

令和7年度 カタクチイワシ資源評価ピアレビュー会議

日時：令和8年1月22日（木）10:30～15:00（カタクチイワシ）、15:00～17:00（総合討論）

場所：水産研究・教育機構 水産資源研究所（横浜庁舎国際会議室）+TEAMS

議事要録

ーカタクチイワシー

○中野議長 おはようございます。それでは定刻になったので、ピアレビューの3日目を始めたい。魚種も変わったので、今日来られた新しいメンバーの方には自己紹介をお願いしたい。

（各自自己紹介ー省略ー）

それでは次の議題の、カタクチイワシに移る。河野さん、よろしくお願いします。

○河野浮魚資源部主幹研究員 河野悌昌と申します。よろしくお願いいたします。今回はこのような機会をいただき感謝する。また、レビュワーはじめ、関係者の皆様には貴重なお時間を使っていただき感謝する。

（スライド1）まず、本日の説明の流れを説明する。最初に、本系群の概要を簡単にお話しする。次に、山川博士から頂いた質問とコメントの紹介、それに対する回答や対応をご説明する。さらに McAllister 博士から頂いた質問、それからコメントの紹介をし、それに対する回答や対応をご説明する。そして最後に整理をしたい。

（スライド2）最初に、日本周辺海域におけるカタクチイワシの3つの系群について説明する。太平洋系群、対馬暖流系群、そして今から説明する瀬戸内海系群。太平洋系群と対馬暖流系群については、2023年にすでにピアレビューが行われている。

（スライド3）このスライドは、カタクチイワシの生活史を示している。産卵後、1ヶ月程度でシラスとして漁獲され始める。その後、成長して1年ほどで産卵を始める。

（スライド4）このスライドは、成長などを示している。1年間で被鱗体長が約10cm、体重が10gに成長する。1年で成熟すると仮定しており、寿命は2年程度と考えている。

（スライド5）本資源評価では、瀬戸内海で漁獲されるカタクチイワシを対象としている。漁獲は瀬戸内海のほとんどの海域で行われているが、この図では瀬戸内海以外の太平洋にも分布域と産卵場を描いている。

（スライド6）これは薩南海域から紀伊水道の海域で産まれた卵に由来する個体が黒潮に流されて、それらの一部が瀬戸内海に來遊するということが知られている。このため太平洋沿岸にも産卵場や分布場を示しているということ。

（スライド7）以上に関連し、山川博士から質問があったので説明する。図2-1の産卵場

の図では太平洋系群の分布域と一部重複しているが、図 4-1 での産卵量はどの空間範囲での情報かというご質問。

(スライド 8) 産卵量を計算している海域は、瀬戸内海に限定している。具体的には補足図 7-1 に示しているとおりの。

(スライド 9) 一方で、以前の研究では太平洋沿岸での交流というのが、定性的にはあるが描かれている。また、いくつかの文献でも瀬戸内海の東部海域において、シラス漁場の移動によって太平洋からの移入が示唆されている。

(スライド 10) したがって、図 2-1 というのは、太平洋沿岸で生まれた個体の一部が瀬戸内海に来遊するということを意図的に示した図になる。

(スライド 11) 本系群の概要の説明に戻る。特に漁獲量に関していくつかの情報を提供したい。カタクチイワシはさまざまな発生段階で漁獲されている。瀬戸内海で漁獲されたカタクチイワシは主にこのような煮干しの材料として利用される。シラスは仔魚だが資源評価に含めていない。

(スライド 12) 次に、瀬戸内海におけるカタクチイワシやその他の魚類の漁獲量について紹介する。カタクチイワシは単一の種としては漁獲量が最も多い。水産の統計では、カタクチイワシとシラスは別に計上されている。この 2 つのオレンジの部分それぞれにあたる。重ねてだが、本系群の資源評価においてはカタクチイワシのみを資源評価の対象としている。

(スライド 13) 次に、この図は漁業種類に関する説明。瀬戸内海ではカタクチイワシは主に船曳網とまき網で漁獲される。上図の横軸は年、縦軸は漁獲量。下図は漁業種類の割合を示す。船曳網が多いことがわかる。

(スライド 14) 次に、瀬戸内海でのカタクチイワシ漁業の特徴を示すために、3 つの系群の漁獲の傾向を比較する。左上がカタクチイワシの漁獲量で、青色の太平洋系群が最も多い。右上が、シラスの漁獲量。太平洋系群と瀬戸内海系群が同じ程度。左下の図は、カタクチイワシの漁獲量に対するシラスの漁獲量。これを見ると、瀬戸内海が最も大きい値となっている。本系群の資源評価にはシラスは含めていないが、重要な漁獲対象資源である。

(スライド 15) 次に、資源評価の結果について簡単に説明する。これらの図は、資源量、親魚量、年齢別の資源尾数。右下の図の白い部分が 0 歳魚、すなわち加入量。いずれも 1980 年代に多く、90 年代に少なくなって、そして 2000 年代に増加して、近年は比較的安定しているという傾向が見られる。

(スライド 16) 次に、この図は神戸プロット、漁獲割合、および %SPR の推移を示している。神戸プロットでは 1980 年代は右上にあり、1990 年代は左上、その後は左下から右下のゾーンにあることが多い。漁獲割合と %SPR については 1980 年代以降で減少傾向にある。

(スライド 17) これらの図は、将来予測の結果。左側が親魚量、右側が漁獲量。赤色は漁獲管理規則案に従って漁獲を続けた結果で、青色は、現状の漁獲圧で漁獲を続けた結果。細かい線が 5 個書いてあるが、これはシミュレーションのうち 5 個の例。そしてそれぞれの色の幅の部分は 1 万回の計算結果の 90% を含む範囲。太い線が平均値。親魚量について見る

と、平均値は目標管理基準値よりも高い水準で推移している。漁獲量の平均値は MSY 付近で推移している。

(スライド 18) それでは次に山川博士から頂いた質問を紹介する。大きく分けると 7 つあった。

(スライド 19) まず、1 つ目。月別の漁獲動向を図示すべき、また、それについて季節的、長期的な変化をチェックすべきというコメント。ここでいくつかの年について示すが、この図は資源の多かった 1980 年代のうち 1985 年における結果。

(スライド 20) そしてこの図は、資源が少なかった 1990 年代のうち 1998 年の結果。

(スライド 21) そしてこの図は、資源が安定している 2000 年代のうち 2020 年における月別の漁獲尾数。季節的には 7 月から 10 月にかけて漁獲が多いという傾向がある。これは主産卵期の 5 月から 9 月に連続的に産卵が行われているためと考えられる。そして春には前年に産まれた個体が漁獲される。長期的な変化は明確ではなかったが、年によっては漁獲が多い月が少し違っている。なお、ご指摘に従って、いくつかの年の図は来年度以降の資源評価報告書に掲載する予定。

(スライド 22) 2 つ目のコメントは、月別の産卵の傾向を示すようにとのこと。これを見ると、主な産卵月は 5~9 月であることがわかる。この図についてもご指摘に従って、来年度以降の報告書に掲載する。

(スライド 23) もう 1 つ、M について、単純平均ではなく、何らかの資源量指標値で重みづけをしたらよいのではというコメントを頂いた。M について正しい推定値を求めるのはかなり難しいと思っている。また、この課題については、機構全体で統一的に検討する必要があると考えている。そして月別・月齢別の資源量指標値というのは、残念ながら手元にない。ここでは試みの一つとして、月別・月齢別の漁獲尾数で重みづけした M を試算した。式はこの通りで X_i は月別・月齢別の M を示し、 W_i は月別・月齢別の漁獲尾数。

(スライド 24) 現在使用している M と計算結果の M を比較した。実線が重みづけされた各年齢の M の推移、破線が年齢ごとに平均した値。これを見ると、0 歳魚は 2.2、1 歳魚で 2.1、そして 2+歳魚は 0.7 だった。これまで使っている単純平均で求めた値は、0 歳魚は 2.1、1 歳魚で 2.1、そして 2+歳魚で 2.0 ということで、0 歳魚と 1 歳魚についてはほぼ同じ値が得られたが、2+歳魚については大きく異なっていた。あくまで試算として漁獲尾数で重みづけした値なのでこれが妥当であるか分からないが、資源評価に与える影響について検討する価値があるかもしれない。

(スライド 25) M の違いによる VPA の推定結果の違いを示している。オレンジ色の丸が資源評価報告書の結果。青色の四角は重みづけした M を使用したときの VPA の結果。資源量、親魚量、加入量、いずれも大きな違いはなかった。

(スライド 26) 次は、瀬戸内海系群と太平洋系群の相互関係を示してくださいという山川博士からのご質問。両者は隣接しているので、何らかの交流が想像されるが、定量的に評価できる情報は無い。

(スライド 27) この点については先のスライドでご説明したとおり。

(スライド 28) 関連して、瀬戸内海系群と太平洋系群との相互関係を検討するために、漁獲量や資源量を比較してほしいという要望があった。瀬戸内海と近接している太平洋南区については資源量の情報はない。しかし漁獲量の情報は利用できる。瀬戸内海の漁獲量はオレンジ色の四角で示しており、太平洋南区は青い丸で示している。両者の変動は一致していないように見える。参考として、太平洋系群の漁獲量も示したが、これもあまり関係がないように見える。

(スライド 29) 瀬戸内海の漁獲量と太平洋南区のカタクチイワシの漁獲量について、散布図を示したが、やはり両者の変動は一致していないように見える。

(スライド 30) 次は、産卵量は 1980 年代と 1990 年代であまり差がないが、1980 年代の資源量はなぜ多いのかというご質問。このご指摘を確認するため、5 年ごとの平均値を求め、規格化して右の図で示した。赤線が資源量、オレンジ色の破線が親魚量、そして緑色の点線が産卵量を示している。資源量と親魚量が同様の傾向で変動している。ご指摘のとおり、これらと産卵量については変動が異なっており、1980 年代には産卵量に対して資源量や親魚量が多い。2000 年代はその逆で、資源量や親魚量に対して産卵量が多いということになった。

(スライド 31) もう 1 つの質問は、産卵量の観測値と予測値にシステムティックなギャップがあるがなぜかというもの。ここでは黒丸で示したようなところが該当するかと思うが、山川博士は 5 つの仮説を示されたので、ここでご紹介する。

