

令和 4 年 5 月 13 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K12356

研究課題名(和文) 生息地予測解析を用いた底生生物の底質環境指標開発

研究課題名(英文) Development of benthic environmental indicators for macrobenthos using habitat prediction model

研究代表者

梅原 亮 (Umehara, Akira)

広島大学・環境安全センター・助教

研究者番号：40825791

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：底生生物(ベントス)は、物質循環や底生魚類の餌としての役割を担う生態系を構成する重要な生物群であるが、採泥および専門家による同定・計数が必須である。本研究では、これまで特定の希少種の分布推定に利用されてきた生息地予測解析(Maxent)を瀬戸内海に出現する主要種に適用し、底質環境から各マクロベントス種の出現確率を推定するモデルを構築することで課題を解決した。また、モデル推定において真に必要な底質項目を絞り込むことで、様々な海域で広く一般的に取られている底質項目を用いた出現確率推定が可能となった。さらには、開発した瀬戸内海モデルを用いて有明海のマクロベントス種の出現確率推定も可能となった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

マクロベントス調査は採泥および専門家による同定・計数が必須であり、その労力の大きさと専門性からデータ数が限られているという大きな課題があった。本研究において環境省が実施した瀬戸内海1200地点を超える膨大なデータを用いて、主要なマクロベントスの出現率を精度良く推定できるモデルを構築できた意義は大きい。本手法が今後のマクロベントスのモニタリング手法として活用され、空間的・季節的にこれまでよりも高解像度なマクロベントスの分布の把握によって低次生物生産過程における生態系構造の解明ができ、また気候変動に伴うベントスの将来分布予測等に用いられることで環境動体解析や水産分野に貢献できると期待される。

研究成果の概要(英文)：Benthic organisms are an important biota in the ecosystem, playing a role in material circulation and as food for fishes. However, collection of the sediment using grab sampler, identification and counting by experts are required for the benthos monitoring. In this study, we applied the Maxent modeling, which has been used to estimate the potential distribution of rare species, for predicting the potential distribution of the macrobenthos in the Seto Inland Sea from the physico-chemical characteristic of the sediment. In addition, by narrowing down the parameters of the sediment characteristics that are truly necessary in the model estimation, it became possible to estimate the probability of appearance of the macrobenthos using the parameters that are widely and commonly taken in various marine areas. Furthermore, the developed Seto Inland Sea model made it possible to estimate the probability of appearance of macrobenthos in the Ariake Sea.

研究分野：海洋生態学

キーワード：生息地予測 瀬戸内海 底質特性 ベントス Maxent

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

マクロベントス調査は採泥および専門家による同定・計数が必須であり、その労力の大きさと専門性からデータ数が限られているという大きな課題があった。局在しやすく消長を繰り返すベントスは、通常サンプリングされる 0.04 ~ 0.10 m² 程度の面積ではサンプル毎の違いが大きく、一方で底質の物理化学的特性は採泥されたサンプル毎に大きな差はなく、ベントスデータと比較して安定したデータが得られる。そこに生息する生物群集を決定しているのは主として底質の物理化学的環境であることを考えると、安定したデータが得られる物理化学的特性項目を評価に用いることが有効であるが、様々な項目がある物理化学的特性を、出現する生物種と結びつけることは容易ではない。

2. 研究の目的

本研究では、特定の希少種などの分布推定に用いられている生息地予測解析 (Maxent model) により、環境省が実施した瀬戸内海 1200 地点を超える膨大なデータを用いて、主要なマクロベントスの出現確率を底質項目から推定する手法を開発する。また、モデル推定において真に必要な底質項目を絞り込むことで、様々な海域で広く一般的に取られている底質項目を用いた出現確率推定を行い、他海域 (有明海) への適用可能性についても評価する。また、1980 年代に汚濁が顕著であった瀬戸内海において、その後の環境改善の試みによる底質改善が、代表種の分布にどのような影響を与えたのかについても把握する。

