FRA-SA2024-SC04-05

令和６（2024）年度マダイ瀬戸内海中・西部系群の資源評価

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（山本圭介・金谷彩友美・片町太輔・八木佑太）
参画機関：広島県立総合技術研究所水産海洋技術センター、山口県水産研究センター内海研究部、大分県農林水産研究指導センター水産研究部、愛媛県農林水産研究所水産研究センター栽培資源研究所、全国豊かな海づくり推進協会

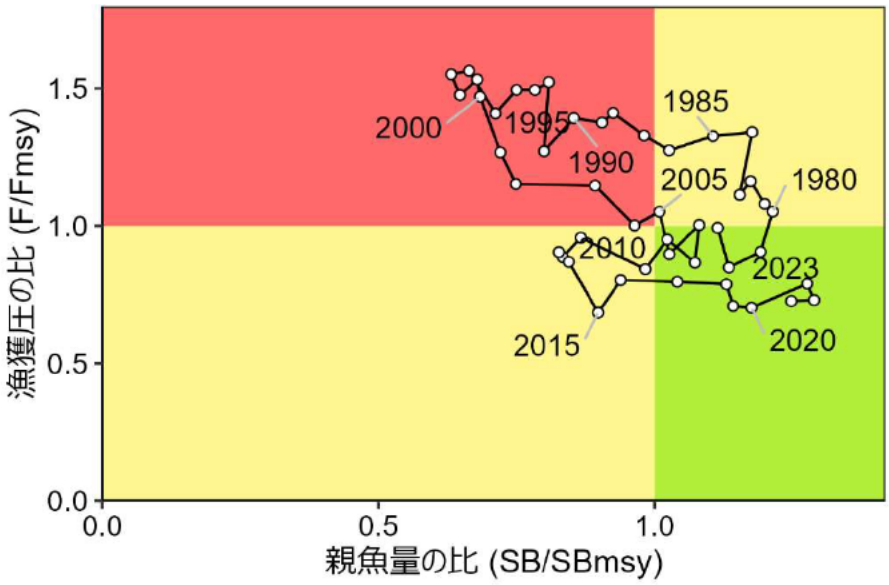
要　　約

本系群の資源量について、コホート解析により推定した。資源量は 1980 年に最高値の 125 百トンとなり、その後、1995 年まで徐々に減少した。1996～2000 年は横ばいで推移し、2001～2005 年は増加した。2006 年から再び減少傾向となった後、2013 年から 2020 年まで再び増加傾向で推移したが、その後は減少しており、2023 年は 102 百トンであった。親魚量は 1980 年の 69 百トンより減少し、1997 年には 36 百トンとなった。その後 2007 年まで増加傾向であったが、2008 年から減少に転じた。2014 年から 2022 年まで再び増加傾向で推移したが、2023 年はやや減少して 71 百トンであった。2023 年の加入量（天然のみ）は、868 万尾であり、直近 5 年間（2019～2023 年）は 443 万～1,119 万尾の間で減少傾向で推移している。本種は栽培対象種であり 2022 年には 161 万尾の人工種苗が放流された。2022 年の 0 歳魚漁獲物における人工種苗放流魚の混入率は 0.5%、添加効率（放流魚の漁獲加入までの生残率）は 0.016 と推定されている。

令和 3 年 9 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」において、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）を実現する親魚量（SBmsy）は 57 百トンである。この基準に従うと、本系群の 2023 年の親魚量は、MSY を実現する水準を上回る。また、本系群に対する 2023 年の漁獲圧は SBmsy を維持する漁獲圧（Fmsy）を下回る。親魚量の動向は直近 5 年間（2019～2023 年）の推移から「増加」と判断される。

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）	57 百トン
2023 年の親魚量の水準	MSY を実現する水準を上回る
2023 年の漁獲圧の水準	SBmsy を維持する水準を下回る
2023 年の親魚量の動向	増加
MSY	28 百トン
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。 ・近年の加入量が、再生産関係から期待される平均値を継続して下回っていることに留意する必要がある。	

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（百トン）	親魚量（百トン）	漁獲量（百トン）	F/Fmsy	漁獲割合（%）
2019	117	65	24	0.71	20
2020	119	67	22	0.70	19
2021	118	73	27	0.79	22
2022	109	74	24	0.73	22
2023	102	71	23	0.73	23
2024	98	66	22	0.75	22
2025	95	57	－	－	－
・2024、2025 年の値は将来予測に基づく平均値である。					

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（瀬戸内海中・西部（5 県））
資源量指数	生物情報収集調査、漁場別漁獲状況調査
自然死亡係数(M)	年齢別年当たり M=0.39（0 歳魚）、0.24（1 歳魚）、0.17（2 歳魚以上）とした（島本 1999）。
漁獲努力量	瀬戸内海区および太平洋南区における漁業動向（中国四国農政局統計部）
放流尾数	栽培漁業種苗生産、入手・放流実績（全国豊かな海づくり推進協会）
混入率	漁場別漁獲状況調査（山口県）

2. 生態

（1）分布・回遊

マダイ瀬戸内海中・西部系群の分布域を図 2-1 に示した。マダイは北海道から九州にかけて広範囲に分布する。我が国には 6 つの系群が分布するとされ、瀬戸内海中・西部系群のマダイは、燧灘、備後芸予瀬戸、安芸灘、伊予灘、周防灘の全域および豊後水道に分布する。尾叉長 10 cm 前後の幼魚期までは産卵場に近い成育場で生息するが、その後成長に伴って次第に生息範囲を拡大する。

（2）年齢・成長

満 1 歳（5 月基点）で 12.3 cm（38.3 g）、2 歳で 19.4 cm（150.5 g）、3 歳で 25.4 cm（338.6 g）、4 歳で 30.5 cm（586.4 g）に成長する（広島県 1983）（図 2-2）。寿命は 15～20 年である（広島県 1983）。なお、資源量計算には漁獲物の年齢別平均体重を用いた。

（3）成熟・産卵

3 歳で半数が産卵に加わり、4 歳以上で完全に成熟する（図 2-3）。しかし、広島湾では、雄は 3 歳で、雌は 4 歳で大部分の個体が成熟するとされ（北島 1978）、やや成熟が早い。産卵期は春季であり、瀬戸内海中央部の燧灘、備後芸予瀬戸、および安芸灘では 5 月中旬～6 月中旬、伊予灘では 3 月～4 月上旬に親魚が主要な産卵場に回遊して多回産卵を行う（広島県 1983）。

（4）被捕食関係

甲殻類のほか多毛類、尾虫類、魚類を主な餌とする（高場 1992）。稚幼魚期には魚食性魚類に捕食される。

3. 漁業の状況

（1）漁業の概要

瀬戸内海中・西部海域におけるマダイは主に船びき網（吾智網）、小型底びき網（以下、「小底」という）、釣漁業によって漁獲されてきた。瀬戸内海東部と比較して吾智網による漁獲の比率が高い。2023 年は吾智網 35%、小底 29%、刺網 15%、釣漁業 10%および小型定置網 8%の比率で漁獲された（図 3-1、表 3-1）。

（2）漁獲量の推移

本系群のマダイ漁獲量は 1953 年の 4,552 トンから減少傾向となり、1970 年には過去最低の 1,715 トンまで低下した（図 3-1、表 3-2）。その後、増加に転じ 1984 年には 3,351 トンにまで回復したが、再び減少傾向となり、2015 年には 2,057 トンになった。その後は緩やかに増加しており、2023 年は 2,298 トン（概数値）であった。

瀬戸内海区における遊漁調査でマダイは 1997 年に 120 トンの採捕が報告されている。これは、同年同海域のマダイ漁獲量 3,907 トンの 3%に当たる。このうち、中・西部（広島、山口、福岡、大分、愛媛）の採捕量は 48 トンで、マダイ漁獲量 2,828 トンの 2%を占めた（水産庁資源管理部沿岸沖合課 1998）。続く 2002 年の遊漁調査では瀬戸内海区のマダイ漁獲量 4,529 トンの 4%に相当する 195 トンの採捕が報告されている（水産庁資源管理部沿岸沖合課 2003）。さらに、2008 年の遊漁調査では瀬戸内海区のマダイ漁獲量 4,175 トンの 8%に相当する 331 トンの採捕が報告されている（水産庁資源管理部沿岸沖合課 2008）。これらの結果は、瀬戸内海区全体を対象としたものであり、瀬戸内海中・西部系群単体の状況は不明である。また、2018 年漁業センサスにおいては遊漁採捕量調査が実施されていない。

2022 年の瀬戸内海区の遊漁採捕量については 432～830 トン、瀬戸内海中・西部系群の遊漁採捕量については 129～304 トンと試算されている（山本 2023）。これらは、それぞれ同年の瀬戸内海区の漁獲量の 7～14%、瀬戸内海中・西部系群の漁獲量の 5～12%に相当する。

（3）漁獲努力量

瀬戸内海中・西部海域でマダイ漁獲量の約 3 割を漁獲している小底の延べ出漁隻日数は 1960 年代以降 2006 年まで減少傾向で推移した（図 3-3、表 3-3）。吾智網漁業の延べ出漁隻日数は統計が開始された 1996 年から 2000 年にかけてはやや増加傾向で進み、その後減少した後、2004～2006 年は横ばいで推移した。なお、2007 年以降の出漁日数は公表されていない。

4. 資源の状態

（1）資源評価の方法

1977～2023 年の 47 年間にわたる年別年齢別漁獲尾数データを用いたコホート解析により、年別年齢別の漁獲係数、資源尾数、資源量、親魚量を推定した（補足資料 1、2、補足表 2-1～2-4）。コホート解析においては、0 歳魚を除く直近年（2023 年）の漁獲圧（F 値）は最近年を除く直近 5 年間（2018～2022 年）の漁獲圧の平均に等しいと仮定した。また、

最近年の加入量については、最近年を除く直近 5 年間の 0 歳資源尾数の平均値とした。

（2）資源量指標値の推移

小底の CPUE（kg/隻日）は 1969 年に 0.09 であったが、1975 年には 0.95 まで増加した（図 4-1、表 3-3）。その後いったん減少したものの、1980 年代には再び増加し、1996 年には 3.33 と過去最高値を示した。その後は統計データの最終年である 2006 年まで 2.3～2.8 の付近をほぼ横ばいで推移した。

吾智網の CPUE は 1996～2006 年はほぼ増加傾向で推移しており、小底の CPUE が横ばいとなった 1990 年代後半以降も増加がみられた（図 4-1、表 3-3）。2007 年以降についてはデータが得られていない。

（3）資源量と漁獲圧の推移

資源量は 1980 年に 125 百トンとなり、その後、1995 年まで徐々に減少した（図 4-2、表 4-1）。1996～2000 年は横ばいで推移し、2001～2005 年は増加した。2006 年から再び減少傾向となった後、2013 年から 2020 年まで再び増加傾向で推移したが、その後は減少しており、2023 年は 102 百トンであった。

漁獲割合は、18.8～31.5%の間で変動している（図 4-2、表 4-1）。特に、1992～2000 年の間は漁獲割合が高く、平均が 30.2%であった。2001 年以降は 18.8～26.3%で比較的安定して推移し、2023 年は前年とほぼ横ばいの 22.5%であった。

親魚量は 1980 年の 69 百トンより減少し、1997 年には 36 百トンとなった（図 4-3、表 4-1）。その後 2007 年まで増加傾向であったが、2008 年から減少に転じた。2014 年から再び増加傾向で 2022 年まで推移したが、2023 年はやや減少し 71 百トンであった。

再生産成功率については、親魚量と逆相関の形で推移している（図 4-3）。この原因については不明であるが、一つの要因としては、瀬戸内海は島や海峡により“灘”と呼称される比較的狭い海域に区分されており、外海よりもはるかに閉鎖的な海域で産卵するため、仔稚魚期に強い密度効果が働いている可能性がある。

年齢別の漁獲係数 F の経年変化を図 4-4 と補足表 2-4 に示す。0 歳魚の F は 2010 年以降、非常に低い値で横ばいで推移し、2016 年からやや増加したが 2021 年、2022 年と減少した。1 歳魚の F は 1984～1997 年は高水準であった。その後、2002 年を除くと 2010 年以降は低い水準で推移している。2 歳魚も同様に、1984～1988 年は高水準であったが以降は漸減傾向で推移している。3 歳魚、4 歳魚および 5 歳魚（6 歳以上は 5 歳魚と同値）の F は 2002 年以降、増減はあるものの概ね横ばいで推移している。

自然死亡係数 M の感度解析として M を 30%増減させた場合、推定値の変動幅は資源量で 86～119%、加入量で 72～142%、親魚量で 88～116%となる（図 4-5）。

（4）種苗放流と加入尾数

本種は栽培対象種であり 1963 年から人工種苗の放流が行われている。過去最大放流数は 1987 年の 460 万尾である（表 3-2、補足表 2-2）。それ以降、2007 年まで減少傾向で推移し、近年は横ばいとなっている。2022 年には 161 万尾の人工種苗が放流された。

