

令和6年度 資源評価ピアレビュー会議（1日目）

－ブリー

日時：令和6年11月12日（火）10:00～17:00

場所：水産研究・教育機構 水産資源研究所（横浜庁舎国際会議室）+TEAMS

議事録

開会（中野議長）

令和6年度資源評価ピアレビュー会議を開会します。

挨拶（上原センター長）

2018年12月に日本の漁業法が70年ぶりに改正され、まもなく6年を迎えます。この間、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きました。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ピアレビューを実施するプロセスを2020年から導入してきました。これまで毎年4～7編の報告書をレビュー対象としてきています。Steven TEO博士におかれましては、今年で5回連続となるレビューア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、2年目のレビューアとして参加いただくことに感謝申し上げます。

今回のピアレビュー会議では新しい試みとして、ブリについて資源評価の共同実施機関である都道府県の水産試験研究機関の皆様にも出席いただいています。広く資源評価の課題を認識し、解決のきっかけとなることを願っています。

さて、今回開催する会議は、レビューア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、レビューア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。レビューアの皆様には、事前に資料をご検討いただき、多くの有益なご指摘をいただ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）

ピアレビューの概要だが、上原センター長の挨拶にもあったように、機構が行っている資源評価に対して外部の第三者によるレビューが要請された。これを受け、機構の資源評価と、それに全く関わっていない資源研究者に外部レビューを依頼することとなった。

ピアレビューのプロセスについて、本来であれば一連の資源評価の中に最終的な結果を出す前に組み込むのが筋だが、現在日本で行われている機構の資源評価は日程が非常にタイトである。会議数も多く、十分なピアレビューを資源評価の過程の中に組み込むことは困難であると判断し、その年の資源評価ではなく、前年の、既に結果が出ている資源評価について外部レビューをしていただき、次年度以降の資源評価にその提言を取り入れることとしたところ。この過程を踏まえ、外部レビューの結果については会議議事録、その使用資料、各レビュー委員のレビューレポート等を年度末までに機構のホームページ上で公開することとしている。以上がレビュープロセスの概略である。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－

○中野議長 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上原センター長からお願いします。

○上原（スライド1）事前に KURIYAMA 博士から5項目の全般的なコメントをいただいたことに感謝する。各魚種の議論に入る前に私から一通り説明させていただくが、それぞれの項目の具体的な質疑、議論についてはこの後の各魚種のセッションや最後の総合討論の中で専門家、担当者が対応する。

（スライド2）まずコメント1について、われわれが資源評価で用いている VPA は、年齢構造モデル（Age-structured model）なので、資源量推定や将来予測で用いる個体群動態における漁獲死亡係数はすべて年齢別になっている。同様に F_{msy} についても F_a, MSY のように年齢別のベクトルになっている。ある年の漁獲圧を F_{msy} に対してどのくらい強いかを評価したい場合には、 F を % SPR で換算している。具体的には、 F_{msy} に相当する % SPR を計算しておいてから評価したい特定の年の F の % SPR を計算し、これを何倍すれば F_{msy} に相当する % SPR になるかという値 (x) を計算し、 F_{msy}/F に相当する数字として示している。神戸プロットの y 軸にあたる値 (F/F_{msy}) については $1/x$ である。この方法であれば、 F ベクトルの選択率が異なっても利用できる。評価レポートに詳細な記述がなかったことをお詫びする。ほかの手法で計算された値、例えば F の平均値などが報告書に記載されている場合もあるが、それらの数字は漁獲圧の評価には用いていない。

(スライド3) VPA (Virtual Population Analysis)における後ろ向き計算 (Backward Calculation) の性質のため、VPA では最終年およびプラスグループの F に何らかの仮定が必要である。日本の VPA では以下の制約条件の下で F 値を推定している。まず全ての魚種に適用する仮定として、プラスグループ (最も高齢の年齢層) における F 値 ($F_{A,y}$) は、その1つ下の年齢層における F 値 ($F_{A-1,y}$) と同じであるというもの。また資源量指数が利用できないブリのような場合、資源評価最終年 (terminal year) における各年齢層の F 値は、過去数年間 (ただし terminal year は除く) の各年齢層での F の平均値と同じとしている。資源量指数が利用できるマダラのような場合、terminal year の F 値は資源量指数と特定の選択性の仮定に基づいて推定している。資源量指数が多くの年齢で利用できる場合には、terminal year のすべての年齢の F 値を独立で推定することもあるが、今回のレビュー対象魚種では該当は無い。この仮定により、VPA ではプラスグループと、その1つ下の年齢層の F 値は同一と推定される。F 値が同一と仮定することで、この2つの年齢の漁獲尾数の相対的な差異を用いて隣接するコホート間の資源尾数、すなわち加入尾数の相対的な大きさを推定できる。

(スライド4) 「高齢魚の移出により高齢魚の漁獲圧が過大評価される可能性がある」といった懸念は、いくつかの魚種において当てはまる可能性がある。理論的には VPA においても $F_{A-1,y} = F_{A,y}$ という仮定を拡張して、 $F_{A-1,y} = \alpha_y \cdot F_{A,y}$ とすることで移動の影響を部分的に考慮することは可能。しかし高齢魚に対する信頼性の高い年齢別資源量指数が無い場合は α_y の推定が難しく、予防的な観点から通常は1と仮定している。 α_y が小さいと資源量の推定値が大きくなってしまうためである。一方でマアジのように高齢魚が深場に移動するという漁業上の、および生物学的な特徴を考慮し、 $\alpha = 0.2$ と仮定される例もある。 α の仮定に対する感度解析は、定期的実施することを推奨している。

(スライド5) 次に General Comments2 への回答。まず VPA が閉じた個体群を仮定しているということに関し、SS (stock synthesis) も一般的には閉じた個体群を仮定しているのではないか。あるいはエリア別の SS モデルを作成し、エリア間での交流を SS は考慮できるという意図でのご意見だろうか。もしそうであれば、参考となるケーススタディなどをご紹介いただくとこちらの勉強にもなり、有難い。次に漁業形態別の選択率について、VPA では漁業形態別に年齢別漁獲尾数を扱っていないので、そもそも漁業形態ごとに同じ選択率を仮定していない。複数の漁業形態を加味したうえで、年齢別の F として扱っている。最後に不確実性の考慮に関して、算定漁獲量を計算するにあたって、不確実性をまったく考慮していないわけではない。不確実性を考慮に入れた MSE を行い、そこで提案された調整係数 ($\beta=0.8$) を乗じて算定漁獲量の調整を行っている。

(スライド6) しかし、KURIYAMA 博士のコメント2における問題意識はわれわれも十分認識しており、今年度から新しいプロジェクトを立ち上げたところ。このプロジェクトのテーマIIは資源評価モデルの開発に関するもので、より不確実性を考慮した資源評価が行えるよう、SAM や SS などを用いる環境を整えているところ。本プロジェクトは数年かけて行う予定でいる。第1回目にピアレビューを受けたマサバ太平洋系群では、本年度よ

り VPA から SAM に資源評価モデルが本格的に移行される予定である。

(スライド 7) 評価に使用したデータの詳細と説明を記載するようにとのご指摘をいただいた。Appendix 補足資料を追加するなど、できるだけ詳しく記載するようしていきたいと考えている。このあとの各魚種のセッションではそれらの具体的な方法を説明し、議論いただきたい。

(スライド 8) コメント 4 に関して、日本の資源評価は通常、田中 (1960) の M の推定式を用いている。この数式を利用する理由としては、各資源評価で共通の数式を用いることが挙げられるが、別途情報がある場合は別の数式を使うこともある。右は田中 (1960) で用いられている数式、 $M=2.5/A_{max}$ の図。ここでは底魚 4 種、浮魚 1 種のデータを用いて近似線が引かれている。2.5/寿命という数式が Hamel and Cope (2022) と大きく異なる理由としては、フィッティングに用いたデータの少なさがあると考えている。われわれもこの数式を使い続けるのではなく、現在、資源評価の高精度化を目指すプロジェクトの中で、M の選定についてのガイドラインを作成検討しているところ。

(スライド 9) アメリカでは M が事前分布として与えられていることについては認識しているが、VPA では各年、各年齢で決まった値を入れて資源を推定する。そのため現状では分布のかたちを取る M は導入できていない。また指摘にもあった Hamel and Cope (2022) の M や Hamel (2015) の M と比べても現在の資源評価で用いている田中 (1960) の M は低く推定されている。右の図は実践が Hamel and Cope による M の分布、点線が Hamel による M の分布、垂直線が田中の M となる。Hamel (2015) の場合は、95%信頼区間の中に田中の M が入るが、Hamel and Cope の場合には入らず、田中の M が低いことが認識できた。これらの点を考慮して、現在行われている新しいプロジェクトの中で M の推定の改善を行いたいと考えている。また M の分布から感度分析に用いる M の値についても改善していきたいと考えているところ。