3. 研究の方法

1990 年代、2000 年代、および 2010 年代における瀬戸内海環境情報基本調査の底質の物理化学的特性 (7 項目) および代表ベントス 10 種 (4 つの動物門) の個体数データを用いて、Maxent ソフト (version 3.4.1) による解析を実施した。ベントスの存在地点情報は全体の 75% をトレーニングデータ、25% をテストデータとしてランダムに分割した。得られた解析データの評価は、ROC 曲線から算出される AUC および予測出現確率と実際の出現確率から算出される RMSE を用いて行った。作成したモデルの予測精度を向上させるため、クラスター分析を用いて偶発的に存在が確認されたと考えられる地点を除き、高精度の分布予測を行うために底質の物理化学的特性のモデルの寄与率から必要最小限の底質の物理化学的特性を特定した。また、瀬戸内海における 1980 年代 ~ 2010 年代における出現確率推定により、環境変化に対する応答について評価した。上記の底質項目を絞り込んだ瀬戸内海モデルの汎化性能を評価するため、2002 年の有明海における底質特性を用いてベントスの出現確率を推定し、AUC により評価を行った。

4. 研究成果

1) 瀬戸内海における Maxent モデルの作成

相関を示した項目を除き、水深、泥温、強熱減量、全有機炭素 (TOC) 含量、礫分、泥分、酸化還元電位 (ORP) の 7 項目で Maxent 解析を行った。 *Glycera* sp.、クビナガスガメ、オカメブク以外の 7 種については偶発的出現が確認されたためその地点を除外したところ、6 種 (シズクガイ、ダルマゴカイ、カキクモヒトデ、テッポウエビ属の一種、フクロスガメ、ソコシラエビ) で解析精度が向上した。7 底質項目で Maxent 解析を実施したところ、全 10 種のベントスで AUC が 0.75 以上となり、十分な精度をもつモデルが作成された (図 1)。研究開始時の目標は 50 種であったが、今回瀬戸内海に多く出現しかつ汚濁耐性のことなる 10 種でモデルを作成できたため、今後同じ方法で解析種を増やすことが可能となった。瀬戸内海では 1990 年から 2010 年にかけて全域的に底質の TOC 含量が減少傾向にあるが、TOC 含量が顕著な海域において *Glycera* sp. やクビナガスガメといった AMBI グループにより有機汚濁耐性が低いとされている種の出現確率は、1990 年から 2010 年の間に増加傾向にあったことから、ベントスの生息域は底質環境の時空間的变化の影響を受けていたと考えられた。

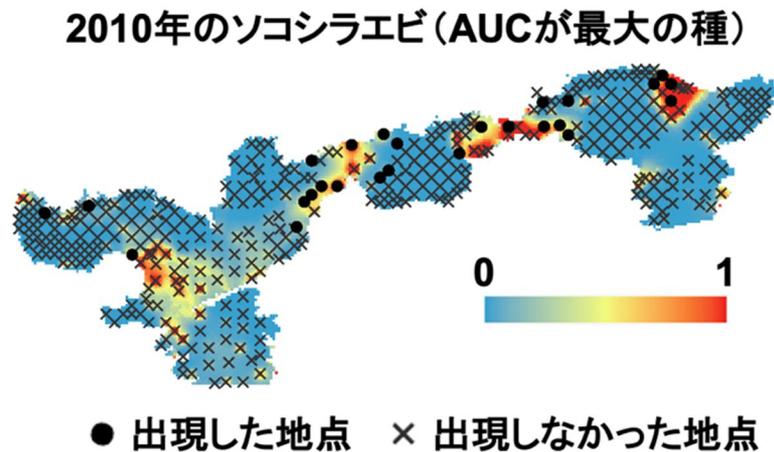


図 1 : 7 底質項目で Maxent 解析を実施した場合の出現確率と実際の出現地点 (ソコシラエビの例)

