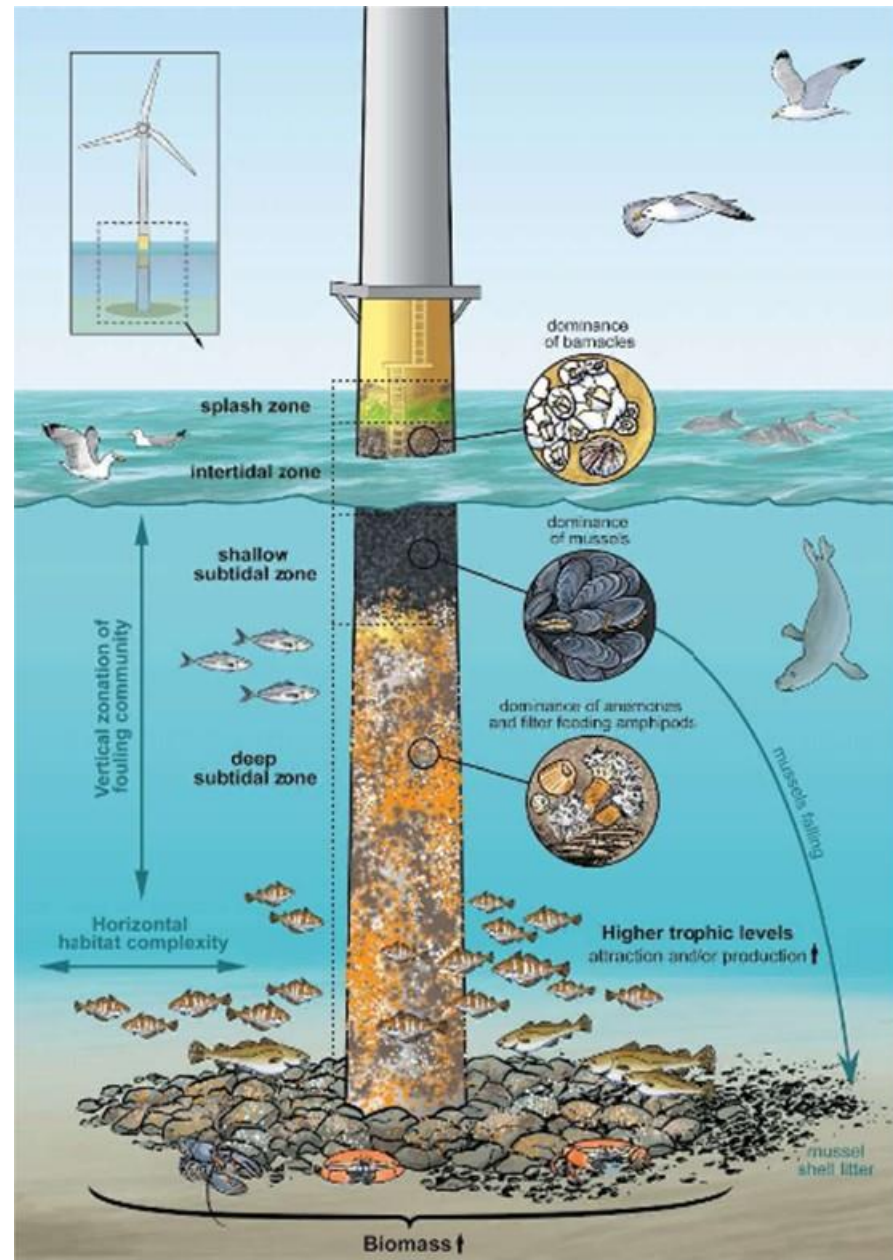
調査側線の配置 (Wilber et al., 2018)



カレイ・ヒラメ類の現存量 (Wilber et al., 2018) 秋季の結果

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。
- 季節的に浮魚類が蝟集した事例や、外洋種が確認された例もある。

