

## 令和6（2024）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・  
向草世香）

水産技術研究所 環境・応用部門

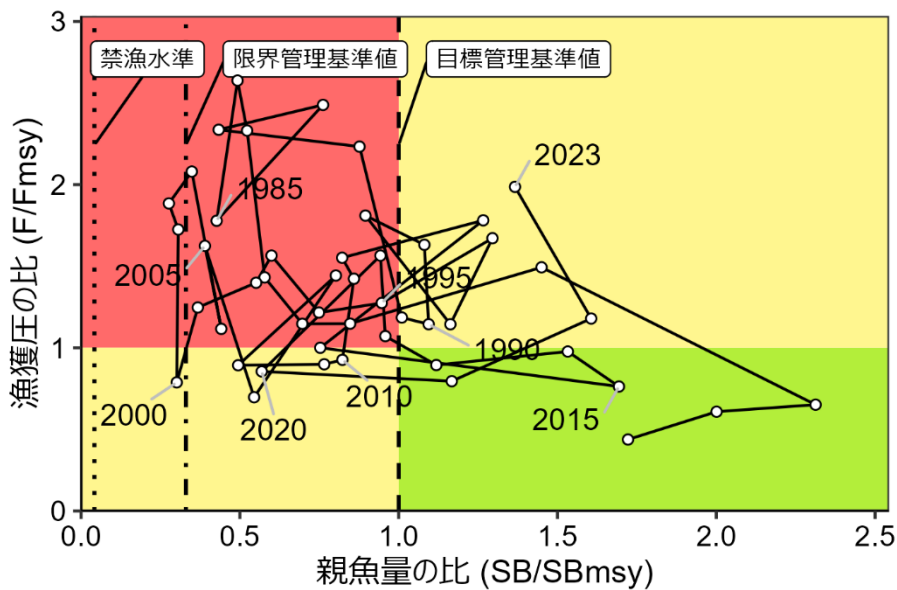
参画機関：青森県産業技術センター水産総合研究所、秋田県水産振興センター、山形県水産研究所、新潟県水産海洋研究所、富山県農林水産総合技術センター水産研究所、石川県水産総合センター、福井県水産試験場、京都府農林水産技術センター海洋センター、兵庫県立農林水産技術総合センター但馬水産技術センター、鳥取県水産試験場、島根県水産技術センター、山口県水産研究センター、福岡県水産海洋技術センター、佐賀県玄海水産振興センター、長崎県総合水産試験場、熊本県水産研究センター、鹿児島県水産技術開発センター、海洋生物環境研究所

### 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6.2万トンとなった。2021年以降は増加し、2023年は11.6万トンであった。2023年は1976年以降で2番目に多い加入量となった。

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。2023年の親魚量（7.4万トン）は、MSY を実現する水準を上回る。また、本系群に対する 2023 年の漁獲圧は MSY を実現する水準の漁獲圧（F<sub>msy</sub>）を上回る。親魚量の動向は直近5年間（2019～2023年）の推移から「増加」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4.6万トンである。

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
2023 年の親魚量の水準	MSY を実現する水準を上回る
2023 年の漁獲圧の水準	SBmsy を維持する水準を上回る
2023 年の親魚量の動向	増加
MSY	35 千トン
2025 年の ABC	46 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 (%)
2019	67	51	35	1.56	53
2020	62	31	19	0.86	32
2021	96	63	34	0.80	35
2022	103	87	42	1.18	41
2023	116	74	62	1.99	53
2024	128	76	60	1.39	47
2025	123	80	46	0.80	37

・ 2024、2025 年の値は将来予測に基づく平均値である。  
 ・ 2024 年に仮定した漁獲係数 F は直近 3 年間（2021～2023 年）の F の平均値である。  
 2025 年の漁獲には 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。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加えた。

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6.2万トンとなった。東シナ海区と日本海西区における漁獲量が多い。

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、1990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/>、2024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。2023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、1976～2023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（1997～2023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、以下「大中まき CPUE」という、2007～2023年）を用いて2023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が、2019 年以降は増加傾向が続いている。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る。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 6.2 万トンと推定されたが、2021 年以降再び増加して、2023 年には 11.6 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。2021 年以降は増加し、2023 年親魚量は 7.4 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、2023 年は 48 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、2023 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。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る。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（2019～2023 年）でみると、32～53%で推移した。

昨年度の評価と比べると、2021 年以前の推定値に大きな違いはないものの、2025 年以降は上方修正された。これは 2023 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（2019～2023 年）でみると、24～51%の間で変動しており、横ばい傾向にあり、2023 年は 24%であった。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36%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を実現する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（F2021-2023）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ケー・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を実現するF（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管理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、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（すなわち目標管理基準値）を上回る。2023年の親魚量はSBmsyの1.37倍である。また、2023年の漁獲圧は、Fmsyの1.99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）の推移から増加と判断される。本系群の親魚量は2000年代に入ってから2013、2015～2017年にSBmsyを上回り、2020年にはSBmsyを大きく下回ったものの、2020～2021年の漁獲圧はFmsyを下回ったことにより、2021年以降、親魚量は再びSBmsyを上回った。

## 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 2024～2054 の将来予測計算を行った（補足資料 2）。この将来予測における加入量は、各年の親魚量から予測される値を再生産関係式から与えた。加入量の不確実性として、対数正規分布に従う誤差を仮定し、10,000 回の繰り返し計算を行った。2024 年の漁獲量は、予測される資源量と現状の漁獲圧（F2021-2023）から仮定した。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。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  $F_{msy}$  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規則であり、調整係数  $\beta$  には 0.8 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 4.6 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 8.0 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、5-2、5-3 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 6.3 万トン（90%予測区間は 2.9 万～11.6 万トン）であり、予測値が目標管理基準値を上回る確率は 55%、限界管理基準値を上回る確率は 100%である。

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（F2021-2023）を継続した場合の将来予測結果についても示す（補足表 3-5）。2034 年の親魚量の予測値は、 $\beta$  を 0.9 とした場合は平均 5.9 万トン（90%予測区間は 2.7 万～10.9 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 万～12.4 万トン）であり、限界管理基準値を上回る確率はともに 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 4.5 万トン（90%予測区間は 1.9 万～8.4 万トン）であり限界管理基準値を上回る確率は 96%、目標管理基準値を上回る確率は 25%である。

## 6. 資源評価のまとめ

2023 年の資源量は前年から大きく増加し、親魚量は MSY を実現する水準（SB $_{msy}$ ）を上回り、動向は直近 5 年間（2019～2023 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。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 9)。