(スライド 32) これらが山川博士の 5 つの仮説。

(スライド 33) まず 1 つ目、1980 年代の年齢別漁獲尾数、漁獲量の推定値は特に 1 歳魚以上において過大になっている可能性はないかというもの。年齢別漁獲尾数、漁獲量の推定方法は一貫した方法を取っており、また得られた全データを利用している。したがって、そのような可能性は高くないとは思いますが、さらなる解析は可能かもしれない。

(スライド 34) 仮説の 2 つ目は、1980 年代とそれ以降の時代では漁獲形態や漁獲努力量が大きく異なっていて、実際には親魚量や資源量はもっと低かった、そして漁獲率は高かったのではないかということ。または逆に 1990 年代以降の資源量や親魚量が高くて、漁獲率はもっと低かった可能性はないかということ。この仮説を検証するために、漁獲形態や漁獲努力量の変化を示すような情報はないかということだった。残念ながら、漁獲努力量の変化を示すような情報は持っていない。漁獲形態の経年変化については、先のスライドで示したとおり。

(スライド 35) 上図は、漁業種類別のカタクチイワシ漁獲量。1990 年代前後において、一時的にまき網の漁獲量が減少し、割合も減少している。しかしその時期は、資源量や親魚量と産卵量がミスマッチしている時期とは一致していないように見える。直接的な関係は無いかもしれないが、まき網の減少についてその背景を調べてみる必要があるかもしれない。

(スライド 36) 次の仮説は、太平洋系群との交流が推定結果に影響を及ぼしているのではないかということ。たとえば瀬戸内海において資源水準が高い場合には、太平洋に移出して産卵する親魚の割合が多くなることが想定される可能性はないかということ。しかし、この説明だと近年の高い資源水準と高い産卵量が矛盾してしまうかもしれない。あるいは1980年代はそれ以降の時代とは分布、回遊が異なっている可能性はないかということ。残念ながら、分布、回遊生態の変化についての情報は無い。また、瀬戸内海系群の資源が太平洋系群の資源から受ける影響というのは少なからずあると思うが、資源量や親魚量が多い割に産卵量が少ないという点についてはうまく説明ができないと考えている。

(スライド 37) 仮説の4つ目。1980年代はマイワシの資源量が多かった年代なので、全体的に餌不足に陥ってカタクチイワシの栄養状態が悪くなり、繁殖への投資エネルギーが低くなったのではないか、この年代における肥満度とか成長速度の低下、成熟の遅延、孕卵数の低下が観察されなかったかということ。

(スライド 38) この質問に対してまずマイワシやカタクチイワシの資源変動について確認しておきたい。太平洋系群のマイワシの資源量、瀬戸内海のマイワシの漁獲量とカタクチイワシの資源量が利用できる。左図はマイワシの図で太平洋系群の資源量と瀬戸内海の漁獲量を示している。両方とも1980年代に多かったことがわかる。右図は瀬戸内海におけるマイワシの漁獲量とカタクチイワシの資源量。両者とも1980年代に多いことがわかる。つまり、いずれも1980年代に多かったということが示された。このため1980年代ではマイワシ太平洋系群が高水準となり、瀬戸内海においてはマイワシとカタクチイワシの競合の度合いがもしかしたら強かったのかもしれない。

(スライド 39) これまで肥満度や成長速度の低下や成熟の遅延、孕卵数の低下というのは精査できていない。肥満度については今後データの検証ができるかもしれない。

(スライド 40) 仮説5は仮説4と関連しており、0歳から1歳にかけての自然死亡率が1980年代はそれ以降の年代よりも高かった可能性はないかということ。残念ながら、0歳魚の自然死亡率の変化は情報がない。また、そうであったとしても、資源量に対して産卵量が少ないということの理由にはならないと考えている。

(スライド 41) 以上をまとめますと、山川博士の質問への回答は次のようなもの。漁獲尾数の計算の精度の問題は、1980年代には高い漁獲圧がかかっていたため漁獲尾数が増えて、VPAでより大きな資源量や親魚量が推定されている可能性がある。また、産卵生態の変化の可能性。今後の対応について整理すると、1つ目の課題に対しては使用データの再検討や多重ロジスティック回帰を用いたALK (Age-length key) の作成など、漁獲尾数のデータの推定方法の再検討が考えられる。2つ目の課題に対しては、漁業形態の変化やその影響、および漁獲努力量のデータの探索が考えられる。3つ目の課題に対しては、肥満度の経年的な変動についての解析が考えられる。

(スライド 42) 山川博士からの次の質問、コメント。1980年代の産卵量に対して、なぜ加入量が多いのかということだった。生残の違いなのか、それとも何らかのバイアスか。ご

指摘のとおり、加入までの生残率が高かった可能性はあるが、詳細は不明。0歳魚に対する漁獲圧が高かったことも加入量が多く推定されている要因の可能性があり、また両方の可能性もあるが、詳細は不明。

(スライド 43) 6つ目の質問。レトロスペクティブ解析の結果を見ると、少なからず系統的なバイアスが見られるが、その原因は何か、仮に1980年代のデータを除いたとしても同様のバイアスは見られるかということ。近年は産卵量が多い割に漁獲量が少ないという傾向にある。言い換えると、資源量が増えても漁獲量がそれほど増えていないという可能性。産卵量を指標としたチューニングにおいては、近年の親魚量、すなわち1歳魚と2+歳魚が上方に補正され、さらにその前の年の0歳魚と1歳魚も上方に補正される。しかし翌年の資源評価では、チューニングの効果が小さくなるため、推定値はほぼ漁獲量に基づくようになる。その結果として、前年の親魚量が過大推定されていたというような系統的なバイアスが生じていると考える。これは本系群の資源評価で以前から知られていた課題で、いまのところ有効な解決方法が無い。したがって、1980年代のデータを除いても同様のバイアスが残ると考えられる。

(スライド 44) 山川博士からの最後のコメント。シラスの漁獲量に比べて親魚量の推定値がかなり低いのではないかということ。たとえば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年は252%になっている。シラス漁獲量よりもシラスの資源量のほうが多いという前提を考えると、やはり親魚量が過小推定されているのではないかということ。また、もしそうだとすれば、自然死亡係数 M の値を見直す必要があるのではないかということ。先ほども説明したとおり、瀬戸内海ではシラスの漁獲量が多い。また、本系群では漁獲量に占める0歳魚の割合が高い。したがって、若齢魚への漁獲の圧力が高いということが考えられる。このため資源構造としては、親魚量よりもシラスの漁獲量のほうが多いということが考えられるかもしれない。一方で、親魚量が過小推定になっているという可能性も否定はできない。 M については今後も検討が必要だが、先ほどの回答と同じくなかなか難しいところもあり、機構全体で議論していく必要があると考えており、今後の検討課題の一つ。

(スライド 45) 次に、McAllister 博士から頂いた質問、コメントを紹介する。34個のコメントをいただき、このように集約した。

(スライド 46) McAllister 博士が最も重要視されたご指摘は、VPA の推定値における信頼区間で、報告書において信頼区間を示すべきというコメント。このコメントへの回答としては1日目に議論されたとおり。すなわち必須ではなく、記載するかどうかは担当者に任されている。しかし本系群では産卵量をチューニングの指標としているので、信頼区間も併せて表示が可能。次年度以降は報告書で記載したいと考えている。

(スライド 47) 次に重要視された点として、再生産関係式の選択。非 HS (Hockey Stick) 型や自己相関ありの適用を推奨するというコメントを頂いた。このコメントに対しての回答も1日目の議論のとおり。ガイドラインに従って、HS 以外の RI (Ricker) 型、BH (Beverton-

Holt)型も検討している。併せて自己相関ありのモデルも検討している。具体的な検討は2022年度に行っており、2021年までのデータを使っている。合計で15通りの再生産関係式を検討し、最終的にHS型・二段階推定による自己相関なしの再生産関係式を選択した。

(スライド48)少し詳しく説明する。これらは選択の対象とした15通りの再生産関係式。左側の列がHS、真ん中がRI型、右側がBH型。上の2列は最小絶対値法によるもの、下の3列は最小二乗法。

(スライド49)これは15通りの再生産関係式についてまとめた表。最小二乗法を使った場合がAICcは小さくなっているため、最小二乗法によって推定されたモデルを候補とした。

(スライド50)次に、二段階推定法と同時推定法を比較した。同時推定法の場合、親魚量が少ないときに加入量の推定値が楽観的になったため、同時推定法を選択しないこととした。

(スライド51)ここで6つの候補が残った。自己相関はないと判断され、3つの候補が残った。ちなみに自己相関ありの場合、 ρ 値はHSで0.02、RI型は0.09、BH型の場合は0.04となった。

(スライド52)さらに二段階推定・自己相関なしとした場合の3つのうち、HS型の親魚量が少ないところでは最も予防的な加入量が得られそうだった。このためにHS型を選択した。以上は2022年8月に開催した研究機関会議においてJV機関の承認を得ている。

(スライド53)McAllister博士がもう1つ重要視されたご指摘は、点推定ではなく、大小や増減については確率で示すべきという視点。たとえば、2023年のFとFmsyの比については確率で示すべきということ。現在の資源評価では点推定のみの結果を示しているが、機構全体で今後検討していく必要があると考えている。

(スライド54)次のコメントは、親魚量と産卵量の関係について、関係式と決定係数を示してほしいとのこと。ここに示したとおり。ご指摘に従って、次年度の報告書から記載することにしたい。

(スライド55)そして次のコメントは、見かけのわりに ρ が0.08というのは小さいのではということ。再度確認したが ρ の値に誤りはなく、統計的にも1次の残差の自己相関はなかった。

(スライド56)残りの質問、コメントをここにまとめている。まず捕食についての質問。鳥類による捕食はあるかとのこと。当然、瀬戸内海でも鳥類による捕食はあると考えるが、現時点では文献で明確な根拠を確認できていない。今後、関連する研究報告を探してみたいと思う。次に、漁獲努力量についての質問。なぜ努力量を把握できていないのかについて。理由としては、努力量データを集めるような仕組みが整備されていない。この点については報告書に追記する予定。3つ目として、SPRの定義に関するコメントを頂いた。これについては昨日のキンメダイのレビューでの回答と同じ。4つ目は、報告書の冒頭に記述されている神戸プロットと要約表に番号を付けたほうがよいというコメントを頂いた。この形式については機構全体で用いられているため、今後検討していく必要があるかと考える。最後に、