(スライド 10) 年齢別、サイズ別の M はいくつかの資源評価では使われており、本日議論の対象となるブリでも Gislason の M を用いて、稚魚であるモジャコの M を比較検討している。この左の図は、Lorenzen の式に基づいたブリの M の年齢別のボックスプロット。年齢別の平均体重について M を計算している。ここから読み取れるように Lorenzen の M は高齢では赤い点線で示す田中の M よりも低い値を示すことがある。アメリカではこの年齢別 M を用いているようなケースがあるか。どのように用いているのか、情報共有をしていただけると助かる。

(スライド 11) M の推定にかかわる寿命についても、その推定方法やいつ推定されたかによって更新を行うことの重要性を認識している。今回のピアレビューで扱われる 3 系群の寿命のソースはどれも近年のものであり、漁獲物による観察などから推定されている。しかし、ほかの系群などについても引き続き寿命の更新などを行う必要性があると感じているところ。現在、新しいプロジェクトの中で生活史パラメータの改善や更新などを行っている。アメリカではどのような手法で寿命を推定しているのか、その手法について学ぶことが

できれば、われわれにとって大きな改善への一歩になると期待する。

(スライド 12) 最後のコメント 5 について。漁獲量などの数値は、資源評価の解析に使うにあたり複数のスタッフで確認を行っているが、改めて確認したいと思う。ご承知とは思いますが、報告書の表の数値は実際の値を四捨五入して示しているのです、このスライドに例を示したように、各列の数値の合計と合計の欄の数値が合わない場合がある。いただいたコメントで、報告書の表で四捨五入によるものと考えられるより大きい差異が見つかったとのことだが、どの表のことかご指摘いただければ確認して、必要があれば修正する。

以上で 5 つのコメントへの回答とする。

○中野議長 質疑に移りたい。今のプレゼンテーションの中で逆質問もあったようなので、それについても回答をお願いしたい。

○KURIYAMA 博士 ご回答に感謝する。完全にご回答いただいたものと思う。私のコメントの意図は、資源評価を行う上での仮定や評価結果についてはそれがよくわかるように説明してほしいということ。具体的にいくつか、米国で行っていることについての質問があったので回答したい。

(スライド 5) SS でも通常は個体群が閉じているという仮定が必要だが、移動を考慮する場合には隣接海域への移動率を把握する必要がある、また実際に移動している、即ち魚が死亡しているのではなく移動しているだけであるということの確認が必要となるので、日本の資源評価で用いるのは困難ではないか。従って、海域別資源評価モデルは推奨できない。たとえば、米国では閉じた個体群として扱うことはカリフォルニアマイワシで問題になるが、メキシコが漁獲していることは把握しているものの、それは地域個体群(サブポピュレーション)であると認識しており、その仮定について明白にしておく必要がある。漁獲量と海面温度、クロロフィル量との関係から北部(米国側)と南部(メキシコ側)を分けているが、この点については再検討を考えており、閉じた個体群との仮定は今後変わってくるだろう。

○TEO 博士 重要なのは、モデルを海域で限定して良いかということで、本来は日本だけではなく中国や台湾などによる漁獲量を入れなければならない。米国でもメキシコによる漁獲については同様の議論が行われているが、自国が利用している資源に影響を与えている全ての漁獲量を考慮することが重要で、線引きする場合にはその根拠が必要となる。その根拠は必ずしも明確なものでなくても、より現実的な方法で構わない。例えば米国の場合、メキシコとの国境で線を引くことになるが、その不確実性を考慮した上でシナリオを考えることが最も良い推定となる。不確実性、資源構造などについては常に議論が行われているが、資源に及ぼす漁獲の影響が最も重要であるため、常に漁獲量の合計値に着目している。

○KURIYAMA 博士 また自然死亡(M)について、Mの仮定が異なると結果がどのように変わるのか試してもらいたい。(スライド 9) 用いられている M は 1 つの研究のみに基づいているので、たとえば M が 0.4 や 0.3 ではなく 0.6 や 0.8 を仮定したらどのような結果になるかを探り、資源評価結果の数値やそれに基づく(管理の)勧告がどのように変わるのか見

てみるとよい。日本の漁獲管理はMSY ベースなので、或る1つのMの仮定に基づくMSYよりも、様々な不確実性を考慮に入れたMSYを検討したほうがよいであろう。

(スライド10) 年齢別のMについては、SSを用いるのであればデータに基づいて推定することが可能である。SSにおいて年齢別のMを推定させることはそれほど難しいことではないが、どこまで良好に推定できるかはデータの質による。推定が上手くいかない場合は、次のステップとして仮定を置く。仮定を置く理由は色々あり、推定できないからとか、寿命がはっきりわからないからとか、年齢に関する観察データがないのでage-length-keyをあてはめたと色々あると思うが、最も大事なものはどのような仮定を置いたのか、特に外部レビュー者に対しては透明性を確保することである。

○TEO 博士 モデルの観点から不確実性について言及したい。正規分布(に近い分布)は不確実性を検討するために良いこと。ここでの考え方は、いろいろな不確実性があるということを見せて、そしてその情報を使って感度分析を行うということ。0.1単位で上げたり下げたりするのではなく、より大きな幅で検討できる。データがあればMをSSで推定するのが最も望ましく、その際は、このような分布を事前分布として与えることができる。

○上原 貴重なコメントに感謝する。漁獲量については、他国の漁獲量が不明でなかなか入手できない場合もある。一方で、他国の漁獲量を推計して資源評価に用いている魚種・系群もある。機構としては、さらに漁獲量を高精度で推定し、または入手できるように努力していきたい。それからMに関して、感度解析自体はすべての魚種・系群でやっているが、いただいたコメントを踏まえ、どういった範囲で感度分析をするのがよいのか、改めて検討していきたい。

○中野議長 エキスパートの人たちから何か追加でコメントはあるか。(無いようなので)それでは今後の各魚種の議論で深めていただければと思う。貴重なコメントに感謝する。

ーブリー

○中野議長 それでは資源評価のレビューに移る。昨年同様、プレゼンテーションの途中で質問してもかまわない。その質問に対して説明をしながら進めたいと思う。それでは大島部長、よろしく申し上げます。

○大島浮魚資源部長 (スライド1-2)では、プレゼンテーションを始める。いただいたご質問に回答したい。最初にブリの資源評価に関しレビューを行っていただいたことに心から感謝申し上げます。またブリの資源評価に関しては多くの都道府県研究者にサポートしていただいております、ご協力に感謝申し上げます。本日の会議を通じて実りある結果が得られることを切望しており、また今後の資源評価に活かせる結果が得られるよう期待している。

(スライド3) レビュー者からいただいた質問とコメントの一覧。50の質問とコメントをいただいたが、2と3のところ、総漁獲量と年齢別漁獲量に関する質問、コメントが多か

ったので、資源量推定の基礎データに関心があるものと理解。

(スライド 4) 資源構造および分布に関して 3 点の質問をいただいた。まず S-1 (TEO 博士からの質問、以下 S: TEO 博士、P: KURIYAMA 博士) については、中国と台湾でブリは獲れるのかという質問。また S-2 については、資源評価は日本と韓国の特定な資源の評価なのか、それともこのブリ全体の評価なのかという質問。P-15 については図 2-1 の分布境界はデータで決めているか、それとも生物学的に決めているのかという質問。

左図はブリの分布を示したものだが、日本と韓国の沿岸に分布している。海域名として日本海、太平洋、東シナ海を用いているが、ピンク色が分布エリアを示し、また黄色が産卵場を示す。我々はアーカイバルタグによるデータも矛盾しない。右図は漁獲量で、国、地域別に FAO の FishStat のデータで示している。日本の漁獲量が最も多く、次いで韓国、台湾となっているが、台湾の割合は極めて小さい。また FishStat によると、ロシアは北太平洋でのブリ類の漁獲量の記録は無い。さらに中国および北朝鮮による漁獲量も記録が無い。したがって、ブリ類、特にブリに関しては、漁獲量を十分に把握できていると認識している。

