

令和 7（2025）年度スケトウダラ太平洋系群の 管理基準値等に関する研究機関会議資料

水産研究・教育機構

水産資源研究所 水産資源研究センター（佐藤隆太・境 磨・千葉 悟・
濱邊昂平・千村昌之・桑原風沙・伊藤正木・菅野隼人・鈴木勇人）
開発調査センター

参画機関：北海道立総合研究機構釧路水産試験場、北海道立総合研究機構栽培水産試験場、
北海道立総合研究機構函館水産試験場、青森県産業技術センター水産総合研究所、
岩手県水産技術センター、宮城県水産技術総合センター、福島県水産海洋研究セ
ンター、福島県水産資源研究所、茨城県水産試験場、海洋生物環境研究所

提 案

管理基準値

- 目標管理基準値は、MSY を実現する親魚量（SBmsy）で 25.6 万トン
- 限界管理基準値は、歴史的に観察されたことのある最小親魚量（SBmin）で 15.1 万トン
- 禁漁水準は、漁獲管理規則（ $\beta=0.8$ ）での漁獲の下でも 10 年間で目標管理基準値（SBmsy）
まで 50%以上の確率で回復する親魚量の閾値で 8.5 万トン

漁獲管理規則

- 親魚量が限界管理基準値を下回ると漁獲圧を下げる規則を適用する。
- 漁獲圧の上限は SBmsy を維持する漁獲圧（Fmsy）に調整係数 β を乗じたものとする。

調整係数 β

- β が 0.9 以下であれば管理開始 10 年後の 2036 年漁期の親魚量は目標管理基準値を 50%
以上の確率で上回ると推定された。
- ただし、4～6 年区切りでバックワードリサンプリングを行った結果に基づくと、高い β
の場合は親魚量が目標管理基準値を下回る等のリスクが高いことが示された。
- 親魚量の減少リスクを考慮すると、 β の値は標準値である 0.8 以下にすることが望まし
い。
- なお、バックワードリサンプリングを行った結果に基づくと、現状の漁獲圧（ $\beta=0.41$ ）程
度の漁獲圧であれば近年（2010 年以降）の加入傾向が継続した場合でも親魚量が目標管
理基準値を下回るリスクは低い。

提案に用いた管理規則

- 「令和 7（2025）年度漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針（FRA-SA2025-
ABCWG02-01）」（水産研究・教育機構 2025a）で示された 1A 資源の管理規則。

提案に用いた再生産関係

- AICc や生物学的特性等に関する知見からは、HS 型か RI 型のどちらかを選定することが妥当かの判断は難しいと考えた。
- そのため、仮定した再生産関係とは異なる再生産関係に基づいて管理した場合の資源減少リスク（簡易 MSE）と近年の親魚量水準と加入の傾向を勘案し、より予防的管理が実現できると考えられる再生産関係を検討した。
- 再生産関係式には自己相関を考慮したホッケー・スティック型関係式を適用し、パラメータ推定には最小二乗法を用いた。

その他

- 本系群の漁期年は 4 月から翌年 3 月である。
- SBmsy は直近年（2024 年漁期）の親魚量の 0.80 倍である。SBmsy を維持する漁獲圧 (Fmsy) は現状の漁獲圧（2020～2024 年漁期の平均）の 2.44 倍である。

English title (authors)

Scientific meeting report on reference points for the management for Pacific stock of walleye pollock (fiscal year 2025).

(Ryuta Sato, Osamu Sakai, Satoru Chiba, Kohei Hamabe, Masayuki Chimura, Nagisa Kuwahara, Masaki Ito, Hayato Kanno, Yuto Suzuki)

文中で引用する補足資料、図表番号の後に（SC 図 1-2）（SC 表 4-3）などの記載があるものは本資料後段に結合した資源評価報告書の該当番号の図表を参照してください。

1. 再生産関係

1-1) 使用するデータセット

本系群の再生産関係式の設定は「令和 7（2025）年度漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針（FRA-SA2025-ABCWG02-01）」（水産研究・教育機構 2025a）に従い、以下のデータセットを使用して実施した。解析には R パッケージ frasyr（コミット番号:@05eacac）を用いた。frasyr で用いた式の詳細は「再生産関係の推定・管理基準値計算・将来予測シミュレーションに関する技術ノート（令和 7 年度研究機関会議版）（FRA-SA2025-ABCWG02-04）」（水産研究・教育機構 2025b）を参照のこと。

データセット	基礎情報、関係調査等
資源量・親魚量	令和 7（2025）年度スケトウダラ太平洋系群の資源評価（水産機構）

1-2) 再生産関係の検討

本系群の管理基準値案の算出および将来予測計算に使用する再生産関係（補足資料 1）として、ホッカー・スティック（HS）型再生産関係、リッカー（RI）型再生産関係、およびバートン・ホルト（BH）型再生産関係を仮定した場合について検討した。最適化方法として、最小二乗法および最小絶対値法を候補とした。また、加入量の残差への自己相関の考慮の有無でモデルを比較した。自己相関パラメータを推定する際は、再生産関係式のパラメータと自己相関パラメータを同時に推定する方法（同時推定法）と自己相関を考慮しないでパラメータ推定した後に残差に対して自己相関係数を推定する方法（二段階推定法）の 2 通りの手法を用いた。再生産関係の検討は、資源評価で推定された 1981～2021 年漁期の加入量および親魚量に基づく。直近の 2022～2024 年漁期の加入量は調査船調査からの推定値を用いており、その不確実性は高いと考えられることから直近 3 年の加入量および親魚量は使用しなかった。再生産関係の検討候補を表 1a に示す。

本系群では、歴史的に親魚量が低水準の際の加入量の低下を捉えた情報が無く、BH 型再生産関係では親魚量が少ない場合の加入量の“傾き（スティープネス）”を適切に推定できない。HS 型再生産関係では観測された最小親魚量に折れ点が推定され、それよりも親魚量が少ない場合には直線的に加入量も減少すると仮定される。RI 型再生産関係では、親魚量が多く加入量が少ない 2010 年漁期以降のデータで曲線の形が決まり、親魚量が少ない場合の加入量は HS 型再生産関係の場合よりも多い曲線になる。

補正赤池情報量規準（AICc）を比較すると RI 型を当てはめた場合のほうが HS 型および BH 型を当てはめた場合よりも低くなった。また、HS 型および BH 型では最小二乗法を用いた場合の方が最小絶対値法を用いた場合よりも AICc は低くなり、RI 型では最小絶対値法を用いた場合の方が最小二乗法を用いた場合よりも AICc は低くなった。HS 型では、最小二乗法および最小絶対値法を用いて当てはめた場合のいずれでも自己相関プロットから加入残差に自己相関が認められたため、自己相関を考慮したモデルを候補とした（表 1a）。自己相関パラメータは、同時推定法より二段階推定法の方が推定に安定性があり（補足資料 1）、また「再生産関係の決定に関するガイドライン（FRA-SA2025-ABCWG02-05）」（水産研究・教育機構 2025c）では、データが 1 年加わった時にパラメータの推定値が大きく変わることを防ぐためにも二段階推定法を用いることが基本とされている。そのため、自己相関パ

ラメータの推定には二段階推定法を用いた。

1-3) 再生産関係の候補

以降では、RI 型で最小絶対値法によりパラメータを推定した場合、および HS 型で自己相関を考慮し最小二乗法によりパラメータを推定した場合について検討した。なお、前述の通り自己相関パラメータは二段階推定法により得た。BH 型は歴史的に親魚量が低水準の際の加入量の低下を捉えた情報が無く、BH 型再生産関係では親魚量が少ない場合の加入量の“傾き（スティーブネス）”を適切に推定できないため、候補の検討からは除いた。

(1) 予測力と生物学的妥当性

予測力の観点では AICc に基づくと、HS 型再生産関係より RI 型再生産関係の方が良いことが示された。しかし、近年の親魚量水準（20 万～30 万トン）においては、2016～2017 年漁期のような高い加入がみられた一方、加入量が著しく低かった 2018～2020 年漁期のように RI 型再生産関係から予測される加入が必ずしも当てはまるとは言い難い観測データがある点に留意が必要である。また、RI 型再生産関係では親魚量が多い場合に加入量が少なくなるが、本系群では大型魚による小型魚の捕食（共食い）がみられるため（Yamamura 2004）、RI 型は生物学的に起こり得るモデルだと考えられる。しかし、本系群で実際に親魚量が多く加入量が少なかった 2010 年漁期以降は、代表的な捕食者であるソウハチ等のか弱い類の資源量も道南太平洋海域で高水準である（栽培・函館水産試験場 2025）。また、本資源の加入成功には仔魚期の体長の重要性が指摘されている（Funamoto et al. 2013）。2010 年漁期以降は仔稚魚期の体長が小さく、その原因として冬季～春季の低水温が指摘されている（Kuroda et al. 2020）。仔稚魚の成長には仔稚魚自身の密度効果や母性効果の影響（例えば Kajiwar et al. 2022）も考えられることに加え、共食いや、それ以外の被食減耗による加入量への影響はそれぞれ十分に定量化できていない。そのため、本系群の再生産関係には種内の密度効果の要因と他魚種や環境の要因の影響を分けることが出来ず、RI 型を採用することが生物学的に妥当であるとは言い切れないことに留意が必要である。一方、HS 型再生産関係は、関係式の折れ点となる親魚量以上で期待できる加入量を一定、折れ点以下の親魚量の範囲では直線的に加入が減少すると仮定しており、密度効果等の生物学的な複雑さを単純化して考慮しているが、この仮定には生物学的背景はなく、便宜的な仮定であること（Walters and Martel 2004）に留意する必要がある。以上から、今回検討した RI 型および HS 型再生産関係では生物学的特性等に関する知見からはどちらかを選定することは難しいと判断した。

(2) 過去最小親魚量以下で予測される加入量の外挿値

本資源は親魚量が 15.1 万トンを下回ったことが無く、それより低い親魚量でどのような加入量となるかは未知である。RI 型では、HS 型に比べて親魚量が最小値よりも少ない時に高い加入量が予測された。観察データが無いところで、高い加入量を予測値として与えることは、将来予測に基づき適切な資源利用を図る上ではリスクとなる。一方、HS 型では過去最小親魚量が折れ点となり、最小親魚量以下の水準になった場合に保守的ではない外挿値を与えることを回避できた。

(3) 推定される MSY 管理基準値

HS 型および RI 型をそれぞれ適用した場合に推定される MSY 管理基準値は大きく異なった。MSY については HS 型で 13.6 万トンであるのに対し RI 型では 17.2 万トンであった。また、MSY を実現する親魚量 (SB_{msy}) は HS 型で 25.6 万トンであるのに対し RI 型では 17.9 万トンであった。すなわち RI 型では最小親魚量 (15.1 万トン) に近い親魚量で最も漁獲量が多くなること (MSY を実現すること) が期待される再生産関係を用いることになる。一方、HS 型では最小親魚量より約 10 万トン多い親魚量で MSY が実現される。

(4) 異なる再生産関係を用いた場合のリスクの非対称性

簡易 MSE によるシミュレーションを行った結果 (補足資料 8)、真の再生産関係が RI 型である時に、HS 型の再生産関係を適用して管理した場合には資源の減少リスクが低いことが示された。一方で、真の再生産関係が HS 型である時に、RI 型の再生産関係を適用して管理した場合には資源の減少リスクが高いことが示された。後者において、親魚量が最小親魚量を下回るリスクを十分に考慮した時の漁獲管理規則案 (β が 0.4) に基づく漁獲量は、HS 型の同程度のリスクの漁獲管理規則案 (β が 0.8) に基づく漁獲量に比べて大きな差はなかった。また、近年 (2016 年漁期以降) の親魚量水準 (20 万~30 万トン) における加入の傾向としては、2016~2017 年漁期は高水準の加入が発生した一方で 2018~2020 年漁期には非常に低い加入も発生している。加えて、高水準な加入であった 2016~2017 年漁期の RPS も過去の高豊度年級が発生した時の RPS と比較してもそれほど高くないことも資源解析結果から明らかになっている (SC 図 4-4)。親魚量水準が 20 万トン前後の時に高加入が発生すると仮定した RI 型再生産関係ではあるが、近年の親魚量水準と加入量の傾向からは予測される加入量よりも低い加入となることも懸念される。

(5) 適用する再生産関係式

以上のように、本系群の再生産関係式としては、AICc や生物学的特性等に関する知見からは、HS 型か RI 型のどちらかを選定することが妥当かの判断は難しいと考え、簡易 MSE の結果と近年の親魚量水準と加入の傾向を勘案し、より予防的な管理が実現できると考えられる再生産関係を検討した。その結果、「再生産関係の決定に関するガイドライン (FRA-SA2025-ABCWG02-05)」(水産研究・教育機構 2025c) の a (予測力)、b (生物学的妥当性) および i (管理方策の頑健性) の基準に従い、最小二乗法で最適化した自己相関を考慮した HS 型再生産関係式の適用が妥当と考えられた (図 1、SC 図 4-13)。自己相関パラメータの推定には、自己相関を考慮しないでパラメータ推定した後に残差に対して自己相関係数を推定する方法 (二段階推定法) を用いた。この再生産関係のパラメータ推定値を表 1b に示した。

2. 管理基準値

2-1) データセットおよび計算方法

最大持続生産量 (MSY) に対応する管理基準値案等の算出、および将来予測は、「令和 7 (2025) 年度漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針 (FRA-SA2025-ABCWG02-01)」

(水産研究・教育機構 2025a) の 1 系資源の管理規則に従い、1-3) で候補とした再生産関係と、表 2 に示した令和 7 年度の資源評価における将来予測計算に用いた各種設定（自然死亡係数、成熟率、年齢別平均体重）を使用して実施した。現状の漁獲圧（F2020-2024、図 2）には、2020～2024 年漁期の漁獲係数（F 値）の平均値を用いた（表 2）。本系群では、平均世代時間（8.46 年）の 20 倍の年数のシミュレーション期間後を平衡状態と仮定し、その際の平均漁獲量が最大化される F 値を F_{msy} 、その F_{msy} で漁獲した場合の平衡状態での平均親魚量を SB_{msy} とした。

2-2) 管理基準値案と禁漁水準案

目標管理基準値（ SB_{target} ）として MSY 水準における親魚量（ SB_{msy} ）、限界管理基準値（ SB_{limit} ）として MSY の 60%の漁獲が得られる親魚量（ $SB_{0.6msy}$ ）、禁漁水準（ SB_{ban} ）として MSY の 10%の漁獲が得られる親魚量（ $SB_{0.1msy}$ ）が標準値とされている。本系群では、目標管理基準値には標準値である SB_{msy} を用いることを提案するが、限界管理基準値としては標準値である $SB_{0.6msy}$ では歴史的に観察されたことのある最小親魚量（ SB_{min} : 15.1 万トン）を下回る外挿値となることから、引き続き限界管理基準値の代替値としては上記 SB_{min} を用いることを提案する。

シミュレーションに基づく、禁漁水準の標準値である $SB_{0.1msy}$ からでは、例え 10 年間禁漁したとしても目標管理基準値まで回復する確率は 14%であり 50%を下回る（補足資料 3）。そのため、管理基準値候補に従い規定される漁獲管理規則での漁獲の下でも、10 年間で適切な水準まで 50%以上の確率で回復する親魚量水準を禁漁水準の代替値として提案する。シミュレーションの結果に基づき、標準のチューニングパラメータ（調整係数）を使用した漁獲管理規則（ $\beta=0.8$ ）で漁獲を行った場合に、10 年間で目標管理基準値まで 50%以上の確率で回復できる親魚量の閾値として、8.5 万トンを禁漁水準の代替値として推奨する。なお、10 年間で限界管理基準値の代替値（ SB_{min} ）まで回復できる閾値を禁漁水準の代替値とする場合には、3.0 万トンが候補になる。

これらの基準値案について、漁業がなかった場合を仮定した初期親魚量（ SB_0 ）に対する比、対応する漁獲圧の下での平衡状態における平均漁獲量、対応する漁獲圧の現状の漁獲圧に対する比などを表 3 に示す。目標管理基準値として提案する SB_{msy} は SB_0 の 23.5%に相当し、その親魚量において期待できる漁獲量の平均値（ MSY ）は 13.6 万トンである。また、目標管理基準値案に対応する漁獲圧（ SB_{msy} を維持する漁獲圧 : F_{msy} ）の、現状の漁獲圧に対する比（ $F_{msy}/F_{2020-2024}$ ）は 2.44 で、その時の漁獲割合（ U_{msy} ）は 14.2%である。限界管理基準値として提案する SB_{min} は SB_0 の 13.9%、禁漁水準の代替値として推奨する親魚量 8.5 万トンは SB_0 の 7.80%である。

様々に F 値を変えた場合の平衡状態における親魚量、およびこれに対する年齢別漁獲量の平均値を図 3（SC 補足図 3-2）に示す。ここでは、親魚量の資源水準が高いほど、平均的に漁獲される高齢魚の比率が高くなること傾向がみられる。

2-3) 神戸プロット

目標管理基準値案である SB_{msy} と、その時の漁獲圧 F_{msy} を基準にした神戸プロットを図 4（SC 補足図 3-1）に示す。本資源における漁獲係数（F 値）は、2009 年漁期以降は MSY

を実現する水準を下回っていたと判断される。現状の親魚量（2024 年漁期の親魚量：32.0 万トン）は目標管理基準値案 SB_{msy} を上回っている。現状の親魚量に対する目標管理基準値案、限界管理基準値案、および禁漁水準案の比は、それぞれ 0.80、0.47 および 0.27 である。

2-4) 漁獲管理規則案

本資料で提案する漁獲管理規則は、限界管理基準値案および禁漁水準案となる親魚量を閾値として漁獲管理の基礎となる漁獲係数（F 値）を変えるルールであり、親魚量が限界管理基準値案を下回ると禁漁水準案まで直線的に漁獲圧を下げる。F 値の上限は F_{msy} に調整係数 β を乗じたものである。限界管理基準値案および禁漁水準案に、今回提案する代替値を用いた場合（すなわち、SB_{limit} は SB_{min}（15.1 万トン）、SB_{ban} は 8.5 万トン）の漁獲管理規則案における親魚量と漁獲係数の関係を図 5-a（SC 補足図 4-1a）に、この漁獲管理規則案で漁獲した場合に期待できる平均的な漁獲量との関係を図 5-b（SC 補足図 4-1b）に示す。なお、図に例示した漁獲管理規則案は、 β に標準値である 0.8 を用いた。

2-5) 漁獲管理規則案に基づく資源の将来予測

(1) 調整係数 β に標準値を用いた場合

限界管理基準値案と禁漁水準案に、今回提案する代替値を用いて、 β を 0.8 とした漁獲管理規則案（図 5-a）で将来予測した場合の、資源量、親魚量、漁獲量、加入量、および努力量の増減率の推移を図 6（SC 補足図 4-2）に示す。なお、今回の将来予測では、漁獲管理規則案による漁獲制御は 2026 年漁期から開始し、2025 年漁期の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧（F₂₀₂₀₋₂₀₂₄）から仮定した。将来予測の方法は補足資料 2 に示した。

予測される 2026 年漁期の親魚量は目標管理基準値案を上回っているため、漁獲管理規則案に従い、まず β F_{msy} での漁獲が行われる。 $\beta=0.8$ の場合、 β F_{msy} での漁獲圧は、現在の漁獲努力量の 2.0 倍の漁獲圧に相当する。そのため、漁獲管理規則導入初年度には大きな漁獲量が予測される。中長期的には、 β F_{msy} での漁獲の継続により漁獲量および親魚量は平均的には MSY 水準へ向かって推移していくと予測される。この傾向は、限界管理基準値・禁漁水準に標準値を用いた場合と代替値を用いた場合とで、違いはみられない（補足図 5-4）。

2010 年以降の低加入傾向を考慮するためにバックワードリサンプリングによる将来予測を行った結果を補足資料 6 に示す。補足資料 6 では、区切る年数による影響も見るために 4 年、5 年、6 年区切りの試算結果を示す。バックワードリサンプリングを行う時の限界管理基準値および禁漁水準には、今回提案する代替値を用いた。3 通りの年区切りにおける、 β を 0.8 とした漁獲管理規則案（図 5-a）で将来予測した場合の、資源量、親魚量、漁獲量、加入量、および努力量の増減率の推移を補足図 6-2～6-4 に示す。2026 年漁期の親魚量は目標管理基準値案を上回っているため、いずれの年区切りの場合でも、管理開始の 2026 年漁期には大きな漁獲量が予測される。しかし、その後は資源量および親魚量は減少し、中長期的には目標管理基準値案を下回る予測となった。また、親魚量が目標管理基準値案を下回るため、漁獲管理規則案に従って漁獲圧が禁漁水準案まで直線的に下がることから、漁獲量についても MSY 水準を大きく下回る水準で推移する予測となった。現状の漁獲圧（ $\beta=0.41$ に相当）で漁獲を続けた場合は、平均的な親魚量は目標管理基準値案を下回らない予測となった。

(2) 調整係数 β を変えた場合

管理基準値として代替値を用いた漁獲管理規則案での将来予測について、調整係数 β を 0.0～1.0 の間で変えた場合の親魚量が目標管理基準値案を上回る確率、限界管理基準値案を上回る確率、禁漁水準案を上回る確率、親魚量平均値の推移、および漁獲量平均値の推移を表 4～8 に示した。それぞれの表には、現状の漁獲圧（F2020-2024）で漁獲を継続した場合の結果も比較のため示した。上述の通り β が大きい場合には漁獲管理規則導入初年度の 2026 年漁期に大きな漁獲が予測された（表 8）。

本系群の親魚量は 2026 年漁期時点で目標管理基準値案を超えており、漁獲管理規則案での漁獲開始から 10 年後の 2036 年漁期にも、 β が 0.9 以下であれば 50%以上の確率で目標管理基準値案を上回ると予測された（表 4、SC 補足表 4-1a）。 β が 1 の場合には 2026 年漁期に親魚量が目標管理基準値案を上回る確率が 50%を下回り 46%と予測された。なお、 β が 1 であっても限界管理基準値案を上回る確率は 80%以上であると予測された（表 5、SC 補足表 4-1b）。2027 年漁期以降の親魚量は β が低い程多くなった（表 7、SC 補足表 4-2）。また、 β が 0.2 以上であれば 2026 年漁期の漁獲量は現状（2024 年漁期：4.2 万トン）より多くなった（表 8、SC 補足表 4-2）。表 9 に、上述の結果を要約したものを示すとともに、親魚量や漁獲量に係るリスクについて評価した結果を示した。

限界管理基準値・禁漁水準に標準値を用いた場合でも、大きな違いは見られなかった（補足表 5-2～5-6）。限界管理基準値および禁漁水準に標準値を用いた場合も代替値を用いた場合と同様、 β が 0.9 以下であれば管理開始から 10 年後の 2036 年漁期に目標管理基準値案を 50%以上の確率で上回ると予測された。また、限界管理基準値の標準値（SB0.6msy）は今回提案する代替値（SBmin）よりもさらに低い水準にあるため、 β が 1 であっても限界管理基準値案を 90%以上の確率で上回る予測となった。なお、目標管理基準値に代替値、標準値を用いたいずれの場合でも、管理開始から 10 年後の 2036 年漁期に親魚量が禁漁水準案を上回る確率は 100%と予測された（表 6、補足表 5-4）。

限界管理基準値・禁漁水準に今回提案する代替値を用いたバックワードリサンプリングによる将来予測について、調整係数 β を 0.0～1.0 の間で変えた場合の親魚量が目標管理基準値案を上回る確率、限界管理基準値案を上回る確率、親魚量平均値の推移、および漁獲量平均値の推移を補足表 6-1～6-4 に示した。通常の将来予測時と同様に、 β が大きい場合には漁獲管理規則導入初年度の 2026 年漁期に大きな漁獲が予測された（補足表 6-4）。しかし、バックワードリサンプリングによる将来予測の場合では、2027 年漁期以降に親魚量が目標管理基準値案を下回る確率が大きくなる（補足表 6-1）。現状の漁獲圧（ $\beta=0.41$ に相当）で漁獲を続けた場合には、管理開始から 10 年後の 2036 年漁期に親魚量が目標管理基準値を上回る確率は 82～92%と予測された。なお、管理開始から 10 年後の 2036 年漁期に親魚量が目標管理基準値案を 50%以上の確率で上回る β は、残差リサンプリングを行う年区切りによって異なり、区切り年数が 4 年または 5 年の場合では β が 0.7、区切り年数が 6 年の場合では β が 0.6 であった（補足表 6-1）。

(3) 将来予測の追加シナリオ

漁獲管理規則を用いた将来予測には様々な不確実性が潜在的に存在する。これらの不確

実性を考慮した将来予測は漁獲管理規則を決定する際に有用な情報となる。そこで、「漁獲管理規則評価ガイドライン（FRA-SA2025-ABCWG02-06）」（水産研究・教育機構 2025d）を参考して、ABC 計算の不確実性を考慮した将来予測シナリオを設定した（補足資料 7）。ABC 計算の不確実性を考慮した将来予測は、通常の将来予測の結果と大きな違いは見られなかった。

このほか、本系群では 1-3) で述べたように AICc や生物学的特性等の知見から、再生産関係を HS 型か RI 型のどちらかを選定することが妥当かの判断は難しいと考えられる。AICc に基づくと観察されているデータ範囲内においては RI 型が最も当てはまりが良い結果となった。しかし、RI 型を仮定した場合、1-3) の通り 2018～2020 年漁期のような予測される加入への当てはまりの点で懸念があるほか、最小親魚量以下で高い加入量が外挿されることで楽観的な将来予測となった。一方、HS 型を仮定した場合は、最小親魚量以下では直線的に加入が減少する仮定を置くことで予防的管理を実現可能と考えられる。両者の再生産関係を仮定した場合に推定される MSY 管理基準値は大きく異なり、MSY については HS 型で 13.6 万トンであるのに対し RI 型では 17.2 万トンであった。また、MSY を実現する親魚量 (SB_{msy}) は HS 型で 25.6 万トンであるのに対し RI 型では 17.9 万トンであった。すなわち RI 型を仮定した場合は、最小親魚量 (15.1 万トン) に近い親魚量で最も漁獲量が多くなること (MSY を実現すること) が期待されることになる。一方、HS 型を仮定した場合は、最小親魚量より約 10 万トン多い親魚量で MSY が実現できる。再生産関係を AICc や生物学的特性の知見のみでは選定できない場合、ある一方の再生産関係が真として再生産関係の選定をすることにより生じる資源の減少や MSY の実現失敗は避けるべき事項であるため、管理の頑健性を評価することでいずれの再生産関係を用いることが妥当かを検討することが望ましいと考えられる。そこで、漁獲管理規則に適用した再生産関係と真の再生産関係が異なっていた場合の挙動を評価する簡易 MSE (Management Strategy Evaluation ; 管理戦略評価) を実施した (補足資料 8)。その結果、HS 型再生産関係を用いた漁獲管理規則であれば、真の再生産関係が RI 型であっても、資源減少リスクに対して頑健であると考えられた。一方で、真の再生産関係が HS 型である時に、RI 型再生産関係を用いた漁獲管理規則による管理を行うと、中長期的には資源量および親魚量は減少傾向となる予測となった。真の再生産関係が HS 型と仮定した場合に、親魚量が最小親魚量を下回るリスクを考慮した際の RI 型の漁獲管理規則案に基づく漁獲量は、同程度のリスクである HS 型の漁獲管理規則案に基づく漁獲量と大きな違いがないことが示された。これらのことから、本資源の持続的利用および予防的管理を実施していくためには、HS 型再生産関係を仮定することが妥当な選択であると考えられる。

3. まとめ

本系群の再生産関係は、AICc に基づくと RI 型再生産関係の当てはまりが最も良いと判断される。本系群では大型魚による小型魚の捕食 (共食い) が報告されており、生物学的特性から RI 型は起こり得るモデルと考えられるが、現段階では種内の密度効果と他魚種や環境の影響を分けることができないため、RI 型の採用が生物学的に妥当であるとは言い切れないことに留意する必要がある。一方で、HS 型は折れ点となる親魚量以上では加入量が一定になる等の仮定をおいているが、これは便宜的な仮定であることに留意する必要がある。

推定される管理基準値等は RI 型と HS 型で大きく異なっている。RI 型では最小親魚量 (15.1 万トン) の付近の親魚量水準で MSY を実現できるのに対して、HS 型では最小親魚量から約 10 万トン多い親魚量で MSY が実現できる。以上のように、本系群の再生産関係としては、AICc や生物学的特性に関する知見からは、どちらかを選定することが妥当かの判断は難しいと考えた。そのため簡易 MSE の結果と近年の親魚量水準と加入の傾向を勘案し、より予防的管理が実現できると考えられる HS 型再生産関係の適用が妥当と考えられる。再生産関係のパラメータは、令和 7 年度の資源評価で推定された 1981～2021 年漁期の加入量および親魚量に基づき、二段階推定法によって自己相関を考慮した HS 型再生産関係式を最小二乗法により推定することを提案する。

目標管理基準値案は MSY を実現する資源水準と定められていることから、上記の再生産関係から推定される SBmsy (25.6 万トン) とすることを提案する。限界管理基準値案としては標準値である SB0.6msy では歴史的に観察されたことのある最小親魚量 (SBmin : 15.1 万トン) を下回る外挿値となることから、限界管理基準値の代替値として上記 SBmin を提案する。禁漁水準案としては、標準の漁獲管理規則 ($\beta=0.8$) で漁獲した場合でも 10 年間で適切な水準まで 50%以上の確率で回復する親魚量水準をシミュレーションに基づき提案する。10 年間での目標管理基準値まで回復できる閾値として推奨される禁漁水準の閾値は 8.5 万トンである。なお、限界管理基準値まで回復できる閾値を禁漁水準として用いる場合には 3.0 万トンが候補となる。

現在の本系群の親魚量は目標管理基準値案以上にあると考えられる。SBmsy を維持する漁獲割合は 14%、漁獲圧は F2020-2024 の 2.44 倍である (表 3)。 β が標準値の 0.9 以下である場合、10 年後の親魚量は 50%以上の確率で MSY 水準に維持されると予測される。

4. 今後の検討事項

本系群の資源評価結果に大きな不確実性をもたらす要因として、自然死亡係数の仮定の変更が挙げられる。境ほか (2019) では、自然死亡係数の仮定の変更によって管理基準値等の算出へ影響が生じることを明らかにしている。そのため、資源評価での基本的な条件 (自然死亡係数の仮定等) を変更する場合には、その程度に応じて管理基準値や漁獲管理規則の再検討が必要になると考えられる。加えて、2010 年以降の年級群は加入豊度も低く、また生き残りが悪いことも考えられる。今後も低加入状況が続く場合には、より頑健な漁獲管理を探るために管理戦略評価 (MSE) による管理基準値や漁獲管理規則の再検討も将来課題と考えられる。

5. 引用文献

- 水産研究・教育機構 (2025a) 令和 7 (2025) 年度漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針. FRA-SA2025-ABCWG02-01, 水産研究・教育機構, 横浜, 25pp. https://abchan.fra.go.jp/reference_list/FRA-SA2025-ABCWG02-01.
- 水産研究・教育機構 (2025b) 再生産関係の推定・管理基準値計算・将来予測シミュレーションに関する技術ノート(令和 7 年度研究機関会議版). FRA-SA2025-ABCWG02-04, 水産研究・教育機構, 横浜, 14pp. https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2025-ABCWG02-04.pdf

- 水産研究・教育機構 (2025c) 再生産関係の決定に関するガイドライン. FRA-SA2025-ABCWG02-05, 水産研究・教育機構, 横浜, 83pp. https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2025-ABCWG02-05.pdf
- 水産研究・教育機構 (2025d) 代替漁獲管理規則(代替ルール)を提案する際のガイドライン(令和7年度)(FRA-SA2025-ABCWG02-06, 水産研究・教育機構, 横浜, 4pp. https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2025-ABCWG02-06.pdf
- 市野川桃子・西嶋翔太・向 草世香・黒田啓行・大下誠二 (2022) 改正漁業法下での様々な代替管理規則の検討: マイワシ2系群を例に. 日本水産学会誌. DOI: 10.2331/suisan.21-00041.
- Kajiwar, K., M. Nakaya, K. Suzuki, Y. Kano, and T. Takatsu (2022) Effect of egg size on the growth rate and survival of wild walleye pollock *Gadus chalcogrammus* larvae. Fish. Oceanogr. **31**, 238-254.
- 境 磨・山下夕帆・千村昌之・石野光弘 (2019) 平成31(2019)年度スケトウダラ太平洋系群の管理基準値等に関する研究機関会議資料. 水産研究・教育機構, 横浜. https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/detail_suketou_p.pdf.
- 栽培・函館水産試験場 (2025) ソウハチ道南太平洋海域. 2024年度北海道周辺海域における主要魚種の資源評価書. 北海道立総合研究機構水産研究本部, p. 192-210.
- Shida, O., T. Hamatsu, A. Nishimura, A. Suzaki, J. Yamamoto, K. Miyashita and Y. Sakurai (2007) Interannual fluctuations in recruitment of walleye pollock in the Oyashio region related to environmental changes. Deep-Sea Res. II, **54**, 2822-2831.
- Shida, O., Y. Mihara, T. Mutoh, K. Miyashita (2014) Interannual changes in the timing of walleye pollock spawning migration and their impacts on the gillnet fishery in the southwestern Pacific coast of Hokkaido, Donan area, Japan. Fish. Sci., **80** (2), 173-179.
- Yamamura, O. (2004) Trophodynamic modeling of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) in the Doto area, northern Japan: model description and baseline simulations. Fish. Oceanogr, **13** (Suppl. 1), 138-154.
- Walters, C.J. and Martell, S.J. (2004) Fisheries Ecology and Management. Princeton University Press.

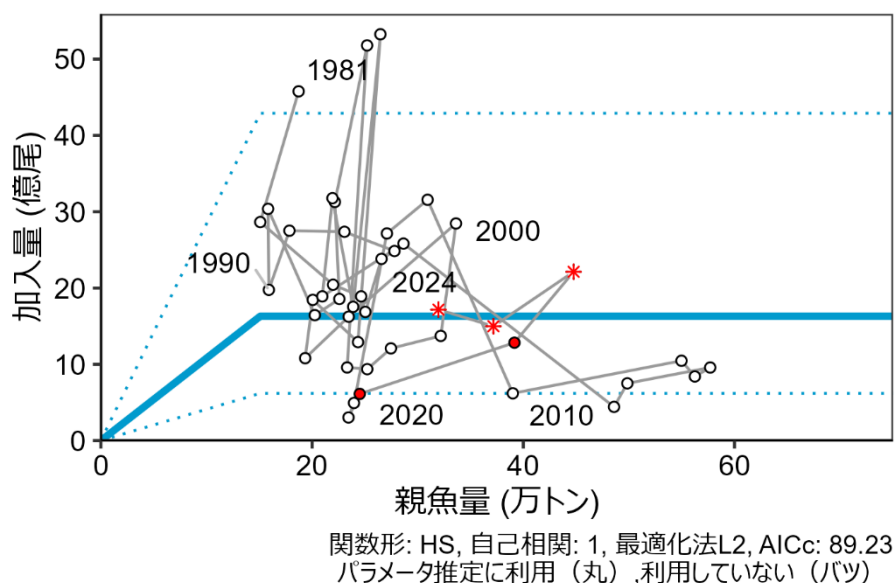


図 1. 再生産関係 (SC 図 4-13)

再生産関係には自己相関を考慮したホッカー・スティック (HS) 型再生産関係式を用い、最小二乗法によりパラメータ推定を行った。丸印は分析に使用した 1981～2021 年漁期の親魚量と加入量を示す。図中の数字は加入群の年級 (生まれ年) を示す。2022～2024 年級の加入量は調査船調査の結果に基づき推算されており、その推定値は不確実性が高いことから 2022～2024 年漁期のデータはパラメータ推定の際は除いた。図中の再生産関係式 (青実線) の上下の点線は、仮定されている再生産関係において観察データの 90% が含まれると推定される範囲である。

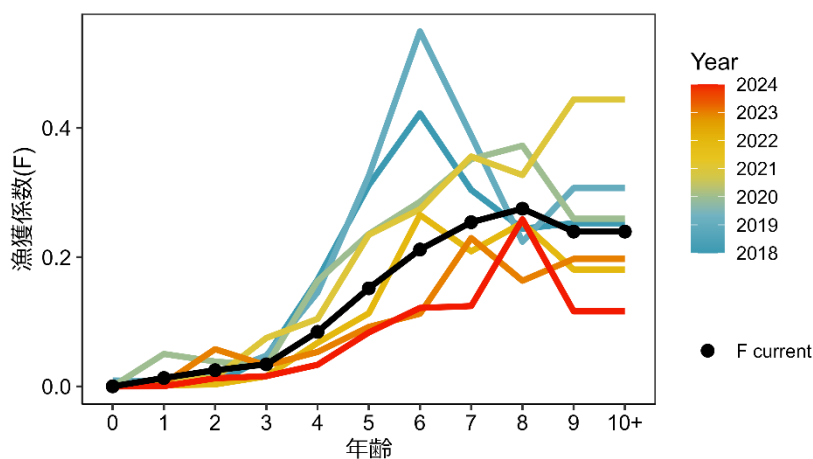


図 2. 年齢別の漁獲係数 (F 値)

2020 年漁期以降の各年の年齢別 F 値を示す。黒線は現状の漁獲圧 (F₂₀₂₀₋₂₀₂₄) であり、2020～2024 年漁期の F 値の平均である。

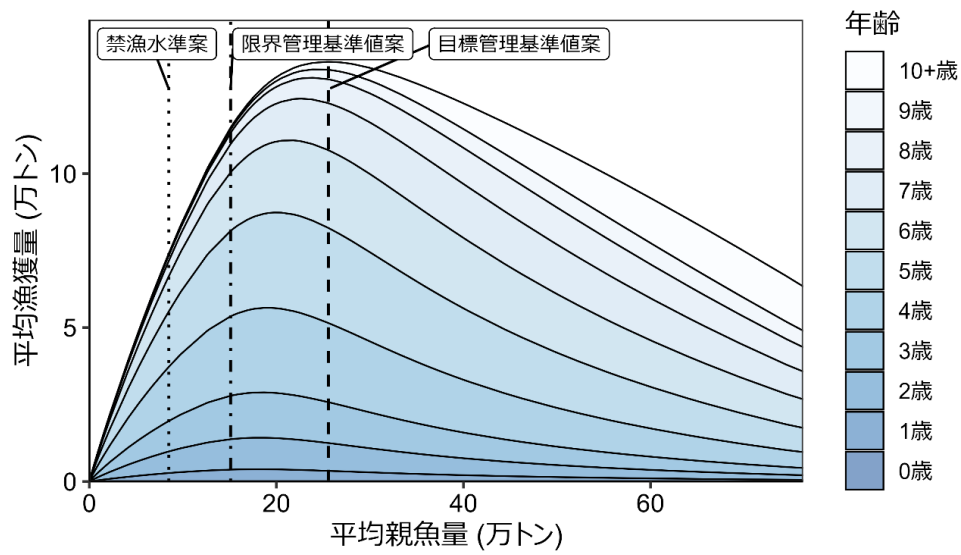


図3. 管理基準値案および禁漁水準案と年齢別漁獲量曲線の関係 (SC 補足図 3-2)

将来予測シミュレーションにおける平衡状態での、親魚量に対する年齢別漁獲量の平均値と、それぞれの管理基準値案の位置関係を示す。漁業がなかった場合を仮定した初期親魚量 (SB0) は 109.0 万トンである。

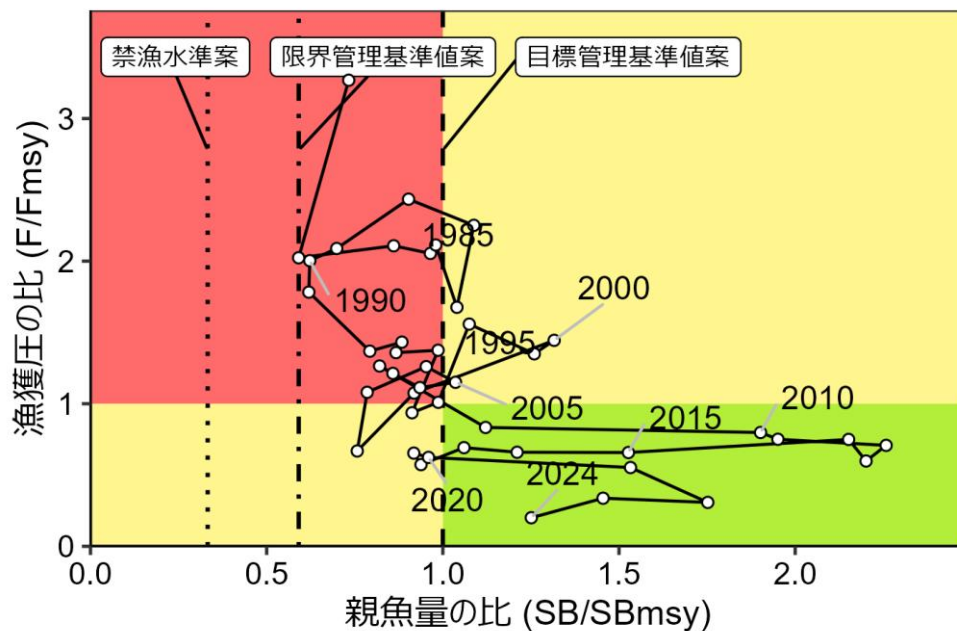
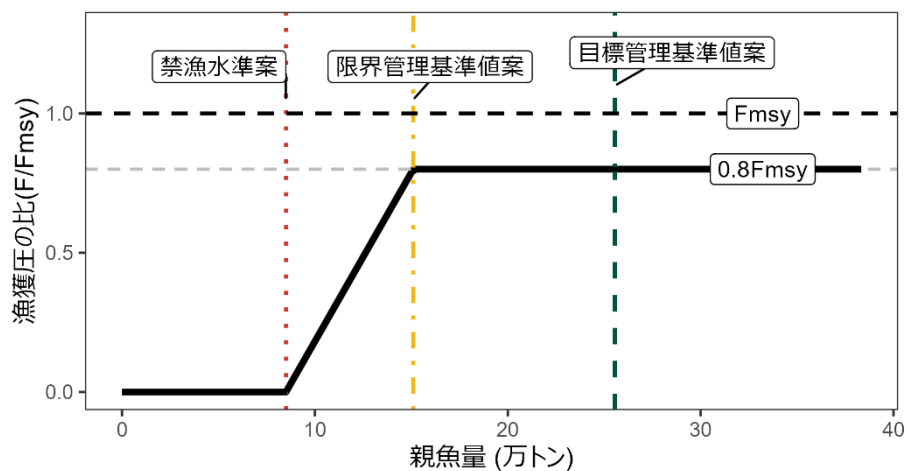


図4. 神戸プロット (SC 補足図 3-1)

縦軸は各年の漁獲圧 F の F_{msy} との比である。図中の目標管理基準値案、限界管理基準値案、および禁漁水準案には、それぞれ SB_{msy} 、 SB_{min} 、および 10 年間の回復シミュレーションにより得られた 8.5 万トンを用いた。

a) 縦軸を漁獲圧にした場合



b) 縦軸を漁獲量にした場合

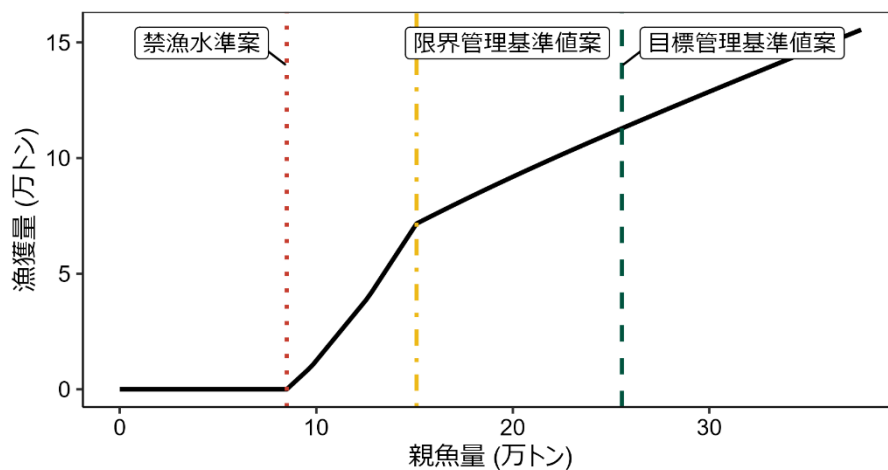


図 5. 漁獲管理規則案 (SC 補足図 4-1)

目標管理基準値 (SBtarget) 案は HS 再生産関係に基づき算出した SB_{msy} である。限界管理基準値案 (SBlimit) および禁漁水準案 (SBban) には、それぞれ代替値である SB_{min} と 10 年間での回復シミュレーションにより得られた 8.5 万トンを用いた。黒破線は F_{msy} 、灰色破線は $0.8F_{msy}$ 、黒太線は HCR、赤破線は禁漁水準案、黄破線は限界管理基準値案、緑破線は目標管理基準値案を示す。a) は縦軸を漁獲圧にした場合、b) は縦軸を漁獲量で表した場合である。b) については、漁獲する年の年齢組成によって漁獲量は若干異なるが、ここでは平衡状態における平均的な年齢組成の場合の漁獲量を示した。

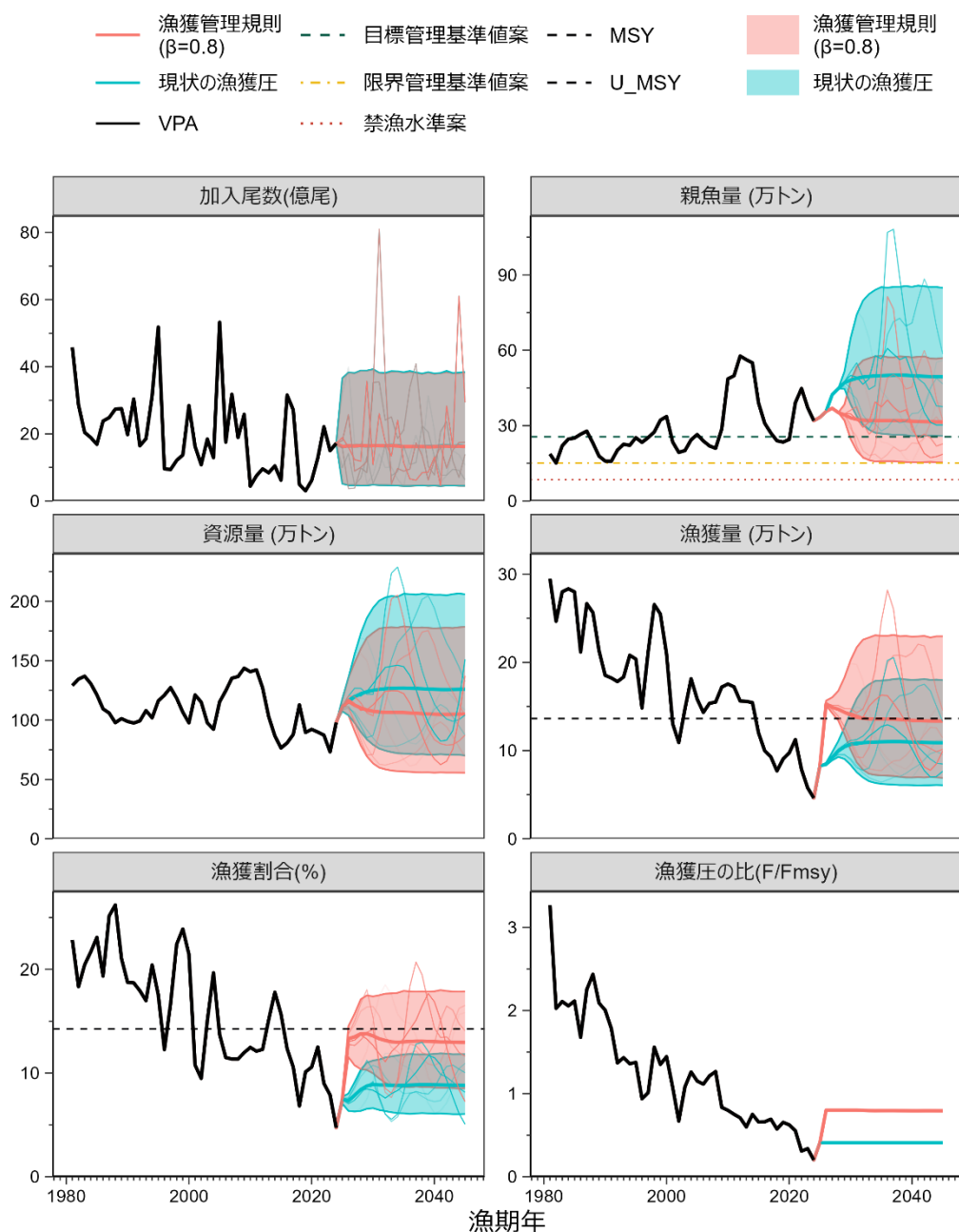


図 6. 管理基準値案に基づく漁獲管理規則案を用いた将来予測（赤線）と現状の漁獲圧（F2020-2024）で漁獲を続けた場合の将来予測（青線）の比較（SC 補足図 4-2）

太実線は平均値、網掛けはシミュレーション結果の 90%が含まれる予測区間、細線は 5 通りの将来予測の例示である。親魚量の図の緑破線は目標管理基準値案、黄一点鎖線は限界管理基準値案、赤点線は禁漁水準案を示す。漁獲量の図の黒破線は最大持続生産量 MSY を、漁獲割合の図の黒破線は目標管理基準値案を維持する漁獲割合の水準（Umsy）を示す。漁獲管理規則案での調整係数 β には 0.8 を用いた。2025 年漁期の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧（F2020-2024）により仮定した。

表 1. 再生産関係式の検討候補と選択した再生産関係のパラメータ推定値

a) 再生産関係式の検討候補

再生産関係式	最適化法	自己相関	AICc	$\Delta AICc$	自己相関 考慮時の $\Delta AICc$	順位
ホッケー・スティック(HS)	最小二乗法	無	89.2	8.95	-	4
ホッケー・スティック(HS)	最小二乗法	二段階	89.2	8.95	-5.43	4
ホッケー・スティック(HS)	最小二乗法	同時	84.4	4.16	-	2
ホッケー・スティック(HS)	最小絶対値法	無	93.0	12.7	-	6
ホッケー・スティック(HS)	最小絶対値法	二段階	93.0	12.7	-6.44	6
リッカー(RI)	最小絶対値法	無	80.3	0.00	-	1
ベバートン・ホルト(BH)	最小二乗法	無	89.2	8.95	-	3

推奨する再生産関係式を太字とした。順位は AICc の値に基づくものであり、最終的に推奨する再生産関係の順位を示したものではない。自己相関パラメータの推定には、自己相関を考慮しないでパラメータ推定した後に残差に対して自己相関係数を推定する方法（二段階推定法）を用いた。

b) 選択した再生産関係のパラメータ推定値

再生産関係式	最適化法	自己相関	a	b	S.D.	ρ
HS 型	最小二乗法	二段階	10.803	150,945	0.588	0.401

a は HS の折れ点までの再生産曲線の傾き（尾/トン）、b は HS の折れ点となる親魚量（トン）、S.D. は加入のばらつきの大きさをあらわす指標（対数残差の標準偏差）、 ρ は自己相関係数である。

表 2. MSY 管理基準値等の算出および将来予測計算に用いた各種設定

年齢	自然死亡 係数	成熟率	平均重量 (g)*1	選択率	現状の漁獲圧 (F2020-2024)*2
0	0.40	0.0	33	0.001	0.000
1	0.35	0.0	123	0.048	0.013
2	0.30	0.0	246	0.092	0.025
3	0.25	0.0	370	0.125	0.034
4	0.25	0.2	435	0.307	0.084
5	0.25	0.8	496	0.552	0.152
6	0.25	0.9	579	0.770	0.212
7	0.25	1.0	651	0.924	0.254
8	0.25	1.0	749	1.000	0.275
9	0.25	1.0	827	0.871	0.240
10+	0.25	1.0	916	0.871	0.240

*1：2024 年漁期は 0 歳の漁獲がなかったため、その平均体重は 2023 年漁期の 0 歳平均体重と同じであると仮定した。将来予測に用いた 0 歳の平均体重はこの仮定値を含む 2020～2024 年漁期の平均値である。

*2：F2020-2024 は 2020～2024 年の F 値の年齢別平均値である。

表 3. 各種管理基準値案における平衡状態のときの平均親魚量、直近（2024 年漁期）の親魚量に対する比、漁業がなかった場合を仮定した初期親魚量（SB0）に対する比、期待できる平均漁獲量、%SPR 換算した漁獲圧、漁獲割合、現状の漁獲圧（2020～2024 年漁期の漁獲圧）に対する漁獲圧の比、および SBmsy を維持する漁獲圧における年齢別漁獲係数（Fmsy）

管理 基準値案	親魚量 (万トン)	現状の 親魚量に 対する比	初期 親魚量に 対する比	期待できる 平均漁獲量 (万トン)	漁獲圧 (%SPR)	漁獲 割合	現状の 漁獲圧に 対する比
目標管理 基準値							
最大持続生産量 MSY を実現する 親魚量(SBmsy)	25.6	0.80	0.234	13.6	24.2	0.14	2.44
限界管理 基準値							
これまでに観察 された最小親魚 量(SBmin)	15.1	0.47	0.139	11.5	17.9	0.17	3.43
禁漁水準 漁獲管理規則 ($\beta=0.8$)で10年 間漁獲しながら 50%の確率で目 標管理基準値ま で回復する親魚 量の閾値	8.5	0.27	0.780	7.41	15.8	0.18	3.89
SBmsy を 維持する 漁獲圧 (Fmsy)	(0 歳, 1 歳, 2 歳, 3 歳, 4 歳, 5 歳, 6 歳, 7 歳, 8 歳, 9 歳, 10+歳) =(0.00, 0.03, 0.06, 0.08, 0.21, 0.37, 0.52, 0.62, 0.67, 0.59, 0.59)						

表 4. 将来の親魚量が目標管理基準値案を上回る確率 (%) (SC 補足表 4-1a)

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2046	2056
1.0	100	100	100	100	100	56	47	46	45	45	45	46	43	44
0.9			100	100	100	73	59	55	54	54	53	54	52	53
0.8			100	100	100	91	72	66	64	63	63	63	62	62
0.7			100	100	100	99	85	78	74	73	73	73	72	72
0.6			100	100	100	100	96	88	85	83	83	82	81	82
0.5			100	100	100	100	100	96	94	92	91	91	90	91
0.4			100	100	100	100	100	100	98	97	97	97	96	96
0.3			100	100	100	100	100	100	100	100	99	99	99	99
0.2			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F2020-2024			100	100	100	100	100	99	98	97	96	96	95	96

β を 0.0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2025 年漁期の漁獲量は現状の漁獲圧（F2020-2024）から予測される 8.3 万トンとし、2026 年漁期から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧（F2020-2024、 $\beta=0.41$ に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。

表 5. 将来の親魚量が限界管理基準値案を上回る確率 (%) (SC 補足表 4-1b)

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2046	2056
1.0	100	100	100	100	100	100	97	91	90	90	90	90	88	89
0.9			100	100	100	100	99	96	94	93	94	94	92	93
0.8			100	100	100	100	100	98	97	96	96	96	95	96
0.7			100	100	100	100	100	100	99	98	98	98	98	98
0.6			100	100	100	100	100	100	100	100	99	99	99	99
0.5			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.4			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.3			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F2020-2024			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

β を 0.0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2025 年漁期の漁獲量は現状の漁獲圧（F2020-2024）から予測される 8.3 万トンとし、2026 年漁期から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧（F2020-2024、 $\beta=0.41$ に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。

表 6. 将来の親魚量が禁漁水準を上回る確率 (%)

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2046	2056
1.0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.9			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.8			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.7			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.6			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.5			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.4			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.3			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F2020-2024			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

β を 0.0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2025 年漁期の漁獲量は現状の漁獲圧（F2020-2024）から予測される 8.3 万トンとし、2026 年漁期から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧（F2020-2024、 $\beta=0.41$ に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。

表 7. 将来の平均親魚量（万トン）（SC 補足表 4-2）

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2046	2056
1.0	33.3	35.6	34.5	31.3	29.5	28.0	27.2	26.9	26.9	26.9	26.9	26.9	26.4	26.5
0.9			35.7	33.2	31.8	30.4	29.7	29.3	29.2	29.2	29.2	29.2	28.8	28.9
0.8			36.9	35.2	34.3	33.1	32.5	32.2	32.1	32.0	32.0	32.0	31.5	31.7
0.7			38.2	37.3	37.0	36.2	35.8	35.5	35.4	35.3	35.3	35.3	34.9	35.0
0.6			39.6	39.7	40.1	39.8	39.6	39.5	39.4	39.4	39.4	39.4	38.9	39.1
0.5			41.0	42.3	43.6	43.9	44.1	44.2	44.3	44.3	44.4	44.4	43.9	44.1
0.4			42.5	45.0	47.5	48.6	49.4	50.0	50.3	50.4	50.6	50.7	50.2	50.5
0.3			44.0	48.0	51.9	54.1	55.8	57.0	57.7	58.2	58.5	58.7	58.4	58.7
0.2			45.6	51.3	56.8	60.6	63.5	65.6	67.1	68.0	68.8	69.3	69.6	69.9
0.1			47.3	54.9	62.4	68.1	72.8	76.4	79.0	80.9	82.3	83.4	85.2	85.7
0.0			49.1	58.8	68.7	77.0	84.2	90.0	94.4	97.9	100.7	102.8	108.7	109.5
F2020-2024			42.3	44.7	47.1	48.1	48.8	49.3	49.6	49.8	49.9	50.0	49.5	49.8

β を 0.0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2025 年漁期の漁獲量は現状の漁獲圧（F2020-2024）から予測される 8.3 万トンとし、2026 年漁期から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧（F2020-2024、 $\beta=0.41$ に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。

表 8. 将来の平均漁獲量（万トン）（SC 補足表 4-3）

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2046	2056
1.0	8.3	18.5	17.0	16.1	15.3	14.8	14.4	14.2	14.1	14.1	14.2	14.1	13.9	13.9
0.9		16.9	16.0	15.5	14.9	14.5	14.1	14.0	13.9	13.9	13.9	13.9	13.7	13.7
0.8		15.3	14.9	14.7	14.3	14.0	13.8	13.7	13.6	13.6	13.6	13.6	13.4	13.5
0.7		13.6	13.7	13.8	13.6	13.5	13.3	13.2	13.2	13.2	13.1	13.1	13.0	13.1
0.6		11.9	12.3	12.7	12.8	12.8	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6	12.5	12.5
0.5		10.1	10.8	11.4	11.7	11.8	11.8	11.8	11.8	11.9	11.9	11.9	11.7	11.8
0.4		8.2	9.1	9.8	10.3	10.6	10.7	10.8	10.8	10.9	10.9	10.9	10.8	10.9
0.3		6.3	7.1	7.9	8.5	8.9	9.1	9.3	9.4	9.4	9.5	9.5	9.5	9.5
0.2		4.3	5.0	5.7	6.3	6.7	7.0	7.2	7.3	7.4	7.5	7.5	7.6	7.6
0.1		2.2	2.6	3.1	3.5	3.8	4.1	4.2	4.4	4.5	4.5	4.6	4.7	4.7
0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F2020-2024		8.4	9.2	10.0	10.4	10.7	10.8	10.9	10.9	11.0	11.0	11.0	10.9	11.0

β を 0.0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2025 年漁期の漁獲量は現状の漁獲圧（F2020-2024）から予測される 8.3 万トンとし、2026 年漁期から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧（F2020-2024、 $\beta=0.41$ に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。

表 9. 管理方策案のパフォーマンス評価の概要、(a)：通常の将来予測に基づくケース、(b)：ABC 計算の不確実性を考慮した MSE に基づくケース

β	2026 年の平均漁獲量 (万トン)		2027-2035 年の平均漁獲量 (万トン)		2031 年に親魚資源量が目標管理基準値案を上回る確率		2036 年に親魚資源量が目標管理基準値案を上回る確率		親魚資源量が 10 年間で限界管理基準値案を下回る平均年数		漁獲圧が 10 年間で F_{msy} を上回る平均年数		2026-2035 年の漁獲量の平均年変動		2036 年の平均親魚量(万トン)	
	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)
1.0	18.5	18.4	14.9	14.9	47%	47%	46%	46%	0.5	0.5	9.6	4.8	9.7%	10.3%	26.9	27.0
0.9	16.9	16.9	14.5	14.5	59%	59%	54%	54%	0.3	0.3	0.0	0.0	8.3%	8.8%	29.2	29.3
0.8	15.3	15.3	14.0	14.0	72%	72%	63%	63%	0.2	0.2	0.0	0.0	7.1%	7.7%	32.0	32.1
0.7	13.6	13.6	13.4	13.3	85%	85%	73%	73%	0.1	0.1	0.0	0.0	6.3%	6.8%	35.3	35.4
0.6	11.9	11.9	12.6	12.6	96%	96%	82%	82%	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0%	6.4%	39.4	39.4
0.5	10.1	10.1	11.6	11.6	100%	100%	91%	91%	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2%	6.5%	44.4	44.4
0.4	8.3	8.2	10.4	10.4	100%	100%	97%	97%	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7%	6.9%	50.7	50.7
0.3	6.3	6.3	8.8	8.8	100%	100%	99%	99%	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4%	7.5%	58.7	58.7
0.2	4.3	4.3	6.7	6.7	100%	100%	100%	100%	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3%	8.4%	69.3	69.3
0.1	2.2	2.2	3.9	3.9	100%	100%	100%	100%	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0%	9.7%	83.4	83.4
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100%	100%	100%	100%	0.0	0.0	0.0	0.0			102.8	102.8

補足資料 1 再生産関係式のモデル診断結果について

最大持続生産量（MSY）を実現する親魚量の算出および将来予測計算に使用する再生産関係として、ホッケー・スティック（HS；Clark et al., 1985）型、ベバートン・ホルト（BH；Beverton and Holt 1957）型、およびリッカー（RI；Ricker 1954）型の再生産関係式を検討候補とした。 R_y を y 年の加入量、 B_y を y 年当初の親魚量、 A_{min} を加入年齢（本系群の場合は A_{min} は 0 歳）としたときのそれぞれの再生産関係式の数式は以下の通りである；

$$R_y = \begin{cases} ab & \text{if } B_{y-A_{min}} > b \\ aB_{y-A_{min}} & \text{if } B_{y-A_{min}} \leq b \end{cases} \quad (\text{Hockey stick, HS})$$

$$R_y = \frac{aB_{y-A_{min}}}{(1 + bB_{y-A_{min}})} \quad (\text{Beverton Holt, BH})$$

$$R_y = aB_{y-A_{min}} \exp(-bB_{y-A_{min}}) \quad (\text{Ricker, RI})$$

いずれの再生産関係式でも、推定するパラメータは a および b の 2 つである。HS 型の場合、 a は折れ点までの再生産曲線の傾き（尾/トン）、 b は折れ点となる親魚量（トン）を示す。再生産関係の検討の際には、推定された再生産曲線からの加入量の残差標準偏差（S.D.）も併せて算出した。

本資源の再生産関係として、HS 型、RI 型、および BH 型の再生産関係式を、最小二乗法および最小絶対値法により 1981～2021 年漁期の加入量・親魚量のデータに当てはめた。残差の自己相関（AR）については、再生産関係式のパラメータと自己相関パラメータを同時に推定する方法（同時推定）と自己相関を考慮しないでパラメータ推定したのちに残差に対して自己相関係数を推定する方法（二段階推定法）の 2 通りの手法を用いた（詳細は「再生産関係の推定・管理基準値計算・将来予測シミュレーションに関する技術ノート（FRA-SA2025-ABCWG02-04）」（水産研究・教育機構 2025）を参照）。推定された再生産関係式のパラメータを補足表 1-1 に示す。

本系群では、歴史的に親魚量が低水準の際の加入量の低下を捉えた情報が無く、BH 型再生産関係では親魚量が少ない場合の加入量の“傾き（スティープネス）”を適切に推定できず、親魚量がどんな水準であってもある一定の加入量が予測される結果となった。そのため、BH 型再生産関係式は今回の候補からは除外した。

HS 型と RI 型のどちらかを選定することが妥当かの判断については、本編の 1-3) で述べたように AICc や生物学的特性等に関する知見から難しいと考えた。そのため、簡易 MSE による管理の頑健性の評価（補足資料 8 で詳述）や近年の親魚量水準と加入の傾向を勘案して、より予防的な管理が実現できると考えられる HS 型を選択することが妥当であると判断した。

HS 型再生産関係式とする場合には、用いる最適化方法によって、結果に大きな差は生じなかったが、最小二乗法を用いた場合の方が補正赤池情報量基準（AICc）は低くなった。

HS 型再生産関係式を最小二乗法により当てはめた場合の残差トレンドと自己相関プロットを補足図 1-2 に示す。近年は期待値よりも低い加入量となる傾向が見られ、1 年間のラグは自己相関係数が 95%信頼区間を外れ有意となったことから、本資源において HS 型再生産関係式を当てはめる場合には自己相関を考慮する必要があると考えられた。HS 型再生産関

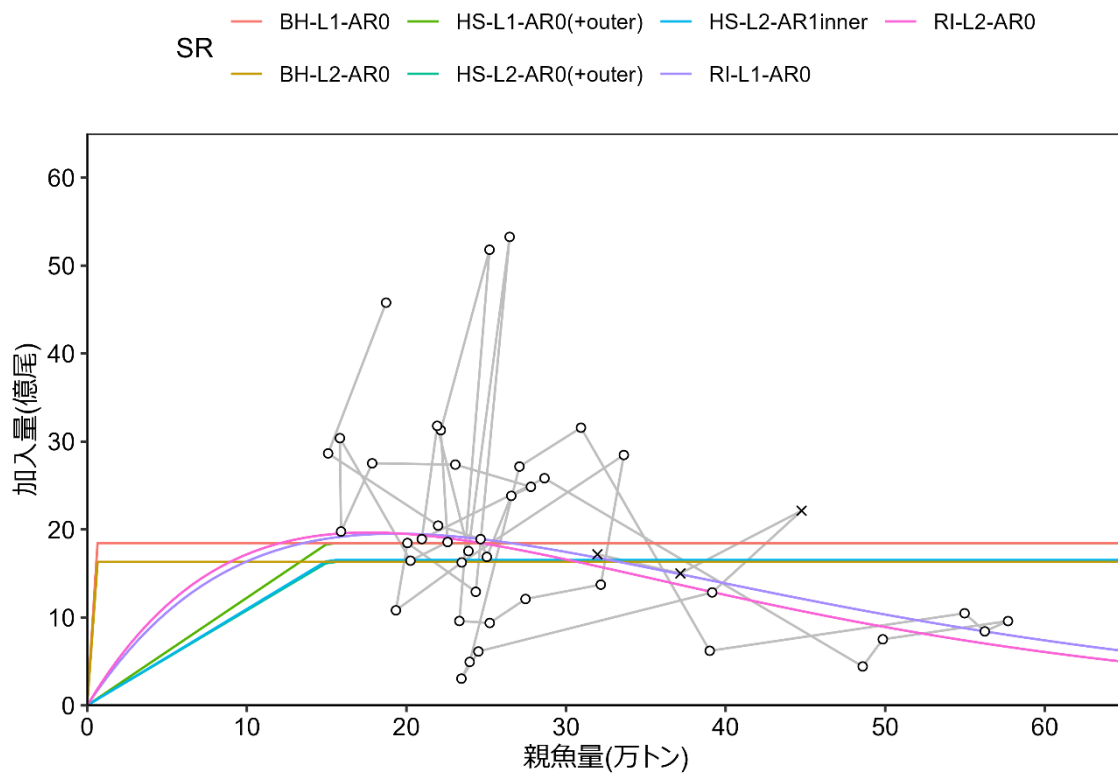
係モデルに対する残差の正規性については、Shapiro-Wilk 検定および Kolmogorov-Smirnov 検定により検討した結果、有意な逸脱は検出されなかった。（補足図 1-6）。

自己相関を考慮した HS 型再生産関係モデルについて、最小二乗法により当てはめた場合での個々のデータの影響をジャックナイフ法により検討したところ、推定の頑健性に大きな問題はみられなかった（補足図 1-9 および 1-12）。しかし、最小二乗法を用いた同時推定では自己相関係数の推定がやや不安定であった。パラメータ推定の信頼区間は残差ブートストラップにより検討した（補足図 1-15 および 1-18）。プロファイル尤度では、最小二乗法を用いた同時推定において、推定されたパラメータは大域解に収束しているが、局所解が 2 つ存在していた（補足図 1-21）。これらの結果からは、パラメータ推定において特段の問題は認められず、最適解として推定されていると考えられた。なお、本資源では HS 型再生産関係において加入量の減少が生じる親魚量についてパラメータ推定に与える情報が無く、親魚量の最小値が折れ点（パラメータ b ）となる。

なお、再生産関係の候補とした BH 型・RI 型再生産関係式の残差トレンドと自己相関プロットを補足図 1-4 と補足図 1-5、正規性テスト結果を補足図 1-7 と 1-8、ジャックナイフ解析の結果を補足図 1-10 および 1-13 と補足図 1-11 および 1-14、ブートストラップ解析の結果を補足図 1-16 および 1-19 と補足図 1-17 および 1-20、プロファイル尤度を補足図 1-22 と補足図 1-23 に示す。

引用文献

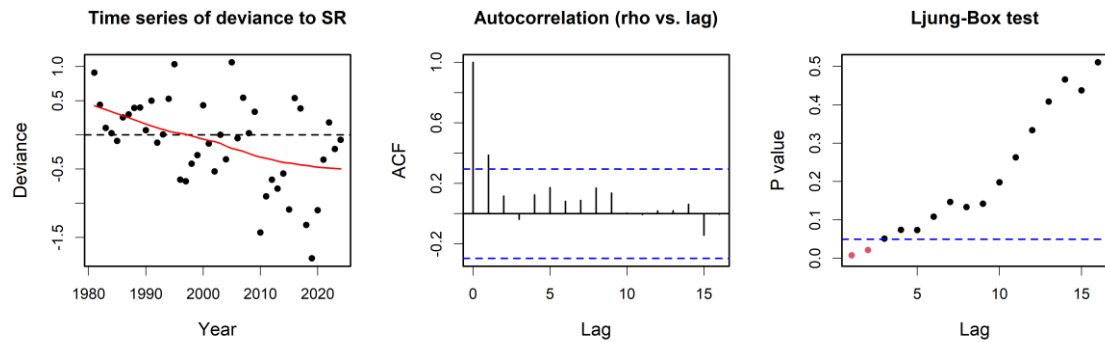
- 水産研究・教育機構 (2025) 令和 7 (2025) 年度 再生産関係の推定・管理基準値計算・将来予測シミュレーションに関する技術ノート. FRA-SA2025-ABCWG02-04, 水産研究・教育機構, 横浜, 14pp. https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2025-ABCWG02-04.pdf
- Beverton R. J. H., and S. J. Holt (1957). On the dynamics of exploited fish populations. Her Majesty's Stationary Office, London.
- Clark C. W., A. T. Charles, J. R. Beddington, and M. Mangel (1985). Optimal capacity decisions in a developing fishery. Mar. Resour. Econ., 2, 25-53.
- Ricker W. E. (1954). Stock and recruitment. J. Fish. Res. Board Can., 11, 559-623.



