

令和 7（2025）年度トラフグ日本海・東シナ海・瀬戸内海系群 の資源評価案

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（平井慈恵・八木佑太・真鍋明弘）

参画機関：秋田県水産振興センター、山形県水産研究所、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水産技術センター、鳥取県水産試験場鳥取県栽培漁業センター、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、宮崎県水産試験場、大分県農林水産研究指導センター水産研究部、愛媛県農林水産研究所水産研究センター栽培資源研究所、広島県立総合技術研究所広島海洋センター、岡山県農林水産総合センター水産研究所、香川県水産試験場、徳島県立農林水産総合技術センター水産研究課、和歌山県水産試験場、全国豊かな海づくり推進協会

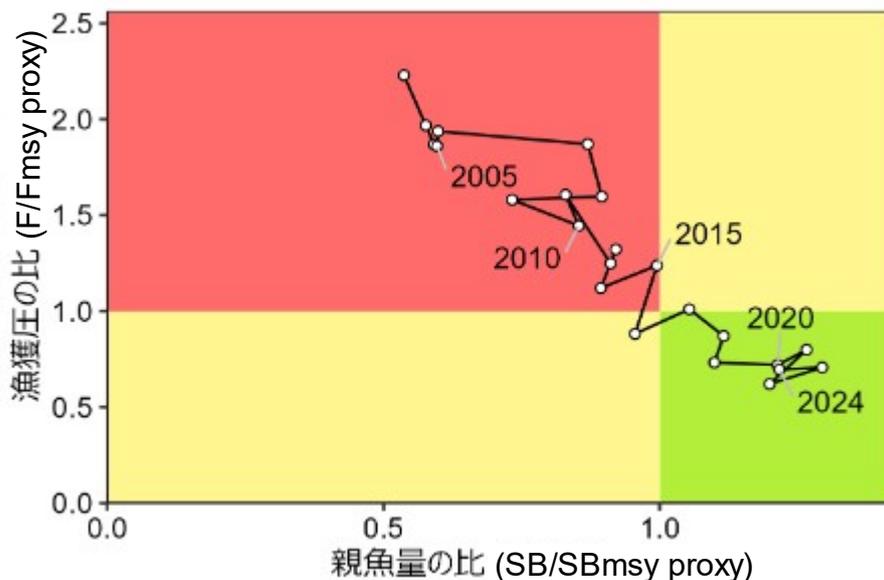
要 約

本系群の資源量について、1歳魚 CPUE を資源量指標値としたチューニング VPA により計算した。漁獲量は 2002 年漁期の 363 トンを最高に減少傾向が続き、2024 年漁期は 131 トン（概数値）であった。資源量は 2006 年漁期の 1,181 トンから 2020 年漁期の 1,192 トンまで 1,000 トン以上で推移していたが、その後は減少傾向で、2024 年漁期は 941 トンであった。親魚量は 2002 年漁期以降、緩やかな増加傾向にあり、2024 年漁期の親魚量は 702 トンであった。本種は栽培対象種であり、2024 年漁期は 148.3 万尾（速報値）の人工種苗が放流され、2024 年漁期の放流魚の混入率は 21.9%、添加効率は 0.017 と推定された。

本系群では、令和 4 年 12 月に開催された研究機関会議での再生産関係に関する議論に基づき、生物学的管理基準値に基づく 1B ルールの管理規則の適用を提案する。将来予測には資源評価により推定された 2002～2020 年漁期の加入量を用い、MSY を実現する漁獲圧の代替値（Fmsy proxy）として F30%SPR を適用し、当該 Fmsy proxy に基づき算出される MSY を実現する親魚量の代替値（SBmsy proxy：577 トン）を目標管理基準値として提案する。限界管理基準値案として過去最低の親魚量（SBmin：329 トン）を、禁漁水準案として暫定的に 0 トンを提案する。直近年（2024 年漁期）の親魚量は 702 トンであり、目標管理基準値案、限界管理基準値案とともに上回る。直近年の漁獲圧は全年齢平均で 0.15 であり、Fmsy proxy を下回る。親魚量の動向は直近 5 年間（2020～2024 年漁期）の推移から「横ばい」と判断される。

本系群では、管理基準値や将来予測など、資源管理方針に関する検討会の議論をふまえて最終化される項目については管理基準値等に関する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)の代替値、親魚量の水準と動向、および ABC	
F30%SPR を Fmsy の代替値として漁獲を続け平衡状態になった時に得られる親魚量(SBmsy proxy)	577 トン
2024 年漁期の親魚量の水準	MSY(代替値)を実現する水準を上回る(1.22 倍)
2024 年漁期の漁獲圧の水準	MSY(代替値)を実現する水準を下回る(0.70 倍)
2024 年漁期の親魚量の動向	横ばい
最大持続生産量(MSY)の代替値	191 トン
2026 年漁期の ABC	-
コメント: ・ F30%SPR は、加入当たり親魚量が、漁獲圧が 0 の場合の値に対して 30%となる漁獲圧であり、管理基準値等に関する研究機関会議において、MSY を実現する水準の漁獲圧 (Fmsy) の代替値として提案されたものである。 ・ ABC は、本系群の漁獲管理規則が「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 proxy、および漁獲割合					
漁期年	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	漁獲量 (トン)	F/Fmsy proxy	漁獲割合 (%)
2020	1,192	701	159	0.72	13
2021	1,175	731	189	0.80	16
2022	1,071	692	135	0.62	13
2023	1,057	747	138	0.71	13
2024	941	702	131	0.70	14
2025	806	614	115	0.71	9
2026	713	514	—	—	—

・ 2025、2026 年漁期の値は将来予測に基づく平均値である。

English title (authors)

Stock assessment and evaluation for tiger pufferfish of Sea of Japan, East China Sea and Seto

Inland Sea stock (fiscal year 2025)

(Narisato Hirai, Yuta Yagi, Akihiro Manabe)

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	府県別漁獲量(参画 22 府県、(株)大水、(株)下関唐戸魚市場) 全長組成(水研、秋田県、山形県、石川県、福井県、京都府、鳥取県、山口県、福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県、大分県、愛媛県、広島県、岡山県、兵庫県、香川県) 全長一体重関係、年齢-全長関係、全長階級別雌雄割合(生物情報等収集調査:秋田県、山口県、福岡県、熊本県、大分県、愛媛県、岡山県、香川県、上田ほか(2010)、広島大学、資源量推定等高精度化推進事業・水産機構、資源管理型沖合漁業推進総合調査(1999~2003、海水資開発セ(現水産機構・開発セ))
資源量指数 ・資源量 ・親魚量	*九州・山口北西海域とらふぐはえ縄漁業漁獲成績報告書(水産庁) 下関唐戸魚市場取扱量(下関唐戸魚市場(株)、山口県) 山口県瀬戸内海側のはえ縄漁業の CPUE(中国四国農政局) 備後灘の小型定置網漁業の CPUE(標本漁協) 伊予灘・豊後水道のはえ縄漁業の CPUE(標本漁協) *豊後水道のはえ縄漁業、釣り漁業の漁協取扱量 備讃瀬戸の袋待網漁業の CPUE(標本漁協) 関門海峡の釣り漁業における市場取扱量 男鹿半島周辺海域のはえ縄漁業、小型定置網漁業の漁協取扱量 有明海(長崎県海域)の釣り漁業の漁協取扱量 有明海(熊本県海域)の釣り漁業の漁協取扱量 能登半島周辺海域のはえ縄漁業、定置網漁業の漁協取扱量
自然死亡係数(M)	年当たり $M=0.25$ を仮定
漁獲努力量	*九州・山口北西海域とらふぐはえ縄漁業漁獲成績報告書(水産庁) 山口県瀬戸内海側のはえ縄漁業の努力量(中国四国農政局) 備後灘の定置網漁業の努力量(標本漁協) 伊予灘・豊後水道のはえ縄漁業の努力量(標本漁協) *豊後水道のはえ縄漁業、釣り漁業の漁協取扱量 備讃瀬戸の袋待網漁業の努力量(標本漁協) 関門海峡の釣り漁業における市場取扱量 男鹿半島周辺海域のはえ縄漁業、小型定置網漁業の漁協取扱量 有明海(長崎県海域)の釣り漁業の漁協取扱量 有明海(熊本県海域)の釣り漁業の漁協取扱量 能登半島周辺海域のはえ縄漁業、定置網漁業の漁協取扱量
人工種苗放流尾数、標識放流魚漁	人工種苗放流尾数(令和 5 年度「栽培漁業用種苗等の生産・入手・放流実績」(水産庁、水産研究・教育機構、全国豊かな海づくり推進協会))

獲尾数等	(1973～2023))、令和 6 年度トラフグ全国協議会資料(2024) 0 歳の放流効果調査(長崎県、山口県、平成 18 年度栽培漁業資源回復等対策事業報告書(2007)、種苗放流による資源造成支援事業(広域種資源造成支援事業)(平成 23～25 年度)中間報告書(2014))、生物情報等収集調査(山口県、福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県、大分県、愛媛県、広島県、岡山県)
------	---

*はコホート解析におけるチューニング指数の算出に用いた基礎情報である。

本系群の漁期は 4 月～翌年 3 月であり、年齢の起算日は 4 月 1 日としている。

2. 生態

(1) 分布・回遊

本系群は日本海、東シナ海、黄海、瀬戸内海に分布する(図 2-1)。春に発生した仔稚魚は産卵場周辺を成育場とし、成長に伴って広域に移動する(日高ほか 1988、田北・Intong 1991)。日本海沿岸や九州北西岸の発生群は日本海、東シナ海、黄海へ移動し、瀬戸内海沿岸の発生群は豊後水道以南、紀伊水道以南、日本海、東シナ海、黄海へ移動する(佐藤ほか 1996)。

(2) 年齢・成長

本系群の寿命は 10 年以上と推定され、雌雄いずれも最大で全長 60 cm 以上となる大型種である(尾串 1987、岩政 1988)。雌雄で成長が異なり、雌の方が成長が早い。年齢と全長の関係は、上田ほか(2010)が von Bertalanffy 成長式により

$$\text{雄} : L_t = 534.3(1 - e^{-0.648(t+0.130)})$$

$$\text{雌} : L_t = 559.8(1 - e^{-0.598(t+0.144)})$$

(t : 年齢、 L_t : 全長 (mm))

と報告している。しかし、この式では成長曲線が 60 cm 程度で収束するのに対し、実際には全長 60 cm 以上に達する個体が存在するため、令和 3 年度評価より、全長組成を年齢に分解する方法を見直し、

$$\text{雄} : L_t = 117.04 \times \ln(t) + 315.89$$

$$\text{雌} : L_t = 127.50 \times \ln(t) + 315.31$$

を採用した。

また、全長—体重関係については、松村(2006)が、

$$\text{雄} : W = 3.95 \times 10^{-5} L^{2.82}$$

$$\text{雌} : W = 5.30 \times 10^{-5} L^{2.74}$$

(W : 体重 (kg)、L : 全長 (cm))

と報告しており、令和2年度評価までは、この式を用いていたが、これらは人工種苗放流魚の再捕個体から得た関係式であることから、天然・人工種苗の区別のない漁獲物全体の全長組成の年齢分解に利用できるよう、令和3年度評価より以下の式を使用することとしている（平井ほか 2022b）。

令和3年度評価、改訂後の全長－体重関係式

$$\text{雄： } W = 2.20 \times 10^{-5} \times L^{2.98}$$

$$\text{雌： } W = 1.97 \times 10^{-5} \times L^{3.02}$$

なお令和4年度評価では、上記の全長組成に雄2,318個体、雌2,787個体の全長、体重データを追加し、以下の式を使用することとした（平井ほか 2023）。

令和4年度評価、改訂後の全長－体重関係式

$$\text{雄： } W = 2.15 \times 10^{-5} \times L^{2.99}$$

$$\text{雌： } W = 1.98 \times 10^{-5} \times L^{3.02}$$

本年度評価においては、2022年漁期～2024年漁期に雌雄判別とともに得られた雄2,282個体、雌1,973個体の全長、体重データを追加し、以下の式とした。

令和7年度評価における改訂後の全長－体重関係式

$$\text{雄： } W = 2.17 \times 10^{-5} \times L^{2.98}$$

$$\text{雌： } W = 2.01 \times 10^{-5} \times L^{3.01}$$

一方、能登半島以北海域（日本海北部海域）においては、若狭湾以西海域と比べて相対的に成長が遅いことから、0歳、1歳に相当する個体では、上記の年齢－成長式を適用せず、実際の市場調査から推定した平均値を用いてきた。これに加え、H27年度からR5年度までに秋田県海域で収集された市場調査結果、稚魚採集調査結果から、502個体の人工種苗放流魚の再捕個体についての年齢－全長関係、全長－体重関係を見直したところ、以下の関係式が得られた。

年齢－全長関係式

$$\text{雌雄混合： } L_t = 148.99 \times \ln(t) + 226.23$$

(t：年齢、 L_t ：全長 (mm))

全長－体重関係式

$$\text{雌雄混合： } W = 1.52 \times 10^{-5} \times L^{3.10}$$

年齢－全長関係式の切片は22.6 cmであり、これまで日本海北部海域で1歳に相当する個体の全長（23.3 cm、6月時点）と近似した。得られた年齢－全長関係式は、放流魚由来ではあることや雌雄混合値であるなどの問題点は残るものの、得られた式に基づく各年齢の

推定全長を初期値とした混合正規分布による年齢分解結果では、推定した各全長階級の残差平方和が従来からの値よりも最小化したことから、従来から用いていた若狭湾以西海域由来の個体に基づく年齢-全長関係式を用いるよりは、新たに得られた年齢-全長式を用いたほうが、より現実的な漁獲物の年齢分解が可能であると考えられた。

本年度評価においては、若狭湾以西海域では従来通り、年齢-全長式については、令和3年度評価より用いている式を、全長-体重式については、今年度更新した上記の式を用いた。日本海北部海域では、令和6年度評価時に更新した年齢-全長式、全長-体重式を用いた。年齢と全長、年齢と体重の関係について、最も漁獲の多い12月～翌年3月のうち、年齢分解に使用した期間の中間日である2月1日時点として、年齢ごとの過去5年平均値（2020～2024年漁期）を図2-2に示した。

(3) 成熟・産卵

雄は2歳、雌は3歳から成熟する（図2-3、岩政1988）。なお、これまでの産卵親魚調査から、産卵来遊したこれらの年齢の個体は成熟していることから、成熟率については従来通り、雄は2歳時点、雌は3歳時点で成熟率100%として扱う（図2-3）。本系群の主な産卵場は男鹿半島沖、七尾湾、若狭湾、福岡湾、有明海、八代海、関門海峡周辺、布刈瀬戸、備讃瀬戸とされ、朝鮮半島沿岸、中国沿岸にも存在するとされる（図2-1、Kusakabe et al. 1962、日高ほか1988、鈴木2001、Katamachi et al. 2015）。国内では産卵期は3月下旬に九州南部から始まり、水温の上昇とともに北上し、瀬戸内海では4～5月とされ、若狭湾、七尾湾では4～6月とされる（藤田1962、伊藤・多部田2000）。

(4) 被捕食関係

仔魚後期までは動物性プランクトン、稚魚は底生性の小型甲殻類、未成魚はイワシ類やその他の幼魚、エビ・カニ類、成魚は魚類、エビ・カニ類を捕食する（松浦1997）。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

産卵場と特定もしくは推定されている男鹿半島沖、七尾湾、若狭湾、福岡湾、有明海、八代海、関門海峡周辺、布刈瀬戸、備讃瀬戸では、3～6月に2歳以上の成熟個体が定置網、釣り、その他の網によって漁獲され、7月～翌年1月に0歳が定置網、小型底びき網、釣り、はえ縄によって漁獲される。日本海、東シナ海、豊後水道、紀伊水道では、12月～翌年3月に0歳以上がはえ縄によって漁獲される（伊藤・多部田2000）。2024年漁期（2024年4月～2025年3月）の本系群の漁獲量は131トン（概数値）である（図1）。

また、九州・山口北西海域での漁獲量は本系群全体の漁獲量の5割以上を占め（2024年漁期の場合、85.3トン、65%）、はえ縄により9月～翌年3月に主に0歳以上が漁獲される（図3-2）。瀬戸内海全体の漁獲量は本系群全体の漁獲量の約2割を占める（図3-2、2024年漁期：29.2トン、22%）。このうち、瀬戸内海西部（伊予灘以西）の漁獲量は瀬戸内海全体の漁獲量の約6割を占め（2024年漁期：18.9トン、65%）、はえ縄等により周年0歳以上が漁獲される。瀬戸内海中央部（燧灘以東）の漁獲量は瀬戸内海全体の漁獲量の約3割を占め（2024年漁期：10.2トン、35%）、定置網や敷網の一つである袋待網等によって4～6

月に2歳以上の成熟個体と未成熟な1歳が漁獲され、定置網によって8~12月に0歳が漁獲される(図3-3)。

本種を主な漁獲対象とする日本海、東シナ海におけるはえ縄の操業は1965年以前には日本の沿岸域に限られていたが、1965年の日韓漁業協定以後、東シナ海、黄海へと漁場が拡大した。1977年以降は北朝鮮の200カイリ宣言によって北緯38度以北の海域に出漁ができなくなり、北緯38度以南の黄海、東シナ海、対馬海峡から山陰に至る海域が主漁場となった。新日韓漁業協定(1999年)、新日中漁業協定(2000年)以降は我が国EEZ内が主漁場となっている。

(2) 漁獲量の推移

本系群は各府県の調査で得られた2002年漁期以降の漁獲統計を把握している一方で、2001年漁期以前の長期間にわたる漁獲統計は存在せず、下関唐戸魚市場(株)における取扱量などが漁獲動向の参考となる。下関唐戸魚市場(株)では1971年漁期から日本海、東シナ海産を外海産、瀬戸内海産を内海産として区別して取扱い、統計を整備している。なお、2005年漁期から本取扱量は、三重県、愛知県、静岡県産も内海産に含まれる漁期年があり、また近年漁獲の増加が知られている東北太平洋側海域および関東海域由来の漁獲物についても内海産銘柄にこれらの海域由来の漁獲物の取扱量が含まれる。このため、本年度評価では同市場から府県別水揚げ量に関する情報を入手し、2021年漁期から2024年漁期の本系群内海産取扱量を抽出して示した(表3-1、図3-1)。取扱量は1971~1993年漁期に490~1,891トンで推移後、1994年漁期から急激に減少し、1996年漁期以降109~336トンと低水準で推移していたが、2019年漁期、2020年漁期にそれぞれ90トン、91トンと100トン未満に落ち込んだ。2021年漁期は119トンと増加したが、2022年漁期は73.9トンと過去最小となり、2023年漁期は78トンと微増した後、2024年漁期は73.7トンと過去最小を更新した。なお2024年漁期は内海産が前年漁期の7.6トンから6.4トンにやや減少した(前年比-15%)のに対して、外海産は70.4トンから67.3トンにやや増加した(前年比-5%、図3-1、表3-1)。

本系群の2002年漁期以降の漁獲量は2002年漁期の363トンから減少傾向で2016年漁期に190トンと初めて200トンを下回った後、2018年漁期以降は現在まで200トン未満の漁獲量となっており、特に2022年漁期以降は3年連続で130トン台となり、2024年漁期は概数値で131トンとなり、過去最も少ない漁獲量となった(図1、表3-2)。

海域ごとの漁獲量を図3-2、3-3に示す。2024年漁期の漁獲の動向は瀬戸内海全体が29.2トン(前年比-2%、全体の22%)、日本海北部が9トン(前年比+24%、全体の7%)、日本海中西部・東シナ海が85.3トン(前年比-9%、全体の65%)、有明海が8トン(前年比+1%、全体の6%)となった(図3-2)。有明海は、当歳魚が前年比で-32%であり、親魚では+8%であった。瀬戸内海の各海域では、燧灘以東が10.2トン(前年比+25%)、伊予灘以西豊予海峡以北が8.3トン(前年比+5%)、伊予灘以西豊予海峡以南が10.6トン(前年比-22%)であった(図3-3)。

(3) 漁獲努力量

九州・山口北西海域におけるふぐはえ縄漁業の漁獲努力量として九州・山口北西海域ト

ラフグ資源回復計画、トラフグ広域資源管理方針に基づいて報告された関係 6 県(福岡県、広島県、熊本県、長崎県、佐賀県、山口県)の隻数、延べ稼働日数、総針数、操業あたり平均使用針数を集計した。隻数は 2005 年漁期の 240 隻から減少を続けており、2024 年漁期は 83 隻と前年の 80 隻から微増したが、過去 2 番目に少ない隻数であった。延べ稼働日数も 2005 年漁期の 5,865 日から減少が続き、2020 年漁期に 2,444 日と当初の半数以下まで低下した後、2023 年漁期、2024 年漁期と 2,000 日を下回り、2024 年漁期は 1,656 日と過去最小であった。総針数は資源回復計画が開始された 2005 年漁期の 1,800 万針から 2009 年漁期の 1,100 万針に減少後、横ばいで推移し、2015 年漁期の 1,300 万針からは減少し、2020 年漁期以後、700 万針を切った後、2024 年漁期は 506 万針と過去最少を更新し、最盛期(2006 年漁期の 1,806 万針)の 28%まで落ち込んでいる。この間の平均使用針数は、単純平均では 2005~2019 年漁期までは 2,995~3,371 針と 3,000 針前後を横ばいで推移したが、2020~2022 年漁期は 2,774~2,870 針とやや減少し、2023 年漁期に 2,921 針、2024 年漁期に 3,054 針となり、増加傾向にある。一方、主要な操業船に加重するため、船ごとの平均使用針数を各船の使用針数で加重した場合、2010 年漁期以前は 3,733~4,669 針と 4,000 針前後を推移していたが、2019 年漁期に 3,215 針と過去最少となったものの、以降、増加傾向にあり、2024 年漁期は 3,490 針であった。隻数や総針数の減少から鑑みると、2005 年漁期以降の総針数の減少の多くは、休船、廃船による影響が大きいことがうかがえ(図 3-4、表 3-3)、また針数が少なく、水揚げが少ない小型船から操業を控えるケースが増えていると考えられ、近年の平均針数の増加の一因となっていると考えられる。

伊予灘、豊後水道における標本漁協のはえ縄漁業の月ごとの出漁隻数が 2005 年漁期(7 月~翌年 3 月)以降集計されている。これを一年間の延べ稼働隻数として集計したところ、延べ稼働隻数は 2005 年漁期の 680 隻から 2014 年漁期の 157 隻まで減少傾向であったが、2015 年漁期に 307 隻に増加した後は 2018 年漁期まで横ばいであった。2019 年漁期は 168 隻に減少した後、2020 年漁期は 220 隻、2021 年漁期は 189 隻と増減し、2022 年漁期は 204 隻、2023 年漁期は 186 隻と 200 隻前後を推移していたが、2024 年漁期は 143 隻まで落ち込んだ(図 3-6、表 3-3)。

瀬戸内海中央部の備讃瀬戸における標本漁協の 1 歳以上(1 kg 以上)を対象とした袋待網の出漁隻・日数は 2002 年漁期の 698 隻・日から 2016 年漁期の 318 隻・日まで減少した後、増加し、2018 年漁期は 436 隻・日であった。その後、2019 年漁期は標本漁協の一つの出漁隻数が不明であったため、以降は 1 標本漁協のみ集計し、193 隻・日であった。2020 年漁期に 220 隻・日、2021 年漁期は 281 隻・日(前年比+28%)、2022 年漁期は 233 隻・日(前年比-17%)となったのち、2023 年漁期は 195 隻(前年比-16%)で、過去 5 年間は 193~281 隻・日の範囲で増減していたが、2024 年漁期は 157 隻まで落ち込んでいる(図 3-7、表 3-3)。

瀬戸内海中央部の備後灘における標本漁協の 1 歳以上を対象とした定置網の稼働統数は 1976 年漁期の 58 統から 1997 年漁期の 84 統まで増加傾向であったが、その後は減少傾向となり 2024 年漁期では、前年と同じ 18 統であった(図 3-8、表 3-3)。

伊予灘以西・豊予海峡以北のはえ縄における延べ取扱隻数は、2007 年漁期の 834 隻・日から 2009 年漁期に 1,025 隻・日と最多となった後、減少し、2014 年漁期には 287 隻・日、2018 年漁期には 141 隻・日と 200 隻・日未満まで減少し、2021 年漁期に 112 隻・日、2022

年漁期に 109 隻・日と 2 年連続で過去最少を更新したのち、2023 年漁期に 80 隻・日、2024 年漁期に 57 隻・日とここ 3 年で-49%と大きく減少している（図 3-9A、表 3-3）。伊予灘以西・豊予海峡以南の釣りでは、2007 年漁期の 2,300 隻・日から、2009 年漁期の 2,909 隻・日まで増加した後、2011 年漁期に 2,148 隻・日と 2,000 隻・日を超えたほかは 1,000 隻・日以上が 2020 年漁期まで続いてきたが、2021 年漁期は 995 隻・日と初めて 1,000 隻・日を下回ったのちも減少し、2024 年漁期は 537 隻・日と過去最少であった（図 3-10A、表 3-3）。

関門海峡における釣りの市場取扱量から抽出した 2014~2022 年漁期の延べ取扱隻数は 2014 年漁期の 113 隻・日から 2019 年漁期の 373 隻・日まで増加した後、2020 年漁期以降は 200 隻・日台まで減少し、2024 年漁期は 183 隻・日と初めて 200 隻・日を下回った（図 3-11）。

なお、昨年度評価から、男鹿半島周辺海域（小型定置網、図 3-12）および有明海長崎県海域（釣り、図 3-14）の漁協取扱量を元にした漁獲動向についても集計を開始するとともに、石川県海域（図 3-13）、熊本県海域（図 3-15）でも本年度評価から、同様の集計を開始した。詳細は次項「4. 資源の状態」に記載する。

過去の漁獲努力量に関する集計例として、中国四国農政局統計部の昭和 56 年~平成 18 年山口農林水産統計年報によれば、瀬戸内海西部の山口県瀬戸内海側におけるふぐ類を対象としたはえ縄漁業の出漁隻・日数は、1995~2006 年のふぐ類漁獲量に占めるトラフグの割合が 61~99%であったことから、この海域のはえ縄漁業は主にトラフグを漁獲対象としていたと考えられる。漁獲努力量として当該海域の出漁隻・日数を使用した結果、出漁日数は 1991 年に最大（15,170 隻・日）となった後は減少傾向で、2006 年は 5,571 隻・日であった（図 3-16、表 3-3）。また、備後灘における標本漁協の 0 歳を対象とした定置網の稼働統数については 1983 年漁期から 2016 年漁期までの集計があり、1983~1998 年漁期は 66~78 統の間で横ばいで推移したが、1999 年漁期以降は減少傾向で集計最終年漁期の 2016 年漁期は 15 統であった（図 3-17、表 3-3）。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

本系群の資源量は日本海、東シナ海、瀬戸内海における 0~3 歳と 4 歳以上をプラスグループとした 2002~2024 年漁期の年齢別漁獲尾数を用い、1 歳魚 CPUE を資源量指標値としたチューニング VPA（平松 2001）により推定した（補足資料 1、2）。自然死亡係数（M）は最高年齢を 10 歳として、田内・田中の方法（田中 1960）により求めた 0.25 を用いた。なお、0 歳については 7 月からの漁獲加入を想定し、 $M=0.1875$ を用いた。年齢の起算日は 4 月 1 日とした。

(2) 資源量指標値の推移

本年度評価においては、資源量指標値は総努力量を元に集計した単位努力量あたりの漁獲量を単純 CPUE とし、船別に集計可能である指標については船別 CPUE を算出し、各船の漁獲尾数または漁獲量で加重平均したものを加重 CPUE として扱った。

九州・山口北西海域における 0 歳以上を主対象としたはえ縄について、総針数の集計に基づく単位努力量あたりの漁獲量（kg/千針、単純 CPUE）は、2005 年漁期の 5 kg/千針から

上昇傾向で2017年漁期に10 kg/千針に達した後、2019年にかけて7 kg/千針まで低下したが、2020年漁期は11 kg/千針、2021年漁期は15 kg/千針となり、記録開始以降、単純CPUEは記録を開始した2005年漁期と比べて2.9倍に達したが、2022年漁期に9 kg/千針まで減少し、2023年漁期では11 kg/千針（前年比+26%）とやや回復した（図3-5A、表3-3）。2024年漁期も同様で11 kg/千針（前年比+0.2%）であった。漁獲尾数あたりでは、2021年漁期の7尾/千針から、2022年漁期に5尾/千針まで減少したのち、2023年漁期は6尾/千針とやや回復した（図3-5B）。2024年漁期は5尾/千針（前年比-12%）で、微減である。一方、船別集計に基づき、各船のCPUEを漁獲尾数で加重してCPUEを算定したところ（尾数単位での加重CPUE）、針数あたりで2022年漁期のCPUEは5.82尾/千針、18尾/隻・日と2009年漁期以降では、いずれも最少となったが、2023年漁期のCPUEはそれぞれ9.04尾/千針、29尾/隻・日と増加した。（前年比+55%、図3-5C）（前年比+57%、図3-5D）2024年漁期は千針あたりで7尾/千針、隻・日あたりで22尾/隻・日といずれも前年比75%にとどまっている。

伊予灘、豊後水道における標本漁協の0歳以上を対象としたはえ縄のCPUE（kg/延べ稼働隻数、単純CPUE）は2006年漁期の10 kg/延べ稼働隻数から減少傾向で2018年漁期は4 kg/延べ稼働隻数まで減少したが、2020年漁期に11 kg/延べ稼働隻数まで増加した後、2021年漁期以降、2024年漁期は9 kg/延べ稼働隻数と横ばいである（図3-6、表3-3）。

備讃瀬戸における標本漁協の1歳以上（1 kg以上）を対象とした袋待網の単純CPUE（kg/隻・日）は1999年漁期の19 kg/隻・日から2008年漁期の69 kg/隻・日に増加後は減少傾向で2019年漁期は10 kg/隻・日まで低下したが、2020年漁期以降はやや増加しており、2022年漁期は13 kg/隻・日まで増加した。2023年漁期は7 kg/隻・日まで減少したものの、2024年漁期は24 kg/隻・日まで増加した（図3-7、表3-3）。

備後灘における標本漁協の1歳以上を対象とした定置網の単純CPUE（4～6月、kg/稼働統数）は1976年漁期の51 kg/稼働統数から1987年漁期の413 kg/稼働統数に上昇した後に1990年漁期の91 kg/稼働統数まで急激に低下し、1990年漁期以降も減少傾向で2023年漁期は3 kg/稼働統数であった（図3-8、表3-3）。

伊予灘以西・豊予海峡以北のはえ縄における漁協取扱量に対する単純CPUE（8月～翌年3月、kg/隻・日）は、2007年漁期の9.9 kg/隻・日から2009年漁期の10.8 kg/隻・日まで増加した後、2012年漁期の6.0 kg/隻・日まで減少し、その後は2015年漁期の14.5 kg/隻・日まで増加して以降は2016年漁期から2020年漁期まで10.1～12.6 kg/隻・日と横ばいであったが、2021年漁期は9.2 kg/隻・日と低下した後、2022年漁期は9.5 kg/隻・日、2024年漁期は10.9 kg/隻・日と2022年漁期以降はやや増加した。

一方、船別CPUEと船別取扱量に基づく加重CPUEは2007年の24.2 kg/隻・日が最高値であり、以後、2012年漁期の7.9 kg/隻・日まで減少した後は、2015年漁期の18.3 kg/隻・日まで増加し、2020年漁期まで12.0～14.2 kg/隻・日と横ばいが続いた後、2021年漁期は11.7 kg/隻・日となった後はやや増加し、2024年漁期は12.8 kg/隻・日となったものの、この間の動向は相対的に横ばいである。（図3-9B）。

伊予灘以西・豊予海峡以南における釣りの漁協取扱量に対する単純CPUE（8月～翌年3月、kg/隻・日）は、2007年漁期の3.0 kg/隻・日以降、2008～2013年漁期まで2.3～2.8 kg/隻・日と横ばいであったが、2015～2019年漁期にかけては2.7～2.9 kg/隻・日と横ばいでは

あるものの、相対的には増加傾向となった。2023年漁期は3.5kg/隻・日（前年比+22%）と過去最高値となっている。一方、船別CPUEに基づく加重CPUEは2007年に3.9kg/隻・日であった後、2008年漁期に2.3kg/隻・日と集計期間で最も低い値を示したが、以後は緩やかな増加を示し、2024年漁期は4.1kg/隻・日となった（図3-10B）。

関門海峡の釣り漁業における市場取扱量に基づく単純CPUEは、集計を開始した2014年漁期から2017年漁期にかけて25kg/隻・日から13.8kg/隻・日まで落ち込んだ後、2019年漁期の16.3kg/隻・日までやや増加したが、2020年漁期、2021年漁期はそれぞれ9.7kg/隻・日、9.8kg/隻・日まで減少し、2024年漁期は7.6kg/隻・日と、過去最少であった2023年漁期の9.0kg/隻・日を下回り、過去最少を更新した（図3-11A）。尾数単位でも、2024年漁期は3.9尾/隻・日と過去最少を更新している（図3-11B）。各船のCPUEを取扱回数で加重した加重CPUEでも、2024年漁期は重量ベースで8.9kg/隻・日、尾数ベースでも4.3尾/隻・日と過去最少を更新した（図3-11C、11D）。単純CPUEにおける2018年漁期、2019年漁期は、漁獲盛期に出漁船がスポット的に集中したものと考えられ、この間の年トレンドは加重CPUEが示すように減少と考えられる。

男鹿半島周辺海域における延縄、小型定置網を対象とした漁協取扱量に基づくCPUEの推移を図3-12に示す。集計を開始した2013年漁期から2023年漁期までの間、単純CPUEは通年では7.6~16.0kg/隻・日、船別の漁協取扱量に基づく加重CPUEでは8.8~24.5kg/隻・日を推移した。産卵期（4~6月）については、単純CPUEは9.1~18.6kg/隻・日を推移し、加重CPUEは10.3~32.2kg/隻・日を推移した。加重CPUEは2017年漁期に32.2kg/隻・日と最大値となり、以降、2020年漁期の11.6kg/隻・日まで低下したが、2021年漁期、2022年漁期は増加し、17.9kg/隻・日となった。2024年漁期は17.3kg/隻・日と横ばいであった（図3-12）。

能登半島周辺海域における漁協取扱量（定置網）を対象としたCPUEの推移を図3-13に示す。集計を行った2021年漁期~2023年漁期の間、単純CPUEは通年では3.2~4.8kg/隻・日の間を、加重CPUEは5.1~7.1kg/隻・日の間を推移している。産卵期（4~6月）では、単純CPUEは2.6~3.4kg/隻・日であるが、加重CPUEは2021年漁期の3.8kg/隻・日から2023年漁期の7.0kg/隻・日まで増加傾向にある。

有明海（長崎県海域）における釣り漁業を対象とした4~5月の産卵期に水揚げされる個体の漁協取扱量に基づくCPUEの推移を図3-14に示す。ここでは集計した全船データに基づくCPUE（図3-14A, B）と漁獲量上位3隻データに基づくCPUE（図3-14C, D）を示した。集計を開始した2007年漁期から2024年漁期までの間、全船データでは、単純CPUEで3.2~5.8尾/隻・日、加重CPUEで3.8~6.7尾/隻・日を推移した。なお、2024年漁期は単純CPUEで3.4kg/隻・日、加重CPUEで4.1kg/隻・日と集計期間の中では過去2番目に少ない結果であった。重量単位では、単純CPUEでは6.1~11.0kg/隻・日、加重CPUEでは7.3~12.7kg/隻・日を推移し、2024年漁期は単純CPUEで7.4kg/隻・日、加重CPUEは9.7kg/隻・日であった。漁獲量上位3隻データでは、単純CPUEで4.4~8.1尾/隻・日（8.1~14.8kg/隻・日）、加重CPUEで4.6~8.2尾/隻・日（8.5~15.0kg/隻・日）となった。2024年漁期は尾数単位では単純CPUE、加重CPUEともに4.7尾/隻・日でそれぞれ過去3番目、2番目に少ない結果であった。重量単位ではそれぞれ10.6kg/隻・日、10.7kg/隻・日であり、尾数単位に対して重量単位では過去の平均的な漁獲量と近似する傾向であった。なお、漁獲物

の平均体重は集計期間に 1.49~2.29kg を推移している中で 2024 年漁期は 2.29kg とこれまでの集計期間では最も大きく、尾数単位での CPUE の低下に対して重量単位では中間的な値を示すことから、漁獲物中の大型・高齢魚の比率の増加が示唆される。

有明海・八代海（熊本県海域）における釣り漁業を対象とした 4~5 月の産卵期に水揚げされる個体の漁協取扱量に基づく CPUE の推移を図 3-15 に示す。2016 年漁期~2024 年漁期の集計の結果、尾数単位では単純 CPUE は 3.3~4.9 尾/隻・日、加重 CPUE では、3.8~5.8 尾/隻・日の間を推移し、重量単位では、単純 CPUE は 6.6~10.1kg/隻・日、加重 CPUE では、8.0~12.4kg/隻・日の間を推移した。この間、2020 年漁期から 2022 年漁期にかけて尾数単位では単純 CPUE で 3.9~4.9 尾/隻・日、加重 CPUE で 5.3~5.8 尾/隻・日、重量単位では単純 CPUE で 8.8~10.1 尾/隻・日、加重 CPUE で 11.9~12.4kg/隻・日と集計期間では相対的に高い CPUE が続いたが、2024 年漁期は単純 CPUE、加重 CPUE はそれぞれ 3.3 尾/隻・日、4.2 尾/隻・日（尾数単位）、7.5kg/隻・日、9.6kg/隻・日と 2022 年漁期以降は減少した。なお、この間の平均体重は 1.99~2.29kg と変動は少なく、2024 年漁期は 2.26kg であった。

過去の漁獲動向の集計事例として、中国四国農政局の集計による山口県瀬戸内海側における 0 歳以上のふぐ類を対象としたはえ縄の CPUE (kg/出漁隻・日) は 1981 年の 19 kg/出漁隻・日から 1984 年の 49 kg/出漁隻・日に上昇した後に大きく低下し、1990 年に 7 kg/出漁隻・日となり、2006 年の 8 kg/出漁隻・日まで低位で推移し（図 3-16、表 3-3）、下関唐戸魚市場（株）の内海産の取扱量の推移と概ね一致した（図 3-1、表 3-1）。

また、水産研究・教育機構が過去に集計した備後灘における標本漁協の 0 歳魚を対象とした定置網の CPUE (kg/統数) は 2~72 kg/稼働統数の間で大きく変動し、2016 年漁期は 5 kg/稼働統数であった（図 3-17、表 3-3）。

(3) 資源量と漁獲圧の推移

資源量の算定にあたり、各海域の年齢別漁獲尾数の整理を行った。2024 年漁期の年齢組成は尾数換算で 0 歳が 15%（前年差-1%）、1 歳が 12%（前年差-8%）、2 歳が 18%（前年差-1%）、3 歳が 16%（前年差+1%）、4 歳以上が 39%と（前年差+8%）なった（図 4-1、補足資料 3）。年齢ごとの漁獲尾数の推移では、0 歳、1 歳がそれぞれ 2005 年漁期、2006 年漁期以降、減少傾向が続いている。2 歳魚では、2019~2021 年漁期の平均漁獲尾数が 24,519 尾であったのに対し、2022~2024 年漁期では 12,398 尾（11,157~13,359 尾）とほぼ半減している。3 歳魚については 2018 年漁期に 20,600 尾となって以降、2 万尾未満の漁獲尾数が減少とともに続き、2024 年漁期は 9,762 尾と過去最少となった。4 歳以上については 2021 年漁期に 30,057 尾と 2013 年漁期以来の 3 万尾以上の漁獲尾数となったが、2022~2024 年漁期は 21,955~23,807 尾となり、2013 年漁期以降では最も少なかった 2020 年漁期の 20,392 尾に続いて過去 2 番目~4 番目に少ない結果になっている。一方で、漁獲物に占める年齢割合は 2002 年漁期~2013 年漁期はいずれも 0 歳 1 歳の合計で全漁獲尾数の 60~82%と半数以上を占めていた。しかしながら、2014 年漁期に初めて 50%を下回った後（49.5%）、2017 年漁期以降は 50%を下回り、年々減少傾向の後、2024 年漁期は過去最少の 27%であった。一方、3 歳以上の親魚については、2009 年漁期までは全漁獲尾数の 8~23%と少ない比率であったものの、その後は増加傾向が見られ、2018 年漁期に 41%に達した後、2021 年漁

期以降は毎年 40%以上を占め、2024 年漁期は過去最多の 55%に達している（図 4-1）。漁獲物の年齢組成は海域により異なり、有明海では 0 歳が、瀬戸内海では 0～2 歳が、日本海、東シナ海では 2 歳以上が漁獲の中心になっている（図 4-2A）。瀬戸内海では、海域によって漁獲物の年齢構成は異なり、燧灘以東では、0 歳と 3 歳以上が、豊予以北では 0～2 歳が、豊予以南では 1 歳と 2 歳が漁獲の中心となっている（図 4-2B）。

2009 年漁期以降の当歳魚の漁期年別漁獲尾数を図 4-3A に、直近 8 年間で図 4-3B に、海域間の頻度を図 4-3C に示す。海域区分別の当歳魚の漁獲尾数は 2019 年漁期を除き、有明海で最も多く、全体の 29～81%を占め、2023 年漁期、2024 年漁期では特に顕著であり、有明海の当歳魚漁獲尾数は系群全体の 81%に達している（図 4-3）。瀬戸内海では海域内の 3 海域（燧灘以東、伊予灘以西豊予海峡以北、伊予灘以西豊予海峡以南）を足した場合、全体の 19～64%を占め、2010 年漁期、2016 年漁期、2019 年漁期、2022 年漁期の瀬戸内海での合計は有明海よりも多かった（図 4-3A）。直近 8 年間では、当歳魚の漁獲尾数は有明海と瀬戸内海の合計で 93%以上を占めている（図 4-3B、4-3C）。

2024 年度評価で集計されている漁獲量、年齢別漁獲尾数に基づき算定された資源量は 2016 年漁期の 1,197 トンが過去最大であるが、2005 年漁期～2024 年漁期まで 941（2024 年漁期）～1197 トン（2016 年漁期）の間を推移し、総資源量としては安定していた（図 4-4A、表 4-1）。

この間の総資源尾数は、2005 年漁期の 142.4 万尾を最大として、2014 年漁期には 92.9 万尾まで減少し、2015 年漁期に 102.9 万尾とやや増加したものの、以降は 100 万尾を切ったまま減少が続き、2024 年漁期は 50.0 万尾と過去最少となっている。

資源評価対象期間を通じた年齢別資源尾数と年齢別資源量の推移を図 4-4B および図 4-4C に示す。年齢別資源尾数では、2005 年に 0 歳 1 歳の合計資源尾数で総資源尾数の 81%を占めていたが、近年では低下が進み、2024 年漁期は 38%と過去最少であった。一方、3 歳以上の親魚の資源尾数が各漁期年に占める割合は、2005 年漁期に 10%と低かったが、2012 年漁期以降は 20%以上、2020 年漁期以降は 30%を越え、2023 年漁期に 43%と 0 歳 1 歳の合計資源尾数を越え、2024 年漁期は 46%に達している（図 4-4B）。重量換算された年齢別資源量では 2006 年漁期まで 0-1 歳の合計資源量が 3 歳以上の資源量よりも多かったが、以降はその割合は逆転し、2024 年漁期では 0-1 歳の合計資源量は全体の 10%、3 歳以上の資源量は全体の 75%となった（図 4-4C）。3 歳以上の資源量に相当する親魚量は 2006 年漁期の 346 トンまで 300 トン台であったが、2007 年漁期の 502 トンまで増加した後、2016 年漁期以前では 423～574 トンと 400～500 トン台前後を推移した。2017 年漁期に 608 トンに達して以降、2023 年漁期の 747 トンを最大として、増加傾向が続き、2024 年漁期は 702 トンと推定された（表 4-1）。

本系群では加入量の低下が経年的に続いている点が指摘されており、小型魚の漁獲自粛の取組が行われてきた。また、R6 年度評価でも産卵来遊親魚の減少により、親魚量があっても産卵参加する割合が低いことが指摘されている。こうした点にも関わらず、親魚量の増加からは、小型魚の漁獲自粛により少ない加入量であっても漁獲圧を下げることにより、より高齢まで生存する割合が増加する可能性が示唆される。なお、感度分析として M を 0.1 増加させた場合、2024 年漁期の資源量は 33%増加、親魚量は 33%増加、加入量は 34%増加し、M を 0.1 減少させた場合、2021 年漁期の資源量は-17%減少、親魚量は-17%減少、

加入量は -18%減少した（図 4-5）。自然死亡係数を変えた場合の資源量推定結果（図 4-5）では、加入の変動パターンは現状評価と同様であるものの、資源量、親魚量ともに、高い自然死亡係数（ M ）を想定した場合は、資源量は 2020 年漁期を境に減少に転じることが示された。また 2021 年漁期を境に減少に転じると想定され、現状の M を想定した場合よりも早く減少に転じることが想定されている（図 4-5）。実際に本評価結果では、4 歳以上の資源尾数は 2014 年漁期の 10.6 万尾から 2019 年に 15.2 万尾まで 43%増となっているが、2019 年漁期～2024 年漁期は 15.1～16.7 万尾とほぼ横ばいを推移しており、個体数として必ずしも一律増加しているとは言えない。またこの間の平均体重の増加からは、これら 4 歳以上の資源尾数は現在よりも加入が良かった頃の個体が残存しており、それらの個体の体重増によって、資源量としては増加しているとも考えられる。一方、3 歳の資源尾数は 2020 年漁期に 10.1 万尾となった後は 2024 年漁期の 6.6 万尾まで減少しており、近年の低加入状況を踏まえると、今後、4 歳以上の年齢層へ加入する個体数は減少すると考えられる。

(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

年齢別の漁獲係数（ F ）の経年変化を図 4-6 と補足資料 3 に示す。2002～2024 年漁期の F の全年齢単純平均値（0 歳～3 歳以上の各年 F の単純平均）は、2002 年漁期の 0.47 を最大値として、以降 2022 年漁期には 0.13 と過去最少と推定され、2024 年漁期は 0.15 となった。 F の全年齢平均に対して、0 歳では、2015 年漁期に 0.286 となって以降、いずれの年も 0.2 未満であり、全年齢の F 単純平均値よりも低い値となっている。2024 年漁期の 0 歳 F は 0.093 で、過去最大であった 2006 年漁期の 0.507 に対して 20%未満まで減少している。1 歳では 2024 年漁期の 1 歳 F は 0.119 で、過去最大であった 2006 年漁期の 17%まで減少している。2 歳では 2024 年漁期の F は 0.162 で、過去最大であった 2002 年漁期の 30%まで減少している。3 歳以上の 2024 年漁期の F は 0.181 で、最も F が高かった 2005 年漁期の 38%である。このようにいずれの年齢でも近年の F は低下傾向が認められる。一方、各年の F の全年齢単純平均に対して、0 歳、1 歳では 2016 年漁期以降低位、2 歳では 2017 年漁期以降、3 歳以上では 2013 年漁期以降高位にある（図 4-6）。また 2023 年漁期、2024 年漁期は 0～2 歳の F に緩やかな増加傾向がみられる。

%SPR の推移、また SPR、YPR と現状の漁獲圧の関係を図 4-7、4-8 に示す。現状の F （2021～2023 年漁期の全年齢 F の平均、 $F_{2021\sim 2023}$: 0.151）は F_{max} （0.309）より小さく、 $F_{30\%SPR}$ （ $F=0.212$ ）の 0.71 倍である。なお、ここでの F_{max} 、 $F_{30\%SPR}$ は、令和 4 年 12 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」において最大持続生産量（MSY）を実現する漁獲圧の代替値（ $F_{msy proxy}$ ）の推定に用いた値である。また、神戸プロットを図 4-9 に示す。2018 年漁期以降では、 F は $F_{msy proxy}$ よりも低い。また、2017 年漁期以降、親魚量は $SB_{msy proxy}$ よりも多い。

(5) 加入量の見積もり

本系群の加入尾数は資源評価対象期間である 2002 年漁期以降では 2005 年漁期に過去最大加入を示し、以降、減少傾向が続いている。再生産成功率（RPS）は資源評価対象期間である 2002 年漁期以降では 2005 年漁期に過去最大加入を示し、2002、2008、2015 年漁期に

その他の年と比べてやや高い加入を示したが、経年的な変化としては減少が続いている。本年度評価では最直近の2024年漁期では11.3万尾、チューニングを施した2023年漁期では昨年度評価時の約12万尾から10.3万尾とやや下方修正されたものの、これら2年間は資源評価期間を通じて過去最少の加入尾数となっている。このことは、2019年漁期以降継続的に加入量の低下が続いているとした昨年度と同様の加入動向であることから、将来予測において、過去の資源評価年を一律参照することは加入尾数を過大推定する懸念がある。

そのため、令和4年度に承認された研究機関会議報告書（平井ほか2022a）では、過去の資源評価年を一律参照することは加入尾数を過大推定することが考えられたことから、2002年漁期～近年の低加入の傾向を考慮することがリスクを回避する安全な将来予測に繋がると考え、近年の低加入シナリオ（近年の低加入が3年間継続した後、徐々に加入が好転する仮定）のもとでの加入をバックワード・リサンプリングによって想定し、この仮定のもとで将来予測が行われた。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作成される項目については未確定であることから、本年度評価でも管理基準値等に関する研究機関会議において提案された値に基づき、更新された資源評価に基づく直近年の生物パラメータを用いた暫定的な将来予測結果を補足資料7に示した。

なお、本種は栽培対象種であり、本系群では毎年120万尾以上の人工種苗が放流されている。このことから、加入量の推定においては天然加入由来の資源尾数と人工的に放流された放流魚資源尾数を考慮する必要がある。そのため、当歳魚を対象に人工種苗の漁獲物への混入率調査を行い、これに基づく、放流資源尾数、添加効率の算定を行った。

本系群における人工種苗の放流尾数は1977年漁期の55.4万尾から2011年漁期の294万尾まで増加傾向であったが、放流魚の大型化や尾鰭の欠損防止を図った結果、2012年漁期に172.9万尾に減少し、その後2018年漁期から2020年漁期にかけて163.5万～165.8万尾で推移した後、2023年漁期は130.5万尾（確定値）まで減少し、2024年漁期は148.3万尾（速報値、図1、表4-2）とやや回復したものの経年的な減少傾向が認められる。放流魚の一部には、胸鰭切除、背部への焼印や有機酸処理、アリザリン・コンプレクソン（ALC）による耳石染色などの標識が施され、天然魚と識別されている。また、本種の人工種苗は放流前的高密度飼育や餌不足が原因で噛み合い行動により尾鰭が欠損することがあるため（松村2005）、尾鰭の欠損の有無も放流魚と天然魚の識別に用いられている。このような外部標識や形態異常も放流魚指標として従来の評価では混入率算定に用いられてきたが、外部標識個体の標識率は海域、放流県によって異なり、また、形態異常の発生率も生産ロットによって一様とは言えないこと、自然発生的な形態異常に基づく形質による判定はサンプリングバイアスが生じやすい恐れがあること等を考慮し、令和3年度の評価より混入率算定は、何らかの人為的な全数標識指標（調査対象の放流群の全数が、ALCや有機酸など、人為的に全数標識が施されている形質について観察）に基づいて天然魚、放流魚の判定を行うこととした。この間、耳石の形態異常の活用なども検討されたが、令和5年度評価以降は耳石ALC標識については、左右の扁平石、礫石のいずれかでALCが確認された場合、もしくは有機酸標識、ヒレカット等の外部標識で明らかに放流魚と判定される個体（例：ヒレカット画像による確認等）は放流魚と判定し、それ以外は天然魚と判定することとし、本年度評価においても同様の判定基準で天然、放流の判定を行った。混入率の評

価は放流実施県とその周辺県の当歳魚サンプルを用いて行った。なお、人工種苗放流が行われているものの、当歳魚の漁獲が少ない日本海北部は当歳魚時点での十分な放流情報が得にくいと判断して観察から除外し、当歳魚の主たる漁獲海域である瀬戸内海燧灘以東、瀬戸内海伊予灘以西豊予海峡以北、有明海を観察対象とした。なお、令和3年度より、混入率算定方法の変更（平井ほか 2022b）を行ったが、過去データについては年度によって標識率が大きく異なることから変更せず、2020年漁期データ分より新しい算定方法を用いることとしている。また、2021年漁期からは有明海の当歳魚漁獲物集積市場の市場データのうち、箱数データしかない市場については、市場調査員の動画撮影から得たキャプチャー画像から、週あたり入数を推定し、同時期の平均体重を用いて市場取扱尾数および取扱量の推定を行った（平井ほか 2023）。2024年漁期についても同じ手法で市場取扱尾数、取扱量の推定を行った。

なお、2024年漁期では、有明海の一部の調査県において、11月以降の試料を標本船から買取できないケースがあった。このため、2024年漁期については当該県が出荷する市場と同じ市場に出荷している県の標本船調査から得た11月以降の月別混入率を当該県の市場水揚物の各月の混入率として扱った。

その結果、混入率は2002年漁期の5%から2012年漁期まで2010年漁期の37%をピークに上昇傾向であった後、2013～2014年漁期は30%前後で推移し、2015年漁期に12%まで急激に低下した後、2018年漁期にかけて29%まで上昇し、2019年漁期はほぼ横ばいであった。上記の算定方法を変更して以降、2020年漁期に35.9%、2021年漁期に25.1%、2022年漁期に55.3%とこれまでで最も高い値を示し、2023年漁期は44.3%に低下した後、2024年漁期は21.9%であった（図4-10A、表4-2）。海域ごとの内訳は、有明海が23.2%、伊予灘以西豊予海峡以北が23.4%、燧灘以東が0.5%であった（表4-3）。得られた結果から、0歳資源尾数に混入率を乗じて放流由来の0歳資源尾数、0歳資源尾数を天然魚と放流魚に分離した結果、天然魚の0歳資源尾数は2002年漁期の55.7万尾から2005年漁期に75.4万尾まで増加した後、減少傾向である。R6年度評価ではチューニング対象ではなく、過去3年のFから推定された2023年漁期の0歳魚天然資源尾数は6.7万尾と推定されたが、チューニングが適用された本年度評価では2023年漁期の0歳魚天然資源尾数は5.7万尾と15%減で下方修正となった。

0歳放流資源尾数は2002年漁期の3.1万尾から増加し、2006年漁期の14.3万尾以降は2012年漁期の13.7万尾まで10万尾以上が0歳資源尾数に添加されていたが、その後は減少傾向で2024年漁期は2.4万尾と推定された。2023年漁期は0歳天然資源尾数と同様に当初評価の5.3万尾から4.5万尾に下方修正されている（図4-10B、表4-2）。放流魚の漁獲加入までの生存率である添加効率は放流由来の0歳資源尾数を放流尾数で除して算出した（図4-10C）。その結果、添加効率は2002年漁期の0.018から2004年漁期の0.077をピークに2005年漁期から2014年漁期までは0.038以上であったが、2015年漁期に0.027と低下し、以降、2023年漁期までは0.032～0.065と推移し、2024年漁期は0.017と推定された。（図4-10C、表4-2）。

0歳資源尾数から放流資源尾数を除して得た0歳天然資源尾数と親魚量から得られた再生産成功率とこの間の親魚量の経年推移を図4-11Aに示す。なお、親魚量は3歳以上の全資源量とし、放流によって添加された親魚資源も天然由来親魚と同質の親魚資源として扱

っている。再生産成功率は2005年漁期の2.19尾/kgを最大として、2007年漁期以降は1尾/kg未満の値を示しており、減少傾向が続いている。このうち2007年漁期から2015年漁期までは0.43~0.86尾/kgの間を推移し、横ばい傾向であったが、2015年漁期の0.65尾/kg以降は特に減少傾向が顕著であり、さらに2016年漁期の0.42尾/kg以降は2007~2015年漁期の最小値である0.43尾/kg未満の値で低く推移し、2023年漁期に再生産成功率は0.08尾/kgと過去最小値となっている(図4-11A、表4-1)。2024年漁期の再生産成功率は0.13尾/kgと推定された。

一方、親魚資源尾数(3歳以上資源尾数)は、2007年漁期に21.5万尾となった後、2009年漁期に16.3万尾に低下し、以降、2010~2016年漁期は18.7万~21.5万尾の間を推移したが、2017年漁期以降増加し、2020年漁期に最多の25.3万尾に達した後、2024年漁期までの4年間は減少に転じ、22.8万尾となっている(表4-1、図4-11B)。この間、3歳資源尾数では、2017年漁期の11.4万尾を最多に以降減少し、2024年漁期では6.6万尾(2017年漁期比-42%)となった(図4-11C)。4歳以上資源尾数では、2010年漁期の9.3万尾から2019年漁期の15.2万尾まで増加した後、2021年漁期~2024年漁期は15.1~16.7万尾と横ばいで推移し、2024年漁期では16.2万尾となった。この間、4歳以上の漁獲物平均体重は、2008年漁期の2,794gから、2023年漁期の3,473gまで増加傾向にあり、2024年漁期は3,457gと前年からほぼ横ばいであった。これを全長-体重式、年齢-全長式を用いて逆算すると、2008年漁期の4.3歳から2023年漁期、2024年漁期の5.6歳まで増加することから、4歳以上の年齢組成は高齢魚の割合が多くなっていることが予想される(図4-11C)。上述の通り、2021年漁期から2024年漁期の4歳以上資源尾数は横ばいであり、この間の4歳以上の平均年齢は2021年漁期が5.2歳、2022年漁期が5.0歳であることから、同じ資源尾数での高齢化は4歳への若齢親魚の加入が少ないことを示唆する。重量換算によって求められる親魚量が減少していない一方で、上記の通り、3歳の親魚への加入尾数が2024年漁期では2017年漁期の42%減まで減少していること、4歳以上も含めた総親魚資源尾数も2020年漁期の25.3万尾から2024年漁期の22.8万尾まで減少に転じていることから、親魚資源尾数の減少は始まっていると考えられた。

(6) 現在の環境下においてMSYを実現する水準

現在の環境下において最大持続生産量MSYを実現する親魚量の代替値(SBmsy proxy)およびMSYの代替値(MSY proxy)として上記の「管理基準値等に関する研究機関会議」(平井ほか2022a)で推定された値を補足表6-1、またMSYを実現する水準の推定に用いたパラメータ値を補足表6-2に示す。

(7) 資源の水準・動向および漁獲圧の水準

MSYを実現する親魚量と漁獲圧を基準にした神戸プロットを補足図6-1に示す。本系群における2024年漁期の親魚量はMSYを実現する親魚量の代替値(SBmsy proxy)、過去最低親魚量(SBmin)をともに上回る。2024年漁期の親魚量はSBmsy proxyの1.22倍である(補足表8-2)。また、2024年漁期の漁獲圧はMSYを実現する漁獲圧の代替値(Fmsy proxy)を下回っており、2024年漁期の漁獲圧はFmsy proxyの0.70倍である。なお、神戸プロットに示した漁獲圧の比(F/Fmsy proxy)とは、各年のFの選択率の下でFmsy proxyの漁獲

圧を与える F を%SPR 換算して求めた値と、各年の F 値との比である。親魚量の動向は、直近 5 年間（2020～2024 年漁期）の推移から、横ばいと判断される。

5. 資源評価のまとめ

2024 年漁期の資源量は 941 トン、親魚量は 702 トンと推定され、資源量は 2021 年漁期以降、減少傾向にある。2024 年漁期の漁獲量は 131 トンと過去最少である。2024 年漁期の各年齢の F は、0 歳、1 歳は全年齢平均よりも低く、2 歳以上も過去の最大値の半分以下になっているものの、全年齢平均よりは高い値となっている。2024 年漁期の再生産成功率は過去最小値であった 2023 年漁期より高いものの、依然として低い値である。2024 年漁期の親魚量は MSY を実現する水準（ $SBmsy$ proxy）を上回り、動向は近年 5 年間（2020～2024 年漁期）の推移から「横ばい」と判断される。2024 年漁期の漁獲圧は MSY を実現する水準（ $Fmsy$ proxy）を下回る。

6. その他

本系群は複数の産卵場および成育場を有し、それらを由来とする個体が日本海、東シナ海で混合して漁獲対象となった後、産卵回帰している可能性があることから、それぞれの産卵場や成育場での保護が必要と考えられる。水産庁主催の資源管理のあり方検討会においては、本系群が個別事例として取り上げられ、2014 年度に資源管理の方向性が取りまとめられた。その中では、資源管理を効果的に進めるために漁獲の多くを占める未成魚の漁獲抑制に取り組むことに加えて、種苗放流においては資源管理との連携を図りながら十分な放流尾数を確保しつつ、放流効果の高い場所での集中的な放流、全長 70 mm 以上でかつ尾鰭の欠損のない種苗の放流など種苗放流の高度化を検討する必要があるとされた。天然魚および放流魚由来の加入量は減少傾向であることから、現在進められている未成魚の漁獲抑制と尾鰭欠損防除などの健苗性向上も含めた種苗放流の高度化の取り組みが求められるが、これらについては前項で示したように若齢の F の低下や低加入でありながらも親魚量の増加に見られるように、一定の効果は現れており、今後も継続的な取り組みが必要と考えられる。他方、再生産成功率の低下と系群全体の親魚資源尾数が減少に転じている現状から、自粛対象サイズを超えた 2 歳魚の F の増加や若齢と比べて相対的に高い F を示す 3 歳以上の親魚も含めて、各年齢で必要な検討を行い、全年齢での資源管理の取り組みが必要と考えられる。本系群では、九州山口北西海域など、産卵期外での CPUE が高い一方で、瀬戸内海中央部（燧灘以東海域）では産卵場海域の親魚 CPUE は経年的に低下していることが報告されており（平井ほか 2022c）、本年度評価においても、一部の海域で産卵期 CPUE の増加は認められたものの、依然として親魚 CPUE の低下が認められる。このような生態特性と近年の環境変化に伴う産卵来遊への影響を考慮するために、平井ほか(2024) は、瀬戸内海における産卵来遊親魚の CPUE と本系群の天然加入尾数の関係を検討した結果、産卵場に来遊した親魚 CPUE の強度が加入量の増減に関わり、再生産関係性とリンクする可能性を示唆している。本事業でも、この点を踏まえ、本系群の主要産卵場の資源量指標値を参画 JV 機関の協力によって収集し、産卵来遊量に応じた加入量推定手法の検討に着手した（補足資料 10）。今後はこのような系群全域での生態情報を考慮した検討を行うことにより、より高精度の加入量推定が将来予測の精度向上において重要な意義を持つ

と考えられる。

本年度の資源評価においても、過年度と同じように1歳魚の資源量指標値を用いたチューニングVPAによって資源量推定を行ったが、従来と同じように各海域から得られた指標値を個々の漁獲尾数に応じた加重平均によって1歳魚の統合資源量指標値を算定し、チューニング指標と用いた場合、残差に自己相関が見られるとともに、レトロスペクティブ解析におけるMohn's rhoの値も高い値となった(補足図4-6、4-8)。一方、3海域の指標値を独立して用いたチューニングVPAでは、残差に自己相関が認められなかったとともに、レトロスペクティブ解析におけるMohn's rhoの値も、1歳魚の統合資源量指標値を用いたチューニングVPAよりも低い値となったことから(補足図4-6)、本年度評価では、3海域の指標値を独立して用いたチューニングVPAに基づく資源量推定結果を採用したが、その結果、親魚量は2002年漁期以降、2024年漁期に至るまで、緩やかな増加傾向を示すという結果となった(図4-11)。このような結果が得られた一因としては、近年は4歳への加入は少ないものの、4歳以上のプラスグループの資源尾数、資源量の割合は高いため、プラスグループ内の年齢構成が高齢化していることが考えられる。つまり、4歳以上の年齢構成を考慮しないまま4歳以上をプラスグループとしてまとめた状態で資源量推定を行った場合、前年の3歳時の資源尾数を過大推定する可能性があり、その結果、漁獲係数を過小推定するリスクを内包すると考えられる。このため、プラスグループの年齢を5歳以上にするとともに、親魚量に関するチューニングなども検討していく必要があると考えられる。

7. 引用文献

- 藤田矢郎 (1962) 日本産主要フグ類の生活史と養殖に関する研究. 長崎水試論文集, 2, 1-121.
- 日高 健・高橋 実・伊藤正博 (1988) トラフグ資源生態に関する研究I-福岡湾周辺における卵と幼稚魚の分布-. 福岡水試研報, 14, 1-11.
- 平井慈恵・片町太輔・真鍋明弘 (2022a) 令和4年度トラフグ日本海・東シナ海・瀬戸内海系群の管理基準値等に関する研究機関会議資料. FRA-SA2022-BRP18-01, 水産研究・教育機構, 91 pp. https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/20221027/FRA-SA2022-BRP18-01.pdf
- 平井慈恵・片町太輔・真鍋明弘 (2023) 令和4年度トラフグ日本海・東シナ海・瀬戸内海系群の資源評価. FRA-SA-2022-AC73, 令和4年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産庁・水産研究・教育機構, 78 pp. https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2023/07/details_2022_73.pdf
- 平井慈恵・片町太輔・真鍋明弘・鈴木重則・山下夕帆 (2022b) 令和3年度トラフグ日本海・東シナ海・瀬戸内海系群の資源評価. FRA-SA2021-RC03-1, 令和3年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産庁・水産研究・教育機構, 66 pp. https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2021/details_2021_73.pdf
- 平井慈恵・片町太輔・真鍋明弘 (2024) 令和5年度資源量推定等高精度化推進事業報告書 6010 トラフグ日本海・東シナ海・瀬戸内海系群, 水産庁・水産研究・教育機構, 75-88.
- 平井慈恵・片町太輔・西嶋翔太 (2022c) 6010 トラフグ日本海・東シナ海・瀬戸内海系群. 令和4年度資源量推定等高精度化事業報告書, 水産庁・水産研究・教育機構, 77-87.