○TEO 博士 承知した。2 点細かい質問。台湾は非常に僅かな量で、私が思っていたよりも少ない。台湾の割合については数字を示してもらえると分かりやすい。ブリ類では台湾の割合が極めて小さいこと、恐らく種もブリとは異なるかもしれないことは前提としてよいと思うので、それも記載すると分かりやすい。もう 1 点、アーカイバルタグのデータがあるとのことだが、それについても、特に日本海域におけるデータを図示してもらえるとよい。

○大島部長 最初の質問に関して、台湾の具体的な数字は手元にないが、南方であることから日本で獲られているブリ類とは異なる種類と推測される。台湾で数が多いのはおそらくカンパチだろうと想定している。台湾の漁獲量の割合は 0.8~1.8%程度で極めて低い。また標識放流の結果に関しては、今後の資源評価の報告の中でその記載を検討したいと思う。

(スライド 5) 次に総漁獲量に関し、レビュアーから 3 つの質問をいただいた。S-3 については、ブリ類漁獲量の統計データとしては農林水産統計が日本の公式統計で 3 魚種が含まれるものの、ブリ以外の 2 種を見積もるのに十分なデータが補足資料 9 にはあるようだが、利用可能なデータから、例えば 90%をブリとみなすといったシナリオではなく、なぜ 100%をブリと仮定しているのかという質問。P-3 は、もし補助資料のデータが利用できるのであれば VPA に適用できないかという質問。また P-12 は、ブリ類の漁獲量は全てブリと仮定しているが、これは他種より高齢で漁獲されている場合には、難しい問題になると考える。可能ならばブリ以外の魚種の生活史の詳細をこの項目に含めてほしいという意見。また漁獲量データに関し、ブリ類の漁獲量のうちブリと仮定する漁獲量の割合を変えてみて感度分析ができないかという意見。

ここにブリ類 3 種の写真を示したが、中央がブリである。また右図に都道府県ごとのブリ類の種組成に関するデータの入手可能性を示した。全期間で利用可能な種組成のデータがあるわけではない。ただ担当者でこのデータの分析を行っており、ブリ類漁獲量に占めるブリの割合については今後の検討課題。(スライド 6) 左図に、カンパチとヒラマサの漁獲量

の割合を海域ごとに示した。上図は日本海および東シナ海におけるカンパチとヒラマサの割合、下図は太平洋での割合で、海域によって異なることがわかる。これらをどのように見ていくか、今後の検討課題。

○KURIYAMA 1998年頃は、ブリ類のうちブリが占める割合はおよそ80~85%だったと理解してよいか。

○大島部長 およそその通り。

○KURIYAMA 博士 そうすると、現在の仮定は、思っていたほど悪くはない値かと思う。10~15%ぐらいは他種であるかもしれないが、基本的には年間を通して大部分はブリということ。

○TEO 博士 悪くない前提だと思う。ただ実際にデータがあるのであれば、利用して改善できると思う。この図を見るとヒラマサがスパイクして極端に増えているところがあるが、これはデータの補正の問題か、それとも実際にヒラマサが極端に増減しているということか。なぜこうなっているのだろうか。5%以下であったものが15%に増えるなど、1年間で極端に増減している。

○大島部長 ヒラマサの漁獲量は、実際1997~1998年あたりで劇的に変化に激増している。担当者によれば、最初の頃はデータのカバー率がそれほど高くなかったため、数値が極端に増減しやすいという状況があった。

○中野議長 ここで示されているのは割合なので、ブリの方が大きく変動したということはないか。

○大島部長 現在のデータは暫定的なもので、種組成の地域性をどう見ていくのかということが課題。また種組成の簡易な仮定については、感度分析を行って仮定を置いている。ただ、結果として資源量水準が下振れするという結果につながった。例えばブリ類の漁獲量が変わると、ブリも下振れするということ。チューニングしないVPAを行っているので、漁獲量の数値が下がれば資源量の数値も変わってくると認識している。

(スライド7) 総漁獲量に関し、2つのご質問をいただいた。S-4については、養殖は天然のモジャコを用いているか、それとも完全養殖か、また人工種苗の放流は行われているか、という質問。P-7については、モジャコは個体群から取り除かれ、成魚として天然魚と再び統合されないのか、また太平洋中区、日本海西区において2011年からモジャコの漁獲量が下がっている原因は何か、というご質問。これらのご質問への回答だが、天然モジャコは生簀養殖用種苗として漁獲される。養殖用種苗の大部分は天然種苗で、完全養殖で生産された種苗は10%未満に過ぎない。なお人工魚の放流は行っていない。モジャコの年間漁獲尾数については、養殖業者の需要に基づいて目標値が設定されている。左下図に目標漁獲尾数(採捕計画尾数)を黒の点線で、また採捕されたモジャコの尾数を赤い線で示した。採捕計画尾数は2001年から2004年、2006年にかけて減少し、さらに2010年、2011年頃に再び減少している。これらはニーズの低下による採捕計画尾数の減少により、漁獲尾数が下がったということ。右図は海域別に漁獲尾数を示したものの。太平洋南区の漁獲尾数が最も多く、そ

れに対して太平洋中区および日本海西区は少ないことがわかる。

○KURIYAMA 博士 養殖業者のニーズについて、太平洋中区と日本海西区ではモジャコ漁獲尾数がゼロになっている。これは養殖業者が生け簀、養殖場を別の場所に移したということか、それとも養殖業者の事業が衰退したということか。

○大島部長 ゼロというのは漁獲努力が無いこと示しており、おそらくこの地域の需要が下がったため。太平洋南区、東シナ海区では大規模に漁獲されていることから、輸送によって得ることも可能な状況にある。

○TEO 博士 左下図に赤線で示したモジャコの漁獲尾数と、青色で示した 0 歳後期の漁獲尾数とは何が違うか。

○大島部長 これについては後のスライドで説明させていただく。

○TEO 博士 承知した。私にとって重要なのは、どのようにしてモデルに組み込んでいくか、モジャコがポスト密度効果かプレ密度効果かということ。仔魚に関してはプレ密度効果（つまり再生産関係が起こる前）と考えるが、0 歳魚はポスト密度効果かもしれない。クロマグロのモデルでは 0 歳魚の漁獲を考慮する際にポスト密度効果と考えていた。（モジャコと 0 歳魚の漁獲を）ポスト密度効果とするかプレ密度効果とするかによってモデルの中の漁獲の取り扱い方が異なると思う。

○大島部長 モジャコの自然死亡率については後のスライドで説明したい。

（スライド 8）総漁獲量について。S-5 は、10 ページに近年種苗用のモジャコの漁獲が見られないと記載についての質問。ここで記載されているのは日本海西部、および太平洋中区においてモジャコの漁獲がなされていないということである。

（スライド 9）S-6 は、なぜモジャコを漁獲量の中にもめることで 0 歳魚資源尾数の二重カウントになってしまうのかという質問。まず生簀養殖用のモジャコ採捕については 2021 年の資源評価から含めており、北太平洋まぐろ類国際科学委員会（ISC）における太平洋クロマグロと同じ扱いとしている。目的は、全ての漁獲量を資源評価に含めること。0 歳は半年ごとのコホートに分けており、最初の半年は 0 歳モジャコで自然死亡 M は生まれてからの半年間を 0.6/year に設定している。

○TEO 博士 つまり、0 歳は或るタイミングでモジャコではなくなるということ。

○大島部長 そのように仮定している。それから 2 点目に記載しているが、0 歳の後期の M は、6 か月後から 0.3/year としている。（0 歳魚で 2 つの数値があることから）二重のカウントを避けるため、0 歳モジャコは総漁獲量、資源量には含めず、資源計算には用いていない。

○TEO 博士 説明については理解したが、6 ヶ月で分けていることについては VPA を適用しているので基本は 1 年ではないかと思う。（6 ヶ月という）期間を変えたほうが扱いやすいのではないかというコメントはしておきたい。

○大島部長 （スライド 10）S-7 は、なぜ商業漁獲のおよそ 5%と推定されている遊漁が評価の対象となっていないのか、という質問。昨年 2 回開催されたステークホルダー会合の 1 回目で、遊漁を含めた解析の感度分析について説明したところ。遊漁によるブリの漁獲情報

は、1997年、2002年、2007年の3年分しか統計情報が入手できなかった。それぞれ商業漁獲の5.4%、4.3%、4.2%の割合で、平均すると5%。一方、ブリの資源量は2010年以降で増加しており、遊漁による漁獲統計情報は無いものの、この結果遊漁の漁獲量も増加した可能性はある。資源評価において遊漁を含めていない理由は体長を含め十分な情報がないからだが、今後は集めてゆく必要があると考えている。右図は、担当者が遊漁を含めた場合の感度分析の結果。上から資源量、加入量、SSB、そして漁獲死亡係数Fの推定結果で、実線が遊漁を含めた場合、点線が含めない場合で、その差は極めて小さい。この結果を昨年のステークホルダー会議で発表し、VPAには遊漁漁獲量を含める必要は無く、商業漁獲だけで十分であるという理解が得られたと認識。

