

令和元年5月29日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H04210

研究課題名(和文) 海洋開発による環境影響評価のためのEnd-to-End生態系モデルの開発

研究課題名(英文) Development of an end-to-end ecosystem model for environmental impact assessment of ocean development

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) 12,500,000円

研究成果の概要(和文)：海洋エネルギー施設等のための大規模な海域利用を行う際に、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。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資源への影響に着目し、そのモデルを高次元化した。また、栄養塩の動態を含む低次生態系から魚類等の高次生態系までを統合的に扱い、それらへの人為的インパクトを考慮できるEnd-to-Endの生態系モデルを構築した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

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、構造物の設置や漁獲圧の変化などの外的環境変動に対応した時空間解像度をもつ沿岸性魚類の動態モデルは、海洋開発の環境影響評価に有効であると考えられる。また、低次生態系から高次生態系までを統合的に扱うEnd-to-Endモデルは、水質、物質循環、漁業資源等の多面的な評価に適用可能であり、海洋開発と漁業との協調や生態系保全に対して有益な情報を提供できると考えられる。

研究成果の概要(英文)：Because the environmental impact assessment will be indispensable for large-scale ocean developments, the evaluation methods for them should be developed. The fish behavioral model was improved to assess the impacts on fishery resources which is particularly important among ecosystem changes due to the ocean and coastal developments around Japan. An end-to-end ecosystem model was also developed, which comprehensively deal with lower ecosystems including nutrient dynamics and higher ecosystems including fish, taking into consideration the anthropogenic impacts on them.

研究分野：海洋環境システム学

キーワード：海洋開発 生態系モデル 魚類

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

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、我が国においても東日本大震災以降、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。沿岸海域の開発における環境影響予測・評価に用いられているモデルは、主に栄養塩の動態やプランクトンによる基礎生産機構を扱う低次生態系モデルであり、対象海域の水質や物質循環を解析することを主目的としている。一方、漁業が重要な産業である我が国においては、より上位の生態系に位置する魚類への影響も重要である。海洋エネルギー施設等による魚類への影響としては、構造物による回避や蜆集に加えて、海域利用形態の変化に伴う漁獲圧変化による影響などが報告されている。漁業資源の解析には、通常個体群動態モデルによるコホート解析が用いられるが、近年では生態系の管理を目的として食物網を考慮したモデルもしばしば適用されている。

研究代表者らは、マアナゴやマダイを対象として、移動・成長・個体数変動を考慮した魚類動態モデルを開発してきた。これらのモデルは、水質等の環境条件や漁獲が魚類の時空間分布に及ぼす影響が考慮されているものの、モデリングに用いたデータが限られていることが精度向上の制約になっていた。また、生態系全体への影響という観点からは、構造物の設置による水質・底質への影響は、低次生態系を介してボトムアップ的に生態系に影響を及ぼすことが想定される。一方、構造物の出現による魚類分布の変化は、トップダウン的に生態系に影響を及ぼすことが想定される。これらの影響を水質、物質循環、漁業資源管理等の観点から多面的に評価するためには、低次生態系モデルと高次生態系モデルを統合して生態系全体の応答を解析できる End-to-End 生態系モデルが有効であると考えられる。

2. 研究の目的

我が国の沿岸域における海洋開発の際に重要な魚類への影響が考慮でき、さらにそれらを含んだ生態系への影響を統合的に評価するための End-to-End 生態系モデルを開発する。具体的な開発項目は以下の通りである。

- ・魚類モデルの高度化：実海域におけるデータを収集し、環境と生物分布の関連を抽出することにより魚類動態モデルの高度化を目指す。
- ・End-to-End モデルの構築：魚類動態モデルと、低次生態系モデルを統合し、栄養塩の動態を含む低次生態系から魚類等の高次生態系までを統合的に扱いかつ人為的影響を考慮できる生態系モデルを構築する。

3. 研究の方法

(1) 魚類モデルの高度化

研究代表者らが開発してきた移動・成長・個体数変動を統合した魚類動態モデルをベースとして高度化を行う。このモデルは、水温や溶存酸素などの環境因子に基づいて魚類の行動をモデル化しており、個体群動態と空間分布を同時に解析可能である。一方、魚類の行動のモデル化の際に、現場での定性的な情報や室内実験データによって環境因子への応答を決めているため、実海域での魚類の行動特性に関してより詳細な検討が必要である。そこで、実海域において水温や溶存酸素等の環境因子と魚類の分布を同時に計測することにより、モデルの高度化のための情報を収集する。取得したデータを解析することによって魚類の環境選好性を抽出する。また、魚類の行動をラグランジュ的に追跡し、成長の個体差等を考慮することが可能な個体ベースモデル(Individual Based Model)を導入する。高度化した移動モデル、成長モデル、個体数変動モデルを統合し、対象魚種の沿岸海域における動態をシミュレーションできるモデルを構築する。

