

令和 7（2025）年度マアジ対馬暖流系群の 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（依田真里・榎本めぐみ・国松翔太・
向 草世香・高橋素光・佐々千由紀）

水産技術研究所 環境・応用部門

参画機関：青森県産業技術センター水産総合研究所、秋田県水産振興センター、山形県水産研究所、新潟県水産海洋研究所、富山県農林水産総合技術センター水産研究所、石川県水産総合センター、福井県水産試験場、京都府農林水産技術センター海洋センター、兵庫県立農林水産技術総合センター但馬水産技術センター、鳥取県水産試験場、島根県水産技術センター、山口県水産研究センター、福岡県水産海洋技術センター、佐賀県玄海水産振興センター、長崎県総合水産試験場、熊本県水産研究センター、鹿児島県水産技術開発センター、海洋生物環境研究所、漁業情報サービスセンター

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 27.3 万トン
- 限界管理基準値は、MSY の 60%を実現する親魚量（SB_{0.6msy}）で 10.3 万トン
- 禁漁水準は、MSY の 10%を実現する親魚量（SB_{0.1msy}）で 1.4 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 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。
- ABC 対象年における資源量予測の不確実性を考慮した場合でも、 β が 0.8 以下であれば 10 年後に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。
- β の値は 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1月から12月である。
- SBmsy は直近年（2024 年）の親魚量の 1.46 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 1.16 倍である。

English title (authors)

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

(Mari Yoda, Megumi Enomoto, Shota Kunimatsu, Soyoka Muko, Motomitsu Takahashi, Chiyuki Sassa)

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 年度マアジ対馬暖流系群の資源評価（水産機構）

1-2) 再生産関係の検討

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（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、およびベバートン・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同時に推定する手法（同時推定法）および残差の自己相関を推定する二段階の手法（二段階法）を用いて、すべての組み合わせについて検討した。再生産関係の検討は、資源評価で推定された 1973～2023 年の加入量および親魚量に基づき、直近の 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。

同じ最大尤度を持つ複数のパラメータが見られる再生産関係を除くと、HS 型最小二乗法自己相関内部推定、HS 型最小二乗法自己相関なし、RI 型最小絶対値法自己相関二段階推定、BH 型最小絶対値法自己相関二段階推定の 4 つのモデルが候補となった。再生産関係の検討候補を表 1a に示す。

1-3) 再生産関係の候補

上述の通り、本系群の再生産関係の候補としては、4 つのモデルが候補となったが、赤池情報指数（AICc）を比較すると HS 型最小二乗法自己相関内部推定と他の候補の間には AICc におおむね 4 以上の差があった（表 1a）。このため、「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）および h（自己相関）の基準に従い、最小二乗法で最適化した自己相関を内部推定した HS 型再生産関係式を候補として提案する（SC 図 4-14、補足資料 1）。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、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。本年度の資源評価では $F_{current}$ を 2022～2024 年の漁獲係数（F 値）の平均値を用いた（図 1、表 2）。本系群では、平均世代時間（2.9 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} : 27.3 万トン）、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（ $SB_{0.6msy}$: 10.3 万トン）、禁漁水準（ SB_{ban} ）として MSY の 10%の漁獲が得られる親魚量（ $SB_{0.1msy}$: 1.4 万トン）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 26%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 18.7 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（ $F_{msy}/F_{current}$ ）は 0.86 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 10%、禁漁水準として提案する $SB_{0.1msy}$ は SB_0 の 1%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 SC 補足図 3-2 に示す。親魚量が SB_{limit} 以下では 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 SC 補足図 3-1 に示す。本系群における漁獲係数（F 値）は、2018 年までは、多くの年で MSY を実現する水準を上回っていたが、2020 年からは直近年も含めて F_{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 年の親魚量 : 18.7 万トン）は目標管理基準値案 SB_{msy} を下回っている。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 1.46、0.55 および 0.08 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} には調整係数 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標準値を用いた場合（すなわち、 SB_{limit} は $SB_{0.6msy}$ 、 SB_{ban} は $SB_{0.1msy}$ の場合）の漁獲管理規則案における親魚量と漁獲係数の関係を 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 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 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_{current}) 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、まず 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、現在の漁獲努力量と同程度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 SC 補足表 4-1~4.3 に示した。それぞれの表には、現状の漁獲圧 (F_{current}) 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、漁獲管理規則案での漁獲開始から 10 年後の 2036 年にも、 β が 0.8 であれば 65%の確率で目標管理基準値案を上回ると予測された (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 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、 β が 1 であっても限界管理基準値案以上に親魚量を維持できることが示された (SC 補足表 4-1b)。2027 年以降の親魚量は β が低い程多くなった (SC 補足表 4-2)。表 4 に、前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。 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はほぼないと考えられた。10 年間における漁獲量の平均年変動は 19%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。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-ABCWG02-04)」(水産研究・教育機構 2025d) を参考にして、ABC 対象年における資源量予測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 4)。ABC 対象年における資源量予測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 4)。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 対象年における資源量予測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大きく増加していた。これらのリスクは β 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対象年における資源量予測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、10年後に目標管理基準値案を上回る確率は57%、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0.49年、漁獲圧が10年間で F_{msy} を上回る平均年数は2.69年と推定された。 β が0.8よりも高ければ、ABC対象年における資源量予測の不確実性がある中で、資源減少のリスクがより高まる。

3. まとめ

本資源では、資源評価で推定された1973～2023年の加入量および親魚量に基づき、再生産関係モデルとして自己相関を内部推定したHS型再生産関係式を適用し、そのパラメータ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 SB_{msy} (27.3万トン) とすることを提案する。限界管理基準値案、禁漁水準案には、標準値である $SB_{0.6msy}$ (10.3万トン)、 $SB_{0.1msy}$ (1.4万トン) をそれぞれ提案する。

現在の本系群の親魚量は目標管理基準値案以下にあると考えられる。 SB_{msy} を維持する漁獲割合は26%、漁獲圧は $F_{current}$ の1.16倍である(表3)。 β が標準値の0.8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

本資源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、外国漁船による漁獲の影響を考慮できていない点が挙げられる。外国漁船による漁獲量は日本漁獲量に比べると少ないとみられるが、再生産関係、MSY管理基準値の算出値、管理目標の達成確率などに影響をもたらす可能性がある。

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.

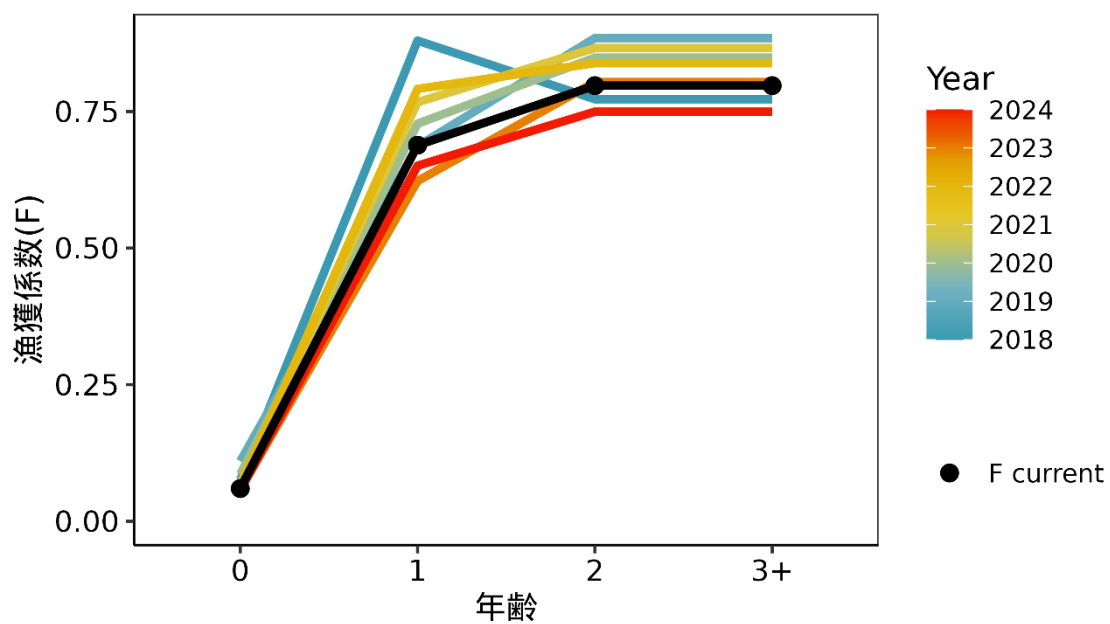


図 1. 年齢別の漁獲係数 (F 値)

2018 年以降の各年の年齢別 F 値を示す。黒線は現状の漁獲圧 (Fcurrent) であり、2022～2024 年の F 値の平均である。

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
ホッケー・スティック(HS)	最小二乗法	有(同時)	71.4	0.00	1
ホッケー・スティック(HS)	最小二乗法	無	74.9	3.51	2
リッカー(RI)	最小絶対値法	有(二段階)	76.1	4.70	3
ベバートン・ホルト(BH)	最小絶対値法	有(二段階)	76.3	4.90	4

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、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と二段階推定する方法の二通りを用いた。内部推定の場合には、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
HS 型	最小二乗値法	有	0.0277	1.51×10^5	0.446	0.376

a は原点から折れ点までの傾き（百万尾/トン）、b は折れ点での親魚量（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)	選択率	現状の漁獲圧 (Fcurrent)
0	0.50	0.0	31	0.09	0.06
1	0.50	0.5	98	1.00	0.69
2	0.50	1.0	158	1.16	0.80
3+	0.50	1.0	294	1.16	0.80

Fcurrent 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 (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)	27.3	1.46	0.26	18.7	26.1	36.4	1.16
限界管理 基準値							
MSY の 60%の 漁獲が得られる 親魚量 (SB0.6msy)	10.3	0.55	0.10	11.3	16.9	46.4	2.00
禁漁水準 MSY の 10%の 漁獲が得られる 親魚量 (SB0.1msy)	1.4	0.08	0.01	1.9	14.0	50.8	2.55
SBmsy を 維持する 漁獲圧 (Fmsy)			(0 歳, 1 歳, 2 歳, 3+歳) =(0.07, 0.80, 0.93, 0.93)				

表 4. 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 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 Fmsy 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)	(b)*	(a)	(b)
1.0	19.3	19.3	19.0	18.0	44%	43%	44%	42%	0.08	1.31	0.00	4.74	21%	490%	41%	27.6	26.2
0.9	18.0	18.0	18.8	18.1	54%	50%	54%	48%	0.03	0.86	0.00	3.88	20%	273%	37%	30.1	29.2
0.8	16.5	16.5	18.4	18.1	65%	57%	65%	57%	0.01	0.49	0.00	2.69	19%	99%	33%	33.0	32.6
0.7	14.9	14.9	17.9	17.8	75%	67%	76%	68%	0.00	0.19	0.00	1.51	18%	147%	30%	36.5	36.5
0.6	13.3	13.2	17.2	17.2	85%	76%	86%	77%	0.00	0.05	0.00	0.56	17%	36%	27%	40.7	40.9
0.5	11.4	11.4	16.3	16.3	92%	86%	93%	87%	0.00	0.01	0.00	0.12	17%	32%	25%	45.8	46.1
0.4	9.5	9.5	14.9	14.9	97%	94%	97%	94%	0.00	0.00	0.00	0.01	17%	30%	22%	52.2	52.5
0.3	7.4	7.4	12.9	12.9	99%	99%	99%	99%	0.00	0.00	0.00	0.00	17%	27%	20%	60.4	60.6
0.2	5.1	5.1	10.1	10.1	100%	100%	100%	100%	0.00	0.00	0.00	0.00	17%	26%	18%	71.2	71.2
0.1	2.6	2.6	6.0	6.0	100%	100%	100%	100%	0.00	0.00	0.00	0.00	18%	25%	17%	85.6	85.5
0.0	0	0	0	0	100%	100%	100%	100%	0.00	0.00	0.00	0.00	--	--	--	105.7	105.4

*中央値

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（百万尾/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 1973～2023 年の加入量・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、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”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）。この場合、残差の正規性を仮定したほうが妥当であるため、最適化法には最小二乗法を用いた。同時推定法を用いた場合は、RI 型と BH 型では最大尤度を持つ複数のパラメータが見られたため、候補としなかった。RI 型と BH 型最小絶対値法では残差に有意な自己相関がみられたため、二段階推定で推定を行った。HS 型最小二乗法二段階推定では自己相関が有意でなかったため、自己相関なしのモデルを候補とした。ここで候補となった再生産関係式のパラメータを補足表 1-1 に示す。

RI 型および BH 型を仮定した場合は、HS 型を仮定した場合と比べて親魚量が少ない場合に予測される加入量には大きな差はなかった。ある程度親魚量が増加すると HS 型が RI 型や BH 型よりも高い加入量が予測されたが、さらに親魚量が増加すると HS 型は RI や BH 型を下回る最も保守的な予測となった。（補足図 1-1）。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。最小二乗法により HS 型再生産関係を仮定した場合、本資源については自己相関を考慮する必要があると考えられた。なお、残差の時系列に着目すると、HS 型再生産関係を仮定した場合には近年の加入量がモデルからの予測値よりも低く、減少傾向にあると解釈された。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が優位な逸脱は検出されなかった。（補足図 1-3）。

自己相関を考慮したモデルについて、HS 型再生産関係式を最小二乗法により当てはめる上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 1-4 および 1-5）。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 1-6 および 1-7）。また、プロファイル尤度を補足図 1-8 に示した。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。

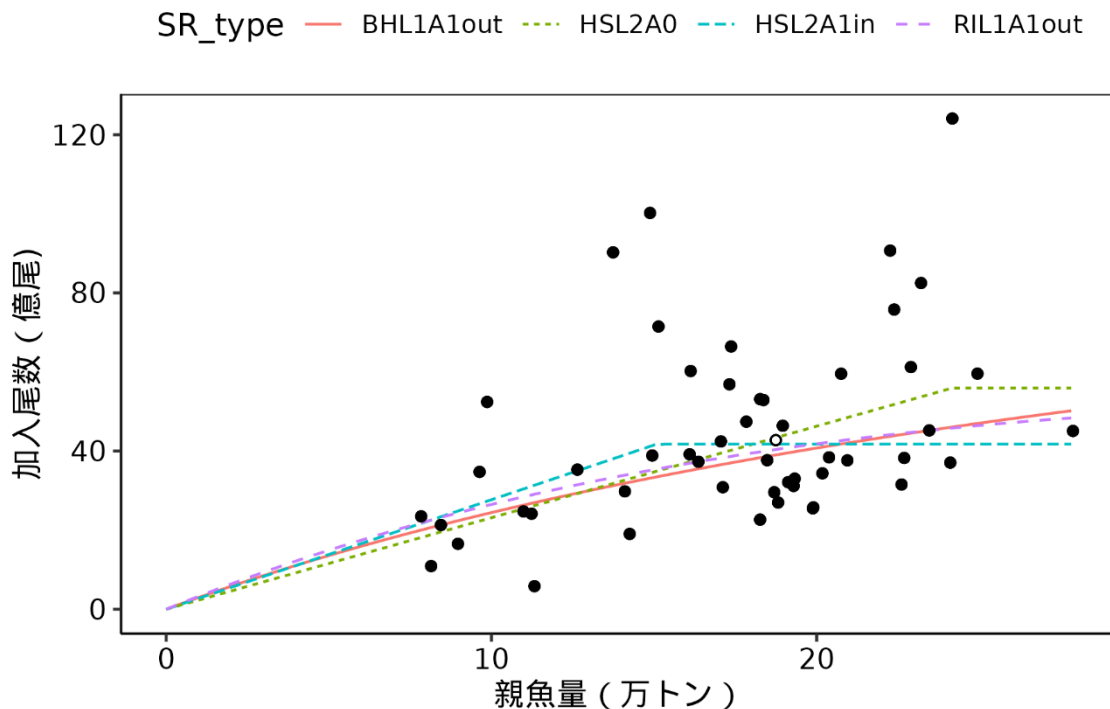
引用文献

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.

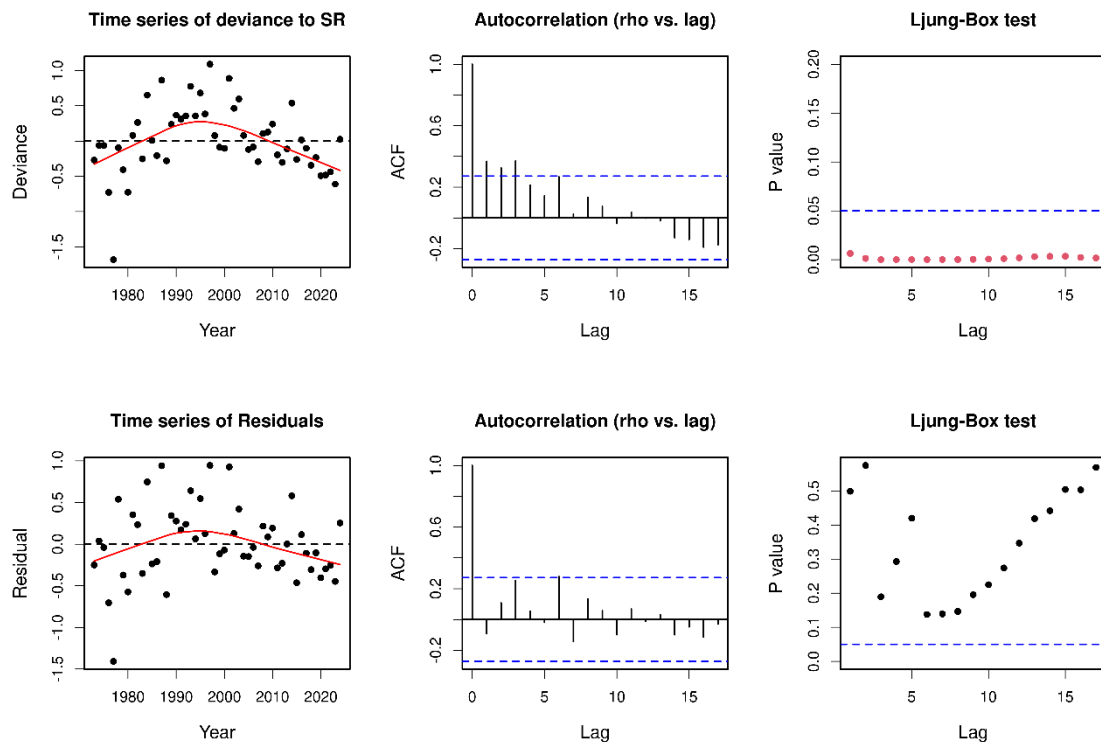
Clark C. W., A. T. Charles, J. R. Beddington, and M. Mangel (1985). Optimal capacity decisions in a developing fishery. Mar. Resour. Econ., 2, 25-53.

Ricker W. E. (1954). Stock and recruitment. J. Fish. Res. Board Can., 11, 559-623.



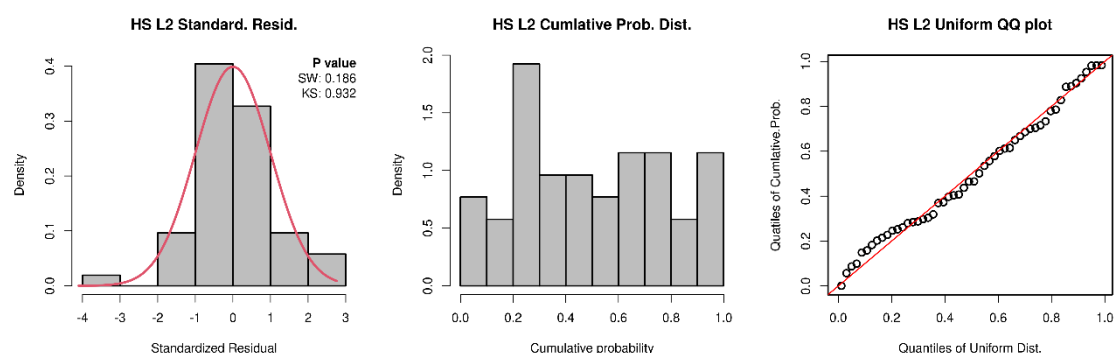
補足図 1-1. 各モデルにおける再生産関係式

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、最小二乗法および最小絶対値法により当てはめた。黒丸はパラメータ推定に使用した親魚量・加入尾数 (1973~2023 年) で、2024 年は白抜丸印で示す。BHL1A1out: BH 型最小絶対値法自己相関二段階推定、HSL2in: HS 型最小二乗法自己相関内部推定、HSL2A0: HS 型最小二乗法自己相関なし、RIL1A1out: RI 型最小絶対値法自己相関二段階推定



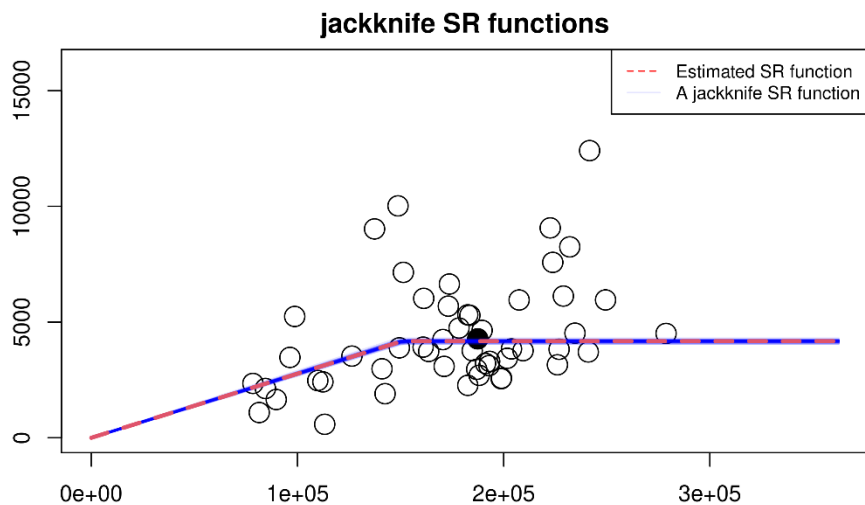
補足図 1-2. ホッケー・スティック型再生産関係式を最小二乗法で当てはめた場合の残差トレンド（左図）、自己相関プロット（中央図）、および Ljung-Box 検定における P 値（右図）

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。



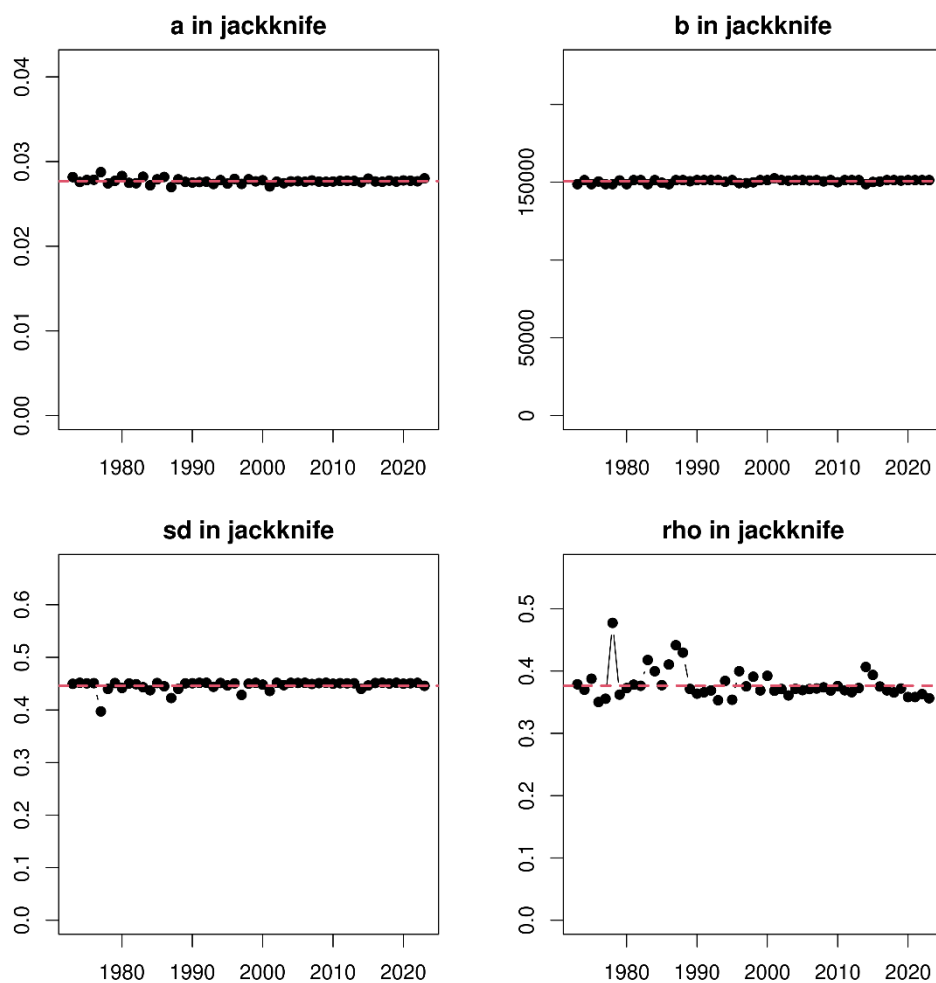
補足図 1-3. ホッケー・スティック型再生産関係式を最小二乗法で当てはめた場合の標準化残差のヒストグラムと正規性テスト結果（左図）、残差の累積確率密度のヒストグラム（中央図）、および一様分布を仮定した QQ プロット（右図）