○TEO 博士 モデルの観点から、やはり入手可能な漁獲量はすべて反映させるべきだと思う。

○大島部長 (スライド11) P-9は、漁獲量の表の数値がTable3-2、3-3と4-1で一致しないので、これらの表をダブルチェックして数値が合っているか確認せよとのご指摘。精査の結果、表3-2でCopy&Pasteによるミスがあった。表3-2と3-3は一致している。表2-1と4-1の数値の違いは、4-1はモジャコの漁獲量を含めたことによるもの。資源評価において数値の正確さは重要であり、二重、三重に確認するようにしたい。

(スライド12) P-9は、VPAでは韓国の漁獲量を含んでいるが韓国は漁業管理を行っているか、また(日韓両国で)漁獲量制限を行っているのであれば背景をもう少し詳細に説明して欲しいとのご意見。右図に日本と韓国の年別漁獲量を示したが、韓国の漁獲量は全体のおよそ10%を占めている。量的管理は日本でも韓国でも行われていない。韓国ではまき網と定置網が主な漁業種類である。(日本では)本年(2024年)3月にステークホルダー会合において、激しい議論の末、ブリに対するTAC管理の導入が合意されたところ。

(スライド13) P-2については、年齢、体長、体重データをセクション2の表に含め、さらに可能であればサンプリング、年齢査定、測定尾数などを記載することを推奨するとの助言。助言に感謝し、資源評価の報告書の改善に努めていきたい。

○TEO 博士 スライド12に戻ってほしい。韓国の漁獲については将来予測にどのように反映するのか。

○大島部長 将来予測の説明の際に触れたい。

(スライド14) P-1は、データセットを2つの異なる表に拡張して1つの表には評価に用いたデータ、またもう1つには利用できるが評価に用いなかったデータを示してはどうかとの助言。S-9は、漁獲体長の情報が種々の漁業や時間・海域で欠ける場合には複雑な方法で代替値が充てられているが、その説明がされておらず、単に「適切と思われるもの」と記されている。コホート解析を用いているのであれば、データの開発過程の理解は非常に重要であり、データの代替過程について詳細に説明してほしい、との指摘。どのようにして年齢別漁獲尾数(CAA)のデータを作成するかということは非常に重要な議論なので、後ほど議論の時間をとりたい。

----- 昼食休憩 -----

中野議長 それでは議論を再開したい。大島部長、続きをお願いします。

○大島部長 (スライド 15) まずこの表をご覧ください。これがブリの資源評価のデータ。列が4つあり、左からカテゴリー、情報、データソース、資源評価への適用となっている。総漁獲量の行に示したが、日本の漁獲量に関しては公式統計である農林統計を用いている。また韓国の総漁獲量に関しては公式統計を Web ページから入手している。養殖用のモジャコに関しては公式データを水産庁から入手している。この3つのデータソースを用いて資源評価を行っている。また、年齢別漁獲尾数に関しては5行あるが、県別漁法別の漁獲量についてはASFAPを用いて資源評価に適用している。また海域別の漁獲量については大型まき網漁船の操業記録を用いている。漁獲体長や漁獲年齢に関しては各県の主要水揚げ港における漁法別の市場銘柄別(体長/重量)別の販売データを使っている。また亘ほか(2019)の体長測定データ、年齢計数データを間接的に用いている。さらに九州海域ではまき網による市場銘柄別漁獲量のデータを用いている。資源量指数について、漁獲量と努力量については大型定置網の年間漁獲量と着業統数、年別の仔魚密度については東シナ海での調査データ、モジャコの資源量指標(鹿児島県)は調査データを用いているが、資源量指数については現在のところ資源評価には用いていない。(スライド 16) どうやって地域別の漁獲量を取得しているか、まず総漁獲量があり、まき網以外の漁業種類別県別漁獲量については農林統計のデータを用いている。

○TEO 博士 漁業種類別漁獲量、県別漁獲量、地域別漁獲量の違いは何か。漁業種類というのはまき網とそれ以外として、県と地域の違いは何か。

○大島部長 地域は、複数の県から成り立つ地理的な単位、いわゆるエリアで、まき網漁業が行われる地域。

○中野議長 漁業は県単位だが、漁場は県をまたいでいるということか。

○大島部長 そう。農林統計のデータを用いると県別の漁獲データを取得することができるが、大型まき網漁業は広範囲で操業しているので県別データからは取得できない。このため(大型まき網漁業の)漁獲情報は地域別に取得している。

○TEO つまり地域毎の漁獲量を把握するため、大型まき網漁業は多くの海域にわたるので漁獲成績報告書を使っている、それ以外の大規模ではないまき網漁業については農林統計で県別漁業種類別のデータを取得していると、つまり公的な統計というのは大型まき網漁業と小型まき網漁業では分けられているということ。

○大島部長 その通り。小型まき網漁業は沿岸漁業に分類されており、農林統計データから取得できる。

○TEO 博士 農林統計というのは沿岸寄りのデータ、沖合の漁業は漁獲成績報告書ということよろしいか。そしてこれら2つのデータセットには相関性はないということによい

か。例えば農林統計のデータを或る地域で県別に総計しても（漁獲成績報告書と）イコールにはならないということか。

○大島部長 データセットが違うので、データセットがイコールになることはない。農林統計には大型まき網漁業の漁獲量データも記載されているが、それは地区別ではなく日本の総漁獲量。（スライド17）年齢別漁獲尾数のデータをどう積み上げているかについて、まず漁業種別、市場銘柄別、県別の月別漁獲量を販売データから取得する。そして月別で年齢別そしてサイズ別の銘柄キーを用いて、それをさらに細分化して漁獲データを年齢別に分解する、独特の手法を用いている。

○TEO 漁業種別の年別漁獲量は農林統計や漁獲成績報告書から取得できるとして、市場からは月単位のデータを取得するというのは妥当。市場銘柄のデータとはどのようなものか。

○大島部長 市場における月別漁獲量は箱数や尾数ではなく、あくまで重量。そして市場銘柄というのは港に水揚げされた魚をサイズ別に大、中、小など分けて銘柄とする。日本のブリには様々な銘柄があり、それぞれの体重範囲がある。これは年齢別漁獲尾数を算定する上で非常に重要な点。

○TEO 承知した。私はブリとハマチしか知らないが、それ以上に多様な銘柄が細かくあり、或る大きさのブリが何t水揚げされたか推定でき、つまり体重組成がある程度わかっているということ。そして市場や漁業会社の水揚げが把握できれば、県別に全ての重量組成が推定できるというのは妥当だろう。ではここで代替データを必要とする理由は何か。市場データがあり、銘柄組成があるのなら、それを使えばよいのではないか。

○大島部長 では代替データの話に移りたい。Appendix 8で年齢別漁獲尾数（CAA）の推定に言及している。月別の漁獲量情報が県別に確認できると思うが、県によってデータの期間が違う。或る年のデータが欠けている場合には、代替データが必要になってくる。担当者は地域の特性や、それについての知識などを考慮し、例えば漁業種別を優先して近隣県の（漁業種別）年齢構成を当てはめたり、または地域特性を優先して同県内の年齢構成を適用したりして、データを代替している。過去のデータが欠けている年についてはそのような形で代替データを活用した。

○TEO つまり、データが欠けている過去の或る期間のみに適用していると理解。一部の県ではデータが揃っていないが、他の県にはデータが存在するような場合があるということ。もしモデルを走らせるなら、モデルの開始年を遅らせて、漁獲量が多い県のデータが揃った年から開始してみる（代替データはなし）。また、あまり複雑にしないで、簡潔に総漁獲量のデータはあるので、県別に分けるのではなくいくつかのグループとして見る、そしてそれぞれの年齢構成を見ることによって都道府県全体を見ることになり、代替データを用いないように出来ると思う。

○大島部長 ご教示に感謝する。2つ目のご提案について、やはり重要なのは、この資源評価には多くの都道府県の研究機関が参画しており、その研究者らはそれぞれの地域に精

通しているということ。その知見に依存しているが、いくつかの選択肢を検討することは出来ると思う。年齢別の漁獲量を推定するにあたって、別の選択肢もあると理解。今後検討してみたい。そして2つ目の課題は、月別の年齢-市場銘柄キーの一貫性と、年齢間で体長に重複があることで、これらが重要な課題。