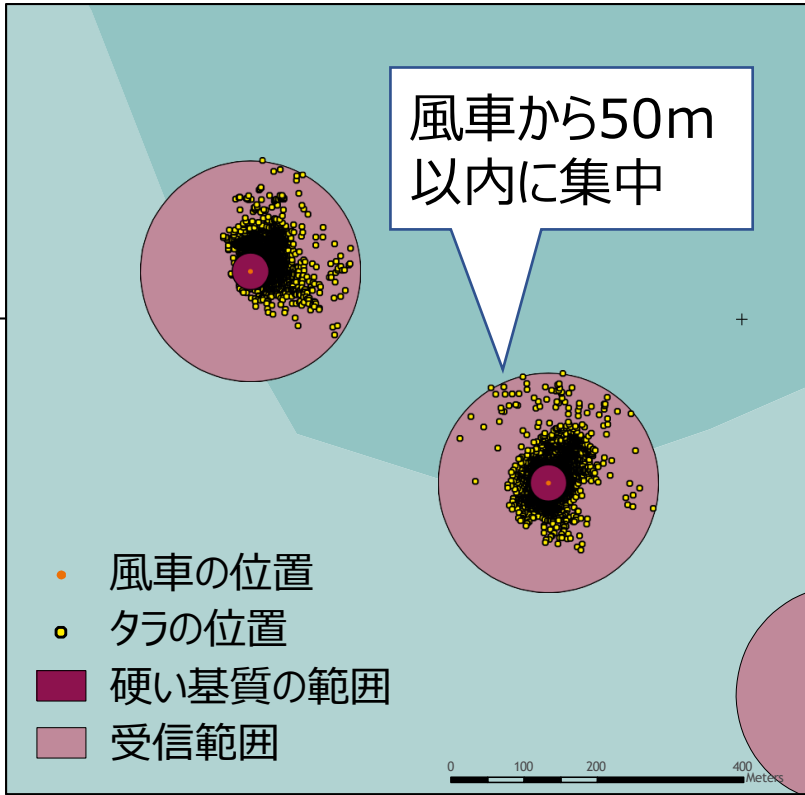


Degraer et al. (2020)