(2) 統合モデルの構築

低次生態系から高次生態系までを統合的に扱いかつ人為的インパクトを考慮できる End-to-End なモデルを構築する。流動・低次生態系モデルとしては、広域から構造物周辺のスケールを同時に扱うマルチスケール解析が可能である MEC モデルをベースとした生態系モデルを用いる。高次生態系モデルに関しては、これまでに開発してきた単一魚種の魚類動態モデルを複数魚種に拡張する。その際に、漁業資源管理の分野で近年しばしば用いられている食物網を考慮したモデルである ECOPATH 等を参考にする。また、魚類モデルを低次生態系モデルと結合する。

4. 研究成果

我が国における海洋開発による海洋環境影響を考慮する際に、魚類の動態および漁業への影響は非常に重要であるため、これら进行评估するためのモデル開発を行った。ここでは移動・成長・個体数変動を統合した魚類動態モデルを用いることとしたが、このモデルでは水温や溶存酸素などの環境因子に基づいて魚類の行動をモデル化しており、個体群動態と空間分布を同時に解析可能であることを確認したが、魚類の行動のモデル化の際に現場での定性的な情報や室内実験データによって環境因子への応答を決めているため、実海域での魚類の行動特性に関してより詳細な検討が必要であることが明らかになった。そこで、実海域において水温や溶存酸素等の環境因子と魚類の分布を同時に計測することにより、モデルの高精度化のための情報を

収集することを目的とし、漁船を利用して簡便に計測を行う方法を考案した。具体的には、漁具にセンサーを取り付けて漁獲と同時に水質を計測する方法を伊勢湾の小型底びき網漁船に実装し、ほぼ周年に渡ってデータを取得した。また取得したデータを解析し、対象漁船が操業している海域に限定されるものの、従来よりも時空間的に高解像で環境変動を捉えられる可能性があることを確認するとともに、主要漁獲対象種の CPUE (単位努力当り漁獲量) と環境要因との関連についての情報を得ることができた。魚類動態モデルについては、観測データを得ている伊勢湾の小型底びき網漁の複数の対象魚種のモデルを実装するとともに、個体ベースモデルを含む数種類の行動モデルを構築してその特徴を調べた。また、実際の漁業データによる検証を可能にするために漁具能率などをモデル化した漁業モデルと結合し、シミュレーションを実施した。

低次生態系から高次生態系までを統合的に扱いかつ人為的インパクトを考慮できる End-to-End モデルについては、流動・低次生態系を扱う 3 次元の生態系モデルと、食物網全体を扱う Ecopath・Ecosim をリンクして、物理場-低次生態系-高次生態系を統合的にシミュレーションするモデルを構築した。構築したモデルを用いて東シナ海や東京湾の生態系シミュレーションを行い、漁業の影響 (Top-down 的な生態系への影響) や、栄養塩負荷の影響 (Bottom-up 的な生態系への影響) 等を調べた。

さらに、海洋エネルギーの一つである海洋温度差発電からの放流水による影響を評価することを目的とした生態系モデルを構築し、実証実験が行われている久米島周辺海域のシミュレーションに適用した。

5 . 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 6 件)

三木皓貴, 多部田茂, 水野勝紀: 魚類動態シミュレーションにおける行動モデルの検討, 日本船舶海洋工学会論文集, 28, 155-162, 2018, 査読有

Shigeru Tabeta, Shota Suzuki, Kenta Nakamura: Assessment of fishery management by using a fishery simulator for bottom otter trawling in Ise Bay, Ecological Modelling, 358, 40-49, 2017, 査読有

鈴木将太, 多部田茂, 黒木洋明, 丸山拓也, 中村義治: 伊勢湾における底びき網漁業シミュレータの開発, 水産工学, 54(1), 9-21, 2017, 査読有

Yiming Xia, Shigeru Tabeta, Shinji Komatsuda, Fengjun Duan: The impacts of fishing and nutrient influx from Yangtze River on the ecosystem in East China Sea, Modeling Earth Systems and Environment, 2(3), 1-9, 2016, 査読有

