

令和 7（2025）年度マアジ太平洋系群の 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（安田十也・木皿祐雅・渡井幹雄・
日野晴彦・木下順二・塚田秋葉・河野悌昌・高橋正知）

参画機関：地方独立行政法人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、茨城県水産試験場、千葉県水産総合研究センター、東京都島しょ農林水産総合センター、神奈川県水産技術センター、静岡県水産・海洋技術研究所、愛知県水産試験場、三重県水産研究所、和歌山県水産試験場、徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究課、高知県水産試験場、愛媛県農林水産研究所水産研究センター、大分県農林水産研究指導センター水産研究部、宮崎県水産試験場

提 案

管理基準値

- 目標管理基準値は、MSY を実現する親魚量（SB_{msy}）で 52 千トン
- 限界管理基準値は、MSY の 60%を実現する親魚量（SB_{0.6msy}）で 14 千トン
- 禁漁水準は、MSY の 10%を実現する親魚量（SB_{0.1msy}）で 1.5 千トン

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 SB_{msy} を維持する漁獲圧（F_{msy}）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 5 年後および 10 年後のいずれでも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、ABC 計算や再生産関係の仮定の不確実性を考慮した場合には、上限となる β を用いた漁獲管理規則のもとでは親魚量が限界管理基準値を下回る等のリスクが一定の確率で存在することが示された。その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。

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 2025）で示された 1A 資源の管理規則

提案に用いた再生産関係

- 再生産関係式には自己相関を考慮したリッカー型再生産関係式とベバートン・ホルト型再生産関係式の重み付きモデル平均を適用し、パラメータ推定には最小二乗法を用いた。

その他

SBmsy は直近年（2024 年）の親魚量の 2.36 倍である。SBmsy を維持する漁獲圧（Fmsy）は現状の漁獲圧（2022～2024 年の平均）の 0.75 倍である。

English title (authors)

Scientific meeting report on reference points for the management for Pacific stock of Japanese jack mackerel (fiscal year 2025).

(Tohya Yasuda, Yuga Kisara, Mikio Watai, Haruhiko Hino, Junji Kinoshita, Naoaki Kono, Masanori Takahashi)

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

本資源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）（FRA2025-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）年度マアジ太平洋系群の資源評価（水産機構）

再生産関係の推定には 1982～2023 年の加入量および親魚量を用い、直近 2024 年の推定結果は加入量の不確実性が高いと考えられることから使用しなかった（水産研究・教育機構 2025c）。

1-2) 再生産関係の検討

令和 2 年 3 月に開催された管理基準値等に関する研究機関会議資料（井須ほか 2020）では、本資源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としてリッカー（RI）型再生産関係とベバートン・ホルト（BH）型再生産関係の重み付きモデル平均（市野川ほか 2020a）が提案された。その後、資源管理方針に関する検討会や水産政策審議会を経て本系群の資源管理基本方針が定められ、MSY に基づく管理が進められている。管理基準値提案以降、現在に至るまで再生産関係に関わる特筆すべき大きな出来事は無かった。そのため、最新のデータセットを用いてパラメータ推定値を更新した RI と BH のモデル平均を本資源の再生産関係として引き続き用いることを検討した。

前回（井須ほか 2020）と同様に、再生産関係の予測値と観測値の残差は正規分布に従うことが確認されたため、最適化手法には最小二乗法を用いた（補足資料 1）。本資源の再生産関係の残差には高い自己相関があることが分かっている。加入量の残差への自己相関パラメータの推定には再生産関係式のパラメータと同時に推定する手法（同時推定法）を用いた（市野川ほか 2020b）。

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 AICc が低かったが、その違いはわずかであった（表 1a）。AICc の順位や値に大きな差がないことは前回（井須ほか 2020）と同様であった。また、HS 型再生産関係のパラメータを推定した際に局所解が存在すること、BH 型のパラメータ推定の精度が RI 型に比べて低い傾向になることも前回と同様であった（補足資料 1）。

1-3) 再生産関係の候補

上述の通り、最小二乗法で最適化し、加入量の残差の自己相関を組み込んだ RI 型再生産関係式と BH 型再生産関係式の重み付きモデル平均を本系群で適用する再生産関係の候補とする（図 1、SC 図 4-10）。RI 型再生産関係と BH 型再生産関係式のパラメータ推定値は表 1b に示した。モデル平均の重みは Akaike weight (Burnham and Anderson 2002) に基づき設定した。Akaike weight の比率は RI 型：BH 型=0.76:0.24 となった。

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、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。今回の解析では現状の漁獲圧($F_{current}$ 、図2)には2022~2024年の漁獲係数(F)の平均値を用いた(表2)。本系群では、平均世代時間(8.3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} : 52千トン)、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($SB_{0.6msy}$: 14千トン)、禁漁水準(SB_{ban})としてMSYの10%の漁獲が得られる親魚量($SB_{0.1msy}$: 1.5千トン)を用いることを提案する。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29%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35千トンである。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($F_{msy}/F_{current}$)は0.75で、その時の漁獲割合(U_{msy})は36%である。限界管理基準値として提案する $SB_{0.6msy}$ は SB_0 の7%、禁漁水準として提案する $SB_{0.1msy}$ は SB_0 の1%である。

様々な 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。親魚量が SB_{limit} 以下では0歳および1歳魚が殆どを占め、 SB_{msy} 達成時においても多くを占めている。しかし、親魚量がさらに増加するにつれて高齢魚の比率が高くなる傾向がみられる。

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。本系群の親魚量は、1982年を除く全ての年で限界管理基準値案を上回り、そのうち1991~2001年にかけては断続的に目標管理基準値案を上回った。本系群の漁獲圧は、2012年と2016年を除いた全ての年で SB_{msy} を維持する漁獲圧(F_{msy})を上回っている。

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。漁獲管理規則案における親魚量と漁獲係数の関係を図5a(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5b(SC補足図4-1b)に示す。図に例示した漁獲管理規則案は、いずれも 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標準値を用いて、 β を0.8とした漁獲管理規則案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年から開始し、2025年の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧($F_{2022-2024}$)から仮定した。 $F_{2022-2024}$ 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2022~2024年の漁獲圧に対応する%SPRを与える F 値とした。将来予測の方法は補足資料2に示した。

予測される2026年の親魚量は限界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、 βF_{msy} での漁獲が行われる。 $\beta=0.8$ の場合、 βF_{msy} での漁獲圧は、現在の漁獲努力量の 0.6 倍の漁獲圧に相当する。中長期的には、 βF_{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。

(2) 調整係数 β を変えた場合

漁獲管理規則案を用いた将来予測について、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 4~9 に示した。それぞれの表には、現状の漁獲圧 (F2022-2024) で漁獲を継続した場合の結果も比較のため示した。本資源の親魚量は、2024 年時点で目標管理基準値案を下回っているが、 β が標準値の 0.8 で管理された場合、漁獲管理規則案での漁獲開始から 10 年後の 2036 年に 65% 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 0.9 以下であれば、2036 年には 50% 以上の確率で目標管理基準値案以上に親魚量を維持できると予測されたが、 β が 1.0 の場合には親魚量が目標管理基準値案を上回る確率が 50% を下回った。なお、親魚量は 2024 年時点で限界管理基準値案を上回っており、 β が 1.0 以下で管理されれば、加入変動の不確実性の下でも、十分に高い確率で親魚量は限界管理基準値案以上で維持されると予測された (表 5、SC 補足表 4-1b)。一方、現状の漁獲圧が継続した場合には、10% 以上の確率で 10 年後に親魚量が限界管理基準値を下回ることも示された。2026 年以降の親魚量は β が低い程多くなり (表 7、SC 補足表 4-2)、 β が 0.9 以上であれば 2026 年の漁獲量は現状 (2024 年: 23 千トン) より多くなった (表 8、SC 補足表 4-3)。

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 (水産研究・教育機構 2025d)。 β を 0.8 とした場合、親魚量が 10 年間で限界管理基準値案を下回ることや漁獲圧が F_{msy} を上回ることはないと考えられた。10 年間における漁獲量の平均年変動は 13% と見積もられた。

(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。そのうちのひとつとして ABC 対象年における資源量予測の不確実性 (ABC 計算の不確実性) が指摘されてきた。例えば 2026 年の ABC を計算しようとする場合、利用可能な最新データである 2024 年の資源量推定値を用いて 2025 年と 2026 年の 2 年分の将来予測を行うことで ABC を算定しており、これに従い TAC が設定されている。つまり、実際の管理では、漁獲枠の設定と現実の資源変動および漁獲実績との間に時間遅れが生じていることになる。そのため、予測した ABC と現実の個体群動態とそれから得られる漁獲量とがどの程度乖離しうなのか (すなわち ABC 計算の不確実性) をシミュレーションにより評価することは、漁獲管理規則を決定する際に有用な情報となる。そこで、市野川ほか (2022) に基づき、ABC 計算の不確実性を考慮した将来予測を実施した (補足資料 4)。

ABC 計算の不確実性を考慮した将来予測と通常の将来予測との間で予測された平均漁獲量に大きな違いは見られなかった (表 9)。一方で、親魚量が限界管理基準値案を下回るリスクや漁獲圧が F_{msy} を上回ってしまうリスクは ABC 計算の不確実性を考慮した場合に高まることが示された。また、漁獲量の平均年変動も増加していた。これらのリスクは β の増加とともに高まる傾向があり、高い β を選択したときほど ABC 計算の不確実性の影響を受けやすいことが示された。 β を 0.8 とした場合では、目標管理基準値案を上回る確率は 62%、親魚量が 10 年間で限界管理基準値案を下回る平均年数は 0.1 年、漁獲圧が 10 年間で F_{msy} を上回る平均年数は 1.2 年と推定された。これらの値は β を 0.9 以上とした場合の半分以下であった。以上の検討から、 β が 0.8 以下であれば、ABC 対象年における資源量等の予測の不確実性がある中でも、資源減少のリスクを回避でき、高い確率で目標を達成できると考えられた。

このほか、本資源に適用した RI 型と BH 型のモデル平均は、HS 型や BH 型に比べて SB_{msy} が低いという特徴がある (補足資料 3)。HS 型か BH 型のいずれかの再生産関係が正しい時

に、RI・BH型モデル平均を適用した場合、漁獲可能量を過大に予測し、資源が減少してしまうリスクが生じる可能性がある。そこで、漁獲管理規則に適用した再生産関係と実際の再生産関係とが異なった場合の挙動を評価するシミュレーションを実施し、RI・BH型のモデル平均を適用して管理した場合の資源減少リスクに対する頑健性について確認した（補足資料5）。このシミュレーションにおける β には0.8および0.9を用いた。その結果、RI・BH型モデル平均を用いた漁獲管理規則であれば、再生産関係が3種のいずれかであっても10年後に限界管理基準値を上回る確率は $\beta=0.8$ の場合に96%以上、 $\beta=0.9$ の場合に92%以上あり、資源減少リスクに対して頑健と考えられた。RI・BH型のモデル平均を適用して管理した場合に再生産関係3種のいずれかから求められる目標管理基準値を10年後に上回る確率は、 $\beta=0.9$ より $\beta=0.8$ の方が6～12%高かった。

3. まとめ

最新のデータを追加しパラメータ推定値を更新したリッカー型とベバートン・ホルト型の重み付きモデル平均を本系群の再生産関係として適用した。これらの再生産関係から求められるSBmsy、SB0.6msy、SB0.1msyを目標管理基準値、限界管理基準値、禁漁水準としてそれぞれ提案する。また、F値の上限はFmsyには調整係数 β を乗じたものとし、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漁獲管理規則を合わせて提案する。将来予測の追加シナリオで示したように本資源の評価および将来予測には様々な不確実性が潜在的に存在する。例えばABC計算や再生産関係の不確実性を考慮した追加シナリオにおいては、これらを考慮しない通常の将来予測ではほとんど生じえないと予測されたリスク（親魚量が限界管理基準値案を下回る平均年数や漁獲圧がFmsyを上回る平均年数）が、一定の確率で生じることが示された。一方で、これらのリスクは、標準値である $\beta=0.8$ を用いた場合、それ以上の β を用いたときのリスクの半分以下に減らせることも合わせて示された。これらの結果を考慮して、調整係数 β は標準値である0.8以下にすることを推奨する。

4. 今後の検討事項

本系群には、東シナ海で生まれて輸送されてくる移入群が、年変動を伴って添加されていると考えられている。しかし、現段階では東シナ海からの移入群を定量的に評価することは出来ない。そこで、本資料では太平洋系群内での再生産関係を想定し、移入群については、再生産関係の推定において残差の自己相関（すなわち、再生産関係から期待される値よりも良い/悪い加入が一定期間続く効果）を考慮することにより、加入の年変動の一部として取り扱った。ただし、自己相関は移入の影響を明示的に考慮しているわけではないため、移入群の定量化に向けた調査・研究を今後も継続して取り組む必要がある。東シナ海系群との統合に関しては、妥当性を検討するための情報収集が必要である。

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.
- 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.
- 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.
- 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.

- 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.
- 市野川桃子・井須小羊子・岡村 寛・西嶋翔太 (2020a) 複数の再生産関係のモデル平均を用いた管理基準値推定. FRA-SA2020-BRP01-08. 水産研究・教育機構, 横浜, 10pp.
- 市野川桃子・西嶋翔太・岡村 寛 (2020b) シミュレーションを用いた自己相関係数の同時推定手法の推定バイアス評価. FRA-SA2020-BRP01-06. 水産研究・教育機構, 横浜, 7pp.
- 井須小羊子・由上龍嗣・中神正康・渡邊千夏子・高橋紀夫・上村泰洋・古市 生・渡部亮介 (2020) 令和 2 (2020) 年度マアジ太平洋系群の管理基準値等に関する研究機関会議報告書. FRA-SA2020-BRP01-3. 水産研究・教育機構, 横浜, 46pp.

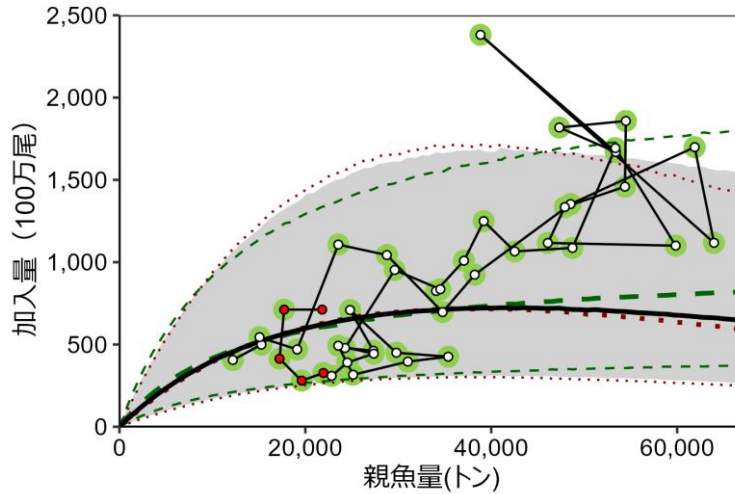


図 1. 再生産関係 (SC 図 4-10)

再生産関係には自己相関を考慮したリッカー (RI) 型再生産関係式およびベバートン・ホルト (BH) 型再生産関係式の重み付き平均を用い、最小二乗法によりパラメータ推定を行った。図中の黒実線は再生産関係の予測平均値、灰色領域は観察データの 90% が含まれると推定される範囲である。緑色丸印は再生産関係の分析に使用した令和 7 年度評価時の 1982～2023 年の親魚量と加入量を示す。白抜丸印は本年度評価における 1987～2024 年の親魚量と加入量を示し、そのうち近年 5 年間を赤色丸印で示した。RI 型および BH 型の予測値 (RI 型：赤・太点線、BH 型：緑・太破線) と観察データの 90% が含まれると推定される範囲 (RI 型：赤・細点線、BH 型：緑・細破線) も合わせて示した。

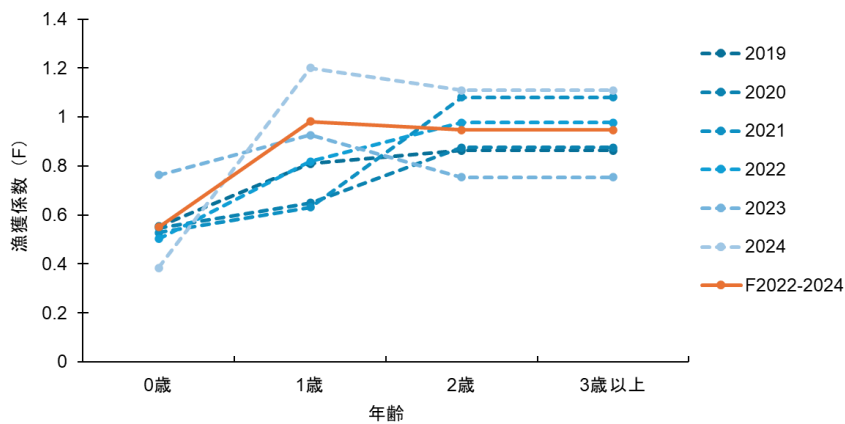


図 2. 年齢別の漁獲係数 (F 値)

2019 年以降の各年の年齢別 F 値を示す。実線は 2022～2024 年の F 値の平均 (F2022-2024) である。

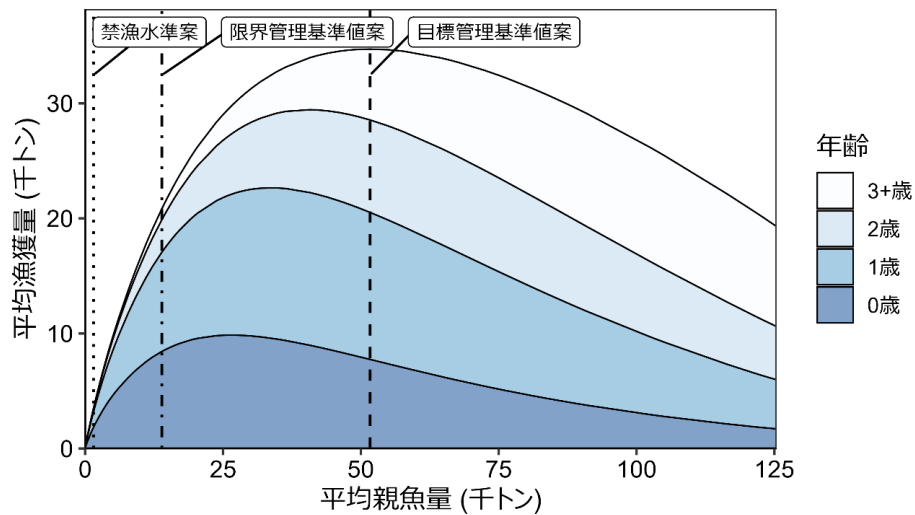


図3. 管理基準値案および禁漁水準案と年齢別漁獲量曲線の関係 (SC 補足図 3-2)

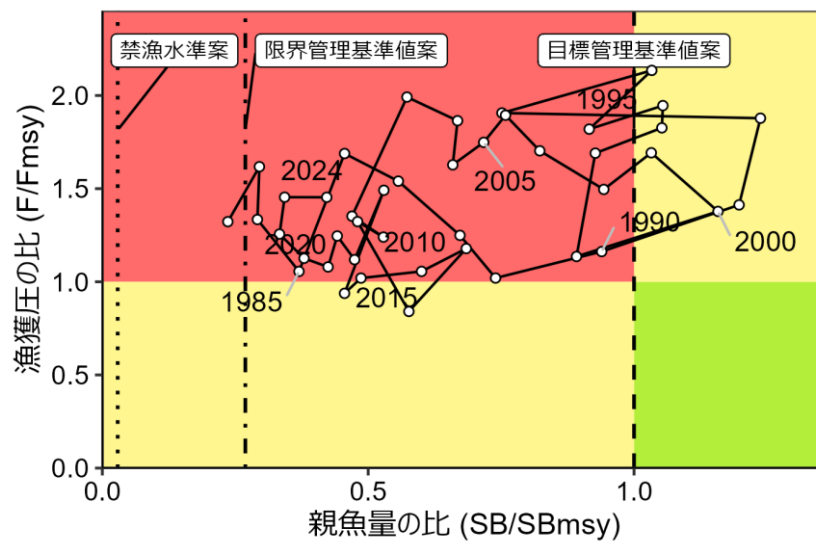
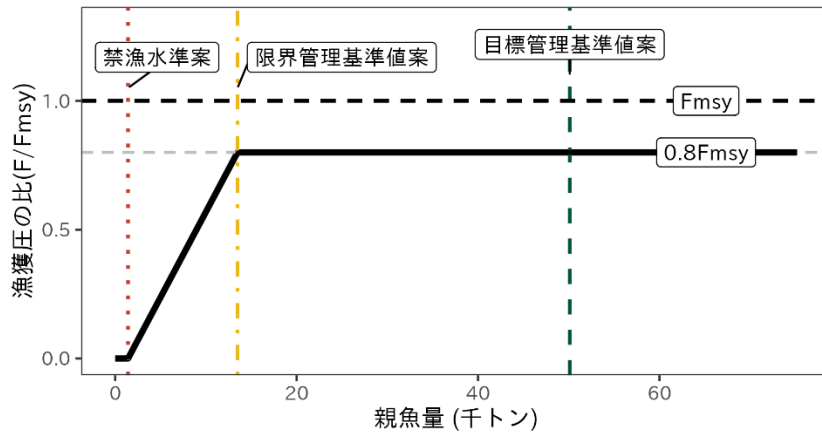


図4. 神戸プロット (SC 補足図 3-1)

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} 、 $SB_{0.6msy}$ 、 $SB_{0.1msy}$ 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

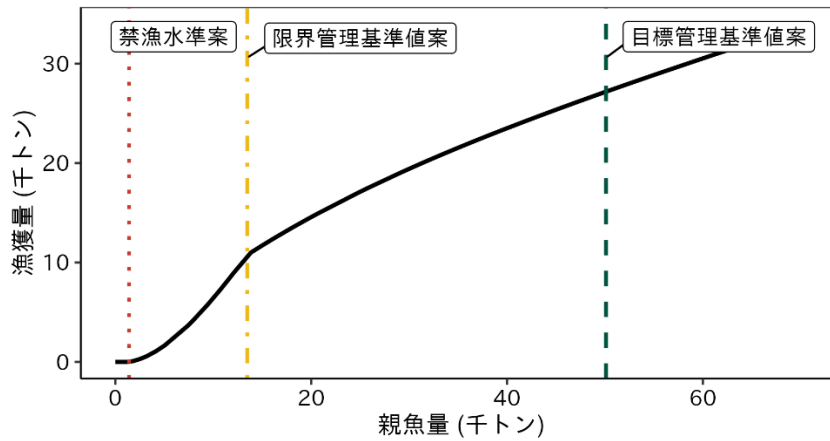


図 5. 漁獲管理規則案 (SC 補足図 4-1)

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、それぞれ標準値を用いている。調整係数 β には標準値である 0.8 を用いた。

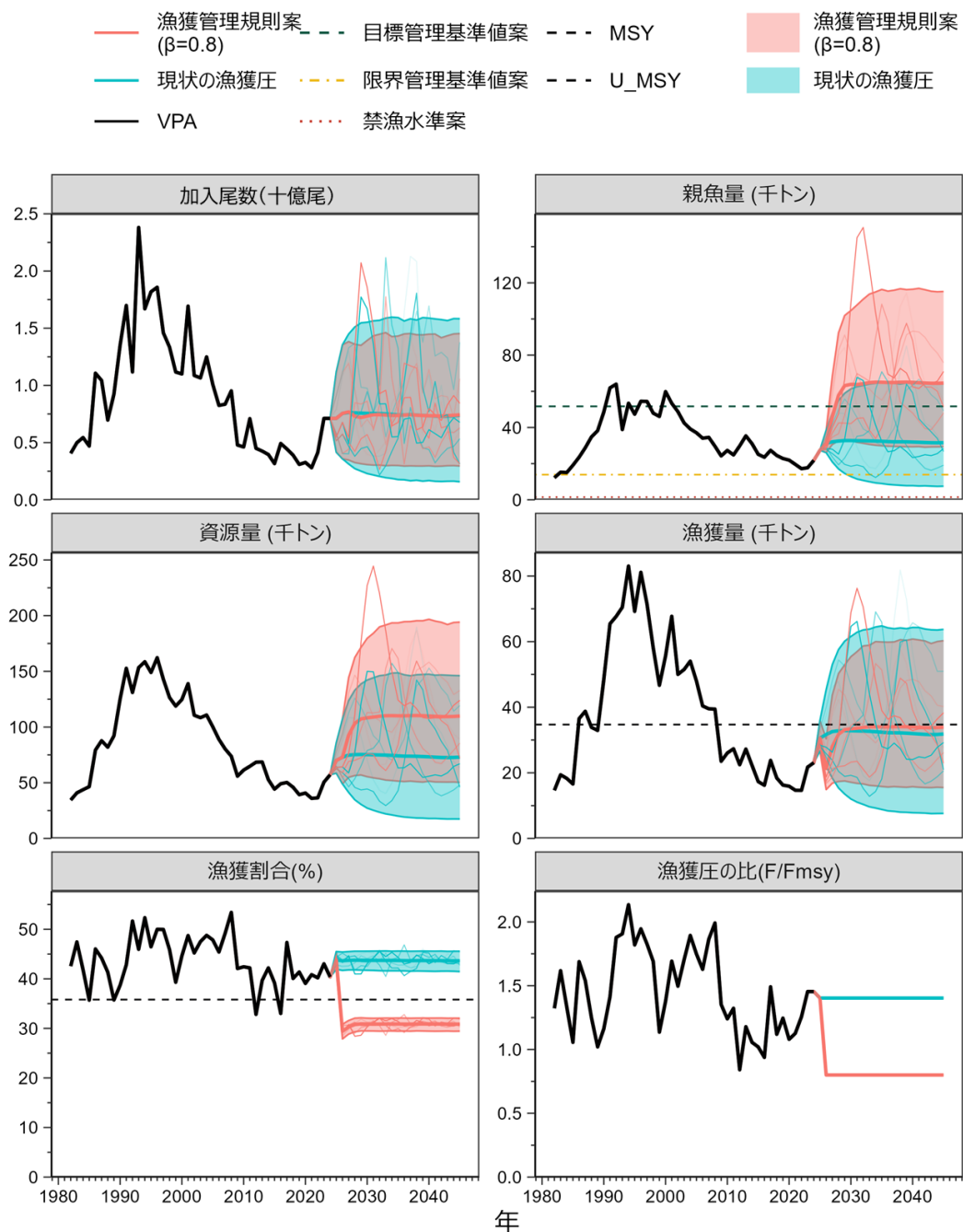


図 6. 管理基準値案に基づく漁獲管理規則案を用いた将来予測（赤色）と現状の漁獲圧（F2022-2024）で漁獲を続けた場合の将来予測（緑色）の比較（SC 補足図 4-2）

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 年の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧 (F2022-2024) 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	$\Delta AICc$	順位
リッカー (RI)	最小二乗法	同時	28.9	0	1
ホッケー・スティック (HS)	最小二乗法	同時	29.6	0.7	2
ベバートン・ホルト (BH)	最小二乗法	同時	31.0	2.1	3

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、再生産関係式のパラメータと同時に推定する同時推定法を用いた。この場合、残差の正規性を仮定したほうが妥当と考え、最適化法には最小二乗法を用いた。

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
RI 型	最小二乗値法	有	0.0586	2.62×10^{-5}	0.30	0.82
BH 型	最小二乗値法	有	0.0807	7.29×10^{-5}	0.31	0.76

a は生残率に関するパラメータ、b は密度効果の強さに関するパラメータ、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)	選択率	現状の漁獲圧 (F2022-2024)
0	0.5	0.0	39	0.56	0.55
1	0.5	0.5	103	1.00	0.98
2	0.5	1.0	228	0.96	0.95
3+	0.5	1.0	411	0.96	0.95

