

## 令和7（2025）年度ウルメ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・依田真里・藤波裕樹・井元順一）

水産技術研究所 環境・応用部門

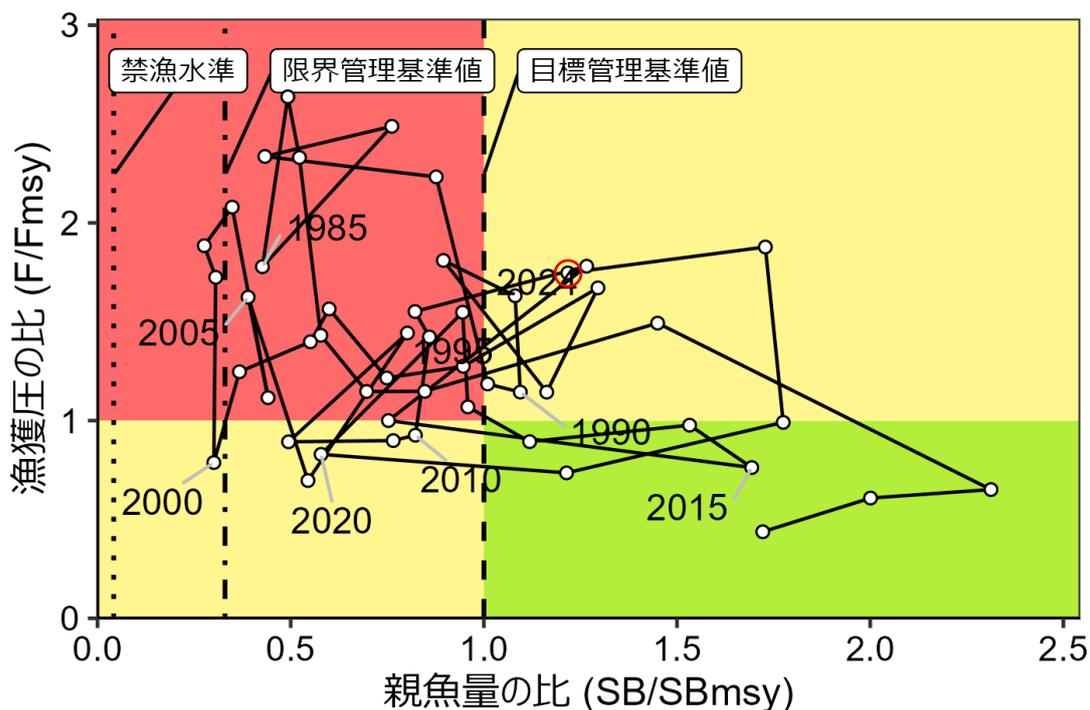
参画機関：青森県産業技術センター水産総合研究所、秋田県水産振興センター、山形県水産研究所、新潟県水産海洋研究所、富山県農林水産総合技術センター水産研究所、石川県水産総合センター、福井県水産試験場、京都府農林水産技術センター海洋センター、兵庫県立農林水産技術総合センター但馬水産技術センター、鳥取県水産試験場、島根県水産技術センター、山口県水産研究センター、福岡県水産海洋技術センター、佐賀県玄海水産振興センター、長崎県総合水産試験場、熊本県水産研究センター、鹿児島県水産技術開発センター、海洋生物環境研究所

### 要 約

本系群の資源量について、卵稚仔調査での産卵量データと大中型まき網での資源量指標値をチューニング指数としたコホート解析により推定した。資源量は、2004年以降増加傾向を示し、2015年には14万トンに達したが、その後減少して、2020年には6.3万トンとなった。その後、資源量は2023年に13.2万トンまで増加したが、2024年は9.5万トンとなった。また2024年の加入量は2023年に続き高い水準となった。

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」および令和5年11月に開催された「水産政策審議会」を経て、本系群の目標管理基準値、限界管理基準値、禁漁水準を含む漁獲シナリオが定められた。目標管理基準値は最大持続生産量MSYを実現する親魚量（SB<sub>msy</sub>:5.4万トン）である。2024年の親魚量（6.6万トン）は、MSYを実現する水準を上回る。また、本系群に対する2024年の漁獲圧はMSYを維持する水準の漁獲圧（F<sub>msy</sub>）を上回る。親魚量の動向は直近5年間（2020～2024年）の推移から「増加」と判断される。漁獲シナリオに基づき、2026年の親魚量および資源量の予測値から算出される2026年のABCは5.8万トンである。

要 約 図 表



最大持続生産量 (MSY)、親魚量の水準と動向、および ABC	
MSY を実現する水準の親魚量 (SBmsy)	54 千トン
2024 年の親魚量の水準	MSY を実現する水準を上回る (1.22 倍)
2024 年の漁獲圧の水準	SBmsy を維持する水準を上回る (1.75 倍)
2024 年の親魚量の動向	増加
MSY	35 千トン
2026 年の ABC	58 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。 ・ 調整係数 $\beta$ は、0.80 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/Fmsy、および漁獲割合					
年	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F/Fmsy	漁獲割合 (%)
2020	63	31	19	0.83	31
2021	101	66	34	0.74	33
2022	115	96	42	0.99	37
2023	132	94	61	1.88	47
2024	95	66	43	1.75	46
2025	137	86	49	0.78	36
2026	149	106	58	0.80	39

・ 2025、2026年の値は将来予測に基づく平均値である。  
 ・ 2026年の漁獲にはABCの値を用いた。

## English title (authors)

Stock assessment and evaluation for round herring of the Tsushima Warm Current Stock (fiscal year 2025).

(Yuko Hiraoka, Mari Yoda, Yuki Fujinami, Junichi Imoto)

## 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) 主要港水揚げ量(新潟～鹿児島(14)県) 大中型まき網漁業漁獲成績報告書(水産庁) 月別体長組成調査(水産機構・京都～鹿児島(8)県)
資源量指数 ・親魚量  ・資源量	卵稚仔調査(周年、水研、青森～鹿児島(17)府県) ・ノルパックネット* 魚群分布調査「計量魚探を用いた浮魚類魚群量調査」(8～9月、水産機構) ・計量魚群探知機、中層トロール 大中型まき網漁業漁獲成績報告書(水産庁)*
自然死亡係数(M)	年当たりM=0.7を仮定(大下 2003、2009)
漁獲努力量	大中型まき網漁業漁獲成績報告書(水産庁)

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

## 2. 生態

### (1) 分布・回遊

本種は日本の沿岸域を中心に分布し、特に本州中部以南に多い(落合・田中 1986)。ウルメイワシ対馬暖流系群の漁場は、主に九州西方から山陰の沿岸に沿って帯状に形成される。一部は夏季に日本海へ、冬季に九州西岸へ回遊すると考えられる(図 2-1)。

### (2) 年齢・成長

対馬暖流域におけるウルメイワシの成長式は次の通り(大下ほか 2011、図 2-2)。

$$BL_m = 244.77(1 - \exp(-0.10(m - 0.55)))$$

ここで、BL<sub>m</sub> はふ化後月数 m における被鱗体長 (mm) である。寿命は 3 年程度である。

### (3) 成熟・産卵

卵・稚魚の出現状況から、本系群の産卵は九州周辺水域ではほぼ周年にわたり行われると考えられる。北方の海域ほど産卵期間は短く、青森県以南の日本海北部では春から夏にかけて産卵する(内田・道津 1958)。ウルメイワシは 1 歳で成熟する(図 2-3、大下ほか 2011)。

### (4) 被捕食関係

ウルメイワシはカイアシ類、十脚類幼生、端脚類などを捕食し(Tanaka et al. 2006)、大型魚類、ほ乳類、海鳥類、頭足類などに捕食される。

### 3. 漁業の状況

#### (1) 漁業の概要

主にまき網、定置網、棒受網などで漁獲される。

#### (2) 漁獲量の推移

本評価における漁獲量は、漁業・養殖業生産統計年報の青森県～鹿児島県の合計値に、漁獲成績報告書より日本海区および東シナ海区以外に所属する漁船による当該海域（東シナ海区）における漁獲量を加えた（図 3-1、表 3-1）。これら漁船による漁獲量については 1994 年まで遡って計上した。

1976 年から 1998 年まで毎年 2 万トンを超える漁獲があった。特に 1980 年代後半から 1990 年代前半までは 4 万トンを上回る年が多くみられた。しかし、1990 年代後半から 2000 年にかけて 1 万トンまで減少した。2001 年以降は増加傾向にあり、2013 年と 2016 年には 5 万トンを超える漁獲量となった。その後漁獲量は減少し、2017 年以降は 3.1 万～3.9 万トンの間で変動したが、2020 年は 1.9 万トンと大きく減少した。2021 年以降は漁獲量が再び増加し、2023 年は 1976 年以降で最高となる 6.1 万トンとなった。2024 年は 2022 年と同程度の 4.3 万トンとなった。2024 年は日本海西区の漁獲量が減少し、東シナ海区における漁獲量の割合が多い。

対馬暖流域では日本の他に韓国もウルメイワシを漁獲しており、韓国の漁獲量は、1976 年から 1986 年には 1.4 万トンを記録したが、2004 年以降、報告されていない（水産統計（韓国海洋水産部）、<https://www.fips.go.kr/p/S020304/>、2025 年 6 月）。中国によるウルメイワシ漁獲量は不明である。

年齢別漁獲尾数の推移を図 3-2 に示した。漁獲の主体は 0 歳魚と 1 歳魚である（図 3-2、補足資料 9）。

#### (3) 漁獲努力量

主要な漁業はまき網で、沖合域で操業する大中型まき網と沿岸域で操業する中小型まき網による漁獲量が多い。図 3-3 に東シナ海・日本海西部で操業する大中型まき網の網数を示した。網数は 1980 年代後半に過去最多となったが、1990 年以降、減少が続いている。2024 年の網数は約 4 千網と低い水準であった。

### 4. 資源の状態

#### (1) 資源評価の方法

1976 年以降の月別漁獲量と体長測定資料から推定した年齢別漁獲尾数を用いて、1976～2024 年の期間でコホート解析を行った。コホート解析においては、卵稚仔調査で得られる卵密度データを標準化した資源量指標値（1997～2024 年）、大中型まき網の資源量指標値（抽出データによる 1 隻あたりの漁獲量を標準化した値、以下「大中まき CPUE」という、2007～2024 年）を用いて 2024 年の漁獲係数  $F$  の調整を行った（補足資料 5、6）。ウルメイワシの分布は主に沿岸に限定され、また韓国、中国の漁獲データが得られていないため、日本の漁獲データに基づき資源評価を行った。

## (2) 資源量指標値の推移

漁獲係数 F の調整に使用した資源量指標値（各指標値の平均値で規格化した値）を図 4-1 と補足表 2-4 に示した。九州西岸から日本海で実施された卵稚仔調査に基づく本資源の資源量指標値は 1997～2000 年代初めには低い水準で安定していたが、2000 年代後半から増加し、2016 年には高い水準となった。しかし、2018 年にかけて急減し、2000 年代初めと同水準に落ち込んだ。2019 年以降は増加傾向が続いていたが、2024 年はやや減少した。大中まき CPUE は、2007 年以降、増減はあるものの、比較的安定している。2021 年以降は、ゆるやかな増加傾向がみられたが、卵稚仔調査に基づく資源量指標値と同様、2024 年はやや減少した。卵稚仔調査および計量魚探調査結果の概要は補足資料 4 に示した。

## (3) 資源量と漁獲圧の推移

コホート解析により求めた資源量は 1970 年代後半から 1980 年代半ばにかけて減少し、1980 年代後半から 1990 年代前半にかけて増加した。その後 2000 年代前半まで再び減少したが、2004 年以降増加して 2015 年には 14 万トンを超えた。その後減少して 2020 年の資源量は 6.3 万トンと推定されたが、2021 年以降再び増加して、2023 年には 13.2 万トンと推定された。2024 年には減少傾向に転じ、9.5 万トンと推定された（図 4-2）。親魚量は資源量と同様の傾向を示し、2015 年に 9.2 万トンと高い水準となったが、2020 年にかけて減少し 3.1 万トンと推定された。その後親魚量は、2021 年以降まで増加し、2022 年と 2023 年には 9.4 万トンから 9.6 万トンで推移したが、2024 年は 6.6 万トンと推定された（図 4-2）。資源解析結果の概要については表 4-1 に示した。

加入量（0 歳魚資源尾数）は、1992 年に 50 億尾を超えたが、1990 年代後半には 10 億尾を下回る年が続いた（図 4-5）。2000 年代半ば以降は 12 億～35 億尾で推移していたが、2020 年以降は増加傾向にあり、2024 年は 45 億尾と推定された。年齢別資源尾数でみると 0 歳魚の割合が高いが、年齢別資源量でみると 0 歳魚と 1 歳魚の占める割合が高い（図 4-3、4-4）。

加入量と再生産成功率 RPS（親魚量に対する加入量の比）を図 4-5 に示した。再生産成功率は変動が大きく、2024 年は比較的高い値を示した。

コホート解析に用いた自然死亡係数（M）に対する感度解析として、M を仮定値（0.7）に対して、0.5、1.5、2 倍にした結果を図 4-6 に示した。自然死亡係数の増加に伴い資源量と親魚量は増加する傾向がみられた。

年齢別漁獲係数 F は 1 歳魚と 2 歳魚で相対的に高く、3 を超える年も出現したが、2000 年代半ば以降は、概ね 1～1.5 の間で変動している（図 4-7）。0 歳魚にかかる F は 1 未満の年が多く、近年は低い水準で安定していたが、2022 年から急増し、2024 年は 0.77 であった（補足資料 9）。漁獲割合は 50%を超える高い水準の年も出現しており、変動が大きい（図 4-8）。直近 5 年間（2020～2024 年）でみると、31～47%で推移した。

昨年度の評価と比べると、2022 年以前の推定値に大きな違いはないものの、2026 年以降は上方修正された。これは 2023 年に続き 2024 年の高い加入によるものと考えられる（補足資料 7）。

(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、加入量当たり親魚量 (SPR) を基準に、漁獲がなかった場合との比較を行った。図 4-9 に年ごとに漁獲がな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。直近 5 年間 (2020~2024 年) でみると、24~54%の間で変動しており、2023 年以降は 30%以下となり、2024 年は 26%であった。現状の漁獲圧として直近 3 年間 (2022~2024 年) の平均 F 値から %SPR を算出すると 31%となった。

Fmsy に対する YPR と %SPR の関係を図 4-10 に示した。ここでの F の選択率は令和 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 を維持する F (Fmsy) の推定に用いた値 (依田ほか 2021b) 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 44.7%に相当する。現状の漁獲圧 (F2022-2024) は Fmsy、F40%SPR を上回り、F30%SPR を下回る。

(5) 再生産関係

親魚量 (重量) と加入量 (尾数) の関係 (再生産関係) を図 4-11 に示した。前述の「管理基準値等に関する研究機関会議」において、本系群の再生産関係式にはホッカー・ステイック型再生産関係が提案されている (依田ほか 2021b)。ここで、再生産関係式のパラメータ推定に使用するデータは令和 2 (2020) 年度ウルメイワシ対馬暖流系群の資源評価 (依田ほか 2021a) に基づく 1976~2018 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、加入量の残差の自己相関は考慮した。再生産関係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

「管理基準値等に関する研究機関会議」(依田ほか 2021b) で推定された、現在 (1976 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、SBmsy (5.4 万トン) が資源管理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>)。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 (依田ほか 2021b) を図 4-12 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 4-13 に示す。また、2024 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 2024 年の親魚量は SBmsy (すなわち目標管理基準値) を上回る。2024 年の親魚量は SBmsy の 1.22 倍である。また、2024 年の漁獲圧は、Fmsy の 1.75 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  $F_{msy}$  の漁獲圧を与える F を %SPR 換算して求めた値と、各年の F 値との比である。親魚量の動向は、直近 5 年間（2020～2024 年）の推移から増加と判断される。本系群の親魚量は 2021 年以降  $SB_{msy}$  を上回る水準に維持されている。

## 5. 将来予測

### (1) 将来予測の設定

資源評価で推定した 2024 年の資源量から、コホート解析の前進法を用いて 2025～2055 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。

2025 年の漁獲圧は、直近までの漁模様から考えて過去 3 年間の平均程度の漁獲量が見込まれるため、2022～2024 年の漁獲量の平均値である 4.9 万トンを与える F 値と仮定した（補足資料 7）。現状の漁獲圧は、今年度評価における 2022～2024 年の漁獲圧に対応する %SPR を与える F 値とした。これらの計算には、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）の条件を用いた。2026 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、2026 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は、親魚量が限界管理基準値以上にある場合には  $F_{msy}$  に調整係数  $\beta$  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漁獲管理規則が本系群の漁獲シナリオとして定められている（図 5-1）。調整係数  $\beta$  には 0.8 が用いられる。

### (3) 2026 年の予測値と ABC の算定

2026 年に予測される親魚量は平均 10.6 万トンと見込まれた（補足表 3-4）。2026 年の漁獲量の予測値は漁獲シナリオに則した場合には 5.8 万トン（90% 予測区間は 3.4 万～9.2 万トン）、現状の漁獲圧を継続した場合には 8.2 万トン（90% 予測区間は 4.8 万～13.0 万トン）であった。

