

# 令和6年度 資源評価ピアレビュー会議（3日目）

## ーソウハチ北海道北部系群ー

### ー総合討論ー

日時：令和6年11月14日（木）10:30～17:00

場所：水産研究・教育機構 水産資源研究所（横浜庁舎国際会議室）+TEAMS

#### 議事録

#### 開会

##### ーソウハチ北海道北部系群ー

○中野議長 それではソウハチ北海道北部系群のピアレビューを始める。千葉主任研、お願いします。

○千葉 底魚資源部主任研究員（スライド1）では、千葉から説明させていただく。この資源は、共同実施機関として北海道立総合研究機構（道総研）、海洋生物環境研究所が参画して評価を行っている。

（スライド2）本日は、このような順番で説明していきたい。非常に多くのコメントをいただいたが、時間が限られているので、報告書に掲載されている内容で特にコメント等がつかなかった部分については説明を少し省略しながら進めたいと思う。CPUEの標準化についてはドキュメントに詳細を記載していなかったため、今回のプレゼンテーションで詳しく説明したい。

（スライド3）こちらは、資源評価の流れ。これまでピアレビューが行われたほかの資源と違い、本資源は余剰生産モデルによる資源解析を実施している。その一方で、報告書の中には年齢別漁獲尾数やVPAの資源推定量などが掲載されているため混乱するかもしれない。そこに対するコメントを非常に多くいただいた。最初に、なぜそのような情報が載っているのにプロダクションモデルを実施しているのかを、この図で説明したいと思う。実線で囲んだ部分が、本事業による資源評価及び調査の範囲。漁業情報や生物情報、それから調査船調査等を実施している。生物情報や調査船調査は始まったばかりでまだ情報が蓄積されていないので、資源評価には直接反映されていない。ほとんど漁業情報に基づいて評価している。破線で囲まれた部分が、他の資源と違う特徴的な部分。道総研が別事業、別予算で実施している「北海道周辺における主要魚種の資源評価」という資源評価レポートがあり、本系群の年齢別漁獲尾数やVPAで推定された雌の資源量が公表されている。本事業では、この資源評価レポートに掲載されたCAA（Catch At Age）や、雌の資源量の図を引用する形で資源評

価に利用している。道総研が別事業で実施している CAA や VPA については、レポートに掲載されているものより更に詳細な計算過程を把握することができないのが現状。道総研の資源評価は道総研独自の科学的プロセスで実施されていて、我々が関与することができないが、外部評価委員による一定の評価と合意をもって実施されているため、本事業においてもこの結果は科学的に有用な情報であると判断して利用している。

○TEO 博士 これは私が理解できなかった部分。具体的に言うと、この2つの間の関係だが、これらは同じ系群になる。1つの評価が道総研によって行われているということだったと思うが、いまの説明を聞くと、日本政府の下で行われているわけではなく、あくまで別途の組織として道総研が行っているようだ。彼らが行っている評価は法律の下、つまり管理のためにかかる法律に準じた形で調査が行われているわけではないということ間違いはないか。

○中野議長 これは非常に難しい問題。海区というのは、通常1つの海区の中に複数の県が入っているが、北海道の海区に関しては、北海道のみ。北海道は予算と人員があれば独自で資源調査ができる。国のシステムとしては、北海道も含めて資源評価を行っていて、それには北海道はJVとして加わっている。しかし、彼らはそれとは別に、道独自の資源評価もしているということ。

○TEO 博士 たぶん理解したと思うが、違和感がある。日本国政府が確保できる情報は北海道の道総研が持っている情報よりも少なく、CAAは北海道が持っている。一般的なものしか日本国政府として得ることができず、道総研のほうが詳しい情報を持っているということ。法的な話になるかもしれないが、なぜ北海道から取得できないのか。もちろん依頼はしていると思うが、説明してほしい。とても不思議に感じ、違和感を持つ。

○千葉 その通り、行政上の問題がそこにあるのは事実で、我々としてはどうしようもない。

○TEO 博士 了解した。そうすると、水産機構側は道総研の報告書を利用することは可能ということ。生データは得られないが、結果は参照することができるということ。おもしろい。

○千葉 この資源評価で一番難しいところをご理解いただいたかと思うので、先に進めたい。

(スライド4) ソウハチの生態については基本的に報告書記載のとおりであるが、資源が閉じているかという質問をいただいていた。後ほど詳しく説明するが、我々は閉じた資源と考えている。また、性的二形があり、カレイ類によく見られるパターンだが、雌が大型化する特徴がある。

(スライド5) これは、漁獲量と努力量の図。漁獲量の特徴は、近年、青で塗られている沖合底びき網漁業の漁獲量がほとんどになっている。沖底の曳網数をプロットしているが、減少が続いているのが努力量の特徴。

(スライド6) こちらが、道総研が実施している資源評価報告書から引用しているCAA。特徴は、90年代後半から2014年ぐらいまでは雄がほとんど漁獲されていなかった。同時期

は雌も2歳魚がほとんど漁獲されなかった時期で、漁獲の中心は3歳、4歳だった。この理由としては、90年代に漁業者の中で自主的に取り組まれた小型魚の漁獲回避の影響があると考えている。

○TEO 博士 雌と雄の漁獲量に大きな違いがある。とりわけ期間の中央あたり。これは自主規制が原因となっているという話だったかと思うが、サイズ、もしくは雄雌の選択制というところで、雌にターゲットが据えられていたということか。

○千葉 その通り。

○TEO 博士 これは道総研が彼らの資源評価の中で使っているデータということだが、水産機構が生データを持っていないのであれば、なぜ道総研のCAAを使わないのか。つまり、漁獲量を使うのではなく、道総研が計算したCAAを使ったほうがいいのではないかと思う。年齢構成などもあり、この図を見ていると、性の構成がとても重要に思える。漁獲や管理の評価にあたってそういった点を検討しなければいけないと思うが、いかがか。

○千葉 CAAを使う場合、この図からどこまで読み取れるか、我々が利用できるのは数値ではなく図。

○TEO 博士 数字すら提供されていないということ。

○KURIYAMA 博士 道総研の評価における漁獲量は、国の統計値と一致しているか。

○千葉 漁獲量のデータに関しては完全に一致しており、系群の範囲とも合わせてある。

○山川博士 雄と雌で分布域が違うということはあるか。

○千葉 産卵期は浅所に移動して産卵するが、その際に雄と雌でどちらが先に移動するかというのはあるが、基本的に分布は同じ。

○山川博士 先ほど1990年代後半から2010年代の前半で雄の漁獲量が少ない点に関し、小型魚を獲り控えている、雌の2歳の漁獲量が少ないという説明があった。小形魚の獲り控えだけでは説明しづらいような雄と雌の漁獲量の違いが現れている気がするが、いかがか。

○千葉 漁獲量のデータに戻るが、90年代は沖底だけではなく沿岸漁業でもかなり獲られていた。ソウハチの沿岸漁業での主要漁業種は刺網になるが、刺網の目合いの調整の研究が行われ、どのぐらいの目合いであればどのぐらいのサイズを逃せるかが明らかとなって積極的に取り組まれた。その影響で、小型の雄や雌の2歳魚までを漁獲しないということが強く働いたと考えられる。一方、沖底はサイズを選択するのが難しいという特徴がある。

○山川博士 承知した。

○千葉 (スライド7) 資源計算について、基本的にはSPiCT。ペラトムリンソン型の状態空間余剰生産モデルで計算を行っている。入力値としては、系群全体の漁獲量と2つの資源量指標値。1つ目はVPAで推定された雌の資源量から計算する残存資源量と呼んでいるもので、もう1つは沖合底曳漁業の標準化CPUE。

(スライド8) こちらは、VPAの資源量と余剰生産モデルの資源量の考え方の違いを模式的に示したもの。資源量と言っても考え方に違いがあるので、こちらの式を使って余剰生産モデルで考えるとところの資源量に変換している。

(スライド 9) こちらは、実際にソウハチの変換で使っている式。道総研の VPA では雌の資源量のみを推定しているので、それを雌雄合わせた資源量に引き延ばすということで、このような仮定を置いて計算している。ここの変換で使用している自然死亡の 0.25 は、道総研が VPA の中で仮定しているものと同じ数値を使っている。下に示した図は、青が全体の漁獲量、オレンジが VPA で推定されている雌の資源量。緑で示したものが、換算された残存資源量。VPA ではもっと昔や最近の推定値もあるが、現在使用しているのは 95 年から 2015 年に限っている。その理由は、雄の漁獲が少なかった時代に限っているため。雄の漁獲が多かった時代を入れてしまうと残存資源量が非現実的な非常に小さい数字になってしまうということがある、このような形になっている。

○TEO 博士 この目的は。

○千葉 道総研が行っている VPA が、雌の資源量のみを推定している。実際は雄も漁獲されており、我々が推定したいのは雄雌込みの資源量。従って、雌の資源量を雄雌全体の資源量に積み増している。

○中野議長 性比が 1 対 1 の仮定で、雌のバイオマスをそのまま 2 倍にしたように見える。あの時期（期間の中央あたり）は選択性の影響が大きく、雌の漁獲量が非常に大きかった。1 対 1 の仮定で良いかどうか。

○千葉 1 対 1 の仮定の不確実性は大きいと思う。情報が無いため、最も一般的な 1 対 1 をとりあえず仮定している状態。ただ、雄と雌で成長に差があるので、雌のほうが重いという仮定を置いている。雌の資源量は 1.8 倍としている。

○TEO 博士 性比の 1 対 1 というのは生まれた時の比率だが、残存資源量に対しても同じ性比を仮定している。しかし選択性によって特定の性別のみが漁獲される場合には、偏りが生じるはず。雌雄の体重比も雌雄別の残存資源尾数に乗じる必要があるが、もしかするとここに課題があるかもしれない。

○千葉 後ほど説明するが、基本的には年代別に性比や体重比を変えない限りそれほど影響はない。データ期間で一定の仮定を置くのであれば、あまり感度はないということの後ほど紹介する。

(スライド 10) CPUE の標準化に移りたい。データとしては漁獲成績報告書を使っており、月別、漁区別、船別のデータ。ここに例を示したが、ある年、ある月、ある船、あるエリア、漁区で何回網を曳いて何がどれだけ獲れたかが記録されている。ここで少し気を付ける必要があるのは漁区。代表漁区が報告されるので、必ずしもそこだけで操業したということではない。データの期間は、1980 年から 2022 年を使用している。この資源では、8 月から翌年 7 月までを漁期年として集計を行っている。下の図は、単純にその年の漁獲量を網数で割ったノミナル CPUE の推移を示しているが、ここで特徴的なのが 2015 年、16 年で、指標値が約 7 倍に跳ね上がっている。生物学的にも資源的にも現実的ではない動きをしているため、その原因を探して標準化した。(スライド 11) こちらは、根拠地ごとの漁獲量を積み上げたグラフ。90 年代までは非常に多くの根拠地で操業していたが、最近では操業してい

るのは5つだけ。右に地図を載せているが、稚内、枝幸、紋別、網走、小樽の5カ所。その中でも、近年は青で示している小樽の漁獲量がほとんどを占めている状況。右図は、紋別と網走の漁獲量だけ抜き出したもの。横軸を見ていただくと年が飛んでいるのがわかるが、紋別と網走では、ソウハチの漁獲がゼロの年がある。現実的には混獲される魚種なのでゼロはあり得ないと思うが、そのようなデータになっている。この理由は、ソウハチ自体あまり高い魚ではないので投棄されてしまう、またソウハチとして水揚げするのではなくて「その他」という括りで水揚げされてしまうことがあるため。逆に、報告されている分はかなりまとまった漁獲があった場合と考えられるので、CPUEが高いデータだけが存在することになる。これはかなりバイアスを生むと考えられるので、紋別と網走のデータは除外して、小樽と稚内、枝幸、3カ所の根拠地に限ってデータを用いた。

○TEO 博士 一部の港湾ではソウハチは混獲種で、その一部は捨てられてしまう可能性がある一方、その他の魚として水揚げされるという話だったが、どれぐらいの量が投棄されているか、推定値はあるか。また、それは全漁獲量の中でどれぐらいの比率になると見ているか。投棄は操業中に行われると思うが、水揚げされないのであれば、全漁獲量の中にそれがどの程度含まれるか、大きければ考慮する必要がある。小さいなら留意するということではないと思うが、いかがか。

