

資源評価ピアレビュー委員会議事概要

日時：令和2年10月22日（木）8:00-12:00

会場：水産資源研究所横浜庁舎国際会議室（米国人レビューワーはオンライン）

文中敬称略

- 中野 ありがとうございます。Steveの問題は解決しましたか。
- Teo はい。たぶん大丈夫です。
- 中野 皆さん、こんにちは。おはようございます。準備が整ったようですので、少し時間を過ぎてしまいましたが、開会したいと思います。まず、今日のスケジュールをお話しします。宿題の回答から始めて、宿題についてのディスカッションをし、マサバの太平洋系群のプレゼンに進みます。その後、質疑応答の時間となります。15分ぐらいの休憩を挟んで、ゴマサバの太平洋系群のプレゼンと質疑応答をして、できれば時間内に今日のセッションを終わらせたいと思っています。それでは、西田博士に宿題の回答をお願いします。

【前日の質問事項への回答（マサバ対馬暖流系群・東シナ海系群の年齢分解）】

- 西田 Teoさん、こんにちは。西田宏です。では、宿題へのお返事をします。まず、昨日のマサバの対馬暖流系群、東シナ海系群の年齢分解、漁獲物を各年齢に分解していく方法について詳しい説明が聞きたいということでした。このスライドで東シナ海系群の漁獲物の年齢ごとの分け方について説明します。上のほうに大中型まき網で獲れたマサバの漁獲データの作り方を示しています。四つ式が書いてありますが、上の二つの式は、1個体、1尾当たりのサイズを計算するための式です。下の二つの式は、1箱に何匹入っているかというデータと、その箱が何個あるかというデータを基に全体の漁獲量を計算する式です。このような計算を行って漁獲物から年齢別の漁獲尾数を計算しています。その下にある表が体長から年齢にコンバートして、0歳、1歳、2歳、3歳以上に分ける換算の表になります。また、大中型まき網で漁獲される以外の沿岸の漁業で漁獲されるマサバについては、それぞれの年齢に分けて、この中に各漁獲物を測定したデータを考慮してこのような換算表を作っています。
- Teo 質問があります。ズームインすると、沿岸漁業とまき網漁業は、体長を区切る幅（ビン）が少し違うように見えるのですが、この幅は同じですか。
- 西田 多少異なります。それは成長の海域差にもよると考えられます。
- Teo 分かりました。続けてください。
- 西田 こちらは同じく大中型まき網以外の漁業で漁獲されたゴマサバに対しての換算表です。大中型まき網以外の漁業の漁獲物については、測定データからこのような換算表を更新して年齢分解を行っています。

- Teo このスライドで止めていただいておりますが、ヒストグラムを伴う年齢のデータはあるでしょうか。
- 西田 どういう意味ですか。
- Teo Age-Length Key のデータは、コホートスライシング、エイジスライシングに基づくものだと思いますが、例えば、29センチ、30センチの12月のヒストグラムを見ると、カーソルを当てているのですが、皆さんには見えないですね。12月のヒストグラムの表を見ると、シングルモードだと思います。30センチぐらいのところにモードがあります。1センチ小さくすると0歳になるのでしょうか。1センチ上にいくと、1歳魚になります。しかし、ヒストグラムを見ると、二つの異なる年齢というエビデンスはそれほど強くないと思います。11月のヒストグラムを見ると、27センチ、28センチと言えないこともないと思います。皆さん年齢データを持っていらっしゃると思いますが、体長データでバックアップできれば、これできちんと説明が付くということになると思います。少し心配なのは、漁業操業エリアが違うとおっしゃっていました。なので、その体長を区切る幅（ビン）も違うということでした。コンスタントな成長を想定されていますが、そこで分けるエビデンス、あるいは、年齢を分けるということは、VPAを使っているので、年齢と体長を使った場合は、年齢と体長の関係を支持する強いエビデンスが必要になると思います。
- 西田 ご指摘の通り、このように月ごとの体長に対する年齢を1対1で適用していくことには大きな問題があると思っています。適宜、年齢査定のデータを考慮し、同じ体長であっても適切に年齢に分解できるよう改善していきたいと考えています。
- 中野 年齢査定のためのサンプリングは、そのときの漁獲のモードを考慮した計画にはなっていないのですか。
- 西田 計画的に体長組成に対して年齢査定をこのように行っていくという計画はないです。太平洋では、年齢査定のデータだけで表を作って、同じ体長であっても年齢に分けていく方法を導入しています。
- 中野 シチュエーションがだいぶ違うわけです。
- 西田 以上ですが、よろしいでしょうか。
- Teo ありがとうございます。4系群を同時に扱うと混乱してしまいますので、太平洋系群に関しては、適切に年齢査定をされて体長と年齢をきちんと分けているということでした。ゴマサバ、東シナ海と対馬系群のマサバに関しては、同じような年齢査定の手法ではないと理解しましたが、それで正しいでしょうか。
- 西田 正しいです。
- Teo まき網漁業についても同じでしょうか。

- 西田 まき網漁業についても、基本的には月ごとに一つの体長に対して一つの年齢を当てていくというスライシングの方法になっています。
- Teo この二つの系群については年齢査定をせず、太平洋系群のみ年齢査定をしているということですね。
- 西田 東シナ海系群でも漁獲物を適宜サンプリングし、年齢査定の情報が得られればそれで更新していますが、太平洋系群のように、計画的に年齢査定の情報から換算表を作る形にはなっていません。
- Teo 分かりました。東シナ海とまき網と太平洋の沿岸については、Age-Length Key の変換データが違うということですね。理解しました。続けてください。
- 西田 参考のために、太平洋系群に関してはこのような Age-Length Key を作成して、同じ体長であってもさまざまな年齢で構成されているという情報を使って年齢分解を行っています。これは東シナ海系群に対して太平洋系群の成長が遅く、同じ体長にいくつかの年齢が重なるということも考慮して、年齢査定の情報を使って対応しています。
- Teo これはとても有用です。使えます。この Age-Length Key が太平洋系群に使われていて、四半期ごとに体長を年齢に変換しているということですよ。y が年齢、横軸が体長ですね。私自身も年齢査定はしないので、どのようにするのがよいのかは詰められないですが、かなり年齢の幅が広く分布していると思います。不確かなのが 1 歳、2 歳のサンプリングのところですが、産卵のシーズンは第 2 四半期ということでもいいですか。
- 西田 産卵期は 4 月が中心なので、第 1 四半期の終わりから第 2 四半期にかけてになります。
- Teo 分かりました。これができるのであれば、一番正しいアプローチかと思います。一つの体長に対して、実際いろいろな年齢があるということで、同じことを東シナ海の両方の系群に関してもやるべきだと思います。この Age-Length Key は太平洋系群の場合は、マサバとゴマサバ両方に当てはまっているのでしょうか。
- 西田 同じように四半期ごとで作っていますが、魚種ごとに、マサバ、ゴマサバで作っています。
- Teo 分かりました。私は年齢査定のエキスパートではないのですが、よくあるのは年齢査定誤差も知りたいということで、査定者による年齢査定誤差の理解もなさっていると思いますが。
- 西田 うろこから年輪を読むにも技術というか、違う人が読んでも同じ年齢に査定できるようにする必要がありますので、査定者が集まってミーティングすることもしています。
- Teo ということは、年齢査定誤差について話すというよりも全員で何がどういう年齢かということ合意するということですね。それでは、また続けてください。