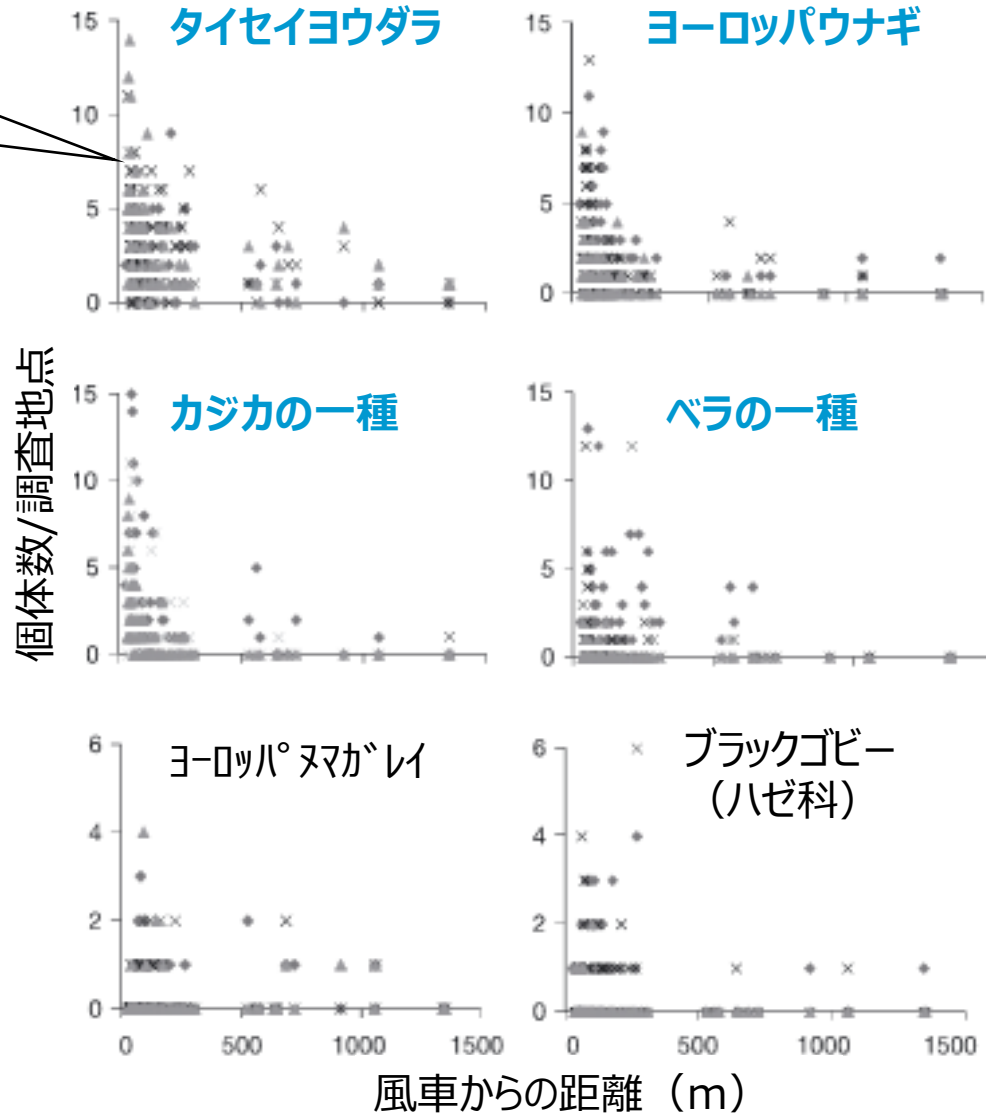
魚礁効果の調査事例（ベルギー、スウェーデン）

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）

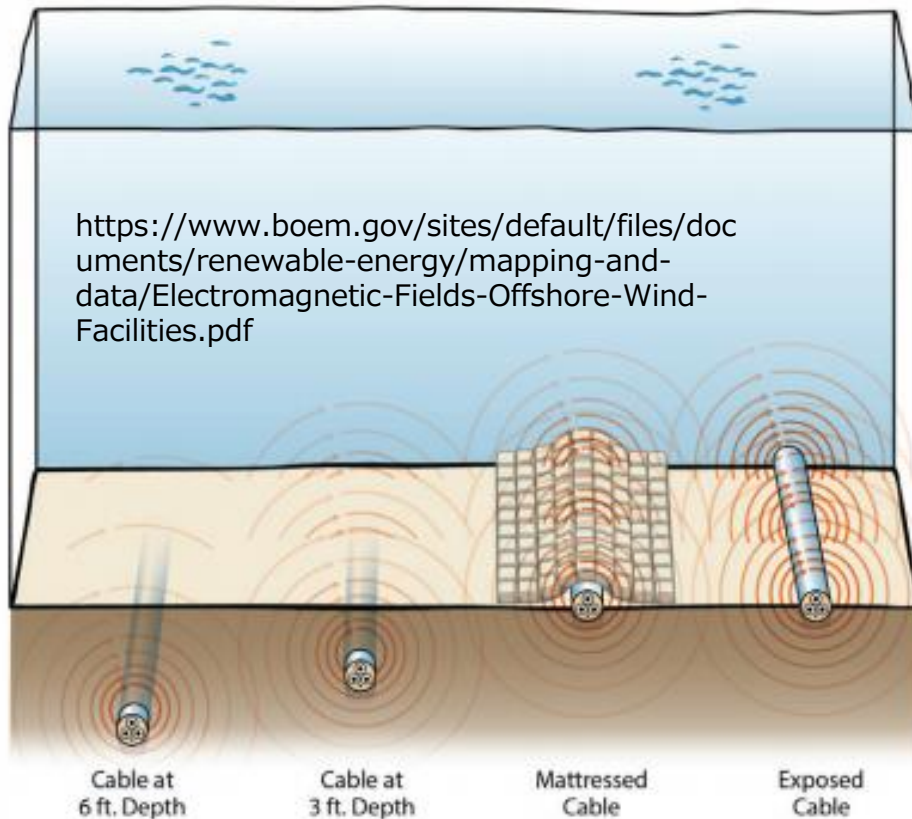
ten Brink and Dalton (2018)

