

令和7年度 キンメダイ資源評価ピアレビュー会議

日時：令和8年1月21日（水）14:00～17:00

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

○堀井議長 それでは定刻になったので、キンメダイのセッションを始める。このセッションから東京大学農学部准教授の山川博士にレビューアールとして加わっていただいている。

メンバーも入れ替わったので、自己紹介をお願いします。

（各自自己紹介－省略－）

それでは準備ができましたら、亘さん、ご説明をよろしく願いいたします。

○亘社会・生態系システム部グループ長 それではキンメダイ太平洋の資源評価の説明をさせていただきます。水産研究・教育機構の亘と申します。よろしく願いいたします。

（スライド1）まずキンメダイ太平洋の資源評価のレビューにつきまして、山川博士、McAllister博士におかれては、私どもの評価報告書にたくさんの有益なコメントをいただき感謝する。またMcAllister博士におかれては、学術的なコメントに加えて、英語の表記に関するコメントもたくさんいただいた。今後のキンメダイの英文の資源評価の報告書、論文の作成の際に参考にさせていただく。感謝する。

（スライド2）本日の発表は、まずキンメダイのバックグラウンドの情報として、生物学、漁業、漁具、それから資源管理のフレームワークの紹介をさせていただく。そして資源評価の本体として、CPUEの標準化、VPAの話、そして結果という、順に紹介をさせていただく。いただいたコメントについては、関連するスライドでそれぞれ説明する。

（スライド3）まずキンメダイの生物学的な特徴。寿命は26歳、これを上回る個体も近年観測されており、非常に寿命が長いというのが特徴。成熟年齢は4～5歳、分布は北海道より南の太平洋側の陸棚斜面、海山、海丘、海底谷斜面に点在している。青色は漁場を示しており、キンメダイが多く生息する場所が漁場となっている。移動に関しては、基本的に5年間程は、標識放流された場所の周辺で再捕される。一方、10年を経過すると、一部だが①の海域から②、③の海域といった広域の移動をする個体もある。加入に関しては、沿岸の浅場に主に着底するというのが特徴。

（スライド4）この地図は、日本のキンメダイの主な漁場を示している。コメントに資源構造に関するものがあるが、卵は分離浮遊卵で、遺伝的には太平洋で広域的に差がないという知見がある。これは50年、100年という非常に長期のスパンで、太平洋全体で交流があるのだろうと推察をしている。海域ごとに分離されているかということ、そうではないというのがキンメダイの特徴。一方で、日本では太平洋の主な漁場として、この①の関東沿岸から

伊豆諸島周辺海域、②の四国沖、③の南西諸島周辺海域がある。先ほども説明したとおり、標識放流をすると、①から②とか、①から③とか、②から③に移動するという個体もいる。10歳程度までは基本的に移動しない。高齢になると移動するという特徴もある。このためいわゆる系群、ストックではなくて、局所個体群、ローカルポピュレーションと考え、実効性のある一元管理のための情報を提供するというこで、日本のEEZ内の局所個体群を考えて、資源解析を行っている。資源評価の単位も、当初はキンメダイ太平洋系群という名称にしていたが、日本の太平洋岸のキンメダイという位置付けで、キンメダイ太平洋という名称に今年度から変更して評価を実施している。その資源評価の範囲は、現在、情報が豊富な①の海域について評価を実施、②、③については、調査とか情報収集を継続しているという状況。

(スライド5) 卵は流動する。また個体は短期的には移動しないが、長期的には移動するという生態的な特徴は、先ほどの①の海域の中にも存在する。これは後半のCPUEの解釈のところにもこの特性が関連してくる。生息場所は、たとえばここに海底火山があったり、陸側斜面であったり、基本的にこの数字の場所が漁場で、他の場所にはキンメダイは生息していないというのが特徴。

(スライド6) こちらは日本のキンメダイの漁獲量を示している。赤字で示したとおり、現在、公式な漁獲統計の集計はされていない。研究機関が各漁業地区の情報を収集して合算したもので、公式な統計でないという問題があるという点は認識している。2023年の漁獲量は、全体では5,398トン。そして先ほどの資源評価の対象とした千葉県、東京都、神奈川県、静岡県の漁獲量は4,360トン。

(スライド7) こちらはキンメダイの主な漁法を示している。このように海底に数百メートル糸を垂らして操業する。漁具の構造上、潮流の影響を大きく受ける。またこういった小さな船で行われており、夜に出漁して夜明けとともに操業を開始する。そしてこのようにキンメダイを釣り、昼に帰ってきて水揚げするといったサイクル。基本的にこういった小さな船での漁獲が大半を占めている。

(スライド8) 釣りだから、いくらでも釣ってよいわけではなく、各地区でコミュニティベースの資源管理が実施されている。このなかで縄の数、針の数、餌の種類、水揚体長の制限サイズ、そして操業時期、期間、場所といったものが取り決められている。

(スライド9) ①は日本で最もキンメダイが漁獲されている海域。この中で複数の地域で漁獲をしているが、これら地域の漁業者を1つの管理単位として、資源管理を議論する場がある。1990年代からこういった協議会があり、漁業者、漁業協同組合、都県、水産庁、そして機構が参画している。2016年からこの協議会に資源評価の情報を提供することを目的として資源評価を実施するようになった。今年でちょうど10年目になる。2020年に漁業法が改正され、それに伴ってTAC管理の導入に関する議論が進行中。それ以降、漁業現場からも資源評価の改善が提起されている。そういった現場の声、また政策的な背景も踏まえ、2022年にはCPUEの標準化を含む資源評価の大幅な改善・更新を行った。そして管理基準

値案の提案も行っている。本日は資源評価の継続的改善の一環として、過去の取り組みについてのレビューいただくといった立ち位置になると思う。

(スライド 10) 現場からの声というのは日本の太平洋側では 2017~2025 年に黒潮大蛇行という、大きく海洋環境が変化するイベントが発生した。先ほど示した深海数百 M まで糸を垂らすため、操業に潮流などの海洋環境の影響を大きく受ける。地図上のカラーの四角は漁場の位置を示すが、大蛇行期で、このように漁場に直接黒潮がぶつかる。このため、海洋環境が操業に与える影響も加味した評価にしてほしいというもの。キンメダイの資源評価では CPUE を用いたチューニング VPA を行っており、CPUE 標準化を通して、環境要因を除去するというのが特徴。

(スライド 11) ここから資源評価の全体と、コメントへの回答を併せて説明する。こちらは資源評価の全体のステップを示しており、今回レビューいただいた資源評価報告書がこちら。2024 年の CPUE の標準化、またチューニング VPA の結果が主である。一方、2022 年に管理基準値に関する研究機関会議を実施しており、この会議では再生産関係の種類とか、HS (Hockey Stick) に自己相関を考慮するかどうか、そして管理基準値の提案を行っている。ここから出てくる設定に従って評価結果を入れると、HCR (Harvest Control Rule, 漁獲管理規則) によって、ABC が求められる。こういった手順になる。この部分は今回の報告書には含まれていないが、関連するコメントについては、適宜スライドで回答する。

(スライド 12) CPUE の標準化を導入する前は、ノミナル CPUE を使ってチューニングを行っていた。この方法については、研究機関の内部での問題意識、また現場からの声も踏まえ、2021 年から 2022 年にかけて、考慮すべき海洋環境の種類とか、黒潮をいかに数値化するとか、こういった内容を都県の研究機関と議論しながら、構築を進めてきた。基本的なコンセプトとして、地区の効果を入れて、全体で 1 本の CPUE を出す、もしくは地区別に標準化を実施する、このどちらがいいのかということも議論した。地区の効果を入れて、全体 1 本で標準化する方法だと、足して割ったような結果になるということと、点在する地区ごとの状況を説明しづらいという意見があった。一方、地区別に CPUE の標準化を実施すると、各地区の操業状況、操業海域、また漁獲サイズや年齢の差にも対応できる状況から、キンメダイでは地区別の CPUE を標準化するという方法を適用している。

