

令和5年度 資源評価ピアレビュー会議

日時：令和5年11月7日（火）9:30～11月9日（木）14:00

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

議事録

--- 11月7日 ---

開会（中野議長）

平成5年度資源評価ピアレビュー会議を開会します。

挨拶（西田センター長）

2018年に70年ぶりに改正された日本の漁業法のもとで、日本政府は、MSYの考え方を導入した新しい資源管理システムへの移行を進めています。水産研究・教育機構をはじめとする研究機関には、MSYを基準とした資源管理目標や漁獲シナリオを行政機関や漁業者などステークホルダーに提示することが政府から求められており、また、科学的根拠となる資源評価を行政機関から独立的に実施することが、2019年の水産白書等に明記されています。

そのような背景のもとで、水産研究・教育機構では、資源評価に関する透明性や客観性を確保するために、前年に公表した資源評価報告書を対象にしてピアレビューを実施するプロセスを2020年から導入しました。これまで毎年4～7編の報告書をレビュー対象にしてきています。Steven TEO博士におかれましては、今回で4年連続となるレビュアーを快くお引き受けくださいましたことにお礼申し上げます。また、Peter KURIYAMA博士ならびに山川卓博士におかれましては、今回新たにレビュアーとして参加いただくことに感謝申し上げます。

さて、今回開催する会議は、レビュアーの方がこれからレビューレポートを作成されるのに先立ち、レビュアーからのご質問や確認にお答えすることを主な目的としています。レビュアーの皆さまには、事前に資料をご検討いただき、多くの有益なご指摘を頂きましたことに感謝いたします。ご指摘については、担当者が十分な説明を尽くすよう努力いたします。レビューレポートを作成するためにご不明な点がございましたら、遠慮なくお尋ねください。担当者やご出席者におかれましても、このピアレビュー委員会を、将来的な資源評価の改善のための有益な意見交換の場として活用されることをお願いいたします。

趣旨説明（中野議長）

本ピアレビューの背景については西田センター長からご説明いただいたとおりだが、現

在水産・研究教育機構が行っている資源評価では1年中様々な会議が行われており、このピアレビューを現行の資源評価に承認プロセスとして組み込むことは時間的に非常に困難である。このため、当該年の1年前の資源評価、既に資源評価結果として公表されたものについて外部専門家にレビューをしていただき、そのご指摘を次のベンチマークアセスメントに生かすような形で取り入れ、資源評価を改善していくような形式でのピアレビューとした。

このため、スケジュールとしては、現行の資源評価と並行しつつ、前年の資源評価結果について外国人レビュアーには英訳したものを、また日本のレビュアーには原語のままお渡しし、およそ2〜3ヶ月をかけて見ていただき、指摘事項や質問を会議開催の1ヶ月前までに頂いた上で、ピアレビュー会議を開催し議論する。今回の会議がそれに当たるわけだが、本会議の結果を受けてレビュアーの方にはレビューレポートを年内にご提出いただき、それらを会議の議事録とともに機構のホームページ上で公表し、ピアレビューに関する一連のプロセスを終えることにしている。

申し上げたとおり、現行の資源評価とはどうしてもタイムラグが生じてしまうが、現行の業務活動と重ならず、また矛盾しないような形となるよう、多少変則的な仕組みにしたところである。

では議事に入る前に出席者の自己紹介をお願いします。

(各自より自己紹介—省略—)

全体質問への回答

○中野 個別の魚種系群の議事に入る前に、資源評価全体にかかわる質問への回答を西田センター長からお願いします。

○西田 Peter KURIYAMA 博士からお送りいただいた質問のうち全体に関わる質問(General Questions) 二つについて、個別の魚種の説明に入る前に回答する。ピアレビューにあたって、魚種系群別報告書とは別にお送りした資料の中に、日本の資源評価で適用している Harvest Control Rule の説明資料があった。一つ目のご指摘は、その Rule、およびそれにより算出される ABC と、魚種個別の報告書で記載している将来予測との関係について、詳しい説明が必要であるということであった。

(スライド1枚目) 上の図は、日本の水産庁が公表している英語の資料から引用したものだが、日本の、特に数量管理を行う魚種については、上の図の赤枠で囲った箇所にあるように、10年間で資源状態 (stock level) を MSY 水準に維持もしくは回復させることになっている。そのため、資源評価の将来予測においても、F (漁獲圧) の強さを変えることで、親魚量が10年後に目標管理基準値を何%の確率で上回るかについて注目することになる。資源管理において β をどれくらいに設定するかは資源管理の各種会議での論点だが、10年後に50%以上の確率で上回るシナリオが議論のベースになるため、このような将来予測を行っている。

○中野 今の説明に対し、さらに質問はあるか？（特に質問なし）

○西田（スライド2枚目）二つ目の質問は、将来予測の表において30年先までの数値を示すことの背景についてであった。先ほど、資源管理方策に関する議論のために、目標となる資源水準を10年後に上回っているかどうか注目されるということを説明したところだが、30年後の数値を示す強い理由とは言えないものの、長期的な予測により、F（漁獲圧）の強さに対して、親魚量や漁獲量がどれくらいの水準で安定するかを示すことを目的の一つとしている。また下の表はスケトウダラ日本海北部系群の2020年資源評価で示した将来予測結果だが、このように資源が低水準の状態からスタートし、かつ長寿命であるような資源では、10年後よりもさらに長期的な予測を合わせて示す必要があり、30年後までの数値も示すこととしている。

カタクチイワシ太平洋系群

○中野 カタクチイワシ太平洋系群について、木下順二研究員（水産資源研究センター浮魚資源部浮魚第2グループ）に説明を願う。レビュアーは随時質問してほしい。

○木下（スライド1）それでは、カタクチイワシ太平洋系群について発表させていただく。発表を始める前に、本系群の100ページ近い報告書に目を通していただくとともに、多くの有用なご指摘をいただいたレビュアー各位に謝意を申し上げる。

（スライド2）本日は、Data、Biology、Model and diagnostics、Stock-recruitment relationship、Future projections、そしてOthersの内容で発表する。

（スライド3）まず「Data」に関し、漁獲量、年齢別漁獲尾数（Catch at age（CAA））の作成方法、測定数、利用できるデータ、Age-length key（ALK）と体長体重関係について説明する。続いて、チューニング指数の項目では、総産卵量について、また、トロール調査のCPUEについて、最後にシラスについてご質問を頂いているので簡単に説明する。

（スライド4）まず漁獲量のデータソースについて、一つ目は「農林統計」（以降 GSF と略記）である。これは属人統計で、船の所属県に基づく統計である。データの解像度は年単位、県単位である。二つ目は「大中型まき網の漁獲成績報告書（以降 PS logbook と略記）」であり、日別・船別で解像度の高いデータである。GSF を PS logbook で補正した漁獲量を、報告書の Fig. 1 や Table 3-1 に載せている。どういう補正かというと、太平洋側に属する船が日本海で漁獲した分を引き、反対に、日本海に属する県が太平洋で漁獲した分を足すという補正である。三つ目のデータソースとして「主要港水揚量」があり（以降「主要港」は MP と略記）、これは属地統計で、水揚地に基づく統計であり、解像度は月別・県別である。この主要港の水揚量と体長組成などに基づいて、年齢別漁獲尾数を作成している。PS logbook で補正後の GSF のカバー率は、県によって異なるものの、全国合わせた場合では約 90%に達する。

（スライド5）これは年間漁獲量の棒グラフで、海域別に色分けして示している。海域区分は GSF の区分に従っている。ここでレビュアーから漁獲量に関して質問を頂いているの

で回答する。まず、KURIYAMA 博士からの Q12 に対する回答について、基本的に漁獲量は資源量に比例していると考えている。ただし、カタクチイワシを狙う漁業はサバ類やマイワシも狙うため、そうした他魚種が漁場にいる場合は、そちらに努力が向くことはあると思う。次に TEO 博士の Q2 に対する回答について、資源が豊富な時期に外国船がカタクチイワシを漁獲していたかどうかは、残念ながら分からず、資源評価に利用可能な情報は持ち合わせていない。

○TEO なぜその質問をしたかという、報告書の Fig. 2-1 を見ると、資源の分布域が沖合にも広がっているからだ。カリフォルニアのアンチョビー資源は非常に沿岸よりだが、一方でペルーの分布は沖合に広がっている。沖合に分布する場合は、外国漁船に漁獲される可能性があるため、外国漁船の漁獲に関する情報が無いというのは問題ではないか。

○木下 確かに、外国船が漁獲しているかどうか分からないというのは結構大きな問題だとは思いますが、ロシアに関してはカタクチイワシを専獲していないという情報はある。一方、中国や台湾、その他の国がどれぐらい漁獲しているかという情報は得ていない。

○中野 議長から質問だが、カタクチイワシは資源状態がいいときは非常に沖合まで分布し、一方資源状態が悪いときは割と沿岸に分布するということがあると思う。そうであれば、沖合に分布している場合は各種の不確定な要素があり資源評価の不確実性は高いが、一方、資源が小さく沿岸よりに分布している場合には、比較的正確に資源評価ができているといえるか？

○木下 それはいえると思う。

○KURIYAMA 県別の漁獲量について、その 90%は月別の県からの報告書でカバーできているということだが、その大半は大・中型まき網船によるものか？それとも、他の漁業で漁獲されているものもあるのか？

○木下 資源が高水準な時は大・中型まき網による漁獲が大部分を占めているが、一方、資源が低水準の時には極沿岸の定置網や中・小型まき網といった小規模漁業による漁獲も多くなる。次のスライドに移る。

(スライド 6) ここで、海域区分に関する TEO 博士の Q3、主要港の海域区分と農林統計の海域区分の関係について回答する。主要港の海域区分は、ここでは Area と呼び、GSF の海域区分は Region と呼んでいる。左の地図はカタクチイワシ太平洋系群の CAA に関する補足資料の Fig.1 を示しているが、青文字と青線で囲われた部分が、主要港の海域区分である Area を示す。一方、右の地図では赤文字と赤線が GSF の海域区分を示しており、同時に、左の地図の各 Area に属する県を同じ色で Grouping している。つまり、右の地図を見ると、Southern pacific region (オレンジ色の Area West) 以外は含まれる県が異なる。Area (主要港の海域区分) はカタクチイワシに対する漁業形態が似ている県を独自にまとめたものだが、GSF の Region はカタクチイワシ以外の魚種やほかの漁業種類、さらには行政的な利用も総合的に考慮した上での区分である。

(スライド 7) 次に、CAA の作成フローを示す。まず、0.5 cm 階級で県別に月別の体長組

成を作成する。これを、全 Area 共通の体長体重関係式で 0.5 cm 階級の重量組成に変換する。この重量組成を月別の漁獲量で引き伸ばして体長別漁獲重量 (CwAL) を作成し、さらに Area 毎に合計した CwAL を作る。もし欠測月がある場合はこの段階で補間する。さらにそ CwAL を階級ごとの体重で割って体長別漁獲尾数 (CAL) に変換する。この Area 別の CwAL と CAL に全 Area かつ全年に共通の月別 ALK を使って、年齢別漁獲重量と年齢別漁獲尾数に変換する。そして、Area 別の年齢別漁獲重量または CAA を足し合わせて主要港全体の年齢漁獲重量 (CwAA) と CAA を作成し、両者を使って年齢別平均体重 (WAA) を計算する。最後に、全 Area 合計の主要港水揚量と GSF の漁獲量の比で CAA を引き伸ばして VPA に用いるデータが出来上がる。カバー率が 90% のため、引き伸ばし率は約 1.1 倍となる。

○TEO ALK は Region 毎、年毎に違うのか。

○木下 ALK は全 Area 共通のものを使っている。

(スライド 8) 次に、体長組成や年齢査定は毎年どれくらいの数測定しているかという質問に回答する。体長組成の毎年の測定数を右上の表に、Area ごとの平均値とレンジで示した。毎年の平均測定数は、1 万～2 万個体程度である。次に、年齢査定は右下の表に 2000 年から 2017 年までの合計で示した。このデータから作成した ALK を、現在、使用している。また、TEO 博士と KURIYAMA 博士から、年齢査定の誤差は考慮しているか、サンプリング頻度はどれくらいかという質問があった。年齢査定は県の研究機関にお願いしているが、複数名による査定はされていないと思う。また、水産機構での再査定も行っていない。サンプリング頻度は県により異なるが、基本的には水揚げがあった月に 1 回以上は実施していただいている。

○TEO サンプリングは月に最低 1 回以上とのことだが、ここで私たちが知りたいのは、例えば 1 万尾をサンプルしているといった場合、この 1 万尾というのは 1 セットなのか、それとも 100 セットからの抽出なのかということだ。つまり、どのようにサンプリングしているかが重要だと考える。全ての漁獲からの代表的なものなのかどうか、多くの尾数を取っても同じサンプルセットからだあまり意味がない。

○木下 この 1 万個体というのは、例えば 1 回の測定は 100 個体前後であることが多いので、100 サンプル前後を毎年、いろいろな県で合計して取っていることを表す。

(スライド 9) 続いて、利用可能なデータを時系列の模式図で示す。ここに示したのは電子化され整理されているもので、横軸は 1960 年から 2021 年、黒の太文字で示したのがそれぞれのデータになる。データの解像度はデータセットによって異なるが、緑の横棒は現在利用可能な年を示している。例えば GSF は 1961 年から最新年まで年別の値がそろっているという意味である。一方、斜めの網掛けの横棒、例えば MP の Age determination (年齢査定) の近年や Length-Weight relationship (体長－体重関係、LWR) は、現在整理を行っているデータを示している。年齢査定の Area 別の横棒を見ると欠測が多いため、現状、Area 別・年別・月別といった精密な ALK を作成するのは難しい状況にある。

○TEO 年齢査定の問題について、サンプリングをしていないのか、それともサンプリング

はしているが年齢査定をしていないということか？または年齢査定のための予算が無いのか？つまり、年齢査定を実施しようとしているのか、それとも困難なのか。

○木下 サンプリングはしているが、年齢査定をしていないという状況である。マンパワー不足も理由にある。今後年齢査定は拡充したいと考えているが、Area 毎にカタクチイワシの漁期が異なるといった問題もあり、周年で揃った ALK の作成は難しいという問題もある。

○TEO 一般的には、魚体の成長にもよるが、まず漁期ごとに年齢査定をして、違いがあるかを見る。経験的に成長は年によって異なるため、毎年 ALK を作成する必要がある。また可能であれば異なる Area 毎にデータを集計する必要がある。そして、年毎、あるいは季節毎、可能であれば月毎の ALK を作成するのが好ましいが、十分なサンプリングがなければ補間する必要がある。

○KURIYAMA アメリカのアンチョビーに関してはかなり年変動があり、成長の変動もある。これは ALK と WAA のマトリックスで出ているが、そうすると、成熟度に毎年影響が出る。ALK に関してはいろいろなシナリオを検討し、ギャップを埋める方法を模索してはどうかと思う。時系列的な、時間的な変化を捉えたほうが、月別に一つの ALK を持つよりも有用と思うので、将来的な課題として提案したい。

○木下 大変有用なご指摘に感謝する。善処していきたい。

(スライド 10) このスライドは現在使っている ALK である。これに関して TEO 博士から質問を頂いている。この ALK の読み方を説明すると、例えば、緑の枠で囲ってあるのは 1 月の 12 cm の階級だが、仮に 1,000 尾漁獲された場合、0 歳魚が 0 尾、1 歳魚が 438 尾、2 歳魚が 548 尾、3 歳魚が 14 尾という計算になる。先ほどもご説明したとおり、現状はデータが限られていて精密な ALK の作成は難しいため、この ALK を全年・全 Area 共通で使用している。

○木下 (スライド 11) 体長体重関係について説明する。体長体重関係は、2008 年以降は全 Area・全年共通のものを使用している。その式は $BW=0.01 \times SL^{3.00}$ で、左の図では黒の破線で示している。この 0.01 や 3.00 というパラメータは、1998 年から 2007 年までの各年のパラメータ a、b の平均値を使っている。また、この図では、体長体重関係を年別に色を変えて示している。この図を見ると、被鱗体長 12 cm くらいまでは LWR の違いが小さいので、通常加入期であればこの共通の LWR (黒破線) でも大きな問題はないと考えている。一方、13 cm を超えるとこの黒の破線と各年の LWR の差が大きくなるので、高加入期 (大規模に沖合を回遊するとともに、大型化・高肥満度の傾向がある) は年別の値を使ったほうがよいと考えている。この LWR に関して TEO 博士と KURIYAMA 博士から質問を頂いているが、現在、精密な LWR を作成するためにデータを再整理しているところである。それによって CAA がどう変わるかは、今後、検討を進めていきたい。

(スライド 12) 次にチューニング指数を説明する。まず、親魚量の指標値は総産卵量 (Total egg production (TEP)) である。資源評価で指標値として使用したのは 30 分升

目で集計された TEP になる。この総産卵量調査は、機構が作成したマニュアルに基づいて、全国ではほぼ統一的な手法で実施されており、年間 3,000~4,000 件程度のサンプルが採集されている。毎年、協力を得ている県担当者と協議会を開催し、情報交換を行っている。この調査によって得られたデータは、データベースとして運用されており、1978 年から現在に至るまで、40 年以上のデータが利用可能である。

左下の図は、これまでの調査点をまとめてプロットしたものである。写真のようなツインノルパックネットによる鉛直曳きで卵稚仔を採集している。

(スライド 13) 産卵量調査の毎年の調査点を示してほしいとの質問があったので、図にて回答する。30 分升目で集計されたデータベースの値を用いているためトランセクトの線は引けないが、これらが 1982 年から 2021 年各年の TEP の分布図となる。色付きの区画は卵が出現した場所で、青いほど少なく、赤いほど多いことを示している。調査は行ったものの卵が採集されなかった点は×印で示している。

○KURIYAMA 年によって、産卵量は大きく変動している。1990 年は、資源量が多かったので、産卵場が広域に分布していると思われる。しかし少ない年の 1995 年も（1990 年と）卵の分布は類似しているように見える。また 2015 年では産卵場は沿岸寄りにある。また興味深いのは 2020 年で、南西に広がっているが、この年は資源量が少なかったと考えられる年かと思う。

○木下 KURIYAMA 博士からのご指摘のとおりだと思うが、この産卵調査は 1996 年ごろから調査域を拡大しており、親潮黒潮移行域での調査が広く行われるようになった。従って、それ以前とは若干調査範囲が違ふという点に留意をしていただければと思う。

(スライド 14) 加入量の指標値であるトロール調査の CPUE について示す。調査船による表層トロールを使った資源量調査であり、2001 年以降、毎年 6 月から 7 月に実施している。この時期に、カタクチイワシやマイワシなどの小型浮魚類が黒潮親潮移行域

(Kuroshio-Oyashio transition zone (KOTZ)) を北上する。調査点の水平分布と、トランセクトを示した。図中の円の大きさは相対値だが、青色が推定 0 歳魚、赤色が 1 歳魚以上を示しており、この 0 歳魚（青色）の毎年の CPUE をチューニング指数に使っている。ただし、この年齢区分は体長によって分けているため実際の年齢は不明で、現在年齢査定を進めているところである。

○TEO 0 歳魚の分布が興味深い。海岸から離れた沖合に分布しているが、各コホートで沖合の分布割合が特定されているか？これらは各年のコホートを代表できる値なのか？

○木下 残念ながら沿岸と黒潮親潮移行域に分布している魚の割合は分からない。沖合に分布している 0 歳魚や 1 歳以上魚の指標としては、ある程度は使えると考えているが、系群全体を網羅する指標にはならないと考えている。一方、後ほど説明するが、今後、沿岸域における加入量の指標値などの探索を行っていきたいと考えている。

(スライド 15) シラスは CAA には含めていないが、漁業動向を把握するために、毎年情報を整理して報告している。左の棒グラフは GSF のシラス漁獲量を Region 別に色分け

したもので、灰色の凡例はカタクチイワシ以外のシラスを示している。カタクチイワシのシラス漁獲量全体の推移を見ると、年変動は比較的小さく、およそ 20 千トン～25 千トンで安定して推移している。このシラス漁業の影響に関する質問も頂いているので回答する。シラス漁業の影響を評価することの重要性は、我々も認識しているところ。ただ、シラスを 0 歳魚に含めて VPA を試算したことがあるが、シラスの漁獲尾数や平均体重に大きく影響を受けてしまい、良い結果が得られなかった。それに加えて、シラス期の自然死亡係数 (M) は大きく変動すると考えられることもシラスの評価を難しくしている。引き続き、シラスを適切に評価できる方法を模索していく。

○TEO シラスの問題はおそらくカタクチイワシの評価で最も興味深い部分である。シラスは加入前に 20 千トンほどが漁獲されるということで、これを無視して良いか分からない。漁獲されていることは分かっているものの、どのように対処していいか分からないので無視しているということだと思うが、たぶん私も同じことをするだろう。KURIYAMA 博士はどう思われるか。

○KURIYAMA 評価の対象ではなくて、リサーチという観点からすると、中間的な複雑さのモデルについて、イワシとカタクチイワシに関するペーパーをお送りする。(それらのペーパーでは) 統合モデルの枠組みの中で、個体群の動態を生育ステージ別にモデル化し、与えられたデータに最も適合する稚魚の死亡率を推定して成魚や卵の (死亡率の) パターンと比較してみたりする。今回の資源評価の対象外だが、研究対象としてできると思う。資源評価でどう扱うかは、私も分からない。難しいと思う。

○TEO シラスは毎年 2 万トンぐらいが漁獲されるということだが、(シラスを除いて計算している) VPA ではどの程度の加入があると推定されているか。その加入量推定値をシラス漁獲量と比較したら、シラス漁業のインパクトを見積もれないか。通常、加入量は尾数で計算するが、トン数で比較してみてもどうか。

○木下 情報やアイデアをいただいたことに感謝する。

○中野 シラスの漁獲量は CPUE などを基に計算しているのか？

○木下 シラスの漁獲量は農林統計の値である。CPUE のデータが存在する県もあるので、プロダクションモデルのようなモデルでシラスの豊度等を試算するようなアイデアもあるかと考えているところ。

○KURIYAMA (漁獲量が低い) 2004 年には何が起きたのか。

○木下 理由はよく分からないが、ただ漁業者はシラスがごく沿岸海域に集まってこないで漁獲しない。産卵調査の地図を見ると、カタクチイワシはかなり広範囲で産卵しており、分布は沖合に薄く広がっていたと考えている。漁場は、例えば沿岸の潮流や淡水の流入などによってシラスの群れがひと固まりになることで形成されるため、恐らくこの 2004 年や 2017 年は、そういった漁場が形成されづらかったのではないかと考えている。

(スライド 16) 続いて「Biology」に移る。系群構造と水平分布、自然死亡、年齢別成熟率という内容になっている。

(スライド 17) はじめに、系群構造と水平分布を示す。本系群は、高加入期には KOTZ に広く分布する一方、通常加入期には沿岸域に集中的に分布する。TEO 博士から、高加入期に沖合に分布した群れが漁獲されていたかという質問を頂いている。これに回答すると、高加入期は、特に大中型まき網によって沖合の群れが漁獲されていた。右上の図に大中型まき網の CPUE と努力量を示した。この大中型まき網の操業 (operation) の変化も顕著で、白丸で示した努力量は 1989 年から 1990 年にかけて約 6 倍となったが、一方 2011 年から 2012 年にかけては約 30 分の 1 になるなど、急激に変化した。こうした operation の変化は CAA にも表れていると考えている。

(スライド 18) 自然死亡係数 (M) について説明する。全年齢の平均の M は、Quinn and Deriso の経験式に基づいて計算し、その値は 1.412 である。これを 0 歳魚は 1.0、1 歳魚は 1.0、2 歳魚は 1.6、3 歳魚は 1.9 と割り振っている。この M に関し、通常は体重が増えるほど、つまり高齢になるほど M は低下するが、どうして高齢ほど高い M としているのかという質問があった。これに回答すると、まず、Chen and Watanabe の bathtub curve のアイデアを利用していること、二つ目としては、高齢になってもカタクチイワシへの捕食圧は弱まらないと考えられること、三つ目としては、高齢ほど再生産のダメージが蓄積していると仮定したため、このように高齢ほど高い M を設定している。なお今後、機構として M に関して魚種系群横断的に再検証する準備を進めており、今回頂いたご指摘も参考にさせていただきたい。

○TEO 通常のメタ分析により全年齢の平均的な M が得られているが、その値 (1.4) を基にどのような方法で年齢別の値を計算しているのか。マグロなどの評価では、M が一旦下がって繁殖期に再び上昇するというのはあるが、これは上昇し続けているので、その仮定を支持するエビデンスが必要ではないかと思う。良好な年齢査定データがあれば M の上昇を検証できると思うが、この場合はエビデンスが無いのが問題で、あくまでも仮定かと思うがいかがか。

○船本浮魚資源部副部長 正直なところエビデンスは無いが、経験的に決められた数値と理解している。

○KURIYAMA モデルによる結果の違いを探究することも一つだと思う。一つの M の値を全ての年齢に掛けてみる、例えば、初期値をメタ分析の値である $5.4 \div$ 最大年齢とすると結果に大きな影響があると思うが、ここから M を下げた場合どの程度の感度となるか見てみるというのはどうか。2 歳、3 歳の M が 0 歳よりも低いとした場合などを試みてモデルがどのように反応するか。結果が大きく異なるのではないかと思う。M が年齢とともに上昇するというを示すデータが存在しないのであれば、より予防的な形としては、同じ M にするか、あるいは M を下げていくかということだと思う。

○TEO M は (年齢とともに) 上がる、経験的にそういう感覚があるとのことだが、それを吟味するのであれば当然何らかのエビデンスが必要だが、経験によるとした場合には具体的な経験を示すべきだと思う。この点で経験について言及していないので、全く支持さ

れない推計だと思う。もし支持するエビデンスがなければ、シンプルにした方がいいと思う。0歳で1.0というのはそれほど高くはなく、クロマグロよりも低い。従って、より予防的な形にするのであれば、シンプルな仮定というのが最も良いと思う。

○KURIYAMA アメリカのアンチョビーのデータからは、不確実ではあるものの、 M は0.7としている。

○真鍋底魚資源部底魚第4グループ研究員 アメリカのアンチョビーは何歳まで生きて、寿命は考慮しているのか、また日本のアンチョビーで4歳の魚というのは捕れるかどうか伺いたい。

○KURIYAMA 良く覚えていないが、age 3+というように使っている。3+としているので、もしかしたら1~2回程度4歳の測定があったかもしれない。ただ、非常に数が少ないので、年齢査定のエラーかもしれない。4歳以降の耳石のリーディングがなかなか難しいので、3+としている。

○木下 日本のアンチョビーで4歳が捕れたことがあるか、ということに関しては、論文上は、これまでに4歳という個体は出現しておらず、せいぜい3歳までである。

○真鍋 ということは、3歳を寿命として考慮する上で、片側だけバスタブのように M が上がっていくような形を便宜上取っているという認識でよいか。

○木下 そういう解釈もできると思う。「経験的」を少し補足する情報として、十数年前の資源評価では、実は高齢ほど M を低くすると仮定していた時期があった。当時のVPAの結果では、実際にはあまり捕れていないのに2、3歳魚の F が非常に高くなってしまいうという問題があり、それを軽減させるための一つの措置（高齢ほど M を高くする）だったのではないかと考えている。または、卵数法による親魚量の推定も本系群では実施しているが、VPAによる親魚量と卵数法による親魚量の値が近くなるように、高齢の M を高くしたのかもしれない。ただ、いずれも確かな情報ではない。

（スライド19）次は、年齢別成熟率について説明する。「0歳魚で成熟している個体があるはずだが、0歳が0%、1歳以上が100%という仮定で問題ないか」という質問を複数頂いたが、ここではKURIYAMA博士のQ8を示した。これに対する回答は、現在の資源評価では1月1日を起算日としたコホート解析を実施しており、その設定のもとでの年齢別成熟率をこの左の図は示している。即ち、誕生から13カ月以上経たないと成熟しないという意味ではない。ご理解のとおり、本系群は生後半年くらいで成熟する個体が存在する。そして、本系群の主産卵期は4~9月なので、例えば半年で成熟した場合、早い個体では10月頃には産卵できる状態にある。しかし10月には主産卵期を過ぎているため、たとえ産卵していたとしても、その年の加入量への貢献度は低いと考え、このような成熟年齢としている。

（スライド20）「モデル」について説明する。内容は、モデル、推定されたモデルパラメータ、2022年度資源評価の主要な推定結果とモデル診断の結果の順に示し、次いで自然死亡係数の感度解析の結果を示して、最後にプレリミナリーなモデルについて説明する。

(スライド 21) インプットデータに関し、上半分は CAA、左下はチューニング指数の図を示した。右上の CAA の図は、KURIYAMA 博士のご指摘に従って描いたものである。例えば、1990 年と 2013 年は、その前の年である 1989 年、2012 年の年齢組成から大きく変化しているが、これは大中型まき網による operation の変化が影響したものと考えている。そして、VPA は、この CAA に基づき、1978 年を初年として計算している。

チューニング指数に関してご質問いただいたが、この年の評価では、チューニング指数は標準化を実施していないため、信頼区間を示すことはできない。チューニングの期間を 2010 年以降としたのは、大きな理由としては、通常加入期の期間と合わせるため。そのチューニングに使った期間は、左下の図では実線で示している。

(スライド 22) 次に、モデルの式を説明する。まず青枠で示すとおり、VPA、個体群動態の基本構造としては Pope の近似式を用いている。後退法 (backward estimation) による推定のため、各年の 1 月 1 日時点の資源尾数を推定している。

次に赤枠のチューニング部分。リッジ VPA なので、レトロスペクティブバイアスをできるだけ小さくし、なおかつチューニングの効果があるペナルティパラメータ λ (青の網掛けで示したもの) を 0.01~0.99 および 0.9999 の中から選んだ結果、 $\lambda=0.66$ がこの年度の評価で選ばれた。その $\lambda=0.66$ の下で、この赤枠内の式の値を最小化する 4 種類のパラメータ、即ち漁具能率の q 、非線形係数の b 、残差の標準偏差 σ 、そして、ターミナル F を推定した。 q と b と σ はそれぞれのチューニング指数に対して推定され、ターミナル F は 0~2 歳魚の 3 つが推定される。

(スライド 23) 推定されたモデルパラメータを示した。 q は、Total egg production (総産卵量、TEP) では約 2.0、トロール調査 CPUE では 4.5×10^{-30} という値であった。非線形係数 b は、TEP では 0.624、トロール調査 CPUE では 6.689 と推定され、また標準偏差 σ は、TEP では 0.216、トロール調査 CPUE では 0.972 であった。ターミナル F については、0 歳魚は 0.312、1 歳魚は 0.364、2 歳魚と 3 歳魚は等しいとして 0.139 であった。トロール調査 CPUE の q が TEP の q よりも小さいのは、 b の値が大きいためである。

この q について、質問を複数頂いている。まず、パラメータの不確実性については調べていないため示すことができない。また、レジーム間 (高加入期・通常加入期間) で q が変化するかどうかについても検証はしていない。

○TEO この表を見ると、直感的にトロール調査 CPUE は使わない方が良いのではないか。 $\sigma=0.9$ 、 $b=6.7$ 、 $q=4.5$ という数字を見ると、これを使うのは問題だと思う。TEP は我々も使っているが、なぜトロール調査 CPUE を使ったのか。

○KURIYAMA この 2 つのデータの分布を見てみると、トロール調査 CPUE は他のデータとは全く関連性がないと思われる。トロール調査 CPUE を使うと、違ったエリアの結果になるのではないか。

○木下 TEO 博士、KURIYAMA 博士から、それぞれご質問いただいた。

(スライド 41) まず、トロール調査の CPUE をなぜ入れたかという TEO 博士のご質問に対し、TEP のみでのチューニングの試算も実は行っている (スライド 41)。丸の凡例