0 歳魚漁獲物における人工種苗放流魚の補正済み混入率の過去 5 年（2018～2022 年）平

均は 0.8%であり、添加効率（放流魚の漁獲加入までの生残率）の過去 5 年平均も 0.03 と高くない。2022 年については補正済み混入率が 0.5%、添加効率が 0.016 と推定された（補足表 2-2）。なお、本系群の混入率データについては系群全体に対しての収集体制が整備されておらず、限定的な情報に基づくものであることから、精度は高くないと考えられる。しかしながら、人口種苗の放流数自体が少ないことから、混入率の精度が資源評価結果に及ぼす影響は限定的と考えられる。

人工種苗由来の加入尾数は、1987 年に 341 万尾で過去最高となったが、その後は減少傾向となり低調に推移している（表 4-1）。2022 年の人工種苗由来の加入尾数は 2.6 万尾である。放流尾数のデータが公表されていない 2023 年の人工種苗由来の加入尾数については、2018～2022 年の人工種苗由来の加入尾数の平均値である 4.2 万尾と仮定した。

（5）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 4-6 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。2023 年の%SPR は 20%であった（表 4-1）。

最大持続生産量（MSY）を実現する漁獲圧（Fmsy）に対する YPR と%SPR の関係を図 4-7 に示す。Fmsy は%SPR に換算すると 14%に相当する。また、現状の漁獲圧である 2018～2022 年の F の平均値（F2018-2022）は、この Fmsy を下回るが、F30%SPR は上回る。

（6）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 4-8 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再生産関係が適用されている（山本ほか 2021）。ここで、再生産関係式のパラメータ推定に使用したデータは、令和 3（2021）年度の資源評価に基づく親魚量・加入量であり（山本・片町 2022）、最適化方法には最小二乗法を用いている。また、加入量の残差の自己相関を考慮している。再生産関係式の各パラメータを補足表 6-1 に示す。

（7）現在の環境下において MSY を実現する水準

現在（1977 年以降）の環境下における最大持続生産量 MSY、MSY を実現する親魚量（SBmsy）および SBmsy を維持する漁獲圧（Fmsy）として上記の「管理基準値等に関する研究機関会議」で推定された値（山本ほか 2021）を補足表 6-2 に示す。

（8）資源の水準・動向および漁獲圧の水準

MSY を実現する親魚量（SBmsy）と SBmsy を維持する漁獲圧（Fmsy）を基準にした神戸プロットを図 4-9 に示す。また、2023 年の親魚量と漁獲圧の概要を補足表 6-3 に示す。2023 年の親魚量は SBmsy を上回っており、SBmsy の 1.25 倍である。また、2023 年の漁獲圧は Fmsy を下回っており、Fmsy の 0.73 倍である。なお、神戸プロットに示した漁獲圧の比（F/Fmsy）とは、各年の F の選択率の下で Fmsy の漁獲圧を与える F を%SPR 換算して求めた値と、各年の F 値との比である。親魚量の動向は、直近 5 年間（2019～2023 年）の

推移から増加と判断される。本系群の親魚量は 2010～2016 年には SBmsy を下回っていたが、2008 年から漁獲圧が Fmsy 以下となっており、2017 年以降の親魚量は SBmsy を上回る水準に維持されている。

5. 資源評価のまとめ

2023 年の資源量は 102 百トン、親魚量は 71 百トンで MSY を実現する親魚量（SBmsy、57 百トン）を上回っている。2023 年の漁獲圧は SBmsy を維持する漁獲圧（Fmsy）を下回っている。親魚量の動向は増加傾向である。

6. その他

本系群では若齢魚（0～1 歳魚）が積極的な漁獲対象とされておらず若齢魚の漁獲尾数は 2004 年までに大きく減少した（図 3-2）。2015 年以降には 0 歳魚の漁獲尾数が若干増加したが、その後再び減少している。この要因としては、吾智網漁業の漁獲量が増加していることや、小底において年齢別漁獲割合が高齢魚にシフトしていることなどから、高価格帯の中・大型魚を対象とした狙い操業が先鋭化している可能性が考えられる。

7. 引用文献

広島県 (1983) 斎島地区人工礁漁場造成事業調査報告書. 74 pp.

北島　力 (1978) マダイ採卵と稚魚の量産に関する研究. 長崎県水産試験場論文集 5, 95 pp.

島本信夫 (1999) 瀬戸内海東部海域におけるマダイの資源変動および栽培漁業に関する研究. 兵庫水試研報, 35, 43-112.

水産庁資源管理部沿岸沖合課 (1998) 遊漁採捕量調査報告書平成 9 年. 115 pp.

水産庁資源管理部沿岸沖合課 (2003) 遊漁採捕量調査報告書平成 14 年. 72 pp.

水産庁資源管理部沿岸沖合課 (2008) 遊漁採捕量調査報告書平成 20 年. 99 pp.

山本圭介 (2023) 瀬戸内海における遊漁によるマダイ採捕量の推定. FRA-SA2023-SC06-101.

山本圭介・片町太輔・山下夕帆・鈴木重則 (2021) 令和 3 (2021) 年度マダイ瀬戸内海中・西部系群の管理基準値案等に関する研究機関会議資料. FRA-SA2021-BRP04-001, 水産研究・教育機構, 1-50.http://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/20210928/doc_madai_setonaikai-mw_RIM.pdf (last acessed 27 July 2022)

山本圭介・片町太輔 (2022)　令和 3 (2021) 年度マダイ瀬戸内海中・西部系群の資源評価. FRA-SA2021-RC03-6, 令和 3 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産庁・水産研究・教育機構, 1-39.https://abchan.fra.go.jp/digests2021/details/202149.pdf (last acessed 27 July 2022)