(スライド 13) こちらは努力量と操業に関する情報をまとめた。基本的に日帰りの操業で、漁船が 1 回出漁するごとに 1 とカウントする方法。そしてキンメダイ専門なので、水揚げの伝票が 1 枚あると 1 回の出漁と数える。基本的にゼロキャッチは無い。仮に 1 尾も釣れないという状況があった場合は、水揚げ伝票がないので、努力量としてもカウントされない。操業海域に関しては、ログブックのような正確な位置情報はないが、水揚げ港と漁場の対応関係が決まっており、おおよその海域は特定できる状況。具体的にどのような努力量データか、また「ゼロキャッチは？」というコメントをいただいたが、努力量は 1 日 1 操業を 1 回とカウント、またゼロキャッチはないという回答になる。

(スライド 14) 標準化のモデルに関しては、主効果のみのモデルを採用している。交互

作用を加えると、解釈が複雑になる、また、データ数よりパラメータ数が多くなるケースもあるので、検討から除外した。一般化線形モデルの要素としては、Factors カテゴリカル変数は緑で、Covariates 連続変数は黄色で示している。標準化のモデルの式の記載が正確でないという指摘を頂いている。現状の報告書の記載では両者を固定効果“fixed effects”と記載していたが、次年度以降の連続変数とカテゴリカル変数を区別した記載に修正を考えており、コメントを参考にさせていただく。

(スライド 15) 要素に関しては、漁場の場の情報としての海洋環境、また黒潮の位置関係の情報を使って、標準化の要因に組み込んでいる。この場の情報は、FRA-ROMSIIという当機構が運用している海況予測システムを用いて、水深帯別(0m、100m、200m、400m、海底)の水温と流向と流速をそれぞれ使っている。一方、黒潮の位置に関しては、青線、黒潮流路の北縁緯度の絶対値を入れている。この数値によって、沿岸から近いか遠いかということがわかる。また経度1度での緯度の差、つまりこの傾きをそれぞれの指標としている。この3つの要素の合わせ技で海洋環境を取り込んでいる。

(スライド 16) フルモデルは、全層の要素を含むもので、こういった形。たとえばここだと、スピードが0m、100m、200m、400m、底層と増える。それがフルモデル。この中からAICで最小から2未満というを候補にして、その中で最もパラメータが少ないものを選択している。その際に、たとえば海流で100mと200m、異なる層を同時に選択しない設定にしている。これは、100mは正だが200mは負の傾きといった相殺するような結果が選択される場合があり、解釈できないということで、使っていない。一方、流向が100mで流速が200mといったものは選択することで、総当たりでモデルを比較し、ベストモデルを採用した。

(スライド 17) こちらは各海域の標準化したCPUEの結果を示している。この地区名の横にある数値は、2023年の漁獲量全体に占めるそれぞれの海域の割合を示しており、たとえば銚子だと全体の11%、勝浦だと全体の20%に相当する。

(スライド 18) 海域間で、増加傾向、減少傾向、横ばいと混在するのは、キンメダイの生態が影響していると考ええる。具体的に、着底度合いが年・地区によって異なるということ。漁場は連続的に分布しておらず、着底後5~10年くらいはあまり移動しないため、数年前に着底が多かった海域が今獲れている、少なかった海域が今獲れていないといった状況を反映していると考ええる。

(スライド 19) こちらは選択された効果の結果の抜粋。たとえば黒潮に関する影響に関しては、黒潮の形状にかかるパラメータ、日本の本州の沿岸地区では、どれも有意に効いてくる。一方、伊豆諸島の周辺ではあまり有意に効いてこないという結果だった。伊豆諸島の周辺は、基本的に黒潮が常に近くを流れているので、近いかどうかというだけでは選択されず、一方、本州の沿岸は近さが直接影響するためと考えている。

(スライド 20) この標準化の計算の妥当性、また結果の解釈について、資源はいるが獲れないのではなく、本当にいないのではないかと。解釈の妥当性についてもコメントを頂

いている。

(スライド 21) このスライドは千葉の勝浦を例に、標準化結果の図を大きく示している。大蛇行期は標準化 CPUE の方が大きい、非大蛇行期はノミナル CPUE のほうが大きいということで、大蛇行の影響で、操業がしにくくなり、資源はいるが、CPUE が低下したという現象をうまく表現できたと認識している。AIC が最小から+2 の範囲のモデルのトレンドを比較しても、結果はあまり変わらないということは確認している。問題は今後で、2025 年 4 月に黒潮大蛇行が終息し、これから 2 年後、3 年後の資源評価で、我々のモデルの設定、考えが正しいかは検証できる。担当としては想定通りに逆転してほしいが、そうでない場合もあるかもしれない。その際に外れ値を抜く、頑健さを検証、別の解釈の可能など、検討するための参考にさせていただく。貴重なご助言に感謝する。

(スライド 22) ここから資源量推定の話に移る。こちらは年別年齢別漁獲尾数の推移を示している。キンメダイは半分ぐらいが 4 歳から成熟、5 歳以上で 100%成熟する。この組成からは、未成熟の 2~3 歳はあまり獲っていない、全体に占める割合は非常に少ないと言える。

(スライド 23) チューニング VPA に関しては、これは目的関数を示しているが、各年、各地区の CPUE の残差を最小にするという設定にしている。場所としては、このエリアコードに設定している。先ほどの高齢になると移動するという話から、地区によって大型魚が獲れる場所と獲れない場所がある。よってこの A_i を地区ごとに設定するという調整を行っている。基本的にプラスグループは 15+歳と設定しているが、最も沿岸の東京湾口の部分では、15 歳の魚はいないということで、12+歳という設定をしている。また地区間の重みとして、東京湾口部では神奈川県と千葉県の間が重なるため、それぞれ 0.5 倍のウェイトを掛けている。

(スライド 24) CPUE を地区別に算出すると、細かな設定が可能という意図もある。こちらは CPUE のフィッティングを示した図。一つの群れが海域を広範囲に移動して分布しているというわけではないが、評価の単位は資源全体であるのに対して、CPUE は局所的な海域で求めているので、各地区の CPUE の平均的な挙動に一致するという事で目的関数を設定している。方法としては、area 効果を入れて、1 本だけ CPUE を出すという方法もあると思うが、先ほどのチューニングの細かな設定、また漁業現場への説明として、それぞれの地区の情報が評価に入っているということを明示的に示す目的もあってこうした複数の CPUE を使っているが、海域によってあまり合っていないというのは、そういった背景がある。

(スライド 25) こちらは親魚量、資源量、および加入量を示している。他の魚種でもあったが、信頼区間を示すべきとのコメントをいただいている。資源評価本体の図は点推定だが、補足資料ではこういった信頼区間を付けた感度解析を実施している。現状としては、全ての魚種で、本編で点推定、補足資料で信頼区間をとるところまで行っていないが、魚種横断として、今後の報告書の構成の参考にさせていただく。また、こちらの加入尾数について、

なぜこんなに滑らかなのかというコメントをいただいている。こちらは各年共通の ALK (Age-length key) を使っている。よって特定の年に特定の年級群が多く、全体としては平滑化されたようなかたちになってしまうというのがキンメダイの現状で、ALK の問題と理解している。

