

資源評価レビュー報告書

(キンメダイ太平洋系群, カタクチイワシ瀬戸内海系群)

山川 卓 (東京大学大学院農学生命科学研究科)

2026年1月21日(水), 1月22日(木)に国立研究開発法人水産研究・教育機構の水産資源研究所(横浜市)において, 以下の資源の資源評価に係るピア・レビュー委員会が開催された

- ・キンメダイ太平洋系群
- ・カタクチイワシ瀬戸内海系群

レビューパネルは, 海外査読者1名(カナダ・ブリティッシュコロンビア大学 Prof. McAllister)と日本の査読者1名(山川)で構成された。委員会では, 各資源評価担当者によるプレゼンテーションが行われるとともに, 事前に各査読者から提出された質問書に対する回答・説明がなされた。加えて, 以上を踏まえた質疑応答が実施された。

以下, これら2系群の資源評価に関するレビュー結果を報告する。

【キンメダイ太平洋系群】

本系群を構成する個体の耳石年齢査定によるこれまでの最高齢魚は26歳(明神・浦, 2003)とされており, 寿命の長い種である。また, 標識放流調査の結果によると, 関東沿岸で放流された個体は, 関東沿岸から伊豆諸島周辺海域で4年を経ても95%以上が, 10年を経ても70%以上が再捕されることから, 長距離の移動はごく一部であると想定されている(亘ほか, 2017)。本レビューでは, 本種がこのような生態的特徴を有する種であることを念頭に置きつつ, 資源評価の技術的留意点に関するコメントを主に記す。

- (1) 「4.資源の状態 (1)資源評価の方法」の項に「卓越年級群が発生する」という記述があるが, 図3-2からはそのような傾向は, さほど顕著でないように見受けられる。確かに, 2~3歳の若齢群には, 2000年前後, 2006年前後, 2017年前後に, なだらかなピークが見られるが, それらの年級群がその後の年も多く漁獲され続けるかという点, そうでもない。これは, 漁獲物の年齢群分解の精度・解像度の問題であると考えることができ, 補足資料12「今後検討すべき課題の整理」の「(1)資源評価手法」においても, 改善すべき将来課題として挙げられている。理想的には, 経年的な変化に柔軟に対応するために Age-Length key をできる限り頻繁に更新して変化に対応することが望ましいが, それには相当な労力を伴う。また, Age-Length key による年齢群の振り分け推定法では, ある年に卓越年級群が発生すると, その前後の年齢群の出現率の推定値にもバイアスが生じてしまう(過大推定してしまう)という問題がある。

以上の問題への現実的な対応策として, Age-Length key を用いる代わりに, 各年齢群の体長の平均値と標準偏差を固定しつつ, 体長組成データ(および銘柄組成データ)を混合正規分布へ分解することで各年齢群の出現率を毎年, 推定するという手法が有効ではなかろうか。この手法であれば, 従来型の固定 Age-Length key による年齢分解法に新たなデータを追加することなく, 卓越年級群が発生した場合の, 前後の年齢群出現率の推定バイアスの問題を解消または軽減できる可能性がある。体長組成解析では高齢群の年齢分解の精度を高めるまでには至らないだろうが, 少なくとも加入後しばらくの若齢群の出現率の推定精度をこの手法によって高めることができれば, よりコントラストの効いた卓越年級群の推定および経年的な追跡が可能になると期待される。

さらには, 混合正規分布への分解推定において, 状態空間モデルにベイズ推定を組み合わせた解析手法等によって, 各年齢群の平均体長の観測誤差を導入して推定を行ったり, 各年齢群の平均体長が経年的に漸進変化するという過程誤差を組み入れて推定を行ったり, という発展形を将来的に検討してみることも有益かもしれない。

- (2) 各県の漁獲量の推移において, 静岡県や神奈川県では長期的に低下傾向である一方, 千

葉県や東京都では横ばいもしくは増加傾向である。また、高知県では 1990 年代以降、漁獲量が長期的に減少傾向である（図 3-1、表 3-1）。加えて、CPUE においても静岡県では御前崎を除いて低下傾向にあるのに対して、千葉県や東京都では横ばいもしくは増加傾向である（図 4-1）。以上のように、本系群の漁獲量や CPUE の推移傾向には、海域間の差異が少なからず見受けられる。これは、本種が着底後には大きくは移動せず、海域間の個体の交流が比較的少ないという生態的特性を有していることに関連する現象であろう。そのような生態的特性に相俟って、長期的な水温上昇や黒潮大蛇行などの環境・海況変化のイベントに伴って、海域間の資源動向の差異が生じていることが考えられる。

