

令和 5（2023）年度マアジ太平洋系群の資源評価

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（井元順一・安田十也・渡井幹雄・
日野晴彦・木下順二・河野悌昌・高橋正知）

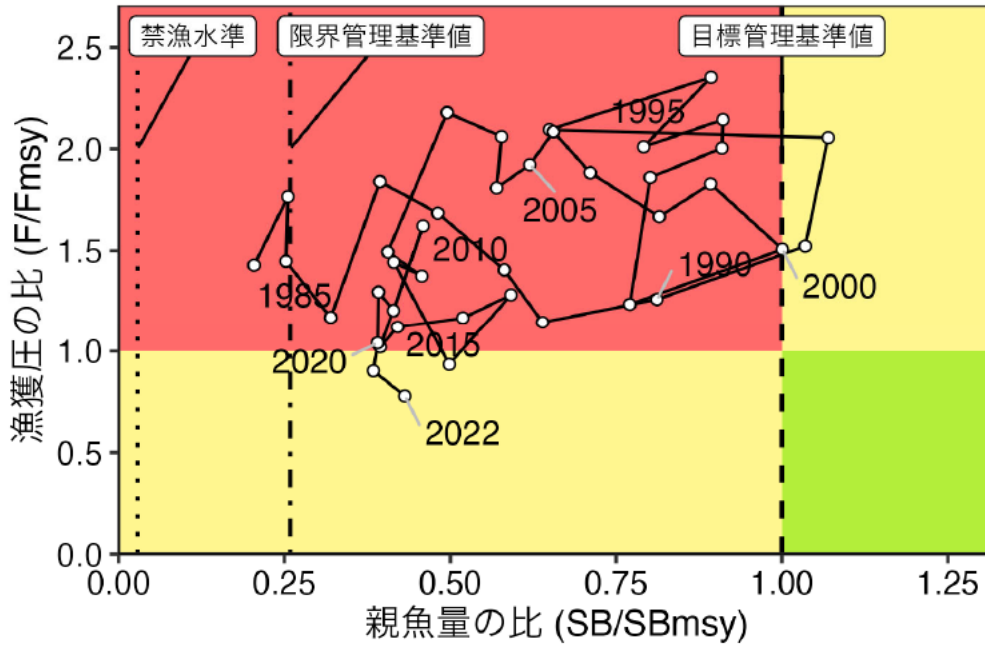
参画機関：地方独立行政法人青森県産業技術センター水産総合研究所、岩手県水産技術センター、宮城県水産技術総合センター、福島県水産海洋研究センター、茨城県水産試験場、千葉県水産総合研究センター、東京都島しょ農林水産総合センター、神奈川県水産技術センター、静岡県水産・海洋技術研究所、愛知県水産試験場、三重県水産研究所、和歌山県水産試験場、徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究課、高知県水産試験場、愛媛県農林水産研究所水産研究センター、大分県農林水産研究指導センター水産研究部、宮崎県水産試験場

要 約

本系群の資源量について、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り推定した。資源量は、1980年代から増加傾向となり、1990年代半ばには14万～16万トンで推移した。1997年以降は減少傾向に転じ、2015年には4.4万トンまで減少した。その後は横ばい傾向を示しており、2022年の資源量は5.6万トンであった。また、親魚量も近年は横ばい傾向を示しており、2022年の親魚量は2.6万トンであった。

令和2年3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、本系群の再生産関係には自己相関を考慮したリッカー型とベバートン・ホルト型の重み付き平均モデルが適用されており、これに基づき推定された最大持続生産量（MSY）を実現する水準の親魚量（SBmsy）は6.0万トンである。この基準に従うと、本系群の2022年の親魚量は、MSYを実現する水準を下回る。また、本系群に対する2022年の漁獲圧はMSYを実現する水準の漁獲圧（Fmsy）を下回る。親魚量の動向は直近5年間（2018～2022年）の推移から横ばい傾向と判断される。2024年の親魚量および資源量の予測値と、漁獲管理規則に基づき算出された2024年のABCは2.7万トンである。

要 約 図 表



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	60 千トン
2022 年の親魚量の水準	MSY を実現する水準を下回る
2022 年の漁獲圧の水準	MSY を実現する水準を下回る
2022 年の親魚量の動向	横ばい
最大持続生産量 (MSY)	38 千トン
2024 年の ABC	27 千トン
コメント: ・ ABC の算定には、令和 2 年 7 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での漁獲管理規則を用いた。 ・ 調整係数 β は、0.8 が用いられている。	

近年の資源量、漁獲量、漁獲圧、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 (%)
2018	47	25	18	1.20	40
2019	40	23	16	1.30	40
2020	44	23	16	1.04	36
2021	45	23	15	0.90	33
2022	56	26	15	0.78	27
2023	82	39	26	0.92	32
2024	93	49	27	0.80	29

・ 2023、2024 年の値は将来予測に基づく平均値である。
 ・ 2024 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・漁期年別 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(宮崎～青森(17)県) 生物情報収集調査(水研、宮崎～青森(17)県、JAFIC)
資源量指数 ・加入量指標値	宮崎県南部定置網 0 歳魚 CPUE*(宮崎県) 宇和島港まき網 0 歳魚 CPUE*(愛媛県) 宿毛湾中型まき網 0 歳魚 CPUE*(高知県) 串本棒受網 0 歳魚漁獲量*(和歌山県) 伊勢湾まめ板網 0 歳魚 CPUE*(愛知県) 千葉県定置網 0 歳魚 CPUE*(千葉県)
自然死亡係数(M)	年当たり $M=0.5$ を仮定(田中 1960)
漁獲努力量	漁業・養殖業生産統計年報(農林水産省) 北部太平洋まき網漁獲努力量(JAFIC)

*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

マアジ太平洋系群の分布域を図 2-1 に、主な漁場を図 2-2 に示した。日本近海のうち太平洋および隣接海域に分布するマアジには、東シナ海を主産卵場とする群と本州中部以南の地先で産卵する群がいると考えられている。その結果、太平洋沿岸の海域では加入時期の異なる群が混在し、それらは 2～4 月に東シナ海で生まれたものと 5 月以降に本州中部以南の地先で生まれたものから構成されると考えられている(木幡 1972)。また、東シナ海からの加入群(横田・三田 1958)の多寡が資源水準を左右するとも考えられている(古藤 1990)。

(2) 年齢・成長

1 年で尾叉長 18 cm、2 年で 24 cm 程度に成長する(図 2-3)。成長は分布海域によって異なると考えられており(多賀・山下 2018、渡邊ほか 2022)、本系群の成長過程に対する広域的な調査が望まれる。本系群では 4 歳魚以上の漁獲は非常に少ないが、そのような漁獲物には耳石に刻まれた輪紋数が 10 を越える個体が含まれるとの報告がある(多賀・山下 2018、Katayama et al. 2019、高村ほか 2020)。

(3) 成熟・産卵

産卵期は南部ほど早く、豊後水道、紀伊水道外域などでは冬から初夏であり(阪本ほか 1986、薬師寺 2001、阪地 2001)、相模湾では春から初夏(木幡 1972、澤田 1974)である。1 歳で 50%、2 歳以上で 100%が成熟すると考えられている(図 2-4)。

(4) 被捕食関係

仔稚魚は成長するにつれて大型の動物プランクトンを摂餌し、幼魚以降では魚食性が強くなる（三谷ほか 2001）。本種は大型の魚類などにより捕食される。

(5) 特記事項

先に述べたように、太平洋沿岸域には、主に本州中部以南の地先で発生した集団と東シナ海で発生した集団とが混在すると考えられている。現在、各分布海域において、漁期、成長履歴、遺伝形質などの特徴から、群れを構成する個体の発生源を判別するための科学的調査が行われている（例えば、Ishikawa et al. 2021）。これらの調査により、太平洋系群に対する東シナ海起源の個体の寄与の程度、およびその年変動について解明されることが望まれる。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

まき網漁業による漁獲が全体の約 6 割を占め、次いで定置網による漁獲が約 3 割を占める。相模湾では春が漁期の主体になることが多いのに対して、日向灘、豊後水道、紀伊水道から熊野灘では春から秋にかけて漁獲される。これらの海域では春から 0 歳魚が、年初から 1 歳魚が漁獲され始める。千葉県以北の海域では 1 歳魚や 2 歳魚の漁獲が多い。

(2) 漁獲量の推移

太平洋北～太平洋南区（北海道太平洋北部～宮崎県）における漁獲量の推移を図 3-1 と表 3-1 に示した。1982 年以降では、1982～1985 年には 2 万トン以下であったが、1986 年に急増して 3.7 万トンとなり、1993～1997 年には 7 万～8 万トンと高い水準で推移した。1997 年以降は減少傾向に転じ、2022 年の漁獲量は 1.5 万トンとなった。近年の漁獲量に占める各海域の割合は、太平洋南区が 6 割、太平洋中区が 3 割、太平洋北区が 1 割程度であるが、2022 年の割合についても、これと大きく変わらなかった。本系群の外国漁船による漁獲はない。なお、図 3-1 および表 3-1 に示した漁獲量は、漁業・養殖業生産統計年報に記載された数値に基づき、太平洋各県に計上されている漁獲量から、大中型まき網漁業漁獲成績報告書により東シナ海で漁獲されたと判定された分（水産庁提供）を差し引いた値を用いた。2014～2022 年の太平洋側都府県所属船による日本海での漁獲量が太平洋側の漁獲量として計上されていた分についても修正している。また、1989～2001 年にかけての混獲魚（主にサバ類）の漁獲量が漁業・養殖業生産統計年報のマアジの漁獲量に計上されている分も差し引いている。

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。2015 年の 0 歳魚の漁獲尾数は 1982 年以降で最低の 6,600 万尾であったが、その後は横ばい傾向となっている。2022 年の 0 歳魚漁獲尾数は 1 億 3,200 万尾であり 2018 年以降では最も多かった。しかし、0 歳魚漁獲尾数が多かった 1990～2008 年（2 億 1,800 万～8 億 6,700 万尾）と比較すると低い水準にある（図 3-2、補足表 2-1）。全年を通して 0 歳魚漁獲尾数は宮崎県～高知県で多かった。

(3) 漁獲努力量

主要な漁業はまき網と定置網である。図 3-3 に漁業・養殖業生産統計年報による 2000～2018 年の大型定置網の漁労体数と漁業情報サービスセンター (JAFIC) が集計した 2000～2022 年の北部太平洋まき網の有効努力量の推移を示した。太平洋北区で操業する北部太平洋まき網の年間有効努力量は 2000～2005 年に急減し、その後は緩やかな減少傾向にあったが、2018 年以降は非常に低い水準で推移している。大型定置網の漁労体数は 2000 年以降太平洋南区では横ばい、太平洋中区では緩やかな減少傾向となっている。一方、太平洋北区では 2007～2016 年の統計値が非公表であるため推移は不明である。なお、大型定置網の漁労体数調査は 2019 年より廃止となった。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

1982 年以降の年齢別漁獲尾数 (図 3-2、補足表 2-1) に基づいて、コホート解析により年齢別資源尾数、資源量、漁獲係数 F などを推定した (補足資料 1、2)。年齢と尾叉長の関係を補足表 2-2 に示す。直近年 (2022 年) の選択率については、昨年度評価と同様に過去 5 年間 (2017～2021 年) の選択率の平均に等しいと仮定した。加入量指標値として、以下の「(2) 資源量指標値の推移」に示す 2005～2022 年の数値をチューニングに用いた (補足資料 2、補足表 2-3)。自然死亡係数 M は、4 歳以上の漁獲が非常に少ないことから寿命を便宜的に 5 歳と仮定し、田中 (1960) に基づき 0.5 とした。

(2) 資源量指標値の推移

加入量の指標値には、以下に示す 0 歳魚を漁獲対象とする各県各漁法の 6 種類のデータを用いた (図 4-1、補足資料 2、補足表 2-3)。

- ① 宮崎県南部定置網 CPUE : 4～6 月に宮崎県南郷漁協の定置網に入網するアジ仔銘柄 (0 歳魚) の標準化 CPUE (月別漁獲量/水揚日数)
- ② 宇和島港まき網 CPUE : 4 月～翌年 3 月に愛媛県宇和島港に水揚げされる中型まき網によるゼンゴ銘柄 (0 歳魚) の Directed CPUE (日別漁獲量/水揚統数)
- ③ 宿毛湾中型まき網 CPUE : 4 月～翌年 3 月の高知県宿毛湾において中型まき網により漁獲されるゼンゴ銘柄 (0 歳魚) の標準化 CPUE (日別漁獲量/出漁隻数)
- ④ 串本棒受網漁獲量 : 5～6 月の和歌山県串本においてマアジ 0 歳魚を対象とする棒受網の漁獲量
- ⑤ 伊勢湾まめ板網 CPUE : 4 月～翌年 3 月の伊勢湾における愛知県小型底びき網 (まめ板網) による 0 歳魚の標準化 CPUE (月別漁獲量/出漁隻数)
- ⑥ 千葉県定置網 CPUE : 10 月～翌年 3 月の千葉県鴨川沖定置と灘定置におけるジンダ銘柄 (0 歳魚) の標準化 CPUE (月別漁獲量/水揚日数)

2021 年度評価から②宇和島港まき網についてゼンゴの狙い操業を考慮した Directed CPUE (2021 年度資源評価 添付資料 FRA-SA2021-SC01-301) を加入量指標値として用いている。本年度評価においては、上記に加え、①宮崎県南部定置網、③宿毛湾中型まき網、⑤伊勢湾まめ板網、および⑥千葉県定置網についても一般化線形モデルによる標準化 CPUE (添付資料 FRA-SA2023-SC04-201、FRA-SA2023-SC04-202、FRA-SA2023-SC04-203、

FRA-SA2023-SC04-204) を加入量指標値として用いた。これら 6 種類の加入量指標値については、2005 年以降、全体的に減少傾向を示すものが多いが、2020 年には②と⑥で大きく減少するとともに、⑤でも減少した。2021 年には①を除き増加したが、2022 年には②と⑤以外は減少した (図 4-1、補足表 2-3)。

(3) 資源量と漁獲圧の推移

資源量は、1982 年から 1990 年代始めにかけて増加したが、1996 年の 16.2 万トン を頂点として減少に転じた (図 4-2、4-3、表 3-1)。2015 年以降は横ばい傾向にあったが、2022 年の資源量は 2021 年よりも 1.1 万トン増加し、5.6 万トンと推定された。

親魚量も、1982 年以降増加し、1992 年に最高値の 6.4 万トンとなった。1993～2000 年に 5 万トン前後で推移した後、2001 年以降は減少傾向となったが、近年は横ばい傾向で推移しており、2022 年の親魚量は 2.6 万トンと推定された。

加入量 (0 歳資源尾数) も、1993 年に 24 億尾と最大になった後に減少傾向となったが、近年は横ばい傾向で推移しており、2022 年の加入量は 2021 年よりも 2.6 億尾増加し、6.5 億尾と推定された (図 4-4、表 3-1)。

自然死亡係数 (M) を 0.4 および 0.6 とした場合の資源量および親魚量について図 4-5 に示した。M の値が高いほど、いずれの推定値も増加した。

再生産成功率は、1986 年 (47.0 尾/kg) や 1993 年 (61.3 尾/kg) に高い値を示しつつ、1982～2011 年には概ね 20 尾/kg 以上で推移した (表 3-1)。一方、2012 年以降は 2016 年を除くと 20 尾/kg を下回る低い水準で推移していたが、2022 年は 25.0 尾/kg に増加した。

各年齢の漁獲係数 (F) の推移を図 4-6 に示した。0 歳に対する F は、総じて 1 歳以上より低く、1 歳以上に対する F が下がる年にやや上昇する傾向を示している。2022 年の F は、0 歳では 0.30、1 歳では 0.42、2 歳と 3 歳以上では 0.59 と推定された (補足表 2-1、補足表 3-3)。

漁獲割合は 33～53% の範囲で推移してきたが、2022 年には 27% と過去最低値となった (図 4-7、表 3-1)。

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

選択率の影響を考慮して漁獲圧を比較するため、加入量あたり親魚量 (SPR) を基準に、漁獲が無かった場合との比較を行った。図 4-8 と表 3-1 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、1982 年以降 7.5～24.0% で推移していたが、2022 年には 28.2% と過去最大値となった。現状の漁獲圧の %SPR を、直近 3 年間 (2020～2022 年) の平均 F 値とその選択率、および 2006～2022 年の年齢別平均体重 (補足表 2-4、2-5) から算出すると 23.8% となった (補足表 3-3)。

現状の漁獲圧に対する YPR と %SPR の関係を図 4-9 に示す。ここでの F の選択率は、令和 2 年 3 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 (F_{msy}) の推定に用いた値 (井須ほか 2020) を使用している (補足表 2-5)。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ている。F_{msy} は、%SPR に換算すると 21.6% に相当する (補足表 3-2)。同様の条件下で 23.8% SPR

を達成する F を現状の漁獲圧 ($F_{2020-2022}$) とした (補足表 3-3)。 $F_{2020-2022}$ は、 F_{msy} をわずかに下回るが、 $F_{30\%SPR}$ は上回る (図 4-9)。また、 YPR 管理の観点からは、 $F_{2020-2022}$ は $F_{0.1}$ や F_{max} を上回っている。

(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 4-10 に示す。上述の「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リッカー型とベバートン・ホルト型の重み付け平均モデルが適用されている (井須ほか 2020)。また、再生産関係式のパラメータ推定に使用するデータは、令和元 (2019) 年度の資源評価 (中神ほか 2020) に基づく 1982~2017 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た。なお、上述した東シナ海で発生した集団の移入は、加入量の年変動の一部として取り扱われ、加入量の残差の自己相関を両モデルに組み込むことで考慮されている。再生産関係式の各パラメータは補足表 3-1 に示す。

(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」(井須ほか 2020) で推定された、現在 (1982 年以降) の環境下における最大持続生産量 (MSY)、 MSY を実現する親魚量 (SB_{msy})、および MSY を実現する F (F_{msy}) を補足表 3-2 と図 4-11 に示す。「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、この SB_{msy} (6.0 万トン) が目標管理基準値として定められた。また、 MSY の 60% の漁獲量が得られる親魚量 (1.5 万トン) が限界管理基準値、 MSY の 10% の漁獲量が得られる親魚量 (1,700 トン) が禁漁水準と定められた。

(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 (SB_{msy}) と漁獲圧 (F_{msy}) を基準にした神戸プロットを図 4-12 に示す。本系群の親魚量は 1991~1992 年を除いて SB_{msy} を下回る値で推移しており、2022 年の親魚量も SB_{msy} の 0.43 倍であった (補足表 3-3)。また、本系群の漁獲圧は 2012 年を除いて F_{msy} を上回る値で推移してきたが、2021 年以降は F_{msy} を下回っており、2022 年の漁獲圧は $\%SPR$ で比較すると F_{msy} の 0.78 倍であった (表 3-1)。なお、神戸プロットに示した漁獲圧の比 (F/F_{msy}) とは、各年の F の選択率の下で F_{msy} の漁獲圧を与える F を $\%SPR$ 換算して求めた値と、各年の F 値との比である。

親魚量の動向は、直近 5 年間 (2018~2022 年) の推移から横ばい傾向と判断される (図 4-3)。

5. 将来予測

(1) 将来予測の設定

資源評価で推定した 2022 年の資源量から、コホート解析の前進法を用いて 2023~2051 年の将来予測計算を行った (補足資料 2)。将来予測における加入量は、各年の親魚量から再生産関係式に基づき予測される値を与えた。加入量の不確実性として、対数正規分布に従う誤差と前年の観測値と予測値との残差 (残差の自己相関) を考慮し、10,000 回の繰り返し計算を行った。2023 年の漁獲量は、予測される資源量と現状の漁獲圧 ($F_{2020-2022}$)