(○) が TEP のみでチューニングした場合の加入量を示しているが、直近年で高く跳ね上がってしまい、とても自然界の状態を表しているとは思えなかったため、TEP のみでのチューニングを諦めた。トロール調査 CPUE を加えた結果を三角形の凡例 (△) で示したが、TEP だけのモデルに比べてまだ現実的な値に収まっていると判断し、トロール調査 CPUE をモデルに使うこととした。

○KURIYAMA 2020 年を見ると別の感度が見られる。2021 年にどうして加入量が急激に高くなったのかよく分からない。

○TEO このレビューのプロセスでどの部分を私たちがお手伝いしたらよいだろうか。最近年におけるパラメータの推定が上手くいっていないような状況のモデルは、これまでも見たことがある。これは、指標値が悪いのではない。なぜなら、指標値は跳ね上がっておらず低いままだからである。つまり、指標値以外の要素が最近年の加入量の跳ね上がりに影響しており、これを抑えるだけの重みづけや情報が指標値にはないということ。ここで用いている指標値は親魚量の指標値であるため、少なくとも 1 年の時間遅れがある。このため最近年の加入量に関する情報は欠落しており、そのため最近年の加入量の推定値の自由度があがってしまい跳ね上がっている。私が担当しているビンナガマグロにおいても直近 3 年に関しては加入量の情報が無い。そのため、もし直近 3 年において急激な跳ね上がり (スパイク) がみられた場合には、これらの年に関する情報は乏しいため結果は信用できない、と言うだろう。つまり、指標値が悪いということでは無い。もしこれについてもっと深掘りしたいのであれば、モデル診断など色々と精査できるが、どう考えておられるかわからない。既にこの資源評価は終わっているということなので、別のモデルで評価を試してみるつもりがあるかどうか、教えていただきたい。深掘りをするには時間もかかる。

○木下 私としては、2 つの指標値を使った資源評価を継続したいと考えている。

○TEO もう一つ、不確実性を考えるときに、推定値の不確実性も示すと最近年の 0 歳の推定値の不確実性は (情報が不足しているために) ものすごく大きくなるだろう。このため不確実性の幅が非常に大きいものになることによって、その推定値は信頼できないというよいシグナルになるが、この結果ではその不確実性の幅が示されていないので心配になるのだと思うが、私にとってそれは大きな問題では無い。なぜなら、その跳ね上がった推定値を信用しないからである。その数値は加入量に関するものであるのに対し、指標値は 1+歳に関するものであり、最近年の加入量に関する情報が無いためである。

○木下 モデルの理解が深まった。この急上昇にとられすぎるべきでないというご意見かと思う。ただ、この年の加入量の推定値も得られないということになってしまうので、やはり 2 つの指標を使えないかと思う。

○TEO この（急上昇した 2021 年の）加入量推定値をどうしたら使わないで済むか考えるべき。もし将来予測にあたり何らかの推定値が必要であるとしたら、急上昇した推定値を使うべきではなく、その前の年（2020 年）の値を使うほうがリーズナブルな予測ができると思う。不確実性が高い場合には、どの数字を使うかはよく考えるべきだと思う。

○KURIYAMA 沖合の 0 歳魚調査結果を使うのは加入量推定値の急上昇を抑えるためとのことだが、私なら、沖合の 0 歳魚は使わない。その代わり、その推定値を予測に使わない方法が必要になる。モデルを 2020 年までで計算し、似たような急上昇が見られるかどうか、レトロスペクティブパターンを確認してはどうだろうか。もし加入量推定値の急上昇が毎年一貫して起きていれば、予測についてモデルで捉えられていない何かがあると思われ、それは確認すべきで、推定値は使わない方法を探ってもらいたい。カタクチイワシの資源量が 2 年前の 0 歳魚加入量に影響されるのであれば、0 歳魚の M についても検討すると良いと思う。

○木下 産卵量のみを用いてレトロパターンのようなものを調べ、同じように最新年の加入量推定値が急上昇するかは見られると思う。トロール調査 CPUE の指標はなるべく使わずに、というのがレビュアーの方々のご意見だというのは、少なくとも理解できた。関係者で少し議論してみたい。

○中野 今の議論は非常に重要なので、昼休みにでももう少しいろいろ話してもらったら良い。

<昼食休憩>

○木下 午前中、加入量（トン数）をシラスの漁獲量で割った値はどうなるかという質問をいただいていた。通常加入期は加入量の 10 分の 1 くらいで、高加入期は 50 分の 1 くらいの値になる。

（スライド 24）資源評価の主要な推定結果を説明する。左上から順に、年齢別資源尾数、年齢別資源量、資源全体の資源量と親魚量の図となっている。本系群の大部分は 0 歳～1 歳魚によって占められており、左の棒グラフのオレンジと黄色の凡例がそれにあたる。右下の折れ線グラフは、赤丸が全資源量、青丸が親魚量で、親魚量は 1 歳以上の資源量と等しい。

（スライド 25）次にモデル診断の結果を示す。残差プロットについて、左上の 2 枚が残差トレンドを示しており、Index 01 は TEP の残差、Index 02 がトロール調査 CPUE の残差を示している。図からも明らかなように、Index 01 の残差のほうが Index 02 よりも小さいため、指標値としての重みは TEP の方が相対的に大きいというモデルになっている。先ほど、トロール調査 CPUE の信頼性に関するご指摘もあったが、 σ が大きいので、その重要度は、モデルの中では相対的に下げているという扱いになっている。

（スライド 26）次に、レトロスペクティブ解析の結果を示す。2016 年のレトロスペクティブパターンが特に大きく、これは、事前検討したプレリミナリーモデルでも似た感じ

のパターンを示した。この 2016 年のレトロスペクティブバイアスがなぜ起きているのかというと、漁獲死亡係数 (F) の図の紫色の凡例は 2 歳魚と 3 歳魚の変化を示しているが、このターミナル F が 2016 年のものは小さく推定されており、2 歳魚以上の資源尾数が増加したため、資源量と親魚量が大きくなったと考えられる。

(スライド 27) 続いて、M の感度解析の結果を示す。現在設定している M を 0.5 倍、1.5 倍した場合の感度解析結果である。KURIYAMA 博士の指摘に従い、y 軸をズームアウトして描き直した図を示した。この図で、△の凡例で示したのは M を 0.5 倍した感度解析結果で、F を見ると、○ (基準) よりも△の方が高くなっている。M が下がることにより F が上がるため、資源量や加入量は少なくなる。逆に+の凡例で示した M を 1.5 倍する感度解析では、M を上げることにより F が下がるため、資源量や加入量は多くなる。ここに示した以外の感度解析を行っているか、また管理基準値への影響はどうかという質問を頂いているが、ここに示したものの以外の感度解析は行っておらず、また管理基準値への影響も検証していない。

○TEO このレビューのプロセスが、われわれのアメリカでのやり方と違うところ。例えばこのケースでは、レビューアがもしわれわれに対して質問するとしたら、このモデルを実行して、レビューで実際に走らせてみるということを言われると思う。この分析は行っていない、とは言えない。実際に行ってみて、次の日にその結果を見ようということになる。少しそういった違いがあると思う。スケールアップ、スケールダウンだけではなくてフラットな (年齢によらず一定とした) M とした場合にそれが他の値にどう影響するのか、ということを見たい。このレビューのプロセスでは、あまりモデルの実行はしないと聞いているので、あまり有用なアドバイスはできない。

○木下 承知した。ご提案いただいたようなフラットな M を仮定した場合に、資源量、加入量もそうだが、チューニングに用いた各種パラメータの値がどのように変わるのか等も、本来であればしっかりと調べていく必要があるのだと思う。

(スライド 28) 続いて、暫定モデルに関する TEO 博士からの質問、この年度に採用したモデルが選ばれた背景について説明する。まず、Step1 では、単純な VPA を行なった。ここでの問題は、2~3 歳魚の F と漁獲割合が、実態と懸け離れて大きすぎるという点であった。実態と懸け離れて、というのは、漁業現場の感覚に合わないという意見が会議で出されたという意味。実際はもっと低いのではないかという意見であった。そこで、チューニングで改善が行えないか、Step2 では、リッジではない通常のチューニング VPA (リッジ VPA の $\lambda=0$ に等しい) を行なった。ここでの問題は、F の Mohn's ρ (レトロスペクティブバイアス) が大きすぎるという点であった。この $\lambda=0$ の結果については、次のスライドで示す。Step3 から、リッジ VPA の検討を行なった。まずターミナル F の推定方法を、3 歳魚の F を推定する maxF か、0~2 歳魚の F を推定する allF の 2 とおりを試算して、比較した。ここでの問題として、maxF のモデルでは単純な VPA の結果と類似してしまい、チューニングの効果がほとんど得られないという点であった。最後、Step4 で

は、allF の手法の下でチューニングに使う年数を検討した。ここでの問題は、all-year のモデルでは F の Mohn's ρ の絶対値が 0.2 を超えるモデルが大半であったため、2010 年以降のチューニング指数で実施することとした。

(スライド 29) これが TEO 博士から指摘のあった、リッジを入れない場合のレトロスペクティブ分析の結果である。まず特徴として、F の推定バイアスが大きいこと。特に、1 歳以上を示す緑と紫の凡例に大きなバイアスがある。一方、この年度に採用した $\lambda=0.66$ のモデルと同様に、2016 年の資源量や加入量にバイアスが見られた。

(スライド 30) maxF と allF の手法の違いの説明。maxF は、最終年の最高齢、つまり 3 歳魚の F のみを推定する手法である。このとき、最終年の選択率は、通常の VPA の過去 3 年平均の F から求めている。allF というモデルは、最終年の 0~2 歳魚の F を全て推定する手法です。なお、どちらのターミナル F の推定方法でも、2 歳と 3 歳は同じ F、つまり、選択率が全ての年で一致するとしている。

○TEO 異なる手法の違いの説明 (スライド 28) の最初のところまで戻っていただきたい。私が考えるところ、本質的な問題となり得る CAA を懸念している。そもそも、産卵量指数 (Egg production index) は、それほど悪くないと思います。Mohn's ρ が高くなるのは常に最終年か、それとも複数年かによって問題点は異なると思われるが、そうしたことを懸念している。一つには CAA を理解すべきかもしれないが、分からない。

○木下 まず一つ目の、レトロスペクティブバイアスが複数年か、最終年のみかというご質問ですが、Mohn's ρ の指標値は複数年の値を合計したものになっている。最新年から 5 年分さかのぼって、そのさかのぼった年の推定値で最新の推定値を割った、その相対的な値の合計が Mohn's ρ だと理解している。

○TEO Mohn's ρ はそれでよい。スケールが下がったり上がったりする異なるパターンがあるが、これが 1 年なのか 2 年なのか、Mohn's ρ のレトロスペクティブの形が違うのか、変わってくるのかということが知りたい。

○KURIYAMA アンチョビーのような短命の魚のモデルにおけるレトロスペクティブパターンは急激に変わることがある。資源量でパターンが全て低ければ、レトロスペクティブパターンは全体としては問題ないだろうが、しかし最近 5 年間で資源量が大きくなった場合には、大きなレトロスペクティブパターンが表れるだろう。これはデータが異なっているからである。5 年間のレトロスペクティブパターンというのは、いわば 1.5 倍分のコホートである。一般的に、資源量が増減する場合には、1 年、2 年、3 年とデータを削除するというのは、非常に大きなレトロスペクティブのパターンを形成する。これは、資源量が増えたからである。これらは未解決の問題で、米国では長寿命の資源についてはレトロスペクティブ解析を行うが、アンチョビーでは重要視していない。将来に向けての提案だが、カタクチイワシについてレトロスペクティブ分析がどれぐらいの価値があるのかということを考える必要があるのではないかと。もう一つ、私の考えでは、2 歳と 3 歳の F が高くなることについて、この資源は全ての年齢に対する F によって管理されるので、2

歳、3歳のFというのは直接的には管理に影響しない。私の質問は、MとFの関係から導かれたFの大きなレトロスペクティブパターンをどれほど考慮すべきか、ということ。1歳魚と2歳魚では、Mが高ければFが低くなり、逆にMが低ければFが高くなる。TEO博士の質問に戻ってくるが、CAAのデータから漁業種類によるサイズ選択性やその変化をよく理解し考慮することが、0~2歳のFやMの変化を推定することよりも重要ではないか。

○木下 非常に鋭いご指摘と受け止める。おっしゃるように、このモデルは、レトロスペクティブ解析というところに重きを置いて選んだのだが、短命種にとってレトロスペクティブ解析の重要度が低いというのであれば、大きなインパクトがあると感じた。

○船本 レトロパターンが出る大きな理由の一つとして、指標値の持っている情報と年齢別漁獲尾数が持っている情報の不一致だと理解している。ただ、チューニングをしていると、最初はチューニング指数が正解なのですが、2年後にはそれが不正解になってしまう。要は、年齢別漁獲尾数が正解、指数が不正解になってしまう。この問題の解決策は、われわれは今、持っていません。ただ、一つの候補としては、SAMといったMの年変化などを考慮できる、もしくは、チューニングの効果が過去にもさかのぼるような手法を導入することによって、一つの解決になることを期待しているところ。

○TEO Peterと少し話したが、私たちが若干懸念しているのはVPAによる解析のためにCAAを算出しているが、それをフレキシブルに、緩く当てはめられないかということ。EPIは指標として、完璧ではないにせよ、まあまあ良いが、これは加入量の指標ではなくSSBの指標、即ち1歳魚の指標である。一方、0歳魚の指標（トロール調査CPUE）は適切ではない。私たちはシミュレーションモデルである前進計算の年齢別漁獲尾数モデルを試してみることを勧める。利点としては、異なるデータの影響を制御することができる。私はVPAの専門家ではないが、VPAでは制御できないものができるようになり、問題点も明らかになると思われる。私はおそらくCAAが問題だと考える。1~2歳、2~3歳のあたりに間違いがあるのではないか。EPOでのアンチョビーに関する経験から1歳魚や2歳魚と考えているものが本当は違って、成長が少し違うだけだということも有り得る。

○KURIYAMA 1歳から2歳、2歳から3歳とVPAは年齢組成を当てはめているが、こうしたモデルだと、最終的にFやMが高くなる。前進計算の年齢別漁獲尾数モデルを用いることの利点は、あるデータソースからの年齢別漁獲尾数の選択率と他のデータソースからの年齢別漁獲尾数の選択率とを異なるものと仮定することが出来ることであり、それにより現実的なFやMが推定できるかどうか試してみる価値はあると考える。米国西岸のアンチョビーでは、年齢組成の当てはまりが悪い。なぜかという、アンチョビーは年々、または年内でもかなり移動するため、年齢組成のデータからコホートの構造を見るのは困難。したがって現有する指標値を優先している。本系群ではVPAのためにCAAの

当てはめを優先しているが、カタクチイワシに関してはあまりに資源動態の変化が大きい
ため、私なら、モデリングプロセスとして VPA からは始めないと思う。

○木下 大変有意義なご教示をいただき感謝する。

○船本 米国西海岸のアンチョビーでは、どのようなモデルを使っているのか？

○KURIYAMA Stock Synthesis 3 の統合分析である。

○船本 体長組成を重視しているのか？

○KURIYAMA 指標値に重きを置いている。指標値が最優先で、年齢組成はさほど優先
しておらず、うまくフィットしていなくてもいいと考えている。

○船本 情報に感謝する。

○KURIYAMA もし将来的に検討されるのであれば、モデル、あるいは診断について私
のほうでお手伝いできると思う。

○木下 感謝する。

(スライド 31) 続いて Stock-Recruitment の説明に移る。まず、レジームの区切りは
どのように決めたのかという質問に回答する。年の区切りは Kurota et al. (2020) の論文
を参考にした。いくつかの年区切りを試して、最小の AICc となったベバートン・ホルト
モデルを採用しました。上の図の青線が高加入期のレジームで、赤線が通常加入期のレジ
ーム。破線は 90%信頼区間を示している。現在は、赤色の通常加入期にあると考えてい
る。 続いて、通常レジームがいつまで続くのかという質問に回答する。北西太平洋で
は、これまで約 20 年ごとにカタクチイワシとマイワシが豊漁となっているが、今後もこ
の周期で続いていくのかどうかは、今のところ分からない。

(スライド 32) Projections (予測) に移る。まず管理基準値を説明した後、神戸プロッ
トの説明、Harvest control rule、将来予測の結果、の順に説明する。

(スライド 33) はじめに、管理基準値について説明する。現時点でステークホルダー会
合が終了していないため、まだ案のままとなっている。右上の表に示した管理基準値は通
常加入期の場合のもの。MSY は 81 千トン、そのときの親魚量は 112 千トンで、これを
 SB_{target} (目標管理基準値) 案としている。その下の Harvest control rule (漁獲管理規
則) において規制を強め始める限界管理基準値 (SB_{limit}) 案は親魚量が 28 千トンを下回っ
た場合とし、さらに、禁漁水準案 (SB_{ban}) は親魚量が 3 千トンを下回った場合としてい
る。2021 年の親魚量は 79 千トンと推定されたので、現状は SB_{limit} を上回っている。

KURIYAMA 博士からの質問に回答すると、データの不確実性はモデルの不確実性には
含まれていないため、この管理基準値案の不確実性にも反映されていない。

(スライド 34) 神戸プロットを説明する。KURIYAMA 博士の Q1 への回答だが、この
左の神戸プロットは通常加入期の年のみを示しており、高加入期の点は除いて描いてい
る。次に KURIYAMA 博士の Q15、各年の SPR の計算にはどんな選択率を使っているか
という質問に回答する。まず、各年の SPR の計算には、各年の選択率と平均体重を使っ
ている。ただし、各年の選択率や年齢は F_{msy} のそれらとは異なるため、%SPR を仲介して

F_{msy} と比較している。実際の計算では、各年の F を何倍すれば MSY 時の $\%SPR$ に相当するかの係数 (X_t) を求めて F ratio を計算している。

(スライド 35) 続いて漁獲管理規則について説明する。この 2 枚の図は、デフォルト ($\beta=0.8$) の漁業管理規則 (HCR) を示している。先ほども説明したように、 SB_{limit} 以下の親魚量になると、係数 γ を掛けて、規制を強める規則となっている。現在の親魚量は SB_{limit} 以上にあるので、 $\beta=0.8$ が掛かっているのみの状態。なお、この HCR は、ステークホルダー会合を経て最終化されるため、今後変わる可能性がある。

(スライド 36) 将来予測の結果を示す。質問を頂いているが、現在の将来予測の方法では、こちらの前進法に基づいており、加入量以外の不確実性は考慮していない。また、左上の赤枠で囲ったところは加入量のパネルだが、この将来予測の加入量が過去の加入量よりも相対的に低いのは、通常加入期の再生産関係を使用しているためである。将来予測の体重に係る質問も頂いている。将来予測における体重は、高加入期を除いた年の各年齢の平均値を当てている。

(スライド 37) このスライドで示したのは、目標管理基準値を上回る確率である。上の表が SB_{target} を上回る確率、下の表が SB_{limit} を上回る確率で、色が濃いところほど高い確率を示している。この表の一番左のグレーの列が調整係数 β 、2 列目の 2021 年が資源評価の最終年、3 列目 2022 年から右の列が将来予測部分。管理が始まるのは、この年度の評価の場合 2023 年からなので、評価最終年の 2 年後から管理が始まるというルールになっている。また、これらの表では、管理開始から 10 年後の値を太字で示しているが、この 10 年後における目標達成確率が HCR を選ぶ一つの判断基準となっており、確率が 50%以上となる β を基本的には推奨している。なぜ 30 年先まで将来予測をしているのかという質問を頂いている。これについては、現在のルールでそのように決まっているため、資源評価会議の開催の頻度等とは関係ない。

(スライド 38) 将来予測最後のスライド。上の表はシミュレーション 1 万回分の平均親魚量、下の表は平均漁獲量で、色が濃いほど親魚量や漁獲量が多いことを示している。 SB_{target} は 112 千トンであるため、この 2022 年度の資源評価の将来予測では、どの β でも平均的には SB_{target} を上回っている。次に下の平均漁獲量は、漁獲尾数は Pope の近似式によりこちらの式で計算し、これに年齢別体重 (下の値) を掛けて、漁獲量を算出している。

ここで、この年度の評価における生物学的許容漁獲量 (ABC) の候補となる数値を赤枠で囲っているのはスライド 37 で示した (2033 年における) SB_{target} 達成確率が 50%以上となる β で、この年度の評価の場合、最大の ABC は $\beta=0.9$ の場合で 109 千トンとなる。

(スライド 39) その他、について説明する。まず、卵数法による親魚量推定結果とコホート解析による親魚量推定結果の比較である。左上の図で、折れ線グラフが卵数法による親魚量、棒グラフがコホート解析の親魚量、つまり 1 歳以上の資源量である。ここで、卵数法による推定親魚量が 1982 年からスタートしているのは、計算の根拠となっている

Takasuka et al. (2005) の生物データが 1982 年以降のためである。左上の図を見比べると、折れ線グラフと棒グラフの一致度は比較的高いという結果が得られている。また、この卵数法による親魚量の推定は、コホート解析とは異なり、海域別に親魚量を推定できるという点で利点があると考えている。TEO 博士から卵数法による親魚量の計算に関する質問を頂いたので回答する。まず、この卵数法による親魚量は VPA のチューニングには用いていない。また、計算の根拠となっている Takasuka et al. (2005) のデータの更新については、今後検討していきたいと考えている。

○TEO チューニングされたモデルの中にある TEP と卵数法による親魚量との違いについて、TEP は基本的に産卵量そのもので、親魚量には変換されていないと理解しているが、それぞれは相関が非常に高いということによいか。例えば、これらの相関を取ってみたら、相関係数は 0.9 など（の高い数値）になると思うが、いかがか。

○木下 具体的に相関係数の値は思い出せないが、かなり一致度は高いのではないかな。ただ、卵数法により推定した親魚量では、バッチ産卵数、水温、GSI 等を考慮しているので、それらの、例えば GSI などの不確実性がさらに含まれることになるのではないかと考えている。

○TEO 個人的には、長期的には、これを主要なインデックスとして使うことを勧める。標準の産卵量指標として、非常に有用かと思う。

○木下 有用なご指摘に感謝する。

(スライド 40) それでは、次の質問への回答に移る。音響調査による資源調査を行っているかという質問に対しては、調査船調査でデータは取得しているものの、魚種を分離できていないため、現状は資源評価に使える状態にはない。ただ、国内のほかの魚種系群では音響調査のデータを資源評価に取り込んでもいるものがあり、例えば対馬暖流系群のマアジなどが音響調査のデータを使っている。次に、SCAA や統合モデルを実施したことがあるかという質問だが、これに関しては、これまでに取り組んだことはない。

○TEO 勧告事項に含めると思うが、音響調査の実施をぜひ検討してほしい。実際に音響調査をされているし、特にこのような魚種の評価においては、一般的に最も重要なデータソースは音響調査になると思う。通常我々は音響調査とトロール調査を両方実施しているが、もしリソースがあるのであればそれが最良である。しかし資金や人員等にも関わってくると思うので、音響調査を最重要視して、産卵調査等をバックアップの調査だと捉えて実施するのが最も良いと考える。

○木下 ご教示に感謝する。

○船本 その魚種判別のトロール調査というのは、何地点ぐらいで実施しているか。

○KURIYAMA 調査期間中は毎晩実施する。音響調査を昼間に実施して、夜は戻って 1 晩に 3 回のトロール曳網を行う。調査場所は、昼間に音響調査で分布が確認されたところで行い、音響調査とトロール調査の双方による資源量推定結果の関係をみる。また他国の調査では、昼間に音響調査とトロール調査を同時に行う場合があるが、米国では、対象と

する魚種が日中はかなり深い底に潜っていて、夜になって海面のほうに浮かんできて採集が容易になるために、夜にサンプリングしている。このような音響調査とトロール調査の両方による調査を非常に広範囲で実施している。より詳細な情報を後ほど提供する。

○船本 感謝する。

○木下 (スライド 41) こちらのスライドについては、先ほどしっかりと議論をさせていただいたので省略する。1 点だけ補足すると、この TEP のみを使ったときに 0 歳魚の加入量が跳ね上がったのは、選択率が低かったことも影響していると思う。この選択率は maxF の手法なので、単純な VPA の最近での選択率を使っている。そういったことも影響したのではないかと思う。

(スライド 42) 将来予測に関する質問について。短期的な将来予測の精度はどうかというご質問で、有用なご指摘に感謝する。これに関しては、詳細な検討は今後の課題とさせていただきたいと考えている。ただ、本系群は非常に短命種であり、0 歳魚が資源の主体であることから、短期的な将来予測の精度は決して高いとはいえないと、私たちも考えている。

○TEO 短期的な将来予測の精度がそんなに高くないことを資源評価報告書に含めることは大事だと思う。そう書くことで管理者に理解してもらおう。

○木下 ご指摘に感謝する。そういった、精度が高くないといった情報も有用だということであり、今後、報告書を作成する際に参考にさせていただきたい。最後のスライドです。

(スライド 43) 今後の課題について、考えられるものはあるかというご質問を頂いており、優先度の高いものを示した。ALK や LWR の更新、あるいは、トロール調査 CPUE だけでは不安もあるので沿岸域における漁業 CPUE などの探索、また、この年度の段階ではチューニング指数の標準化を行っていなかったもので、それも必要だろうと考えている。そのほかに、このピアレビューの会合を通して頂いたご指摘なども、今後、資源評価を改善する際に活用させていただきたいと思っている。発表は以上である。

カタクチイワシ対馬暖流系群

○中野 それでは大下誠二副部長（水産資源研究センター浮魚資源部）対馬暖流系群の発表をしていただきたい。太平洋系群と共通の論点もあろうかと思うので、対馬暖流系群の発表が終わったところで、両系群合わせての質疑応答という形にしたいと思う。

○大下 それでは、カタクチイワシ対馬暖流系群の説明を始める。本系群について丁寧にレビューしていただき感謝する。

(スライド 2) まず、生物学、生態学の中の資源構造と分布についての質問に対する回答を、ここに示した。最初の質問はカタクチイワシの分布についてだが、日本の漁業によるカタクチイワシの漁場は、日本の沿岸のみで漁獲されている。詳しくは次のスライドで説明する。2 つ目の質問についてだが、われわれはデータは持っていない。漁獲量だけで

見ると中国が最も多く、次いで韓国が多い。日本の漁獲量は中国や韓国よりもかなり少ないと考えている。3つ目の質問は次のスライドで示したい。4つ目の質問について、本系統は2つのレジームを想定していない。これらが回答となる。

(スライド3) 日本海、東シナ海におけるカタクチイワシの分布について説明する。左側は、中国の研究者が『**Fisheries Oceanography**』で報告した論文の図。カタクチイワシは、東シナ海、黄海、渤海に幅広く分布している。冬には南の海域、東シナ海に滞在し、夏には渤海、黄海といった北の海域に移動する。これが、中国の研究者が発表した論文の模式図である。向かって右側は、韓国の研究者が『**Fisheries and Aquatic Science**』で発表した論文の図で、カタクチイワシの卵や仔魚の分布を示している。カタクチイワシの卵や仔魚は、朝鮮半島の周りに広く分布していることが分かる。このように、韓国のカタクチイワシの分布は日本のカタクチイワシの分布に近いことが分かるが、中国のカタクチイワシの分布は日本の沿岸からかなり離れている。カタクチイワシの資源構造に関する論文は多くない。以上が、資源構造と分布に関する回答です。

(スライド4) 次に、成長に関する質問。最初の質問について、われわれが成長式を推定するのに用いたサンプル数は34万9,812個体である。これらは全て、日本海、東シナ海の日本の沿岸で採集されたもの。ほぼ毎月のサンプルがあり、小型の個体から大型の個体までさまざまなものがデータベースに登録されている。2つ目の質問については、ご指摘はごもっともだと考えている。今用いている成長式が発表された当時は、耳石による解析は困難だったが、今後、耳石を用いた年齢査定も進める必要があると考えている。3つ目の質問については、この海域では3歳魚は採集されない。

○TEO ということは、サンプル数は34万個体程度ということだが、3歳以上は出現しないということか。

○大下 はい。恐らくないと考えている。

○TEO なぜそれが重要と考えるかということ、全減少係数 Z が高いということ。 $M+F$ の値が非常に高くなるが、もしかしたら、3歳魚はこの調査海域外、東シナ海側や中国大陆側に分布しているのか。

○大下 この論文では明確に書いていないが、中国の他の論文で3歳魚のカタクチイワシが1割いると書かれているものもある。なので、沖合域には大型のカタクチイワシがいる可能性はあると思う。

○TEO 日本のサンプルには3歳魚はいなかったということ。

○大下 そのとおり。(スライド5) 中国の論文は示していないが、韓国、そして日本の春生まれ、秋生まれの成長曲線を示した図がこれである。オレンジ色が日本の春に産まれたカタクチイワシ、灰色が秋に産まれたカタクチイワシ、青色が韓国で分析されたカタクチイワシの成長様式になる。青色で示した韓国の個体は、日本で分析されたものよりもやや成長が悪いようだ。

(スライド6) 続いて、成熟と死亡率に関する質問に対する回答。最初の質問に対する回答として、確かに、春に産まれた個体の一部がその年の冬に産む可能性はあるが、資源の主体とは考えていない。なぜなら、水温が低すぎて仔魚が生き残れない可能性があるからである。4月に生まれたカタクチイワシが半年後、10月や11月に産む可能性はあるが、そこで産まれた仔魚は低い水温で過ごさないといけなため、さほど多く生き残らないと考えている。また、0歳魚は1月1日には産まないで、産卵親魚量の計算には0歳魚を含まないのが妥当だと考えている。2つ目の質問については、Mはほかの魚種も含めて将来的な課題だと考えている。本系群は全ての年齢で一定と仮定している。

○TEO 全ての年齢で1.0だが、これはメタ分析に基づいて1.0としたのか。どのようにして1.0という数値を導いたのか。

○大下 過去、10年以上前に、経験的に1.0がよいだろうと判断された。ただ、今後は見直していきたいと思っている。

(スライド7) 漁獲統計に関する質問への回答を示す。最初の質問については、本系群の資源量は韓国と中国のデータは含めず、日本の漁獲統計やデータだけで行っている。

2つ目の質問については、シラスを含んだ計算も同じように計算している。3つ目の質問については、将来データが組み込めるのなら、われわれは検証することは可能である。ただし、現状では中国や韓国の詳細なデータは無い。

○TEO 私が思うに、この評価の最大の問題点は、中国と韓国の漁獲量。他魚種の評価で分かったことだが、中国のデータはなかなか手に入らないが、一般的に韓国の漁獲量は見つかる、入手できると聞いている。たぶんカタクチイワシの場合も同じではないかと思うが、なぜ韓国の漁獲量を評価に含めないのか。そうすれば、中国の漁獲量についても、努力量等に基づき合理的な推定ができるのではないか。日本の漁獲量と匹敵する中国と韓国の漁獲量を対象としない理由は何か。

○大下 後にご質問に対する回答があるが、中国と韓国の漁獲量は分かっている。ただし、体の大きさ、サイズが分からない。コホート解析をしているので、中国と韓国で漁獲されている魚体の大きさが分からないと、本当に同じような漁獲構造をしているかどうか分からないと思っている。

○TEO ということであれば、もしかしたら解決策があるかもしれない。詳細は、後ほどの回答時にお話ししたいと思う。

○中野 議長からもお聞きしたいのだが、日本沿岸のカタクチイワシと、中国と韓国のカタクチイワシの資源構造をどのように考えているか。回遊は分かっているか。

○大下 論文はない。ただ、仮説としては、韓国はすぐ近くに漁場があるので、日本と韓国については同じ資源を漁獲していると考えている。ただし中国に関しては、漁場が全く異なり、漁獲量のトレンドも全く異なる。したがって、中国に関しては今後研究を進めなければならないと思っている。

(スライド8) 続いての質問について、日本の科学者も、他国の研究者との共同研究を望んでいる。長崎県の CPUE については、長崎県が日本の東シナ海・日本海の漁獲量の半分以上を漁獲するので、代表的であると判断した。次の質問については、そのとおりだと思っている。この仮定は、韓国の年齢別漁獲尾数は日本のものを単純に引き延ばしただけなので、似たような結果が出てくる。したがって、韓国の詳細な体長組成が必要だと思っている。その次の質問について、シラスを獲っているかどうかの情報は無い。体長についての情報も持っていない。次の質問への回答も同じで、両国の体長組成に関する情報は全く無い。