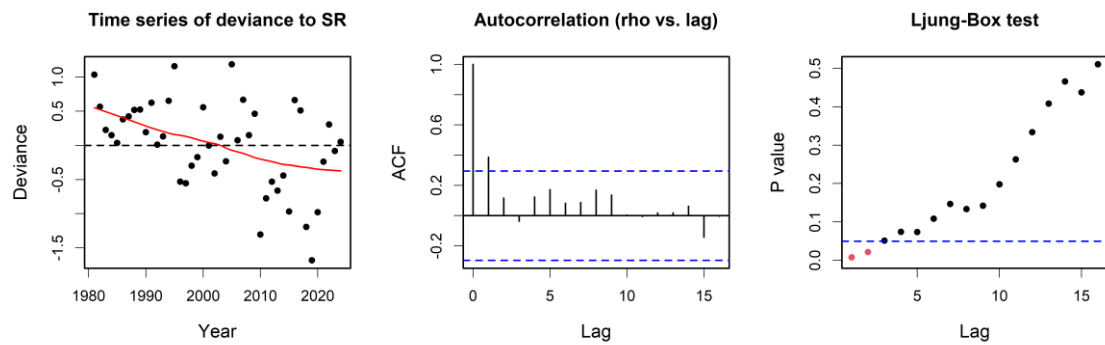
補足図 1-1. 各モデルにおける再生産関係式

ホッケー・スティック型 (HS)、リッカー型 (RI)、ベバートン・ホルト型 (BH) の再生産関係式を、最小絶対値法 (L1) および最小二乗法 (L2) により当てはめた。黒丸は分析に使用した親魚量・加入量 (1981～2021 年漁期) である。黒×は再生産関係のパラメータ推定の際には除いた 2022～2024 年漁期の親魚量および加入量である。自己相関係数は、二段階推定法により推定した。

a) 最小絶対値法



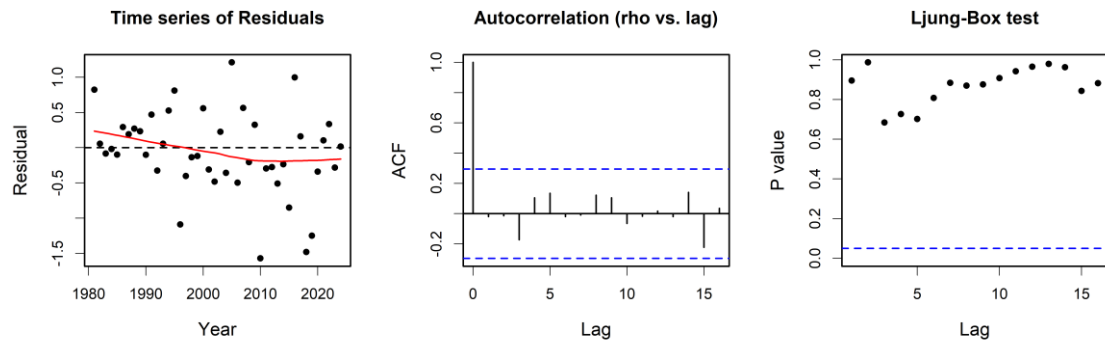
b) 最小二乗法



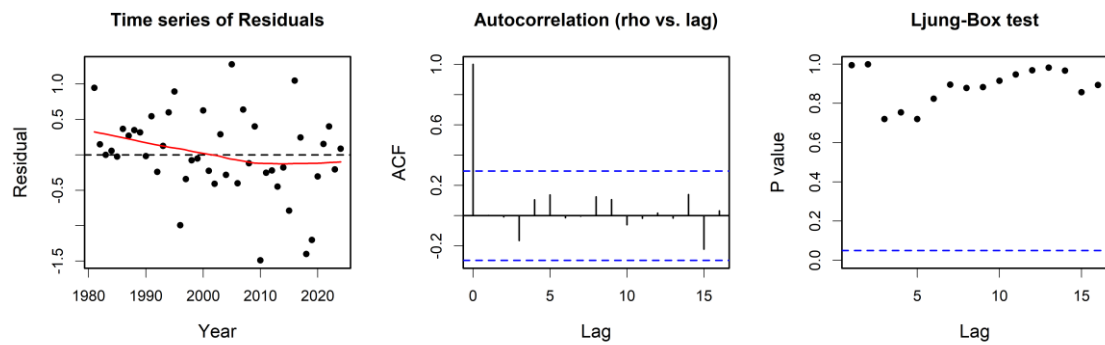
補足図 1-2. ホッケー・スティック型再生産関係式における残差トレンド（左図）、自己相関プロット（中央図）、および Ljung-Box 検定における P 値（右図）

残差の時系列の図中の赤線は平滑化された曲線を示す。自己相関プロットの青色の点線は 95%信頼区間を示す。Ljung-Box 検定における P 値（縦軸）の青色の点線は 5%水準を表す。

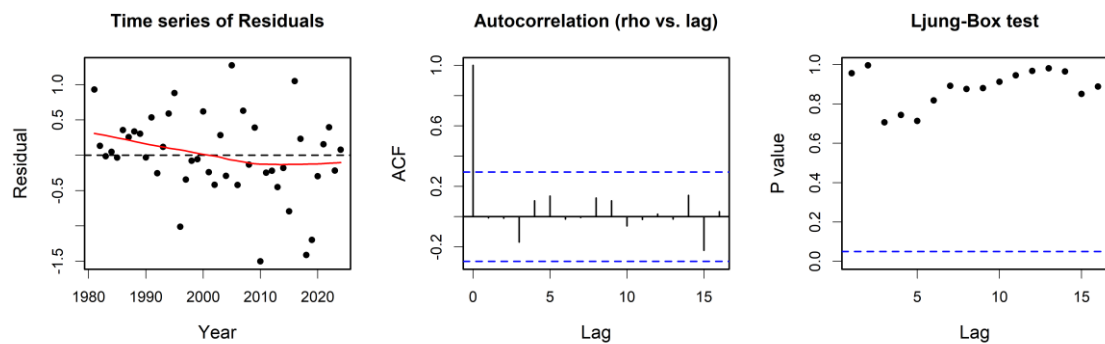
a) 最小絶対値法（二段階推定）



b) 最小二乘法（二段階推定）



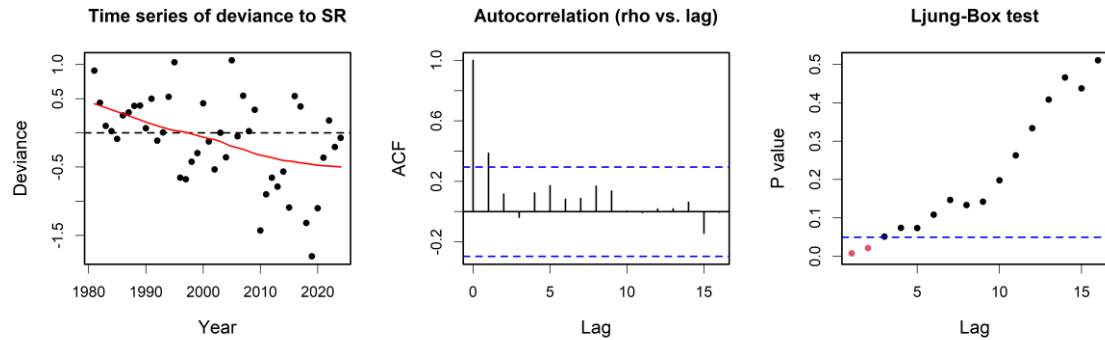
c) 最小二乘法（同時推定）



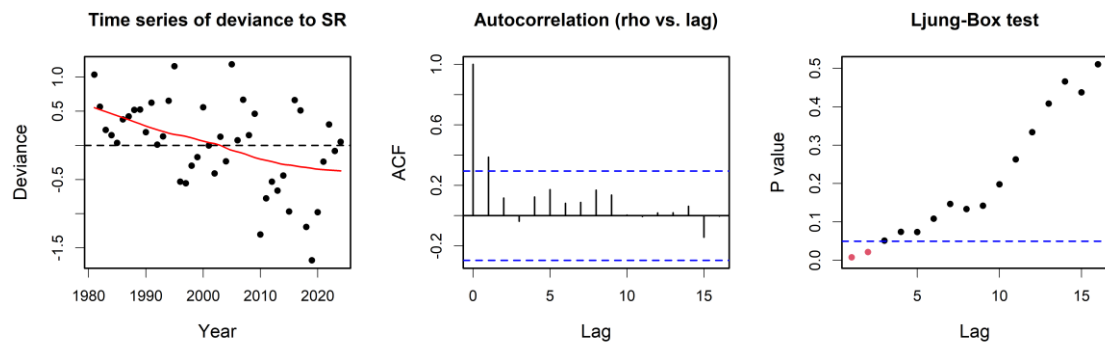
補足図 1-3. 自己相関を考慮した場合のホッケー・スティック型再生産関係式における残差トレンド（左図）、自己相関プロット（中央図）、および Ljung-Box 検定における P 値（右図）

残差の時系列の図中の赤線は平滑化された曲線を示す。自己相関プロットの青色の点線は 95%信頼区間を示す。Ljung-Box 検定における P 値（縦軸）の青色の点線は 5%水準を表す。

a) 最小絶対値法



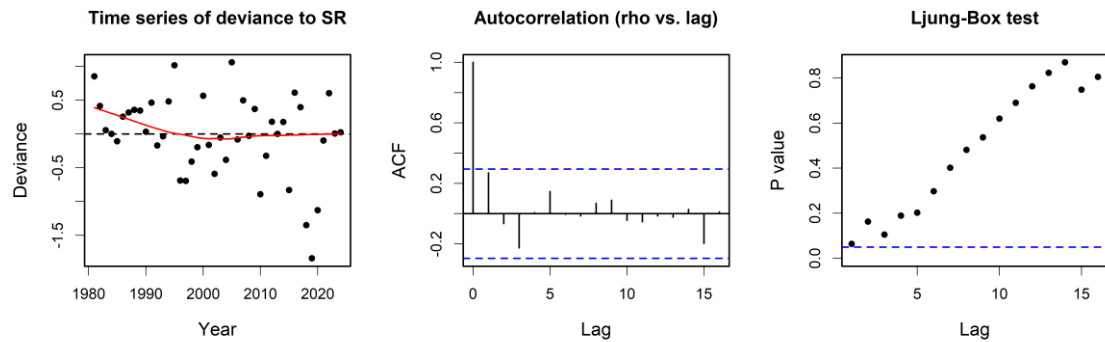
b) 最小二乗法



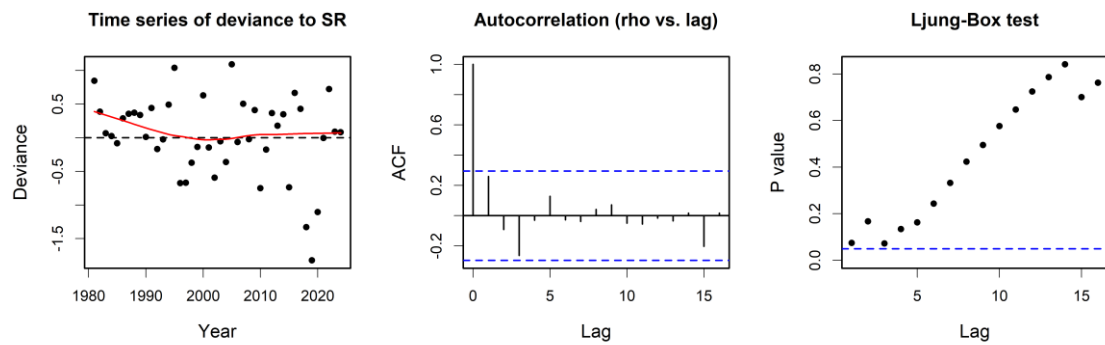
補足図 1-4. ベバートン・ホルト型再生産関係式における残差トレンド（左図）、自己相関プロット（中央図）、および Ljung-Box 検定における P 値（右図）

残差の時系列の図中の赤線は平滑化された曲線を示す。自己相関プロットの青色の点線は 95%信頼区間を示す。Ljung-Box 検定における P 値（縦軸）の青色の点線は 5%水準を表す。

a) 最小絶対値法



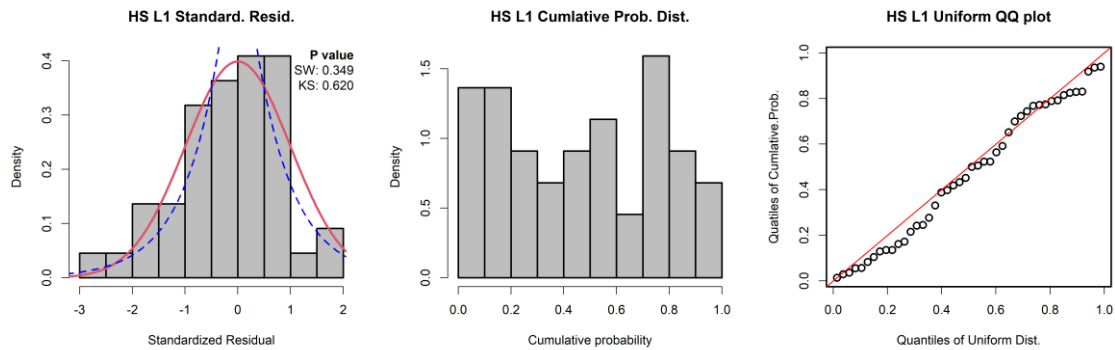
b) 最小二乗法



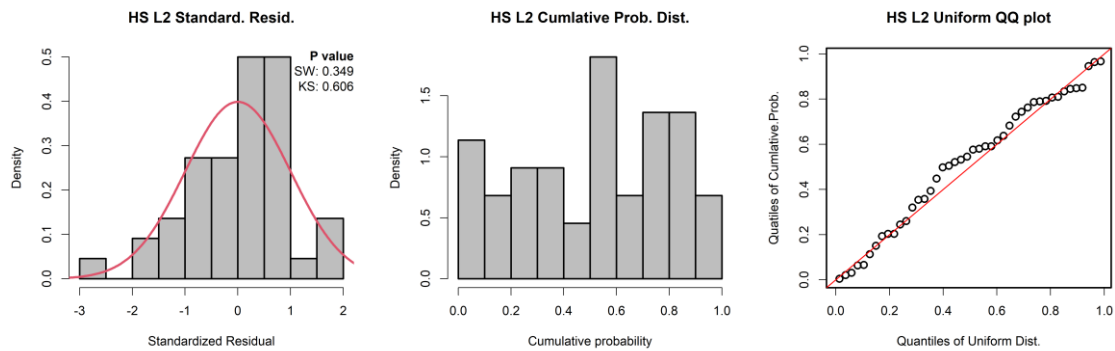
補足図 1-5. リッカー型再生産関係式における残差トレンド(左図)、自己相関プロット(中央図)、および Ljung-Box 検定における P 値(右図)

残差の時系列の図中の赤線は平滑化された曲線を示す。自己相関プロットの青色の点線は 95%信頼区間を示す。Ljung-Box 検定における P 値(縦軸)の青色の点線は 5%水準を表す。

a) 最小絶対値法



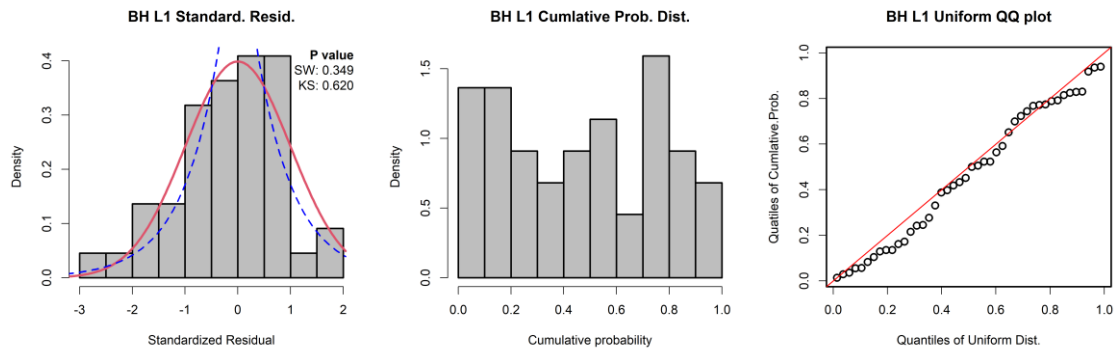
b) 最小二乗法



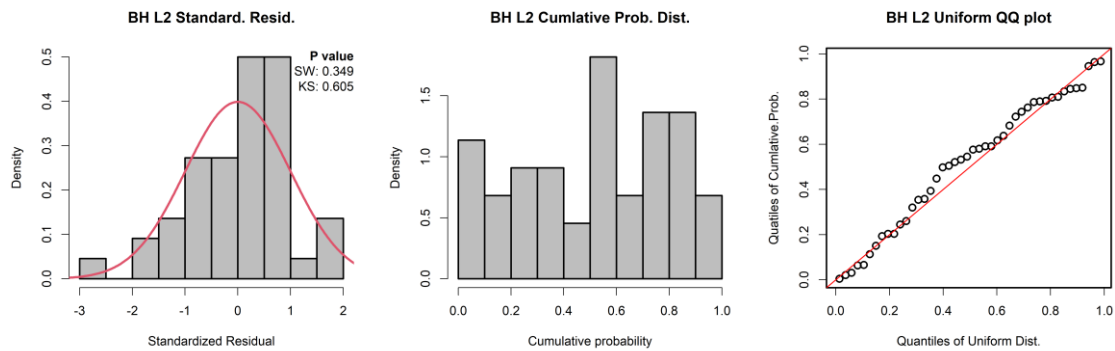
補足図 1-6. ホッケー・スティック型再生産関係式における標準化残差のヒストグラムと正規性テスト結果（左図）、残差の累積確率密度のヒストグラム（中央図）、および一様分布を仮定した QQ プロット（右図）

残差のヒストグラムの右上の数値は Shapiro-Wilk 検定 (SW) と Kolmogorov-Smirnov 検定 (KS) の結果である。どちらも、帰無仮説は「正規分布に従っている」である。QQ プロットの赤線は理論値を示している。

a) 最小絶対値法



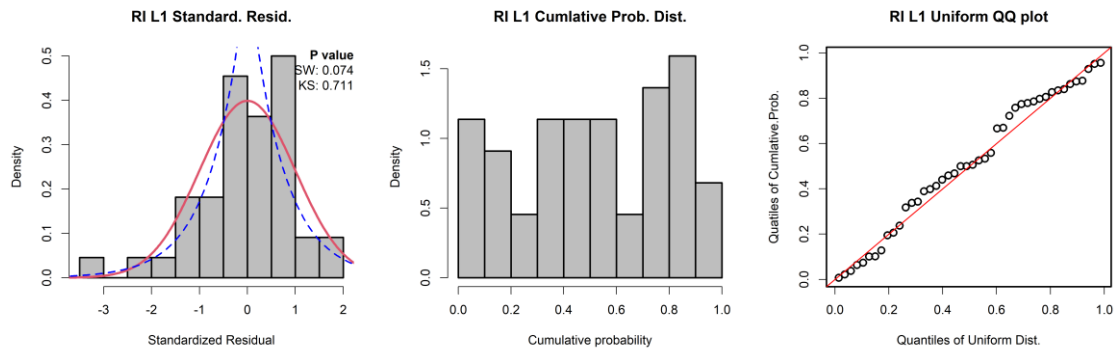
b) 最小二乗法



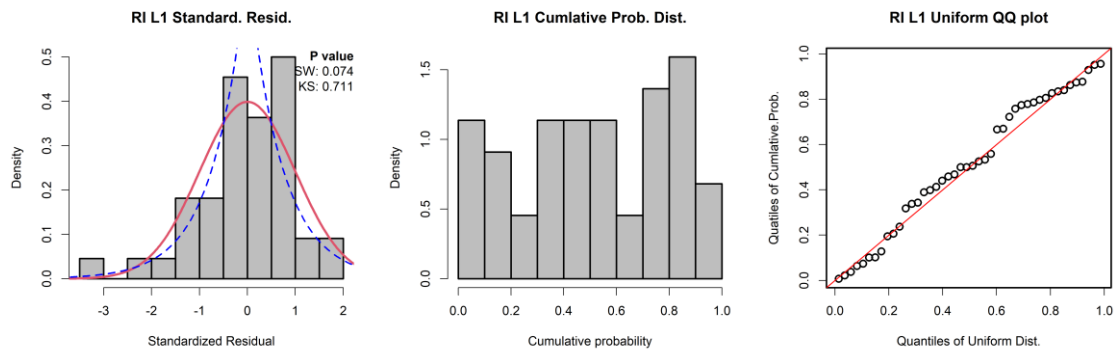
補足図 1-7. ベバートン・ホルト型再生産関係式における標準化残差のヒストグラムと正規性テスト結果（左図）、残差の累積確率密度のヒストグラム（中央図）、および一様分布を仮定した QQ プロット（右図）

残差のヒストグラムの右上の数値は Shapiro-Wilk 検定 (SW) と Kolmogorov-Smirnov 検定 (KS) の結果である。どちらも、帰無仮説は「正規分布に従っている」である。QQ プロットの赤線は理論値を示している。

a) 最小絶対値法



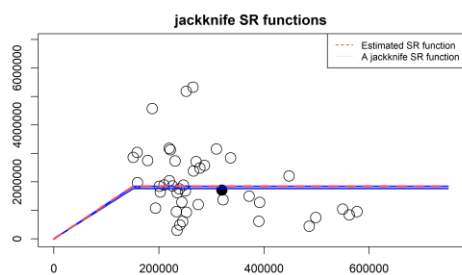
b) 最小二乗法



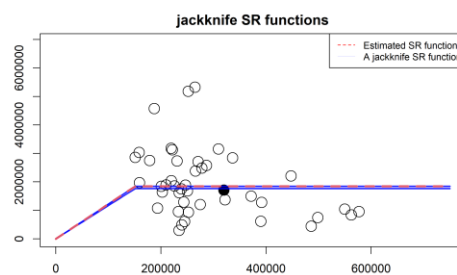
補足図 1-8. リッカー型再生産関係式における標準化残差のヒストグラムと正規性テスト結果（左図）、残差の累積確率密度のヒストグラム（中央図）、および一様分布を仮定した QQ プロット（右図）

残差のヒストグラムの右上の数値は Shapiro-Wilk 検定 (SW) と Kolmogorov-Smirnov 検定 (KS) の結果である。どちらも、帰無仮説は「正規分布に従っている」である。QQ プロットの赤線は理論値を示している。

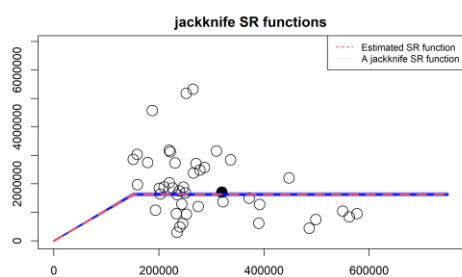
a) 最小絶対値法（自己相関なし）



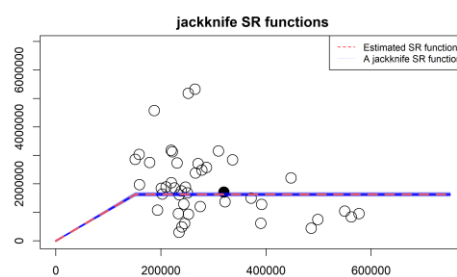
b) 最小絶対値法（二段階推定）



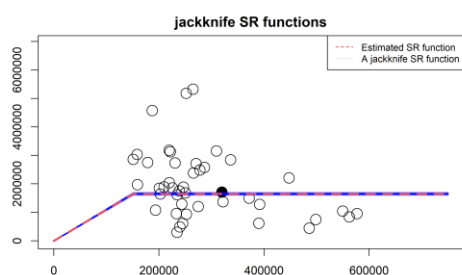
c) 最小二乘法（自己相関なし）



d) 最小二乘法（二段階推定）



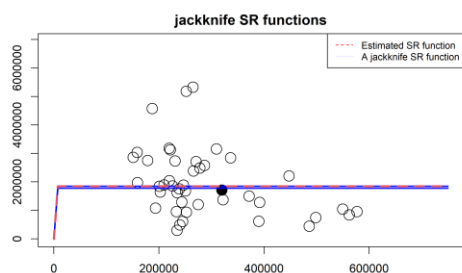
e) 最小二乘法（同時推定）



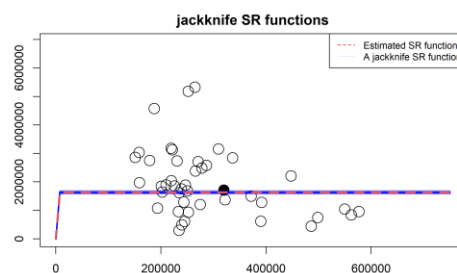
補足図 1-9. ホッケー・スティック型再生産関係式におけるジャックナイフ解析での推定結果

赤線は全データでの推定値、青線は各年のデータを除外した場合の推定値である。横軸は親魚量（トン）、縦軸は加入尾数（千尾）である。丸印は分析に使用した親魚量・加入尾数であり、黒丸は使用したデータ期間の最終年（2021 年漁期）を示す。

a) 最小絶対値法



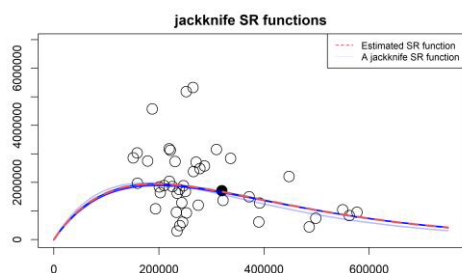
b) 最小二乗法



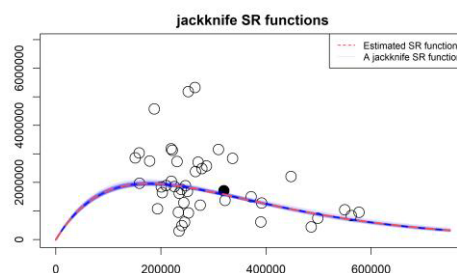
補足図 1-10. ベバートン・ホルト型再生産関係式におけるジャックナイフ解析での推定結果

赤線は全データでの推定値、青線は各年のデータを除外した場合の推定値である。横軸は親魚量（トン）、縦軸は加入尾数（千尾）である。丸印は分析に使用した親魚量・加入尾数であり、黒丸は使用したデータ期間の最終年（2021 年漁期）を示す。

a) 最小絶対値法



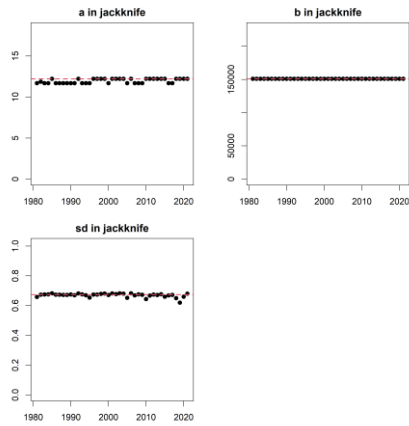
b) 最小二乗法



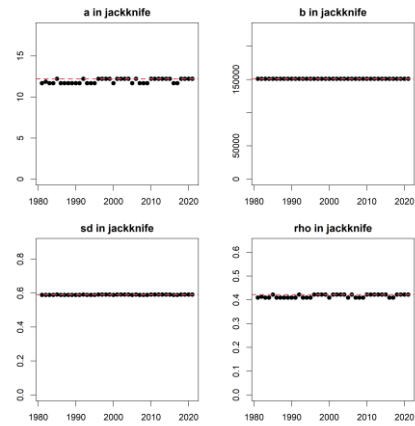
補足図 1-11. リッカー型再生産関係式におけるジャックナイフ解析での推定結果

赤線は全データでの推定値、青線は各年のデータを除外した場合の推定値である。横軸は親魚量（トン）、縦軸は加入尾数（千尾）である。丸印は分析に使用した親魚量・加入尾数であり、黒丸は使用したデータ期間の最終年（2021 年漁期）を示す。

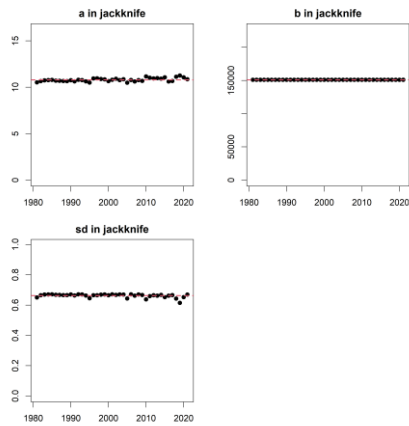
a) 最小絶対値法（自己相関なし）



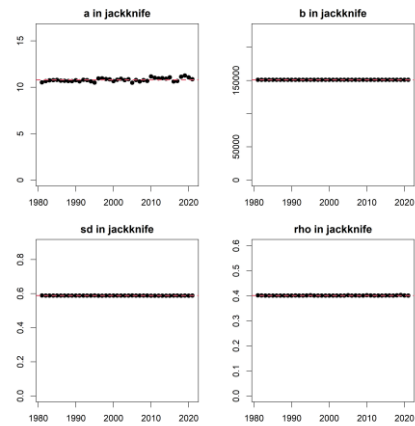
b) 最小絶対値法（二段階推定）



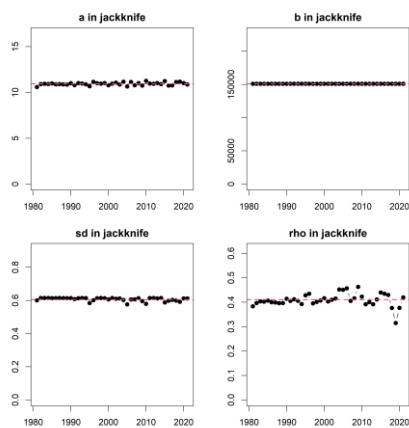
c) 最小二乗法（自己相関なし）



d) 最小二乗法（二段階推定）

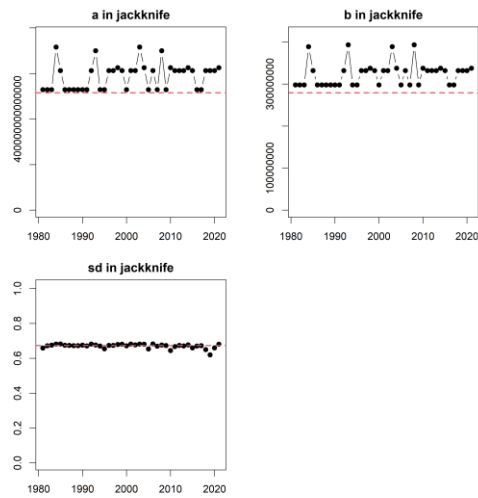


e) 最小二乗法（同時推定）

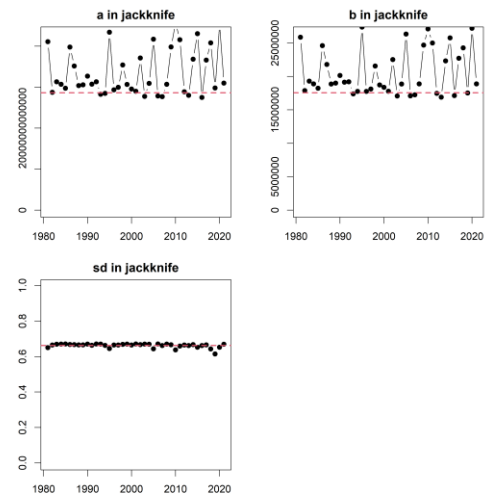


補足図 1-12. ホッケー・スティック型再生産関係式におけるジャックナイフ解析でのパラメータ別の影響

a) 最小絶対値法

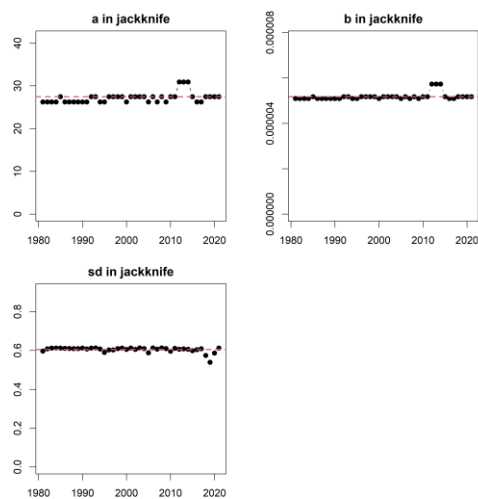


b) 最小二乗法

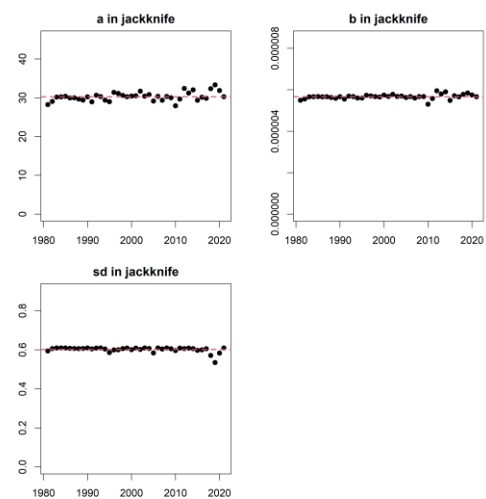


補足図 1-13. ベバートン・ホルト型再生産関係式におけるジャックナイフ解析でのパラメータ別の影響

a) 最小絶対値法



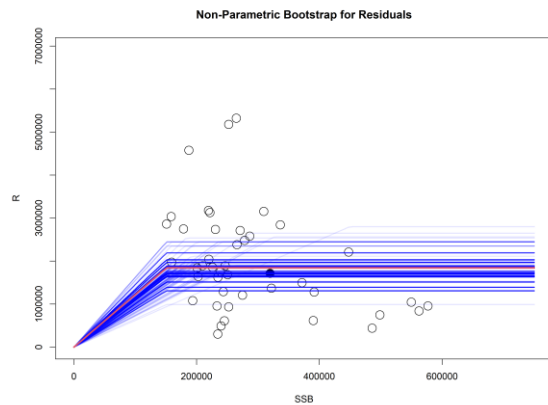
b) 最小二乗法



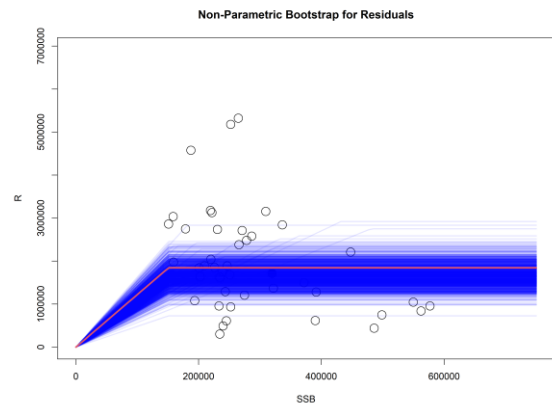
補足図 1-14. リッカー型再生産関係式におけるジャックナイフ解析でのパラメータ別の影響

最小絶対値法および最小二乗法のそれぞれで当てはめた場合の結果を示す。

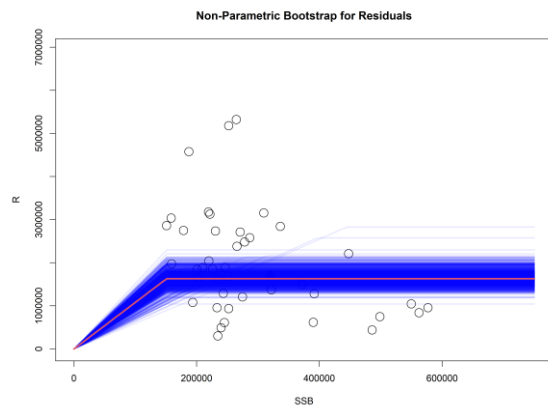
a) 最小絶対値法（自己相関なし）



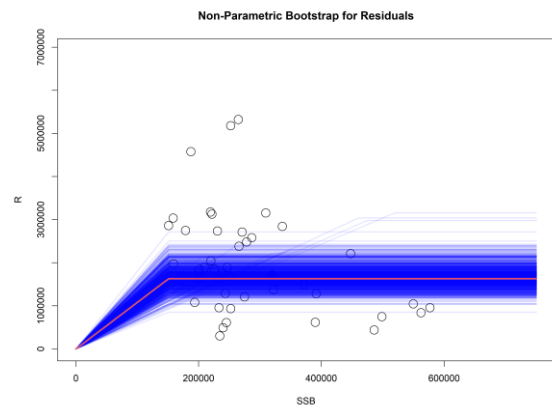
b) 最小絶対値法（二段階推定）



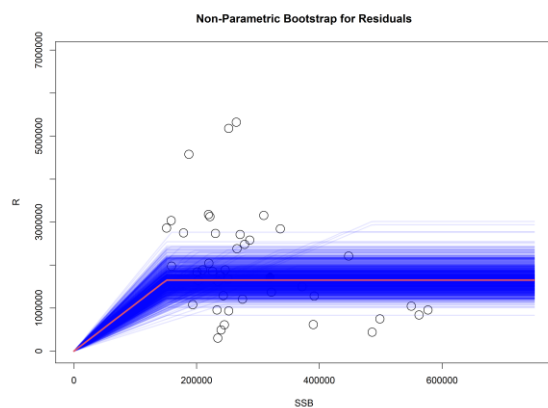
c) 最小二乗法（自己相関なし）



d) 最小二乗法（二段階推定）



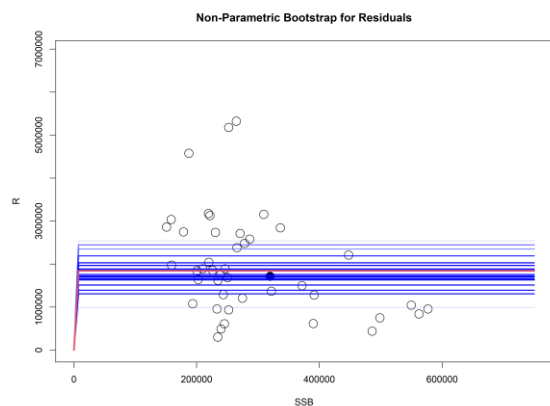
e) 最小二乗法（同時推定）



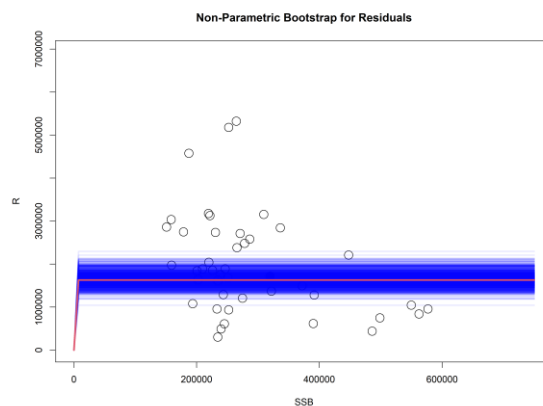
補足図 1-15. ホッケー・スティック型再生産関係式における残差ブートストラップ解析の結果

赤線は元データでの推定値、青線はノンパラメトリックブートストラップでの推定値である。横軸は親魚量（トン）、縦軸は加入尾数（千尾）である。丸印は分析に使用した親魚量・加入尾数であり、黒丸は使用したデータ期間の最終年（2021 年漁期）を示す。

a) 最小絶対値法



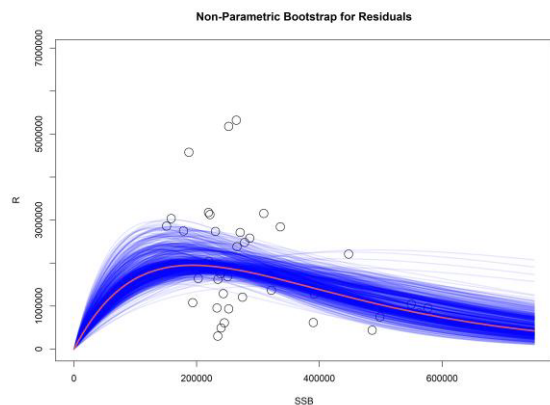
b) 最小二乗法



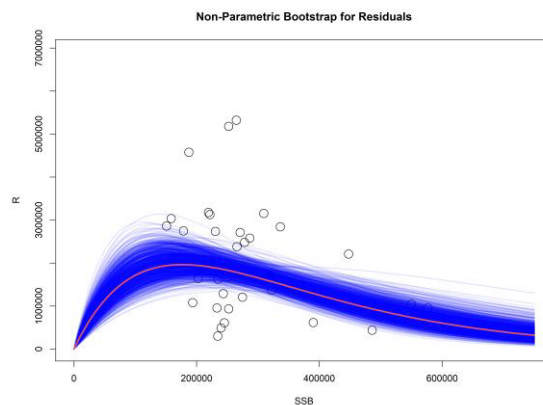
補足図 1-16. ベバートン・ホルト型再生産関係式における残差ブートストラップ解析の結果

赤線は元データでの推定値、青線はノンパラメトリックブートストラップでの推定値である。横軸は親魚量（トン）、縦軸は加入尾数（千尾）である。丸印は分析に使用した親魚量・加入尾数であり、黒丸は使用したデータ期間の最終年（2021 年漁期）を示す。

a) 最小絶対値法



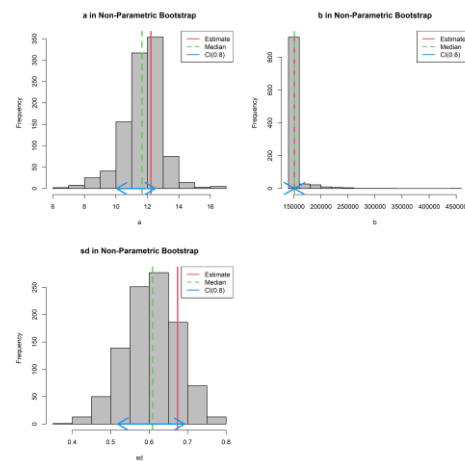
b) 最小二乗法



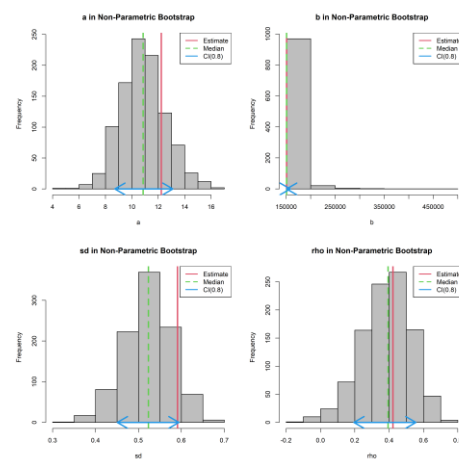
補足図 1-17. リッカー型再生産関係式における残差ブートストラップ解析の結果

赤線は元データでの推定値、青線はノンパラメトリックブートストラップでの推定値である。横軸は親魚量（トン）、縦軸は加入尾数（千尾）である。丸印は分析に使用した親魚量・加入尾数であり、黒丸は使用したデータ期間の最終年（2021 年漁期）を示す。

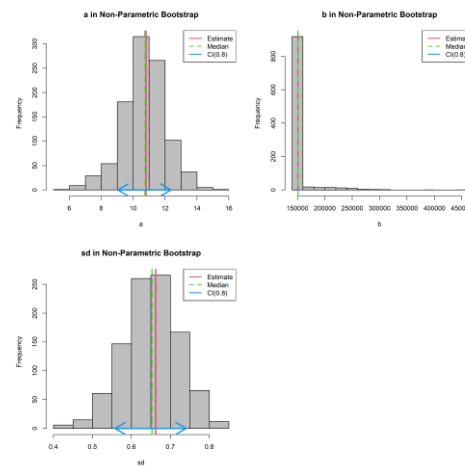
a) 最小絶対値法（自己相関なし）



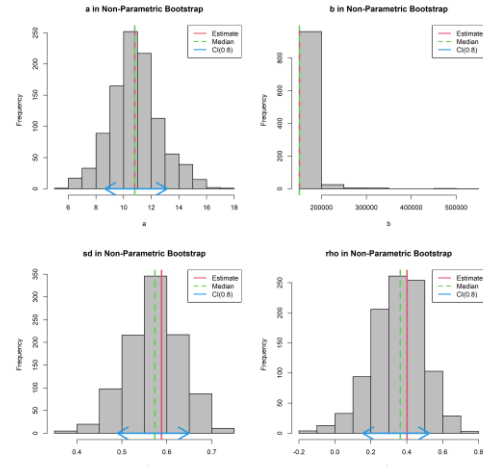
b) 最小絶対値法（二段階推定）



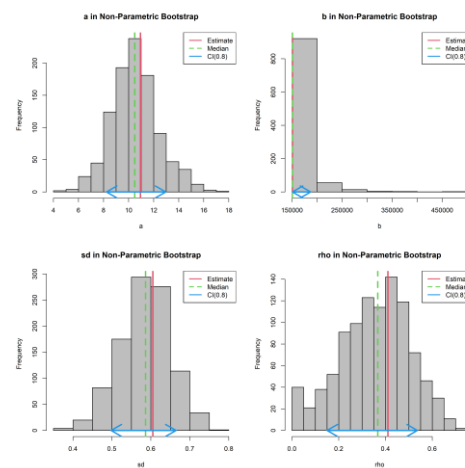
c) 最小二乘法（自己相関なし）



d) 最小二乘法（二段階推定）

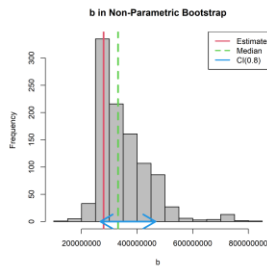
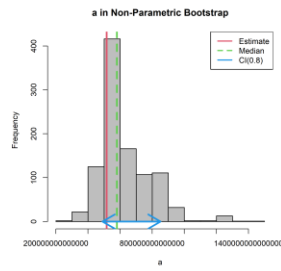


e) 最小二乘法（同時推定）

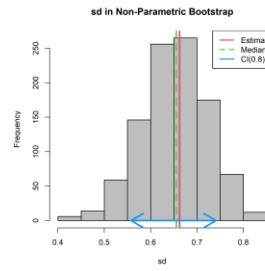
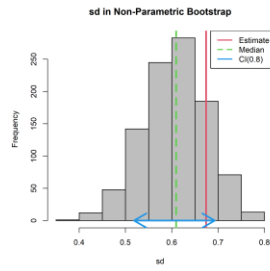
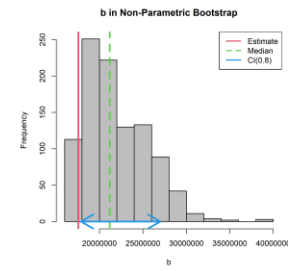
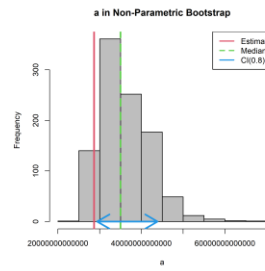


補足図 1-18. ホッケー・スティック型再生産関係式における残差ブートストラップ解析での中央値（緑点線）と 80%信頼区間（青線）
赤線はパラメータの点推定値である。

a) 最小絶対値法

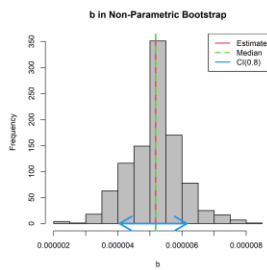
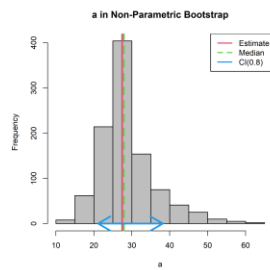


b) 最小絶対値法

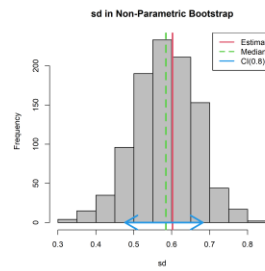
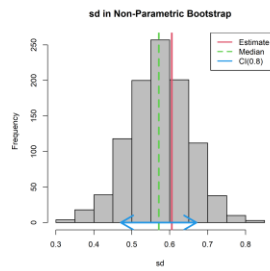
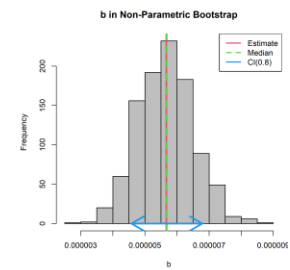
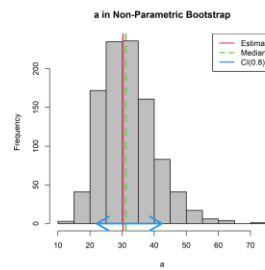


補足図 1-19. ベバートン・ホルト型再生産関係式における残差ブートストラップ解析での中央値（緑点線）と 80%信頼区間（青線）
赤線はパラメータの点推定値である。

a) 最小絶対値法

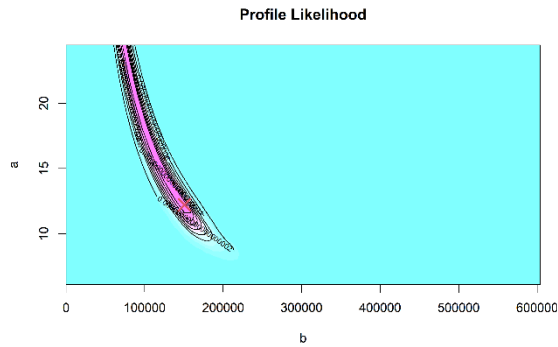


b) 最小絶対値法

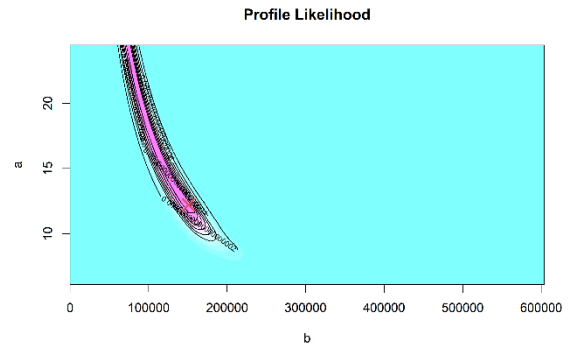


補足図 1-20. リッカー型再生産関係式における残差ブートストラップ解析での中央値（緑点線）と 80%信頼区間（青線）
赤線はパラメータの点推定値である。

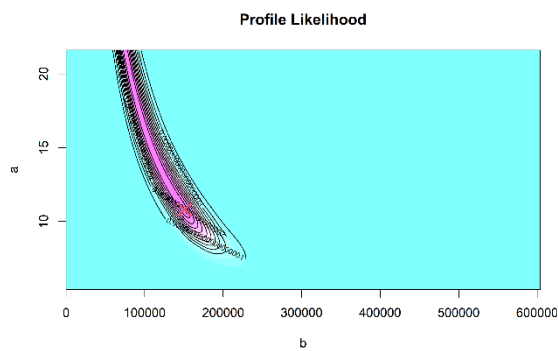
a) 最小絶対値法（自己相関なし）



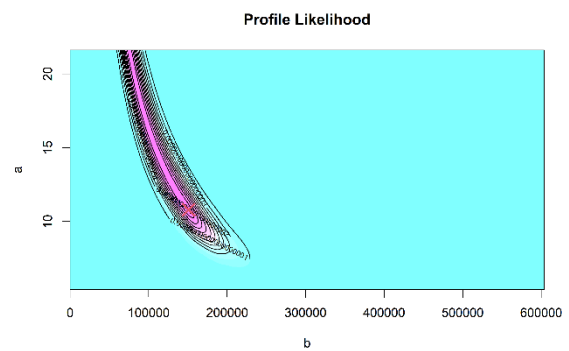
b) 最小絶対値法（二段階推定）



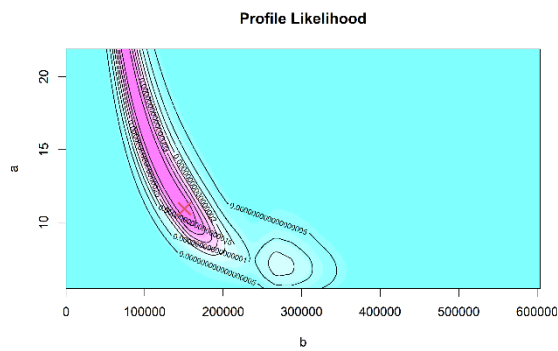
c) 最小二乘法（自己相関なし）



d) 最小二乘法（二段階推定）



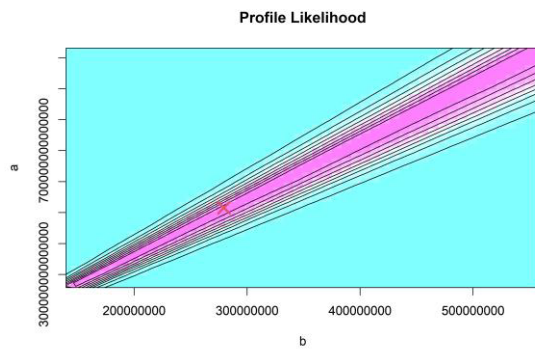
e) 最小二乘法（同時推定）



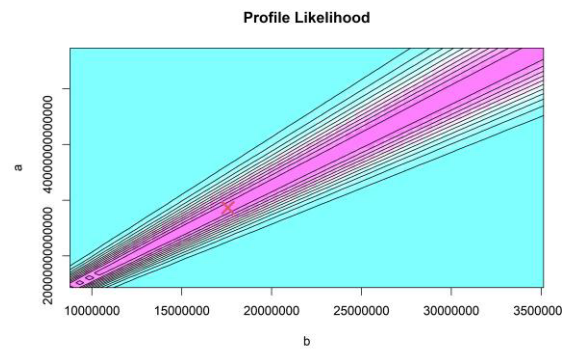
補足図 1-21. ホッケー・スティック型再生産関係式における推定パラメータのプロファイル尤度

×印は推定されたパラメータ値における尤度に相当する。

a) 最小絶対値法



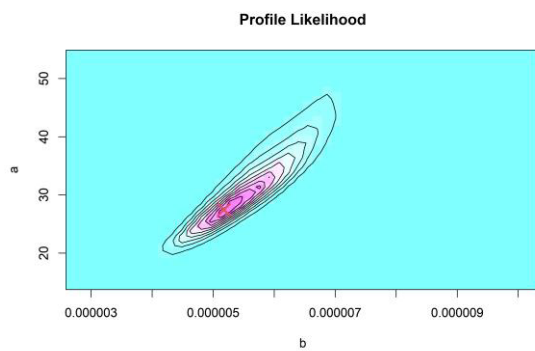
b) 最小二乗法



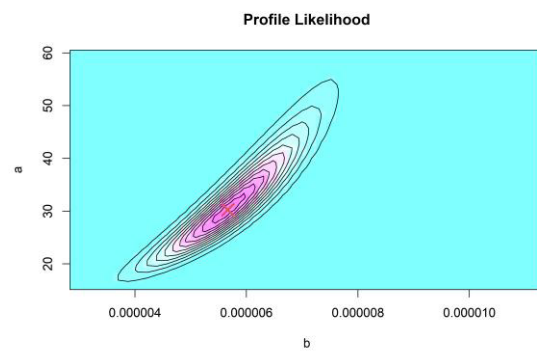
補足図 1-22. ベバートン・ホルト型再生産関係式における推定パラメータのプロファイル尤度

×印は推定されたパラメータ値における尤度に相当する。

a) 最小絶対値法



b) 最小二乗法



補足図 1-23. リッカー型再生産関係式における推定パラメータのプロファイル尤度

×印は推定されたパラメータ値における尤度に相当する。

補足表 1-1. MSY 管理基準値算出に使用した再生産関係式における各パラメータ推定値

再生産関係式	最適 化法	自己 相関	a	b	S.D.	ρ	R0	h	デー タ数
ホッケー・ スティック	L1*1	無	12.224	150,945	0.674	0	1.85e+6	0.878	41
ホッケー・ スティック	L1	二段階	12.224	150,945	0.591	0.423	1.85e+6	0.878	41
ホッケー・ スティック	L2*2	無	10.803	150,945	0.662	0	1.63e+06	0.862	41
ホッケー・ スティック	L2	二段階	10.803	150,945	0.588	0.401	1.63e+06	0.862	41
ホッケー・ スティック	L2	同時	10.944	150,945	0.605	0.410	1.65e+06	0.864	41
リッカー	L1	無	27.455	5.17e-06	0.606	0	8.40e+05	2.05	41
リッカー	L2	無	30.264	5.67e-06	0.602	0	7.93e+05	2.10	41
ベバートン・ ホルト	L1	無	8.19e+09	4.44e+03	0.674	0	1.85e+05	1.00	41
ベバートン・ ホルト	L2	無	1.29e+09	7.90e+02	0.662	0	1.63e+5	1.00	41

*1 最小絶対値法、*2 最小二乗法

推奨する再生産関係式を太字とした。S.D.は加入のばらつきの大きさをあらわす指標で、対数残差の標準偏差（Standard Deviation、平均二乗誤差の平方根）である。加入残差の自己相関を考慮した場合は、自己相関パラメータ ρ についても示した。R0 は SB0 のときの平均加入尾数である。h（スティーブネス）は再生産関係の密度補償効果の程度を示す指標であり、RI 型および BH 型の場合は $0.2SB_0$ のときの平均加入尾数を R0 で割った値、HS 型の場合は $1-SB_{hs}/SB_0$ （SB_{hs} は HS の折れ点）となる値である。

補足資料 2 将来予測の計算方法

資源尾数や漁獲量の予測は、統計ソフトウェア R (version 4.5.0) 用計算パッケージ frasyr (コミット番号 : 05eacac) を用いて実施した。将来予測における加入量は、本資料において提案されたホッケー・スティック型再生産関係と年々推定される親魚量から求めた。

将来予測における漁獲係数 F は、「令和 7 (2025) 年度 漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針 (FRA-SA2025-ABCWG02-01)」(水産研究・教育機構 2025) における 1 系資源の管理規則に基づき算出される値を用いた。将来予測における選択率や漁獲物平均体重等の値には、MSY 管理基準値等の算出に用いた各種設定を用いた (表 2)。これらは再生産関係と同じく、令和 7 (2025) 年度の資源評価に基づく値であり、漁獲物平均体重はこの計算結果における 2020～2024 年漁期の平均値である。なお、2024 年漁期の 0 歳は漁獲がなかったため、その平均体重は 2023 年漁期の 0 歳平均体重と同じであると仮定した。

将来の資源尾数の予測には、(1) 式で示したコホート解析の前進法より行った。10 歳以上のプラスグループについては、(2) 式で示すように前年漁期の 9 歳と 10 歳以上から前進させた。

$$N_{a+1,y+1} = N_{a,y} \exp(-F_{a,y} - M_a) \quad (1)$$

$$N_{10+,y+1} = N_{10+,y} \exp(-F_{10+,y} - M_{10+}) + N_{9,y} \exp(-F_{9,y} - M_9) \quad (2)$$

漁獲尾数は上記で求めた資源尾数と前述の漁獲圧に基づき、(3) 式により予測した。

$$C_{a,y} = N_{a,y} \{1 - \exp(-F_{a,y})\} \exp\left(-\frac{M_a}{2}\right) \quad (3)$$

引用文献

- 水産研究・教育機構 (2025) 令和 7 (2025) 年度 漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針 . FRA-SA2025-ABCWG02-01, 水産研究・教育機構, 横浜, 25pp.
https://abchan.fra.go.jp/reference_list/FRA-SA2025-ABCWG02-01.
- 田中昌一 (1960) 水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理. 東海区水産研究所研究報告, **28**, 1-200.

補足資料 3 再生産関係式と MSY 管理基準値推定の感度試験

1) 再生産関係による MSY 管理基準値の違い

仮定する再生産関係による MSY 管理基準値の違いを把握するため、AICc に基づき当てはまりが良いと判断された 3 通りの再生産関係と最適化方法の組み合わせで、それぞれ MSY 管理基準値を推定した。比較対象とした再生産関係は、HS 型再生産関係（最小二乗法、自己相関無）、HS 型再生産関係（最小絶対値法、自己相関有）、および RI 型再生産関係（最小絶対値法、自己相関無）で当てはめた場合である。それぞれの再生産関係と最適化方法に基づき推定された MSY 管理基準値を補足表 3-1 に示す。

RI 型再生産関係を用いた場合、HS 型と比較すると MSY 管理基準値（SBmsy、SB0.9msy、SB0.1msy）は低い値となる。また、F2020-2024 に対する Fmsy の比は大きくなり、期待できる MSY も高い値となる。自己相関を考慮しない HS 型再生産関係を最小二乗法で当てはめた場合、MSY 管理基準値は自己相関を考慮する場合と比較すると低い値となるが、F2020-2024 に対する Fmsy の比が大きいため、MSY は高い値となる。また、自己相関を考慮した HS 型再生産関係を最小絶対値法で当てはめた場合は、自己相関を考慮した最小二乗法による HS 型再生産関係と比較すると、MSY 管理基準値、F2020-2024 に対する Fmsy の比、MSY はいずれも高い値となる。

2) 使用するデータ年代の違いによる再生産関係と MSY 管理基準値への影響

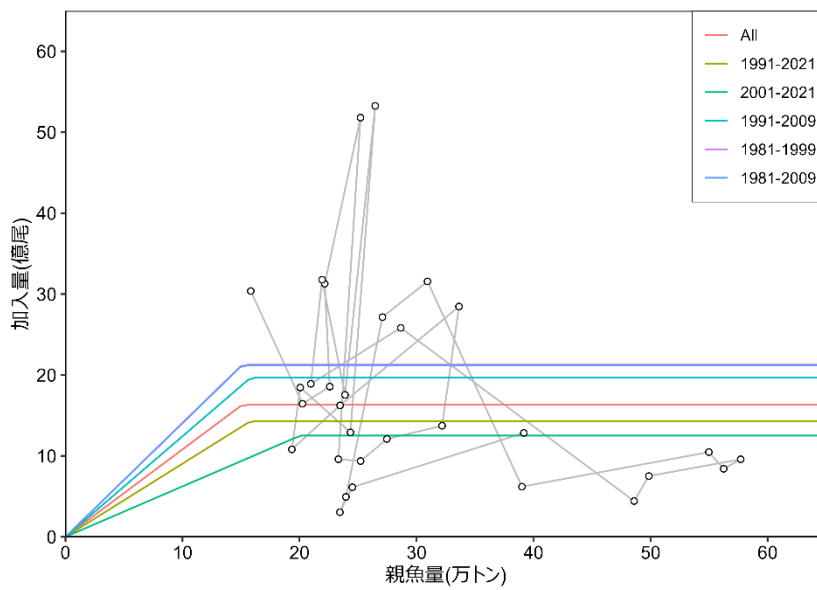
再生産関係と MSY 管理基準値の検討にあたり、以下の 5 通りの年代を除いた場合における再生産関係および MSY 管理基準値等の推定値への影響を検討した。

- ① 1990 年代から最新（1991～2021 年漁期）
- ② 2000 年代から最新（2001～2021 年漁期）
- ③ 1990 年代から 2000 年代（1991～2009 年漁期）
- ④ 最初から 1990 年代（1981～1999 年漁期）
- ⑤ 最初から 2000 年代（1981～2009 年漁期）

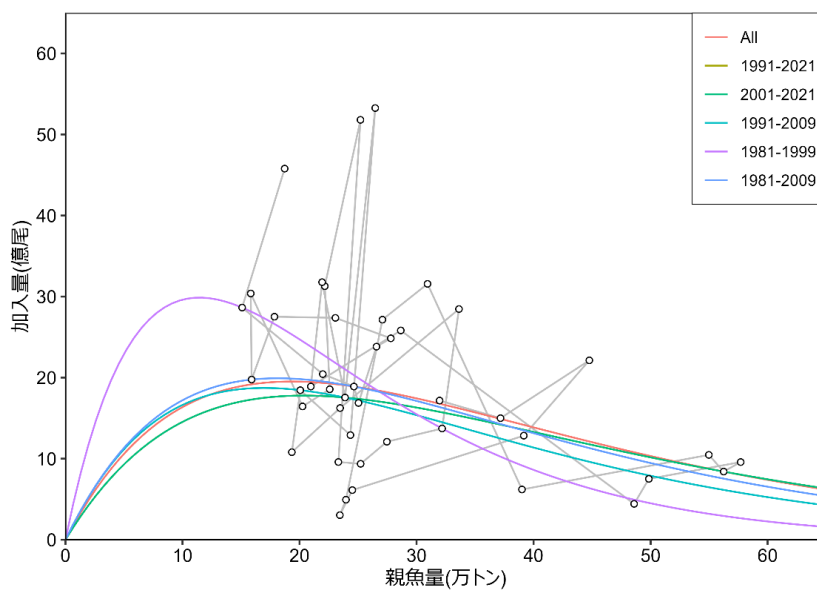
検討に用いた再生産関係は、HS 型（最小二乗法、自己相関は二段階推定法で考慮）と RI 型（最小絶対値法、自己相関は考慮しない）の 2 通りである。推定された再生産関係のパラメータと、それらの再生産関係に基づく MSY 管理基準値について補足図 3-1 と補足表 3-2～3-3 に示す。

HS 型を仮定した場合には、用いるデータ年代によって折れ点となる親魚量や折れ点以上の親魚量水準に期待される加入量には違いがあった。推定された SBmsy では 21.9 万～28.8 万トン、MSY では 8.9 万～19.4 万トンの違いがあった。RI 型を仮定した場合には、④のパターンで再生産関係のパラメータ推定が不安定となり、禁漁水準の標準値である SB0.1msy の推定ができなかった。その他のパターンについては、おおむね同じような再生産関係が推定され、SBmsy では 15.9 万～18.8 万トン、MSY では 15.1 万～18.1 万トンの違いがあった。

a) HS 型（最小二乗法・二段階推定法）



b) RI 型（最小絶対値法・自己相関なし）



補足図 3-1. 用いるデータ年代の違 による再生産関係式

用いたデータ年代ごとに再生産関係式の色を変えて示す。例えば、凡例の「1991-2021」は 1991～2021 年漁期のデータを用いた結果を示す。「All」は 1981～2021 年漁期のデータに基づく推定結果である。

補足表 3-1. 各種再生産関係式に基づく MSY 管理基準値等の推定値

	HS 型	HS 型	HS 型	RI 型
最適化方法	最小二乗法	最小二乗法	最小絶対値法	最小絶対値法
自己相関	二段階推定	無	二段階推定	無
SBmsy	255,517 t	229,735 t	265,066 t	178,581 t
SB0.6msy	95,626 t	91,344 t	96,745 t	53,756 t
SB0.1msy	13,261 t	13,254 t	13,379 t	6,713 t
MSY	136,332 t	141,147 t	157,764 t	171,984 t
Umsy	0.143	0.151	0.149	0.181
Fmsy/F2020-2024	2.439	2.788	2.702	4.222

補足表 3-2. 用いるデータ年代の違 による再生産関係パラメータへの影響

a) HS 型（最小二乗法・二段階推定法）

	パターン①	パターン②	パターン③	パターン④	パターン⑤
a	9.418	6.234	12.430	14.090	14.045
b	158,334	200,656	158,334	150,945	150,945
S.D.	0.659	0.687	0.504	0.425	0.448
ρ	0.325	0.294	0.018	0.358	0.100

b) RI 型（最小絶対値法・自己相関なし）

	パターン①	パターン②	パターン③	パターン④	パターン⑤
a	23.779	23.779	29.971	70.947	29.890
b	4.92e-06	4.92e-06	5.89e-06	8.74e-06	5.52e-06
S.D.	0.655	0.696	0.534	0.418	0.467

パターン①～⑤の推定に用いたデータ年は、補足資料 3 の 2) に記載している番号のデータ年と対応している。

補足表 3-3. 用いるデータ年代の違いによる MSY 管理基準値等への影響

a) HS 型（最小二乗法・二段階推定法）

	パターン①	パターン②	パターン③	パターン④	パターン⑤
SBmsy	255,675 t	287,735 t	228,848 t	234,506 t	219,243 t
SB0.6msy	98,202 t	116,169 t	95,043 t	92,758 t	90,849 t
SB0.1msy	13,557 t	15,900 t	14,232 t	13,662 t	13,701 t
MSY	114,736 t	89,197 t	177,138 t	192,456 t	194,087 t
Umsy	0.131	0.107	0.167	0.171	0.176
Fmsy/F2020-2024	2.056	1.417	3.477	3.669	3.923

b) RI 型（最小絶対値法・自己相関なし）

	パターン①	パターン②	パターン③	パターン④	パターン⑤
SBmsy	186,961 t	187,740 t	158,997 t	113,193 t	168,868 t
SB0.6msy	56,290 t	56,364 t	47,872 t	94,091 t	51,048 t
SB0.1msy	6,991 t	6,969 t	6,013 t	-	6,448 t
MSY	152,601 t	151,177 t	167,932 t	282,332 t	180,752 t
Umsy	0.171	0.170	0.187	0.242	0.188
Fmsy/F2020-2024	3.652	3.601	4.594	8.936	4.646

パターン①～⑤の推定に用いたデータ年は、補足資料 3 の 2) に記載している番号のデータ年と対応している。

補足資料 4 Bban シミュレーション

水産政策の改革における新たな資源管理システムの構築では、限界管理基準を下回った場合には原則として 10 年以内に目標管理基準まで回復するための資源再建計画を立てて実行すると説明されている。本系群で HS 型再生産関係を最小二乗法で当てはめた場合、禁漁水準の標準値 (SB0.1msy) は 1.3 万トンと算出されるが、本資料では、まず、この禁漁水準の標準値から資源回復を図った場合に、どのような漁獲の下で、どの程度の確率で、どれほどの年数があれば目標管理基準値や限界管理基準値まで回復するかを検討した。更に、10 年間で目標管理基準もしくは限界管理基準値まで 50%の確率で親魚量を回復できる親魚量を、回復期間に許容する漁獲の強度 (すなわち漁獲管理規則の β) ごとに検討し、禁漁水準の代替値として提案した。

検討のシミュレーションでは、回復開始時点の個体群の年齢組成と年齢別平均体重を 1981～2024 年漁期の観察値からランダムに選び、漁獲管理規則に従った漁獲の下で親魚量の予測計算を行った。試行回数は漁獲シナリオや回復開始時点の親魚量水準 (すなわち禁漁水準の標準値や、代替値の候補) ごとに 5,000 回である。漁獲管理規則に用いた限界管理基準は SBmin (151 千トン)、禁漁水準は回復開始時点の親魚量水準である。回復開始時点の親魚量が禁漁水準であるため、シミュレーションの初年度は禁漁となる。

1) 禁漁水準の標準値 (SB0.1msy) からの回復シミュレーション

禁漁水準の標準値から回復を開始した場合について、漁獲管理規則の β を 0～1 の間で変えた漁獲シナリオごとに、親魚量が目標管理基準値 (SBmsy) および限界管理基準値 (SBmin) を上回る確率を経過年数別に補足表 4-1 および補足表 4-2 にそれぞれ示した。結果として、禁漁水準の標準値からでは、もし 10 年間禁漁したとしても ($\beta=0$) 親魚量が限界管理基準および目標管理基準値へ回復する確率はそれぞれ 47%と 14%であり、50%以上の確率でどちらの管理水準までは回復しない。 β が標準値の 0.8 の場合は、親魚量が限界管理基準値と目標管理基準値へ回復する確率が 50%以上になるのが、それぞれ 15 年後と 21 年後である (補足表 4-1 および 4-2)。

2) 10 年間で目標管理基準・限界管理基準へ回復を条件とした禁漁水準候補の探索

回復を開始する親魚量を 0.5 万トン～15 万トンの間で変化させ、これらをそれぞれ漁獲管理規則の禁漁水準とした漁獲管理で資源回復を図った場合の、目標管理基準値および限界管理基準値への 10 年後の回復確率を推定した。その結果、回復期間に使用する漁獲管理規則の β 次第で禁漁水準を何トン以上にすべきかわることが示された。例えば回復期間の β が 0 であれば 2.5 万トン以上、 β が 0.8 であれば 8.5 万トン以上が、10 年間で目標管理基準への回復確率が 50%以上となる禁漁水準候補となる (補足表 3-3)。また 10 年間で限界管理基準への回復確率が 50%以上となる親魚量を禁漁水準とする場合は、 β が 0.8 であれば 3 万トン以上が候補となる (補足表 4-4)。いずれの管理基準まで回復させる場合でも、漁獲圧を下げれば回復までの期間は短縮される (補足表 4-5 および 4-6)。

回復期間の β が高く (漁獲圧が高く)、禁漁水準候補が高い (回復開始時の資源量が大きい) ほど、期待できる漁獲量は大きくなる。低い禁漁水準から 10 年で回復させるには、回

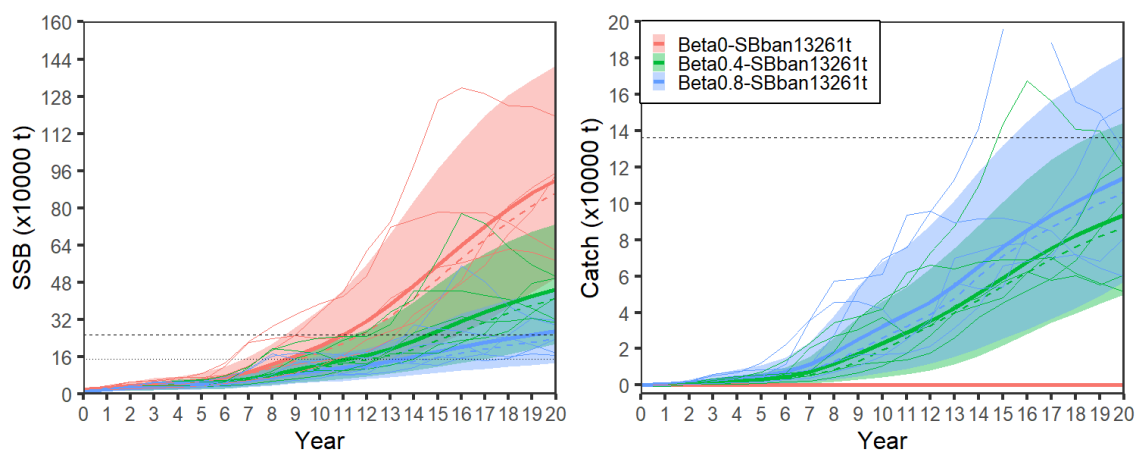
復期間の β を低くしなければならず、回復期間中に期待できる漁獲量は少ない（補足表 4-7）。 $\beta=0$ の場合を除くと、回復期間中に禁漁になる確率（すなわち $SB < SB_{ban}$ になる確率）は、 β と禁漁水準候補が高いほど大きくなる（補足表 4-8）。したがって、高い β ・高い禁漁水準の漁獲管理規則では、期待できる漁獲量は多くなるものの、禁漁水準に親魚量が落ちるリスクも増加するといえる。回復期間中の漁獲量の年変化は、 β が高い場合に大きくなる。更に禁漁水準も高い場合には、禁漁になる確率も高くなることから漁獲量の変動はさらに大きくなる。逆に禁漁水準が極端に低い場合も、目標管理基準への回復までの資源量の変化が大きく、結果的に漁獲量の変動幅が大きくなる（補足表 4-9）。

以上をまとめると、回復期間の漁獲の仕方次第で、条件に整合する禁漁水準候補は変わるといえる。すなわち、回復期間中の漁獲量を多くしたければ禁漁水準も高くなり、禁漁水準を低くするならば回復期間中の漁獲量を抑える必要がある。なお、禁漁水準が限界管理基準に近いほど、資源が減少するとすぐに禁漁することになるため、漁獲量の安定性は低くなる。「令和 7（2025）年度 漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針（FRA-SA2025-ABCWG02-01）」（水産研究・教育機構 2025）では、 $\beta=0.8$ を基本とすることが推奨されている。 $\beta=0.8$ で漁獲しながら 10 年間で目標管理基準まで回復させるのであれば、禁漁水準は 8.5 万トン、もしくはそれ以上とすることが必要である。もし限界管理基準まで回復することを禁漁水準の条件とするのであれば、3.0 万トンが候補となる。

10 年間禁漁することで目標管理基準値および限界管理基準値に 50%の確率で回復する親魚量の閾値は 2.5 万トンおよび 1.5 万トンであり、この水準を割り込んだ場合、10 年間程度の禁漁が必要になると考えられる。

引用文献

水産研究・教育機構 (2025) 令和 7(2025) 年度 漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針．FRA-SA2025-ABCWG02-01，水産研究・教育機構，横浜，25pp.
https://abchan.fra.go.jp/reference_list/FRA-SA2025-ABCWG02-01.