F2022-2024 は 2022～2024 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）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（2022～2024 年の漁獲圧）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 (千トン)	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 (千トン)	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)	52	2.36	0.29	35	20	36	0.75
限界管理 基準値							
MSY の 60%の 漁獲が得られる 親魚量 (SB0.6msy)	14	0.64	0.07	21	8	51	1.42
禁漁水準 MSY の 10%の 漁獲が得られる 親魚量 (SB0.1msy)	1.5	0.07	0.01	3.5	5	57	1.93
SBmsy を 維持する 漁獲圧(Fmsy)			(0 歳, 1 歳, 2 歳, 3+歳,) =(0.41, 0.73, 0.71, 0.71)				

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
1.0	0	0	14	34	42	44	44	44	45	45	45	44
0.9			20	46	54	56	55	55	55	55	55	55
0.8			27	58	67	68	66	66	66	66	65	65
0.7			36	70	78	79	77	76	76	76	76	76
0.6			45	80	87	88	85	84	84	84	84	84
0.5			55	88	94	94	92	91	90	91	91	90
0.4			66	94	97	97	96	95	95	95	95	95
0.3			75	97	99	99	99	98	98	98	98	98
0.2			83	99	100	100	100	99	99	99	99	99
0.1			90	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0			94	100	100	100	100	100	100	100	100	100
現状の漁獲圧			3	7	10	11	12	13	13	14	14	14

β を 0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2025 年の漁獲量は現状の漁獲圧 (F2022-2024) から予測される 30.6 千トンとし、2026 年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 (F2022-F2024、 $\beta = 1.40$ 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
1.0	100	100	100	100	100	100	100	99	99	99	99	99
0.9			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.8			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.7			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.6			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.5			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.4			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.3			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
現状の漁獲圧			100	99	96	93	91	90	88	87	87	86

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 年の漁獲量は現状の漁獲圧 (F2022-2024) から予測される 30.6 千トンとし、2025 年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 (F2022-2024、 $\beta = 1.40$ 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案を上回る確率 (%)

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
1.0	100	100	100	100	100	100	100	99	99	99	99	99
0.9			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.8			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.7			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.6			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.5			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.4			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.3			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
現状の漁獲圧			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 年の漁獲量は現状の漁獲圧（F2022-2024）から予測される 30.6 千トンとし、2025 年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（F2022-2024、 $\beta = 1.40$ 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（千トン）（SC 補足表 4-2）

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
1.0	27	31	41	48	51	51	52	52	52	52	52	52
0.9			43	52	57	57	57	58	58	58	58	58
0.8			46	58	63	64	64	64	65	65	65	65
0.7			49	64	71	71	71	71	72	73	73	73
0.6			52	70	79	79	79	79	81	82	81	81
0.5			55	78	89	89	87	88	90	92	92	91
0.4			59	86	100	100	97	98	101	104	103	103
0.3			63	96	113	112	108	109	114	118	118	116
0.2			67	106	128	128	122	122	129	134	135	133
0.1			71	118	146	146	138	138	145	154	156	154
0.0			76	131	167	169	159	157	165	177	183	181
現状の漁獲圧			32	32	33	33	33	33	33	32	32	32

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 年の漁獲量は現状の漁獲圧（F2022-2024）から予測される 30.6 千トンとし、2026 年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（F2022-F2024、 $\beta = 1.40$ 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（千トン）（SC 補足表 4-3）

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
1.0	30.6	25.2	30.5	33.2	34.3	34.5	34.7	34.8	34.9	34.9	34.8	34.8
0.9		23.3	29.4	32.7	33.9	34.2	34.4	34.5	34.7	34.7	34.6	34.6
0.8		21.3	28.0	31.8	33.2	33.4	33.6	33.8	34.0	34.1	34.0	34.0
0.7		19.2	26.3	30.5	32.0	32.2	32.4	32.7	32.9	33.0	32.9	32.9
0.6		17.0	24.3	28.7	30.3	30.5	30.6	31.0	31.3	31.4	31.4	31.3
0.5		14.6	21.7	26.3	28.1	28.1	28.2	28.6	29.1	29.2	29.2	29.1
0.4		12.0	18.7	23.3	25.1	25.1	25.0	25.5	26.0	26.3	26.2	26.1
0.3		9.3	15.1	19.4	21.1	21.1	20.9	21.3	22.0	22.3	22.3	22.1
0.2		6.4	10.9	14.4	16.0	15.9	15.6	16.0	16.6	17.0	17.0	16.9
0.1		3.3	5.9	8.0	9.1	9.1	8.9	9.0	9.5	9.8	9.9	9.8
0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
現状の漁獲圧		31.7	32.6	32.8	32.9	32.8	32.8	32.7	32.6	32.5	32.4	32.2

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 年の漁獲量は現状の漁獲圧（F2022-2024）から予測される 30.6 千トンとし、2026 年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（F2022-F2024、 $\beta=1.40$ 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 対象年における資源量予測の不確実性を考慮したケース

β	2026 年の平均漁獲量 (万トン)		2026-2035 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	25.2	25.1	34.1	32.8	44%	46%	44%	46%	0.05	0.45	0.00	4.29	12%	32%	51.9	56.0
0.9	23.3	23.3	33.7	32.5	55%	54%	55%	53%	0.02	0.23	0.00	2.78	12%	26%	58.0	62.4
0.8	21.3	21.3	32.9	31.9	66%	63%	65%	62%	0.00	0.10	0.00	1.22	13%	24%	64.9	69.5
0.7	19.2	19.2	31.7	30.7	77%	72%	76%	72%	0.00	0.03	0.00	0.29	13%	23%	72.5	77.5
0.6	17.0	16.9	29.9	29.1	85%	80%	84%	80%	0.00	0.01	0.00	0.04	14%	22%	81.2	86.4
0.5	14.6	14.5	27.6	26.8	92%	89%	90%	88%	0.00	0.00	0.00	0.00	15%	21%	91.1	96.3
0.4	12.0	12.0	24.6	23.7	96%	94%	95%	94%	0.00	0.00	0.00	0.00	16%	21%	102.6	107.7
0.3	9.3	9.3	20.6	19.8	99%	98%	98%	97%	0.00	0.00	0.00	0.00	17%	21%	116.4	121.0
0.2	6.4	6.4	15.5	14.8	100%	99%	99%	99%	0.00	0.00	0.00	0.00	19%	22%	133.1	136.9
0.1	3.3	3.3	8.8	8.3	100%	100%	100%	100%	0.00	0.00	0.00	0.00	21%	23%	154.2	156.5
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100%	100%	100%	100%	0.00	0.00	0.00	0.00			181.4	181.4

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。

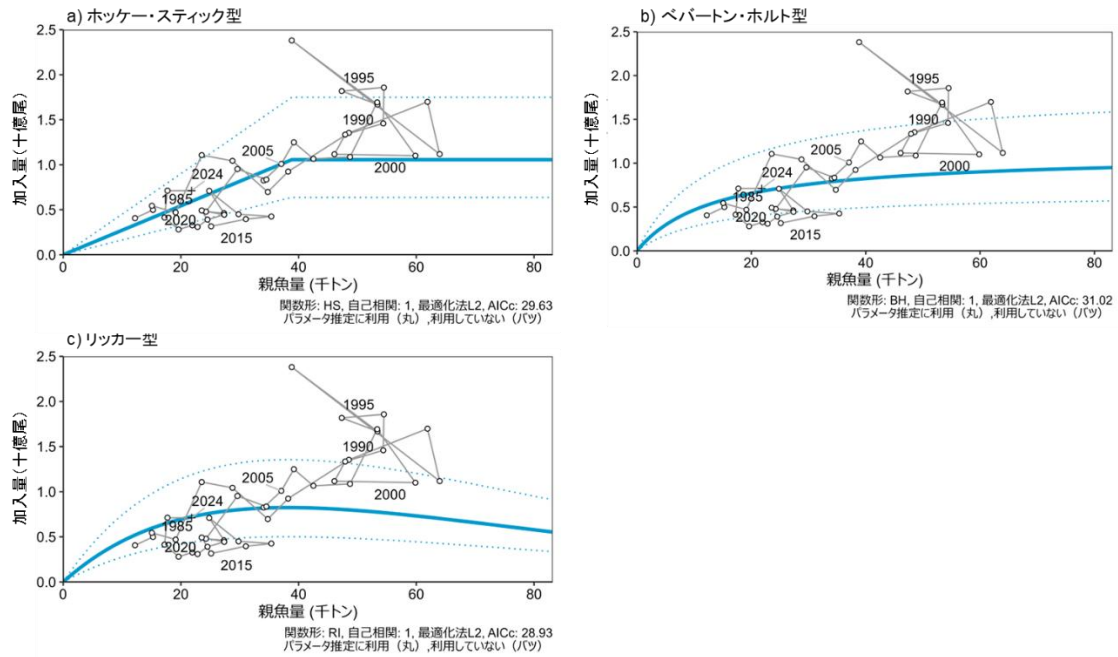
本資源の再生産関係として、HS 型、BH 型、および RI 型の再生産関係式を 1982~2023 年の加入量・親魚量のデータに当てはめた。加入量の残差の自己相関パラメータ ρ もモデルに組み込み、再生産関係式のパラメータと同時に推定する同時推定法 (水産研究・教育機構 2025) を用いて推定した。 ρ を再生産関係のパラメータと同時に推定する場合、残差に正規性を仮定したほうが妥当と考えられているため、最適化法には最小二乗法を用いた。推定された再生産関係式のパラメータを補足表 1-1 に示す。

各再生産関係モデルについて、残差の正規性を Shapiro-Wilk 検定および Kolmogorov-Smirnov 検定により検討した結果、優位な逸脱は検出されなかった。(補足図 1-3、1-5、1-7)。データを各再生産関係式に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、1-4、1-6 に示す。本資源についてはいずれの再生産関係についても残差の時系列に傾向的な変化がみられ、7 年間のラグまでは自己相関係数が 95% の信頼区間に収まらず有意となったことから、本資源の再生産関係では自己相関を考慮する必要があると考えられた。

データを各再生産関係式に当てはめる上で、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 (補足図 1-8~1-13)。BH 型や RI 型では最も加入量が多かった 1993 年のデータを除いた場合に再生産関係の形が変わりやすいという特徴がみられたが、推定結果の頑健性は問題ないレベルと判断した。パラメータ推定の信頼区間は残差のノンパラメトリックブートストラップにより検討した (補足図 1-14~1-19)。HS 型と RI 型では a と b の点推定値がブートストラップ中央値と一致したが、 sd と ρ では信頼区間が広く両者は一致しなかった。また、極端に形の異なる曲線はみられなかった。BH 型では点推定値から大きくことなる a と b が推定されることもあり、加入が一定になるような曲線が見られた。プロファイル尤度の結果から (補足図 1-20)、いずれの再生産関係においても最適解が推定されていると考えられた。しかし、HS 型ではパラメータ推定値の大きく異なる尤度が同程度の局所解が確認された。また、BH 型では局所解は見られなかったものの、パラメータ推定値の信頼区間が RI 型と比較して広いと考えられた。

引用文献

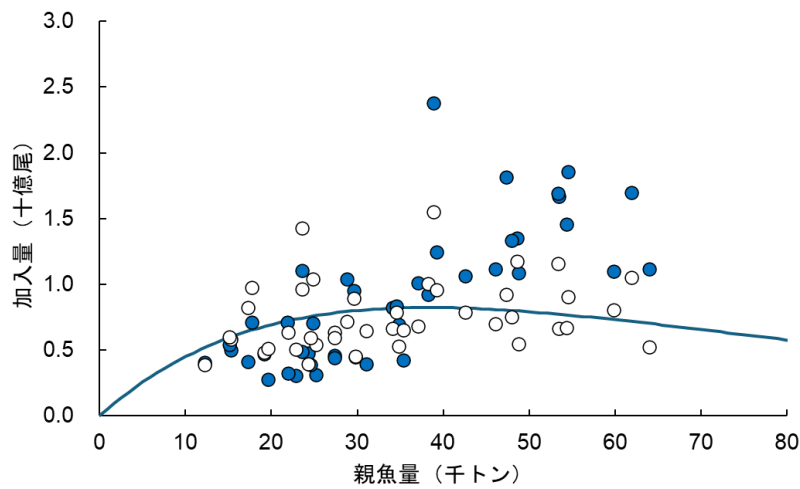
- 水産研究・教育機構 (2025) 再生産関係の推定・管理基準値計算・将来予測シミュレーションに関する技術ノート(令和 7 年度研究機関会議版). FRA-SA2025-ABCWG02-04.
- Beverton R. J. H., and S. J. Holt (1957). On the dynamics of exploited fish populations. Her Majesty's Stationary Office, London.
- Clark C. W., A. T. Charles, J. R. Beddington, and M. Mangel (1985). Optimal 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.



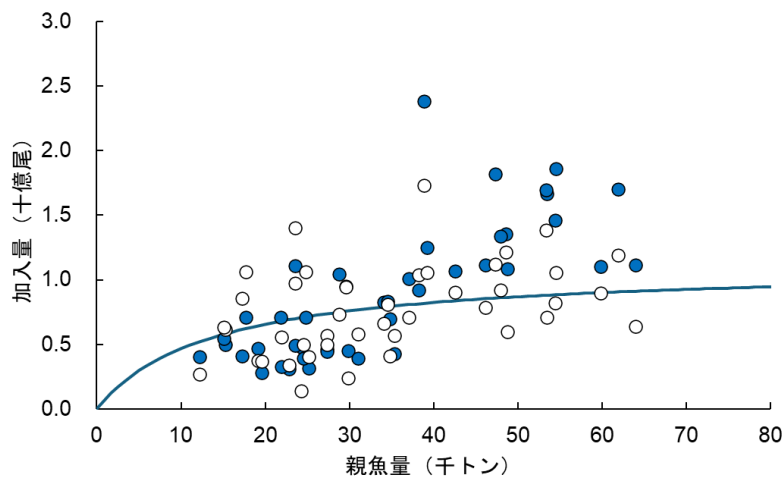
補足図 1-1a. 各モデルにおける再生産関係式

ホッケー・スティック型 (HS)、ベバートン・ホルト型 (BH)、リッカー型 (RI) の再生産関係式を、最小二乗法により当てはめた。自己相関係数は再生産関係式のパラメータと同時に推定した。白丸は分析に使用した親魚量・加入尾数 (1982～2023 年) である。

リッカー型

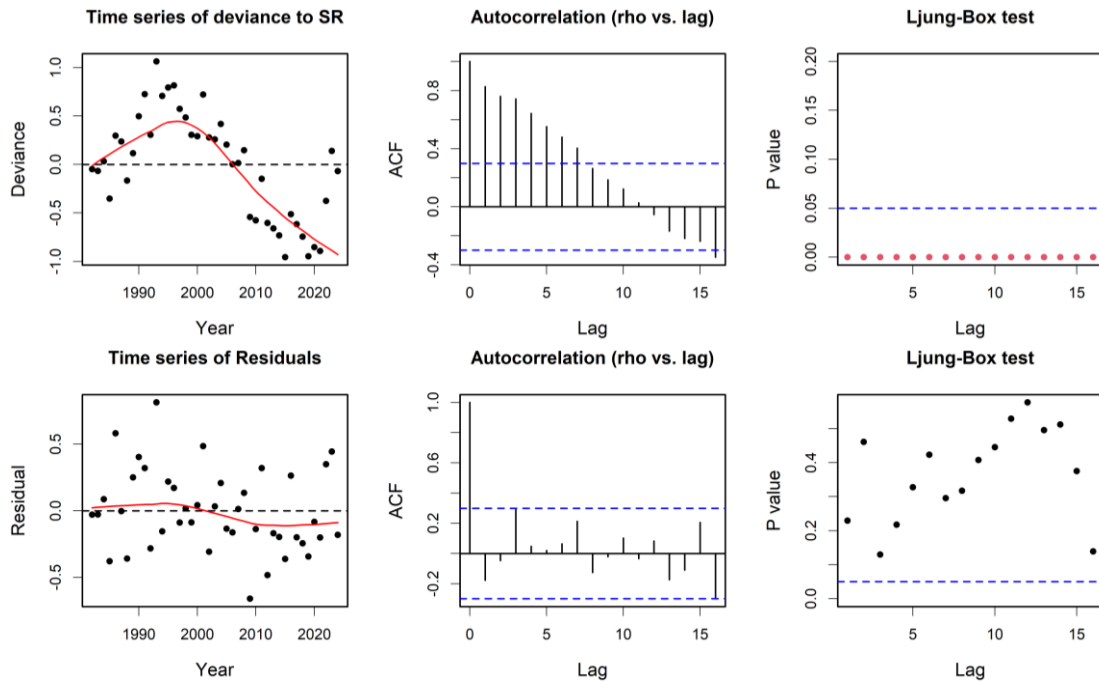


ベバートン・ホルト型



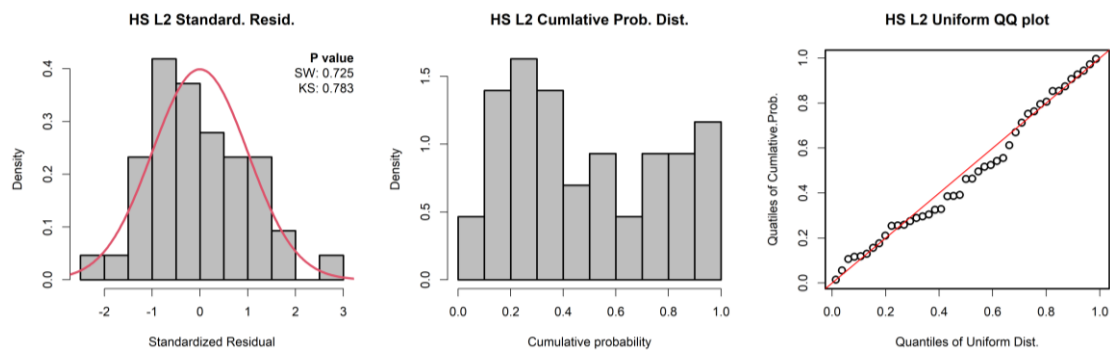
補足図 1-1b. RI 型（上図）および BH 型（下図）の再生産曲線（実線）、親魚量の推定値と加入尾数の推定値のプロット（青丸）、再生産関係で予測された自己相関分を引いた加入尾数（白丸）

自己相関を同時推定した場合、観測データへのあてはまりが悪く見えるが、これは高水準時の親魚量・高水準時の加入の観測データを高い自己相関で説明しているためである。観測された加入尾数からモデルで予測された自己相関分を差し引くと図のようなプロットが描かれる。自己相関分を差し引いたプロットは再生産曲線の周りに分布しており、再生産曲線が観測データにあてはまっているのが分かる。



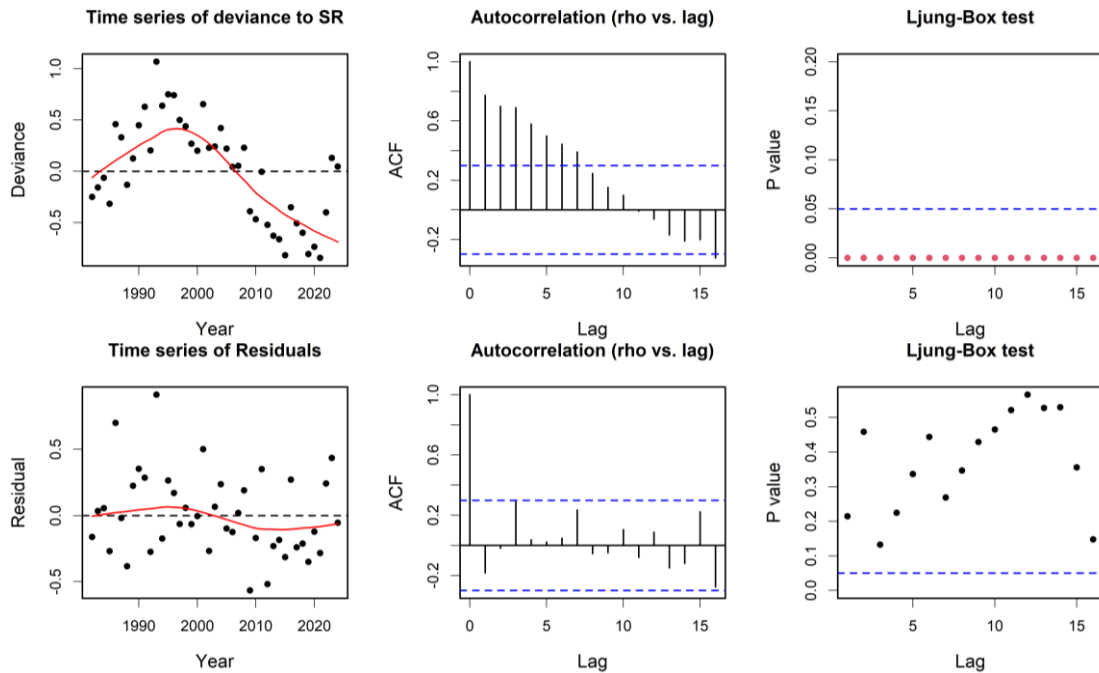
補足図 1-2. ホッケー・スティック型再生産関係式を最小二乗法で当てはめた場合の残差トレンド (左図)、自己相関プロット (中央図)、および Ljung-Box 検定における P 値 (右図)

上図と下図は自己相関を考慮しない場合と考慮した場合の結果を示す。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。



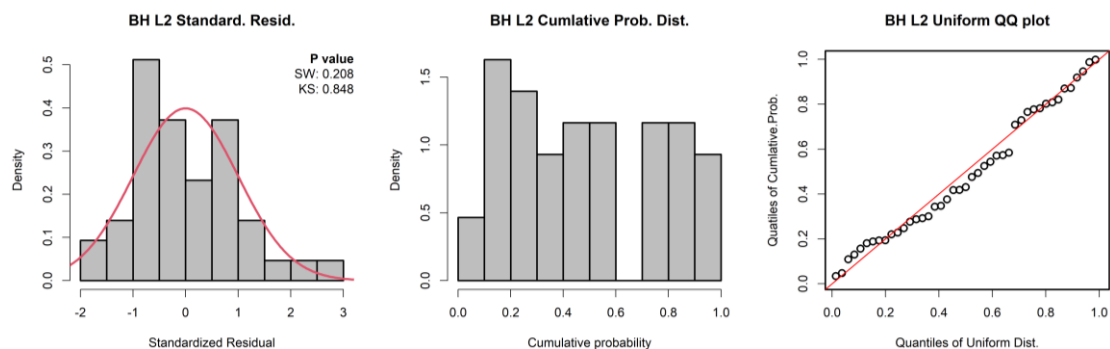
補足図 1-3. ホッケー・スティック型再生産関係式を最小二乗法で当てはめた場合の標準化残差のヒストグラムと正規性テスト結果 (左図)、残差の累積確率密度のヒストグラム (中央図)、および一様分布を仮定した QQ プロット (右図)

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。



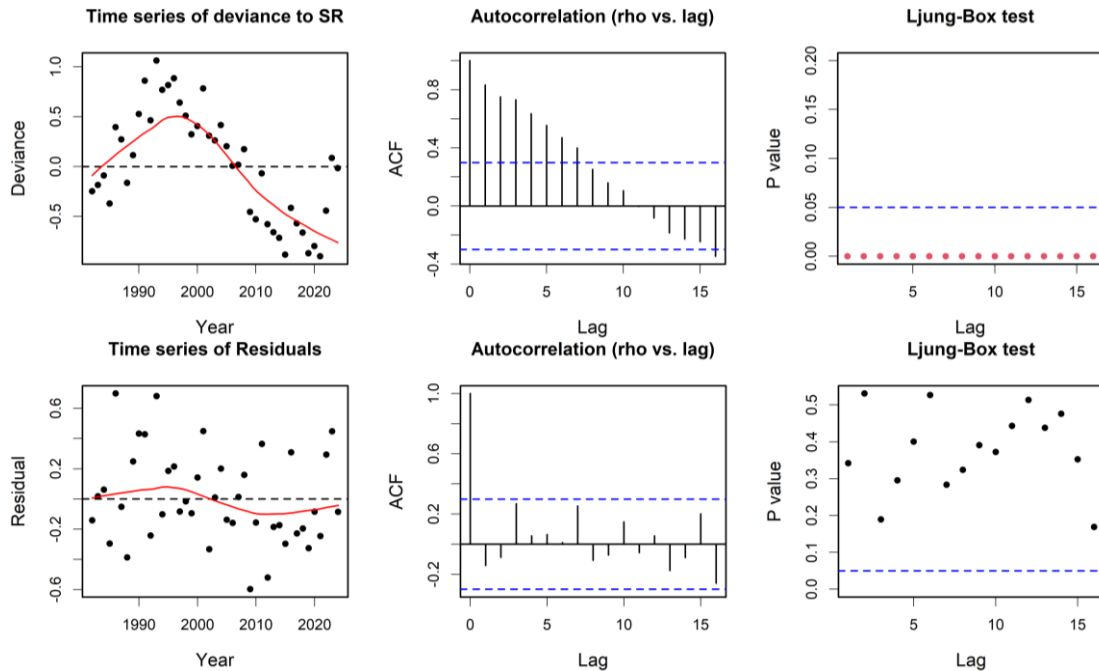
補足図 1-4. ベバートン・ホルト型再生産関係式を最小二乗法で当てはめた場合の残差トレンド（左図）、自己相関プロット（中央図）、および Ljung-Box 検定における P 値（右図）

上図と下図は自己相関を考慮しない場合と考慮した場合の結果を示す。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。

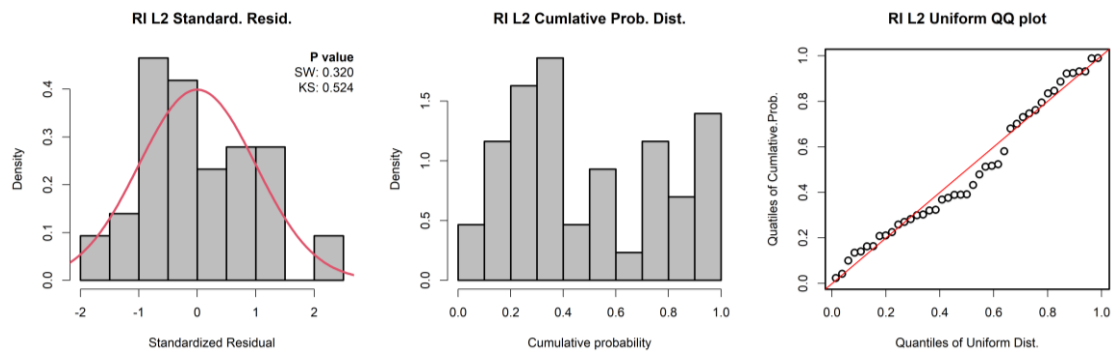


補足図 1-5. ベバートン・ホルト型再生産関係式を最小二乗法で当てはめた場合の標準化残差のヒストグラムと正規性テスト結果（左図）、残差の累積確率密度のヒストグラム（中央図）、および一様分布を仮定した QQ プロット（右図）

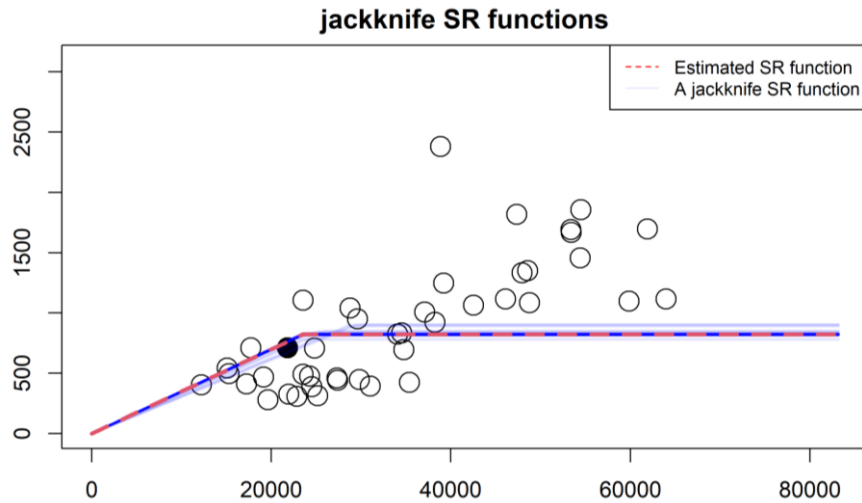
残差のヒストグラムの右上の数値は Shapiro-Wilk 検定 (SW) と Kolmogorov-Smirnov 検定 (KS) の結果である。どちらも、帰無仮説は「正規分布に従っている」である。QQ プロットの赤線は理論値を示している。



