

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 しゅ むよう
朱 夢瑤

資源量指数は水産資源評価のための代表的な指標である。従来の資源量指数は一般に、単位努力当たり漁獲量 (CPUE) を漁区面積で重みづけして合計することで計算される。しかし実際には、対象生物や操業漁場の分布の経年変化のために、CPUE データには多くの欠損値が存在し、そのことが資源量指数の評価値に偏りをもたらさう。そこで申請者は、多くの欠損値を有する代表的なデータである東シナ海の以西底びき網漁業によるキダイ *Dentex hypselosomus*, タチウオ *Trichiurus japonicus*, シログチ *Pennahia argentata* の空間的 CPUE の長期データセットに、統計的時系列解析手法のひとつである多変量自己回帰状態空間モデル (MARSS) を適用することでデータセット内の欠損値を補間推定し、資源量指数を導出する現実的な手法を開発することを目的に、以下の研究を行った。

1. 使用データおよびデータ変換

東シナ海の以西底びき網漁業による 1959 年～2014 年のキダイ、タチウオ、シログチの空間的 CPUE の長期データセットを使用した。当該データは緯度経度 0.5° ずつの格子状に区画された漁区ごとに整理されている。時系列解析を適切に行うためには、生データの分散の水準依存性を除去し、データ分布の正規性を確保する必要がある。このため、対数変換、ベキ乗変換、Box-Cox 変換によるデータ変換を試みた。変換後のデータ分布と Q-Q プロットの比較結果から、ベキ乗変換が最も適しているとの結論が得られ、以後の解析にはすべて、ベキ乗変換を施したデータを供することとした。

2. MARSS モデルによる現実的な解析手法の開発

当該 CPUE データに MARSS モデルを有効に適用することが可能となるよう、解析条件の設定を行った。解析する漁区数の増加に伴って補間推定の精度が向上したが、解析に要する時間もそれとともに大きく上昇した。”部分的カルマンフィルター法”を適用する場合に比べて、最尤推定過程における EM アルゴリズムの繰り返し計算回数の上限を減らす方法が、推定精度を維持しつつ、解析に要する時間を現実的に削減するのに有効であることが判明した。

3. 底びき網漁業 CPUE データへの MARSS モデルの適用

以上の条件設定による MARSS モデルをキダイ、タチウオ、シログチの全データセットに適用し、資源量指数の経年推移とこれらの種の季節的な回遊について議論した。従来型資源量指数では計算方法に依存した偏りが見られたのに対して、MARSS モデルでは適切に欠損データの補間を行い、資源量指数の推移およびその信頼区間を計算することができた。ただし、特に欠損データの割合の増加した 2000 年代以降には、データの少ない海域での信頼区間幅が拡大し、資源量指数の推定精度が低下することが判明した。推定された CPUE

の空間的分布状況により、キダイは大陸棚縁辺域の陸棚斜面に主要な分布域があり、顕著な季節移動を行わないことが判明した。これに対してタチウオとシログチでは大陸棚上に主要な分布域があり、南北および深浅方向を組み合わせた季節回遊を行うことが判明した。

4. MARSS モデルによる調査船調査データの併用解析

一般に、漁業データは CPUE の高い海域にデータが集中して偏る傾向にあるが、調査船調査データでは系統的に測点の配置が行えるため、CPUE の低い海域のデータも含めた偏りの少ないデータを得ることができる。このため、漁業データに加えて調査船調査データも併用して解析することにより、より信頼性の高い解析結果が得られることが期待される。そこで本研究では、MARSS モデルによって漁業データと調査船調査データの併用解析を行う手法を開発した。その結果、併用解析では、漁業データの単独解析の場合に比べて信頼区間幅が縮小し、漁業データの欠損割合の増加した 2000 年代以降においても信頼性の高い解析結果を得ることができた。キダイでは、漁獲努力量の低下した日本近海の海域において近年、資源が増加する傾向が顕著であったのに対して、漁獲圧の高い、東シナ海の中南部に位置する日中暫定措置水域において資源量指数が低下していることが検出された。このことは、移動性の低い底魚資源では、漁獲圧を適切な水準に調節することで効果的な資源管理を実施することが可能であることを示唆している。

以上、本論文は、資源水準を適切に評価する方法として、MARSS モデルによる空間的分布情報の解析が現実的かつ有効であることを示した。このことは、学術上の価値のみならず、現実の水産資源管理において国際的協調体制の構築を促進し、効果的な資源管理を進展させるうえでの基盤を提供するという点で大きな価値があるものと評価し、審査委員一同は本論文が博士（農学）の学位論文に十分に値するものと認めた。