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

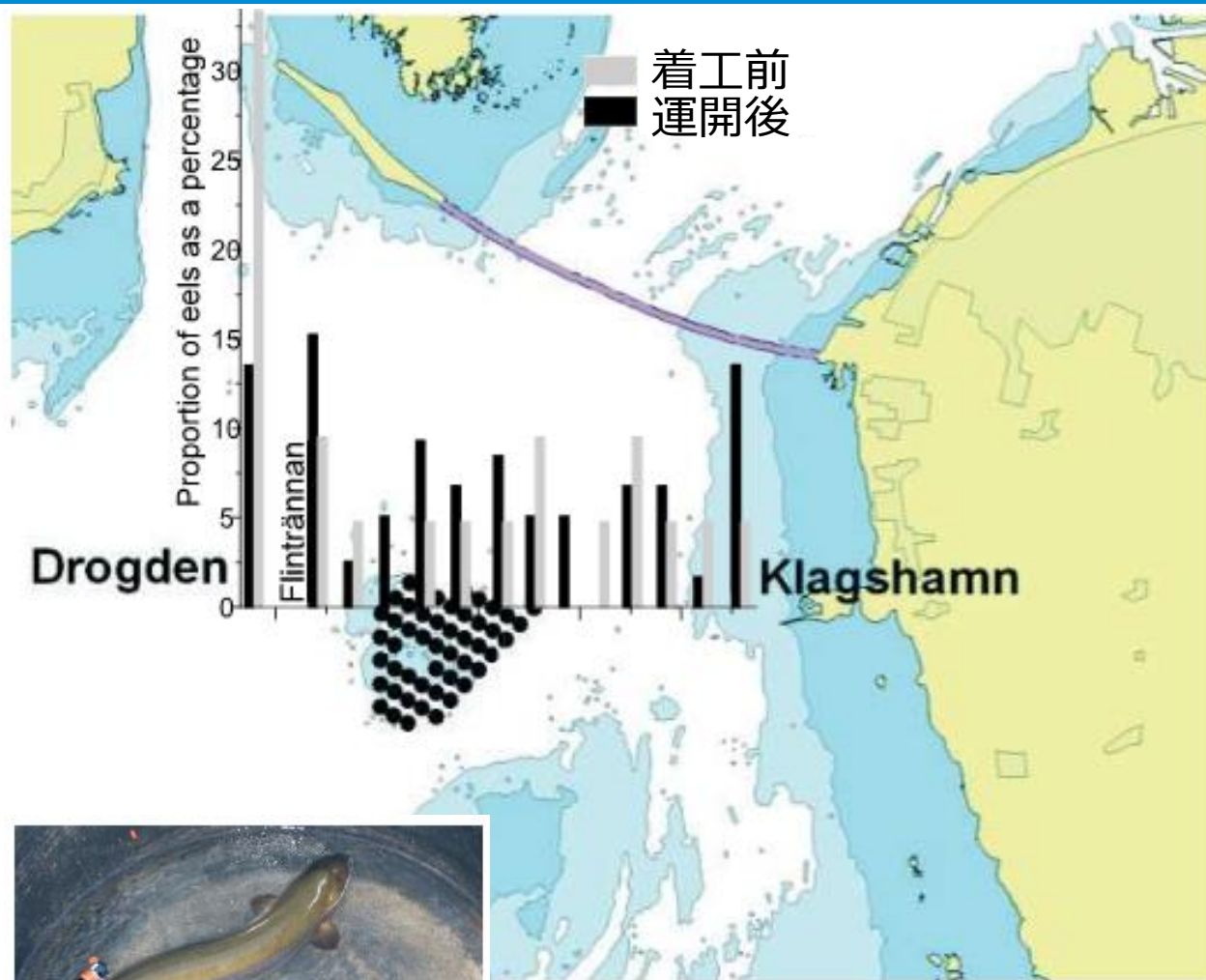
電磁界について

- **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)