このような海域間の資源動向の差異に対応するため、資源評価においてもそれに対応可能な方法へと順次、改善・移行していくことが望まれる。そのためには、ピア・レビュー委員会の場で Prof. McAllister が提案したように、対象海域をいくつかの Box に分けて評価するというのも一案かと思われる。図 4-1 の CPUE の推移傾向を見ると、銚子-勝浦、東京湾口部（千葉）-東京湾口部（神奈川）、神津島-三宅島-八丈島、伊東-稲取-下田、御前崎など、いくつかの海域間で類似性の認められる組み合わせがありそうであり、クラスター解析等によって、CPUE の推移傾向の類似する海域をまとめたうえで、いくつかの Box に分けることを試みてみられてはいかがだろうか。

そのようにすれば、これらの海域をそれぞれ個別に扱って解析を行うよりも、より大きな海域（Box）を単位としてデータの収集・解析を行うことができるので、体長組成データや CPUE 等の収集にもさほど大きな労力を追加せずに、無理なく、かつ従来よりも柔軟に、海域間の差異を反映した評価を進めることができるのではなかろうか。Box 別の評価に、(1)で提案した体長組成解析法を組み合わせ、海域間の年々の加入動向の違いを反映させた評価を行うことができれば、現場漁業者にも、より有益な情報を提供する体制を構築できると期待される。

- (3) 2017 年以降の黒潮大蛇行と関連して、「海洋環境の影響を除去していないノミナル CPUE では、近年の資源状態を過小評価する可能性があることが示唆された」とある。黒潮大蛇行の影響による水温や流速の高まりによって、操業効率やキンメダイの行動特性が一時的に変化して漁具能率が低下したということであれば現行の CPUE 標準化の手法で問題ないが、実際には、例えば黒潮大蛇行の影響で水温が高くなり、その結果として資源水準が低下して CPUE も低下したといったようなことは考えられないだろうか。もしそうだとすると、説明変数に水温等を導入した CPUE 標準化では、高水温等による資源減少の影響を形式的に除去してしまい、標準化 CPUE の値を過大評価してしまう可能性が考えられる。近年は加入量が低下傾向にあるということと関連して、気になる点ではある。このことは短期的な評価結果への影響よりも長期的な評価結果に大きな影響を及ぼし得ることであり、注意が必要である。

また、CPUE の標準化において、水温と流速、黒潮北縁の緯度など、互いに強い相関（多重共線性や非線形相関）のある説明変数が同時に用いられている。強い相関があっても CPUE の予測性能自体はさほど影響されないかも知れないが、係数の解釈や変数選択の観点で問題となりうるため注意が必要である。強い相関関係にある説明変数のうち的一方を除く、または複数の説明変数を合成して 1 つの変数にまとめる、などの対策も検討してみる必要があるのではなかろうか。

- (4) 再生産関係において、加入量の残差の自己相関は考慮されていないが、グラフを見る限り、自己相関があるように見える。このことは、(1)で指摘した年齢群分解の精度の問題に起因する見かけ上の結果である可能性が高いが、近年の加入量が低下傾向にあるということと考慮すると、補足資料 4 の将来予測においても念のため、その点を反映させたシミュレーションを併せて検討すべきかもしれない。

また、再生産関係にホッケースティック型再生産関係が用いられており、このため、補足図 3-2 の平衡漁獲量曲線が、ピークの角ばった不自然な形状を呈している。ホッケ

ースティック型再生産関係は、データ点の存在する範囲に「折れ点」の位置を限定させることで、目標管理基準値がそこから大きくは外れないようにすることができるという点で便宜上、使用されている関係であり、実際の生物個体群の真の再生産関係としては、あり得ない関係である。ホッケースティック型再生産関係は、資源水準が低下した際の密度効果の軽減によって現れうる補償効果を除外した関係であることから、「折れ点」よりも左の領域において再生産力を過小評価し、さらには「折れ点」よりも右の領域では親魚量がどれだけ増加しても一定の加入量を想定していることから、再生産力を過大評価してしまう懸念がある (Yang and Yamakawa, 2022)。当面の、間に合わせの措置としてホッケースティック型再生産関係を用いることは許容するにしても、科学的な資源評価を目指すうえにおいて、最終的にはその使用を極力、避けるように方向づけしていくべきであろう。ホッケースティック型以外の再生産関係においても、例えば、ベイズ推定によるパラメータの事前分布を適切に設定して解析を行うことで、データ点の存在する範囲からピークの位置が大きく外れないように再生産関係を推定することは技術的に可能である。ちなみに、世界の 92 資源の再生産関係に関するメタ解析の結果によると、Beverton-Holt 型再生産関係もホッケースティック型再生産関係と同様に、親魚量が増大したときの再生産力を有意に過大評価してしまう（ひいては目標管理基準値を過大に設定してしまう）傾向が認められるため、注意が必要である (Yang and Yamakawa, 2022)。