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。

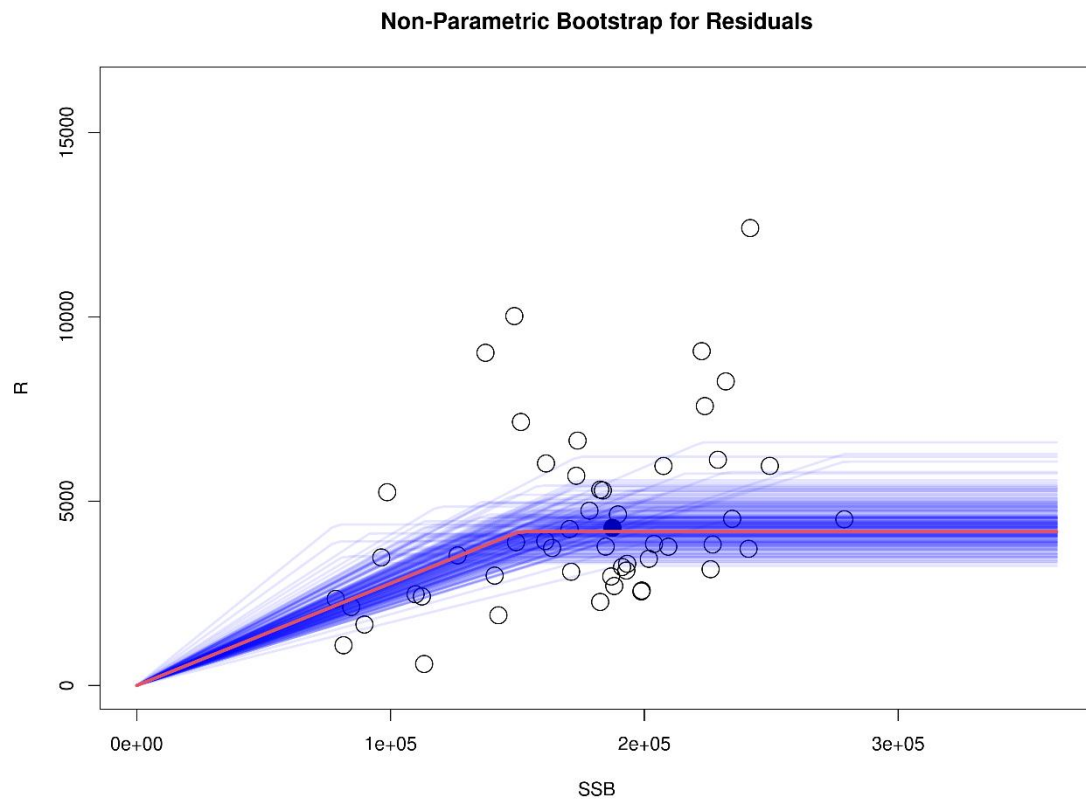


補足図 1-4. ホッケー・スティック型再生産関係式を最小二乗法で当てはめた場合のジャックナイフ解析での推定結果

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、黒丸は使用したデータ期間の最終年（2024 年）を示す。

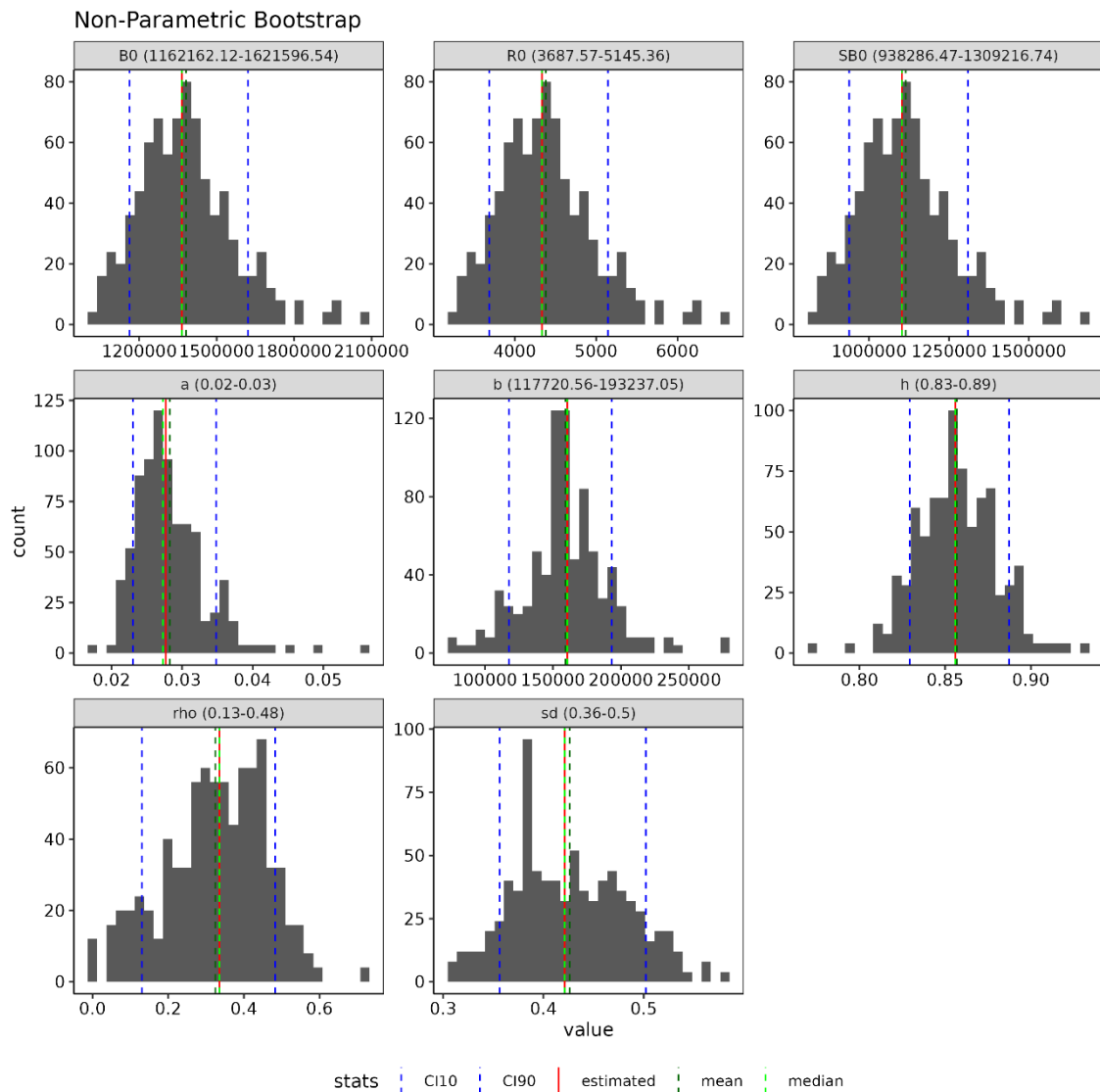


補足図 1-5. ホッケー・スティック型再生産関係式を最小二乗法で当てはめた場合のジャックナイフ解析でのパラメータ別の影響

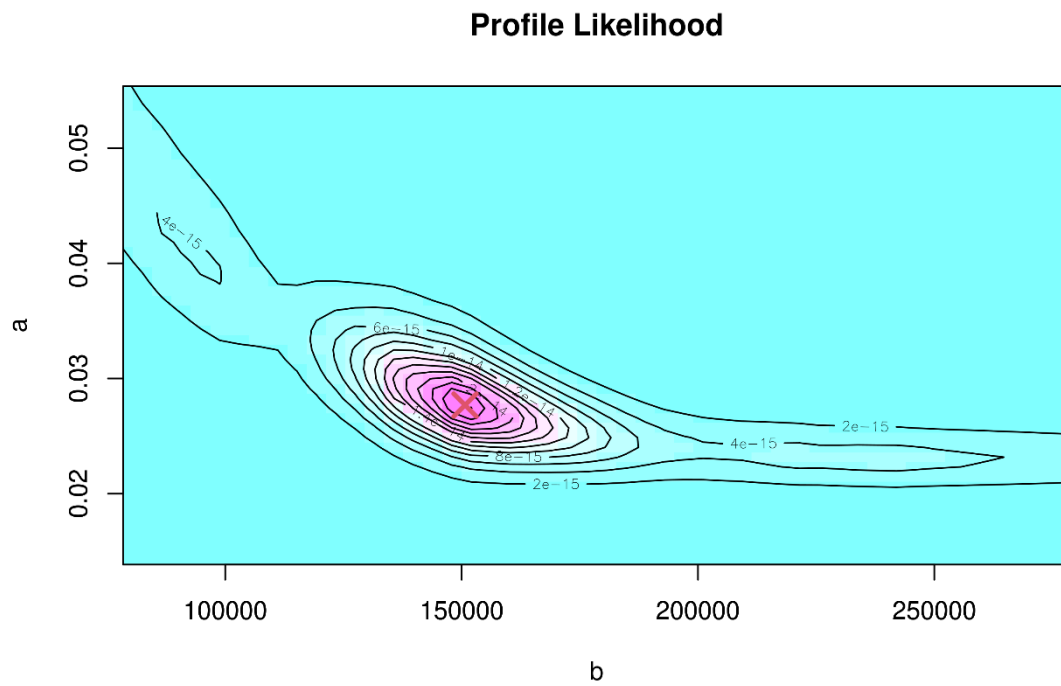


補足図 1-6. ホッケー・スティック型再生産関係式を最小二乗法で当てはめた場合の残差ブートストラップ解析の結果

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、黒丸は使用したデータ期間の最終年（2024 年）を示す。



補足図 1-7. 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 1-8. 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 法	a	b	S.D.	ρ	R0	h	デー タ数
ホッケー・ スティック	L2 ^{*1}	有	同時	0.0277	1.51×10^5	0.446	0.376	4174	0.858	51
ホッケー・ スティック	L2	無	-	0.0231	2.42×10^5	0.473	0	5594	0.830	51
リッカー	L1 ^{*2}	有	二段 階	0.0336	2.36×10^{-6}	0.453	0.296	3565	1.11	51
ベバートン・ ホルト	L1	有	二段 階	0.0305	2.49×10^{-6}	0.457	0.281	10694	0.660	51

*¹ 最小二乗法、*² 最小絶対値法、

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（スティープネス）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 4.4.0) 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リッカー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)」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 2022～2024 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.

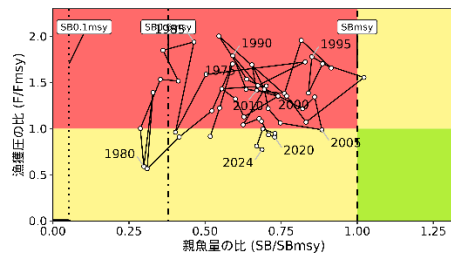
補足資料 3 再生産関係式と MSY 管理基準値推定の感度試験

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 4 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 型再生産関係最小二乗法自己相関内部推定と自己相関なし、RI 型再生産関係最小絶対値法自己相関二段階推定、および BH 型再生産関係最小絶対値法自己相関二段階推定である。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（最小絶対値法自己相関二段階推定）と HS 型（最小二乗法自己相関なし）の SBmsy は同程度で、HS 型（最小二乗法自己相関内部推定）はやや低く、BH 型（最小絶対値法自己相関二段階推定）は高かった。SB0.6msy は、HS 型と RI 型では同程度であったが、BH 型が最も高かった。HS 型（最小二乗法自己相関内部推定）では、SBmsy を上回る年が 1 年あったが、そのほかの再生産関係ではすべての年で SBmsy を下回った（補足図 3-1）。

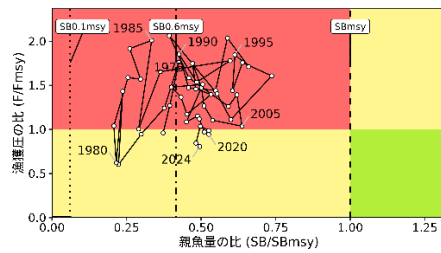
補足表 3-1. 各再生産関係から求められる MSY 管理基準値

	HS 型 (最小二乗法 自己相関内部推 定)	HS 型 (最小二乗法 自己相関なし)	RI 型 (最小絶対値法自 己相関二段階推 定)	BH 型 (最小絶対値法自 己相関二段階推 定)
SBmsy	27.3 万トン	37.8 万トン	37.3 万トン	90.5 万トン
SB0.6msy	10.3 万トン	15.7 万トン	12.1 万トン	23.6 万トン
SB0.1msy	1.4 万トン	2.3 万トン	1.5 万トン	26.5 万トン
MSY	18.7 万トン	25.1 万トン	21.9 万トン	33.3 万トン
Umsy	36.4%	35.6%	33.0%	23.8%
%SPR	26.1	26.9	30.0	42.9
Fmsy/Fcurrent	1.16	1.12	0.97	0.59

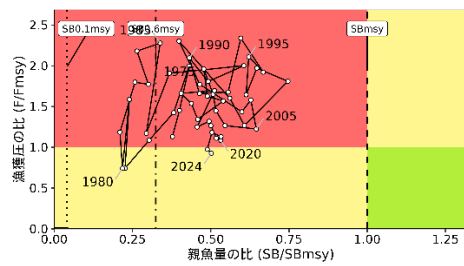
a) ホッケー・スティック型最小二乗法自己相関同時推定



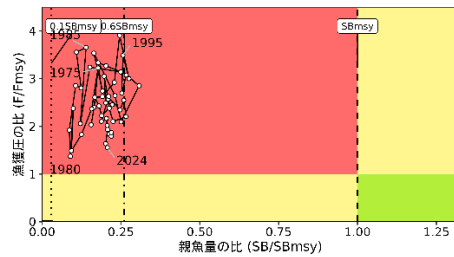
b) ホッケー・スティック型最小二乗法自己相関なし



c) リッカー型最小絶対値法自己相関 段階推定



d) ベバートン・ホルト型最小絶対値法自己相関二段階推定



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。

補足資料 4 ABC 計算の不確実性の考慮

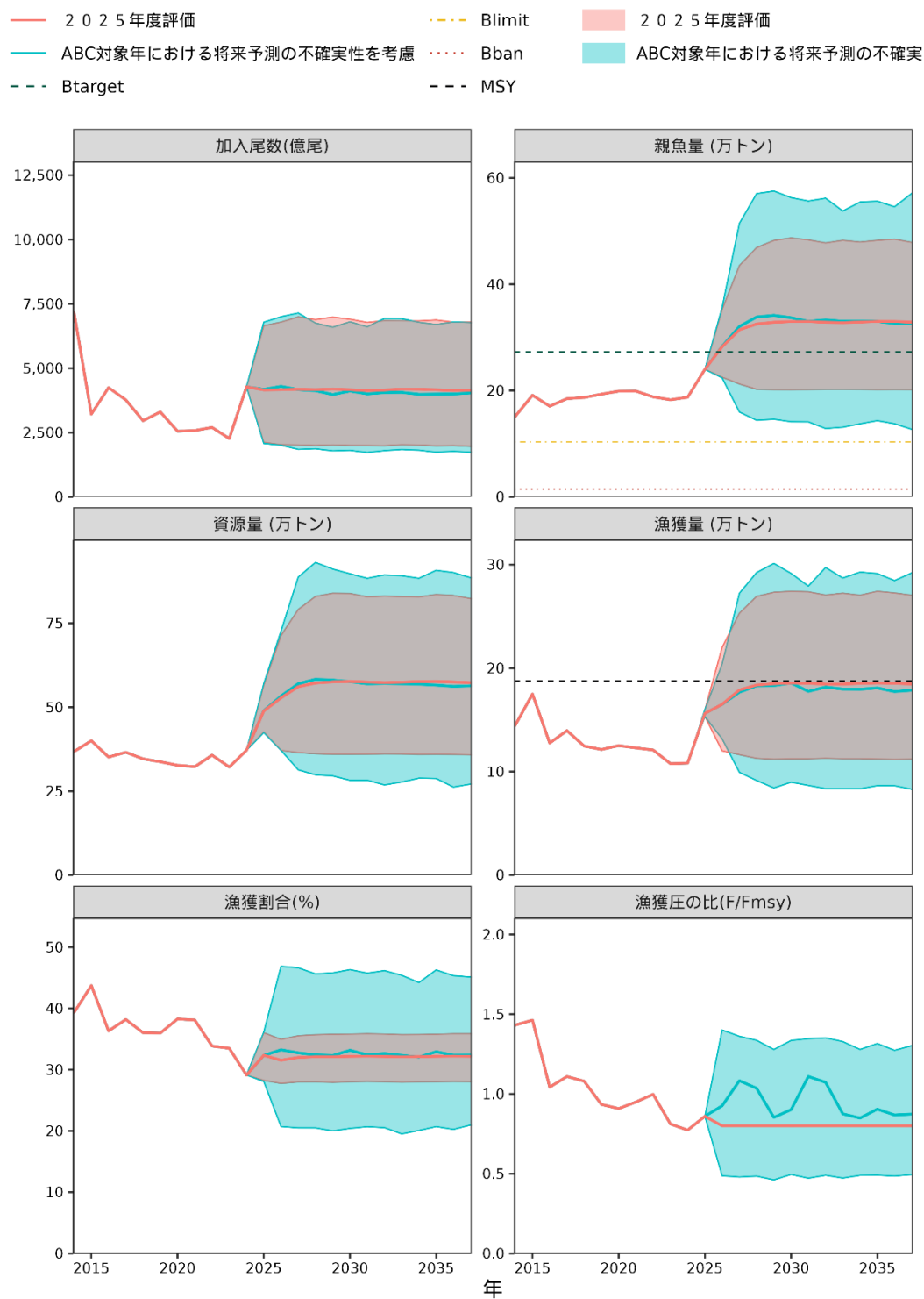
令和 7 (2025) 年度の資源評価の結果に基づき 2026 年の ABC を計算する場合、利用可能な最新データである 2024 年の資源量推定値を用いて 2025 年と 2026 年の将来予測を実施し、漁獲管理規則から与えられる漁獲圧によって得られる 2026 年の漁獲量の分布の平均値を求めて ABC とする (水産研究・教育機構 2025)。このように計算された ABC は 2025 年と 2026 年に平均的な加入が起こるとした決定論的な将来予測から計算された漁獲量とほぼ一致する (市野川ほか 2022)。しかし、現実には 2 年続けて平均的な加入が得られるとは限らない。そのため、予測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

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 1000 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。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がった (補足図 4-1)。また、平均的にみた場合でも F の変動が大きく、これは頻度は低いものの時折非常に高い F が算定される場合があるとみられた。この影響による管理性能に係るリスク評価の結果は表 4 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 のタイムラグを考慮した場合の将来予測結果。網掛けは予測結果の 90%が含まれる予測区間を示す。

令和 7（2025）年度マアジ対馬暖流系群の資源評価

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（依田真里・榎本めぐみ・国松翔太・
向 草世香・高橋素光・佐々千由紀）

水産技術研究所 環境・応用部門

参画機関：青森県産業技術センター水産総合研究所、秋田県水産振興センター、山形県水産研究所、新潟県水産海洋研究所、富山県農林水産総合技術センター水産研究所、石川県水産総合センター、福井県水産試験場、京都府農林水産技術センター海洋センター、兵庫県立農林水産技術総合センター但馬水産技術センター、鳥取県水産試験場、島根県水産技術センター、山口県水産研究センター、福岡県水産海洋技術センター、佐賀県玄海水産振興センター、長崎県総合水産試験場、熊本県水産研究センター、鹿児島県水産技術開発センター、海洋生物環境研究所、漁業情報サービスセンター

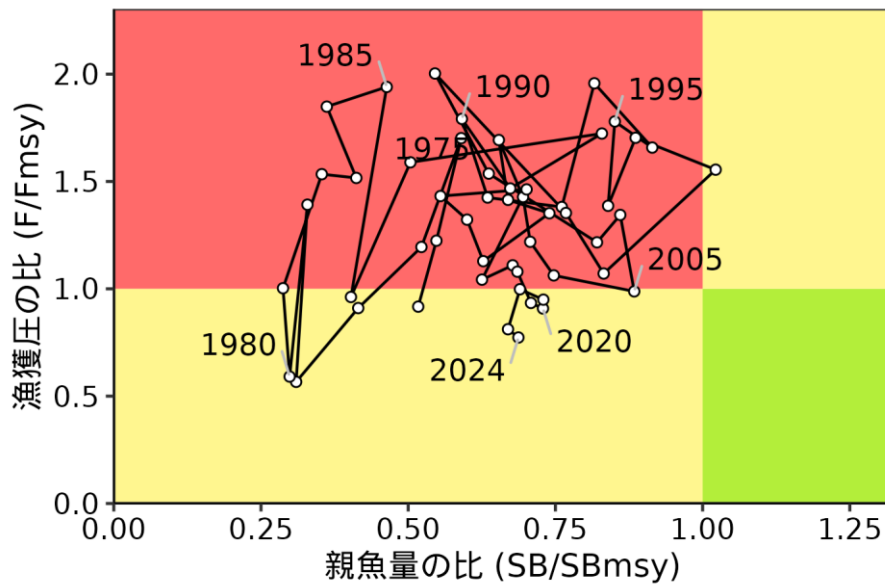
要 約

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、1970 年代後半に低水準だったが、1980～1990 年代前半に増加し、1993～1998 年には 50 万トンを超えた。1999 年以降資源量は減少し、2001 年には 30 万トンだったが、2003～2004 年は再び 50 万トンを超えた。2006 年以降は増減を繰り返しながら、30 万トンから 40 万トンの資源量を維持しており、2024 年の資源量は 37.2 万トンと推定された。

令和 7 年度の「管理基準値等に関する研究機関会議資料」では、本系群の再生産関係にはホッケー・スティック型が適用されており、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（SB_{msy}）は 27.3 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 SB_{msy} を維持する漁獲圧（F_{msy}）を下回る。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)	27.3 万トン
2024 年の親魚量の水準	MSY を実現する水準を下回る(0.69 倍)
2024 年の漁獲圧の水準	SBmsy を維持する水準を下回る(0.77 倍)
2024 年の親魚量の動向	横ばい
MSY	18.7 万トン
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 (万トン)	親魚量 (万トン)	漁獲量 (万トン)	F/Fmsy	漁獲割合 (%)
2020	32.7	19.9	12.5	0.91	38
2021	32.3	19.9	12.3	0.95	38
2022	35.7	18.8	12.1	1.00	34
2023	32.2	18.3	10.8	0.81	33
2024	37.2	18.7	10.8	0.77	29
2025	48.9	24.0	15.6	0.86	32
2026	52.8	28.2	—	—	—
・ 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 Japanese jack mackerel of the Tsushima Warm Current stock (fiscal year 2025).

(Mari Yoda, Megumi Enomoto, Shota Kunimatsu, Soyoka Muko, Motomitsu Takahashi, Chiyuki Sassa)

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～鹿児島（17）府県） 九州主要港入り数別水揚量（水産機構） 大中型まき網漁業漁獲成績報告書（水産庁） 月別体長組成調査（水産機構、青森～鹿児島（16）府県） ・市場測定 水産統計（韓国海洋水産部）（ http://www.fips.go.kr 、2025 年 3 月）
資源量指数 ・加入量指数 ・年齢別資源量指 数	大中型まき網漁業漁獲成績報告書（水産庁）* 中型まき網漁業漁獲成績報告書（島根県）* 長崎魚市豆銘柄水揚げ量（長崎県）* 新規加入量調査「中層トロールなどを用いた浮魚類魚群量調査」（5～6 月、水産機構、鳥取県、島根県、山口県） ・中層トロール* 資源量直接推定調査「底魚類現存量調査（東シナ海）」（5～6 月、水産 機構） ・着底トロール* 魚群分布調査「計量魚探などを用いた浮魚類魚群量調査」（8～9 月、 水産機構） ・中層トロール・計量魚探* 大中型まき網漁業漁獲成績報告書（水産庁）* 中型まき網漁業漁獲成績報告書（島根県）* 資源量直接推定調査「底魚類現存量調査（東シナ海）」（5～6 月、水産 機構） ・着底トロール*
自然死亡係数(M)	年当たり $M=0.5$ を仮定
漁獲努力量	

*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。

2. 生態

(1) 分布・回遊

東シナ海南部から九州、日本海沿岸域の広域に分布する（図 2-1）。春夏に索餌のため北上回遊を、秋冬に越冬・産卵のため南下回遊をする。東シナ海での産卵に由来する当歳魚の一部は太平洋岸に加入すると考えられる。しかし、太平洋系群に占める東シナ海からの加入割合は不明で、太平洋系群の親魚が東シナ海に産卵回遊するという知見も得られてい

ない。

(2) 年齢・成長

成長は海域や年代等によってやや異なるが、主要な分布域である東シナ海では1歳で尾叉長16～18 cm、2歳で22～24 cm、3歳で26～28 cmに達する（Yoda et al. 2014 など（図2-2））。寿命は5歳前後と考えられる。

(3) 成熟・産卵

産卵は、東シナ海南部、九州・山陰沿岸から日本海北部沿岸の広い海域で行われる。東シナ海南部では2～3月に仔稚魚の濃密な分布がみられる（Sassa et al. 2006）。産卵期は南部ほど早く（1～3月）、北部は遅い（5～6月）傾向がある（盛期は3～5月）。1歳魚で50%程度、2歳魚でほぼ全ての個体が成熟する（図2-3）。

(4) 被捕食関係

代表的な餌生物は、オキアミ類、アミ類、橈脚類等の動物プランクトンや小型魚類である（Tanaka et al. 2006）。稚幼魚は、ブリなどの魚食性魚類に捕食される。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

対馬暖流域で漁獲されるマアジの約80%は、大中型まき網漁業および中小型まき網漁業で漁獲され、次いで定置網による漁獲量が約1割を占める。主漁場は東シナ海から九州北～西岸・日本海西部である。

(2) 漁獲量の推移

対馬暖流域での我が国のマアジ漁獲量は、1973～1976年には9.3万～15万トンであったが、その後減少し、1980年に4.1万トンまで落ち込んだ。1980～1990年代は増加傾向を示し、1993～1998年には20万トンを超えたが、1999～2002年は13.5万～15.9万トンに減少した。2003年から漁獲量は再び増加し、2004年には19.2万トンであった。その後次第に減少し、2018年以降は10万トンを下回り、2024年は6.8万トンだった（図3-1、表3-1）。

韓国は毎年、数万トンを漁獲しており、2019年以降増加傾向で、2024年のアジ類の漁獲量は4.0万トンであった。韓国が漁獲するアジ類にはムロアジ類が含まれるが、ほとんどはマアジだと推定される。中国のマアジ漁獲量は2003年以降に報告されるようになった。2005～2007年には10万トンを超えたが、2008年には5.9万トンに減少し、2009年以降は2万～4万トンの間で推移しており、2023年は2.5万トンであった（FAO Fishery and Aquaculture Statistics. Global capture production 1950- 2023（Release date: June 2025; <https://www.fao.org/fishery/statistics-query/en/capture>、2025年6月））。