図 2-1.　分布域

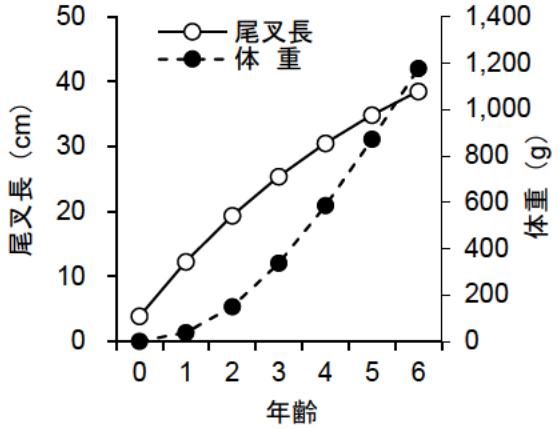


図 2-2.　　年齢と成長の関係（参考値）

注）資源量推定には補足表 2-1 に示した年齢別平均体重を用いた。

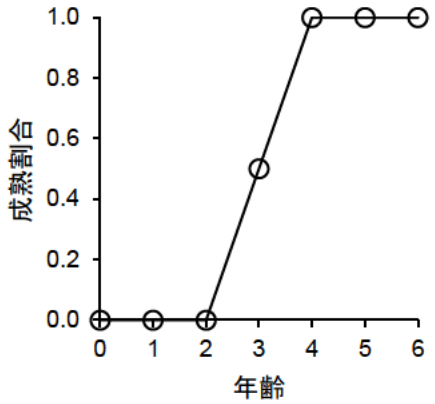


図 2-3.　年齢と成熟率の関係

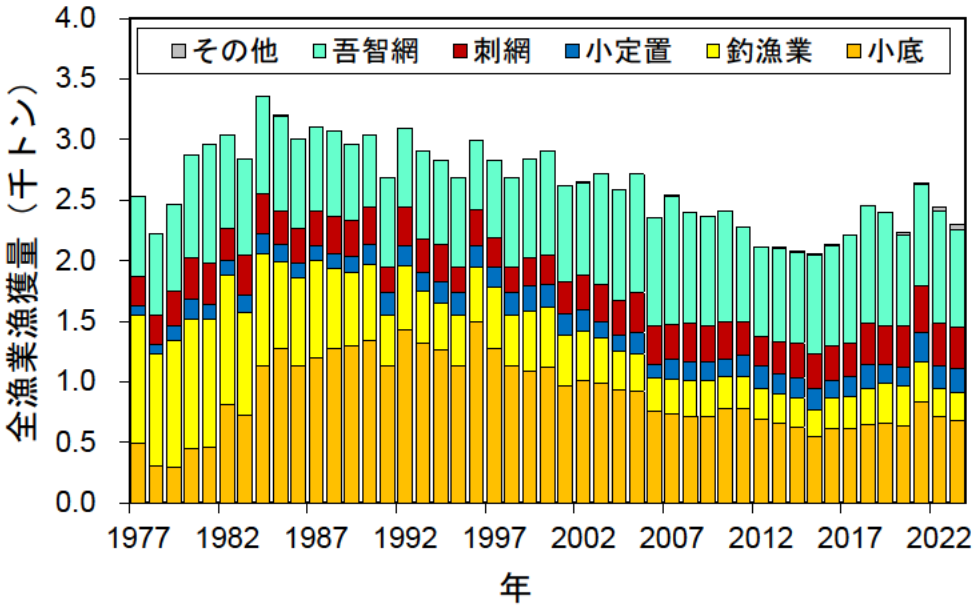


図 3-1.　漁獲量の推移

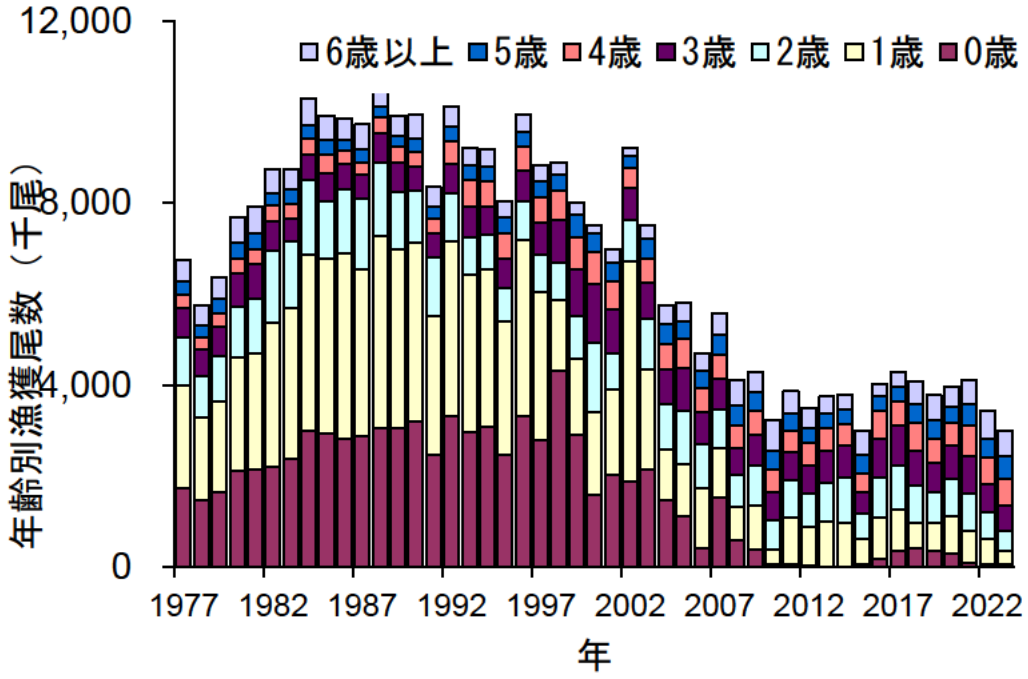


図 3-2(a).　年齢別漁獲尾数の経年変化

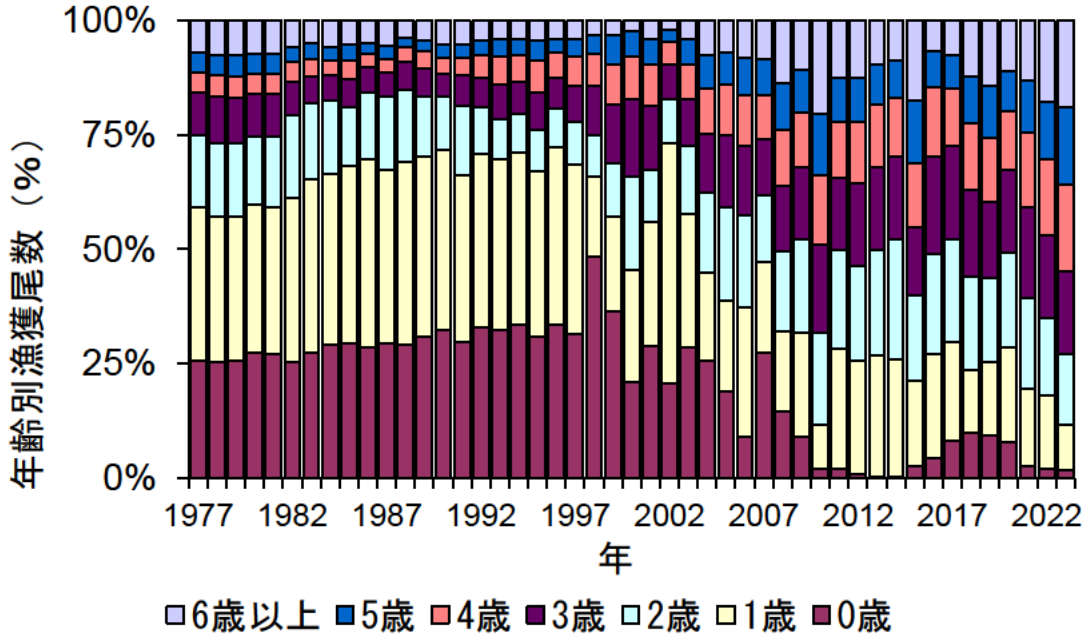


図 3-2(b).　年齢別漁獲尾数の経年変化（比率）

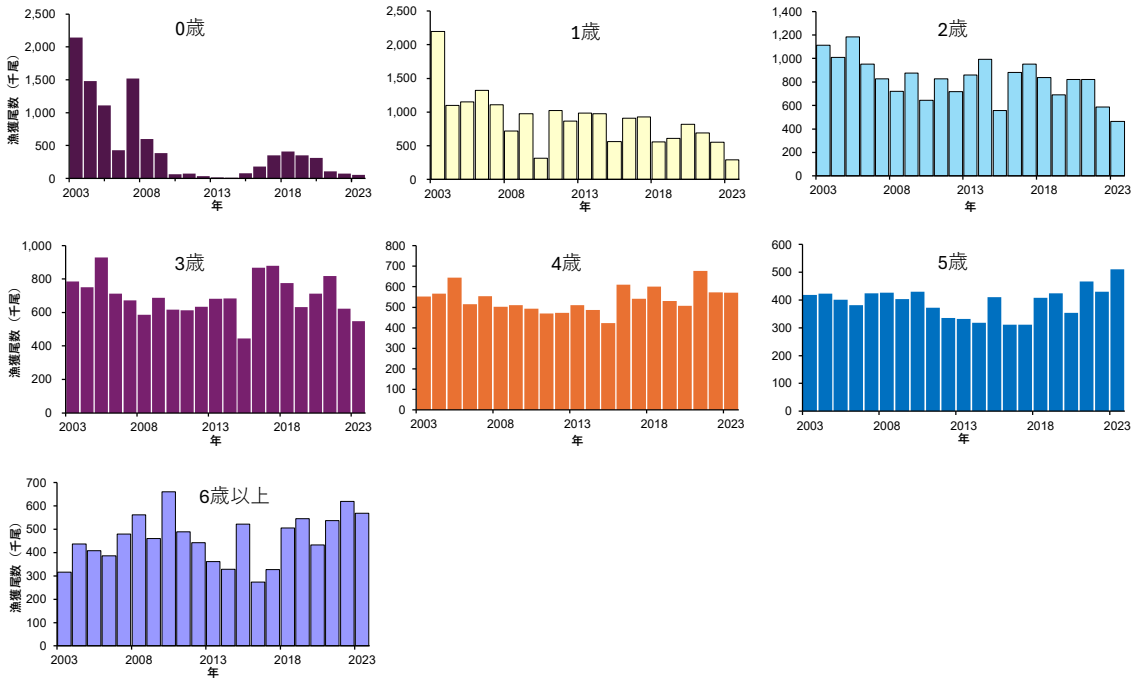


図 3-2(c).　年齢別漁獲尾数の経年変化（年齢個別）

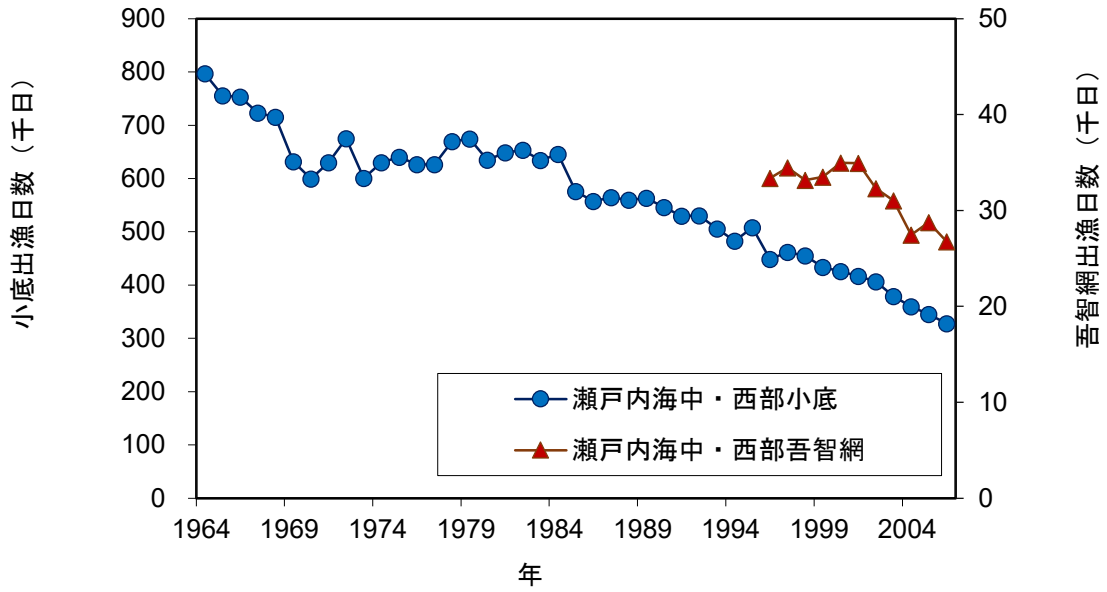


図 3-3.　小型底びき網漁業と吾智網漁業の延べ出漁隻日数の推移（1964～2006 年）

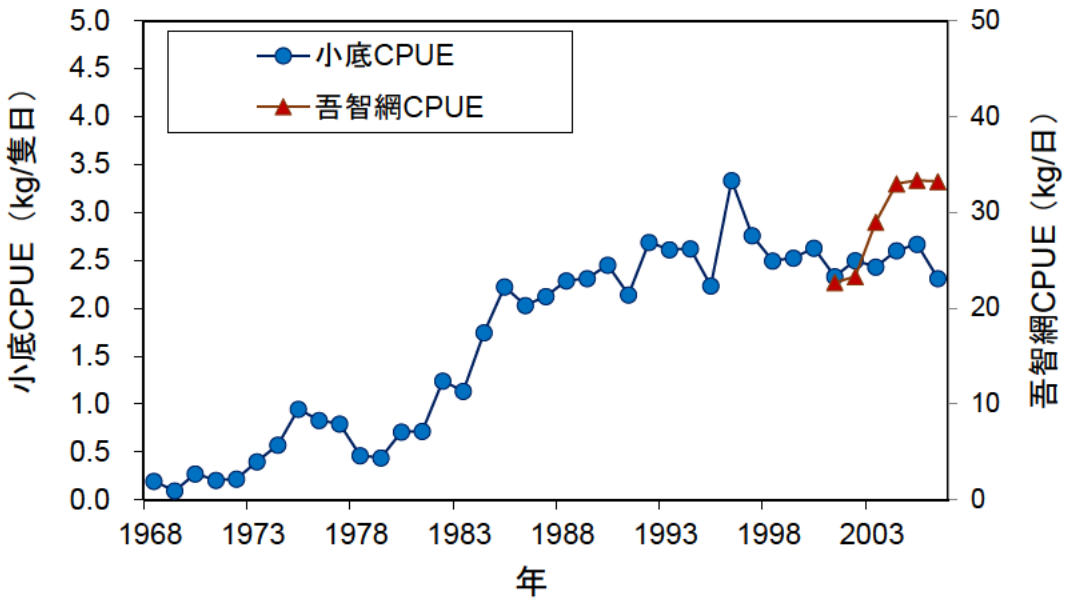


図 4-1.　小型底びき網漁業と吾智網漁業の CPUE の推移

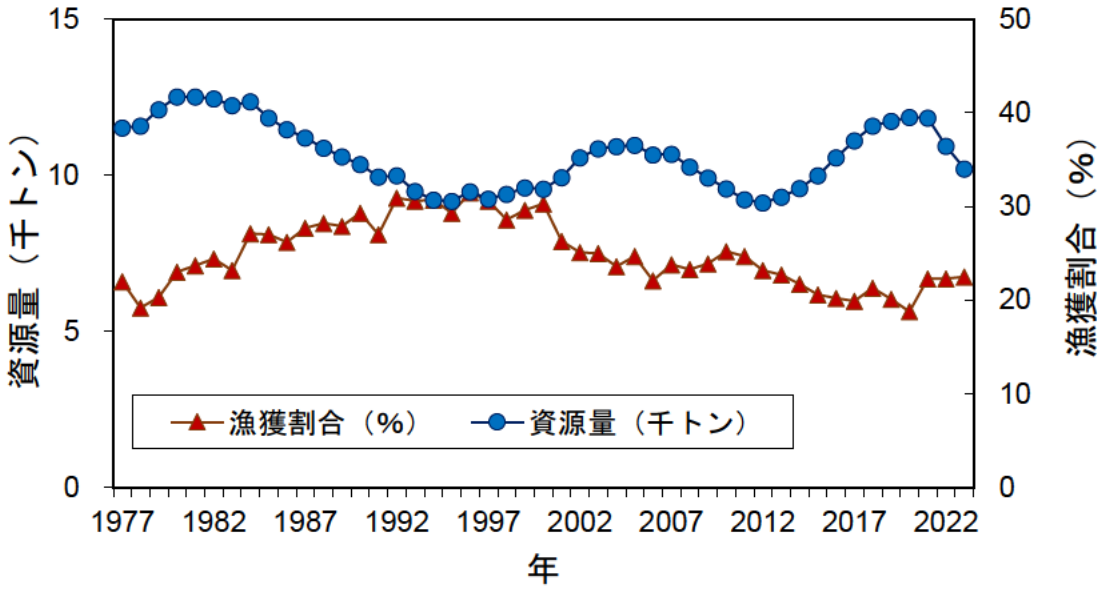


図 4-2.　資源量と漁獲割合の推移

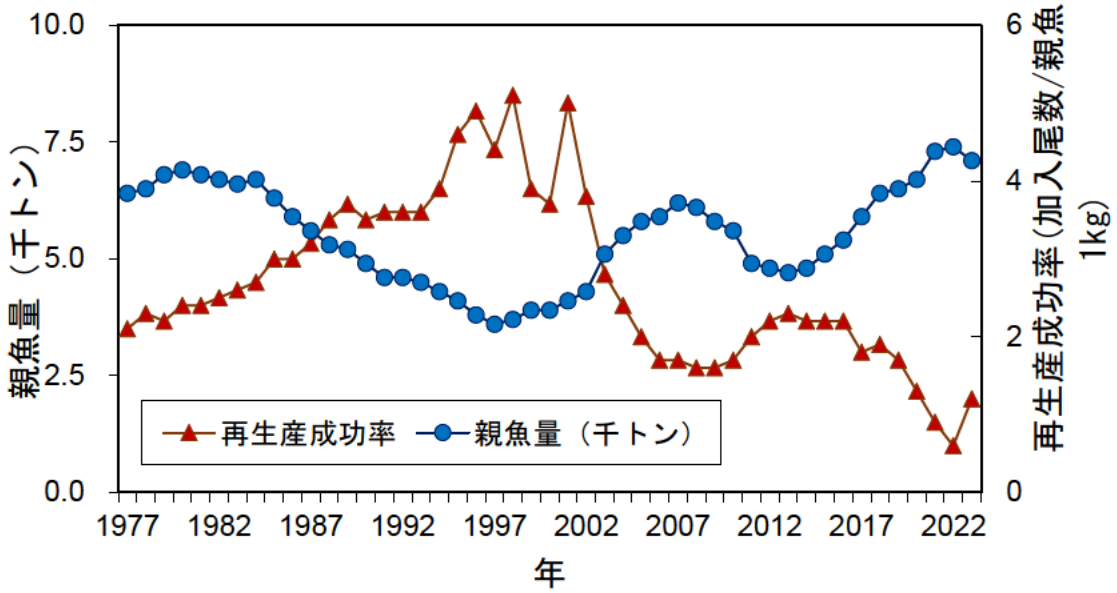


図 4-3.　親魚量と再生産成功率の推移

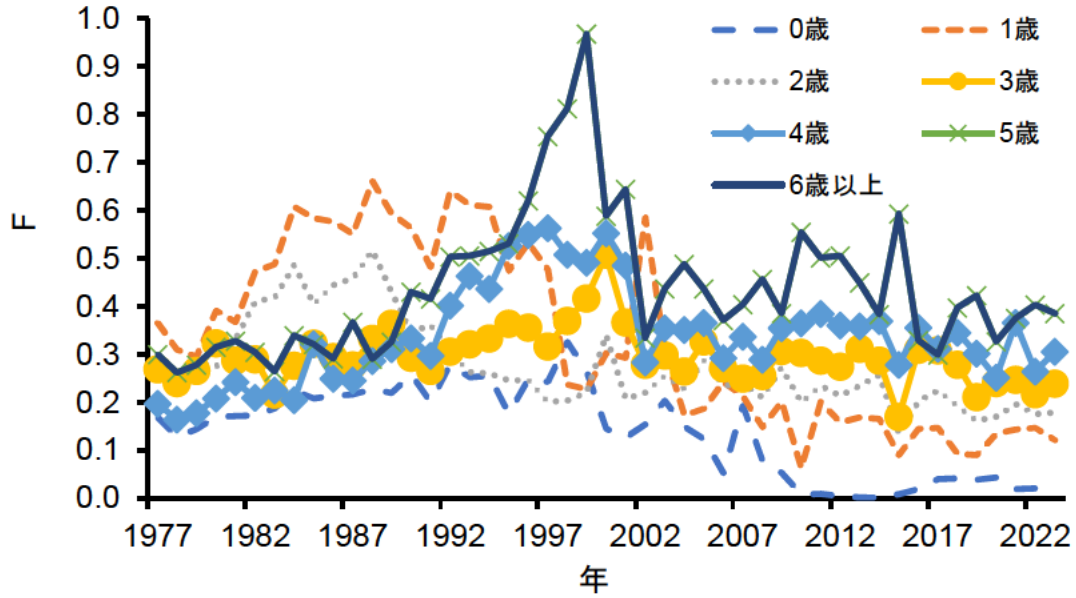


図 4-4.　年齢別漁獲係数 F の経年変化

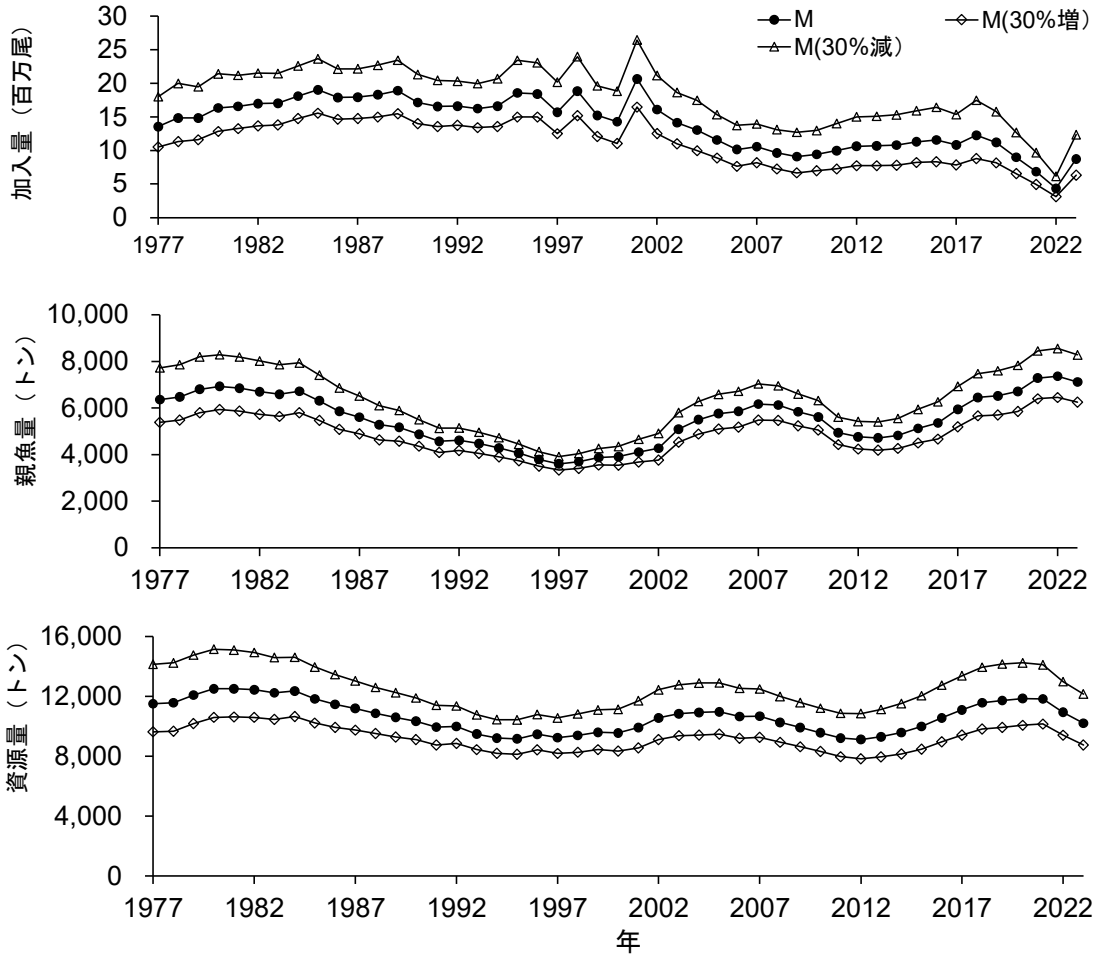


図 4-5.　自然死亡係数の変化による各推定結果の変化

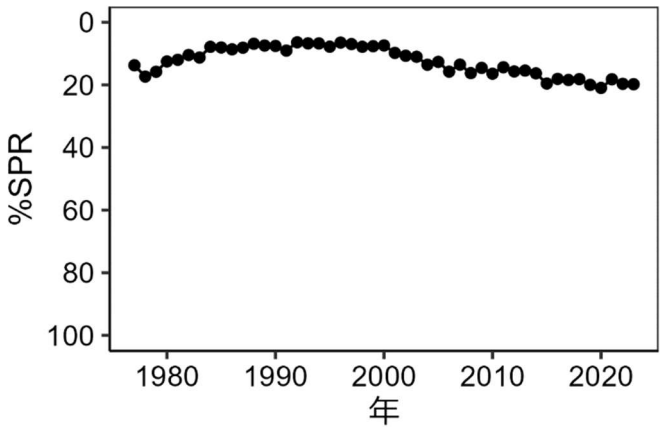


図 4-6.　%SPR の推移

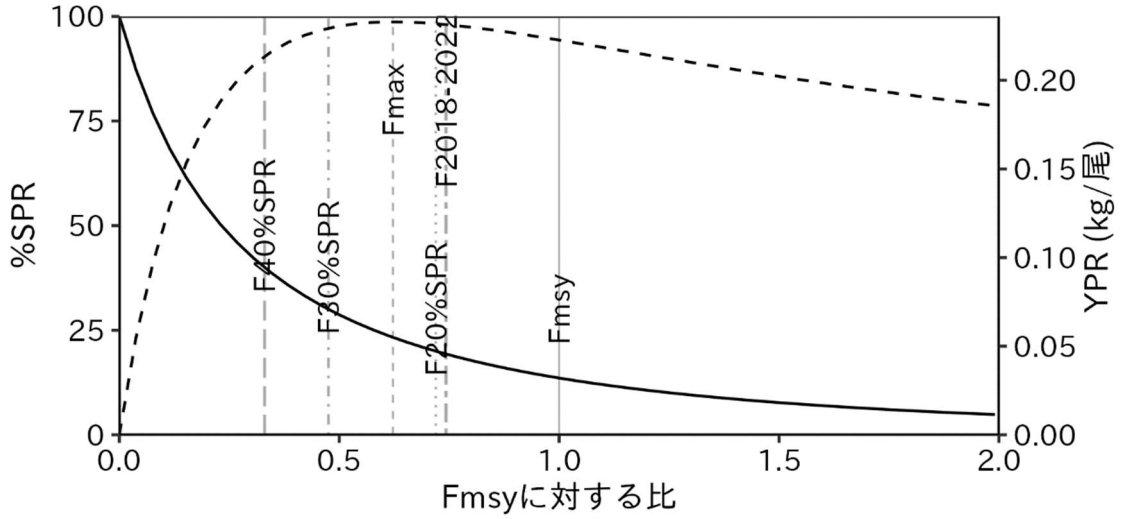


図 4-7.　Fmsy に対する YPR と%SPR の関係

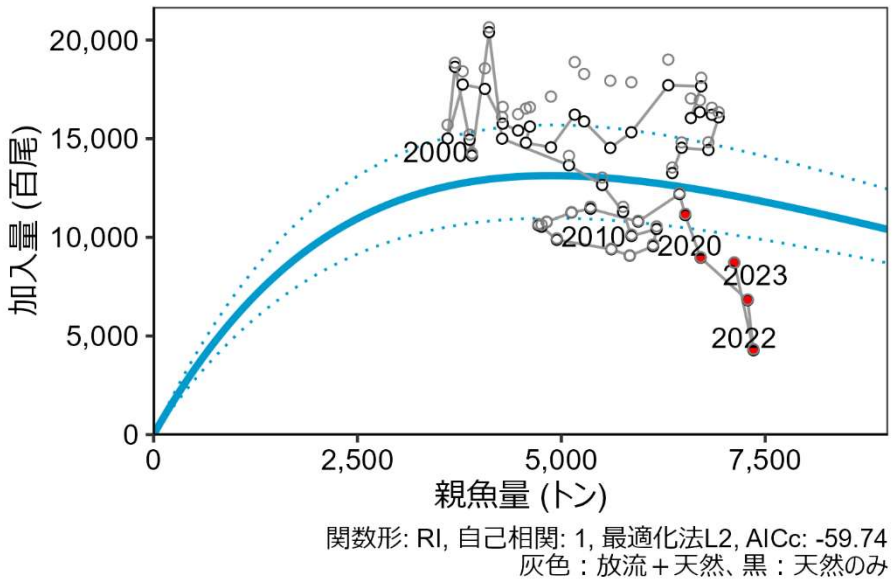


図 4-8.　親魚量と加入量の関係（再生産関係）

再生産関係には自己相関を考慮したリッカー（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。灰色丸印は再生産関係の分析に使用した令和 3 年度評価時の 1977～2021 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 1977～2018 年の親魚量と加入量を、赤丸印は直近 5 年間（2019～2023 年）の親魚量と加入量を示す。

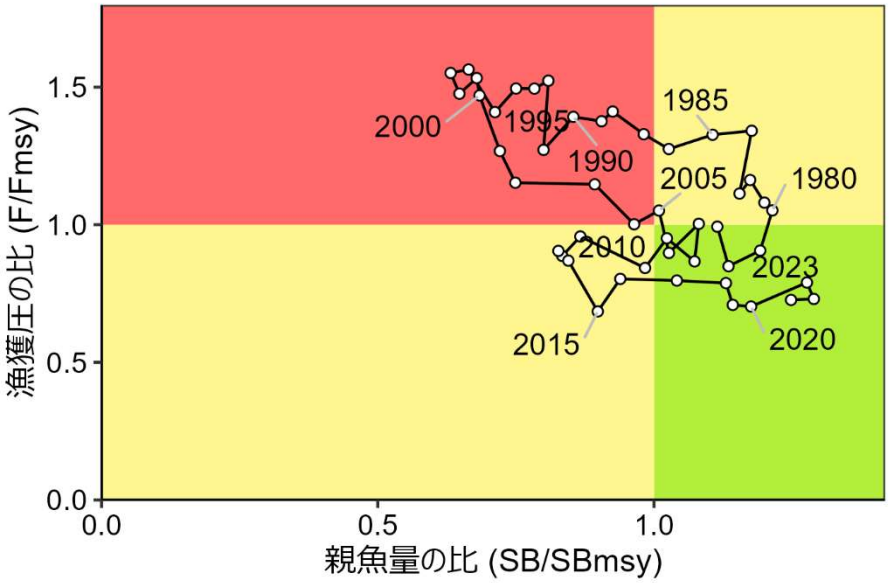


図 4-9.　最大持続生産量（MSY）を実現する親魚量（SBmsy）と SBmsy を維持する漁獲圧（Fmsy）に対する過去の親魚量および漁獲圧の関係（神戸プロット）