- 平松一彦 (2001) VPA (Virtual Population Analysis). 平成 12 年度資源評価体制確立推進事業報告書 -資源解析手法教科書-, 日本水産資源保護協会, 東京, 103-128.
- 伊藤正木・多部田修 (2000) 漁業協同組合へのアンケート調査結果から推定した日本周辺のトラフグの分布. 水産増殖, 48, 17-24.
- 岩政陽夫 (1988) 黄海・東シナ海産トラフグの成長と成熟に関する一考察. 山口県外海水試研報, 23, 30-35.
- Katamachi, D., M. Ikeda and K. Uno (2015) Identification of spawning sites of the tiger puffer *Takifugu rubripes* in Nanao Bay, Japan, using DNA analysis. *Fish. Sci.*, 81, 485-494.
- Kusakabe, D., Y. Murakami and T. Onbe (1962) Fecundity and spawning of a puffer *Fugu rubripes* (T. et S.) in the central waters of the Inland Sea of Japan. *J. Fac. Fish. Anim. Husb. Hiroshima Univ.*, 4, 47-79.
- 松村靖治 (2005) 有明海におけるトラフグ人工種苗の当歳時における放流効果と最適放流方法. 日水誌, 71, 805-814.
- 松村靖治 (2006) 有明海におけるトラフグ *Takifugu rubripes* の人工種苗の産卵回帰時の放流効果. 日水誌, 72, 1029-1038.
- 松浦修平 (1997) 生物学的特性. 「トラフグの漁業と資源管理」多部田修編, 恒星社厚生閣, 東京, 16-27.
- 尾串好隆 (1987) 黄海・東シナ海産トラフグの年齢と成長. 山口県外海水試研報, 22, 30-36.
- 佐藤良三・東海 正・柴田玲奈・小川泰樹・阪地英男 (1996) 布刈瀬戸周辺海域からのトラフグ当歳魚の移動. 南西水研研報, 29, 27-38.
- 鈴木伸洋 (2001) トラフグの産卵場形成要因の解明. 「中回遊型魚類の回帰性の解明と資源管理技術の開発 (プロジェクト研究成果シリーズ 369)」, 農林水産技術会議, 東京, 44-55.
- 田北 徹・Intong Sumonta (1991) 有明海におけるトラフグとシマフグの幼期の生態. 日水誌, 57, 1883-1889.
- 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.
- 上田幸男・佐野二郎・内田秀和・天野千絵・松村靖治・片山貴士 (2010) 東シナ海, 日本海および瀬戸内海産トラフグの成長と Age-length key. 日水誌, 76, 803-811.

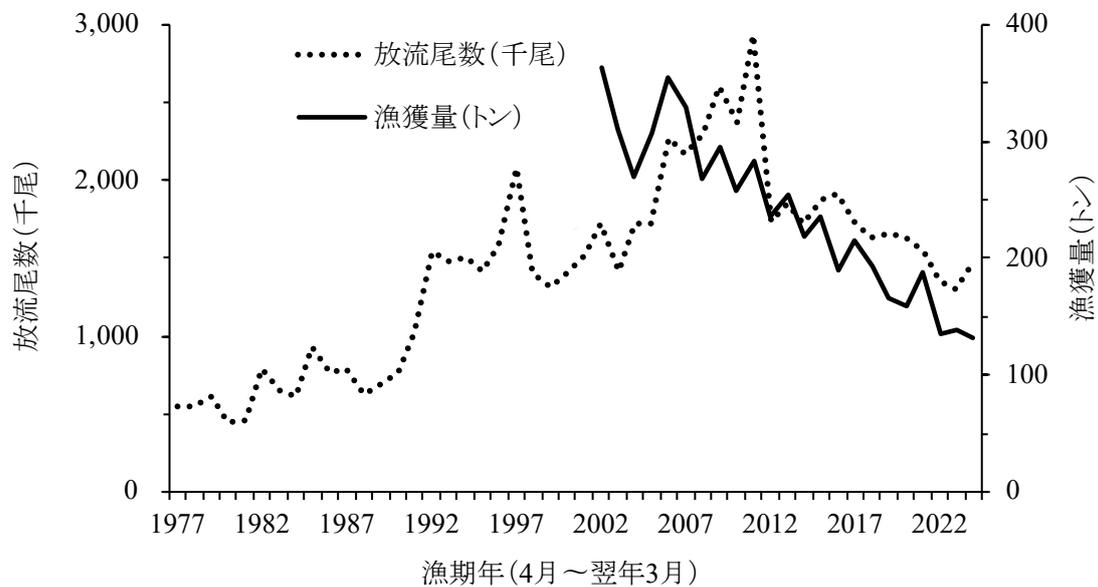


図1. 種苗放流尾数と漁獲量の推移



図 2-1. 分布域と産卵場

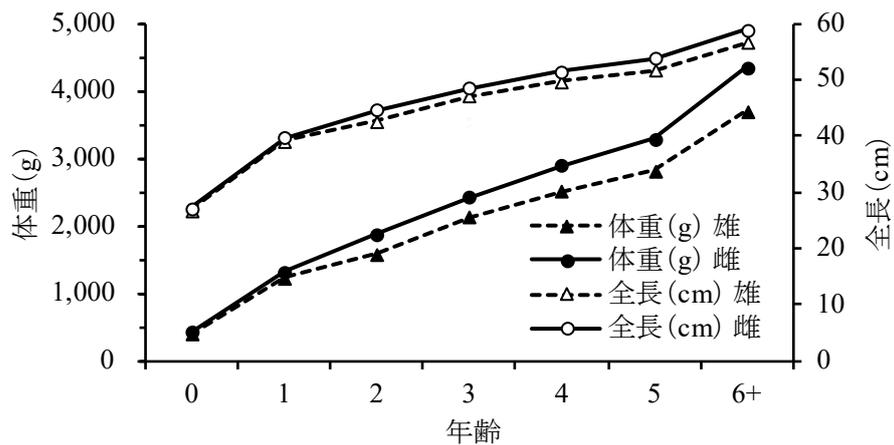


図 2-2. 年齢と成長 (2月1日時点)

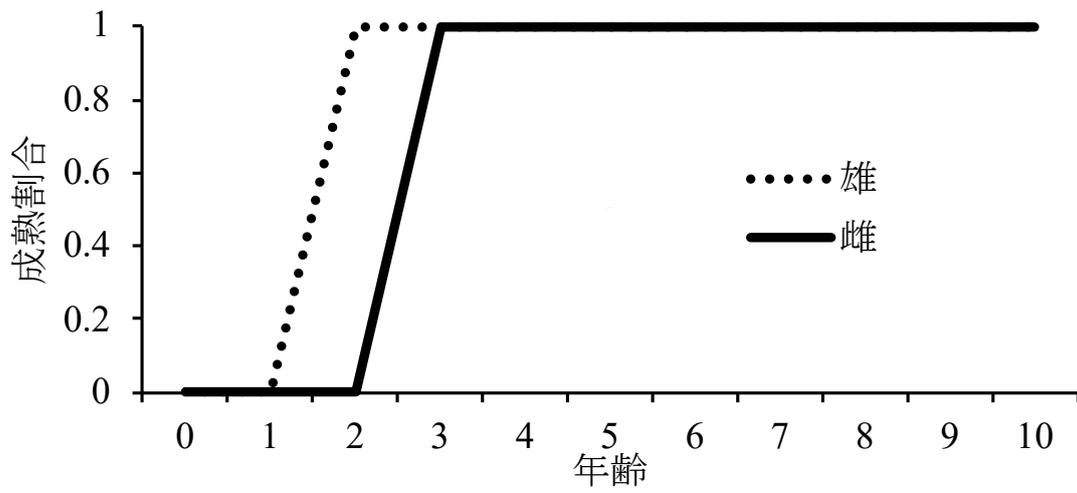


図 2-3. 年齢と成熟

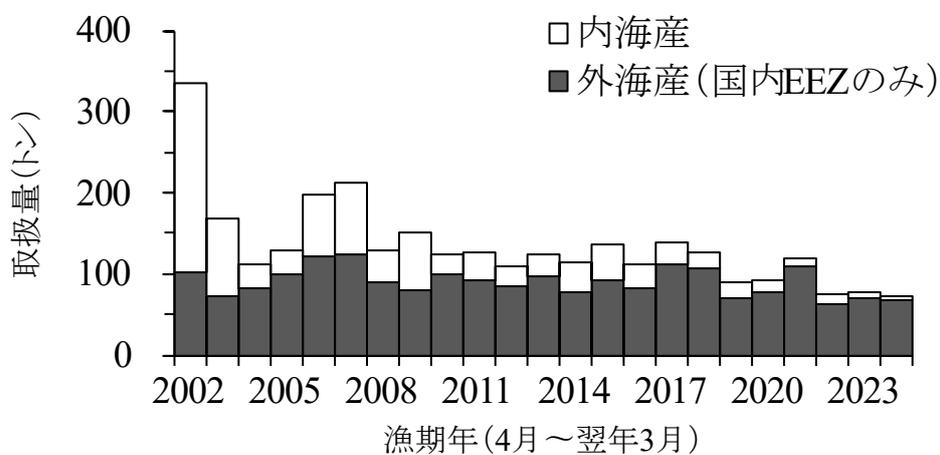
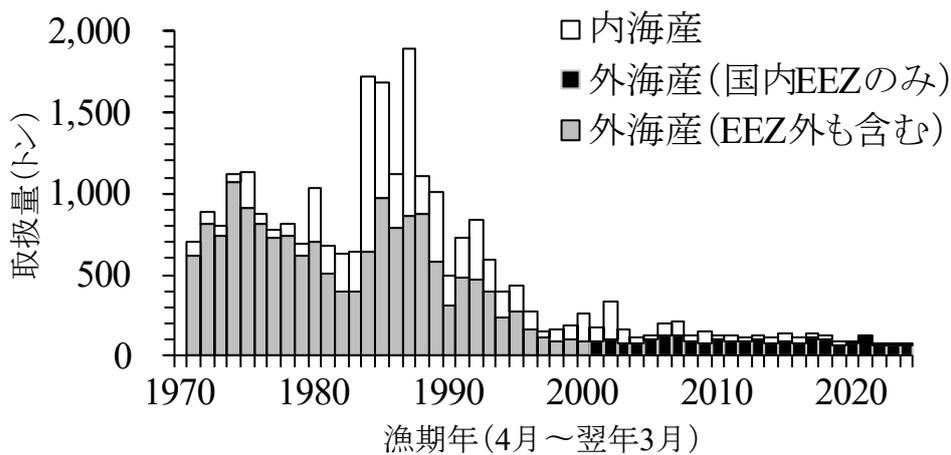


図 3-1. 下関唐戸魚市場の取扱量の推移（上段：資料全期間、下段：本系群資源評価期間）
 2020 年漁期以前は、同市場の内海産、外海産銘柄に基づく。2021 年漁期以降は、同市場の府県別取扱量に基づき、本系群の日本海・東シナ海産（有明海、八代海を含む）を外海産、それ以外を内海産として扱った。

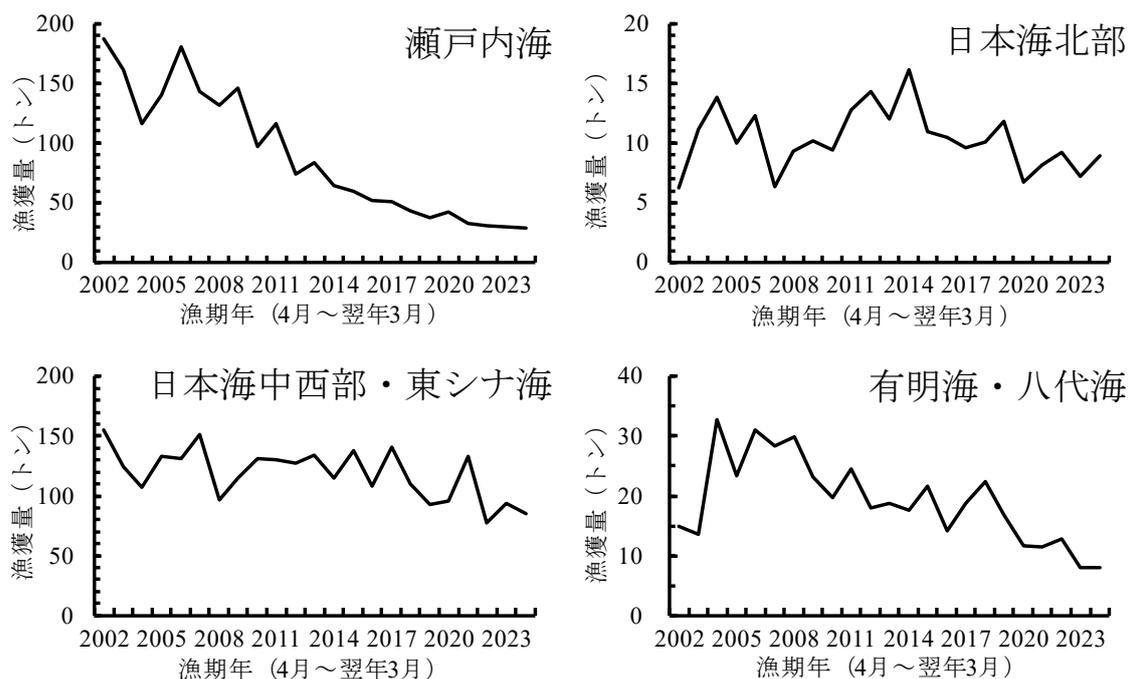


図 3-2. 海域別の漁獲量の推移 1

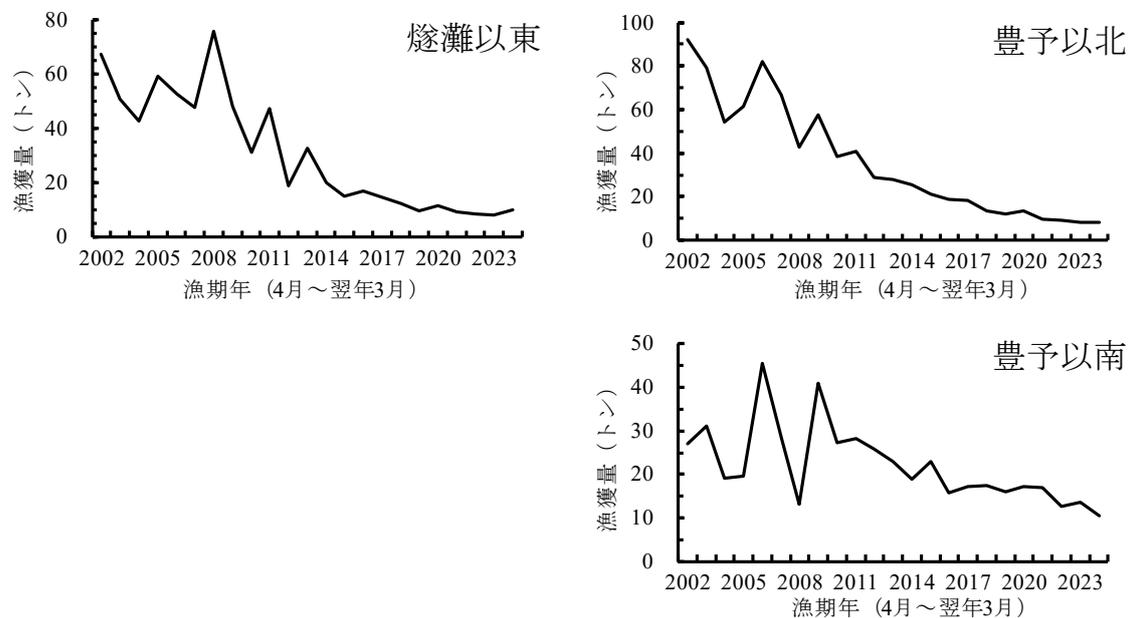


図 3-3. 海域別の漁獲量の推移 2 瀬戸内海の各海域区分における漁獲量の推移。海域区分は平井ほか (2021) の補足資料 7 を参照。

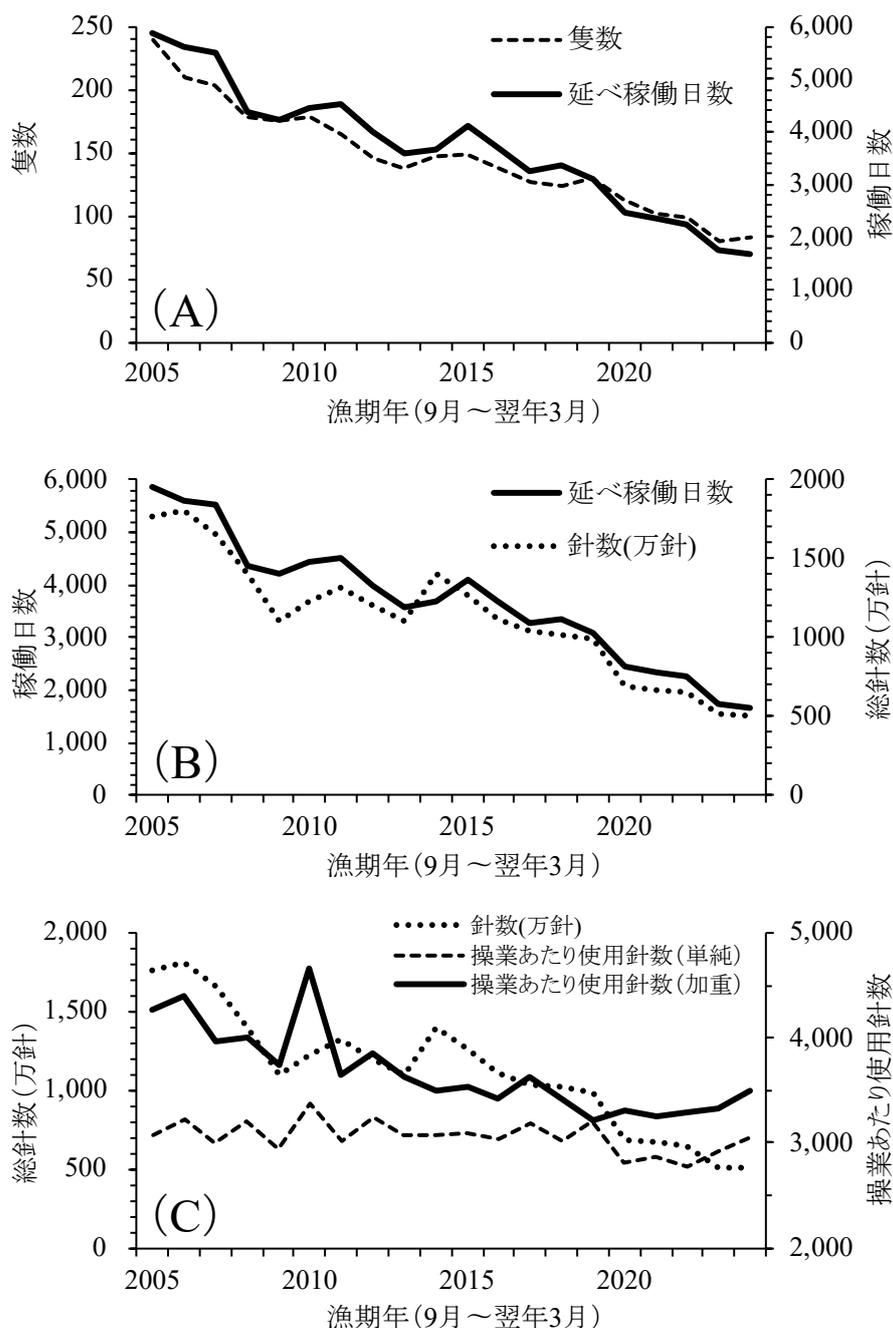


図 3-4. 九州・山口北西海域の 0 歳以上を対象としたはえ縄の努力量 (A) 各漁期年 (9月～翌年3月) 中の稼働隻数と稼働日数、(B) 稼働日数と総使用針数 (単位: 万針)、(C) 総使用針数 (万針) に対する、操業あたり使用針数。破線: 単純平均、実線: 船別集計に基づく稼働日数に対する加重平均。

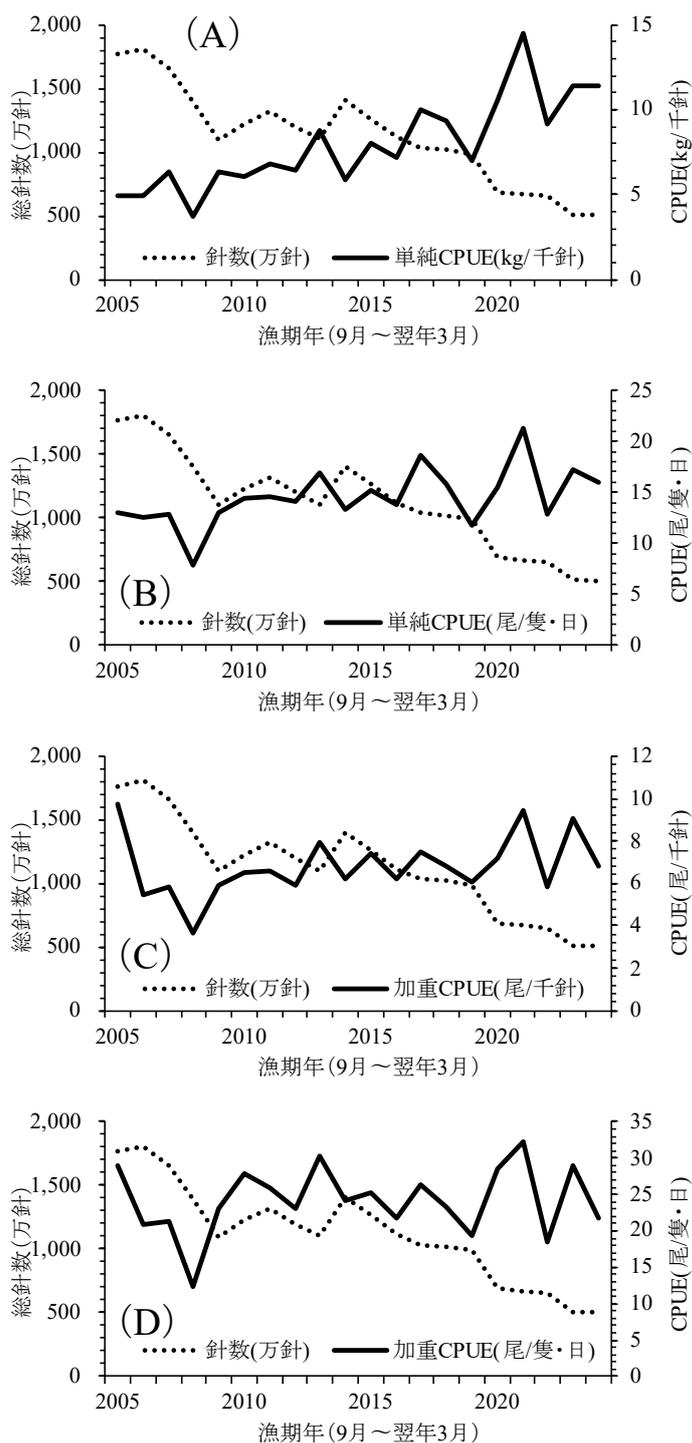


図 3-5. 九州・山口北西海域の 0 歳以上を対象としたはえ縄の CPUE (A) 総使用針数と針数当たりの単純 CPUE (重量単位)、(B) 総使用針数と隻・日あたりの単純 CPUE (尾数単位)、(C) 総使用針数と船別集計に基づき、個船ごとの漁獲尾数に対して算定した針数当たりの加重 CPUE、(D) 総使用針数と船別集計に基づき、個船ごとの漁獲尾数に対して算定した隻・日当たりの加重 CPUE。

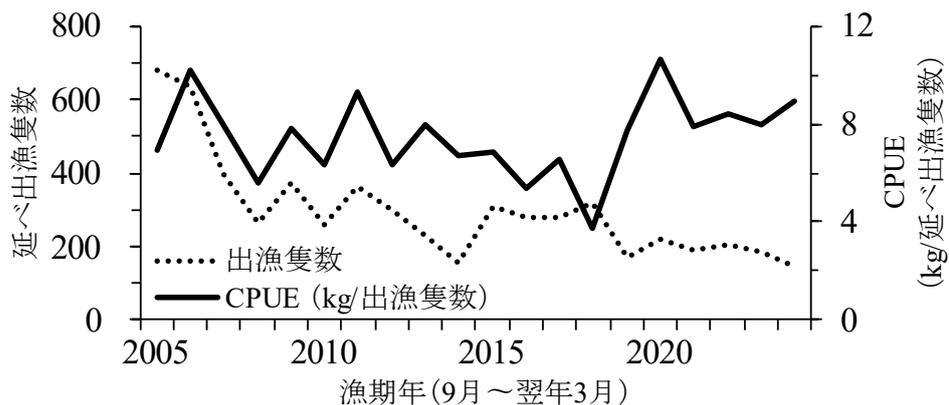


図 3-6. 伊予灘・豊後水道における標本漁協のはえ縄の努力量と単純 CPUE の推移

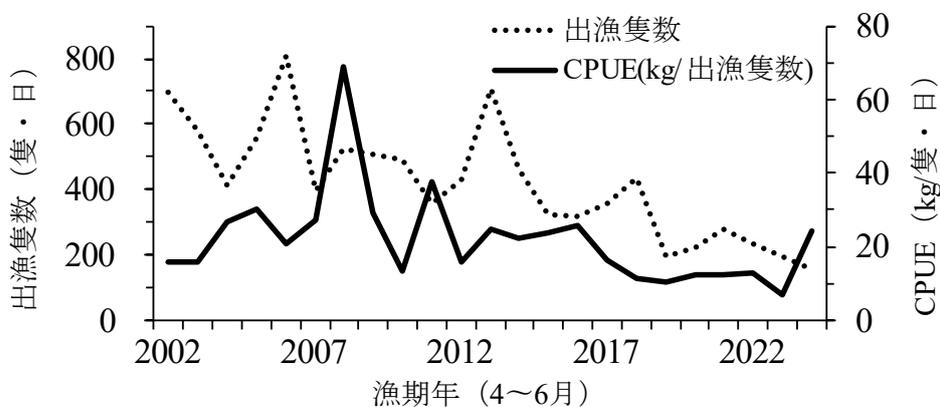


図 3-7. 備讃瀬戸における標本漁協の 1 歳以上 (1 kg 以上) を対象とした袋待網の努力量と単純 CPUE の推移 2019 年以降は一標本漁協について出漁隻数、単純 CPUE を算出。

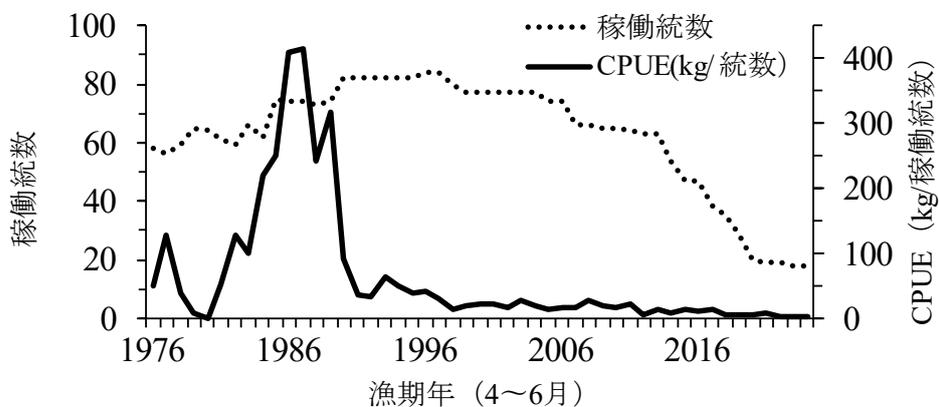


図 3-8. 備後灘における標本漁協の 1 歳以上を対象とした定置網の努力量と単純 CPUE の推移

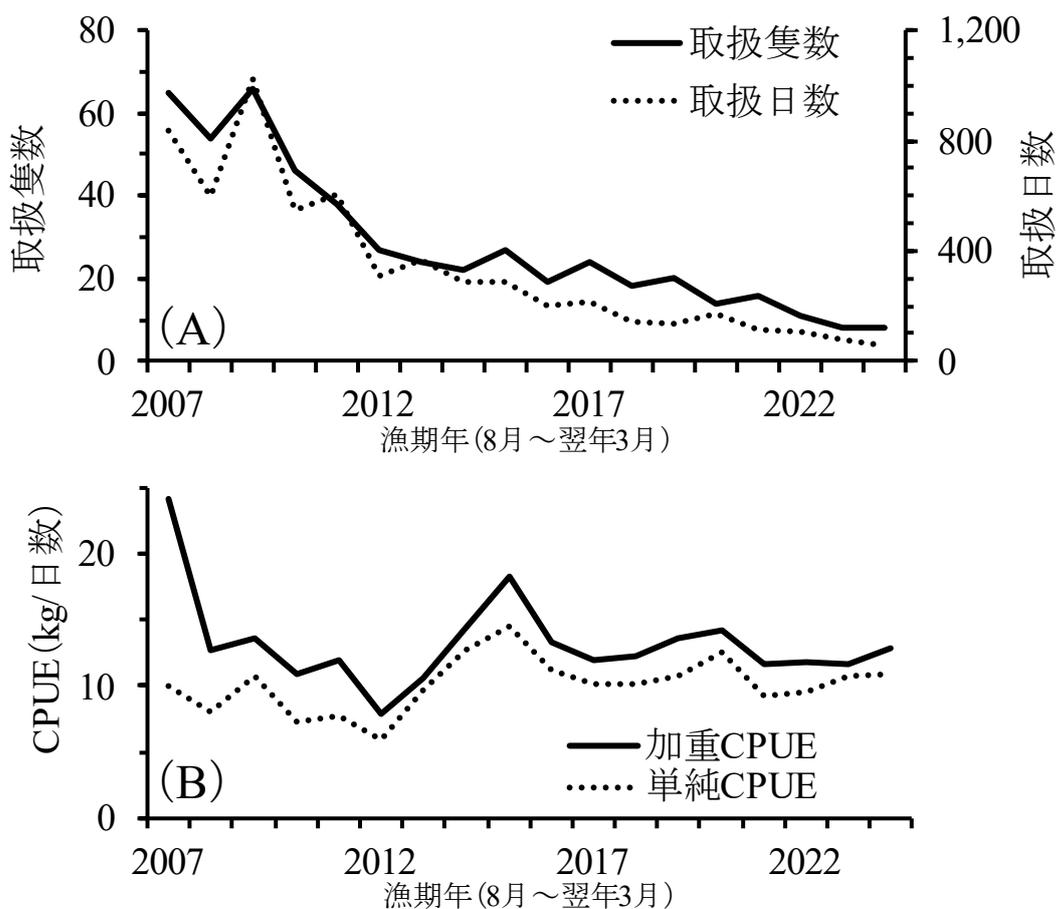


図3-9. 豊後水道のはえ縄(豊予海峡以北)における漁協取扱隻数および漁協取扱日数(A)と単純CPUEおよび加重CPUE(B)の推移。加重CPUEは船別の漁協取扱量に対する加重値を使用。

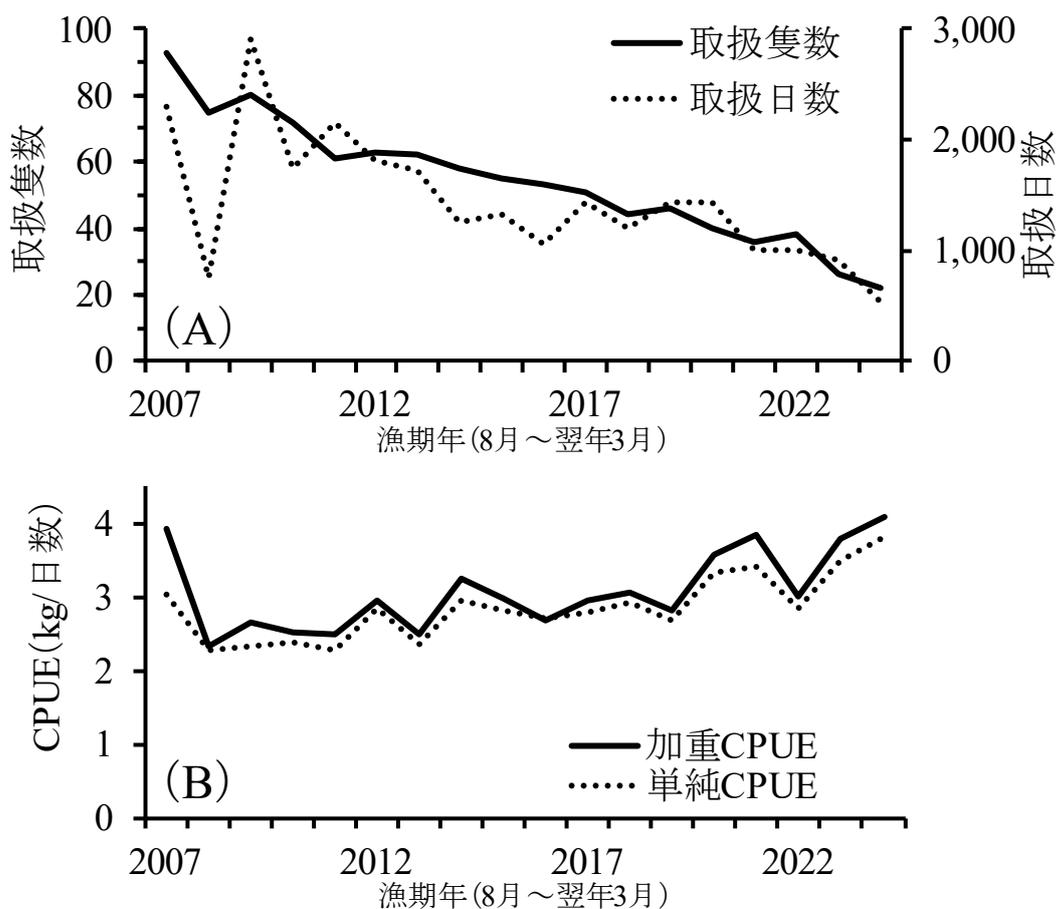


図 3-10. 豊後水道の釣り漁業（豊予海峡以南）における漁協取扱隻数および漁協取扱日数（A）と単純 CPUE および加重 CPUE（B）の推移 加重 CPUE は船別の漁協取扱量に対する加重値を使用。

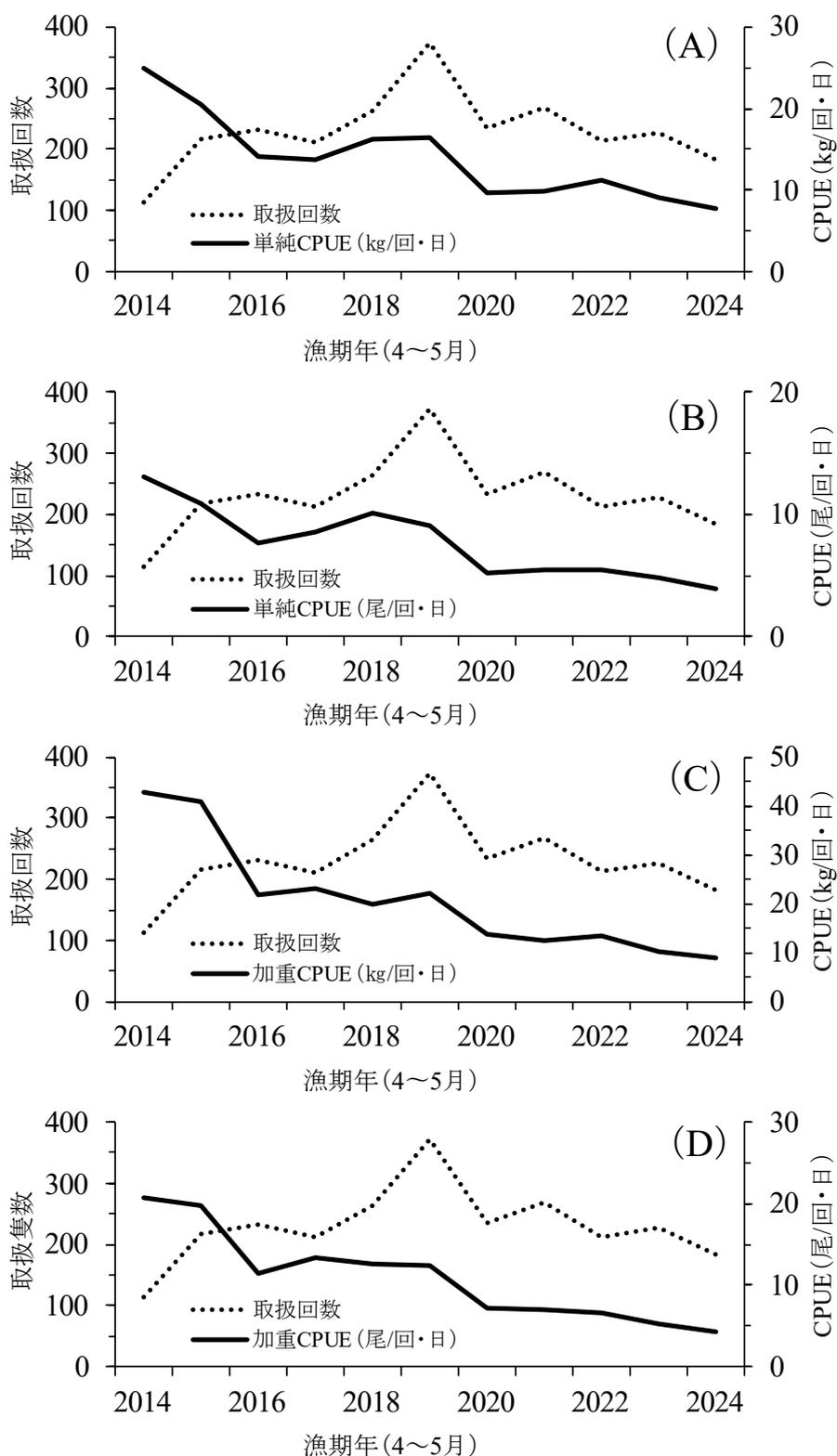


図 3-11. 関門海峡における市場取扱量（釣り）に基づく単純 CPUE (A)：重量単位および (B)：尾数単位) と加重 CPUE (C)：重量単位、(D)：尾数単位) の推移 加重 CPUE は船別の市場取扱尾数に対する加重値を使用。実線：各 CPUE。点線：延べ取扱回数。

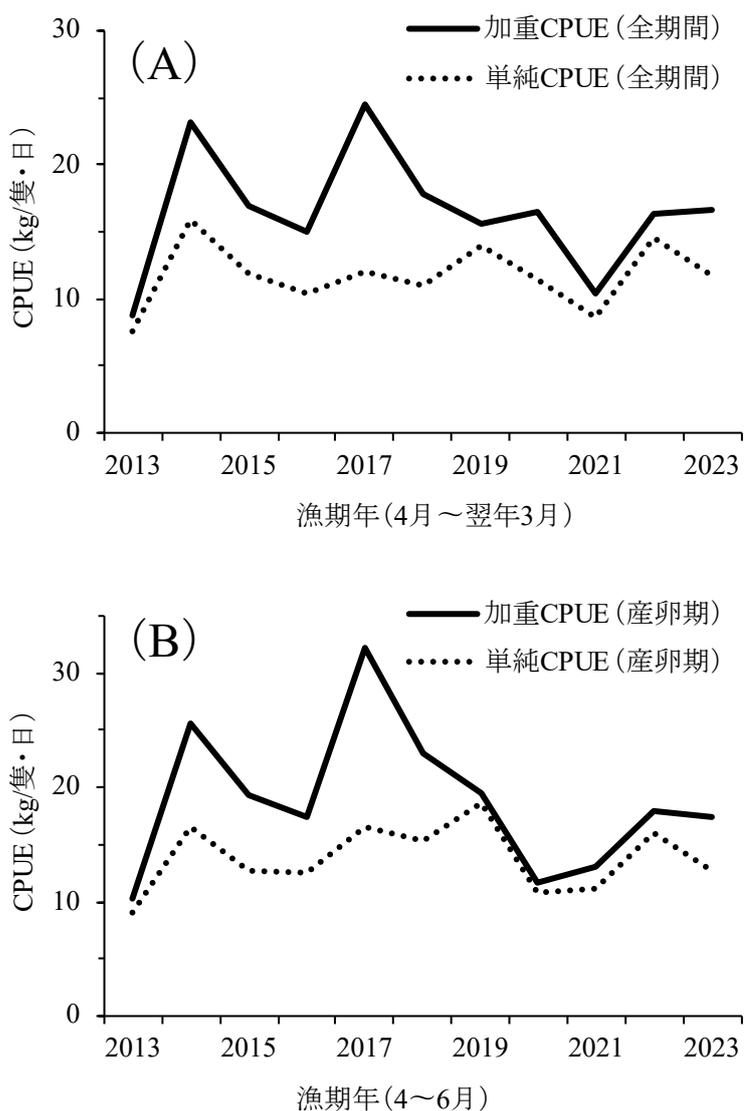


図 3-12. 男鹿半島周辺海域における漁協取扱量 (はえ縄、小型定置網) を対象とした CPUE の推移 (A) 通年での結果 (B) 産卵期 (4～6月) のみの結果 (2023 年漁期までの結果)。加重 CPUE は船別の漁協取扱量に対する加重値を使用。

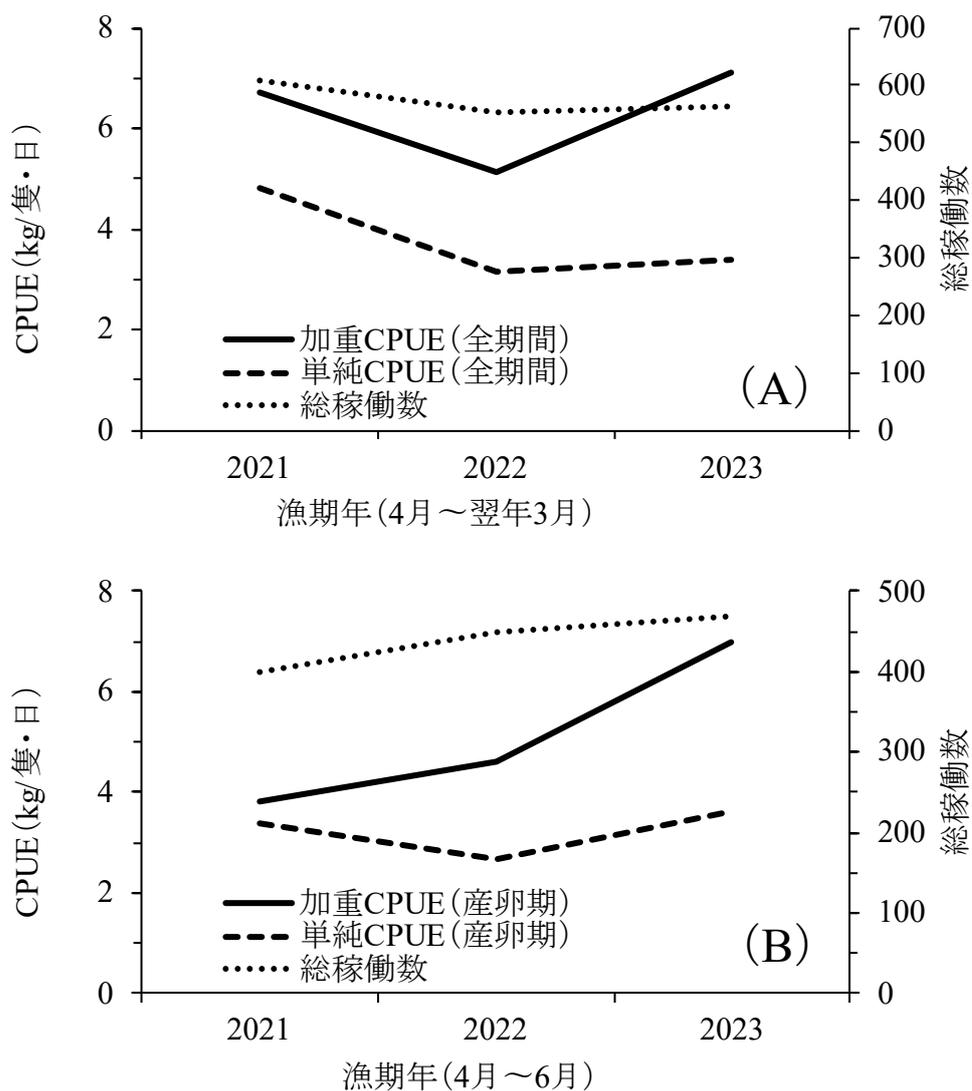


図 3-13. 能登半島周辺海域における市場取扱量（定置網・はえ縄）を対象とした CPUE の推移 (A) 通年での結果 (B) 産卵期 (4～6 月) のみの結果 (2023 年漁期までの結果)。加重 CPUE は船別の漁協取扱量に対する加重値を使用。

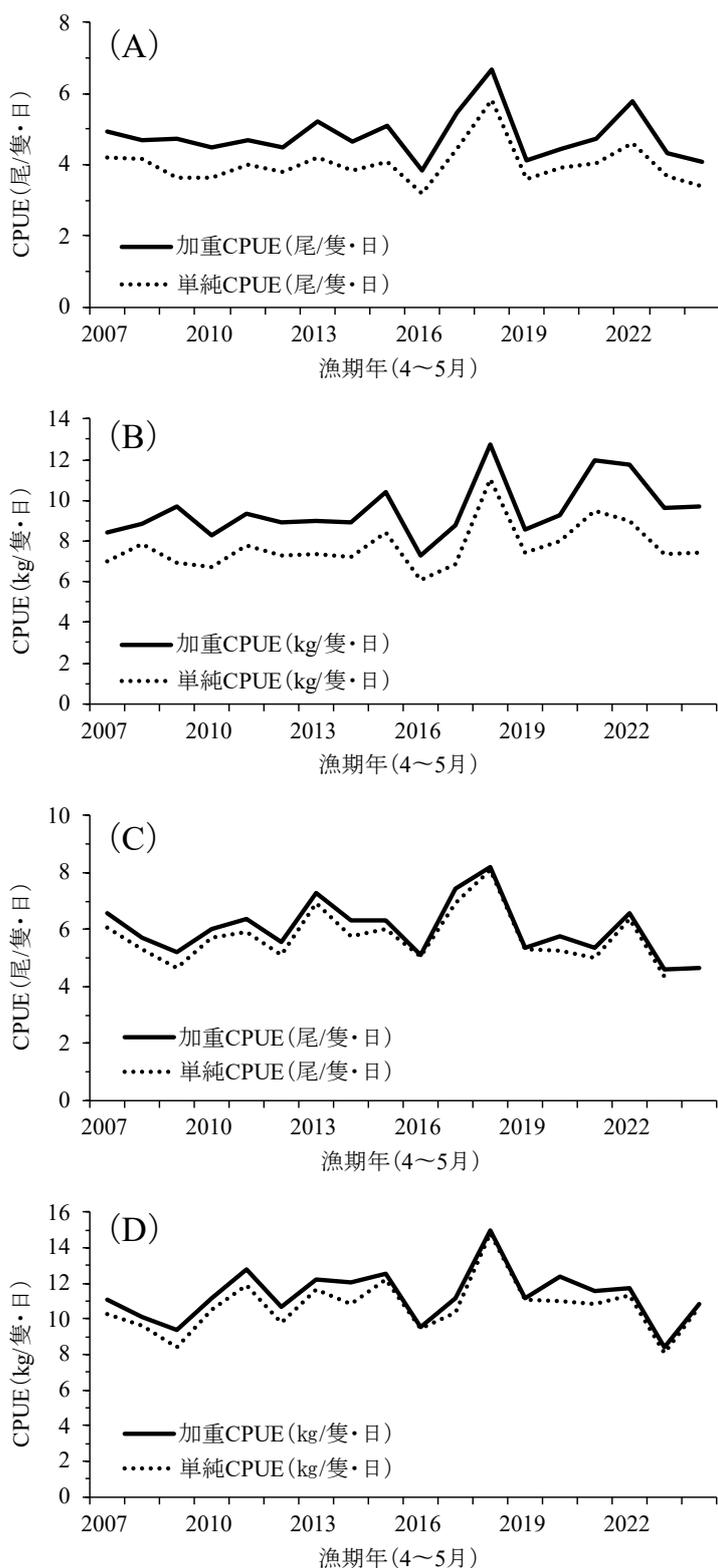


図 3-14. 有明海（長崎県海域）における漁協取扱量（釣り）を対象とした CPUE の推移 (A)、(C)尾数単位。(B)、(D)重量単位。(A)、(B)集計した全船データに基づく CPUE、(C)、(D)、漁獲量上位 3 隻データに基づく CPUE。加重 CPUE は船別の漁協取扱量に対する加重値を使用。

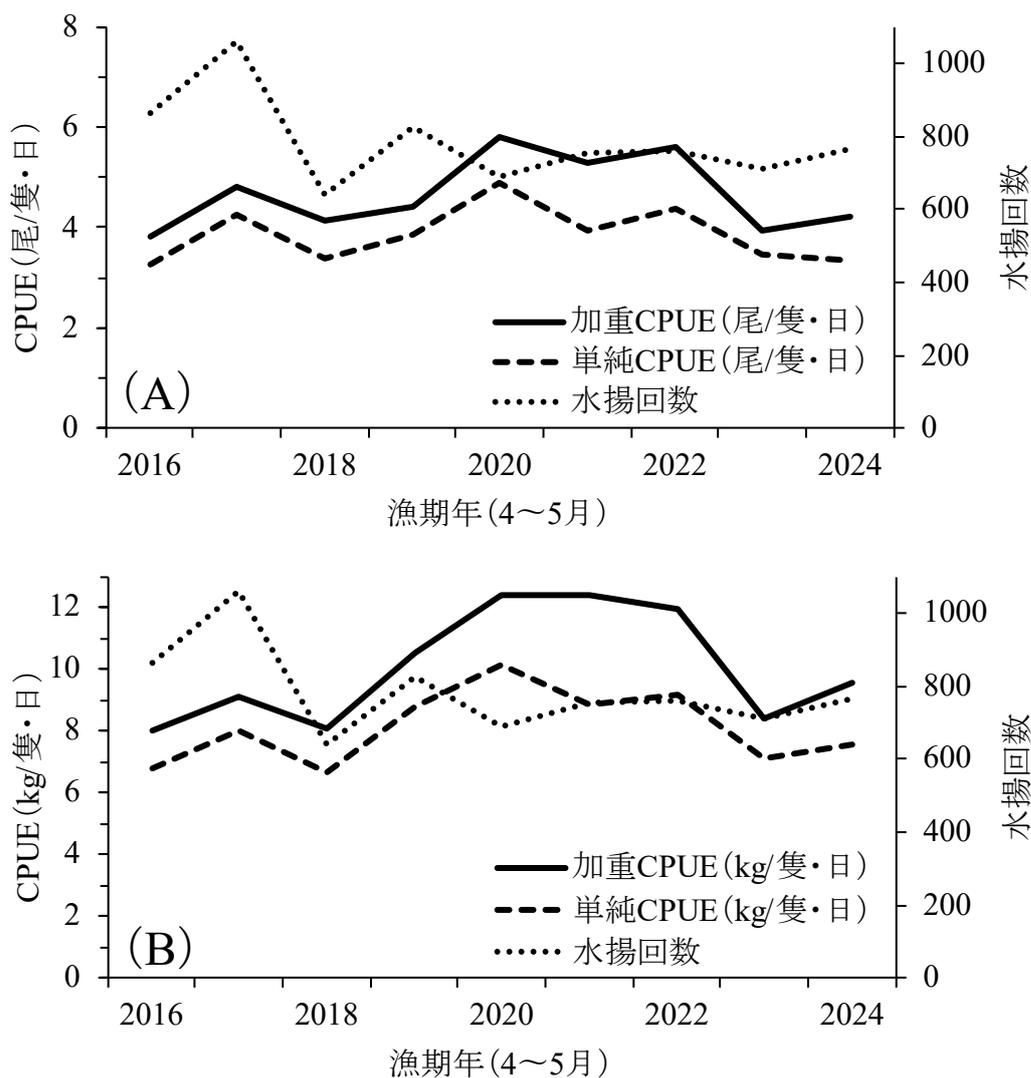


図 3-15. 有明海・八代海（熊本県海域）における漁協取扱量（釣り）を対象とした CPUE の推移 (A)尾数単位。(B)重量単位。加重 CPUE は船別の漁協取扱量に対する加重値を使用。

