

マイワシ太平洋系群ピア・レビューレポート

東京海洋大学学術研究院 岩田繁英

1. レポートの概要

2020年度マイワシ太平洋系群の資源評価結果は、年齢別漁獲尾数に関する不確実性を評価・検証する必要があると判断した。生物学的情報に関しては、重要なパラメータの一つである自然死亡係数(M)について資源を直接調査する直接的な推定方法、資源評価モデルの中で推定する間接的な推定方法について検討してMの推定精度を上げることが望まれる。現在、利用されている資源評価モデルは年齢別漁獲尾数に誤差がないと仮定された上で評価がされているので年齢別漁獲尾数に変化が生じた場合資源評価結果自体も変化する。VPAに現状のデータを用いて推定したモデル内ではデータの取り扱い方、推定方法には問題は見受けられないため手続きは適正であると判断するがモデルのフィッティング等モデルの評価結果を判断する結果を提示することが望まれる。

一方で、最近年の資源分布状況の変化、そして外国漁船(中国、ロシア)による漁獲の増加に伴う年齢別漁獲尾数の不確実性の増加が生じる可能性が考えられるうえ、資源の分布状況の変化も想定されるため、年齢別漁獲尾数の不確実性は増すことが予想される。今後は、国内外ともに継続的なデータ・情報の取得、解析が求められる。高い精度の年齢別漁獲尾数データを保つ事ができればこれまで通りのVPAによる推定が可能となる一方で、年齢別漁獲尾数に不確実性があることを考慮したVPA以外の手法についても検討をする必要があると考える。また、資源評価において感度の高いMに関する検討と将来予測において重要な再生産関係について、今後Mを変化させたときの変動も含めて再度検討が必要である。現状では、全年齢層の漁獲圧については最大持続生産量(MSY)の水準に近い漁獲圧を維持しているが、2歳漁についてはMSYを達成する年齢別の漁獲圧よりも高い推定値になっている。資源状態が安定している現在と判断される今こそ、選択率の推定に関しては一定の仮定を置きつつMSYを達成する年齢別の漁獲圧を適正に保つ漁獲方策についても試算し、検討をする必要があると判断した。

2. 資源評価に使用された生物学的情報について

本系群に関する生物学的パラメータ(最大年齢・成長、成熟・産卵)は、既往知見に基づいてFRA-SA2020-SC01-1の2生態-(2)、2生態-(3)に整理されている。本系群の成長に関しては水温や餌料などの環境要因だけではなく、年齢といった内的要因にも影響されることが示されており資源豊度によっても影響される。また、成熟に関しても資源豊度の水準に応じて変化する。これらの情報から年齢-体長関係、重量-体長関係、成熟率を取り込んだデータを基礎として年齢別資源量や親魚量を推定している。資源量を推定する際に利用している年齢別漁獲量については精度を上げるために一定の努力がなされていることは認めるもの

の、精度が保証されるサンプリング計画であるかという点について、サンプリング数は十分であるか、推定された年齢別漁獲尾数の信頼区間はどれだけばらつきに関して、評価・検証が必要である。特に、重量-体長関係をみると県単位で主として漁獲される個体の重量が異なることから各県で精度に体長毎にばらつきがみられる。このようなばらつきを含む中で年齢サイズ関係を推定すれば推定値にばらつきが出てくると予想される。年齢別漁獲量は資源量推定の要であるため、年齢別漁獲量を推定する際に出てくる不確実性についても評価・検討が必要である。

一方、本系群の自然死亡係数、 M については他の資源評価と同様に田中（1960）の式を用いた推定値が利用されている。自然死亡係数 M について、技術的に確立した推定手法はないため複数の手法（直接的な計測方法、間接的な計測方法等）から検討して、最新の知見を取り入れた値を探索することを期待する。MSYを管理基準とする場合、 M は管理基準値にも影響を与えるため信頼性、精度の向上が望まれる。参考ではあるが、北米西海岸の Pacific sardine の資源評価においては2017年から2019年までの資源評価では固定値0.6を利用しているが2020年の資源評価では自然死亡係数をモデル内で推定する方法を取っている（Kuriyama et. al. 2020）。

資源評価に使用された生物学的情報に関する勧告

- ・年齢-体長関係、重量-体長を推定する際に利用するデータのサンプリング数も含めたサンプリング方法が妥当であるか評価・検証をすること。
- ・年齢-体長関係、重量-体長を推定する際に算出された推定値のばらつき、不確実性を評価・検証すること。
- ・自然死亡係数の推定方法について、生物実験をすることによる直接的推定または資源評価モデルを用いて推定する等の間接的な推定を含めて検討すること。

