

令和 6（2024）年度カタクチイワシ対馬暖流系群の資源評価

水産研究・教育機構

水産資源研究所 水産資源研究センター（平岡優子・向草世香・佐々千由紀・
国松翔太・依田真里）

水産技術研究所 環境・応用部門

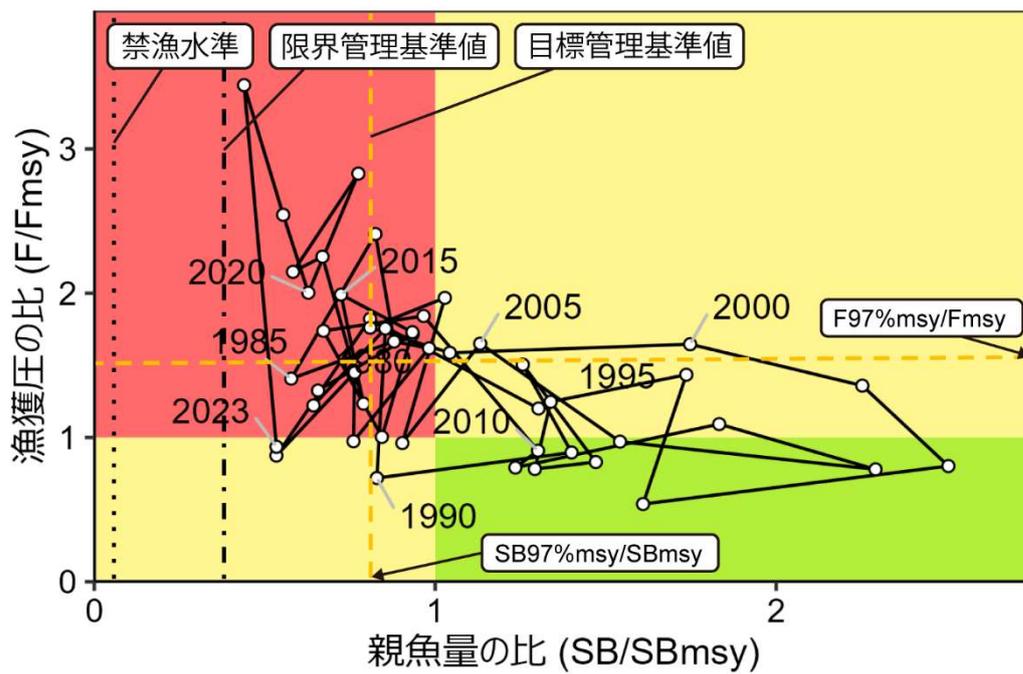
参画機関：青森県産業技術センター水産総合研究所、秋田県水産振興センター、山形県水産研究所、新潟県水産海洋研究所、富山県農林水産総合技術センター水産研究所、石川県水産総合センター、福井県水産試験場、京都府農林水産技術センター海洋センター、兵庫県立農林水産技術総合センター但馬水産技術センター、鳥取県水産試験場、島根県水産技術センター、山口県水産研究センター、福岡県水産海洋技術センター、佐賀県玄海水産振興センター、長崎県総合水産試験場、熊本県水産研究センター、鹿児島県水産技術開発センター、海洋生物研究所

要 約

産卵量と長崎県における中・小型まき網の標準化 CPUE をチューニング指数として用いたコホート解析により推定した（ただし 2023 年の中・小型まき網の CPUE は除いた）。資源量は 1977 年以降、2020 年まで増減を繰り返しながら 11.2 万～42.6 万トンで推移した。2009 年以降は緩やかな減少傾向にあり、2022 年は過去最低となる 8.4 万トンと推定されたが、2023 年は漁獲圧が低下し、10.6 万トンとやや回復した。親魚量は 2009 年まで増減を繰り返しながら 4.5 万～21.0 万トンで推移した。2010 年以降の親魚量は減少傾向にあり、2023 年は 4.5 万トンと推定された。

令和 5 年 2 月に開催された「資源管理方針に関する検討会」および「水産政策審議会」を経て、本系群の目標管理基準値、限界管理基準値、禁漁水準を含む漁獲シナリオが定められた。目標管理基準値は 0 歳および 1 歳魚の最大持続生産量 MSY を実現する親魚量（SB97%msy、6.8 万トン）である。なお、MSY を実現する親魚量（SBmsy）は 8.4 万トンである。2023 年の親魚量は SB97%msy および SBmsy を下回る。2023 年の漁獲圧は SB97%msy を維持する漁獲圧（F97%msy）および SBmsy を維持する漁獲圧（Fmsy）を下回る。親魚量の動向は直近 5 年間（2019～2023 年）の推移から「横ばい」と判断される。漁獲シナリオに基づき、2025 年の親魚量および資源量の予測値から算出される 2025 年の ABC は 5.0 万トンである。ただし、今年度の資源評価で推定された 2023 年における漁獲圧の低下に関しては不確実性が高いと考えられるため、今後の資源動向に注意が必要である。

要 約 図 表



最大持続生産量(MSY)、97%MSY、親魚量の水準と動向、および ABC	
MSY を実現する水準の親魚量 (SBmsy)	84 千トン
0 歳および 1 歳の MSY を実現する水準の親魚量(SB97%msy)	68 千トン
2023 年の親魚量の水準	0 歳および 1 歳の MSY を実現する水準および MSY を実現する水準を下回る
2023 年の漁獲圧の水準	SB97%msy を維持する水準および SBmsy を維持する水準を下回る
2023 年の親魚量の動向	横ばい
MSY	51 千トン
97%MSY	50 千トン
2025 年の ABC	50 千トン
コメント: ・ ABC の算定には、令和 5 年 2 月に開催された「資源管理方針に関する検討会」で取り纏められ、「水産政策審議会」を経て定められた漁獲シナリオに則した漁獲管理規則を用いた。 ・ F97%msy に対する調整係数 β は、0.90 が用いられる。	

直近 5 年と将来 2 年の資源量、親魚量、漁獲量、 $F/F_{97\%msy}$ 、 F/F_{msy} および漁獲割合						
年	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	$F/F_{97\%msy}$	F/F_{msy}	漁獲割合 (%)
2019	131	65	54	1.98	2.83	41
2020	112	53	46	1.44	2.00	41
2021	93	47	41	1.72	2.54	44
2022	84	37	38	2.55	3.44	45
2023	106	45	29	0.68	0.94	27
2024	113	57	29	0.43	0.45	25
2025	137	74	50	0.90	1.35	37

・ 2024、2025 年の値は将来予測に基づく平均値である。
 ・ 2024 年の漁獲量は 2023 年と同等とした。2025 年の漁獲量には ABC の値を用いた。

1. データセット

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり。

データセット	基礎情報、関係調査等
年齢別・年別漁獲 尾数	漁業・養殖業生産統計年報(農林水産省) 主要港水揚量(新潟～鹿児島(14)府県) 月別体長組成調査(水産機構、新潟～鹿児島(14)府県)
資源量指数 ・親魚量 ・仔稚魚現存量	魚群分布調査「計量魚探などを用いた浮魚類魚群量調査」(8～9月、水研) ・計量魚群探知機、中層トロール 新規加入量調査「ニューストーンネットを用いた新規加入量調査」(4月、水産機構) ・ニューストーンネット 新規加入量調査「中層トロールなどを用いた浮魚類魚群量調査」(5～6月、水産機構) ・ニューストーンネット 長崎県中・小型まき網漁獲量(FRA-SA2024-SC11-102)* 卵稚仔調査(周年、水産機構、青森～鹿児島(17)府県)* ・ノルパックネット
自然死亡係数(M)	年当たりM=1.0を仮定(大下・田中 2009)
漁獲努力量	-

*はコホート解析におけるチューニング指数である。

2. 生態

(1) 分布・回遊

カタクチイワシは、日本海では日本・朝鮮半島・沿海地方の沿岸域を中心に分布すると考えられている(落合・田中 1986)。これに加えて、日本海の中央部や間宮海峡以南の北西部においても本種の分布報告があることから(ベリヤーエフ・シェルシェンコフ 未発表)、日本海における本系群の分布域は沿岸域から沖合域まで広範囲に及ぶと考えられる。東シナ海においても、本種は日本・朝鮮半島・中国の沿岸域を中心に、沖合域まで分布することが報告されている(図 2-1、Iversen et al. 1993、Ohshimo 1996)。日本海および東シナ海における日本漁船の主漁場は、日本海西部および九州北西岸の沿岸域であることから、カタクチイワシ対馬暖流系群の資源評価では、これら沿岸域に分布するものを対象とする。日本海および東シナ海におけるカタクチイワシの詳細な回遊様式は不明であり、沿岸・沖合間での資源交流の実態を解明することは、本種の生態を理解するうえで重要である。

(2) 年齢・成長

本系群の成長様式は、発生時期によって異なることが知られている。本評価では、耳石に形成される日周輪の解析結果および体長組成の経月変化から、孵化した個体が半年後ま

でに被鱗体長で約 9 cm まで成長すると仮定した。体長組成の経月変化から、春季と秋季の発生群について成長様式を求めたところ、次のような結果を得た (図 2-2、大下 2009)。

$$\text{春季発生群} : BL_t = 143.96\{1 - \exp(-0.15(t + 0.44))\}$$

$$\text{秋季発生群} : BL_t = 158.59\{1 - \exp(-0.09(t + 0.74))\}$$

ここで、 BL_t は孵化から t ヶ月後における被鱗体長 (mm) である。本種の寿命は 3 年程度と考えられている。

(3) 成熟・産卵

本系群の産卵は、鹿児島県西岸から青森県西岸に亘る対馬暖流域全域において行われる。産卵は能登半島以西の水域では冬季を除いてほぼ周年に亘り、能登半島以北では夏季を中心とした温暖な時期に行われる (内田・道津 1958)。野外採集個体の卵巣の組織学的観察から、鳥取県沿岸においては、体長 11.9 cm 以上のほとんどの個体が産卵可能であることがわかっている (志村ほか 2008)。この結果と上述の成長式とを併せると、春季発生群のほとんどが翌年の産卵期までに産卵可能と推察される。一方、若狭湾では体長 8.5 cm の成熟個体の報告例があることから (Funamoto et al. 2004)、本種は環境条件が合致した場合には 0 歳でも産卵可能と考えられるが、本評価では全体の産卵量に対する 0 歳魚による産卵量は非常に少ないとみなし、初回成熟年齢を満 1 歳と仮定した (図 2-3)。

(4) 被捕食関係

カタクチイワシは、動植物プランクトンのうち主にカイアシ類を餌料とする (Tanaka et al. 2006)。本種は多様な動物種の餌料となっており、仔稚魚期にはマアジ・マサバなどの魚食性魚類や肉食性動物プランクトンに、未成魚・成魚期には魚食性魚類の他に、クジラやイルカなどの海産ほ乳類や海鳥類などにも捕食される。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

本系群の成魚は、日本海北区 (青森県～石川県) では主に定置網により漁獲され、日本海西区 (福井県～山口県) では主に大中型まき網・中型まき網・定置網などにより漁獲されている。また東シナ海区 (福岡県～鹿児島県) では、主に中・小型まき網により漁獲されている。なお、仔魚は主に熊本県や鹿児島県の沿岸域においてシラス漁業によって漁獲されている。

(2) 漁獲量の推移

漁獲量の集計にあたり、本系群の漁獲量を、漁業・養殖業生産統計年報における青森県～鹿児島県の合計値に、太平洋海区に所属する漁船による東シナ海区における漁獲量 (漁獲成績報告書より集計) を足し、さらに東シナ海区に所属する漁船による太平洋海域における漁獲量 (漁獲成績報告書より集計) を差し引いた値とした (図 3-1、表 3-1)。また、漁業・養殖業生産統計年報におけるシラスは全てカタクチイワシの仔魚とみなした。なお 2023 年は、漁業・養殖業生産統計年報に石川県の記載がなかったため、石川県主要港における漁獲量を用いた。

本系群のシラスを除いた漁獲量は、1997年を除いて1996～2000年には10.0万トンを超えていたが、2001年に急減し、2004年には6.1万トンまで減少した（図3-1、表3-1）。漁獲量はその後、2005～2008年にかけて9.7万トンまで増加したが、2009年以降は減少傾向にある。2023年の漁獲量は1977年以降では最少の2.9万トンであった。

海区別にみると、日本海北区における漁獲量は1995年に0.9万トンまで増加した後、2001年を除いて0.1万～0.7万トン前後で増減していたが、2023年に500トンまで減少した（図3-1、表3-1）。

日本海西区における漁獲量は1991～1998年にかけて7.0万トンまで増加したが、その後減少し、2001～2011年にかけて2.0万トン前後で推移した（図3-1、表3-1）。その後漁獲量は減少傾向にあり、2023年は過去最低となる0.2万トンであった。

東シナ海区における漁獲量は1990～2000年にかけて増加傾向にあり、2000年には6.5万トンに達し、日本海西区を上回るようになった（図3-1、表3-1）。漁獲量はその後2.6万～7.0万トンの間で推移し、2023年は2.6万トンであった。

対馬暖流域の沿岸域におけるシラスの漁獲量は、1977～1987年にかけて0.2万～0.7万トンの間で増減したが、以後およそ10年間は0.6万トン前後で推移した（表3-1）。漁獲量は1999年と2000年に1.0万トンを超えたが、2002年には0.5万トン未満まで急減した。その後、漁獲量は2005年前後に再び1.0万トン近くまで増加したが、2008年以降は減少し、2023年は過去最低値となる2022年と同程度の0.1万トンとなった。

韓国では、韓国南岸および東岸においてカタクチイワシが漁獲されている（韓国国立水産振興院 2000）。多少の増減はみられるものの、韓国では1995年以降2015年まで、20万トン超の漁獲が続いた（図3-2、表3-1、水産統計（韓国海洋水産部））。漁獲量は2016年に14万トンに落ち込んだ後、20万トン前後で推移したが、2023年は15万トンであった。

中国によるカタクチイワシの漁獲量は日本と韓国よりも多く、1993年に50万トンを超え1996～2004年には100万トン前後で推移した（表3-1、FAO世界漁業生産統計）。中国による漁獲量はその後2009年まで一旦減少したが、以後再び増加して2015年には96万トンに達した。しかし、2016年以降漁獲量は減少傾向にあり、データが利用可能な直近年である2022年は60万トンであった。

本系群の年齢別漁獲尾数の推移を図3-3に示した。本系群の漁獲尾数の38～78%は0歳魚によって占められた。1977年以降、0歳魚の漁獲尾数は増減を繰り返しながら増加傾向にあり、2005年に最大値（134億尾）を示したが、その後減少し2009年に35億尾となった。2010～2020年における0歳魚の漁獲尾数は32億～65億尾で推移したが、2021年は71億尾と推定され、2010年以降で最も高い値を示した。2023年における0歳魚の漁獲尾数は62億尾、1歳魚の漁獲尾数は38億尾、2歳魚の漁獲尾数は0.1億尾と推定された。

(3) 漁獲努力量

2001年以降、本系群における漁獲量の半数程度を占める長崎県における中・小型まき網の日ごとの入港隻数の合計値が漁獲努力量の指標として利用できると考えられる。入港隻数は減少傾向にあり、2001～2008年にかけて8千隻前後で推移したが、2023年には5,178隻となった（図3-4）。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

令和2年度まで本系群ではシラスを含めた資源評価をベースケースとしていたが、シラスの漁獲量を考慮しない太平洋系群および瀬戸内海系群との整合を図るため、令和3年度以降の資源評価ではシラスを含めない年別年齢別漁獲尾数に基づくコホート解析により資源量を推定している（日野ほか 2021）。また本系群の漁獲量は2009年以降減少傾向にあるが、これが資源の減少を反映したものか、漁獲戦略の変更などによる獲り控えの結果なのかを判断するため、令和4年度以降の資源評価では資源量指標値を用いたコホート解析（以下、「チューニングVPA」という）による資源評価をベースケースとした（日野ほか 2022、平岡ほか 2023）。本評価も令和4年度以降の資源評価に倣い、2009～2023年の4～12月における長崎県中・小型まき網の標準化された1日1隻当たりの漁獲量（以下、「長崎CPUE」という）と2001～2023年における日本海および東シナ海の産卵量を用いて、2023年の漁獲係数Fの調整を行った（補足資料1～2）。ただし、2023年については、0歳魚以上も多く漁獲していたため、長崎CPUEの2023年の指標値は漁獲係数Fの調整に用いなかった。

(2) 資源量指標値の推移

漁獲係数Fの調整に使用したチューニング指標値を図4-1と補足表2-1に示した。日本海（3～6月）と東シナ海（3～4月）における産卵量は1998～2000年に多く、2001年は少なかったものの、2004年は合計10,084兆粒と1979年以降の最高値を示した（図4-1）。2009年以降の産卵量は789兆～3,835兆粒の間で推移している。2021年における産卵量は3,824兆粒と高い値であったが、2023年は571兆粒と減少した。平均値で割り規格化した長崎CPUEは2009年以降0.80～1.80の間で増減し、2019年以降は緩やかな減少傾向であったが、2023年は2022年と同程度であった（図4-2）。長崎CPUEは産卵量よりも安定して推移した。2023年については、2022年よりも増加していたが、1歳魚以上を多く漁獲していたことが、体長組成および漁業者からのヒヤリングから示されている。

春季～夏季に行われている計量魚群探知機や中層トロールなどを用いた浮魚類魚群量調査について補足資料4に示した。それぞれの調査で算出される資源量指標値は、系群全体の資源量をどのように反映しているか検討中のため、資源動向を判断するための参考値としての利用に留めた。

(3) 資源量と漁獲量の推移

チューニングVPAにより推定した資源量は1993年まで10万～30万トン前後で緩やかに増加していたが、1995年以降急増し1998年に42.6万トンと最高値を示した（図4-3、表4-1）。その後減少に転じ2001～2005年には19万トン前後で推移した後、2007年には30.2万トンまで増加した。2009年以降は緩やかな減少傾向にあり、2022年は過去最低となる8.4万トンと推定されたが、2023年は10.6万トンとやや回復した。

親魚量は1980年代には7万トン前後に留まっていたが、1991年から10万トンを超え、その後1998年のピーク（21.0万トン）まで増加した（図4-3、表4-1）。その後親魚量は、2002年に6.8万トンまで減少した後、2007年（19.2万トン）にかけて増加し、以後漸減し

で 2022 年には 3.7 万トンと推定されたが、2023 年は 4.5 万トンとやや回復した。

年齢別資源尾数は 0~1 歳魚が大半を占めた。2023 年における資源尾数は 0 歳魚が前年よりも減少したが、1 歳魚は同程度、2 歳魚は増加した (図 4-4)。

年齢別資源重量は 0 歳魚が 36~65%を占め、0~1 歳魚が大半を占めた。2023 年における資源重量は資源尾数とは異なり、1~2 歳魚で前年よりも増加した (図 4-5)。

加入量は 1990 年代前半まで 240 億尾前後で推移したが、1995 年から 400 億尾を超え、1998 年に最高値 519 億尾を示した (図 4-6、表 4-1)。その後加入量は減少したが、2005 年と 2006 年には再び 450 億尾を超えた。以後漸減して 2007 年以降は 201 億~352 億尾で推移した。2023 年はやや少ない 178 億尾と推定された。加入量が 200 億尾を下回ったのは、1989 年以来である。

再生産成功率は変動が大きく、152~719 尾/kg の間で増減していた。2022 年の再生産成功率は過去最高となる 852 尾/kg であったが、2023 年は 396 尾/kg であった (図 4-6、表 4-1)。

自然死亡係数 (M) を 0.5、1.0 (基準値)、1.5 と変化させた場合の資源量と親魚量の推定値を図 4-7 に示した。資源量は、M を 0.5 に仮定した場合には基準値の 36%となり、M を 1.5 に仮定した場合には 192%となった。

年齢別漁獲係数 (F) の経年変化を図 4-8 に示した。0 歳魚の F は増減を繰り返しながらも 0.2~0.7 の間で推移していたが、2020 年以降上昇傾向にあり、2022 年は 0.8 であったが、2023 年は 0.2 と大きく減少した。1~2 歳魚の F は 1977~2005 年にかけて 1.2~4.3 の間で増減し、2006 年に最低値となる 0.7 を示した。その後 1~2 歳魚の F は増加傾向にあり、2021 年に最高値となる 5.4 を示したが、2023 年は 1.5 まで大きく減少した。

漁獲割合は 1977 年以降継続的に 35%前後で推移していた。2019~2022 年は 41~45%とやや高い値を示していたが、2023 年は 27%であった (図 4-9)。

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

選択率の影響を考慮して漁獲圧を比較するため、加入量あたり親魚量 (SPR) を基準に、その漁獲圧が無かった場合との比較を行った。図 4-10 に年ごとに漁獲が無かったと仮定した場合の SPR に対する、漁獲があった場合の SPR の割合 (%SPR) の推移を示した。%SPR は漁獲圧が低いほど大きな値となる。%SPR は 27~58%の間で増減を繰り返し、2022 年は 20%となったが、2023 年は 47%と大きく増減した。現状の漁獲圧として直近 3 年間 (2021~2023 年) の平均 F 値から %SPR を算出すると 28%となった。

Fmsy に対する YPR と %SPR の関係を図 4-11 に示した。このとき F の選択率としては令和 3 年 9 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 (Fmsy) の推定に用いた値 (日野ほか 2021) を用いた。また、年齢別平均体重および成熟割合についても Fmsy 算出時の値を使用した。Fmsy は %SPR に換算すると 45%に相当する。現状の漁獲圧 (F2021-2023) は Fmsy や Fmax、F30%SPR を上回った。

