

勧告 番号	勧告・助言等	対応
1. 資源評価に用いられているデータについて		
1	T1：主要な漁業の年齢と体長の関係の違いを調べ、特に漁業間の年齢-体長キー（ALK）の違い・変動が大きい場合は、漁業および年固有のALKの使用を検討することを推奨する。	本系群では、半年ごとのALKを毎年作成している。ALKは漁業ごとではないが、漁獲物の体長組成では全漁業の情報を網羅するよう水揚げ規格（銘柄）別の漁獲量を収集して算出しています。
2	T2：年や季節全体で単一に固定された（平均した）体長と体重の関係を用いているが、季節、年、漁業ごとの体長と体重の関係のほうがより代表的であるか、妥当かどうかを調べることを推奨する。	体長-体重関係の季節変化は、毎月市場から購入した個体の測定をしており、およそ把握できており、現時点ではおよそ平均的な妥当なものと考えられます。今後もモニタリングを継続します。
3	T3：複数の査読者で年齢査定を行って、推定された年齢査定誤差を調べて報告することを推奨する。	年間1000個体程度の年齢査定を行っており、それらを全て複数人でクロスチェックするマンパワーはないため、標本の一部をクロスチェックしたり、一人による観察でも耳石切片の複数方向を確認するようしております。今後も査定誤差が最小になるよう調査体制の維持に努めるとともに、査定誤差があるものとしてそれを考慮する手法について検討を進めます。
4	T4：着底トロール調査の面積密度法による年齢別豊度指数はBSIA（the best scientific information available: 入手可能な最良の科学的情報）と見なされた。豊度指数について、不確実性の原因を検討し、不確実性を推定することを推奨する。	調査で得られた資源量指標値の信頼区間や調査のCVを示しています。信頼区間を図示できるよう検討します。CVに基づけばこれまで調査点数は十分にあると判断されるため、不確実性の他の要因として、海洋環境と各年級の豊度との関係性についてさらに研究を深めます。
5	K1：VPA適用にあたり適切なデータ量であり、調査船調査と市場調査で多くの標本測定（耳石年齢査定：約1,000個／年、体長測定：約4万個体／年）が行われており、年齢データの不確実性は比較的低い。さらに、サンプル数は半年ごとの年齢体長キーを作成するのに十分であり、VPAのチューニングには漁業に依存しない資源量指数が使用されている。	今後も、最大限、モニタリングを継続して、データ数の確保に努めます。

勧告 番号	勧告・助言等	対応
6	Y1：年齢別漁獲尾数・漁獲量について、補足表だけではなくグラフも示しておきたい。また、年ごとのヒストグラムを縦に並べる等により、漁獲物の年齢組成の経年変化（あるいは体長組成の経年変化）を明瞭に見通すことができるような図も作成してみたいか？	年齢別漁獲尾数・漁獲量のグラフを掲載するよう改善します。
2. 資源評価に使用された生物学的特性について		
7	T5：現在入手可能な情報を考慮すると、本資源評価で想定している資源構造は適切であると思われるが、資源の境界、特にこの資源と北海道および陸奥湾周辺の魚類との間の北の境界には不確実性があった。この資源の資源構造と分布、特にこの資源と北海道および陸奥湾周辺の魚群との関連についての研究を継続することを推奨する。	本海域の近年の海洋環境は著しく変化しており、本種の分布・移動にも影響している可能性はありと見え、モニタリングを継続するよう努めます。
8	T6：将来の評価では、代替的な（現行と異なる）資源構造の仮定がこの資源で推定される個体群動態と管理基準値に与える影響を示す感度モデルを開発することを推奨する。	他のモデルによる結果との比較検討は、頑健な評価手法の確立の観点で有意義であると認識し、検討します。
9	T7：この資源のM（自然死亡率）の仮定を再評価して改善することを強く推奨する。より最近の経験的關係を使用してメタ分析を実行するか、Tanaka (1960) のメタデータをより最近のメタデータ (Then et al. 2015) に組み込み、Mの事前分布を作成することを推奨する。	ご提案に感謝します。Mは資源モデルの中で極めて重要なパラメータであり、最新の知見も確認しながら継続的に探索します。
10	T8：今後の評価では、評価モデル内でMを推定し、Mの事前分布を使用することを検討するよう推奨する。評価モデル内でMを推定できない場合は、M値の推定不確実性（前述のM事前分布）と、妥当な代替Mパターン（すべての年齢の平均M、Lorenzenサイズ固有のMなど）を表す一連の感度分析を実行することを推奨する。	ご提案に感謝します。Mの検討は重要であり、最新の知見も踏まえ感度分析の可能性について検討します。