(スライド9) 8つ目の質問について、中国や韓国の統計を基にした資源計算は可能だが、中国の漁獲統計の公開は、韓国や日本よりも1年遅れる。さらに、体長組成などのデータは公開されておらず、全体的に深刻な問題だと考えている。9つ目の質問について、この資源評価は、仮定を変えて、感度解析としていくつかのシナリオで計算している。これらについて、ステークホルダー会議で漁業者に全て説明をし、これらのシナリオの中から選んでもらうようにしている。

○TEO ここで中国と韓国の漁獲について議論するが、一般的にこの回答は適切でなく、中・韓の漁獲を含まないことは最大の問題点である。Peter も言っているが、中・韓の漁獲量は含めるべきである。特に少ないのであればよいが、一般的に、これは日本の漁獲量よりも多いので、MSY や解析値の算定にあたって含めるべきである。したがって選択性を入れられるようにモデルを改変する必要がある、それによって問題は解決できると思う。根本的に、漁獲されているのに入れていない、つまり漁獲量を0と仮定していることは受け入れ難く、良くないと思う。

○大下 そのとおり、深刻な問題だと思っている。日本の研究者は、中国や韓国の研究者と交流して情報交換をしたいと思っているが、今のところ交流がない。

○TEO ただ、私が言っているのは、もしそういった体長のデータがなくても、いくつかの前提を置くことができるということ。精度がそれほど良くなくても、0だと想定するより遥かに良いと思う。

○大下 十分に分かっている。しかし、非常に難しい問題だと思う。

○KURIYAMA そう、これは資源評価の外の話として興味深い研究論文だろう。回遊について異なる仮定、例えばより高齢の個体は中国沿岸に移動するといった仮定の下で、あるレベルでの漁獲量を想定して VPA を再現して様々な資源状況を考えることで、中国のデータが得られないというのが現実的であっても、資源量の範囲のようなものが感覚的に理解をできるのではないかと（管理には直接使えなかったとしても）。

○TEO もう1つ、日本の行政官たちが韓国や中国からの漁獲を考慮したいかどうか。米国でも、例えば、メキシコが来年からデータを提供しなくなったとしたら、通常の評価はできなくなる。その場合、どのようなオプションを取り得るかという、頭に浮かぶのは、米国の水域での調査結果を基に、MSE モデルを利用し、何パーセント位までの漁獲

なら資源状態を維持できるかを調べることである。そのような方法が一番単純であると思うが、日本の行政官たちがどうしたいのかなどの状況はわからない。

○大下 ありがとうございます。ほかの魚種、アジやサバも含めて、中国、韓国の情報をどのようにモデルに組み込むのかということが非常に大切だと思っている。ほかの魚種、例えばマサバについては、中国のインデックスを推測するようなモデル開発を進めているところ。同じようなことがカタクチイワシでもできるかもしれない。

○中野 今、KURIYAMA 博士から良いご示唆をいただいたと思う。ルーチンの資源評価を大幅に変えるのは難しいとしても、要するに、委託事業の資源評価の枠外で、研究活動としていろいろな仮定を組んで、例えば中国の漁獲を入れて同一資源として計算したらどうなるかというようなことを検討したらいいのではないかということで、これは非常に良いご提案だと思う。

○大下 検討することは可能だと思う。ここでは他の魚種も含めて将来的な課題としてよいか。

(スライド 10) CAA の質問と回答に移る。最初の質問について、カタクチイワシは、寿命が短く成長が早いという特徴がある。そのため、年齢査定はかなり困難だと考えている。ただし、耳石を用いた年齢査定は、今後検証していきたいと考えているところ。2 つ目は太平洋系群への質問と思ったが、仮に対馬暖流系群の体長組成に太平洋系群の Age length key を適用したときの比較を、次のスライドで示す。3 つ目の質問については、Age length key は変えていない。ただし、検証が必要だと思っている。

(スライド 11) これが結果で、2020 年の体長組成を 1 月から 12 月まで並べている。左側が対馬暖流系群の ALK、右側が太平洋系群の ALK を用いたときの、赤色が 0 歳魚、緑色が 1 歳魚になる。計算された結果は、右上の表に示したが、同じ体長組成を用いて対馬暖流系群と太平洋系群で計算された結果の比較はこのようになる。対馬暖流系群では 3 歳魚は 0、そのほか、2 歳魚でやや低く、0 歳魚で高くなる傾向にある。

○KURIYAMA この棒グラフは、0 歳魚と 1 歳魚は重なっているか、それとも積み重ねるか？

○大下 積み重ねている。

○KURIYAMA 了解した。

○大下 (スライド 12) 年齢別漁獲尾数に関する質問の続き。データは月別には分けられるが、年級ごとには分けられない。年級ごとの違いについては、今後の課題と考えている。次の質問に関してはご見解のとおり。

○TEO 測定個体数の 35 万尾については年齢査定したのか、それとも体長の計測のみか。

○大下 0 歳魚は耳石の日輪を読んでおり、0 歳魚はきれいに成長様式が計算できる。一方、1 歳魚と 2 歳魚は体長組成を用いており、年齢査定はしていない。

○TEO そうなると、スケールサンプルか、または耳石のサンプルがあるか。

○大下 耳石はあるので、将来検証することは可能。

○TEO サンプルは有るものの年齢査定の手段が十分でないので年齢が決められない、だが手段が見つければできる可能性があるという理解。あればそれができるということ。

○大下 重要なご指摘だと思っている。当時は耳石では年齢査定できないと思っていたが、耳石で年齢査定ができるという論文もあるので、今後は検証してみたいと思っている。

(スライド 13) それでは、資源量指標値と CPUE について説明する。最初の質問については、基本的に太平洋系群と同様。2 つ目の質問については、カタクチイワシは大半が中小型まき網で漁獲されるため、この漁業の指標を使うことは妥当だと考えている。しかしながら、将来的にはほかの指標も組み込むべきだと考えているところ。3 つ目の質問について、稚魚調査は実施しているが、調査水域は漁業が行われている水域と大きく異なっているため、現状では結果を使っていない。

(スライド 14) 産卵調査の調査内容について説明する。2021 年 1 月から 6 月に調査が行われた海域、および、対数化した卵の量を色分けして示している。1 月から 6 月については、毎月、日本の沿岸域で調査がされており、そのデータは 1970 年代から存在する。左下がノルパックネットの写真で、口径 45cm のフレームに、メッシュサイズが 0.33mm の網を取り付けて、最大水深 150m まで沈め、その後、鉛直に巻き上げる。得られた卵は即座に 1%ホルマリンで固定し、後日ソーティングして種類別に卵の数を計数する。

(スライド 15) 稚魚調査の結果を示す。稚魚調査は東シナ海の沖合域で実施しており、写真にあるようなニューストーンネットで表層を曳網する。ネットの大きさとメッシュサイズは記載のとおり。10 分間、3.5 ノットで表層をこのように曳網する。表層にいたシラスの量を示したのが左側の図。このように、沖合域に多くのカタクチイワシシラスがおり、九州の沿岸にもかなり多く分布していることが分かる。

(スライド 16) 指標値と CPUE について。最初の質問については、次のスライドで詳しく説明する。2 つ目の質問については、基本的に夜間、一晩である。3 つ目の質問について、これもスライドを用意している。ゼロデータの割合は年ごとにあまり変わらない。今年、デルタ型ログノーマル CPUE を試算したが、結果はほぼ同じであった。最後、7 つ目の質問について、音響調査はしているが、モデルには組み込んでいない。

(スライド 17) 長崎県の中小型まき網の CPUE を説明する。長崎県の海域を 4 つに区切っている。右側の図は漁獲量を示しており、総漁獲量はこの 2 つ（青と赤）を合わせたものになる。長崎県の漁獲量は青色で示しているが、このように概ね 50%を超えている。そのため、長崎県の CPUE を使うことは、代表的だと考えている。

(スライド 18) これが有漁漁獲率と、デルタ方ログノーマルおよび標準化された CPUE のインデックスである。有漁漁獲率はおよそ 37%であり、年によって大きく変わらない。右側が、ノミナル CPUE、Delta-lognormal CPUE、有漁漁獲のみを使った CPUE だが、黒と赤のトレンドには大きな差は無い。

(スライド 19) 指標値と CPUE に関する質問の続き。最初の質問について、カタクチイワシを対象とする漁船は小さいので、漁場は沿岸域に限られる。次の質問について、多くの漁船はカタクチイワシを狙っている。次の質問について、有漁漁獲率はおおよそ 37% で、年によっても概ね安定している。次の質問について、マアジやマサバ、マイワシなどが狙われている。その次の質問については、これはそうではない。その次の質問について、ベイズモデルではないが、AIC によるモデル選択でも結果は変わらない。

○TEO 評価のためのデータは、2001 年から 2021 年までで正しいですか。また有漁漁獲率は安定しているが、これは短期のものだ、と伺った。これ以前の、レジームを示すような漁獲量データはあるか。特にマイワシとカタクチイワシが上がったり下がったりするので、長期的なデータを見たい。

○大下 残念ながら、長崎県のデータは 2001 年からで、期間は非常に短い。CPUE の計算に使える期間はまだ短い。

○TEO CPUE ではなく漁獲量データについて。

○大下 漁獲量データは長期である。

○TEO 長期の漁獲量データを見てみたい。

○大下 1977 年からのデータを使用している。長期間のレジームについては後のスライドで説明する。

(スライド 20) モデル診断について。最初の質問について確認したいが、(VPA に変わる) 方法があれば具体的に教えて欲しい。出来そうであれば適用したいと思う。2 つ目についてはご意見に同意する。年齢別漁獲尾数には大きな不確実性が含まれており、従って、その不確実性を組み込んだモデルは開発しなければならないと思っている。3 つ目の質問について、これも代替的なモデリングについてよろしければ教えて欲しい。

○TEO では、ここで少し議論したい。データの問題点として、日本、中国と韓国については漁獲量の推定値があるものの、中国と韓国についてはサイズデータが無い、と理解している。また韓国のサイズは日本と変わらないと仮定できるが、黄海、東シナ海については不明である。しかし、生物学的データを基に幾つかの仮定を置くことはできるのである。次に幾つかの指標値についてである。まき網指数を 0 歳魚の資源量指数として用いているが、自分であれば、太平洋系群でも議論した、産卵量指数 (EPI) を親魚量の指数として選ぶだろう。しかし、この系群の場合は系群全体を調査しているわけではないので、相対的な指標値として (EPI が) 最も適切だろう。そして、おそらく **Forward simulating Catch at age model** か、**Stock Synthesis** のようなモデルを実験的に試してみたいと思う。年齢査定データがないので、まずは成長モデルを当てはめる。そして、最終的には年齢査定データを取り入れ、複数のデータを用いて、よりフレキシブルなモデルが開発できると思う。その後、韓国と中国の選択率を仮定し、シナリオ A、B、C といった幾つかのシナリオを作る。そして、最終年の漁獲量に関するデータが得られていない場合

は、その前年の値と同じと仮定する。こうしたプロセスをモデル化することが、最良の選択ではないかと思う。最も重要なのは、試してみないと分からないが、EPI が系群全体の親魚量の推定値としてどれぐらい当てはまるのか。太平洋系群に関して系群全体を網羅していると仮定しているが、対馬暖流系群では異なる。経時的な動態の変化を捉えなければならないことが最も扱いにくいところであり、また調査が日本水域に限られることから系群全体が網羅できないというのも難しいところ。音響調査にしても同様に系群全体を調査できないので、何にしても、制約がある。そうすると、これまでどおりの評価を行うか、あるいは、先ほど少し触れたが、系群全体を管理するということは諦めて、日本の海域のものだけを管理するというやり方もあろう。その場合はより保守的に扱わなければならないが、数字を見ると、中国・韓国よりも漁獲量はだいぶ小さい。実施可能な調査である産卵量調査や音響調査に基づき、どれくらいの割合なら漁獲しても大丈夫かを計算し、その割合で固定して漁獲する。これはよりシンプルな方法である。全体の漁獲に関する CAA の情報は得られていないので、選択率に関する仮定を置く必要があるが、そういう制約の条件下での統計的な CAA モデルが可能である。

○大下 （補足説明資料①）オレンジ色が産卵量、灰色が長崎県の CPUE。産卵量はかなりばらつきが大きく、長崎県の CPUE はかなり安定しているというインデックスになる。先ほど議長が整理されたように、毎年全ての資源評価を TEO 博士が言われたような評価とするのはかなり難しいので、研究として、まずはできるところを進めていきたいと思っている。その上で、SS なりほかのモデルについても検討できれば、少しずつ進めていきたいと思っているところ。今のところ、指標値ベースの資源評価はしておらず、年齢別漁獲尾数に基づいた資源評価を進めているので、そこについては考え方に違いがあるのかもしれないと思う。詳しくは、議長が整理されたとおり、われわれはまだまだすることがあると思いますので、研究としてモデル開発を進めていきたいと思う。

○KURIYAMA 前の、長期の漁獲量のスライド（補足説明資料①）をお願いします。例えば、0 歳の漁獲量は EPI が高いときに高くなっています。カタクチイワシが対馬と韓国沖合で産卵し、高齢となるにしたがって中国の方に移動すると仮定するとすれば、実際の個体群の変化を捉えたデータを持っている。したがって、将来の研究モデルとして 1 つのシナリオになり得るのではないかと思う。産卵と、あと、2 歳、3 歳、4 歳魚が中国で漁獲されているというのが、見られているので。

○大下 これ（補足説明資料①）で示したのは資源尾数で、漁獲量はこちら（補足説明資料②）。右側の図が漁獲量で左側が資源量。貴重なご意見だが、産卵量も長崎の CPUE も日本沿岸のデータなので、中国や韓国の沿岸・沖合域のデータがないという問題は抱えている。やはり中国や韓国の情報が少しでもあるほうが、リーズナブルな、合理的な資源評価ができると思い、それが我々の次の課題かと思っている。

(スライド 21) **Stock-Recruitment** に関する説明。最初の質問については、次のスライドで詳しく説明する。2 つ目の質問については、これまでに親子関係について論じられた調査は無い。

(スライド 22) 次に、レジーム分けについて説明する。太平洋系群のように 2 つのレジームに分かれるかどうかを検討した図になる。ここでは、赤色が高い、オレンジ色が低い、それを年によって区切って考えている。区切り年を例えば 1995 年にするか、1987 年にするかというように、分けて考えている。太平洋系群に比べて、対馬暖流系群は資源動態のメリハリが少なく、2 つのレジームがあるかどうかは曖昧な結果になっている。下の表は分けなかった場合と分けた場合について各パラメータの値を示しているが、大きな差は認められなかった。仮にレジームを分けた場合、将来的に現状がどちらのレジームに属するかを決める必要があるが、その手法はとても難しいと考えている。従って、明瞭に分けられないのであれば、レジームをわざわざ分ける必要がないと考えている。

(スライド 23) 将来予測について。最初の質問については、そのとおりだと思う。将来的にはもっと多くの不確実性について組み込みたいと考えているところ。

(スライド 24) 「その他」について。最初の質問については、外国漁船の漁獲や資源構造について問題点が多く残っている。生物特性や年齢別漁獲尾数も課題だと思っている。漁業によらない調査についても拡大する必要があると考えているところ。2 つ目の質問について、これはご指摘に感謝する。

(スライド 25) 3 つ目については、貴見のとおり日本のデータだけを示している。中国や韓国の漁獲量は表 3-1 に示しているので、確認いただきたい。4 つ目の質問については次のスライドで、5 つ目の質問については、さらにその次のスライドで示す。

(スライド 26) これが 4 つ目の質問についてのスライド。10 年ごとに神戸プロットを切り分けている。1980 年代が左上、1990 年代が右上、2000 年代が左下、2010 年代が右下になる。1980 年代と 2010 年代は乱獲状態にあったと考えている。

(スライド 27) これが最後のスライド。対数化した CPUE を年ごとに示している。ご指摘のとおり、やや左側に幅広い分布になっているかもしれない。これも、将来、モデル、CPUE の標準化について検討を進めたいと思っている。以上で、対馬暖流系群の説明を終わる。

○中野 ご説明に感謝する。この後、休憩を挟んで 2 つの系群を合わせた質疑に移りたい。

<休憩>

カタクチイワシに関する総合討論

○中野 それでは、カタクチイワシ太平洋系群と対馬暖流系群の双方に対し、更なる質問、あるいはサジェスション、アドバイス、インフォメーションがあったらお願いしたい。

○KURIYAMA 太平洋系群のスライドの 21 ページをもう一度見せてほしい。右上の図を拡大願う。西海岸のアンチョビーとサーディンに関しても似たような傾向があり、これらは漁獲物の年齢組成で、VPA での唯一の年齢データとなる。ここで見ているのは、漁業では 0 歳魚、1 歳魚を、各年、一定の感じで漁獲している。ただ、2002 年に 1 歳がピークで、もしこの漁業がこのままであれば 2003 年に 2 歳魚がピークになるはずだが、ずっと 1 歳魚がピークになっている。なので、コホートの構造がないということになり、漁業からのデータは、全体の個体群の一部しか見ていないということ。これが、漁獲死亡率が 2 歳、3 歳で非常に高くなる理由で、2 歳、3 歳の M を 1.6、1.9 にしないといけないということになっているのだと思う。恐らく年齢データが個体群全体を代表していないからだ。したがって、Stock Synthesis タイプのモデル（統合型資源評価モデル）に移行する利点の 1 つとして、0 歳、1 歳の漁業の選択性が 2 歳、3 歳で低下することを考慮できることがある。資源全体でみれば 2 歳魚や 3 歳魚は存在しているが、漁業では獲られていないということは、これが漁業からの年齢組成データしかないときに VPA を使用することのデメリットの 1 つであり、コホートを追えていないということである。

○TEO 最近の数年間、2015、2016 年ぐらいから最近年まで、2 歳魚が基本的に無くなっている。恐らく漁業の選択性が何か変化して、（2 歳魚から 3 歳魚が）横ばいになってしまっていて、2 歳魚と 3 歳魚の関係というのは、2005 年頃の関係とは全く変わってきているのではないかと思う。つまり、資源量が変わると同時におそらく漁業者の操業も変わっていると思う。したがって、モデルはよりフレキシブルなものにする必要があるだろう。

○KURIYAMA あともう 1 つ、漁業は恐らく沿岸の同じような漁場を 1 日 1 往復して操業をしていると思うが、最近年に近いところでは 2 歳魚、3 歳魚がほとんど見られずピークは 0 歳魚になっている。2 歳魚と 3 歳魚が見えない理由は、自然死亡、移動や生息域の変化、資源量の低下など、各種の要因が考えられ、判断しづらいと思う。

○木下 大変核心を突いたご指摘に感謝する。CAA に誤差がないという前提の下で VPA を用いることの問題点がクリアになったと思っている。

○中野 今指摘されたことの原因は、移動や回遊なのか、あるいは漁業の選択性の変化によるものか、何か思い当たることはあるか。

○木下 1 つ、一番大きいのは、例えば 2000 年代と 2010 年代後半の違いは、漁業の選択性の違いが表れていると思っている。回遊が変化したかというのは、まだそういった情報をつかんでいないので難しいのが、沖合を回遊してくるカタクチイワシは寿命が延びると指摘している論文もあるので、2010 年以降で 2、3 歳魚が見られないというのは、2、3 歳まで生きられず死亡しているから、という可能性はあるのではないかとと思っている。

○中野 いずれにしても、漁業形態が変わって、年代によって選択性が変わったという心当たりがあるのであれば、その選択性の年代変化を取り込めるようなモデルのほう望ましいということにはなるだろう。

○木下 ご指摘のとおりだと思う。

○中野 ほかに何かご指摘はあるか。

○TEO 本日、両方の系群に関して KURIYAMA 博士と私でいろいろと提案をさせていただいたところ。統計的な CAA を用いる VPA ではなく、Forward simulating model 等の方がより柔軟性があるため良いのではないかと申し上げてきた。我々の理解を深めるために1つ伺いたい、モデルタイプの変更は、日本では容易かどうか。それとも変更する場合には、政治的とは言わないまでも科学的でないような要素はあるか。米国でも、東海岸では VPA を使わざるを得ない事情があり、また西海岸では単純なプロダクションモデルでも良いような場合でも Statistical Catch at Age Model を使うことになっている。非常に複雑な話だが、日本でも何か似たようなことがあるか。

○船本 VPA を使っている大きな要因として、伝統的に使ってきたからということがある。

○中野 新たなモデルを使う、試してみるというのもあるが、対馬暖流系群でも指摘されたように、なかなか今の枠組みの資源評価を大きく変えるのは難しい。他の魚種との並びもあるし、沿岸資源の資源評価では伝統的に VPA が多用されてきたということもある。一方、新しい試みとして、要するに研究活動として違うモデルを使ってみる、そういう可能性を探ってみるということは出来るのではないか。直ちに全てを変更することは難しく、また時間もかかるところ。この他、日本でも、カタクチイワシのように寿命が短く成長が早い魚種の資源評価は難しいところであり、米国ではどう対処しているのか、といった質問もあろう。レビューに対しては回答するだけではなく、自由に質問して良い。

○船本 われわれとしては、年齢別漁獲尾数が非常に正確に把握できると考えていた。なぜなら、県の協力なども得て、先ほどお見せしたように三十何万個体をサンプリングしていることなどで、勝手に自信を持っていた。ただし、そこには、今日ご指摘を頂いたように、かなり誤差が含まれているということも、われわれとしては認識しはじめたので、これからは、将来的には SAM や SS といったモデルへの移行も考えている。われわれの組織の中には、そういったモデル等を中心的に開発・検討してくれるグループがある。現在は、そのグループで検討を始めている段階なので、近い将来にはわれわれとしても SS や SAM に移行する時期が来ると考えている。

○KURIYAMA CAA はおそらく正確だが、ここでの問題は、漁獲物の年齢構成が、年齢による分布の違いによって、資源全体のそれを反映していないということ。なので、VPA モデルにはどうしても問題が残る。個体群の年齢やサイズに関する中国や韓国のデータが欠けていたとしても、代替モデル (SS) を使えば、特定の側面をより明示的に変えることによって、結果全体への影響を確認できる。

○TEO CAA の話題から逸れるが、一般的な指標値の選択に興味がある。音響調査のデータを利用することについては我々が良く理解しているが、太平洋東部では、予算が許せば、音響調査、それと同時にトロール調査を行うことを優先する。こうした調査はアラス

カのスケットウダラ、ヘイク、サーディン、アンチョビーなどの浮魚を対象としている。音響調査だけだと、魚の判別や計測ができない。それを解決するためにトロール調査も同時に行っている。すでに EPI とトロール調査からの指標の 2 つの指標を用いているので、もう 1 つ音響調査からの指標を増やす理由が必要だが、我々は音響調査が最も重要と考えており、次に EPI が大事であると考えている。両調査とも系群全体をカバーするものである。これは、対馬系群においてはより挑戦的なものになるが、太平洋系群に関してはこのデータが揃えば、かなり出来の良くなるだろう。

○船本 音響調査は、スケットウダラのように単一魚種が広く分布しているものについては非常に有効な手段だと思うが、日本では浮魚類はさまざまな種類がパッチ状に分布していて、非常に魚種判別が難しい。したがって、音響調査はどちらかといえば浮魚には向いていないと考えるがいかがか。

○TEO 音響調査時にトロール調査も同時にしているか。

○船本 底魚、例えばスケットウダラであれば、両調査を同時に実施している。反応が見えたらトロール調査を行うという作業を行っている。

○大下 昼間に音響調査をして、夜に魚群反応が見えたところでトロール調査をするという、先ほどの KURIYAMA 博士の発言と同じ調査をしている。ただ、船本副部長が言われたとおり、魚種が非常に多いというのが日本の海域の特徴なので、そこについては船本副部長と同意見で、魚種別にインデックスを出すというのは非常に難しいと考えている。

○KURIYAMA 東部太平洋の調査では、ほぼ一貫して同一水域で見つかる魚種は 4 種で、より単純である。毎年同じ調査点、例えばオレゴンの沖などでは高齢サーディンの調査を行うが、多くは無いがいくらか他魚種が混じる。また南下して北部カリフォルニアのサンフランシスコ周辺でアンチョビーの調査を行うが、出現種はより単純である。

○TEO (KURIYAMA 博士に対して) 米国東海岸の状況はどうだろうか。日本の状況は東海岸に似ているのではないかと思う。

○KURIYAMA 米国の南東部、例えばノースカロライナ、サウスカロライナで音響調査・トロール調査は行われていないと思う。南東部は日本と似ているかもしれない。米国の北東部については分からない。

○中野 大下さん、日本の南の海域で浮魚の音響調査をすると、KURIYAMA 博士は東部太平洋では主に 4 種類が混じると言われていたが、何種類ぐらい入るか。

○大下 マアジ、ムロアジ類、カタクチイワシ、ウルメイワシ、マイワシ、マサバ、ゴマサバ、その他ハダカイワシなどのマイクロネクトンなど、かなり多く、十数種類が混じる。なので、非常に複雑な海域だと思っている。

○KURIYAMA 米国での音響トロールの調査の報告書が有益な情報となると思うので、共有したい。(事務局あてにメールで送付して頂き、その後事務局から共有することとした)

○中野 その他、何かご指摘はあるか。

○船本 先ほど、東部太平洋のアンチョビーで SS を使われていると伺ったが、実際の指標値としては音響と卵数を使っているのか。

○KURIYAMA 指標値としては音響トロール調査の結果のみを用いている。年齢や稚魚の指標値もあるが、複数の指標値を SS に入れても明確なメリットは得られなかった。

○船本 卵数法のような直接推計はされていないか。

○KURIYAMA 予算の問題で実施していない。過去は春に産卵調査を行い、春と夏に音響トロールを行っていた。しかし予算が縮小され、現在は夏の音響トロールのみである。また過去は年に複数回の調査を行っていたが、現在は年に 1 回の調査である。稚魚と卵の調査については、カタクチイワシは産卵量調査ではなく観察のみである。

○TEO 産卵調査時にプランクトンネットを使っていたが、東部太平洋の調査では、近年は自動の連続採集装置が導入されている。

○KURIYAMA 30 分毎に海水を採取し、特定のサンプルから卵を計数している。海水の採取は自動化されているが、計数は人間が行っている。

○船本 資源評価や将来予測をする際に、水温など環境を考慮しているか。

(05:20:11)

○KURIYAMA 評価と将来予測では考慮していないが、サーディンの漁業管理規則では考慮している。しかしサーディンの加入量と水温の関係については再考しておらず、あまり関係がなくなったと思っている。ただ漁業管理規則の更新にあたって公式な調査はなされていない。

○TEO 補足のコメントになるが、個人的には、米国で行われているアンチョビーやサーディンの予測が必ずしも良いとは思っていない。水温変動を含めない手順で行っているが、明らかに環境の影響は大きいものの、SST（表面水温）や PDO（太平洋十年規模振動）の予測はしていないと思う。技術的には、PDO 等の環境要因を考慮することで直近 1, 2 年の加入量の推定は改良できると思うが、それ以上のことは困難か。以前、温度効果を漁業管理規則に組み込んで MSE を行ったことがあるが、その後は変更していない。

○船本 資源評価の際に、生態系は考慮しているか。複数種の関係は、恐らく、ベーリング海等では CAP という形で考慮されていると思うが、より具体的に考慮しているか。

○KURIYAMA （アンチョビーやサーディンでは）考慮していない。アラスカではカレイ類の複数種評価が一つあり、彼らには豊富な餌料調査データがあるが、CPS（Coastal Pelagic Species 沿岸浮魚類）にはそのようなデータは無い。したがって、資源評価では生態系や複数種管理は考慮していない。研究としては Atlantis Ecosystem Model というのがあったが、漁業管理に反映するものではない。

○大下 今日も外国漁船の漁獲量に関する議論が多くあった。例えば、外国漁船による漁獲量が不確実、分からないけれども、資源評価には組み込んだほうがよいというようなことを言われていたと思うが、その場合に、米国はどのように漁獲管理の勧告を出しているのか、実例はあるか。

○KURIYAMA サーディンやアンチョビーはメキシコでの漁獲がある。メキシコの漁獲量の数字はあるが、組成データは無い。0 歳魚と 1 歳魚が漁獲されているが、日本と韓国との関係と同様、その組成は米国と同じと仮定している。米国の漁獲上限はメキシコと米国の漁獲量に基づき設定しており、資源評価は全漁獲量（メキシコ+米国）で行っている。他国のデータが無い場合、研究ベースでは様々に仮定を変えてみて、それにより結果がどれくらいの範囲におさまるのかを見ている。

○TEO アンチョビーかサーディンだったか覚えていないが、何かの系群で総親魚量、総資源量について全体（メキシコ、カナダ、米国）で評価し、その一部を米国が利用できる資源と想定するような方法をとっていたように思うが。

○KURIYAMA 資源評価のアウトプットには使っていないと思います。アンチョビーとサーディンについてはその 87%が米国水域に分布していると想定していて、それは長期間変えていない。割り当て量による管理。

○中野 リモート参加者からの質問も歓迎する。他に質問、あるいはディスカッション等、話題にしたいことはあるか。一点、このピアレビューも 4 年目になるが、毎回のよう質問、指摘があるのは、調査デザインやサンプリングデザインが資源に対して代表性を持っているかということ。皆さんはどう考えるか。特に日本の場合、例えば卵数調査などは資源の代表性を持つようにサンプリングがデザインされているが、日本は漁業が多いので、漁業に依存したサンプリングが多い。データもそう。それらは、資源全体に対して代表性を持っているのかどうか。

○船本 代表性を持っているかどうか分からないというのが正直な回答になる。ただ、日本の漁業については、恐らく月 1 回およそ 100 個体ぐらいを採集するというのが基本になっていると思う。基本的にはそのように行っているが、それが各々の資源に対してどれだけの代表性を持っているかは、非常に興味はあるが、正直分からない。ただ、年齢別漁獲尾数や生物特性といった基本情報に関しては、このピアレビューでも常に質問を受けており、改善すべきというご指摘を受けているので、来年度から大下副部長を中心に、ピアレビューで受けたご指摘に対して機構全体で取り組んでいく、より基本情報等も重視しながら取り組んでいく、という体制を取る。

○TEO 一般的なことだが、SS などのモデリングに関する質問などがあれば、いつでも喜んでお受けする。資源評価の真っ最中でない限りは、いろいろとお手伝いできると思う。私たちも学ぶところがあり、またそれぞれの問題は微妙に異なってもいるので、お互い協力することによって、多くを学べると思う。問題があると面白く、難しい問題であればあるほどより面白くなると私は思っている。

閉会

○中野 そのほか、ご意見はないか。いいところでまとまったような気もする。ネットのほうも手を挙げている方がいないようなので、ご意見がなければ、本日のセッションはこれで終了する。

--- 11 月 8 日 ---

開会（2 日目）

○堀井 それでは 2 日目の会議を再開する。今日のマダイ 2 系群と明日のヒラメ 1 系群まで座長を務めさせていただく堀井です。よろしくお願いします。今日から、東京大学の山川先生にレビュアーとしてご参加いただいている。このほか、今日初めてこの会議に参加される方も多いので、昨日からご参加の皆さまには少し恐縮だが、もう一度自己紹介をお願いしたい。

（全員自己紹介 ー省略ー ）

それでは、本日の議論に入りたい。進め方だが、これから始まる 3 系群（マダイの 2 系群とヒラメの 1 系群）については、種苗放流の対象種ということで、TEO 博士、KURIYAMA 博士にはあまりなじみがないものだと思っている。そこで、最初に水産資源研究所底魚資源部底魚第 4 グループ長の山下さんに、まず栽培漁業のオーバービューをしていただき、それから個別の系群の議論に入っていきたいと思う。それでは山下さん、よろしくお願いします。