○千葉 それに関しては、プロダクションモデルの入力データの問題として後ほど説明したい。

○山川博士 左のグラフには1980年代、90年代、留萌が入っているが、これはデータとして使っていないのか。

○千葉 CPUEのデータとしては使っていない。

○山川博士 留萌でなぜ2000年代以降、漁獲量が無くなったのか。たとえば分布域が変わったとか、そういうことか。

○千葉 沖底船が無くなった。

○山川博士 承知した。

○千葉 (スライド12) 次は、水深によるデータのフィルタリングについて説明したい。左図はCPUEの検討過程で用いた図、赤色はCPUEが高い漁区だが、ホットスポットのような3漁区は、全て深いところ。通常、ソウハチは水深が250mよりも浅いところに生息すると言われているので、これらの場所でCPUEが高いのは現実的ではないと考えられる。理由として考えられるのが、先ほど漁獲成績報告書の特徴のところでも説明したとおり、報告されている漁区は実際にソウハチを漁獲した漁区であるとは限らないこと。例えば深場でスケトウダラなどを漁獲した帰りに、浅いところでソウハチを獲ってきた。ただ、報告としては、スケトウダラを獲った深い漁場が報告されるということが想定される。そういったデータを除外するため、ソウハチの有漁データのヒストグラムを作成し、水深の下側5パーセンタイルを取り除くことにした。5パーセンタイルは水深340mぐらいに対応している。(スライド13) こちらはデータのフィルタリングをする前後でデータを比較したもので、

上がフィルタリング前の努力量と漁獲量の分布を示している。削除されているのは深いところと、オホーツクのかなり東方のデータ。漁獲量を見ると、メインの日本海側沿岸の情報もしっかりと保存されていることがわかる。ノミナルの CPUE を比較すると大きくは変わらないが、最近では若干フィルタリング後が高くなっている。有漁確率はソウハチに関するデータを抽出しているため、全体的に上昇している。(スライド 14) 次に、操業戦略の変化を考えてみる。ここでは Biseau の累積漁獲量曲線を使って、ソウハチの漁業戦略がどう変わってきたかを検討している。右上の 3 つの図は年代ごとに作図したものだが、2007 年以前の左側と真ん中の図は基本的に混獲の特徴を示す形になっているが、それが近年では狙い魚種の特徴を示す形に変化してきている。右下の図は、上と同じ期間で根拠地ごとに作図したもの。どの根拠地も 2007 年以前は混獲の特徴を示していたが、近年の小樽を根拠地とする船のデータでは、狙い操業が発生しているであろうことがわかる。これらを踏まえ、漁業戦略の変化を標準化においてしっかり検討する必要があると考えた。狙いを考慮する方法はいくつかあると思うが、今回採用しているのはダイレクト・プリンシパル・コンポーネント (DPC) という Winker らが公表した方法で、漁獲物組成の主成分分析によって得られる主成分スコアを、狙いの説明変数として抽出する方法。各レコードにおける全漁獲量に占める各魚種の割合を平方根変換して、それを主成分分析している。実際に、台湾のシイラやハワイのアオチビキ、アメリカンサモアの底魚類で使用されている例がある。(スライド 15) この 2 枚の図が、実際に行った結果。主成分分析を行う際は主成分スコアを何番目まで使うかが重要になるが、Winker らは 2013 年の翌年、2014 年にも DPC に関する論文を出している。その中では Eigenvalues が 1 を超えることと、Optimal coordinates という崖崩れプロットを使った 2 つの方法を提案している。それによると第 1 主成分のみを使うことが推奨されるが、本資源では第 2 主成分まで使用している。右側が、各魚種の因子負荷量を示したグラフで、狙いの対象として考慮したのはスケトウダラ、マダラ、ホッケ、ニシン、イカナゴとソウハチ。これらは、ソウハチよりもデータセットにおいて漁獲量が多い種類。これを見ると、スケトウダラは第 1 主成分に正の強い負荷量を持っていることがわかる。ホッケは、第 1 主成分で負の強い負荷量を持っている。ソウハチを見ると第 1 主成分では負、第 2 主成分でも負の負荷量を持っているが、左側の方法で第 1 主成分のみを考慮した場合には、この海域で主な漁獲対象となっているホッケと区別することができない。そこで、第 2 主成分までを含めることで、ほかの魚種との狙いの違いがモデル化できるだろうと考えた。(スライド 16) DPC によってどのように操業戦略がモデル化されたのかを説明する。OS はオホーツク海、JS は日本海を意味している。日本海とオホーツク海ではスケトウダラの TAC が別々に設定されるなど海域間で操業戦略に違いがあると考えられるので、ここでは 2 つを分けて表示している。この図は、主成分の年の平均値を、主成分 1 と主成分 2 について日本海とオホーツク海でプロットしたもの。第 1 主成分では、緑色の日本海で 1990 年代に減少しているのが特徴。第 1 主成分に正の負荷量を持つスケトウダラについて、日本海では TAC や自主管理のほか資源量の減少によって、この時期からスケトウダラ狙いの操業が大きく減少

したことを反映していると考えられる。反対に赤色のオホーツク海では、2000年代から増加しているのが特徴。オホーツク海ではスケトウダラの TAC に余裕があったことから、スケトウダラ狙いの操業が行われたことを反映していると考えられる。次に第 2 主成分を見ると、緑の日本海では 2010 年代から 2015 年ぐらいにかけて大きく減少している。これは第 2 主成分に負の負荷量を持つマダラの資源が増え、マダラ狙いの操業が行われたことによる。また 2016 年ごろにソウハチ狙いの操業が始まったことも聞き取り調査から分かっており、そうしたことが表現されていると考えられる。このような形で、DPC によって周辺情報から解釈可能な形で、狙いに代表される操業戦略をモデル化できたと考えている。

(スライド 17) 以上を踏まえて、標準化モデルを作成する。データセットとしては、根拠地と水深でフィルタリングした月別、漁区別、船別の漁獲成績報告書の 4 万 2000 レコード、82 万オペレーションぐらい。統計モデルとしては、一般化加法モデル GAM を使っている。応答変数としてはソウハチの 1 網当たりの漁獲量である CPUE、説明変数の候補としては漁期年、四半期、船の馬力階層と船の大きさ、根拠地、それから DPC で抽出した狙いの主成分として、PC1 と PC2 をスプラインで入れている。場所の情報として緯度、経度、水深を入れ、気候変動による漁場の変化を考慮するために太平洋の 10 年規模気候変動 PDO を入れている。あとは交互作用として、根拠地と漁期年、根拠地と四半期も入れている。

○TEO 博士 主成分分析について、各データの魚種の構成比のみで考えているか。

○千葉 漁獲物に占めるそれぞれの魚種の割合。主成分分析している情報としては、魚種の割合を平方変換して入れている。

○TEO 博士 その結果、どうなるかを考えているところ。例えば以下のようなシナリオを考えた場合どうか。ある魚種 A の豊度が拡大するとする。その漁業において操業や狙いはすべて変わらない場合でも、A という魚種の豊度の拡大によって比率も拡大することになる。比率を活用して狙いを特定すると、操業が変わったことになってしまうので、それによって資源がより安定的に評価されないか。自然に豊度が上がっている場合でも、PCA を入れると狙い操業が増えたことになってしまうが、実際には狙いの影響ではない。

○KURIYAMA 博士 自分も TEO 博士と同じことが気になっている。別の方法で説明すると、近年はソウハチ狙いが拡大したと考えられているとのことだが、最初の方のスライド (スライド 5) では、この期間において漁獲努力量は下がっているという話だったと思う。確かに最終的にはソウハチに対する漁獲が現在は 1 つの港に集中していると思うが、本当に狙いが拡大しているのか、あるいは分布のシフトが起きたのか。全ての魚が小樽の近くにおいて、たとえば産卵場があってそこに集中分布している、などのシフトが起きている。しかし、指標では、狙いの拡大と示されないかが気になっている。実際はそういった違いを言えるかどうか分からないが、ソウハチの価格が変動した時期に小樽の近くに魚が集中していたといったことは無いのか。たとえばこのエリアだとこれを獲らざるをえないから獲っているのか、もしくは何らかのインセンティブや目的があってソウハチに対して狙いが高まっているのかを考えていたところ。代替的な理由がありえるのではないかとこのことを考え

ていたところ。

○山川博士 似たようなことだが、主成分分析に加えて PDO も要因に加えている。PDO は漁場の変化を取り込むために入れたという説明があったが、PDO によってもソウハチの資源量自身に影響がある場合は、PDO を入れることによって資源量の増減の情報自体も除いてしまうことになりはしないか。それと同じように、主成分分析で PC1 や PC2 という魚種構成の 2 つのパターンを入れることによって、パターン 1 の時にはソウハチが増える、パターン 2 の時にはソウハチは減るとか、資源量の変化と連動するような指標がある場合、主成分分析の情報を取り入れることによってソウハチ資源量の変動の情報自体も取り除いてしまうことになりはしないか。そのあたりが心配なのだが。

○千葉 ご指摘に感謝する。まず DPC に関して、漁獲物の魚種組成を使っている点で懸念されている資源の増減の影響についてはゼロではないと思う。組成を平方根変換して量的な情報を削減しているのが 1 つの対策として取っていること。Winker は 2013 年のあと 2014 年に論文を出しているが、おそらくレビュアーが懸念されているような議論があって、2014 年に論文を出したのだと思う。シミュレーションを行って、資源の増減の影響がどのぐらいあるのかを検証していて、ゼロではないけれども問題ないのではないかという結果の論文を出している。そういう情報があるため、影響はゼロではないけれども標準化について、現在使える方法として 1 つの選択肢になると考えている。PDO について、確かに気候の変動によってソウハチの資源量自体が増減することもあるかもしれない。それを否定する情報は無いが、ここで考えているのは気候変動によって産卵、回遊の時期が変わってしまうとか、魚群との遭遇確率が変わるのではないかということ想定して入れている。今回データを持ってこなかったが、PDO を説明変数から抜いたとしてもあまり大きな変化はない。もしソウハチの資源量の変化を PDO で抜いてしまっているのではないかということがあったとしても、影響は大きくないと考えている。

○中野議長 ここで休憩時間とする。

(休憩)

○中野議長 それでは、時間になったので再開する。千葉さん、お願いします。

○千葉 (スライド 18) 標準化のモデルの誤差構造としては Tweedie 分布を仮定している。リンク関数はログリンクにしている。モデルセレクションを行っていくわけだが、まずは全部の説明変数を入れたモデルについて Type-III Anova で検証を行っており、結果としてはすべて有意になる。次に AIC によるモデル選択を行ったが、計算が重すぎたため、少し軽くするというので、漁期年、四半期、PC1、PC2、緯度、経度はすべて含まれる形で計算している。AIC が最も小さくなったのは、全ての説明変数を使った場合。2 番目は船型階層、船の大きさを除いたもので、デルタ AIC は約 9.3。次が馬力階層を抜いたもので、デルタ AIC は 25 程度で、両方抜いた場合はおよそ 39。この 4 つに加えて、前年度の資

源評価のときに使用した標準化モデル、馬力階層と水深を抜いた 5 個のモデルの汎化性能を調べるために、5-fold CV を行っている。(スライド 19) クロスバリデーションの説明は不要かと思うが、2 乗平方根誤差、RMSE を計算するとこのような形になり、赤字が各シナリオにおける最小の RMSE を示している。これらのシナリオを平均すると、すべての説明変数を加えたモデルが RMSE は最も低かったが、モデル間の差はあまり大きくない。全ての説明変数を入れたものを最終モデルとして、標準化を行った。(スライド 20) Tweedie 分布では、分布形を決めるパワーパラメーターがある。この中では 1.1 から 1.9 の間でモデルの中で推定させているが、今回の場合は 1.6 ぐらいで尤度が最も高くなる結果が得られた。(スライド 21) ここからは、残差等のモデル診断について見ていく。こちらの残差の分布を見るとゼロの赤線を中心に均等に広がっているように見えるが、ヒストグラムにすると少し負のほうに偏っているのがわかる。このデータセットではゼロキャッチデータがマスポイントになっているので、ゼロデータに対してモデルは CPUE ゼロまたはプラスの値で予測値を返してくる。そのために、若干残差が負に偏る状況になっていると解釈している。Tweedie 分布を CPUE の標準化に使用できると紹介した庄野先生(庄野宏武庫川女子大教授)の論文でもそのように解釈されていることから、特に問題はないものと認識している。QQ-plot を見ても、特に大きなずれはないと判断しているところ。(スライド 22) 小さくて見えにくいところがあるが、各説明変数に対する残差の分布を見ている。先ほどのヒストグラム同様、全体的に若干負に偏るところはあるが、トレンドのようなものは見えないと考えている。残差説明度は 69.5% で、結構高い説明力を持っていると判断している。(スライド 23) こちらは説明変数の効果。四半期中で、第一四半期が非常に高くなる結果が出ている。PC1 や PC2 ではソウハチが負の因子負荷量を持っていたので、PC1、PC2 も低いところで CPUE が高くなる効果が抽出できている。右下の図が PDO で、-1 付近に少し小さい山がある。この海域では PDO が負になると表面水温が高め、正になると低めになると言われているので、平年よりも少し水温が高いときに獲れやすくなる傾向があると判断している。(スライド 24) これは年トレンドの抽出で、組み合わせ計算を行っている。これらの組み合わせを行って、3 億ぐらいの組み合わせで CPUE を予測させて年の平均値を抽出している。結果が右上図で、青で示したのが標準化 CPUE で、フィルタリング前後のノミナル CPUE も併せて表示している。標準化することによって、2015 年、16 年ごろに見られた一気に CPUE が高くなるということを抑えられる結果になっている。右下図は、ブートストラップで表示している信頼区間。赤矢印で示したところで少し信頼区間が広がる傾向はあるが、その理由までは検討していない。(スライド 25) こちらは、標準化した CPUE とノミナル CPUE を地図上にマッピングした結果。ノミナル CPUE では日本海の南部にホットスポットがあったが、標準化した CPUE では 200m 等深線に沿う形で CPUE の高い領域が予測されている結果になった。これは、ソウハチの生態的な特徴や漁業者の感覚と比較的合う結果と考えている。(スライド 26) ここまでで余剰生産モデルに使う指標値 2 つの紹介が終わったので、指標値のトレンドの違いを比較したものがこちらの図になる。