年齢別漁獲尾数の推移を図3-2に示した。漁獲の主体は0歳魚と1歳魚である。2015年以降は0歳魚の漁獲尾数は10億尾を下回っており、1歳魚の占める割合が高い（図3-2、補足資料9）。

(3) 漁獲努力量

東シナ海・日本海西部で操業する大中型まき網の網数を図 3-3 に示す。網数は、1980 年代後半に過去最多となったが、1990 年以降、減少が続いている。2024 年の網数は約 4 千網と低い水準だった。これはマアジ以外の漁獲対象種の TAC 数量制限に伴う出漁調整等が影響していると考えられる。後述の有効漁獲努力量も 1998 年以降には概ね減少傾向を示している（図 4-1）。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

漁獲量、漁獲努力量等の情報を収集し、漁獲物の生物測定結果とあわせて年齢別・年別漁獲尾数を推定し、チューニングコホート解析による資源解析を行った（補足資料 1、2）。なお、今年度は 2016～2023 年の標本による年齢査定結果から年齢・体長関係を見直し、過去にさかのぼって年齢別漁獲尾数および年齢別体重の見直しを行い、この結果に基づき資源解析を行った（補足資料 2 補注 1）。資源解析の計算は 1973～2024 年の日本と韓国の年齢別漁獲尾数に基づいて行った。中国の漁獲量については 2003 年以降の統計のみであること、直近年（2024 年）の情報が得られないことなどから、資源計算では考慮していない。

当歳魚（0 歳魚）を主対象として、5～6 月に対馬周辺～日本海西部海域において中層トロールを用いた新規加入量調査、5～6 月に東シナ海において着底トロールを用いた資源量直接推定調査、8～9 月には九州西岸～日本海において中層トロールと計量魚探を用いた魚群分布調査を実施し、これらを 0 歳および 1 歳魚の指標値として使用した（補足資料 7）。なお、着底トロールを用いた資源量直接推定調査は、2020 年には実施されなかった。

(2) 資源量指標値の推移

1973 年以降の長期的な資源変動を概観する資源量指標値として、東シナ海・日本海西部で操業する大中型まき網の統計値から資源密度指数（トン/網）を求めた。指数は 1970 年代前半から 1980 年代前半にかけて減少したが、その後増加に転じ、1990 年代半ばと 2009 年以降は高かった（図 4-1）。有効漁獲努力量は、1994 年まではほぼ一定の水準を保っていたが、以降は緩やかな減少傾向にある（図 4-1）。なお、資源密度指数は、経緯度 30 分間隔に区分された漁区のうち、2024 年に操業があった漁区について、漁区ごとの一網当たりの漁獲量をマアジの漁獲があった漁区間で平均した値とした。有効漁獲努力量は、2024 年に操業があった漁区の漁獲量を資源密度指数で除して求めた。

また 2003 年以降の年齢ごとの資源変動を詳細に表す指標値として、東シナ海・日本海西部で操業する大中型まき網の銘柄別漁獲量から年齢別（0～3+歳）の資源量指標値を計算し、コホート解析に用いた（図 4-2、4-3、4-4、補足資料 2-（1）補注 3）。2024 年の資源量指標値は、過去 20 年間と比べて、2 歳の指標値が高かった。0、1 歳魚についてはこれらの指標値に加え、前述の調査船調査などの指標値も加えて、資源量の推定を行った（補足資料 2-（1）、補注 2、補注 3）。前年と比較すると、0 歳魚の指標値は増加しているものが多く、1 歳魚の指標値の多くは減少していた。なお、大中型まき網と新規加入量調査（幼魚）の資源量指標値については CPUE の標準化を行った（補足資料 8）。

(3) 資源量と漁獲圧の推移

資源量は 1973～1976 年の 25 万～34 万トンから 1977～1981 年の 13 万～18 万トンに減少した（図 4-5）。その後、増加傾向を示し、1993～1998 年には 50 万～57 万トンの高い水準を維持した。1999 年以降 2001 年の 30 万トンまで減少したが、その後回復し 2003、2004 年には再び 50 万トンを超えた。2006 年以降は増減を繰り返しながら 30 万から 40 万トンの資源量を維持している。（図 4-5、4-7、表 3-1）。加入量（資源計算の 0 歳魚資源尾数）は、1980 年代後半から 2000 年代前半には 80 億尾を超えた年があった（図 4-6、4-8）。2004 年以降は 31 億～53 億尾で推移していたが、2014 年加入量は再び増加し、71 億尾となった。2015～2019 年は 30 億～42 億尾だったが、2020～2023 年は 30 億尾を下回り、低い水準となった。2024 年の加入量はやや回復し、43 億尾と推定された。2020 年以降は将来予測（補足資料 5 を参照）における再生産関係で想定している加入量水準を下回っていたが、2024 年は平均的な水準に回復した。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パターンを示した（図 4-8）。コホート解析に用いた自然死亡率（M）に対する感度解析として、M を仮定値（0.5）に対して 0.4 および 0.6 とした条件のもとで資源評価を行った。資源量、親魚量、加入量は M の上昇とともに多くなり、F は低くなった。M が 0.1 変化すると、各推定値に対して 10～20%の影響があった（図 4-9）。漁獲係数 F は、1980 年代後半から 1990 年代前半に全体的に高かったが、その後減少した（図 4-10）。年齢別にみると 0 歳の F は 2017 年以降低い水準となっている。漁獲割合は、2001 年には 50%を超える高い水準だったが、その後減少し、2016 年以降はゆるやかに減少している（図 4-11）。

昨年度の評価と比べると、年齢体長キーを変更した影響で特に 3 歳魚以上の漁獲尾数が増加した一方、3 歳魚以上の体重が大きく減少した。これに伴い資源計算の際に参照する 3 歳魚以上の漁獲圧の比例係数の見直しを行ったことなどから、全体的に資源量や親魚量が下方修正された（補足資料 11）。一方、2024 年の新たな情報が付け加わった結果、2023 年加入量は上方修正された。昨年度からの変更点についてはドキュメント（Maaji-TC_FRA-SA2025-SC07-101）に詳細をまとめた。

(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、その漁獲圧が無かった場合との比較を行った。図 4-12 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。2016 年以降、%SPR は増加傾向にあり、2024 年は 31.7%となった。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 29.4%となった。

現状の漁獲圧に対する YPR と %SPR の関係を図 4-13 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 Fmsy の推定に用いた値（依田ほか 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 26%に相当する。現状の漁獲圧（F2022-2024）は Fmsy を下回り、F0.1 を上回る。

(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）にはホッカー・スティック（HS）型再生産関係式を用いることが提案されている（図 4-14、依田ほか 印刷中）。再生産関係のパラメータ推定に使用されたデータは、本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。加入量の残差の自己相関は考慮されている。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 年度の管理基準値等に関する研究機関会議資料（依田ほか 印刷中）で示された現在（1973 年以降）の環境下における最大持続生産量 MSY、MSY を維持する親魚量（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

本系群における 2024 年の親魚量は MSY を実現する親魚量（SBmsy）を下回るが、MSY の 60%の漁獲量が得られる親魚量（SB0.6msy）を上回る（図 4-15）。2024 年の親魚量は SBmsy の 0.69 倍である（補足表 6-3）。また、2024 年の漁獲圧は、SBmsy を維持する漁獲圧（Fmsy）を下回っており、Fmsy の 0.77 倍である。なお、神戸プロットに示した漁獲圧の比（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）の推移から横ばいと判断される。本系群の親魚量は 1998 年には SBmsy を上回っていたが、それ以外の年の親魚量は SBmsy を下回る水準にとどまっている。

5. 資源評価のまとめ

2024 年の資源量は前年と同程度と推定された。親魚量は MSY を実現する水準（SBmsy）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 SBmsy を維持する漁獲圧（Fmsy）を下回った。

6. その他

本系群は令和 2 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。その間の資源評価の推移については補足資料 10 に取りまとめた。また、今年度の資源評価、管理基準値等の提案（依田ほか 印刷中）に関連した、今後検討すべき課題を補足資料 12 に取りまとめた。

資源の管理は大中型まき網漁業の漁場（海区制）における操業許可隻数を制限するなど、努力量管理の形で行われてきた。これに加えて、平成 9（1997）年から TAC（漁獲可能量）による資源管理が実施されている。また平成 21（2009）年度から平成 23（2011）年度の間、日本海西部・九州西海域マアジ（マサバ・マイワシ）資源回復計画が実施された。小型魚保護を目的とした本計画は、小型魚を主体とする漁獲があった場合、大中型まき網漁業に対しては集中的な漁獲圧をかけないよう速やかな漁場移動を求め、中・小型まき網漁業に対しては団体ごとに一定日数の休漁や水揚げ日数制限等の漁獲規制を行った。これら

の取り組みは平成 24 (2012) 年度以降も、新たな枠組みである資源管理指針・計画の下で継続されている。

本資源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、外国漁船による漁獲の影響を十分に考慮できていない点が挙げられる。この要因は再生産関係、管理基準値、管理目標の達成確率などに 影響をもたらす可能性がある。より効果的な資源管理のためには、加入量変動要因や回遊経路の解明などとともに、漁業の実態把握を国際的に協調して進めて行く必要がある

引用文献

- Sassa, C., Y. Konishi and K. Mori (2006) Distribution of jack mackerel (*Trachurus japonicus*) larvae and juveniles in the East China Sea, with special reference to the larval transport by the Kuroshio Current. Fish. Oceanogr., 15, 508-518.
- Tanaka, H., I. Aoki and S. Ohshimo (2006) Feeding habits and gill raker morphology of three planktivorous pelagic fish species off the coast of northern and western Kyusyu in summer. J. Fish Biol., 68, 1041-1061.
- Yoda, Y., T. Shiraishi, R. Yukami and S. Ohshimo (2014) Age and maturation of jack mackerel *Trachurus japonicus* in the East China Sea. Fish. Sci., 80, 61-68.
- 依田真里・榎本めぐみ・国松翔太・向 草世香・高橋素光・佐々千由紀 (印刷中) 令和 7 (2025) 年度マアジ対馬暖流系群の管理基準値等に関する研究機関会議報告書.
- 依田真里・榎本めぐみ・国松翔太・向 草世香・高橋素光・佐々千由紀 (印刷中) 令和 7 (2025) 年度マアジ対馬暖流系群の資源評価 昨年度からの変更点 FRA-SA2025-SC07-101