## 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・梶島光次郎 (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

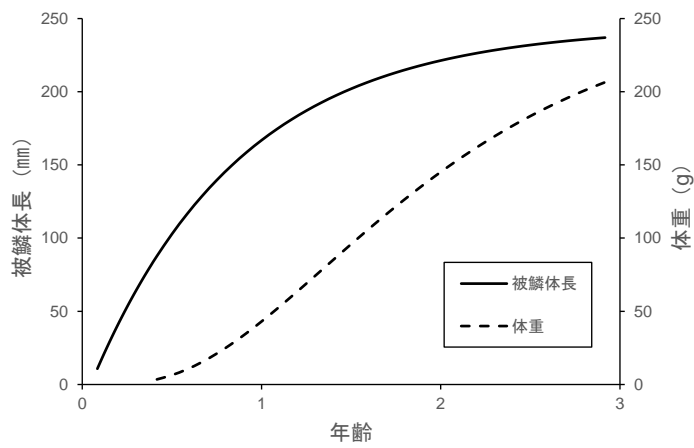


図 2-2. 年齢と成長

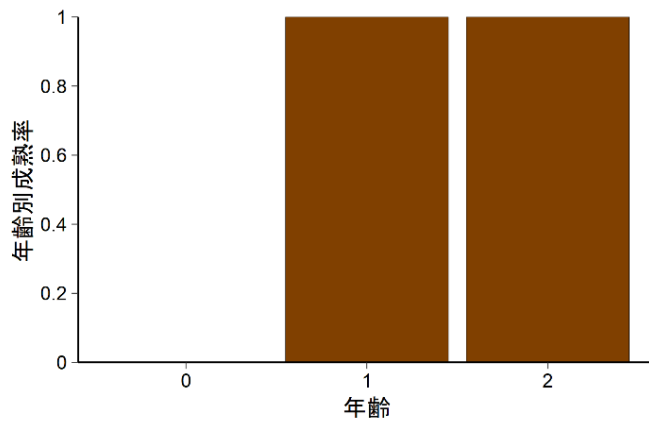


図 2-3. 年齢別成熟割合

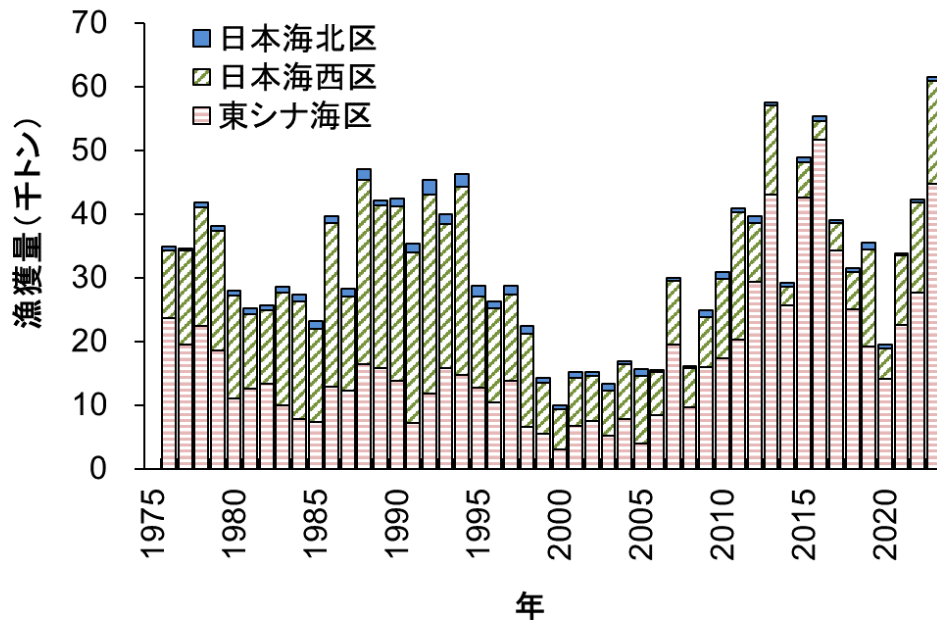


図 3-1. 漁獲量の推移

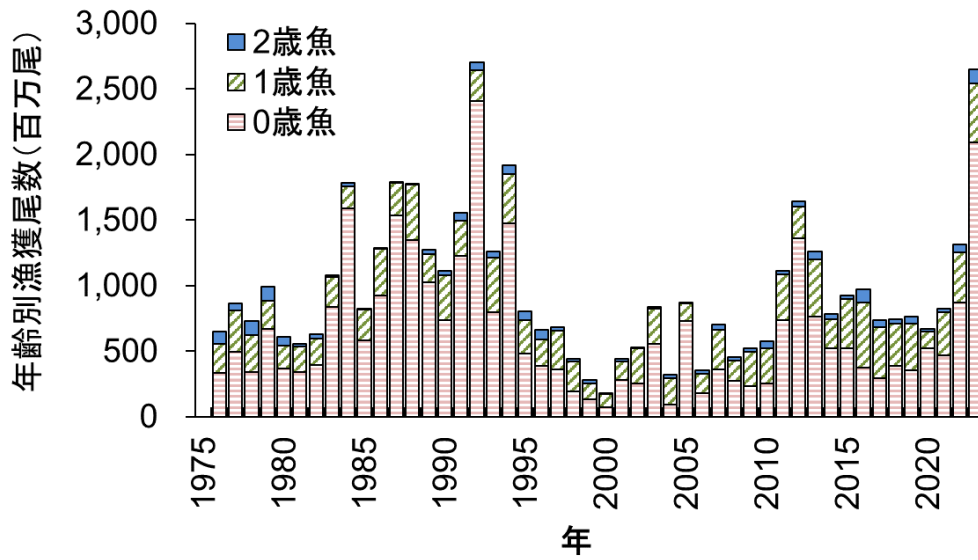


図 3-2. 年齢別漁獲尾数

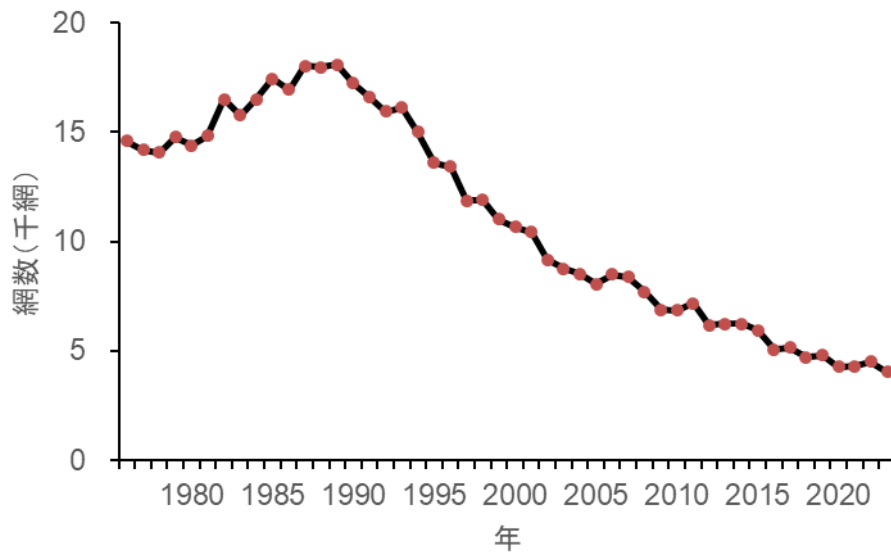


図 3-3. 東シナ海・日本海西部で操業する大中型まき網の網数の推移

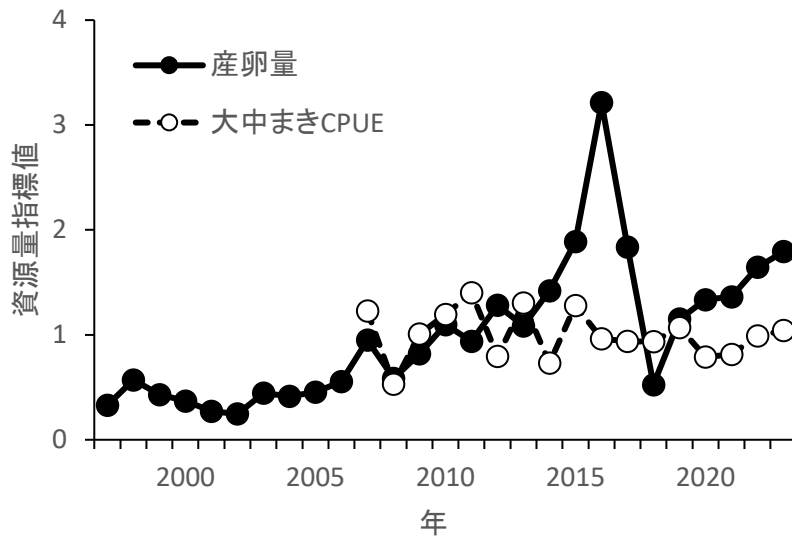


図 4-1. 資源量指標値の推移 (平均値で規格化して示した)