○TEO 博士 気になることがある。この10年の大きな変化について、標準化によっておそらくPC1とPC2の影響だということは分かる。しかし、それを確認するにあたって、標準化CPUE、それもPC1、PC2抜きと言えるものが比較の対象としてあるか。それがあれば影響を把握することができると思う。2つ目のポイントは、先ほど紹介された発表論文によると、PCAの使い方についての論文があり、ノンゼロエフェクトがあるが小さい、それで活用できるという話があったかと思う。それに関するレファレンスはあるか。よろしければ参考のために送ってもらえると助かる。レビューレポートを書くにあたって参照したいのでお願いしたい。

○千葉 2014年の論文についてはお送りする。ご指摘にあったPC1とPC2が入っていないものについて休憩時間に見つけたので紹介する。(資料に無いスライド)Aがベースケース、その下に並んでいるのが、説明変数を抜いたもの。EはPC1およびPC2の両方を抜いたもの、FはPC2だけを抜いたもので、このような形になる。先ほど質問があったPDOを抜くとどうなるかだ、PDOを抜いた場合(D)はベースケースとほとんど変わらない。

○TEO 博士 良いと思う。こちららも送ってほしい。

○千葉 承知した。

○山川博士 道総研の指標と今回の標準化CPUEを比べると、2010年代の前半、少しずれがあるように見える。特に2014年は、結構大きな違いがあるかと思う。道総研の漁獲尾数のデータを見ても、2014年は非常に低い。このあたりの違いについて、原因や、どちらが適切かといったことを考えているか。

○千葉 2014年については、結論から言うとはよくわかっていないが、どちらも資源減少のトレンドであることは一致しているが、その程度が異なる。漁獲量も2014年はすごく低いが、この年はソウハチだけではなくて他の魚種も低い。漁業においてこの年特有の事象があったのかと思うが、よく分からない。トレンドとして指標値はおおむね一致していて、VPAとCPUEという違うデータソースに基づくもので似たようなトレンドが抽出できていることから、実際の資源量トレンドにかなり迫ったものになっているのではないかと考えている。

○中野議長 これからプロダクションモデルの説明になるので、ここで昼食休憩とする。

(昼食休憩)

○中野議長 それでは再開する。千葉さん、お願いします。

○千葉 (スライド27) ここからは実際のSPiCTを使った資源計算について説明したい。この計算に使用したSPiCTは状態空間モデルを使用したペラトムリンソン型の余剰生産モデルになっている。資源量と漁獲圧について、このような状態モデルと観測モデルに基づいて計算が行われる。推定パラメータはこちらに示したとおり。内的自然増加率の $r$ については、 $m$ と $n$ と $K$ の関係から間接的に推定される。SPiCTでは最尤法によるパラメータ推定

を行うが、事前分布を仮定して罰則付き最尤法で推定することもできる。(スライド 28) こちらが入力データとモデルの仮定についての説明になる。モデルはモデル 1 とモデル 2 の 2 つで検討を行っている。インプットデータとしては、先ほど説明したとおり、漁獲量が 1985 年から 2022 年まで、指標値の 1 番については 1995 年から 2015 年、指標値の 2 番は 1985 年から 2022 年までとなっている。これはどちらのモデルも共通。事前分布を仮定しているのはシェープパラメータの  $n$  と内的自然増加率の  $r$ 、漁獲量の観測誤差と指標値 1 の観測誤差、それから指標値 1 の漁獲効率  $q$  に事前分布を設定している。モデル 1 はシェープパラメータと内的自然増加率に標準偏差 1 ということで少し広めの分布を与えている。モデル 2 ではここが 0.5 になって、少し狭めの事前分布を与えている形になる。モデル 1 とモデル 2 の違いはここだけで、ほかの事前分布の設定は共通になっている。(スライド 29) これに基づいて SPiCT で計算したが、モデル診断をこちらのリストで見ていきたい。まず問題なく収束している。それから推定パラメータが有限で、非現実的な値まで発散していないかということについても問題無い。(スライド 30) 次に残差について見ていく。左側がモデル 1、右側がモデル 2 で、それぞれインデックスの 1 番とインデックスの 2 番についての残差の分析結果が出ているが、残差については特に問題ないという結果。(スライド 31) ここからはレトロスペクティブ解析。(スライド 32) 小さくて見にくいですが、レトロスペクティブを見ても  $\rho$  の値も小さく、どちらのモデルも問題ないという結果。(スライド 33) ここから信頼区間の広さなどを見ていく。(スライド 34) 非現実的な値にまで発散してしまっていないかという点について、一見して異常値は無く、問題の無い値で落ち着いている。信頼区間の下限と上限を比較し、下限の 10 倍程度に上限が収まっているというのを 1 つの目安としているが、どのパラメータについても特に問題はなく推定できている。(スライド 35) 次に要因解析について。(スライド 36) 事前コメントで、見方がよくわからないというコメントをいただいていたので、少し丁寧に説明したい。左の図はグレーで示されている部分が資源量の絶対値の推定値で、その上に乗っている矢印がそれぞれ資源動態を表しており、赤の矢印が余剰生産、緑が漁獲死亡、青が過程誤差の大きさを示している。右側の矢印のみが表示されているものは、差分だけを表している。どちらのモデルを見ても基本的に似ていると思うが、赤矢印の余剰生産と緑矢印の漁獲死亡で資源動態が説明されている。青矢印の過程誤差がところどころにあるが、あまり大きくないことがわかる。全体的な過程誤差の大きさを示す  $\sigma_B$  の値を見ても 0.09 から 0.10 とかなり低い数値になっていて、資源動態は余剰生産と漁獲死亡によって大部分が説明された結果になっている。(スライド 37) 次にジッター解析について。これは最初に配付したドキュメントには含めていなかったが、事前コメントで初期値を変えた場合にどうなっているかというコメントがあったので追加で図を作成した。(スライド 38) 上図がモデル 1 の各推定パラメータになっている。赤で示した点が初期値で、青で示した点が推定値になっている。それぞれのパネルの一番左側がベースケースになるが、その右側に 30 回のランダムな初期値からパラメータ推定を行った結果が表示されている。青丸が抜けているところがあるが、そこは計算が収束しなかったケース。それを除け

ば、どの初期値から始まっても推定値は一定のものが出てきており、初期値に依存した局所解に落ちているということではないと判断できた。(スライド 39) 次に事前分布と事後分布の比較。これも事前コメントを受けて追加したものになる。(スライド 40) 事前分布を与えて推定しているのはこの 4 つのパラメータになる。黒線が事前分布、緑線で描かれているのが事後分布。事前分布から少しずれたところで推定された事後分布が出てきているので、事前分布に強く依存した推定にはなっていないと判断している。

○TEO 博士  $n$  の中央値の数字が見えにくい。

○千葉 見にくくて申し訳ない。0.5~0.6 の辺りにピークがある。事前分布としては 2 にピークを持つ分布を与え、事後分布としては 0.6 ぐらいにピークを持つ分布が得られている。(スライド 41) 以上のとおり、これらのモデル診断で、この 2 つのモデルには問題がないと判断し、ベースケースとした。(スライド 42) ベースケースについての計算結果。こちら資料に掲載されているものそのままだが、このような余剰生産曲線になっている。 $n$  が 0.65 と 0.86 なので、少し左に偏った形になっている。また年々のプロットを見ると、ほとんどが頂点よりも右側にあり、データ期間の全体を通してほぼ  $B_{msy}$  を上回る資源量で推移しているという結果になっている。

○山川博士  $n$  の推定値がモデル 1 で 0.65、モデル 2 で 0.86 ということは Fox モデルというか Gompertz 曲線。Fox モデルと比べて、それよりももう少し左にピークがあるという推定になっていると思うが、仮に  $n$  を 1 に固定してしまっても、Fox モデルとして推定を行ったとしたら結果はどうなるか。パラメータが 1 つ少なくなるが、やはりこのモデルの方が良いということになるか。

○千葉 ご質問は事前のコメントでもいただいており、後に回答を準備している。(スライド 43) これが推定された資源量、漁獲圧の絶対値、それから神戸プロットを示している。モデル間での違いはかなり小さいと思っており、要するに形状パラメータ  $n$  と内的自然増加率  $r$  において事前分布の標準偏差の違いはあまり影響が強くなかったと考えている。ただ、どちらが真実に近いモデルなのかというのは判断が難しいところなので、この資源評価では 2 つのモデルを統合して扱うという方法とした。(スライド 44) 具体的にはこちらに示したような形になるが、2 つのモデルの結果を統合して代表値と 90% の信頼区間を得ている。まず SPiCT では各モデルについて推定パラメータの不確実性と相関関係の情報を持つ精度行列が計算される。固定効果とランダム効果のパラメータについて、多変量正規分布から繰り返し計算数分のパラメータセットをランダムに生成する。そのときに用いる多変量正規分布の分散・共分散はそれぞれのモデルで推定された値になる。各モデルから 15,000 回、合計 30,000 回のパラメータセットの再生成を行い、その中央値を代表値に、5 パーセントイルと 95 パーセントイルの間を 90% 信頼区間とした。これによって左側の二つのモデルで示していたような神戸プロットが 1 つに統合され、信頼区間も得ることができる。また、これによって SPiCT 内で計算されていないドライブパラメータについても代表値と信頼区間の計算が可能になる。

○山川博士 SPiCT でモデル 1、モデル 2 の違いは、基本はシェーファーのプロダクションモデル、 $n=2$  というのが平均値と設定して、 $\sigma$  を 1 と 0.5 に変えるということだが、1 とか 0.5 という値は SPiCT の中で推奨されている値か。

○千葉 これは SPiCT で推奨している値ではなくて、我々のガイドラインで与えている。市野川さんに補足願いたい。

○市野川 漁業情報解析部資源解析グループ長 特に大きな根拠はないが、比較的強い事前分布と比較的弱い事前分布の代表的な数字ということで 1 と 0.5 を使っている。

○山川博士 今回の結果を見ると、仮に  $\sigma$  を 0.5 よりもっと小さくして、もっと非常に強い事前分布にするとシェーファーのプロダクションモデルにより近くなり、 $\sigma$  を 1 よりも大きな値にして非常に弱い事前分布にすると、もっとピークが左のほうに寄るという結果になると思うが、0.5 と 1 を代表として選ぶ根拠がどうなのか。  $\sigma$  の値によってピークの位置が全く変わってくる中で、それで 0.5 と 1 を選んで、その二つのモデルの平均を採るという、そこにどれだけの意味があるのか少し疑問。

○千葉 この後のコメントに対する回答のところでお示しするが、 $n$  に事前分布を設定しなかった場合の結果もお見せしたい。結果から言うと、信頼区間が非常に広がってしまっても推定できず、やはり何らかの事前分布を置かないと推定が難しい。1 と 0.5 が適当なのかというのは難しいところではあるが、今回資料として準備はしていないが、検討の過程では 2 に固定する、要するに SD を非常に小さい値を与えてシェーファー型に固定した推定もやっている。今回資料には含めていないが、そういった検討も過程では行っているところ。

○市野川 補足すると、やはりシェープパラメータの推定は非常に難しく、データだけから推定することができないので、何らかの事前分布を与える必要はあると思う。その際に、この事前分布が大きく影響しているパターンとあまり影響していないパターンとを 2 つ揃えることで、シェープパラメータの不確実性の範囲をこの資源評価の不確実性の範囲として反映できるような形にしている。ただ、どういう数字を選ぶかによっても変わってくるので、その点については感度分析等を実施し、結果に大きな違いはないことも事前に確認している。

○KURIYAMA 博士 この資源の状況は、1 でも 0.5 でも大きく変わらないように見える。そうであれば、SD=1 モデルだけ使えばいいのではないか。モデルを統合する理由がよく理解できなかったが、結果が大きく変わらないのであればモデル 1 だけで特に問題はないように思える。

○市野川 この資源の場合には確かに  $n=1$  を使うもので十分だと思うが、他の資源の場合には、たとえば SD が変わることで結果が大きく変わってしまう場合もある。そのような場合でも統一的な手順でやるためにガイドラインを作成しており、それに従っている。

○KURIYAMA 博士 事後分析が事前分析と変わらないということであれば、将来の資源評価のためのガイダンスを示すということで了解した。

○千葉 (スライド 45) モデルを統合した後の資源量と漁獲圧の推移を示した。資源量と

しては 90 年代後半から増加傾向に、漁獲圧は 90 年代の前半から減少傾向にあるということで、漁獲圧が下がり、その後資源量が上がってくるという、基本的には矛盾のない形で推定できたと考えられる。詳細は省くが、資源の増加とか、漁獲圧がこの時期に強かったというのは、ステークホルダー等から聞き取っている情報と一致している。