(スライド 26) こちらは産卵親魚量、資源量、加入量について 2016 年から毎年の資源評価結果を重ねたもの。産卵親魚量、資源量はおおむね推定できていると考える。一方加入の精度はよろしくないというのがこの評価の弱い点でもある。漁業サンプルに大きく依存する資源評価であるが、そもそも強力な自主的資源管理によって小型魚の漁獲を抑制しているということが背景にある。産卵親魚量、資源量の精度がいいという特徴を理解しての資源管理が必要なのだろうと考える。

(スライド 27) 昨日、市野川さんから、HS に関する説明がございましたが、キンメダイの状況を説明させていただく。再生産関係については、2022 年に実施された管理基準値に関する研究機関会議でいろいろ議論をして HS を採用しているが、BH (Beverton-Holt) と RI (Ricker) では過去最低親魚量よりも低い部分で上に凸の形状になる場合がある。そうすると少ない親魚量のときに加入を大きく見積もってしまうおそれがある。一方、最大親魚量より多いところに RI の極大値が来るということもあり、外挿になってしまう状況がある。また自己相関も含め、再生産関係の不確実性に関しては、追加の試算も行って HS で $\beta=0.8$ であれば、資源管理としては問題ないだろうという結論で、HS の採用に至っている。他の魚種も共通だが、次の管理基準値の更新の際には、再度検証するということになる。よって HS は固定ではなく、データの蓄積に伴って見直し・更新をするというもの。

(スライド 28) この将来予測の情報も使って、目標管理基準値を推定して HCR を提案している。

(スライド 29) 具体的な目標管理基準値としては 24,300 トン、限界管理基準値が 12,800 トン、そして禁漁水準が 2,000 トンを現在提案している。MSY レベルの漁獲としては 4,700 トンで、4,000~5,000 トンぐらいという現状並みの漁獲量になる。

(スライド 30) 資源評価はこのような状況で、2024 年は資源量が 37,000 トン、親魚量が 29,900 トン、そして漁獲量が 4,400 トン、漁獲割合は 12%といった数値になった。右側は神戸プロットを示しており、現状は 2023 年でグリーンゾーンになり、SBmsy よりも親魚量は多い、また Fmsy よりも漁獲圧は低いといった状況。

(スライド 31) その他ということで、YPR、SPR を示している。ここで McAllister 博士から、SPR に関してこれは Spawning per Recruit ではなく Spawning Potential Ratio ではないかというご指摘をいただいている。考え方は、基本的には Spawning Potential Ratio と %SPR は同等と理解している。一方、日本では 1990 年代に当時の東京大学海洋研究所の松宮教授が SPR というインデックスを国内に広め、資源管理の中で親魚保護の重要性を説いたという歴史がある。そのとき以来、日本では $SPR = \text{Spawning per Recruit}$ という用語が使われている。一方、日本では国際資源、たとえばクロマグロの資源評価報告書を見ると、SPR のとこ

ろは Spawning Potential Ratio という使われ方がされている。よって、日本国内という観点で言えば Spawning per Recruit というのをずっと使ってきたが、今回のレビューを通じて国内・国外も含めて整合性が必要だと理解した。こちらは明日のカタクチイワシ瀬戸内海系群の中でもご指摘をいただいているが、基本的に同様の回答になる。一方、山川博士から、漁獲開始年齢を引き上げると、YPR が増加するのではないかというご提案、ご意見をいただいている。こちらは現状の漁獲圧に対して、2 歳までを獲らない、3 歳までを獲らない、4 歳までを獲らないといった場合の YPR の増加効果を試算したもの。そうすると 0.01 倍が 0.02 倍、0.04 倍と、あまり大きく変わらないという結果。この選択率でも示すとおり、現状は小型魚を相当絞って漁獲しているという自主的管理の効果もあり、そんなには増えない状況。ただ量としては増えないが、高齢魚が増えるので、金額ベースで試算するとより高い値になるだろうと理解している。

(スライド 32) こちらが最後のスライドになるが、この評価を進めていて、いろいろ問題点があるというところは重々理解をしている。参画機関で今後検討すべき課題を整理し、こうした表にまとめて共有している。資源評価の手法、CPUE の標準化について、遊漁や食害、また評価範囲外の漁獲情報の収集といった点が問題だという点を整理し、都県の研究機関と共同で改善に努めているところ。繰り返しになるが、山川博士、McAllister 博士におかれては、私どもの報告書に有益なコメントをたくさんいただき感謝申し上げます。以上で報告を終わる。

○堀井議長 亘さん、どうもありがとうございます。ご説明の前半部分は CPUE の標準化に関するものが中心で、後半は資源評価が中心だったと思うので、一応その二つに分けて議論の時間を取りたい。まず CPUE 標準化に関する議論だが、何かご意見、ご質問等、レビューアからあれば、お願いしたい。

○山川博士 ご説明に感謝する。CPUE を標準化することによって、黒潮大蛇行の影響によって漁具能率 (Catchability coefficient) が低下していることをうまく表現できているのご説明をいただいて、それについては納得したが、その影響と、それから海洋環境が変化することによって資源量が増えたり減ったりするという影響、それを切り分けるというのはなかなか困難なことだろうと思うので、CPUE の標準化に海洋環境を入れることによって、実は本来あるべき資源量に推定バイアスが出てしまうという可能性があるということは、頭の隅のどこかに置いておいていただければ良いと思う。

○亘 CPUE に関して海洋環境を入れるべきだというのは研究機関としての考えで、また漁業現場からも評価結果より資源はもう少し多いのではないかと、海洋環境が加味されていないためではないかという声が複数の地区であったために導入している。この評価結果は、管理のフレームワークの中で漁業者に毎年紹介しており、肌感覚と合うかどうかも見ながら進めている。今後、そんなに多くないのではないかとという声が現場から上がるかどうかかわからないが、注意深く現場の声も聞きながら評価を進めたいと思っている。

○山川博士 もう 1 点、漁場によって獲り方が違う、それから資源状態も結構漁場によって

違うということだが、そもそも静岡県、神奈川県、東京都、千葉県の漁船それぞれが操業している漁場は別々になっているのか。

○亙 場所によって違い、たとえば千葉県の銚子とか勝浦は、銚子は銚子だけ、勝浦は勝浦だけという状況。そして東京都は基本的に東京都の周辺だけで、一部の船が、千葉、神奈川、それから静岡といった伊豆諸島の海域でも操業している。一部独立、一部入会という両方が存在するような状況。

○山川博士 そうした漁場の違いを評価に組み入れるようなことは困難か。

○亙 ログブックがないというのがやはり一番痛いところで、少ない数の標本船はもちろんあるが、全体の船がどのポイントで操業しているのか正確に分からないため過去データでは難しい。一方、近年電子ログブックのようなものを徐々に導入する地区もあり、そういったデータが集まってくると、場所ごとの海洋環境を考慮するということが可能になってくるかと思う。

○McAllister 博士 ご説明に感謝する。非常に情報豊かなプレゼンで、追加的なアプローチや方法論、信頼に関する情報も有益だった。これは様々な観点で、非常に複雑な資源評価。なぜなら多くの様々な漁場があって、沿岸の漁場もあれば、遠い漁場もある。そして漁場の様子もいろいろな観点で違う。深さとかも漁場によって違うだろう。そして黒潮の影響もあり、潜在的にはこれが漁具能率に大きな影響を与えている。そうした中で、CPUEの標準化で黒潮が漁具にどれだけ影響しているか把握することは重要。それに対して関心を持たれているのもよくわかる。潮流パターンの変化の影響について、非常に大変な努力をされていると思う。また漁業独立の調査、データは無いのではないか。完全に漁業から独立したものは無いという認識で正しいか。