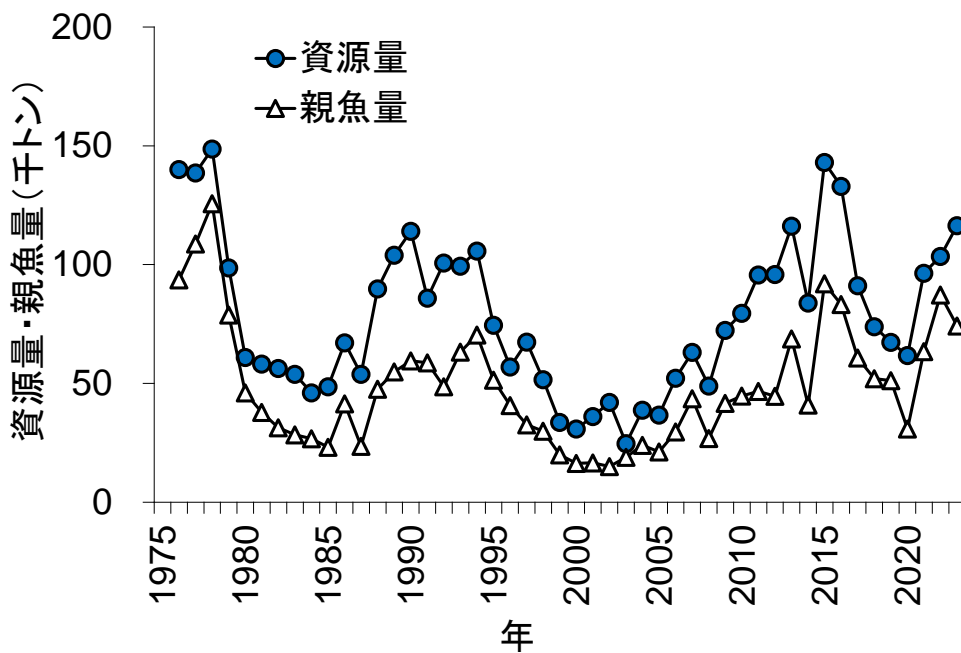


図 4-2. 資源量と親魚量の推移

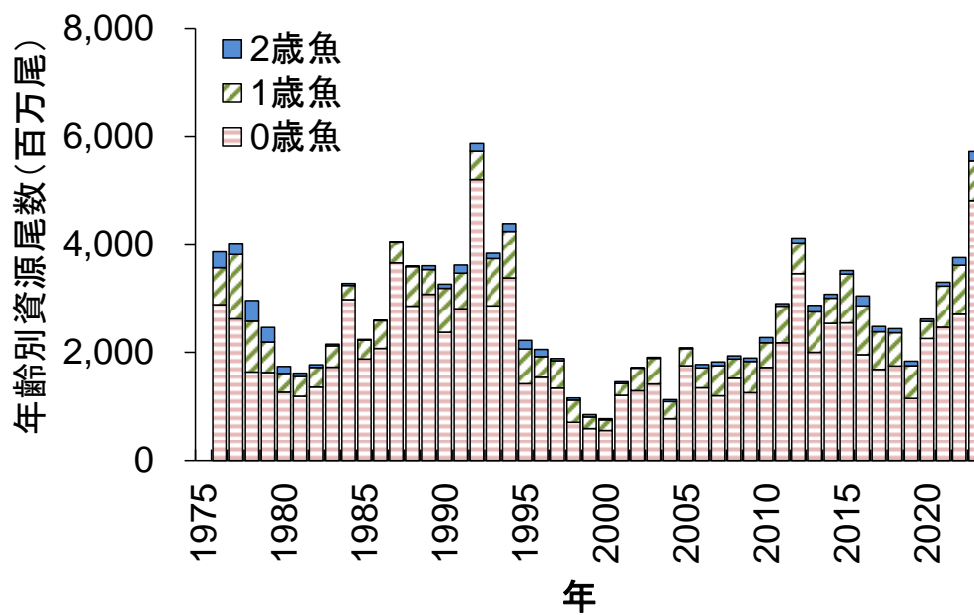


図 4-3. 年齢別資源尾数の推移

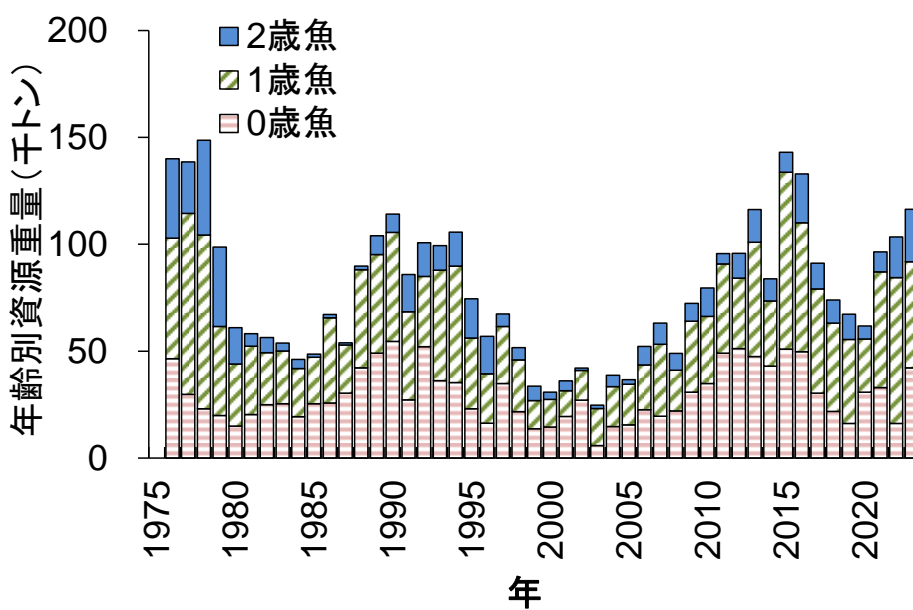


図 4-4. 年齢別資源重量の推移

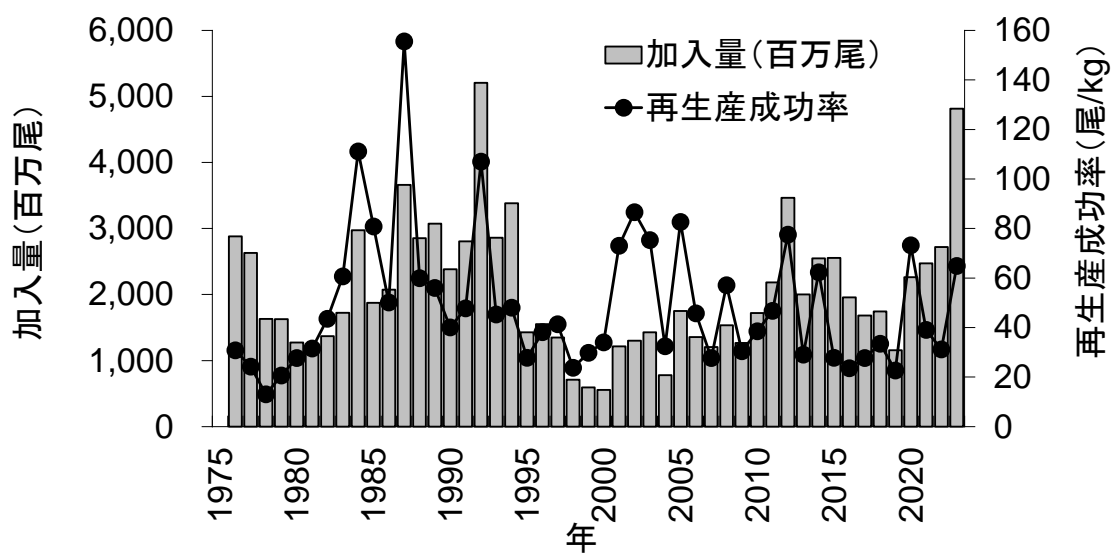


図 4-5. 加入量と再生産成功率 (RPS) の推移

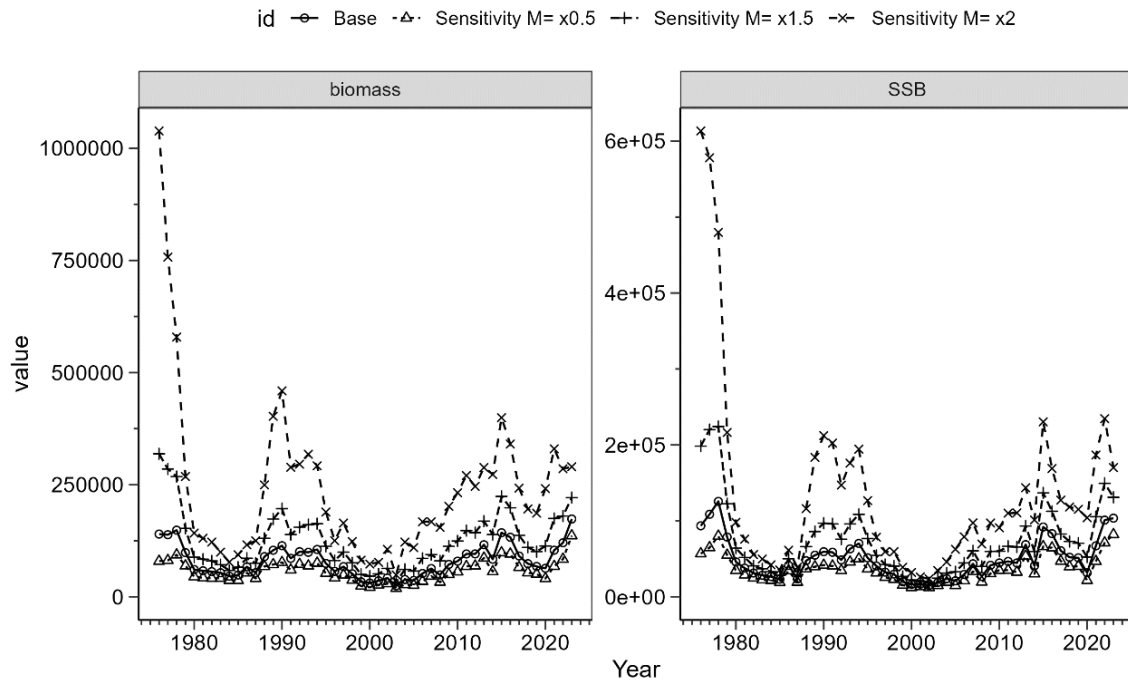


図 4-6. 資源量と親魚量の推定に対する自然死亡係数  $M$  の影響

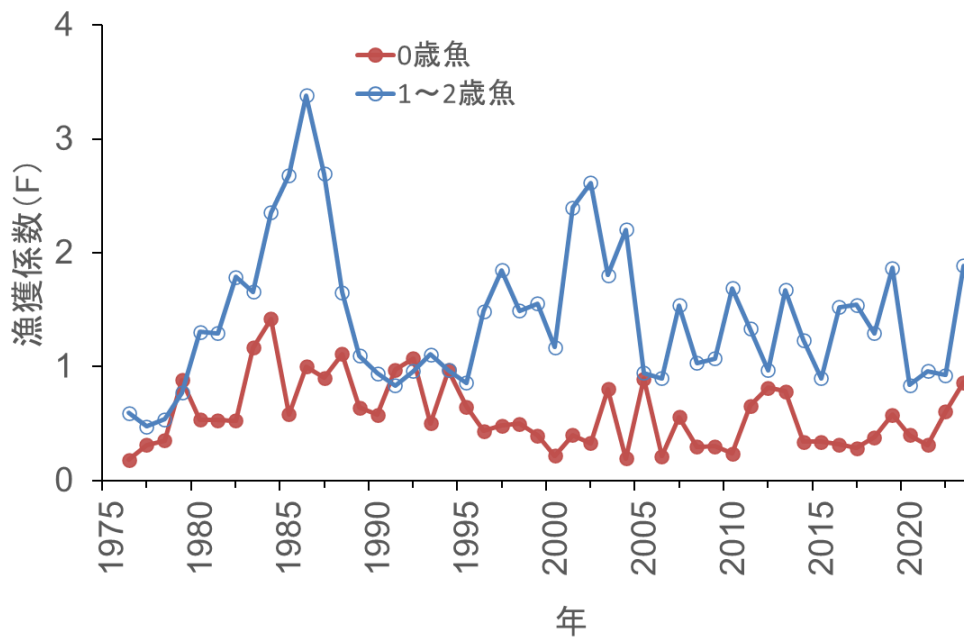


図 4-7. 年齢別漁獲係数  $F$  の推移

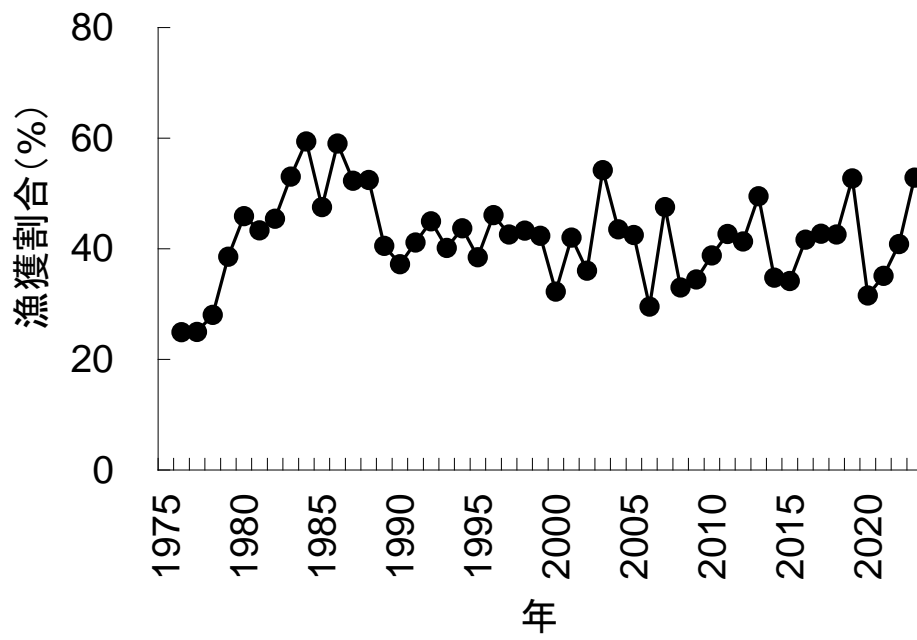


図 4-8. 漁獲割合の推移

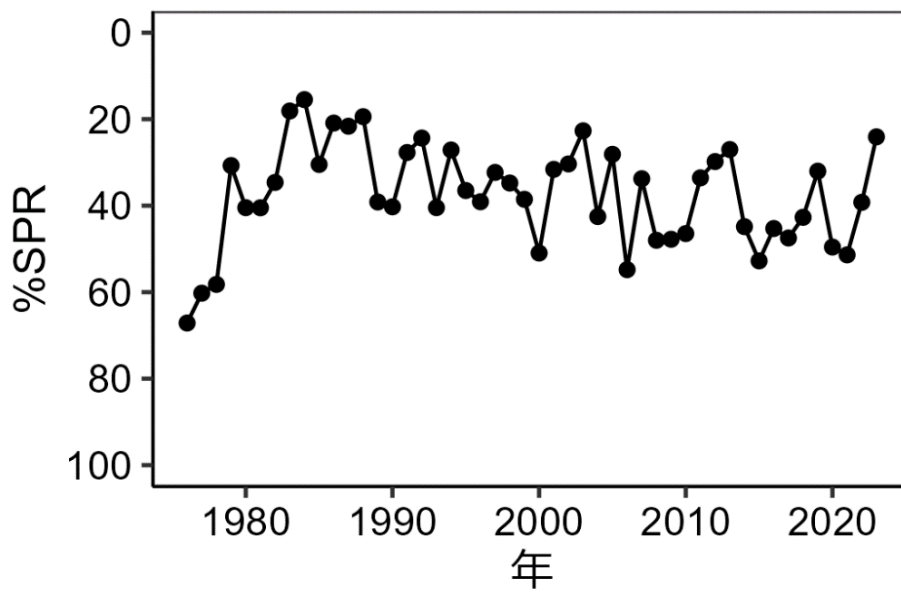


図 4-9. %SPR の推移



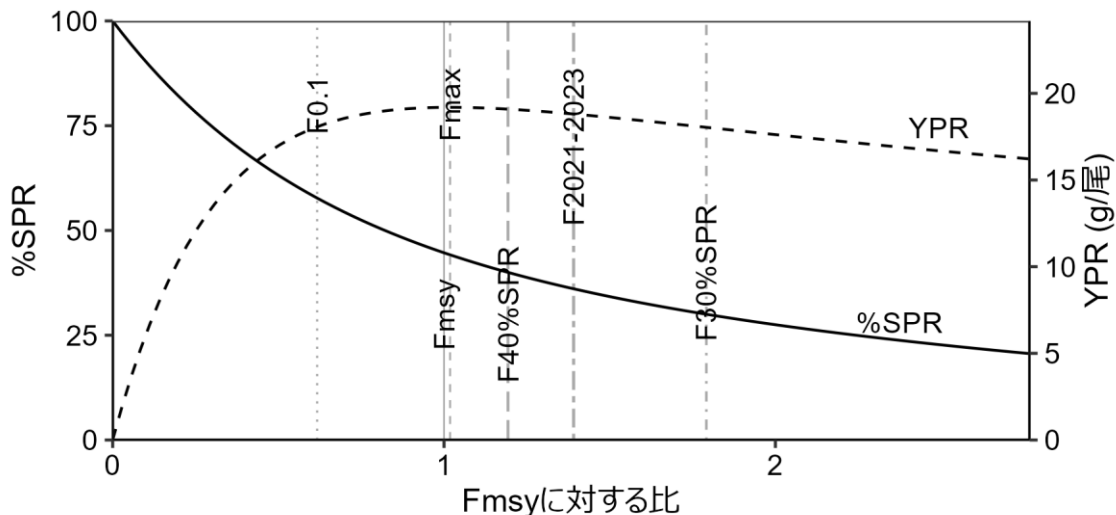