3. 資源評価に用いられているデータについて

3.1 漁獲量について

マイワシ太平洋系群の主要漁業は大中型まき網、中型まき網、定置網であり、国内の漁法ごとの漁獲量の把握は十分であると判断できる。一方で、報告書による記載では、中国およびロシアの漁獲量が増えていることが報告されている。北大西洋漁業委員会(NPFC)への報告から2019年の中国漁獲量は46千トン、ロシアの漁獲量は133千トンとなっている。しかし、2020年度の資源評価結果では不明瞭な点が多いことが指摘されている。今後あらゆる方面から正確な漁獲量を把握する努力必要である。新規技術として、Oozeki et. al. (2018)を代表とする新たな技術による知見の活用により検討をすることも必要と考える。また、FRA-SA2020-SC01-1の補足資料9に掲載されているような試算は今後も継続して実施することが望まれる。

3.2 年齢別漁獲尾数について

生物学的情報の項でも指摘をしたが年齢別漁獲量を推定する際には重量-体長関係、年齢-

体長関係を推定する必要がある。この重量-体長関係、年齢-体長関係を推定する際に地域ごとにサンプルの偏りが生じていることがみられる。このばらつきは年齢別漁獲尾数推定値の不確実性にもつながるためこれらのばらつきが年齢別漁獲尾数の推定値へ与える影響の評価・検討を十分に実施することが望まれる。

3.2 漁獲努力量に関して

FRA-SA2020-SC01-1 における 2 漁業の状況-(3)に関して、2000 年以前の有効努力量と 2000 年以降の有効努力量が異なることは説明がされているが 2017 年に突如有効努力量が上がったことに関しては説明がない。有効努力量の特徴的な変化は資源量指数にも影響する重要な指標であるため、変化が特徴的である年に関しては十分な記載が求められる。また、FRA-SA2020-SC01-1 の図 3-4 において 2017 年の 4, 5, 6 月に例年以上の努力量が認められる。これについても特徴的な変化になった理由に関して記載が必要と考える。

3.3 資源量指数について

本系群では 2005 年以降の北大西洋秋季浮魚類資源調査による秋季亜寒帯域 0 歳魚現存量、潮岬以東海域の産卵量、および 2006 年以降の大中小型まき網漁況による未成魚越冬群指数を用いている。VPA のチューニングにおいて資源量指数は重要な指標となることから今後も継続してデータを収集することを期待する。また、加入量が沿岸域もしくは沖合域のどちらが多くなるか調査して推定することが可能であれば調査することを期待する。

資源評価に用いられているデータに関する勧告

- ・国内・外国による漁獲量の把握を可能な限り続けること、また年齢別漁獲尾数の精度を上げる情報の取得を継続すること。
- ・有効努力量に関して特徴的な変化が起こった年に関する情報を可能な限り記載すること。特に資源量指数に関連する努力量の記載は必要である。

4. 資源評価モデルについて

4.1 前提となる条件の妥当性について

本系群に関する分布範囲や回遊範囲の中で、産卵場の情報および索餌場の情報が含まれており資源評価をするにはおおむね妥当であると判断できる。ただし、FRA-SA2020-SC01-1 の 2 生態(1)に記載があるように 2018 年以降分布域が大きく変化していることが報告されていることなので継続的に分布域の把握をすることが求められる。また、外国船による漁獲がどの海域で実施されているか、漁獲量はどれぐらいの量かを正確に把握することでより精度の高い評価をすることができると思う。

4.2 資源評価に使われた手法について

本系群の資源評価は、各年・各年齢の F を推定することで資源量推定が行われている。VPA は年齢別漁獲尾数に誤差がないことを仮定しているため、年齢別漁獲尾数の精度が高ければ十分な精度を得られる。一方、本系群では、年齢別漁獲尾数に関する精度の評価・検討が十分ではないと判断される。特に年齢別漁獲尾数については年齢-体長関係、体重-体長関

係を推定したときに生じる不確実性からくる年齢別漁獲尾数の不確実性を十分に考慮した上でモデルの検討が推奨される。本系群については加入が沖合加入群である場合と沿岸加入群がある場合に違いはあるがそれぞれの場合に対応した資源量指数をチューニング指数として利用することで対応できていると判断ができる。この点では現状の方法で可能な限りの対応をしていると判断される。ただし、現状における年齢別漁獲尾数データの不確実性、資源分布の変化に伴う不確実性および資源分布の変化に伴う中国・ロシア船による漁獲の増加による年齢別漁獲尾数データの不確実性の増加の3つに対応するために年齢別漁獲尾数に不確実性を含むことを認めた資源評価手法の検討を期待する。