漁獲シナリオに則した漁獲管理規則から算定される 2026 年の予測平均漁獲量である 5.8 万トンを ABC として提示する（補足表 3-5）。

### (4) 2027 年以降の予測

漁獲シナリオに基づく管理を 10 年間継続した場合、2034 年の親魚量の予測平均値は 6.4 万トン（90% 予測区間は 2.9 万～12.0 万トン）であり、目標管理基準値を上回る確率は 56%、限界管理基準値を上回る確率は 100% であった（図 5-2、表 5-1、5-2、補足表 3-6）。参考情報として、異なる  $\beta$  を使用した場合、および現状の漁獲圧（ $F_{2022-2024}$ ）を継続した場合

の結果についても合わせて示した。2034年の親魚量の予測値は、 $\beta$ を0.9とした場合は平均6.0万トン（90%予測区間は2.7万～11.2万トン）、 $\beta$ を0.7とした場合は平均6.8万トン（90%予測区間は3.1万～12.8万トン）であり、限界管理基準値を上回る確率はそれぞれ99%、100%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3.8万トン（90%予測区間は1.4万～7.3万トン）であり限界管理基準値を上回る確率は90%、目標管理基準値を上回る確率は16%である。

## 6. 資源評価のまとめ

2024年の資源量は前年よりも減少したものの、親魚量はMSYを実現する水準(SBmsy)を上回り、動向は近年5年間(2020～2024年)の推移から「増加」と判断される。漁獲圧はSBmsyを維持する漁獲圧(Fmsy)を上回る。

## 7. その他

本種は寿命が短く、漁獲物の大半は0～1歳魚である。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である。そのため、加入が少ないと判断された場合には、0歳魚を獲り控えるなどの方策が効果的だと考えられる。

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年以降、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。今後は、漁獲データの収集をより充実させるとともに、考えられる不確実性を考慮しつつ、慎重に資源状態を把握していく必要がある(補足資料8)。

## 8. 引用文献

- 落合 明・田中 克 (1986) 「新版魚類学(下)」. 恒星社厚生閣, 東京, 1140 pp.
- 大下誠二 (2003) 平成14年度ウルメイワシ対馬暖流系群の資源評価, 我が国周辺水域の漁業資源評価(平成14年度), 水産庁・水産総合研究センター, 789-802.
- 大下誠二 (2009) 平成20年度ウルメイワシ対馬暖流系群の資源評価, 我が国周辺水域の漁業資源評価(平成20年度), 水産庁・水産総合研究センター, 659-674.
- 大下誠二・後藤常夫・大塚 徹・槐島光次郎 (2011) 東シナ海におけるウルメイワシの年齢・成長と成熟特性. 日水誌, 77, 15-22.
- 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.
- 依田真里・黒田啓行・高橋素光 (2021a) 令和2(2020)年度ウルメイワシ対馬暖流系群の資源評価. 我が国周辺水域の漁業資源評価. 水産庁・水産研究・教育機構, 東京.  
<http://www.abchan.fra.go.jp/digests2020/details/202022.pdf>
- 依田真里・黒田啓行・向草世香・佐々千由紀 (2021b) 令和3(2021)年度ウルメ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. FRA-SA2021-BRP03-4