図 4-10. Fmsy に対する YPR と %SPR の関係

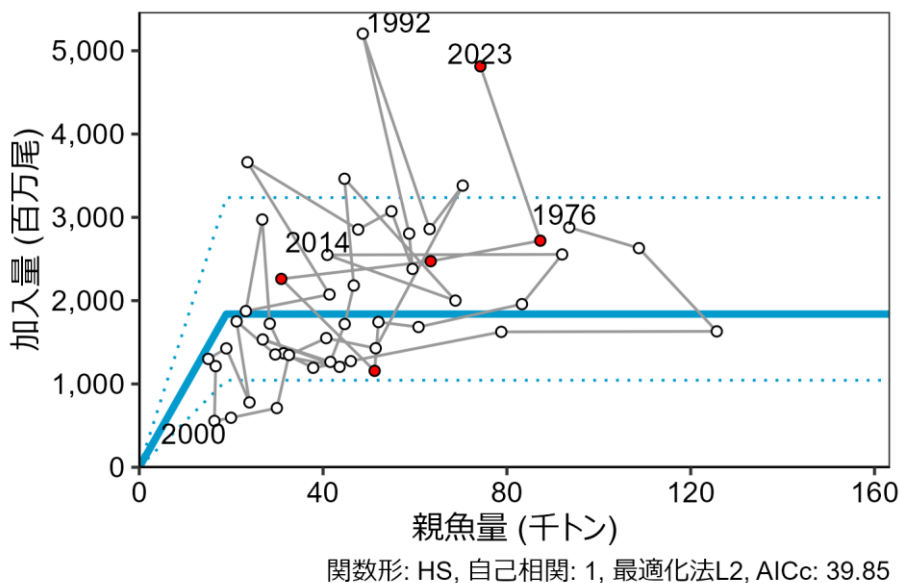


図 4-11. 親魚量と加入量の関係（再生産関係）

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」（依田ほか 2021b）で提案された再生産関係式と再生産関係のプロット。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における 1976～2023 年の親魚量と加入量を示す（2019～2023 年は赤丸印で表示）。図中の数字は加入群の年級（生まれ年）を示す。

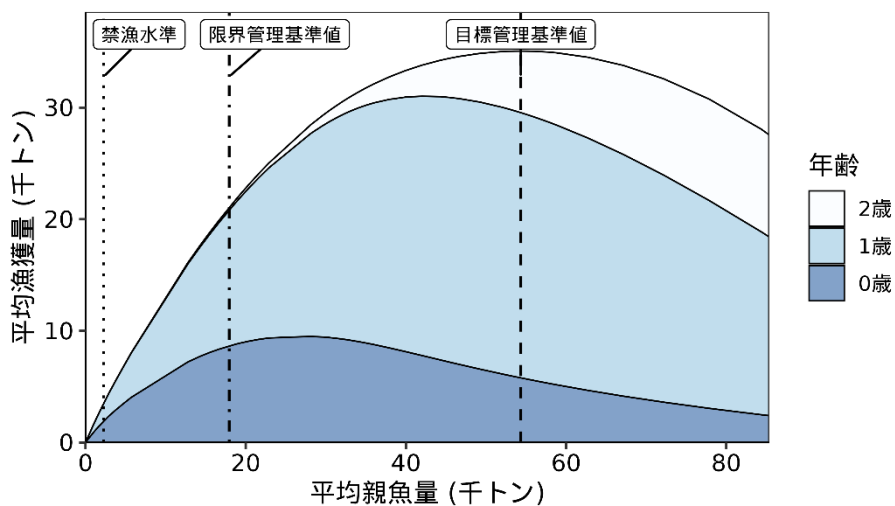


図 4-12. 平衡状態における平均親魚量と年齢別平均漁獲量との関係 (漁獲量曲線)

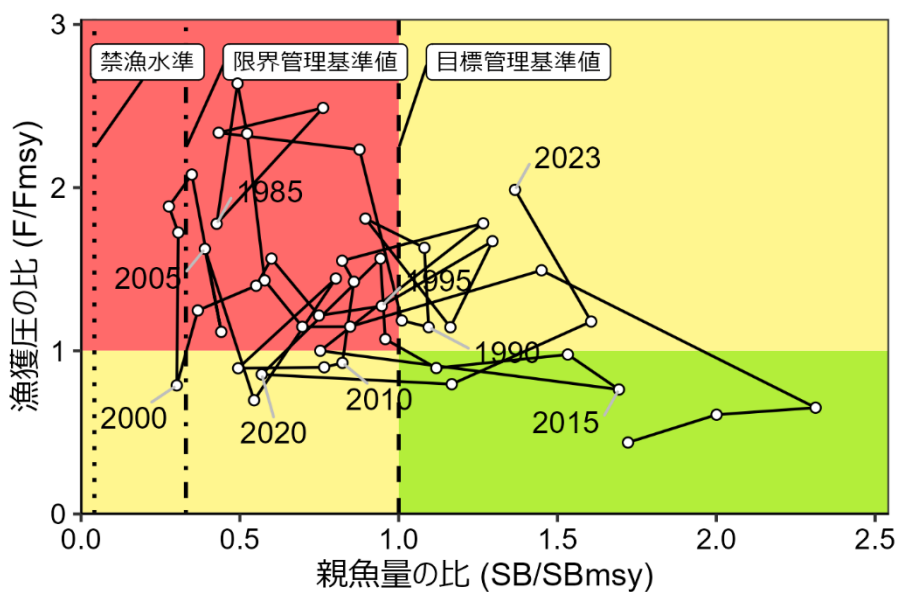
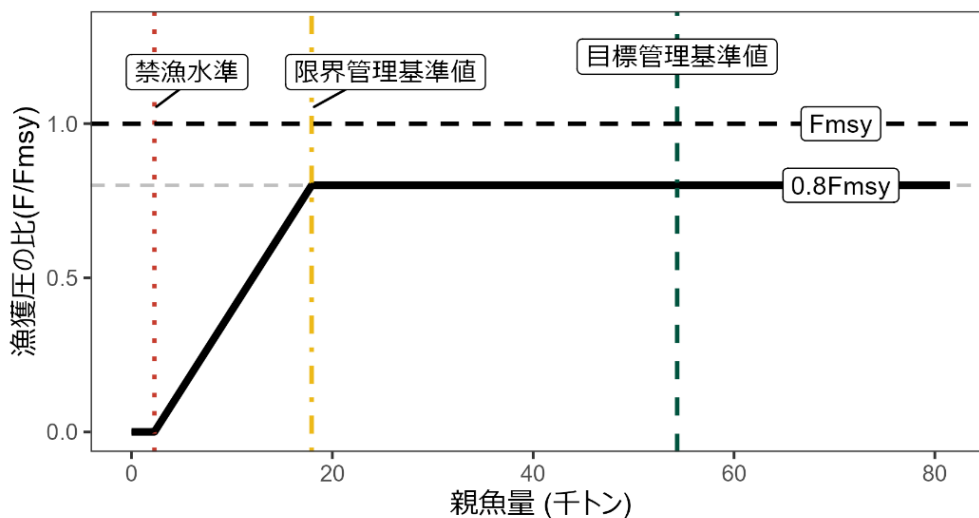


図 4-13. 最大持続生産量 (MSY) を実現する親魚量 (SBmsy) と SBmsy を維持する漁獲圧 (Fmsy) に対する過去の親魚量および漁獲圧の関係 (神戸プロット)