(5) 再生産関係

親魚量 (重量) と加入量 (尾数) の関係 (再生産関係) を図 4-12 に示した。上述の「管

理基準値等に関する研究機関会議」により、本系群の再生産関係は、ホッケー・スティック型再生産関係式を適用することが提案された（日野ほか 2021）。ここで、再生産関係のパラメータ推定に使用するデータは、令和 2（2020）年度の資源評価（黒田ほか 2021）による 1977～2018 年の親魚量・加入量とし、最適化方法には最小二乗法を用いている。加入量の残差の自己相関を考慮している。再生産関係式の各パラメータを補足表 3-1 に示した。

(6) 現在の環境下において MSY を実現する水準および管理基準値等

平成 3 年 9 月に公開された「管理基準値等に関する研究機関会議資料」（日野ほか 2021）で推定された現在（1977 年以降）の環境下における最大持続生産量 MSY、MSY を実現する親魚量（SBmsy）、および SBmsy を維持する漁獲圧（Fmsy）を補足表 3-2 に示す。令和 5 年 2 月に開催された「資源管理方針に関する検討会」および「水産政策審議会」を経て、0 歳および 1 歳魚の最大維持生産量を達成するために必要な親魚量 SB97%msy（6.8 万トン）が、資源管理基本方針の漁獲シナリオに目標管理基準値として定められた（<https://www.jfa.maff.go.jp/j/suisin/#link1>）。また、MSY の 60%の漁獲量が得られる親魚量（3.2 万トン）が限界管理基準値、MSY の 10%の漁獲量が得られる親魚量（0.4 万トン）が禁漁水準と定められた。平衡状態における平均親魚量と年齢別平均漁獲量との関係（日野ほか 2021）を図 4-13 に示す。平均親魚量が限界管理基準値以下では 0 歳および 1 歳魚が殆どを占めている。しかし、親魚量が増加するにつれて高齢魚の比率が高くなる傾向がみられる。

(7) 資源の水準・動向および漁獲圧の水準

MSY を実現する親魚量（SBmsy）と SBmsy を維持する漁獲圧（Fmsy）を基準にした神戸プロットを図 4-14 に示す。また、2023 年の親魚量と漁獲圧、それらの値と管理基準値との比較結果を補足表 3-3 に示した。本系群における 2023 年の親魚量は SBmsy および SB97%msy（すなわち目標管理基準値）を下回るが、MSY の 60%の漁獲量が得られる親魚量（SB0.6msy すなわち限界管理基準値）を上回る。2023 年の親魚量は SB97%msy の 0.66 倍である。また、2023 年の漁獲圧は、Fmsy および F97%msy を下回っており、F97%msy の 0.68 倍である。なお、神戸プロットに示した漁獲圧の比（F/Fmsy）とは、各年の F の選択率の下で Fmsy の漁獲圧を与える F を %SPR 換算して求めた値と、各年の F 値との比である。親魚量の動向は、直近 5 年間（2019～2023 年）の推移から横ばいと判断される。本系群の親魚量は 1978～1990 年には SBmsy を下回り、1991～2001 年、2003 年、2005～2010 年には SBmsy を上回っていたが、2011 年以降は SBmsy を下回っている。漁獲圧は 2011 年以降 Fmsy を上回っていたが、2023 年は下回っている。

5. 将来予測

(1) 将来予測の設定

資源評価で推定した 2023 年の資源量から、コホート解析の前進法を用いて 2024～2053 年の将来予測計算を行った（補足資料 2）。この将来予測では加入量の不確実性を考慮した。再生産関係式を用いて各年に予測される親魚量から加入量を予測し、その予測値に対数正規分布に従う誤差を与えることで加入量の不確実性を考慮した。対数正規分布から無

作為抽出した誤差を予測値に与える計算を 10,000 回行い、それらの平均値と 90%予測区間を求めることにより、不確実性の程度を示した。

2024 年の漁獲量は、直近の漁況を踏まえて 2023 年の値 (2.9 万トン) を仮定した (詳細な説明および他の仮定については補足資料 8 を参照)。現状の漁獲圧は、管理基準値を算出した時と同じ選択率や生物パラメータ (平均体重等) の条件下で、今年度評価における 2021~2023 年の漁獲圧に対応する %SPR を与える F 値とした。2025 年以降の漁獲圧は、「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」を経て定められた漁獲シナリオに従い、各年に予測される親魚量をもとに算出した。この漁獲シナリオから算出される漁獲圧と各年に予測される資源量から、2025 年以降の漁獲量を算出した。

(2) 漁獲管理規則

資源管理基本方針で定められた本系群の漁獲シナリオに則した漁獲管理規則を図 5-1 に示す。目標管理基準値は、ホッケー・スティック (HS) 型再生産関係に基づき算出された 0 歳および 1 歳魚の最大維持生産量を達成するために必要な親魚量 $SB_{97\%msy}$ である。この漁獲管理規則は、親魚量が限界管理基準値以上にある場合には $F_{97\%msy}$ に調整係数 β を乗じた漁獲圧とし、親魚量が限界管理基準値を下回った場合には禁漁水準まで直線的に漁獲圧を削減する規則であり、調整係数 β には 0.9 が用いられる。

(3) 2025 年の予測値と ABC の算定

漁獲シナリオに則した漁獲管理規則から算定される 2025 年の平均予測漁獲量である 5.0 万トンを ABC として提示する (補足表 3-4)。2025 年に予測される親魚量は、いずれの繰り返し計算でも限界管理基準値を上回り、平均 7.4 万トンと見込まれた。

(4) 2026 年以降の予測

2026 年以降も含めた将来予測の結果を図 5-2 および表 5-1~5-4 に示す。漁獲シナリオに則した漁獲管理規則に基づく管理を 10 年間継続した場合、2034 年の親魚量の予測値は平均 7.2 万トン (90%予測区間は 3.8 万~11.8 万トン) であり、予測値が目標管理基準値を上回る確率は 52%、限界管理基準値を上回る確率は 98%である。その場合に SB_{msy} を上回る確率は 27%である。

参考情報として、異なる β を使用した場合、および現状の漁獲圧 ($F_{2021-2023}$) を継続した場合の将来予測結果についても示す。2034 年の親魚量の予測値は、 β を 0.8 とした場合は平均 7.7 万トン (90%予測区間は 4.1 万~12.4 万トン)、 β を 0.7 とした場合は平均 8.2 万トン (90%予測区間は 4.6 万~13.1 万トン) であり、限界管理基準値を上回る確率はともに 99%である。一方、現状の漁獲圧を継続した場合の親魚量の予測値は平均 3.9 万トン (90%予測区間は 0.5 万~8.1 万トン) であり限界管理基準値を上回る確率は 58%である。いずれの場合も目標管理基準値を上回る確率は 67%以下である。

6. 資源評価のまとめ

2023 年の資源量は前年より増加すると推定され、親魚量は MSY を実現する水準 (SB_{msy}) および $SB_{97\%msy}$ を下回り、動向は直近 5 年間 (2019~2023 年) の推移から「横ばい」と

判断される。2023年の漁獲圧はSBmsyを維持する漁獲圧(Fmsy)およびF97%msyを下回る。

7. その他

本系群の親魚量と加入量の関係性から、資源を安定して利用するためには、親魚量を一定以上に保つことが有効と考えられる。加入量は翌年および翌々年の親魚量に大きく影響するが、本系群では0歳魚が漁獲物の大半を占めるため、加入量変動のメカニズムの理解も重要である。

対馬暖流域に分布するカタクチイワシは、中国と韓国によっても漁獲されているが、本資源評価では、カタクチイワシ対馬暖流系群を「日本海北部・西部から九州西岸に分布し、日本の漁船によって漁獲されている群」と定義しており、両国による漁獲量は考慮していない。日本の漁獲量が1977年以降2万~13万トンであるにも関わらず、それを上回る中国(5万~122万トン)と韓国(5万~29万トン)の漁獲量を考慮していない主な要因は、両国の漁獲量を我が国のものと同等の精度で入手できないこと、また体長組成や成長式・成熟年齢などの生物学的情報が不明なまま漁獲量のみを資源評価に組み入れても本評価の精度が向上する保証がないこと、などである。黄海に分布するカタクチイワシは、体型・体色・アニサキス科線虫の寄生頻度などが日本海西部や九州北西岸に分布するものとは大きく異なり、対馬暖流系群とは別の系群と考えられる。また日本海中部の個体群と渤海・黄海の個体群には遺伝的分化が見られたとの報告もある(Zhang et al. 2020)。そのため、中国の漁獲量を考慮しないことが本系群の資源評価精度に与える影響はそれほど大きくないと想定される。

一方、韓国が漁獲している群については、その生物特性を日本周辺の群と比較検討した例がないため、韓国漁船の漁場が日本漁船の漁場と地理的に近いことを考慮すれば、この群が対馬暖流系群と同一の系群である可能性は否定できない。今後、韓国による漁獲を資源評価において考慮するためには、九州周辺海域に分布するカタクチイワシと韓国沿岸に分布する群との交流に関する生物学的・生態学的知見を蓄積する必要がある。

さらに、本資源の資源評価結果および将来予測に大きな不確実性をもたらす要因のひとつとして、近年のマイワシ対馬暖流系群の資源の増加が挙げられる。特に2023年は、東シナ海におけるマイワシの漁獲量が急激に増加しており、イワシ類を漁獲対象とする漁業形態が変化している可能性がある。そのため、本系群の資源評価結果は不確実性が大きいと考えられ、本報告書で示した資源状態より、資源状態が悪い可能性もある(補足資料9)。今後は、考えられる不確実性を考慮しつつ、資源状態を慎重に把握していく必要がある。

8. 引用文献

FAO 世界漁業生産統計 (FAO) FAO Fishery and Aquaculture statistics. Global capture production 1950-2022. <http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en>, 2024年8月

Funamoto, T., I. Aoki and Y. Wada (2004) Reproductive characteristics of Japanese anchovy *Engraulis japonicus*, in two bays of Japan. Fish. Res., 70, 71-81.

Iversen, S. A., D. Zhu, A. Johannessen and R. Toresen (1993) Stock size, distribution and biology

- of anchovy in the Yellow Sea and East China Sea. Fish. Res., 16, 147-163.
- 韓国国立水産振興院 (2000) 韓国 EEZ 内における資源と生態. 314 pp.
- 黒田啓行・高橋素光・依田真里・向草世香・佐々千由紀・日野晴彦 (2021) 令和 2 (2020) 年度カタクチイワシ対馬暖流系群の資源評価. 令和 2 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.
- 日野晴彦・黒田啓行・向草世香・佐々千由紀・国松翔太 (2021) 令和 3 (2021) 年度カタクチイワシ対馬暖流系群の管理基準値等に関する研究機関会議資料. 水産研究・教育機構.
- 日野晴彦・黒田啓行・向草世香・佐々千由紀・国松翔太 (2022) 令和 4 (2022) 年度カタクチイワシ対馬暖流系群の資源評価. 水産研究・教育機構.
- 平岡優子・黒田啓行・向草世香・佐々千由紀・国松翔太 (2023) 令和 5 (2023) 年度カタクチイワシ対馬暖流系群の資源評価. 水産研究・教育機構.
- 落合 明・田中 克 (1986) 「新版魚類学 (下)」. 恒星社厚生閣, 東京, 1140 pp.
- Ohshimo, S. (1996) Acoustic estimation of biomass and school character of the Japanese anchovy *Engraulis japonicus* in the East China Sea and the Yellow Sea. Fish. Sci., 62, 344-349.
- 大下誠二 (2009) 九州北西岸におけるカタクチイワシの生物特性に関する研究. 日本海ブロック試験研究集録, 44, 51-60.
- 大下誠二・田中寛繁 (2009) 平成 20 年度カタクチイワシ対馬暖流系群の資源評価. 平成 20 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産庁・水産総合研究センター, 751-768.
- 志村 健・山本 潤・森本晴之・大下誠二・下山俊一・桜井泰憲 (2008) 春季の日本海鳥取沖におけるカタクチイワシの成熟と産卵. 水産海洋研究, 72, 101-106.
- 水産統計 (韓国海洋水産部) <http://www.fips.go.kr>, 2023 年 8 月
- Tanaka, H., I. Aoki and S. Ohshimo (2006) Feeding habits and gill raker morphology of three planktivorous pelagic fish species off the coast of northern and western Kyushu in summer. J. Fish Biol., 68, 1041-1061.
- 内田恵太郎・道津善衛 (1958) 第 1 篇 対馬暖流水域の表層に現れる魚卵・稚魚概説. 対馬暖流開発調査報告書 第 2 輯, 水産庁, 3-65.
- Zhang, B. D., Y. L. Li, D. X. Xue and J. X. Liu (2020) Population genomics reveals shallow genetic structure in a connected and ecologically important fish from the northwestern Pacific Ocean. Front. Mar. Sci. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00374>