図 2-1. 分布域

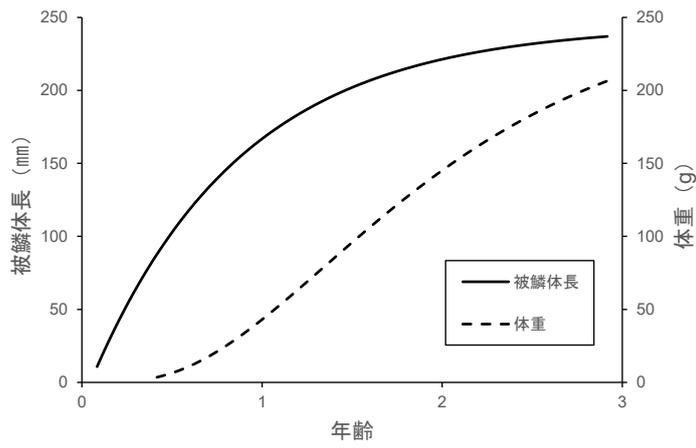


図 2-2. 年齢と成長

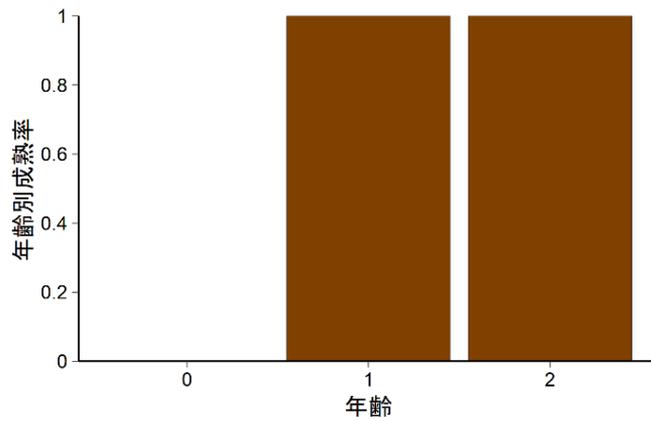


図 2-3. 年齢別成熟割合

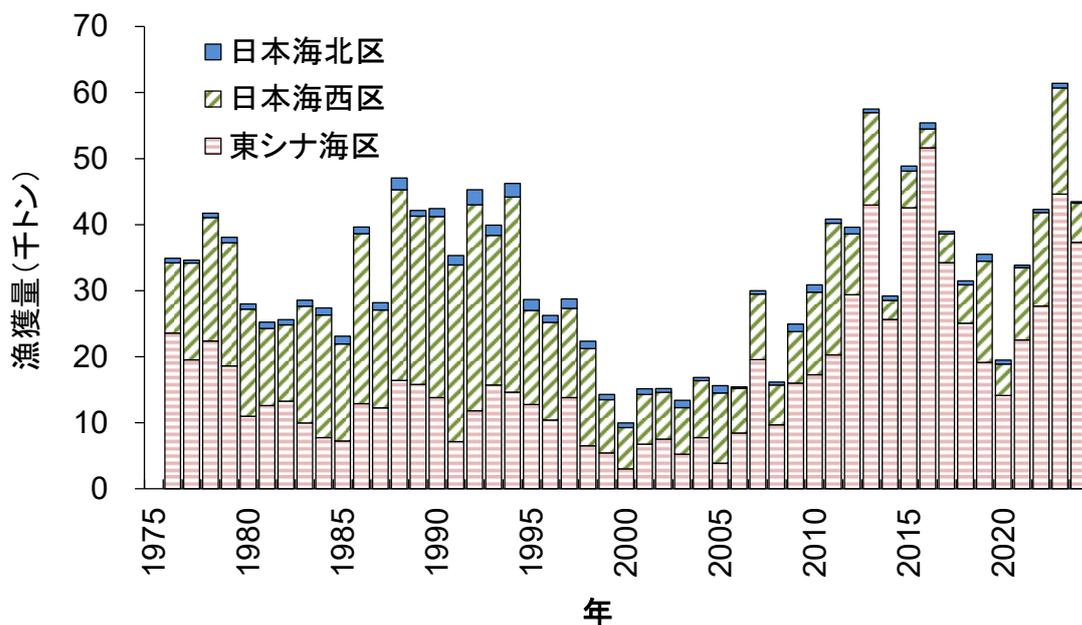


図 3-1. 漁獲量の推移

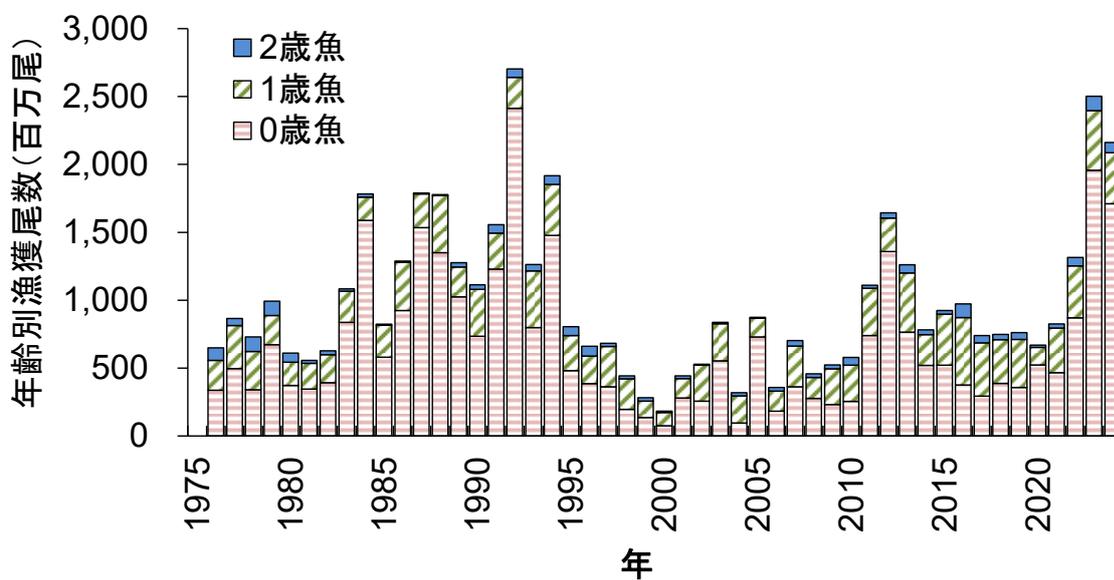


図 3-2. 年齢別漁獲尾数

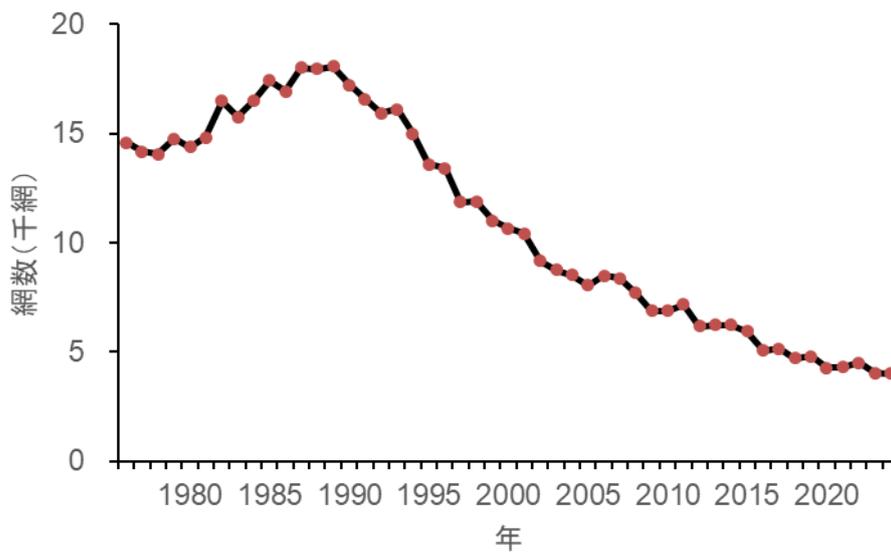


図 3-3. 東シナ海・日本海西部で操業する大中型まき網の網数の推移

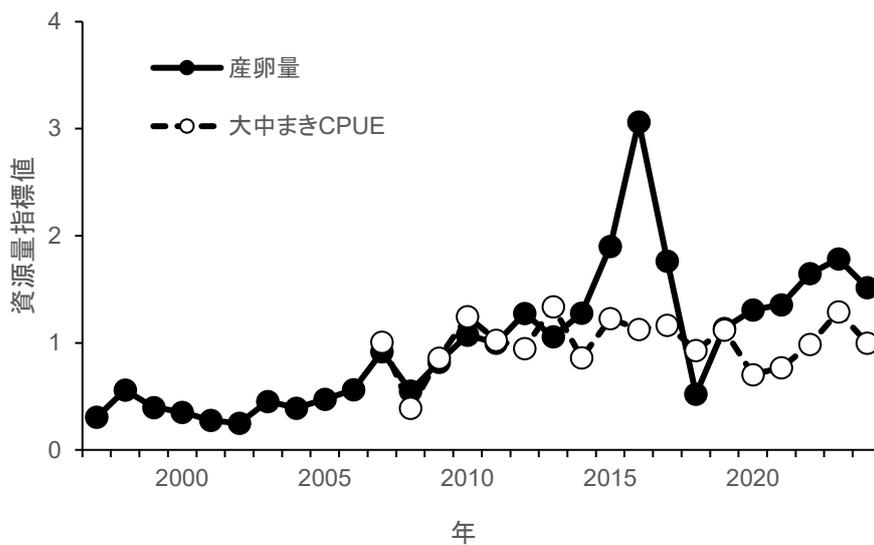


図 4-1. 資源量指標値の推移（平均値で規格化して示した）

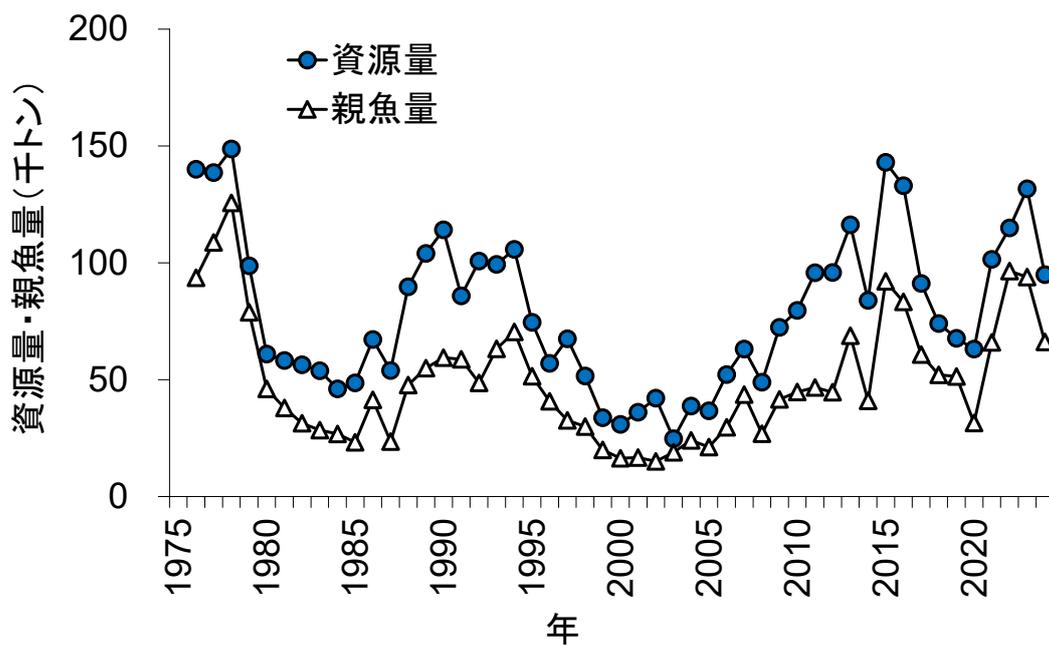


図 4-2. 資源量と親魚量の推移

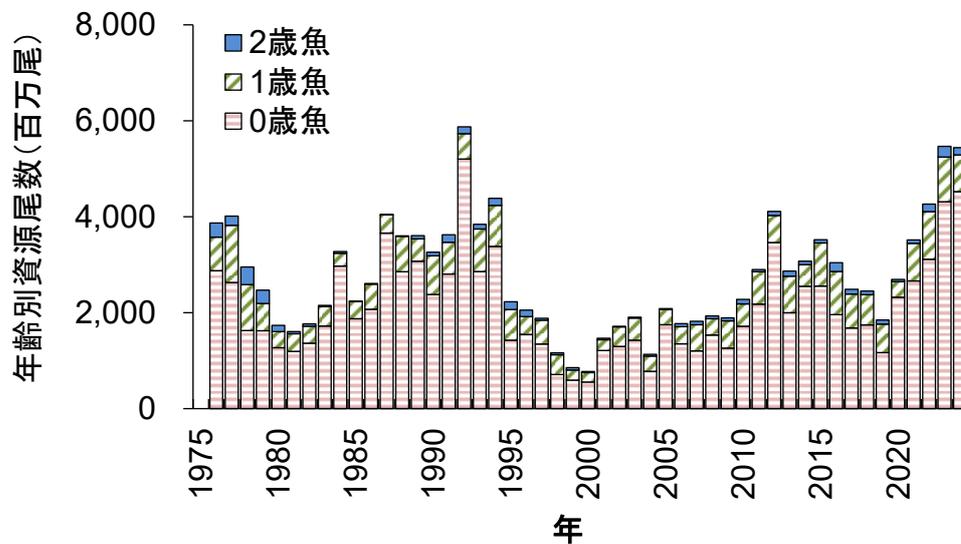


図 4-3. 年齢別資源尾数の推移

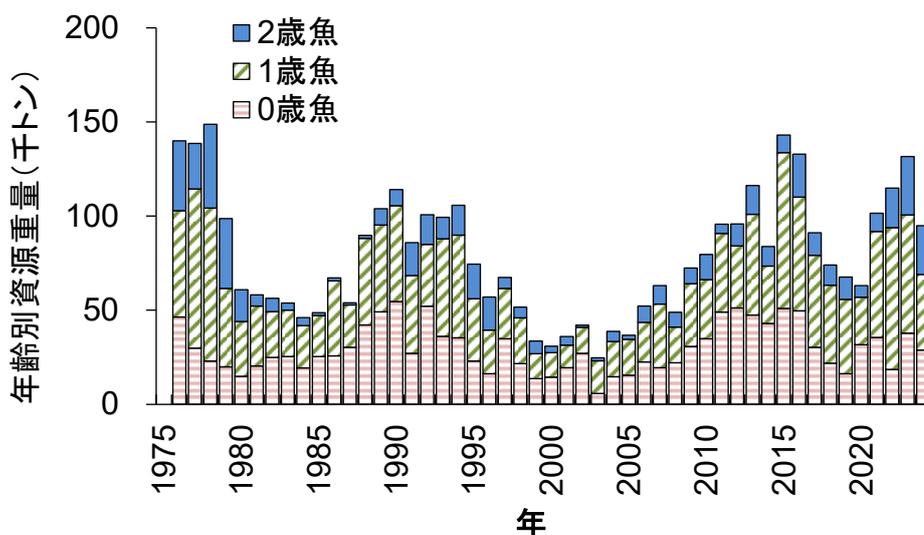


図 4-4. 年齢別資源重量の推移

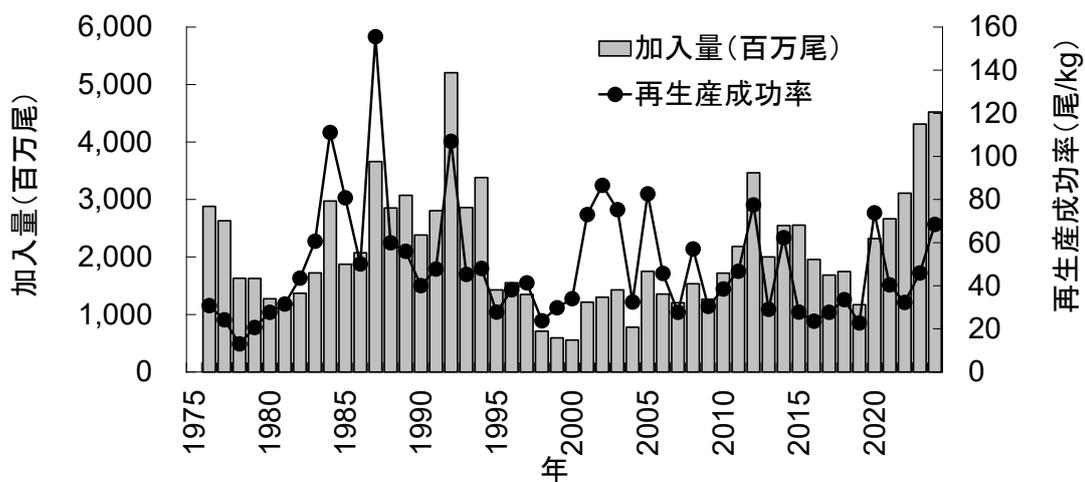


図 4-5. 加入量と再生産成功率 (RPS) の推移

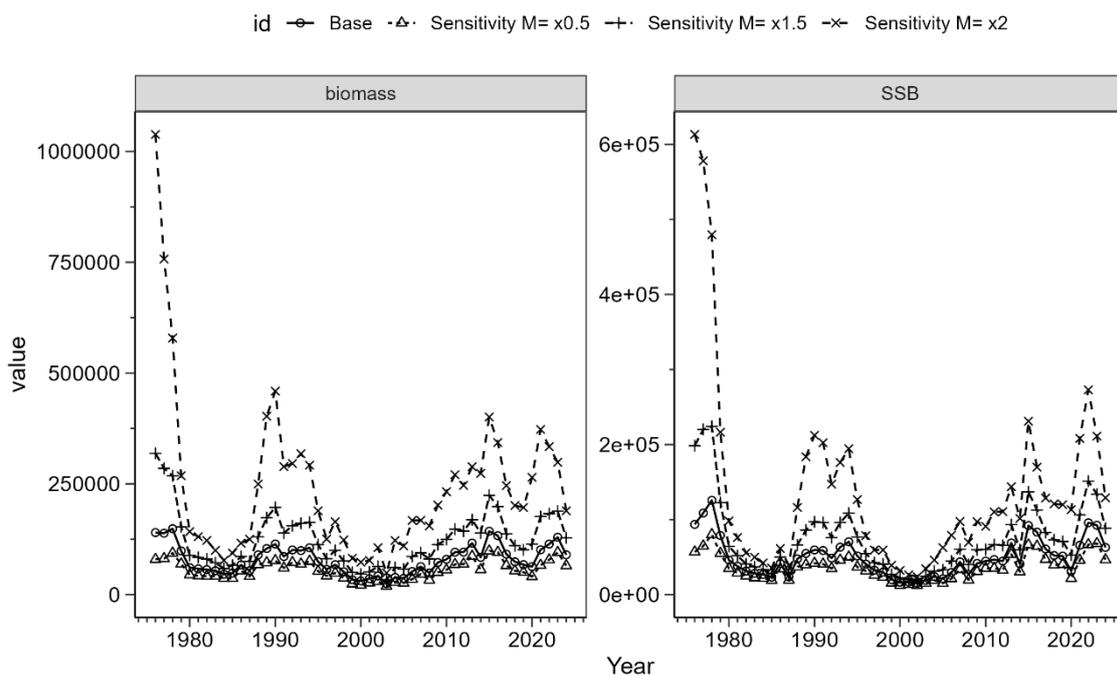


図 4-6. 資源量と親魚量の推定に対する自然死亡係数 M の影響

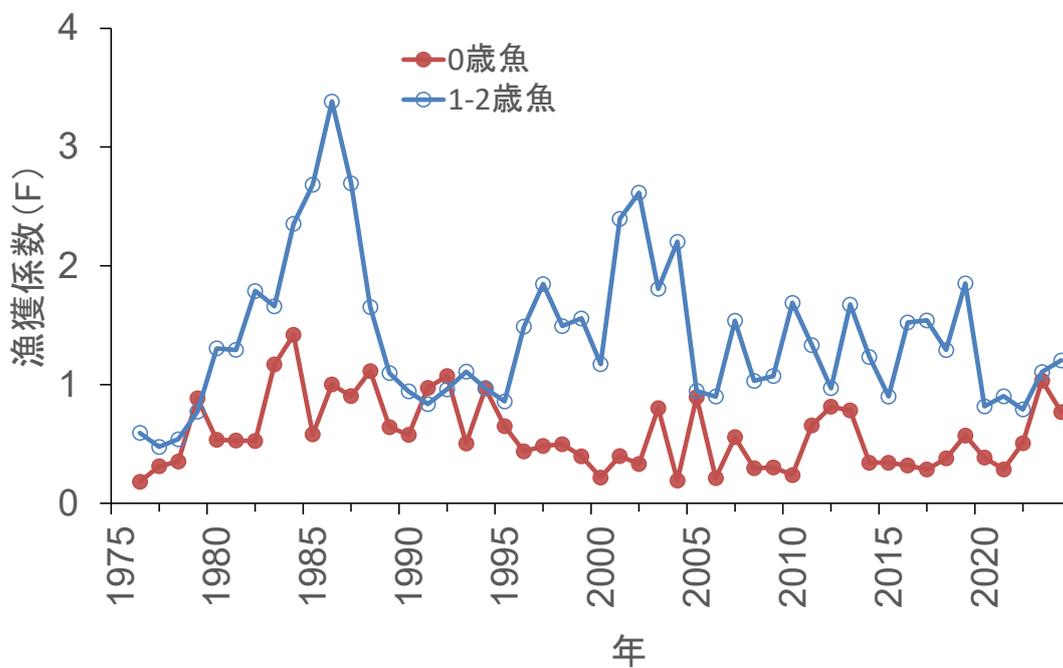


図 4-7. 年齢別漁獲係数 F の推移

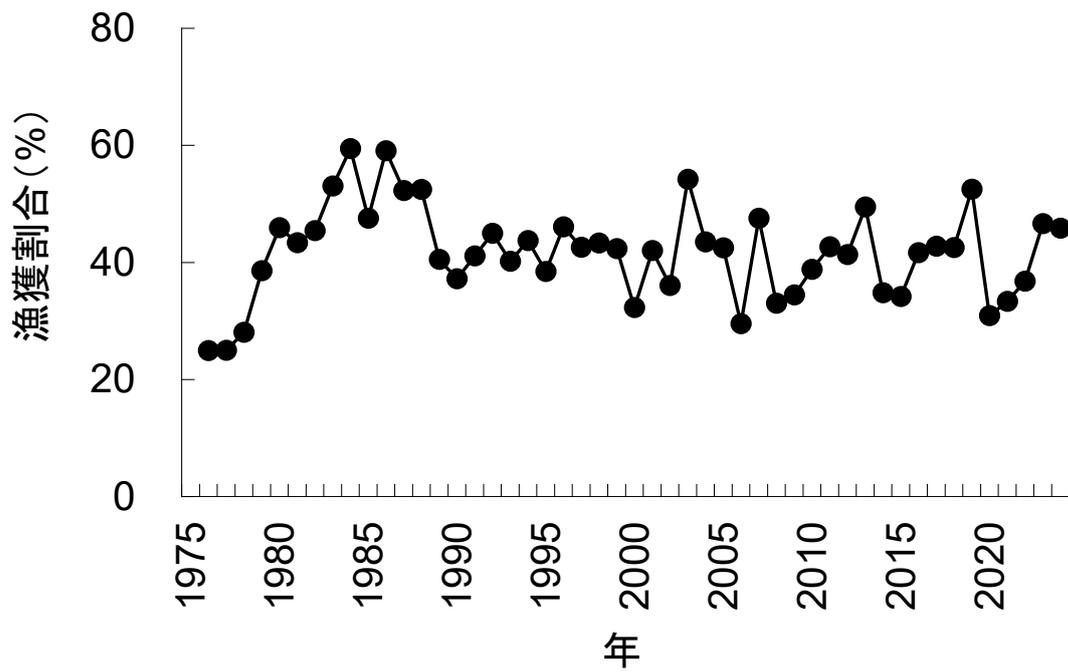


図 4-8. 漁獲割合の推移

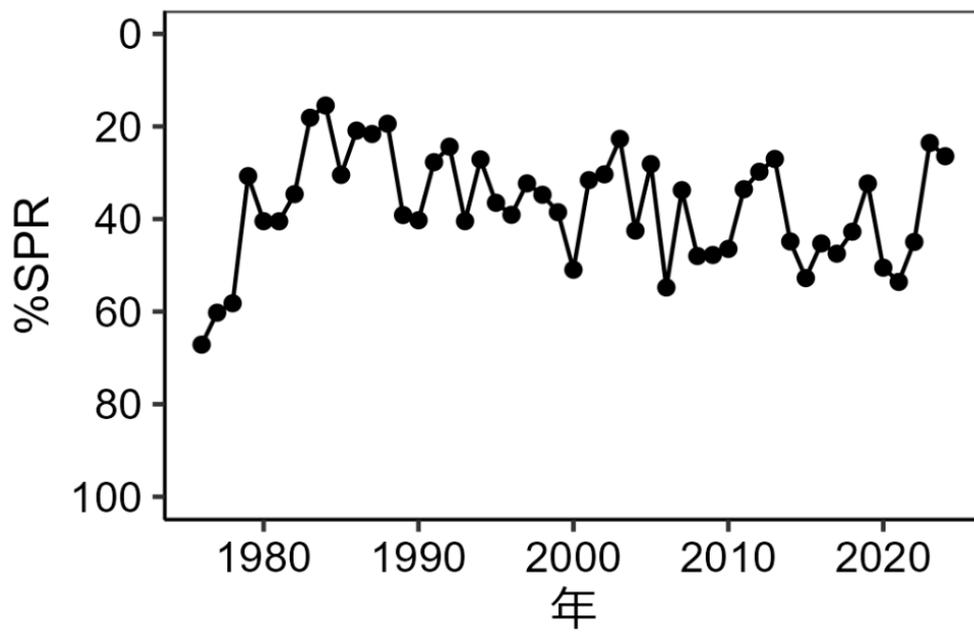


図 4-9. %SPR の推移

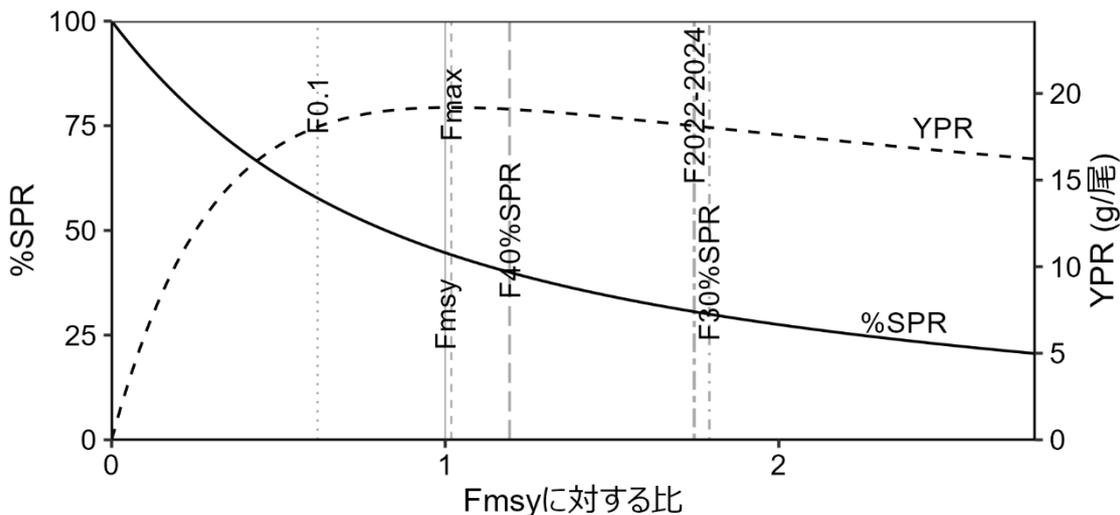


図 4-10. Fmsy に対する YPR と %SPR の関係

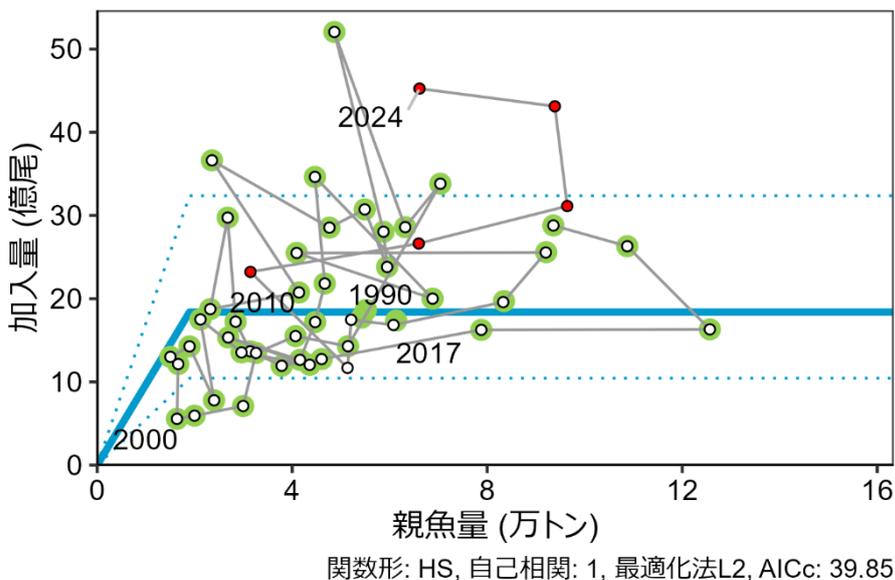


図 4-11. 親魚量と加入量の関係（再生産関係）

再生産関係には自己相関を考慮したホッカー・スティック（HS）型再生産関係式を用い、最小二乗法によりパラメータ推定を行った。緑色丸印は再生産関係の分析に使用した令和 2 年度評価時の 1976～2018 年の親魚量と加入量を示す。図中の数字は加入群の年級（生まれ年）を示す。図中の再生産関係式（青実線）の上下の点線は、仮定され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。白抜丸印と赤丸印（2020～2024 年）は本年度評価における 1976～2024 年の親魚量と加入量を示す。