○西田 続いて、ゴマサバ東シナ海系群でリッジ VPA を使用して資源評価を行っていることについてのご質問に対するお返事をします。ここでは 2 枚のスライドで説明します。1 枚目は、リッジ VPA を使わなかった場合と使った場合の各資源量指数、インデックスへのデータフィットについて示したスライドです。左側の 6 枚がリッジ VPA を使わなかった場合、右側の 6 枚がリッジ VPA を使用した場合になります。ゴマサバ東シナ海系群にリッジ VPA を使うようになったのは、2017 年の資源評価からで、そのときからレトロスペクティブバイアスは改善されるけれども、データフィットはあまりよくないという問題点は認識していました。これを見てみても、リッジ VPA を使った場合には、近年のデータフィットとしてはリッジ VPA を使うよりもあまりよくないという結果にはなっています。一方、同じくリッジ VPA を使わない場合と使う場合でのレトロスペクティブバイアスを加入量、親魚量、資源量、魚の個体数と漁獲係数についてのレトロスペクティブバイアスを比較しています。私たちは資源量でどのように改善されるかに注目していたのですが、残念ながら ρ は 0.22 から 0.21 になったということで、あまり改善にはつながりませんでした。ただ、漁獲圧が 2018 年に非常に跳ね上がるといった現象は抑えられています。私たちは同時に、このようにして計算された結果が 2019 年の漁獲量をよく予測できているかについてもチェックして、どちらかというリッジ VPA を使ったほうがこの評価結果から予測される 2019 年の漁獲量と整合するということを確認した上で、リッジ VPA を使うということにしています。このようにデータフィットはあまりよくなく、一方、レトロスペクティブバイアスとしても大きな改善にはつながらなかったのですが、漁獲圧が大きく飛び跳ねることを抑えて、また、2019 年の漁獲量との一貫性、整合性の観点から最終的にリッジ VPA で資源評価を行いました。

○Teo 少し考えさせてください。非常に興味深い状況だと思います。私もその考えには賛成です。私にとってはレトロスペクティブバイアスが産卵資源に発生しているというのは分かるのですが、このレトロスペクティブバイアスの改善もそれほど大きくないとおっしゃいました。そのトレードオフとして資源量指数へのフィットがある。そうすると、結局、漁獲死亡係数との関係が、先ほどのレトロスペクティブプロットのほうを見せていただいて、今そしゃくしようとしています。おっしゃっているのは、最後のプロットを選んだ理由、漁獲死亡係数が非常に高いということ、左側はリッジ VPA はなしで、モデルは基本的にはフィットするわけですね。F は無限ということになるわけですから、それに対して右側はそこをロックダウンしている。でも、ここでの心配は、最後の年、これは韓国の漁獲がすごく上がった年の資源でしたか？

○西田 その通りです。

- Teo ということであれば、おっしゃっていることは理解します。漁獲量の大きな増加があったので、そうすると少し意味がなくなるのですが、どの年齢がスパイクを作っているのがこれでは見えません。左側のほうは3歳ですか？
- 西田 3歳です。
- Teo 3歳ですね。なるほど。また面白いです。実は、今考えていることがあります。3歳魚の漁獲係数がスパイクする一つ理由としては、韓国からの年齢ごとの数字がないからだと思います。同じ年齢だろうという推定ですよ。日本と同じだろうという仮定でやっていらっしゃると思います。また、この系群に関しては良い年齢査定のプロトコルがないので、もしかしたらすごく大きな漁獲に対して間違った年齢を付与してしまっているかもしれないということです。サンプリングをしないと分からないということです。ですから、この場合はサンプリングはしないし、日本の漁獲に関しても年齢査定サンプリングはしない。韓国のものは日本と同じだろうと推定しているというところがあると思います。なぜこういうことが起きているか、その理由を今想像しているのですが、特に3歳魚に関しては、もともとのデータが壊れているということかと思います。一つ良い考えかと思うのは、将来的な話ですが、文書化するとき文書の中に入れてこのようにモデルの診断をお見せになるのがいいと思います。事前にこれをしっかりと考慮できるのがいいと思います。非常に興味深い話で、根本的な問題、特に最後の年にそれが起きているということが分かります。リッジVPAでロックダウンしてもまだまだ大きな問題がある。それを前提として2年間の予測を立てるのが懸念するところです。西田さん、どうしてターミナルFでこの問題が発生したのかという理屈については何かご意見がありますか。
- 西田 Teoさんからご指摘いただいたように、2018年の韓国漁獲量の急増に対して日本の資源量指数とのフィットを考えながらリッジVPAで対応しようとしたところが、最終年の不安定な結果に結びついていると考えています。その上で2年間の予測のもとで将来予測をするのは不確実性が高いのもその通りだと考えています。繰り返しになりますが、2018年の韓国漁獲量が急増したことを受けて評価方法をどう選択するか苦心した結果でもあり、そのためこれからの評価においても、昨年の対応がよかったのか、何か改善できる部分がないかを次の評価で生かしていきたいと考えています。
- Teo 考え方は理解しました。続けてください。
- 西田 質問事項への返事はこれで終わり、マサバの太平洋系群の説明に移りたいと思います。

【マサバ太平洋系群】

- Teo 西田博士の宿題の回答が終わったので、マサバの太平洋系群の話に移りたいと思います。タベ資料を読んで考えていました。少し理解できないのは、私の経験不足と日本の漁業管理をよく知らないことによるものだと思いますが、昨日、VPAを行った後の、MSYの計算と管理基準値の話、再生産曲線の話をしていただきましたが、その後がどうなるのかよく分かりません。二つの予測が出ていて、一つは短期的な予測で、これはTACの計算のために使うものです。一つ理解を深めたいのは、いろいろな不確実性を盛り込みながら、短期予測をどのように計算しているのか。再生産曲線、加入、リサンプリングなども加味しなければいけないと思います。近い将来の F 、 β 、短期的なTACの設定のための計算があると思います。休憩後でいいですが、もう少し詳細にそれらの背景を教えてくださいませんか。また、長期的な予測はどうなるのか。長期的な予測は何に使うのでしょうか。すでに管理基準値があるので、短期的な予測は最近の漁獲圧に基づいてTACを設定することに使うのは分かるのですが、長期的な予測はどのように使うのでしょうか。特にゴマサバは韓国の漁獲が急に伸びたところがあります。20年ぐらいどういう状況だったのか。長期的な予測はどう使うのかが分かりませんでした。
- 中野 私の理解をまとめると、先生はTACを決定するプロセス、漁業管理のポリシーをどう決めるか、そのプロセスを知りたいということですね。
- Teo そのプロセスをレビューする意図はありませんが、何が皆さんにとって重要なかを理解することはできます。
- 中野 このプロセスは去年実施されましたので、休憩後に説明します。
- Teo 私は日本の漁業の専門家ではないので、基本的なことをきちんと理解したいと思っています。VPAについては問題や、何が起きているか分かりますが、予測については皆さんにとって何が重要なのかよく分かっていないのです。もう少し重要なポイントを理解したいと思っています。続けてください。
- 中野 休憩の後で、今言った二つの将来予測のデータがどうやってTACの決定や去年の水政審の決定に使われていたかを説明してほしいということです。これからマサバ太平洋の説明に移りますが、その間に手分けして説明を作っておいてもらえばいいのではないですか。ぱっと指名するか、適任者は誰ですか。
- 西田 日本語でプロセスをスライドにしたものはあるので、それを後で英語に直すのは15分ぐらいあればできるかなと思います。
- 中野 あなたがやるとプレゼンする時間がないと思ったのですが、用意したものがあるのだったらブレイクの間に見直して準備しますか。
- 西田 誰を指名しますか。