勧告 番号	勧告・助言等	対応
11	T9：この資源評価で用いた成熟度（パラメータ）はBSIAと思われ、成熟度の不確実性は、この資源の推定個体群動態に大きな影響を与えることはなかったと思われる。	各年の成熟度を考慮しており、そのように認識しています。
12	T10：この資源評価において、用いた成長モデルの影響は最小限であったが、年齢と体長の関係の年変動を組み込んだ成長モデルを開発することを推奨する。	成長式そのものを利用するモデルとの比較検討ができるよう、蓄積データから各年級ごとの成長差の把握に着手するなどして検討を進めます。
13	Y2：資源量は2013年をピークとして急激に減少した。原因として、2011年の東日本大震災をきっかけとして資源の生産力に影響を与える各種要因に変化があったことが想定され、それについて補足資料8で説明している点は評価できる。補足資料で、震災以降に一時的に生じた資源量の急激な増加による密度効果のために成長が鈍化したと考察しているのはおそらく妥当であるが、その後の資源水準が低下した以降の近年においても低成長傾向が継続していること、また、それとともに成熟開始年齢に関する晩熟化傾向が続いていることを勘案すると、他種も含めた生態系全体の変化や環境水準の変化を想定しないと、この現象は説明し難いのではないかとと思われるが、いかがであろうか。	細部までご理解頂き、感謝いたします。少なくとも本海域の生態系地位が比較的高い本種において成長・成熟の明瞭な経年変化があることが資源評価データからも示唆されるため、詳細な成長解析などに着手するとともに、トロール調査で同時に採集されている他魚種の同様の変化の把握に努めるより大きな視点での研究も推進するようにします。

勧告 番号	勧告・助言等	対応
3. 資源評価の前提となる条件の妥当性について		
14	<p>Y3：レジームシフトに対する対応として、現状では通常レジームと好適レジームの2つの不連続な年代に分けて評価、管理を実施することが他種の資源で行われているが、再生産関係からは必ずしもそのような2つの不連続な年代に明確に区分できるケースのみではなく、往々にして中間的な加入量の年が現れたりするケースも見受けられる。また、二値的な年代区分法では、ある程度の年数が経過してデータの蓄積を待ってから過去に遡って「実は〇〇年前にレジームが変化していた」という判断にならざるを得ないので、管理との間にタイムラグが生じることで、管理パフォーマンスが低下してしまう懸念がある。</p>	<p>本種はやや寿命の長い底魚の一種でもあり、環境による生態的变化あるいはそれらの把握にもタイムラグが生じやすく、生態的变化の早期把握のためにモニタリング体制の維持に努めます。</p>
4. 資源評価に使われた手法について		
15	<p>T11：適切なサンプリングと年齢査定に基づく年齢別漁獲データを使用した仮想個体群分析 (VPA) モデル (コホート解析) が使用され、VPAモデルの基本的仮定と一致し、VPAモデルは適切に機能していた。</p>	<p>評価頂き、ありがとうございます。モニタリングの継続に努めます。</p>
16	<p>T12：本資源評価における不確実性の扱いは不十分であり、予測から推定された確率分布は誤っている可能性が高い。将来の本資源評価のため、状態空間モデルおよび/または統合モデルを調査し、検討することを推奨する。これらのタイプのモデルではデータやモデル全体の生物学的プロセスの不確実性をより簡単に考慮できる。</p>	<p>評価結果の不確実性を最小限にするよう、古典的に、長年、実測データの蓄積に注力したモニタリングを実施してきました。今後は、別の評価手法との比較検討もより視野に入れ、不確実性の考慮に努めます。</p>