表 3-1.　漁法別漁獲量（トン）

年	船びき網(吾智網)	小型底びき網	刺　網	釣漁業	小型定置網	そ の 他
1977	661	497	243	1,049	79	0
1978	668	311	239	917	84	0
1979	715	297	284	1,043	121	0
1980	844	452	343	1,063	171	0
1981	977	464	349	1,053	118	2
1982	776	811	255	1,073	122	0
1983	799	720	325	851	146	0
1984	802	1,128	329	924	168	0
1985	787	1,280	274	709	146	1
1986	738	1,131	295	731	113	0
1987	694	1,199	284	796	131	0
1988	706	1,279	303	661	120	0
1989	627	1,302	296	595	142	0
1990	586	1,338	318	625	165	0
1991	738	1,134	214	414	184	0
1992	648	1,426	317	536	164	0
1993	732	1,320	272	425	159	0
1994	687	1,265	312	383	180	0
1995	738	1,134	214	414	184	0
1996	565	1,495	297	451	180	0
1997	637	1,274	241	502	174	0
1998	738	1,134	214	414	184	0
1999	815	1,093	240	491	203	0
2000	858	1,119	246	498	181	0
2001	793	972	258	416	177	0
2002	761	1,014	283	408	174	15
2003	909	984	303	378	138	0
2004	913	936	286	321	127	0
2005	975	922	326	307	184	0
2006	889	758	317	270	118	0
2007	1,057	737	292	281	168	2
2008	914	710	312	304	155	1
2009	897	712	300	301	153	5
2010	915	779	305	262	149	1
2011	783	778	269	262	181	8
2012	728	688	253	252	186	8
2013	765	656	270	248	160	16
2014	756	622	284	241	166	9
2015	810	544	297	229	166	11
2016	833	616	281	246	150	9
2017	896	608	271	268	170	2
2018	976	642	340	308	190	1
2019	931	661	315	324	163	1
2020	752	636	344	330	150	22
2021	842	838	382	331	240	10
2022	929	709	348	237	188	25
2023	808	676	348	240	189	39

