

魚群や動物プランクトンの空間分布を可視化するシステムの開発 — 海洋の環境から海の生物の分布を AI で予測する —

1. 背景

本プロジェクト以前では、魚群や動物プランクトンの空間分布を把握することはできなかった。魚群や動物プランクトンの空間分布が把握できないと水産資源管理や漁獲規制が正確に行われられない可能性がある。

魚群の空間分布が予測できないのは、餌となる動物プランクトンの空間分布が予測できないことが原因である。動物プランクトンの空間分布が予測できていない原因は、衛星による観測ができず、動物プランクトンが自己遊泳能力をもつためにその能動的な行動を数理モデルで再現することができなかったためである。この 2 つの課題が解決できず、動物プランクトンの空間分布を予測することはできなかった。

2. 目的

本プロジェクトの目的は、海洋物理環境データから動物プランクトンの空間分布を予測するモデルと、動物プランクトンモデルをベースとした魚群の分布を予測するモデルを開発することである。

3. 開発の内容

図 1 に本プロジェクトで作成した動物プランクトンの空間分布予測モデル、スケトウダラ魚群モデルの概略図を示す。本プロジェクトで開発したモデルはある時間の水温、塩分、流速のデータから動物プランクトンの空間分布を予測するモデルと、動物プランクトンの空間分布予測結果を基に、魚群(スケトウダラ)の資源量を出力するモデルから構成される。

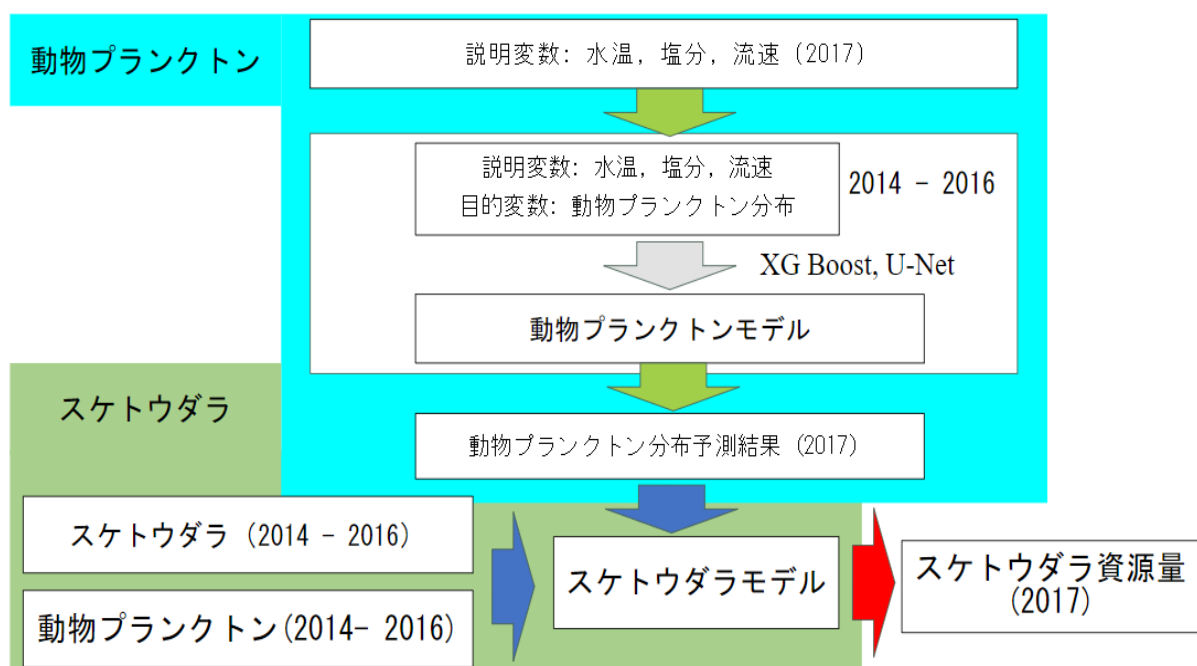


図 1:動物プランクトンの空間分布モデルとスケトウダラ魚群モデルの概略図

機械学習を用いて動物プランクトンの空間分布予測モデルを開発した。まず 2014 から 2016 年の海洋物理環境データと、魚群探知機で取得した 2014 から 2016 年の動物プランクトンの空間分布データとの関係性を機械学習でモデル化し、2017 年の動物プランクトンの空間分布の予測を行った。その結果の一部を図 2 に示す。図 2 の左列は動物プランクトンの空間分布の魚群探知機で取得した実測値を示し、右列は本プロジェクトで開発したモデルで予測した結果を示している。①②③はそれぞれ別の海域である。図 2 の①と②から、動物プランクトンの少ない海域と多い海域を判別できていることがわかる。図 2 の②と③から、動物プランクトンの行動生態学的特徴である昼間と夜間にかけて、表層と深層を移動する行動を再現することができた。

