

令和 5 年 5 月 16 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19H02353

研究課題名（和文）海洋開発による魚類への影響評価手法の開発

研究課題名（英文）Development of assessment methods for impacts of ocean development on fish

研究代表者

多部田 茂 (Tabeta, Shigeru)

東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授

研究者番号：40262406

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,200,000 円

研究成果の概要（和文）：人工構造物周辺の魚類の出現パターンを把握するために、平塚沖総合実験タワーの海中部に音響ビデオカメラを約1年間設置して、ほぼ通年のデータを取得することに成功した。また、取得したデータから画像解析により画像内の魚の尾数や大きさ、位置を自動的に抽出する手法を構築し、構造物近傍の魚の出現パターンを解析した。また、伊勢湾における底びき網漁船によって取得した水質および漁獲量のデータを対象に解析を行ない、対象魚種の資源密度と環境因子の関連を整理するとともに、機械学習の1つであるランダムフォレストを回帰に適用したモデルを構築し、年による違いや説明変数の選択等について考察した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

洋上ウインドファームに代表される再生可能エネルギーのための大規模な海域利用が世界的に進められており、我が国においても海洋エネルギーの導入に向けた研究開発が急ピッチで進められつつある。これらの開発を行う際に、それに伴う構造物の設置等による環境影響評価は不可欠であり、そのための手法の開発は喫緊の課題である。特に、漁業が重要な産業である我が国においては魚類への影響が重要である。本研究は未解明な部分が多い沿岸域における魚類の行動や分布を決める要因についての科学的知見の拡充に資するものであり、海洋エネルギーの導入促進の観点からは漁業との協調や生態系保全に対しての情報提供に貢献すると考えられる。

研究成果の概要（英文）：In order to understand the pattern of fish appearance around the artificial structure, an acoustic video camera was installed at the Hiratsuka Experiment Tower for about a year, and succeeded in acquiring data for almost the entire seasons. An image processing and analyzing methods were also established to automatically extract the number of fish tails, sizes, and locations in the images from the acquired data, and the pattern of fish appearance near the structure was detected. The water quality and catch data obtained by fishing boats in Ise Bay were also analyzed to organize the relationship between the fish density and the environmental factors. Additionally, A machine learning model applying Random Forests to regression, and discussed the inter-annual differences and the choice of explanatory variables.

研究分野：海洋環境システム学

キーワード：海洋構造物 魚類動態

## 1. 研究開始当初の背景

洋上ウインドファームに代表される再生可能エネルギーのための大規模な海域利用が世界的に進められており、我が国においても海洋エネルギーの導入に向けた研究開発が急ピッチで進められつつある。これらの開発を行う際に、それに伴う構造物の設置等による環境影響評価は不可欠であり、そのための手法の開発は喫緊の課題である。特に、漁業が重要な産業である我が国においては魚類への影響が重要である。海洋エネルギー施設による魚類への影響としては、構造物による回避や蟄集、音や電磁場の影響に加えて、海域利用形態の変化に伴う漁獲圧変化による影響の可能性などが指摘されている。しかし、沿岸域における魚類の行動や分布を決める要因については未解明の部分が多く、特に海洋開発による魚類への影響に関する科学的知見は非常に限定的である。

## 2. 研究の目的

我が国の沿岸域における海洋開発による生態系への影響のうちで特に重要であると考えられる魚類への影響に着目し、人工構造物周辺の行動、および分布の周年変動や資源量に与える影響を評価する手法を開発する。具体的には、人工構造物周辺のスケールと対象魚種の生活史をカバーする湾灘スケールの双方において、それぞれの目的に応じたモニタリング手法によって魚類の動態を把握する。また、魚類の行動に影響を与える物理環境や生態系も考慮した魚類動態モデルを構築する。

## 3. 研究の方法

### (1) 人工構造物まわりの魚類行動の把握

局所的な水中の魚類の挙動を把握するためには、光学カメラや音響カメラによるモニタリングと画像解析を組み合わせたシステムが有効であると考えられるが、近年はこれらの要素技術が発展し、高性能なシステムの開発が可能になってきた。特に高解像度の音響ビデオカメラは光量の少ない海中における魚種や個体の判別に有効であると考えられる。人工構造物まわりの魚類のモニタリングと解析手法の開発を行い、実海域での調査を行うことによって構造物周辺の魚類の行動を把握する。実海域におけるモニタリングとデータの取得については、東京大学海洋アライアンスが所有する平塚沖総合実験タワーを使用する。