VPA と SCA のそれぞれの特徴と、またこれらの適用に際して注意すべき点についてコメントを頂いた。そのような場合には注意していきたいと考えている。

(スライド 57) 以上のレビューの結果をもとに、今後の重点的な取り組みについてまとめた。まず、自然死亡係数 M の再検討。これは機構全体での取り組みが求められる。次にデータの再検証と推定方法の見直し。たとえば精度向上のために多項ロジスティック回帰を用いた年齢・体長キーの作成が一つの選択肢となる。3つ目として、漁業形態の変化とその背景要因を調べて、併せて可能であれば漁獲努力量の動態を把握するという。最後に、肥満度の歴史的な解析を行って、長期的な傾向を把握することができるかもしれない。さらにコメントやご教示をいただきたいと考えているので、よろしくお願ひしたい。

(スライド 58) 以上で私からの説明を終わる。ご清聴に感謝する。

○中野議長 河野さん、ありがとうございます。山川博士、McAllister 博士の質問に対するお答え、説明があったが、重ねて質問とか確認したいことがあればお願ひしたい。

○山川博士 詳しいご説明に感謝する。説明を伺い、あらためて非常に難しい系群だと実感した。特に太平洋系群との交流の実態がよくわかっていないことや、寿命が短く 0 歳魚の成長が早い、しかも産卵期がかなり長い期間にわたっていて、産卵期の初期に産まれた個体と末期に産まれた個体では全く異なる。そして翌年 1 歳になったときに、どの時点で産卵を始めるかというのも、元々の生まれ月によってもおそらくずいぶん違うだろう、それを年単位の VPA にまとめて評価するというのは非常に難しいと感じた。とはいえ、月別の VPA を過去試みられたとか、あるいは対馬暖流系群などでも確か月別の VPA をやっていたときがあったと思うが、それもかなりバイアスが出てしまい、なかなかうまくいかなかった。それから 1980 年代がどうなっていたかという質問もしたが、情報を過去に遡って検証するというのも難しいこともあり、非常に難しい系群だなと思った。それでレトロスペクティブバイアスの件だが、今後の評価という点では近年の評価がうまく行っているかどうかということに焦点を当てていくべきかと思った。1980 年代のデータを除いたとしてもレトロスペクティブバイアスは変わらないということで、なぜそうなるかの説明があった。ただ近年系統的に資源水準を過大推定、漁獲係数を過小推定してしまうということだったが、傾向として資源量は増えている段階なので、逆に系統的に毎年資源量を過小推定し、それで実際には加入が多かったから資源が増えていって上方修正されるというのなら分かるが、今回は逆。系統的に過大推定になっていて、毎年下方修正されていく。このあたりはどうなのか。

○河野 コメントに感謝する。近年は産卵量が多い傾向が続いている。そのため VPA のチューニングでは直近年は多いと推定される。ところが漁獲量はそれほど伸びず、翌年になると前年の推定値は漁獲量の影響を受けるので、去年は過大推定だったということが最近続いている。そのため、産卵量がそれほど多くない年になれば、過大推定にはならないかもしれない。この課題は数年前から気づいていたが、特にカタクチイワシは寿命が短いのでその影響が出やすいということもある。何か良いアイデアがあれば承りたい。

○山川博士 良く分かった。基本的には卵数と漁獲量のずれ、それが出てきているというこ

と。過去に遡って漁獲努力量を知るのは無理にしても、近年数年間でも漁獲努力量に関する情報は無いか。

○河野 基本的には瀬戸内海では努力量は減少傾向にあると思う。これは全国的な傾向で、漁業者の高齢化による。ただ、年によっては、たとえば瀬戸内海以外が不漁の場合に努力量が上がることは、もしかしたらあるかもしれない。そうした詳細情報はまとめきれておらず、今後の課題。

○山川博士 承知した。

○McAllister 博士 非常に詳細な説明に感謝する。また、様々なコメントに対する回答にも感謝する。いくつか私のほうに誤解もあったかと思うが、解消頂いたと思っている。追加の質問がいくつかある。テクニカルなところだが、選択率の図 4-6 の M の分析結果に対して追加の質問がある。感度テストを行っているとのことで、高い、または低い M の値も試したと承った。図 4-6 はすばらしい感度分析。VPA を使った場合によく使われるもので重要。ここで異なる M の値を想定すると、上のほうに示しているのは M が 0.8 で、これはかなり小さい調整で、SB、SSB、そして加入量により小さい傾向が出てくる。そして M を間違えた場合どうなるか、より大きな数字では加入量、また SSB、そして SB についてより楽観的な結果が出るということ。レトロスペクティブバイアスは潜在的に多くの原因が考えられる。ここにあるように、いまの M を、たとえば 0.8 を掛けて、それでもレトロスペクティブバイアスが出るかどうかやってみる。そうならないかもしれない。これは資源のトレンドがすべて低下しても、まだバイアスはあるかもしれない。それでもポジティブな資源量になるかもしれず、楽観的すぎるかもしれない。どういう結果になるかわからないが、これを見ると、やはり M が低ければ SB も SSB も加入量も少なくなるようなことが示唆されている。レトロスペクティブの中で正しくない M を VPA に入れるとバイアスがかかるのはよくわかっており、これは非常にいい感度分析で、バイアスの問題を解決するための良い手があると思う。興味深いのは、自然死亡率の月別の数字があるということ。月齢が進むにつれて、M もだんだん小さくなる。たとえば 1 歳や 1 歳半になってくると M はおそらく自然にどんどん小さくなっていくと考えられる。それでもこのモデルの中では、VPA については山川博士がおっしゃったように、かつては月別でやられていた。そうすると月別の M を使うことでより正確になると考えられる。月別の漁獲を使うと、このような 2 年しか生きないような種については有効かもしれない。0 歳、1 歳、2 歳ではなく、月別で見ると手がかりが得られる可能性がある。月毎に M が大きく変わるのであれば、年間平均でやってしまうとバイアスの原因になる。M が実際には 1 年の中で急速に小さくなっているのに平均を使ってしまうと、結果にバイアスがかかる。月別でなくとも半年で見るというのも妥協的には良いやり方かもしれない。そうすると、年平均よりも、実際の M を良く反映できるかもしれない。あるいは四半期毎もできるかもしれない。私の Ph.D. の学生が CAA のモデルに関して四半期のタイムステップで分析をしたことがあり、それによって年単位のモデルよりも資源動態をうまく反映したことがあった。したがって、M が急速に変わるような場

合、また選択性が 1 年の間で変わるような場合には年単位で評価すると推定に大きなバイアスがかかる可能性がある。特に最近年において、 M の設定が粗いことによって、このように寿命が短い種では大きな影響が起きている可能性があり、注意を払う必要があると思う。

○河野 月齢別の M について、かつて使っていたものは、毎年調べているわけではなく基本的には一定の値をベースにしている。それを単純に年間合計したものが、現在使っている年ベースの M 。 M の値を求めるとするのは非常に難しいと思っている。今回、山川博士からのご指摘については、単純なものではなく、月別に何か重みづけをしたほうが良いというご質問を頂いたが、それに関しては漁獲尾数で重みづけした結果を先ほどお示したところ。

○McAllister 博士 重みづけされた月別の M の結果を年次別の M と比較されていたが、四半期毎で見ていくと M の変化が見られると思う。それによってバイアスなど取り除くことができるかもしれない。 M が年の中でどう変わるかに関しても比較できるかもしれないと思った。レトロスペクティブバイアスがどうなるか分からないが、あくまでやり方の一つ。情報が増えるに従って、様々なバイアス上のトレードオフが生じることはもちろん考慮しなければならない。正確に CAA のデータを月毎に見ていくことは可能かどうか、それをモデルに組み込もうとするとノイズが増えてしまうこともあるかと思う。四半期や半年毎で見るのも良いかと思う。次に年齢別 F に関して、時系列でどう変わったか示した図 4-5 が大変興味深いと思った。0 歳魚の F を 1 歳と 2+歳と合わせて見ると、いずれも高いところから一気に下がり、特に 0 歳魚に関しては大きく下がっている。そしてここ 10 年間で 1 歳魚、2 歳魚が上がるのに対して、0 歳魚に関しては低下が見られる。興味深いのは、0 歳魚の F よりも 1 歳魚、2 歳魚の F が大きく変動していること。かなり寿命の短い魚種であるが、変動がかなり大きい。漁法別の漁獲量を見るとあまり変わっていないと思うので、選択性が時系列的に大きく変わっていることがバイアスにつながっているのかもしれない。選択性の変化なのか、あるいは何らかの VPA の仮定による人為的なものかは分からないが、管理目標値の算定にも関わると思う。年齢別 F が年間の平均値であるところも想定される MSY や選択性に対する影響が大きいだろう。選択性がこれほど年ごとに大きく変動する中で、どうすれば合理的、適切に F_{msy} を近似することができるか。選択性がこれほど変わると F_{msy} が年ごとに変わり得るものになってしまうため、どのように算定するか伺いたい。また、なぜ選択性がこれほど大きく変動してしまっているのか。漁具によるものか、それとも漁業種類の違いによるものか。選択性は漁法によって異なるのか。資源評価報告書には記載されていなかったと思うので伺いたい。

○河野 なかなか回答が難しい質問。まずコメントを頂いたとおり、0 歳魚に関しては徐々に減少しているのに対し、1 歳魚、2+歳魚はかなり変動が大きい。この資源においては 0 歳魚がメインで漁獲されており、努力量も安定しているので 0 歳魚はこのような変化になっているが、1 歳魚と 2 歳魚に関しては、資源量も少なく、漁獲の動向も年によって変わる。このため不安定な推定値になっているのが 1 つの理由。また 1 歳魚と 2 歳魚に関しても、