勧告 番号	勧告・助言等	対応
17	<p>K2：地震が個体群のさまざまな側面に及ぼす影響がみられ、1つの変化は2012～2016年の個体数の増加と、成長率と成熟率の低下が同時に起きた。データの質は十分高いため、これらのプロセスの変化はVPAで考慮されているようだが、Stock Synthesisなどの統合モデルに移行すると、このデータが豊富なケースでは、成長の変化や、漁業および調査の選択性の時間変化を考慮でき、さらに、加入のレジームや漁獲効率の変化がデータによってよく裏付けられているかどうか検討できる。</p>	<p>これまでのモニタリングとデータ蓄積を評価頂き、感謝いたします。従来からの手法と新たな解析方法との比較検討にも着手します。</p>
18	<p>K3：Stock Synthesisのようなプラットフォームは、より良い、より真実の推定値をもたらすわけではないが、モデル選択を容易にし、別のものを使用するための定量的な根拠を提供できるようにする。モデル開発プロセスはより適切に文書化され、資源評価に必要なパラメータ（自然死亡率、成長、加入、成熟）に関する決定を支援することができる。</p>	<p>ご提案頂き、ありがとうございます。SSによる推定結果が得られるよう検討を進めます。</p>
19	<p>Y4：近年における成長の鈍化および晩熟化に伴って、再生産曲線から計算される期待値よりも低い加入が2015年以降、続いている。もし仮に、成長の鈍化や晩熟化の原因が他種も含めた生態系全体の変化や環境水準の変化だとすると、今後もそのような傾向が続く可能性があるかも知れない。その点を勘案すれば、資源評価や今後の資源管理において、再生産関係自体の経年変化やレジームシフトのような現象を導入したモデル（時変モデル）を使用して、管理基準値もそれにあわせて変化するという前提での管理を行うのが妥当ではなかろうか。</p>	<p>本海域では、2015年前後に海洋環境が以前にも増して大きく変化したことが示唆されており、その点を勘案する方策の検討は有意義と考えられる。その一方で、近年、海洋環境の変化は予想を遥かに超える状況もあり、このままの状況がどの程度継続されるのか、判断や見当が極めて難しい状況でもある。評価結果の頑健性・有効性の期間などに留意する議論も必要と考えています。</p>

勧告 番号	勧告・助言等	対応
5. 資源評価結果の妥当性について		
20	T13：本資源評価の年齢別漁獲量データと資源量インデックスはBSIAと見なされ、VPAモデルの仮定に違反しておらず、推定されたパラメータは妥当であるように思われ、VPAモデルの診断も適切であり、VPAモデルの結果はBSIAであることが判明した。	これまでのデータ蓄積および現モデルでの結果について、一定の評価を頂き、ありがとうございます。
21	K4：VPAモデルでの推定結果は妥当な資源動態を示し、神戸プロットのバリオマスと漁獲死亡率の軌跡を考えると、評価は妥当な結果であると思われる。近年は $F < F_{MSY}$ で SB_{MSY} に近づいている。	これまでのデータ蓄積および現評価結果について、およそ妥当との評価を頂き、ありがとうございます。
22	Y5：資源量指標値と資源量推定値の比較において、補足図2-1の資源量指標値の残差プロットを見ると、2010、2011年前後で傾向が大きく異なっているように見えるがいかがか？	ご指摘の通り、震災前後において残差に偏りが生じていること認識しており、主要漁業の操業形態の変化などについて検討を進めます。
23	Y6：漁獲係数 F は高齢の個体ほど高い傾向にあり、とくに5、6歳以上に対する F が高くなっている（図4-7）が、その原因について、操業実態等で説明が可能か？あるいは、自然死亡係数 M が年齢によって変化するモデルを考えれば解消するといったことがないか、検討してみたいか？	本種は、産卵期に浅瀬に移動する生態を持ち、それらの群れを対象とした漁業が営まれており、高齢ほど F 値が高いのはおよそ妥当と考えられる。その一方で、最高齢の F 値が高いのは、沖合・深場の岩礁などに入り込むなどの漁場外への逸散などを反映している可能性がないか？もしくは若齢の生き残りに関係する事象の有無などの検討の余地はある。年齢ごとに異なる M を仮定する根拠を探索しながら検討を進める。
24	Y7：推定された%SPRの値が10%前後であり（図4-9）、かなり低いように思われる。図4-8に M を変化させたときの資源量の変化が示されているが、それと同様に、 M を変化させたときの%SPRの変化も示してはいかがか？また、自然死亡係数 M が年齢によって変化するモデルを考えれば%SPRの値が大きく異なるといったことがないか、検討してみたいか？	リッカー型再生産を採用していることや加入尾数と成熟率に関する密度効果を考慮したモデルになっていることに起因している可能性を検討しています。年齢ごとに異なる M を仮定による感度分析も有意義に思われるため、試算してみたいと考えています。