(スライド 18) P-2 は、ベルタランフィ成長式の推定と体長組成のコホートスライディングについてはどちらか一方を使用する必要があり、理想的には成長式を使用して年齢と体長の関係を推定する。成長式を推定してコホートスライディングを行うのは難しいように思われる、との意見。また S-10 は、年齢別の漁獲量はほぼ市場銘柄データを用いているということで良いかという質問だが、その通りで、市場銘柄データを基に年齢別漁獲量を推定しており、体長組成は用いていない。

○TEO 市場銘柄をどのようにして年齢に変換しているのかは後で説明があるものと理解。もう1つ、時間的、地域的な一貫性を裏付けるデータはあるか。

○大島部長 (他の資源評価対象種では) 一般的に資源評価に用いる年齢別漁獲量は体長組成を Age-length Key (ALK) で計算している。一方、ブリに関しては、漁獲は日本のほぼ全域で水揚げされており、水揚げされたブリはサイズ(体重)によって市場銘柄別に分別される。そして、市場銘柄別の重量が記載された水揚げ伝票を集計する。

(スライド 19) P-6 は、補足表 2-1 は、3つの海域(日本+韓国、太平洋、日本海+東シナ海)の年齢別バイオマスとしての漁獲量を含むように拡張できるか、という質問。ここに示した通り、(韓国を含む)総漁獲量、太平洋、日本海+東シナ海それぞれの漁獲量が把握されている。質問の意図は、漁船団の漁場選択との関係か。

○KURIYAMA 博士 そういったことを考えていたかもしれない。

○大島部長 今後、各種の漁船団の構成を資源評価に用いてもよいかと思っている。右図は年齢別の漁獲重量で、上から太平洋、日本海+東シナ海、韓国となっている。地域ごと違いが明白で、今後、漁船団に関する情報を資源評価に考慮してもよいかもしれない。

(スライド 20) S-8 は、まき網の年齢構成データで 1995 年が欠如しており、1994 年のデータで代替データとしたとのことだが、1994 年と 1996 年を比較して、また両年の年齢構成の平均値を示して欲しいとの指摘。東シナ海のまき網漁業については、1995 年のデータだけが欠如している。右図の上段が 1994 年の年齢構成で、東シナ海のまき網漁業のデータ。現時点では 1994 年の情報を 1995 年の代替データとしている。

○TEO 博士 これは、VPA におけるデータの代用が問題となるようなケースに該当する。潜在的にはコホート(年級群)を追うことができるが、ここでは年齢組成データの欠損に対して時を越えて一定の選択率を仮定してしまっている。こういう場合には、前進計算を行う統合モデルのようなモデルのほうがよい。統合モデルなどは、データに仮定を置くのではなく、プロセスについて仮定を置く。市場銘柄を年齢構成に変換する方法については後で説明されると理解。

○大島部長 (スライド 21) S-11 は、市場銘柄は経年的に一貫しているのか、銘柄が実際

の魚体によって変化していないか確認したい、との質問。市場銘柄の一貫性は重要な点。市場銘柄のサイズに関する情報はブリ資源評価に参画している都道府県の研究機関を通じて収集しており、銘柄サイズに変更があった場合は都道府県研究機関から報告される。て変更されるこうした変更は実際にある。昨年度は集中的に体長測定調査を各地で実施したところ。

(スライド 22) S-12 は、定期的な年齢と体長に関する標本調査のデータはあるかとの質問だが、これについては先ほどの回答どおり、実施している。

(スライド 23) P-5 は、千葉県東部の年齢成長に関する質問。KURIYAMA 博士は図 2-2 の話をされていると理解。右図は亘ほか (2019) にあるデータ。ここではベルタランフィ成長式のパラメータを推定する際に日本海、三陸 (太平洋北部)、関東 (太平洋中部)、太平洋中西部のデータを用いて解析を行ってグループ分けを検討したところ、AIC を用いて「関東+太平洋中西部 (太平洋千葉以西)」と「日本海+三陸」の 2 つに分けるのが妥当とした。P-5 の質問にあった千葉県東部は、日本海+三陸のグループに含まれる。

○TEO 博士 資源評価に用いるデータは銘柄を年齢に変換しているの、2 つの地域で成長が異なるのであれば、銘柄から年齢への変換キーも異なるべきだろう。

○大島部長 Appendix 8 で示したとおり、銘柄の年齢変換は県毎に適用しているところ。

○KURIYAMA 博士 年齢-体重関係は月や季節によって変わるし、産卵後や、豊富に餌を食べて成長する時期などで変わると思うがどうか。

○大島部長 重要なポイント。Appendix 8 にあるとおり、銘柄年齢キーは時期に合わせて月や漁期ごとに設定している。

(スライド 24) S-13 は、年齢、体長データを亘ほか (2019) の論文から見せて欲しいとのこと。データは 2002~2017 年のもので、日本海、三陸、関東、太平洋中西部の 4 地区に分けている。(スライド 25) 年齢体長データはこの図で、地域別、年別で示している。この図から成長が年によって変わるかどうかを見るのは難しい。

○TEO 博士 例えば 2015 年をみると、体長に幅があるのは漁獲されたブリ全体の体長の幅を示しているか、それとも一部か。また図からはまだ最大体長には達しておらず引き続き成長しているように見えるがいかがか。

○大島部長 成長曲線は後のスライドで示す。このスライドでは極大は見られない。

(スライド 26) S-15 は、コホート解析では CAA データの信頼性が重要であり、年齢間の体長の重複が無視できること、また年齢と体重または年齢と体長の関係が年を通じて一貫していることを強く裏付けない限り、コホートスライディングは一般的によい考えではない。したがって亘ほか (2019) のデータを使用して四半期ごとの年齢別体重、および「四半期ごとの年別年齢別体重を示して欲しいとのこと。後段の図は示すことが困難だが、右図に四半期別ごとの地域別の年齢別体重を示した。1 歳、2 歳、3 歳を赤色点線で示したが、年齢別体重の重複がみられる。ブリの資源評価では年齢グループとして例えば 0 歳モジャコ、1 歳、2 歳、そして 3 歳+といったような形でカテゴリーを分けているが、4 歳以下のグル

ープ間では大きな重複は無いと思っている。

○TEO 博士 どのようにスライシングを行うべきかという解釈を間違えていると思う。まず銘柄があるが、Appendix 8 をみると、例えば九州の中規模まき網の表には 2.7kg、3.2kg、4.0kg といった体重が書かれているが、(スライド 26 の) 図でみると、例えば 4~5kg という体重では 2 歳と 3 歳で、一部は 1 歳にも重複している。しかし (Appendix 8 の) 表をみると、1 月から 3 月の 4~5kg は全て 3 歳と仮定されている。またこれは季節別にみるべきだと思う。銘柄ごとの年齢構成はどうなっているか、銘柄間で年齢が重複していないのは問題ではないか、というのが質問の趣旨で、サンプリングの問題。つまり、或る銘柄の年齢構成はどうなっているのかということ。これらのデータを見ると、1 つの銘柄に複数の年齢群が含まれている可能性が極めて高い。一方、現在の仮定は 1 つの銘柄は 1 つの年齢と仮定している。その仮定は間違っている。

○大島部長 ご指摘に感謝する。年齢の重複を低減するために季節毎の銘柄年齢キーを用いてきたところ。ご指摘を踏まえて対応を図りたい。

○KURIYAMA 博士 VPA でプラスグループを 3 歳以上としたことについて、このことが資源管理の管理基準値にどのような影響を及ぼすだろうか。データを見ると、3 歳を超える 4 歳、5 歳、6 歳といったブリが漁獲されており、それぞれ体重も異なる。3 歳以上をプラスグループとしていることは、加入量や、資源の生産性の推定値に影響が出ているのではないかという気がする。例えばモデルの感度分析を行う場合、高齢魚が増加するとどのような影響があるかといったことを検証した方がよいと思う。高齢魚が見えないほどプラスグループを若く設定するよりは、そうしたことを検討した方がよいかもしれない。この点については自分自身、もう少し深掘りをしてみたいと思うが、モデルの感度分析という意味では検討されてよい。

○TEO 博士 KURIYAMA 博士の意見に付け加えるが、4~6 歳についての説明を聞き、またデータを見ると、3+は使用すべきでない。なぜ 4+や 5+ではなく 3+と決めたのか。ブリの成熟年齢は何歳か。