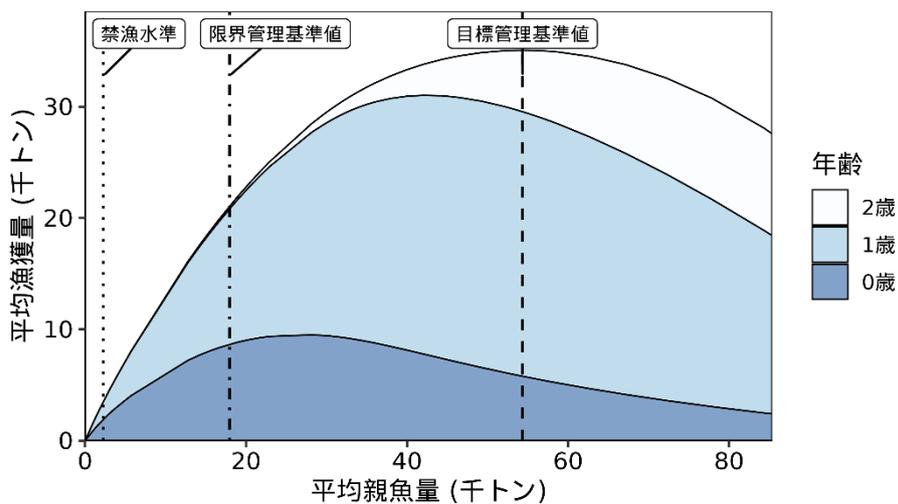


図 4-12. 平衡状態における平均親魚量と年齢別平均漁獲量との関係（漁獲量曲線）

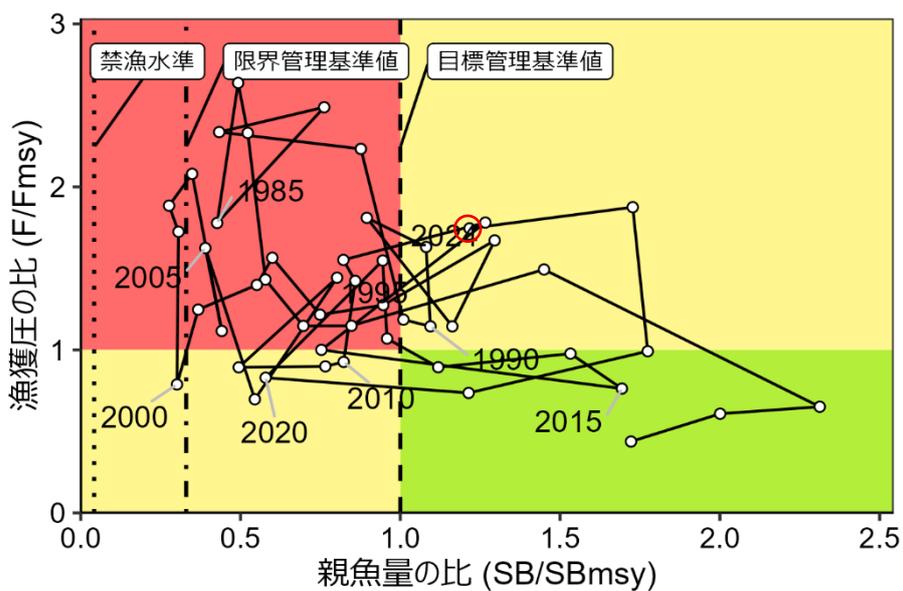
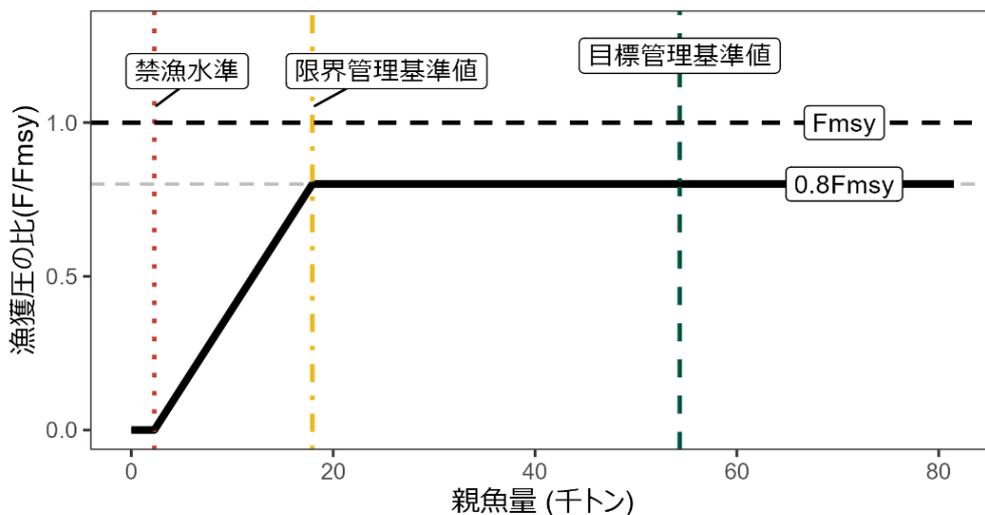


図 4-13. 最大持続生産量（MSY）を実現する親魚量（SBmsy）と SBmsy を維持する漁獲圧（Fmsy）に対する過去の親魚量および漁獲圧の関係（神戸プロット）  
赤丸で囲った点は 2024 年を示す。

a) 縦軸を漁獲圧にした場合



b) 縦軸を漁獲量で表した場合

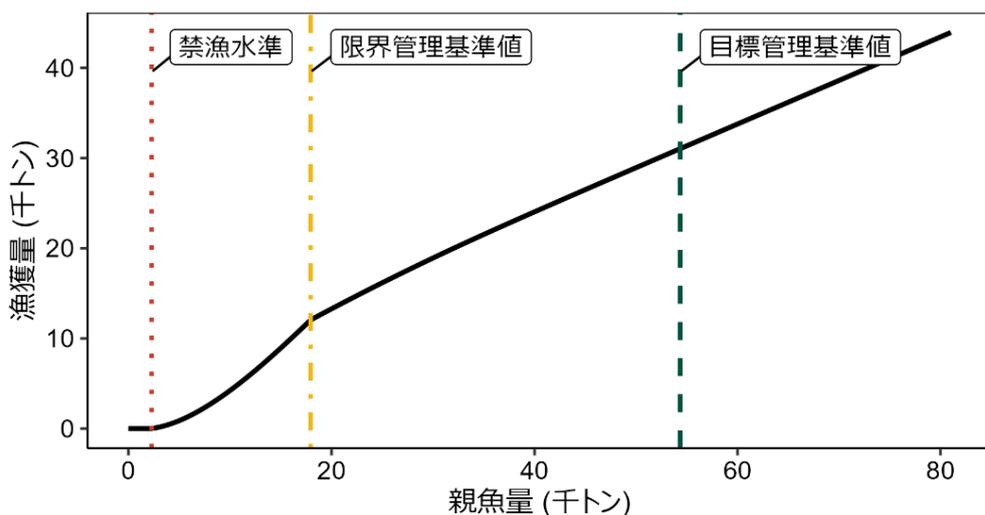


図 5-1. 漁獲シナリオに則した漁獲管理規則

目標管理基準値は HS 型再生産関係に基づき算出された最大持続生産量 MSY を実現する親魚量である。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  $\beta$  には 0.8 が用いられる。線種と色は、それぞれ黒破線が  $F_{msy}$ 、灰色破線が  $0.8F_{msy}$ 、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。

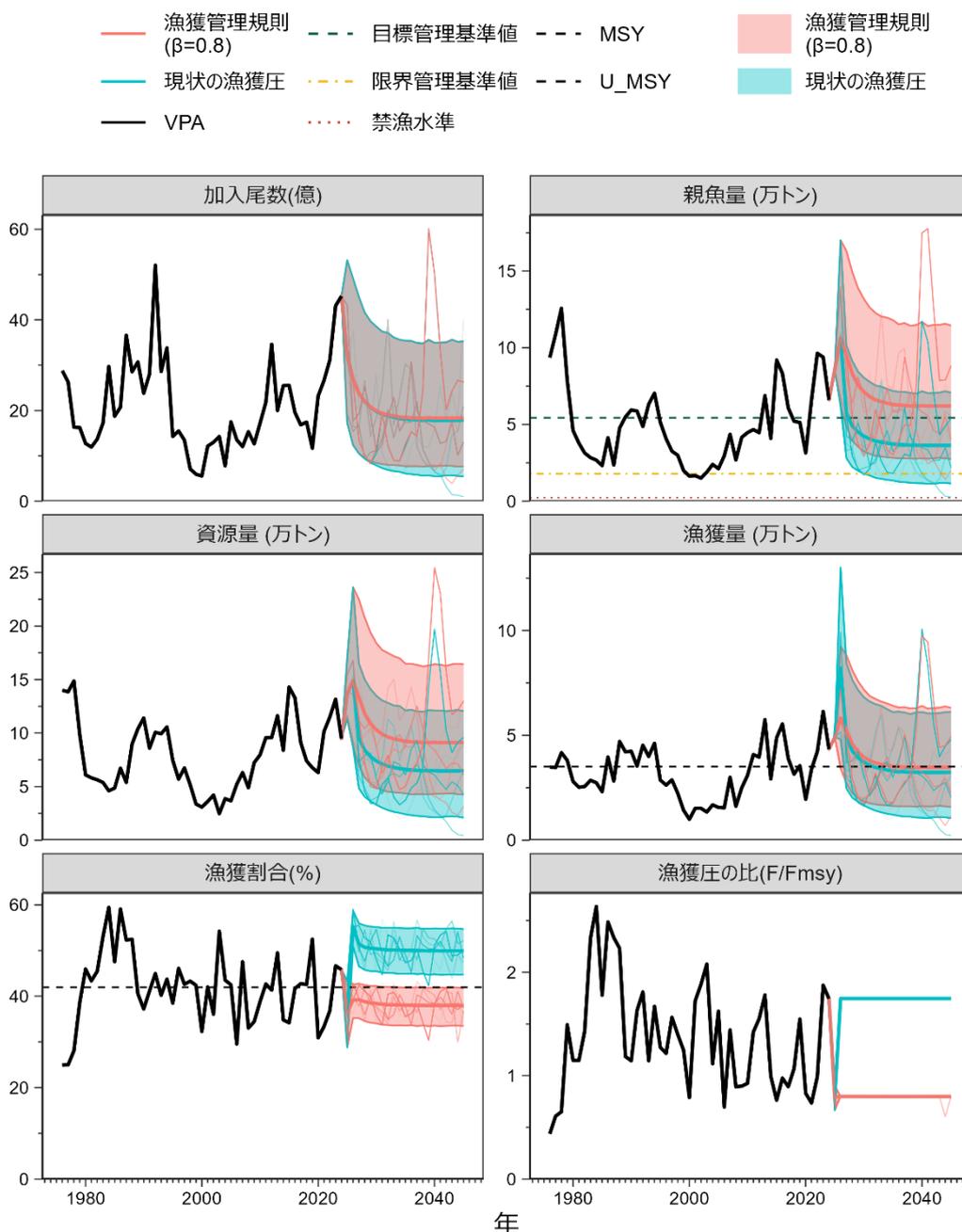


図 5-2. 漁獲シナリオに則した漁獲管理規則に従って漁獲を続けた場合（赤線）と現状の漁獲圧（F2022-2024）で漁獲を続けた場合の将来予測（青色）

太実線は平均値、網掛けはシミュレーション結果の90%が含まれる予測区間、細線は5通りの将来予測の例示である。親魚量の図の緑破線は目標管理基準値、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最大持続生産量MSYを、漁獲割合の図の黒破線は目標管理基準値を維持する漁獲割合の水準(Umsy)を示す。本系群の漁獲シナリオでは調整係数 $\beta$ に0.8が用いられる。2025年の漁獲量は2022年から2024年の漁獲量の平均値と同様の4.9万トンと仮定した。

表 3-1. ウルメイワシ対馬暖流系群の漁獲量 (トン)

年	東シナ海区	日本海西区	日本海北区	合計	韓国
1976	23,586	10,614	718	34,918	2,869
1977	19,516	14,671	428	34,615	6,227
1978	22,369	18,693	675	41,737	9,607
1979	18,586	18,671	828	38,085	4,212
1980	10,975	16,235	782	27,992	5,102
1981	12,585	11,698	949	25,232	4,244
1982	13,268	11,535	802	25,605	5,625
1983	9,949	17,699	910	28,558	10,606
1984	7,745	18,551	1,088	27,384	10,829
1985	7,244	14,684	1,186	23,114	8,994
1986	12,897	25,713	1,042	39,652	14,033
1987	12,244	14,826	1,115	28,185	10,300
1988	16,421	28,863	1,794	47,078	10,693
1989	15,789	25,488	854	42,131	7,280
1990	13,798	27,431	1,211	42,440	4,205
1991	7,152	26,755	1,420	35,327	4,463
1992	11,816	31,200	2,266	45,282	3,597
1993	15,709	22,671	1,548	39,928	24,383
1994	14,640	29,546	2,045	46,231	23,974
1995	12,770	14,222	1,668	28,660	18,345
1996	10,401	14,803	1,052	26,256	10,663
1997	13,799	13,518	1,421	28,738	5,593
1998	6,505	14,710	1,125	22,340	1,974
1999	5,416	8,068	780	14,264	6,674
2000	3,006	6,244	700	9,950	4,603
2001	6,769	7,520	863	15,152	766
2002	7,535	7,063	580	15,178	788
2003	5,232	7,064	1,101	13,397	885
2004	7,740	8,621	487	16,848	755
2005	3,876	10,638	1,083	15,597	—
2006	8,453	6,739	229	15,421	—
2007	19,544	9,952	499	29,995	—
2008	9,685	6,036	441	16,162	—
2009	15,980	7,813	1,146	24,939	—
2010	17,278	12,486	1,114	30,878	—

表 3-1. (続き)

年	東シナ海区	日本海西区	日本海北区	合計	韓国
2011	20,290	19,914	631	40,835	0
2012	29,401	9,174	1,030	39,605	—
2013	42,973	14,007	540	57,520	—
2014	25,641	2,887	670	29,198	—
2015	42,558	5,551	774	48,883	—
2016	51,631	2,865	917	55,413	—
2017	34,254	4,339	367	38,960	—
2018	25,082	5,782	615	31,479	—
2019	19,151	15,320	1028	35,499	—
2020	14,129	4,745	623	19,497	—
2021	22,524	10,961	371	33,857	—
2022	27,678	14,151	457	42,298	—
2023	44,607	16,107	693	61,407	—
2024	37,317	5,945	228	43,490	—

2024 年の日本の漁獲量は暫定値

表 4-1. ウルメイワシ対馬暖流系群の資源解析結果

年	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	加入尾数 (万尾)	漁獲 割合 (%)	再生産 成功率 (尾/kg)	%SPR	F/Fmsy
1976	139,996	93,572	287,970	25	31	67.1	0.44
1977	138,573	108,728	263,044	25	24	60.2	0.61
1978	148,711	125,671	163,148	28	13	58.2	0.65
1979	98,666	78,781	162,538	39	21	30.7	1.49
1980	60,941	46,031	127,399	46	28	40.5	1.15
1981	58,188	37,851	119,384	43	32	40.5	1.15
1982	56,352	31,402	136,787	45	44	34.6	1.43
1983	53,834	28,400	172,352	53	61	18.1	2.33
1984	46,073	26,767	297,385	59	111	15.5	2.64
1985	48,628	23,194	187,439	48	81	30.5	1.78
1986	67,136	41,395	207,426	59	50	20.9	2.49
1987	53,893	23,543	366,208	52	156	21.6	2.34
1988	89,763	47,635	285,387	52	60	19.4	2.23
1989	103,970	54,878	307,303	41	56	39.1	1.19
1990	114,078	59,465	238,126	37	40	40.3	1.14
1991	85,892	58,734	280,458	41	48	27.7	1.63
1992	100,723	48,647	520,556	45	107	24.4	1.81
1993	99,355	63,183	285,954	40	45	40.5	1.14
1994	105,718	70,386	338,137	44	48	27.1	1.67
1995	74,504	51,443	142,875	38	28	36.5	1.27
1996	56,969	40,690	155,033	46	38	39.1	1.22
1997	67,452	32,578	134,751	43	41	32.3	1.56
1998	51,600	29,942	71,039	43	24	34.8	1.40
1999	33,661	19,967	59,428	42	30	38.5	1.25
2000	30,830	16,361	55,615	32	34	51.0	0.79
2001	36,063	16,625	121,392	42	73	31.6	1.72
2002	42,097	15,017	130,066	36	87	30.4	1.88
2003	24,713	18,942	142,696	54	75	22.7	2.08
2004	38,719	23,983	77,851	44	32	42.5	1.12
2005	36,699	21,182	175,077	42	83	28.1	1.62
2006	52,180	29,599	135,422	30	46	54.8	0.70
2007	63,107	43,588	120,506	48	28	33.8	1.44
2008	48,946	26,868	153,382	33	57	48.0	0.89
2009	72,404	41,597	126,479	34	30	47.8	0.90
2010	79,585	44,705	171,935	39	38	46.5	0.93

表 4-1. (続き)

年	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	加入尾数 (万尾)	漁獲割合 (%)	再生産 成功率 (尾/kg)	%SPR	F/Fmsy
2011	95,695	46,677	218,210	43	47	33.6	1.42
2012	95,823	44,663	346,346	41	78	29.8	1.55
2013	116,228	68,801	200,057	49	29	27.0	1.78
2014	83,888	40,920	254,925	35	62	44.9	1.00
2015	143,012	92,021	255,513	34	28	52.8	0.76
2016	132,954	83,276	195,851	42	24	45.3	0.98
2017	91,149	60,781	168,448	43	28	47.5	0.89
2018	73,976	52,089	174,647	43	34	42.7	1.07
2019	67,633	51,353	116,863	52	23	32.3	1.55
2020	63,118	31,440	232,219	31	74	40.5	0.83
2021	101,484	65,960	266,315	33	40	53.6	0.74
2022	114,926	96,419	311,275	37	32	45.0	0.99
2023	131,657	93,870	431,179	47	46	23.6	1.88
2024	94,907	66,114	452,456	46	68	26.4	1.75