から仮定した。2024年以降の漁獲圧には、各年に予測される親魚量をもとに下記の漁獲管理規則で定められる漁獲圧を用いた。

(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っ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 β を乗じた漁獲圧とし、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る。本系群の調整係数 β については0.8が用いられている。

(3) 2024年の予測値とABCの算定

本系群の漁獲管理規則に基づき $\beta=0.8$ を用いて算定される2024年の予測平均漁獲量である2.7万トンを2024年のABCとして提示する(補足表3-4)。なお、2024年の親魚量は、限界管理基準値を100%の確率で上回り(表5-1)、平均4.9万トンと予測される(表5-2、補足表3-4)。

(4) 2025年以降の予測

2025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に示す。漁獲管理規則に基づく管理を10年間継続した場合、2031年の親魚量の予測値は平均7.3万トン(90%予測区間は3.4万~13.7万トン)であり、予測値が目標管理基準値を上回る確率は60%、限界管理基準値を上回る確率は100%である(補足表3-5)。

参考情報として、異なる β を使用した場合、および現状の漁獲圧(F2020-2022)を継続した場合の将来予測結果についても示す(表5-1、5-2、補足表3-5)。 β を0.9とした場合、2031年の親魚量の平均値は6.5万トン(90%予測区間は3.0万~12.0万トン)、2031年の親魚量が目標管理基準値および限界管理基準値を上回る確率はそれぞれ50%および100%である。一方、現状の漁獲圧を継続した場合の2031年の親魚量の平均値は6.4万トン(90%予測区間は2.9万~11.8万トン)、2031年の親魚量が目標管理基準値および限界管理基準値を上回る確率はそれぞれ48%および100%である。

6. 資源評価のまとめ

2022年の資源量は5.6万トン、親魚量は2.6万トンでMSYを実現する親魚量の水準(6.0万トン)を下回っている。2022年の漁獲圧はMSYを実現する漁獲圧の水準を下回っている。親魚量の動向は横ばい傾向と判断され、2024年のABCは2.7万トンと算定された。

7. その他

現状の漁獲圧は最大持続生産量(MSY)を実現する漁獲圧(F_{msy})より低いが、 $0.8F_{msy}$ よりは高い。MSYを実現する水準以上まで親魚量を増加させるためには、現状以下の漁獲圧を継続する必要がある。

本評価における近年の資源尾数や漁獲圧の不確実性は高いと考えられる(添付資料FRA-SA2023-SC04-205)。資源量指標値の検討に加え、海域別の生物特性や東シナ海発生群の移入様式についての科学的知見を集積するなど、精度向上に向けた作業を引き続き進め

る必要がある。

未成魚である 0 歳魚を保護することは資源の回復に有効と考えられるが、本資源は西日本を中心に幼魚期でも食用として利用されていることに加え、体サイズにより流通・消費形態も異なる。それぞれの需要を考慮した適切な漁獲量を検討することも重要と考えられる。

8. 引用文献

- Katayama, S., H. Yamada, K. Onodera and Y. Masuda (2019) Age and growth from Oita and Miyagi prefectures of Japanese jack mackerel *Trachurus japonicus*. Fish. Sci., **85**, 475-481.
- Ishikawa, K., C. Watanabe, T. Kameda, T. Tokeshi et al. (2021) Spatiotemporal variability in the occurrence of juvenile Japanese jack mackerel *Trachurus japonicus* along coastal areas of the Kuroshio Current. Fish. Oceanogr. <https://doi.org/10.1111/fog.12538>
- 井須小羊子・由上龍嗣・中神正康・渡邊千夏子・高橋紀夫・上村泰洋・古市 生・渡部亮介 (2020) 令和 2 (2020) 年度マアジ太平洋系群の管理基準値等に関する研究機関会議報告書. 水産研究・教育機構, 1-46. FRA-SA2020-BPR01-3.
http://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/detail_maaji_p.pdf (last accessed 15 July 2020)
- 木幡 孜 (1972) 相模湾重要魚種の生態 II. マアジ *Trachurus japonicus* (Temminck et Schlegel) について. 神奈川県水産試験場相模湾支所報告昭和 46 年度事業報告, 55-72.
- 古藤 力 (1990) 太平洋岸におけるマアジ資源の動向について. 水産海洋研究会報, **54**, 47-49.
- 中神正康・井須小羊子・渡邊千夏子・由上龍嗣・上村泰洋・古市 生・渡部亮介 (2020) 令和元 (2019) 年度マアジ太平洋系群の資源評価. 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, 1-36.
<http://abchan.fra.go.jp/digests2019/details/201903.pdf> (last accessed 15 July 2020)
- 安田十也・渡邊千夏子・木下順二・井元順一 (2021) 令和 3 (2021) 年度マアジ太平洋系群の資源評価 Directed CPUE の算出についての検討結果. FRA-SA2021-SC01-301
- 三谷卓美・上原伸二・石田 実・阪地英男 (2001) 平成 13 年マアジ太平洋系群の資源評価. 我が国周辺水域の漁業資源評価 (魚種別系群別資源評価) 第一分冊, 水産庁増殖推進部・独立行政法人水産総合研究センター, 東京, 11-22.
- 阪地英男 (2001) 高知県宿毛湾におけるマアジ(「きあじ」タイプ)の産卵期と成熟年齢. 黒潮の資源海洋研究, **2**, 39-44.
- 阪本俊雄・武田保幸・竹内淳一 (1986) 沿岸重要資源の管理に関する研究 (概報). 昭和 59 年度和歌山県水産試験場事業報告, 43-52.
- 澤田貴義 (1974) 伊豆近海におけるマアジの成長と成熟について. 静岡県水産試験場研究報告, **7**, 25-31.
- 多賀 真・山下 洋 (2018) 常磐南部～房総海域で漁獲されるマアジの年齢と成長, 成熟. 水産海洋研究, **82**, 167-175.
- 高村正造・鈴木勇己・荻原真我・古市 生・渡邊千夏子 (2020) 資源低水準期における相模湾および相模灘で漁獲されるマアジの成熟特性. 水産海洋研究, **84**, 79-88.

- 田中昌一 (1960) 水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理. 東海水研報, **28**, 1-200.
- 渡邊千夏子・後藤直登・武田崇史・岡田 誠・長谷川 淳 (2022) 太平洋沿岸域に分布するマアジの成長の海域差. 水産海洋研究, **86**, 123-131.
- 薬師寺房憲 (2001) 豊後水道におけるマアジ *Trachurus japonicus* (Temminck et Schlegel) の成熟と相対成長. 黒潮の資源海洋研究, **2**, 17-21.
- 横田滝雄・三田典子 (1958) 太平洋南区のアジ、サバ類の研究に関する諸説. 南海区水産研究所研究報告, **9**, 1-59.

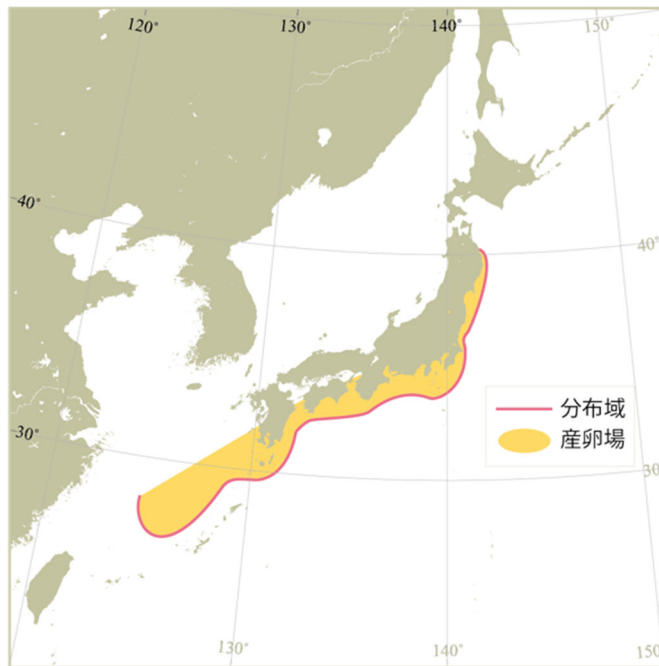


図 2-1. マアジ太平洋系群の分布・回遊図

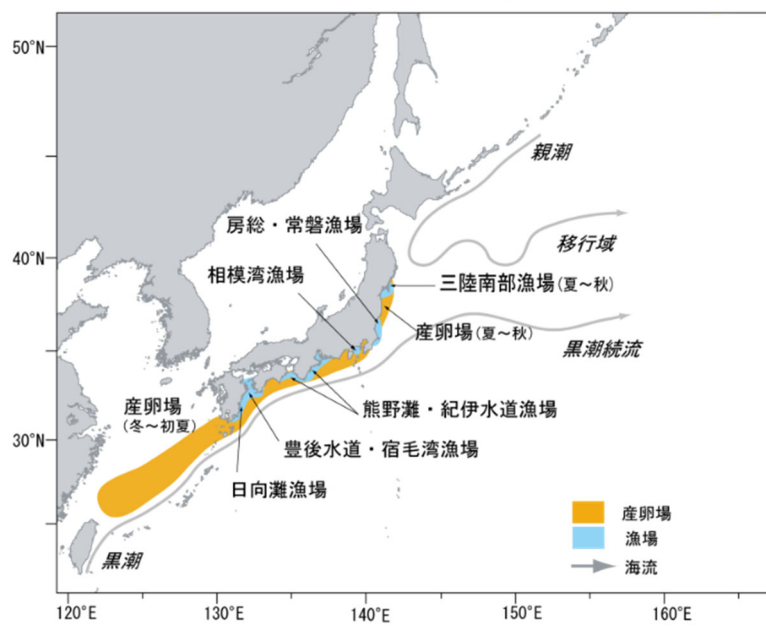


図 2-2. 漁場形成模式図

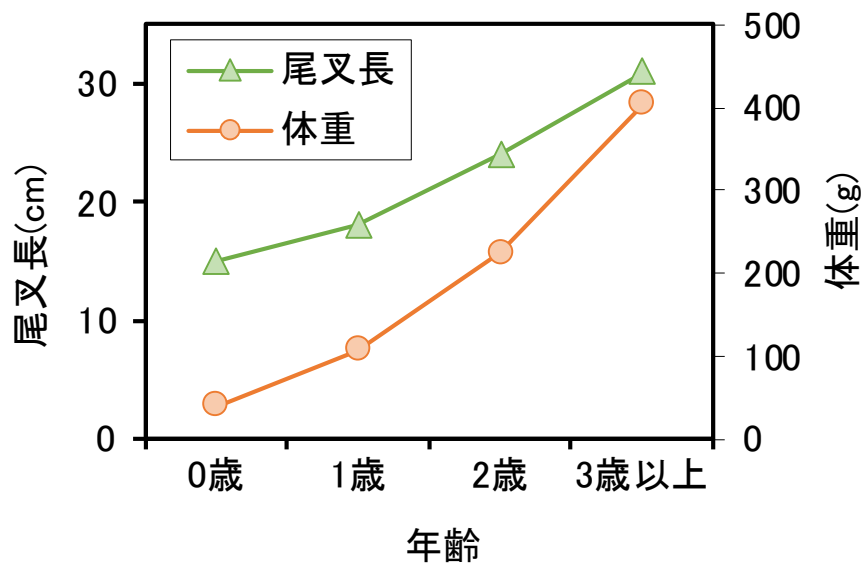


図 2-3. 年齢と成長の関係

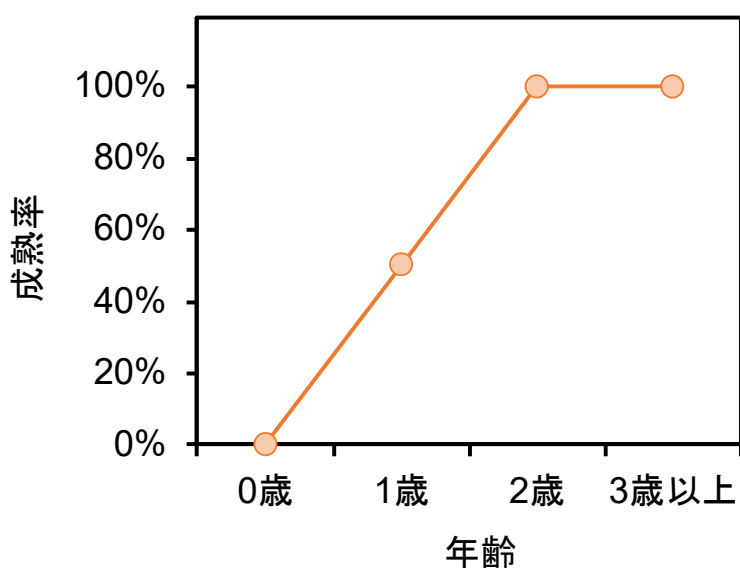


図 2-4. 年齢と成熟率の関係

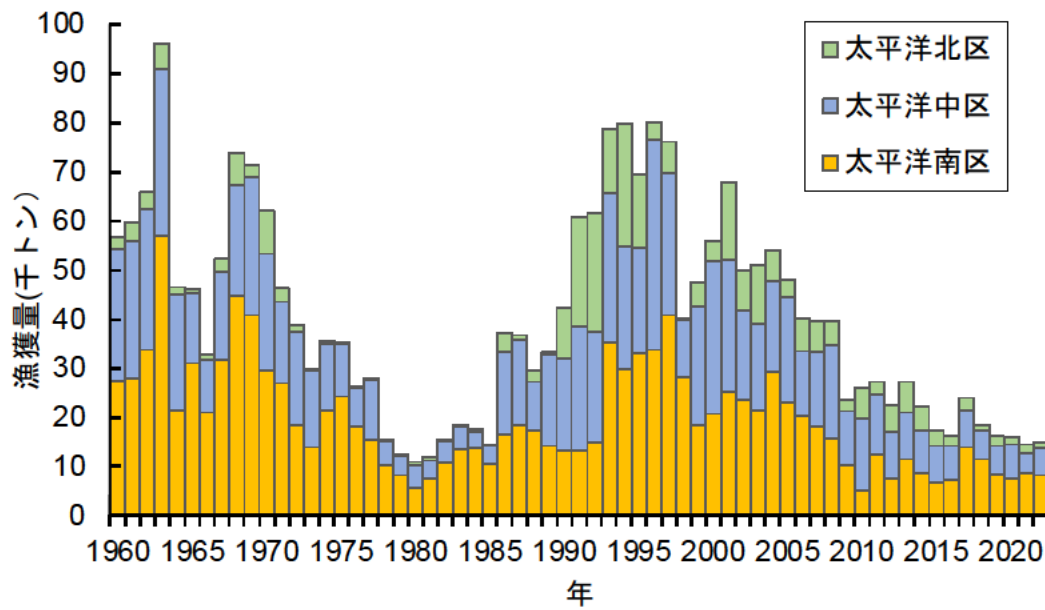


図 3-1. 漁獲量の経年変化

漁業・養殖業生産統計年報太平洋海區別漁獲量から、他海区操業漁獲量および混獲魚漁獲量がマアジとして計上された分を差し引いた。

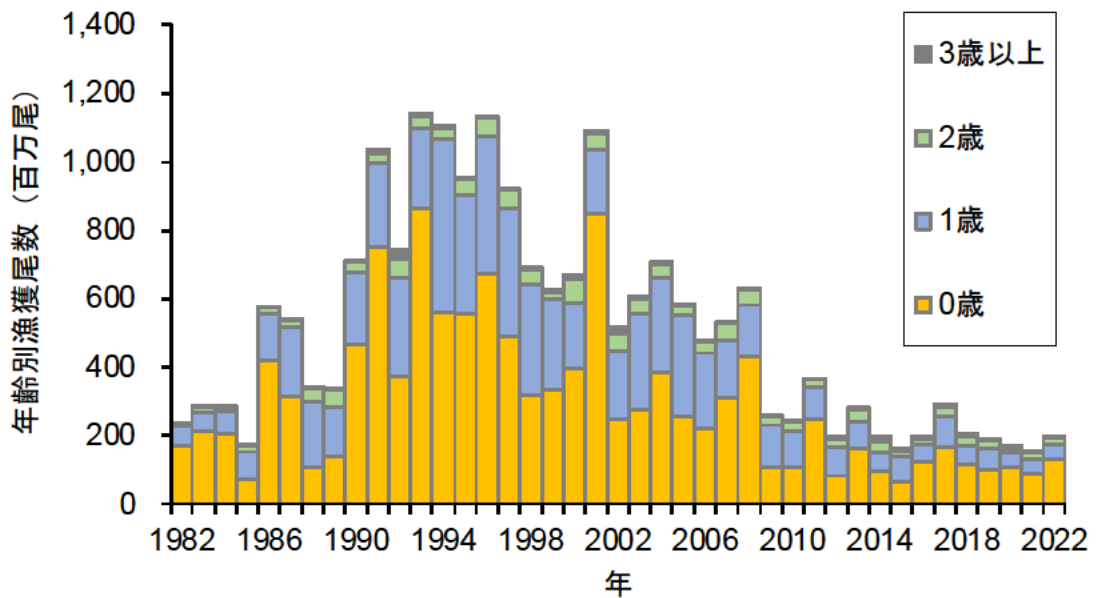


図 3-2. 年齢別漁獲尾数の経年変化

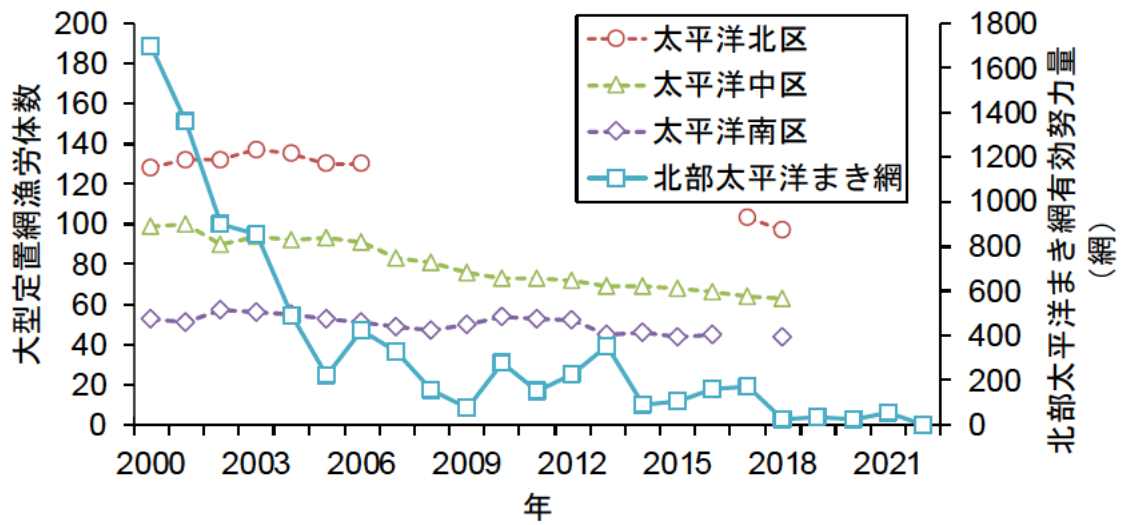


図 3-3. 2000～2018 年の大型定置網の漁労体数（点線）と 2000～2021 年の北部太平洋まき網の有効努力量（実線）の推移
 2007～2016 年の太平洋北区と 2017 年の太平洋南区の大型定置網漁労体数の値は非公表である。大型定置網の漁労体数調査は 2019 年より廃止となった。

