

マサバ太平洋系群の資源評価への SAM 実装

水産資源研究所 水産資源研究センター 浮魚資源部 浮魚第1グループ

研究の背景・目的

1. マサバ太平洋系群では、令和6年度に新たな管理基準値を提示し、漁獲シナリオを更新する必要があった。
2. 前年度評価まで使用していた VPA (Virtual Population Analysis、コホート解析) では、データを更新するたびに直近数年間の資源量推定値が大きく変化することが課題であった (図1)。
3. 北太平洋漁業委員会 (NPFC) において、日本が提案した SAM (State-space Stock Assessment Model、状態空間資源評価モデル) を資源評価モデルとして使用することが2023年に合意された。
4. SAM を本系群に適用し、データの更新に対する親魚量等の推定値の頑健性を評価した。さらに、SAM で推定された個体群動態や資源尾数の不確実性を考慮した将来予測及び管理基準値の計算を行った。

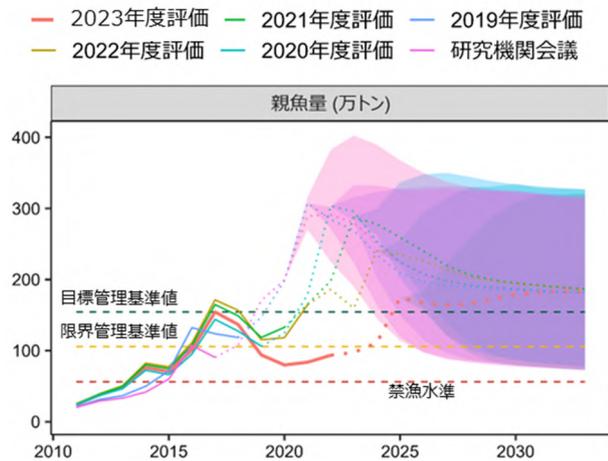


図1. VPA を使用していた2023年度以前の資源評価における親魚量の推定値(実線)と将来予測(点線)。網掛け部分は90%予測区間を表す。各基準値は2023年度評価時点の値。

*凡例中の研究機関会議は、2019年4月に開催されたさば類の管理基準値等に関する研究機関会議を表す。

研究成果

1. VPA では、2023年のデータを追加すると、親魚量推定値が大幅に下方修正されたのに対し、SAM では、親魚量推定値の下方修正の程度はかなり小さかった (図2)。結果として、2022年までのデータでは、VPA とSAMの親魚量推定値は大きな違いがあったのに対し、2023年までのデータで推定された親魚量の動向

- は、VPA とSAM で大きな差がなかった。この結果は、SAM の頑健性を示すとともに、資源の急減をSAMの方が早く検知できることを示唆している。
2. VPA とSAMの結果に違いが生じたのは、SAMでは年齢別漁獲尾数の観測誤差や1歳魚以上の資源尾数の過程誤差(自然死亡や移出入によるランダムな変動)を推定し、各指標値に対してバランスよく適合できたためである。VPAでは、2022年までのデータを使用したときには加入量指標値に強く適合していたのに対し、2023年のデータを追加したときには親魚量指標値に適合していた。資源量指標値の間に動向の不整合が認められる本系群では、VPAでは指標値に過度に適合しやすくなり、データの更新に伴って推定値が変化しやすいことが明らかになった。

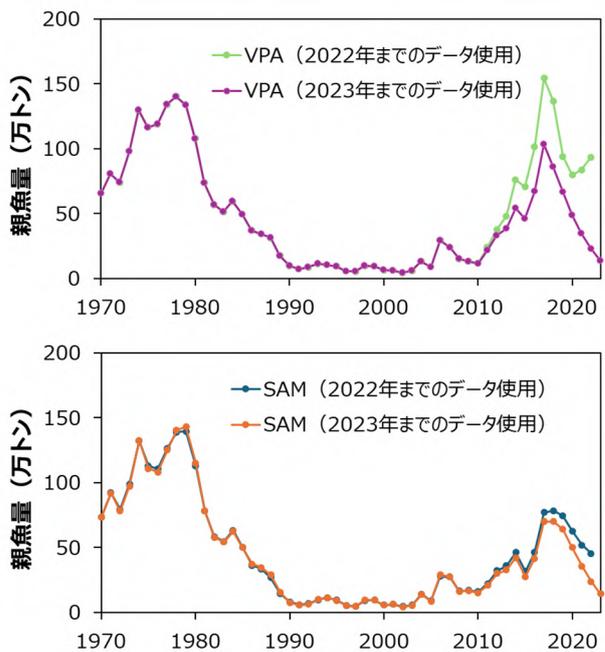


図2. VPA (上) とSAM (下) により推定した年別親魚量の経年変化。図中の昨年と今年はそれぞれ、2022年および2023年までのデータを使用した場合である。

3. こうした傾向が毎年生じるかを調べるため、最新のデータから1年ずつ除いて、回顧的に解析を繰り返すレトロスペクティブ解析を行った。VPAでは、データの追加に対して親魚量推定値が大きく変動し、特に近年はデータが追加されるたびに下方修正されることが分かった (図3左)。一方、SAMではデータを追