○亙 漁業から独立した情報については、都県の調査船を使って、加入海域の釣獲調査を実施しているところが一部ある。ただ広範な海域をすべて網羅できているわけではないので、評価に使えるレベルにはまだないという状況。

○McAllister 博士 必ずしも漁業独立ではないかもしれないが、標識放流をして再捕するという mark-recapture といったやり方もあると思う。カナダではサーベルフィッシュ（ギンダラ）という生存率が非常に高い魚がいるが、放流後の生残率が非常に高い魚種。この場合は違うかもしれないが、キンメダイにおいても標識放流されているので、Tagging & release data があると思う。6~10年経つと魚が移動するというのは非常に面白い現象だと思うが、標識放流に関して言うとデータを取ることで漁獲率を調べられるか。毎年標識放流をして、再捕されたものの割合を取るとか、標識魚をまた捕獲したことによって漁獲率を毎年調べることも、十分な母数があればできると思う。それによって、漁業独立のFに関するデータ収集ができると思うが、そうしたことは検討されたか。

○亙 コメントに感謝する。標識放流は実はかなり多く行われている。現在も資源管理の一環として、漁業者の皆さんが自分たちでタグを付けて放す、そういった活動をされていて、年間で恐らく何千という数を放流している。ただそこからバイオマスが推定できるかとい

うのは、その観点で考えたことがなかった。実は生存率も高く、5年とか10年、最近では25年経って再捕された事例もある。標識データに関しては成長の把握に使えるという観点で注目しているが、資源評価に使えるかというのは、いままでそういった観点で考えたことがなかったので、新しい視点として是非考えてみたいと思う。

○McAllister 博士 数千もの標識放流をされているということ、それが漁業者によって行われているのであれば、再捕された個体についての記録などはどうか。標識されて再捕された個体に関して、タグ番号でいつ放流されたのかということを知ることができると思うので、標識再捕の手法で見ていくということも検討できるやり方だと思う。それに基づいて推定できるのは、十分な数が標識されていれば、再捕率と漁獲率を併せて見ることができる。数千もの標識放流に基づけば、たとえばある漁場にある程度分布した後、そのうちの20%が再捕されるような状態なら、かなり粗いが、漁獲率を見込むことができるかもしれない。もちろんタグの脱落、死亡率、あるいは漁具能率などの問題もあると思う。1回目で捕まったのか、2回目で捕まったのかというような問題もあると思うが、標識放流-再捕は、資源評価においてかなり活用されていると思う。例えばニュージーランドではシーブリーム（豪州マダイ）という魚種に関し、確か20~30年に亘り数千もの標識放流、再捕を毎年大規模に行っていて、再捕記録を残していると聞いている。また商業漁業に関しても、標識放流、再捕、そして記録がなされていると聞いているので、信頼できるアプローチとして活用できる。漁獲率の情報をそこから見ていけるかもしれない。そして漁獲率と漁獲量から資源量の推定に繋げる可能性も出てくるかもしれない。また別のやり方として、より洗練された資源評価の手法に繋げていくことができると思う。たとえば空間に関する要素、これは移動のデータを得ることができるので、空間の観点を考慮に入れることができるだろう。産卵場に移動していく情報をモデルに組み込むこともできると思う。どの程度できるかわからないが、手法としては漁業から独立して漁獲率に関する情報を得ることができる手段の一つだと思う。漁業者が異なる年齢、異なるサイズ、異なる場所で漁獲したデータを基に、年齢別漁獲率に関する経時的なデータを得ていくことも有用だろう。大変興味深いと思うので、是非目を向けていただき、複雑な魚の動き、系群の構造に関する理解に役に立ててもらいたい。

資源量指標を異なる場所ごとに見ていくのは、なかなか野心的な試みだろうと思う。資源量指数に関し、補足資料 2-2 で VPA の指標を地区毎にまとめて時系列に合わせてフィッティングをしている。これを見ると、単一の資源量指標に関しては海区全体について記載されているが、それぞれの海区で様々なことが起きていて、トレンドも異なることが現実には考えられる。資源の分布についてもシフトがあり、そうすると資源評価を行っていく上で、資源量指標をフィッティングするのはなかなか難しいところ。これらの9つの指標を海域ごとに分けることもできるが、おそらく統計学的な推定をするのはなかなか難しいと思う。銚子と東京湾口は時系列にうまくフィットしていない。神津島と八丈島はある程度フィットしているが、全体的にみるとモデルのフィットは部分的であることは悩ましいところ。これ

らの指標は1つにまとめられないか、資源の割合に合わせて調整できないかというところは考えていいかもしれない。資源量指標に関しては、地区毎にやっていくというより、資源全体に対して適用できるようにした方がよいかもしれない。複雑な資源評価において、多くの漁業、様々な系群が存在している中でそれを1つの指数に合わせてまとめるのはよくあるやり方。そして空間的に合算した単一の指数を使うというやり方も採られていると思うので、プロジェクト全体として検討してもよいと思う。現状ではなかなか悩ましい、フィッティングがうまくいっていない印象があり、この資源評価モデルをそれぞれの海区に対してうまく適用できていないと思う。したがって、何らかの仮説を置くのがよいかもしれない。資源量や、それぞれの海域における仮定を置いて見ていくということが必要かもしれない。また漁業から独立した情報も使えるかもしれない。それぞれの地区の規模、漁獲量はどうか、たとえば漁具能率はどうか、漁具能率を標準化するとどうか、漁獲率はどうか、それらに基づいて資源量が推定できないかを各地区で見ていく、あるいは個別の指数で見ていくこともできるかもしれない。カナダで、資源評価で難しい課題に直面したことがある。それは2つの異なる海区の独立した時系列データで、ここでは1つの大きな資源が2つの海区にまたがっているのだが、地区によってその挙動が大きく異なっているような状況があった。資源量指数については片方がうまくフィットすると、もう片方の海区では適切でないような状態があったため、資源量指数を単一資源のモデルに適用して重みづけを行ったが、科学的にはなかなか信頼感を置きづらいものになった。おそらく機構においても何らかの形で単一の資源量指数を1つの系群に適用できないような場面はあると思う。

○亘 各種のコメントに感謝する。標識放流については再捕率が1%程度であり、10%や20%といった大きな数字ではない。現状では、ある地点で放流したものがどこに行ったかという情報を共有するために行っている。つまり、例えば千葉の勝浦で放したキンメダイがどこで再捕されたか、そうすると地点間に連結性があると、そういった構造の理解のために実施しているのが現状の標識放流。これを資源評価の定量的な評価に組み込めるかというのは今後の課題と認識した。一方、複数のCPUEの情報をどう使うかというところ、フィッティングが悪いというのはご指摘のとおり。1つのアイデアとして、1つか9つかではなくいくつかをまとめてみる、例えば全体を4つにするというのもアイデアかと思う。どこどこをまとめるかは都県の皆さんと検討する必要はあるが、比較的近隣の漁場、海域をまとめてみるというのは1つのアイデアだと思い、今後、改善の参考としたい。

○McAllister 博士 おそらくご存じと思うが、資源評価手法ではマルチボックスもあり、ICCATでもVPA-2のボックスモデルがある。そこではそれぞれのボックスの漁獲や豊度を見てボックス間の回遊も推定する。VPAも単一モデルだけではないので、そのような方法もあり得る。また、回答にあったように例えば近接性のある海区を合算することもあると思う。また海区ごとにトレンドが違えばそれによって構成することも考えられる。そして海区間での回遊も考えて、また体長や年齢組成のデータがあるので、より洗練されたモデルを構築できる可能性があると思う。少なくともデータを数多く取得されているので、より洗練