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

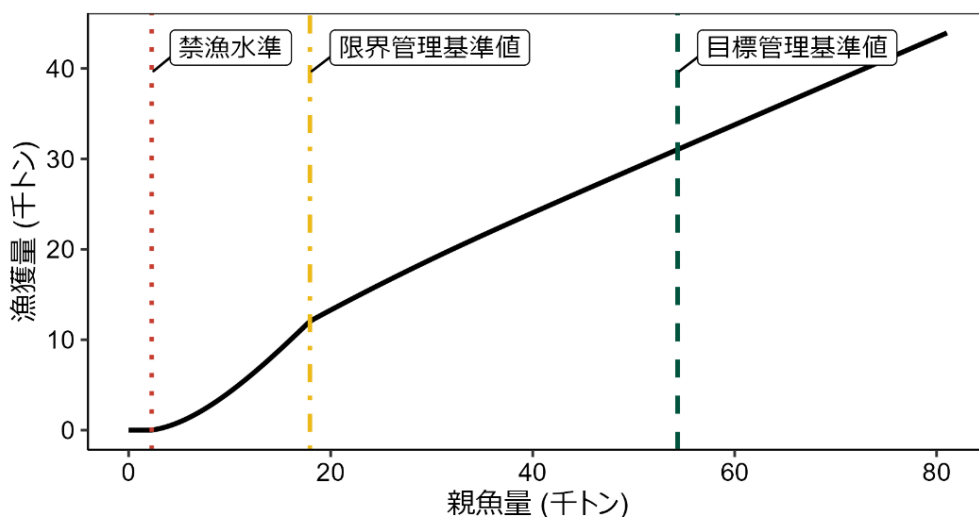


図 5-1. 漁獲シナリオに則した漁獲管理規則

目標管理基準値はホッカー・スティック (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。

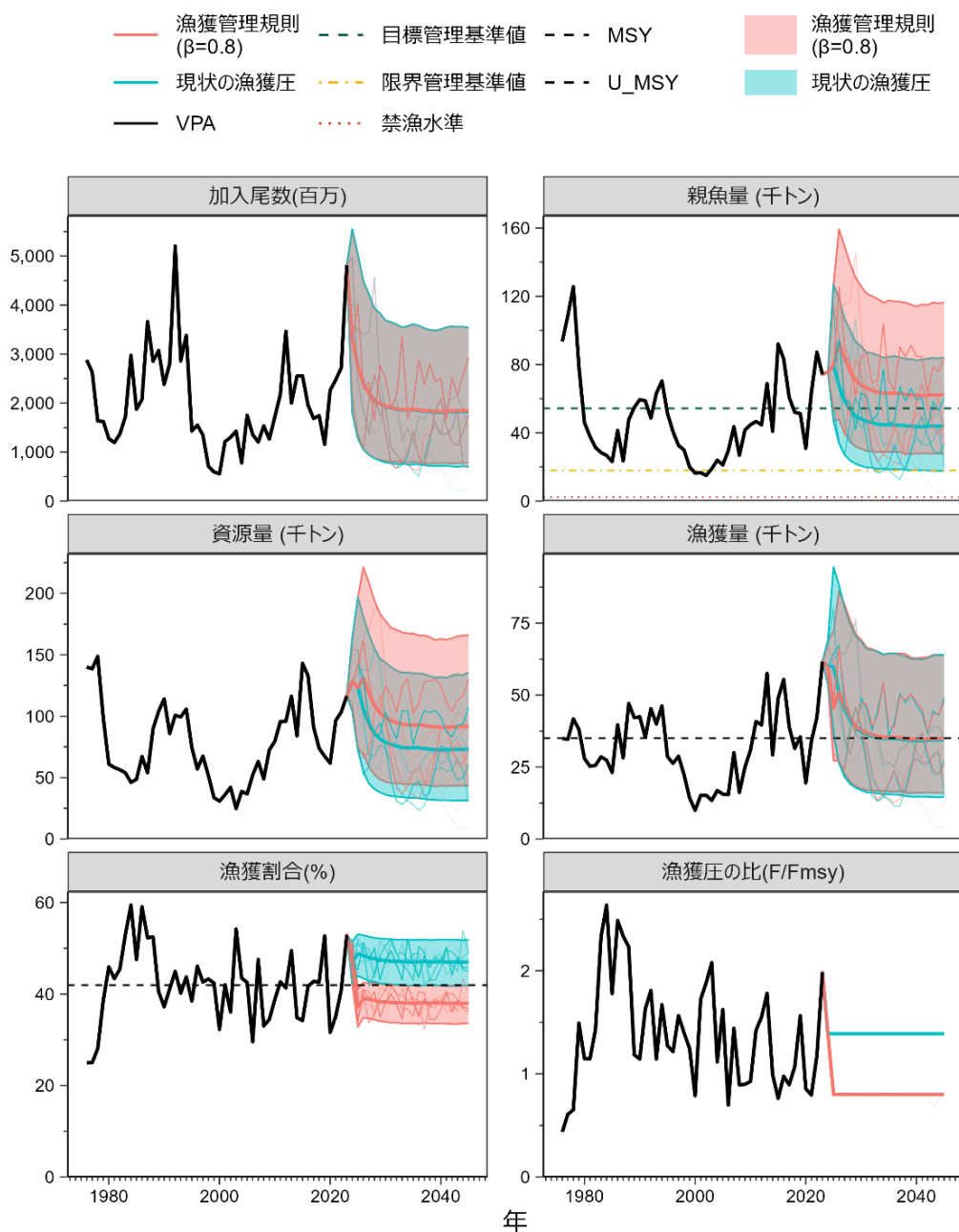


図 5-2. 漁獲シナリオに則した漁獲管理規則に従って漁獲を続けた場合（赤線）と現状の漁獲圧（F2021-2023）で漁獲を続けた場合の将来予測（青色）  
 太実線は平均値、網掛けはシミュレーション結果の90%が含まれる予測区間、細線は5通りの将来予測の例示である。親魚量の図の緑破線は目標管理基準値、黄一点鎖線は限界管理基準値、赤点線は禁漁水準を示す。漁獲量の図の黒破線は最大持続生産量MSYを、漁獲割合の図の黒破線は目標管理基準値を維持する漁獲割合の水準(Umsy)を示す。本系群の漁獲シナリオでは調整係数 $\beta$ に0.8が用いられる。2024年の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧（F2021-2023）により仮定した。

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	1,028	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	44,728	16,110	685	61,574	—

2023 年の日本の漁獲量は暫定値。

表 4-1. ウルメ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/F <sub>msy</sub>
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	83,887	40,920	254,923	35	62	44.9	1.00
2015	143,010	92,019	255,507	34	28	52.8	0.76
2016	132,946	83,273	195,829	42	24	45.3	0.98
2017	91,123	60,771	168,355	43	28	47.5	0.89
2018	73,898	52,051	174,328	43	33	42.7	1.07
2019	67,340	51,216	115,740	53	23	32.0	1.56
2020	61,754	30,906	226,140	32	73	49.6	0.86
2021	96,416	63,422	247,343	35	39	51.4	0.80
2022	103,445	87,274	271,996	41	31	39.2	1.18
2023	116,411	74,235	481,320	53	65	24.1	1.99



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 (%)

$\beta$	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	100	87	83	70	61	54	50	48	46	44	44	43
0.9			87	76	67	60	56	54	52	50	50	49
0.8			90	81	72	66	62	60	58	56	55	55
0.7			93	86	78	72	68	66	64	62	62	62
0.6			95	90	83	78	74	72	71	69	68	68
0.5			97	93	87	83	80	78	77	75	75	74
0.4			98	96	91	88	85	84	83	81	81	80
0.3			99	98	94	91	90	88	87	86	86	86
0.2			100	99	97	95	93	92	91	91	90	90
0.1			100	100	98	97	96	95	94	94	94	94
0.0			100	100	99	98	98	97	97	97	97	96
現状の漁獲圧					64	49	40	34	31	29	27	27

b) 限界管理基準値を上回る確率 (%)

$\beta$	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	
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	100	100
0.8			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
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	100	99	98	97	96	96	96	96

$\beta$  を 0.0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2024 年の漁獲量は現状の漁獲圧 (F2021-2023) から予測される 59.9 千トンとし、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、 $\beta=1.39$  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)

$\beta$	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	76	80	83	73	67	62	60	58	57	56	56	56
0.9			88	78	71	66	64	62	61	60	59	59
0.8			93	84	76	71	68	66	65	64	63	63
0.7			99	90	82	76	73	71	70	68	68	68
0.6			105	98	88	82	78	76	75	74	73	73
0.5			112	106	95	89	85	82	81	80	79	79
0.4			120	115	104	96	92	90	88	86	86	85
0.3			129	126	114	105	101	98	96	94	93	93
0.2			138	139	125	116	110	107	105	103	102	102
0.1			149	154	138	128	122	118	116	114	113	113
0.0			162	172	153	142	135	131	128	126	125	125
現状の漁獲圧					68	59	54	50	48	47	46	45

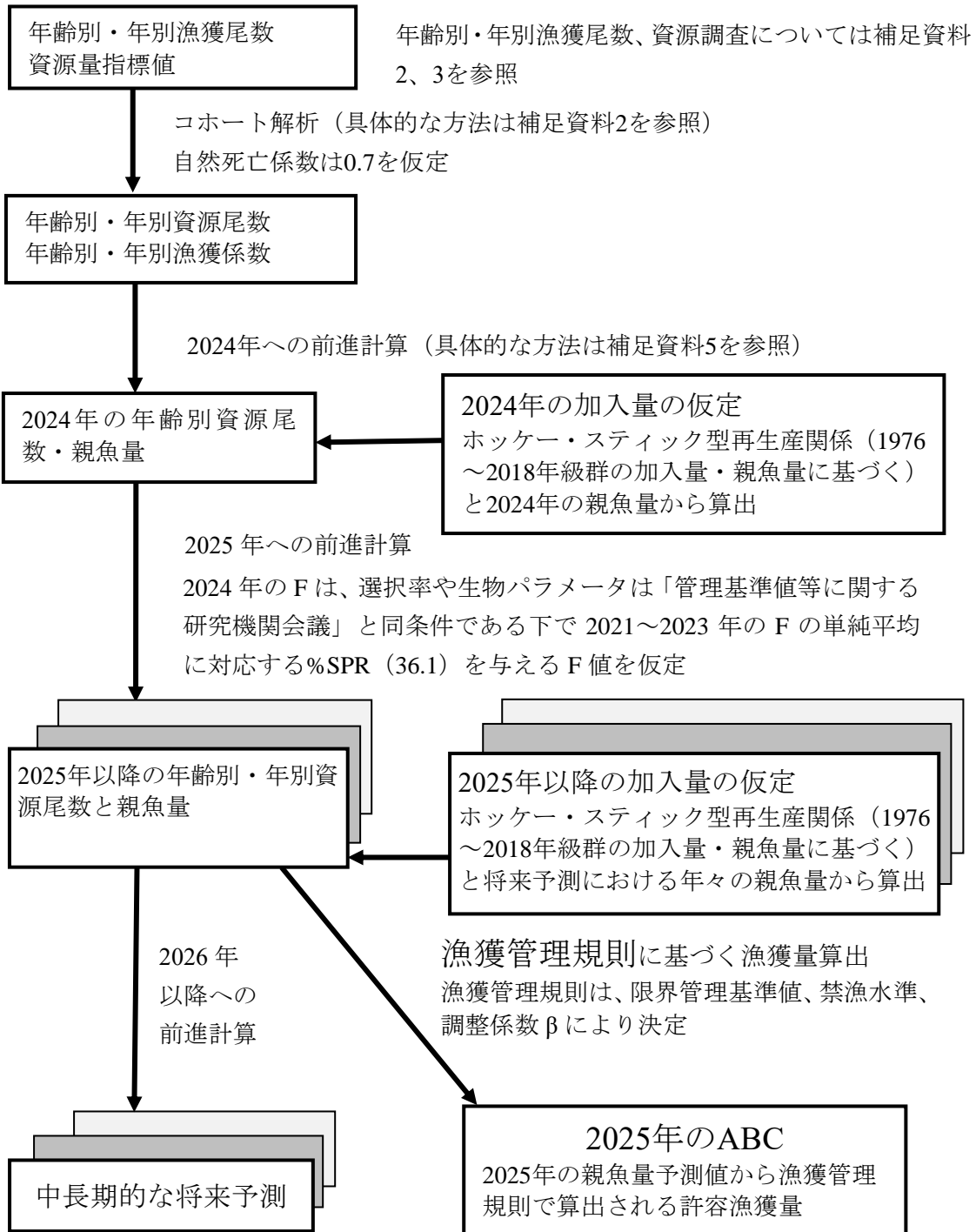
$\beta$  を 0.0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2024 年の漁獲量は現状の漁獲圧 (F2021-2023) から予測される 59.9 千トンとし、2025 年から漁獲シナリオによる漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧 (F2021-2023、 $\beta = 1.39$  に相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。

表 5-3. 将来の平均漁獲量 (千トン)

$\beta$	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	59.9	51.5	52.2	46.5	42.4	39.7	38.2	37.3	36.6	36.1	35.9	35.9
0.9		48.7	51.8	46.5	42.4	39.6	38.2	37.2	36.5	36.0	35.8	35.7
0.8		45.6	51.1	46.3	42.1	39.3	37.8	36.9	36.2	35.7	35.4	35.4
0.7		42.0	49.8	45.6	41.4	38.6	37.1	36.2	35.5	35.0	34.7	34.7
0.6		38.0	47.7	44.3	40.1	37.4	35.9	35.0	34.4	33.8	33.6	33.5
0.5		33.5	44.7	42.1	38.1	35.5	34.0	33.2	32.5	32.0	31.8	31.7
0.4		28.4	40.4	38.8	35.0	32.6	31.2	30.4	29.8	29.3	29.1	29.0
0.3		22.6	34.4	33.7	30.3	28.2	27.0	26.3	25.8	25.4	25.1	25.1
0.2		16.0	26.2	26.2	23.6	21.9	20.9	20.3	19.9	19.6	19.4	19.4
0.1		8.5	15.0	15.4	13.8	12.8	12.2	11.9	11.7	11.5	11.4	11.4
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			59.9	51.2	44.9	41.1	38.6	37.3	36.4	35.7	35.2	34.9

$\beta$  を 0.0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2024 年の漁獲量は現状の漁獲圧 (F2021-2023) から予測される 59.9 千トンとし、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、 $\beta = 1.39$  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

1976～2023 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。2023 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` (ver. 2.4.0.0) 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（2023 年）を除く 2022 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（2023 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（2023 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（2020～2022 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 (2023 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て算出した directed CPUE 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、1994 年以降とした。推定された F 値は  $F_0=0.86$ 、 $F_1=F_2=1.89$  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 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。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、資源尾数、漁獲係数、加入量で 2019 年に大きく外れる傾向がみられたが、最近年の推定に問題はないと判断した。レトロスペクティブバイアス (Mohn's  $\rho$ , Mohn 1999) は、資源量が 0.18、資源尾数が 0.32、漁獲係数が 0.36、加入尾数が 0.39、親魚量が 0.05 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 (ver. 2.4.0.0) 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カー・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 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(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。2024 年の漁獲圧 ( $F_{2024}$ ) 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 年の年齢別漁獲圧に対応する %SPR を与える  $F$  値とした。