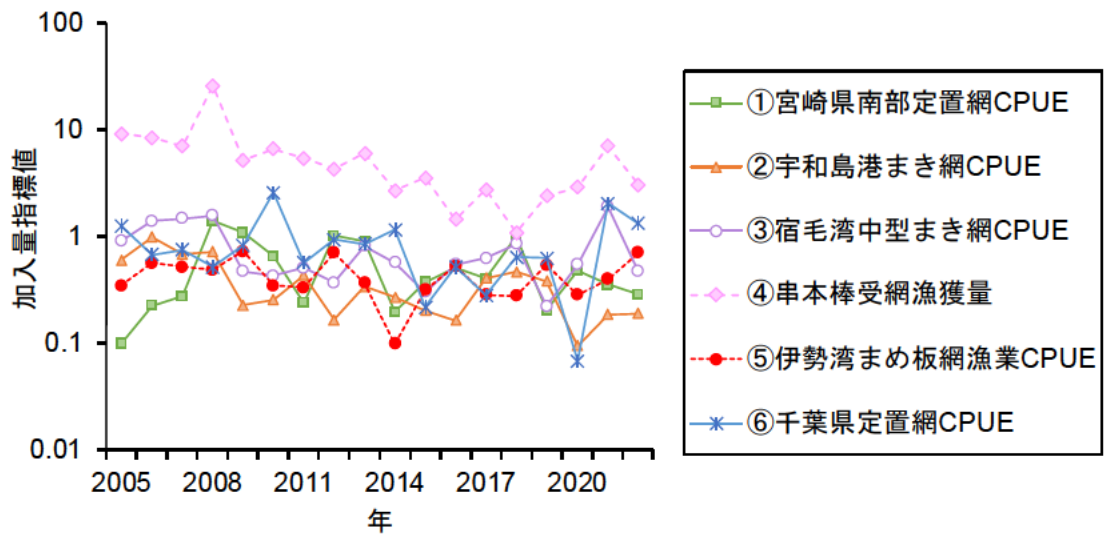


図 4-1. 加入量指標値の推移
 単位の異なる各指数の年変化を相対的に示すため縦軸は対数とした。

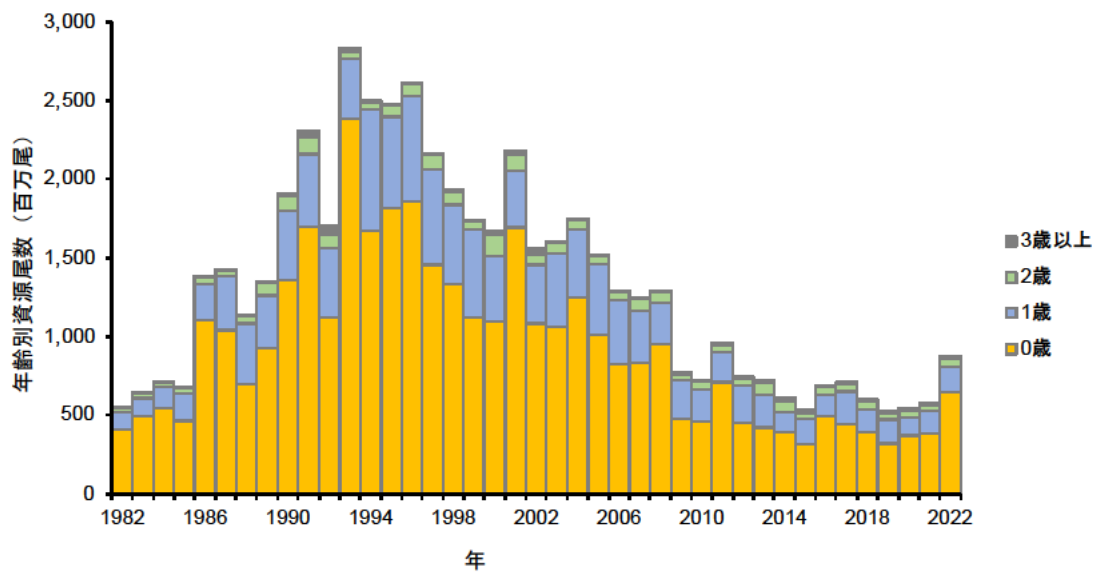


図 4-2. 年齢別資源尾数の経年変化

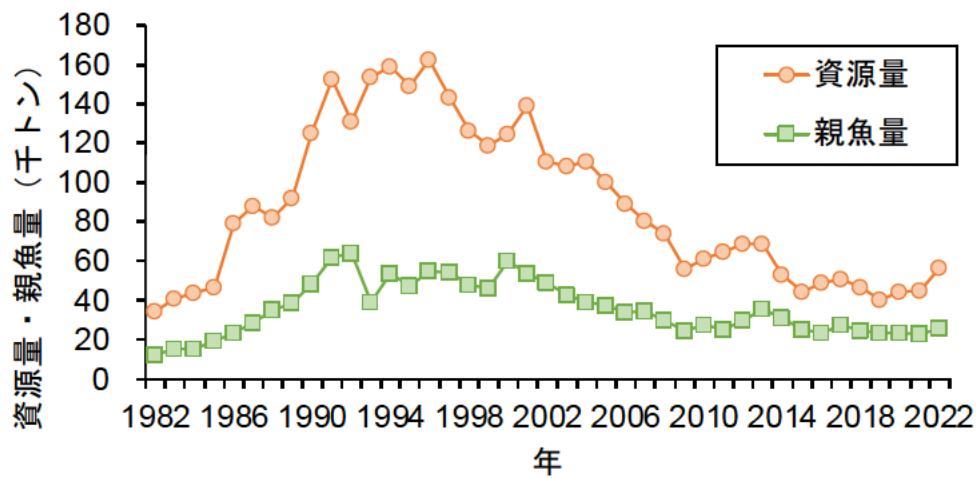


図 4-3. 資源量と親魚量の経年変化

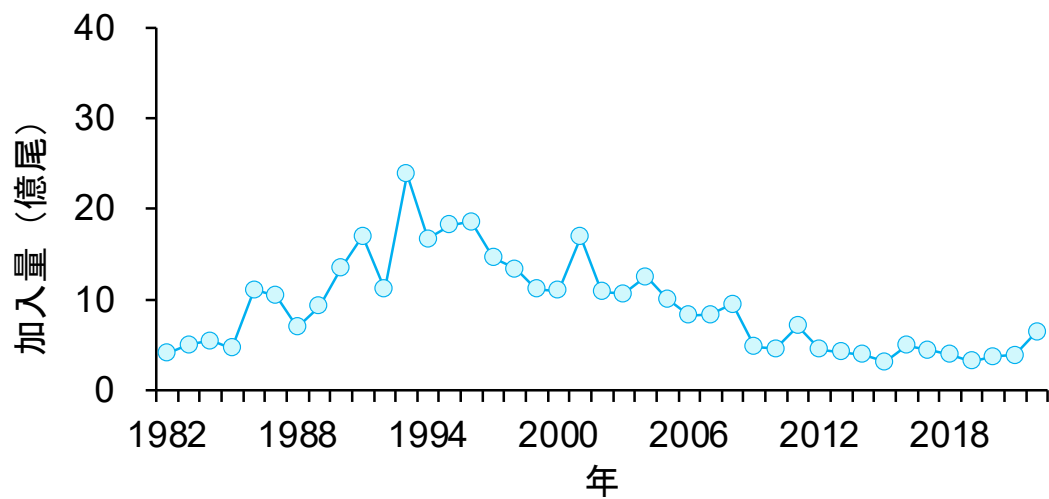


図 4-4. 加入量の経年変化

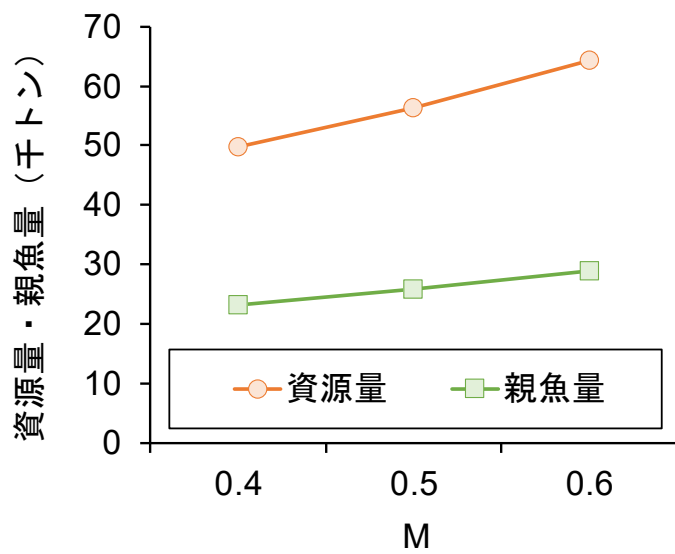


図 4-5. 自然死亡係数 M を変化させた場合の資源量と親魚量

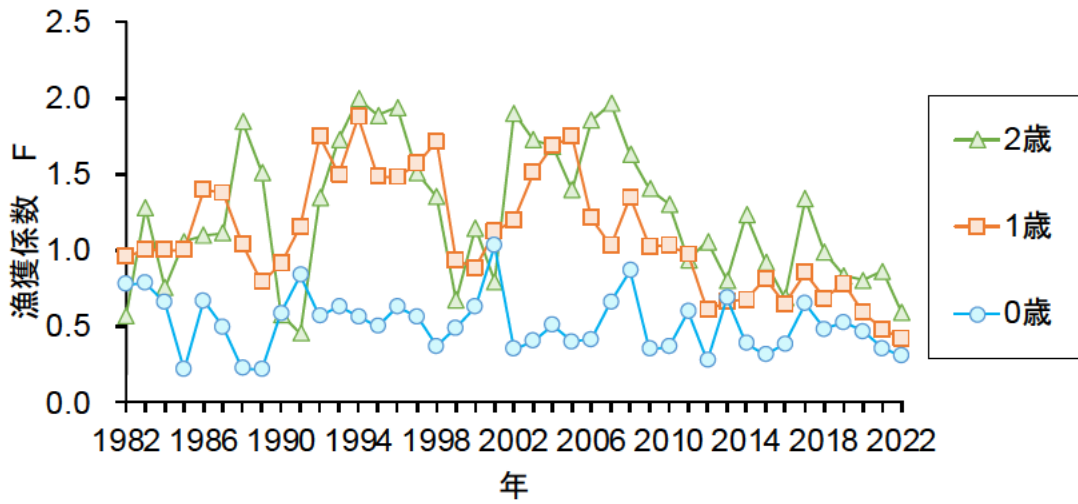


図 4-6. 年齢別漁獲係数 F の経年変化

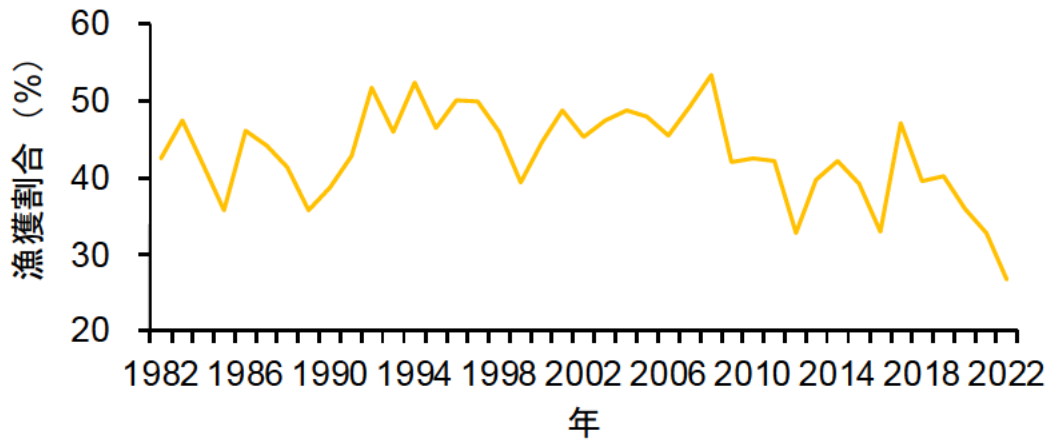


図 4-7. 漁獲割合の経年変化

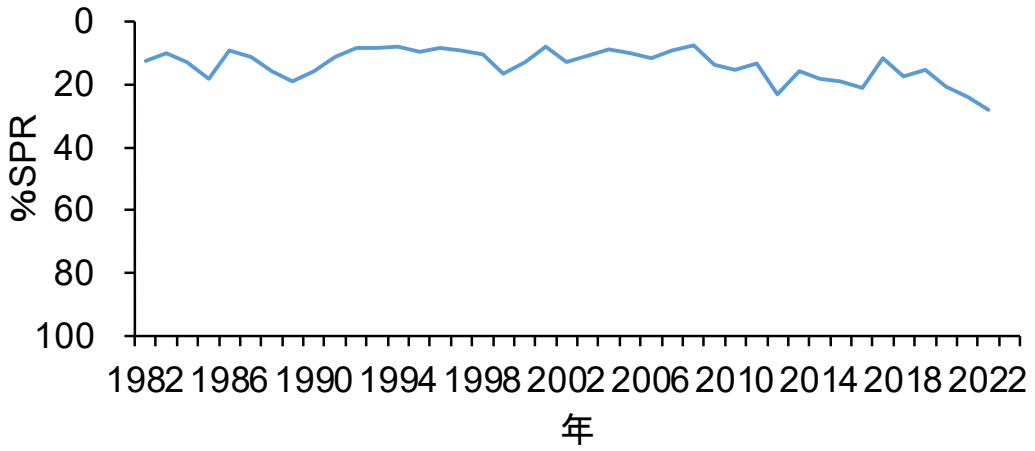


図 4-8. %SPR の経年変化

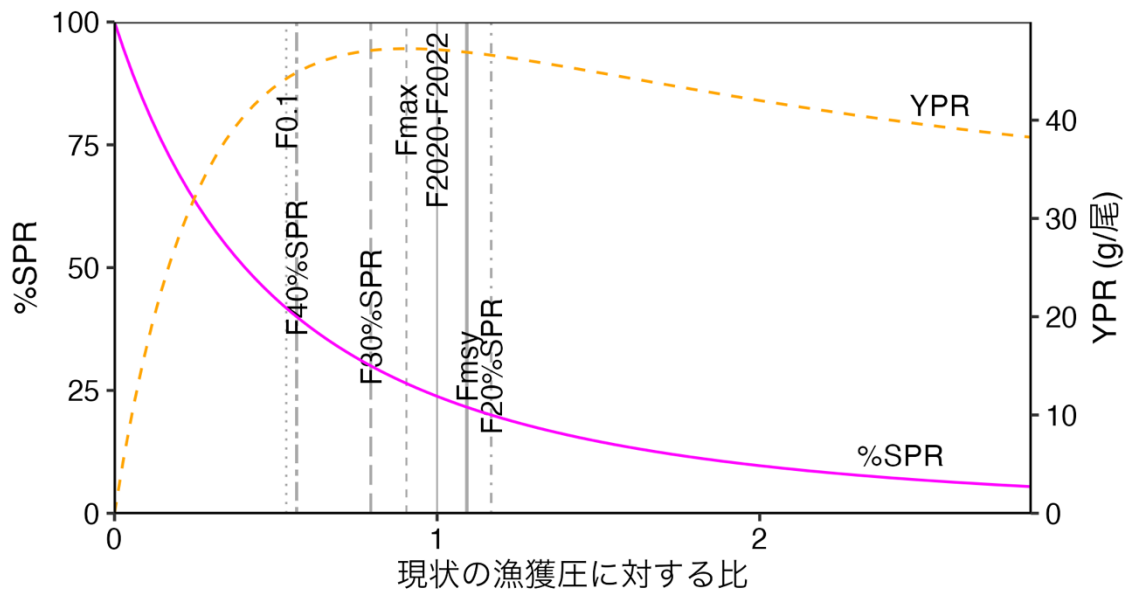
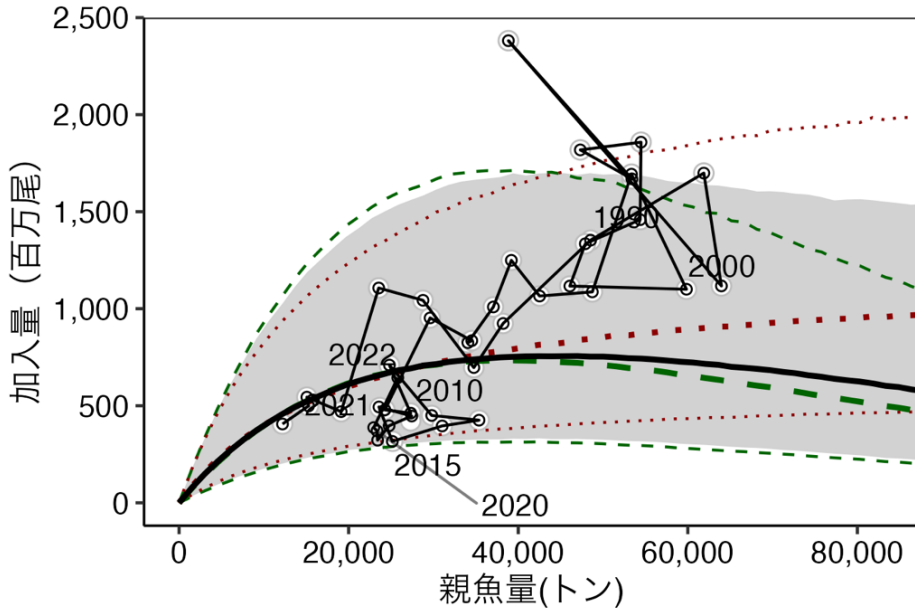


図 4-9. 現状の漁獲圧に対する YPR と%SPR の関係



上図の拡大

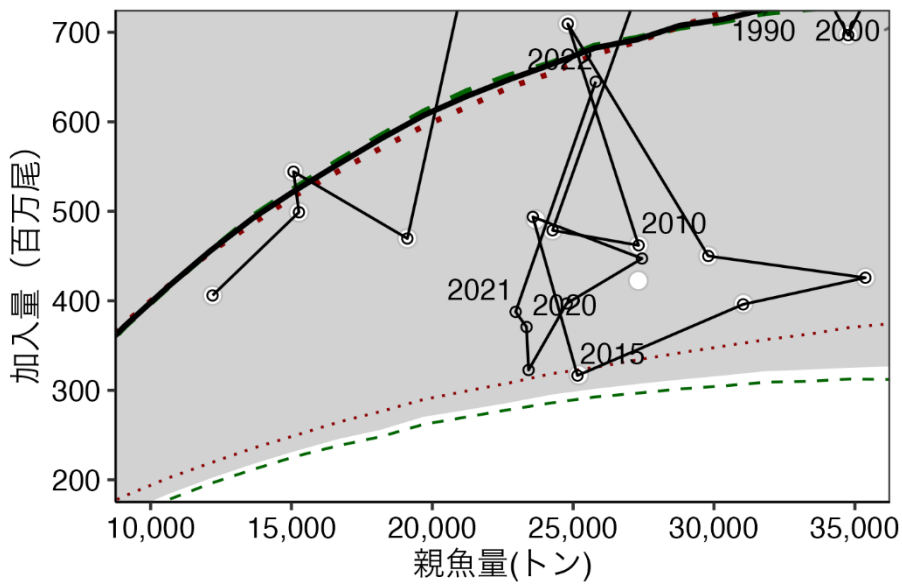


図 4-10. 親魚量と加入量の観測値（白抜丸印および実線: 1982～2022 年）、および本系群で適用した再生産関係（黒曲線）と仮定した再生産関係において観察データの90%が含まれると推定される範囲（灰色領域）リッカー型（緑）およびベバートン・ホルト型（赤）の予測値（太線）と観察データの90%が含まれると推定される範囲（細線）も合わせて示した。各再生産関係式のパラメータは令和2年3月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」（井須ほか 2020）に示された値に基づく。白丸印は再生産関係を求めるのに使用した令和元（2019）年度資源評価における親魚量と加入量の観測値（1982～2017年）。