回遊魚への影響の調査事例：ヨーロッパウナギ（スウェーデン）



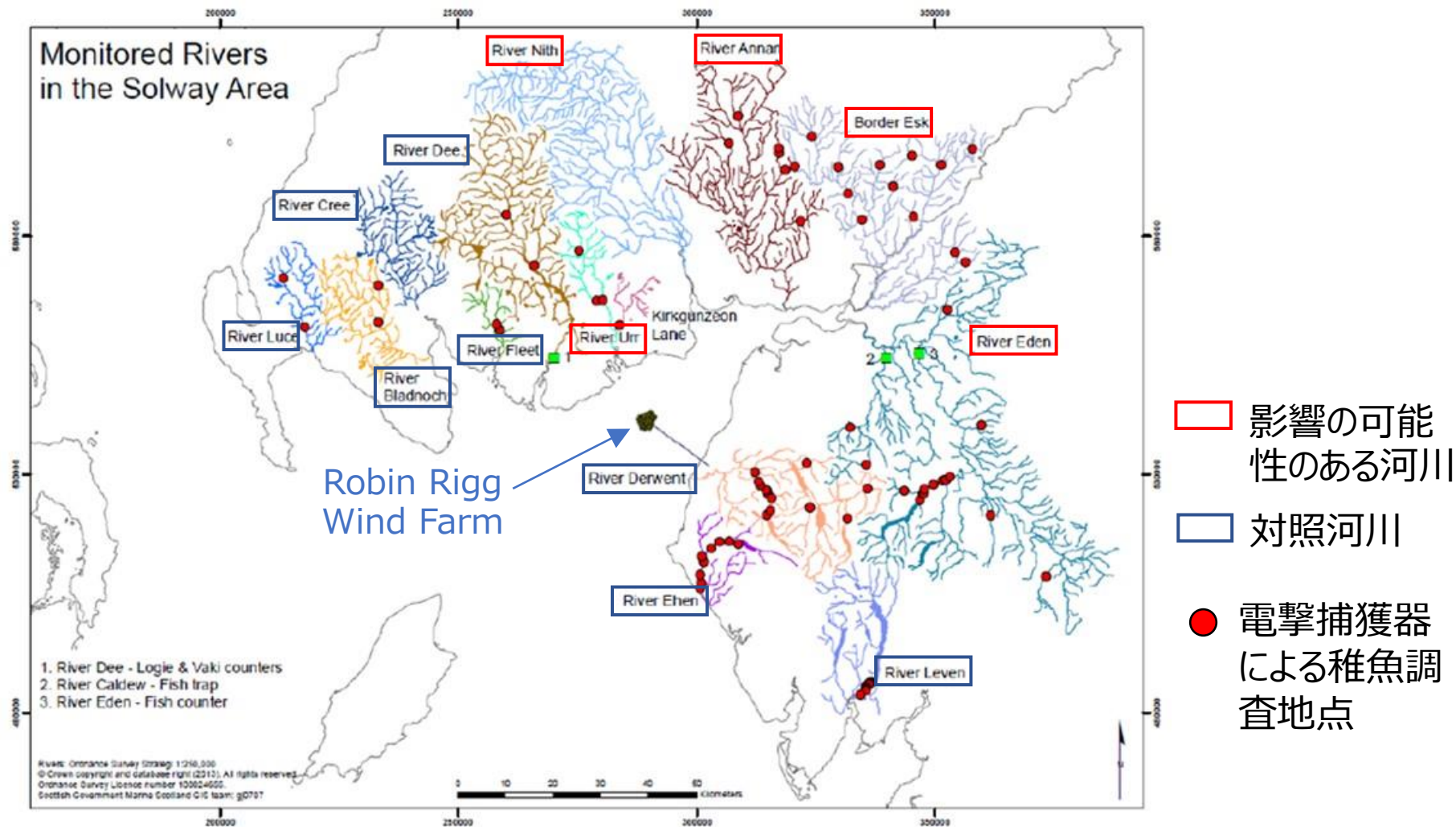
- ヨーロッパウナギに発信機を装着して、受信機を搭載した調査船で追跡または設置型受信機を用いて探索した。
- 着工前に計56個体、運開後に計280個体のウナギに発信機を装着して発電所の南側に放流
- 調査は、ウナギがバルト海から北海に（北方向に）移動する時期（8～10月）に実施
- ウィンドファームの着工前、運開後とも、約1/3の個体が発電所事業区域内を通過しており、発電所の存在、稼働はウナギの回遊の障害にはなっていないと考えられた。



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)