されたモデル、より満足できるモデルを採用し、ステークホルダーと円滑に合意形成ができるような評価になり得ると思う。漁区の地図をもう一度見せていただきたい。たとえば東西南北、沿岸と沖合のボックスに分けて計算すれば、ICCAT の VPA-2 モデルになると思う。これは非常に洗練されたモデル。また米国のスナッパーという魚種では非常に洗練されたかたちでこのモデルを適用し、メキシコ湾の個体群を沿岸と沖合に分けているので、同様のことがキンメダイでも考えられると思う。これは VPA であることには変わらないが、満足できる、より透明性の高いアプローチとしてご検討いただきたい。

○亘 ご教示に感謝する。改善の 1 つの方向性として大変参考になる。キンメダイで非常に難しいのは、黒潮大蛇行の影響があり、昨年我々の共同研究機関の研究者が報告したが、大蛇行によって移動が変わるという話がある。これは①の海域から②の海域に移動するという事例で、大蛇行前は見られていたが、大蛇行期間中は無くなったということで、移動は年代もしくは海洋環境によって変わるという仮説も我々にはある。このため、かなり困難なアプローチにはなると思うが、1 つの方向性として、標識データによるボックス化なども考えてみたいと思う。

○堀井議長 CPUE 標準化に関する議論はある程度進んだと思うので、ここで少し休憩をとり、後半の資源評価の議論を進めたいと思う。

(休憩)

○堀井議長 それでは再開する。後半部分は資源評価に関する議論を中心にと考えているが、必要に応じて CPUE 標準化に関するご質問やご意見も承りたい。

○山川博士 資源評価結果が非常に滑らかというか、不自然なまでに滑らかではないかという、その辺りの議論だが、銘柄から年齢組成を、固定の Age 銘柄 key で計算しているということ。特定のいくつかの漁場において、特に小型群だけでも体長組成とか、そういったデータを取り、加入量が今年が多いとか少ないとか、そういった評価をすることはなかなか大変だろうか。

○亘 まず全体が滑らかというのは、15 の年齢群が入っているので、その影響もあろうかと思う。特定の年齢群が多くても、他の年齢群の影響で少し滑らかになるということはあると思う。加入に関しては、やはり複数の Age-length key、卓越年級が入ったとしても、その前後の年に影響が及んでしまうということがあって、これがスムーズな形になっている理由だと思う。地区別にみると、特定の地区では小型魚が多く着底すると最も小さい銘柄が最初に獲れ、それから徐々に大きいものが獲れる。そういう推移が見えるということで、地区別にその情報を集めると加入量の情報になり得える。しかしその詳細を評価報告書に記述するかどうかは検討を要す。また全ての地区で同時に小型魚が出現すれば加入量が多かったと分かるが、特定の地区に留まった場合には ALK の影響もあって見えにくくなり、難しい。実際に CAA をみると、2017 年は多くの地区で「今年は小さいのが多い」という声があ

ったが、ALK を適用すると前後の年級群にその影響が及んでしまう。たとえば 15 歳では尾又長 40cm 程度になるが、つまり 40cm 以下のものには 15 近い年齢群が入ってしまっているといったこともあり、なかなか ALK でやるのは難しい。

○山川博士 体長組成だけでどこまで分離できるかにもよるが、取りあえず分離できそうな小型群について、今年が多いとか少ないとか、そういう情報が得られれば、特に寿命の長い魚種なので、資源動向の見込みについて漁業者に予報のような情報を提供できればかなり役立つのではないかという気がする。

また先程の CPUE のところで、漁場をいくつか合わせてボックス化してみたらどうかという McAllister 博士のご提案と併せての意見。全ての漁場について体長組成データなどを集めるのは大変だろうが、ボックスをいくつかまとめて必要最小限の数に絞ることができれば、情報が豊富な地区のデータでそのボックスを代表させるとか、そういうことができるようになると思う。先ほどの議論と関連し、そのようなことも検討されてはいかがか。

○亘 9 地区のうちの 7 地区では銘柄もしくは体長組成のデータが取れているが、体長の場合は測定回数の頻度の問題もあって推定誤差も大きい。一方、銘柄の場合は基本的に漁獲の全量について銘柄の情報が得られるので、銘柄毎の漁獲量の推移をみるとか、そういうやり方もあるかと思った。資源評価の報告書として、どういった情報が役立つかというのは都県の皆さんとも相談して、現在のものにどのような情報が加わると現場で利用できるかという観点で、改善の検討をしてみたいと思う。

○山川博士 どうもありがとうございました。

○中野議長 初日の議論にもあったが、体長組成から年齢構成を推定する、あるいは銘柄組成から年齢構成を推定する際の精度について、実際の耳石なり何なりの年齢査定と照らし合わせて確認するというのがあった。年齢査定の難しさについて伺いたいのと、今後年齢査定を行って銘柄組成による年齢組成の推定精度を上げるような計画はあるか。

○亘 年齢査定の難しさに関しては、キンメダイでは耳石に結構明瞭な輪紋バンドが出現するのでさほど難しくはない方だと考える。ただ高齢個体では誤差はあるだろうと思う。

○中野議長 例えば 15 歳ぐらいではどうか？

○亘 15 歳はどうだろうかという点については、キンメダイに限らず、どの魚も高齢になると、輪紋の間隔が狭くなるので迷うことはあり、高齢になるほど、やはり精度は落ちる。一般的には耳石としては見やすいほうだと思うが、高齢個体では当然その精度は下がる。これは ALK または Age 銘柄 key を使って、実際に年齢査定をした個体の情報でつくっているわけで、年齢とサイズが合わないということはない。ただ Age-length key は毎年つくっているわけではなくて全体をプールしているの、たとえば卓越年級が出た場合は特定の年齢の割合が増えるのに、それが反映されていない。そこに精度の問題があると思う。その結果として、全体として何かスムーズな感じの年齢組成になっているというのがキンメダイ評価の特徴。では毎年毎年 Age-length key なり Age 銘柄 key がつくれるかという、単価の高い魚でもあるので困難。さらに、これは 25 年分という長期の測定によるものだが、黒潮大

蛇行の発生で近年は成長が変化しているのではないかという考えもある。これに関しては、2000年代の頃に報告されている成長式と最近の情報を使った成長式に差があるかないか、そういったことを都県の皆さんと一緒に論文にまとめており、基本的に大きな差はないというものだった。本当は大蛇行が発生して成長も変わったという仮説だったが、あまり変わらない結果。このため同じ Age-length key を使っている、年代によって成長が違うという影響は大きくないのだろうと考えている。

○McAllister 博士 山川博士が先ほどおっしゃったことに関連して、スムーズなトレンドでも、SSB や資源量についてはあまり心配していない。しかし加入のバイアスについては、良い年齢組成のデータがある場合、こういったことはあまり目にしたことが無い。加入量のトレンドについて、おおよそのことは示されているが、捉えていないのは年による差異があるかどうかということ。これは生物学的な問いにも繋がる。海獣類は、経年の違いはあまりないのでスムーズな状況があるが、そういった生物学的な要因かもしれない。仮説としてそもそもスムーズな種であるということも有り得る。わからないが、キンメダイは深海の魚で比較的長命なので、他の深海魚と同じように見るものかもしれない。多くの年級群で構成されていて、極端に大きな年級群が加入することはないのかもしれない。加入量の大きな変動がある種なのか、またはあまり変動しないのか気になる。現実的に大きな変動が見られるのかどうか、また似通った魚種の系群・個体群でどのような傾向が見られるかということも気になる。また年齢組成のスライドに戻っていただきたいのだが、15歳魚では年齢査定誤差は±1歳ほどあるかもしれないが、若齢魚、例えば2~7歳では、耳石を使えばかなり正確に年齢査定ができると思う。そうすれば、おそらく6歳以下ではかなり正確なCAAを得ることができると思う。質の高い年齢組成があれば加入量の変動を捉えられるだろう。銘柄の問題などもあるかもしれないが、1つの地区でも加入量の時系列プロットがあるかどうかは見るべきだと思う。山川博士におっしゃっていただいたように、何らかのデータによって指標を得る、コホートの強度を年ごとに見ていくということが必要かと思う。また漁業から独立したデータがあるかどうか、時系列データがあるか、それは一貫性がある形か、コホートの強度はどうか等を検討すべきと思う。もちろん外部的なバラツキ、変動があるかもしれないが、加入量の指標に関する時系列データはあるか。