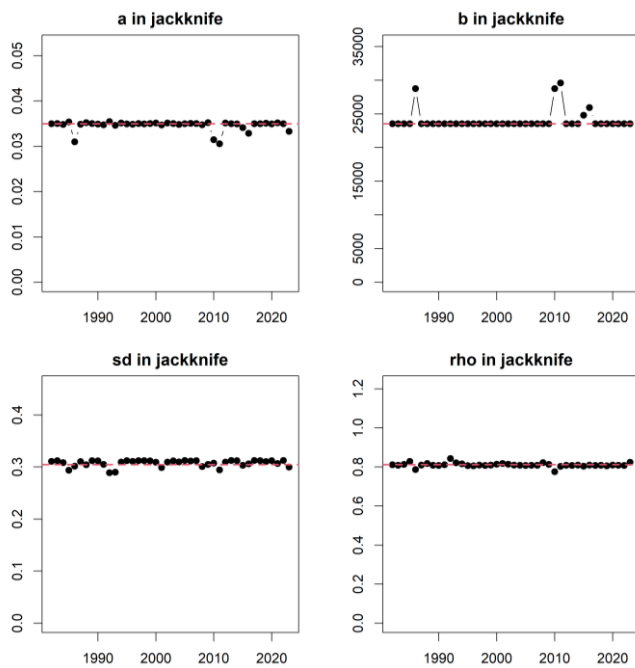
補足図 1-6. リッカー型再生産関係式を最小二乗法で当てはめた場合の残差トレンド（左図）、自己相関プロット（中央図）、および Ljung-Box 検定における P 値（右図）
 上図と下図は自己相関を考慮しない場合と考慮した場合の結果を示す。残差の時系列の図中の赤線は平滑化された曲線を示す。自己相関プロットの青色の点線は 95%信頼区間を示す。Ljung-Box 検定における P 値（縦軸）の青色の点線は 5%水準を表す。



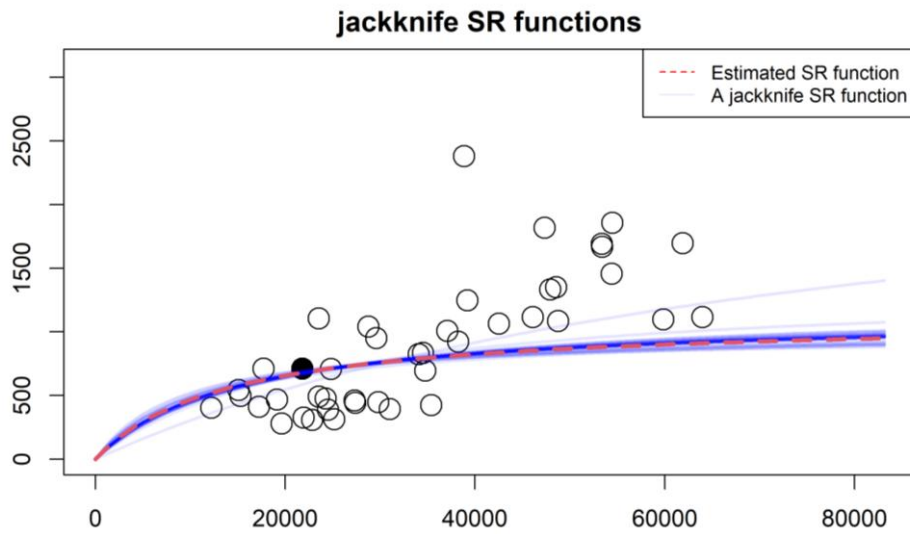
補足図 1-7. リッカー型再生産関係式を最小二乗法で当てはめた場合の標準化残差のヒストグラムと正規性テスト結果（左図）、残差の累積確率密度のヒストグラム（中央図）、および一様分布を仮定した QQ プロット（右図）
 残差のヒストグラムの右上の数値は Shapiro-Wilk 検定 (SW) と Kolmogorov-Smirnov 検定 (KS) の結果である。どちらも、帰無仮説は「正規分布に従っている」である。QQ プロットの赤線は理論値を示している。



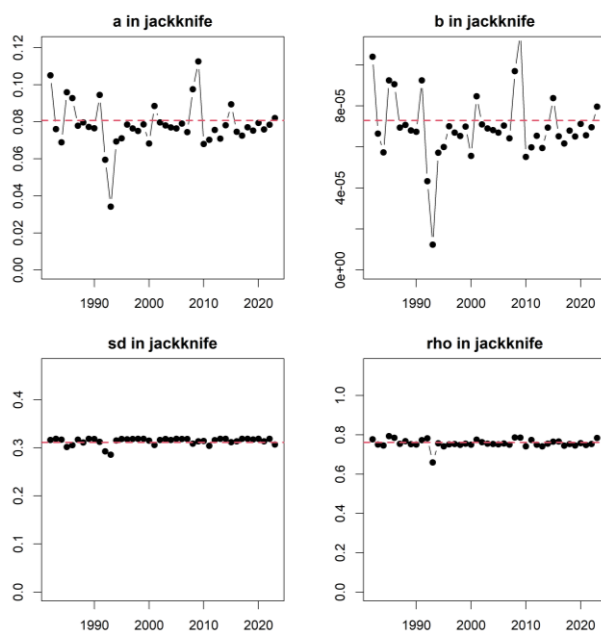
補足図 1-8. ホッケー・スティック型再生産関係式を最小二乗法で当てはめた場合のジャックナイフ解析での推定結果
 赤線は全データでの推定値、青線は各年のデータを除外した場合の推定値である。横軸は親魚量（トン）、縦軸は加入尾数（百万尾）である。丸印は分析に使用した親魚量・加入尾数であり、黒丸はデータ期間の最終年（2024 年）を示す。



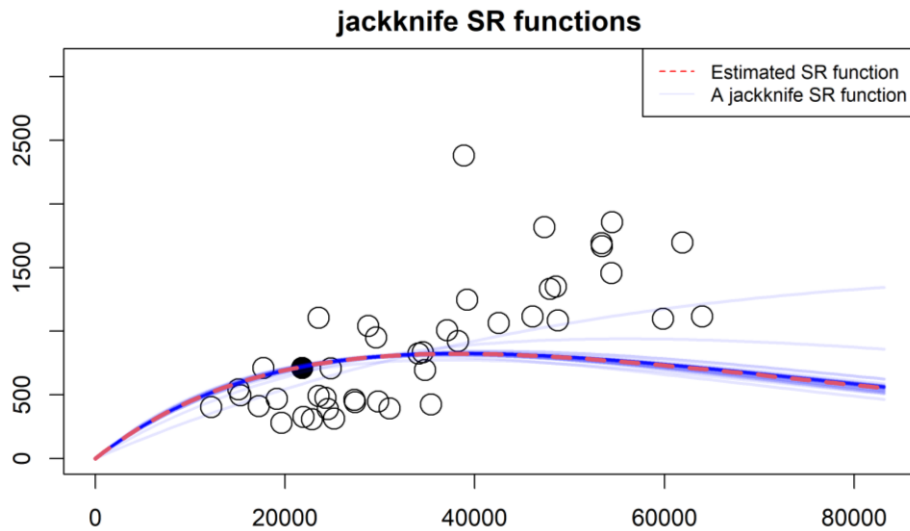
補足図 1-9. ホッケー・スティック型再生産関係式を最小二乗法で当てはめた場合のジャックナイフ解析でのパラメータ別の影響



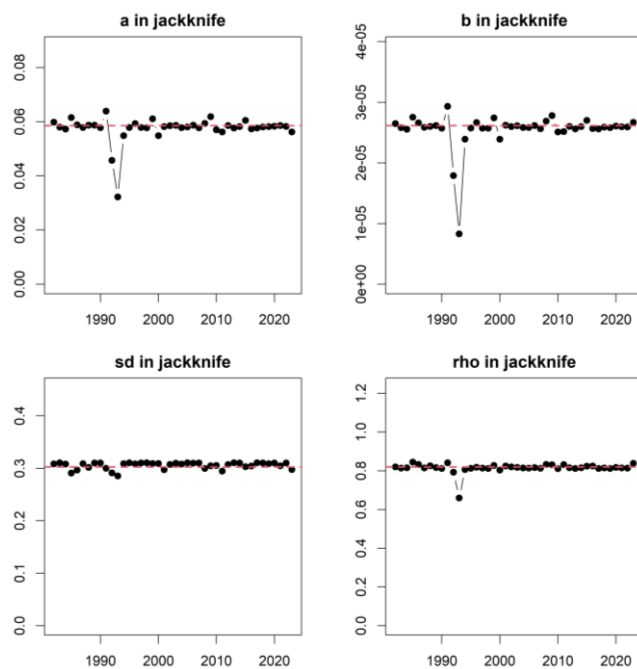
補足図 1-10. ベバートン・ホルト型再生産関係式を最小二乗法で当てはめた場合のジャックナイフ解析での推定結果
 赤線は全データでの推定値、青線は各年のデータを除外した場合の推定値である。横軸は親魚量（トン）、縦軸は加入尾数（百万尾）である。丸印は分析に使用した親魚量・加入尾数であり、黒丸はデータ期間の最終年（2024 年）を示す。



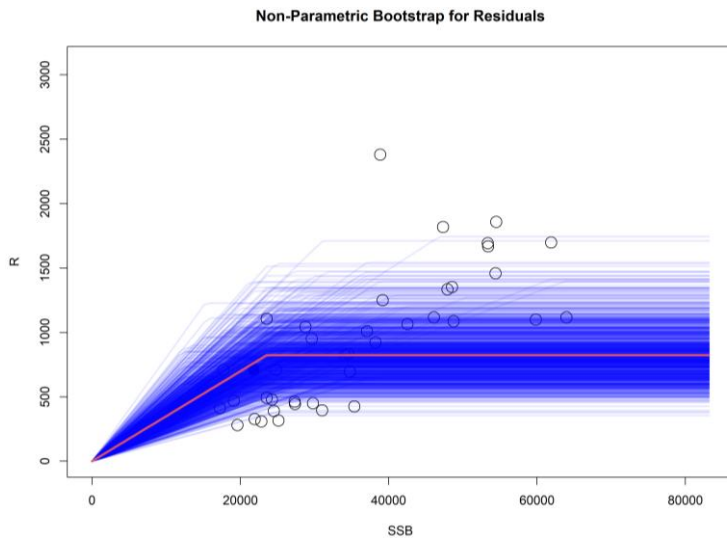
補足図 1-11. ベバートン・ホルト型再生産関係式を最小二乗法で当てはめた場合のジャックナイフ解析でのパラメータ別の影響



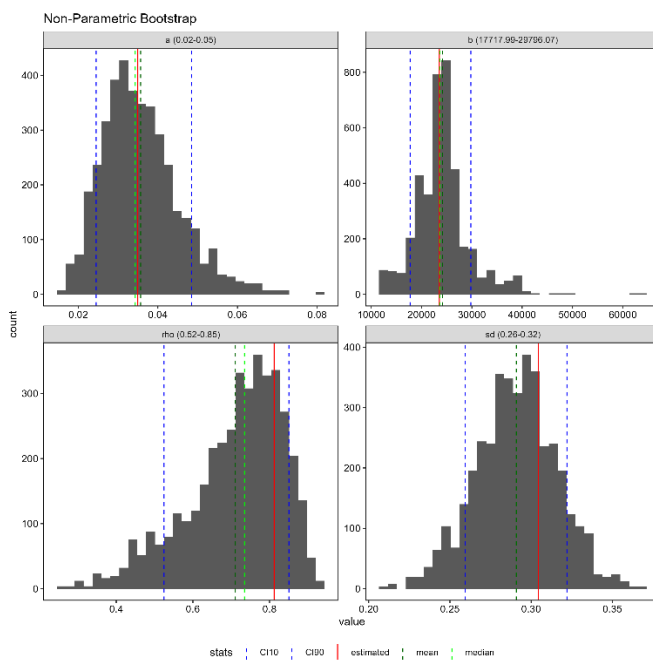
補足図 1-12. リッカー型再生産関係式を最小二乗法で当てはめた場合のジャックナイフ解析での推定結果
 赤線は全データでの推定値、青線は各年のデータを除外した場合の推定値である。横軸は親魚量（トン）、縦軸は加入尾数（百万尾）である。丸印は分析に使用した親魚量・加入尾数であり、黒丸はデータ期間の最終年（2024 年）を示す。



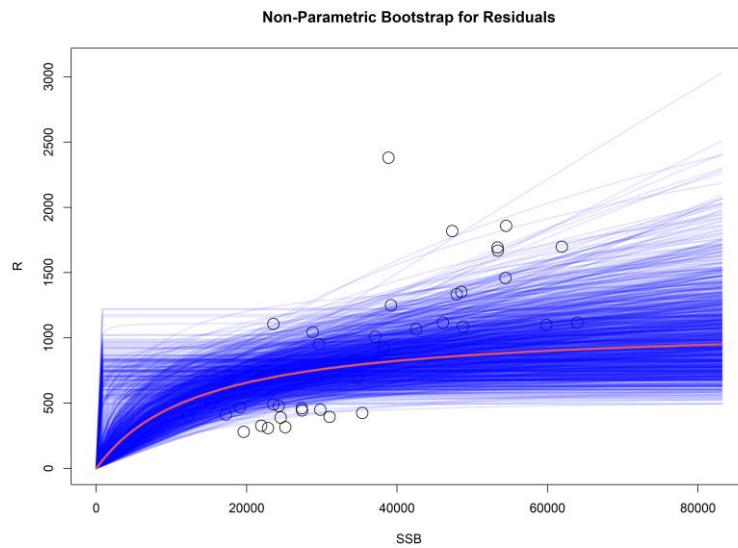
補足図 1-13. リッカー型再生産関係式を最小二乗法で当てはめた場合のジャックナイフ解析でのパラメータ別の影響



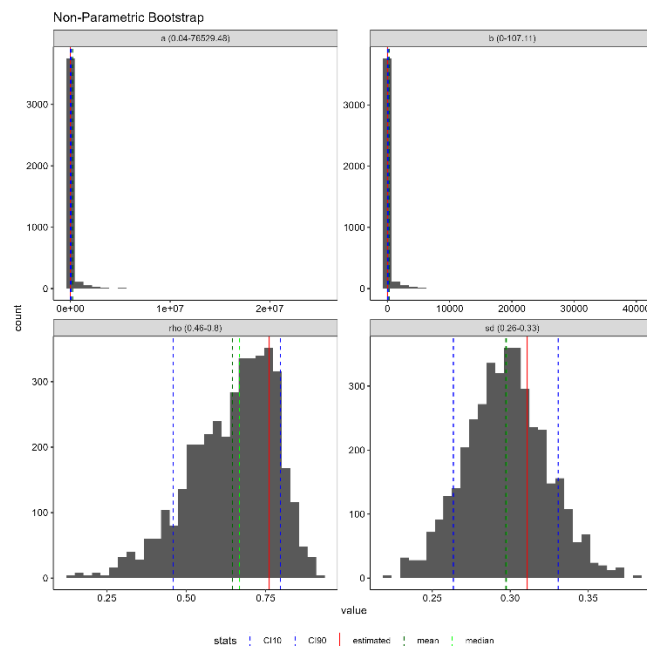
補足図 1-14. ホッケー・スティック型再生産関係式を最小二乗法で当てはめた場合の残差ブートストラップ解析の結果
赤線は元データでの推定値、青線はノンパラメトリックブートストラップでの推定値である。横軸は親魚量（トン）、縦軸は加入尾数（百万尾）である。丸印は分析に使用した親魚量・加入尾数であり、黒丸はデータ期間の最終年（2024 年）を示す。



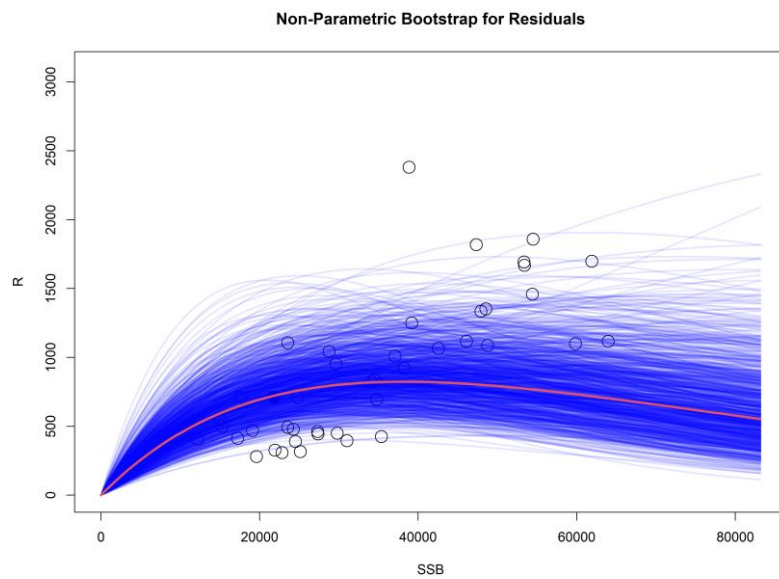
補足図 1-15. ホッケー・スティック型再生産関係式を最小二乗法で当てはめた場合の残差ブートストラップ解析での中央値（緑点線）と 80%信頼区間（青線）
赤線はパラメータの点推定値である。



補足図 1-16. ベバートン・ホルト型再生産関係式を最小二乗法で当てはめた場合の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（百万尾）である。丸印は分析に使用した親魚量・加入尾数であり、黒丸はデータ期間の最終年（2024 年）を示す。

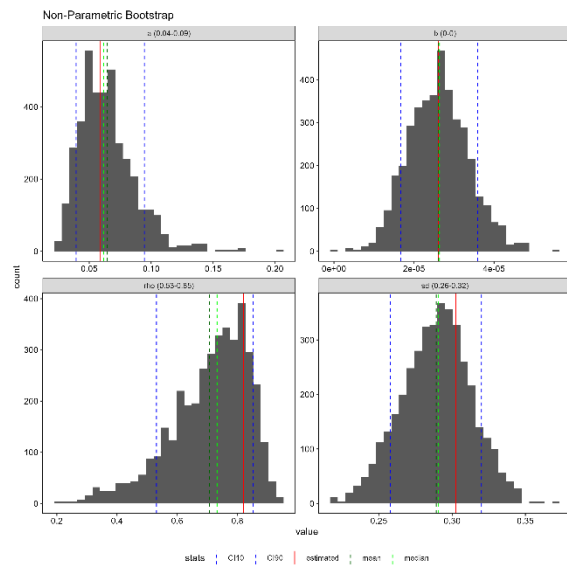


補足図 1-17. ベバートン・ホルト型再生産関係式を最小二乗法で当てはめた場合の残差ブートストラップ解析での中央値（緑点線）と 80%信頼区間（青線）
赤線はパラメータの点推定値である。

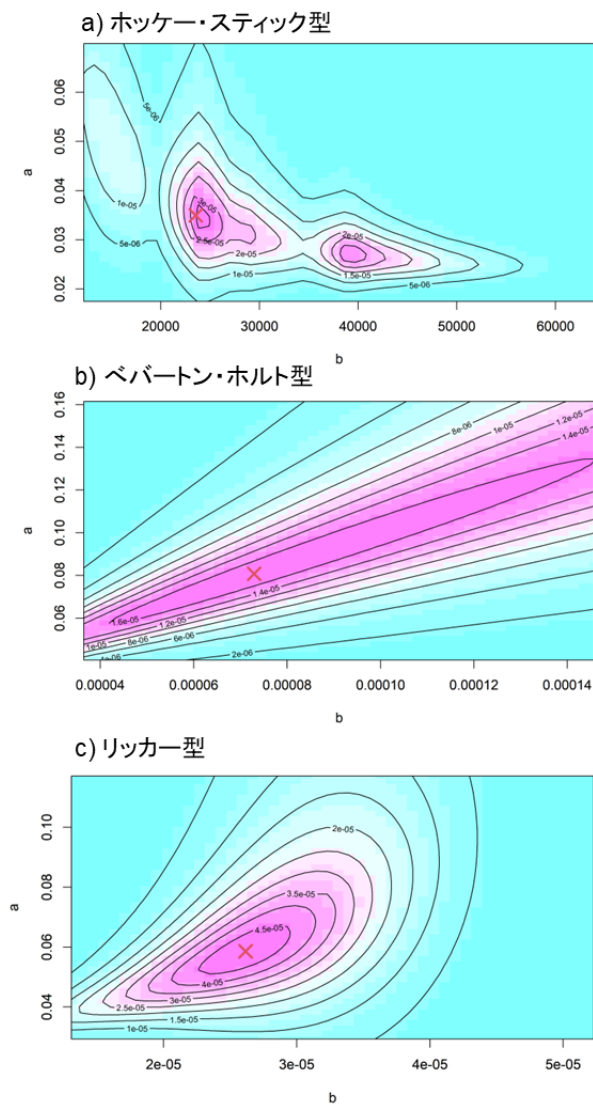


補足図 1-18. リッカー型再生産関係式を最小二乗法で当てはめた場合の残差ブートストラップ解析の結果

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（百万尾）である。丸印は分析に使用した親魚量・加入尾数であり、黒丸はデータ期間の最終年（2024 年）を示す。



補足図 1-19. リッカー型再生産関係式を最小二乗法で当てはめた場合の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。



補足図 1-20. 各再生産関係式を最小二乗法で当てはめた場合の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	自己相関推定	a	b	S.D.	ρ	R0	h	データ数
リッカー	最小二乗法	同時	0.0586	2.62×10^{-5}	0.302	0.820	331	2.23	42
ベバートン・ホルト	最小二乗法	同時	0.0807	7.29×10^{-5}	0.311	0.761	1068	0.88	42
ホッケー・スティック	最小二乗法	同時	0.0272	38839	0.307	0.679	1056	0.89	42
リッカー	最小二乗法	二段階	0.0241	1.18×10^{-12}	0.327	0.488	$>10^4$	1.10	42
ベバートン・ホルト	最小二乗法	二段階	0.0241	1.03×10^{-14}	0.327	0.481	$>10^4$	0.68	42
ホッケー・スティック	最小二乗法	二段階	0.0243	54485	0.316	0.526	1324	0.88	42

選択した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（スティープネス）は再生産関係の密度保障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 4.1.1) 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リッカー型再生産関係とベバートン・ホルト型再生産関係のモデル平均により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)」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 2006～2024 年の平均値である。

資源尾数の予測には、コホート解析の前進法 ((1) – (3) 式) を用いた。

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

$$N_{3+,y+1} = N_{3+,y} \exp(-F_{3+,y} - M) + N_{2,y} \exp(-F_{2,y} - M) \quad (2)$$

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

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.

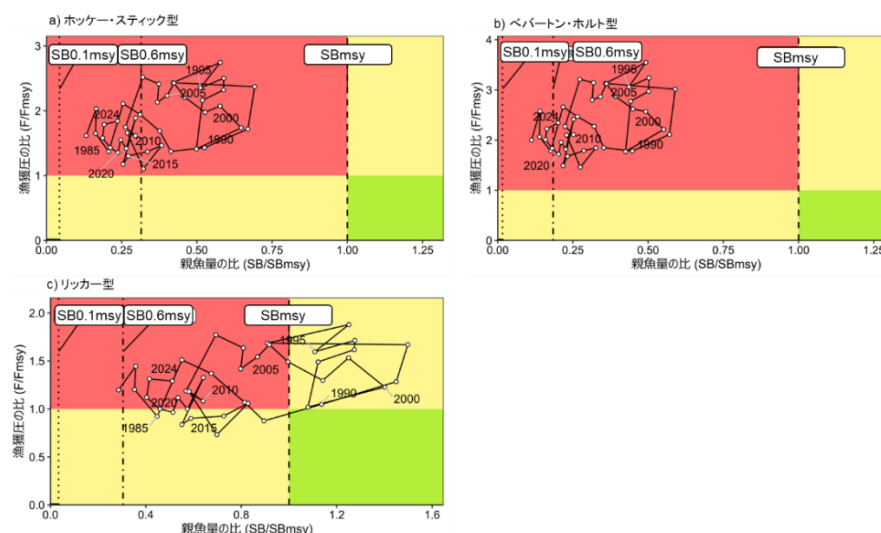
補足資料 3 再生産関係式と MSY 管理基準値推定の感度試験

再生産関係の選択による MSY 管理基準値の違いを把握するため、検討した 3 つの再生産関係で、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、RI 型再生産関係、および BH 型再生産関係で、いずれも最小二乗法でデータを当てはめ、残差の自己相関は同時推定した。各再生産関係から推定された MSY 管理基準値等を補足表 3-1 に示す。RI 型の SBmsy と SB0.6msy が最も低かった。SBmsy が最も高かったのは BH 型であったが、SB0.6msy が最も高かったのは HS 型であった。SB0.6msy を下回る年は RI 型を選択した場合は 1 年のみであったのに対し、HS 型を選択した場合は 19 年間、BH 型を選択した場合は 7 年間であった（補足図 3-1）。

前回の研究機関会議資料では、モデル平均のシナリオにおいて HS 型再生産関係は複数の局所解が存在するという理由から考慮されなかった（井須ほか 2020）。新たなデータを追加して当てはめた今回の場合においても複数の局所解は存在したため（補足図 1-20）、モデル平均のシナリオとして考慮しなかった。しかし、HS 型で出現した 2 つの局所解のパラメータを 2 つの再生産関係のシナリオと考えてモデル平均を行うことも考えられる。市野川ほか（2020）では、令和元年度までのデータを用いて得られた 2 つの局所解のパラメータを取り出して両者を平均した場合の管理基準値が計算され、その管理基準値が RI と BH で考慮される不確実性の範囲内に入っていることが示されている。

補足表 3-1. 各再生産関係から求められる MSY 管理基準値

	HS 型	RI 型	BH 型
SBmsy	92 千トン	43 千トン	108 千トン
SB0.6msy	29 千トン	11 千トン	20 千トン
SB0.1msy	4 千トン	1.4 千トン	1.7 千トン
MSY	48 千トン	32 千トン	44 千トン
Umsy	31%	38%	26%
%SPR	25.3	16.9	32%
Fmsy/Fcurrent	0.60	0.84	0.47



補足図 3-1. 神戸プロット

縦軸は各年の漁獲圧 F の F_{msy} との比、横軸は各年の親魚量 SSB と SB_{msy} との比である。参考として横軸には $SB_{0.6msy}$ 、 $SB_{0.1msy}$ の比も示した。

引用文献

- 市野川桃子・井須小羊子・岡村 寛・西嶋翔太 (2020a) 複数の再生産関係のモデル平均を用いた管理基準値推定. FRA-SA2020-BRP01-08. 水産研究・教育機構, 横浜, 10pp.
- 井須小羊子・由上龍嗣・中神正康・渡邊千夏子・高橋紀夫・上村泰洋・古市 生・渡部亮介 (2020) 令和 2 (2020) 年度マアジ太平洋系群の管理基準値等に関する研究機関会議報告書. FRA-SA2020-BRP01-3. 水産研究・教育機構, 横浜, 46pp.