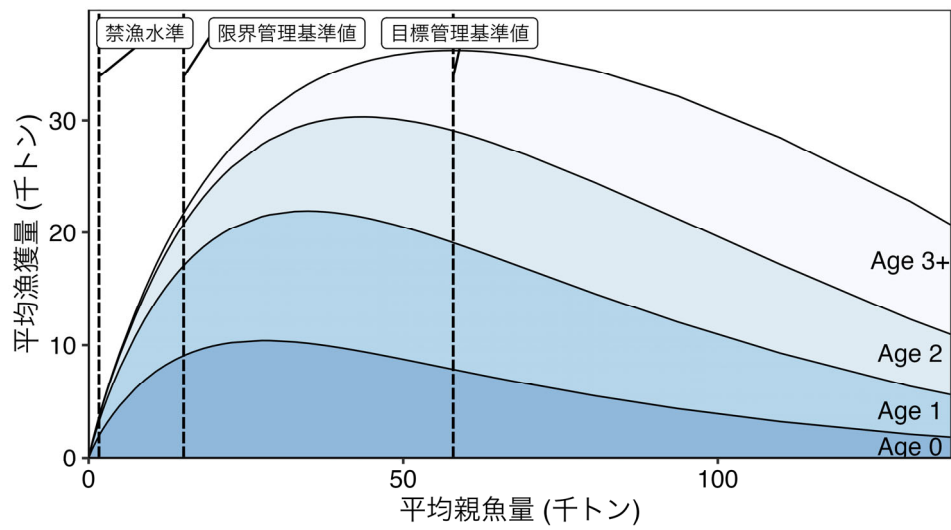


図 4-11. 目標管理基準値、限界管理基準値および禁漁水準と漁獲量曲線の関係

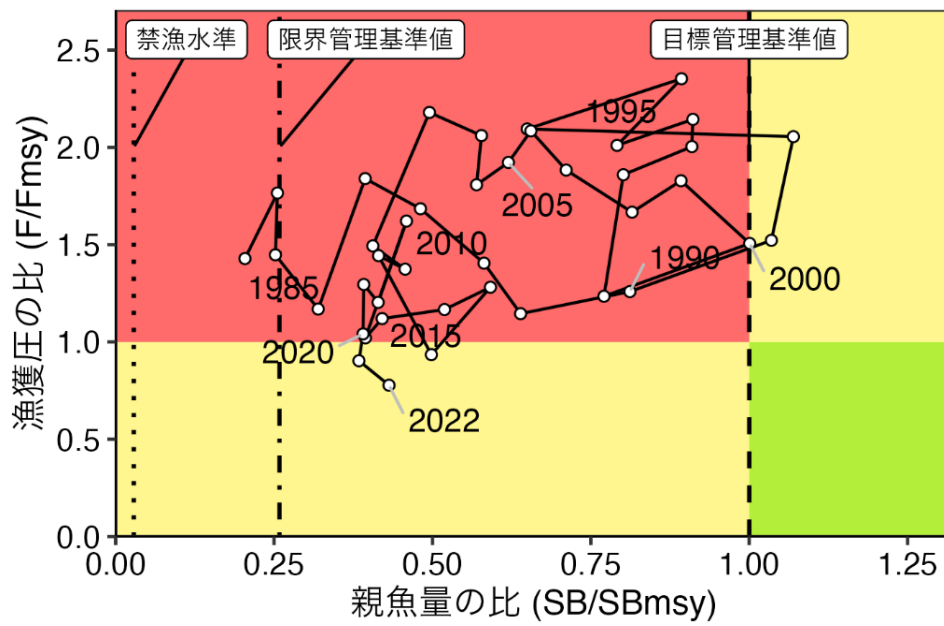
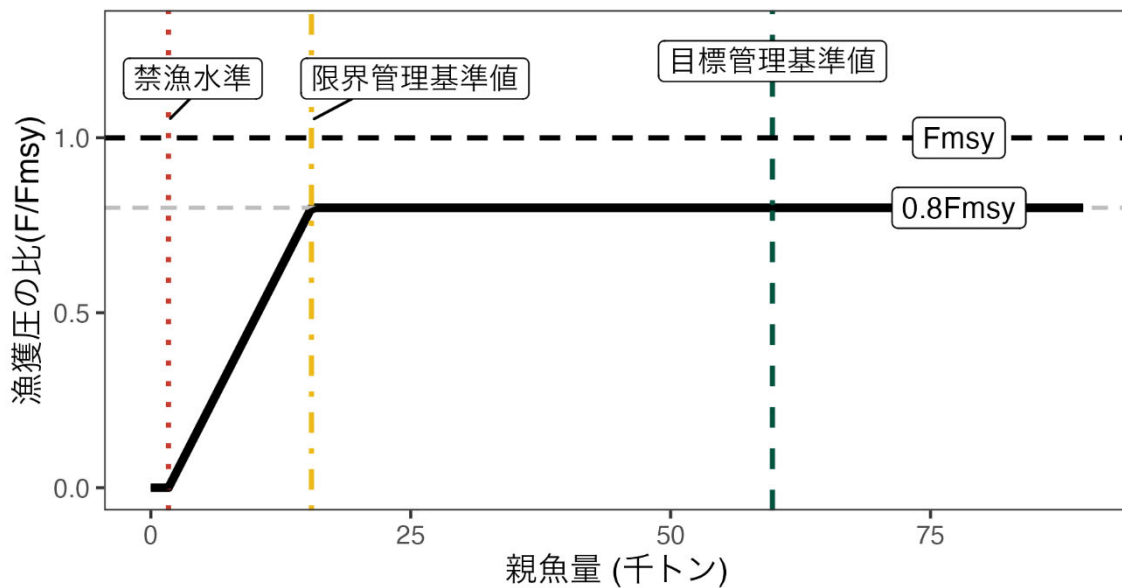


図 4-12. 神戸プロット

a) 縦軸を漁獲圧にした場合



b) 縦軸を漁獲量にした場合

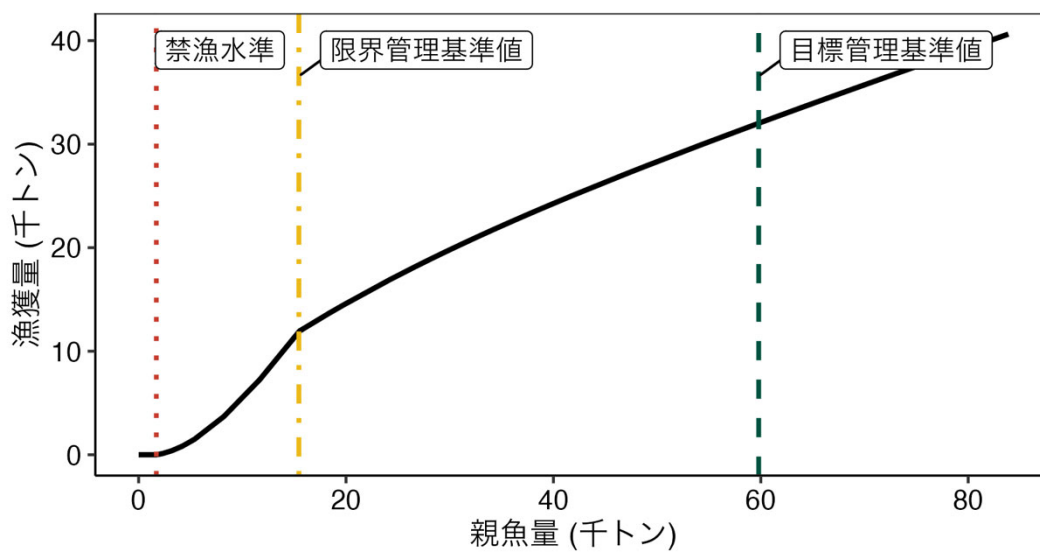
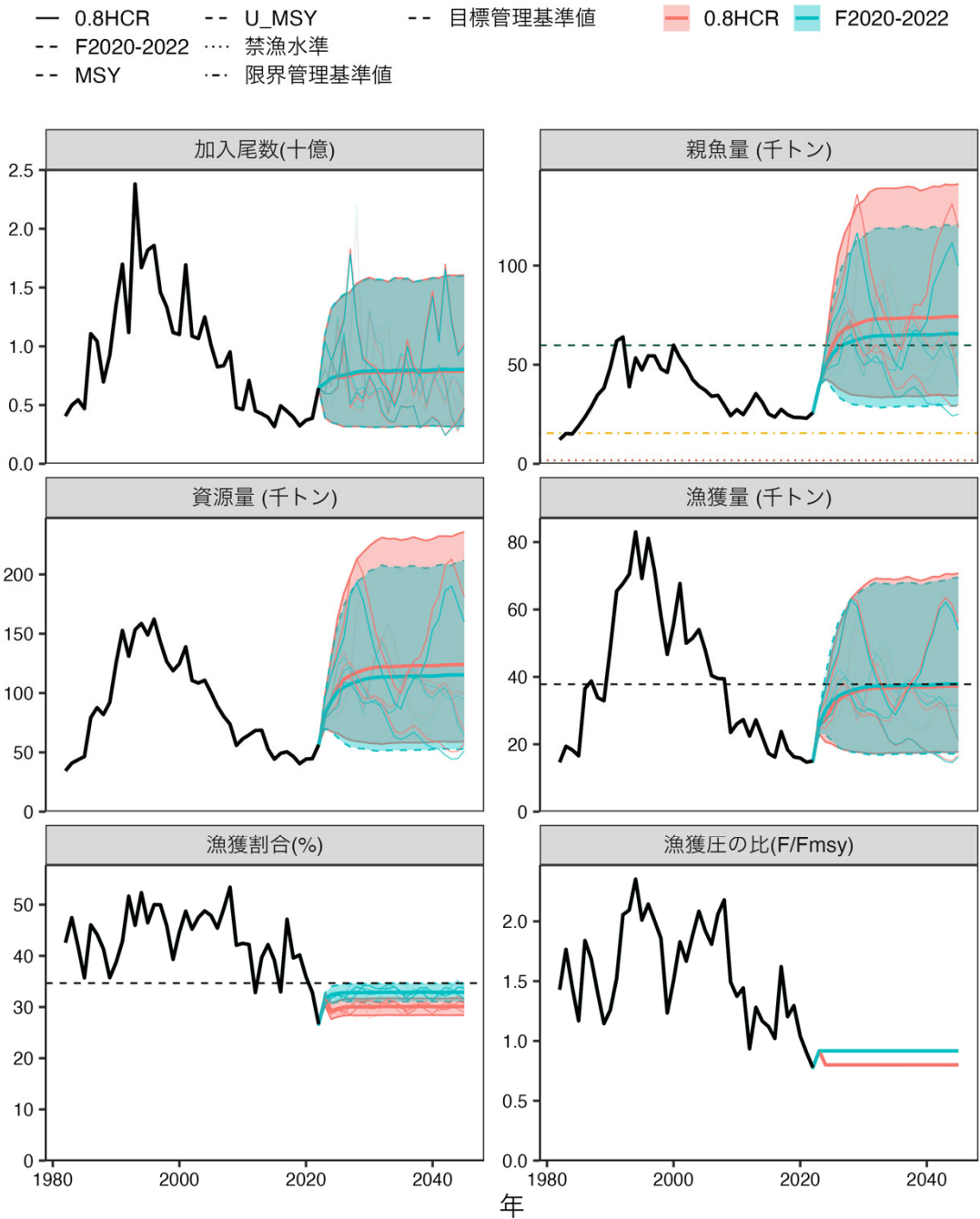


図 5-1. マアジ太平洋系群の漁獲管理規則



(塗り:5-95%予測区間, 太い実線: 平均値, 細い実線: シミュレーションの1例)

図 5-2. 漁獲管理規則を用いた場合（赤線）と現状の漁獲圧での将来予測（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、黄点線は限界管理基準値を示す。漁獲割合の図の破線はUmsyを示す。漁獲管理規則での調整係数 β には0.8を用いた。

表 3-1. 漁獲量とコホート解析結果

年	漁獲量 (千トン)	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	加入量 (百万尾)	漁獲割合 (%)	再生産 成功率 (尾/kg)	%SPR	F/Fmsy
1982	13	34	12	406	43	33.3	12.7	1.4
1983	18	41	15	499	47	32.7	9.9	1.8
1984	17	44	15	544	42	36.1	12.9	1.4
1985	14	46	19	470	36	24.6	18.4	1.2
1986	37	79	24	1,107	46	47.0	9.3	1.8
1987	37	88	29	1,043	44	36.3	11.2	1.7
1988	30	82	35	697	41	20.0	15.9	1.4
1989	33	92	38	924	36	24.2	19.2	1.1
1990	42	125	49	1,353	39	27.9	15.8	1.3
1991	61	153	62	1,699	43	27.4	11.1	1.5
1992	62	131	64	1,118	52	17.5	8.6	2.1
1993	79	153	39	2,381	46	61.3	8.6	2.1
1994	80	159	53	1,669	52	31.3	7.8	2.4
1995	70	149	47	1,818	46	38.4	9.7	2.0
1996	80	162	54	1,858	50	34.1	8.5	2.1
1997	76	143	54	1,459	50	26.8	9.1	2.0
1998	40	127	48	1,335	46	27.9	10.5	1.9
1999	48	119	46	1,117	39	24.2	16.5	1.2
2000	56	125	60	1,100	45	18.4	12.8	1.5
2001	68	139	53	1,693	49	31.7	8.2	1.8
2002	50	111	49	1,087	45	22.3	12.9	1.7
2003	51	108	43	1,065	48	25.1	10.7	1.9
2004	54	111	39	1,249	49	31.9	9.0	2.1
2005	48	100	37	1,009	48	27.2	10.1	1.9
2006	40	89	34	825	45	24.2	11.5	1.8
2007	40	80	35	836	49	24.2	9.3	2.1
2008	39	74	30	953	53	32.2	7.5	2.2
2009	24	56	24	479	42	19.7	13.9	1.5
2010	26	61	27	462	42	16.9	15.5	1.4
2011	27	65	25	709	42	28.6	13.5	1.4
2012	22	68	30	450	33	15.1	23.1	0.9
2013	27	69	35	426	40	12.0	15.6	1.3
2014	22	53	31	396	42	12.8	18.4	1.2
2015	17	44	25	316	39	12.6	19.1	1.1
2016	16	49	24	494	33	20.9	21.1	1.0
2017	24	50	27	447	47	16.3	11.7	1.6
2018	18	47	25	397	40	16.0	17.4	1.2
2019	16	40	23	323	40	13.8	15.5	1.3
2020	16	44	23	371	36	15.9	20.7	1.0
2021	15	45	23	388	33	16.9	24.0	0.9
2022	15	56	26	645	27	25.0	28.2	0.8

注 漁獲量は、漁業・養殖業生産統計年報太平洋海区漁獲量から、他海区操業漁獲量および混獲魚漁獲量がマアジとして計上された分を差し引いた値。漁獲割合は補足表 2-1 の漁獲割合を示した。

表 5-1. 将来の親魚量が目標・限界管理基準値を上回る確率

a) 目標管理基準値を上回る確率 (%)

β	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.0	0	4	23	31	35	37	39	40	41	42	43
0.9	0	4	31	41	45	47	48	49	50	52	53
0.8	0	4	40	53	57	57	58	59	60	61	63
0.7	0	4	51	66	68	68	68	69	70	71	72
0.6	0	4	62	77	80	78	76	78	78	79	80
0.5	0	4	72	87	88	86	84	84	85	86	86
0.4	0	4	82	93	94	93	90	90	91	91	91
0.3	0	4	90	97	98	97	95	94	95	96	95
0.2	0	4	95	99	99	99	98	97	97	98	98
0.1	0	4	98	100	100	100	99	99	99	99	99
0	0	4	99	100	100	100	100	100	100	100	100
F2020-F2022	0	4	29	40	43	45	46	48	48	50	51

b) 限界管理基準値を上回る確率 (%)

β	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.0	100	100	100	100	100	100	100	100	99	100	99
0.9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	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	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F2020-F2022	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

β を 0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。比較のため現状の漁獲圧 (F2020-F2022, $\beta = 0.92$ に相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。太字は漁獲管理規則による管理開始から 10 年後を示す。

表 5-2. 将来の親魚量および漁獲量の平均値の推移

a) 親魚量の平均値の推移 (千トン)

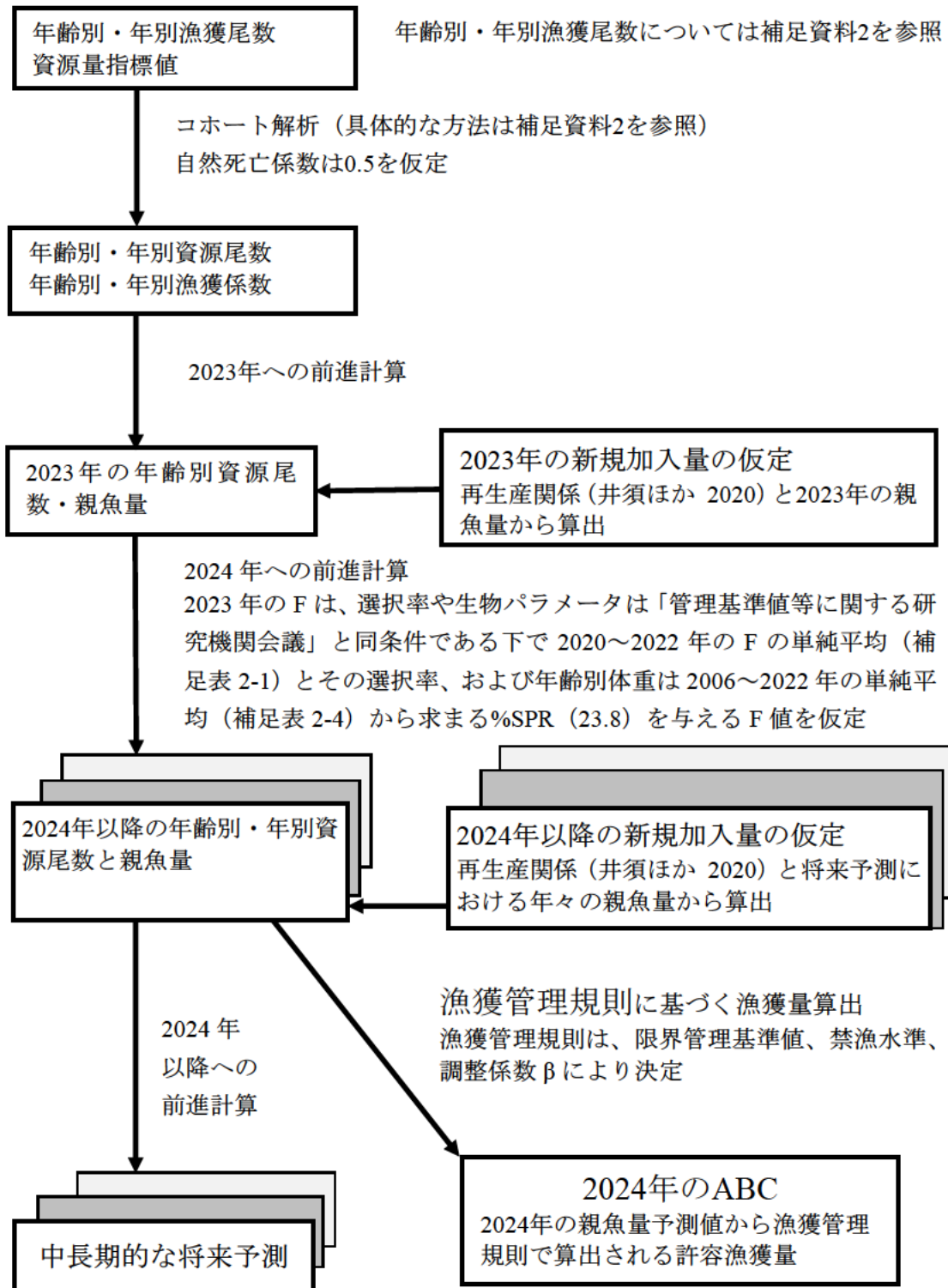
β	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.0	39	49	52	54	56	57	58	58	59	60	60
0.9	39	49	56	59	61	63	64	65	65	66	67
0.8	39	49	59	65	68	69	70	72	73	74	74
0.7	39	49	62	71	75	77	78	80	81	82	82
0.6	39	49	66	78	84	85	86	89	90	92	92
0.5	39	49	70	86	93	94	96	99	101	103	103
0.4	39	49	74	95	104	105	106	110	113	115	116
0.3	39	49	79	105	117	118	119	123	128	131	131
0.2	39	49	84	115	131	133	133	138	145	150	150
0.1	39	49	89	128	149	151	151	156	165	173	174
0	39	49	94	142	169	173	173	178	189	204	205
F2020-F2022	39	49	55	58	60	62	63	64	64	65	65

b) 漁獲量の平均値の推移 (千トン)