2) 必要底質項目の絞り込み

瀬戸内海モデルの 7 項目を使用して解析した場合の AUC を基準に、寄与率の低い底質項目を順次外した後の相対 AUC を算出した。全 10 種のベントスで 3 項目まで項目数を減らしても相対 AUC が 0.94 以上となり、精度が維持された。寄与率が高かった 3 項目は 6 種では礫分、泥分、水深であり、残り 4 種についてもこの 3 項目の内 2 項目が含まれていた。そこで、全 10 種を礫分、泥分、および水深の 3 項目のみ用いて再度モデルを作成した。3 項目のみでモデル作成を行った場合、絞り込んだ 3 底質項目に礫分、泥分、水深以外の項目が含まれていた 4 種においても大幅な相対 AUC の低下は見られず、代表 10 種において礫分、泥分、水深を使用した時の相対 AUC は 0.94 以上の値を示し、かつ絶対 AUC も 0.7 以上であり十分な精度をもつモデルが作成された。

3) 開発モデルの有明海への適用

有明海の調査では、瀬戸内海の代表 10 種のうち *Glycera* sp.、シズクガイ、ダルマゴカイ、クビナガスガメ、フクロスガメの 5 種が出現していた。この 5 種について、ベントスとともに調査されていた礫分、泥分、水深を使って出現確率を推測した。全 5 種について AUC は 0.7 以上を示し、瀬戸内海の底質項目およびベントスデータに基づいて作成した Maxcent モデルは、他海域へ適用することが可能であることが示された (図 2)。

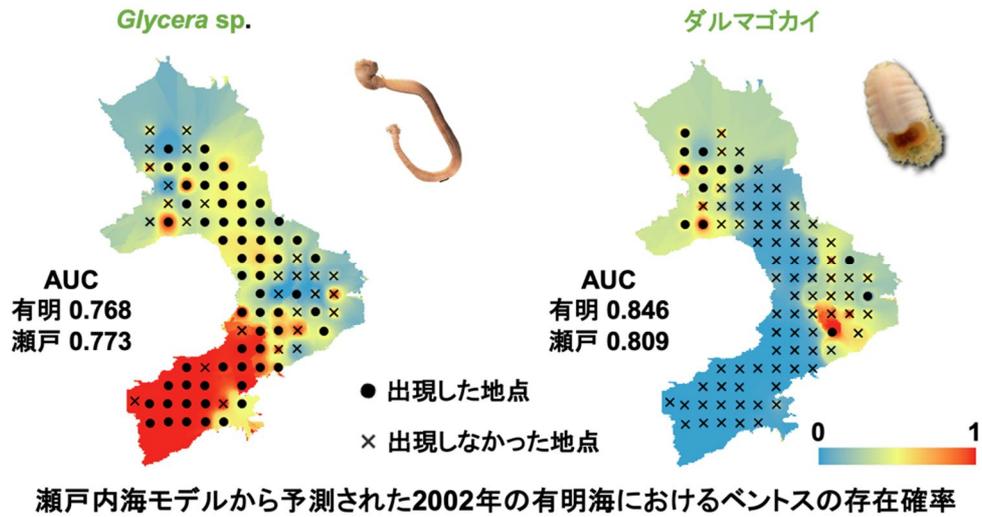


図 2 : 瀬戸内海 Maxcent モデルから予測された有明海のベントスの出現確率と実際の出現地点
(*Glycera* sp.およびダルマゴカイの例)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 原田穂高, 梅原亮, 中井智司, 西嶋渉
2. 発表標題 ハビタットモデルを用いたベントスの潜在的分布域の予測
3. 学会等名 第55回日本水環境学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 原田穂高, 梅原亮, 中井智司, 西嶋渉.
2. 発表標題 生息確率予測モデルを用いたベントスの底質環境指標の開発
3. 学会等名 第54回日本水環境学会年会
4. 発表年 2020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	西嶋 渉 (Nishijima Wataru) (20243602)	広島大学・環境安全センター・教授 (15401)	

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
---------	---------