- Teo 日本語を少し読めますので、ゆっくり話していただければ分かるかもしれません。私にとっては重要なのは、皆さんにとって何が重要かというところ です。特に日本の科学者の観点からどのデータが重要なのか、全体のプロセスの中でどの数字が重要なのかを知りたいと思っています。
- 西田 マサバの太平洋系群のプレゼンテーションをします。この系群の主要な産卵場は伊豆諸島の周りです。産卵シーズンは春で、特に4月が最も産卵に適した月であると考えられています。この系群の地理分布は親潮の沖合、東経170度以東までです。黒潮、親潮の混合する海域。資源量が低い年代のエリアは日本列島近海に縮小すると考えられています。再生産関係の候補としてホッケースティックモデルを提案しています。最小二乗法で最適化されています。自己相関を残差に対して考慮したモデルです。左の図がイールドカーブと管理基準値の関係を示しています。右の表はSSBと漁獲量をそれぞれの管理基準値に対して示しています。サバのサブサンプルから得られた年齢データ、尾叉長、そして、耳石とうろこの年輪をカウントしています。そして、Age-Length Keyを作っていますが、マサバの各県からの年齢と体長データを集めて四半期ごとに分けています。マサバは季節回遊しますので、地理グループにデータを分割しています。この手法、体長別漁獲量の推定、年齢別漁獲量の推定、体重別漁獲量のデータをまとめたペーパーをNPFCCのマサバ資源評価技術作業部会に提出する予定となっています。漁獲量は2014年に28万2000トンに達しました。加入が2013年に多かったからです。2015年と2017年の間の漁獲量は約33万トンでした。2018年には29万8000トンと微減しました。最近、中国、ロシアが漁獲量をNPFCCに報告しています。両国はサバ類としてゴマサバとマサバを混合した数値を提出しています。日本は7月から12月に太平洋で操業しているまき網漁船の比率を使って計算しています。マサバの混合比は2018年は99.5%になっています。左の図は産卵量です。太平洋のサバ類の産卵量を示しています。マサバは2005年以降、別立てでプロットされています。右側はいろいろな調査に基づいた加入量指数をプロットしています。2013年と2018年の年級については、全ての指標を見てもこの年級が卓越年級であることが分かります。この図は、推定された加入とSSBが資源量指数にフィットしているかどうかを示しています。
- Teo これらの資源量指数はVPAにもフィットしているのでしょうか。
- 西田 これらの指数はVPAのチューニングに用いています。産卵量以外の指数については標準化して使っています。線で示しているのがVPAで推定された値で、点が各指数の観測値になります。
- Teo この四つ全てがチューニング指数として使われ、産卵量以外は全部標準化されているということですね。

○西田 その通りです。加入量は2013年から大きく伸びています。SSBは2015年から大きく伸びています。これは2013年に加入量が極めて高かったことによるものです。SSBは2018年時点で1.185ミリオントンとなっています。最近、4歳魚の資源の比率が増加。こちらの図は神戸プロットで、この資源に対しての全期間の漁獲圧がMSY以上のレベルで常に推移していることを示しています。2018年の漁獲圧はFmsyに対して2.48倍でした。全体のSSBはSBmsyよりも低いと考えられています。SSBは最近増えていますが、2018年も赤いゾーンにとどまっています。2018年のSSBがSBmsyの0.77倍と推定されています。こちらは漁獲管理規則で、太平洋のマサバの規則です。最後の3枚になりましたが、これが将来の予測値で、漁獲管理規則のシナリオと現在の漁獲圧の比較をしています。実線は平均値です。影のところは80%の信頼区間の限度を示しています。ここの中の実線は予測のいくつかの例が入っています。上が目標管理基準値をSSBが超えるという確率で、下は将来のSSBが限界管理基準値Pを超える確率になります。2019年の漁獲量は推定で79万4000トンと考えられています。これは現在の漁獲圧による予測値です。2020年以降の漁獲は漁獲管理規則を用いて計算しました。こちらは現在の手法で、昨年手法に対してレトロスペクティブパターンを行いました。上の四つのパネルは現在の手法で、下は昨年手法です。昨年手法で ρ (ロー)は0.58。SSBです。現在の手法ではSSBの ρ (ロー)は0.31です。従って、ここには改善が見られました。次のスライドです。一つ一つの指数をジャックナイフ分析によって取り除いていった影響を見ています。まず、秋の調査を抜いた結果です。これはほかの指数に比べて影響が大きかったです。秋の調査を抜いたものは緑の点線になります。なぜかという、2016年と2018年の値が非常に高かったからです。この調査は漁期が開始する直前に行われ、0歳魚の資源量について重要な情報を提供します。また、太平洋のマサバ系群ですが、産卵量は標準化されていません。もしこの産卵量が標準化されたとしたら、SSBのバイアスが減る一方、SSB推定値が過小バイアスになることが観察されました。標準化を産卵量において導入するのは慎重に考えないといけないということになります。以上がマサバの太平洋系群でした。

○中野 西田さん、ありがとうございました。それでは、Q&Aのセッションをスタートしてもよろしいでしょうか。

○Teo 西田さん、漁場による系群の分布のスライドをお見せいただければと思います。私自身がよく分かっていない点として、特に太平洋系群について産卵場は比較的小さく、静岡沿岸と沖だけに見えますが、ここの漁場を見るとほとんどが沿岸です。しかし餌場はEEZの外にあるというざっくりとした捉え方でよろしいでしょうか。それとも産卵場はほかにもあるのでしょうか。

- 西田 小規模な産卵場は太平洋側の各地に存在すると考えていますが、一番大きな産卵場は、歴史的に見ても伊豆諸島の近海ということにははっきりしています。その上で黒潮の影響も受けて産まれた魚、仔魚は、北西太平洋の沖合へ輸送されながら成長して、稚魚から幼魚にかけては黒潮から親潮のエリアに広く分布することも調査で分かっています。それらはやがて秋から冬にかけては日本近海に近づいてきて、日本近海で漁獲の対象になります。そのような繰り返りで生活史が送られていると考えています。
- Teo 日本では沿岸で漁業が行われ、一方、ロシアと中国は沖合で漁業を行っているということでしょうか。
- 西田 中国に関しては、NPFC が管轄する公海域で漁船がサバを漁獲しています。ただ、それはサバにとっては季節的に回遊したものを獲っているのもであって、夏から秋に限られるということになります。ロシアについては公海域まで出て漁獲するというよりは、ロシア近海で漁獲しているほうが多いと考えています。
- Teo ロシアの近海というのはどこですか。サハリンの北側でしょうか。
- 西田 北海道の東にずっと島が並んでいますけれども。
- Teo 分かりました。北方の諸島のことですね。ありがとうございます。これでより理解が深まったと思います。よろしければ、国ごとの漁獲のスライドがあったと思いますので、それをお願いできますか。これについての質問です。私は NPFC に関与していないので分からないのですが、この評価と NPFC の関係を教えてください。同じ系群の話をしてはいますが、中国の漁獲量は NPFC の管轄下にあるとおっしゃっていたかと思います。ロシアと中国の漁獲量をここに含めています。しかし、どういう兼ね合いなのでしょう。その辺のご説明をお願いします。
- 西田 NPFC の加盟国は、NPFC 委員会に年間の漁獲量や操業隻数や操業日数を報告することになっています。中国は NPFC が対象としている公海域でのサバの漁獲量などを NPFC に報告しています。このグラフで示している中国の漁獲量は、その数字を載せています。また NPFC に対しては、日本やロシアは自国の近海で漁獲された量についても報告しています。ロシアについては公海での漁獲は多くはないと思いますが、ロシア近海での漁獲量として報告された数値がありますので、それをこのグラフの中で反映させています。
- 中野 NPFC の状況について少し補足します。太平洋マサバの資源評価技術作業部会があり、オペレーションモデルを作っていますが、どのモデルが資源評価に適しているかを検討しています。ですから、NPFC の作業部会は評価モデルを選択中です。
- Teo 中野さん、西田さん、ありがとうございました。あまり関係ないかもしれませんが、また、将来の NPFC の話かもしれませんが、日本の EEZ はこの評価モデルとこの管理方法で管理されているということだと思います。資源全体を考えると、

このスライドからは、中国、ロシアの漁獲は 2015 年ぐらいから報告されているように思われますが、これについて、この 2 国からの漁獲は報告される年以前もかなりあったということでしょうか。