図 2-1. カタクチイワシ対馬暖流系群の分布域

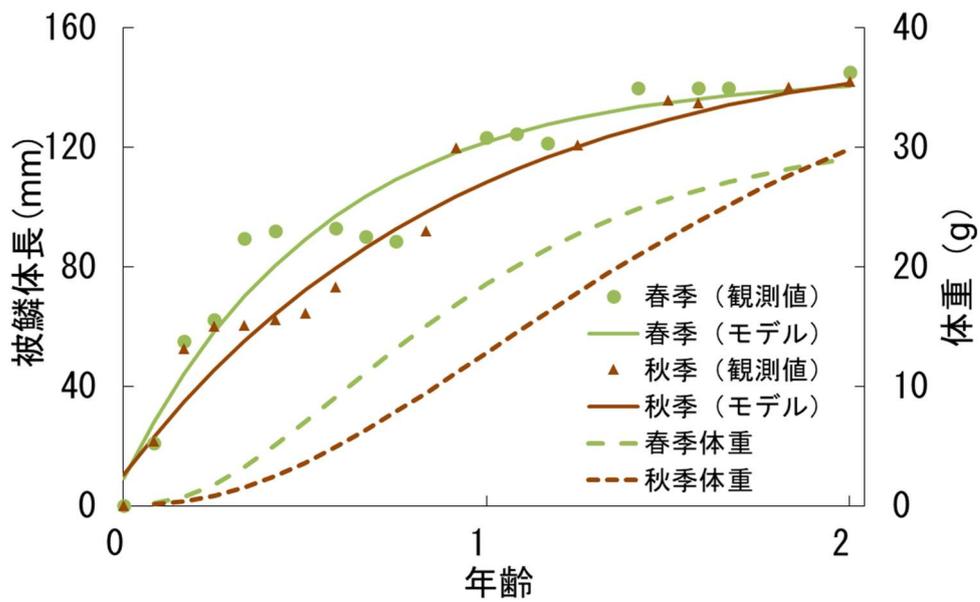


図 2-2. カタクチイワシの成長様式 丸および三角は観測値、実線はモデル値を示す。

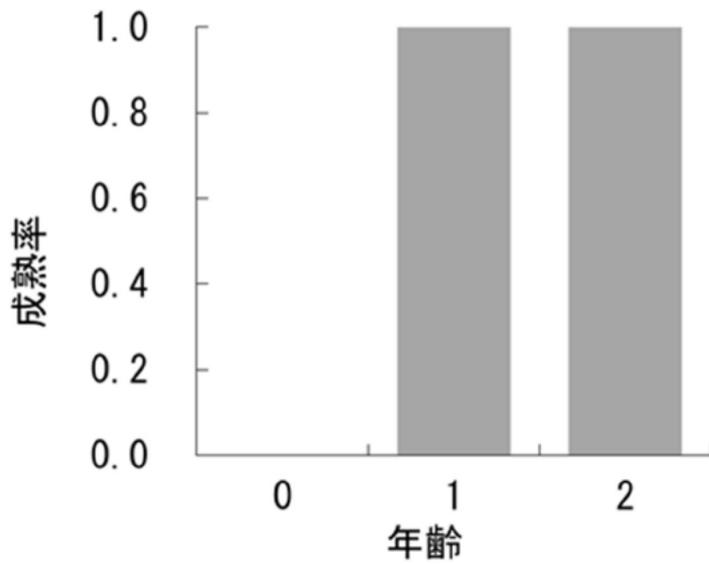


図 2-3. 年齢別成熟率

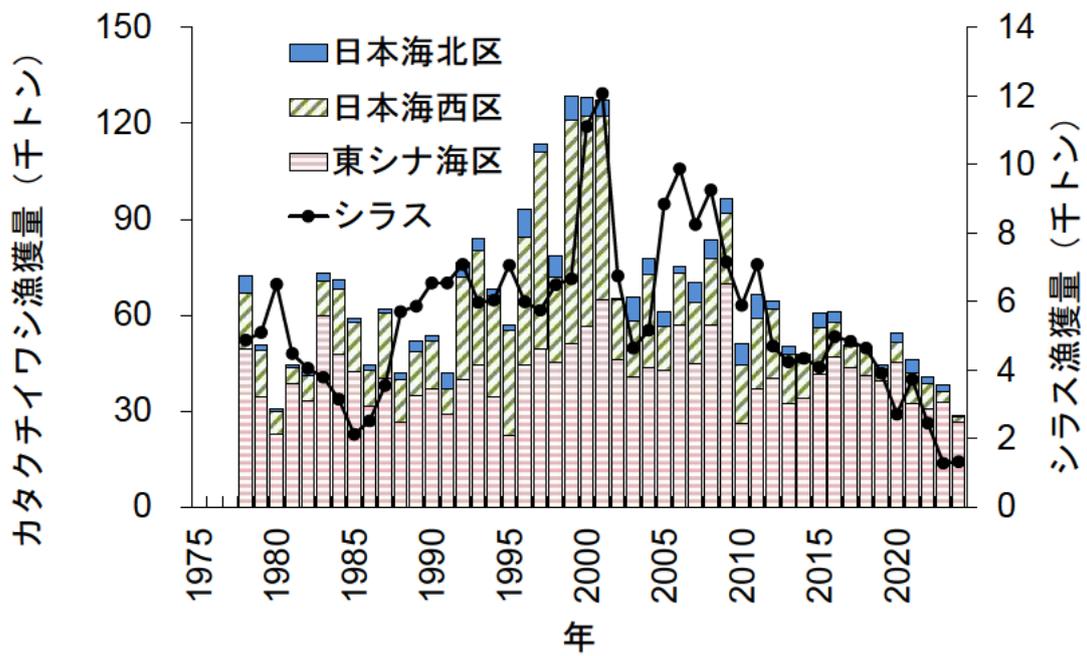


図 3-1. 漁獲量の推移

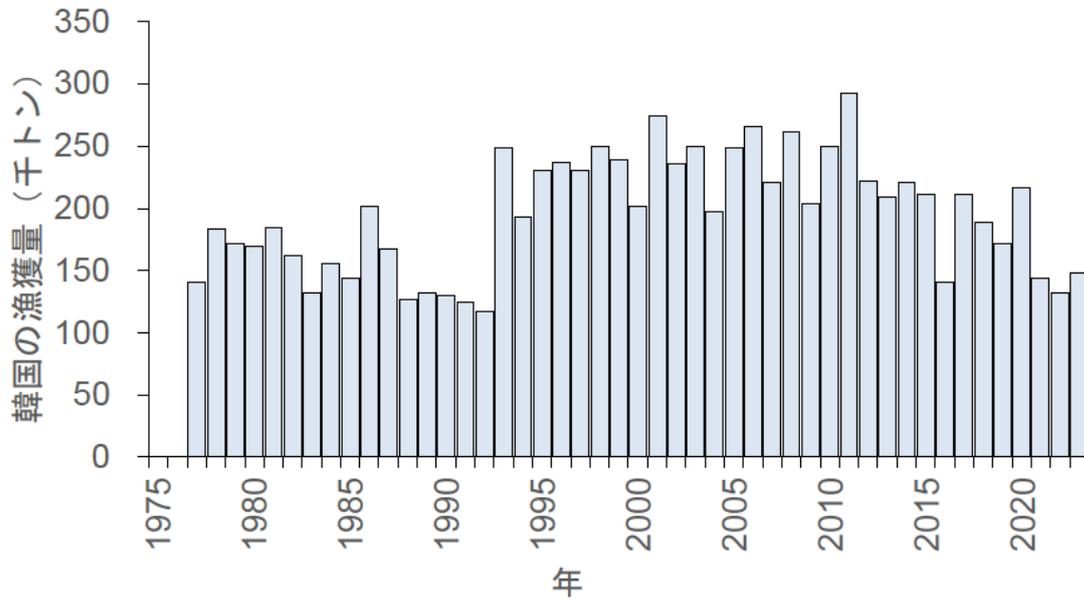


図 3-2. 韓国による漁獲量の推移

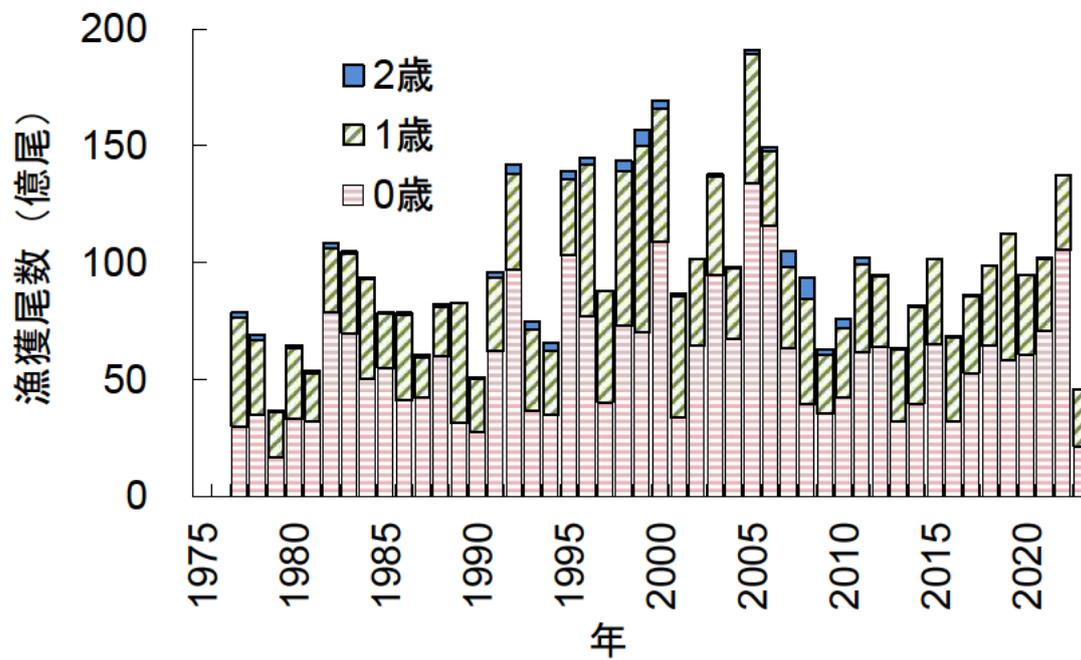


図 3-3. 年齢別漁獲尾数の推移

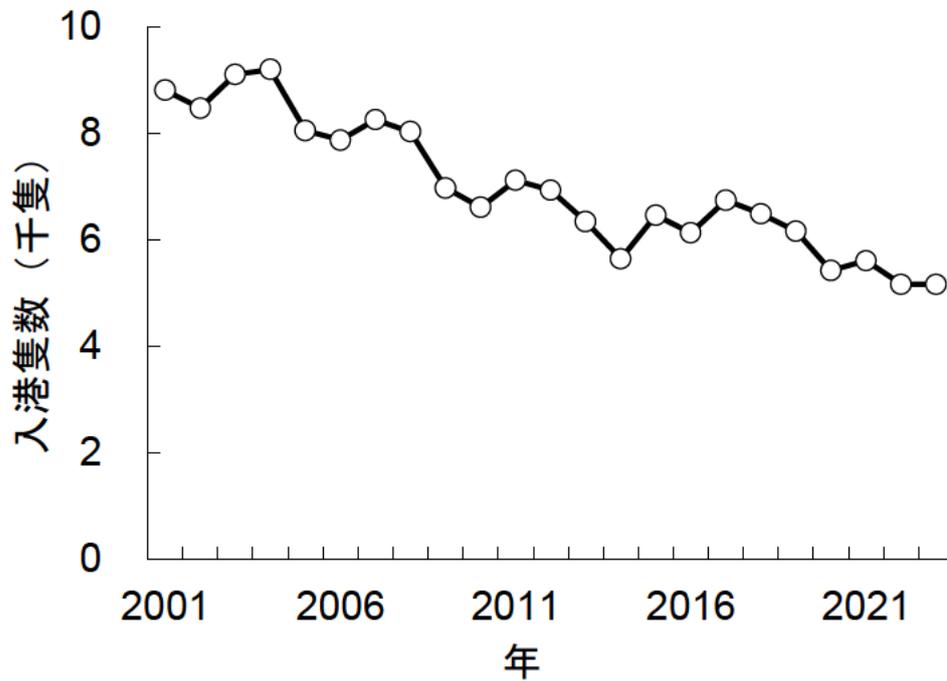


図 3-4. 長崎県における中・小型まき網の漁獲努力量（入港隻数）の推移

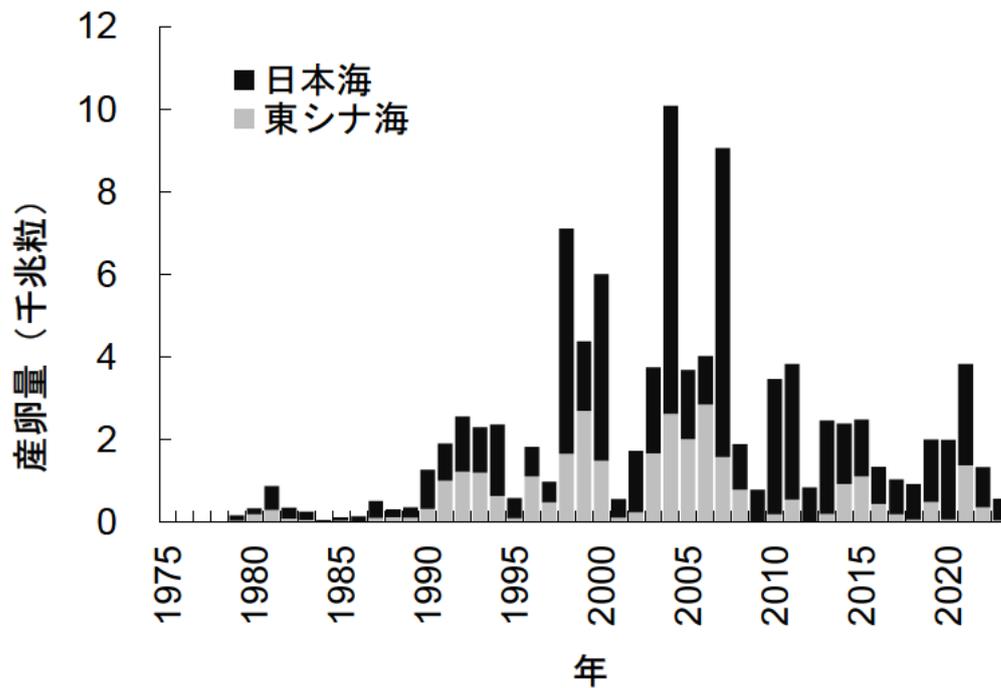


図 4-1. 産卵量の推移

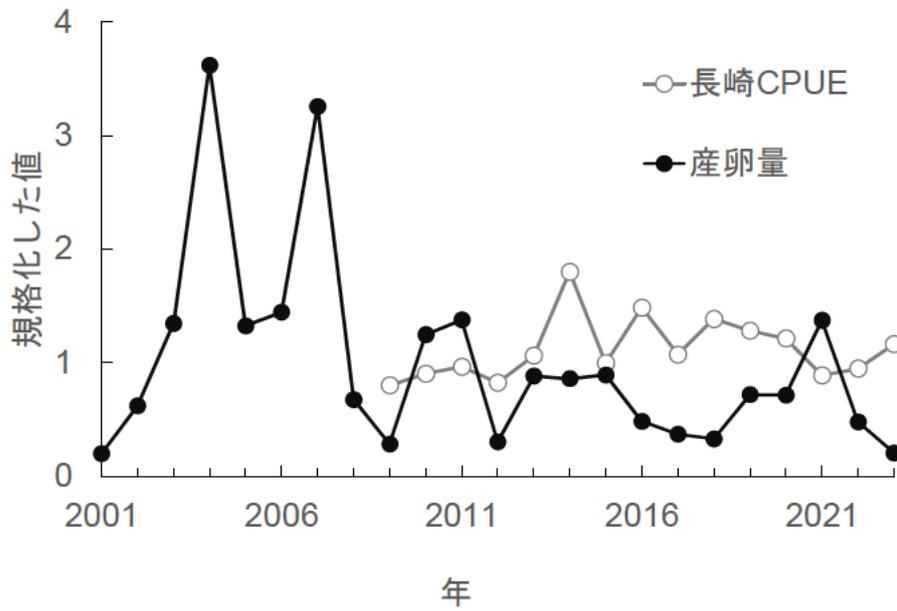


図 4-2. チューニング指標値の推移 (ただし 2023 年の長崎 CPUE はチューニングに使用していない)