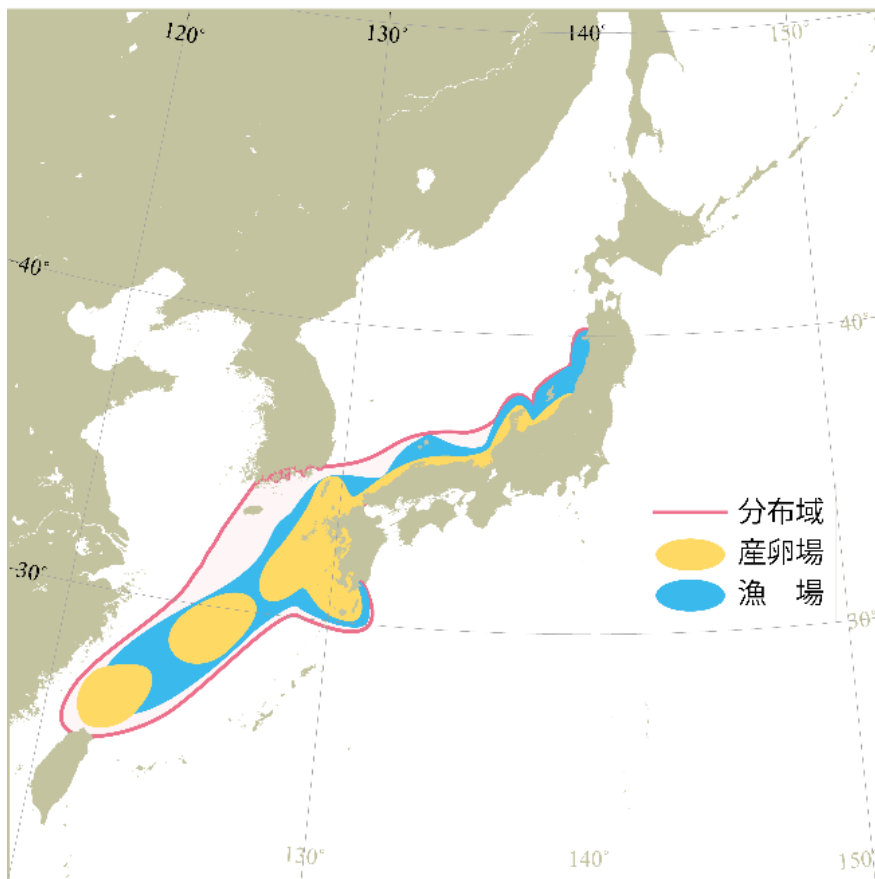


図 2-1. 分布域と産卵場

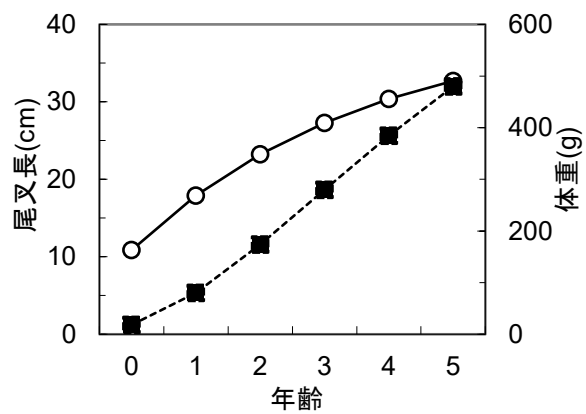


図 2-2. 年齢と成長

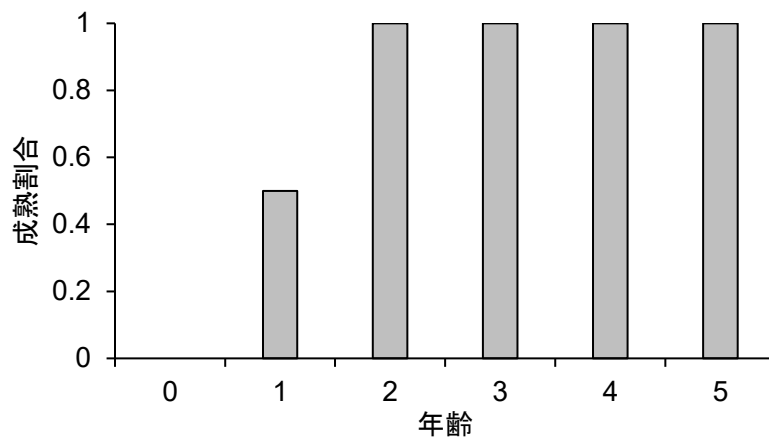


図 2-3. 年齢と成熟割合

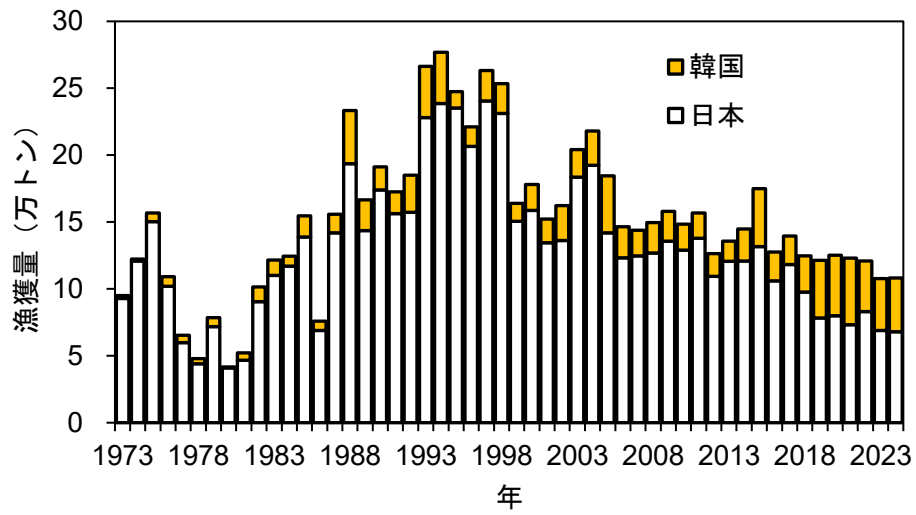


図 3-1. 漁獲量の推移

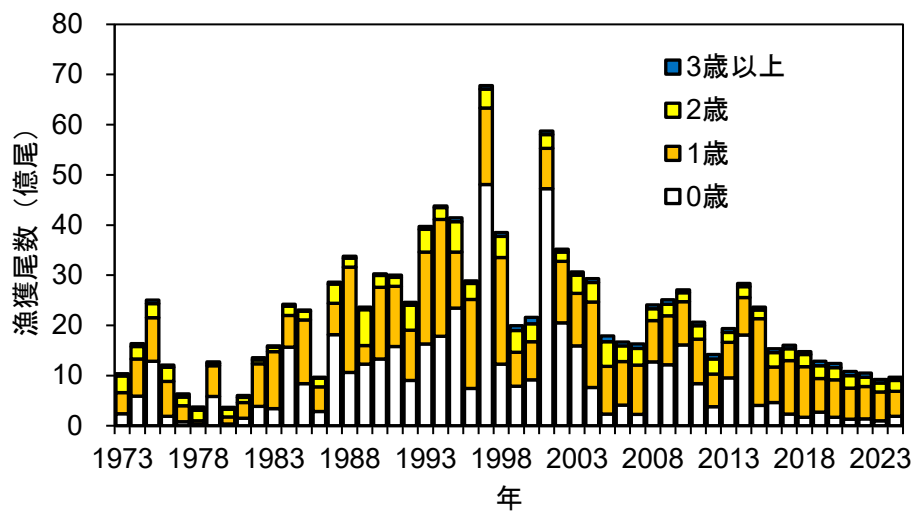


図 3-2. 年齢別漁獲尾数の推移

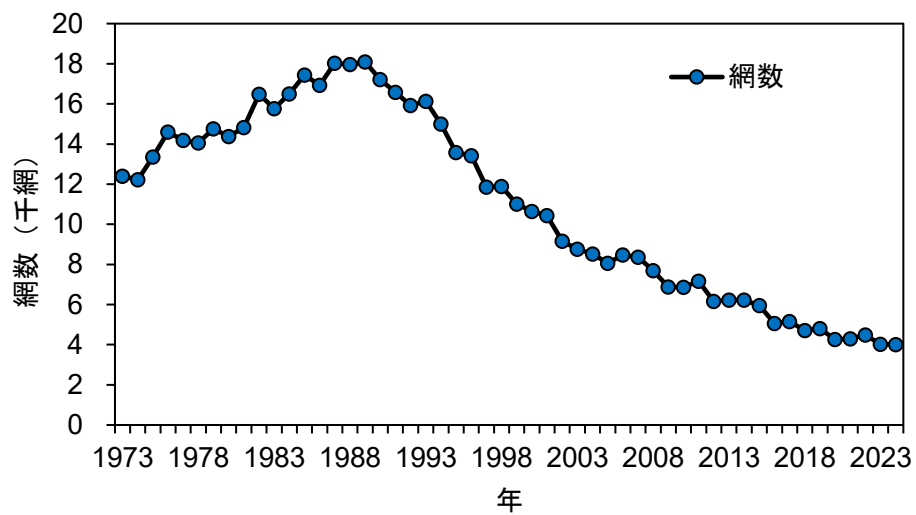


図 3-3. 東シナ海・日本海西部で操業する大中型まき網の網数の推移

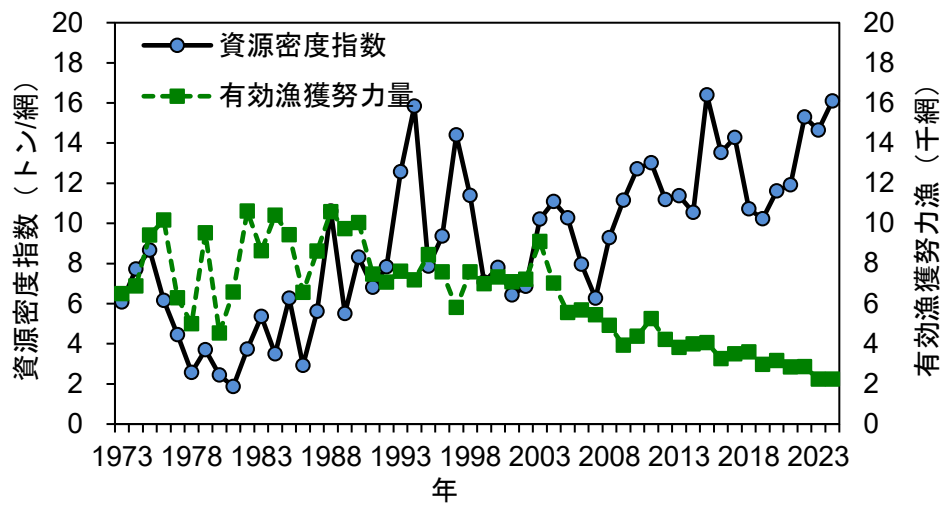


図 4-1. 東シナ海・日本海西部で操業する大中型まき網におけるマアジの資源密度指数と有効漁獲努力量の推移

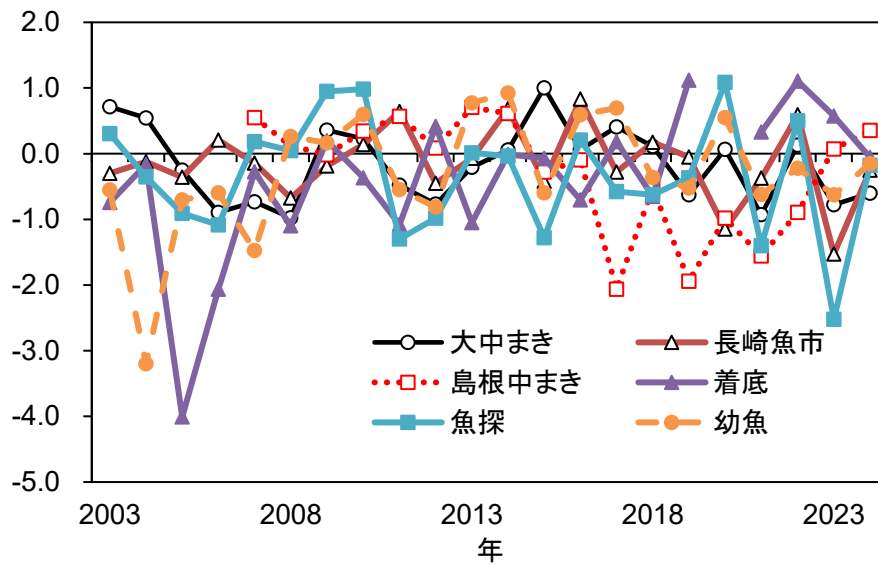


図 4-2. 0 歳魚指標値（補注 2 参照、平均値で規格化した後、対数をとって示した）

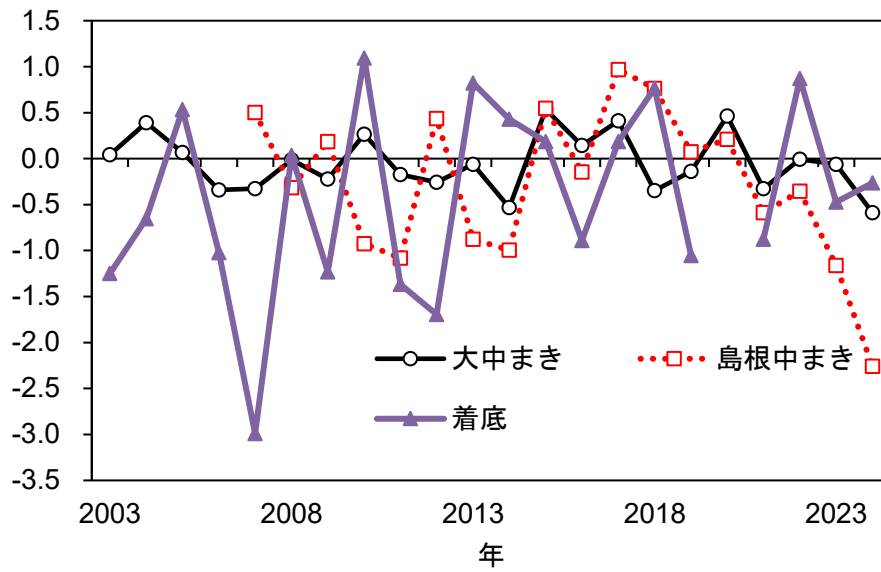


図 4-3. 1 歳魚指標値（補注 2 参照、平均値で規格化した後、対数をとって示した）

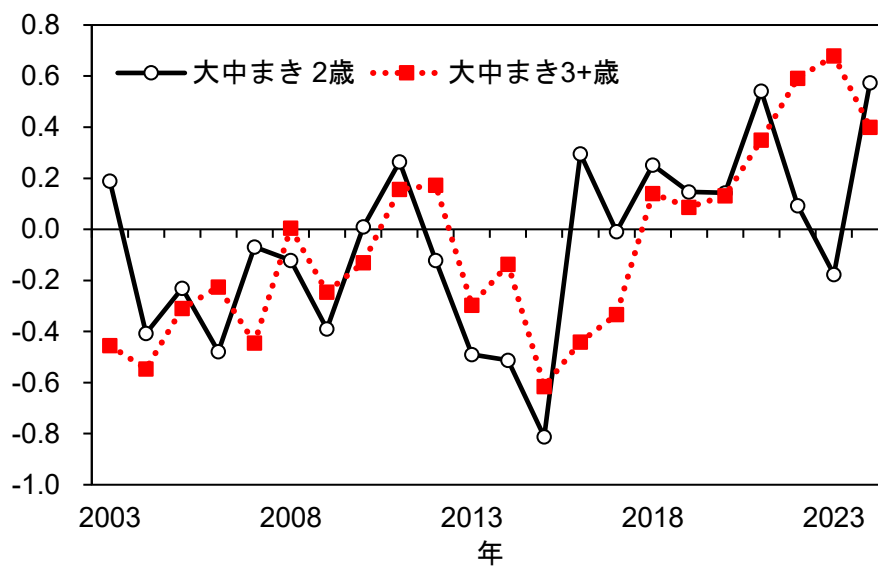


図 4-4. 2 歳魚以上指標値（補注 2 参照、平均値で規格化した後、対数をとって示した）

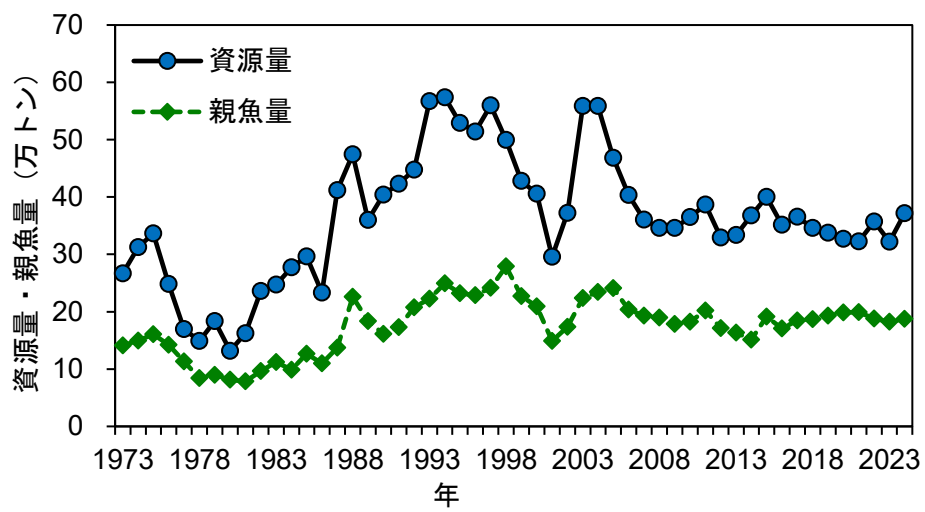


図 4-5. 資源量と親魚量の推移

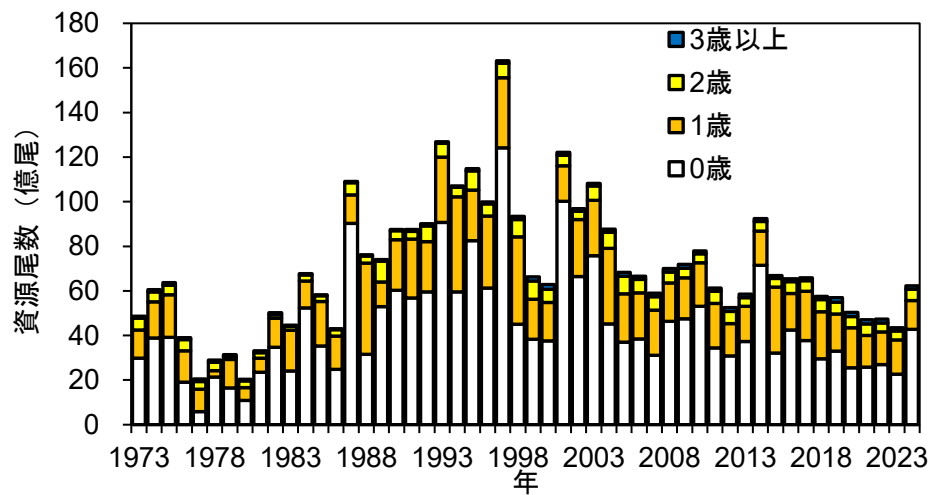


図 4-6. 年齢別資源尾数の推移

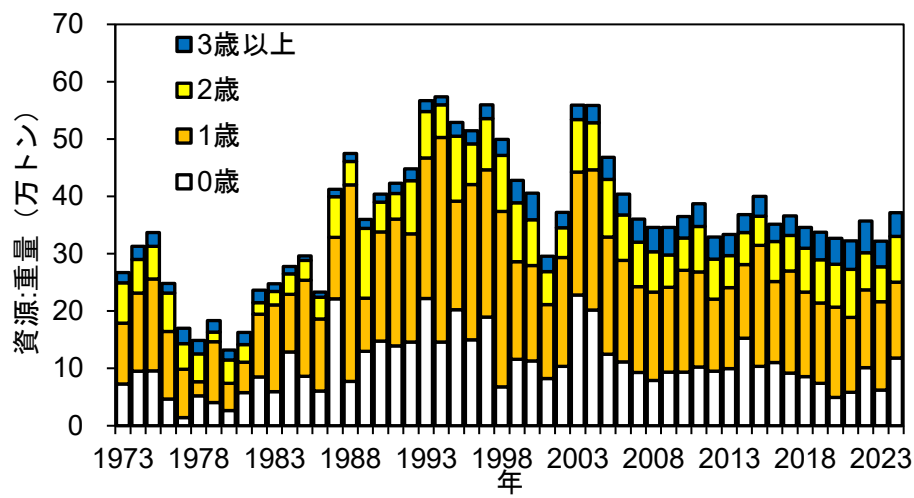


図 4-7. 年齢別資源重量の推移

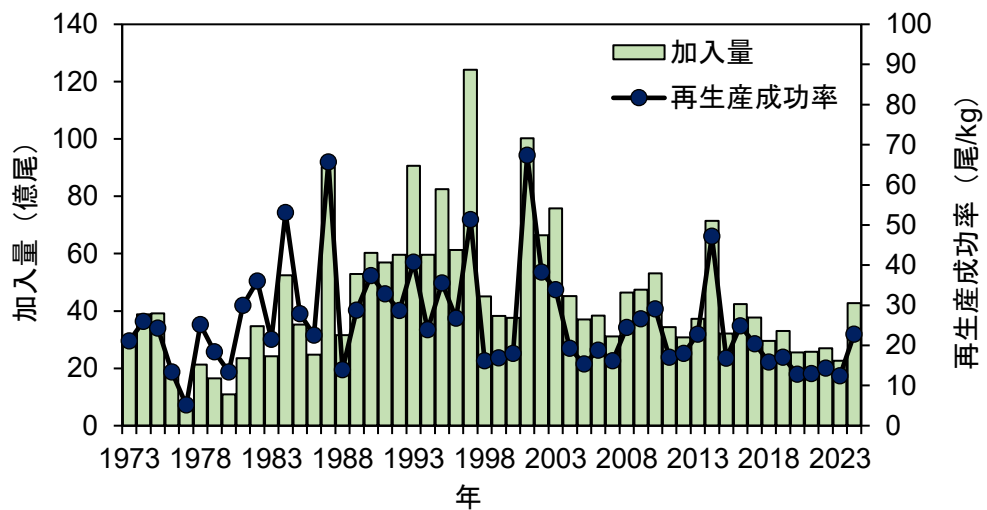


図 4-8. 加入量と再生産成功率の推移

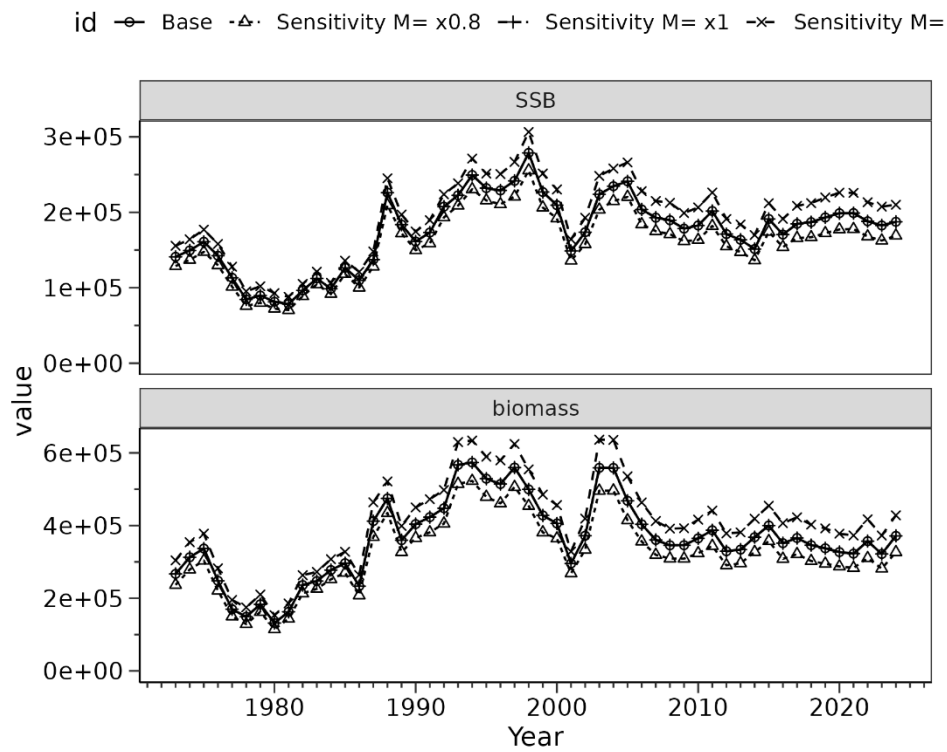


図 4-9. M の値を変化させた場合の親魚量 (SSB)、資源量 (biomass) の変化 実線は $M=0.5$ 、破線と×は $M=0.6$ 、点線と△は $M=0.4$ 。

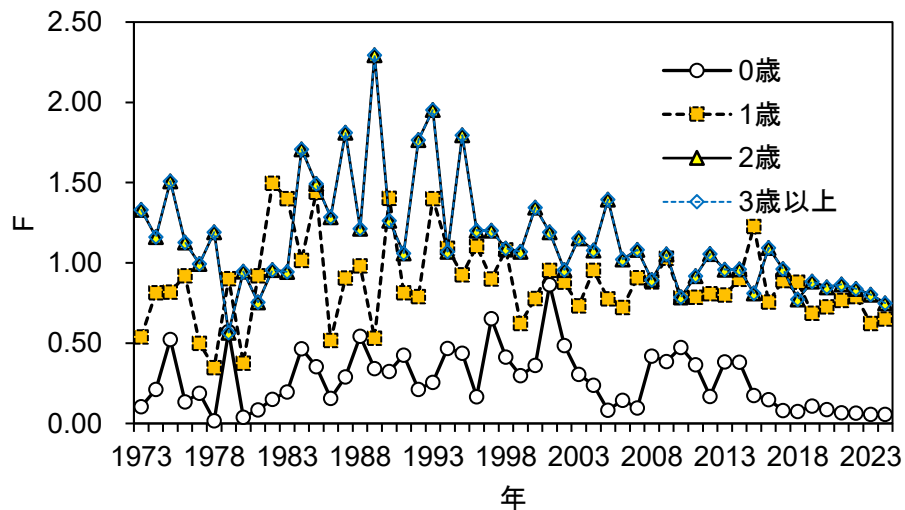


図 4-10. 年齢別漁獲係数 F の推移

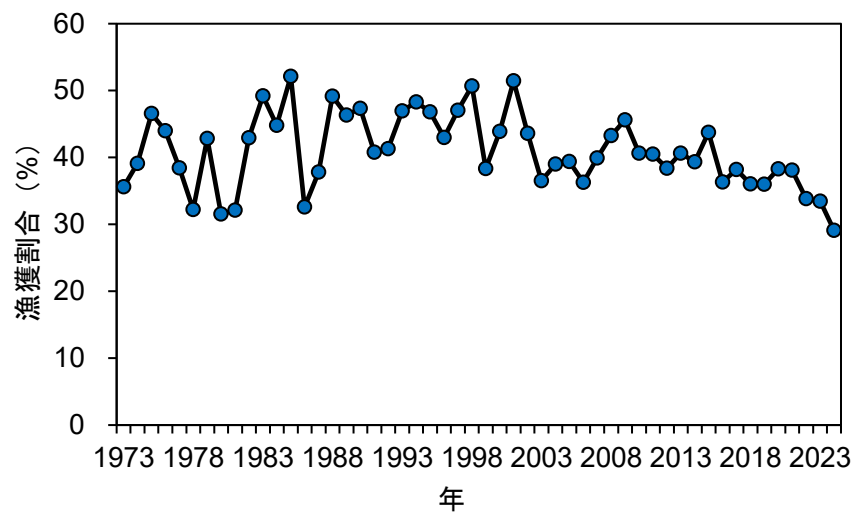


図 4-11. 漁獲割合の推移



図 4-12. %SPR 値の推移

%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、F が高い（低い）と%SPR は小さく（大きく）なる。

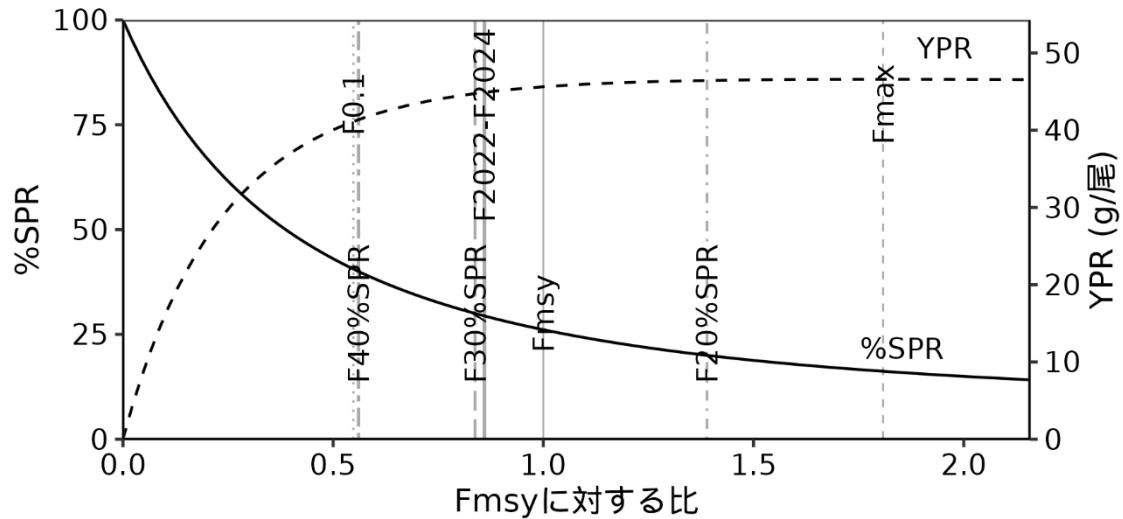


図 4-13. F_{msy} に対する YPR と %SPR の関係

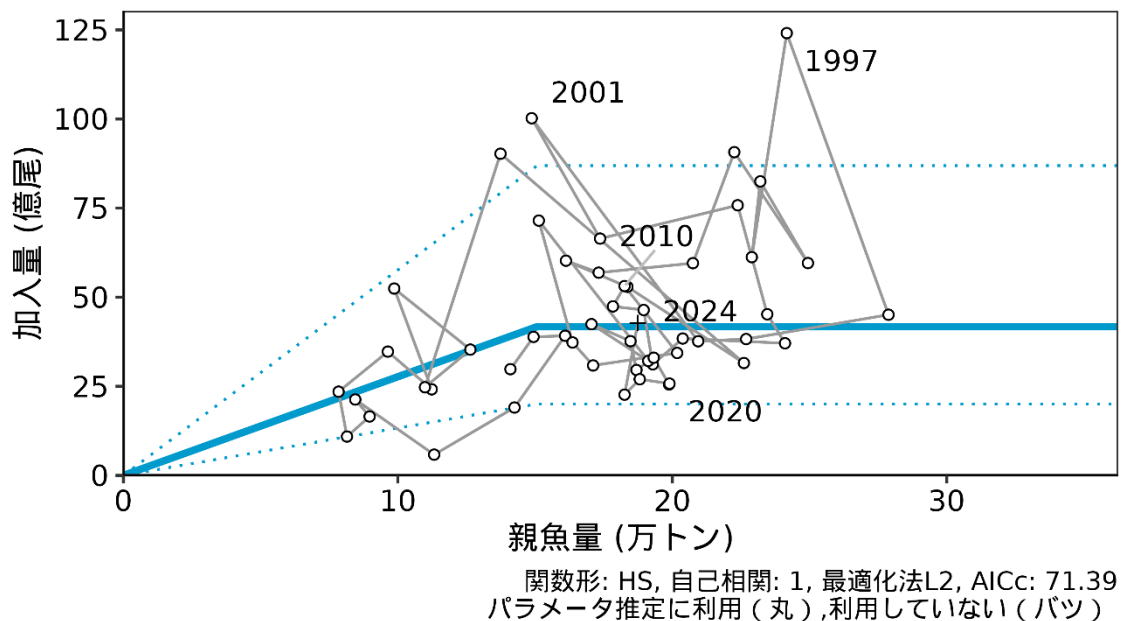


図 4-14. 親魚量と加入量の関係 (再生産関係)

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。青実線は、令和 7 年に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」(依田ほか 印刷中) で提案された再生産関係式で、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。白抜丸印は再生産関係の推定に用いた 1973～2023 年の親魚量と加入量で、2024 年はバツ印で示す。図中の数字は加入群の年級 (生まれ年) を示す。

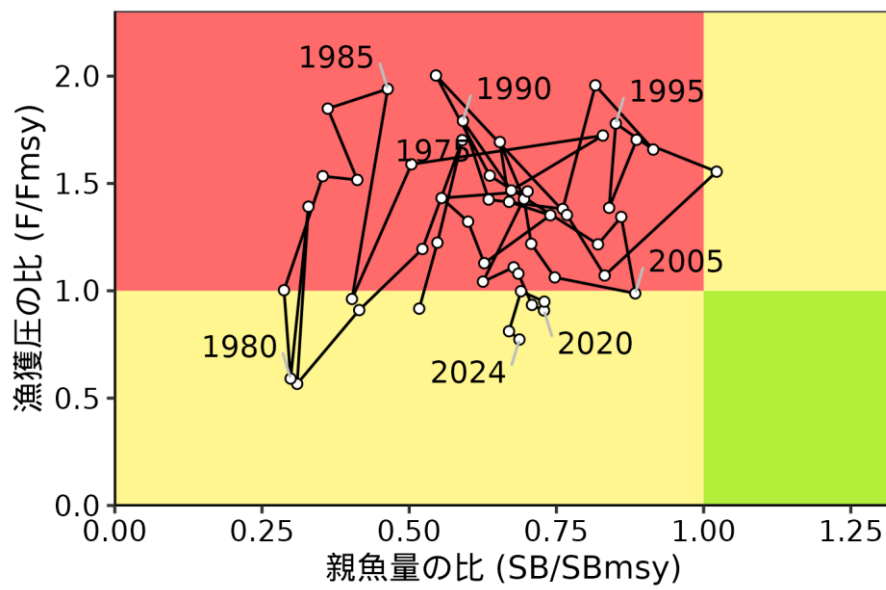


図 4-15. 最大持続生産量 (MSY) を実現する親魚量 (SB_{msy}) と SB_{msy} を維持する漁獲圧 (F_{msy}) に対する過去の親魚量および漁獲圧の関係 (神戸プロット)

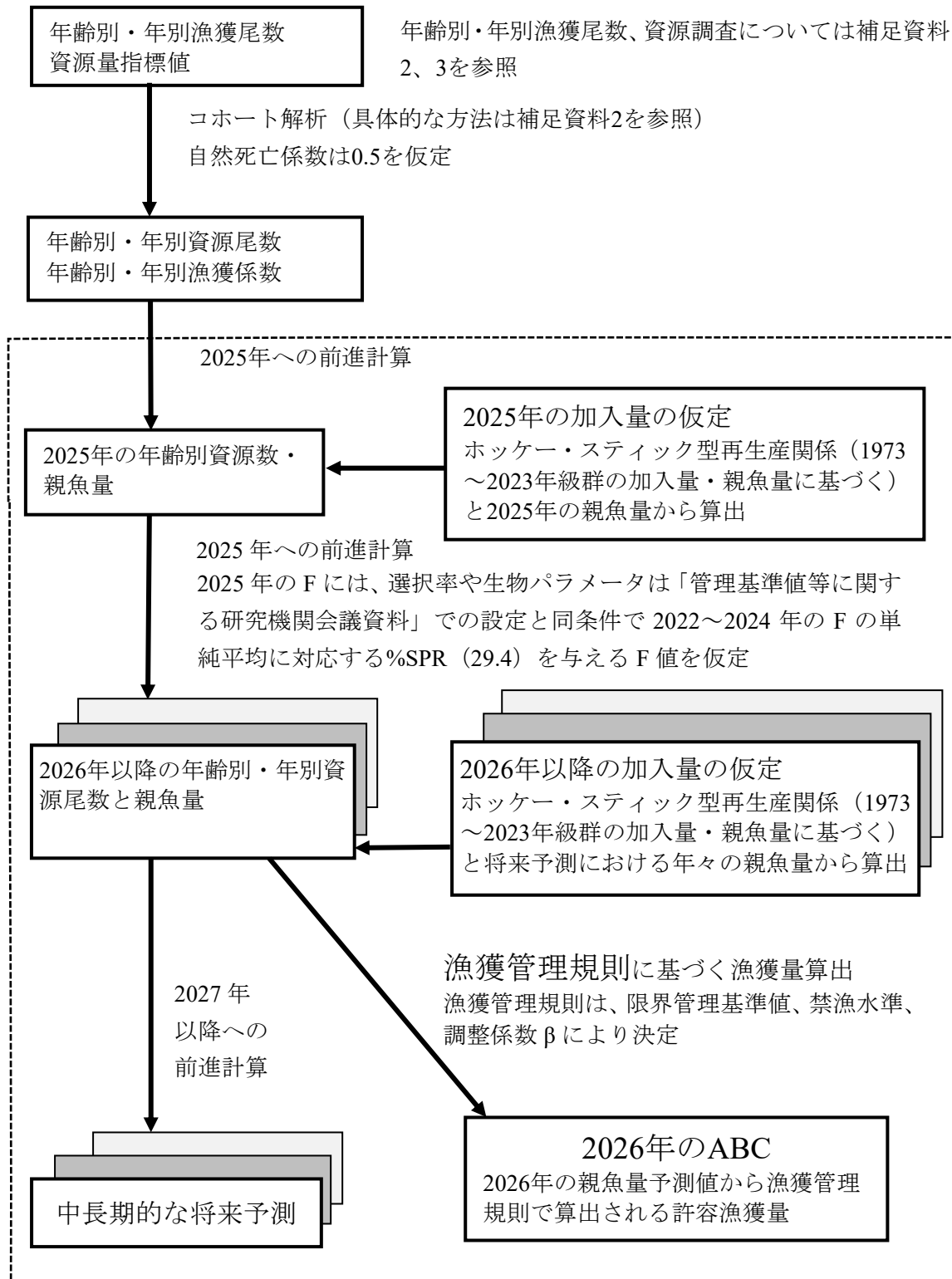
表 3-1. 漁獲量とコホート解析結果

年	漁獲量(万トン)			資源量 (万トン)	親魚量 (万トン)	加入量 (億尾)	漁獲割合 (%)	再生産成功率		
	日本	韓国	計					(尾/kg)	%SPR	F/Fmsy
1973	9.3	0.2	9.5	26.7	14.1	30	36	21.14	27.7	0.92
1974	12.1	0.2	12.2	31.3	14.9	39	39	26.01	21.9	1.22
1975	15.0	0.7	15.7	33.7	16.1	39	47	24.35	15.2	1.70
1976	10.2	0.7	10.9	24.8	14.3	19	44	13.37	22.6	1.19
1977	6.0	0.5	6.5	17.0	11.3	6	38	5.15	28.1	0.91
1978	4.4	0.4	4.8	14.9	8.4	21	32	25.22	35.0	0.57
1979	7.2	0.7	7.9	18.3	9.0	17	43	18.44	17.4	1.39
1980	4.1	0.1	4.2	13.2	8.1	11	32	13.39	35.9	0.59
1981	4.7	0.6	5.2	16.3	7.8	23	32	29.97	26.0	1.00
1982	9.1	1.1	10.1	23.6	9.6	35	43	36.05	17.6	1.53
1983	11.0	1.2	12.2	24.7	11.2	24	49	21.50	17.6	1.52
1984	11.7	0.7	12.4	27.8	9.9	52	45	53.14	14.3	1.85
1985	13.9	1.6	15.5	29.6	12.6	35	52	27.92	13.7	1.94
1986	6.9	0.7	7.6	23.3	11.0	25	33	22.52	26.8	0.96
1987	14.2	1.4	15.6	41.2	13.7	90	38	65.69	17.8	1.59
1988	19.4	4.0	23.3	47.5	22.6	32	49	13.95	14.3	1.72
1989	14.4	2.3	16.7	36.0	18.4	53	46	28.81	19.7	1.47
1990	17.4	1.7	19.1	40.4	16.1	60	47	37.36	14.7	1.79
1991	15.6	1.6	17.3	42.3	17.3	57	41	32.85	18.1	1.43
1992	15.7	2.8	18.5	44.8	20.8	60	41	28.70	20.4	1.38
1993	22.8	3.8	26.6	56.7	22.3	91	47	40.75	14.8	1.96
1994	23.9	3.8	27.7	57.4	24.9	60	48	23.88	15.0	1.66
1995	23.5	1.2	24.8	52.9	23.2	82	47	35.55	15.2	1.78
1996	20.7	1.5	22.1	51.4	22.9	61	43	26.75	19.7	1.39
1997	24.1	2.3	26.3	56.0	24.2	124	47	51.34	14.1	1.70
1998	23.1	2.2	25.3	50.0	27.9	45	51	16.17	16.5	1.55
1999	15.0	1.4	16.4	42.8	22.7	38	38	16.86	24.6	1.07
2000	15.9	2.0	17.8	40.6	20.9	38	44	17.97	19.9	1.35
2001	13.5	1.8	15.2	29.6	14.9	100	51	67.36	10.7	2.00
2002	13.6	2.6	16.2	37.2	17.4	66	44	38.25	16.0	1.54
2003	18.4	2.0	20.4	55.9	22.4	76	37	33.86	21.9	1.22
2004	19.2	2.6	21.8	55.9	23.5	45	39	19.27	19.9	1.34
2005	14.2	4.3	18.4	46.8	24.1	37	39	15.38	26.3	0.99
2006	12.3	2.3	14.6	40.4	20.4	38	36	18.85	24.8	1.06
2007	12.5	1.9	14.4	36.1	19.3	31	40	16.16	22.1	1.22

表 3-1. (続き)