補足図 4-1. 禁漁水準の標準値 (SB0.1msy) から回復シミュレーション

左図に親魚量、右図に漁獲量のシミュレーション結果を示す。漁獲管理規則の β が 0 (禁漁)、0.4、および 0.8 の場合を、それぞれ赤色、緑色、および青色で示した。左図の破線と点線は、それぞれ目標管理基準値案 (SBmsy) と限界管理基準値案 (代替値である SBmin) を示す。右図の破線は MSY を示す。

補足表 4-1. 禁漁水準の標準値（SB0.1msy）から目標管理基準値への経過年別回復確率
回復開始からの経過年数ごとの、目標管理基準値までの回復確立を示す。 β は 0～1 の間を 0.1 刻みで検討した。

β	0年	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年	11年	12年	13年	14年	15年	16年	17年	18年	19年	20年
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	6	10	14	18	21	24	28
0.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	4	8	13	18	23	27	31	36
0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	6	11	17	23	30	35	40	45
0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	5	8	15	22	30	37	43	49	55
0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	7	11	19	28	37	45	53	60	66
0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	6	10	16	25	35	45	55	62	69	75
0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	8	13	21	32	43	54	64	71	78	83
0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	11	18	28	40	52	63	72	79	85	90
0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	8	15	24	36	48	61	71	80	86	91	94
0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	11	20	32	44	57	69	79	86	91	94	97
0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	14	27	40	53	66	76	84	90	94	97	98

(%)

補足表 4-2. 禁漁水準の標準値（SB0.1msy）から限界管理基準値への経過年別回復確率
回復開始からの経過年数ごとの、限界管理基準値までの回復確立を示す。 β は 0～1 の間を 0.1 刻みで検討した。

β	0年	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年	11年	12年	13年	14年	15年	16年	17年	18年	19年	20年
1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	9	12	16	22	32	41	49	56	60	66	71
0.9	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	11	15	19	27	37	48	56	63	68	73	78
0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7	13	18	24	32	43	54	63	69	74	80	84
0.7	0	0	0	0	0	0	0	1	3	9	16	22	29	38	49	60	69	76	80	85	89
0.6	0	0	0	0	0	0	0	1	4	10	19	27	34	44	56	67	75	82	86	90	93
0.5	0	0	0	0	0	0	0	1	5	12	23	32	40	51	62	73	81	86	90	93	96
0.4	0	0	0	0	0	0	0	1	5	15	27	38	48	58	69	78	85	90	93	96	98
0.3	0	0	0	0	0	0	0	2	7	18	31	43	54	65	75	83	89	93	96	98	99
0.2	0	0	0	0	0	0	0	2	8	21	36	50	61	71	80	87	92	95	97	99	99
0.1	0	0	0	0	0	0	0	3	10	25	42	56	67	76	85	90	95	97	99	99	100
0.0	0	0	0	0	0	0	0	3	13	29	47	61	72	80	88	93	96	98	99	100	100

(%)

補足表 4-3. 禁漁水準候補ごとの 10 年後に親魚量が目標管理基準値を上回る確率

禁漁水準が低い場合、回復期間の漁獲圧も下げる（小さい β とする）必要がある。 β は 0～1 の間を 0.1 刻みで検討した。

β	0.5 万	1 万	1.5 万	2 万	2.5 万	3 万	3.5 万	4 万	4.5 万	5 万	5.5 万	6 万	6.5 万	7 万	7.5 万	8 万	8.5 万	9 万	9.5 万	10 万	10.5 万	11 万	11.5 万	12 万	12.5 万	13 万	13.5 万	14 万	14.5 万	15 万
1	0	0	1	3	5	8	12	15	18	21	24	26	28	31	33	34	36	37	38	39	40	41	42	43	44	44	45	45	46	46
0.9	0	0	1	4	7	11	15	19	23	27	30	33	35	38	40	41	43	44	46	47	48	49	50	51	52	53	53	54	54	55
0.8	0	0	2	5	9	14	19	24	28	33	36	40	43	45	47	49	51	53	54	56	57	58	59	60	61	61	62	62	63	64
0.7	0	0	3	7	12	18	24	30	35	40	44	48	51	53	56	57	59	61	63	64	65	67	68	69	70	70	71	71	72	73
0.6	0	1	3	9	16	23	30	36	43	47	52	56	59	61	64	66	68	69	71	73	74	75	77	77	78	79	79	80	81	81
0.5	0	1	5	12	20	28	37	44	50	56	60	63	66	69	72	74	76	78	79	81	82	83	84	85	86	86	87	87	88	88
0.4	0	1	7	15	25	35	44	52	58	63	67	71	74	77	79	81	83	85	87	88	89	90	91	91	92	92	93	93	93	94
0.3	0	2	9	20	31	43	52	60	66	71	75	78	81	84	86	88	89	91	92	93	94	94	95	95	96	96	97	97	97	97
0.2	0	2	12	25	39	50	60	67	73	77	81	84	87	89	91	93	94	95	96	97	97	97	98	98	98	98	99	99	99	99
0.1	0	4	16	32	47	59	67	74	80	84	87	90	92	94	95	96	97	98	98	98	99	99	99	99	100	100	100	100	100	100
0.0	0	5	21	39	55	66	75	81	85	88	91	93	95	96	97	98	99	99	99	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

(%)

補足表 4-4. 禁漁水準候補ごとの 10 年後に親魚量が限界管理基準値を上回る確率

禁漁水準が低い場合、回復期間の漁獲圧も下げる（小さい β とする）必要がある。 β は 0～1 の間を 0.1 刻みで検討した。

β	0.5 万	1 万	1.5 万	2 万	2.5 万	3 万	3.5 万	4 万	4.5 万	5 万	5.5 万	6 万	6.5 万	7 万	7.5 万	8 万	8.5 万	9 万	9.5 万	10 万	10.5 万	11 万	11.5 万	12 万	12.5 万	13 万	13.5 万	14 万	14.5 万	15 万
1	0	4	12	22	32	41	48	54	59	64	67	71	74	76	78	80	82	83	85	86	87	88	89	90	91	92	92	93	94	94
0.9	0	5	15	26	37	46	54	60	65	69	73	76	79	81	83	85	86	87	88	90	91	91	93	93	94	94	95	95	96	96
0.8	0	6	18	31	42	52	60	66	71	75	78	81	84	86	87	89	90	91	92	93	94	95	95	96	96	97	97	97	97	98
0.7	0	7	21	35	48	58	65	71	76	80	83	86	88	90	91	93	94	94	95	96	96	97	97	97	98	98	98	98	98	99
0.6	1	9	25	41	54	63	70	76	81	84	87	89	92	93	94	95	96	97	97	98	98	98	98	99	99	99	99	99	99	99
0.5	1	11	29	46	59	69	76	81	85	88	91	93	94	96	97	97	98	98	99	99	99	99	99	100	100	100	100	100	100	100
0.4	1	14	34	52	65	74	80	85	89	92	94	96	97	98	98	99	99	99	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.3	1	17	39	58	70	78	84	89	92	94	96	97	98	99	99	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2	1	20	45	63	75	83	88	92	95	96	98	99	99	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1	2	24	50	68	79	86	91	94	96	98	99	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0	2	28	56	73	83	89	93	96	98	99	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

(%)

補足表 4-5. 親魚量が目標管理基準値を 50%以上の確率で上回るのに要する年数

β は 0～1 の間を 0.1 刻みで検討した。

β	0.5 万	1 万	1.5 万	2 万	2.5 万	3 万	3.5 万	4 万	4.5 万	5 万	5.5 万	6 万	6.5 万	7 万	7.5 万	8 万	8.5 万	9 万	9.5 万	10 万	10.5 万	11 万	11.5 万	12 万	12.5 万	13 万	13.5 万	14 万	14.5 万	15 万
1	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10
0.9	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	10	10	10	9	9	9	9	8
0.8	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	10	10	10	9	9	9	9	8	8	8	8	5	5	4
0.7	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	10	10	10	9	9	9	9	8	8	8	8	7	7	5	5	4	3	3
0.6	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	10	10	9	9	9	8	8	8	8	7	7	7	5	5	4	4	3	3	3	2
0.5	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	10	10	9	9	9	8	8	8	7	7	7	5	5	4	4	3	3	3	2	2
0.4	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	10	10	9	9	9	8	8	8	7	7	7	6	5	5	4	4	3	3	3	3	2	2	2
0.3	>10	>10	>10	>10	>10	>10	10	10	9	9	9	8	8	8	7	7	6	5	5	4	4	4	3	3	3	3	2	2	2	2
0.2	>10	>10	>10	>10	>10	10	10	9	9	8	8	8	7	7	6	6	5	4	4	4	4	3	3	3	3	3	2	2	2	2
0.1	>10	>10	>10	>10	>10	10	9	8	8	7	7	7	6	5	5	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2
0.0	>10	>10	>10	>10	10	9	9	8	8	7	7	6	5	5	5	4	4	4	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2

補足表 4-6. 親魚量が限界管理基準値を 50%以上の確率で上回るのに要する年数

β は 0~1 の間を 0.1 刻みで検討した。

β	0.5 万	1 万	1.5 万	2 万	2.5 万	3 万	3.5 万	4 万	4.5 万	5 万	5.5 万	6 万	6.5 万	7 万	7.5 万	8 万	8.5 万	9 万	9.5 万	10 万	10.5 万	11 万	11.5 万	12 万	12.5 万	13 万	13.5 万	14 万	14.5 万	15 万
1	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	10	9	9	8	8	7	7	7	7	4	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0.9	>10	>10	>10	>10	>10	>10	10	9	9	8	8	8	7	7	7	4	4	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0.8	>10	>10	>10	>10	>10	10	9	9	8	8	8	7	7	7	4	4	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0.7	>10	>10	>10	>10	>10	10	9	8	8	8	7	7	7	4	4	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0.6	>10	>10	>10	>10	>10	10	9	8	8	7	7	7	4	4	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0.5	>10	>10	>10	>10	10	9	8	8	8	7	7	4	4	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0.4	>10	>10	>10	10	9	9	8	8	7	7	5	4	4	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0.3	>10	>10	>10	10	9	8	8	7	7	5	4	4	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0.2	>10	>10	>10	10	9	8	7	7	6	4	4	4	3	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0.1	>10	>10	10	9	8	8	7	6	5	4	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0.0	>10	>10	10	9	8	7	6	5	4	4	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

補足表 4-7. 回復期間に期待できる各漁期の漁獲量の平均値 (千トン)

資源量が低いほど、10 年間で回復させるには漁獲量を下げることがある。 β は 0~1 の間を 0.1 刻みで検討した。

β	0.5 万	1 万	1.5 万	2 万	2.5 万	3 万	3.5 万	4 万	4.5 万	5 万	5.5 万	6 万	6.5 万	7 万	7.5 万	8 万	8.5 万	9 万	9.5 万	10 万	10.5 万	11 万	11.5 万	12 万	12.5 万	13 万	13.5 万	14 万	14.5 万	15 万
1	3	7	13	19	24	30	35	40	45	50	54	59	63	67	70	74	77	81	84	87	89	92	95	97	100	102	104	106	108	111
0.9	2	7	12	18	23	29	34	39	44	48	53	57	61	65	68	72	75	78	81	84	86	89	91	94	96	99	101	103	105	107
0.8	2	7	12	17	22	27	32	37	42	46	50	54	58	62	65	69	72	75	77	80	83	85	88	90	92	94	97	99	101	103
0.7	2	6	11	16	21	26	31	35	40	44	48	52	55	59	62	65	68	71	73	76	78	81	83	85	87	89	91	93	95	97
0.6	2	6	10	15	20	24	29	33	37	41	45	48	51	55	57	60	63	66	68	71	73	75	77	79	81	83	85	87	89	91
0.5	2	5	9	13	18	22	26	30	34	37	41	44	47	50	52	55	57	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	81	83
0.4	1	4	8	12	15	19	23	26	30	33	36	38	41	43	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	65	67	69	70	72	73
0.3	1	3	6	10	13	16	19	22	24	27	29	32	34	36	38	40	42	43	45	47	48	50	51	53	54	56	57	58	60	61
0.2	1	3	5	7	9	12	14	16	18	20	22	23	25	27	28	29	31	32	34	35	36	37	38	39	40	42	43	44	45	46
0.1	0	1	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	17	18	19	20	20	21	22	22	23	24	24	25	25	26
0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

補足表 4-8. 回復期間に再度禁漁になる頻度

禁漁水準からの回復の間でも、親魚量が禁漁水準に再度落ちると、あるいは留まると禁漁になる。回復開始初年度（禁漁）を除く回復期間中に、禁漁になる頻度の平均値を示す。 β は 0~1 の間を 0.1 刻みで検討した。

β	0.5 万	1 万	1.5 万	2 万	2.5 万	3 万	3.5 万	4 万	4.5 万	5 万	5.5 万	6 万	6.5 万	7 万	7.5 万	8 万	8.5 万	9 万	9.5 万	10 万	10.5 万	11 万	11.5 万	12 万	12.5 万	13 万	13.5 万	14 万	14.5 万	15 万	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	3	4	4	6	7	8	9	10	11	
0.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	8	9	10	
0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	3	4	6	7	7	8	8	
0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	3	4	4	5	6	6	
0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	3	4	5	5	5	
0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	3	3	4	4	4	
0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	2	3	3	
0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	3	
0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	
0.1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
0.0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

(%)

補足表 4-9. 回復期間内の漁獲量の安定性

回復期間内に期待できる総漁獲量に対して、どの程度漁獲量が年変化するかを示す。使用した指標は AAV (Average annual variability) である。β は 0~1 の間を 0.1 刻みで検討した。

β	0.5 万	1 万	1.5 万	2 万	2.5 万	3 万	3.5 万	4 万	4.5 万	5 万	5.5 万	6 万	6.5 万	7 万	7.5 万	8 万	8.5 万	9 万	9.5 万	10 万	10.5 万	11 万	11.5 万	12 万	12.5 万	13 万	13.5 万	14 万	14.5 万	15 万
1	36	33	32	31	30	29	28	28	28	28	27	27	27	27	27	26	26	27	27	27	27	28	29	30	32	33	34	35	36	36
0.9	36	34	32	31	30	29	28	27	27	27	26	26	26	25	25	25	25	25	25	25	25	26	26	27	28	29	30	31	32	32
0.8	36	34	32	31	29	28	28	27	26	26	25	25	25	24	24	24	23	23	23	23	24	24	24	25	25	27	28	28	28	29
0.7	37	34	32	31	29	28	27	26	26	25	24	24	24	23	23	22	22	22	22	22	22	22	22	23	23	24	25	25	26	26
0.6	37	35	32	31	29	28	27	26	25	24	24	23	23	22	22	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	22	22	23	23	23
0.5	37	35	33	31	29	28	27	26	25	24	23	23	22	22	21	21	21	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	21	21	21
0.4	38	36	33	31	29	28	26	25	24	24	23	22	22	21	21	20	20	20	19	19	19	19	19	19	19	19	19	20	20	21
0.3	38	36	34	31	29	28	26	25	24	23	23	22	21	21	20	20	20	19	19	19	19	18	18	18	18	18	18	18	19	19
0.2	39	37	34	32	30	28	26	25	24	23	23	22	21	21	20	20	19	19	19	18	18	18	18	18	18	18	17	18	18	18
0.1	39	37	35	32	30	28	27	25	24	24	23	22	21	21	20	20	19	19	19	18	18	18	18	17	17	17	17	17	17	17
0.0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

(%)

(%)

$$AAV = \frac{\sum_{i=t1}^{i=t2} |Catch_i - Catch_{i-1}|}{\sum_{i=t1}^{i=t2-1} Catch_i}$$

ここで、t1~t2 年が AAV の算出機関になる。Catch_i は i 年の漁獲量を示す。

補足資料 5 MSY 管理基準値に標準値を用いた場合

MSY 管理基準値に標準値を用いた場合の基準値案について、漁業がなかった場合を仮定した初期親魚量 (SB0) に対する比、対応する漁獲圧の下での平衡状態における平均漁獲量、対応する漁獲圧の現状の漁獲圧に対する比などを補足表 5-1 に示す。目標管理基準値として提案する SBmsy の各種数値は表 3 と同じである。限界管理基準値として標準値である SB0.6msy を用いた場合、SB0.6msy は SB0 の 13.9% である。また、禁漁水準として標準値である SB0.1msy を用いた場合、SB0.1msy は SB0 の 7.80% である。

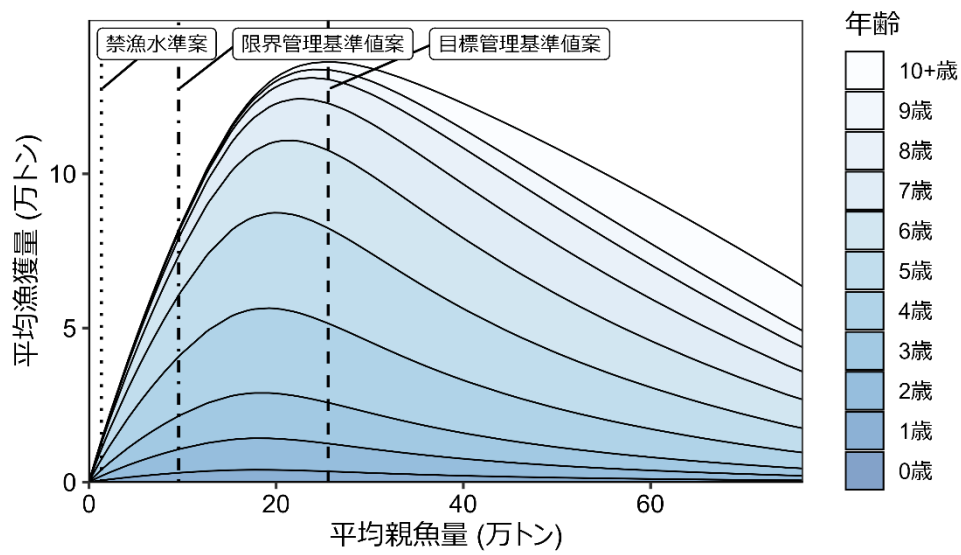
様々に F 値を変えた場合の平衡状態における親魚量、およびこれに対する年齢別漁獲量の平均値を補足図 5-1 に示す。

目標管理基準値案である SBmsy と、それを維持する漁獲圧 Fmsy を基準にした神戸プロットを補足図 5-2 に示す。現状の親魚量 (2024 年漁期の親魚量 : 32.0 万トン) に対する限界管理基準値案と禁漁水準案の比は、それぞれ 0.30 と 0.04 である。

限界管理基準値案および禁漁水準案に、標準値を用いた場合の漁獲管理規則案における親魚量と漁獲係数の関係を補足図 5-3a に、この漁獲管理規則案で漁獲した場合に期待できる平均的な漁獲量との関係を補足図 5-3b に示す。なお、図に例示した漁獲管理規則案は、 β に標準値である 0.8 を用いた。

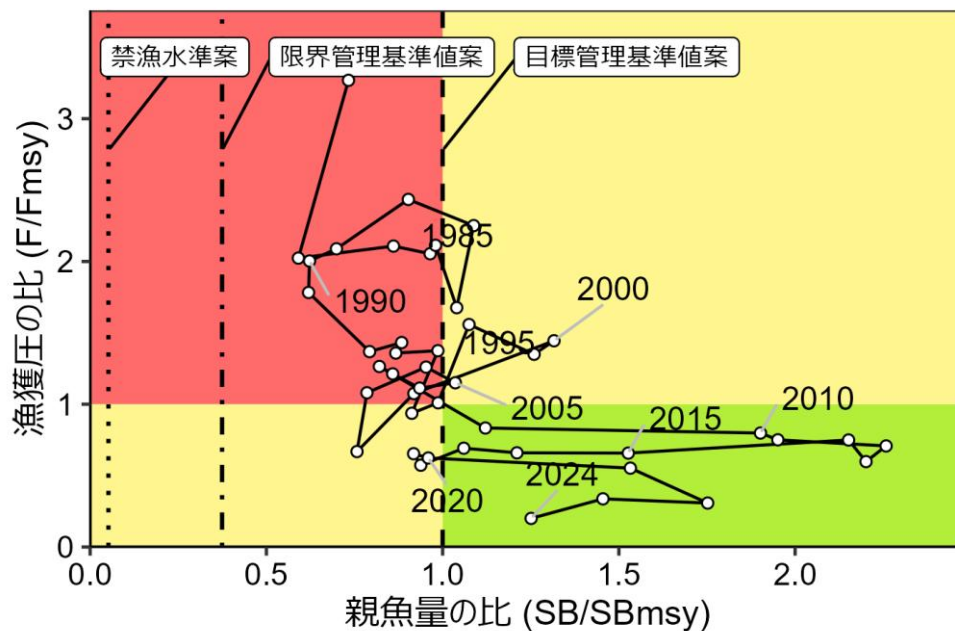
限界管理基準値案と禁漁水準案に、標準値を用いて、 β を 0.8 とした漁獲管理規則案 (補足図 5-3a) で将来予測した場合の、資源量、親魚量、漁獲量、加入量、および努力量の増減率の推移を補足図 5-4 に示す。将来予測の方法は 2-5) で示した手法で行った。

管理基準値として標準値を用いた漁獲管理規則案での将来予測について、調整係数 β を 0.0~1.0 の間で変えた場合の親魚量が目標管理基準値案を上回る確率、限界管理基準値案を上回る確率、禁漁水準案を上回る確率、過去最小親魚量を上回る確率、親魚量平均値の推移、および漁獲量平均値の推移を補足表 5-2~5-6 に示した。それぞれの表には、現状の漁獲圧 (F2020-2024) で漁獲を継続した場合の結果も比較のため示した。



補足図 5-1. 管理基準値案および禁漁水準案と年齢別漁獲量曲線の関係

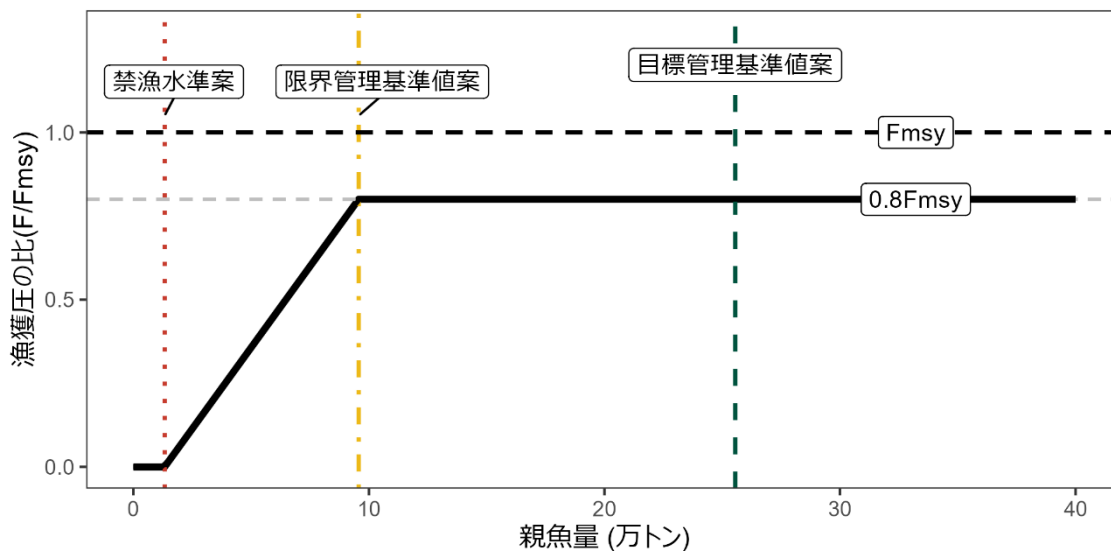
将来予測シミュレーションにおける平衡状態での、親魚量に対する年齢別漁獲量の平均値と、それぞれの管理基準値案の位置関係を示す。管理基準値にはそれぞれ標準値 (SBmsy、SB0.6msy、SB0.1msy) を用いている。漁業がなかった場合を仮定した初期親魚量 (SB0) は 109.0 万トンである。



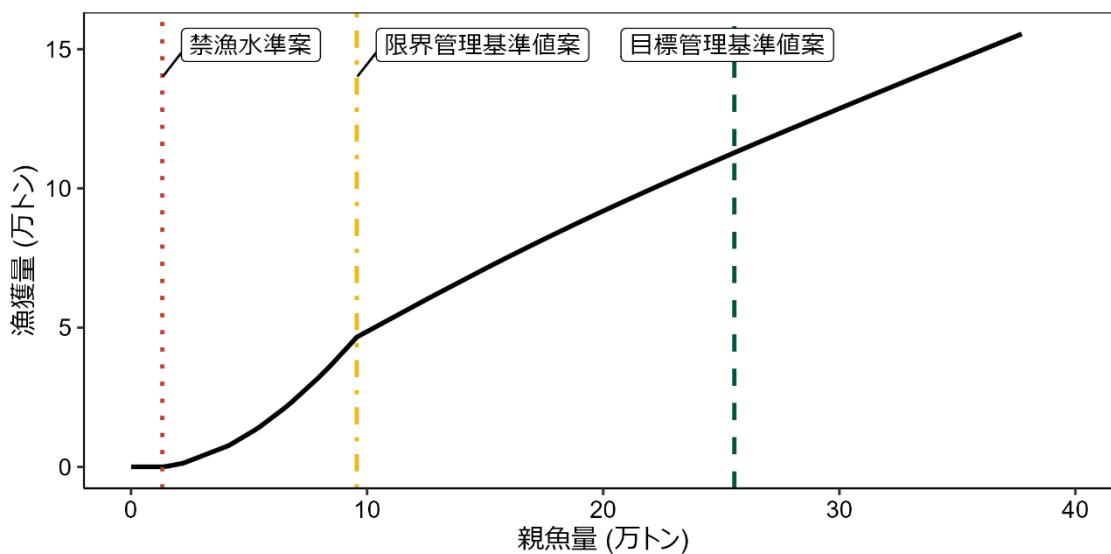
補足図 5-2. 神戸プロット

縦軸は各年の漁獲圧 F の F_{msy} との比である。図中の目標管理基準値案、限界管理基準値案、および禁漁水準案には、それぞれ標準値を用いた。

a) 縦軸を漁獲圧にした場合

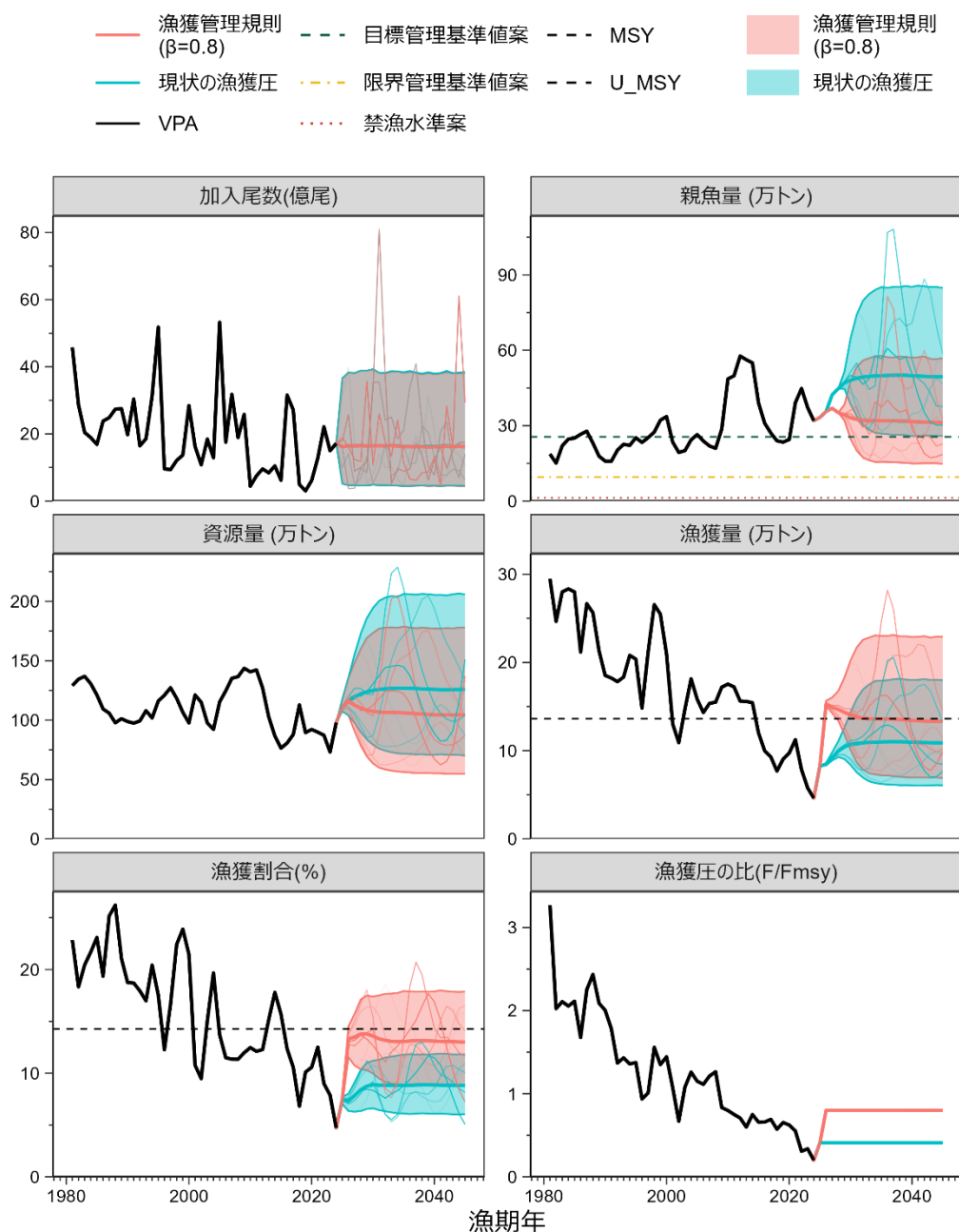


b) 縦軸を漁獲量にした場合



補足図 5-3. 漁獲管理規則案

目標管理基準値 (SBtarget) 案は HS 再生産関係に基づき算出した SB_{msy} である。限界管理基準値案 (SBlimit) および禁漁水準案 (SBban) には、それぞれ標準値を用いた。黒破線は F_{msy} 、灰色破線は $0.8F_{msy}$ 、黒太線は HCR、赤破線は禁漁水準案、黄破線は限界管理基準値案、緑破線は目標管理基準値案を示す。a) は縦軸を漁獲圧にした場合、b) は縦軸を漁獲量で表した場合である。b) については、漁獲する年の年齢組成によって漁獲量は若干異なるが、ここでは平衡状態における平均的な年齢組成の場合の漁獲量を示した。



補足図 5-4. 管理基準値案（標準値）に基づく漁獲管理規則案を用いた将来予測（赤線）と現状の漁獲圧（F2020-2024）で漁獲を続けた場合の将来予測（青線）の比較
太実線は平均値、網掛けはシミュレーション結果の 90%が含まれる予測区間、細線は 5 通りの将来予測の例示である。親魚量の図の緑破線は目標管理基準値案、黄一点鎖線は限界管理基準値案、赤点線は禁漁水準案を示す。漁獲量の図の黒破線は最大持続生産量 MSY を、漁獲割合の図の黒破線は目標管理基準値案を維持する漁獲割合の水準（Umsy）を示す。漁獲管理規則案での調整係数 β には 0.8 を用いた。2025 年漁期の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧（F2020-2024）により仮定した。

補足表 5-1. 各種管理基準値案(標準値)における平衡状態のときの平均親魚量、直近(2024年漁期)の親魚量に対する比、漁業がなかった場合を仮定した初期親魚量(SB0)に対する比、期待できる平均漁獲量、%SPR 換算した漁獲圧、漁獲割合、現状の漁獲圧(2020～2024 年漁期の漁獲圧)に対する漁獲圧の比、および SBmsy を維持する漁獲圧における年齢別漁獲係数(Fmsy)

管理 基準値案	親魚量 (万トン)	現状の 親魚量に 対する比	初期 親魚量に 対する比	期待できる 平均漁獲量 (万トン)	漁獲圧 (%SPR)	漁獲 割合	現状の 漁獲圧に 対する比
目標管理 基準値							
最大持続生産量 MSY を実現する 親魚量(SBmsy)	25.6	0.80	0.234	13.6	24.2	0.14	2.44
限界管理 基準値							
MSY の 60%の 漁獲が得られる 親魚量 (SB0.6msy)	9.6	0.30	0.088	8.18	16.1	0.17	3.82
禁漁水準							
MSY の 10%の 漁獲が得られる 親魚量 (SB0.1msy)	1.3	0.04	0.012	1.36	13.5	0.19	4.53
SBmsy を 維持する 漁獲圧 (Fmsy)	(0 歳, 1 歳, 2 歳, 3 歳, 4 歳, 5 歳, 6 歳, 7 歳, 8 歳, 9 歳, 10+歳) =(0.00, 0.03, 0.06, 0.08, 0.21, 0.37, 0.52, 0.62, 0.67, 0.58, 0.58)						

補足表 5-2. 将来の親魚量が目標管理基準値案を上回る確率 (%)

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2046	2056
1.0	100	100	100	100	100	56	47	46	45	45	45	45	42	42
0.9			100	100	100	73	59	55	54	54	53	54	51	52
0.8			100	100	100	91	72	66	64	63	63	63	61	61
0.7			100	100	100	99	85	78	74	73	73	73	72	72
0.6			100	100	100	100	96	88	85	83	83	82	81	82
0.5			100	100	100	100	100	96	94	92	91	91	90	91
0.4			100	100	100	100	100	100	98	97	97	97	96	96
0.3			100	100	100	100	100	100	100	100	99	99	99	99
0.2			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F2020-2024			100	100	100	100	100	99	98	97	96	96	95	96

β を 0.0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2025 年漁期の漁獲量は現状の漁獲圧（F2020-2024）から予測される 8.3 万トンとし、2026 年漁期から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧（F2020-2024、 $\beta=0.41$ に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足表 5-3. 将来の親魚量が限界管理基準値案を上回る確率 (%)

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2046	2056
1.0	100	100	100	100	100	100	100	100	99	99	99	99	98	99
0.9			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	99
0.8			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.7			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.6			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.5			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.4			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.3			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F2020-2024			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

β を 0.0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2025 年漁期の漁獲量は現状の漁獲圧（F2020-2024）から予測される 8.3 万トンとし、2026 年漁期から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧（F2020-2024、 $\beta=0.41$ に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足表 5-4. 将来の親魚量が禁漁水準案を上回る確率 (%)

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2046	2056
1.0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.9			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.8			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.7			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.6			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.5			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.4			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.3			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F2020-2024			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

β を 0.0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2025 年漁期の漁獲量は現状の漁獲圧（F2020-2024）から予測される 8.3 万トンとし、2026 年漁期から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧（F2020-2024、 $\beta=0.41$ に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足表 5-5. 将来の平均親魚量（万トン）

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2046	2056
1.0	33.3	35.6	34.5	31.3	29.5	28.0	27.2	26.9	26.8	26.7	26.7	26.6	25.7	25.8
0.9			35.7	33.2	31.8	30.4	29.7	29.3	29.2	29.1	29.1	29.1	28.4	28.5
0.8			36.9	35.2	34.3	33.1	32.5	32.2	32.0	32.0	31.9	31.9	31.3	31.5
0.7			38.2	37.3	37.0	36.2	35.8	35.5	35.4	35.3	35.3	35.3	34.8	34.9
0.6			39.6	39.7	40.1	39.8	39.6	39.5	39.4	39.4	39.4	39.4	38.9	39.1
0.5			41.0	42.3	43.6	43.9	44.1	44.2	44.3	44.3	44.4	44.4	43.9	44.1
0.4			42.5	45.0	47.5	48.6	49.4	50.0	50.3	50.4	50.6	50.7	50.2	50.5
0.3			44.0	48.0	51.9	54.1	55.8	57.0	57.7	58.2	58.5	58.7	58.4	58.7
0.2			45.6	51.3	56.8	60.6	63.5	65.6	67.1	68.0	68.8	69.3	69.6	69.9
0.1			47.3	54.9	62.4	68.1	72.8	76.4	79.0	80.9	82.3	83.4	85.2	85.7
0.0			49.1	58.8	68.7	77.0	84.2	90.0	94.4	97.9	100.7	102.8	108.7	109.5
F2020-2024			42.3	44.7	47.1	48.1	48.8	49.3	49.6	49.8	49.9	50.0	49.5	49.8

β を 0.0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2025 年漁期の漁獲量は現状の漁獲圧（F2020-2024）から予測される 8.3 万トンとし、2026 年漁期から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧（F2020-2024、 $\beta=0.41$ に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足表 5-6. 将来の平均漁獲量（万トン）

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2046	2056
1.0	8.3	18.5	17.0	16.1	15.3	14.8	14.4	14.3	14.3	14.2	14.2	14.2	13.7	13.8
0.9		16.9	16.0	15.5	14.9	14.5	14.2	14.0	14.0	14.0	13.9	13.9	13.6	13.7
0.8		15.3	14.9	14.7	14.3	14.0	13.8	13.7	13.6	13.6	13.6	13.6	13.4	13.4
0.7		13.6	13.7	13.8	13.6	13.5	13.3	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.0	13.0
0.6		11.9	12.3	12.7	12.8	12.8	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6	12.4	12.5
0.5		10.1	10.8	11.4	11.7	11.8	11.8	11.8	11.8	11.9	11.9	11.9	11.7	11.8
0.4		8.2	9.1	9.8	10.3	10.6	10.7	10.8	10.8	10.9	10.9	10.9	10.8	10.9
0.3		6.3	7.1	7.9	8.5	8.9	9.1	9.3	9.4	9.4	9.5	9.5	9.5	9.5
0.2		4.3	5.0	5.7	6.3	6.7	7.0	7.2	7.3	7.4	7.5	7.5	7.6	7.6
0.1		2.2	2.6	3.1	3.5	3.8	4.1	4.2	4.4	4.5	4.5	4.6	4.7	4.7
0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F2020-2024		8.4	9.2	10.0	10.4	10.7	10.8	10.9	10.9	11.0	11.0	11.0	10.9	11.0

β を 0.0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2025 年漁期の漁獲量は現状の漁獲圧（F2020-2024）から予測される 8.3 万トンとし、2026 年漁期から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧（F2020-2024、 $\beta=0.41$ に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足資料6 バックワードリサンプリングによって加入量を生成した場合の将来予測

(1) 将来予測の設定

令和7年度資源評価で推定された2024年漁期の資源量から、コホート解析の前進法を用いて2025～2059年漁期の将来予測計算を行った。本資料では、2010年以降の低加入傾向を考慮した将来予測を行うために、加入量の不確実性として、2025年漁期以降の加入量を1981～2024年漁期の観測値と再生産関係式の残差を後ろ向きに時代を区切ってリサンプリングによって与えるバックワードリサンプリングを行った。この試行を10,000回行い、それらの平均値と90%予測区間を求めることにより、不確実性の程度を示した。残差リサンプリングの区切る時代の年数による影響を調べるために、4年、5年、6年区切りの3通りのシナリオで将来予測を行った。

5年区切りのバックワードリサンプリングの手順を以下に例として示す（補足図6-1）。

- ・将来予測の1～5年目：最新5年分（2020～2024年漁期）の残差のみから重複を許したリサンプリングを行う。

- ・将来予測の6～10年目：最新5年分（2020～2024年漁期）の残差、またはさらに過去に遡った5年分（2015～2019年漁期）の残差のどちらかをランダムに選択し、選択された方の5年分の残差から重複を許したリサンプリングを行う。

- ・将来予測の11年目～：上記の手順のように5年ずつリサンプリングする範囲を追加し、同様の手順で残差をリサンプリングする。

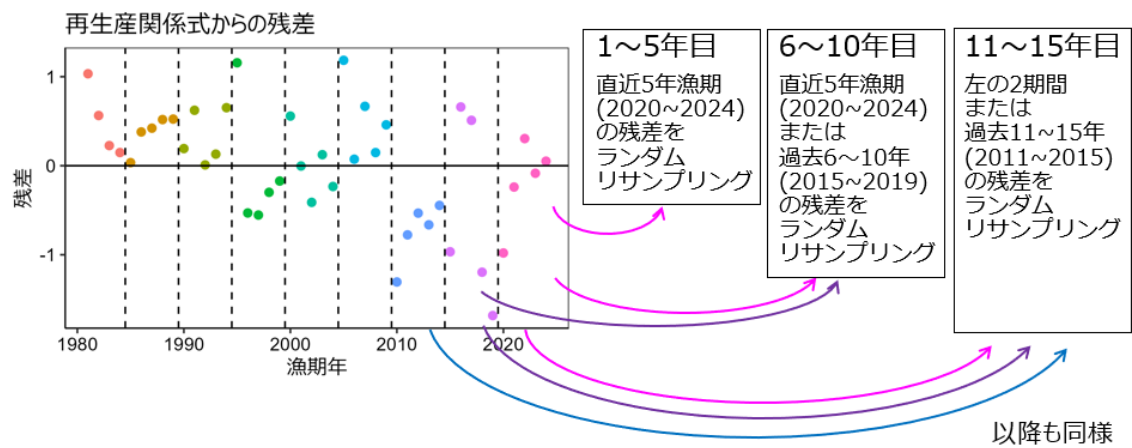
将来の加入量の設定を除いて、2-5)で行った将来予測と同じ手法で計算を行った。

(2) 将来予測の結果

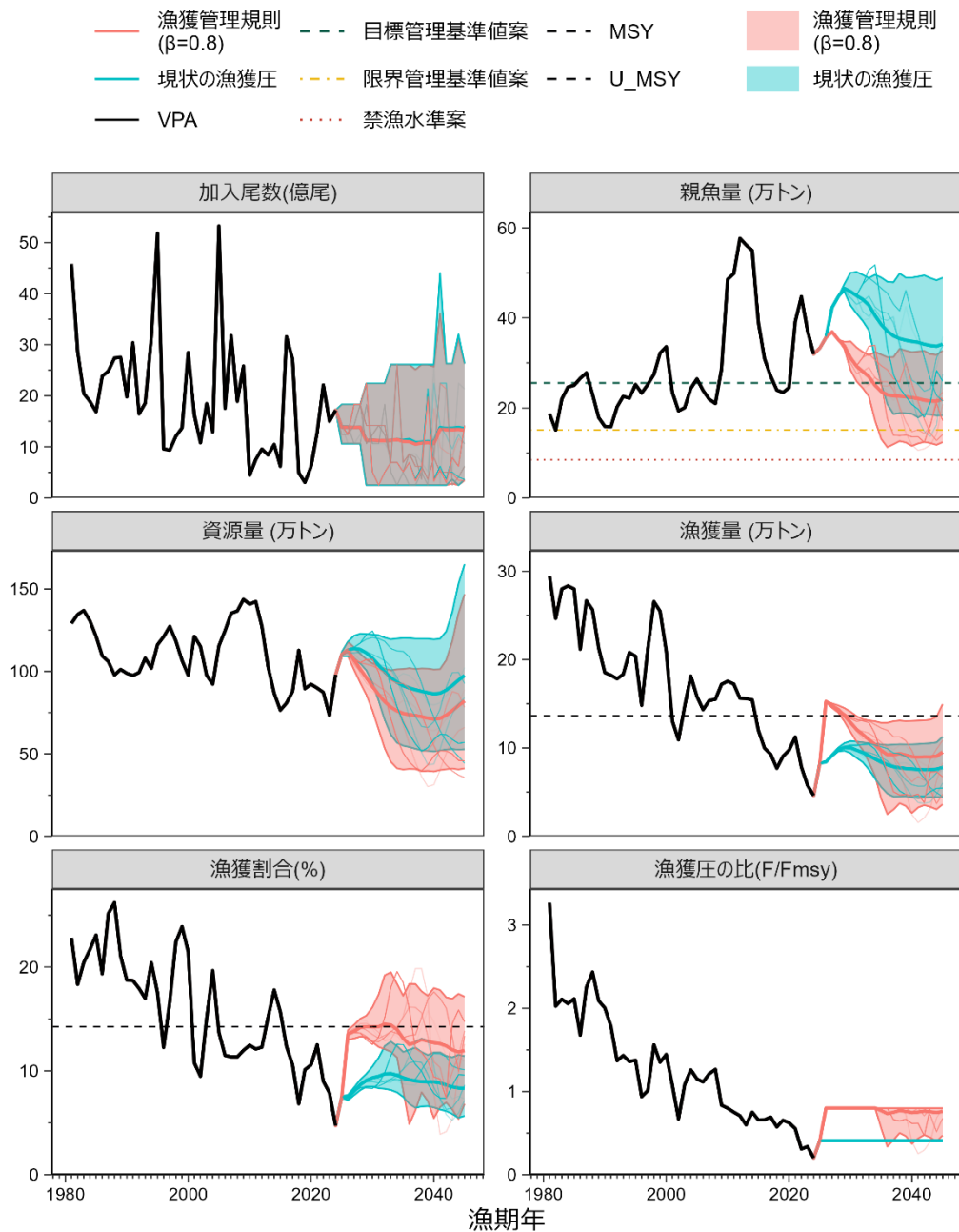
調整係数 β を0.8とした漁獲管理規則案（図5-a）で将来予測した場合の、資源量、親魚量、漁獲量、加入量、および努力量の増減率の推移を補足図6-2～6-4に示す。なお、今回の将来予測では、漁獲管理規則案による漁獲制御は2026年漁期から開始し、2025年漁期の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧（F2020-2024）から仮定した。漁獲管理規則案（図5-a）での将来予測について、調整係数 β を0.0～1.0の間で変えた場合の親魚量が目標管理基準値案を上回る確率、限界管理基準値案を上回る確率、親魚量平均値の推移、および漁獲量平均値の推移を補足表6-1～6-4に示した。

現状の漁獲圧（F2020-2024、 $\beta=0.41$ に相当）で漁獲を続けた場合、いずれの区切り年数においても平均親魚量が目標管理基準値案を下回らない予測となった（補足図6-1～6-3）。また、管理開始から10年後の2036年漁期に親魚量が目標管理基準値案を上回る確率は、4年区切りの場合は82%、5年区切りの場合は92%、6年区切りの場合は87%であった（補足表6-1）。

なお、管理開始から10年後（2026年漁期）に目標管理基準値案を上回る確率が50%以上である調整係数 β は区切る年数によって異なる。4年区切りおよび5年区切りの場合は0.7、6年区切りの場合は0.6であり、これらの β は現状の漁獲圧（F2020-2024）に相当する β の0.41よりも高く、近年（2010年以降）の低加入傾向を考慮した場合であっても、資源を維持する β による漁獲を続けることで、現在の漁獲量（2024年漁期：4.6万トン）よりも高い漁獲量が見込める（補足表6-1）。

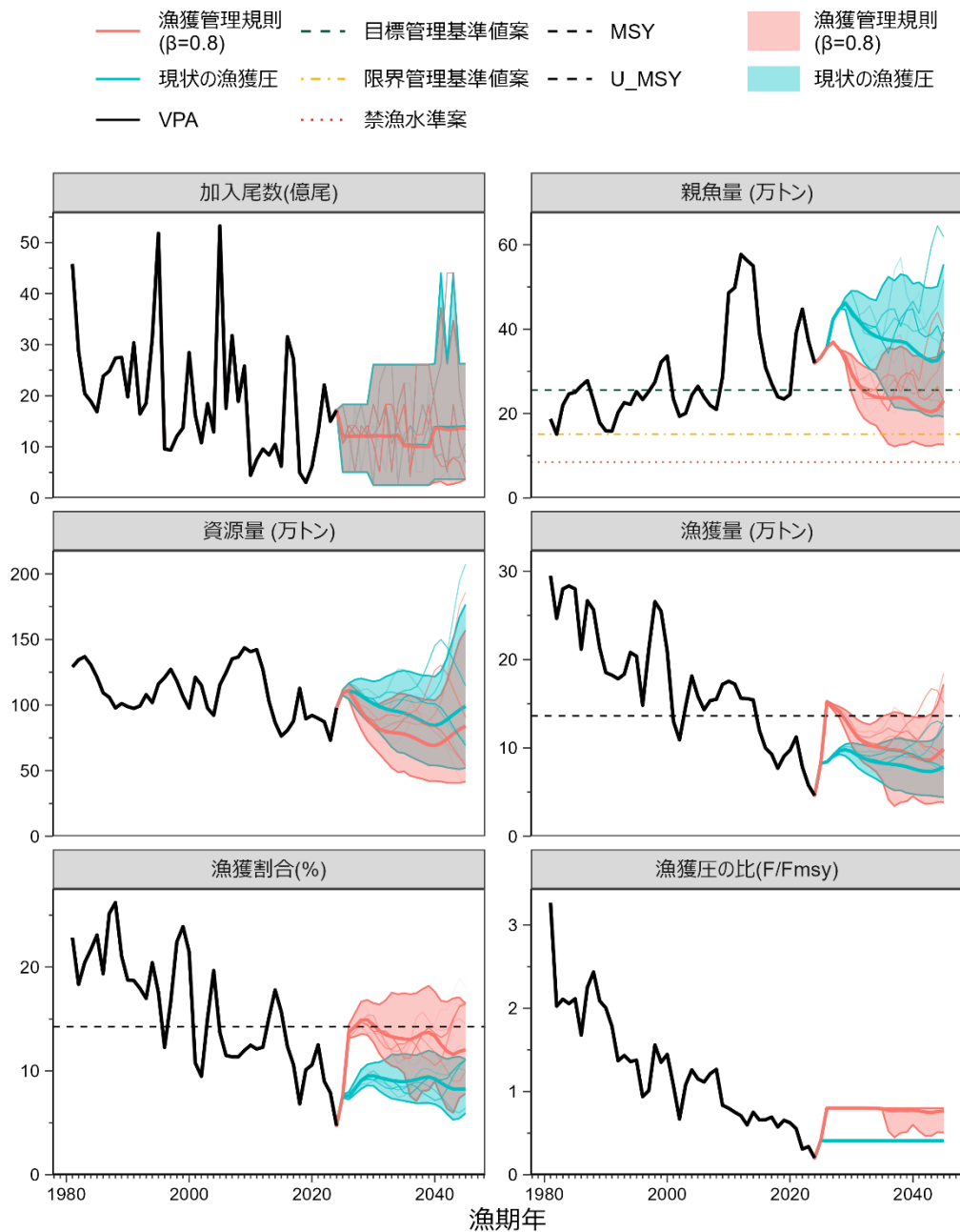


補足図 6-1. 残差のバックワードリサンプリングの概念図 (5 年区切りの例)



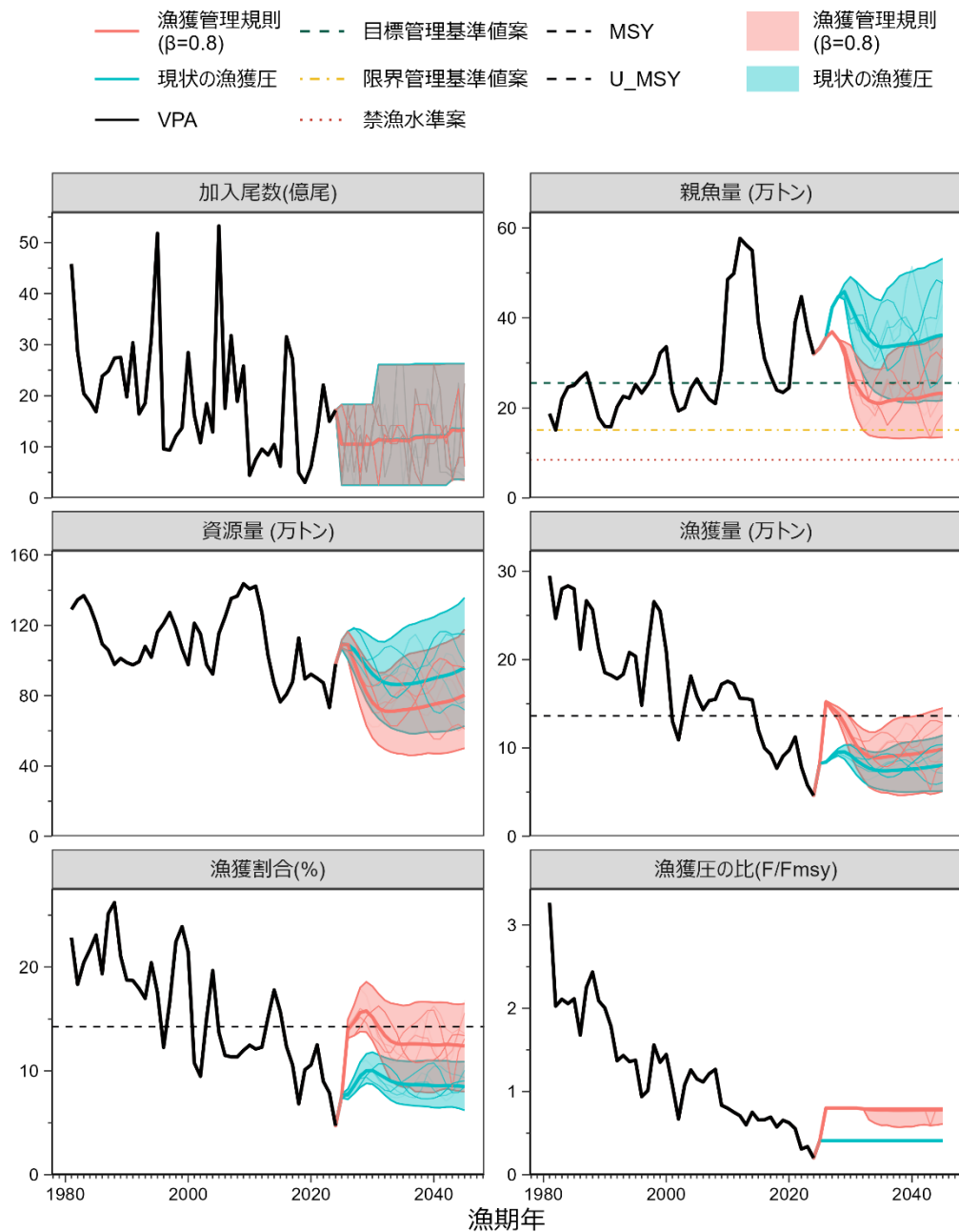
補足図 6-2. バックワードリサンプリングを行う時の区切り年数を 4 年にした場合の管理基準値案に基づく漁獲管理規則案を用いた将来予測（赤線）と現状の漁獲圧（F2020-2024）で漁獲を続けた場合の将来予測（青線）の比較

太実線は平均値、網掛けはシミュレーション結果の 90%が含まれる予測区間、細線は 5 通りの将来予測の例示である。親魚量の図の緑破線は目標管理基準値案、黄一点鎖線は限界管理基準値案、赤点線は禁漁水準案を示す。漁獲量の図の黒破線は最大持続生産量 MSY を、漁獲割合の図の黒破線は目標管理基準値案を維持する漁獲割合の水準 (Umsy) を示す。漁獲管理規則案での調整係数 β には 0.8 を用いた。2025 年漁期の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧 (F2020-2024) により仮定した。



補足図 6-3. バックワードリサンプリングを行う時の区切り年数を 5 年にした場合の管理基準値案に基づく漁獲管理規則案を用いた将来予測（赤線）と現状の漁獲圧（F2020-2024）で漁獲を続けた場合の将来予測（青線）の比較

太実線は平均値、網掛けはシミュレーション結果の 90%が含まれる予測区間、細線は 5 通りの将来予測の例示である。親魚量の図の緑破線は目標管理基準値案、黄一点鎖線は限界管理基準値案、赤点線は禁漁水準案を示す。漁獲量の図の黒破線は最大持続生産量 MSY を、漁獲割合の図の黒破線は目標管理基準値案を維持する漁獲割合の水準（ U_{msy} ）を示す。漁獲管理規則案での調整係数 β には 0.8 を用いた。2025 年漁期の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧（F2020-2024）により仮定した。



補足図 6-4. バックワードリサンプリングを行う時の区切り年数を 6 年にした場合の管理基準値案に基づく漁獲管理規則案を用いた将来予測（赤線）と現状の漁獲圧（F2020-2024）で漁獲を続けた場合の将来予測（青線）の比較

太実線は平均値、網掛けはシミュレーション結果の 90%が含まれる予測区間、細線は 5 通りの将来予測の例示である。親魚量の図の緑破線は目標管理基準値案、黄一点鎖線は限界管理基準値案、赤点線は禁漁水準案を示す。漁獲量の図の黒破線は最大持続生産量 MSY を、漁獲割合の図の黒破線は目標管理基準値案を維持する漁獲割合の水準（Umsy）を示す。漁獲管理規則案での調整係数 β には 0.8 を用いた。2025 年漁期の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧（F2020-2024）により仮定した。

補足表 6-1. 将来の親魚量が目標管理基準値案を上回る確率 (%)

a) 区切り年数：4 年

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2046	2056
1.0	100	100	100	100	100	56	29	16	11	12	9	8	19	21
0.9			100	100	100	100	63	48	33	30	23	22	26	30
0.8			100	100	100	100	97	84	67	49	46	43	35	42
0.7			100	100	100	100	100	100	94	67	67	61	46	58
0.6			100	100	100	100	100	100	100	82	73	71	59	71
0.5			100	100	100	100	100	100	100	98	79	78	73	82
0.4			100	100	100	100	100	100	100	100	96	83	84	90
0.3			100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	92	96
0.2			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	99
0.1			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F2020-2024			100	100	100	100	100	100	100	100	94	82	83	89

b) 区切り年数：5 年

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2046	2056
1.0	100	100	100	100	100	40	16	8	5	5	15	13	25	31
0.9			100	100	100	76	38	24	17	16	24	21	31	40
0.8			100	100	100	88	67	49	40	36	36	37	38	49
0.7			100	100	100	100	87	74	66	60	52	56	46	60
0.6			100	100	100	100	97	92	87	82	70	72	56	71
0.5			100	100	100	100	100	99	97	95	88	83	68	82
0.4			100	100	100	100	100	100	100	99	98	93	79	91
0.3			100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	90	96
0.2			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	99
0.1			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F2020-2024			100	100	100	100	100	100	100	99	97	92	78	90

c) 区切り年数：6 年

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2046	2056
1.0	100	100	100	100	100	31	9	4	2	2	2	9	16	29
0.9			100	100	100	59	24	13	8	7	7	15	23	37
0.8			100	100	100	73	46	29	21	17	18	23	34	49
0.7			100	100	100	95	67	51	40	35	33	35	47	63
0.6			100	100	100	100	88	73	63	56	53	51	62	76
0.5			100	100	100	100	97	90	83	77	75	71	77	87
0.4			100	100	100	100	100	98	95	92	90	88	88	94
0.3			100	100	100	100	100	100	99	99	98	97	96	99
0.2			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	100
0.1			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F2020-2024			100	100	100	100	100	98	94	91	89	87	87	94

β を 0.0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2025 年漁期の漁獲量は現状の漁獲圧（F2020-2024）から予測される 8.3 万トンとし、2026 年漁期から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧（F2020-2024、 $\beta=0.41$ に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足表 6-2. 将来の親魚量が限界管理基準値案を上回る確率 (%)

a) 区切り年数：4 年

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2046	2056
1.0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	84	75	76	75	81
0.9			100	100	100	100	100	100	100	95	78	78	81	85
0.8			100	100	100	100	100	100	100	100	84	82	86	89
0.7			100	100	100	100	100	100	100	100	96	84	90	93
0.6			100	100	100	100	100	100	100	100	100	92	94	96
0.5			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97	98
0.4			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	99
0.3			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F2020-2024			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	99

b) 区切り年数：5 年

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2046	2056
1.0	100	100	100	100	100	100	98	95	93	91	81	82	67	80
0.9			100	100	100	100	100	98	97	96	89	86	74	87
0.8			100	100	100	100	100	100	99	98	95	89	81	92
0.7			100	100	100	100	100	100	100	100	99	94	89	96
0.6			100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	94	98
0.5			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	99
0.4			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.3			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F2020-2024			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	100

c) 区切り年数：6 年

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2046	2056
1.0	100	100	100	100	100	100	90	81	77	75	76	72	77	86
0.9			100	100	100	100	96	88	85	83	83	81	84	90
0.8			100	100	100	100	99	95	91	90	89	88	90	94
0.7			100	100	100	100	100	99	96	95	94	94	94	97
0.6			100	100	100	100	100	100	99	98	98	97	98	99
0.5			100	100	100	100	100	100	100	100	99	99	99	100
0.4			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.3			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F2020-2024			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

β を 0.0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2025 年漁期の漁獲量は現状の漁獲圧（F2020-2024）から予測される 8.3 万トンとし、2026 年漁期から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧（F2020-2024、 $\beta=0.41$ に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足表 6-3. 将来の平均親魚量（万トン）

a) 区切り年数：4 年

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2046	2056
1.0	33.3	35.6	34.5	31.3	29.1	26.1	24.3	23.3	22.3	20.6	19.6	19.4	20.3	21.9
0.9			35.7	33.2	31.3	28.5	26.6	25.5	24.4	22.6	21.4	21.0	21.8	23.8
0.8			36.9	35.2	33.8	31.1	29.3	28.1	26.9	25.0	23.6	22.9	23.6	26.0
0.7			38.2	37.3	36.6	34.2	32.4	31.2	29.9	27.9	26.4	25.4	25.9	28.8
0.6			39.6	39.7	39.6	37.7	36.0	34.9	33.5	31.4	29.7	28.5	28.7	32.2
0.5			41.0	42.3	43.1	41.7	40.3	39.3	38.0	35.7	33.9	32.5	32.2	36.3
0.4			42.5	45.0	47.0	46.4	45.5	44.7	43.4	41.1	39.1	37.6	36.6	41.6
0.3			44.0	48.0	51.4	51.8	51.7	51.4	50.3	48.0	45.9	44.3	42.4	48.4
0.2			45.6	51.3	56.3	58.2	59.2	59.6	59.0	56.9	54.9	53.1	50.1	57.5
0.1			47.3	54.9	61.9	65.6	68.2	70.0	70.2	68.7	66.9	65.2	61.2	70.3
0.0			49.1	58.8	68.2	74.4	79.4	83.1	84.8	84.4	83.4	82.2	77.9	89.4
F2020-2024			42.3	44.7	46.6	45.9	44.9	44.1	42.8	40.5	38.6	37.1	36.1	41.0

b) 区切り年数：5 年

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2046	2056
1.0	33.3	35.6	34.5	31.3	28.7	24.8	22.2	20.8	20.2	19.9	19.9	20.0	21.1	22.9
0.9			35.7	33.2	31.0	27.1	24.4	22.9	22.1	21.7	21.6	21.6	22.8	24.9
0.8			36.9	35.2	33.4	29.7	27.0	25.3	24.4	23.9	23.7	23.7	24.7	27.3
0.7			38.2	37.3	36.2	32.7	30.0	28.2	27.1	26.6	26.3	26.2	26.9	30.2
0.6			39.6	39.7	39.3	36.1	33.5	31.7	30.5	29.8	29.4	29.2	29.6	33.6
0.5			41.0	42.3	42.7	40.1	37.7	35.9	34.6	33.8	33.3	33.1	33.1	37.9
0.4			42.5	45.0	46.6	44.7	42.7	41.1	39.7	38.9	38.3	38.0	37.5	43.3
0.3			44.0	48.0	51.0	50.1	48.7	47.4	46.2	45.3	44.7	44.3	43.1	50.3
0.2			45.6	51.3	55.9	56.4	56.1	55.4	54.5	53.8	53.1	52.7	50.8	59.6
0.1			47.3	54.9	61.5	63.8	65.0	65.4	65.2	64.9	64.5	64.3	61.8	72.8
0.0			49.1	58.8	67.8	72.5	75.9	78.2	79.2	79.9	80.2	80.4	78.3	92.2
F2020-2024			42.3	44.7	46.2	44.2	42.2	40.5	39.2	38.3	37.7	37.4	37.0	42.7

c) 区切り年数：6 年

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2046	2056
1.0	33.3	35.6	34.5	31.3	28.4	23.6	20.4	18.7	18.1	17.9	18.0	18.4	19.7	22.8
0.9			35.7	33.2	30.6	25.8	22.5	20.6	19.6	19.3	19.3	19.8	21.4	24.8
0.8			36.9	35.2	33.1	28.4	24.9	22.8	21.6	21.1	21.1	21.5	23.4	27.2
0.7			38.2	37.3	35.9	31.3	27.8	25.5	24.1	23.4	23.2	23.6	25.8	30.0
0.6			39.6	39.7	38.9	34.7	31.2	28.8	27.2	26.3	26.0	26.3	28.7	33.5
0.5			41.0	42.3	42.4	38.7	35.3	32.8	31.1	30.0	29.5	29.7	32.4	37.7
0.4			42.5	45.0	46.3	43.2	40.2	37.8	35.9	34.6	34.0	34.1	36.9	43.0
0.3			44.0	48.0	50.6	48.6	46.1	43.9	42.0	40.7	39.9	39.9	42.9	49.8
0.2			45.6	51.3	55.5	54.8	53.3	51.6	49.9	48.5	47.6	47.6	50.8	59.0
0.1			47.3	54.9	61.1	62.2	62.1	61.4	60.1	59.0	58.2	58.2	62.0	71.8
0.0			49.1	58.8	67.4	70.9	72.9	73.8	73.7	73.3	72.9	73.1	78.7	90.8
F2020-2024			42.3	44.7	45.8	42.7	39.7	37.2	35.4	34.1	33.5	33.6	36.4	42.4

β を 0.0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2025 年漁期の漁獲量は現状の漁獲圧（F2020-2024）から予測される 8.3 万トンとし、2026 年漁期から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧（F2020-2024、 $\beta=0.41$ に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。

※黄色網掛けは目標管理基準値案（SB_{msy}：25.6 万トン）を下回ることを示す。

補足表 6-4. 将来の平均漁獲量（万トン）

a) 区切り年数：4 年

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2046	2056
1.0	8.3	18.4	16.8	15.7	14.5	13.4	12.5	11.9	11.3	10.5	9.6	9.5	10.4	11.3
0.9		16.9	15.8	15.1	14.2	13.2	12.3	11.7	11.1	10.5	9.6	9.4	10.3	11.2
0.8		15.3	14.8	14.4	13.7	12.9	12.1	11.5	10.9	10.4	9.7	9.2	10.0	11.0
0.7		13.6	13.5	13.5	13.1	12.4	11.7	11.2	10.7	10.1	9.7	9.1	9.7	10.8
0.6		11.9	12.2	12.4	12.3	11.8	11.3	10.8	10.3	9.8	9.4	9.0	9.3	10.4
0.5		10.1	10.7	11.1	11.2	11.0	10.6	10.2	9.8	9.3	8.9	8.6	8.8	9.8
0.4		8.2	9.0	9.6	9.9	9.9	9.6	9.4	9.0	8.7	8.3	8.0	8.0	9.0
0.3		6.3	7.1	7.8	8.3	8.4	8.3	8.2	7.9	7.7	7.4	7.1	7.0	7.9
0.2		4.3	5.0	5.6	6.1	6.4	6.4	6.4	6.3	6.1	5.9	5.7	5.5	6.3
0.1		2.2	2.6	3.1	3.4	3.7	3.8	3.8	3.8	3.7	3.7	3.6	3.4	3.9
0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F2020-2024		8.4	9.2	9.8	10.1	10.0	9.7	9.5	9.1	8.7	8.4	8.1	8.1	9.1

b) 区切り年数：5 年

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2046	2056
1.0	8.3	18.4	16.7	15.4	14.0	12.6	11.5	10.9	10.6	10.5	10.2	10.1	10.7	11.8
0.9		16.8	15.7	14.8	13.6	12.4	11.4	10.8	10.5	10.3	10.2	10.0	10.6	11.7
0.8		15.2	14.6	14.1	13.2	12.1	11.2	10.6	10.3	10.1	10.0	9.8	10.4	11.5
0.7		13.6	13.4	13.3	12.6	11.8	10.9	10.4	10.0	9.9	9.8	9.6	10.0	11.2
0.6		11.9	12.1	12.2	11.9	11.2	10.5	10.0	9.7	9.5	9.4	9.3	9.6	10.8
0.5		10.1	10.6	11.0	10.9	10.5	9.9	9.5	9.2	9.0	8.9	8.8	9.0	10.2
0.4		8.2	8.9	9.5	9.7	9.5	9.1	8.7	8.5	8.3	8.2	8.1	8.2	9.3
0.3		6.3	7.0	7.7	8.1	8.1	7.8	7.6	7.4	7.3	7.2	7.2	7.1	8.2
0.2		4.3	5.0	5.6	6.0	6.2	6.1	6.0	5.9	5.8	5.8	5.7	5.6	6.5
0.1		2.2	2.6	3.0	3.4	3.5	3.6	3.6	3.6	3.6	3.5	3.5	3.4	4.0
0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F2020-2024		8.4	9.1	9.7	9.8	9.6	9.2	8.8	8.5	8.4	8.3	8.2	8.2	9.4

c) 区切り年数：6 年

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2046	2056
1.0	8.3	18.3	16.5	15.2	13.4	11.7	10.3	9.4	9.1	9.1	9.2	9.3	10.2	11.9
0.9		16.8	15.6	14.6	13.2	11.6	10.3	9.5	9.1	9.0	9.1	9.2	10.1	11.7
0.8		15.2	14.5	13.9	12.8	11.4	10.2	9.5	9.0	8.9	8.9	9.0	10.0	11.5
0.7		13.6	13.3	13.1	12.3	11.1	10.0	9.3	8.9	8.7	8.7	8.8	9.7	11.2
0.6		11.8	12.0	12.1	11.6	10.7	9.7	9.1	8.6	8.4	8.4	8.4	9.3	10.7
0.5		10.1	10.5	10.9	10.6	10.0	9.2	8.6	8.2	8.0	7.9	8.0	8.8	10.1
0.4		8.2	8.9	9.4	9.4	9.1	8.5	8.0	7.6	7.4	7.3	7.3	8.0	9.3
0.3		6.3	7.0	7.6	7.9	7.8	7.4	7.1	6.7	6.6	6.5	6.5	7.0	8.1
0.2		4.3	4.9	5.5	5.9	5.9	5.8	5.6	5.4	5.3	5.2	5.2	5.6	6.4
0.1		2.2	2.6	3.0	3.3	3.4	3.4	3.4	3.3	3.2	3.2	3.2	3.4	4.0
0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F2020-2024		8.4	9.0	9.6	9.6	9.2	8.6	8.1	7.7	7.5	7.4	7.4	8.1	9.4

β を 0.0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2025 年漁期の漁獲量は現状の漁獲圧（F2020-2024）から予測される 8.3 万トンとし、2026 年漁期から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧（F2020-2024、 $\beta=0.41$ に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足資料 7 ABC 計算の不確実性の考慮

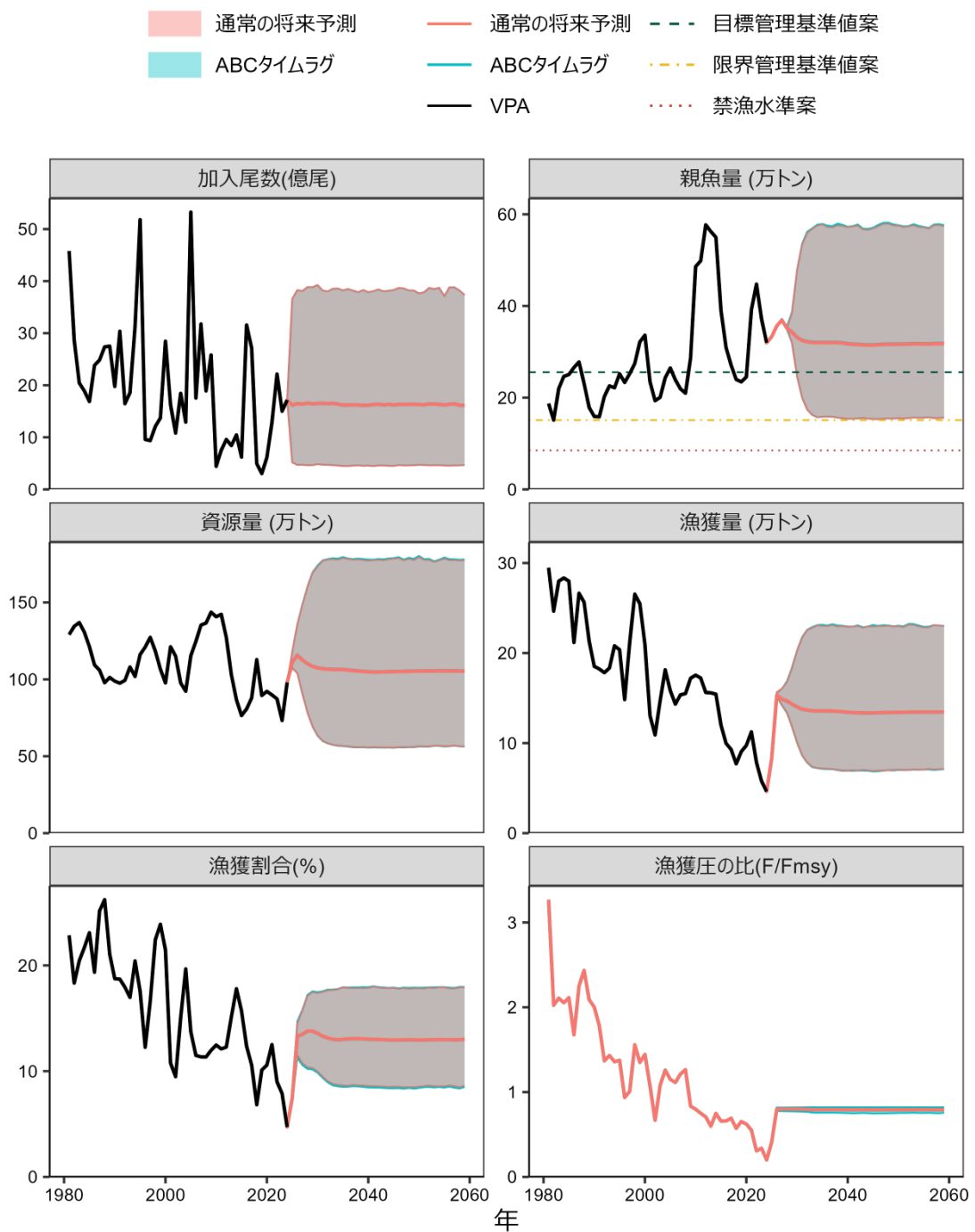
令和 7 (2025) 年度の資源評価の結果に基づき 2026 年漁期の ABC を計算する場合、利用可能な最新データである 2024 年漁期の資源量推定値を用いて 2025～2026 年漁期の将来予測を実施し、漁獲管理規則から与えられる漁獲圧によって得られる 2026 年漁期の漁獲量の平均値を求めて ABC とする (水産研究・教育機構 2025)。このように計算された ABC は 2025 年漁期と 2026 年漁期に平均的な加入が起こるとした決定論的な将来予測から計算された漁獲量とほぼ一致する (市野川ほか 2022)。しかし、現実には 2 年続けて平均的な加入が得られるとは限らない。そのため、予測した ABC と現実の個体群動態と漁獲管理規則に基づく漁獲係数から得られる漁獲量とがどの程度乖離し得るのか (すなわち ABC 計算の不確実性) を評価することは、管理基準値や漁獲管理規則を議論する上で有効な情報となる (市野川ほか 2022)。ABC 計算における時間遅れは、加入変動が大きく、若齢の選択率が高く、かつ 1 歳以下で成熟する資源で大きく影響することが知られている (市野川ほか 2022)。

計算方法は市野川ほか (2022) に従った。実際の計算は frasyr (コミット番号: @05eacac) の簡易 MSE (Management Strategy Evaluation ; 管理戦略評価) の枠組みで実施した。ここで、ABC 年の前年の漁獲係数は真の値を知っているもの (すなわち市野川ほか (2022) の ABC_S1) とした。将来予測本体の計算回数は加入の誤差を考慮した 10,000 回とし、ABC 計算における時間遅れによる誤差を組み込むための 2 年分の将来予測における加入は決定論的に決まるものとした。

ABC 計算における時間遅れによる誤差を組み込んだ将来予測の平均値の推移は通常の将来予測と大きく違わなかった。90% 予測区間もほとんど一致する結果となった (補足図 7-1)。この影響による管理性能に係るリスク評価の結果は表 9 に示している。

引用文献

- 水産研究・教育機構 (2025) 令和 7 (2025) 年度 再生産関係の推定・管理基準値計算・将来予測シミュレーションに関する技術ノート. FRA-SA2025-ABCWG02-04, 水産研究・教育機構, 横浜, 14pp. https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2025-ABCWG02-04.pdf
- 市野川桃子・西嶋翔太・向 草世香・黒田啓行・大下誠二 (2022) 改正漁業法下での様々な代替管理規則の検討: マイワシ 2 系群を例に. 日本水産学会誌, **88**, 239-255.