表 3-2.　漁獲量および放流量の推移

年	漁獲量（トン）	放流数（千尾）	年	漁獲量（トン）	放流数（千尾）
1952	2,888	-	1988	3,069	3,252
1953	4,552	-	1989	2,962	2,665
1954	3,825	-	1990	3,032	2,577
1955	3,463	-	1991	2,684	2,859
1956	3,504	-	1992	3,091	2,881
1957	3,359	-	1993	2,908	2,549
1958	2,995	-	1994	2,827	2,894
1959	2,616	-	1995	2,684	3,160
1960	2,547	-	1996	2,988	2,754
1961	2,396	-	1997	2,828	2,729
1962	2,051	-	1998	2,684	2,594
1963	2,141	-	1999	2,842	2,494
1964	2,219	-	2000	2,902	1,672
1965	2,466	-	2001	2,616	2,614
1966	2,198	-	2002	2,655	2,907
1967	2,352	-	2003	2,712	2,109
1968	2,136	-	2004	2,583	2,329
1969	2,107	-	2005	2,714	2,044
1970	1,715	-	2006	2,352	1,882
1971	1,801	-	2007	2,537	1,387
1972	1,737	-	2008	2,396	1,189
1973	1,764	-	2009	2,368	1,208
1974	1,894	-	2010	2,411	1,795
1975	2,440	-	2011	2,281	1,391
1976	2,629	-	2012	2,115	1,116
1977	2,529	904	2013	2,115	1,427
1978	2,219	879	2014	2,078	1,436
1979	2,460	1,271	2015	2,057	1,301
1980	2,873	834	2016	2,135	1,436
1981	2,963	1,145	2017	2,215	1,346
1982	3,037	1,941	2018	2,460	1,389
1983	2,841	3,196	2019	2,362	1,511
1984	3,351	2,409	2020	2,234	1,587
1985	3,197	1,301	2021	2,658	1,659
1986	3,008	3,011	2022	2,444	1,608
1987	3,104	4,604	2023	2,298	

表 3-3. 瀬戸内海中・西部における小型底びき網、吾智網の延べ出漁隻日数ならびに CPUE の推移

年	小型底びき網		吾智網	
	延べ出漁隻日数	CPUE(kg/隻日)	延べ出漁隻日数	CPUE(kg/隻日)
1964	796,901			
1965	755,659			
1966	753,015			
1967	723,284			
1968	715,095	0.19		
1969	632,084	0.09		
1970	599,295	0.27		
1971	630,356	0.21		
1972	674,944	0.22		
1973	600,716	0.40		
1974	629,814	0.57		
1975	640,510	0.95		
1976	626,597	0.83		
1977	626,727	0.79		
1978	669,456	0.46		
1979	674,799	0.44		
1980	634,928	0.71		
1981	648,573	0.72		
1982	653,764	1.24		
1983	634,269	1.14		
1984	645,659	1.75		
1985	575,857	2.22		
1986	557,396	2.03		
1987	564,863	2.12		
1988	559,620	2.29		
1989	563,501	2.31		
1990	546,127	2.45		
1991	529,766	2.14		
1992	530,601	2.69		
1993	505,924	2.61		
1994	482,581	2.62		
1995	508,114	2.23		
1996	448,545	3.33	33,373	16.9
1997	461,875	2.76	34,483	18.5
1998	454,987	2.49	33,173	22.2
1999	433,293	2.52	33,510	24.3
2000	425,874	2.63	34,977	24.5
2001	417,031	2.33	34,943	22.7
2002	406,323	2.50	32,296	23.3
2003	378,825	2.43	31,020	29.0
2004	359,732	2.60	27,455	33.0
2005	345,488	2.67	28,757	33.3
2006	328,128	2.31	26,764	33.2

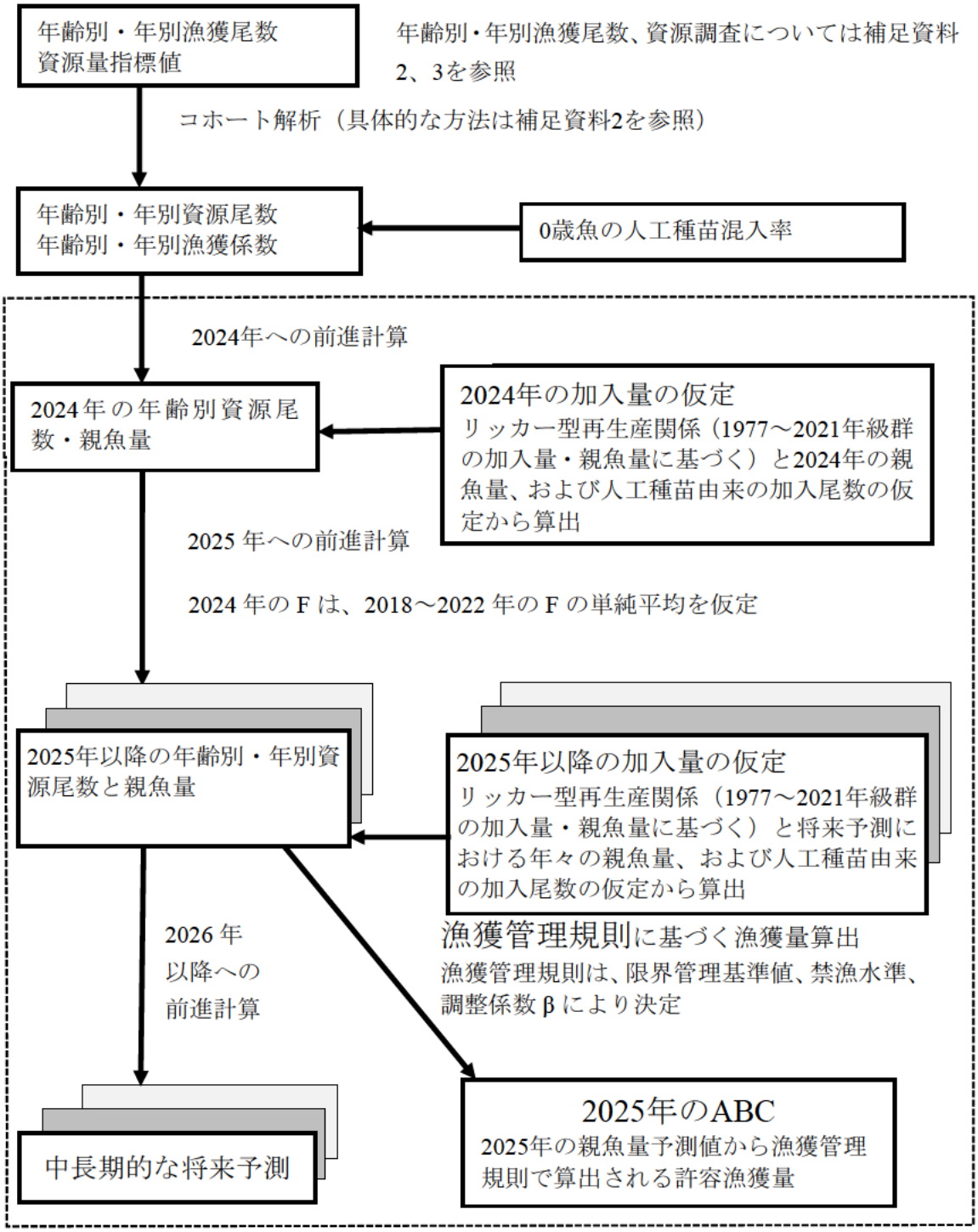
表 4-1. 資源解析結果

年	漁獲量（トン）	資源量（トン）	親魚量（トン）	漁獲割合（%）	0歳魚加入尾数（千尾）			%SPR	F/Fmsy	RPS（尾/kg）
					天然+放流	天然	人工種苗由来			
1977	2,529	11,517	6,362	22 0	13,539	13,258	280	14	0 99	2 1
1978	2,219	11,580	6,477	19 2	14,811	14,539	272	17	0 85	2 3
1979	2,460	12,100	6,804	20 3	14,820	14,426	394	16	0 91	2 2
1980	2,873	12,516	6,929	23 0	16,342	16,083	259	13	1 05	2 4
1981	2,963	12,516	6,848	23 7	16,568	16,213	355	12	1 08	2 4
1982	3,037	12,447	6,701	24 4	16,949	16,347	602	10	1 16	2 5
1983	2,841	12,239	6,590	23 2	17,038	16,047	991	11	1 11	2 6
1984	3,351	12,363	6,715	27 1	18,088	17,654	434	8	1 34	2 7
1985	3,197	11,836	6,312	27 0	19,009	17,708	1,301	8	1 33	3 0
1986	3,008	11,468	5,859	26 2	17,860	15,325	2,535	9	1 28	3 0
1987	3,104	11,197	5,602	27 7	17,938	14,531	3,407	8	1 33	3 2
1988	3,069	10,876	5,280	28 2	18,280	15,873	2,406	7	1 41	3 5
1989	2,962	10,600	5,166	27 9	18,883	16,218	2,665	7	1 38	3 7
1990	3,032	10,350	4,872	29 3	17,135	14,558	2,577	8	1 39	3 5
1991	2,684	9,946	4,566	27 0	16,528	14,792	1,735	9	1 27	3 6
1992	3,091	9,990	4,614	30 9	16,595	15,616	980	6	1 52	3 6
1993	2,908	9,492	4,470	30 6	16,240	15,411	828	7	1 49	3 6
1994	2,827	9,216	4,281	30 7	16,608	15,760	848	7	1 49	3 9
1995	2,684	9,166	4,063	29 3	18,564	17,524	1,040	8	1 41	4 6
1996	2,988	9,477	3,792	31 5	18,413	17,749	664	6	1 56	4 9
1997	2,828	9,239	3,607	30 6	15,699	15,009	690	7	1 55	4 4
1998	2,684	9,395	3,696	28 6	18,850	18,642	208	8	1 48	5 1
1999	2,842	9,597	3,875	29 6	15,207	14,947	259	8	1 53	3 9
2000	2,902	9,563	3,905	30 3	14,267	14,138	129	7	1 47	3 7
2001	2,616	9,928	4,113	26 3	20,645	20,396	248	10	1 27	5 0
2002	2,655	10,563	4,274	25 1	16,094	15,001	1,093	11	1 15	3 8
2003	2,712	10,852	5,095	25 0	14,131	13,650	481	11	1 15	2 8
2004	2,583	10,922	5,502	23 6	13,031	12,653	377	14	1 00	2 4
2005	2,714	10,968	5,758	24 7	11,545	11,292	253	13	1 05	2 0
2006	2,352	10,653	5,861	22 1	10,137	10,066	72	16	0 90	1 7
2007	2,537	10,677	6,168	23 8	10,555	10,418	137	14	1 00	1 7
2008	2,396	10,269	6,125	23 3	9,633	9,546	87	16	0 87	1 6
2009	2,368	9,918	5,840	23 9	9,086	9,067	18	15	0 95	1 6
2010	2,411	9,568	5,615	25 2	9,424	9,395	29	16	0 84	1 7
2011	2,281	9,219	4,945	24 7	9,944	9,874	70	14	0 96	2 0
2012	2,115	9,123	4,758	23 2	10,632	10,536	96	16	0 89	2 2
2013	2,115	9,305	4,720	22 7	10,675	10,611	64	15	0 90	2 3
2014	2,078	9,583	4,821	21 7	10,792	10,781	11	16	0 87	2 2
2015	2,057	9,990	5,126	20 6	11,280	11,258	22	20	0 68	2 2
2016	2,135	10,566	5,358	20 2	11,547	11,449	98	18	0 80	2 2
2017	2,215	11,104	5,943	19 9	10,843	10,801	42	18	0 80	1 8
2018	2,460	11,575	6,448	21 3	12,251	12,212	39	18	0 79	1 9
2019	2,362	11,734	6,520	20 1	11,191	11,132	59	20	0 71	1 7
2020	2,234	11,857	6,711	18 8	8,994	8,926	68	21	0 70	1 3
2021	2,658	11,840	7,285	22 3	6,847	6,829	18	18	0 79	0 9
2022	2,438	10,935	7,357	22 3	4,327	4,301	26	20	0 73	0 6
2023	2,298	10,211	7,122	22 5	8722*[1]	8,680	42*[2]	20	0 73	1 2

※1 2023 年の 0 歳魚加入尾数（天然+放流）は 2018～2022 年の平均値

※2 2023 年の人口種苗由来の 0 歳魚加入尾数は 2018～2022 年の平均値

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

1977～2023 年までの 47 年間にわたる漁法別年齢別漁獲尾数データをもとに、コホート解析により年齢別資源尾数、資源量、漁獲係数を推定した。年齢起算日は 5 月 1 日である。

自然死亡係数（Ma）は年齢 a による差を与え、M0=0.39、M1=0.24、M2+=0.17 とした（島本 1999）。資源尾数から資源量への変換には、補足表 2-1 に示した年齢別平均体重を使用した。

（2）年別年齢別資源尾数と漁獲係数 F の計算方法

年別年齢別資源尾数ならびに漁獲係数 F は、以下に示した Pope の近似式により求めた（平松 1999）。

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

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

ここで、Na,y は y 年における a 歳魚の資源尾数、Fa,y は y 年における a 歳魚の漁獲係数、Ca,y は y 年における a 歳魚の漁獲尾数である。