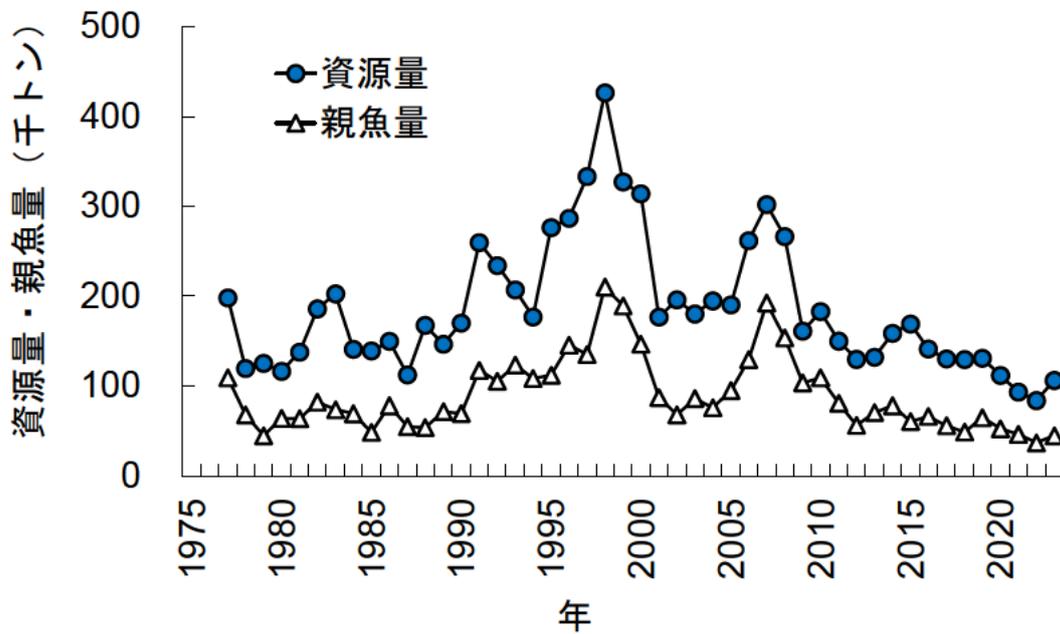


図 4-3. 資源量と親魚量の推移

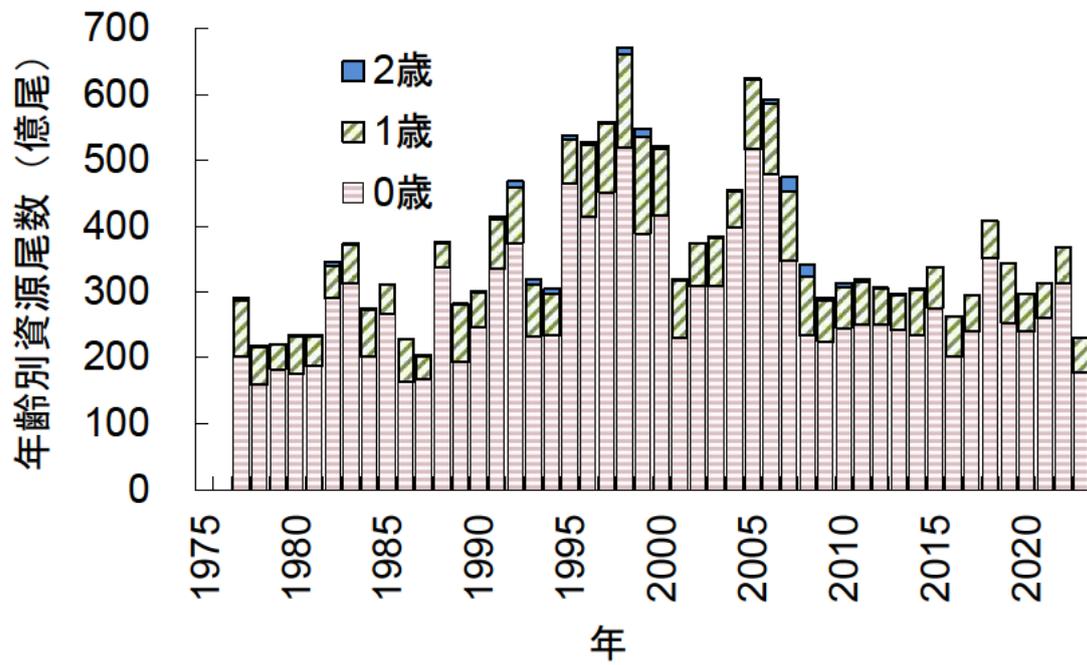


図 4-4. 年齢別資源尾数の推移

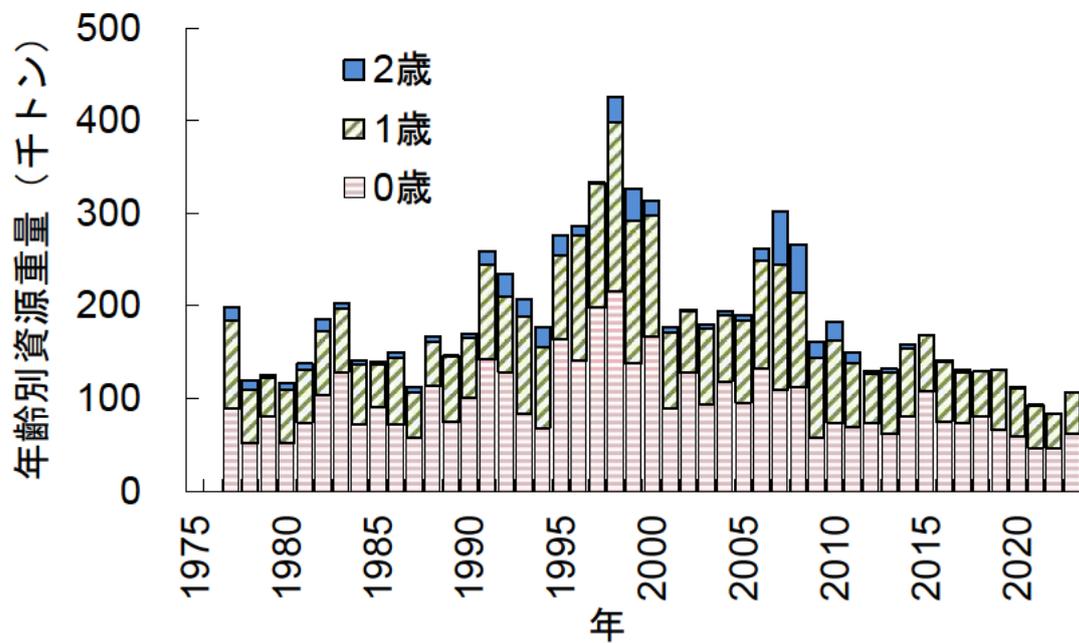


図 4-5. 年齢別資源重量の推移

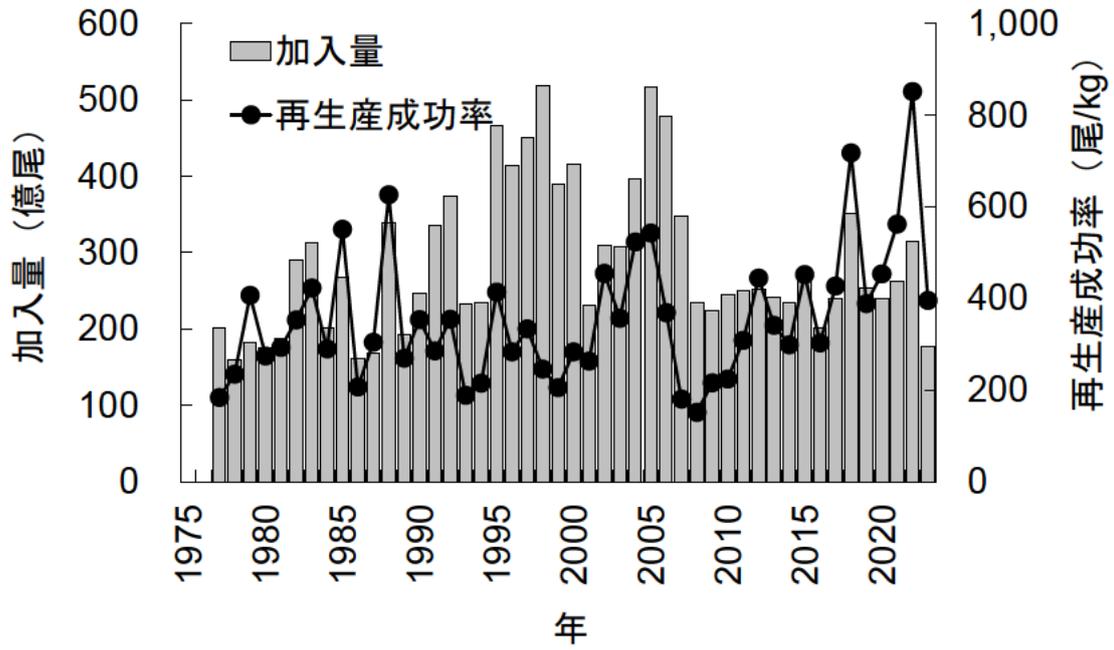


図 4-6. 加入量と再生産成功率の推移

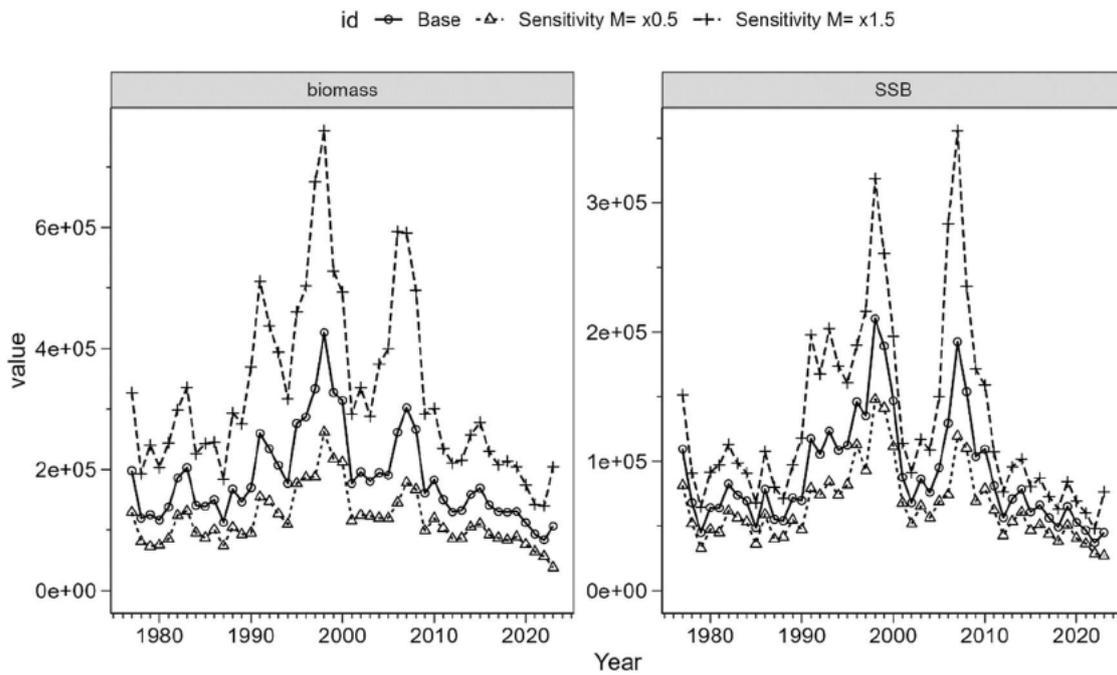


図 4-7. 資源量と親魚量に対する自然死亡係数 M の影響

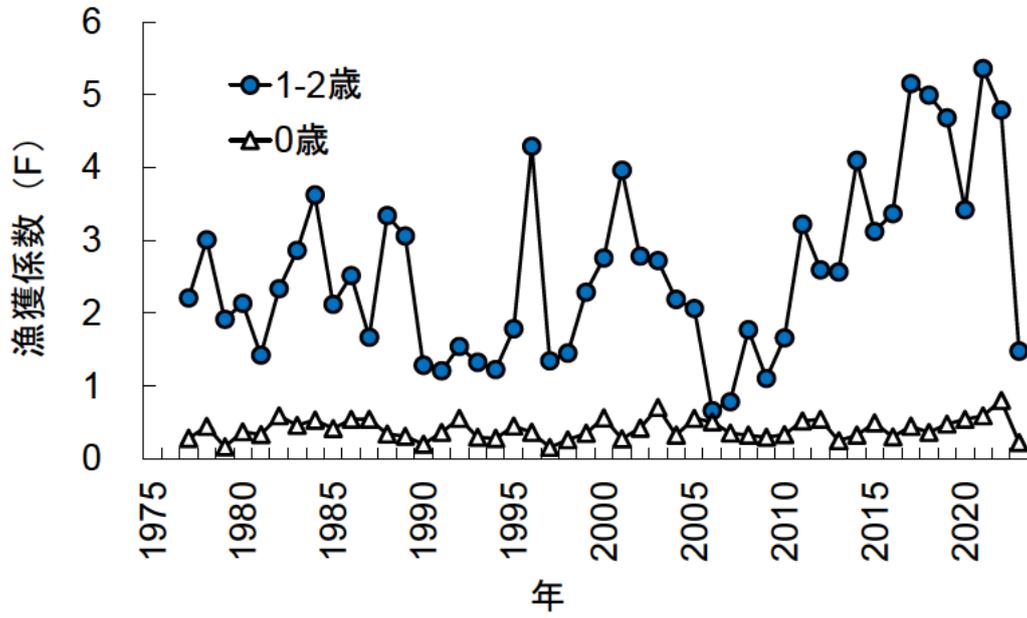


図 4-8. 年齢別漁獲係数 F の推移

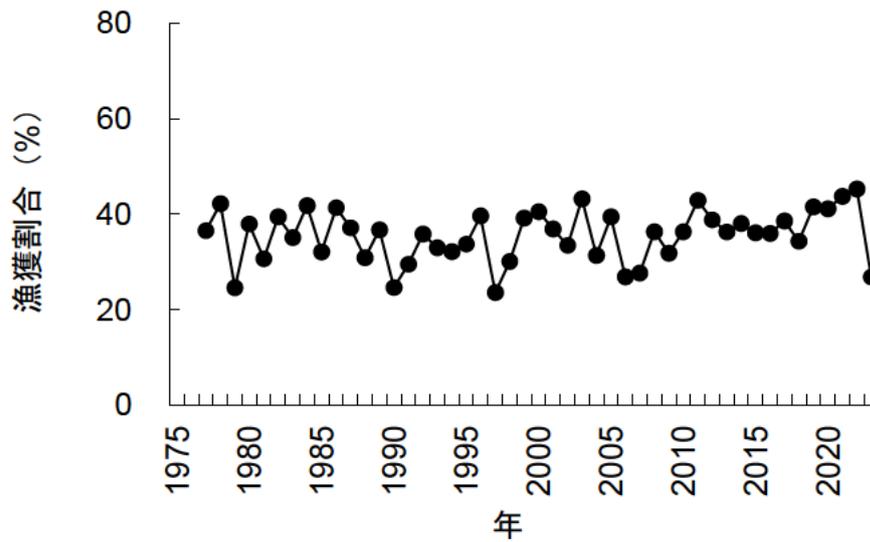


図 4-9. 漁獲割合の推移

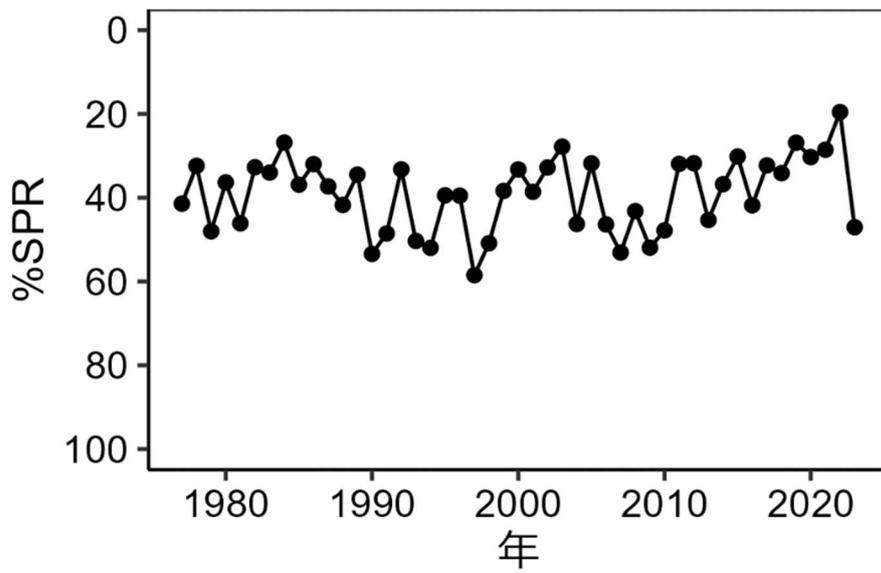


図 4-10. %SPR の推移

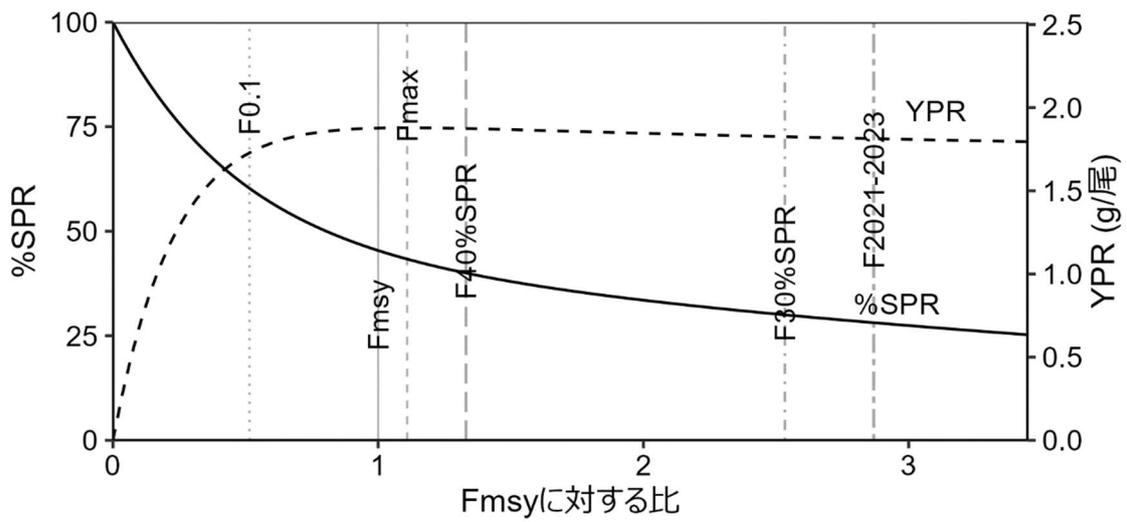


図 4-11. Fmsy に対する YPR と%SPR の関係

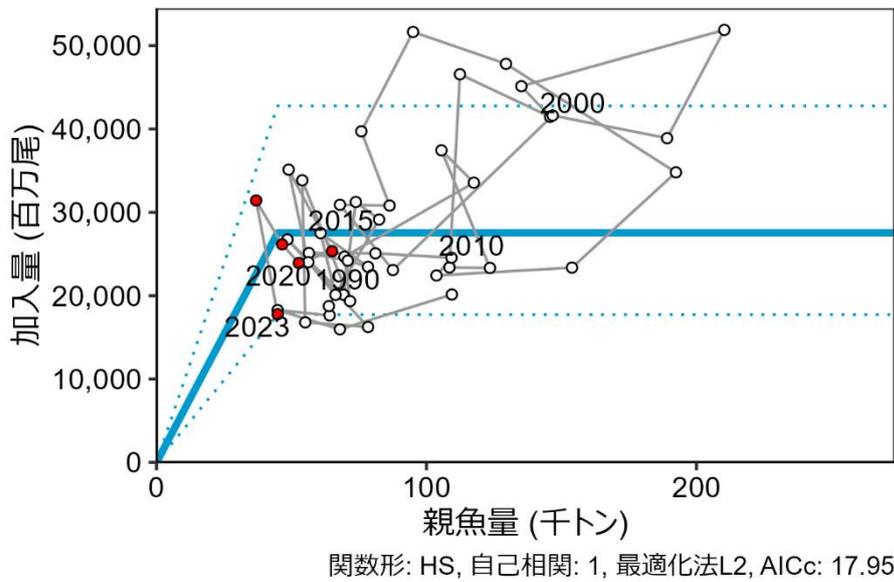


図 4-12. 親魚量と加入量の関係（再生産関係）

再生産関係には自己相関を考慮したホッケー・スティック（HS）型再生産関係式を用い、最小二乗法によりパラメータ推定を行った。図中の数字は加入群の年級（生まれ年）を示す。図中の再生産関係式（青実線）の上下の点線は、仮定されている再生産関係において観察データの90%が含まれると推定される範囲である。白抜丸印は本年度評価で得られた再生産関係を示す（2019～2023年は赤丸印で表示）。

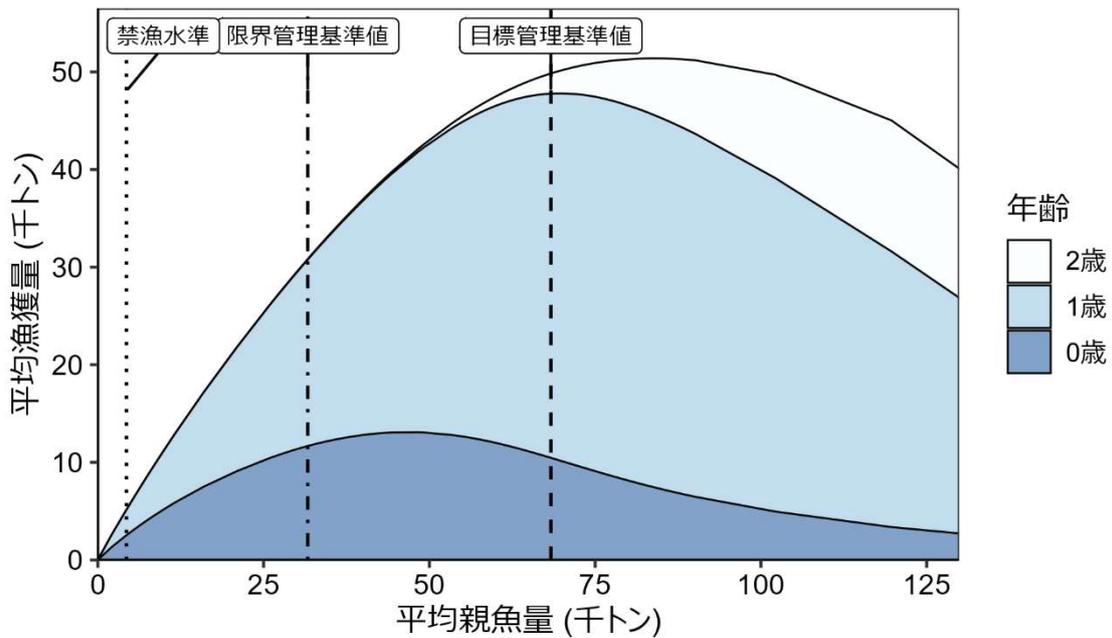


図 4-13. 平衡状態における平均親魚量と年齢別平均漁獲量との関係（漁獲量曲線）

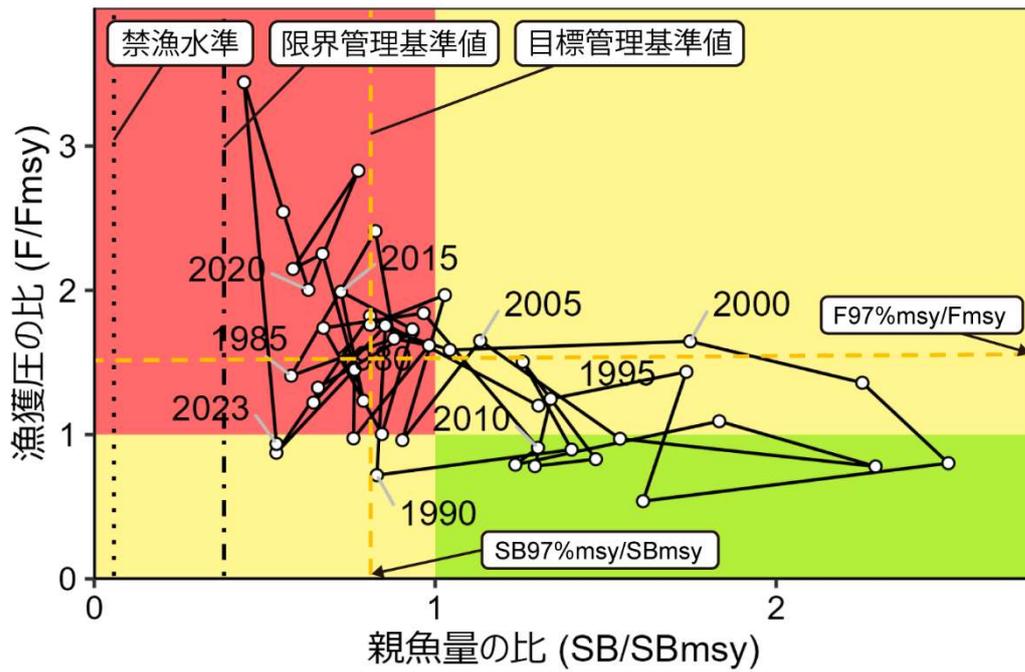
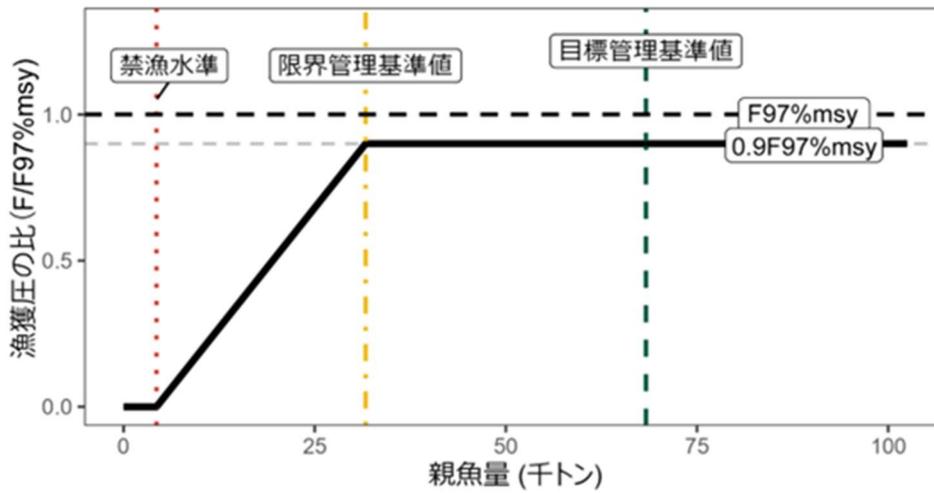


図 4-14. 最大持続生産量 (MSY) を実現する親魚量 (SBmsy) と SBmsy を維持する漁獲圧 (Fmsy) に対する過去の親魚量および漁獲圧の関係 (神戸プロット)。SB97%msy と、SB97%msy を維持する漁獲圧 (F97%msy) の SBmsy、Fmsy に対する比を橙破線で示す。

a) 縦軸を漁獲圧にした場合



b) 縦軸を漁獲量にした場合

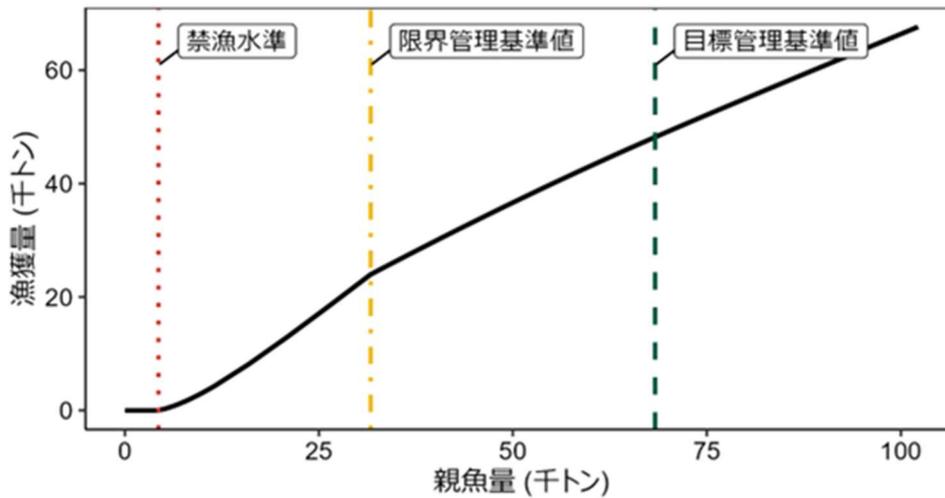


図 5-1. 漁獲シナリオに則した漁獲管理規則

目標管理基準値は HS 型再生産関係に基づき算出された 0 歳および 1 歳魚の最大維持生産量を実現する親魚量 (SB97%msy) である。限界管理基準値および禁漁水準は、それぞれ MSY の 60% および 10% の漁獲量が得られる親魚量である。調整係数 β には 0.9 が用いられる。線種と色は、それぞれ黒破線が F97%msy、灰色破線が 0.9F97%msy、黒太線が漁獲シナリオに則した漁獲管理規則、赤点線が禁漁水準、黄一点鎖線が限界管理基準値、緑破線が目標管理基準値を示している。a) は縦軸を漁獲圧にした場合、b) は縦軸を漁獲量で表した場合である。b) については、平衡状態における平均的な年齢組成となった場合の漁獲量を示している。

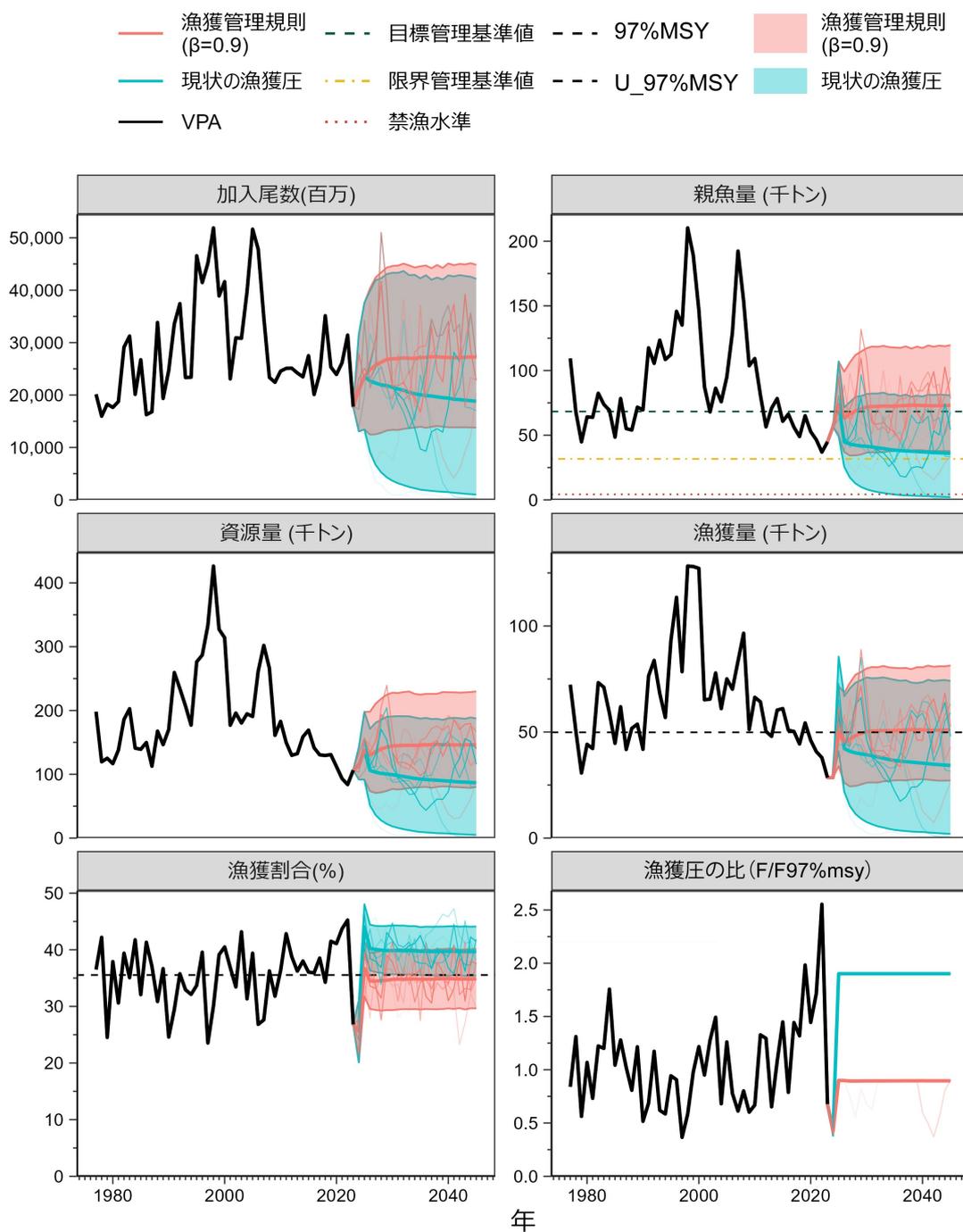


図 5-2. 漁獲シナリオに則した漁獲管理規則に従って漁獲を続けた場合（赤線）と現状の漁獲圧（F2021-2023）で漁獲を続けた場合の将来予測（青色）
 太実線は平均値、網掛けはシミュレーション結果の90%が含まれる予測区間、細線は5通りの将来予測の例示である。親魚量の図の緑破線は目標管理基準値、黄一点鎖線は限界管理基準値、赤点線は禁漁水準を示す。漁獲量の図の黒破線は0歳および1歳の最大持続生産量（97%MSY）を、漁獲割合の図の黒破線は目標管理基準値を維持する漁獲割合の水準（U97%msy）を示す。本系群の漁獲シナリオでは調整係数 β に 0.9 が用いられる。2024年の漁獲量は2023年と同様の2.9万トンと仮定した。

表 3-1. カタクチイワシ（日本、韓国、中国）とシラス（日本）の漁獲量（千トン）

日本海北区：青森県～石川県、日本海西区：福井県～山口県、東シナ海区：福岡県～鹿児島県。

年	日本海 北区	日本海 西区	東シナ 海区	対馬暖流系群 合計	韓国	中国	シラス
1977	5.3	17.5	49.5	72.3	140.8		4.9
1978	1.4	14.5	34.5	50.4	183.2		5.1
1979	0.9	7.3	22.5	30.7	171.5		6.5
1980	0.8	4.9	38.5	44.2	169.7		4.5
1981	1.1	8.0	33.1	42.2	184.4		4.0
1982	2.7	10.8	59.9	73.3	162.3		3.8
1983	3.1	20.2	47.8	71.1	131.9		3.1
1984	1.2	15.3	42.3	58.9	155.1		2.1
1985	2.0	11.1	31.5	44.6	143.5		2.5
1986	1.3	20.4	40.2	61.9	201.6		3.5
1987	2.0	13.3	26.5	41.8	167.7		5.7
1988	3.3	13.4	35.0	51.7	126.1		5.9
1989	2.0	14.6	37.1	53.7	131.9		6.5
1990	5.1	8.0	28.8	41.8	130.2	54.1	6.5
1991	4.5	32.1	39.9	76.4	124.5	113.1	7.1
1992	3.4	36.0	44.3	83.8	116.9	192.7	6.0
1993	2.0	32.0	34.2	68.2	249.2	557.2	6.0
1994	1.5	32.8	22.5	56.8	193.4	439.0	7.1
1995	9.0	40.0	44.2	93.1	230.7	489.1	6.0
1996	2.5	61.8	49.2	113.5	237.1	671.4	5.7
1997	6.5	26.6	45.4	78.4	230.9	1110.9	6.5
1998	7.1	70.3	50.9	128.3	249.5	1217.2	6.7
1999	5.9	65.8	56.4	128.0	238.9	951.4	11.1
2000	4.8	57.5	64.9	127.2	201.2	980.5	12.1
2001	0.4	18.9	45.9	65.2	273.9	1075.6	6.7
2002	7.4	17.7	40.4	65.5	236.3	998.1	4.6
2003	5.3	29.0	43.6	77.9	250.1	1106.5	5.2
2004	4.8	13.6	42.7	61.0	196.6	935.4	8.8
2005	2.0	16.2	56.9	75.1	249.0	882.6	9.9