### (2) 湾灘スケールの魚類動態の把握

漁具に環境計測センサーを装着することによって、漁船を用いて海域環境(水温、塩分、溶存酸素など)と魚類の分布を同時にモニタリングする方法を提案し、伊勢湾においてデータの取得を行っている。生活史をカバーするスケールの海域のモニタリングには多大な労力や費用を要するため、漁業者が普段の漁業活動を行いながらモニタリングデータを取得できれば、データ収集の効率化が図れるとともに、漁業資源の状況を把握できることから漁業者自身のメリットにもなる。このモニタリングによって収集したデータを分析することによって、海域環境と魚類の分布の関係を把握する。

### (3) 魚類の動態および生態系モデルの高度化

沿岸海域の複雑な環境要因とリンクした魚類の行動をモデル化し、発電施設等の設置や漁獲圧の変化などの外的環境変動の影響を評価可能な沿岸性魚類の動態モデルを開発する。研究代表者らが開発してきた漁場環境を再現するための低次生態系モデルや、それとリンクした魚類モデルを高度化する。またモニタリングで収集したデータに機械学習等を適用することによって海域環境と生物分布の関連を推定する。

## 4. 研究成果

### (1) 人工構造物まわりの魚類行動の把握

人工構造物による魚類の蟄集には、構造物への付着生物などの餌環境や、捕食生物からの隠れ家効果などが関連している可能性があると考えられている。局所的な水中の魚類の挙動を把握するためには、音響カメラ等によるモニタリングと画像解析を組み合わせたシステムが有効であると考えられる。人工構造物周辺の魚類の出現パターンを把握するために、東京大学海洋アライアンスが所有する平塚観測タワーの海中部に音響ビデオカメラを約1年間設置して、ほぼ同年のデータを取得することに成功した。また、取得したデータから画像解析により画像内の魚の尾数や大きさ、位置を自動的に抽出する手法を構築した。構築した手法を通年のデータに適用することによって、魚の出現パターンを把握することができた(図1)。さらに、流速流向やクロロフィル濃度などの環境要因との関連についての考察を行った。