- 西田 2014 年までは公海域での漁獲は多くなかったと考えられます。ロシア近海でもサバの漁獲は多くはなかったと見ています。2015 年から多くなっていますが、これは 2013 年生まれが多く、卓越年級になったからということが大きな理由だと考えています。
- Teo 韓国と台湾はいかがでしょうか。韓国はかなりゴマサバを漁獲していると思います。対馬暖流系群、東シナ海系群をかなり漁獲していると思いますが、太平洋側ではそれほど漁獲していないのでしょうか。それは正しい理解でしょうか。
- 西田 韓国も台湾も NPFC の加盟国なので、NPFC の公海域で漁獲すれば報告しなければなりません、報告量がないということで漁獲量はないと考えています。
- Teo 説明を伺って、ある程度の確度を持って総漁獲量はおおよそサバ太平洋系群に関して把握されていると言えるのではないのでしょうか。このコメントは正しいと思われませんか。
- 西田 正しいです。NPFC への報告は信じられる数値が報告されていると考えていますので、それを用いて資源評価を行うことの精度は比較的高いのではないかと考えています。ただ一方で、年齢別の尾数や詳しいデータがこれまで十分利用できる状態ではなかったため、現在の NPFC のサバの作業部会の中でデータを交換しながら資源評価に向けた作業が進められている途上という状態です。
- Teo 中国、ロシアの漁獲量に関してはまだ体長データがなく作業中ということですが、評価には体長データがないので、日本の同じ年齢組成の漁獲であると想定されているのですよね。
- 西田 その通りです。
- Teo 腹落ちしました。それでは、Age-Length Key のスライドを見せてください。これを見ると、年齢と年齢の間のギャップを埋めるアルゴリズムがあると思いますが、正しいですか。正規分布を想定して、それから想定すると。
- 西田 そのように使うこともできるとは考えますが、現状においては体長別の漁獲尾数をこの表を用いて各年齢に配分していくという作業を行うことによって、年齢別漁獲尾数を算出している状況です。
- Teo 分かりました。基本的には平滑化はしていないということですね。Age-Length Key を平滑化することなく、このまま使っているということですね。
- 西田 その通りです。
- Teo もう一つ気付いたのですが、何十年かの加入、あるいは、SSB が見られる図を見せてください。前に説明していただいたのですが、何十年かをかけてシグナルが出ていることがはっきり見て取れます。加入が 70 年代、80 年代にも高く、過去

10年の間にも加入が高いところもあります。しかし、中間にSSBも漁獲量も低く、加入量も少ないことが見て取れます。これは何十年間かけた周期的変化が見られるというシグナルだと思うのですが、そういう話はされていますか。

○西田 長期的な海洋環境変動で加入が影響を受けることは考えられますが、マサバの場合、親魚の年齢構成も重要と考えていて、高齢魚が多いと、それから産み出された子どもの生き残り、生残率も良いことも研究で明らかになっています。また、単純に水温が高い年代が良い、低い年代が良いということでもなく、親魚が産む環境としては水温が冷たいほうがいいけれども、生まれた小魚は水温が比較的高いほうがいいなど考え方があるので、マイワシのような変動の形にはなっていないと認識しています。再生産関係についても、そのような長期的な年代の変化によって区切って分析したほうがいいのかという考え方もありますが、今回の検討においては全年代を通じた再生産関係から管理基準値を計算するというを行っています。

○Teo 西田さん、再生産関係の図を見せていただけますか。これを見ると、基本的には二つのレジームのシグナルが出ているように思います。再生産曲線の中に二つのレジームが見られるように思えます。環境シグナルによってこの二つのレジームが発生していると思うのですが、これを見るとレジームシフトも検討されたと思えます。面白そうな図なので、説明してもらえますか。

○西田 左側は、今回用いた1970年から2017年までの全ての年のデータを使って目標管理基準値や限界管理基準値を計算した結果になります。右側は、1990年から2010年までを資源量が低い年代として、それ以外を資源が多い年代として、二つの年代に分けて目標管理基準値や限界管理基準値を計算した結果になります。下の表は、全期間を対象とした場合と二つの期間に分けた場合でのAICc、あるいは、各管理基準値に対応するSSBや漁獲量を一覧表にしたものです。AICcを見ると、全年代を使った場合は130.91、二つの年代に分けた場合は133.02ということで、モデルの適合の良さとして二つの年代に分けたからといって改善されたわけではないということが分かりました。また、2018年が高水準の年代に当たることにはなりますが、目標管理基準値の数字で比べると、全年代を対象とした分析をした場合は1540×1000トンで、高水準期に対しては1830×1000トンということで、今回提示した目標よりもまたさらに高い数字が目標になるということもありました。それらを考慮して、今回はレジームで分けるということを行わなかったということです。

○Teo ご説明ありがとうございます。今私が取っているメモに基づいて、1~2カ月前に実際に文献を見せていただいたときのメモなのですが、自然死亡率に関しては、ほかの系群と同じような理屈で扱われているということでしょうか。

○西田 同じで0.4ということにしています。

- Teo 分かりました。一つまた面白い点ですが、この資源評価において、ほかのものとは少し違うところがあるのですが、加入量が2018年にスパイクしているところ、これの懸念ですね。ですから、メソッドに影響を与えて変更したと。今年のメソッドが違うわけです。加入量がスパイクしたということで手法を変えた。そして、最終的に問題かもしれないので、 b のパラメーターを変更したということでした。これが何を示唆しているかということ、調査と観察しようとしている加入量の間関係が非線形であるという可能性が少なくともある。それに関して何か証拠のようなものがありますか。あるいは、調査手法が変わったのでしょうか。調査方法も説明していただければと思います。特に先ほど高水準期と低水準期というところがありました。そのときのパラメーターが20ということですが、どうしてなのかということも一緒にお願いします。
- 西田 まず、資源量指数と関わりのある調査方法についてご説明します。一つには産卵期において産卵量の調査を行うということがあります。これは親魚量の指数と考えています。私たちが重視しているのは、稚魚から幼魚期にかけての、つまり、0歳魚の加入状況に対しての調査ということになります。大きく分けて二つあります。一つは初夏、春から夏にかけて北西太平洋の沖合域で表中層トロール網を使った、稚魚から幼魚期のサバの採集調査を行っています。今ここで示しているスライドのアーリーサマーサーベイがそれに当たります。また、同じ年の秋、もう少しサバが成長した段階での調査も同じように北西太平洋の広域にわたって行っています。先ほどどの指数を落としたときに影響が大きいかという説明をしましたが、秋の調査は漁期の直前での調査でもあり、その年の加入量指数としては非常に重要なものと考えています。これらの調査は基本的には毎年同じ形式で行っていて、大きな変更はありません。2018年において調査手法上の変化が起きたことはなく、サバの稚魚、幼魚の分布密度が高く、分布が見られる海域も広がったという結果になっています。その理由はまだよく分かりません。SSBがある程度増えてきて、年齢組成もバラエティーに富んできたという状況の中で、生き残りに最適な海洋条件があったのではないかと考えていますが、正確な理由は分からないという状況です。
- Teo ありがとうございます。私が覚えている限りは、これは手法の変化についてということですね。レトロスペクティブに関しての話ですか。
- 西田 チューニングの指数としてどのように扱うかに関しては、レトロバイアスを見ながら検討し、最終的に係数の値を決めたという流れになっています。
- 西嶋 西嶋と申します。補足の説明をさせていただきます。昨年度から変更したのは、2018年級の指数が高いことによって、普通に推定してしまうと非線形性の b の値が低くなり、前年の手法の下が一番左の下の加入量の2018年の部分がかなり大きなことになってしまうということで、 b を推定するのではなくレトロスペク

タイプで選ぶという判断をしました。これはなかなか難しい問題で、解決が難しかったということですが、今後二つぐらい考えられる改善点があります。一つは、VPA だとかこういう問題が起こり得ることが分かってきたので、NPFC でも検討している別の状態空間モデルなどを検討するというので、指標値へのオーバーフィットの影響が避けられるのではないかと考えています。もう一つは、標準化の手法をもう少し変えることで平滑化ができれば、VPA でももう少し妥当な推定手法にできる可能性はあると考えていますが、昨年度に関してはこうした手法を採用したということになります。

○Teo ありがとうございます。今の話で非常に理解が助かりました。どうしてこのような変更がかかったのかよく分かりました。おっしゃる通り、非常にトリッキーな問題だと思います。今ありましたように、たぶん VPA を使うことの内在的な問題かと思います。これは必ず頻発すると思います。ほかの評価でも見たことがあります。ここでの心配は、今、資源量が増えているということで、問題は単にレトロスペクティブパターンを利用するのは危険かもしれないということです。いずれにしてもポジティブなバイアスがかかるわけです。昨年すごく伸びたということで、非常に難しい問題ですよ。おっしゃる通りで、なかなか解決が難しいです。私も解決法があるわけではなく、おっしゃるような形で、指数を詳細に見てみるなどほかの手法を検討するということだと思います。それでは、もう1回見方を確認させてください。最近年ですが、昨日お話しした二つの評価において、不確実性の推定が最近年において適用されないままの予測だったということで正しいでしょうか。