補足資料 4 ABC 計算の不確実性の考慮

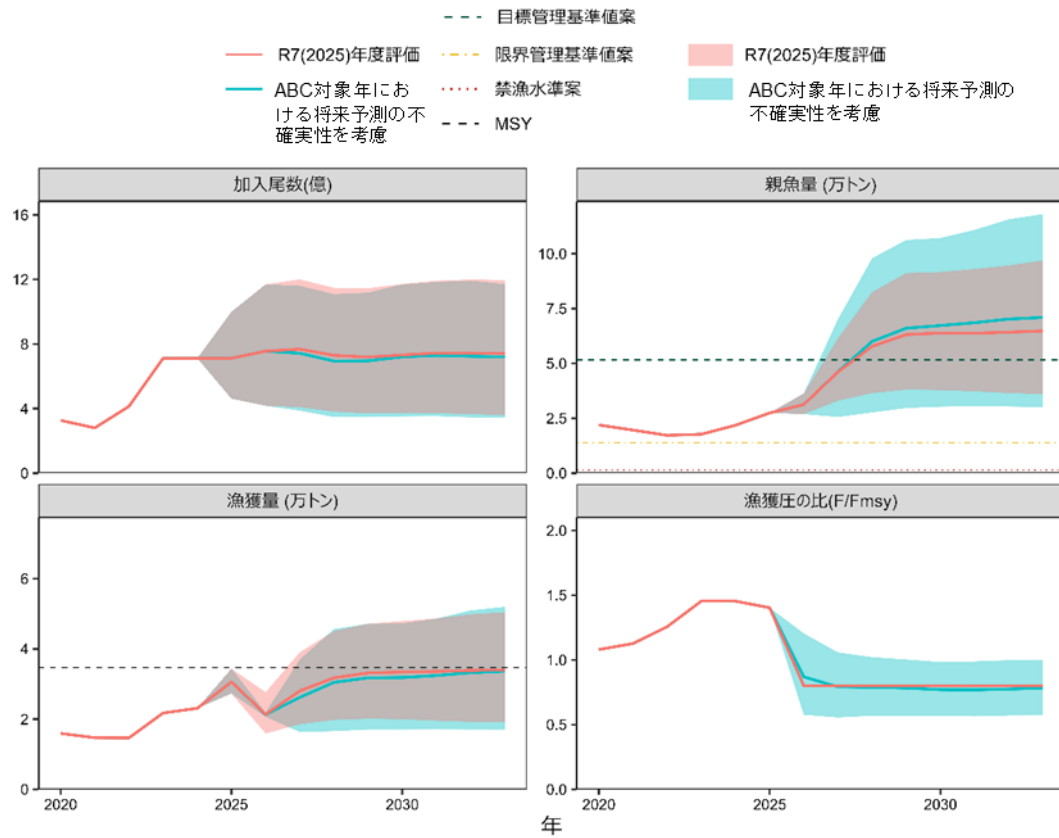
令和 7 (2025) 年度の資源評価の結果に基づき 2026 年の ABC を計算しようとする場合、利用可能な最新データである 2024 年の資源量推定値を用いて 2025 年と 2026 年の将来予測を実施し、漁獲管理規則から与えられる漁獲圧によって得られる 2026 年の漁獲量の分布の平均値を求めて ABC とする (水産研究・教育機構 2025)。このように計算された ABC は 2025 年と 2026 年に平均的な加入が起こるとした決定論的な将来予測から計算された漁獲量とはほぼ一致する (市野川ほか 2022)。しかし、現実には 2 年続けて平均的な加入が得られるとは限らない。そのため、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 (市野川ほか 2022)。それらに該当する本資源において ABC 計算の不確実性を評価した。

計算方法は市野川ほか (2022) によった。実際の計算は frasyr (コミット番号: @05eacac) の簡易 MSE の枠組みで実施した。ここで、ABC 年の前年の漁獲係数に仮定が必要となるが、本シミュレーションでは真の個体群動態で実現される真の漁獲係数を用いた (市野川ほか 2022)。将来予測本体の計算回数は加入の誤差を考慮した 10000 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。ただし、本資源では RI 型と BH 型のモデル平均を適用しているため、加入量の重み付き平均を求めるために決定論的な将来予測を 100 回実施した。

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。しかし、親魚量や漁獲圧の予測区間が通常の将来予測より広くなった (補足図 4-1)。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) 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.
- 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 4-1. ABC 対象年における資源量予測の不確実性を考慮した MSE に基づく将来予測
 通常の将来予測（赤色）と ABC 対象年における資源量予測の不確実性を追加で考慮した場合の将来予測（青色）の結果。網掛けは予測結果の 90%が含まれる予測区間を示す。

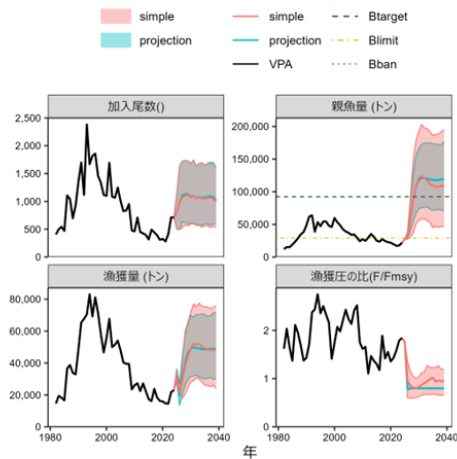
補足資料 5 RI 型と BH 型のモデル平均の再生産関係の選択に関する頑健性評価

RI 型と BH 型のモデル平均は、HS 型や BH 型に比べて SB_{msy} が低く、 F_{msy} がやや高いという特徴がある（補足資料 3）。そのため、HS 型か BH 型のいずれかの再生産関係が正しい時に、RI 型と BH 型のモデル平均を適用した場合、漁獲可能量を過大に予測し、資源が減少してしまうリスクが生じる可能性がある。

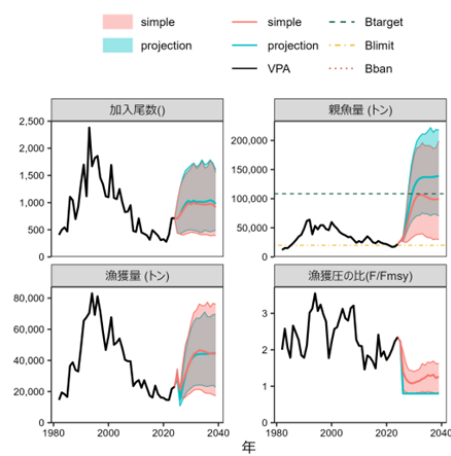
そこで、簡易的な MSE により、真の再生産関係が HS 型、BH 型、RI 型のいずれかであったときに、RI 型と BH 型のモデル平均を適用して管理した場合（simple）と正しい再生産関係を選択して管理した場合（projection）の将来予測結果を比較し、RI 型と BH 型のモデル平均を適用して管理した場合の資源減少リスクに対する頑健性について確認した（補足図 5-1）。簡易 MSE 実施時の計算回数は 300 回とし、 β は 0.8 と 0.9 とした。

RI 型と BH 型のモデル平均から得られた漁獲管理規則であれば、再生産関係が 3 種のいずれかであっても 10 年後に限界管理基準値を上回る確率は β を 0.8 とした場合に 96% 以上、 β を 0.9 とした場合に 92% 以上であった（補足図 5-2、5-3）。 β を 0.8 とした場合に 10 年後に目標管理基準値を上回る確率については、真の再生産関係が BH 型であった場合に 35% となったが、HS 型や RI 型の場合は 50% 以上であった。 $\beta=0.9$ とした場合、これらの確率は 6~12% 減少した。10 年後の平均漁獲量には大きな違いはなかった。以上の結果より、再生産関係の選択という点において、RI 型と BH 型のモデル平均を適用することは資源減少リスクに対して頑健と考えられた。

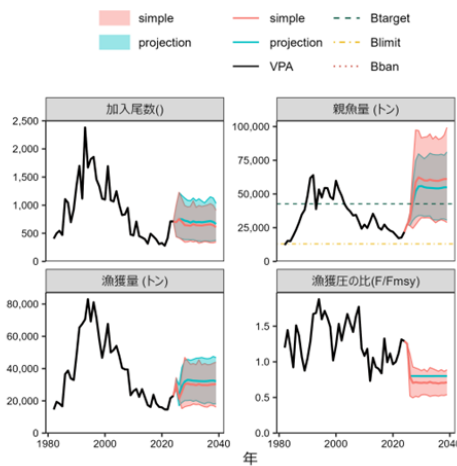
a) ホッケー・スティック型



b) ベバートン・ホルト型

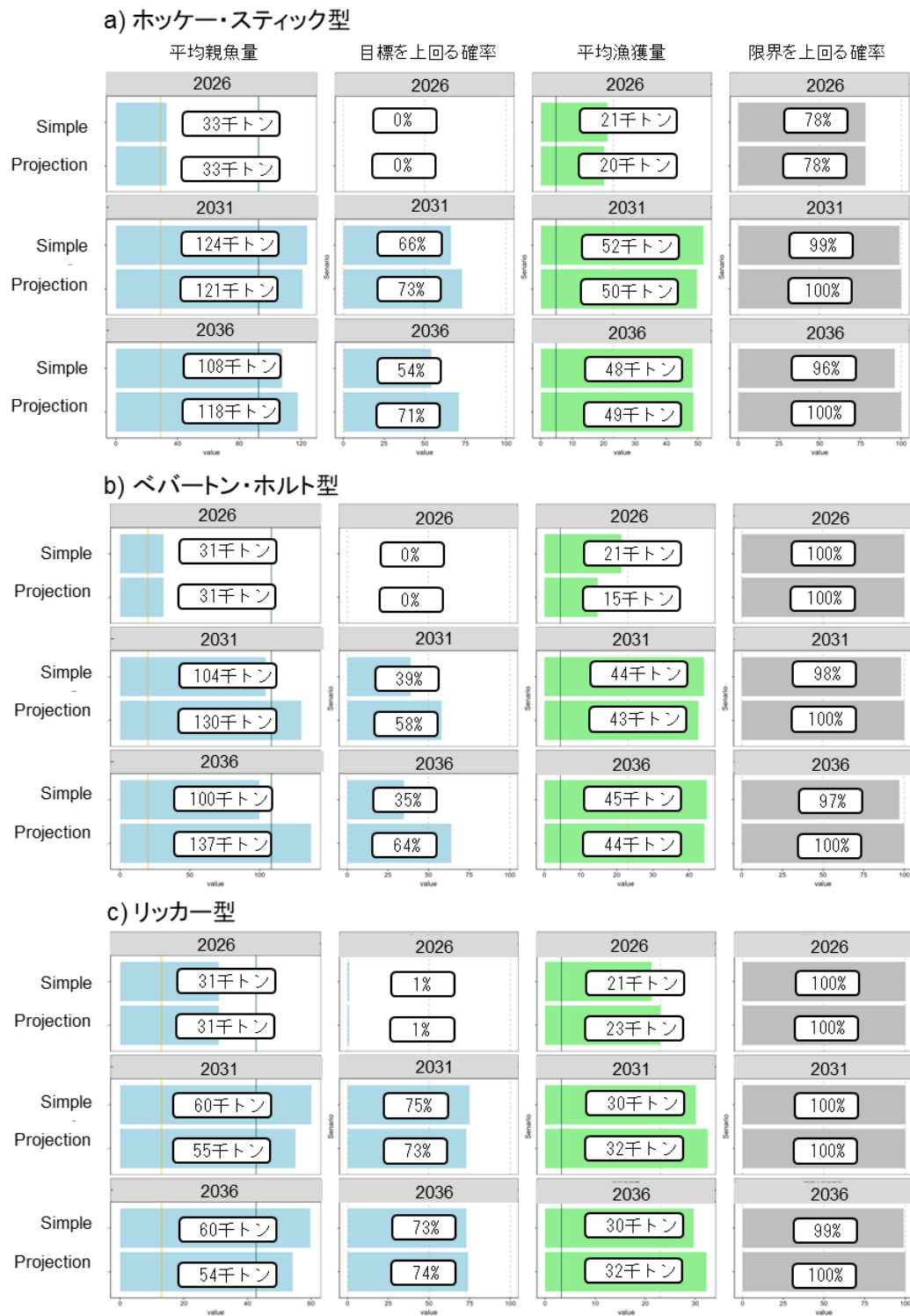


c) リッカー型

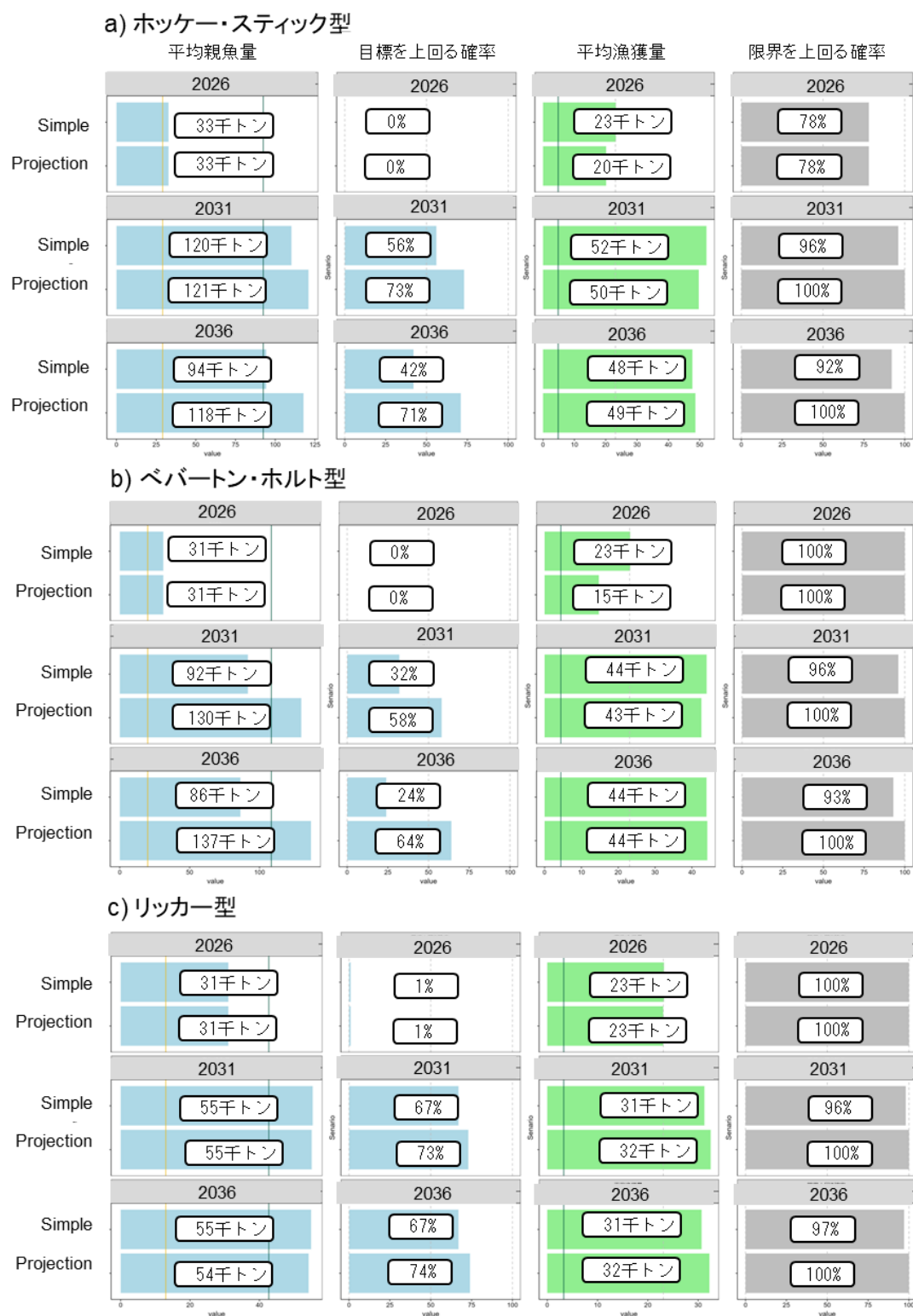


補足図 5-1. 真の再生産関係が a) HS 型、b) BH 型、c) RI 型であったときに、RI 型と BH 型のモデル平均を適用して管理した場合 (simple) と正しい再生産関係を選択して管理した場合 (projection) の将来予測結果の比較

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である。親魚量の図の緑破線は真の再生産関係から求められる目標管理基準値案、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。 $\beta=0.8$ の結果を示した。



補足図 5-2. 真の再生産関係が a) ホッケー・スティック型、b) BH 型、c) RI 型であったときに、RI 型と BH 型のモデル平均を適用して管理した場合（simple）と正しい再生産関係を選択して管理した場合（projection）の性能評価 $\beta=0.8$ の結果を示した。



補足図 5-3. 真の再生産関係が a) ホッケー・スティック型、b) BH 型、c) RI 型であったときに、RI 型と BH 型のモデル平均を適用して管理した場合（simple）と正しい再生産関係を選択して管理した場合（projection）の性能評価 $\beta=0.9$ の結果を示した。

令和 7（2025）年度マアジ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（安田十也・木皿祐雅・渡井幹雄・
日野晴彦・木下順二・塚田秋葉・河野悌昌・高橋正知）

参画機関：地方独立行政法人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、茨城県水産試験場、千葉県水産総合研究センター、東京都島しょ農林水産総合センター、神奈川県水産技術センター、静岡県水産・海洋技術研究所、愛知県水産試験場、三重県水産研究所、和歌山県水産試験場、徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究課、高知県水産試験場、愛媛県農林水産研究所水産研究センター、大分県農林水産研究指導センター水産研究部、宮崎県水産試験場

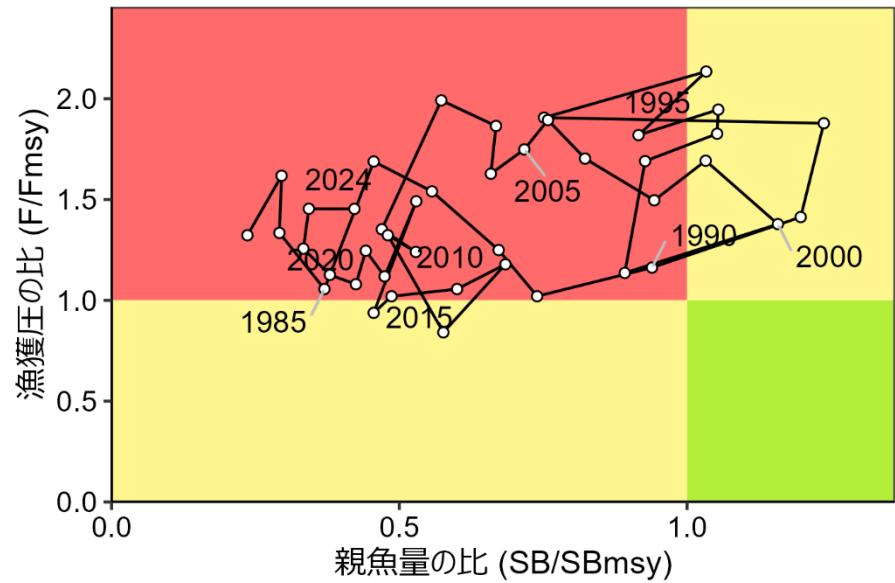
要 約

本系群の資源量について、資源量指標値をチューニング指数として用いたコホート解析により推定した。資源量は、1980 年代から増加傾向となり、1990 年代半ばには 14 万～16 万トンで推移した。1997 年以降は減少傾向に転じ、2021 年には 3.6 万トンまで減少した。その後は増加に転じ、2024 年の資源量は 5.7 万トンであった。近年の親魚量は横ばい傾向を示しており、2024 年の親魚量は 2.2 万トンであった。

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、本系群の再生産関係には自己相関を考慮したリッカー型とベバートン・ホルト型の重み付き平均モデルが適用されており、これに基づき推定された最大持続生産量（MSY）を実現できる水準の親魚量（SBmsy）は 5.2 万トンである。この基準に従うと、本系群の 2024 年の親魚量は、MSY を実現する水準を下回る。また、本系群に対する 2024 年の漁獲圧は SBmsy を維持する漁獲圧（Fmsy）を上回る。親魚量の動向は直近 5 年間（2020～2024 年）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 (SBmsy)	52 千トン
2024 年の親魚量の水準	MSY を実現する水準を下回る (0.42 倍)
2024 年の漁獲圧の水準	SBmsy を維持する水準を上回る (1.45 倍)
2024 年の親魚量の動向	横ばい
MSY	35 千トン
2026 年の 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。	

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					
年	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F/Fmsy	漁獲割合 (%)
2020	41	22	16	1.08	39
2021	36	20	15	1.13	41
2022	36	17	15	1.26	40
2023	51	18	22	1.45	43
2024	57	22	23	1.45	40
2025	70	27	31	1.40	44
2026	73	31	—	—	—
・ 2025、2026 年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 Pacific stock of Japanese jack mackerel (fiscal year 2025).

(Tohya Yasuda, Yuga Kisara, Mikio Watai, Haruhiko Hino, Junji Kinoshita, Akiha Tsukada,
Naoaki Kono, Masanori Takahashi)

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・年別漁獲 尾数	漁業・養殖業生産統計年報(農林水産省) 主要港水揚量(青森～宮崎(17)府県) 生物情報収集調査(水産機構、青森～宮崎(17)県、JAFIC)
資源量指数 ・加入量指標値 ・親魚量指標値	宮崎県南部定置網 0 歳魚 CPUE(宮崎県)* 宇和島港まき網 0 歳魚 CPUE(愛媛県)* 宿毛湾中型まき網 0 歳魚 CPUE(高知県)* 串本棒受網 0 歳魚漁獲量(和歌山県)* 伊勢湾まめ板網 0 歳魚 CPUE(愛知県)* 千葉県定置網 0 歳魚 CPUE(千葉県)* 卵稚仔調査(周年、水産機構、青森～宮崎(17)府県)*
自然死亡係数(M)	年当たり $M=0.5$ を仮定(田中 1960)
漁獲努力量	漁業・養殖業生産統計年報(農林水産省) 北部太平洋まき網漁獲努力量(JAFIC)

*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。

本系群の漁期は 1 月～12 月であり、年齢の起算日は 1 月 1 日としている。

2. 生態

(1) 分布・回遊

マアジ太平洋系群の分布域を図 2-1 に、主な漁場を図 2-2 に示した。本系群は主に青森県から宮崎県までの太平洋側の沿岸域で漁獲されるマアジを対象としている。太平洋沿岸の海域では加入時期の異なる群が混在し、それらは 2～4 月に東シナ海で生まれたものと 5 月以降に本州中部以南の地先で生まれたものであると考えられている(木幡 1972)。また、東シナ海からの加入群(横田・三田 1958)の多寡が資源水準を左右するとも考えられている(古藤 1990)。しかし、太平洋沿岸の親魚が東シナ海の産卵群に寄与しているのかは不明である。

(2) 年齢・成長

1 年で尾叉長 18 cm、2 年で 24 cm 程度に成長する(図 2-3)。成長は分布海域によって異なると考えられており(多賀・山下 2018、渡邊ほか 2022)、本系群の成長過程に対する広域的な調査が望まれる。本系群では 4 歳魚以上の漁獲は非常に少ないが、そのような漁獲物には耳石に刻まれた輪紋数が 10 を越える個体が含まれるとの報告がある(多賀・山下 2018、Katayama et al. 2019、高村ほか 2020)。

(3) 成熟・産卵

産卵期は南部ほど早く、豊後水道、紀伊水道外域などでは冬から初夏であり（阪本ほか 1986、薬師寺 2001、阪地 2001）、相模湾では春から初夏（木幡 1972、澤田 1974）である。これら先行研究を参考に、本系群では1歳で50%、2歳以上で100%が成熟すると仮定した（図 2-4）。

(4) 被捕食関係

仔稚魚は成長するにつれて大型の動物プランクトンを摂餌し、幼魚以降では魚食性が強くなる（三谷ほか 2001）。本種は大型の魚類などにより捕食される。

(5) 特記事項

先に述べたように、太平洋沿岸域には、主に本州中部以南の地先で発生した集団と東シナ海で発生した集団とが混在すると考えられている。現在、各分布海域において、漁期、成長履歴、遺伝形質などの特徴から、群れを構成する個体の発生源を判別するための科学的調査および研究が行われている（例えば、Ishikawa et al. 2021、Igeta et al. 2023、Hirao et al. 2024）。これらを継続することにより、太平洋系群に対する東シナ海起源の個体の寄与の程度、およびその年変動について解明されることが望まれる。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

主要な漁業はまき網と定置網である。まき網漁業による漁獲が全体の約6割を占め、次いで定置網による漁獲が約3割を占める。相模湾では春が漁期の主体になることが多いのに対して、日向灘、豊後水道、紀伊水道から熊野灘では春から秋にかけて漁獲される。0歳魚は春より西側の海域から漁獲され始める。1歳魚は各海域で年初から漁獲される。千葉県以北の海域では1歳魚や2歳魚の漁獲が多い。

(2) 漁獲量の推移

1982年以降では、1982～1985年には2万トン以下であったが、1986年に急増して3.7万トンとなり、1993～1997年には7万～8万トンと高い水準で推移した（図 3-1、表 3-1）。1998年（4.0万トン）以降は減少傾向となったが、2021年（1.5万トン）から再び増加傾向に転じ、2024年の漁獲量は2.3万トンとなった。2024年の漁獲量に占める各海域の割合は、太平洋南区（和歌山県～宮崎県）が43%、太平洋中区（千葉県～三重県）が43%、太平洋北区（北海道太平洋北部～茨城県）が14%であった。本系群の外国漁船による漁獲はない。なお、図 3-1 および表 3-1 に示した漁獲量は、漁業・養殖業生産統計年報に記載された数値に基づき、太平洋各県に計上されている漁獲量から、大中型まき網漁業漁獲成績報告書により東シナ海で漁獲されたと判定された分（水産庁提供）を差し引いた値を用いた。2014～2024年の太平洋側都府県所属船による日本海での漁獲量が太平洋側の漁獲量として計上されていた分についても修正している。また、1989～2001年にかけての混獲魚（主にサバ類）の漁獲量が漁業・養殖業生産統計年報のマアジの漁獲量に計上されている分も差し引いている。

本系群の漁獲の主体は0歳魚と1歳魚である。1982年以降の0歳魚の漁獲尾数は、宮崎県～高知県で多い傾向にあり、1990～2008年（2億1,800万～8億6,700万尾）に特に多かった。しかし、2015年には最低の6,600万尾となり、その後は横ばい傾向で推移した（図3-2、補足表2-1）。2023年には2億9,600万尾と再び増加した。2024年は1億7,700万尾であった。1歳魚の漁獲尾数は1986～2008年に多く、その後は低い水準で推移しており、0歳魚の漁獲尾数と似た傾向を示した。2024年の1歳魚の漁獲尾数は1億1,000万尾で前年の7,100万尾より増加した。

（3）漁獲努力量

漁業情報サービスセンター（JAFIC）が集計した2000～2024年に太平洋北区で操業した北部太平洋まき網の年間有効努力量は2000～2005年に急減し、その後は緩やかな減少傾向にあったが、2018年以降は非常に低い水準で推移している（図3-3）。漁業・養殖業生産統計年報による2000～2018年の大型定置網の漁労体数は2000年以降太平洋南区では横ばい、太平洋中区では緩やかな減少傾向となっている。一方、太平洋北区では2007～2016年の統計値が非公表であるため推移は不明である。なお、大型定置網の漁労体数調査は2019年より廃止となった。

4. 資源の状態

（1）資源評価の方法

1982年以降の年齢別漁獲尾数（図3-2、補足表2-1、補足表2-2）に基づいて、コホート解析により年齢別資源尾数、資源量、漁獲係数 F などを推定した（補足資料1、2）。解析手法には、漁獲係数 F の大きさに応じてペナルティを課す推定方法（リッジVPA; Okamura et al. 2017）を用いた（補足資料2）。本手法は令和6（2024）年度評価から用いられている。資源量指標値には、以下の「（2）資源量指標値の推移」に示す指標値を用いた。自然死亡係数 M は、4歳以上の漁獲が非常に少ないことから寿命を便宜的に5歳と仮定し、田中（1960）に基づき0.5とした。

（2）資源量指標値の推移

加入量の指標値には、以下に示す0歳魚を漁獲対象とする各県各漁法の6種類のデータを用いた（図4-1、補足資料2、補足表2-3、添付資料FRA-SA2024-SC09-202～206）。親魚量の指標値には、標準化した平均卵密度のデータを用いた（図4-1、補足表2-3、添付資料FRA-SA2024-SC09-207）。