マダイ・ヒラメ共通事項（種苗放流について）

○山下 （スライド 1）山下です。よろしくお願いします。事前のコメントで TEO さんから、栽培漁業と資源評価の関係について魚種共通での議論が必要かもしれないというご指摘を頂いたので、底魚 3 系群の資源評価の検討に先立ち、種苗放流事業の概要について、簡単に説明する。

（スライド 2）まず、この背景ですが、種苗放流の考え方は、恐らくアメリカで行われているものと日本で行われているものではかなり違いがあるように思えたので、その部分を説明する。最初に、TEO 博士からご質問いただいた、栽培対象種の資源評価の目的は何かということについて、いろいろ事情があり、種苗放流魚も含めた資源全体の管理を目的として行っているところ。この種苗放流の事業をどのように行うのかということについては、「Basic policy」と訳したが、水産動物の種苗の生産及び放流並びに水産動物の育成に関する基本方針（栽培基本方針）で制定されている。この基本方針に基づいて各都道府県などの機関が、栽培対象種、どの魚種を放流するのか、どれだけの数をいつどのように放流するのかといった計画を作成し、種苗放流を行っている。この栽培基本方針は、「沿岸漁場整備開発法」という法律に基づいて農林水産大臣が定めるものとなっている。

(スライド 3) その「Basic policy」の概要だが、現行の「Basic policy」は昨年から 2026 年にかけての期間を対象としたものとなっている。この方針の内容には、種苗放流そのものの歴史や種苗生産技術についての記載も多くあるが、それらについては割愛し、種苗放流の方針に関する主要な部分をこちらで紹介する。種苗放流自体の目的については、この方針の中で、種苗を放流して天然資源に追加することで、将来の親や漁獲量の増大に貢献しようとするものであると定められています。また、これに追加して、資源造成の目的を達成した魚種や、放流量が減少しても資源が維持できている魚種については、放流による資源造成から資源管理の推進に移行するということが定められている。この種苗放流の目的としては、資源を造成することと漁獲を増やすことが定められていることになる。

○KURIYAMA 2 点目について、閾値としては SSB が SSB_{msy} を上回った場合ということになるか。いつこの資源が持続可能である、維持できているとみなされるのか。いろいろな解釈があると思うが。

○山下 閾値については何も決められていない。なので、その資源が十分多くなったという合意が得られたら種苗放流の停止について検討しはじめるという、非常に曖昧なものとなっているのが現状。

(スライド 4) この事業の推進に関し、これを行っているのは水産庁 (Fisheries Agency) だが、細かい作業については、担当部署、実施部署がそれぞれ分かれている。今回レビューいただく資源評価については、漁場資源課からの委託を受けて、当機構や関係機関が実施することになっている。一方、種苗放流に関しては、隣の部署である栽培養殖課から委託を受けて、その後、各県、あるいは「豊かな海づくり推進協会」が主体となって行っている。また、資源の管理である TAC 管理については、また隣の部署である管理調整課が実施しているという形になっている。このあたりについてはよくご存じだと思うが、いろいろな縦割りがあり、なかなか連携も取りづらいというのが現状。

(スライド 5) 実際の資源評価の中で種苗放流がどのように扱われているのかという概要について示す。数値など、各魚種の詳細な点については、それぞれの系群ごとの報告の中でご確認いただきたい。まず、放流魚をどのように識別しているのかということについて、放流種苗には人為的なマーカーを付与している場合も確かにあるのが、今回のマダイやヒラメでは、ともに種苗特有の外部形態から識別している。マダイの場合は、こちらの写真で示したような鼻孔隔皮欠損を用いている。通常であれば、このように鼻孔の間に隔皮ができるが、放流種苗にはそれが形成されないという形質を持つ個体が一定割合出現するため、これをマーカーとして用いている。ヒラメの場合は、無眼側の黒化が用いられている。ヒラメは、天然だと無眼側は真っ白になるが、放流種苗では、このように無眼側に色素が沈着するという状況が一定割合生じることが知られており、これをマーカーとして利用している。

(スライド 6) この種苗の放流が、どのように天然で考えられているかということについてご説明する。まず、放流はいずれも 0 歳魚の時点で行っている。細かい時期やサイ

ズ、尾数などについては、それぞれ実際に放流する各県などが決めているが、いずれにしても漁獲加入前のものを放流している。放流サイズについては、マダイはおおむね100mm、ヒラメだと60～70mm ぐらいの小さな稚魚を放流することになる。これに対する漁獲は、自主規制という形にはなるが、それぞれ漁獲の規制サイズよりは小さいものが放流されるという形になっている。放流から漁獲加入までタイムラグがあり、その間の生残率については添加効率をパラメータとして与えている。実際の計算としては、漁獲物中の放流魚の比率をもとに、漁獲加入した資源尾数のうち放流由来の尾数を推定し、この放流由来の資源尾数と放流尾数との比が添加効率として計算される。この添加効率だが、近年では0.01～0.1 ぐらいという数値が推定されている。ただし、その添加効率は、資源評価報告書をご確認いただいておりますように、非常に年変化が大きいものとなっている。

(スライド7) 資源計算に用いているそれぞれの生物学的なパラメータの値について説明する。資源評価では、放流由来のものと天然由来のものについては同じ値を与えている。つまり、生残率や年齢別体重、成熟割合、漁獲死亡係数などについては、放流由来のものと天然由来のもので区別せず、同じパラメータを与えて計算しているということになる。実際のところ、同じであるという明確な根拠があるわけではないが、同じようなものが同じように漁獲されるということから、同等であると仮定を置いている。このように、漁獲のときに天然魚と放流魚が区別されないということもあり、栽培対象種の資源評価の目的は、天然と放流魚、両方を含めた資源の管理であると考えています。最後に、この種苗放流に対する規制は何かあるかというご質問だったが、この点については、明確な規制というものは設定されていない。ただ、最初に説明した「Basic policy」の中に、「生物多様性の保全への配慮」について注意すること、あるいは、リスクを低減するための技術的な指針というものが設定されており、それらを種苗生産の現場へ普及するとともに、生態系に十分配慮することが定められているという状況である。

○TEO ご説明に感謝する。我々両名が持っていた多くの疑問に答えていただけた。私たちがアメリカで慣れているようなコンセプト、サーモンのようなものとは少し違って、アメリカの政府は多くのエフォートをかけて天然魚と放流魚を区別し、それぞれに対して別の管理を行っている。日本では資源全体への加入にフォーカスし、種苗と天然魚を合わせて加入量を増やすことによって漁獲を増やし、さらに資源の持続可能性を高めようとしていると理解。念のために確認するが、今回のレビューは、種苗放流がいいアイデアかどうかをコメントすることではなく、我々の目的は、この資源評価のモデルやデータによって目的が達成できるのかどうか、つまり、このような形で資源を管理することができるのかどうかということに対してコメントすればいいということでしょうか。

○堀井 その通り。

○TEO 質問を続ける。種苗放流と加入量と関係について、基本的に種苗放流は加入に追加されるわけですが、放流魚も天然魚と混在して漁獲されるのであれば、親魚量は加入量

と関係しておらず、サイクル的にもはや繋がっていないということ。つまり、何が問題かという、再生産曲線を使う意味はないように思える。MSY は再生産曲線とは関係なく作るべきではないかと思うがいかがか。

○山下 この栽培対象種の MSY の計算においては、将来予測の計算では種苗放流による加入というものは想定せずに MSY を計算している。というのは種苗放流の量をこちらで決めることができないので、その加入がない場合を一番ベースのケースとして計算している。そして、種苗放流による資源への添加分については、ボーナスのような形で資源の中に加算の追加分として計算するという形になっている。再生産関係を求めるときは、天然魚のみの加入量と、親魚量のみを用い、親がどれだけの天然の加入を生み出せるかというところにフォーカスして再生産曲線を求めている。ただ、途中の質問にもあったが、放流種苗が天然の稚魚に与える影響については何も考慮されていない。つまり、放流が多くても少なくとも天然の再生産関係には影響がないという仮定を、今のところ置いて計算している。

○TEO 栽培漁業の概念を十分に理解していないが、私の考えでは、生活環のある段階で稚魚を追加し、これが次の recruitment のサイクルにつながっていくということだと思うが、その場合、概念的に MSY が理にかなうのか。種苗放流が行われているのであれば資源は常に持続可能であり加入量に依存しない。SSB に対するフィードバックは、結局、関係がなくなるのではないか。問題は、MSY がここで意味があるのかどうか、理にかなっているのかどうかということ。少々概念的な話なので、そのところがまだよく理解できない。

○KURIYAMA 詳細は個別系群の説明時にお話しできると思うが、加入量は放流魚を除いて計算されているので、想定としては、種苗放流の寄与率は小さいということだと思う。資源量をどう増やすかについては、種苗放流計画には触れず、どのようにしてそれをモデリングするかという話をしたいと思う。

○TEO MSY を使うのは、意味がないと思う。それとも別の手法を使うか。これは、個体群の推定をするということとはまた別の話である。

○KURIYAMA レポートで、種苗放流数を増やす・減らす要因は何かという質問をしたと思うが、放流量については県間での調整されておらず、資源量が低いときに放流尾数を増やすような仕組みにはなっていないと理解している。複雑になるが、これを最も良い形で扱うやり方については自分もまだ分かっていない。

○山下 種苗放流がある状況で、栽培対象種の MSY をどのように求めるのかについては研究機関会議で少し議論になったが、実際のところ、具体的な方針が決まっていたわけではない。特に、栽培対象種がまだどれも TAC などの管理に入っていないということもあって、暫定的に種苗放流については考えない状況で MSY を一応設定しましょうということになった。これについては別の会議での議論なので、今回のピアレビューの対象から、MSY 自体の良し悪しについては除外していただけるとありがたいと思う。

○TEO では、それを付託事項（TOR）に入れないということであれば、構わない。議長もよろしいか。

○堀井 それでよい。

○TEO 了解した。

○堀井 山川先生、コメントや質問があればお願いしたい。

○山川 種苗放流をどう扱うかということで議論になっているわけだが、現実的に、種苗放流された個体が成長して漁獲に加入する割合は、現状としてはそれほど高くないのではないか。天然の個体で漁獲に加入する個体の尾数と比べて、種苗放流由来の尾数は何%ぐらいか。種苗放流由来が、例えばマダイの日本海西・東シナ海系群だと何%ぐらいか。資料を見ると、1歳時点での加入量が、種苗放流由来が20万、30万、40万というような尾数で、全体の加入尾数は1,000万匹程度。種苗を放流して、その採捕率は1%~10%ぐらいのレベルというお話が先ほどあったが。

○下瀬（水産資源研究所底魚資源部底魚第3グループ主任研究員）混入率が2%前後で、添加効率が10%程度。

○山川 全体の2%ぐらいの話なので、それをどう扱っても、実は全体にはあまり大きな影響がないということなのだろうと思う。

○堀井 この問題については、必要があれば総合討論などの時間でもう一度議論したいと思うが、それで良いか。ここで少し休憩を挟む。

<休憩>

○TEO もう1つ質問したい。この評価について、レビュアーとして何をすべきか考えたが、レビュアーは管理基準値については言及しないものの、栽培対象種では資源評価によって年齢別のFや資源量を放流魚と天然魚の双方で推定しようとしており、その場合も再生産曲線についてはレビューしないということで良いか。

○堀井 再生産関係については、今、栽培対象種は共通のやり方で行っているが、レビュアーからご意見を頂くこと自体に問題はないのでご発言いただくことは構わない。

○TEO レビューアーとしてSSBや年齢別資源量、年齢別Fの推定値も見た方がよいのか。付託事項として F_{msy} や再生産曲線はレビューしないことになっていたと思うが。

○山下 レビューの対象としてお願いしているのは、資源評価が主要で、資源計算の部分については改良の余地があるものの、MSYの計算や再生産曲線についてはレビュアーのご意見を基に直ちに改良することは困難。なお、ご意見、アドバイスを頂けることについては非常にありがたいと考えている。

○TEO 理解した。

マダイ日本海西部・東シナ海系群

○堀井 それではマダイの日本海西部・東シナ海系群の説明に移る。下瀬さん、よろしくお願いします。

○下瀬 (スライド1) マダイ日本海西部東シナ海系群について説明する。この発表資料では、査読者の質問を灰色の文字で、こちらからの回答を青文字で記している。なお日本語の質問については英訳させていただいた。

(スライド2) 資料では、査読者ごとの質問に回答するのではなく、ここに示した項目ごとにまとめて順番に回答する。

(スライド3) まず、系群の範囲、他系群との境界について。地図に示した系群の分布域について根拠があるのか、他の系群との境界やつながりについて質問があった。実際には、系群の分布や他海域とのつながりに関する明確な根拠は、調べた限りなかった。また、海外、特に韓国とのつながりについても質問があった。韓国とのつながりは十分に考えられるが(韓国の漁獲量は)本系群には含めておらず、内部で検討しているところ。次のスライドで、系群の分布範囲について地図上にまとめる。

(スライド4)

○TEO 系群の分布に関して明確な根拠がないのであれば、この線はどのようにして引いたのか。管理の単位など、どのような考えに基づいてこの線は引かれているのか。

○下瀬 この赤い線の分布範囲というのは、概ねマダイの漁場にあたる。日本海の中北部系群との境界は鳥取県と兵庫県の間としているが、明確な根拠はないと思われ、ある程度の往来はあるだろうと考えている。瀬戸内海の系群との境界は関門海峡だが、ここは非常に狭いので、この境界はある程度適切だと考えている。太平洋系群との境界が九州の一番南の佐多岬だが、ここも張り出しているのである程度は妥当な境界だと思っている。韓国について、韓国で漁獲されるマダイは多少の往来は想定されるものの、便宜的な理由も含め、ここは別に扱っている。また東シナ海の大陸棚にもマダイが分布しているが、近年は漁場が縮小していてほとんど漁獲がないので、ここは本系群には含めていない。系群に類似する内容として、遊漁に関する質問もあったが、現状では遊漁の漁獲量のデータは無く、資源評価には含めていない。

○TEO 中国はどうか。漁獲圧が非常に高いことは分かっているが、中国が漁獲している魚と、今検討している系群との関係はどうか。

○下瀬 現時点では、韓国の漁獲量のデータは手元にあるが、中国のマダイの漁獲量は情報がないので分からない。恐らく東シナ海でもある程度は漁獲をしていると思う。

○TEO 中国と韓国がマダイを漁獲していることは分かっているが、この2国が漁獲対象としている系群が今検討している系群と同系群かどうかは分からないということによいか。

○下瀬 系群の定義も考慮する必要があるが、どの程度の交流があるかという情報は全く無い。

<昼食休憩>

○下瀬 （スライド 5）次は、生物情報、生態に関する質問について。年齢・尾叉長関係、尾叉長・体重関係に関して、文献が全く引用されていないこと、また特に年齢と成長に関する情報を記載したほうがよいというご意見があった。実は本系群の年齢・成長については引用できる情報がなく、ここに示した図 2-2 も、過去の資源評価報告書から得ている。現在、年齢・尾叉長、尾叉長・体重関係については、季節の変動も考慮して更新する準備をしているところ。

（スライド 6）続いて、成長に関連し、年ごともしくは季節ごとに変動する生物特性値がないかという質問について、現時点では、本系群で年変動する生物特性値に関する情報は無い。成長の海域差などについてもある程度は想定されるが、現時点では考慮していない。また成熟曲線に関して本文中で触れられていないという指摘があった。少し書き方が分かりにくい、「3 歳魚の半数と、4 歳魚以上の全てが繁殖する」というような書き方で記載している。

（スライド 7）次に、自然死亡係数 M を島本（1999）はどのようにして求めているのかという質問。島本は、いくつかの文献やそれらの考え方を列挙し、0 歳魚、1 歳魚、2 歳魚以上の M を仮定している。ただし、これらの M の値は、どの文献にも同じ値は出てこない。最も重視していると思われるのは Wang（1937）で、初期資源と考えられる瀬戸内海の年齢組成から生残率を 80%程度と推定し、 M を算出したというもの。また、0 歳、1 歳は、1 歳や 2 歳以上よりも M が大きいと想定されることを根拠に、このような段階的な M を設定している。 M の問題は他の魚種・系群でも同様であり、現在まとめて内部で検討しているところ。

（スライド 8）続いて、種苗放流に関する質問。放流事業の目的や放流がどのように行われているのかという質問があった。先ほど山下さんが説明したが、基本的に、放流の目的は天然資源を増やすこと。資源計算において、放流魚は、加入後は天然魚と同様に扱っている。ただし、このような再生産関係を構築する場合は、加入尾数から放流由来の個体の数は除外している。このプロットで言うと、薄いグレーの白丸が全加入量だが、放流魚を除いた、黒の線で結んである点を用いて再生産関係式を求めている。これは曲線ではなくてホッケースティック（HS）型になっているが、これも疑問の 1 つだったと思う。この親魚量（SB）は、放流魚が成長し親魚に加わるという計算になっている。

（スライド 9）次に、放流魚の寄与率、生残率の推定方法とその不確実性についても質問があった。まず寄与率は、全漁獲尾数に対する放流由来の個体の漁獲尾数の割合。これは、関係する 8 つの県のうちの 4 つの県の市場調査で全てデータを得ている。ただし、現状では寄与率は年齢別の情報にはなっていない。次に生残率だが、資源計算、コホート解析（VPA）で得られた 1 歳魚の加入尾数のうち放流種苗由来の個体の数を、前年の全県で

の放流尾数で割ったものになっている。これらの不確実性については、現時点では考慮されていない。

○TEO 標識率は種苗生産機関や年によっても大きく変動することは理解しているが、そうした中で放流魚が全て把握できるのか。

○下瀬 年による変動も大きく、抽出サンプルでの調査であるため精度はそれほど高くない。

○TEO しかし、放流数は分かっているので、放流魚の標識率が分かれば漁獲物中の有標識魚の割合によって推定できるのではないか。

○下瀬 割合については、次のスライドの後で説明する。

(スライド 10) 関連し、放流魚をどのように見分けているか説明する。左側が、鼻孔が正常な個体で、右側が異常な個体だが、近年は種苗生産の技術が非常にようになっており、全ての放流魚がこのような異常個体ということではない。一部の県では異常個体の発生率を標識率として補正しているが、細かく見ていない県もあるため、全体としては精度が非常に高いわけではない。また調査を全くしていない県もある。

○TEO この調査をしていない場合は、どのような想定をしているのか。

○下瀬 データがある県での出現割合を全体に引き伸ばしている。

○TEO つまり、データが無い県に関しては、他のデータがある県と同じと仮定しているということ。

○下瀬 そうなる。

○TEO 機構は、放流魚における異常個体の発生率について毎年の、放流群毎のデータを持っているのか。それとも各県が持っているのでしょうか。

○下瀬 県によって担当部署が異なるが、そこから頂いたデータを有している。

○TEO 生データか。

○下瀬 個体毎の生データではなく、放流魚中の異常個体の発生率をとりまとめたもの。県による違いが大きく、低い県もあり、また非常に高い県もある。

○TEO 放流魚にはある割合でマークがあるとして、ある県で放流した魚が別の県に移動して漁獲された場合はどの県の放流魚か識別できるのか

○下瀬 県間を移動して漁獲される魚もあり、また年毎の発生率も異なるので、正確な把握は困難。

○TEO マークのある魚を放流する、そしてその魚が別の県に移動し漁獲される。しかし、データの収集は、漁獲した県の放流データに基づいているため、その割合は必ずしも正しくないということ。

○下瀬 そのとおりで、それも、この推定結果がかなりの不確実性を含み、正確ではないと言っている理由の 1 つ。

(スライド 11) 次に、種苗放流の個体が天然魚と同様に扱われるのかという質問について。これも、放流魚はその後成長して漁獲されるようになり、さらに成熟して再生産す

ると想定している。現時点では放流魚と天然魚の生態の違いを調べた研究が無いため、計算上は天然魚と全く同様に扱っている。ただし、親子関係を調べる際には、子の数となる加入量では放流由来の個体と天然魚を分ける必要がある。

(スライド 12) 次に、放流種苗の大きさに関する質問について、種苗は孵化後半年ほど育て、90～120mm で放流している。これは同時期の天然 0 歳魚とほぼ同じ大きさである。放流魚に対する漁獲等の規制は特にない。次に、マダイは養殖も盛んなので、育種された、選抜された養殖用親魚が産んだ個体と放流種苗の親魚が同じかどうかという質問については、別である。野外での遺伝的多様度の低下を抑えるため、放流種苗を作るための親魚は定期的に養殖用とは別に確保している。

(スライド 13)

次は漁業に関する質問で、本系群では 0 歳魚を漁獲していないとしているが、どのようにしてそれを漁獲しないようにしているか、というもの。一部の県では 13 センチ以下の個体を獲らないように制限していて、実際にほとんど獲られていない。一方、他の県では少し水揚げされているが、VPA の計算からは除外している。次に、2 歳、3 歳魚に高い漁獲係数がかかっていることから、これらの大きさが市場価値が高く好まれているのかという質問。未発表の情報だが、長崎県で簡単に調べた結果では、4～7 歳に相当する 1～2kg の個体が重量当たりの単価は高いが、一方で、2～3 歳、およそ 200～500g のサイズはスーパーマーケットなどで売りやすく、好まれているという情報がある。

○TEO 0 歳魚の漁獲尾数は少ないとのこと、また VPA でも 0 歳魚は除外されているが、およそどの程度の尾数なのか。

○下瀬 年にもよるが、全体の 10%未満程度。年によっては大きい場合もあるが、計算からは除外している。

○TEO コホートの 10%か、それとも漁獲尾数の 10%か。

○下瀬 漁獲尾数。

○TEO 少なくともと思う。0 歳魚の漁獲尾数の推定値があるのに計算に入れないのはなぜか。

○下瀬 0 歳魚は除いて計算するということが引き継がれてきたが、含める方が良いというコメントは他にもあったので、内部で検討してみたい。

○堀井 先ほど 0 歳魚の変動が非常に大きいと言われたので、0 歳を除いているのは漁獲尾数推定値の信頼性が低いと考えているからではないかと思っていたが、そういうわけでもないのか。

○下瀬 それもある。

○TEO モデラーとしての思考だが、一般的には、全ての漁獲量を含む必要がある。不確実性が高い漁獲もあるだろうし、それはよくあることだが、その場合は最適な推定値を用いる。そして、その値がなぜ最適であるかを明確にする。もし 0 歳魚の漁獲を含めないのであれば、非常に強い仮定を選択する、つまり、0 歳魚の漁獲量は 0 だという仮定を置く

ことになる。しかし、残念ながら漁獲量は 0 ではないことは既知であり、例えば毎年 1 トン程度で 0 に近いということであればそれほど問題にならないが、10%となると話は別。モデリングの観点から、こうした考え方で問題視している。

○下瀬 ご指摘に感謝する。0 歳魚を含める方向で検討する。

(スライド 14) 次は、VPA のチューニングに使っている CPUE の根拠としている定置網漁業の割合が本文中に記されていないというご指摘。定置網による漁獲量は大きくないため文章では記していないが、この図 3-1 の緑の部分。一方、漁獲量の多い船びき網の漁業情報がないかという質問については、単純な漁獲量データはあるが、これ以外の詳細な情報は現在のところ無い。

(スライド 15) 次は、資源計算に使っているデータについて。2 つに分けているが、最初は年齢別漁獲尾数に関する質問。コホート解析では、漁獲物の年齢組成は既知の情報であると仮定しているが、その作成方法が記されていないというご指摘。これは 3 名のレビューから同様の質問があった。この質問については、他魚種・他系群についても同様と思われる、関係者で検討しているところ。

(スライド 16) 具体的な年齢組成の作成方法に関する質問だが、本系群では、各県が年齢別漁獲尾数に変換したデータを提出しており、機構ではそれを足し合わせて使っている。次に、「年齢組成の正確さが一貫しておらず、過去にさかのぼったデータの確認もできない」という部分をもう少し詳しく知りたいという質問について、県ごとに年齢別漁獲尾数の推定方法が異なり、遡れるデータの年数も異なるとの意図だったが、説明がやや不足していたのでスライド 17 で説明する。また 7 歳以上をまとめていることについて、本文に記したほうがよいという指摘があったが、次年度は文章で記すよう検討する。

(スライド 17) 各県の年齢組成の推定方法を示した。まず、鳥取県と島根県は、ハッセルブラッド法による年齢分解を、1 年を 2 つの季節に分けて実施しており、尾叉長組成は、県が各漁港で調査をしている。山口県と佐賀県も各県が尾叉長組成を漁港で調査しており、四半期ごとの Age length key を用いて年齢に変換している。福岡県は、サイズランクごとにブランド名（銘柄）があり、この年齢－銘柄 key を使って年齢組成を推定している。長崎県は四半期別の Age length key を使って変換している。熊本県は漁法ごとに key があり、年齢組成を推定している。鹿児島県は年齢と体重の key を使って変換しているということ。現在は県によりばらばらなので、手法を適切なものにしつつ、統一していく方向で検討している。

○KURIYAMA それぞれの県の Age length key のばらつきは、かなりあるのか。Age length key のためのサンプルサイズは、各県でどれぐらい分かるか。

○下瀬 鳥取県、島根県、山口県、佐賀県の各県では年間 5,000 個体程度の体長データを取得している。長崎県は 1 年間で 1,000 個体程度、鹿児島県は箱単位での重量になるので個体数は分からない。

○TEO 体長、サイズのサンプルは毎年何千個体も得られるだろうが、問題は年齢。年齢査定は非常に高額なので、年齢査定をしないことが多い。例えば、鳥取や島根では、半年ごとの Age length key を使っているが、同じ Age length key を毎年使っているのではないかと想像する。どれぐらいの年齢サンプルから Age length key を作っているか。数年分のデータなのか。使われている Age length key が全ての年で代表できるか。

○下瀬 Age length key の基になった年齢査定データは、確か鹿児島県では 800 個体ぐらいだったと思う。これは 2003 年で結構古い。山口県、佐賀県の Age length key も 2007 年に報告されたもので古く、基礎データは 1,000~2,000 個体程度。同じ Age length key を毎年使っている。

○TEO 機構か、または県で Age length key を比較したことはあるか。こんなに多くの Age length key があるというのは不思議で、成長率はおよそ似ているはずなので、例えば全ての県において同じ四半期毎の Age length key で計算できれば良いと思う。レビューアとしてこれらの Age length key は見られないので、それがいいのかどうか分からない。例えば昨日はカタクチイワシのところで Age length key を見せてもらったが、いかがか。

○下瀬 山口県・佐賀県、長崎県、鹿児島県の Age length key はあるが、手元に無いので直ちにはお見せできない。

○堀井 論文公表されているものについて、入手可能であれば明日で良いのでお見せすることideいかがか。

○下瀬 承知した。ちなみに、Murayama & Kanamaru (2007)は、鱗で年齢査定をしている。

○KURIYAMA それぞれの Age length key に関しての細かい部分は必要ないかもしれない。例えば、成長のばらつきが季節間である場合には、四半期ごとの Age length key があるのは合理的かもしれない。また、県ごとに成長率が違うのであれば、切り分ける必要もあるかもしれない。ただ現時点ではこれらの妥当性については分からない。モデルを作成する際にはよりシンプルな前提で始める。例えば系群全体で成長率を一定と仮定するなど。そしてモデルの結果が現実と合わないのであれば、このぐらい細かくしないと結果が出ないのかもしれない。今のモデルは最初から複雑なので、考え方としては、まずはシンプルなところから始めて、必要に応じて複雑性を導入するという形がいいのではないかと思う。県から提供される年齢データを使うというのは分るが、次のステップとして、これらをまとめて Age length key をしっかりと見て、あまり複雑なものにならないようにする。一般的な提案だが、そういった方向も良いと思う。

○下瀬 我々もそのように考えており、現状は複雑すぎると思っている。現在、長崎県でサンプルを集めており、既に ALK を作るための準備がほぼできている。長崎県は、この系群のちょうど真ん中あたりになるので、ここを起点としたい。鳥取でも少しサンプルを集めていて、また鹿児島ではかなりサンプルを持っているという話を聞いているので、それらを比較しながら分ける必要があるか検討したいと考えている。県には、できるだけ体

長組成を提出してもらおうという方向でお願いし、まとめてから **Age length key** を使って年齢組成に変換するという方向で考えている。一方、マダイは多くの漁法で獲られており、漁法によって獲るサイズが異なった場合には尾叉長組成を漁法別に作成しなければならない点が多い。

○堀井 議長から補足させていただく。国がマダイという魚種の資源評価を始めるより前に、既に都道府県ではそれぞれが種苗放流の研究を始めていた。したがって、県によって調査方法がまちまちになっている。そうした調査体制の上に資源評価がスタートしたので、このような状況が起きている。下瀬さんが述べたように、今後は統合していく方向になっていくのだろうと思っている。

○TEO 確認したいが、福岡県は **Age-brand** と書いてあるが、このブランドというのは、サイズで決めているブランドということでしょうか。

○下瀬 基本的にはそうなのだが、実際には、ブランド（銘柄）は漁港ごとにサイズが異なるという問題もある。福岡県では船びき網漁業のデータを基に、扱っている漁協に応じて使っているとのこと。

（スライド 18）年齢別漁獲尾数の図の示し方に関する提案だが、他の魚種・系群も同じだと思うので、内部で検討したい。

（スライド 19）図そのものはこのように作成してみた。横軸が年齢、縦軸が、割合ではなく、量が分かるよう実数にしてある。1986 年では 1 歳魚が多いが、2000 年代にかけて徐々に 1 歳魚よりも 2 歳魚が多い年が増えてくるのが分かる。一部の年では、特に最近年では、2 歳魚が 1 歳魚よりも多くなっている。確かに、このように並べれば見やすいと思うので、内部で検討したい。

○KURIYAMA この図の利点は経時的にコホートが見られることで、カタクチイワシでも同じような問題があったと思う。これは漁業データなので、必ずしもコホートが見られない。つまり、もし年齢データが個体群全体を代表するものであれば、ある年のピークが 1 歳魚であれば翌年は 2 歳魚がピーク、次いで 3 歳魚という形でコホートが移動していくことが分かる。しかしこれは漁業データなので、大体同じ時期に同じ場所で漁獲しているということがあり、また市場価値も考慮して、主に 1 歳魚や 2 歳魚をターゲットとしている。したがって、これらのデータは必ずしも個体群全体の年齢組成を代表しておらず、VPA を使う際にこのデータに基づいて個体群をモデリングするというのはなかなか難しいところ。われわれの提案としては、カタクチイワシのモデルでも触れたが、年齢別漁獲尾数をモデルの中で考えるということ。漁獲データは必ずしも全体の代表性を持たないが、選択性曲線を考慮することによって個体群全体の年齢組成を考えることができる。漁獲データの構造が個体群全体を代表すると仮定するのは無理がある。

○下瀬 ご指摘に感謝する。

（スライド 20）続いては、データセットの CPUE に関する質問。CPUE は 2007～2021 年となっているが、漁獲量の減少が見られる 1969～1990 年頃までのデータがないか

という質問だが、残念ながら 1986 年以前のデータは無い。また、定置網は全体からみると漁獲量が少ないので、船びき網などの主要漁業で CPUE が算出できないかという質問については、これも現時点では無い。ただし、現在も各県の担当者に聞き取りをしながら、チューニングに使えるよい CPUE データがないかを探しているところ。

○TEO マダイに関して、底魚なのでトロール調査で漁獲できないか。トロール調査は日本で実施されているので、そこからデータを引っ張れないか。

○下瀬 調査ではなく、沖合底びき網漁業のデータはある。そのデータを使って CPUE の算出と標準化を試みたが、内部で検討した結果、使えないのではないかということになったと記憶している。マダイが少なく、ヒラメではそれなりに出てきたが、主要なターゲットではなかったの、あまりうまくいかなかったのだろうと思う。