補足図 7-1. ABC 計算の不確実性を考慮した MSE に基づく将来予測

通常将来予測（赤色）と ABC 計算の不確実性を考慮した場合（青色）の将来予測の結果を示す。網掛けは予測結果の 90% が含まれる予測区間を示す。親魚量の図の緑破線は目標管理基準値案、黄一点鎖線は限界管理基準値案、赤点線は禁漁水準案を示す。漁獲管理規則案での調整係数 β には 0.8 を用いた。

補足資料 8 資源の減少リスクに対する頑健性の評価

本編の 1-3) で述べたように、AICc や生物学的特性等に関する知見からは、本系群の再生産関係として HS 型か RI 型のどちらかを選定することが妥当なのかを判断することは難しい。しかし、HS 型と RI 型とで推定される管理基準値等は大きく異なり、MSY は RI 型では 17.2 万トンであるのに対し、HS 型では 13.6 万トンであった。また、MSY を実現する時の親魚量 (SBmsy) も大きく異なり、HS 型では 25.6 万トンであるのに対し、RI 型では 17.9 万トンであり最小親魚量 (SBmin: 15.1 万トン) に近い推定値となった。すなわち、RI 型では最小親魚量に近い水準で親魚量を維持することで最も漁獲量が多くなる (MSY を実現する) ことが期待される再生産関係となる。そのため、RI 型の再生産関係を仮定した場合は MSY を実現する漁獲圧での漁獲であっても、最小親魚量である 15.1 万トンを下回るリスクが高くなる恐れがある。RI 型では SBmin に近い親魚量水準で高い加入量が予測される再生産関係となるが、本系群では SBmin 以下での加入は未知である。加えて、近年 (2018 年漁期以降) の親魚量水準 (20 万~30 万トン) において実際に観察された加入の傾向は、再生産関係式で想定されるよりも低い加入量 (2018~2020 年級) となっており、特に RI 型では SBmsy 付近の親魚量で RI 型で想定されるような高い加入量が発生しない場合の資源減少リスクも評価する必要がある。そこで、①真の再生産関係が HS 型であると仮定した時に、RI 型の再生産関係を適用して管理した場合、②真の再生産関係が RI 型であると仮定した時に、HS 型の再生産関係を適用して管理した場合について、簡易的な MSE を行い、真と仮定した再生産関係を適用して管理した場合と比べた資源減少のリスクを評価した。なお、シミュレーションの回数はそれぞれ 10,000 回とした。RI 型再生産関係における管理基準値等は補足表 3-1 に示した標準値を用いた。

①真の再生産関係が HS 型であると仮定した時に、RI 型の再生産関係を適用して管理した場合 ($\beta=0.8$) は、RI 型では HS 型よりも SBmsy は低い水準にあり、Fmsy は高くなるため、HS 型と比べると高い漁獲圧を与えることになる。高い漁獲圧により、親魚量の 90% 予測区間が HS 型の折れ点である SBmin を下回り平均的に加入量が減少傾向となる。それに伴い、平均的な親魚量や資源量も減少して中長期的に親魚量は HS 型の限界管理基準値案とした SBmin 水準まで減少する予測となった。これは、RI 型を仮定した際に親魚量が RI 型の SBmsy 付近の水準の時に RI 型で想定されるよりも低い加入が発生した場合には、資源が減少傾向となり、SBmin を下回るリスクがあることを示している (補足図 8-1 および補足表 8-1)。管理開始から 10 年後の 2036 年漁期に親魚量が目標管理基準値案とした HS 型の SBmsy である 25.6 万トンを上回る確率は、RI 型で管理した場合には 20% になる予測となった (補足図 8-2)。一方、②真の再生産関係が RI 型であると仮定した時に、HS 型の再生産関係を適用して管理した場合 ($\beta=0.8$) は、漁獲圧が低く、親魚量は 30 万トン前後の高い水準で維持され、管理開始から 10 年後に親魚量が目標管理基準値案とした RI 型の SBmsy である 17.9 万トンを上回る確率も 90% 以上になる予測となった (補足図 8-3 および 8-4)。

本系群は SBmin 以下での加入が未知 (RI 型で予測されるように高い加入が発生するか、HS 型のように直線的に加入が減少するか) であるため、資源の持続的利用を実現する上で可能な限り SBmin を下回るリスクは避ける (低減させる) ことが重要であると考えられ

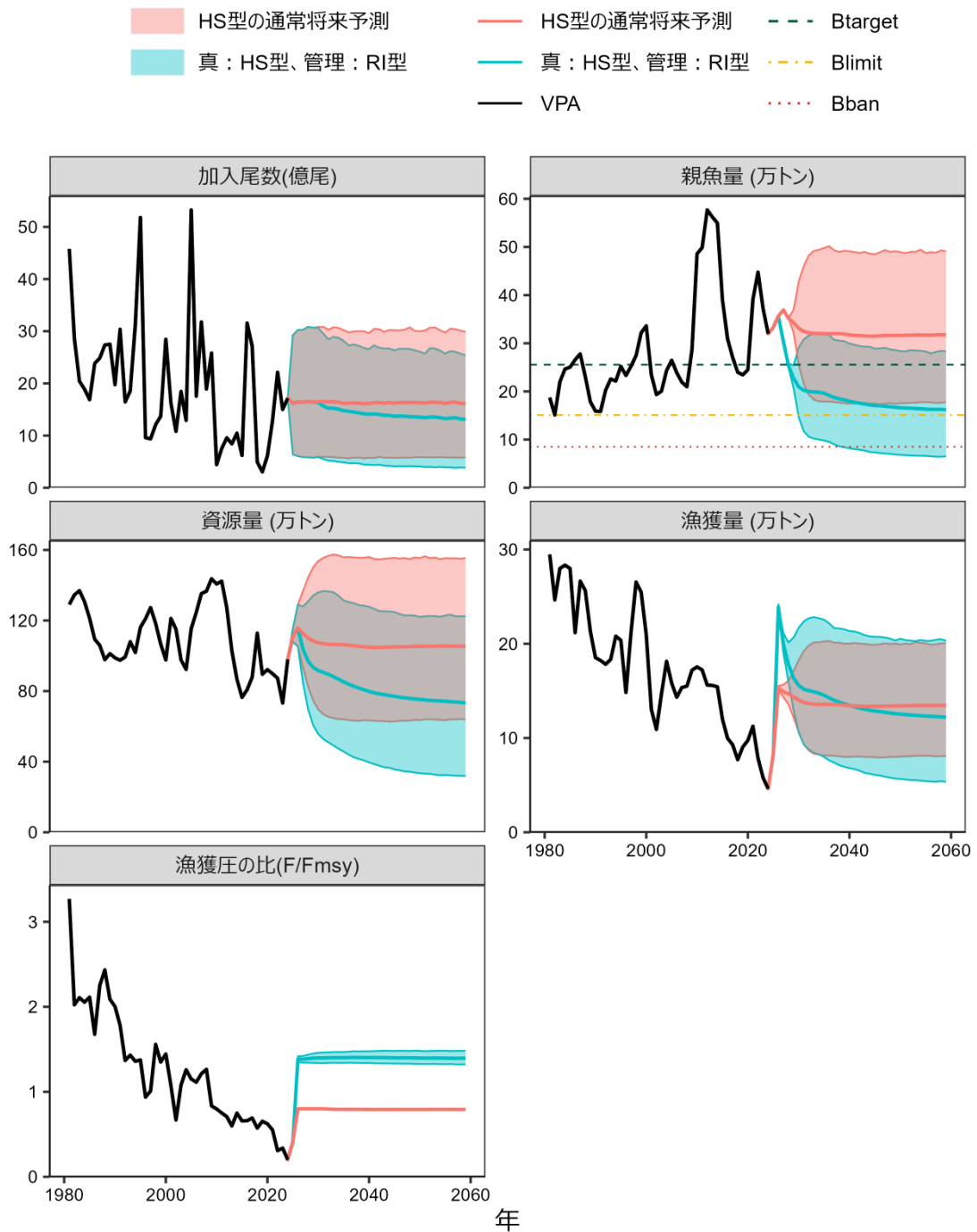
る。HS 型を仮定した場合、RI 型を仮定した場合、真が HS 型と仮定した時に RI 型の管理を適用した場合、真が RI 型と仮定した時に HS 型の管理を適用した場合における、10 年間（2027～2036 年漁期）の間に一度でも SBmin を下回る確率を補足表 8-1 に示す。HS 型を仮定した場合、 β が 1.0 の時には 10 年間の間に一度でも SBmin を下回る確率は 26%であり、HS 型で管理開始から 10 年後に HS 型の目標管理基準値案である 25.6 万トンを超え 50%以上の確率で上回ることができる時 ($\beta=0.9$) には 16%であった。一方で、RI 型を仮定した場合、10 年後に RI 型の目標管理基準値案である 17.9 万トンを超え 50%以上の確率で上回ることができる β は同様に 0.9 であったが、その時の SBmin を下回る確率は 69%であった。また、真が HS 型と仮定したときに RI 型で管理した場合では、更に SBmin を下回るリスクが増加した。前回の研究機関会議では、HS 型再生産関係を採用した上で調整係数 β を 0.8 とする提案を行った（境ほか 2019）。今年度の計算結果において、HS 型の $\beta=0.8$ における SBmin を下回る確率は 9%であった（補足表 8-1）。これを参考に許容される SBmin を下回るリスクの基準を 10%以下とすると、RI 型では β が 0.5、真が HS と仮定した時に RI 型で管理した場合では β が 0.4 がそれぞれ同程度のリスクとなる。この β における予測される漁獲量の平均値は、HS 型 ($\beta=0.8$) では 14 万トン程度、RI 型 ($\beta=0.5$) では 14 万～15 万トン程度、真が HS と仮定した時に RI 型で管理した場合 ($\beta=0.4$) では 13 万トン程度と予測され、SBmin を下回るリスクを上記の基準に基づいて考慮した場合における平均的な漁獲量に大きな違いは見られなかった（補足表 8-1）。同程度のリスクにおける漁獲量は、RI 型が一番高い漁獲量が予測されるが、これは RI 型を仮定した時に親魚量が RI 型の SBmsy 付近の水準で高い加入が発生することで予測される値である。しかし、本編の 1-3) の (4) でも述べたように、近年（2016 年漁期以降）の親魚量水準（20 万～30 万トン）と加入の傾向からは、2016～2017 年漁期には高い加入が見られた一方で、2018～2020 年漁期のように非常に低い加入も観察されているため、親魚量が RI 型の SBmsy 付近の水準であっても RI 型再生産関係式から想定されるほどの高い加入が発生しない可能性も十分に考えられる。このような事態が生じた時は、資源が減少し、SBmin を下回るリスクが非常に高くなることが示された（補足図 8-1 および補足表 8-1）。したがって、通常の RI 型の結果を見るのではなく、真が HS 型と仮定した時に RI 型で管理した場合の結果を見ていくことが、資源の減少リスクおよび SBmin を下回るリスクを最大限低減させる上で妥当であると考えられる。

以上から、真の再生産関係が RI 型と仮定した時でも、HS 型で管理した場合では、資源量および親魚量の減少リスクは低い。一方で、真の再生産関係が HS 型と仮定した時に、RI 型で管理した場合では、高い漁獲圧によって中長期的には加入量、資源量および親魚量が減少するリスクが高く、また 10 年間で一度でも SBmin を下回る確率も増加する。SBmin を下回るリスクを上記の基準に基づき考慮した場合における漁獲量は、シナリオ間で大きな違いはないことが示された。そのため、SBmin を下回るリスクを低減させ、かつ安定した漁獲量を維持していただくためには、HS 型再生産関係を仮定することが妥当な選択であると考えられる。

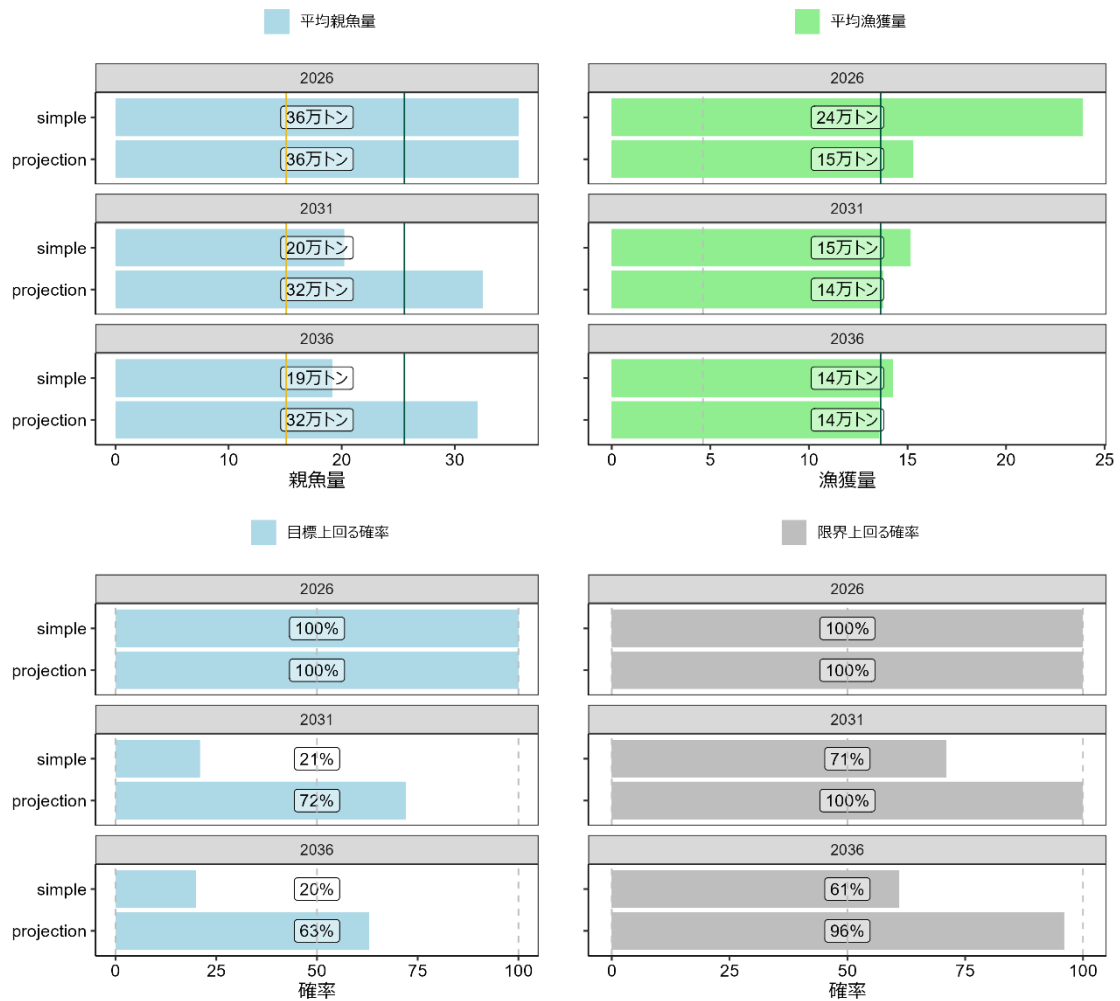
引用文献

境 磨・山下夕帆・千村昌之・石野光弘 (2019) 平成 31 (2019) 年度スケトウダラ太平洋系群の管理基準値等に関する研究機関会議資料（別添 5 提案書）．水産研究・教育

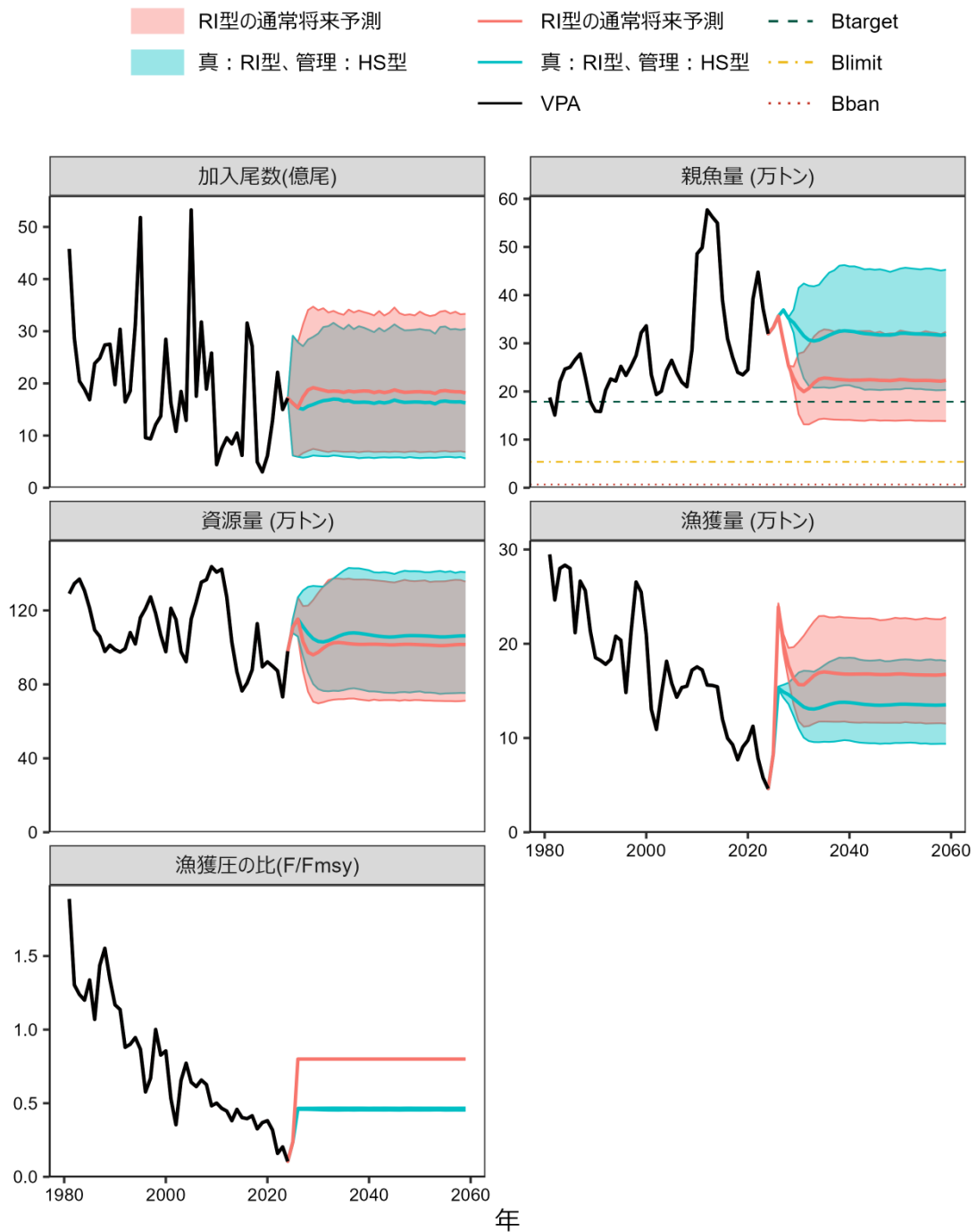
機構, 横浜. https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/proposal_suketou_p.pdf.



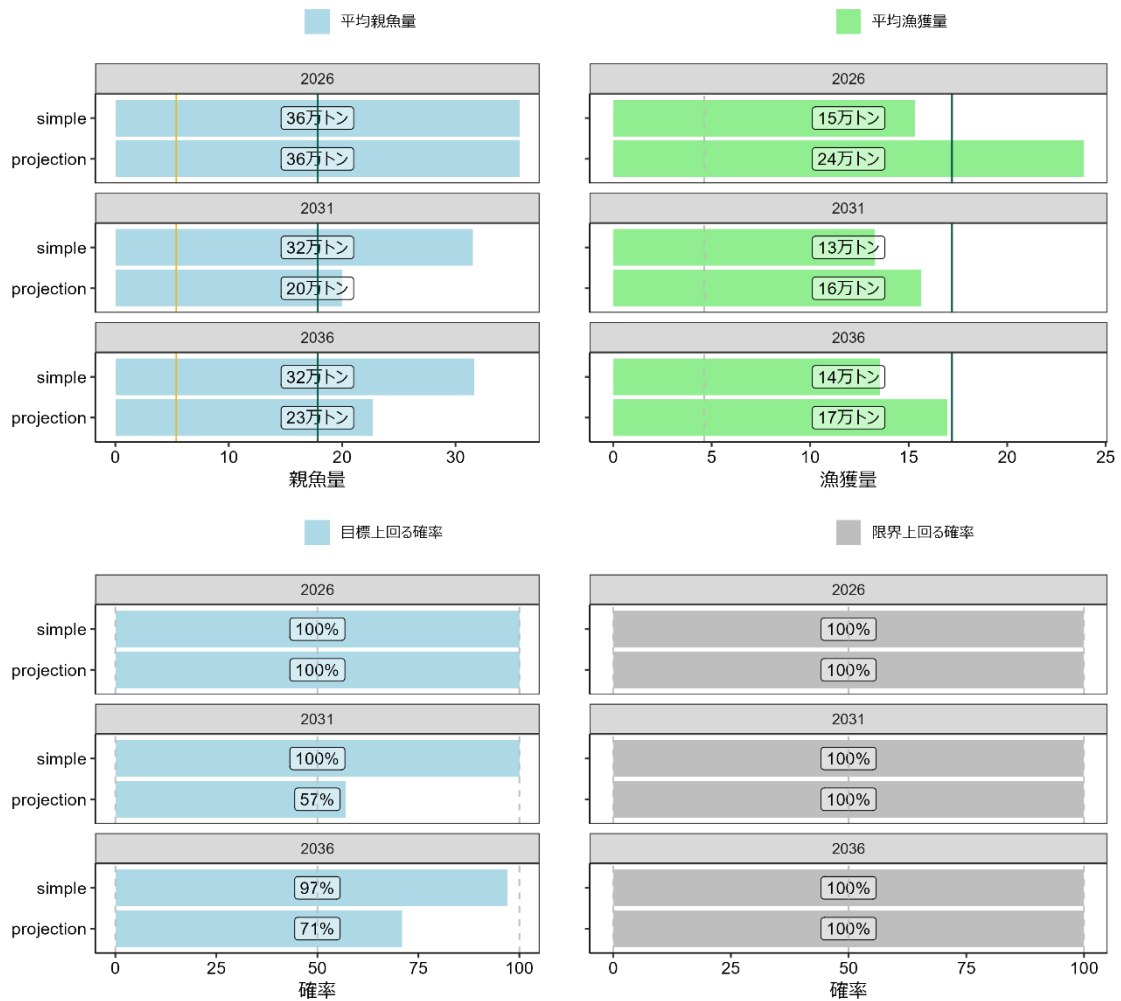
補足図 8-1. 真の再生産関係を HS 型と仮定した時に、RI 型の再生産関係を適用して管理した場合の加入尾数、親魚量、資源量、漁獲量、および漁獲圧の比の将来予測
目標管理基準値案、限界管理基準値案、および禁漁水準案は真の再生産関係と仮定した HS 型の管理基準値案を示す。真の再生産関係の仮定も管理も HS 型再生産関係の場合の将来予測を赤色、真の再生産関係を HS 型と仮定した時に、RI 型の再生産関係を適用して管理した場合の将来予測を青色で示す。漁獲管理規則案での調整係数 β には 0.8 を用いた。



補足図 8-2. 真の再生産関係を HS 型と仮定した時に、RI 型の再生産関係を適用して管理した場合の 2026、2031、2036 年漁期の平均親魚量（左上段）、目標管理基準値を上回る確率（左下段）、平均漁獲量（右上段）、限界管理基準値を上回る確率（右下段）目標管理基準値案、限界管理基準値案、および禁漁水準案は真の再生産関係と仮定した HS 型の管理基準値案を示す。projection は仮定した真の再生産関係も管理も HS 型再生産関係の場合の将来予測（補足図 8-1 の赤色に対応）、simple は真の再生産関係を HS 型と仮定した時に、RI 型の再生産関係を適用して管理した場合の将来予測（補足図 8-1 の青色に対応）を示す。調整係数 β には 0.8 を用いた結果を示す。



補足図 8-3. 真の再生産関係を RI 型と仮定した時に、HS 型の再生産関係を適用して管理した場合の加入尾数、親魚量、漁獲量、および漁獲圧の比の将来予測
目標管理基準値案、限界管理基準値案、および禁漁水準案は仮定した真の再生産関係である RI 型の管理基準値案を示す。仮定した真の再生産関係も管理も RI 型再生産関係の場合の将来予測を赤色、仮定した真の再生産関係が RI 型である時に、HS 型の再生産関係を適用して管理した場合の将来予測を青色で示す。漁獲管理規則案での調整係数 β には 0.8 を用いた。



補足図 8-4. 真の再生産関係を RI 型と仮定した時に、HS 型の再生産関係を適用して管理した場合の 2026、2031、2036 年漁期の平均親魚量（左上段）、目標管理基準値案を上回る確率（左下段）、平均漁獲量（右上段）、限界管理基準値を上回る確率（右下段）目標管理基準値案、限界管理基準値案、および禁漁水準案は仮定した真の再生産関係である RI 型の管理基準値案を示す。projection は仮定した真の再生産関係も管理も RI 型再生産関係の場合の将来予測（補足図 8-3 の赤色に対応）、simple は仮定した真の再生産関係が RI 型である時に、HS 型の再生産関係を適用して管理した場合の将来予測（補足図 8-3 の青色に対応）を示す。調整係数 β には 0.8 を用いた結果を示す。

補足表 8-1. シナリオごとの漁獲量の平均値と過去最小親魚量を下回るリスクの比較

β	HS型			RI型			真:HS型、管理:RI型			真:RI型、管理:HS型		
	5年間の 平均漁獲量	10年間の 平均漁獲量	10年間の間に 一度でもSBminを 下回る確率	5年間の 平均漁獲量	10年間の 平均漁獲量	10年間の間に 一度でもSBminを 下回る確率	5年間の 平均漁獲量	10年間の 平均漁獲量	10年間の間に 一度でもSBminを 下回る確率	5年間の 平均漁獲量	10年間の 平均漁獲量	10年間の間に 一度でもSBminを 下回る確率
1	16.3	15.3	26%	20.3	18.7	85%	20.2	17.5	88%	16.2	15.4	9%
0.9	15.5	14.8	16%	19.5	18.2	69%	19.5	17.2	79%	15.4	14.7	4%
0.8	14.7	14.1	9%	18.7	17.6	48%	18.7	16.8	66%	14.5	13.9	2%
0.7	13.6	13.4	4%	17.7	16.8	27%	17.8	16.2	49%	13.5	12.9	0%
0.6	12.5	12.5	1%	16.5	15.7	11%	16.6	15.5	31%	12.4	11.9	0%
0.5	11.1	11.5	0%	15.1	14.4	3%	15.2	14.6	14%	11.0	10.7	0%
0.4	9.6	10.2	0%	13.4	12.9	0%	13.5	13.4	4%	9.5	9.3	0%
0.3	7.8	8.6	0%	11.3	10.9	0%	11.4	11.7	0%	7.7	7.6	0%
0.2	5.6	6.5	0%	8.5	8.4	0%	8.6	9.3	0%	5.5	5.7	0%
0.1	3.1	3.7	0%	4.9	5.1	0%	5.0	5.8	0%	3.0	3.2	0%
0	0.0	0.0	0%	0.0	0.0	0%	0.0	0.0	0%	0.0	0.0	0%

5年間（10年間）の平均漁獲量は、2026～2030年漁期（2026～2035年漁期）における将来予測で計算された平均漁獲量の平均値を示す。また、10年間の間に一度でもSBminを下回る確率は、2027～2036年漁期の10年間の間に一度でも最小親魚量（15.1万トン）を下回る確率を示す。

令和 7（2025）年度スケトウダラ太平洋系群の資源評価

水産研究・教育機構

水産資源研究所 水産資源研究センター（佐藤隆太・境 磨・千葉 悟・
濱邊昂平・千村昌之・桑原風沙・伊藤正木・菅野隼人・鈴木勇人）
開発調査センター

参画機関：北海道立総合研究機構釧路水産試験場、北海道立総合研究機構栽培水産試験場、
北海道立総合研究機構函館水産試験場、青森県産業技術センター水産総合研究
所、岩手県水産技術センター、宮城県水産技術総合センター、福島県水産海洋
研究センター、福島県水産資源研究所、茨城県水産試験場、海洋生物環境研究
所

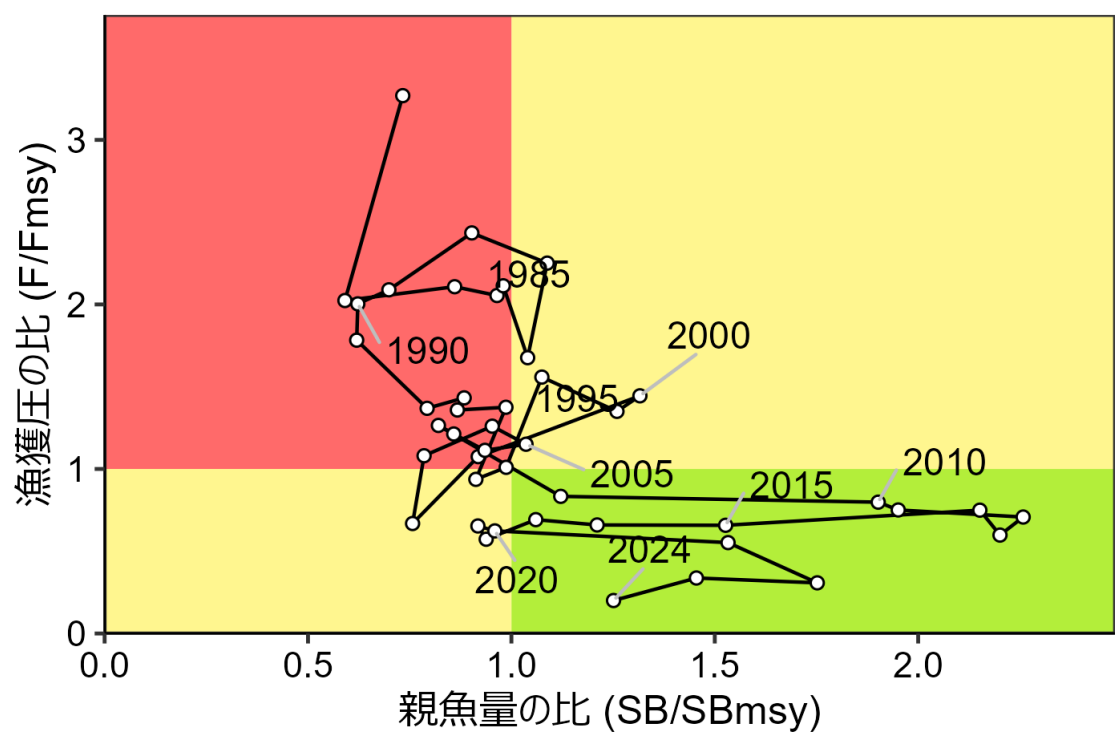
要 約

本系群の資源量について、資源量指標値（沖合底びき網漁業の単位努力量当たり漁獲量（CPUE）、調査親魚現存量、および沿岸漁業の CPUE）をチューニング指数としたコホート解析により推定した。本系群の資源量（0 歳以上の総重量）は、2004～2009 年漁期（4 月～翌年 3 月）に増加、2011～2015 年漁期に減少、2016～2018 年漁期に増加、その後は直近 2023 年漁期（過去最低 73.2 万トン）まで減少したが、2024 年漁期は再び増加して 98.0 万トンと推定された。親魚量でも同様の増減が資源量に遅れて見られており、2010～2012 年漁期に増加、その後 2018 年漁期まで減少、2019～2022 年漁期に増加した。2023 年漁期は減少し 37.2 万トン、直近 2024 年漁期はさらに減少し 32.0 万トンと推定された。これらの増減は、加入量の変動によりもたらされていると考えられる。特に、2005、2007 年に卓越年級群（加入量（0 歳魚の資源尾数）が 30 億尾を上回る年級群）、2009 年に高豊度の年級群が加入した後は、卓越年級群の 2016 年級と高豊度年級群の 2017 年級群以外の加入量は非常に少ない。特に 2010、2018、2019 年級群は 3.0 億～4.9 億尾と極端に少なく、2015、2020 年級群も 6 億尾程度と低い水準の年級群であることに注意を要する。なお、調査船調査の結果からは 2022 年級群以降は比較的高豊度と推定されていることから、直近年にみられた親魚量の減少は短期的なものに留まる可能性がある。

令和 7 年度の「管理基準値等に関する研究機関会議資料」では、本系群の再生産関係式には引き続きホッケー・スティック（HS）型再生産関係が適用されている。これに基づき推定された最大持続生産量（MSY）を実現する親魚量（SBmsy）は 25.6 万トンである。この基準に従うと、本系群の 2024 年漁期の親魚量は SBmsy を上回る。また、2024 年漁期の漁獲圧は、SBmsy を維持する水準の漁獲圧（Fmsy）を下回る。親魚量の動向は直近 5 年間（2020～2024 年漁期）の推移から「横ばい」と判断される。

本系群では、管理基準値や将来予測など、資源管理方針に関する検討会の議論をふまえて最終化される項目については、管理基準値等に関する研究機関会議資料において提案された値を暫定的に示した。

要 約 図 表



最大持続生産量(MSY)、親魚量の水準と動向、および ABC	
MSY を実現する水準の親魚量	25.6 万トン
2024 年漁期の親魚量の水準	MSY を実現する水準(SBmsy)を上回る(1.25 倍)
2024 年漁期の漁獲圧の水準	SBmsy を維持する水準を下回る(0.20 倍)
2024 年漁期の親魚量の動向	横ばい
MSY	13.6 万トン
2026 年漁期の ABC	-
コメント:	
・ ABC は、本系群の漁獲シナリオが「資源管理方針に関する検討会」で取り纏められ、「水産政策審議会」を経て定められた後に算定される。	
・ 本系群の漁期年は 4 月～翌年 3 月である。	

直近 5 年と将来 2 年の資源量、親魚量、漁獲量、F/Fmsy、および漁獲割合					
漁期年	資源量 (万トン)	親魚量 (万トン)	漁獲量 (万トン)	F/Fmsy	漁獲割合 (%)
2020	92.2	24.5	9.7	0.62	11
2021	89.9	39.2	11.2	0.55	13
2022	87.3	44.8	7.9	0.31	9
2023	73.2	37.2	5.8	0.34	8
2024	98.0	32.0	4.6	0.20	5
2025	111.0	33.3	8.3	0.41	7
2026	115.7	35.6	-	-	-
・ 2025、2026 年漁期の値は将来予測に基づく平均値である。					

English title (authors)

Stock assessment and evaluation for walleye pollock of Pacific stock (fiscal year 2025)

(Ryuta Sato, Osamu Sakai, Satoru Chiba, Kohei Hamabe, Masayuki Chimura, Nagisa Kuwahara, Masaki Ito, Hayato Kanno, Yuto Suzuki)

1. データセット

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり

データセット	基礎情報、関係調査等
年齢別・漁期年別 漁獲尾数	主要港漁業種類別水揚量(北海道～茨城(6)道県) 北海道沖合底びき網漁業漁獲成績報告書(水産庁) 太平洋北区沖合底びき網漁業漁獲成績報告書(水産庁) 生物情報収集調査(水産機構、北海道～茨城県(6)道県)
資源量指標値 ・産卵量指標値 ・加入量指標値 ・親魚量指標値	スケトウダラ卵・仔魚分布調査(12月～翌年3月、水産機構) ・リングネット スケトウダラ音響トロール調査(6～7月、水産機構)* ・計量魚探、トロール 道東太平洋スケトウダラ資源調査(11月、北海道) ・計量魚探、トロール マダラ・スケトウダラ新規加入量調査およびズワイガニ分布調査(4月、水産機構)、底魚類資源量調査(10～11月、水産機構)、マダラ・スケトウダラ新規加入量調査(4～12月、岩手県～福島県(3)県) ・計量魚探、トロール 北海道沖合底びき網漁業 年齢別標準化 CPUE(水産機構)** ・北海道沖合底びき網漁業漁獲成績報告書、生物情報収集調査 スケトウダラ産卵来遊群分布調査(8～9、11、1月、北海道)** ・計量魚探、トロール 北海道すけとうだら固定式刺し網漁業 CPUE(北海道) ・漁獲成績報告書から得られる資源量指標値 ・操業日誌から得られる標準化 CPUE**
自然死亡係数 (M)	3歳以上には年当たり0.25を仮定(Widrig(1954)の方法) 2歳には0.3、1歳には0.35、0歳には0.4を仮定
漁獲努力量	北海道沖合底びき網漁業漁獲成績報告書(水産庁) 北海道すけとうだら固定式刺し網漁獲成績報告書(北海道)

*は直近3年間の加入量の推算に用いた加入量指標値である。

**はコホート解析(Virtual Population Analysis, VPA)におけるチューニング指数である。

本系群に関する漁期は4月～翌年3月であり、年齢の起算日も4月1日としている。

2. 生態

(1) 分布・回遊

本系群は、常磐から北方四島にかけての太平洋岸に分布している(図2-1)。主産卵場は噴火湾周辺海域であるが(Nishimura et al. 2002)、金華山周辺海域、道東海域および択捉島周辺海域にも産卵場が存在すると考えられている(児玉ほか 1988、Tsuji 1989、濱津・八吹 1995、ヴェリカノフ 2013)。主産卵場である噴火湾周辺海域で発生した卵のうち、噴火湾

内へ輸送された個体については湾内で仔稚魚期を過ごした後、多くが道東海域や北方四島水域へ移動する (Nakatani 1988、本田ほか 2003、Honda et al. 2004)。また、これらの海域で未成魚期を過ごした多くの個体は、成熟すると噴火湾周辺海域へ産卵回遊するが、産卵が終了すると再び道東海域や北方四島水域へ索餌回遊し、以後、この産卵回遊と索餌回遊を繰り返す。なお、東北太平洋岸に分布する本系群の多くは、噴火湾周辺海域で発生した個体と考えられている (小林 1985、金丸 1989)。親潮の勢力が強かった 1980 年代には東北海域が本系群の成育場として機能することで加入量が比較的安定していたことが指摘されている (Shida et al. 2007)。耳石の放射性炭素を用いた回遊履歴分析では、日本海生まれの一部の個体で太平洋との一時的な行き来があるものの、太平洋生まれの個体はふ化から漁獲されるまで概ね同じ海域に分布すると考えられている (Ando et al. 2024)。

(2) 年齢・成長

各年齢における尾叉長 (4 月 1 日時点) と体重 (漁期平均) を図 2-2 に示す。本系群はおおよそ 4 歳で 40 cm、7 歳で 50 cm に達する。寿命については明らかとなっていない。道東海域の漁獲物には稀に 20 歳を超える個体が含まれている。なお、ベーリング海での最高齢は 28 歳と推定されている (Beamish and McFarlane 1995)。

(3) 成熟・産卵

本系群では、概ね 3 歳で成熟を開始し、4 歳で大部分の個体が成熟する (図 2-3)。50% 成熟体長は雌で体長 36~41 cm、雄で 33~38 cm であり、分布密度や成長の良し悪しにより年変動する (Hamatsu and Yabuki 2007)。また、主産卵場である噴火湾周辺海域における産卵期は 12 月~翌年 3 月で、産卵盛期は 1、2 月である (前田ほか 1981、尹 1981)。

本系群の再生産構造には、母性効果 (Kajiwarra et al. 2022) や、1980~1990 年代の 10 年規模の海洋環境変動の影響が指摘されている (Hamatsu et al. 2004)。また、豊度の高い年級群の発生には、冬季の高水温 (Funamoto 2007、Funamoto et al. 2013、2014) や、仔魚期の体長 (Funamoto et al. 2013) の重要性が指摘されている。実際に、冬季の噴火湾周辺海域の水温が例年よりも高かった 2009 年以前に比べて、冬季~春季の水温が低い 2010 年以降は仔稚魚期におけるサイズが小型であり、高豊度の年級群が発生していない (Kuroda et al. 2020)。なお、高水温下であったにもかかわらず加入量は少ない年級群や (例えば 1997 年級群)、大型であったにもかかわらず加入量はさほど多くない年級群もあり (例えば 2008 年級群)、水温や体長などから加入量を予測するには更なる検討が必要である。

(4) 被捕食関係

餌生物は、主にオキアミ類や橈脚類をはじめとする浮遊性甲殻類であるが、小型魚類、イカ類、底生甲殻類および環形動物なども摂餌している (前田ほか 1983、Yamamura et al. 2002)。本種を餌とする捕食者として、道東海域ではマダラ、アブラガレイ、イトヒキダラ等が報告されているほか、大型魚による共食いもみられる (Yamamura 2004、Yamamura and Nobetsu 2011、Wang et al. 2022)。また、海獣類の餌生物としても重要である (Tamura and Fujise 2002)。前述のとおり、共食いや他種による捕食圧が高いと考えられる本系群については、仔魚期のサイズが大きい場合に高豊度の加入が得られる可能性が示唆されている

(Funamoto et al. 2013)。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

本系群は、沖合底びき網漁業（以下、「沖底」という）のほか、すけとうだら固定式刺し網漁業（以下、「刺し網」という）や定置網漁業（以下、「定置網」という）などの沿岸漁業でも漁獲されている。沖底にはオッタートロール漁法（以下、「オッタートロール」という）とかけまわし漁法（以下、「かけまわし」という）が含まれる。1980年代には北方四島水域や東北太平洋岸における漁獲量も多かったが、近年の主漁場は北海道の渡島・胆振地方と十勝・釧路地方である。渡島・胆振地方においては沿岸漁業が主体であり、主漁期は10月～翌年1月である。一方、十勝・釧路地方においては沖底が主体であり、主漁期は9～11月である。なお、千島列島南西海域では、ロシアの大型トロール船が操業を行っているが、その詳細は不明である。

本系群はTAC制度により管理されている。2010年漁期からは、大量来遊発生時に一時的にABCを超えたTACを翌年以降分から先行利用する制度が導入された。また2013、2014、および2015年漁期にはTACの期中改定による漁獲枠の拡大も行われた。噴火湾周辺海域では、2007年漁期以降、一部の漁期年を除き、刺し網を対象とした行政指導による漁期、漁獲量および漁獲努力量の調整を実施している。沖底でもTACなどを考慮した操業調整が行われている。

根室半島の漁獲については、2011年漁期以降、落石地区を除く根室市の漁獲量のうち、底建網と小定置の漁獲量をスケトウダラ根室海峡に、それら以外を太平洋系群に加算している。2010年漁期以前については、根室市の全漁獲量を太平洋系群に加算した。

(2) 漁獲量の推移

本系群の漁獲量を図3-1と表3-1に示す。漁獲量は2000年代前半に20万トン台から急減し、2002年漁期には10.9万トンまで落ち込んだが、その後、増加に転じ、2005～2014年漁期はTAC規制なども働き14.3万～17.5万トンで安定して推移した。しかし、2015～2018年漁期は減少傾向となり、2018年漁期には7.7万トンまで減少した。2019年漁期以降は増加に転じ、2021年漁期には11.2万トンに至ったが2022年漁期以降は主に道東での漁獲量が大きく減少したことにより減少傾向となった。2024年漁期は2023年漁期からさらに減少し4.6万トンとなった。漁獲量に占める各海域の比率は、2004～2013年漁期には襟裳以西で道東よりも多い傾向が続いていたが、2014～2021年漁期は道東の漁獲量が襟裳以西を上回っている。2022年漁期以降は道東での漁獲量の低迷により、襟裳以西のほうが道東よりも多い状況となっている。北方四島水域では、日本とロシアとの地先沖合漁業協定に基づき沖底による漁獲が行われてきた。平成27(2015)年の日ロ漁業委員会により同水域でのスケトウダラの割当量は大幅に減少し、2015年漁期以降の漁獲実績はない。韓国漁船による漁獲は1987年漁期から始まり、1998年漁期には漁獲量が7.5万トンに達したが、新日韓漁業協定に基づき1999年漁期で終了した。東北太平洋の漁獲量は2016年漁期以降では2021、2022年漁期を除き1万トンを下回っており、2024年漁期は0.5万トンと過去最低となった(表3-1)。

年齢別漁獲尾数を図 3-2 と補足資料 9 に示す。1980 年代には 0、1 歳魚の漁獲が多かったが、これらは主に東北太平洋岸において漁獲されたもので、同海域の漁獲量の減少に伴い 1990 年代以降は少ない状態が続いている。また、1990 年代には 2、3 歳魚の漁獲が多かったのに対し、2000 年代後半以降は、漁獲の中心が 4 歳以上となっている。2024 年漁期は前年漁期と同様に 2017 年級群（7 歳魚）および 2016 年級群（8 歳魚）の漁獲が多く、両年級群だけで漁獲尾数の 57%、漁獲重量の 65%を占めた。また、2024 年漁期は 1981 年漁期以降で初めて 0 歳の漁獲尾数が 0 尾となった。

(3) 漁獲努力量

漁獲量が総漁獲量に占める割合の大きい漁業は、北海道を根拠地とする（以下、「北海道根拠」という）沖底と襟裳以西海域の刺し網である。2024 年漁期は、北海道根拠の沖底が総漁獲量の 51%、襟裳以西海域の刺し網が総漁獲量の 33%を漁獲した。これら漁業の漁獲努力量を図 3-3、3-4、3-5 と表 3-2 に示す。

北海道根拠の沖底の漁獲努力量として、スケトウダラの有漁操業の網数の推移を図 3-3 に示した。襟裳以西海域のかけまわしの有漁網数は、2000 年代は 4 千網前後で推移していたが、2010 年代前半に操業隻数の減少に伴い減少し、2016～2020 年漁期は 2.5 千網前後、2021～2024 年漁期は 1.2 千～1.5 千網で推移している。道東海域と北方四島水域のかけまわしの有漁網数は、1980～2000 年代に減少し、2003 年漁期以降は 8 千網前後で横ばい傾向にあったが、2022 年漁期以降は 7 千網程度まで減少した。これらの海域のオッタートロールの有漁網数も 1980～2000 年代に減少し、その後 2000～2006 年漁期には横ばい傾向となったが、2007 年漁期以降は再び減少傾向にある。スケトウダラを主体とした操業での漁獲努力量として、1 日の総漁獲量に占めるスケトウダラ漁獲量の割合が多い順に、1 年の漁獲量の 90%を占める操業を抽出し、その網数の推移を図 3-4 に示した。この操業における漁獲努力量は、襟裳以西海域のかけまわしでは 1996 年漁期以降漸減傾向である一方、道東海域のかけまわしでは 1996～2004 年漁期の増減の後には 2015 年漁期まで漸増傾向であった。その後は横ばいで推移したが、2022 年漁期に大きく減少して 2024 年漁期も低い水準となった。道東海域のオッタートロールでは、2000 年漁期以降漸増傾向を示したが、2007 年漁期以降は減少傾向にある。

襟裳以西海域の刺し網の漁獲努力量として、刺し網の漁獲成績報告書（以下、「漁績」という）に記載された、南かやべ、鹿部、およびいぶり中央漁業協同組合による使用反数の月別集計値を図 3-5 に示した。なお、刺し網の仕様は漁業協同組合ごとに異なるため、網の長さで反数を補正した。集計対象とした漁区は、ほぼ毎年使用されている 179、182～194 および 197 番漁区に限定した。集計期間は、TAC による操業規制などで 2 月以降は操業しなかった漁期年があるため、10 月～翌年 1 月に限定した。操業記録のある 2003 年漁期以降において、使用反数の合計値は 2007 年漁期まで漸増した後、2008～2010 年漁期に急減し、その後は漸減傾向にある。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

Pope (1972) の式を用いたコホート解析により、1981～2024 年漁期の資源量を推定した。

計算には 1981 年漁期以降の漁期年で集計した年齢別漁獲尾数と年齢別平均体重を用い、北海道根拠の沖底の年齢別標準化 CPUE (3～7 歳)、スケトウダラ産卵来遊群分布調査から得られた親魚現存量、および刺し網の操業日誌から得られる標準化 CPUE の変動と、それぞれの CPUE または指標値に対応する資源量の変動が合うように年齢別の漁獲係数 (F 値) を推定した。なお、本系群の 0～2 歳魚は漁獲の主対象ではないため、コホート解析では、直近 3 年間の年級群の加入量の推定精度は低いと考えられる。そのため、2022～2024 年級群の資源尾数についてはスケトウダラ音響トロール調査で得られた 1 歳魚の現存量指標値を用いた調査結果による推定を行った (補足資料 1、2、7、および 8)。

(2) 資源量指標値の推移

北海道根拠の沖底の年齢別標準化 CPUE を図 4-1 に示す。これは沖底の漁績に報告された 1 日の総漁獲量に占めるスケトウダラ漁獲量の割合が多い順に、1 年の漁獲量の 90% になるまで日別・船別・漁区別の操業データを抽出したものと、年齢査定の結果に基づき、1999 年以降の 1 網当たりの漁獲尾数について、デルタ型 2 段階モデルを用いて年齢別 (3～7 歳) に標準化 CPUE を算出したものである (詳細は補足資料 2 および年齢別標準化 CPUE についての文書 FRA-SA2025-SC01-201 (佐藤ほか 2025) を参照)。3 歳魚の CPUE は 2003 年漁期および 2008 年漁期に高く、これらはそれぞれ 2000 年級群および 2005 年級群に相当する。4 歳の CPUE は 1999 年漁期および 2009 年漁期に高く、これらは 1995 年級群および 2005 年級群に相当する。1995 年級群および 2005 年級群は、5 歳では 2000 年漁期および 2010 年漁期、6 歳では 2001 年漁期および 2011 年漁期、7 歳では 2002 年漁期および 2012 年漁期と、他の年齢でも高い CPUE を示した。一方、年齢を経てから他に比べて高い CPUE が示される年級群もみられた (例えば 2007 年級群および 2009 年級群)。2013 年漁期に 3 歳時点の CPUE が低い値を示した 2010 年級群は、その後いずれの年齢でも低い CPUE を示した。2011 年級群以降の加入群では、2014 年級が 2021 年漁期に 7 歳時点でも高い CPUE を示した。2016 年級群は 2019～2023 年漁期に 3～7 歳魚として漁獲され、それぞれ近年では非常に高い CPUE となった。また、2017 年級群も 2020～2024 年漁期に 3～7 歳魚として高い CPUE を示しており、特に 2024 年漁期の 7 歳時点での CPUE は過去最高である。なお、2018 年級群の 3～6 歳時点の CPUE や、2019 年級群の 3～5 歳時点の CPUE は非常に低いことに注意を要する。

昨年度評価までは親魚量に対するチューニング指数に 2003 年漁期以降の襟裳以西における刺し網の資源量指標値 (補足図 10-1) が用いられてきた。しかし、渡島海域において産卵期直前の親魚の分布が沖側にシフトし、近年は漁場までの距離が遠くなっていることが指摘されるなど (武藤・志田 2022)、漁業に依存した情報では環境変化に伴う漁場形成の変化などが漁獲効率に影響していた場合には資源評価精度を低下させ得ることが懸念されてきた (境ほか 2025)。そこで、本年度評価から漁業とは独立した襟裳以西海域に來遊する親魚量の指標値として、道総研が計量魚群探知機を用いて道東から襟裳以西海域を対象に実施しているスケトウダラ産卵群分布調査で得られた 2015 年漁期以降の親魚現存量を用いることとした (函館・栽培・釧路水産試験場 印刷中)。2015 年漁期以降の襟裳以西海域における親魚現存量を図 4-2 に示す。推定された襟裳以西海域の親魚現存量は、2015 年漁期は 19.8 万トンであったが、2018 年漁期には 7.7 万トンまで減少した。その後、2021

年漁期には 41.3 万トンまで急増したが、2023 年漁期は 22.4 万トン、2024 年漁期は 13.9 万トンであった。

2010 年漁期以降については、渡島と胆振地区の刺し網船団の代表船（18 隻）から操業日誌を収集し、操業日ごとの操業位置（緯度・経度）、使用した網数（反）、漁獲量等のデータを用いて標準化 CPUE（資源量指標値）を算出した（函館・栽培・釧路水産試験場 印刷中）。この値については、上述の漁業から独立した指標値とは別に漁業データから得られる産卵親魚の来遊量の指標として扱った。刺し網の標準化 CPUE は 2010～2016 年漁期に減少、2018～2021 年漁期に増加し、2022 年漁期以降は再び減少に転じている（図 4-3）。

（3）資源量と漁獲圧の推移

北海道根拠の沖底の年齢別標準化 CPUE（3～7 歳）、スケトウダラ産卵来遊群分布調査から得られた親魚現存量、および刺し網の操業日誌から得られる標準化 CPUE を指標値として用いたコホート解析によって推定した加入量（0 歳魚の資源尾数）、資源尾数、資源量（資源重量）、および親魚量を図 4-4、4-5、4-6、4-7 と表 4-1 に示す（詳細は補足資料 9 参照）。

加入量は、1981 年漁期以降 3.0 億～53.3 億尾で変動したと推定された（図 4-4、表 4-1）。その中で、加入量が 30 億尾を上回った年級群を卓越年級群と定義すると、1981、1991、1994、1995、2005、2007、および 2016 年級群が卓越年級群となった。また、1982、1988、1989、2000、2009、および 2017 年級群も 25 億尾以上の高い加入量を示し、卓越年級群に次ぐ豊度の高い年級群と考えられた。近年では 2016 年級群が 2007 年級群以来の卓越年級群と考えられる 31.6 億尾となり、翌年の 2017 年級群も 27.2 億尾と比較的高豊度である。一方で、2010、2018、および 2019 年級群の加入量は、3.0 億～4.9 億尾と評価期間を通して極端に少なく、2015 および 2020 年級群も 6 億尾程度と低い水準となっている。直近 3 年間の加入量（2022～2024 年級群）は、コホート解析による推定精度が低いと考えられるため、6～7 月のスケトウダラ音響トロール調査で得られた現存量指標値とコホート解析で推定された資源尾数との関係に基づき線形外挿により推算した（補足資料 2 および補足資料 8）。これらの 3 年間の年級群のうち、2022 年級群は 0 歳時点で 22.1 億尾と算出され、比較的高豊度の加入群であると考えられた。親魚量に対する加入量の比（再生産成功率 RPS）は概ね加入量と類似した変動パターンを示した（図 4-4）。

資源量（0 歳以上の総重量）は、2004～2009 年漁期に 92.3 万トンから 143.7 万トンに増加した後、2011～2015 年漁期には 142.3 万トンから 76.4 万トンへ減少するなど、大きな増減を示した。資源尾数（0 歳以上の総尾数）は 28 億～93 億尾で増減し、前述の卓越年級群やそれに次ぐ豊度の高い年級群が発生した漁期年の 1～2 年後に資源量が増加する傾向にあった（図 4-5、4-6、表 4-1）。前述の通り、2016 年級群および 2017 年級群は豊度の高い年級群と考えられ、これらが加入したことで資源量は 2018 年漁期まで増加したが、その後は豊度が低い年級群（2018～2020 年級）が連続的に発生したため、2023 年漁期まで減少傾向であり、2023 年漁期は過去最低の 73.2 万トンであった。しかし、2024 年漁期の資源量は、調査船調査で比較的高豊度な年級群であると期待される 2022 年級の成長に伴う体重増加によって、98.0 万トンへと増加した。

親魚量は、その漁期年の初期資源量のうち成熟しているものに相当し、前年の冬に産卵

してその漁期年の年級群を生み出した親魚量を示す。すなわち、ある漁期年に0歳で加入する年級群は、卵の時点では前年の漁期年の冬に産卵されたものである。1981～2009年漁期の親魚量は15.1万～33.6万トンで推移していたが、2010年漁期に急増し、2012年漁期には57.7万トンに達した（図4-7、表4-1）。その後は2019年漁期まで減少していたが、近年は再度増加して2022年漁期には44.8万トンとなった。その後、再び減少し2023年漁期は37.2万トン、2024年漁期は32.0万トンと推定された。2010～2012年漁期の親魚量の急増は、卓越年級群である2005年級群および2007年級群の成熟による。これらの卓越年級群は2015年漁期および2017年漁期に10+歳に、比較的高豊度であった2009年級群も2019年漁期に10+歳になるなど高齢化が進んだ。一方で、2008年漁期以降、2016年漁期まで卓越年級群の発生がみられず、特に2010、2015年級群は豊度が著しく低かった。加入量が少ない状況が続いたことで、2018年漁期までの親魚量の減少がもたらされたと考えられる。2021年漁期以降は、豊度の高い2016年級群および2017年級群の成熟によって親魚量が増加したが、2018～2020年級群の豊度が低いために直近2年は減少傾向になっていると考えられる。

コホート解析に使用した自然死亡係数（M）の値が資源計算に与える影響をみるため、3歳以上のMである0.25を ± 0.05 で変化させた場合の資源量と親魚量を推定した。資源量および親魚量は、ともにMが大きくなると増加し、Mが小さくなると減少した（図4-8）。

漁獲係数Fの推移は年齢によって変動パターンが異なるが、2010年漁期以降はいずれの年齢のF値も低下し、特に6歳以上の高齢魚で低いF値で安定して推移している（図4-9）。漁獲割合は、20万トン台の漁獲量がみられた2000年代前半までは20%前後で推移していたが、2006～2012年漁期は11～12%で安定して横ばい傾向であった（図4-10、表4-1）。その後、資源量が減少に転じた2013年漁期からは2年連続で上昇して2014年漁期に18%となったが、2015年漁期以降は漁獲量の減少に伴い漁獲割合も低下に転じ、2018年漁期には7%となった。その後は増加し2021年漁期には13%まで上昇したが、2022年漁期以降は漁獲量が大きく減少したため2022年漁期には9%、2023年漁期には8%、直近2024年漁期には5%と低下した。

前述の通り、本系群では直近3年の加入量にはスケトウダラ音響トロール調査で得られた1歳魚の現存量指標値とコホート計算からの推定値との回帰式を用いて推定している。昨年度の評価では、2021、2022、2023年級群の加入量をそれぞれ14.2億尾、20.9億尾、14.8億尾と推定していた。このうち2021年級群の加入量については本年度の評価ではコホート計算による推定値に更新され、12.8億尾に下方修正された。2022、2023年級群については、それぞれ22.1億尾、15.0億尾に上方修正されたが、これは本年度再々解析によって結果が更新されたこと、新たに2021年級が回帰式の推定に加わったことで回帰式の傾きが昨年度のものに比べて急になったことによる（補足図2-4）。なお、新たに加わった2024年級群は、調査での1歳魚現存量指標値が2023年級群と同程度であり、その加入量は17.2億尾と推定された。

（4）加入量あたり漁獲量（YPR）、加入量あたり親魚量（SPR）、および現状の漁獲圧

選択率の影響を考慮して漁獲圧を比較するため、加入量あたり親魚量（SPR）を基準に、その漁獲圧が無かった場合との比較を行った。図4-11に年ごとに漁獲が無かったと仮定し

た場合の SPR に対する、漁獲があった場合の SPR の割合（%SPR）の推移を示す。%SPR は漁獲圧が低いほど大きな値となる。1981 年漁期以降、%SPR は増減をくりかえしながらも概ね増加傾向にある。2010 年漁期以降、30%以上で推移するようになり、2018 年漁期に 37%まで上昇した後、2019～2021 年漁期の%SPR は 34～37%で推移していたが、2022 年漁期および 2023 年漁期は 51%へ急上昇した。2024 年漁期はさらに上昇して 61%となった。現状の漁獲圧として直近 5 年間（2020～2024 年漁期）の平均 F 値から%SPR を算出すると 45%となった。

Fmsy に対する YPR と%SPR の関係を図 4-12 に示す。このとき、F の選択率としては令和 7 年度の「管理基準値等に関する研究機関会議資料」において最大持続生産量 MSY に対応する F (Fmsy) の推定に用いた値（佐藤ほか 2025）を用いた。また、年齢別平均体重および成熟割合についても Fmsy 算出時の値を使用した。Fmsy は%SPR に換算すると 24.2%に相当し、F30%SPR、F0.1 を上回る。現状の漁獲圧 (F2020-2024) はこれらの Fmsy、F30%SPR、および F0.1 を下回る。

(5) 再生産関係

親魚量（重量）と加入量（尾数）の関係（再生産関係）を図 4-13 に示す。上述の「管理基準値等に関する研究機関会議資料」において、本系群の再生産関係式にはホッケースティック（HS）型再生産関係を用いることが提案されている（佐藤ほか 2025）。再生産関係式のパラメータ推定に使用されたデータは、本年度の資源評価に基づく 1981～2021 年漁期の親魚量・加入量であり、最適化方法には最小二乗法を用いている。加入量の残差の自己相関は考慮している。再生産関係式の各パラメータを補足表 6-1 に示す。ホッケースティックの折れ点は親魚量 15.1 万トンに位置する。この親魚量以上であれば平均的には 16 億尾程度の加入量が得られると期待される。

(6) 現在の環境下において MSY を実現する水準

上述の「管理基準値等に関する研究機関会議資料」で示された現在（1981 年漁期以降）の環境下における最大持続生産量 MSY、MSY を実現する親魚量（SBmsy）、および SBmsy を維持する F（Fmsy）を補足表 6-2 に示す。

(7) 資源の水準・動向および漁獲圧の水準

MSY を実現する親魚量（SBmsy）と、それを維持する漁獲圧（Fmsy）を基準にした神戸プロット（神戸チャート）を図 4-14 に示す。また、2024 年漁期の親魚量および漁獲圧の値と SBmsy および Fmsy との比較結果を補足表 6-3 に示す。本系群における 2024 年漁期の親魚量は SBmsy を上回り、MSY の 60%の漁獲量が得られる親魚量（SB0.6msy）も上回る。2024 年漁期の親魚量は SBmsy の 1.25 倍である。また、2024 年漁期の漁獲圧は、Fmsy を下回っており、Fmsy の 0.20 倍である。なお、神戸プロットに示した漁獲圧 (F) の比 (F/Fmsy) とは、各年の F の選択率の下で Fmsy の漁獲圧を与える F を%SPR 換算して求めた値と、各年の F 値との比である。親魚量の動向は、直近 5 年間（2020～2024 年漁期）の推移から横ばいと判断される。本系群の親魚量は、2009 年漁期以前は SBmsy を下回っていたが、2009 年漁期以降は Fmsy を下回っていることから、2009 年漁期以降の親魚量は 2018～2020

年漁期を除き SBmsy を上回る水準で推移している。

5. 資源評価のまとめ

本系群の資源量は、1981 年漁期以降大きく落ち込むことなく推移しており、2024 年漁期の親魚量は MSY を実現する水準 (SBmsy) を上回る。また、漁獲圧は SBmsy を維持する水準 (Fmsy) を下回っており、資源に対し過剰な漁獲圧を与えている状況ではない。本系群では卓越年級群を含む豊度の高い年級群が発生した後に資源量が増加する傾向にあるため、引き続き親魚量を高豊度の年級群が発生し得る適正な水準に維持し、持続的な利用を図ることが必要である。

近年の加入群のなかでは、2016 年級群は 2007 年級群以来の卓越年級群であると考えられる。また 2017 年級群も比較的豊度が高いと考えられる。一方で、2018 および 2019 年級群の豊度は極めて低く、また 2016 年級および 2017 年級の高齢化によって直近年にみられるように親魚量は現在、減少傾向にある。ただし調査船調査から推定されるように 2022 年級群以降は比較的高豊度の可能性があることから、親魚量の減少は短期的なものに留まり、その後資源は再び増加していくと予測される。

6. その他

本系群では令和元 (2019) 年度より MSY を目標とする資源管理に対応した資源評価を実施してきた。前回の管理基準値等の提案後の経過、その間の資源評価の推移について、補足資料 11 にとりまとめた。また、令和 7 年度の「管理基準値等に関する研究機関会議資料」において提案した管理基準値等の概要を補足資料 3 に、これらの管理基準値に基づく漁獲管理規則案を用いた将来予測について補足資料 4 に示した。資源評価や管理基準値等の提案に関連した今後検討すべき課題を補足資料 12 にとりまとめた。

本系群では、2022 年漁期に道東海域での沖底での漁獲量が急減したが、推定された資源量の推移は漁獲量減少とは一致せず、何らかの環境要因により漁場形成の不調が生じた結果として漁獲量減少が起きたと考えられる。2024 年漁期も道東海域の漁獲量は低い状態が継続しており、引き続き原因解明のための検討を進める必要がある。また、産卵親魚が漁獲の主体である襟裳以西でも、親魚量の推移ほどは漁獲量が伸びていない。これは、襟裳以西での主要漁業である刺し網でも近年は漁場形成が不調であることが考えられる。例えば近年の渡島海域では、産卵期直前の親魚の分布が沖側にシフトし、漁場までの距離が遠くなっていることが指摘されている (武藤・志田 2022)。また、襟裳以西では海底直上からスケトウダラが浮いた状態で分布する場合があることが指摘されており (黒坂ほか 2022)、当該海域で操業する沖底かけまわしや刺し網で漁獲されにくい状況も生じているものと考えられる。

TAC 以外の管理方策として、北海道では未成魚保護のため海洋水産資源開発促進法に基づく資源管理協定において体長制限 (体長 30 cm または全長 34 cm) が実施されてきた。この協定では、制限体長未満の個体が漁獲物の 20%を超える場合に、漁場移動などの措置を講じるとされている。このため、北海道では 0~2 歳魚の漁獲量は非常に少ない。このような若齢魚を含む未成魚の保護は、産卵親魚の確保に効果があると考えられるため、引き続き実施することが望ましい。本系群の資源量は、卓越年級群を含む豊度の高い年級群が

発生した後に増加する傾向がみられる。そのため、今後も豊度の高い年級群の発生が見込めるように、親魚量を維持することが重要である。

7. 引用文献

- Ando, K. Y. Yokoyama, Y. Miyairi, O. Sakai, T. Hamatsu, Y. Yamashita, M. Chimura, and T. Nagata (2024) Otolith radiocarbon signatures provide distinct migration history of walleye pollock around Hokkaido, Japan in the North-Western Pacific. *Ecology and Evolution*, **14**, e11288.
- Beamish, R. J. and G.A. McFarlane (1995) A discussion of the importance of aging errors, and an application to walleye pollock: the world's largest fishery. In *Recent developments in fish otolith research*, pp.545-565.
- Funamoto, T. (2007) Temperature-dependent stock-recruitment model for walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) around northern Japan. *Fish. Oceanogr.*, **16**, 515-525.
- Funamoto, T., O. Yamamura, T. Kono, T. Hamatsu and A. Nishimura (2013) Abiotic and biotic factors affecting recruitment variability of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) off the Pacific coast of Hokkaido, Japan. *Fish. Oceanogr.*, **22**, 193-206.
- Funamoto, T., O. Yamamura, O. Shida, K. Itaya, K. Mori, Y. Hiyama and Y. Sakurai (2014) Comparison of factors affecting recruitment variability of walleye pollock *Theragra chalcogramma* in the Pacific Ocean and the Sea of Japan off northern Japan. *Fish. Sci.*, **80**, 117-126.
- 函館・栽培・釧路水産試験場 (印刷中) スケトウダラ太平洋海域. 2025 年度北海道周辺海域における主要魚種の資源評価書. 北海道立総合研究機構水産研究本部.
- 濱津友紀・八吹圭三 (1995) 北海道東部太平洋沿岸に分布するスケトウダラ *Theragra chalcogramma* の産卵回遊と産卵場. 北海道区水産研究所研究報告, **59**, 31-41.
- Hamatsu, T. and K. Yabuki (2007) Density effects on the length at maturity of walleye pollock *Theragra chalcogramma* off the Pacific coast of northern Japan in the 1990s. *Fish. Sci.*, **73**, 87-97.
- Hamatsu, T., K. Yabuki and K. Watanabe (2004) Decadal changes in reproduction of walleye pollock off the Pacific coast of northern Japan. *Fish. Oceanogr.*, **13** (Suppl. 1), 74-83.
- Honda, S., T. Oshima, A. Nishimura and T. Hattori (2004) Movement of juvenile walleye pollock, *Theragra chalcogramma*, from a spawning ground to a nursery ground along the Pacific coast of Hokkaido, Japan. *Fish. Oceanogr.*, **13** (Suppl. 1), 84-98.
- 本田 聡・志田 修・山村織生 (2003) 沿岸親潮域のスケトウダラとその生活史. 沿岸海洋研究, **41**, 41-49.
- 金丸信一 (1989) スケトウダラ東北海区群と北海道近海群の関係. 漁業資源研究会議 北日本底魚部会報, **22**, 39-54.
- Kajiwar, K., M. Nakaya, K. Suzuki, Y. Kano, and T. Takatsu (2022) Effect of egg size on the growth rate and survival of wild walleye pollock *Gadus chalcogrammus* larvae. *Fish. Oceanogr.* **31**, 238-254.
- 小林時正 (1985) I-2 スケトウダラ漁業とその資源の利用. 漁業資源研究会議報, **24**, 47-62.
- 児玉純一・永島 宏・小林徳光 (1988) 金華山周辺海域に生息するスケトウダラ資源につ

- いて. 第9回東北海区底魚研究チーム会議会議報告, 24-31.
- Kuroda, H., T. Saito, T. Kaga, A. Takasuka, Y. Kamimura, S. Furuichi, and T. Nakanowatari (2020) Unconventional sea surface temperature regime around Japan in the 2000s-2010s: Potential influences on major fisheries resources. *Front. Mar. Sci.* **7**, 574904
- 武藤卓志・志田修 (2022) 近年の道南太平洋海域における産卵期直前のスケトウダラ成魚の分布の変化. *北水試研報*, **101**, 11-23.
- 前田辰昭・高橋豊美・上野元一 (1981) 噴火湾周辺海域におけるスケトウダラ成魚群の生活年周期. *日水誌*, **47**, 741-746.
- 前田辰昭・高橋豊美・上野元一 (1983) 噴火湾周辺海域におけるスケトウダラ成魚群の生活期別生態について. *日水誌*, **49**, 577-585.
- 黒坂浩平・保尊脩・山崎恵市・貞安一廣 (2022) 令和2年度海洋水産資源開発事業報告書(沖合底びき網(かけまわし):北海道太平洋海域). 水産研究・教育機構開発調査センター, 横浜, 138pp.
- Nakatani, T. (1988) Studies on the early life history of walleye pollock *Theragra chalcogramma* in Funka Bay and vicinity, Hokkaido. *Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, **35**, 1-46.
- Nishimura, A., T. Hamatsu, K. Yabuki and O. Shida (2002) Recruitment fluctuations and biological response of walleye pollock in the Pacific coast of Hokkaido. *Fish. Sci.*, **68** (Suppl.), 206-209.
- Okamura, H., Y. Yamashita and M. Ichinokawa (2017) Ridge virtual population analysis to reduce the instability of fishing mortalities in the terminal year. *ICES J. Mar. Sci.*, **74**, 2427-2436.
- Pope, J. G. (1972) An investigation of accuracy of virtual population analysis using Cohort Analysis. *Res. Bull. int. comm. Northw. Atlant. Fish.*, **9**, 65-74.
- 境 磨・千村昌之・千葉 悟・濱邊昂平・佐藤隆太・桑原風沙・伊藤正木・濱津友紀・鈴木勇人 (2025) 令和6(2024)年度スケトウダラ太平洋系群の資源評価. 我が国周辺水域の漁業資源評価. 水産庁・水産研究・教育機構, 東京, 87pp. https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2025/03/details_2024_12.pdf (last accessed 12 July 2025)
- 佐藤隆太・境 磨・千葉 悟・濱邊昂平・千村昌之・桑原風沙・伊藤正木・菅野隼人・鈴木勇人 (2025) 令和7(2025)年度スケトウダラ太平洋系群の資源評価 沖合底びき網漁業の年齢別標準化CPUEについて. FRA-SA2025-SC01-201.
- 佐藤隆太・境 磨・千葉 悟・濱邊昂平・千村昌之・桑原風沙・伊藤正木・菅野隼人・鈴木勇人 (2025) 令和7(2025)年度スケトウダラ太平洋系群の管理基準値等に関する研究機関会議資料. 水産研究・教育機構, 横浜, FRA-SA2025-BRP05-02.
- Shida, O., T. Hamatsu, A. Nishimura, A. Suzaki, J. Yamamoto, K. Miyashita and Y. Sakurai (2007) Interannual fluctuations in recruitment of walleye pollock in the Oyashio region related to environmental changes. *Deep-Sea Res. II*, **54**, 2822-2831.
- Tamura, T. and Y. Fujise (2002) Geographical and seasonal changes of the prey species of minke whale in the Northwestern Pacific. *ICES J. Mar. Sci.*, **59**, 516-528.
- Tsuji, S. (1989) Alaska pollock population, *Theragra chalcogramma*, of Japan and its adjacent waters, I: Japanese fisheries and population studies. *Mar. Behav. Physiol.*, **15**, 147-205.
- ヴェリカノフ, A. Ya. (2013) オホーツク海南西部と国後島と択捉島沿岸におけるスケトウ

- ダラの分布特性と資源動向. 「オホーツクの生態系とその保全」 桜井泰憲, 大島慶一郎, 大泰司紀之編, 北海道大学出版, 札幌市, 131-138.
- Wang, R., M. Chimura, K. Sadayasu, M. Ishino and O. Yamamura (2022) Summer diet and feeding strategy of Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) inhabiting the southern coast of Hokkaido, Japan. Marine Biology Research **18**, 435-447.
- Widrig, T. M. (1954) Method of estimating fish populations, with application to Pacific sardine. Fish. Bull. U.S., **56**, 141-166.
- Yamamura, O. (2004) Trophodynamic modeling of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) in the Doto area, northern Japan: model description and baseline simulations. Fish. Oceanogr. **13** (Suppl. 1), 138-154.
- Yamamura, O., S. Honda, O. Shida and T. Hamatsu (2002) Diets of walleye pollock *Theragra chalcogramma* in the Doto area, northern Japan: ontogenetic and seasonal variations. Mar. Ecol. Prog. Ser., **238**, 187-198.
- Yamamura O and T. Nobetsu (2011) Food habits of threadfin hakeling *Laemonema longipes* along the Pacific coast of northern Japan. J. Mar. Bio. Assoc. UK, 1-9.
- 尹 泰憲 (1981) 北海道噴火湾周辺海域におけるスケトウダラ雌魚の生殖周期. 北大水産彙報, **32**, 22-38.