1980年代から90年代にかけて低くなっているということは見られると思うが、傾向が違っているのは最近年。ここ10年ほどFの値が上昇してきているので、JV機関からも最近年の動向は変わってきているのかという質問があった。近年は少し大型の個体が漁獲される傾向にあり、このためFの値が上がっているのではないかと思う。ただ、なぜ大型魚が獲られているか、今のところ把握できていない。もしかしたら努力量も変わったり、狙いが大型に変わってきたりしているかもしれないが、よく分からない。

○中野議長 私からもいまの図に関連してお聞きしたいのだが、太平洋系群からの流入というのが定性的にはあるというのは知られているが定量的には分からないと述べられていたが、ひょっとしたら太平洋からの流入が瀬戸内の1歳と2+歳の漁獲に影響しているようなことは無いか。

○河野 太平洋系群の資源が多かった1990年代と2000年前後に関しては大型の個体が目立つことがあったので、少し影響があったかなと感じている。海域としてはつながっているので影響はあると思うが、全体的には瀬戸内海系群として扱った方が、資源変動を見る場合には良いと考えている。

○中野議長 もう1つ、ウルメイワシで話題になったが、カタクチイワシの年齢査定でみられる最高齢は。

○河野 実はこの系群では年齢査定をしていない。体長組成から推定している。

○木下浮魚資源部主任研究員 カタクチイワシの太平洋系群の資源評価を担当している木下です。鱗による年齢査定の最高齢は、文献上は3歳半くらいだろうと言われている。

○McAllister 博士 フォローアップの質問をさせていただきたい。Fmsyの計算で選択率が重要と思うが、どのように計算しているか。選択率は、ここでは非常に不確実性の高いコンポーネントだと思う。SSB、MSY、Fmsyを推定するにおいて、選択率、選択性に大きな変動があり不確実であることを考慮しなければならないと思うが、どのようにしているかももう少し具体的に教えていただきたい。

○河野 この系群では2022年にFmsyを計算した。そのときは、過去5年間のFの平均値の選択率を使っている。系群によっては3年平均を使う場合もあるが、この系群は変動が大きいので5年平均としている。

○McAllister 博士 そうなると、Fmsyの感度テストを行うのも良いと思う。例えば過去3年、過去5年、過去10年の平均、もしくは過去20年の平均を使ってみると劇的に変化する可能性もある。この10年間で1歳魚、2歳魚のFが下がっており、特にこの1年で1/14ほどになっている。なぜ2022年から2023年にかけてここまで低下したのか、その理由は。

○河野 先ほども少し話題となったが、近年産卵量が多いため、チューニングVPAで推定した資源量が過大に推定される結果、Fが小さくなる。これは良くないことだが、解釈としてはそうなる。

○McAllister 博士 おそらくFの推定の不確実性が高い。最終年の推定値は上方修正されてこれ以上下がることはないと思う。0歳魚はかなり安定しているが、1歳、2+歳魚のところ

のF推定値はおそらく不確実性が高く、そして最新年のところで変動するのだと思う。もう1つ質問。船曳網とまき網の2つがあったと思うが、年ごとの選択率に違いはあるかどうか。それは漁場や水深によるのかどうか、教えていただきたい。

○河野 まき網は瀬戸内海の東側でのみ行われている。その時々で漁獲物の大きさは異なるが、同じような目合の網を使い続けていると思う。一方、船曳網に関しては、瀬戸内海のどこでも行われており、こちらの目合はシラスを狙うものとカタクチイワシを狙うもので違うが、カタクチイワシ狙いに関してはほぼ同じ目合のものをずっと使っていると思う。このため選択率に大きな違いはないと思う。

○中野議長 ここで昼食休憩とする。

(昼食休憩)

○中野議長 それでは再開する。山川博士と McAllister 博士におかれては追加の質問をお願いしたい。

○山川博士 先ほど1歳魚と2歳魚のFの議論があったと思うが、1歳魚と2歳魚のFの推移の長期的な傾向を見ていると、資源量の推移とかなり似通っている気がする。1980年代くらいは資源量の評価値が高く、Fの値も高い。近年、資源量が増えていて、Fの値も高くなってきている。これがこの現象を考えるヒントにならないかと思ったがいかがか。漁獲量は資源量×Fなので、Fも資源量も両方高まっているというのと、漁獲量が高まっていることを意味するが、それは資源量が増えると0歳からの捕り残しが増えるということで、1歳、2歳の資源量が増え漁獲量も増えるということなのだろう。ただ、そこでFも高まっているというのはどうなのか。もしかしたらFは実はそんなに大きくは変動していないのに、1歳、2歳の資源量の推定結果によって変動していると思ったがいかがか。

○河野 ご示唆に感謝する。確かに漁獲尾数の情報を見てみると、近年、1歳魚が増えているのがわかる。もしかすると山川博士がおっしゃられたように、資源も増えているが、それよりも漁獲量の増加の方が多いという可能性がある。その逆もあり、実はもっと資源量は多いけれども過小評価されていて、見かけ上Fが高く推定されてしまうという両方の可能性はあるかもしれないが、分からない。

○山川博士 レトロスペクティブバイアスで出てくるのは主に0歳の資源量が効いてくると思うが、1歳、2歳の資源量自体が実は近年過小評価になっているようなことはないか。

○河野 直近年に関しては産卵量によって親魚量を調整されていて、過大に推定されるということがあるが。

○山川博士 どういう説明をすれば全て整合が取れる説明になるのか思いつかないが、何かヒントにならないかと思う。

○McAllister 博士 いくつか質問がある。異なる成長段階での漁法を資源評価報告書に記述されているが、毎年シラスの漁獲は除外していると記載されている。こちらの資源評価でシ

ラスは年齢組成のところから除かれているが、シラスの漁獲重量は2万~5万トン程度。そうすると規模的にはカタクチイワシの漁獲量と桁が変わるほど大きく違うわけではないということ。シラス漁獲尾数の定量化はされていないか。それを資源評価に反映することは可能か。シラスの資源尾数の定量化は決して無視できる量ではないと思うので、実際の豊度はかなり規模が大きいと感じた。たとえば2万トンのシラスが毎年漁獲されるというのであれば、私の読み方が正しければ年齢別漁獲尾数はかなり大きな数字になると思う。図2-1を見ると漁獲尾数はシラスを除くとされ、総漁獲尾数は数百億尾でかなり安定している。なぜ資源評価においてシラスを全く除外しているのか理由をお伺いしたい。

○河野 シラスに関しては、コメントのとおり2万トンから4万トンくらいで推移している。それを尾数に換算すればかなり多くなるというのはご理解のとおり。一方で、シラスというのは生活史のかなり初期の段階であり、自然死亡係数 M も非常に高いと考えられ、その変動も大きいと想像される。そうしたものを再生産関係に取り込み、さらに将来予測をすると相当に不確実性が高くなると判断し、ある程度 M が安定してきた以降で管理するという考えに基づいてシラスは資源評価から除いている。

○McAllister 博士 ご説明に感謝する。若齢魚の M についてはこの系群のものであり、資源豊度をシラスが漁獲された後に設定することもできると思う。資源評価の考え方としてはシラスを除外したと考えることはできると思うが、シラスの M に関しては定数と見做せば大きく影響を受けないと思う。加入量の感度分析で年齢組成を計算するにあたり、シラスを含めて見てみる、チューニングVPAにシラスを含めることも可能だと思う。国際的にみてもVPAを行うにあたって、魚の初期段階を年齢組成に加えている例はある。シラスに関し、かなり大きな量であるにもかかわらず含めないとなると、何らかのパターンに影響が及ぶと思う。シラスを含めてVPAをやるのはかなり手間がかかるかもしれないが、資源評価チームの皆さんで検討してもよいと思う。

○河野 ご指摘に感謝する。そういった方法が世界では取られている例もあると理解した。少し調べてみて、どういった方法が可能であるか検討してみたい。具体的にはどこの資源か。

○McAllister 博士 VPAを適用している、もしくは年齢組成の手法を適用している国になるので、南アフリカはあり得る。南アフリカはVPAを適用していて相当量のイワシ資源があり、年齢組成で評価していたと思う。彼らがシラスを含めているかどうかはわからないが、見る価値はあると思う。あとはチリとペルー。イワシの資源に関して多くの資源評価がなされている。ただ、彼らは時空間モデルを採用していたかもしれない。ヨーロッパはVPAを主要な手法として採用していたが、いまSCAに移行している時期。ただ、これまでは長らくVPAを採用していたので見る価値はあると思う。現行の資源評価の方法にあまり追加のタスクが無いような形でシラスを含めることができれば価値はあると思う。そして M の合理的な推定をするにあたり、たとえば1ヶ月の期間でも0歳魚の M をスケールアップして、シラスも見るとということ。1ヶ月間のシラスの段階と11ヶ月間の0歳魚の段階があり、その後1歳魚、2歳魚と段階に移行することを勧める。こちらは非常に難しい話ではないと

思う。現行のやり方を少しだけ修正するという。いま3つのクラス、0、1、2歳魚があるので、あと1つだけ追加するという。将来的に検討をしていただきたい。

○河野 ご教示に感謝する。まず、南アフリカ、チリやペルーの文献から見て、検討していきたいと思う。

○McAllister 博士 補足図 3-2 について質問したい。ピークをみると、親魚量が 43,000 トン程度の時に平均漁獲量は 40,000 トン程度になっているが、親魚量がそこを超えると平均漁獲量は下がるのに対して、2歳魚の割合が上がってくることについて説明してほしい。また平均漁獲量のカーブが非常に滑らかになっているが、昨日のキンメダイとはかなり違う。キンメダイは最大値のところが尖ったような形状をしており、それを過ぎると急激に低下するような形になっていた。同じ HS を採用しているにもかかわらず形状が違うのはなぜか。

○河野 平均親魚量が 43,000 トンを超えると資源量が増えていく。一方で、F が下がるので徐々に2+歳魚が出てくる。それだけ捕り残すということ。それから2つ目、なぜキンメダイと違うのかということだが、再生産関係をみると HS と RI では形状自体はさほど変わらない。このため実際に適用したのは HS ではあるが、RI に近い形状となっているために滑らかな形状になったのではないかと思う。

○山川博士 この現象は、折れ点を含んだ範囲でカタクチイワシの場合は非常に変動が激しいので全体的になめらかなアウトプットになっているのではないか。昨日のキンメダイの場合は、それほど大きな変動のない HS で折れ点が非常に強く出ている点で異なるのではないか。