表 3-1. (続き)

年	日本海 北区	日本海 西区	東シナ 海区	対馬暖流系群 合計	韓国	中国	シラス
2006	6.4	19.0	44.8	70.2	265.3	826.8	8.2
2007	5.8	20.9	56.7	83.4	221.1	806.5	9.3
2008	4.9	22.0	69.7	96.6	261.5	658.7	7.2
2009	6.9	18.1	26.2	51.2	203.7	521.9	5.9
2010	7.4	22.0	36.9	66.4	249.6	598.1	7.1
2011	2.7	21.5	40.3	64.4	292.7	766.6	4.7
2012	2.7	15.4	32.2	50.3	222.0	824.2	4.2
2013	2.8	11.3	33.8	47.9	209.1	866.8	4.3
2014	4.6	14.3	41.5	60.5	221.2	926.5	4.1
2015	3.5	10.6	47.0	61.2	211.6	955.8	5.0
2016	0.8	6.3	43.7	50.8	141.0	816.2	4.8
2017	0.7	8.5	41.1	50.3	210.9	703.7	4.6
2018	1.0	4.1	39.2	44.4	188.5	658.4	3.9
2019	2.9	6.4	45.0	54.3	171.7	625.4	2.7
2020	4.4	9.4	32.3	46.1	216.8	609.9	3.7
2021	2.2	8.1	30.5	40.8	143.4	615.2	2.4
2022	1.9	3.5	32.6	38.0	132.2	601.5	1.3
2023	0.5	1.6	26.4	28.5	147.8		1.3

ただし、日本海北区の漁獲量は属地統計（新潟県：1995～2000年、石川県：2002年以降）。

表 4-1. カタクチイワシ対馬暖流系群の資源解析結果

年	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	加入量 (千万尾)	再生産 成功率 (尾/kg)	漁獲割合 (%)	%SPR	F/Fmsy	F/F97% msy
1977	198	109	2,014	184	37	41.4	1.2	0.84
1978	120	68	1,596	235	42	32.4	1.82	1.31
1979	125	45	1,827	407	25	48	0.87	0.56
1980	117	64	1,764	275	38	36.3	1.45	1.07
1981	138	64	1,875	294	31	46.1	0.97	0.73
1982	186	82	2,914	353	39	32.7	1.62	1.22
1983	203	74	3,124	423	35	34	1.66	1.2
1984	141	69	2,012	291	42	26.8	2.41	1.76
1985	139	48	2,674	552	32	36.9	1.41	1.04
1986	150	78	1,625	207	41	32	1.71	1.28
1987	113	55	1,680	305	37	37.3	1.33	1.02
1988	168	54	3,385	627	31	41.7	1.22	0.81
1989	146	72	1,935	270	37	34.5	1.75	1.22
1990	170	70	2,467	355	25	53.4	0.72	0.52
1991	259	118	3,356	286	29	48.5	0.9	0.69
1992	234	106	3,744	355	36	33.2	1.5	1.17
1993	207	124	2,333	189	33	50.3	0.83	0.62
1994	177	108	2,339	216	32	52	0.78	0.59
1995	276	112	4,657	414	34	39.4	1.25	0.94
1996	287	146	4,146	284	40	39.5	1.43	0.91
1997	333	135	4,514	334	24	58.5	0.54	0.37
1998	426	210	5,189	247	30	50.8	0.8	0.58
1999	327	189	3,890	206	39	38.4	1.36	0.98
2000	314	147	4,162	284	40	33.2	1.65	1.22
2001	177	88	2,308	264	37	38.6	1.59	0.95
2002	196	68	3,091	455	33	32.8	1.76	1.28
2003	180	86	3,081	357	43	27.8	1.97	1.49
2004	195	76	3,972	524	31	46.3	0.96	0.68
2005	191	95	5,165	544	39	31.8	1.65	1.26

表 4-1. (続き)

年	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	加入量 (千万尾)	再生産 成功率 (尾/kg)	漁獲割合 (%)	%SPR	F/Fmsy	F/F97% msy
2006	262	129	4,782	369	27	46.4	0.97	0.78
2007	302	192	3,480	181	28	53.1	0.78	0.61
2008	266	154	2,337	152	36	43.2	1.09	0.8
2009	161	104	2,242	216	32	51.9	0.79	0.6
2010	183	109	2,455	225	36	47.8	0.91	0.67
2011	150	81	2,508	309	43	31.9	1.84	1.33
2012	130	56	2,512	445	39	31.8	1.74	1.3
2013	132	71	2,421	342	36	45.3	1	0.65
2014	159	78	2,346	300	38	36.8	1.73	1.08
2015	169	61	2,751	453	36	30.2	1.99	1.45
2016	141	66	2,010	303	36	41.8	1.23	0.79
2017	130	56	2,402	427	39	32.3	2.25	1.44
2018	129	49	3,512	718	34	34.1	2.15	1.32
2019	131	65	2,534	390	41	26.9	2.83	1.98
2020	112	53	2,392	454	41	30.3	2	1.44
2021	93	47	2,616	562	44	28.5	2.54	1.72
2022	84	37	3,143	852	45	19.5	3.44	2.55
2023	106	45	1,778	396	27	47	0.94	0.68

表 5-1. 将来の親魚量が目標・限界管理基準値を上回る確率

a) 目標管理基準値を上回る確率 (%)

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	
1.0	0	57	29	36	40	43	44	45	46	46	46	45	
0.9			35	41	46	48	50	51	52	52	52	52	52
0.8			41	48	53	55	57	58	58	58	58	59	58
0.7			48	56	60	63	65	66	66	66	66	67	66
0.6			56	65	69	72	73	74	73	74	74	74	75
0.5			67	74	78	80	82	82	82	82	82	82	83
0.4			78	83	87	88	90	90	89	90	90	90	90
0.3			87	91	94	94	95	95	95	95	95	96	95
0.2			94	96	98	98	98	98	98	98	98	98	98
0.1			98	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0			99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
現状の漁獲圧					6	9	11	12	13	12	13	12	12

b) 限界管理基準値を上回る確率 (%)

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	
1.0	100	100	98	95	95	95	96	96	96	96	96	96	
0.9			98	97	96	97	97	97	97	97	97	98	98
0.8			99	98	98	98	98	98	98	98	98	99	99
0.7			99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
0.6			100	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.5			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.4			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.3			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
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					83	71	66	64	63	61	60	59	58

β を 0.0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2024 年の漁獲量は 2023 年と同様の 2.9 万トンになるように調整し、2025 年から漁獲シナリオによる漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧 (F2021-2023、 $\beta = 1.90$ に相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。

表 5-2. 将来の親魚量が SBmsy を上回る確率 (%)

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	
1.0	0	25	11	15	19	21	22	23	24	23	23	23	
0.9			13	19	23	25	27	28	28	28	28	27	28
0.8			17	24	28	31	32	33	33	33	33	33	33
0.7			22	30	34	38	39	40	41	41	41	40	41
0.6			30	38	43	46	48	49	50	49	49	49	50
0.5			39	48	54	57	59	60	60	60	60	61	60
0.4			50	61	66	69	71	71	71	71	72	72	72
0.3			64	75	79	82	83	83	83	83	83	83	84
0.2			79	87	90	91	92	92	92	92	92	93	93
0.1			91	95	96	97	97	97	97	97	97	98	98
0.0			97	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
現状の漁獲圧					2	3	4	4	4	4	5	5	4

β を 0.0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2024 年の漁獲量は 2023 年と同様の 2.9 万トンになるように調整し、2025 年から漁獲シナリオによる漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧 (F2021-2023、 $\beta = 1.90$ に相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。

表 5-3. 将来の平均親魚量 (千トン)

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	57	74	60	63	65	67	68	68	69	69	69	69
0.9			63	66	69	70	72	72	72	73	72	72
0.8			66	70	73	75	76	76	77	77	77	77
0.7			70	74	78	79	81	81	82	82	82	82
0.6			75	80	83	85	87	87	88	88	88	88
0.5			80	86	90	93	94	95	95	95	95	95
0.4			87	95	99	102	104	104	105	105	105	105
0.3			96	106	111	114	116	117	117	117	117	117
0.2			108	120	126	130	132	133	133	134	134	133
0.1			123	139	146	151	154	155	155	156	156	155
0.0			142	165	174	179	183	185	185	185	186	185
現状の漁獲圧					45	43	42	42	41	41	40	40

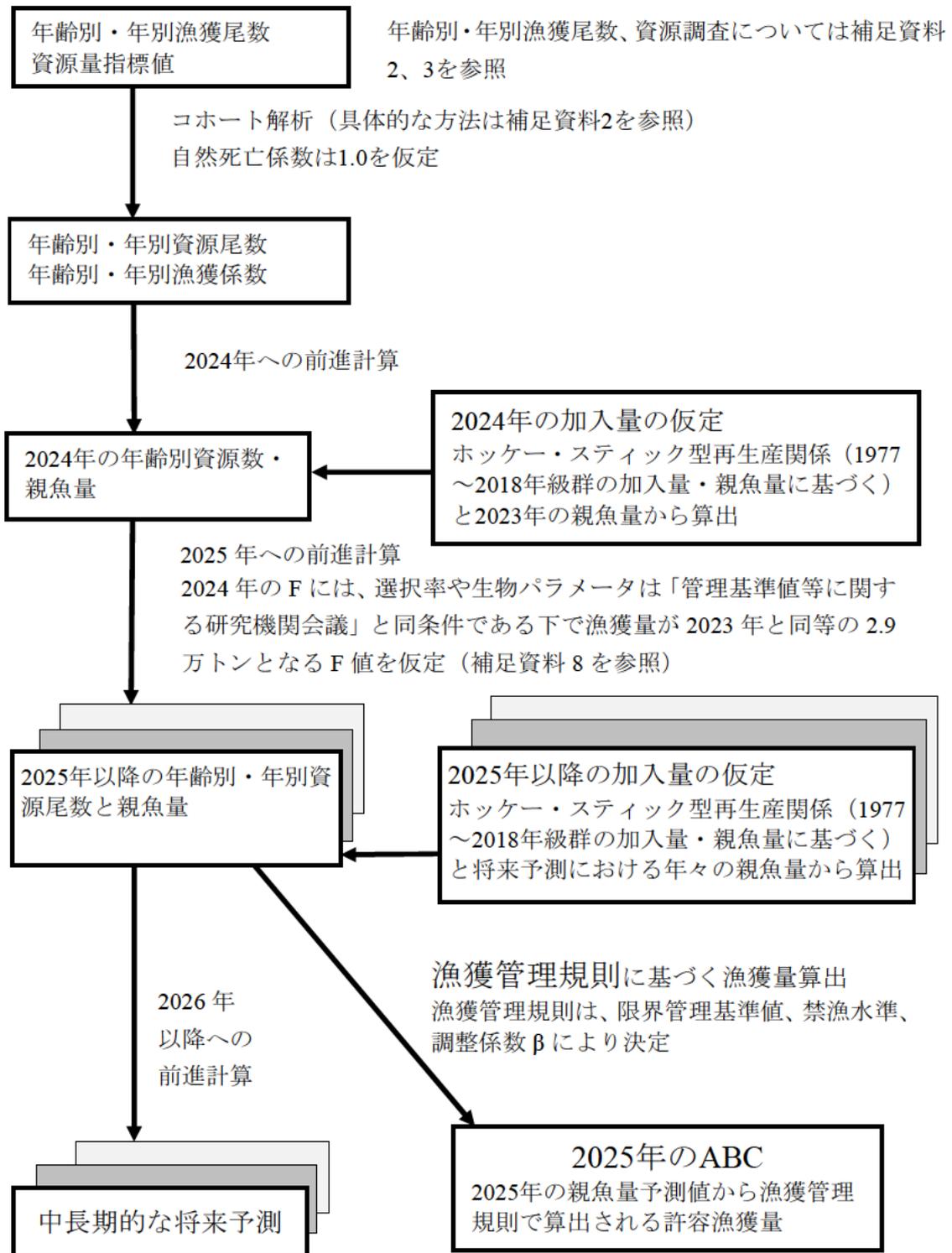
β を 0.0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2024 年の漁獲量は 2023 年と同様の 2.9 万トンになるように調整し、2025 年から漁獲シナリオによる漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧 (F2021-2023、 $\beta = 1.90$ に相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。

表 5-4. 将来の平均漁獲量 (千トン)

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	28.5	51.7	44.5	46.3	47.7	48.8	49.7	49.9	50.0	50.2	50.1	50.1
0.9		50.2	44.6	46.7	48.3	49.3	50.2	50.4	50.6	50.7	50.6	50.6
0.8		48.3	44.7	46.9	48.7	49.8	50.6	50.9	51.0	51.1	51.0	51.0
0.7		46.0	44.5	47.0	48.9	50.0	50.9	51.1	51.2	51.4	51.3	51.2
0.6		43.2	44.1	46.9	48.8	49.9	50.8	51.1	51.1	51.3	51.2	51.2
0.5		39.7	43.2	46.2	48.2	49.3	50.2	50.5	50.5	50.7	50.6	50.6
0.4		35.3	41.4	44.6	46.6	47.8	48.6	48.9	49.0	49.2	49.1	49.0
0.3		29.6	37.9	41.4	43.3	44.5	45.3	45.6	45.7	45.8	45.8	45.7
0.2		22.2	31.7	35.1	36.8	37.8	38.5	38.8	38.9	39.0	39.0	38.9
0.1		12.6	20.4	23.0	24.2	24.9	25.4	25.6	25.6	25.7	25.7	25.7
0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
現状の漁獲圧			60.2	42.2	40.9	40.2	39.7	39.3	38.8	38.2	37.6	37.0

β を 0.0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2024 年の漁獲量は 2023 年と同様の 2.9 万トンになるように調整し、2025 年から漁獲シナリオによる漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧 (F2021-2023、 $\beta = 1.90$ に相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足資料 1 資源評価の流れ



補足資料 2 計算方法

(1) 資源計算方法

カタクチイワシは産卵期間が長いこと、1月1日に加齢するとした場合、例えば秋季発生群は数ヶ月後に1歳となる。このことを考慮し、大下（2009）の成長様式を参考に体長-年齢キーを月別海域別（東シナ海・日本海）に作成し、体長組成から年齢組成を得た。これに加えて、体長-体重関係を用いて年齢別の体重組成を求め、漁獲重量で引き延ばすことにより年齢別年別漁獲尾数を推定した。なお、漁業の選択性の違いを年齢別漁獲尾数により正確に反映させるため、日本海における体長組成および漁獲は山口県〜鳥取県と兵庫県〜青森県に分けて集計した。以上の年齢別年別漁獲尾数をもとに Pope の近似式からチューニング VPA を行い、資源量を推定した。なお、寿命は3年として計算した。計算には R パッケージ frasyr (ver. 2.4.0.0) を使用した。計算方法は次のとおりである。

1. Pope の近似式を用いた資源尾数の計算（ステップ 1）

最近年（2023 年）を除く 2022 年以前の 0、1 歳魚の年齢別年別資源尾数を次式 1 により計算した。

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

ここで、 $N_{a,y}$ は y 年における a 歳魚の資源尾数、 $C_{a,y}$ は y 年における a 歳魚の漁獲尾数、 M は自然死亡係数 (1.0) である。

ただし、最高齢 (2 歳) および最近年の各年齢の資源尾数は、漁獲係数 F を用いた次式 2 により計算した。

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

最近年を除き、0 歳魚と 1 歳魚の F を次式 3 により計算した。

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

2 歳魚の F は、1 歳魚の F と同一とした。また、最近年の 0 歳魚と 1 歳魚の F は、過去 3 年間 (2020~2022 年) の同一年齢魚の F の平均値とし、式 1 を用いて資源尾数を計算した。最近年の 2 歳魚の F は 1 歳魚と同一とした。その後ステップ 2 の方法によりさらに最近年の F を調整した。

2. 最近年の F の調整（ステップ 2）

資源量指標値によりターミナル F をチューニングによって探索的に求めた。ステップ 2 ではステップ 1 で得られた年齢別漁獲係数から計算される選択率を、ターミナル F の選択率と仮定し、選択率に乗じる F の大きさをチューニングにより推定した。

F のチューニングに用いた資源量指標値として、産卵量と長崎 CPUE を用いた (補足表

2-1)。産卵量は、日本海（3～6月）および東シナ海（3～4月）において、ノルパックネットにより採集されたカタクチイワシの卵数の合計値である（図4-1）。長崎 CPUE は、0 歳魚の資源量の指標値とするため、例年 1 歳魚以上が比較的多く漁獲される 1～3 月を除いた 4～12 月の漁獲データを解析に用いた（補足資料 6）。ただし、2023 年については 1 歳魚以上を多く漁獲していたことが、体長組成および漁業者からのヒヤリングから示されている。そのため、本年度の資源評価では、2023 年の長崎 CPUE はチューニングに用いなかった。

コホート解析より得られる親魚量が産卵量に、0 歳魚の資源量が長崎 CPUE に最もよく適合するようなターミナル F を最尤法により推定した。以上 2 種の資源量指標値について、最小化させる負の対数尤度を以下のように定義した（Hashimoto et al. 2018）。

$$-\ln L = \sum_f \sum_y \left[\frac{\{\ln I_{f,y} - (b_f \ln B_{f,y} + \ln q_f)\}^2}{2\sigma_f^2} - \ln \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_f} \right) \right] \quad (4)$$

ここで、 $I_{f,y}$ は y 年における指標値 f（1:産卵量、2:長崎 CPUE）、 $B_{f,y}$ は y 年における指標値 f に適用する資源量（1:親魚量、2:0 歳魚の資源量）、 q_f 、 b_f 、 σ_f は推定パラメータ（ターミナル F と同時推定）である。

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

$$I_{f,y} = q_f B_{f,y}^{b_f} \quad (5)$$

ただし、本資源評価では b_f はいずれの指標値に対しても 1 に固定した。

指標値と適合させる期間は、産卵量は 2001 年以降、長崎 CPUE は 2009 年以降とした。この条件で（式 4）を最小化するような F を探索的に求めた結果、 $F_{0,2023}=0.22$ 、 $F_{1,2023}=1.48$ 、 $F_{2,2023}=1.48$ と推定された。またその他のパラメータは $q_1=0.0099$ 、 $q_2=0.0160$ 、 $\sigma_1=0.69$ 、 $\sigma_2=0.25$ であった。

「令和 6（2024）年度 資源評価におけるモデル診断の手順と診断結果の提供指針（FRA-SA2024-ABCWG02-03）」（水産研究・教育機構 2024a）に従って、本系群の評価に用いた VPA の統計学的妥当性や仮定に対する頑健性について診断した。指標値の観測値とモデルの予測値との残差を補足図 2-1 に示した。産卵量は長崎 CPUE に比べて年変動が大きく、VPA の結果と適合しない年が生じるため残差が大きく、指標値の重みが小さかった。ジャックナイフ解析の結果から、長崎 CPUE を指標値から外すと、漁獲係数が大きくなり、加入量や資源量が減少することが分かった（補足図 2-2）。

5 年間の トロスペクティブ解析により、データの追加・更新が行われることで F の値や資源量推定値に生じる変化を確認した（補足図 2-3）。傾向として、資源量、資源尾数、加入量は下方修正が続き、漁獲係数は上方修正が続いたが、レトロスペクティブバイアス（Mohn's ρ , Mohn 1999）は、資源量が 0.16、資源尾数が 0.24、漁獲係数が -0.14、加入尾数が 0.29、親魚量が 0.01 と極端に大きな値はなかった。

(2) 将来予測方法

将来予測における各種設定には補足表 2-5 の値を用いた。資源尾数や漁獲量の予測は、統計ソフトウェア R（version 4.4.1）用計算パッケージ frasyr（ver. 2.4.0.0）を用いて実施

した。将 2023 年以降の加入量の予測には、令和 3 年 9 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」において提案されたホッケー・スティック型関係式 ($a=0.614$ 、 $b=4.48e+04$ 、 $\rho=0.579$ 、 $SD=0.268$) から推定される値を用いた (日野ほか 2021)。なお、再生産関係のパラメータ推定に使用するデータは、令和 2 (2020) 年度の資源評価 (黒田ほか 2021) に基づく親魚量・加入量とし (補足資料 3)、最適化方法には最小二乗法を用いている。加入量の残差の自己相関は考慮している。

将来予測における漁獲係数 F は、「令和 6 (2024) 年度 漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針 (FRA-SA2024-ABCWG02-01)」 (水産研究・教育機構 2024b) における 1A 系資源の管理規則に基づき算出される値を用いた。将来予測における選択率や漁獲物平均体重等の値には、上述の「管理基準値等に関する研究機関会議資料」にて提案された各種管理基準値の推定に用いた値を引き続き用いた (日野ほか 2021)。これらは再生産関係と同じく、令和 2 (2020) 年度の資源評価に基づく値である。2024 年の漁獲圧 (F_{2024}) は、令和 4 年度 (2022) および令和 5 (2023) 年度の資源評価と同様に (日野ほか 2022、平岡ほか 2023)、2024 年の漁獲量が 2023 年の漁獲量 2.6 万トンになるように仮定した (補足資料 8)。