○KURIYAMA 博士 プロセスエラーの SD に関して伺いたい。

○千葉 推定されたプロセスエラーは非常に小さい値。(スライド 36) 青い矢印を見るとかなり小さい過程誤差であることがわかる。

○KURIYAMA 博士 (スライド 34 の)  $\ln(q_2)$  の値 (-8.44) であれば問題ないと思う。このモデルについては(道総研による) VPA の結果を含めても省いても大きな違いは無いだろう。

○千葉  $q_1$  が VPA で、 $q_2$  が CPUE。後で、どちらか一方の指標値を使ったパターンの結果もお示ししたい。(スライド 46) こちらが資源評価の最終的な結果。神戸プロットとしては、近年のところは信頼区間も含めてグリーンゾーンにあるという形。最終の 5 年間、2018 年から 2022 年までのトレンドとしては横ばいという判断結果になっている。(スライド 47) 事前コメントにもあった、推定された資源量(黒い実線)と指標値のフィッティングについて。赤い点は CPUE の推移を表し、青い点は VPA を表している。この指標値 2 つに関しては  $q$  で割ることで絶対値を合わせているが、VPA の結果の方が推定資源量にフィットしている形。インデックスの観測誤差は非常に小さい値で、VPA が 0.06、CPUE のほうは少し大きくて 0.26 というのが推定結果。(スライド 48) 漁獲量の観測値と推定結果を表したもの。漁獲量については投棄等で未報告分が含まれると想定している。報告値の 1% ぐらいは未報告の漁獲量があるのではないかという仮定の下で事前分布を設定し推定している。青で示したのが推定漁獲量で、一応推定幅も示しているが、この図では認識できない程度で、ほぼ観測値と一緒に推定結果となった。(スライド 49) こちらが HCR。ここに示したものは年齢構成モデルで使われている HCR で、既にご存じだと思う。ソウハチの場合は年齢構成モデルではないプロダクションモデルになるので、この場合の HCR としては、基本的にはここに表示されている SB の親魚量のところを資源量にするということで、SB から B に変えることになる。それから HCR を提案する場合には MSE を実施する必要がある。(スライド 50) MSE を開発するというのを、この過程で行った。シンプルな MSE を作成したが、シンプルの意味として、OM が資源評価モデルと同一のモデルを使っていることからシンプルと称している。しかし MSE であるということは、OM がさまざまなタイプの不確実性を考慮していることを意味する。MSE で考慮している不確実性について、まず 1 つは過去の個体群動態に対する不確実性。これは複数モデルのパラメータ推定における不確実性を取り込むことで考慮している。これで広い信頼区間が与えられるので、予防的な漁獲管理を可能としている。2 つ目は、将来予測期間において過去に複数モデルで推定されたプロセス誤差のパラメータに基づいて確率論的にシミュレーションされる。つまりプロセス誤差が大きいと個体群動態が不安定であるということで、より予防的な漁獲管理につながる。また将来予測

期間においては、将来生成される疑似データに SPiCT を適用し、毎年疑似的に資源評価を行って ABC を算出することで、2年間のタイムラグとパラメータ推定の不確実性を将来にわたって取り込んでいる。これにより、この資源及び資源評価手法に特有の不確実性を反映していると期待される OM に基づいて、頑健で資源特異的な HCR を選択できると考えている。(スライド 51) ここから少し OM の詳細について説明したい。まず代表値の計算と同じ手順で、モデル 1 とモデル 2 について推定された共分散行列からランダムにプロダクションモデルのパラメータを多変量正規分布に従って生成する。この生成されたパラメータセットを OM としている。個々のパラメータセットが 1 つの OM になる。異なるモデルで生成されたパラメータもここで混ぜてしまう。モデルを統合するにはこれを 3 万回反復して、代表値と 90% 信頼区間を計算した。将来予測では各モデル 1000 回、合計 2000 回の反復計算を行っているので、OM は 2000 通りあることになる。(スライド 52) これはランダムに生成されたパラメータの例で、モデル 1 とモデル 2 からそれぞれ派生した OM のパラメータ分布。(スライド 53) 生成されたパラメータセットごとに将来予測を実施している。将来予測の個体群動態は資源評価モデルで用いている式と同じで、プロセス誤差をランダムに発生させている。資源量は毎年漁獲管理方策から計算された ABC と、それぞれの OM で仮定された個体群動態パラメータに従ってアップデートされる。(スライド 54) この MSE における将来の ABC の計算手順は、このようになっている。毎年生成される疑似データに SPiCT を適用して ABC を計算する closed-loop 型の MSE になっている。具体的には過去に得られた CPUE と漁獲量に、将来予測部分で疑似的に発生させた CPUE と漁獲量を足したデータを SPiCT へのインプットデータとする。MSE 内でこのデータに SPiCT を適用する。このときのモデルの設定は、資源評価で用いたベースケースと同じ設定。ソウハチの場合は 2 個のモデルを適用しているため、2 つのモデルを適用する。それぞれのモデルから計算されたパラメータを用いて  $y$  年の ABC を計算する。2 つのモデルから 2 つの ABC が計算されるので、それを平均した値を ABC とする。ここで計算された ABC で漁獲を行うとしている。(スライド 55) これは実際に提案している管理基準値案と漁獲管理規則。本系群では 2022 年度の資源評価結果に基づいて、2023 年 5 月に管理基準値案と漁獲管理規則案を決定する研究機関会議を開催した。そこで提案、採択された管理基準値案は次のとおり。また本系群では、管理基準値案は何トンといった資源量の絶対値ではなく、 $B_{msy}$  や  $MSY$  の何割を達成する資源量といった水準を提案している。これはプロダクションモデルでは資源量の推定値がデータ更新によって変化することが多いため、このような対応としているところ。本資源では目標管理基準値として  $B_{msy}$  を提案しており、2023 年度の資源評価では 3000 トン。限界管理基準値案としては、2021 年漁期以前の過去最低資源量  $B_{min}$  が 2500 トンという推定結果になっている。年齢構成モデルを使っている他の資源では、限界管理基準値案は  $MSY$  の 6 割を期待できる親魚量  $SB_{0.6msy}$  などが提案されることが多いが、本資源の場合は過去の資源量水準がその水準にまで低下したことがないため、モデルの外挿値になってしまうことから、安全性を考慮して過去最低資源量を限界管理基準値案としている。ちなみ

に過去最低資源量  $B_{min}$  は、 $B_{0.9msy}$  を上回る値。禁漁水準については 0 トンとしていて、実質的には設定していない。ソウハチは混獲種であり、漁獲を 0 にすることが実質的に難しいこと、それからこれまで資源状態がそれほど悪化したことがないことから、ほかの魚種を狙った操業への影響も考慮してこのような提案とした。

○TEO 博士 MSE に関するシミュレーションを行った際に EM と OM の推定誤差は比較しているか。EM と OM の間における推定誤差はどのぐらいになるか。バイアスとか精度の問題で何か誤差に違いが出るか。

○千葉 1 年目と 2 年目については誤差はないが、その後はずれが出て広がっていく。この後で触れる。

○TEO 博士 伺いたいのは推定誤差の値に関して。閉じた系を仮定した MSE でテストしたと思うので、True OM と推定モデルで資源動態を見ていると思うが、その推定誤差について伺いたい。評価の診断をする上で、こういったことも有益。

○市野川 推定誤差の数値がどのぐらいかということ。

○TEO 博士 MSE の結果と実際の資源量との誤差がどの程度か伺いたい。

○市野川 文書を作成し、詳細についてはそこに記載してある。MSE の結果についてまとめた文書があり、その中に推定誤差、MSE における誤差について記載している。後ほど数字をお見せしたい。

○千葉 (スライド 56) この図は HCR。基本的には資源量が限界管理基準値を上回る場合は  $F_{msy}$  に調整係数  $\beta$  を掛けた漁獲圧を最大の漁獲圧としている。資源量が限界管理基準値を下回る場合は、漁獲圧を下げるという形。本資源の場合は、この調整係数  $\beta$  を 0.8 で提案している。なぜ 0.8 にしたかについては後ほど説明する。(スライド 57) こちらは将来予測を、 $\beta$  を 0.8 として行った結果。左上が資源量の推定、右が漁獲量、下が漁獲圧。赤で示した実線が将来予測結果の中央値で、網掛けが 90% 予測区間。また破線が何本か引いてあるが、代表的な試行結果をいくつか載せている。現状の漁獲圧として 2022 年の漁獲圧で将来にわたって漁獲を続けた場合の将来予測の結果は青色で示している。

○TEO 博士 中野議長への質問になると思うが、調整係数  $\beta$  を 0.8 とすることは管理側の話になると思うので、それについてはレビューしないという理解で良いか。

○中野議長 その通り。日本の資源管理全体のルール、ABC ルールとか、細かい規則についてはレビューの対象ではない。そういう枠の中で行っている個々の資源評価が科学的に妥当かどうかというのが、このレビューの目的になる。もちろん個人的な意見は歓迎する。

○千葉 (スライド 57) 将来予測のスタートの前に、最新年の 2022 年の現状としては、資源量は  $B_{msy}$  を上回っていて、漁獲圧は  $F_{msy}$  を下回っている状態からスタートする。管理開始の 2024 年になると、2023 年の漁獲圧は 2022 年と同じと仮定しており、低いままとなるので、2024 年の資源量は  $B_{msy}$  を上回ったままになる。2024 年の漁獲圧は、漁獲管理規則に従うと  $F_{msy}$  に調整係数 0.8 を掛けたところまで大きく上昇し、それに合わせて漁獲量もスパイク状に急増することになる。2025 年になると、前年の漁獲によって資源量は急減

し、以降は  $B_{msy}$  の付近を推移していくという形になっている。漁獲圧は管理規則のとおり  $0.8F_{msy}$  で安定して推移するような気がするが、実際には ABC 計算プロセスの不確実性を反映して変動しているという結果になっている。90% 予測区間について見ると、ABC 計算の誤差によって  $F$  が  $F_{msy}$  を上回る試行が結構多く出現する。その結果、 $0.8F_{msy}$  で管理しても資源が減少するような試行も出てくるという結果になっている。特に管理開始から 2030 年ぐらいまでの間に掛けて予測区間が広がるというのが顕著に出ている。この原因として考えられるのは、SPiCT では  $F$  にランダムウォークを仮定しており、 $F$  が年々大きく変化するという動態にはあまりフィットしないモデルの構造となっていること。管理開始直後に  $F$  が急上昇する OM に追従できず、漁獲圧はあまり変化させずに資源量を大きく計算することでデータにフィットさせるようにモデルが動いてしまうため、結果として資源量を過大に推定してしまい、ABC も大きく計算してしまうことで、漁獲圧が  $F_{msy}$  を上回る試行が管理開始直後に頻発してしまうと考えている。ただし管理から 10 年も経てば落ち着いてきて、中長期的には資源量、漁獲圧、漁獲量ともに MSY 水準付近で推移していくという予測になっている。(スライド 58) こちらは資源量が管理基準値案を上回る確率について、管理開始 10 年後の 2034 年まで将来予測した結果になる。上段が目標管理基準値案  $B_{msy}$  を上回る確率、下段が限界管理基準値案  $B_{min}$  を上回る確率となっている。管理開始 10 年後に目標管理基準値を 50% 以上の確率で上回ることが HCR の基本ルールとなっており、今回の将来予測の結果では、調整係数  $\beta$  が 1.0 の場合でも管理開始 10 年後の確率は 58% で 50% を上回る確率となっている。ただし管理開始直後の 2027 年から 2030 年のあたりでは 50% を下回っていることがわかる。これは先ほど説明したとおり、SPiCT による資源計算で実際は  $F$  が急激に変動してもそれを漁獲圧の変化ではなく資源量の変化として計算してしまうためと考えられる。限界管理基準値については管理開始 10 年後に何パーセント以上で上回るといった基本ルールは無いが、 $\beta$  が 1.0 で 73% となっている。(スライド 59) こちらは上資源量、下漁獲量についての将来予測の結果。資源量は  $\beta=1.0$  で、中長期的には  $B_{msy}$  である 3000 トン付近で安定する。先ほどの確率の予測と一緒に、管理開始直後は一旦資源量が減少することがわかる。漁獲量は中長期的には MSY である 2700 トン付近で推移する。また  $\beta$  が 1.0 から 0.8 まででは中長期的な漁獲量に大きな差はないと予測される。この範囲では調整係数が高ければ漁獲圧は高いけど資源量が少なく、調整係数が低ければ漁獲圧は低いけど資源量が多いため、期待される漁獲量としては変わらないという結果。(スライド 60) こちらは、これまでの将来予測を要約した表。上は資源量が管理基準値案を上回る確率と予測される資源量と漁獲量。上の表は漁獲量の予測で、管理開始 1 年後と 2 年から 5 年後の平均値、6 年から 10 年後の平均値について示している。