○亘 加入がスムーズな種ではないかということに関しては、これまでの知見では卓越年級が発生するということが言われており、スムーズな加入が長期に継続しているということはないと思う。ある年に特定の海域にたくさんの加入魚が着底するということがあるというのは、これまでの観察でも知られている。一方、2歳魚は非常に少ない漁獲尾数と非常に小さい漁獲係数でバイオマスを見積もる。コホート解析の直近年の部分もそういう推定をしているということで、やはり誤差は出やすいというのは認識している。地区別に小さなサイズの時系列のデータがあるかということ、スライドとしては用意していないが、確かにあり、地区によってはある年に最も小さな銘柄がたくさん獲れる。翌年はその1段階大きい銘柄、翌年はまたさらにもう1段階大きい銘柄という感じで推移するのを見ることができる。

ただ銘柄も全体で5とか、8とか、それぐらいの区分で、1個の銘柄にやっぱり複数の年齢が入ってしまうので、明確に見ることがなかなかできないというのがキンメダイの難しいところ。漁業現場としては、やはり小さな銘柄がたくさん獲れると「今年はあるな」と認識され、予報するまでもなく、感覚として、向こう数年間は大丈夫だというのはお持ちのようだ。

○McAllister 博士 先ほどプレゼンテーションの中でお話をされていたと思うが、漁業独立の指標で小型の銘柄、若齢魚についてデータがあるとおっしゃっていたように思うが。

○亘 それは調査のデータとして、特定の海域において調査船で釣りをするというもので、ある特定の海域だけでやっているのだから、それを全体に引き延ばすだけの精度はないだろうというのが担当者同士の認識。

○McAllister 博士 理解する。ただ少なくとも各地においてバラツキがあるというのであれば、仮説がどうかというのは検証できると思う。一つの海域において、これらのデータを手に入れることができるのかどうかということは確認したいので、そのデータ、あるいは地域別データの情報をお見せいただけるか。

○亘 10分ぐらい時間をいただければ用意できる。

○堀井議長 スライドの準備に10分ほどかかるということなので10分間休憩とする。

(休憩)

○堀井議長 再開する。ご説明、よろしくお願ひします。

○亘 4年前の資源評価までは、実は最小サイズのCPUEを使っていた。これはちょうど東京湾の周辺で獲れている最小サイズの銘柄のキンメダイのCPUEの情報。こういった感じで、たとえば1998年とか、2003年とかに非常にたくさん獲れたという、こうしたコントラストのある情報が得られている。使わなくなった理由として、近年、漁業者が小型魚の漁獲制限をより厳密にするようになって、ほとんど獲れないという状況で、連続性が無いということで使わなくなった。もう1段階大きい銘柄もあるが、複数の年齢が含まれてしまっているのでこのようなコントラストが出てこない。そういう問題がある。一方、調査船の調査は、これも東京湾の湾口で調査をやっている。2017年のデータは何となく年級のように見えるが、実際に漁獲されているサイズは尾叉長で24~25cm以上なので、この一番小さいモードは漁獲物には上がってこない。しかし近年は同じ調査をやっているこの海域ではあまり釣れないといった話を担当からは聞いており、定性的にこういうサイズのものがいるということはわかるけれども、定量性というところまではまだ難しいという状況。

○McAllister 博士 ご説明に感謝する。1つ前のスライドに戻っていただけるか。こちらはこの銘柄の小型魚のCPUEということだった。この銘柄にはおそらく幾つかのコホートがあり単一コホートではないと思うが、特に後半にかけては非常にスムーズだと思う。2005年以前は挙動としては、信頼区間がないので精度はわからないが、結構変動があると思った。

というのも同じような水準の年が複数あるため。ただここから分かることは、おそらく近年の変動は小さいが、以前には大きな変動があったということ。こちらは非常に局所的だと思う。この局所的な加入の指標が資源全体を表現しているわけではないということは、しばしばあると思う。その地理的なパターンを表現していたり、年によってはたとえば稚魚が加入したり、潮流によって加入してこないということもあると思うので、加入量指標は若齢魚が多い複数の海区から取ってくるのが望ましい。そしてたとえばロックフィッシュ、これはカナダの西岸地区だが、大規模なコホートがある個体群にあったときはあらゆる海区で見られて高い豊度になった。カナダ東海岸のレッドフィッシュでも大きなコホートがみられ、セントローレンス湾、チャールズ湾でコホートが非常に高いということになっているが、低い加入量の年もあれば、高い加入量の年もある。何年も低いコホートが続くこともあれば、その後加入が高まるとこともあり得る。このため、何年も加入量が低く変動がなかったところが、そのあと条件が良くなって高くなったということも、仮説には合うのかと思う。東京湾口だが、これがパターンから来ているかというところはわからないが、いずれにせよ情報にはなる。何年もかけて変動があまりないということが分かるので、仮説への信頼性は高まると思う。スムーズな形になることを支持する情報にはなるかと思う。次のスライドをお願いする。こちらの調査はトロールまたははえ縄の指標か。

○亘 こちらは釣りになる。小さなキンメダイがどれぐらい獲れたかというのを調査しているもの。

○McAllister 博士 承知した。解釈しようとする、2017年のパネルのところそのモードが見て取れるが、潜在的には異なるコホートである可能性があると思う。2016年、2015年、そして2014年のコホートというのがあり得ると思うが、2018年に飛ぶと、2017年、2016年、そして2015年というところがあり、これは2017年のコホートに由来するということか。2016年と2018年のコホートが2017年よりも少し高いようだが、結局は選択率によるものかもしれない、加入量の変動はそこまで大きくないというところに通じるかと思う。興味深いと思うのは、2017年、2018年、あとは2020年もそうだが、こちらは局所的な指標だと思うが、コホートの強度が年ごとにあまり変動していないと思うか、それとも変動が大きいと解釈するか。

○亘 おそらく2016年級のグループが、1つ前のスライドで言うと、ここに相当するので、2017年に最小サイズの銘柄の魚が多かったという情報と一致していると解釈している。実際に過去を遡ると、1998年、それから2003年に非常に高度な加入があったと推測できる。そして2017年はそれほど高くはないが一定の規模。注意すべきは2010年代の後半から小型魚の管理が強化されてきて、徐々に管理が浸透していくということがあったので、2003年と2017年と同程度かどうかについては、そういった管理の状況もあるので、簡単に評価はできないと思っている。一方で、先ほどの全体の年のトレンドで言うと、1998年、それから2003年に高コホートの加入があって、それから5年、10年経つまでは、それなりに親魚量がいた。ただその後、加入が減ったので、親魚量が徐々に減ってきた。そしてまた2017

