

令和6（2024）年度ゴマサバ対馬暖流系群の資源評価

水産研究・教育機構

水産資源研究所 水産資源研究センター（依田真里・向草世香・藤波裕樹・
国松翔太）

水産技術研究所 環境・応用部門

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

要 約

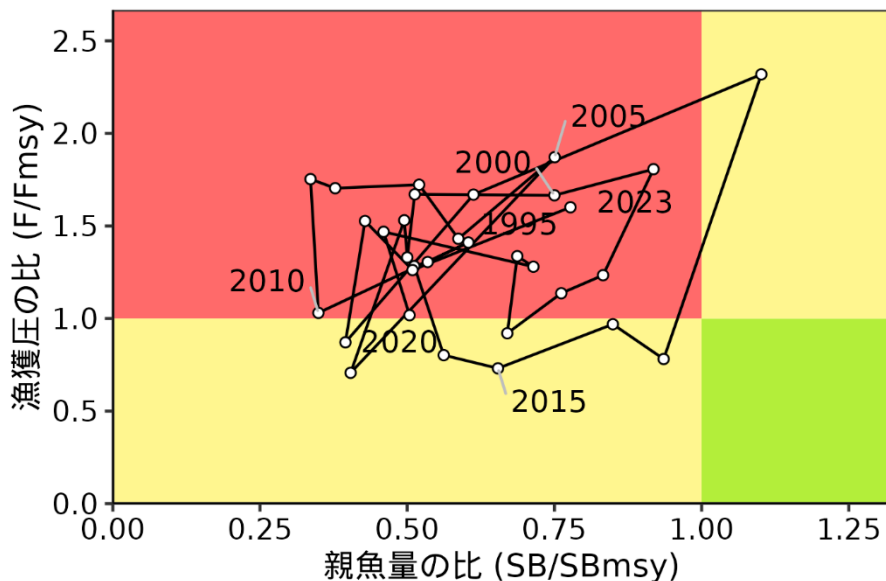
本系群の資源量について、2023年までの資源量指標値をチューニング指数として用いたコホート解析によって計算した。本系群の資源量は1992年以来、概ね10万～20万トンの範囲で増減していたが、2019年に10.5万トンに急減し、2020年には9.1万トンとさらに減少した。しかし、2021年以降増加し、2023年は18.2万トンと推定された。親魚量も評価開始以降最高だった2018年の10.2万トンから2019年に5.7万トンに急減した後、2020年には3.7万トンとさらに減少した。しかし、その後増加し、2023年は7.2万トンと推定された。

令和6年度の「管理基準値等に関する研究機関会議資料」では、本系群の再生産関係にはリッカー型再生産関係式が適用されている。これに基づき更新された最大持続生産量（MSY）を実現する親魚量（SBmsy）は9.2万トンである。本系群の2023年の親魚量（7.2万トン）はこれを下回る。また、本系群の2023年の漁獲圧はSBmsyを維持する水準の漁獲圧（Fmsy）を上回る。親魚量の動向は直近5年間（2019～2023年）の推移から「横ばい」と判断された。

本系群は韓国、中国等によっても漁獲されており、本資源評価では韓国の漁獲の影響は考慮している。しかし、特に東シナ海において操業する中国漁船は当該資源に大きな影響を与えていると想定されるものの、中国の影響は考慮できていない。

本系群では、管理基準値や将来予測など、資源管理方針に関する検討会の議論をふまえて最終化される項目については、管理基準値等に関する研究機関会議資料において提案された値を暫定的に示した。

要 約 図 表



| 最大持続生産量 (MSY)、親魚量の水準と動向、および ABC | |
|---|-------------------|
| MSY を実現する水準の親魚量 (SBmsy) | 9.2 万トン |
| 2023 年の親魚量の水準 | MSY を実現する水準を下回る |
| 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 | 横ばい |
| MSY | 6.2 万トン |
| 2025 年の ABC | - |
| コメント: ・ ABC は、本系群の漁獲シナリオが「資源管理方針に関する検討会」で取り纏められ、「水産政策審議会」を経て定められた後に算定される。 ・ 数字はいずれも暦年の数字である。 ・ 資源評価は日本と韓国の漁獲を考慮している。 | |

| 直近5年と将来2年の資源量、親魚量、漁獲量、F/Fmsy、および漁獲割合 | | | | | |
|--------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------|-------------|
| 年 | 資源量 (万トン) | 親魚量 (万トン) | 漁獲量 (万トン) | F/Fmsy | 漁獲割合 (%) |
| 2019 | 10.5 | 5.7 | 4.8 | 1.67 | 46 |
| 2020 | 9.1 | 3.7 | 2.5 | 0.87 | 27 |
| 2021 | 14.3 | 4.0 | 5.6 | 1.53 | 39 |
| 2022 | 20.0 | 4.7 | 7.4 | 1.26 | 37 |
| 2023 | 18.2 | 7.2 | 8.2 | 1.60 | 45 |
| 2024 | 16.5 | 6.6 | 6.7 | 1.49 | 41 |
| 2025 | 15.4 | 6.1 | — | — | — |

・年は暦年(1~12月)。
 ・2024、2025年の値は将来予測に基づく平均値である。
 ・漁獲量は日本と韓国の合計値。

1. データセット

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり。

| データセット | 基礎情報、関係調査等 |
|------------------|--|
| 年齢別・年別漁獲 尾数 | 漁業・養殖業生産統計年報(農林水産省) 主要港水揚量(青森～鹿児島(17)府県) 九州主要港入り数別水揚量(水産機構) 大中型まき網漁業漁獲成績報告書(水産庁) 月別体長組成調査(水産機構、青森～鹿児島(17)府県):市場測定 水産統計(韓国海洋水産部)(https://www.fips.go.kr 、2024年3月閲覧) |
| 資源量指数 ・資源量指標値 | 大中型まき網漁業漁獲成績報告書(水産庁)* 枕崎港中型まき網銘柄別水揚量(鹿児島県)* 新規加入量調査「ニューストーンネットを用いた新規加入量調査」(2～6月、水産機構、山口県、長崎県、鹿児島県):ニューストーン 魚群分布調査「計量魚探などを用いた浮魚類魚群量調査」(8～9月、水産機構):計量魚探、中層トロール 資源量直接推定調査「底魚類現存量調査(東シナ海)」(5～6月、水産機構):着底トロール |
| 自然死亡係数(M) | 年当たりM=0.4を仮定 |

*はコホート解析におけるチューニング指数である。

本系群の年齢の起算日は1月1日とした。

2. 生態

(1) 分布・回遊

ゴマサバはマサバに比べて高温(南方)域に分布する(Collette and Nauen 1983、山田ほか 2007、図 2-1)。東シナ海のゴマサバは魚釣島からクチミノセに亘る海域で1～4月に産卵し、その後成長した個体は東シナ海南部海域から九州西岸域に現れ、一部は日本海にまで到達する。また、薩南海域では1～5月に産卵が行われ、春期には幼魚が九州西岸域～太平洋岸域に出現する。春夏には索餌のために北上回遊し、秋冬には越冬・産卵のため南下回遊する(辻田・近藤 1957、Tanoue 1966)。

(2) 年齢・成長

詳細な成長様式は不明であるが、本報告では1歳で尾叉長28 cm、2歳で32 cm、3歳で36 cm、4歳で38 cm、5歳で39 cmまで成長するとした。寿命は6歳程度と考えられる。2021～2023年漁獲物の年齢別平均体重と体長体重関係式から推定された尾叉長を図 2-2に示す。

(3) 成熟・産卵

産卵は1~4月には東シナ海中・南部から九州南部沿岸、5月には東シナ海中部から九州西岸で行われる(Yukami et al. 2009、Sassa and Tsukamoto 2010)。正確な成熟年齢は不明であるが、本報告ではマサバでの研究結果(Shiraishi et al. 2008)からの類推と生物測定結果から、1歳で60%、2歳で85%、3歳以上で100%の個体が成熟すると仮定した(図2-3)。

(4) 被捕食関係

仔魚期には橈脚類や尾虫類、幼稚魚期にはイワシ類などの仔稚魚、成魚期には浮遊性甲殻類や小型魚類を主に捕食する(辻田・近藤 1957、Sassa et al. 2008)。幼稚魚は魚食性魚類に捕食されると考えられる(Tanoue 1966)。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

本系群のほとんどは、大中型まき網漁業および中・小型まき網漁業で漁獲される。主漁場は東シナ海から九州南部沿岸域である。

(2) 漁獲量の推移

マサバとゴマサバは漁獲統計上区別されず、さば類として一括されることが多いので、本報告では統計資料から独自の方法で算定した漁獲量を使用した(補足資料2-補注1、表3-1)。東シナ海と日本海における我が国のゴマサバ漁獲量は、年変動はあるものの、1970年代以降およそ5万トン前後で推移していた(図3-1、表3-1、3-2)。近年では2011年の4.6万トンをピークに減少傾向にあり、2018年に増加したが、その後減少し2020年は2.0万トンと過去最低であった。その後やや増加し、2023年は3.9万トンだった。

韓国のゴマサバ漁獲量は、1973年以降0.3万~2万トンの範囲で変動していたが、2018年に7.4万トンに急増した(表3-2、韓国のさば類漁獲量におけるマサバとゴマサバの割合については補足資料2)。その後急減し、2020年の漁獲量は0.5万トンと少なかったが、2021年以降再び増加し、2023年は4.3万トンであった。中国のさば類漁獲量は2010年以降30万トン前後であったが、2017年からやや減少し、2023年は24万トンであった(「中国漁業統計年鑑」、中国農業部漁業漁政管理局 2024)。なお、海南省、広西チワン族自治区、広東省、福建省は南シナ海でも漁業が行われており、さば類漁獲量には対馬暖流系群とは別の系群が含まれている可能性が高い(Guan and Ma 2022)ことから、集計には含めなかった。また、中国におけるマサバとゴマサバの魚種別の漁獲量は不明である。台湾でもゴマサバを漁獲しており、2023年は7.7万トンであった(https://www.fa.gov.tw/list.php?theme=FS_AR&subtheme=)。ただし、台湾についてもマサバとゴマサバが混獲されているとの報告があり、実際の魚種別漁獲量は不明である(例えば、Mondal et al. 2024)。

日本では0歳魚と1歳魚が主に漁獲される(図3-2、補足資料2)。韓国や中国の漁獲物の年齢組成は不明である。

(3) 漁獲努力量

東シナ海・日本海で操業する大中型まき網の網数を図 3-3 と表 3-2 に示す。網数は、1980 年代後半に過去最多となったが、1990 年以降、減少が続いている。2023 年の網数（4,020 網）は過去最低水準である（表 3-2）。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

漁獲量、漁獲努力量等の情報を収集し、漁獲物の生物測定結果と併せて年齢別・年別漁獲尾数による資源解析を行った（補足資料 1 および補足資料 2-(1)）。資源解析の計算は 1992～2023 年の日本と韓国の年齢別漁獲尾数に基づき、2003 年以降の大中型まき網の年齢別資源量指標値および枕崎港に水揚げされる中型まき網の資源量指標値の変動と、それぞれの指標値に対応する資源量の変動が合うように F を推定した。ただし、直近年の F に顕著な過大推定の傾向があるため、F の大きさに応じてペナルティを課す推定方法（リッジ VPA; Okamura et al. 2017）を平成 29（2017）年度資源評価より採用している（補足資料 2）。本資源評価では韓国の漁獲量は考慮したものの、中国の漁獲量はマサバとゴマサバが魚種別に計上されていないことなどから使用していない。

本資源評価に関連して、新規加入量（0 歳魚）を主対象とした調査を複数実施しており、2023 年には、2～6 月にニューストーンネットを用いた新規加入量調査、5～6 月に着底トロール網による資源量直接推定調査、8～9 月にトロール網と計量魚探による魚群分布調査を行った（補足資料 7）。ただし、現時点では信頼できるゴマサバの加入量指標値が得られていないため、これらの調査結果は定性的な参考情報として用いた。引き続き、データの蓄積を継続し加入量指標値の精度向上に向けた調査・解析手法の改善に取り組む予定である。

(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を図 4-1 と補足表 2-3 に示す。東シナ海・日本海で操業する大中型まき網の銘柄別漁獲量から年齢別の資源量指標値を算出した（補足資料 2-補注 3）。2023 年の年齢別指標値は、0 歳は前年より減少し、過去 21 年間（2003～2023 年）で最低となったが、2 歳以上は前年より増加し、過去最高に近い水準であった。

九州南部沿岸域での資源変動を表す指標として、枕崎港に水揚げする中型まき網の銘柄別漁獲量と入港隻数から資源量指標値を算定した（補足資料 2-補注 3）。2023 年の資源量指標値は、0～1 歳は平年並みであったが、2 歳以上は前年並みの低さで、過去 21 年間で 2 番目の低さとなった。

(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、1992～2018 年まで 9.0 万～23.8 万トンの範囲で推移していたが、2019 年に急減し、2020 年には 9.1 万トンまで減少した（図 4-2、表 4-1）。しかし、その後 2021 年には 14.3 万トンまで回復し、2023 年は 18.2 万トンと推定された。親魚量（資源計算の成熟魚資源量）は 2015 年までは 3.1 万～8.5 万トンの間で増減を繰り返した（図 4-2、表 4-1）。その後親魚量は連続的に増加し、2018 年には 10.2 万トンと過去最高水準に達したが、2019 年に 5.7 万トンに急減した後、2020 年には 3.7 万トンと過去最

低水準となった。その後、緩やかに回復し、2023年は7.2万トンと推定された。

資源の年齢組成に顕著な変化はなく、資源重量の面からも本資源は0歳魚と1歳魚が主体である(図4-3、4-4、補足表2-1)。

加入量(資源計算の0歳魚資源尾数)は、1992年以降概ね2億~4億尾で変動していたが、2019年に1.3億尾に急減した。その後、急激に回復し、2022年の加入量は5.3億尾であったが、2023年は3.5億尾であった(図4-5、表4-1)。2023年の再生産成功率は1992年以降の中でみると、平年並みと推定された。加入量(再生産成功率)の変動には、水温などの海洋環境が関わっていると考えられ、本資源では冬季(1月)の東シナ海中部の水温が高いほど加入量が多い傾向にあるとの分析結果がある(黒田ほか2019a)。2023年1月の東シナ海中部の水温は平年並みで、2023年の再生産成功率も平年並みであった。しかし、水温との関係では加入量が説明できない年もあり、本資源の加入量変動のメカニズムについては不明な点が多い。

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(0.4)に対して0.3および0.5として資源評価を行った。2023年の資源量、親魚量はMの上昇とともに多くなり、Mが0.1変化すると、各推定値に対して10%前後の影響があった(図4-6)。

各年齢の漁獲係数Fは全ての年齢で2018年に急増した(図4-7、補足表2-1)。その後、Fは減少したが、2021年に再び増加した。2023年は0歳魚のFはさらに増加したが、1歳魚のFは減少し、2歳魚以上のFは増加した。

漁獲割合は2013年までは40%前後の値で推移し、その後継続的に40%を下回っていたが、2018年に56%に増加した(図4-8、表4-1)。2020年に27%に減少したが、2021年以降は増加し、2023年は45%であった。

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

選択率の影響を考慮して漁獲圧を比較するため、加入量当たり親魚量(SPR)を基準に、その漁獲圧が無かった場合との比較を行った。図4-9と表4-1に年ごとに漁獲が無かったと仮定した場合のSPRに対する、漁獲があった場合のSPRの割合(%SPR)の推移を示す。%SPRは漁獲圧が低いほど大きな値となる。%SPRは増減を繰り返しながら推移し、2000年代後半からは増加傾向にあったものの、2018年に9%まで急減した。その後増加し、2021年に再び減少したが、2023年は15%であった。現状の漁獲圧は、2021~2023年のF平均値とし、直近3年間(2021~2023年)の平均体重を用いて%SPRに換算すると16%であった。

現状の漁獲圧に対するYPRと%SPRの関係を図4-10に示す。このときFの選択率としては令和6年度の「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(F_{msy})の推定に用いた値(依田ほか印刷中)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F_{msy}算出時の値を使用した。F_{msy}は%SPRに換算すると26%に相当する。現状の漁獲圧(F₂₀₂₁₋₂₀₂₃)はF_{msy}、F_{20%SPR}を上回った。

(5) 再生産関係

親魚量(重量)と加入量(尾数)の関係(再生産関係)を図4-11に示す。上述の「管理

基準値等に関する研究機関会議」により、本系群の再生産関係にはリッカー（RI）型関係式を用いることが提案されている（依田ほか 印刷中）。再生産式の各パラメータに使用されたデータは本資源評価に基づく親魚量・加入量であり、最適化手法には最小二乗法が用いられている。加入量の残差の自己相関は考慮していない。再生産関係式の各種パラメータは補足表 6-1 に示す。

(6) 現在の環境下において MSY を実現する水準

上述の「管理基準値等に関する研究機関会議」で推定した現在（1992 年以降）の環境下における MSY、SBmsy、および Fmsy を補足表 6-2 に示す。

(7) 資源の水準・動向および漁獲圧の水準

SBmsy と Fmsy を基準にした神戸プロットを図 4-12 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案との比較結果を補足表 6-3 に示した。本系群における 2023 年の親魚量は MSY を実現する親魚量（SBmsy すなわち目標管理基準値案）を下回り、過去に観測された最低親魚量（SBmin すなわち限界管理基準値案）を上回る。2023 年の親魚量は SBmsy の 0.78 倍である。また、2023 年の漁獲圧は Fmsy を上回っており、Fmsy の 1.60 倍である。なお、神戸プロットに示した漁獲圧の比（F/Fmsy）とは、各年の F の選択率の下で Fmsy の漁獲圧を与える F を %SPR 換算して求めた値と、各年の F 値との比である。親魚量の動向は、直近 5 年間（2019～2023 年）の推移から横ばいと判断される。

5. 資源評価のまとめ

本系群の資源量は、1992～2018 年まで、9.0 万～23.8 万トンの範囲で増減していた。2019 年に 10.5 万トンに急減し、2020 年には 9.1 万トンまで減少した。その後、2021 年には 14.3 万トンに増加し、2023 年は 18.2 万トンと推定された（図 4-2、表 4-1）。親魚量（資源計算の成熟魚資源量）は 2015 年以降連続的に増加し、2018 年には 10.2 万トンの過去最高値となったが、2019 年に急減し、2020 年に 3.7 万トンまで減少した。しかし、2022 年には 4.7 万トン、2023 年には 7.2 万トンと増加した（図 4-2、表 4-1）。2023 年の親魚量は限界管理基準値案を上回っているものの、MSY を実現する水準（SBmsy）を下回っている。親魚量の動向は直近 5 年間（2019～2023 年）の推移から「横ばい」と判断された。漁獲圧は 1992～2013 年にはほとんどの年で SBmsy を維持する水準（Fmsy）よりも高かったが、2014～2017 年には Fmsy を概ね下回った。2018 年以降の漁獲圧は、2020 年を除き Fmsy を上回っている。

6. その他

本系群は令和元（2019）年度より MSY を目標とする資源管理に対応した資源評価を実施してきた。前回管理基準値等の提案後の経過、その間の資源評価の推移について補足資料 10 に取り纏めた。また、今年度の資源評価、管理基準値等の提案（FRA-SA2024-BRP03-02）に関連した、今後検討すべき課題を補足資料 11 に取り纏めた。

本系群は令和 5 年 7 月より、漁業法に基づく資源再建計画の対象となっている。今後も資源の動向に注意しながら、管理を慎重に行う必要がある。

本資源評価では、レトロスペクティブバイアスへの対応が資源評価結果に不確実性をもたらす可能性がある（補足資料9）。このような不確実性を認識したうえで、適切な資源管理を考える必要がある。

本系群の資源評価結果に不確実性をもたらすその他の要因として、中国漁船などによる漁獲を考慮していない点が挙げられる（黒田ほか 2019b）。また本系群に対する中国、韓国など外国漁船の管理措置には不明な点が多く、諸外国の漁業管理を将来予測の漁獲シナリオに反映させることは難しい。さらに日本においては、現在はマサバとゴマサバをまとめた「さば類」としてTAC管理を行っているため、種別の漁獲管理規則には実行上の課題がある。上記の不確実性は、本報告書の将来予測では考慮されていないことに注意を要する。

7. 引用文献

- Collette, B.B. and C.E. Nauen (1983) FAO species catalogue. Vol. 2. Scombrids of the World. An annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species known to date. FAO Fish. Synop., **125**, 1-137.
- Guan, W.J., and X. L. Ma (2022) Assessment of the status of *Scomber japonicus* resource in the East China Sea and Yellow Sea using a Bayesian biomass dynamic mode. J. Shanghai Ocean University, **3**, 749-760.
- 林 晃・安田十也・黒田啓行 (2019) 平成 31 (2019) 年度ゴマサバ東シナ海系群の管理基準値等に関する研究機関会議報告書。
http://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/detail_gomasaba_e.pdf
(last accessed 11 November 2019).
- 黒田啓行・依田真里・林 晃・竹垣草世香・佐々千由紀・高橋素光 (2019a) 平成 30 (2018) 年度ゴマサバ東シナ海の資源評価. 平成 30 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 1 分冊, 209-247, <http://abchan.fra.go.jp/>.
- 黒田啓行・北島 聡・後藤常夫・佐々千由紀・田中秀一・平松一彦・向草世香・安田十也・山田明德・山田東也・由上龍嗣・依田真里 (2019b) マサバ対馬暖流系群の生態と資源, 水産海洋研究, **84**, 237-251.
- Mondal, S., Muller-Karger, F., Ray, A., Ito, S., Lee, M and H. Lu (2024) Effects of oceanographic conditions on fishery distribution: A case study of chub mackerel (*Scomber japonicus*) in northeastern Taiwan. Mar. Env. Res., **202**, 106803.
- Okamura, H., Y. Yamashita and M. Ichinokawa (2017) Ridge virtual population analysis to reduce the instability of fishing mortalities in the terminal year. ICES J. Mar. Sci., **74**, 2424-2436.
- Sassa, C., Y. Tsukamoto and Y. Konishi (2008) Diet composition and feeding habits of *Trachurus japonicus* and *Scomber* spp. larvae in the shelf break region of the East China Sea. Bull. Mar. Sci., **82**, 137-153.
- Sassa, C. and Y. Tsukamoto (2010) Distribution and growth of *Scomber japonicus* and *S. australasicus* larvae in the southern East China Sea in response to oceanographic conditions. Mar. Ecol. Prog. Ser., **419**, 185-199.
- Shiraishi, T., K. Okamoto, M. Yoneda, T. Sakai, S. Ohshimo, S. Onoe, A. Yamaguchi and M. Matsuyama (2008) Age validation, growth and annual reproductive cycle of chub mackerel

Scomber japonicus off the waters of northern Kyushu and in the East China Sea. Fish. Sci., **74**, 947-954.

Tanoue, T. (1966) Studies on the seasonal migration and reproduction of the spotted mackerel, *Pneumatophorus tapeinocephalus* (BLEEKER). Mem. Fac. Fish., Kagoshima Univ., **15**, 91-175.

辻田時美・近藤正人 (1957) 東支那海のサバの生態と漁場の海洋学的研究 (1). 西水研報, **14**, 7-47.

山田梅芳・堀川博史・中坊徹次・時村宗春 (2007) ゴマサバ. 東シナ海・黄海の魚類誌, 東海大学出版会, 神奈川, 979-983.

Yukami, R., S. Ohshimo, M. Yoda and Y. Hiyama (2009) Estimation of the spawning grounds of chub mackerel *Scomber japonicus* and spotted mackerel *Scomber australasicus* in the East China Sea based on catch statistics and biometric data. Fish. Sci., **75**, 167-174.