図 2-1. スケトウダラ太平洋系群の分布域と産卵場
Honda et al. (2004) より転載。

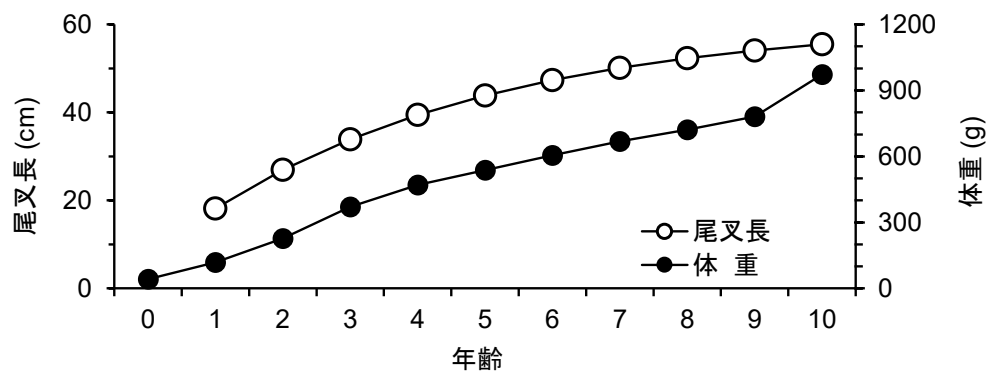


図 2-2. 年齢と成長（10 歳の体重は 10 歳以上の複数の年齢の平均値）

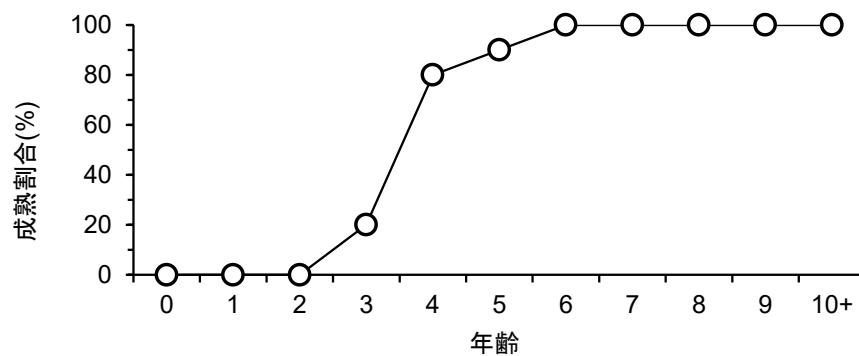


図 2-3. 年齢別成熟割合

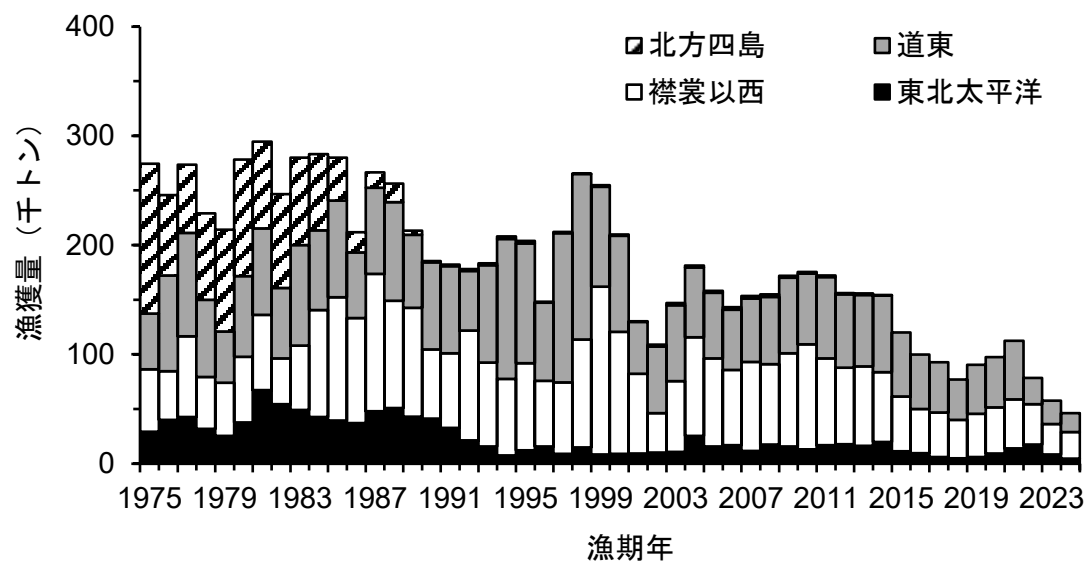


図 3-1. 海域別漁獲量

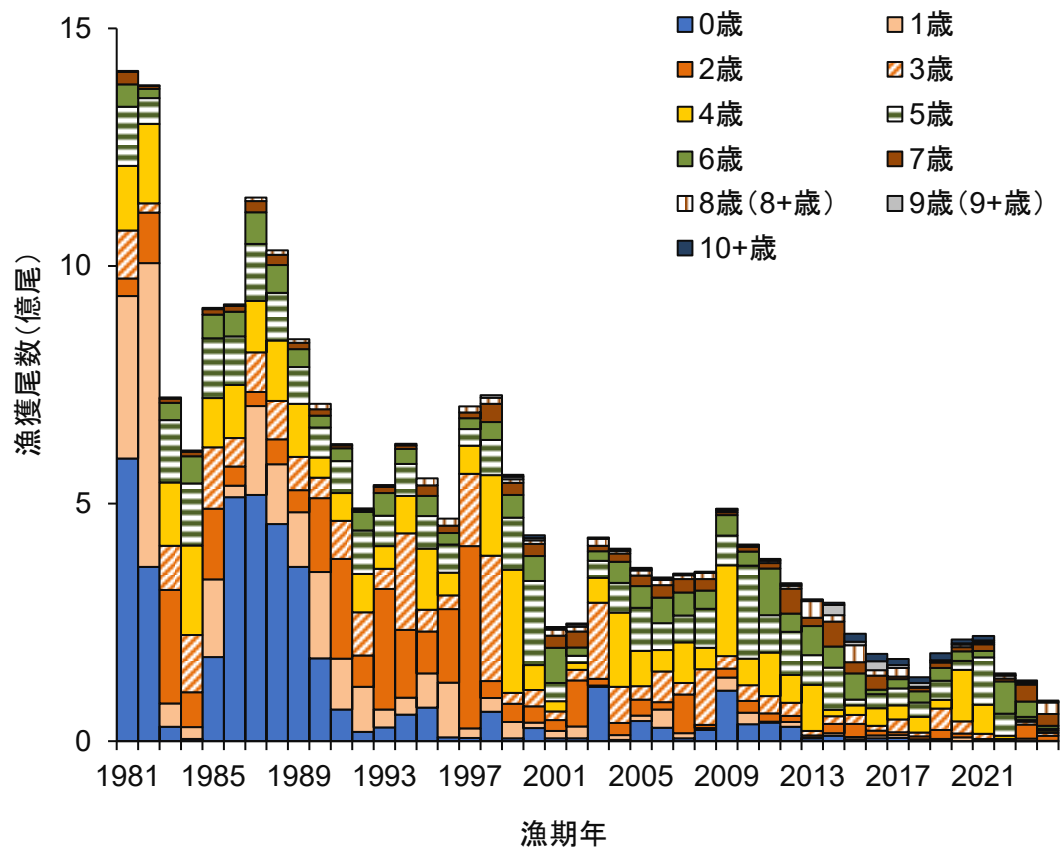


図 3-2. 年齢別漁獲尾数

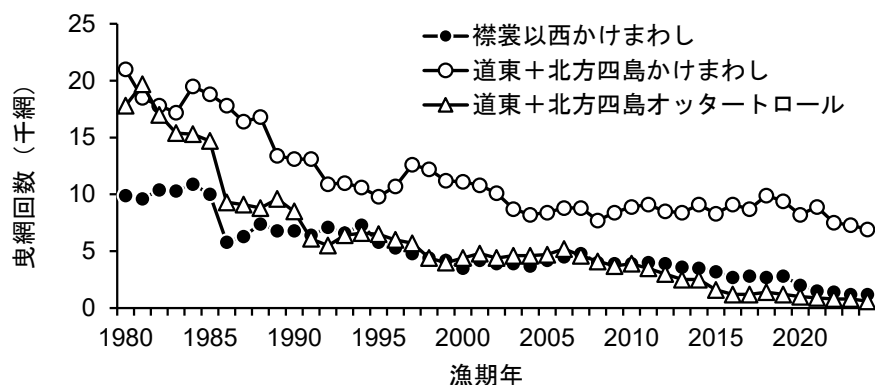


図 3-3. 北海道根拠の沖合底びき網漁業でのスケトウダラ有漁網数
月別・船別・漁区別集計値に基づく。

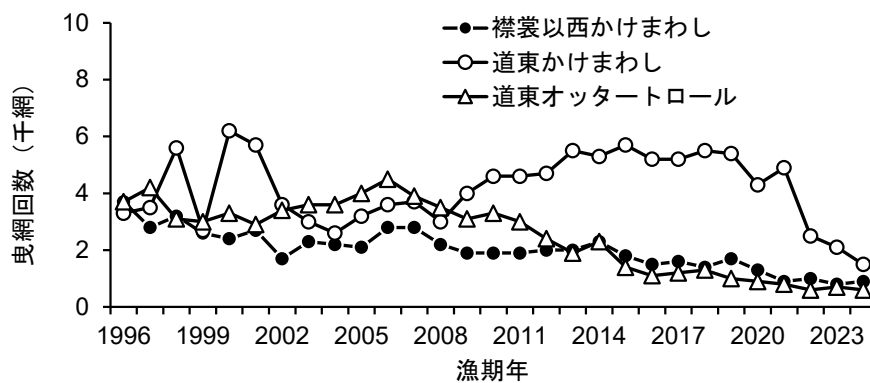


図 3-4. 北海道根拠の沖合底びき網漁業について 1 日の総漁獲量に占めるスケトウダラの
割合が多い順に 1 年の総漁獲量の 90%を占める操業までを抜き出して集計した網数
日別・船別・漁区別集計値に基づく。

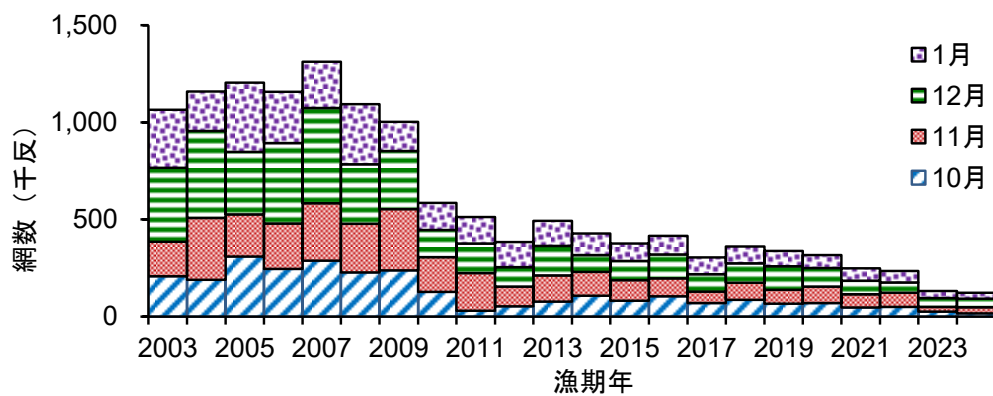


図 3-5. 襟裳以西海域におけるすけとうだら固定式刺し網漁業の網数（補正值）

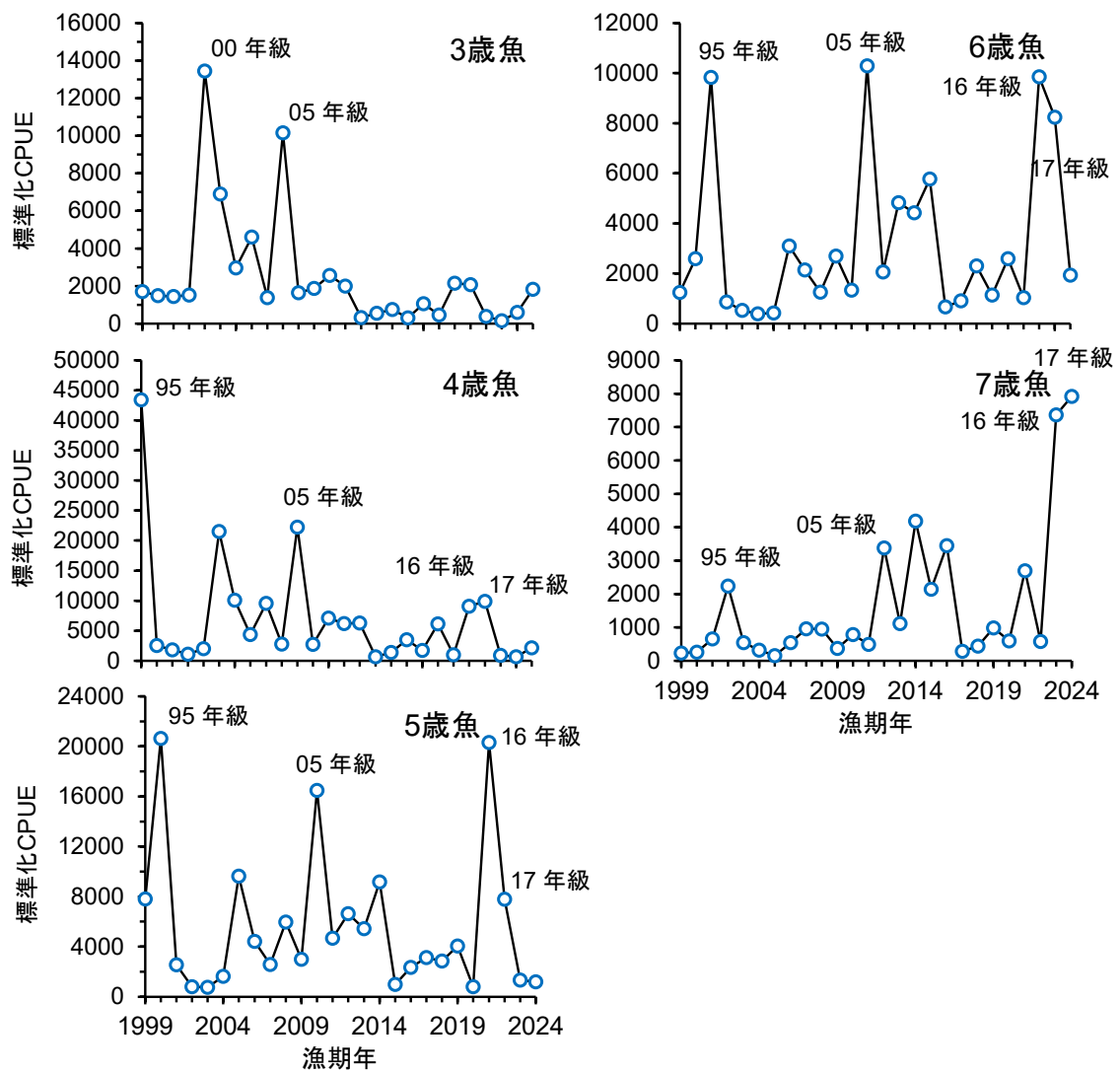


図 4-1. 北海道根拠の沖合底びき網漁業での年齢別標準化 CPUE

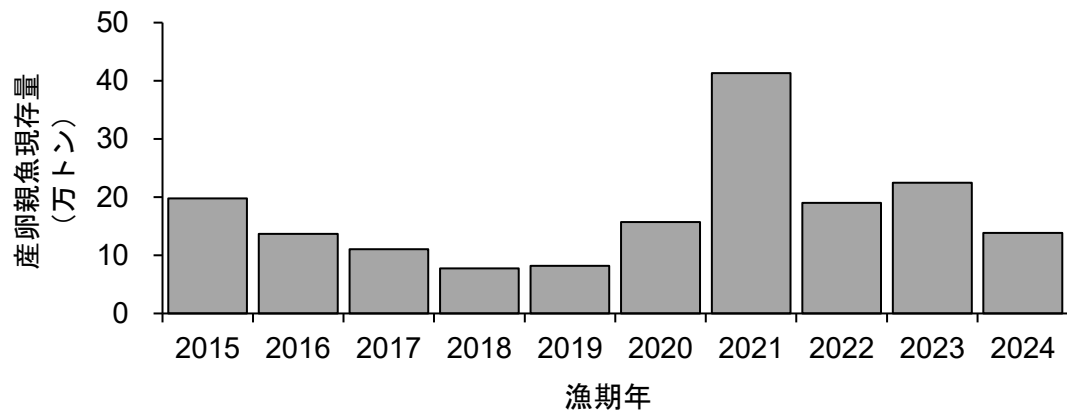


図 4-2. 計量魚群探知機を用いた産卵来遊群分布調査から得られた襟裳以西海域におけるスケトウダラ産卵親魚の現存量

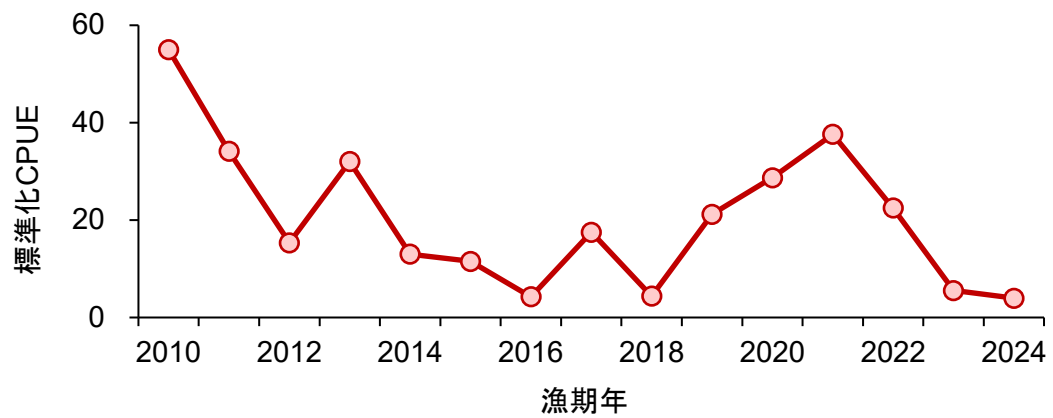


図 4-3. 操業日誌に基づく襟裳以西海域のすけとうだら固定式刺し網の標準化 CPUE

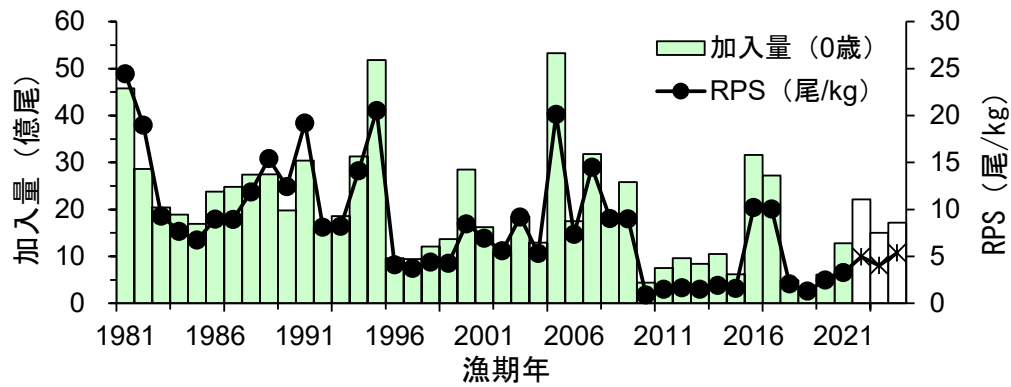


図 4-4. 加入量（0 歳魚の資源尾数）と再生産成功率（RPS）の推移

調査からの推算値に基づく加入量（白抜き）に対応する再生産成功率は*で示した。

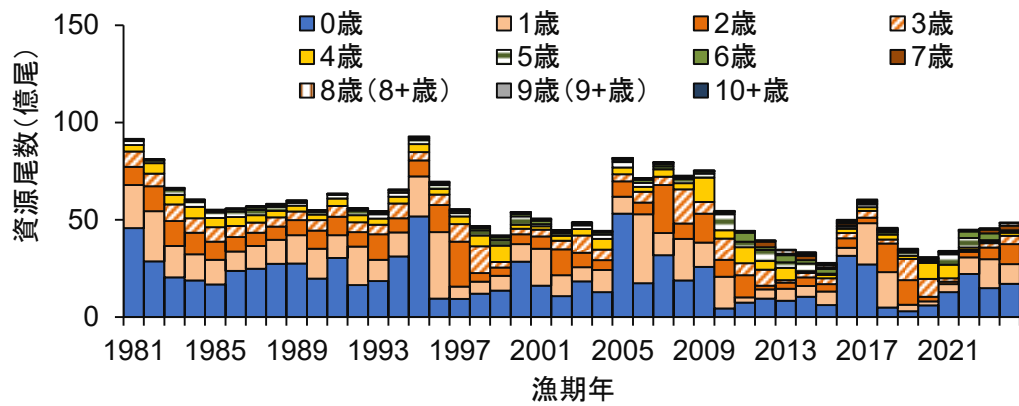


図 4-5. 年齢別資源尾数の推移

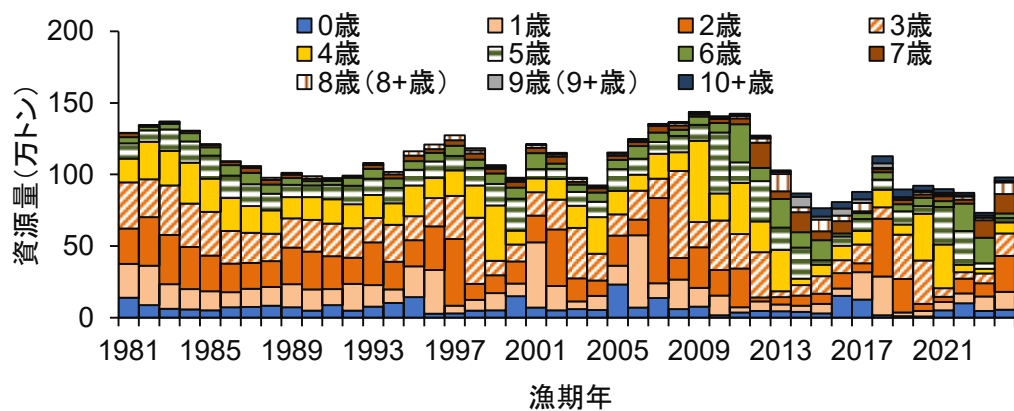


図 4-6. 年齢別資源重量の推移

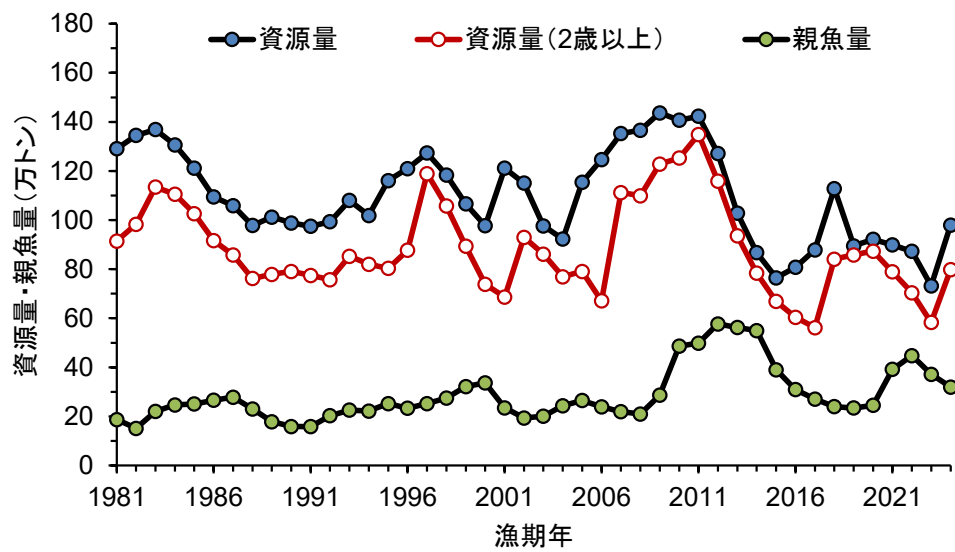


図 4-7. 資源量（0 歳以上の総重量および 2 歳以上の総重量）、および親魚量の推移

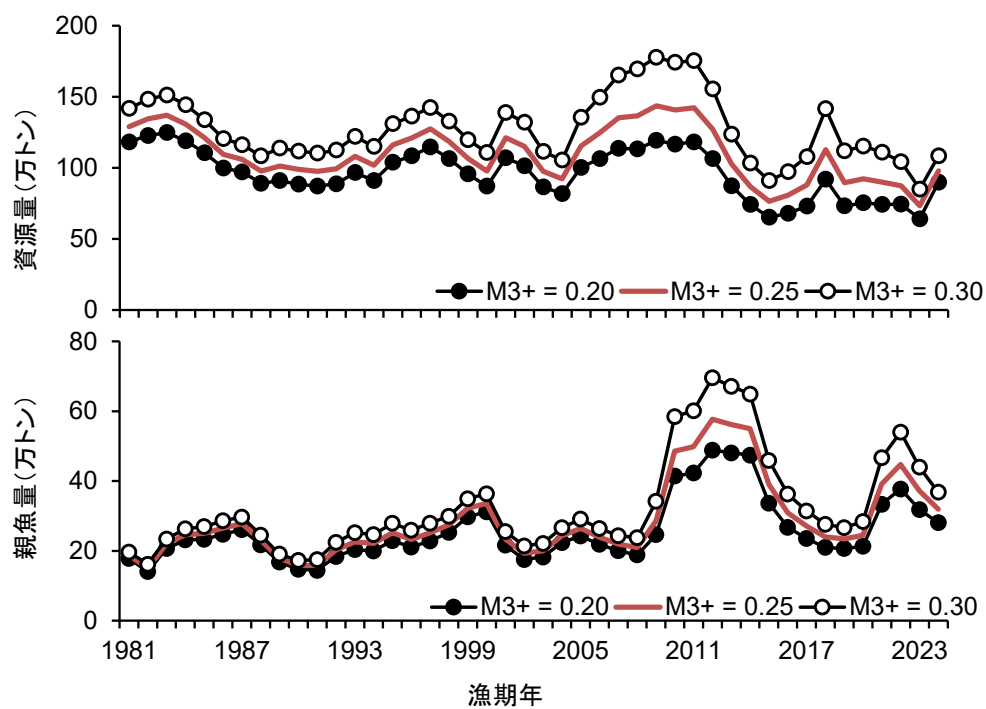


図 4-8. 自然死亡係数 M を変化させた場合の資源量および親魚量

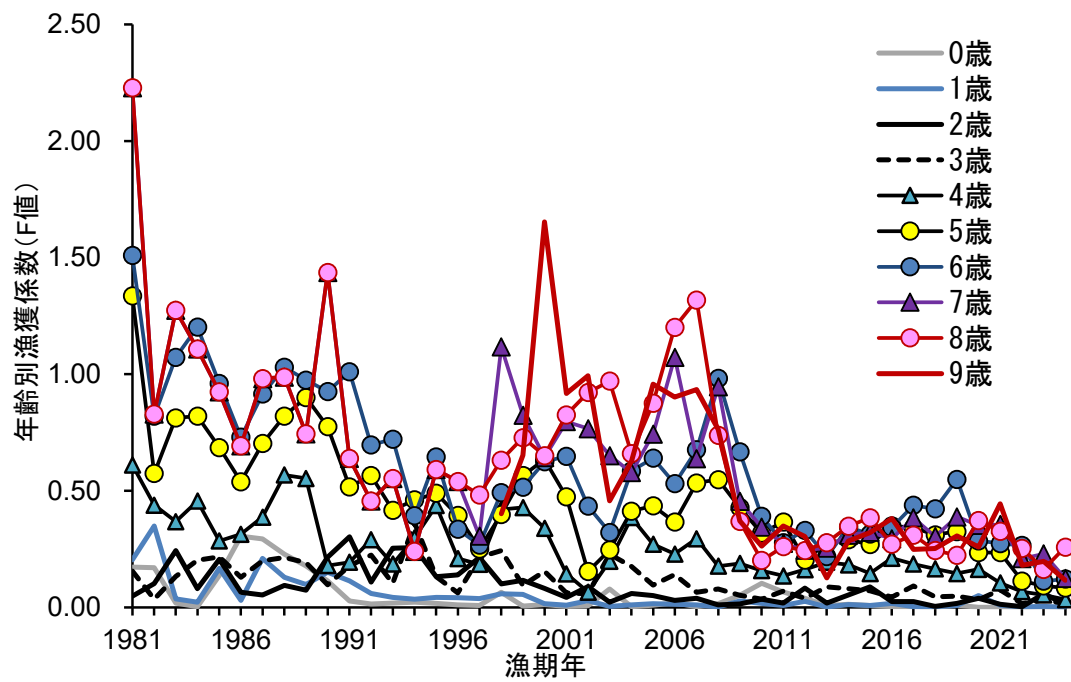


図 4-9. 各年齢の漁獲係数（F 値）の推移
10 歳以上の F 値は 9 歳と同じである。

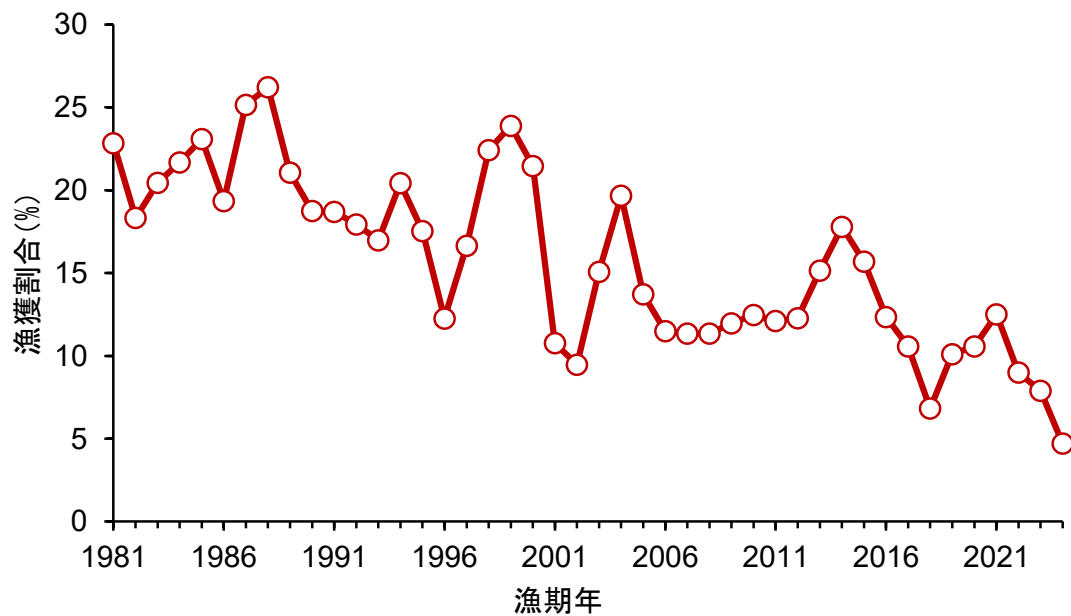


図 4-10. 漁獲割合の推移

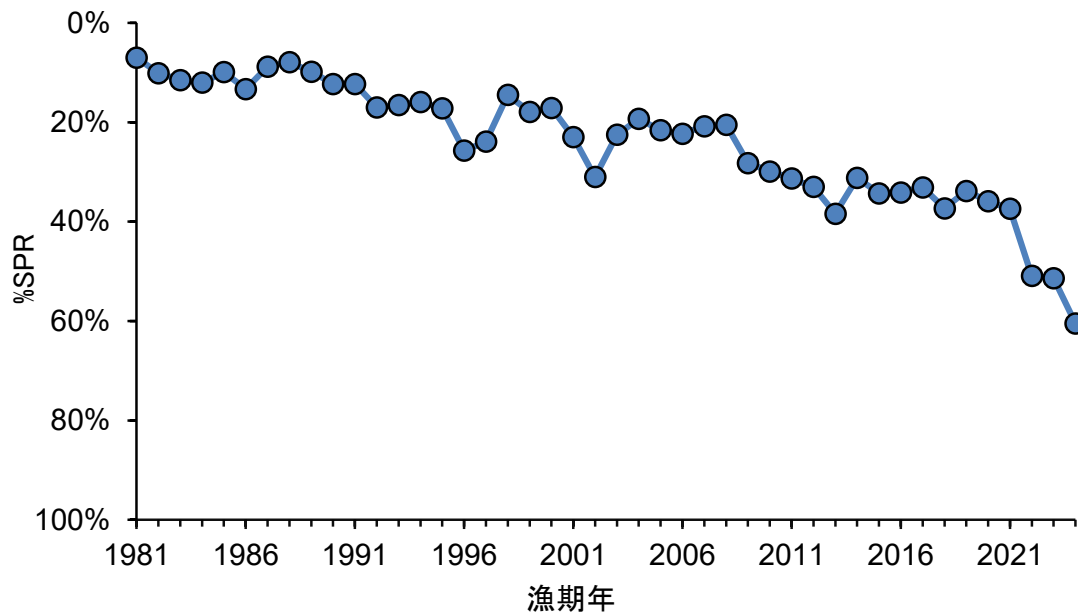


図 4-11. 各漁期年の年齢別漁獲係数（F 値）における%SPR の経年推移

%SPR は漁獲がないときの親魚量に対する漁獲があるときの親魚量の割合を示し、年齢別漁獲係数（F 値）が高い（低い）と%SPR は小さく（大きく）なる。

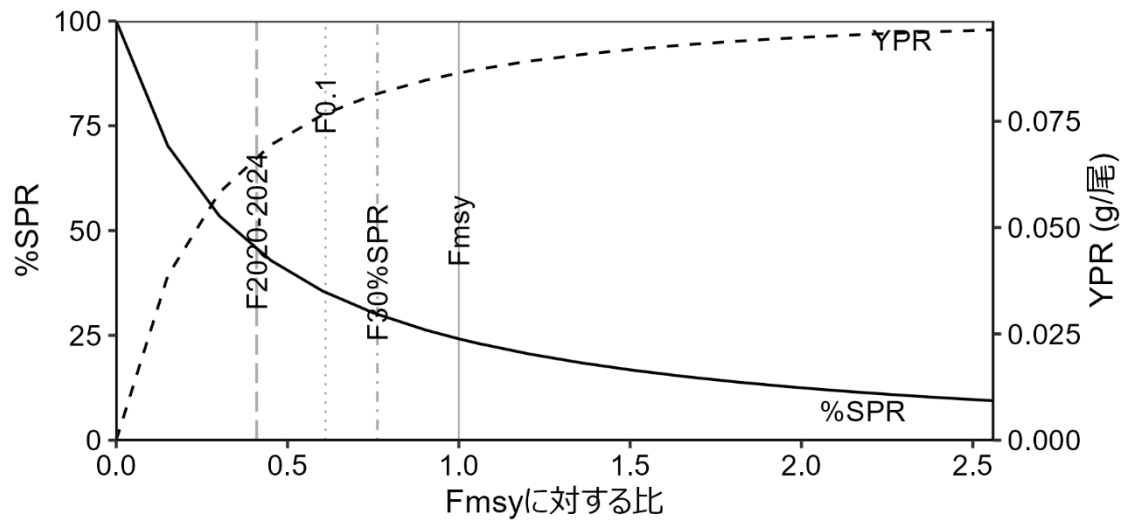


図 4-12. F_{msy} に対する YPR と%SPR の関係

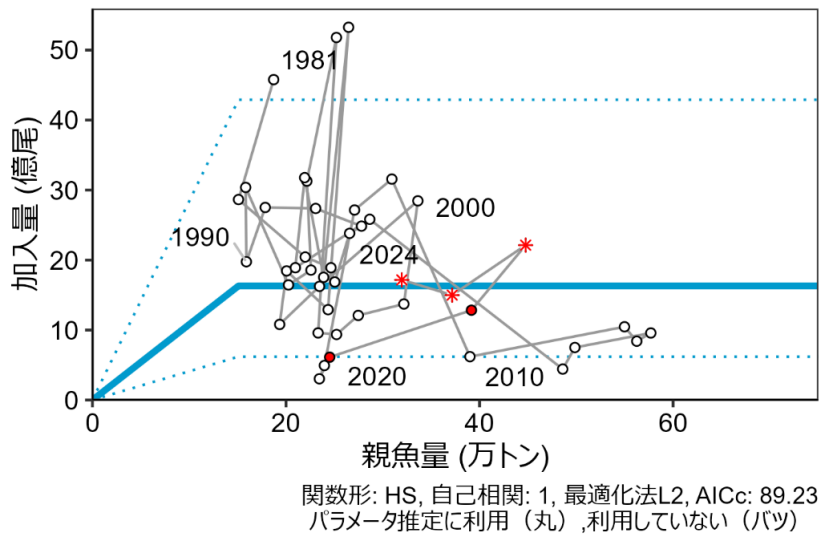


図 4-13. 親魚量と加入量の関係（再生産関係）

再生産関係には自己相関を考慮したホッケー・スティック（HS）型再生産関係式を用い、最小二乗法によりパラメータ推定を行った。再生産関係の分析には本年度評価での1981～2021年漁期の親魚量と加入量を用いた（白抜丸印）。図中の数字は年級（生まれ年）を示す。図中の再生産関係式（青実線）の上下の青点線は仮定されている再生産関係において観察データの90%が含まれると推定される範囲である。なお、2022～2024年級の加入量は調査船調査の結果に基づき推算されており、再生産関係のパラメータ推定には用いられていない（*印のプロット）。

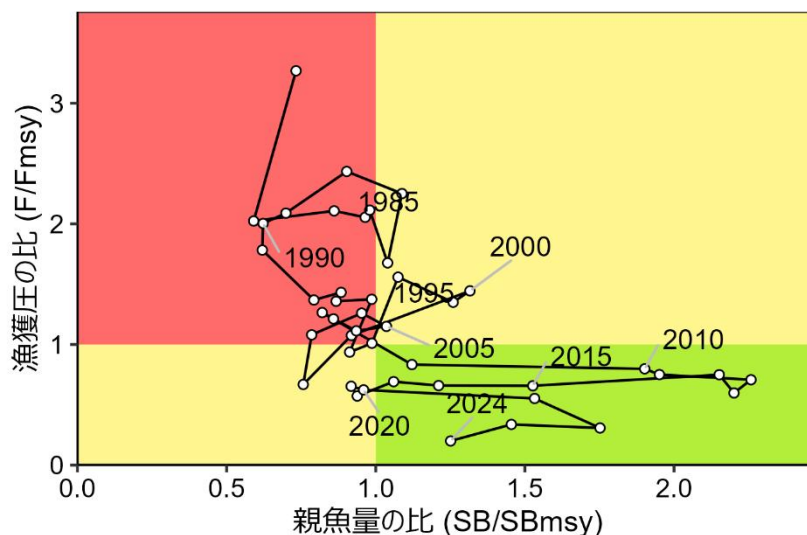


図 4-14. 最大持続生産量（MSY）を実現する親魚量（SBmsy）と SBmsy を維持する漁獲圧（Fmsy）に対する過去の親魚量および漁獲圧の関係（神戸プロット）

表 3-1. スケトウダラ太平洋系群の海域別漁獲量（漁期年集計：トン）

漁期年	東北太平洋			襟裳以西			
	海域計	沖底	沿岸漁業	海域計	沖底	沿岸漁業	韓国漁船
1975	29,157			57,186			
1976	40,065			44,458			
1977	42,829			73,709			
1978	31,796			47,458			
1979	25,400			48,616			
1980	37,769			60,093			
1981	67,423	53,327	14,096	68,803	8,311	60,492	0
1982	54,378	41,886	12,492	42,075	7,955	34,120	0
1983	49,258	38,304	10,954	58,815	8,205	50,610	0
1984	42,763	27,482	15,281	97,802	9,582	88,220	0
1985	39,477	29,388	10,089	112,697	13,233	99,464	0
1986	37,052	24,099	12,953	96,051	11,831	84,220	0
1987	47,845	36,053	11,792	125,863	14,215	97,395	14,253
1988	51,047	41,971	9,076	98,087	7,803	77,649	12,634
1989	43,007	35,475	7,532	99,528	9,987	81,837	7,704
1990	41,375	35,913	5,462	63,088	11,204	49,041	2,842
1991	32,788	28,361	4,427	68,169	14,745	53,424	0
1992	21,403	19,447	1,956	100,428	18,559	81,869	0
1993	15,734	14,347	1,387	76,792	14,312	62,480	0
1994	7,689	6,939	750	69,814	23,115	46,699	0
1995	12,222	11,526	696	79,766	24,725	55,041	0
1996	15,734	14,914	820	60,219	13,473	46,746	0
1997	9,078	8,662	416	65,201	13,339	51,861	0
1998	14,911	14,303	607	98,684	17,417	81,267	0
1999	8,293	7,591	702	153,609	29,195	124,414	0
2000	8,901	8,280	621	111,787	21,799	89,988	0
2001	9,403	9,048	355	72,872	19,947	52,925	0
2002	10,175	9,179	996	36,005	15,404	20,601	0
2003	10,813	8,736	2,077	64,749	19,866	44,883	0
2004	25,432	23,844	1,588	90,095	20,261	69,833	0
2005	15,839	14,045	1,793	80,401	19,885	60,516	0
2006	16,817	14,567	2,250	69,043	19,846	49,197	0
2007	11,716	10,791	925	81,395	27,072	54,323	0
2008	17,440	14,738	2,702	73,552	21,741	51,812	0
2009	15,847	14,070	1,777	85,251	19,305	65,945	0
2010	12,998	12,175	822	96,103	19,086	77,017	0
2011	16,781	16,304	477	79,577	19,846	59,731	0
2012	17,687	17,215	472	70,114	20,109	50,004	0
2013	16,400	15,293	1,108	72,467	20,244	52,223	0
2014	19,752	18,220	1,532	63,929	21,541	42,388	0
2015	11,428	10,778	650	49,908	16,024	33,885	0
2016	9,697	9,303	394	40,308	14,756	25,552	0
2017	6,134	5,681	453	40,615	9,234	31,381	0
2018	4,911	4,537	374	35,155	10,554	24,601	0
2019	6,226	5,477	750	39,385	12,362	27,023	0
2020	9,249	8,542	707	42,313	13,803	28,510	0
2021	13,973	13,540	433	44,747	10,936	33,811	0
2022	17,467	15,307	2,161	37,002	11,599	25,403	0
2023*	8,473	8,383	89	27,683	9,200	18,483	0
2024*	4,518	4,484	34	24,531	8,031	16,499	0

漁期年は4月～翌年3月。

東北太平洋の沿岸漁業：茨城県～青森県（大間町～階上町）、2001年漁期以前は年集計。

襟裳以西の沿岸漁業：知内町～えりも町えりも。

*2023、2024年漁期は暫定値。

表 3-1. (続き)

漁期年	道東				北方四島	全海域		
	海域計	沖底	沿岸漁業	韓国漁船	沖底	日本漁船	韓国漁船	合計
1975	50,893				137,145	274,381		274,381
1976	87,657				73,591	245,771		245,771
1977	94,744				62,291	273,573		273,573
1978	70,766				78,939	228,959		228,959
1979	47,027				93,002	214,045		214,045
1980	73,666				106,621	278,149		278,149
1981	78,986	75,326	3,660	0	79,553	294,765	0	294,765
1982	64,197	60,012	4,185	0	85,856	246,506	0	246,506
1983	91,975	83,470	8,505	0	79,868	279,916	0	279,916
1984	73,093	67,031	6,062	0	69,696	283,354	0	283,354
1985	88,621	79,431	9,190	0	39,124	279,919	0	279,919
1986	60,113	53,349	6,764	0	18,517	211,733	0	211,733
1987	78,658	58,540	4,700	15,418	14,106	236,801	29,671	266,472
1988	90,147	64,198	3,400	22,549	17,089	221,187	35,183	256,370
1989	66,955	55,894	2,369	8,692	3,647	196,741	16,396	213,137
1990	79,786	61,399	3,011	15,376	1,011	167,041	18,218	185,259
1991	79,748	61,724	2,621	15,403	1,603	166,906	15,403	182,309
1992	54,515	32,396	3,133	18,986	1,851	159,211	18,986	178,197
1993	89,097	54,609	1,768	32,721	1,751	150,653	32,721	183,374
1994	128,104	68,152	2,937	57,015	2,433	151,026	57,015	208,041
1995	109,375	44,689	7,841	56,845	2,350	146,869	56,845	203,714
1996	71,292	31,803	4,080	35,409	1,037	112,874	35,409	148,283
1997	136,633	86,156	3,711	46,766	1,007	165,153	46,766	211,919
1998	151,551	71,301	5,725	74,525	313	190,934	74,525	265,459
1999	91,398	77,006	5,316	9,076	1,425	245,650	9,076	254,726
2000	87,840	81,155	6,685	0	1,041	209,568	0	209,568
2001	47,346	42,487	4,859	0	805	130,426	0	130,426
2002	61,132	59,608	1,524	0	1,757	109,070	0	109,070
2003	69,406	67,457	1,949	0	2,146	147,114	0	147,114
2004	64,149	58,487	5,662	0	1,759	181,435	0	181,435
2005	60,145	53,442	6,703	0	1,883	158,268	0	158,268
2006	54,954	50,467	4,487	0	2,432	143,246	0	143,246
2007	58,009	53,384	4,625	0	2,430	153,549	0	153,549
2008	61,592	57,297	4,295	0	2,409	154,994	0	154,994
2009	69,054	63,756	5,298	0	1,828	171,979	0	171,979
2010	64,884	60,283	4,601	0	1,485	175,469	0	175,469
2011	74,303	70,549	3,754	0	1,579	172,239	0	172,239
2012	67,127	61,911	5,216	0	1,244	156,172	0	156,172
2013	65,437	60,959	4,478	0	1,519	155,823	0	155,823
2014	70,256	65,424	4,832	0	400	154,337	0	154,337
2015	58,667	55,812	2,855	0	0	120,004	0	120,004
2016	49,742	46,601	3,141	0	0	99,748	0	99,748
2017	46,170	42,563	3,607	0	0	92,919	0	92,919
2018	36,883	34,965	1,919	0	0	76,949	0	76,949
2019	44,869	43,300	1,569	0	0	90,480	0	90,480
2020	45,874	43,901	1,972	0	0	97,436	0	97,436
2021	53,758	51,701	2,058	0	0	112,478	0	112,478
2022	24,041	22,637	1,404	0	0	78,510	0	78,510
2023*	21,593	19,979	1,614	0	0	57,748	0	57,748
2024*	17,175	15,753	1,422	0	0	46,223	0	46,223

漁期年は4月～翌年3月。

道東の沿岸漁業：えりも町庶野～根室市、2011年度以降の根室市は落石地区以外の底建網と小定置を除く。

*2023、2024年漁期は暫定値。

表 3-2. 北海道根拠の沖合底びき網漁業の漁獲量、漁獲努力量

漁期年	スケトウダラ有漁操業					
	襟裳以西		道東+北方四島			
	かけまわし		かけまわし		オッタートロール	
	漁獲量 千トン	網数 千網	漁獲量 千トン	網数 千網	漁獲量 千トン	網数 千網
1980	13.3	9.9	57.7	21.0	96.2	17.8
1981	7.9	9.6	35.4	18.5	121.2	19.7
1982	7.7	10.4	25.0	17.8	115.8	17.0
1983	7.8	10.3	25.4	17.2	114.8	15.4
1984	9.2	10.9	26.1	19.5	123.0	15.3
1985	12.5	10.0	21.8	18.8	96.4	14.7
1986	14.1	5.8	21.9	17.8	50.6	9.3
1987	13.2	6.3	20.6	16.4	50.4	9.1
1988	7.5	7.4	17.9	16.8	61.7	8.8
1989	9.4	6.8	9.5	13.4	48.9	9.6
1990	10.0	6.8	9.9	13.1	51.4	8.5
1991	13.3	6.4	19.8	13.1	42.5	6.1
1992	16.7	7.1	11.2	10.9	22.5	5.5
1993	13.3	6.6	17.0	11.0	38.9	6.4
1994	21.9	7.3	22.2	10.6	47.4	6.6
1995	24.2	5.8	15.3	9.8	30.3	6.5
1996	13.0	5.3	8.1	10.7	24.4	6.0
1997	13.1	4.8	21.9	12.6	65.0	5.7
1998	16.5	4.4	27.7	12.2	43.6	4.4
1999	28.3	4.2	28.4	11.2	49.8	4.0
2000	21.6	3.5	39.4	11.1	42.5	4.4
2001	19.8	4.2	23.2	10.8	20.0	4.8
2002	15.2	3.9	26.3	10.1	35.0	4.4
2003	19.7	3.9	25.4	8.7	44.0	4.6
2004	19.9	3.7	21.3	8.2	38.7	4.6
2005	19.8	4.2	24.1	8.4	31.0	4.7
2006	19.7	4.5	23.4	8.8	29.3	5.2
2007	26.7	4.8	21.6	8.8	34.0	4.6
2008	21.7	4.0	26.4	7.7	32.9	4.1
2009	19.0	3.9	31.0	8.4	34.3	3.7
2010	19.0	3.9	31.2	8.9	30.3	3.9
2011	19.8	4.0	37.9	9.1	34.1	3.5
2012	20.1	3.9	38.0	8.5	24.8	3.0
2013	20.2	3.6	44.3	8.4	18.1	2.5
2014	21.5	3.5	45.4	9.1	20.3	2.5
2015	16.0	3.2	44.0	8.3	11.8	1.6
2016	14.7	2.7	36.7	9.1	9.9	1.2
2017	9.2	2.8	33.0	8.7	9.5	1.2
2018	10.5	2.7	26.7	9.9	8.3	1.4
2019	12.4	2.8	33.6	9.4	9.7	1.2
2020	13.8	2.0	33.6	8.2	10.3	1.0
2021	10.9	1.5	39.8	8.9	11.9	0.9
2022	11.6	1.4	15.7	7.5	7.0	0.8
2023	9.2	1.2	13.3	7.3	6.7	0.8
2024*	8.0	1.2	8.1	6.9	7.7	0.6

漁期年は4月～翌年3月。

スケトウダラ有漁操業：スケトウダラが漁獲された操業。

*2024年漁期は暫定値。

表 3-2. (続き)

漁期年	スケトウダラの割合の多い順に1年の漁獲量の90%を占める操業を抜き出して集計								
	襟裳以西			道東					
	かけまわし			かけまわし			オッタートロール		
	漁獲量 千トン	網数 千網	CPUE トン/網	漁獲量 千トン	網数 千網	CPUE トン/網	漁獲量 千トン	網数 千網	CPUE トン/網
1996	12.3	3.7	3.3	6.1	3.3	1.8	21.9	3.7	6.0
1997	11.3	2.8	4.0	16.2	3.5	4.7	62.2	4.2	14.8
1998	16.1	3.2	5.1	23.8	5.6	4.3	39.1	3.1	12.7
1999	26.8	2.6	10.3	21.8	2.7	8.0	47.0	3.0	15.8
2000	20.2	2.4	8.4	33.5	6.2	5.4	39.4	3.3	12.1
2001	19.1	2.7	7.1	19.3	5.7	3.4	17.9	2.9	6.3
2002	14.0	1.7	8.2	21.1	3.6	5.8	33.4	3.4	9.8
2003	17.9	2.3	7.8	19.8	3.0	6.6	42.4	3.6	11.9
2004	18.7	2.2	8.7	15.5	2.6	5.9	37.7	3.6	10.4
2005	18.3	2.1	8.9	18.3	3.2	5.7	30.4	4.0	7.5
2006	19.0	2.8	6.8	17.3	3.6	4.9	28.6	4.5	6.4
2007	25.5	2.8	9.1	15.1	3.7	4.1	33.2	3.9	8.5
2008	20.4	2.2	9.4	20.0	3.0	6.8	32.1	3.5	9.0
2009	17.5	1.9	9.1	24.3	4.0	6.0	33.8	3.1	10.8
2010	17.4	1.9	9.2	24.8	4.6	5.4	29.8	3.3	9.0
2011	18.0	1.9	9.6	30.1	4.6	6.5	33.6	3.0	11.2
2012	18.5	2.0	9.1	31.0	4.7	6.6	24.4	2.4	10.1
2013	18.8	2.0	9.5	37.0	5.5	6.7	17.4	1.9	9.0
2014	20.7	2.3	9.2	37.7	5.3	7.1	20.0	2.3	8.8
2015	15.1	1.8	8.4	38.1	5.7	6.7	11.5	1.4	8.5
2016	14.2	1.5	9.7	31.1	5.2	6.0	9.9	1.1	9.3
2017	8.7	1.6	5.5	28.5	5.2	5.4	9.5	1.2	8.2
2018	9.9	1.4	7.1	22.9	5.5	4.2	8.1	1.3	6.5
2019	11.8	1.7	6.8	28.8	5.4	5.3	9.5	1.0	9.3
2020	12.8	1.3	9.8	29.1	4.3	6.7	10.0	0.9	11.5
2021	9.9	0.9	11.6	34.9	4.9	7.1	11.6	0.8	15.1
2022	11.3	1.0	11.4	12.8	2.5	5.1	6.7	0.6	10.3
2023	9.0	0.8	11.9	10.7	2.1	5.1	6.5	0.7	9.6
2024*	7.9	0.9	8.9	5.9	1.5	4.0	7.6	0.6	13.3

漁期年は4月～翌年3月。

*2024年漁期は暫定値。

表 4-1. 資源解析結果

漁期年	漁獲量 (万トン)	資源量 (万トン)	2歳魚以上 の資源量 (万トン)	親魚量 (万トン)	加入量 (0歳魚の 資源尾数; 億尾)	漁獲割合 (%)	%SPR	F/F _{msy}	再生産 成功率 (尾/kg)
1981	29.5	129.1	91.5	18.7	45.8	23	7	3.27	24.4
1982	24.7	134.5	98.3	15.1	28.6	18	10	2.02	19.0
1983	28.0	136.9	113.4	22.0	20.4	20	12	2.11	9.3
1984	28.3	130.7	110.6	24.6	18.9	22	12	2.05	7.7
1985	28.0	121.2	102.6	25.0	16.9	23	10	2.11	6.7
1986	21.2	109.4	91.6	26.6	23.8	19	13	1.68	9.0
1987	26.6	105.9	85.8	27.8	24.8	25	9	2.25	8.9
1988	25.6	97.8	76.2	23.1	27.4	26	8	2.43	11.9
1989	21.3	101.2	77.9	17.9	27.5	21	10	2.09	15.4
1990	18.5	98.8	79.1	15.9	19.8	19	12	2.00	12.4
1991	18.2	97.5	77.4	15.8	30.4	19	12	1.78	19.2
1992	17.8	99.3	75.7	20.3	16.4	18	17	1.37	8.1
1993	18.3	108.0	85.3	22.6	18.6	17	17	1.43	8.2
1994	20.8	101.9	82.0	22.2	31.3	20	16	1.36	14.1
1995	20.4	116.1	80.3	25.2	51.8	18	17	1.37	20.5
1996	14.8	121.0	87.7	23.3	9.6	12	26	0.94	4.1
1997	21.2	127.3	118.9	25.2	9.4	17	24	1.01	3.7
1998	26.5	118.4	105.8	27.5	12.1	22	15	1.56	4.4
1999	25.5	106.6	89.3	32.2	13.7	24	18	1.35	4.3
2000	21.0	97.7	73.8	33.6	28.5	21	17	1.44	8.5
2001	13.0	121.2	68.6	23.5	16.2	11	23	1.07	6.9
2002	10.9	115.1	93.0	19.3	10.8	9	31	0.67	5.6
2003	14.7	97.6	86.2	20.1	18.5	15	23	1.08	9.2
2004	18.1	92.3	76.9	24.3	12.9	20	19	1.26	5.3
2005	15.8	115.4	79.1	26.5	53.3	14	22	1.15	20.1
2006	14.3	124.7	67.1	23.9	17.5	11	22	1.11	7.3
2007	15.4	135.3	111.2	21.9	31.8	11	21	1.21	14.5
2008	15.5	136.6	109.9	21.0	18.9	11	21	1.26	9.0
2009	17.2	143.7	122.8	28.7	25.8	12	28	0.83	9.0
2010	17.5	140.7	125.3	48.6	4.4	12	30	0.80	0.9
2011	17.2	142.3	134.9	49.9	7.5	12	31	0.75	1.5
2012	15.6	127.2	115.9	57.7	9.6	12	33	0.71	1.7
2013	15.6	102.9	93.6	56.2	8.4	15	38	0.60	1.5
2014	15.4	86.7	78.4	55.0	10.5	18	31	0.75	1.9
2015	12.0	76.4	66.8	39.0	6.2	16	34	0.66	1.6
2016	10.0	80.7	60.4	30.9	31.6	12	34	0.66	10.2
2017	9.3	87.9	56.2	27.1	27.2	11	33	0.69	10.0
2018	7.7	112.8	84.1	24.0	4.9	7	37	0.57	2.1
2019	9.0	89.5	85.8	23.4	3.0	10	34	0.65	1.3
2020	9.7	92.2	87.3	24.5	6.1	11	36	0.62	2.5
2021	11.2	89.9	78.9	39.2	12.8	13	37	0.55	3.3
2022	7.9	87.3	70.4	44.8	22.1	9	51	0.31	4.9
2023	5.8*	73.2	58.3	37.2	15.0	8	51	0.34	4.0
2024	4.6*	98.0	79.8	32.0	17.2	5	61	0.20	5.4

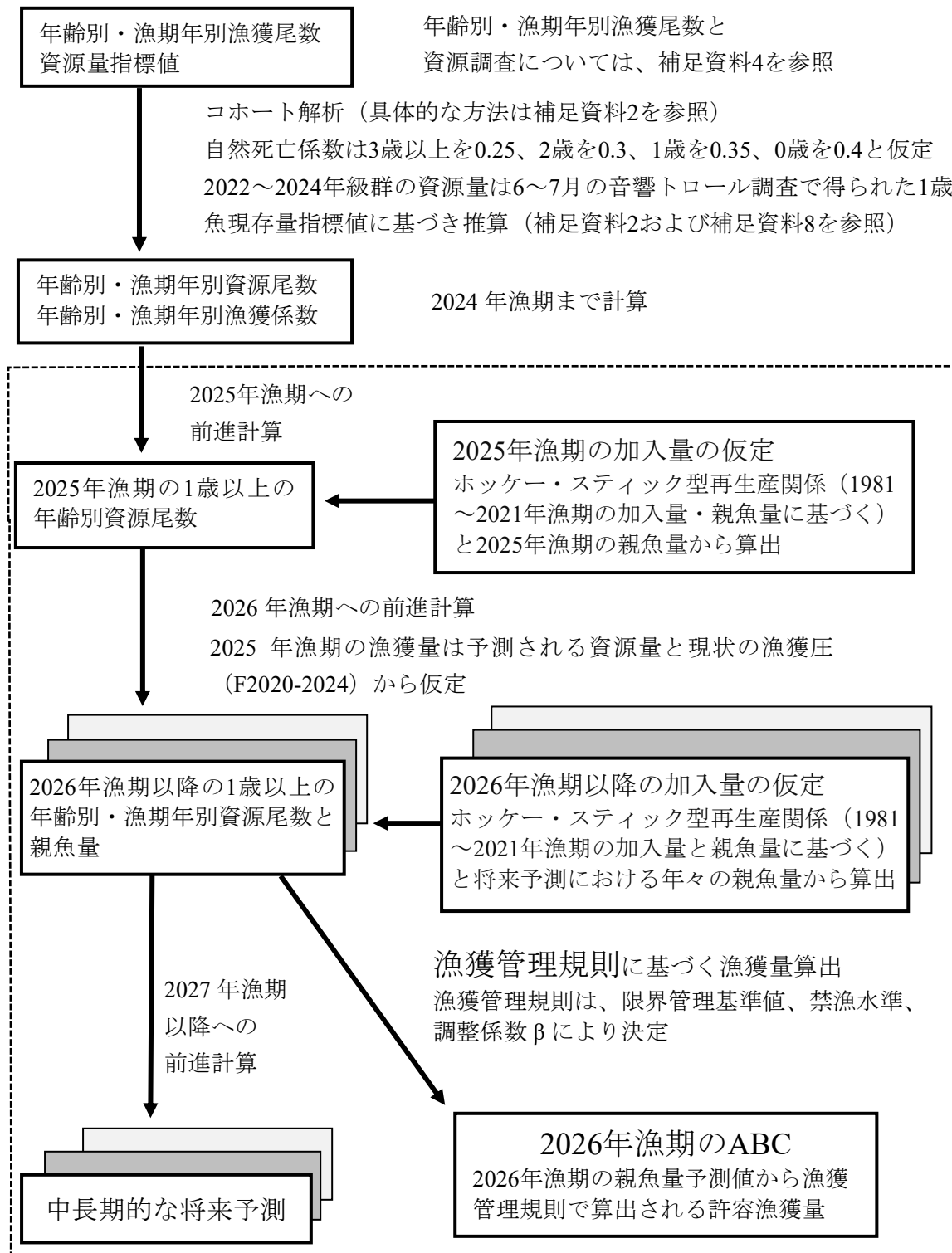
漁期年は4月～翌年3月。

2022～2024年漁期の0歳加入尾数は調査結果に基づき推定した。2022～2024年漁期の資源量、漁獲割合、%SPR、

および再生産成功率は当該推定値の影響を受ける。

*2023、2024年漁期は暫定値。

補足資料 1 資源評価の流れ



※ 点線枠内は資源管理方針に関する検討会における管理基準値や漁獲管理規則等の議論をふまえて作成される。

補足資料 2 計算方法

(1) 年齢別漁獲尾数

年齢別漁獲尾数は漁業別・海域別に求めた。海域は大きく3つ（道東、襟裳以西、および東北太平洋）に分け、それぞれの海域内をさらに2～3海域に分割し、各海域で年齢別漁獲尾数の推定のための漁獲物サンプルを収集した。

道東では沖底については東西で2海域に分け、その主要水揚げ港である釧路にて、両海域の漁獲物サンプルを収集した。2015年漁期まではオッタートロールから漁獲物サンプルを得ていたが、2016年漁期以降はオッタートロールに加えてかけまわしの漁獲物サンプルも収集している。道東の沿岸漁業については、1994年漁期以降、釧路および広尾の刺し網から漁獲物サンプルを得た。襟裳以西でも沖底については東西で2海域に分け、それぞれの主要水揚げ港である室蘭・浦河にて両海域の漁獲物サンプルを収集した。襟裳以西の沿岸漁業については、主要漁法である刺し網を対象に、渡島・胆振・日高の3つに分けた海域の各主要水揚げ港（鹿部・登別・様似）で漁獲物サンプルを得た。各海域・各漁業の漁獲物サンプルは沖底では基本的に毎月、沿岸漁業では盛漁期に1～2ヵ月毎に収集した。漁獲物サンプルは1件あたり100尾程度であり、すべての個体を年齢査定し、漁獲物サンプルごとに年齢組成を得た。この年齢組成を対応する海域別・月別・漁業別の漁獲量で引き延ばし、年齢別漁獲尾数を推定した。漁獲物サンプルが得られなかった月・海域については、隣接する月・海域の年齢組成の情報を用いた。直近2024年漁期の漁獲物サンプルの収集情報として、補足表2-1に道東の沖底および襟裳以西の沖底と刺し網での漁獲物サンプルと、その年齢組成の引き延ばしに対応する当該漁業の漁獲量を示した。

東北太平洋では、漁期年を3つ（4～8月、9～12月、1～3月）に分け、それぞれの時期に対応したAge-length-keyを、主に4月の調査船若鷹丸での漁獲物サンプル、10月の調査船若鷹丸での漁獲物サンプル、1～3月の八戸市場での沖底漁獲物サンプルの年齢査定結果に基づき作成した。これを2つに分けた海域（岩手県以北と宮城県以南）で、それぞれ各県の試験研究機関が得た体長組成に時期別に当てはめ、時期別・海域別の漁獲量で引き延ばすことで、年齢別漁獲尾数を推定した。直近2024年漁期のAge-length-keyを補足表2-2に示した。

なお、過去の韓国船の漁獲物年齢組成に関しては詳しい情報がないが、日本の沖底船と漁場が重なることから、日本の沖底船のそれと同じとした。

(2) コホート計算

年齢別資源尾数、資源量、親魚量、漁獲係数を、コホート解析により推定した。推定する際に用いる年齢別体重については、データが存在する1989年漁期以降に関しては年別の値を用いたが、データが存在しない1988年漁期以前に関しては1989～1993年漁期の平均値を用いた（補足表2-3）。コホート解析では、スケトウダラ的生活史に基づき4月を起点とし、年齢別に各値を求めた。年齢分解が困難な高齢魚はプラスグループとしてまとめた。プラスグループとする年齢は、1997年漁期以前は8歳以上（8+歳）、1998年漁期は9歳以上（9+歳）、1999年漁期以降は10歳以上（10+歳）とした。年齢別資源尾数（N）の計算にはPope（1972）の式を用い、プラスグループの資源尾数については平松（1999）の方

法を用いた。3 歳以上の自然死亡係数 (M) は、道東海域における沖底の CPUE と漁獲努力量を基に、Widrig (1954) の方法により推定した (補足表 2-4)。一方、3 歳未満の M は、一般に若齢魚の M が高齢魚のそれよりも高いことを考慮して推定した。資源評価によって推定する資源量は、漁期年が始まる 4 月 1 日における初期資源量であるが、4 月は産卵終了直後である。そのため、ある漁期年の初期資源量のうち、成熟しているものをその漁期年の年級群を産み出した親魚量とした。つまり、2024 年漁期の親魚量とは、2023 年漁期末に産卵を行った親魚量であり、2024 年級群を産み出した親魚量のことである。よって、親魚量の計算には、補足表 2-5 に示した成熟割合 (図 2-3 の成熟割合を 1 歳分高齢にずらした割合) を用い、各漁期年の初期資源量と、この成熟割合の積により親魚量を算出した。

近年、本系群の 0~2 歳魚は漁獲の主対象ではないため、その漁獲尾数は各年級群の豊度に応じたものとはならない可能性が高く、まだ 0~2 歳魚の漁獲尾数の情報しかない直近 3 年間の年級群の加入量のコホート解析による推定精度は低いと考えられる。したがって、最近年の 0~2 歳魚を構成する 2022~2024 年級群については、6~7 月に実施しているスケトウダラ音響トロール調査の結果から推算した (補足資料 8)。