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	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
1.0	100	98	84	69	61	54	50	47	45	44	44	43
0.9			88	75	67	60	56	53	51	50	49	49
0.8			91	80	72	67	62	60	58	56	55	55
0.7			94	85	78	72	68	66	64	62	62	61
0.6			96	89	83	78	74	72	71	69	68	68
0.5			97	93	88	83	80	78	77	75	75	74
0.4			98	95	92	88	85	83	82	81	81	80
0.3			99	97	95	92	89	88	87	86	86	86
0.2			100	98	97	95	93	92	91	90	90	90
0.1			100	99	98	97	96	95	94	94	93	93
0.0			100	100	99	98	98	97	97	96	96	96
現状の漁獲圧					48	32	26	22	20	17	17	16

b) 限界管理基準値を上回る確率 (%)

β	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	
1.0	100	100	100	100	100	100	99	99	99	99	99	99	
0.9			100	100	100	100	100	100	99	99	99	99	
0.8			100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	99
0.7			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.6			100	100	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					100	98	97	95	93	92	91	90	89

βを0.0～1.0で変更した場合の将来予測の結果を示す。2025年の漁獲量は2022年から2024年の漁獲量の平均値と同様の4.9万トンと仮定し、2026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（F2022-2024、β=1.75に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。

表 5-2. 将来の平均親魚量 (千トン)

$\beta$	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
1.0	86	106	85	73	67	63	60	58	57	56	55	55
0.9			90	78	71	67	64	62	61	60	59	59
0.8			96	83	76	71	68	66	65	64	63	63
0.7			102	89	81	76	73	71	69	68	68	67
0.6			109	96	88	82	79	76	75	74	73	72
0.5			117	105	95	89	85	82	81	80	79	78
0.4			126	114	104	97	93	90	88	86	85	85
0.3			136	125	113	106	101	98	96	94	93	92
0.2			147	137	124	116	111	107	105	104	102	101
0.1			159	152	137	128	122	118	116	114	113	112
0.0			173	169	153	143	136	131	128	126	125	124
現状の漁獲圧					58	49	45	42	41	39	38	38

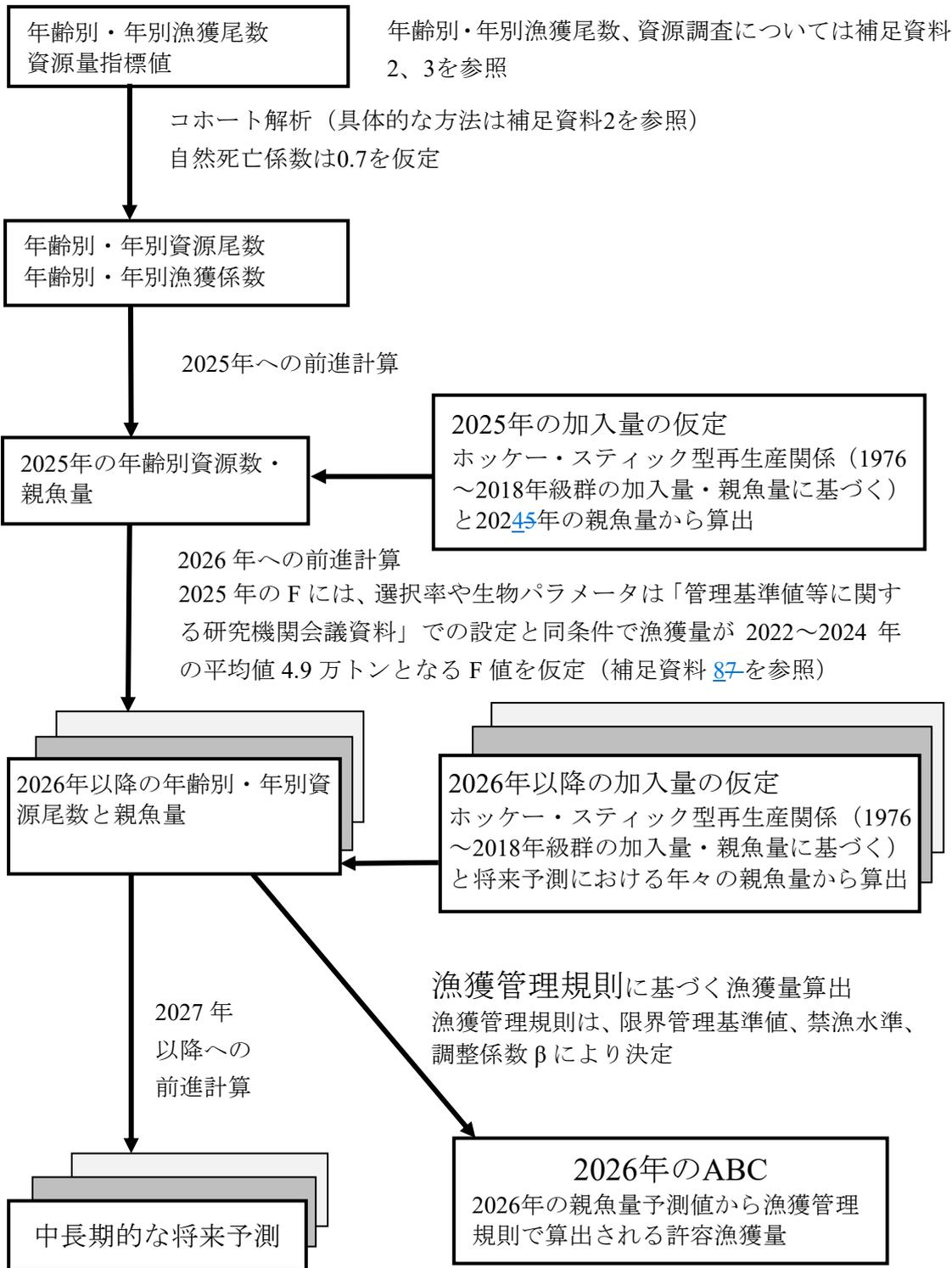
$\beta$  を 0.0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2025 年の漁獲量は 2022 年から 2024 年の漁獲量の平均値と同様の 4.9 万トンと仮定し、2026 年から漁獲シナリオによる漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧 (F2022-2024、 $\beta=1.75$  に相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。

表 5-3 将来の平均漁獲量 (千トン)

$\beta$	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
1.0	49.1	65.7	53.1	46.1	42.4	40.0	38.3	37.3	36.6	36.1	35.7	35.5
0.9		62.3	52.9	46.1	42.3	39.9	38.3	37.2	36.5	36.0	35.6	35.4
0.8		58.3	52.4	45.8	42.0	39.6	37.9	36.8	36.2	35.7	35.2	35.0
0.7		53.9	51.2	45.1	41.3	38.9	37.3	36.2	35.5	35.0	34.6	34.4
0.6		48.9	49.3	43.8	40.1	37.7	36.1	35.0	34.4	33.8	33.4	33.2
0.5		43.1	46.5	41.7	38.0	35.7	34.2	33.1	32.5	32.0	31.7	31.5
0.4		36.6	42.2	38.3	34.9	32.8	31.3	30.4	29.8	29.3	29.0	28.8
0.3		29.2	36.1	33.3	30.3	28.4	27.1	26.3	25.7	25.4	25.0	24.9
0.2		20.7	27.6	25.9	23.5	22.0	21.0	20.3	19.9	19.6	19.4	19.2
0.1		11.1	16.0	15.2	13.8	12.9	12.3	11.9	11.7	11.5	11.3	11.3
0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
現状の漁獲圧			82.1	49.0	42.6	39.4	37.2	35.7	34.7	34.0	33.5	33.0

$\beta$  を 0.0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2025 年の漁獲量は 2022 年から 2024 年の漁獲量の平均値と同様の 4.9 万トンと仮定し、2026 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 (F2022-2024、 $\beta=1.75$  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

1976～2024 年までの年齢別年別漁獲尾数と資源量指標値を用いて、チューニング VPA（コホート解析）により年齢別年別資源尾数を推定した。年齢別漁獲尾数は、日本海～東シナ海側の各月の主要港の水揚げ量および体長組成データを用いて、日本海区および東シナ海区の別に、月別の漁獲重量および体長組成を集計し、漁獲量の合計値に一致するように体長組成を引き延ばした。サンプリング数が特に多かった 2023 年 3～4 月の体長組成については、サンプリングによる偏りを軽減するため、1 回の測定尾数を、100 尾を上限として集計を行った。海区别・月別に引き延ばした体長組成から、大下ほか（2011）をもとに月別海域別に作成した体長 - 年齢キーを用いて、年齢別漁獲尾数を算出した。2024 年の漁獲物の年齢別平均体重を補足表 2-1 に、資源計算に用いた自然死亡係数  $M$  を補足表 2-2 に、成熟割合は補足表 2-3 に示す。計算には R パッケージ `frasyr`（コミット番号：05eacac）を使用した。

VPA 起点月は 1 月とし、年齢別年別資源尾数の計算には Pope の近似式を用いた（Pope 1972）。なお、ウルメイワシの寿命は 3 年（2 歳の最後で死亡）として計算した。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）

最新年（2024 年）を除く 2023 年以前の 0、1 歳魚の年齢別資源尾数を（1）式により計算した。

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

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  $a$  歳魚の漁獲尾数、 $M$  は自然死亡係数（0.7）である。最高齢（2 歳）および最新年（2024 年）の各年齢の資源尾数については（2）式により計算した。

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

最新年を除き、0 歳魚と 1 歳魚の  $F$  を（3）式により計算した。

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

2 歳魚と 1 歳魚の  $F$  は等しいとした。コホート解析における最新年（2024 年）の  $F$ （ターミナル  $F$ ）は、まず 0、1 歳魚について過去 3 年間（2021～2023 年）の各年齢の  $F$  の平均値とした。2 歳魚については 1 歳魚の  $F$  と同じ値となるように求めた。その後ステップ 2 の方法によりさらに最新年の  $F$  を調整した。

## 2. 最新年の 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 で得られた最新年 (2024 年) の F 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、卵稚仔調査で得られた産卵量と、大中小型まき網漁船の 1 網当たりの漁獲量 (以下、大中まき CPUE) を用いた。産卵量は、鹿児島県から青森県までの九州西方から日本海沿岸で、1~6 月にノルパックネットにより採集されたウルメイワシの卵数を用い、平均卵密度の標準化を行った (補足資料 5)。大中まき CPUE は、その年のウルメイワシ総漁獲量の 90% を占める操業を 1 網当たりのウルメイワシ漁獲割合が多い操業から順に抽出したデータを用い、1 網あたりウルメイワシ漁獲量 (kg) (CPUE) を応答変数とするモデルによって標準化した値を用いた (補足資料 6) (Biseau 1998)。

コホート解析より得られる親魚量が産卵量に、全年齢込みの資源量が大中まき CPUE にもっと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。それぞれ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)。

$$-\ln L = \sum_k \sum_y \left[ \frac{[\ln I_{k,y} - (b_k \ln B_{k,y} + \ln q_k)]^2}{2\sigma_k^2} - \ln \left( \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_k} \right) \right] \quad (4)$$

ここで、 $I_{k,y}$  は y 年における指標 k の観測値 (1:産卵量、2:大中まき CPUE)、 $B_{k,y}$  は y 年における指標値 k に適用する資源量 (1:親魚量、2:資源量)、 $q_k$ 、 $b_k$ 、 $\sigma_k$  は推定パラメータ (ターミナル F と同時推定) である。

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

$$I_{k,y} = q_k B_{k,y}^{b_k} \quad (5)$$

本資源評価では、産卵量は親魚量とおおよそ比例関係を示したため  $b_k = 1$  に固定し、大中まき CPUE ( $k=2$ ) は非線形を仮定した ( $b_2 \neq 1$ )。

指標値と適合させる期間は、産卵量は調査点数が比較的安定している 1997 年以降とし、大中まき CPUE は、2007 年以降とした。推定された F 値は  $F_0=0.77$ 、 $F_1=F_2=1.20$  であり、他の推定パラメータ値は補足表 2-4 の下段に示した。

「令和 7 (2025) 年度 資源評価におけるモデル診断の手順と診断結果の提供指針 (FRA-SA2025-ABCWG02-03)」(水産研究・教育機構 2025a) に従って、本系群の評価に用いた VPA の統計学的妥当性や仮定に対する頑健性について診断した。残差プロットでは、産卵量では外れ値が見られた一方で、大中まき CPUE では分散が比較的小さかった (補足図 2-1)。レトロスペクティブ解析の結果、漁獲尾数と加入量で下方修正がみられる年があったが、レトロスペクティブバイアス (Mohn's  $\rho$ 、Mohn 1999) は、資源量が 0.12、資源尾数が 0.29、漁獲係数が 0.05、加入尾数が 0.39、親魚量が 0.02 と極端に大きな値はなかった (補

足図 2-2)。

## (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 (コミット番号: 05eacac) を用いて実施した。将来予測における加入量は、令和 3 年度に開催された資源管理方針に関する検討会において合意されたホッケー・スティック型関係式 ( $a=0.0971$ 、 $b=1.89e+04$ 、 $\rho=0.67$ 、 $SD=0.34$ ) から推定される値と年々推定される親魚量から求めた。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) 年度の資源評価に基づく親魚量・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は考慮している。詳細は「令和 3 (2021) 年度ウルメ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報告書」(依田ほか 2021) を参照されたい。

将来予測における漁獲係数  $F$  は、「令和 7 (2025) 年度 漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針 (FRA-SA2025-ABCWG02-01)」(水産研究・教育機構 2025b) 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(依田ほか 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、選択率は 2016~2018 年の平均値で、漁獲物平均体重は 2017~2019 年の平均値である。2025 年の漁獲圧 ( $F_{2025}$ ) は、2022 年から 2024 年の漁獲量の平均値である 4.9 万トンとなるように仮定した。

資源尾数の予測には、コホート解析の前進法 ((6) - (8) 式) を用いた。

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

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

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

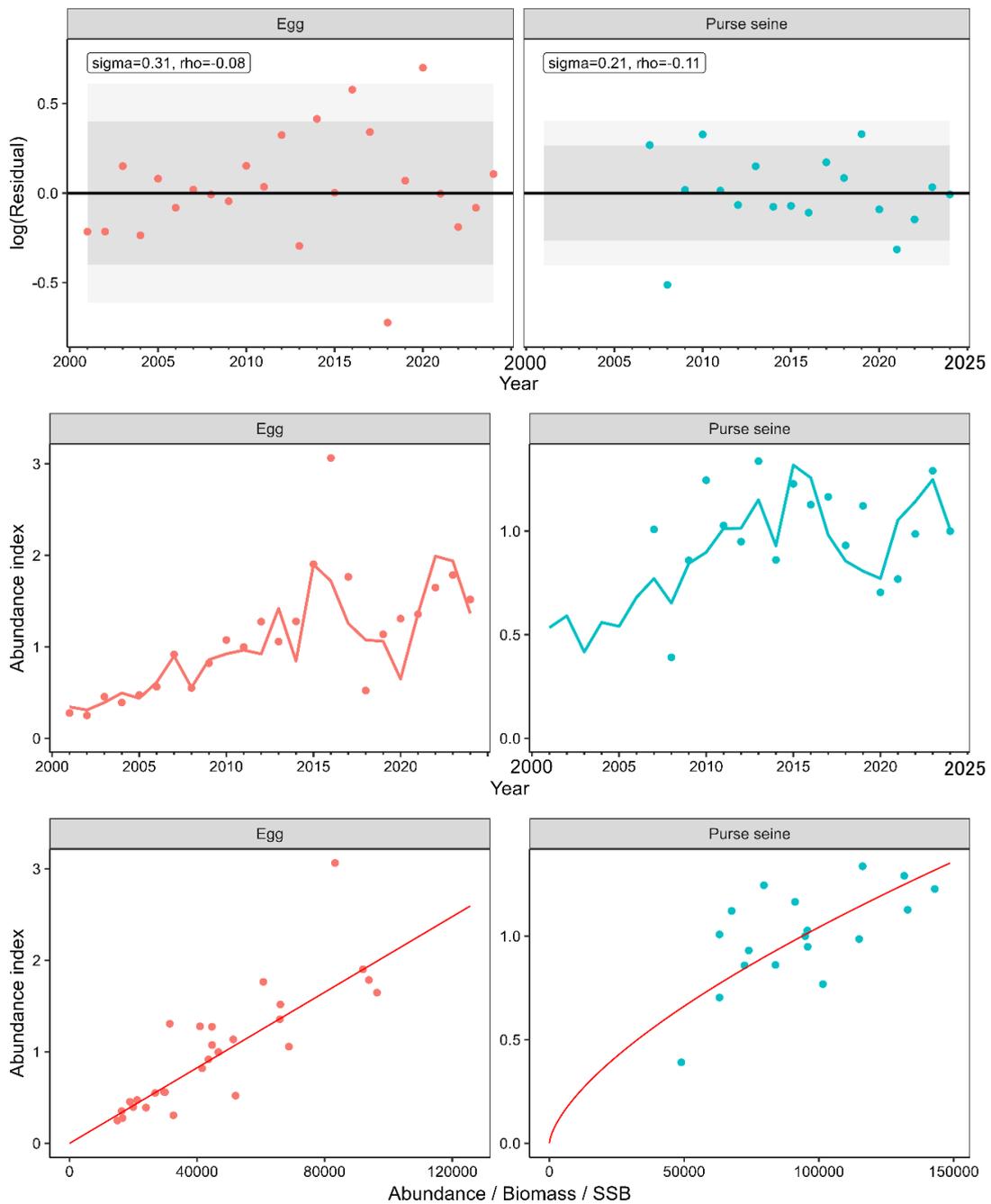
## 引用文献

- Biseau, A. (1998) Definition of a directed fishing effort in a mixed-species trawl fishery, and its impact on stock assessments. *Aquat. Living. Resour.*, **11**, 119-136.
- 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.
- 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.
- Pope, F.G. (1972) An investigation of the accuracy of virtual population using cohort analysis. *ICNAF Bull.*, **9**, 65-74.
- 水産研究・教育機構 (2025a) 令和 7 (2025) 年度 資源評価におけるモデル診断の手順と診断結果の提供指針. FRA-SA2025-ABCWG02-03, 水産研究・教育機構, 横浜, 37pp.