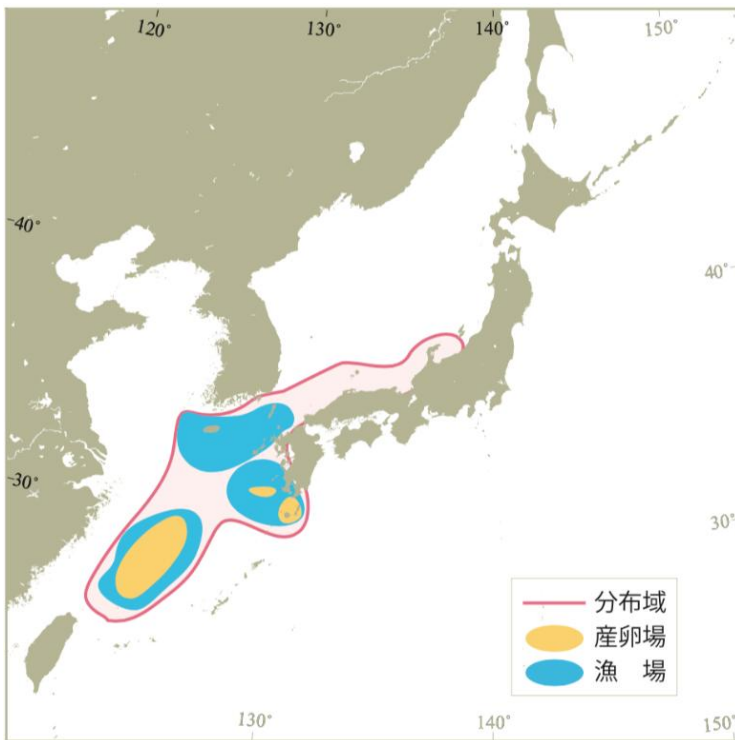


図 2-1. ゴマサバ対馬暖流系群の分布・回遊および産卵場模式図

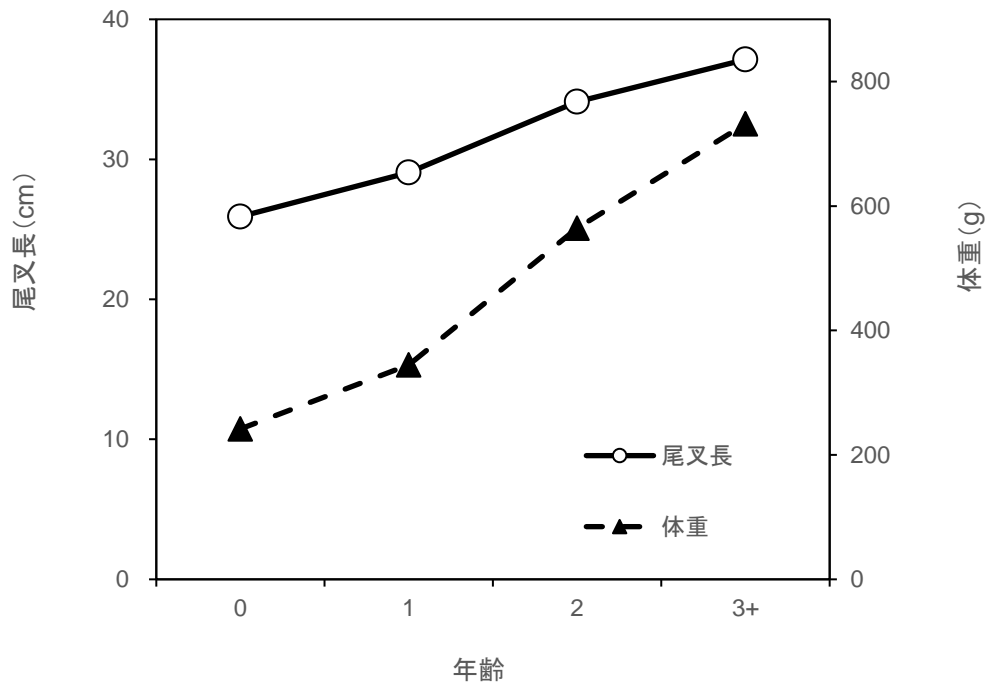


図 2-2. 年齢と成長

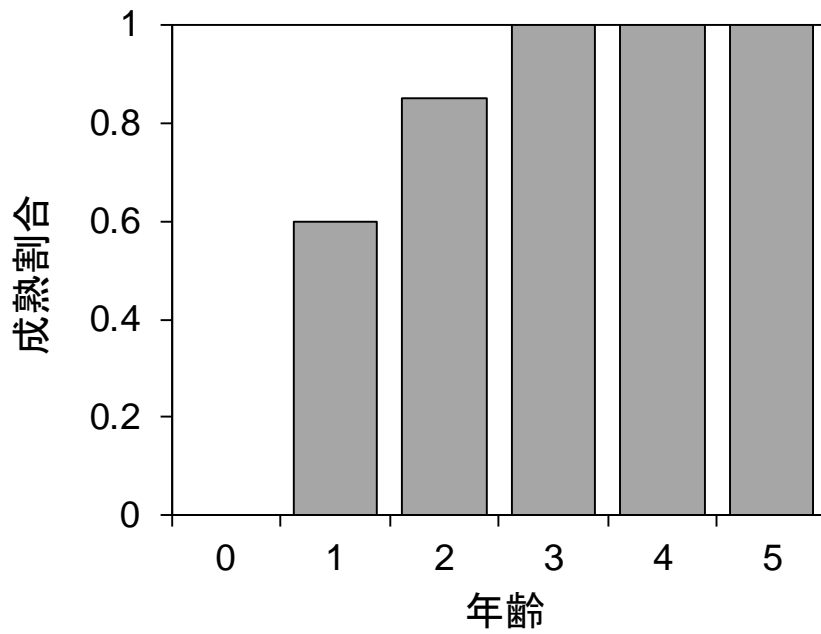


図 2-3. 年齢と成熟割合

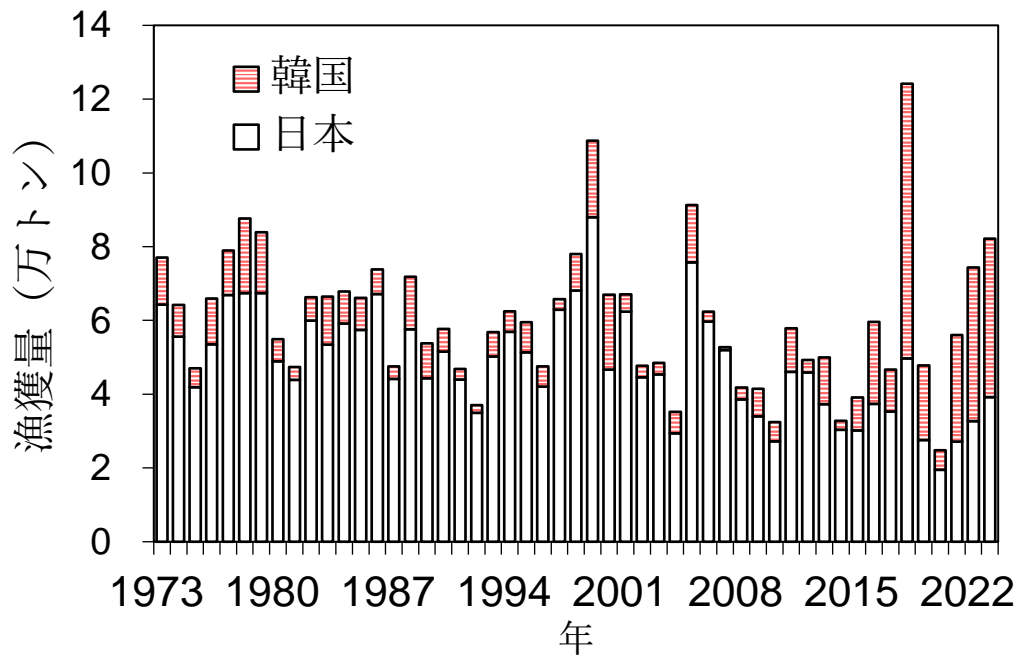


図 3-1. 漁獲量の推移

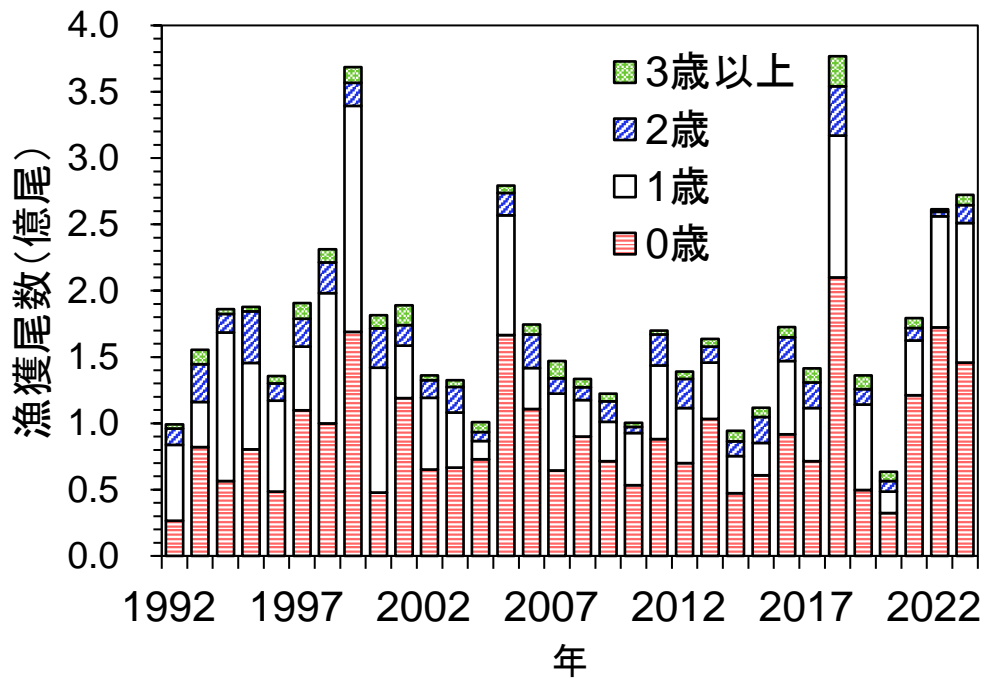


図 3-2. 年齢別漁獲尾数の推移

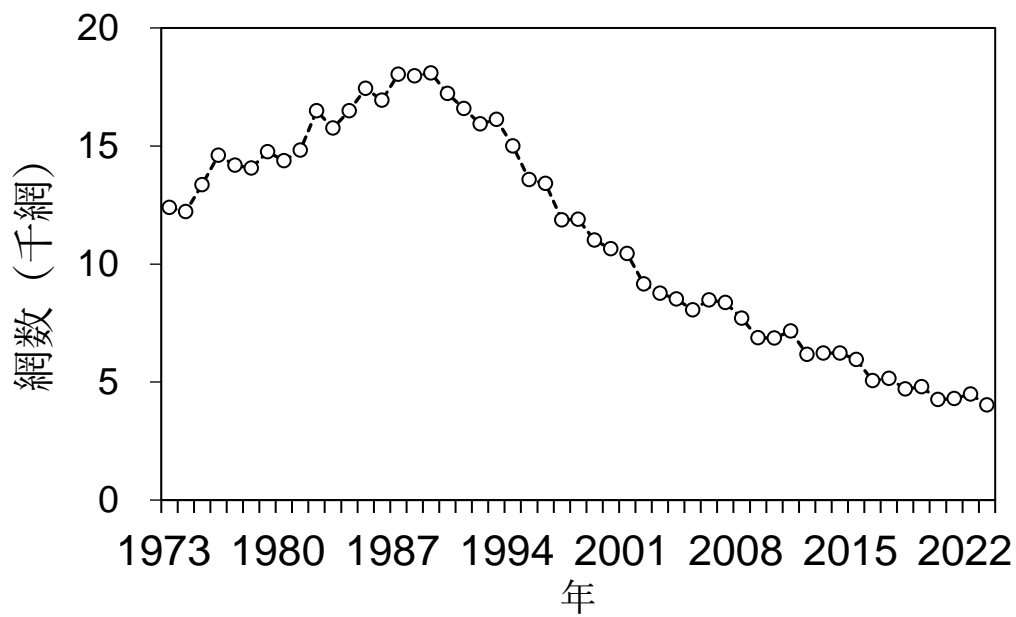


図 3-3. 東シナ海・日本海で操業する大中型まき網漁業の網数の推移

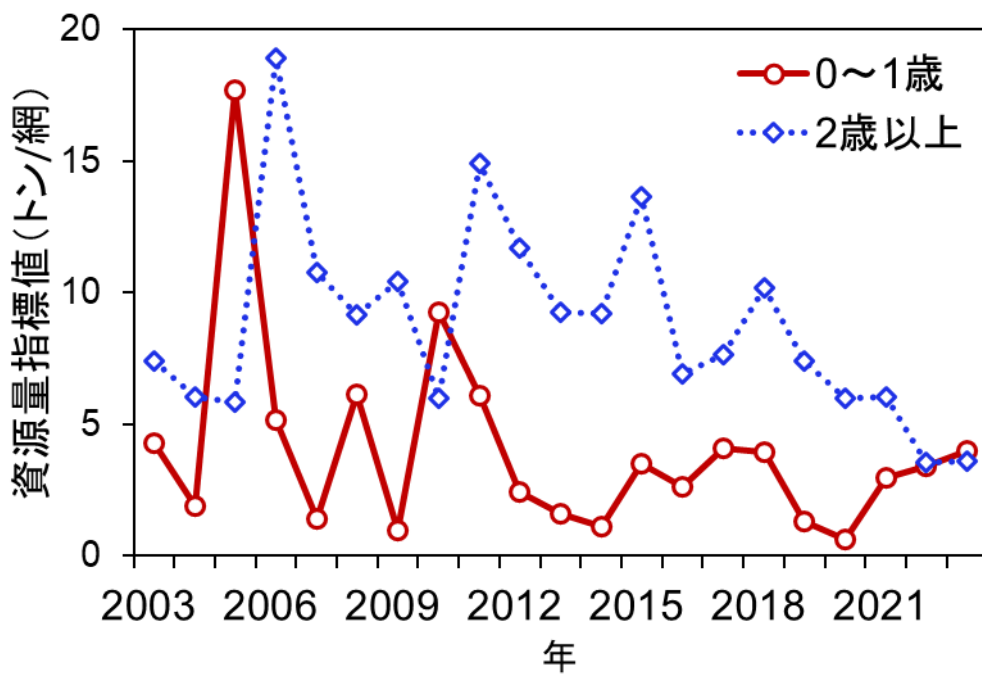
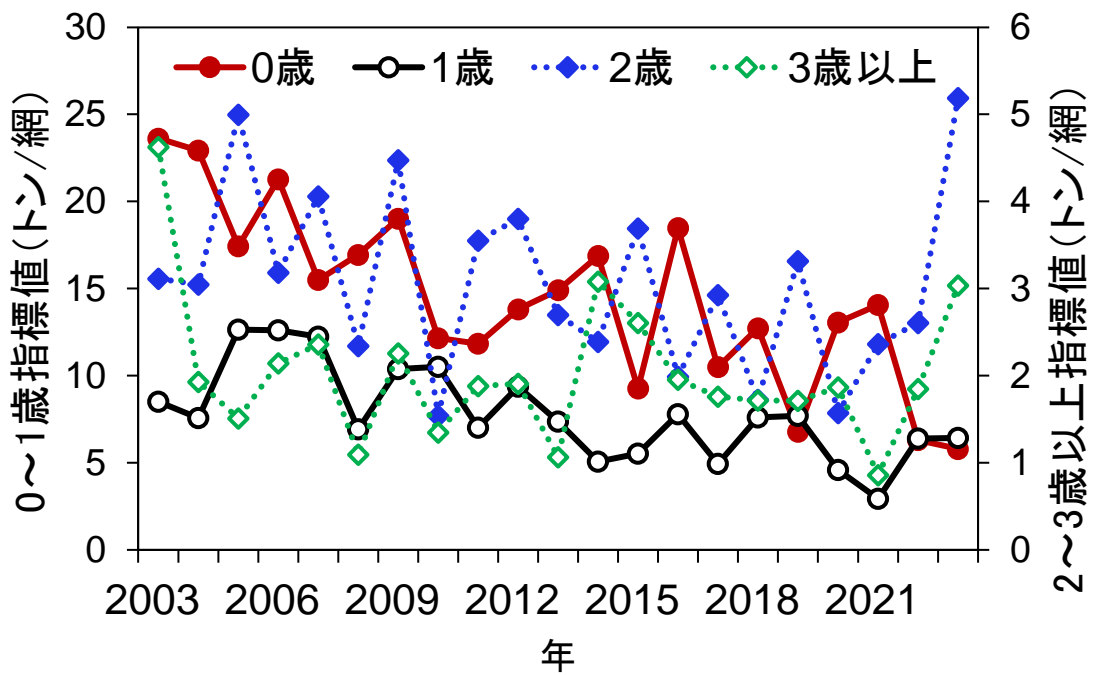


図 4-1. 東シナ海・日本海で操業する大中型まき網の銘柄別漁獲量から算出した年齢別の資源量指標値の推移（上図）と枕崎港に水揚げする中型まき網の年齢別資源量指標値の推移（下図）