年	漁獲量(万トン)		資源量		親魚量	加入量	漁獲割合	再生産成功率		
	日本	韓国	計 (万トン)	(万トン)	(億尾)		(%)	(尾/kg)	%SPR	F/Fmsy
2008	12.7	2.3	15.0	34.6	19.0	46	43	24.48	17.7	1.43
2009	13.6	2.2	15.8	34.6	17.8	47	46	26.59	14.6	1.69
2010	12.9	1.9	14.8	36.5	18.3	53	41	29.09	17.6	1.41
2011	13.8	1.9	15.7	38.7	20.2	34	41	17.03	19.0	1.35
2012	10.9	1.7	12.6	32.9	17.1	31	38	18.03	23.6	1.13
2013	12.1	1.5	13.6	33.4	16.4	37	41	22.79	19.6	1.32
2014	12.1	2.4	14.5	36.8	15.1	71	39	47.23	17.9	1.43
2015	13.2	4.3	17.5	40.0	19.1	32	44	16.81	17.6	1.46
2016	10.6	2.2	12.8	35.1	17.1	42	36	24.88	25.3	1.04
2017	11.8	2.1	14.0	36.6	18.5	38	38	20.39	23.9	1.11
2018	9.8	2.7	12.5	34.6	18.7	30	36	15.82	24.3	1.08
2019	7.8	4.3	12.1	33.7	19.3	33	36	17.09	27.6	0.93
2020	8.0	4.5	12.5	32.7	19.9	26	38	12.84	28.2	0.91
2021	7.3	5.0	12.3	32.3	19.9	26	38	12.95	27.2	0.95
2022	8.3	3.8	12.1	35.7	18.8	27	34	14.35	26.2	1.00
2023	6.9	3.9	10.8	32.2	18.3	23	33	12.41	30.6	0.81
2024	6.8	4.0	10.8	37.2	18.7	43	29	22.81	31.7	0.77

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

1973～2024 年の年齢別・年別漁獲尾数および平均体重（1 月～12 月を 1 年とする）は、東シナ海・日本海における大中型まき網漁業の銘柄別漁獲量と九州主要港における入り数別漁獲量、および沿岸域で漁獲されたマアジの体長組成から推定した（補注 1）。2024 年の漁獲物平均尾叉長と体重、および資源計算に用いた成熟割合を補足表 2-1 に示す。年齢 3+ は 3 歳以上を表す。自然死亡係数 M は、田内・田中の式（田中 1960）により、最高年齢を 5 歳として（ $M=2.5 \div \text{最高年齢 } 5 \text{ 歳}=0.5$ ）求めた。計算には R パッケージ `frasyr`（コミット番号 05eacac）を使用した。

年齢別資源尾数の計算は、生残の式（式 1）と漁獲方程式（式 2）に基づくコホート解析を用いた。

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

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

ここで、 N は資源尾数、 C は漁獲尾数、 a は年齢（0～3+歳）、 y は年である。 F の計算は石岡・岸田（1985）の反復式を使い、プラスグループの資源尾数の扱いについては、平松（2000; 非定常な場合のプラスグループ扱い方）に従った。昨年度までは、最高年齢群 3 歳以上（3+）と 2 歳の各年の漁獲係数 F には比例関係があるとし、 α は定数（0.3）としていた（依田ほか 2007）。今年度は年齢別漁獲尾数の算出方法の見直しに伴い、2 歳魚と 3+歳魚の漁獲係数 F は同一とした（ $\alpha=1$ ）。 α の変更に伴う資源量推定への影響などについてはドキュメント（Maaji-TC_FRA-SA2025-SC07-108）に詳細をまとめた。

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

また、最近年（2024 年）の 0、1 歳の漁獲係数は、その選択率が過去 3 年（2021～2023 年）の選択率 $s_{a,y}$ の平均に等しいと仮定し、以下の式で推定した。

$$F_{a,y} = \frac{\frac{1}{3} \sum_{y=Y-3}^{Y-1} s_{a,y}}{\frac{1}{3} \sum_{y=Y-3}^{Y-1} s_{3+,y}} F_{2,y} \quad (a=0, 1) \quad (4)$$

$$s_{a,y} = F_{a,y} / \max(F_y) \quad (5)$$

最近年（2024 年）の 2 歳魚の F （ $F_{2,y}$ ）をチューニングによって探索的に求めた。チューニングには加入量および 1 歳魚以上の年齢別資源量を反映すると考えられる 11 系列の指標値を用いた（補足表 2-2、2-3）。チューニング期間は、調査船調査の結果が得られる 2003～2024 年とした。ただし、着底トロール調査は、2020 年は未実施である。最小化させる負の対数尤度を以下のように定義した（Hashimoto et al. 2018）。

$$-\ln L = \sum_k \sum_y \left[\frac{[\ln I_{k,y} - (b_k \ln N_{a(k),y} + \ln q_k)]^2}{2\sigma_k^2} - \ln \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_k} \right) \right] \quad (6)$$

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、1 歳魚以上は資源量、 I は年齢別漁法・調査別指標値（補注 2、3）。 q_k 、 b_k 、 σ_k は指標ごとに定義され、ターミナル F と同時に推定される。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。

$$I_{k,y} = q_k B_{a(k),y}^{b_k} \quad (7)$$

近年、大中型まき網漁船の操業ヶ統数の減少が進んでおり、マアジに対する有効努力量も 2003 年以降で見ると大きく減少していることから、1 歳魚および 2 歳魚の大中型まき網漁業の資源量指標値については 2003～2007 年と 2008～2024 年で、それぞれ別に漁獲効率に関連したパラメータ q を設定した。バイアスを軽減するため、1 歳魚と 3+歳魚の大中型まき網漁業の資源量指標値について b_k の推定を行った（1 歳魚は 2008～2024 年について）。

その結果、1 歳魚（ $k=8$ ）、3+歳魚（ $k=13$ ）でそれぞれ b_k は 1.86、1.33 と推定された（補足表 2-2、2-3）。式（5）を最小化するような F を求めた結果、 $F_{0,2024}=0.06$ 、 $F_{1,2024}=0.65$ 、 $F_{2,2024}=F_{3+,2024}=0.75$ と推定された。

「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」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。資源量指標値を当てはめた際の残差に体系的な傾向は見られなかった（補足図 2-1、2-2）また、データが追加・更新されることにより F や資源量の推定値が連続的に増加あるいは減少するような現象はみられなかった（補足図 2-3）。

補注 1. 年齢別・年別漁獲尾数を以下のように推定した。1997～2024 年について、九州主要港に水揚げされる大中型まき網の漁獲物の体長組成を入り数別漁獲量から、九州の沿岸漁業および日本海の漁獲物の体長組成を体長測定データと漁獲量から月別に推定した。この情報と月ごと、海域ごとに定めた年齢一体長キー（ALK）により、年齢別・年別漁獲尾数を推定した。なお、ALK は成長速度の地域差を反映して島根県以東と山口県以西で異なるものとし、大中型まき網の ALK は山口県以西のものと同じとした。

なお、1996 年以前については、漁獲物の体長組成が得られないため、大中型まき網の月別銘柄別漁獲量を利用するとともに、他漁業の選択性の違いも考慮するために、以下の手順により年齢別・年別漁獲尾数を算定した。まず、1997～2009 年の大中型まき網の月別銘柄別漁獲量を各年齢に割り振り、大中型まき網の年齢別・年別漁獲重量を求めた。次に、同期間（1997～2009 年）における系群全体と大中型まき網の年齢別・年別漁獲重量比を算出し、その年齢別平均値を求めた。続いて、1973～1996 年についても同様に、月別銘柄別

漁獲量から、大中型まき網の各年の年齢別漁獲量を求め、それに 1997～2009 年の系群全体と大中型まき網の年齢別平均漁獲量比を乗じた後、系群全体の漁獲量で補正することで、系群全体の年齢別漁獲重量を推定した。最後に、1997～2009 年の年齢別平均体重を用いて、年齢別・年別漁獲尾数を算定した。銘柄の年齢への振り分けは、6～12 月の豆銘柄および 9～12 月のゼンゴ銘柄を 0 歳、1～5 月の豆、1～8 月のゼンゴ、9～12 月の小銘柄を 1 歳、1～8 月の小銘柄、6～12 月の中銘柄を 2 歳、1～5 月の中、1～12 月の大銘柄を 3+歳とした。

補注 2. 0 歳魚の指標値は漁況指標値として、大中型まき網漁業の 0 歳魚に相当する銘柄の標準化 CPUE (6～12 月) (Muko et al., 2023) (補足資料 8 (1))、長崎魚市豆銘柄 1 入港隻当り水揚量 (9 月～翌年 1 月)、島根県中型まき網一網当り豆銘柄漁獲量 (8 月～翌年 1 月) を用いた。また調査船調査からの指標値として、5～6 月の着底トロールを用いた資源量直接推定調査 (着底、補足資料 7 (1)) によって得られた水深 125 m 以浅におけるマアジ現存量、5～6 月の中層トロールを用いた新規加入量調査 (幼魚、補足資料 7 (2)) によって得られた標準化 CPUE (補足資料 8 (2))、8～9 月の計量魚探などを用いた魚群分布調査 (魚探、補足資料 7 (3)) によって得られたマアジ当歳魚の現存量指標値を用いた。

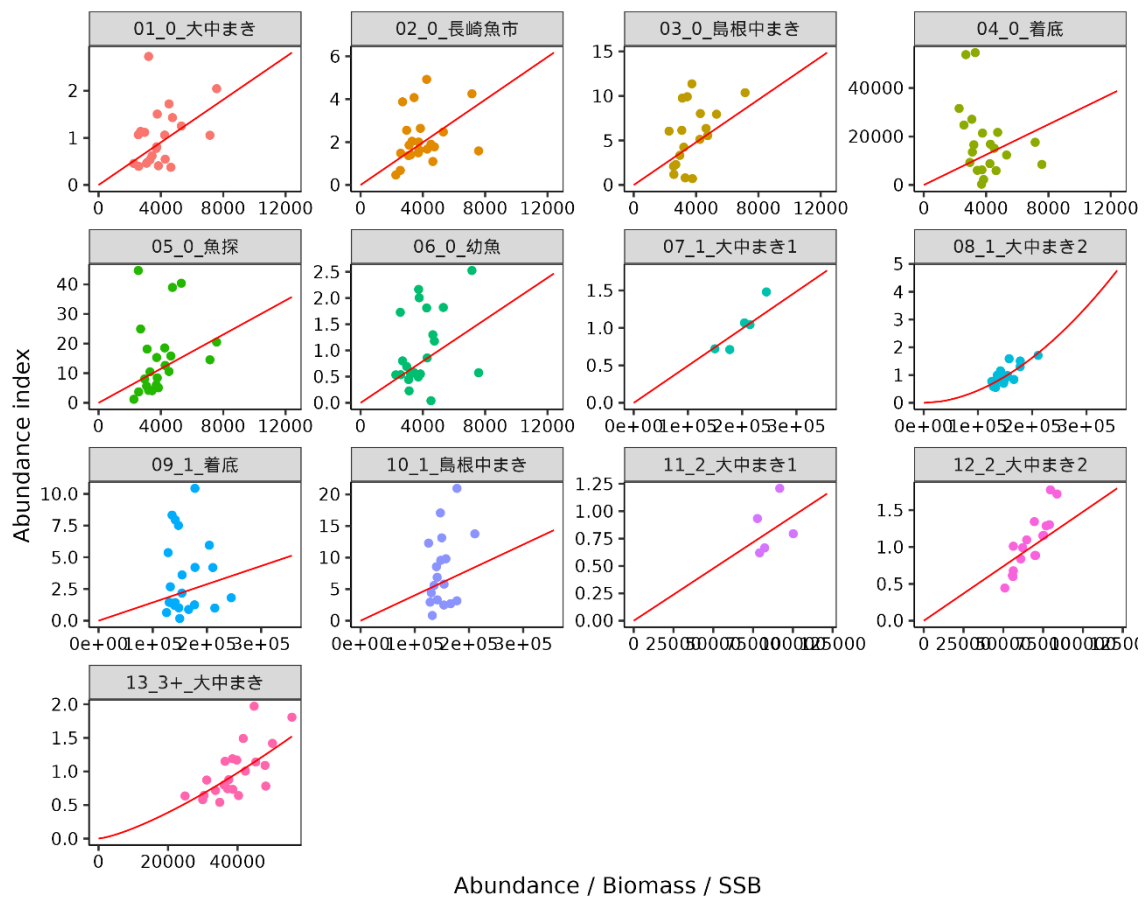
補注 3. 1 歳魚の指標値は、大中型まき網漁業の 1 歳魚に相当する銘柄の標準化 CPUE (1～12 月) (Muko et al. 2023) (補足資料 8 (1))、1 歳魚に相当すると考えられる 3～5 月に島根県中型まき網漁業によって漁獲された豆銘柄一網当り漁獲量、ならびに着底トロールを用いた資源量直接推定調査における 1 歳魚現存量 (着底、補足資料 7 (1)) (2003 年を 1 とする) を用いた。

2 歳と 3 歳以上の指標値は、それぞれ、大中型まき網漁業の 2 歳魚と 3 歳魚以上に相当する銘柄の標準化 CPUE (1～12 月) を用いた (補足資料 8 (1)) (Muko et al. 2023)。

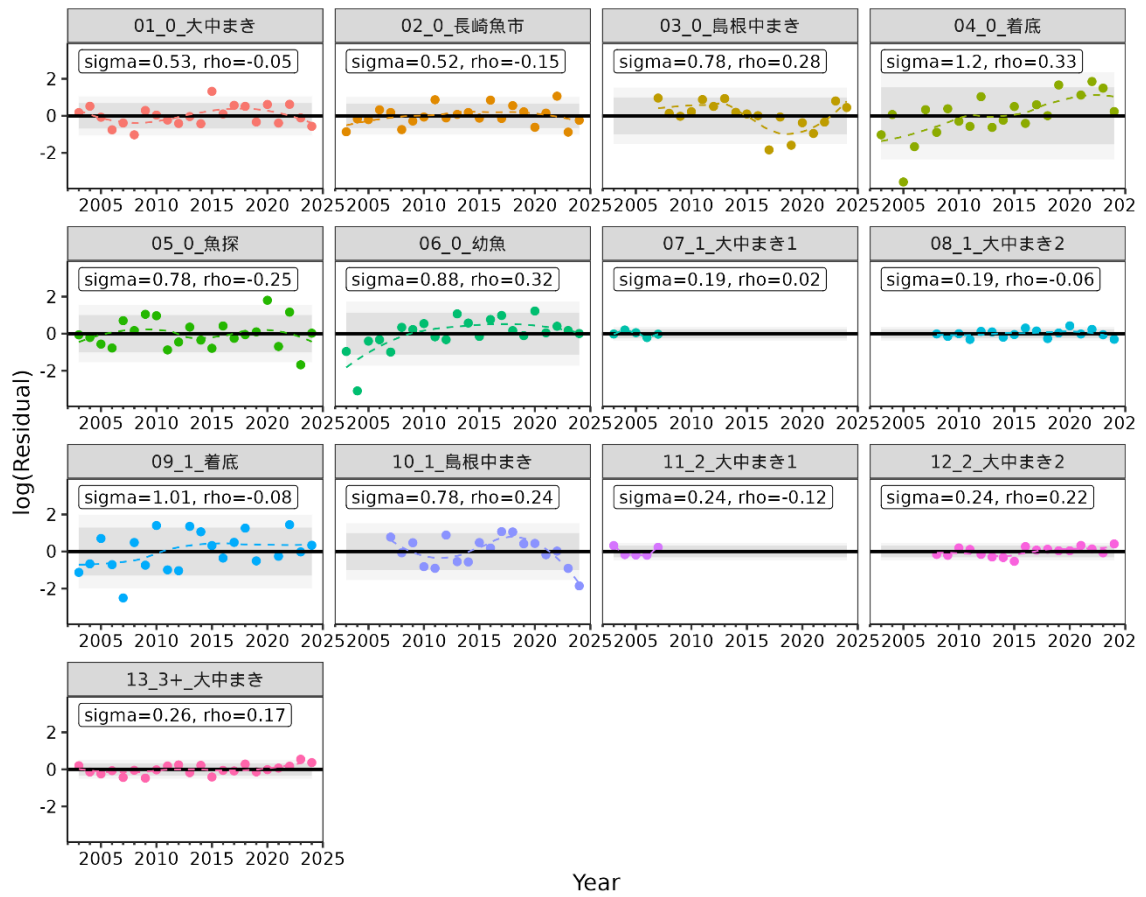
引用文献

- 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 (2000) VPA. 平成 12 年度資源評価体制確立推進事業報告書－資源評価教科書－, 104-127.
- 石岡清英・岸田 達 (1985) コホート解析に用いる漁獲方程式の解法とその精度の検討. 南西水研報, **19**, 111-120.
- Muko, S., M. Yoda, H. Kurota and S. Ohshimo (2023) Spatial estimation and yearly trends in abundance-index of Japanese jack mackerel (*Trachurus japonicus*) in the East China Sea and Sea of Japan., *Fish. Res.*, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S01657836230017>
- 大下誠二 (2000) 東シナ海におけるマアジの成熟特性に関する研究, 西海ブロック漁海況研報, **8**, 27-33.

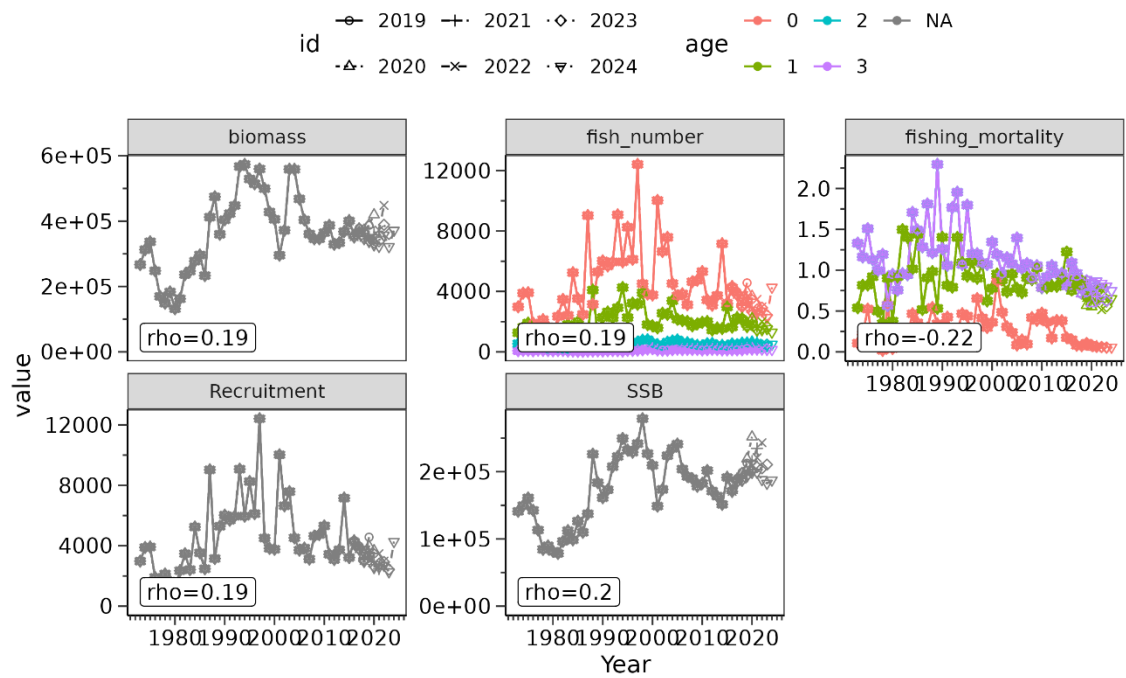
- 田中昌一 (1960) 水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理, 東海水研報, **28**, 1-200.
- 依田真里・檜山義明・大下誠二・由上龍嗣 (2007) 平成 18 年度マアジ対馬暖流系群の資源評価.平成 18 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 (第一分冊), 水産庁・水産総合研究センター, pp.93-117.
- 依田真里・榎本めぐみ・国松翔太・向 草世香・高橋素光・佐々千由紀 (印刷中) 令和 7 (2025) 年度マアジ対馬暖流系群の資源評価結果に与える α の影響について. FRA-SA2025-SC07-108.



補足図 2-1. 各指標値のフィット



補足図 2-2. 各指標値の残差プロット



補足図 2-3. レトロスペクティブ解析の結果

補足表 2-1. 2024 年の年齢別平均尾叉長と平均体重、資源計算に用いた成熟割合

年齢	0	1	2	3+
尾叉長 (cm)	12.5	19.4	22.6	27.2
体重 (g)	28	102	159	277
成熟割合 (%)	0	50	100	100

補足表 2-2. チューニングに用いた指標値とパラメータ推定値（加入量）

指標値	漁況			調査		
	大中まき	長崎魚市	島根中まき	着底	魚探	幼魚
k	1	2	3	4	5	6
対象	N_0	N_0	N_0	N_0	N_0	N_0
2003	2.05	1.59		8487	20.50	0.57
2004	1.72	1.90		15161	10.59	0.04
2005	0.78	1.50		324	6.07	0.49
2006	0.41	2.64		2265	5.10	0.55
2007	0.48	1.86	9.76	13569	18.15	0.23
2008	0.38	1.10	6.36	5934	15.83	1.30
2009	1.43	1.78	5.54	21712	38.96	1.18
2010	1.25	2.47	7.95	12375	40.36	1.82
2011	0.62	4.08	9.91	6062	4.12	0.58
2012	0.46	1.37	6.14	27122	5.66	0.44
2013	0.81	2.00	11.36	6237	15.30	2.16
2014	1.06	4.25	10.37	17625	14.54	2.52
2015	2.73	1.41	4.25	16593	4.20	0.55
2016	1.06	4.92	5.13	8819	18.54	1.81
2017	1.51	1.62	0.72	21411	8.45	2.00
2018	1.12	2.55	3.32	9310	8.07	0.69
2019	0.54	2.04	0.81	54603	10.47	0.59
2020	1.07	0.68	2.10		44.67	1.73
2021	0.39	1.48	1.19	24745	3.72	0.54
2022	1.14	3.88	2.30	53774	24.93	0.80
2023	0.46	0.47	6.05	31589	1.21	0.53
2024	0.55	1.67	8.02	16836	12.63	0.86
b_k	1	1	1	1	1	1
q_k	2.26E-04	4.97E-04	1.20E-03	3.12	2.88E-03	1.99E-04
σ_k	0.534	0.516	0.777	1.198	0.785	0.882

補足表 2-3. チューニングに用いた指標値とパラメータ推定値 (1 歳魚以上)

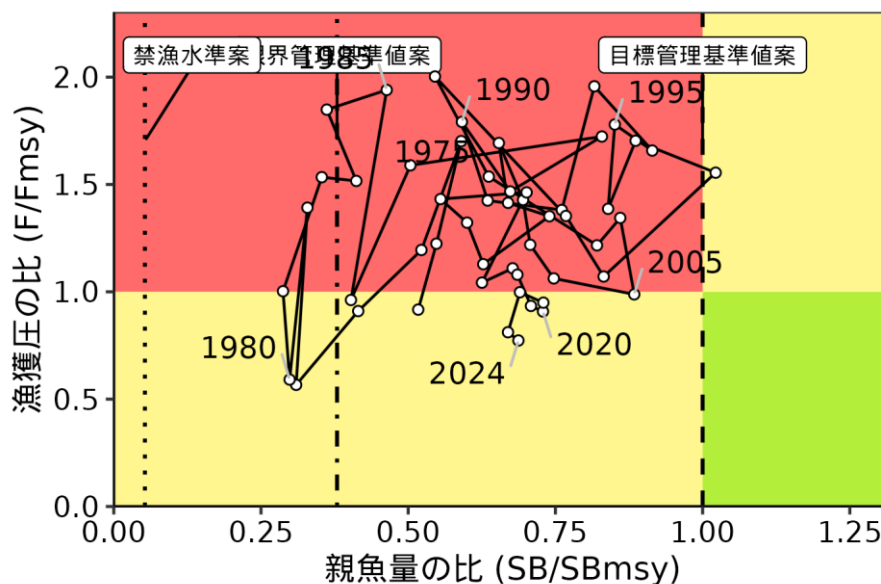
指標値	漁況		調査	漁況			
	大中まき		着底	島根中まき	大中まき		
k	7	8	9	10	11	12	13
対象	B ₁	B ₁	B ₁	B ₁	B ₂	B ₂	B ₃₊
2003	1.04		1.00		1.21		0.63
2004	1.48		1.81		0.67		0.58
2005	1.07		5.95		0.79		0.73
2006	0.71		1.25		0.62		0.80
2007	0.72		0.18	13.13	0.93		0.64
2008		0.99	3.61	5.79		0.89	1.01
2009		0.80	1.02	9.56		0.68	0.78
2010		1.30	10.43	3.16		1.01	0.88
2011		0.84	0.89	2.70		1.30	1.17
2012		0.77	0.64	12.29		0.89	1.19
2013		0.94	7.94	3.31		0.61	0.74
2014		0.59	5.37	2.94		0.60	0.87
2015		1.71	4.19	13.76		0.44	0.54
2016		1.15	1.43	6.87		1.34	0.64
2017		1.51	4.20	20.96		0.99	0.72
2018		0.71	7.51	17.07		1.29	1.15
2019		0.87	1.22	8.56		1.16	1.09
2020		1.59		9.81		1.15	1.14
2021		0.72	1.45	4.43		1.72	1.42
2022		1.00	8.32	5.58		1.10	1.81
2023		0.94	2.18	2.49		0.84	1.97
2024		0.56	2.68	0.83		1.78	1.49
b_k	1	1.86	1	1	1	1	1.334
q_k	4.95E-03	8.52E-05	1.44E-02	4.02E-02	9.55E-03	1.48E-02	7.13E-03
σ_k	0.189		1.010	0.780	0.240		0.257

補足資料 3 管理基準値案と禁漁水準案等

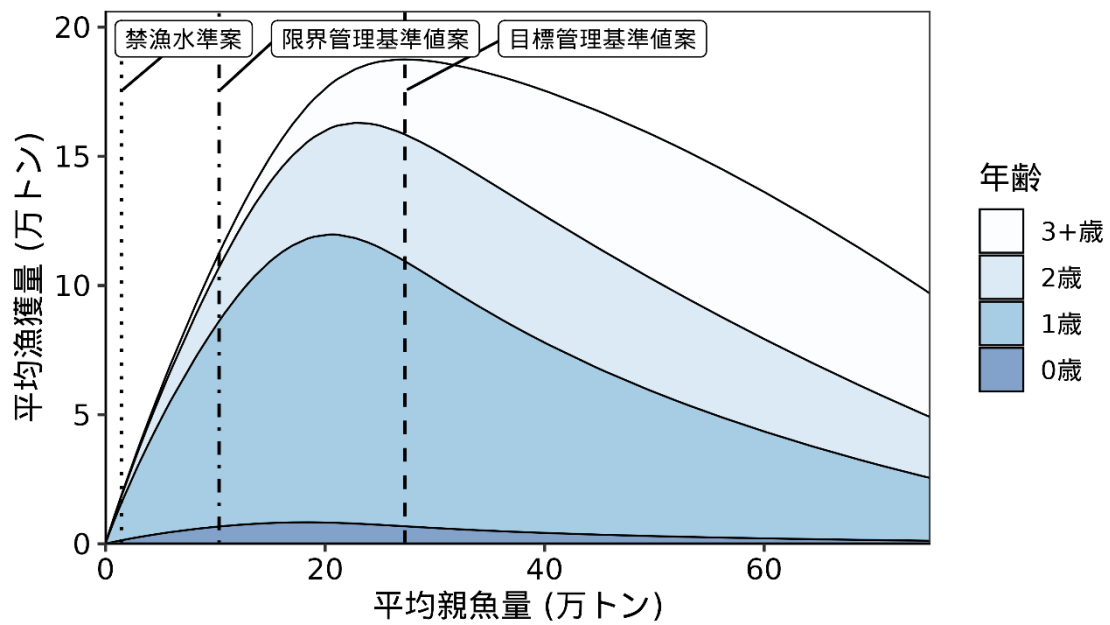
令和 7 年度の「管理基準値等に関する研究機関会議資料」により、目標管理基準値 (SBtarget) 案には MSY 水準における親魚量 (SBmsy: 273 千トン)、限界管理基準値 (SBlimit) 案には MSY の 60% が得られる親魚量 (SB0.6msy: 103 千トン)、禁漁水準 (SBban) には MSY の 10% が得られる親魚量 (SB0.1msy: 14 千トン) を用いることが提案されている (依田ほか 印刷中、補足表 6-2)。

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: 187 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。本系群における 2023 年以降の漁獲圧は、SBmsy を維持する漁獲圧を下回っていたと判断される (表 3-1)。

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。



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）

引用文献

依田真里・榎本めぐみ・国松翔太・向 草世香・高橋素光・佐々千由紀 (印刷中) 令和 7 (2025) 年度マアジ対馬暖流系群の管理基準値等に関する研究機関会議報告書.