○亘 社会・生態系システム部グループ長（キンメダイ担当） 私も山川博士のおっしゃるとおり、折れ点との位置関係、またばらつき具合というか、そこが関連しているのだろうと考えていた。

○市野川漁業情報解析部グループ長 加入変動が大きいからだと思う。決定論的な将来予測であれば、折れ点付近で尤度カーブが不連続になる。しかし、この漁獲量曲線では確率論的な将来予測をしたときの平均値を取っているので、折れ点付近でも加入変動が大きい場合、平均値はスムーズになる傾向になってくる。

○McAllister 博士 こうした違いについて説明できることは大事だと思う。同じタイプの再生産モデルを使って状況が違う場合には注意が必要で、特に加入量の変動が小さい場合には慎重が必要。キンメダイの予測値は変動が小さく HS を使っているために信頼性が低いと思う。一方カタクチイワシでは現実的な予測ができていないかもしれないが、不確実性が考慮されていない場合には信頼性が問われる。両種とも HS について信頼区間が示されており、一定の不確実性がある。通常のリソース評価ではそうした不確実性を予測の中で示するのが一般的だが、ここでは固定された予測値が示されているという理解でよいか。つまり、予測値は点推定という理解でよいか。それとも予測の際に HS モデルの不確実性も考慮しているか。

○中野議長 今回の4魚種を通じてぜひぶん共通する項目があったので、それは総合討論

で取り上げようと思っている。HSの問題もあるので、総合討論にて改めて議論いただきたい。

○山川博士 では別の話題。太平洋系群との交流の話だが、太平洋南区での漁獲量と比較した図、ご説明頂いた図をもう一度見せていただけないか。太平洋系群全体だと資源量が爆発的に増えている年代では千葉県以北の東北海域での漁獲量、資源量が増えている。一方、太平洋南区と太平洋中区はその年代は比較的安定している。その後中区と南区は2000年ごろから急に漁獲量が増えている。南区だけみると1999年と2000年が突出し、以降は下がって横ばいに見えるが、中区と合わせて見ると、2000年くらいに漁獲量が急増し、その後は横ばい、あるいはやや増加している。それは実は瀬戸内海での漁獲量の推移と結構似ているのではないかと思い、やはりかなり交流があるのではないかという気がするがいかがか。

○河野 太平洋南区だけだとちょっと違うが、中区も含めると瀬戸内海と似ているのではないかというコメントと理解した。最近年は中区と南区はそう多くないが、瀬戸内海は増加している。ただ、1990年代に多かった太平洋系群の影響で、ここはもしかしてかさ上げがされて、瀬戸内海でそれ以降安定しているという可能性はあると思う。このため一致はしていないが、きっかけはあったかもしれないと思った。

○山川博士 1980年代に南区の漁獲量はそんなに増えていないのに、瀬戸内海だけが増えている。それほど大きな何か環境の違いとかがあったのかどうかと考えると、南区と瀬戸内海でこれほど大きな違いがあるのは少し不思議な気がする。一方マイワシ太平洋系群が1980年代には大きく増加しており、また近年でも南区と瀬戸内海区では少し傾向が違うが、同様にマイワシが増えている。マイワシが増えてくるとカタクチイワシが追いやられて瀬戸内海の中に入ってくるとか、そういったことがないかと思いながら見ていたのだが、いかがか。

○河野 押し込まれてくるかどうかは分からないが、1980年代の瀬戸内海と太平洋南区の違いに関しては、瀬戸内海が資源として独立している1つの証拠と思っている。しかしその頃は漁獲圧も少し高かったので、その影響もあるかもしれない。マイワシとの関係についてはJV機関からも情報収集したい。

○山川博士 あくまで想像の域を出ないが、太平洋系群との交流について考えることは、瀬戸内海系群にとってかなり重要だと思う。

○McAllister 博士 図3-2の漁獲量について、報告書表3-2についての質問。こちらの表を見ると、カタクチイワシの銘柄別漁獲重量が県別、漁法ごとに示されている。大阪府ではまき網が最も主要な漁法であることがわかるが、多くの年で数千トン規模の漁獲であったのに対し2018年には1/10程度の549トンまで劇的に下がっている。表3-2を見ると、他の県でも安定して推移していた漁獲量がある時点で劇的に下がってしまう現象が見られる。たとえば徳島県でも同じようなことが起きており、2017年は漁獲量が0になっている。元々1,000トンを超えていたものが突然0になって、次の年にはまた増えているということが起きている。なぜこのように異常な変化が漁獲量に関して見られているのか。これは単純に

魚がいなかったからなのか、または操業の問題か。何が原因で起きているのか。

○河野 大阪府の海域はまき網で漁獲しているが、マイワシが獲れる時はそちらに移行することがあると聞いている。おそらくマイワシの方の利益が大きいかからだと思う。徳島県に関しては把握していないが、担当者に確認しておきたい。大阪府や徳島県の海域は瀬戸内海の東側で、大阪湾ではまき網が行われており、ここにマイワシが入ってくるとそちらを狙う可能性があるということ。徳島県はもう少し太平洋に近いところだが、ここでも狙いの変化があるかもしれない。

○議長 漁業の実態にかかわる話なので、もし参加されている府県の方で事情が分かる方がいらっしゃれば発言してもらってよい。

○河野 それでは大阪府の瀬田さんをお願いしたい。

○瀬田大阪府立環境農林水産総合研究所水産技術センター研究員 大阪府の瀬田です。河野さんから説明いただいたイメージで良いと思うが、マイワシの年別漁獲量を見ると 2018 年と 2019 年はかなり獲れている。また大阪湾の場合はマイワシの群れが入ってくると、山川博士がおっしゃっていたように、カタクチイワシが別の場所に行ってしまうというような話を聞いている。このためマイワシの方の値段が高いということもあり、まき網はそちらを狙いに行く。あとマイワシもそうだが近年はシラスの値段が良いということで、大阪府の場合、まき網漁業者の大半がシラス船曳網を兼業しており、シラスが多いとカタクチイワシではなくシラスを獲りに行くようなこともある。

○河野 ご説明に感謝する。徳島県からは参加されていないようだ。

○中野議長 理由はターゲットシフトで、有用な方に漁業が向いてしまうということ。

○瀬田 大阪府としてはそのようなイメージを持っている。

○McAllister 博士 ご説明に感謝する。非常に有用なご発言だった。漁業の動き方、そしてローカルレベルでの資源の動きを知るということは有用。また発言されたように、マイワシが入ってくるとカタクチイワシが押しやられるというのはよくある現象か。

○瀬田 よくあることかと言われると詳細は不明だが、マイワシが入ってくるとカタクチイワシは別のところに行くという話は現場の漁業者レベルでは聞く。

○河野 私から質問だが、大阪湾の中ではほぼカタクチイワシがいなくなってしまうというようなイメージなのか、それとも大阪湾の中でもマイワシとカタクチイワシが位置は違うけれども混在しつつ群れがあって、マイワシがいたからそっちをねらうというような感じか。

○瀬田 近年はマイワシが余り獲れていないのでそこまで細かく把握していない。確認しておきたい。

○河野 ご説明に感謝する。

○McAllister 博士 関連した質問だが、カタクチイワシとマイワシが混在している場合、マイワシの漁獲量がカタクチイワシの漁獲量に入り込んでいるようなことはないか。例えば大阪府の 2018 年漁獲量 594 トンにマイワシが含まれる可能性は無いのか。

○河野 594 トンについては、ほぼカタクチイワシであると思う。マイワシの漁獲は瀬戸内海では主要ではない。メインはカタクチイワシ。沿岸性の強いカタクチイワシが瀬戸内海で獲られることによりマイワシの漁獲量にバイアスが生じるようなことは少ないと思う。

○McAllister 博士 徳島県からもフォローアップいただけるとありがたい。0 というのは極端な変化であり、2017年の現象については理解したいと思う。

○河野 本日は徳島県からは参加されていないので、後日確認して回答したい。

○中野議長 ほかに質問等無ければカタクチイワシについてはこれで終了とする。

—総合討論—

○中野議長 それでは総合討論に移る。最初にウルメイワシの宿題が残っていたので、それについて紹介してほしい。平岡さんよろしくお願ひします。

○平岡浮魚資源部主任研究員 1977年のChullasonの論文を検討した。この論文によると564のサンプルを分析し、成長パラメータはWalford式で推定されている。また論文によると1歳未満の個体が全体の96.5%を占めており、我々による最近のCAAの推計と一致している。推定された成長曲線を大下ら(2011)と比較したが、我々のデータは大下ら(2011)と大差ないものの、Chullason et al. (1977)は大きく異なるため信頼できないと考えられる。こちらは0歳魚選択率の1976~2024年の時系列変化。1日目に説明したとおり、0歳魚の選択率は2018年頃から高まっている。この図はGAMで調べたまき網漁獲量に対する水温の効果。水温が低い条件下で収集されたデータでは信頼区間が広い。またウルメイワシにとっては水温約20~28°Cの範囲が好ましく、17度では極めて低くなる。

○中野議長 ご説明に感謝する。

○McAllister 博士 Chullasonのデータに関して確認したいのだが、直近の研究との比較を示していただき感謝する。かなり差があると理解。次のスライドについて、選択率が大きく変動しており、この変動に対してどのようにBmsy、Fmsyを計算するのかという課題があると思う。BmsyやSBmsyは選択率にかなり影響を受け、管理基準値の設定にも影響するので気になるところ。この不確実性をどのような形で計算の中で考慮されているのか、確認したい。ウルメイワシだけではなく、カタクチイワシも同様。選択率の劇的な変化が見られているというのは共通の課題だと思う。また、将来予測に関してもどのように対応されているのか気になったところ。次のスライドについて、18度以上がウルメイワシに好ましいと見られるが、最小値は17度と30度で2つあるように見える。これは人為的なものか、またはデータノイズが生じているのか。

○平岡 まず選択率については1、2歳に対する0歳の割合。なお1歳と2歳は同値と仮定している。Fmsyを計算したときの選択率は2016~2018年の低いところで近年とかなり異なっているため、我々も重要な問題と捉えている。一方、管理基準値の見直しは5年に1回程度行うことになっており、次回の見直しの際に改めてMSYを計算し直すことになる。あ