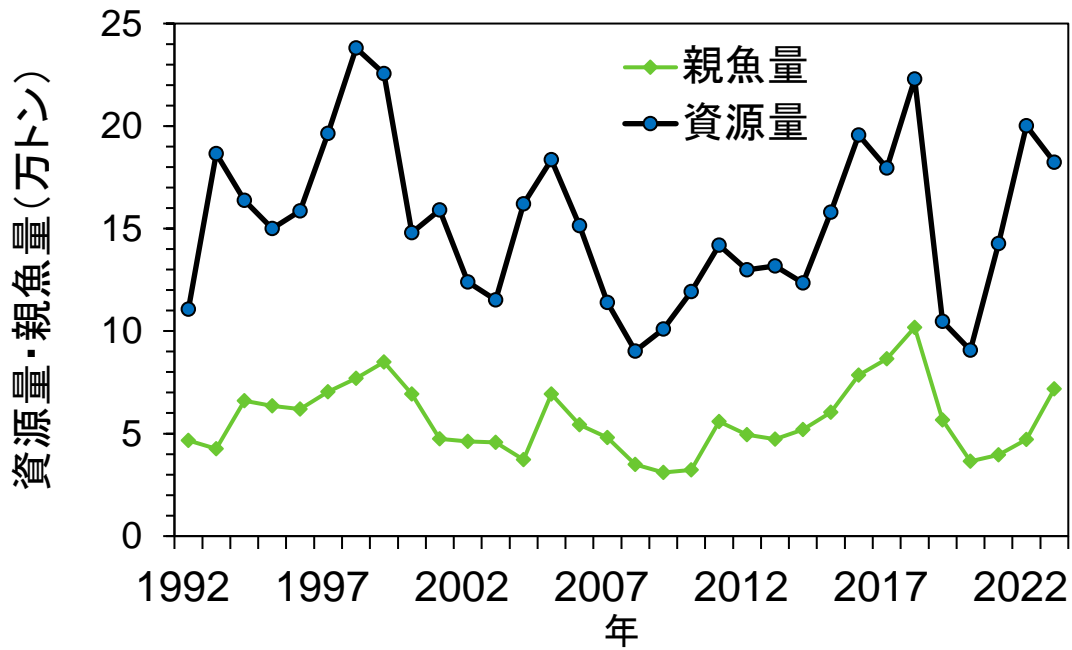


図 4-2. 資源量と親魚量の推移

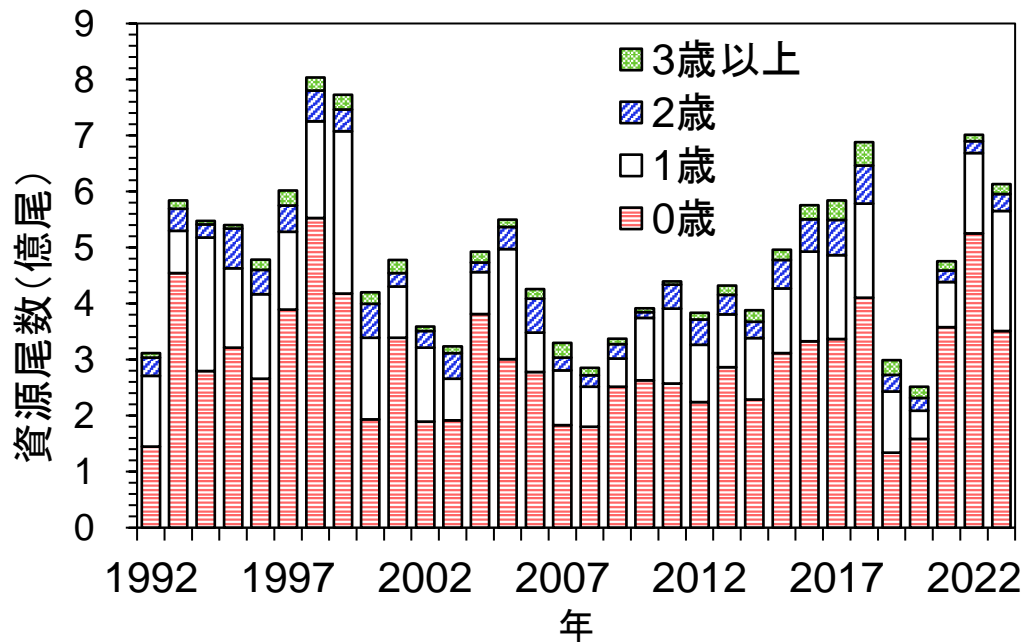


図 4-3. 年齢別資源尾数の推移

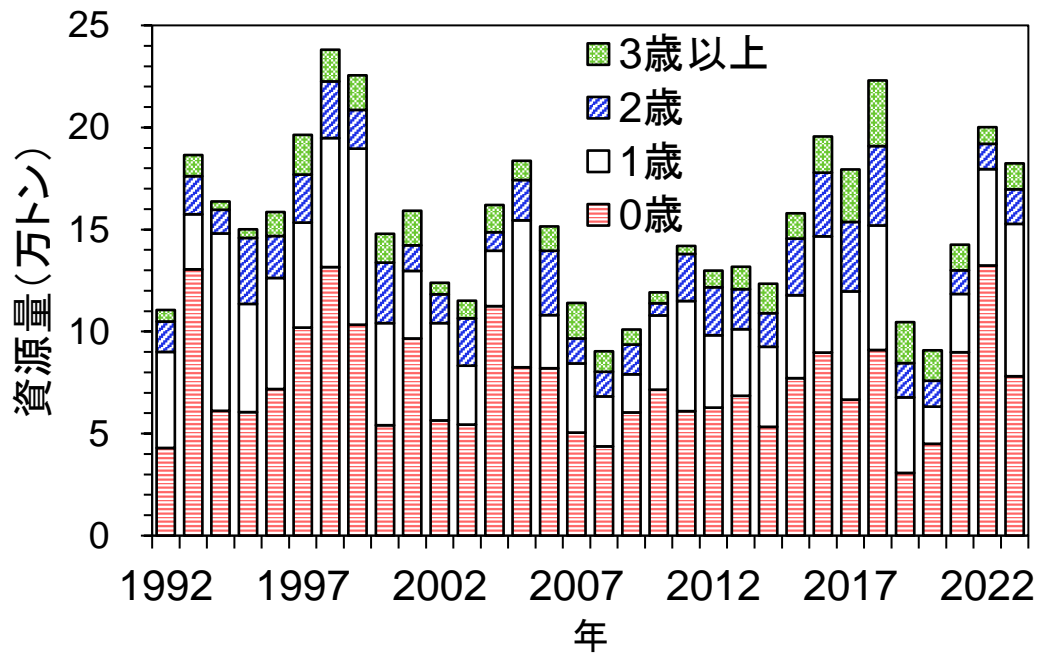


図 4.4. 年齢別資源重量の推移

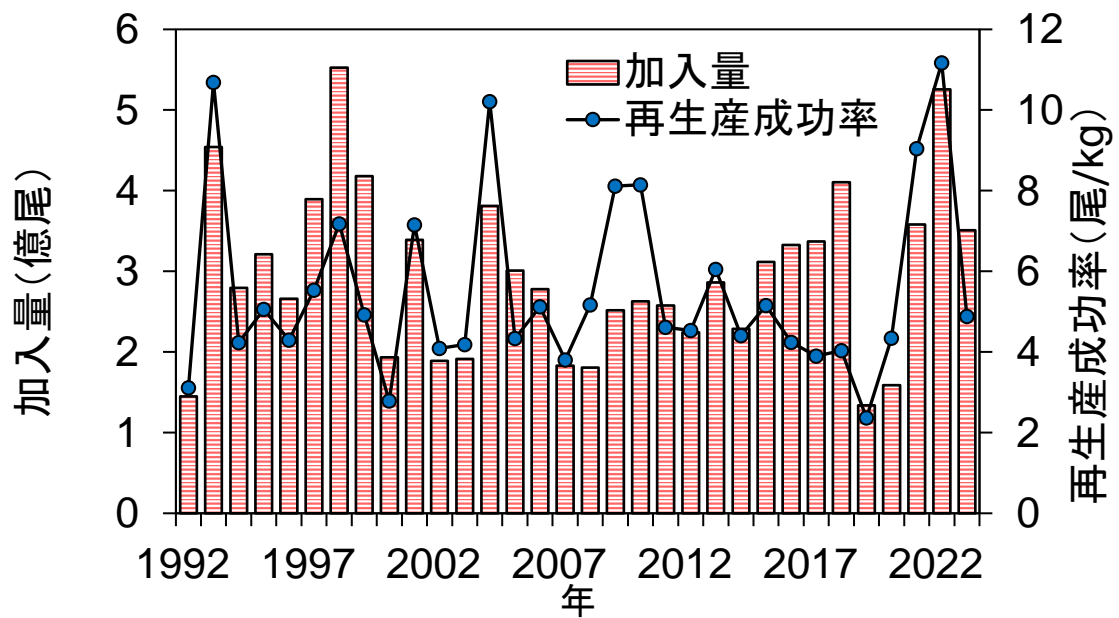


図 4.5. 加入量と再生産成功率の推移

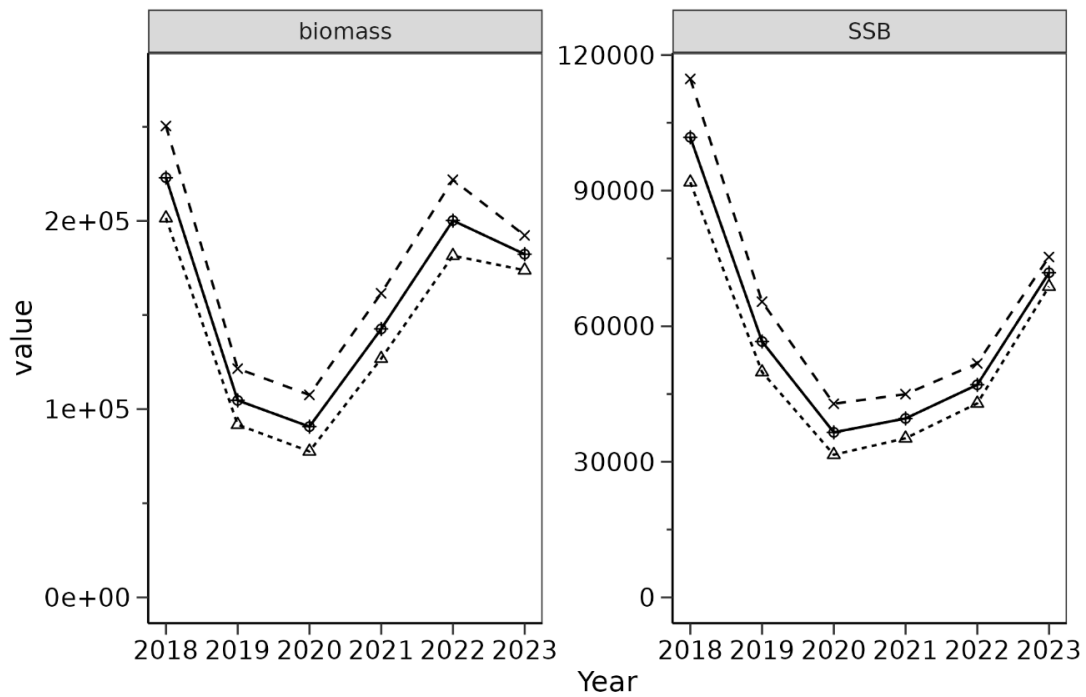


図 4-6. 2023 年の資源量と親魚量の推定に対する自然死亡係数 M の影響 (× : M=0.5、○ : M=0.4、△ : M=0.3)

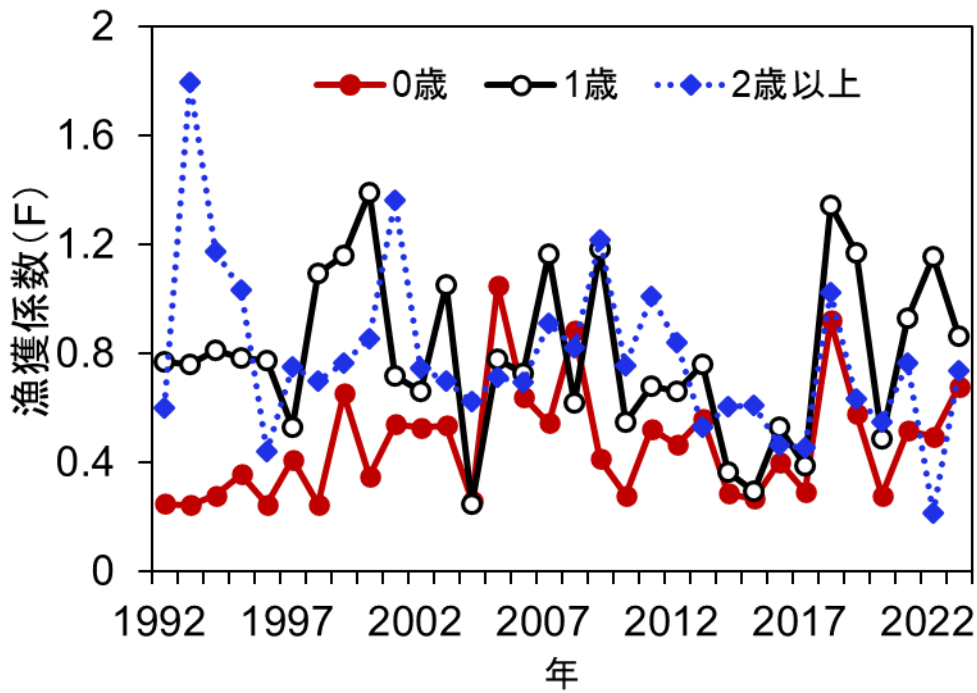


図 4-7. 年齢別漁獲係数 F の推移

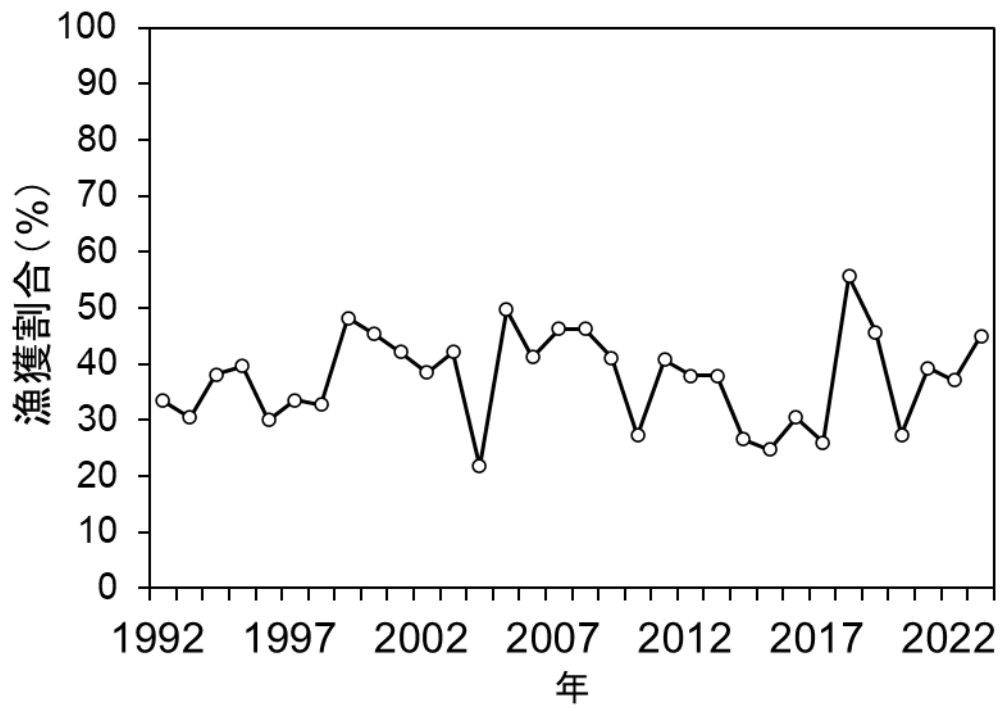


図 4-8. 漁獲割合の推移

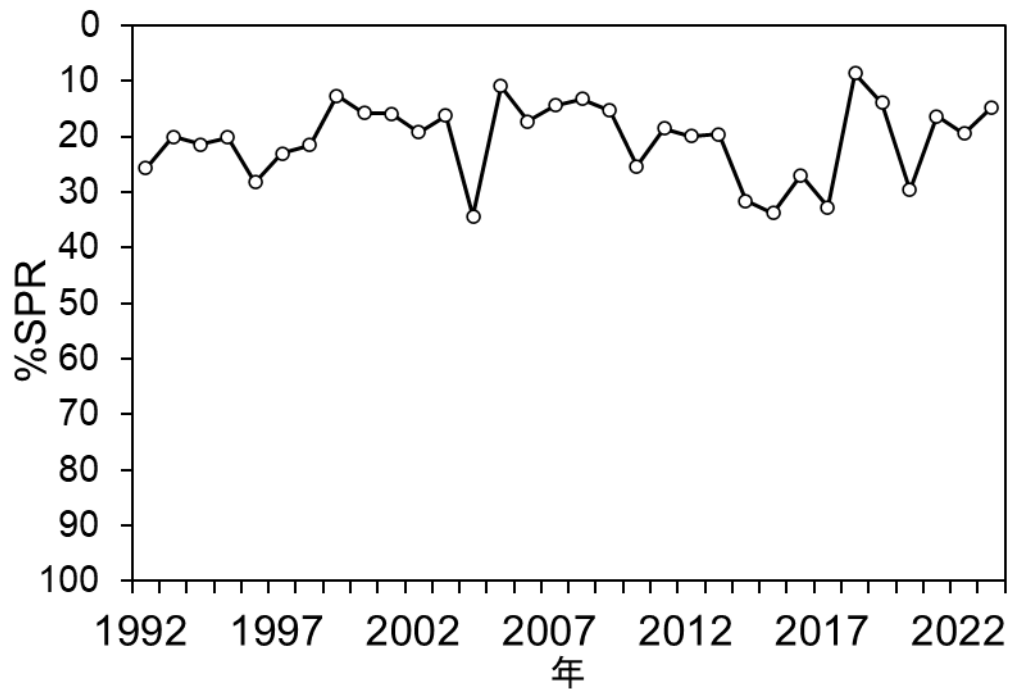


図 4-9. %SPR 値の推移

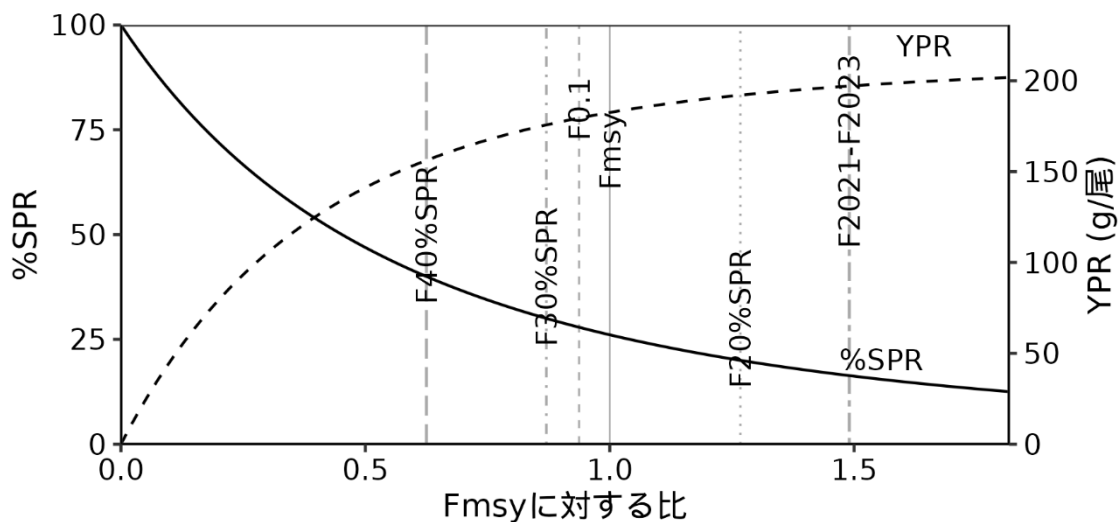


図 4-10. Fmsy に対する YPR と%SPR の関係

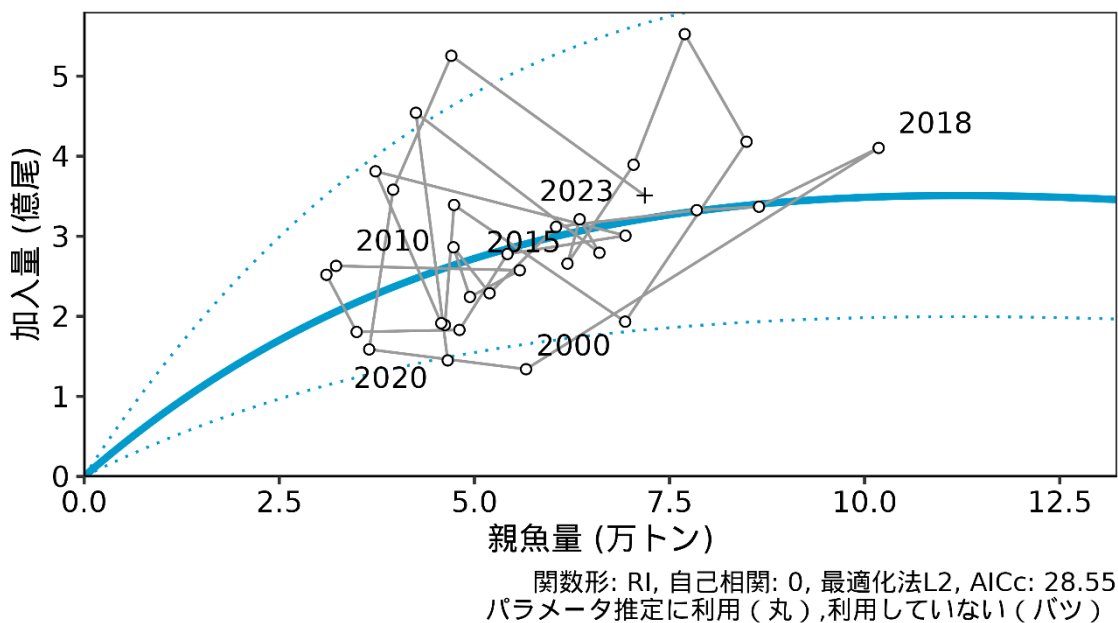


図 4-11. 親魚量と加入量の関係 (再生産関係)

再生産関係には自己相関を考慮しないリッカー (RI) 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。再生産関係 (青太線) の分析には本年度評価での 1992~2022 年の親魚量と加入量を用いた (白抜き丸印)。図中の数字は加入群の年級 (生まれ年) を示す。青点線は再生産関係の下で実際の親魚量と加入量の 90% が含まれると推定される範囲である。

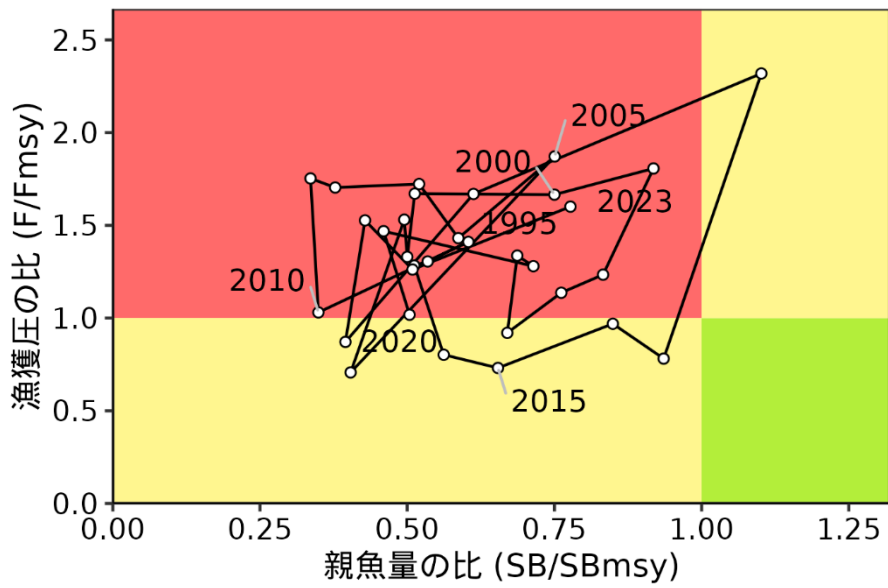


図 4-12. 最大持続生産量 MSY を実現する親魚量 (SBmsy) と MSY を実現する漁獲圧 (Fmsy) に対する、過去の親魚量および漁獲圧の関係 (神戸プロット)

表 3-1. 大中小型まき網のゴマサバ漁獲量と大中小型まき網以外の漁業種の府県別ゴマサバ漁獲量 (トン)

| 暦年 | 大中まき | 鹿児島 | 熊本 | 長崎 | 佐賀 | 福岡 | 山口 | 島根 | 鳥取 | 兵庫 | 京都 | 福井 | 合計 |
|------|--------|--------|-----|--------|----|-----|-----|-------|----|----|----|-----|--------|
| 1973 | 57,192 | 3,864 | 235 | 604 | 4 | 85 | 101 | 2,031 | 0 | 18 | 65 | 119 | 64,317 |
| 1974 | 49,834 | 2,982 | 144 | 429 | 2 | 75 | 148 | 1,759 | 26 | 78 | 25 | 133 | 55,635 |
| 1975 | 33,398 | 5,443 | 207 | 533 | 2 | 74 | 85 | 2,023 | 11 | 15 | 7 | 102 | 41,899 |
| 1976 | 43,359 | 7,158 | 222 | 535 | 3 | 37 | 41 | 1,932 | 46 | 36 | 9 | 109 | 53,485 |
| 1977 | 57,289 | 6,996 | 216 | 912 | 5 | 75 | 70 | 1,118 | 13 | 91 | 4 | 78 | 66,867 |
| 1978 | 59,660 | 3,838 | 299 | 2,405 | 6 | 72 | 31 | 974 | 14 | 88 | 3 | 52 | 67,441 |
| 1979 | 52,904 | 10,166 | 273 | 1,775 | 12 | 78 | 56 | 2,020 | 6 | 20 | 26 | 65 | 67,403 |
| 1980 | 37,683 | 8,401 | 156 | 1,149 | 9 | 69 | 73 | 1,336 | 9 | 2 | 16 | 47 | 48,949 |
| 1981 | 29,291 | 10,962 | 527 | 1,774 | 16 | 61 | 78 | 1,050 | 14 | 34 | 8 | 48 | 43,861 |
| 1982 | 44,429 | 11,391 | 721 | 1,688 | 20 | 113 | 110 | 1,325 | 33 | 93 | 5 | 42 | 59,971 |
| 1983 | 38,489 | 11,452 | 317 | 1,397 | 30 | 160 | 118 | 1,271 | 20 | 50 | 5 | 108 | 53,417 |
| 1984 | 43,969 | 11,810 | 327 | 1,266 | 9 | 88 | 113 | 1,496 | 1 | 29 | 6 | 79 | 59,192 |
| 1985 | 36,636 | 15,413 | 696 | 3,201 | 5 | 83 | 156 | 1,115 | 12 | 21 | 18 | 116 | 57,470 |
| 1986 | 55,556 | 8,329 | 138 | 1,225 | 12 | 118 | 94 | 1,588 | 47 | 20 | 5 | 61 | 67,192 |
| 1987 | 26,050 | 9,230 | 590 | 6,472 | 41 | 180 | 151 | 1,316 | 14 | 38 | 5 | 104 | 44,191 |
| 1988 | 44,182 | 7,126 | 262 | 2,728 | 35 | 157 | 197 | 2,751 | 13 | 19 | 7 | 115 | 57,593 |
| 1989 | 33,059 | 6,094 | 255 | 1,928 | 68 | 181 | 78 | 2,521 | 1 | 25 | 36 | 71 | 44,316 |
| 1990 | 46,700 | 2,782 | 63 | 873 | 8 | 89 | 212 | 766 | 1 | 10 | 16 | 26 | 51,546 |
| 1991 | 37,276 | 3,470 | 364 | 1,057 | 7 | 63 | 352 | 1,324 | 0 | 4 | 8 | 21 | 43,944 |
| 1992 | 27,314 | 4,833 | 310 | 1,212 | 18 | 98 | 192 | 941 | 0 | 4 | 6 | 10 | 34,938 |
| 1993 | 35,957 | 8,960 | 364 | 2,514 | 54 | 391 | 169 | 1,757 | 0 | 4 | 24 | 44 | 50,237 |
| 1994 | 46,907 | 4,573 | 152 | 2,185 | 50 | 273 | 284 | 2,328 | 0 | 39 | 33 | 70 | 56,895 |
| 1995 | 42,228 | 4,203 | 483 | 2,367 | 21 | 165 | 299 | 1,513 | 0 | 20 | 20 | 25 | 51,344 |
| 1996 | 30,352 | 6,969 | 527 | 2,308 | 17 | 202 | 276 | 1,381 | 0 | 15 | 16 | 27 | 42,088 |
| 1997 | 49,220 | 9,188 | 687 | 2,822 | 31 | 87 | 205 | 642 | 1 | 3 | 22 | 21 | 62,928 |
| 1998 | 60,130 | 4,548 | 118 | 1,830 | 17 | 133 | 329 | 987 | 1 | 1 | 25 | 10 | 68,128 |
| 1999 | 79,261 | 5,487 | 168 | 2,186 | 17 | 153 | 143 | 556 | 1 | 9 | 15 | 22 | 88,012 |
| 2000 | 38,723 | 5,600 | 72 | 1,512 | 8 | 58 | 245 | 410 | 0 | 6 | 22 | 14 | 46,668 |
| 2001 | 55,736 | 4,627 | 13 | 1,241 | 16 | 127 | 190 | 412 | 0 | 0 | 11 | 8 | 62,380 |
| 2002 | 41,201 | 1,382 | 19 | 1,176 | 3 | 110 | 177 | 520 | 0 | 0 | 15 | 8 | 44,610 |
| 2003 | 38,619 | 4,540 | 2 | 1,619 | 1 | 131 | 49 | 413 | 0 | 1 | 19 | 9 | 45,404 |
| 2004 | 23,234 | 3,834 | 33 | 1,782 | 4 | 106 | 17 | 350 | 0 | 0 | 9 | 3 | 29,372 |
| 2005 | 63,055 | 9,325 | 29 | 2,621 | 2 | 98 | 49 | 540 | 0 | 4 | 5 | 8 | 75,735 |
| 2006 | 47,746 | 9,305 | 31 | 1,629 | 26 | 107 | 83 | 628 | 1 | 2 | 74 | 32 | 59,663 |
| 2007 | 42,644 | 7,082 | 71 | 1,112 | 6 | 261 | 91 | 708 | 0 | 1 | 18 | 14 | 52,007 |
| 2008 | 24,338 | 11,174 | 78 | 1,901 | 16 | 83 | 85 | 864 | 0 | 3 | 15 | 10 | 38,565 |
| 2009 | 24,690 | 6,974 | 15 | 1,240 | 1 | 64 | 106 | 901 | 0 | 1 | 16 | 7 | 34,015 |
| 2010 | 16,036 | 9,906 | 31 | 596 | 10 | 94 | 75 | 474 | 0 | 1 | 5 | 10 | 27,236 |
| 2011 | 26,265 | 16,658 | 73 | 1,958 | 2 | 142 | 80 | 825 | 0 | 1 | 14 | 9 | 46,028 |
| 2012 | 32,063 | 10,060 | 27 | 2,836 | 8 | 96 | 43 | 777 | 4 | 1 | 3 | 9 | 45,926 |
| 2013 | 26,829 | 8,687 | 29 | 1,350 | 5 | 8 | 29 | 359 | 6 | 0 | 8 | 7 | 37,318 |
| 2014 | 20,124 | 7,786 | 48 | 1,506 | 2 | 22 | 45 | 794 | 0 | 0 | 27 | 2 | 30,355 |
| 2015 | 16,695 | 9,558 | 75 | 3,152 | 2 | 68 | 93 | 522 | 0 | 3 | 14 | 14 | 30,197 |
| 2016 | 21,418 | 8,536 | 69 | 5,937 | 6 | 21 | 136 | 1,244 | 0 | 0 | 11 | 13 | 37,391 |
| 2017 | 15,976 | 10,331 | 137 | 7,652 | 4 | 50 | 79 | 1,019 | 0 | 0 | 14 | 10 | 35,273 |
| 2018 | 22,958 | 11,057 | 70 | 14,034 | 9 | 92 | 114 | 1,379 | 0 | 1 | 7 | 10 | 49,731 |
| 2019 | 12,767 | 5,753 | 103 | 8,409 | 10 | 38 | 41 | 427 | 0 | 0 | 11 | 8 | 27,566 |
| 2020 | 9,287 | 4,541 | 57 | 5,073 | 3 | 72 | 48 | 439 | 0 | 0 | 15 | 7 | 19,541 |
| 2021 | 13,568 | 5,586 | 37 | 7,317 | 13 | 111 | 74 | 393 | 1 | 2 | 29 | 29 | 27,158 |
| 2022 | 18,152 | 4,577 | 72 | 8,874 | 7 | 84 | 112 | 730 | 1 | 0 | 31 | 25 | 32,664 |
| 2023 | 22,481 | 4,504 | 47 | 10,901 | 7 | 230 | 114 | 900 | 1 | 2 | 38 | 18 | 39,244 |