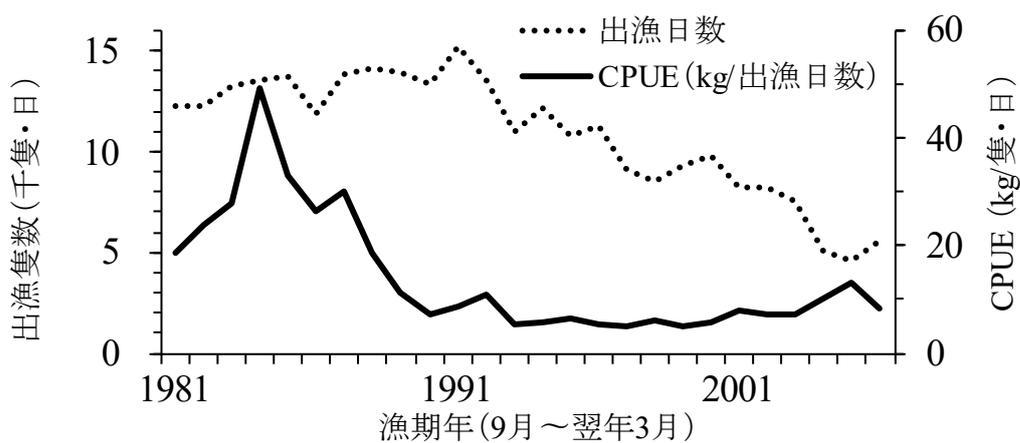


図 3-16. 山口県瀬戸内海側のはえ縄の努力量と単純 CPUE の推移

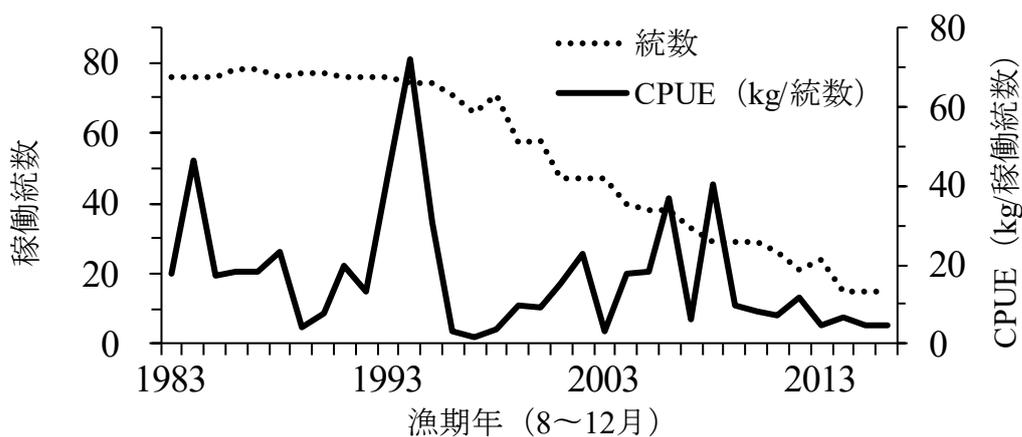


図 3-17. 備後灘における標本漁協の 0 歳を対象とした定置網の努力量と単純 CPUE の推移

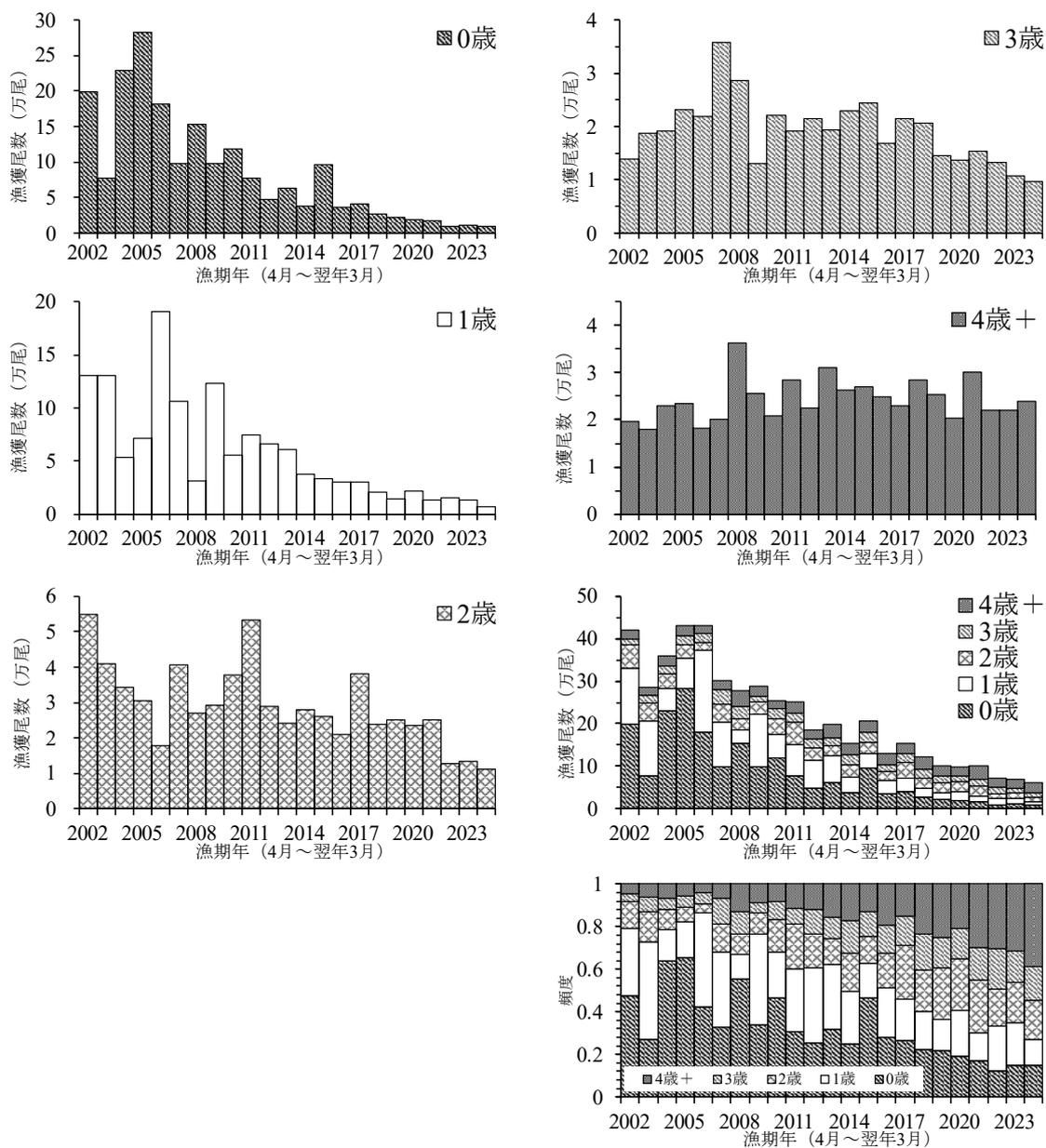


図 4-1. 年齢ごとの漁獲尾数 (0 歳～4 歳+) と漁獲に占める年齢別漁獲尾数の割合 (右下図) の推移

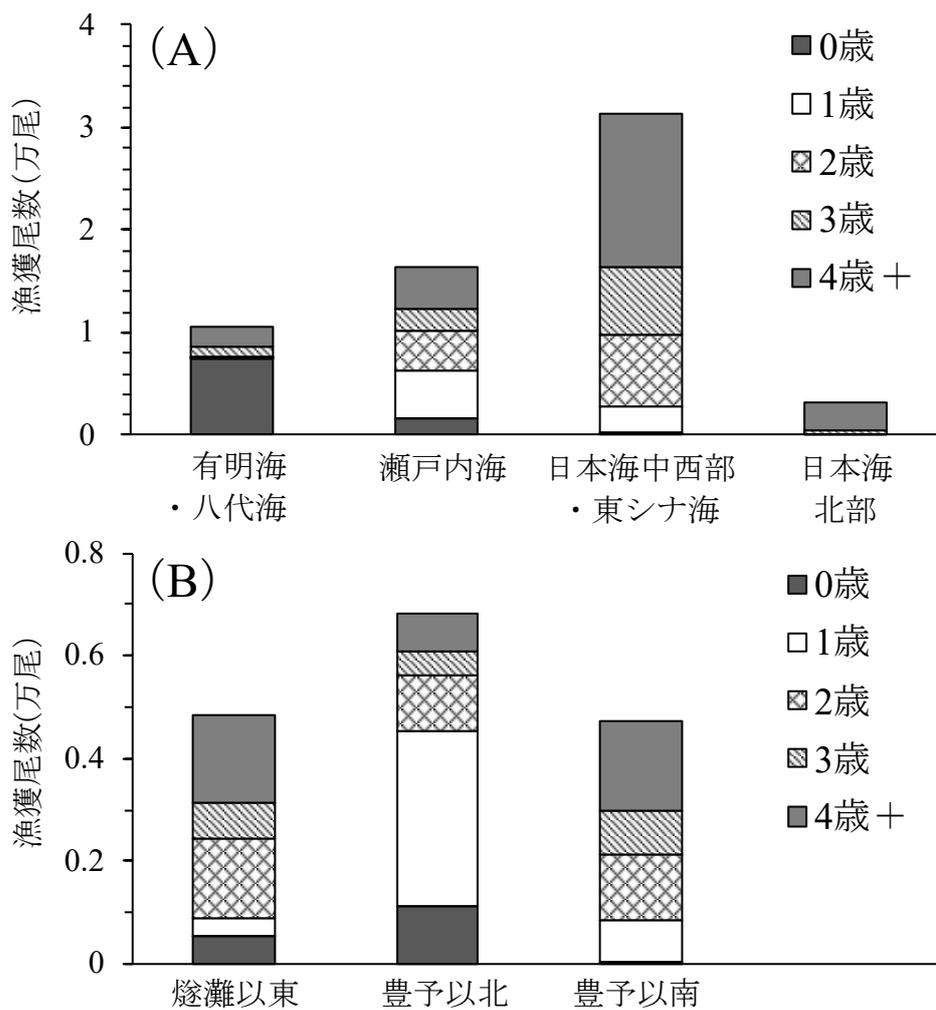


図 4-2. 2024 年漁期の年齢別漁獲尾数 (A) 地域別、(B) 瀬戸内海の地域区分。

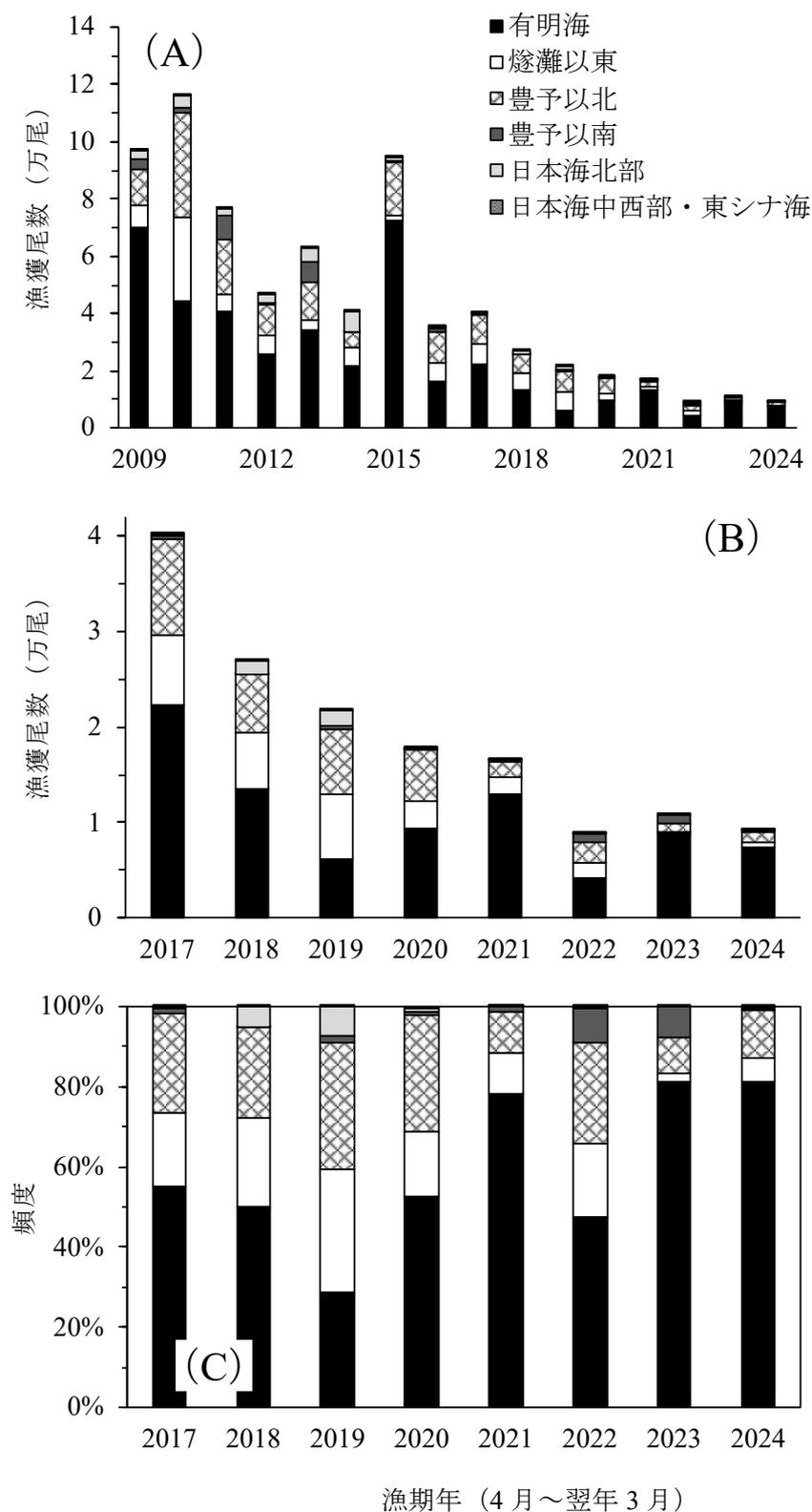


図 4-3. 海域別当歳魚漁獲尾数 (A): 海域ごとの年齢分解結果が揃っている 2009 年漁期以降、(B): 直近 8 年間、(C): (B) の頻度分布。

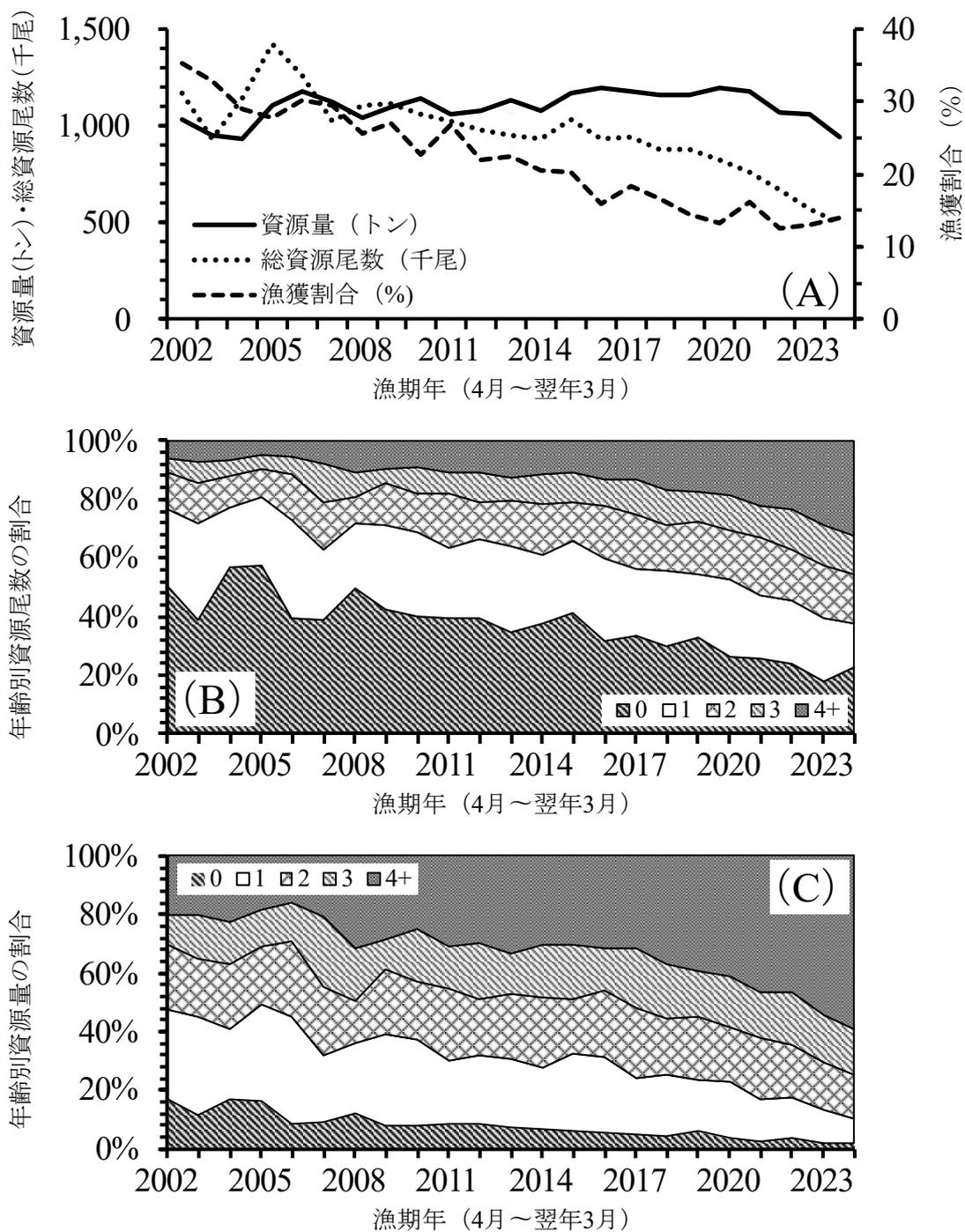


図 4-4. 資源量・総資源尾数・漁獲割合の推移 (A)、年齢別資源尾数の割合 (B)、年齢別資源量の割合 (C)

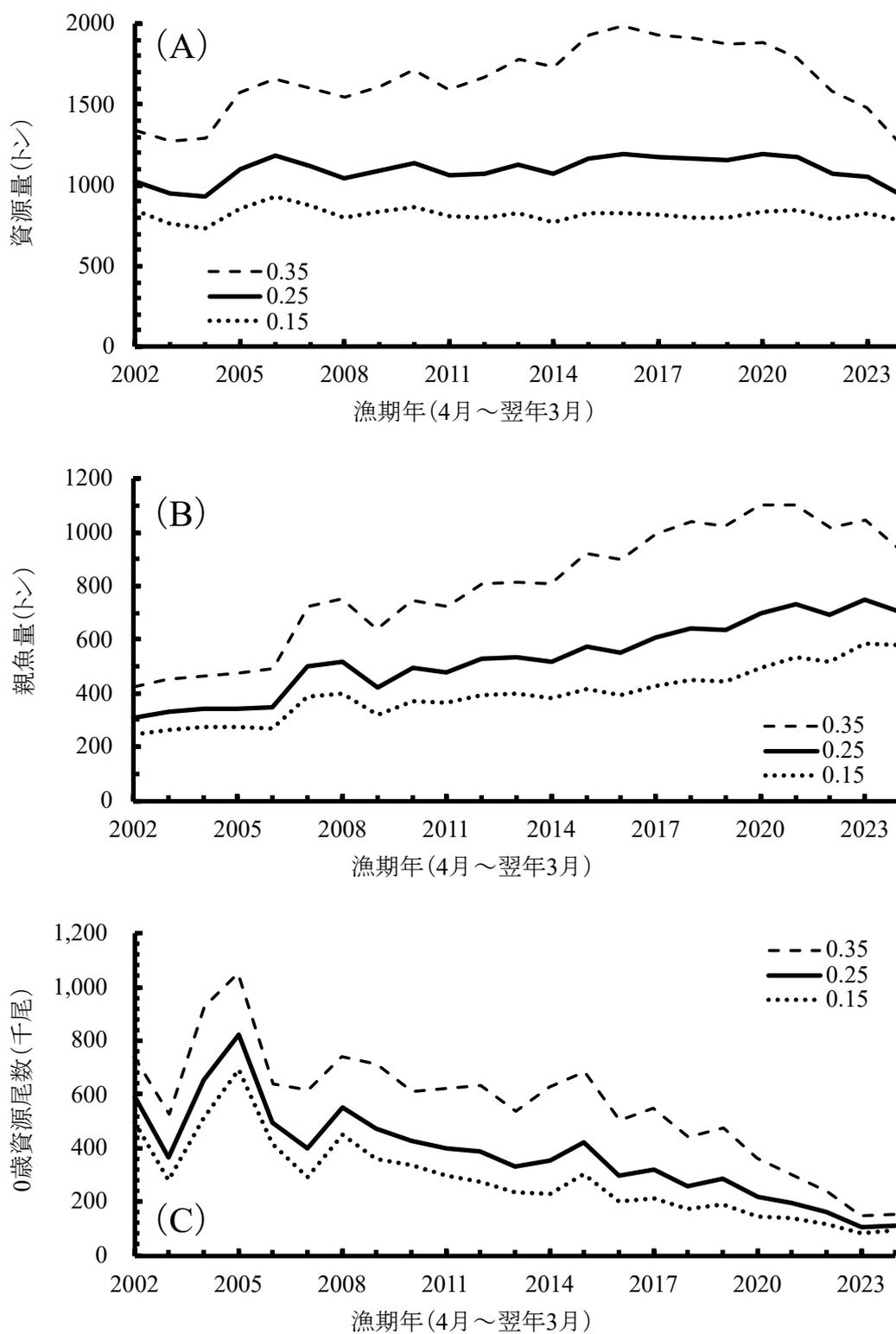


図 4-5. 資源量推定における自然死亡係数 M の感度分析結果
 (A) 資源量、(B) 親魚量、(C) 0歳資源尾数。

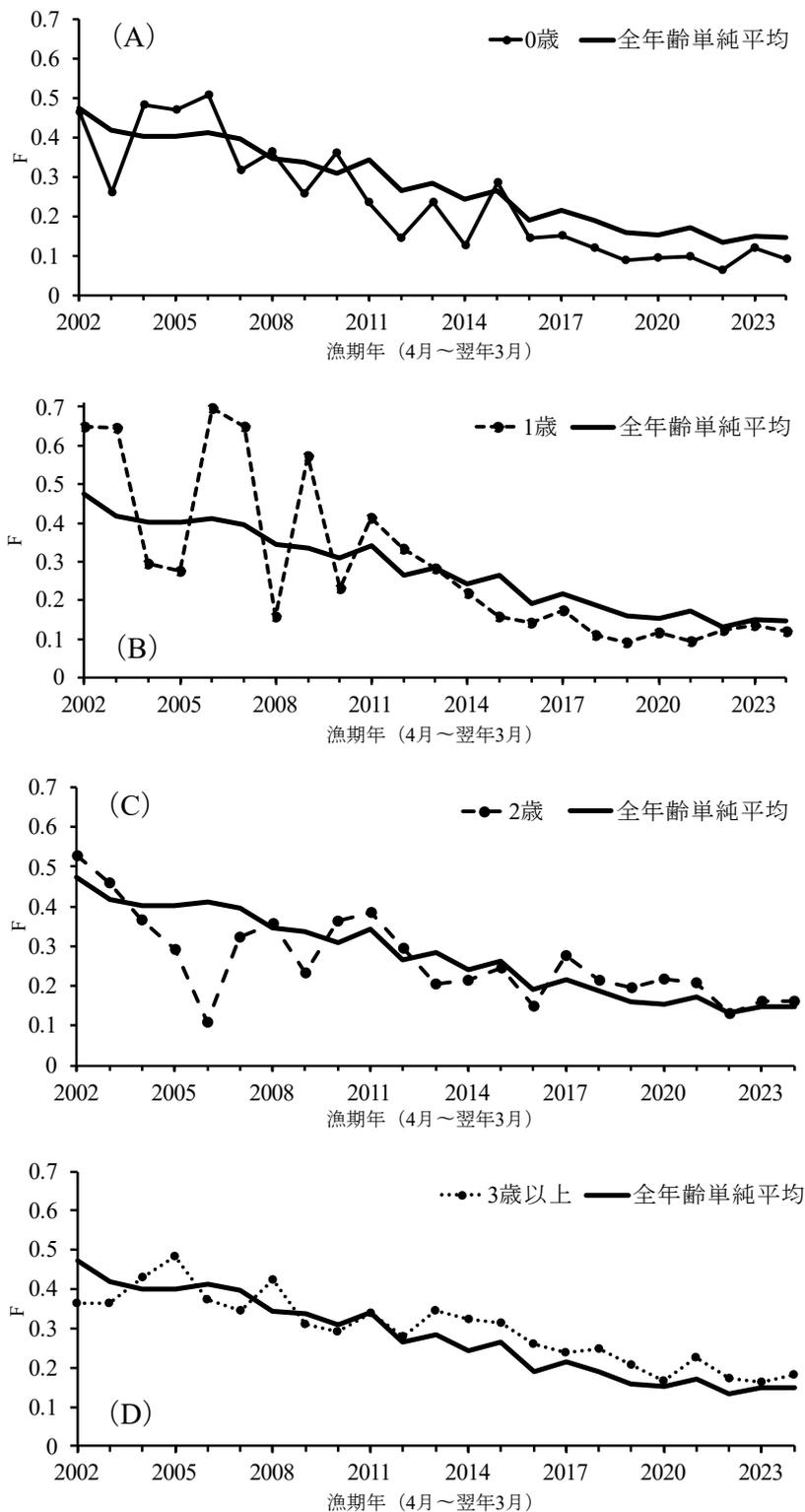


図 4-6. 各年齢の F と、F の全年齢平均の推移 (A) 0 歳、(B) 1 歳、(C) 2 歳、(D) 3 歳以上。4 歳以上は 3 歳 F と同じと仮定。

5 5

図 4-7. %SPR の推移

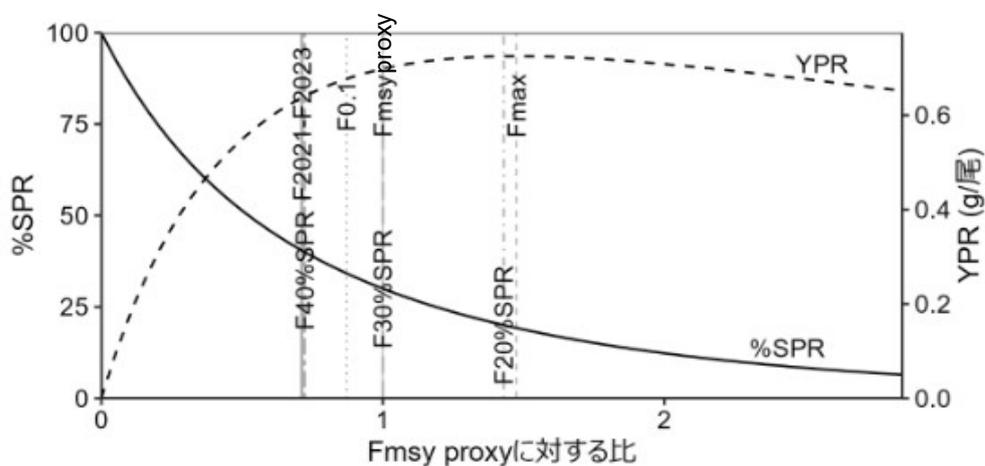


図 4-8. F と YPR、SPR の関係

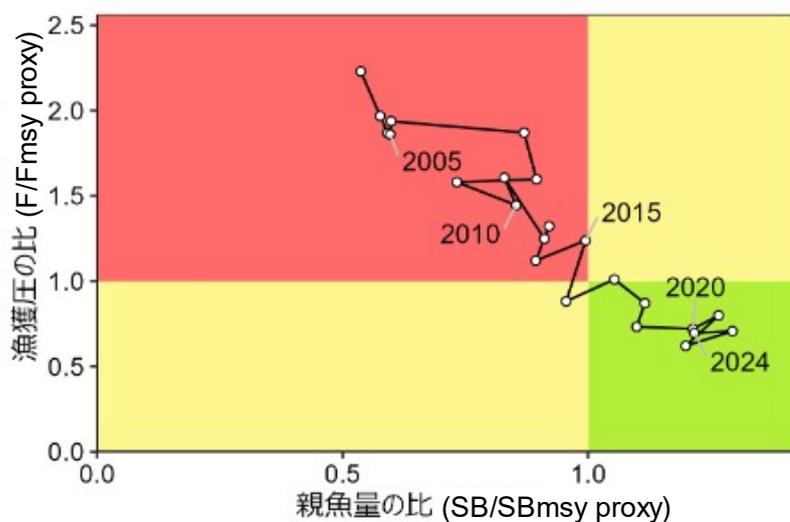


図 4-9. 最大持続生産量(MSY)を実現する親魚量の代替値(SBmsy proxy)とMSYを実現する漁獲圧の代替値(Fmsy proxy)に対する過去の親魚量および漁獲圧の関係(神戸プロット)

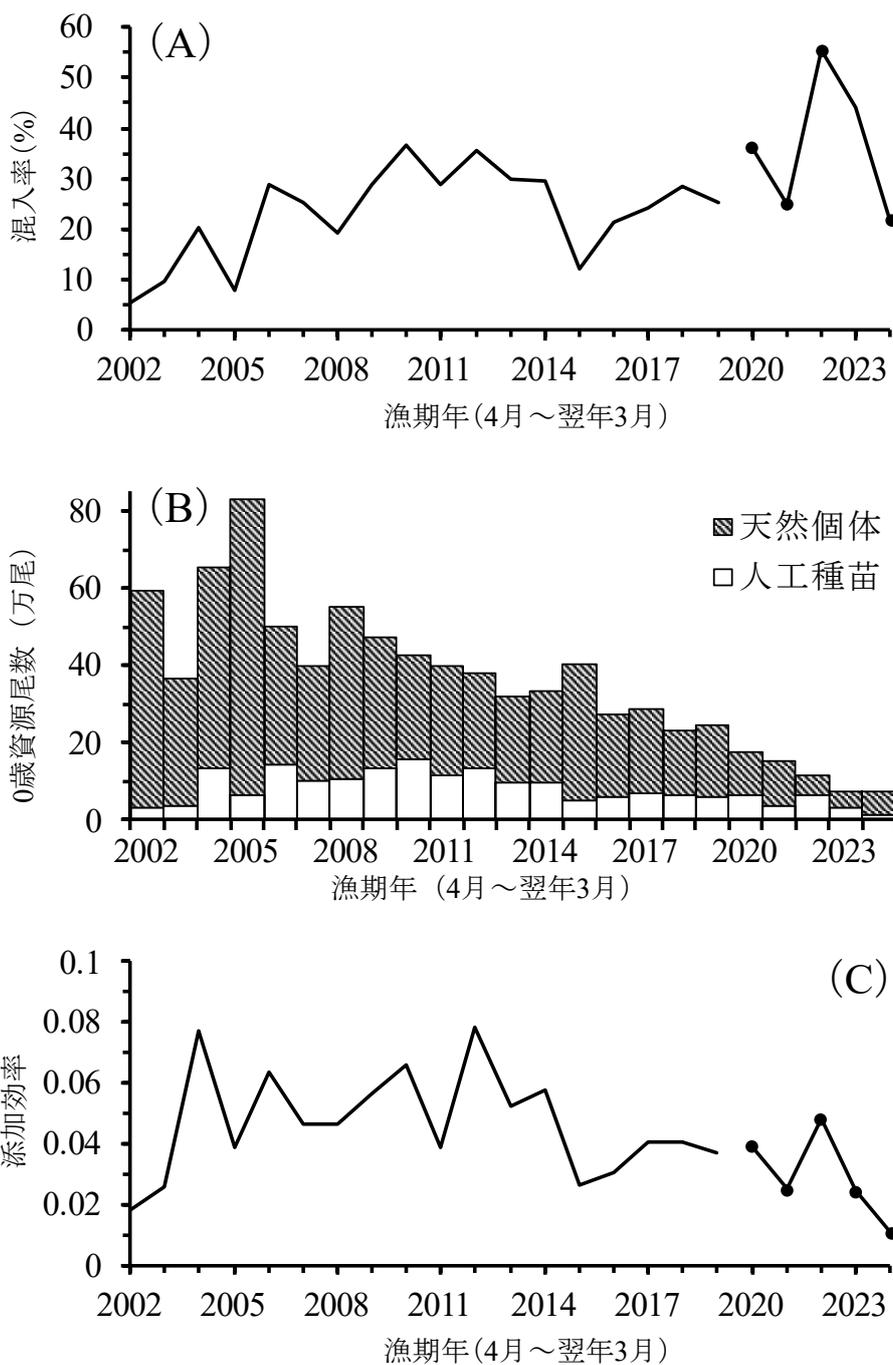


図 4-10. 人工種苗放流による 0 歳資源尾数への添加状況

(A) 混入率の推移。ドットは全数標識に基づく算定結果 (2020 年漁期以降)、(B) 0 歳資源尾数の天然魚と放流魚の内訳、(C) 添加効率の推移。ドットは全数標識に基づく算定結果 (2020 年漁期以降)。

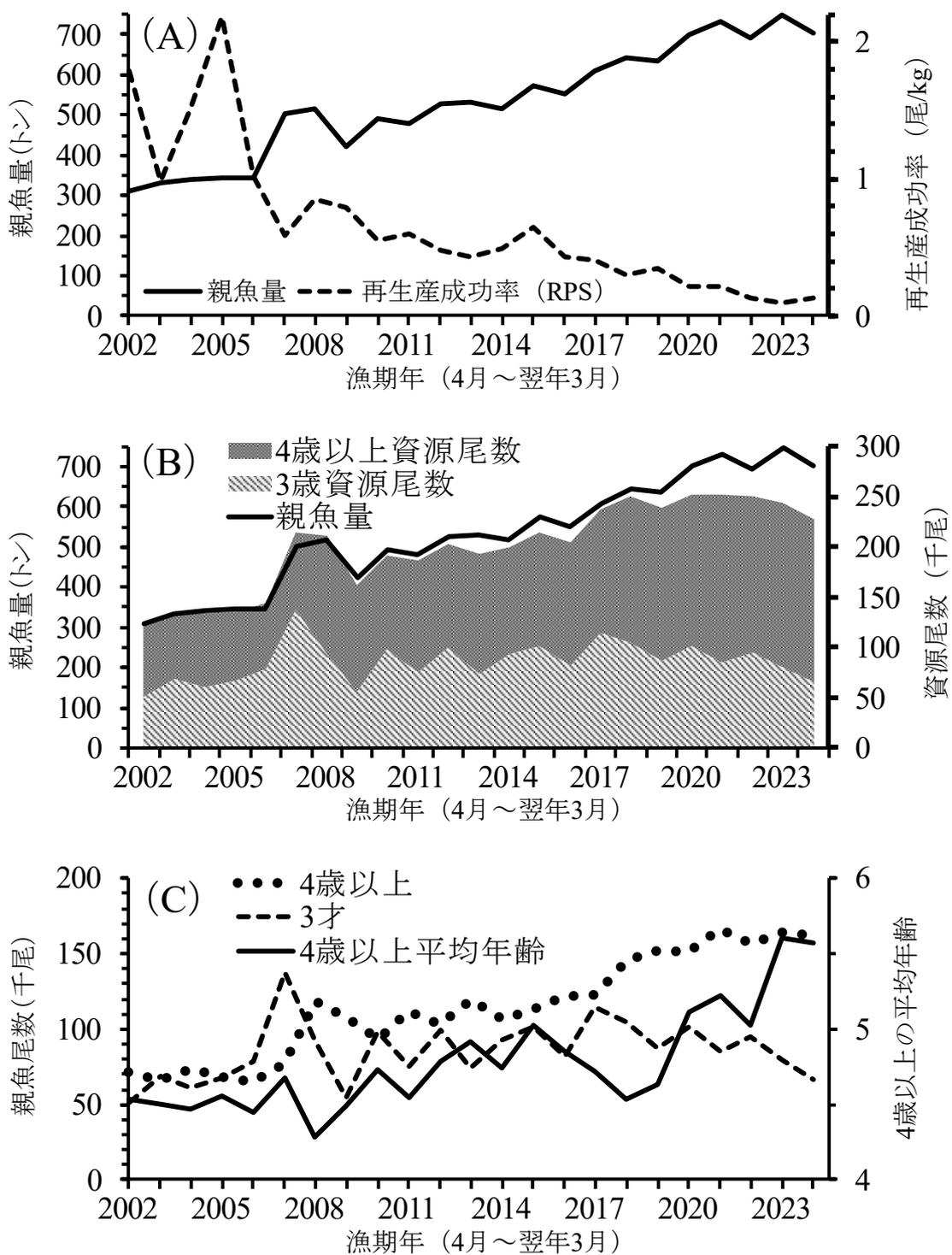


図 4-11. 再生産成功率と親魚の資源動向

(A) 親魚量と再生産成功率の年推移、(B) 親魚量と親魚尾数 (3歳+4歳以上) の年推移、(C) 年齢別親魚尾数と4歳以上のプラスグループの推定平均年齢。平均年齢は4歳以上の平均体重から推定平均全長→推定平均年齢への逆算による。

表 3-1. 下関唐戸魚市場の取扱量の推移（トン）2020 年漁期以前は同市場の外海産、内海産銘柄に従った分類。2021 年漁期以降は同市場の府県別取扱量に基づく。斜体は前年から再集計した値（小数点以下の場合示さず）。

漁期年	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
外海産	615	809	736	1,068	909	810	730	745	611	707
内海産	90	74	63	57	218	69	51	66	82	325
合計	704	883	799	1,125	1,127	879	781	811	693	1,032
漁期年	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
外海産	513	397	395	637	973	786	865	881	577	315
内海産	172	229	247	1,079	709	336	1,025	225	428	176
合計	684	626	642	1,716	1,681	1,123	1,891	1,106	1,005	490
漁期年	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
外海産	485	471	392	234	279	164	114	95	103	94
内海産	244	369	198	168	152	105	35	65	85	165
合計	729	840	590	402	430	269	148	160	188	258
漁期年	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
外海産	87	101	73	83	100	122	124	91	81	100
内海産	92	234	95	27	29	75	89	38	70	25
合計	179	336	168	111	129	197	212	129	151	125
漁期年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
外海産	92	86	98	78	93	82	112	108	71	78
内海産	35	23	26	36	43	30	26	18	19	13
合計	127	109	124	114	136	112	138	126	90	91
漁期年	2021	2022	2023	2024						
外海産	109	64	70	67						
内海産	9	10	8	6						
合計	119	74	78	74						

漁期年（4月～翌年3月）集計。

表 3-2. 府県別および有明海 0 歳魚の漁獲量の推移 (トン)

漁期年	秋田	山形	石川	福井	京都	鳥取	島根	山口 日本海	福岡
2002	*0	-	6	8	7	4	2	56	59
2003	6	-	5	5	3	3	1	32	52
2004	4	-	7	0	3	3	1	43	50
2005	4	-	6	0	1	3	4	51	51
2006	5	-	8	4	1	2	4	40	58
2007	6	-	6	5	2	3	3	44	65
2008	7	-	5	9	4	3	4	38	27
2009	6	-	4	1	2	3	4	34	49
2010	6	-	4	4	2	3	5	33	64
2011	6	-	7	9	3	4	4	35	60
2012	6	-	8	5	2	3	3	39	61
2013	6	-	6	6	2	2	4	48	61
2014	7	-	9	9	2	1	3	24	73
2015	6	-	4	5	2	1	4	42	78
2016	5	-	6	6	2	2	3	34	58
2017	5	-	5	5	3	1	4	49	62
2018	5	-	5	6	2	1	5	52	43
2019	7	-	5	6	2	2	3	32	47
2020	3	2	2	5	1	1	3	35	46
2021	4	1	4	5	2	1	3	56	62
2022	4	2	3	4	2	1	3	27	39
2023	2	1	4	3	2	2	4	42	33
2024	5	1	3	2	2	1	3	39	34

*2003年1～3月のみ。

斜体：前年漁期までに未集計であった海域について提出があった場合で、1トン以上の修正が生じた場合には斜体で示した。

表 3-2. (続き)

漁期年	佐賀	長崎	熊本	**有明海 0歳魚	鹿児島	宮崎	大分	愛媛
2002	10	14	3	10	2	8	51	20
2003	13	17	5	8	1	7	44	22
2004	7	8	4	28	1	2	26	21
2005	9	22	4	16	1	4	25	19
2006	12	16	5	21	2	12	45	24
2007	9	22	10	12	1	8	33	22
2008	3	17	9	11	1	2	18	20
2009	9	19	9	10	1	9	37	29
2010	14	17	7	5	1	3	24	25
2011	9	16	10	6	1	4	25	22
2012	6	17	7	4	1	2	17	21
2013	7	16	7	6	1	3	20	12
2014	3	15	5	3	1	3	14	14
2015	5	16	7	9	1	2	15	14
2016	2	12	7	2	1	1	9	12
2017	4	16	8	3	1	1	11	13
2018	3	19	8	2	0	1	10	13
2019	2	14	8	1	0	1	9	13
2020	1	9	9	1	1	1	11	11
2021	2	8	6	2	0	1	8	11
2022	2	9	7	1	0	1	7	10
2023	1	6	6	1	0	1	7	11
2024	1	5	5	1	1	1	5	10

**福岡県、長崎県、佐賀県、熊本県の漁獲量の合算。

太字: 概数値。

斜体: 前年漁期までに未集計であった海域について提出があった場合で、1トン以上の修正が生じた場合には斜体で示した。

表 3-2. (続き)

漁期年	山口 瀬戸内海	広島	岡山	兵庫 瀬戸内海	香川	徳島	和歌山	計
2002	39	10	16	2	15	15	4	363
2003	39	10	9	10	11	5	1	310
2004	22	12	3	6	16	1	0	270
2005	33	11	12	7	20	3	0	307
2006	49	9	10	10	17	2	1	355
2007	33	4	7	15	13	3	1	329
2008	17	8	10	8	45	1	1	267
2009	26	5	6	12	18	3	1	295
2010	19	6	6	4	7	1	0	258
2011	20	6	9	9	17	1	1	284
2012	18	3	2	2	7	0	0	235
2013	16	4	6	4	17	0	0	254
2014	14	2	2	2	11	0	0	219
2015	12	2	2	2	8	0	0	236
2016	12	2	2	2	9	0	0	<i>190</i>
2017	11	2	3	2	7	0	0	215
2018	8	1	2	2	5	0	0	<i>192</i>
2019	7	1	2	2	3	0	0	<i>166</i>
2020	7	2	1	3	3	0	0	159
2021	4	1	1	2	4	0	0	189
2022	4	0	2	3	3	0	0	<i>135</i>
2023	4	0	2	2	2	0	0	<i>138</i>
2024	5	0	1	2	4	0	0	131

太字:概数値。

斜体:前年漁期までに未集計であった海域について提出があった場合で、1トン以上の修正が生じた場合には斜体で示した。

表 3-3. 海域別漁法別の努力量と CPUE の推移

漁期年	九州・山口北西海域		伊予灘・豊後水道		備讃瀬戸	
	はえ縄 ¹		はえ縄 ²		袋待網 ³	
	針数	CPUE (kg/千針)	出漁 隻数	CPUE (kg/出漁隻数)	出漁 隻数	CPUE (kg/出漁隻数)
1999					531	19
2000						
2001						
2002					698	16
2003					578	16
2004					412	27
2005	17,647,521	5	680	7	558	30
2006	18,063,367	5	636	10	806	21
2007	16,554,741	6	399	8	398	27
2008	13,972,456	4	265	6	525	69
2009	10,988,266	6	373	8	510	29
2010	12,257,017	6	258	6	493	13
2011	13,167,825	7	365	9	354	37
2012	11,975,289	6	300	6	431	16
2013	11,037,943	9	227	8	706	25
2014	14,036,369	6	157	7	462	22
2015	12,618,270	8	307	7	322	24
2016	11,164,212	7	279	5	318	26
2017	10,362,745	10	277	7	354	16
2018	10,183,029	9	318	4	436	12
2019	9,888,216	7	168	8	193 ^a	10 ^a
2020	6,877,675	11	220	11	220 ^a	12 ^a
2021	6,712,258	15	189	8	281 ^a	12 ^a
2022	6,532,341	9	204	8	233 ^a	13 ^a
2023	5,106,537	11	186	8	195 ^a	7 ^a
2024	5,057,742	11	143	9	157 ^a	24 ^a

¹漁期は9月～翌年3月、1歳以上を対象。本データからチューニング指標を抽出・使用。

²漁期は7月～翌年3月、全年齢を対象。

³漁期は4月～6月、2歳以上の成熟個体と未成熟の1歳を対象。

^a対象の標本漁協が2から1に減少。

表 3-3. (続き)

備後灘								
定置網 ⁴								
漁期年	統数	CPUE (kg/統数)	漁期年	統数	CPUE (kg/統数)	漁期年	統数	CPUE (kg/統数)
1976	58	51	1996	84	40	2016	47	10
1977	56	128	1997	84	29	2017	38	12
1878	59	40	1998	80	15	2018	35	5
1979	65	8	1999	77	19	2019	29	5
1980	64	—	2000	77	23	2020	20	4
1981	61	54	2001	77	21	2021	19	7
1982	59	127	2002	77	15	2022	19	2
1983	66	99	2003	77	26	2023	18	2
1984	62	221	2004	77	18	2024	18	3
1985	75	251	2005	74	14			
1986	74	408	2006	74	17			
1987	74	413	2007	66	16			
1988	73	241	2008	66	27			
1989	74	318	2009	65	18			
1990	82	91	2010	65	17			
1991	82	37	2011	64	23			
1992	82	33	2012	63	6			
1993	82	65	2013	63	13			
1994	82	49	2014	54	7			
1995	82	39	2015	47	13			

⁴漁期は4～6月、2歳以上の成熟個体と未成熟の1歳を対象。

表 3-3. (続き)

漁期年	伊予灘以西・豊予海峡以北		伊予灘以西・豊予海峡以南		関門海峡	
	はえ縄 ⁵		釣り ⁶		釣り ⁷	
	のべ取扱 隻数	CPUE (kg/取扱隻数)	のべ取扱 隻数	CPUE (kg/取扱隻数)	のべ取扱 回数	CPUE (kg/取扱回数)
2007	834	10	2,300	3		
2008	597	8	754	2		
2009	1,025	11	2,909	2		
2010	548	7	1,746	2		
2011	604	8	2,148	2		
2012	311	6	1,814	3		
2013	369	10	1,716	2		
2014	287	13	1,255	3	113	25
2015	288	14	1,318	3	217	20
2016	200	11	1,065	3	232	14
2017	219	10	1,440	3	212	14
2018	141	10	1,193	3	264	16
2019	137	11	1,433	3	373	16
2020	172	13	1,438	3	234	10
2021	112	9	995	3	268	10
2022	109	10	1,002	3	213	11
2023	80	11	910	3	227	9
2024	57	11	537	4	183	8

⁵漁期は8～翌年3月、全年齢を対象。本データからチューニング指標を抽出・使用。

⁶漁期は8～翌年3月、全年齢を対象。本データからチューニング指標を抽出・使用。

⁷漁期は4～5月、1歳以上を対象。

表 3-3. (続き)

漁期年	山口県瀬戸内海側		備後灘		漁期年	山口県瀬戸内海側		備後灘	
	はえ縄 ⁸		定置網 ⁹			はえ縄 ⁸		定置網 ⁹	
	出漁 日数	CPUE (kg/出漁日数)	統数	CPUE (kg/統数)		出漁 日数	CPUE (kg/出漁日数)	統数	CPUE (kg/統数)
1981	12,214	19			1999	9,319	5	57	10
1982	12,241	24			2000	9,827	6	58	9
1983	13,187	28	76	18	2001	8,229	8	47	15
1984	13,571	49	76	46	2002	8,234	7	47	23
1985	13,687	33	76	17	2003	7,505	7	47	3
1986	11,806	27	78	18	2004	5,039	10	40	18
1987	13,800	30	78	18	2005	4,597	13	38	18
1988	14,151	19	76	23	2006	5,571	8	38	37
1989	13,911	11	77	4	2007			33	6
1990	13,374	7	77	8	2008			29	40
1991	15,170	9	76	20	2009			29	10
1992	13,542	11	76	13	2010			29	8
1993	10,970	5	76	43	2011			26	7
1994	12,172	6	74	72	2012			21	12
1995	10,727	7	74	31	2013			24	4
1996	11,279	5	71	3	2014			15	7
1997	9,141	5	66	2	2015			15	5
1998	8,494	6	71	4	2016			15	5

⁸漁期は1～12月、0歳以上を対象。⁹漁期は8～12月、0歳を対象。

表 4-1. トラフグ日本海・東シナ海・瀬戸内海系群の資源解析結果

漁期年	漁獲量 (トン)	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	0歳資源 尾数 (尾)	漁獲割合 (%)	再生産成功率 (尾/kg)	%SPR	F/Fmsy proxy
2002	363	1,028	310	587,909	35	1.80	9	2.23
2003	310	947	333	364,812	33	0.99	11	1.97
2004	270	929	341	650,963	29	1.52	13	1.87
2005	307	1,103	345	819,981	28	2.19	14	1.86
2006	355	1,181	346	496,056	30	1.02	12	1.94
2007	329	1,120	502	396,589	29	0.59	12	1.87
2008	267	1,044	517	548,826	26	0.86	17	1.60
2009	295	1,093	423	472,628	27	0.79	17	1.58
2010	258	1,139	493	427,758	23	0.55	19	1.45
2011	284	1,062	479	400,759	27	0.60	16	1.61
2012	235	1,074	526	385,529	22	0.47	23	1.25
2013	254	1,130	531	328,974	22	0.43	22	1.32
2014	219	1,073	516	351,027	20	0.48	27	1.12
2015	236	1,169	574	422,493	20	0.65	24	1.24
2016	190	1,197	552	294,036	16	0.42	34	0.88
2017	215	1,175	608	318,645	18	0.40	30	1.01
2018	192	1,161	644	260,090	17	0.29	34	0.87
2019	166	1,156	634	285,341	14	0.34	39	0.73
2020	159	1,192	701	218,523	13	0.20	40	0.72
2021	189	1,175	731	193,943	16	0.20	37	0.80
2022	135	1,071	692	158,851	13	0.10	45	0.62
2023	138	1,057	747	102,668	13	0.08	41	0.71
2024	*131	941	702	112,821	14	0.13	41	0.70

*概数値。

表 4-2. 種苗放流尾数、0歳資源尾数、混入率、添加効率の推移

漁期年	種苗放流尾数 (万尾)	0歳資源尾数 (尾)		混入率 (%)	添加効率
		天然魚	放流魚		
2002	172.0	556,793	31,116	5.3	0.018
2003	141.2	328,920	35,892	9.8	0.025
2004	172.2	518,998	131,965	20.3	0.077
2005	171.7	754,213	65,768	8.0	0.038
2006	227.5	352,870	143,186	28.9	0.063
2007	217.1	295,947	100,642	25.4	0.046
2008	229.1	442,938	105,888	19.3	0.046
2009	240.9	336,104	136,525	28.9	0.057
2010	237.5	270,996	156,762	36.6	0.066
2011	294.0	285,628	115,131	28.7	0.039
2012	172.9	248,350	137,179	35.6	0.079
2013	185.2	230,175	98,799	30.0	0.053
2014	172.1	246,994	104,032	29.6	0.060
2015	187.7	371,023	51,469	12.2	0.027
2016	190.7	231,334	62,702	21.3	0.033
2017	172.8	241,537	77,107	24.2	0.045
2018	163.5	185,729	74,361	28.6	0.045
2019	165.8	213,621	71,721	25.1	0.043
2020	163.7	139,991	78,532	35.9	0.048
2021	153.8	145,311	48,632	25.1	0.032
2022	135.0	71,000	87,851	55.3	0.065
2023	* 130.5	57,254	45,414	44.2	0.035
2024	* 148.3	88,149	24,672	21.9	0.017

*速報値。

表 4-3. 放流魚の海域別混入率と 0 歳魚漁獲尾数で加重平均した混入率の推移

漁期年	混入率 (%)				
	有明海		瀬戸内海 (伊予灘以西豊予海峡以北)		
	市場調査	標本船調査	瀬戸内海西部	山口県瀬戸内海側	豊予海峡以北
2002	17.1		4.2	—	—
2003	11.3		11.6	—	—
2004	27.5		6.8	—	—
2005	17.2		0.3	—	—
2006	35.4		14.7	—	—
2007	40.0		9.9	—	—
2008	32.2		8.4	—	—
2009	37.4		9.1	—	—
2010	69.6		8.5	—	—
2011	58.9		2.6	—	—
2012	80.5		—	43.2	—
2013	43.7		—	100.0	—
2014	49.9		—	71.5	—
2015	15.8		—	25.6	—
2016	45.3		—	38.3	—
2017	41.8		—	25.1	—
2018	65.5		—	17.9	—
2019	90.9		—	15.6	—
2020	49.4	48.1	—	—	25.4
	(有明海): 49.3		瀬戸内海 (伊予灘以西豊予海峡以北) : 25.4		
2021	35.8	14.8	—	—	9.1
	(有明海): 30.3		瀬戸内海 (伊予灘以西豊予海峡以北) : 9.1		
2022	74.8	68.6	—	—	58.5
	(有明海): 74.4		瀬戸内海 (伊予灘以西豊予海峡以北) : 58.5		
2023	48.4	28.8	—	—	41.0
	(有明海): 45.7		瀬戸内海 (伊予灘以西豊予海峡以北) : 41.0		
2024	23.7	18.6	—	—	23.4
	(有明海): 23.2		瀬戸内海 (伊予灘以西豊予海峡以北) : 23.4		

※ 瀬戸内海西部は豊予海峡以南を含む

※※ 2020年以降の結果は、全数標識個体 (ALCまたは有機酸標識) に基づく。

※※※ 当歳魚についての集計結果。

表 4-3. (続き)