資源尾数の予測には、コホート解析の前進法 ((11) - (13) 式) を用いた。

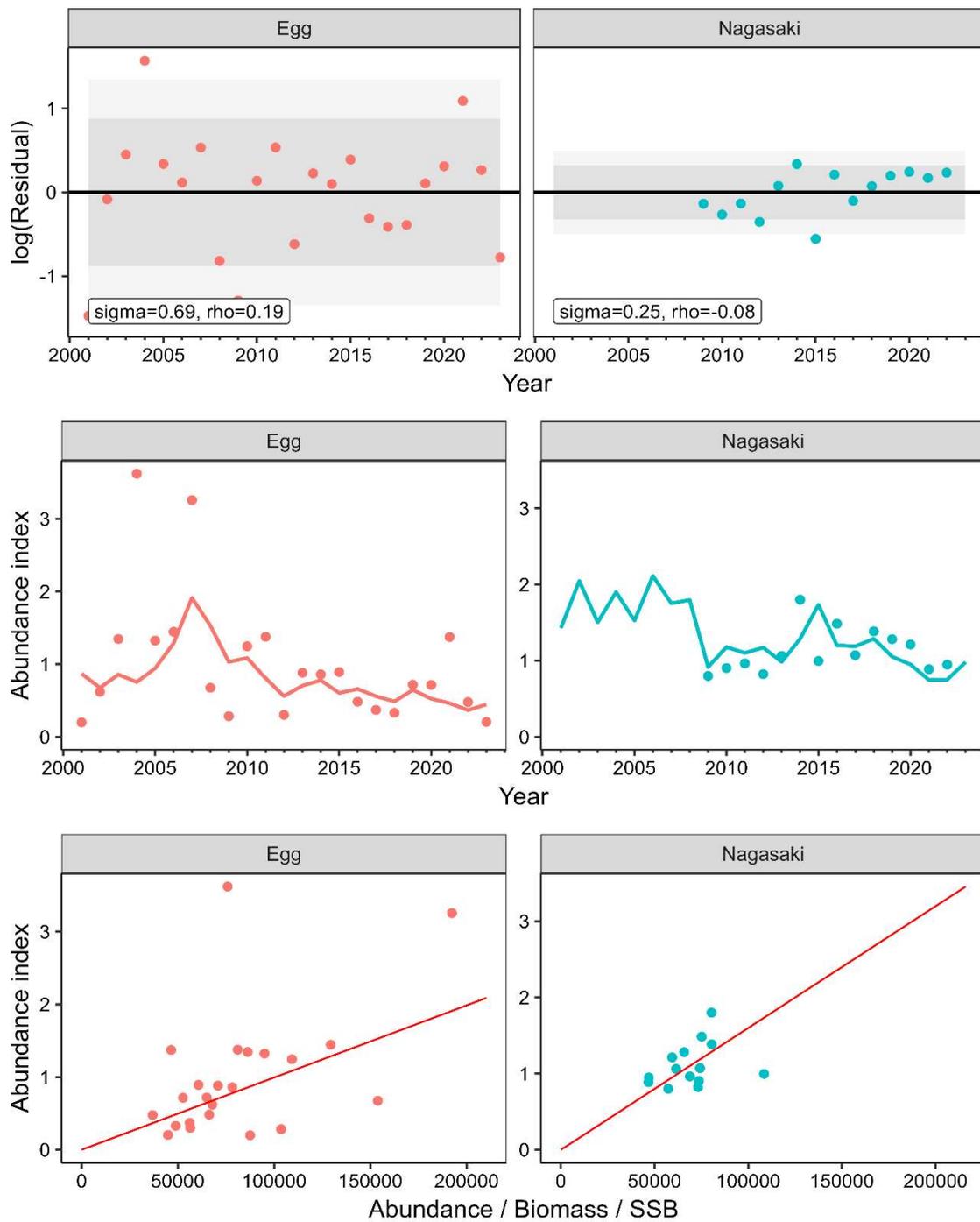
$$N_{a+1,y+1} = N_{a,y} \exp(-F_{a,y} - M) \quad (6)$$

$$N_{3+,y+1} = N_{3+,y} \exp(-F_{3+,y} - M) + N_{2,y} \exp(-F_{2,y} - M) \quad (7)$$

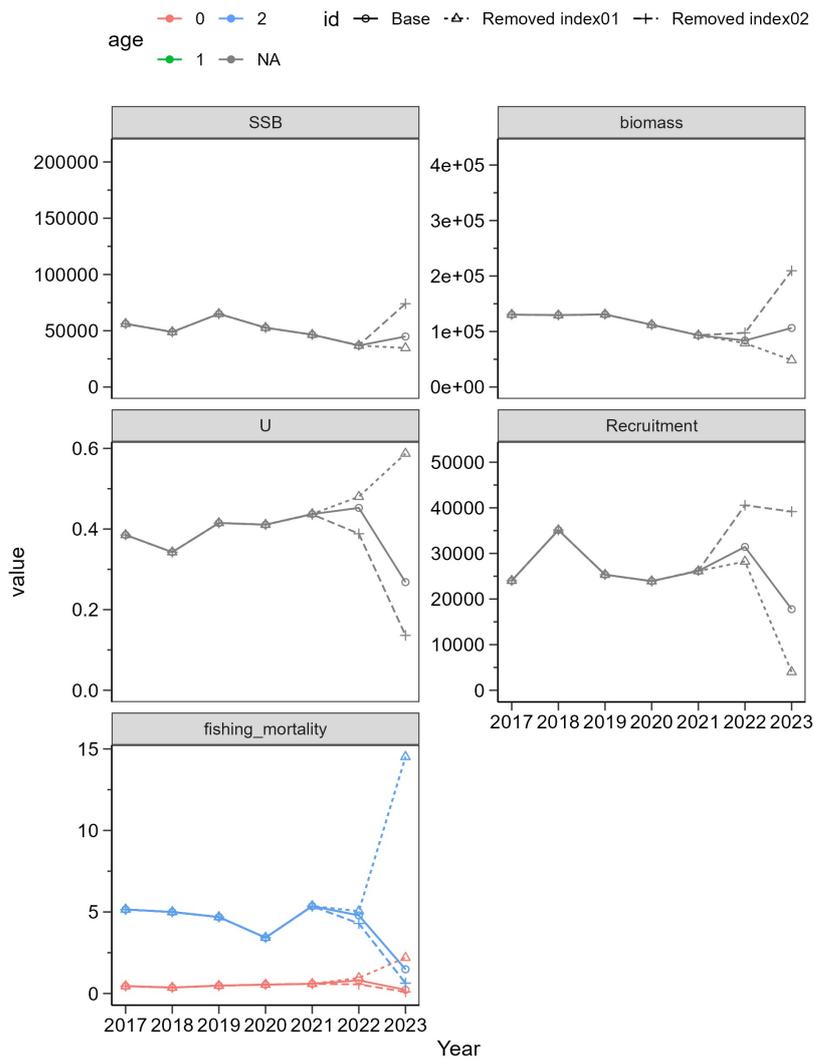
$$C_{a,y} = N_{a,y} \{1 - \exp(-F_{a,y})\} \exp\left(-\frac{M}{2}\right) \quad (8)$$

引用文献

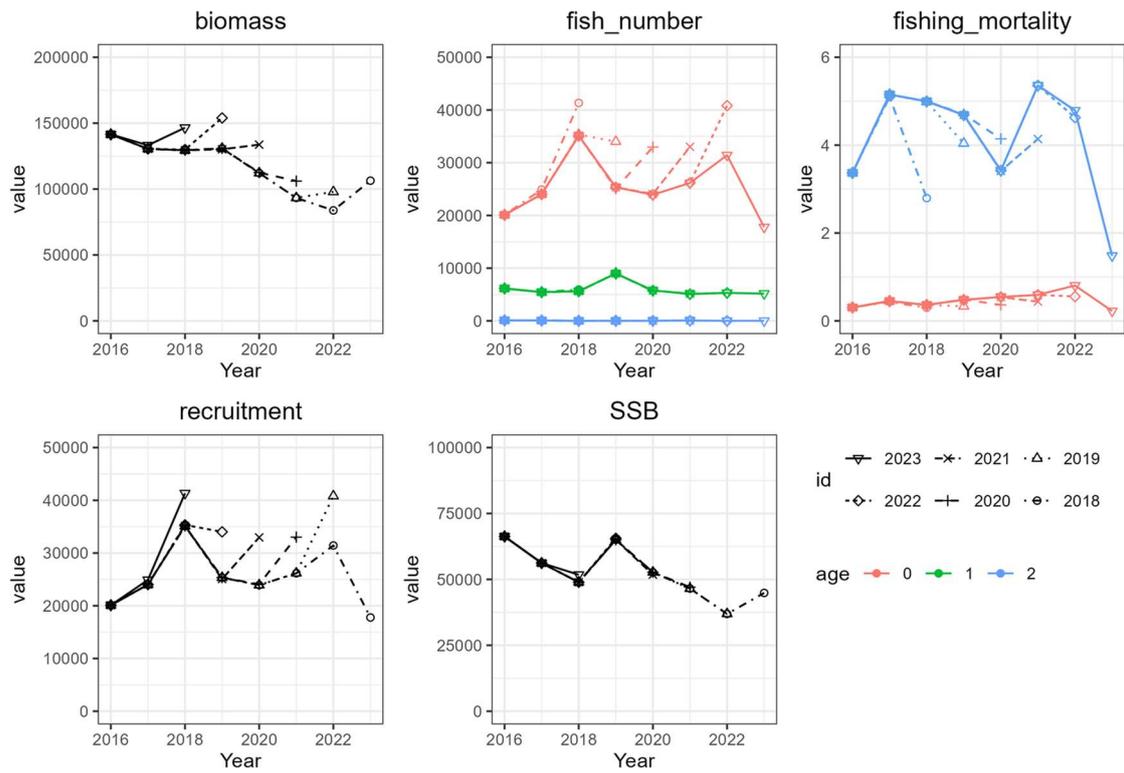
- Hashimoto, M., H. Okamura, M. Ichinokawa, K. Hiramatsu and T. Yamakawa (2018) Impacts of the nonlinear relationship between abundance and its index in a tuned virtual population analysis. *Fish. Sci.* **84** (2), 335-347.
- Mohn, R. (1999) The retrospective problem in sequential population analysis: an investigation using cod fishery and simulated data. *ICES J. Mar. Sci.*, **56**, 473-488.
- 水産研究・教育機構 (2024a) 令和 6 (2024) 年度 資源評価におけるモデル診断の手順と診断結果の提供指針. FRA-SA2024-ABCWG02-03, 水産研究・教育機構, 横浜, 13pp. https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2024-ABCWG02-03.pdf
- 水産研究・教育機構 (2024b) 令和 6 (2024) 年度漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針. FRA-SA2024-ABCWG02-01, 水産研究・教育機構, 横浜, 23pp. https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2024-ABCWG02-01.pdf
- 田中昌一 (1960) 水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理. 東海区水産研究所研究報告, **28**, 1-200.



補足図 2-1. 各指標値（産卵量（左）および長崎 CPUE（右））の観測値とモデルの期待値の差を示す残差プロット（上段）、観測値（丸印）とモデルの予測値（実線）の時系列プロット（中段）および観測値と予測値の回帰直線（下段）



補足図 2-2. 親魚量、資源量、漁獲割合、加入尾数、漁獲係数のジャックナイフ解析 (指標値、index 01:長崎 CPUE、index 02:産卵量)



補足図 2-3. 5年間のレトロスペクティブ解析 (左上から、資源量、資源尾数、漁獲係数、加入尾数、親魚量)

補足表 2-1. チューニング指標値 (平均値で規格化)

指標値	産卵量	長崎 CPUE
k	1	2
対象	SSB	Recruitment
2001	0.20	
2002	0.62	
2003	1.35	
2004	3.62	
2005	1.32	
2006	1.44	
2007	3.26	
2008	0.68	
2009	0.28	0.80
2010	1.25	0.90
2011	1.38	0.96
2012	0.30	0.82
2013	0.88	1.06
2014	0.86	1.80
2015	0.89	1.00
2016	0.48	1.49
2017	0.37	1.07
2018	0.33	1.39
2019	0.72	1.28
2020	0.71	1.21
2021	1.37	0.89
2022	0.48	0.95
2023	0.20	
b_k	1	1
q_k	9.90.E-03	1.60.E-02
σ_k	6.88E-01	2.53E-01

補足表 2-2. 将来予測のパラメータ

	選択率 (注 1)	Fmsy (注 2)	F2024 (注 3)	平均体重 (g)	自然死亡 係数	成熟 割合
0 歳	0.09	0.18	0.12	2.70	1.00	0
1 歳	1.00	1.99	1.28	8.67	1.00	1.00
2 歳	1.00	1.99	1.28	26.3	1.00	1.00

注 1：令和 3 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（すなわち、令和 2 年度資源評価での $F_{current}$ の選択率）。

注 2：令和 3 年度研究機関会議で推定された Fmsy（すなわち、令和 2 年度資源評価での $F_{current}$ に $F_{msy}/F_{current}$ を掛けたもの）。

注 3：上記の選択率の下で、今回の資源評価で推定された 2024 年資源量のもとで 2024 年の漁獲量が 2023 年の漁獲量 29 千トンになるように仮定した平均 F（補足資料 8）。

補足資料 3 各種パラメータと評価結果の概要

補足表 3-1. 再生産関係式のパラメータ

再生産関係式	最適化法	自己相関	a	b	S.D.	ρ
ホッケー・スティック型	最小二乗法	有	0.614	4.48×10^4	0.268	0.579

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

補足表 3-2. 管理基準値と MSY

項目	値	説明
SBmsy	84 千トン	最大持続生産量 MSY を実現する親魚量 (SBmsy)
SBtarget	68 千トン	目標管理基準値。0 歳および 1 歳の最大持続生産量 MSY を実現する親魚量 (SB97%msy)
SBlimit	32 千トン	限界管理基準値。MSY の 60%の漁獲量が得られる親魚量 (SB0.6msy)
SBban	4 千トン	禁漁水準。MSY の 10%の漁獲量が得られる親魚量 (SB0.1msy)
Fmsy	SBmsy を維持する漁獲圧 (0 歳, 1 歳, 2 歳) =(0.18, 1.99, 1.99)	
Ftarget (F97%msy)	SBtarget (SB97%msy) を維持する漁獲圧 (0 歳, 1 歳, 2 歳) =(0.27, 3.00, 3.00)	

補足表 3-2. (続き)

項目	値	説明
%SPR (Fmsy)	45%	Fmsy に対応する%SPR
%SPR (Ftarget)	38%	Ftarget に対応する%SPR
MSY	51 千トン	最大持続生産量
97%MSY	50 千トン	SBtarget が達成された際に期待される平均漁獲量 (最大持続生産量の 97%に相当)

補足表 3-3. 最新年の親魚量と漁獲圧

項目	値	説明
SB2023	45 千トン	2023 年の親魚量
F2023	2023 年の漁獲圧(漁獲係数 F) (0 歳, 1 歳, 2 歳) =(0.22, 1.48, 1.48)	
U2023	27%	2023 年の漁獲割合
%SPR (F2023)	47.0%	2023 年の%SPR
%SPR (F2021-2023)	28.1%	現状(2021~2023 年)の漁獲圧に対応する%SPR*
管理基準値との比較		
SB2023/ SBmsy	0.53	最大持続生産量を実現する親魚量に対する 2023 年の親魚量の比
SB2023/ SBtarget	0.66	目標管理基準値(0 歳および 1 歳の最大持続生産量 MSY を実現する親魚量)に対する 2023 年の親魚量の比
F2023/ Fmsy	0.94	SBmsy を維持する漁獲圧に対する 2023 年の漁獲圧の比*
F2023/ Ftarget	0.68	SBtarget を維持する漁獲圧に対する 2023 年の漁獲圧の比**
親魚量の水準	目標管理基準値の水準および MSY を実現する水準を下回る	
漁獲圧の水準	SBtarget を維持する水準および SBmsy を維持する水準を下回る	
親魚量の動向	横ばい	

* 2023 年の選択率の下で Fmsy の漁獲圧を与える F を%SPR 換算して算出し求めた比率。

** 2023 年の選択率の下で Ftarget 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 3-4. ABC と予測親魚量

2025 年の ABC (千トン)	2025 年の親魚量 予測平均値 (千トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2021-2023)	2025 年の 漁獲割合 (%)
50	74	0.47	37
コメント: ・ABC の算定には、令和 5 年 2 月に開催された「資源管理方針に関する検討会」で取り纏められ「水産政策審議会」を経て定められた漁獲シナリオに則した漁獲管理規則を用いた。			

補足表 3-5. 異なる β を用いた将来予測結果

考慮している不確実性: 加入量					
項目	2024 年 の平均親魚 量 (千トン)	90% 予測区間 (千トン)	2024 年に親魚量が以下の 管理基準値を上回る確率 (%)		
			SBtarget	SBlimit	SBban
漁獲シナリオで使用する β					
$\beta=0.9$	72	38 - 118	52	98	100
上記と異なる β を使用した場合					
$\beta=1.0$	69	34 - 113	46	96	100
$\beta=0.8$	77	41 - 124	59	99	100
$\beta=0.7$	82	46 - 131	67	99	100
$\beta=0.0$	186	111 - 291	100	100	100
F2021-2023	39	5 - 81	12	58	96

補足資料 4 調査結果の概要

春季～夏季に行われている計量魚群探知機や中層トロールなどを用いた浮魚類魚群量調査の概要を示した。それぞれの調査で算出される資源量指標値は、系群全体の資源量をどのように反映しているか検討中のため、資源動向を判断するための参考値としての利用に留めた。

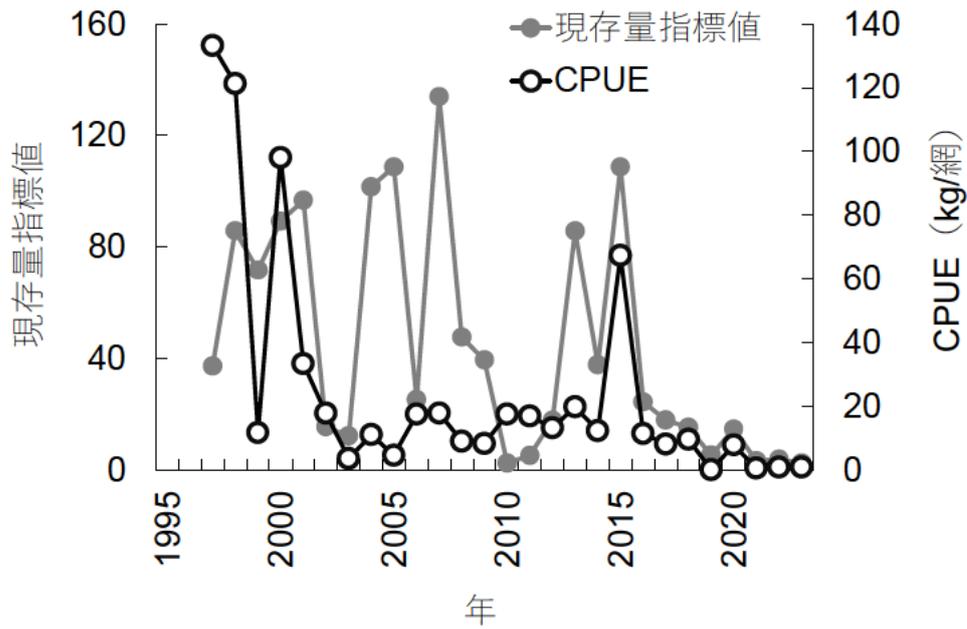
計量魚探などを用いた浮魚類魚群量調査が夏季(8～9月)に九州北西岸で行われている。この調査から得られた計量魚群探知機による現存量指標値(Ohshimo 2004)および中層トロールによるCPUE(漁獲量/有効網数)を補足図4-1に示した。現存量指標値は大きく増減を繰り返しながら推移しており、1997年以降の最高値は2007年における134.0(相対値)であった。2016年以降の現存量指標値は低水準であり、2022年は3.9であった。中層トロールによるカタクチイワシのCPUEは、1997～1998年には130kg/網前後の値を示していた。1999年以降のCPUEは、例外的に高かった2000年と2015年を除いて0.01～33.4kg/網の範囲で変動し、2023年は0.9kg/網だった。

ニューストーンネットを用いた新規加入量調査が東シナ海で春季(4月)に行われている。この調査におけるカタクチイワシ仔魚のCPUEの推移を補足図4-2に示した。CPUEは2000～2002年には26～138尾/網の範囲にあったが、2003～2007年には385～765尾/網まで急増した。CPUEの水準は2008～2014年に一旦低下し、262尾/網未満の値が多くみられるようになった。CPUEは2015年には1,622尾/網まで急上昇した後、2016年以降減少傾向であったが、2021年には891尾/網まで増加したが、2023年は386尾/網となった。

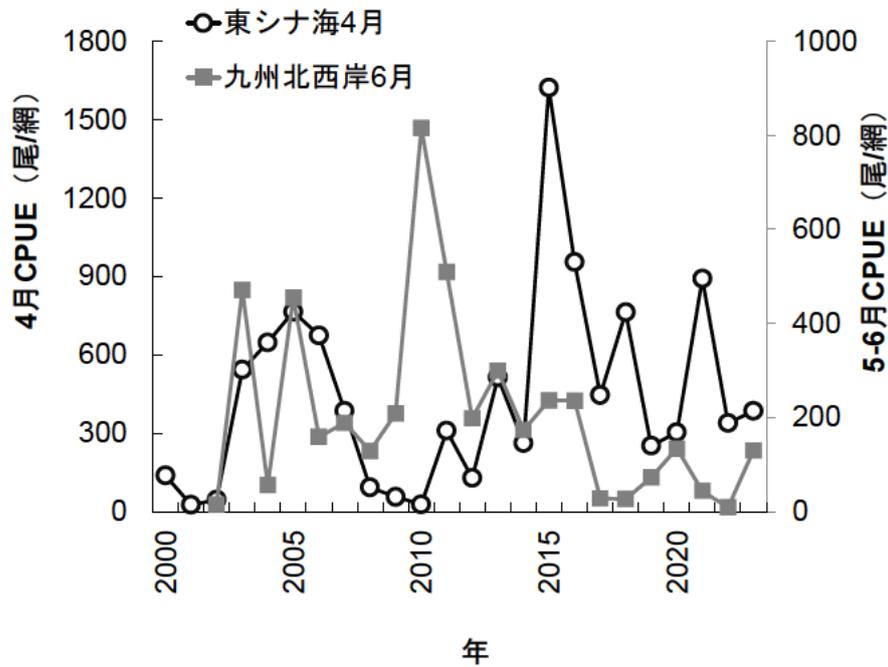
九州北西岸における中層トロールなどを用いた浮魚類魚群量調査(5～6月)において、ニューストーンネットに入網した仔魚のCPUEの推移を補足図4-2に示した。CPUEは、2003年(471尾/網)、2005年(455尾/網)、2010～2011年(509～815尾/網)に特に高い値を示した。2010年以降は減少傾向を示し、2017～2018年は30尾/網まで減少した。その後は増減をしながら横ばい傾向であり、2023年は130尾/網であった。

引用文献

Ohshimo, S. (2004) Spatial distribution and biomass of pelagic fish in the East China Sea in summer, based on acoustic surveys from 1997 to 2001. Fish. Sci., **70**, 389-400.