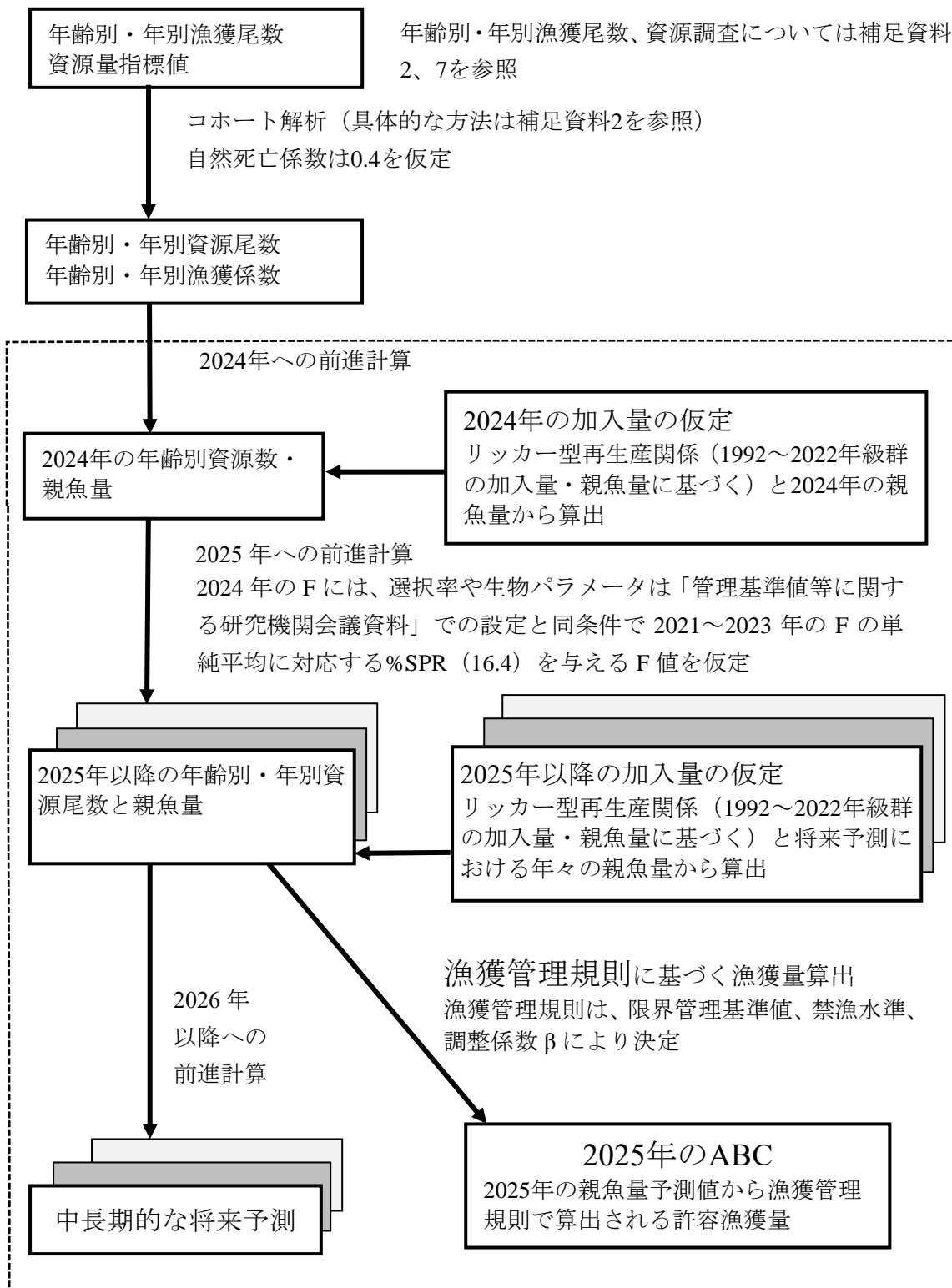
表 3-2. 日本と韓国の漁獲量と東シナ海・日本海で操業する大中型まき網漁業の漁獲努力量

| 年 | 漁獲量(万トン) | | | 漁獲努力量 |
|------|----------|-----|------|--------|
| | 日本 | 韓国 | 計 | (千網) |
| 1992 | 3.5 | 0.2 | 3.7 | 15.929 |
| 1993 | 5.0 | 0.7 | 5.7 | 16.127 |
| 1994 | 5.7 | 0.6 | 6.2 | 14.994 |
| 1995 | 5.1 | 0.8 | 6.0 | 13.580 |
| 1996 | 4.2 | 0.5 | 4.8 | 13.412 |
| 1997 | 6.3 | 0.3 | 6.6 | 11.858 |
| 1998 | 6.8 | 1.0 | 7.8 | 11.894 |
| 1999 | 8.8 | 2.1 | 10.9 | 11.005 |
| 2000 | 4.7 | 2.0 | 6.7 | 10.646 |
| 2001 | 6.2 | 0.5 | 6.7 | 10.436 |
| 2002 | 4.5 | 0.3 | 4.8 | 9.155 |
| 2003 | 4.5 | 0.3 | 4.9 | 8.754 |
| 2004 | 2.9 | 0.6 | 3.5 | 8.517 |
| 2005 | 7.6 | 1.6 | 9.1 | 8.052 |
| 2006 | 6.0 | 0.3 | 6.2 | 8.478 |
| 2007 | 5.2 | 0.1 | 5.3 | 8.369 |
| 2008 | 3.9 | 0.3 | 4.2 | 7.698 |
| 2009 | 3.4 | 0.7 | 4.1 | 6.871 |
| 2010 | 2.7 | 0.5 | 3.2 | 6.863 |
| 2011 | 4.6 | 1.2 | 5.8 | 7.161 |
| 2012 | 4.6 | 0.3 | 4.9 | 6.165 |
| 2013 | 3.7 | 1.3 | 5.0 | 6.223 |
| 2014 | 3.0 | 0.2 | 3.3 | 6.222 |
| 2015 | 3.0 | 0.9 | 3.9 | 5.953 |
| 2016 | 3.7 | 2.2 | 6.0 | 5.054 |
| 2017 | 3.5 | 1.1 | 4.7 | 5.148 |
| 2018 | 5.0 | 7.4 | 12.4 | 4.710 |
| 2019 | 2.8 | 2.0 | 4.8 | 4.802 |
| 2020 | 2.0 | 0.5 | 2.5 | 4.262 |
| 2021 | 2.7 | 2.9 | 5.6 | 4.294 |
| 2022 | 3.3 | 4.2 | 7.4 | 4.490 |
| 2023 | 3.9 | 4.3 | 8.2 | 4.020 |

表 4-1. コホート解析結果

| 年 | 資源量 | 親魚量 | 加入量 | 再生産成功率 | 漁獲割合 | %SPR | F/Fmsy |
|------|-------|-------|------|--------|------|------|--------|
| | (万トン) | (万トン) | (億尾) | (尾/kg) | (%) | | |
| 1992 | 11.1 | 4.7 | 1.45 | 3.11 | 33 | 25.7 | 1.02 |
| 1993 | 18.7 | 4.3 | 4.54 | 10.69 | 30 | 20.0 | 1.47 |
| 1994 | 16.4 | 6.6 | 2.79 | 4.23 | 38 | 21.4 | 1.28 |
| 1995 | 15.0 | 6.3 | 3.21 | 5.06 | 40 | 20.2 | 1.34 |
| 1996 | 15.9 | 6.2 | 2.66 | 4.29 | 30 | 28.2 | 0.92 |
| 1997 | 19.6 | 7.0 | 3.89 | 5.53 | 33 | 23.0 | 1.14 |
| 1998 | 23.8 | 7.7 | 5.53 | 7.18 | 33 | 21.6 | 1.23 |
| 1999 | 22.6 | 8.5 | 4.18 | 4.93 | 48 | 12.6 | 1.81 |
| 2000 | 14.8 | 6.9 | 1.93 | 2.79 | 45 | 15.8 | 1.67 |
| 2001 | 15.9 | 4.7 | 3.39 | 7.16 | 42 | 15.9 | 1.67 |
| 2002 | 12.4 | 4.6 | 1.89 | 4.09 | 39 | 19.2 | 1.33 |
| 2003 | 11.5 | 4.6 | 1.91 | 4.18 | 42 | 16.2 | 1.53 |
| 2004 | 16.2 | 3.7 | 3.81 | 10.21 | 22 | 34.4 | 0.71 |
| 2005 | 18.4 | 6.9 | 3.01 | 4.34 | 50 | 10.9 | 1.87 |
| 2006 | 15.1 | 5.4 | 2.78 | 5.12 | 41 | 17.2 | 1.43 |
| 2007 | 11.4 | 4.8 | 1.83 | 3.81 | 46 | 14.4 | 1.72 |
| 2008 | 9.0 | 3.5 | 1.80 | 5.17 | 46 | 13.2 | 1.70 |
| 2009 | 10.1 | 3.1 | 2.52 | 8.12 | 41 | 15.3 | 1.75 |
| 2010 | 11.9 | 3.2 | 2.63 | 8.15 | 27 | 25.4 | 1.03 |
| 2011 | 14.2 | 5.6 | 2.58 | 4.61 | 41 | 18.5 | 1.41 |
| 2012 | 13.0 | 4.9 | 2.24 | 4.54 | 38 | 19.9 | 1.31 |
| 2013 | 13.2 | 4.7 | 2.86 | 6.05 | 38 | 19.6 | 1.28 |
| 2014 | 12.3 | 5.2 | 2.29 | 4.41 | 27 | 31.5 | 0.80 |
| 2015 | 15.8 | 6.0 | 3.12 | 5.16 | 25 | 33.7 | 0.73 |
| 2016 | 19.6 | 7.8 | 3.33 | 4.24 | 30 | 26.9 | 0.97 |
| 2017 | 17.9 | 8.6 | 3.37 | 3.90 | 26 | 32.7 | 0.78 |
| 2018 | 22.3 | 10.2 | 4.10 | 4.03 | 56 | 8.6 | 2.32 |
| 2019 | 10.5 | 5.7 | 1.34 | 2.37 | 46 | 14.0 | 1.67 |
| 2020 | 9.1 | 3.7 | 1.59 | 4.35 | 27 | 29.6 | 0.87 |
| 2021 | 14.3 | 4.0 | 3.58 | 9.05 | 39 | 16.3 | 1.53 |
| 2022 | 20.0 | 4.7 | 5.25 | 11.17 | 37 | 19.5 | 1.26 |
| 2023 | 18.2 | 7.2 | 3.51 | 4.89 | 45 | 14.8 | 1.60 |

補足資料 1 資源評価の流れ



※ 点線枠内は資源管理方針に関する検討会における管理基準値や漁獲管理規則等の議論をふまえて作成される。

補足資料 2 計算方法

(1) 資源計算方法

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（補足表 2-1）。ゴマサバの日本の漁獲量は、大中型まき網漁業漁獲成績報告書から得られたゴマサバ漁獲量に、漁業・養殖業生産統計年報における大中型まき網漁業以外の漁業種類による各府県のさば類漁獲量に府県ごとに定めたゴマサバ割合を乗じて算出した漁獲量を加算した（補注 1）。韓国の漁獲量は、2007年以前については、さば類漁獲量のうちゴマサバが占める割合を、韓国水域内で操業した日本の大中型まき網漁船が漁獲したゴマサバの割合と同一とした。2008年以降については、韓国の漁獲量がマサバ・ゴマサバそれぞれについて公表されるようになったため、韓国のゴマサバ漁獲量を用いた。ただし 2009年については、韓国のゴマサバの漁獲量の値が異常に高く、値の信頼性が低いことから、2007年以前と同一の方法で算出した。2018年もゴマサバの漁獲量の値が高かったが、公式統計を信頼して報告された値とした。中国の漁獲量については考慮していない。

年齢別年別漁獲尾数は、九州主要港における入り数別漁獲量および沿岸域で漁獲されたゴマサバの漁獲量と漁獲物の体長組成から推定した年齢別月別漁獲量をもとに算出した（補注 2）。1992～2021年および 2023年（1月～12月を1年とする）は、得られた年齢別月別漁獲尾数を日本と韓国の漁獲量の合計値で引き伸ばした。2022年は、沿岸域で漁獲されたゴマサバの体長組成に偏りが見られたため、韓国の漁獲量は九州主要港における入り数別漁獲量にもとづいた年齢別月別漁獲尾数にのみ準じるとした。

2023年の漁獲物の年齢別平均尾叉長と年齢別平均体重、資源計算に用いた成熟割合および自然死亡係数を補足表 2-2 に示す。年齢 3+は 3歳以上を表す。ここで自然死亡係数 M は田内・田中の式（田中 1960）により、最高年齢を 6歳として 0.4 ($M=2.5 \div \text{最高年齢 } 6 \text{ 歳} \approx 0.4$) と仮定した。計算には R パッケージ `frasyr` (ver2.4.0.0) を使用した。

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

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

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

ここで、 N は資源尾数、 C は漁獲尾数、 a は年齢（0～3+歳）、 y は年である。 F の計算は石岡・岸田（1985）の反復式を使い、プラスグループの資源尾数の扱いについては、平松（2000；非定常な場合のプラスグループ扱い方）に従った。また、最高年齢群 3歳以上（3+）と 2歳の各年の漁獲係数 F は同一とした。

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

最近年 Y (2022 年) における 0、1、2 歳魚の F をリッジ VPA (Okamura et al. 2017) の手法に基づき推定した。リッジ VPA は F の大きさに対する罰則項を設けることによって、F の推定に関する不安定性を軽減させる手法である。具体的には、資源量指標値への適合度を示した尤度 L (負の対数尤度 $-\ln L$ として定義) と F の罰則項をそれぞれ重み付けした目的関数 (式 4; $0 \leq \lambda \leq 1$) を定義し、これを最小化するように F を推定した (黒田ほか 2019a)。

$$\text{最小} \quad -(1 - \lambda) \ln L + \lambda \sum_{a=0}^2 F_{a,Y}^2 \quad (4)$$

罰則項の重み係数 λ は、資源量 B のレトロスペクティブバイアス (式 5) が 0 になるように設定できる。

$$\rho = \frac{1}{P} \sum_{i=1}^P \frac{B_{Y-i}^{Ri} - B'_{Y-i}}{B'_{Y-i}} \quad (5)$$

$$B'_Y = \sum_{a=0}^{3+} B_{a,Y} \quad (6)$$

B のレトロスペクティブバイアス ρ は、最新の資源評価の最終年 Y (2023 年) までのフルデータから推定される各年の B と、最新データを i 年分落とした場合の最終年 (Y - i 年) の B の推定値 B^R との相対値 (Mohn 1999) の平均値である。データを遡る年数 P は 5 とした (林ほか 2020)。

罰則項の重みの係数 λ は昨年度同様、平成 30 年度評価で推定された 0.75 とした (黒田ほか 2019a)。今年度のデータに関して、式 5 が 0 となる λ は 0.75 と推定された (補足資料 9)。さらなる λ の感度分析として、 λ が 0 の場合 (通常のチューニング VPA に相当) についても資源評価を行った (補足資料 9)。

尤度は (式 7) のように (1) 大中型まき網漁業の年齢別 CPUE (漁獲量/網;補注 3)、と年齢別資源量の変動傾向および (2) 枕崎港に水揚げする中型まき網の 0~1 歳と 2 歳以上 CPUE (水揚量/入港隻;補注 3) と各年齢範囲の資源量の変動傾向とのフィットの度合いを評価した。対象期間は、漁船数など操業形態が現在に近く、漁獲効率が同じとみなせる 2003 ~2023 年とした (補足表 2-3)。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)。

$$\begin{aligned}
 -\ln L = & \sum_a \sum_y \frac{[\ln I_{a,y} - (b_a \ln B_{a,y} + \ln q_a)]^2}{2\sigma_a^2} - \ln \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_a} \right) \\
 & + \sum_g \sum_y \frac{[\ln J_{g,y} - (b'_g \ln B'_{g,y} + \ln q'_g)]^2}{2\sigma'_g{}^2} - \ln \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma'_g} \right)
 \end{aligned} \tag{7}$$

ここで、 $I_{a,y}$ は y 年における a 歳の大中型まき網 CPUE、 $J_{g,y}$ は y 年における年齢群 g (0~1 歳、2+歳) の中型まき網 CPUE、 $B_{a,y}$ は y 年における a 歳の資源量、 $B'_{g,y}$ は y 年における年齢群 g の資源量、 $s_{a,y}$ は y 年における a 歳魚に対する中型まき網の年齢別漁獲選択率、 q_a 、 b_a 、 σ_a 、 q'_g 、 b'_g 、 σ'_g は推定パラメータ (ターミナル F と同時推定) である。年齢別・年別の資源量は、年齢別・年別の資源尾数に年齢別・年別の漁獲物平均体重 $w_{a,y}$ を掛け合わせて求めた。

$$B_{a,y} = N_{a,y} w_{a,y} \tag{8}$$

また、 $I_{a,y}$ と $B_{a,y}$ 、 $J_{g,y}$ と $B'_{g,y}$ の間には、以下のべき乗式で表される関係があることを仮定している。

$$I_{a,y} = q_a B_{a,y}^{b_a} \tag{9}$$

$$J_{0-1,y} = q'_{0-1} \left(\sum_{a=0}^1 s_{a,y} B_{a,y} \right)^{b'_{0-1}} \tag{10}$$

$$J_{2+,y} = q'_{2+} \left(\sum_{a=2}^{3+} s_{a,y} B_{a,y} \right)^{b'_{2+}} \tag{11}$$

ただし、本資源評価では b_a および b' は 1 に固定した。また現状のモデルでは、漁業別の漁獲死亡係数や選択率の推定が難しいため、中型まき網の漁獲選択率 $s_{a,y}$ は同じ年齢群では等しいと仮定し、中型まき網の資源量指標値は各年の 0~1 歳と 2 歳以上の資源量を反映する指標値とみなした。2023 年における年齢別の F は、それぞれ $F_{0,2023} = 0.68$ 、 $F_{1,2023} = 0.87$ 、 $F_{2,2023} = F_{3+,2023} = 0.74$ と推定された。その他のパラメータは $q_0 = 0.20$ 、 $q_1 = 0.20$ 、 $q_2 = 0.16$ 、 $q_3 = 0.16$ 、 $q'_{0-1} = 0.03$ 、 $q'_{2+} = 0.26$ 、 $\sigma_0 = 0.51$ 、 $\sigma_1 = 0.52$ 、 $\sigma_2 = 0.53$ 、 $\sigma_3 = 0.60$ 、 $\sigma'_{0-1} = 0.69$ 、 $\sigma'_{2+} = 0.46$ であった。

「資源評価のモデル診断手順と情報提供指針 (令和 6 年度) (FRA-SA2024-ABCWG02-03)」に従って、本系群の評価に用いた VPA の統計学的妥当性や仮定に対する頑健性について診断した。指標値の観測値とモデルの予測値との残差を示す (補足図 2-1、2-2)。中型まき網 CPUE は大中型まき網 CPUE に比べて年変動が大きく、残差も大きかった。近年

の適合の悪さはリッジ VPA の罰則項の効果と 2018 年の韓国漁獲量の急増も影響していると思われる。

5 年間のレトロスペクティブ解析により、データの追加・更新が行われることで F の値や資源量推定値に生じる変化を確認した。レトロスペクティブバイアス (Mohn's ρ ; Mohn 1999) は、資源量が 0、親魚量は 0、F は 0.06 であった (補足図 2-3)。

補注 1. ゴマサバ対馬暖流系群の漁獲量は、以下のように算出した。大中型まき網漁業の漁獲物についてはマサバとゴマサバの比率が報告されるため、東シナ海と日本海で漁獲されたゴマサバの漁獲量を合計した。これに鹿児島～秋田県の漁業・養殖業生産統計年報 (属人) の大中型まき網漁業以外の漁業種類によるゴマサバ漁獲量を加算した。この漁獲量は、ゴマサバがさば類漁獲量に占める割合を府県ごとに定め (鹿児島県 80%、熊本・長崎県 20%、佐賀・福岡県 10%、山口～福井県 5%、石川県以北 0%)、各府県のさば類漁獲量に乗じて算出した。なお、2017 年以降の鹿児島県のゴマサバ割合は、主要港 (枕崎、阿久根) における中型まき網のマサバ、ゴマサバ水揚げ量に基づき算定した。さらに 2001 年以降の長崎県のゴマサバ割合は、中型まき網のマサバ、ゴマサバ漁獲量に基づき算定した。