β	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.0	26	32	34	35	36	36	37	37	37	38	38
0.9	26	30	33	34	35	36	36	37	37	38	38
0.8	26	27	31	33	34	35	36	36	37	37	37
0.7	26	24	29	32	33	34	35	35	36	36	36
0.6	26	22	27	30	32	32	33	34	34	35	35
0.5	26	18	24	28	29	30	31	31	32	32	32
0.4	26	15	21	25	26	27	27	28	29	29	29
0.3	26	12	17	21	22	23	23	24	25	25	25
0.2	26	8	12	15	17	17	18	18	19	19	19
0.1	26	4	7	9	10	10	10	10	11	11	11
0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F2020-F2022	26	30	33	34	35	36	36	37	37	38	38

β を 0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。比較のため現状の漁獲圧 (F2020-F2022, $\beta = 0.92$ に相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。太字は漁獲管理規則による管理開始から 10 年後を示す。

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

年別年齢別漁獲尾数は、太平洋岸の各都県試験研究機関が調査した各都県主要港の水揚量と体長組成を用い算出した。太平洋岸を高知県以西、徳島県・和歌山県、三重県・愛知県、静岡県～東京都、千葉県以北の5区に分割し、各区内の主要港の水揚量と体長組成から月毎に体長階級別漁獲尾数を求めた。2013年以降は千葉県以北での県による主要漁法の違いを考慮し、まき網主体の千葉～茨城県と、定置網や底びき網主体の福島県以北とにさらに分割した。体長階級別漁獲尾数は、補足表 2-2 に示す月別の年齢と尾叉長の関係を基本とし切断法により年齢別漁獲尾数に変換した。このように算出した主要港の年齢別漁獲尾数の比率を漁業・養殖業生産統計年報の太平洋南区、中区、北区の合計の漁獲量（属人統計）から東シナ海および日本海での漁獲量を差し引いた値に合うように引き延ばして系群全体の年齢別漁獲尾数を算出した。なお、切断法で年齢分解が困難な3歳以上はプラスグループとして一括して取り扱った。

コホート解析により年齢別資源尾数、資源量、漁獲係数などを推定した。マアジの生活史に基づき1月を起点とした。使用した生物学的パラメータは図 2-3 および図 2-4 の通りである。解析結果は0～3+歳（3歳以上をまとめて3+（プラスグループ）と表記する）の年齢別に求めた（補足表 2-1）。年齢別資源尾数 N の計算には Pope (1972) の近似式を用い、プラスグループの資源尾数については平松 (1999) の方法を用いた。自然死亡係数 (M) は、田内・田中の式（田中 1960）に従い $M=2.5 \div$ 寿命（寿命5歳を仮定）より 0.5 とした。1982～2022年までの41年間について、年別年齢別漁獲尾数 $C_{a,y}$ から、 a 歳、 y 年の資源尾数 $N_{a,y}$ 、漁獲係数 $F_{a,y}$ は、それぞれ以下の式で求めた。

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1} \exp(M) + C_{a,y} \exp(M/2) \quad (a=0,1, y=1982,\dots,Y-1) \quad (1)$$

$$F_{a,y} = -\ln\left(1 - \frac{C_{a,y} \exp(M/2)}{N_{a,y}}\right) \quad (a=0,1,2, y=1982,\dots,Y-1) \quad (2)$$

ここで、 Y は最近年の 2022 年を示す。3歳以上はプラスグループとし、2歳と3+歳の漁獲係数は等しいと仮定し、資源尾数は以下の式で求めた。

$$N_{2,y} = \frac{C_{2,y}}{C_{2,y} + C_{3+,y}} N_{3+,y+1} \exp(M) + C_{2,y} \exp(M/2) \quad (y=1982,\dots,Y-1) \quad (3)$$

$$N_{3+,y} = \frac{C_{3+,y}}{C_{2,y} + C_{3+,y}} N_{3+,y+1} \exp(M) + C_{3+,y} \exp(M/2) \quad (y=1982,\dots,Y-1) \quad (4)$$

最近年 (Y) の資源尾数は、

$$N_{a,y} = \frac{C_{a,y}}{1 - \exp(-F_{a,y})} \exp(M/2) \quad (a=0, \dots, 3+) \quad (5)$$

で求めた。最近年の漁獲係数は、補足表 2-3 に示した 2005 年以降の各加入量に関する指標値を用いて、最近年最高齢の $F_{3+,Y}$ をチューニングすることにより推定した。これら加入量指標値については、本年度評価において CPUE 化や標準化に取り組んでおり、その詳細については添付資料 (FRA-SA2023-SC04-201、FRA-SA2023-SC04-202、FRA-SA2023-SC04-203、FRA-SA2023-SC04-204) に示している。y 年における対数変換した j 番目 ($j=1, \dots, 6$) の加入量指標値の観測値 $\ln(I_{j,y})$ と加入量指標値の計算値 $\ln(\hat{I}_{j,y})$ の残差を最小にする $F_{3+,Y}$ を最小二乗法で推定した。

$$\ln(\hat{I}_{j,y}) = \ln q_j N_{0,y} \quad (6)$$

$$RSS = \sum_{j=1}^6 \sum_{y=2005}^Y (\ln(\hat{I}_{j,y}) - \ln(I_{j,y}))^2 \quad (7)$$

ここで、 q_j は漁具能率で以下の式により計算した。

$$q_j = \exp\left(\frac{1}{n} \left(\sum_{y=2005}^Y \ln \frac{I_{j,y}}{N_y} \right)\right) \quad (8)$$

また、最近年の 0~2 歳の漁獲係数は、その選択率が過去 5 年 (2017~2021 年) の選択率 $s_{a,y}$ の平均に等しいと仮定し、以下の式で推定した。

$$F_{a,y} = \frac{\frac{1}{5} \sum_{y=Y-5}^{Y-1} s_{a,y}}{\frac{1}{5} \sum_{y=Y-5}^{Y-1} s_{3+,y}} F_{3+,Y} \quad (a=0, \dots, 2) \quad (9)$$

$$S_{a,y} = F_{a,y} / \max(F_y) \quad (10)$$

「令和 5 (2023) 年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-SA2023-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。残差プロットでは、2021 年の宿毛湾まき網 CPUE、串本棒受網漁獲量および千葉県定置網 CPUE で正の残差が大きかった (補足図 2-1)。また、2022 年では、伊勢湾まめ板網 CPUE と千葉県定置網 CPUE で正の残差となったが、それら以外の加入量指標値については負の残差となった。

レトロスペクティブ解析の結果より、2022 年のデータの追加・更新が行われることで、2019~2021 年の加入量が下方修正されるとともに、2019~2021 年の漁獲圧は上方修正された (補足図 2-2)。その他のモデル診断結果は「令和 5 (2023) 年度マアジ太平洋系群資源評価のモデル診断結果 (FRA-SA2023-SC04-205)」に示した。

(2) 将来予測方法

将来予測における各種設定には補足表 2-5 の値を用いた。資源尾数や漁獲量の予測は、ABCWG (2023) に基づき、統計ソフトウェア R (version 4.1.1) 用計算パッケージ frasyr (version 2.2.0) を用いて実施した。将来予測における加入量は、令和 2 年 3 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」において提案されたリッカー型再生産関係とベバートン・ホルト型再生産関係 (ABCWG 2020) の重み付き平均モデル (井須ほか 2020、市野川ほか 2020) 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 5 (2023) 年度漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針 (FRA-SA2023-ABCWG02-01)」(水産研究・教育機構 2023) 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」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 (井須ほか 2020)。これらは再生産関係と同じく、令和元 (2019) 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 2006~2018 年の平均値である。

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

$$N_{a+1,y+1} = N_{a,y} \exp(-F_{a,y} - M) \quad (11)$$

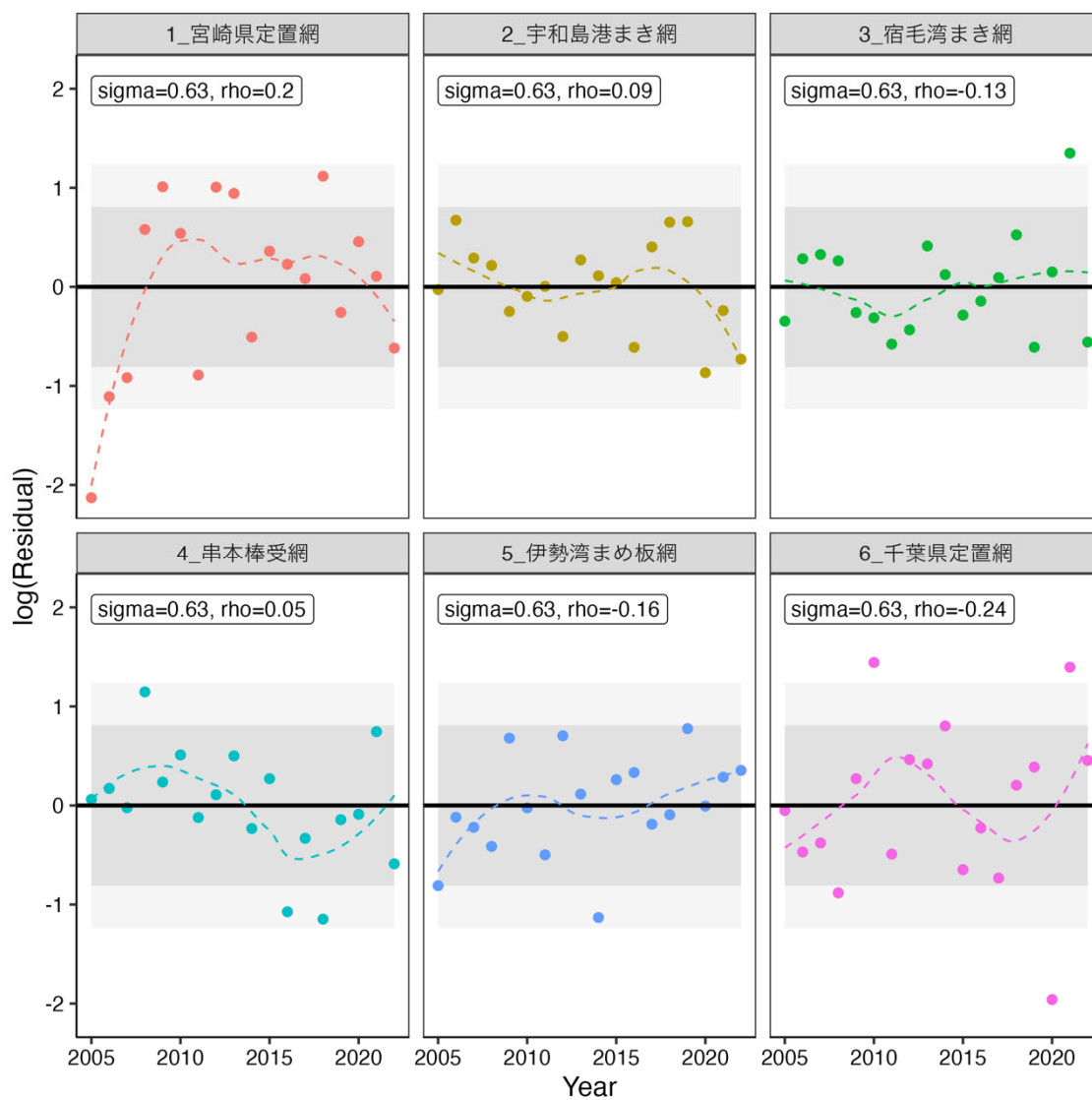
$$N_{3+,y+1} = N_{3+,y} \exp(-F_{3+,y} - M) + N_{2,y} \exp(-F_{2,y} - M) \quad (12)$$

$$C_{a,y} = N_{a,y} \{1 - \exp(-F_{a,y})\} \exp\left(-\frac{M}{2}\right) \quad (13)$$

引用文献

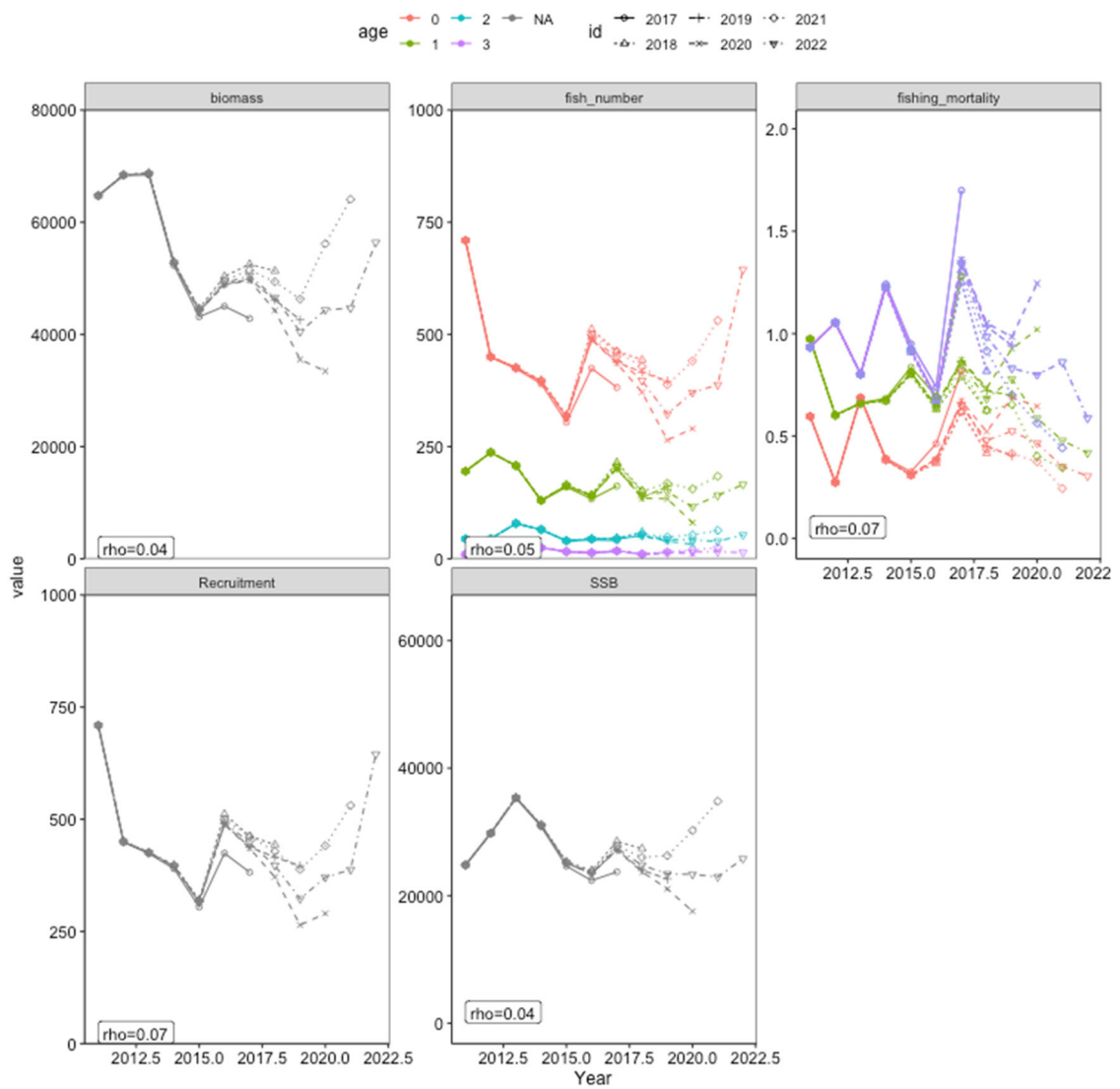
- ABCWG (2023) 令和 5 (2023) 年度再生産関係の推定・管理基準値計算・将来予測シミュレーションに関する技術ノート. FRA-SA-2023-ABCWG02-04, https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2023-ABCWG02-04.pdf
- 市野川桃子・井須小羊子・岡村 寛・西嶋翔太 (2020) 複数の再生産関係のモデル平均を用いた管理基準値推定. FRA-SA2020-BRP01-08.
- 井須小羊子・由上龍嗣・中神正康・渡邊千夏子・高橋紀夫・上村泰洋・古市 生・渡部亮介 (2020) 令和 2 (2020) 年度マアジ太平洋系群の管理基準値等に関する研究機関会議報告書. 水産研究・教育機構, 1-46. FRA-SA2020-BPR01-3.
http://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/detail_maaji_p.pdf (last accessed 15 July 2020)
- 平松一彦 (1999) VPA の入門と実際. 水産資源管理談話会報, **20**, 9-28.
- Pope, J.G. (1972) An investigation of the accuracy of virtual population using cohort analysis. Res. Bull. inst. Comm. Northw. Atlant. Fish., **9**, 65-74.
- 田中昌一 (1960) 水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理. 東海水研報, **28**, 1-200.
- 水産研究・教育機構 (2023) 令和 5 (2023) 年度漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針. FRA-SA2023-ABCWG02-01, 水産研究・教育機構, 横浜, 23pp.

https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2023-ABCWG02-01.pdf



補足図 2-1. 各指標値の残差プロット

濃い灰色は 80%の信頼区間、薄い灰色は 95%の信頼区間を示す。



補足図 2-2. レトロスペクティブ解析の結果

補足表 2-1. 資源解析結果

年齢別漁獲尾数 (百万尾)												
年	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
0歳	170	211	204	70	420	317	108	140	466	750	375	867
1歳	57	56	68	84	135	200	194	144	210	244	287	233
2歳	7	16	10	16	20	18	35	50	32	31	51	30
3歳以上	1	5	3	5	4	5	6	4	4	10	32	15
計	236	287	285	175	579	541	342	338	712	1,035	746	1,145

年齢別漁獲量 (千トン)												
年	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
0歳	7	8	8	3	17	13	4	6	19	30	15	35
1歳	6	6	7	8	13	20	19	14	21	24	29	23
2歳	2	4	2	4	5	4	8	12	7	7	12	7
3歳以上	1	2	1	2	2	2	2	1	2	4	12	6
計	15	19	18	17	37	39	34	33	48	65	68	70

年齢別資源尾数 (百万尾)												
年	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
0歳	406	499	544	470	1,107	1,043	697	924	1,353	1,699	1,118	2,381
1歳	120	114	139	172	230	344	386	339	452	458	447	385
2歳	20	28	25	31	38	35	53	83	93	110	88	47
3歳以上	4	8	6	9	8	9	9	6	12	36	56	23
計	550	649	714	681	1,384	1,432	1,144	1,351	1,910	2,303	1,708	2,837