6 歳以上はプラスグループとし、5 歳と 6 歳以上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。

$$N_{5,y} = \left(\frac{C_{5,y}}{(C_{5,y} + C_{6+,y})}\right)N_{6+,y+1}\exp(M_5) + C_{5,y}\exp\left(\frac{M_5}{2}\right)$$

$$N_{6+,y} = \left(\frac{C_{6+,y}}{C_{5,y}}\right)N_{5,y}$$

コホート解析における最近年の 1～6＋歳の資源尾数は以下の式で求めた。

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

最近年の 0 歳魚の資源尾数については不確実性が高く、1 歳魚以上と同様に過去数年間の F の平均値を用いて計算すると、0 歳魚の推定資源尾数（N0）が不合理な水準まで跳ね上がる現象が生じやすい。これを防ぐため、本系群の資源量推定においては最近年の N0 に最近年を除く直近 5 年間の N0 の平均値を用いており、本年度評価についても最近年である 2023 年の N0 には最近年を除く直近 5 年間（2018～2022 年）の N0 の平均値を用いる

方法を採用した。なお、この N0 は、天然由来の 0 歳魚と人工種苗由来 0 歳魚の両方を含んだ値である。

最近年の F（0 歳を除く）は、F6+,y を未知パラメータとし、F1,y～F5,y を最近年を除く直近 5 年間の平均に等しいと仮定した上で、F6+,y=F5,y となる様な F6+,y をエクセルのソルバーを使用して探索的に求めた。

最近年の 0 歳魚の F（F0,y）は、既に N0 が最近年を除く直近 5 年間の N0 の平均値として求められているので、それと最近年の 0 歳魚の漁獲尾数 C0,y および自然死亡係数 M0 を用いて計算した。

$$F_{0,y} = -\ln\left(1 - \frac{C_{0,y}\exp\left(\frac{M_0}{2}\right)}{N_{0,y}}\right)$$

（3）0 歳魚資源尾数の天然由来個体と人工種苗放流由来への分解

以下の式に基づき、コホート解析で計算された 0 歳魚資源尾数を天然由来の 0 歳魚と人工種苗放流由来の 0 歳魚に分割した。

$$Ra_y = N_{0,y} \times \text{人工種苗混入率} = y\text{年の人工種苗放流尾数} \times \text{添加効率}$$

$$\text{添加効率} = \frac{N_{0,y} \times \text{補正済人工種苗混入率}}{y\text{年の人工種苗放流尾数}}$$

$$Rn_y = N_{0,y} - Ra_y$$

ここで、

Ra,y：y 年における人工種苗由来の 0 歳魚資源尾数
Rn,y：y 年における天然由来の 0 歳魚資源尾数
N0,y：コホート解析で推定された y 年における 0 歳魚資源尾数

であり、混入率としては山口県の値を使用した（補足表 2-2）。

（4）SPR、YPR 計算

SPR、YPR は次式を用いて計算した。各種パラメータには補足表 2-1 の表に示した値を用いた。

$$\text{SPR} = \sum_{a=0}^{\infty}\left[\prod_{k=0}^{a} exp\{-(F_k + M_k)\}\right] \times W_a \times SR_a$$

$$\mathrm{YPR} = \sum_{a=0}^{\infty}\left[\prod_{k=0}^{a} exp\{-(F_k + M_k)\}\right] \times W_a \times \exp\left(-\frac{M_a}{2}\right) \times \{1 - exp(-F_a)\}$$

ここで、SRa は a 歳における生残率である。

解析結果の詳細を、補足表 2-3、2-4 に示す。

（5）モデル診断結果

「令和 6（2024）年度 資源評価のモデル診断手順と情報提供指針（FRA-SA2024-ABCWG02-03）」に従い、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。

レトロスペクティブ解析の結果を補足図 2-1 に示す。データの追加・更新が行われることで、近年は 0 歳魚資源尾数が下方修正される傾向が見られる。

（6）その他

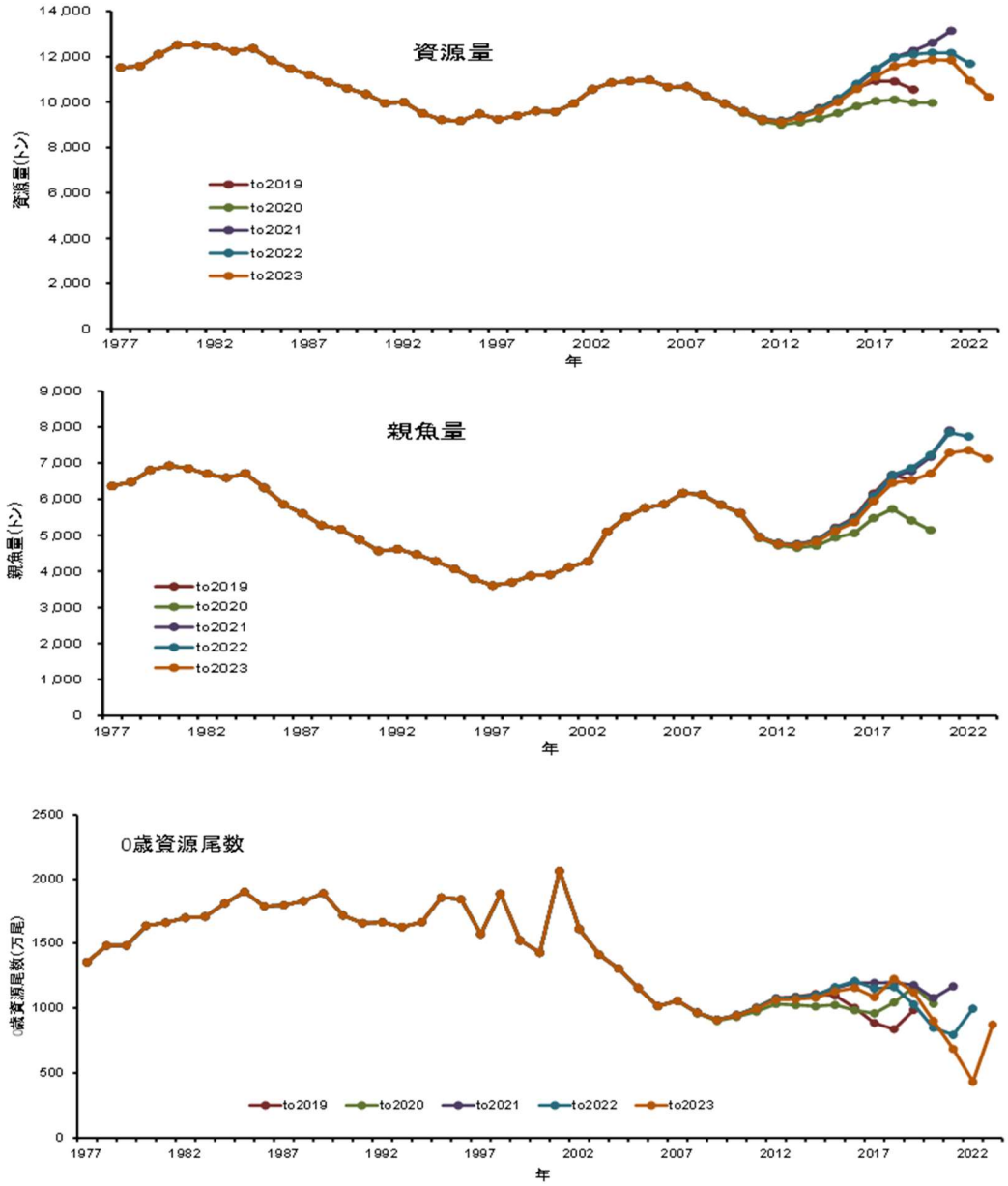
本系群においてもチューニングの導入が資源評価の課題とされている。そのため、資源量指標値として小底の CPUE などを検討したが、適切な指標となり得るような資源量指標値は得られていない。チューニングの導入に向け、引き続き適切な資源量指標値の検討が必要である。

引用文献

平松一彦 (1999) VPA の入門と実際. 水産資源管理談話会報, 19, 25-40.

資源評価高度化作業部会 (2023) 令和 5 (2023) 年度 資源評価のモデル診断手順と情報提供指針. FRA-SA2023-ABCWG02-03.

島本信夫 (1999) 瀬戸内海東部海域におけるマダイの資源変動および栽培漁業に関する研究. 兵庫水試研報, 35, 43-112.



補足図 2-1.　　トロスペクティブ解析の結果
上段：資源量、中段：親魚量、下段：0 歳資源尾数

補足表 2-1. コホート解析に用いたパラメータ

年齢	平均体重(g)	成熟割合	M
0	77	0	0.39
1	201	0	0.24
2	353	0	0.17
3	534	0.5	0.17
4	734	1	0.17
5	967	1	0.17
6+	1,526	1	0.17

補足表 2-2. 放流尾数、加入尾数、添加効率、混入率

年	0歳魚加入尾数（千尾）		放流尾数(千尾)	添加効率	混入率（%）
	天然+放流	天然			
1977	13,539	13,258	904	0 310	
1978	14,811	14,539	879	0 310	
1979	14,820	14,426	1,271	0 310	
1980	16,342	16,083	834	0 310	
1981	16,568	16,213	1,145	0 310	
1982	16,949	16,347	1,941	0 310	
1983	17,038	16,047	3,196	0 310	
1984	18,088	17,654	2,409	0 180	
1985	19,009	17,708	1,301	1.000	
1986	17,860	15,325	3,011	0.842	
1987	17,938	14,531	4,604	0.740	
1988	18,280	15,873	3,252	0.740	
1989	18,883	16,218	2,665	1.000	
1990	17,135	14,558	2,577	1.000	
1991	16,528	14,792	2,859	0.607	
1992	16,595	15,616	2,881	0 340	
1993	16,240	15,411	2,549	0 325	
1994	16,608	15,760	2,894	0 293	
1995	18,564	17,524	3,160	0 329	
1996	18,413	17,749	2,754	0 241	
1997	15,699	15,009	2,729	0 253	
1998	18,850	18,642	2,594	0.080	
1999	15,207	14,947	2,494	0 104	
2000	14,267	14,138	1,672	0.077	
2001	20,645	20,396	2,614	0.095	
2002	16,094	15,001	2,907	0 376	
2003	14,131	13,650	2,109	0 228	
2004	13,031	12,653	2,329	0 162	
2005	11,545	11,292	2,044	0 124	
2006	10,137	10,066	1,882	0.038	
2007	10,555	10,418	1,387	0.099	
2008	9,633	9,546	1,189	0.073	
2009	9,086	9,067	1,208	0.015	
2010	9,424	9,395	1,795	0.016	
2011	9,944	9,874	1,391	0.050	
2012	10,632	10,536	1,116	0.086	1.5
2013	10,675	10,611	1,427	0.045	1.1
2014	10,792	10,781	1,436	0.008	1.6
2015	11,280	11,258	1,301	0.017	1.3
2016	11,547	11,449	1,436	0.068	2.2
2017	10,843	10,801	1,346	0.031	2.0
2018	12,251	12,212	1,389	0.028	0.7
2019	11,191	11,132	1,511	0.039	1.1
2020	8,994	8,926	1,587	0.043	1.5
2021	6,847	6,829	1,659	0.011	0.2
2022	4,327	4,301	1,608	0.016	0.5
2023	8,722	8,680*			

※ 2023 年の 0 歳魚加入尾数（全体）から 2023 年の放流由来の 0 歳魚加入尾数（2018～2022 年の平均値である 4.2 万尾）を減じた値と仮定

補足資料 2-3. 漁法別漁獲物年齢組成

～1981年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.34	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.49	0.28	0.00	0.38	0.06	0.35
2歳	0.08	0.28	0.00	0.02	0.32	0.37
3歳	0.02	0.17	0.12	0.01	0.25	0.08
4歳	0.02	0.08	0.20	0.00	0.09	0.05
5歳	0.01	0.08	0.37	0.00	0.09	0.01
6歳＋	0.04	0.10	0.32	0.00	0.19	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1982年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.34	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.49	0.29	0.00	0.38	0.11	0.35
2歳	0.08	0.40	0.00	0.02	0.27	0.37
3歳	0.02	0.15	0.12	0.01	0.17	0.08
4歳	0.02	0.07	0.20	0.00	0.10	0.05
5歳	0.01	0.04	0.37	0.00	0.10	0.01
6歳＋	0.04	0.04	0.32	0.00	0.25	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1983年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.34	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.49	0.39	0.00	0.38	0.05	0.35
2歳	0.08	0.46	0.00	0.02	0.10	0.37
3歳	0.02	0.09	0.12	0.01	0.22	0.08
4歳	0.02	0.03	0.20	0.00	0.19	0.05
5歳	0.01	0.02	0.37	0.00	0.20	0.01
6歳＋	0.04	0.02	0.32	0.00	0.26	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1984年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.34	0.01	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.49	0.30	0.00	0.38	0.04	0.35
2歳	0.08	0.43	0.00	0.02	0.29	0.37
3歳	0.02	0.14	0.12	0.01	0.13	0.08
4歳	0.02	0.05	0.20	0.00	0.10	0.05
5歳	0.01	0.03	0.37	0.00	0.15	0.01
6歳＋	0.04	0.04	0.32	0.00	0.29	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1985年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.34	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.49	0.31	0.00	0.38	0.05	0.35
2歳	0.08	0.37	0.00	0.02	0.21	0.37
3歳	0.02	0.15	0.12	0.01	0.23	0.08
4歳	0.02	0.07	0.20	0.00	0.17	0.05
5歳	0.01	0.05	0.37	0.00	0.15	0.01
6歳＋	0.04	0.05	0.32	0.00	0.19	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