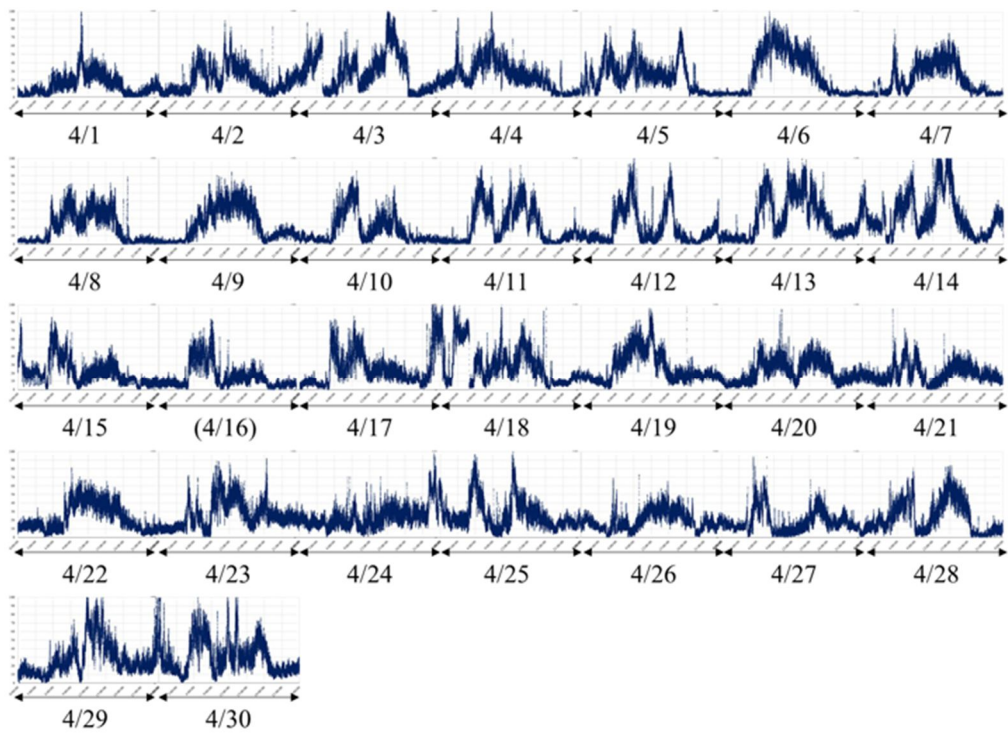


図 1：画像解析によって抽出した 2021 年 4 月における魚の出現数の変化

## (2) 湾灘スケールの魚類動態の把握

湾灘スケールの魚類動態の把握については、漁具に環境計測センサーを装着することによって、漁場における環境(水温、溶存酸素など)の計測を行った。同時に漁業者に各曳網毎の操業記録をつけてもらい、魚種別の漁獲量の情報を得ている。このデータを対象に資源分布と環境条件との関係の分析を行ない、主要魚種について水温や溶存酸素濃度と資源密度の指標となる CPUE (Catch Per Unit Effort: 単位努力当たり漁獲量) との関係を整理した(図 2)。また複数年のデータを解析したところ、例えばマアナゴについては、時期別に見ると 7 月から 8 月にかけて漁獲量が高まり、8 月後半には大きく落ち込む、というおおむね共通した傾向が見られるが、その推移のタイミングは年によって 10 日程のずれが見られることなどがわかった。そこで、実際の漁獲量の推移と時期の両方を反映させる形でグループ化を行ない、各グループにおける水質と CPUE の関係について整理したところ、資源の集中が見られる時期においては DO との相関が強まり 2mg/L 以下の海域で資源密度が高まっていることなどが確認できた。また、漁獲のみられる水温は年によってばらつきがあったが、漁場の相対水温(湾内定点観測値からの差分)と漁獲量の関連性が高いことがわかった。

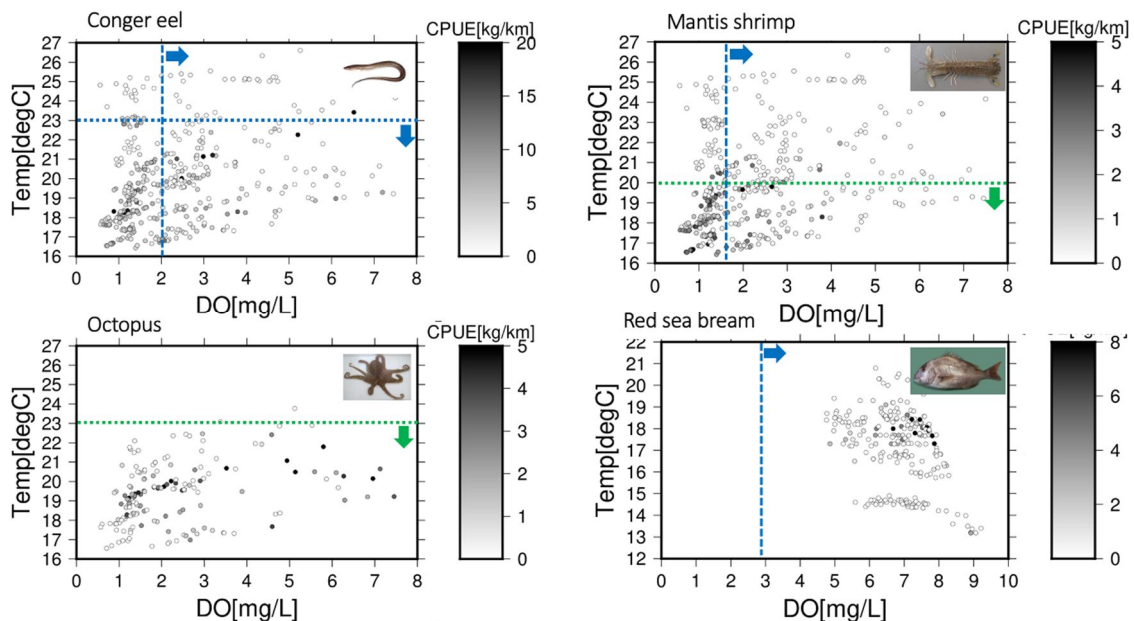


図 2 : 伊勢湾における底びき網漁業対象種の水温、溶存酸素濃度と CPUE の関係

( 3 ) 魚類の動態および生態系モデルの高度化

漁船による環境モニタリングでは操業軌跡上での環境データが取得できるため、従来の調査船や観測ステーションによる観測より時空間的に密なデータが得られる。これらのデータを用いて、低次生態系モデルによる水質シミュレーションの精度の検証を行なうとともに、データ同化によって精度が向上することを確認した。また、魚類動態モデルについては行動モデルの 3 次元化や選好を考慮する環境因子の追加等による高度化を行った。