年齢別漁獲係数、%SPR、漁獲割合												
年	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
0歳	0.77	0.78	0.65	0.21	0.67	0.49	0.22	0.22	0.58	0.84	0.56	0.63
1歳	0.95	1.00	1.00	1.00	1.40	1.38	1.04	0.79	0.91	1.15	1.74	1.49
2歳	0.57	1.28	0.75	1.05	1.10	1.11	1.85	1.51	0.58	0.45	1.34	1.73
3歳以上	0.57	1.28	0.75	1.05	1.10	1.11	1.85	1.51	0.58	0.45	1.34	1.73
%SPR	12.71	9.95	12.92	18.42	9.32	11.16	15.89	19.15	15.80	11.13	8.55	8.56
漁獲割合	43%	47%	42%	36%	46%	44%	41%	36%	39%	43%	52%	46%

年齢別資源量と親魚量 (千トン) および再生産成功率RPS (0歳魚尾数/親魚量, 尾/kg)												
年	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
0歳	16.2	20.0	21.8	18.8	44.3	41.7	27.9	37.0	54.1	68.0	44.7	95.2
1歳	12.0	11.4	13.9	17.2	23.0	34.4	38.6	33.9	45.2	45.8	44.7	38.5
2歳	4.5	6.4	5.8	7.1	8.8	7.9	12.1	19.0	21.4	25.4	20.2	10.9
3歳以上	1.7	3.1	2.3	3.4	3.2	3.6	3.3	2.2	4.5	13.6	21.4	8.7
資源量	34.4	40.9	43.8	46.5	79.3	87.7	81.9	92.1	125.2	152.7	131.0	153.4
親魚量	12.2	15.3	15.1	19.1	23.5	28.8	34.8	38.2	48.5	61.9	64.0	38.8
RPS	33.3	32.7	36.1	24.6	47.0	36.3	20.0	24.2	27.9	27.4	17.5	61.3

* 2005年以前の年齢別平均体重は各年とも0歳魚40g、1歳魚100g、2歳魚230g、3歳魚以上380gとして計算した。2006～2022年は漁獲物の年齢別平均体重を用いた（補足表2-4）。1982～2000年については実際の平均体重との差を補正せずに漁獲尾数を算定しているため、漁獲尾数と上述の平均体重を掛けて得られる漁獲量の合計は表3-1に示した漁獲量に一致しない。

補足表 2-1. 資源解析結果 (つづき)

年齢別漁獲尾数 (百万尾)												
年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	558	556	672	489	320	335	398	847	249	274	387	257
1歳	507	348	403	372	322	264	190	187	200	282	274	293
2歳	35	47	53	56	44	21	71	45	47	43	40	29
3歳以上	5	3	5	5	8	5	11	13	25	6	5	5
計	1,105	955	1,132	921	694	625	671	1,091	520	606	706	584

年齢別漁獲量 (千トン)												
年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	22	22	27	20	13	13	16	34	10	11	15	10
1歳	51	35	40	37	32	26	19	19	20	28	27	29
2歳	8	11	12	13	10	5	16	10	11	10	9	7
3歳以上	2	1	2	2	3	2	4	5	9	2	2	2
計	83	69	81	71	58	47	56	68	50	51	54	48

年齢別資源尾数 (百万尾)												
年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	1,669	1,818	1,858	1,459	1,335	1,117	1,100	1,693	1,087	1,065	1,249	1,009
1歳	769	578	670	603	504	560	417	357	367	465	433	456
2歳	52	72	80	93	76	55	134	105	71	68	62	49
3歳以上	8	5	7	8	13	14	22	30	37	10	8	8
計	2,498	2,473	2,614	2,163	1,929	1,746	1,673	2,185	1,562	1,608	1,753	1,522

年齢別漁獲係数、%SPR、漁獲割合												
年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	0.56	0.50	0.62	0.56	0.37	0.49	0.63	1.03	0.35	0.40	0.51	0.40
1歳	1.87	1.48	1.48	1.57	1.71	0.93	0.88	1.12	1.19	1.51	1.68	1.75
2歳	1.99	1.88	1.94	1.51	1.35	0.67	1.14	0.79	1.90	1.72	1.68	1.39
3歳以上	1.99	1.88	1.94	1.51	1.35	0.67	1.14	0.79	1.90	1.72	1.68	1.39
%SPR	7.83	9.70	8.54	9.06	10.54	16.48	12.83	8.16	12.86	10.70	8.99	10.06
漁獲割合	52%	46%	50%	50%	46%	39%	45%	49%	45%	48%	49%	48%

年齢別資源量と親魚量 (千トン) および再生産成功率RPS (0歳魚尾数/親魚量, 尾/kg)												
年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	66.8	72.7	74.3	58.4	53.4	44.7	44.0	67.7	43.5	42.6	50.0	40.4
1歳	76.9	57.8	67.0	60.3	50.4	56.0	41.7	35.7	36.7	46.5	43.3	45.6
2歳	12.1	16.5	18.3	21.3	17.6	12.7	30.8	24.1	16.3	15.5	14.4	11.2
3歳以上	2.9	1.9	2.7	2.9	5.1	5.4	8.2	11.4	14.1	3.7	3.2	3.0
資源量	158.6	149.0	162.3	142.9	126.5	118.8	124.7	138.9	110.6	108.4	110.8	100.3
親魚量	53.4	47.3	54.5	54.4	47.9	46.1	59.8	53.4	48.7	42.5	39.2	37.1
RPS	31.3	38.4	34.1	26.8	27.9	24.2	18.4	31.7	22.3	25.1	31.9	27.2

* 2005年以前の年齢別平均体重は各年とも0歳魚40g、1歳魚100g、2歳魚230g、3歳魚以上380gとして計算した。2006～2022年は漁獲物の年齢別平均体重を用いた(補足表2-4)。1982～2000年については実際の平均体重との差を補正せずに漁獲尾数を算定しているため、漁獲尾数と上述の平均体重を掛けて得られる漁獲量の合計は表3-1に示した漁獲量に一致しない。

補足表 2-1. 資源解析結果 (つづき)

年齢別漁獲尾数 (百万尾)

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0歳	218	313	429	110	109	248	84	164	98	66	122	166
1歳	225	166	151	122	102	95	83	78	50	71	52	91
2歳	32	50	45	24	30	21	23	34	36	19	17	26
3歳以上	6	4	4	5	4	5	7	5	14	7	5	10
計	480	533	629	262	246	368	197	282	198	163	197	293

年齢別漁獲量 (千トン)

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0歳	9	10	14	5	5	10	5	8	4	2	5	5
1歳	23	18	15	11	13	11	10	9	5	7	5	8
2歳	7	9	9	6	7	5	5	8	8	5	4	6
3歳以上	2	2	2	2	2	2	3	2	5	3	2	4
計	40	40	39	24	26	27	22	27	22	17	16	24

年齢別資源尾数 (百万尾)

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0歳	825	836	953	479	462	709	450	426	396	316	494	447
1歳	412	331	263	244	205	195	237	208	130	163	141	204
2歳	48	75	72	41	53	44	45	79	65	40	44	45
3歳以上	9	5	7	9	8	10	13	12	25	16	14	18
計	1,293	1,247	1,294	773	727	959	745	724	616	536	692	714

年齢別漁獲係数、%SPR、漁獲割合

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0歳	0.41	0.66	0.86	0.35	0.36	0.60	0.27	0.69	0.38	0.31	0.38	0.65
1歳	1.21	1.03	1.35	1.02	1.03	0.97	0.60	0.66	0.67	0.81	0.64	0.85
2歳	1.85	1.96	1.63	1.40	1.30	0.93	1.05	0.80	1.23	0.92	0.69	1.33
3歳以上	1.85	1.96	1.63	1.40	1.30	0.93	1.05	0.80	1.23	0.92	0.69	1.33
%SPR	11.52	9.27	7.47	13.88	15.52	13.49	23.07	15.64	18.41	19.10	21.12	11.67
漁獲割合	45%	49%	53%	42%	42%	42%	33%	40%	42%	39%	33%	47%

年齢別資源量と親魚量 (千トン) および再生産成功率RPS (0歳魚尾数/親魚量, 尾/kg)

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0歳	34.1	27.7	31.0	20.6	21.3	28.7	24.3	20.7	15.3	10.6	18.5	13.7
1歳	41.5	36.2	26.3	22.1	25.5	22.4	28.6	25.1	12.8	16.9	14.2	18.7
2歳	9.9	14.0	14.0	9.5	11.6	9.7	10.4	17.8	15.3	10.0	10.5	10.8
3歳以上	3.4	2.4	2.4	3.8	3.0	3.9	5.1	5.0	9.3	6.7	6.0	7.3
資源量	88.9	80.4	73.8	55.9	61.4	64.7	68.4	68.7	52.8	44.3	49.2	50.5
親魚量	34.1	34.5	29.6	24.3	27.3	24.8	29.8	35.4	31.0	25.2	23.6	27.4
RPS	24.2	24.2	32.2	19.7	16.9	28.6	15.1	12.0	12.8	12.6	20.9	16.3

* 2005年以前の年齢別平均体重は各年とも0歳魚40g、1歳魚100g、2歳魚230g、3歳魚以上380gとして計算した。2006～2022年は漁獲物の年齢別平均体重を用いた(補足表2-4)。1982～2000年については実際の平均体重との差を補正せずに漁獲尾数を算定しているため、漁獲尾数と上述の平均体重を掛けて得られる漁獲量の合計は表3-1に示した漁獲量に一致しない。

補足表 2-1. 資源解析結果（つづき）

年齢別漁獲尾数（百万尾）					
年	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	117	102	107	90	132
1歳	55	63	40	42	44
2歳	26	19	18	18	18
3歳以上	5	6	7	7	5
計	203	191	172	156	199

年齢別漁獲量（千トン）					
年	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	4	3	4	3	5
1歳	6	5	4	4	4
2歳	6	5	5	4	4
3歳以上	2	3	3	3	2
計	18	16	16	15	15

年齢別資源尾数（百万尾）					
年	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	397	323	371	388	645
1歳	142	149	116	141	165
2歳	53	44	42	39	53
3歳以上	10	14	15	16	14
計	602	530	543	584	877

年齢別漁獲係数、%SPR、漁獲割合					
年	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	0.48	0.52	0.46	0.35	0.30
1歳	0.68	0.78	0.59	0.48	0.42
2歳	0.99	0.83	0.80	0.86	0.59
3歳以上	0.99	0.83	0.80	0.86	0.59
%SPR	17.44	15.47	20.65	24.04	28.23
漁獲割合	40%	40%	36%	33%	27%

年齢別資源量と親魚量（千トン）および再生産成功率RPS（0歳魚尾数/親魚量，尾/kg）					
年	2018	2019	2020	2021	2022
0歳	14.1	10.6	14.8	14.4	22.7
1歳	15.3	12.9	12.4	14.6	15.8
2歳	12.9	10.8	11.0	9.5	11.8
3歳以上	4.2	6.1	6.1	6.1	6.1
資源量	46.6	40.5	44.4	44.7	56.4
親魚量	24.8	23.4	23.3	23.0	25.8
RPS	16.0	13.8	15.9	16.9	25.0

* 2005年以前の年齢別平均体重は各年とも0歳魚40g、1歳魚100g、2歳魚230g、3歳魚以上380gとして計算した。2006～2022年は漁獲物の年齢別平均体重を用いた（補足表2-4）。1982～2000年については実際の平均体重との差を補正せずに漁獲尾数を算定しているため、漁獲尾数と上述の平均体重を掛けて得られる漁獲量の合計は表3-1に示した漁獲量に一致しない。

補足表 2-2. 年齢と尾叉長（体長）の関係

体長階級 (cm)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
13以下	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
15	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
16	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
17	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
18	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
20	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
24	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
25	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1
26	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
27	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
28	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
29	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2
30	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
31以上	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

補足表 2-3. 加入量指標値の計算に用いた各指標値

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
①宮崎県南部定置網CPUE	0.10	0.22	0.28	1.40	1.08	0.65	0.24	1.01	0.90	0.20
②宇和島港まき網CPUE	0.60	0.99	0.68	0.72	0.23	0.26	0.44	0.17	0.34	0.27
③宿毛湾中型まき網CPUE	0.91	1.39	1.47	1.58	0.47	0.43	0.51	0.37	0.82	0.57
④串本棒受網漁獲量	9.20	8.40	7.00	25.70	5.20	6.60	5.38	4.30	6.02	2.69
⑤伊勢湾まめ板網漁業CPUE	0.35	0.56	0.52	0.48	0.73	0.35	0.33	0.70	0.37	0.10
⑥千葉県定置網CPUE	1.26	0.68	0.75	0.52	0.82	2.57	0.57	0.94	0.85	1.16

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
①宮崎県南部定置網CPUE	0.37	0.51	0.40	1.00	0.21	0.48	0.36	0.29
②宇和島港まき網CPUE	0.20	0.16	0.41	0.47	0.38	0.10	0.19	0.19
③宿毛湾中型まき網CPUE	0.30	0.54	0.63	0.85	0.22	0.55	1.90	0.47
④串本棒受網漁獲量	3.55	1.45	2.75	1.08	2.40	2.91	7.00	3.07
⑤伊勢湾まめ板網漁業CPUE	0.32	0.53	0.28	0.28	0.54	0.28	0.40	0.71
⑥千葉県定置網CPUE	0.22	0.52	0.28	0.64	0.62	0.07	2.05	1.33

補足表 2-4. 漁獲物の年齢別平均体重 (g) と 2006～2022 年の平均値

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0歳	41.4	33.2	32.6	43.0	46.2	40.5	54.1	48.7	38.7	33.6
1歳	100.8	109.4	100.3	90.5	124.4	114.7	120.5	121.1	98.4	103.6
2歳	205.2	187.5	195.5	228.3	217.6	219.0	232.6	226.4	235.0	247.6
3+歳	398.1	443.7	355.1	402.9	400.0	388.1	393.6	406.1	376.2	420.8

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	平均値
0歳	37.5	30.6	35.6	32.9	40.0	37.2	35.2	38.9
1歳	100.9	91.7	108.0	86.6	106.9	103.5	95.8	104.5
2歳	237.1	241.4	244.7	248.9	265.2	243.3	222.5	229.3
3+歳	439.7	411.4	416.8	429.2	400.7	395.8	432.1	406.5

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)	F2020-2022 (注 3)	平均体重 (g)	自然死亡 係数	成熟 割合
0 歳	0.52	0.40	0.37	40	0.5	0
1 歳	0.75	0.58	0.53	106	0.5	0.5
2 歳	1.00	0.77	0.71	224	0.5	1.0
3 歳以上	1.00	0.77	0.71	404	0.5	1.0

注 1：令和元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、令和元年度資源評価での $F_{current}$ の選択率）。

注 2：令和元年度研究機関会議で推定された F_{msy} （すなわち、令和元年度資源評価での $F_{current}$ 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 2020～2022 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。この F 値は 2023 年の漁獲量の仮定に使用した。

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.	ρ
リッカー型	最小二乗法	有	0.0588	2.58×10^{-5}	0.306	0.805
ベバートン・ホルト型	最小二乗法	有	0.0667	5.11×10^{-5}	0.315	0.698

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。

重み付け平均モデルの重みには Akaike weight の比率を用いており、この値はリッカー型が 0.71、ベバートン・ホルト型が 0.29 である。

補足表 3-2. 管理基準値と MSY

項目	値	説明
SBtarget	60 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	15 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	1.7 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, 3 歳以上) =(0.40, 0.58, 0.77, 0.77)	
%SPR (Fmsy)	21.6%	Fmsy に対応する%SPR
MSY	38 千トン	最大持続生産量

補足表 3-3. 最新年の親魚量と漁獲圧

項目	値	説明
SB2022	26 千トン	2022 年の親魚量
F2022	2022 年の漁獲圧(漁獲係数 F) (0 歳, 1 歳, 2 歳, 3 歳以上) =(0.30, 0.42, 0.59, 0.59)	
U2022	27%	2022 年の漁獲割合
%SPR (F2022)	28.2%	2022 年の%SPR
%SPR (F2020-2022)	23.8%	現状(2020~2022 年)の漁獲圧に対応する%SPR
管理基準値との比較		
SB2022/ SBmsy (SBtarget)	0.43	最大持続生産量を実現する親魚量(目標管理基準値)に対する 2022 年の親魚量の比
F2022/ Fmsy	0.78	最大持続生産量を実現する漁獲圧に対する 2022 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	MSY を実現する水準を下回る	
親魚量の動向	横ばい	

* 2022 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

2024 年の ABC (千トン)	2024 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/F2020-2022)	2024 年の 漁獲割合(%)
27	49	0.87	29
コメント: ・ABC の算定には、令和 2 年 7 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での漁獲管理規則を用いた。			

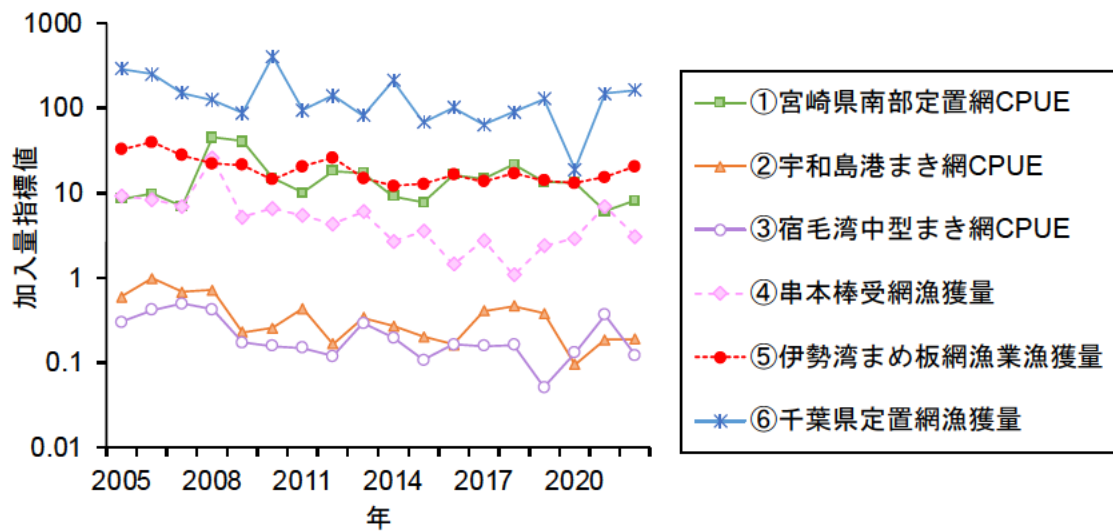
補足表 3-5. 異なる β を用いた将来予測結果

考慮している不確実性: 加入量					
項目	2031 年 の親魚量 (千トン)	90% 予測区間 (千トン)	2031 年に親魚量が以下の 管理基準値を上回る確率(%)		
			SBtarget	SBlimit	SBban
漁獲管理規則で使用する β					
$\beta=0.8$	73	34 - 137	60	100	100
上記と異なる β を使用した場合					
$\beta=1.0$	58	26 - 106	41	99	100
$\beta=0.9$	65	30 - 120	50	100	100
$\beta=0$	189	77 - 507	100	100	100
F2020-2022	64	29 - 118	48	100	100