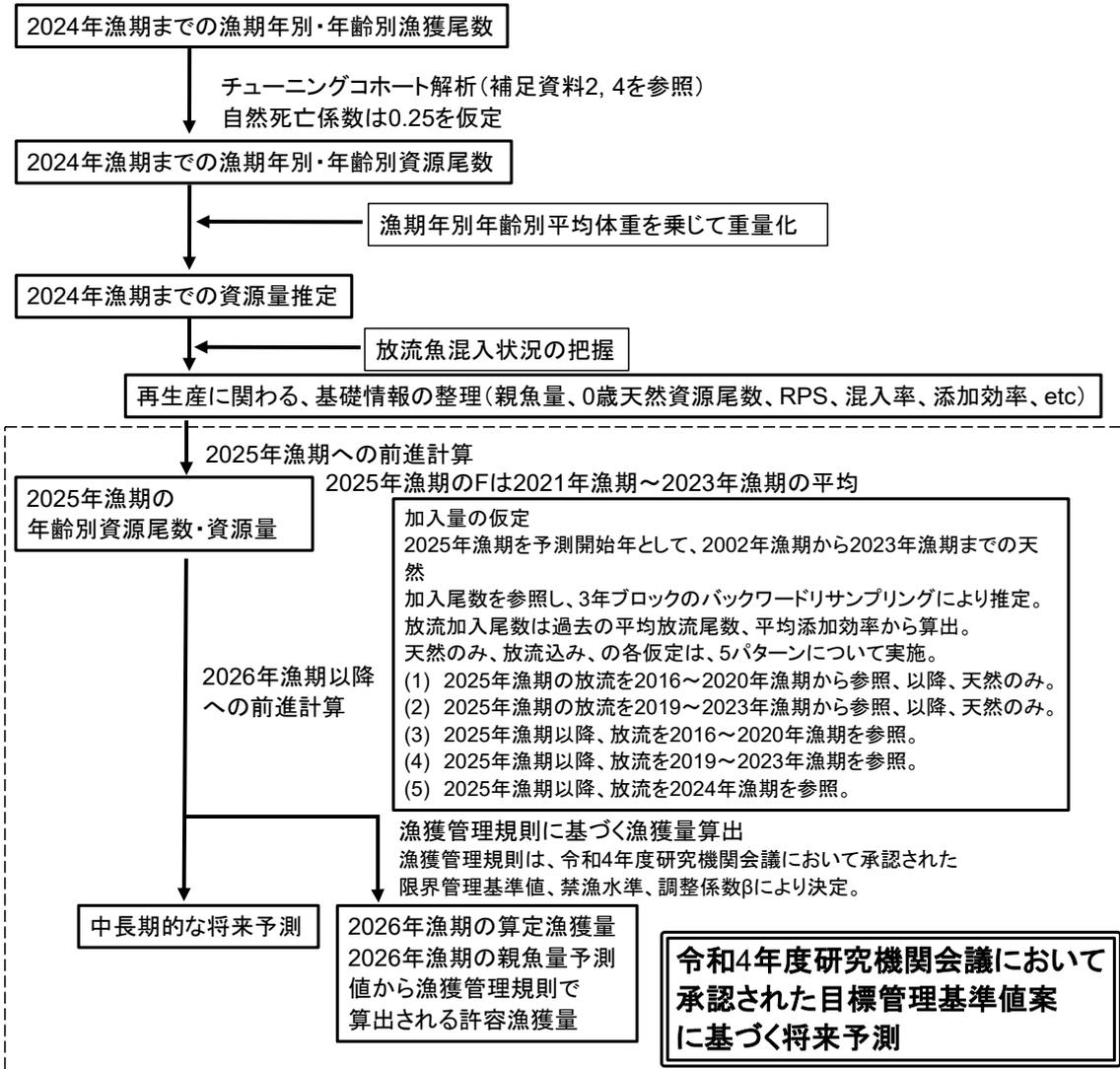
漁期年	混入率 (%)				加重平均
	燧灘	瀬戸内海 (燧灘以東)		その他の海域	
		備後灘	備讃瀬戸		
2002	-	-	-	-	5.3
2003	-	-	-	-	9.8
2004	-	-	-	-	20.3
2005	-	-	-	-	8.0
2006	-	-	-	-	28.9
2007	-	-	-	-	25.4
2008	-	-	-	-	19.3
2009	-	-	-	-	28.9
2010	-	-	-	-	36.6
2011	-	-	-	-	28.7
2012	-	-	-	-	35.6
2013	-	-	-	-	30.0
2014	-	-	-	-	29.6
2015	-	-	-	-	12.2
2016	-	-	-	-	21.3
2017	-	-	-	-	24.2
2018	-	-	-	-	28.6
2019	-	-	-	-	25.1
2020	10.7	13.9	0.0	-	35.9
		瀬戸内海(燧灘以東):5.6		-	
2021	5.3	0.0	0.2	-	25.1
		瀬戸内海(燧灘以東):0.7		-	
2022	3.8	0.0	1.2	-	55.3
		瀬戸内海(燧灘以東):1.8		-	
2023	0.0	0.0	1.3	-	44.2
		瀬戸内海(燧灘以東):1.2		-	
2024	3.6	0.0	0.0	-	21.9
		瀬戸内海(燧灘以東):0.5		-	

※ 瀬戸内海西部は豊予海峡以南を含む

※※ 2020年以降の結果は、全数標識個体 (ALCまたは有機酸標識) に基づく。

※※※ 当歳魚についての集計結果。

補足資料 1 資源評価の流れ



補足資料 2 計算方法

(1) 年齢別漁獲尾数の算出

年齢別漁獲尾数は漁期年（4月～翌年3月）で2002年漁期以降について算出した。能登半島以西の日本海、東シナ海における全長組成は京都府、鳥取県、山口県、福岡県、佐賀県、長崎県で得られた月別全長組成データを4～7月、8～11月（または8～10月、11月）、12月～翌年3月で期別に集計し、各期における各県の漁獲量を用いて加重平均した。標識再捕調査の結果、能登半島以北の日本海における個体群と能登半島以西の日本海、東シナ海、瀬戸内海における個体群の行き来は限定的と推定されていることから（伊藤 1998、伊藤ほか 1998）、データが得られている2009年漁期以降は石川県、山形県、秋田県で得られた月別全長組成データを福井県以西の日本海、東シナ海と同様な方法で集計した。なお、年齢分解においては、本報告書の年齢・成長の項に記載の通り、秋田県海域で得られた市場調査から放流年判別ができた502個体を用いて作成した年齢—全長関係式を用いて各年齢の推定全長を混合正規分布を用いた年齢分解の初期値として用いた。瀬戸内海における全長組成は福岡県、大分県、愛媛県、香川県、山口県、広島県、岡山県、兵庫県で得られた月別全長組成データを能登半島以西の日本海、東シナ海と同様な方法で集計した。得られた全長組成は①全長階級値別雌雄割合（補足資料 5）を用いて雌雄別全長組成に分解、②全長—体重関係式によって雌雄別全長組成を重量化、③雌雄別全長組成を混合正規分布に分解し、年齢組成に変換、④漁獲量と③の比を用いて②の年齢組成を引き延すという手順によって年齢別漁獲尾数に変換した。ただし、有明海・八代海（松村 2006）および関門海峡における4～7月の漁獲物は性比が雄に偏るため、全てを雄とした。全長階級値別雌雄割合は1999～2022年漁期に日本海、東シナ海、瀬戸内海で漁獲された個体のデータ（ただし、4～7月は2000年漁期および2010～2022年漁期の13,985個体、8～11月は1999～2022年漁期の3,640個体、12月～翌年3月は1999～2022年漁期の5,565個体）から作成した令和5年度評価に示された雌雄比に加え、2023年漁期、2024年漁期に収集した3,438個体（4～7月1,940個体、8～11月1,025個体、12～3月473個体）を追加した雌雄比を用いた（補足資料 5）。なお、瀬戸内海では、令和3年度の資源計算方法に従い、海域ごとに漁獲される年齢構成を考慮し、燧灘以東、伊予灘以西豊予海峡以北、豊予海峡以南、の3海域に区分して年齢分解を実施した（平井ほか 2022：FRA-SA2021-RC03-1の補足資料 7）。また、成育場である瀬戸内海備讃瀬戸の成育場および有明海における0歳については8～12月の市場調査および標本船（もしくは標本漁協）調査から、調査個体数および市場取扱数から推定し、0歳の漁獲尾数を算出した。

(2) コホート解析

解析年を漁期年、4月を誕生日、寿命を10歳と仮定し、田内・田中の方法（田中 1960）により求めた自然死亡係数を $M=0.25$ として、Popeの近似式により資源尾数を推定した。0歳は7月加入とし、 M に $9/12$ を乗じた。

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1}e^M + C_{a,y}e^{\frac{M}{2}}$$

$N_{a,y}$ は y 年漁期における a 歳の資源尾数で、 $C_{a,y}$ は y 年漁期における a 歳の漁獲尾数。

a 歳、 y 年漁期の F は、

$$F_{a,y} = -\ln\left(1 - \frac{C_{a,y}e^{\frac{M}{2}}}{N_{a,y}}\right)$$

で計算した。

また、3歳と4歳以上の F が等しいと仮定し、3歳と4歳以上の資源尾数は以下の式で計算した。

$$N_{3,y} = \frac{C_{3,y}}{C_{4+,y} + C_{3,y}} N_{4+,y+1} e^M + C_{3,y} e^{\frac{M}{2}}$$

$$N_{4+,y} = \frac{C_{4+,y}}{C_{3,y}} N_{3,y}$$

最近年（2024年漁期）の資源尾数は、

$$N_{a,2024} = \frac{C_{a,2024}}{1 - e^{-F_{a,2024}}} e^{\frac{M}{2}}$$

で計算した。2024年漁期の F の選択率は各年齢の過去3年間（2021～2023年漁期）の平均とし、4歳以上の F を以下に述べるチューニング指標を用いて探索的に求めた。

【チューニングによる直近年の漁獲係数の推定】

日本海中西部・東シナ海、伊予灘以西豊予海峡北、伊予灘以西豊予海峡南の3海域で資源評価期間を通じて平均で約90%の1歳魚の漁獲が得られている（平井ほか2022）。また、これらの海域のうち、日本海中西部・東シナ海では2005年より、残り2海域からは2007年より資源量指標値が得られていることから、1歳魚資源量指標値を抽出し、これらをチューニング指標として、1歳資源尾数に関する対数尤度が最小となる2024年漁期の最高齢（4+）の漁獲係数（ F ）を推定することで、直近年の F の推定を行った。なお、得られている資源量指標値からは、廃船、休船と思われる漁業規模の縮小や他魚種対象漁法におけるバイキャッチなどの可能性が考えられたため、チューニング指標とした1歳魚資源量指標値の算出においては、各海域のCPUEの単純集計ではなく、船ごとのCPUEを算出し、各船の漁獲動向に応じて漁獲尾数または漁獲量で加重することで海域別の加重CPUEを算出した。令和4年度評価でのチューニング対象期間の検討に基づき、本年度評価においても、2009年漁期以降の1歳魚資源量指標値を用いてチューニング指標とした。

漁期年	IndexNo	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
日本海中西部・東シナ海	Index01	12.88	10.64	4.22	9.83	9.75	5.00	8.67	9.06	5.63
豊予以北	Index 02	7.77	5.07	7.33	3.54	5.43	5.58	5.77	2.03	4.22
豊予以南	Index 03	1.78	1.11	1.26	1.04	1.42	1.57	0.45	0.60	1.29
3海域統合	-	8.07	7.09	4.69	6.65	6.17	4.32	7.35	6.99	4.24

漁期年	IndexNo	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
日本海中西部・東シナ海	Index01	4.39	2.34	4.38	3.30	3.90	4.37	2.15
豊予以北	Index 02	3.00	3.74	6.22	3.45	2.33	2.60	4.00
豊予以南	Index 03	1.09	0.98	1.45	0.62	0.15	0.69	0.33
3海域統合	-	3.18	2.22	3.63	2.47	2.96	3.12	2.87

直近年の最高齢 F は、上記の 3 系列（日本海中西部・東シナ海、豊予以北、豊予以南）の 1 歳魚資源量指標値を用いて次式の負の対数尤度を最小化する F4+, 2024 を探索的に求めることで推定した。

$$\log L = \sum_{k=1}^3 \sum_{y=2009}^{2024} \left[\frac{\{\ln(I_{k,y}) - \ln(q_k \times N_{1,y})\}^2}{2\sigma_k^2} - \ln \frac{1}{\sigma_k \sqrt{2\pi}} \right]$$

$$\sigma_k = \sqrt{\frac{\sum \{\ln(I_{k,y}) - \ln(qN_{1,y})\}^2}{n}}$$

$$q_k = \exp\left(\frac{\sum \ln(I_{k,y}/N_{1,y})}{n}\right)$$

ここで、F4+, 2024 は 2024 年漁期の 4+歳の漁獲係数、 $I_{k,y}$ は 1 歳魚資源量指標値、 q_k はチューニングパラメーター、 $N_{1,y}$ はコホート解析により推定された y 年漁期の 1 歳魚資源尾数である。 σ_k は 1 歳魚資源量指標値の観測誤差を表す標準偏差であり、複数の資源量指標値がある場合には個別に標準偏差を推定することにより各指標の重みづけを行うことが可能となる（Hashimoto et al. 2018）。ターミナル F は、用いた各指標値より算定した負の対数尤度の合計 $\log(L)$ が最小となるように探索的に求められる。

(3) SPR、YPR の解析

SPR、YPR を寿命 10 歳として、以下の式で求めた。

$$SPR = \sum_{a=0}^{10} S_a f r_a W_a$$

$$S_{a+1} = S_a e^{(-F_a - M)} \quad (S_0 = 1)$$

$$YPR = \sum_{a=0}^{10} S_a W_a (1 - e^{-F_a}) e^{-\frac{M}{2}}$$

S_a は a 歳の残存率、 F_a は a 歳の成熟率、 W_a は a 歳の平均体重。

(4) モデル診断結果

得られた結果について、「資源評価のモデル診断の手順と診断結果の提供指針（令和 7 年度）」（FRA-SA2025-ABCWG02-03、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チューニング VPA の統計学的妥当性や仮定に対する頑健性について診断した。チューニングの手順、期間選択について記した補足資料 4 において、各モデル診断結果として、残差解析、レトロスペクティブ解析、感度分析、ブートストラップ信頼区間推定の結果も示した。

なお、チューニング VPA およびそのモデル診断については、統計言語 R（ver4.4.3）を用い、1 系資源の VPA 計算・管理基準値計算・将来予測シミュレーションを行うための関数を集めた R パッケージである *frasyr*（ver2.4.0.0）中の VPA 関数を用いて行った。

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.
- 平井慈恵・片町太輔・真鍋明弘・鈴木重則・山下夕帆 (2022) 令和 3 (2021) 年度トラフグ日本海・東シナ海・瀬戸内海系群の資源評価. FRA-SA2021-RC03-1, 水産庁・水産研究・教育機構, 66 pp. https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2021/details_2021_73.pdf
- 伊藤正木 (1998) 標識放流効果から推定した秋田沖漁場のトラフグ成魚の移動・回遊. *日水誌*, **64**, 645-649.
- 伊藤正木・小嶋喜久雄・田川 勝 (1998) 若狭湾で実施した標識放流実験から推定したトラフグ成魚の回遊. *日水誌*, **64**, 435-439.
- 松村靖治 (2006) 有明海におけるトラフグ *Takifugu rubripes* の人工種苗の産卵回帰時の放流効果. *日水誌*, **72**, 1029-1038.
- 資源評価高度化作業部会 (2025) 令和 7 (2025) 年度 資源評価のモデル診断手順と情報提供指針. FRA-SA2025-ABCWG02-03.
- 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.
- 上田幸男・佐野二郎・内田秀和・天野千絵・松村靖治・片山貴士 (2010) 東シナ海, 日本海および瀬戸内海産トラフグの成長と Age-length key. *日水誌*, **76**, 803-811.

補足資料3 コホート解析結果の詳細

年齢別漁獲尾数 (尾)

漁期年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
0歳	199,714	76,885	229,152	282,695	181,279	98,191	153,491	97,721	118,441	76,972
1歳	130,866	130,766	53,111	71,455	191,228	106,102	31,169	123,598	55,961	74,586
2歳	54,830	41,038	34,256	30,498	17,746	40,485	26,935	29,325	37,760	53,200
3歳	13,957	18,720	19,128	23,267	21,846	35,803	28,576	13,010	22,174	19,189
4歳以上	19,604	18,048	22,896	23,337	18,206	20,003	36,370	25,530	20,940	28,497
計	418,971	285,457	358,543	431,252	430,304	300,584	276,542	289,185	255,276	252,443

年齢別漁獲尾数 (尾)

漁期年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	47,159	62,867	38,171	96,205	35,870	40,823	27,067	22,205	18,266	16,731
1歳	66,147	60,741	37,535	33,511	30,606	30,092	21,203	14,777	21,328	13,263
2歳	28,967	24,252	27,968	26,177	20,911	38,169	23,711	25,003	23,582	24,972
3歳	21,513	19,274	22,928	24,453	16,836	21,465	20,600	14,490	13,664	15,332
4歳以上	22,443	31,112	26,358	26,967	24,963	23,036	28,464	25,439	20,392	30,057
計	186,229	198,245	152,960	207,313	129,186	153,585	121,045	101,914	97,232	100,356

年齢別漁獲尾数 (尾)

漁期年	2022	2023	2024
0歳	8,752	10,603	9,126
1歳	15,086	13,890	7,520
2歳	12,680	13,359	11,157
3歳	13,300	10,654	9,762
4歳以上	21,955	22,045	23,807
計	71,773	70,550	61,372

年齢別漁獲係数

漁期年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
0歳	0.46	0.26	0.48	0.47	0.51	0.31	0.36	0.26	0.36	0.24
1歳	0.65	0.64	0.30	0.28	0.70	0.65	0.16	0.57	0.23	0.41
2歳	0.53	0.46	0.37	0.29	0.11	0.32	0.36	0.23	0.36	0.38
3歳	0.37	0.36	0.43	0.48	0.37	0.35	0.42	0.31	0.29	0.34
4歳以上	0.37	0.36	0.43	0.48	0.37	0.35	0.42	0.31	0.29	0.34
単純平均	0.47	0.42	0.40	0.40	0.41	0.40	0.34	0.34	0.31	0.34

年齢別漁獲係数

漁期年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	0.14	0.23	0.13	0.29	0.14	0.15	0.12	0.09	0.10	0.10
1歳	0.33	0.28	0.22	0.16	0.14	0.17	0.11	0.09	0.12	0.10
2歳	0.29	0.21	0.22	0.25	0.15	0.28	0.21	0.20	0.22	0.21
3歳	0.28	0.35	0.32	0.31	0.26	0.24	0.25	0.21	0.16	0.23
4歳以上	0.28	0.35	0.32	0.31	0.26	0.24	0.25	0.21	0.16	0.23
単純平均	0.27	0.28	0.24	0.26	0.19	0.22	0.19	0.16	0.15	0.17

年齢別漁獲係数

漁期年	2022	2023	2024
0歳	0.06	0.12	0.09
1歳	0.12	0.14	0.12
2歳	0.13	0.16	0.16
3歳	0.17	0.16	0.18
4歳以上	0.17	0.16	0.18
単純平均	0.13	0.15	0.15

補足資料3 (続き)

年齢別資源尾数 (尾)

漁期年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
0歳	587,909	364,812	650,963	819,981	496,056	396,589	548,826	472,628	427,758	400,759
1歳	305,877	307,116	232,822	332,884	424,638	247,721	239,947	316,229	303,331	247,540
2歳	149,780	124,556	125,597	134,859	196,715	164,782	100,774	159,526	138,767	187,214
3歳	51,132	68,909	61,225	67,890	78,346	137,617	92,935	54,949	98,551	75,085
4歳以上	71,818	66,435	73,286	68,096	65,293	76,886	118,284	107,829	93,065	111,511
計	1,166,515	931,828	1,143,893	1,423,710	1,261,049	1,023,595	1,100,767	1,111,162	1,061,472	1,022,109

年齢別資源尾数 (尾)

漁期年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	385,529	328,974	351,027	422,493	294,036	318,645	260,090	285,341	218,523	193,943
1歳	262,516	276,835	215,781	256,376	263,180	211,225	227,138	191,059	216,396	164,580
2歳	127,691	146,624	162,448	135,161	170,267	178,104	138,112	158,275	135,815	149,802
3歳	99,347	74,104	92,936	102,007	82,339	114,255	105,303	86,784	101,346	85,109
4歳以上	103,641	119,620	106,839	112,493	122,086	122,614	145,496	152,358	151,250	166,849
計	978,723	946,157	929,030	1,028,530	931,908	944,842	876,137	873,817	823,330	760,283

年齢別資源尾数 (尾)

漁期年	2022	2023	2024
0歳	158,851	102,668	112,821
1歳	145,596	123,743	75,493
2歳	116,523	100,146	84,179
3歳	94,780	79,618	66,275
4歳以上	156,460	164,745	161,626
計	672,212	570,920	500,395

年齢別資源量 (トン)

漁期年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
0歳	171	109	159	180	99	101	129	88	92	88
1歳	320	316	218	364	434	256	247	339	335	234
2歳	227	189	211	214	302	261	151	243	220	262
3歳	100	139	130	144	158	271	186	110	211	152
4歳以上	210	193	212	200	188	231	330	313	282	327
計	1,028	947	929	1,103	1,181	1,120	1,044	1,093	1,139	1,062

年齢別資源量 (トン)

漁期年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	88	80	73	74	65	59	51	70	44	32
1歳	253	269	226	303	312	224	243	204	227	168
2歳	206	249	258	217	269	284	223	248	220	244
3歳	209	157	191	216	174	237	218	181	212	182
4歳以上	317	374	325	358	378	371	426	454	489	548
計	1,074	1,130	1,073	1,169	1,197	1,175	1,161	1,156	1,192	1,175

年齢別資源量 (トン)

漁期年	2022	2023	2024
0歳	40	22	18
1歳	146	119	79
2歳	192	169	141
3歳	194	175	144
4歳以上	499	572	559
計	1,071	1,057	941

補足資料3 (続き)

年齢別親魚量 (トン)

漁期年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3歳	100	139	130	144	158	271	186	110	211	152
4歳以上	210	193	212	200	188	231	330	313	282	327
計	310	333	341	345	346	502	517	423	493	479

年齢別親魚量 (トン)

漁期年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3歳	209	157	191	216	174	237	218	181	212	182
4歳以上	317	374	325	358	378	371	426	454	489	548
計	526	531	516	574	552	608	644	634	701	731

年齢別親魚量 (トン)

漁期年	2022	2023	2024
0歳	0	0	0
1歳	0	0	0
2歳	0	0	0
3歳	194	175	144
4歳以上	499	572	559
計	692	747	702

年齢別平均体重 (g)

漁期年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
0歳	291	299	245	219	200	254	234	187	215	219
1歳	1,045	1,030	936	1,094	1,023	1,032	1,029	1,070	1,103	945
2歳	1,518	1,515	1,679	1,588	1,534	1,585	1,500	1,522	1,587	1,397
3歳	1,956	2,024	2,117	2,125	2,011	1,971	2,004	2,006	2,136	2,023
4歳以上	2,925	2,911	2,890	2,941	2,883	3,003	2,794	2,901	3,032	2,933

年齢別平均体重 (g)

漁期年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	229	243	208	176	221	185	198	245	202	164
1歳	965	972	1,049	1,184	1,184	1,062	1,068	1,070	1,047	1,023
2歳	1,613	1,701	1,589	1,606	1,578	1,594	1,617	1,565	1,623	1,628
3歳	2,102	2,119	2,056	2,118	2,113	2,074	2,068	2,084	2,091	2,144
4歳以上	3,060	3,130	3,039	3,186	3,092	3,028	2,930	2,977	3,230	3,286

年齢別平均体重 (g)

漁期年	2022	2023	2024
0歳	253	211	162
1歳	1,006	964	1,052
2歳	1,649	1,688	1,672
3歳	2,043	2,195	2,166
4歳以上	3,186	3,473	3,457

補足資料 4 チューニング指標算出の手順とモデル診断結果

(1) チューニング指標算出の手順

伊予灘以西・豊予海峡以北、以南海域（以下、豊予以北、豊予以南）においては、全年齢について資源量指標値に関する情報が得られているとともに、日本海中西部・東シナ海においては1歳以上について資源量指標値に関する情報が得られている（補足表 4-1）。また、1歳魚については漁獲の約9割がこれら3海域から得られているため（補足表 4-2）、令和4年度評価以降、豊予南北および日本海中西部・東シナ海の3海域について1歳魚資源量指標値を抽出し、これをチューニング指標として使用している。抽出手順は以下の通りである。

<1歳魚資源量指標値の抽出手順について>

日本海中西部・東シナ海および豊予南北海域の資源量指標値から1歳魚資源量指標値を抽出するにあたり、以下の指標値を海域の代表として使用した。

日本海中西部・東シナ海：九州・山口北西海域のとらふぐはえ縄漁獲成績報告書

集計期間：2005～2024年漁期（9月～翌年3月）

単位：尾数/隻・日

豊予以北海域：大分県の豊予海峡以北海域で操業されたはえ縄の日別船別漁協取扱量

集計期間：2007～2024年漁期（8月～翌年3月）

単位：kg/隻・日

豊予以南海域：大分県の豊予海峡以南海域で操業された釣りの日別船別漁業取扱量

集計期間：2007～2024年漁期（8月～翌年3月）

単位：kg/隻・日

<加重 CPUE の整理>

各指標値は、統一できる単位が隻・日であったため、これに統一した。

各海域の指標値における漁獲努力量（出漁隻数もしくは延べ取扱隻数）は、2024年漁期は集計開始年に対し、豊予以北海域で6.8%、豊予以南海域で23%、日本海中西部・東シナ海で28%まで減少していた。各海域における漁獲努力量の減少の要因として、操業者の高齢化による廃船や他魚種対象漁法（内海のはえ縄は、とらふぐ対象とは限らない）によるバイキャッチなど様々な理由が考えられるが、各年の漁獲努力量の減少要因が同様であるかどうかは不明であった。特に高齢化や不漁による廃船や休船が生じた場合、漁獲量の少ない小型船から努力量が減る可能性が考えられたことから、そのような廃船や休船が生じた場合には過去に比べてCPUEを過大評価する可能性が考えられた。一方で、バイキャッチ船がデータに含まれる場合、実際の操業回数が不明であるため、操業回数から、海域の漁獲実態を把握することはCPUEを過小評価する可能性が考えられた。このため、各年の漁獲実態を代表するためには、漁獲量や漁獲尾数などの漁獲結果で個々の操業船の漁獲成績に重み付けをすることで、各年の漁獲実態を代表するCPUEを示す必要があると考えられた。

そこで、操業船ごとに個別の各年 CPUE を作成し、これに船ごとの漁獲量を加重して算出した加重平均値を作成し、海域別年別加重 CPUE とした。

$$Ww-CPUE = \frac{\sum(CPUE_{v,y} \times C_{v,y})}{\sum C_{v,y}}$$

Ww-CPUE は重量単位の加重 CPUE、 $CPUE_{v,y}$ は y 年の船 v の CPUE、 $C_{v,y}$ は y 年の船 v の漁獲量である。

得られた各年の加重 CPUE は重量単位で表されるため、これに年齢分解結果を用いて総漁獲量に対する 1 歳魚の漁獲量の割合から、1 歳魚の加重 CPUE (重量単位) を抽出し、1 歳魚の平均体重で尾数に換算して、尾数単位の 1 歳魚加重 CPUE (尾/隻・日) に置き換えた (補足図 4-1~4-3、補足表 4-3~4-5)。

日本海中西部・東シナ海については、九州・山口とらふぐはえ縄漁獲成績報告書に記載の主要 4 県 (山口、福岡、佐賀、長崎) の全長組成がほぼ全数を占めたため (2019 年漁期に 99%、2021 年漁期に 95~99%、2022 年漁期に 97%、2023 年漁期に 93% となった他はすべて 100%)、日本海中西部・東シナ海の年齢分解結果から 1 歳魚の漁獲尾数の割合を抽出して、尾数単位の 1 歳魚加重 CPUE を算出した。豊予海峡以北海域、豊予海峡以南海域については大分県の同海域年齢分解結果を用いた。

なお、日本海中西部・東シナ海について、指標値として扱った九州・山口北西海域のとらふぐはえ縄漁獲成績報告書では、漁業者ごとに銘柄別平均体重の算出方法が異なったため、本報告書の漁獲量や銘柄別内訳は使用せず、総漁獲尾数のみを使用した。

$$Wn-CPUE = \frac{\sum(CPUE_{v,y} \times N_{v,y})}{\sum N_{v,y}}$$

Wn-CPUE は尾数単位の加重 CPUE、 $CPUE_{v,y}$ は y 年の船 v の CPUE (尾数単位)、 $N_{v,y}$ は y 年の船 v の総漁獲尾数である。得られた加重 CPUE (尾数単位、全年齢) に総漁獲尾数に対する 1 歳魚の漁獲尾数の割合を抽出して、尾数単位の 1 歳魚加重 CPUE (尾/隻・日) を算出した。

得られた 3 海域の加重 CPUE は各海域を代表する CPUE として扱い (補足図 4-4、補足表 4-6)、それらを 3 系列の独立した 1 歳魚チューニング指数として用いたチューニング VPA (以下、独立指数 VPA と呼ぶ) を実施した。また、チューニングのモデル診断として、残差分析、レトロスペクティブ解析、ジャックナイフ分析を実施するとともに、ブートストラップ信頼区間の推定を資源量、親魚量、加入量に対して実施した。さらに、参考のため、昨年度評価と同様に、各海域の 1 歳漁獲尾数を加重平均して算出した 3 海域統合の加重 CPUE を 1 歳魚チューニング指標値として用いたチューニング VPA (以下、統合指数 VPA と呼ぶ) を実施した場合のモデル診断結果も示す。

残差分析における、3 条件での残差プロット、指標値と予測値の経年変化、および 1 歳資源尾数と指標値の相関関係を補足図 4-5 と 4-6 に示す。独立指数 VPA については、これらの診断結果に特段の問題点は認められなかったのに対し、統合指数 VPA については、残

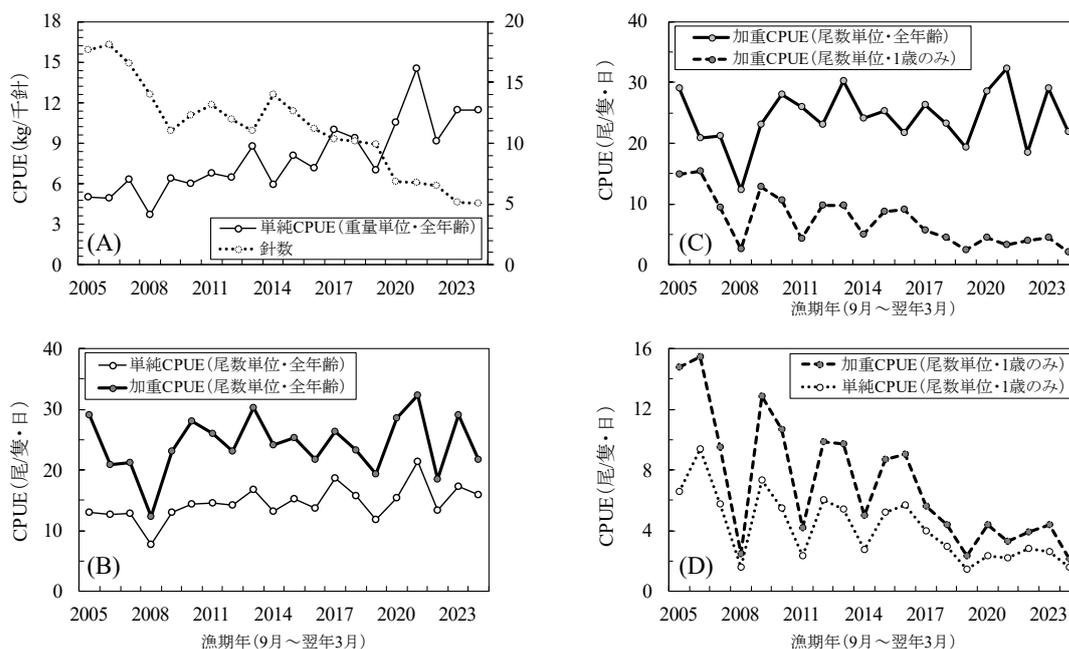
差に有意な自己相関が認められた（補足表 4-7）。

独立指数 VPA に関するレトロスペクティブ解析の結果を補足図 4-7 に示す。資源量、親魚量、加入量には過大推定の傾向が認められた。この傾向は、統合指数 VPA に関する結果でも同様であったが（補足図 4-8）、Mohn's rho の値は、独立指数 VPA の方が、低い値となっていた（補足表 4-7）。よって、独立指数 VPA については、残差に有意な自己相関が認められないとともに、統合指数 VPA よりもレトロスペクティブ解析における Mohn's rho の値が小さくなることから、本年度評価においては独立指数 VPA を採用した。

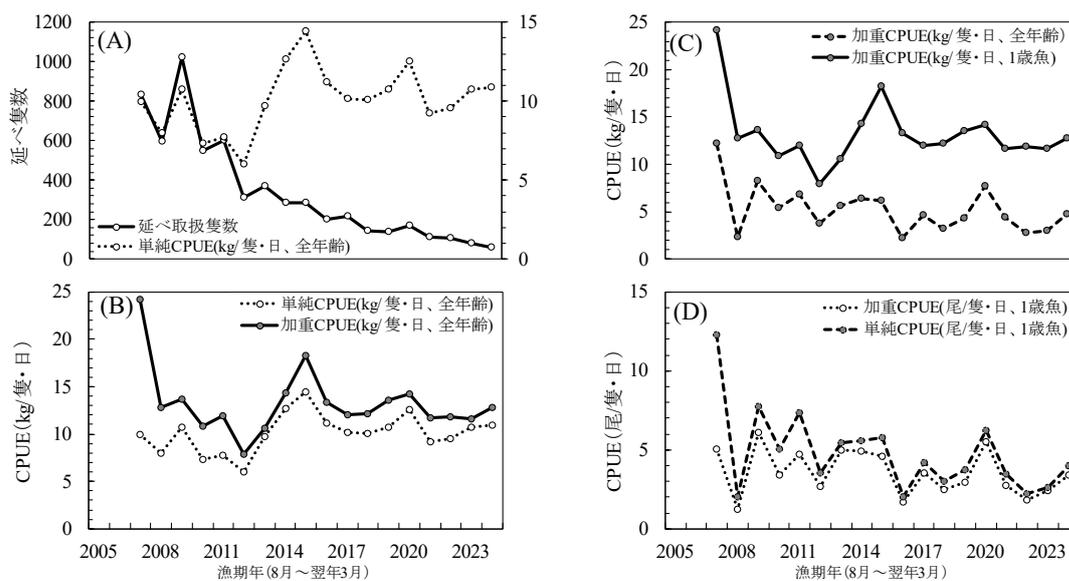
ジャックナイフ法によるチューニング指標値の影響解析結果を補足図 4-9 に示す。Base（3 指標全てを使用）に対して、各指標を除外した場合×16 年＝48 パターンについて比較検討した結果、豊予以北海域のデータを除外した場合に親魚量、資源量などが低い値となる傾向が認められた。

ブートストラップ信頼区間推定の結果を補足図 4-10 に示す。資源量と親魚量に対して、加入量の信頼区間は狭い範囲となっており、95%信頼区間の全範囲において 2000 年代後半以降、減少傾向となっている。

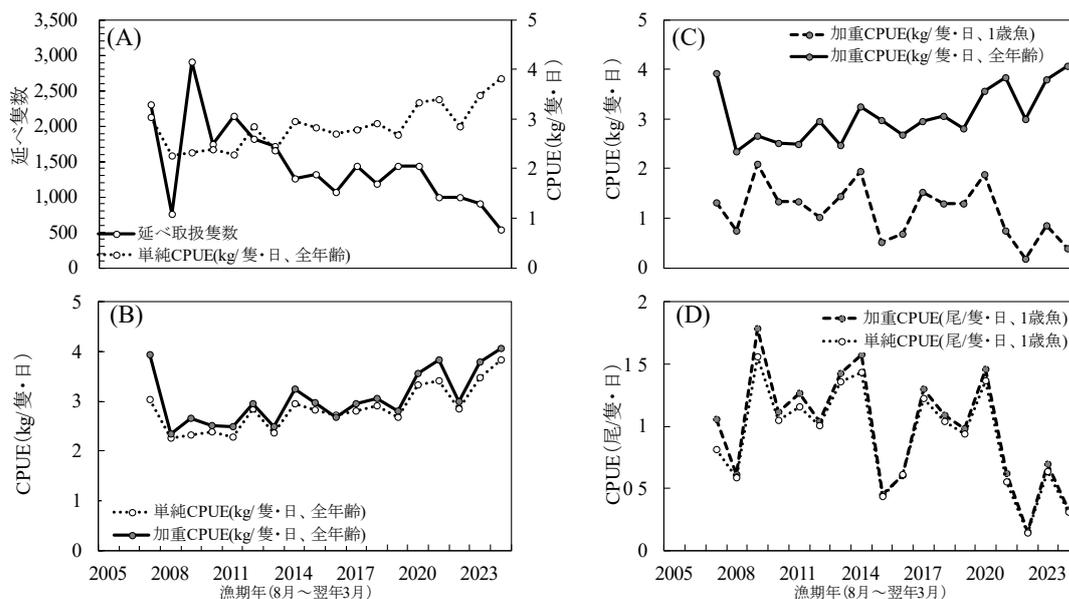
チューニングなしの VPA による計算結果についても、参考として補足表 4-8 に示した。



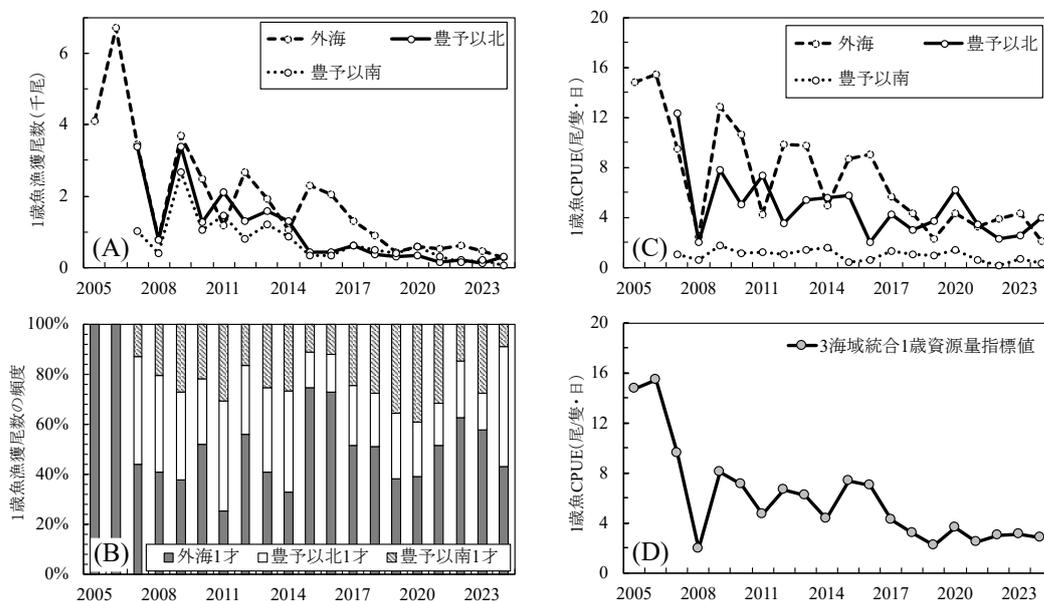
補足図 4-1. 九州・山口北西海域とらふぐはえ縄漁獲成績報告書から抽出した、日本海中西部・東シナ海におけるはえ縄の資源量指標値 (A) : 過去の資源評価票において提示してきた漁獲努力量 (針数) と単純 CPUE、(B) : 尾数単位での単純 CPUE と加重 CPUE、(C) : 全年齢と 1 歳魚の加重 CPUE の比較、(D) : 1 歳魚の加重 CPUE と単純 CPUE の比較。



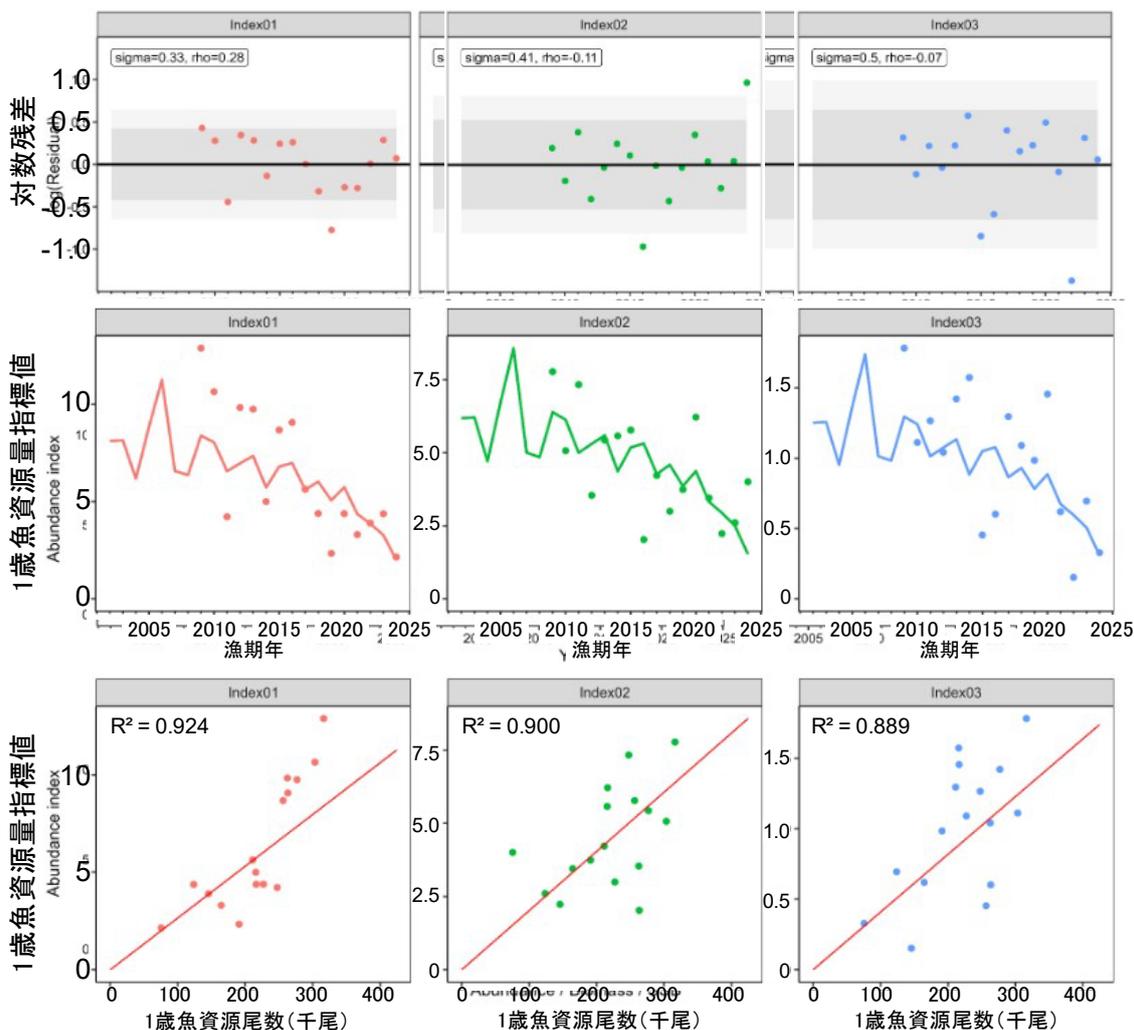
補足図 4-2. 大分県の漁協船別取扱量から抽出した、伊予灘以西・豊予海峡以北における、はえ縄の資源量指標値 (A) : 漁獲努力量 (延べ取扱隻数) と単純 CPUE (全年齢)、(B) : 単純 CPUE と加重 CPUE (全年齢) の比較、(C) : 全年齢と 1 歳魚の加重 CPUE の比較、(D) : 1 歳魚の加重 CPUE と単純 CPUE の比較。



補足図 4-3. 大分県の漁協船別取扱量から抽出した、伊予灘以西・豊予海峡以南における、釣りの資源量指標値 (A): 漁獲努力量 (延べ取扱隻数) と単純 CPUE (全年齢)、(B): 単純 CPUE と加重 CPUE (全年齢) の比較、(C): 全年齢と 1 歳魚の加重 CPUE の比較、(D): 1 歳魚の加重 CPUE と単純 CPUE の比較。

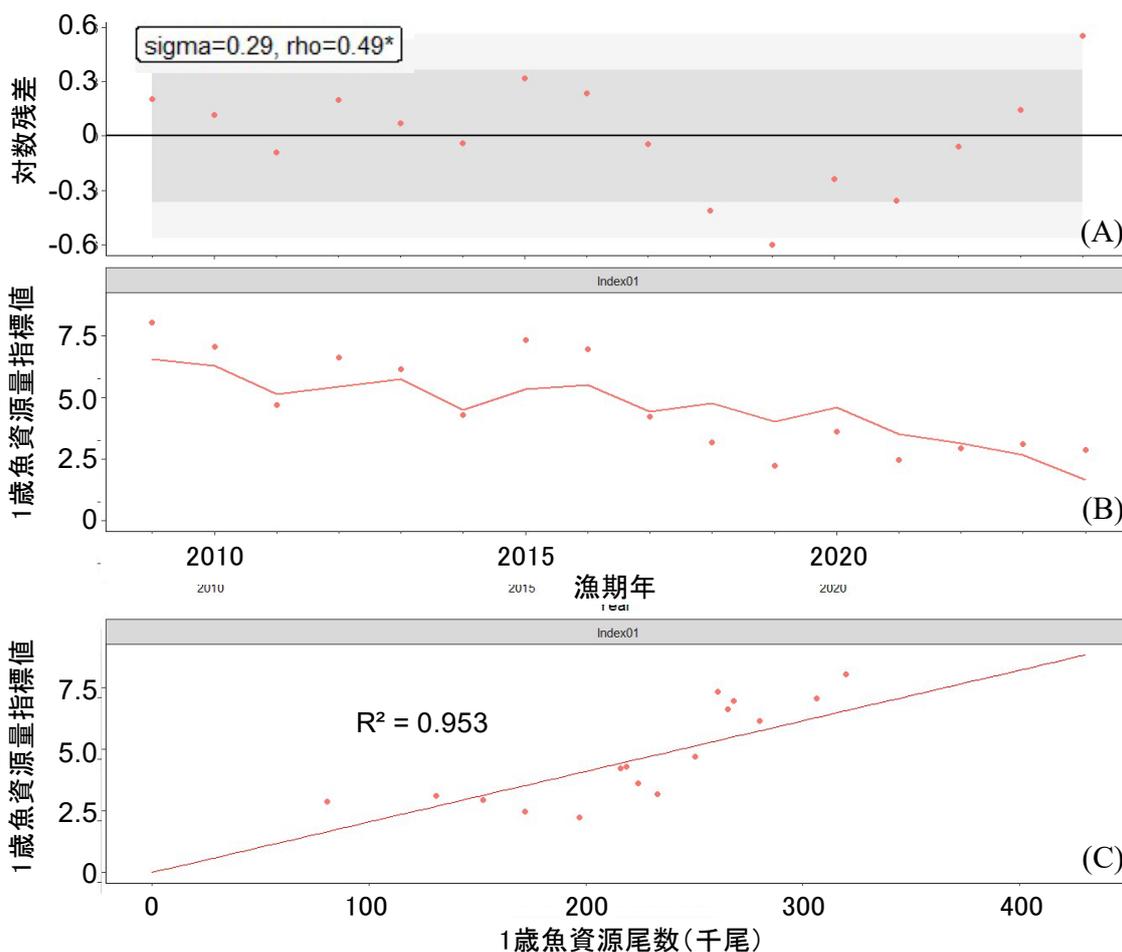


補足図 4-4. 3 海域の 1 歳魚漁獲尾数の推移 (A) とその割合 (B)、3 海域それぞれの 1 歳資源量指標値 (C) と、各海域の 1 歳漁獲尾数で加重平均した、3 海域統合 1 歳資源量指標値 (D)



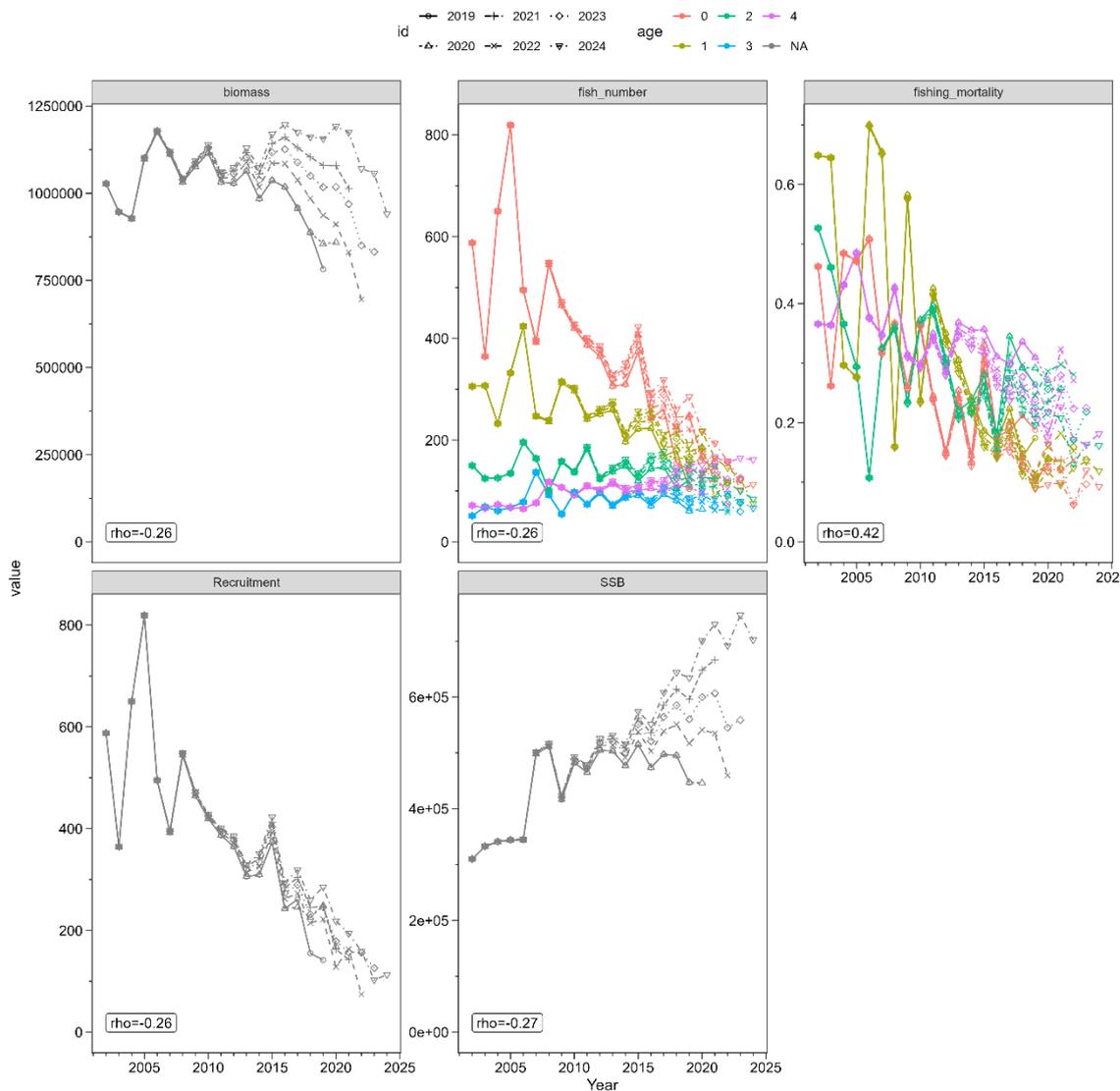
補足図 4-5. 1 歳魚資源量指標値のモデル診断

3 海域独立した 1 歳魚資源量指標値を用いたチューニング VPA (独立指数 VPA) における残差プロット、指標値 (○) と予測値 (実線)、1 歳資源尾数との相関 (上段、中段、下段、の順) Index1: 九州・山口北西海域のはえ縄、Index2: 豊予以北海域のはえ縄、Index3: 豊予以南海域の釣り。残差プロットのダークグレーは 80%信頼区間、ライトグレーは 95%信頼区間を示す。対数残差には、 σ (資源量指標値の標準偏差)、 ρ (Mohn's rho) を示した。

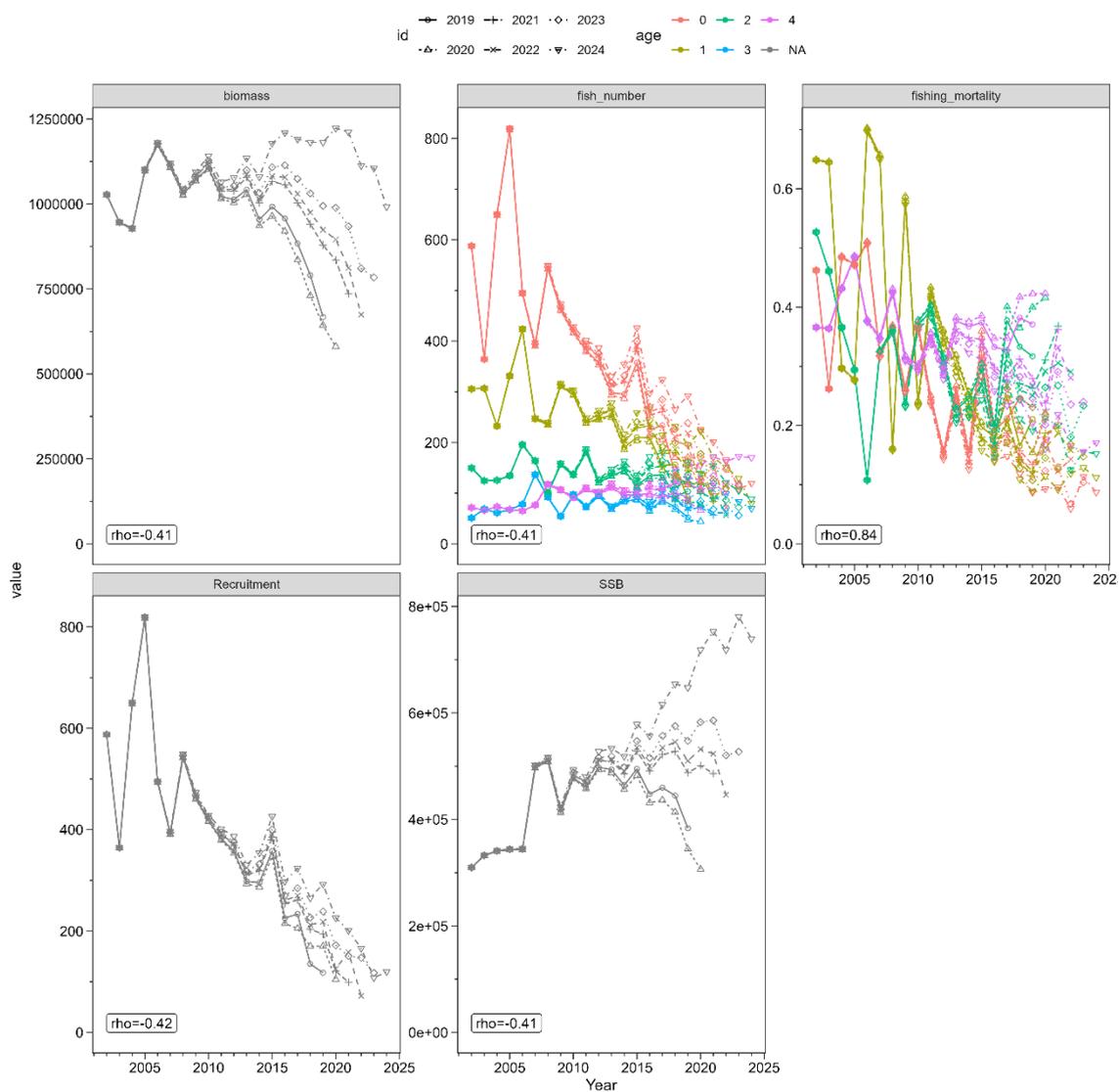


補足図 4-6. 1 歳魚資源量指標値のモデル診断

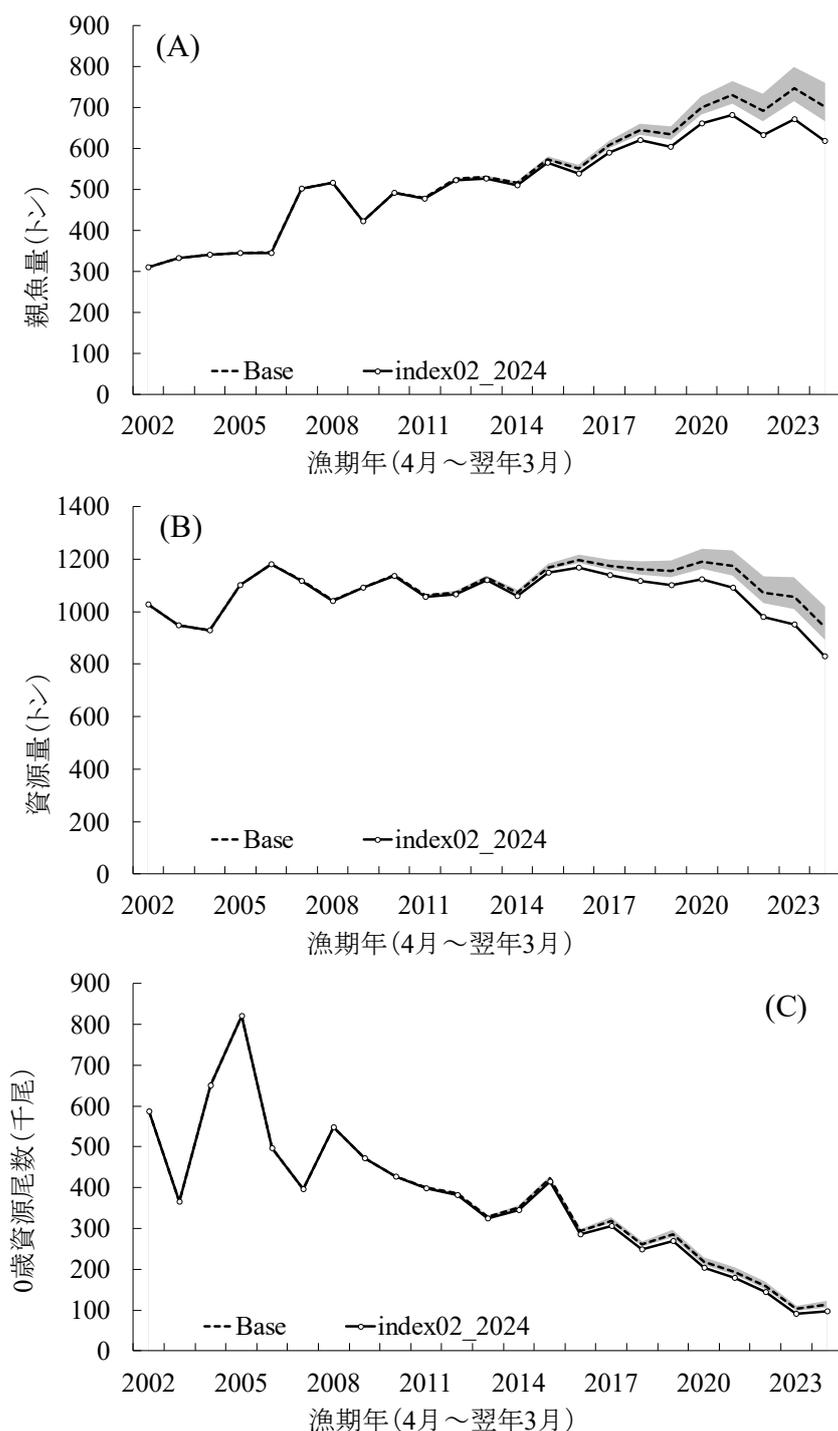
3 海域統合 1 歳魚資源量指標値を用いたチューニング VPA (統合指数 VPA) における (A) 残差プロット、(B) 指標値 (○) と予測値 (実線)、(C) 1 歳資源尾数との相関残差プロットのダークグレーは 80%信頼区間、ライトグレーは 95%信頼区間を示す。対数残差には、 σ (資源量指標値の標準偏差)、 ρ (Mohn's ρ) を示した。 ρ のアスタリスクは自己相関係数が有意に大きい場合を示す。