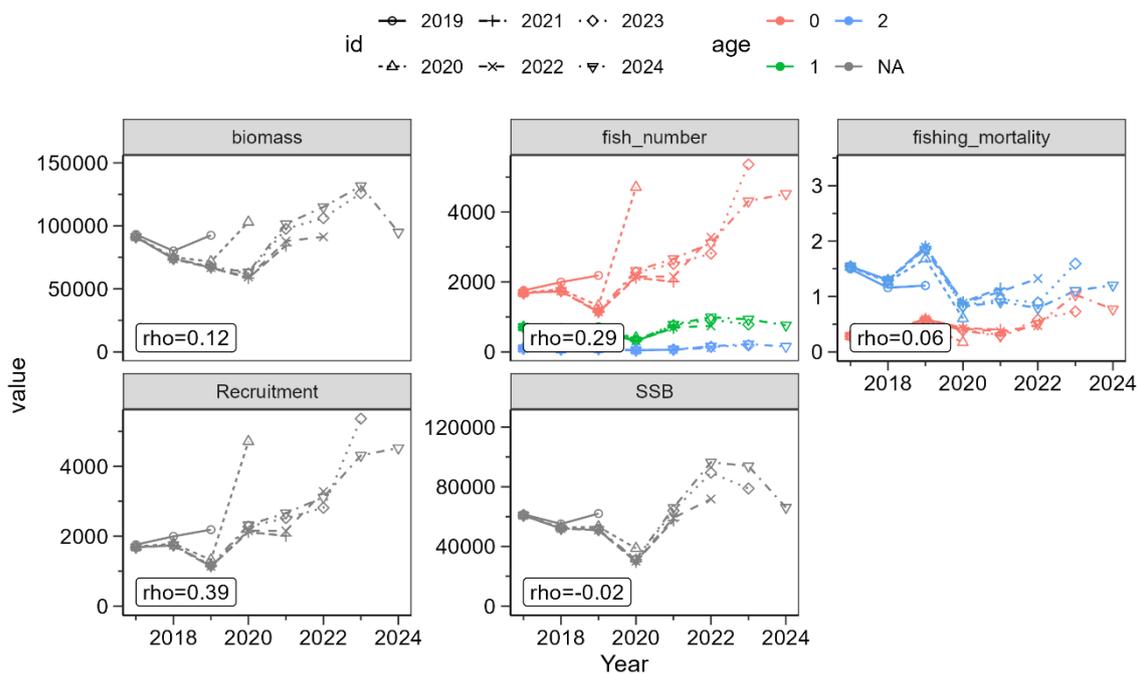
[https://abchan.fra.go.jp/references\\_list/FRA-SA2025-ABCWG02-03.pdf](https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2025-ABCWG02-03.pdf)

水産研究・教育機構 (2025b) 令和 7 (2025) 年度漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針. FRA-SA2025-ABCWG02-01, 水産研究・教育機構, 横浜, 25pp. [https://abchan.fra.go.jp/references\\_list/FRA-SA2025-ABCWG05-01.pdf](https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2025-ABCWG05-01.pdf)

依田真里・黒田啓行・向草世香・佐々千由紀 (2021) 令和 3 (2021) 年度ウルメ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. FRA-SA2021-BRP03-4



補足図 2-1. 各指標値（産卵量（左）および大中まき 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（下段）



補足図 2-2. レトロスペクティブ解析の結果

補足表 2-1. 年齢別平均体重 (2024 年)

年齢	0	1	2
体重 (g)	6.4	52.8	169.0

補足表 2-2. 自然死亡係数 M

年齢	0	1	2
死亡係数	0.7	0.7	0.7

補足表 2-3. 年齢別成熟割合

年齢	0	1	2
成熟割合	0	1	1

補足表 2-4. チューニング指標値 (平均値で規格化)

指標値	産卵量	大中まき CPUE
$k$	1	2
対象	SSB	B
1997	0.31	
1998	0.56	
1999	0.40	
2000	0.35	
2001	0.28	
2002	0.25	
2003	0.45	
2004	0.39	
2005	0.47	
2006	0.56	
2007	0.92	1.01
2008	0.55	0.39
2009	0.82	0.86
2010	1.07	1.25
2011	1.00	1.03
2012	1.27	0.95
2013	1.06	1.34
2014	1.28	0.86
2015	1.90	1.23
2016	3.06	1.13
2017	1.76	1.17
2018	0.52	0.93
2019	1.14	1.12
2020	1.31	0.70
2021	1.36	0.77
2022	1.65	0.99
2023	1.78	1.29
2024	1.52	1.00
$b_k$	1.00E+00	6.56E-01
$q_k$	2.06E-05	5.47E-04
$\sigma_k$	3.12E-01	2.07E-01

補足表 2-5. 将来予測のパラメータ

年齢	選択率 (注 1)	Fmsy (注 2)	F2022-2024 (注 3)	平均体重 (g)	自然死亡 係数	成熟 割合
0 歳	0.23	0.33	0.58	15.9	0.7	0
1 歳	1.00	1.45	2.52	67.7	0.7	1.0
2 歳	1.00	1.45	2.52	133.9	0.7	1.0

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 2022～2024 年の年齢別の平均 F と同じ漁獲圧を与える F 値を %SPR 換算して算出した。

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.	$\rho$
ホッケー・スティック型	最小二乗法	有	0.0971	1.89e+04	0.34	0.67

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、 $\rho$  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
SBtarget	54 千トン	最大持続生産量 MSY を実現する親魚量 (SBmsy)
SBlimit	18 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	2 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) = (0.33, 1.45, 1.45)	
%SPR (Fmsy)	44.7%	Fmsy に対応する %SPR
MSY	35 千トン	最大持続生産量

補足表 3-3. 最新年の親魚量と漁獲圧

項目	値	説明
SB2024	66 千トン	2024 年の親魚量
F2024	2024 年の漁獲圧(漁獲係数 F) (0 歳, 1 歳, 2 歳) =(0.77, 1.20, 1.20)	
U2024	46%	2024 年の漁獲割合
%SPR (F2024)	26.4%	2024 年の%SPR
%SPR (F2022-2024)	30.6%	現状(2022~2024 年)の漁獲圧に対応する%SPR
管理基準値との比較		
SB2024/ SBmsy	1.22	最大持続生産量を実現する親魚量に対する 2024 年の親魚量の比
F2024/ Fmsy	1.75	SBmsy を維持する漁獲圧に対する 2024 年の漁獲圧の比*
親魚量の水準	MSY を実現する水準を上回る	
漁獲圧の水準	SBmsy を維持する水準を上回る	
親魚量の動向	増加	

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

補足表 3-4. 2026 年の予測親魚量と予測漁獲量

2026 年の親魚量(予測平均値) : 106 千トン				
項目	2026 年の 漁獲量 予測平均値 (千トン)	90% 予測区間 (千トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2022-2024)	2026 年の 漁獲割合(%)
$\beta=1.0$	66	39 - 104	0.57	44
$\beta=0.9$	62	37 - 99	0.52	42
$\beta=0.8$	58	34 - 92	0.46	39
$\beta=0.7$	54	32 - 85	0.40	36
$\beta=0.0$	0	0 - 0	0	0
F2022-2024	82	48 - 130	1.00	55

補足表 3-5. ABC と予測親魚量

2026 年の ABC (千トン)	2026 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/F2022-2024)	2026 年の 漁獲割合(%)
58	106	0.46	39

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 3-6. 異なる  $\beta$  を用いた将来予測結果

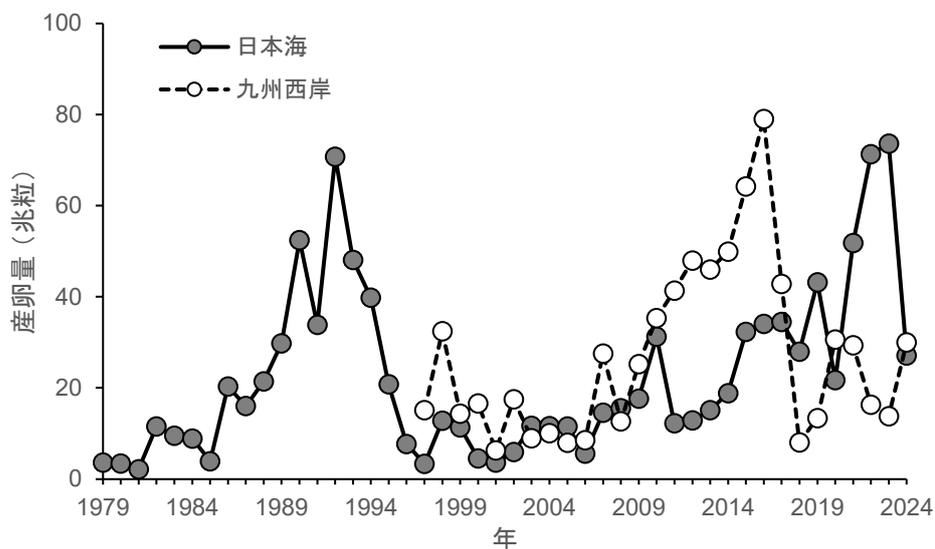
考慮している不確実性: 加入量					
項目	2034 年 の親魚量 予測平均値 (千トン)	90% 予測区間 (千トン)	2034 年に親魚量が以下の 管理基準値を上回る確率(%)		
			SBtarget	SBlimit	SBban
$\beta=1.0$	56	25-105	44	99	100
$\beta=0.9$	60	27-112	50	99	100
$\beta=0.8^*$	64	29-120	56	100	100
$\beta=0.7$	68	31-128	62	100	100
$\beta=0.0$	126	58-233	96	100	100
F2022-2024	38	14-73	16	90	100

\*漁獲シナリオで使用する  $\beta$

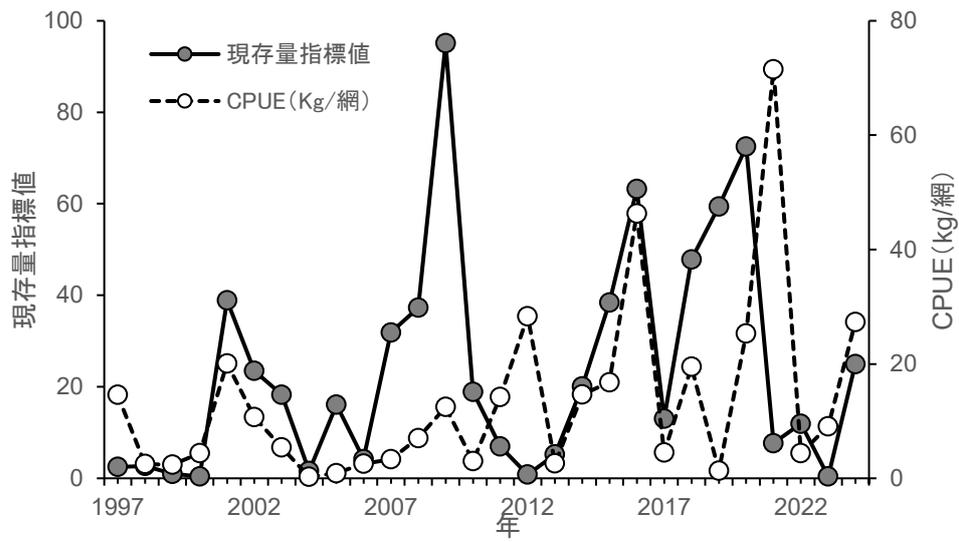
#### 補足資料 4 調査結果の概要

日本海（1979 年以降）および九州西岸（1997 年以降）において実施された卵稚仔調査の結果に基づいて産卵量を算出した（補足図 4-1）。日本海の産卵量は、1980 年代後半から 1990 年代前半にかけて一度大きなピークを示したが、その後減少し、1990 年代後半には低い水準となった。その後、変動しながら増加傾向を示したが、2024 年は大きく減少した。九州西岸の産卵量も 2007～2016 年は増加したが、2017 年まで大きく減少した。2020～2021 年はやや回復したものの、2022～2023 年は減少し、2024 年は 2020 年レベルに回復した。

夏季の九州西岸域から対馬海峡において実施された計量魚探などを用いた浮魚類魚群量調査により求められたウルメイワシの現存量指標値（Ohshimo 2004、ただし 2012 年以降は再計算をおこなった）と同時に実施された中層トロール調査による CPUE（kg/網）の推移を補足図 4-2 に示した。2024 年の中層トロールの CPUE（27.3 kg/網）および現存量指標値（25.0）は、2023 年（CPUE：9.1 kg/網、現存量指標値：0.41）より大きく増加した。



補足図 4-1. 産卵量の経年変化



補足図 4-2. 計量魚探・中層トロール調査結果

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.

### 補足資料 5 産卵量の標準化 CPUE

ウルメイワシが活発に産卵する海域は変化しているとみられることから、Vector Autoregressive Spatio-Temporal (VAST) モデル (Thorson and Barnett 2017) を使用した産卵量の標準化を行った。VAST は、空間自己相関を考慮することで、相対密度の時空間変動の柔軟な取り扱いを可能にした (CPUE) 標準化の手法である。この手法を用いた産卵量の標準化はウルメイワシ太平洋系群等で行われており、年・月により一定ではない調査海域や調査点数を考慮した資源量指標値が得られている (渡邊ほか 2021)。

卵稚仔調査で得られた日本海～東シナ海における 1997～2024 年 1～6 月の 15 分マス目ごとのウルメイワシの平均卵密度を使用した。

VAST モデルは卵密度を、サンプル  $i$  の遭遇確率 (の線形予測子) ( $p_1(i)$ ) と、卵が採集された場合のサンプル  $i$  の卵密度 (の線形予測子) ( $p_2(i)$ ) に分けて、以下のように表す。

$$p_1(i) = \beta_1(y_i) + \omega_1(s_i) + \varepsilon_1(s_i, y_i) + \eta_1(v_i)$$

$$p_2(i) = \beta_2(y_i) + \omega_2(s_i) + \varepsilon_2(s_i, y_i) + \eta_2(v_i)$$

右辺の第1 項の  $\beta(y_i)$  は調査年  $y$  の固定効果で、調査年の効果は各調査年で独立とした。第2項の  $\omega(s_i)$  は空間のランダム効果、第3項の  $\varepsilon(s_i, y_i)$  は調査年  $y$  と場所  $s$  における時空間のランダム効果を表している。第4項の  $\eta(v_i)$  は要因  $v_i$  が卵の採集率 (卵の採れやすさ) の過分散を生じさせるランダム効果を表しており、要因  $v_i$  には卵の採れやすさの年・月による変化を考慮するため調査年  $y$  と調査月  $m$  の交互作用を使用した。はじめに空間情報から、クラスタリングの一種である  $k$ -平均法により空間分布を近似するノットを決め、ノットにおける相対密度の時空間変化をモデル化する。先行研究ではノット数は100 以上とすることが推奨されているため (Thorson 2019)、ノット数を100とした。空間効果の確率密度関数は多変量正規分布 (MVN) を使って、

$$\omega_1(\cdot, f) \sim MVN(0, \mathbf{R}_1), \quad \omega_2(\cdot, f) \sim MVN(0, \mathbf{R}_2)$$

と表す。ここで、 $\mathbf{R}_1$ 、 $\mathbf{R}_2$  は Matérn 相関関数であり、

$$\mathbf{R}_1(s_n, s_m) = \frac{1}{2^{\phi-1}\Gamma(\phi)} \times (\kappa_1 |d(s_n, s_m)H|)^{\phi} \times K_{\nu}(\kappa_1 |d(s_n, s_m)H|)$$

$$\mathbf{R}_2(s_n, s_m) = \frac{1}{2^{\phi-1}\Gamma(\phi)} \times (\kappa_2 |d(s_n, s_m)H|)^{\phi} \times K_{\nu}\kappa_2 |d(s_n, s_m)H|)$$