資源量推定の具体的な計算式は以下のとおりである。なお、2024 年漁期の 0 歳魚の漁獲がなかったが、F 値の計算など資源計算の便宜上、漁獲尾数を 1 尾とした。また、2024 年漁期の 0 歳魚の平均体重については、2023 年漁期の 0 歳平均体重と同じと仮定した。

各年の年齢別資源尾数 $N_{a,y}$ は、各年の年齢別漁獲尾数および自然死亡係数から (1) 式により計算した。

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1} \exp(M_a) + C_{a,y} \exp\left(\frac{M_a}{2}\right) \quad (1)$$

ここで、 $N_{a,y}$ は y 年における a 歳魚の資源尾数、 $C_{a,y}$ は y 年 a 歳魚の漁獲尾数、 M_a は a 歳魚の自然死亡係数である。なお、後述の $F_{a,y}$ は y 年漁期の a 歳の F、 m_a は a 歳における成熟割合、 $w_{a,y}$ は y 年漁期 a 歳における体重である。

1997~1999 年漁期にプラスグループとする年齢を延長しているため、1996 年漁期以前の 7 歳および 8+歳の資源尾数はそれぞれ (2) 式および (3) 式、1999 年漁期以降の 9 歳および 10+歳の資源尾数はそれぞれ (4) 式および (5) 式により求めた。1997、1998 年漁期のプラスグループの資源尾数の式は、それぞれ翌年のプラスグループが延長されるため、(1) 式と同じになる。

$$N_{7,y} = \frac{C_{7,y}}{C_{7,y} + C_{8+,y}} N_{8+,y+1} \exp(M_7) + C_{7,y} \exp\left(\frac{M_7}{2}\right) \quad (2)$$

$$N_{8+,y} = \frac{C_{8+,y}}{C_{7,y} + C_{8+,y}} N_{8+,y+1} \exp(M_{8+}) + C_{8+,y} \exp\left(\frac{M_{8+}}{2}\right) \quad (3)$$

$$N_{9,y} = \frac{C_{9,y}}{C_{9,y} + C_{10+,y}} N_{10+,y+1} \exp(M_9) + C_{9,y} \exp\left(\frac{M_9}{2}\right) \quad (4)$$

$$N_{10+,y} = \frac{C_{10+,y}}{C_{9,y} + C_{10+,y}} N_{10+,y+1} \exp(M_{10+}) + C_{10+,y} \exp\left(\frac{M_{10+}}{2}\right) \quad (5)$$

資源評価の最終年 Y の 3～10+歳の年齢別資源尾数 $N_{a,Y}$ は最近年の年齢別漁獲係数 $F_{a,Y}$ および年齢別漁獲尾数 $C_{a,Y}$ を用いて (6) 式より求めた。

$$N_{a,Y} = \frac{C_{a,Y} \exp\left(\frac{M_a}{2}\right)}{(1 - \exp(-F_{a,Y}Y))} \quad (6)$$

漁獲係数 F は、チューニングにより推定する最終年以外は (7) 式により求めた。ただし、プラスグループの F については、その資源尾数を (1) 式で求める 1997 年漁期および 1998 年漁期を除き、プラスグループより 1 歳下の年齢の F と等しいとした。

$$F_{a,y} = -\ln\left(1 - \frac{C_{a,y} \exp\left(\frac{M_a}{2}\right)}{N_{a,y}}\right) \quad (7)$$

最近年の 3 歳以上の F については、コホート解析の結果がチューニング指標に最も適合するようにした。具体的には、北海道根拠の沖底の年齢別標準化 CPUE (3～7 歳：補足表 2-6) と道総研が実施しているスケトウダラ産卵来遊群分布調査から得られる親魚現存量および操業日誌から得られる標準化 CPUE (補足表 2-7) をチューニング指標とし、沖底 CPUE が各年齢の漁期中央の資源尾数と、調査親魚現存量と標準化 CPUE が漁期中央の親魚量と合うように最近年の 3～10+歳の年齢別 F 値を探索的に求めた。なお、0～2 歳の F 値は直近 3 年間の加入量に調査からの推算値を与えていることからコホート計算の前進法および後進法により得られた年齢別資源尾数 (後述) と年齢別漁獲尾数から算出した。また 10+歳の F 値は 9 歳の F 値と同じと仮定した。

最小化させる負の対数尤度 $-\ln L$ は以下の (8) 式で定義した (Hashimoto et al. 2018)。指標値と資源尾数あるいは親魚量との間にはべき乗関係を仮定した。

$$\begin{aligned} -\ln L = & \sum_a \sum_y \left[\frac{[\ln I_{a,y} - (b_a \ln D_{a,y} + \ln q_a)]^2}{2\sigma_a^2} - \ln\left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_a}\right) \right] \\ & + \sum_y \left[\frac{[\ln J_y - (b' \ln S_y + \ln q)]^2}{2\sigma^2} - \ln\left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma}\right) \right] \\ & + \sum_y \left[\frac{[\ln K_y - (b'' \ln S_y + \ln q'')]^2}{2\sigma''^2} - \ln\left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma''}\right) \right] \end{aligned} \quad (8)$$

ここで、 $I_{a,y}$ は y 年漁期の a 歳の沖底の標準化 CPUE (補注 1)、 $D_{a,y}$ は y 年漁期の漁期中央における a 歳の資源尾数、 J_y は調査船調査による親魚現存量、 K_y は刺し網による標準化 CPUE (補注 2)、 S_y は漁期中親魚量である。 $D_{a,y}$ と S_y はそれぞれ (9) および (10) 式により求めた。漁期中親魚量の計算には補足表 2-8 に示した漁期中成熟割合 (図 2-3 の成熟割合) を用いた。

$$D_{a,y} = N_{a,y} \exp\left(-\frac{M_a + F_{a,y}}{2}\right) \quad (9)$$

$$S_y = \sum_{a=0}^{10+} D_{a,y} \times m'_a \times w_{a,y} \quad (10)$$

ここで、 m'_a は a 歳における漁期中成熟割合である。 b_a および q_a は a 歳に関する係数、 b' 、 b'' 、 q' 、 q'' はそれぞれの指標値に対応する係数であり、以下の (11) ～ (16) 式により求めた。 σ_a 、 σ' 、 σ'' は推定パラメータ（最近年の各年齢 F 値と同時推定）である。

$$q_a = \exp \left(\frac{1}{n} \sum_y \ln(I_{a,y}) - \frac{b_a}{n} \sum_y \ln(D_{a,y}) \right) \quad (11)$$

$$b_a = \frac{\sum_y \left(\ln(I_{a,y}) - \frac{1}{n} \sum_y \ln(I_{a,y}) \right) \left(\ln(D_{a,y}) - \frac{1}{n} \sum_y \ln(D_{a,y}) \right)}{\sum_y \left(\ln(D_{a,y}) - \frac{1}{n} \sum_y \ln(D_{a,y}) \right)^2} \quad (12)$$

$$q' = \exp \left(\frac{1}{n} \sum_y \ln(J_y) - \frac{b'}{n} \sum_y \ln(S_y) \right) \quad (13)$$

$$b' = \frac{\sum_y \left(\ln(J_y) - \frac{1}{n} \sum_y \ln(J_y) \right) \left(\ln(S_y) - \frac{1}{n} \sum_y \ln(S_y) \right)}{\sum_y \left(\ln(S_y) - \frac{1}{n} \sum_y \ln(S_y) \right)^2} \quad (14)$$

$$q'' = \exp \left(\frac{1}{n} \sum_y \ln(K_y) - \frac{b''}{n} \sum_y \ln(S_y) \right) \quad (15)$$

$$b'' = \frac{\sum_y \left(\ln(K_y) - \frac{1}{n} \sum_y \ln(K_y) \right) \left(\ln(S_y) - \frac{1}{n} \sum_y \ln(S_y) \right)}{\sum_y \left(\ln(S_y) - \frac{1}{n} \sum_y \ln(S_y) \right)^2} \quad (16)$$

ここで、 n は各チューニング指標値のデータの年数である。チューニング指標値の期間は、沖底の年齢別標準化 CPUE については 1999 年漁期以降、調査船調査の親魚現存量と標準化 CPUE はそれぞれ 2015 年漁期以降、2010 年漁期以降である。

各チューニング指標値と予測値との残差プロットおよび経年推移については補足図 2-1 および補足図 2-2 に、各チューニング指標値と予測値とのべき乗関係については補足図 2-3 に示した。それぞれにおいて問題のある残差傾向は見られないと判断し、指標値と予測値との関係はべき乗関係を仮定して問題ないと考えられた。 b_a 、 q_a 、 b' 、 b'' 、 q' 、 q'' 、 σ_a 、 σ' 、 σ'' の推定結果については補足表 2-9 に示した。チューニング後のコホート解析による資源解析結果の詳細は補足資料 9 に示した。

(3) 直近 3 年間の加入量

2022～2024 年級群については前述の通り 6～7 月のスケトウダラ音響トロール調査の結果を用いて推算した。使用した調査データは、再解析が終了した 2006 年度調査以降の 1 歳魚の現存尾数指標値から 2005 年級群および 2007 年級群を除いたものである。この指標値とコホート計算の 1 歳魚資源尾数推定値とを、2021 年級群までのデータについて各々対数変換し線形関係式を求め、これに直近 3 年級群を対象とした調査（2023～2025 年度実施）の 1 歳魚の現存尾数指標値を当てはめることで、2022～2024 年級群の 1 歳魚における資源尾数を線形外挿して求めた。ここから、2022～2024 年漁期の 0 歳魚の資源尾数、および 2024 年漁期の 2 歳魚の資源尾数を、それぞれコホート解析の後進計算（(1) 式）および前進計算（(17) 式）により求めた。なお、各年齢 F 値は (7) 式で求めた。

$$N_{a+1,y+1} = (N_{a,y} \exp\left(-\frac{M_a}{2}\right) - C_{a,y}) \exp\left(-\frac{M_a}{2}\right) \quad (17)$$

調査での現存尾数指標値とコホート解析での資源尾数推定値との関係および線形関係式を補足図 2-4 に示す。線形外挿された 2022～2024 年級群の 1 歳魚時点の資源尾数は、それぞれ 14.82 億尾、10.05 億尾、および 11.51 億尾であった。また、後進計算により推算された 2022～2024 年級群の 0 歳魚時点での資源尾数（加入量）は、それぞれ 22.13 億尾、15.00 億尾、および 17.17 億尾であった。なお、調査での 1 歳魚現存尾数の計算方法については補足資料 8 に示した。

(4) モデル診断

「令和 7 (2025) 年度 資源評価におけるモデル診断手順と診断結果の情報提供指針 (FRA-SA2025-ABCWG02-03)」(水産研究・教育機構 2025) に従って、本系群の資源評価に用いた VPA の統計学的妥当性や仮定に対する頑健性について診断した。チューニング指標値を一つずつ取り除き推定結果への影響をみるジャックナイフ解析では、チューニング指標値から年齢別標準化 CPUE のうち沖底 3 歳 CPUE を外した場合にコホート解析で加入量が推定される最終年の年級群 (2021 年級群) の資源尾数の推定が大きく上振れする (補足図 2-5)。また、沖底 3 歳 CPUE を外した場合には、評価最終年の 3 歳の F 値も過大に推定された (補足図 2-6)。これは、直近 2024 年漁期までのデータでは、2021 年級群の豊度の推定が 3 歳の標準化 CPUE に大きく依存するためである。他のチューニング指標値については、それぞれ一つだけ除いても推定値には大きく影響しない。これは 3 歳の資源尾数以外は複数の指標値がチューニングに関係しており、推定にあたり一つの指標値のみに大きく依存しないこと、およびそれぞれの指標値が持つ変化の傾向が、指標値間で大きく異なることが考えられる (補足図 2-5、2-6)。チューニングでの F の推定への初期値の影響をみるジッター解析の結果からは、初期値を様々に変えた場合でも推定される各年齢の F 値が変化しないことに加え、初期値を変えて推定値を得た場合でもその対数尤度が変わらないことから、使用した初期値でモデルは問題なく収束していることが確認され、推定値が局所解に陥っていることはないことが示された (補足図 2-7)。また、ブートストラップ法による信頼区間の推定結果からは、チューニング指標値の存在する 1999 年漁期以降について親魚量や資源量の推定値に明瞭なバイアスは生じていないことが示された (補足図 2-8)。

その他、自然死亡係数を変えた感度試験結果は本編資料の図 4-8 に、レトロスペクティブ解析の結果は補足資料 10 に示した。

(7) 使用したプログラム

コホート解析および将来予測のいずれも、R (ver. 4.5.0) (R Core Team 2025) にてパッケージ “frasyr (ver. 2.5.0.0、コミット番号 : 05eacac)” を用いて実施した。

補注 1. 沖合底びき網漁業の年齢別標準化 CPUE

沖底の年齢別標準化 CPUE は、以下の手順により算出した。

- 1) 道東を釧路以東 (沖底小海区 31～35) と釧路以西 (同 30、36、37)、襟裳以西を浦河・

静内沖（同 28、29）と鵠川・登別・臼尻・恵山沖（同 24～27）にそれぞれ分割し、これらの 4 海域の沖底漁獲物に対応した年齢組成推定用サンプルが得られている年・月を漁法ごと（オッタートロール・かけまわし）に抽出する。

- 2) 抽出された年・月・漁法について、1 日の総漁獲量に占めるスケトウダラ漁獲量の割合が多い順に、1 年の漁獲量の 90%を占める操業（すなわち Biseau (1998) の 90%説明レベルに相当する操業データ）を抽出する。
- 3) 年・月・漁法・海域別の年齢組成データが、同時期・海域・漁法のスケトウダラ狙いの漁獲物年齢組成を反映していると見做し、年齢別の漁獲量・努力量データを求める。
- 4) スケトウダラ狙いの漁獲情報であっても、年齢によりゼロキャッチが生じる場合があるため、デルタ型 2 段階モデル (Lo et al. 1992) を標準化に使用する。これは第 1 段階として、ゼロキャッチデータの割合について二項分布を用いた一般化線形混合モデル (GLMM) により推定し、次に第 2 段階として非ゼロキャッチデータに対数正規分布を仮定した GLMM を適用し、最終的に非ゼロキャッチデータの割合と非ゼロキャッチ部分の応答変数 (CPUE) を掛け合わせることで標準化 CPUE を得る方法である。フルモデルの説明変数として、第 1 段階では、漁期年、年齢、月、漁法、および海域を、第 2 段階では、漁期年、年齢、月、漁法、海域、および馬力を用い、主効果および交互作用について BIC を用いた変数選択を行い最終的なモデルを得る。ただし、近年の盛漁期のずれの影響を考慮し、月の効果は変量効果として扱った。また、月の効果との交互作用、およびデータの欠損が起きる交互作用についても変量効果として扱った。先行研究例 (Rodríguez-Marín et al. 2003) に従い、最終的なモデルでは、年齢別の CPUE の年トレンドを得るため、漁期年と年齢の交互作用項について最小二乗平均 (lsmean) を算出した。
- 5) 最終的に選択されたモデルの式は以下の通りである；

[第 1 段階]：

positive rate ~ Intercept + Year + Age + Month + Area + Year×Age + error term,

[第 2 段階]：

log(CPUE) ~ Intercept + Year + Age + Month + Area + Fishery + Year×Age + Year×Month + Age×Month + Age×Area + Year×Area + Area×Month + Age×Fishery + Fishery×Month + Year×Fishery + error term

ここで Year は漁期年、Age は年齢、Month は月、Area は海域、Fishery は漁法である。数式内で斜体にした月の主効果、漁期年と月、年齢と月、漁期年と海域、海域と月、漁法と月の交互作用は変量効果である。標準化における詳細は標準化 CPUE に関する文書 (FRA-SA2025-SC01-201) を参照のこと。

補注 2. すけとうだら固定式刺し網の標準化 CPUE (操業日誌)

すけとうだら固定式刺し網の標準化 CPUE (操業日誌) は、以下の方法により算出した (函館・栽培・釧路水産試験場 印刷中)。

- 1) データとなる操業日誌は、2010 年漁期より渡島、および胆振地区のすけとうだら固定式刺し網船団の代表船 (18 隻) が、操業日ごとの操業位置 (緯度・経度)、使用した網

数（反）、漁獲量（kg）を記録したものをを用いた。

- 2) CPUE の標準化には正規分布を仮定した一般化線形モデルを利用し、応答変数に対数変換した船別日別の CPUE を、説明変数に年、月、漁具の中央部の水深、漁具の浸漬日数、船団名、操業エリアを用いた。CPUE は操業エリア、月、水深ごとに年変動パターンに違いが見られたので、これらの説明変数はそれぞれ年との交互作用としてモデル化した。操業データの中には漁獲が 0 であったデータも含まれたため、応答変数は CPUE に定数項を加えたものを対数変換したものとした。この定数項には、平均 CPUE の 10% の値を与えた（constant）。

- 3) 最終的に選択されたモデルは以下の通りである。

年と操業エリアとの交互作用項が選択されたため、標準化 CPUE は最小二乗平均を操業エリアの面積で重みづけして算出した。

$$\log(\text{CPUE} + \text{constant}) \sim \text{Intercept} + \text{Year} + \text{Month} + \text{Area} + \text{Depth} + \text{Duration} + \text{Group} + \text{Year} \times \text{Month} + \text{Year} \times \text{Area} + \text{Year} \times \text{Depth} + \text{error term}$$

ここで、CPUE は船別日別の漁獲量（kg）を努力量（網長）で割った値、Year は操業日誌の記録が行われた 2010～2024 年漁期、Month は 10 月、11 月、12 月、および翌年 1～2 月（1 月と 2 月のデータは合わせて扱った）、Area は沖底漁区を基準として 3 つに分割した操業エリア、Depth は漁具の中央における水深（4 階級：～100 m、～200 m、～300 m、～300 m 以深）、Duration は漁具の浸漬日数（1～3 日）、Group は船団名である。すべての説明変数はカテゴリカル変数として用いた。

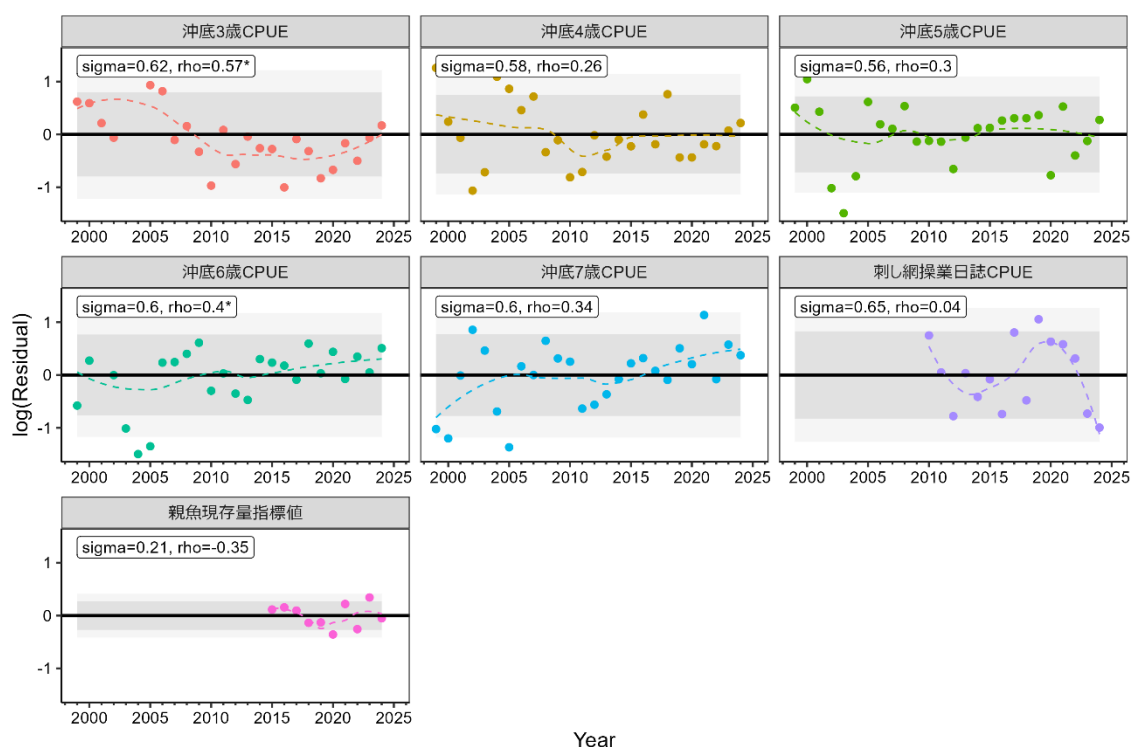
引用文献

- Biseau, A (1998) Definition of a directed fishing effort in a mixed-species trawl fishery, and its impact on stock assessments. *Aquat. Living Resour.* **11**, 119-136.
- 函館・栽培・釧路水産試験場（印刷中）スケトウダラ太平洋海域. 2025 年度北海道周辺海域における主要魚種の資源評価書. 北海道立総合研究機構水産研究本部.
- Hashimoto, M., H. Okamura, M. Ichinokawa, K. Hiramatsu, and T. Yamakawa (2018) Impact of the nonlinear relationship between abundance and its index in a tuned virtual population analysis. *Fish. Sci.* **84**, 335-347.
- 平松一彦 (1999) VPA の入門と実際. 水産資源管理談話会報, **20**, 9-28.
- Lo, N.C., L. D. Jacobson, and J. L. Squire (1992) Indices of relative abundance from fish spotter data based on delta-lognormal models, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **49**, 2515-2526.
- Pope, J. G. (1972) An investigation of accuracy of virtual population analysis using Cohort Analysis. *Res. Bull. int. comm. Northw. Atlant. Fish.*, **9**, 65-74.
- R Core Team (2025) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Rodríguez-Marín, E., H. Arrizabalaga, M. Ortiz, C. Rodríguez-Cabello, G. Moreno, and L.T. Kell (2003) Standardization of bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, catch per unit effort in the baitboat fishery of the Bay of Biscay (Eastern Atlantic). *ICES J. Mar. Sci.*, **60**, 1216-1231.
- 佐藤隆太・境 磨・千葉 悟・濱邊昂平・千村昌之・桑原風沙・伊藤正木・菅野隼人・鈴

木勇人 (2025) 令和 7 (2025) 年度スケトウダラ太平洋系群の資源評価 沖合底びき網漁業の年齢別標準化 CPUE について. FRA-SA2025-SC01-201.

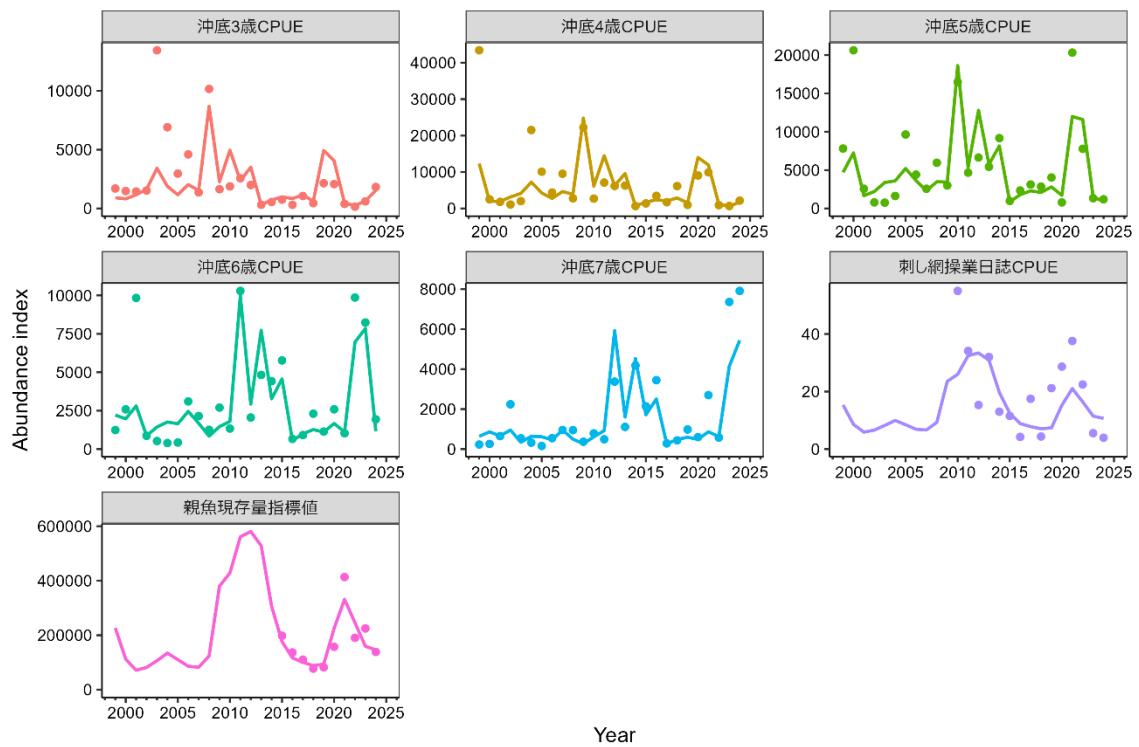
水産研究・教育機構 (2025) 令和 7 (2025) 年度 資源評価におけるモデル診断の手順と診断結果の提供指針. FRA-SA2025-ABCWG02-03, 水産研究・教育機構, 横浜, 13pp.
https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2025-ABCWG02-03.pdf

Widrig, T. M. (1954) Method of estimating fish populations, with application to Pacific sardine. Fish. Bull. U.S., **56**, 141-166.



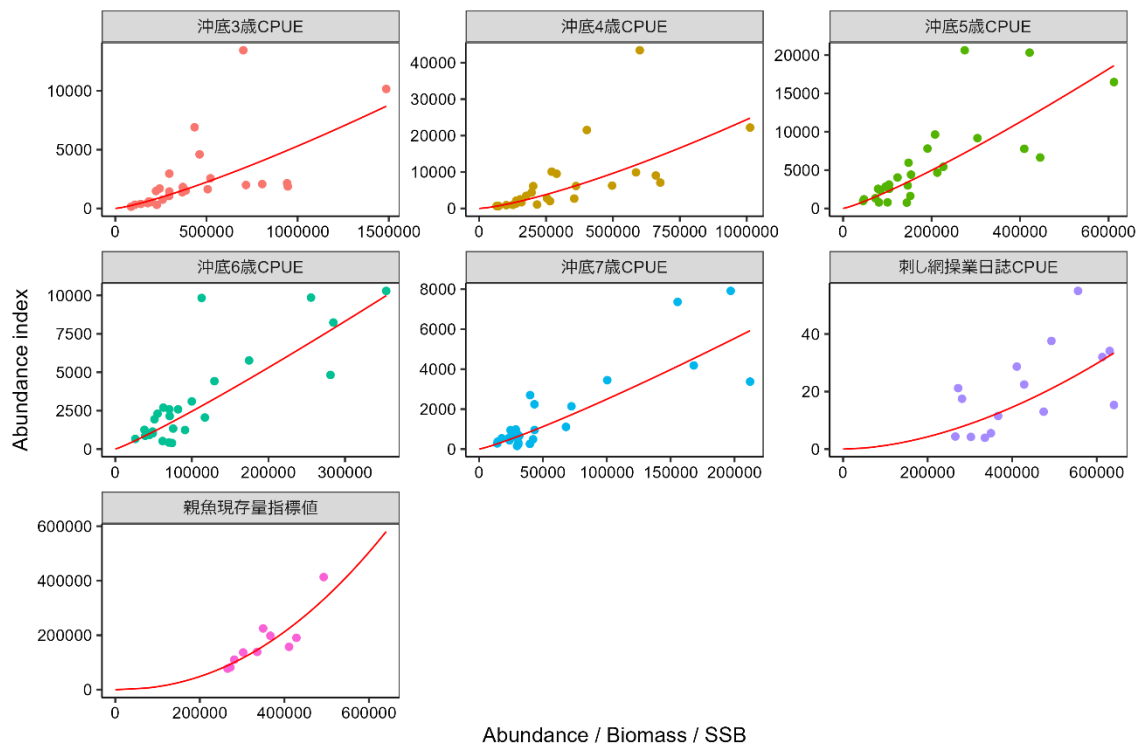
補足図 2-1. 各チューニング指標値の残差プロット

チューニングに用いた沖合底びき網漁業の 3～7 歳の年齢別標準化 CPUE、道総研実施のスケトウダラ産卵来遊群分布調査から得られた親魚現存量、すけとうだら固定式刺し網漁業の操業日誌に基づく標準化 CPUE へのあてはまりを示す。灰色の濃い網掛けは 80%信頼区間、薄い網掛けは 95%信頼区間を示す。sigma の値が小さいほど、チューニング指標値のあてはまりが良いことを示す。rho は残差の自己相関係数である。



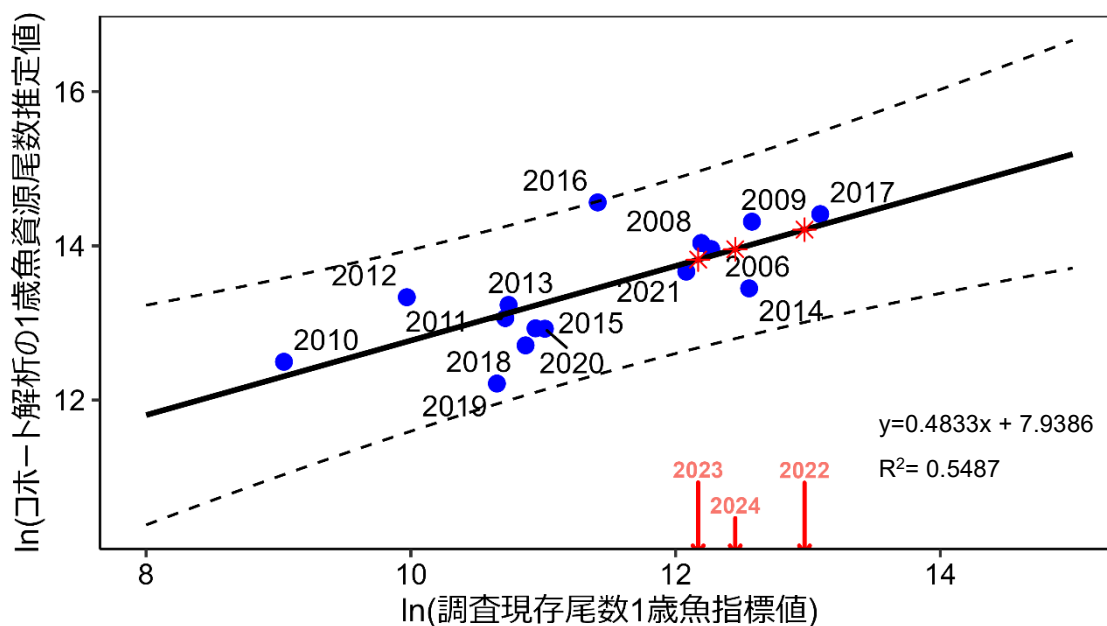
補足図 2-2. 資源尾数または親魚量とチューニング指標値の経年推移

チューニングに用いた沖合底びき網漁業の 3～7 歳の年齢別標準化 CPUE に対する各年齢の資源尾数の経年推移、道総研実施のスケトウダラ産卵来遊群分布調査から得られた親魚現存量に対する産卵親魚量の経年推移、すけとうだら固定式刺し網漁業の操業日誌に基づく標準化 CPUE に対する産卵親魚量の経年推移を示す。



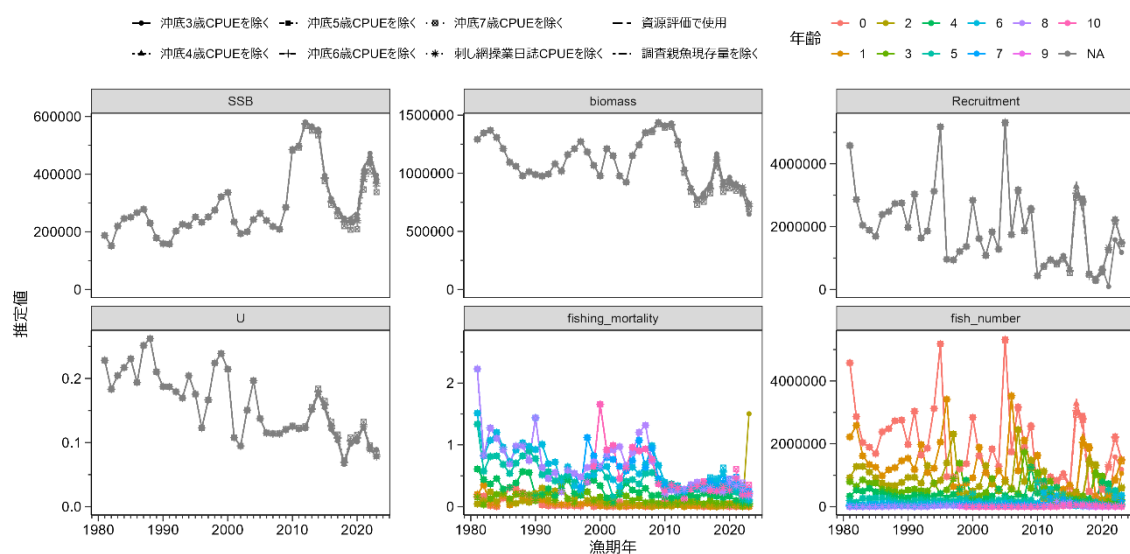
補足図 2-3. 資源尾数または親魚量とチューニング指標値との関係

チューニングに用いた沖合底びき網漁業の3～7歳の年齢別標準化CPUEについて各年齢の資源尾数との関係、道総研実施のスケトウダラ産卵来遊群分布調査から得られた親魚現存量について産卵親魚量との関係、すけとうだら固定式刺し網漁業の操業日誌に基づく標準化CPUEについて産卵親魚量との関係を示す。



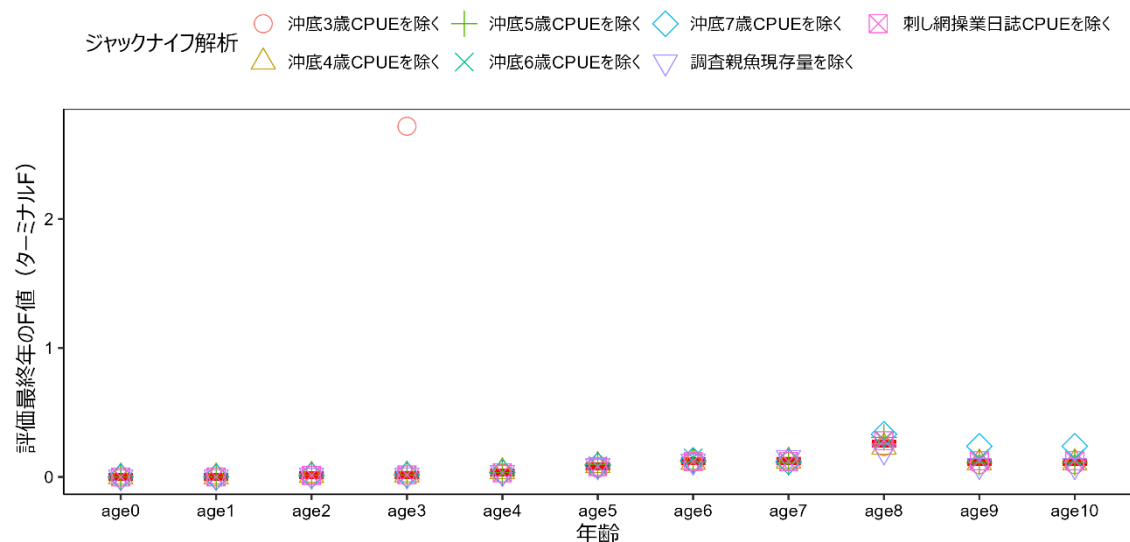
補足図 2-4. 調査での現存尾数指標値とコホート解析での資源尾数推定値との関係、線形関係式（太実線）および95%予測区間（点線）

調査データ（2006～2022年度の指標値）と、コホート解析で推定される2021年級群までの1歳魚時点の資源尾数について、両情報を対数変換の上で線形関係を検討した。ただし、調査により卓越年級群としての豊度が捉えられなかった2005年級群および2007年級群は解析から除いた。プロットに添えた数字はそのプロットに対応した年級群を示す。直近3年級群（2022～2024年級群）の資源量はそれぞれ2023～2025年度の調査で得られた1歳魚現存尾数（赤矢印、数字は年級を示す）を関係式に当てはめて推算した。これらの直近3年級群の関係式上の位置は*で示した。



補足図 2-5. ジャックナイフ解析によるチューニング指標値の影響評価

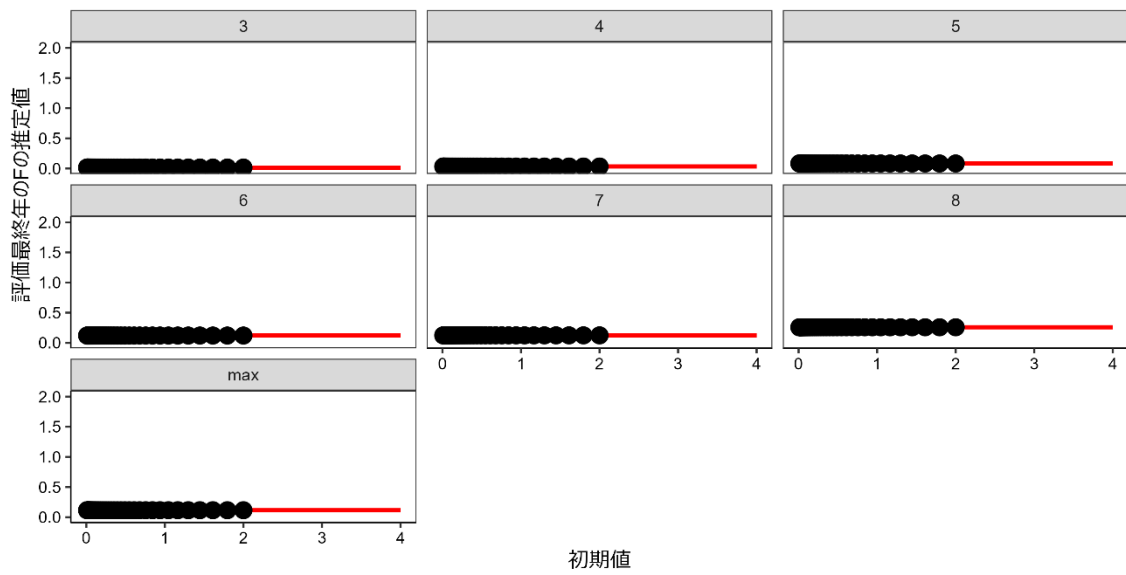
沖合底びき網漁業の 3～7 歳の年齢別標準化 CPUE や、調査船調査の親魚現存量、すけとうだら固定式刺し網漁業の操業日誌標準化 CPUE を一つずつ抜いて資源解析を行うことで、推定値への影響力の強い指標値を検討した。



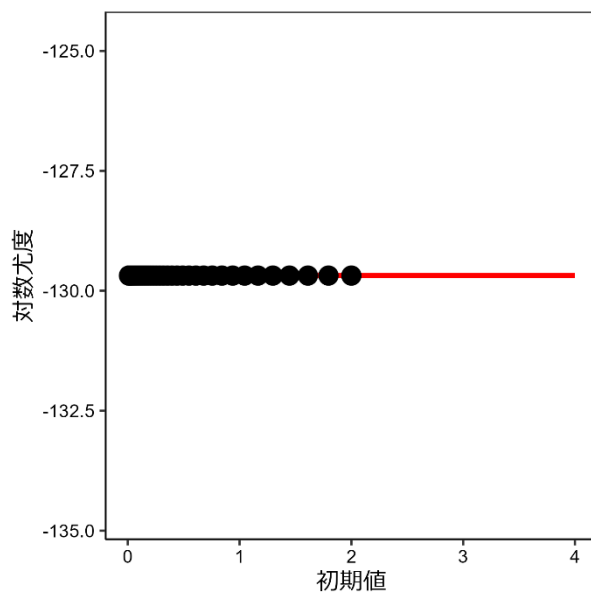
補足図 2-6. ジャックナイフ解析による最終年の年齢別漁獲係数（ターミナル F）の推定へのチューニング指標値の影響評価

沖合底びき網漁業の 3～7 歳の年齢別標準化 CPUE や、調査船調査の親魚現存量、すけとうだら固定式刺し網漁業の操業日誌標準化 CPUE を一つずつ抜いて資源解析を行うことで、推定値への影響力の強い指標値を検討した。

(a) 初期値を変えた場合の最終年の年齢別漁獲係数 (F 値) の推定値 (3~9 歳)



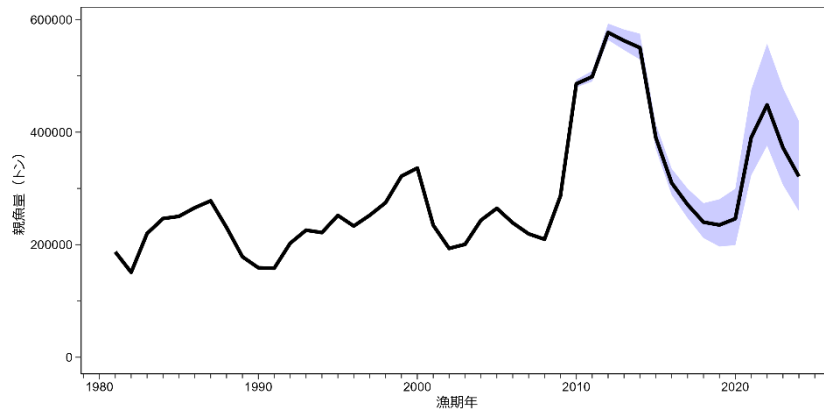
(b) 初期値を変えた場合の推定における対数尤度



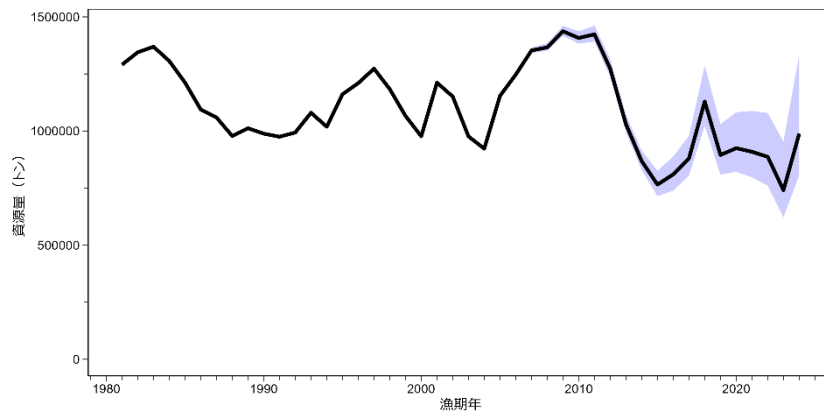
補足図 2-7. ジッター解析による初期値と最終年の年齢別漁獲係数 (F 値) の推定値 (3~9 歳) (a) および対数尤度 (b)

黒丸のプロットは、初期値 (横軸) を変えた場合の推定値 (a の縦軸) および対数尤度 (b の縦軸) をそれぞれ示す。赤線は資源評価で用いた推定値 (a) とその時の対数尤度 (b) を示す。

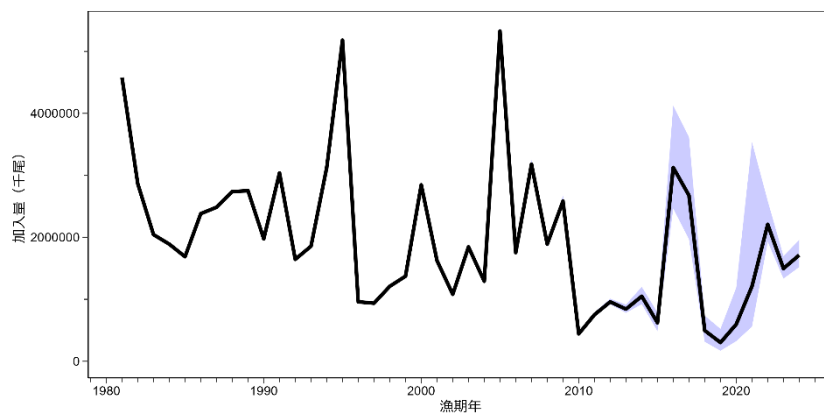
(a) 親魚量



(b) 資源量



(c) 加入量



補足図 2-8. チューニング指標値のブートストラップ 500 回による親魚量 (a) と資源量 (b) 加入量 (c) の 95%信頼区間と中央値 (黒実線)。

補足表 2-1. 年齢別漁獲尾数の作成に用いた道東（沖底）および襟裳以西（沖底・刺し網）での漁獲物サンプルの収集状況とその年齢組成に対応する当該漁業の漁獲量

a) 道東海域（東部）の沖底

月	4	5	9	10	11	12	1	2	3
オッター	○	○	漁獲無し	○	漁獲無し	○	○	○	○
漁獲量(t)	319.3	101.0	0.0	44.5	0.0	683.2	570.4	372.0	191.2
かけまわし	○	○	10月の サンプル使用	○	○	○	○	○	○
漁獲量(t)	382.7	86.3	6.6	17.5	44.5	85.2	153.4	86.0	177.3

b) 道東海域（西部）の沖底

月	4	5	9	10	11	12	1	2	3
オッター	かけまわしの サンプル使用	○	○	○	○	11・12月の サンプル使用	○	○	○
漁獲量(t)	0.4	280.7	1591.2	1520.8	1066.4	88.0	198.2	178.7	463.3
かけまわし	○	○	○	○	○	○	○	○	2月の サンプル使用
漁獲量(t)	97.4	1192.7	1999.9	599.2	255.9	1130.6	479.0	544.5	744.9

c) 襟裳以西海域（東部）の沖底

月	4	5	9	10	11	12	1	2	3
かけまわし	漁獲無し	漁獲無し	○	9・10月の サンプル使用	○	○	12・2月の サンプル使用	漁獲無し	漁獲無し
漁獲量(t)	0.0	0.0	520.9	361.0	200.2	154.8	12.3	0.0	0.0

d) 襟裳以西海域（西部）の沖底

月	10	11	12	1～3
かけまわし	○	10・12月の サンプル使用	○	1月の サンプル使用
漁獲量(t)	1429.0	1792.0	2671.0	862.1

e) 襟裳以西海域のすけとうだら固定式刺し網

月	10～11		12	1～3
渡島刺し網	11月のサンプル使用		○	12月のサンプル使用
漁獲量(t)	951.5		3769.6	399.8
月	10	11	12	1～3
胆振刺し網	○	○	○	2月のサンプル使用
漁獲量(t)	178.7	1122.4	2229.7	2242.4
月	10～11			12～3
日高刺し網	胆振刺し網サンプル(10・11月)を使用			12月のサンプル使用
漁獲量(t)	19.9			3946.4

直近 2024 年漁期のサンプル収集結果を示す。丸印は当該月にサンプルを確保したことを示す。サンプルが確保できなかった際は、隣接する月のサンプルの年齢組成を用いて年齢別漁獲尾数を作成した。

a) 4 月の調査船若鷹丸での漁獲物サンプルに基づく Age-length-key

[illegible]

b) 10 月の調査船若鷹丸での漁獲物サンプルに基づく Age-length-key

体長(cm)	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10+歳
1	100	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
2	100	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
3	100	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
4	100	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
5	100	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
6	100	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
7	100	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
8	100	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
9	100	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
10	100	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
11	100	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
12	100	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
13	100	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
14	100	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
15	100	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
16	100	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
17	100	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000
18	000	100	000	000	000	000	000	000	000	000	000
19	000	071	029	000	000	000	000	000	000	000	000
20	000	043	057	000	000	000	000	000	000	000	000
21	000	020	060	020	000	000	000	000	000	000	000
22	000	000	100	000	000	000	000	000	000	000	000
23	000	000	091	009	000	000	000	000	000	000	000
24	000	000	091	009	000	000	000	000	000	000	000
25	000	000	067	033	000	000	000	000	000	000	000
26	000	000	065	035	000	000	000	000	000	000	000
27	000	000	035	065	000	000	000	000	000	000	000
28	000	000	005	095	000	000	000	000	000	000	000
29	000	000	005	090	005	000	000	000	000	000	000
30	000	000	010	085	005	000	000	000	000	000	000
31	000	000	000	050	050	000	000	000	000	000	000
32	000	000	000	032	053	016	000	000	000	000	000
33	000	000	000	005	035	050	010	000	000	000	000
34	000	000	000	005	040	055	000	000	000	000	000
35	000	000	000	000	005	085	010	000	000	000	000
36	000	000	000	000	015	075	010	000	000	000	000
37	000	000	000	000	005	050	035	010	000	000	000
38	000	000	000	000	000	015	055	025	005	000	000
39	000	000	000	000	000	010	040	025	015	010	000
40	000	000	000	000	000	006	033	044	006	006	006
41	000	000	000	000	000	000	031	031	013	025	000
42	000	000	000	000	000	013	007	013	027	020	020
43	000	000	000	000	000	000	007	014	036	029	014
44	000	000	000	000	000	000	000	008	017	033	042
45	000	000	000	000	000	000	000	000	040	040	020
46	000	000	000	000	000	000	013	000	075	013	000
47	000	000	000	000	000	000	017	017	017	050	000
48	000	000	000	000	000	000	000	000	020	060	020
49	000	000	000	000	000	000	000	000	000	033	067
50	000	000	000	000	000	000	000	000	000	033	067
51	000	000	000	000	000	000	000	000	000	100	000
52	000	000	000	000	000	000	000	000	000	100	000
53	000	000	000	000	000	000	000	000	000	100	000
54	000	000	000	000	000	000	000	000	100	000	000
55	000	000	000	000	000	000	000	000	100	000	000
56	000	000	000	000	000	000	000	000	100	000	000
57	000	000	000	000	000	000	000	000	000	025	075
58	000	000	000	000	000	000	000	000	020	020	060
59	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	100
60	000	000	000	000	000	000	000	000	000	067	033
61	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	100
62	000	000	000	000	000	000	000	000	000	033	067
63	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	100
64	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	100
65	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	100
66	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	100
67	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	100
68	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	100
69	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	100
70	000	000	000	000	000	000	000	000	000	000	100

c) 1~3 月の八戸市場での沖底漁獲物サンプルに基づく Age-length-key

体長(cm)	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10+歳
1	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	0.00	0.93	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26	0.00	0.71	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27	0.00	0.67	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28	0.00	0.27	0.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29	0.00	0.14	0.79	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.00	0.06	0.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31	0.00	0.00	0.84	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
32	0.00	0.00	0.80	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
33	0.00	0.00	0.92	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
34	0.00	0.00	0.83	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
35	0.00	0.00	0.91	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
36	0.00	0.00	0.75	0.08	0.08	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00
37	0.00	0.00	0.63	0.13	0.00	0.13	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00
38	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00
39	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.33	0.33	0.00	0.00
41	0.00	0.00	0.25	0.25	0.25	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00
42	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.17	0.17	0.17	0.17	0.00
44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00
45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.08	0.33	0.50	0.00	0.00
46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.50	0.30	0.00	0.00
47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.40	0.00	0.00
48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.67	0.00	0.00
49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.25	0.25
50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.29	0.43	0.00	0.14
51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.67	0.00	0.00
52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.42	0.58	0.00	0.00
53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00
54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.38	0.00	0.13
55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.25	0.00	0.25
56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.13	0.00	0.38
57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.50
58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.25	0.00	0.38
59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.50	0.00	0.25
60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.75	0.00	0.13
61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

補足表 2-3. 年齢別平均体重 (g)

漁期年	1988以前	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0歳	31	27	25	29	30	42	33	28	29	32	41	39	53	44	49	32	42	44	40
1歳	106	109	96	95	94	138	78	104	89	84	121	158	97	241	155	76	87	152	143
2歳	267	332	284	246	248	227	264	221	220	201	259	301	303	297	301	216	210	265	182
3歳	405	453	419	409	400	343	338	398	368	338	334	347	432	466	461	395	348	421	359
4歳	489	492	539	452	464	500	434	524	485	453	400	459	472	530	565	471	462	460	453
5歳	564	585	618	529	538	547	526	540	558	549	479	521	526	583	587	519	510	525	530
6歳	639	682	662	594	612	643	604	603	639	649	536	552	594	626	640	626	579	578	594
7歳	788	819	820	806	718	777	685	657	600	756	642	608	666	685	705	682	648	629	641
8歳 (8+歳)	999	879	1,030	1,024	841	1,222	896	808	820	891	743	662	794	730	782	737	674	687	690
9歳 (9+歳)											816	694	887	700	822	829	766	706	754
10+歳												751	904	1,277	1,030	1,081	886	928	927

漁期年	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0歳	43	32	30	37	48	50	54	38	49	48	47	36	35	13	40	46	32	
1歳	89	97	105	84	142	139	76	77	95	124	90	149	80	201	141	78	68	125
2歳	242	188	190	208	237	160	162	165	183	225	220	272	183	211	267	360	152	240
3歳	316	346	300	318	393	381	308	312	402	339	377	387	283	326	365	470	319	371
4歳	456	418	449	431	433	480	464	479	477	459	479	496	463	401	438	423	423	492
5歳	527	512	540	524	502	505	531	548	539	559	599	555	564	531	485	482	463	520
6歳	595	615	590	633	576	579	565	611	603	634	648	658	671	631	637	580	520	529
7歳	666	682	698	695	737	655	614	632	639	649	721	719	767	708	657	707	613	570
8歳	656	692	687	754	759	897	720	653	655	714	738	734	789	809	745	749	784	659
9歳	822	751	683	836	998	852	782	743	713	727	788	760	804	835	863	858	794	787
10+歳	962	1,106	713	1,073	1,033	1,060	876	1,053	820	798	807	832	848	875	891	890	970	955

資源計算の際に使用する 2024 年漁期の 0 歳平均体重は、2023 年漁期の 0 歳平均体重と同じであると仮定した。

補足表 2-4. 自然死亡係数 M

年齢	0	1	2	3	4	5	6	7	8 (8+)	9 (9+)	10+
M	0.4	0.35	0.3	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25

プラスグループを 1997 年漁期以前は 8 歳以上、1998 年漁期は 9 歳以上、1999 年漁期以降は 10 歳以上とした。いずれの場合も自然死亡係数は 0.25 である。

補足表 2-5. 親魚量計算に用いた年齢別成熟割合

年齢	0	1	2	3	4	5	6	7	8 (8+)	9 (9+)	10+
成熟割合 (%)	0	0	0	0	20	80	90	100	100	100	100

プラスグループを 1997 年漁期以前は 8 歳以上、1998 年漁期は 9 歳以上、1999 年漁期以降は 10 歳以上とした。いずれの場合も成熟割合は 100%である。

補足表 2-6. 沖合底びき網漁業の年齢別標準化 CPUE (チューニング指標値)

標準化CPUE (ひと網当たりの漁獲尾数に基づく)													
漁期年	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
3歳	1,698	1,482	1,445	1,526	13,447	6,905	2,964	4,601	1,373	10,160	1,639	1,878	2,569
4歳	43,405	2,513	1,809	1,087	2,018	21,526	10,097	4,372	9,529	2,784	22,210	2,713	7,104
5歳	7,812	20,621	2,563	799	761	1,632	9,643	4,415	2,566	5,960	3,001	16,477	4,668
6歳	1,241	2,588	9,835	865	523	394	428	3,103	2,147	1,254	2,698	1,336	10,295
7歳	230	260	652	2,242	542	321	157	547	956	950	369	789	491
漁期年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
3歳	1,998	318	549	751	309	1,062	451	2,148	2,073	388	153	603	1,826
4歳	6,169	6,281	671	1,391	3,472	1,720	6,148	988	9,056	9,898	918	680	2,154
5歳	6,643	5,436	9,172	983	2,340	3,119	2,852	4,041	792	20,317	7,777	1,340	1,195
6歳	2,057	4,825	4,421	5,769	661	911	2,303	1,142	2,589	1,031	9,860	8,237	1,939
7歳	3,376	1,111	4,186	2,142	3,449	285	437	984	599	2,701	576	7,363	7,916

補足表 2-7. 調査船調査による親魚現存量とすけとうだら固定式刺し網漁業の CPUE (チューニング指数)

資源量指標値									
漁期年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
親魚現存量(万トン)						19.8	13.7	11.0	
標準化CPUE	55.0	34.1	15.3	32.0	13.0	11.5	4.2	17.5	
漁期年	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024		
親魚現存量(万トン)	7.7	8.2	15.7	41.3	19.0	22.5	13.9		
標準化CPUE	4.4	21.2	28.7	37.6	22.4	5.5	3.9		

補足表 2-8. チューニングにおいて漁期年中央の親魚量計算に用いた年齢別成熟割合

年齢	0	1	2	3	4	5	6	7	8 (8+)	9 (9+)	10+
成熟割合 (%)	0	0	0	20	80	90	100	100	100	100	100

プラスグループを 1997 年漁期以前は 8 歳以上、1998 年漁期は 9 歳以上、1999 年漁期以降は 10 歳以上とした。いずれの場合も成熟割合は 100%である。

補足表 2-9. 係数 b と q 、および σ の推定結果

年齢 a	b_a	q_a	σ_a	b'	q'	σ'
3	1.245	1.806×10^{-04}	0.621	2.134	5.963×10^{-01}	0.211
4	1.336	2.339×10^{-04}	0.580			
5	1.179	2.795×10^{-03}	0.560			
6	1.110	6.954×10^{-03}	0.597	b''	q''	σ''
7	1.149	4.469×10^{-03}	0.604	1.764	3.733×10^{-04}	0.645

補足資料 3 管理基準値案と禁漁水準案等

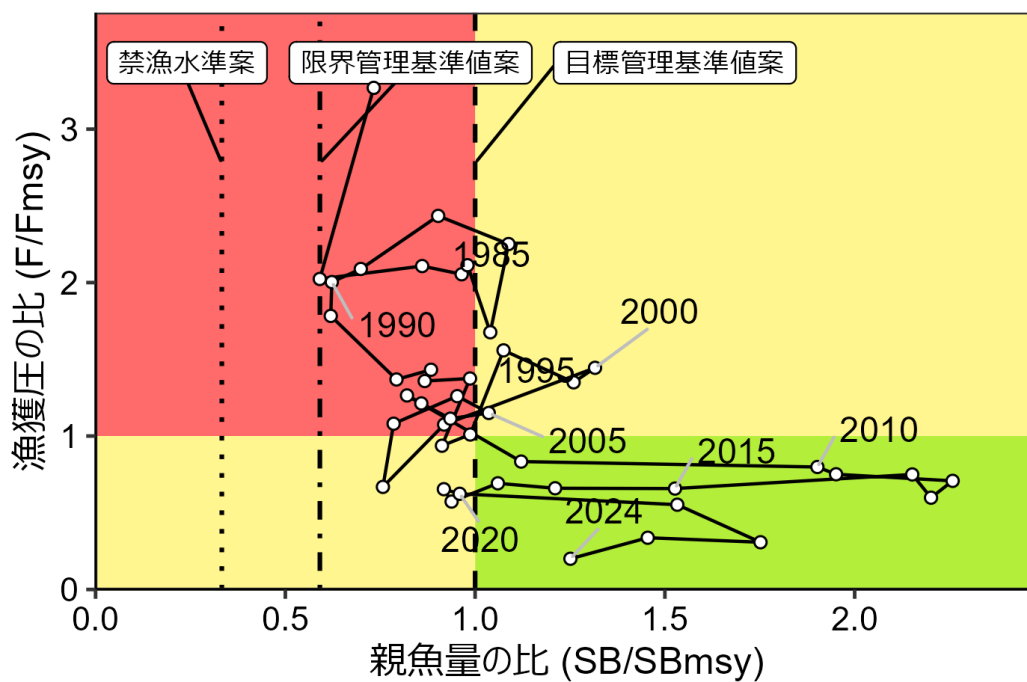
令和 7 年度の「管理基準値等に関する研究機関会議資料」により、目標管理基準値 (SBtarget) には MSY 水準における親魚量 (SBmsy: 25.6 万トン)、限界管理基準値 (SBlimit) には歴史的に観察されたことのある最小親魚量 (SBmin: 15.1 万トン)、禁漁水準 (SBban) には漁獲管理規則 ($\beta=0.8$) での漁獲の下でも 10 年間で目標管理基準値 (SBmsy) まで 50% 以上の確率で回復する親魚量の閾値 (8.5 万トン) を用いることが提案されている (佐藤ほか 2025、補足表 6-2)。

目標管理基準値案と、SBmsy を維持する漁獲圧 (Fmsy) を基準にした神戸プロットを補足図 3-1 に示す。コホート解析により得られた 2024 年漁期の親魚量 (SB2024: 32.0 万トン) は目標管理基準値案、限界管理基準値案および禁漁水準案のいずれも上回る。本系群における 2009 年漁期以降の漁獲圧は、SBmsy を維持する漁獲圧を下回っていたと判断される。

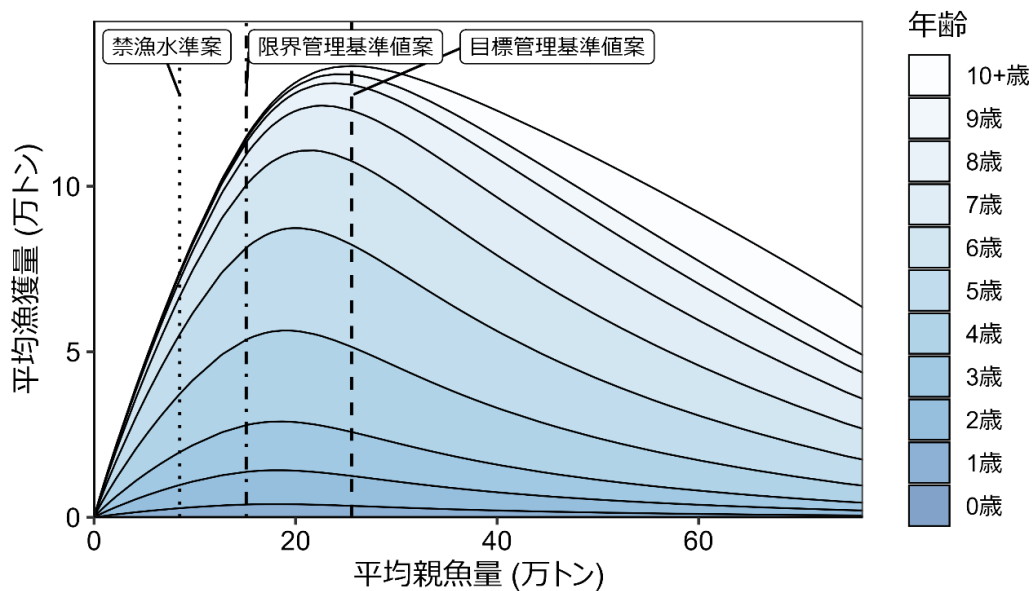
平衡状態における平均親魚量と年齢別平均漁獲量との関係を補足図 3-2 に示す。ここでは、親魚量の資源水準が高いほど、平均的に漁獲される高齢魚の比率が高くなる傾向がみられる。

引用文献

佐藤隆太・境 磨・千葉 悟・濱邊昂平・千村昌之・桑原風沙・伊藤正木・菅野隼人・鈴木勇人 (2025) 令和 7 (2025) 年度スケトウダラ太平洋系群の管理基準値等に関する研究機関会議資料. 水産研究・教育機構, 東京, FRA-SA2025-BRP05-02.