年に加入が増加傾向だということ、この加入の情報と親魚量で関連が見られると考えている。

○McAllister 博士 解釈を示していただき感謝する。VPA、年齢構成、調査船調査、そして若齢魚の銘柄等についてご説明いただいたが、これらには一貫性があるように見受けられる。資源評価という観点で言うと、見かけ上はスムーズな加入のトレンドになっているが、補足的な情報、歴史的な情報を見るのは有用。ただ、現在は若齢魚に対する自主規制が強まった影響で小型魚の指標値が使えなくなってしまった。しかし参考情報としては有用で、規制がそれほど強くなかった時代の状況を見ると、当時はいまよりも変動が大きかったということがわかる。そうすると VPA のスムーズな加入についての見方も変わってくるわけで、いまいただいた情報では、加入がスムーズであるということは疑うべきではないかと思う。このため、より信頼できる加入量指標を模索するということが望まれる異なる海区、区域の代表性をより高めるとか、あるいは特定の年の加入強度が反映できるようなものが見つかれば、VPA のチューニングに使えらると思う。たとえば加入量の指標について、変動が小さくても、ときに大きなコホートが入ってくるような可能性がある資源の場合には、商業上にも非常に価値が高いと思うので、業界も関心を持つかもしれない。加入量調査を導入することにサポートが得られるかもしれない、加入強度を調べることのインセンティブになるかもしれない。

○亘 今のお話を伺い、地区ごとにたとえば最小のサイズのカテゴリの情報を集約するとか、そういったアプローチはあるかと思った。漁獲される最小サイズは地区によって異なるが、それを並べて報告書として整理するというのは、一つ有用な情報になると思う。それをどういった形でまとめるかは都県の研究機関とも相談をしながら考えていきたい。

○McAllister 博士 そうすると、異なるプロット、レトロスペクティブなパターンがこの資源評価報告書にあったと思う。時系列の加入、資源量などについても見せていただいたが、とてもカラフルなレトロスペクティブのプロットが補足資料にあった。それを読み取るのが少し難しかった（補足資料図の 2-5）。これについての解釈を伺いたいが、レトロスペクティブアナリシスの分析結果の解釈について聞かせてほしい。

○亘 先ほどの図は毎年の評価の結果を重ねたもの。こちらは 2024 年の評価の情報から、1年ずつ削ったいわゆるレトロスペクティブ解析の結果を示したもの。資源量、SSB に関しては、ほぼブレがないという結果。一方で、やはり加入に関しては直近年の精度があまり高くないという状況。またモンズローの指標も、資源量、SSB では 0.01、0.03 に対して、加入量は -0.16 とかなり大きな値になっている。たとえば年齢別漁獲尾数に関しても、2 歳魚に関しては、かなりブレがあるけれども、高齢に関してはそんなに変わらないということを考えて、加入量の推定精度に難があるというのが、この結果が示しているところ。一方で、高齢のところは比較的安定して推定ができている、これがこの評価の特徴かと思う。

○山川博士 ALK や Age 銘柄 key を固定すると、卓越年級群なんかが現れたときに、その前後のコホートも含めてバイアスが出てしまうという問題が起きるわけだが、Age-length

key を固定するというやり方ではなくて、同じデータを使っても、たとえば先ほど近年の成長と、それから結構昔の成長があまり変わらないというようなお話があったので、もしそうであるのならば、成長はもう固定してしまう。つまり各年齢群の体長の平均値と標準偏差を固定してしまっ、その情報を使って、銘柄組成を毎年毎年、混合正規分布で分解することができると思う。銘柄組成と年齢がどれくらい対応しているかにもよるが、小型の個体では銘柄組成と年齢が対応しているような関係にあれば、そういう計算方法をしてみてもよいのではないか。そうすれば、卓越年級が現れたときには、それなりに卓越年級をきちんと評価できるのではないかと思う。あと銘柄組成だけではなく、もし部分的にでも体長組成のデータが利用できるということであれば、銘柄組成の尤度と体長組成の尤度と両方を合わせてしまっ、それで年齢群の出現率を推定してやる。そういうことをやれば、結構現在得ている情報だけでも、計算方法を変えるだけで、それなりに毎年毎年の変化が、少なくとも加入群あたりについては、もう少しと正確な情報が得られたりするのではないかと考えるがいかがか。

○亘 Age 銘柄 key の情報が、資源評価報告書のほうに掲載されているので、画面で共有させていただく。たとえば、これは千葉県の勝浦という地区の銘柄組成を示しており、300g 以下、300~500g、500~700g、700~900g、900~1100 g、そして 1100 g 以上、こういった 6 つの銘柄が、これは地区によって異なる場合もあるが、6 銘柄の地区が大半。この 300g が難しく、2~3 歳がこのカテゴリーに入ってしまう。このため、卓越年級がたとえばある年は 2 歳が多くて次の年は 3 歳が多い、高齢になればなるほど、より多くの年齢が重なるというのがこの情報。ただいづれにしても、そういったいくつかの制約条件、平均値や標準偏差を固定するのは一つのアイデアだと思う。ALK を毎年作るというのは実際困難なので、成長を固定するというのは今後の検討材料の 1 つとさせていただく。

○堀井議長 今の件に関して山川博士に伺いたい、毎年毎年の資源豊度に合わせて ALK または Age 銘柄 key を変わっていくということになると、VPA で得られた年齢構成と ALK との整合はどのように評価すべきか。

○山川博士 ALK を毎年毎年変えていくということではなくて、ALK は使わない。だけど成長は固定してやって、その年齢ごとの平均体長と、それから年齢ごとの体長のバラツキ、標準偏差、それは固定してやるということをする、毎年毎年求めるべきは、それぞれの年齢群の出現率をパラメータとして求めるということになる。そうすると ALK や Age 銘柄 key を固定しなくても、同じデータを使いながら、年齢群ごとの出現率の評価が形式上は計算できるということ。

○堀井議長 体長組成や銘柄組成そのものに適用していくという理解で良いか。

○山川博士 その通り。やはりこうして示してもらおうと、2 歳と 3 歳が 300g 未満という銘柄に入ってしまうとか、そうした問題はあり、そういうやり方でどれくらいの精度になるかはやってみないとわからない。銘柄組成のデータだけではなくて体長組成のデータがもし同時に使えるということであれば、これの解析をもっと正確に精度高く評価するというこ

とが、もしかしたら可能になるかもしれない。あと VPA だと CAA には誤差がないと仮定しているので卓越年級がうまく追えないようになってしまうが、CAA にも誤差があるというモデルを使うという方向に将来発展していくのであれば、そういう情報も使いながら Age 銘柄 key の情報もうまく使っていけるのではないかと思う。

○亘 ご教示に感謝する。たとえば 300~500g の銘柄で 300~400g が多いのか、400~500g が多いのか、そういったプラスの情報があれば、より精度が上がると思う。現実的にどこまでできるか分からないが、アイデアの 1 つとさせていただく。

○McAllister 博士 補足図 4.2 のところで見せていただいているのが、予測値の情報だと思う。予測値結果の解釈について少し伺いたい。どういった管理上のアドバイスになるか。

○亘 こちらは将来予測の結果。たとえば加入に関しては、HS の折れ点よりも右側、一定のところに入るということで、基本的に平均年齢は HS の折れ点と同じ加入量が期待できる。現状の漁獲圧であれば、この黄緑、この加入が得られるのであれば、減ることはないだろう。現状の加入のコンディションから平均的な加入が続けば、資源としては、当面大丈夫だろうという評価。結局この F/F_{msy} も 1.0 を下回るということで、非常に高い漁獲圧ではない。