4.3 資源評価結果の統計的な取り扱いについて

本系群の資源評価で提示された資源評価結果は、利用可能なデータに基づき概ね適切な統計的な扱いがなされて、再生産関係の推定、将来予測を含めて現在適用しているモデルにおいて、概ね適切な処理により導出されていると考えられる。チューニングに用いられている指標値について、産卵量は卵稚仔調査結果、沖合域分布量は北西太平洋秋季浮魚類資源調査、未成魚越冬指数は房総～常磐海域大中型まき網漁況を活用している。一方、資源量指標値は候補として北部太平洋まき網 CPUE・漁場分布に基づく資源量指数が挙げられているがチューニングには利用されていない。資源量指数として北部太平洋まき網 CPUE・漁場分布に基づく資源量指数の活用可能性について、今後検討をしてもらいたい。また、再生産関係にホッケースティック型の再生産関係を選択した統計的な判断は十分に検討がされており妥当であると考えられる。

4.4 資源評価結果の妥当性について

これらの手法および得られているデータセットから推定された資源量推定値は年齢別漁獲尾数の精度の評価が不十分であるものの適用しているモデルの枠内ではレトロスペクティブバイアスの絶対値の総和を最小化する事で精度を高めている点から概ね現状のデータのもとでは妥当な手続きがなされていると判断できる。ただし、初期値に対する鋭敏性、各指標に対するフィッティングの提示、推定資源量の信頼区間の提示はモデルの妥当性を判断する重要な指標になるため検討することが望まれる。一方で、推定された加入量、資源量、親魚量に対するノンパラメトリックブートストラップサンプリング法による信頼区間の推定から最近年に関する信頼区間が広く過去の信頼区間は狭い。これは推定方法による特性であり、年齢別漁獲尾数の精度によっては信頼区間も広がることが想定される。その意味で、年齢別漁獲尾数の推定精度を評価・検証をすることが資源評価結果の推定精度の向上にもつながると考えられる。再生産関係の設定については複数の再生産関係を検討した結果からホッケースティック型の再生産関係と仮定することで精度の高い推定値を算出していると判断できる。一方で、Mに関する感度分析の結果からMに関する感度が高い。加えて、再生産関係について、令和元年度の資源評価(M=0.4)に基づく親魚量・加入量を用いて推定した再生産関係を利用している。そこで、Mを変化させて資源評価した時に得られた再生産関係でも検討していただきたいと考える。以上を総合すると、M自体の評価値およびMが再生

産関係へ与える影響も含めて継続的に分析・検証することが必要である。

資源評価モデルに関する勧告

- ・Mの変更による再生産関係の変化に関して評価・検証すること。
- ・年齢別漁獲尾数の不確実性を考慮した資源評価モデルを検討すること。
- ・モデルに関する結果の妥当性を示すデータを示すこと（初期値に対する鋭敏性，各指標に対するフィッティング，推定資源量の信頼区間等）。

5. 将来予測手法および予測結果の妥当性について

将来予測は，令和元年度の資源評価によって得られた再生産関係および2020年資源量に基づいた手法により推定されていると考えるが推定結果は資源評価の再検討結果にも関わってくるため判断はしかねる。前項でも述べた通り，Mは資源評価結果にも大きな影響を与えることから将来予測においても大きな影響を与えることが考えられるためMの感度分析を十分に実施する必要がある。

将来予測手法および予測結果に関する勧告

- ・Mを変更したことによる再生産関係の変化も含めて将来予測の変化を評価・検討すること

6. その他および総評

FRA-SA2020-SC01-1 の5 その他で一般論として未成魚に過大な漁獲圧がかからない年齢別漁獲方策を検討することが必要であるとされているが，この文言は現状の選択率，漁獲圧の状況での将来予測については検討されていない。このような指摘をするのであれば現状での推定値を利用した試算をしたほうが良いと考える。現状では F_{msy} を満たす全年齢の漁獲死亡係数 F_{msy} に近い水準で漁獲されていると推定されている。一方で，年齢別の漁獲死亡係数と2019年の漁獲圧を比較すると2歳は漁獲圧が高く評価されている。この結果から，全体的としての漁獲圧は適正であるが特定の年齢層については過大な負荷がかかっていることが示唆される。資源状態も良好な現状でこそ特定の年齢層の漁獲圧が高いことが資源全体に与える影響を試算し検討する必要があると考える。

文献

Kuriyama, P., J. Zwolinski, K. Hill and P. Crone (2020)

Assessment of the Pacific sardine resource in 2020 for U.S. management in 2020-2021 (<https://www.pcouncil.org/documents/2020/03/agenda-item-d-3-attachment-1-stock-assessment-report-executive-summary-assessment-of-the-pacific-sardine->

[resource-in-2019-for-u-s-management-in-2019-20-full-document-electronic-only.pdf/](#)).

Oozeki, Y., D. Inagake, T. Saito, M. Okazaki, I. Fusejima, M. Hotai, T. Watanabe, H. Sugisaki and M. Miyahara (2018) Reliable estimation of IUU fishing catch amounts in the northwestern Pacific adjacent to the Japanese EEZ: Potential for usage of satellite remote sensing images. *Marine Policy*, 88, 64-74.

田中昌一 (1960) 水産生物の population dynamics と漁業資源管理. 東海区水産研究所研究報告, 28, 1-200.