補足資料 2-3. （続き）

1986年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.34	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.49	0.34	0.00	0.38	0.31	0.35
2歳	0.08	0.36	0.00	0.02	0.29	0.37
3歳	0.02	0.14	0.12	0.01	0.13	0.08
4歳	0.02	0.07	0.20	0.00	0.05	0.05
5歳	0.01	0.04	0.37	0.00	0.06	0.01
6歳＋	0.04	0.04	0.32	0.00	0.15	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1987年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.34	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.49	0.23	0.00	0.38	0.13	0.35
2歳	0.08	0.43	0.00	0.02	0.41	0.37
3歳	0.02	0.13	0.12	0.01	0.16	0.08
4歳	0.02	0.05	0.20	0.00	0.08	0.05
5歳	0.01	0.05	0.37	0.00	0.09	0.01
6歳＋	0.04	0.11	0.32	0.00	0.13	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1988年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.34	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.49	0.25	0.00	0.38	0.29	0.35
2歳	0.08	0.32	0.00	0.02	0.45	0.37
3歳	0.02	0.19	0.12	0.01	0.15	0.08
4歳	0.02	0.10	0.20	0.00	0.05	0.05
5歳	0.01	0.06	0.37	0.00	0.03	0.01
6歳＋	0.04	0.08	0.32	0.00	0.03	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1989年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.34	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.49	0.09	0.00	0.38	0.32	0.35
2歳	0.08	0.38	0.00	0.02	0.32	0.37
3歳	0.02	0.25	0.12	0.01	0.17	0.08
4歳	0.02	0.15	0.20	0.00	0.06	0.05
5歳	0.01	0.07	0.37	0.00	0.05	0.01
6歳＋	0.04	0.07	0.32	0.00	0.08	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1990年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.34	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.49	0.18	0.00	0.38	0.20	0.35
2歳	0.08	0.44	0.00	0.02	0.14	0.37
3歳	0.02	0.19	0.12	0.01	0.15	0.08
4歳	0.02	0.08	0.20	0.00	0.13	0.05
5歳	0.01	0.06	0.37	0.00	0.14	0.01
6歳＋	0.04	0.05	0.32	0.00	0.24	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

補足資料 2-3. （続き）

1991年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.34	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.49	0.17	0.00	0.38	0.04	0.35
2歳	0.08	0.50	0.00	0.02	0.38	0.37
3歳	0.02	0.19	0.12	0.01	0.22	0.08
4歳	0.02	0.07	0.20	0.00	0.12	0.05
5歳	0.01	0.04	0.37	0.00	0.09	0.01
6歳＋	0.04	0.03	0.32	0.00	0.15	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1992年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.34	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.49	0.03	0.00	0.38	0.11	0.35
2歳	0.08	0.33	0.00	0.02	0.25	0.37
3歳	0.02	0.33	0.12	0.01	0.20	0.08
4歳	0.02	0.19	0.20	0.00	0.19	0.05
5歳	0.01	0.08	0.37	0.00	0.13	0.01
6歳＋	0.04	0.04	0.32	0.00	0.13	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1993年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.34	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.49	0.05	0.00	0.38	0.04	0.35
2歳	0.08	0.30	0.00	0.02	0.11	0.37
3歳	0.02	0.38	0.12	0.01	0.25	0.08
4歳	0.02	0.21	0.20	0.00	0.28	0.05
5歳	0.01	0.06	0.37	0.00	0.19	0.01
6歳＋	0.04	0.01	0.32	0.00	0.12	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1994年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.34	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.49	0.05	0.00	0.38	0.04	0.35
2歳	0.08	0.30	0.00	0.02	0.11	0.37
3歳	0.02	0.38	0.12	0.01	0.25	0.08
4歳	0.02	0.21	0.20	0.00	0.28	0.05
5歳	0.01	0.06	0.37	0.00	0.19	0.01
6歳＋	0.04	0.01	0.32	0.00	0.12	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1995年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.34	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.49	0.05	0.00	0.38	0.04	0.35
2歳	0.08	0.30	0.00	0.02	0.11	0.37
3歳	0.02	0.38	0.12	0.01	0.25	0.08
4歳	0.02	0.21	0.20	0.00	0.28	0.05
5歳	0.01	0.06	0.37	0.00	0.19	0.01
6歳＋	0.04	0.01	0.32	0.00	0.12	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

補足資料 2-3. （続き）

1996年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.34	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.49	0.05	0.00	0.38	0.04	0.35
2歳	0.08	0.30	0.00	0.02	0.11	0.37
3歳	0.02	0.38	0.12	0.01	0.25	0.08
4歳	0.02	0.21	0.20	0.00	0.28	0.05
5歳	0.01	0.06	0.37	0.00	0.19	0.01
6歳＋	0.04	0.01	0.32	0.00	0.12	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1997年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.34	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.49	0.05	0.00	0.38	0.04	0.35
2歳	0.08	0.30	0.00	0.02	0.11	0.37
3歳	0.02	0.38	0.12	0.01	0.25	0.08
4歳	0.02	0.21	0.20	0.00	0.28	0.05
5歳	0.01	0.06	0.37	0.00	0.19	0.01
6歳＋	0.04	0.01	0.32	0.00	0.12	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1998年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.62	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.16	0.05	0.00	0.38	0.04	0.35
2歳	0.08	0.30	0.00	0.02	0.11	0.37
3歳	0.07	0.38	0.12	0.01	0.25	0.08
4歳	0.03	0.21	0.20	0.00	0.28	0.05
5歳	0.01	0.06	0.37	0.00	0.19	0.01
6歳＋	0.02	0.01	0.32	0.00	0.12	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1999年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.47	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.23	0.05	0.00	0.38	0.02	0.35
2歳	0.13	0.30	0.00	0.02	0.11	0.37
3歳	0.08	0.38	0.12	0.01	0.29	0.08
4歳	0.04	0.21	0.20	0.00	0.28	0.05
5歳	0.03	0.06	0.37	0.00	0.23	0.01
6歳＋	0.03	0.01	0.32	0.00	0.07	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2000年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.17	0.00	0.00	0.58	0.02	0.13
1歳	0.29	0.05	0.00	0.38	0.15	0.35
2歳	0.23	0.30	0.00	0.02	0.32	0.37
3歳	0.14	0.38	0.12	0.01	0.28	0.08
4歳	0.07	0.21	0.20	0.00	0.16	0.05
5歳	0.06	0.06	0.37	0.00	0.07	0.01
6歳＋	0.04	0.01	0.32	0.00	0.00	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

補足資料 2-3. （続き）

2001年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.33	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.36	0.05	0.00	0.38	0.09	0.35
2歳	0.05	0.30	0.00	0.02	0.27	0.37
3歳	0.06	0.38	0.12	0.01	0.34	0.08
4歳	0.06	0.21	0.20	0.00	0.19	0.05
5歳	0.06	0.06	0.37	0.00	0.08	0.01
6歳＋	0.07	0.01	0.32	0.00	0.03	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2002年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.17	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.68	0.11	0.11	0.38	0.61	0.35
2歳	0.05	0.32	0.23	0.02	0.15	0.37
3歳	0.03	0.32	0.26	0.01	0.11	0.08
4歳	0.02	0.19	0.21	0.00	0.08	0.05
5歳	0.02	0.06	0.11	0.00	0.04	0.01
6歳＋	0.03	0.00	0.08	0.00	0.02	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2003年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.55	0.00	0.00	0.00	0.03	0.13
1歳	0.24	0.27	0.11	0.05	0.44	0.35
2歳	0.05	0.27	0.23	0.23	0.24	0.37
3歳	0.03	0.21	0.26	0.28	0.14	0.08
4歳	0.03	0.16	0.21	0.13	0.09	0.05
5歳	0.04	0.08	0.11	0.20	0.04	0.01
6歳＋	0.05	0.02	0.08	0.11	0.02	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2004年	小型底びき網	釣漁業	小型定置網	刺網	吾智網	その他
0歳	0.32	0.00	0.00	0.66	0.00	0.13
1歳	0.29	0.16	0.11	0.00	0.11	0.35
2歳	0.19	0.29	0.23	0.01	0.19	0.37
3歳	0.09	0.27	0.26	0.06	0.19	0.08
4歳	0.05	0.16	0.21	0.14	0.14	0.05
5歳	0.04	0.06	0.11	0.10	0.14	0.01
6歳＋	0.03	0.05	0.08	0.04	0.23	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2005年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.22	0.00	0.00	0.66	0.02	0.13
1歳	0.28	0.16	0.11	0.00	0.23	0.35
2歳	0.18	0.35	0.23	0.01	0.27	0.37
3歳	0.10	0.30	0.26	0.06	0.21	0.08
4歳	0.06	0.09	0.21	0.14	0.14	0.05
5歳	0.05	0.06	0.11	0.10	0.07	0.01
6歳＋	0.11	0.04	0.08	0.04	0.05	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

補足資料 2-3. （続き）

2006年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.20	0.00	0.00	0.05	0.05	0.13
1歳	0.27	0.18	0.11	0.32	0.32	0.35
2歳	0.15	0.27	0.23	0.22	0.22	0.37
3歳	0.10	0.23	0.26	0.16	0.16	0.08
4歳	0.08	0.16	0.21	0.11	0.11	0.05
5歳	0.07	0.11	0.11	0.08	0.08	0.01
6歳＋	0.13	0.05	0.08	0.06	0.06	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2007年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.55	0.00	0.00	0.00	0.07	0.13
1歳	0.21	0.06	0.11	0.17	0.23	0.35
2歳	0.08	0.13	0.23	0.26	0.20	0.37
3歳	0.04	0.22	0.26	0.23	0.16	0.08
4歳	0.03	0.24	0.21	0.17	0.13	0.05
5歳	0.03	0.20	0.11	0.11	0.10	0.01
6歳＋	0.07	0.15	0.08	0.07	0.10	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2008年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.38	0.04	0.00	0.02	0.03	0.13
1歳	0.17	0.24	0.11	0.16	0.17	0.35
2歳	0.10	0.30	0.23	0.22	0.17	0.37
3歳	0.06	0.18	0.26	0.22	0.16	0.08
4歳	0.05	0.12	0.21	0.18	0.16	0.05
5歳	0.06	0.08	0.11	0.13	0.15	0.01
6歳＋	0.19	0.05	0.08	0.07	0.16	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2009年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.18	0.00	0.00	0.02	0.08	0.13
1歳	0.27	0.11	0.11	0.16	0.26	0.35
2歳	0.15	0.27	0.23	0.22	0.21	0.37
3歳	0.08	0.28	0.26	0.22	0.15	0.08
4歳	0.07	0.16	0.21	0.18	0.11	0.05
5歳	0.07	0.12	0.11	0.13	0.09	0.01
6歳＋	0.17	0.05	0.08	0.07	0.09	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2010年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.05	0.00	0.00	0.02	0.00	0.13
1歳	0.17	0.02	0.11	0.16	0.02	0.35
2歳	0.21	0.21	0.23	0.22	0.17	0.37
3歳	0.13	0.26	0.26	0.22	0.20	0.08
4歳	0.08	0.21	0.21	0.18	0.18	0.05
5歳	0.08	0.17	0.11	0.13	0.18	0.01
6歳＋	0.28	0.13	0.08	0.07	0.25	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

補足資料 2-3. （続き）

2011年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.03	0.00	0.00	0.02	0.02	0.13
1歳	0.27	0.08	0.11	0.16	0.36	0.35
2歳	0.14	0.29	0.23	0.22	0.23	0.37
3歳	0.09	0.26	0.26	0.22	0.14	0.08
4歳	0.08	0.18	0.21	0.18	0.10	0.05
5歳	0.09	0.13	0.11	0.13	0.08	0.01
6歳＋	0.30	0.06	0.08	0.07	0.06	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2012年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.13
1歳	0.38	0.17	0.11	0.16	0.22	0.35
2歳	0.13	0.30	0.23	0.22	0.22	0.37
3歳	0.10	0.26	0.26	0.22	0.19	0.08
4歳	0.08	0.16	0.21	0.18	0.14	0.05
5歳	0.07	0.08	0.11	0.13	0.11	0.01
6歳＋	0.22	0.04	0.08	0.07	0.11	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2013年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.13
1歳	0.52	0.02	0.11	0.16	0.16	0.35
2歳	0.15	0.28	0.23	0.22	0.29	0.37
3歳	0.07	0.36	0.26	0.22	0.21	0.08
4歳	0.05	0.21	0.21	0.18	0.17	0.05
5歳	0.05	0.09	0.11	0.13	0.11	0.01
6歳＋	0.16	0.04	0.08	0.07	0.07	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2014年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.13
1歳	0.49	0.06	0.11	0.16	0.19	0.35
2歳	0.16	0.43	0.23	0.22	0.30	0.37
3歳	0.09	0.31	0.26	0.22	0.18	0.08
4歳	0.06	0.16	0.21	0.18	0.14	0.05
5歳	0.05	0.03	0.11	0.13	0.11	0.01
6歳＋	0.16	0.01	0.08	0.07	0.06	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2015年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.06	0.00	0.00	0.02	0.00	0.13
1歳	0.37	0.10	0.11	0.16	0.00	0.35
2歳	0.23	0.31	0.23	0.22	0.00	0.37
3歳	0.12	0.26	0.26	0.22	0.04	0.08
4歳	0.07	0.20	0.21	0.18	0.17	0.05
5歳	0.05	0.10	0.11	0.13	0.32	0.01
6歳＋	0.12	0.03	0.08	0.07	0.47	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