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 2025～2036 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「 β が 0.9 以下であれば、10 年後に目標管理基準値案を 50% 以上の確率で上回ると推定される」とされている。

(3) 2026 年の予測値

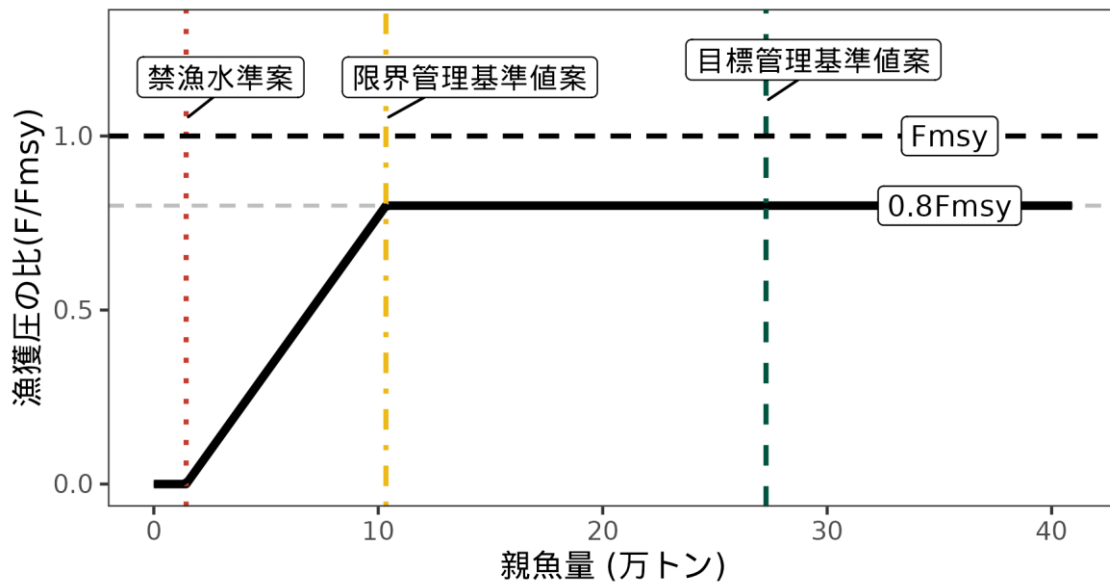
漁獲管理規則案に基づき試算された 2026 年の平均漁獲量は β を 0.8 とした場合には 165 千トン (90% 予測区間は 113 千～246 千トン)、 β を 1.0 とした場合には 193 千トン (90% 予測区間は 132 千～289 千トン) であった (補足表 6-4)。2026 年に予測される親魚量は、いずれの繰り返し計算でも限界管理基準値案を上回り、平均 282 千トンと見込まれた。

(4) 2027 年以降の予測

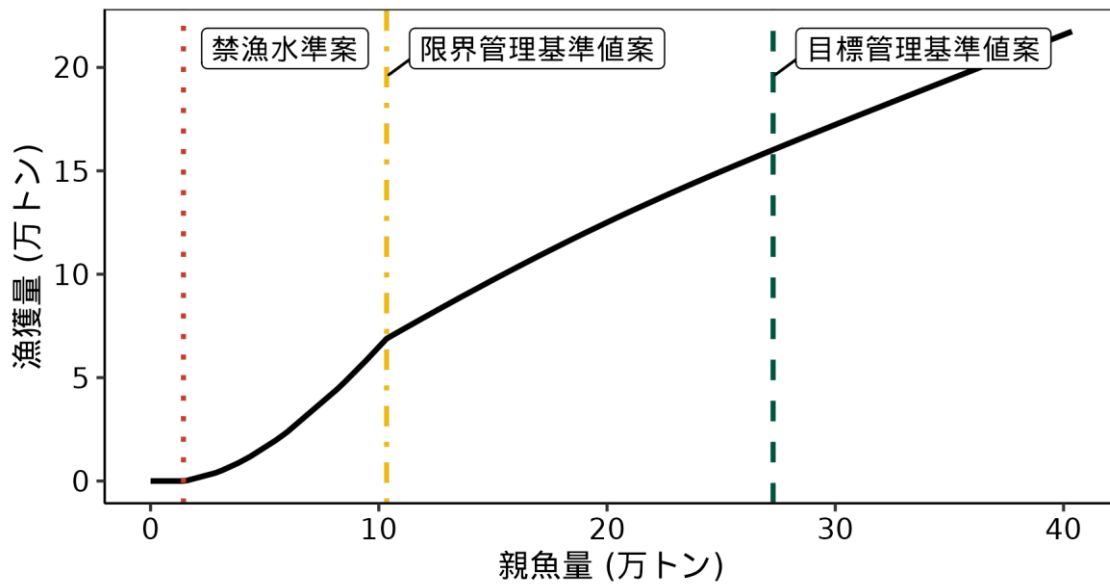
2027 年以降も含めた将来予測の結果を補足図 4-2 および補足表 4-1、4-2 に示す。漁獲管理規則案に基づく管理を 10 年間継続した場合、2036 年の親魚量の予測値は β を 0.8 とした場合には 330 千トン (90% 予測区間は 177 千～546 千トン) であり、 β を 1.0 とした場合には 276 千トン (90% 予測区間は 139 千～462 千トン) である (補足表 6-5)。予測値が目標管理基準値案を上回る確率は β が 0.9 以下で 50% を上回る。限界管理基準値案を上回る確率は β が 1.0 以下で 50% を上回る。現状の漁獲圧 (F2022-2024) を継続した場合の 2036 年の親魚量の予測値は 312 千トン (90% 予測区間は 165 千～519 千トン) であり目標管理

基準値案を上回る確率は 59%、限界管理基準値案を上回る確率は 100%である。

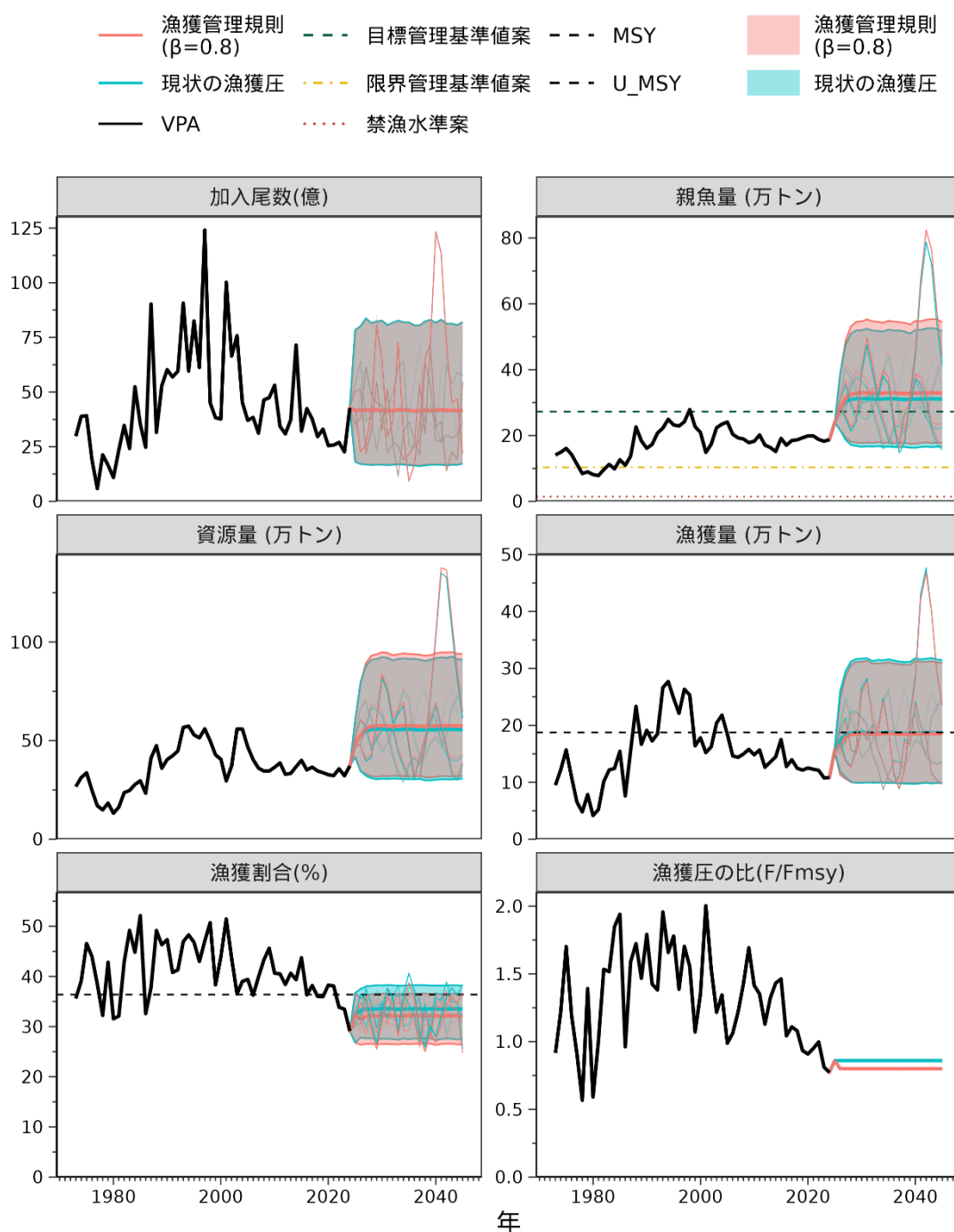
(a) 縦軸を漁獲圧にした場合



(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	49	47	45	44	44	44	44	43	44	45	44
0.9			55	54	54	54	54	53	53	54	55	54
0.8			62	64	64	65	65	65	64	64	65	65
0.7			70	74	75	75	75	75	75	75	75	76
0.6			78	82	84	85	85	85	85	85	85	86
0.5			85	90	91	92	92	93	93	93	93	93
0.4			91	95	96	97	97	97	97	98	98	97
0.3			95	98	99	99	99	99	99	99	99	99
0.2			98	99	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1			99	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			58	58	58	58	58	58	57	58	59	59

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	99	99	99	99	99	99	99	99
0.9			100	100	100	100	100	100	100	99	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 0～1.0 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 156 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-F2024、 $\beta = 0.86$ 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
1.0	24.0	28.2	28.2	27.9	27.7	27.7	27.6	27.4	27.4	27.5	27.6	27.6
0.9			29.8	30.0	30.1	30.1	30.1	29.9	29.9	30.0	30.1	30.1
0.8			31.4	32.5	32.8	33.0	33.0	32.9	32.8	32.9	33.0	33.0
0.7			33.3	35.4	36.1	36.4	36.4	36.3	36.2	36.3	36.5	36.5
0.6			35.3	38.6	39.9	40.4	40.6	40.5	40.4	40.5	40.6	40.7
0.5			37.4	42.4	44.5	45.3	45.6	45.6	45.5	45.6	45.8	45.8
0.4			39.8	46.7	49.9	51.3	51.8	51.9	51.9	52.0	52.2	52.2
0.3			42.3	51.8	56.4	58.6	59.6	59.9	60.0	60.1	60.4	60.4
0.2			45.1	57.6	64.3	67.8	69.5	70.2	70.5	70.7	71.0	71.2
0.1			48.1	64.3	73.9	79.2	82.2	83.7	84.4	84.9	85.3	85.6
0.0			51.3	72.1	85.5	93.7	98.7	101.6	103.2	104.3	105.1	105.7
現状の漁獲 圧			30.4	31.0	31.1	31.2	31.2	31.0	31.0	31.1	31.2	31.2

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 156 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、 $\beta = 0.86$ 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
1.0	15.6	19.3	19.3	19.1	19.0	19.0	18.9	18.8	18.8	18.9	18.9	18.9
0.9		18.0	18.7	18.8	18.8	18.9	18.8	18.7	18.7	18.8	18.8	18.8
0.8		16.5	17.9	18.4	18.5	18.6	18.5	18.5	18.5	18.5	18.6	18.5
0.7		14.9	16.9	17.8	18.0	18.1	18.1	18.1	18.1	18.1	18.2	18.2
0.6		13.3	15.7	16.9	17.3	17.5	17.6	17.5	17.5	17.6	17.6	17.6
0.5		11.4	14.2	15.7	16.3	16.6	16.7	16.6	16.7	16.7	16.7	16.7
0.4		9.5	12.4	14.1	14.9	15.3	15.4	15.4	15.4	15.5	15.5	15.5
0.3		7.4	10.2	12.0	12.9	13.3	13.5	13.6	13.6	13.6	13.7	13.7
0.2		5.1	7.4	9.1	10.0	10.5	10.7	10.8	10.8	10.9	10.9	10.9
0.1		2.6	4.1	5.2	5.9	6.3	6.5	6.6	6.6	6.6	6.7	6.7
0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
現状の漁獲 圧		17.4	18.4	18.6	18.7	18.8	18.7	18.6	18.6	18.7	18.7	18.7

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 156 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、 $\beta = 0.86$ 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 4.4.0) 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」において提案されたホッケ・スティック型再生産関係 (依田ほか 印刷中) 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」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 (依田ほか 印刷中)。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 2022~2024 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。

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

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

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

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, 23pp.
https://abchan.fra.go.jp/reference_list/FRA-SA2024-ABCWG02-01.
 依田真里・榎本めぐみ・国松翔太・向 草世香・高橋素光・佐々千由紀 (印刷中) 令和 7 (2025) 年度マアジ対馬暖流系群の管理基準値等に関する研究機関会議報告書.

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	0.09	0.07	0.06	31	0.5	0
1 歳	1.00	0.80	0.69	98	0.5	0.5
2 歳	1.16	0.93	0.80	158	0.5	1.0
3 歳以上	1.16	0.93	0.80	294	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。

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

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 値。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
ホッケー・スティック型	最小二乗法	有	0.0277	1.51×10^5	0.446	0.376

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。

補足表 6-2. 管理基準値案と MSY

項目	値	説明
SBtarget 案	273 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	103 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	14 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) = (0.07, 0.80, 0.93, 0.93)	
%SPR	26%	Fmsy に対応する %SPR
MSY	187 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	187 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) =(0.06, 0.65, 0.75, 0.75)	
U2024	29%	2024 年の漁獲割合
%SPR (F2024)	31.7%	2024 年の%SPR
%SPR (F2022-2024)	29.4%	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)	0.69	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	0.77	SBmsy 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(0.69 倍)	
漁獲圧の水準	SBmsy を維持する水準を下回る(0.77 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):282 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(%)
$\beta=1.0$	193	132 – 289	1.16	37
$\beta=0.9$	180	123 – 268	1.05	34
$\beta=0.8$	165	113 – 246	0.93	32
$\beta=0.0$	0	0 – 0	0	0
F2022-2024	174	119 – 260	1.00	33

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
$\beta=1.0$	276	139 – 462	44	99	100
$\beta=0.9$	301	158 – 502	54	100	100
$\beta=0.8$	330	177 – 546	65	100	100
$\beta=0.0$	1,057	653 – 1,615	100	100	100
F2022-2024	312	165 – 519	59	00	100

補足資料 7 調査結果の概要

(1) 資源量直接推定調査（着底）：5～6 月に東シナ海陸棚縁辺部で行った着底トロールを用いて推定された調査海域全体の分布量を補足表 7-1 に示した。（調査海域面積 138 千 km²、漁獲効率を 1 とした計算）。

(2) 新規加入量調査（幼魚）：2002 年から中層トロールと計量魚探による新規加入量調査を 5～6 月に対馬周辺～日本海西部海域で行っており、2003 年から計算している加入量指標値を補足表 7-2 に示した（水温帯面積で重みづけした推定値）。

(3) 計量魚探などを用いた魚群量調査（魚探）：夏季（8～9 月）に九州西岸と対馬東海域で行った魚群量調査による現存量指標値を補足表 7-3 に示した。対象となるマアジは主に 0 歳魚である。

(4) 新規加入量調査「ニューストンネットを用いた新規加入量調査」の曳網数と主要種の採集個体数を補足表 7-4 に示した。本調査は 2000 年以降、2～5 月に東シナ海および九州沿岸海域で実施している。表層に分布する稚魚を対象としており、マアジ稚魚の生息水深を網羅していないため、得られる結果は参考値として取り扱った。

補足表 7-1. 着底トロールによる資源量直接推定調査（5～6 月）におけるマアジの推定現存量

年	現存量(トン)	年	現存量(トン)	年	現存量(トン)
2000	26,700	2009	25,290	2018	15,436
2001	70,907	2010	23,536	2019	58,753
2002	34,945	2011	7,041	2020	欠測*
2003	9,422	2012	28,570	2021	29,748
2004	23,535	2013	13,335	2022	61,147
2005	7,098	2014	21,077	2023	33,397
2006	2,693	2015	20,590	2024	23,627
2007	13,700	2016	10,302	2025	**32,909
2008	9,544	2017	24,909		

*2020 年は調査実施できなかったため、欠測。 **2025 年は速報値。

補足表 7-2. 中層トロールによる新規加入量調査（幼魚）（5～6 月）で推定された
加入量指標値

年	加入量指標値	年	加入量指標値	年	加入量指標値
2003	1.00	2011	0.21	2019	0.70
2004	0.07	2012	0.42	2020	1.35
2005	0.10	2013	2.02	2021	0.90
2006	0.23	2014	3.03	2022	1.22
2007	0.28	2015	0.34	2023	0.70
2008	1.24	2016	2.20	2024	1.07
2009	1.45	2017	2.74	2025	0.65*
2010	1.92	2018	0.76		

*2025 年は速報値。

補足表 7-3. 計量魚探などを用いた魚群量調査（8～9 月）におけるマアジの現存量指標値

年	現存量指標値	年	現存量指標値	年	現存量指標値	年	現存量指標値
1997	8.0	2004	10.6	2011	4.1	2018	8.1
1998	3.3	2005	6.1	2012	5.7	2019	10.5
1999	18.4	2006	5.1	2013	15.3	2020	44.7
2000	12.1	2007	18.1	2014	14.5	2021	3.7
2001	89.8	2008	15.8	2015	4.2	2022	24.9
2002	5.7	2009	39.0	2016	18.5	2023	1.2
2003	20.5	2010	40.4	2017	8.5	2024	12.6

補足表 7-4. 新規加入量調査「ニューストンネットを用いた新規加入量調査」の曳網数と主要種の採集個体数

調査月	調査年	調査機関	曳網数	マアジ	サバ属	カタクチイワシ	ブリ	マイワシ
2 月	2001	西海水研	65	3	184	33	6	0
3 月	2001	鹿児島県	18	27	26	426	0	1
		西海水研	47	107	87	9	14	0
	2002	鹿児島県	18	8	7	5	8	1
	2003	鹿児島県	16	3	1	0	0	0
	2004	鹿児島県	18	25	185	1,856	9	0
	2005	鹿児島県	15	4	27	1,157	1	0
	2006	鹿児島県	17	6	75	1,330	0	0
	2007	鹿児島県	18	6	56	553	2	0
	2008	鹿児島県	18	23	136	349	1	0
	2009	鹿児島県	17	2	22	5	0	1
	2010	鹿児島県	17	28	52	886	2	0
	2011	鹿児島県	17	121	262	19	10	371
	2012	鹿児島県	18	29	78	27	10	12
	2013	鹿児島県	18	6	11	473	3	96
	2014	鹿児島県	14	14	34	24	3	17
	2015	鹿児島県	18	5	1	15	3	7
	2016	鹿児島県	18	64	41	525	33	49
	2017	鹿児島県	2	0	2	11	0	4
	2018	鹿児島県	16	39	48	4	73	0
	2019	鹿児島県	12	35	4	17	0	0
	2021	鹿児島県	18	59	474	2,918	80	14
	2022	鹿児島県	18	20	42	13	3	0
	2023	鹿児島県	18	96	186	69	59	397
	2024	鹿児島県	18	17	174	411	7	234
	2025	鹿児島県	17	25	44	65	6	6,707
4 月	2000	長崎県	13	93	4	72	9	1
		西海水研	79	3,811	185	10,906	264	0
	2001	山口県	8	0	0	1	0	2
		長崎県	18	65	2	1,255	4	2
		鹿児島県	16	19	44	140	33	0
		西海水研	88	1,339	331	2,294	359	30
	2002	長崎県	18	17	2	58	47	0
		鹿児島県	16	23	13	8	24	0
		西海水研	107	207	254	4,854	485	0

補足表 7-4. (続き)

調査月	調査年	調査機関	曳網数	マアジ	サバ属	カタクチイワシ	ブリ	マイワシ
4 月	2003	長崎県	13	15	14	4,414	27	0
		鹿児島県	18	84	58	4,632	232	0
		西海水研	96	288	225	52,153	463	0
	2004	長崎県	15	97	0	12,949	93	0
		鹿児島県	18	5	65	13,699	167	0
		西海水研	92	461	408	59,546	539	43
	2005	長崎県	15	14	4	17,667	20	0
		鹿児島県	18	6	8	12,036	53	4
		西海水研	91	546	1,831	69,585	216	9
	2006	長崎県	12	19	25	18,067	18	0
		鹿児島県	18	21	127	20,243	31	1
		西海水研	94	231	789	63,377	151	233
	2007	長崎県	18	158	152	3,727	36	9
		鹿児島県	18	22	81	39,374	31	1
		西海水研	91	104	1,329	35,060	255	9
	2008	長崎県	12	151	107	4,722	6	15
		鹿児島県	18	22	499	2,896	53	1
		西海水研	84	1,454	781	7,786	454	4
	2009	長崎県	10	44	5	200	22	0
		鹿児島県	18	31	87	30	117	0
		西海水研	90	617	1,810	5,037	570	5
	2010	長崎県	8	24	5	2,175	21	37
		鹿児島県	17	33	50	1,850	140	88
		西海水研	93	440	611	2,561	577	613
	2011	長崎県	10	82	104	1,236	155	289
		鹿児島県	15	141	166	1,450	53	5
		西海水研	72	1,241	9,385	22,328	1,046	208
	2012	長崎県	18	39	67	623	20	34
		鹿児島県	17	24	28	210	11	32
		西海水研	72	2,110	195	9,279	196	255
	2013	長崎県	11	51	35	2,408	47	5
		鹿児島県	17	18	113	15,840	128	32
		西海水研	70	267	288	35,923	1,146	183
	2014	長崎県	18	90	243	1,907	39	43
		鹿児島県	18	35	364	2,448	352	89

補足表 7-4. (続き)

調査月	調査年	調査機関	曳網数	マアジ	サバ属	カタクチイワシ	ブリ	マイワシ
4 月		西海水研	73	989	297	19,124	1,060	57
	2015	長崎県	6	18	19	830	4	3
		鹿児島県	16	42	280	12,119	325	17
		西海水研	72	448	1,722	116,787	1,200	7
	2016	長崎県	9	39	18	11,019	17	18
		鹿児島県	18	52	508	30,434	173	122
		西海水研	77	350	2,156	73,522	1,234	228
	2017	長崎県	4	11	42	1,522	40	2
		鹿児島県	18	33	137	1,853	490	10
		西海水研	71	1,297	1,411	31,663	1,093	4
	2018	長崎県	17	155	651	2,672	476	3
		鹿児島県	18	32	261	1,772	388	0
		西海水研	72	105	711	54,880	1,171	28
	2019	長崎県	4	31	50	136	1	0
		鹿児島県	18	51	224	2,342	384	0
		西海水研	72	724	1,294	18,152	1,890	0
	2020	長崎県	6	24	24	360	17	1
		鹿児島県	14	24	450	1,942	103	3
		西海水研	71	388	590	21,574	1,432	1
	2021	長崎県	6	9	7	6,286	28	51
		鹿児島県	18	18	304	35,115	178	2
		西海水研	70	215	582	62,402	1,110	2
	2022	長崎県	6	8	41	775	10	5
		鹿児島県	18	16	11	156	181	177
		西海水研	76	461	1,633	25,753	2,045	577
	2023	長崎県	6	45	120	1,447	45	762
		鹿児島県	17	9	175	860	604	267
		西海水研	77	692	1,100	29,693	2,285	11,893
	2024	長崎県	6	0	0	130	0	23
		鹿児島県	18	30	461	598	363	12,715
		西海水研	79	1,078	208	4,686	3,097	9,692
	2025	長崎県	4	3	70	27	25	392
		鹿児島県	18	48	230	206	98	11,650
		西海水研	75	364	728	10,475	977	24,803
5 月	2000	山口県	8	0	0	0	0	11