と表される。ここでは、 $\phi$  は推定しない。 $\Gamma$  はガンマ関数、 $K_{\nu}$  は第2種の変形ベッセル関数、 $\kappa_1$  と  $\kappa_2$  は非相関率、 $d(s_n, s_m)$  はノット間の距離、 $H$  は地理的な異方性 (方角によって相関の程度が異なること) を表す行列である。同様に、時空間効果の確率密度関数は

$$\varepsilon_1(\cdot, f, y) \sim \begin{cases} MVN(0, \mathbf{R}_1) & \text{if } y = 1 \\ MVN(\rho_{\varepsilon_1} \varepsilon_1(\cdot, f, y-1), \mathbf{R}_1) & \text{if } y > 1 \end{cases}$$

$$\varepsilon_2(\cdot, f, y) \sim \begin{cases} MVN(0, \mathbf{R}_2) & \text{if } y = 1 \\ MVN(\rho_{\varepsilon_2} \varepsilon_2(\cdot, f, y - 1), \mathbf{R}_2) & \text{if } y > 1 \end{cases}$$

で与えられるが、本解析では調査年で独立と仮定した ( $\rho_{\varepsilon_1} = \rho_{\varepsilon_2} = 0$ )。上記モデルのパラメータは最尤法によって推定されるが、多くのランダム効果を伴うため、高速な計算が必要であり、Template Model Builder (Kristensen et al. 2016) と呼ばれる高速最適化ソフトが使用される。

本データを使用した解析では二項分布とガンマ分布を使用したデルタ型のモデルを使用し、予測遭遇率 ( $r_1(i)$ ) と予測卵密度 ( $r_2(i)$ ) を以下の式で表した (Thorson 2017)。

$$\begin{aligned} r_1(i) &= \text{logit}^{-1} p_1(i) \\ r_2(i) &= a_i \times \log^{-1} p_2(i) \end{aligned}$$

$a_i$  はオフセット項であり、今回の場合は平均卵密度を目的変数として用いているので 1 とした。卵密度  $B$  が観測される確率は以下で表され、周辺尤度が最大となるパラメータを推定した。

$$\Pr(b_i = B) = \begin{cases} 1 - r_1(i) & \text{if } B = 0 \\ r_1(i) \times g\{B|r_2(i), \sigma_m^2(c)\} & \text{if } B > 0 \end{cases}$$

推定されたパラメータから、各年における各位置の相対卵密度を

$$d^*(s, y) = r_1^*(s, y) \times r_2^*(s, y)$$

で計算し、各ノットの面積と相対卵密度を掛け合わせた値の総和を産卵量指標値として算出した。

$$I(y) = \sum_{s=1}^{n_s} (a(s) \times d(s, y))$$

この際、ランダム効果の平均補正を行った (Thorson and Kristensen 2016)。VASTのモデル構造の詳細については、Thorson (2019) やGitHub (<https://github.com/James-Thorson-NOAA/VAST>) を参照されたい。本報告では各年の  $I(y)$  を 1997~2024年の平均値で除して規格化した相対値を資源量指標値とした。

標準化産卵量はノミナル産卵量と同様の推移を示したが、2016年は標準化した指標値がノミナル指標値よりも高く、標準化により指標値の動向がより明瞭となった (補足図 5-1)。2021年以降はノミナルに比べて標準化したほうが低めに推移していたが、2024年はノミナル指標値よりも高くなった。標準化産卵量は、2018年に一旦大きく減少したものの、2019年以降は比較的高いレベルで推移している。

引用文献

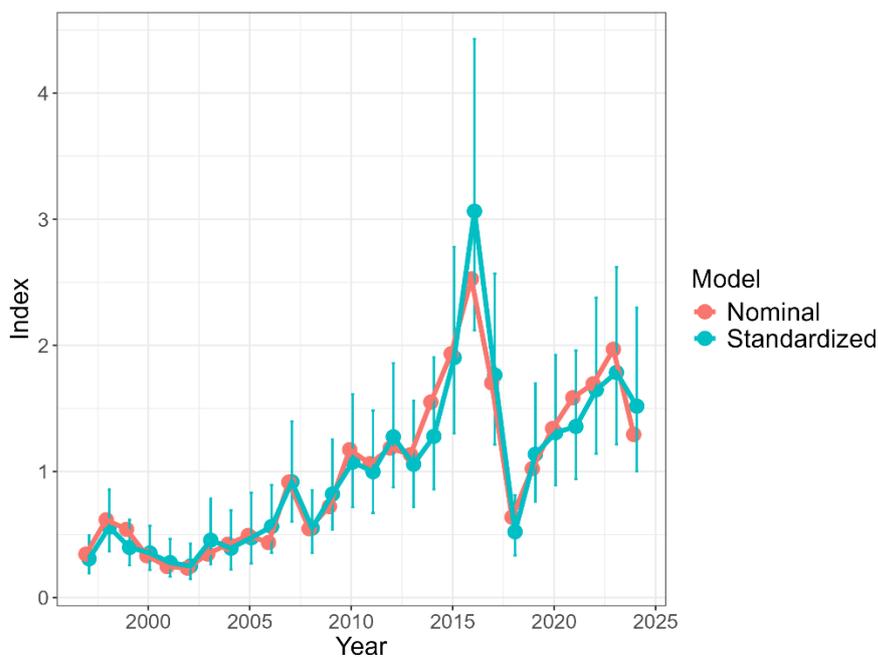
Kristensen, K., A. Nielsen, C. E. Berg, H. Skaug, and B. M. Bell (2016) TMB: automatic differentiation and Laplace approximation. *J. Stat. Softw.*, **70**, 1-21.

Thorson, J. T. (2017) Three problems with the conventional delta-model for biomass sampling data, and a computationally efficient alternative. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **75**, 1369-1382.

Thorson, J. T. and L. A. K. Barnett (2017) Comparing estimates of abundance trends and distribution shifts using single- multispecies models of fishes and biogenic habitat. *ICES J. Mar. Sci.*, **74**, 1311-1321.

Thorson, J. T. (2019) Guidance for decisions using the Vector Autoregressive Spatio - Temporal (VAST) package in stock, ecosystem, habitat and climate assessments. *Fish. Res.*, **210**, 143-161.

渡邊千夏子・安田十也・渡井幹雄・宇田川美穂・井元順一・木下順二 (2021) 令和 3 (2021) 年度ウルメイワシ太平洋系群の資源評価. FRA-SA2021-RC02-1



補足図 5-1. 標準化した場合 (Standardized) としない場合 (Nominal) の資源量指標値のトレンド (エラーバーは 95%信頼区間)

## 補足資料 6 大中まき網の CPUE 標準化

大中型まき網の主要な漁獲対象種はマアジ・さば類・いわし類である。CPUEは一網当たり漁獲量(トン/網)を用い、ウルメイワシを狙う操業を抽出したデータセットからCPUEを算出するdirected CPUE法を用いた(Biseau 1998)。この方法は、1網当たりのウルメイワシ漁獲率(ウルメイワシ漁獲量/総漁獲量)が高い操業から順に、各年の累積ウルメイワシ漁獲量がその年のウルメイワシ漁獲量の90%に達するまで、データを抽出する方法である。抽出されたデータセットを用い、CPUEとして1網あたりウルメイワシ漁獲量(kg)とする標準化を行った。環境要因として考慮した10m深水温および塩分データはFRA-ROMSIIの再解析値を用いた。

抽出したデータにはゼロ漁獲データを含まないため、応答変数には自然対数変換したCPUE、説明変数には、年(Year)、月(Month)、海域(Area)をカテゴリカル変数として、10m深水温(Temp10m)、10m深塩分を連続変数とし、誤差は正規分布に従うとし仮定した一般化加法モデルを構築した。説明変数の選択はMuMInのdredge関数を用いて、BIC(ベイズ情報量規準)を選択基準とした総当たり法により行った。選択されたベストモデルは以下である。

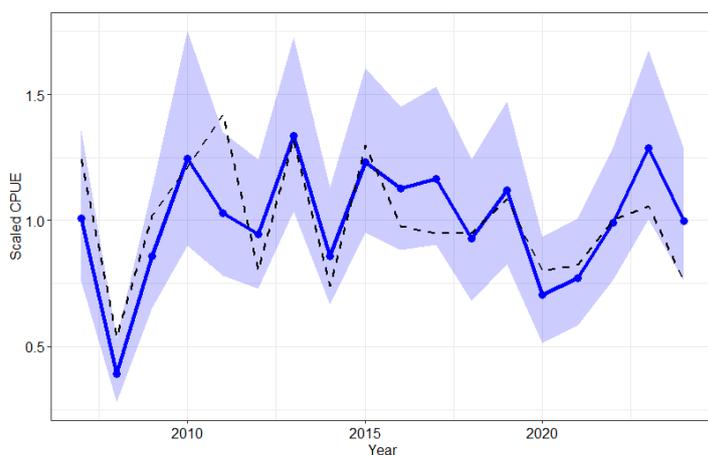
$$\log(\text{CPUE}) = \text{Year} + \text{Month} + \text{Area} + \text{Temp10m} + \text{error}$$

これを標準化モデルとして計算された年トレンドの最小二乗平均値を標準化CPUEとし、全年の平均値が1となるように規格化した(補足図2-1)。

大中まきの漁獲努力量は減少傾向にあることから、参照するCPUEについては、詳細な漁船番号などのデータが整備されている1993年以降について計算を行ったが、比較的レトロスペクティブバイアスが小さくなった2007年以降について資源量指標値として採用した。

## 引用文献

Biseau, A. (1998) Definition of a directed fishing effort in a mixed-species trawl fishery, and its impact on stock assessments. *Aquat. Living. Resour.*, **11**, 119-136.

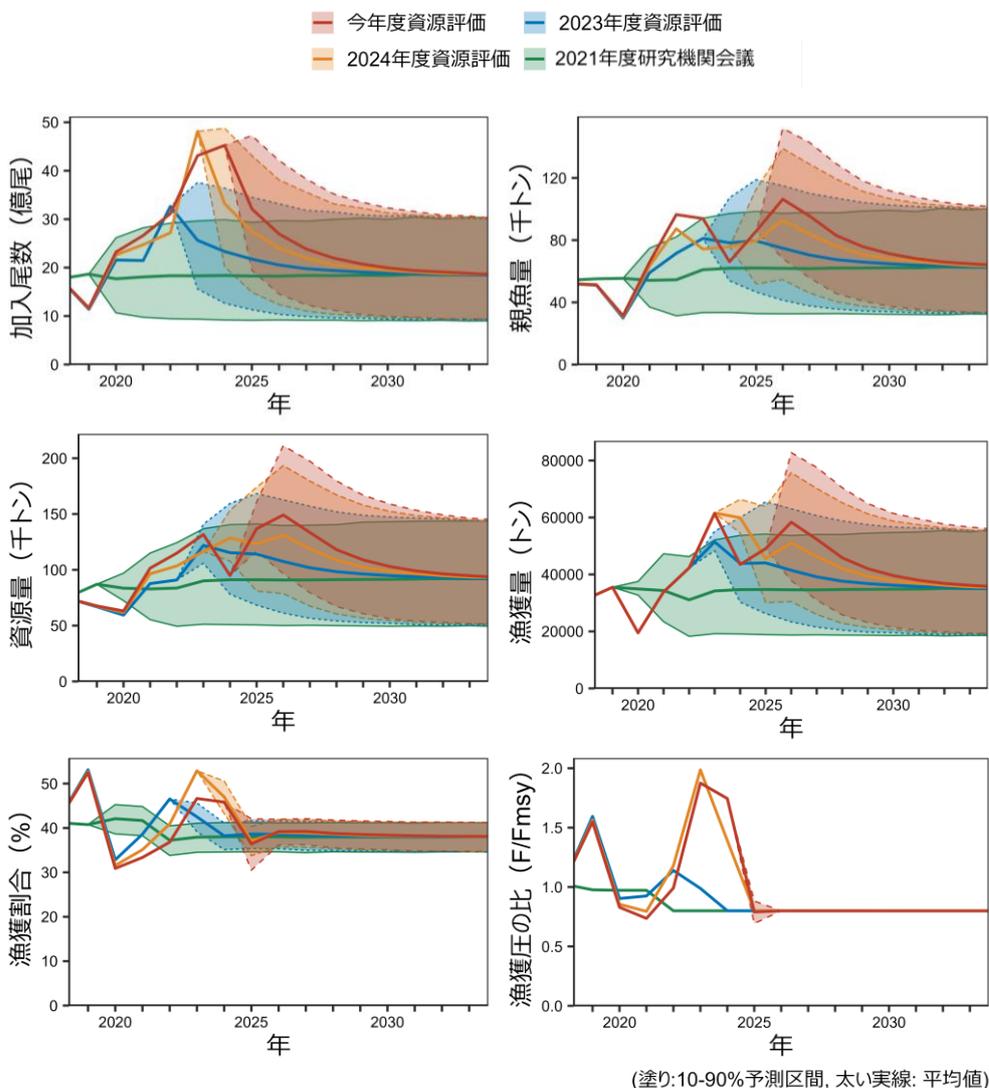


補足図 6-1. 抽出データ (directed 90%) のノミナル CPUE (点線) と標準化 CPUE (直線、網掛けはブートストラップ法により推定された 95%信頼区間)

補足資料 7 過年度評価結果との比較

昨年度と今年度の資源評価結果を比べると、今年度評価において、2023 年の加入量はやや下方修正されたが、2022 年の加入量は上方修正された（補足表 8-1）。そのため、2023 年までの資源量も上方修正されたが、2024 年の資源量については、加入尾数が想定よりも多く、かつ漁獲量も少なかったにもかかわらず、下方修正された。これは、2024 年の漁獲物の平均体重（0 歳：6.4 g、1 歳：52.8 g、2 歳：169.0 g）が想定した平均体重（0 歳：15.9 g、1 歳：67.7 g、2 歳：133.9 g）よりも、若齢魚で大幅に小さかったことと関連していると考えられる。また、今年度評価における 2024 年の選択率（0 歳：0.64、1-2 歳：1.00）が、想定した選択率（0 歳：0.23、1-2 歳：1.00）と異なり、0 歳魚への漁獲圧が高かったことも要因として挙げられる。

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. 評価年度別の推定された親魚量、資源量、加入尾数、漁獲量の推移の比較

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	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年
2023 年度	2,157	2,146	3,264		
2024 年度	2,261	2,473	2,720	4,813	
2025 年度	2,322	2,663	3,113	4,312	4,525

## (2) 親魚量 (千トン)

評価年度 / 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年
2023 年度	30	59	72		
2024 年度	31	63	87	74	
2025 年度	31	66	96	94	66

## (3) 資源量 (千トン)

評価年度 / 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年
2023 年度	59	88	91		
2024 年度	62	96	103	116	
2025 年度	63	101	115	132	95

## (4) 漁獲圧 (F/Fmsy)

評価年度 / 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年
2023 年度	0.9	0.92	1.14		
2024 年度	0.86	0.8	1.18	1.99	
2025 年度	0.83	0.74	0.99	1.88	1.75