○堀井 沖合底びき網漁業の主漁場は、マダイの主分布域ではないということではないかと理解しているが、いかがか。

○下瀬 たぶん、そういう話も出ていた。

○TEO 調査船調査のデータはないということか。

○下瀬 マダイを対象としたものはない。

(スライド 21) 次に、CPUE を使用している定置網は毎日網揚げをしているのかという質問について、実際の網揚げの間隔は分からないため、データの基になっている 1 日 1 経営体ごとの漁協への水揚げ量を 1 回の水揚げ量として計算している。次の質問も同じだが、1 日 1 経営体ごとの水揚げ量が CPUE の単位になる。一応、経営体数は 20 程度で、これはカテゴリーデータとして GLM で標準化に使っている。それから、vessel、1 船という書き方をしているが、実際の単位は、経営体（会社）になる。1 つの経営体が複数の船や定置網を運営している場合もあるが、これを分けられないので、経営体ごとのデータとして扱っている。

○TEO CPUE は経営体毎の 1 日当たり漁獲量 (kg) で、網揚げの間隔は分からないので 1 日当たりとしているということか。

○下瀬 その通り。ただ、1 日に 2 回とか複数回網揚げをすることは無い。

○TEO では、2~3 日に 1 回などか。

○下瀬 基本的には毎日という場合が多い。

○TEO ここで重要なのは、網揚げの間隔が時間軸で変わるかどうかということで、その情報があれば経営体から記録を得ることができる。または、漁業者に対して今後記録を取るように依頼して、次に検討する際には、例えば 90%が毎日の網揚げで、経営体による差異は小さいといったような説明があると分かりやすい。現時点の問題は、網揚げの間隔が変わっているかどうか分からないということで、これは時間軸で変わると思う。魚が入網していないから今日は揚げない、そしてそのままにしておくことがあると思うが、そうすると、網揚げの間隔が長くなることで CPUE は安定する。つまり資源量は低下しているが

CPUE は安定してしまうといった危険があるため、網揚げ間隔に関する情報は重要である。

○下瀬 ご指摘に感謝する。非常に重要な情報で、そのような情報が得られればよいが、島根県の CPUE の情報は、各県に情報提供を呼びかけ、ようやく使えるようなデータが島根県から提出されたという経緯がある。そのような事情もあり、さらに詳細なデータの取得は非常に難しい。

(スライド 22) 次に、GLM で 2 次以上の重要な交互作用がなかったかという質問については、現在の解析では交互作用は仮定していない。また先ほどもあった、漁業と独立した調査をしていないかという質問については、ヒラメ稚魚の加入を対象とした調査は行っているが、マダイの出現は非常に少なく、たまに捕れるという程度。次に CPUE 標準化での推定値や不確実性を記した表がないかという質問については、本文とは別のドキュメントを配布している。図は後ほど示したい。

(スライド 23) 次は、CPUE の標準化で水温が選ばれているが、どのような影響が考えられるのかという質問。加えて、水温が資源量自体に影響するのであれば、水温を標準化の説明変数に含めるべきではないので、その確認が必要だという指摘もあった。水温によってマダイの行動が変化することは十分に考えられるので、浅所に設置された定置網のマダイ漁獲量は水温の影響を受けると考えている。一方で、マダイの寿命は 20 年以上と長命であり、資源量が水温の影響で短期的に増減することは想像しにくいということ、またそのような情報もないことから、現在は水温を GLM の説明変数としている。

○堀井 山川先生、コメントありますか。

○山川 質問したとおり、この系群に限らず他の魚種・系群でも、とにかく色々なファクターをモデル内にどんどん入れて AIC 等で判断しているケースが多いが、その中身について、気を付けなければいけない点がある。元々 CPUE の標準化というのは、資源の経年的な変動のみを抽出しようということで、その資源の経年的変動自体に影響を与える要因を標準化のファクターに選んでしまうと、そもそも何のためにこれをしているのかという話になる。その点は気を付けたほうが良いと思う。

○下瀬 ご教示に感謝する。私もこの質問を見るまで考えたことがなかったので、非常に勉強になった。

○TEO 私も山川さんと同じ意見。1 つの方法だが、水温を入れなかった場合の結果はどうか。

○下瀬 水温を除いた計算というのは、今のところしていないが、計算はそれほど難しくないので可能。

○TEO 通常、インデックスを開発したら、ステップ・バイ・ステップで違いが出てくるか見る。一度にたくさんのファクターを入れて結果を見るよりも、ステップ・バイ・ステップでやってみるとよい。

○下瀬 自分も、あまりたくさん詰め込みすぎると説明できなくなるので、どうなのだろうと思いつながら色々としているが、元々マダイの CPUE の標準化には、説明変数はあまり多くは入れていない。交互作用を入れていないというのも、同じ理由。

○堀井 この魚種・系群に限らず、CPUE の標準化全体に対するコメントと承ったので、機構として考慮すべきところと考える。

○TEO CPUE については、天然魚と放流魚の違いは考慮されているか。

○下瀬 考慮していない。

○下瀬 (スライド 24) 次は、CPUE に用いている定置網の位置と産卵場の位置の関係だが、地図上にプロットして示した。一部、島根県の隠岐諸島が重なっているが、ここで示した産卵場は恐らく漁業者の経験的な情報に基づいており、調査から得られた産卵場ではなく、正確なものかどうかは分からない。

○TEO マダイは 1 歳になったらかなり回遊するのか、それとも同じ海域に留まるのか。

○下瀬 1 歳、2 歳、3 歳となるにつれ、若干深いところに移動する傾向があるという記述はいくつかある。もう 1 つ、標識放流調査ではある程度の距離を移動していて、季節的な緯度間の移動も少しはあるかもしれない。

○下瀬 (スライド 25) この図が、質問にあった、CPUE に用いている定置網の経営体ごとのデータ。A から U までの 20 の経営体のノミナル CPUE のデータである。

左が 15 年分をまとめた 1 月から 12 月の季節変化、右が 12 カ月分をまとめた 2007 年から 2021 年の 15 年間の年変動。

○TEO データを見ると、直感的に、交互作用の項を入れた方が良い。それぞれ、季節効果もあるかもしれないが、漁船毎に、あるいは経営体ごとに違うように思われる。操業形態の違いもあるかもしれないが、交互作用の項を入れたほうが良いと直感的に思った。いずれにしても CPUE はフラットなので、効果は見づらいかもしれない。

○下瀬 少し傾向が違ってくるということか。

○TEO 良いか悪いかわからないが、CPUE はフラットなので、あまり情報は得られない。しかし、傾向があるとすれば、初期に高い値を示す 2 つの経営体は同じタイミングで季節の影響を受けているので、これらの効果を見てみると良い。

○下瀬 承知した。

(スライド 26) 次に CPUE 標準化の指標としている定置網漁業で獲れるマダイの年齢組成、もしくは尾叉長組成に関する質問。簡単な図で示したが、VPA で用いている近年の年齢組成を青で、また島根県の定置網漁業の年齢組成は赤で示した。島根県定置網漁業の年齢組成は、銘柄ごと漁獲量からごく簡単に変換した暫定的なもので、1 歳魚と 2 歳魚にずれがあるが、大きくは異ならないと考えており。これに関連して漁獲能率 Q の値についての質問もあったが、rVPA でアウトプットデータとして出てくる Q は 0.48 だった。

(スライド 27) 次に、標準化した CPUE の不確実性を図示できないかという質問については、例えば 95%信頼区間等のようなものと理解した。図はここに示したとおりで、補

足資料の図 4、5 に示している。左図は点線がノミナル CPUE で、実線が標準化 CPUE、右図は標準化 CPUE と 95%信頼区間になる。

(スライド 28) ここからは、モデルとモデル内のパラメータについて。まず、7+歳魚の体重の設定方法についてだが、7 歳以降の全減少係数 (Z) を 0.5 と仮定して設定している。 Z は毎年変わる数値だが、毎年の推定が現時点で困難なことから、固定した値としている。資源の現存尾数での割合を反映するために、 M ではなく Z を用いている。次に、 M を 30%増加もしくは減少させた計算をしているが、30%という数値が不確実性の範囲を示しているのかという質問があった。ここで 30%という数字に厳密な根拠はなく、単に M を大きくした場合と小さくした場合の結果を示しているにご理解願いたい。次に、これらの増減させた M がレファレンスポイントや推定される資源状態にどのような影響を与えているかという質問だが、現在のところ、これを考慮した計算はしていない。これは他の魚種・系群にも共通と思われるので、内部でも検討したい

(スライド 29) 次は、0 歳魚をほとんど漁獲していないので資源計算から除外しているという点について、 F を 0 とできるなら、 M を固定して 0 歳魚の資源尾数を推定してはどうかという提案。これは先ほど話があったが、1 歳魚の資源への加入尾数は翌年に得られることになり、前年の 0 歳魚の加入尾数も同様に 1 年遅れて得られることになるので、0 歳魚の尾数を用いる利点はないと考えていた。これは本当に 0 歳魚の F が 0 だったらということだが、そうすべきではないとのことであり、考え直したいと思う。

(スライド 30) 次に、資源が崩壊せずに乱獲状態が継続している点についての質問だと思うが、この図 4-4 のとおり、現状の漁獲圧は 2 歳魚と 3 歳魚で特に高くなっているためだと考えている。2、3 歳魚は未成熟かつ高成長の途中にあり、いわゆる成長乱獲になっていると判断されているということ。このために、2、3 歳魚の漁獲圧を下げることで資源量の増大につながるという計算結果になっている。ただし、各年齢群に対する選択率は変えられないことになっているので、2、3 歳魚だけを下げるという提案は、現時点ではできない。選択率の算出方法は、後ほど説明する。

(スライド 31) 続いて、1986 年から資源計算をしているのに対し、この図 3-2 では、1969 年まで遡れば漁獲量の変化が大きいので、何らかの傾向が出ないかというご指摘について。残念ながら、1986 年より前は年齢別漁獲尾数のデータが無いので、資源計算は 1986 年から行っているという状況。

(スライド 32) 続いて、加入量と全資源量のレトロスペクティブ解析結果に毎年過少推定の傾向が見られるが、この原因について分からないかというご質問が複数のレビュアーからあった。右下の図は、先ほど示した年齢別漁獲尾数の図だが、レトロスペクティブ解析をしている 2017 年から 2020 年にかけて、1 歳魚の漁獲量が減って、2 歳以上の漁獲量が増えていることが分かる。高齢魚の漁獲尾数の増加は、過去年の若齢魚の推定資源尾数を増やすことになるため、この 4 年間でこのような上方修正の傾向が出ていると考えている。

(スライド 33) 同様の質問で、親魚量 (SB) ではレトロスペクティブ解析ではほとんど修正傾向がないという質問について、これは VPA の特性として、高齢魚の推定値ほど安定してくるので、親魚量の推定値が、加入量や、若齢魚を含めている全資源量の推定値より安定しているためと考えられる。5 年より長く遡ると、親魚量でも推定値のぶれは少し出てくるが、加入量や全資源量ほどの大きなぶれは無い。

(スライド 34) 次は、再生産関係について、瀬戸内中西部のマダイは RI 型を使っているのに対して、なぜこちらの系群では HS 型を使っているのかという質問。まず、レビューアのご指摘どおり、現在得られている親子関係のプロットでは、明瞭な HS 型の再生産関係が見られるわけではない。左の図は、研究機関会議でいくつかの再生産関係を検討したときの図だが、青線のリッカー (RI) 型、赤線のベバートン・ホルト (BH) 型は、親魚量が少ないときの加入量を HS 型よりも大きく見積もるために問題があるとされたことから、本系群では HS 型を採用した。右の図では、親魚量が現状よりも多くなったときに、加入量が増える証拠も減る証拠も無いので、一定であるというような仮定になっている。一方で、親魚量が現状よりも減った場合には、加入量が親魚量に比例して減るという仮定になっている。95%信頼区間は、親魚量の大小によって変わらないような値に近くなっていると思う。

(スライド 35) 次も同様に再生産関係に関し、現在利用できるデータで関係式を構築した場合、将来予測に用いられる値が外挿の予測値になっているという指摘。これはご指摘のとおりで、ステークホルダーへの丁寧な説明が必要だと考えている。また、現状において資源量は安定的に推移していると見做せるので、持続可能性が大きく損なわれているとは考え難いという指摘については、現在の目標は MSY をベースにしているため、単に持続可能かどうかというだけではなく、最大の漁獲量を目指すという計算になっているという点をご理解いただきたい。HS 型を採用した理由は、前のスライドで説明したとおり。また、資源量が増えると密度効果によって成長速度の低下、成熟年齢の遅延、生残率低下などが起きる可能性があるという指摘はもっともだが、現状ではデータが無いので、これらの点は考慮していない。

(スライド 36) 続いて、親魚量、加入量、年齢別資源量、年齢別漁獲係数、再生産関係などについての不確実性が推定されておらず、考慮もされていないというご指摘。再生産関係以外についての不確実性は考慮されていないが、これは他の魚種・系群に対しても共通の質問だと思うので、今後、内部で検討していきたい。

(スライド 37) 続いては、選択率に関して、算出方法などに対する質問について。選択率は、これも配布していないが、2021 年の研究機関会議のドキュメントにある表 2 に記されていて、これがそれを英訳したもの。再生産関係を求めた際の最新の資源評価結果に基づき、2017 年～2019 年の年齢別の F の平均値を F_{current} として用い、7+歳の 0.336 という値を選択率 1.00 として、各年齢の F を比率化したものを選択率としている。

(スライド 38) 最後、「その他」について。まず、今回の資源評価に対して今後改善できそうな点は何かという質問について。回答としては、より適切な年齢別漁獲尾数の作成とそれを整理すること、そして、再生産関係以外の不確実性を取り込んだモデルを作ることだと考えている。それから、島根県の定置網漁業データ以外に使えるような CPUE の探索も継続して実施している。下段の具体的な提案について、1 つ目の提案については、年齢別漁獲尾数のデータが 1986 年以降にしかないのも、それより遡った計算は現時点では出来ない。2 つ目のご提案については、そのとおりだと思う。3 つ目は、議論しましょうということだが…。

○TEO データの品質について、この系群に関しては年齢別漁獲尾数、CPUE があまり良くないということは共通認識と思う。おそらくこの系群が他種と異なるのは栽培対象種であり、潜在的に活用できる情報源として、放流種苗には標識があるということ。標識率は変動するかもしれないが、標識率の情報があるということは再捕データとして非常に役立つ。全ての県が年齢やサイズ毎の標識魚の漁獲数を取得できれば、標識一採捕による資源動態モデルとして非常に強力なツールとなる。それらを 1 つのモデルに取り込めば、 M 、 F や資源量などの基本的な数値を計算できるだろう。おそらく放流魚に関する情報は一般的に良質で、また標識についても改良が図られており、これらの時系列データの取得により、現状よりも良い情報になる。既にそのような取り組みが始められているようなので、検討の余地があると思う。

○下瀬 ご教示に感謝する。実際そういうデータがあるので利用できないかと考えているが、標識放流事業のところで少しお話ししたように、データの信頼性やデータ数に問題があるので少々複雑になるかもしれないが、考えてみる価値はあるかと思っている。これとは別に、標識を、実際にタグを装着して放流するというのも、数十年前に行われたことがあるようで、いくつか報告書にそういう記述があるのを見たことがある。ただ、ご提案のとおり放流魚に関するデータは多いはずなので、実際に実験を新しく組むよりは、そのまま使えるデータになると期待している。

(スライド 39) 次は、 M の値に対する、資源量、親魚量、加入量の感度解析をしているが、それ以外に、再生産関係や SB_{msy} 、 F_{msy} の感度解析も行ってはどうかというご提案。もっともだと思うが、本系群に限らず HS 型の再生産関係を使っているものに共通のご指摘だと思うので、今後、内部で検討したい。

○堀井 これについては 1 つの魚種系群にとどまらないご指摘だが、川端底魚資源部長、養松底魚資源部副部長からコメントあるか。

○川端 再生産関係のモデルについては、説明があったとおり、全体的に各種の取り組みを行っている。現状がベストということではなく、より良いものを目指して取り組んでいるところ。

○養松 マダイも、明日のヒラメもそうだが、これまで取得されてきたデータは、議長も触れていたように、種苗放流を行った効果がどうかなど、種苗放流から資源を見たときの

データの取り方をずっとこれまでやってきたと思う。今般新しく **MSY** ベースの資源評価が導入されたということで、正直、資源評価側としてはマダイやヒラメのデータをそれほど多く持っておらず、種苗放流を行う視点からのデータが主体である。それをこれから少しずつ資源評価のためのデータ取得に重点を移行していく、今は過渡期かと思っている。不十分な点も多く、各種のご指摘は非常にありがたいので、ぜひ引き続きよろしくお願いします。

○堀井 今のお答えに加えて、山川先生からのご指摘の中には、例えば自然死亡係数 **M** を変化させたときに、それが SB_{msy} なり F_{msy} にどのように変化をもたらすかというようなご指摘もあったところ。これについても各魚種共通かと思うが、いかがだろうか。

○川端 今の感度解析等については、そういうことも含めて取り組んでいきたいと思っている。あと、この再生産モデルについて、きちんとしたものができるというのは、資源が少ないところから高いところまでデータがそろっていないとなかなか難しいところがある。例えば、わが国の資源だと、マサバなどでデータが低いところから高いところまでそろっているがし、環境が変わり、またデータの更新もあり、なかなか難しいという問題もある。そういったところで、いろいろデータをそろえて取り組んでいきたい。

○養松 先ほども少し話したが、これまで、種苗放流というのが資源にどう影響しているかというのは、あまり考えずにいろいろ計画して放流されてきたが、今後はそれがどのように資源評価に影響しているかを確認する必要がある、そのためには、先ほども議論があった標識率の問題も踏まえて放流魚が実際どの程度獲れているかを明らかにする必要がある。下瀬からも説明があったが、データが少ないため、ある場所のデータを全体に引き伸ばしていて、それが正しいとは思わないが現状ではやむを得ない。今後はデータを適切に取得しながら、**MSY** ベースの資源評価を行う際の考え方なども、そこからまず検討しなければいけないと思っている。

○中野 1点コメントをしたいのだが、資源評価についても、また栽培漁業についてもこれまでの枠組みがあり、なかなか大幅に変えるのは難しく、**M** の問題など、全体で共通で考えるととっても実際問題として難しいところがある。ただ、先ほど **TEO** さんが言ったように、栽培漁業というのは放流リストが手元にあるので、標識放流手法を使って **M** を推定するといったことについてはアドバンテージがある。先ほど言及された **M** を変化させるシミュレーションなども、放流実験に基づいた **M** の範囲があらかじめ分かっているればよりリアルに実施可能で、そうしたところはぜひ資源やモデルに詳しい人と横断的に共同研究を行うなど、先行研究として、本来の事業とは別枠で進めてみるのも一手だと思う。昨日カタクチイワシでも提案されたが、いわゆる事業の枠外で、先行研究としていろいろ試してみてもどうかということが指摘されており、考えてみていただきたい。

○下瀬 (スライド 40) 次のご意見は、今回レビューいただいている資源評価結果を踏まえて、この結果を実際の管理に向けてどう拡張していくか、あるいは見せていくかという

ところへのご提案だと思うので、この質問については今後の課題とさせていただきたい。
非常に貴重なご意見で、納得できるところ。

(スライド 41) これは前のスライドと同じだが、この点についても、ほかの魚種・系群と合わせて検討していきたい。

(スライド 42) このスライドが最後になるが、今回、再生産関係の求め方など研究機関会議資料に関連した質問もあったので、このことについても機構内の関係者と情報を共有させていただきたい。

○堀井 下瀬さんのご説明に感謝する。最後の 3 枚は山川先生からのコメントだったので、あらためてコメントいただきたいと思う。

○山川 これは、この前にも議論されていた、データにコントラストがあまりないということにも関連してくる議論だと思う。データにコントラストがないにもかかわらず、何とか資源評価をして、 B_{msy} や F_{msy} といったものを一応推定して、それをもとに、今度、ABC の提案に結び付けるというようになっていくわけだが、そのようにしてコントラストの小さいデータから推定した B_{msy} や F_{msy} がどれくらいの精度を持っているのか、信頼性を持っているのかというのは、非常に不確実だと思う。それで、取りあえず今の提案だと、最初の年に漁獲量を半減させてしまい、それで資源が増えてくるのを待ちましようというやり方だが、本当にその B_{msy} が今の推定された水準なのかどうかというのが分からないのに、取りあえず漁獲量を半減させてしまうというのは非常に乱暴なやり方ではないかという気がした。私の提案は、半減させるのではなく、少しずつ減らしてみても、資源が増えていくのを待つ、資源が増えてくれば、その増えてきた SB のあたりのデータが得られていくことになる。データのコントラストが少ないということに対する対応策として、TEO さんは過去のデータを掘り起こすという視点からの提案を行われましたが、それは非常に重要だと思う。私の提案は、未来に向けてコントラストのあるデータをどのような戦略で取っていくかという考え方。実施しながら学んでいく、**learning by doing** というような言葉があるが、そういうことを将来の管理戦略の中で取り入れながら、データも徐々に増やしていく。そういうやり方をするべきではないかということ。あと、**no regret policy** などという提案もさせてもらったが、現状の HCR に基づいて計算するとうくなるというのは理解できるが、今回出てきたこの結果は、もし現場にこれを下ろすとなると、非常に大きな議論を呼ぶ内容ではないかと思っている。

○堀井 担当の下瀬さんからコメントあるか。

○下瀬 そのとおりだと思う。今回は CPUE の標準化のドキュメントがあったが、ご指摘に関連する対応策等も記されたドキュメントもあったので、本来は議論の対象とした方が良かったかもしれない。

○堀井 1 つの魚種・系群だけの問題ではないご指摘が多く含まれているので、山川先生のご意見はこのピアレビュー委員会の議事録に適切に記載していくことで、機構でも対応

できるところは対応していく方向でご検討いただけるのではないかと考えるが、川端部長、養松副部長、いかがか。

○川端 最後の部分で、実施してデータを追加しながら見ていく、そういうような管理方策を取れば良いと私も思った。現状は、**MSY** で管理していくというような、決められてしまっているようなところがあり、なかなか難しいような状況もあるが、このような意見があったということを管理側にも理解してもらい、より良い評価や管理ができるようにしていきたいと考えている。ご指摘に感謝する。

○養松 ご指摘に感謝する。他の魚種・系群にももちろん影響があるが、特にマダイのように多くの漁業種類で漁獲されている魚種に関しては、調整のやり方次第で漁業種類ごとに与えるインパクトが違ったりするので、なかなかこちらで条件を設定することは直ぐには難しいのではないかという気がしながらも、これはたぶんステークホルダーの皆さんのご意見も聞きながら対応し、それに応えていくということになるだろうと思っている。

○堀井 ご回答に感謝する。山川先生も、機構が直ちに対応できると思って指摘されているわけではないと思うので、そのような方向で対応願いたい。

○山川 これが直ぐに解決できるとは思っていないのだが、再生産関係で **HS** 型を仮定しているのは、データのある範囲に折れ点 (**break point**) がくる、それがメリットだからということだろうと思う。だから **RI** 型や **BH** 型は駄目だということになるわけだが、**RI** 型や **BH** 型でも、パラメータに重みを付けて、**Ridge**、**Lasso**、スパースモデリングなどという考え方で、データのないところまで非常に過大推定されてしまうようなことを避ける手法がある。そういったやり方を考えていけば、例えば **RI** 型でピークがデータの範囲内に来るような推定の仕方ができると思う。そうすると、今の **HS** 型よりも信頼区間をもう少し正確に求めることが可能であり、あるいは、**B_{msy}**、**SB_{msy}** が非常に過大になってしまって最初の年に漁獲量を半減させてしまうようなことが結果として出てこないような推定が、多少意図的になるかもしれないが、可能になる。また再生産関係にベイズ推定の手法を取り入れて、事前分布にある程度データが有るところに重みが付くような、そういう手法を取り入れていくことも考えられる。そういうやり方をすれば、今のように非常にドラスチックな、漁獲量の半減のようなものではない解析もあり得るのではないか。どこまでそれを強くするかというので、あまり強くしすぎると意図的な推定になってしまうわけだが、そういったやり方もあり得るのではないかと、個人的には思っている。

○堀井 ご指摘に感謝する。このような問題は、資源評価の中の別のワーキンググループの枠組みで検討していくところかと思うので、今回のピアレビューの結果もそちらに伝えるようにし、議論を喚起していくということで、この議論はここまでとさせていただきます。

○**TEO** 山川さんの話を伺いながら、コントラストを将来的に付けるというのは、興味深い、いいやり方だと思う。このシステムの中では、種苗放流があるので、例えば種苗放流数のある年極端に増やして 1 つの年級群に加入させ、その前後のデータを集めて、経時的

な変化を見られれば、非常に強力な実験になると思う。こうした実験には県や種苗施設を説得しなくてはいけないと思うが、資源量が増えて漁獲量を減らすというのは、どの漁業者も望んでいないと思う。もう1つのコメントとして、今回は、データの質に合ったより適切なモデルが他にあるのではないかという話はしなかった。この系群についてはデータの質が余り良くないことが問題であることは既に述べたが、このため資源評価で求められているような良質の結果が得られない可能性がある。VPAはデータの質に関してはかなり厳密なので、探究の可能性として、年齢別漁獲尾数の推定が困難であれば、VPAではなく体長ベースの年齢モデルにして、データの一部は体長、データの一部は年齢、そして成長モデルを使って洞察するといったことが役立つかもしれない。また過去には漁獲量が非常に高く、そこから資源量が減ってきたような、コントラストが高い時期があった。その期間ではCPUEのデータが無かったが、種苗放流による標識―再捕のデータはあると思う。良質のデータではないかもしれないが、1、2の県で使えるようなデータがあったら再捕データをモデルに入れる、そうするともしかしたら利用できるトレンドのデータが得られるかもしれない。そして、各種のデータソースが使えるようになるのを待つということもできる。これらが集まれば、VPAよりももっとフレキシブルなモデルに移行できると思う。

○堀井 ご提案に感謝する。それでは、ひととおり説明が終わった。次の系群が終わった後にまた議論する機会があるので、必要があればご発言いただくということで、次の系群に移りたいと思う。

<休憩>

マダイ瀬戸内海中・西部系群

○堀井 ここから、マダイの瀬戸内海中・西部系群に移る。水産資源研究所底魚資源部底魚第4グループの山本圭介主任研究員に説明をお願いします。

○山本 (スライド1) それでは、マダイの中・西部系群について説明いたします。頂いた質問について、基本的に質問と回答はレビューア毎に並べているが、同じような質問については纏めている。

(スライド2) まず、解析に何尾使ったかというデータだが、これについては、ALKは2021年に394尾で作成している。また先ほども話題となったがMの根拠としている島本(1999)について、複数の海域の文献値と、小型魚ほど自然死亡率が高いという生態的な知見を総合的に解釈し、自然死亡係数を決定している。ただ、具体的な計算方式については、島本の文献には記載されていない。

(スライド3) 先ほど説明したMが、この黄色の部分。

(スライド4) 次にEcologyについて、参照している文献についての質問があった。これは図2-2のグラフに関するもので、広島県呉市で漁獲されたマダイの鱗紋による年齢査

定、尾叉長、体重から計算されたグラフ。この文献にはサンプリング個体数は記載されていないかった。

(スライド 5) 続いて、瀬戸内海で漁獲されているマダイは寿命 (15~20 年) と比べて 6 歳以上の個体の漁獲量が非常に少なくミスマッチだが、高齢魚に関するデータは無いのか、または近隣海域で漁獲されていることは無いのか、という質問。これについては、量は多く無いものの高齢のマダイは漁獲されており、データベースに含まれる瀬戸内海産のマダイの生物特性データ (約 18,000 尾) によれば、7 歳を超える個体は全体の約 2%であった。次に、成熟率についての質問。これは、北島 (1978) の文献値を用いた。標本調査によるものだが、これも具体的な個体数は記載されていない。

(スライド 6) 上段は誤記のご指摘で、感謝する。次は主要な漁業である吾智網漁業と小型底びき網漁業で漁獲されるマダイの年齢の違いについての質問。この 2 つの漁業は主な水揚げ状況が異なっており、吾智網漁業は大型の高齢マダイを主対象として漁獲し、活魚で水揚げする。一方、小型底びき網漁業ではマダイは主要な対象種ではなく、混獲魚として比較的小型のマダイが漁獲されている。このため、両漁業種の年齢組成は異なっている。

(スライド 7) 現状の F の算定に関する質問について、本系群では過去 5 年平均を採用している。これは 3 年間平均よりも偶発的な漁獲の影響を受けにくいためである。次に、 M の感度解析に関する質問で、なぜ $\pm 30\%$ かということについては、資源評価全体で伝統的にこの幅が採用されてきたため、踏襲している。

(スライド 8) これが実際に M を変化させた場合の図である。

(スライド 9) 人工種苗の放流数が何によって決まるかという質問については、人工種苗を放流する漁業団体や府県の予算規模による。

(スライド 10) 現在、マダイは漁業者にとって価値が高くないため、その種苗を放流する優先度は低い。この図は最近のマダイの放流尾数のグラフ。

(スライド 11) 次に、種苗放流の目的についての質問。これまで他の系群でも説明されたように、天然資源に親魚を追加し、資源量の増加と漁獲の増加を図ることを目的としている。YPR と SPR の指標を使っているかという質問については、これらは使用していない。

(スライド 12) これが、YPR と SPR の図になる。

(スライド 13) F の値に関する質問で、5 歳と 6 歳+の F が 1997 年から 2002 年の間で急激に上昇した理由については、残念ながら分からない。

(スライド 14) これが、各年齢の F の推移を示したグラフである。

(スライド 15) 次に Table 2-1 で、選択率の計算方法が分からないという質問があった。

(スライド 16) 選択率はこの表の黄色い部分だが、1 歳の F を 1.00 としてその相対値で示してある。

(スライド 17) 栽培対象種の評価に関する質問について、他の栽培対象種と同じように、天然魚に放流魚由来の個体を含めたマダイ資源全体の管理が目的となっている。次に、人工種苗の混入率調査については各県の研究機関がそれぞれ独自に計画・実施しており、プロトコルが統一されていない。このため、それぞれの数値を比較することは困難であり、その不確実性を算定することも難しい状況。

(スライド 18) 天然魚と放流魚の識別について、マダイ瀬戸内海中・西部系群についても鼻腔隔壁欠損の有無で判断している。また天然魚と放流魚には生態的な差異はないと仮定している。放流魚が将来的に親魚資源の中に含まれるかということについては、その通りである。また放流魚は将来的に天然魚の資源と同様なふるまいをすると仮定している。

(スライド 19) 放流される稚魚の大きさは、尾叉長で 50~120mm。種苗放流のレギュレーションについては、2015 年に水産庁が人工種苗放流に係る遺伝的多様性への影響リスクに関するガイドラインを出しており、その中で、同じ系群内の親魚から生産された人工種苗を放流することが推奨されている。次に、養殖用の人工種苗と放流用の人工種苗に違いがあるかという質問については、養殖用の人工種苗は成長や抗病性など各メーカー独自の特徴を持つ品種が供給されている。一方、放流用の人工種苗は、天然親魚由来の人工種苗が放流されており、天然魚と大きな差異はないと考えている。

(スライド 20)

次に、瀬戸内海中・西部系群の分布域に関する質問だが、1980 年代に実施された標識放流魚の追跡調査で、瀬戸内海東部のマダイは瀬戸内海中・西部にほとんど移動しないという結果が示された。これを基に現在の瀬戸内海の中央部のボーダーラインが引かれている。

(スライド 21)

内部寄生虫相による研究においても、灘単位で優占種が動物群レベルで異なった。

○TEO もし可能であれば、(系群構造に関する) 文献情報はレポートで記述した方がよい。

○山本 引用文献リストに記載したい。

○TEO 可能ならば文献を PDF 等にして木白部長経由で我々に送付いただきたい。レビューレポートを書く際にそれらを引用したほうが良いが、現在は記述されていないため。