補足資料 4 従来指標値で解析した場合

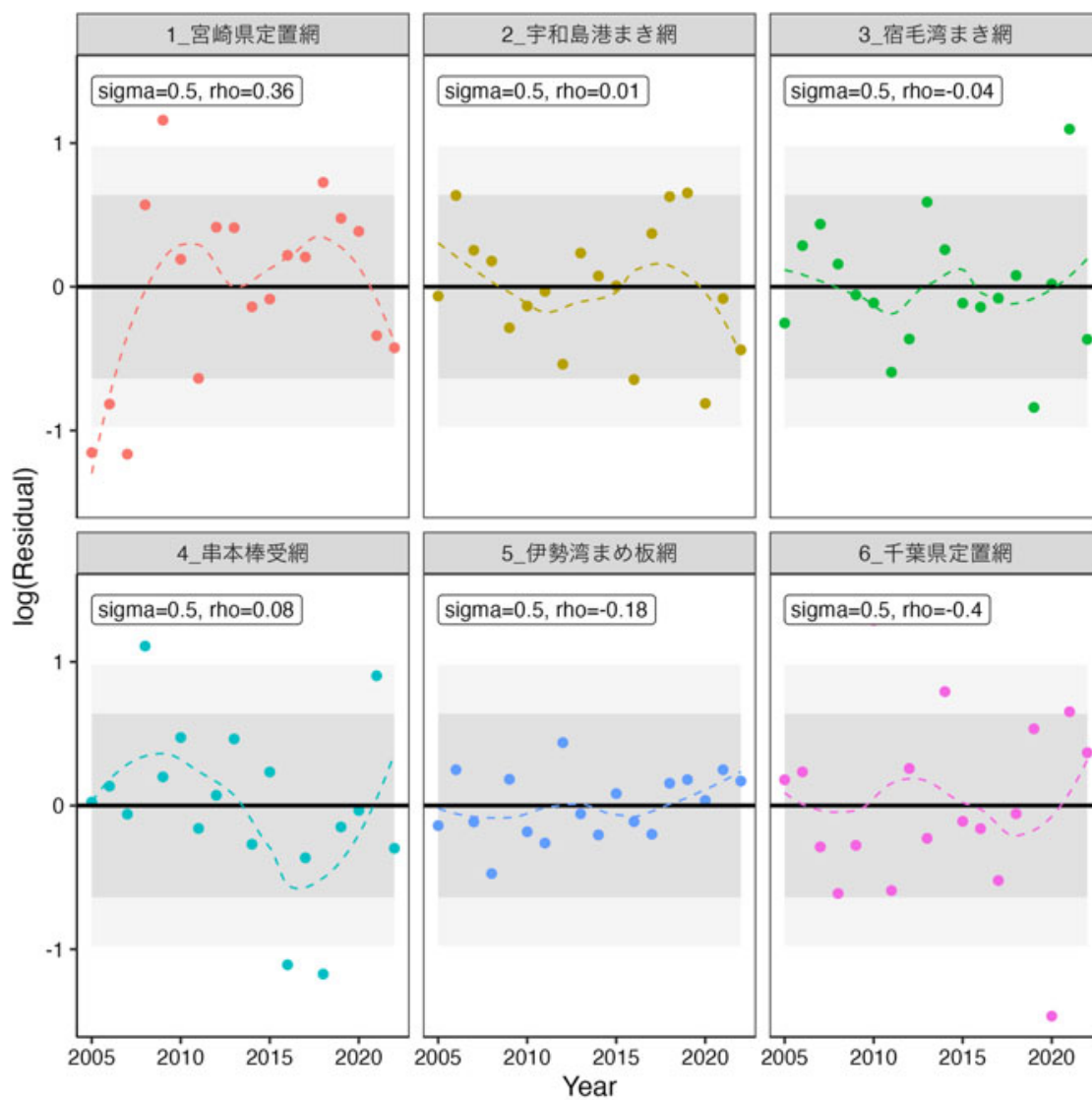
本年度評価では宮崎県定置網、宿毛湾まき網、伊勢湾まめ板網、および千葉県定置網の加入量指標値を標準化 CPUE に変更して解析を行なったが、比較のために、昨年度と同様の加入量指標値（宮崎県定置網ノミナル CPUE、宿毛湾まき網ノミナル CPUE、伊勢湾まめ板網漁獲量、千葉県定置網漁獲量）を用いて資源量推定および将来予測を行った場合についても試算した。手法は本文と同様である。

昨年度評価と同じ加入量指標値を用いて推定を行うと、例えば 2020 年以降の資源量が本年度評価の指標値を用いた場合の結果に比べ低くなった。結果の図表を以下に示す。



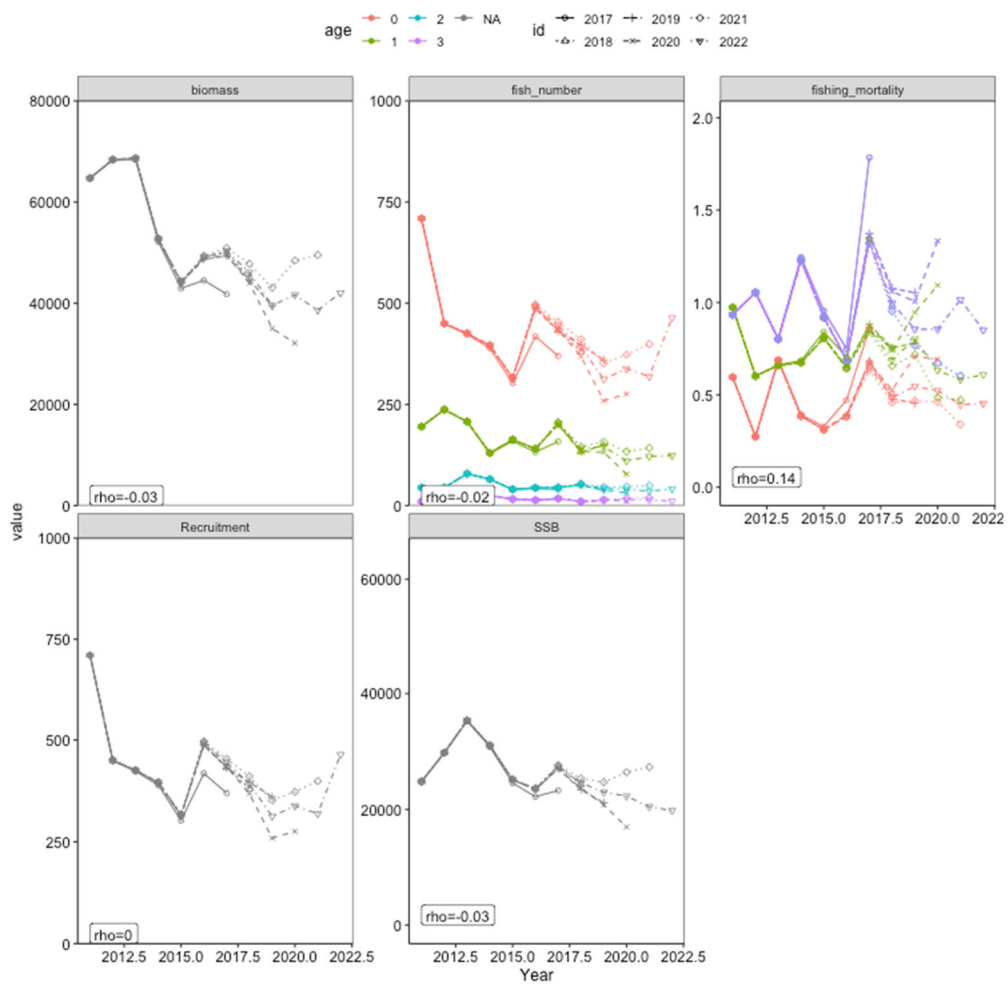
補足図 4-1. 従来の加入量指標値の推移

単位の異なる各指数の年変化を相対的に示すため縦軸は対数とした。

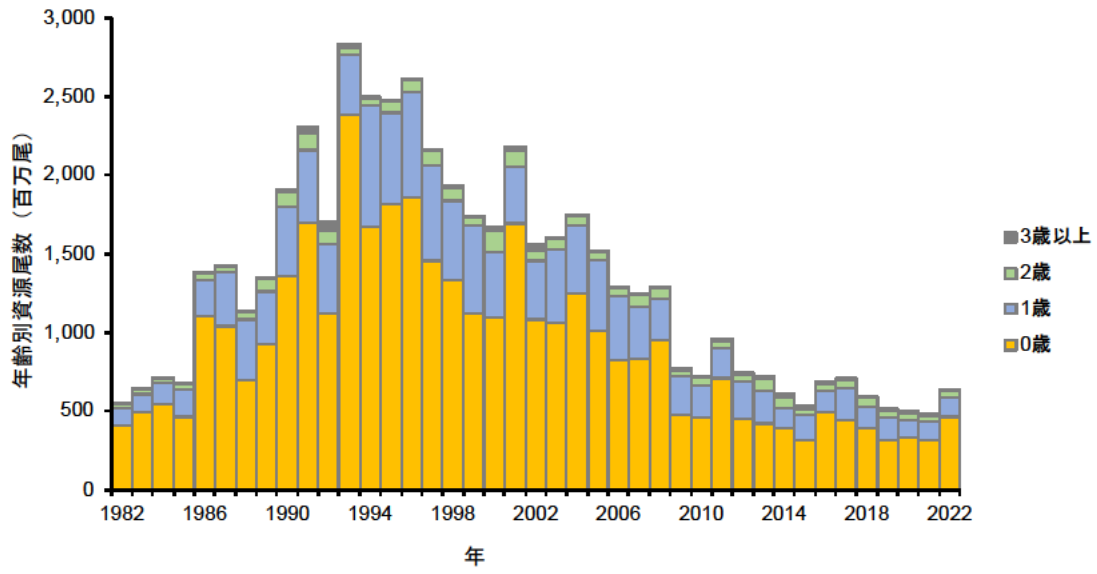


補足図 4-2. 各指標値の残差プロット

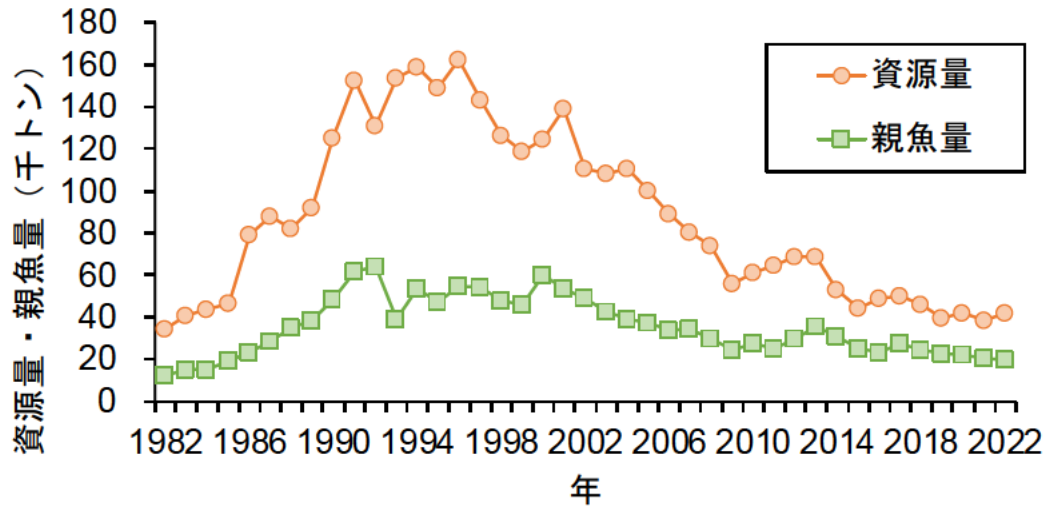
濃い灰色は 80%の信頼区間、薄い灰色は 95%の信頼区間を示す。



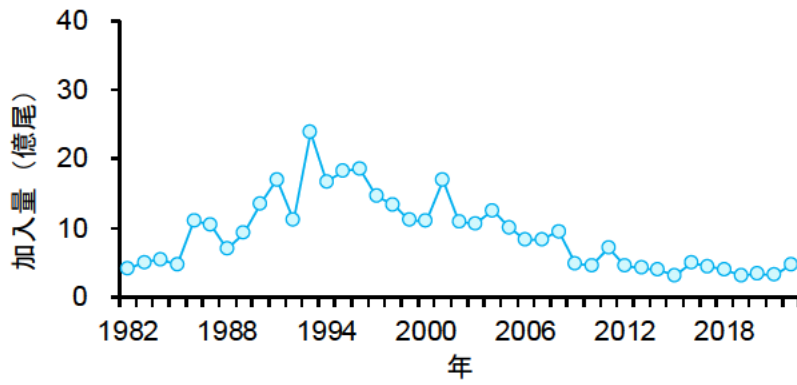
補足図 4-3. レトロスペクティブ解析の結果



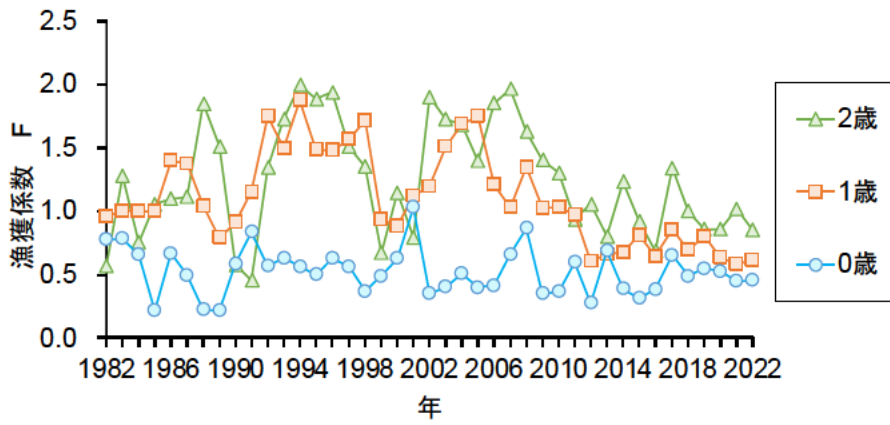
補足図 4-4. 年齢別資源尾数の経年変化



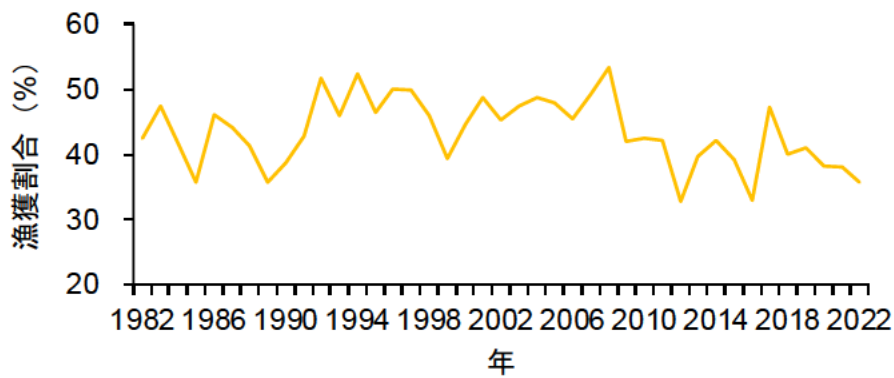
補足図 4-5. 資源量と親魚量の経年変化



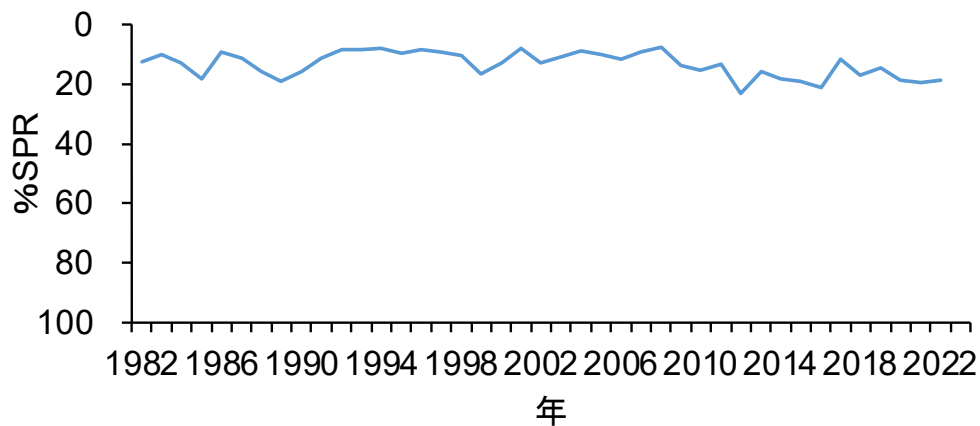
補足図 4-6. 加入量の経年変化



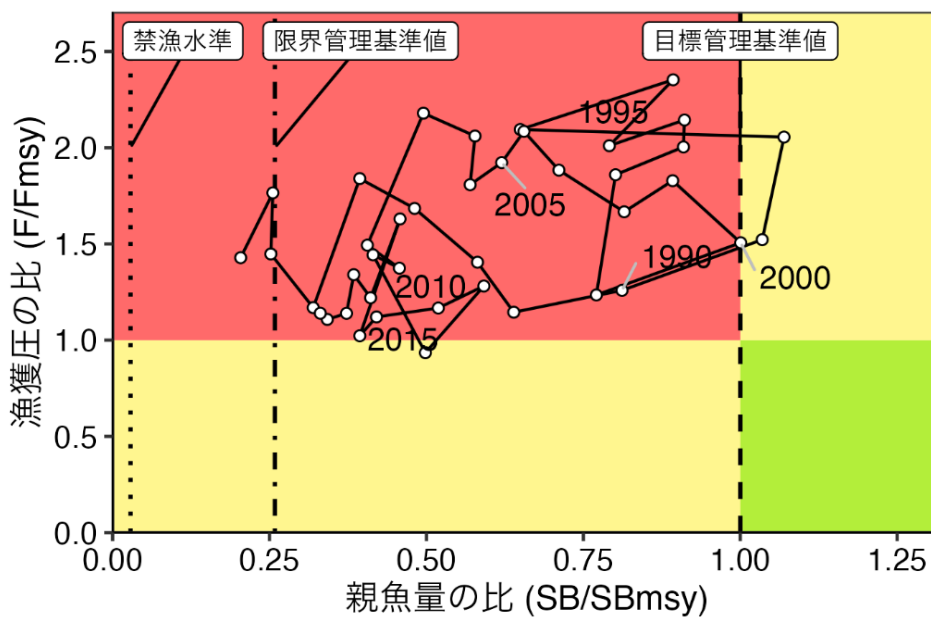
補足図 4-7. 年齢別漁獲係数 F の経年変化



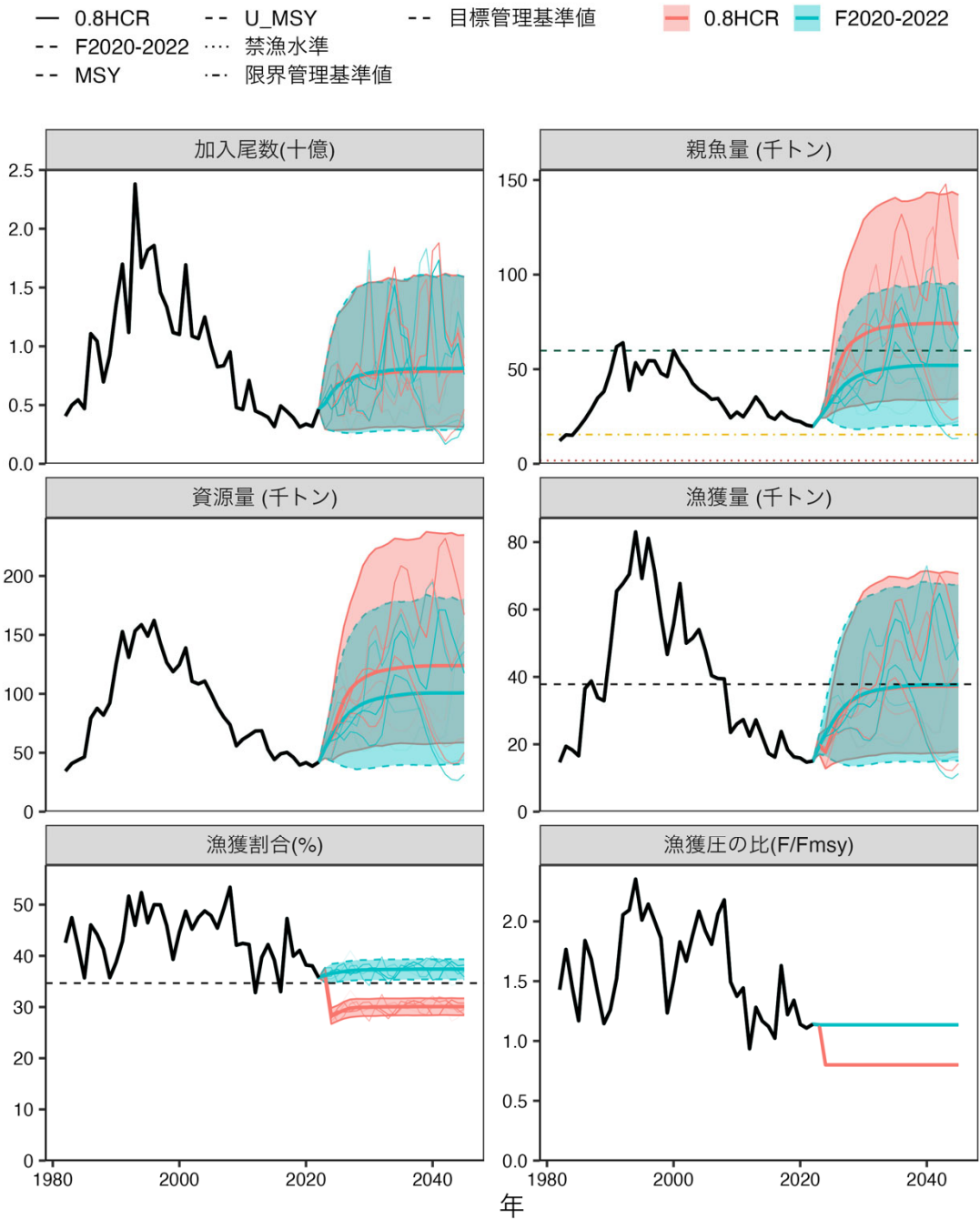
補足図 4-8. 漁獲割合の経年変化



補足図 4-9. %SPR の経年変化



補足図 4-10. 神戸プロット



(塗り:5-95%予測区間, 太い実線: 平均値, 細い実線: シミュレーションの1例)