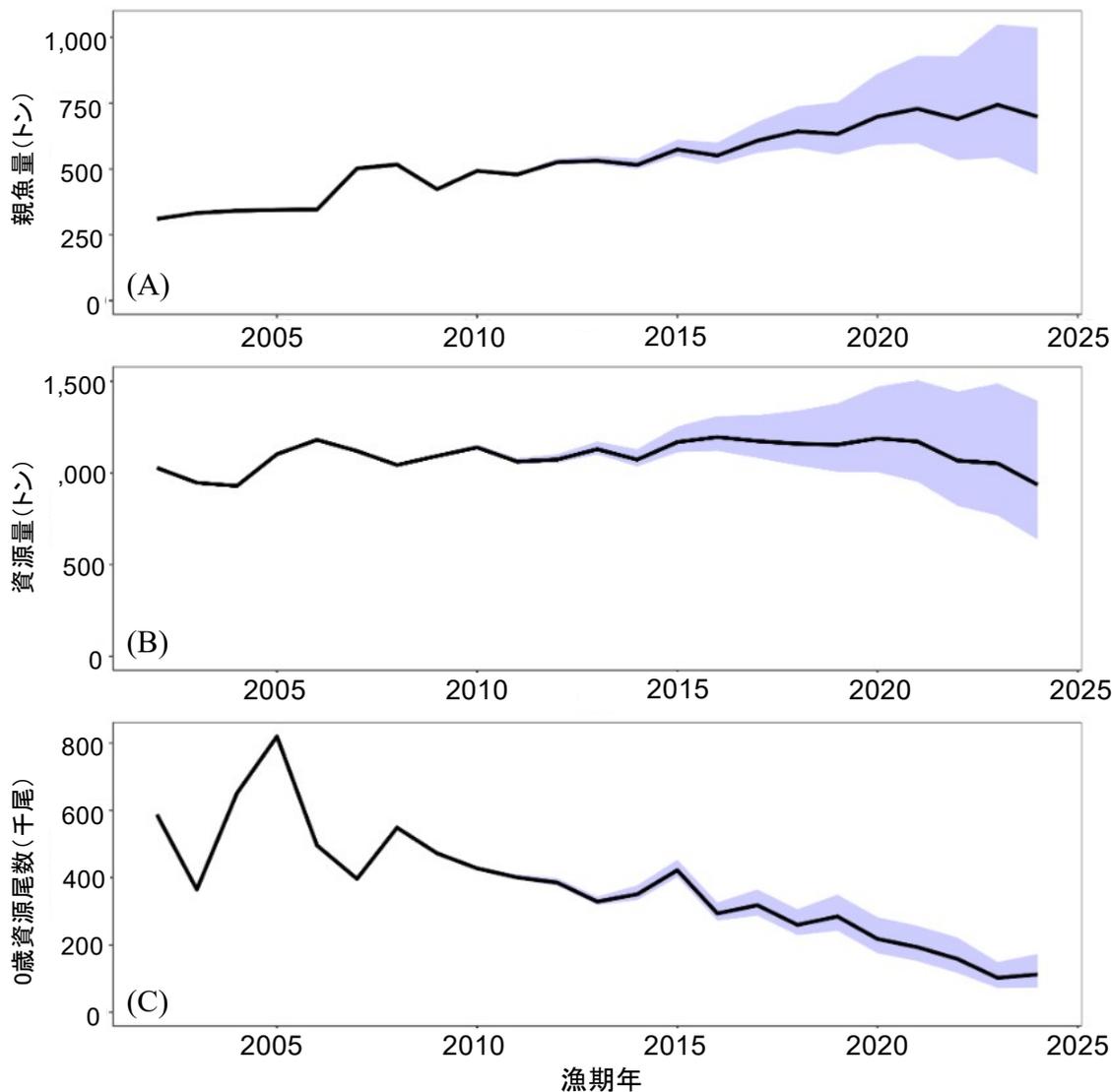
補足図 4-7. 3 海域独立した 1 歳魚資源量指標値を用いたチューニング VPA (独立指数 VPA) におけるレトロスペクティブ解析の結果



補足図 4-8. 3 海域統合 1 歳魚資源量指標値を用いたチューニング VPA (統合指数 VPA) におけるレトロスペクティブ解析の結果



補足図 4-9. 3 海域独立した 1 歳魚資源量指標値を用いたチューニング VPA (独立指数 VPA) に対する、ジャックナイフ法によるチューニング指標値の影響解析結果。Base (破線) は各年の指標値を全て使用した場合。実線: 2024 年漁期の index02 のみ除外。グレー帯は、index02 の 2024 年漁期値以外の指標値を除外した場合の各漁期年の最大値～最小値の幅を示す。(A) 親魚量 (単位: トン)、(B) 資源量 (単位: トン)、(C) 0 歳資源尾数 (単位: 千尾)。



補足図 4-10. 3 海域独立した 1 歳魚資源量指標値を用いたチューニング VPA (独立指数 VPA) に対するブートストラップ信頼区間推定結果。紫色の影の範囲は 95%信頼区間を示す。(A) : 親魚量 (単位 : トン)、(B) : 資源量 (単位 : トン)、(C) : 0 歳資源尾数 (単位 : 千尾)。

補足表 4-1. トラフグ日本海・東シナ海・瀬戸内海系群における年齢別漁獲尾数算出海域ごとの資源量指標値一覧 (2024年3月末現在)

年齢別漁獲尾数 算出海域区分		年齢				
		0	1	2	3	4+
瀬戸内海	燧灘以東	△	△	○	○	○
	豊予以北	○	○	○	○	○
	豊予以南	○	○	○	○	○
	日本海北部	—	○	○	○	○
	日本海中西部・東シナ海	—	○	○	○	○
	関門海峡	—	—	△	△	△
	有明海	△	—	○	○	○
年齢別漁獲尾数 算出海域区分	備考					
瀬戸内海	燧灘以東	○は2008年～一部の産卵場の有漁漁獲の取扱データはある。 △は2016年～収集中。				
	豊予以北	2007年～有漁漁獲の取扱データはある。秋冬中心				
	豊予以南	2007年～有漁漁獲の取扱データはある。秋冬中心				
	日本海北部	2013年～有漁漁獲の取扱データはある。				
	日本海中西部・東シナ海	2005年～九州山口北西海域漁獲成績報告書、秋冬				
	関門海峡	2014年～収集中。春、産卵期				
	有明海	2017年～一部収集中、2021年～海域を拡大。秋				

○：10年以上に渡って、取扱記録がある。△：10年未満ではあるが、一部の取扱記録がある。
×：取扱記録がない。—：現在、ほぼ漁獲対象となっていない。

補足表 4-2. 年齢別漁獲尾数算定海域ごとの各年齢の漁獲尾数の割合 (%)

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	単純平均
0才																								
燧灘以東	8	8	8	8	8	8	18	8	25	8	14	6	18	2	18	18	23	31	17	10	18	2	6	13
豊予以北	24	24	24	24	24	24	30	13	30	25	23	21	14	20	32	26	23	32	30	11	26	9	12	23
豊予以南	2	2	2	2	2	2	3	4	2	11	2	11	0	2	2	1	0	2	1	1	8	7	0	3
日本海北部	0	0	0	0	0	0	0	3	5	3	6	7	11	1	2	1	5	7	1	0	0	0	0	2
日本海中西部・東シナ海	1	1	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
有明海	65	65	65	65	65	65	47	71	38	53	55	54	56	75	46	54	50	28	52	77	47	82	81	59
1才																								
燧灘以東	13	13	13	13	13	13	14	6	7	17	3	5	2	4	3	2	4	7	7	3	7	8	5	8
豊予以北	41	41	41	41	41	41	39	38	26	33	33	37	43	14	15	30	23	26	36	15	23	13	45	32
豊予以南	11	11	11	11	11	11	15	25	20	22	16	23	26	11	13	24	28	32	28	25	15	19	11	18
日本海北部	1	1	1	1	1	1	1	5	2	3	8	3	1	3	2	1	3	4	1	3	2	1	0	3
日本海中西部・東シナ海	33	33	33	33	33	33	27	30	44	16	41	32	28	69	67	43	42	31	28	54	54	58	38	39
有明海	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
豊予南北十外海	86	86	86	86	86	86	81	92	91	71	90	92	97	93	95	97	93	88	92	94	91	91	94	89
2才																								
燧灘以東	14	14	14	14	14	14	14	19	18	4	7	4	9	5	8	3	4	1	7	3	4	8	14	10
豊予以北	12	12	12	12	12	12	17	15	11	3	12	4	3	11	14	5	6	7	5	8	6	11	10	10
豊予以南	4	4	4	4	4	4	3	5	10	2	6	6	5	10	18	8	10	14	14	11	14	15	12	8
日本海北部	3	3	3	3	3	3	3	7	4	2	1	2	3	6	3	1	2	3	1	1	1	1	1	3
日本海中西部・東シナ海	59	59	59	59	59	59	52	53	54	88	65	74	75	65	50	72	74	72	69	76	70	58	61	65
有明海	7	7	7	7	7	7	7	6	3	5	2	10	5	3	6	11	4	2	4	1	4	7	3	5
豊予南北十外海	75	75	75	75	75	75	72	73	75	93	84	84	83	86	82	84	90	93	88	88	95	84	83	82
3才																								
燧灘以東	20	20	20	20	20	20	16	11	4	8	2	8	4	2	2	5	3	5	2	7	8	2	7	9
豊予以北	10	10	10	10	10	10	5	6	6	7	5	4	10	4	7	5	3	4	5	6	3	3	5	6
豊予以南	10	10	10	10	10	10	4	6	11	4	17	5	7	5	8	5	5	7	8	8	10	8	9	8
日本海北部	4	4	4	4	4	4	4	6	7	3	3	6	3	2	5	3	2	3	3	2	1	0	3	3
日本海中西部・東シナ海	45	45	45	45	45	45	53	50	63	57	54	64	61	71	69	68	60	70	68	74	63	80	68	59
有明海	12	12	12	12	12	12	17	21	14	21	18	13	15	15	9	14	27	11	13	4	15	6	9	14
豊予南北十外海	64	64	64	64	64	64	62	61	79	68	77	73	79	81	84	78	67	81	82	87	76	92	81	74
4才以上																								
燧灘以東	17	17	17	17	17	17	55	36	18	33	17	29	16	11	15	13	8	6	9	6	6	7	7	17
豊予以北	5	5	5	5	5	5	4	3	4	6	4	3	4	3	5	4	4	3	3	2	5	5	3	4
豊予以南	6	6	6	6	6	6	1	3	3	6	8	2	3	12	4	4	6	3	5	3	8	7	7	5
日本海北部	14	14	14	14	14	14	7	10	11	8	11	10	18	11	13	14	12	14	10	9	14	10	12	12
日本海中西部・東シナ海	45	45	45	45	45	45	23	36	49	33	49	48	48	55	53	54	58	53	61	68	52	65	63	49
有明海	13	13	13	13	13	13	9	12	15	13	10	6	11	8	11	11	13	20	11	11	15	6	8	12
豊予南北十外海	55	55	55	55	55	55	29	42	56	46	61	54	55	69	61	62	68	59	70	74	65	77	73	59

豊予南北十外海は、豊予以北、豊予以南、日本海中西部・東シナ海海域(外海)の合計割合(%)を示す。

補足表 4-3. 九州・山口北西海域とらふぐはえ縄漁獲成績報告書から抽出した日本海中部・東シナ海における資源量指標値(単純 CPUE、加重 CPUE の値(全年齢と 1 歳魚))と 1 歳 CPUE 抽出に用いた年齢別漁獲尾数の割合

	全年齢CPUE(尾/隻・日)		年齢別漁獲尾数の割合					1歳魚CPUE(尾/隻・日)	
	単純	加重	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳+	単純	加重
2005	13.0	29.1	0.031	0.509	0.220	0.164	0.077	6.6	14.8
2006	12.6	20.8	0.030	0.742	0.076	0.113	0.039	9.4	15.4
2007	12.9	21.3	0.008	0.446	0.278	0.173	0.095	5.8	9.5
2008	7.8	12.3	0.072	0.204	0.315	0.267	0.142	1.6	2.5
2009	13.1	23.0	0.004	0.559	0.236	0.094	0.107	7.3	12.9
2010	14.5	28.0	0.001	0.381	0.287	0.199	0.132	5.5	10.6
2011	14.6	26.0	0.000	0.162	0.610	0.134	0.093	2.4	4.2
2012	14.1	23.1	0.003	0.425	0.248	0.179	0.144	6.0	9.8
2013	16.8	30.2	0.001	0.323	0.282	0.171	0.224	5.4	9.7
2014	13.3	24.1	0.002	0.208	0.378	0.235	0.179	2.8	5.0
2015	15.3	25.3	0.018	0.342	0.237	0.219	0.183	5.2	8.7
2016	13.7	21.8	0.004	0.417	0.175	0.205	0.199	5.7	9.1
2017	18.6	26.3	0.000	0.214	0.396	0.216	0.174	4.0	5.6
2018	15.8	23.2	0.000	0.189	0.323	0.235	0.252	3.0	4.4
2019	11.8	19.3	0.000	0.121	0.395	0.193	0.290	1.4	2.3
2020	15.4	28.5	0.000	0.154	0.390	0.186	0.270	2.4	4.4
2021	21.3	32.2	0.000	0.102	0.339	0.203	0.356	2.2	3.3
2022	13.4	18.5	0.000	0.211	0.274	0.233	0.281	2.8	3.9
2023	17.2	29.0	0.000	0.151	0.231	0.241	0.376	2.6	4.4
2024	15.9	21.8	0.000	0.099	0.216	0.215	0.470	1.6	2.2

補足表 4-4. 大分県の漁協船別取扱量から抽出した、伊予灘以西・豊予海峡以北における資源量指標値（単純 CPUE、加重 CPUE の値（全年齢と 1 歳魚））と 1 歳 CPUE 抽出に用いた年齢別漁獲尾数の割合と尾数換算に用いた 1 歳魚平均体重

	全年齢CPUE(尾/隻・日)		年齢別漁獲量の割合					1歳魚	1歳魚CPUE(尾/隻・日)	
	単純	加重	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳+	平均体重(g)	単純	加重
2005	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2006	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2007	9.9	24.2	0.208	0.505	0.146	0.091	0.050	991	5.1	12.3
2008	8.0	12.8	0.553	0.186	0.113	0.065	0.083	1,175	1.3	2.0
2009	10.8	13.6	0.128	0.601	0.207	0.031	0.033	1,055	6.1	7.8
2010	7.3	10.9	0.364	0.495	0.094	0.015	0.032	1,063	3.4	5.1
2011	7.7	12.0	0.278	0.569	0.078	0.038	0.037	928	4.7	7.3
2012	6.0	7.9	0.297	0.476	0.117	0.068	0.042	1,062	2.7	3.5
2013	9.7	10.6	0.283	0.528	0.072	0.025	0.093	1,027	5.0	5.4
2014	12.7	14.3	0.162	0.443	0.250	0.077	0.068	1,138	4.9	5.6
2015	14.5	18.3	0.378	0.336	0.180	0.058	0.049	1,062	4.6	5.8
2016	11.2	13.3	0.468	0.166	0.157	0.087	0.122	1,089	1.7	2.0
2017	10.1	12.0	0.203	0.390	0.222	0.069	0.117	1,107	3.6	4.2
2018	10.1	12.2	0.228	0.260	0.212	0.111	0.189	1,058	2.5	3.0
2019	10.7	13.5	0.207	0.320	0.338	0.055	0.080	1,158	3.0	3.7
2020	12.6	14.2	0.114	0.540	0.182	0.061	0.102	1,233	5.5	6.2
2021	9.2	11.7	0.124	0.376	0.092	0.188	0.220	1,270	2.7	3.5
2022	9.5	11.8	0.152	0.234	0.272	0.140	0.202	1,240	1.8	2.2
2023	10.7	11.6	0.132	0.261	0.406	0.041	0.160	1,161	2.4	2.6
2024	10.9	12.8	0.129	0.370	0.218	0.145	0.138	1,181	3.4	4.0

補足表 4-5. 大分県の漁協船別取扱量から抽出した、伊予灘以西・豊予海峡以南における資源量指標値（単純 CPUE、加重 CPUE の値（全年齢と 1 歳魚））と 1 歳 CPUE 抽出に用いた年齢別漁獲尾数の割合と尾数換算に用いた 1 歳魚平均体重

	全年齢CPUE(尾/隻・日)		年齢別漁獲量の割合					1歳魚	1歳魚CPUE(尾/隻・日)	
	単純	加重	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳+	平均体重(g)	単純	加重
2005	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2006	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2007	3.0	3.9	0.172	0.336	0.088	0.249	0.154	1,252	0.8	1.1
2008	2.3	2.3	0.176	0.322	0.094	0.244	0.164	1,239	0.6	0.6
2009	2.3	2.7	0.050	0.788	0.086	0.011	0.065	1,180	1.6	1.8
2010	2.4	2.5	0.037	0.528	0.185	0.177	0.073	1,197	1.0	1.1
2011	2.3	2.5	0.190	0.531	0.096	0.099	0.083	1,050	1.2	1.3
2012	2.8	3.0	0.017	0.346	0.086	0.319	0.231	983	1.0	1.0
2013	2.4	2.5	0.128	0.585	0.115	0.072	0.100	1,023	1.4	1.4
2014	3.0	3.2	0.000	0.602	0.098	0.179	0.121	1,242	1.4	1.6
2015	2.8	3.0	0.003	0.177	0.194	0.104	0.522	1,159	0.4	0.5
2016	2.7	2.7	0.040	0.260	0.432	0.134	0.134	1,156	0.6	0.6
2017	2.8	3.0	0.048	0.516	0.158	0.081	0.197	1,176	1.2	1.3
2018	2.9	3.1	0.001	0.425	0.209	0.114	0.251	1,192	1.0	1.1
2019	2.7	2.8	0.020	0.459	0.207	0.179	0.134	1,312	0.9	1.0
2020	3.3	3.6	0.006	0.528	0.132	0.121	0.212	1,292	1.4	1.5
2021	3.4	3.8	0.011	0.194	0.360	0.207	0.228	1,201	0.6	0.6
2022	2.9	3.0	0.000	0.062	0.323	0.204	0.411	1,219	0.1	0.2
2023	3.5	3.8	0.000	0.227	0.204	0.255	0.314	1,240	0.6	0.7
2024	3.8	4.1	0.000	0.094	0.257	0.245	0.405	1,163	0.3	0.3

補足表 4-6. 3 海域統合 1 歳資源量指標値の算出に用いた各海域の 1 歳資源量指標値と各海域の 1 歳漁獲尾数

漁期年	海域別1歳魚資源量指標値			海域別1歳魚漁獲尾数			加重対象 漁獲尾数	加重平均
	日本海中西部・ 東シナ海	豊予以北	豊予以南	日本海中西部・ 東シナ海	豊予以北	豊予以南		
2005	14.8	—	—	40,917	—	—	40,917	14.8
2006	15.4	—	—	67,219	—	—	67,219	15.4
2007	9.5	12.3	1.1	34,465	33,873	10,162	78,500	9.6
2008	2.5	2.0	0.6	8,140	7,766	4,081	19,986	1.9
2009	12.9	7.8	1.8	36,927	33,745	26,721	97,393	8.1
2010	10.6	5.1	1.1	24,682	12,582	10,447	47,711	7.1
2011	4.2	7.3	1.3	11,937	21,054	14,535	47,527	4.7
2012	9.8	3.5	1.0	26,785	12,944	8,030	47,758	6.6
2013	9.7	5.4	1.4	19,397	15,983	12,102	47,482	6.2
2014	5.0	5.6	1.6	10,515	13,074	8,631	32,220	4.3
2015	8.7	5.8	0.5	23,015	4,382	3,404	30,800	7.4
2016	9.1	2.0	0.6	20,585	4,219	3,417	28,221	7.0
2017	5.6	4.2	1.3	13,098	6,071	6,196	25,366	4.2
2018	4.4	3.0	1.1	8,899	3,671	4,832	17,403	3.2
2019	2.3	3.7	1.0	4,360	2,955	4,052	11,366	2.2
2020	4.4	6.2	1.5	5,975	3,329	6,035	15,340	3.6
2021	3.3	3.5	0.6	5,128	1,640	3,162	9,931	2.5
2022	3.9	2.3	0.2	6,309	2,285	1,508	10,102	3.0
2023	4.4	2.6	0.7	4,744	1,201	2,265	8,210	3.1
2024	2.2	4.0	0.3	2,721	3,022	572	6,315	2.9

※加重平均が 3 海域統合 1 歳資源量指標値になる。3 海域独立の 1 歳資源量指標値は、本表の海域別 1 歳魚資源量指標値を適用。

補足表 4-7. チューニング方法の検討項目間の比較。*は自己相関係数が有意に大きいことを示す。

検討項目	指標値	残差プロット		レトロスペクティブ解析 (Mohn's rho)				
		sigma	Mohn's rho	資源量	資源尾数	漁獲係数	加入尾数	親魚量
3海域統合 (従来法)	加重平均	0.29	0.49*	-0.41	-0.41	-0.84	-0.42	-0.41
3海域独立 (今回採用)	日本海中西部・ 東シナ海	0.33	0.28					
	豊予以北	0.41	-0.11	-0.26	-0.26	0.42	-0.26	-0.27
	豊予以南	0.50	-0.07					

補足表 4-8. チューニングなしの場合のコホート解析結果

年齢別漁獲尾数 (尾)										
漁期年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
0歳	199,714	76,885	229,152	282,695	181,279	98,191	153,491	97,721	118,441	76,972
1歳	130,866	130,766	53,111	71,455	191,228	106,102	31,169	123,598	55,961	74,586
2歳	54,830	41,038	34,256	30,498	17,746	40,485	26,935	29,325	37,760	53,200
3歳	13,957	18,720	19,128	23,267	21,846	35,803	28,576	13,010	22,174	19,189
4歳以上	19,604	18,048	22,896	23,337	18,206	20,003	36,370	25,530	20,940	28,497
計	418,971	285,457	358,543	431,252	430,304	300,584	276,542	289,185	255,276	252,443

年齢別漁獲尾数 (尾)										
漁期年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	47,159	62,867	38,171	96,205	35,870	40,823	27,067	22,205	18,266	16,731
1歳	66,147	60,741	37,535	33,511	30,606	30,092	21,203	14,777	21,328	13,263
2歳	28,967	24,252	27,968	26,177	20,911	38,169	23,711	25,003	23,582	24,972
3歳	21,513	19,274	22,928	24,453	16,836	21,465	20,600	14,490	13,664	15,332
4歳以上	22,443	31,112	26,358	26,967	24,963	23,036	28,464	25,439	20,392	30,057
計	186,229	198,245	152,960	207,313	129,186	153,585	121,045	101,914	97,232	100,356

年齢別漁獲尾数 (尾)			
漁期年	2022	2023	2024
0歳	8,752	10,603	9,126
1歳	15,086	13,890	7,520
2歳	12,680	13,359	11,157
3歳	13,300	10,654	9,762
4歳以上	21,955	22,045	23,807
計	71,773	70,550	61,372

年齢別漁獲係数										
漁期年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
0歳	0.46	0.26	0.48	0.47	0.51	0.32	0.36	0.26	0.36	0.24
1歳	0.65	0.64	0.30	0.28	0.70	0.65	0.16	0.57	0.23	0.41
2歳	0.53	0.46	0.37	0.29	0.11	0.32	0.36	0.23	0.37	0.39
3歳	0.37	0.36	0.43	0.48	0.38	0.35	0.42	0.31	0.29	0.34
4歳以上	0.37	0.36	0.43	0.48	0.38	0.35	0.42	0.31	0.29	0.34
単純平均	0.47	0.42	0.40	0.40	0.41	0.40	0.35	0.34	0.31	0.34

年齢別漁獲係数										
漁期年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	0.14	0.24	0.13	0.29	0.15	0.16	0.13	0.09	0.10	0.11
1歳	0.33	0.29	0.22	0.16	0.14	0.18	0.12	0.10	0.12	0.10
2歳	0.30	0.21	0.22	0.25	0.15	0.28	0.22	0.20	0.23	0.22
3歳	0.28	0.35	0.33	0.32	0.27	0.24	0.26	0.22	0.17	0.24
4歳以上	0.28	0.35	0.33	0.32	0.27	0.24	0.26	0.22	0.17	0.24
単純平均	0.27	0.29	0.24	0.27	0.19	0.22	0.20	0.17	0.16	0.18

年齢別漁獲係数			
漁期年	2022	2023	2024
0歳	0.07	0.13	0.10
1歳	0.13	0.15	0.13
2歳	0.14	0.18	0.18
3歳	0.18	0.18	0.20
4歳以上	0.18	0.18	0.20
単純平均	0.14	0.16	0.16

補足表 4-8. (続き)

年齢別資源尾数 (尾)										
漁期年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
0歳	587,857	364,717	650,719	819,746	495,846	396,082	548,305	471,671	426,813	399,096
1歳	305,852	307,073	232,743	332,683	424,445	247,547	239,527	315,798	302,538	246,759
2歳	149,764	124,537	125,564	134,798	196,558	164,633	100,640	159,199	138,434	186,597
3歳	51,125	68,897	61,210	67,865	78,299	137,495	92,819	54,845	98,296	74,826
4歳以上	71,810	66,424	73,267	68,070	65,253	76,817	118,137	107,625	92,825	111,126
計	1,166,408	931,647	1,143,504	1,423,161	1,260,400	1,022,574	1,099,428	1,109,137	1,058,906	1,018,404

年齢別資源尾数 (尾)										
漁期年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	383,012	326,200	346,045	416,666	287,897	309,829	251,366	273,172	206,398	182,061
1歳	261,138	274,749	213,483	252,247	258,356	206,138	219,832	183,829	206,309	154,529
2歳	127,085	145,554	160,827	133,373	167,053	174,349	134,152	152,587	130,185	141,949
3歳	98,868	73,633	92,103	100,746	80,949	111,753	102,383	83,703	96,920	80,729
4歳以上	103,141	118,859	105,881	111,102	120,025	119,929	141,462	146,949	144,644	158,262
計	973,244	938,995	918,339	1,014,134	914,279	921,997	849,194	840,240	784,456	717,530

年齢別資源尾数 (尾)			
漁期年	2022	2023	2024
0歳	146,777	96,779	104,565
1歳	135,748	113,734	70,612
2歳	108,697	92,479	76,388
3歳	88,670	73,525	60,308
4歳以上	146,373	152,139	147,072
計	626,266	528,656	458,944

年齢別資源量 (トン)										
漁期年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
0歳	171	109	159	180	99	101	129	88	92	87
1歳	319	316	218	364	434	256	247	338	334	233
2歳	227	189	211	214	302	261	151	242	220	261
3歳	100	139	130	144	157	271	186	110	210	151
4歳以上	210	193	212	200	188	231	330	312	281	326
計	1,028	947	929	1,102	1,180	1,119	1,042	1,091	1,136	1,058

年齢別資源量 (トン)										
漁期年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	88	79	72	73	64	57	50	67	42	30
1歳	252	267	224	299	306	219	235	197	216	158
2歳	205	248	256	214	264	278	217	239	211	231
3歳	208	156	189	213	171	232	212	174	203	173
4歳以上	316	372	322	354	371	363	414	437	467	520
計	1,068	1,122	1,063	1,153	1,175	1,149	1,127	1,114	1,139	1,112

年齢別資源量 (トン)			
漁期年	2022	2023	2024
0歳	37	20	17
1歳	137	110	74
2歳	179	156	128
3歳	181	161	131
4歳以上	466	528	508
計	1,001	976	858

補足表 4-8. (続き)

年齢別親魚量 (トン)

漁期年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3歳	100	139	130	144	157	271	186	110	210	151
4歳以上	210	193	212	200	188	231	330	312	281	326
計	310	333	341	344	346	502	516	422	491	477

年齢別親魚量 (トン)

漁期年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3歳	208	156	189	213	171	232	212	174	203	173
4歳以上	316	372	322	354	371	363	414	437	467	520
計	523	528	511	567	542	595	626	612	670	693

年齢別親魚量 (トン)

漁期年	2022	2023	2024
0歳	0	0	0
1歳	0	0	0
2歳	0	0	0
3歳	181	161	131
4歳以上	466	528	508
計	647	690	639

年齢別平均体重 (g)

漁期年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
0歳	291	299	245	219	200	254	234	187	215	219
1歳	1,045	1,030	936	1,094	1,023	1,032	1,029	1,070	1,103	945
2歳	1,518	1,515	1,679	1,588	1,534	1,585	1,500	1,522	1,587	1,397
3歳	1,956	2,024	2,117	2,125	2,011	1,971	2,004	2,006	2,136	2,023
4歳以上	2,925	2,911	2,890	2,941	2,883	3,003	2,794	2,901	3,032	2,933

年齢別平均体重 (g)

漁期年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	229	243	208	176	221	185	198	245	202	164
1歳	965	972	1,049	1,184	1,184	1,062	1,068	1,070	1,047	1,023
2歳	1,613	1,701	1,589	1,606	1,578	1,594	1,617	1,565	1,623	1,628
3歳	2,102	2,119	2,056	2,118	2,113	2,074	2,068	2,084	2,091	2,144
4歳以上	3,060	3,130	3,039	3,186	3,092	3,028	2,930	2,977	3,230	3,286

年齢別平均体重 (g)

漁期年	2022	2023	2024
0歳	253	211	162
1歳	1,006	964	1,052
2歳	1,649	1,688	1,672
3歳	2,043	2,195	2,166
4歳以上	3,186	3,473	3,457

補足資料 5 全長階級別雌雄割合

全長 (mm)	4～7月		8～11月		12～翌年3月	
	雄	雌	雄	雌	雄	雌
100	—	—	0.36	0.64	—	—
110	—	—	0.41	0.59	—	—
120	—	—	0.48	0.52	—	—
130	—	—	0.47	0.53	—	—
140	—	—	0.44	0.56	—	—
150	—	—	0.46	0.54	—	—
160	—	—	0.51	0.49	—	—
170	—	—	0.49	0.51	0.00	1.00
180	—	—	0.44	0.56	0.36	0.64
190	1.00	0.00	0.46	0.54	0.49	0.51
200	0.00	1.00	0.55	0.45	0.57	0.43
210	0.50	0.50	0.51	0.49	0.55	0.45
220	0.50	0.50	0.47	0.53	0.54	0.46
230	0.45	0.55	0.48	0.52	0.52	0.48
240	0.33	0.67	0.48	0.52	0.51	0.49
250	0.75	0.25	0.39	0.61	0.51	0.49
260	0.50	0.50	0.49	0.51	0.55	0.45
270	0.38	0.62	0.43	0.57	0.49	0.51
280	0.56	0.44	0.47	0.53	0.43	0.57
290	1.00	0.00	0.43	0.57	0.38	0.62
300	0.33	0.67	0.50	0.50	0.58	0.43
310	0.89	0.11	0.57	0.43	0.35	0.65
320	0.60	0.40	0.80	0.20	0.50	0.50
330	0.61	0.39	1.00	0.00	0.16	0.84
340	0.59	0.41	0.67	0.33	0.52	0.48
350	0.61	0.39	0.25	0.75	0.42	0.58
360	0.69	0.31	0.45	0.55	0.46	0.54
370	0.72	0.28	0.58	0.42	0.56	0.44
380	0.73	0.27	0.58	0.42	0.54	0.46
390	0.84	0.16	0.33	0.67	0.57	0.43
400	0.85	0.15	0.42	0.58	0.55	0.45
410	0.84	0.16	0.52	0.48	0.56	0.44
420	0.82	0.18	0.59	0.41	0.52	0.48
430	0.81	0.19	0.73	0.27	0.57	0.43
440	0.77	0.23	0.63	0.38	0.48	0.52
450	0.72	0.28	0.30	0.70	0.42	0.58

※一の階級は、各期の全体の雌雄比を用いる。

補足資料5 (続き)

全長 (mm)	4~7月		8~11月		12~翌年3月	
	雄	雌	雄	雌	雄	雌
460	0.67	0.33	0.38	0.63	0.49	0.51
470	0.61	0.39	0.78	0.22	0.44	0.56
480	0.52	0.48	0.13	0.88	0.42	0.58
490	0.49	0.51	0.57	0.43	0.35	0.65
500	0.48	0.52	0.25	0.75	0.29	0.71
510	0.44	0.56	0.33	0.67	0.33	0.67
520	0.45	0.55	0.14	0.86	0.26	0.74
530	0.43	0.57	0.00	1.00	0.30	0.70
540	0.42	0.58	0.25	0.75	0.32	0.68
550	0.37	0.63	0.67	0.33	0.23	0.77
560	0.36	0.64	0.25	0.75	0.24	0.76
570	0.32	0.68	0.67	0.33	0.14	0.86
580	0.25	0.75	1.00	0.00	0.23	0.77
590	0.24	0.76	0.00	1.00	0.25	0.75
600	0.18	0.82	0.00	1.00	0.17	0.83
610	0.17	0.83	1.00	0.00	0.17	0.83
620	0.10	0.90	-	-	0.14	0.86
630	0.08	0.92	0.33	0.67	0.40	0.60
640	0.12	0.88	0.00	1.00	0.00	1.00
650	0.09	0.91	1.00	0.00	0.00	1.00
660	0.08	0.92	-	-	0.00	1.00
670	0.04	0.96	-	-	0.25	0.75
680	0.02	0.98	1.00	0.00	0.50	0.50
690	0.08	0.92	-	-	0.00	1.00
700	0.06	0.94	0.00	1.00	1.00	0.00
710	0.11	0.89	-	-	0.50	0.50
720	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00
730	0.00	1.00	-	-	-	-
740	-	-	-	-	0.00	1.00
750	-	-	-	-	-	-
760	-	-	-	-	-	-
770	-	-	-	-	-	-
780	-	-	-	-	-	-
790	-	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-
測定数	8633	7292	2237	2428	2867	3171
全体雌雄比	0.54	0.46	0.48	0.52	0.47	0.53

※-の階級は、各期の全体の雌雄比を用いる。

補足資料 6 管理基準値案と禁漁水準案等

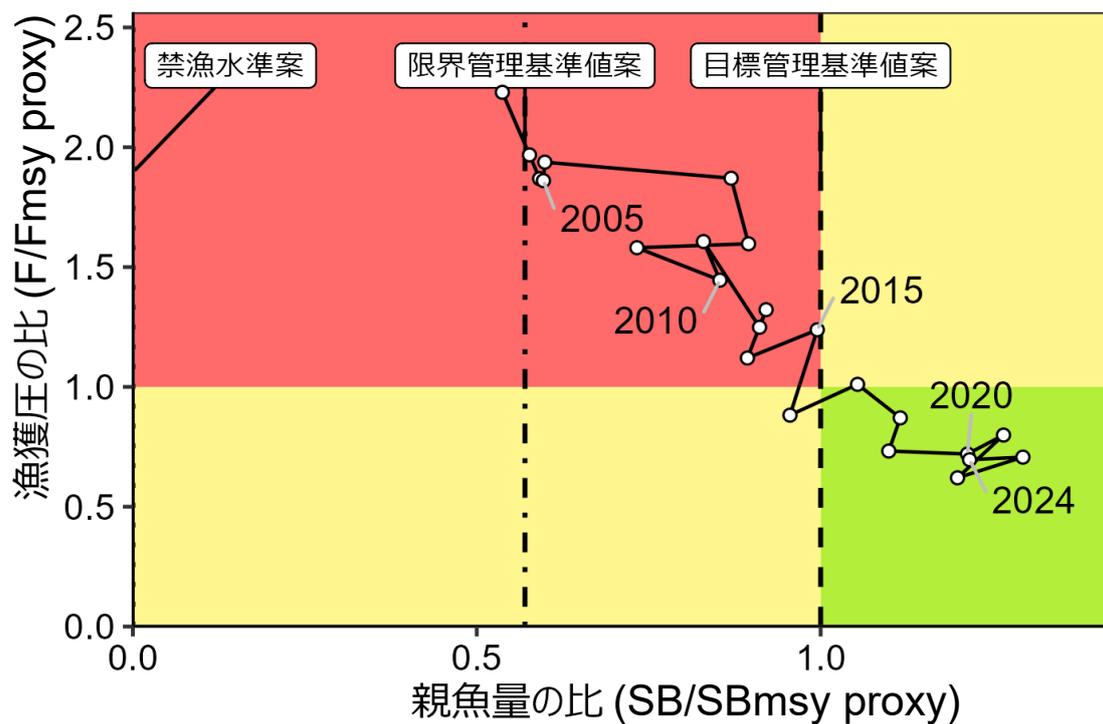
令和 4 年 12 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」により、目標管理基準値 (SBtarget) には MSY を実現する親魚量の代替値 (SBmsy proxy : 577 トン)、限界管理基準値 (SBlimit) には過去最低親魚量 (SBmin : 329 トン)、禁漁水準 (SBban) には暫定的に親魚量 0 トンを用いることが提案されている (平井ほか 2022、補足表 6-1)。

目標管理基準値案と MSY を実現する漁獲圧の代替値 (Fmsy proxy、補足表 6-2) を基準にした神戸プロットを補足図 6-1 に示す。親魚量は 2017 年漁期以降、目標管理基準値案を上回っており、2024 年漁期の親魚量 (SB2024 : 702 トン) は目標管理基準値案の 1.22 倍であった。一方、漁獲圧は 2016 年漁期および 2018 年漁期以降 Fmsy proxy を下回っており、2024 年漁期の漁獲圧は Fmsy proxy の 0.70 倍であった。

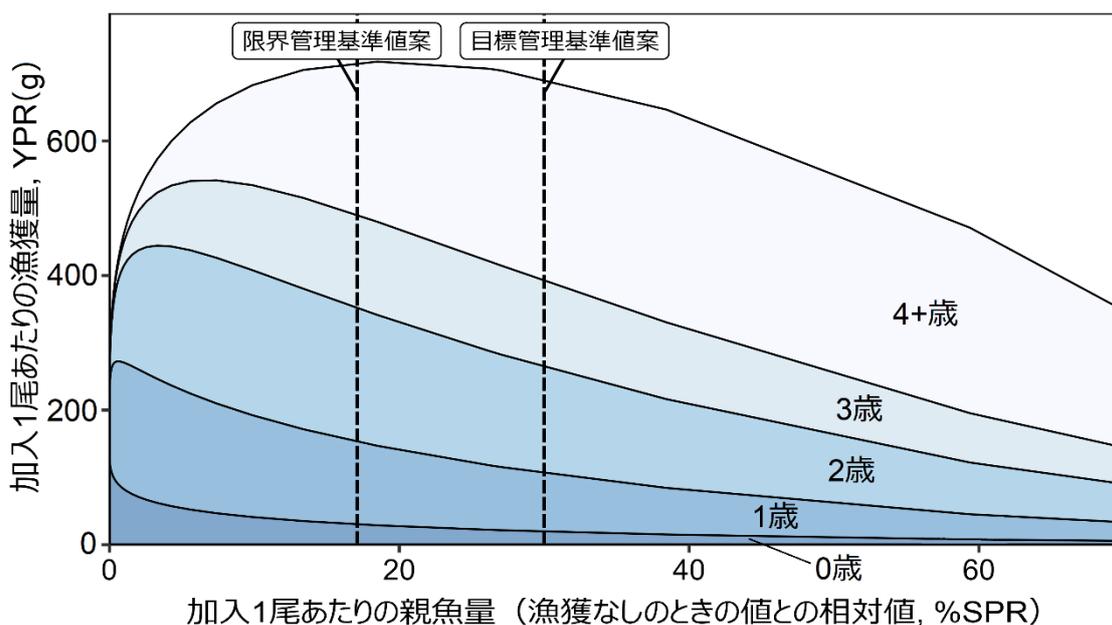
平衡状態における加入 1 尾あたりの親魚量 (SPR) の、漁獲がない場合に対する相対値 (%SPR) と加入 1 尾あたりの漁獲量 (YPR) の関係を補足図 6-2 に示す。平均親魚量が限界管理基準値以下では若齢魚の漁獲割合が増加する。しかし、親魚量が増加するにつれて高齢魚の比率が高くなる傾向がみられる。

引用文献

平井慈恵・片町太輔・真鍋明弘 (2022) 令和 4 年度トラフグ日本海・東シナ海・瀬戸内海系群の管理基準値等に関する研究機関会議資料. FRA-SA2022-BRP18-01, 水産研究・教育機構, 91 pp. https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/20221027/FRA-SA2022-BRP18-01.pdf



補足図 6-1. 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 6-2. 平衡状態における加入 1 尾あたりの親魚量の漁獲がない場合に対する相対値 (%SPR) と加入 1 尾あたりの漁獲量 (YPR) の年齢別の関係 目標管理基準値案は F30%SPR であり、限界管理基準値案は SBmin (329 トン) の位置を示す。禁漁水準値案は 0 トンである。なお、漁業がなかった場合を仮定した初期親魚量 (SB0) は 1,923 トンである。

補足表 6-1. 管理基準値案と MSY の代替値

項目	値	説明
SBtarget 案	577トン	目標管理基準値案。最大持続生産量 MSY を実現する親魚量の代替値 (SBmsy proxy)。
SBlimit 案	329トン	限界管理基準値案。過去最低親魚量 (SBmin)。
SBban 案	0トン	禁漁水準案
Fmsy proxy	最大持続生産量 MSY を実現する漁獲圧の代替値 (漁獲係数 F) (0 歳, 1 歳, 2 歳, 3 歳, 4 歳以上) =(0.14, 0.14, 0.25, 0.26, 0.26)	
%SPR (Fmsy proxy)	30%	Fmsy proxy に対応する %SPR
MSY proxy	191トン	最大持続生産量の代替値

補足表 6-2. 最大持続生産量の代替値 MSY proxy を実現する水準の推定に用いたパラメータ値

	選択率 (注 1)	Fmsy proxy (注 2)	現状の漁獲圧 (F2018-2020) (注 3)	平均体重 (g) (注 4)	自然死亡 係数	成熟 割合
0 歳	0.53	0.140	0.154	166	0.19	0
1 歳	0.54	0.143	0.158	1,021	0.25	0
2 歳	0.95	0.250	0.276	1,659	0.25	0
3 歳	1.00	0.264	0.291	2,126	0.25	1
4 歳以上	1.00	0.264	0.291	3,348	0.25	1

注 1：令和 4 年度研究機関会議で MSY を実現する水準の推定の際に使用した選択率。選択率は 3 歳 F2018-2020 に対する比を示す。

注 2：令和 4 年度研究機関会議で推定された Fmsy の代替値。

注 3：令和 4 年度の資源評価で推定された 2018～2020 年漁期の平均値を直近年 F 平均として算出した。

注 4：平均体重は 2021 年漁期の値。

補足資料 7 漁獲管理規則案に対応した将来予測

(1) 将来予測の方法

将来予測は、「令和 7(2024)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 1B 系資源の管理規則に従い、令和 4 年 12 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」において最大持続生産量 MSY を実現する F の代替値 (Fmsy proxy) の推定に用いた各種設定 (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 (補足表 7-1)。将来予測には加入量の不確実性を考慮し、近年の低加入シナリオ (近年の低加入が 3 年間継続した後、徐々に加入が好転する仮定) のもとでの加入をバックワード・リサンプリングによって想定し、この仮定のもとで将来予測を行った。昨年度時点から評価結果は更新されていることを考慮し、低加入シナリオでの将来の加入量は、本年度評価において天然由来加入尾数として推定された 2002 年漁期～2023 年漁期の加入量に対数正規分布を仮定した場合の平均加入量を予測値として、過去の観測値の残差をランダムにリサンプリングして与えた (補足表 8-1)。リサンプリングするデータは 3 年単位に区切り、低加入を仮定した 3 年ブロックのバックワード・リサンプリング (3 年を 1 ブロックとし、将来 3 年までは直近年を除く過去 3 年の残差からリサンプリング、将来 4～6 年は過去 3 年もしくは 4～6 年の残差をリサンプリングというように 3 年ごとに過去に遡った残差を選択する方法) を実施した (補足図 7-1～7-2, 補足表 7-1)。無作為抽出した誤差を与える計算を 10,000 回行い、平均値と 90% 予測区間を求めることにより不確実性の程度を示した。2025 年漁期の漁獲量は、予測される資源量と現状の漁獲圧 (F2021-2023) から推定した。現状の漁獲圧は本年度評価における 2021～2023 年の年齢別漁獲圧の平均値を用い (F2021-2023)、2025 年漁期以降の漁獲圧には、各漁期年に予測される親魚量をもとに下記の漁獲管理規則案 (HCR) で定められる漁獲圧を用いた。

加入シナリオの詳細は以下の通りである：

- ・将来予測の 1～3 年目 (2025～2027 年漁期) は過去 3 年分 (2021～2023 年漁期) の残差から重複を許してリサンプリングした。

- ・将来予測の 4～6 年目 (2028～2030 年漁期) は過去 3 年分 (2021～2023 年漁期) もしくは過去 4～6 年分 (2018～2020 年漁期) の残差のいずれかをランダムに選び、選んだ方の 3 年分の残差から重複を許してリサンプリングした。

- ・将来予測の 7 年目 (2031 年漁期) 以降はこの手順で 3 年区切りの残差をリサンプリングする範囲を追加した。この手順により、短期的には直近の低加入トレンドを反映するような加入を想定し、中長期的にはそれ以前の過去の条件を反映するような加入を想定した。

加入尾数と資源尾数や漁獲量の予測計算には、「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 2025b)」に基づき、統計ソフトウェア R (version 4.4.3) および計算パッケージ frasyr (コミット番号 91624e3) を用いた。

将来予測における 1～3 歳魚の資源尾数は以下の式で求めた。

($N_{a,y}$: y 年の a 歳の資源尾数、M : 自然死亡係数、F : 漁獲係数)

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

4 歳魚以上のプラスグループの資源尾数は以下の式で求めた。

$$N_{4+,y} = N_{3,y-1} \exp(-M_{3,y-1} - F_{3,y-1}) + N_{4+,y-1} \exp(-M_{4+,y-1} - F_{4+,y-1})$$

将来予測における漁獲圧 (F) は 1B 系資源の漁獲管理規則に従い、以下の式で求めた。

$$F_{a,y} = \begin{cases} 0 & \text{if } SB_t = SB_{ban} \\ \beta \gamma(SB_t) F_{msy \text{ proxy}} & \text{if } SB_{ban} < SB_t < SB_{limit} \\ \beta F_{msy \text{ proxy}} & \text{if } SB_t \geq SB_{limit} \end{cases}$$

$$\gamma(SB_y) = \frac{SB_y}{SB_{limit}}$$

ここで、 SB_y は y 年の親魚量、 F_{msy} および SB_{target} 、 SB_{limit} 、 SB_{ban} はそれぞれ補足表 6-1 に案として示した親魚量の基準値である。

また、将来の y 年漁期の各年齢 a の漁獲尾数 ($C_{a,y}$: y 年の a 歳の漁獲尾数) は以下の式で求めた。

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

将来予測における資源量および漁獲量は、ここで求めた資源尾数または漁獲尾数に補足表 7-1 の平均体重を乗じて求め、親魚量は 3 歳以上の資源量とした。

(2) 種苗放流の考慮も含めた加入シナリオの設定

本系群は栽培対象種であり種苗放流が継続的に行われており（表 4-2）、令和 4 年度トラフグ日本海・東シナ海・瀬戸内海系群の管理基準値等に関する研究機関会議資料（平井ほか 2022）においても、天然のみの加入に加え、放流を考慮した加入の検討も行われている。本年度評価では、1 年更新された放流情報に基づき（補足表 7-1）、以下の加入シナリオの元での将来予測を行った。

なお、令和 4 年度評価時では、天然のみの加入を仮定した場合には、直近年の種苗放流も仮定しなかったが、実際には令和 4 年度は種苗放流が実施され、令和 5 年度も種苗放流計画が策定され、種苗放流が実施された。この点を踏まえ、令和 5 年度評価では、直近年の種苗放流を仮定しなかった場合（仮定 1）、仮定した場合（仮定 2）について検討し、仮定 1 では、実際に種苗放流が行われている資源状態と比べて加入を過小評価することが示され、仮定 1 の検討は令和 5 年度評価限りとした。このことから、本年度評価では、天然のみの加入、放流込みの加入のそれぞれについて、令和 5 年度評価で実施した仮定 2 から仮定 5 の 4 つのシナリオに加え、最直近年の放流数、添加効率のみを想定したシナリオ（仮定 6、本年度評価の場合は 2024 年漁期）の計 5 つの仮定を想定し、将来予測を行った。

<天然のみの加入>

（仮定 1 について本年度評価以降は掲載しない。仮定 1 の詳細は令和 5 年度評価を参照）

（仮定 2）2025 年漁期の種苗放流を 2016～2020 年漁期の放流尾数、添加効率から仮定。

（放流尾数、添加効率の参照年が令和 4 年度研究機関会議での参照年数と同じ）

（仮定 3）2025 年漁期の種苗放流を 2019～2023 年漁期の放流尾数、添加効率から仮定。

（放流尾数、添加効率の参照年を令和 4 年度研究機関会議時点から 3 年スライドし、直近期間とした）

<放流を考慮した加入>

（仮定 4）2025 年漁期の種苗放流を 2016～2020 年漁期の放流尾数、添加効率から仮定。

2026 年漁期以降についても、同様の放流加入を毎年仮定。

（放流尾数、添加効率の参照年が令和 4 年度研究機関会議での参照年数と同じ）

（仮定 5）2025 年漁期の種苗放流を 2019～2023 年漁期の放流尾数、添加効率から仮定。

2026 年漁期以降についても、同様の放流加入を毎年仮定。

（放流尾数、添加効率の参照年を令和 4 年度研究機関会議時点から 3 年スライドし、直近期間とした）

（仮定 6）2025 年漁期の種苗放流を 2024 年漁期の放流数、添加効率から仮定。2026 年漁期以降についても、同様の放流加入を毎年仮定。

なお、資源評価結果の更新に伴い、各参照年の更新された資源尾数から、添加効率についても更新し、それによって算出された放流資源尾数を放流加入として加算した。仮定 2 の最直近年（本年度の場合、2025 年漁期）は過去の放流尾数、添加効率から放流加入尾数を考慮することとし、研究機関会議案と同じ、2016 年～2020 年漁期の平均放流尾数（171.3 万尾）、平均添加効率（0.043：本年度 VPA 結果に基づく放流資源尾数に対する値）から算

出した 7.3 万尾を放流加入として加算した。仮定 3 では、放流参照年を 3 年スライドした直近期間にあたる 2019 年～2023 年漁期とした場合であり、同期間の平均放流尾数（149.8 万尾）、平均添加効率（0.045）から算出した 6.7 万尾を 2025 年漁期の放流加入として加算したケースである。なお、放流の継続を仮定した場合（仮定 4、5）、2025 年漁期以降も放流加入尾数は加算した予測が行われる。また、本年度評価以降は研究機関会議時から本種が産卵参加可能な 3 年が経過していることを踏まえ、直近 5 年の加入状況を考慮した仮定 3（放流考慮の場合は仮定 5）をベースケースとして扱い、研究機関会議時の天然加入、放流条件については、試算結果の掲載のみとする。

（3）漁獲管理規則案

漁獲管理規則案は、目標管理基準値案以上に親魚量を維持・回復する達成確率を勘案して、親魚量に対応した漁獲圧（F）等を定めたものである。「漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針」では、親魚量が限界管理基準値案を下回った場合には禁漁水準案まで直線的に漁獲圧を削減するとともに、親魚量が限界管理基準値以上にある場合には F_{msy} proxy 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 7-3 に本系群の「管理基準値等に関する研究機関会議」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 0.7 とした場合を示した。

（4）2026 年漁期の予測値

天然のみの加入を仮定した仮定 3 の場合、漁獲管理規則案に基づき試算された 2026 年漁期の平均漁獲量は β を 0.7 とした場合には 101 トン、 β を 1.0 とした場合には 139 トンであった（補足表 7-5b）。一方、放流による加入を考慮した仮定 5 の場合における 2026 年漁期の平均漁獲量は、 β を 0.7 とした場合には 102 トン、 β を 1.0 とした場合には 141 トンであった（補足表 7-5d）。なお、2026 年漁期に予測される平均親魚量は、仮定に依らず 514 トンであり、限界管理基準値案である 329 トンを上回った（補足表 7-4）。

（5）2026 年漁期以降の予測

2026 年以降も含めた将来予測の結果を補足図 7-4～7-8 および補足表 7-2～7-6 に示す。

天然のみの加入を仮定したベースケース（仮定 3）で漁獲管理規則案に基づく管理を 10 年間継続した場合、2036 年漁期の親魚量の予測値は β を 0.7 とした場合には 457 トン（90% 予測区間は 267～683 トン）であり、 β を 1.0 とした場合には 365 トン（90% 予測区間は 241～715 トン）である（補足図 7-5、補足表 7-4b、8-4）。予測値が 2036 年漁期に目標管理基準値案を上回る確率は β が 0.4 以下で 50%を上回る（補足表 7-2b）。予測値が 2036 年漁期に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（補足表 7-3b）。現状の漁獲圧（F₂₀₂₁₋₂₀₂₃）を継続した場合の 2036 年漁期の親魚量の予測値は 440 トン（90% 予測区間は 217～696 トン）であり目標管理基準値案を上回る確率は 21%、限界管理基準値案を上回る確率は 71%である（補足図 7-5、7-2b、7-3b、7-4b）。

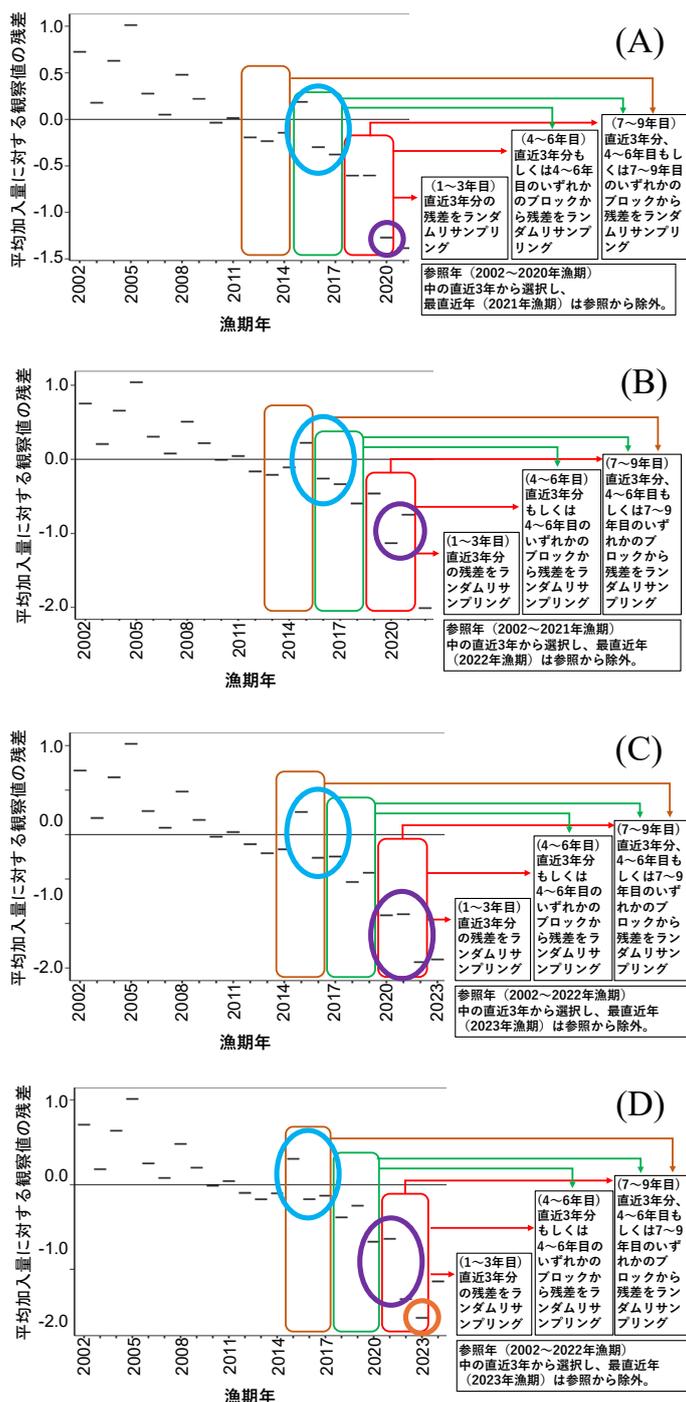
種苗放流を考慮したベースケース（仮定 5）で漁獲管理規則案に基づく管理を 10 年間継続した場合には、2036 年漁期の親魚量の予測値は β を 0.7 とした場合には 629 トン（90% 予測区間は 404～887 トン）であり、 β を 1.0 とした場合には 475 トン（90% 予測区間は 300

～681 トン) である (補足図 7-7、補足表 7-5d、8-4)。予測値が 2036 年漁期に目標管理基準値案を上回る確率は β が 0.75 以下で 50%を上回る (補足表 7-2d)。予測値が 2036 年漁期に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 (補足表 7-3d)。