- ① 宮崎県南部定置網 CPUE：4～6月に宮崎県南郷漁協の定置網に入網するアジ仔銘柄（0歳魚）の標準化 CPUE（月別漁獲量/水揚げ日数）
- ② 宇和島港まき網 CPUE：4月～翌年3月に愛媛県宇和島港に水揚げされる中型まき網によるゼンゴ銘柄（0歳魚）の標準化 CPUE（日別漁獲量/水揚げ統数）
- ③ 宿毛湾中型まき網 CPUE：4月～翌年3月の高知県宿毛湾において中型まき網により漁獲されるゼンゴ銘柄（0歳魚）の標準化 CPUE（日別漁獲量/出漁隻数）
- ④ 串本棒受網漁獲量：5～6月の和歌山県串本においてマアジ0歳魚を対象とする棒受網の漁獲量

⑤ 伊勢湾まめ板網 CPUE : 4 月～翌年 3 月の伊勢湾における愛知県小型底びき網（まめ板網）による 0 歳魚の標準化 CPUE（月別漁獲量/出漁隻数）

⑥ 千葉県定置網 CPUE : 10 月～翌年 3 月の千葉県鴨川沖定置と灘定置におけるジンダ銘柄（0 歳魚）の標準化 CPUE（月別漁獲量/水揚げ日数）

本年度評価から②宇和島港まき網について一般化線形混合モデルによる標準化 CPUE（添付資料 FRA-SA2024-SC09-206）を加入量指標値として用いている。これら 6 種類の加入量指標値については、2005 年以降、全体的に減少傾向を示すものが多い。2024 年には①、②、⑤が前年より増加した（図 4-1、補足表 2-3）。平均卵密度は全体的に緩やかな減少傾向を示している。

（3）資源量と漁獲圧の推移

資源量は、1982 年から 1990 年代始めにかけて増加したが、1996 年の 16.2 万トンを経点として減少に転じ、2021 年には 3.6 万トンとなった（図 4-2、4-3、表 3-1）。その後 2023 年より増加し、2024 年は 5.7 万トンと推定された。親魚量は、1982 年以降増加し、1992 年に最高値の 6.4 万トンとなった。1993～2000 年に 5 万トン前後で推移した後、2001 年以降は減少傾向となった。近年は横ばいで推移しており、2024 年の親魚量は 2.2 万トンと推定された。加入量（0 歳資源尾数）は、1993 年に 24 億尾と最大になった後に減少傾向となったが、2023 年より増加しており、2024 年の加入量は 2023 年と同程度の 7.1 億尾と推定された（図 4-4、表 3-1）。自然死亡係数（M）の値を 0.5 に対して 0.4 および 0.6 とした場合の 2024 年の資源量および親魚量について図 4-5 に示した。M の値が高いほどいずれの推定値も増加したが、トレンドは変わらなかった。再生産成功率は、1986 年（47.0 尾/kg）や 1993 年（61.3 尾/kg）に高い値を示しつつ、1982～2011 年には概ね 20 尾/kg 以上で推移した（表 3-1）。2012 年以降は概ね 20 尾/kg 以下で推移したが、2022 年に 24.0 尾/kg、2023 年に 40.2 尾/kg と増加し、2024 年は 32.6 尾/kg であった。

各年齢の漁獲係数（F）の推移を図 4-6 に示した。本系群では 0 歳に対する F が最も低く、2 歳以上に対する F が最も高くなる傾向があり、総じて選択率は安定している。しかし、1980 年代の資源増加期では 1 歳に対する F が最も高くなることがあった。2024 年の F は、0 歳では 0.38、1 歳では 1.20、2 歳と 3 歳以上では 1.11 と推定された（補足表 2-1、6-3）。漁獲割合は近年横ばいで推移しており、2024 年は 40% であった（図 4-7、表 3-1）。

昨年度評価と比べると、2023 年以前の推定値に大きな違いはなかった（補足図 9-1、補足表 9-1）。

（4）加入量当たり漁獲量（YPR）、加入量当たり親魚量（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、漁獲が無かった場合との比較を行った。図 4-8 と表 3-1 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。漁獲圧が低いほど %SPR は大きな値となる。%SPR は、1982 年以降 7.5～23.1% で推移しており、2024 年は 12.2% であった。現状の漁獲圧として、直近 3 年間（2022～2024 年）の平均 F 値から %SPR を算出すると 12.4% となった（補足表 6-3）。

最大持続生産量 MSY を実現する親魚量水準（SB_{msy}）を維持する F（F_{msy}）に対する

YPR と%SPR の関係を図 4-9 に示す。ここでの F の選択率としては令和 7 年 8 月に公開された「管理基準値等に関する研究機関会議報告書」において F_{msy} の推定に用いた値（安田ほか 2025）を使用した（補足表 5-1）。また、年齢別平均体重および成熟割合についても F_{msy} 算出時の値を使用した。 F_{msy} は、%SPR に換算すると 19.5%に相当する（補足表 6-2）。現状の漁獲圧（F2022-2024）は、 F_{msy} や $F_{30\%SPR}$ を上回る（図 4-9）。また、YPR 管理の観点からも、F2022-2024 は $F_{0.1}$ や F_{max} を上回っている。

（5）再生産関係

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、本系群の親魚量（重量）と加入量（尾数）との関係（再生産関係）にはリッカー（RI）型再生産関係式とベバートン・ホルト（BH）型再生産関係式の重み付きモデル平均が用いられている（図 4-10、安田ほか 2025）。再生産関係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親魚量・加入量であり、最適化手法には最小二乗法が用いられている。加入量の残差には自己相関が考慮され、再生産関係のパラメータと同時に自己相関係数が推定されている。なお、上述した東シナ海で発生した集団の移入は、自己相関をもって変動する加入量の残差に含まれるものとして取り扱われている。再生産式の各パラメータを補足表 6-1 に示す。

（6）現在の環境下において MSY を実現する水準

令和 7 年 8 月に公開された管理基準値等に関する研究機関会議資料（安田ほか 2025）で示された現在（1982 年以降）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（ SB_{msy} ）、および SB_{msy} を維持する F（ F_{msy} ）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

本系群における 2024 年の親魚量は MSY を実現する親魚量（ SB_{msy} ）を下回るが、MSY の 60%の漁獲量が得られる親魚量（ $SB_{0.6msy}$ ）を上回る（図 4-11）。2024 年の親魚量は SB_{msy} の 0.42 倍である（補足表 6-3）。また、2024 年の漁獲圧は、 SB_{msy} を維持する漁獲圧（ F_{msy} ）を上回っており、 F_{msy} の 1.45 倍である。なお、神戸プロットに示した漁獲圧の比（ F/F_{msy} ）とは、各年の F の選択率の下で F_{msy} 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）の推移から横ばいと判断される。本系群の親魚量は 1991～2001 年にかけて断続的に SB_{msy} を上回ったが、2002 年以降の親魚量は SB_{msy} を下回る水準で維持されている。本系群の漁獲圧は、2012 年と 2016 年を除いた全ての年で F_{msy} を上回っている。

5. 資源評価のまとめ

2024 年の親魚量は MSY を実現する水準（ SB_{msy} ）を下回り、動向は近年 5 年間（2020～2024 年）の推移から「横ばい」と判断される。漁獲圧は SB_{msy} を維持する漁獲圧（ F_{msy} ）を上回る水準であった。

6. その他

現状の漁獲圧は最大持続生産量 (MSY) を実現する親魚量 (SB_{msy}) を維持する漁獲圧 (F_{msy}) より高く、F_{0.1} や F_{max} といった YPR 管理の観点からみた基準値に照らし合わせても過大と考えられる。MSY を実現する水準以上まで親魚量を増加させるためには、現状より漁獲圧を抑える必要がある。

モデル診断の結果から、本評価における親魚量推定値の不確実性は高いと考えられる (添付資料 FRA-SA2024-SC09-208)。新たな親魚量指標値の開発および既存指標値の精度向上に向けた作業を引き続き進める必要がある。

未成魚である 0 歳魚を保護することは資源の回復に有効と考えられるが、本資源は西日本を中心に幼魚期でも食用として利用されていることに加え、体サイズにより流通・消費形態も異なる。それぞれの需要を考慮した適切な漁獲量を検討することも重要と考えられる。

7. 引用文献

- Hirao, A. S., J. Imoto, A. Fujiwara, C. Watanabe et al. (2024) Genome-wide SNP analysis coupled with geographic and reproductive-phenological information reveals panmixia in a classical marine species, the Japanese jack mackerel (*Trachurus japonicus*). Fish. Res., **279**, 107146.
- Igeta, Y., C. Sassa, M. Takahashi, M. Kuga et al. (2023) Effect of interannual variations of Kuroshio-Tsushima Warm Current system on the transportation of juvenile Japanese jack mackerel (*Trachurus japonicus*) to the Pacific coast of Japan. Fish. Oceanogr., **32**, 133-146.
- Ishikawa, K., C. Watanabe, T. Kameda, T. Tokeshi et al. (2021) Spatiotemporal variability in the occurrence of juvenile Japanese jack mackerel *Trachurus japonicus* along coastal areas of the Kuroshio Current. Fish. Oceanogr., **30**, 569-583.
- Katayama, S., H. Yamada, K. Onodera and Y. Masuda (2019) Age and growth from Oita and Miyagi prefectures of Japanese jack mackerel *Trachurus japonicus*. Fish. Sci., **85**, 475-481.
- 木幡 孜 (1972) 相模湾重要魚種の生態 II. マアジ *Trachurus japonicus* (Temminck et Schlegel) について. 神奈川県水産試験場相模湾支所報告昭和 46 年度事業報告, 55-72.
- 古藤 力 (1990) 太平洋岸におけるマアジ資源の動向について. 水産海洋研究会報, **54**, 47-49.
- 三谷卓美・上原伸二・石田 実・阪地英男 (2001) 平成 13 年マアジ太平洋系群の資源評価. 我が国周辺水域の漁業資源評価 (魚種別系群別資源評価) 第一分冊, 水産庁増殖推進部・独立行政法人水産総合研究センター, 東京, 11-22.
- 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**, 2424-2436.
- 阪地英男 (2001) 高知県宿毛湾におけるマアジ (「きあじ」タイプ) の産卵期と成熟年齢. 黒潮の資源海洋研究, **2**, 39-44.
- 阪本俊雄・武田保幸・竹内淳一 (1986) 沿岸重要資源の管理に関する研究 (概報). 昭和 59 年度和歌山県水産試験場事業報告, 43-52.
- 澤田貴義 (1974) 伊豆近海におけるマアジの成長と成熟について. 静岡県水産試験場研究報告, **7**, 25-31.

- 多賀 真・山下 洋 (2018) 常磐南部～房総海域で漁獲されるマアジの年齢と成長, 成熟. 水産海洋研究, **82**, 167-175.
- 高村正造・鈴木勇己・萩原真我・古市 生・渡邊千夏子 (2020) 資源低水準期における相模湾および相模灘で漁獲されるマアジの成熟特性. 水産海洋研究, **84**, 79-88.
- 田中昌一 (1960) 水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理. 東海水研報, **28**, 1-200.
- 渡邊千夏子・後藤直登・武田崇史・岡田 誠・長谷川淳 (2022) 太平洋沿岸域に分布するマアジの成長の海域差. 水産海洋研究, **86**, 123-131.
- 薬師寺房憲 (2001) 豊後水道におけるマアジ *Trachurus japonicus* (Temminck et Schlegel) の成熟と相対成長. 黒潮の資源海洋研究, **2**, 17-21.
- 安田十也・木皿祐雅・渡井幹雄・日野晴彦・木下順二・塚田秋葉・河野悌昌・高橋正知 (2025) 令和 7 年度の管理基準値等に関する研究機関会議資料. FRA-SA2025-BRP02-02.
- 横田滝雄・三田典子 (1958) 太平洋南区のアジ、サバ類の研究に関する諸説. 南海水研報, **9**, 1-59.

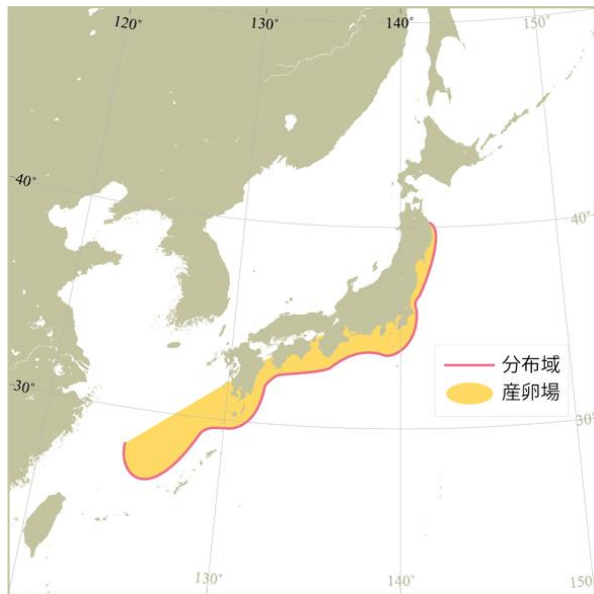


図 2-1. 分布域と産卵場

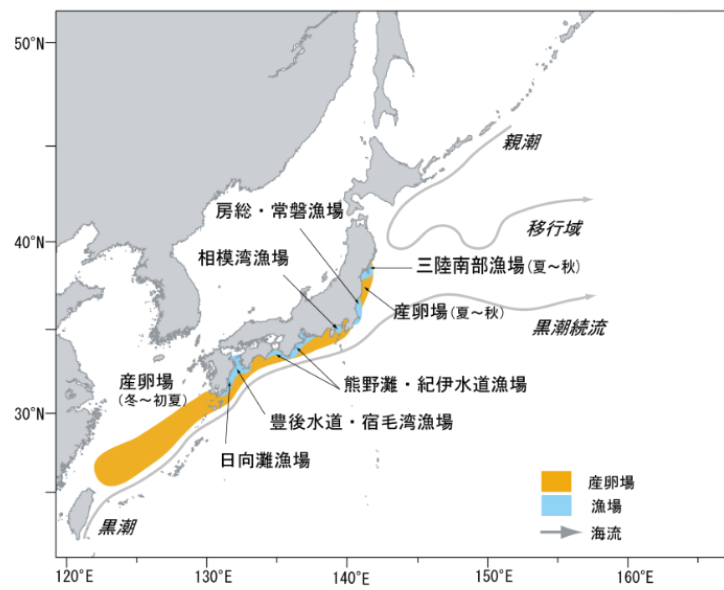


図 2-2. 産卵場と漁場図

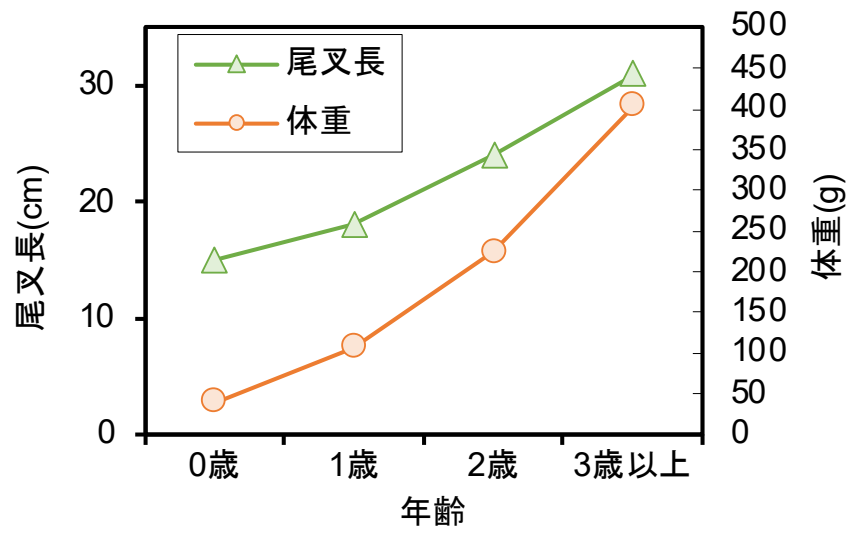


図 2-3. 年齢と成長の関係

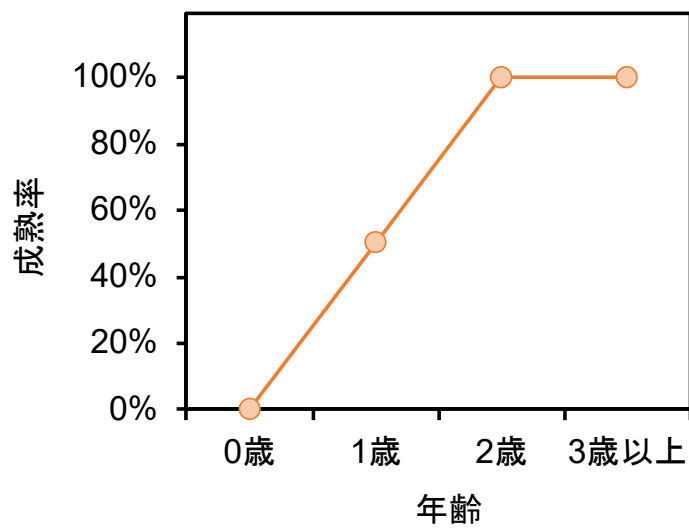


図 2-4. 年齢と成熟率の関係

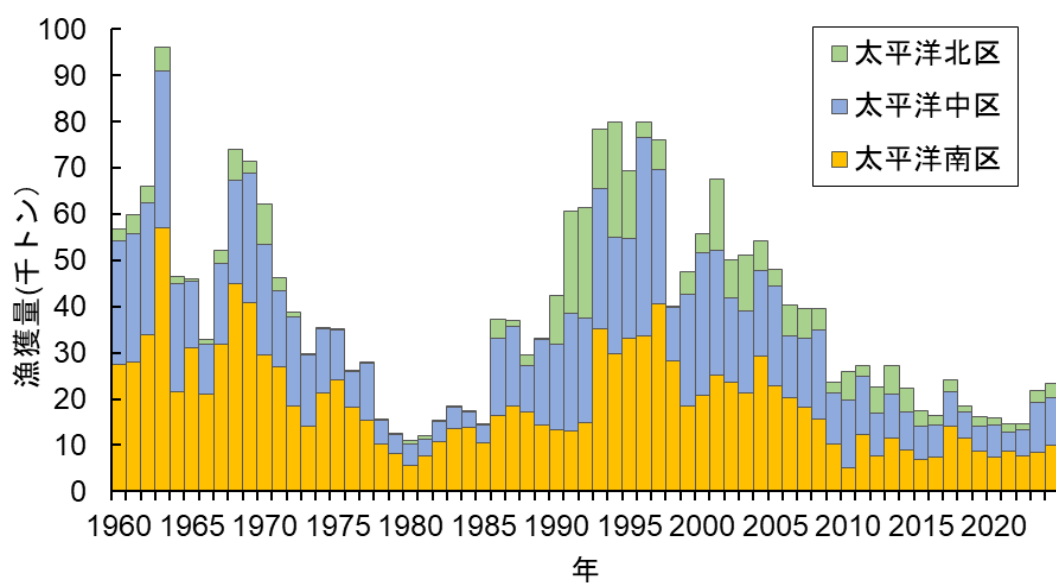


図 3-1. 漁獲量の経年変化

漁業・養殖業生産統計年報太平洋海区分別漁獲量から、他海区操業漁獲量および混獲魚漁獲量がマアジとして計上された分を差し引いた。

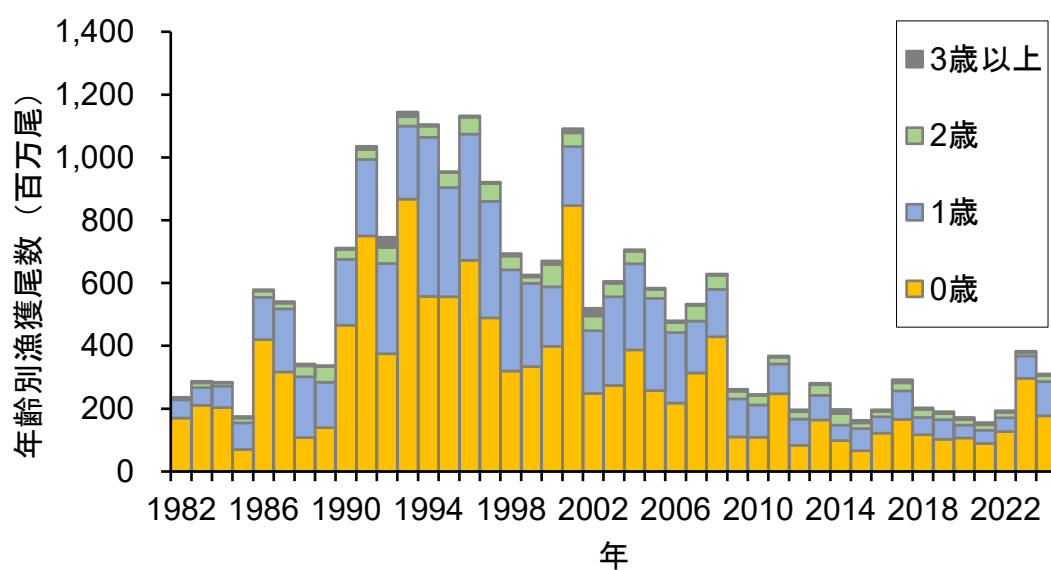


図 3-2. 年齢別漁獲尾数の経年変化

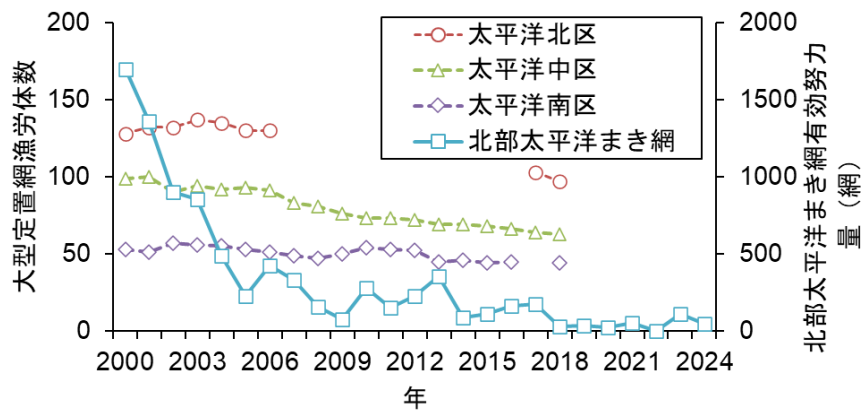
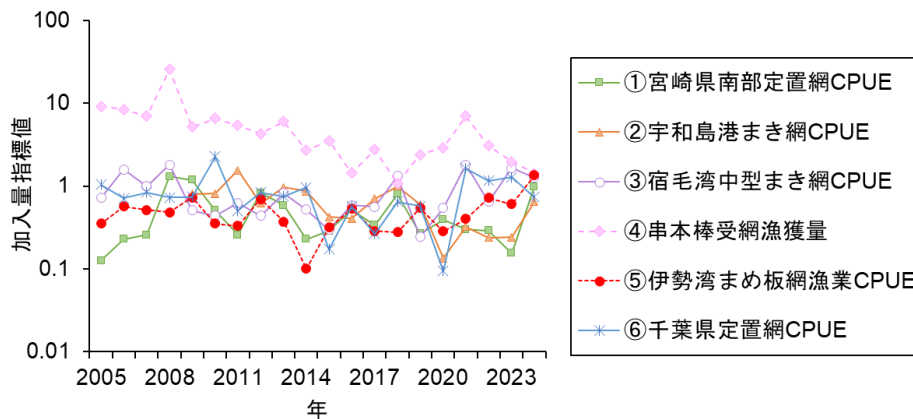