- (5) 「6. その他」のところに「加入あたり漁獲量（最適な漁獲圧と年齢の関係）」についての記述があり、「現状の選択率かつ、現実的な漁獲圧の変化の範囲で YPR の最大化は困難である」としているが、漁業者に対する管理メッセージとして、漁獲開始年齢の引き上げによって全体の YPR がどのように変化（増加）するかも計算して示しておくのはいかがだろうか。本種は寿命の長い魚種であり、漁獲開始年齢の引き上げによる YPR の引き上げ効果はおそらくかなり高いのではないかと期待される。地域によって漁獲される年齢構成に違いがあるにしても、いずれの地域でも漁獲開始年齢の引き上げによって YPR は大幅に向上しうるのではなかろうか？

引用文献

Yang, Y., and T. Yamakawa (2022) Re-examination of stock–recruitment relationships: a meta-analysis. *ICES J. Mar. Sci.* 79: 1380–1393. DOI: 10.1093/icesjms/fsac061

【カタクチイワシ瀬戸内海系群】

本種は寿命の短い種であり、ふ化してから 1 年間の間にも成長段階に伴って生態的特徴や漁業対象としての性質が大きく変化する。また、産卵期が年内の長期に亘るため、その初期にふ化した個体と晩期にふ化した個体では成長、生残過程に大きな差異を伴う。したがって、1 年を単位とした VPA による本種の正確な資源評価・将来予測には自ずと大きな困難を伴う。また、本系群は太平洋系群との個体の交流が少なからず存在することが想定されるため、多くの資源評価において仮定される前提条件のうちの「外部との交流（加入・逸散）のない」いわゆる「閉じた資源」であるという条件が必ずしも満たされていない可能性もある。本系群の資源評価は元来、このように大きな技術的困難を伴うものであり、今後はそれらの課題があることに留意しつつ、如何に有効な資源管理のための科学的材料を提供していくかという点を考えていく必要がある。

- (1) 年齢別・年別漁獲尾数、漁獲量の算定に月齢別・月別漁獲尾数のデータを用いているとのことであるが、そのデータ（や月齢別・月別漁獲量）に関するおおよその概要がわかるようなグラフが補足図として示されていると、漁獲量およびその内訳の季節推移に関する読者の理解が進むと思われる。寿命の短い魚種であることから、年内における諸現象の推移に関する情報も有益な情報源として利用できる可能性がある。すべての年について表示しなくても、近年における代表的・平均的なパターンだけでも表示できないか。

このことは、後述の(6)にも関連することである。

同様に、産卵量の月別推移の傾向を示しておいてはどうか。補足表 2-4 に示された年齢別自然死亡係数 M の計算においては、単純平均ではなく、生まれ月群（月齢群）の相対豊度に従って重みづけ平均する必要はないか？とくに、0 歳魚の M の計算において、このことが結果に影響を及ぼす可能性はないだろうか？

さらに、後述の(3)に関連して、1980 年代とそれ以降の年代で漁獲量や産卵状況の季節推移の傾向が変化したといったことがなかったかどうかをチェックできると、さらに望ましい。

- (2) 太平洋系群との交流の度合いはどの程度であると考えられるか？

図 3-1 の漁獲量の推移および図 4-2 の推定資源量の推移を見ると、2000 年前後に水準が一段、上昇しているように見受けられ、このことは、太平洋系群の太平洋南区、および千葉県を除く太平洋中区の漁獲量合計の推移傾向（令和 6（2024）年度カタクチイワシ太平洋系群の資源評価、図 3-1）とも共通する現象であるようにも思われる。