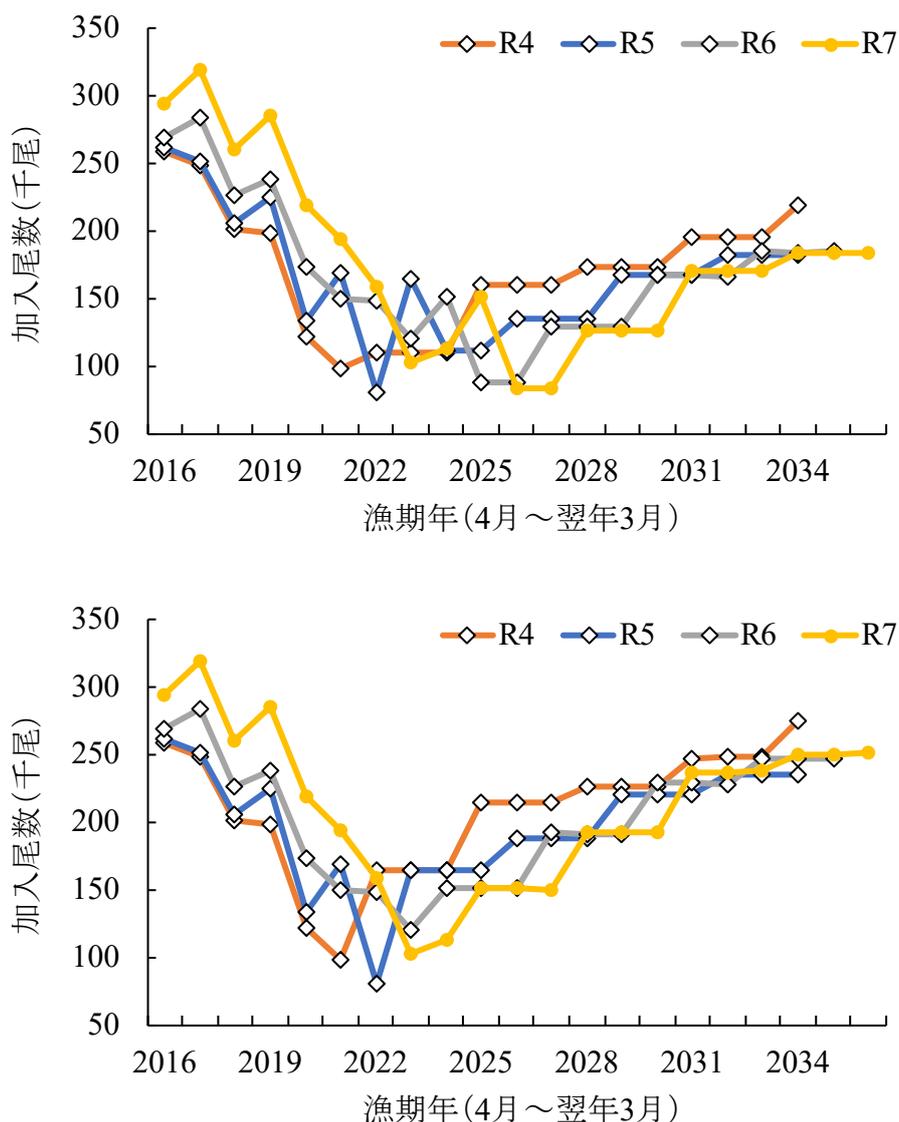
本系群では将来予測に用いる加入尾数は過去の加入尾数を参照しており、再生産関係に基づいていないことから、親魚量が過去最低未満となった場合においても、過去の加入量が継続するといった仮定になっていることには注意が必要である。

引用文献

- 平井慈恵・片町太輔・真鍋明弘 (2022) 令和 4 年度トラフグ日本海・東シナ海・瀬戸内海系群の管理基準値等に関する研究機関会議資料. FRA-SA2022-BRP18-01, 水産研究・教育機構, 91 pp. https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/20221027/FRA-SA2022-BRP18-01.pdf
- 平井慈恵・片町太輔・真鍋明弘 (2023) 令和 4 年度トラフグ日本海・東シナ海・瀬戸内海系群の資源評価. FRA-SA-2022-AC73, 令和 4 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産庁・水産研究・教育機構, 78 pp. https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2023/07/details_2022_73.pdf
- 水産研究・教育機構 (2024a) 令和 6 (202644) 年度漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針. FRA-SA202-ABCWG02-01, 水産研究・教育機構, 横浜, 24 pp.
- 水産研究・教育機構 (2023b) 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-SA2023-ABCWG02-04, 水産研究・教育機構, 横浜, 14 pp. https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2023-ABCWG02-04.pdf (last accessed July 14 2023)

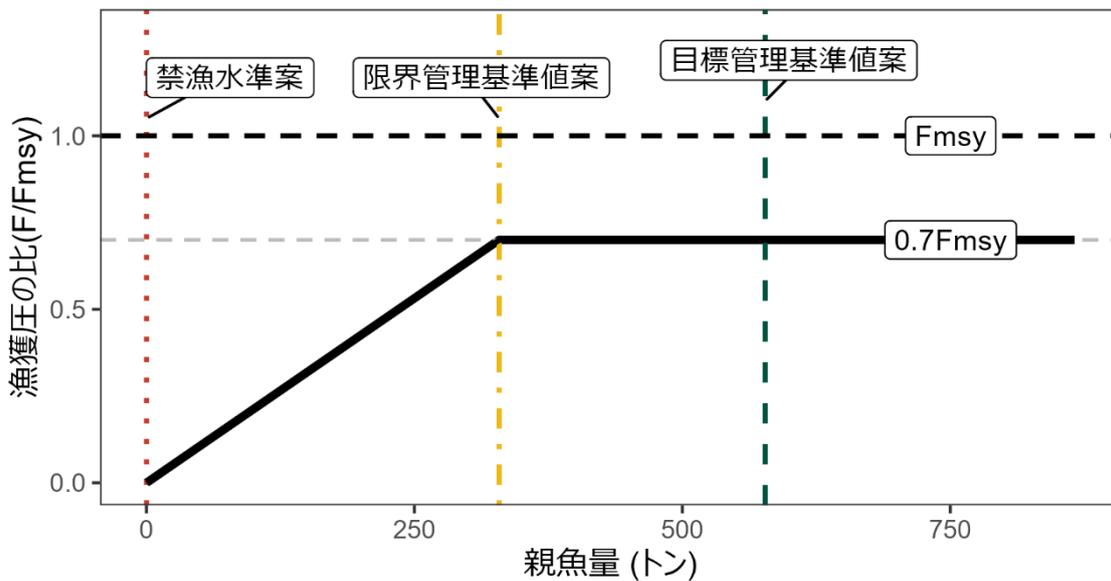


補足図 7-1. 将来予測における加入尾数の仮定に用いるブロックバックワードリサンプリングの模式図 (A) 研究機関会議で用いられた加入尾数の残差 (参照年：2002～2020年漁期)、(B) R5 年度評価での加入尾数に基づく残差 (参照年：2002～2021年漁期)。(C) R6 年度評価での加入尾数に基づく残差 (参照年：2002～2022年漁期)。(D) 本年度評価 (参照年：2002～2023年漁期)。過去の加入状況は古いブロックに移るため、参照されにくく (例：水色枠内)、近年の加入状況 (紫枠、橙枠内) が参照され、近年の加入状況を反映した予測が可能となる。

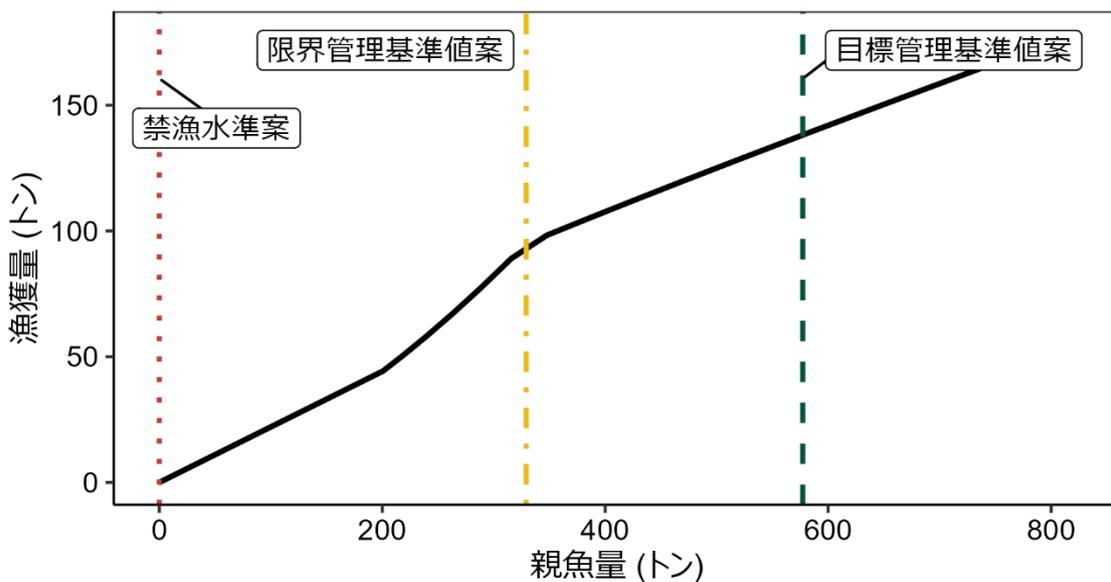


補足図 7-2. 3年ブロックのバックワード・リサンプリングに基づく将来予測における加入尾数の予測結果 (A) 天然のみによる加入を仮定した場合(仮定3)。(B) 放流込みでの加入を仮定した場合(仮定5)。放流尾数については直近5年の2019～2023年漁期の平均放流資源尾数を適用。天然のみの場合は、2025年漁期のみを放流考慮した場合を示す。

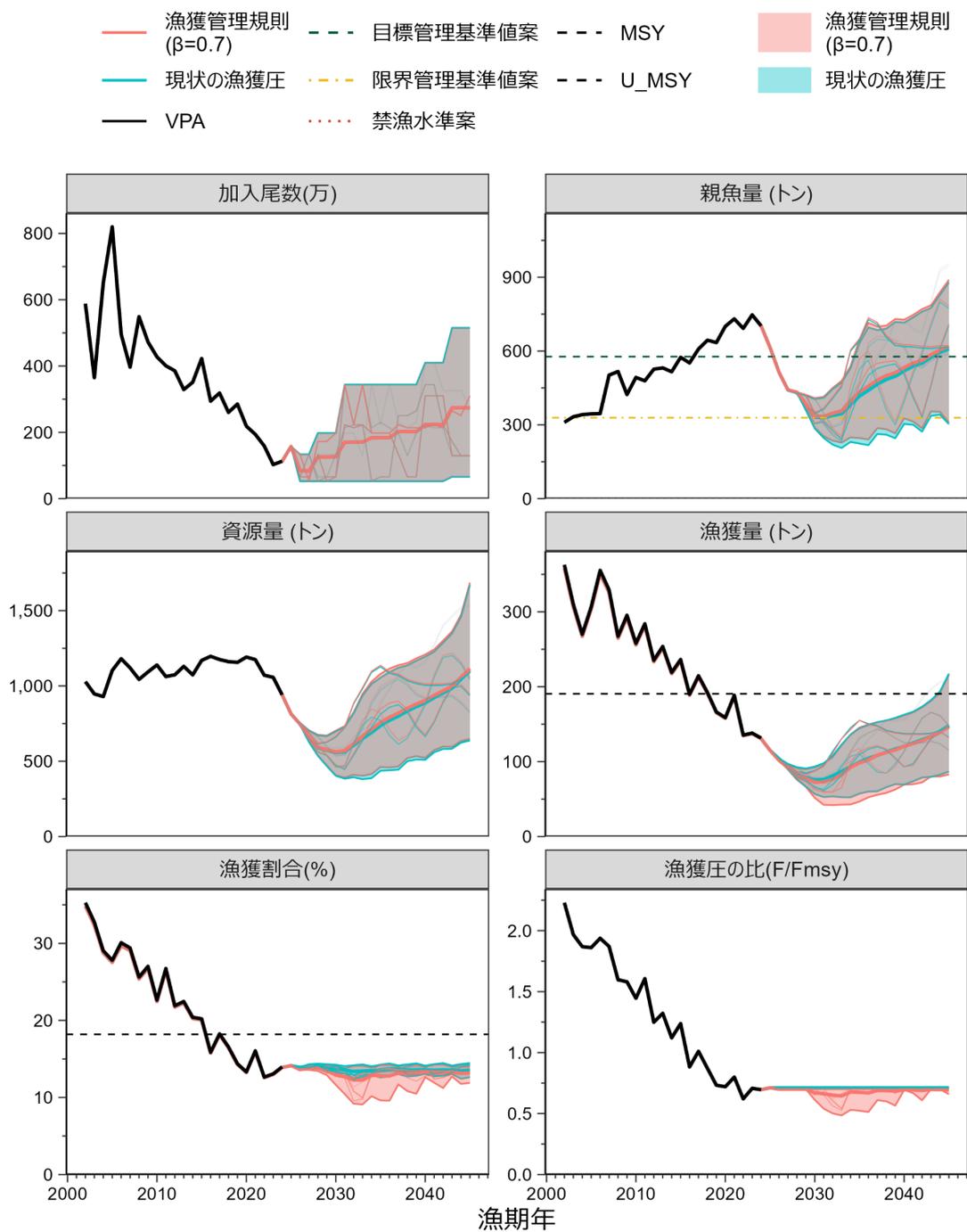
a) 縦軸を漁獲圧にした場合



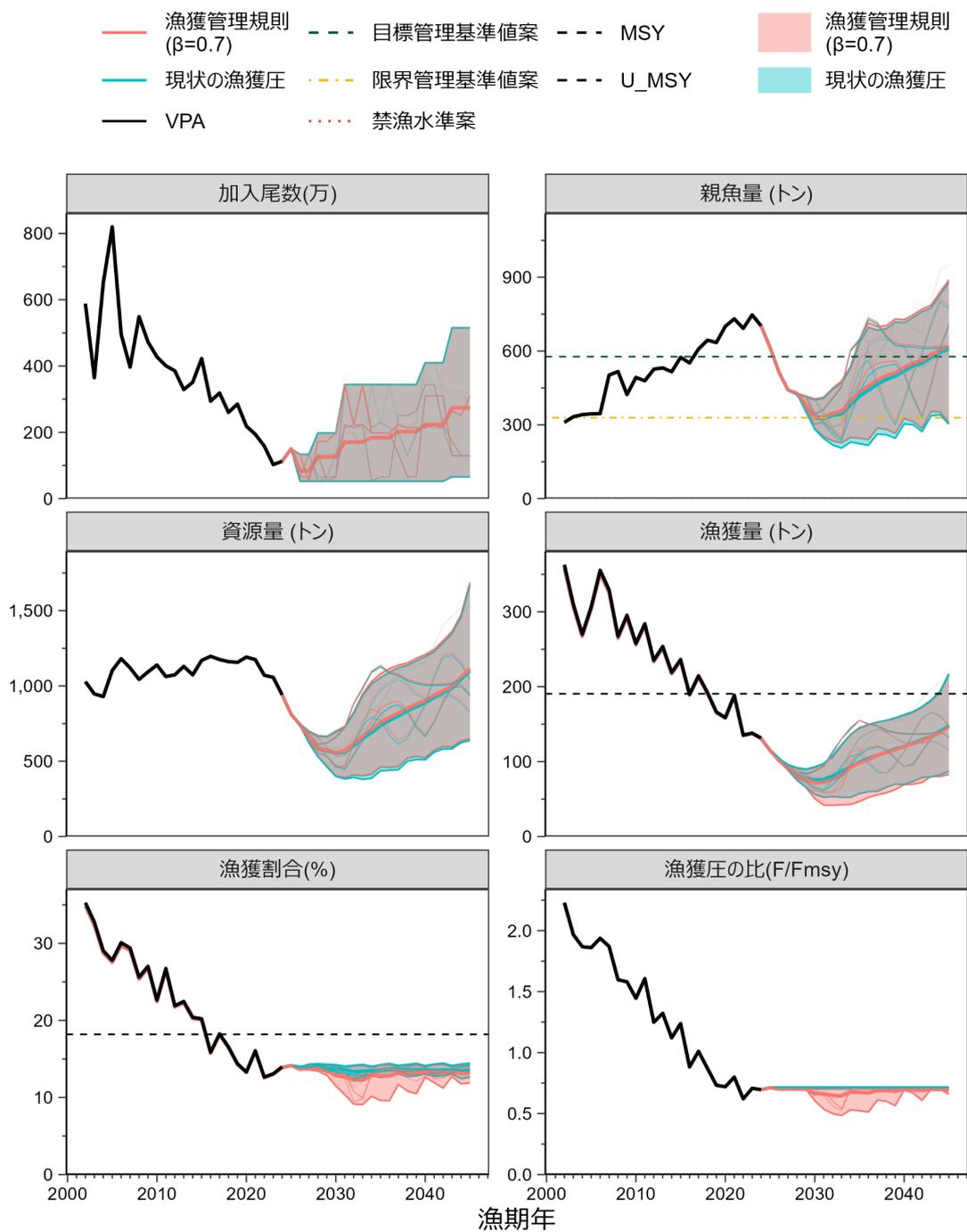
b) 縦軸を漁獲量にした場合



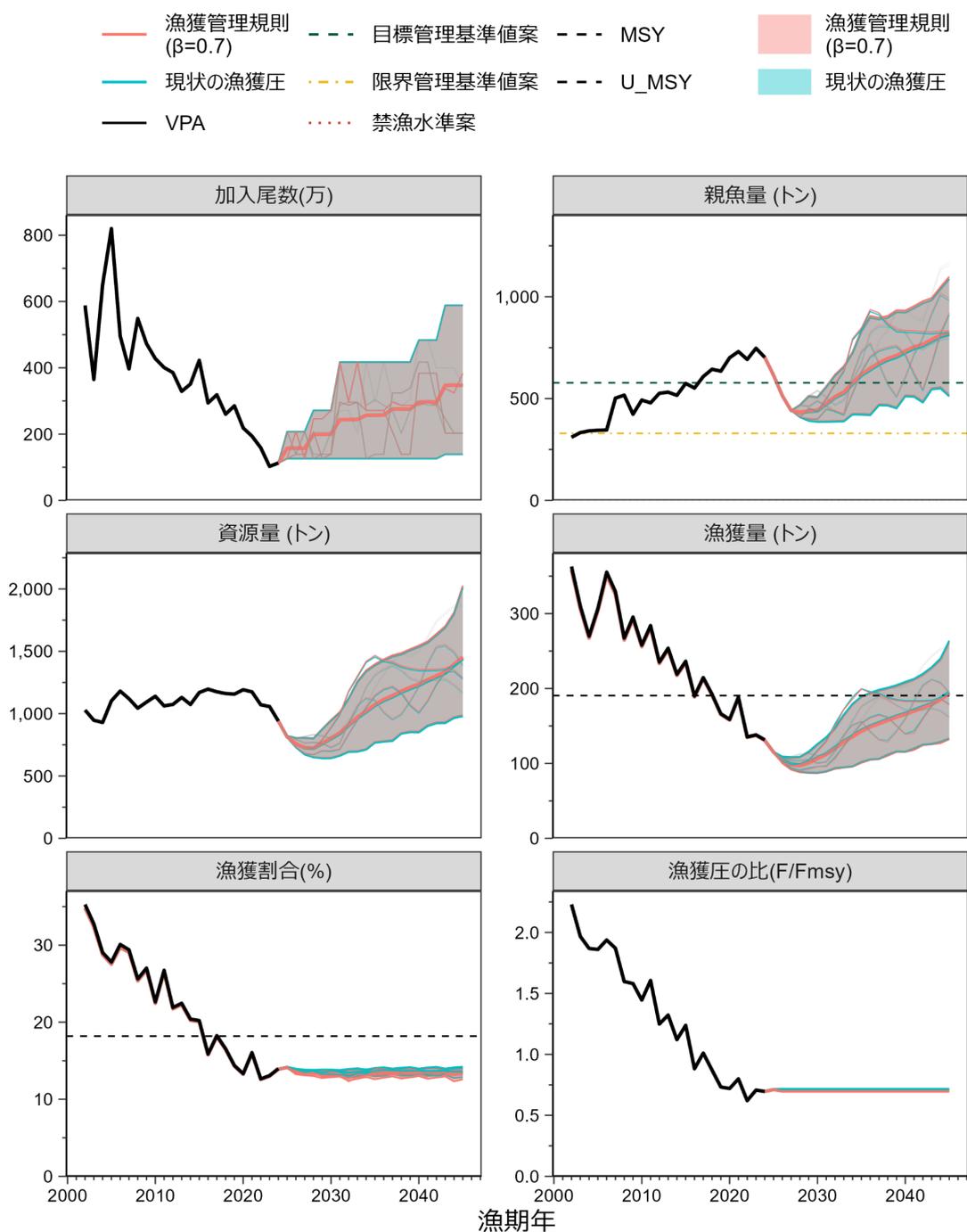
補足図 7-3. 漁獲管理規則案



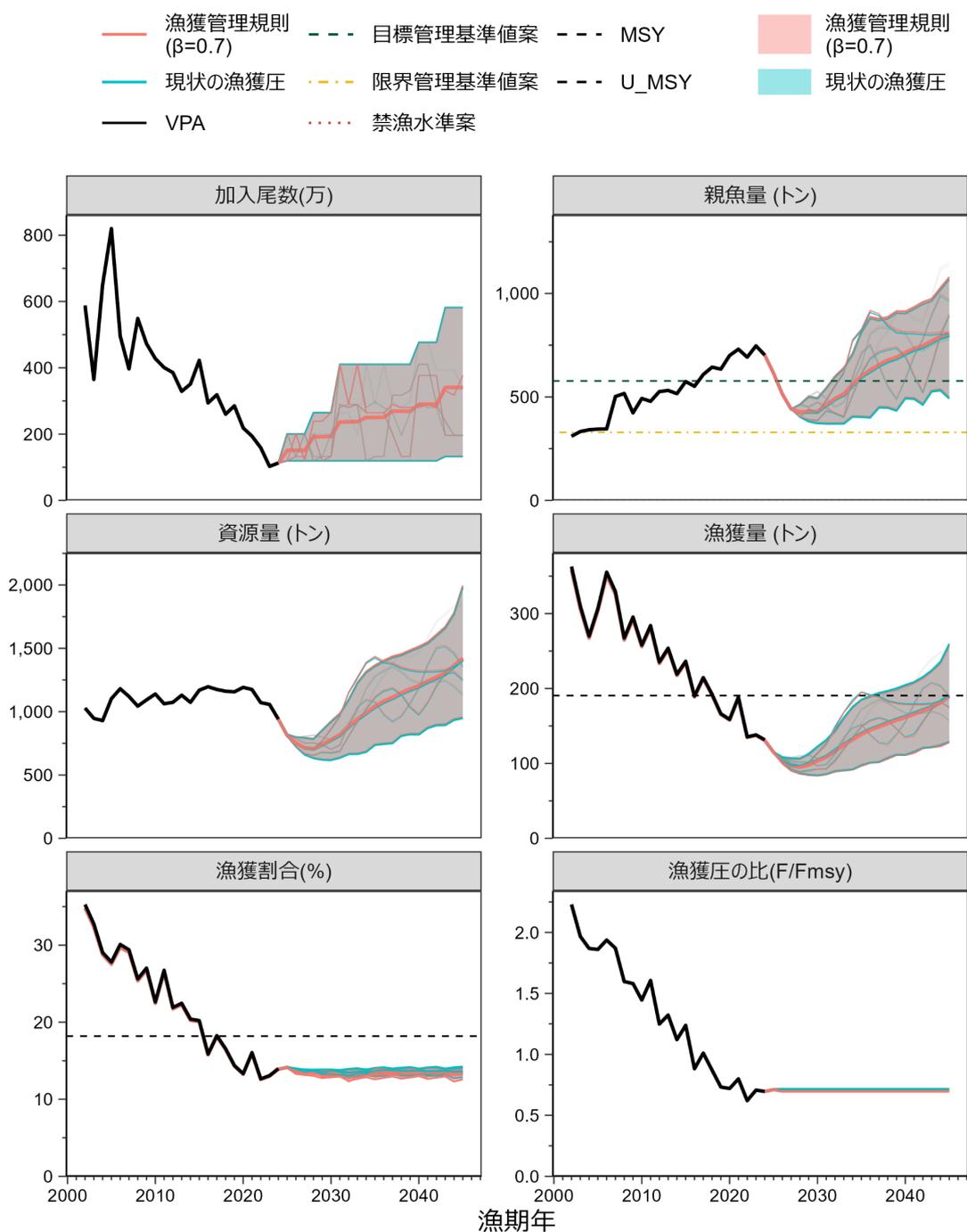
補足図 7-4. 漁獲管理規則案を用いた場合（赤線）と現状の漁獲圧での将来予測（青色）
 （2026 年漁期以降を天然のみの加入の場合、2025 年漁期は、2016～2020 年漁期の平均放流加入尾数を仮定（仮定 2））太実線は平均値、網掛けはシミュレーション結果の 90%が含まれる予測区間、細線は 5 通りの将来予測の例示である。親魚量の図の緑破線は目標管理基準値案、黄一点鎖線は限界管理基準値案、赤点線は禁漁水準案を示す。漁獲割合の図の破線は Umsy を示す。漁獲管理規則での調整係数 β には 0.7 を用いた。



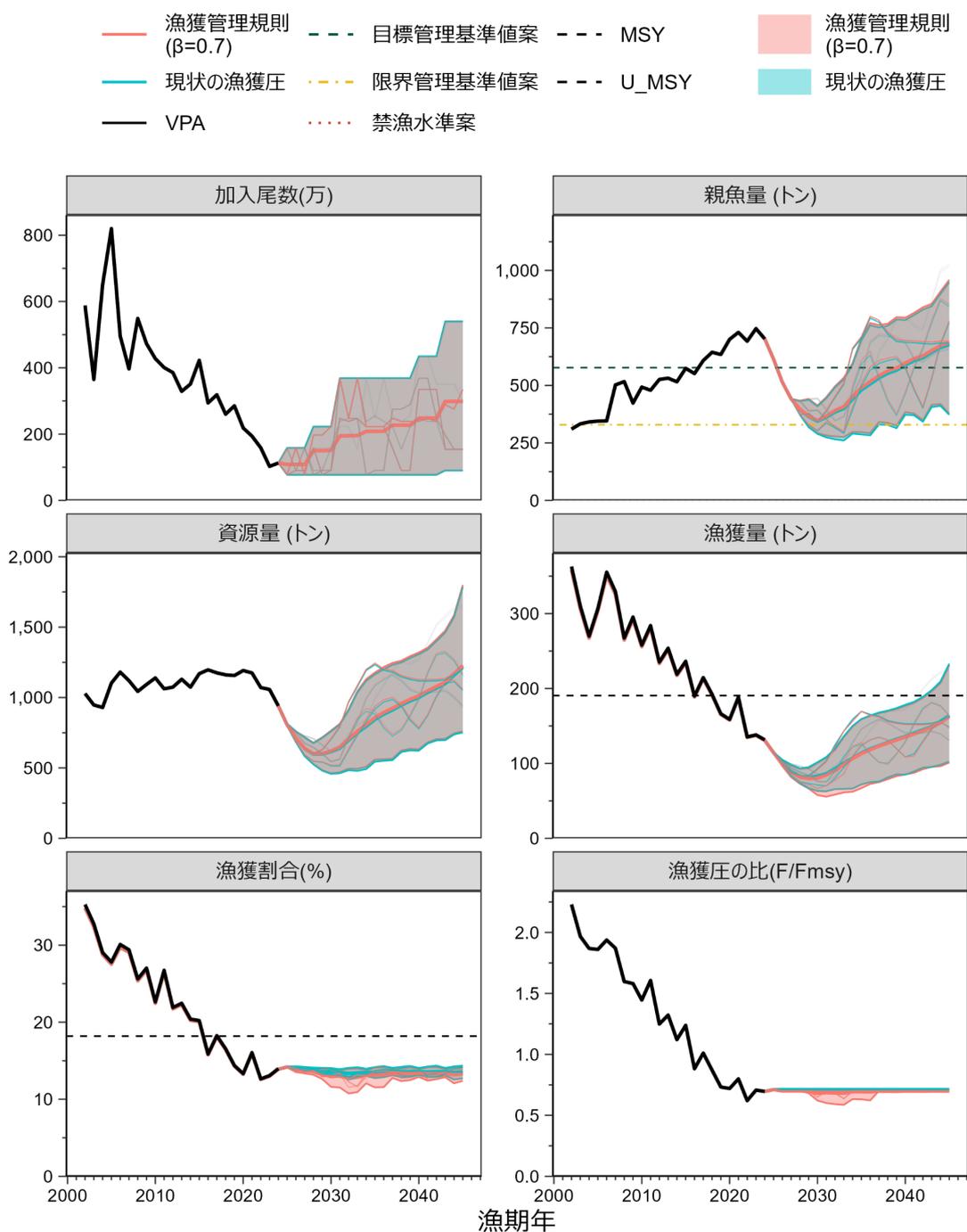
補足図 7-5. 漁獲管理規則案を用いた場合（赤線）と現状の漁獲圧での将来予測（青色）
 （2026 年漁期以降を天然のみの加入の場合、2025 年漁期は、2019～2023 年漁期の平均放流加入尾数を仮定（仮定 3）） 太実線は平均値、網掛けはシミュレーション結果の 90%が含まれる予測区間、細線は 5 通りの将来予測の例示である。親魚量の図の緑破線は目標管理基準値案、黄一点鎖線は限界管理基準値案、赤点線は禁漁水準案を示す。漁獲割合の図の破線は U_{msy} を示す。漁獲管理規則での調整係数 β には 0.7 を用いた。



補足図 7-6. 漁獲管理規則案を用いた場合（赤線）と現状の漁獲圧での将来予測（青色）
 （2025 年漁期以降は、2016～2020 年漁期の平均放流加入尾数を仮定（仮定 4）） 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。漁獲割合の図の破線は U_{msy} を示
 す。漁獲管理規則での調整係数 β には 0.7 を用いた。



補足図 7-7. 漁獲管理規則案を用いた場合（赤線）と現状の漁獲圧での将来予測（青色）
 （2025 年漁期以降は、2019～2023 年漁期の平均放流加入尾数を仮定（仮定 5）） 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。漁獲割合の図の破線は U_{msy} を示
 す。漁獲管理規則での調整係数 β には 0.7 を用いた。



補足図 7-8. 漁獲管理規則案を用いた場合（赤線）と現状の漁獲圧での将来予測（青色）
 （2025 年漁期以降は、2024 年漁期の平均放流加入尾数を仮定（仮定 6））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。漁獲割合の図の破線は U_{msy} を示す。漁
 獲管理規則での調整係数 β には 0.7 を用いた。

補足表 7-1. 将来予測に用いた設定値と本年度評価においてブロックバックワードリサンプリングにより推定した将来の平均加入尾数（千尾）

評価年	放流の有無	仮定番号	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
R4年度	なし		259	248	202	198	121	98	110	111	110	160	161
R6年度		仮定3	269	283	226	238	173	151	148	120	151	89	89
R7年度		仮定2	294	319	260	285	219	194	159	103	113	157	84
	仮定3	294	319	260	285	219	194	159	103	113	151	84	
R4年度	あり		259	248	202	198	121	98	164	164	164	214	215
R6年度		仮定5	269	283	226	238	173	151	148	120	151	151	151
R7年度		仮定4	294	319	260	285	219	194	159	103	113	157	158
		仮定5	294	319	260	285	219	194	159	103	113	151	151
		仮定6	294	319	260	285	219	194	159	103	113	109	109

評価年	放流の有無	仮定番号	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
R4年度	なし		160	174	173	174	196	196	195	219	220	220
R6年度		仮定3	130	129	129	167	167	166	185	184	185	185
R7年度		仮定2	84	126	126	126	170	170	171	184	184	184
	仮定3	84	126	126	126	170	170	171	184	184	184	
R4年度	あり		214	227	227	226	248	248	248	275	275	275
R6年度		仮定5	192	191	191	229	229	228	247	246	247	247
R7年度		仮定4	157	199	199	200	243	244	244	257	257	257
		仮定5	150	192	192	193	237	237	237	250	250	251
		仮定6	108	150	150	151	195	195	195	208	208	209

	選択率 (注 1)	Fmsy proxy (注 2)	F2021-2023 (注 3)	平均体重 (g) (注 4)	自然死亡 係数	成熟 割合
0 歳	0.53	0.154	0.094	166	0.19	0
1 歳	0.54	0.158	0.118	1021	0.25	0
2 歳	0.95	0.276	0.167	1659	0.25	0
3 歳	1.00	0.291	0.187	2126	0.25	1
4 歳以上	1.00	0.291	0.187	3348	0.25	1

太字は各評価年に設定したシナリオ上の管理開始年での推定平均加入尾数。各仮定番号の設定はそれぞれの評価年度報告書を参照。

注 1：令和 4 年度研究機関会議で MSY を実現する水準の推定の際に使用した選択率。選択率は 3 歳 F2018-2020 に対する比を示す。

注 2：令和 4 年度研究機関会議で推定された Fmsy の代替値。

注 3：今回の資源評価で推定された 2021～2023 年漁期の F 平均値。この F 値は 2025 年漁期の漁獲量の仮定に使用した。

注 4：平均体重は令和 4 年度研究機関会議で MSY を実現する水準の推定の際に使用した体重

補足表 7-2. 将来の親魚量が目標管理基準値案を上回る確率 (%)

β を 0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果。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 (F2021-F2023、β =0.71 に相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。

<天然のみの加入の場合>

a) 2025 年漁期は、2016~2020 年漁期の平均放流加入尾数を仮定 (仮定 2)

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	
1.0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	
0.9			0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	8
0.8			0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	18
0.7			0	0	0	0	0	0	0	0	3	13	24
0.6			0	0	0	0	0	0	0	0	6	24	31
0.5			0	0	0	0	0	0	1	5	18	34	42
0.45			0	0	0	0	0	0	3	14	27	41	48
0.4			0	0	0	0	0	2	10	25	36	48	55
0.3			0	0	0	0	0	11	32	45	53	61	66
0.2			0	0	34	11	29	52	54	67	76	76	75
0.1			0	100	34	55	57	67	64	81	86	86	84
0.0			0	100	100	66	85	83	80	92	93	93	93
現状の漁獲圧					0	0	0	0	0	0	0	2	11

b) 2025 年漁期は、2019~2023 年漁期の平均放流加入尾数を仮定 (仮定 3)

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	
1.0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	
0.9			0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	8
0.8			0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	18
0.7			0	0	0	0	0	0	0	0	3	13	24
0.6			0	0	0	0	0	0	0	0	6	24	31
0.5			0	0	0	0	0	0	1	5	18	33	42
0.45			0	0	0	0	0	0	3	14	27	41	48
0.4			0	0	0	0	0	2	10	25	35	47	55
0.3			0	0	0	0	0	11	32	45	52	61	66
0.2			0	0	34	11	26	52	53	67	76	76	74
0.1			0	0	34	44	54	66	63	81	86	86	84
0.0			0	100	100	55	85	82	80	92	93	93	93
現状の漁獲圧					0	0	0	0	0	0	0	2	11

<放流による加入を考慮した場合>

c) 2025 年漁期以降、2016～2020 年漁期の平均放流加入尾数を仮定（仮定 4）

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	
1.0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	4	14	26	
0.9			0	0	0	0	0	0	0	0	10	28	36
0.85			0	0	0	0	0	0	0	4	19	34	42
0.8			0	0	0	0	0	0	3	14	30	44	51
0.7			0	0	0	0	0	2	22	42	50	60	65
0.6			0	0	0	4	16	46	53	70	77	74	
0.5			0	0	11	18	46	64	66	86	89	87	
0.4			0	0	11	41	76	84	87	96	97	97	
0.3			0	0	55	70	93	97	99	100	100	100	
0.2			0	33	66	100	100	100	100	100	100	100	
0.1			0	33	100	100	100	100	100	100	100	100	
0.0			0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
現状の漁獲圧					0	0	0	0	2	18	40	48	59

d) 2025 年漁期以降、2019～2023 年漁期の平均放流加入尾数を仮定（仮定 5）

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	
1.0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	3	13	22	
0.9			0	0	0	0	0	0	0	0	7	25	32
0.8			0	0	0	0	0	0	1	7	23	38	46
0.75			0	0	0	0	0	0	5	20	34	48	55
0.7			0	0	0	0	0	1	14	34	44	55	62
0.6			0	0	0	0	0	10	39	51	64	72	71
0.5			0	0	0	7	35	57	60	81	86	83	
0.4			0	0	11	26	65	75	79	93	94	94	
0.3			0	0	55	66	89	92	95	99	99	99	
0.2			0	33	55	92	100	100	100	100	100	100	
0.1			0	33	100	100	100	100	100	100	100	100	
0.0			0	66	100	100	100	100	100	100	100	100	
現状の漁獲圧					0	0	0	0	1	11	32	42	54

e) 2025 年漁期以降、2024 年漁期の平均放流加入尾数を仮定（仮定 6）

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	
1.0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	8	
0.9			0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	19
0.8			0	0	0	0	0	0	0	0	4	14	25
0.7			0	0	0	0	0	0	0	0	7	26	34
0.6			0	0	0	0	0	0	1	7	22	37	46
0.55			0	0	0	0	0	0	4	17	31	45	53
0.5			0	0	0	0	0	1	11	30	41	53	60
0.4			0	0	0	0	0	7	33	47	58	68	69
0.3			0	0	11	4	26	52	56	73	81	79	
0.2			0	0	11	26	53	67	68	87	90	90	
0.1			0	33	44	55	78	83	86	96	96	97	
0.0			0	33	55	70	91	95	97	99	100	100	
現状の漁獲圧					0	0	0	0	0	0	0	6	24

補足表 7-3. 将来の親魚量が限界管理基準値案を上回る確率 (%)

β を 0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果。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 (F2021-F2023、β =0.71 に相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。

<天然のみの加入の場合>

a) 2025 年漁期は、2016~2020 年漁期の平均放流加入尾数を仮定 (仮定 2)

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036		
1.0	100	100	100	100	34	0	7	30	40	47	58	62		
0.9			100	100	34	11	18	40	45	57	65	66		
0.8			100	100	100	11	35	49	52	69	71	69		
0.7			100	100	100	55	56	58	57	79	77	73		
0.6			100	100	100	66	78	67	63	84	84	80		
0.5			100	100	100	100	85	81	77	90	90	88		
0.45			100	100	100	100	100	93	88	84	93	93	92	
0.4			100	100	100	100	100	100	91	88	95	95	94	
0.3			100	100	100	100	100	100	100	97	98	98	98	
0.2			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
0.1			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
0.0			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
現状の漁獲圧					100	100	100	55	54	56	54	69	74	71

b) 2025 年漁期は、2019~2023 年漁期の平均放流加入尾数を仮定 (仮定 3)

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036		
1.0	100	100	100	100	34	0	7	30	40	47	59	62		
0.9			100	100	34	11	16	40	45	57	65	66		
0.8			100	100	100	11	35	49	52	69	71	69		
0.7			100	100	100	55	56	58	57	79	77	73		
0.6			100	100	100	66	76	67	63	84	84	80		
0.5			100	100	100	100	85	81	76	90	90	87		
0.45			100	100	100	100	100	91	87	83	93	93	92	
0.4			100	100	100	100	100	98	91	88	95	95	94	
0.3			100	100	100	100	100	100	100	96	98	98	98	
0.2			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
0.1			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
0.0			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
現状の漁獲圧					100	100	100	55	52	54	54	69	74	71

<放流による加入を考慮した場合>

c) 2025 年漁期以降、2016～2020 年漁期の平均放流加入尾数を仮定（仮定 4）

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
1.0	100	100	100	100	66	66	81	80	80	93	93	90
0.9			100	100	100	92	92	91	91	97	97	97
0.85			100	100	100	100	100	99	98	98	99	99
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

d) 2025 年漁期以降、2019～2023 年漁期の平均放流加入尾数を仮定（仮定 5）

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
1.0	100	100	100	100	55	59	76	75	76	92	91	87
0.9			100	100	100	74	88	86	86	95	95	95
0.8			100	100	100	100	100	99	98	98	99	99
0.75			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

e) 2025 年漁期以降、2024 年漁期の平均放流加入尾数を仮定（仮定 6）

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
1.0	100	100	100	66	11	4	22	48	52	71	69	69
0.9			100	100	55	18	42	56	56	79	77	72
0.8			100	100	55	36	58	62	61	85	83	79
0.7			100	100	89	66	78	76	75	91	90	87
0.6			100	100	100	81	89	86	85	95	95	94
0.55			100	100	100	96	92	91	90	97	97	96
0.5			100	100	100	100	100	98	96	95	98	98
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	66	66	73	71	69	87

補足表 7-4. 将来の平均親魚量（単位：トン）の推移

β を 0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果。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（F2021-F2023、β =0.71 に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。

<天然のみの加入の場合>

a) 2025 年漁期は、2016～2020 年漁期の平均放流加入尾数を仮定（仮定 2）

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
1.0	614	514	409	374	312	262	268	283	291	327	353	365
0.9			419	393	335	282	286	299	308	345	375	391
0.8			431	412	359	306	307	320	329	368	401	421
0.7			442	433	386	334	334	347	356	397	434	457
0.6			454	455	414	365	365	379	389	432	472	499
0.5			466	477	444	399	402	418	430	475	519	550
0.45			472	489	460	417	422	440	453	499	546	579
0.4			478	501	477	436	443	463	477	526	575	610
0.3			491	527	512	476	489	513	532	585	640	680
0.2			504	553	550	521	540	571	594	654	716	763
0.1			517	581	590	570	596	635	665	733	803	858
0.0			531	610	634	623	660	708	747	823	905	969
現状の漁獲圧					442	431	383	331	328	338	345	381

b) 2025 年漁期は、2019～2023 年漁期の平均放流加入尾数を仮定（仮定 3）

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
1.0	614	514	409	370	308	260	267	283	291	327	353	365
0.9			419	388	331	280	285	299	308	346	375	391
0.8			431	408	355	303	306	319	329	368	401	421
0.7			442	428	381	331	332	346	356	397	434	457
0.6			454	449	409	362	363	377	388	431	472	499
0.5			466	472	439	395	399	416	429	474	519	550
0.45			472	484	454	413	419	438	451	498	545	578
0.4			478	496	471	431	440	461	476	525	574	609
0.3			491	521	505	472	485	511	530	584	639	680
0.2			504	547	543	516	536	568	592	652	715	762
0.1			517	574	583	564	592	632	663	731	802	857
0.0			531	603	626	617	655	704	744	821	903	967
現状の漁獲圧					442	426	378	328	326	337	344	381

平均親魚量の赤字は限界管理基準値案（＝過去最低親魚量：329 トン）を下回る親魚量を示す。

<放流による加入を考慮した場合>

c) 2025年漁期以降、2016～2020年漁期の平均放流加入尾数を仮定（仮定4）

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
1.0	614	514	409	374	358	347	368	390	403	439	469	487
0.9			419	393	383	376	400	424	439	478	512	533
0.85			425	402	397	392	417	443	460	500	536	559
0.8			431	412	411	408	436	464	483	525	563	587
0.7			442	433	440	443	477	510	532	578	620	648
0.6			454	455	471	482	521	560	586	638	686	718
0.5			466	477	504	523	571	616	648	706	760	797
0.4			478	501	540	569	625	679	718	783	844	887
0.3			491	527	579	619	686	750	796	870	940	990
0.2			504	553	620	673	753	829	885	969	1049	1109
0.1			517	581	664	733	827	917	986	1083	1176	1247
0.0			531	610	712	798	909	1016	1100	1212	1321	1406
現状の漁獲圧			442	431	436	439	472	504	526	572	614	641

d) 2025年漁期以降、2019～2023年漁期の平均放流加入尾数を仮定（仮定5）

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
1.0	614	514	409	370	350	337	358	379	392	428	458	475
0.9			419	388	375	365	387	410	426	464	498	519
0.8			431	408	401	396	422	449	467	508	546	570
0.75			436	418	415	413	441	470	490	533	573	599
0.7			442	428	430	430	461	493	514	560	602	629
0.6			454	449	460	468	505	542	567	618	665	697
0.5			466	472	493	508	553	597	627	684	737	774
0.4			478	496	528	553	606	658	694	758	818	861
0.3			491	521	566	601	665	726	771	843	911	962
0.2			504	547	607	654	730	802	857	939	1018	1077
0.1			517	574	650	712	802	888	954	1049	1140	1210
0.0			531	603	697	776	882	984	1065	1175	1281	1365
現状の漁獲圧			442	426	426	426	457	488	509	554	595	623

e) 2025年漁期以降、2024年漁期の平均放流加入尾数を仮定（仮定6）

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
1.0	614	514	409	342	298	277	297	318	329	364	390	404
0.9			419	359	319	297	316	337	349	388	418	436
0.8			431	378	342	321	339	361	375	416	451	473
0.7			442	397	367	347	367	391	408	451	491	516
0.6			454	417	394	378	401	428	447	494	538	568
0.55			460	428	408	395	419	449	469	518	565	597
0.5			466	438	423	412	439	471	494	545	594	628
0.4			478	461	453	449	482	520	547	604	659	699
0.3			491	484	487	490	530	575	608	672	734	780
0.2			504	509	522	534	583	637	677	749	820	873
0.1			517	535	561	583	643	706	755	837	918	981
0.0			531	563	602	637	708	784	844	937	1032	1106
現状の漁獲圧			442	395	364	344	362	384	399	441	480	506

平均親魚量の赤字は限界管理基準値案（＝過去最低親魚量：329トン）を下回る親魚量を示す。

補足表 7-5. 将来の平均漁獲量（単位：トン）の推移

β を 0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果。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（F2021-F2023、β = 0.71 に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。

<天然のみの加入の場合>

a) 2025 年漁期は、2016～2020 年漁期の平均放流加入尾数を仮定。（仮定 2）

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
1.0	115	140	118	99	85	71	76	86	93	107	113	116
0.9		128	110	95	85	73	76	83	90	103	109	112
0.8		115	102	89	83	74	75	80	86	98	104	107
0.7		102	92	82	78	72	73	77	82	92	98	102
0.6		88	82	74	71	69	69	72	78	86	92	96
0.5		74	70	65	64	63	63	67	72	78	83	88
0.45		67	65	61	59	59	60	63	68	73	78	83
0.4		60	58	55	55	55	56	59	63	68	73	77
0.3		46	45	44	44	44	46	49	52	56	60	64
0.2		31	31	31	32	32	33	36	39	41	44	47
0.1		16	16	16	17	18	18	20	21	23	25	26
0.0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
現状の漁獲圧			104	93	83	79	76	76	81	87	93	99

b) 2025 年漁期は、2019～2023 年漁期の平均放流加入尾数を仮定。（仮定 3）

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
1.0	115	139	117	99	84	70	76	86	93	107	113	116
0.9		127	109	94	84	72	76	83	90	103	109	112
0.8		114	101	88	82	73	75	80	86	98	104	107
0.7		101	91	81	77	72	73	77	82	92	98	102
0.6		88	81	74	71	69	69	72	78	86	91	96
0.5		74	70	65	63	62	63	67	72	78	83	88
0.45		67	64	60	59	59	59	63	68	73	78	83
0.4		60	58	55	54	54	55	59	63	68	73	77
0.3		46	45	44	44	44	45	48	52	56	60	64
0.2		31	31	31	31	32	33	35	38	41	44	47
0.1		16	16	16	17	17	18	20	21	23	25	26
0.0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
現状の漁獲圧			103	92	82	78	75	76	81	87	93	99

<放流による加入を考慮した場合>

c) 2025 年漁期は、2016～2020 年漁期の平均放流加入尾数を仮定。(仮定 4)

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
1.0	115	142	126	119	119	122	128	136	145	154	161	167
0.9		129	118	113	114	119	124	132	141	149	156	162
0.85		122	113	109	111	116	122	130	139	146	154	159
0.8		116	108	105	108	113	119	127	136	143	150	156
0.7		103	98	97	101	106	112	120	129	136	143	149
0.6		89	87	88	92	98	104	111	119	126	133	139
0.5		75	75	77	82	88	93	101	108	115	121	127
0.4		61	62	65	70	76	81	88	95	100	106	111
0.3		46	48	51	56	61	66	72	78	83	88	92
0.2		31	33	36	40	44	48	52	57	61	65	68
0.1		16	17	19	21	24	26	29	31	33	36	38
0.0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
現状の漁獲圧		105	99	98	102	107	113	121	130	137	144	150

d) 2025 年漁期以降、2019～2023 年漁期の平均放流加入尾数を仮定。(仮定 5)

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
1.0	115	141	124	116	114	117	123	131	141	150	157	162
0.9		128	116	110	111	115	120	128	137	145	152	158
0.8		115	107	103	105	110	115	123	132	139	146	152
0.75		109	102	99	101	107	112	119	128	135	143	148
0.7		102	96	95	98	103	108	116	125	132	139	144
0.6		89	85	86	89	95	100	108	116	123	129	135
0.5		75	74	75	79	85	90	97	105	111	118	123
0.4		61	61	63	68	73	78	85	92	97	103	108
0.3		46	47	50	54	59	64	69	75	80	85	89
0.2		31	33	35	39	43	46	51	55	59	63	66
0.1		16	17	19	21	23	25	28	30	32	35	37
0.0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
現状の漁獲圧		104	98	96	99	104	109	117	126	133	140	146

e) 2025 年漁期以降、2024 年漁期の平均放流加入尾数を仮定。(仮定 6)

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
1.0	114	136	113	99	86	83	94	103	111	124	129	133
0.9		124	105	94	86	84	92	99	107	119	125	129
0.8		112	97	88	83	83	89	95	103	113	120	124
0.7		99	88	82	80	80	85	91	98	107	113	118
0.6		86	78	74	73	76	79	85	92	99	105	110
0.55		79	73	70	69	72	76	81	88	94	101	106
0.5		72	67	65	65	68	72	77	84	90	96	101
0.4		59	56	55	56	59	62	67	73	78	84	88
0.3		44	43	44	45	48	51	55	60	64	69	73
0.2		30	30	31	32	34	37	40	44	47	51	54
0.1		15	16	16	17	19	20	22	24	26	28	30
0.0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
現状の漁獲圧		100	89	83	81	83	86	93	101	107	114	119

補足表 7-6. 10年後までの将来予測の概略表

将来の加入の想定	β	現状の漁獲圧との比	2036年漁期までの10年間に1度でも限界管理基準値案を下回る確率					2036年漁期に目標管理基準値案(577トン)を上回る確率	
			予測平均親魚量(トン)		予測平均漁獲量(トン)				
			5年後 (2031年漁期)	10年後 (2036年漁期)	管理開始年 (2026年漁期)	5年後 (2031年漁期)	10年後 (2036年漁期)		
2026年漁期以降は2002～2023年漁期の天然由来の加入水準を仮定(2025年漁期の放流資源尾数は2016～2020年漁期平均(7.3万尾)を仮定、仮定2)	1	1.41	268	365	140	76	116	4%	100%
	0.9	1.27	286	391	128	76	112	8%	97%
	0.8	1.13	307	421	115	75	107	18%	96%
	0.7	0.98	334	457	102	73	102	24%	77%
	0.5	0.70	402	550	74	63	88	42%	37%
	0.45	0.63	422	579	67	60	83	48%	29%
	0.4	0.56	443	610	60	56	77	55%	20%
現状の漁獲圧	1	328	440	104	76	104	21%	84%	
2026年漁期以降は2002～2023年漁期の天然由来の加入水準を仮定(2025年漁期の放流資源尾数は2019～2023年漁期平均(6.7万尾)を仮定、仮定3)	1	1.41	267	365	139	76	116	4%	100%
	0.9	1.27	285	391	127	76	112	8%	98%
	0.8	1.13	306	421	114	75	107	18%	96%
	0.7	0.98	332	457	101	73	102	24%	77%
	0.5	0.84	399	550	74	63	88	42%	38%
	0.45	0.70	419	578	67	59	83	48%	30%
	0.4	0.56	440	609	60	55	77	55%	21%
現状の漁獲圧	1	326	440	103	76	104	21%	84%	
全期間種苗放流を考慮(2025年漁期以降の放流資源尾数は2016～2020年漁期平均(7.3万尾)を仮定、171.3万尾放流、添加効率0.043、仮定4)	1	1.41	368	487	142	128	167	26%	65%
	0.9	1.27	400	533	129	124	162	36%	22%
	0.85	1.20	417	559	122	122	159	42%	5%
	0.8	1.13	436	587	116	119	156	51%	0%
	0.7	0.98	477	648	103	112	149	65%	0%
	0.5	0.70	571	797	75	93	127	87%	0%
	0.4	0.56	625	887	61	81	111	97%	0%
現状の漁獲圧	1	472	641	105	113	150	64%	0%	
全期間種苗放流を考慮(2025年漁期以降の放流資源尾数は2019～2023年漁期平均(6.7万尾)を仮定、149.8万尾放流、添加効率0.045、仮定5)	1	1.41	358	475	141	123	162	22%	75%
	0.9	1.27	387	519	128	120	158	32%	43%
	0.8	1.13	422	570	115	115	152	46%	4%
	0.75	1.05	441	599	109	112	148	55%	0%
	0.7	0.98	461	629	102	108	144	62%	0%
	0.5	0.70	553	774	75	90	123	83%	0%
	0.4	0.56	606	861	61	78	108	94%	0%
現状の漁獲圧	1	457	623	104	109	146	61%	0%	
全期間種苗放流を考慮(2025年漁期以降の放流資源尾数は2024年漁期平均(2.5万尾)を仮定、148.3万尾放流、添加効率0.017、仮定6)	1	1.41	297	404	136	94	133	8%	99%
	0.9	1.27	316	436	124	92	129	19%	93%
	0.8	1.13	339	473	112	89	124	25%	86%
	0.7	0.98	367	516	99	85	118	34%	62%
	0.6	0.84	401	568	86	79	110	46%	38%
	0.55	0.77	419	597	79	76	106	53%	20%
	0.5	0.70	439	628	72	72	101	60%	9%
現状の漁獲圧	1	362	506	100	86	119	32%	68%	

平均親魚量の赤字は限界管理基準値案(=過去最低親魚量: 329トン)を下回る親魚量を示す。

補足資料 8 各種パラメータと評価結果の概要

補足表 8-1. 将来予測における加入量の仮定

項目	説明
参照したデータ	2002～2023 年の天然当歳魚の資源尾数*
更新データの利用	2002～2023 年のデータを更新、2024 年のデータを追加
参照の仕方 (不確実性の考慮)	ブロックバックワードリサンプリング(ブロック年数 3 年)
コメント: ・ 目標管理基準値は、令和 4 年 12 月に開催された「研究機関会議」で提案した値を暫定的に用いている。 *研究機関会議の際の参照した年数分の本評価により更新されたデータ。	

補足表 8-2. 最新年の親魚量と漁獲圧

項目	値	説明
SB2024	702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, 4 歳以上) =(0.09, 0.12, 0.16, 0.18, 0.18)	
U2023	14%	2024 年の漁獲割合
%SPR (F2024)	41.2%	2024 年の%SPR
%SPR (F2021-2023)	42.2%	現状(2021~2023 年)の漁獲圧に対応する%SPR*
管理基準値案との比較		
SB2024/SBmsy proxy (SBtarget)	1.22	最大持続生産量を実現する親魚量の代替値(目標管理基準値案)に対する 2024 年の親魚量の比
F2024/ Fmsy proxy	0.70	最大持続生産量を実現する漁獲圧の代替値に対する 2024 年の漁獲圧の比*
親魚量の水準	MSY(代替値)を実現する水準を上回る	
漁獲圧の水準	MSY(代替値)を実現する水準を下回る	
親魚量の動向	横ばい	

* 2023 年の選択率の下で Fmsy proxy 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 8-3. 予測漁獲量と予測親魚量

<天然のみの加入>

(仮定 2) 2025 年漁期の種苗放流を 2016~2020 年漁期の放流尾数、添加効率から仮定
(放流尾数、添加効率の参照年が令和 4 年度研究機関会議での参照年数と同じ)

2026 年漁期の親魚量(予測平均値):514トン				
項目	2026 年の 漁獲量 (トン)	90% 予測区間 (トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2021-2023)	2026 年の 漁獲割合(%)
$\beta=1.0$	140	139 - 141	1.41	19
$\beta=0.9$	128	127 - 128	1.27	17
$\beta=0.8$	115	114 - 116	1.13	15
$\beta=0.7$	102	101 - 102	0.98	14
$\beta=0.6$	88	88 - 89	0.84	12
$\beta=0.5$	74	74 - 75	0.70	10
$\beta=0.45$	67	67 - 68	0.63	9
$\beta=0.4$	60	60 - 61	0.56	8
F2021-2023	104	103 - 104	1	14

(仮定 3) 2025 年漁期の種苗放流を 2019~2023 年漁期の放流尾数、添加効率から仮定
(放流尾数、添加効率の参照年を 3 年スライドし、直近期間とした)

2026 年漁期の親魚量(予測平均値):514トン				
項目	2026 年の 漁獲量 (トン)	90% 予測区間 (トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2021-2023)	2026 年の 漁獲割合(%)
$\beta=1.0$	139	139 - 140	1.41	19
$\beta=0.9$	127	126 - 128	1.27	17
$\beta=0.8$	114	114 - 115	1.13	15
$\beta=0.7$	101	101 - 102	0.98	14
$\beta=0.6$	88	87 - 88	0.84	12
$\beta=0.5$	74	74 - 75	0.70	10
$\beta=0.45$	67	67 - 68	0.63	9
$\beta=0.4$	60	60 - 60	0.56	8
F2021-2023	112	103 - 104	1	14

<放流を考慮した加入>

(仮定 4) 2025 年漁期以降の種苗放流を 2016～2020 年漁期の放流尾数、添加効率から一定の放流加入を毎年仮定

(放流尾数、添加効率の参照年が令和 4 年度研究機関会議での参照年数と同じ)

2026 年漁期の親魚量(予測平均値):514トン				
項目	2026 年の 漁獲量 (トン)	90% 予測区間 (トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2021-2023)	2026 年の 漁獲割合(%)
$\beta=1.0$	142	138 - 147	1.41	19
$\beta=0.9$	129	126 - 134	1.27	17
$\beta=0.85$	122	119 - 127	1.20	16
$\beta=0.8$	116	113 - 120	1.13	15
$\beta=0.7$	103	100 - 107	0.98	14
$\beta=0.6$	89	87 - 92	0.84	12
$\beta=0.5$	75	73 - 78	0.70	10
$\beta=0.4$	61	59 - 63	0.56	8
F2021-2023	105	102 - 109	1	14

(仮定 5) 2025 年漁期以降の種苗放流を 2019～2023 年漁期の放流尾数、添加効率から一定の放流加入を毎年仮定

(放流尾数、添加効率の参照年を 2 年スライドし、直近期間とした)

2026 年漁期の親魚量(予測平均値):514トン				
項目	2026 年の 漁獲量 (トン)	90% 予測区間 (トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2021-2023)	2026 年の 漁獲割合(%)
$\beta=1.0$	141	137 - 146	1.41	19
$\beta=0.9$	128	125 - 133	1.27	17
$\beta=0.85$	115	113 - 120	1.20	15
$\beta=0.8$	109	106 - 113	1.13	14
$\beta=0.7$	102	100 - 106	0.98	14
$\beta=0.6$	89	86 - 92	0.84	12
$\beta=0.5$	75	73 - 78	0.70	10
$\beta=0.4$	61	59 - 63	0.56	8
F2021-2023	104	101 - 109	1	14