補足図 3-1. 管理基準値案と親魚量・漁獲圧との関係（神戸プロット）



補足図 3-2. 管理基準値案および禁漁水準案と年齢別漁獲量曲線の関係

将来予測シミュレーションにおける平衡状態での、親魚量に対する年齢別漁獲量の平均値と、それぞれの管理基準値案の位置関係を示す。漁業がなかった場合を仮定した初期親魚量 (SB_0) は109.0万トンである。

補足資料 4 漁獲管理規則案に対応した将来予測

(1) 将来予測の設定

資源評価で推定した 2024 年漁期の資源量から、コホート解析の前進法を用いて 2025～2059 年漁期の将来予測計算を行った。この将来予測では加入量の不確実性を考慮した。再生産関係式を用いて各年に予測される親魚量から加入量を予測し、その予測値に対数正規分布に従う誤差を与えることで加入量の不確実性を考慮した。対数正規分布から無作為抽出した誤差を予測値に与える計算を 10,000 回行い、それらの平均値と 90% 予測区間を求めることにより、不確実性の程度を示した。

2025 年漁期の漁獲圧は現状の漁獲圧 (F2020-2024) を仮定した。現状の漁獲圧は、管理基準値案を算出した時と同じ選択率や生物パラメータ (平均体重等) の条件下で、今年度評価における 2020～2024 年の漁獲圧に対応する %SPR を与える F 値とした。2025 年漁期に予測される資源量と現状の漁獲圧から同年の漁獲量を算出した。2026 年漁期以降の漁獲圧は、下記の漁獲管理規則案に従い、各年に予測される親魚量をもとに算出した。なお、将来予測の計算方法は補足資料 5 に示した。

(2) 漁獲管理規則案

漁獲管理規則案は、目標管理基準値案以上に親魚量を維持・回復する達成確率を勘案して、親魚量に対応した漁獲圧 (F) 等を定めたものである。「漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針」では、親魚量が限界管理基準値案を下回った場合には禁漁水準案まで直線的に漁獲圧を削減するとともに、親魚量が限界管理基準値以上にある場合には F_{msy} に調整係数 β を乗じた値を漁獲圧の上限とするものを提示している。補足図 4-1 に本系群の「管理基準値等に関する研究機関会議資料」(佐藤ほか 2025) により提案された漁獲管理規則を示す。ここでは例として調整係数 β を 0.8 とした場合を示した。なお、研究機関からの提案では「 β は 0.8 以下とすることが望ましい」とされている (佐藤ほか 2025)。

(3) 2026 年漁期の予測値

漁獲管理規則案に基づき試算された 2026 年漁期の平均漁獲量は β を 0.8 とした場合には 15.3 万トン (90% 予測区間は 15.1 万～15.7 万トン)、 β を 1.0 とした場合には 18.5 万トン (90% 予測区間は 18.2 万～18.9 万トン) であった (補足表 6-4)。2026 年漁期に予測される親魚量は、いずれの繰り返し計算でも目標管理基準値案を上回り、平均 35.6 万トンと見込まれた。

(4) 2027 年漁期以降の予測

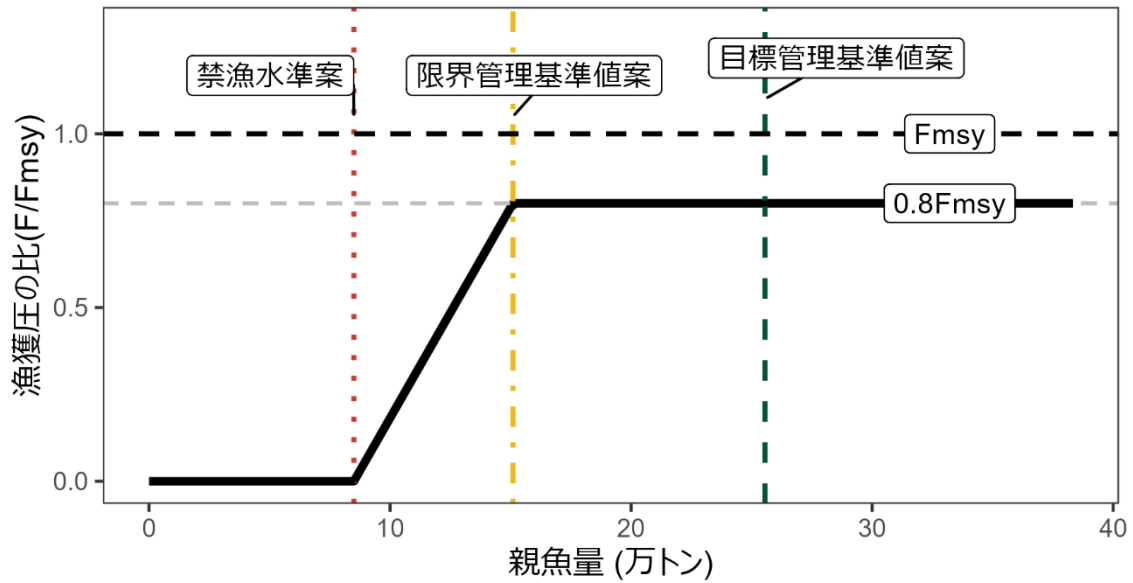
2027 年漁期以降も含めた将来予測の結果を補足図 4-2 および補足表 4-1、4-2 に示す。漁獲管理規則案に基づく管理を 10 年間継続した場合、2036 年漁期の親魚量の予測値は β を 0.8 とした場合には 32.0 万トン (90% 予測区間は 15.9 万～57.2 万トン) であり、 β を 1.0 とした場合には 26.9 万トン (90% 予測区間は 13.7 万～48.9 万トン) である (補足表 6-5)。予測値が目標管理基準値案を上回る確率は β が 0.9 以下で 50% を上回る。限界管理基準値案を上回る確率は β が 1.0 以下で 90% を上回る。現状の漁獲圧 (F2020-2024) を継続した場

合の 2036 年漁期の親魚量の予測値は 50.0 万トン（90%予測区間は 26.6 万～84.9 万トン）であり目標管理基準値案を上回る確率は 96%、限界管理基準値案を上回る確率は 100%である。

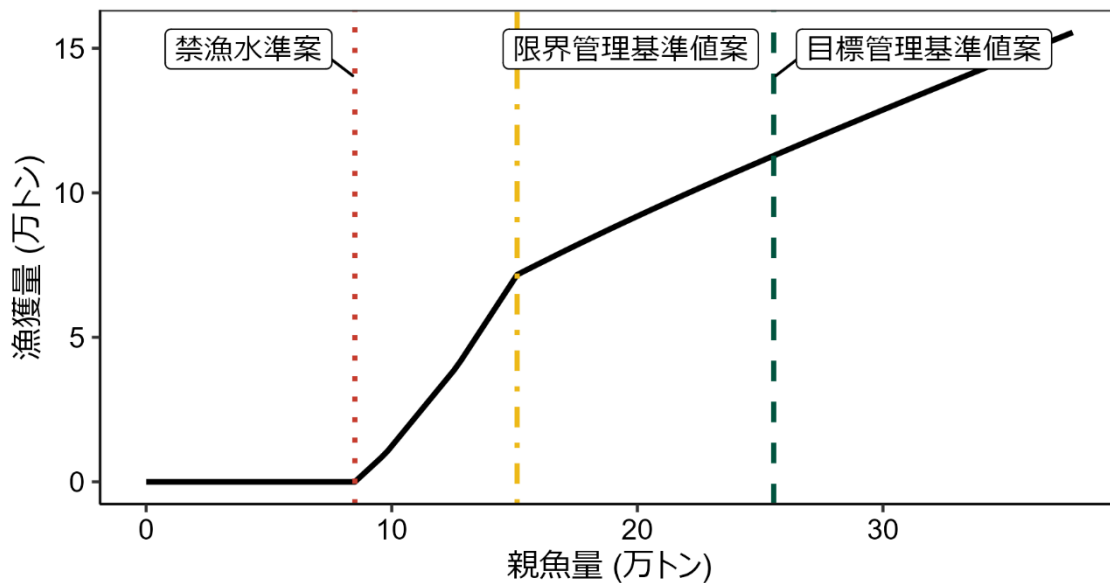
引用文献

佐藤隆太・境 磨・千葉 悟・濱邊昂平・千村昌之・桑原風沙・伊藤正木・菅野隼人・鈴木勇人 (2025) 令和 7 (2025) 年度スケトウダラ太平洋系群の管理基準値等に関する研究機関会議資料. 水産研究・教育機構, 東京, FRA-SA2025-BRP05-02.

a) 縦軸を漁獲圧にした場合

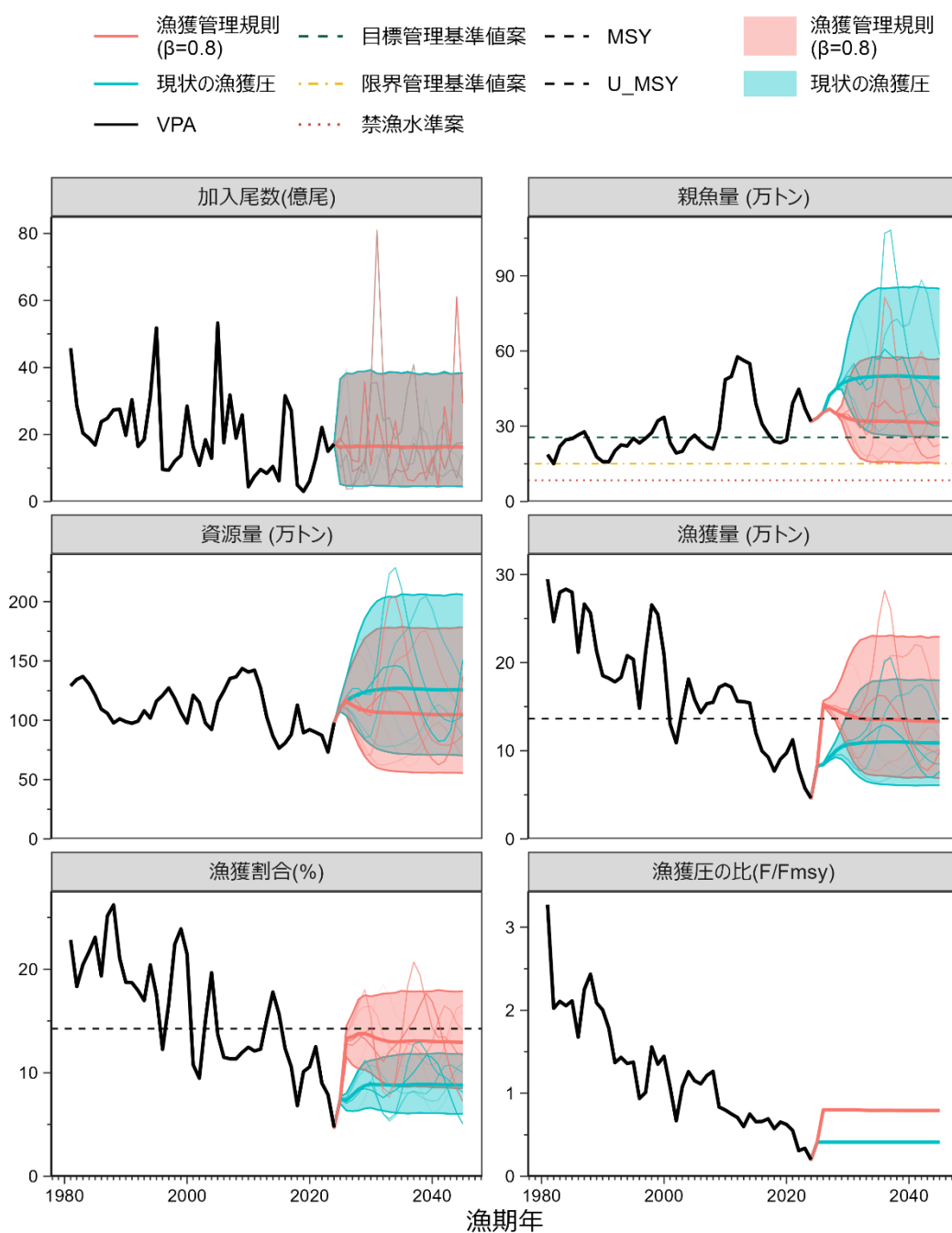


b) 縦軸を漁獲量にした場合



補足図 4-1. 漁獲管理規則案

黒破線は F_{msy} 、灰色破線は $0.8F_{msy}$ 、黒太線は漁獲管理規則（HCR）案、赤点線は禁漁水準案、黄一点鎖線は限界管理基準値案、緑破線は目標管理基準値案を示す。a) が縦軸を漁獲圧にした漁獲管理規則案の模式図を示し、b) では縦軸を漁獲量として、それぞれの親魚量の下で漁獲管理規則案により期待される漁獲量を示した。b) については、漁獲する年の年齢組成によって漁獲量は若干異なるが、ここでは平衡状態における平均的な年齢組成の場合の漁獲量を示した。調整係数 β には 0.8 を用いた。



補足図 4-2. 漁獲管理規則案に従って漁獲を続けた場合（赤線）と現状の漁獲圧（F2020-2024）で漁獲を続けた場合の将来予測（青線）

太実線は平均値、網掛けはシミュレーション結果の 90%が含まれる予測区間、細線は 5 通りの将来予測の例示である。親魚量の図の緑破線は目標管理基準値案、黄一点鎖線は限界管理基準値案、赤点線は禁漁水準案を示す。漁獲量の図の黒破線は最大持続生産量 MSY を、漁獲割合の図の黒破線は目標管理基準値案を維持する漁獲割合の水準 (Umsy) を示す。漁獲管理規則案での調整係数 β には 0.8 を用いた。2025 年漁期の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧 (F2020-2024) により仮定した。

補足表 4-1. 将来の親魚量が目標・限界管理基準値案を上回る確率

a) 目標管理基準値案を上回る確率 (%)

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2046	2056
1.0	100	100	100	100	100	56	47	46	45	45	45	46	43	44
0.9			100	100	100	73	59	55	54	54	53	54	52	53
0.8			100	100	100	91	72	66	64	63	63	63	62	62
0.7			100	100	100	99	85	78	74	73	73	73	72	72
0.6			100	100	100	100	96	88	85	83	83	82	81	82
0.5			100	100	100	100	100	96	94	92	91	91	90	91
0.4			100	100	100	100	100	100	98	97	97	97	96	96
0.3			100	100	100	100	100	100	100	100	99	99	99	99
0.2			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F2020-2024			100	100	100	100	100	99	98	97	96	96	95	96

b) 限界管理基準値案を上回る確率 (%)

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2046	2056
1.0	100	100	100	100	100	100	97	91	90	90	90	90	88	89
0.9			100	100	100	100	99	96	94	93	94	94	92	93
0.8			100	100	100	100	100	98	97	96	96	96	95	96
0.7			100	100	100	100	100	100	99	98	98	98	98	98
0.6			100	100	100	100	100	100	100	100	99	99	99	99
0.5			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.4			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.3			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F2020-2024			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

β を 0.0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2025 年漁期の漁獲量は現状の漁獲圧（F2020-2024）から予測される 8.3 万トンとし、2026 年漁期から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧（F2020-2024、 $\beta=0.41$ に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足表 4-2. 将来の平均親魚量（万トン）

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2046	2056
1.0	33.3	35.6	34.5	31.3	29.5	28.0	27.2	26.9	26.9	26.9	26.9	26.9	26.4	26.5
0.9			35.7	33.2	31.8	30.4	29.7	29.3	29.2	29.2	29.2	29.2	28.8	28.9
0.8			36.9	35.2	34.3	33.1	32.5	32.2	32.1	32.0	32.0	32.0	31.5	31.7
0.7			38.2	37.3	37.0	36.2	35.8	35.5	35.4	35.3	35.3	35.3	34.9	35.0
0.6			39.6	39.7	40.1	39.8	39.6	39.5	39.4	39.4	39.4	39.4	38.9	39.1
0.5			41.0	42.3	43.6	43.9	44.1	44.2	44.3	44.3	44.4	44.4	43.9	44.1
0.4			42.5	45.0	47.5	48.6	49.4	50.0	50.3	50.4	50.6	50.7	50.2	50.5
0.3			44.0	48.0	51.9	54.1	55.8	57.0	57.7	58.2	58.5	58.7	58.4	58.7
0.2			45.6	51.3	56.8	60.6	63.5	65.6	67.1	68.0	68.8	69.3	69.6	69.9
0.1			47.3	54.9	62.4	68.1	72.8	76.4	79.0	80.9	82.3	83.4	85.2	85.7
0.0			49.1	58.8	68.7	77.0	84.2	90.0	94.4	97.9	100.7	102.8	108.7	109.5
F2020-2024			42.3	44.7	47.1	48.1	48.8	49.3	49.6	49.8	49.9	50.0	49.5	49.8

β を 0.0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2025 年漁期の漁獲量は現状の漁獲圧（F2020-2024）から予測される 8.3 万トンとし、2026 年漁期から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧（F2020-2024、 $\beta=0.41$ に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足表 4-3. 将来の平均漁獲量（万トン）

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2046	2056
1.0	8.3	18.5	17.0	16.1	15.3	14.8	14.4	14.2	14.1	14.1	14.2	14.1	13.9	13.9
0.9		16.9	16.0	15.5	14.9	14.5	14.1	14.0	13.9	13.9	13.9	13.9	13.7	13.7
0.8		15.3	14.9	14.7	14.3	14.0	13.8	13.7	13.6	13.6	13.6	13.6	13.4	13.5
0.7		13.6	13.7	13.8	13.6	13.5	13.3	13.2	13.2	13.2	13.1	13.1	13.0	13.1
0.6		11.9	12.3	12.7	12.8	12.8	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6	12.5	12.5
0.5		10.1	10.8	11.4	11.7	11.8	11.8	11.8	11.8	11.9	11.9	11.9	11.7	11.8
0.4		8.2	9.1	9.8	10.3	10.6	10.7	10.8	10.8	10.9	10.9	10.9	10.8	10.9
0.3		6.3	7.1	7.9	8.5	8.9	9.1	9.3	9.4	9.4	9.5	9.5	9.5	9.5
0.2		4.3	5.0	5.7	6.3	6.7	7.0	7.2	7.3	7.4	7.5	7.5	7.6	7.6
0.1		2.2	2.6	3.1	3.5	3.8	4.1	4.2	4.4	4.5	4.5	4.6	4.7	4.7
0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F2020-2024		8.4	9.2	10.0	10.4	10.7	10.8	10.9	10.9	11.0	11.0	11.0	10.9	11.0

β を 0.0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2025 年漁期の漁獲量は現状の漁獲圧（F2020-2024）から予測される 8.3 万トンとし、2026 年漁期から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧（F2020-2024、 $\beta=0.41$ に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足資料 5 将来予測の方法

将来予測における各種設定には補足表 5-1 の値を用いた。資源尾数や漁獲量の予測は、統計ソフトウェア R (version 4.5.0) 用計算パッケージ frasyr (コミット番号: 05eacac) を用いて実施した。将来予測における加入量は、令和 7 年度の「管理基準値等に関する研究機関会議資料」(佐藤ほか 2025) において提案されたホッケー・スティック型再生産関係と年々推定される親魚量から求めた。

将来予測における漁獲係数 F は、「令和 7 (2025) 年度 漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針 (FRA-SA2025-ABCWG02-01)」(水産研究・教育機構 2025) における 1 系資源の管理規則に基づき算出される値を用いた。将来予測における選択率や漁獲物平均体重等の値には、上述の「管理基準値等に関する研究機関会議資料」(佐藤ほか 2025) にて提案された各種管理基準値案の推定に用いた値を引き続き用いた。これらは再生産関係と同じく、本年度の資源評価に基づく値であり、漁獲物平均体重はこの計算結果における 2020～2024 年の平均値である。将来予測に用いたパラメータは補足表 5-1 に示す。

将来の資源尾数の予測には、(1) 式で示したコホート解析の前進法より行った。10 歳以上のプラスグループについては、(2) 式で示すように前年漁期の 9 歳と 10 歳以上から前進させた。

$$N_{a+1,y+1} = N_{a,y} \exp(-F_{a,y} - M_a) \quad (1)$$

$$N_{10+,y+1} = N_{10+,y} \exp(-F_{10+,y} - M_{10+}) + N_{9,y} \exp(-F_{9,y} - M_9) \quad (2)$$

漁獲尾数は上記で求めた資源尾数と前述の漁獲圧に基づき、(3) 式により予測した。

$$C_{a,y} = N_{a,y} \{1 - \exp(-F_{a,y})\} \exp\left(-\frac{M_a}{2}\right) \quad (3)$$

引用文献

- 佐藤隆太・境 磨・千葉 悟・濱邊昂平・千村昌之・桑原風沙・伊藤正木・菅野隼人・鈴木勇人 (2025) 令和 7 (2025) 年度スケトウダラ太平洋系群の管理基準値等に関する研究機関会議資料. 水産研究・教育機構, 東京, FRA-SA2025-BRP05-02.
- 水産研究・教育機構 (2025) 令和 7 (2025) 年度 漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針. FRA-SA2025-ABCWG02-01, 水産研究・教育機構, 横浜, 23pp. https://abchan.fra.go.jp/reference_list/FRA-SA2024-ABCWG02-01.
- 田中昌一 (1960) 水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理. 東海区水産研究所研究報告, 28, 1-200.

補足表 5-1. 将来予測のパラメータ

年齢	選択率 (注 1)	Fmsy (注 2)	F2020-2024	平均体重 (g) (注 3)	自然 死亡 係数	成熟 割合
0 歳	0.001	0.001	0.000	33	0.40	0.0
1 歳	0.048	0.032	0.013	123	0.35	0.0
2 歳	0.092	0.062	0.025	246	0.30	0.0
3 歳	0.125	0.084	0.034	370	0.25	0.0
4 歳	0.307	0.206	0.084	435	0.25	0.2
5 歳	0.552	0.370	0.152	496	0.25	0.8
6 歳	0.770	0.517	0.212	579	0.25	0.9
7 歳	0.924	0.620	0.254	651	0.25	1.0
8 歳	1.000	0.671	0.275	749	0.25	1.0
9 歳	0.871	0.584	0.240	827	0.25	1.0
10 歳以上	0.871	0.584	0.240	916	0.25	1.0

注 1：令和 7 年度の「管理基準値等に関する研究機関会議資料」で MSY を実現する水準の推定の際に使用した選択率（すなわち、本年度資源評価での F2020-2024 の選択率）。

注 2：令和 7 年度の「管理基準値等に関する研究機関会議資料」（佐藤ほか 2025）で推定された Fmsy（すなわち、本年度資源評価での F2020-2024 に Fmsy/F2020-2024 を掛けたもの）。

注 3：2024 年漁期は 0 歳の漁獲がなかったため、その平均体重は 2023 年漁期の 0 歳平均体重と同じであると仮定した。将来予測に用いた 0 歳の平均体重はこの仮定値を含む 2020～2024 年漁期の平均値である。

補足資料 6 各種パラメータと評価結果の概要

補足表 6-1. 再生産関係式のパラメータ

再生産関係式	最適化法	自己 相関	a	b	S.D.	ρ
ホッケー・スティック型	最小二乗法	有	10.803	150,945	0.588	0.401

a と b は各再生産関係式の推定パラメータで、a は折れ点までの再生産式の傾き（尾/kg）、b は折れ点となる親魚量（トン）である。S.D.は加入量の標準偏差、 ρ は自己相関係数である。なお、自己相関係数は、自己相関を考慮しないでパラメータ推定した後に、残差に対して自己相関係数を推定する方法（二段階推定法）を用いた。

補足表 6-2. 管理基準値案と MSY

項目	値	説明
SBtarget 案	25.6 万トン	目標管理基準値案。最大持続生産量 MSY を実現する親魚量(SBmsy)
SBlimit 案	15.1 万トン	限界管理基準値案。これまでに観察された最小親魚量(SBmin)
SBban 案	8.5 万トン	禁漁水準案。漁獲管理規則($\beta=0.8$)で 10 年間漁獲しながら 50%以上の確率で目標管理基準値まで回復する親魚量の閾値
Fmsy	SBmsy を維持する漁獲圧 (0 歳, 1 歳, 2 歳, 3 歳, 4 歳, 5 歳, 6 歳, 7 歳, 8 歳, 9 歳, 10 歳以上) =(0.00, 0.03, 0.06, .0.08, 0.21, 0.37, 0.52, 0.62, 0.67, 0.58, 0.58)	
%SPR	24.2%	Fmsy に対応する%SPR
MSY	13.6 万トン	最大持続生産量

補足表 6-3. 最新年の親魚量と漁獲圧

項目	値	説明
SB2024	32.0 万トン	2024 年漁期の親魚量
F2024	2024 年漁期の漁獲圧(漁獲係数 F) (0 歳, 1 歳, 2 歳, 3 歳, 4 歳, 5 歳, 6 歳, 7 歳, 8 歳, 9 歳, 10 歳以上) =(0.00, 0.00, 0.01, 0.02, 0.03, 0.08, 0.12, 0.12, 0.26, 0.12, 0.12)	
U2024	5%	2024 年漁期の漁獲割合
%SPR (F2024)	60.5%	2024 年漁期の%SPR
%SPR (F2020-2024)	45.4%	現状(2020～2024 年漁期)の漁獲圧に対応する%SPR*
管理基準値案との比較		
SB2024/ SBmsy (SBtarget 案)	1.25	最大持続生産量を実現する親魚量(SBmsy、目標管理基準値案)に対する 2024 年漁期の親魚量の比
F2024/ Fmsy	0.20	SBtarget を維持する漁獲圧(Fmsy)に対する 2024 年漁期の漁獲圧の比*
親魚量の水準	MSY を実現する水準を上回る(1.25 倍)	
漁獲圧の水準	SBmsy を維持する水準を下回る(0.20 倍)	
親魚量の動向	横ばい	

* 2024 年漁期の選択率の下で Fmsy の漁獲圧を与える F を%SPR 換算して算出し求めた比率。

補足表 6-4. 予測漁獲量と予測親魚量

2026 年漁期の親魚量(予測平均値):35.6 万トン				
項目	2026 年漁期の 漁獲量 予測平均値 (万トン)	90% 予測区間 (万トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2020-2024)	2026 年漁期の 漁獲割合 (%)
$\beta=1.0$	18.5	18.2 – 18.9	2.44	16
$\beta=0.9$	16.9	16.7 – 17.3	2.20	15
$\beta=0.8$	15.3	15.1 – 15.7	2.00	13
$\beta=0.7$	13.6	13.5 – 14.0	1.71	12
$\beta=0.6$	11.9	11.8 – 12.2	1.46	10
$\beta=0.5$	10.1	10.0 – 10.3	1.22	9
$\beta=0.4$	8.2	8.1 – 8.4	0.98	7
$\beta=0.3$	6.3	6.2 – 6.4	0.73	5
$\beta=0.2$	4.3	4.2 – 4.4	0.49	4
$\beta=0.1$	2.2	2.2 – 2.2	0.24	2
$\beta=0.0$	0.0	0.0 – 0.0	0.00	0
F2020-2024	8.4	8.3 – 8.6	1.00	7

補足表 6-5. 異なる β を用いた将来予測結果

考慮している不確実性: 加入量					
項目	2036 年漁期の親魚量 予測平均値 (万トン)	90% 予測区間 (万トン)	2036 年漁期に親魚量が以下の 管理基準値を上回る確率(%)		
			SBtarget 案	SBlimit 案	SBban 案
$\beta=1.0$	26.9	13.7 – 48.9	46	90	100
$\beta=0.9$	29.2	14.5 – 52.9	54	94	100
$\beta=0.8$	32.0	15.9 – 57.2	63	96	100
$\beta=0.7$	35.3	17.6 – 62.5	73	98	100
$\beta=0.6$	39.4	20.0 – 68.7	82	99	100
$\beta=0.5$	44.4	23.1 – 76.5	91	100	100
$\beta=0.4$	50.7	27.0 – 85.9	97	100	100
$\beta=0.3$	58.7	32.3 – 97.8	99	100	100
$\beta=0.2$	69.3	39.4 – 113.3	100	100	100
$\beta=0.1$	83.4	49.3 – 133.6	100	100	100
$\beta=0.0$	102.8	63.4 – 160.8	100	100	100
F2020-2024	50.0	26.6 – 84.9	96	100	100

補足表 6-6. 漁獲シナリオに対応する将来予測の年齢別詳細情報

年齢別漁獲係数 (F 値) *

年齢\漁期年	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	0.013	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.025	0.025	0.025	0.025
2	0.025	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049
3	0.034	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.066	0.066	0.066	0.066
4	0.084	0.165	0.165	0.165	0.165	0.165	0.165	0.164	0.164	0.163	0.164	0.164
5	0.152	0.296	0.296	0.296	0.296	0.296	0.296	0.296	0.294	0.294	0.294	0.294
6	0.212	0.413	0.413	0.413	0.413	0.413	0.413	0.412	0.410	0.410	0.410	0.410
7	0.254	0.496	0.496	0.496	0.496	0.496	0.496	0.494	0.492	0.492	0.492	0.492
8	0.275	0.537	0.537	0.537	0.537	0.537	0.537	0.535	0.533	0.532	0.532	0.533
9	0.240	0.467	0.467	0.467	0.467	0.467	0.467	0.466	0.464	0.464	0.464	0.464
10+	0.240	0.467	0.467	0.467	0.467	0.467	0.467	0.466	0.464	0.464	0.464	0.464

年齢別平均資源尾数 (100 万尾)

年齢\漁期年	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
0	1,620	1,646	1,637	1,655	1,641	1,651	1,650	1,645	1,652	1,639	1,618	1,620
1	1,151	1,085	1,103	1,097	1,109	1,100	1,106	1,106	1,102	1,107	1,098	1,084
2	708	800	745	758	753	762	755	760	759	757	761	754
3	761	511	565	526	534	531	537	533	536	536	534	537
4	324	572	373	411	383	389	387	391	388	390	390	389
5	120	232	378	246	272	253	257	256	258	256	258	258
6	40	80	134	219	142	157	146	149	148	150	149	149
7	42	25	41	69	113	73	81	75	77	76	77	77
8	163	26	12	20	33	53	35	38	36	36	36	37
9	74	97	12	5	9	15	24	16	18	16	17	17
10+	28	62	77	43	24	16	15	19	17	17	16	16
合計	5,031	5,138	5,078	5,049	5,013	5,001	4,994	4,988	4,991	4,981	4,954	4,938

2026 年漁期以降は調整係数 β を 0.8 とした漁獲管理規則で漁獲する場合の将来予測結果。数値は 10,000 回の繰り返し計算の平均値である。

* 将来の漁獲の予測にあたり、2025 年漁期以降の年齢別漁獲係数 (F 値) の選択率には、本年度資源評価での将来予測に用いた 2020～2024 年漁期の平均の F 値に基づく選択率を用いた (補足表 2-10)。

補足表 6-6. (続き)

年齢別平均資源量 (千トン)

年齢\漁期年	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
0	53	54	54	54	54	54	54	54	54	54	53	53
1	141	133	135	135	136	135	136	136	135	136	135	133
2	174	197	183	186	185	187	186	187	187	186	187	186
3	282	189	209	195	198	197	199	197	198	198	198	199
4	141	249	162	179	167	169	168	170	169	170	170	169
5	60	115	188	122	135	125	128	127	128	127	128	128
6	23	47	78	127	83	91	85	86	86	87	86	87
7	28	16	27	45	73	48	53	49	50	50	50	50
8	122	19	9	15	25	40	26	29	27	27	27	27
9	61	80	10	5	7	12	20	13	14	14	14	14
10+	25	57	71	40	22	15	14	18	16	16	15	15
合計	1,110	1,157	1,126	1,102	1,084	1,074	1,068	1,066	1,064	1,064	1,063	1,060

年齢別平均漁獲尾数 (100 万尾)

年齢\漁期年	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	13	23	23	23	24	23	24	23	23	23	23	23
2	15	33	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
3	23	29	32	30	31	30	31	30	30	30	30	30
4	23	77	50	55	51	52	52	52	52	52	52	52
5	15	53	86	56	61	57	58	58	58	58	58	58
6	7	24	40	65	43	47	44	44	44	44	44	44
7	8	9	14	24	39	25	28	26	26	26	26	26
8	35	9	4	7	12	20	13	14	13	13	13	13
9	14	32	4	2	3	5	8	5	6	5	5	5
10+	5	20	26	14	8	5	5	6	6	6	5	5
合計	158	310	311	309	303	297	294	292	290	290	290	290

2026 年漁期以降は調整係数 β を 0.8 とした漁獲管理規則で漁獲する場合の将来予測結果。数値は 10,000 回の繰り返し計算の平均値である。

* 将来の漁獲の予測にあたり、2025 年漁期以降の年齢別漁獲係数 (F 値) の選択率には、本年度資源評価での将来予測に用いた 2020～2024 年漁期の平均の F 値に基づく選択率を用いた (補足表 2-10)。

補足資料 7 調査船調査の結果と周辺情報

(1) スケトウダラ音響トロール調査

(水産機構・水産資源研究所、開発調査センター、海生研：6～7月)

北海道太平洋岸における1、2歳魚の現存量を把握するために、計量魚群探知機とトロールネットによる調査を実施している。調査は1996年から実施しているが、現在の調査海域にまで調査規模が拡大されたのは2001年以降である。本稿では再解析が終了した2006年度調査以降のデータについて記載する(補足図7-1)。資源評価で卓越年級群と判断されている2007年級群および2016年級群以外の年級群については資源評価に基づく年級群豊度と類似した1歳魚の現存尾数が推定された。資源評価で加入量に本調査からの推算値を与えた年級群のうち、2022年級群は2017年級群に次ぐ高い1歳魚の現存尾数が得られており、今後の資源利用を支える年級群となることが期待される。ただし、前述の通り、特に卓越年級群である2007、2016年級群について、本調査では十分に年級群豊度を捉えられなかった等の不確実性があることに注意が必要である。この不確実性の原因として、近年、北方四島水域が1、2歳時の成育場となっている可能性が考えられる。

(2) スケトウダラ卵・仔魚分布調査

(水産機構・水産資源研究所、海生研：12月～翌年3月)

北海道太平洋岸(道南～道東海域)におけるスケトウダラ卵・仔魚の現存量を把握するため、リングネット(口径80cm)を用いた採集調査を実施している。スケトウダラの卵と仔魚は、噴火湾周辺海域から道東海域にかけて広く採集されるが、道東海域での採集量は少ない。補足図7-2に産卵盛期(1～2月)に噴火湾周辺海域で採集された1網当たりの平均卵数を示す。卵数は2000年代前半以降急増し、2010年漁期にピークに達した。その後は減少して、2015～2020年漁期の卵数は、2000年代以降では低い水準にあったが、2021～2024年漁期の卵数は1,500～3,000粒程度へと増加した。卵数が産卵親魚の来遊量を反映すると仮定すると、噴火湾周辺への来遊量は、2010年漁期前後のピークは過ぎたと考えられるが、2015年漁期以降5～6年低迷した後、2021～2024年漁期には再び増加したとみられる。なお、2000年代以降、海域別では胆振沿岸の割合が比較的高い傾向にある。

(3) スケトウダラ産卵来遊群分布調査

(北海道立総合研究機構函館水産試験場・釧路水産試験場：11月)

主産卵場である噴火湾周辺海域における来遊親魚量を把握するために、道総研では8月、11月、1月に計量魚群探知機による現存量調査を実施している。そのうち11月の調査は、2015年漁期以降、函館水産試験場調査船「金星丸」および釧路水産試験場調査船「北辰丸」により北海道太平洋沿岸全域をカバーしている(函館・栽培・釧路水産試験場 印刷中)。当該調査により推定された襟裳以西海域の親魚現存量は、2015年漁期は19.8万トンであったが、2018年漁期には7.7万トンまで減少した。その後、2021年漁期には41.3万トンまで急増したが、2023年漁期は22.4万トン、2024年漁期は13.9万トンであった(補足図7-3)。

(4) マダラ・スケトウダラ新規加入量調査およびズワイガニ分布調査（水産機構・水産資源研究所：4月）、底魚類資源量調査（水産機構・水産資源研究所：10～11月）、マダラ・スケトウダラ新規加入量調査（岩手県水産技術センター：4～6月、宮城県水産技術総合センター：5～7月、福島県水産海洋研究センター・福島県水産資源研究所：7～12月）

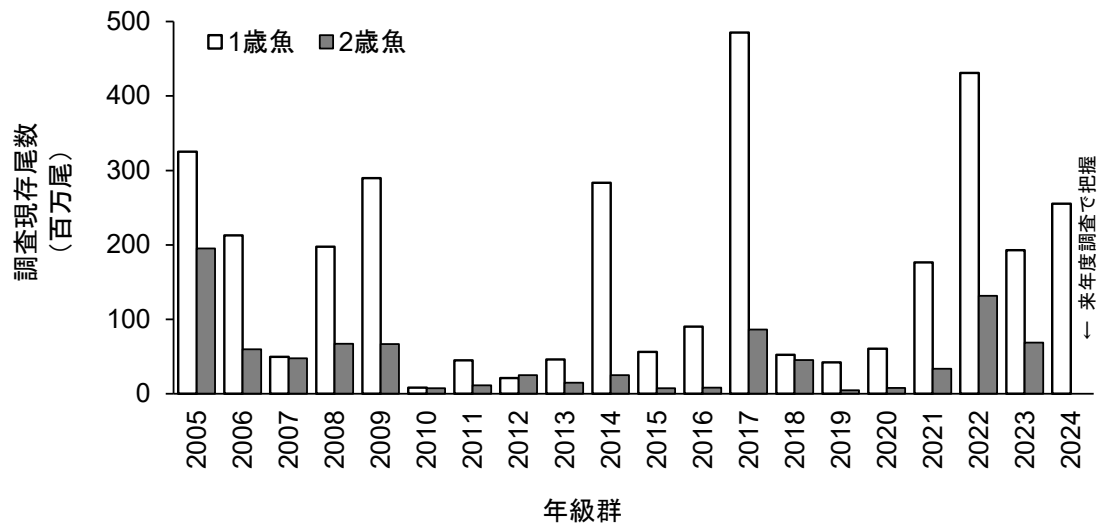
東北海域における0、1歳魚の現存量を把握するために、主に着底トロールを用いた調査を実施している。1980年代は、東北海域も本系群の重要な成育場となっていたが、1990年代以降は道東海域以東が主要な成育場となっているため、東北海域における現存量から本系群の加入量を推測するのは難しいと考えられる。1例として、10～11月の底魚類資源量調査での東北海域における0歳魚の現存量を補足図7-4に示す。卓越年級群である2005年級群および2007年級群については、0歳魚現存量は平均的な値もしくは低い値となっている。近年は2020、2021、2023、2024年級群が極めて低い値になっていたが、2022年級群は全年の平均値を上回る値となった。東北沖での若齢魚の分布には、親潮第1分枝の南下傾向などの海洋環境変化の影響が考えられている。

(5) 千島列島南西海域でのロシアのTAC

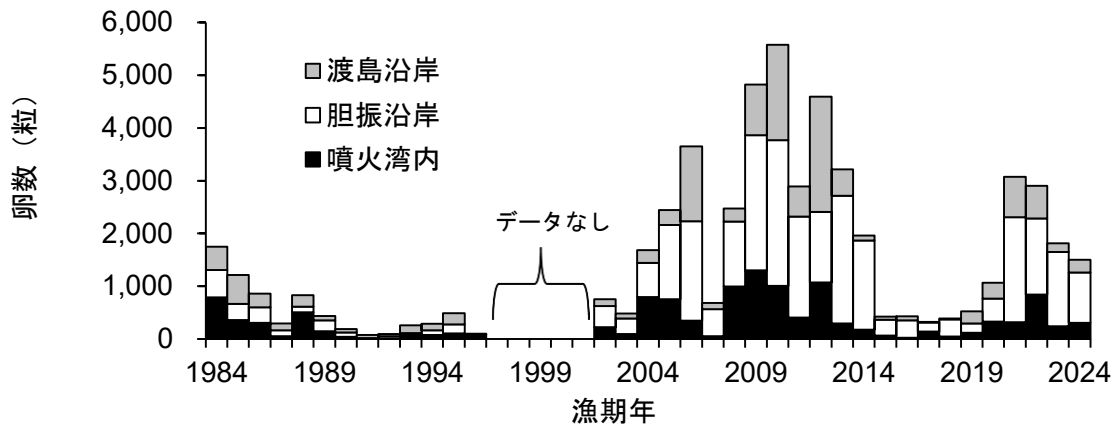
千島列島南西海域ではロシアの大型トロール船が操業しているが、漁獲量や漁獲物の特性などの詳細な情報は得られていない。補足図7-5にこれらの海域を含む海区に設定されたロシアのTACを示す（ロシアでの海区名：南クリル）。この海区のTACは2009年以降急増し、2011年以降は8.9万～14.3万トンである。このTACが当該海域の資源量を反映したものと仮定すると、その資源状況は2025年も良好な状況にあると考えられる。

引用文献

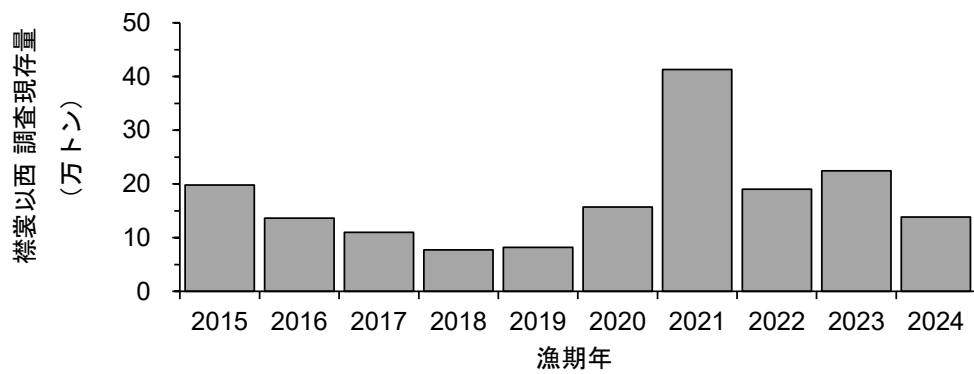
函館・栽培・釧路水産試験場（印刷中）スケトウダラ太平洋海域. 2025年度北海道周辺海域における主要魚種の資源評価書. 北海道立総合研究機構水産研究本部.



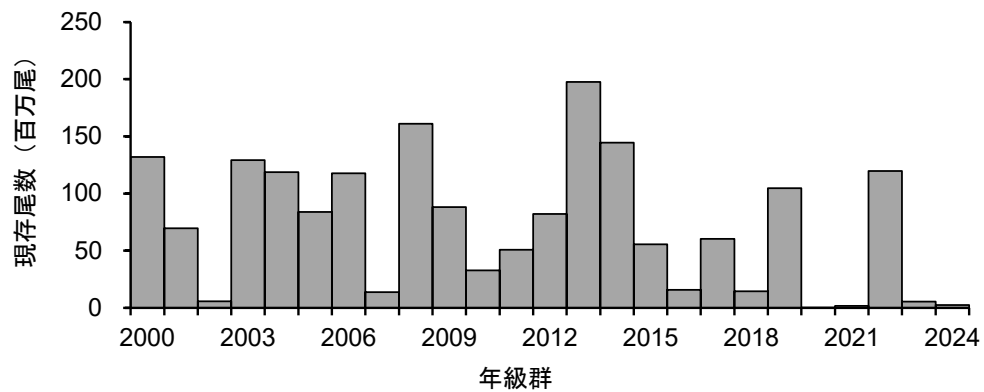
補足図 7-1. スケトウダラ音響トロール調査（6～7月）で推定された北海道太平洋岸における1、2歳魚の現存尾数



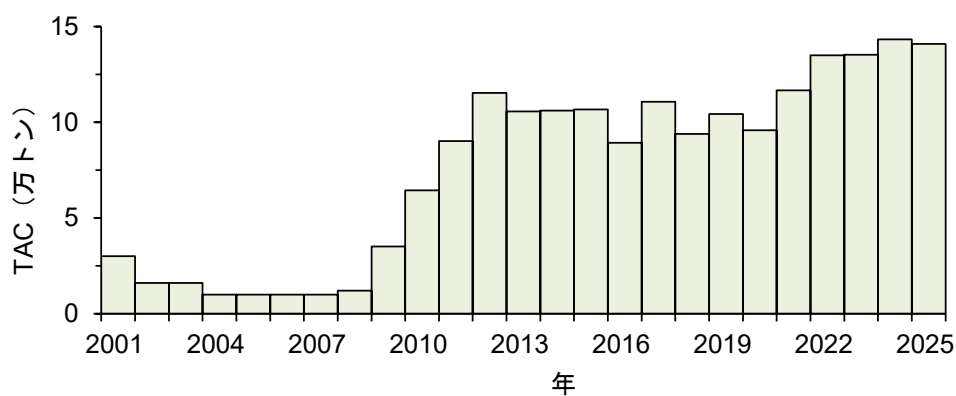
補足図 7-2. スケトウダラ卵・仔魚分布調査における産卵盛期（1～2月）の噴火湾周辺海域での卵の採集数



補足図 7-3. スケトウダラ産卵親魚来遊調査（11 月）における襟裳以西海域の親魚現存量



補足図 7-4. 底魚類資源量調査における東北海域での 0 歳魚現存尾数



補足図 7-5. ロシア連邦が設定している漁業海区名「南クリル」におけるスケトウダラの TAC 数量

補足資料 8 スケトウダラ音響トロール調査の 1 歳魚現存尾数の計算方法

本系群の直近 3 年の加入量および資源尾数は、水産機構が実施しているスケトウダラ音響トロール調査で得られる 1 歳魚現存尾数に基づき推定されている（補足図 8-1）。上記調査の概要、および調査 1 歳魚現存尾数の計算方法について、以下に記す。

(1) 調査概要

毎年 6～7 月にかけて実施している調査で、北海道太平洋沿岸におけるスケトウダラ若齢魚の年級豊度指標を得ることを目的としている。沿岸側水深 50 m 付近から沖合側水深 500 m 付近まで等深線を直角に横断する方向に 8 海里間隔で平行に設定した調査定線上を、計量魚群探知機（以下、計量魚探）を稼働させながら航走させ、定線上の魚群分布情報を収集する（補足図 8-2）。なお、現在の調査海域での調査は 2001 年以降となっており、それ以前は現在より調査海域の範囲は限定されていた。魚群反応があった場所では、離着底・中層兼用トロールネットを用いたトロール調査（離着底または中層）を実施し、魚種・サイズ組成の確認を行っている。トロール調査で採集したスケトウダラは、大まかに 0 歳（12 cm 未満）、1 歳（12～24 cm）、2～3 歳（24～40 cm）、4 歳以上（40 cm 以上）となるようにサイズ分けをして、サイズ区分ごとに最大 300 個体を目安に体長穿孔によって尾叉長組成を記録している。記録した尾叉長組成はサイズ区分ごとの重量で引き延ばし、全サイズ区分の組成を合わせることで、最終的にトロール曳網（標本群）ごとの尾叉長組成を得ている。また、トロール曳網（標本群）ごとに、後の解析時に必要な Age-Length Key（以下、ALK）の作成のために、最大 100 個体を上限に船上で精密測定を行っている。なお、本年度の調査は 6 月 17 日から 7 月 18 日にかけて実施された。

(2) 年齢別現存資源尾数の計算

まず、精密測定によって得られた ALK に基づき、標本群ごとの尾叉長組成を年齢ごとに分解し、標本群ごとにスケトウダラ魚群における年齢組成および年齢別尾叉長組成を作成する。2025 年度調査の ALK については年齢査定に時間を要することから、2025 年度調査の結果は 2024 年度調査の ALK を用いて速報値として算出した（補足図 8-3）。2025 年度調査の結果は、来年度評価時に 2025 年度調査の ALK による確定値に更新予定である。年齢別の平均尾叉長とその母標準偏差を平均 σ_{bs} （後方散乱断面積：1 尾当たりの魚が跳ね返すエコーの強さ）と尾叉長の関係式（Sawada et al. 1993）代入することにより、年齢別の平均 σ_{bs} を求めた。

$$\overline{\sigma_{bs}} = TS_{cm} \times (\overline{FL}^2 + \sigma_{FL}^2) \quad (1)$$

ここで、 TS_{cm} は尾叉長の二乗で基準化された TS の線形表記であり、スケトウダラの基準化 TS としては、 $TS_{cm} = -66.0$ dB（Foote and Traynor 1988）を用いた。

計量魚探によって得られた魚群分布情報からスケトウダラと思われる魚群反応を抽出し、標本群との対応付けを行った。時間や漁具の関係でトロール調査による魚種・尾叉長組成の確認ができなかった魚群反応は、反応情報（緯度、経度、水深帯、反応形状など）に基づき、隣接する定線等で行われたトロール調査の結果を当てはめた。その後、魚群反

応ごとに算出した s_a （面積後方散乱係数：海面 1 m^2 あたりの魚群分布量）を、対応させた標本群における年齢組成と年齢別平均 σ_{bs} を用いて、(2) 式で年齢 i ごとの s_{ai} に分解した。

$$s_{ai} = s_a \times \frac{p_i \times \overline{\sigma_{bs_i}}}{\sum_{i=0}^{4+} (p_i \times \overline{\sigma_{bs_i}})} \quad (2)$$

ここで、 i は年齢（本解析では、0～4 歳以上）、 p_i は標本群ごとの年齢 i の割合、 $\overline{\sigma_{bs_i}}$ は年齢 i の平均 σ_{bs} である。 s_{ai} は年齢 i の海面 1 m^2 あたりの魚群分布量、 $\overline{\sigma_{bs_i}}$ は年齢 i の 1 尾当たりの魚が跳ね返すエコーの強さであるため、(3) 式によって年齢 i の 1 m^2 あたりの分布尾数 D_i を求めることができる。

$$D_i = \frac{s_{ai}}{\overline{\sigma_{bs_i}}} \quad (3)$$

これらの計算を、計量魚探で収集したスケトウダラと思われる全ての魚群反応に対して行うことで、全ての魚群反応を 1 m^2 あたりの年齢別分布尾数に変換することができる。

本解析では、航走 0.1 海里ごと（単位積分距離）に海面 1 m^2 あたりの年齢別分布尾数 D_i を出力しているため、(4) 式のように D_i を 0.1 海里分引き延ばすことで、定線ごとの年齢別現存尾数 $N_{i,k}$ を求めることができる。

$$N_{i,k} = \sum_{j=1}^{Max} D_{i,j,k} \times 185.2 \quad (4)$$

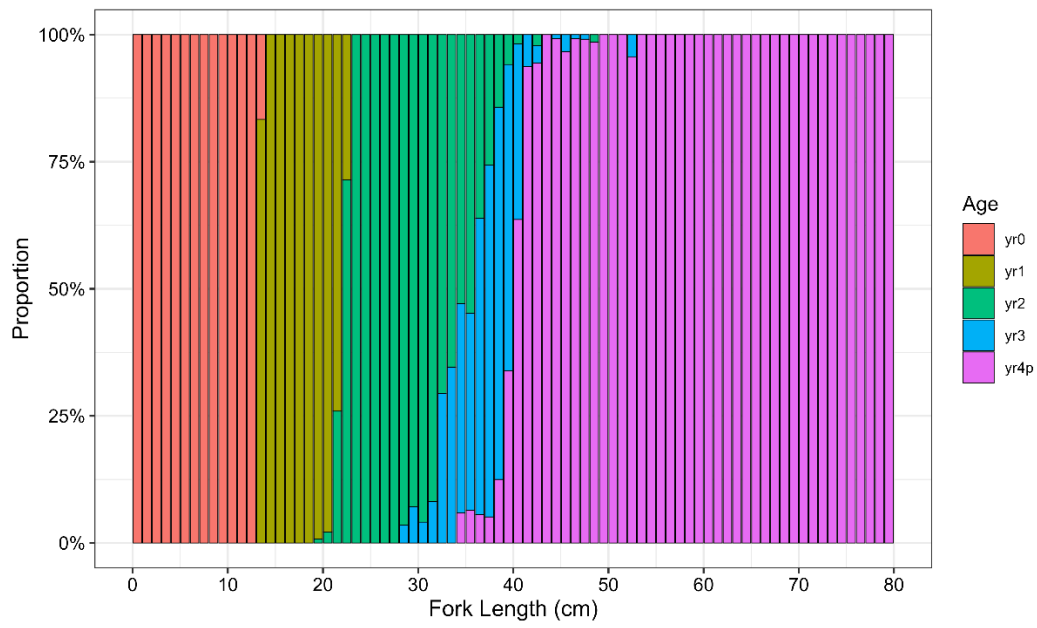
ここで、 j は定線中の単位積分距離区間の個数（定線長が 10 海里の場合は、 $j=100$ となる）、 k は定線、 $N_{i,k}$ は定線 k における年齢 i の現存尾数、 $D_{i,j,k}$ は定線 k の j 番目の 0.1 海里ごとの年齢 i の海面 1 m^2 あたりの分布尾数である。本調査は、8 海里間隔で調査定線を設定しているため、(5) 式のように定線 k ごとに求めた年齢 i の現存尾数をさらに定線間隔両側にそれぞれ 4 海里ずつ引き延ばし、全ての定線分を合計することで、調査海域全体の年齢別現存尾数を推定することができる。

$$N_i = \sum_{k=1}^{Max} N_{i,k} \times 4 \times 2 \times 185.2 \quad (5)$$

本系群の資源評価の解析では、上記の計算によって算出された 1 歳魚現存尾数を用いている。計算方法のさらなる解説は、本田（2004）や本田ほか（2007）を参照のこと。計量魚探データの解析は、音響解析ソフト“Echoview (ver. 15.0)”を使用した。

引用文献

- Foote, R. E. and J. J. Traynor (1988) Comparison of walleye pollock target strength estimates determined from in situ measurements and calculations based on swimbladder form. J. Acoust. Soc. Am., **83**, 9-17.
- 本田 聡 (2004) 音響資源調査によるスケトウダラ (*Theragra chalcogramma*) 太平洋系群



補足図 8-3. 2024 年度調査の確定値、および 2025 年度調査の速報値の解析に用いた ALK

補足資料 9 資源解析結果の詳細 (1981～1993 年漁期)

年齢別漁獲尾数 (千尾)													
漁期年	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
0歳	594,529	366,429	30,115	5,007	176,725	513,309	518,240	457,112	366,705	174,167	66,851	19,430	28,650
1歳	341,925	639,149	49,009	24,655	164,059	24,071	186,800	125,630	114,936	181,518	106,516	95,215	37,837
2歳	37,002	106,635	238,807	73,472	148,636	40,474	29,863	52,302	46,816	155,443	210,041	65,450	253,570
3歳	101,209	19,775	93,260	120,398	129,027	59,792	83,425	80,606	69,665	43,217	80,385	91,002	42,652
4歳	135,940	166,383	133,364	188,057	103,686	112,225	108,326	127,396	111,782	42,289	58,173	80,832	47,709
5歳	124,604	54,898	131,058	130,792	125,754	102,104	119,575	99,969	77,036	63,600	67,524	91,496	63,610
6歳	46,630	19,352	36,268	56,894	49,512	51,509	66,731	58,726	38,124	24,802	26,906	38,974	48,231
7歳	26,641	5,801	8,542	9,838	11,485	11,949	23,329	21,777	13,346	13,702	5,987	4,388	12,808
8+歳	1,829	1,508	3,175	2,374	2,827	3,665	7,600	9,066	7,484	11,176	2,850	2,820	4,130

合計	1,410,308	1,379,930	723,597	611,486	911,711	919,098	1,143,891	1,032,586	845,893	709,915	625,232	489,608	539,198
----	-----------	-----------	---------	---------	---------	---------	-----------	-----------	---------	---------	---------	---------	---------

年齢別漁獲重量 (トン)													
漁期年	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
0歳	18,199	11,217	922	153	5,410	15,713	15,864	13,993	9,882	4,392	1,944	580	1,203
1歳	36,358	67,962	5,211	2,622	17,445	2,559	19,863	13,359	12,536	17,379	10,104	8,977	5,210
2歳	9,892	28,508	63,843	19,642	39,737	10,820	7,984	13,983	15,549	44,105	51,627	16,205	57,680
3歳	40,957	8,003	37,740	48,723	52,215	24,197	33,761	32,620	31,584	18,093	32,852	36,374	14,629
4歳	66,542	81,444	65,282	92,054	50,754	54,934	53,026	62,360	54,971	22,810	26,314	37,471	23,876
5歳	70,216	30,936	73,853	73,704	70,865	57,537	67,383	56,334	45,103	39,321	35,749	49,196	34,779
6歳	29,778	12,359	23,161	36,333	31,619	32,894	42,615	37,503	26,002	16,417	15,975	23,872	31,005
7歳	20,995	4,571	6,732	7,753	9,051	9,416	18,385	17,162	10,935	11,233	4,825	3,153	9,947
8+歳	1,827	1,506	3,172	2,371	2,824	3,662	7,593	9,057	6,576	11,509	2,918	2,371	5,046

合計	294,765	246,506	279,916	283,354	279,919	211,733	266,472	256,370	213,137	185,259	182,309	178,197	183,374
----	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

年齡別漁獲係數													
漁期年	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
0歳	0.173	0.170	0.018	0.003	0.137	0.305	0.294	0.228	0.178	0.114	0.027	0.015	0.019
1歳	0.203	0.349	0.037	0.022	0.168	0.030	0.210	0.128	0.098	0.151	0.114	0.059	0.042
2歳	0.048	0.102	0.244	0.081	0.206	0.065	0.053	0.095	0.073	0.215	0.302	0.108	0.253
3歳	0.155	0.035	0.132	0.202	0.216	0.129	0.200	0.214	0.192	0.097	0.179	0.225	0.103
4歳	0.611	0.438	0.368	0.456	0.285	0.314	0.387	0.568	0.553	0.180	0.194	0.291	0.186
5歳	1.337	0.574	0.813	0.820	0.686	0.539	0.703	0.821	0.900	0.775	0.517	0.565	0.417
6歳	1.510	0.820	1.073	1.202	0.961	0.730	0.915	1.030	0.975	0.925	1.011	0.697	0.722
7歳	2.229	0.829	1.274	1.108	0.925	0.693	0.981	0.988	0.745	1.437	0.638	0.456	0.553
8+歳	2.229	0.829	1.274	1.108	0.925	0.693	0.981	0.988	0.745	1.437	0.638	0.456	0.553

%SPR	6.95	10.07	11.5	12.01	9.87	13.34	8.79	7.88	9.78	12.25	12.34	17.03	16.45
------	------	-------	------	-------	------	-------	------	------	------	-------	-------	-------	-------

年齢別資源尾数 (千尾)													
漁期年	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
0歳	4,578,302	2,864,381	2,043,460	1,890,023	1,687,345	2,381,908	2,484,716	2,737,177	2,751,758	1,976,030	3,038,121	1,644,545	1,856,345
1歳	2,216,602	2,582,169	1,620,046	1,345,116	1,262,821	986,371	1,176,379	1,241,256	1,460,533	1,544,326	1,181,977	1,981,781	1,086,464
2歳	924,691	1,274,982	1,283,085	1,100,486	927,191	752,174	674,877	672,169	769,237	932,736	935,892	743,510	1,316,608
3歳	796,743	653,180	852,748	744,990	752,022	558,948	522,388	474,258	452,938	529,570	557,197	512,542	494,472
4歳	336,899	531,188	491,246	581,819	473,948	471,809	382,543	333,214	298,218	291,269	374,290	363,005	318,859
5歳	191,508	142,411	266,857	264,889	287,162	277,608	268,407	202,327	147,081	133,605	189,521	240,160	211,375
6歳	67,814	39,184	62,463	92,170	90,872	112,664	126,095	103,511	69,350	46,563	47,925	88,009	106,292
7歳	33,831	11,663	13,438	16,640	21,574	27,077	42,286	39,313	28,789	20,366	14,376	13,579	34,147
8+歳	2,323	3,032	4,994	4,015	5,310	8,306	13,777	16,367	16,144	16,611	6,843	8,727	11,011

合計	9,148,713	8,102,189	6,638,336	6,040,148	5,508,243	5,576,866	5,691,469	5,819,592	5,994,047	5,491,076	6,346,141	5,595,858	5,435,572
----	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

年齢別資源重量 (トン)													
漁期年	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
0歳	140,147	87,682	62,552	57,856	51,651	72,913	76,060	83,788	74,151	49,830	88,326	49,069	77,931
1歳	235,696	274,567	172,263	143,029	134,278	104,883	125,087	131,985	159,296	147,855	112,120	186,853	149,615
2歳	247,209	340,857	343,023	294,207	247,878	201,088	180,424	179,700	255,478	264,652	230,039	184,085	299,491
3歳	322,425	264,329	345,090	301,482	304,328	226,195	211,400	191,923	205,351	221,709	227,718	204,865	169,592
4歳	164,912	260,016	240,464	284,800	231,997	230,950	187,254	163,108	146,654	157,103	169,311	168,275	159,571
5歳	107,918	80,251	150,378	149,269	161,820	156,437	151,252	114,015	86,114	82,602	100,336	129,129	115,568
6歳	43,307	25,023	39,890	58,861	58,032	71,949	80,526	66,104	47,299	30,822	28,454	53,905	68,330
7歳	26,661	9,191	10,590	13,113	17,001	21,338	33,324	30,981	23,588	16,696	11,587	9,757	26,518
8+歳	2,320	3,029	4,989	4,011	5,304	8,298	13,762	16,350	14,185	17,107	7,007	7,337	13,451

合計	1,290,595	1,344,944	1,369,239	1,306,628	1,212,290	1,094,050	1,059,088	977,952	1,012,118	988,375	974,899	993,275	1,080,067
----	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	---------	-----------	---------	---------	---------	-----------

年齢別親魚重量 (トン)													
漁期年	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4歳	32,982	52,003	48,093	56,960	46,399	46,190	37,451	32,622	29,331	31,421	33,862	33,655	31,914
5歳	86,334	64,201	120,303	119,415	129,456	125,149	121,002	91,212	68,891	66,081	80,269	103,303	92,455
6歳	38,976	22,521	35,901	52,975	52,229	64,754	72,473	59,493	42,570	27,740	25,609	48,515	61,497
7歳	26,661	9,191	10,590	13,113	17,001	21,338	33,324	30,981	23,588	16,696	11,587	9,757	26,518
8+歳	2,320	3,029	4,989	4,011	5,304	8,298	13,762	16,350	14,185	17,107	7,007	7,337	13,451

合計	187,274	150,945	219,875	246,474	250,390	265,729	278,012	230,657	178,565	159,045	158,334	202,567	225,835
----	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

補足資料 9 (続き) (1994～2006 年漁期)

年齢別漁獲尾数 (千尾)

漁期年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0歳	55,572	70,418	7,993	6,569	61,599	5,954	27,594	6,056	5,744	114,336	2,780	42,282	28,337
1歳	35,866	71,918	114,951	20,074	29,296	34,178	11,591	15,677	25,433	2,870	9,976	11,373	38,434
2歳	142,931	88,497	155,274	383,846	35,607	38,906	34,288	22,884	96,763	14,133	25,273	33,665	15,428
3歳	202,823	45,833	28,404	152,275	263,681	22,871	34,477	18,237	22,344	160,073	76,222	28,482	64,804
4歳	79,062	128,261	47,921	58,726	169,722	259,045	52,055	21,561	14,239	52,628	155,925	73,674	44,958
5歳	67,259	68,632	59,458	35,486	74,192	109,346	177,225	37,854	15,449	35,619	63,153	91,258	56,486
6歳	31,130	42,467	24,083	22,466	37,693	47,479	52,049	74,379	17,129	19,934	43,954	45,487	53,615
7歳	7,584	22,447	15,242	12,399	38,380	25,933	25,982	25,666	33,989	11,733	17,974	22,580	26,011
8歳 (8+歳)	3,813	14,571	14,940	12,560	12,659	7,514	7,546	12,609	9,871	14,274	4,807	10,438	11,148
9歳 (9+歳)					5,214	5,363	4,420	3,848	4,818	1,865	3,157	2,472	3,447
10+歳						3,938	6,370	1,195	1,644	1,086	1,846	2,754	1,505
合計	626,040	553,042	468,265	704,401	728,043	560,527	433,596	239,966	247,423	428,549	405,067	364,465	344,174

年齢別漁獲重量 (トン)

漁期年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0歳	1,836	1,957	236	213	2,556	230	1,454	264	279	3,714	117	1,841	1,136
1歳	2,797	7,499	10,257	1,695	3,553	5,391	1,122	3,781	3,949	218	866	1,730	5,495
2歳	37,697	19,600	34,172	77,289	9,216	11,729	10,406	6,796	29,161	3,048	5,313	8,923	2,815
3歳	68,601	18,225	10,450	51,481	88,178	7,930	14,906	8,506	10,297	63,180	26,493	11,988	23,267
4歳	34,328	67,268	23,235	26,615	67,915	118,802	24,590	11,423	8,043	24,765	72,081	33,880	20,376
5歳	35,350	37,064	33,152	19,484	35,543	57,006	93,181	22,052	9,062	18,482	32,185	47,940	29,957
6歳	18,817	25,586	15,379	14,571	20,214	26,225	30,928	46,588	10,958	12,472	25,430	26,301	31,849
7歳	5,198	14,741	9,152	9,377	24,622	15,758	17,315	17,591	23,949	7,999	11,653	14,194	16,669
8歳 (8+歳)	3,416	11,773	12,249	11,194	9,406	4,975	5,991	9,204	7,718	10,517	3,241	7,170	7,688
9歳 (9+歳)					4,256	3,724	3,920	2,693	3,959	1,545	2,419	1,744	2,599
10+歳						2,956	5,755	1,527	1,694	1,174	1,636	2,557	1,396
合計	208,041	203,714	148,283	211,919	265,459	254,725	209,568	130,426	109,069	147,114	181,435	158,268	143,246

年齢別漁獲係数

漁期年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0歳	0.022	0.017	0.010	0.009	0.064	0.005	0.012	0.005	0.007	0.079	0.003	0.010	0.020
1歳	0.036	0.043	0.041	0.038	0.058	0.055	0.015	0.010	0.028	0.005	0.010	0.016	0.013
2歳	0.257	0.132	0.140	0.215	0.101	0.116	0.082	0.043	0.089	0.022	0.060	0.050	0.030
3歳	0.362	0.132	0.062	0.215	0.244	0.094	0.154	0.062	0.058	0.228	0.175	0.096	0.140
4歳	0.298	0.437	0.210	0.185	0.420	0.428	0.340	0.144	0.066	0.198	0.385	0.271	0.229
5歳	0.461	0.490	0.395	0.251	0.399	0.565	0.634	0.474	0.154	0.247	0.413	0.435	0.366
6歳	0.393	0.645	0.335	0.268	0.492	0.516	0.625	0.648	0.434	0.321	0.585	0.640	0.530
7歳	0.240	0.591	0.540	0.305	1.117	0.824	0.643	0.797	0.766	0.651	0.578	0.743	1.073
8歳 (8+歳)	0.240	0.591	0.540	0.483	0.632	0.728	0.651	0.826	0.922	0.971	0.659	0.876	1.201
9歳 (9+歳)					0.401	0.652	1.653	0.918	0.994	0.457	0.627	0.958	0.902
10+歳						0.652	1.653	0.918	0.994	0.457	0.627	0.958	0.902
%SPR	15.86	17.23	25.66	23.92	14.52	17.95	17.13	23.04	30.99	22.53	19.29	21.62	22.29

年齢別資源尾数 (千尾)

漁期年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0歳	3,128,161	5,180,215	958,846	936,581	1,208,982	1,372,335	2,846,195	1,624,708	1,080,164	1,845,213	1,290,793	5,326,076	1,753,985
1歳	1,220,889	2,051,370	3,414,749	636,189	622,431	759,972	915,029	1,885,270	1,084,116	719,353	1,143,273	862,968	3,535,558
2歳	733,855	830,238	1,385,205	2,309,837	431,464	414,027	506,852	635,079	1,315,367	742,614	504,510	797,277	598,577
3歳	757,118	420,632	538,885	892,539	1,380,790	288,989	273,232	345,974	450,782	891,163	537,978	351,997	561,661
4歳	347,455	410,654	287,141	394,618	560,728	842,662	204,881	182,368	253,350	331,351	552,775	351,712	249,000
5歳	206,224	200,826	206,627	181,336	255,503	286,916	427,660	113,623	123,001	184,744	211,612	292,898	208,896
6歳	108,483	101,252	95,836	108,450	109,908	133,512	126,953	176,661	55,084	82,159	112,445	109,072	147,574
7歳	40,216	57,014	41,379	53,384	64,634	52,333	62,079	52,937	71,945	27,783	46,394	48,783	44,803
8歳 (8+歳)	20,221	37,010	40,558	37,177	30,633	16,467	17,871	25,418	18,577	26,036	11,284	20,270	18,066
9歳 (9+歳)					17,870	12,686	6,194	7,259	8,668	5,757	7,680	4,545	6,575
10+歳						9,316	8,927	2,254	2,958	3,352	4,490	5,063	2,871
合計	6,562,622	9,289,211	6,969,226	5,550,111	4,682,944	4,189,215	5,395,872	5,051,552	4,464,014	4,859,525	4,423,234	8,170,662	7,127,567

年齢別資源重量 (トン)

漁期年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0歳	103,345	143,940	28,260	30,345	50,163	52,895	150,002	70,817	52,545	59,944	54,226	231,887	70,306
1歳	95,222	213,903	304,710	53,733	75,489	119,870	88,570	454,712	168,343	54,733	99,261	131,286	505,505
2歳	193,552	183,882	304,846	465,092	111,669	124,814	153,822	188,615	396,403	160,172	106,063	211,321	109,219
3歳	256,079	167,259	198,247	301,749	461,752	100,201	118,135	161,367	207,735	351,735	186,990	148,150	201,655
4歳	150,860	215,372	139,225	178,844	224,379	386,459	96,781	96,620	143,103	155,919	255,539	161,738	112,856
5歳	108,389	108,455	115,210	99,566	122,405	149,578	224,854	66,192	72,146	95,862	107,844	153,867	110,786
6歳	65,575	61,005	61,201	70,335	58,941	73,745	75,436	110,654	35,241	51,403	65,056	63,067	87,663
7歳	27,562	37,443	24,846	40,375	41,465	31,801	41,372	36,283	50,693	18,942	30,080	30,667	28,712
8歳 (8+歳)	18,114	29,903	33,255	33,134	22,761	10,903	14,188	18,554	14,526	19,184	7,608	13,923	12,458
9歳 (9+歳)					14,589	8,809	5,493	5,081	7,123	4,770	5,884	3,207	4,957
10+歳						6,992	8,066	2,880	3,048	3,624	3,979	4,700	2,662
合計	1,018,698	1,161,161	1,209,800	1,273,173	1,183,611	1,066,067	976,719	1,211,775	1,150,905	976,287	922,530	1,153,813	1,246,778

年齢別親魚重量 (トン)

漁期年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4歳	30,172	43,074	27,845	35,769	44,876	77,292	19,356	19,324	28,621	31,184	51,108	32,348	22,571
5歳	86,711	86,764	92,168	79,653	97,924	119,663	179,883	52,954	57,716	76,690	86,275	123,093	88,629
6歳	59,017	54,904	55,081	63,302	53,046	66,371	67,893	99,588	31,717	46,262	58,550	56,760	78,896
7歳	27,562	37,443	24,846	40,375	41,465	31,801	41,372	36,283	50,693	18,942	30,080	30,667	28,712
8歳 (8+歳)	18,114	29,903	33,255	33,134	22,761	10,903	14,188	18,554	14,526	19,184	7,608	13,923	12,458
9歳 (9+歳)					14,589	8,809	5,493	5,081	7,123	4,770	5,884	3,207	4,957
10+歳						6,992	8,066	2,880	3,048	3,624	3,979	4,700	2,662
合計	221,577	252,088	233,195	252,232	274,661	321,830	336,251	234,664	193,443	200,656	243,484	264,698	238,885

補足資料 9 (続き) (2007～2019 年漁期)

年齢別漁獲尾数 (千尾)

漁期年	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0歳	6,045	23,727	106,104	35,453	39,169	30,360	5,978	11,320	3,982	6,253	6,967	143	2,276
1歳	10,569	3,845	27,775	24,213	1,755	10,101	1,126	5,737	4,634	5,938	5,838	4,030	2,345
2歳	81,912	6,997	18,599	25,283	17,727	12,678	5,079	19,511	27,988	10,138	6,061	5,703	19,199
3歳	23,662	116,658	26,267	32,683	36,204	27,613	9,489	15,891	18,413	10,026	27,186	8,157	44,888
4歳	85,683	44,922	191,133	55,987	91,520	58,830	96,523	13,392	20,192	37,157	29,430	33,366	18,350
5歳	56,326	82,108	62,932	195,807	78,545	90,350	62,525	88,703	12,303	29,704	35,551	30,041	40,249
6歳	48,921	38,890	42,652	29,704	98,507	38,857	61,453	44,751	55,199	8,998	19,579	23,480	27,073
7歳	28,138	24,148	6,620	10,193	11,637	52,138	17,386	52,331	23,411	29,683	5,456	7,271	11,199
8歳	7,716	12,818	3,682	1,632	4,437	6,220	35,442	13,698	35,779	11,385	17,970	1,967	3,198
9歳	2,268	1,172	2,832	1,482	1,679	3,042	2,084	21,354	7,040	18,851	6,257	8,597	1,465
10+歳	1,600	1,040	466	1,322	2,142	1,869	1,283	4,791	17,002	15,683	12,742	11,707	14,543
合計	352,839	356,325	489,062	413,759	383,323	332,059	298,369	291,480	225,942	183,816	173,036	134,464	184,785

年齢別漁獲重量 (トン)

漁期年	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0歳	262	763	3,177	1,326	1,891	1,507	323	435	194	301	325	5	79
1歳	942	373	2,919	2,028	250	1,404	86	444	440	736	527	599	187
2歳	19,832	1,313	3,529	5,269	4,203	2,023	824	3,210	5,109	2,283	1,331	1,552	3,518
3歳	7,484	40,419	7,886	10,380	14,228	10,529	2,920	4,959	7,397	3,401	10,256	3,160	12,719
4歳	39,044	18,786	85,901	24,140	39,588	28,243	44,833	6,412	9,639	17,071	14,089	16,552	8,498
5歳	29,671	42,061	33,978	102,536	39,466	45,660	33,184	48,612	6,636	16,616	21,302	16,681	22,703
6歳	29,105	23,907	25,167	18,817	56,780	22,481	34,708	27,340	33,259	5,708	12,682	15,461	18,153
7歳	18,745	16,473	4,622	7,084	8,580	34,172	10,669	33,071	14,949	19,278	3,936	5,228	8,592
8歳	5,063	8,868	2,531	1,231	3,366	5,580	25,521	8,943	23,418	8,134	13,260	1,443	2,525
9歳	1,863	880	1,936	1,240	1,676	2,591	1,629	15,867	5,016	13,712	4,929	6,531	1,178
10+歳	1,539	1,151	333	1,419	2,212	1,982	1,124	5,044	13,946	12,509	10,283	9,736	12,328
合計	153,549	154,994	171,979	175,469	172,239	156,172	155,823	154,337	120,004	99,748	92,919	76,949	90,480

年齢別漁獲係数

漁期年	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0歳	0.002	0.015	0.051	0.103	0.066	0.039	0.009	0.013	0.008	0.002	0.003	0.000	0.009
1歳	0.011	0.002	0.027	0.018	0.008	0.026	0.002	0.012	0.008	0.017	0.003	0.003	0.008
2歳	0.039	0.010	0.015	0.035	0.018	0.082	0.018	0.054	0.087	0.025	0.025	0.004	0.018
3歳	0.064	0.078	0.052	0.035	0.069	0.039	0.088	0.080	0.071	0.044	0.092	0.046	0.048
4歳	0.295	0.177	0.188	0.157	0.135	0.162	0.194	0.183	0.145	0.211	0.186	0.165	0.146
5歳	0.534	0.548	0.428	0.319	0.367	0.203	0.275	0.291	0.269	0.350	0.341	0.311	0.326
6歳	0.676	0.983	0.667	0.391	0.277	0.331	0.218	0.344	0.315	0.343	0.438	0.422	0.549
7歳	0.638	0.947	0.455	0.344	0.275	0.245	0.255	0.310	0.323	0.295	0.384	0.304	0.388
8歳	1.318	0.738	0.369	0.201	0.261	0.245	0.278	0.348	0.384	0.271	0.310	0.244	0.224
9歳	0.935	0.763	0.371	0.263	0.349	0.304	0.127	0.284	0.321	0.381	0.249	0.253	0.307
10+歳	0.935	0.763	0.371	0.263	0.349	0.304	0.127	0.284	0.321	0.381	0.249	0.253	0.307
%SPR	20.83	20.5	28.15	29.88	31.28	33.03	38.45	31.16	34.34	34.1	33.07	37.3	33.78

年齢別資源尾数 (千尾)

漁期年	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0歳	3,177,590	1,890,345	2,582,240	442,066	750,625	958,206	840,769	1,046,715	619,919	3,156,707	2,715,004	493,588	303,464
1歳	1,152,531	2,125,053	1,247,710	1,644,057	267,299	471,091	617,448	558,690	692,366	412,285	2,110,885	1,814,218	330,745
2歳	2,459,202	803,302	1,494,272	855,930	1,138,222	186,889	323,492	434,163	388,887	484,012	285,548	1,482,615	1,275,075
3歳	430,158	1,751,319	589,079	1,090,975	612,327	827,957	127,539	235,278	304,842	264,005	349,839	206,322	1,093,440
4歳	380,233	314,125	1,260,979	435,595	820,810	444,931	620,445	90,953	169,211	221,162	196,759	248,464	153,485
5歳	154,247	220,511	204,998	813,377	289,833	558,481	294,595	398,022	59,016	113,962	139,450	127,264	164,058
6歳	112,840	70,420	99,274	104,115	460,659	156,406	355,212	174,252	231,700	35,105	62,540	77,230	72,602
7歳	67,616	44,707	20,523	39,675	54,871	271,829	87,518	222,407	96,215	131,735	19,399	31,428	39,425
8歳	11,938	27,828	13,508	10,141	21,903	32,464	165,690	52,816	127,028	54,273	76,400	10,293	18,060
9歳	4,232	2,487	10,360	7,270	6,458	13,143	19,794	97,762	29,045	67,355	32,220	43,641	6,280
10+歳	2,985	2,208	1,705	6,485	8,238	8,073	12,188	21,936	70,147	56,034	65,620	59,431	62,355
合計	7,953,570	7,252,306	7,524,646	5,449,685	4,431,246	3,929,470	3,464,690	3,332,994	2,788,376	4,996,634	6,053,663	4,594,495	3,518,988

年齢別資源重量 (トン)

漁期年	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0歳	137,638	60,762	77,323	16,534	36,236	47,556	45,423	40,265	30,172	152,197	126,653	17,804	10,516
1歳	102,684	206,267	131,118	137,684	38,061	65,487	47,171	43,262	65,806	51,072	190,632	269,547	26,396
2歳	595,389	150,762	283,506	178,383	269,847	29,819	52,513	71,431	70,988	109,005	62,693	403,526	233,646
3歳	136,055	606,788	176,857	346,503	240,643	315,697	39,253	73,428	122,459	89,554	131,976	79,918	309,830
4歳	173,264	131,363	566,725	187,817	355,049	213,602	288,185	43,545	80,778	101,607	94,197	123,259	71,084
5歳	81,254	112,960	110,682	425,931	145,628	282,238	156,352	218,129	31,834	63,748	83,556	70,668	92,539
6歳	67,134	43,290	58,578	65,956	265,525	90,492	200,620	106,456	139,604	22,270	40,510	50,853	48,680
7歳	45,044	30,499	14,329	27,572	40,455	178,163	53,706	140,549	61,439	85,554	13,995	22,600	30,250
8歳	7,833	19,252	9,284	7,650	16,617	29,123	119,311	34,483	83,144	38,773	56,373	7,552	14,255
9歳	3,476	1,868	7,081	6,080	6,447	11,192	15,471	72,640	20,697	48,992	25,382	33,152	5,052
10+歳	2,872	2,442	1,216	6,958	8,507	8,561	10,672	23,090	57,537	44,694	52,953	49,427	52,857
合計	1,352,644	1,366,253	1,436,699	1,407,069	1,423,015	1,271,931	1,028,677	867,278	764,459	807,465	878,918	1,128,304	895,103

年齢別親魚重量 (トン)

漁期年	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4歳	34,653	26,273	113,345	37,563	71,010	42,720	57,637	8,709	16,156	20,321	18,839	24,652	14,217
5歳	65,003	90,368	88,546	340,745	116,503	225,791	125,082	174,503	25,467	50,999	66,845	56,534	74,031
6歳	60,421	38,961	52,720	59,360	238,973	81,443	180,558	95,811	125,644	20,043	36,459	45,768	43,812
7歳	45,044	30,499	14,329	27,572	40,455	178,163	53,706	140,549	61,439	85,554	13,995	22,600	30,250
8歳	7,833	19,252	9,284	7,650	16,617	29,123	119,311	34,483	83,144	38,773	56,373	7,552	14,255
9歳	3,476	1,868	7,081	6,080	6,447	11,192	15,471	72,640	20,697	48,992	25,382	33,152	5,052
10+歳	2,872	2,442	1,216	6,958	8,507	8,561	10,672	23,090	57,537	44,694	52,953	49,427	52,857
合計	219,302	209,663	286,521	485,929	498,511	576,992	562,437	549,786	390,084	309,376	270,845	239,684	234,473

補足資料 9 (続き) (2020~2024 年漁期)

年齢別漁獲尾数 (千尾)

漁期年	2020	2021	2022	2023	2024
0歳	98	392	1,256	18	0
1歳	8,309	3,016	1,173	5,601	411
2歳	7,543	1,580	803	29,237	11,292
3歳	25,926	10,505	1,361	6,004	5,932
4歳	107,996	61,352	6,852	3,471	4,654
5歳	19,153	99,142	46,371	6,729	3,949
6歳	20,231	13,453	68,034	32,081	6,216
7歳	8,542	14,262	6,269	35,768	24,534
8歳	5,715	4,404	5,817	3,167	24,595
9歳	2,267	3,534	1,467	2,815	1,524
10+歳	7,932	9,609	3,032	3,165	2,344
合計	213,713	221,249	142,437	128,056	85,452

年齢別漁獲重量 (トン)