補足表 7-4. (続き)

調査月	調査年	調査機関	曳網数	マアジ	サバ属	カタクチイワシ	ブリ	マイワシ
5 月		長崎県	19	92	9	54	25	0
		鹿児島県	18	13	17	242	60	0
	2001	山口県	8	4	14	1	0	1
		長崎県	19	195	18	344	39	0
		鹿児島県	18	122	10	163	51	0
	2002	山口県	8	1	5	7	0	0
		長崎県	19	53	2	127	367	0
		鹿児島県	18	33	6	30	189	0
	2003	山口県	8	0	4	22	0	3
		長崎県	19	8	7	6,290	15	0
		鹿児島県	16	12	11	1,693	188	0
	2004	山口県	8	5	0	393	0	0
		長崎県	18	5	0	33,453	52	0
		鹿児島県	18	6	8	27,518	53	0
	2005	山口県	8	0	20	2,473	0	1
		長崎県	18	29	52	25,851	12	2
		鹿児島県	18	60	4	7,690	32	0
	2006	山口県	8	3	8	3,232	0	7
		長崎県	12	17	24	2,921	15	0
		鹿児島県	18	33	54	44,164	177	0
	2007	山口県	8	0	7	288	4	1
		長崎県	18	13	149	25,668	36	1
		鹿児島県	18	9	77	18,901	84	1
	2008	山口県	8	6	55	708	6	9
		長崎県	14	60	3	2,842	36	0
		鹿児島県	13	5	29	3,737	258	0
	2009	山口県	8	131	225	2,756	15	18
		長崎県	14	8	20	3,590	292	0
		鹿児島県	18	4	15	387	330	2
	2010	山口県	8	29	23	2,193	0	6
		長崎県	8	0	2	3,064	14	0
		鹿児島県	18	13	29	10,907	1,250	2
	2011	山口県	8	1	21	1,194	5	16
		長崎県	10	10	2	6,680	11	3
		鹿児島県	18	41	5	2,152	101	0

補足表 7-4. (続き)

調査月	調査年	調査機関	曳網数	マアジ	サバ属	カタクチイワシ	ブリ	マイワシ
5 月	2012	山口県	8	2	26	1,311	17	1
		長崎県	17	9	1,127	1,639	56	107
		鹿児島県	18	24	117	198	131	3
	2013	山口県	8	4	37	1,578	2	299
		長崎県	15	2	170	6,252	65	3
		鹿児島県	18	9	25	7,651	745	2
	2014	山口県	8	0	98	1,294	0	9
		長崎県	12	5	14	2,210	138	3
		鹿児島県	18	29	39	2,177	761	7
	2015	山口県	8	8	58	3,055	0	25
		長崎県	10	0	19	633	15	0
		鹿児島県	18	11	228	39,981	215	0
	2016	長崎県	9	0	11	542	6	0
		鹿児島県	18	37	27	2,649	80	3
	2017	長崎県	18	4	17	4,617	57	3
		鹿児島県	15	22	47	9,322	335	2
	2018	長崎県	18	22	92	10,362	298	0
		鹿児島県	17	12	6	5,850	225	0
	2019	鹿児島県	18	10	25	5,218	235	0
	2020	長崎県	6	0	392	815	95	0
		鹿児島県	18	17	7	934	514	0
	2021	長崎県	6	4	136	15,724	91	18
		鹿児島県	18	6	338	76,571	609	0
	2022	長崎県	6	0	155	23,770	479	1
		鹿児島県	18	8	39	12,314	802	0
	2023	長崎県	6	0	7	741	7	145
		鹿児島県	18	29	14	1,747	681	210
	2024	長崎県	5	2	15	156	35	0
		鹿児島県	18	1	26	3,691	887	11
	2025	長崎県	6	6	2	863	45	0
		鹿児島県	18	128	100	28,423	1,969	242
6 月	2002	山口県	8	0	13	10	117	0
	2003	山口県	8	4	17	57	0	0
	2004	山口県	8	0	0	1,415	24	0
	2005	山口県	8	5	1	285	5	0

補足表 7-4. (続き)

調査月	調査年	調査機関	曳網数	マアジ	サバ属	カタクチイワシ	ブリ	マイワシ
6 月	2006	山口県	8	0	0	600	0	0
	2007	山口県	8	1	5	788	4	0
	2008	山口県	8	14	0	657	32	5
	2009	山口県	8	23	4	2,121	69	1
	2010	山口県	8	0	4	1,112	5	4
	2011	山口県	8	1	50	1,589	0	1
	2012	山口県	8	2	1	719	27	0
	2013	山口県	8	1	1	1,389	51	0
	2014	山口県	8	15	1	120	70	1
	2015	山口県	8	0	28	2,092	7	0

補足資料 8 CPUE の標準化

(1) 大中型まき網

東シナ海から日本海で操業する大中型まき網漁獲成績報告書（1 日 1 隻あたりのマアジ銘柄別漁獲量）と FRA-ROMSII 再解析値（50m 深海水温）を用いて 1 網当たりのマアジ年齢別漁獲重量（CPUE）の標準化を行った。

CPUE の標準化にはデルタ型一般化加法モデルを用い、0/1 データに対して二項分布を有漁データに対して対数正規分布を適用した。CPUE を予測する説明変数として、年（カテゴリ、固定）・月（カテゴリ、固定）・緯度経度（スプライン）・50 m 深海水温（スプライン、FRA-ROMSII 再解析値）・トン数階級（カテゴリ、固定）・船 ID（ランダム）を考慮した。フルモデルを作成し、ベイズ情報量基準（BIC）を基準としてモデル選択を行った。この結果、選択された説明変数は、以下の通りである。

二項分布モデル；2 歳、3 歳：年・月・緯度経度・50 m 深海水温・トン数階級、0 歳、1 歳：年・月・緯度経度・50 m 深海水温・トン数階級・船 ID。

対数正規分布モデル；0 歳：年・月・緯度経度・トン数階級、1 歳：年・月・50 m 深海水温・緯度経度・トン数階級、2 歳、3 歳：年・月・緯度経度・50 m 深海水温・トン数階級・船 ID

二項分布モデル、対数正規分布モデルそれぞれのベストモデルから年効果の最小二乗平均値を算出し、それぞれをかけた値を標準化 CPUE とした（補足図 8-1）。

(2) 新規加入量調査（幼魚）

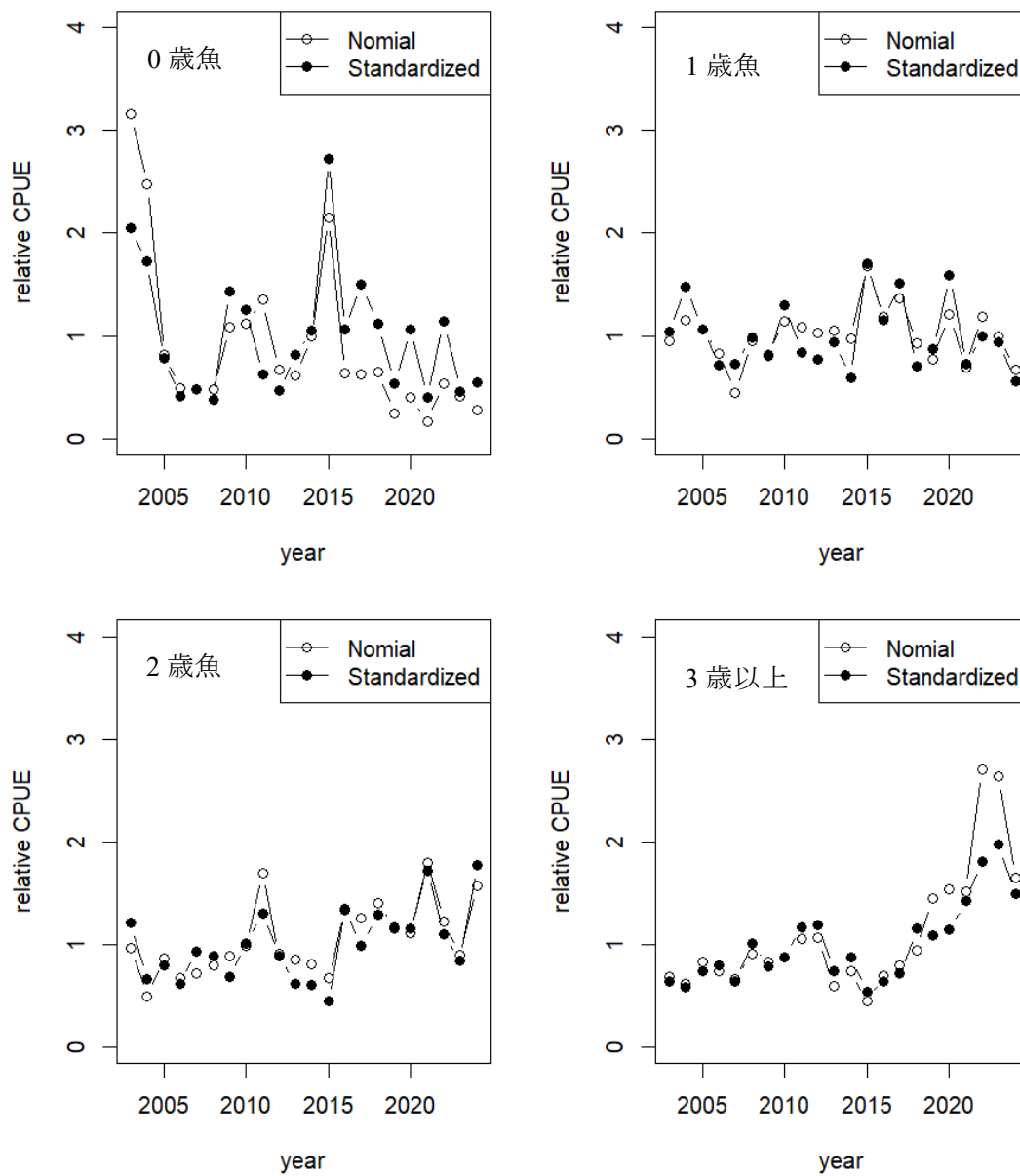
新規加入量調査における一曳網毎のマアジ漁獲尾数（CPUE）の標準化を行った。使用したデータは 2003 年以降のものであり、鳥取県・島根県・山口県・日水研・西水研（現在は資源研浮魚第 4 グループが担当）によって収集された（ただし、年によって参画機関は異なる）。

CPUE の標準化には GAM（一般化加法モデル）を用い、誤差分布には負の二項分布を用いた。CPUE を予測する説明変数として、年・経度・昼夜差・調査機関・30 m 深海水温の主効果とし、年・昼夜差・調査機関をカテゴリカル変数、経度・30 m 深海水温を連続変数として扱った。フルモデルを作成し、ベイズ情報量基準（BIC）を基準としてモデル選択を行った。この結果、年・経度・30 m 深海水温が説明変数として選ばれた。

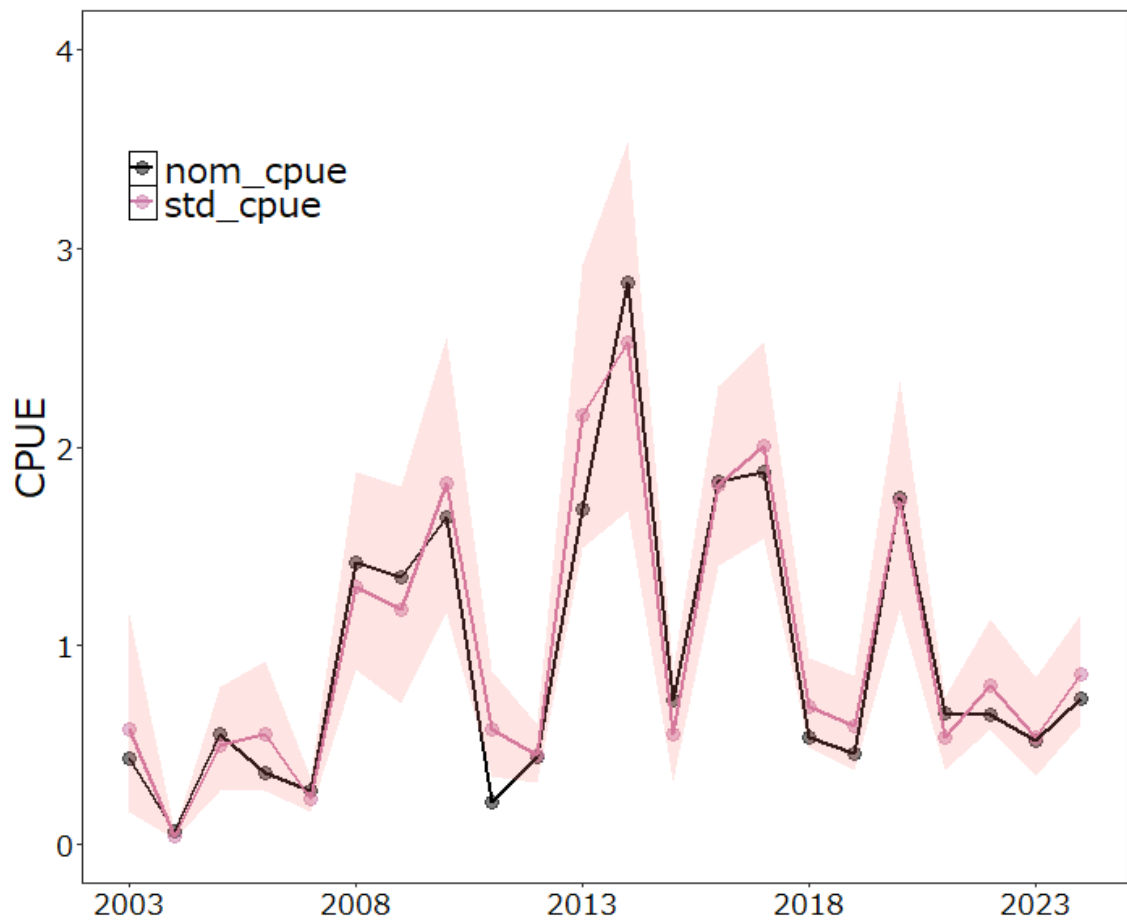
$$Catch = Intercept + Year + Lon + Temp30$$

Catch は曳網毎の漁獲尾数、Intercept は切片、Year は年、Lon は経度、Temp30 は 30 m 深海水温を表す。

選択されたモデルから各年のダミーデータを作成したうえで、データごとに推定値を算出し、各年で平均したものを標準化 CPUE とした（補足図 8-2）。



補足図 8-1. 大中型まき網のノミナル CPUE (白丸) と標準化 CPUE (黒丸) の推移 それぞれの平均値で割り、規格化した。



補足図 8-2. 新規加入量調査のノミナル CPUE (nom_cpue) と標準化 CPUE (std_cpue) および 95%信頼区間の推移 それぞれの平均値で割り、規格化した。

補足資料 9 コホート解析結果の詳細（1973～2024 年）

年＼年齢	漁獲尾数(億尾)				漁獲重量(万トン)				漁獲係数 F			
	0	1	2	3+	0	1	2	3+	0	1	2	3+
1973	2.36	4.24	3.28	0.47	0.6	3.6	4.3	1.1	0.11	0.54	1.33	1.33
1974	5.89	7.38	2.53	0.56	1.4	6.2	3.3	1.3	0.21	0.82	1.16	1.16
1975	12.85	8.67	2.84	0.67	3.1	7.3	3.7	1.6	0.52	0.82	1.51	1.51
1976	1.91	6.91	2.84	0.40	0.5	5.8	3.7	0.9	0.14	0.92	1.13	1.13
1977	0.80	3.19	1.76	0.59	0.2	2.7	2.3	1.4	0.19	0.50	0.99	0.99
1978	0.30	0.69	2.14	0.59	0.1	0.6	2.8	1.4	0.02	0.35	1.19	1.19
1979	5.82	6.16	0.44	0.30	1.4	5.2	0.6	0.7	0.57	0.90	0.57	0.57
1980	0.33	1.42	1.56	0.37	0.1	1.2	2.0	0.8	0.04	0.38	0.95	0.95
1981	1.52	3.13	1.01	0.39	0.4	2.6	1.3	0.9	0.09	0.92	0.76	0.76
1982	3.87	8.48	0.77	0.47	0.9	7.1	1.0	1.1	0.15	1.50	0.96	0.96
1983	3.41	11.35	0.89	0.29	0.8	9.5	1.2	0.7	0.20	1.40	0.94	0.94
1984	15.68	6.30	1.86	0.38	3.8	5.3	2.4	0.9	0.47	1.02	1.71	1.71
1985	8.41	12.68	1.71	0.23	2.1	10.6	2.2	0.5	0.35	1.44	1.49	1.49
1986	2.84	4.88	1.72	0.25	0.7	4.1	2.2	0.6	0.16	0.52	1.29	1.29
1987	18.16	6.24	3.83	0.39	4.4	5.2	5.0	0.9	0.29	0.91	1.81	1.81
1988	10.63	20.96	1.82	0.34	2.6	17.6	2.4	0.8	0.54	0.98	1.21	1.21
1989	12.27	3.69	7.16	0.52	3.0	3.1	9.4	1.2	0.34	0.53	2.30	2.30
1990	13.31	14.29	2.35	0.36	3.3	12.0	3.1	0.8	0.32	1.40	1.26	1.26
1991	15.79	11.98	1.82	0.42	3.9	10.0	2.4	1.0	0.43	0.82	1.06	1.06
1992	9.03	10.02	4.95	0.61	2.2	8.4	6.5	1.4	0.21	0.79	1.77	1.77
1993	16.29	18.32	4.51	0.60	4.0	15.3	5.9	1.4	0.26	1.40	1.95	1.95
1994	17.83	23.28	2.36	0.33	4.4	19.5	3.1	0.8	0.47	1.09	1.07	1.07
1995	23.43	11.18	6.09	0.73	5.7	9.4	8.0	1.7	0.44	0.93	1.80	1.80
1996	7.43	17.77	3.14	0.56	1.8	14.9	4.1	1.3	0.17	1.10	1.20	1.20
1997	48.10	15.25	3.75	0.68	7.4	12.4	5.2	1.4	0.65	0.90	1.20	1.20
1998	12.25	21.29	4.23	0.76	1.8	16.6	5.4	1.5	0.41	1.08	1.09	1.09
1999	7.85	6.76	4.34	1.01	2.4	6.4	5.5	2.1	0.30	0.62	1.07	1.07
2000	9.14	7.58	3.61	1.27	2.7	7.3	4.9	2.9	0.36	0.78	1.35	1.35
2001	47.27	7.99	2.75	0.72	3.9	6.5	3.3	1.6	0.86	0.95	1.19	1.19
2002	20.52	12.23	1.87	0.56	3.2	9.1	2.6	1.4	0.49	0.88	0.96	0.96
2003	15.93	10.45	3.63	0.63	4.8	9.0	5.2	1.4	0.31	0.73	1.15	1.15
2004	7.62	17.02	3.91	0.78	3.4	12.3	4.5	1.6	0.24	0.95	1.08	1.08
2005	2.35	9.49	4.94	1.12	0.8	9.0	6.3	2.4	0.08	0.78	1.39	1.39
2006	4.13	8.64	3.16	0.76	1.2	7.4	4.2	1.9	0.15	0.72	1.02	1.02
2007	2.26	9.81	3.31	0.89	0.7	7.3	4.2	2.2	0.10	0.91	1.08	1.08

補足資料 9 コホート解析結果の詳細（1973～2024 年）（続き）

年＼年齢	漁獲尾数(億尾)				漁獲重量(万トン)				漁獲係数 F			
	0	1	2	3+	0	1	2	3+	0	1	2	3+
2008	12.72	8.21	2.38	0.77	2.2	7.4	3.4	2.0	0.42	0.88	0.89	0.89
2009	12.15	9.76	2.31	0.86	2.4	7.8	3.0	2.6	0.39	1.03	1.05	1.05
2010	16.10	8.64	1.77	0.55	2.8	7.9	2.5	1.7	0.47	0.78	0.79	0.79
2011	8.41	8.87	2.66	0.71	2.5	7.3	3.9	2.0	0.37	0.79	0.92	0.92
2012	3.80	6.52	2.97	0.89	1.2	5.7	3.7	2.1	0.17	0.81	1.06	1.06
2013	9.52	7.08	1.97	0.77	2.5	6.3	2.8	1.9	0.38	0.80	0.96	0.96
2014	18.12	7.46	2.17	0.64	3.9	6.2	2.8	1.6	0.38	0.90	0.96	0.96
2015	4.07	17.30	1.72	0.58	1.3	12.3	2.3	1.6	0.17	1.23	0.81	0.81
2016	4.64	7.06	2.88	0.75	1.2	6.1	3.8	1.7	0.15	0.76	1.09	1.09
2017	2.33	10.67	2.35	0.68	0.6	8.5	3.1	1.7	0.08	0.89	0.96	0.96
2018	1.70	10.05	2.42	0.61	0.5	7.0	3.4	1.6	0.08	0.88	0.77	0.77
2019	2.71	6.69	2.54	0.93	0.6	5.6	3.6	2.3	0.11	0.69	0.88	0.88
2020	1.66	7.52	2.37	0.84	0.3	6.6	3.5	2.1	0.09	0.73	0.85	0.85
2021	1.34	6.18	2.48	0.85	0.3	5.7	4.0	2.4	0.07	0.77	0.87	0.87
2022	1.34	6.49	1.85	0.83	0.5	6.0	3.0	2.6	0.07	0.79	0.84	0.84
2023	0.99	5.74	1.80	0.68	0.3	5.8	2.7	2.0	0.06	0.62	0.80	0.80
2024	1.86	5.02	2.14	0.64	0.5	5.1	3.4	1.8	0.06	0.65	0.75	0.75

補足資料 9 コホート解析結果の詳細（1973～2024 年）（続き）

年＼年齢	平均体重(g)				資源尾数(億尾)				資源重量(万トン)			
	0	1	2	3+	0	1	2	3+	0	1	2	3+
1973	24	84	131	231	29.8	12.7	5.4	0.8	7.30	10.59	7.04	1.76
1974	24	84	131	231	38.9	16.3	4.5	1.0	9.52	13.62	5.86	2.28
1975	24	84	131	231	39.2	19.1	4.4	1.0	9.60	15.97	5.71	2.40
1976	24	84	131	231	19.0	14.1	5.1	0.7	4.67	11.78	6.68	1.68
1977	24	84	131	231	5.8	10.1	3.4	1.1	1.43	8.45	4.45	2.64
1978	24	84	131	231	21.3	2.9	3.7	1.0	5.22	2.45	4.86	2.36
1979	24	84	131	231	16.5	12.7	1.3	0.9	4.05	10.63	1.64	2.01
1980	24	84	131	231	10.9	5.6	3.1	0.7	2.67	4.73	4.09	1.69
1981	24	84	131	231	23.5	6.4	2.4	0.9	5.76	5.33	3.08	2.10
1982	24	84	131	231	34.7	13.1	1.5	0.9	8.51	10.96	2.01	2.15
1983	24	84	131	231	24.2	18.1	1.8	0.6	5.92	15.16	2.32	1.33
1984	24	84	131	231	52.4	12.0	2.7	0.6	12.84	10.09	3.54	1.28
1985	24	84	131	231	35.3	19.9	2.6	0.4	8.65	16.70	3.46	0.83
1986	24	84	131	231	24.7	15.0	2.9	0.4	6.06	12.58	3.75	0.95
1987	24	84	131	231	90.3	12.8	5.4	0.5	22.11	10.74	7.10	1.27
1988	24	84	131	231	31.5	40.9	3.1	0.6	7.73	34.26	4.11	1.37
1989	24	84	131	231	52.9	11.1	9.3	0.7	12.96	9.31	12.15	1.56
1990	24	84	131	231	60.2	22.8	4.0	0.6	14.76	19.07	5.18	1.41
1991	24	84	131	231	56.9	26.4	3.4	0.8	13.94	22.12	4.44	1.81
1992	24	84	131	231	59.6	22.5	7.1	0.9	14.59	18.88	9.28	2.03
1993	24	84	131	231	90.7	29.2	6.2	0.8	22.22	24.47	8.11	1.91
1994	24	84	131	231	59.6	42.6	4.4	0.6	14.59	35.66	5.72	1.40
1995	24	84	131	231	82.5	22.7	8.7	1.0	20.21	18.97	11.33	2.39
1996	24	84	131	231	61.2	32.3	5.4	1.0	15.00	27.05	7.12	2.26
1997	15	82	137	206	124.1	31.5	6.5	1.2	18.96	25.67	8.92	2.41
1998	15	78	127	200	45.1	39.2	7.7	1.4	6.80	30.55	9.81	2.80
1999	30	94	128	211	38.3	18.1	8.0	1.9	11.61	16.99	10.27	3.93
2000	30	97	135	226	37.6	17.2	5.9	2.1	11.32	16.62	7.96	4.67
2001	8	81	119	216	100.2	15.9	4.8	1.3	8.22	12.93	5.71	2.70
2002	16	74	139	242	66.4	25.6	3.7	1.1	10.35	18.98	5.18	2.70
2003	30	86	143	221	75.8	24.8	6.4	1.1	22.79	21.44	9.17	2.49
2004	45	72	114	207	45.2	33.8	7.2	1.4	20.16	24.47	8.23	3.00
2005	34	95	127	216	37.1	21.6	7.9	1.8	12.49	20.43	10.03	3.86
2006	29	86	131	248	38.4	20.7	6.0	1.5	11.14	17.71	7.91	3.61
2007	30	74	128	247	31.2	20.1	6.1	1.6	9.28	14.97	7.77	4.03