○西田 ご指摘の通りです。

○Teo 単にダブルチェックしたかっただけです。次に、VPA の結果の話をしていましたが、びっくりしたのは、この評価を見たときに%SPR の数値が 38%、%SPR.MSY が 54%という結果が出ています。これは一つのレジームを仮定したときだと言えらると思うのですが、生物学的な再生産曲線、自然死亡係数を見ると、この系群は F_{msy} などを見ると、SPR54%というのは生産性の低い系群資源だと思われて、直感的に変な感じがしました。サバとしては本当なのかと思ったのですが、これについてはどう思われますか。

○西田 近年、太平洋マサバについては加入量が多く、資源量も多くなってきて、一方で、成長が非常に遅くなってきているという現象があり、それが一つの要因ではないかと思います。おっしゃるように、54%という高い値に関しては、再生産効率とかスティーブネスが低いということが原因の一つではないかと考えます。

○Teo 皆さんは、この再生産関係から得られたスティーブネスと世界のほかの系群のスティーブネスと比較されましたか。

○西田 それはやっていません。

- Teo 分かりました。日本の科学者の意見をぜひ聞きたいと思っていたことがあるのですが、この系群についていくつか調査をされているとおっしゃいました。最も重要な調査が秋の調査だとおっしゃったと思います。この調査は若齢魚の調査ですか。それとも親魚の調査ですか。
- 西田 主に0歳魚の調査です。
- Teo SSBの調査もあるのでしょうか。それともそれは商業漁獲でデータが得られるということでしょうか。
- 西田 産卵する親魚を対象とした調査船調査は実施していません。産卵する魚を対象とした漁業がありますので、その漁業のCPUEを標準化して使っています。あと産卵量も親魚量の指数として使っています。
- Teo それはたもすくいの話ですか。それとも北上期の調査の話ですか。
- 西田 産卵期を対象とした漁業は、ここでディップネットと書いているものです。これは産卵海域で操業される漁業になります。
- Teo たもすくいですね。分かりました。この系群に関して最後の質問です。昨日、東シナ海系群について質問したのですが、この場合、日本の科学者の中でいくつかの調査をされていますが、特に沿岸の調査、北上期であれ、秋の調査であれ、その調査結果を評価と予測だけでなく、管理方式に使うことはディスカッションしたり考えたりしたことはあるのでしょうか。
- 西田 2019年に行う資源評価では、2018年度までのこれらの指数を使ってVPAをチューニングして評価しているわけですが、2019年の一番最近の調査結果を直接マネジメントに使うということは、特にこれまで話をしたことはありません。
- Teo 分かりました。NPFCがモデルを作って合意が取れたら、措置する場合、NPFCのモデルに基づいた措置になるのでしょうか。
- 西田 われわれが決定することではなく、管理側の決定です。
- Teo 少し質問したくなりました。分かりました。私の将来の作業としてどういうことを勧告しようかとか、将来のモデルをどうするかという提案に影響するかなと思って伺いました。
- 中野 Steveさん、ありがとうございました。それでは、休憩を入れたいと思います。日本の10時なので、Teoさんの6時まで休憩です。

【ゴマサバ太平洋系群】

- 西田 私たちが実施する資源評価がTACの設定にどのように反映されていくのかについて説明させていただきます。今回、Teoさんには二つのドキュメントを見ていただきました。一つは2019年4月に開催されたサイエンティフィックミーティングでの報告書です。もう一つは2019年11月に開かれた資源評価の会議の報告書でした。この二つの報告書の関係ですが、一つは最初のサイエンティフィ

ックミーティングで提案した目標管理基準値や限界管理基準値、あるいは、漁獲管理規則といったものの資料を、ステークホルダーが集まる会議で説明しました。また、ステークホルダーからこのような試算、計算もやってみてほしいというご要望を受けていたという経緯もあります。その上で最新のデータを使った資源評価の更新を行いました。ここで改めて将来予測も、更新された資源評価結果によって行ったこととなります。その結果に基づいて2回目のステークホルダーとの会議で内容を紹介しています。太平洋系群について説明すると、将来予測としては2020年からデータで漁獲圧を調整した場合の将来予測の表を見せて、2030年における目標管理基準値の達成確率を見ながら β のチョイスの議論を行いました。結果的に、マサバ、ゴマサバ両方の太平洋系群は β の値を0.9と決めました。 β が決まった上で、今後の資源評価の更新結果によって推定される資源量に対して β 0.9の漁獲圧で漁獲すれば何トンになるかという数字が、今後のTACになっていくということになります。この β 0.9という数字がTACを決める管理のプロセスに提出されてTACが決まるという流れになっています。対馬暖流系群や東シナ海系群に関しては、もともと資源評価を暦年で計算していたのですが、7月から翌年6月までの漁期年にコンバートした後で2020年漁期のTACを設定しました。こちらの係数は β 0.95が採用されて、この強さの漁獲圧と資源量から計算される漁獲量がTACの基礎的な数量として、TACを決めるプロセスに提示されたという流れになっています。私たちはこちらの目標管理基準値や限界管理基準値に関しても5年ごとに見直していくという方針で、当面、 β 0.9あるいは β 0.95でやっていきますが、基準値の見直しによって再度ステークホルダー会議が開かれて、次の5年間の方針が議論されるという流れになります。

○Teo ありがとうございます。これで今何が起きているかよく理解できました。西田さんのご説明から私が理解したところでは、評価から管理の成果として引き出されているものは、MSYの計算、 β が決定。これに関しては以前もステークホルダーとディスカッションがあつて、 β はそれぞれの系群にアサインされている。ということは、それによって次のTACが設定される。このTACはこれから2年先のMSY推定とH0の二つの推定値があれば、それを使って予測値を作るという理解でいいですか。

○西田 資源評価では、2018年までのデータを使って2018年までの推移について評価を行います。2019年に関しては、現状の漁獲圧で漁獲したと仮定して前進計算した上で2020年から β で漁獲を調整した場合の将来予測を見せることとなります。2年間の予測をした上で漁獲管理規則に従った漁獲圧を検討するという流れになっていますので、ご指摘の通りだと思います。VPAに基づく近年の不確実なところから2年前進させてスタートさせているという点は、まさにご指摘の通りと考えています。

- Teo 0歳魚の推定値がかなり大事になるということですね。
- 西田 その通りです。
- Teo 0歳魚に関しての推定値を改善することはできないか考えていたのですが、何かお考えがありますか。
- 西田 今回の評価の場合、2019年生まれの加入豊度をどれだけ2019年の資源評価に生かせるかが可能であれば取り組む必要はあると思いますが、先ほどからも紹介しているように、秋の漁期前の0歳魚の豊度が非常に重要だと考えられていて、資源評価には間に合わないデータになっているところが難しい問題としてあると思っています。一方で、将来予測に対しては、再生産関係のモデルを使って加入量を予測していくわけですが、そこについては近年加入量がどのような傾向にあるか、良い傾向にあるか、悪い傾向にあるかということも反映できるような検討は引き続きしていく必要があると考えています。
- Teo 0歳魚の推定値以外の話ですが、ほかに重要な数字はありますか。もちろん基準値の計算はあるでしょうし、MSYもやはり主要な基準値となると思います。私が拝見して思うのは、推定値があるわけですが、ある程度の判断を加入量に関して行わなければならない、どんな資源評価でもステイブネスのある程度の判断をしないといけないと思うので、この場合は系群ごとにかなり前提が違うということがあります。例えば、プロキシをMSYとして用いることは考慮できますか。というのも、心配するのは、MSY、50%SPRを一つの系群において設定して、確かほかのものに関しては二十何%だったと思うのですが、これは系群ごとに非常に違うことになってしまいますので、その部分に関して行政官、あるいは、科学者同士で何か話し合いがありましたでしょうか。
- 西田 管理基準値の設定について、マネジャーなどと直接的に目標をどうするかについて、ステークホルダー会議より前の段階で話をするという機会はなかったです。そのために研究機関としてどういう再生産関係モデルを選ぶのが最善かということも議論した上で、MSYが得られる水準はどうかという検討をしてきたという経緯になっています。その検討については、それぞれの魚種、系群ごとに行うことになっていましたので、魚種間、あるいは系群間での違いもご指摘の通りなのですが、まずは魚種系群ごとに資源評価から得られる再生産関係に基づいて設定していくという流れで検討してきています。
- Teo 分かりました。最後にこれについての質問です。私が読ませていただいたレポートの中で長期の将来予測も立てていらっしゃるのですが、このスライドで書かれていることに基づくと、少なくとも短期で使われている管理数値を設定するに当たってはそれほど重要な項目ではないと理解しているのですが、それで正しいですか。