○大島部長 ご提案とご意見に感謝する。ブリは、最高年齢が 7 歳で、成熟は 2 歳から始まり、2 歳の成熟率は 0.2、3+の成熟率は 100%である。プラスグループを 3+に設定した理由は年齢-銘柄キーの制約で、3+は「ブリ」と呼ばれる最大銘柄に相当する。このため 3+をプラスグループとしてきたが、今後 4+のように更に分離しようとしており、次のベンチマーク評価で重要な宿題になると思っている。

KURIYAMA 博士 プラスグループの設定によって評価結果がどのように変わるか。例えば SS モデルを使う場合だと、やはり 3+を用いるべきではないと思う。4 歳、5 歳と体重が増加するので、3+と仮定することでこの資源の生産性を制限することになる。また高齢魚ほど産卵量が多いということもある。SS に関しては、プラスグループの設定がモデルの結果に影響を与えることになると思う。ただ VPA の後退法に関してはそれほど大きな影響をもたらさないかもしれない。

大島部長 昨年、担当者が4+の暫定データで感度分析を試したところ（スライド82）。いずれにしてもデータを改訂して3歳、4+とする必要があると思っている。（スライド83）左図の神戸プロットは現在の資源評価結果、右図が4+とした場合の感度分析の結果で、上段がRI型再生産曲線、下段がBH型を用いた場合。現在の評価ではRIを用いているので、右上段の図との比較になるが、プラスグループの設定によって管理目標値が異なる。太平洋クロマグロのように若齢魚が高い漁業圧にさらされており、プラスグループについては4+などに分けていきたいと考えている。

中野議長 資源量または漁獲量の中で、4歳以上の割合はどの程度か。プラスグループを3+としているのは、漁獲物のほとんどが3歳までといった考えか。

○大島部長（スライド79-81）漁獲されるブリの年齢構成を見ると、大部分が0歳と1歳で構成されており、2歳以上はほんのわずか。従って、若齢魚に対するFが非常に高くなっている。

○TEO博士 現在プラスグループを3+としている理由は市場銘柄の制約によるもので、過去から（3+以上を）分けてこなかったとの説明があったが、どうやって3歳と4+を分けたのか。

○大島部長 現在は、主要水揚げ港から、最大銘柄（ブリ銘柄）では1尾単位での重量データを、例えば8kgや8.5kgといったように入手できる。

○TEO博士 全てではない。

○大島部長 そのとおり、主要水揚げ港。

○KURIYAMA博士 3歳以上について細かい重量階級、銘柄が豊富なデータが得られる代表水揚げ港のデータを用いて、小規模港も同様の組成であると仮定するのがよいと思う。

○TEO博士 米国でも小規模港では大型魚の大きさに関する細かいデータが無い場合があるが、そういうときには異なる階級の幅（ビン）構造を与える。小規模港においては、10kg+とか8kg+にして、最大値がわからない。そしてそれらの小規模港には1つのage-size category keyを用いる。しかし主要港では0.5kgや1kg階級幅のデータがあるので、それをそのまま適用する。今ブリで用いられている3+をプラスグループとする方法は、主要水揚げ港で得られる詳細なデータの解像度を落としているような気がする。詳細なデータは詳細なまま利用すべき。

○大島部長 ご提案に感謝する。プラスグループのトピックに関して共通認識ができたと思う。

○KURIYAMA博士 今後、こうしたやり方を採用するのであれば、割合を示した方がよい。例えば今年は主要水揚げ港が70%を占めていたとか、そこで水揚げされたブリについてはより正確に年齢構成が得られているといったことを示した方がよいと思う。また小規模港についても同様に例えば20%程度といった割合を示すのがよい。より良いデータがあるのが望ましいが、現実的にはこうしたやり方を採るのがベストで対応可能な範囲であり、異なる銘柄に関する取り扱いができると思う。

○大島部長 重要な点として、過去のデータをどう見ていくかということがある。最近のデータからは多くのサイズの銘柄情報が入手できるが、初期段階のデータでは(3歳と4+)を分けるのは困難。

○TEO 博士 今後重要となるのは銘柄別に年齢査定を行って良い年齢-銘柄キーを作成することで、主要水揚げ港と小規模港に分けて季節ごとに作成することが極めて重要だと思う。ただ過去は銘柄データしかないということなので、完全ではないかもしれないが、現在と同じ年齢-銘柄キーを仮定して適用するしかないと思う。実際には過去のキーは異なるかもしれないが、ベターだと思う。今後10年間、季節毎に年齢査定を行うということなので、そのキーが年によって変わらないようであれば、それは過去に遡って適用しても問題が無いということだと思う。もちろん毎年キーが大きく変わるようであれば、問題になるかもしれない。その場合は、過去に関してはシミュレーションを行うのが1つのやり方。年変動が現在と同じくらいある、または同じ過程を経ると仮定して今後5~10年の調査結果を基にシミュレーションを行ってみるのが1つのやり方だと思う。まずは、過去は現在と同じキーが使えると仮定してやるのが最初のステップとして良いと思う。

○大島部長 ご提案に感謝する。TEO 博士のご提案が最良のやり方だと思うので、過去データについてはそうした仮定を置きたい。このプレゼンテーションの前半に話したが、その不確実性をこの資源評価モデルの中に組み込む必要がある。VPA に関し、現在は情報の誤差を組み入れていないが、評価モデルを変更する場合には不確実性をデータに含めて検討することを選択肢として考えたい。

○中野議長 ここで休憩とする。

(休憩)

○中野議長 それでは再開する。

○大島部長 (スライド 27) この図は新しいデータを適用した年齢-体重関係で、年級群間で体重の重複があるが、これについての議論は終えたところ。

(スライド 28) P-2 は、セクション 2 で説明された「年齢、体長、体重のデータを含めることは可能か」という質問。また S-14 は、「市場銘柄を年齢データに変換することを裏付けるデータを示して欲しいとの意見。どのようにして市場銘柄を年齢データに変換しているか、新潟県を例にとり説明したい。X 軸は月齢と年齢で、Y 軸は体重を示す。市場銘柄は 1.7kg 以下、1.7~4kg、4~7kg と 7kg 以上となっている。赤線示したのは日本海における年齢-体重関係になる。イナダ銘柄には 0 歳から 1 歳までが含まれ、0 歳後半から 1 歳前半に当たる。これは新潟県の例。(スライド 29) この図は時間に伴う成長の変化だが、暫定的な結果。S-16 は、長年にわたり体長と年齢、または体重と年齢の関係に変化はあったかという質問。県の研究機関の報告によれば、近年変化があったとのこと。体長と年齢に関するデータは最近になって集中的に集めているので、今後検証は可能である。この成長曲線は亘ほか

(2019) によるが、赤い点線が太平洋地域、緑の点線は日本海における成長を示している。黒い太線がアップデートで暫定的なものだが、以前のものと変わらず、その差異は小さい。以上が長年にわたる体長と年齢の関係の変化に関する点。今後はデータをより多く収集して、時間に伴う成長の変化について検証していきたい。

(スライド 30) 次はチューニング指標に関して。S-17 は、モデルではチューニング指標は使用されていないようだが、その通りか、という質問。その通り使っておらず、チューニング無しの VPA を行っている。この種の VPA を継続するつもりはなく、資源豊度の指標を適用して、柔軟に変えていきたいと考えている。現在チューニング無しの VPA を適用していることの妥当性については、日本や韓国では漁獲量も漁獲努力量も制限されておらず、日本の沿岸、沖合では数多くの漁業種類の漁獲努力が投入されているため、年齢別漁獲量は年齢別資源量を代表すると仮定している。適切な資源量指数の把握が今後の課題である。

(スライド 31) S-18 は、定置網の CPUE から標準化された資源量指数の算出を試みたか、という質問。この図は定置網（青）およびまき網（黒）の年別漁獲量で、資源評価報告書にも記載している。この 2 つの漁業種類が主要な漁法で、近年は定置網が増えていることがわかる。定置網は日本沿岸に広く設定されており、多くの年齢群を漁獲しているが、その利用度は年齢や地域によって異なる。このため、特定の年齢群の資源量指数を VPA で用いることは困難である。