図 3-3. 2000～2018 年の大型定置網の漁労体数（点線）と 2000～2024 年の北部太平洋まき網の有効努力量（実線）の推移

2007～2016 年の太平洋北区と 2017 年の太平洋南区の大型定置網漁労体数の値は非公表である。大型定置網の漁労体数調査は 2019 年より廃止となった。

a) 加入量指標値



b) 親魚量指標値

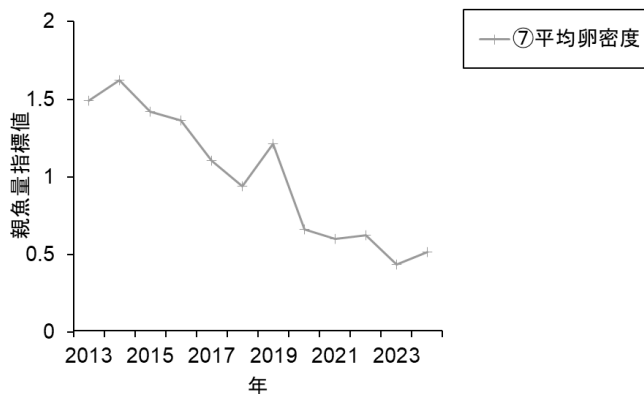


図 4-1. 加入量指標値と親魚量指標値の推移

a) 加入量指標値については、単位の異なる各指数の年変化を相対的に示すため縦軸は対数とした。

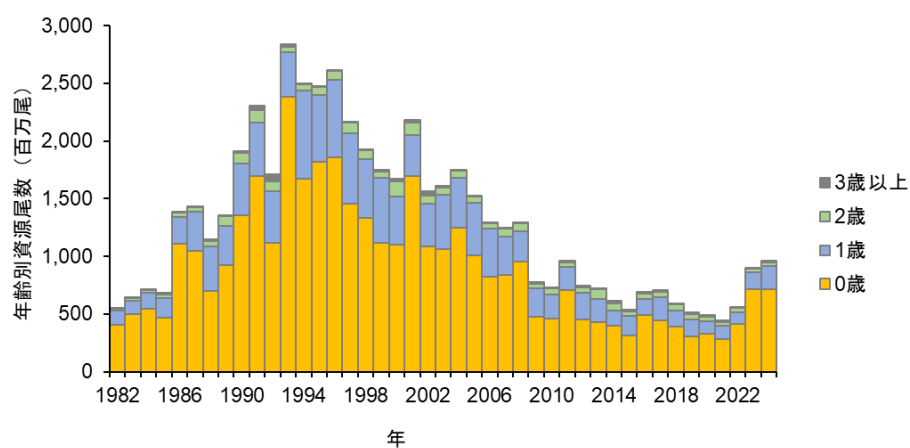


図 4-2. 年齢別資源尾数の経年変化

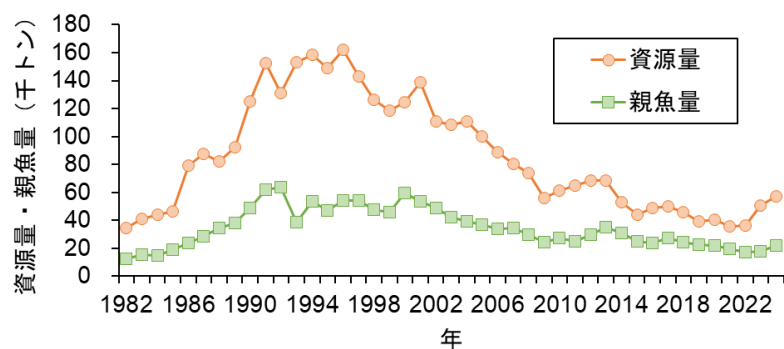


図 4-3. 資源量と親魚量の経年変化

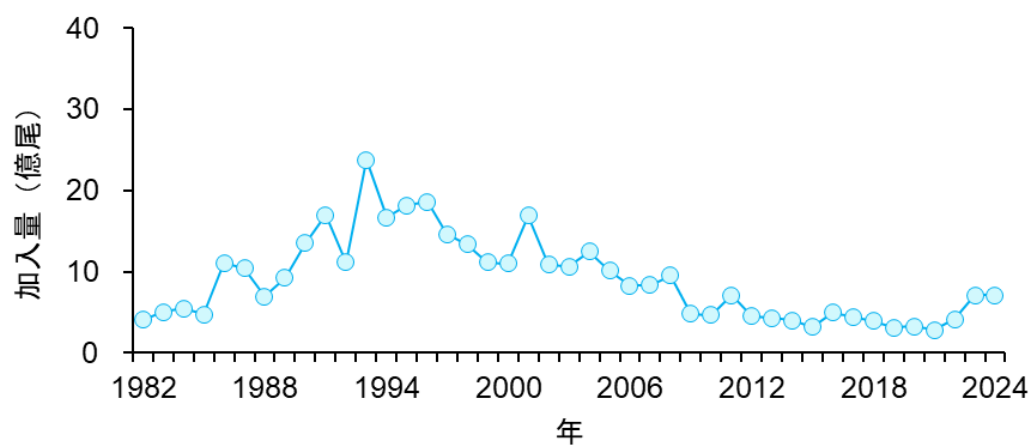


図 4-4. 加入量の経年変化

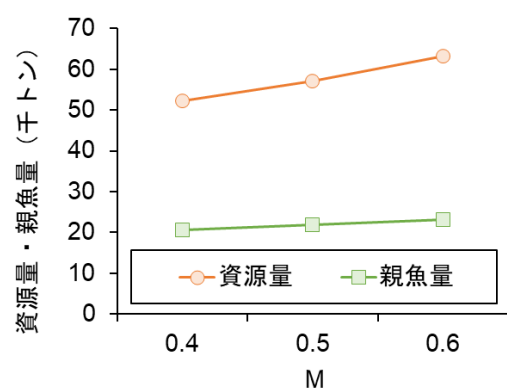


図 4-5. 自然死亡係数 M を変化させた場合の 2024 年の資源量と親魚量

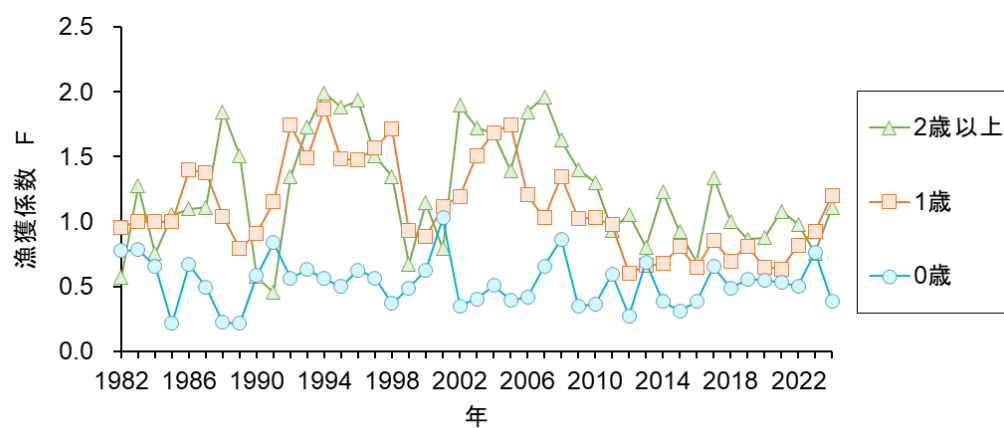


図 4-6. 年齢別漁獲係数 F の経年変化

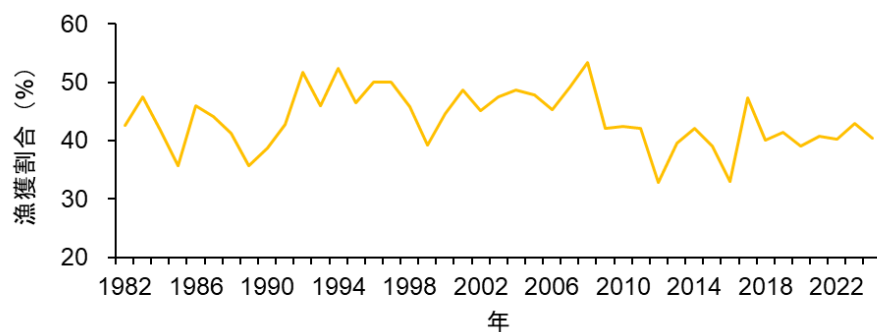


図 4-7. 漁獲割合の推移

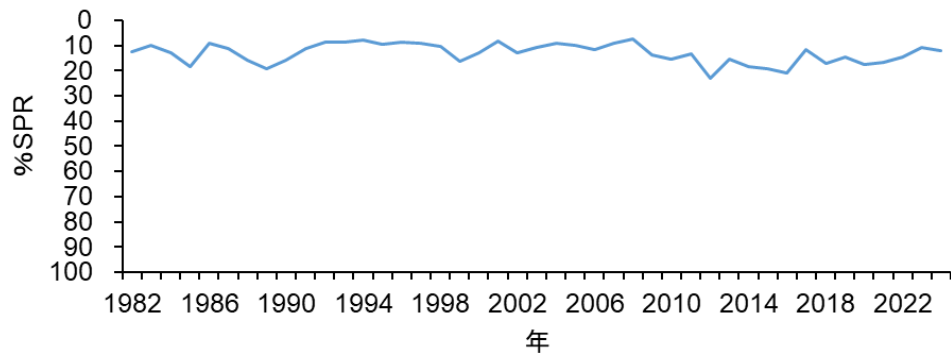
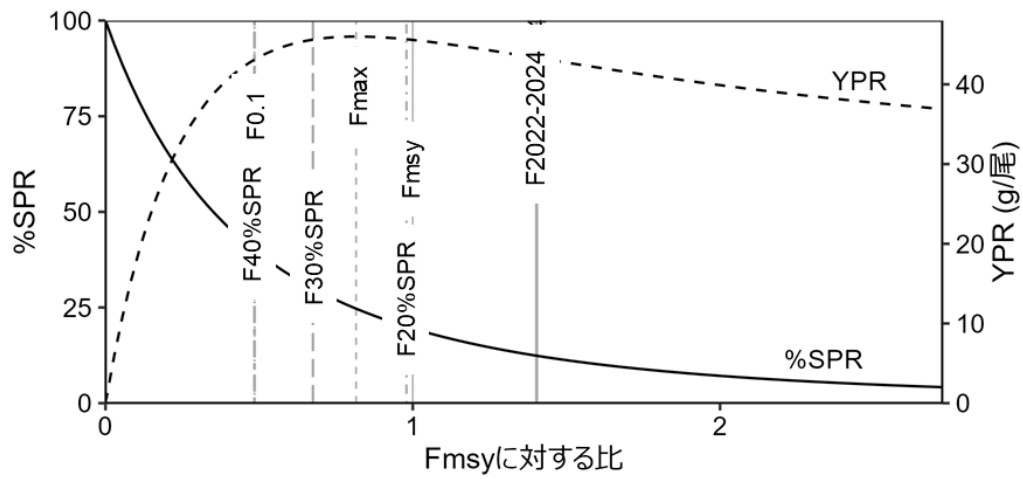


図 4-8. %SPR の推移

図 4-9. F_{msy} に対する YPR と %SPR の関係

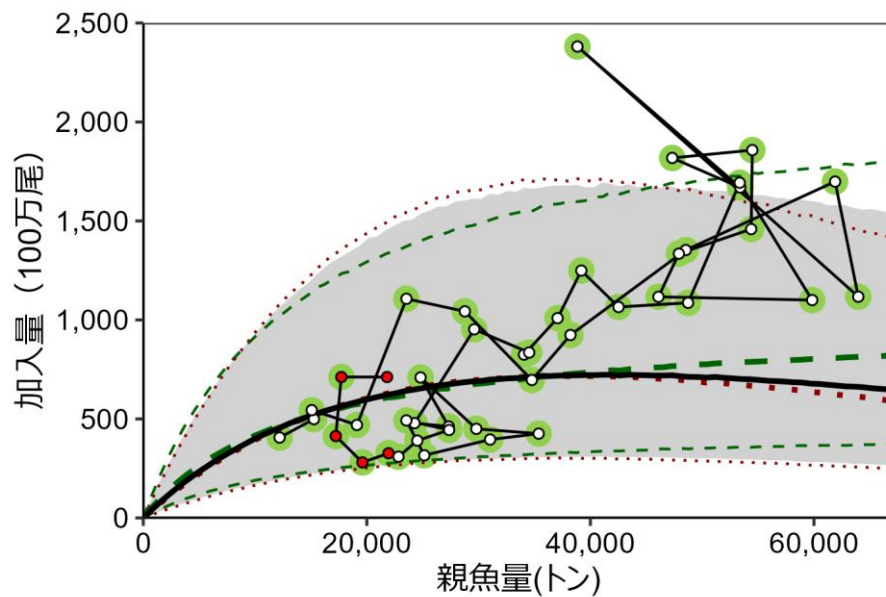


図 4-10. 親魚量と加入量の関係（再生産関係）

再生産関係には自己相関を考慮したリッカー（RI）型再生産関係式およびベバートン・ホルト（BH）型再生産関係式の重み付き平均を用い、最小二乗法によりパラメータ推定を行った。図中の黒実線は再生産関係の予測平均値、灰色領域は観察データの 90% が含まれると推定される範囲である。緑色丸印は再生産関係の分析に使用した令和 7 年度評価時の 1982～2023 年の親魚量と加入量を示す。白抜丸印は本年度評価における 1987～2024 年の親魚量と加入量を示し、そのうち近年 5 年間を赤色丸印で示した。RI 型および BH 型の予測値（RI 型：赤・太点線、BH 型：緑・太破線）と観察データの 90% が含まれると推定される範囲（RI 型：赤・細点線、BH 型：緑・細破線）も合わせて示した。各再生産関係式のパラメータは令和 7 年 8 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」（安田ほか 2025）に示された値に基づく。

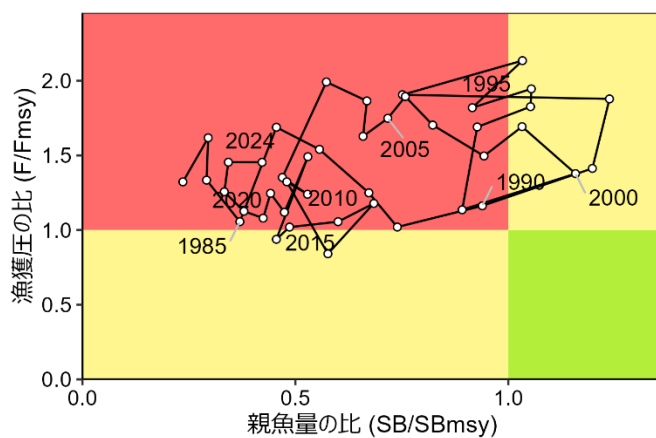


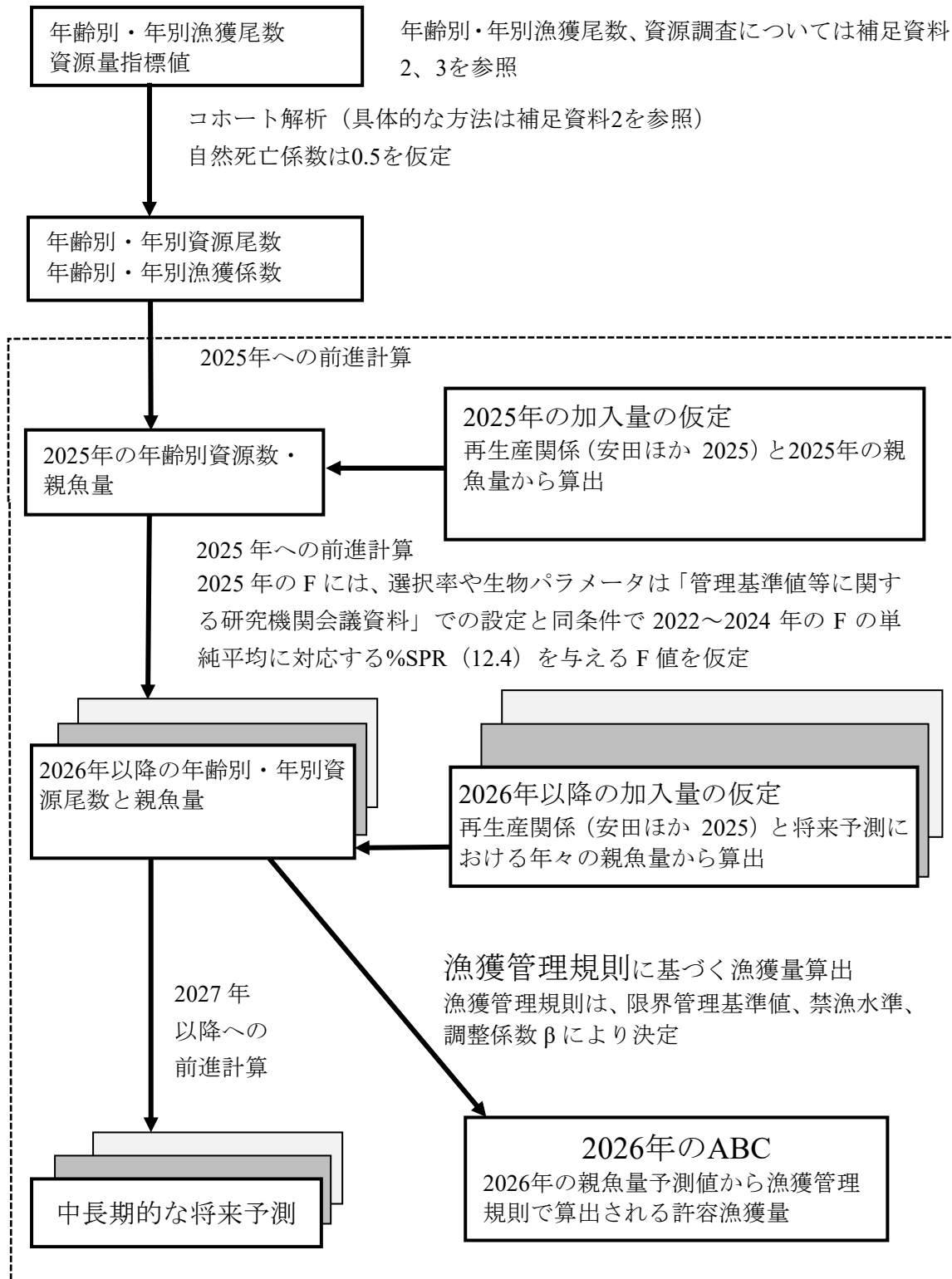
図 4-11. 最大持続生産量（MSY）を実現する親魚量（SBmsy）と SBmsy を維持する漁獲圧（Fmsy）に対する過去の親魚量および漁獲圧の関係（神戸プロット）

表 3-1. 漁獲量とコホート解析結果

年	漁獲量 (千トン)	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	加入量 (百万尾)	漁獲割合 (%)	再生産 成功率 (尾/kg)	%SPR	F/Fmsy
1982	13	34	12	406	43	33.3	12.7	1.32
1983	18	41	15	499	47	32.7	9.9	1.62
1984	17	44	15	544	42	36.1	12.9	1.33
1985	14	46	19	470	36	24.6	18.4	1.06
1986	37	79	24	1,107	46	47.0	9.3	1.69
1987	37	88	29	1,043	44	36.3	11.2	1.54
1988	30	82	35	697	41	20.0	15.9	1.25
1989	33	92	38	924	36	24.2	19.2	1.02
1990	42	125	49	1,353	39	27.9	15.8	1.16
1991	61	153	62	1,699	43	27.4	11.1	1.41
1992	62	131	64	1,118	52	17.5	8.6	1.88
1993	79	153	39	2,381	46	61.3	8.6	1.91
1994	80	159	53	1,669	52	31.3	7.8	2.13
1995	70	149	47	1,818	46	38.4	9.7	1.82
1996	80	162	54	1,858	50	34.1	8.5	1.95
1997	76	143	54	1,459	50	26.8	9.1	1.83
1998	40	127	48	1,335	46	27.9	10.5	1.69
1999	48	119	46	1,117	39	24.2	16.5	1.14
2000	56	125	60	1,100	45	18.4	12.8	1.38
2001	68	139	53	1,693	49	31.7	8.2	1.69
2002	50	111	49	1,087	45	22.3	12.9	1.50
2003	51	108	43	1,065	48	25.1	10.7	1.70
2004	54	111	39	1,249	49	31.9	9.0	1.89
2005	48	100	37	1,009	48	27.2	10.1	1.75
2006	40	89	34	825	45	24.2	11.5	1.63
2007	40	80	35	836	49	24.2	9.3	1.86
2008	39	74	30	953	53	32.2	7.5	1.99
2009	24	56	24	479	42	19.7	13.9	1.35
2010	26	61	27	462	42	16.9	15.5	1.24
2011	27	65	25	709	42	28.6	13.5	1.32
2012	22	68	30	450	33	15.1	23.1	0.84
2013	27	69	35	426	40	12.0	15.6	1.18
2014	22	53	31	396	42	12.8	18.4	1.06
2015	17	44	25	316	39	12.6	19.1	1.02
2016	16	49	24	492	33	20.9	21.1	0.94
2017	24	50	27	444	47	16.2	11.6	1.49
2018	18	46	25	391	40	15.9	17.0	1.12
2019	16	39	23	309	41	13.5	14.5	1.25
2020	16	41	22	327	39	14.9	17.7	1.08
2021	15	36	20	280	41	14.3	16.9	1.13
2022	15	36	17	413	40	24.0	14.6	1.26
2023	22	51	18	712	43	40.2	11.0	1.45
2024	23	57	22	712	40	32.6	12.2	1.45

漁獲量は、漁業・養殖業生産統計年報太平洋海区漁獲量から、他海区操業漁獲量および混獲魚漁獲量がマアジとして計上された分を差し引いた値。漁獲割合は補足表 2-1 の漁獲割合を示した。

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) 資源計算方法

年別年齢別漁獲尾数は、青森県～宮崎県の太平洋岸の各都県試験研究機関が調査した各都県主要港の水揚量と体長組成を用い算出した。太平洋岸を高知県以西、徳島県・和歌山県、三重県・愛知県、静岡県～東京都、千葉県以北の 5 区に分割し、各区内の主要港の水揚量と体長組成から月毎に体長階級別漁獲尾数を求めた。2013 年以降は千葉県以北での県による主要漁法の違いを考慮し、まき網主体の千葉～茨城県と、定置網や底びき網主体の福島県以北とにさらに分割した。体長階級別漁獲尾数は、補足表 2-2 に示す月別の年齢と尾叉長の関係を基本とし、切断法により年齢別漁獲尾数に変換した。このように算出した主要港の年齢別漁獲尾数の比率を漁業・養殖業生産統計年報の太平洋南区（和歌山県～宮崎県）、中区（千葉県～三重県）、北区（北海道太平洋北部～茨城県）の合計の漁獲量（属人統計）から東シナ海および日本海での漁獲量を差し引いた値に合うように引き延ばして系群全体の年齢別漁獲尾数を算出した。なお、切断法で年齢分解が困難な 3 歳以上はプラスグループとして一括して取り扱った。

コホート解析により年齢別資源尾数、資源量、漁獲係数等を推定した。マアジの生活史に基づき 1 月を起点とした。使用した生物学的パラメータは図 2-3、2-4 の通りである。解析結果は 0～3+歳（3 歳以上をまとめて 3+（プラスグループ）と表記する）の年齢別に求めた（補足表 2-1）。年齢別資源尾数 N の計算には Pope (1972) の近似式を用い、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。自然死亡係数 (M) は、田内・田中の式（田中 1960）に従い $M=2.5 \div \text{寿命}$ （寿命 5 歳を仮定）より 0.5 とした。1982～2024 年までの 43 年間について、年別年齢別漁獲尾数 $C_{a,y}$ から、 a 歳、 y 年の資源尾数 $N_{a,y}$ 、漁獲係数 $F_{a,y}$ は、それぞれ以下の式で求めた。

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1} \exp(M) + C_{a,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad (a = 0, 1, y = 1982, \dots, Y-1) \quad (1)$$

$$F_{a,y} = -\ln \left[1 - \frac{C_{a,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right)}{N_{a,y}} \right] \quad (a = 0, 1, 2, y = 1982, \dots, Y-1) \quad (2)$$

ここで、 Y は最近年の 2024 年を示す。3 歳以上はプラスグループとし、2 歳と 3+歳の漁獲係数は等しいと仮定し、資源尾数は以下の式で求めた。

$$F_{3+,y} = F_{2,y} \quad (3)$$

$$N_{2,y} = \frac{C_{2,y}}{C_{2,y} + C_{3+,y}} N_{3+,y+1} \exp(M) + C_{2,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad (y = 1982, \dots, Y-1) \quad (4)$$

$$N_{3+,y} = \frac{C_{3+,y}}{C_{2,y} + C_{3+,y}} N_{3+,y+1} \exp(M) + C_{3+,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad (y = 1982, \dots, Y-1) \quad (5)$$

最近年 (Y) の資源尾数は、以下の式で求めた。

$$N_{a,Y} = \frac{C_{a,Y}}{1 - \exp(-F_{a,Y})} \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad (a = 0, \dots, 3+) \quad (6)$$

最近年（Y）における 0、1、2 歳魚の F をリッジ VPA（Okamura et al. 2017）の手法に基づき推定した。リッジ VPA は F の大きさに対する罰則項を儲けることによって、F の推定に関する不安定性を軽減させる手法である。具体的には、資源量指標値への適合度を示した尤度 L（負の対数尤度 $-\ln L$ として定義）と F の罰則項をそれぞれ重み付けした目的関数（式 7; $0 \leq \lambda \leq 1$ ）を定義し、これを最小化するように F を推定した。

$$\text{最小} \quad -(1 - \lambda) \ln L + \lambda \sum_{a=0}^2 F_{a,Y}^2 \quad (7)$$

罰則項の重み係数 λ は、資源尾数、資源量、親魚量、加入尾数、漁獲係数のレトロスペクティブバイアスの傾向から決定した。レトロスペクティブバイアスの指標として Mohn's ρ を用いた（Mohn 1999）。Mohn's ρ は以下のように求めた。ここでは漁獲係数 F の Mohn's ρ を例としてあげる（式 8、式 9）。

$$\rho = \frac{1}{P} \sum_{i=1}^P \frac{F'_{Y-i} R_i - F'_{Y-i}}{F'_{Y-i}} \quad (8)$$

$$F'_Y = \sum_{a=0}^{3+} F_{a,Y} \quad (9)$$

Mohn's ρ は最新の資源評価の最新年（Y）までのフルデータから推定される各年の F と、最新データを i 年分落とした場合の最終年（Y - i 年）の F の推定値 F^R との相対値の平均値である。データを遡る年数 P は 5 とした。罰則項の重みの係数 λ を 0～0.99 の間において 0.01 刻みで変化させるとともに $\lambda=0.9999$ について解析した。同様の方法で資源尾数、資源量、親魚量、加入尾数についても Mohn's ρ を求め、各項目の絶対値の合計も合わせて計算した（補足表 2-5）。本年度評価のデータセットでは資源尾数、資源量、加入尾数については $\lambda=0$ ときに Mohn's ρ の絶対値が小さくなったが、親魚量については $\lambda=0.4$ のときに、漁獲係数については $\lambda=0.6$ のときにそれぞれ Mohn's ρ の絶対値が最小になった。本年度評価では親魚の漁獲量と親魚量指標値の推移に乖離がみられたことから、親魚量や年齢別漁獲圧に対する不確実性が高いと考えられる。本評価では親魚量や漁獲係数の Mohn's ρ を重視するとともに、その他の項目も少なからず考慮するため、全 5 項目の絶対値の合計が最小となる $\lambda=0.48$ を適用した。

（式 10）で求められる尤度を用いて各指標値と加入尾数または親魚量との適合度合いを評価した。対象期間は、加入量指標値では 2005～2024 年、親魚量指標値では 2013～2024 年とした（補足表 2-3）。最小化させる負の対数尤度は以下のように定義した（Hashimoto et

al. 2018)。

$$-\ln L = \sum_k \sum_y \frac{[\ln I_{k,y} - (b_k \ln N_{a(k),y} + \ln q_k)]^2}{2\sigma_k^2} - \ln \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_k} \right) \quad (10)$$

ここで、 $I_{k,y}$ は y 年における指標 k の観測値、 N は 0 歳魚については資源尾数で、親魚量については資源量、 I は年齢別漁法・調査別指標値である。 q_k 、 σ_k は各指標における採集効率およびばらつきに関する推定パラメータである。年齢別・年別の資源量は、年齢別・年別の資源尾数に年齢別・年別の漁獲物平均体重 $w_{a,y}$ を掛け合わせて求めた。

また、 $I_{f,k}$ と $N_{a,y}$ には、以下のべき乗式で表される関係があることを仮定した。

$$I_{k,y} = q_k N_{a(k),y}^{b_k} \quad (11)$$

ただし、本評価では b_k は 1 に固定した。2024 年における年齢別の F は、それぞれ $F_{0,2024} = 0.38$ 、 $F_{1,2024} = 1.20$ 、 $F_{2,2024} = F_{3+,2024} = 1.11$ と推定された。その他のパラメータは $q_1=0.0008$ 、 $q_2=0.0014$ 、 $q_3=0.0015$ 、 $q_4=0.0079$ 、 $q_5=0.0009$ 、 $q_6=0.0013$ 、 $q_7=0.0388$ 、 $\sigma_1=0.7802$ 、 $\sigma_2=0.5992$ 、 $\sigma_3=0.5161$ 、 $\sigma_4=0.6725$ 、 $\sigma_5=0.5433$ 、 $\sigma_6=0.7145$ 、 $\sigma_7=0.2987$ であった。

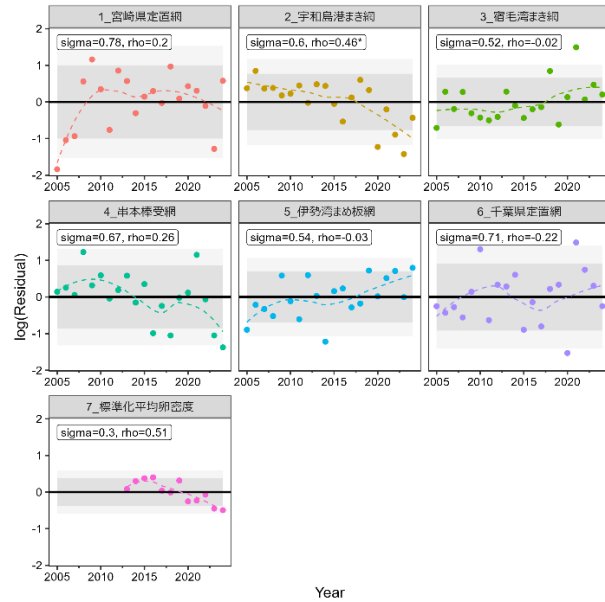
「令和 7 (2025) 年資源評価におけるモデル診断の手順と診断結果の提供指針 (資源評価高度化作業部会 2025)」に従って、本系群の評価に用いた VPA の統計学的妥当性や仮定に対する頑健性について診断した。残差プロットでは、串本棒受網漁獲量と標準化平均卵密度で負の残差が大きかった (補足図 2-1)。レトロスペクティブ解析の結果から、データの追加・更新が行われることにより、加入尾数が下方修正される傾向がみられた (補足図 2-2)。その他のモデル診断結果は「令和 7 (2025) 年度マアジ太平洋系群資源評価のモデル診断結果 (FRA-SA2025-SC09-208)」に示した。

引用文献

- Hashimoto, M., H. Okamura, M. Ichinokawa, K. Hiramatsu and T. Yamakawa (2018) Impacts 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.
- 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.
- 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**, 2424-2436.
- Pope, J.G. (1972) An investigation of the accuracy of virtual population using cohort analysis. *Res. Bull. inst. Comm. Northw. Atlant. Fish.*, **9**, 65-74.
- 資源評価高度化作業部会 (2025) 令和 7 (2025) 年度 資源評価におけるモデル診断手順と

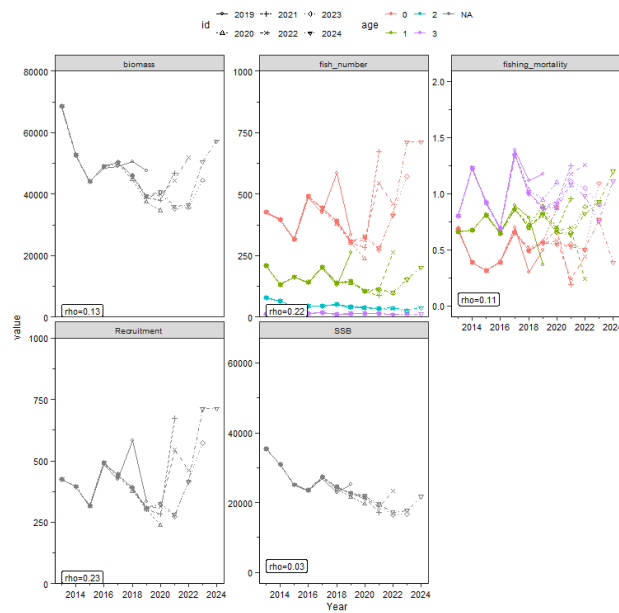
診断結果の情報提供指針. FRA-SA-2024-ABCWG02-03, 水産研究・教育機構, 横浜, 37pp.