と水温については、我々ももう少しデータをきちんと解釈しなければいけないと感じているところで、今後の研究課題とさせていただきます。

○McAllister 博士 ご説明、ご回答に感謝する。それから今後の方向性として対応していただけるところに関してもコメントいただき感謝する。水温の選好などに関して検討していただくことは今後重要な点だと思う。

○中野議長 ウルメイワシの宿題への回答は以上とする。

○河野浮魚資源部主幹研究員 カタクチイワシの宿題について、徳島県の担当者に連絡をとろうとしたが出張中だった。後日改めて回答させてほしい。(→後日、徳島県担当者に確認の結果、「該当年の漁獲量は0ではなく、x(秘密保護上数値を公表しないもの)と思われる」とのことであった。今後の資料では誤解が生じないように対応することとした。)

○中野議長 それでは全体の議論に移りたいと思うが、4魚種を通じて共有の問題として指摘されていたのは再生産モデルにHS(Hockey Stick)を使用する問題、自然死亡係数Mの問題、ALK(Age-length key)の精度の問題、ノーマルVPAとチューニングVPAに関する留意点など、そういった問題があったと思う。まずHSを話題とする。レビュアー各位には何度もご指摘いただいているが、改めて全体共通の話題として取り上げたい。

○McAllister 博士 再生産関係に関しては中々議論が尽きないところ。研究者によって様々な理由から使いたい再生産関係が異なるわけで、もちろん皆さんにもそういった要素があると思うが、何を選択すべきか考えたときに、いろいろと考慮すべき事項がある。HSにしても複数の条件からこのモデルの選択をされたということで、それはすばらしいと思う。そして客観性を保つということ、感度試験が重要になる。また透明性も重要。いくつか根本的な懸念がある。たとえば現実的かどうか、個体群動態が表現されているかどうか、キンメダイの結果を見ると明らかな懸念がある。資源評価において重要なことは、1つの再生産関係モデルを選択するよりも、何か不確実性に関して懸念がある場合、そしてアプローチに関して何か懸念がある場合は、候補となる代替モデルも一緒に検討すべきだと思う。1つのモデルで全てを行うというよりも、複数の代替モデルで感度分析をして、データへのフィット、AIC、その他考慮すべき事項も検討する。フィットが良い、AICが低いというのを基準にしがちだが、場合によってはそれがミスリーディングになることもある。データの構造次第でミスリードになる可能性がある。教科書では再生産関係のデータのフィッティング、そしてパラメータの推定に関する3つの懸念が挙げられている。再生産関係を多く見てきた研究者によればメタ分析をした場合HSモデルは使用すべきではないと言われている。便利かもしれないし、またある状況下では使用可能かもしれないが、メタ分析の中ではHSは理想的ではないと言われている。申し上げたいのは、より現実的な再生産関係モデルを考え、異なるアプローチを考えてもらいたいこと。メタ分析やベイズ的な手法も考慮し、より現実的な、生態学的に現実的な表現ができるように、個体群動態の再生産関係が表現できるように考えていただければと思う。山川博士にも、何か追加のコメントをお願いしたい。

○山川博士 再生産関係で特に問題になってくるのが、再生産関係のデータ範囲が狭いと

きにどうするかということだろうと思う。狭いときはHSだとデータの存在する一番端のところに折れ点を持ってくるか、一番右のところに折れ点を持ってくるかということで、折れ点データ範囲からはずれないように端に付けてしまうということができるので、目標管理基準値がとんでもないところに出てしまうことを避けられるのではないかと、そういう便宜上の理由でHSは使われていると思う。しかし、キンメダイでも申し上げたが、生物個体群にそういった再生産関係があるかということ、それはあくまでも計算の便宜上のものなので、究極的には本来の再生産関係を使うように努力していくことが望ましいと思う。データ範囲が狭いときにはほかの再生産関係を使うと、とんでもないところに目標管理基準値が出てしまう、そういう懸念があるわけだが、昨日も申し上げたとおり、ベイズ推定を使ってデータのある範囲のところに集中するような事前分布を置いてやれば、すごく離れたところに目標管理基準値が飛んでしまうというようなことはなくなると思う。恣意的だと言われるかもしれないが、HSも範囲の左端、もしくは右端に折れ点を置くというのはいわば恣意的にやっていることなので、どちらもどうかという問題。それからHSの問題もあるが、他に再生産関係では自己相関をどうするか、あるいはパラメータ自体がそもそも経年的に変化していくようなレジームシフトにどう対応していくか、今回の魚種ではそういうところまであまり気にすることはしないのかもしれないが、一般的にはそういったところも今後の検討課題かなと思う。

○中野議長 ありがとうございます。担当者で何かコメント、ご意見はあるか。

○亘社会・生態系システム部グループ長 キンメダイの話が出たが、キンメダイの問題点はデータ範囲、年数が狭いということに尽きるかと思う。生物学的な背景を考えると、特定の狭い海域にしか着底できず、無限に着底することはないので上限はあるのだろう。そう考えるとHSではなくRIのような構造があるのだろうと思うが、キンメダイの寿命が25年と長いことを考えると、資源評価の歴史はまだ1世代にも満たないような年数。よって生物的なところを最終的な到達点として、まずは現在の取り組みを続けながら、より全体像を理解できるようにすることが必要だと思う。データ範囲が狭いのはキンメダイに限ったことではなく、日本の多くの魚種で資源評価が続けられているが、長いものでは50年くらいのデータがあるかもしれないが、20~30年程度の魚種も多く、まずは山川先生がおっしゃるようにデータが狭いときに突飛な目標管理基準値が出ないようにというところでHSが過渡期として選択を支えているかと思う。

○木所底魚資源部副部長 レビューアのコメントに感謝する。McAllister博士や山川博士の指摘は非常に理解しているところ。ただ誤解していただきたいのは、再生産関係を選ぶとき、私たちもAICとかフィッティングだけで選んでいないということ。実際、一番フィットした再生産関係を却下した場合もあり、実際にはRI型、HS型とBH (Beverton-Holt)型をそれぞれ求め、その中から現実的なFmsyやSBmsyが算定されるような再生産関係を選んでいるのが実情。確かにおっしゃるとおり生物学的な理論的背景としてHSは弱いところがあるが、現実的な管理を行う際に有用である場合に選んでいる。今回たまたまHSを用

いている魚種が多くなってしまったが、他の再生産関係とも比較しながら選んでいるということはご理解いただきたい。ただ、そういった理解が深まるまでは、私たちも HS 型を選び過ぎた傾向にあったかもしれない。なぜ HS が選ばれる傾向にあるか、資源量が少ないときの回復力を RI 型や BH 型では過大に評価してしまう。そうした懸念がないよう、安全を見越して HS を選んでいるところもある。その点についてご理解いただくとともに、もしそういった考えに問題があるようでしたら、さらにご指摘いただきたい。

○McAllister 博士 様々な規準を使っておられるということ。そして AIC 以外の規準も例示いただいた。ただ親魚量の範囲が狭い場合に使うと HS は様々な魚種で問題がある。典型的なやり方としては、特に北米ではベイズ統計を使って資源評価を行う。ベイズは生態学的に現実的であるということに重きを置いており、主観的な事前分布ではなく、メタ分析を行う。そして様々なアプローチがこれまでに開発されている。生態学では、仮にデータが比較的制約されていても、リーズナブルなかたちで対応するということが模索されてきており、知見の蓄積がある。このためベイズのアプローチを取れば参照できる先行研究がある。キンメダイについても、若齢魚の生息地が限られているという問題もあるかもしれないが、様々なケースで生息地が限られている場合でも BH を使える場合もある。いずれにしても本当に慎重に生物学的、生態学的な範囲について考慮する必要がある。HS は便利ではあっても生態学的ではないということは認識する必要がある。生態学の観点からは HS はあまり選ばれていない。親魚量の範囲が限られていたとしても、ベイズ的なアプローチで、山川博士もおっしゃったが、過大値を避けることもできる。再生産関係についてデータが限られている場合にどうするかについても厳格なアプローチが取られる。北米、ヨーロッパではそういった考え方に基づいたアプローチが取られている。良い例としては、大西洋、太平洋のサケ類、大西洋のマス類でそういった取り組みがある。ロックフィッシュでもそういった取り組みがある。データが限定的な場合でも、親魚量の範囲が限られていても非常に洗練された慎重なアプローチが既にある実践されている。もしまだ検討されていないようであれば、私も喜んでガイダンスを提供する。また、様々な文献もあるのでご紹介する。ケーススタディーもたくさんある。データが限られている場合にどうやって対応するか、また算定される管理基準値が極端なものにならないようにどう対応しているかの例も紹介できる。

○中野議長 ご指摘に感謝する。HS については生物学的な背景に乏しいとのご意見と理解。

○市野川漁業情報解析部グループ長 有益なコメントに感謝する。HS についていろいろと懸念があることは承知している。また、データが少ないときに、たとえばベイズなどの手法を使うことで、もう少し現実的な管理基準値を得られるのではないかとのご提案も、よく行われている手法と認識している。ただ、たとえば再生産関係でベイズを使って、事前分布を置いて、ある特定のかたちになるように制限をすることでデータに対するフィットが犠牲にされてしまい、たとえば直線的な関係であるのに傾きを 0.7 と仮定することで BH が横に寝たような再生産関係になってしまう、データをまったく表現しないというようなことも懸念されるのではないかと思う。メタ解析的なアプローチとしては、我々もそのような状

況に対応するときに、HS だけではなく、%SPR を用いた管理基準値も別途ガイドラインの方で示している。それはデータの範囲が非常に少なく、しかも HS や他の再生産関係を適用したときに管理基準値が大きく異なってしまうような問題が起きた場合には、再生産関係に基づかない管理基準値を MSY の代替値として用いるといった方法。今回ピアレビューの対象となった資源でそのような手法が適用されているものは無かったが、いくつかの資源でそのようなやり方が適用されている。その場合は α の値に事前分布とかメタ解析の知見を与えるのではなく、MSY を与えるときの F に対応する %SPR、これを F_{msy} の代替値として、たとえば世界的なメタ解析で $F_{30\%SPR}$ や $F_{40\%SPR}$ がほぼ F_{msy} に近いというような知見を利用して、再生産関係によらずに F_{msy} を決定するというやり方。再生産関係の勾配を与えるのは F_{msy} を決めることとほぼ同等だと思えるので、我々のアプローチとしてはメタ解析の知見を再生産関係に適用するのではなく、直接的に F_{msy} に対応する %SPR に適用して管理基準値を決めていくようなやり方になる。メタ解析の知見は再生産関係では明示的に使っているわけではないが、管理基準値を決める際の %SPR で使っている例もあり、感度分析を行って再生産関係を決定できないときにはそういうやり方をしている。