○木白 これらの文献は日本語だが良いか。

○TEO 大丈夫。

○木白 それでは、山本さんから事務局に送ってもらい、後日、レビュアーの方に PDF をメールでお送りしたい。

○山本 (スライド 22) これは先ほどの説明にも使ったもので、右側の図が内部寄生虫相によって区分された海域図。湾や瀬戸などの狭小な海域は調査されていない。

(スライド 23) 次に、成長等生物パラメータの年や季節による変化について、該当するような知見はありませんでした。

(スライド 24) 次に、CAA や ALK に関する質問について具体的な作り方を示したほうが分かりやすいと思うので、それを示す。

(スライド 25) これが、2021 年に使用しました ALK の内容。全部で 394 尾を使っている。複合正規分布法で年齢を分けており、基のデータは各県から、鱗による年齢査定、尾叉長、体重ということで、精密測定データをデータベースに入力していただいたものを参考になっている。また、ALK は毎年更新している。

(スライド 26) これが 2021 年に使用した ALK。

(スライド 27) 次に CAA について。右上の図だが、まず、本系群の分布域を 2 つに区分し、それぞれに標本港の月別体長組成を収集して、それを漁獲量で引き伸ばして ALK により年齢組成に変換し、最終的に 2 つの海域の漁獲量で重み付けをして VPA に使用する CAA の表を作っている。

○TEO 確認したいのだが、瀬戸内海の中中部と西部の ALK は同じか、それとも違うか。

○山本 同じ ALK。

○TEO 承知した。成長は同じということで、年齢査定サンプルは、この両方の海域から取っているということ。

○山本 その通り。両方の海域から、漁業種類ごとにとっている。

○TEO 毎年、年齢査定をして、新しい ALK を毎年作っているということ。

○山本 その通り。

○TEO 全体では 1 年に 1 つ ALK があるということ。

○山本 その通り。

○TEO この系群で毎年 ALK が更新できている理由は何か。他の魚種系群のレビューも行ってきたが、大半の資源では毎年年齢査定を行っていない。この系群については毎年年齢査定を行えるようなリソースがあって良く調査をされているようだが、その違いはどこにあるのか。

○山本 府県の調査努力の違いによる。

(スライド 28)

(スライド 29) 次に 2006 年以降の CPUE が無いことについて。

(スライド 30) これは努力量データが取れなくなったということ。2007 年から農林水産省による漁獲統計の収集方法が変更されて努力量データを収集しなくなったため、2007 年以降の CPUE が計算できなくなった。

○TEO ということは、将来も CPUE のデータは利用できないのか。

○山本 将来的にもデータは取れないということ。

(スライド 31) 次の質問は、モデルで指標値によるチューニングを行っていない理由に関して。本系群では漁獲データのみで資源計算を行っており、漁業から得られる CPUE データは信頼性が低いため利用できず、また他にも標準化に利用できるような信頼性の高い

データも存在しないためチューニングは行っていない。また次の質問のレトロスペクティブパターンに明らかな傾向がある理由については、よく分からない。

(スライド 32) 次に、加入の問題。放流魚由来と天然魚由来の親資源は特に区別していない。また再生産曲線について、HS 型を採用した日本海西部・東シナ海系群と違って、なぜ RI 型を採用したかという質問について。

この海域の環境収量力が限界に近い状態であることを示唆する状況証拠が、漁業や遊漁からもたらされている。

(スライド 33) 再生産関係については、当初はこのように様々な関係式を試していた。

(スライド 34) その結果、まず BH 型は変曲点が定まらないので適合しないとした。

(スライド 35) この図は HS 型と RI 型の再生産関係を比較したもの。

(スライド 36) またこの図は HS 型と RI 型で得られる SY 曲線を比較したもの。

(スライド 37) 左図は SB と SPR の関係を HS 型と RI 型で比較したものだが、RI 型の場合、MSY は過去の値のほぼ中央にあたるが、一方 HS 型では約 2 倍と高くなったため、RI 型がより現実的と判断した。なお F_{msy} は現状よりも RI 型で高く、HS 型では低くなっている(右図)。

(スライド 38) この図は HS 型を採用した場合と RI 型を採用した場合の将来予測の図で、 $\beta = 0.8$ の場合、管理開始後 HS 型では漁獲量が急減し、資源量は急増となる。これらを勘案して RI 型を採用した。

(スライド 39) 次の質問について、SSB、加入量、年齢別資源量などについての不確実性は推定していない。このため不確実性を組み込んだ場合の影響は現時点で不明である。

(スライド 40) 次は、この系群の資源評価ではどのような改善ができるかという質問については、資源量指標値の精度の改善が必要と考えている。

○TEO 先の質問への回答で、今後は努力量データが取得できないということだったが、ここでは改善の余地があるとなっている。データはあるのか。

○山本 生データは標本港に存在するが、それを農林統計として収集するルートが無くなったということなので、個別に標本港にあたれば取得可能。しかし多くの人的資源が必要になる。

(スライド 41) 次に、長期の漁獲量データを示してほしいとのご意見。

(スライド 42) 1952～2022 年の漁獲量の推移を示した。ただし、1960 年以前は現在とは主要な漁業が異なっていてまき網漁業が主だったので、現在とは質的に異なると考えている。

(スライド 43) 先ほども同様な質問があったが、CPUE データが得られる小型底びき網漁業では、マダイは混獲魚に過ぎないため、データとしては不正確ではないかと考え、使用していない。

○TEO 1 つ目の質問について、回答は正しくない。何をこれは違うと思います。対象とする漁船が何処で操業していたかを知ること、何を狙って操業していたかにかかわらず

CPUE の標準化は可能。漁業者は対象とする魚種によって操業形態を変えるが、その変化はランダムと仮定できる。重要なのは、その変化が漁具能率にどのような影響が出るかということで、対象種が変わったからといって、PUE データが使えないということにはならない。

○堀井 要するに、主に捕れた魚種の情報を加味することで、混獲魚として捕れたものであっても情報が得られるということ。

○山本 現在の主要な漁獲対象種は、漁業者ごとに同じではない。各漁業者が市場の相場などを参考に、獲る場所を変えて操業する。瀬戸内海では毎月のように魚種組成の優占種が変わる。したがって、多くの魚種が平均的に獲れるわけではないので、マダイの分布域に近い対象種を獲っている漁業者と、それとは全く別の、例えば泥底域の漁場やハモなどを対象としている漁業者の場合では、全く同じようには評価できないだろう。

○養松 山本さんが言われているマダイのデータというのは、ある日その船がマダイを揚げた量としては報告があるということだと思う。TEO さんが言われたのは、例えば、小型底びき網だと思うが、一緒に捕れたもののデータがあれば、マダイがこれぐらい、ヒラメがこれぐらいというような組成が分かれば、言われるような解析ができますし、漁場も分かれば標準化もできると思うが、今使っているデータは、港に揚げた量だけなので、それができないということだと思う。

○TEO 理解した。米国でのマグロを例にとると、操業日誌があり、米国の漁業者は操業位置や時間、魚種などを全て正確に記録する。しかし、この系群の場合はそうではなく、水揚げ時に漁獲量がやっと分かる程度ということだと思うので、その状況は理解した。

○川端 補足だが、山本さんが言われているのは、狙いとする魚種がどんどん変わっているし、船によっても違う。それがマダイの分布とはだいぶずれたり一致したりとかで漁獲効率が大きく変わるため、なかなか標準化はできないのではないかとのことだと理解。

○山本 (スライド 44) ご教示のあった解析については今後の課題とさせていただきたい。また親魚量や資源量が過少推定されてしまう理由については、0 歳魚漁獲尾数の過少推定が原因かもしれない。である可能性があるということですが、これは恐らく、本系群ではチューニング VPA にしていないので、その影響が出ているのではないかと考えています。等漁獲量曲線の作成に関しては、これも今後の課題とさせていただきたい。説明は以上となる。

○堀井 山本さんのご説明に感謝する。全体を通して、質問やコメントがあればお願いします。

○TEO 日本海西部・東シナ海系群では標識一再捕の実験といった話題もあったが、こちらの系群では余り標識の話が無かった。県はそのようなデータを集めているのか。つまり、漁獲物調査で標識魚の混入率は調査されているか。先の系群でも述べたとおり、標識一再捕データがあれば、非常に有用なデータになると思っているが、いかがか。

○山本 各県が取得しているデータで、生データの形では入手していない。各県でも担当者の交代や方法の変更などがあり、長期のデータはおそらく現存していないと思う。

○TEO 標識一再捕データの利用は、この系群については先の日本海西・東シナ海系群よりも有利だと思う。魚の移動が小さく非常に閉じた水域なので、やりやすいのではない。ただ、唯一の問題としては、CPUE データが十分そろわないこと。年齢査定が行われていることと、移動が狭い水域にとどまるということは利点である。この他に、漁獲量や CPUE などコントラストのある期間のデータが得られれば、さらに良い。政府には、何とか努力量データを収集してほしいところ。CPUE データの取得が困難であれば、標識一再捕データが非常に有用かと思う。機構が直接標識データを取得しているのではないことは理解したが、あらためて県にも要請してみてもどうか。もしかしたら想像以上に良質のデータがあるかもしれないし、または将来的に収集してくれるかもしれない。

○山本 各県に調査してみたいと思う。

○山川 少し前の質問にあったことをもう一度見てみたいのだが、1997 年、1998 年、1999 年あたりで、6 歳以上の漁獲係数 F が急激に上がったという件 (Fig.4-4) について、例えば Fig.4-3 を見ると、丁度その頃に再生産成功率が非常に上昇しており、また親魚量はかなり減っていて、非常に不自然に感じる。全体の資源量もこの年代に少し減って、一方、漁獲割合は高くなっているということで、同じレベルの漁獲量あるいは漁獲尾数を説明するのに、もし資源量や親魚量が過小推定になっていたとしても、漁獲係数を上げてやれば同じだけの漁獲量になる。そうした推定量間の相関のようなもの、相互干渉のようなものが生じていて、それで見かけ上このような推定になった可能性があるのではない。親魚量が非常に低く、過小に評価されているので、加入量はそれほど大きく変わらなかったとしても、再生産成功率はかなり高い値として推定されているというようなことが、現象として起こっているのではない。ただ、モデルのどこをどう変えればその問題が解消するのかは分からないが、この年代に、もしかしたらパラメータ間で何か過大推定と過少推定が同時に起こって、結局、漁獲量としては同じレベルに収まっているというようなことがあるのではない。

○山本 承知した。検討してみようと思う。

○堀井 ほかにコメントあるか。もし無ければここで一旦瀬戸内海中・西部系群の議論を終了し、今日議論したマダイの 2 つの系群全体について、総合討論を行いたいと思う。

マダイに関する総合討論

○堀井 本日の 2 つの系群全体について、コメントや質問があればお願いします。または、逆に担当者からレビュアーに対する質問があればお願いします。担当者以外、ウェブからでも結構なので、何か担当者またはレビュアーに宛ててご質問などあればお願いしたい。ウェブからご参加の方は、挙手ボタンを押してご発言願う。

特に意見はないようなので、議論された中で少し重要と考えた事項を振り返る。CAA を正確に調べていく必要があるということ。これは過去もそうであるし、今後もそうということ。もう一つは、放流魚の標識率も正確に把握して、漁獲物中の比率をしっかりと調べることで放流効果を推定する以上の各種の情報が得られるだろうという、レビュアーからのご示唆というか、ご教示だったかと思う。そして、日本海西部・東シナ海系群については、CAA の推定がもし困難な場合には、場合によっては年齢構成を用いない推定方法も導入を検討したらどうかというようなご提案もあった。重要な、またこちらで今後対応を考えていかなければならないような項目はこのようなものだったかと思うが、ほかに付け加えることは無いか。それから、不確実性の扱い。これはなかなかすぐに対応できるわけではないと思うが、やはり宿題として頂いたところ。

特にここでご発言がないようであれば、担当者からそれぞれ、今挙げたような項目について、県のご協力を仰ぐということが大きな前提にはなるが、今後どのようにマダイの資源評価を高度化していこうとお考えになったかというところを、簡単にご発言いただければと思う。

○下瀬 まとめのところにもあったように、今も堀井議長がおっしゃったように、年齢別漁獲尾数を、もちろん県の協力を受けながら、きちんと推定するというのが第一かと思う。その先のモデルに関しては、専門の部署が対応することになるのではないかと思いますので、それはそちらにお任せしたいと思っている。資源量指標値、CPUE に関しては、引き続き、また県の方々とも会うたびに何かないかとお願いをしながら、よいものを探していくということが重要かと思う。あと、放流魚の標識率というのは、うまく使うことができるようなデータがあれば、非常に役に立つと思うので、もう一回見直してみたいと思う。

○山本 私のほうも、努力量や放流魚のデータ等、まずどのようなデータがあるかということをもう一度確認してみて、それを何とか収集して利用できる方法を考えていきたいと思っています。

閉会

○堀井 それでは、時間も差し迫ってきたので、マダイの資源評価のピアレビューはこれで終了する。活発な議論に感謝する。

--- 11 月 9 日 ---

開会（3 日目）

○堀井 それでは、3 日目の会議を再開する。まずは KURIYAMA 博士、魚探調査に関するレポートをお送りいただいたことに感謝する。既に関係者間で共有したところ。

ヒラメ瀬戸内海系群の説明に入る。山下夕帆（水産資源研究所底魚資源部底魚第 4 グループ長）さん、よろしくお願いします。

ヒラメ瀬戸内海系群

○山下 （スライド 1）ではヒラメの説明をさせていただく。

（スライド 2）この説明に関しても、こちらのコンテンツの内容で、まず生物学と Stock assessment についてご説明する。その後、研究機関会議などでまとめた再生産関係（Stock Recruitment Relationships）、および管理基準値と神戸プロットについて、それから将来予測について、この点については補足的な資料となるが、ご説明する。

（スライド 3）まず、資源の分布について。本系群の対象海域は、この瀬戸内海になる。それ以外にも日本周辺に広く分布しており、わが国の周りでは七つの系群に分けてそれぞれ評価を行っている。それぞれいろいろな特性があるが、瀬戸内海においては、基本的には瀬戸内海で生まれて育つという生活史である。

（スライド 4）まず、移動などに関してご質問を 2 点頂いた。これらはいずれも、瀬戸内海から外側に移出するかどうかというご質問。この移出については、過去に、出ていく個体がいるということはそれぞれ報告されているが、その移出した魚が戻ってくるかどうか、あるいはその量がどれぐらいかということについては、明確な知見は得られていない。また後ほど説明するが、外側での漁獲は非常に少ない状況なので、移出入は瀬戸内海の資源全体としては非常に限定的であると考えている。そのため、本資源の評価としては、瀬戸内海で漁獲された魚のみを「瀬戸内海系群」として扱っている。このため、外海にいる資源は、瀬戸内海への親魚あるいは加入には貢献していないと考えている。

（スライド 5）外海との交流に関しては、外海での漁獲は非常に少なく、青色で示したものが瀬戸内海での漁獲、オレンジが外海の漁獲量。ただ、この外側で漁獲されたものについては太平洋南部系群として、別の資源として資源評価対象となっている。分布と漁獲量については、以上である。

○TEO 通常は外洋での漁獲が少ないという話だったが、標識放流調査は行われているか。瀬戸内海でも外海でもいいが、そういった調査は行われているか。

○山下 標識放流は、少なくとも近年は行われていないようだ。ただ、魚の群れの移動として、漁獲が外海との境界周辺で行われていて、外海と瀬戸内海とで連続的に漁獲されていることから、親魚が外に出ていると判断されるという報告があった。

○TEO もう一つ考えていたのは、外側の個体群の、外から内側への移入がないのかということ。どちらの個体群が大きいかにもよるが、外側の個体群が大きければ、外から中に

入ってくる比率が低くても、その影響は大きいのではないか。そうした調査が行われていなければやむを得ないが。

○山下 具体的な調査例は無いが、この外側での漁獲量が非常に少ないことから、太平洋側での資源量も同じように、瀬戸内海に比べて非常に少ないと考えられている。なぜかという、太平洋側ではヒラメが分布できる浅い範囲が非常に狭い。海域としては広いが、ヒラメの分布域という意味では、内側のほうが外側よりもはるかに大きい形になっている。

○KURIYAMA 一般的な質問だが、いわゆる生息域、この瀬戸内海と外洋の一番の違いというのは海底の深さで、移出入を妨げているのは、それが一番の要因か。それとも、例えば水温やクロロフィル等、他の要因もあるか。

○山下 複合的な要因だとは思っている。ただ、ヒラメは異体類なので、着底できる浅い海域がないと特に稚魚が成育できないので、やはり生活できる水深帯が少ないということが一番大きな要因にはなろうかと思う。

○TEO 生息地が外洋は内海と異なるということについて、そうすると、瀬戸内海と外海の線はどのようにして引いているの。この線は生息地に基づいて引くべきではないかと思うが、それとも、どちらかといえば政治的要因、例えば県など、そういった何か他の要因があるのか。

○山下 これは政治的な要因によって引かれたライン。国が決めた海区が、青のほうは瀬戸内海区、外のほうが太平洋海区となっている。一応、この切れ目のところにそれぞれ岬があって海峡としても区分は付けられるところではあるが、ある程度は魚の行き来があるというのが現状。

○KURIYAMA ということは、この左側の図にある外海の水揚げは、瀬戸内海で操業している漁船が、時々外海で操業してヒラメを獲るが、その水揚げは瀬戸内海の港で行っているということか。

○山下 場合によってはそうになっている。というのは、漁獲量の統計は、どの船がどの港に揚げたかということを基に集計されている。瀬戸内海の漁獲量は、厳密には、瀬戸内海区に属する港に水揚げされたものということ。実際には外海で獲っていたとしても、内海の港に水揚げされれば、それは瀬戸内海での漁獲になる。逆もまた同じで、そのように扱われている。

○真鍋明弘（水産資源研究所底魚資源部底魚第4グループ研究員） 外海側の担当者として補足をさせていただくと、西側の愛媛県の漁獲量も、東側の徳島県の漁獲量も、年間10トン前後で瀬戸内海の1%程度に過ぎない。また、資源動向も、瀬戸内海は増えているが外海は減っていて同じ挙動では無いことから、瀬戸内海と外海が同じ群れであるとは言えないと考えている。

○TEO この境界線はあくまで政治的な線であり、瀬戸内海と外海では移出入があるのではないか。外海が量的に少ないということだが、外海というのはあくまでも認識の問題だと思う。1つの資源として捉えるほうが自然ではないか。

○山下 系群の区分については常に問題になるところで、今のところ Kidokoro et al.

(2021)に基づいて系群が分けられている。この論文では瀬戸内海の西部と東部の漁獲動向をもとに主要因分析を行ったものだが、太平洋南部の東部と西部は、確かに瀬戸内海と近いところにある。このため、場合によっては、瀬戸内海と太平洋南部をまとめて1つの系群とすべきかもしれないが、現状では、ひとまず漁獲量の集計区分で分けて評価しているところ。

○TEO それは遺伝学に基づいたものか。

○山下 漁獲の動向をもとにしている。遺伝的な検討は今後の課題である。

(スライド6) 生物学的な内容に移る。先ほど説明したように、成長・成熟には雌雄差がある。年齢査定については、基本的に耳石を用いている。過去の精密測定データを基に、Bertalanffy の成長曲線はこのように推定されている。

(スライド7) 成長曲線についても質問を頂いている。高齢魚、5歳以上の魚はどのように測ったのかという点については、5歳以上についても年齢査定は読める限り行っている。そういう高齢のところについても、それぞれの年齢のデータが含まれたものとなっている。ただ漁獲量が少ないので、資源評価上は5歳以上をプラスグループとしてまとめて計算を行っている。ここで用いている成長式とそれぞれのデータについては、こちらに示したとおりだが、年ごとの違いはどうかという質問については、次のスライドで説明する。

(スライド8) 過去のデータを当時の担当者から引き継ぎ、年ごとに成長曲線を引き直したのがこの図。このように、データが多い年はきれいな曲線が引けるが、データが少ない年では全くパラメータが推定できない状況。また、高齢魚の細かい挙動から、ほかの年とは大きく違う成長曲線が推定されるようなことも起きている。

(スライド9) 年毎の曲線を全体での曲線の上にプロットしたものがこの図。年による差が無いとは言えないが、その差はデータ数、特に高齢のデータがあるかどうか依存しているので、全ての年を一緒に考えて解析している。なお、この計算は2004年までのデータだが、その後で得られたデータを基に同じように線を引いた場合でも、そこまで大きな違いは生じていない。そのため、成長の変化は、少なくとも明確には起こっていないと考えている。

○TEO ALKにはこの成長曲線を使用していると理解するが、それならばより懸念が大きい。成長曲線をみると大型魚であてはまりが悪く、良い推定値が得られていない。各年で年齢別体長の重複が大きいので、年別にALKを作成し比較する必要があるのではないか。これを見る限り、各年で違いが無いとする仮定は納得できず、間違いだと思う。各年の成長曲線を既に比較されているところ。

○KURIYAMA 同感で、年別の ALK を用いるべきと思う。1995 年などはサンプル数が少なかったかもしれないが、その場合は 1996 年、1997 年と統合しても良いかもしれない。これは漁業データであり、年によるばらつきが成長によるものか、または漁場や群れの移動によるものか、その見極めは難しい。

○山下 各種のご指摘に感謝する。ALK の作成については、また後でも説明するが、データそのものが十分に整理されておらず、2016 年以前の ALK については年ごとのデータが無いという状況。ALK の推定についてはまた後で言及する。

(スライド 10) 放流魚と天然魚で成長は同じかという質問を頂いた。2005 年以降のデータを用いて、放流魚であることを示す(無限側の)黒化が見られる個体と、大半は天然魚と思われる黒化のない個体に分けて成長曲線を引いてみると、雄については高齢のところで合わない結果となったが、雌についてはほぼ同じ成長曲線となった。雄については高齢魚のデータが無いということもあり、実際には両者間で大きな違いはないと考えてよいと判断している。

(スライド 11) 次に、成熟について説明する。瀬戸内海での産卵期は、東側だと 5 月頃まで、西側だと少し遅く 6 月頃までが産卵期といわれている。微妙な違いはあるが、卵や仔稚魚の輸送も考慮し、成熟率としては瀬戸内海全域で同じと仮定し、雄と雌でそれぞれこの図のような成熟割合を与えている。

(スライド 12) 元資料に関する質問について、これは 1995 年愛媛県の報告の値を用いている。この報告ではサンプルサイズについては記載が無かった。成熟しているかどうかの判断は GI (Gonad Index) がある数値以上の個体を成熟個体とみなすという形で判定されている。この成熟率の値について、他の海域よりもやや高いのではないかというご質問を頂いている。これについてはご指摘のとおりで、また、他の系群では雌の方の成熟が遅いとされているが、資源計算上はどの系群も雌雄をまとめて同じ値で計算している。この成熟率の値が妥当かどうかという点については、現在系群全体で見直しをしているところであり、今後の課題とさせていただきたい。

(スライド 13) ここから、漁獲量、漁獲尾数について説明する。瀬戸内海系群の漁獲量は、過去、非常に低かった時期から一度大きく増え、また増減しているという状況にある。漁獲量の大半は小型底びき網によるものである。

(スライド 14) 年齢の情報があるのは 1994 年以降であり、CAA も 1994 年以降の値を計算に用いている。年齢分解については 0 歳からで、5 歳以上をプラスグループとして扱っている。

(スライド 15) CAA について多くの質問を頂いたので、順に回答する。まず漁獲物のサンプリングの詳細と CAA について。サンプリングは関係各県が担当し、主要港の主要漁法について漁獲物を購入して測定している。年齢については、このうちの一部について耳石を用いて判定している。このデータをもとに ALK を作成し、体長組成を年齢組成に変換している。

(スライド 16) 計算方法の詳細を説明する。サンプリングについては、季節別、漁法別と漁協別に行っている。ただ、全ての漁法、漁協を網羅できているわけでは無い。得られたサンプルの測定は、大半が体長組成のみで、ごく一部について年齢や性別などを測定している。CAA については季節別、雌雄別に求めているが、基本的な計算方法はカタクチイワシと同じ。

○TEO 毎年サンプリングをして、一部を年齢査定しているということで、それは良い。ALK は毎年あるいは季節ごとに計算しているのか。

○山下 ALK を毎年作っているかというご質問については、毎年は作っていない。

(スライド 17) ここに示したように、空白となっているところは年齢査定をしていない。年齢査定を行っている数が非常に少なく、特に季節別・サイズ別に分けるとデータが得られないところが非常に多くなってしまっているので、これまでのデータをプールしたものから ALK を作っている。

(スライド 18) 次に、漁法別と季節別にそれぞれ体長組成を取る。それを漁獲量で重み付けして全体の体長組成を算出し、得られたデータをもとに CAA を作っている。これは補足表 2-1 のものと同じ。

○KURIYAMA ざっと見たところ、季節差はあまり大きくないように見える。1 年分をまとめるのは良いと思う。

○山下 季節別に分けるよりは年別に分けて ALK を作ったほうがよいとのご教示、承知した。

○KURIYAMA モデルの構成要素について、季節性をとりいれているものは無かったと思う。VPA に用いる漁獲尾数も年単位なので、それと異なるデータセットについても時間を年単位で一致させた方がよい。

○山下 (スライド 19) ちなみに、56 センチ以上の大型個体については、サンプル数が少ないので、全部の季節を同じとして計算している。

○TEO 性比について、今示しているのは雌の比率か。

○山下 その通り、雌の比率。季節別に分けるほどの違いがあるかと言われると、ご指摘のとおり（分ける必要が無いよう）にも見えるので、ぜひこれから試してみたい。

(スライド 20) これが、解析に用いた年ごとの季節別・年齢別のデータ。このとおり、やはり季節別に分けると特に、サンプル数がないところ、あるいは 10 以下のところが非常に多くなっている。現在全ての年のデータをまとめたものを ALK として用いていたが、年ごとに見てみてはどうかというご指摘を頂いたので、この点については、今後、試させていただきたいと思っている。

(スライド 21) ここで、同じ ALK についてのご質問を頂いているが、これまで示したスライドで、ある程度回答できたかと思う。

(スライド 22) 次に、体長区間毎の性比に年変化があるかどうか、また性差による自然死亡があるかどうかという質問について。

(スライド 23) この点について、季節毎・体長区間毎の雌の割合をグラフにプロットしてみたが、ばらつきが非常に大きい。ただ、薄い色の点が古く、濃い色の点は近年だが、経年的な変化についてはあまり判定できなかった。

(スライド 24) 性差により自然死亡が違ってくるかどうかについても不明だが、年齢ごとの雌雄比では、全体的に雌のほうが多いものの、高齢になるほど特に雌が増えるというわけではないため、性別による M の違いも、まずはないものとして扱っている。

(スライド 25) 次に、平均体重の年変化についてご質問を頂いたが、これが全部のデータを用いた体長と体重の関係。

(スライド 26) これを、年ごとの平均値を取って、年別に色を変えてプロットしてみた。高齢魚ではデータ数が少ないためにばらつくが、全体で見ると特に傾向があるというわけではないようだ。

(スライド 27) 最後に、CAA の計算方法。全体の流れとしてはカタクチイワシなどと同じで、まず体長組成を季節別に求め、それを、性比を基に性別の体長組成にする。これを重量ベースに変換した後、漁獲量で重み付けをして、ALK をもとに CAA を体重別に求める。先ほどの体長-体重関係から求められる平均体重で割って、季節別・性別の CAA を求めている。最後に全部を合算し、1 年分の雌雄込みの CAA として計算に用いている。山川先生から雌雄別の VPA を行っているかどうかというコメントも頂いているが、この試算については漁獲対象をどう考えるべきか、また他の系群も雌雄別には計算していないところもあり、今後の課題とさせていただきたい。

(スライド 28) このようにして求めた CAA を年毎の年齢組成のグラフに直すとこのような形になる。他の魚種と同様、コホートを追っての漁獲とはなっておらず、基本的には 0 歳から 2 歳までが主に漁獲されている。

(スライド 29) これと関連し、太平洋側での漁獲物の年齢組成を重ねて示す。ここでは青が瀬戸内海での漁獲物の年齢組成で、オレンジのラインが太平洋のもの。このように、やや太平洋の方で高齢魚が多い傾向はあるものの、全体としては太平洋でも同じように若齢魚の 0~2 歳が漁獲の中心となっている。

○KURIYAMA 特に興味深いのは、太平洋は 2 歳が多い。また年によっては 3 歳魚や 4 歳魚も多く漁獲しているように見えるので、もしかしたら、瀬戸内海で産卵して、そこから外に移出しているのではないかと直感的に思った。境界線については政治的な理由もあるとのことだが、この系群の生物学的な境界はもっと広いかもしれない。

○山下 系群の境界線がどこかということも含め、少しヒラメの全体で検討させていただきたいと思っている。また、太平洋のほうで高齢の漁獲が多い点については、逆に、小型魚を主に漁獲する小型底びき網が太平洋では少ないということもある。また、尾数としては、高齢魚であっても太平洋のほうはるかに少ないので、なかなか判断が難しいと思っているところ。

○KURIYAMA 了解した。太平洋側と異なるのは漁具の違いで説明できるので、なかなか複雑な問題だと思う。

○山下 (スライド 30) 次に、資源量指標値について。主要な漁法は小型底びき網になるが、昨日のマダイ瀬戸内海中・西部と同じく、長期的なデータは 2006 年で収集が終わっている。それと前後し、ヒラメでは代表漁協に依頼して漁獲量と努力量のデータを収集している。これはいずれも、小型底びき網のデータとなる。

(スライド 31) CPUE について、2006 年までの左図と、2002 年以降の右図を比べると、数値は異なるが、重複期間は同様の傾向を示した。その後横ばいで推移していたが、直近年では非常に高い値に転じている。

○TEO 小型底びき網は操業記録を持っていないという前提でよろしいか。1 日の操業が終わった水揚げ時により記録が分かるということ。基本的に、日本では小型漁船では操業記録は必須ではないということか。私はマグロの研究をしているので、操業記録は非常に貴重なデータ源だと思っている。

○山下 その点については、大型の沖合底びき網などでは操業記録の提出が義務付けられているが、小型底びき網などの沿岸漁業では、漁獲量の報告のみが求められている。しかも、このデータは、1 ヶ月分の漁獲量と出漁隻日数しか集められていない。

○山川 農林水産統計で 2006 年までの小底刺し網の出漁日数を示され、その後、標本船のデータを示していただいたが、2 つを見比べると、標本船のほうは 2000 年から 2004 年にかけて出漁隻数が増えている。一方、農林水産統計のほうは、2000 年から 2006 年にかけてずっと減っている。このあたりはどう理解すればよいか。

○山下 これについては、2000 年から 2004 年の分は収集できている漁協が少ない状況。2000 年からお願ひして、そこから順に出せるところから出していただいて、全部の漁協がそろったのが 2004 年。なので、特に 2000 年などは、漁獲の大きい庵治などのデータが無く大きく凹んだ形になっている。

○山川 そうすると、後で出てくる小底 CPUE (スライド 31) の計算では、2000 年から 2004 年あたりは除外しているのか。

○山下 その通り。今までの評価では、習慣的に大半のデータが揃った 2002 年から使っている。厳密な検討をするなら、2004 年からとすべきとは思っている。

○山川 2002 年で庵治など大半が揃ったとのこと、青色は何か。

○山下 杵築。

○山川 2002 年にそうした地域が揃い、2004 年になって高砂や五色が加わったと理解。

○TEO CPUE の長期のトレンドを見ると、驚くべきことに小型底びき網、刺し網、さらに受動的な漁業である小型定置網でも全て増加傾向にある。資源量は増加傾向にあるように見えるが、なぜ資源量推定では長期的に減少傾向とされたのか不思議である。長期の CPUE データがあるのに、なぜ差異が小さい短期の CPUE データを指標値として用いたのか、その決定の過程がわからない。

○山下 この資源については、VPA 自体が、1994 年から、ちょうど増え方が緩やかになったところからのみの資源評価となっている。その後、一回下がって、また増えているという形で、おおむねこれと同じような資源状態の推定となっている。（スライド 39）後で示す予定のスライドだが左図に親魚量と資源量のトレンドを示している。1994 年からのので、これ以前については増減が分からないが、恐らく増加傾向にあったと思われる。その後、緩やかに増えた後、少し下がって、また今増えているという形の資源動向となっている。