(スライド 32) S-19 は、一般的に成魚の指標値は管理目標にとってより有益だが、成魚を漁獲している主な漁業種類は何か、またそれから指標値が得られないか、という質問。この図はブリの分布を示しているが、産卵場は東シナ海が最も広域で、また東シナ海での漁獲は成魚の割合が高い。したがって、東シナ海でのまき網による成魚の漁獲については資源量指数として利用できるのではないかと考えている。(スライド 33) この図は産卵親魚の資源量指数をまき網の漁獲成績報告書から作成したもので、シーズン、地域ごとのフィルタリングを行い、さらに Biseau (1998) を適用して得られたブリを標的とした操業の漁獲量、努力量データから一般化線形モデル (GLM) で CPUE の標準化を行ったもの。予備的な結果であるが、黒色はノミナル CPUE、赤色は標準化 CPUE で、青色は VPA で見積もられた SSB の値を比較のために示した。標準化 CPUE と VPA による SSB の推定値のトレンドは似通っており、CPUE については改良の上で今後資源評価に取り込みたい。

○TEO 博士 予備的な結果とのことだが、良いアイデアだと思う。この指標を資源評価に用いられるのであれば、そうすべきだと思う。定置網とまき網漁業があるので（まき網だけで評価するのは）難しい場合もあると思うが。ブリの資源調査は行っているか。

○大島部長 調査に関しては後ほど説明する。

○TEO 博士 了解。資源量指数に関しては、他に方法が無いのであれば、まき網のデータを使えばよい。ただ一般的に、定置網でもその難しさは指摘されていたと思うが、まき網も難しいところがある。まき網の CPUE を用いるにあたって、どのような課題があったのか、もう少し詳しく説明してほしい。

○大島部長 概して、大規模まき網漁業は複数種を対象として漁獲する。イワシやアジ、サバ、クロマグロなど、さまざまな魚種が対象になっており、そこにブリも含まれる。したがって、どうやってブリを目的としたまき網の操業データを抽出するかが重要な課題。そこで、まず季節ごと、海区ごとにフィルタリングを行った。産卵親魚を目的とした操業はこの辺り（スライド 32 の Spawning aggregation）で行われており、また産卵期は 1~5 月なので、その時期の東シナ海区のデータを用いる。さらに Biseau (1998) の手法を用いてデータのフィルタリングを行い、操業のデータの中でブリを目的としたものを抽出する。

○西澤浮魚資源部研究員 ブリを狙っている操業を抽出するため、全魚種に対するブリの割合が少ない操業は除いて、ブリの漁獲の割合が高くブリを狙っている操業データだけを使った。それが Biseau (1998) の方法に基づいて抽出したということ。

大島部長 近年の漁獲成績報告書を見ると、大きなブリと小さなブリの 2 つに分けているが、過去にはサイズに関するデータが無く、ブリという表示のみだった。このため、大きなブリに関する漁獲量データを得るためにフィルタリングを行ったということ。

（スライド 34）S-20 は、ブリを捕獲する科学調査はあるか、という質問。現在 2 つの独立した独立した調査が行われている。1 つがモジャコ資源量調査で、鹿児島県の海域で行われている。もう 1 つは仔魚調査で、東シナ海において行われている。モジャコ資源量調査については左図の九州南部海域で行われており、モジャコの資源量指数は右図のように示されている。この情報を活用して VPA に関する感度分析を行ったが、レトロスペクティブバイアスが極めて大きかったため、この情報の取扱いについてはもう少し検討が必要。

（スライド 35）東シナ海における仔魚調査について。この調査は 2001 年から始まっており、仔魚密度の時系列データが取得できる。仔魚密度を SSB の指標値として VPA を実行したところ、かなりよい結果が得られた。今後、この情報を資源評価に活用したいと考えているところ。

○TEO 博士 今後活用を検討するとのことだが、妥当と思う。海域での再生産関係や VPA に関し、良い情報をもたらすものだ。卵についてはどうか。通常、卵と仔魚の両方を見ることが多いと思うが。

○大島部長 卵についてのデータも有るので今後検討してみたい。

S-21 は、M の表が恣意的に見える、なぜモジャコの M が 0.6 で、それ以外の年齢は 0.3 なのか。M に関する文献がレビューされているが、これらの M を用いないと決めたことについて議論すべき、という意見。モジャコ以外の M を 0.3 としているのは、田内・田中 (1960) の手法で Amax (最高年齢) を 7 とした場合に得られる 0.357 と、Amax を 9 とした場合の 0.278 の中間的な値として設定し、関係者間で合意されたもの。自分は当初レビューによって M を変更することを考えていたが、関係者で議論の上、現在用いている M を用いることで合意された。また年齢別の M も推定しようとしているが、3 つの推定式 (Gislason et al. (2010)、Charnov et al. (2013)、Chen and Watanabe (1989)) による推定結果は 0.3 より高く、現在の M は最も低い値となっている。また一方で、研究者によっては、M は標識放流一再捕

データからみると低いのではないかということも言われている。M に関しては次回のベンチマーク評価に向けて引き続き議論をしていきたい。非常に多くの標識放流-採捕データがあるので、M の設定に関してはそのデータも参照しながら決めていきたい。

○TEO 博士 もし、よい標識放流-再捕データが数多くあるのならば、M の推定が検討できるかもしれない。さらに資源量の推定も考えられないか、標識放流-再捕データが正確なものであれば、資源量に関しても計算できるのではないか。標識放流-再捕データは個体群のほぼ全体をカバーできているとのことなのでかなり強力であり、M だけではなく資源量の推定も検討してみてもよいのではないか。

○大島部長 ご提案に感謝する。資源量の推定に関しても検討したい。

(スライド 38) P-14 は、養殖用に捕獲されたモジャコは再度、自然界に放流されるか、という質問だが、放流はされない。またモジャコ M は 0.6 より高いと思われるが、なぜこの値なのか説明して欲しいとのことで、このスライドに示した。2021 年の資源評価で、研究機関は 0 歳時のモジャコの M の設定について検討した。3 種類の経験的推定方法で 0 歳後期の M と前期 (モジャコ期) の M を推定してその比を計算したところ、2.15、2.03、1.60 の値となり、その平均値は 1.93 (およそ 2 倍) であった。0 歳以外の M を 0.3 としているので、モジャコ期の M は 2 倍の 0.6 とした。

○KURIYAMA 博士 この図の見方について、X 軸 (年齢) の 0 や 0.5 はどう見るのか。

○大島部長 スタート地点 (X 軸の 0) がモジャコの M で、2 つ目が 0 歳後期で、この比を用いて算定している。

○KURIYAMA 博士 比について理解できていないかもしれないが、VPA ではより予防的な数値を選ぶと思うがどうか。説明を伺うと、M の決定にあたって本来はより高い方が望ましく、また今後の資源評価に向けてももう少し高いほうが良いとは分かっているものの、更に研究、検討が必要なので、当面は以前の資源評価との一貫性を保つために、ある程度恣意的な数値になっているものと理解した。今回の評価で使われた M 値は根拠がまだ不十分だと思うが、過去の評価もあり若干恣意的に定められてはいるものの、将来的にはもう少し研究をして、今後の評価に向けて M をアップデートしていくことを提言したい。この評価において M は少し疑問が残るところではある。

○大島部長 再考したい。M の設定については来年の資源評価のタイミングに向けて見直す。2021 年の研究機関会議ではモジャコの年齢 0 の漁獲データを使うと決定し、そしてこの年齢 0 のコホートに対して M をどう設定するかということを決めたところ。

○KURIYAMA 博士 モジャコを資源評価に用いることは興味深いと思っている。重要ではないかもしれないが、2011 年にモジャコの漁獲量が 2 つの地域で急激に減少した。モジャコの漁獲量はその資源量を表していると仮定したが、養殖業界の理由によってモジャコの需要が低下したためだったのであれば、覆されることになる。大きな問題ではないが、今後モジャコの漁獲量が減少し始めた場合にはビジネス的な理由も考慮する必要があるかもしれない。

○大島部長 ご意見に感謝する。現時点では、加入量を推定する際にはモジャコの漁獲量は非常に小さいので、その影響は非常に軽微。

○TEO 博士 基本的な質問だが、モジャコの大きさはどれぐらいか。(5~10cm 程度とのジェスチャーを見て) それでは仔魚と比べて非常に大きく、資源評価でモジャコを対象とするのは合理的な判断。

○大島部長 (スライド 39) S-22 は、M に関して不確実性は考慮したか、という質問。また S-23 は、異なる M に対する感度モデルを実行したか、良い方法は M と生物学的パラメータのいくつかの関係をを用いて M の事後推定値を作成し、その事後推定値を用いて M の不確実性境界を作成して感度解析に使用すること、という意見。左表は異なる M に対して 2023 年の資源評価で感度度分析を行った結果。まず S01 がベースケースとなる。S02 から M が変化するが、S02 のシナリオは 0 歳モジャコ期の M を 0.2、それ以外を 0.1 としている。S04 と S05 では現在用いている M よりも大きな値を設定した。右図に感度度分析の結果を示したが、M が高いと資源量が増えるが、SBmsy は小さくなるというのは非常に重要な点。