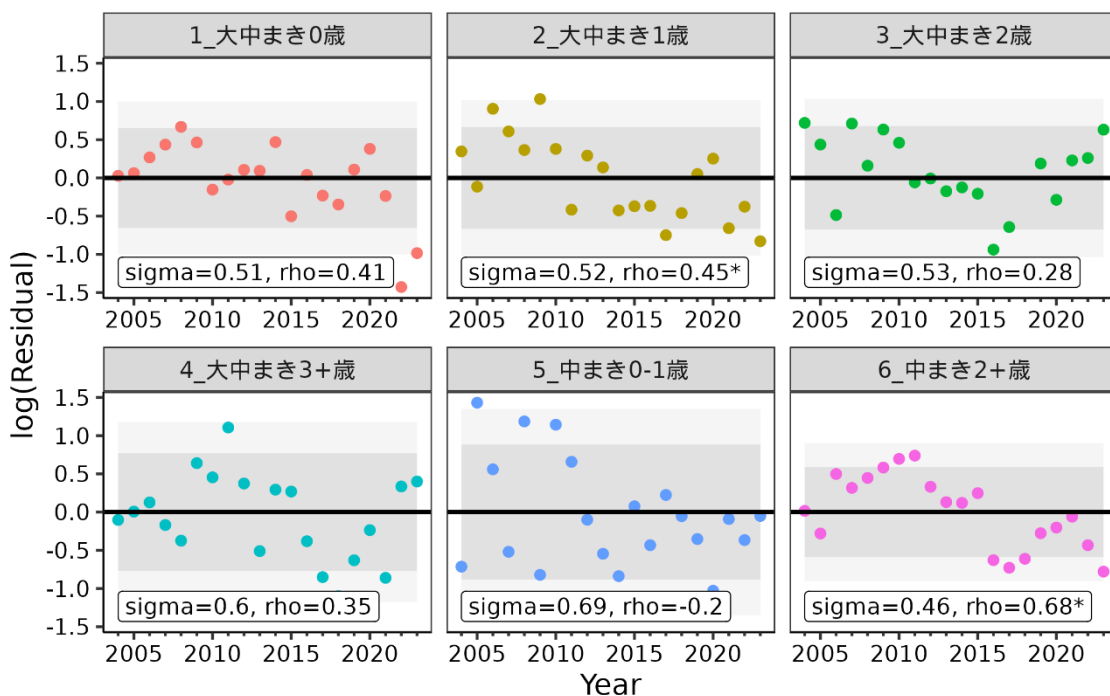
補注 2. 年齢別年別漁獲尾数は、漁業種類別または県別に以下のように推定した。九州主要港に水揚げされる大中型まき網漁業の漁獲物については、月ごとに定めた各年齢の入り数 (1 箱 18 kg 当たりの尾数) 範囲を用い、入り数別漁獲量から年齢別月別漁獲尾数を推定した。ただし、ローソク銘柄以下の小型魚 (0~1 歳) については、想定した 1 尾当たりの体重と漁獲重量から漁獲尾数を推定した。また沿岸漁業 (主に中型まき網および定置網) の漁獲物については、月ごとに定めた各年齢の体長範囲を用いて、各県での体長測定データ (2023 年の総測定尾数は 5,726 尾) と月別漁獲量から年齢別月別漁獲尾数を県別に推定した。

補注 3. 東シナ海・日本海で操業する大中型まき網漁業の年齢別資源量指標値は、主漁期である 1~5 月と 8~12 月のゴマサバを対象とした操業について、各年齢に相当する銘柄の一網当り漁獲量 (CPUE) として以下のように求めた。ここで、銘柄の年齢への振り分けは、7~12 月の豆銘柄を 0 歳、1~6 月の豆銘柄と 7~12 月の小銘柄を 1 歳、1~6 月の小銘柄と 7~12 月の中銘柄を 2 歳、1~6 月の中銘柄と全ての大銘柄を 3+歳とした。なお、2017 年度資源評価より、より広域の CPUE を算定するために、東シナ海・日本海西部に加えて、日本海北中部の漁獲データを使用している (黒田ほか 2019)。まず、日別・船別の漁獲成績報告書に基づき、ゴマサバの漁獲量が全魚種の総漁獲量の 10%より大きい操業を抽出し、日別・船別・年齢別の CPUE を計算した。次に、各年齢における CPUE の算術平均を求め、年齢別資源量指標値とした。10%という狙い種を特定するには比較的低い閾値は、資源の減少を的確に捉えるため、なるべく多くの操業データを取り込み、明らかに混獲とみなせる操業のみを除外するという方針が反映されている。

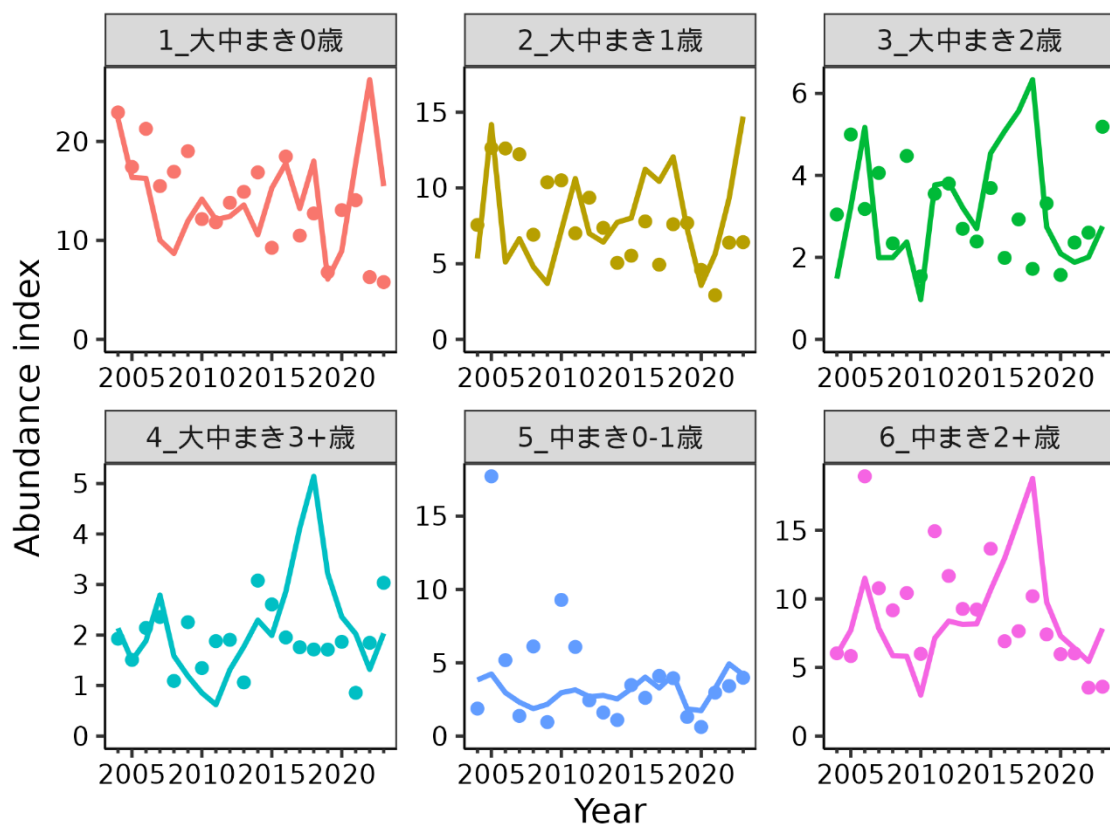
枕崎港の中型まき網漁業の資源量指標値は、1~12 月の一入港隻当たりのゴマサバ水揚げ量として求めた。平成 30 (2018) 年度資源評価より、銘柄と体長の関係より、豆、小銘柄を 0~1 歳、中 (中小を含む)、大銘柄を 2 歳以上の指標とみなした。

引用文献

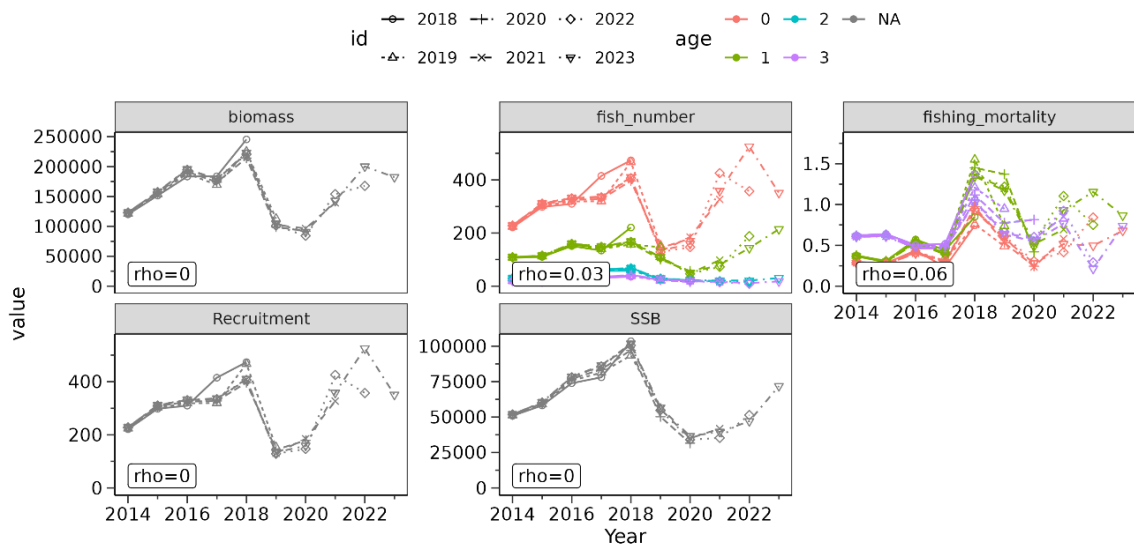
- Hashimoto, M., H. Okamura, M. Ichinokawa, K. Hiramatsu and T. Yamakawa (2018) Impacts of the nonlinear relationship between abundance and its index in a tuned virtual population analysis. *Fish. Sci.* **84**, 335-347.
- 林 晃・安田十也・黒田啓行・由上龍嗣 (2020) 令和元 (2019) 年度ゴマサバ東シナ海系群の資源評価。
http://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/detail_goma_ec_2.pdf
(last accessed 11 November 2021).
- 平松一彦 (2000) VPA. 平成 12 年度資源評価体制確立推進事業報告書－資源評価教科書－, 104-127.
- 石岡清英・岸田 達 (1985) コホート解析に用いる漁獲方程式の解法とその精度の検討. *南西水研報*, **19**, 111-120.
- 黒田啓行・依田真里・安田十也・鈴木 圭・竹垣草世香・佐々千由紀・高橋素光 (2019) 平成 30 (2018) 年度マサバ対馬暖流系群の資源評価, 平成 30 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 (魚種別系群別資源評価・TAC 種) 第 1 分冊, 水産庁増殖推進部・国立研究開発法人水産研究・教育機構, pp. 209-247.
- 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.
- Okamura, H., Y. Yamashita and M. Ichinokawa (2017) Ridge virtual population analysis to reduce the instability of fishing mortalities in the terminal year. *ICES J. Mar. Sci.*, **74**, 2424-2436.



補足図 2-1. 指標値の観測値とモデルの期待値の差を示す残差プロット



補足図 2-2. 指標値の観測値（丸印）とモデルの予測値（実線）



補足図 2-3. 5年間のレトロスペクティブ解析 (左上：資源量、中上：資源尾数、右上：漁獲係数、左下：加入量、中下：親魚量)

補足表 2-1. コホート解析結果の詳細

| 年\ 年齢 | 漁獲尾数(億尾) | | | | 漁獲重量(万トン) | | | | 漁獲係数 F | | | |
|----------|----------|------|------|------|-----------|-----|-----|-----|--------|------|------|------|
| | 0 | 1 | 2 | 3+ | 0 | 1 | 2 | 3+ | 0 | 1 | 2 | 3+ |
| 1992 | 0.27 | 0.57 | 0.12 | 0.03 | 0.8 | 2.1 | 0.6 | 0.2 | 0.25 | 0.77 | 0.60 | 0.60 |
| 1993 | 0.82 | 0.34 | 0.29 | 0.11 | 2.4 | 1.2 | 1.4 | 0.8 | 0.24 | 0.76 | 1.80 | 1.80 |
| 1994 | 0.56 | 1.12 | 0.14 | 0.04 | 1.2 | 4.1 | 0.7 | 0.2 | 0.28 | 0.81 | 1.17 | 1.17 |
| 1995 | 0.80 | 0.65 | 0.39 | 0.03 | 1.5 | 2.4 | 1.8 | 0.2 | 0.36 | 0.78 | 1.03 | 1.03 |
| 1996 | 0.48 | 0.69 | 0.13 | 0.05 | 1.3 | 2.5 | 0.6 | 0.4 | 0.25 | 0.77 | 0.44 | 0.44 |
| 1997 | 1.10 | 0.48 | 0.21 | 0.12 | 2.9 | 1.8 | 1.1 | 0.9 | 0.41 | 0.53 | 0.75 | 0.75 |
| 1998 | 1.00 | 0.98 | 0.23 | 0.10 | 2.4 | 3.6 | 1.2 | 0.7 | 0.25 | 1.09 | 0.70 | 0.70 |
| 1999 | 1.69 | 1.70 | 0.18 | 0.12 | 4.2 | 5.1 | 0.9 | 0.8 | 0.65 | 1.16 | 0.77 | 0.77 |
| 2000 | 0.48 | 0.94 | 0.30 | 0.10 | 1.3 | 3.2 | 1.4 | 0.7 | 0.35 | 1.39 | 0.85 | 0.85 |
| 2001 | 1.19 | 0.39 | 0.16 | 0.15 | 3.4 | 1.4 | 0.8 | 1.1 | 0.54 | 0.72 | 1.36 | 1.36 |
| 2002 | 0.65 | 0.54 | 0.13 | 0.04 | 1.9 | 1.9 | 0.6 | 0.2 | 0.53 | 0.66 | 0.75 | 0.75 |
| 2003 | 0.67 | 0.41 | 0.19 | 0.05 | 1.9 | 1.6 | 1.0 | 0.4 | 0.54 | 1.05 | 0.70 | 0.70 |
| 2004 | 0.73 | 0.14 | 0.07 | 0.08 | 2.1 | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 0.26 | 0.25 | 0.62 | 0.62 |
| 2005 | 1.67 | 0.90 | 0.17 | 0.06 | 4.6 | 3.3 | 0.9 | 0.4 | 1.05 | 0.78 | 0.71 | 0.71 |
| 2006 | 1.11 | 0.31 | 0.25 | 0.07 | 3.3 | 1.1 | 1.3 | 0.5 | 0.64 | 0.73 | 0.69 | 0.69 |
| 2007 | 0.65 | 0.58 | 0.12 | 0.13 | 1.8 | 2.0 | 0.6 | 0.9 | 0.55 | 1.17 | 0.91 | 0.91 |
| 2008 | 0.90 | 0.28 | 0.10 | 0.06 | 2.2 | 0.9 | 0.6 | 0.5 | 0.89 | 0.62 | 0.82 | 0.82 |
| 2009 | 0.71 | 0.30 | 0.15 | 0.06 | 1.7 | 1.1 | 0.9 | 0.4 | 0.41 | 1.18 | 1.22 | 1.22 |
| 2010 | 0.53 | 0.39 | 0.05 | 0.03 | 1.4 | 1.3 | 0.3 | 0.2 | 0.28 | 0.55 | 0.75 | 0.75 |
| 2011 | 0.88 | 0.55 | 0.23 | 0.03 | 2.1 | 2.2 | 1.2 | 0.2 | 0.52 | 0.68 | 1.01 | 1.01 |
| 2012 | 0.70 | 0.42 | 0.22 | 0.06 | 2.0 | 1.4 | 1.1 | 0.4 | 0.47 | 0.66 | 0.84 | 0.84 |
| 2013 | 1.03 | 0.42 | 0.12 | 0.06 | 2.5 | 1.5 | 0.7 | 0.4 | 0.56 | 0.76 | 0.53 | 0.53 |
| 2014 | 0.47 | 0.28 | 0.11 | 0.08 | 1.1 | 1.0 | 0.6 | 0.5 | 0.29 | 0.37 | 0.61 | 0.61 |
| 2015 | 0.61 | 0.24 | 0.20 | 0.07 | 1.5 | 0.9 | 1.1 | 0.5 | 0.27 | 0.29 | 0.61 | 0.61 |
| 2016 | 0.92 | 0.55 | 0.18 | 0.08 | 2.5 | 2.0 | 1.0 | 0.6 | 0.40 | 0.53 | 0.47 | 0.47 |
| 2017 | 0.71 | 0.40 | 0.19 | 0.11 | 1.4 | 1.4 | 1.0 | 0.8 | 0.29 | 0.39 | 0.46 | 0.46 |
| 2018 | 2.10 | 1.07 | 0.37 | 0.23 | 4.6 | 3.9 | 2.1 | 1.8 | 0.92 | 1.34 | 1.03 | 1.03 |
| 2019 | 0.50 | 0.65 | 0.12 | 0.10 | 1.1 | 2.2 | 0.7 | 0.8 | 0.58 | 1.17 | 0.63 | 0.63 |
| 2020 | 0.32 | 0.16 | 0.08 | 0.07 | 0.9 | 0.6 | 0.5 | 0.5 | 0.28 | 0.49 | 0.55 | 0.55 |
| 2021 | 1.21 | 0.41 | 0.09 | 0.07 | 3.0 | 1.5 | 0.5 | 0.6 | 0.52 | 0.93 | 0.77 | 0.77 |
| 2022 | 1.72 | 0.84 | 0.03 | 0.02 | 4.3 | 2.8 | 0.2 | 0.1 | 0.50 | 1.15 | 0.21 | 0.21 |
| 2023 | 1.46 | 1.05 | 0.13 | 0.08 | 3.2 | 3.7 | 0.7 | 0.6 | 0.68 | 0.87 | 0.74 | 0.74 |

補足表 2-1. (続き)

| 年\ 年齢 | 平均体重(g) | | | | 資源尾数(億尾) | | | | 資源量(万トン) | | | |
|----------|---------|-----|-----|-----|----------|------|------|------|----------|-----|-----|-----|
| | 0 | 1 | 2 | 3+ | 0 | 1 | 2 | 3+ | 0 | 1 | 2 | 3+ |
| 1992 | 296 | 373 | 462 | 692 | 1.45 | 1.26 | 0.32 | 0.08 | 4.3 | 4.7 | 1.5 | 0.6 |
| 1993 | 287 | 357 | 474 | 703 | 4.54 | 0.76 | 0.39 | 0.15 | 13.0 | 2.7 | 1.9 | 1.0 |
| 1994 | 219 | 365 | 487 | 659 | 2.79 | 2.38 | 0.24 | 0.06 | 6.1 | 8.7 | 1.2 | 0.4 |
| 1995 | 188 | 374 | 454 | 687 | 3.21 | 1.42 | 0.71 | 0.06 | 6.1 | 5.3 | 3.2 | 0.4 |
| 1996 | 270 | 361 | 474 | 641 | 2.66 | 1.51 | 0.43 | 0.18 | 7.2 | 5.4 | 2.1 | 1.2 |
| 1997 | 262 | 370 | 505 | 731 | 3.89 | 1.39 | 0.47 | 0.27 | 10.2 | 5.1 | 2.4 | 1.9 |
| 1998 | 238 | 365 | 508 | 667 | 5.53 | 1.73 | 0.55 | 0.23 | 13.2 | 6.3 | 2.8 | 1.5 |
| 1999 | 247 | 298 | 489 | 655 | 4.18 | 2.90 | 0.39 | 0.26 | 10.3 | 8.6 | 1.9 | 1.7 |
| 2000 | 280 | 343 | 487 | 700 | 1.93 | 1.46 | 0.61 | 0.20 | 5.4 | 5.0 | 3.0 | 1.4 |
| 2001 | 285 | 362 | 519 | 729 | 3.39 | 0.91 | 0.24 | 0.23 | 9.7 | 3.3 | 1.3 | 1.7 |
| 2002 | 299 | 360 | 475 | 690 | 1.89 | 1.32 | 0.30 | 0.08 | 5.6 | 4.8 | 1.4 | 0.6 |
| 2003 | 284 | 388 | 508 | 721 | 1.91 | 0.75 | 0.46 | 0.12 | 5.4 | 2.9 | 2.3 | 0.9 |
| 2004 | 295 | 362 | 520 | 693 | 3.81 | 0.75 | 0.17 | 0.19 | 11.3 | 2.7 | 0.9 | 1.3 |
| 2005 | 274 | 366 | 505 | 710 | 3.01 | 1.97 | 0.39 | 0.13 | 8.3 | 7.2 | 2.0 | 0.9 |
| 2006 | 296 | 367 | 524 | 685 | 2.78 | 0.71 | 0.60 | 0.17 | 8.2 | 2.6 | 3.2 | 1.2 |
| 2007 | 276 | 345 | 534 | 672 | 1.83 | 0.98 | 0.23 | 0.26 | 5.1 | 3.4 | 1.2 | 1.7 |
| 2008 | 243 | 342 | 597 | 754 | 1.80 | 0.71 | 0.20 | 0.13 | 4.4 | 2.4 | 1.2 | 1.0 |
| 2009 | 240 | 376 | 567 | 749 | 2.52 | 0.50 | 0.26 | 0.10 | 6.0 | 1.9 | 1.5 | 0.7 |
| 2010 | 272 | 327 | 581 | 755 | 2.63 | 1.12 | 0.10 | 0.07 | 7.1 | 3.6 | 0.6 | 0.5 |
| 2011 | 237 | 404 | 533 | 712 | 2.58 | 1.33 | 0.43 | 0.05 | 6.1 | 5.4 | 2.3 | 0.4 |
| 2012 | 280 | 347 | 519 | 688 | 2.24 | 1.02 | 0.45 | 0.12 | 6.3 | 3.5 | 2.3 | 0.8 |
| 2013 | 239 | 345 | 557 | 668 | 2.86 | 0.94 | 0.35 | 0.17 | 6.9 | 3.3 | 2.0 | 1.1 |
| 2014 | 233 | 359 | 560 | 701 | 2.29 | 1.09 | 0.30 | 0.20 | 5.3 | 3.9 | 1.7 | 1.4 |
| 2015 | 247 | 352 | 546 | 680 | 3.12 | 1.15 | 0.51 | 0.18 | 7.7 | 4.1 | 2.8 | 1.2 |
| 2016 | 270 | 356 | 539 | 709 | 3.33 | 1.60 | 0.58 | 0.25 | 9.0 | 5.7 | 3.1 | 1.8 |
| 2017 | 198 | 354 | 540 | 738 | 3.37 | 1.49 | 0.63 | 0.35 | 6.7 | 5.3 | 3.4 | 2.6 |
| 2018 | 222 | 363 | 571 | 772 | 4.10 | 1.68 | 0.68 | 0.42 | 9.1 | 6.1 | 3.9 | 3.2 |
| 2019 | 229 | 339 | 571 | 762 | 1.34 | 1.09 | 0.29 | 0.26 | 3.1 | 3.7 | 1.7 | 2.0 |
| 2020 | 284 | 360 | 564 | 744 | 1.59 | 0.50 | 0.23 | 0.20 | 4.5 | 1.8 | 1.3 | 1.5 |
| 2021 | 251 | 356 | 557 | 768 | 3.58 | 0.80 | 0.21 | 0.16 | 9.0 | 2.9 | 1.2 | 1.3 |
| 2022 | 252 | 330 | 578 | 714 | 5.25 | 1.43 | 0.21 | 0.12 | 13.2 | 4.7 | 1.2 | 0.8 |
| 2023 | 223 | 348 | 558 | 715 | 3.51 | 2.14 | 0.30 | 0.18 | 7.8 | 7.5 | 1.7 | 1.3 |

補足表 2-2. 2023 年漁獲物の年齢別尾叉長と平均体重、資源計算に用いた成熟割合、自然死亡係数

| 年齢 | 0 | 1 | 2 | 3+ |
|----------|------|------|------|------|
| 尾叉長 (cm) | 25.2 | 29.2 | 34.0 | 36.8 |
| 体重 (g) | 223 | 348 | 558 | 715 |
| 成熟割合 | 0 | 0.60 | 0.85 | 1 |
| 死亡係数 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |

補足表 2-3. 年齢別資源量指標値

| 指標値 | k | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|-------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 大中まき | | | | | | | | | | | |
| 0歳 | 1 | 23.61 | 22.93 | 17.42 | 21.27 | 15.49 | 16.93 | 19.01 | 12.16 | 11.83 | 13.81 |
| 1歳 | 2 | 8.51 | 7.56 | 12.64 | 12.60 | 12.22 | 6.91 | 10.37 | 10.50 | 7.01 | 9.36 |
| 2歳 | 3 | 3.11 | 3.05 | 4.99 | 3.18 | 4.06 | 2.34 | 4.47 | 1.54 | 3.55 | 3.80 |
| 3歳以上 | 4 | 4.62 | 1.93 | 1.51 | 2.15 | 2.36 | 1.09 | 2.25 | 1.35 | 1.88 | 1.91 |
| 枕崎中まき | | | | | | | | | | | |
| 0～1歳 | 5 | 4.29 | 1.87 | 17.71 | 5.17 | 1.37 | 6.11 | 0.95 | 9.28 | 6.08 | 2.43 |
| 2歳以上 | 6 | 7.42 | 6.03 | 5.83 | 18.94 | 10.78 | 9.17 | 10.43 | 5.99 | 14.94 | 11.67 |
| 指標値 | k | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
| 大中まき | | | | | | | | | | | |
| 0歳 | 1 | 14.91 | 16.87 | 9.25 | 18.48 | 10.49 | 12.72 | 6.78 | 13.06 | 14.06 | 6.29 |
| 1歳 | 2 | 7.37 | 5.05 | 5.53 | 7.79 | 4.93 | 7.60 | 7.68 | 4.59 | 2.92 | 6.39 |
| 2歳 | 3 | 2.70 | 2.39 | 3.69 | 1.99 | 2.93 | 1.72 | 3.32 | 1.57 | 2.36 | 2.60 |
| 3歳以上 | 4 | 1.06 | 3.08 | 2.61 | 1.95 | 1.76 | 1.71 | 1.71 | 1.87 | 0.86 | 1.85 |
| 枕崎中まき | | | | | | | | | | | |
| 0～1歳 | 5 | 1.60 | 1.10 | 3.48 | 2.61 | 4.10 | 3.95 | 1.30 | 0.62 | 2.96 | 3.41 |
| 2歳以上 | 6 | 9.27 | 9.23 | 13.66 | 6.91 | 7.65 | 10.20 | 7.41 | 5.97 | 6.02 | 3.53 |
| 指標値 | k | 2023 | | | | | | | | | |
| 大中まき | | | | | | | | | | | |
| 0歳 | 1 | 5.79 | | | | | | | | | |
| 1歳 | 2 | 6.42 | | | | | | | | | |
| 2歳 | 3 | 5.19 | | | | | | | | | |
| 3歳以上 | 4 | 3.03 | | | | | | | | | |
| 枕崎中まき | | | | | | | | | | | |
| 0～1歳 | 5 | 3.98 | | | | | | | | | |
| 2歳以上 | 6 | 3.60 | | | | | | | | | |

補足資料 3 管理基準値案と禁漁水準案等

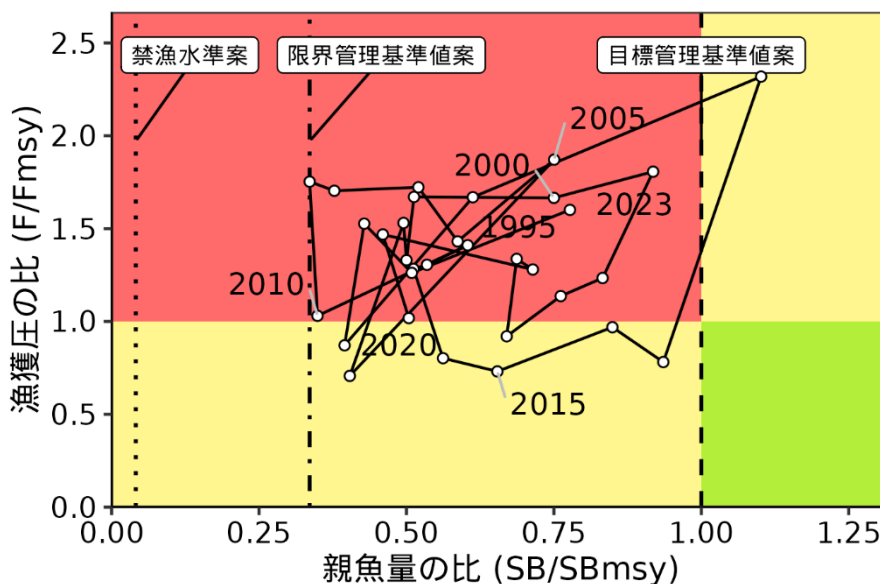
令和 6 年度の「管理基準値等に関する研究機関会議資料」により、目標管理基準値 (SBtarget) 案には MSY 水準における親魚量 (SBmsy: 9.2 万トン)、限界管理基準値 (SBlimit) 案には観測された中での最低親魚量 (SBmin: 3.1 万トン)、禁漁水準 (SBban) 案には MSY の 10% が得られる親魚量 (SB0.1msy: 0.4 万トン) の更新値を用いることが提案されている (依田ほか 印刷中、補足表 6-2)。

目標管理基準値案と、SBmsy を維持する漁獲圧 (Fmsy) を基準にした神戸プロットを補足図 3-1 に示す。コホート解析により得られた 2023 年の親魚量 (SB2023: 7.2 万トン) は目標管理基準値案を下回るが、限界管理基準値案および禁漁水準案は上回る。本系群における 2021 年以降の漁獲圧は、SBmsy を維持する漁獲圧を上回っていたと判断される (表 4-1)。

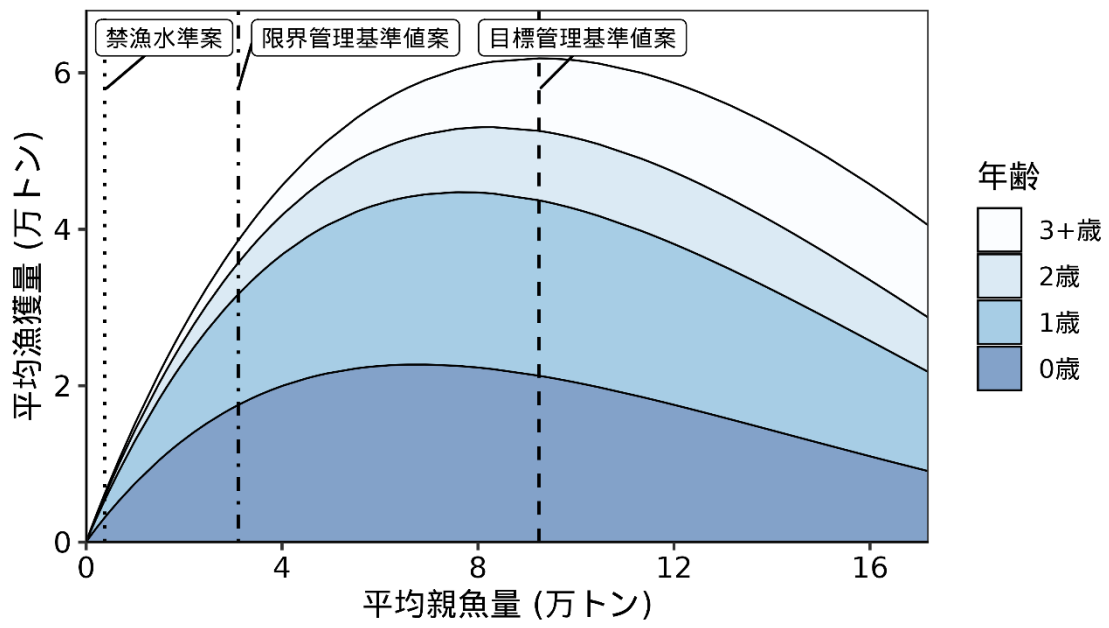
平衡状態における平均親魚量と年齢別平均漁獲量との関係を補足図 3-2 に示す。平均親魚量が限界管理基準値案以下では 0 歳および 1 歳魚が殆どを占めている。しかし、親魚量が増加するにつれて高齢魚の比率が高くなる傾向がみられる。

引用文献

依田真里・向草世香・藤波裕樹・国松翔太 (2024) 令和 6 (2024) 年度ゴマサバ対馬暖流系群の資源評価. 令和 6 (2024) 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 (魚種別系群別資源評価) (印刷中)



補足図 3-1. 管理基準値案と親魚量・漁獲圧との関係 (神戸プロット)



補足図 3-2. 平衡状態における平均親魚量と年齢別平均漁獲量との関係 (漁獲量曲線)

補足資料 4 漁獲管理規則案に対応した将来予測

(1) 将来予測の設定

資源評価で推定した 2023 年の資源量から、コホート解析の前進法を用いて 2024～2053 年の将来予測計算を行った。この将来予測では加入量の不確実性を考慮した。再生産関係式を用いて各年に予測される親魚量から加入量を予測し、その予測値に対数正規分布に従う誤差を与えることで加入量の不確実性を考慮した。対数正規分布から無作為抽出した誤差を予測値に与える計算を 10,000 回行い、それらの平均値と 90% 予測区間を求めることにより、不確実性の程度を示した。

2024 年の漁獲圧は現状の漁獲圧 (F2021-2023) を仮定した。2024 年に予測される資源量と現状の漁獲圧から同年の漁獲量を算出した。2025 年以降の漁獲圧は、下記の漁獲管理規則案に従い、各年に予測される親魚量をもとに算出した。なお、将来予測の計算方法は補足資料 5 に示した。

(2) 漁獲管理規則案

漁獲管理規則案は、目標管理基準値案以上に親魚量を維持・回復する達成確率を勘案して、親魚量に対応した漁獲圧 (F) 等を定めたものである。「漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針」では、親魚量が限界管理基準値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とともに、親魚量が限界管理基準値以上にある場合には F_{msy} に調整係数 β を乗じた値を漁獲圧の上限とするものを提示している。補足図 4-1 に本系群の「管理基準値等に関する研究機関会議資料」により提案された漁獲管理規則を示す。ここでは例として調整係数 β を 0.8 とした場合を示した。なお、研究機関からの提案では「 β が 0.9 以下であれば、10 年後に目標管理基準値案を 50% 以上の確率で上回ると推定される」とされている。

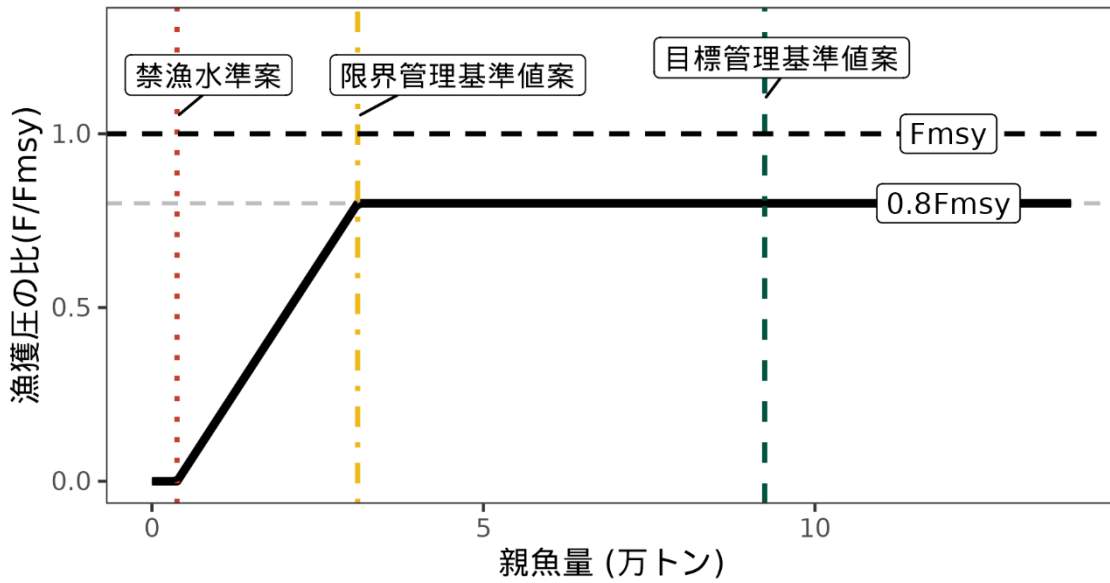
(3) 2025 年の予測値

漁獲管理規則案に基づき試算された 2025 年の平均漁獲量は β を 0.8 とした場合には 3.9 万トン、 β を 1.0 とした場合には 4.7 万トンであった (補足表 4-3)。2025 年に予測される親魚量は、いずれの繰り返し計算でも平均 6.1 万トンで、限界管理基準値案を上回り、目標管理基準値案を下回ると予測された。

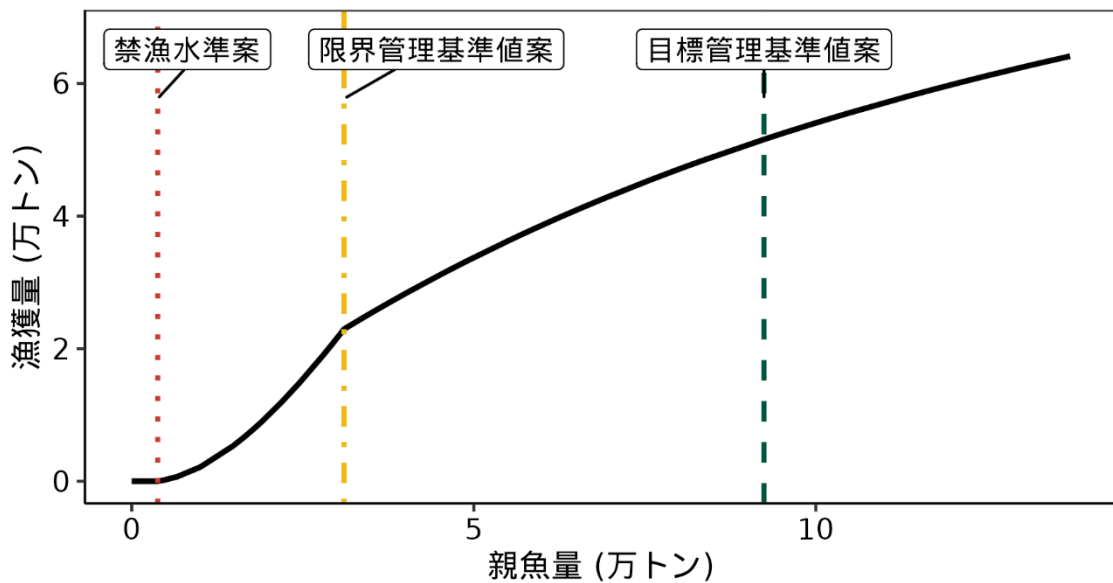
(4) 2026 年以降の予測

2026 年以降も含めた将来予測の結果を補足図 4-2 および補足表 4-1、4-2、4-3 に示す。漁獲管理規則案に基づく管理を 10 年間継続した場合、2035 年の親魚量の平均予測値は β を 0.8 とした場合には 11.7 万トン (90% 予測区間は 8.8 万～15.1 万トン) であり、 β を 1.0 とした場合には 9.2 万トン (90% 予測区間は 6.6 万～12.3 万トン) である (補足表 6-5)。予測値が目標管理基準値案を上回る確率は β が 0.9 以下で 50% を上回る。限界管理基準値案を上回る確率は β が 1.0 以下で 50% を上回る。現状の漁獲圧 (F2021-2023) を継続した場合の 2035 年の親魚量の平均予測値は 4.1 万トン (90% 予測区間は 2.4 万～6.3 万トン) であり目標管理基準値案を上回る確率は 0%、限界管理基準値案を上回る確率は 78% である。

a) 縦軸を漁獲圧にした場合

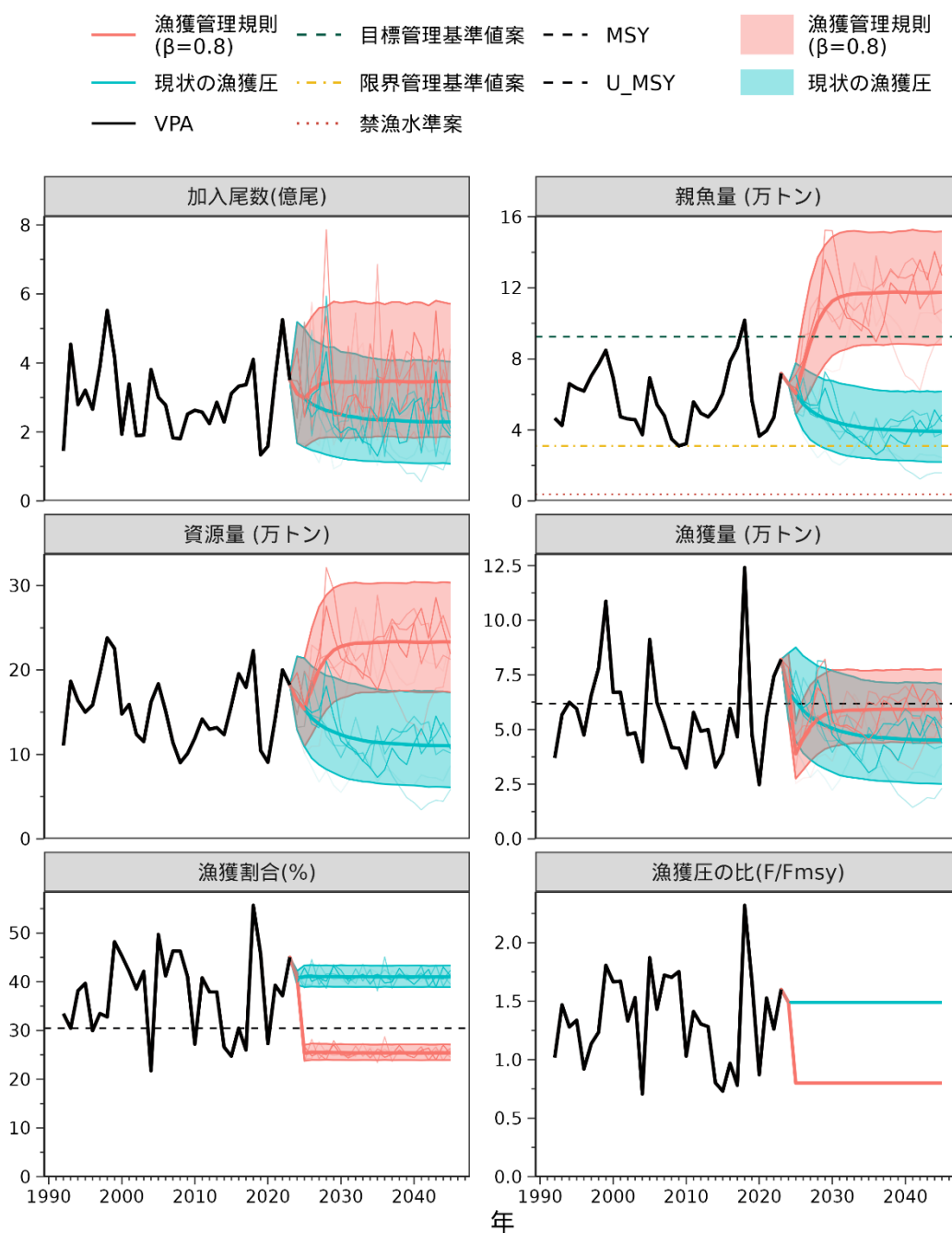


b) 縦軸を漁獲量にした場合



補足図 4-1. 漁獲管理規則案

黒破線は F_{msy} 、灰色破線は $0.8F_{msy}$ 、黒太線は漁獲管理規則案、赤点線は禁漁水準案、黄一点鎖線は限界管理基準値案、緑破線は目標管理基準値案を示す。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、漁獲する年の年齢組成によって漁獲量は若干異なるが、ここでは平衡状態における平均的な年齢組成の場合の漁獲量を示した。調整係数 β には 0.8 を用いた。



補足図 4-2. 漁獲管理規則案に従って漁獲を続けた場合（赤線）と現状の漁獲圧（F2021-2023）で漁獲を続けた場合（青色）の将来予測

太実線は平均値、網掛けはシミュレーション結果の90%が含まれる予測区間、細線は5通りの将来予測の例示である。親魚量の図の緑破線は目標管理基準値案、黄一点鎖線は限界管理基準値案、赤点線は禁漁水準案を示す。漁獲量の図の黒破線は最大持続生産量 MSY を、漁獲割合の図の黒破線は目標管理基準値案を維持する漁獲割合の水準 (Umsy) を示す。漁獲管理規則案での調整係数 β には 0.8 を用いた。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。

補足表 4-1. 将来の親魚量が目標・限界管理基準値案を上回る確率

a) 目標管理基準値案を上回る確率 (%)

| β | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1.0 | 0 | 1 | 6 | 15 | 25 | 32 | 37 | 41 | 43 | 44 | 44 | 45 |
| 0.9 | | | 8 | 26 | 43 | 55 | 62 | 67 | 69 | 71 | 72 | 72 |
| 0.8 | | | 12 | 40 | 63 | 76 | 84 | 87 | 89 | 90 | 91 | 91 |
| 0.7 | | | 18 | 56 | 80 | 92 | 96 | 97 | 98 | 98 | 98 | 98 |
| 0.6 | | | 24 | 71 | 92 | 98 | 99 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 0.5 | | | 33 | 83 | 97 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 0.4 | | | 41 | 92 | 99 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 0.3 | | | 50 | 96 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 0.2 | | | 60 | 99 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 0.1 | | | 70 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 0.0 | | | 78 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 現状の 漁獲圧 | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

b) 限界管理基準値案を上回る確率 (%)

| β | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1.0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 0.9 | | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 0.8 | | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 0.7 | | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 0.6 | | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 0.5 | | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 0.4 | | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 0.3 | | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 0.2 | | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 0.1 | | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 0.0 | | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 現状の 漁獲圧 | | | | | 100 | 98 | 96 | 93 | 90 | 87 | 84 | 82 |

β を 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 6.7 万トンとし、2025 年から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧 (F2021-F2023、 $\beta = 1.49$ に相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足表 4-2. 将来の平均親魚量 (万トン)

| β | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1.0 | 6.6 | 6.1 | 6.8 | 7.6 | 8.2 | 8.6 | 8.8 | 9.0 | 9.1 | 9.1 | 9.2 | 9.2 |
| 0.9 | | | 7.2 | 8.3 | 9.1 | 9.6 | 10.0 | 10.2 | 10.3 | 10.4 | 10.4 | 10.4 |
| 0.8 | | | 7.5 | 9.0 | 10.1 | 10.8 | 11.3 | 11.5 | 11.6 | 11.7 | 11.7 | 11.7 |
| 0.7 | | | 7.9 | 9.7 | 11.2 | 12.1 | 12.6 | 12.9 | 13.0 | 13.0 | 13.0 | 13.0 |
| 0.6 | | | 8.3 | 10.6 | 12.4 | 13.5 | 14.1 | 14.4 | 14.4 | 14.5 | 14.4 | 14.4 |
| 0.5 | | | 8.7 | 11.5 | 13.7 | 15.0 | 15.7 | 15.9 | 15.9 | 15.9 | 15.9 | 15.9 |
| 0.4 | | | 9.1 | 12.4 | 15.1 | 16.7 | 17.4 | 17.6 | 17.5 | 17.5 | 17.4 | 17.4 |
| 0.3 | | | 9.5 | 13.5 | 16.7 | 18.6 | 19.3 | 19.3 | 19.2 | 19.1 | 19.0 | 19.0 |
| 0.2 | | | 10.0 | 14.7 | 18.5 | 20.6 | 21.3 | 21.2 | 20.9 | 20.8 | 20.7 | 20.7 |
| 0.1 | | | 10.5 | 15.9 | 20.5 | 22.9 | 23.5 | 23.2 | 22.7 | 22.5 | 22.5 | 22.5 |
| 0.0 | | | 11.0 | 17.3 | 22.6 | 25.4 | 25.9 | 25.3 | 24.7 | 24.4 | 24.3 | 24.4 |
| 現状の 漁獲圧 | | | | | 5.5 | 5.1 | 4.8 | 4.6 | 4.5 | 4.4 | 4.3 | 4.2 |