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。

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

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

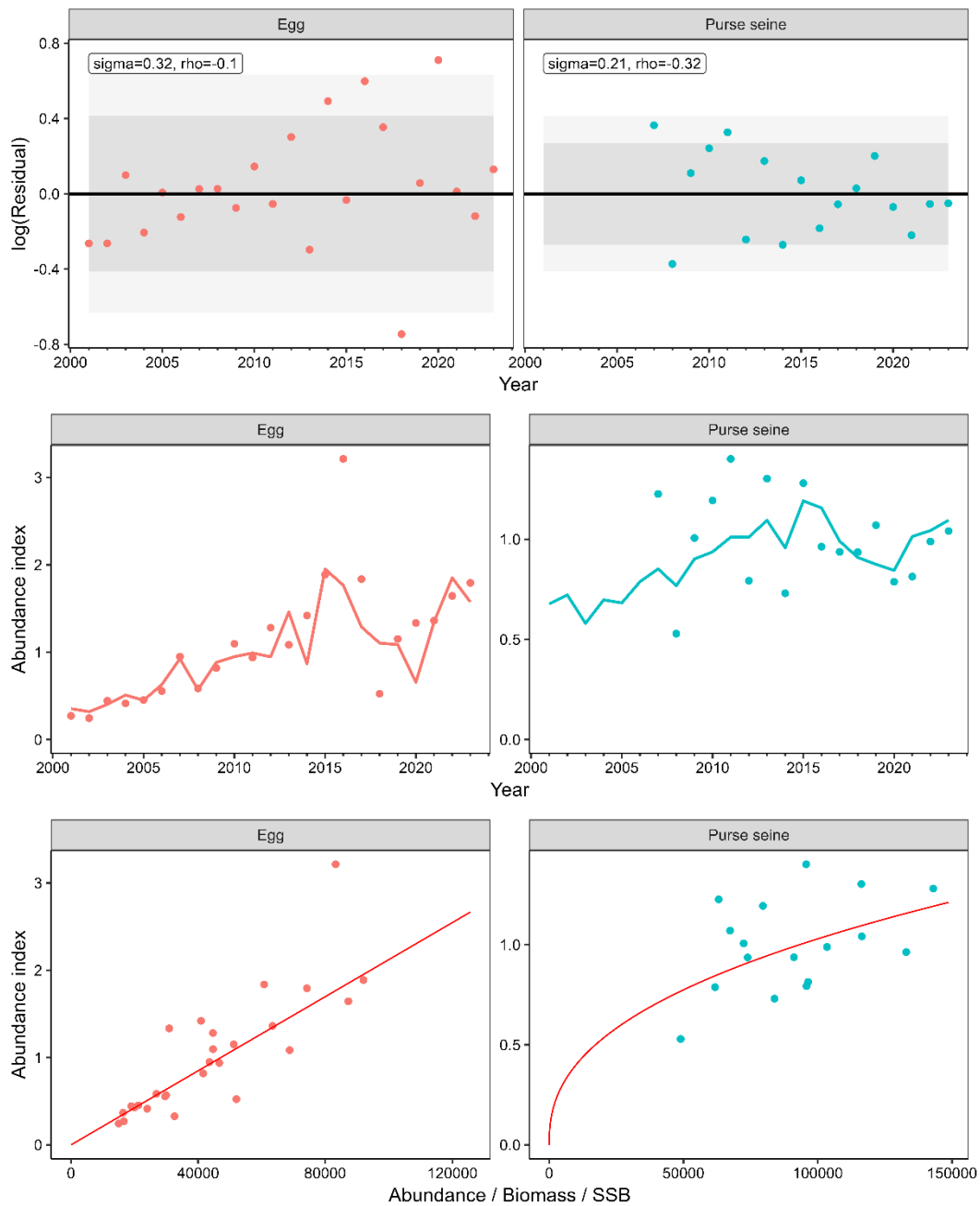
$$C_{a,y} = N_{a,y} \{1 - \exp(-F_{a,y})\} \exp\left(-\frac{M}{2}\right) \quad (8)$$

## 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 (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](https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2024-ABCWG02-03.pdf)

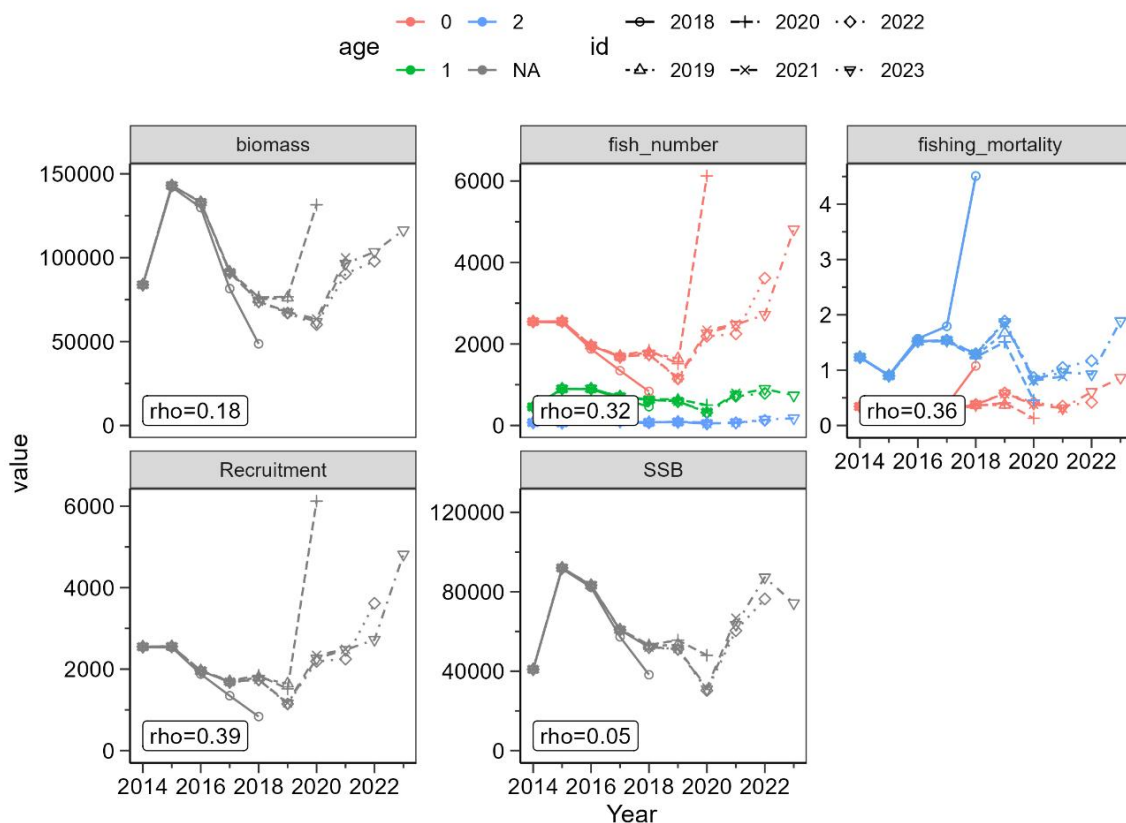
水産研究・教育機構 (2024b) 令和 6 (2024) 年度漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針. FRA-SA2024-ABCWG02-01, 水産研究・教育機構, 横浜, 23pp. [https://abchan.fra.go.jp/references\\_list/FRA-SA2024-ABCWG02-01.pdf](https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2024-ABCWG02-01.pdf)

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 (2023 年)

年齢	0	1	2
体重 (g)	8.8	67.4	138.8

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	0.33	
1998	0.57	
1999	0.43	
2000	0.37	
2001	0.27	
2002	0.24	
2003	0.44	
2004	0.41	
2005	0.45	
2006	0.56	
2007	0.95	1.23
2008	0.59	0.53
2009	0.82	1.01
2010	1.10	1.19
2011	0.94	1.40
2012	1.28	0.79
2013	1.08	1.30
2014	1.42	0.73
2015	1.89	1.28
2016	3.21	0.96
2017	1.84	0.94
2018	0.52	0.94
2019	1.15	1.07
2020	1.33	0.79
2021	1.36	0.81
2022	1.64	0.99
2023	1.79	1.04
$b_k$	1.00E+00	4.10E-01
$q_k$	2.12E-05	9.16E-03
$\sigma_k$	3.22E-01	2.11E-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)	F2021-2023 (注 3)	平均体重 (g)	自然死亡 係数	成熟 割合
0 歳	0.23	0.33	0.46	15.9	0.7	0
1 歳	1.00	1.45	2.01	67.7	0.7	1.0
2 歳	1.00	1.45	2.01	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 2021～2023 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	目標管理基準値。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	最大持続生産量 MSY を実現する漁獲圧(漁獲係数 F) (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	f

補足表 3-3. 最新年の親魚量と漁獲圧

項目	値	説明
SB2023	74 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)=(0.86, 1.89, 1.89)	
U2023	53%	2023 年の漁獲割合
%SPR (F2023)	24.1%	2023 年の%SPR
%SPR (F2021-2023)	36.1%	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/ SBtarget	1.37	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
F2023/ Fmsy	1.99	SBmsy 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	MSY を実現する水準を上回る	
漁獲圧の水準	f	
親魚量の動向	増加	

\* 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。

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 (%)
46	80	0.58	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  $\beta$  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	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 $\beta$					
$\beta=0.8$	63	29 – 116	55	100	100
上記と異なる $\beta$ を使用した場合					
$\beta=1.0$	56	25 – 103	44	99	100
$\beta=0.9$	59	27 – 109	50	100	100
$\beta=0.7$	68	31 – 124	62	100	100
$\beta=0.0$	125	58 – 227	97	100	100
F2021-2023	45	19– 84	25	96	100

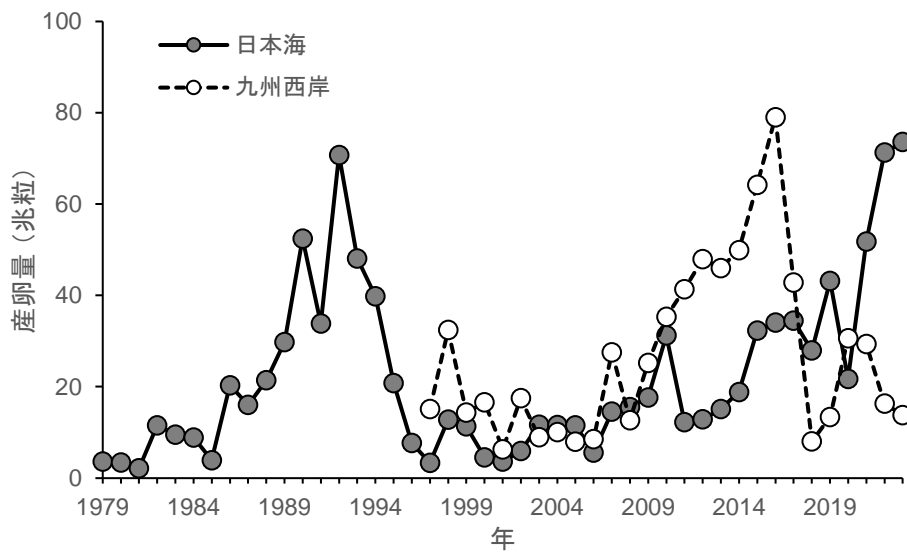
#### 補足資料 4 調査結果の概要

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。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、2020～2021 年はやや回復したものの、2022 年以降は減少している。