(仮定 6) 2025 年漁期以降の種苗放流を 2024 年漁期の放流尾数、添加効率から一定の放流加入を毎年仮定

2026 年漁期の親魚量(予測平均値):514トン				
項目	2026 年の 漁獲量 (トン)	90% 予測区間 (トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2021-2023)	2026 年の 漁獲割合(%)
$\beta=1.0$	136	133 - 142	1.41	19
$\beta=0.9$	124	121 - 129	1.27	17
$\beta=0.8$	112	109 - 116	1.13	16
$\beta=0.7$	99	96 - 103	0.98	14
$\beta=0.6$	86	84 - 89	0.84	12
$\beta=0.55$	79	77 - 82	0.77	11
$\beta=0.5$	72	71 - 75	0.70	10
$\beta=0.4$	59	57 - 61	0.56	8
F2021-2023	100	98 - 105	1	14

補足表 8-4. 異なる β を用いた将来予測結果

<天然のみの加入>

(仮定 2) 2025 年漁期の種苗放流を 2016~2020 年漁期の放流尾数、添加効率から仮定
(放流尾数、添加効率の参照年が令和 4 年度研究機関会議での参照年数と同じ)

考慮している不確実性: 加入量					
項目	2036 年 の親魚量 (トン)	90% 予測区間 (トン)	2036 年に親魚量が以下の 管理基準値案を上回る確率(%)		
			SBtarget 案	SBlimit 案	SBban 案
$\beta=1.0$	365	200 - 566	4	62	100
$\beta=0.9$	391	212 - 609	8	66	100
$\beta=0.8$	421	224 - 658	18	69	100
$\beta=0.7$	457	241 - 715	24	73	100
$\beta=0.6$	499	260 - 774	31	80	100
$\beta=0.5$	550	285 - 848	42	88	100
$\beta=0.45$	579	302 - 888	48	92	100
$\beta=0.4$	610	321 - 932	55	94	100
F2021-2023	440	217 - 903	21	71	100

(仮定 3) 2025 年漁期の種苗放流を 2019~2023 年漁期の放流尾数、添加効率から仮定
(放流尾数、添加効率の参照年を 3 年スライドし、直近期間とした)

考慮している不確実性: 加入量					
項目	2036 年 の親魚量 (トン)	90% 予測区間 (トン)	2036 年に親魚量が以下の 管理基準値案を上回る確率(%)		
			SBtarget 案	SBlimit 案	SBban 案
$\beta=1.0$	365	200 - 566	4	62	100
$\beta=0.9$	391	212 - 609	8	66	100
$\beta=0.8$	421	224 - 658	18	69	100
$\beta=0.7$	457	241 - 715	24	73	100
$\beta=0.6$	499	259 - 773	31	80	100
$\beta=0.5$	550	285 - 847	42	87	100
$\beta=0.45$	578	301 - 887	48	92	100
$\beta=0.4$	609	321 - 931	55	94	100
F2021-2023	440	217 - 903	21	71	100

<放流を考慮した加入>

(仮定 4) 2025 年漁期以降の種苗放流を 2016～2020 年漁期の放流尾数、添加効率から一定の放流加入を毎年仮定

(放流尾数、添加効率の参照年が令和 4 年度研究機関会議での参照年数と同じ)

考慮している不確実性: 加入量					
項目	2036 年の親魚量 (トン)	90% 予測区間 (トン)	2036 年に親魚量が以下の管理基準値案を上回る確率 (%)		
			SBtarget 案	SBlimit 案	SBban 案
$\beta=1.0$	487	310 – 694	26	90	100
$\beta=0.9$	533	341 – 754	36	97	100
$\beta=0.85$	559	359 – 789	42	99	100
$\beta=0.8$	587	379 – 826	51	100	100
$\beta=0.7$	648	423 – 906	65	100	100
$\beta=0.6$	718	473 – 1,096	74	100	100
$\beta=0.5$	797	530 – 1,211	87	100	100
$\beta=0.4$	887	596 – 1,341	97	100	100
F2021-2023	641	418 – 896	64	100	100

(仮定 5) 2025 年漁期以降の種苗放流を 2019～2023 年漁期の放流尾数、添加効率から一定の放流加入を毎年仮定。

(放流尾数、添加効率の参照年を 3 年スライドし、直近期間とした))

考慮している不確実性: 加入量					
項目	2036 年の親魚量 (トン)	90% 予測区間 (トン)	2036 年に親魚量が以下の管理基準値案を上回る確率 (%)		
			SBtarget 案	SBlimit 案	SBban 案
$\beta=1.0$	475	300 – 681	22	87	100
$\beta=0.9$	519	327 – 740	32	95	100
$\beta=0.8$	570	362 – 809	46	99	100
$\beta=0.75$	599	382 – 847	55	100	100
$\beta=0.7$	629	404 – 887	62	100	100
$\beta=0.6$	697	452 – 973	71	100	100
$\beta=0.5$	774	507 – 1073	83	100	100
$\beta=0.4$	861	570 – 1185	94	100	100
F2021-2023	623	399 – 878	61	100	100

(仮定 6) 2025 年漁期以降の種苗放流を 2024 年漁期の放流尾数、添加効率から一定の放流加入を毎年仮定

考慮している不確実性: 加入量					
項目	2036 年の親魚量 (トン)	90% 予測区間 (トン)	2036 年に親魚量が以下の管理基準値案を上回る確率 (%)		
			SBtarget 案	SBlimit 案	SBban 案
$\beta=1.0$	404	240 – 606	8	69	100
$\beta=0.9$	436	254 – 655	19	72	100
$\beta=0.8$	473	271 – 711	25	79	100
$\beta=0.7$	516	293 – 772	34	87	100
$\beta=0.6$	568	323 – 844	46	94	100
$\beta=0.55$	597	341 – 884	53	96	100
$\beta=0.5$	628	362 – 927	60	98	100
$\beta=0.4$	699	408 – 1,023	69	100	100
F2021-2023	506	283 – 762	32	85	100

補足表 8-5. (続き)

<天然のみの加入>

(仮定 2) 2025 年漁期の種苗放流を 2016~2020 年漁期の放流尾数、添加効率から仮定。
(放流尾数、添加効率の参照年が令和 4 年度研究機関会議での参照年数と同じ)

考慮している不確実性:加入量			
項目	親魚量が管理基準値案を 50%以上の確率で上回る年		
	SBtarget 案	SBlimit 案	SBban 案
$\beta=1.0$	-	2035 年	2027 年
$\beta=0.9$	2049 年	2034 年	2027 年
$\beta=0.8$	2045 年	2033 年	2027 年
$\beta=0.7$	2042 年	2027 年	2027 年
$\beta=0.6$	2039 年	2027 年	2027 年
$\beta=0.5$	2037 年	2027 年	2027 年
$\beta=0.45$	2037 年	2027 年	2027 年
$\beta=0.4$	2036 年	2027 年	2027 年
F2021-2023	2042 年	2027 年	2027 年

(仮定 3) 2025 年漁期の種苗放流を 2019~2023 年漁期の放流尾数、添加効率から仮定
(放流尾数、添加効率の参照年を 3 年スライドし、直近期間とした)

考慮している不確実性:加入量			
項目	親魚量が管理基準値案を 50%以上の確率で上回る年		
	SBtarget 案	SBlimit 案	SBban 案
$\beta=1.0$	-	2035 年	2027 年
$\beta=0.9$	2049 年	2034 年	2027 年
$\beta=0.8$	2045 年	2033 年	2027 年
$\beta=0.7$	2042 年	2027 年	2027 年
$\beta=0.6$	2039 年	2027 年	2027 年
$\beta=0.5$	2037 年	2027 年	2027 年
$\beta=0.45$	2037 年	2027 年	2027 年
$\beta=0.4$	2036 年	2027 年	2027 年
F2021-2023	2042 年	2027 年	2027 年

<放流を考慮した加入>

(仮定 4) 2025 年漁期以降の種苗放流を 2016～2020 年漁期の放流尾数、添加効率から一定の放流加入を毎年仮定
(放流尾数、添加効率の参照年が令和 4 年度研究機関会議での参照年数と同じ)

考慮している不確実性:加入量			
項目	親魚量が管理基準値案を 50%以上の確率で上回る年		
	SBtarget 案	SBlimit 案	SBban 案
$\beta=1.0$	2042 年	2027 年	2027 年
$\beta=0.9$	2039 年	2027 年	2027 年
$\beta=0.85$	2037 年	2027 年	2027 年
$\beta=0.8$	2036 年	2027 年	2027 年
$\beta=0.7$	2034 年	2027 年	2027 年
$\beta=0.6$	2033 年	2027 年	2027 年
$\beta=0.5$	2032 年	2027 年	2027 年
$\beta=0.4$	2031 年	2027 年	2027 年
F2021-2023	2035 年	2027 年	2027 年

(仮定 5) 2025 年漁期以降の種苗放流を 2019～2023 年漁期の放流尾数、添加効率から一定の放流加入を毎年仮定
(放流尾数、添加効率の参照年を 1 年スライドし、直近期間とした)

考慮している不確実性:加入量			
項目	平均親魚量が管理基準値案を 50%以上の確率で上回る年		
	SBtarget 案	SBlimit 案	SBban 案
$\beta=1.0$	2042 年	2027 年	2027 年
$\beta=0.9$	2039 年	2027 年	2027 年
$\beta=0.8$	2037 年	2027 年	2027 年
$\beta=0.75$	2036 年	2027 年	2027 年
$\beta=0.7$	2033 年	2027 年	2027 年
$\beta=0.6$	2033 年	2027 年	2027 年
$\beta=0.5$	2032 年	2027 年	2027 年
$\beta=0.4$	2031 年	2027 年	2027 年
F2021-2023	2035 年	2027 年	2027 年

(仮定 6) 2025 年漁期以降の種苗放流を 2024 年漁期の放流尾数、添加効率から一定の放流加入を毎年仮定

考慮している不確実性：加入量			
項目	平均親魚量が管理基準値案を 50%以上の確率で上回る年		
	SBtarget 案	SBlimit 案	SBban 案
$\beta=1.0$	2049 年	2033 年	2027 年
$\beta=0.9$	2045 年	2032 年	2027 年
$\beta=0.8$	2042 年	2031 年	2027 年
$\beta=0.7$	2039 年	2031 年	2027 年
$\beta=0.6$	2037 年	2027 年	2027 年
$\beta=0.55$	2036 年	2027 年	2027 年
$\beta=0.5$	2035 年	2027 年	2027 年
$\beta=0.4$	2034 年	2027 年	2027 年
F2021-2023	2039 年	2027 年	2027 年

※「親魚量が管理基準値案を 50%以上の確率で上回る年」は 2026 年漁期に漁獲管理開始した場合に 2026～2065 年漁期までの間に最初に達成する年を指す。達成しない場合は「-」とした。なお、管理開始後、経過年中に管理基準値案を下回る場合は、回復後に最初に達成する年とした。

補足資料 9 代替漁獲管理規則（上限下限ルール）の試算結果

本系群については、海域毎によって漁期規制が異なることや、産卵期の親魚や成育期の当歳魚など、特定の時期、サイズのみを漁獲対象とする漁業者が多いことから、管理方策については複数の選択肢を参照したいとの要望を研究機関会議において受けた。また、選択される漁獲管理規則案（ β ）によっては、漁獲量の大幅な削減を要する場合も生じることから（補足表 7-5）、管理を開始する年の漁獲量の削減率およびその後の年々の漁獲量の変動幅（以降、CV と呼ぶ）を一定範囲以内とする代替漁獲管理規則（上限下限ルール）を適用した場合の将来予測結果について試算した。なお、代替漁獲管理規則に関するガイドラインは FRA-SA2022-ABCWG02-06 にまとめられている。

C_t を t 年の漁獲量、 L を下限制限係数、 U を上限制限係数として、 C_t の制限は前年の漁獲量 C_{t-1} に制限係数を掛ける形で次のように表される。

$$C_{t-1} \cdot L \leq C_t \leq C_{t-1} \cdot U$$

C_t の制限期間は 2026 年から 10 年間（10y）を設定し、それ以降は通常の漁獲管理規則に従う管理を検討した。漁獲量の変動幅（CV）については、前年比 $\pm 5\%$ 以内（CV5: $U=1.05$, $L=0.95$ ）、 $\pm 10\%$ 以内（CV10: $U=1.10$, $L=0.90$ ）、 $\pm 20\%$ 以内（CV20: $U=1.20$, $L=0.80$ ）の 3 通りを検討した。令和 5 年度評価における本検討では、天然のみ、放流のみ、いずれのケースでも漁獲量の変動幅を設けることにより、親魚量は限界管理基準値を下回り、過去の加入量の参照が困難になることが予想された。そこで、R6 年度評価では、現在の本資源の漁業利用と資源造成への取り組みを考慮し、放流を考慮した場合について、基本的漁獲管理規則等との結果を比較した。本年度評価でも R6 年度評価と同様に放流を考慮した場合について検討することとし、2016～2020 年漁期の平均放流資源尾数を考慮した場合（研究機関会議案でも放流を考慮した場合として扱われた期間: 仮定 4）と、直近期間を考慮した 2019～2023 年漁期の平均放流資源尾数を考慮した場合（仮定 5）、最直近の 2024 年漁期の放流数、添加効率を考慮した場合（仮定 6）について、標準値である $\beta=0.7$ および $\beta=0.8$, 0.9 をベースとして将来予測のシミュレーションを行い、基本的漁獲管理規則等の結果を比較した。以下、放流条件を考慮したベースケースにあたる仮定 5 でのケースについて結果を記載する。

それぞれの漁獲管理規則における将来予測の結果（平均親魚量、平均漁獲量）を補足表 9-1、9-2 に示した。管理規則導入期間を通した漁獲量の指標として、1 年目（2026 年漁期）、2～5 年目（2027～2030 年漁期）、および 6～10 年目（2031～2035 年漁期）の漁獲量の期間中の平均値を、基本的漁獲管理規則と変動幅の異なる 3 つの代替漁獲管理規則（10y_CV5、10y_CV10、10y_CV20）の三者で比較した（補足表 9-3）。10y_CV5、10y_CV10、10y_CV20 とともに、1 年目の平均漁獲量は基本とされている漁獲管理規則（ $\beta=0.7$, $\beta=0.8$ もしくは $\beta=0.9$ で一定）を適用した漁獲管理規則を適用した場合より同等もしくは下回った。2～5 年目では、CV5 で基本的漁獲管理規則を若干上回ったが、CV10、CV20 は同等、6～10 年目では CV20 では同等だが、CV5、CV10 では低くなった（補足表 9-3）。これらの傾向は R6 年度評価時と類似した。

資源の持続性を示す指標として、管理開始から 6 年後（2030 年漁期）と 11 年後（2035 年漁期）の平均親魚量を比較した（補足表 9-3）。6 年後は CV20 で基本的漁獲管理規則と同等、11 年後は CV5、CV10 で多く、CV20 では基本的漁獲管理規則と同等であった。

10 年後の平均親魚量が目標管理基準値案を上回る確率は、基本的漁獲管理規則では 32～62%、CV5 で 46～66%、CV10 で 35～63%、CV20 で 32～62%であった（補足表 9-3）。また資源が望ましくない状態に陥るリスクの指標として、管理規則が導入された 10 年間で 1 度でも限界管理基準値案、禁漁水準案を下回る確率を比較したところ、親魚量が限界管理基準値案を下回る確率は基本的漁獲管理規則で 0～43%、CV5 で 4～44%、CV10 で 0～43%、CV20 で 0～43%であった（補足表 9-3）。一方、2026 年漁期から 2036 年漁期の累積漁獲量は、 $\beta=0.7$ の場合、 $CV5 < CV10 < CV20 <$ 基本的漁獲管理規則の順に多くなったが、CV20 と基本的漁獲管理規則の累積漁獲量の差は 11 年間で計 1 トンと少なく、22 府県が参画する広域資源である本系群においては、大きな差とは言えない結果となった。

また、最直近の放流資源尾数を考慮した場合では、いずれの条件でも $\beta=0.9$ 、 $\beta=0.8$ の場合に過去最低親魚量を平均親魚量で下回ることが示された（補足表 9-1）。R6 年度評価時と同様に放流数の減少により、限界管理基準値案を下回る親魚量が見込まれることは、変動緩和策の選択の有無にかかわらず、放流資源尾数の減少のほう資源の維持には大きく影響することが考えられた。また、放流数が安定している仮定 5 でも、CV5 での限界管理基準値案を下回る可能性が最も高いことは、本系群の現状の資源量推定下においては、変動緩和策は十分な資源回復効果を示すとは考え難い。本系群ではこれまでの評価年での検討においても、変動緩和のシナリオ検討ではいずれも良くて基本ルールと同等もしくは基本ルール未満の結果しか得られておらず、加入が減少し、不安定な本系群では変動緩和策の適用は大きな資源回復効果は見込めないと考えられる。

引用文献

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漁獲管理規則の検討: マイワシ 2 系群を例に. 日本水産学会誌, **88**, 239-255.
https://www.jstage.jst.go.jp/article/suisan/88/4/88_21-00041/_pdf/-char/ja

補足表 9-1. 将来予測に上限下限ルールを適用した場合の平均親魚量（単位：トン）の推移

a) 将来にわたり、2016～2020年漁期の平均放流資源尾数を考慮（仮定4）

		2036年漁期までの10年間に1度でも限界管理基準値案を下回る確率													カテゴリー	
		2036年漁期に親魚量が目標管理基準値案(577トン)を上回る確率														
		2036年漁期に親魚量が限界管理基準値案(329トン)を上回る確率														
漁獲管理規則	β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	確率	カテゴリー	
基本ルール	0.9	614	514	419	393	383	376	400	424	439	478	512	533	97%	0	
	0.8			431	412	411	408	436	483	525	563	587	3	100%	3	
	0.7			442	433	440	443	477	532	578	620	648	3	100%	3	
上限下限ルール ($\pm 5\%$)	0.9	614	514	426	398	386	377	402	430	454	505	558	601	97%	0	
	0.8			431	410	406	405	436	499	555	612	657	1	100%	1	
	0.7			436	422	425	430	469	544	607	668	717	3	100%	3	
上限下限ルール ($\pm 10\%$)	0.9	614	514	421	394	384	377	400	425	442	485	525	553	97%	0	
	0.8			431	412	411	408	437	485	531	575	605	3	100%	3	
	0.7			441	432	439	443	477	535	585	633	666	3	100%	3	
上限下限ルール ($\pm 20\%$)	0.9	614	514	419	393	383	376	400	424	439	478	513	534	97%	0	
	0.8			431	412	411	408	436	483	525	563	587	3	100%	3	
	0.7			442	433	440	443	477	532	578	621	649	3	100%	3	

平均親魚量が過去最低親魚量（＝限界管理基準値案：329トン）を下回る場合、赤字で示す。代替ルールのカテゴリー化として、カテゴリー0：管理目標に適わない、カテゴリー1：基本ルールよりもリスクが高いが、管理目標には適う、カテゴリー2：管理目標に適い、かつ基本ルールのリスク以下、カテゴリー3：管理目標に適い、かつより保守的な基本ルール（ $\beta=0.7$ ）と同等か、それ以下のリスク、とした。

b) 将来にわたり、2019～2023年漁期の平均放流資源尾数を考慮（仮定5）

		2036年漁期までの10年間に1度でも限界管理基準値案を下回る確率													カテ ゴリ	
		2036年漁期に親魚量が目標管理基準値案(577トン)を上回る確率													カテ ゴリ	
		2036年漁期に親魚量が限界管理基準値案(329トン)を上回る確率													カテ ゴリ	
漁獲管理規則	β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	カテ ゴリ		
基本ルール	0.9			419	388	375	365	387	410	426	464	498	519	0	98%	43%
	0.8			431	408	401	396	422	449	467	508	546	570	0	100%	46%
	0.7			442	428	430	430	461	493	514	560	602	629	3	100%	62%
上限下限ルール ($\pm 5\%$)	0.9			426	392	375	363	386	413	437	489	543	586	0	98%	46%
	0.8			431	404	396	390	419	452	479	536	592	638	1	100%	58%
	0.7			436	415	413	413	449	489	522	584	646	695	2	100%	66%
上限下限ルール ($\pm 10\%$)	0.9		614	514	421	388	374	387	411	428	472	513	541	0	98%	43%
	0.8			431	407	401	396	423	450	469	515	559	589	0	100%	48%
	0.7			440	426	428	429	461	494	517	567	615	648	3	100%	63%
上限下限ルール ($\pm 20\%$)	0.9			419	388	375	365	387	410	426	465	499	520	0	98%	43%
	0.8			431	408	401	396	422	449	467	509	547	571	0	100%	46%
	0.7			442	428	430	430	461	493	514	560	602	630	3	100%	62%

平均親魚量が過去最低親魚量（＝限界管理基準値案：329トン）を下回る場合、赤字で示す。代替ルールのカテゴリー化として、カテゴリー0：管理目標に適わない、カテゴリー1：基本ルールよりもリスクが高いが、管理目標には適う、カテゴリー2：管理目標に適い、かつ基本ルールのリスク以下、カテゴリー3：管理目標に適い、かつより保守的な基本ルール（ $\beta=0.7$ ）と同等か、それ以下のリスク、とした。

c) 将来にわたり、2024年漁期の平均放流資源尾数を考慮（仮定6）

		2036年漁期までの10年間に1度でも限界管理基準値案を下回る確率													カテゴリー
		2036年漁期に親魚量が目標管理基準値案(577トン)を上回る確率													
		2036年漁期に親魚量が限界管理基準値案(329トン)を上回る確率													
漁獲管理規則	β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	確率
基本ルール	0.9			419	359	319	297	316	337	349	388	418	436	0	72%
	0.8			431	378	342	321	339	361	375	416	451	473	0	25%
	0.7			442	397	367	347	367	391	408	451	491	516	0	34%
上限下限ルール (±5%)	0.9			423	355	302	264	267	281	298	346	401	451	0	27%
	0.8			431	370	323	291	301	320	341	394	451	502	0	34%
	0.7			433	375	331	301	312	336	359	416	477	530	0	38%
上限下限ルール (±10%)	0.9			420	354	308	280	295	319	342	395	448	490	0	31%
	0.8			431	374	336	312	330	356	377	428	480	519	0	34%
	0.7			438	389	356	337	358	386	408	461	514	553	0	39%
上限下限ルール (±20%)	0.9			419	359	319	297	315	339	354	395	432	455	0	23%
	0.8			431	378	342	321	339	362	377	420	460	485	0	27%
	0.7			442	397	367	347	367	391	408	453	495	523	0	35%

平均親魚量が過去最低親魚量（＝限界管理基準値案：329トン）を下回る場合、赤字で示す。代替ルールのカテゴリー化として、カテゴリー0：管理目標に適わない、カテゴリー1：基本ルールよりもリスクが高いが、管理目標には適う、カテゴリー2：管理目標に適い、かつ基本ルールのリスク以下、カテゴリー3：管理目標に適い、かつより保守的な基本ルール（ $\beta=0.7$ ）と同等か、それ以下のリスク、とした。

補足表 9-2. 将来予測に上限下限ルールを適用した場合の平均漁獲量（単位：トン）の推移

a) 将来にわたり、2016～2020年漁期の平均放流資源尾数を考慮（仮定4）

		2026～2036年漁期累積漁獲量													
漁獲管理規則	β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036		
基本ルール	0.9	115	129	118	113	114	119	124	132	141	149	156	162	1,457	
	0.8		116	108	105	108	113	119	127	136	143	150	156	1,381	
	0.7		103	98	97	101	106	112	120	129	136	143	149	1,292	
上限下限ルール ($\pm 5\%$)	0.9		121	119	116	115	117	119	124	124	128	132	136	142	1,368
	0.8		116	111	107	107	109	112	117	117	121	125	130	135	1,292
	0.7		109	104	100	99	102	105	109	109	113	117	122	127	1,207
上限下限ルール ($\pm 10\%$)	0.9		126	119	113	114	118	123	130	130	137	143	151	158	1,433
	0.8		116	108	105	108	113	118	125	125	131	138	145	152	1,360
	0.7		104	98	97	100	105	111	118	118	124	131	138	145	1,271
上限下限ルール ($\pm 20\%$)	0.9		129	118	113	114	119	124	132	132	141	149	156	162	1,456
	0.8		116	108	105	108	113	119	127	127	135	143	150	156	1,381
	0.7		103	98	97	101	106	112	120	120	128	136	143	149	1,291

b) 将来にわたり、2019～2023年漁期の平均放流資源尾数を考慮（仮定5）

		2026～2036年漁期累積漁獲量												
漁獲管理規則	β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	
基本ルール	0.9	115	128	116	110	111	115	120	128	137	145	152	158	
	0.8		115	107	103	105	110	115	123	132	139	146	152	
	0.7		102	96	95	98	103	108	116	125	132	139	144	
上限下限ルール ($\pm 5\%$)	0.9			121	118	114	112	113	115	119	123	126	131	136
	0.8			115	110	106	105	107	109	113	117	121	126	131
	0.7			109	104	99	98	99	101	105	109	113	118	123
上限下限ルール ($\pm 10\%$)	0.9			126	118	111	111	114	119	126	132	138	146	153
	0.8			115	107	103	105	109	114	121	127	133	141	148
	0.7			104	97	95	97	102	107	114	120	126	134	140
上限下限ルール ($\pm 20\%$)	0.9			128	116	110	111	115	120	127	136	144	152	158
	0.8			115	107	103	105	110	115	123	131	139	146	152
	0.7			102	96	95	98	103	108	116	124	131	139	144

1,418
1,345
1,258
1,329
1,259
1,179
1,391
1,323
1,237
1,417
1,344
1,257

c) 将来にわたり、2024年漁期の平均放流資源尾数を考慮（仮定6）

		2026～2036年漁期累積漁獲量														
漁獲管理規則	β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036			
基本ルール	0.9	114	124	105	94	86	84	92	99	107	119	125	129			
	0.8		112	97	88	83	83	89	95	103	113	120	124			
	0.7		99	88	82	80	80	85	91	98	107	113	118			
上限下限ルール (±5%)	0.9		114	120	115	109	104	99	97	96	96	97	99	102		
	0.8			112	106	101	96	92	91	91	92	93	96	99		
	0.7			109	103	98	93	89	87	87	87	88	89	91		
上限下限ルール (±10%)	0.9			114	123	112	101	93	88	87	90	94	99	104	111	
	0.8				112	101	92	86	84	85	89	89	93	104	110	
	0.7				103	93	85	80	79	81	85	85	90	95	101	
上限下限ルール (±20%)	0.9				114	124	105	94	86	84	89	97	105	113	121	128
	0.8					112	97	88	83	83	88	94	101	109	117	123
	0.7					99	88	82	80	80	84	84	90	97	104	111

補足表 9-3. 将来予測に上限下限ルールを適用した場合のパフォーマンス評価

a) 将来にわたり、2016～2020年漁期の平均放流資源尾数を考慮（仮定4）

カタ コリ	漁獲管理 方策案	β	予測平均漁獲量 (トン)				管理目標 10年後に目標管 理基準値案を上 回る確率	リスク(10年間に1度でも 起きる確率)	管理期間10年間(2023～2032年漁期)で 予測される漁獲量の変動				最低漁獲 量(トン) MinC※	
			1年目 2026年 漁 期	2～5年目平均 2027～2030年 漁期	6～10年目平均 2031～2035年 漁期	6年目 2031年 漁 期			11年後 2036年 漁 期	平均年変 動AAV※	平均減少 率ADR※	最大減少 率MDR※		
0 Base		0.9	129	116	141	400	533	36%	22%	0%	0.06	-0.06	-0.09	109
3 Base		0.8	116	109	135	436	587	51%	0%	0%	0.06	-0.05	-0.07	103
3 Base		0.7	103	100	128	477	648	65%	0%	0%	0.06	-0.04	-0.06	95
0 10y_CV5		0.9	121	117	128	402	601	49%	27%	0%	0.04	-0.04	-0.04	109
1 10y_CV5		0.8	116	109	121	436	657	61%	3%	0%	0.04	-0.04	-0.05	103
3 10y_CV5		0.7	109	101	113	469	717	69%	0%	0%	0.04	-0.04	-0.05	96
0 10y_CV10		0.9	126	116	137	400	553	37%	22%	0%	0.06	-0.05	-0.08	109
3 10y_CV10		0.8	116	108	132	437	605	53%	0%	0%	0.06	-0.05	-0.07	103
3 10y_CV10		0.7	104	100	124	477	666	66%	0%	0%	0.06	-0.05	-0.07	95
0 10y_CV20		0.9	129	116	140	400	534	36%	22%	0%	0.06	-0.06	-0.09	109
3 10y_CV20		0.8	116	109	135	436	587	51%	0%	0%	0.06	-0.05	-0.07	103
3 10y_CV20		0.7	103	100	128	477	649	65%	0%	0%	0.06	-0.04	-0.06	95

※AAV (annual average variation) は漁獲量の増減を考慮した変動の大きさを表す指標。ADR (average depletion ratio) と MDR (maximum depletion ratio) は前年と比べて漁獲量が減少した場合のみに注目した指標であり、管理期間中に漁獲量が減少した場合、その減少率の平均をとったものが ADR、最大値をとったものが MDR である。MinC (minimum catch) は期間中の最低漁獲量である。

b) 将来にわたり、2019～2023年漁期の平均放流資源尾数を考慮（仮定5）

カテゴリー	漁獲管理 方策案	β	予測平均漁獲量 (トン)					11年後 2036年 漁期	管理目標 10年後に目標管 理基準値案を上 回る確率	リスク(10年間に1度も 起きる確率)	管理期間10年間(2023～2032年漁期)で 予測される漁獲量の変動				
			1年目 2026年 漁 期	2～5年目平均 2027～2030年 漁期	6～10年目平均 2031～2035年 漁期	6年目 2031年 漁 期	6年目 2031年 漁 期				平均年変 動AAV※	平均減少 率ADR※	最大減少 率MDR※	最低漁獲 量(トン) MinC※	
0 Base		0.9	128	113	136	387	519	32%	43%	0%	0.07	-0.06	-0.10	105	
0 Base		0.8	115	106	131	422	570	46%	4%	0%	0.06	-0.05	-0.08	100	
3 Base		0.7	102	98	124	461	629	62%	0%	0%	0.06	-0.04	-0.06	93	
0 10y_CV5		0.9	121	115	123	386	586	46%	44%	0%	0.04	-0.04	-0.05	106	
1 10y_CV5		0.8	115	107	117	419	638	58%	14%	0%	0.04	-0.04	-0.05	100	
2 10y_CV5		0.7	109	100	109	449	695	66%	4%	0%	0.04	-0.04	-0.05	94	
0 10y_CV10		0.9	126	113	132	387	541	35%	43%	0%	0.06	-0.06	-0.08	105	
0 10y_CV10		0.8	115	106	127	423	589	48%	4%	0%	0.06	-0.05	-0.08	100	
3 10y_CV10		0.7	104	98	120	461	648	63%	0%	0%	0.06	-0.05	-0.07	92	
0 10y_CV20		0.9	128	113	136	387	520	32%	43%	0%	0.07	-0.06	-0.10	105	
0 10y_CV20		0.8	115	106	131	422	571	46%	4%	0%	0.06	-0.05	-0.08	100	
3 10y_CV20		0.7	102	98	124	461	630	62%	0%	0%	0.06	-0.04	-0.06	93	

※AAV (annual average variation) は漁獲量の増減を考慮した変動の大きさを表す指標。ADR (average depletion ratio) と MDR (maximum depletion ratio) は前年と比べて漁獲量が減少した場合のみに注目した指標であり、管理期間中に漁獲量が減少した場合、その減少率の平均をとったものが ADR、最大値をとったものが MDR である。MinC (minimum catch) は期間中の最低漁獲量である。

c) 将来にわたり、2024年漁期の平均放流資源尾数を考慮（仮定6）

カテ ゴリ	漁獲管理 方策案	β	予測平均漁獲量 (トン)					予測平均親魚量 (トン)	管理目標 10年後に目標管 理基準値案を上 回る確率	リスク(10年間に1度でも 起きる確率)	管理期間10年間(2023~2032年漁期)で 予測される漁獲量の変動				最低漁獲 量(トン) MinC※
			1年目 2025年 漁期	2~5年目平均 2026~2029年 漁期	6~10年目平均 2030~2034年 漁期	6年目 2030年 漁期	11年後 2035年 漁期				平均年変 動AAV※	平均減少 率ADR※	最大減少 率MDR※		
0	Base	0.9	124	92	108	316	436	19%	93%	0%	0.12	-0.11	-0.17	77	
0	Base	0.8	112	88	104	339	473	25%	86%	0%	0.10	-0.09	-0.14	76	
2	Base	0.7	99	82	99	367	516	34%	62%	0%	0.09	-0.07	-0.12	74	
0	10y_CV5	0.9	120	107	97	267	451	27%	95%	0%	0.05	-0.05	-0.05	88	
0	10y_CV5	0.8	112	99	93	301	502	34%	88%	0%	0.05	-0.05	-0.05	84	
0	10y_CV5	0.7	109	96	89	312	530	38%	86%	0%	0.05	-0.05	-0.05	81	
0	10y_CV10	0.9	123	98	95	295	490	31%	95%	0%	0.09	-0.09	-0.10	78	
0	10y_CV10	0.8	112	91	94	330	519	34%	86%	0%	0.08	-0.08	-0.10	76	
1	10y_CV10	0.7	103	84	90	358	553	39%	69%	0%	0.08	-0.08	-0.10	73	
0	10y_CV20	0.9	124	92	105	315	455	23%	93%	0%	0.11	-0.11	-0.16	77	
0	10y_CV20	0.8	112	88	102	339	485	27%	86%	0%	0.10	-0.09	-0.14	76	
2	10y_CV20	0.7	99	82	97	367	523	35%	62%	0%	0.08	-0.07	-0.12	74	

※AAV (annual average variation) は漁獲量の増減を考慮した変動の大きさを表す指標。ADR (average depletion ratio) と MDR (maximum depletion ratio) は前年と比べて漁獲量が減少した場合のみに注目した指標であり、管理期間中に漁獲量が減少した場合、その減少率の平均をとったものがADR、最大値をとったものがMDRである。MinC (minimum catch) は期間中の最低漁獲量である。

補足資料 10 各年齢の資源量指標値を活用した全年齢チューニング VPA の試算検討と 産卵海域由来の資源量指標値を用いた天然加入尾数の推定方法の試算検討

【目的と背景】

本系群ではこれまでの資源評価結果においても、比較的安定した親魚量に対して、天然加入尾数の減少と再生産成功率の低下が続いており、その要因解明の要望は漁業者、行政機関をはじめ、様々な関係者から寄せられている。このため、本系群では加入量や親魚量に関する資源量指標値の収集を行ってきた。再生産成功率は親魚量そのまま産卵参加することを前提として、VPA によって得られた総親魚量を分母とし、0 歳天然加入尾数との関係から親魚 1kg あたりの資源加入尾数として算定している。一方、本評価でも掲載しているように、近年、瀬戸内海を中心にみられる産卵期の親魚 CPUE の低下（図 3-7、3-11）は、総親魚量すべてが産卵参加していないことを示唆しており、産卵来遊した親魚 CPUE は、加入量の変動と関連する可能性が考えられる。また、本系群では北は男鹿半島周辺から南は有明海、八代海まで広範囲に産卵場が分散しており、かつ個々の産卵場で生まれた個体は生まれた海域に戻って産卵する産卵場回帰性を有することから、個々の産卵場の親魚 CPUE を把握する必要がある。そこで R6 年度評価では各主要な産卵場から資源量指標値の収集を行い、得られた資源量指標値を活用したチューニング VPA の試算検討を行うとともに、産卵場由来の資源量指標値と天然加入尾数の関係を調査し、より高精度の天然加入尾数の予測方法の検討に着手した。本年度評価でも、新たに資源量指標値を入手しており、それらのデータも加えた試算結果を報告する。

【材料と方法】

再生産に関わる加入、産卵来遊、親魚資源の動態を把握するために各海域の資源量指標値について全年齢に渡って可能な限り整理をした。トラフグ本系群の資源評価では系群内を 7 海域に分けて年齢別漁獲尾数（CAA）を算定しており、この 7 海域の資源量指標値について検討した。収集した資源量指標値は以下の通りである

日本海北部：男鹿半島周辺海域および能登半島周辺の CPUE（全年齢を対象、産卵期を含む通年）

日本海中西部・東シナ海：九州山口北西海域のふぐ延縄漁獲成績報告書（1 歳以上を対象、産卵期外）

瀬戸内海：燧灘以東の CPUE（1 歳以上を対象、産卵期）

燧灘以東の CPUE（当歳魚、標本漁協調査）

伊予灘以西豊予海峡以北海域の CPUE（全年齢を対象、産卵期外）

伊予灘以西豊予海峡以南海域の CPUE（全年齢を対象、産卵期外）

有明海：湾奥、湾央の CPUE（当歳魚、標本船調査）

有明海長崎県海域の CPUE（2 歳以上を対象、産卵期）

有明海・八代海熊本県海域の CPUE（2 歳以上を対象、産卵期）

関門海峡：関門海峡の CPUE（2 歳以上を対象、産卵期）

ソースデータとして標本船調査、船別取扱量など資源評価参画各県と個別に調整のうえ、

提供のあったデータを用いて海域ごとの代表値として扱い、得られた情報をもとに海域別の年齢別 CPUE (尾/隻・日) を算出した。漁獲量、漁獲尾数などの基礎資料は令和 5 年度評価結果を用いた。海域ごとの年齢別漁獲尾数を用いて加重平均を算出し、系群全体の年齢別 CPUE と仮定した (補足図 10-1)。これをすべての年齢のデータが揃っている 2017 年漁期～2023 年漁期の各年齢別 CPUE の単純平均を用いて規格化し、チューニング指標値とした。チューニング指標値の参照年は令和 6 年度評価と同じ 2009～2023 年漁期として資源計算を行い、加入量 (0 歳天然資源尾数) と総親魚量の推定を行い、再生産成功率 (RPS) を算出した。チューニング VPA には複数年齢の CPUE を用いたため、最適化手法と b 推定について、4 条件での検討を行った (補足表 10-1)。

一方、産卵期の産卵場海域の CPUE についても算定し、産卵期の各海域の年齢別漁獲尾数割合を用いて産卵期の年齢別 CPUE を算定した (補足図 10-1)。なお、本系群では 2007 年漁期以降に国内の全産卵場を有する府県が資源評価に参画していることから、産卵と加入の関係の検討は 2007 年漁期以降のデータを用いて検討した。年齢別 CPUE のうち、親魚と定義されている 3 歳、4 歳以上の CPUE と各年齢の漁獲尾数の加重平均から親魚 CPUE (3 歳以上 CPUE) を、各年齢の漁獲尾数と平均体重を用いて親魚平均体重 (3 歳以上平均体重) を算定し、これらの積を解析対象期間 (2007～2023 年漁期) の単純平均で規格化して、産卵親魚来遊指標値 (IHS : Index of homing spawner) と定義した。上記の VPA 試算結果から得られた 0 歳資源尾数と各漁期年の放流魚混入率から 0 歳天然資源尾数 (R) を算定した。R と IHS の関係を「再生産成功度 (RPI : Recruitment Per Index of homing spawner)」と定義して、再生産成功率の動向と比較するとともに、Frasyr の再生産関係式を用いて最も適合するモデルの検討を行った。

【結果と考察】

全年齢を対象としたチューニング VPA の試算結果を補足図 10-2 に示す。なお、チューニング VPA の最適化手法と b 推定の検討の結果、最尤法では b 推定あり、なし、ともに対数残差に自己相関が有意に認められた (補足表 10-1)。最小二乗法ではレトロスペクティブ解析の結果、 b 推定ありのほうが Mohn's rho が小さい値となったが、 b 推定の有無によって大きな違いは認められなかった (補足表 10-1)。一方、ブートストラップ信頼区間推定では、 b 推定ありでは b 推定なしと比べて、いずれの最適化手法でも大きくなることが示され、解析結果の不確実性が懸念された (資料図 10-14～10-17 を参照)。尤度は最小二乗法、 b 推定なしの時に最も小さく、本試算ではこの条件が最も安定した資源量推定が行えると考え、これを採用した。以後の解析結果については、検討 3 の条件で得られた結果について記載する。なお、参考資料として 4 条件の解析結果を資料図 10-1～10-17 に添付する。

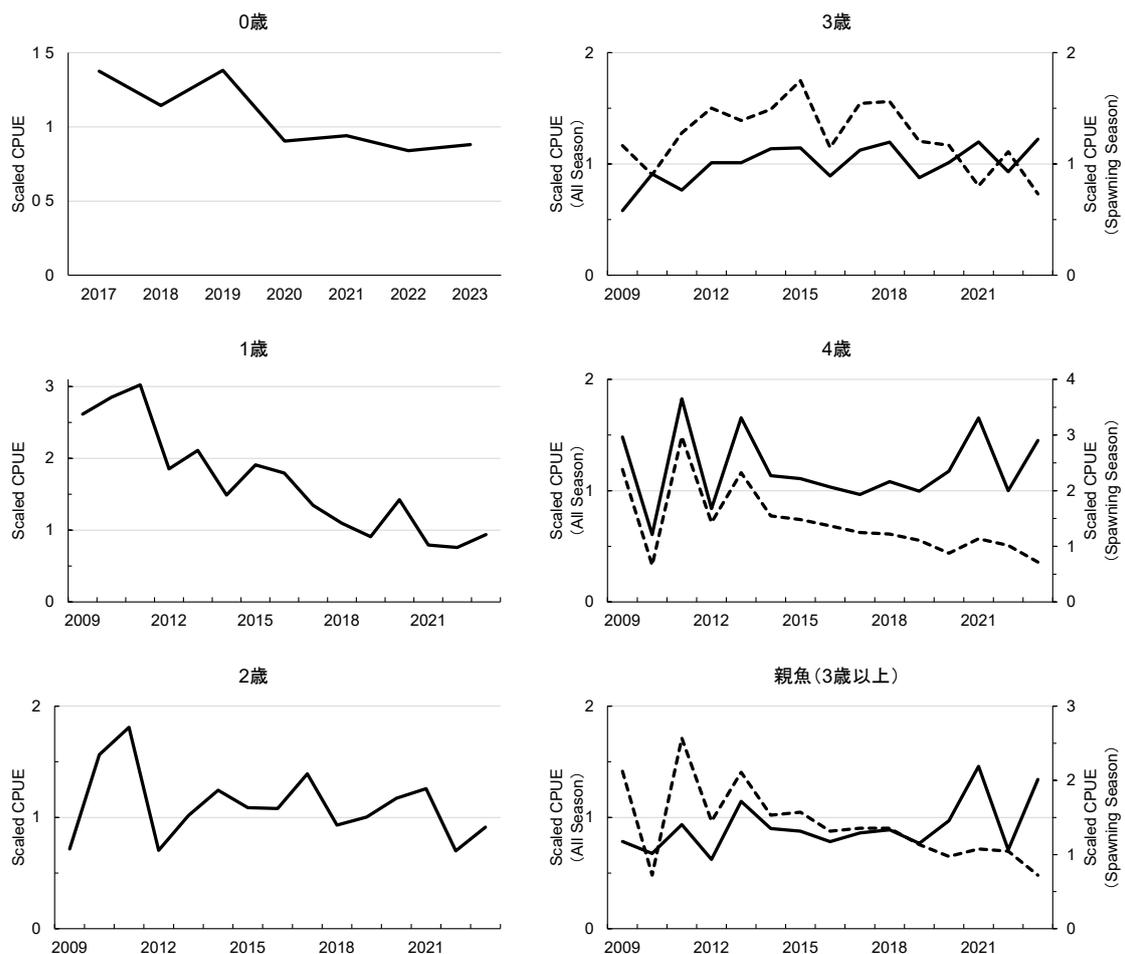
補足図 10-2 に示した、本試算、昨年度の試算結果、R6 年度評価結果、R5 年度評価結果の資源量、親魚量を比較した結果、いずれも、本試算結果は上方修正となった。この結果は本年度評価で実施した 1 歳魚資源量指標値を用いた資源量推定結果とも似た傾向となった。本試算結果は本年度評価よりも 1 年データが少ない状態での試算を行っているが、得られた資源量が本年度評価に近似することは全年齢のチューニング指標を用いることで、より安定した資源量推定が実施できる可能性が示唆される。また、いずれの計算において

も、VPA のコホートは 0 歳～4 歳以上であるが、近年、4 歳以上の高齢化が認められることから、本試算結果でも、本年度評価と同様に 3 歳魚の漁獲係数を過大評価している可能性が考えられ、そのことが本試算でも親魚量の緩やかな経年増加となっている可能性がある。そのため、全年齢 CPUE を用いた場合も 5 歳以上のプラスグループの漁獲動向も反映した資源量推定を行うことも検討課題として挙げられる。

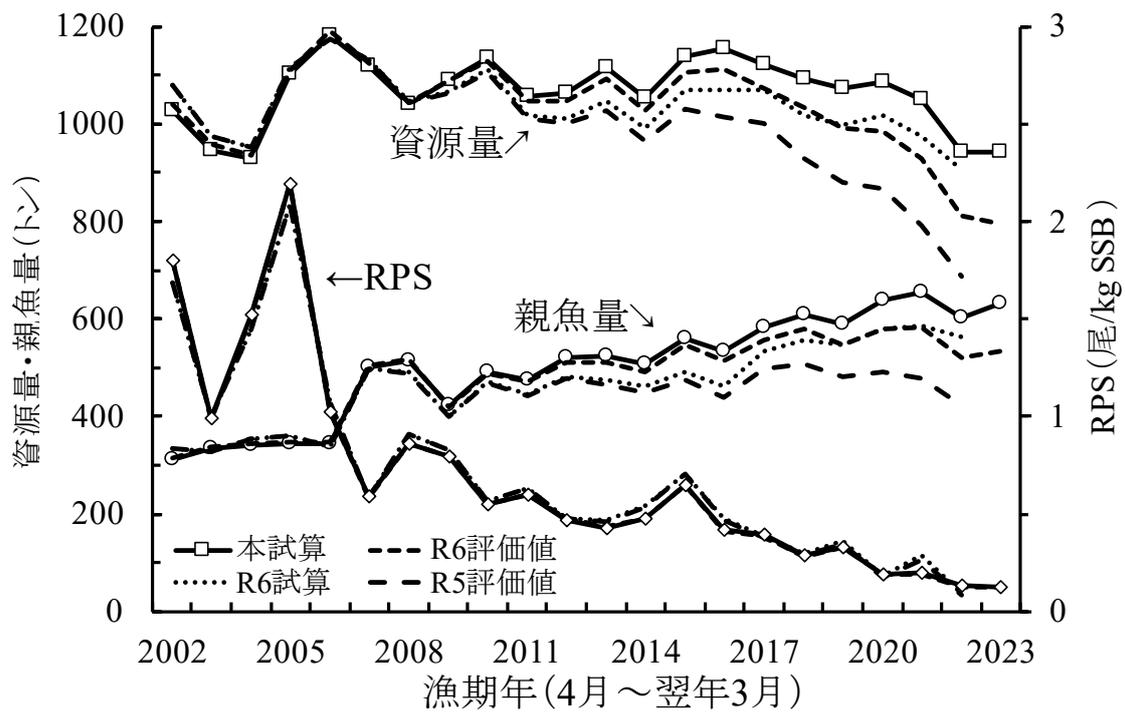
再生産関係式に基づく産卵来遊指標値 (IHS) と 0 歳天然資源尾数との関係を補足図 10-3 に示す。AICc が最小から順に上位 6 モデルの試算結果を掲載した。得られた結果からは、ベバートンホルト型、自己相関あり、最小二乗法で残差の自己相関を考慮し、同時推定法を適用した時に最も AICc が小さい値を示した。しかしながら、観測値は 2010 年代と 2020 年代を境に、2010 年代は推定された再生産曲線よりも高い値を示し、2020 年代ではいずれも低い値を示し、特に直近の 2023 年漁期と 2022 年漁期は 90%信頼区間外であった。また、IHS と 0 歳天然資源尾数の関係から、産卵来遊指数あたりの相対的な加入動向を示す RPI を算定したところ (補足図 10-4)、2010 年漁期から 2021 年漁期は高加入となった 2015 年漁期を除いて横ばいであるが、2022 年漁期と 2023 年漁期の加入動向は 95%信頼区間外となり、同じ親魚数が産卵来遊したとしても、0 歳天然資源尾数の新規加入は従来と比べて低下している可能性が示唆された。近年の親魚の高齢化により、4 歳以上のプラスグループが横ばい、3 歳が減少に転じている点を考慮すると、親魚の資源尾数は頭打ち、もしくは減少を開始している可能性が考えられるが、その場合、同じ親魚量であっても、繁殖に参加する親魚尾数は減少することとなるため、繁殖機会は減っている可能性があり、見かけ通りの加入が見込めない可能性も考えられる。また、当歳魚の生態的観点からは、高水温における初期生残・初期成長への影響も踏まえた加入動向の検討が必要であり、今後は環境情報を考慮した CPUE 標準化の検討も重要な課題となると考えられる。

昨年度の試算では、0 歳では参照年が 6 年と短く、レトロスペクティブ解析などでモデル診断を行うには十分な年数ではないなど、今後も検討が必要な課題があるとしていたが、本年度の試算では初めてモデル診断も含めた資源量推定を実施した。得られた結果について、レトロスペクティブ解析をはじめ、各診断結果に大きな問題点は認められなかったことから、今後は全年齢を対象とした資源量指標値を用いたチューニングの実行が可能になると考えられる。一方で、上述の通り、年齢群に応じた推定、特にプラスグループの高精度化という点では本年度の試算でも解決には至っていない。CPUE の活用という点ではほぼ系群全体を網羅する段階にはあるが、今後は年齢構成等も考慮した資源量推定の技術的検討が必要となると思われる。

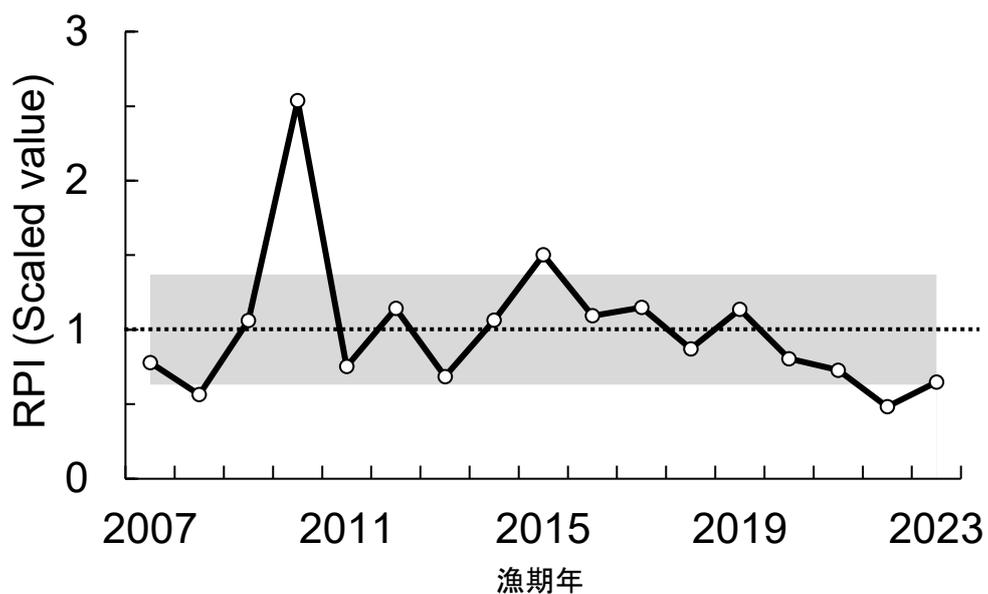
こうした試算検討からは、再生産成功率 (RPS) を用いて本系群の再生産関係を検討するよりは、産卵場に来遊した親魚の漁獲強度として CPUE 情報を収集することで、天然資源尾数の推定や当該年の加入予測につなげることができると考えられる。特に昨年度に続き、RPI を用いて、産卵来遊した親魚の漁獲動向に応じた一定数の加入が認められることは、本種が産卵来遊に増減があり、そのことが天然加入に影響を与える生物特性を有することを示している。加えて、得られた結果からは、繁殖関係に起因しない加入低下の可能性も考えられることから、今後は成育環境も踏まえた推定技術の高度化が各年の加入量予測に貢献することも期待される。



補足図 10-1. 海域別年齢別 CPUE。横軸は漁期年（4 月～翌年 3 月）。チューニングに適用した期間（2009 年漁期～2023 年漁期、0 歳は 2017 年漁期～2023 年漁期）を示す。実線は通年、破線は産卵期（4～7 月）の結果。



補足図 10-2. 海域別年齢別 CPUE を用いた全年齢チューニング VPA の試算結果。実線・
 マーカー付：本試算、破線：R6 評価値、点線：R6 試算、大破線：R5 評価値。



補足図 10-4. 産卵親魚来遊指標値を用いた天然資源尾数の加入指標の算出

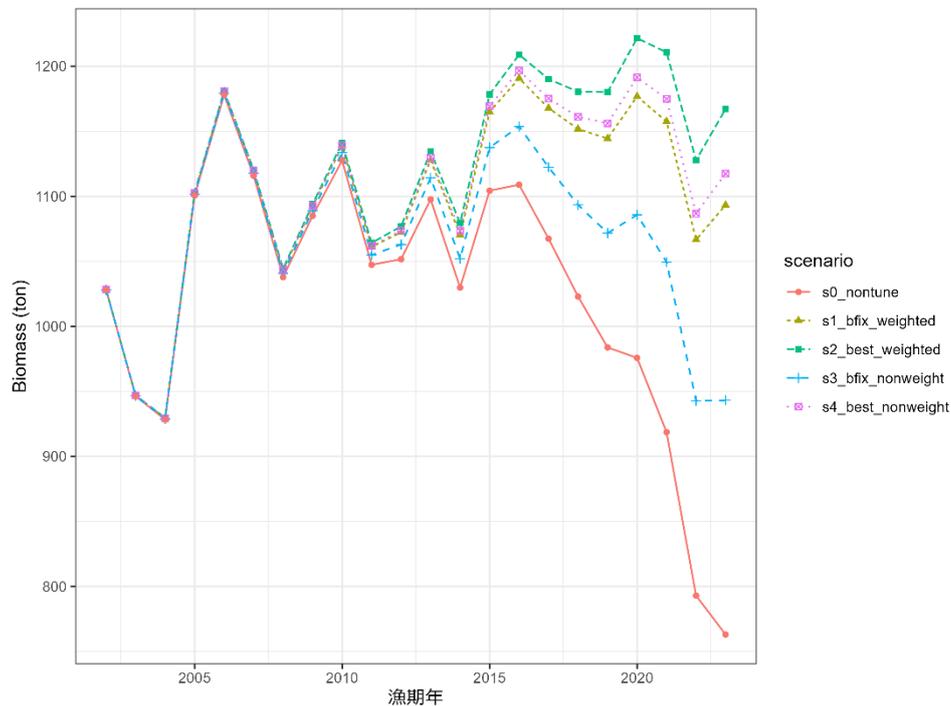
RPI : Recruit per index of homing spawner と定義し、 $RPI = \frac{\text{天然資源尾数}}{\{(\text{産卵親魚来遊指標値}) \times (\text{親魚平均体重})\}}$ として、相対値として算出。グレー部分は 95%信頼区間を示す。

補足表 10-1 全年齢チューニング VPA における最適化手法検討時の結果。上段：対数残差と尤度。下段：レトロスペクティブ解析における Mohn's rho。表中のアスタリスクは自己相関係数が有意に大きいことを示す。

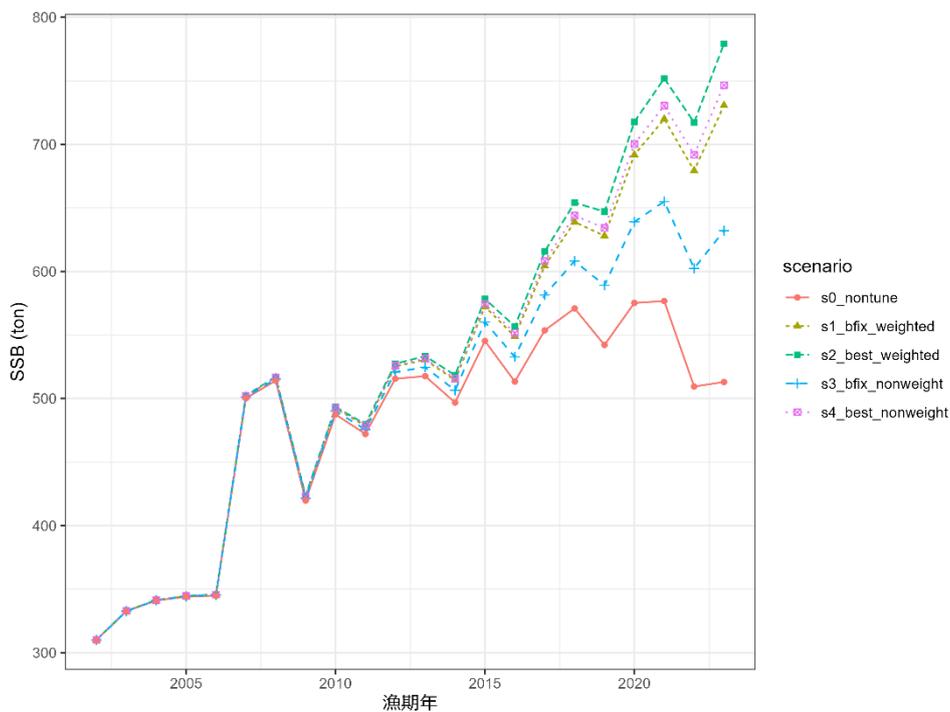
検討	最適化手法	b推定	対数残差(上段:σ、下段:Mohn's rho)					尤度
			Age 0	Age 1	Age 2	Age 3	Age 4+	
1	最尤法	なし	0.08	0.25	0.23	0.15	0.28	13.61
			-0.72	0.59*	-0.31	-0.14	-0.24	
2	最尤法	あり	0.08	0.18	-0.31	0.13	0.27	20.67
			-0.72	0.12	-0.31	-0.07	-0.57*	
3	最小二乗法	なし	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	7.76
			-0.35	0.5	-0.26	0.04	-0.37	
4	最小二乗法	あり	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	13.24
			-0.35	0.5	-0.26	0.04	-0.37	