漁期年	2020	2021	2022	2023	2024
0歳	1	16	58	1	0
1歳	1,667	427	91	383	52
2歳	1,593	421	289	4,452	2,711
3歳	8,445	3,837	640	1,914	2,204
4歳	43,298	26,864	2,901	1,468	2,290
5歳	10,168	48,079	22,334	3,118	2,055
6歳	12,758	8,573	39,449	16,690	3,288
7歳	6,048	9,372	4,435	21,937	13,977
8歳	4,626	3,280	4,355	2,481	16,210
9歳	1,894	3,049	1,259	2,235	1,199
10+歳	6,939	8,561	2,699	3,070	2,238
合計	97,436	112,478	78,510	57,748	46,223

年齢別漁獲係数

漁期年	2020	2021	2022	2023	2024
0歳	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
1歳	0.050	0.009	0.002	0.005	0.000
2歳	0.039	0.014	0.003	0.058	0.013
3歳	0.032	0.075	0.016	0.033	0.016
4歳	0.163	0.105	0.067	0.053	0.034
5歳	0.236	0.235	0.113	0.092	0.084
6歳	0.286	0.274	0.265	0.113	0.122
7歳	0.352	0.356	0.209	0.230	0.124
8歳	0.373	0.327	0.253	0.164	0.259
9歳	0.259	0.444	0.181	0.197	0.116
10+歳	0.259	0.444	0.181	0.197	0.116
%SPR	35.9	37.36	50.9	51.41	60.51

年齢別資源尾数 (千尾)

漁期年	2020	2021	2022	2023	2024
0歳	612,360	1,283,695	2,212,978	1,499,578	1,717,044
1歳	201,555	410,397	860,165	1,482,375	1,005,182
2歳	231,103	135,058	286,670	605,163	1,039,911
3歳	928,074	164,713	98,694	211,679	423,151
4歳	811,958	699,905	119,008	75,661	159,558
5歳	103,340	537,047	490,943	86,637	55,862
6歳	92,249	63,579	330,760	341,424	61,535
7歳	32,651	53,990	37,643	197,556	237,591
8歳	20,821	17,890	29,462	23,784	122,291
9歳	11,242	11,173	10,046	17,811	15,728
10+歳	39,327	30,382	20,764	20,024	24,188
合計	3,084,680	3,407,828	4,497,133	4,561,694	4,862,040

年齢別資源重量 (トン)

漁期年	2020	2021	2022	2023	2024
0歳	7,996	51,656	102,098	48,123	55,101
1歳	40,447	58,070	66,883	101,349	126,106
2歳	48,800	35,993	103,214	92,155	249,640
3歳	302,298	60,158	46,377	67,500	157,196
4歳	325,529	306,461	50,385	32,001	78,510
5歳	54,861	260,439	236,456	40,142	29,072
6歳	58,173	40,517	191,788	177,624	32,551
7歳	23,117	35,480	26,629	121,161	135,352
8歳	16,854	13,325	22,054	18,635	80,598
9歳	9,392	9,640	8,624	14,138	12,371
10+歳	34,402	27,067	18,483	19,420	23,100
合計	921,868	898,807	872,991	732,247	979,598

年齢別親魚重量 (トン)

漁期年	2020	2021	2022	2023	2024
0歳	0	0	0	0	0
1歳	0	0	0	0	0
2歳	0	0	0	0	0
3歳	0	0	0	0	0
4歳	65,106	61,292	10,077	6,400	15,702
5歳	43,889	208,351	189,164	32,113	23,257
6歳	52,356	36,466	172,609	159,861	29,296
7歳	23,117	35,480	26,629	121,161	135,352
8歳	16,854	13,325	22,054	18,635	80,598
9歳	9,392	9,640	8,624	14,138	12,371
10+歳	34,402	27,067	18,483	19,420	23,100
合計	245,114	391,621	447,641	371,729	319,677

補足資料 10 チューニング指標に刺し網漁績資源量指標値を用いたリッジ VPA との比較

本系群のコホート解析の親魚量チューニング指数として、2024 年度評価までは本年度評価で用いた調査親魚現存量ではなく、すけとうだら固定式刺し網漁業の漁獲成績書から得られた資源量指標値（補足図 10-1）を用いていた。また、2019 年度評価からは最終年の F 値の推定不安定性の軽減のためリッジ VPA の手法（Okamura et al. 2017）を導入していた（境ほか 2025）。本年度評価では、昨年度評価までとは異なりチューニング指数の変更を行い、加えてペナルティを 0 とした結果を使用している。そのため、本補足資料ではチューニング指数の違いによる影響とリッジペナルティの有無による影響について調べた。

リッジ VPA では、最終年の年齢別 F 値を最尤推定する際に、チューニング指標値への適合度を示す尤度 L（負の対数尤度 $-\ln L$ として定義）と F の二乗値へペナルティを重みづけした目的関数を用いて、推定の不安定性を軽減させる。通常は（1）式のように各年齢の F 値の二乗値に一律にペナルティ λ を与えるが、本系群では 3 歳の F 値のレトロスペクティブバイアスが特に強いため、（2）式を用いて特にバイアスの強い 3 歳の F 値とそれ以外の年齢（4～9 歳）の F 値とで、ペナルティの重みを η により変える手法を用いていた。ペナルティの重み λ および η はともに 0～1 の値をとる。（2）式の α は λ および η の探索を容易にするために便宜的に与える重みであり、本解析では $\alpha=100$ とした。

$$-(1-\lambda)\ln L + \lambda \sum_{a=3}^9 F_{a,Y}^2 \quad (1)$$

$$-(1-\lambda)\ln L + \alpha \lambda \left[(1-\eta) \sum_{a=4}^9 F_{a,Y}^2 + \eta F_{3,Y}^2 \right] \quad (2)$$

最終的に選択した λ と η は、親魚量と年齢別 F 値（3～9 歳）のレトロスペクティブ解析による推定値間の差が最小になる値を探索して求めた。用いた指標は以下の（3）（4）式に示される平方二乗誤差率（RMSPE: Root Mean Square Percentage Error）である。

$$\text{RMSPE}_{SSB} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{k=Y-i}^n \left(\frac{SSB_k^{R_i} - SSB_k'}{SSB_k} \right)^2} \quad (3)$$

$$\text{RMSPE}_{F_a'} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{k=Y-i}^n \left(\frac{F_{a,k}^{R_i} - F_{a,k}'}{F_{a,k}'} \right)^2} \quad (4)$$

$$SSB_y' = \sum_{a=0}^{10+} N_{a,y} \times m_a \times w_{a,y} \quad (5)$$

ここで R_i は i 年分のレトロスペクティブ計算の値であることを示す。Y は資源評価の最終年であり、本年度の場合は $Y=2024$ である。また、 n は推定値の差を比較する範囲であり、本解析ではコホート年数分だけ比較するため $n=11$ とした。親魚量は（5）式で定義される。すなわち、RMSPE は前年のデータを用いた推定結果と、最新データを i 年分落とした場合とでのコホート年数分の推定値の差を割合として示したものといえる。レトロスペクティブ計算においてデータを遡る年数は 5 年とした。ペナルティの λ ($0 \leq \lambda < 1$) および η ($0 \leq \eta \leq 1$) の組み合わせは、親魚量および各年齢の F 値のレトロスペクティブ年数分の

RMSPE の平均値が最小となる値を、まずそれぞれ 0 から 1 までの範囲を 0.1 区切りで探索し、最小となった組み合わせの周囲をさらに 0.01 区切りで探索して得た。本系群のリッジ VPA に関する詳細な説明は、境ほか (2025) の補足資料 2 を参照されたい。

親魚量のチューニング指数に刺し網資源量指標値を用いて、親魚量および年齢別 F 値の RMSPE の平均が最小となる λ と η の探索をした結果を補足表 10-1 および 10-2 に示す。また、調査親魚現存量を用いて、親魚量および年齢別 F 値の RMSPE の平均が最小となる λ と η の探索をした結果を補足表 10-3 および 10-4 に示す。本年度評価で採用したチューニング VPA (調査親魚現存量を用いたリッジペナルティを課さない方法) のレトロスペクティブ解析の結果を見ると、親魚量は過大推定の傾向、年齢別漁獲係数 (F 値) は 3~6 歳で過小推定の傾向が見られた (補足図 10-2)。昨年度評価まで採用していたリッジ VPA (刺し網資源量指標値を用いたリッジペナルティを課す方法) では、レトロスペクティブ解析での推定値のばらつきは若干、低減される結果となった (補足図 10-3)。調査親魚現存量をチューニング指数に用いて、リッジペナルティを与えたレトロスペクティブ解析においても、同様に推定値のばらつきがペナルティを課さない場合に比べて、低減される結果となった (補足図 10-4)。

まず、親魚量のチューニング指数を変更した点であるが、本編でも述べたように渡島海域において産卵期直前の親魚の分布が沖側にシフトし、近年は漁場までの距離が遠くなっていることが指摘されるなど (武藤・志田 2022)、漁業に依存した情報 (刺し網資源量指標値) では環境変化に伴う漁場形成の変化などが漁獲効率に影響していた場合には資源評価精度を低下させ得ることが懸念されている (境ほか 2025)。また、推定された親魚量、資源量、および加入量は用いるチューニング指数の違いによって極端な違いは生じていないことを確認している (補足図 10-5、補足表 10-6)。

次に、リッジペナルティの有無による影響であるが、リッジペナルティを与えることで、レトロスペクティブ解析における推定値のばらつきは低減される結果となった (補足図 10-2 および 10-4)。しかしながら、リッジ VPA の導入当初のばらつきと比較するとペナルティを与えない状態でのばらつきは大幅に低減されている (境ほか 2020, 2021)。また、リッジペナルティの有無により資源解析結果に極端な違いが生じないことも確認している (補足図 10-5、補足図 10-6)。本年度採用した手法 (調査親魚現存量を用いたリッジペナルティを与えない方法) では、レトロスペクティブ解析の親魚量でレトロスペクティブバイアスの指標となる Mohn's rho (Mohn 1999) も 0.43 であり過大推定となる傾向が見られた (補足図 10-2 および補足表 10-5)。この過大推定となった要因としては、本年度評価から親魚量のチューニング指数にも使用している調査親魚現存量のデータ期間が考えられる。調査親魚現存量のデータ期間は 2015 年漁期以降であり、今回のレトロスペクティブ解析では最大 5 年のデータ (補足図 10-2~10-4 の緑実線) を削った解析を行ったが、調査親魚現存量で 5 年分のデータを削った場合、残りのデータ期間は 2015~2019 年度と短くなる。このように使える情報が少なくなったことで、レトロスペクティブ解析における親魚量の推定値はばらついたと考えられる。調査データについても、今後の資源評価でデータ期間が増えていくことから、本年度のような親魚量のレトロスペクティブバイアスは低減されると思われる。また、近年のリッジペナルティを与えない場合でもばらつきが低減した理由としては、近年のチューニング指標値間や年齢別漁獲尾数 (CAA) との齟齬が導入当初に比

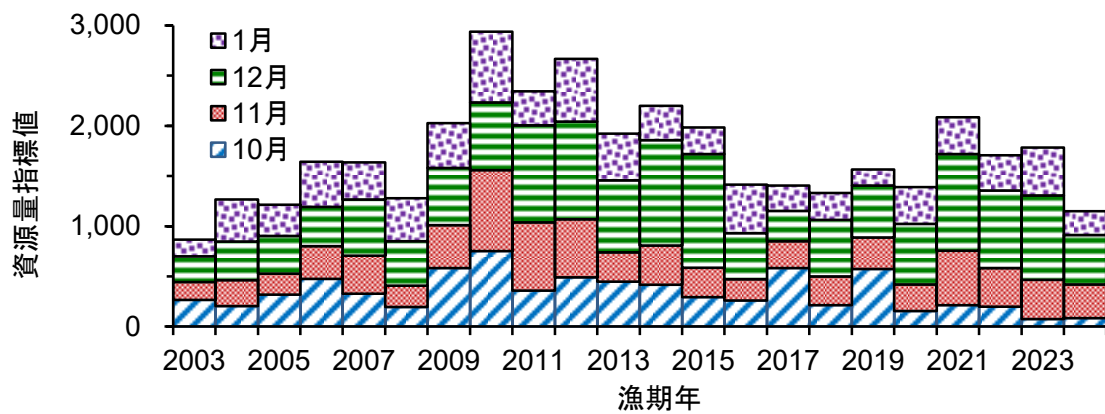
べ減少して安定した推定ができるようになったからと考えられる。導入当初の 2019～2020 年度は、高豊度年級群（2005・07・09 年級）に増加した親魚量が一気に減少していた時期であり、その増加と減少の程度をチューニング指標値だけでは捉えきれず、トロスペクティブ解析の推定値がばらついたと考えられる。

以上のことから、チューニング指数の変更、およびリッジペナルティを 0 にすることは、資源評価を行う上で問題ないと判断し、本年度評価では調査親魚現存量をチューニング指数に用いたリッジ無し VPA（ノーマルチューニング VPA）を採用した。

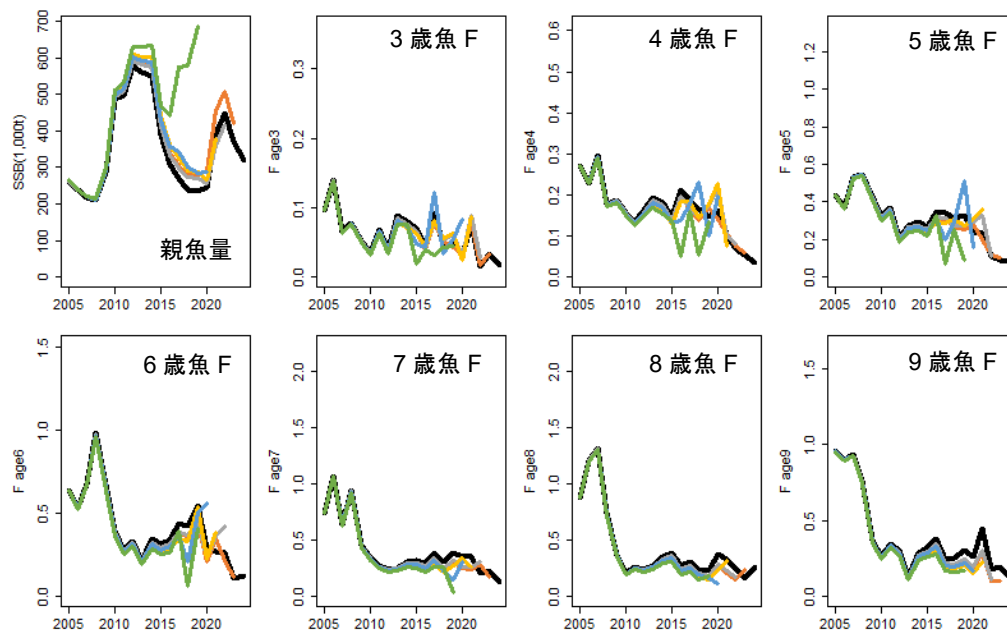
来年度以降の方針としては、基本的にはリッジ VPA による資源計算を行い、レトロスペクティブ解析において、ペナルティなしの場合でも特段の問題がないようであれば、ペナルティなしの資源解析結果を使用し、一方で問題がある（最終年の F 値の推定が不安定、ペナルティなしの場合の推定値と整合性がない等）ような場合には、リッジ VPA による資源解析結果を使用することとしたい。

引用文献

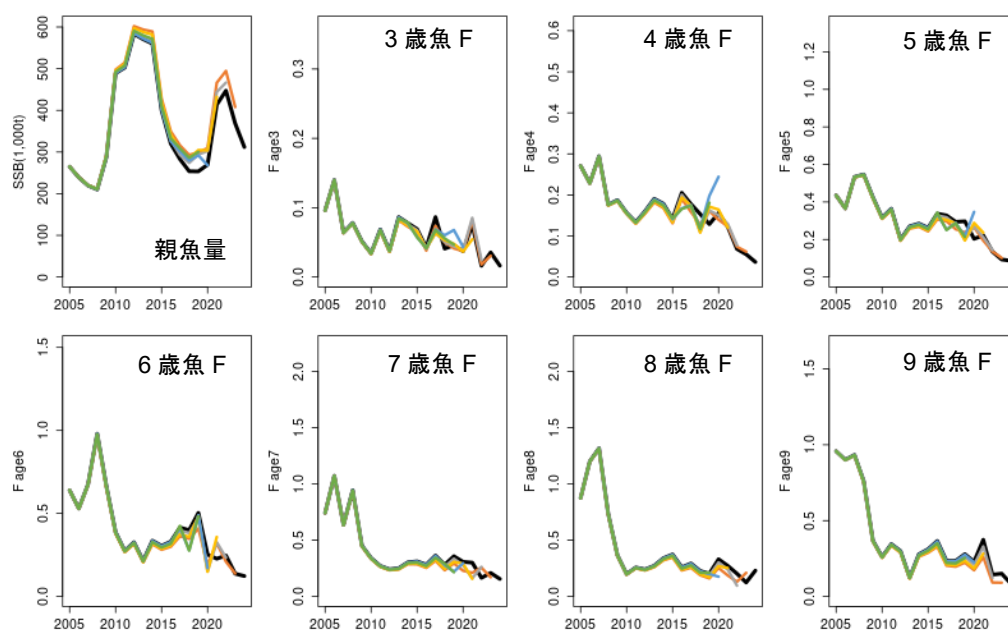
- Mohn, R. (1999) The retrospective problem in sequential population analysis: an investigation using cod fishery and simulated data. *ICES J. Mar. Sci.*, **56**, 473-488.
- 武藤卓志・志田修 (2022) 近年の道南太平洋海域における産卵期直前のスケトウダラ成魚の分布の変化. 北水試研報, **101**, 11-23.
- Okamura, H., Y. Yamashita and M. Ichinokawa (2017) Ridge virtual population analysis to reduce the instability of fishing mortalities in the terminal year. *ICES J. Mar. Sci.*, **74**, 2427-2436.
- 境 磨・山下夕帆・千村昌之・石野光弘・成松庸二・貞安一廣 (2020) 令和元 (2019) 年度スケトウダラ太平洋系群の資源評価. 我が国周辺水域の漁業資源評価. 水産庁・水産研究・教育機構, 東京, 61pp. https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2023/07/details_2019_012.pdf (last accessed 7 August 2025)
- 境 磨・千村昌之・石野光弘・河村眞美・成松庸二・貞安一廣 (2021) 令和 2 (2020) 年度スケトウダラ太平洋系群の資源評価. 我が国周辺水域の漁業資源評価. 水産庁・水産研究・教育機構, 東京, 83pp. https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2020/details_2020_12.pdf (last accessed 7 August 2025)
- 境 磨・千村昌之・千葉 悟・濱邊昂平・佐藤隆太・桑原風沙・伊藤正木・濱津友紀・鈴木勇人 (2025) 令和 6 (2024) 年度スケトウダラ太平洋系群の資源評価. 我が国周辺水域の漁業資源評価. 水産庁・水産研究・教育機構, 東京, 87pp. https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2025/03/details_2024_12.pdf (last accessed 12 July 2025)



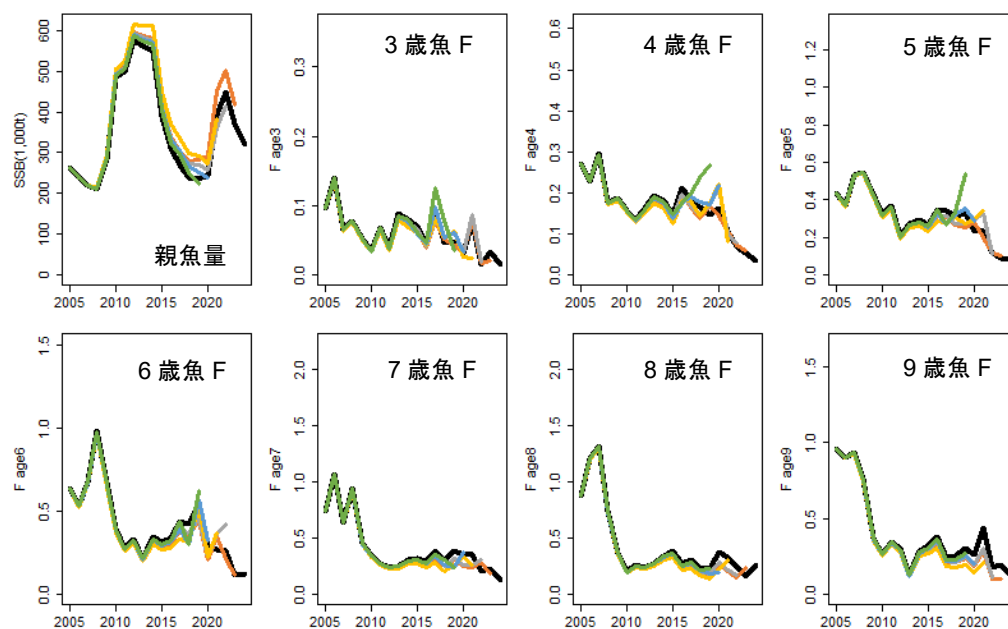
補足図 10-1. 漁獲成績報告書から算出した襟裳以西海域におけるすけとうだら固定式刺し網漁業の資源量指標値



補足図 10-2. 本年度評価で採用したチューニング VPA のレトロスペクティブ解析結果
親魚量のチューニング指標値に調査親魚現存量を用いて、かつリッジペナルティを与えない場合の結果を示す。

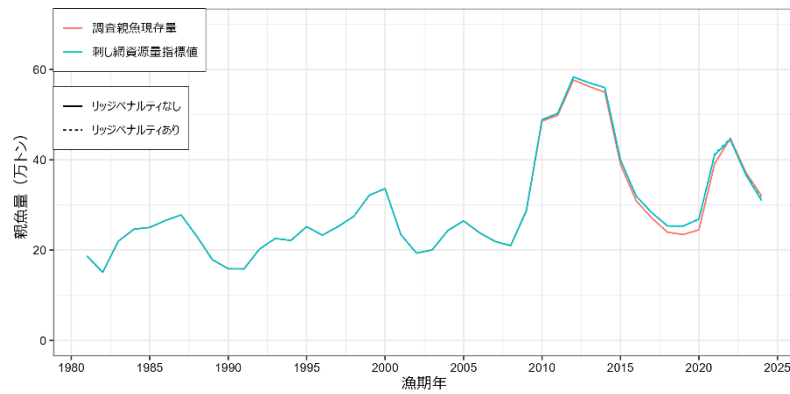


補足図 10-3. リッジ VPA のペナルティを与えた場合のレトロスペクティブ解析結果
親魚量のチューニング指標値に刺し網資源量指標値を用いて、かつペナルティ λ を
0.71、 η を 0.99 とした場合の結果を示す。

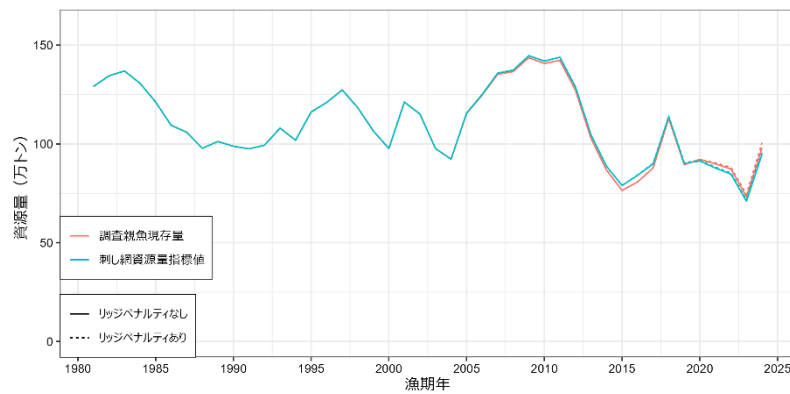


補足図 10-4. リッジ VPA のペナルティを与えた場合のレトロスペクティブ解析結果
親魚量のチューニング指標値に調査親魚現存量を用いて、かつペナルティ λ を 0.94、
 η を 1.0 とした場合の結果を示す。

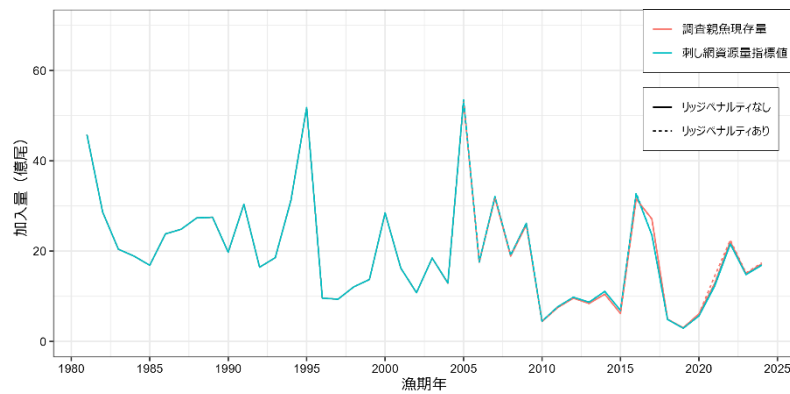
a) 親魚量



b) 資源量



c) 加入量



補足図 10-5. チューニング指標値について、調査親魚現存量を用いた資源解析結果と刺し網資源量指標値を用いた資源解析結果の比較

調査親魚現存量を用いた場合の結果を赤色、刺し網資源量指標を用いた場合の結果を青色で示す。リッジペナルティを与えない場合の結果を実線、与えた場合の結果を点線で示す。

補足表 10-1. チューニング指標値に刺し網資源量指標値を用いて、ペナルティ λ と η を 0.1 刻みで変化させた場合の親魚量・年齢別 F 値の RMSPE（平方二乗誤差率）の平均値

RMSPE		Lamda										
		0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.99
Eta	0	0.1492	0.1520	0.1650	0.1818	0.2023	0.2276	0.2600	0.3071	0.4666	7.9637	10.0874
	0.1	0.1492	0.1509	0.1623	0.1772	0.1956	0.2185	0.2477	0.2883	0.4088	1.1458	8.0135
	0.2	0.1492	0.1498	0.1595	0.1726	0.1891	0.2099	0.2368	0.2740	0.3658	1.0152	7.8558
	0.3	0.1492	0.1489	0.1569	0.1682	0.1827	0.2013	0.2259	0.2603	0.3234	0.8586	7.6055
	0.4	0.1492	0.1479	0.1543	0.1637	0.1762	0.1926	0.2148	0.2462	0.2992	0.6890	7.2845
	0.5	0.1492	0.1471	0.1518	0.1593	0.1696	0.1837	0.2031	0.2314	0.2779	0.5265	6.8641
	0.6	0.1492	0.1464	0.1495	0.1550	0.1630	0.1744	0.1907	0.2154	0.2564	0.4107	1.1856
	0.7	0.1492	0.1460	0.1473	0.1508	0.1565	0.1649	0.1776	0.1978	0.2328	0.3189	0.8035
	0.8	0.1492	0.1458	0.1456	0.1471	0.1501	0.1554	0.1638	0.1782	0.2053	0.2684	0.4415
	0.9	0.1492	0.1464	0.1447	0.1443	0.1447	0.1463	0.1499	0.1570	0.1723	0.2146	0.2771
	1	0.1492	0.1482	0.1472	0.1463	0.1455	0.1448	0.1443	0.1440	0.1446	0.1469	0.1503

RMSPE の平均が最小となる組み合わせである λ が 0.7、 η が 1.0（太字）の周囲を更に 0.01 刻みで探索した。

補足表 10-2. チューニング指標値に刺し網資源量指標値を用いて、ペナルティ λ と η を更に 0.01 刻みで変化させた場合の親魚量・年齢別 F 値の RMSPE の平均値

RMSPE		lambda																					
		0 60	0 61	0 62	0 63	0 64	0 65	0 66	0 67	0 68	0 69	0 70	0.71	0 72	0 73	0 74	0 75	0 76	0 77	0 78	0 79	0 80	
Eta	0 90	0 14987	0 15038	0 15092	0 15150	0 15213	0 15280	0 15351	0 15429	0 15512	0 15601	0 15697	0 15800	0 15912	0 16033	0 16164	0 16306	0 16460	0 16628	0 16812	0 17013	0 17233	
	0 91	0 14854	0 14898	0 14946	0 14997	0 15052	0 15111	0 15174	0 15243	0 15316	0 15396	0 15482	0 15574	0 15674	0 15783	0 15901	0 16030	0 16170	0 16322	0 16489	0 16672	0 16874	
	0 92	0 14725	0 14763	0 14803	0 14847	0 14894	0 14945	0 15000	0 15059	0 15123	0 15193	0 15268	0 15350	0 15438	0 15534	0 15639	0 15753	0 15878	0 16014	0 16164	0 16329	0 16510	
	0 93	0 14602	0 14632	0 14665	0 14701	0 14741	0 14783	0 14830	0 14880	0 14934	0 14994	0 15058	0 15128	0 15205	0 15288	0 15379	0 15478	0 15587	0 15707	0 15838	0 15983	0 16144	
	0 94	0 14484	0 14508	0 14534	0 14563	0 14594	0 14628	0 14666	0 14706	0 14751	0 14800	0 14853	0 14912	0 14976	0 15046	0 15123	0 15207	0 15299	0 15401	0 15514	0 15639	0 15778	
	0 95	0 14377	0 14394	0 14412	0 14433	0 14457	0 14482	0 14511	0 14542	0 14577	0 14615	0 14657	0 14703	0 14754	0 14811	0 14873	0 14942	0 15017	0 15101	0 15194	0 15298	0 15413	
	0 96	0 14283	0 14293	0 14304	0 14318	0 14333	0 14350	0 14369	0 14391	0 14416	0 14443	0 14474	0 14508	0 14546	0 14589	0 14636	0 14688	0 14747	0 14812	0 14885	0 14966	0 15058	
	0 97	0 14209	0 14213	0 14217	0 14223	0 14230	0 14239	0 14250	0 14262	0 14277	0 14293	0 14313	0 14335	0 14360	0 14388	0 14420	0 14456	0 14497	0 14543	0 14595	0 14654	0 14721	
	0 98	0 14171	0 14168	0 14166	0 14164	0 14164	0 14165	0 14168	0 14171	0 14176	0 14182	0 14190	0 14200	0 14212	0 14227	0 14244	0 14264	0 14287	0 14314	0 14345	0 14381	0 14422	
	0.99	0 14196	0 14189	0 14182	0 14176	0 14170	0 14165	0 14161	0 14157	0 14154	0 14152	0 14150	0.14150	0 14151	0 14153	0 14157	0 14162	0 14169	0 14178	0 14190	0 14204	0 14220	
1 00	0 14427	0 14423	0 14420	0 14416	0 14413	0 14410	0 14408	0 14407	0 14405	0 14405	0 14405	0 14406	0 14408	0 14411	0 14414	0 14418	0 14424	0 14430	0 14438	0 14447	0 14458		

RMSPE の平均が最小となる組み合わせは、 λ が 0.71、 η が 0.99 の場合（太字）であった。

補足表 10-3. チューニング指標値に調査親魚現存量を用いて、ペナルティ λ と η を 0.1 刻みで変化させた場合の親魚量・年齢別 F 値の RMSPE（平方二乗誤差率）の平均値

RMSPE		Lamda										
		0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.99
Eta	0	0.2310	0.2588	0.3013	0.3144	0.3254	0.3340	0.3345	0.3873	0.5019	1.4545	6.1541
	0.1	0.2310	0.2631	0.2910	0.3161	0.3161	0.3192	0.3257	0.3703	0.4513	0.8245	3.4665
	0.2	0.2310	0.2510	0.2882	0.3017	0.3113	0.3058	0.3176	0.3547	0.4248	0.7420	
	0.3	0.2310	0.2115	0.2821	0.3025	0.3001	0.3246	0.3044	0.3451	0.4013	0.6538	
	0.4	0.2310	0.2079	0.2782	0.2926	0.3124	0.3209	0.2965	0.3324	0.3789	0.5818	1.3532
	0.5	0.2310	0.2288	0.2725	0.2896	0.3015	0.3122	0.3189	0.3162	0.3646	0.5266	1.1289
	0.6	0.2310	0.2297	0.2698	0.2759	0.2933	0.3074	0.3216	0.3010	0.3367	0.4682	0.9332
	0.7	0.2310	0.2328	0.2721	0.2782	0.2815	0.3015	0.3214	0.3290	0.3209	0.4183	0.7331
	0.8	0.2310	0.2168	0.2568	0.2604	0.2709	0.2897	0.3010	0.3038	0.3364	0.3702	0.5304
	0.9	0.2310	0.2295	0.2413	0.2557	0.2589	0.2754	0.2793	0.2865	0.3260	0.3177	0.3765
	1	0.2310	0.2361	0.2578	0.2566	0.2468	0.2538	0.2584	0.2656	0.3004	0.2324	0.1867

RMSPE の平均が最小となる組み合わせである λ が 0.99、 η が 1.0（太字）の周囲を更に 0.01 刻みで探索した。

補足表 10-4. チューニング指標値に調査親魚現存量を用いて、ペナルティ λ と η を更に 0.01 刻みで変化させた場合の親魚量・年齢別 F 値の RMSPE の平均値

RMSPE		Lamda										
		0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	0.999
Eta	0.90	0.31772	0.32217	0.33099	0.34335	0.36197	0.37651	0.41218	0.48846	1.73405	5.24604	
	0.91	0.32365	0.31695	0.32278	0.33124	0.35158	0.36315	0.39328	0.46136	1.03348		
	0.92	0.32138	0.30667	0.31346	0.32399	0.33773	0.34803	0.37575	0.43245	0.68490	19.13885	
	0.93	0.35149	0.29714	0.30409	0.30946	0.32525	0.33434	0.35714	0.40215	0.56169	1.63332	
	0.94	0.31592	0.33651	0.33388	0.29769	0.30735	0.31719	0.33982	0.38403	0.47722	2.76769	
	0.95	0.33004	0.32086	0.31915	0.31603	0.29069	0.30369	0.32017	0.35831	0.44868	1.69414	46.38837
	0.96	0.30933	0.31815	0.30242	0.30073	0.31246	0.28496	0.30109	0.34089	0.41473	1.10495	5.55268
	0.97	0.28020	0.29508	0.29285	0.30434	0.30345	0.29675	0.30781	0.32544	0.37489	0.53583	7.06476
	0.98	0.27918	0.27553	0.27199	0.27597	0.28208	0.27033	0.33582	0.27863	0.32459	0.40924	1.95355
	0.99	0.26362	0.25227	0.24619	0.22814	0.23117	0.23609	0.25234	0.29555	0.33190	0.26658	0.98984
	1.00	0.23245	0.23430	0.19946	0.17342	0.15865	0.18665	0.22351	0.19804	0.16379	0.17559	0.20834

RMSPE の平均が最小となる組み合わせは、 λ が 0.94、 η が 1.0 の場合（太字）であった。

補足表 10-5. レトロスペクティブ解析において親魚量および年齢別漁獲係数（F 値）の平方二乗誤差率（RMSPE）の平均が最小となったペナルティ λ と η の時の、各数値の RMSPE とレトロスペクティブバイアス ρ の値

用いたチューニング 指標値	指標値の種類	指標値									
		λ	η	SSB	F age3	F age4	F age5	F age6	F age7	F age8	F age9
調査親魚現存量	RMSPE	—	—	0.2650	0.2733	0.1894	0.2170	0.2430	0.2245	0.2170	0.2188
		0.94	1.00	0.0963	0.1804	0.1650	0.1577	0.1544	0.1697	0.1726	0.1731
	rho	—	—	0.4274	0.5092	0.0361	-0.1000	0.3474	-0.2147	-0.1483	-0.4199
		0.94	1.00	-0.0108	-0.2145	0.2450	0.2774	0.2438	-0.0635	-0.0729	-0.3346
刺し網資源量指標値	RMSPE	—	—	0.0717	0.2137	0.1659	0.1735	0.1724	0.1734	0.1411	0.0821
		0.71	0.99	0.0827	0.1630	0.1567	0.1591	0.1608	0.1719	0.1446	0.0933
	rho	—	—	0.0583	0.4552	0.2475	0.1558	0.1047	-0.0737	-0.0180	-0.1446
		0.71	0.99	0.0750	0.0551	0.2417	0.1283	0.0334	-0.1022	-0.0671	-0.1789

補足表 10-6. ペナルティを設定しない場合の最終年の年齢別漁獲係数（F 値）と親魚量（千トン）とレトロスペクティブ解析において親魚量および年齢別 F 値の平方二乗誤差率（RMSPE）の平均が最小となったペナルティを与えた場合の最終年の年齢別 F 値と親魚量の推定値

用いたチューニング 指標値	2024年漁期の推定値									
	λ	η	F age3	F age4	F age5	F age6	F age7	F age8	F age9	SSB
調査親魚現存量	—	—	0.0160	0.0336	0.0835	0.1216	0.1244	0.2586	0.1163	319.7
	0.94	1.00	0.0141	0.0339	0.0837	0.1217	0.1251	0.2584	0.1155	319.1
刺し網資源量指標値	—	—	0.0169	0.0366	0.0870	0.1239	0.1568	0.2356	0.0859	309.6
	0.71	0.99	0.0164	0.0366	0.0868	0.1233	0.1565	0.2303	0.0856	311.9

補足資料 11 前回管理基準値等の提案後の経過

(1) 評価を取り巻く状況

過年度の経緯

本系群は2019年4月の研究機関会議（第1回）で2018年度資源評価に基づいた管理基準値・漁獲管理規則案について検討された後、2020年8月の資源管理方針に関する検討会（第1回）で第1回研究機関会議での提案を説明し、最新評価（2020年度評価）を反映した結果の更新、 β のさらなる探索、繰越の検討課題が研究機関に求められた。2020年9月の研究機関会議（第2回）で再度の議論および検討の後、2020年11月の資源管理方針に関する検討会（第2回）で依頼事項の試算を説明し、漁獲量一定方策（複数年ABC固定）の試算が研究機関に求められた。2020年12月の研究機関会議（第3回）で漁獲量一定方策の試算結果についての検討を経て、2020年12月の資源管理方針に関する検討会（第3回）で本系群の漁獲シナリオが同意され、2021年4月からMSYに基づく管理が開始された。資源管理、資源評価に関連する会議について補足表 11-1 に取りまとめた。

資源管理基本方針に関連するパラメータ

2020年12月に開催された「資源管理方針に関する検討会」で取り纏められ「水産政策審議会」を経て、資源管理基本方針が定められた。同方針の目標管理基準値、限界管理基準値、禁漁水準、調整係数 β などは境ほか（2025）の補足資料3に示した通りである。

前回管理基準値の提案以降の出来事

本系群の漁獲量は2019年漁期以降、増加傾向であり2021年漁期には11.2万トンに至ったが、2022年漁期に大きく減少し7.8万トンとなった。2023年漁期も5.8万トン、2024年漁期もさらに減少し4.6万トンとなり、いまだ減少傾向が続いている。この漁獲量の急減は道東海域の漁獲量の大半を占める沖底、特にかけまわしで顕著である。当該海域における漁獲量の減少は、沖底漁期初めの9～11月の水温上昇等の環境変化による漁場形成の不調が要因であると考えられているが、詳細はまだ明らかになっていない。また、刺し網や沖底が主要漁業種である道南海域においても水温上昇によりスケトウダラの分布水深が深場にシフトしたり、海底から浮いて分布する（黒坂ほか 2022）ことで漁業で獲りにくい状況が近年生じている。

前回の管理基準値等の提案時における、再生産関係のパラメータ推定には2020年度の資源評価に基づくデータが用いられた。しかし、本系群は直近3年の加入量を調査船調査の結果から推算した値を使用していることから、その不確実性が大きく、再生産関係のパラメータ推定には1981～2016年漁期の加入量と親魚量が用いられた。当時、推算値のため再生産関係のパラメータ推定に用いられなかった2017～2019年級もコホート解析による依る加入量へと更新され、今回の再生産関係のパラメータ推定にも用いられた。2020年度資源評価に基づく2017～2019年級の加入量（調査結果からの推算値）はそれぞれ23.9億尾、10.0億尾、9.2億尾であったが、本年度評価ではそれぞれ27.2億尾、4.9億尾、3.0億尾と2018～2019年級の加入量は大幅に下方修正された。2018～2019年級のように近年は極端に加入量が低い年級群が連続的に発生したことで、卓越年級群の2016年級や比較的

高豊度である 2017 年級のような高豊度年級群に依存した資源構造になりつつある。

資源評価の変更点

MSY に基づく管理開始 (2021 年 4 月) 後の資源評価における主な変更点を以下に示す。

【令和 5 (2023) 年度資源評価】

- 年齢別漁獲尾数 (CAA) の作成に、道東の沿岸漁業サンプルも使用
- 沖底の年齢別標準化 CPUE において、データのフィルタリング手法を「スケトウダラ漁獲量の 50%以上を占める操業日の日別船別漁区別データ」から「Biseau (1998) の 90%説明レベルによる抽出」に変更
- 道南海域の沿岸刺し網漁業の操業日誌から得られる標準化 CPUE において、標準化モデルを修正

【令和 6 (2024) 年度資源評価】

- 沖底の年齢別標準化 CPUE の標準化手法を GLM から GLMM に変更

【令和 7 (2025) 年度資源評価】

- 漁獲量の再集計に伴う 2005 年漁期以降の CAA と年齢別平均体重の更新
- 再々解析による調査船調査による 1 歳魚現存尾数の更新 (2017~2021 年度データ)
- 親魚量チューニング指数のうち、刺し網資源量指標値を調査親魚現存量に変更
- リッジペナルティを 0 としたチューニング VPA に変更

前年度評価会議以降の議論

本系群は令和 7 年度に管理基準値等の見直しが行われることを受けて、令和 6 年 9 月の資源評価会議および令和 7 年 3 月の担当学会議で、以下の概要を議論した。

【令和 6 年 9 月資源評価会議で検討・議論した内容】

1. チューニング VPA に用いるチューニング指数の変更

- 親魚量のチューニング指数に用いている襟裳以西のすけとうだら固定式刺し網漁業の漁績から得られる資源量指標値から道総研実施の 11 月調査から得られる親魚現存量への変更に関する議論
- チューニング指数の違いによる資源解析結果には極端な違いが生じないことを説明

【令和 7 年 3 月北海道ブロック資源評価担当学会議で検討・議論した内容】

1. 道南海域における調査現存量について

- 道総研が 8~9 月 (1 次)、11 月 (2 次)、1 月 (3 次) に実施している現存量調査
- 2 次調査と 3 次調査の道南海域における 2024 年度の調査現存量が前年から大きく減少していることに関する議論
- 調査結果の詳細は、<https://www.hro.or.jp/fisheries/research/hakodate/research-study/reaserc-h-result/skhn14000000w82/pacific-pollock2024.html>

2. 直近 5 年間の評価の振り返り

- 2020~2024 年度の資源評価結果から評価の上方修正、下方修正に関する紹介
- 漁獲シナリオ通りに漁獲していた時のシミュレーション結果の紹介
- 直近 5 年間の選択率と年齢別平均体重の推移について紹介

3. 令和 6 年度資源評価結果を用いた再生産関係・管理基準値の試算検討の紹介

- ホッケー・スティック型再生産関係を候補とする更新を提案
- リッカー型再生産関係や、自己相関の有無の試算結果を提示
- 候補となるホッケー・スティック型再生産関係を用いた管理基準値等の試算結果の紹介
- その他、リッカー型再生産関係や自己相関を考慮した場合の管理基準値等の試算結果を提示
- 将来予測について、再生産関係式に基づく通常加入を想定した場合と、近年の低加入を想定した場合（バックワードリサンプリング）の試算結果を紹介
- バックワードリサンプリングを行う場合に、調査船調査による推算値を与えている直近3年の取り扱いについて議論

ピアレビュー

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、その科学的妥当性について国内外の専門家に諮問するピアレビューのプロセスを、令和2（2020）年度から導入している。本系群については令和3年11月18、19日、および12月8、9日に令和2（2020）年度の資源評価結果について日米の専門家によるレビューを受けた。ピアレビューでの指摘事項に対応して、チューニング指数の変更やサンプリングに関する情報を資源評価報告書に追記する等の変更を実施した。ピアレビューの詳細は報告書を参照されたい（https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/peer_review/index.html）。

（2）過年度資源評価の結果の比較

MSY 算定の用いた令和2（2020）年度の資源評価結果から令和6（2024）年度の資源評価結果を比較した図表を補足表 11-2 に示す。2020 年度の評価結果は、現行の漁獲シナリオの基になった、資源管理方針に関する検討会（第2回）からの依頼対応により実施した将来予測の結果である。2024 年度評価で推定した親魚量は、2023 年度評価での推定値よりも上方修正されて 2022 年度評価での推定値と類似した値になった。本系群では 2020 年度評価以降、2022 年度評価まで親魚量の上方修正がみられたが、2023 年度評価では下方修正されていた。2024 年度の評価では 2018、2019 年漁期の加入量は 2023 年度評価と同様の低い値が推定されているほか、2020 年漁期の加入量が 2023 年度以前の評価に比べて大きく下方修正されている。これは、2020 年級群の加入量は、2023 年度評価まではスケトウダラ音響トロール調査の結果から推定していたものが 2024 年度評価からはコホート計算による推定値に更新され、2023 年漁期の3歳の標準化 CPUE が低かったこともあり、比較的少ない年級群として推定された。

将来予測については、令和2年度に定められた漁獲シナリオに基づいた予測結果を比較した（補足図 11-1）。すなわち、2024 年漁期以降は β を 0.9 とする漁獲管理規則に従う漁獲とし、その前3年間（2021～2023 年漁期）の漁獲量は 17 万トンで固定とする。2020 年度評価では 2021～2023 年漁期の漁獲量を、2021 年度評価では 2022～2023 年漁期の漁獲量を、2022 年度評価では 2023 年漁期の漁獲量を 17 万トンで固定とした。将来予測の1年目は、漁獲シナリオに関わらず現状の漁獲圧での漁獲量とした。

MSY 算定に用いた令和 2 (2020) 年度評価結果における選択率と年齢別平均体重を、2021～2025 年度の 5 か年における評価年度別の直近年の値と比較した (補足図 11-2 および 11-3)。選択率は、0～3 歳が低く、4 歳以上が高い傾向に変化はなかった。年齢別平均体重も、年によって多少の増減はあったが、顕著な変動は見られなかった。年齢別成熟率および年齢別死亡係数は MSY 算定に用いた値から変更はしていない。

MSY 算定に用いた令和 2 (2020) 年度評価における親魚量と加入量の関係と、本年度評価における親魚量と加入量の関係を比較した (補足図 11-4)。本年度評価における 2018～2019 年級群の加入量を見ると、MSY 算定に用いた令和 2 (2020) 年度に推定された再生産関係の 90%信頼区間を外れた低加入量と推定された。また、2020 年級群についても、同様に 90%信頼区間を下回る加入量と推定された。

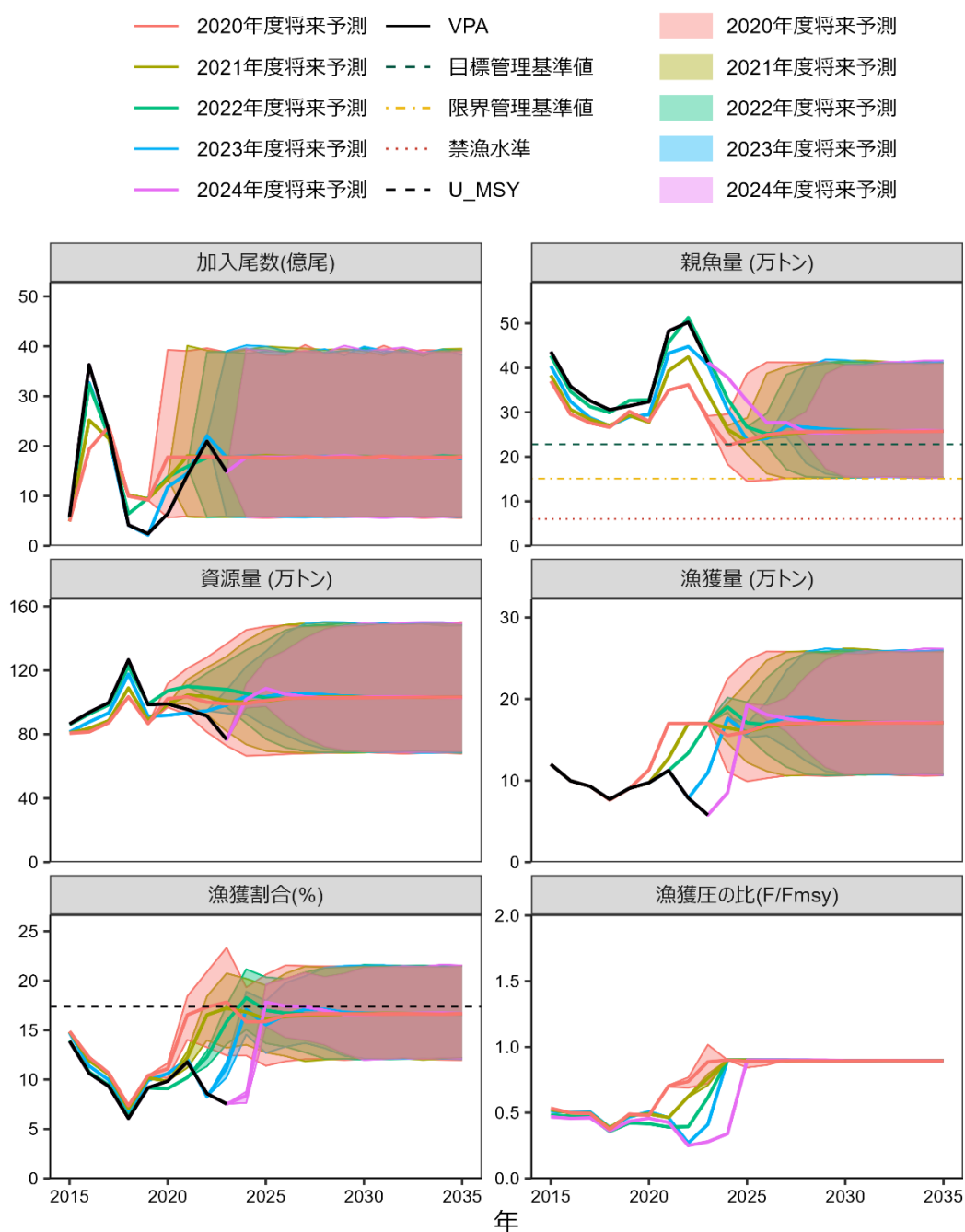
本年度資源評価と令和 6 (2024) 年度資源評価の結果の比較を補足図 11-5 に示す。2010 年漁期以降の変化量 (前年度数値比) について見てみると、加入量では-22～24%、資源量では-14～-4%、親魚量では-26～-2%程度の変化があった。この資源解析結果の違いは、本年度評価で 2005 年漁期以降の年齢別漁獲尾数の修正を実施したこと、親魚量のチューニング指数を変更したこと、リッジペナルティを 0 にしたこと等、様々な要因が複合的に反映された結果であると考えられる。しかし、それぞれの要因がどの程度、この資源解析結果の違いに対して影響を与えていたかを調べるまでには至っていない。また、親魚量について、上述の要因の他にレトロスペクティブ解析結果から要因を推察すると、2024 年漁期のデータが加わったことが要因であるとも解釈することができる。親魚量のレトロスペクティブ解析では、最新年からデータを削って資源解析結果がどの程度、ばらつくかを調べる解析であるが、補足図 10-2～10-4 では 2024 年漁期までのデータで推定した親魚量 (黒実線) は、2024 年漁期データを除いて推定した親魚量 (黒実線以外の実線) と比較すると、推定値が小さくなる傾向があった。

(3) まとめ

一連の議論により、親魚量に用いるチューニング指数を刺し網資源量指標値から調査親魚現存量に変更、またリッジペナルティを課さないチューニング VPA に変更した上での最新の資源評価結果に基づき、5 年分のデータも追加した上で再生産関係を更新することとする。

引用文献

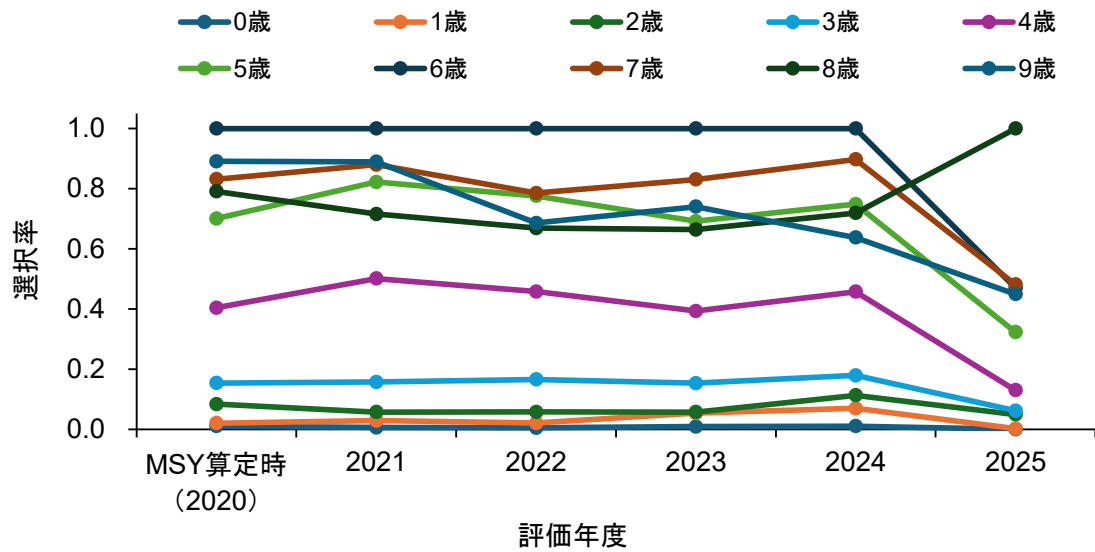
- Biseau, A (1998) Definition of a directed fishing effort in a mixed-species trawl fishery, and its impact on stock assessments. *Aquat. Living Resour.* **11**, 119-136.
- 黒坂浩平・保尊脩・山崎恵市・貞安一廣 (2022) 令和 2 年度海洋水産資源開発事業報告書 (沖合底びき網 (かけまわし): 北海道太平洋海域). 水産研究・教育機構開発調査センター, 横浜, 138pp.
- 境 磨・千村昌之・千葉 悟・濱邊昂平・佐藤隆太・桑原風沙・伊藤正木・濱津友紀・鈴木勇人 (2025) 令和 6 (2024) 年度スケトウダラ太平洋系群の資源評価. 我が国周辺水域の漁業資源評価. 水産庁・水産研究・教育機構, 東京, 87pp. https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2025/03/details_2024_12.pdf (last accessed 12 July 2025)



補足図 11-1. 過年度評価の加入量、親魚量、資源量、漁獲量、漁獲割合、漁獲圧の比

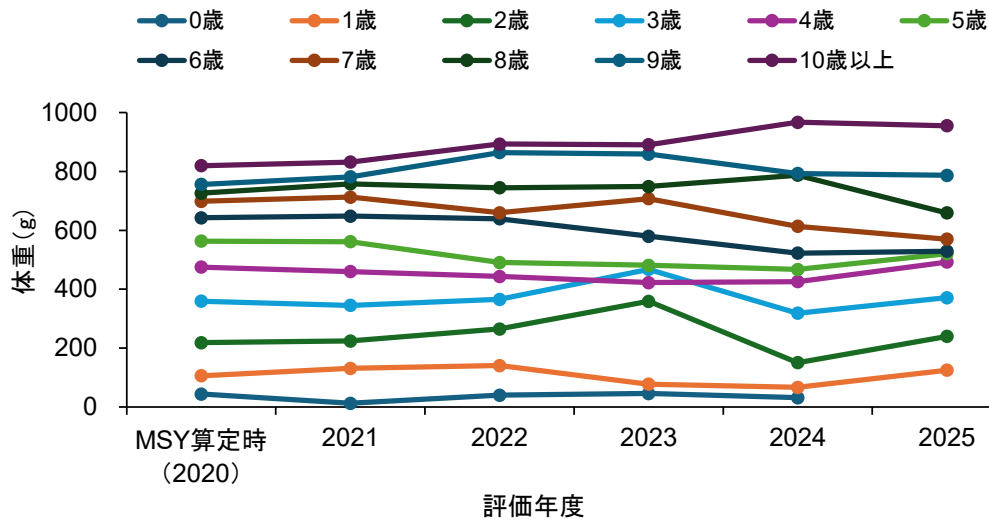
2020～2024 年度評価の将来予測における漁獲量は令和 2 年度に資源管理基本方針に定められた漁獲シナリオに従った。すなわち、2020 年度評価*、2021 年度評価、および 2022 年度評価ではそれぞれ 2021～2023 年漁期、2022～2023 年漁期、および 2023 年漁期の漁獲量を 17 万トンで固定とした。いずれの将来予測でも評価年の漁獲量は現状の漁獲圧で仮定し、2024 年漁期以降は β を 0.9 とする漁獲管理規則に従うものとした。

*資源管理方針に関する検討会（第 2 回）からの依頼により実施した将来予測の結果。



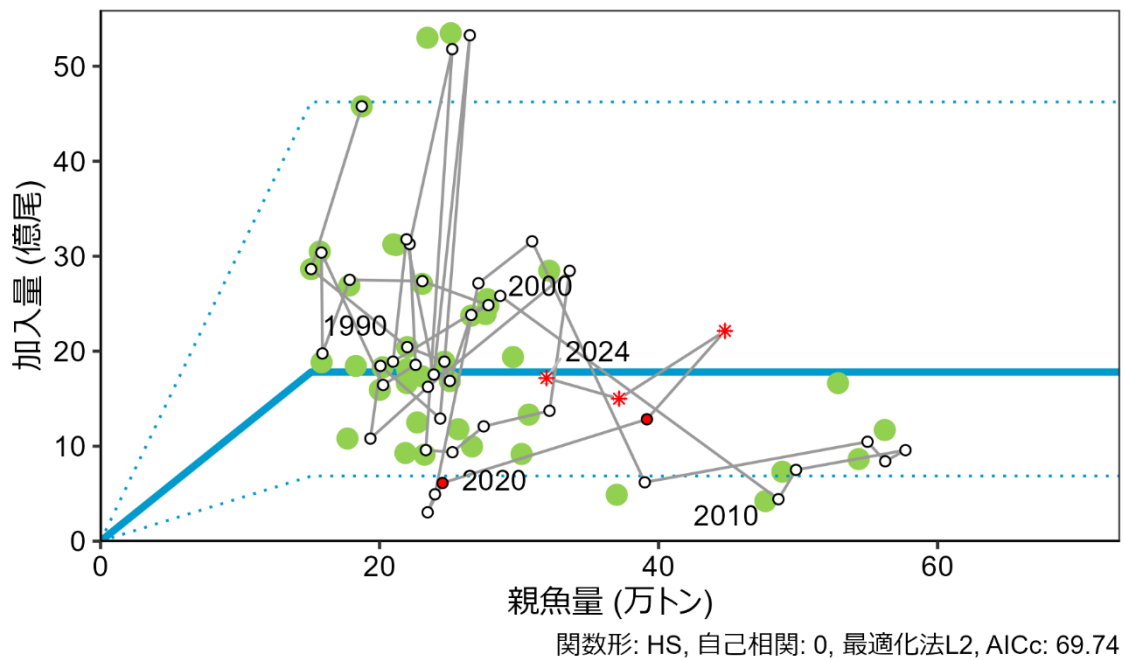
補足図 11-2. MSY 算定に用いた選択率と評価年度別の直近年の選択率の比較

MSY 算定に用いた選択率は 2015～2019 年漁期の平均の年齢別漁獲係数（F 値）に基づく選択率である。各評価年度の選択率は評価最終年の直近 5 年の平均 F 値に基づく選択率である。10 歳以上の選択率は 9 歳と同じである。



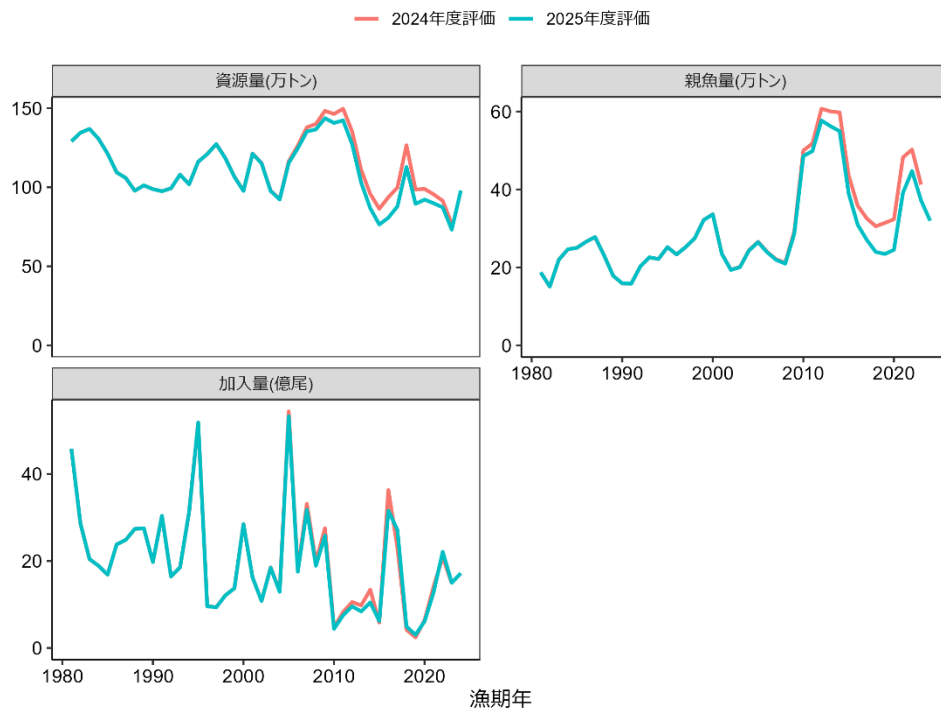
補足図 11-3. MSY 算定に用いた年齢別平均体重と評価年度別の直近年の年齢別平均体重

MSY 算定に用いた年齢別平均体重は 2015～2019 年漁期の平均の年齢別平均体重であり、各評価年度の直近年の年齢別平均体重は評価最終年の年齢別平均体重である。なお、2024 年漁期は 0 歳の漁獲がなかった。

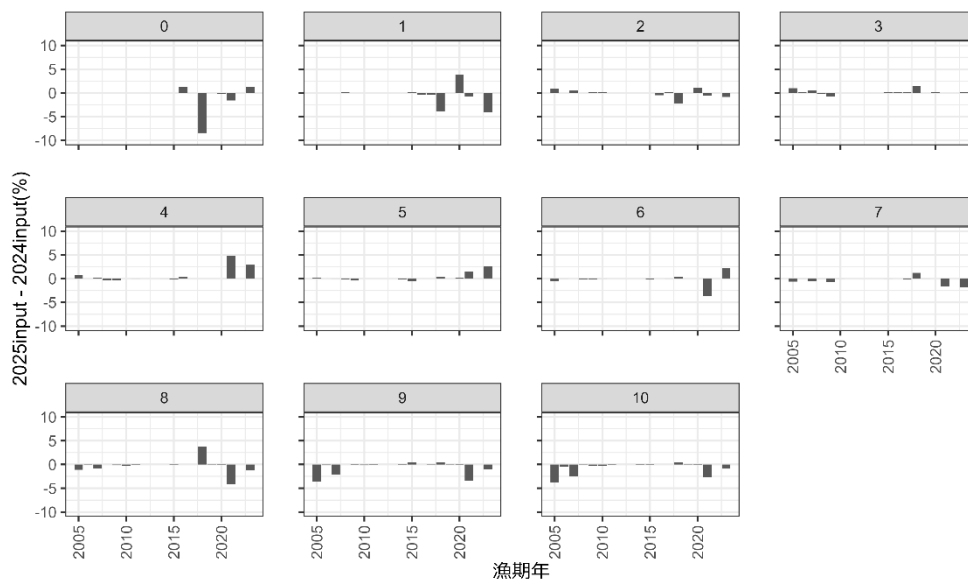


補足図 11-4. 親魚量と加入量の関係（再生産関係）

緑色丸印は再生産関係の分析に使用した令和 2 年度評価時の 1981～2016 年漁期の親魚量と加入量を示す。図中の数字は加入群の年級（生まれ年）を示す。図中の再生産関係式（青実線）の上下の点線は、仮定されている再生産関係において観察データの 90%が含まれると推定される範囲である。白抜丸印は本年度評価における 1981～2024 年漁期の親魚量と加入量のデータであり、直近 5 年分は赤色とした。そのうち直近 3 年分は加入量を調査船調査の結果に基づき推算している（*印のプロット）。



補足図 11-5. 本年度評価と 2024 年度資源評価における親魚量、資源量、加入量、漁獲量、漁獲割合 (%)、漁獲圧の比 (F/F_{msy}) の比較



補足図 11-6. 本年度評価で使用した年齢別漁獲尾数と昨年度評価で使用した年齢別漁獲尾数との差

本年度評価で使用した数値と昨年度評価で使用した数値との差を前年度比 (%) で示す。

補足表 11-1. 本系群資源評価を取り巻く過年度の経緯

年月	資源評価をめぐる主な経緯
2019 年 4 月	研究機関会議(第 1 回) https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/detail_suketou_p.pdf 2018 年度資源評価に基づき、管理基準値・漁獲管理規則案を検討
2019 年 9 月	令和元年度資源評価会議 https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2023/07/details_2019_009.pdf https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/ref_suketou_p_2.pdf
2020 年 8 月	第 1 回資源管理方針に関する検討会(スケトウダラ全系群及びズワイガニ オホーツク海南部・北海道西部系群) https://www.jfa.maff.go.jp/j/study/kanri/231027.html 最新評価の反映、 β の更なる探索、繰越の検討依頼
2020 年 9 月	令和 2 年度資源評価会議 https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2020/details_2020_12.pdf
2020 年 9 月	研究機関会議(第 2 回) https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/HW_suketou_p_20201014.pdf
2020 年 11 月	第 2 回資源管理方針に関する検討会(スケトウダラ全系群及びズワイガニ オホーツク海南部・北海道西部系群) https://www.jfa.maff.go.jp/j/study/kanri/231027.html 漁獲量一定方策の検討依頼
2020 年 12 月	研究機関会議(第 3 回) https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/HW_suketou-pa_20201211.pdf
2020 年 12 月	第 3 回資源管理方針に関する検討会(スケトウダラ太平洋系群・日本海北部系群) https://www.jfa.maff.go.jp/j/study/kanri/231027.html
2021 年 4 月	MSY に基づく TAC 管理開始
2021 年 9 月	令和 3 年度資源評価会議 https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2021/details_2021_12.pdf
2022 年 9 月	令和 4 年度資源評価会議 https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2023/07/details_2022_12.pdf
2023 年 9 月	令和 5 年度資源評価会議 https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2024/03/details_2023_12.pdf
2024 年 9 月	令和 6 年度資源評価会議 https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2025/03/details_2024_12.pdf

補足表 11-2. 過年度評価の親魚量、資源量、加入量、漁獲量、漁獲割合、漁獲圧の比

親魚量（万トン）	2019年漁期	2020年漁期	2021年漁期	2022年漁期	2023年漁期	2024年漁期
MSY算定時 （2020年度評価）	30.2	28.0	35.0	36.2	28.4	22.5
2021年度評価	29.3	27.8	39.3	42.4	34.1	26.2
2022年度評価	32.7	32.8	45.7	51.3	42.5	33.0
2023年度評価	29.0	29.5	43.2	44.8	40.7	30.6
2024年度評価	31.4	32.4	48.3	50.2	41.3	37.8
2025年度評価	23.4	24.5	39.2	44.8	37.2	32.0
資源量（万トン）	2019年漁期	2020年漁期	2021年漁期	2022年漁期	2023年漁期	2024年漁期
MSY算定時 （2020年度評価）	86.6	102.2	103.5	100.0	99.0	99.2
2021年度評価	89.0	98.7	104.5	103.5	100.7	100.0
2022年度評価	98.9	107.2	110.0	108.9	108.0	105.5
2023年度評価	91.2	91.8	93.3	94.6	98.4	103.8
2024年度評価	98.6	99.0	95.5	91.5	76.8	101.9
2025年度評価	89.5	92.2	89.9	87.3	73.2	98.0
加入量（億尾）	2019年漁期	2020年漁期	2021年漁期	2022年漁期	2023年漁期	2024年漁期
MSY算定時 （2020年度評価）	9.2	17.8	17.7	17.9	17.7	17.9
2021年度評価	9.4	13.4	18.0	17.8	17.6	17.8
2022年度評価	9.6	13.8	15.9	17.7	17.9	17.7
2023年度評価	2.2	11.8	14.5	22.1	17.7	18.0
2024年度評価	2.4	6.4	14.2	20.9	14.8	17.7
2025年度評価	3.0	6.1	12.8	22.1	15.0	17.2
漁獲量（万トン）	2019年漁期	2020年漁期	2021年漁期	2022年漁期	2023年漁期	2024年漁期
MSY算定時 （2020年度評価）	9.0	11.3	17.0	17.0	17.0	15.5
2021年度評価	9.0	9.7	12.7	17.0	17.0	16.5
2022年度評価	9.0	9.7	11.2	13.4	17.0	19.0
2023年度評価	9.0	9.7	11.2	7.8	11.0	17.6
2024年度評価	9.0	9.7	11.2	7.9	5.8	8.5
2025年度評価	9.0	9.7	11.2	7.9	5.8	4.6
漁獲割合（％）	2019年漁期	2020年漁期	2021年漁期	2022年漁期	2023年漁期	2024年漁期
MSY算定時 （2020年度評価）	10.4	11.1	16.5	17.3	17.8	15.8
2021年度評価	10.2	9.8	12.2	16.5	17.2	16.8
2022年度評価	9.2	9.1	10.2	12.3	15.8	18.3
2023年度評価	9.9	10.6	12.1	8.3	11.2	17.1
2024年度評価	9.2	9.8	11.8	8.6	7.5	8.4
2025年度評価	10.1	10.6	12.5	9.0	7.9	4.7
漁獲圧の比（F/Fmsy）	2019年漁期	2020年漁期	2021年漁期	2022年漁期	2023年漁期	2024年漁期
MSY算定時 （2020年度評価）	0.5	0.5	0.7	0.7	0.9	0.9
2021年度評価	0.5	0.5	0.5	0.6	0.8	0.9
2022年度評価	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.9
2023年度評価	0.5	0.5	0.5	0.3	0.4	0.9
2024年度評価	0.4	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3
2025年度評価	0.7	0.6	0.6	0.3	0.3	0.2

管理開始後の2021～2023年漁期は漁獲量17万トン固定、2024年漁期以降は β を0.9とする漁獲管理規則に従う将来予測結果を示す。黒色の数字は評価年時点で資源評価による推定値、赤色の数字は評価年時点では将来予測結果となる予測平均値をそれぞれ示す。漁獲量の将来予測では、評価年の漁獲量は現状の漁獲圧で仮定し、2024年漁期以降は β を0.9とする漁獲管理規則に従うものとした。）

補足資料 12 今後検討すべき課題の整理

今年度以降における本系群資源評価において、検討すべき課題として、資源評価手法、新たな CPUE の開発、禁漁期間分布状況について、それぞれ整理し今後取り組むべき課題として取りまとめた（補足表 12-1）。

（1）資源評価手法

本系群の直近 3 年の加入量には、調査船調査の 1 歳魚現存尾数とコホート解析による 1 歳魚資源尾数の回帰式に基づいた推定値が用いられている。しかし、調査船調査では卓越年級群である 2007 年級群および 2016 年級群の年級群豊度を把握しきれなかった。これは、本調査が計量魚群探知機による現存量調査であり、得られた調査データは資源の断片的な情報であり、資源全体を説明するのに十分なデータにならなかったことに起因すると考えられる。今後は、調査による 1 歳魚現存尾数だけでなく、同調査で推定される 2 歳魚現存尾数や環境データなどを複合させた加入量予測モデルの検討を中長期的に進める必要がある。

（2）新たな CPUE の開発

本系群のコホート解析における年齢別資源尾数のチューニング指数には北海道根拠の沖底漁績から得られる年齢別標準化 CPUE を用いている。しかし、近年の漁場形成の不調等によって漁業情報が資源状態を把握できなくなることが危惧される。今後は、漁業とは独立した年齢別資源尾数のチューニング指数の開発を中長期的に検討する。

（3）禁漁期間分布状況

本系群の漁獲量は 2022 年漁期に急減した。この減少は、主に環境変化等に起因する漁場形成の不調が要因であると考えられており、特に沖底による漁獲が多い道東海域において顕著であった。太平洋側での沖底漁期は 9 月から翌 5 月であり、6～8 月は禁漁期間である。この禁漁期間、すなわち漁期前の資源の分布状況を把握することは漁獲量を維持するために重要な情報となり得る。今後は、水産機構が毎年 6～7 月に実施しているスケトウダラ音響トロール調査のデータを用いて、資源分布状況や海洋環境との関係などについての検討を進める必要があると考えている。

補足表 12-1. 今後検討すべき課題の整理項目

項目	検討課題
資源評価手法	・加入量予測モデルの検討
新たな CPUE 開発	・漁業から独立した年齢別 CPUE の検討
禁漁期間分布状況	・音響調査データによる漁期前の資源分布状況の把握