- 西田 10年後に目標管理基準値を50%以上で上回るということが、私たちがマネジャーからもらっている漁獲方策の唯一の基準になります。それに対応する β はどれかをこちら側が漁獲シナリオの候補として提示する形になっていて、マサバ太平洋系群の場合だと、2020年から β で漁獲圧を調整した場合の10年後に当たる2030年に50%の確率でゴールを上回るものとして β 0.9以下を提示したという流れになります。それ以外の長期予測に関しては、直接何かに使われるということはありません。私たちとしては、MSY及びSBmsy、あるいはFmsyを算定するために長期間の予測を行っていますので、その予測を示すことで、MSYの考え方に基づく管理を長期に続けていけばどういう状態が期待できるかという資料として提示しているという理由で、長期予測を示しています。
- Teo ありがとうございます。日本の科学者が何を重要だと考えているのか理解できました。
- 西田 それでは最後に、ゴマサバの太平洋系群についてです。この表は太平洋のゴマサバの資源量と加入量の関係を示しています。ここは最も低いAIC、次がホッケースティックです。しかし観察レンジの外、SSBが小さいときには、ホッケースティックあるいはベバートン・ホルトを使っても、加入がどちらかというところ楽観側になります。一方、リッカーのほうはより悲観的です。太平洋のゴマサバに関しては、最終的にはリッカーをこの関係に用いることにしました。左側は生産量曲線と管理基準値で、右側のテーブルはSSBと漁獲をそれぞれの管理基準値において示しています。漁獲は2011年から減少しています。2018年は3万4000トンと記録されて、1995年来の最低の水準となっています。年齢別の漁獲ですが、0歳、1歳の魚が多くなっています。全ての加入量の指数に関しては、同じようなトレンドが示されています。大きなピークが1996年、2004年、2009年に示されています。ただ、これらの調査指数、2013年、2016年、2018年は高いと示されていますが、コホート分析の結果は加入レベルが高いという結果にはなりません。若齢魚、0歳魚の沖合分布量が高いからといって、最近は加入量が良いことに反映していません。なので、VPAのチューニングにはこれらの指数を使っておらず、たもすくい漁を加入量の指数に使っています。標準化した産卵量をSSBの指数に使っています。SSBは、36万5000トンから34万トンを記録していました。2018年は限界管理基準値に近い5万3000トンまで落ちてきました。漁獲圧は、2007年から2013年まではFmsy程度で推移し、2014年以降はFmsyを上回りました。Fは徐々に減少していますが、2018年はFmsyの1.09倍でした。SSBはSBmsyを2006年から2014年まで上回りましたが、SSBは最近減少していて、2018年にSBmsyの33%になっています。この図は太平洋のゴマサバの漁獲管理規則です。こちらは0.9の漁獲管理シナリオと今の漁獲圧の比較をしています。太線が平均値、網掛けが80%の信頼区間、実線

が予測値の例を示しています。上の表は将来の **SSB** が目標管理基準値を上回る確率、下は将来の **SSB** が限界管理基準値を超える確率です。こちらは **SSB** と漁獲量の将来予測の推定値です。0 から 1 の β 値を使って計算しています。2019 年の漁獲量は現状の漁獲圧に基づいた 4 万 1000 トンです。2020 年の漁獲量は漁獲管理規則に基づいての計算となっています。

- 中野 西田さん、ありがとうございました。
- 中野 それでは、ディスカッションを始めましょう。Steve さん、質問があったらお願いします。
- Teo 基本的なデータの話をもっと伺いたいと思います。データの話あまりされませんでしたけれども、年齢別漁獲量のデータはマサバと同じで、年齢査定を行って **Age-Length Key** を作っていくのでしょうか。また自然死亡係数も同じ考え方をして 0.4 で、今検討中ということでしょうか。
- 西田 その通りです。マサバと同じように **Age-Length Key** に関しては今映しているような表を作成しています。四半期ごとで東と西の 2 海域に対してこのような表を作って、年齢別の漁獲尾数の算定に使っています。また、自然死亡係数についてもマサバと同じ考え方で 0.4 を用いています。
- Teo ありがとうございます。インデックスの当てはまりの図を見せていただけますか。この図は面白いと思います。なぜかという、モデルの当てはまり、**SSB** の指数、産卵量の指数とのフィットはいいのですが、加入量の指数等はそれほど当てはまりがよくないように見えます。もちろん **VPA** なのでそれほど正確性がないのかもしれませんが。加入量が変わったのは産卵量によるもので **CPUE** によって異なっているとは思わないので、何か起きているのかなと思うのですが、この評価を補完するような情報はありますか。これに関してレトロスペクティブパターンはありますか。前に見せていただいた気がします。
- 西田 まず、ゴマサバ太平洋系群の資源量指数のこれまでの検討状況ですが、以前は上のほうに示している沖合での稚魚の分布のデータも活用はしていました。ただ、先ほど説明したように、近年は沖合に 0 歳魚が広く分布しているからといってその後の漁獲への加入につながらないという状況になってきていて、沖合の指数は使えないと結論付けています。一方で沿岸の指数もいろいろなものがあるということではなく、現状では加入量の指数としては静岡県のもすくい網の **CPUE** を使うという判断になっています。ご指摘のようにフィットがあまりよくないというのはその通りなので、今後、どんな指数があるのか、また、指数をどのように使うのかといったことを検討していく必要があると認識しています。一方、**SSB** の指数として産卵量を使っています。こちらも産卵量のデータの問題として調査点によって急に採集量が多くなったり、あるいは、マサバとゴマサバの卵の大きさで分けているのですが、今、マサバが多くなっている状況で、ゴマ

サバの卵とマサバの卵の大きさの境界が不明瞭になってきているということもあって、産卵量にもバイアスが掛かってくる要素がいくつかあると考えています。従って、資源量指数については改善の余地があると思っています。ここでの資源評価では、産卵量について標準化を行って、ある程度、年の傾向を反映した指数として使えるようになったと考えています。レトロスペクティブ分析も行っているのですが、今日スライドとしては準備していませんので、申し訳ありません。レトロスペクティブバイアスについては、示せる可能性があるもので、後でお示ししたいと思います。

- Teo 後で見せてください。今、棒受の CPUE はフィットしていないとおっしゃったのですよね。それで正しいですか。
- 西田 その通りです。
- Teo 当てはめているのかと思っていました。指数としてフィットさせているのは産卵量の SSB ということですね。
- 西田 そうですね。産卵量については当てはまりが良いと思います。
- Teo たもすくいにも当てはめていたと書いてあった気がするのですが、産卵量はチューニング指数なので、こちらには当てはめてなく、たもすくいのほうに当てはめているのかなと文章からは理解していました。それとも 2018 年まで使われていたけれども使われていないという話でしたか？
- 西田 棒受網も産卵量も資源量指数としては使ってきています。今スライドで示していますが、ゴマサバ太平洋系群については資源評価では産卵量の標準化に取り組んで、標準化された指標を使うことにしました。下のグラフを見ていただきたいのですが、2018 年の産卵量がノミナルな値だと非常に大きな値になり、前回、昨年の資源評価ではこの取り扱いが非常に課題になっていました。この状況を改善するために今回の資源評価では標準化を行って、しかもサバの卵が多いという効果も考慮して標準化された産卵量を求めて、それをチューニング指数に使ったという流れになっています。 たもすくいのほうはそういう取り扱いをしておらず、というのは、沿岸域での加入量を示す良い指数がまだ見つからないし、どのようにチューニング指数として用いるかも改善の余地があると考えているところです。
- Teo これも興味深いですね。ということは、この文章が正しくないということですね。つまり、標準化された産卵量だけをチューニング指数として使っているということですか？
- 西田 チューニング指数としては二つで、加入量の指数としてたもすくい網の指数は使っています。SSB の指数として産卵量も使っているのです、二つの指数をチューニングに使っているということになります。