補足図 4-11. 漁獲管理規則を用いた場合（赤線）と現状の漁獲圧での将来予測（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、黄点線は限界管理基準値を示す。漁獲割合の図の破線は U_{msy} を示す。漁獲管理規則での調整係数 β には 0.8 を用いた。

補足表 4-1. 漁獲量とコホート解析結果

年	漁獲量 (千トン)	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	加入量 (百万尾)	漁獲割合 (%)	再生産 成功率 (尾/kg)	%SPR	F/Fmsy
1982	13	34	12	406	43	33.3	12.7	1.4
1983	18	41	15	499	47	32.7	9.9	1.8
1984	17	44	15	544	42	36.1	12.9	1.4
1985	14	46	19	470	36	24.6	18.4	1.2
1986	37	79	24	1,107	46	47.0	9.3	1.8
1987	37	88	29	1,043	44	36.3	11.2	1.7
1988	30	82	35	697	41	20.0	15.9	1.4
1989	33	92	38	924	36	24.2	19.2	1.1
1990	42	125	49	1,353	39	27.9	15.8	1.3
1991	61	153	62	1,699	43	27.4	11.1	1.5
1992	62	131	64	1,118	52	17.5	8.6	2.1
1993	79	153	39	2,381	46	61.3	8.6	2.1
1994	80	159	53	1,669	52	31.3	7.8	2.4
1995	70	149	47	1,818	46	38.4	9.7	2.0
1996	80	162	54	1,858	50	34.1	8.5	2.1
1997	76	143	54	1,459	50	26.8	9.1	2.0
1998	40	127	48	1,335	46	27.9	10.5	1.9
1999	48	119	46	1,117	39	24.2	16.5	1.2
2000	56	125	60	1,100	45	18.4	12.8	1.5
2001	68	139	53	1,693	49	31.7	8.2	1.8
2002	50	111	49	1,087	45	22.3	12.9	1.7
2003	51	108	43	1,065	48	25.1	10.7	1.9
2004	54	111	39	1,249	49	31.9	9.0	2.1
2005	48	100	37	1,009	48	27.2	10.1	1.9
2006	40	89	34	825	45	24.2	11.5	1.8
2007	40	80	35	836	49	24.2	9.3	2.1
2008	39	74	30	953	53	32.2	7.5	2.2
2009	24	56	24	479	42	19.7	13.9	1.5
2010	26	61	27	462	42	16.9	15.5	1.4
2011	27	65	25	709	42	28.6	13.5	1.4
2012	22	68	30	450	33	15.1	23.1	0.9
2013	27	69	35	426	40	12.0	15.6	1.3
2014	22	53	31	396	42	12.8	18.4	1.2
2015	17	44	25	316	39	12.6	19.1	1.1
2016	16	49	24	493	33	20.9	21.1	1.0
2017	24	50	27	445	47	16.3	11.6	1.6
2018	18	46	25	392	40	16.0	17.1	1.2
2019	16	40	23	313	41	13.6	14.7	1.3
2020	16	42	22	338	38	15.2	18.5	1.1
2021	15	39	20	319	38	15.6	19.3	1.1
2022	15	42	20	464	36	23.5	18.5	1.1

補足表 4-2. 将来の親魚量が目標・限界管理基準値を上回る確率

a) 目標管理基準値を上回る確率 (%)

β	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.0	0	0	2	13	23	29	32	34	36	42	44
0.9	0	0	3	19	32	39	42	44	46	52	53
0.8	0	0	5	27	43	49	52	54	56	62	63
0.7	0	0	7	37	54	61	63	64	66	71	72
0.6	0	0	10	48	66	72	73	73	75	79	79
0.5	0	0	15	60	77	82	81	82	83	86	86
0.4	0	0	20	71	86	90	89	88	89	91	91
0.3	0	0	27	81	93	95	94	93	94	95	95
0.2	0	0	34	89	97	98	98	97	97	98	98
0.1	0	0	44	94	99	99	99	99	99	99	99
0	0	0	53	98	100	100	100	100	100	100	100
F2020-F2022	0	0	1	7	14	19	22	24	25	31	31

b) 限界管理基準値を上回る確率 (%)

β	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.0	100	100	100	100	100	99	99	99	99	99	99
0.9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	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	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F2020-F2022	100	100	100	99	98	98	97	97	97	98	98

β を 0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。比較のため現状の漁獲圧 (F2020-F2022, $\beta = 1.13$ に相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。太字は漁獲管理規則による管理開始から 10 年後を示す。

補足表 4-3. 将来の親魚量および漁獲量の平均値の推移

c) 親魚量の平均値の推移 (千トン)

β	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.0	24	29	36	43	48	51	54	55	56	60	60
0.9	24	29	38	47	54	57	60	61	63	67	67
0.8	24	29	40	52	59	64	66	68	70	74	74
0.7	24	29	43	57	66	71	74	76	78	83	83
0.6	24	29	45	62	74	79	82	84	87	92	92
0.5	24	29	48	68	82	88	91	94	97	103	104
0.4	24	29	50	75	92	99	102	105	109	116	117
0.3	24	29	53	82	103	111	114	117	122	132	132
0.2	24	29	57	91	116	126	128	132	138	151	151
0.1	24	29	60	100	131	143	145	149	157	175	176
0	24	29	63	110	148	164	167	170	179	206	207
F2020-F2022	24	29	33	38	42	44	46	48	49	52	52

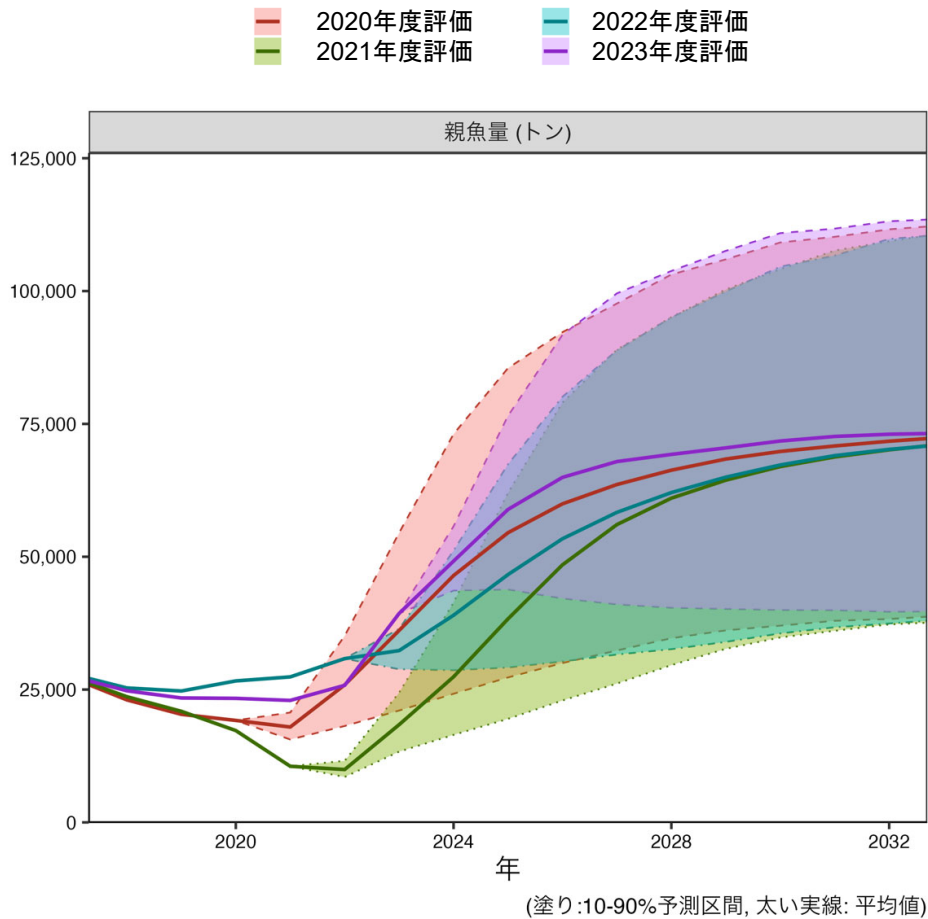
d) 漁獲量の平均値の推移 (千トン)

β	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2041	2051
1.0	20	21	25	29	32	33	34	35	36	38	38
0.9	20	19	24	29	31	33	34	35	36	38	38
0.8	20	18	23	28	31	33	34	35	35	37	37
0.7	20	16	22	27	30	32	33	34	35	36	36
0.6	20	14	20	25	29	30	31	32	33	35	35
0.5	20	12	18	23	27	28	29	30	31	33	33
0.4	20	10	15	20	24	25	26	27	28	30	30
0.3	20	8	12	17	20	22	22	23	24	25	25
0.2	20	5	9	13	15	16	17	17	18	19	20
0.1	20	3	5	7	9	9	10	10	10	11	11
0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F2020-F2022	20	23	26	29	31	33	34	35	36	38	38

β を 0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。比較のため現状の漁獲圧 (F2020-F2022, $\beta = 1.13$ に相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。太字は漁獲管理規則による管理開始から 10 年後を示す。

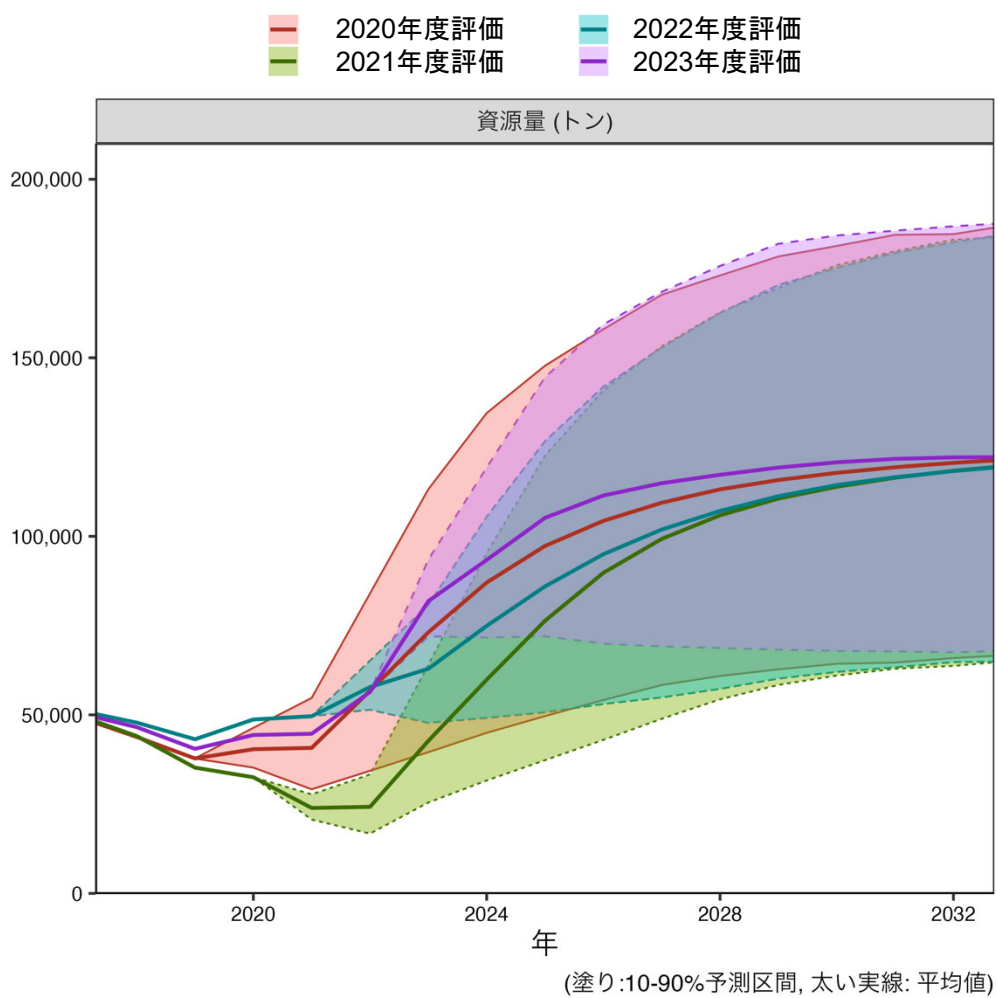
補足資料 5 過去の評価結果との比較

本年度の評価結果を過去の評価結果と比較した（補足図 5-1、5-2、5-3、補足表 5-1、5-2、5-3）。昨年（2022 年）度の評価結果と比べると、本年度評価で推定された 2019～2021 年の資源量は下方修正となった（補足図 5-2、補足表 5-2）。特に 2019 年級群の加入尾数については、昨年度評価では 3.5 億尾と推定されたが、本年度評価では 3.2 億尾へ下方修正となった（補足図 5-3、補足表 5-3）。この理由として、この年級群は 2022 年では 3 歳魚となるが、2022 年の 3 歳魚以上の漁獲尾数が 484 万尾と少なく、遑って 2019 年の加入尾数が下方修正されたと考えられる。また、2022 年の宇和島、宿毛湾、串本および千葉県 の 加入量指標値が低かったことも下方修正に影響を与えたと考えられる。



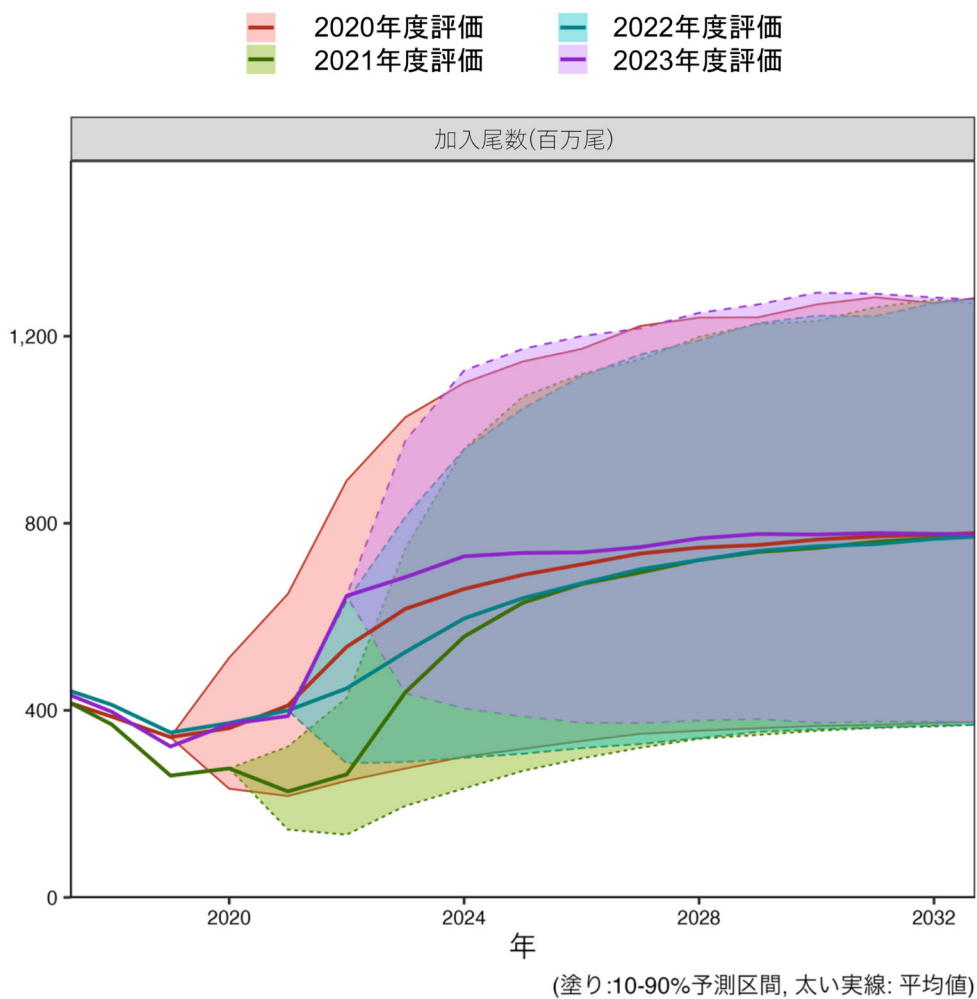
補足図 5-1. 評価年度別の親魚量の比較

親魚量推定結果および β を 0.8 とした場合の漁獲管理規則に基づく将来予測結果を示す。



補足図 5-2. 評価年度別の資源量の比較

資源量推定結果および β を 0.8 とした場合の漁獲管理規則に基づく将来予測結果を示す。



補足図 5-3. 評価年度別の加入尾数の比較

加入尾数推定結果および β を 0.8 とした場合の漁獲管理規則に基づく将来予測結果を示す。

補足表 5-1. 各年の評価年度別の親魚量（千トン）

	年			
評価年度	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年
2020	20			
2021	21	17		
2022	25	27	27	
2023	23	23	23	26

補足表 5-2. 各年の評価年度別の資源量（千トン）

	年			
評価年度	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年
2020	38			
2021	35	33		
2022	43	49	50	
2023	40	44	45	56

補足表 5-3. 各年の評価年度別の加入尾数（百万尾）

	年			
評価年度	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年
2020	343			
2021	260	276		
2022	353	373	400	
2023	323	371	388	645