○山川 これは、資源尾数で見ると全体的に低下していて、最後 2015 年から 2019 年ぐらいいにかけて少し上昇するというので、最近の資源尾数は 1995 年、1996 年あたりのレベルと比べて低いわけだが、最近の傾向として、2 歳魚、3 歳魚、4 歳魚、高齢魚が多く捕れるようになってきている。捕れるというか、高齢魚に対する漁獲圧が低下しているので、資源量としては結構高齢のものがあるという推定になっていて、それで、2 歳以上の資源量が最近増えており、資源尾数ではそれほど増えていないように見えても、重量で見ると、ここ数年結構増えている。それで、CPUE のトレンドと資源重量のトレンドを比較してみると、おおそマッチしているというように理解すればいいのではないかと私は考えたが、そのような理解で良いか。

○山下 私もそのように考えている。

（スライド 32）この指標値の年齢構成が分かるかという質問だが、漁獲量のデータしか得られていないので、年齢組成については不明。また、CPUE などの増加の元になっている努力量の減少に関連し、この間に管理などに変化はあったのかという質問を頂いている。これについても、特段の管理の変化は見られていない。日本での努力量の減少は、漁業者の高齢化が大きな要因となっている。またこの指標値がどのようなものかということの詳細についての質問だが、これは、各標本漁業における小底の年集計の漁獲量を年集計の出漁隻日数で割って求めた CPUE に、漁獲量による加重平均を掛けて、全体の指標値としている。この指標値についても、これが本当に正しいのかという点には非常に疑問があるが、これを用いている理由としては、ほかに適切なデータが無いからというのが最大の理由である。

（スライド 33）CPUE のばらつきや不確実性などについてもご質問いただいた。この不確実性の量については、定量的には評価できていないが、ばらつき自体はかなり大きいと考えている。下図は標本漁協毎の CPUE の値で、近年、増加傾向のところが多いが、漁協による差が大きい。また、1 航海、1 日の出漁当たりのトロール操業回数の変動については、このデータからは何も情報が得られていないが、別の調査で 1 つの漁協に今年から操業記録を依頼している。そこで得られた 1 日当たりの操業回数が右図のようになっており、日によって、あるいは漁業者によって、1 日の操業回数には大きなばらつきがあることが分る。

○TEO 標準化の努力はしているか。

○山下 (スライド 34) 標準化についても試したので、その結果について説明する。結論としては、データが粗すぎてうまく標準化できず、よい結果が得られなかった。

(スライド 35) 月別・漁協別に GLM、あるいは GLMM で標準化を試みたが、結果のトレンドはノミナル、単純平均とほとんど変わらないという結果となった。また、それをチューニング指標値として VPA に入れた場合、今用いている指標値よりも資源の増加がさらに大きいという結果が得られたが、現状でこれまでにないぐらい資源量が高く推定されており、それをさらに過大評価するのはあまり適切ではないという判断もあり、標準化 CPUE については利用を見送ったところ。

○TEO フォローアップのコメントだが、先ほど 1 つの漁協が操業記録を提供してくれていると言われたが、そうであれば、トロール操業をどこで行ったかという位置情報も得られるのではないかな。

○山下 およそどの場所で操業したかという情報は記録してもらっている。

○TEO そちらのほうが、将来的には良い情報源になるのではないかな。

○山下 私もそう思っている。ただ、この調査は去年からトライアルを始め、今年から操業記録を本格的につけてもらっているところで、今後、また別の海域にも広げていきたいと思っているところ。チューニング指標値に関しては以上。

(スライド 36) VPA 計算の説明に移る。計算の詳細については報告書に書いたとおり。

(スライド 37) 特にここで M を 0.31、正確には 0.3125 と置いている点について質問をいくつか頂いている。数字の根拠だが、これは田内・田中 (Tanaka 1960) の方法を用いて算出している。 M を $2.5 \div$ 寿命として計算し、ヒラメについては寿命が 8 歳ほどと報告されているので、0.31 を与えているところ。また、0 歳の M が低いということについても質問いただいております、いずれの年齢においても年当たり 0.31 を与えているが、ヒラメの 0 歳魚が漁獲加入するのが 10 月の秋以降ということで、その分を割り引いて、10 月時点での資源尾数を求めるという仮定のもとに、 M を減算して与えている。

(スライド 38) 寿命の 8 歳が妥当かという点については、Watanabe et al. (2004) は学会の講演要旨なのであまり詳細がたどれなかったが、こちらで持っているサンプルの年齢組成をヒストグラムにすると、おおむね 8 歳までで 95% 以上の個体が含まれることから、8 歳と仮定することにそこまで大きな問題はないと考えている。また、ご紹介いただいた論文にある他の方法でも M を計算してみたところ、最高齢を 8 歳とすると、やはりほかの論文よりは田内・田中の方法が低い値となっている。 M の値については、今後も継続して検討していきたいと思っているところ。

○TEO M について、他の、より最近の手法も試してみるのは良いこと。生活史から M を求めるのは、私も同じことをすると思う。私もこの関係を使っているので言えるが、 M の推定値は不確実性が伴う。論文の記述で重要なのは、単なる関係だけではなく、その最適推定値の不確実性も重要である。次回、推定するときには、不確実性の推定値も出すと

良い。生活史と M との関係そのものに不確実性が高いので、推定値の確率分布の上限下限を用いて感度解析を行うとよい。恣意的に 30%の上限下限を用いて感度解析するよりもその方がよい。

○KURIYAMA 先ほど説明のあった 0 歳魚の M の取り扱いについて少々混乱している。漁期に入って 3 ヶ月ということで、3 月÷12 月ということか。

○TEO 1 月が来ると 1 歳になるので、0 歳魚として漁獲されるのは 10~12 月の 3 ヶ月間だけと理解。

○KURIYAMA 了解した。この (0 歳魚の) M 値が全体の計算結果に及ぼす影響はいかにか。もしかしたら余り影響しないかもしれないが。

○山下 恐らく、ほとんど影響は及ぼしていないと思う。

○KURIYAMA 分かりました。

○山下 というのも、0 歳の漁獲量自体が、今、非常に少ないので、資源計算自体への影響は少ない。

<昼食休憩>

○堀井 それでは、時間になったので再開する。

○山下 (スライド 39) ここからは VPA の結果について簡単に紹介する。今回計算された結果から、資源量は過去に少し増えて減った後、近年、大きく増えているという状況。それと対比して、漁獲圧については近年低下傾向にある。特に、0 歳、1 歳の小型魚に対する漁獲圧が低くなっている。

(スライド 40) 図で 4 歳の F の線が無いという指摘を頂いたが、これは VPA で 4 歳の F と 5 歳+の F が同じであると仮定しているため同じところに重ねて引かれている。また、前のご質問と重複するが、隣接海域で 3 歳以上の高齢魚が多く漁獲されているのではないかというご質問を頂いたが、(スライド 41) 先ほど説明したとおり、そこまで大きな差は見られていない。

(スライド 42) そのほか、モデル診断などについては、基本的にはあまりこちらからコメントできることは無い。また、それ以外の不確実性への評価については、VPA で誤差をあまり考慮していないということもあり、どのように不確実性を取り込んで評価していくのかという点については、今後の課題とさせていただきたいと思っている。これらが MSY などに与える影響についても、特にこの魚種ではまだ管理自体の方針が定まっていないということもあり、誤差の評価なども今後の課題とさせていただきたい。

(スライド 43) M の感度解析に関し、なぜ ± 0.1 の範囲でしかないのかというご質問を頂いた。この点についてあまり深い理由は無く、ここで、 ± 0.2 程度まで幅を広げた場合の解析結果を示す。全体としては、過去から増えて、減って、また増えるという傾向に異なっている点は見られないという結果になっている。VPA の結果は以上。

(スライド 44) 続いて、加入量と種苗放流についての説明に移る。右図について、かなり以前から、資源評価のデータが得られる前から、種苗放流が行われており、近年では放流数が少し減少傾向にある。0 歳魚のうちの天然魚と放流魚と判断された割合は、左図のようになっている。ご指摘のように、年ごとの変化は比較的大きい。

(スライド 45) 放流尾数に関し、これと添加効率や加入量を同じ図にプロットするとどうなるかという質問を頂いたので、この図を作成した。やはり放流尾数と加入量はある程度同調して推移しているものの、その誤差はわりと大きい。これを、放流尾数と加入尾数を放流魚についてプロットすると、それなりに正の相関らしきものが見られるということから、放流数が放流魚の加入尾数に与える影響は、一定程度はあるものと考えている。

○TEO 放流から加入までの時間はどのぐらいかかるのか。

○山下 放流が行われるのが概ね 5 月から 7 月、漁獲への加入が 10 月以降なので、2、3 カ月は間が空くことになる。放流魚の加入成功に寄与している環境条件については、天然の加入と同じく、水温、あるいは餌との遭遇率などが考えられていて、これらについては多くの研究がなされているので、ここでは紹介しないがいろいろな要因が考えられている。これ以外にも種苗自体の質が良いかどうかとも重要なファクターとして挙げられているので、これらについてはそれぞれの研究課題として調査などが行われているところ。

(スライド 46) 次に、種苗放流に関する質問について、放流の背景などは初日に説明したので、ここでは簡単におさらいする。資源評価の目的は、放流魚も含めた資源の管理、厳密には漁獲対象資源の維持・増大であると考えている。放流事業自体の目的は「資源の造成」で、放流後の魚は天然魚と同等に扱っている。

(スライド 47) 本当に差異がないのかという点については今後も調査が必要だが、現状では情報不足のため、差異はないと仮定して計算している。漁獲加入については、先ほども少し回答したが、放流は 0 歳の 6 月頃が中心で、加入開始は 10 月以降。またこの資源の放流についての規制は、特段設定されていない。

(スライド 48) その他、放流魚をどのように天然魚と区別するのかという点については、無眼側の黒化を識別キーとして用いている。鑑別をどうするかについては、このように、どの部位の黒化を放流魚と判定するかについてはマニュアルが作られており、これに従って判定が行われている。そして、この黒化だが、成長とともに消えるということはないので、タグの喪失というものは考えないで計算している。

(スライド 49) この黒化率については、懸念のとおり、バッチ間で大きな差異があるということが分かっている。生データは殆ど入手できていないので、近年の、自分の手元にある分だけを一部示すが、これが放流バッチごとの黒化率。見て分かれるとおり、ほぼ 0 に近い場合から、ほとんど全てが黒化となっている場合まで、大きくばらついている。これを黒化率として計算する場合には、放流尾数とそのバッチの黒化率を加重平均して、その放流場でのその年の黒化率という形で報告されていることが多いようだ。そのようにして報告される各県の黒化率（標識率）だが、これについても県ごと・年ごとに大きくばらつ

きがあります。大きな傾向としては減少傾向にあるのだが、かなりの不確実性を生んでいる原因と考えている。この点については、評価にはまだ反映できていない。

○TEO 黒化の傾向が下がってきており、0%のバッチもいくつかある。これは、孵化場としてはいいと思うが、将来的に管理という面ではあまり良くないと思う。孵化場で放流する前にきちんと標識を付けるというようなことを求めることはできるのか。

○山下 まず、孵化場のモチベーションとして、天然と変わらない魚を作るというものがあるので、黒化率については減少傾向になるように働くと思っている。ただ、魚種によってはこういった形質が利用できない放流種もあり、そういうものだと、普通のダートタグの他に色素の注入、あるいは耳石への ALC マーカーの添加が行われている。なので、ヒラメの黒化率がほぼ 0 になったら、そういった人工的な標識を付けるということを当然、検討していく必要があると思っている。

(スライド 50) 放流魚と天然の違いについて、基本的には異ならないとしている。

TEO 博士からの 24 番目の質問に関し、標識魚の生存率については、放流直後の減耗を添加効率として反映させている。添加効率は、ヒラメの場合おおよそ 0.1 前後となっている。漁獲加入後は不明であるが、体長もそれなりに大きくなっていることから、天然魚と遜色ない生存を見込んでいる。タグについては体表の黒化なので減耗は評価しておらず、混入についても、漁獲圧の掛かり方についても、仮定を置かずに計算しているということになる。

○TEO 放流した後、黒化がなくなるのかと思っていたのだが、ずっとあるということ。それは知らなかった。私がこうした質問をなぜしたかというと、いずれ標識一再捕モデルを適用する場合には、こうした問題が出てくるはず。他の種苗放流をしている魚種に関して、とにかく放流一再捕に関して生のデータを取得するということを勧めたい。なぜかというと、今は県がまとめたデータを使っていると思うが、やはり理想的には何月何日にどこで放流されたかといったことを本来は知っておくべきだと思う。特に標識魚は放流後に混合してしまうので、やはり名前データを持っておく方が良い。

○山下 ご指摘に感謝する。資源評価と種苗放流は全く別の事業として行われているので、生データの収集もあまり行って来なかった。それでもデータはどこかにはあって、かつ、同じような職員が対応しているはずなので、収集については検討していきたいと思う。

(スライド 51) 次は、0 歳魚のみがここで使われているのはなぜかという質問については、事業として行われている放流魚の混入調査が 0 歳魚だけを対象としてデータを収集していたので、0 歳のみが今のところ利用可能なデータとなっている。ただ、高齢魚についても、年齢査定などを精密測定したものについては、黒化があるかないかも記録してもらっているので、そちらをもう少し充実させると、高齢になった魚での結果も追えるようになるかもしれないと思っている。放流魚が天然魚に何か影響を与えているのではないかと、この点については、これもまだ明確な結論が出ているわけではないが、放流魚が多いと天

然魚の成長が遅くなるという報告もあり、これは別の海域での報告だが、今後の検討課題として調べられればと思っている。最後の質問については、先ほど回答したとおり、人為的なマーキングは必要だとは考えている。資源評価については以上となる。

(スライド 52) 次に再生産関係等、ここから後についてはごく簡単に説明させていただく。

(スライド 53) 再生産関係式として、このような HS 型を用いるということが、研究機関会議において合意された。

(スライド 54) 再生産関係の推定では、親魚は天然と放流を区別していない。

(スライド 55) これ以外の再生産関係式がどうなっているのかということについて。

(スライド 56) このような条件で、HS 型の他、RI 型と BH 型について検討を行っている。ここで求められたそれぞれの再生産関係式は、山川先生からご指摘があったとおり、RI 型の AIC が一番低くなっている。ただ、この RI 式を見ると、加入量が最も大きくなる点というのが観測範囲よりかなり低くなり、MSY の水準も、観測されている親魚量より低いところに推定されるという状況があった。そこで、簡易目標としてどちらが適切かという面から議論が行われ、HS 型の再生産関係から得られる基準値を MSY として目標に置こうということで、この会議で合意がなされたという経緯になっている。

(スライド 57) 直近の値で再生産関係を計算した場合に、この式がどう変わるのかという質問については、実際のところほとんど動かない。

(スライド 58) 次に、これらの基準値と神戸プロットについて説明する。

(スライド 59) 漁獲量曲線は、このようになっていて、SBtarget としては MSY の水準、そしてその 6 割の漁獲が得られる点と 1 割の漁獲が得られる点をそれぞれ SBlimit と SBban の暫定的な提案として示している。具体的にこの数字が本当に管理目標になるのかは、ステークホルダー会議 (SH 会議) などで決まるので、現時点ではまだ暫定的に提案している値ということになっている。

(スライド 60) これらを基にした神戸プロットはこのとおりで、現在はターゲットを超えたところに親魚量があり、漁獲圧も低いということが推定されている。

(スライド 61) 最後に、これらのルールを用いた将来予測について説明する。

(スライド 62) HCR については他の魚種と同様、リミットを下回ると漁獲圧を下げるという方針。

(スライド 63) ただ、注意いただきたいのは、これらのレファレンスポイントや HCR はまだ確定されたものではないという点。そのため、このヒラメ、あるいは昨日のマダイなどの評価報告書では、全て補足資料として示すことになる。将来予測については、他の魚種と同じく、前進法のコホート計算で行っている。加入について、天然魚については先ほどの再生産関係式、放流魚については直近 3 年間の平均値を与えている。

(スライド 64) この将来予測結果としては、いずれにせよ安定した資源が見込めるだろうということにはなっている。

(スライド 65) 質問を頂いた点に関し、将来予測における選択率は、当時の研究機関会議の時点での現状の漁獲圧を与えている。これは直近年の選択率ということになるのですが、理由としては、若齢魚に対する F が年々低くなってきており、一番現状に近いものとして直近の値を仮定している。また、加入量以外の不確実性に関しては、ご指摘のとおり現状ではいずれも計算に入っていない。これは、ほぼ魚種共通の回答となるが、我が国の評価における最も基本的な指摘事項と思っており、資源評価モデルの向上と合わせて、別の事業で手法など対応を検討しているところ。

(スライド 66) 最後に、放流数の仮定について、なぜ 2017～2019 年の平均値かというご質問をいただいた。これについては、放流数と添加効率が共に、近年、緩やかではあるものの減少傾向にあるということから、なるべく近年の値を用いようということで、その当時で最新の値であった直近 3 年の平均を与えている。また、ここで 2020 年の混入率については非常に高い値が確かに得られているが、外れ値として除外して考えているところ。これらを含む不確実性についても今後の課題とさせていただきたい。

(スライド 67) 最後になる、その他のご指摘について。まず山川先生からご指摘いただいた漁獲開始年齢の等漁獲量線図については、将来予測と管理に関わる点のため、今回お示しするのは控えさせていただきたい。YPR の $F_{\max}$ のようなものを求めることになると思うが、今の資源評価で出している MSY は、 $F_{\max}$ というような一定の値ではなくてシミュレーションで求められた数値が基になっているので、少し考え方が違うという点もある。これらも含めたシミュレーションなどの将来予測については、また今後の、将来の管理基準をどうするかというところがある程度まとまってから検討したいと思う。サイズ規制については、Section 6 に書いた文言の趣旨は、小型魚の漁獲を抑制することで漁獲圧そのものを大きく減らすことなく資源を維持できるという、教科書的な内容のみでした。最後に、この評価についてどのように改善すべきかという点について、改善が必要な個所は多岐にわたると感じています。特に、この魚種ではそもそものデータの質が粗いということがあります。特に漁獲努力量に関する情報が非常に粗い値でしか収集されていないため、CPUE の不確実性がとても高くなっている点がある。昨日のマダイと同様の回答になるが、いろいろなリソースがあればもっと良いデータが得られるとは考えている。ただ、そこにそれだけのリソースを投じられるのが現実問題で、データプアな状況を補足できるモデルの構築を検討すべきかもしれないと思っているところ。説明は以上となる。

ヒラメ瀬戸内海系群についての議論

○堀井 山下さんのご説明に感謝する。それでは、引き続きヒラメの総合討論に移る。これまでの山下さんの説明に、さらに質問やコメントがあればお願いしたい。

○山川 最初の方で、例えば成長の経年変化がどうなのか、ALK の経年的な変化があるのかといった質問および議論があったと思う。それで、データや、あるいはもっと古い年代の成長のデータがあるということを示していただいたが、毎年独立に計算するの

では、データが十分そろっている年は良いが、あまりデータの多くない年で推定するとんでもない値になってしまうということがあった。ただ、非常に貴重なデータなので、解析の仕方を工夫することで何とかうまく推定してやることのできるのではないかと、個人的には思っている。例えば、階層ベイズのような解析手法を使えば、基本的には成長曲線、ほぼ共通の曲線だが、年によって微妙にパラメータの値が変化するという設定で解析をすれば、データの少ない年もほかの年のデータとの共通性を考慮しながら、それなりの推定ができる。あと、こういう成長に関するデータと体長頻度分布の両方を統合して解析することにより、ALK を作り年齢推定するという中間ステップを省いて1つの統合的な解析を行うことも原理的には可能ではないかと思う。このことは、単にこの系群だけの話ではなく、こういった解析をするときに一番ベースになるデータとしては年齢別の漁獲量をまず確定するということが、ほとんどの魚種・系群で必要になってくるわけなので、そういう計算を可能にするシステムを開発できれば、他の系群もそれを利用することで資源評価全体のレベルアップと労力削減にもつながるのではないかと、といったことを想像しながら話を聞いていた。

○山下 成長の解析、あるいは CAA の作成についての課題は、いろいろな魚種・系群で同じようにご指摘いただいている点。魚種横断的に対応を検討しているところなので、その検討結果も見ながら、ヒラメの評価もブラッシュアップしていければと思っている。

○堀井 山川先生のご教示に感謝する。そのような検討を行うワーキンググループで、さらに検討していただくというような形で進めたいと思っている。昨日から今日にかけてのマダイとヒラメという魚種に関して言うと、今山川先生からご提案いただいたようなプログラムを動かすためには、やはり都道府県からできるだけ詳細な生のデータをあらためて収集して、一元的に解析することが必要ではないかと考える。これについてはヒラメに関わる話ではないので、研究部長、副部長の方々にご意見をお願いしたい。

○川端 今ご指摘のようにデータを各都道府県から頂いて、共同実施機関として協力しながらデータを解析していくということで、進めていきたい。それができている魚種・系群もある。都道府県でもマンパワーや予算が足りない、予算が足りないあまりないといったこともあり、そのあたりもフォローしつつ、協力していきたいと思う。

○養松 私は昨日のマダイの日本海西部東シナ海系群を担当しているが、この系群では各県がそれぞれのやり方でデータを取っていて、昨日下午からも説明したが、機構側で十分に県の計算のプロセスが分かっていないため、そこを今、一生懸命明らかにしようとしているところ。できればローデータを集めて、こちらで統一的に解析するということを目指して、少しずつ対応していきたいと思う。

○堀井 議長から提案するのはあまり良くないかもしれないが、個別の魚種・系群でそのような対応をするのも良いが、一度都道府県の方に広く集まっていただくワークショップのようなものを開催し、この問題についての議論を喚起するといったような取り組みもあ

ってよいのではないかと思った。あくまで個人的な感想であるが。ほかに、ウェブからでも、担当者やレビュアーへのご意見やご質問は無いかな。

○中野 私からも1点お聞きしたいことがある。昨日のカタクチとマダイ、そして本日のヒラメの説明を聞いていて疑問に思ったのは、いわゆる沿岸漁業でもTAC対象種と同等の資源評価をしている種と栽培対象種とでは、事業体制というか調査体制に違いがあるように感じた。率直に言うと、資源評価対象種に関しては調査船を出したり、各所でサンプリングして調査したりしているが、栽培漁業種は県と協力しながら、種苗放流が主で、従として港からの漁獲統計を集めているような印象を受けたのだが、そういう調査体制の違いのようなものはあるか。

○山下 やはり、かなり違うと思う。私は、ヒラメの前はスケトウダラの評価を担当していたのだが、そちらだと、沖底などからかなり詳細な、漁場位置も含めたデータなども集める体制が構築されていた。また、機構側の対応として調査船調査などもかなりの数が組まれていて、年間の年齢測定数や普通の測定数なども、今のヒラメとは桁違いの数がこなされているという状況であった。これに比べると、栽培対象種は、栽培のほうも見つつ、評価は手が空いた人が手が空いたときにする程度のエフォートのかけ方になっていたように思う。このため、一つの魚種にかけられるリソースが、マンパワーとしても予算としてもかなり弱いと思っている。

○堀井 議長から少し補足させていただくと、マダイやヒラメといった、いわゆる栽培対象種の調査、研究を行っている部署と、いわゆるTAC対象種を代表とする資源評価を行っている部署は、多くの県で異なっている。例えば、増殖分野で藻場の調査などを行っている方が、片手でマダイやヒラメの調査を行っているような県もある。したがって、中野議長がおっしゃったのはそのとおりで、調査体制は県によっても異なるが、随分違っているという現実がある。ほかにご意見あるか。

なければ、簡単な取りまとめという形になるが、このヒラメ瀬戸内海系群で話題になったのは、1つは分布と移動の問題。この実態について、今後解決していくべき課題となったと思う。あと、今も話題に出たが、できるだけデータを精緻化・正確化することによって、正しいALKを作っていくということ。また、漁業の情報を十分に収集することによって、CPUEの標準化にも取り組んでいくこと。これらが、このヒラメ瀬戸内海系群での議論の中心で、今後、取り組むべき課題と考えるが、それについて、山下さん、いかがか。

○山下 ご指摘いただいた各点ごとに、この魚種に対する重要な課題だと思っているので、取り組んでいきたいと思っている。特に、CAAあるいは成長曲線の解析についてはまだ結構やり方があるようにご指摘いただいたので、モデルについても少し勉強し、よいやり方を検討していきたいと思っている。

○TEO 議長が挙げた項目に加えて、漁業のデータの改善、できれば操業記録の記入の記入ということもあるが、漁業者が操業記録に記入するかどうかは法的に求められているか

どうか重要で、多くの場合、漁業者は記入したがないということがある。もう 1 つのやり方としては、やはり科学的な調査ということ。予算が必要となるが、もし資金を手当てできてその他のリソースもあれば、各県に科学的な調査をしてもらい、そのデータをまとめて、瀬戸内海全体のデータとするというのも 1 つのアプローチだと思う。ただ、これは多くのリソースが必要となる。

○山下 ご教示に感謝する。

○堀井 それでは、以上でヒラメの総合討論を終了する。

全体討議、その他

○中野 それでは、最後の総合討論に移る。ここで私が考えているのは、この 3 日間を振り返り、主だったポイントについてもう 1 度確認し、そこでご発言をお願いしたいと思っている。

最初に、今回の 5 系群に共通のポイントについてお話しし、それから、カタクチイワシと栽培漁業種についての特異的な点に関して少し話をしたい。最後に、担当の皆さんに今回の感想をお聞きし、それから、レビュアーの方に感想と、さらにご教示があれば頂いて、最後の討論を締めたいと考えている。

それでは最初に 5 系群共通の話題だが、まず、データクオリティの問題があった。得られたデータや調査デザインが、きちんとその資源の代表性を持っているかということが指摘された。それから、VPA に関する不確実性の取り扱いについての話があった。あと、制約の多い VPA に代わる方法、あるいは、制限のあるデータをもっと生かすような他のモデリングがないか、それを試みる必要があるかどうかについての議論もあった。まず、これらの点について、皆さんのご意見をお聞きしたい。

○KURIYAMA 今、TEO 博士と VPA の不確実性について話していたところ。難しいと思うし、最良の方法は私にも分からないが、米国であれば、通常、資源評価する際にはデータの中に既に不確実性の推定値が入っている。データの質は、不確実性が高いのか低いのかというようなところ。データをモデルに入れるときに、どのぐらいうまく生物学的なプロセスを推定できるのか、つまり結果が妥当なのかどうかということ。資源評価のモデルができたなら、それはある程度の推定値を反映しているので、そこから管理のほうに進み、許容可能な生物学的な漁獲量が引き出されるということになる。不確実性によって、この数値は下がる。良いデータ、良いモデルでも（不確実の考慮によって）数値は下がるが、もしデータ、モデルの両方が悪ければ、大幅に下がることになる。この数値が漁業管理に使われ、常に各ステップで不確実性を盛り込みながら進めていく。漁業管理は、かなり予防的に行われている。一方、今回見たデータセットでは、なかなか不確実性の推定値を入れるということは難しいかもしれない。また、モデル自体も、不確実性の推定値を考慮するようになっていないということがある。感度解析についても、自然死亡をなぜ 30% 増減するのか質問した。これは不確実性を導入する 1 つの方法なのかもしれないが、もう

少し具体的にすべきと思っている。ヒラメでは様々な手法の M の推定値が出ていたし、多くの論文があり、その中で M の不確実性というのが計算されていたので、もしかしたら、そういったものも利用しながら、 M の推定値を VPA に入れて、そこから B_{msy} や F_{msy} の推測というところに持っていけるのかもしれない。データの欠損も大きな問題なので、多くのデータを収集するには各所から入手する必要がある、それぞれに不確実性の推定が様々なレベルであるということなので、先ほど申し上げたような手法が最もやりやすいかと思う。

○中野 ご教示に感謝する。それでは **TEO** 博士、追加のコメントをお願いしたい。

○**TEO KURIYAMA** 博士からのコメントのフォローになる。多くの漁業でデータの質が良くないことは分かっており、質を向上させるためには多大なリソースを投入する必要があるものの、それは限られている。我々も似たような問題にいつも直面しているが、私たちが学んだのは、近代的なアプローチ。つまり、モデルをデータに近づけるということで、今あるデータに適切なモデルを探していくということである。以前は VPA を多く用いていたが、 VPA というのは結構厳しい要件が必要。良い年齢データが必要だが、今回レビュー対象とした魚種系群では、適したデータが得られていない。出来ることとしては、例えば、体長データはかなり多いので、あえて年齢を介さずに、体長データに基づくモデルを作成する。モデリングのアプローチをもう少し柔軟にして、今あるデータに合うモデルは何か、探してはどうだろうか。**DICK** 博士（昨年度までのレビュアー）は、魚種が判別できないためにデータプアとなっている資源を評価しており、彼はデータプアな資源評価のエキスパートである。データの品質によって調整が可能な評価方法を適用する必要がある。

○西田 ご指摘に感謝する。ご承知のように、日本の資源評価は最も進んでいるものでも VPA をベースにしているものが多い。 VPA は固定した年齢別漁獲尾数や資源量指数を前提としているため、不確実性を正しく評価する必要があるという、一般的なご指摘を頂いていると思う。このピアレビューも今年で4回目となり、また VPA をベースにしている資源評価は今年で3年目ということで、毎年ほぼ同じご指摘を頂いている。前提としている資源構造、外国船による漁獲、資源評価が取り扱っている海域外との移出入、あるいは生物学的なパラメータが中長期的に変化している影響などを正しく推定、評価しなければならないというところは、まさに毎回同じご指摘を頂いており、直ぐに解決するのは難しい部分もあるが、解決に向けて進んでいかなければならないと思っている。3年前から MSY を基準にした資源評価への移行が求められるようになり、それまでデータが十分でなかったものについても MSY 基準での評価を求められるようになってきているという背景もあって、それに対し各担当者は努力をしている状況。ただ、 VPA もそうだが、資源評価モデルを改善していくためには、キャパシティビルディングというかトレーニングも必要だと思うし、他の国際的なモデルを種々検討することも進めていかなければならない。

結局それは、不確実性を正しく評価するということがまずは求められているということによるのだろうと思う。

○中野 他に発言あるか。

○西田 昨年までのピアレビューの対象魚種は、ほとんどが既に TAC 管理の対象になっている魚種で、長期的なデータの整備や生物学的パラメータの解析、あるいは漁業と独立的な資源量指数の探索などが比較的進んでいた資源であった。今年度の対象種は、一部の魚種は TAC 管理に向けて進みつつあるが、多くはまだ TAC の対象になっていない。栽培対象種の場合は、栽培の効果、放流効果についてはかなり注目されていたところもあり、他の資源評価対象種と比べて、そのデータの作り方も少し違う経緯をたどってきたこともある。データを誰が収集し、誰が整備するというプロセスが色々と違うところもあって、担当者としては非常に苦勞もしているところ。既存の TAC 種に比べるとやるべきことが多いと思っている。

○中野 議長からはあまり発言しないほうがいいのかもしれないが、少し質問したい。

VPA については以前のピアレビューでも同じように指摘されているところだが、他のレビューからは、VPA は中身が見えるので悪くはないという評価も頂いている。いわゆる複合モデル、統合モデルだと、様々に条件が不足しているデータも扱えるが、やはり中身が分からないという話も聞いている。もう 1 点だが、ピアレビューを見ていると、どんな魚種に対しても無理に VPA を当てはめようとしているような印象がある。今、データプア資源の話が出たが、機構の資源評価の仕組みでもデータが足りない種に対する取り扱いは別にあるにもかかわらず、VPA の条件を満たさないものにも無理やり当てはめてしまっているような気がするが、その辺はいかがか。

○山下 ご指摘に感謝する。確かに、取りあえず CAA らしきものが推定できたから VPA で資源計算をしてみようという感じの評価になっている魚種は多いと思っている。これまでにレビューの方々からご指摘いただいたとおり、VPA は CAA のデータの質に結果が大きく依存するということかと思っている。したがって、栽培対象種のようにデータプアな資源については、VPA による従前の評価は続けつつも、並行してモデルのほうも検討する必要があるに感じている。先に TEO 博士の発言にあった、EJ DICK 博士の研究について、少し詳しい話を伺えるとありがたい。