- Teo 分かりました。チューニング指数として使われていないという理解をしていました。二つの指数があるスライドに戻っていただくと、たもすくいはあまり当てはまりがよくないのに、なぜそれをチューニング指数に使うのかという話になります。
- 西田 それ以外の適切な指数が今のところ見つからないので、この指数を使い続けているという状況です。
- Teo 分かりました。今ので明確になりました。
- 西田 レトロスペクティブ解析を説明するスライドを共有しますので、お待ちください。
- 西嶋 ゴマサバ太平洋系群のレトロスペクティブ解析の結果について説明します。これは三つの指数の違いがあり、先ほどの産卵量を標準化していない場合がノミナルで、標準化していてもマサバの卵の混入を考えていないモデルが真ん中で、最終的に使用した場合のマサバ卵の混入の影響を考慮したモデルの指標の場合がこれになります。たもすくい調査のほうはどれも共通のものを使っています。上から資源尾数、資源量、SSB になっていて、Mohn の rho がここに示されています。結果を見ると、使用したもののほうが全体的に過大バイアスではありますが、マサバの影響を考慮して標準化することによって資源尾数、資源量、SSB が改善していて、20~30%程度に抑えられていますので、今回の標準化したということが有効だと思って資源評価に反映したということになります。
- Teo これで説明になりますね。非常にうまく説明していると思います。これがあるとレトロスペクティブでうまく分析できると思いますし、それほど悪くないですね。マサバが産卵量の中に混じっているということとを考慮すると非常に良いと思います。
- 西田 Steve さん、ほかにご質問はありますか。
- Teo あります。この評価とほかの三つの系群との明らかな違いは、最初のスライドの再生産関係曲線です。リッカーを選ばれたというのが、実はサバ類に関してはかなり驚きです。ご説明の中では、最も楽観的でない、最も悲観的なものを選んだということでしたが、ただ、典型的に申し上げますと、リッカーを選ぶことに関してはもう少し説明が必要になります。少なくとも過補償の証左があったり、例えばサーモンは、ある特定の密度になると加入量が大きく落ちるなどといった場合があるのですが、この場合、実際の魚の生態系への考慮があって選ばれたなどはあるのでしょうか。
- 中野 右下がりの部分は考慮してあるかということですね。
- 西田 強い密度効果が働くという生態的な特徴はありません。ゴマサバもマサバと同じような生態だと考えています。ただ、再生産関係を検討するに当たって、先ほどは最低親魚量、最低のSSB未満で楽観的にならないモデルを選んだという説明だけを行ったのですが、もう一つ、ホッケースティックとリッカーを用いて管理をすることを想定したときのリスク評価も行っていました。具体的には、真

の再生産関係がホッケースティックであったとしても、リッカーに基づいた管理を行うことによるリスクは、逆パターンの場合、つまり、真の再生産関係がリッカーであるにもかかわらず、ホッケースティックに基づいて管理をした場合に比べて相対的には小さかったということでした。そのためにリッカーを選択したということになります。リスクが相対的に小さかったということについてもう少し説明すると、それは将来において限界管理基準値を下回る確率が高くなってしまふリスクが高くなる。一方で、漁獲量のほうも減ってしまうのですが、損失する部分は相対的には小さい。従って、資源に与える影響と漁獲に対して損失する部分の両方を考慮した結果、リスクとしてはホッケースティックよりリッカーのほうが小さかったという理由によってリッカーを選んだ、結論付けたという流れになります。

- Teo 漁獲の損失をリッカー対ホッケースティック、あるいは、ベバートンと比較して、ある特定の条件はどういう条件か分かりませんが、そこでのトレードオフがあったと。リッカーを使うか、実際に基準値を達成するという事に鑑みて、それを維持するための漁獲の損失がホッケースティックよりもリッカーを選んだほうがよかったということですか。
- 西田 そうということです。
- Teo 再生産関係のカーブの選択をされたときに、この理屈は文章の中に入っていましたか。
- 西田 もしかしたら事前にお送りしている英語版の **Scientific Meeting Report** に含まれていなかったかもしれません。こちらは再送したいと思います。
- Teo 分かりました。私の文章ではリッカーベースで説明されているのですが、リッカーとホッケースティックの違いが示されていません。リッカーを選んでこういう結果になりましたということだけが書いてあります。
- 西田 今確認したら、**Research Institute Meeting Report on Reference Points for the Pacific Stock of Blue Mackerel** の後ろのほうに今の分析結果は載っています。**Supplementary Figure 2-1 and Supplementary Figure 2-2** です。
- Teo 分かりました。そこまで見ていませんでした。失礼しました。チューニング指数に戻っていただき、メモを見直して理解を確認したいと思います。チューニングに使った指数は **SSB** 指数なので産卵量の指数で、これは標準化され、その中でマサバとゴマサバを混ぜて使ったということですね？
- 西田 産卵量については、卵の大きさでマサバとゴマサバを分けることができますので、ここではゴマサバの卵の数で産卵量を求めて使っています。
- Teo どなたかが三つのレトロスペクティブパターンを見て、一つがノミナル、一つはマサバの可能性を外す、もう一つはマサバも入れた指数（チャブプラス）、レトロスペクティブはマサバが入ったのが一番よかったとおっしゃったと思います。

標準化にはそれを入れて、マサバが入っている可能性も反映したものにしたとおっしゃったと理解していたのですが。

- 西田 先ほどの説明のときにチャブプラスと説明したので、マサバの卵も合わせてカウントしたと誤解されている可能性があると思います。そうではなく、マサバの卵の効果を考慮した標準化を行ったという意味です。
- 西嶋 標準化で何をやっているのかをもう少し詳しく説明すればいいでしょうか。
- Teo はい。まず確認したいのですが、実際のチューニング指数はチャブプラスというのは正しいですか。
- 西嶋 そうです。
- Teo であれば、チャブプラスが何かを説明していただければいいかもしれません。チャブプラスはどういうことをしたのか教えていただけますか。
- 西嶋 分かりました。もともとマサバ卵とゴマサバ卵は卵径をベースに分けているのですが、そこに誤同定の可能性があり、特に最近マサバ卵が増えていることで、マサバ卵がゴマサバのほうに混入していて、その影響が大きくなっているのではないかということが考えられました。そのため、ゴマサバ卵を予測するモデルを作るときに、漁具効率にマサバ卵の密度を入れることで標準化を行ったということになります。 Steve さん、英語で話します。チャブプラスの意味は、VAST モデルの漁具効率にマサバの卵密度を使っています。ゴマサバのもともとのデータには、誤同定のためにマサバの卵が混ざっていました。基本的な評価は卵径のみに基づいて行っていますので、この問題を解決するためにマサバの卵密度の効果を見るために VAST モデルに入れていきます。それがチャブプラスという意味です。
- Teo マサバの密度はどのように得るのでしょうか。
- 西嶋 マサバの密度のデータは、同じ調査から出ています。マサバのプレゼンのときに説明しましたが、これらの調査はノルパックネットを使っています。
- Teo 分かりました。マサバ卵のデータは違う調査から来ていてそれがマサバの卵だと分かるということですね。それに基づいて環境指数のようにマサバの産卵量指数を使って採集効率を調整しているということですね。卵の DNA から比率が適切かどうかを調べたことはあるのでしょうか。あるいは、検討していますか。今は卵径のみで分類していると思いますが。
- 西嶋 DNA でダブルチェックを試みたのですが、問題があり、まだやっていません。
- Teo 将来の研究ということで、分かりました。最後の質問になるかと思いますが。すでに聞いたかもしれないですが、私のメモを見ると、系群構造について質問をメモしています。産卵場の図を見せてもらえますか。ほかの系群に関して見せてもらったものがあります。太平洋のゴマサバのスライドがあったと思いますが、それを見せていただけますか。