本宮佑規, 多部田茂, 黒木洋明, 丸山拓也, 日比野学, 中村義治: 伊勢湾におけるマアナゴの動態モデルの開発, 水産工学, 52(2), 83-93, 2015, 査読有

Shigeru Tabeta, Shota Suzuki, Yoshiharu Nakamura: Combined modelling of fish behaviour and fishing operation in Ise Bay, Ecological Modelling, 313, 266-275, 2015, 査読有

[学会発表] (計 1 8 件)

Koki Kikukawa, Shigeru Tabeta: A Preliminary Study on Site Selection for Tidal Current Power Plants in Seto Inland Sea, 37th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering, 2018.6

Kimitoshi Iwaba, Shigeru Tabeta, Takaharu Hamada, Takuya Maruyama, Hiroshi Tachi, Daichi Sasaki: Environmental monitoring by fishing boats to predict resource distribution in Ise Bay, 12th International Conference on the Environmental Management of Enclosed Coastal Seas, 2018.11

押味良太, 多部田茂, 水野勝紀: 海洋温度差発電の放流水による環境影響シミュレーションモデルの構築, 海洋理工学会平成 30 年度春季大会, 2018.5

内田恵, 多部田茂, 水野勝紀: サンゴの生息環境評価法の検討と海洋温度差発電の影響予測, 海洋理工学会平成 30 年度春季大会, 2018.5

三木皓貴, 多部田茂, 水野勝紀: 魚類動態シミュレーションにおける行動モデルの検討, 第 27 回海洋工学シンポジウム, 2018.8

岩場公利, 多部田茂, 濱田孝治, 中村義治, 丸山拓也, 舘洋, 笹木大地: 伊勢湾における小底漁船による環境計測データを用いたマアナゴ資源分布予測の試み, 第 21 回アナゴ漁業資源研究会, 2017.12.

岩場公利, 多部田茂, 濱田孝治, 丸山拓也, 舘洋, 笹木大地: 伊勢湾における小型漁船による沿岸海域環境計測, 水産海洋学会研究発表大会, 2017.11.

S. Tabeta, T. Hamada, K. Iwaba, T. Maruyama, H. Tachi, Y. Nakamura: Environmental monitoring using small fishing boats in Ise Bay, The 13th International MEDCOAST Congress on Coastal and Marine Sciences, Engineering, Management & Conservation, 2017.11.

Y. Xia, S. Tabeta: Ecosystem simulations in East China Sea by an integrated model

of spatially explicit LTL and EwE, The International Society for Ecological Modelling Global Conference 2017, 2017.9.

Kenta Nakamura, Shota Suzuki, Shigeru Tabeta: A Study on the Operation Strategies for Bottom Otter Trawling in Ise Bay, 36th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering, 2017.6.

Zhe Wang, Shigeru Tabeta: Numerical simulations of ecosystem change due to discharged water from ocean thermal energy conversion plant, OCEANS'17 IEEE Aberdeen, 2017.6.

多部田茂, 丸山拓也, 濱田孝治, 岩場公利: 漁船による沿岸海域環境計測の試み, 日本船舶海洋工学会秋季講演会, 2016.11.

Zhe Wang, Shigeru Tabeta, Yuka Kitakoji, Shin Okamura: Numerical simulations for behavior of discharged water from ocean thermal energy conversion plant, TECHNO-OCEAN 2016, 2016.10.

Zhe Wang, Shigeru Tabeta, Environmental influence assessment of discharged water from ocean thermal energy conversion by numerical simulations, UTokyo-KAIST-SJTU Symposium, 2016.8.

Shota Suzuki, Shigeru Tabeta: Fishery simulator for bottom otter trawling in Ise Bay, The International Society for Ecological Modelling Global Conference 2016, 2016.5.

Yiming Xia, Shigeru Tabeta, Fengjun Duan: Fundamental study on ecosystem in East China Sea by an integrated model of low and high trophic levels, OCEANS'16 IEEE Shanghai, 2016.4.

丸山拓也, 多部田茂: 小型底びき網に装着した環境測定機器による漁場環境の把握の試み, 第19回アナゴ漁業資源研究会, 2015.11.

鈴木翔太, 多部田茂, 中村義治, 伊勢湾における底びき網漁業シミュレータの開発: 日本沿岸域学会研究討論会, 2015.7.

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年:
国内外の別:

取得状況(計 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年:
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名:

ローマ字氏名:

所属研究機関名:

部局名:

職名:

研究者番号(8桁):

(2)研究協力者

研究協力者氏名:

ローマ字氏名:

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。