○McAllister 博士 ご説明に感謝する。それぞれの報告書の中で管理基準値と %SPR に関して記載されているが、かなり技術的に詳細な定義がなされていると思う。実際に使われている 30%、40% の %SPR はこの技術的な定義に基づいて定められており、その技術的な定義に関しては管理基準値の文献に記載されていると思うが、ちょっとミスマッチが存在しているように思われる。機構による SPR の定義はどのようなものか。機構の文書にある SPR (Spawning per Recruitment) と通常使われている SPR は定義が違うのか、全く同じものなのかお伺いしたい。

○市野川 我々が使っている %SPR の定義は、Sissenwine and Shepherd (1987) で使われているのとまったく同じ。したがって %SPR は F の強さの指標として使っており、もともとは Clark (1991) の論文で、どのような %SPR を達成する F が MSY に対応するかというような研究を、複数の底魚の生活史パラメータに対して解析されていたものが基になっていると思うが、Miyagawa and Ichinokawa (2024) で日本の魚種の生活史パラメータで同じ解析をして、Clark (1991) の結論と同じような %SPR、30%SPR、40%SPR の F で MSY に対応するような漁獲量が得られるのか再解析した。手法としては Clark や Sissenwine が使っていたものと全く同じもの。呼び方に歴史的な背景があるが、オリジナルペーパーと計算方法は同じである。

○McAllister 博士 ご説明に感謝する。いくつかの図の中の定義が Sissenwine の定義と一貫性がないのではと申し上げたのだが、FRA の Spawning Per Recruitment の定義と同じとのこと。たとえばサンゴ礁の資源では %SPR が F と F_{msy} の比に対応させているような場合もあり、定義を明確にする必要がある。残る懸念としては、HS にこだわっていることと、そしてプロットがあったと思うが、Recruit Per Spawner、RPS について。確かキンメダイだったと思うが、生産性が高いところから低いところにレジームが変わったように見えた。そして

再生産関係のレジームが変化している中でフィットするとすると、平均値はかなり不正確、不適切になってしまうことがあると思うので、より診断的なチェックが必要。再生産関係のモデルで全てのデータを説明できるというのではなく、レジームのシフトがあるのであれば、そしていまレジームが変わってきているのであれば、平均値を適用するだけで足りない。全てのデータを1つのモデルでフィットすることでは表現できないと思うので、こうした系統的な変化があったときに考えなければいけないと思う。カナダ東岸にはたくさんの資源があり、底びき網のデータは1970年代まで遡ることができ、そして漁業独立のデータがあり、CAAのデータが調査側と漁業側の双方から高品質なものが得られている。そこを見ると、深刻なレジームのシフトがある、そして生産性が変わってきているということがわかる。過去に、全てのデータに1つの再生産関係モデルを適用しようとしたが、結果が正確ではなかった。本来は新旧のデータで2つのモデルを適用すべきだったのにそうしておらず、正確ではなかった。過去のモデルをレジームが変化した状態に適用してしまうと、ミスリードに繋がると思う。確かムシガレイだったと思うが親魚量が下がっており、これはレジームの変化を示唆している可能性もあると思う。理由はわからないが生産性が変わっていて、レジームが変わったかもしれない。そうであれば1つのモデルを適用すると個体群動態が表現できないと思う。したがって、少なくとも再生産データを解釈する他の手法も試してみるべきで、生産性が変化しているのであれば、たとえば生産性が低く資源量も低くなっているのであれば補償の考え方も変わる。

○中野議長 HSの議論については、本来生物学的な引用をもっと考えたほうが良いという点と、レジームが変わったら複数のモデルも考えたほうが良いというのがあり、機構側の事情の説明もあったのでこの辺りで終えたいと思うがいかがか。

○市野川 レジームシフトや環境の影響についてご指摘いただき感謝する。たぶんHSだけの問題ではなく、1つの再生産関係を適用するということに対するご懸念と思う。その点については、我々も最近特に環境影響の変化と思われるような加入量のパターンの変化がよく見られており、それまで当てはまっていたものが全くそうでなくなるような資源も多く見られていて、できるだけフレキシブルに対応していきたいと考えている。また、基本的には5年に1度再生産関係を見直すことをしているので、見直しのタイミングで別の形を検討してみることも可能。また、いくつかの資源で明らかなレジームシフトの証拠が見られるようなものについては、再生産関係を複数に分けて、複数のレジームを考慮した再生産関係を適用している例もある。また、あまりにも加入にトレンドがあつて再生産関係では表現できないようなものについては、先ほどご説明したMSYの代替値を使った方法で再生産関係を仮定しないで管理するようなやり方を採用している資源もある。ただ、今後、環境のシフトということは非常に重要な問題になってくるので、我々のいままでのガイドラインでは、再生産関係を決める場合はできるだけ長期間のデータを使うようにしていたのだが、最近の状況を見ると、逆に長すぎるものを使うことで近年の状況を捉えられなくなってしまうことを懸念しており、ガイドラインの改善も含めて検討していきたい。

○中野議長 熱心な議論に感謝する。それでは次の話題に移る。いくつかご指摘があった自然死亡 M の推定の問題について、ご意見いかがか。

○McAllister 博士 自然死亡係数 M に関して Base case を算出すること、これは年齢によるのか、時系列でシフトするのか。そして1つの値で固定するのであれば何にするか、どうやってそれを算出するかが課題になる。共通の理解かと思うが、これは再生産関係と似ているが、様々なアプローチがあり、1つの方法を適用するよりも複数の代替的なアプローチを検討すべきだと思う。私がカナダ東岸大西洋の Red fish の資源評価に携わっていた際、年齢査定が余りできていなかったが成長速度についてはおおよそ理解できていたため、 M の算定にあたっては確か4つの別のアプローチを使って算出された値の中央を選択するようなことをした。Hoening J.M (1983) の最高齢を用いた方法や、成長パラメータ、水温データを使うようなものなど様々なアプローチがある。メッセージとしては、1つの方法ではなく、少なくとも3つから4つの方法をぜひ検討いただければと思う。またカタクチイワシのように短寿命の種でも M について成長による特性を持つことがある。ところが月ごとにも数値が変わるのに1年間を平均してしまうと、そして単一の平均を出してしまうと適切ではない場合がある。 M が1年間で変わらないのであれば問題ないかもしれないが、そうでなければ潜在的な問題が発生してそのエラーが資源評価に導入されてしまう。カタクチイワシのように月ごとに状況が変わることが考えられるような短寿命の場合には、月別でなくとも半年ごと、四半期ごとに設定することが有用だと考える。また、 M が年齢によって変わることがあり、それが系統的なバイアスを VPA にもたらすこともある。特に時系列の最後の方でそういった問題が起こる。カタクチイワシでレトロスペクティブバイアスがあったが、もしかしたら M の段階が粗すぎるのが原因かもしれない。 M は時間によって変わるかもしれない。ただ情報が十分に得られない場合もある。底びき網のデータ、CAA のデータ、調査船等による漁業独立のデータ、そうした様々な情報があれば時系列の M を推定することも可能になる。あるプロジェクトの論文を書いた学生がいたが、データをシミュレーションして、時系列の M を資源評価法の中で推定したところ VPA が信頼できる形になったような研究もある。また彼女はこの数字が使われるある種の SCAA についてもシミュレーションしたところ、より正確で信頼できる結果がでた。米国政府の研究者には VPA はもう使わないで SS3 を使うべきだと言う人もいるが、VPA においてシミュレーションテストを使うと非常に複雑な状況においてもより信頼できる、頑健で、正確な結果が得られる場合がある。

○山川博士 M の問題については非常に難しく、どう対応するのがいいのかというのは、いろいろ試行錯誤してみるしかないと思うが、個人的にはそもそも M を使わないで済む資源評価のやり方はないのかと考えている。年齢ごとの Biomass の変化だけを追っていくということであれば、要は M と成長率を1つにまとめてしまう。そして Biomass の変化だけを追う。年齢ごとの漁獲量データの解析を行えば、要は重量だけで推移を見ていくことができる。そうすると重量の変化は、要は自然死亡と成長、余剰生産量モデルはそうだが自然死

亡と成長をまとめてしまう。加入は別にしても、成長と死亡はまとめてしまうことができるのではないかと考えている。従来のやり方は、漁獲尾数ベースで自然死亡を入れて、何尾になった、何尾になったというのを全部出してから、次の段階としてそれを体重に変換して **Biomass** に変換するという、いくつかステップを踏んでいるので、そこで **M** が必要になってくる。イメージとしては **M** というのは最後まで残る問題だと思っているので、できれば使わないで済む方法はないかなと考えている。

○米崎社会・生態系システム部副部長 各種のコメントに感謝する。少し大きな話になるが、ピアレビューは始めて5年ほどになるが、今の **M** の問題、それから **ALK** の問題とか、この5年間様々な場面でレビューアからコメントをいただいたので、機構としてもそれに対応するプロジェクト研究を実施している。昨日、真鍋底魚資源部主任研究員からも紹介があったが、4つのテーマで進めているところ。1つ目は、いま話題になっている **M** で、これらの推定とか適用手法の開発を進めている。昨日、真鍋さんもお話したが、ガイドラインの作成をゴールにして、各資源の実情に応じた様々な適用手法を検討しながら考えていく。それから後で話題になるかもしれないが、**ALK** は **CAA** の推定に非常に大事なので、長期間をプールして求めた **ALK** の可否など、これもガイドラインを含めて検討を進めているところ。3つ目としては、データの質とか量に応じた柔軟な資源評価モデルの手法、管理手法の検討。**VPA** に限らずプロダクションモデル等も含めた計算手法の開発も進めている。4つ目は被捕食関係。これまで資源評価は単一種、単一系群で **ABC** を算定して **TAC** 管理に対応してきたが、他種との食う、食われる関係を主眼に置いた生態系モデルのコード化というものも進めているところ。