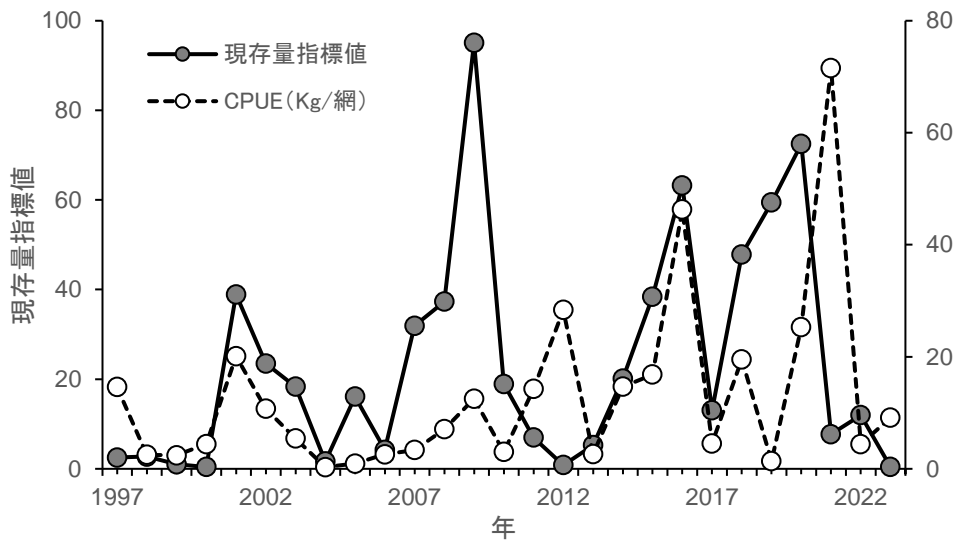
夏季の九州西岸域から対馬海峡において実施された計量魚探などを用いた浮魚類魚群量調査により求められたウルメイワシの現存量指標値（Ohshimo 2004、ただし 2012 年以降は再計算をおこなった）と同時に実施された中層トロール調査による CPUE（kg/網）の推移を補足図 4-2 に示した。2023 年の中層トロールの CPUE（9.1 kg/網）は、2022 年（4.5 kg/網）よりやや増加した。計算された現存量指標値は過去最低の 0.41 であった。

#### 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. 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



### 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)。

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 1997～2023 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。

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

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

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  $\eta(y_i, m_i)$  は要因が卵の採集率 (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、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、 $\mathbf{d}(s_n, s_m)$ はノット間の距離、 $\mathbf{H}$ 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）。

$$r_1(i) = \text{logit}^{-1} p_1(i)$$

$$r_2(i) = a_i \times \log^{-1} p_2(i)$$

$a_i$ 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1997～2023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、標準化した指標値がノミナルよりも低く推移している。

#### 引用文献

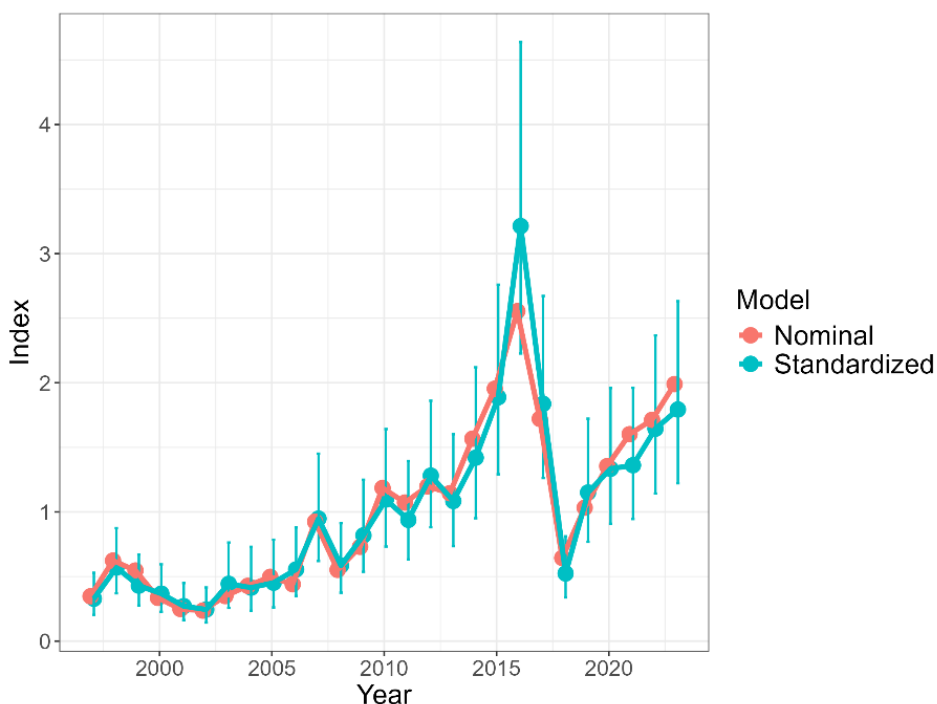
Kristensen, K., A. Nielsen, C. E. Berg, H. Skaug, and B. M. Bell (2016) TMB: automatic differentiation and Laplace approximation. *J. Stat. Softw.*, **70**, 1-21.

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)

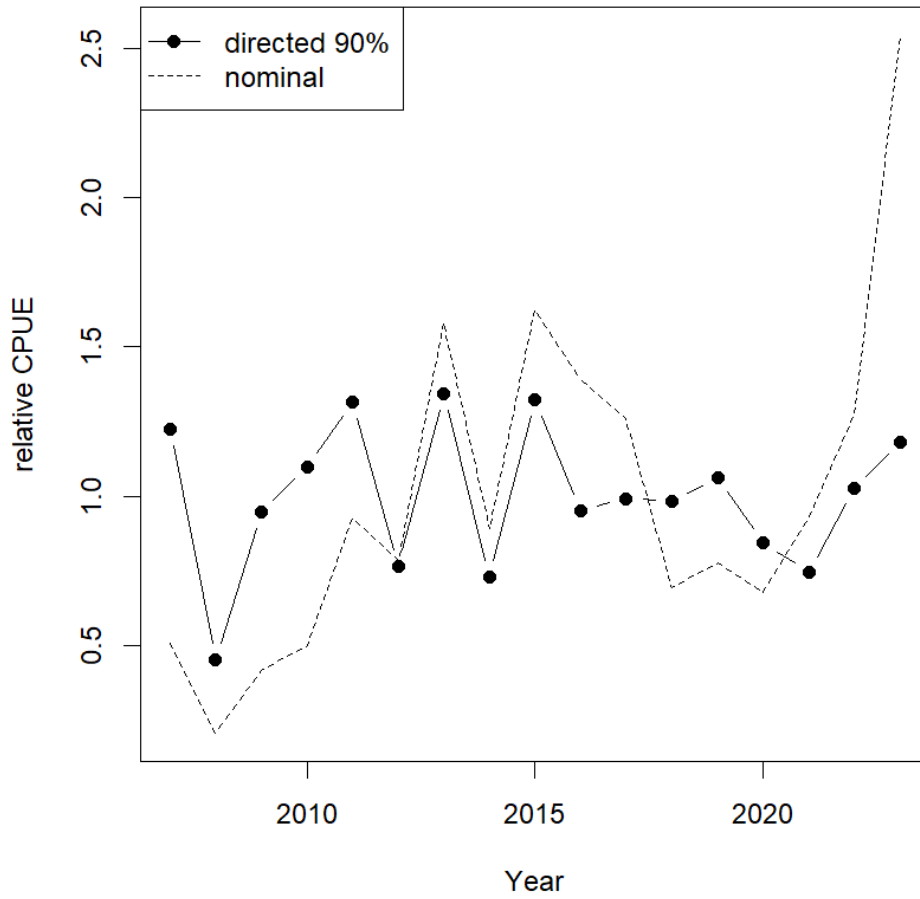
## 補足資料 6 大中まき網の CPUE 標準化

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におけるCPUEの年平均値はdirected CPUEと呼ばれ、狙い操業を考慮したCPUEと考えられている(Biseau 1998)。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2003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。

ノミナルCPUE(ウルメイワシ漁獲なしデータを含む1網当たりのウルメイワシ漁獲量の年平均値)はdirected CPUEに比べると変動が大きく、2023年に大幅に増加した(補足図6-1)。directed CPUEの年トレンドは変動しながらも比較的安定して推移しているが、2022年以降、増加傾向にある。