補足資料 9 コホート解析結果の詳細（1973～2024 年）（続き）

年＼年齢	平均体重(g)				資源尾数(億尾)				資源重量(万トン)			
	0	1	2	3+	0	1	2	3+	0	1	2	3+
2008	17	90	143	266	46.4	17.2	4.9	1.6	7.92	15.41	7.03	4.23
2009	20	80	131	298	47.4	18.5	4.3	1.6	9.37	14.79	5.63	4.81
2010	18	91	140	300	53.1	19.5	4.0	1.3	9.34	17.77	5.63	3.75
2011	30	83	146	274	34.4	20.1	5.4	1.5	10.22	16.61	7.89	3.98
2012	31	87	126	232	30.9	14.5	5.5	1.7	9.54	12.54	6.99	3.86
2013	27	90	143	244	37.3	15.8	3.9	1.5	9.94	14.16	5.57	3.71
2014	21	83	130	247	71.5	15.4	4.3	1.3	15.25	12.83	5.61	3.11
2015	32	71	134	270	32.1	29.6	3.8	1.3	10.36	21.08	5.09	3.49
2016	26	86	132	221	42.4	16.4	5.3	1.4	11.02	14.14	6.95	3.04
2017	24	80	134	250	37.7	22.2	4.7	1.3	9.20	17.79	6.22	3.37
2018	29	70	139	262	29.6	21.1	5.5	1.4	8.56	14.72	7.69	3.64
2019	22	84	142	247	33.0	16.6	5.3	1.9	7.42	14.00	7.53	4.79
2020	19	88	147	250	25.5	17.9	5.1	1.8	4.95	15.74	7.48	4.53
2021	23	92	159	280	25.8	14.2	5.3	1.8	5.85	13.04	8.37	5.01
2022	38	93	162	310	27.0	14.6	4.0	1.8	10.13	13.56	6.47	5.57
2023	28	100	152	295	22.7	15.3	4.0	1.5	6.24	15.37	6.10	4.48
2024	28	102	159	277	42.8	13.0	5.0	1.5	11.80	13.24	7.96	4.16

補足資料 10 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

過年度の経過

本系群は令和 2 年 7、9 月に開催された「資源管理方針に関する検討会」で管理基準値案が合意された。令和 2 年 10 月に開催された「水産政策審議会」を経て本系群の目標管理基準値、限界管理基準値、禁漁水準を含む漁獲シナリオが定められた。令和 3 年 1 月から MSY に基づく管理が開始された。資源管理、資源評価の関連する会議について補足表 10-1 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

令和 2 年 7、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は 25.4 万トン、限界管理基準値は 10.7 万トン、禁漁水準は 1.6 万トン、調整係数 β は 0.95 であった。

資源評価の変更点

令和 2 (2020) 年度の資源評価において新規加入量調査指標値計算方法を見直した。令和 4 (2022) 年度には島根県の中型まき網 CPUE のデータセットを、境港での水揚げデータを用いてより詳細な努力量データを含むデータに変更した。令和 5 (2023) 年度には直近年の F の推定値を指標値から年齢ごとに直接推定する方法から、選択率を固定する方法に変更した。いずれも最近年の F を推定するチューニングの改善を目的とした変更であったため、管理基準値等への影響は軽微と判断した。

前年度評価会議以降の議論

令和 7 年 7 月の担当者検討会で年齢-体長キー (ALK) およびそれに基づく年齢別漁獲尾数の算定方法について議論した。耳石横断薄層切片を用いた年齢査定結果に基づき算定した ALK と適用する海域の見直しについても議論され、1973 年以降の年齢別漁獲尾数の見直しについて方向性を確認した。

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、2020 (令和 2) 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、10 月 5、8 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、Steven Teo 博士、後藤友明博士、岩田繁英博士からのレビューを受けた

(https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/peer_review/index.html)。本資源に対するピアレビューでは、主に年齢別漁獲尾数の算定方法の改善、中国を含めた外国漁獲の情報収集および資源評価において考慮することが提言された。

(2) 過年度資源評価の結果の比較

MSY 算定に用いた令和元（2019）年度資源評価結果、および令和 2（2020）年～令和 6（2024）年度の資源評価結果を比較した（補足表 10-2）。5 ヶ年の資源評価結果を比べると、2019 年以前の資源量、親魚量の推定値は減少したが、90%の予測区間内であった（補足図 10-1）。一方で、5 年前の予測のような資源の回復は見られなかった。これは加入量が想定した平均的な量よりも低かったためである。

年齢別選択率や年齢別平均体重は MSY 算定に用いた値と大きな違いはなかった（補足図 10-2、10-3）。親魚量と加入量の関係では 2021～2023 年加入量は平均的な値よりも低かったが、2024 年は平均的な値に回復した（補足図 10-4）。

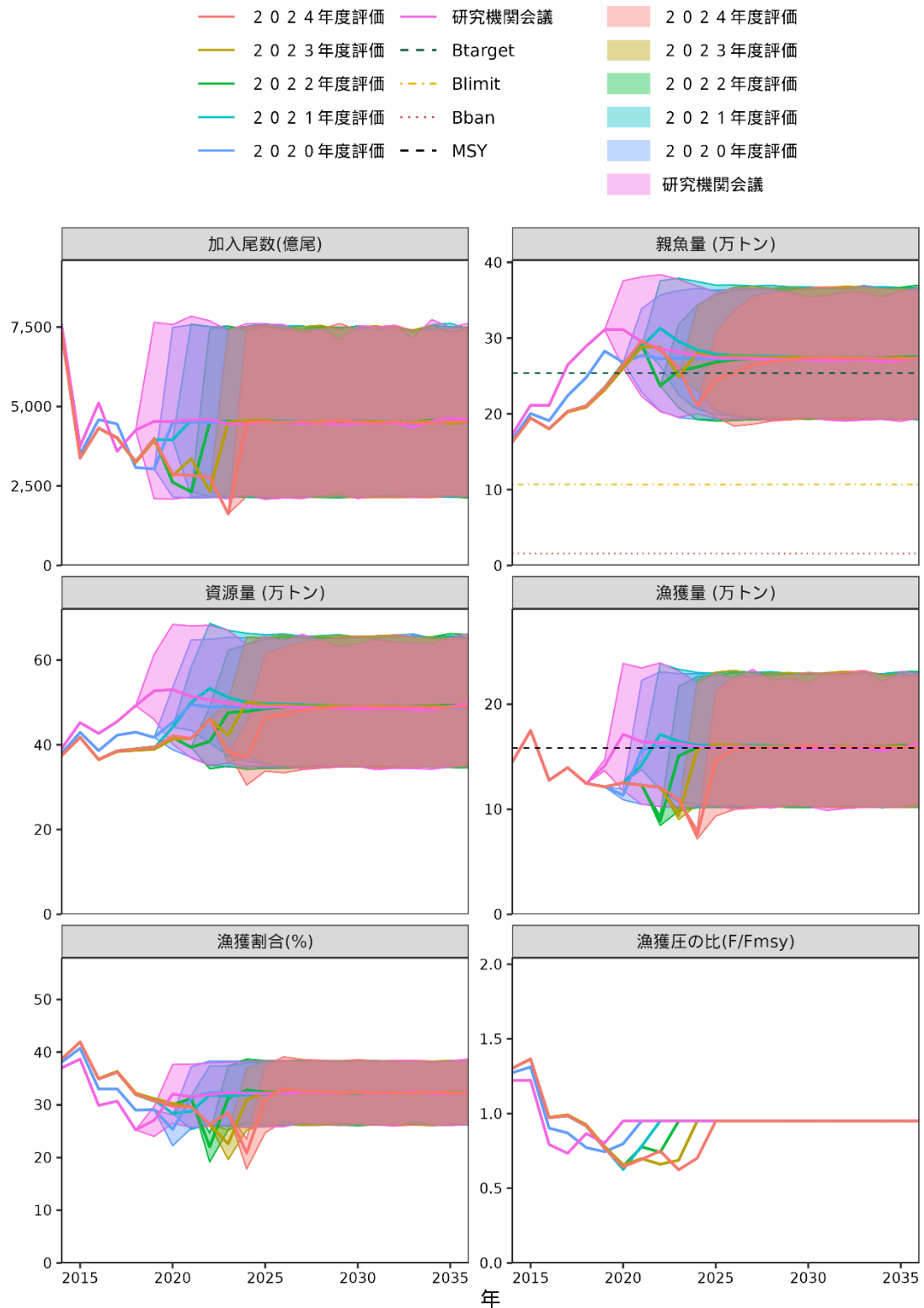
(3) まとめ

資源評価

一連の議論により 1973 年以降の年齢別漁獲尾数の算定方法を ALK と体長データに基づく方法に変更し、最高齢の F を推定する際の係数の値についても見直しを行った。今年度評価と昨年度評価の比較を補足資料 11 にまとめた。

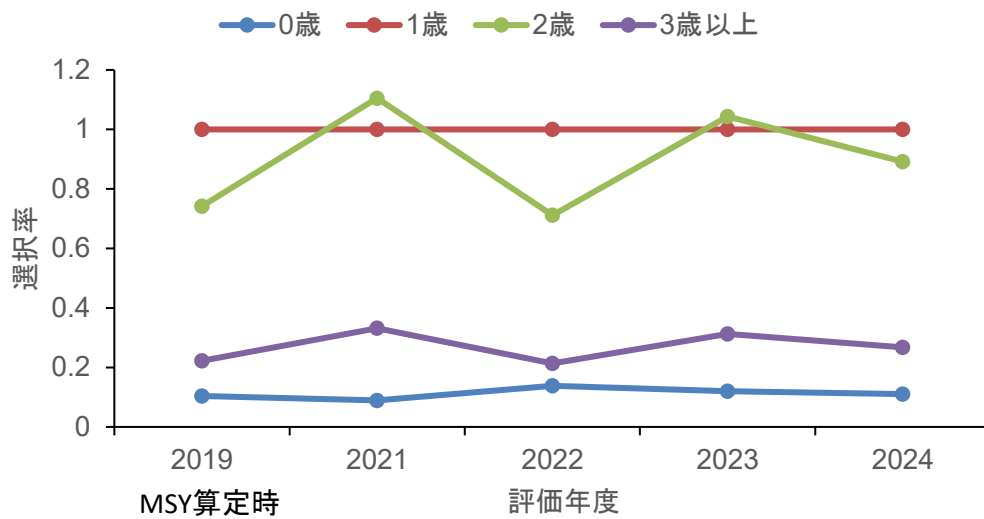
再生産関係

一連の議論により、おおむね想定した範囲内にあると考えられた。5 年間のデータを加えたうえで、再生産関係を再検討する。

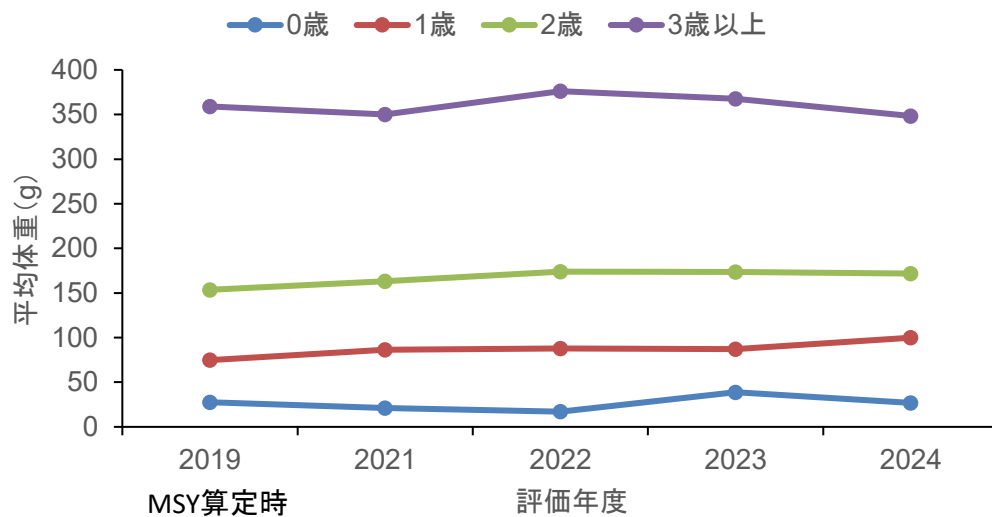


補足図 10-1. 評価年度別の推定された親魚量の推移の比較

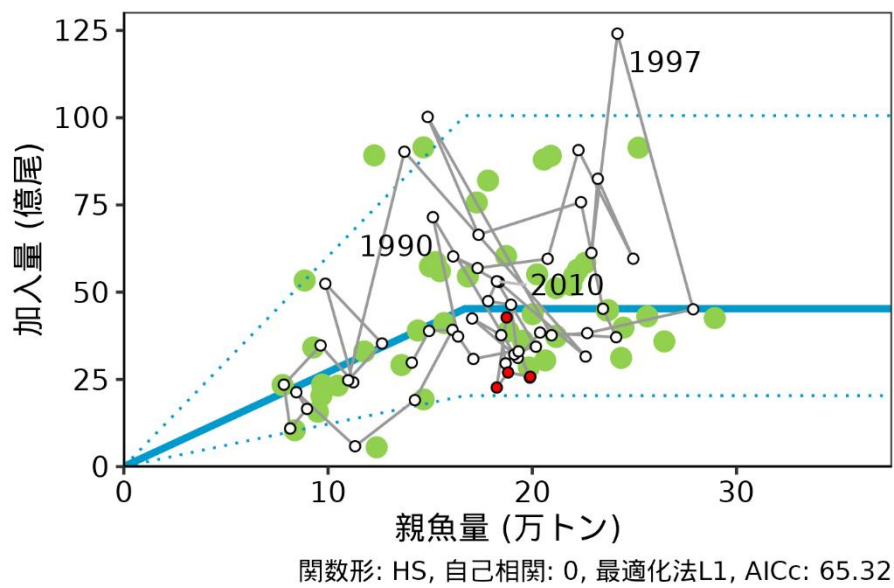
親魚量推定結果および β を 0.95 とした場合の漁獲シナリオに基づく将来予測結果を示す。



補足図 10-2. 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



補足図 10-3. 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



補足図 10-4. 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元年度資源評価時の 1973～2017 年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 1973 から 2024 年の親魚量と加入量を示し、赤丸は直近 5 年間の値である。

補足表 10-1. 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	マイワシ太平洋系群、マイワシ対馬暖流系群、マアジ太平洋系群、マアジ対馬暖流系群の管理基準値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、管理基準値案の設定、漁獲管理規則による将来予測について検討
2020 年 7 月	第 1 回資源管理方針に関する検討会(マアジ太平洋系群・対馬暖流系群) 東京 (https://www.jfa.maff.go.jp/j/study/kanri/231027_10.html) 第 2 回資源管理方針に関する検討会 (マアジ太平洋系群・対馬暖流系群) 福岡 (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	第 3 回資源管理方針に関する検討会(マアジ馬暖流系群及び太平洋系群) (https://www.jfa.maff.go.jp/j/study/kanri/231027_10.html)
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 (https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/index.html)
2022 年 8 月	令和 4 (2022) 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)
2023 年 8 月	令和 5 (2023) 年度マイワシ・マアジ対馬暖流系群資源評価会議 (https://www.fra.go.jp/shigen/fisheries_resources/meeting/stock_assesment_meeting/2023/2023-12.html)
2024 年 8 月	令和 6 (2024) 年度マイワシ・マアジ対馬暖流系群資源評価会議 (https://abchan.fra.go.jp/hyouka/doc2024/)
2025 年 5 月	第 4 回資源管理方針に関する検討会 (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)

補足表 10-2. 評価年度別の親魚量、資源量、加入尾数、漁獲量、漁獲割合（％）漁獲の比（F/F_{msy}）の比較（MSY 算定に用いた 2019 年度評価および 2021～2024 年度評価は β を 0.95 とした場合、2025 年は 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。）

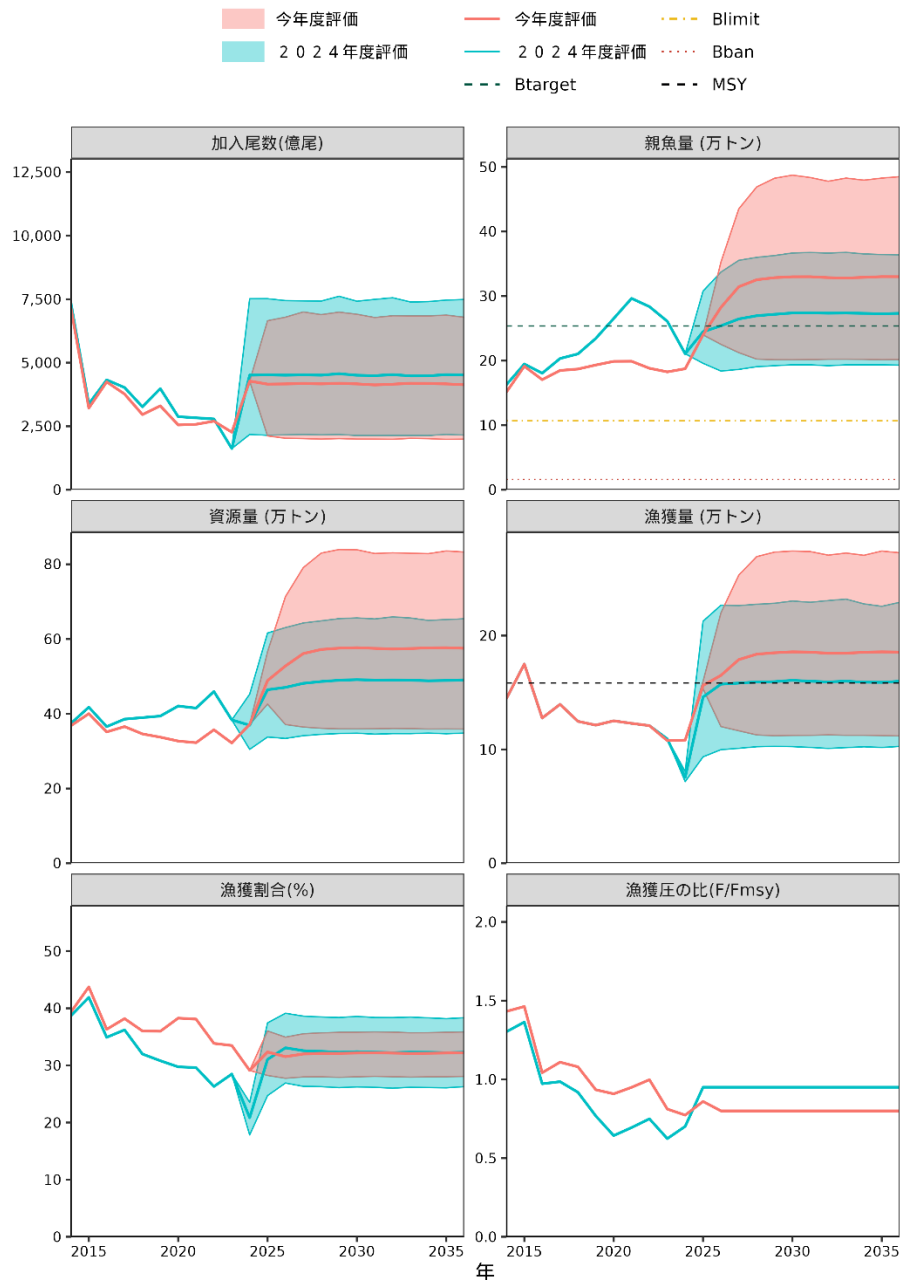
親魚量（トン）	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年
MSY 算定時（2019 年度評価）	31.1	31.1	29.5	28.6	28.2
2020 年度評価	28.3	26.8	27.7	29.7	31.5
2021 年度評価	23.4	26.4	28.9	31.3	29.6
2022 年度評価	23.5	26.6	29.1	23.7	25.7
2023 年度評価	23.2	26.0	28.8	28.8	24.9
2024 年度評価	23.4	26.5	29.6	28.4	26.1
資源量（トン）	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年
MSY 算定時（2019 年度評価）	52.7	53.0	51.4	50.6	49.8
2020 年度評価	41.8	45.3	49.5	51.5	53.3
2021 年度評価	39.2	44.1	50.0	53.3	51.2
2022 年度評価	39.5	41.7	39.4	40.8	47.6
2023 年度評価	38.9	41.3	41.5	46.1	42.3
2024 年度評価	39.4	42.1	41.5	46.0	38.4
加入尾数（尾）	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年
MSY 算定時（2019 年度評価）	45.3	45.3	45.8	45.9	44.5
2020 年度評価	30.3	45.0	45.2	45.0	45.1
2021 年度評価	39.6	39.6	45.7	45.3	44.9
2022 年度評価	39.9	26.2	23.2	45.0	45.4
2023 年度評価	39.3	28.3	33.6	23.4	45.1
2024 年度評価	39.8	28.8	28.3	27.9	16.2
漁獲量（トン）	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年
MSY 算定時（2019 年度評価）	14.1	17.1	16.4	16.3	16.3
2020 年度評価	12.1	11.3	13.9	15.0	15.2
2021 年度評価	12.1	12.5	14.2	17.1	16.4
2022 年度評価	12.1	12.5	12.3	8.9	15.1
2023 年度評価	12.1	12.5	12.3	12.1	9.4
2024 年度評価	12.1	12.5	12.3	12.1	10.9

補足表 10-2. (続き)

漁獲割合 (%)	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年
MSY 算定時(2019 年度評価)	32	32	32	32	33
2020 年度評価	29	25	28	29	29
2021 年度評価	31	28	28	32	32
2022 年度評価	31	30	31	22	32
2023 年度評価	31	30	30	26	22
2024 年度評価	31	30	30	26	28
漁獲の比 (F/F _{msy})	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年
MSY 算定時(2019 年度評価)	0.80	0.95	0.95	0.95	0.95
2020 年度評価	0.74	0.80	0.95	0.95	0.95
2021 年度評価	0.76	0.63	0.78	0.95	0.95
2022 年度評価	0.77	0.65	0.78	0.74	0.95
2023 年度評価	0.78	0.66	0.70	0.66	0.69
2024 年度評価	0.77	0.64	0.69	0.75	0.62

補足資料 11 2024 年度資源評価との比較

今年度の資源評価では、1973 年以降の年齢別漁獲尾数と年齢別体重の変更（補足資料 2, 補注 1）および最高齢の漁獲係数 F の算定方法の見直しを行った（補足資料 2）。令和 6（2024）年度資源評価との結果を比較すると、高齢魚の資源尾数が増加したものの、高齢魚の平均体重は減少したことから、特に親魚量の推定値が今年度評価の方が低い値となった（補足図 11-1）。



補足図 11-1. 今年度資源評価と 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（ただし、2024 年度資源評価では $\beta=0.95$ 、今年度評価では $\beta=0.8$ の場合を示した）

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、生態、外国漁船、資源評価データ、資源評価手法、CPUE 標準化、調査体制について、それぞれ整理し今後の取り組むべき課題として取りまとめた（補足表 12-1）。

(1) 生態

体長－体重関係や年齢－体長関係、成熟率などの生物情報は、2016 年以降のサンプルから求めたものである。今後はサンプリング期間を広げ、過去データの掘り起こしも含めて検討する必要がある。また、太平洋系群と対馬暖流系群の系群間の交流の程度についての研究をさらに進める必要がある。

(2) 外国漁船

韓国の漁獲物は我が国の漁獲物と同等と仮定しているが、資源評価の精度向上には、体長組成や年齢構造の情報を収集する必要がある。また、中国の漁獲量については情報が限られており、漁獲物の体長組成や年齢構造も不明であるため、これらの情報を収集する必要がある。

(3) 資源評価データ

高齢魚の資源量は大中型まき網の CPUE により求めているが、近年、IQ 制度の導入や水揚げ規制など漁業形態が変化している。漁船活用型の魚探データを利用した資源状態の把握や調査船調査の拡充が求められている。

(4) 資源評価手法

チューニング VPA は年齢別漁獲尾数に基づいた資源計算だが、年齢別漁獲尾数の推定方法の不確実性については考慮されていない。統合型資源評価モデルの導入などの高度化に向けたさらなる検討が必要である。

(5) CPUE 標準化

日本漁船による漁場が縮小する中で、漁業から得られる情報は限定的である。さらに、TAC 制度が浸透してきており、限られた割当量を有効に利用するため、より効率的に操業を行う傾向がみられる。また、市場の受け入れ態勢の制約から 1 回あたりの水揚量が制限されるようになっており、従来通りの方法では適切な資源量指標値が得られない可能性があるため、今後は新たな手法の導入も検討する必要がある。

(6) 調査体制

操業海域の縮小など漁業から得られる情報が少なくなっているため、調査船調査による情報の収集は重要である。しかし、調査海域は限定的であり、現在の調査も調査船の制約などから年々調査実施点が減少している状況である。今後は標準化方法などを工夫して限られた時期、限られた海域における情報から資源量指標値を得ることも重要と考えられる。

(7) 資源管理への提言

まき網漁業を中心に小型魚の漁獲制限など TAC 管理以外の取り組みが行われているが、それらの効果を定量的に評価する研究は十分ではない。また漁獲された魚の利用形態を考慮したうえで、漁獲量の制限に加えて、操業の効率化などを図るための管理手法の提案が求められている。

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
生態	・ 集団構造、移動回遊の理解
外国漁船	・ 韓国の漁獲物の体長組成、年齢構造の把握 ・ 中国の漁獲物の体長組成、年齢構造の把握
資源評価データ	・ 年齢別漁獲尾数の推定精度向上 ・ 漁業に依存しない資源量指標値の検討 ・ 魚探データ等の魚船データの活用
資源評価手法	・ 資源評価の高度化に向けた手法のさらなる検討
CPUE 標準化	・ 漁獲規制などに影響を受けにくい新たな CPUE の開発
調査体制	・ 調査船調査データの分析の拡充 ・ 情報収集体制の検討
資源管理への提言	・ 小型魚保護の効果などの定量的分析 ・ 様々な管理手法に対する社会経済学的な分析