○真鍋 **M** については、今年は日本の **M** と海外のいろいろな手法、**Hoening** の手法も使った **M** とを比較した研究を行った。こちらが日本の **M** と海外の手法で求めた **M** の差を求めたもの。ほとんどの種で日本の **M** が低く、海外の様々な手法で求めた **M** の方が高いということがわかる。ただし、ここで使っているパラメータが、それぞれの **M** 推定モデルで使っているパラメータと同等であるという検証までは行っていない。たとえば寿命について、それが漁業で獲られている最大の寿命なのか、それともその魚種の生物学的な寿命なのか。同じではないので検討には注意が必要と考えている。こちらは様々な **M** を用いた感度分析。アメリカで使っているような **Hamel and Cope** の **M** や **Lorenzen** による年齢別の **M** などを使って感度分析を行った。西日本のヒラメでは **M** が変わるとトレンドも変わるというのが見られるが、太平洋中部のほうはトレンドが変わらない。 **M** が変わっても、それが年齢別に化する **M** でもトレンドが同じなので、太平洋中部は様々な性質の **M** の変化に対して頑健な評価と考えている。このように年齢別の **M** を用いることや、様々な **M** のバリューでトレンドの変化を見ることで、感度分析はよりロバストになるかなと考えている。

○中野議長 真鍋さん、ありがとうございます。様々な問題がある **M** の推定については過去のピアレビューでずっと指摘されてきたので、それも含めて機構としてプロジェクト研究による改善の試みを行っているということ。私のほうから機構側に質問があるが、ピアレ

ビューを見ていると、機構の資源評価では田中（1960）の方法を使っている例が多いようだが、それはなぜか。

○市野川 私のほうで代表してお答えさせていただくと、おそらく今の世代の科学者たちが資源評価に携わる前から歴史的に使われているからだと思う。何度か指摘があって、変更するようなことも検討されてはいるが、個々で改善するのではなく、魚種統一的に同じような取り扱いで変更すべきだというような方針もあって現状ではまだ別のものを使うというところにはなっていない。

○中野議長 ご説明に感謝する。他に何かMの問題についてコメントあるか。

○市野川 真鍋さんの研究ではこの結果だけではなく、管理基準値やそれに基づいたABCの値なども計算しており、資源量はMの値によって変わり、それに応じて管理基準値も変わる。ABCは資源量と管理基準値の掛け算になるので、たとえば資源量が2倍になったからABCも2倍になるというわけではなく、逆に管理基準値が半分になったりして、Mの変化に対して最終的に管理で非常に重要な値であるABCの値はそこまで大きく変化しないということも、真鍋さんの結果は示している。魚種によって違うところもあるが、大きくは変わらないことも検討されていたので補足する。

○中野議長 自然死亡Mについての議論はこのくらいにしたい。それでは次の話題、ALKについて。これも資源評価の報告で何度かいろいろなことが指摘されている。同じALKを何十年も使っていると、見直しができないとか、実際の観測とずれがあるのではないとか、いろいろなことが指摘されているが、これについてコメントいただきたい。

○山川博士 昨日も発言させていただいたが、特に固定したALKを用いているときに卓越年級群が生じたりすると、1つ若い年齢、あるいは1つ上の年齢のグループの出現率、豊度にバイアスが出てしまうことが問題になる。それから長期のデータを見ていく場合に一定のALKでいいのかということもある。一方、体長組成データは結構取っているが、耳石でALKを適切に作っていないので、体長組成データがあまり有効活用されていない場合もあると思う。そういったデータを有効活用していくことも考えてみてはどうかと昨年度のレビュー会議やその他の会議で指摘させてもらった。今年もALKではなく、各年齢群の平均体長と標準偏差を固定して各年齢群の出現率だけをパラメータとして正規分布で体長組成や銘柄組成を年齢群に分解すれば、銘柄組成を使う場合は銘柄の区分がどれくらい粗いかにもよるが、卓越年級群が出たときのバイアスの問題は軽減できるかもしれないと考える。あと複数のデータの尤度を合わせて一括解析してみてもどうかと思う。銘柄組成と体長組成、両方を一括して解析してみるとか、そういうふうにすると銘柄が粗い場合でも体長組成データが少しでもあれば、それが手掛かりになって、粗い銘柄をそれなりにリーズナブルに分けられるかもしれない。さらに耳石のデータもあれば、それも合わせて一括解析してみてもよい。歴史的にずっと体長組成データだけためていて、ALKの耳石データがある年に集中しているようなものも、一括解析してみると経年変化が検出できるかもしれない、現有するデータだけからでももう少し工夫することができるような気がする。

○McAllister 博士 山川博士がおっしゃったことに完全に同意する。注意深くデータの活用を考えるとということ、そして ALK をどう構築するか考えていくこと、また定期的に行っていくこと。何年も前の ALK をそのまま使うのではなく、定期的に見直しを行っていくこと。もちろん耳石で年齢査定するのは理想だが、たとえば鱗による年齢査定ができれば、より効率的でコストもかからない。これを定期的に行うということ。確かカタクチイワシでは年齢査定で鱗を使っているという話もあったように記憶している。もう 1 つの課題は不確実性。結局ここに戻ってくるが、年齢組成のデータの不確実性というところ。ALK の作成には多くの不確実性があると思う。CAA のデータの不確実性もある。年齢別体長、標準偏差等を見て、十分な情報があれば定量的に年齢組成の不確実性を計算できるかもしれない。そうすると、それを VPA にインプットすることもできる。年齢組成データの不確実性をより理解するためには、そして年齢組成のブートストラッピングアプローチを考えるのであれば、まず年齢組成データでよくある不確実性は年齢査定の間違い。そうすると不確実性は高まる。より精緻な年齢査定を考え、また ALK が時系列でどうなっているか比較することも重要で、これらをぜひご検討いただきたい。

○中野議長 私も機構の OB として、もちろん研究者は ALK や年齢査定の重要性はわかっていると思うが、以前よりも耳石を見るといった生物学的な仕事をする時間が無くなってきているように思うがいかがか。

○米崎 漁業法が改正され、資源評価対象種が 192 種に拡大される中、いま中野議長が述べられた点を強化すべきというのは管理職も含め十分に考えているところ。先ほども説明したが、水産資源研究センターではそうしたプロジェクト研究を立ち上げて強化を図っているところだが、プロジェクト研究を実施すれば全てが解決するわけではないということも重々承知している。ご指摘も踏まえて管理職としても頑張っていきたい。

○中野議長 その他の問題で何か指摘しておきたい点があればお願いしたい。

○McAllister 博士 1 つフォローアップしておきたいのは年齢別選択率の診断について。年齢別の F や年齢毎の相対的な F 、そういったものを検討していくことは非常に重要だと思う。年齢別 F から F_{msy} を算定して管理基準値を設定する場合、計算に用いる選択率は過去のもので最近の実際の実績と異なっているかもしれない。選択率の急変にどう対応すべきか考えることも大事かもしれない。 F の感度はどうか、 F_{msy} の設定がこうした変化に対してどれだけ対応できるのか。 F_{msy} の変化が時系列的に起きた場合、選択性が変わった場合にどう対応できるか。選択性の変化に対応するため、 F_{msy} はどれだけこうした変化に対して感度があるか分析するのも良いかもしれない。 F_{msy} の選択率による感度試験として過去と現在を比較してみるのも良いかもしれない。選択性の平均値を計算に入れてみると、 F_{msy} は変わるかもしれないし、変わらないかもしれない。種によって状況も違うかもしれないし、また M とも関係してくるかもしれない。いずれにしても重要だと思うのは良い診断をすることと、そして選択率の変化を数量化すること。選択率は、基本的に成熟とも関連するので選択率が大きく変われば MSY も大きく変わってくるかもしれない。また時系列で

の変化も Fmsy 等に影響しうる。少なくとも管理基準値はそれほど確実ではないかもしれず、場合によっては変わることを認識することが良いスタートになるかもしれない。

○中野議長 ご指摘に感謝する。何かコメントはあるか。現在資源評価の中で診断や感度解析も行われているので、加えればオプションになるか。

○亙 現状でも資源評価の感度解析というのは補足資料に掲載しており、一連のレトロスペクティブ解析などは統一的に実施しているが、たとえば信頼区間の記述などは必須ではない。今後、信頼区間が示せるような魚種を増やしていく、そういった対応が必要であると、このレビューを通じて認識したところ。

○中野議長 感度解析については必要に応じてオプションで入れる、入れないを決めていくような感じになるか。

○亙 基本的にそう。共通のプログラム、R のプログラムの中の 1 つのパッケージとしてそういった感度解析をするものがあり、魚種横断的に対応できる状態にはなっている。

○中野議長 将来的にオプションとしてお考えいただくものと理解。そのほかに全体を通じてご指摘があればお願いしたい。

○McAllister 博士 キンメダイの移動を標識放流で見ておられ、漁獲率、あるいは標識魚の回収率は低いということだが、もしかしたら漁獲率や死亡率の問題ではなく報告の問題もあるかもしれない。標識放流のデータを資源評価でどう生かすか考えてみる必要がある。もう 1 つの問題として、加入量指標について議論があったと思う。一部の海域で行った調査が、他の漁場でも時系列的な変化の情報源となり、コホートの強度なども読み取ることができるかもしれない。また、短命種だけではなく、寿命が長い魚種に関しても、たとえばキンメダイなどもそうかと思うが、現状かなりスムーズな再生産関係が見られていると思う。変動もあまり見られない。しかし、こうした評価が正確でなければそこにリスクがあり、正確に再生産関係の評価できていないということであれば、加入量に関する追加情報が得られるのは大きな価値がある。信頼できる再生産指標に関する調査が行えれば良いデータが得られる。もちろん他機関との議論が必要と思うが、加入量に関する重要な情報を資源評価に組み入れていくことは有用と思う。

○中野議長 議論も出尽くしたようなので、総合討論はこれで終了とする。最後に参加者各位から会議参加の感想等を述べてもらいたい。

(参加者より謝辞、感想 一省略一)

以上