○TEO 博士 基準値を上回れば良い、という考え方で良いか。

○千葉 その通り。下の表は管理開始から 2033 年までの 10 年間に資源量が一度でもこれらの水準を下回る確率。これは下回るので、良くないということ。 $\beta$  が 1.0 であれば、10 年間に過去最低資源量を 72% の確率で一度は下回る、良くないことが起きるといことにな

っている。本系群の漁獲管理規則を提案する過程で、本資源で採用している資源評価モデルが余剰生産モデルであり、これまでに漁獲管理規則を提案してきた資源で採用されている VPA 等の齢構成モデルに比べて潜在的な不確実性が高いと想定されること、資源評価のデータ期間中の資源状態は比較的良好で、過去最低資源量も MSY の 9 割が期待される資源量である  $B_{0.9msy}$  を上回っていることから、実際に資源量が  $B_{min}$  を下回った場合にモデルの外挿となってしまう、資源動態の予測が難しいことから、管理開始 10 年後の目標管理基準値を上回る確率を 50%以上とする基本ルールに加えて、限界管理基準値案である過去最低資源量  $B_{min}$  を下回るリスクを一定以下に抑える基準が必要であると考えた。研究機関会議での議論において、科学的な根拠は無いが、エキスパートジャッジとして管理開始 10 年後の資源量が限界管理基準値案である過去最低資源量  $B_{min}$  を上回る確率が 90%以上、かつ 10 年に一度でも  $B_{min}$  を下回る確率を 30%未満にすることを本資源の漁獲管理規則として推奨する基準としたところ。その結果、本資源では目標達成に加えてリスクを一定以下に抑えるための基準を満たす  $\beta$  として 0.8 以下を推奨することとした。中長期的な漁獲量として 2029 年から 2033 年の平均漁獲量を見ると、 $\beta$  を 1.0 から 0.8 に引き下げたとしても資源量の増減と漁獲量の増減が相殺されて漁獲量の減少はないことが確認できる。ここまでの資源評価レポートの説明になる。

○中野議長 きりが良いので、ここで休憩とする。

(休憩)

○中野議長 それでは再開する。ここからはレビューアの質問に対する回答で、市野川さん、お願いします。

○市野川 先ほど TEO 博士から質問のあった、MSE の中での SPiCT の推定誤差について示した図をお見せする。(オリジナルのスライド) 縦軸が相対誤差、横軸が将来予測年になる。毎年 SPiCT で  $F_{msy}$  や  $B_{last}$ 、最終年の資源量を推定しているが、真の値はわかっているので、推定値と真の値を比較して相対誤差を計算してボックスプロットにしたもの。この図でわかるように、かなりずれているものも結構ある。上がボックスプロットで、下が相対誤差の中央値になる。中央値で見るとだいたい 0 のところにあるが、やはりモデル 1 が真だがモデル 2 を当てはめているような場合はバイアスが出ているとか、いろいろとわかる。ただ、このぐらいの相対誤差があったとしても、計算された ABC で漁獲をしていくと先ほどお見せしたような将来予測になり、不確実性はあるものの、一定の  $\beta$  で管理すれば一応持続的な管理ができるというところを確認している。

○TEO 承知した。この図は送って欲しい。

○千葉 (スライド 61) ここからは事前にいただいたコメントに対する回答を進めていきたい。K で始まっているものは KURIYAMA 博士からいただいたコメント、T が TEO 博士、Y は山川博士からいただいたコメント。最初のコメントは全体に対してだが、モデリング手

法は適切で、状態空間余剰生産モデルを使うことで不確実性を評価することができたということだと思う。年齢構成モデルを適用するだけの情報がないために余剰生産モデルを適用したという事情だが、その結果として、わが国の年齢構成モデルとして最も一般的な VPA では考慮されていない不確実性について評価することができたと考えている。

K02 は、モデル 1 とモデル 2 がどんな事前分布になっているのか分かりにくいというご指摘と、各パラメータの初期値や推定値をわかりやすく提示したほうが良いというコメント。今回のプレゼンテーションで少し改善したが、来月開催する予定の今年度の資源評価レポートで改善できるようにしたい。

(スライド 62) こちらは、モデル統合の正当性についての質問と理解。ご指摘のとおり、2つのモデルにおける SD の違いは結果に大きな影響はなく、近い推定結果が得られている。ただし現時点では、このどちらのモデルがより真のモデルに近いのかを判断することが困難であるため、2つのモデルの不確実性をすべて取り込む形でモデルを統合するという方法を取った。

(スライド 63) 続きで、モデルの統合についてもっと詳細に説明してほしいというコメント。発表でも説明したが、SPiCT は各モデルのパラメータ間の相関関係と不確実性を示す分散・共分散行列を推定する。この行列を分散成分とした多変量正規分布からパラメータセットをランダムに各モデルから 15,000 回ずつ生成して、その中央値を代表値、5 パーセンタイル値と 95 パーセンタイル値から 90%信頼区間を算出している。ここで平均値ではなくて中央値を使った理由は、極端な外れ値が出てきているので、その影響を少なくするため。

(スライド 64) 事前分布を設定しないで解析したらどうなるかというコメント。モデル 0 と書いてあるものが  $n$  と  $r$  に事前分布を設定しない場合だが、ご覧のように信頼区間が非常に広がってしまうので、このモデルは採用できない。

(スライド 65) SPiCT は平衡状態を仮定していないが、そうであれば VPA の結果を資源量指標値としてモデルに含めた理由を詳しく説明して欲しいとの質問。意図を正しく把握できていないかもしれないが、SPiCT は平衡状態を仮定していないというのはその通り。資源量指標値と漁獲量のインプットデータがあれば、資源量や漁獲圧、MSYなどを推定可能なモデルとなっている。しかし  $q$  や  $K$  といったパラメータに事前分布を設定しない場合は資源量絶対値などの信頼区間が大きくなってしまい、その推定結果に基づいた HCR を設定したとしても、有効な管理は難しいということがスライド 65 に示しているドキュメントで明らかになっている。このことからプロダクションモデルに関する我々のガイドラインでは、信頼できる情報に基づいて  $q$  や  $K$  に事前分布を設定できる場合にプロダクションモデルによって推定された資源量絶対値を資源評価に利用することができると決めている。本資源では、外部で実施された VPA の結果を  $q$  に事前分布を設定した入力値として利用することで資源量絶対値による資源評価を実施している。

(スライド 66) 沖底 CPUE である資源量指標値 2 の  $q$  が非常に低くて、結果に影響を持っていないのではないかと、資源量指標値 1 だけで評価したらどうなるかというコメント。

指標値 2 の  $q$  は低い、 $q$  は指標値と推定資源量のスケールを調整するパラメータであって、推定資源量とのフィットを示すパラメータは  $\sigma I$  になる。 $\sigma I$  は指標値 1 が 0.06、指標値 2 は 0.26 と、指標値 1 で非常に小さいことから、推定資源量によりフィットしている指標値は残存資源量  $D$  の指標値 1 であると言える。指標値 1 のみを使用した SPiCT の計算結果については後ほど紹介したいと思う。

(スライド 67) SPiCT ではパラメータ推定を最尤法でやっているのか、ベイズ法でやっているのか。ベイズなら「信頼区間」ではなく「信用区間」とするべきではないかというコメント。SPiCT では罰則つき最尤法でパラメータ推定が行われていて、事前分布は尤度関数と掛け合わせて使用される。また SPiCT の原著には、信頼区間と信用区間には概念上の違いはあるものの実用上は違いがないことから、ともに CI と略していると記載されており、本報告でも信頼区間という形で使用している。ここまでが KURIYAMA 博士からのコメントになる。

(スライド 68) ここからは、TEO 博士からいただいたコメントになる。まず全体として、この資源評価では例外的に VPA の結果を利用してプロダクションモデルで評価するというアプローチをとっているが、その理由は議論する必要がある。沖合底びき網の資源量指標値のみを使用したモデルとの比較が重要だとするコメント。繰り返しになるが、最初に説明したとおり VPA は道総研が別の事業、別の予算で実施したものであるということでご理解いただいているところ。CPUE と漁獲量のみを使用した SPiCT の結果は後ほど説明したい。

(スライド 69) こちらは系群構造に関するコメントで、周辺海域との独立性はどうなっているかということ。まず 1 つ目は、遺伝的な情報として、部分的ではあるが、ミトコンドリア DNA の解析結果から北海道の太平洋側と日本海側の間で遺伝的な分化があることが報告されている。また表現型としては、成長とか成熟、産卵期などの違いがあることも報告されている。標識放流のデータとしては、北海道や青森県などが結構標識放流の実験をやっていて、ほとんどの魚は放流したところの近くで再捕されている。1 年を超える再捕期間になったものに関しては 100km 程度の移動が認められた場合もあるが、その場合でも基本的には系群のくくりの中で再捕されているという結果になっている。それから個体群動態としては、資源評価が行われているのは本系群の北海道北部のほかに北海道の太平洋側と日本海西部の 3 系群のみになるが、その動態は特徴が異なっていることがわかる。また漁業データに基づいて、ロシア側とのつながりも紹介したいと思う。

(スライド 70) こちらは 1980 年から 2020 年までの北海道に根拠地を持つ沖底船の努力量とソウハチの漁獲量をマッピングした図になっている。努力量は北海道沿岸からほぼ連続的にサハリンまでつながっていることがわかる。一方漁獲量のほうを見ると、北海道沿岸では獲れているが、サハリンでは獲れていない。沿海州のほうでは獲れているところもある。このことからサハリン周辺では、分布していないということはないと思うが、かなり密度が低くて資源としては途切れていると考えているところ。

(スライド 71) 日本海に滞留する群れと、日本海で生まれてオホーツク海に輸送される群れがあると記述されているが、図 2-1 にある産卵場を共有しているとする証拠はあるのかというコメント。こういった 2 つの群れの存在は藤岡 (2003 年) で示されているが、その中で具体的な証拠は示されていない。現在、調査船調査や漁獲物の調査を進めているので、生物情報が蓄積されればこれらの証拠も、あるかないかを明らかにできると期待しているところ。次は事前分布や推定パラメータなどの記述が明確でないというお叱りのコメントで、来月に向けて修正したい。

(スライド 72) こちらは、事前分布はどのように構築されたのか、たとえば内的自然増加率  $r$  は FishLife に基づいたとあるが、利用可能な生物学的パラメータと関連する不確実性は何か、FishBase や RAM にしか情報はないのかというコメント。

○TEO 博士 FishLife のソフトウェアは知っているが、James Thorson の FishLife か。使ったことはないし、KURIYAMA 博士も使ったことはないと思うが、どのように機能するのか。魚種を入力すれば FishBase のパラメータが出てくるという形か。パラメータは同属や同科のデータも表示されるのか。どのように機能するシステムか。

○市野川 魚種の名称を関数に入れる。そうすると FishLife のほうでポピュレーションの編成、 $r$  や  $\sigma_r$ 、それからステープネスなどの情報を取得する。それから生物学的パラメータなども、成長率パラメータなども出してくれる。データは FishBase と RAM のレガシーデータベースから来ているもの。

○千葉 事前分布を設定したのは  $n$  と  $r$  と  $q_1$ 、 $\sigma_{II}$  と  $\sigma_C$  になる。形状パラメータ  $n$  はシェーファー型である 2.0 としている。内的自然増加率については FishLife における期待値である 0.32 と設定している。FishLife における  $r$  の 90%信頼区間は 0.07 から 1.42 だった。これ以上の利用可能な情報は、今のところ無い。 $n$  と  $r$  の事前分布における標準偏差は、我々のガイドラインに従ってモデル 1 は 1.0、モデル 2 は 0.5 と設定している。 $q_1$  と  $\sigma_{II}$  の事前分布については、2022 年度の資源評価報告書で検討を行っている。

(スライド 73)  $q_1$  について。左下にあるとおり、標準偏差を 0.001 として平均値 1 に固定する条件のほか、SD を大きくして行って、ある程度データに合わせて  $q$  を推定させる条件で SPiCT による計算を行った。標準偏差を広げると、 $q_1$  は 1 を下回って低下することが分った。これは、データとしては資源量指標値 1 よりも推定資源量の絶対値のほうが大きいとしたほうが、モデルのあてはまりが良いという結果になった。資源量指標値 1 である残存資源量は、VPA で推定された雌資源量に仮定を置いて換算しているなので、換算の不確実性が含まれている。このことを考慮すると、 $q_1$  は平均値 1 に固定するのではなくて、ある程度データに合わせて推定させるほうが適切であると考えられる。残差の自己相関やレトロスペクティブバイアスの大きさから検討した結果、標準偏差は 0.3 と設定した。図では B/Bmsy と F/Fmsy の感度分析の結果を示したが、SD の違いによる推定結果の大きな違いはないことを確認している。

(スライド 74) 次に  $\sigma_{II}$  について。事前分布なしで推定すると信頼区間が広くなり不安

定になってしまうため、標準偏差 0.5 としてゆるい事前分布を設定することとした。平均値を 0.01 から 3 の間で探索した結果、平均値を 0.2 以上とした場合に残差の自己相関が認められた。先ほどの  $q1$  同様に、D には換算の不確実性があるので、D の観測誤差である  $\sigma_{II}$  についても事前分布の平均値をあまり小さくするべきではないと考え、残差の自己相関が認められなかった平均値として 0.15 を設定することとした。この設定による感度分析も実施しているが、大きな影響はないと判断している。