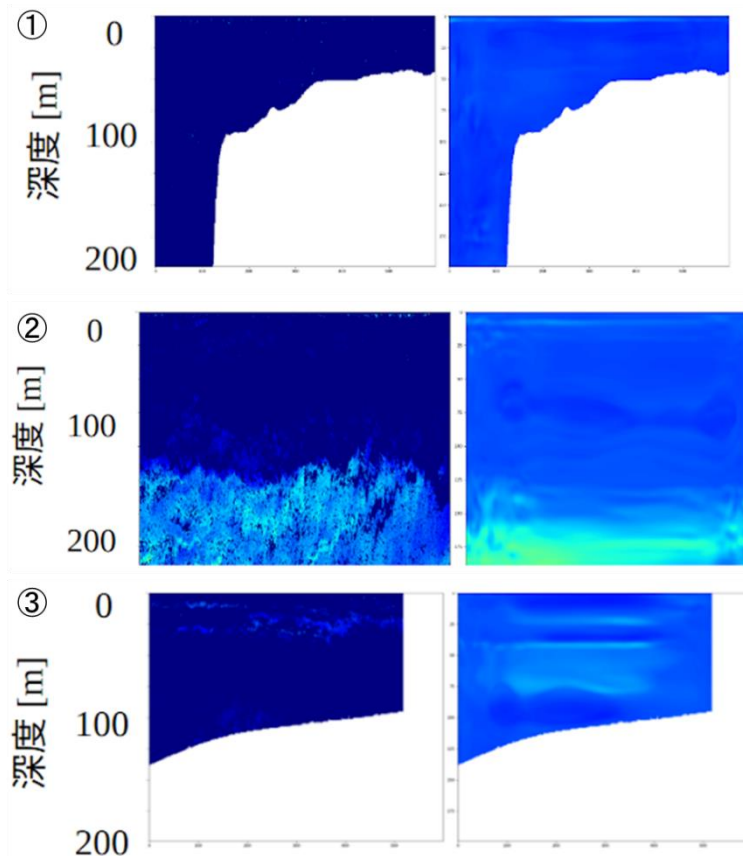


図 2: 2017 年の動物プランクトンの空間分布の実測値とモデル値の鉛直断面図の比較

スケトウダラの資源量予測モデルを実現するための手段には一般線形モデルを用いた。まず魚群探知機で取得した 2014 から 2016 年の動物プランクトンの空間分布データと同じく、魚群探知機で取得した 2014 から 2016 年のスケトウダラの資源量データの関係性をモデル化した。開発したモデルを使い、2017 年の動物プランクトンの空間分布の予測結果をもとにしたスケトウダラの資源量を予測した。スケトウダラの資源量を予測した結果、スケトウダラ魚群の資源量予測値は 230 万匹であった。これは、水産庁の予測値である 300 万匹とオーダーは一致した。

4. 従来の技術(または機能)との相違

本プロジェクトで開発した動物プランクトンの空間分布モデルは、既存の数値モデルでは

再現できなかった日周鉛直移動などの動物プランクトンの行動生態学的な側面を再現することができた。さらに、海域の変化に応じた動物プランクトンの空間分布の量的な変化も再現することができた。また、この予測に必要なパラメータは水温、塩分、流速、時刻だけである。従来の数理モデルでは日周鉛直移動を再現することが困難であったが、本プロジェクトで開発した動物プランクトンの空間分布モデルは、数理モデルで計算した海洋環境データを基に、動物プランクトンの日周鉛直移動を再現することができる。本プロジェクトで開発したモデルは水温、塩分、流速、時刻だけを要するので、これらの海洋物理環境を正確に予測することができれば、動物プランクトンの空間分布の将来予測が可能である。

また、スケトウダラの資源量予測モデルは、餌環境を考慮することでコンピュータ上での資源量予測を実現した。従来、水産庁は毎年乗船調査を実施し多額のコストをかけて調査を行っていた。本プロジェクトで開発したスケトウダラの資源量予測モデルでは、説明変数となる海流モデルの水温、塩分、流速の情報が人工衛星による観測や数理モデルによる再現で取得可能であるため、コンピュータ上で予測を完結することができる。そのため、将来的には水産庁の実施する水産資源量管理のコスト削減に大きく貢献することが期待される。また、従来の水産資源量予測は、対象魚種の個体数の動向のみを考慮したもので、海洋物理環境の変動や餌環境を考慮できていなかった。近年の地球温暖化による水産資源の漁獲量の減少や漁場の北上が確認されている現状において、これは致命的な欠陥となると予想される。一方、本プロジェクトで開発したスケトウダラの資源量予測モデルはスケトウダラの餌となる動物プランクトンの空間分布をもとに予測する。動物プランクトンの空間分布予測モデルは水温、塩分、流速といった海洋環境を説明変数にしている。したがって地球温暖化による海洋物理環境の変動といった長期的なスケールの変動に対応可能なモデルだといえる。

5. 期待される効果

本プロジェクトで開発した動物プランクトンの空間分布モデルとスケトウダラ魚群の資源量予測モデルは、将来的には水産庁の行う水産資源管理と天然漁業に貢献すると考えられる。水産庁の行う水産資源には、管理に必要なコストの大幅な削減や、地球温暖化といった長期的な海洋環境の変動にも対応を可能にするといった効果が期待される。また、今回のプロジェクトで、動物プランクトンの空間分布を予測して、少ない海域と多い海域を判別することができた。このような機能は、魚類の餌資源を推定することに応用できると考えられる。したがって経験や勘に頼って選定していた天然漁業従事者に対して、漁場の重要な手掛かりとなる餌生物の分布データを提供し、漁場探索の時間やコストの削減、例えば近年高騰している燃油の節減といった効果が期待される。

6. 普及(または活用)の見通し

本プロジェクト期間内に行った成果の普及に関する取り組みとして、リバネス社主催のマリンテックグランプリに参加し、本プロジェクトで開発したモデルを活用する動物プランクトンベースの水産資源量管理の発表を行った。また、同社主催の超異分野学会北海道フォーラムに参加し、同様の発表を行った。今後開発が進み、精度が向上できれば、漁師個人や水産庁などに対し広く普及させることを考えている。

7. クリエータ名(所属)

松村 優作(北海道大学 水産科学院 海洋生物資源科学専攻)

佐藤 寛通(北海道大学 環境科学院 生物圏科学専攻)