

一般化線形モデルを使った動物プランクトンの分布  
生態研究サンマとその餌となるプランクトンを例に

|       |   |
|-------|---|
| メタデータ | 言語: ja<br>出版者:<br>公開日: 2022-10-03<br>キーワード (Ja):<br>キーワード (En):<br>作成者: 宮本, 洋臣<br>メールアドレス:<br>所属: 水産研究・教育機構 |
| URL   | <a href="https://fra.repo.nii.ac.jp/records/98">https://fra.repo.nii.ac.jp/records/98</a>                   |

## 一般化線形モデルを使った動物プランクトンの分布生態研究 サンマとその餌となるプランクトンを例に

宮本洋臣(水産機構資源研)

統計モデリング手法の一つである一般化線形モデル(Generalized Linear Model, GLM)は、データの特徴に合わせて正規分布やポアソン分布など様々な確率分布を仮定することができるため、最小二乗法を用いた線形回帰よりも柔軟にデータをモデル

化することができる<sup>1)</sup>。さらに、その拡張版として説明変数にスプラインを導入した一般化加法モデル(Generalized Additive Model, GAM)や誤差項を含む一般化線形混合モデル(Generalized Linear Mixed Model, GLMM)により、非線形性や観測誤差を

考慮したモデリングも可能になっている。このような一般化線形モデルは、データ解析環境の一つであるR言語の普及により、陸水問わず生態研究にも広く一般的に適用されるようになってきた。特に、分布生態学に関する研究が盛んな動物プランクトンの分野では、蓄積された分布データと環境との関係をモデル化し、構築した分布モデルに水温などの将来予測値を外挿することにより、温暖化の影響を予測する試みも行われている<sup>2)</sup>

著者の所属する水産研究・教育機構では、サンマやマイワシ、サバ類などの浮魚類の餌環境の把握およびその変動予測を目的として、動物プランクトンの分布調査を広範な海域で継続的に行っている。特に、浮魚類の重要な索餌場である北海道・東北沖では、50年以上の動物プランクトンの種組成データが蓄積されている。そのデータベースを基に、漁獲されたサンマの肥満度の長期変化とサンマの主要な餌である *Neocalanus plumchrus* と *N. cristatus* の現存量の年変動を比較した結果、両者は似たような経年変化を示すことが最近明らかになった。この結果は、亜寒帯域における両カイアシ類の分布量がサンマの肥満度の決定要因になっていることを強く示唆しており、浮魚資源の動向や漁業生産を知るうえで *Neocalanus* 属カイアシ類の分布量の把握と予測が肝要であることを意味している。一方、両 *Neocalanus* カイアシ類は亜寒帯性カイアシ類であるため、地球温暖化に伴う海水温の上昇の影響を強く受けると考えられ、温暖化による分布量の減少はサンマの肥満度の減少につながる可能性がある。本研究では、亜寒帯性の *Neocalanus* 3種 (*N. flemingeri*, *N. plumchrus*, *N. cristatus*) を対象に、海洋環境と分布量との関係を GAM により解析することにより分布モデルの構築を試みた。さらに、構築したモデルを基に、2090年代の温暖化環境での分布について将来予測を行い、温暖化の影響を定量化した。

本研究では、将来予測を目的としているため、水温を使ったシンプルなモデルの構築を目指した。解析に用いた GAM では、表面水温、100 m 水温、昼夜、経度、水温上昇/下降期の6パラメータを説明変数とし、このうち表面水温と100 m 水温

はスプライン項とした。水温上昇/下降期は、4月～9月と10月～翌年3月をそれぞれ上昇期と下降期としたカテゴリカル変数である。

4326測点のデータを解析した結果、GAMは3種とも100 m 水温で5℃以下の亜寒帯水に多く出現することを示し、表面水温では *N. plumchrus* はその他2種に比べて高水温に出現する傾向が認められた。また、*N. plumchrus* と *N. flemingeri* については水温上昇期に多く出現することが示された。一方、分布量に対して昼夜と経度の影響は小さいことも明らかになった。ハインドキャストによりモデルの精度検証を行った結果、各種ともモデル推定値に基づく長期変動は実測値とおおよそ傾向が一致しており、3種とも水温が分布量の長期変動を決定する重要な要因であることが示された。ただし、モデル推定値と実測値の残差の長期変動を見ると、数十年スケールで残差が変動していることを示し、水温以外の分布量変動要因が存在することも明らかになった。

このモデルを用いて2090年代の温暖化した環境下(RCP8.5)での予測海水温を基に *Neocalanus* の分布量を将来予測すると、3種ともに分布密度が減少し、さらに *N. plumchrus* については出現時期の早期化も起こる可能性が示された。このような温暖化に伴う分布量の減少や出現時期の変化は、サンマの餌環境に負の影響を及ぼすことが示唆される。以上のように、一般化線形モデルは、我が国周辺で蓄積されたプランクトンデータにも適用可能であり、浮魚の加入量や体サイズの変動要因の解明や将来予測に貢献する手法であると考えられる。そして、今後モデルをより高精度化するためには、水温以外の変動要因(例えば、*Neocalanus* の餌環境、捕食者、競合種)の特定をさらに進める必要があるだろう。

#### 【引用文献】

- 1) 久保拓弥(2012)データ解析のための統計モデリング入門。岩波書店、東京、267 pp.
- 2) Villarino et al. (2015) Mar. Ecol. Prog. Ser., 531, 121-142.