(スライド 40) モデルと診断について。S-24 は、VPA はチューニング指標を用いない普通のもので、0 歳を 2 期に分けている点で異なっているが、そうした理由が明瞭でない、なぜ 0 歳だけ 2 期に分け、全ての年齢を 6 ヶ月単位で分けないのか、という質問。こちらはすでに別のスライドで説明をしたところ。この図はブリの成長期をまとめたもの。もちろん仔魚は漁獲対象ではないが、それが未成魚になり、モジャコを対象とした漁獲が始まる。モジャコを対象とした漁獲は 20mm ぐらいから行われる。モジャコの M 値の設定についてはすでに説明した。モジャコは仔魚が大きくなった段階のブリで、M は一定の値に設定できて、それほど高くない。(スライド 41) この図では年齢群と漁獲方法を並べて示した。なぜ半年間を年齢 0 以降には使わないかということについては、まずモジャコの漁獲があり、そして 0 歳の後半から通常の漁獲が始まる。0 歳より高い年齢で半年ごとの期間を設定していないのはこうした理由による。

(スライド 42) S-25 は、例えば図 3-3 や図 3-4 にはより古いデータがあるのに、なぜモデルは 1994 年をスタートとしているのか、という質問。入手可能な年齢-銘柄情報の限界については既に説明したが、情報を遡ると 1994 年が最も古いデータとなる。漁獲量については更に古いデータがあるが、年齢別漁獲尾数のデータは 1994 年以降で入手可能である。データの入手状況に応じてモデルのスタート位置を変える余地はある。

○TEO 博士 時系列による変動から生産関数を推定できるかどうか。例えば太平洋クロマグロのように高い漁獲圧がかかっているならば、生産関数は推定できるだろう。クロマグロについては良い予測モデルがあり、漁獲圧が高ければ資源量が減り、漁獲圧の低減によって資源が回復することがわかっており、モデルの確度が高い。一方、例えば KURIYAMA 博士が担当していたマイワシの資源量は大部分が環境によって変動する。ブリの場合、漁獲量変動からみてどちらのケースにあたると思うか。

○大島部長 次のスライドで説明する。(スライド 43) S-26 は 1970 年代から 90 年代にかけ

て漁獲量が少なかった理由は何か、という質問。減った理由について、90年代になってまき網漁業による漁獲が大幅に増え、その割合は日本海と東シナ海で高くなった。こうした理由で、1994年以降のデータで資源評価を行っている。つまり、漁業の状況が90年代の後半から変わったということ。右図は、日本海と東シナ海でのまき網漁業の努力量の変化で、網数は努力量に影響しているが、経年的に減少している。一方、ブリの漁獲量は増加しており、即ちまき網漁業によるブリの漁獲が増えた1994年以降は、ブリを狙った操業が多くなったことを示している。このため1994年以降で資源を評価するのが妥当であり、また信頼できる資源量指数がこれ以前では取得が困難であるという事情もある。

○TEO 博士 明確には言えないが、マイワシに似ているか。

○大島部長 まき網漁業の狙いがマイワシの資源量によって変動するという意味か。

○TEO 博士 そうではなくて、ブリの資源量は主に環境によって変動するか、ということ。

○大島部長 環境の影響は受ける。近年、1990年代は非常に小さかった北海道での漁獲量が増えているが、この増加は海水温の上昇によるものだろう。しかし小型浮魚類に比べると、環境変動の影響は小さいと考えている。

(スライド44) S-27は、管理するうえでは1~2年先の予測が非常に重要だが、短期の予測スキルはどの程度か、という質問。この場合、予測スキルを評価するには後退法を用いる必要があるが、現時点では実施しておらず、今後行いたいと考えている。なおVPAの予測スキルについては確認しているところ。

(スライド45) P-13は、漁業管理はどうか、資源評価を行った期間全体でFが制御できたか、少なくとも低減されたようには見えない、期間を通じて $F > F_{msy}$ 、 $B < B_{msy}$ となっている、という質問。これまでブリについてはTACの設定による漁業管理は行われていない。TACの設定は2024年3月のSH会議で合意され、試行期間を経て開始されることになる。日本・韓国では漁業管理が行われておらず、また下図に示すとおり若齢魚のFが高くなっている。0歳および1歳のFについてはTACの設定によって低減が期待できる。

○KURIYAMA 博士 特にこの資源についてということではないが、30年間以上も乱獲が継続されてきたにもかかわらず近年資源量が増加するという事は、ブリ資源の変動は、太平洋クロマグロのような生産関数ではなく、環境の変化が加入に影響を与えたかもしれない。また環境によって生残率も変わってくるかもしれない。様々な説明が可能だろう。

○大島部長 Fの変動を見ると2005年以降で低下している。低下した理由は良く分からないが、それが(ブリ資源が近年増加している)理由の1つで、さらに環境の影響があるだろうと考えている。

○TEO 博士 0歳魚のFの低下はモジャコに対するもので、需要が低下したためではないかと思うが、それ以外の年齢についてはそれほど大きく変わっていないと思う。業界との相談でも問題となるところだが、このように30年間以上も親資源量が低かった資源が増加に転じたのは、より環境の影響が大きかった可能性がある。この場合、MSYやTACを環境変動に応じて調整することも有り得る。それが良いということではなく、議論できるというこ

と。

○大島部長 ご教示に感謝する。

(スライド 46) S-29 は、この資源評価で改善できることは何か、という質問。担当者は、今後の評価にあたり 3 つの課題に直面している。1 つ目は、資源量指標値をチューニングに導入すること、2 つ目はプラスグループを更に分ける、現在の 3+ を 3 と 4+ に分けるということ。そして 3 つ目が、生物学的パラメータ、たとえば成熟度曲線、M、成長などを確認すること。この 3 つが次のベンチマーク評価における課題で、さらに長期的に取り組むべきことは、SS3 や WHAM のような、異なる船団に異なる選択性を定義できる資源評価モデルを適用すること。船団によって年齢の選択性が異なる可能性もあると考えており、KURIYAMA 博士のご教示も踏まえ、船団と海区の関係についても検討したいと考えている。

○TEO 博士 個人的には、WHAM、SS3、SAM などのモデルを用いる方が、現在取得しているデータを考慮すると、VPA を適切に計算するより簡単かもしれない。最大の課題は CAA。全ての海域や都道府県で齢査定を行い、年齢-市場銘柄キーを作成して良質の市場銘柄データを年齢構成に変換することが、1 番大きな課題と考える。私の考えでは、現時点では VPA を用いることは出来ない。その理由は年齢データが良くないからである。市場銘柄から年齢構成への変換が上手く出来ていない。年齢査定を市場銘柄別、四半期毎、県別、年別に行うことは相当の経費がかかるが、一方、市場銘柄データは良質なので、それを直接前進計算のシミュレーションモデルに利用することが出来ると思う。また、成長式に関する年齢査定データはあるので、それを利用することも可能であり、何か得られるものがあるだろう。資源量指標値については重要であるが、年齢査定が最も重要。個人的には、齢査定が上手くいかない場合には WHAM や SS3、SAM タイプのモデルの利用を考慮すべきかもしれない。重量データを成長曲線とともに入力することができる。年齢データが不十分なのに VPA を続けるよりも良い。○大島部長 ご教示に感謝する。

○KURIYAMA 博士 VPA 齢構成を用いる評価から異なるタイプの評価モデルに移行する利点として、150 年に亘る漁獲データを有していることが挙げられる。長期データからトレンドを探索してモデルを設計する。例えば、1800 何年から 1994 年までの漁獲量データを 1 つのフリートとして与え（この期間の年齢データやサイズ組成は不要）、これに資源量指標値を加え、年齢-体重関係をどのように定義するかは別としてそれも与える。これにより、長期に渡る個体群のトレンドを探索するためのフレームワークを構築することが出来る。

○大島部長 ご教示に感謝する。次回の（ベンチマーク）評価はまだ先になるが、年齢査定は非常に重要な課題と認識しており、強化しようとしているところ。（スライド 47）全体にかかわる質問、コメントに対する（上原センター長の回答を踏まえた）更なる議論については、必要ならば最終日の総合討論で行いたい。

○中野議長 承知した。他の魚種系群とも共通した話題もあるだろうから、最終日の総合討論の時間で議論するというのは良いアイデア。それではブリのピアレビューについてはこれで終了とする。

以上