(2:38:17)

○TEO EJ DICK 博士は昨年までこの会議でレビューをされていて、専門分野は、データプアな資源の評価。例えば、カリフォルニアでは底魚を対象とした底びき網漁業が操業されているが、漁獲物は非常に似たような種が多いため魚種が判別できず、または魚種を取り違えるといったことが長年続いていて、データの質が非常に悪かった。私は専門家では無いが、データが比較的少ないながらも特定のモデルを用いれば資源動向を示すことが可能となり、その場合には MSY ベースではなく、MSY 代替となる指標で評価していたと思う。データプア資源の場合、不確実性が高いことを漁業管理に顕著に組み入れること

になる。EJ DICK 博士の研究に興味があれば、メールで相談されるとよい。VPA に代わるモデルについて、PETER 博士も興味を示されていたが、PETER 博士のように有用な知見を有する科学者らが各々のモデルを丁寧に説明し、日本で資源評価に携わっている研究者に教育的な場を提供しながら、日本の研究者と一緒により良いモデルを作り上げるような機会が持てれば良いと思う。

○中野 ご提案に感謝する。PETER 博士にまた日本においでいただきトレーニングセッションをしてはどうかという提案で、大変良いご提案だと思う。

○山下 予算が許せば、ぜひ私としてもお願いしたいと思っているところ。予算の確保は部長にお願いしたい。

○川端 良い提案だと思う。VPA における CAA の問題は以前から我々も取り組んできたが、マンパワーや予算の問題などでなかなか進まない面もあり、そういうものを別の観点から打開するというので、別のモデルというのは非常に良いアイデアだと思う。それに向けた勉強会のようなものは、ぜひ検討したいと思う。

○中野 PETER 博士 1 人であれば予算もそれ程かからないと思うので、ぜひご検討願いたい。山川先生、何かコメントありませんか。

○山川 これからデータブアな魚種・系群の解析がさらに強く求められることになるわけだが、CAA をベースにしたモデルだと、どうしても限界がある。例えば、最近では、機構の岡村さんなどが、絶滅確率の計算をするのに、ゴンペルツの増殖曲線をベースにした、非平衡プロダクションモデルに似たような非常にシンプルなモデルを用いて、いろいろな魚種を計算している。皆さんも恐らく何らかの形で関わっていると思うが、あのようなモデルは、少し拡張すれば資源管理にも実は使えるのではないかと想像するのだが、どうだろうか。

○西田 ご意見に感謝する。水産庁から別のオーダーで希少性評価の業務も行っており、そうした分析もしている。資源評価のデータを使っているが、基本的には独立的に行っている作業。今後、希少性評価からの出力についても、併せて議論する必要があると思う。資源評価は、繰り返しになるが、かなり急ぎ足で MSY 基準への評価が求められてきている中で現在のような形になっているが、機構が組織として公表していく資料なので、様々な見方で外部に説明することがいずれ必要になる。希少性評価もまた、外部に向けて説明する際には難しい専門的な話になるので、いろいろと工夫していく必要があると思っている。

○中野 もう 1 点確認したいのだが、たぶん TAC 種は MSY 評価から逃げられないと思うが、先ほど TEO さんが言われたような MSY プロキシだと駄目なのだろうかと思うがいかがか。

○西田 議長からの厳しいご指摘なので、きちんとお答えしたいと思う。MSY を計算するときには、このピアレビューの議論の中でもご指摘があったと思うが、再生産関係を適用するということをまず行って、将来予測をして、それで MSY 基準値を推定するという

作業を行っている。再生産関係が適用できない、あるいは合意できない場合には、一定の加入量を適用して、そのうえで適切な漁獲圧で管理していったらどうなるかという予測もしている。そこでは MSY の代替値のようなものも提案できるようにはなっている。しかしながらベースとしては、再生産関係が適用できるかどうかをまず議論し、MSY 基準値を検討することをスタートとしている。

○中野 よく分かった。あともう 1 点、データクオリティや調査デザインについては、特に機構として改善の余地があるかどうか、ご発言があったらお願いしたい。

○西田 担当者が答える前に 1 つお答えするとすれば、今回のピアレビューの会議の中でもご指摘があったところだが、資源を代表するデータが得られているのかというところは、私たち機構だけの努力では難しいところもあり、また、多様な漁業種類で獲られている資源で代表性のある指標は何かを探索するのも大きな課題であり、そこは都道府県の水産試験場と協力して進める部分が大きいとも思っている。

○養松 自分自身は、沿岸ではなく沖合の、大型の船で獲るような資源の評価をずっとしてきたので、調査船調査でも漁業の情報でも、比較的資源を代表するような数字を得ることはそれほど難しいと思ったことはなかった。完全には代表していないかもしれないけれども、大体大丈夫だろうという値を得ることは、それほど難しいと思わなかったが、今、ヒラメもマダイもそうだが、東シナ海もそうだが特に瀬戸内海などは、70 歳、80 歳という高齢の方が一人で船に乗って出ていくような漁業がたくさんある。そういうところから資源を代表するデータを得るというのは非常に難しいと、今、私はここのポジションにいて思っている。昨日からいろいろお聞きした中で、それをどのようにして取得するかということもあるが、直ちに代表性のある数字を得るのではなく、もう少しいろいろな情報を集めながら、それを構築して代表的な数字を作るようなモデルやプロセスもあっていいのではないかと、昨日今日で感じた。

○川端 ヒラメなどは、例えば太平洋側の北の海域だと漁獲量も多く、県としても重要種と位置付けていて、データもかなり正確に収集しているところがある。しかし、今回の瀬戸内海では、県としてもそれほど重視しておらず、データの収集にかける労力がどうしても低いこともあり、難しいところがあると思う。ただ、資源評価の対象になり TAC 管理に向けて進むことになっているので、県にも重要視していただいて一緒に進めていくしかないと考えている。

○山下 実際に評価を担当して、やはり資源を代表する指標値がないことが、この栽培対象種の一番大きな問題だと感じているところ。特に、ヒラメはまだ過去の経緯から小底の CPUE が使えるが、昨日のマダイなどのように、漁獲量しか資源を示せるデータがないという魚種もある。かつ、こういった小底での漁獲は、先ほど TEO 博士が言われたように、たくさんの魚種を一気に獲る漁法で、何かを狙うというよりは、いるものを獲るという形態の操業になっている。そのような漁業に関して良いデータを得ることも重要だと思

うし、またデータはある程度得られないものとして、この現状をどうにかして評価に結び付ける手法を考えていく必要があると感じた。

○中野 他と比べてわりと狭い海域を扱っているような資源だったので、生物標識の話もありましたが、標識放流は有効だと思った。データクオリティと調査デザインについて、ほかにレビュアーの方も何かコメントがあればお願いしたい。

○KURIYAMA このシステムは、シミュレーションスタディに良いと思う。シミュレーションスタディで資源動態や年齢組成を仮定し、良い調査を行うことの価値を定量化でき、どれぐらい不確実性を下げられるのか、どれぐらい正確な評価結果が得られるかといった検討ができると思う。そのようなシミュレーションスタディは有益で、新たに調査を開始する際の根拠になる。例えば、調査費用として年間 100 万ドルをかけるとしたときに、幅広い種に対してこれだけの利益があるとか、毎年 100 個体あるいは 200 個体の年齢査定データを取得したら、それによって得られる利益はどのくらいなのかを示すことが出来る。つまり、新たなデータが評価にどのぐらいのインパクトをもたらすか。こうしたことをシミュレーションで検討してみるというのも良いのではないかと思った。

○TEO 話が少し変わるが、気になるのは、特に東シナ海や日本海の魚種・系群で総漁獲量が不明なのは大きな問題。外国漁船も漁獲しているがデータが殆どない、またはデータが提供されないという状況。こうした場合、科学者として何を考えなければならないか。基本的に外国漁船の漁獲量を無視してはならず、無視すると間違った評価になる。リーズナブルな推計はできるかもしれないが、無視できるとは言えない。そういった間違いを何度も見てきた。難しい問題ではあるが、シミュレーションスタディをするなり、管理方法を変える、または対策をステークホルダーと協議する、といったことをすべき。外国漁船による漁獲が非常に高いレベルでさらに増加しているとも想定され、これに対する対応や研究が非常に重要である。

○中野 ご指摘に感謝する。それでは、少しトピックスを変えてカタクチイワシの話に移りたい。カタクチイワシには、寿命が短い、成長が早いという特徴があって、これがカタクチイワシの資源評価をする上で一つの問題であるという話が出ていた。

○KURIYAMA 全体的なコメントとしては、カタクチイワシは多くの生物学的なプロセスが経時的に変わるので、その変化を正確に代表できるようなデータの取得が重要。大きな移動があったり、複数の外国漁船による漁獲があったりすればさらに問題は難しくなるわけだが、この資源の F は高く、 M も高い。確か 2 歳魚、3 歳魚に関してはそうだったと思う。なので、これについて先ほど言った問題を解決することは、非常に重要だと思う。漁業の年齢データをその個体群のデータとして扱った結果、問題が難しくなっていると思う。これは VPA では扱いにくい。一方、生物学的な特性は経時的に素早く変わるため、データが少ない方法ではうまく結果が出せない。もう 1 つの VPA の課題としては、レトロスペクティブパターンとデータへの当てはまりのバランスを取ろうとしているが、カタクチイワシは短命で成長が早く、また加入量も大きく変わるので、レトロスペクティブパ

ターンはモデルではなくデータと関連づけるべき。このトレードオフがどのように結果に影響しているかは難しい問題である。

○中野 米国西海岸では音響調査とトロール調査を同時に行っているような話があった。

○KURIYAMA その通り。1つの良い事例かもしれない。カタクチイワシは重要で価値ある種であり、調査には多くの利点がある。日本周辺海域のカタクチイワシの分布域をできるだけ広くカバーすると良い。米国の資源評価にとっては必須で最重要のデータ。

○中野 木下さん、コメントや質問があればどうぞ。

○木下 KURIYAMA 博士、有益なコメントに感謝する。米国西海岸のアンチョビーでは、音響調査、かつトロール調査をベースとした資源評価がされていると理解。音響調査が生息域をカバーすることが非常に大事であるというご発言だったと思うが、一昨日のカタクチイワシ太平洋系群の発表でトロール調査の CPUE をお示ししたと思うが、あの分布域の範囲というのは、恐らく分布域の北側半分ぐらいはカバーしているのではないかと考えている。むしろ音響調査として足りないのは沿岸部だろうと私は認識している。なので、もし日本のカタクチイワシ太平洋系群の資源評価に音響調査のデータを取り込んでいくのであれば、各県の水産試験場等にもいろいろお願いをして実施することになるだろう。恐らく数年以内での実施は難しいと思うが、同じ計量魚探のデータであれば、一度解析のプログラムを組んでしまえば、資源量推定もそこまでは難しくないと思えるので、10年、20年先を見据えてそのような体制を構築していくのが良いと思っている。一方、一昨日の議論でもあったように、日本の沿岸域は非常に多くの浮魚類が混棲しているので、いかにうまく分解するか、結構大きな課題だと思っている。しかし、難しいから行わないとは個人的には思っておらず、一昨日 TEO 博士がおっしゃっていたが、難しいことは面白いことであるというマインドセットを私の中にも取り入れて、探求心を持って前向きな気持ちで取り組みたいと思っている。

○中野 素晴らしいコメントに感謝する。他にカタクチイワシについてご発言あるか。山川先生、いかがですか。

○山川 音響調査の利用という話題だが、日本北部は良いとして、西側について。都道府県の協力を得てという話があったが、そもそも計量魚探の調査が可能な機器を搭載している調査船を持っている都道府県がどれくらいあるのかという、現実的な制約があるように思う。技術的にはデータが得られれば解析は可能なのだろうと思うが、今、どこの都道府県も予算が減っている中で、例えばこういう調査をするから計量魚探を搭載するようにしましょうというようなことがどこまで可能なのかと思いながら聞いていたところ。

○木下 ご指摘に感謝する。もっともなご指摘だと思うので、もし西側での音響調査が必要であれば、機構の調査船でもできるような体制を考えていく必要もあるかもしれないと思う。

○西田 木下さんのおっしゃるとおりだと思うが、少し補足すると、北西太平洋の小型浮魚類は黒潮の流れの影響を受けるので、産まれた稚魚が北西太平洋の広域に移動して加入

するなど、広域で考えていく必要があると思っている。その上で、沿岸と沖合の間で加入群をどのように分けていくのかというご指摘があったと思うが、わりと難しい問題ではないかと思っている。北西太平洋に広く分布する浮魚では、カタクチイワシも、北西太平洋全体での姿が資源全体の傾向と合ってきたので、資源量指標値として使っている。沿岸域の調査は、木下さん自身がいろいろ悩んでいるところだと思うが、西側ではカタクチイワシ以外の浮魚も分布していて、いろいろな漁業が活動しており、複雑な地形などいろいろな要素があるので、計量魚探だけで解決できるのかという疑問もある。一方で、長期時系列として産卵量調査があるので、漁業と独立的な指標値は得られているのではないかと考えている。産卵量調査の体制は都道府県の水産試験場の船が定型的な調査を組んで行っているので、今後も継続的に実施できるのではないかと期待しているところ。

○TEO この音響調査に関するディスカッションに関連して思い出したが、NOAAの南西漁業科学センターがeDNAによる調査を始めている。まだ資源調査に有用かどうかかわからないが、活発に研究されているので、もし有用となれば安価に調査が行えるかもしれない。もう1つは、機器を用いた年齢査定自動化。年齢査定には経費がかかるため、機器を導入した。自分は年齢査定の専門家ではないのでその機器が適切に機能しているかどうかかわからないが、顕微鏡を用いることなく年齢査定ができるそうだ。うまく機能しているかどうか、またコストもわからないが、南西漁業科学センターで年齢査定を行っているグループが試していると聞いている。

○KURIYAMA 近赤外線分光法（FT-NIR）と聞いている。本当に時間を節約できるかどうか分からない。また、年齢査定の質も学習データに依存する。サーディン、アンチョビーなど、特にサーディンは8歳など高齢になるので、誰かが正確にこれは7歳、これは8歳というふうに判定しなければならない。機械は判定者と同じレベルの判定しかできないので、南西漁業科学センターで年齢査定をしているグループは、どうやらこれで全てが解決するとは、あまり楽観的には思っていないようだ。しかしアラスカ漁業科学センターは40～60魚種の年齢査定を担当していて、長年の年齢査定の記録があるので、そういったところは時間もお金も節約できるかもしれない。

○中野 情報提供に感謝する。自動年齢査定機の話も出たが、興味のある方は情報を提供していただいてほしい。では次に栽培対象種の話に移りたいと思う。1つは、放流魚を資源評価にどのように含めるかという課題があった。またそれから、資源に放流魚を添加している場合、そのMSYは有効かどうかという話もあった。その辺りをもう少し議論したい。

○山下 実際のところ、われわれの評価でも、放流由来の親魚をどう扱うかについてはまだ結論が十分に出ていないところ。よければ、種苗放流を含めたMSYをどのように構築していくべきかについて、何かアイデアなどあれば、教えていただけるとありがたいと思っている。結局、最初にコメントをいただいたように、放流を常にかかなりの量、コンスタントに行うのであれば、漁獲をどれだけかけても資源は保たれることになるというの

は、おっしゃるとおりだと思っている。その中で MSY はどう考えるべきか、私も悩んでいるところ。

○山川 非常に難しい問題のような気がする。現状では SSB を横軸に取るときには、放流由来の魚が親になったものも SSB に合算している。一方、加入については天然由来のものだけに限定して再生産関係を計算しているということ。果たして、放流種苗由来の個体が天然魚と同じように成長して、同じように産卵に寄与するのかどうかというところは不明で、あるいは、放流個体が天然の個体と同じような挙動をして加入までに密度依存効果をもたらすかどうか。極端なことを言えば、たくさんの個体を放流すれば、もしそういう密度依存効果があるのであれば、天然魚の加入量を逆に低下させてしまうことにもなりかねないわけで、そういうときに縦軸を天然個体だけで考えればいいのかということも疑問になる。しかし、実際にどのように影響が及んでいるのかということが分からなければ、横軸に何を取り、横軸に何を取るとするのは決められない。だから、非常に難しいということで、私からは答えはないのだが、現状では放流個体は天然個体に比べて非常に低い比率でしかないので、それほど放流個体の影響がどうということは、全体の資源評価にはあまり大きな影響は与えていないのだろうとは思う。もし仮に、これからもっと放流事業が活発化して、例えば放流個体が全体の 30%、40%、50% を占めるようになったときにはどのような計算をすべきか、本当に真面目に考えないといけないが、現状においては、それほどシビアに考えなくても、そこまで影響はないのではないかと思う。

○TEO 同意します。しかし、もう少し割合が高い可能性もあると思う。瀬戸内海のヒラメの評価を見ると、天然魚と放流魚の加入量は 2020 年には天然魚が 732 千尾、放流魚が 822 千尾となっていて、ほぼ半数が放流魚になっているのもう少し真剣に考える必要があるかもしれない。

○山下 ヒラメの混入率がマダイより高いというのはそのとおり。ただ、その 50% を超える分については、恐らく混入率のデータを取ったときの偏りが大きく効いていると考えられる。というのも、その数値が出ているのは 2020 年だけで、その年はある 1 点でとても標識魚が多いサンプルが採れた年で、それを過去と同じやり方で全海域に引き伸ばしたため、これだけ高い混入率と推定されている。なので、この年の値については、その後の資源評価でも外れ値として、参考値として、計算には含めないという形で扱っているところ。ただ、それを除いても、一定割合で、無視できない割合で放流魚の混入はあると思われるので、どう考えるべきか真剣に検討していきたいと思っているところ。ただ、栽培漁業対象種の評価をしている担当者が全員揃っても、どうすべきかということについてはなかなかよいアイデアがなく、正直なところ、とても困っている。

○真鍋 栽培対象種の担当と、ヒラメも副担当なので、少しコメントしたいのですが、たぶん天然加入と放流加入の数字には不確実性があるかと思う。なぜなら、サンプリングのときに、混入率を確かめる方法が昔と今では違う可能性がある。あと、過去には種苗生産や放流に直接携わっている職員が混入率のチェックをしていたので、少し黒か

ったらこれは人工放流魚かもしれないと思うようなバイアスがあったかもしれない。しかし今は、資源評価を行っている研究者が調査すると、少し黒いけれども、少し色素の異常があるけれども、これは普通にみられる異常であって天然魚かもしれないと思うようなバイアスが無視できない、そうした可能性を現状では考慮できていない。それは自分が担当している魚種でも同じで、そういうこともあるので、加入量の不確実性を考慮して計算できるような方法も、今後考えないといけないと思っているところ。

○TEO 個人的な意見だが、直感的には管理側と議論することか。どのように MSY を使っているか。適切でないものもあるかもしれない。MSY プロキシを使うほうがいいのかも。例えば 30%SPR 以下で漁獲している場合には問題無しとするなど。

○山下 YPR 管理のような方向性も、管理基準値を決めるときには考えていくとよいということでしょうか。

○中野 私の解釈では、MSY の解釈が難しかったら MSY は使わないということ。それはそれで一つの提案ではあると思う。

○西田 無理に MSY を求めずに、MSY プロキシを考えるべきという、先ほどもその関係のやりとりがあったと記憶しているが、YPR なり SPR なりの管理基準値を使うにせよ、どれぐらいの加入量があると仮定するかが、許容漁獲量を提案していくときに重要になる。どういう加入量の仮定を置くのか、加入量の変動が大きい場合にどうするかというのは、難しい問題だと思っている。

○中野 他に発言あるか。非常に難しい問題で、結論は出ないと思うが。

○西田 放流魚が、加入量にも SSB のほうにも、両方に影響を与えるという状況の中で、無理に再生産関係を適用していくというのは難しいということは十分理解するので、MSY プロキシを考慮することは必要なことだと思っている。

○中野 今回、いろいろなご指摘の中で、事業の中で行うのが難しいことは枠外の研究課題として実施すればどうかという提案もあったところ、個人的にはそのような形で時間をかけて議論する必要があるかと思う。予定していた話題についてはひととおり議論していただいた。

閉会

○中野 最後に、参加された方から印象や感想を述べていただいて、こちらのレビューアの講評を聞いて締めたいと思う。

○木下 まず、レビューをしていただいた Steven TEO 博士と Peter KURIYAMA 博士には、本当にありがとうございましたと心から感謝申し上げます。このピアレビューを通して私が思ったことは、現在、カタクチイワシ太平洋系群に関しては、TAC 化に向けた議論がまさにオンゴーイングな状態なので、VPA はこれからもしばらく続けていく必要がある評価手法だと思っている。その上で、生物学的な年の間の変化を捉えることが重要であるご指摘を頂いているので、その年変化を捉えるデータを取得していくということをまず

していけたらと思っているところ。先ほど、音響調査の話のところで野心のありすぎるコメントをしてしまったが、KURIYAMA 博士から共有していただいた米国の音響調査のドキュメントを拝見したら、かなり詳細な調査設計というか、本当に長い沿岸線に沿って非常に細かなトランセクトを敷いて実施していたので、日本でこれを完全に再現するというのは相当困難だろうと感じた。なので、まずは既存の CAA などのデータを生かしつつ資源評価を改善していくためには、フォワード・シミュレーションのような、CAA への重みづけを変えられるモデルなどを、アンダーグラウンドというか、研究側の側面で進めていくのがいいのではないかと考えている。国内の資源評価会議では、そういった指摘を受けることもあるが、何となく毎年の繰り返しの作業として過ぎ去ってってしまう部分もあるので、研究として取り組むのだという視点を頂けたこの会議は、私としては大変心に刺さる会議だった。どうもありがとうございました。

○養松 私からも、どうもありがとうございました。昨日、マダイの発表があったが、ご指摘をたくさん頂いたとおり、VPA をしてはいるけれども背景となるデータセットはあまりクオリティが高いものではないし、今回新しい MSY の資源評価ということで、過去にどういう考え方をしてきたかということを精査したときにも、根拠がはっきりしないものもたくさんありながら進めてきている。しかし MSY ベースの資源評価をする必要があるというところで、やはり少々受け身な感じだが、とにかく VPA はやってきているのでやめられないというか、やめるというのは資源評価の精度を下げる、高度化の反対というイメージがあって、何とか VPA をうまく回すために受け身の姿勢、考え方でいろいろやってきているところがあり。今回いろいろなご意見をお伺いして、また少し違った視点でも今後考えていければいいと思った。なかなか難しく、簡単ではありませんが、そういうきっかけを与えていただいたと思う。どうもありがとうございました。

○川端 私も、今直接は担当していないが、発言させていただく。今回、データの重要性、調査の重要性をあらためて気付かされた会議だったと思う。音響調査については、昔、私が直接資源評価を担当していたころには自分でも行っていて、カタクチイワシやサバなども含めた沿岸の調査というのは、茨城県や神奈川県、静岡県といったところと一緒にに行っていたこともあった。ただ、担当者が代わったり、調査の予算が減ったりして、今は県ではされていないようですので、そういった難しさはあると思う。ただ、そういうデータや調査の重要性というのは常に心に持って取り組んでいかななくてはいけないと気付かされた会議だった。どうもありがとうございました。

○山下 まず今回のピアレビューを引き受けてくださって、本当にありがたかったと思います。感謝いたします。やはり、これまで評価を引き継いで、何となく前例に倣って計算していた部分が非常にたくさんあった。その中で、今までの見方とは全然違う切り口から注意したほうがいい点、気を付けたほうがいい点、サジェストなど、たくさん有益なご指摘を頂き、本当にありがとうございました。調査やデータの質のブラッシュアップなどは、なかなかすぐには効果が出せないところではあるが、逆に、モデルを試したり、ある

いはシミュレーションスタディをしたりするという点については、すぐにでも着手できる
ところだと思っている。これらについてはぜひ、まず着手してみたいと思っているので、
これからもどうぞよろしくお願いいたします。ありがとうございます。

○金谷彩友美（底魚資源部底魚第4グループ研究員） 初めてコメントする。今回のピア
レビューで痛感したのは、生データを見る重要性。いろいろな背景がある中で、私たちは
生データを見ることができていなかったこともある。機構もだが、県も含めて担当者が入
れ替わる中で、考えも変わってきているところ。そういった新しい考えを持った上で、生
データを一緒に開拓していこうというのを、きちんと県の人と協力しながら、これからも
資源評価を進めるべきだと、今回、強く感じたところ。今回の議題ではないマダイの太平
洋を担当しているが、マダイ日本海西部・東シナ海系群と同様な状況なので、まだ TAC
には移行しないものの、これから徐々に県の人と協力して生データを集めていきたいと思
う。今回は、いろいろなアドバイス等、私も勉強になった。ありがとうございました。

○大下 一昨日、カタクチイワシについて、いろいろとありがとうございました。中国、
韓国といった情報がよく分からない魚種については、マサバ、マアジ、マイワシ、カタク
チイワシと同じ問題だと再認識した。一方で、座長からご提案があったように、まずは研
究ベースでいろいろな解析を試みるということについては、私も賛成する。なので、今か
ら、もう既に取り掛かっているが、早急にメンバーと相談しながら、東シナ海、日本海の
資源管理、資源評価について取り組みたいと思う。一方で、このピアレビューはもう4年
目になるが、最初の年、あるいは2年目に頂いたコメントに対する答えも、いくつか出は
じめているところ。なので、第2ラウンドがあれば、そういった答えが出たところからま
たきちんとレビューを受けて、さらにより資源評価にしていきたいと感じた。今回はどう
もありがとうございました。

○真鍋 栽培対象種を3系群担当しているが、今回の話から、かなりいろいろなインサイ
トを頂けたと思っている。特に、自分がMの研究者であるということから、Mの改良に
ついて期待されているという感じを持っているが、どのように資源評価に落とし込んでい
くか等、今回いろいろな実例も含めて意見を頂けて、とてもよかったと思っている。と同
時に、今回の発表の中でも、機構として対応すべき問題が多いというところが回答として
散見されたと思っています。そのようなところについても、機構として対応すると、たぶ
ん、いつ対応するのかというところも心配なので、できる人ができるところから頑張って
いこうというモチベーションが上がった。ありがとうございました。

○宮川光代（漁業情報解析部資源解析グループ主任研究員） まずはレビュアーの皆さ
ま、お忙しいところ、貴重なご意見を本当にありがとうございました。普段の資源評価で
は考えが凝り固まってしまっているのですが、例えば、レトロは短命種ではあまり重視さ
れていない、再捕のデータをもっと活用したほうがよい、階層ベイズを利用してCAAを
求めるなど、さまざまなアイデアを頂けたので、非常に貴重だった。やはりVPA以外の
方法を考えていかなければいけないのだが、モデラーの立場としては、一つ違うモデルを

考えて普遍的なプログラムの作成というのが求められるので、次のモデルを、例えば SS にしようか、SAM にしようかなどと考えてしまうのですが、実は、例えば SS が向いている資源、SAM が向いている資源、もしくは、それらではなくてもっとデータプアなほうがよいなど、それぞれの資源によって適切なモデルは違うと思う。私はモデラーなのですが、モデラーは担当魚種がいない分、つい普遍的なものを考えてしまうが、もっと担当者とタイアップして、それぞれの資源に合ったモデルを考えていけたらいいと感じた。ありがとうございます。

○下瀬 昨日のマダイの発表をするまでに、マダイは問題を多く抱えているということを認識していたのですが、新しくレビュアーにいろいろコメントを頂いて、自分が認識できていなかった課題や問題点をたくさん指摘していただけたので、非常に複雑にはなりましたが、状況がより整理できたのではないかと考えている。全部を同時に解決していくというのは非常に大変だが、どの程度労力がかかるかということと、どの程度改善できるかということを考えながら、順番に 1 つ 1 つきちんと対応していきたいと思った。レビュアーの皆さまには感謝しております。ありがとうございました。

○山本 レビューの皆さま、ありがとうございました。瀬戸内海中・西部のマダイに関しては、データ収集に逆風が吹く中で、データの品質を落とさないようにする努力が必要と考えている。また、現在使用している生態情報などが数十年前のものなので、現在の環境変化や漁業の変化に対応していないように感じている。これについても、今後、情報を集めていきたいと考えている。

○中野 ありがとうございます。それでは、レビュアーの皆さんに、印象と、さらにサジェスションがあればそれも含めてお願いいたします。

○KURIYAMA まずはプレゼンターの皆さん、評価をしていただいた方、そしてまたこの会議を組織してくださった皆さんに、感謝したい。この資源評価の全てのステップにどれぐらい努力が必要なのか、私は分かっている。ですので、本当に皆さんのご尽力には感謝したいと思う。良い所も多くあったし、改善点も指摘させていただいたが、恐らく皆さん共通の目的に向かって足並みをそろえていると思う。本当にありがとうございました。

○TEO 私も PETER 博士と同じ。皆さんに本当に感謝している。本当に大変だったと思うが、また、私たちのホスト役として、ありがとうございました。通常、こういった形の評価をレビューするときには、自分たちはレビュアーなのですが、非常に学ぶことも多い。例えば、種苗放流の考え方のプロセスなども、私は個人的に非常に面白くて、かなりチャレンジだと思いながら聞いていた。非常に難しい状況の中で資源評価をされていると感じたし、良いところもあるということなので、やはりステップ・バイ・ステップで改善されていくのだらうと思った。ありがとうございました。

○山川 今回、私は初めてこのようなピアレビューに参加させていただいたのだが、普段あまり考えていないような視点からの指摘がお二人からあって、私にも勉強になった。このようなピアレビューは、特定の魚種・系群の資源評価ということで、資源評価に絞っ

たレビューなわけで、データクオリティや解析のテクニカルな面などがレビューされるわけだが、そうしたことを議論しているうちにどうしても、データブアなものについては、本当にこのような方向の管理でいいのかということになる。今日も、MSYプロキシというような話もあったし、データが非常にコントラストが小さくてレファレンスポイントの不確実性が高いようなときには、私からは、実施しながら学んでいく、**learning by doing** というような提案もさせていただき、管理をどうしていくかということまで、議論としてはつながっていくような気がした。行政と研究の切り分け、あるいは水産庁から依頼されている事項という枠組みの中でのピアレビューであるわけですが、新たなことを研究側から提案していくということも、行政側からあまり新たな視点が出てくることは期待できないように思うので、もし何か新たな視点からの改善ということを提案できるのだとしたら、それは研究側からではないかと思う。この枠をはみ出してはいけないということではなく、もう少し自由に、はみ出した議論も今後されたいのではないかな。研究も、通常のプロジェクトだけではなく、横で試しに実施してみる。そういったことがいろいろある中で、実は全体のシステムがうまく回るようになる発想が出てこないかということで、枠をはみ出した議論が重要。特に海外からのこのようなレビュアーの方たちがおられるわけなので、日本の中での発想にはない、海外からの発想などもサジェストしていただけないかとも思うので、自由に議論できればいいという感想を持った。本日はどうもありがとうございました。

○中野 山川先生、ありがとうございます。それでは、センター長、最後をお願いします。

○西田 3人のレビュアーの皆さまにおかれましては、3日間の長時間の会議にご出席いただき、大変多くの有益なコメント、サジェスチョンを頂いたことに感謝申し上げます。この会議に先立って、今回対象となった各魚種の資源評価報告書に目を通していただき、事前に多くのご質問を頂いた。今回の会議で全てに的確にお答えできたかどうかについては不安もあるが、引き続き、今回頂いたコメントを踏まえながら資源評価の改善に努力をしていきたい。レビュアーの皆さまには、これからレビューレポートを作成いただく。引き続き大変な作業をお願いしているわけだが、どうかよろしく願いいたします。最後に水産資源研究センターのスタッフを代表して、閉会にあたりお礼を再度申し上げて、あいさつとさせていただきます。どうもありがとうございました。

○中野 西田センター長、どうもありがとうございました。これでピアレビュー会議を終了したい。皆さん、ご苦労さまでした。

(堀井、宮川記)