(スライド 75) 生物パラメータの調査は行っていないのか、その結果は資源評価に使われているかという質問。本系群でも調査船調査や漁獲物調査を行っているが、まだ始まったばかりで十分に情報が蓄積していないため、現段階では資源評価に直接使用していない。次は性的二型があるかというコメント。フィギュア 2-2 に示しているとおり、雌のほうが大型化する性的二型が認められる。カレイ類では雌が大型化する性的二型がよく認められ、VPA でも雌雄に分けて計算することが一般的。道総研が本系群で実施している VPA でも雌雄に分けて VPA を実施しているが、1990 年代中盤以降に雄の漁獲がほとんどなかったためサンプリングが十分に行えず、雄の推定資源量は公表されていない。

(スライド 76) 漁獲量の時系列データはどのように作成されたのかという質問。沖合底びき網漁業の漁獲量は月別、船別、漁区別のデータとして 1980 年から利用可能。曳網数が努力量情報として記載されている。沿岸漁業の漁獲量は月別、地区別、漁業種別に 1985 年から利用可能だが、努力量に関する情報は含まれていない。これ以前の漁獲量情報については、ソウハチとしてではなくカレイ類としてまとめて記載されているので利用は難しいという状況。漁獲量の不確実性はあるかということだが、こちらは本種の魚価が非常に安くて混獲される魚種であるため、投棄されたり、その他として水揚げされることが想定される。

○TEO 博士 いつからソウハチとしての漁獲量データが入手可能になったのか。

○千葉 系群全体としては 1985 年から。

○TEO 博士 そうであれば漁獲成績報告書はもっと早いか。例えば 1974 年ぐらいから入手可能か。

○千葉 漁獲成績報告書自体は 1980 年より前にもあるが、ソウハチとしては記載されておらずカレイ類となっている。ソウハチとして利用できるのは、沖合底びき網の漁獲成績報告書は 1980 年、沿岸漁業は 1985 年からになる。漁獲量の不確実性はあると考えている。事前分布としては漁獲量の観測誤差に対して平均 0.01 というものを与え、固定して推定している。だいたい 1% ぐらいの漁獲量誤差があるという想定になっている。

(スライド 77) 漁獲重量をどのようにして漁獲尾数に変換しているのかという質問。これも繰り返しになるが、VPA は道総研のものなので使えない。1995 年から 2015 年頃まで雄の漁獲量が極端に低いのはなぜかという質問。これも何度かお話ししたが、自主規制によって小型魚の漁獲がなくなったということ。

(スライド 78) こちらも CAA と VPA に関する質問。省略したいと思うが、本事業でも年齢構成モデルに取り組むための情報収集を行っており、中長期的な課題として検討してい

るところ。

(スライド 79) こちらは CPUE 標準化に関する記述が不十分だというご指摘。報告書本体ではなくて別のドキュメントとしており、それが事前にお配りできなかったことは申し訳ない。今回プレゼンの中で説明させていただいたとおりになっている。次に沖合底びき網漁業で獲られている魚の CAA はどうなっているかというコメント。近年に関しては、道総研が示している系群全体の CAA がほぼすべて沖底によって獲られた魚の CAA と読み替えられる。古い部分は公表されていないのでわからない。次に月別、船別データに基づいて標準化しているとあるが、緯度と経度の情報はどうやって入手したのかという質問。申し訳ないが、私の確認不足で、英訳の過程で漁区別という情報が落ちてしまっていたようだ。

(スライド 80) こちらは CPUE 標準化に関するコメントで、ひととおりのプレゼンの中で回答したと思うが、もし不足があればお尋ねいただきたい。

(スライド 81) 努力量の分布を年ごとに示してほしいという質問。小さいが、こちらに 1980 年から 2022 年までの努力量の分布を示している。最初の頃は結構広く努力量が分布していたのが、努力量の減少に従って漁区も少なくなり、新しいデータでは狭い分布。

(スライド 82) 他の種や系群では底魚の科学調査が行われているが、この系群では行われているのかというコメント。昨年からは調査船調査などを始めているが、まだ蓄積が十分ではなく資源評価に反映していない。事前分布の感度はどうかという質問。これまでいくつか示したが、もし不足があればお尋ねいただきたい。次の質問は、全体の資源量ではなく親魚量による評価が求められており、これに従えばプロダクションモデルは適切ではないだろう、VPA が十分実施できるのであれば統計学的な CAA モデルも実行できるはずなのに、なぜプロダクションモデルを実施しているのか、という質問。すでにご理解いただいているものと理解。

(スライド 83) 管理等の目的で親魚量や雌の親魚量を示す必要があるのかという質問。これは先に回答したと思うので省略させていただく。漁獲量の不確実性はどうかというのも、先に図示したところ。

(スライド 84) 性的二型が存在するのに、すべての年齢で雄、雌の比率を 1 対 1 と仮定するのがいいのかという質問。年齢ごとの雌雄比に関する情報が不十分で、仮説を立てる根拠が乏しいため暫定的に 1 対 1 という仮定を置いている状況。次は、モデル 1 と 2 の違いは事前分布だけなのか、事前分布の設定が恣意的に見えるので詳しく説明して欲しいとの質問、また要因プロットについて、これらも先に説明したので省略する。

(スライド 85) 沖底 CPUE だけのモデル、それから VPA の結果だけを使ったモデル、それからベースケースでどういう結果になるか比較したものになる。こちらは解析の条件で、基本的にはベースケースの設定を波及させているような形。

(スライド 86) こちらは代表的なパラメータだけ示しているが、これが VPA でやった結果。モデル 0 というのは事前分布なしで、やはりモデル 0 では信頼区間がかなり広くなるというのは、どのデータセットでも共通。そのほかモデル 1 と 2 についても、信頼区間の広

さは結構広いというのが特徴としてある。CPUE も同じような形で、2つを合わせると結構狭くなる。横軸のスケールが変わっているので見えにくいですが、信頼区間はこのベースケースの場合が一番狭くなっている。余剰生産曲線はこのような形になっている。VPA の結果だけを使うと  $n$  が少し大きく推定されているので、頂点が少し右にずれている。CPUE だけの場合やベースケースの場合は  $n$  が小さくて頂点が左に偏るという形になる。神戸プロットを見ると、基本的には最新年の資源評価の結果はどのデータセットを使っても同じになっている。推定された資源量の推移は VPA の指標値に良くフィットしていたが、 $n$  とか  $r$  というパラメータを見ると意外と CPUE のほうに近い推定結果になっているのが少し面白いと思っているところ。

(スライド 87) この図は MSY 水準を比較してみたもの。モデル 1 の場合だけ示した。これがベースケース、Index1 が VPA、Index2 が CPUE のデータを使った場合。絶対値としてはこのぐらい動くが、信頼区間はやはりベースケースが一番狭い。Fmsy に関しては、信頼区間は VPA だけのほうが少し狭く、MSY に関してはベースケースと VPA では一緒で、信頼区間がこちらのほうが少し広いという形になっている。

○TEO 博士 全体的に言って VPA を含める必要はない。標準的な CPUE だけで十分信頼に足るモデルができるのではないか。不確実性は大きくなるが、全体的に言ってそう悪くないという感想。私が評価者であれば、CPUE だけで満足。

○千葉 確かに CPUE だけでも意外とうまく行っているが、使える情報は使うということで、今のところはこの形で評価している。

(スライド 88) こちらは収束に関する統計値を示してほしいということ。SPiCT の場合、収束に関してはあまり統計値が出てこないが、全てのケースで収束している。次に事後予測チェックを実施しているかという質問だが、こちらは MCMC ではなく最尤法のためやっていない。次に、なぜ 1985 年からモデルを始めているのか、1980 年から始められるのではないかという質問。指標値は 1980 年から始めることができるが、漁獲量情報がないので、漁獲量情報がそろそろ 1985 年からのモデルとしている。

(スライド 89) こちらは、全体として推定モデルから予測へのより良い形で不確実性が反映されているが、ドキュメントの記述が不明瞭である、不確実性をどのように予測に反映させたのかという質問。プレゼンテーションの中で紹介したが、固定効果とランダム効果の不確実性の両方、それから推定パラメータ間の相関関係も将来予測では考慮している。プロダクションモデルによって推定されるパラメータを  $\theta$ 、その精度行列を  $\sigma$  とすると、 $\theta_j$  のパラメータのランダムセットは  $\theta$  の多項分布から生成される。この場合、 $\theta_j$  のランダムセットは非現実的なパラメータセットを取り除いた後、将来予測における確率論的な個体群動態として  $j$  回、今回は 2000 回の反復に使用される。その結果として、こちらの図にあるように各パラメータの不確実性がこのような分布として将来予測に反映される。

(スライド 90) こちらは 1~2 年後の予測精度はどうかという質問。ハインドキャストを

やっているかということかと思うが、まだ実施できていないので将来の課題としている。単純に 2022 年度評価とか 2023 年評価、それからこれは今年の評価なので、たぶんまだデータを出してはいけないと思うが、2023 年の資源量を予測したものと評価で推定したものを比べるとこの程度の差で収まっているので、予測精度は悪くないのではないかと思っている。次は、この資源評価で改善される可能性があるとしたら何かということ。将来的には年齢構成モデルに移行していくことが課題になると考えている。次は漁獲量、努力量、CPUE のコントラストがデータ期間の初期に高いようだが、もっとデータ期間を遡ることはできないのかという質問で、これについては既に回答したところ。ここで考慮されていない不確実性や感度はあるかということについて、発表の中でドキュメントに含まれていなかった感度分析などについていくつか紹介したところ。

(スライド 91) ここからは山川博士からのコメント。資源が、系群が閉じているのかという質問で、ロシアとの跨りとは考えられないかということだが、先ほど回答したとおり、跨り資源とは考えていない。それから、他の系群と同じように年齢別の成熟割合のグラフを示しておいてはどうかというコメント。現時点では年齢構成モデルによる資源評価は行っていないので掲載していないという状況だが、情報としては板谷・藤岡(2006)があり、その情報に基づいて掲載することは可能。掲載するべきかどうかは内部で検討したいと思う。

(スライド 92) 2014 年以降、沿岸漁業での漁獲量が大きく低下したが、それはどうしてかという質問。数値データは無いが、沿岸漁業の努力量が大きく減少したためと考えている。刺網では網揚げの後に魚を網から外すという作業が必要になるが、魚価安が進んだことによってこの作業に人件費がかけられない状況と聞いている。そのことでソウハチを狙った操業が減ったのだろうと考えている。次は 90 年代後半以降、2014 年ごろまで雌の漁獲量に比べて雄の漁獲量が極端に少なくなっているが、それはなぜか、分布域が変化しているのかという質問。これも何度か回答しているが、自主規制と魚価安による小型魚の漁獲回避が生じたためと考えられる。性的二型によって雄は小型であるため、小型魚の漁獲回避によって雄の漁獲量が極端に減少した。同時期に雌でも小型若齢の割合が減少していることから言えると考えている。

(スライド 93) 2015 年、2016 年から雄の漁獲量が急激に増えているが、それはなぜかということ。関連して、本文中には「2016 年から 2019 年漁期は、小樽で海外向けの販路拡大で需要が高まった」とあり、確かに雌の漁獲量の変化を見ると図 4-4 で示された漁獲係数  $F$  の変化に相当するであろうと思われる程度の漁獲量変化があるように思えるが、雄についてはそれだけでは説明されないようにも思える。分布域の急激な変化や、操業する漁場の変化のようなものは想定されないかということ。沖合底びき網漁業の主要なターゲットであるスケトウダラやホッケの漁獲規制と漁獲不振、それにソウハチの海外向け販路拡大があってソウハチ狙いの操業が行われて漁獲圧が上昇したと考えている。それによって小型魚が再び漁獲され、それに加えて無選別サイズの銘柄、バラというものが新設されて、そこに小型魚が水揚げされるようになったことで雄の漁獲が増えたのだろうと考えているところ。

(スライド 94) 一応近年の部分、2009 年から 2020 年の範囲で努力量と漁獲量をマッピングしてみた。努力量は年を追って減っていく、狭くなっていくというのが見えるが、漁獲量としては 2016 年とか 2018 年あたりにかけて日本海南部で高くなっている。ただ、特別この時期だけここに集群したということはないと考えているところ。

(スライド 95) こちらは CPUE の変化。これも同様に、特にこの時期に赤く CPUE が高くなっていることが示されているが、それがこれまで高くない場所でこの年だけ高くなったということはないと考えている。したがって、分布の変化というよりは資源量が増えたことと、漁獲圧が高くなったことで小型魚が取られるようになったと考えている。