- 西田 今示しているのは、マサバ太平洋系群です。ゴマサバ太平洋系群も多少、マサバに比べれば水温が高い海域で生息する魚ではあるのですが、産卵海域もマサバと同じ伊豆諸島が中心になっています。稚魚、幼魚も、その後の資源への加入との関わりは違うにしても、マサバと同じように分布するという生活形になっています。
- Teo 資源評価の図 2-1 を見ているのですが、産卵場は九州の沖になっています。生息域は伊豆半島から四国、九州になっています。資源評価の 2-1 でしたか。私の日本語は下手ですが、これを見ると産卵場と書いてあるように見えます。
- 西田 資源評価報告の図の 2-1 には、伊豆諸島海域のほかには四国の沖や九州の南側にも産卵場が形成されています。ただ、今のところ最も大規模な産卵海域は伊豆諸島ということになっています。付け加えると、マサバよりも南の海域にも産卵場が形成されるというところが、マサバとは違う点だと考えています。
- Teo 主要な産卵場が伊豆諸島周りということですね。産卵場が九州沖であるとすれば、東シナ海系群と太平洋系群の間でミキシングが起きているのではないかと思います。ただ、伊豆諸島がメインの産卵場でマサバと同じだということであれば、系群がミキシングしているという問題は少ないと思います。
- 西田 産卵場に関しては、アペンディックスのほうに、**Distribution mackerel sampling points and number of blue mackerel sampled** という図を載せていますので、そちらも参考になるかと思います。その上で現状の資源状態においては、東シナ海系群の資源との交流が皆無ということはないと考えますが、大きな交流はないと考えています。
- Teo ありがとうございます。中野さん、今回のこの系群に関しての質問は以上です。
- 中野 Steve、ありがとうございました。この系群の資源評価に関してのディスカッションはほとんど終わったと思いますが、最後にこの 2 日間を振り返って何かコメントなどありますか。
- Teo 中野さん、ありがとうございます。時間も足りなかったもので、本当に深い話はなかなか難しかったですね。いろいろな意味において、机上のレビューという感じで、少し Q&A があったというレベルのものになったかと思います。全体として、東シナ海系群の資源評価に関しては大きな問題があると思います。年齢別の漁獲データも問題ですし、指数にも問題があります。ですから、まだまだ改善の余地があるといえます。一方、太平洋系群の評価においては、問題はより少ないです。ただ、レトロスペクティブパターンにおいてはまだ問題があります。特に **Age-Length Key** の使用の信頼度をもっと上げていかないといけません。チューニング指数の選定に関してもしっかりとやっていく必要があります。ぜひ努力を継続していただきたいです。おっしゃっている道筋は適切だと思います。さらに、改善できる点として将来のレビューをするのであれば、例えば、どのように

年齢別漁獲量を作ったのかが資源評価の文章にはうまく表現されていないので、この文章は、漁業関係者、監督官庁の人など、どのようにデータを持ってくるか、生データをどのように変換するのか、どのように年齢別漁獲量を作るのかといったことを十分に分かっている人たちのために書かれたと見受けられ、外から見て理解するのが難しかったです。年齢別漁獲量はどうやって引き出したのか、VPAであればそれは非常にクリティカルな情報だったわけなので、また、チューニング指数に関しても同じことが言えます。チューニング指数の文章は、物によってはあったけれども、ないものもありました。太平洋系群に関しては、標準化されていたのであまり言及されていなかったのですが、今日、チャブプラスはなんだったのかといった質問ができましたので、そういった追加的な文章、説明は有用だと思います。それから、何がレビューとして重要点なのかということですが、私は今回、MSYの計算、0歳魚、そしてその予測がとても大事だということが分かりましたし、その使い方も非常に興味深かったです。もう一つ私が懸念する点は、再生産関係の部分です。とても重要で、かなりの部分に主観が入るのは仕方がないことだと思います。何が起きているかは理解できるのですが、と言いつつ、やはり科学者の側で答えを選んでしまっている気がします。ほかのところでは、私は今まで仕事する中で、どちらかという行政に委ねられていることが多いかなと思います（行政がすべきことを科学者が行っている、という批判か）。これは（自分への）付託事項を超えていますけれども、申し上げたいと思いました。もう一つ、皆さんにとって役に立つと思う勧告があります。日本のモデルでもいくつか言及されていますが、VPAの問題で、ミーティングの中でも何度も出てきました。VPAはやはり制約を持ち込みますし、データについての正しくない仮定をしないとイケません。また、不確実性が全く考慮されないということもあります。予測を使う場合には、そこを最初からきちんと考慮しておかないとイケません。全く不確実な状況、不確実な指数からの予測であるということも考慮するべきで、私は将来的にSCAA (Statistical Catch at age) モデルを利用することを提案します。日本はその辺りは専門性がありますし、VPAを過去に使っていても、今申し上げたことをやって、二つのやり方の比較をしてみるといいと思います。これは特に東シナ海系群のゴマサバ、マサバ両方に言えることかと思えます。年齢査定が行われていない、成長も不確かといったこともあるので、かなりクリティカルな話です。もちろん中国の漁獲の問題もありますが、これは誰も解決できないと思います。私の勧告として、この二つの系群に関しては、別のシステムを全く丸々見てみる。例えば10万、20万トンレベルの漁獲が欠落している場合は大きな問題です。どんな評価モデルでも、キャッチフリーのモデルでなければうまくいかないと思います。ですので、不特定多数に関して必ず代替値を考えないといけません。β、あるいは、管理手続き的なべ

ースラインです。例えばアフリカンサーディンやアンチョビ、あるいは、ミナミマグロを、調査や CPUE のデータを漁期の前に見ることです。彼らは指数を使ってある程度管理しています。日本の EEZ で何をやっているかを見ることが、中国や韓国と関係なくそのデータを使うことができる。NPFC でやっていらっしやるということなので、おそらく将来的にはやられると思うのですが、東シナ海系群に関しては非常に大きな問題がまだまだあると思います。解決が困難だと思いましたが、全体的にそういったコメントがメインになります。いずれにしても皆さん本当にありがとうございました。大変私にとってもよい経験でした。中野さん、西田さん、黒田さん、ありがとうございました。

○中野 Steve さん、本当にご貢献、ご協力ありがとうございました。私どもにとっても大変役に立つセッションでした。閉会する前に、ほかに誰か何かアナウンスやコメントがある人はいますか。閉会の前に Steve さんに将来のスケジュールのお話をしなさいといけません、ピアレビューのレポートを 11 月前には提出していただければと思います。ぜひお願いします。

○Teo 分かりました。ノープロブレムです。皆さんの期待に添えるように、こんな構成でやりますよということをまずメールします。11 月末までに上げたいと思います。

○中野 ほかにありますか。これで閉会していいですか。では、閉会する前に、通訳の皆さんにも感謝したいと思います。良い仕事でした。ありがとうございました。それから、Steve Teo 博士、素晴らしいご参加、そして、たくさんのご貢献をいただき、本当に感謝いたします。それでは、これで閉会といたします。皆さん、ありがとうございました。

○Teo たくさん学びました。ウイルスがなくなって、次回はぜひ横浜でさせていただければと思います。

○中野 良いバーを探しておきます。

○Teo 同じ系群の評価は毎年やらないといけないのですか。

○中野 同じようなピアレビューを毎年やっていますけれども、異なった系群においてやっています。だいたい 3 年か 5 年ごとにベンチマークのストックをしています。

○Teo なるほど。分かりました。皆さん、ありがとうございました。中野さんはメールでやりとりさせていただきます。ありがとうございました。失礼いたします。

(以上)