また、機械学習を用いて CPUE の予測を行うモデルを構築した。特にマアナゴの CPUE について、ランダムフォレストを回帰に適用したモデルを構築し、年による違いや説明変数の選択等について検討を行った。その結果、水温、D0、水深の各曳網における平均値のみを説明変数とした場合より、それらに加えて操業位置（緯度、経度）、操業時間帯、エサとなる甲殻類の CPUE を説明変数とした場合のほうが精度が向上することなどがわかった。また、主漁期について説明変数の寄与度を評価したところ、重要とされた説明変数は 6 月ではエサの情報や相対水温、7 月では溶存酸素に関連した変数（平均、最大値）、8 月では緯度や水温であった。しかしながらこれらの変数の多くは、その月の特定の年のデータに対して CPUE との強い相関がみられ、同じ月でも年によって効果的な説明変数に違いがあることが明らかとなった。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 鈴木翔太, 多部田茂, 水野勝紀, 丸山拓也	4. 巻 57(2)
2. 論文標題 機械学習と最尤推定を用いた操業野帳記録とデータロガー記録との突合手法の構築	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 水産工学	6. 最初と最後の頁 57-64
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18903/fisheng.57.2_57	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 岩場公利, 多部田茂, 濱田孝治, 水野勝紀	4. 巻 29
2. 論文標題 漁船モニタリングデータを用いたニューラルネットワークによる魚類密度分布推定	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本船舶海洋工学論文集	6. 最初と最後の頁 117-122
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Kimitoshi Iwaba, Shigeru Tabeta, Takaharu Hamada, Takuya Maruyama, Hiroshi Tachi	4. 巻 228
2. 論文標題 Environmental monitoring using small fishing boats in Ise Bay for fishery management	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Estuarine, Coastal and Shelf Science	6. 最初と最後の頁 1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ecss.2019.106387	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 鈴木翔太, 多部田茂, 水野勝紀, 丸山拓也	4. 巻 57(2)
2. 論文標題 機械学習と最尤推定を用いた操業野帳記録とデータロガー記録との突合手法の構築	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 水産工学	6. 最初と最後の頁 57-64
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計15件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 6件）

1. 発表者名 Koki Miki, Shigeru Tabeta, Katsunori Mizuno
2. 発表標題 A Preliminary Study on the Site Selection of Offshore Wind Farm
3. 学会等名 39th International Conference on Ocean, Offshore & Arctic Engineering (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木翔太、多部田茂、水野勝紀
2. 発表標題 小型底びき網漁船における操業日誌記録と水質ロガー記録との突合手法について
3. 学会等名 2019年度日本水産工学会学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三木皓貴, 多部田茂, 水野勝紀
2. 発表標題 洋上風力発電の適地選定ツールに関する検討
3. 学会等名 日本沿岸域学会研究討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Suzuki, S. Tabeta, D. Sasaki, T. Maruyama, K. Mizuno
2. 発表標題 Catch prediction of demersal fish from environmental data using random forest model
3. 学会等名 The international Society for Ecological Modelling Global Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Suzuki S., Tabeta S.
2. 発表標題 Demersal Fish Catch Prediction from Environmental Conditions with Machine Learning
3. 学会等名 9th East Asian Workshop on Marine Environment and Energy (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Koki Miki, Shigeru Tabeta, Katsunori Mizuno
2. 発表標題 A Preliminary Study on the Site Selection of Offshore Wind Farm
3. 学会等名 39th International Conference on Ocean, Offshore & Arctic Engineering (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 多部田茂
2. 発表標題 伊勢湾における底びき網漁業シミュレータの開発
3. 学会等名 日本水産学会水産環境保全委員会シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 三木皓貴, 多部田茂, 水野勝紀
2. 発表標題 経済・環境・社会的観点からの洋上風力発電の課題の検討
3. 学会等名 日本沿岸域学会第33回研究討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Jia Wang, Shigeru Tabeta
2. 発表標題 Study on Spatio-temporal distribution of reef-associated fish in the South China Sea and the East China Sea
3. 学会等名 10th East Asian Workshop on Marine Environment and Energy (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岩田裕真、水野勝紀、多部田茂、村越誠
2. 発表標題 音響ビデオカメラを用いた人工構造物周辺における魚類動態の長期モニタリングの試み
3. 学会等名 海洋調査技術学会第31回研究成果発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 多部田茂
2. 発表標題 沿岸漁業再生のための水産業シミュレータ
3. 学会等名 北九州沖合における海洋再生エネルギー利用に関する協創ワークショップ
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 草野恒平、多部田茂、丸山拓也、水野勝紀
2. 発表標題 伊勢湾におけるEcopathの構築
3. 学会等名 第29回海洋工学シンポジウム
4. 発表年 2022年



1. 発表者名 Koki Miki, Shigeru Tabeta, Katsunori Mizuno
2. 発表標題 NUMERICAL SIMULATIONS FOR IMPACTS OF OFFSHORE WIND POWER FACILITIES ON CURRENTS AND WATER QUALITY
3. 学会等名 41st International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 青木大英, 多部田茂, 高橋裕一郎
2. 発表標題 東京湾におけるスズキ動態モデルの構築
3. 学会等名 日本沿岸域学会第34回研究討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 菅野晃太, 多部田茂, 丸山拓也, 鈴木翔太
2. 発表標題 漁船ロガーデータを用いた伊勢湾におけるマアナゴの分布推定に関する研究
3. 学会等名 日本沿岸域学会第34回研究討論会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	水野 勝紀  (Mizuno Katsunori)  (70633494)	東京大学・大学院新領域創成科学研究科・准教授   (12601)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------