補足図 4-1. 現存量指標値（計量魚探）と中層トロールによるカタクチイワシの CPUE（8～9月）



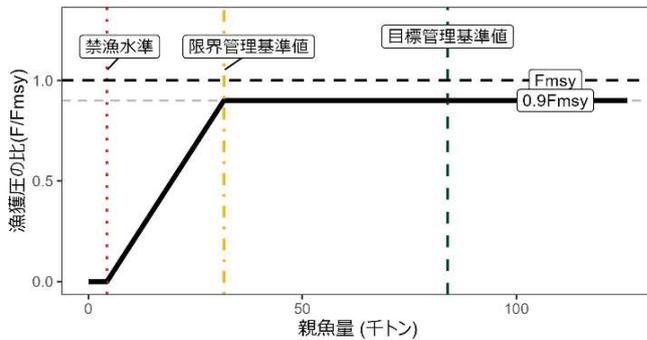
補足図 4-2. 東シナ海（4月）および九州北西岸（5～6月）で実施した調査における仔魚の CPUE

補足資料 5 SBm_{sy} を目標管理基準値と仮定した場合の将来予測結果

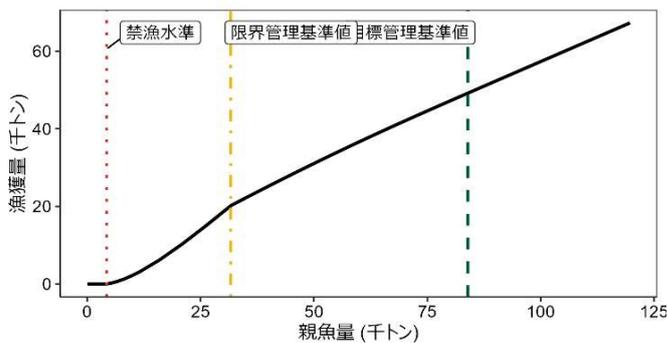
資源評価で推定した 2023 年の資源量から、コホート解析の前進法を用いて 2024~2053 年の将来予測計算を行った(補足資料 2)。この将来予測においても同様の加入量の不確実性を考慮した。2024 年の漁獲は、2023 年の漁獲量 2.9 万トンになるように仮定した。2025 年以降の漁獲圧には、補足図 5-1 に示した漁獲管理規則を用いた。この漁獲管理規則は、親魚量が仮定した限界管理基準値以上にある場合には F_{msy} に調整係数 β を乗じた漁獲圧とし、親魚量が仮定した限界管理基準値を下回った場合には仮定した限禁漁水準まで直線的に漁獲圧を削減する規則である。各年に予測される親魚量をもとに漁獲管理規則で定められる漁獲圧と、各年に予測される資源量から、漁獲量を算出した。

将来予測の結果を補足図 5-2 および補足表 5-1、5-2、5-3 に示す。β を 0.9 とした漁獲管理規則に基づく管理を 10 年間継続した場合、2034 年の平均親魚量の予測値は 8.8 万トン、平均漁獲量は 5.1 万トンであり、予測値が SB_{m_{sy}} を上回る確率は 50%であった。

a) 縦軸を漁獲圧にした場合



b) 縦軸を漁獲量にした場合



補足図 5-1. 将来予測で用いた漁獲管理規則

本将来予測計算では目標管理基準値を SB_{m_{sy}} と仮定した。限界管理基準値および禁漁水準は、それぞれ SB0.6_{msy} と SB0.1_{msy} と仮定した。調整係数 β には 0.9 を用いた場合を例として示した。線種と色は、それぞれ黒破線が F_{msy}、灰色破線が 0.9F_{msy}、黒太線が将来予測で用いた漁獲管理規則、赤点線が SB0.1_{msy}、黄一点鎖線が SB0.6_{msy}、緑色破線が SB_{m_{sy}} を示している。a) は縦軸を漁獲圧にした場合、b) は縦軸を漁獲量で表した場合である。b) については、平衡状態における平均的な年齢組成となった場合の漁獲量を示している

補足表 5-1. 将来予測結果

a) SBmsy を上回る確率 (%)

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	0	25	25	33	37	40	42	43	44	44	44	44
0.9			30	38	43	46	48	49	50	50	50	50
0.8			36	45	50	53	56	57	57	57	57	57
0.7			43	53	58	61	63	64	64	64	64	65
0.6			50	61	67	70	71	72	72	72	72	72
0.5			60	70	75	78	79	79	79	79	80	80
0.4			69	79	83	85	87	87	86	87	87	87
0.3			80	87	90	91	92	92	92	92	92	93
0.2			88	93	95	96	96	96	96	96	96	97
0.1			94	97	98	98	98	98	98	98	98	99
0.0			97	99	99	99	99	99	99	99	99	99
現状の漁獲圧			2	3	4	4	4	4	5	5	4	4

b) SB0.6msy を上回る確率 (%)

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	100	100	100	99	99	99	99	99	99	99	100	99
0.9			100	99	100	100	100	100	100	100	100	100
0.8			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.7			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.6			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.5			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.4			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.3			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
現状の漁獲圧			83	71	66	64	63	61	60	59	58	57

β を 0.0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2024 年の漁獲量は 2023 年と同様の 2.9 万トンになるように調整し、2025 年から漁獲シナリオによる漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧 (F2021-2023、 $\beta = 2.87$ 相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足表 5-2. 将来の平均親魚量 (千トン)

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	
1.0	57	74	72	76	80	81	83	84	84	84	84	84	
0.9			75	80	83	86	87	88	88	88	88	88	88
0.8			79	84	88	90	92	92	93	93	93	93	93
0.7			83	89	93	96	97	98	98	98	99	98	98
0.6			88	95	99	102	104	105	105	105	105	105	105
0.5			93	102	107	110	112	113	113	113	113	113	113
0.4			100	110	116	119	121	122	122	122	123	122	122
0.3			108	120	126	130	132	133	134	134	134	134	134
0.2			117	132	139	143	146	147	147	147	148	148	148
0.1			128	147	155	159	162	164	164	164	165	165	164
0.0			142	165	174	179	183	185	185	185	185	186	185
現状の漁獲圧					45	43	42	42	41	41	40	40	39

β を 0.0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2024 年の漁獲量は 2023 年と同様の 2.9 万トンになるように調整し、2025 年から漁獲シナリオによる漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧 (F2021-2023、 $\beta = 2.87$ に相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足表 5-3. 将来の平均漁獲量 (千トン)

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	28.5	45.0	44.4	47.0	48.9	50.0	50.9	51.1	51.2	51.4	51.3	51.3
0.9		43.1	44.1	46.9	48.8	49.9	50.8	51.0	51.1	51.3	51.2	51.2
0.8		40.8	43.5	46.5	48.4	49.6	50.5	50.7	50.8	51.0	50.9	50.8
0.7		38.2	42.7	45.7	47.7	48.9	49.8	50.1	50.1	50.3	50.2	50.2
0.6		35.2	41.3	44.6	46.6	47.7	48.6	48.9	48.9	49.1	49.0	49.0
0.5		31.5	39.3	42.6	44.6	45.8	46.6	46.9	47.0	47.1	47.1	47.0
0.4		27.2	36.2	39.6	41.5	42.7	43.4	43.7	43.8	43.9	43.9	43.8
0.3		22.1	31.6	35.0	36.7	37.7	38.4	38.7	38.8	38.9	38.9	38.8
0.2		16.1	24.8	27.8	29.2	30.1	30.6	30.9	31.0	31.0	31.0	31.0
0.1		8.8	14.8	16.8	17.7	18.2	18.6	18.8	18.8	18.8	18.8	18.8
0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
現状の漁獲圧			60.2	42.2	40.9	40.2	39.7	39.3	38.8	38.2	37.6	37.0

β を 0.0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2024 年の漁獲量は 2023 年と同様の 2.9 万トンになるように調整し、2025 年から漁獲シナリオによる漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧 (F2021-2023、 $\beta = 2.87$ に相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足資料 6 長崎県における中・小型まき網の標準化 CPUE

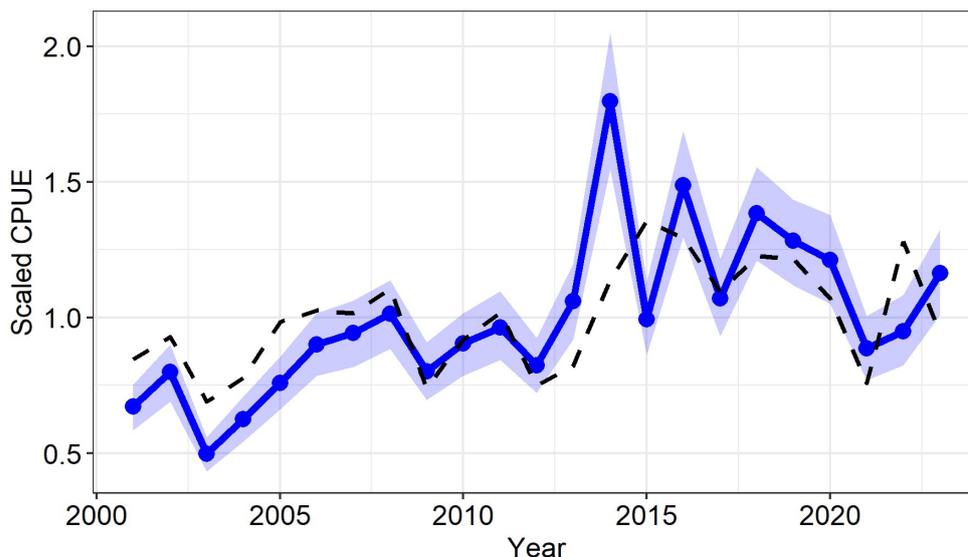
2001 年以降、本系群における漁獲量の約半数を占める長崎県における中・小型まき網の CPUE 標準化を行った。標準化結果を漁獲物の主である 0 歳魚のみの資源量指標値として利用するため、漁獲物に 1 歳魚以上が比較的多く含まれる 1~3 月を除き、4~12 月のデータを標準化の対象とした。CPUE として 1 日 1 隻当たりのカタクチイワシ漁獲量 (kg) を用いた。環境要因として考慮した 50 m 深水温データは FRA-ROMS II の再解析値を用いた。

中・小型まき網では主にカタクチイワシを中心に操業しているため、狙い操業の効果は考慮せず、ゼロ漁獲データを除いた有漁データを解析の対象とした。応答変数を自然対数変換した CPUE、説明変数を年 (Year)・月 (Month)・海域 (Area)・50 m 深水温 (Temp 50 m) として、モデルの誤差が正規分布に従うと仮定したモデルを構築した。全ての説明変数はカテゴリカル変数として、50 m 深水温は 1℃毎のカテゴリとした。BIC (ベイズ情報量規準) を基準として総当たり法により以下のフルモデルが選択された。

$$\text{Ln (CPUE)} \sim \text{Intercept} + \text{Year} + \text{Month} + \text{Area} + \text{Temp50 m} + \text{error term}$$

選択されたモデルについて、VIF を指標として多重共線性に問題が無いことを確認した。残差の頻度分布は正規分布から大きくは逸脱していなかった。選択されたモデルを基に標準化 CPUE を計算した。

2001~2023 の平均値で規格化した標準化 CPUE は 2001~2013 年にかけて 0.50~1.06 の間で増減し、2014 年に最高値となる 1.80 を示した。その後 2015~2020 年にかけて 0.99~1.50 の間で増減しながら減少し、2021 年は 0.90 を示したが、2022 年からは増加に転じ、2023 年は 1.16 であった。本標準化手法の詳細は別紙ドキュメント (FRA-SA2024-SC11-102) に示した。

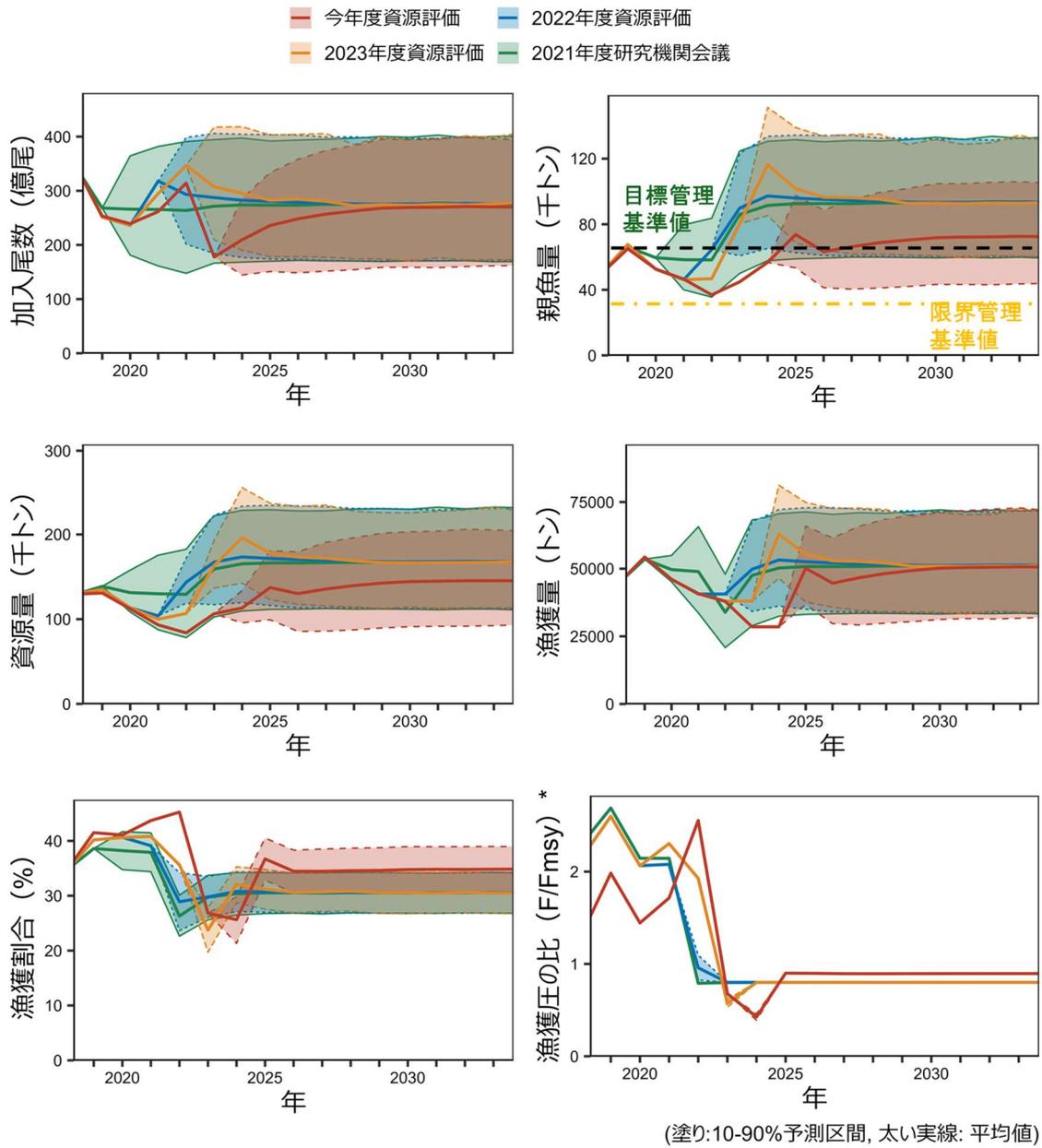


補足図 8-1. 平均値で規格化した 95%信頼区間付き標準化 CPUE (青と●印) ノミナル CPUE (黒色破線)

補足資料 7 過年度評価結果との比較

昨年度までの資源評価では、目標管理基準値案として MSY を実現する親魚量、調整係数 $\beta = 0.8$ を仮定して将来予測を実施した。今年度評価では、令和 5 年 2 月に開催された「資源管理方針に関する検討会」および「水産政策審議会」を経て、目標管理基準値は 0 歳および 1 歳の最大持続生産量 MSY を実現する親魚量 (SB97%msy)、F97%msy に対する調整係数 $\beta = 0.9$ と定められたため、将来予測は定められた漁獲管理規則に従い実施した (補足資料 2)。昨年度と今年度の資源評価結果を比べると、2021 年以前の資源量および親魚量の推定値に大きな違いはなかったが、2022 年以降の資源量および親魚量は下方修正された (補足図 7-1、補足表 7-1)。これはチューニング指標値である 2023 年の産卵量が予測より低かったことが主な要因と考えられる。一方、加入については、2021 年以降について下方修正された。これは、2019 年以降の年齢別漁獲尾数を遡って変更したことに加え、2023 年の加入量が再生産関係式に基づく予測値よりも大きく下回ったためである (補足図 7-1、補足表 7-2)。この要因として、2023 年の 0 歳魚の漁獲尾数が非常に少なかったことが挙げられる (図 3-2)。

合意された漁獲管理規則に基づく管理を開始してから 10 年後に親魚量の予測値が目標管理基準値を上回る確率は、50%を上回った。



補足図 7-1. 評価年度別の加入尾数、親魚量、資源量、漁獲量、漁獲割合、漁獲圧の比の将来予測結果

*今年度評価については、漁獲圧の比 (F/F_{97%msy}) を示す

補足表 7-1. 評価年度別の推定された加入量、親魚量、資源量および漁獲圧の比

(1) 加入量 (百万尾)

評価年度 / 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年
2022 年度	25,131	23,628	31,796		
2023 年度	25,116	23,670	29,481	34,677	
2024 年度	25,337	23,919	26,162	31,431	17,776

(2) 親魚量 (千トン)

評価年度 / 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年
2022 年度	68	53	46		
2023 年度	68	53	46	47	
2024 年度	65	53	47	37	45

(3) 資源量 (千トン)

評価年度 / 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年
2022 年度	135	113	104		
2023 年度	135	113	100	107	
2024 年度	131	112	93	84	106

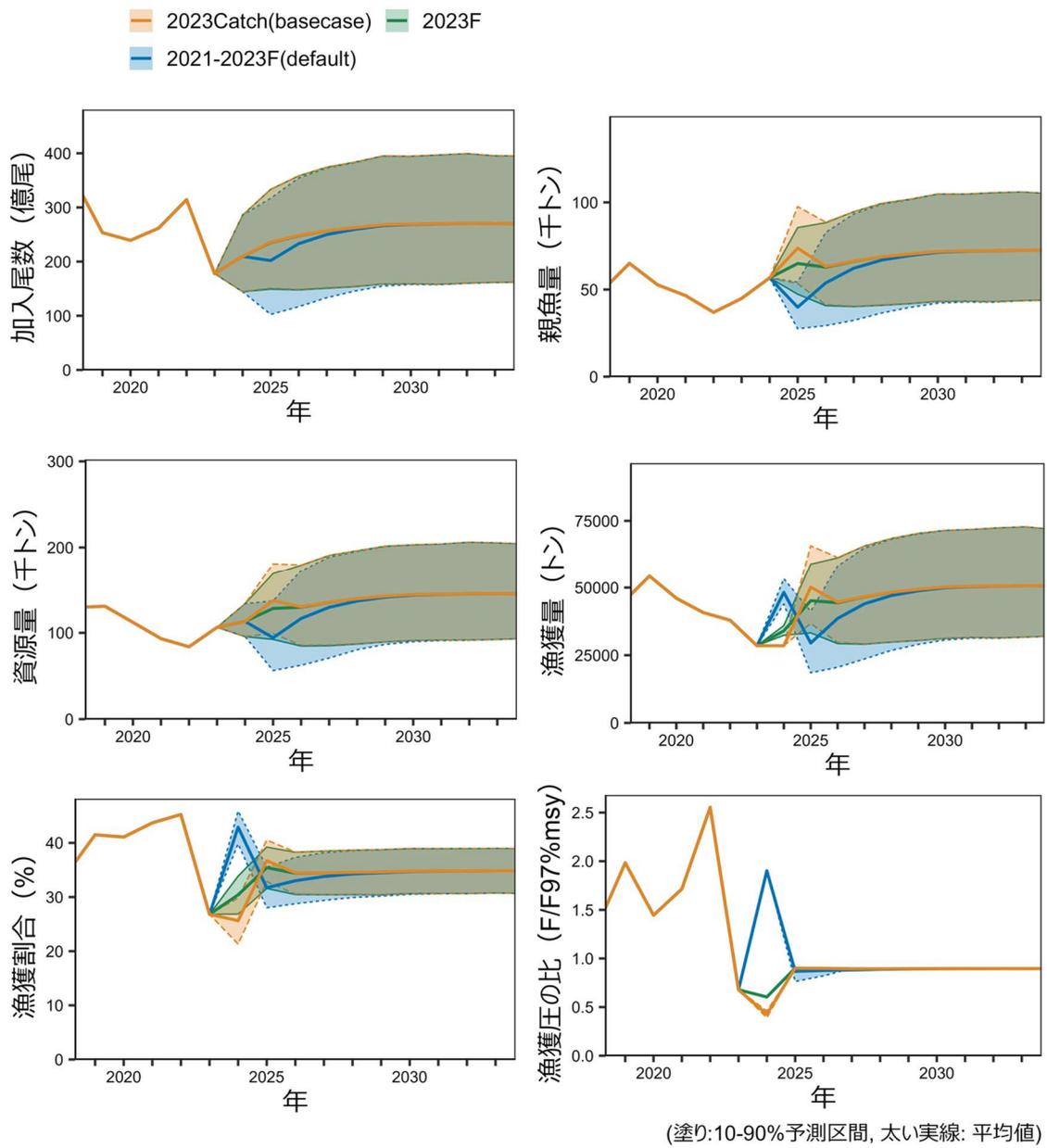
(4) 漁獲圧 (F/F_{msy})