加しても変動は小さく、頑健性が高かった(図3右)。

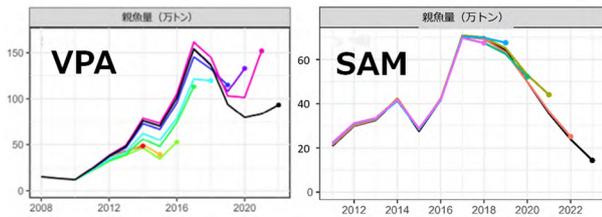


図3. VPA (左) とSAM (右) に関するレトロスペクティブ解析における親魚量推定値。VPAは2023年度資源評価、SAMは2024年度資源評価の結果による解析結果。

4. VPAによる資源評価の結果は毎年大きく変化していたにもかかわらず、将来予測及び管理基準値を計算する際には、資源量推定値の不確実性を考慮していなかった(図1)。一方、SAMでは資源量推定値の不確実性を考慮した将来予測が可能となる。そこで、資源尾数等のパラメータの推定誤差からパラメータセットを複数用意して、それぞれに対して将来予測を実施した。その結果、資源量推定値の不確実性を考慮しなかった従来の手法よりも、不確実性を考慮した手法が将来の親魚量の不確実性も大きくなった(図4)。またSAMは、1歳魚以上における、自然死亡の変動や移出入による各年級の個体数の増減(過程誤差)を推定しており、将来予測においては1歳魚以上の過程誤差も考慮できた。

資源量推定の不確実性の考慮 — なし - - あり

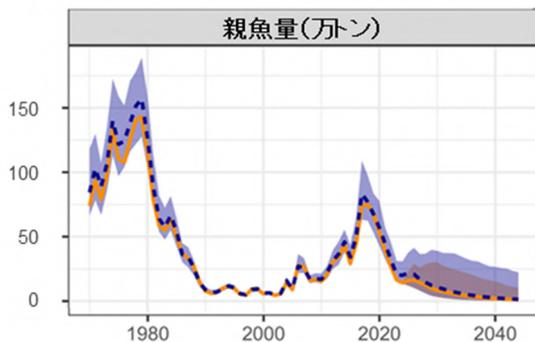


図4. 資源量推定値の不確実性を考慮していない場合とした場合の親魚量の推移の比較。網掛け部分は90%予測(信頼)区間を表す。将来については現状の漁獲圧を続けた場合を示している。

5. VPAに基づくマサバ太平洋系群の資源評価では、データやパラメータ推定、過程誤差についての不確実性を十分に考慮できておらず、その結果、資源評価の頑健性は低く、将来の不確実性やリスクを過小評価していたと考えられる(表1)。一方、SAMに基づく資

源評価では、様々な不確実性を考慮でき、資源評価の頑健性も担保され、将来の不確実性やリスクもより適切な評価が可能になった。資源量指標値の間に不整合が見られる本系群では、VPAによる資源量推定は不安定であったが、SAMを使用することにより資源評価の信頼性が向上し、本系群の持続的な利用と管理に貢献することが期待される。

アウトカム

1. NPFCにおいて、日本がSAMによる資源評価を主導し、初めてマサバの資源評価を完了した。この資源評価結果に基づく科学勧告を作成・合意し、国際的な資源管理に貢献した。
2. 我が国における重要な浮魚資源であるマサバ太平洋系群について、国際水準の資源評価を実施した。SAMの実装により、年齢別漁獲尾数の観測誤差や過程誤差、推定誤差を考慮でき、信頼性の高い資源評価結果が得られた。この結果に基づく令和7年度以降の管理基準値と漁獲シナリオが採択された。

表1. マサバ太平洋系群のVPAによる資源評価とSAMによる資源評価のパフォーマンスの比較

	VPAによる資源評価	SAMによる資源評価
年齢別漁獲尾数の観測誤差	なし	あり
加入(0歳魚)の変動	あり	あり
1歳魚以上の過程誤差	なし	あり
将来予測における資源量の推定誤差の考慮	なし	あり
資源評価の頑健性	低い	高い
将来の不確実性・リスク	過小評価傾向	より適切

論文などの公開情報

1. 由上龍嗣・西嶋翔太・上村泰洋・井須小羊子・古市生・渡部亮介・東口胤成・齋藤類・石川和雄. 2024. 令和6(2024)年度マサバ太平洋系群の資源評価. FRA-SA2024-SC16-01.
2. Shota Nishijima, Momoko Ichinokawa, Akihiro Manabe, Kazuhiro Oshima, and Joel Rice. 2024. Base case stock assessment for chub mackerel in Northwest Pacific Ocean in 2024. NPFC-2024-TWG CMSA09-WP03 (Rev.1).
3. Technical Working Group on Chub Mackerel Stock Assessment. 2024. Stock assessment report for chub mackerel. NPFC-2024-SC09-WP20 (Rev. 1).