β を 0.0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2024 年の漁獲量は現状の漁獲圧 (F2021-2023) から予測される 6.7 万トンとし、2025 年から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧 (F2021-F2023、β = 1.49 に相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足表 4-3. 将来の平均漁獲量 (万トン)

| β | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1.0 | 6.7 | 4.7 | 5.1 | 5.5 | 5.7 | 5.9 | 6.0 | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 6.2 |
| 0.9 | | 4.3 | 4.9 | 5.3 | 5.6 | 5.9 | 6.0 | 6.0 | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 6.1 |
| 0.8 | | 3.9 | 4.6 | 5.1 | 5.5 | 5.7 | 5.8 | 5.8 | 5.9 | 5.9 | 5.9 | 5.9 |
| 0.7 | | 3.5 | 4.2 | 4.8 | 5.2 | 5.4 | 5.5 | 5.6 | 5.6 | 5.6 | 5.6 | 5.6 |
| 0.6 | | 3.0 | 3.8 | 4.4 | 4.8 | 5.0 | 5.1 | 5.1 | 5.1 | 5.1 | 5.1 | 5.1 |
| 0.5 | | 2.6 | 3.4 | 4.0 | 4.3 | 4.5 | 4.6 | 4.6 | 4.6 | 4.6 | 4.6 | 4.6 |
| 0.4 | | 2.1 | 2.9 | 3.4 | 3.7 | 3.9 | 3.9 | 3.9 | 3.9 | 3.9 | 3.9 | 3.9 |
| 0.3 | | 1.6 | 2.3 | 2.8 | 3.0 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.1 |
| 0.2 | | 1.1 | 1.6 | 2.0 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 |
| 0.1 | | 0.6 | 0.8 | 1.1 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 |
| 0.0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 現状の 漁獲圧 | | | 6.3 | 5.9 | 5.6 | 5.3 | 5.2 | 5.1 | 4.9 | 4.9 | 4.8 | 4.7 |

β を 0.0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2024 年の漁獲量は現状の漁獲圧 (F2021-2023) から予測される 6.7 万トンとし、2025 年から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧 (F2021-F2023、β = 1.49 に相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足資料 5 将来予測の方法

将来予測における各種設定には補足表 5-1 の値を用いた。資源尾数や漁獲量の予測は、統計ソフトウェア R (version 4.4.0) 用計算パッケージ frasyr (version 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 6 年度の「管理基準値等に関する研究機関会議資料」において提案されたリッカー型再生産関係と年々推定される親魚量から求めた。

将来予測における漁獲係数 F は、「令和 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 2024) における 1 系資源の管理規則に基づき算出される値を用いた。将来予測における選択率や漁獲物平均体重等の値には、上述の「管理基準値等に関する研究機関会議資料」にて提案された各種管理基準値案の推定に用いた値を引き続き用いた (依田ほか 印刷中)。これらは再生産関係と同じく、本年度の資源評価に基づく値であり、漁獲物平均体重はこの計算結果における 2018~2022 年の平均値である。2024 年の漁獲圧 (F_{2024}) は、選択率や平均体重等の生物パラメータが管理基準値を算出した時と同条件となる下で、今年度評価における直近 3 年間 (2021~2022 年) の平均漁獲圧と平均体重を用いた %SPR (16.4) 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 (式 12~14) を用いた。漁獲尾数は、上式で求めた資源尾数と各漁獲シナリオから仮定される F 値をもとに (14) 式により求めた。

$$N_{a+1,y+1} = N_{a,y} \exp(-F_{a,y} - M) \quad (12)$$

$$N_{3+,y+1} = N_{3+,y} \exp(-F_{3+,y} - M) + N_{2,y} \exp(-F_{2,y} - M) \quad (13)$$

$$C_{a,y} = N_{a,y} \frac{F_{a,y}}{F_{a,y} + M} (1 - \exp(-F_{a,y} - M)) \quad (14)$$

引用文献

- 水産研究・教育機構 (2024) 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
- 依田真里・向草世香・藤波裕樹・国松翔太 (2024) 令和 6 (2024) 年度ゴマサバ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. 令和 6 (2024) 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 (魚種別系群別資源評価) (印刷中)

補足表 5-1. 将来予測計算に用いたパラメータ

| 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 | 成熟率 |
|-------|--------------|---------------|---------------------|----------|--------|------|
| 0 歳 | 0.55 | 0.36 | 0.54 | 247 | 0.4 | 0.00 |
| 1 歳 | 1.00 | 0.66 | 0.98 | 350 | 0.4 | 0.60 |
| 2 歳 | 0.63 | 0.41 | 0.62 | 568 | 0.4 | 0.85 |
| 3 歳以上 | 0.63 | 0.41 | 0.62 | 752 | 0.4 | 1.00 |

注 1：令和 6 年度の管理基準値等に関する研究機関会議資料で MSY を実現する水準の推定の際に使用した選択率（すなわち、本年度資源評価での F2018-2022 の選択率）。

注 2：令和 6 年度の管理基準値等に関する研究機関会議資料で推定された Fmsy。

注 3：上記の選択率の下で、今回の資源評価で推定された 2021-2023 年の年齢別の F と同じ漁獲圧を与える F 値を%SPR 換算して算出した。この F 値は 2024 年の漁獲量の仮定に使用した。

補足資料 6 各種パラメータと評価結果の概要

補足表 6-1. 再生産関係式のパラメータ

| 再生産関係式 | 最適化法 | 自己相関 | a | b | S.D. | ρ |
|--------|-------|------|---------|-----------------------|-------|---|
| リッカー型 | 最小二乗法 | 無 | 0.00850 | 8.92×10^{-6} | 0.343 | 0 |

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

補足表 6-2. 管理基準値案と MSY

| 項目 | 値 | 説明 |
|------------|---|--|
| SBtarget 案 | 9.2 万トン | 目標管理基準値案。最大持続生産量 MSY を実現する親魚量(SBmsy) |
| SBlimit 案 | 3.1 万トン | 限界管理基準値案。親魚量の最小観測値(SBmin) |
| SBban 案 | 0.4 万トン | 禁漁水準案。MSY の 10% の漁獲量が得られる親魚量(SB0.1msy) |
| Fmsy | SBmsy を維持する漁獲圧 (0 歳, 1 歳, 2 歳, 3 歳以上)=(0.36, 0.66, 0.41, 0.41) | |
| %SPR | 26% | Fmsy に対応する%SPR |
| MSY | 6.2 万トン | 最大持続生産量 |

補足表 6-3. 最新年の親魚量と漁獲圧

| 項目 | 値 | 説明 |
|-------------------|---|--|
| SB2023 | 7.2 万トン | 2023 年の親魚量 |
| F2023 | 2023 年の漁獲圧(漁獲係数 F) (0 歳, 1 歳, 2 歳, 3 歳以上)=(0.68, 0.87, 0.74, 0.74) | |
| U2023 | 45% | 2023 年の漁獲割合 |
| %SPR (F2023) | 14.8% | 2023 年の%SPR |
| %SPR (F2021-2023) | 16.4% | 現状(2021~2023 年)の漁獲圧に対応する%SPR |
| 管理基準値案との比較 | | |
| SB2023/ SBmsy | 0.78 | 最大持続生産量を実現する親魚量(SBmsy、目標管理基準値案)に対する 2023 年の親魚量の比 |
| F2023/ Fmsy | 1.60 | SBmsy 案を維持する漁獲圧(Fmsy)に対する 2023 年の漁獲圧の比* |
| 親魚量の水準 | MSY を実現する水準を下回る | |
| 漁獲圧の水準 | SBmsy を維持する水準を上回る | |
| 親魚量の動向 | 横ばい | |

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

補足表 6-4. 予測漁獲量と予測親魚量

| 2025 年の親魚量(予測平均値):6.1 万トン | | | |
|--|---------------------------|-----------------------------------|--------------------|
| 項目 | 2025 年の 平均漁獲量 (万トン) | 現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2021-2023) | 2025 年の 漁獲割合(%) |
| 管理基準値等に関する研究機関会議資料で提案された β (最高値) | | | |
| $\beta=0.8$ | 3.9 | 0.54 | 25 |
| 上記と異なる β を使用した場合 | | | |
| $\beta=1.0$ | 4.7 | 0.67 | 30 |
| $\beta=0.9$ | 4.3 | 0.60 | 28 |
| $\beta=0.4$ | 2.1 | 0.27 | 14 |
| $\beta=0.2$ | 1.1 | 0.13 | 7 |
| $\beta=0.0$ | 0 | 0 | 0 |
| F2021-2023 | 6.3 | 1.00 | 41 |

補足表 6-5. 異なる β を用いた将来予測結果

| 考慮している不確実性:加入量 | | | | | |
|--|-------------------------------|----------------------|-----------------------------------|--------------|------------|
| 項目 | 2035 年 の平均親魚 量 (万トン) | 90% 予測区間 (万トン) | 2035 年に親魚量が以下の 管理基準値案を上回る確率(%) | | |
| | | | SBtarget 案 | SBlimit 案 | SBban 案 |
| 管理基準値等に関する研究機関会議資料で提案された β (最高値) | | | | | |
| $\beta=0.8$ | 11.7 | 8.8 – 15.1 | 91 | 100 | 100 |
| 上記と異なる β を使用した場合 | | | | | |
| $\beta=1.0$ | 9.2 | 6.6 – 12.3 | 45 | 100 | 100 |
| $\beta=0.9$ | 10.4 | 7.6 – 13.7 | 72 | 100 | 100 |
| $\beta=0.4$ | 17.4 | 14.1 – 21.3 | 100 | 100 | 100 |
| $\beta=0.2$ | 20.7 | 17.2 – 24.8 | 100 | 100 | 100 |
| $\beta=0.0$ | 24.4 | 20.7 – 28.7 | 100 | 100 | 100 |
| F2021-2023 | 4.1 | 2.4 – 6.3 | 0 | 78 | 100 |

補足資料 7 調査結果の概要

(1) 夏季（8～9 月）に九州西岸と対馬東海域で行った魚群分布調査「計量魚探などを用いた浮魚類魚群量調査」から得られた現存量指標値を以下に示した。本データにはマサバとゴマサバの区別がないため、「さば類」として示した。現在、種別の現存量推定法について再検討を行っている。

| | | | | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| 年 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 |
| さば類 | 0.2 | 2.2 | 1.6 | 0.9 | 0.3 | 0.3 | 0.05 | 1.0 | 2.7 |
| 年 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
| さば類 | 1.7 | 0.9 | 8.3 | 0.8 | 0.4 | 0.8 | 7.8 | 1.6 | 1.7 |
| 年 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
| さば類 | 1.3 | 2.3 | 4.8 | 4.6 | 39.8 | 144.0 | 32.6 | 16.1 | 49.9 |

(2) 5～6 月に東シナ海陸棚縁辺部で行った着底トロールを用いた資源量直接推定調査「底魚類現存量調査（東シナ海）」から得られた 0 歳魚を主体とする現存量推定値（トン）を以下に示した（調査海域面積を 138 千 km²、漁獲効率を 1 とした）。なお、本調査は底魚類を対象としており、ゴマサバの分布水深を網羅していないため、本推定値は参考値として取り扱った。

| | | | | | | | | | |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|------|--------|--------|--------|
| 年 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| ゴマサバ | 31,300 | 67,230 | 6,417 | 4,515 | 873 | 501 | 11,063 | 251 | 3,694 |
| 年 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| ゴマサバ | 78 | 327 | 11,479 | 11,813 | 141 | 604 | 9,065 | 18,568 | 10,165 |
| 年 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | | |
| ゴマサバ | 13,632 | 369 | 未実施 | 85 | 14,573 | 304 | *2,037 | | |

*2024 年については暫定値。

(3) 2000 年から新規加入量調査「ニューストーンネットを用いた新規加入量調査」を 2～6 月の東シナ海および九州沿岸海域で行っている。結果は令和 6 年度マアジ対馬暖流系群の資源評価報告書補足資料 4（依田ほか 2024）を参照されたい。

引用文献

依田真里・榎本めぐみ・向草世香・佐々千由紀・高橋素光・藤波裕樹 (2024) 令和 6 (2024) 年度マアジ対馬暖流系群の資源評価. 令和 6 (2024) 年度我が国周辺水域の漁業資源評価(魚種別系群別資源評価) (印刷中)

補足資料 8 半年ごとのコホート解析前進法による漁期年漁獲量の算出

本資源評価は暦年（1～12月）に基づく資源評価であるが、管理は漁期年（7月から翌年6月）に基づいている。2023年度資源評価まで、半年ごとのコホート解析前進法により、漁期年の漁獲量を算定していた。しかし、毎年の加入量は再生産関係式と予測される親魚量から決定論的に与えており、加入量の変動は考慮していなかった。また、暦年の漁獲量との齟齬を防ぐため、半期別体重に重みづけ係数をかけるなど複雑な仮定が必要となり、その計算過程がわかりにくかった。よりシンプルな計算方法として、将来予測における暦年の年齢別漁獲量を過去3年（2021～2023年）の年齢別の月別漁獲量割合で按分し、漁期年に合わせて集計する方法とした（向ほか 2024）。2025年後期（7～12月）と2026年前期（1～6月）の漁獲量を合計することで、2025年漁期（2025年7月～2026年6月）の漁獲量を算定した。漁獲管理規則案に基づき試算された2025年漁期の平均漁獲量は、 β を0.8とした場合には4.3万トンである。

引用文献

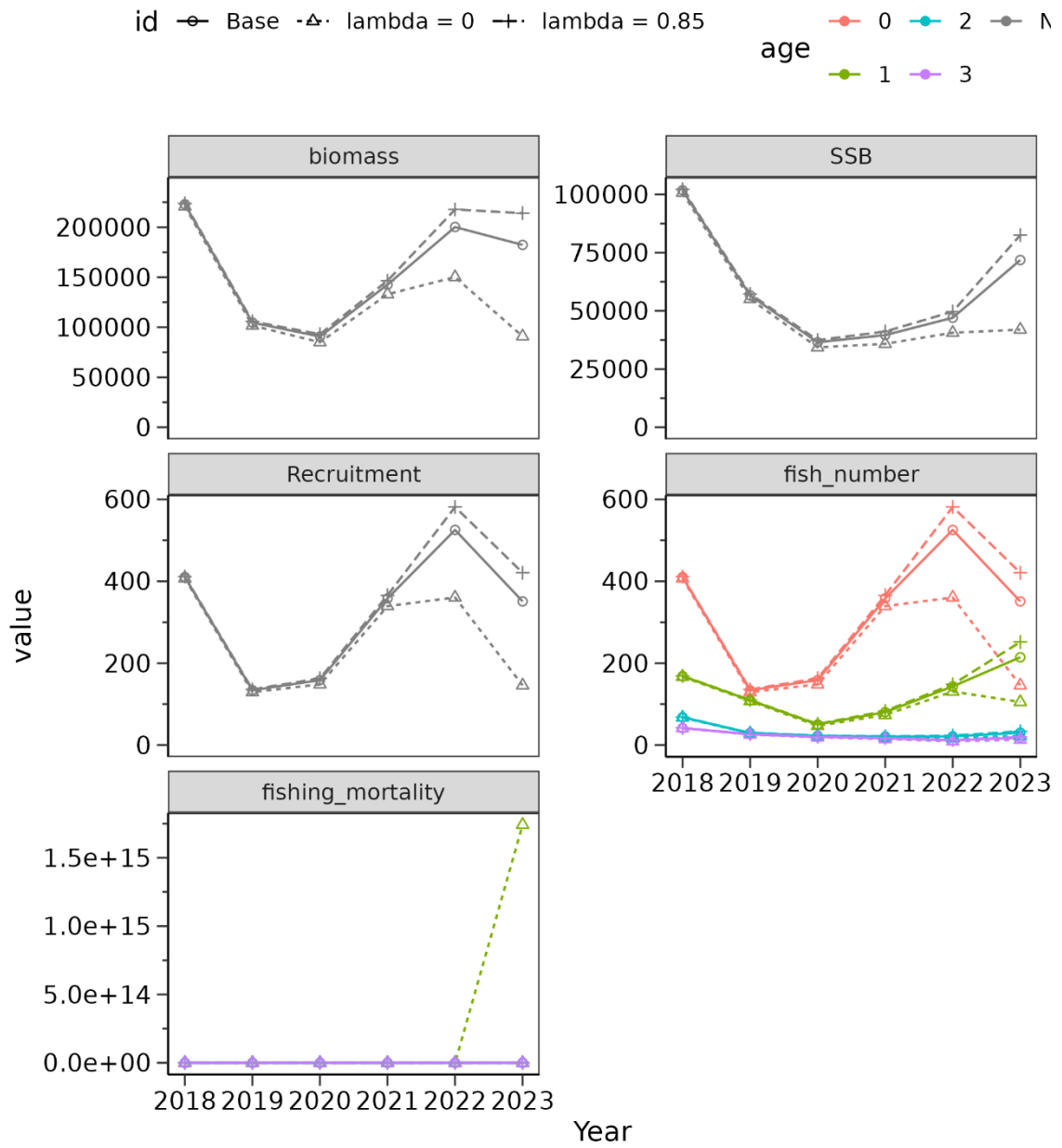
向草世香・依田真里・藤波裕樹・国松翔太・平岡優子・佐々千由紀・高橋素光・齋藤 類・石川和雄・飯田 茜 (2024) 令和6(2024)年度マサバ対馬暖流系群の資源評価. 令和6(2024)年度我が国周辺水域の漁業資源評価 (魚種別系群別資源評価) (印刷中)

補足資料 9 様々なシナリオに基づく資源評価結果

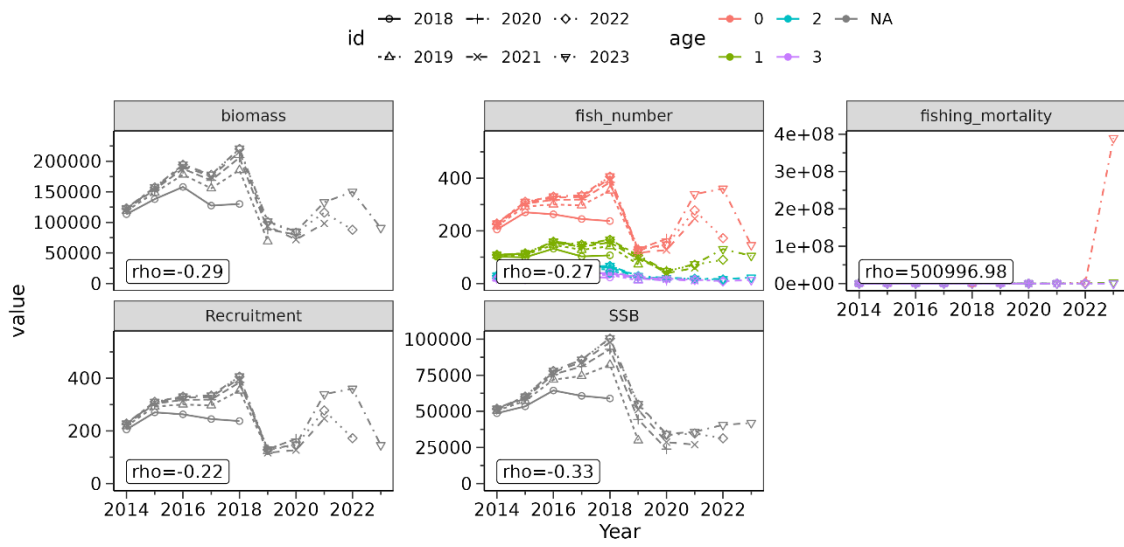
今年度の資源評価の不確実性を評価する一つの方法として、リッジ VPA における罰則項の重み λ (補足資料 2 式 4) について、異なる仮定の下で資源計算を行った。補足資料 2 で説明した値 ($\lambda=0.75$) に加えて、 $\lambda=0.85$ とした場合、通常のチューニング VPA ($\lambda=0$) とした場合について、それぞれ資源評価を行った。

通常のチューニング VPA ($\lambda=0$) を行った場合、2023 年の 0 歳魚の漁獲圧がかなり高くなり、また初期値により推定される結果が異なる初期値依存性が確認された (補足図 9-1、9-2)。 λ の値により主に 2021 年以降の評価結果が異なり、 λ の値が小さいほど、推定される加入量、資源量、親魚量が少なく、漁獲係数は高かった (補足図 9-1)。これは λ の値が小さいほど、F の大きさに応じた罰則項の効果が弱くなり、近年低調な日本の資源量指標値がより強く反映されたためと考えられる。

資源量のレトロスペクティブバイアスは、 $\lambda=0.75$ の場合は 0 であったが、 $\lambda=0$ の場合は 29% の過小評価であった (補足図 9-2)。今年度の資源評価では昨年度と同様の λ の値 (0.75) を採用した。



補足図 9-1. 資源評価結果の比較 (左上：資源量、左中：加入量、左下：漁獲係数、右上：親魚量、右下：漁獲尾数)



補足図 9-2. レトロスペクティブバイアス ($\lambda=0$) $\lambda=0.75$ の図は補足図 2-3。

補足資料 10 前回管理基準値等の提案後の経過

(1) 評価を取り巻く状況

過年度の経緯

本系群は平成 31（2019）年 4 月研究機関会議で管理基準値案に合意された。その際、最適化手法の違いにより、再生産関係が大きく異なることが問題となったが、管理上より保守的な案が選択された。令和元（2019）年 7 月資源管理方針に関する検討会で議論がなされ、 β の値をより細かく刻んだ場合などの追加計算が研究機関に求められた。その後、研究機関での検討を経て令和 2 年 2 月資源管理方針に関する検討会で同意され、令和 2（2020）年 7 月から MSY の基づく管理が開始された。資源管理、資源評価の関連する会議について補足表 10-1 に取り纏めた。

資源管理基本方針に関連するパラメータ

令和 2（2020）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」を経て資源管理基本方針が定められた。同方針の目標管理基準値は 10.9 万トン、限界管理基準値は 5.1 万トン、禁漁水準は 0.8 万トン、調整係数 β は 0.95 であった。

前回管理基準値の提案の以降の大きな出来事

2023 年 1 月に対馬沖で大中型まき網によるマサバの漁獲が増加し、2022 年漁期のさば類漁獲可能量（TAC）に近づいたため、操業が停止するに至った。水産庁は 2023 年 3 月に翌年度の TAC からの繰入を可能とする TAC の調整ルールを新設し、2022 年度は 1.4 万トンの繰入を行った。このさば類の TAC の切迫がゴマサバの漁況にどのような影響を与えたかは不明であるが、取り控えなどにつながった可能性はある。また、本系群は親魚量が限界管理基準値を下回ったため、令和 5（2023）年 7 月より、漁業法に基づく資源再建計画の対象となった。

資源評価の変更点

2019 年資源評価において、韓国の漁獲の急増に対応するためにリッジ VPA の仕様を一部変更した（罰則項を F の過去 5 年平均との差に基づくものとした）。しかし、2020 年資源評価において、その変更を元の形に戻した。2021 年評価においては現状の漁獲圧の定義を過去 3 年平均から最近年のものに変更した。2023 年評価においては 2022 年の韓国漁獲の年齢別漁獲尾数の算定方法を一部変更した。いずれも近年の資源量推定の改善を目的とした変更であったため、管理基準値等への影響は軽微だと判断した。

前年度評価会議以降の議論

令和 6 年 7 月に第 3 回資源管理基本方針に関する検討会が開催され、評価上および管理上の課題をまとめた。同年 11 月の担当者会議では、長崎県の過去のゴマサバ漁獲量の算定方法を変更することなどを確認した。また再生産関係の選択については更新した評価結果をもとに検討することとした。