(スライド 96) こちらは CAA の示し方に関するものだが、我々には困難。

(スライド 97) こちらは、VPA から推定された雌資源量から換算した残存資源量の推移が 2015 年ごろまであり、これは道総研の結果ということだけれども、それ以降は VPA をやっていないのかという質問。また道総研の資源評価の結果と本評価の結果に違いはあるのかということで、比較する図をつくってみた。青で示しているのが本資源評価で推定している資源量、丸でプロットしたものが道総研の VPA で推定している雌の資源量。全体のトレンドとしてはよく似ているが、特に最近の部分は少し乖離が大きくなってきているかもしれない。

(スライド 98) こちらは、指標値  $I_1$  を作成するにあたっての雌雄比等に関する仮定が全体の資源評価結果に与える影響はどうかという質問。VPA の雌資源量から残存資源量を換算するときの雌雄比との仮定の感度分析という形になる。ベースケースは 1.8 倍にしているが、それよりも少ない例として 1.6 倍、そして 2.0 倍の推定結果をこちらに示した。多少の違いはあるが、資源状態を判断するために必要な  $F_{msy}$  や  $B_{msy}$  に関しては、かなり頑健な結果になっていることがわかる。このため、この仮定に関する感度はそれほど大きくないだろうと考えているところ。

(スライド 99) こちらは PDO の話。先ほども説明させていただいたが、実際に抜いたとしてもあまり影響がないことから、いまのところ悪影響は与えていないと考えているところ。

(スライド 100) こちらは、先ほどいただいた、DPC に対して資源量の増減がバイアスを生んでいるのではないかということだが、先ほど説明したとおり、Winker らが 2014 年にシミュレーションを行った結果を公表している。それで問題ないと示されていることから、この資源評価でも採用しているところ。

(スライド 101) こちらは CPUE の標準化と Biseau の抽出法による Directed CPUE を用いて計算する方法の、両手法による結果を比べるとどうなるかということ。図を準備できなかったが、本資源は混獲がメインとなるため、Biseau の方法によるフィルタリングを行うと極端にデータ数が少なくなる。標準化 CPUE を検討する過程で Directed CPUE も候補に上がったが、ソウハチ狙いの操業が行われたと考えられる 2016 年から 2017 年漁期の CPUE の増加がノミナル CPUE の場合を大きく上回る非現実的な結果となったことから不採用とした。

報告書におけるモデル 1 と 2 違いの記述がわかりにくいということは、すべてのレビューア ー3 名から指摘されたので、次の資源評価報告書に向けて改善する。

(スライド 102) 先ほども質問のあったところで、 $n$  の推定結果がかなり小さく、1 に近いので、Gompertz の増殖曲線に従うとみなしても良いのではないかという質問。

(スライド 103) 計算上は Gompertz や Fox モデルとすることで推定パラメータは節約的になると考えられるが、それらのモデルに基づいた計算プログラムの選定は開発に長い時間と大きな労力を要する。また将来予測や MSE も SPiCT の使用を前提に開発されており、現在使用している Pella-Tomlinson モデルに基づく SPiCT を本事業の資源評価で利用することや海外での利用実績があること、また汎用性が高いことなどから選定したところ。SPiCT に重大な問題や、その他のプログラムに大きな優位性がない限り、新たなモデルやプログラムの選定、開発は現実的ではない。またシェープパラメータは資源量や管理基準値の推定に大きな影響を与えるが、推定が難しい不確実性の高いパラメータ。シェープパラメータを 1 に固定したモデルを用いることは  $n$  の不確実性、ひいてはプロダクションモデルにおける資源量推定値の不確実性の過小評価につながる恐れがある。このことから  $n$  は緩い事前分布を与えるものの、推定パラメータとして扱っているというのが現状。 $n$  の不確実性を将来予測や管理方策の選択においても考慮できるということも利点として挙げられると思う。

(スライド 104) こちらは漁獲管理規則案等の描写の仕方についてのご意見。漁獲管理規則案を余剰生産曲線と重ねて表示する。そして各年の資源量と漁獲量をプロットして示したほうがわかりやすいのではないか。こうすることで歴史的な資源量や漁獲量の変遷を余剰生産曲線や漁獲管理規則と対比しながら概観する図として用いることができるだろう。さらに横軸を資源量ではなく資源量指数に変換して表示するようにすれば、各年の標準化資源量指数の値と漁獲量の値の組み合わせを直接プロットすることが可能となる。この場合、横軸、縦軸の両軸ともに実際のデータを使ったプロットであり、推定に伴う不確実性をさらに低減した直接的な表示が可能となる。こういうご指摘。

(スライド 105) さらに、このような図によるアウトプットを前提とする場合は、資源評価モデルにも以下のような改良が考えられるのではないか。たとえば Gompertz 増殖モデルの場合、記載のような式になっていて、この式は  $B_{msy}$  および  $MSY$  をパラメータとして変形できる。さらに、この式を離散型モデルとして書き直すとスライドのようになる。

(スライド 106) この式はパラメータ  $B_{msy}$  と  $MSY$  に基づく式であり、パラメータ  $r$ 、 $k$  の組み合わせよりも、パラメータ間の相関が小さいと期待できる。また管理基準値を直接のパラメータとしているため、SPiCT で用いるようなパラメータ変換の段階を経るよりも、管理基準値の推定誤差をさらに軽減できる可能性がある。さらにこの式に  $I=qB$  の関係を代入してスライド 106 のような式とすれば、上で提案した横軸を  $I$  とする管理図とともに用いることで、各年における資源量  $B$  の推定を経ることなく、資源量指標値と漁獲量  $C$  の関係

に基づく、より直接的な管理が可能となるのではないかと。こういう提案でした。

(スライド 107) 新たなモデルの式と漁獲管理規則のアイデアを示していただき、感謝する。前述したように、現状では資源評価モデルとしては SPiCT を今後とも継続して利用することが良いと考えている。一方で、漁獲管理規則については算定指針において 1C 系の漁獲管理規則が明示的に示されておらず、MSE で頑健性が確かめられたものを用いることのみ書かれている。現状は 1A に似た漁獲管理規則を採用したが、ご指摘のように資源量指数等の不確実性を考慮したより頑健な漁獲管理規則の検討の余地は大いにあると考えている。本資源で実施している MSE では、将来予測年においてプロダクションモデルを毎年適用して ABC を計算するプロセスを再現しているが、その部分をより推定が容易な Gompertz モデルに変えるなどの工夫もできると思う。具体的には、真の  $n$  は 1 ではないが、1 を仮定した Gompertz モデルによって推定される MSY を用いた漁獲量ベースの HCR で ABC を計算したときのパフォーマンスなども評価できると思う。ただ HCR 漁獲管理規則の決定についてはステークホルダーからの要望も考慮する必要があるため、現場のニーズを踏まえて、必要であれば将来的に検討したいと考えている。これで準備したスライドは終わりになる。

○中野議長 千葉さん、ありがとうございました。追加の質問も無いようなので、これでウハチ北海道北部系群のレビューは終了とする。

----- 休憩 -----

### —総合討論—

○中野議長 それでは時間になりましたので総合討論を開始する。初日の大島部長のプレゼンの中で KURIYAMA 博士からの最初のゼネラルクエスチョンへの回答を用意されているようなので、まずそのプレゼンからお願いしたい。大島さん、お願いします。

○大島浮魚資源部長 (スライド 48) TEO 博士からいただいた質問の S-28 が全体的な内容とかぶっているの、こちらへの回答としたい。こちらはいただいている TEO 博士からの質問で、「HCRs と ABC 計算のガイドライン」という文書によると、これらの計算はリスクベースで、評価に不確実性を組み込むことになっている。しかし、予測に含まれる不確実性は、将来の加入量の偏差の不確実性だけで、資源評価結果には不確実性はないようだ、例えば、推定された SSB、加入量、N-at-age、F-at-age、SRR には不確実性はないようだが、これらの不確実性は推定されていないのか、それとも報告されていないのか、というもの。ブリの資源評価では VPA を適用しているが、VPA ではモデルの不確実性は考慮されない。一方、再生産曲線については不確実性を考慮して将来予測を行っているということ。

(スライド 49) これは KURIYAMA 博士のゼネラルコメントに対応するもので、年齢ご

との F 値の組み合わせ方法についての質問で、1 日目の上原センター長の説明が回答となる。次のプラスグループの F についても上原センター長の回答に同じ。一方で、懸念として高齢魚が移動してしまう場合には F 値が高く算定されてしまう可能性があるとのこと。今のところブリに関しては高齢魚ほど移動するとは考えておらず、実際に 1 歳および 0 歳の F は 2 歳および 3+歳の F よりも高くなっている。

○中野議長 高齢魚が漁場から移動してしまうのではないかという懸念があったが、これについて誰か情報をお持ちか。

○倉島浮魚資源部研究員 高齢魚は若齢魚に比べて大きく回遊することが知られているが、おそらく先に示した分布海域から出ることではなく、その範囲内で南北回遊していると現時点では考えられている。その理由として、小笠原諸島などブリが生息していない海域の漁業では、ブリ類ではヒラマサ、カンパチの漁獲しかなく、ブリが来遊することもないので、おそらく大型になっても分布域から出ることはないと考えている。

中野議長 ご説明に感謝する、承知した。

○大島部長 (スライド 50) KURIYAMA 博士からの 2 つ目のゼネラルコメントで、閉じた個体群と仮定することについて、漁業種類ごとの選択性について、またデータとモデルの不確実性に関すること。これらに対する回答も 1 日目の上原センター長と同様。不確実性に関し、VPA には年齢と体長の関係に明確にできない大きな不確実性があると思われる。資源評価に基づく漁獲アドバイスは、データやモデルの不確実性などに基づいて調整される可能性があり、ブリでは  $\beta=0.95$  とされている。

○TEO 1 日目の上原センター長の説明では、調整係数  $\beta$  はデフォルトとして 0.8 を使っているという話だったが、これは魚種系群により違うのか。

○大島部長  $\beta=0.95$  というのはステークホルダー会合によって決められたもの。基本的に我々は  $0.8 \cdot F_{msy}$  を基準として提案する。

(スライド 51) KURIYAMA 博士からの 3 つ目のゼネラルコメント。評価に使用したデータの詳細と説明をもっと記載することを勧める、具体的には、体長と年齢、体重と体長を関連付けるために使用したデータ。観測数とデータソース(巻き網漁業、底びき網漁業、トロール調査など)を記載することを勧める。多くの場合、体長と年齢をどのように対応させるかを決めるのは困難。年齢データはこれらのモデルの重要な構成要素であり、観測結果の年齢-体長関係の不確実性をモデルに組み込む方法はないと思う、というもの。ご指摘に感謝する。そうした情報はこの資源評価報告書に含めることは可能だと思っており、今後検討したい。

(スライド 52) KURIYAMA 博士の 4 番目のコメントに関して。固定 M 値を使用する決定については、もう少し詳しく説明すべき、我々は通常、自然死亡率の事前分布を定義するために Hamel and Cope (2022)を使用するが、その後はデータから M を推定する。M の事前分布は比較的広く、一般的に、この計算は 5.4/最高齢となる。M はこれらのモデルにおいて影響力のあるパラメータであり、 $B/B_{msy}$  や  $F/F_{msy}$  のような管理指標に影響を与える。

M を仮定することが資源状態の推定に与える影響を理解するために、これらの資源評価における一般的な感度として、M 値のプロファイルを含めることを推奨する、というもの。

こちらについても 1 日目の上原センター長の回答と同じ。ブリの M の設定の仕方と感度分析の試行についてはプレゼンテーションで説明した。4-a のご指摘についても上原センター長の回答と同じ。

○KURIYAMA 博士 TEO 博士、真鍋さん（底魚資源部研究員）と議論した。まず M の不確実性をどう資源評価に含めるかについて、どの論文の方法を使おうが、メタ解析に基づく潜在的な M の分布を用いて感度解析を行い、管理指標の感度について報告を行うべきである。その管理指標は、M の分布に基づいて重みづけするのも良いと思う。低い値から高い値までの M の分布から数千回程度 VPA の計算を行ってみるのが良いと思う。今後も継続的に VPA を使われるのであれば、そういうやり方も試した方が良い。どういった方法があるかについては、もう少し探索してもらえると良い。

○大島 ご提案に感謝する。

○真鍋（オリジナルのスライド-1）ヒラメ太平洋中部系群を例として、M の事前分布に関して資源計算をしている。まだ初期段階のアイデアで、現在検討中のもの。寿命は 12 歳。下図は Hamel-Cope の事前分布で 1,000 個の M を生成したもののだが、最頻値、中央値と平均値は全て異なる値となる。また Tanaka の方法による 0.2 と異なる。こうして 1,000 個の M を生成した上で VPA を 100 回計算し、50% および 90% の信頼区間をそれぞれ計算している。

（オリジナルのスライド-2）上図は最終年の資源量の密度分布。X 軸が資源量。2,500 トンほどの極めて小さな資源量だが、密度はこのような形。懸念するのは 90% 信頼区間を使うことに関して。対数正規分布は極めてテールが長くなってしまふ特徴があるので、信頼区間がかなり大きくなってしまふ可能性がある。このため 50% の信頼区間を使うというのも 1 つの案だが、まだ議論の余地がある。あくまで古典的な VPA をどう使っていくかという 1 つの例としてお話しさせていただいた。