## 補足資料 8 様々な不確実性を考慮した資源評価と将来予測

### 1) 2025年のFの仮定を変えた場合

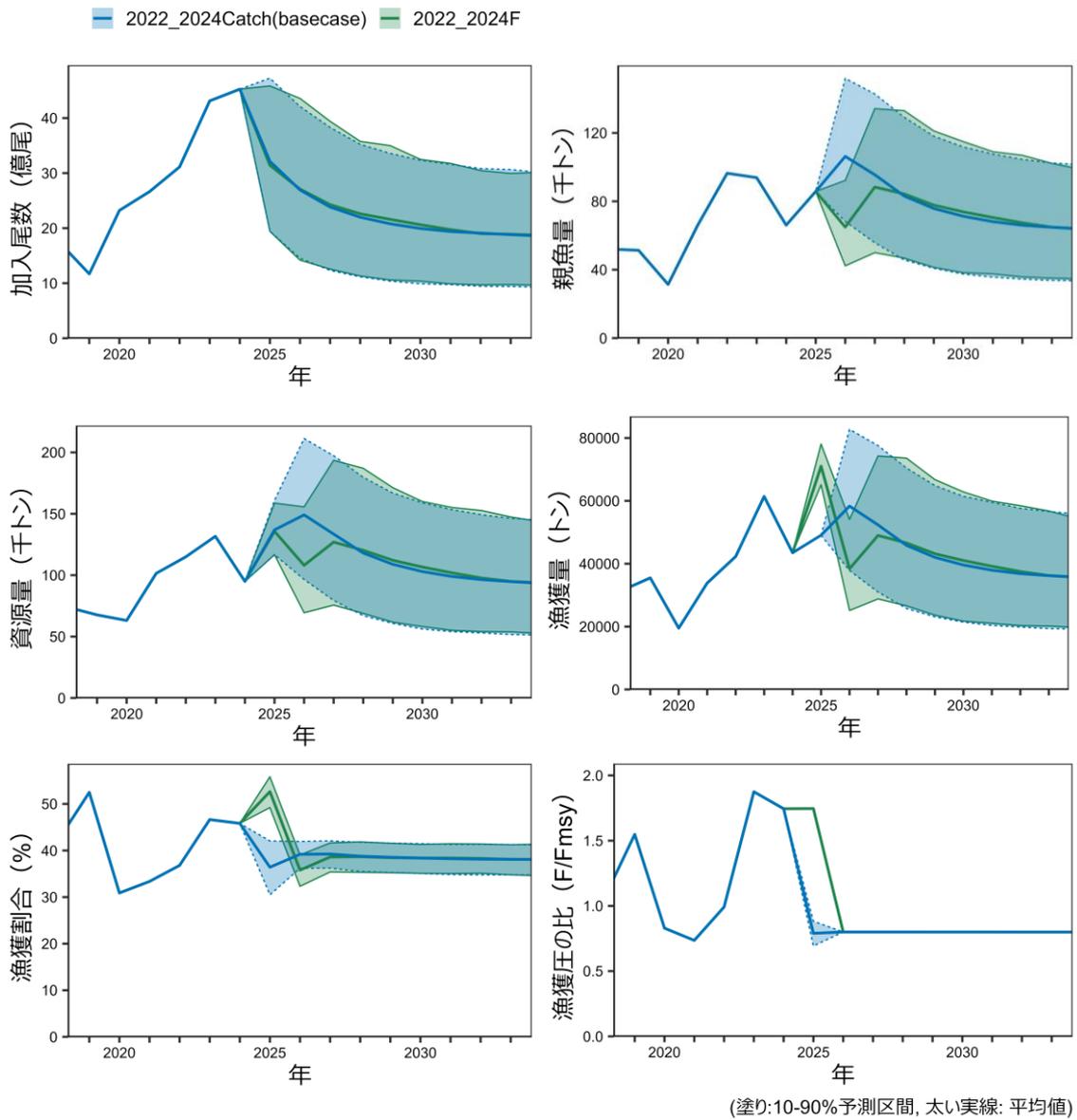
今年度資源評価では、2025年のFについて、過去3年間（2022～2024年）の平均漁獲量4.9万トンを与えるFに等しいと仮定した。昨年度資源評価と同様、2025年のFを過去3年間の平均漁獲圧であるF<sub>2022-2024</sub>とした場合、F/F<sub>msy</sub>は1.75と非常に大きく、2025年の漁獲量は7.1万トンと予測された。これは2023年の過去最高漁獲量である6.2万トンを上回る。しかし、本系群における漁獲量の半数以上を占める長崎県において、2025年1～6月の中・小型まき網漁業による漁獲量は、2024年の同期間の40%程度であった。また、ウルメイワシの漁獲圧の高かった2023年および2024年については、マイワシを主な漁獲対象とした際の混獲が多く、特にマイワシの盛漁期である1～6月にウルメイワシの漁獲量が多かったが、2025年については、混獲による漁獲は少なく、さらに、5月までサバ類の漁獲が好調であったため、ウルメイワシを主対象とした操業が少なかったことが推察される。なお、MSYを実現する水準の推定の際に使用した選択率（0歳：0.23、1～2歳：1.00）を将来予測における選択率として用いているが、この選択率は2022～2024年の平均選択率（0歳：0.74、1～2歳：1.00）と乖離があるため、今後選択率の推移について注視する必要がある。

2025年のFをF<sub>2022-2024</sub>と仮定した場合、高い漁獲圧がかかり、親魚量と資源量は2026年に減少し、2026年の漁獲量は3.8万トンと推定された（補足図8-1）。

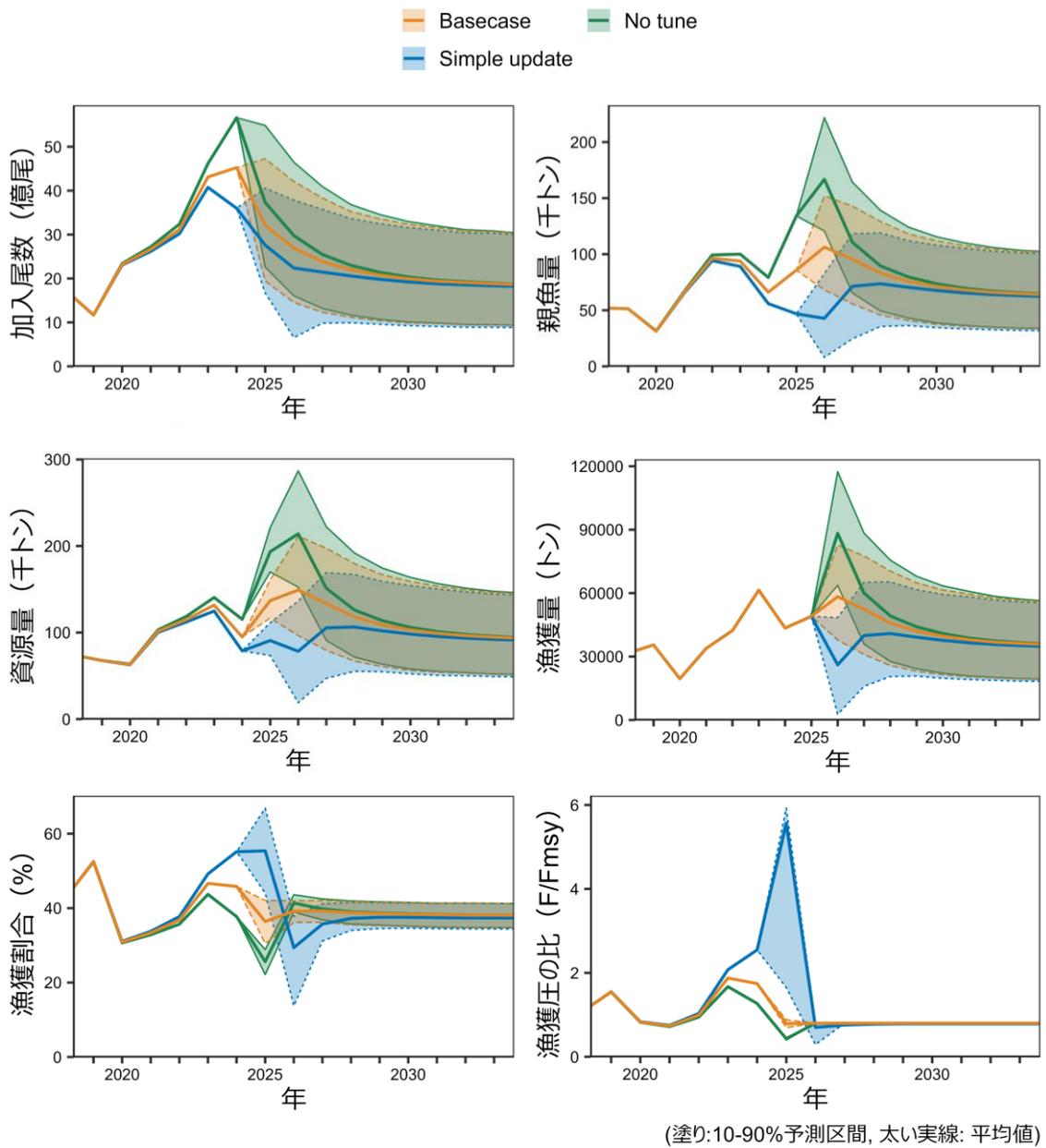
### 2) 様々なシナリオによる資源評価の検討

今年度の資源評価では、大中型まき網の操業のうち、90%説明レベルによって抽出したDirected CPUEを標準化した値（補足資料6）を資源量指標値として用いた（Basecase）。そこで感度解析として、昨年と同様に標準化していないDirected CPUEを指標値とした場合（Simple update）、さらに、資源量指標値を用いてチューニングしない場合の将来予測も行った（No tune）。Basecase以外のシナリオについても、Basecaseと同様に2025年のFについて、過去3年間漁獲量の平均値（4.9万トン）を与えるF値を仮定した。

昨年と同様の手法で資源評価を更新した場合、最も悲観的な結果となり、2024年の加入量は36億尾、2026年の親魚量は4.3万トンと推定された（補足図8-2）。チューニングを行わなかった場合には、2024年の加入量は55億尾と非常に高く推定され、親魚量および資源量は2025年に増加した後、急激に減少すると推定された。2026年の漁獲量は、Basecase、Simple update、No tuneにおいて、それぞれ5.8万トン、2.6万トン、8.8万トンと推定された。



補足図 8-1. 2025 年の F の仮定を変えた場合の将来予測



補足図 8-2. 様々なシナリオによる将来予測

## 補足資料 9 資源解析結果の詳細

年齢 年\	漁獲尾数 (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	33,754	21,925	9,296	5,442	17,771	11,706	16	81	126
1977	49,638	31,779	5,095	5,632	22,557	6,427	11	71	126
1978	34,113	28,098	10,813	4,818	23,872	13,047	14	85	121
1979	67,230	21,596	10,497	8,225	15,796	14,063	12	73	134
1980	37,217	17,119	6,714	4,356	14,950	8,687	12	87	129
1981	34,541	18,933	2,296	5,884	16,320	3,028	17	86	132
1982	39,356	20,505	2,964	7,179	14,294	4,133	18	70	139
1983	83,715	22,932	1,656	12,354	14,034	2,170	15	61	131
1984	158,879	16,960	2,422	10,315	14,343	2,727	6	85	113
1985	58,123	23,448	824	7,887	14,260	967	14	61	117
1986	92,433	35,483	826	11,471	27,153	1,028	12	77	124
1987	153,413	24,884	577	12,715	14,779	691	8	59	120
1988	135,083	42,012	723	19,941	26,209	928	15	62	128
1989	102,529	21,833	3,292	16,379	21,635	4,117	16	99	125
1990	73,529	34,560	3,320	16,864	21,904	3,672	23	63	111
1991	122,892	26,498	6,201	11,900	16,475	6,951	10	62	112
1992	241,214	22,901	6,225	24,131	14,282	6,868	10	62	110
1993	79,828	41,792	4,730	10,098	24,426	5,404	13	58	114
1994	147,730	37,516	6,347	15,436	23,845	6,950	10	64	109
1995	48,137	25,912	6,556	7,770	13,425	7,466	16	52	114
1996	38,649	20,200	7,325	4,058	12,605	9,593	11	62	131
1997	36,339	29,525	2,465	9,405	15,858	3,475	26	54	141
1998	19,628	22,565	2,130	5,984	13,249	3,107	30	59	146
1999	13,711	11,927	2,565	3,159	7,349	3,755	23	62	146
2000	7,645	9,658	1,092	1,989	6,326	1,635	26	66	150
2001	28,124	14,239	1,954	4,503	7,688	2,961	16	54	152
2002	25,794	26,429	656	5,370	9,059	749	21	34	114
2003	55,461	27,331	865	2,243	10,213	942	4	37	109
2004	9,592	19,919	2,374	1,816	11,676	3,357	19	59	141
2005	72,944	13,753	752	6,465	8,193	939	9	60	125
2006	18,316	14,848	2,569	3,054	8,746	3,621	17	59	141
2007	36,278	30,068	3,975	5,876	18,673	5,445	16	62	137
2008	27,655	15,541	2,628	3,981	8,583	3,599	14	55	137

## 補足資料 9 (続き)

年齢 年＼	漁獲尾数 (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	23,268	26,259	2,812	5,667	15,405	3,866	24	59	137
2010	25,618	26,661	5,539	5,197	18,019	7,662	20	68	138
2011	73,980	34,930	2,210	16,619	21,671	2,545	22	62	115
2012	135,899	24,588	3,857	20,074	14,432	5,099	15	59	132
2013	76,479	43,639	6,066	18,131	30,670	8,720	24	70	144
2014	52,013	22,693	3,545	8,767	15,232	5,199	17	67	147
2015	52,159	37,604	2,751	10,409	34,576	3,898	20	92	142
2016	37,563	49,660	10,008	9,528	33,263	12,622	25	67	126
2017	29,434	39,194	5,405	5,306	27,023	6,631	18	69	123
2018	38,796	32,145	3,849	4,862	21,135	5,482	13	66	142
2019	35,834	35,280	5,101	4,992	23,469	7,037	14	67	138
2020	52,308	12,889	1,820	7,135	9,936	2,425	14	77	133
2021	46,714	32,859	3,014	6,231	23,569	4,056	13	72	135
2022	87,098	38,240	6,085	5,178	29,017	8,103	6	76	133
2023	195,634	43,945	10,552	17,145	29,619	14,643	9	67	139
2024	171,036	37,608	7,552	10,884	19,842	12,764	6	53	169

## 補足資料 9 (続き)

年齢 年\	漁獲係数 F			資源尾数 (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	0.18	0.59	0.59	287,970	69,601	29,509	46,424	56,413	37,159
1977	0.31	0.48	0.48	263,044	119,215	19,112	29,844	84,619	24,109
1978	0.35	0.54	0.54	163,148	95,645	36,806	23,040	81,259	44,412
1979	0.88	0.77	0.77	162,538	56,978	27,695	19,885	41,677	37,104
1980	0.54	1.30	1.30	127,399	33,338	13,076	14,910	29,114	16,917
1981	0.53	1.29	1.29	119,384	37,038	4,492	20,337	31,928	5,923
1982	0.52	1.79	1.79	136,787	34,944	5,051	24,950	24,359	7,043
1983	1.17	1.66	1.66	172,352	40,192	2,903	25,434	24,597	3,804
1984	1.42	2.35	2.35	297,385	26,595	3,799	19,307	22,491	4,276
1985	0.58	2.68	2.68	187,439	35,717	1,255	25,434	21,721	1,473
1986	1.00	3.38	3.38	207,426	52,120	1,213	25,741	39,885	1,510
1987	0.90	2.70	2.70	366,208	37,868	878	30,350	22,491	1,052
1988	1.11	1.65	1.65	285,387	73,745	1,269	42,129	46,005	1,630
1989	0.64	1.10	1.10	307,303	46,528	7,015	49,093	46,105	8,773
1990	0.58	0.94	0.94	238,126	80,351	7,719	54,613	50,927	8,538
1991	0.97	0.83	0.83	280,458	66,435	15,547	27,158	41,306	17,428
1992	1.07	0.96	0.96	520,556	52,671	14,318	52,076	32,849	15,797
1993	0.50	1.11	1.11	285,954	88,519	10,018	36,171	51,736	11,447
1994	0.97	0.97	0.97	338,137	85,747	14,507	35,332	54,501	15,885
1995	0.65	0.86	0.86	142,875	63,810	16,144	23,061	33,058	18,385
1996	0.44	1.49	1.49	155,033	37,028	13,427	16,278	23,106	17,584
1997	0.48	1.85	1.85	134,751	49,751	4,153	34,874	26,721	5,856
1998	0.50	1.49	1.49	71,039	41,308	3,900	21,658	24,253	5,688
1999	0.40	1.56	1.56	59,428	21,446	4,612	13,694	13,215	6,753
2000	0.22	1.17	1.17	55,615	19,849	2,245	14,469	13,002	3,360
2001	0.40	2.40	2.40	121,392	22,230	3,051	19,438	12,003	4,623
2002	0.33	2.62	2.62	130,066	40,463	1,005	27,080	13,869	1,147
2003	0.80	1.81	1.81	142,696	46,412	1,469	5,770	17,343	1,599
2004	0.19	2.20	2.20	77,851	31,778	3,788	14,736	18,627	5,356
2005	0.89	0.95	0.95	175,077	31,900	1,744	15,517	19,005	2,177
2006	0.21	0.90	0.90	135,422	35,538	6,150	22,580	20,934	8,666
2007	0.56	1.54	1.54	120,506	54,342	7,184	19,519	33,748	9,840
2008	0.30	1.03	1.03	153,382	34,277	5,796	22,078	18,931	7,937

## 補足資料 9 (続き)

年齢 年＼	漁獲係数 F			資源尾数 (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	1.07	1.07	126,479	56,679	6,070	30,807	33,252	8,345
2010	0.24	1.69	1.69	171,935	46,411	9,642	34,880	31,368	13,337
2011	0.66	1.33	1.33	218,210	67,328	4,260	49,018	41,772	4,905
2012	0.81	0.97	0.97	346,346	56,227	8,820	51,160	33,003	11,660
2013	0.78	1.67	1.67	200,057	76,224	10,595	47,426	53,570	15,231
2014	0.34	1.23	1.23	254,925	45,451	7,100	42,967	30,508	10,412
2015	0.34	0.90	0.90	255,513	89,939	6,579	50,992	82,697	9,324
2016	0.32	1.52	1.52	195,851	90,128	18,163	49,678	60,369	22,907
2017	0.28	1.54	1.54	168,448	70,786	9,761	30,369	48,805	11,976
2018	0.38	1.29	1.29	174,647	62,907	7,532	21,887	41,360	10,729
2019	0.57	1.85	1.85	116,863	59,388	8,587	16,280	39,507	11,846
2020	0.39	0.82	0.82	232,219	32,781	4,630	31,677	25,272	6,169
2021	0.29	0.90	0.90	266,315	78,456	7,196	35,525	56,275	9,684
2022	0.51	0.79	0.79	311,275	99,329	15,805	18,507	75,372	21,047
2023	1.03	1.11	1.11	431,179	93,198	22,378	37,787	62,815	31,055
2024	0.77	1.20	1.20	452,456	76,256	15,313	28,793	40,232	25,882