田中昌一 (1960) 水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理. 東海水研報, 28, 1-200.



補足図 2-1. 各指標値の残差プロット

濃い灰色は 80%の信頼区間、薄い灰色は 95%の信頼区間を示す。



補足図 2-2. レトロスペクティブ解析の結果

補足表 2-1. 資源解析結果

年齢別漁獲尾数 (百万尾)

年	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
0歳	170	211	204	70	420	317	108	140	466	750	375	867
1歳	57	56	68	84	135	200	194	144	210	244	287	233
2歳	7	16	10	16	20	18	35	50	32	31	51	30
3歳以上	1	5	3	5	4	5	6	4	4	10	32	15
計	236	287	285	175	579	541	342	338	712	1,035	746	1,145

年齢別漁獲量 (千トン)

年	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
0歳	7	8	8	3	17	13	4	6	19	30	15	35
1歳	6	6	7	8	13	20	19	14	21	24	29	23
2歳	2	4	2	4	5	4	8	12	7	7	12	7
3歳以上	1	2	1	2	2	2	2	1	2	4	12	6
計	15	19	18	17	37	39	34	33	48	65	68	70

年齢別資源尾数 (百万尾)

年	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
0歳	406	499	544	470	1,107	1,043	697	924	1,353	1,699	1,118	2,381
1歳	120	114	139	172	230	344	386	339	452	458	447	385
2歳	20	28	25	31	38	35	53	83	93	110	88	47
3歳以上	4	8	6	9	8	9	9	6	12	36	56	23
計	550	649	714	681	1,384	1,432	1,144	1,351	1,910	2,303	1,708	2,837

年齢別漁獲係数、%SPR、漁獲割合

年	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
0歳	0.77	0.78	0.65	0.21	0.67	0.49	0.22	0.22	0.58	0.84	0.56	0.63
1歳	0.95	1.00	1.00	1.00	1.40	1.38	1.04	0.79	0.91	1.15	1.74	1.49
2歳	0.57	1.28	0.75	1.05	1.10	1.11	1.85	1.51	0.58	0.45	1.34	1.73
3歳以上	0.57	1.28	0.75	1.05	1.10	1.11	1.85	1.51	0.58	0.45	1.34	1.73
%SPR	12.71	9.95	12.92	18.42	9.32	11.16	15.89	19.15	15.80	11.13	8.55	8.56
漁獲割合	43%	47%	42%	36%	46%	44%	41%	36%	39%	43%	52%	46%

年齢別資源量と親魚量 (千トン) および再生産成功率RPS (0歳魚尾数/親魚量, 尾/kg)

年	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
0歳	16.2	20.0	21.8	18.8	44.3	41.7	27.9	37.0	54.1	68.0	44.7	95.2
1歳	12.0	11.4	13.9	17.2	23.0	34.4	38.6	33.9	45.2	45.8	44.7	38.5
2歳	4.5	6.4	5.8	7.1	8.8	7.9	12.1	19.0	21.4	25.4	20.2	10.9
3歳以上	1.7	3.1	2.3	3.4	3.2	3.6	3.3	2.2	4.5	13.6	21.4	8.7
資源量	34.4	40.9	43.8	46.5	79.3	87.7	81.9	92.1	125.2	152.7	131.0	153.4
親魚量	12.2	15.3	15.1	19.1	23.5	28.8	34.8	38.2	48.5	61.9	64.0	38.8
RPS	33.3	32.7	36.1	24.6	47.0	36.3	20.0	24.2	27.9	27.4	17.5	61.3

* 2005 年以前の年齢別平均体重は各年とも 0 歳魚 40 g、1 歳魚 100 g、2 歳魚 230 g、3 歳魚以上 380 g として計算した。2006～2024 年は漁獲物の年齢別平均体重を用いた(補足表 2-4)。
1982～2000 年については実際の平均体重との差を補正せずに漁獲尾数を算定しているため、漁獲尾数と上述の平均体重を掛けて得られる漁獲量の合計は表 3-1 に示した漁獲量に一致しない。

補足表 2-1. (続き)

年齢別漁獲尾数 (百万尾)

年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	558	556	672	489	320	335	398	847	249	274	387	257
1歳	507	348	403	372	322	264	190	187	200	282	274	293
2歳	35	47	53	56	44	21	71	45	47	43	40	29
3歳以上	5	3	5	5	8	5	11	13	25	6	5	5
計	1,105	955	1,132	921	694	625	671	1,091	520	606	706	584

年齢別漁獲量 (千トン)

年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	22	22	27	20	13	13	16	34	10	11	15	10
1歳	51	35	40	37	32	26	19	19	20	28	27	29
2歳	8	11	12	13	10	5	16	10	11	10	9	7
3歳以上	2	1	2	2	3	2	4	5	9	2	2	2
計	83	69	81	71	58	47	56	68	50	51	54	48

年齢別資源尾数 (百万尾)

年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	1,669	1,818	1,858	1,459	1,335	1,117	1,100	1,693	1,087	1,065	1,249	1,009
1歳	769	578	670	603	504	560	417	357	367	465	433	456
2歳	52	72	80	93	76	55	134	105	71	68	62	49
3歳以上	8	5	7	8	13	14	22	30	37	10	8	8
計	2,498	2,473	2,614	2,163	1,929	1,746	1,673	2,185	1,562	1,608	1,753	1,522

年齢別漁獲係数、%SPR、漁獲割合

年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	0.56	0.50	0.62	0.56	0.37	0.49	0.63	1.03	0.35	0.40	0.51	0.40
1歳	1.87	1.48	1.48	1.57	1.71	0.93	0.88	1.12	1.19	1.51	1.68	1.75
2歳	1.99	1.88	1.94	1.51	1.35	0.67	1.14	0.79	1.90	1.72	1.68	1.39
3歳以上	1.99	1.88	1.94	1.51	1.35	0.67	1.14	0.79	1.90	1.72	1.68	1.39
%SPR	7.83	9.70	8.54	9.06	10.54	16.48	12.83	8.16	12.86	10.70	8.99	10.06
漁獲割合	52%	46%	50%	50%	46%	39%	45%	49%	45%	48%	49%	48%

年齢別資源量と親魚量 (千トン) および再生産成功率RPS (0歳魚尾数/親魚量, 尾/kg)

年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	66.8	72.7	74.3	58.4	53.4	44.7	44.0	67.7	43.5	42.6	50.0	40.4
1歳	76.9	57.8	67.0	60.3	50.4	56.0	41.7	35.7	36.7	46.5	43.3	45.6
2歳	12.1	16.5	18.3	21.3	17.6	12.7	30.8	24.1	16.3	15.5	14.4	11.2
3歳以上	2.9	1.9	2.7	2.9	5.1	5.4	8.2	11.4	14.1	3.7	3.2	3.0
資源量	158.6	149.0	162.3	142.9	126.5	118.8	124.7	138.9	110.6	108.4	110.8	100.3
親魚量	53.4	47.3	54.5	54.4	47.9	46.1	59.8	53.4	48.7	42.5	39.2	37.1
RPS	31.3	38.4	34.1	26.8	27.9	24.2	18.4	31.7	22.3	25.1	31.9	27.2

* 2005 年以前の年齢別平均体重は各年とも 0 歳魚 40 g、1 歳魚 100 g、2 歳魚 230 g、3 歳魚以上 380 g として計算した。2006～2024 年は漁獲物の年齢別平均体重を用いた(補足表 2-4)。
1982～2000 年については実際の平均体重との差を補正せずに漁獲尾数を算定しているため、漁獲尾数と上述の平均体重を掛けて得られる漁獲量の合計は表 3-1 に示した漁獲量に一致しない。

補足表 2-1. (続き)

年齢別漁獲尾数 (百万尾)

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0歳	218	313	429	110	109	248	84	164	98	66	122	166
1歳	225	166	151	122	102	95	83	78	50	71	52	91
2歳	32	50	45	24	30	21	23	34	36	19	17	26
3歳以上	6	4	4	5	4	5	7	5	14	7	5	10
計	480	533	629	262	246	368	197	282	198	163	197	293

年齢別漁獲量 (千トン)

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0歳	9	10	14	5	5	10	5	8	4	2	5	5
1歳	23	18	15	11	13	11	10	9	5	7	5	8
2歳	7	9	9	6	7	5	5	8	8	5	4	6
3歳以上	2	2	2	2	2	2	3	2	5	3	2	4
計	40	40	39	24	26	27	22	27	22	17	16	24

年齢別資源尾数 (百万尾)

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0歳	825	836	953	479	462	709	450	426	396	316	492	444
1歳	412	331	263	244	205	195	237	208	130	163	140	203
2歳	48	75	72	41	53	44	45	79	65	40	44	45
3歳以上	9	5	7	9	8	10	13	12	25	16	14	18
計	1,293	1,247	1,294	773	727	959	745	724	616	536	691	710

年齢別漁獲係数、%SPR、漁獲割合

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0歳	0.41	0.66	0.86	0.35	0.36	0.60	0.27	0.69	0.38	0.31	0.38	0.65
1歳	1.21	1.03	1.35	1.02	1.03	0.97	0.60	0.66	0.67	0.81	0.65	0.86
2歳	1.85	1.96	1.63	1.40	1.30	0.93	1.05	0.80	1.23	0.92	0.69	1.34
3歳以上	1.85	1.96	1.63	1.40	1.30	0.93	1.05	0.80	1.23	0.92	0.69	1.34
%SPR	11.52	9.27	7.47	13.88	15.52	13.49	23.07	15.64	18.40	19.08	21.07	11.55
漁獲割合	45%	49%	53%	42%	42%	42%	33%	40%	42%	39%	33%	47%

年齢別資源量と親魚量 (千トン) および再生産成功率RPS (0歳魚尾数/親魚量, 尾/kg)

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0歳	34.1	27.7	31.0	20.6	21.3	28.7	24.3	20.7	15.3	10.6	18.5	13.6
1歳	41.5	36.2	26.3	22.1	25.5	22.4	28.6	25.1	12.8	16.9	14.2	18.6
2歳	9.9	14.0	14.0	9.5	11.6	9.7	10.4	17.8	15.3	10.0	10.5	10.8
3歳以上	3.4	2.4	2.4	3.8	3.0	3.9	5.1	5.0	9.3	6.7	6.0	7.3
資源量	88.9	80.4	73.8	55.9	61.4	64.7	68.4	68.7	52.8	44.2	49.1	50.3
親魚量	34.1	34.5	29.6	24.3	27.3	24.8	29.8	35.4	31.0	25.1	23.5	27.4
RPS	24.2	24.2	32.2	19.7	16.9	28.6	15.1	12.0	12.8	12.6	20.9	16.2

補足表 2-1. (続き)

年齢別漁獲尾数 (百万尾)

年	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0歳	117	102	107	90	127	296	177
1歳	55	63	40	42	44	71	109
2歳	26	19	18	18	18	11	19
3歳以上	5	6	7	7	5	4	6
計	203	191	172	156	194	383	311

年齢別漁獲量 (千トン)

年	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0歳	4	3	4	3	4	11	7
1歳	6	5	4	4	4	7	10
2歳	6	5	5	4	4	2	4
3歳以上	2	3	3	3	2	2	2
計	18	16	16	15	15	22	23

年齢別資源尾数 (百万尾)

年	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0歳	391	309	327	280	413	712	712
1歳	140	145	108	115	100	152	201
2歳	52	42	39	34	37	27	36
3歳以上	10	14	14	14	10	11	11
計	593	511	488	443	561	901	960

年齢別漁獲係数、%SPR、漁獲割合

年	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0歳	0.49	0.55	0.55	0.53	0.50	0.76	0.38
1歳	0.69	0.81	0.65	0.63	0.82	0.93	1.20
2歳	1.00	0.86	0.88	1.08	0.98	0.75	1.11
3歳以上	1.00	0.86	0.88	1.08	0.98	0.75	1.11
%SPR	17.04	14.50	17.72	16.92	14.57	11.01	12.20
漁獲割合	40%	41%	39%	41%	40%	43%	40%

年齢別資源量と親魚量 (千トン) および再生産成功率RPS (0歳魚尾数/親魚量, 尾/kg)

年	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0歳	13.9	10.2	13.1	10.4	14.4	25.8	26.2
1歳	15.1	12.6	11.5	11.9	9.5	14.0	18.3
2歳	12.8	10.6	10.4	8.3	8.2	5.9	8.0
3歳以上	4.1	6.0	5.8	5.4	4.2	4.8	4.7
資源量	46.0	39.3	40.8	36.0	36.4	50.5	57.2
親魚量	24.5	22.8	21.9	19.6	17.2	17.7	21.8
RPS	15.9	13.5	14.9	14.3	24.0	40.2	32.6

補足表 2-2. 年齢と尾叉長（体長）の関係

体長階級 (cm)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
13以下	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
15	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
16	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
17	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
18	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
20	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
24	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
25	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1
26	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
27	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
28	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
29	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2
30	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
31以上	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

補足表 2-3. コホート解析に用いた各指標値

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
①宮崎県南部定置網CPUE	0.13	0.23	0.26	1.30	1.19	0.51	0.26	0.83	0.59	0.23
②宇和島港まき網CPUE	2.06	2.71	1.69	1.96	0.80	0.81	1.56	0.62	0.97	0.86
③宿毛湾中型まき網CPUE	0.72	1.58	1.00	1.82	0.51	0.44	0.62	0.43	0.82	0.52
④串本棒受網漁獲量	9.20	8.40	7.00	25.70	5.20	6.60	5.38	4.30	6.02	2.69
⑤伊勢湾まめ板網漁業CPUE	0.35	0.57	0.51	0.48	0.73	0.35	0.33	0.70	0.37	0.10
⑥千葉県定置網CPUE	1.04	0.71	0.84	0.73	0.73	2.27	0.50	0.84	0.75	0.96
⑦平均卵密度									1.49	1.62

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
①宮崎県南部定置網CPUE	0.29	0.52	0.34	0.80	0.26	0.39	0.30	0.29	0.15	0.99
②宇和島港まき網CPUE	0.42	0.41	0.71	1.00	0.60	0.13	0.32	0.24	0.24	0.65
③宿毛湾中型まき網CPUE	0.30	0.59	0.56	1.32	0.24	0.54	1.81	0.64	1.65	1.27
④串本棒受網漁獲量	3.55	1.45	2.75	1.08	2.40	2.91	7.00	3.07	1.97	1.42
⑤伊勢湾まめ板網漁業CPUE	0.32	0.53	0.29	0.28	0.54	0.28	0.40	0.72	0.60	1.34
⑥千葉県定置網CPUE	0.17	0.57	0.26	0.65	0.58	0.09	1.65	1.15	1.28	0.74
⑦平均卵密度	1.42	1.36	1.10	0.94	1.21	0.66	0.60	0.62	0.44	0.52

補足表 2-4. 漁獲物の年齢別平均体重 (g) と 2006～2024 年の平均値

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0歳	41.4	33.2	32.6	43.0	46.2	40.5	54.1	48.7	38.7	33.6
1歳	100.8	109.4	100.3	90.5	124.4	114.7	120.5	121.1	98.4	103.6
2歳	205.2	187.5	195.5	228.3	217.6	219.0	232.6	226.4	235.0	247.6
3+歳	398.1	443.7	355.1	402.9	400.0	388.1	393.6	406.1	376.2	420.8

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024平均値
0歳	37.5	30.6	35.6	32.9	40.0	37.2	34.9	36.2	36.8
1歳	100.9	91.7	108.0	86.6	106.9	103.5	95.0	92.6	91.0
2歳	237.1	241.4	244.7	248.9	265.2	243.3	222.4	218.7	218.7
3+歳	439.7	411.4	416.8	429.2	400.7	395.8	431.1	451.8	438.9

補足表 2-5. λ と Mohn's ρ の一覧

λ	資源尾数	資源量	親魚量	加入尾数	漁獲圧	合計
0	0.148	0.014	-0.151	0.167	285545.838	285546.318
0.1	0.166	0.049	-0.092	0.188	0.642	1.137
0.2	0.178	0.070	-0.059	0.199	0.432	0.938
0.3	0.190	0.091	-0.029	0.208	0.298	0.815
0.4	0.203	0.113	0.004	0.217	0.191	0.728
0.41	0.205	0.115	0.008	0.218	0.181	0.727
0.48	0.215	0.133	0.034	0.225	0.114	0.722
0.5	0.218	0.138	0.042	0.227	0.096	0.722
0.6	0.237	0.171	0.091	0.239	0.003	0.741
0.7	0.262	0.215	0.159	0.253	-0.093	0.983
0.8	0.301	0.285	0.268	0.273	-0.203	1.330
0.9	0.374	0.424	0.488	0.308	-0.339	1.933
0.9999	5.729	7.194	8.897	4.613	-0.792	27.226

水色で塗りつぶしたセルは各推定値における Mohn's ρ の最小値とそのときの λ を示す。

補足資料 3 管理基準値案と禁漁水準案等

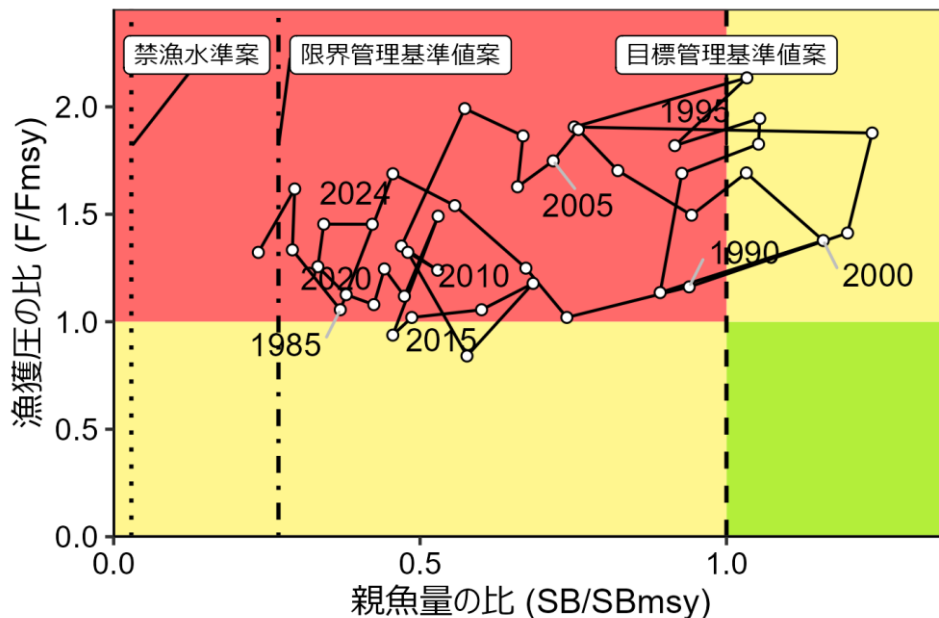
令和 7 年 8 月に公開された「管理基準値等に関する研究機関会議資料」により、目標管理基準値 (SBtarget) には MSY 水準における親魚量 (SBmsy : 52 千トン)、限界管理基準値 (SBlimit) には MSY の 60% が得られる親魚量 (SB0.6msy : 14 千トン)、禁漁水準 (SBban) には MSY の 10% が得られる親魚量 (SB0.1msy : 1.5 千トン) を用いることが提案されている (安田ほか 2025、補足表 6-2)。

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 年の親魚量 (SB2024 : 22 千トン) は目標管理基準値案を下回るが、限界管理基準値案および禁漁水準案は上回る。本系群の親魚量は、1982 年を除く全ての年で限界管理基準値案を上回り、そのうち 1991~2001 年にかけては断続的に目標管理基準値案を上回った。本系群の漁獲圧は、2012 年と 2016 年を除いた全ての年で SBmsy を維持する漁獲圧 (Fmsy) を上回っている。

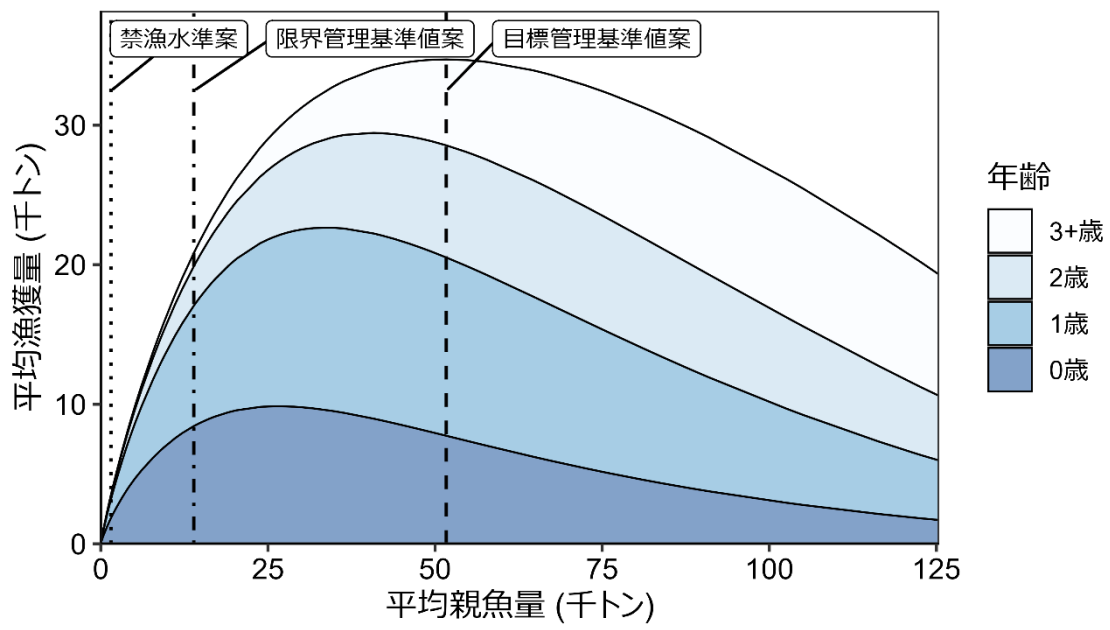
平衡状態における平均親魚量と年齢別平均漁獲量との関係を補足図 3-2 に示す。平均親魚量が限界管理基準値案以下では 0 歳および 1 歳魚が殆どを占めている。しかし、親魚量が増加するにつれて高齢魚の比率が高くなる傾向がみられる。

引用文献

安田十也・木皿祐雅・渡井幹雄・日野晴彦・木下順二・塚田秋葉・河野悌昌・高橋正知
(2025) 令和 7 年度の管理基準値等に関する研究機関会議資料. FRA-SA2025-BRP02-02.



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. 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（漁獲量曲線）

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 年の資源量から、コホート解析の前進法を用いて 2025～2075 年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 年の漁獲圧は現状の漁獲圧 (F2022-2024) 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 2022～2024 年の漁獲圧に対応する %SPR を与える F 値とした。2025 年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案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」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「資源評価の不確実性等を考慮すると、 β は 0.8 以下とすることが望ましい」とされている (安田ほか 2025)。

(3) 2026 年の予測値

漁獲管理規則案に基づき試算された 2026 年の平均漁獲量は β を 0.8 とした場合には 21 千トン (90% 予測区間は 15 千～30 千トン)、 β を 1.0 とした場合には 25 千トン (90% 予測区間は 18 千～36 千トン) であった (補足表 6-4)。2026 年に予測される親魚量は、いずれの繰り返し計算でも限界管理基準値案を上回り、平均 31 千トンと見込まれた。

(4) 2027 年以降の予測

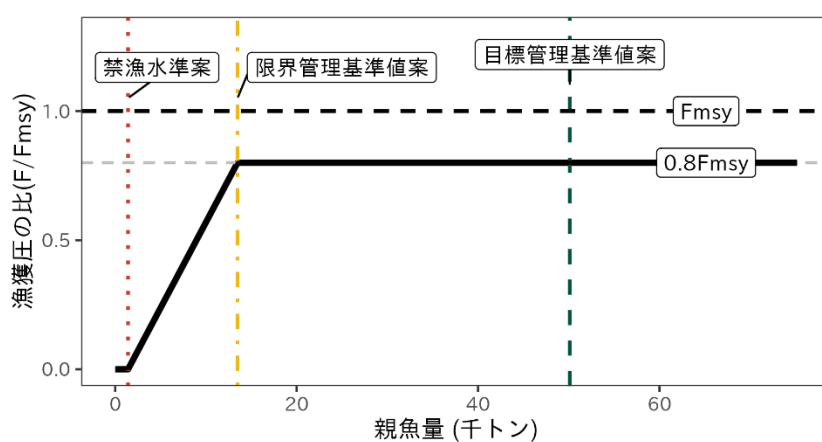
2027 年以降も含めた将来予測の結果を補足図 4-2 および補足表 4-1、4-2 に示す。漁獲管理規則案に基づく管理を 10 年間継続した場合、2036 年の親魚量の予測値は β を 0.8 とした場合には 65 千トン (90% 予測区間は 30 千～115 千トン) であり、 β を 1.0 とした場合には 52 千トン (90% 予測区間は 21 千～93 千トン) である (補足表 6-5)。予測値が目標管理基準値案を上回る確率は β が 0.9 以下で 50% を上回る。限界管理基準値案を上回る確率は β が 1.0 以下で 50% を上回る。現状の漁獲圧 (F2022-2024) を継続した場合の 2036 年の親魚量の予測値は 32 千トン (90% 予測区間は 9 千～65 千トン) であり目標管理基準値案を

上回る確率は 14%、限界管理基準値案を上回る確率は 86%である。

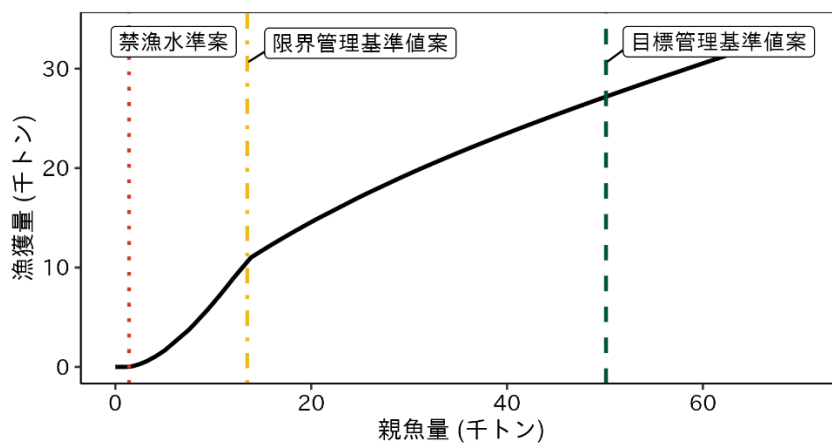
引用文献

安田十也・木皿祐雅・渡井幹雄・日野晴彦・木下順二・塚田秋葉・河野悌昌・高橋正知
(2025) 令和 7 年度の管理基準値等に関する研究機関会議資料. FRA-SA2025-BRP02-02.