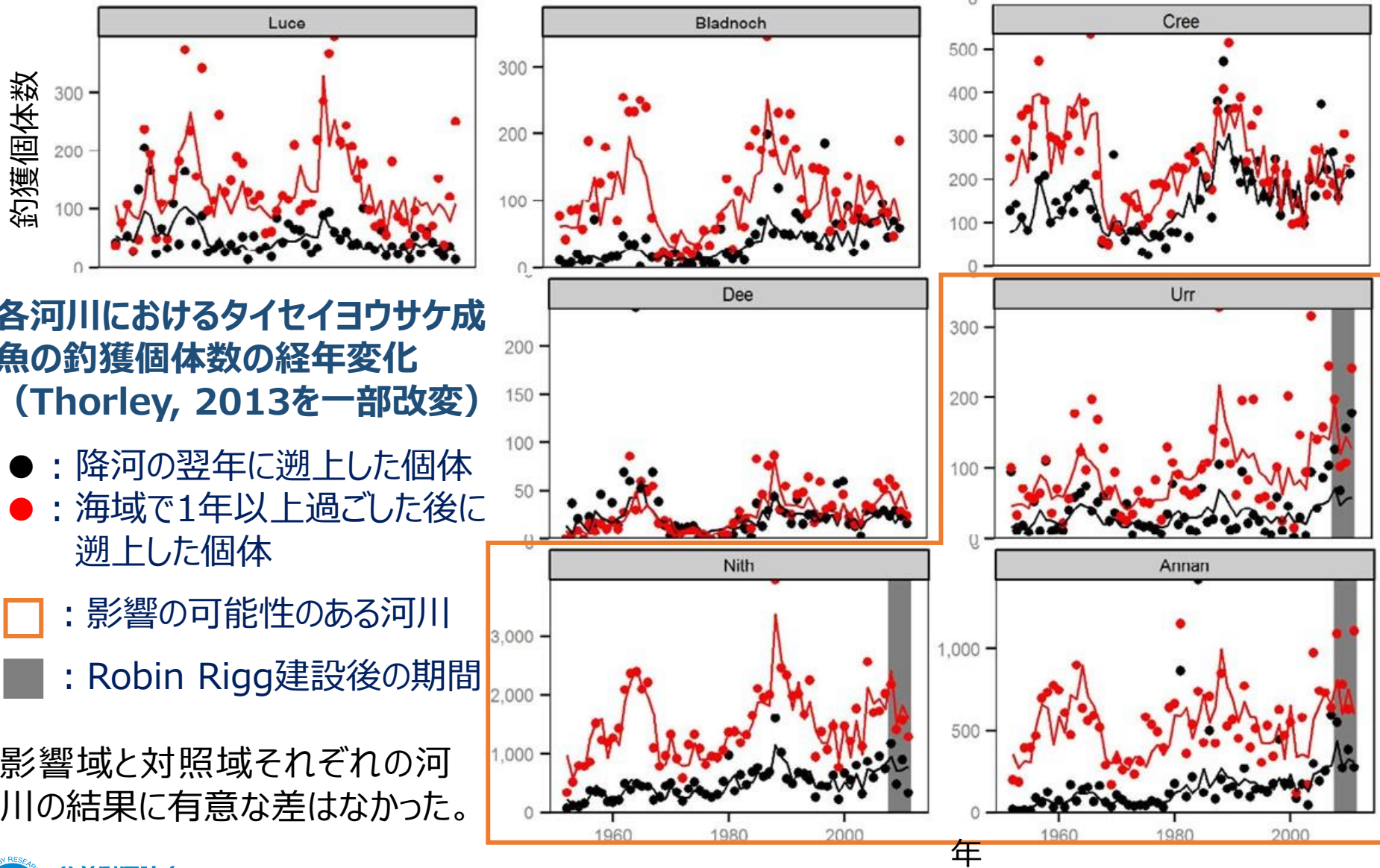
回遊魚への影響の調査事例：タイセイヨウサケ（イギリス）

- 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）

回遊魚への影響の調査事例：タイセイヨウサケ（イギリス）



その他の懸念される影響について

● 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)

● 流況の変化

- ・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)。

● 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

- ・10m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)。

漁業影響調査の目的

洋上風力発電所の建設工事や施設の存在が、漁業活動や漁場環境に影響を与え、それにより漁獲量等の変動といった結果を生じさせているのかを検証し、必要な措置・対策の要否を判断するための情報を提供することを目的とする。