○McAllister 博士 加入量の時系列データについて、かなり強い自己相関が見られるのではないかと思う。かなりスムーズなパターンになっているので、極めて強い自己相関のシグナルが加入量に関して見られる。加入量の挙動という観点からすると、もちろん再生産関係については把握しているが、それまでどのような挙動だったのかということを見ると、かなり大きく変動するようなパターンが見られているように思う。したがって、別の想定を置いた際に加入量がどのように変動するのかというところが気になる。たとえば自己相関がなかった、加入量のパターンが異なったといった際に、今シミュレーションを行っているパターンが、将来的に大きく異なっていく可能性もあるかもしれない。これまではかなりスムーズな加入量が見られていたが、予測では加入量の変動が見られているのでモデリングのアプローチとしては一貫性に欠けるところがあるのではないかと思った。過去の加入量と今後の加入量のところの動き、挙動がちょっと変わってしまっているように思う。これまでの動きと挙動が異なっている点を懸念する。これまでのデータとの一貫性について、加入量のパターン、今後の予測値を少し注意深く見てもよいかと思った。

○亘 2022 年の再生産関係を検討する際に、このプロットの場合には信頼区間が青い点線のところ、加入がスムーズではなく変動が大きい場合は信頼区間の幅がもっと広がるだろうと想定しました。この信頼区間の幅が 2 倍、3 倍など、より変動があるという仮定を置いたシミュレーションをしている。その場合でもこの再生産関係、また調整係数の β が 0.8 であればこの資源は大丈夫だろう、そうした安全を見越した管理基準値を提案しているためもう少し変動したとしても $\beta=0.8$ という HCR であれば 10 年後は目標管理基準値を達成してグリーンの点線よりも上の状態に資源はあるだろうという予測をしている。つまり加入がより大きく変動するという想定も含めて $\beta=0.8$ 提案しているところ。

○McAllister 博士 加入量の挙動に関して、たとえばこれまでの 10 年間程を見て、2010 年頃に戻ってみると、仮説として導き出せるのは、加入量の挙動が周期的なパターンになっているということ。非常にスムーズな加入量の周期的なパターンがあり、資源量や SSB に影響していると思う。過去の加入量の再構築ということになると、資源評価の中でこれを精度高く表現することが重要だと思う。そして表現の仕方だが、過去からの加入量の経時変化を見るとやはり将来の予測がこれまでのパターンと一貫性がないように見えるので、頑健性のテストとしては、漁獲可能な資源量が将来的に変わってくる可能性もあり、資源量が 10 年間で急落していることも考慮し、代替シナリオを考えていただければと思う。

○亘 1 点補足として、赤線は平均値を示しており、細い赤い線の変動はシミュレーション結果の例で、それを平均すると赤線になるということ。一方で、資源評価全体の枠組みとして、我々の想定と全く違う状況、たとえばキンメダイが全然着底しないとか、どこにも稚魚が見当たらないとか、加入がゼロに近いような状況ではないかとか、そういった想定外の事態があった場合は、研究機関としての提案を見直すといったプロセスも、私たち日本の資源評価では持っている。必要な場合は、管理基準値の提案からやり直す、見直すというようなプロセスはあり、もし仮にそういうことになったら評価を一旦見直すことになる。

○McAllister 博士 この個体群動態モデルだが、個体群の動態を表現するということが目的の 1 つと思う。加入量については非常にスムーズな変動パターンであり、それを個体群動態モデルの中でうまく表現できないと懸念材料になるので、もう少し改善の余地はあるだろう。目標が加入量と資源量のパターンを表現するということなら、緩やかに変動する個体群の場合は適切な HCR が違うかもしれない、ステークホルダーも関心のあるところだろう。それは価値ある情報である可能性もあり、いま表現している加入量の変動は少し実際とずれているように思うので、繰り返しになるが、注意深くご検討いただきたい。

○亘 先ほどから議論があったように、様々な利用可能な情報を整理し提示して、というステップと併せ、評価の妥当性を検証して今後の加入の見積りに役立てることになるかと思う。特に加入量に関しては、過去の動態を考慮することを含め、検討材料とさせていただきたい。

○山川博士 いまの件で、McAllister 博士の要請に応えるには、再生産関係に自己相関を入れて評価をし、それで将来予測も自己相関を入れて計算するようなことになるか。

○亘 自己相関に関しては、2022 年の再生産関係で管理基準値を提案する段階で議論になり、スムーズな加入のトレンドは ALK に起因しているのでおそらく自己相関はないと判断して、自己相関のないモデルを採用したところ。これはこの評価本体というよりは、加入に関する現場の情報から判断している。その後 5 年程経過しており、自己相関の有無については再度検討が必要と思っており、1 つの大きな議論のポイントになると理解している。

○山川博士 承知した。再生産関係について、HS については昨日も議論があり一定の結論が得られたと思うが、やはり気になる。補足図 3-2 のグラフを見ると、ピークのところが尖がっている。これは非常に不自然で、本来の生物個体群としての挙動とは見做せない

と思う。そもそも HS 自体、生物個体群の再生産関係をきちんとメカニズム的に表しているものではなく、単に資源計算の便宜上そのように想定すると計算が便利になる、それで目標管理基準値が大きく外れることがないから使っているだけの再生産関係。だから現状ではこれでいくとしても、将来的に見通したときはやはり HS はフェードアウトすべきではないかと以前から思っている。他の再生産関係を使うと、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があり、それを避けるためには HS は便利ではあるが、たとえば他の再生産関係でもベイズ推定のようなことを行って、例えばパラメータにピークを与える、親魚量をパラメータにしておいてそのパラメータに適当な事前分布を与える、あるいはきちんと評価できている系群の推定結果なども利用して事前分布を決めるとか、そのようなことをすれば、そんなにピークを外すことのない評価が他の再生産関係でもできると思う。そういうことができるようになると、こういう不自然な評価はだんだん使わないで済むようになってくると思う。

○堀井議長 ご指摘に感謝する。再生産関係の議論は、昨日から決して一つの方向性に収束したということではなく、今日午前中のセッションでも話題になったので、明日の総合討論でももう少し突っ込んだ議論ができればと思う。

○山川博士 承知した。

○McAllister 博士 山川博士、追加コメントに感謝する。この図はやはり不自然で、HS モデルの構造についての特徴が、よく語られていたと思う。これはまさに人工的なモデルで不自然なもの。SSB に関して非常に人工的な折れ点を作る。これは非常に強い人工的な産物であり、できるだけ早くフェードアウトさせるという提案に賛成する。非常に便利な特性があって一部の問題に対して対応できる特性はあるが、やはり将来的には他の再生産関係のモデルを使っていくということを考えるべきだと思う。

○米崎社会・生態系システム部副部長 山川博士、McAllister 博士、本日はどうもありがとうございました。非常に有用なコメントをいただき、我々としても、頂いたコメントを短期的、中期的、または長期的に対応すべきものに分類して対応していこうと思う。例えば標識放流、今までは分布生態のみの視点でやってきたが、成長等を含めた解析への適用を検討する、または CPUE 標準化については漁獲効率と水温や塩分といった海洋物理に絞った解析をやってみる、さらに加入強度のインデックスの探索。ここは非常に大事なポイントだと思うし、漁業関係者にも役立つ情報だと思うので、資源評価報告書の中で、小銘柄の時系列もそうだが、示せるような取り組みを考えていきたいと思う。それから McAllister 博士も山川博士もおっしゃっていたボックスモデルについて。これは少し中長期的な目標になるかもしれないが、より良い資源評価手法の高度化に向けて取り組んでいこうと思う。改めて本日有用なコメントを頂いたことに感謝する。

○堀井議長 それでは、今日足りなかった議論は、明日の総合討論で十分また尽くしていただくということで、今日のセッションはここで終了したい。山川博士、McAllister 博士、どうもありがとうございました。亘さん、どうもお疲れ様でした。

以上