勧告 番号	勧告・助言等	対応
	6. 将来予測手法および予測結果の妥当性について	
25	T14：予測に用いるSRR（資源量と加入量の関係）を、加入量とSSB（親魚量）の推定値に不確実性をもたせて作成することを推奨する。	現時点ではSSBの推定値の不確実性は考慮できていないと認識しており、方法の探索するよういたします。
26	T15：推定されたSSBMSY / SSB0が非常に低いことから、管理基準値の計算に使用されるSRRおよびその他のパラメーターを再検討する必要がある。	リッカー型再生産を採用していることや、加入尾数と成熟率に関する密度効果を考慮したモデルになっていることに起因している可能性を検討しています。年齢ごとに異なるMや体重のパラメータについて議論を深めるよう努めます。
27	T16：利用可能な情報を考慮すると、予測モデルは比較的単純で適切であり、短期および長期予測の結果はBSIAとみなされた。最終年の年齢別資源尾数の不確実性を短期および長期予測に組み込むことを推奨する。	調査船によるトロール調査では、加入前の0歳魚の情報も蓄積していません。それをモデルに組み込めるよう検討します。
28	T17：この資源の管理における予測の重要性を考慮すると、将来的には、モデルの予測能力をテストして報告するために、ハインドキャストイングを使用することを推奨する（例: Kell et al. 2016）。	ご提案および情報提供に感謝します。テスト手法の習熟およびデータ精査に努めます。
29	Y8：将来予測シミュレーションにおいて、再生産関係における加入量の自己相関を前提としたバックワードリサンプリングが行われている点は評価できる。しかし、この手法は、資源の生産力が低下しても環境収容力（および管理基準値（ピークを与える親魚量水準など））には変化がないことを前提としている。このため、資源の生産力が低下した後も以前と同じ高い管理目標を掲げた管理を目指すこととなり、結果的に、漁業者に過大な漁獲量削減を提案してしまうことになる可能性がある点に注意する必要があるだろう。	ご指摘の通りと考えています。概念的な議論にも前向きに対応して参りたいと考えています。

勧告 番号	勧告・助言等	対応
30	<p>Y9：（Y8に関連して）再生産関係のパラメータが経年的に変化するモデルの検討を勧める。例えば、試しに「時変パラメータ再生産関係モデル」（Yang and Yamakawa 2022）による解析を行った結果では、近年における加入の低下傾向が捉えられるなど固定モデル（現行モデル）と同様な資源動向を示すが、近年のSmaxの値の低下にともなって目標管理基準値を引き下げることになるため、将来の目標管理基準値を上回る確率は固定モデルよりも高まり、固定モデルのように安全係数βの値を極端に小さく設定して急激な漁獲量削減を行う必要性が低下し、管理の激変緩和に結びつく可能性がある。</p>	<p>興味深い試算結果をご教示頂き、ありがとうございます。ご指摘の通り、管理の激変緩和に結びつくものかと存じます。その一方で管理目標には頑健性も不可欠であり、それ自体の急変の有無についての確認が今後必要であると認識しました。</p>
31	<p>Y10：将来予測に用いる3、4歳の成熟率について、資源尾数との負の関係が仮定されているが（補足図5-2）、近年は資源尾数が低下しているにもかかわらず成長の鈍化や晩熟化が生じていて、この関係からの逸脱が見られる。このような矛盾を解決して根本的な解決を図るためには、資源の生産力に関するパラメータに経年変化を導入し、管理基準値もそれにあわせて変化するスキームへと転換していく必要があるのではなかろうか。</p>	<p>重要なお指摘とともにご提案も頂き、ありがとうございます。生産力を考慮する別のモデルの知見を分析して、それによる結果と比較検討をしながら、議論を深めて参ります。</p>

勧告 番号	勧告・助言等	対応
7. その他、総評		
32	<p>Y11：（Y9で提案したような）時変パラメータモデルでは、毎年、新たなデータの取得（情報更新）に併せてその都度、適応的にモデルを更新して管理に反映させていくため、タイムラグの小さい、柔軟な管理を行えることが期待される。そのような管理を実施するためには、現状のように管理基準値を5年間、固定するのではなく、毎年、更新していくことになるため、管理の枠組み自体を変更していく必要がある。この点については、漁業法にも最大持続生産量（MSY）の定義として、「現在及び合理的に予測される将来の自然的条件の下で持続的に採捕することが可能な水産資源の数量の最大値をいう」と規定されているように、「現在及び合理的に予測される将来の自然的条件」が変化すればMSYの値も変化すると考えることは、制度上、何ら支障がないであろう。</p>	<p>興味深いご提案、ありがとうございます。短期的な資源評価の不確実性もあるため、ご提案のように運用する場合、評価結果には極めて高い精度が不可欠になるように考えられます。また、目標が変わるとわかりにくさに繋がる可能性もあるように推察されます。環境変化に柔軟に対応して現場に即した提案・方策の重要性を改めて認識するとともに議論を深めて参ります。</p>

T：Steven Teo、K：Peter Kuriyama、Y：山川卓