漁業影響調査で検証する事項

① 漁業影響の有無・程度

指標：漁獲量（水揚げ量）、漁獲努力量、単位漁獲努力量当たり漁獲量（CPUE）

② 発電事業との因果関係

影響要因（水中音、電磁界、風車基部の地形改変）が及ぶ範囲や水産生物の反応に関する既往知見を踏まえ、発電事業と漁獲量等の変化の因果関係を推定する。

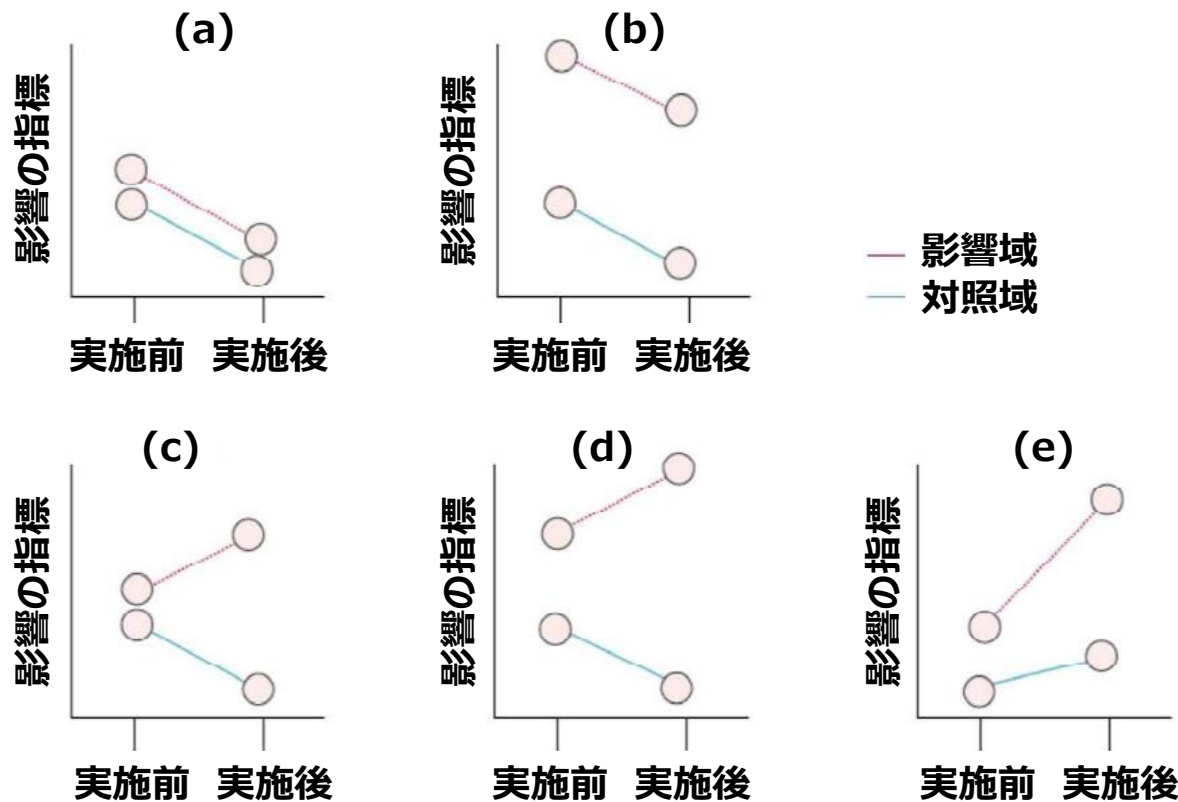
③ 関連性をより明確化するための取組

地域における合意形成・理解醸成の観点から、発電事業との関連性を明確化することが望ましい事項については、漁業者等の意見を踏まえ、附属的な調査として調査計画への反映を検討する。

漁業影響調査の考え方（新潟県村上市及び胎内市沖の例）

調査方法の検討における留意事項（調査デザイン）

- 海外では、発電事業実施前後の調査結果を比較することによって、実施後の変化を把握する**モニタリング調査**が実施される場合が多い。
- 事業影響と自然変動を区別するため、**影響域**（発電事業の実施海域）と**対照域**（発電事業の影響が及ばない海域）の**双方において同様の調査を実施**し、結果を比較する方法（BACIデザイン）が採用されている事例が多い。
- 風車等の施設の設置位置から徐々に遠ざかる複数地点で調査を行い、距離に伴う変化を洋上風力建設前後で比較する方法（BAGデザイン）もある。



BACIデザインのイメージ図

(a)、(b)は影響がなく、(c)～(e)は影響がある場合の例

Schwarz (1998) を一部改変

● 懸念される主な影響

● 漁業の操業の制限

特に、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

⇒風車等の設置場所・配置の検討、ケーブル埋設

● 杭打ち音の影響

工事期間中に浮魚類減少の事例あり。

⇒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

マイナス影響だけでなく、漁業にプラス効果をもたらす可能性あり。

⇒活用方法（利用ルールや安全対策含む）の検討

● 漁業影響調査の考え方

● モニタリング調査を実施して事業実施前後の漁獲量や漁獲努力量等の変化の有無・程度を把握 ⇒漁獲量等の変化と事業との因果関係を検討

● 事業影響と自然変動と区別するための調査デザイン（BACI等）が必要

● 漁業者等の意見を踏まえ、理解醸成・合意形成に必要な調査を計画・実施