一方、図 4-2 の推定資源量の推移からは、1980 年代および近年における資源水準がとくに高くなっているが、太平洋系群の太平洋南区、および千葉県を除く太平洋中区の漁獲量は逆に低い水準にある。1980 年代および近年はマイワシ太平洋系群の資源水準が高い年代であること（令和 6（2024）年度マイワシ太平洋系群の資源評価、図 4-3）を勘案すると、マイワシ太平洋系群の資源量が多い年代には、その勢力に押されてカタクチイワシ太平洋系群の一部の個体が瀬戸内海に移動してくるといった可能性は考えられないか？次の(3)で指摘するように、1980 年代には瀬戸内海系群の産卵量がさほど多くなかったにもかかわらず、漁獲量および推定資源量がかなり多かったことにも、このような移動の可能性が関連したりはしないであろうか？

- (3) 1980 年代（とくに 1986 年以前）の資源量、親魚量の推定値が 1990 年代に比べてかなり高いにもかかわらず、産卵量は 1980 年代と 1990 年代でほぼ同じくらいの水準である。補足図 2-5、2-6 の結果からも、1980 年代については資源量指標値と予測値の間に系統的な偏りが見られる。また、1980 年代はそれ以降の年代に比べて産卵量が少ないわりには加入量が高水準だった点もこの問題に関連する。これらの現象の原因は何であろうか？

- (4) レトロスペクティブ解析の結果（補足図 2-3）からは、少なからず系統的なバイアスが見られるが、その原因は何だろうか？

- (5) シラス漁獲量に比べて親魚量推定値がかなり低いのではないか？

表 4-1 および補足表 9-1 の値を使ってグラフを作成してみると、次ページ上図のようになり、親魚量に対するシラス漁獲量の比が 100%を超える年も多く、1992 年に至っては 251.8%となっている。一般に、魚の齢の進行に伴う（コホートの）バイオマスは次ページ下図のように推移し、成熟齢付近で最大になることが想定される（仮に、それよりも若いステージでバイオマスが最大になるとすると、適応度最大化の観点から、おそらくそのステージ付近から成熟して繁殖する生活史（早熟・少孕卵数）が進化するだろう）。このため、シラス資源量の一部にしかすぎないシラス漁獲量が親魚量よりも多いということは、常識的には考え難い。本系群の産卵はほぼ周年（主産卵期は 5~10 月）にわたり、親魚 1 個体あたりで 1 年間に自身の体重を超える総重量の卵を産むという可能性がないとは言えないかもしれないが、「シラス漁獲量 < シラス資源量」という点を勘案すると、やはり、親魚量が過小推定になっている可能性が高いと思われる。その場合、成長段階別の自然死亡係数 M の値（補足表 2-4）の見直しも含めて検討してみる必要があるかもしれない。もし、親魚量が過小推定になっていないのだとすると、太平洋系群の親魚由来のシラスが相当量、瀬戸内海で漁獲されているとでも解釈しないと整合性がとれないのではなかろうか？

- (6) 漁期内での情報の利用、適応的管理

本系群は令和 7 管理年度から、TAC のステップアップ管理のうちのステップ 1 対象種

に指定された。今後は随時、ステップアップしていき、やがては本格的な TAC 管理へと移行していくと考えられる。

冒頭で述べたように、本種は寿命の短い種であり、ふ化してから 1 年間の間にも成長段階に伴って生態的特徴や漁業対象としての性質が大きく変化する。また、産卵期が年内の長期に亘るため、その初期にふ化した個体と晩期にふ化した個体では成長、生残過程に大きな差異を伴う。したがって、1 年を単位とした VPA による本種の資源評価・将来予測には大きな誤差を伴うことが考えられる。この点に対する対策として、

イ. ピア・レビュー委員会の場合で Prof. McAllister が提案したように、1 年よりも短い期間（例えば 4 半期）を単位として VPA 等による評価を実施する。

ロ. 管理実施の漁期中の情報をリアルタイムで活用しながら随時、管理内容の修正を行う。などを検討していく必要があると考える。Walters (1989)は、漁期内モニタリングに基づく適応的な管理を行えば、漁期前に TAC を決めて管理するよりも、長期的に高い管理パフォーマンスが得られることをシミュレーション研究の結果、報告しており、寿命の短いカタクチイワシの資源管理においても今後、そのような検討が望まれよう。

引用文献

Walters C.J. 1989. Value of short-term forecasts of recruitment variation for harvest management. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 46(11): 1969–1976.