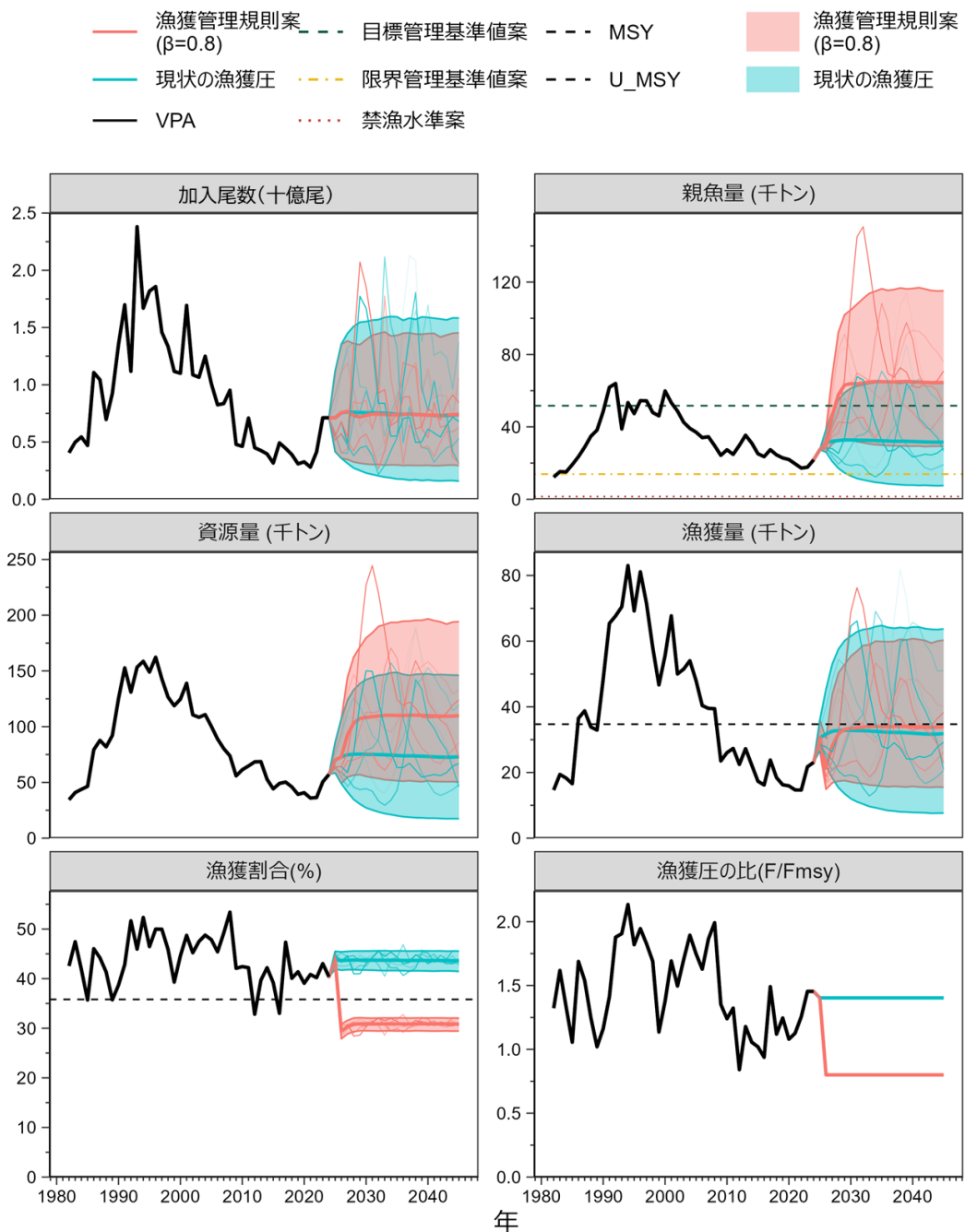
a) 縦軸を漁獲圧にした場合



b) 縦軸を漁獲量にした場合



補足図 4-1. 漁獲管理規則案



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 (F2022-2024) で漁獲を続けた場合の将来予測 (青色)

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 年の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧 (F2022-2024) 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
1.0	0	0	14	34	42	44	44	44	45	45	45	44
0.9			20	46	54	56	55	55	55	55	55	55
0.8			27	58	67	68	66	66	66	66	65	65
0.7			36	70	78	79	77	76	76	76	76	76
0.6			45	80	87	88	85	84	84	84	84	84
0.5			55	88	94	94	92	91	90	91	91	90
0.4			66	94	97	97	96	95	95	95	95	95
0.3			75	97	99	99	99	98	98	98	98	98
0.2			83	99	100	100	100	99	99	99	99	99
0.1			90	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0			94	100	100	100	100	100	100	100	100	100
現状の漁獲圧			3	7	10	11	12	13	13	14	14	14

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
1.0	100	100	100	100	100	100	100	99	99	99	99	99
0.9			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.8			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.7			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.6			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.5			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.4			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.3			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
現状の漁獲圧			100	99	96	93	91	90	88	87	87	86

β を 0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2025 年の漁獲量は現状の漁獲圧（F2022-2024）から予測される 30.6 千トンとし、2026 年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（F2022-F2024、 $\beta = 1.40$ 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（千トン）

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
1.0	27	31	41	48	51	51	52	52	52	52	52	52
0.9			43	52	57	57	57	58	58	58	58	58
0.8			46	58	63	64	64	64	65	65	65	65
0.7			49	64	71	71	71	71	72	73	73	73
0.6			52	70	79	79	79	79	81	82	81	81
0.5			55	78	89	89	87	88	90	92	92	91
0.4			59	86	100	100	97	98	101	104	103	103
0.3			63	96	113	112	108	109	114	118	118	116
0.2			67	106	128	128	122	122	129	134	135	133
0.1			71	118	146	146	138	138	145	154	156	154
0.0			76	131	167	169	159	157	165	177	183	181
現状の漁獲圧			32	32	33	33	33	33	33	32	32	32

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 年の漁獲量は現状の漁獲圧（F2022-2024）から予測される 30.6 千トンとし、2026 年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（F2022-F2024、 $\beta = 1.40$ 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（千トン）

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
1.0	30.6	25.2	30.5	33.2	34.3	34.5	34.7	34.8	34.9	34.9	34.8	34.8
0.9		23.3	29.4	32.7	33.9	34.2	34.4	34.5	34.7	34.7	34.6	34.6
0.8		21.3	28.0	31.8	33.2	33.4	33.6	33.8	34.0	34.1	34.0	34.0
0.7		19.2	26.3	30.5	32.0	32.2	32.4	32.7	32.9	33.0	32.9	32.9
0.6		17.0	24.3	28.7	30.3	30.5	30.6	31.0	31.3	31.4	31.4	31.3
0.5		14.6	21.7	26.3	28.1	28.1	28.2	28.6	29.1	29.2	29.2	29.1
0.4		12.0	18.7	23.3	25.1	25.1	25.0	25.5	26.0	26.3	26.2	26.1
0.3		9.3	15.1	19.4	21.1	21.1	20.9	21.3	22.0	22.3	22.3	22.1
0.2		6.4	10.9	14.4	16.0	15.9	15.6	16.0	16.6	17.0	17.0	16.9
0.1		3.3	5.9	8.0	9.1	9.1	8.9	9.0	9.5	9.8	9.9	9.8
0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
現状の漁獲圧		31.7	32.6	32.8	32.9	32.8	32.8	32.7	32.6	32.5	32.4	32.2

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 年の漁獲量は現状の漁獲圧（F2022-2024）から予測される 30.6 千トンとし、2026 年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（F2022-F2024、 $\beta = 1.40$ 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、資源評価高度化作業部会（2025）に基づき、統計ソフトウェア R（version 4.2.2）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 8 月に公開された「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リッカー型再生産関係とベバートン・ホルト型再生産関係の重み付きモデル平均と年々推定される親魚量から求めた（市野川ほか 2020、安田ほか 2025）。

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（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」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（安田ほか 2025）。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 2006～2024 年の平均値である。

資源尾数の予測には、コホート解析の前進法（（1）－（3）式）を用いた。

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

$$N_{3+,y+1} = N_{3+,y} \exp(-F_{3+,y} - M) + N_{2,y} \exp(-F_{2,y} - M) \quad (2)$$

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

引用文献

- 市野川桃子・井須小羊子・岡村 寛・西嶋翔太（2020）複数の再生産関係のモデル平均を用いた管理基準値推定. FRA-SA2020-BRP01-08, 水産研究・教育機構, 横浜, 10pp.
- 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-SA2024-ABCWG02-01, 水産研究・教育機構, 横浜, 23pp.
- 資源評価高度化作業部会（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-SA-2024-ABCWG02-04, 水産研究・教育機構, 横浜, 14pp.
- 安田十也・木皿祐雅・渡井幹雄・日野晴彦・木下順二・塚田秋葉・河野悌昌・高橋正知（2025）令和 7 年度の管理基準値等に関する研究機関会議資料. FRA-SA2025-BRP02-02.

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)	F2022-2024 (注 3)	平均 体重 (g)	自然 死亡 係数	成熟 割合
0 歳	0.56	0.41	0.58	39	0.5	0
1 歳	1.00	0.73	1.03	103	0.5	0.5
2 歳	0.96	0.71	0.99	228	0.5	1.0
3 歳以上	0.96	0.71	0.99	411	0.5	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、令和 7 年度資源評価での F2022-2024 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で推定された Fmsy (すなわち、令和 7 年度資源評価での F2022-2024 に Fmsy/ F2022-2024 を掛けたもの)。

注 3：上記の選択率の下で、今回の資源評価で推定された 2022～2024 年の年齢別の平均 F と同じ漁獲圧を与える F 値を%SPR 換算して算出した。この F 値は 2025 年の漁獲量の仮定に使用した。

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
リッカー型	最小二乗法	有	0.0586	2.62×10^{-5}	0.302	0.820
ベバートン・ホルト型	最小二乗法	有	0.0801	7.29×10^{-5}	0.311	0.761

a と b は各再生産関係式の推定パラメータ、S.D. は加入量の標準偏差、 ρ は自己相関係数である。

平均モデルの重みは AICc に基づいて計算されており、重みの比率はリッカー型が 0.74、ベバートン・ホルト型が 0.26 である。

補足表 6-2. 管理基準値案と MSY

項目	値	説明
SBtarget 案	52 千トン	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	14 千トン	限界管理基準値案。MSY の 60%の漁獲量が得られる親魚量(SB0.6msy)
SBban 案	1.5 千トン	禁漁水準案。MSY の 10%の漁獲量が得られる親魚量(SB0.1msy)
Fmsy	SBmsy を維持する漁獲圧 (0 歳, 1 歳, 2 歳, 3 歳以上)=(0.41, 0.73, 0.71, 0.71)	
%SPR	19.5%	Fmsy に対応する%SPR
MSY	35 千トン	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	22 千トン	2024 年の親魚量
F2024	2024 年の漁獲圧(漁獲係数 F) (0 歳, 1 歳, 2 歳, 3 歳以上) =(0.38, 1.20, 1.11, 1.11)	
U2024	40%	2024 年の漁獲割合
%SPR (F2024)	12.2%	2024 年の%SPR
%SPR (F2022-2024)	12.4%	現状(2022～2024 年)の漁獲圧に対応する%SPR*
管理基準値案との比較		
SB2024/ SBmsy (SBtarget 案)	0.42	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 年の親魚量の比
F2024/ Fmsy	1.45	SBtarget を維持する漁獲圧(Fmsy)に対する 2024 年の漁獲圧の比*
親魚量の水準	MSY を実現する水準を下回る(0.42 倍)	
漁獲圧の水準	SBmsy を維持する水準を上回る(1.45 倍)	
親魚量の動向	横ばい	

* 2024 年の選択率の下で 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 年の親魚量(予測平均値):31 千トン				
項目	2026 年の 漁獲量 予測平均値 (千トン)	90% 予測区間 (千トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2022-2024)	2026 年の 漁獲割合(%)
$\beta=1.0$	25	18 – 36	0.71	34
$\beta=0.9$	23	16 – 33	0.64	32
$\beta=0.8$	21	15 – 30	0.57	29
$\beta=0.7$	19	13 – 27	0.50	26
$\beta=0.6$	17	12 – 24	0.43	23
$\beta=0.5$	15	10 – 21	0.36	20
$\beta=0.4$	12	8 – 17	0.29	16
$\beta=0.3$	9	7 – 13	0.21	13
$\beta=0.2$	6	4 – 9	0.14	9
$\beta=0.1$	3	2 – 4	0.07	5
$\beta=0.0$	0	0 – 0	0	0
F2022-2024	32	22 – 45	1.00	43

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 の親魚量 予測平均値 (千トン)	90% 予測区間 (千トン)	2036 年に親魚量が以下の 管理基準値を上回る確率(%)		
			SBtarget 案	SBlimit 案	SBban 案
$\beta=1.0$	52	21 – 93	44	99	100
$\beta=0.9$	58	25 – 103	55	100	100
$\beta=0.8$	65	30 – 115	65	100	100
$\beta=0.7$	73	35 – 133	76	100	100
$\beta=0.6$	81	40 – 155	84	100	100
$\beta=0.5$	91	46 – 182	90	100	100
$\beta=0.4$	103	52 – 216	95	100	100
$\beta=0.3$	116	58 – 258	98	100	100
$\beta=0.2$	133	66 – 311	99	100	100
$\beta=0.1$	154	73 – 382	100	100	100
$\beta=0.0$	181	83 – 474	100	100	100
F2022-2024	32	9 – 65	14	86	100

補足資料 7 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

1) 過年度の経緯

本系群では令和 2 年 3 月の研究機関会議で管理基準値と漁獲管理規則が提案・合意された。令和 2 年 7 月の資源管理手法検討部会で管理方策について議論がなされた後、令和 2 年 9 月の資源管理方針に関する検討会で管理方策が同意され、令和 3 年 1 月から MSY に基づく管理が開始された。これまでに本系群を対象として開催された資源管理、資源評価に関連する会議について補足表 7-1 に取りまとめた。

2) 資源管理基本方針に関連するパラメータ

令和 2 年 9 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 などは井元ほか (2024) の補足資料 3 を参照されたい。

3) 前回管理基準値提案以降の大きな出来事

特筆すべき大きな出来事はなかった。

4) 資源評価の変更点

目標管理基準値の設定以降の資源評価において行った変更点は以下の通りである。

① 加入量指標値の改良 (令和 3 年度)

愛媛県宇和島港に水揚げされる中型まき網によるゼンゴ銘柄 (0 歳魚) CPUE (日別漁獲量/水揚統数) について、ゼンゴ狙い操業を抽出した Directed CPUE を計算した。

② 加入量指標値の改良 (令和 5 年度)

愛知県のまめ板漁業および千葉県の新設網漁業の努力量情報を整備し、各漁業の CPUE を算出した。さらに、統計モデルによる標準化作業を行った。また、宮崎県定置網漁業 CPUE および高知県まき網漁業 CPUE についても統計モデルによる標準化作業を行った。

③ 親魚量指標値の導入と漁獲圧推定方法の変更 (令和 6 年度)

広域卵稚仔調査から得られたマアジの平均卵密度を統計モデルで標準化した値を親魚量の指標値として用いた。また、直近年の漁獲圧の推定方法に ridge VPA を用いた。

5) 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 9 月 14~15 日に米国の専門家によるレビューを、令和 3 年 10 月 5 日および 8 日に国内の専門家による レビューを受けた。

レビューの詳細はオンライン上で公開されている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

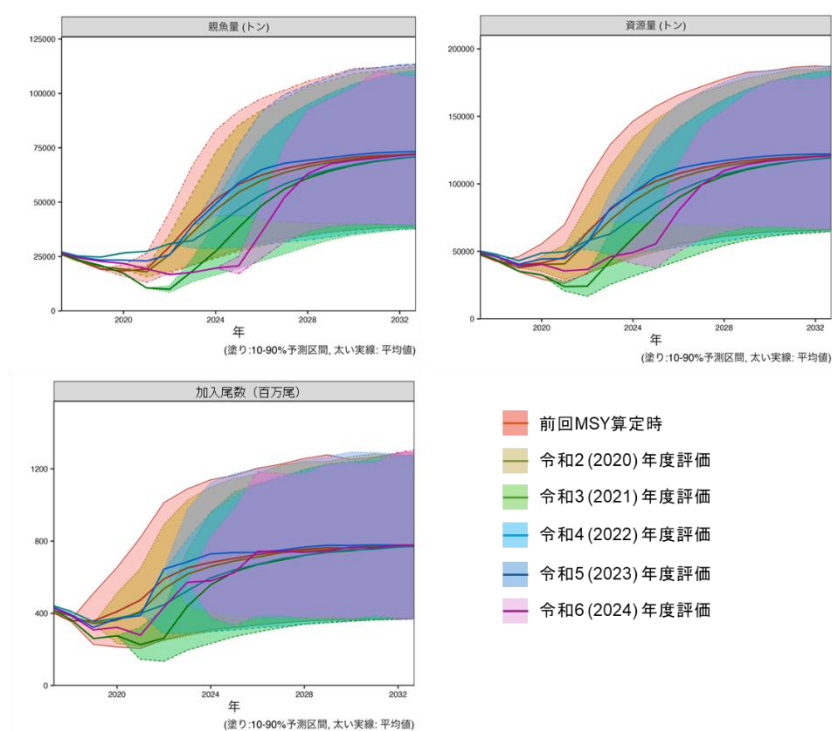
前回管理基準値等を用いた令和 2 (2020) 年度から令和 6 (2024) 年度までの資源評価結果を比較した (補足図 7-1、補足表 7-2)。令和 6 (2024) 年度評価で推定された 2020～2023 年の資源量、親魚量、加入尾数は令和 3 (2021) を除く各年度の将来予測より低くなった。令和 6 年度評価から新しく親魚量指標値として導入した平均卵密度が減少傾向を示しており、これによって親魚量が下方修正になったことが原因のひとつと考えられている (井元ほか 2024)。また、2023 年の加入量指標値が各海域で減少したことも 0 歳魚だけでなく他の年齢の F を上方修正して、資源量、親魚量、加入尾数の下方修正に影響を与えたと考えられている (井元ほか 2024)。同様のことは令和 3 (2021) 年度評価においても見られ、加入量指標値が減少したことにより資源量推定値が低く推定され、将来予測が過年度評価の予測より低くなった。

(3) まとめ

本系群においては前回管理基準値提案以降、特筆すべき大きな出来事は無かった。そのため、令和 7 年以降の評価で用いる管理基準値については、前回と同じ再生産関係式を引き続き用いることとし、最新のデータに基づいて更新された値が提案されている (安田ほか 2025)。その一方で、ピア ビューにおける指摘にもあるように、本系群の資源評価で用いるデータや手法には改善が必要な部分がある。その中で優先的に取り組むべき課題について補足資料 8 に整理した。

引用文献

- 井元順一・安田十也・渡井幹雄・日野晴彦・木下順二・木皿祐雅・河野悌昌・高橋正知
(2024) 令和 6 (2024) 年度マアジ太平洋系群の資源評価. FRA-SA2024-SC09-02. 水産庁・水産研究・教育機構, 東京. 55pp.
- 安田十也・木皿祐雅・渡井幹雄・日野晴彦・木下順二・塚田秋葉・河野悌昌・高橋正知
(2025) 令和 7 年度の管理基準値等に関する研究機関会議資料. FRA-SA2025-BRP02-02.



補足図 7-1. 評価年度別の親魚量、資源量、加入尾数の比較

β を 0.8 とした場合の漁獲管理規則に基づく将来予測結果を示す。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を示す。

補足表 7-1. 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
2020 年 3 月	資源管理目標等に関する研究機関会議 https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/index.html 再生産関係の設定、管理基準値と漁獲管理規則の提案、将来予測の検討
2020 年 7 月	資源管理方針に関する検討会(第 1・2 回マアジ太平洋系群・対馬暖流系群) https://www.jfa.maff.go.jp/j/study/kanri/231027_10.html
2020 年 8 月	令和 2(2020)年度マイワシ・マアジ資源評価会議 https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/index.html
2020 年 9 月	資源管理方針に関する検討会(第 3 回マアジ太平洋系群・対馬暖流系群)
2021 年 1 月	MSY に基づく TAC 管理開始
2021 年 8 月	令和 3(2021)年度マイワシ・マアジ資源評価会議
2021 年 9・10 月	ピアレビュー
2022 年 8 月	令和 4(2022)年度マイワシ・マアジ資源評価会議
2023 年 8 月	令和 5(2023)年度いわし類・マアジ太平洋系群資源評価会議
2024 年 8 月	令和 6(2024)年度いわし類・マアジ太平洋系群資源評価会議

補足表 7-2. 各年の評価年度別の親魚量、資源量、加入尾数

a) 親魚量(千トン)

評価年度 / 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年
MSY 算定時(2019 年度)	19	18	19	30	41
2020 年度評価	20	19	18	26	36
2021 年度評価	21	17	11	10	18
2022 年度評価	25	27	27	31	32
2023 年度評価	23	23	23	26	39
2024 年度評価	23	22	19	17	18

b) 資源量(千トン)

評価年度 / 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年
MSY 算定時(2019 年度)	40	41	46	64	81
2020 年度評価	38	40	41	57	73
2021 年度評価	35	33	24	24	43
2022 年度評価	43	49	50	58	63
2023 年度評価	40	23	23	26	82
2024 年度評価	39	40	36	37	46

c) 加入尾数(百万尾)

評価年度 / 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年
MSY 算定時(2019 年度)	358	410	473	590	652
2020 年度評価	343	362	410	534	617
2021 年度評価	260	276	227	263	439
2022 年度評価	353	373	400	447	525
2023 年度評価	323	371	388	645	685
2024 年度評価	308	323	279	434	572

β を 0.8 とした場合の漁獲シナリオに基づく将来予測結果を示す。将来予測結果は白背景で示し、それ以外の推定値などを灰色背景で示す。

補足資料 8 今後検討すべき課題の整理

今年度以降における本資源評価において取り組むべき課題を以下のように整理した。

(1) 年齢別漁獲尾数

本資源評価では切断法で作成された **Age length Key** を利用して年齢別漁獲尾数を算出している。しかし、補足資料 7 で示したピアビューでは、切断法の利用について再検討する必要があるとの指摘を受けている。そのため、耳石による年齢査定データや尾叉長組成データの充実化を図り、新たな **Age Length Key** を構築し、年齢別漁獲尾数の精度を向上させることは今後検討すべき課題の一つである。また、尾叉長-体重関係が長らく検討されていないため取り組む必要がある。

(2) 資源量指標値

本資源評価はこれまで 0 歳魚の漁獲量を加入量指標値として利用してきた経緯を持つ。補足資料 7 で示した通り、一部の指標値では努力量情報が整備されたことにより CPUE に変換されたが、漁獲量のまま利用されている指標値も残されている。これらの加入量指標値の扱いについて改めて精査する必要がある。また、本資源では 0 歳魚以外の年齢別指標値が存在しないため、1 歳魚以上の指標値の開発は今後検討すべき課題の一つである。

(3) 生態研究

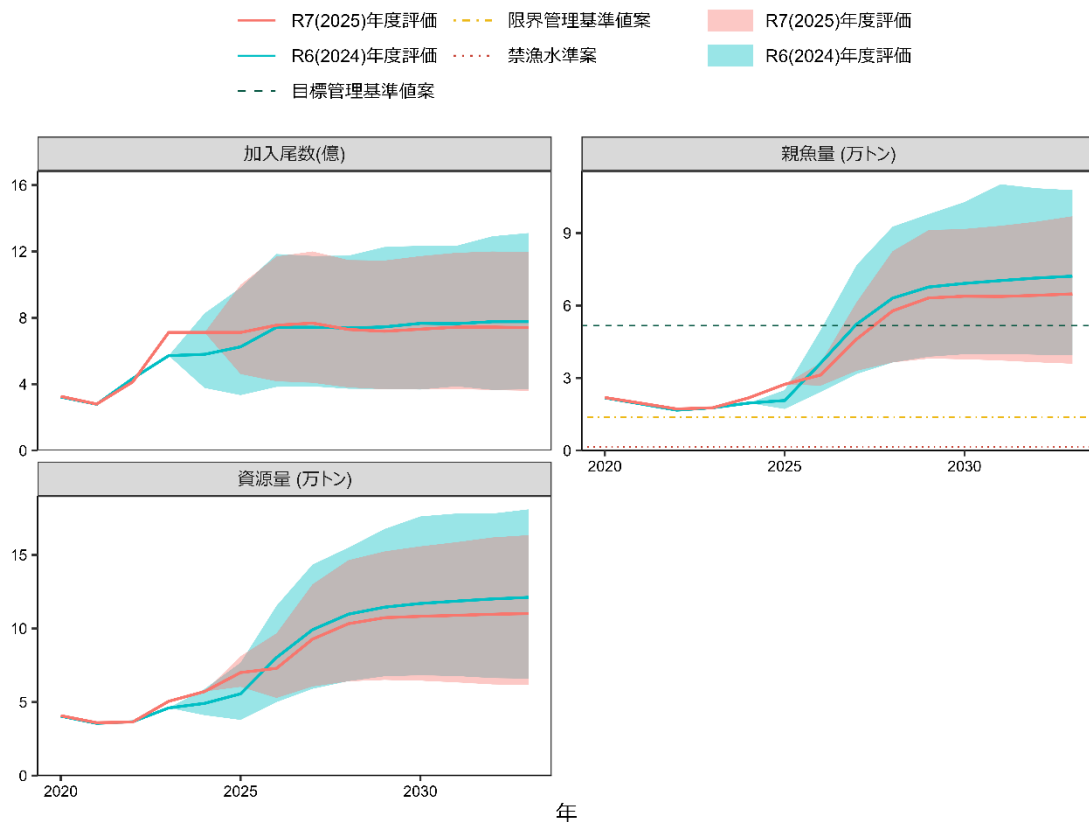
太平洋系群に対する東シナ海起源の個体の寄与の程度、およびその年変動についての生態研究を継続して行うことが必要である。また、太平洋沿岸の親魚が東シナ海の産卵群に寄与しているのかは不明であるため、親の移動に関する研究の推進も重要と考えられる。(1) に関連して、成長や成熟等の基礎的な生物特性に関する研究の継続も重要である。

補足表 8-1. 今後検討すべき課題の整理項目

項目	検討課題
年齢別漁獲尾数	尾叉長組成および年齢査定データの充実化 Age Length Key の構築 尾叉長-体重関係の検討
資源量指標値	加入量指標値の精査 1 歳魚以上の年齢別指標値の探索
生態研究	0 歳魚の移入実態に関する研究 親魚の移動に関する研究 成長・成熟など生物特性に関する研究

補足資料 9 昨年度評価結果との比較

本年度評価は、令和 6 年度資源評価結果と比べて、2020～2023 年の加入尾数、親魚量、資源量の推定結果に大きな違いはみられなかった。ただし、2023 年の加入尾数が令和 6 年度評価より上方修正された。また、本年度評価における最新年である 2024 年の加入尾数、親魚量、資源量の推定値は令和 6 年度評価時の予測より高かった。2025 年以降の予測値については、仮定した再生産関係のパラメータや管理基準値等が異なるため直接比較できないが、両者が大きく乖離することはなかった。



補足図 9-1. 本年度評価と令和 6 年度評価との比較

β を 0.8 とした場合の漁獲シナリオに基づく将来予測結果を示す。令和 6 年度評価の再生産関係や管理基準値等は当時の設定に基づく。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を示す。

補足表 9-1. 親魚量、資源量、加入尾数の比較

a) 親魚量(千トン)

評価年度 / 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年
2024 年度評価	22	19	17	18	20
2025 年度評価	22	20	17	18	22

b) 資源量(千トン)

評価年度 / 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年
2024 年度評価	40	36	37	46	49
2025 年度評価	41	36	36	51	57

c) 加入尾数(百万尾)

評価年度 / 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年
2024 年度評価	323	279	434	572	580
2025 年度評価	327	280	413	712	712

β を 0.8 とした場合の漁獲シナリオに基づく将来予測結果を示す。将来予測結果は白背景で示し、それ以外の推定値などを灰色背景で示す。