検討	最適化手法	b推定	資源尾数	資源量	親魚量	加入尾数	漁獲係数
1	最尤法	なし	-0.21	-0.16	-0.15	-0.34	0.25
2	最尤法	あり	-0.13	-0.07	-0.06	-0.27	0.12
3	最小二乗法	なし	-0.21	-0.16	-0.15	-0.33	0.25
4	最小二乗法	あり	-0.15	-0.10	-0.09	-0.29	0.16
	チューニングなし		-0.09	-0.04	-0.02	-0.22	0.18

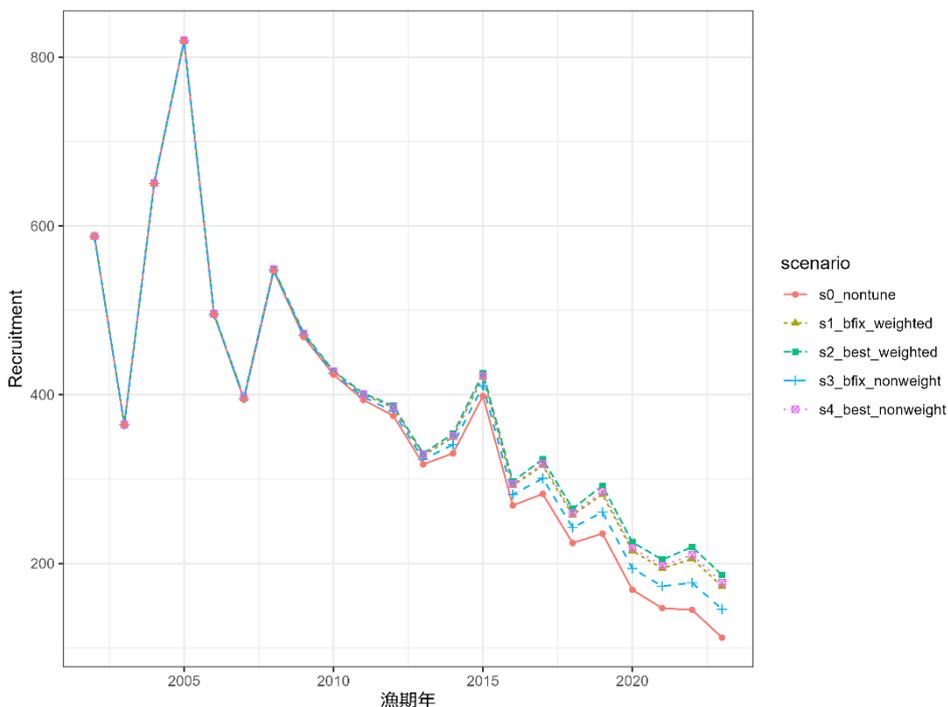
<参考資料>



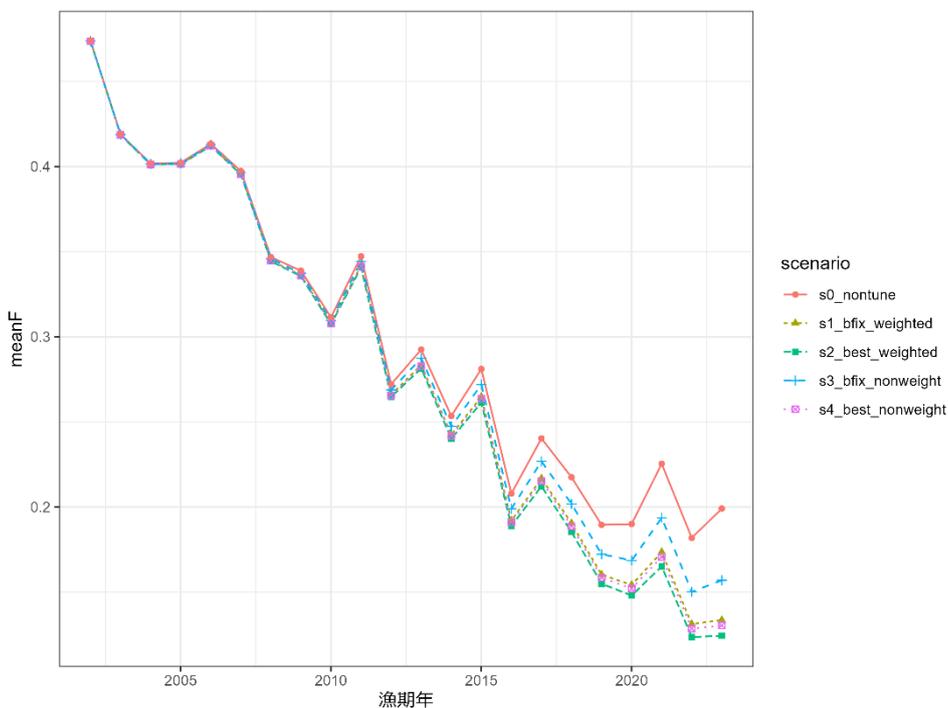
資料図 10-1 試算結果の比較 (資源量)。S0 : チューニングなし。S1 : 検討 1、S2 : 検討 2、S3:検討 3、S4 : 検討 4。各検討の条件は補足表 10-1 を参照。2、S3:検討 3、S4 : 検討 4。各検討の条件は補足表 10-1 を参照。



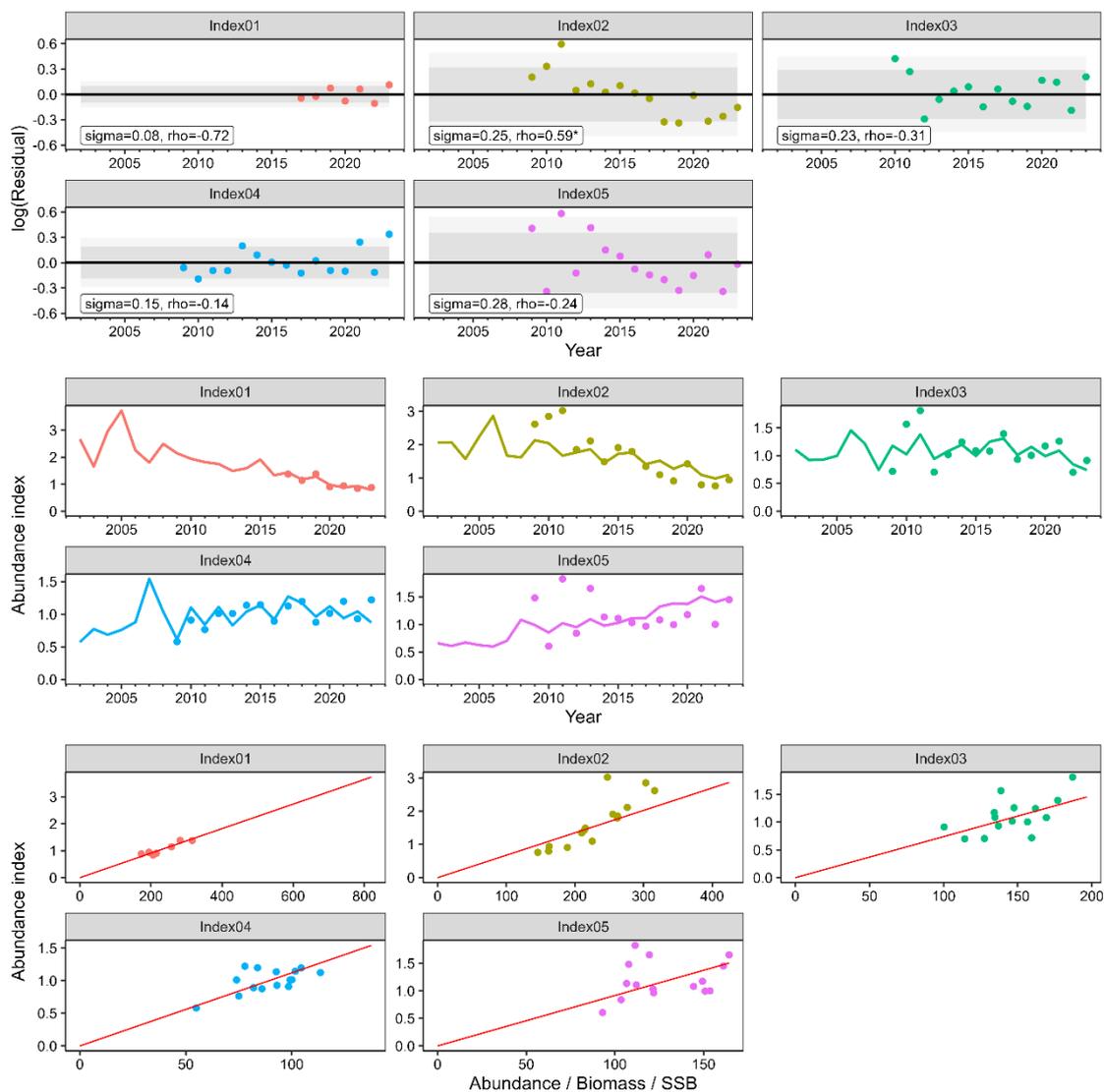
資料図 10-2 試算結果の比較 (親魚量)。S0 : チューニングなし。S1 : 検討 1、S2 : 検討 2、S3:検討 3、S4 : 検討 4。各検討の条件は補足表 10-1 を参照。



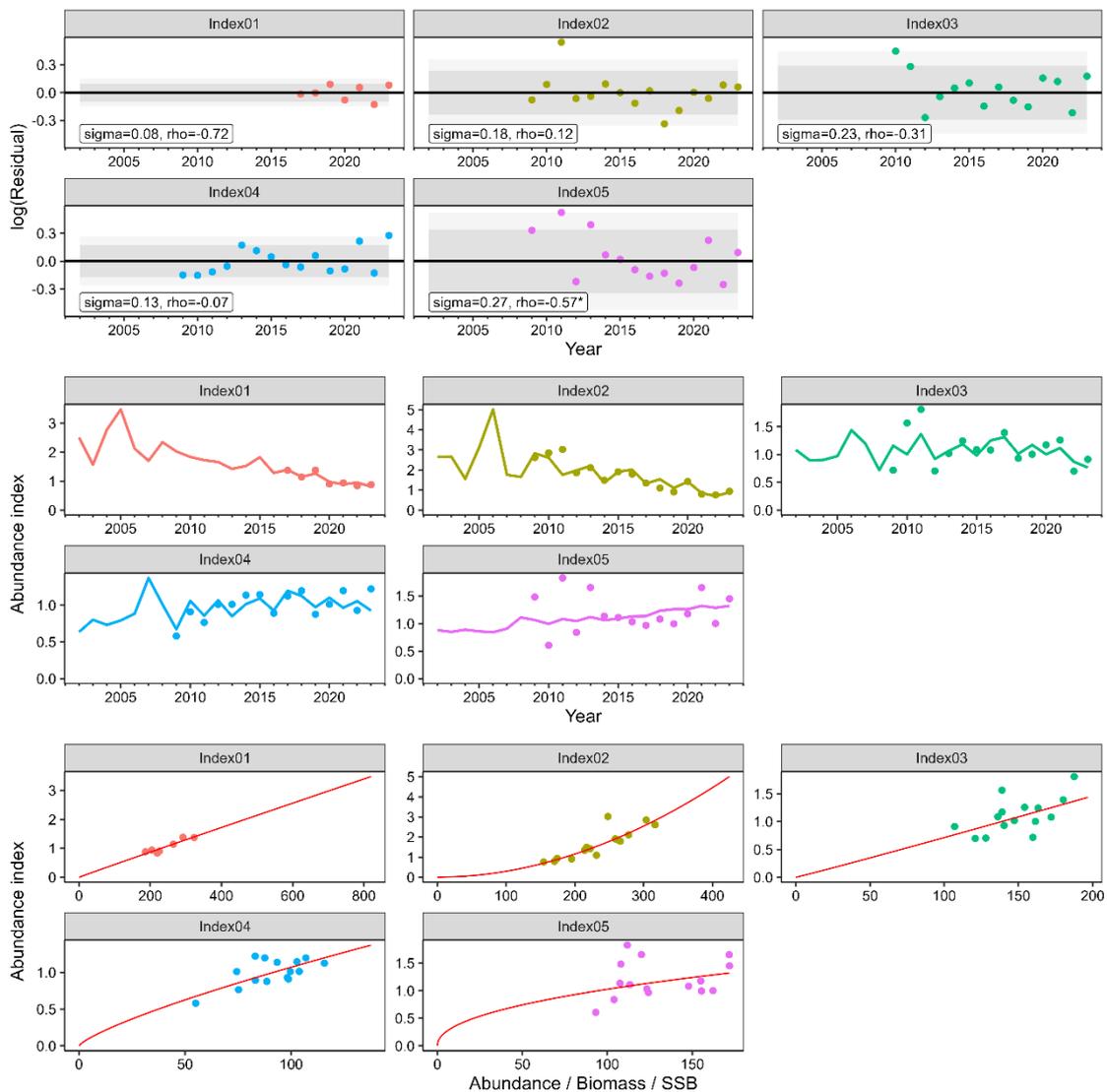
資料図 10-3 試算結果の比較 (0 歳資源尾数)。S0 : チューニングなし。S1 : 検討 1、S2 : 検討 2、S3:検討 3、S4 : 検討 4。各検討の条件は補足表 10-1 を参照。



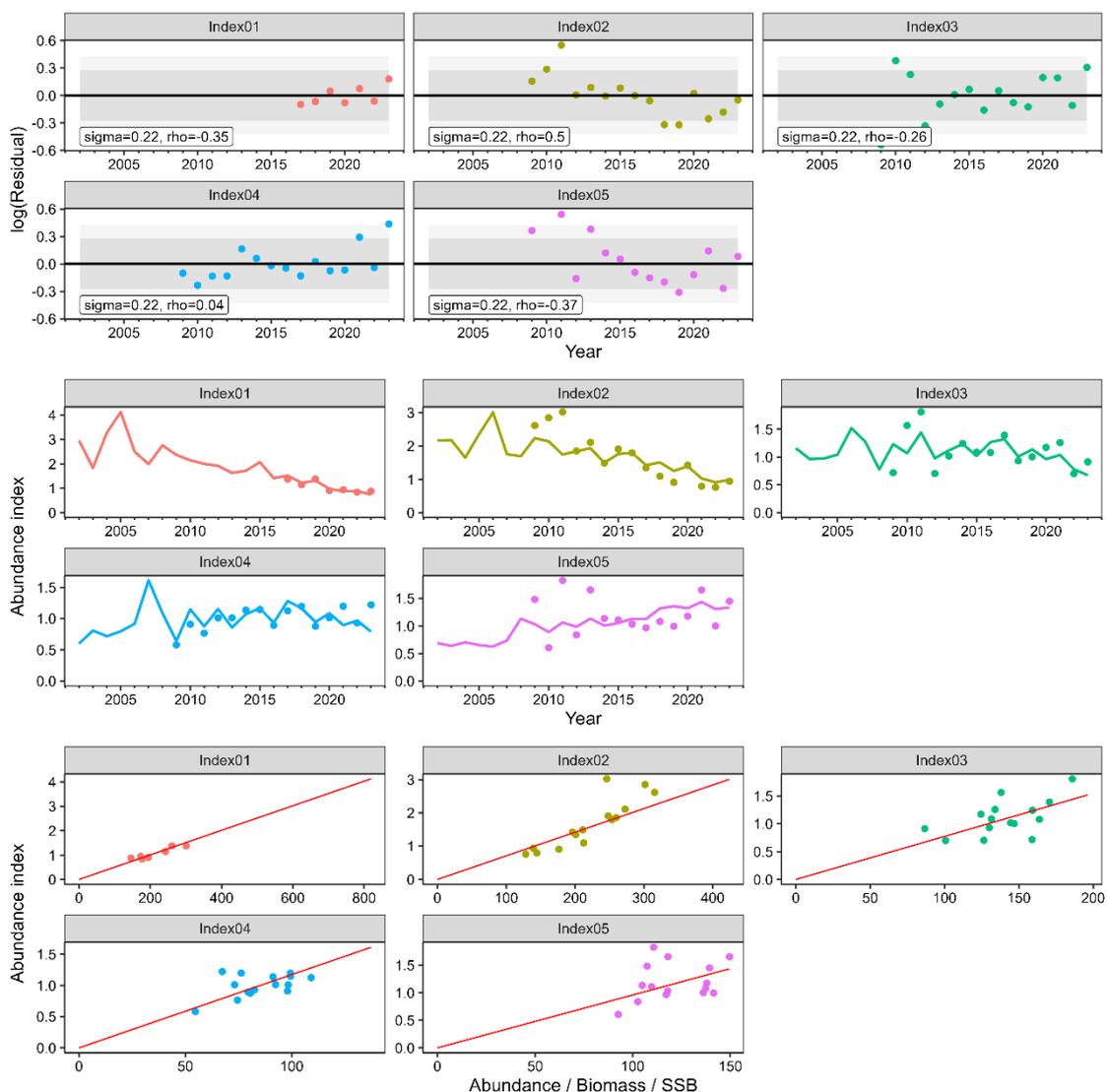
資料図 10-4 試算結果の比較 (F 平均)。S0 : チューニングなし。S1 : 検討 1、S2 : 検討 2、S3:検討 3、S4 : 検討 4。各検討の条件は補足表 10-1 を参照。



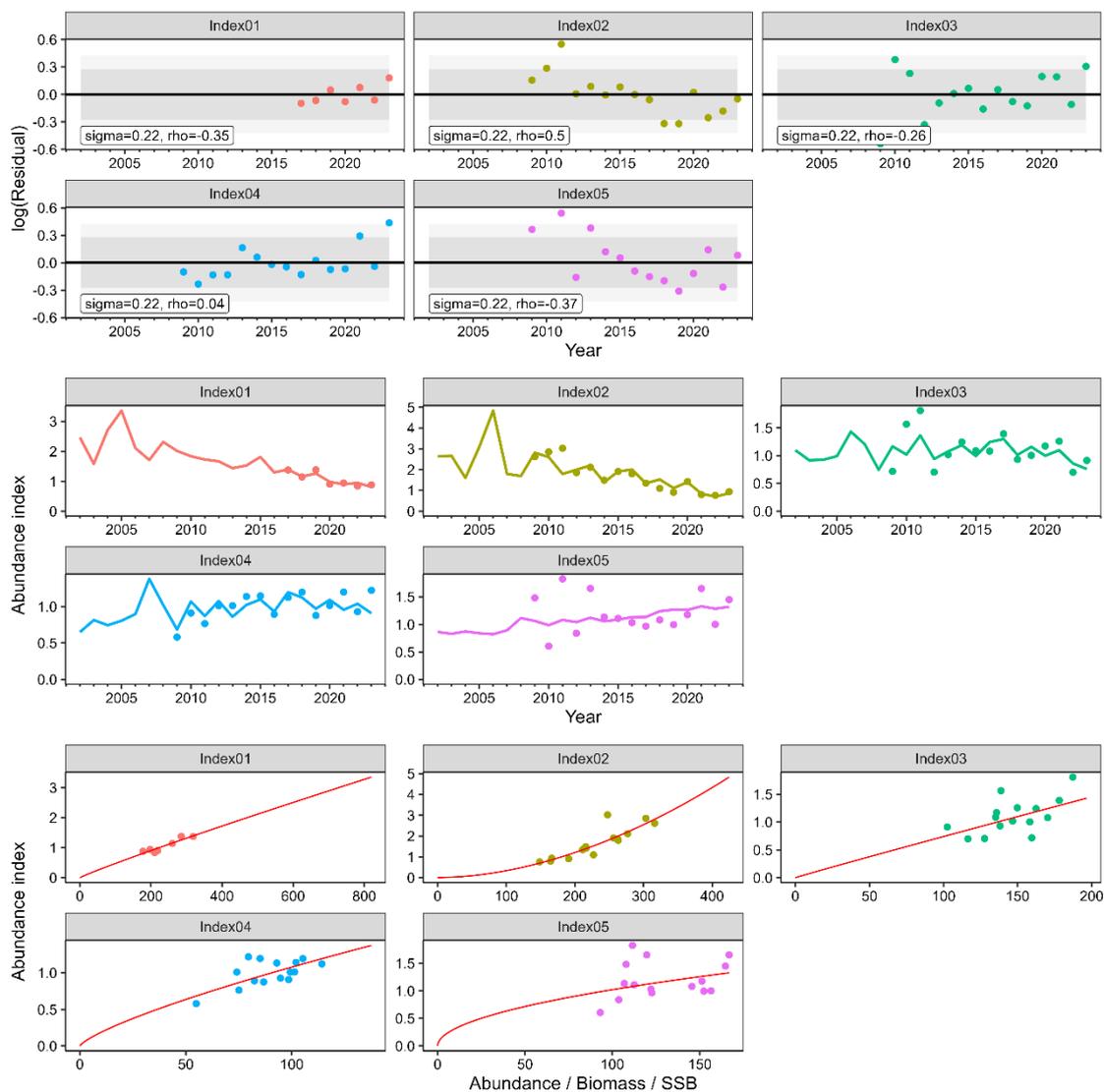
資料図 10-5 検討 1 (最尤法、b 推定なし) における残差プロット、指標値 (○) と予測値 (実線)、各年齢の指標値と年齢別資源尾数との相関。残差プロットのダークグレーは 80%信頼区間、ライトグレーは 95%信頼区間を示す。対数残差には、尤度 (σ : sigma)、Mohn's rho (rho) を示した。rho のアスタリスクは自己相関係数が有意に大きい場合を示す。Index01: 0 歳 CPUE、Index02:1 歳 CPUE、Index03:2 歳 CPUE、Index04:3 歳 CPUE、Index05:4 歳以上 CPUE。



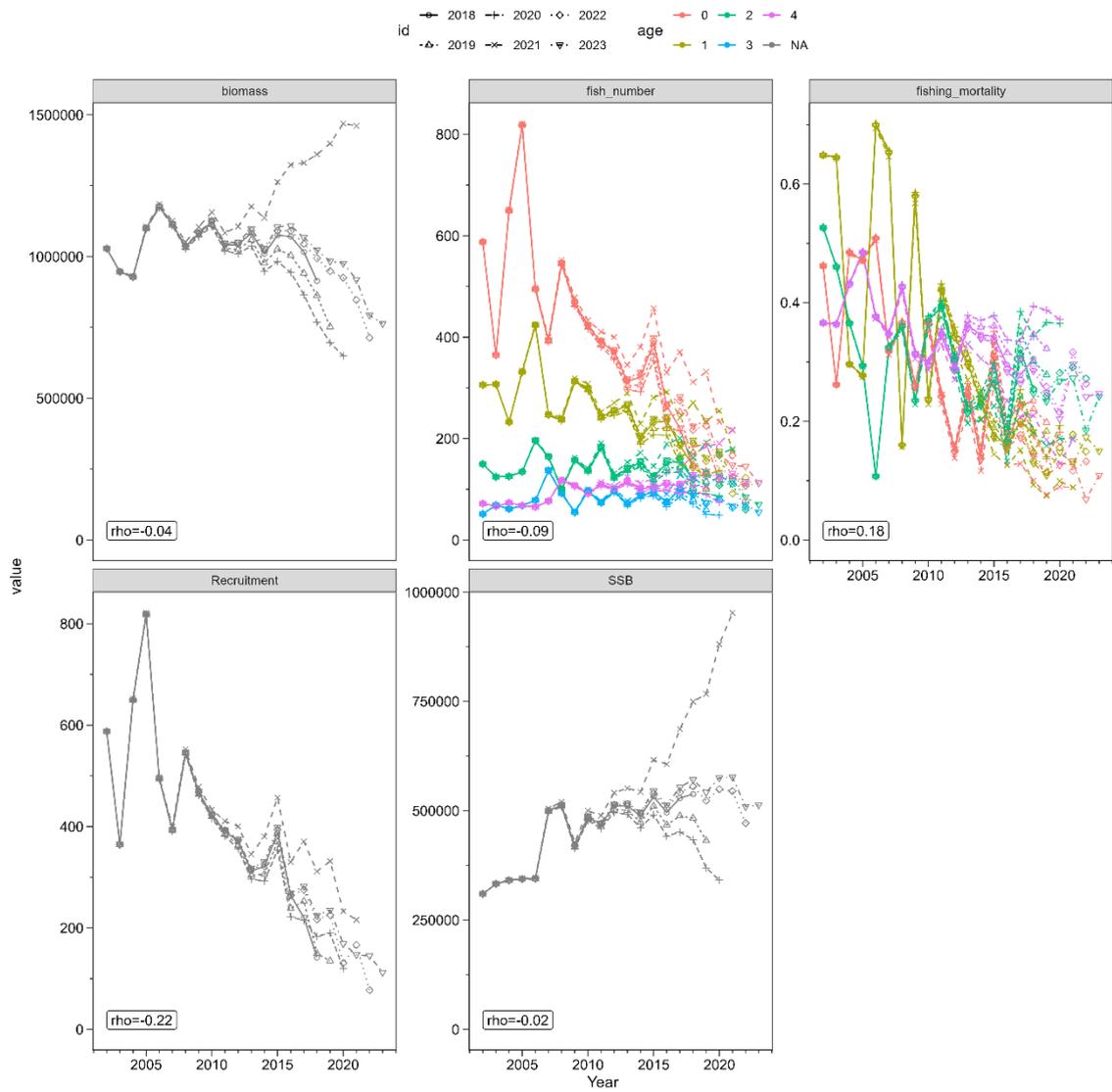
資料図 10-6 検討 2 (最尤法、b 推定あり) における残差プロット、指標値 (○) と予測値 (実線)、各年齢の指標値と年齢別資源尾数との相関。残差プロットのダークグレーは 80%信頼区間、ライトグレーは 95%信頼区間を示す。対数残差には、尤度 (σ : sigma)、Mohn's rho (rho) を示した。rho のアスタリスクは自己相関係数が有意に大きい場合を示す。Index01: 0 歳 CPUE、Index02:1 歳 CPUE、Index03:2 歳 CPUE、Index04:3 歳 CPUE、Index05:4 歳以上 CPUE。



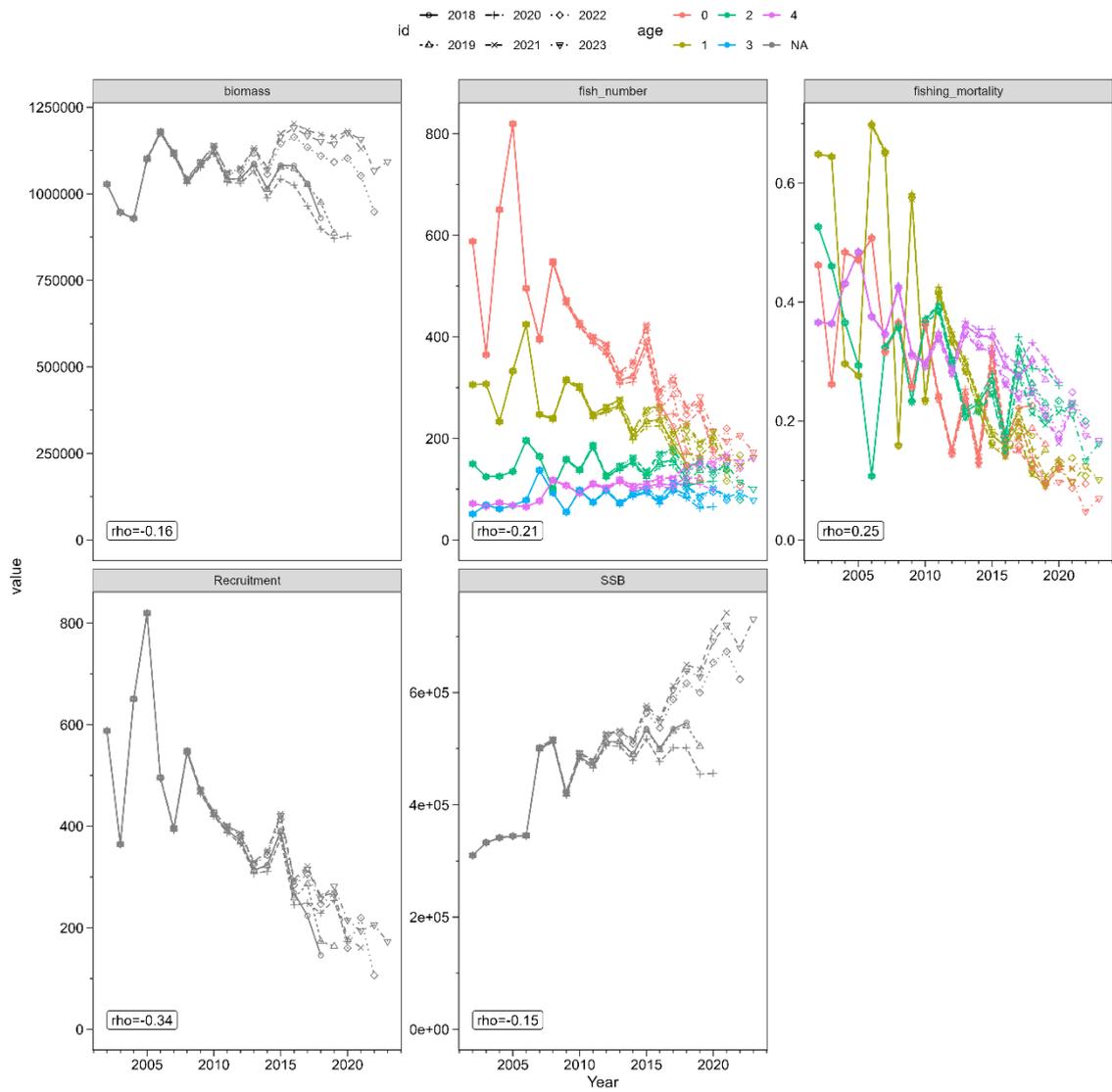
資料図 10-7 検討 3 (最小二乗法、 b 推定なし) における残差プロット、指標値 (○) と予測値 (実線)、各年齢の指標値と年齢別資源尾数との相関。残差プロットのダークグレーは 80%信頼区間。対数残差には、尤度 (σ : σ)、Mohn's rho (ρ) を示した。 ρ のアスタリスクは自己相関係数が有意に大きい場合を示す。Index01: 0 歳 CPUE、Index02:1 歳 CPUE、Index03:2 歳 CPUE、Index04:3 歳 CPUE、Index05:4 歳以上 CPUE。



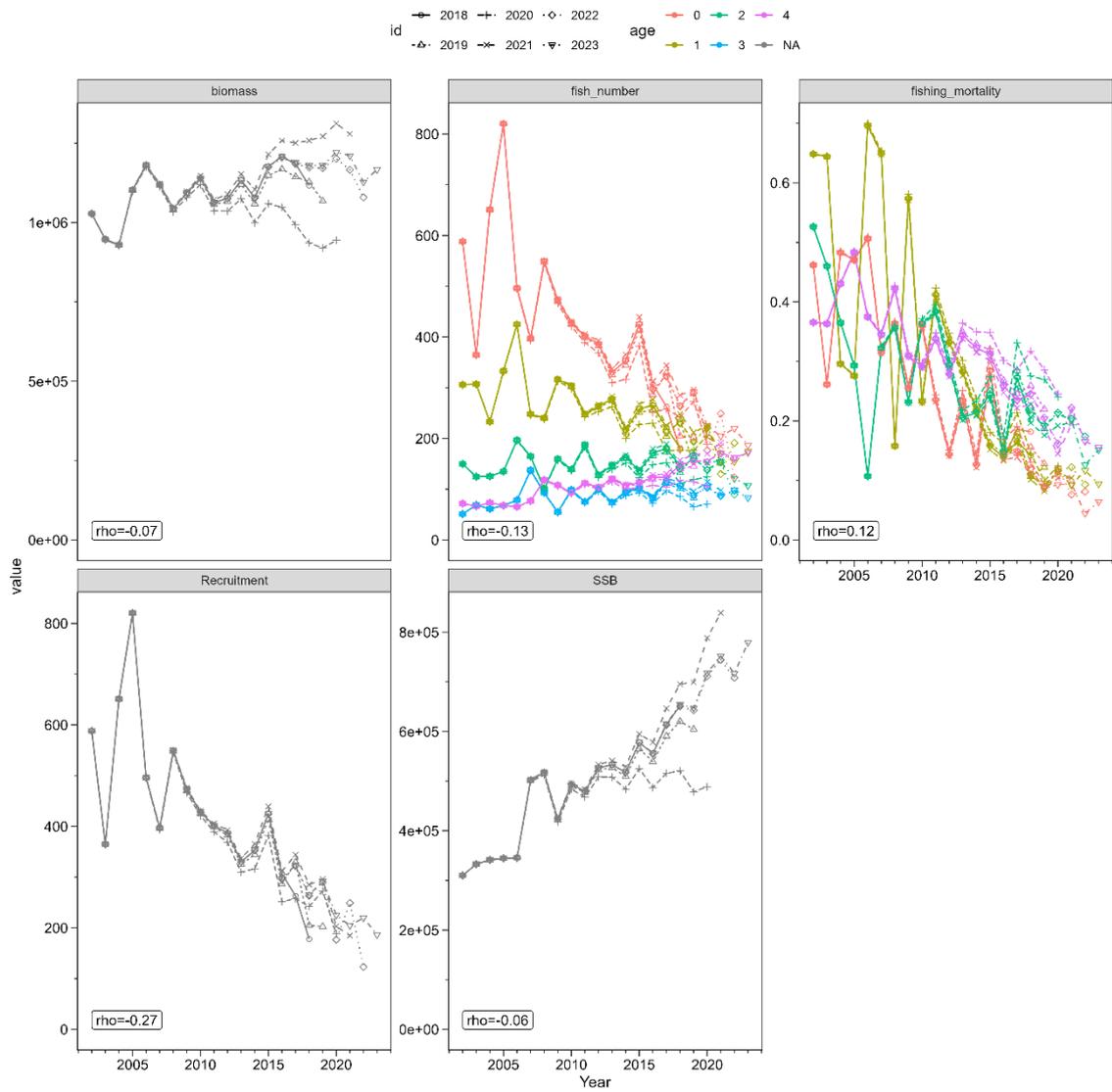
資料図 10-8 検討 4 (最小二乗法、b 推定あり) における残差プロット、指標値 (○) と予測値 (実線)、各年齢の指標値と年齢別資源尾数との相関。残差プロットのダークグレーは 80%信頼区間。対数残差には、尤度 (σ : sigma)、Mohn's rho (rho) を示した。rho のアスタリスクは自己相関係数が有意に大きい場合を示す。Index01: 0 歳 CPUE、Index02:1 歳 CPUE、Index03:2 歳 CPUE、Index04:3 歳 CPUE、Index05:4 歳以上 CPUE。



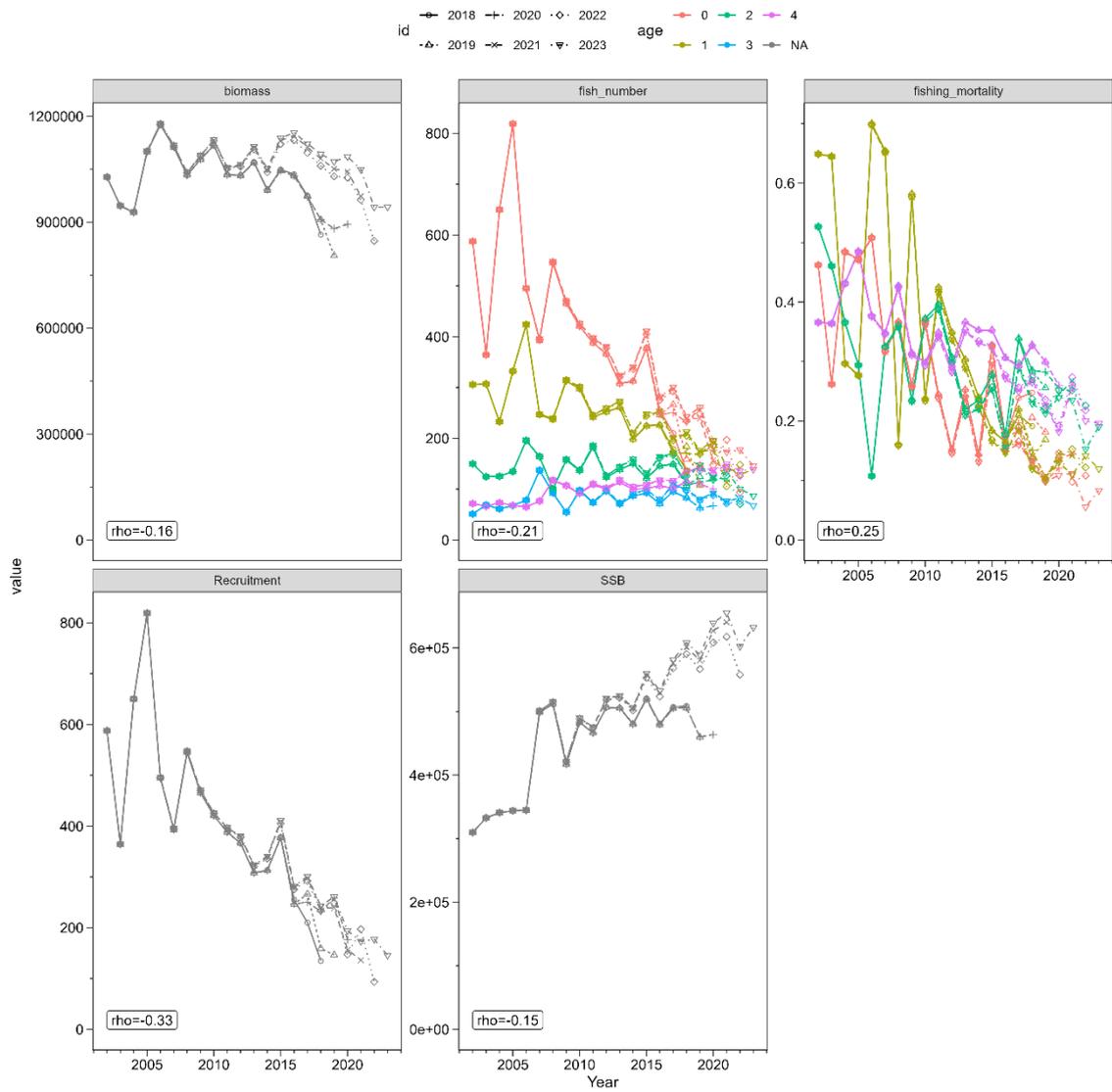
資料図 10-9 チューニングなしの VPA におけるレトロスペクティブ解析の結果。



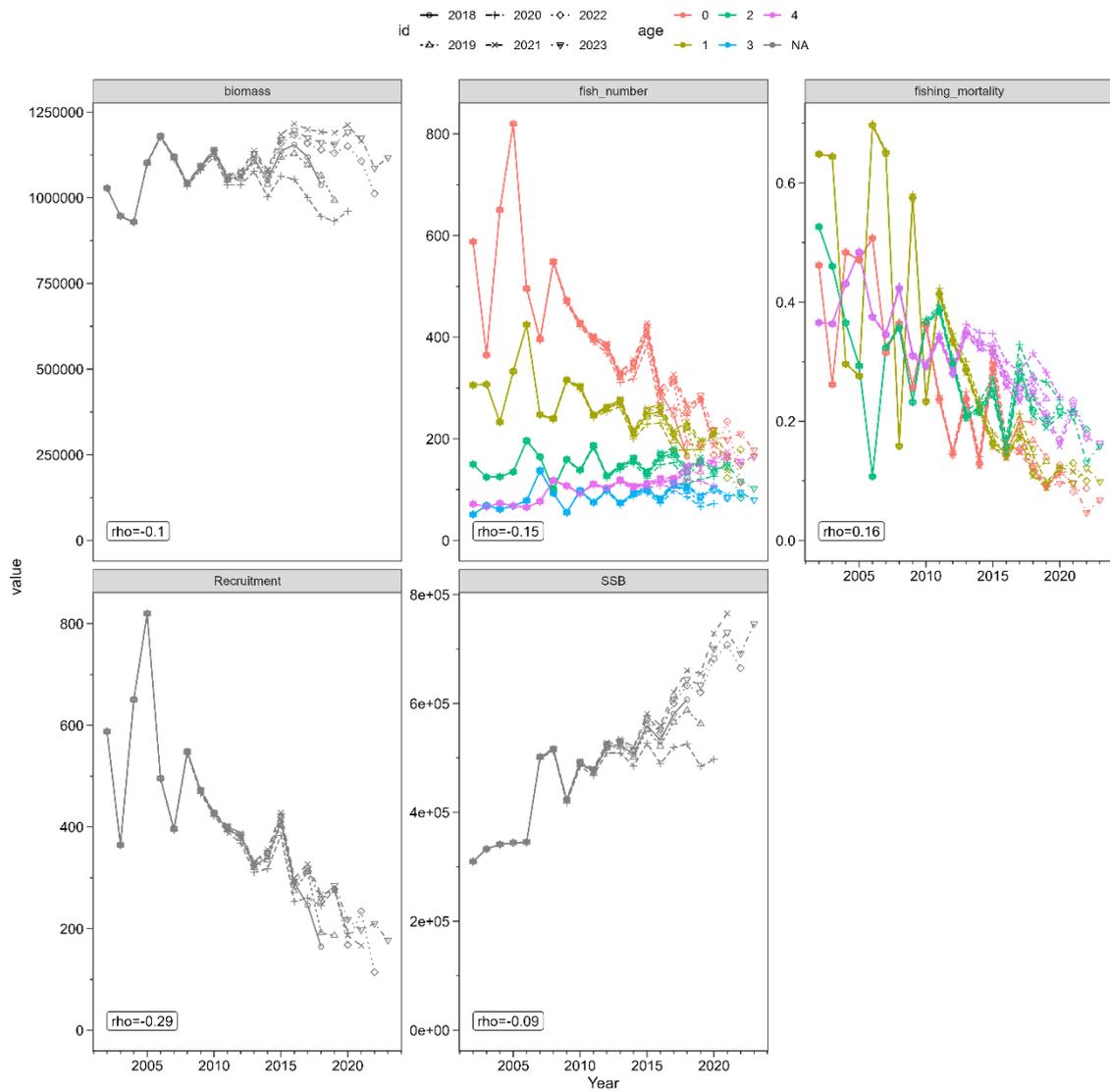
資料図 10-10 検討 1 (最尤法、b 推定なし) におけるレトロスペクティブ解析の結果。



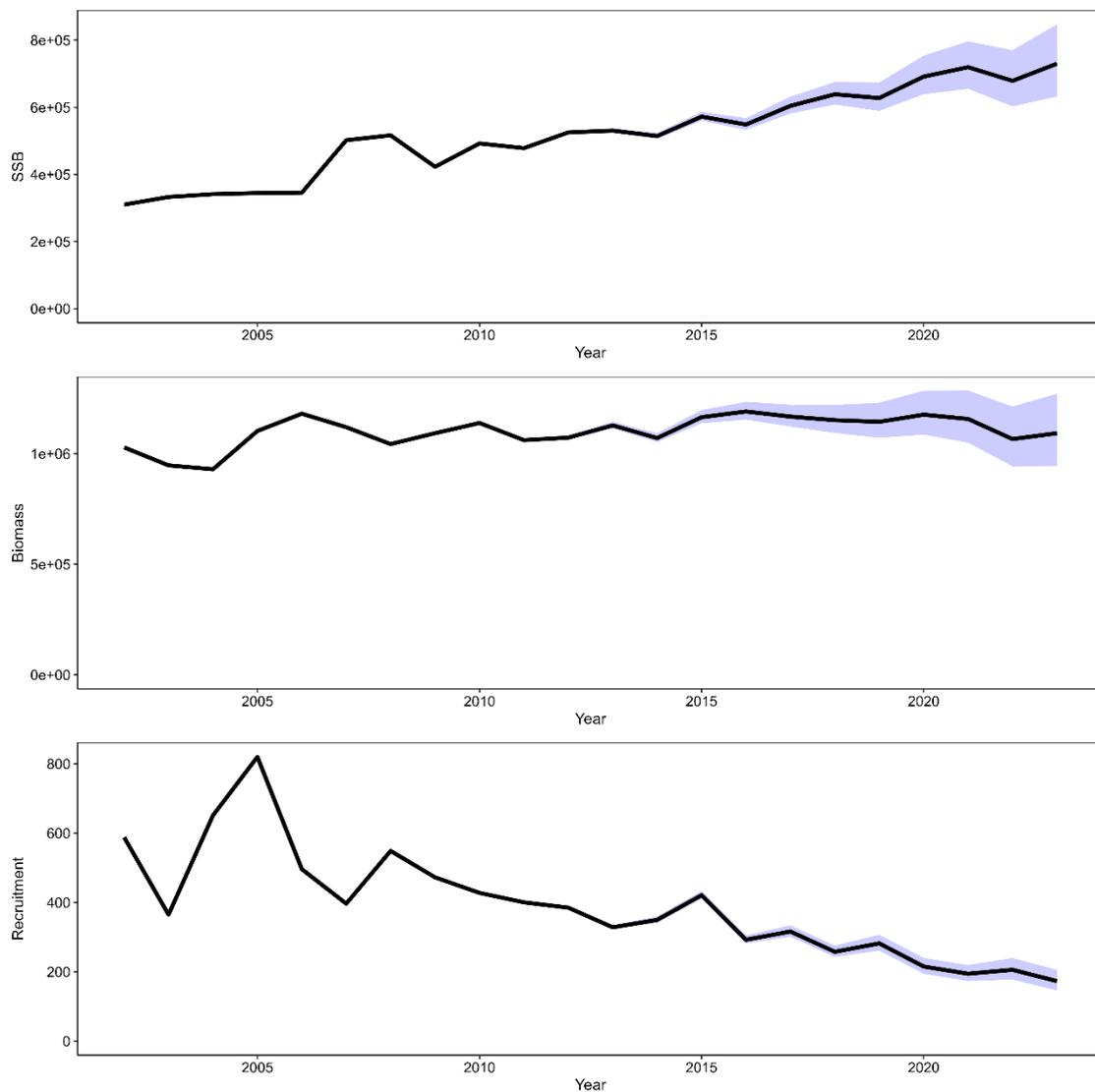
資料図 10-11 検討 2 (最尤法、b 推定あり) におけるレトロスペクティブ解析の結果。



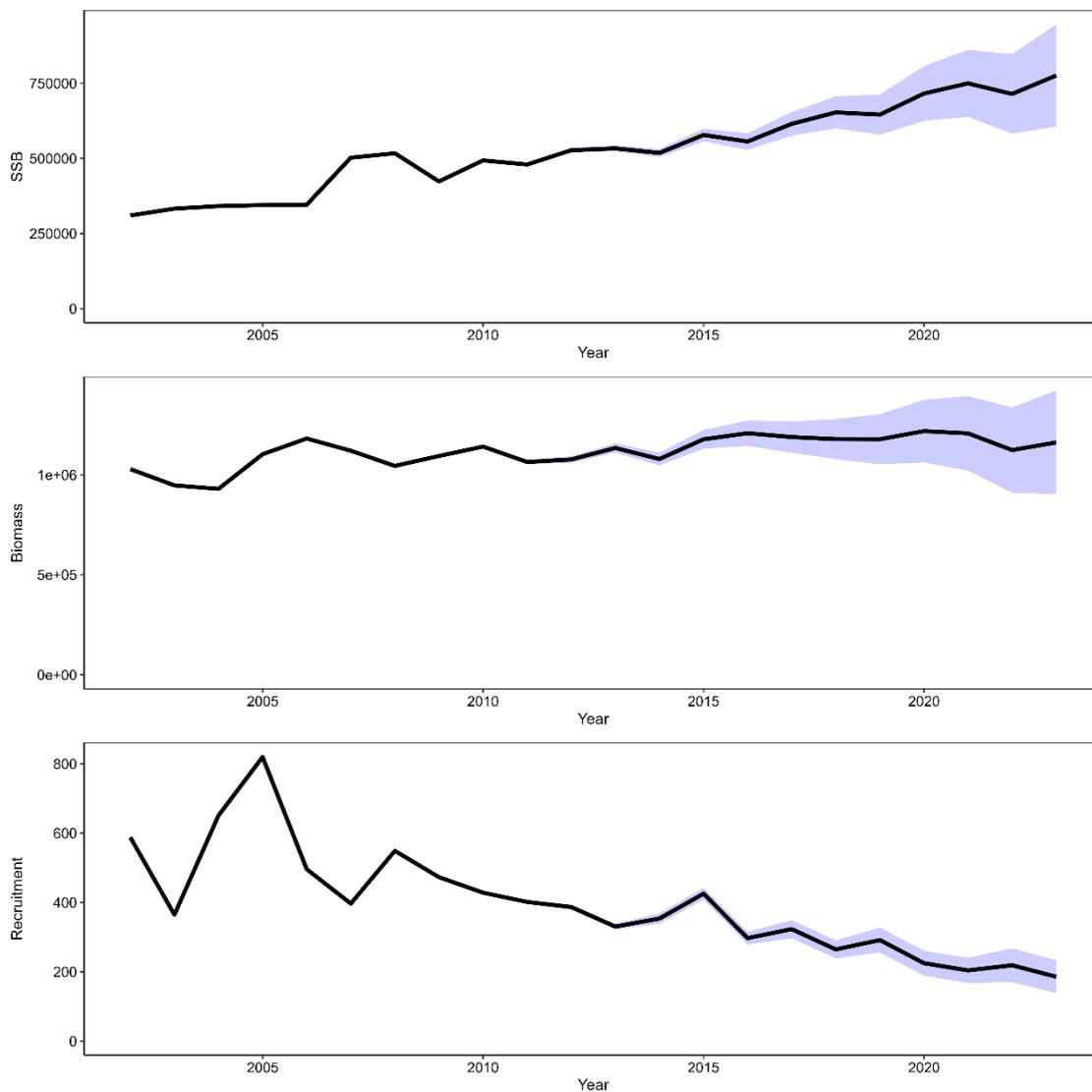
資料図 10-12 検討 3 (最小二乗法、b 推定なし) におけるレトロスペクティブ解析の結果。



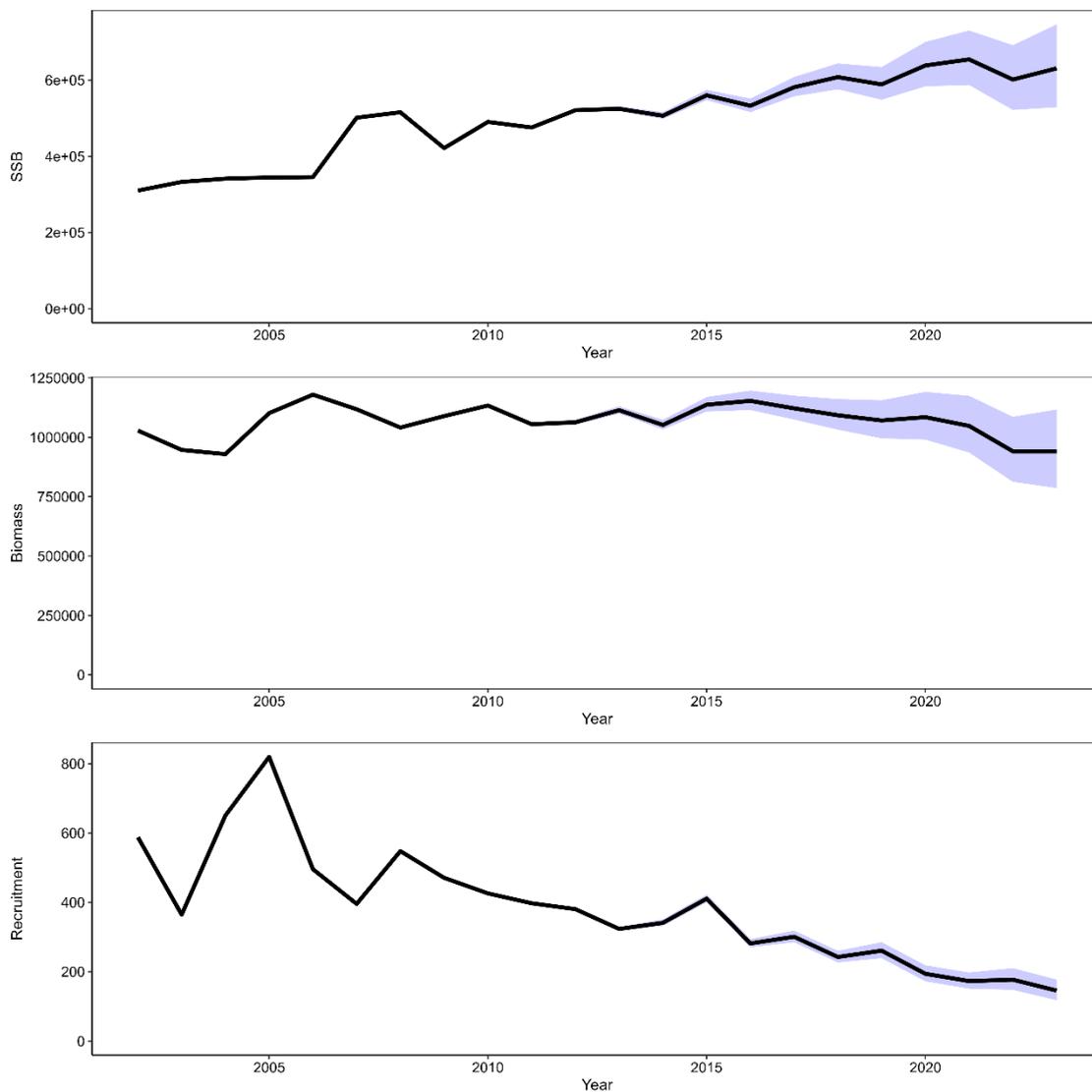
資料図 10-13 検討 4 (最小二乗法、b 推定あり) におけるレトロスペクティブ解析の結果。



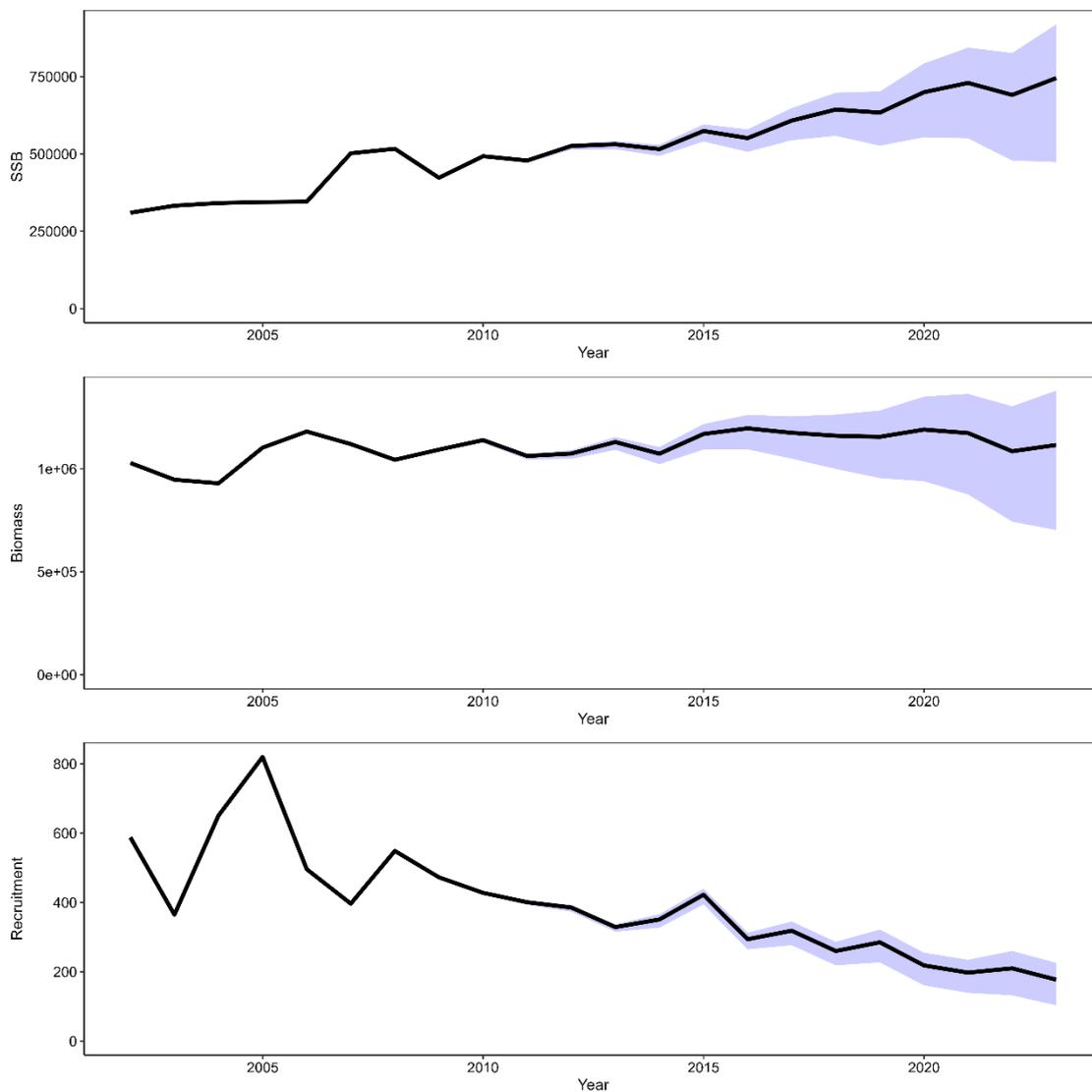
資料図 10-14 検討 1 (最尤法、b 推定なし) におけるブートストラップ信頼区間推定結果 紫色の影の範囲は 95%信頼区間を示す。上から順に、親魚量 (単位: トン)、資源量 (単位: トン)、0 歳資源尾数 (単位: 千尾)。



資料図 10-15 検討 2 (最尤法、b 推定あり) におけるブートストラップ信頼区間推定結果 紫色の影の範囲は 95%信頼区間を示す。上から順に、親魚量 (単位: トン)、資源量 (単位: トン)、0 歳資源尾数 (単位: 千尾)。



資料図 10-16 検討 3 (最小二乗法、b 推定なし) におけるブートストラップ信頼区間推定結果 紫色の影の範囲は 95%信頼区間を示す。上から順に、親魚量 (単位: トン)、資源量 (単位: トン)、0 歳資源尾数 (単位: 千尾)。



資料図 10-17 検討 4 (最小二乗法、b 推定あり) におけるブートストラップ信頼区間推定結果 紫色の影の範囲は 95%信頼区間を示す。上から順に、親魚量 (単位: トン)、資源量 (単位: トン)、0 歳資源尾数 (単位: 千尾)。