## 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.

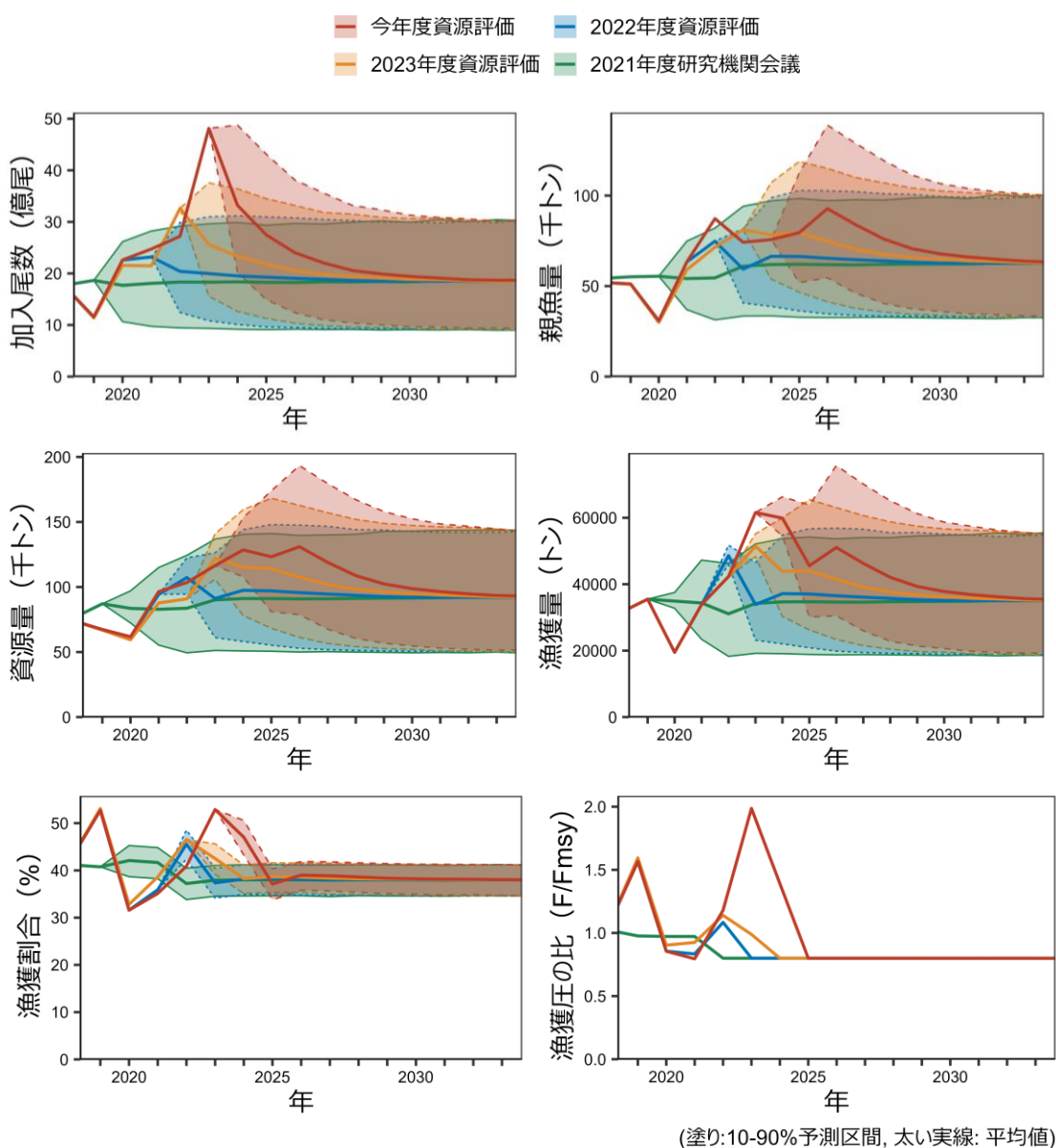


補足図 6-1. 大中まき CPUE を標準化した場合 (directed 90%) としない場合 (nominal) の資源量指標値のトレンド

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、2022 年加入量は下方修正されたが、親魚量と資源量はやや上方修正された（補足表 7-1）。2023 年の加入量は、再生産関係に基づく昨年度の予測値よりも大幅に多く推定された。資源量および親魚量は、2021 年以前の推定値に大きな違いはなかった（補足図 7-1）。2025 年以降の資源量および親魚量は上方修正されたが、自己相関を仮定した再生産関係に基づいて加入量が推定されるため、2024 年以降も高い加入が続くことが反映された結果である。

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	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年
2022 年度	1,157	2,260	2,319		
2023 年度	1,138	2,157	2,146	3,264	
2024 年度	1,157	2,261	2,473	2,720	4,813

## (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	51	31	63		
2023 年度	51	30	59	72	
2024 年度	51	31	63	87	74

## (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	67	62	94		
2023 年度	67	59	88	91	
2024 年度	67	62	96	103	116

## (4) 漁獲圧 (F/Fmsy)

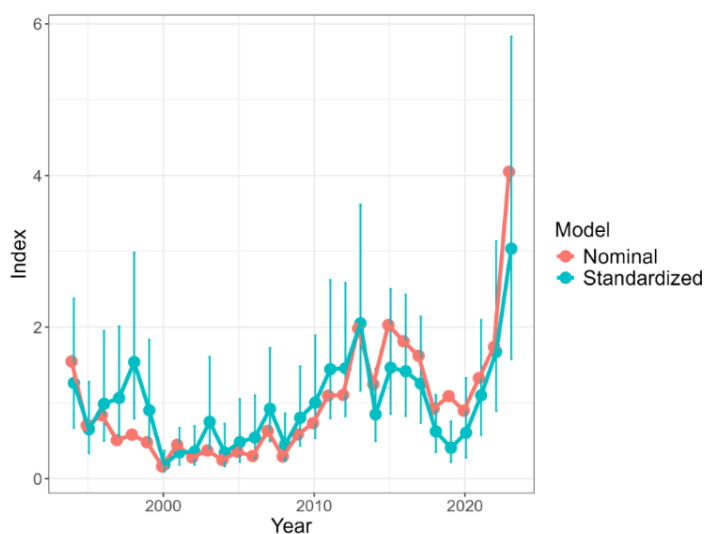
評価年度 / 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年
2022 年度	1.57	0.86	0.83		
2023 年度	1.59	0.90	0.92	1.14	
2024 年度	1.56	0.86	0.80	1.18	1.99

### 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

今年度の資源評価では、大中型まき網の資源量指標値として Directed CPUE を引き続き使用したが、2023 年は混獲で漁獲される割合が増加し、ノミナル CPUE との乖離がみられた。そこで、感度解析として、産卵量と同様に Vector Autoregressive Spatio-Temporal (VAST) モデル (Thorson and Barnett 2017) を使用した CPUE の標準化を行い (補足図 8-1)、その指標値を Directed CPUE の代わりに資源量の指標値として用いた資源評価および将来予測を行った (Standardized CPUE)。また、Directed CPUE を昨年と同様に指標値とした場合 (Simple update)、2023 年の F が非常に高いという問題があったため (補足図 8-2)、資源量と指標値の間に非線形関係を仮定するチューニング方法へ変更し、今年度のベースケースとした (Basecase)。さらにこれらに加え、感度解析として、大中型まき網の指標値を考慮しない場合の将来予測も行った (Remove PS index)。以上をまとめると、以下の通りである。

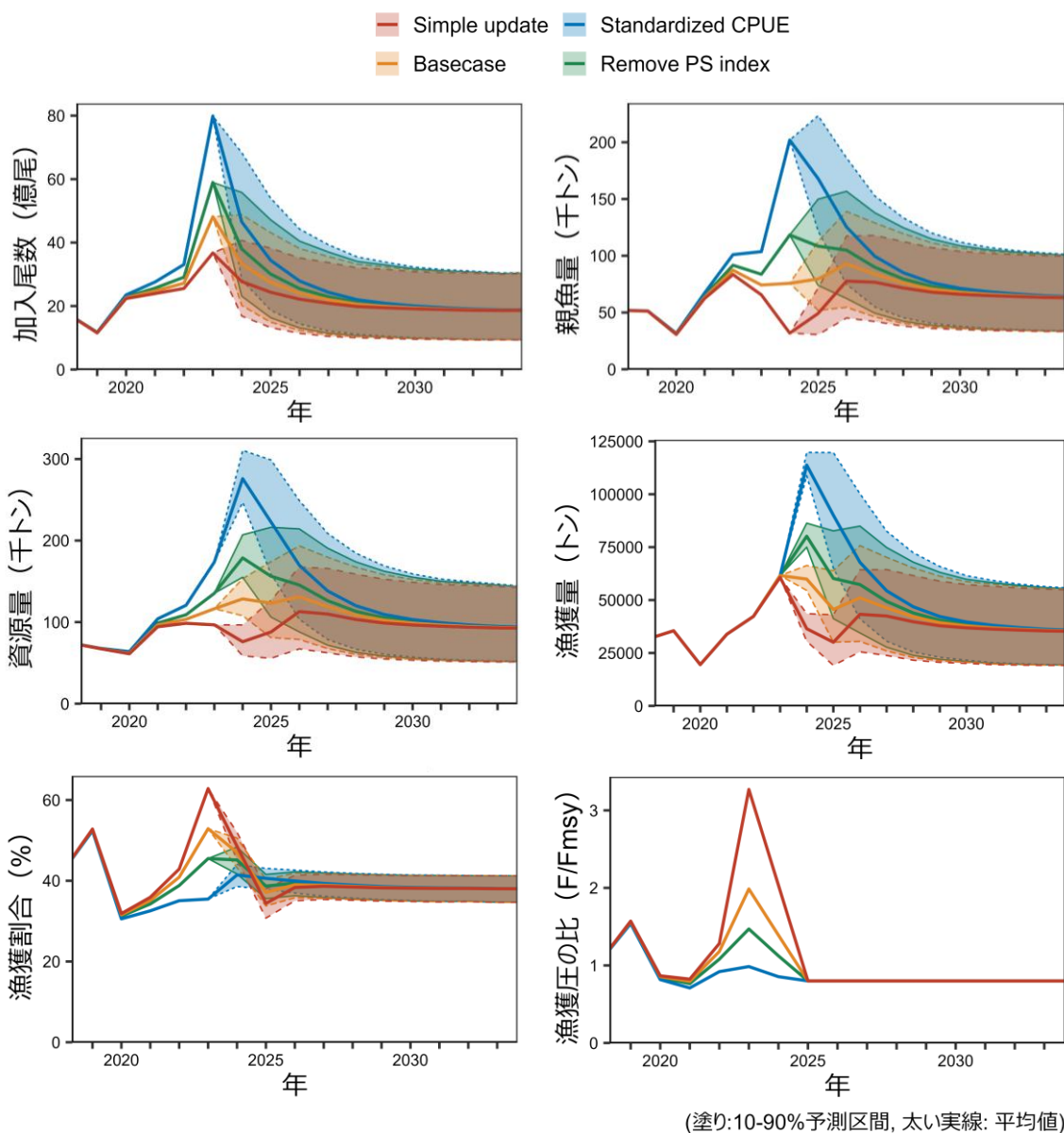
- ・ 本年度資源評価 (Basecase)
- ・ 資源量の指標値を標準化 CPUE へ変更 (Standardized CPUE)
- ・ 昨年度と同様の手法 (指標値と資源量に線形関係を仮定) (Simple update)
- ・ 資源量の指標値 (大中型まき網) を考慮しない (Remove PS index)

標準化 CPUE を用いた場合 (Standardized CPUE) では、2023 年の加入尾数が膨大な推定結果となり (80 億尾)、その結果、親魚量や資源量も高い水準で推移した。一方、単純更新した場合 (Simple update) は、最も悲観的な結果となり、特に 2023 年の  $F_{msy}$  に対する漁獲圧の比が 3 を超える高い値が推定されている。そのため、資源量および親魚量は 2023~2024 年に減少すると推定された。まき網の指標値を考慮しない場合 (Remove PS index) は、標準化 CPUE を用いた場合と Directed CPUE を用いた場合の中間の加入量、親魚量、資源量、漁獲量を示し、2 つの CPUE のチューニング効果が反対となっていることを示している。2025 年における漁獲量は、Basecase、Standardized CPUE、Simple update、Remove PS index において、それぞれ 4.6 万トン、8.0 万トン、3.0 万トン、6.0 万トンと推定された。



補足図 8-1. VAST モデルにより標準化した場合 (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)





補足図 8-2. 様々な不確実性を考慮した場合の将来予測

## 補足資料 9 資源解析結果の詳細

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	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	196,120	44,064	10,584	17,185	29,701	14,688	9	67	139

## 補足資料 9 (続き)

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	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	254,923	45,451	7,100	42,967	30,508	10,412
2015	0.34	0.90	0.90	255,507	89,938	6,579	50,990	82,695	9,324
2016	0.32	1.52	1.52	195,829	90,125	18,163	49,672	60,367	22,906
2017	0.29	1.54	1.54	168,355	70,775	9,760	30,352	48,797	11,974
2018	0.38	1.29	1.29	174,328	62,861	7,526	21,847	41,330	10,721
2019	0.58	1.87	1.87	115,740	59,230	8,564	16,124	39,402	11,814
2020	0.40	0.84	0.84	226,140	32,223	4,551	30,848	24,842	6,064
2021	0.31	0.96	0.96	247,343	75,437	6,919	32,994	54,110	9,312
2022	0.61	0.93	0.93	271,996	89,908	14,306	16,171	68,223	19,051
2023	0.86	1.89	1.89	481,320	73,692	17,700	42,176	49,671	24,564