評価年度 / 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年
2022 年度	2.60	2.06	2.08		
2023 年度	2.60	2.06	2.30	1.93	
2024 年度	2.83	2.00	2.54	3.44	0.94

補足資料 8 2024 年における F の仮定を変えた場合の将来予測

2024 年における F の仮定を変えた場合の将来予測結果 ($\beta=0.9$) を示した。2024 年の F を過去 3 年の平均漁獲圧である現状の漁獲圧 (F2021-2023) とした場合、2024 年における平均漁獲量は 4.8 万トンと予測された。しかし、本系群における漁獲量の半数以上を占める長崎県において、2024 年 1~6 月の中・小型まき網漁業による漁獲量は昨年 1~6 月の 25%程度の 0.3 万トンである。また TAC 集計においても 8 月 20 日までに報告された数量は 0.6 万トンである。この理由として、同海域でマイワシの漁場が形成されており、カタクチイワシへの漁獲圧が下がっている可能性がある。そのため、2024 年の漁獲量は 2023 年並みであると判断し、2024 年の F は直近年である 2023 年の漁獲量 2.9 万トンを与える F に等しいと仮定した (0 歳=0.12、1~2 歳=1.28、補足資料 2)。参考として、2024 年の F を現状の漁獲圧 (F2021-2023) と仮定した場合 (default) と 2023 年の F と仮定した場合 (2023F) の漁獲量、加入量、資源量、親魚量、漁獲割合の将来予測を示した。

2024 年の F を現状の漁獲圧にした場合、平均漁獲量は 2024 年に 4.8 万トン、2025 年に 3.0 万トンと推定され、その後徐々に増加し、2029 年以降は 5 万トン程度で維持された (補足図 8-1)。一方、2024 年の F を 2023 年の F とした場合、2024 年と 2025 年の平均漁獲量はそれぞれ 3.4 万トンおよび 4.5 万トンと予測された (補足図 8-1)。



補足図 8-1. 2024 年における F の仮定を変えた場合の将来予測

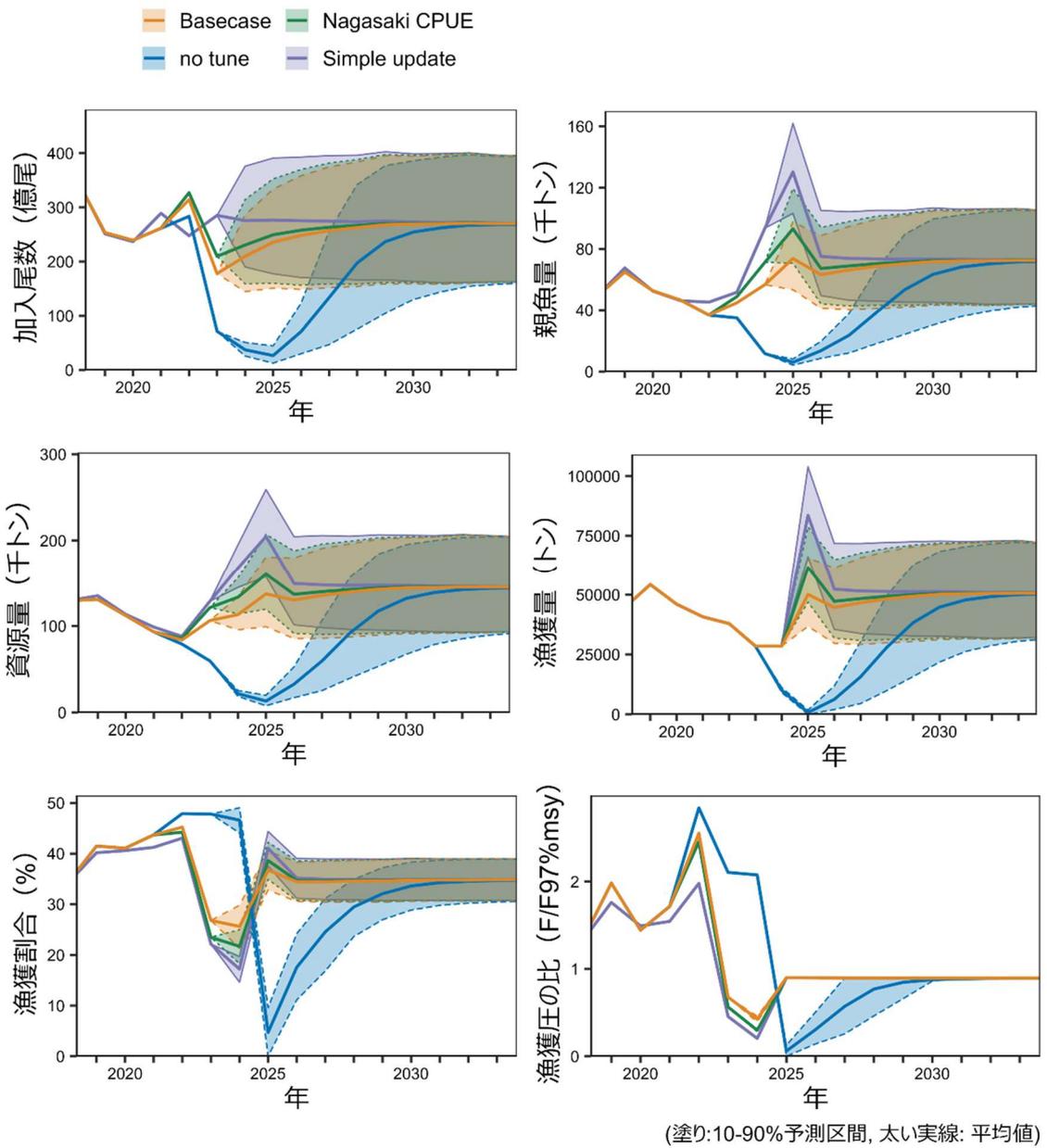
補足資料 9 様々な不確実性を考慮した場合の資源評価と将来予測

今年度の資源評価では、年齢別漁獲尾数（以下、CAA）の計算に用いている長崎県の漁獲量月別割合を、県による主要漁協漁獲量の合計値の月別割合から、長崎県中・小型まき網漁業による漁獲量の月別割合へ変更したため、変更しなかった場合の資源評価および将来予測を行い結果の比較を行った（Simple update）。また、今年度のCAAの特徴として、推定された0歳魚の割合が低く、1～2歳魚の割合が高いことが挙げられる（図3-2）。一方、加入量（0歳魚資源尾数）の指標として考慮している長崎CPUEは高い水準で推移した（補足資料6）。漁獲物の体長組成の結果および漁業者ヒヤリングから、2023年の長崎県中小型まき網の漁獲に1～2歳魚が多く含まれていた可能性が高いため、長崎CPUEは加入量の動向を正しく示していないと判断した。そのため、今年度の資源評価では、長崎CPUEの2023年の値を外してFのチューニングを行った結果をベースケースとした（Basecase）。比較のため、2023年においても長崎CPUEを用いた資源評価結果を示す（Nagasaki CPUE）。さらに、今年度の資源評価結果では2023年の漁獲圧Fの急減が見られたが、より悲観的な状況を想定すれば、2023年の漁獲量の減少はFの低下ではなく、資源量の減少をより強く反映している可能性もある（すなわち、Fは変化していない）。そこで、2023年のFを過去3年（2020～2022年）と同じと仮定し、チューニングをしない試算も行った（no tune）。

まとめると、以下の条件で資源評価を行い、将来予測結果（ $\beta=0.9$ ）も合わせて示した。2024年のFについては、ベースケースと同様に2024年漁獲量が2023年と同じであると仮定したF値を用いた（補足資料2, 8）。ただし、チューニングをしないVPAの場合、2024年のFは、2023年と同様の値とした。なお、長崎CPUEを全期間チューニングから取り除いた場合、現実的なFの推定値が得られなかった（補足図2-2）。

- ・本年度資源評価（Basecase）
- ・長崎県の漁獲量の月別割合を変更せず、2023年の長崎CPUEを考慮（Simple update）
- ・長崎県の漁獲量の月別割合のCAAを用いるが、2023年の長崎CPUEを考慮（Nagasaki CPUE）
- ・2023年のFが過去3年の平均値と同じと仮定し、チューニングをしない（no tune）

昨年と同様の手法で資源評価を更新した場合（Simple update）、最も楽観的な結果となり、2023年の加入量は285億尾、2025年の親魚量は平均13.0万トンと推定された。一方、本年度の資源評価（Basecase）と2023年の長崎CPUEを考慮した場合（Nagasaki CPUE）においては、178～210億尾と低い加入が推定され、平均親魚量もそれぞれ、7.4万トンおよび9.3万トンと推定された。チューニングを行わなかった場合、2023年の加入量は最も低く、40億尾と推定され、その後も2025年まで低い加入が続くと予測された。2025年の平均漁獲量は、Basecase、Nagasaki CPUE、Simple update、no tuneにおいて、それぞれ5.0万トン、6.2万トン、8.4万トン、768トンと推定された。



補足図 9-1. 様々な不確実性を考慮した場合の資源評価と将来予測

補足表 9-1. シナリオごとの将来の平均親魚量 (千トン)

	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Basecase	56.7	73.7	63.2	66.3	68.8	70.3	71.8	72.2	72.3	72.6	72.4
Simple update	93.7	130.2	75.2	73.8	73.6	73.3	73.6	73.3	72.9	73.0	72.7
Nagasaki CPUE	71.3	93.1	67.2	68.9	70.5	71.4	72.4	72.6	72.5	72.7	72.5
notune	11.7	6.0	13.6	23.6	38.9	53.5	63.4	68.2	70.3	71.6	71.9

補足表 9-2. シナリオごとの将来の平均漁獲量 (千トン)

	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Basecase	28.5	50.2	44.6	46.7	48.3	49.3	50.2	50.4	50.6	50.7	50.6
Simple update	28.5	83.6	52.4	51.6	51.4	51.3	51.4	51.2	51.0	51.0	50.8
Nagasaki CPUE	28.5	61.6	47.3	48.4	49.4	50.1	50.6	50.7	50.7	50.8	50.7
notune	10.1	0.7	6.3	15.7	28.0	38.3	44.8	47.8	49.3	50.1	50.3

補足資料 10 資源解析結果の詳細

年	漁獲尾数(十万尾)			漁獲重量(トン)			平均体重(g)		
	0歳	1歳	2歳	0歳	1歳	2歳	0歳	1歳	2歳
1976	30,085	46,432	2,278	13,237	52,004	7,107	4.4	11.2	31.2
1977	34,857	32,201	2,000	11,154	33,167	6,060	3.2	10.3	30.3
1978	16,977	19,454	524	7,470	21,594	1,630	4.4	11.1	31.1
1979	33,303	30,458	1,086	9,991	30,763	3,443	3.0	10.1	31.7
1980	32,395	20,575	1,136	12,958	25,925	3,431	4.0	12.6	30.2
1981	79,043	27,037	2,168	28,455	38,393	6,873	3.6	14.2	31.7
1982	69,965	33,888	1,001	28,686	39,310	3,013	4.1	11.6	30.1
1983	50,442	42,807	734	18,159	38,526	2,268	3.6	9.0	30.9
1984	55,263	23,188	379	18,789	24,811	1,103	3.4	10.7	29.1
1985	41,420	36,166	1,065	18,225	40,506	3,099	4.4	11.2	29.1
1986	42,714	17,064	945	14,523	24,231	2,882	3.4	14.2	30.5
1987	59,959	21,005	1,403	20,386	27,937	3,746	3.4	13.3	26.7
1988	31,738	50,960	270	12,378	40,768	726	3.9	8.0	26.9
1989	27,623	22,805	666	11,325	28,506	2,058	4.1	12.5	30.9
1990	62,344	31,526	2,246	26,184	43,821	6,334	4.2	13.9	28.2
1991	97,211	40,861	3,867	33,052	38,818	11,408	3.4	9.5	29.5
1992	36,625	35,140	2,998	13,185	46,736	8,394	3.6	13.3	28.0
1993	35,154	27,285	3,289	10,195	37,108	9,439	2.9	13.6	28.7
1994	103,270	32,699	3,460	36,145	45,779	10,968	3.5	14.0	31.7
1995	77,297	65,022	2,381	26,281	81,278	6,214	3.4	12.5	26.1
1996	40,419	47,446	246	17,784	60,256	622	4.4	12.7	25.3
1997	73,112	65,816	4,691	30,707	84,903	12,947	4.2	12.9	27.6
1998	70,216	79,897	6,622	25,278	83,892	19,270	3.6	10.5	29.1
1999	109,009	57,103	3,099	43,604	74,805	8,770	4.0	13.1	28.3
2000	33,837	51,766	1,395	13,196	48,660	3,571	3.9	9.4	25.6
2001	64,785	36,633	346	26,562	37,732	1,097	4.1	10.3	31.7
2002	94,780	42,180	827	29,382	46,820	2,175	3.1	11.1	26.3
2003	67,324	30,097	965	20,197	38,524	2,268	3.0	12.8	23.5
2004	133,767	55,767	1,218	24,078	47,402	2,923	1.8	8.5	24.0
2005	115,808	32,100	1,449	32,426	34,347	3,738	2.8	10.7	25.8
2006	63,450	34,838	6,785	20,304	44,593	18,794	3.2	12.8	27.7
2007	39,634	45,093	8,938	19,024	51,406	25,920	4.8	11.4	29.0
2008	30,085	46,432	2,278	13,237	52,004	7,107	4.4	11.2	31.2

補足資料 10 (続き)

年	漁獲尾数(十万尾)			漁獲重量(トン)			平均体重(g)		
	0歳	1歳	2歳	0歳	1歳	2歳	0歳	1歳	2歳
2009	35,445	25,155	2,270	9,216	35,216	6,924	2.6	14.0	30.5
2010	42,282	29,967	3,696	12,685	43,452	10,165	3.0	14.5	27.5
2011	62,001	37,667	2,480	16,740	40,680	6,697	2.7	10.8	27.0
2012	63,870	30,688	534	18,522	30,381	1,371	2.9	9.9	25.7
2013	32,563	30,052	838	8,141	37,265	2,339	2.5	12.4	27.9
2014	39,731	41,339	904	13,508	44,233	2,603	3.4	10.7	28.8
2015	65,419	36,071	245	25,513	34,628	712	3.9	9.6	29.0
2016	32,059	36,024	591	11,862	37,465	1,359	3.7	10.4	23.0
2017	53,001	32,861	469	16,430	32,532	1,244	3.1	9.9	26.5
2018	64,892	33,872	70	14,925	29,469	173	2.3	8.7	24.7
2019	58,593	53,999	84	15,234	38,880	219	2.6	7.2	26.1
2020	60,938	33,839	179	15,235	30,455	427	2.5	9.0	23.9
2021	70,962	30,807	418	12,773	27,110	948	1.8	8.8	22.7
2022	105,379	31,999	53	15,807	22,079	131	1.5	6.9	24.6
2023	21,634	24,244	76	7,572	20,850	203	3.5	8.6	26.6

補足資料 10 (続き)

年	漁獲係数 F			資源尾数(十万尾)			資源量(トン)		
	0 歳	1 歳	2 歳	0 歳	1 歳	2 歳	0 歳	1 歳	2 歳
1976	0.28	2.21	2.21	201,406	85,982	4,219	88,649	96,246	13,143
1977	0.45	3.01	3.01	159,647	55,845	3,469	51,583	57,422	10,498
1978	0.17	1.92	1.92	182,722	37,589	1,013	80,267	41,699	3,148
1979	0.37	2.14	2.14	176,353	56,923	2,029	52,535	57,670	6,437
1980	0.34	1.42	1.42	187,508	44,678	2,467	74,097	56,389	7,444
1981	0.59	2.34	2.34	291,381	49,332	3,956	103,591	69,889	12,548
1982	0.46	2.86	2.86	312,449	59,251	1,750	128,942	68,560	5,265
1983	0.53	3.63	3.63	201,189	72,508	1,243	71,731	65,394	3,841
1984	0.42	2.12	2.12	267,386	43,419	710	90,691	46,413	2,067
1985	0.55	2.52	2.52	162,484	64,847	1,909	71,468	72,803	5,551
1986	0.54	1.67	1.67	168,018	34,652	1,920	57,553	49,239	5,857
1987	0.35	3.34	3.34	338,451	35,903	2,398	113,664	47,584	6,400
1988	0.32	3.06	3.06	193,484	88,142	468	74,748	70,417	1,259
1989	0.20	1.29	1.29	246,719	51,929	1,517	100,602	64,892	4,692
1990	0.37	1.21	1.21	335,585	74,008	5,272	141,954	102,671	14,865
1991	0.56	1.54	1.54	374,417	85,641	8,105	128,728	81,584	23,945
1992	0.30	1.33	1.33	233,284	78,779	6,722	83,601	104,688	18,812
1993	0.28	1.23	1.23	233,908	63,606	7,668	68,516	86,480	22,018
1994	0.46	1.79	1.79	465,713	64,728	6,850	163,849	90,648	21,729
1995	0.37	4.29	4.29	414,619	108,690	3,979	141,120	135,384	10,400
1996	0.16	1.35	1.35	451,355	105,647	547	198,286	133,747	1,385
1997	0.26	1.46	1.46	518,923	141,529	10,088	216,123	182,469	27,838
1998	0.35	2.29	2.29	389,004	146,556	12,146	138,123	153,765	35,349
1999	0.57	2.76	2.76	416,214	100,518	5,455	167,318	131,308	15,416
2000	0.28	3.96	3.96	230,750	86,999	2,344	89,278	81,560	5,992
2001	0.42	2.79	2.79	309,083	64,365	607	128,059	66,017	1,924
2002	0.71	2.73	2.73	308,140	74,411	1,460	94,040	82,480	3,845
2003	0.33	2.19	2.19	397,232	55,871	1,791	118,889	71,646	4,214
2004	0.56	2.06	2.06	516,476	105,299	2,299	95,496	89,499	5,527
2005	0.51	0.67	0.67	478,198	108,867	4,913	132,200	116,784	12,663
2006	0.36	0.78	0.78	347,999	105,678	20,580	109,685	135,269	57,110
2007	0.33	1.77	1.77	233,665	89,537	17,746	112,407	102,454	51,428
2008	0.28	2.21	2.21	201,406	85,982	4,219	88,649	96,246	13,143

補足資料 10 (続き)

年	漁獲係数 F			資源尾数(十万尾)			資源量(トン)		
	0 歳	1 歳	2 歳	0 歳	1 歳	2 歳	0 歳	1 歳	2 歳
2009	0.30	1.11	1.11	224,216	61,921	5,588	57,294	86,662	17,026
2010	0.33	1.66	1.66	245,544	60,986	7,523	73,665	88,592	20,666
2011	0.52	3.22	3.22	250,821	64,685	4,260	68,888	69,575	11,522
2012	0.54	2.60	2.60	251,183	54,666	950	73,256	53,990	2,446
2013	0.25	2.57	2.57	242,083	53,666	1,497	61,519	66,651	4,174
2014	0.33	4.10	4.10	234,620	69,307	1,515	80,436	73,972	4,363
2015	0.50	3.12	3.12	275,058	62,214	423	108,514	59,542	1,227
2016	0.31	3.37	3.37	200,986	61,510	1,009	75,197	63,977	2,316
2017	0.45	5.15	5.15	240,221	54,494	779	74,271	54,128	2,066
2018	0.36	5.00	5.00	351,250	56,225	116	80,535	48,646	287
2019	0.48	4.69	4.69	253,371	89,858	140	65,817	64,663	364
2020	0.54	3.42	3.42	239,191	57,671	305	59,424	51,980	728
2021	0.59	5.36	5.36	261,609	51,032	692	46,760	44,951	1,567
2022	0.80	4.79	4.79	314,312	53,200	88	46,930	36,678	218
2023	0.22	1.48	1.48	177,765	51,713	163	61,492	44,438	433