○中野議長 他にご意見はあるか。では大島部長、続けてください。

○大島部長（スライド 53）これが最後のスライドで、ダブルチェックするようにとのご指導。再確認を怠らないようにしたい。

○中野議長 山川博士におかれては 1 日目には参加されておらず、ゼネラルコメントに対する議論も聞いておられなかったが、何かご意見はあるか。

○山川博士 よく理解した。

○中野議長 それでは次に市野川さんをお願いします。

○市野川漁業情報解析部グループ長 昨日（2 日目）、マダラ本州太平洋北部系群で少し %SPR について議論があったと伺ったので、それについてフォローしたいと思っている。まず成松さんからご説明いただきたい。

○成松底魚資源部副部長 TEO 博士、KURIYAMA 博士におかれては昨日（2 日目）のマダラ本州太平洋北部系群でいろいろコメントをいただき感謝する。お 2 人が「違和感がある」

とおっしゃっていた%SPRについて見直す必要があると考えているが、全体的には%SPRは低いものの少しミスがある可能性が出てきた。近いうちにチェックして、内容についてあらためてお知らせしたいと思う。

○市野川 私は2日目の会議に出ておらず議論の詳細は把握していないが、Fmsyを達成するときの%SPRの値について、報告書ではかなり低い値が掲載されていたと思う。ただ管理基準値を決定するときの資料を見直してみると、11%という値が示されていた。画面を共有するが(FRA-SA2021-BRP02-1)、こちらが実際に管理基準値を決めたときの資料で、11.9%というのがおそらく正しい数値。生物パラメータなどの条件は変えていないが、計算の過程が少し違っていただかもしれない。それでも%SPRが12%というのはかなり低い値であるという印象はあると思うが、この資源の場合には成熟率が資源量に依存して変化するという仮定を置いている。ここで%SPRは生物パラメータを固定して計算しているので、そのような密度依存のパラメータの変化は考慮しない値になっている。それを考慮しないと12%になるが、実際、資源量が増えると成熟パラメータは変化して成熟が遅くなるので、SB0の値が小さくなる。そういう影響も考慮したときの目標管理基準値は、SB0に対する比率は17%になっている。これでもまだ低めではあるが、低すぎるという程ではない。

○TEO 博士 非常に有用な情報をいただいたことに感謝する。スライドで示していただいた表を併せてお送りいただきたい。

○成松副部長 了解した。

○中野議長 それではこの3日間のレビュー会議を振り返って、何かさらにコメントや質問等あればお願いしたい。無いようであれば、私からレビュアーの方々にお聞きしたいことがある。今回初めてプロダクションモデルを使った資源評価、管理基準値の設定があったが、これについてご意見があればお願いしたい。

○KURIYAMA 博士 良いと感じたのは不確実性の取り扱い。プロセスの中で扱われている方法に関しては改善されていると感じた。不確実性に関しては新しいやり方で、データの中の不確実性や生物学的過程における不確実性などに関しても取り扱われていた。VPAの指標は少し違和感があったところで、その点に関しては議論したが、なぜVPAを使っているのかについては複雑な状況があることも理解した。

○TEO 博士 KURIYAMA 博士の意見に賛同する。この評価は素晴らしいと思う。私が評価するとしたら同じような手法を採るだろう。評価のプロセスでデータを確認し、それをサポートする構造がなければ指数や漁獲量を見て、それならばプロダクションモデルを使いましょう、ということなる。入手できないデータもある中で、きちんと理論立った形でデータとモデルが合うように進めてきたのは素晴らしいし、不確実性からいろいろなことを推定できるという思考プロセスは素晴らしいと思ったが、VPAの結果をプロダクションモデルに使うことは推奨できない。VPAの結果はデータというよりもモデルの結果であり、レビューする方法も無い以上は、評価者の立場からみると適切でないと思うが、なぜ使用しているか、その理由は理解した。全体的には良くできている。

○山川博士 プロダクションモデルを使ったことによってモデルがシンプルで、それゆえ不確実性がきちんと評価されるようになった。そこは評価できると思う。私のコメントには管理に関連する内容も含めてあり、このレビューの中で管理のところまで踏み込むのはどうかという気もするが、いま決められている枠組みの中で水産庁からの依頼に応じていただけだと、水産庁側から枠組みを変えようという提案が出てくるとは考えづらい。そこは研究サイドがより良いやり方を追究した結果として水産庁に対して提案していくことも時には必要ではないかという気がする。このためアウトプットの図の示し方も含めてコメントしたが、研究者なので自由な討論ができればよいと思った。

○上田底魚資源部副部長 レビューアの皆様からの多くのコメント、アドバイスに感謝する。今日はソウハチをレビューしていただいたが、我々は同じカレイ類のマガレイについても、全く同じ方法、プロダクションモデルを用いている。ちなみに北海道立総合研究機構のデータを使いにくいところまで共通点がある。マガレイについても、ソウハチとほとんどすべて同じ問題点、いただいたコメントが当てはまるので、今後マガレイの資源評価についても今日いただいたコメント、アドバイスを使わせていただいて資源評価の高度化を図っていきたいと思っている。ご指導に感謝する。

○中野議長 レビューに関する質問や議論は無いようなので、最後にレビューアの方々に講評をいただきたい。

○KURIYAMA 博士 今回のレビューは良かったと思う。実際の代替的モデルの実行がなされていたという意味、それが示されたという意味でとても良かったと思う。たとえばソウハチについて  $r$  指標や別の指標を使った比較はとても重要だと思っている。そういう意味では、こうしたプロセスについて米国は慣れている。実際の基本モデルがあり、レビュープロセス全体を通じて複数のモデルを走らせる、通常は夜になるが、そういう形でデータの取り扱いや様々な仮定、たとえば  $M$  の値などを模索する。とにかくいろいろなものを試してみることによって、どういふ変化が結果に表れるのかということを探している。そういったことを評価の中で続けていくことが肝要であり、継続すべき。結局のところ、私どもが求めているのは科学的な結果がデータに基づいて得られ、そして反映されるということ。たとえば  $M$  に関しては仮定ではなく、科学的な根拠を必要としている。こうした観点から、今回のレビューについては評価したい。

○山川博士 私は昨日のマダラ本州太平洋北部と今日のソウハチ北海道北部の 2 つに参加させていただいた。ソウハチについては先ほど講評のようなことも言ってしまったので、そちらは省略させていただくことにして、マダラについて。東北海域というのは非常に難しい海域だという印象をあらためて持った。特に水温、黒潮の大蛇行に伴って、東北海域にまで黒潮の波及があることも反映し、それがマダラ資源にもどうやら大きな影響を与えているらしい。それから東日本大震災の後、禁漁がしばらく続いて生態系の構造自体がおそらく大きく変わったとか、そういうことがあって、かなりドラスティックな変化が起こっている資源だという気がした。そういう資源に対し、今後そういった変化をどうモデルの中に取り込

んで評価あるいは管理していけばいいのか。マダラに限らず日本の周辺海域で、いろいろな魚種で環境変化等に伴う構造自体の変化がかなり起きており、そういう変化に対して我々はどう対応していけるのかということを経済的にもっと考えなければならないという感想を持った。

○TEO 博士 ご説明に感謝する。今年の感想としては、進捗が見られたという気がしている。モデリングのアプローチ、そしてデータの側面において進捗が見られたような気がする。昨年や一昨年、中野議長から、レビュアーからのコメントが毎年変わらない、という話があったと思うが、今年については、かなりの改善が見られたと思っている。明らかに改善が見られた。モデリングのアプローチ的にも、またデータの的にも改善が見られたことをとても嬉しく思っているところ。それだけでなく、大島部長も理解されているが、たとえばブリに関してはデータにいろいろと問題がある。それにもかかわらず、既に研究計画を持っていて、リーズナブルな形で改善を図ろうとされている。重要なポイントとして、私自身科学者だということもあり、資源評価を行うにあたって常に管理者側やリーダー層からのプレッシャーがあるという気がする。アセスメント担当の FRA の科学者の方々とお話すると、毎年 2、3 にもわたる魚種の評価を行わなければいけないようだ。管理者の方々にも知っていただきたいのだが、米国では、たとえば評価を改善しなければいけないときにはリサーチ・トラック・アセスメントというものをつくり上げる。それは実際に漁業・産業に対して示すものではなく、我々自身の改善を行っていくためのものだが、たとえば十分にそれがまとまると科学者が考えたら、利点や不利な点を管理者側に示して受け入れてもらうようにする。それを行う場合、アセスメント担当の科学者には時間的な余裕が必要になる。たとえば FRA のアセスメント担当者に対して改善を図るために 1 年の期間を与える、そういったことは困難だろうか。

○KURIYAMA 博士 毎年 TAC のために包括的な評価が必要かどうか分からない。確信はないが、たとえばイワシとかアンチョビのような短命な魚種に関して、アメリカでは TAC は毎年アップデートされているけれども、たとえば 3 年のサイクルがある。1 年目はフルでベンチマーク評価をし、2 年目はアップデートアセスメントをする。そこは 1 年分のデータを追加するだけで、モデルの設定自体は大きく変わらない。そして 3 年目にさらに更新する。または漁獲量だけの予測を立てることもあり、つまり漁獲量のデータだけをアップデートする。そのような形で少しでも評価者の負担を減らし、そしてもっと彼らに考える時間や空間を与え、さらに大きな改善が出せるように、3 年ごとのサイクルで評価するというのもやっつけて、評価そのものの大きな改善につながっている。そういうことを上層部に働きかけられるかどうか分からないが、TAC 自体は毎年フルで評価したとしてもそんなに大きくは変わらない可能性もある。

○中野議長 日本の資源評価のスケジュールは 5 年ごとのベンチマークだったか。どなたか説明願いたい。

○市野川 現状は、特にベンチマークストックアセスメントと単純アップデートという資

源評価の区別は無く、毎年フルストックアセスメントを行うような状況。ただ管理基準値とHCRについては5年に1回見直すタイミングがあるので、その際にそれまでのものを見直して、大きく更新するかどうかを判断する、追加的な会議を行う形になっている。

○中野議長 私も機構にいたが、どちらかといえば会議を増やす傾向にあるので、なるべく合理的に会議を減らす方向にするのは良いご教示だと思う。ほかに何かコメントあるか。

○大島部長 資源評価に関してまとめていただき感謝する。管理者に対し、ぜひ意見を申し上げたいと思う。資源評価の頻度に関し、ぜひ上層部に伝えたい。感謝する。

○中野議長 他に意見は無いか。

○市野川 3日間にわたる長いレビュープロセス、心より感謝する。いただいた意見を現場に反映させ、今後できるだけ資源評価の手法を改善していくように努力したい。今後ともよろしくお願い申し上げる。

○境底魚資源部グループ長 我々は多くの資源を評価しなければならない現状にある。しかしその中でTAC管理されている魚種は、実はそう多くない。このため、どうしてもエフォートに濃淡があるのが現実。コストもエフォートもかかるので、生物学的な調査は全ての魚種に広く行うことは不可能。エフォートを低減するためには、我々機構だけではなく都道府県研究機関や大学とか、そういった外部の方々とは協力して効率良く進めていければと考えている。レビュアーの方々には感謝申し上げます。

○中野議長 ネットから挙手があるようなので、佐久間さん、願います。

○佐久間底魚資源部主任研究員 TEO博士、KURIYAMA博士、資源評価のレビューをいただいたことに感謝する。マダラをはじめとする様々な魚種についてレビューしていただいた。私の意見は既に発言された境さんと同様。とにかく日本でお会いすることができ、嬉しく思っている次第。また価値あるコメントをいただき感謝する。もし時間が許せば、ぜひ新潟にも来ていただければと思っている。

○中野議長 他に意見はあるか。それでは事務局からお知らせがあればお願いしたい。

○川端研究管理部長（事務局） 事務局です。私からも、この3日間の会議、どうもありがとうございました。非常に有益で建設的、エンカレッジなご教示をいただき、心より感謝する。事務局として対応が不十分なところがあったかもしれないが、議長の中野さん、出席の皆様、通訳の皆様にもご協力いただき、こちらとしては円滑に会議が進行できたと思っています。改めて感謝する。また来年、この会議でお会いできることを願っている。

事務的な連絡になるが、レビュアーの皆様はこの後レビュー報告書の提出をお願いする。昨年と同様に12月末か1月初めぐらいまでに送っていただければと思うので、よろしく願います。

○山川博士 レビュー報告を作成する際の参考にしたいので、この会議で使われたプレゼンのスライド等を送っていただけるとありがたい。

○TEO博士 資料外で示していただいたデータやグラフなどもぜひいただければと思う。プレゼンテーションだけではなく、レビューの中で、途中で「これがありました」と見せて

いただいたものがあると思う。そういうものも併せて送っていただけるとありがたい。

○川端部長 いずれも承知した。

○中野議長 それではレビューアの皆さん、発表者の皆さん、事務局の皆さん、通訳の皆さん、どうもありがとうございました。これで今年度のピアレビュー会議を終了する。

以上