ピアレビュー

水産研究・教育機構では、資源評価に関する透明性や客観性を確保するため、その科学的妥当性について国内外の専門家に諮問するピアレビューのプロセスを2020（令和2）年度から導入している。本系群については令和2年10月2、6、21、22日に平成31年度（令和元年度）の資源評価結果について日米の専門家からのレビューを受けた。（https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/peer_review/index.html）。本資源に対するピアレビューでは、主に年齢別漁獲尾数の算定方法の改善、中国を含めた外国漁獲の情報収集および資源評価における考慮などが提言された。

(2) 過年度資源評価の結果の比較

7ヶ年の資源評価結果を比べると、2019年の研究機関会議の評価（2018年度資源評価）とそれ以降の評価が大きく異なっている。これは2018年の韓国による大量漁獲の影響で、それ以前の資源量推定値などが大きく変わってしまったからである（補足図10-1、補足表10-2）。また5年前の予測のような資源の回復は見られなかった。主な理由は漁獲圧が想定した0.95Fmsyを上回った年が多かったからだと思われる。

年齢別選択率は年によって変動が見られたが、MSY算定に用いた値と比べて1歳魚への選択性が高かった（補足図10-2）。また年齢別平均体重はMSY算定に用いたと値と大きな違いはなかった（補足図10-3）。親魚量と加入量の関係では2019年の加入量が90%範囲から少し下に外れた一方、2021年の加入量は90%範囲よりも多かった（補足図10-4）。成長や成熟率については現在分析中であるが、成長の遅延などはなかったと思われる。

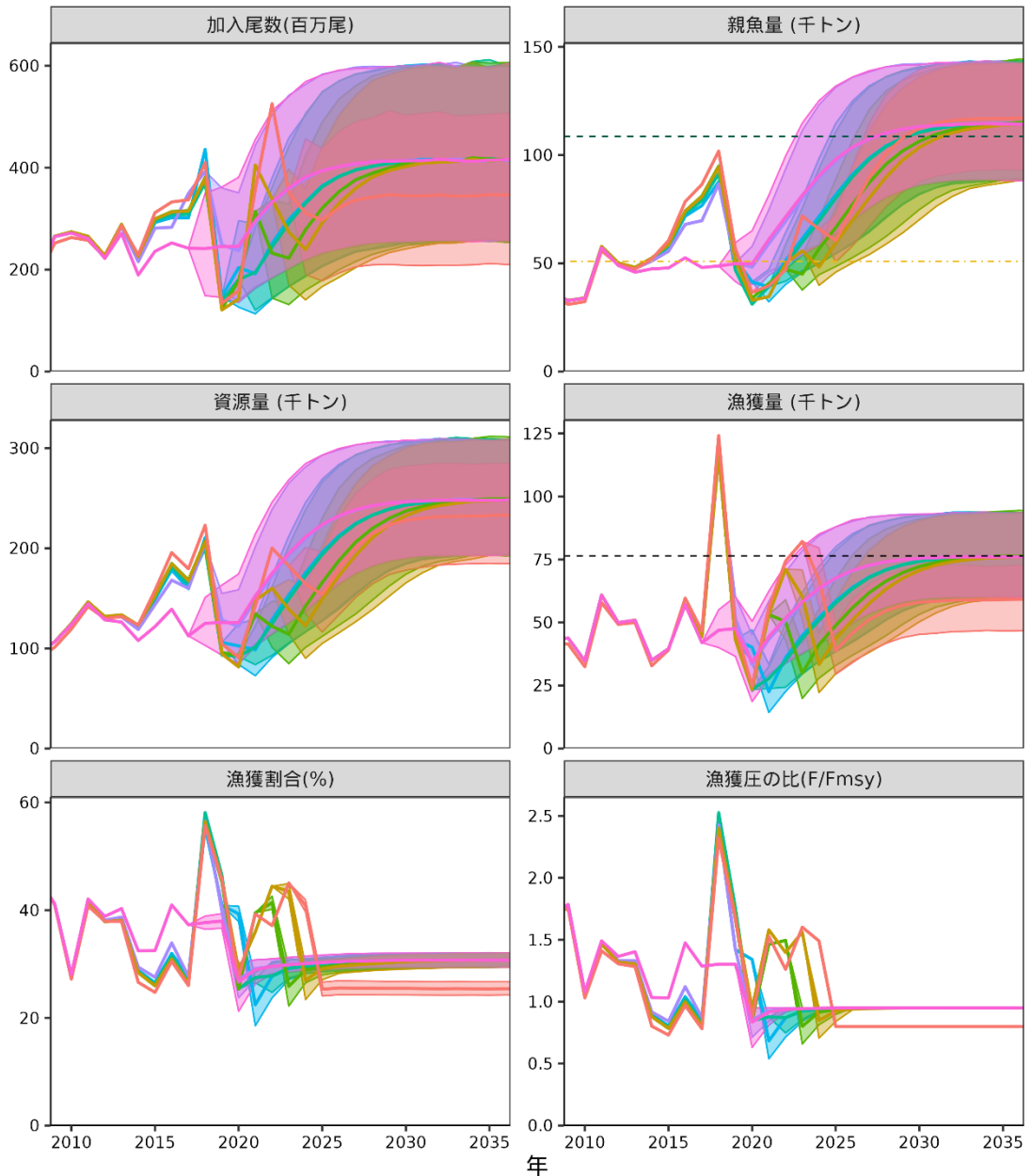
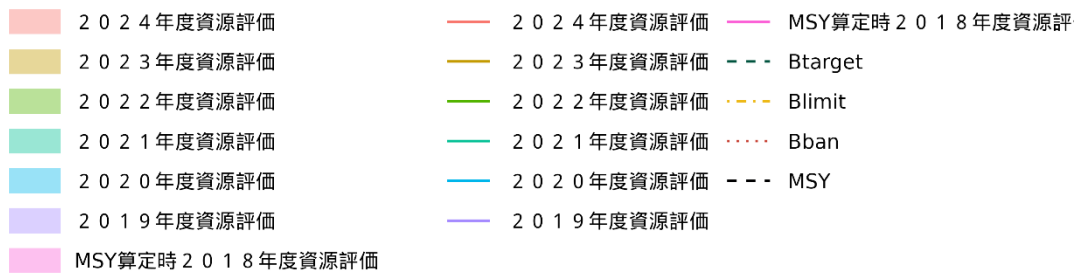
(3) まとめ

資源評価

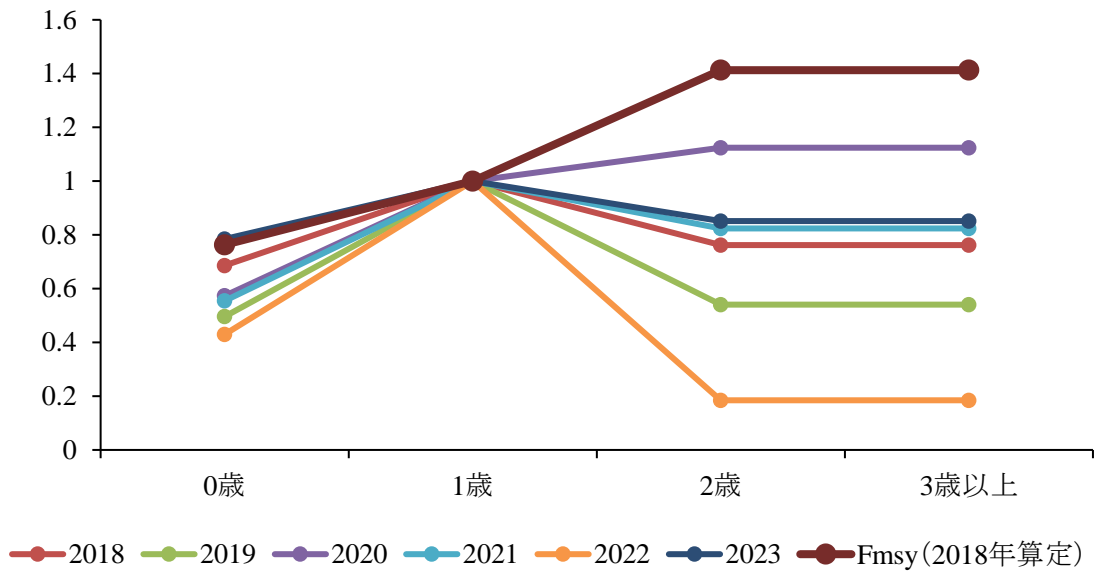
一連の議論により、過去の長崎県の漁獲量を更新した上で、資源評価を行う。

再生産関係

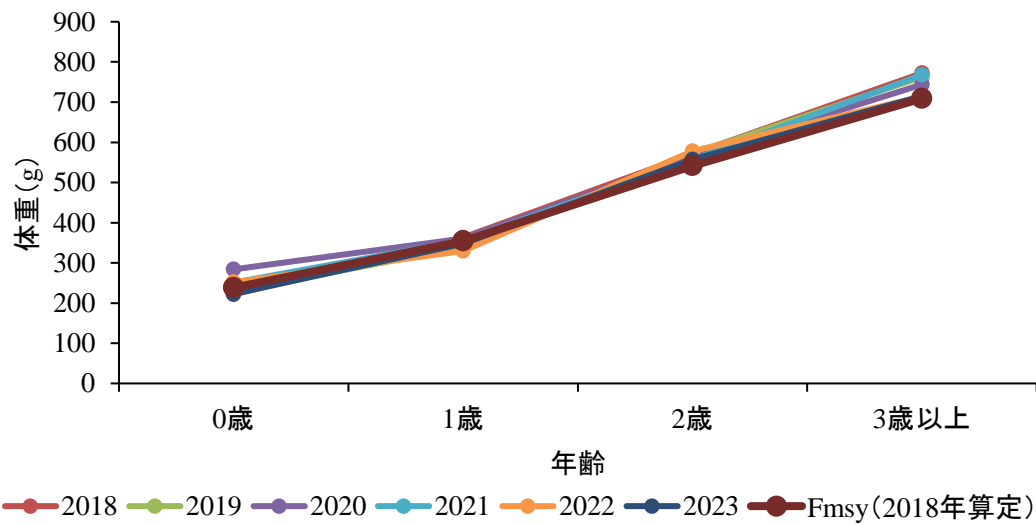
一連の議論により、5年間のデータを加えた上で、再生産関係を見直した。



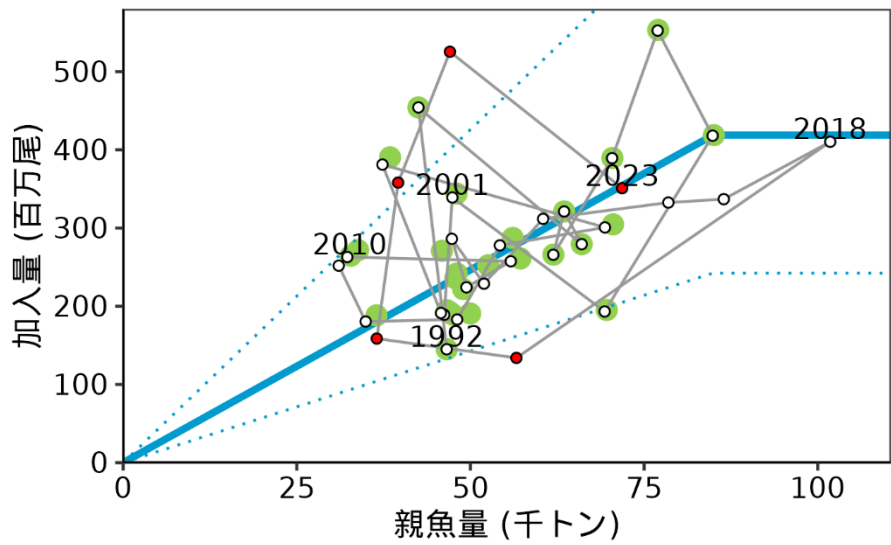
補足図 10-1. 評価年度別の親魚量、資源量、加入尾数、漁獲量、漁獲割合 (%) 漁獲の比 (F/Fmsy) の比較 (2018 年度から 2023 年度は β を 0.95、2024 年度は β を 0.8 とした場合の漁獲シナリオに基づく将来予測結果を示す)



補足図 10-2. MSY 算定に用いた選択率と、評価年度別の直近年の選択率の比較



補足図 10-3. MSY 算定に用いた年齢別平均体重と、評価年度別の直近年の年齢別平均体重



関数形: HS, 自己相関: 0, 最適化法L1, AICc: 19.83

補足図 10-4. 親魚量と加入量の関係（再生産関係）

緑色丸印は再生産関係の分析に使用した令和元年度評価時の 1992～2017 年の親魚量と加入量を示す。図中の数字は加入群の年級（生まれ年）を示す。図中の再生産関係式（青実線）の上下の点線は、仮定され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 1992～2023 年の親魚量と加入量を示す。

補足表 10-1. 本系群資源評価を取り巻く過年度の経緯

| 年月 | 資源評価をめぐる主な経緯 |
|----------|---|
| 2019年4月 | さば類4系群の資源管理目標等に関する研究機関会議 (https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/index.html) 再生産関係、管理基準値案の設定、漁獲管理規則による将来予測について検討 |
| 2019年7月 | 第1回資源管理方針に関する検討会(マサバ対馬暖流系群・ゴマサバ東シナ海系群) (https://www.jfa.maff.go.jp/j/study/kanri/231027_3.html) |
| 2019年11月 | 令和元年度さば類資源評価会議 (https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/index.html) |
| 2020年2月 | 第2回資源管理方針に関する検討会(マサバ対馬暖流系群・ゴマサバ東シナ海系群) (https://www.jfa.maff.go.jp/j/study/kanri/231027_3.html) |
| 2020年7月 | MSY の基づく TAC 管理開始 |
| 2020年11月 | 令和2年度さば類資源評価会議 (https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/index.html#20-14) |
| 2021年11月 | 令和3年度さば類資源評価会議 (https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/index.html#21-13) |
| 2022年11月 | 令和4年度さば類資源評価会議 (https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/index.html#22-21) |
| 2023年11月 | 令和5年度さば類資源評価会議 (https://www.fra.go.jp/shigen/fisheries_resources/meeting/stock_assesment_meeting/2023/sa2023-sc12.html) |

補足表 10-2. 評価年度別の親魚量、資源量、加入尾数、漁獲量、漁獲割合（％）漁獲の比（F/Fmsy）の比較

| 親魚量(万トン) | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|
| MSY 算定時 (2018 年度評価) | 4.9 | 5.0 | 5.0 | 6.1 | 7.1 | 8.1 |
| 2019 年度評価 | 8.7 | 5.0 | 4.8 | 5.9 | 6.9 | 8.0 |
| 2020 年度評価 | 8.8 | 5.2 | 4.1 | 3.9 | 5.1 | 6.1 |
| 2021 年度評価 | 9.1 | 4.7 | 3.1 | 3.9 | 4.9 | 6.0 |
| 2022 年度評価 | 9.5 | 5.2 | 3.4 | 4.1 | 4.7 | 4.5 |
| 2023 年度評価 | 9.4 | 5.1 | 3.3 | 3.5 | 5.0 | 5.6 |
| 2024 年度評価 | 10.2 | 5.7 | 3.7 | 4.0 | 4.7 | 7.2 |
| 資源量(千トン) | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
| MSY 算定時 (2018 年度評価) | 12.5 | 12.6 | 12.6 | 15.2 | 17.5 | 19.5 |
| 2019 年度評価 | 20.4 | 12.8 | 12.2 | 14.9 | 17.2 | 19.3 |
| 2020 年度評価 | 21.1 | 10.6 | 10.2 | 9.9 | 12.9 | 15.3 |
| 2021 年度評価 | 20.1 | 9.3 | 9.2 | 10.1 | 12.5 | 14.9 |
| 2022 年度評価 | 20.8 | 9.6 | 9.3 | 13.4 | 12.2 | 11.4 |
| 2023 年度評価 | 20.7 | 9.5 | 8.2 | 14.8 | 16.0 | 13.9 |
| 2024 年度評価 | 22.3 | 10.5 | 9.1 | 14.3 | 20.0 | 18.2 |
| 加入尾数(億尾) | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
| MSY 算定時 (2018 年度評価) | 2.41 | 2.45 | 2.46 | 2.96 | 3.32 | 3.60 |
| 2019 年度評価 | 3.93 | 2.48 | 2.37 | 2.91 | 3.30 | 3.58 |
| 2020 年度評価 | 4.36 | 1.47 | 2.04 | 1.92 | 2.51 | 2.98 |
| 2021 年度評価 | 3.70 | 1.38 | 1.81 | 1.95 | 2.44 | 2.91 |
| 2022 年度評価 | 3.81 | 1.23 | 1.78 | 3.14 | 2.32 | 2.23 |
| 2023 年度評価 | 3.80 | 1.21 | 1.42 | 4.05 | 3.38 | 2.74 |
| 2024 年度評価 | 4.10 | 1.34 | 1.59 | 3.58 | 5.25 | 3.51 |
| 漁獲量(万トン) | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
| MSY 算定時 (2018 年度評価) | 4.7 | 4.8 | 3.4 | 4.4 | 5.2 | 5.8 |
| 2019 年度評価 | 11.5 | 5.2 | 3.3 | 4.3 | 5.1 | 5.7 |
| 2020 年度評価 | 11.7 | 4.3 | 4.0 | 2.3 | 3.6 | 4.5 |
| 2021 年度評価 | 11.7 | 4.3 | 2.3 | 2.8 | 3.5 | 4.4 |
| 2022 年度評価 | 11.7 | 4.3 | 2.4 | 5.3 | 5.0 | 3.0 |
| 2023 年度評価 | 11.7 | 4.3 | 2.4 | 5.3 | 7.1 | 6.0 |
| 2024 年度評価 | 12.4 | 4.8 | 2.5 | 5.6 | 7.4 | 8.2 |
| 漁獲割合(%) | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
| MSY 算定時 (2018 年度評価) | 38 | 38 | 27 | 29 | 30 | 30 |
| 2019 年度評価 | 57 | 40 | 27 | 29 | 30 | 30 |
| 2020 年度評価 | 55 | 41 | 39 | 23 | 28 | 29 |
| 2021 年度評価 | 58 | 46 | 25 | 27 | 28 | 29 |
| 2022 年度評価 | 56 | 45 | 25 | 40 | 41 | 26 |
| 2023 年度評価 | 56 | 46 | 29 | 36 | 44 | 43 |
| 2024 年度評価 | 56 | 46 | 27 | 39 | 37 | 45 |

| 漁獲の比 (F/F _{msy}) | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|
| MSY 算定時 (2018 年度評価) | 1.30 | 1.30 | 0.84 | 0.92 | 0.94 | 0.94 |
| 2019 年度評価 | 2.46 | 1.42 | 0.85 | 0.92 | 0.94 | 0.94 |
| 2020 年度評価 | 2.40 | 1.40 | 1.34 | 0.68 | 0.87 | 0.92 |
| 2021 年度評価 | 2.49 | 1.73 | 0.83 | 0.88 | 0.87 | 0.93 |
| 2022 年度評価 | 2.38 | 1.66 | 0.85 | 1.46 | 1.49 | 0.80 |
| 2023 年度評価 | 2.40 | 1.69 | 0.94 | 1.58 | 1.40 | 1.56 |
| 2024 年度評価 | 2.32 | 1.67 | 0.87 | 1.53 | 1.26 | 1.60 |

MSY 算定に用いた 2019～2023 年度評価は β を 0.95 とした場合の漁獲シナリオに基づく将来予測結果を示す。将来予測結果は白背景で示し、それ以外の推定値などを灰色背景で示す

補足資料 11 今後検討すべき課題の整理

今年度以降における本系群資源評価において、検討すべき課題として、生態、外国漁船、資源評価データ、資源評価手法、CPUE 標準化、調査体制について、それぞれ整理し今後取り組むべき課題として取り纏めた（補足表 11-1）。

(1) 生態

耳石の横断薄片切片による年齢査定方法を確立させる必要がある。同時に、体長一体重や年齢一体長の関係、成熟率などの生物情報の収集が望まれる。また、中国漁船の主漁場である東シナ海南部も含めた集団構造の解明や、移動回遊経路の理解も求められる。

(2) 外国漁船

韓国の漁獲物は、漁場や漁期が近い我が国の大中型まき網漁業の漁獲物と同等としているが、資源評価の精度向上には、体長組成や年齢構造の情報を収集する必要がある。また、中国の東シナ海～黄海におけるさば類漁獲量は中国漁業年鑑から得ることができたが、マサバとゴマサバの割合は不明である。また、韓国と同様に、漁獲物の体長組成や年齢構造も不明であるため、これらの情報を収集する必要がある。台湾の漁獲に関する情報収集も必要である。

(3) 資源評価データ

年齢別漁獲尾数の推定精度の向上が望まれる。また、資源量指標値は漁業情報に基づいているが、IQ 制度の導入や水揚げ規制など漁業形態が変わりつつある。魚探データなど海中の資源状態を示す漁船データの活用や、漁業に依存しない資源量(加入量)指標値の検討が求められている。

(4) 資源評価手法

本系群では通常の VPA では直近年の資源量推定ができないため、リッジ VPA を行っている。この要因の一つは外国船による漁獲量が日本漁船に比べて相対的に多くなっており、年齢別漁獲尾数をはじめとする漁獲情報が十分に得られていないことや年齢一体長キーが更新されていない影響が考えられる。このため、上記 (1)～(3) によるデータの精度向上に加え、統合型資源評価モデルの導入など、資源評価の高度化に向けた手法の更なる検討が必要である。

(5) CPUE 標準化

日本漁船による漁場が縮小しており、外国漁船との競合も激しくなる中で、漁業から得られる情報は限られており、操業時の漁場や魚種を選択などによるバイアスも含んでいると考えられる。また、TAC 制度が浸透しつつある中で、限られた割当量を有効に利用するためより効率的に漁獲を行う傾向も見え始めており、従来の標準化ではこれらのバイアスを適切に除去できるか疑問が残る。今後は新たな手法の導入も見据えて取り組む必要がある。

(6) 調査体制

操業域の縮小など漁業から得られる情報が少なくなっているため、調査船調査による情報の収集は今後重要性を増すと考えられる。しかし、本種を含めた浮魚類を対象とした調査船調査は複数あるものの、現状で本種の資源量指標値となるデータが得られている調査はない。他の浮魚類で利用されている産卵量は、本種の主要な産卵海域とみられる東シナ海で産卵時期に調査実施が難しいため、現状では使用できていない。今後は標準化方法などを工夫して限られた時期、限られた海域における情報から資源量指標値を得ることも重要と考えられる。

漁獲物の体長組成や成長・成熟に係る情報を把握することも重要である。特に年齢別漁獲尾数は資源量推定に大きな影響を及ぼすため、精度向上が必要である。

補足表 11-1. 今後検討すべき課題の整理項目

| 項目 | 検討課題 |
|----------|--|
| 生態 | <ul style="list-style-type: none"> ・年齢査定方法の確立 ・海域別の成長、成熟の把握 ・外国も含めた集団構造、移動回遊の理解 |
| 外国漁船 | <ul style="list-style-type: none"> ・中国の魚種別漁獲量、漁獲サイズ組成の把握 ・韓国の漁獲サイズ組成の把握 |
| 資源評価データ | <ul style="list-style-type: none"> ・年別年齢別漁獲尾数の推定精度向上 ・漁獲規制などに影響を受けにくい新たな CPUE の開発 ・漁業に依存しない資源量(加入量)指標値の検討 ・魚探データ等の漁船データの活用 |
| 資源評価手法 | <ul style="list-style-type: none"> ・資源評価の高度化に向けた手法の更なる検討 |
| CPUE 標準化 | <ul style="list-style-type: none"> ・分布の変化を考慮した CPUE 標準化の実施 ・海洋環境情報を考慮することの検討 |
| 調査体制 | <ul style="list-style-type: none"> ・調査船調査データの分析の拡充 ・情報収集体制の検討 |