補足資料 2-3. （続き）

2016年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.14	0.00	0.00	0.02	0.00	0.13
1歳	0.32	0.08	0.11	0.16	0.23	0.35
2歳	0.10	0.33	0.23	0.22	0.27	0.37
3歳	0.12	0.39	0.26	0.22	0.23	0.08
4歳	0.14	0.13	0.21	0.18	0.15	0.05
5歳	0.07	0.02	0.11	0.13	0.08	0.01
6歳＋	0.11	0.05	0.08	0.07	0.04	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2017年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.25	0.00	0.00	0.02	0.01	0.13
1歳	0.28	0.10	0.11	0.16	0.23	0.35
2歳	0.11	0.39	0.23	0.22	0.25	0.37
3歳	0.11	0.35	0.26	0.22	0.22	0.08
4歳	0.07	0.11	0.21	0.18	0.14	0.05
5歳	0.04	0.02	0.11	0.13	0.09	0.01
6歳＋	0.13	0.03	0.08	0.07	0.05	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2018年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.33	0.01	0.00	0.02	0.00	0.13
1歳	0.14	0.14	0.11	0.16	0.13	0.35
2歳	0.12	0.30	0.23	0.22	0.23	0.37
3歳	0.09	0.23	0.26	0.22	0.22	0.08
4歳	0.07	0.13	0.21	0.18	0.19	0.05
5歳	0.07	0.03	0.11	0.13	0.13	0.01
6歳＋	0.19	0.15	0.08	0.07	0.10	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2019年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.27	0.01	0.00	0.02	0.02	0.13
1歳	0.24	0.14	0.11	0.16	0.12	0.35
2歳	0.08	0.30	0.23	0.22	0.22	0.37
3歳	0.07	0.23	0.26	0.22	0.21	0.08
4歳	0.07	0.13	0.21	0.18	0.18	0.05
5歳	0.08	0.03	0.11	0.13	0.14	0.01
6歳＋	0.20	0.15	0.08	0.07	0.12	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2020年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.24	0.01	0.00	0.02	0.01	0.13
1歳	0.21	0.21	0.11	0.16	0.23	0.35
2歳	0.12	0.25	0.23	0.22	0.24	0.37
3歳	0.10	0.20	0.26	0.22	0.21	0.08
4歳	0.09	0.11	0.21	0.18	0.14	0.05
5歳	0.08	0.05	0.11	0.13	0.09	0.01
6歳＋	0.17	0.16	0.08	0.07	0.07	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

補足資料 2-3. （続き）

2021年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.02	0.01	0.00	0.02	0.04	0.13
1歳	0.13	0.21	0.11	0.16	0.19	0.35
2歳	0.13	0.25	0.23	0.22	0.21	0.37
3歳	0.15	0.20	0.26	0.22	0.21	0.08
4歳	0.16	0.11	0.21	0.18	0.17	0.05
5歳	0.13	0.05	0.11	0.13	0.12	0.01
6歳＋	0.28	0.16	0.08	0.07	0.06	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2022年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.04	0.01	0.00	0.02	0.01	0.13
1歳	0.05	0.10	0.11	0.16	0.22	0.35
2歳	0.07	0.22	0.23	0.22	0.16	0.37
3歳	0.08	0.24	0.26	0.22	0.18	0.08
4歳	0.11	0.17	0.21	0.18	0.18	0.05
5歳	0.13	0.07	0.11	0.13	0.14	0.01
6歳＋	0.52	0.19	0.08	0.07	0.10	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2023年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.03	0.01	0.00	0.02	0.00	0.13
1歳	0.07	0.12	0.11	0.16	0.03	0.35
2歳	0.12	0.22	0.23	0.22	0.05	0.37
3歳	0.17	0.22	0.26	0.22	0.14	0.08
4歳	0.19	0.16	0.21	0.18	0.22	0.05
5歳	0.21	0.07	0.11	0.13	0.24	0.01
6歳＋	0.21	0.20	0.08	0.07	0.32	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

補足資料 2-4. 資源解析結果

年齢別漁獲尾数（千尾）

	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
0歳	1,734	1,463	1,639	2,107	2,150	2,214	2,394	2,991	2,937	2,825	2,870
1歳	2,275	1,829	2,000	2,494	2,543	3,156	3,306	3,862	3,839	4,064	3,668
2歳	1,047	921	1,010	1,138	1,201	1,571	1,455	1,647	1,253	1,416	1,559
3歳	636	582	645	720	760	645	508	570	613	541	516
4歳	297	264	295	336	343	365	326	329	416	300	290
5歳	289	265	302	345	343	277	306	314	335	234	274
6歳以上	479	428	473	552	572	522	440	598	524	484	551
合計	6,757	5,751	6,364	7,692	7,911	8,750	8,735	10,311	9,917	9,862	9,729

年齢別漁獲量（トン）

	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
0歳	133	112	126	162	165	170	184	230	226	217	221
1歳	458	368	403	502	512	636	666	778	773	819	739
2歳	369	325	356	401	423	554	513	581	442	499	550
3歳	340	311	345	385	406	345	271	305	327	289	276
4歳	218	194	216	247	252	268	240	242	305	220	213
5歳	280	256	292	334	332	268	296	304	324	226	265
6歳以上	731	653	722	842	873	797	671	912	799	738	841
合計	2,529	2,219	2,460	2,873	2,963	3,037	2,841	3,351	3,197	3,008	3,104

年齢別漁獲係数

	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
0歳	0 17	0 13	0 14	0 17	0 17	0 17	0 19	0 22	0 21	0 21	0 22
1歳	0 37	0 31	0 30	0 39	0 37	0 47	0 49	0 61	0 58	0 58	0 55
2歳	0 28	0 25	0 28	0 27	0 33	0 41	0 42	0 49	0 40	0 44	0 46
3歳	0 27	0 24	0 27	0 32	0 29	0 29	0 22	0 28	0 32	0 29	0 28
4歳	0 20	0 16	0 18	0 21	0 24	0 21	0 22	0 20	0 32	0 25	0 25
5歳	0 30	0 26	0 28	0 31	0 33	0 30	0 26	0 34	0 32	0 29	0 37
6歳以上	0 30	0 26	0 28	0 31	0 33	0 30	0 26	0 34	0 32	0 29	0 37
%SPR	14 0	17 0	16 0	13 0	12 0	10 0	11 0	8 0	8 0	9 0	8 0

年齢別資源尾数（千尾）

	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
0歳	13,539	14,811	14,820	16,342	16,568	16,949	17,038	18,088	19,009	17,860	17,938
1歳	8,377	7,740	8,825	8,685	9,331	9,448	9,653	9,565	9,785	10,453	9,768
2歳	4,659	4,572	4,466	5,168	4,620	5,084	4,633	4,662	4,099	4,293	4,618
3歳	2,938	2,969	3,012	2,840	3,315	2,795	2,847	2,573	2,420	2,308	2,321
4歳	1,805	1,894	1,970	1,948	1,734	2,098	1,765	1,935	1,647	1,479	1,450
5歳	1,217	1,251	1,356	1,392	1,335	1,148	1,435	1,190	1,330	1,008	972
6歳以上	2,014	2,020	2,124	2,224	2,226	2,164	2,061	2,265	2,077	2,085	1,950
合計	34,550	35,258	36,572	38,599	39,129	39,688	39,433	40,277	40,367	39,485	39,019

年齢別資源量（トン）

	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
0歳	1,041	1,139	1,139	1,256	1,274	1,303	1,310	1,391	1,462	1,373	1,379
1歳	1,687	1,559	1,777	1,749	1,879	1,903	1,944	1,927	1,971	2,105	1,968
2歳	1,643	1,612	1,575	1,822	1,629	1,793	1,634	1,644	1,445	1,514	1,628
3歳	1,569	1,586	1,609	1,517	1,771	1,493	1,520	1,374	1,293	1,233	1,240
4歳	1,325	1,391	1,446	1,430	1,273	1,540	1,296	1,421	1,209	1,086	1,065
5歳	1,177	1,209	1,311	1,346	1,291	1,111	1,388	1,151	1,286	975	940
6歳以上	3,075	3,084	3,241	3,394	3,398	3,304	3,146	3,457	3,170	3,183	2,977
合計	11,517	11,580	12,100	12,516	12,516	12,447	12,239	12,363	11,836	11,468	11,197

年齢別親魚量（トン）

	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3歳	785	793	804	758	885	746	760	687	646	616	620
4歳	1,325	1,391	1,446	1,430	1,273	1,540	1,296	1,421	1,209	1,086	1,065
5歳	1,177	1,209	1,311	1,346	1,291	1,111	1,388	1,151	1,286	975	940
6歳以上	3,075	3,084	3,241	3,394	3,398	3,304	3,146	3,457	3,170	3,183	2,977
合計	6,362	6,477	6,804	6,929	6,848	6,701	6,590	6,715	6,312	5,859	5,602

補足資料 2-4. （続き）

年齢別漁獲尾数（千尾）

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
0歳	3,062	3,063	3,207	2,477	3,323	2,983	3,082	2,477	3,330	2,785	4,314
1歳	4,198	3,913	3,921	3,041	3,839	3,448	3,447	2,916	3,857	3,271	1,560
2歳	1,642	1,275	1,150	1,281	1,050	805	764	731	855	814	804
3歳	640	624	509	548	654	683	640	661	664	701	952
4歳	339	366	341	324	503	572	538	559	538	565	632
5歳	222	240	296	247	313	340	329	342	315	328	351
6歳以上	396	429	512	432	440	385	374	363	393	368	290
合計	10,498	9,909	9,936	8,350	10,122	9,215	9,174	8,050	9,951	8,832	8,903

年齢別漁獲量（トン）

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
0歳	235	235	247	190	255	229	237	190	256	214	332
1歳	845	788	790	613	773	695	694	587	777	659	314
2歳	579	449	406	452	370	284	269	258	301	287	283
3歳	342	334	272	293	349	365	342	353	355	374	509
4歳	249	269	250	238	369	420	395	411	395	415	464
5歳	214	232	286	239	302	329	318	330	305	317	339
6歳以上	604	655	782	660	671	587	571	554	600	562	443
合計	3,069	2,962	3,032	2,684	3,091	2,908	2,827	2,684	2,988	2,828	2,684

年齢別漁獲係数

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
0歳	0 23	0 22	0 26	0 20	0 28	0 25	0 26	0 18	0 25	0 24	0 33
1歳	0 66	0 59	0 56	0 48	0 64	0 61	0 61	0 47	0 53	0 48	0 24
2歳	0 52	0 43	0 35	0 36	0 30	0 26	0 26	0 25	0 25	0 20	0 20
3歳	0 33	0 36	0 29	0 27	0 31	0 32	0 33	0 36	0 36	0 32	0 37
4歳	0 29	0 31	0 33	0 30	0 40	0 46	0 44	0 53	0 55	0 56	0 51
5歳	0 29	0 33	0 43	0 42	0 50	0 51	0 51	0 53	0 62	0 75	0 81
6歳以上	0 29	0 33	0 43	0 42	0 50	0 51	0 51	0 53	0 62	0 75	0 81
%SPR	7 0	7 0	8 0	9 0	6 0	7 0	7 0	8 0	6 0	7 0	8 0

年齢別資源尾数（千尾）

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
0歳	18,280	18,883	17,135	16,528	16,595	16,240	16,608	18,564	18,413	15,699	18,850
1歳	9,784	9,857	10,265	8,963	9,152	8,502	8,541	8,709	10,530	9,726	8,337
2歳	4,430	3,973	4,284	4,597	4,353	3,794	3,629	3,661	4,264	4,863	4,750
3歳	2,464	2,230	2,181	2,557	2,702	2,708	2,461	2,361	2,417	2,812	3,355
4歳	1,484	1,491	1,308	1,373	1,654	1,679	1,657	1,489	1,384	1,429	1,729
5歳	957	940	922	790	861	934	891	904	742	674	687
6歳以上	1,708	1,681	1,598	1,383	1,210	1,056	1,013	960	925	756	568
合計	39,107	39,055	37,692	36,191	36,526	34,911	34,801	36,647	38,676	35,960	38,275

年齢別資源量（トン）

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
0歳	1,405	1,452	1,318	1,271	1,276	1,249	1,277	1,427	1,416	1,207	1,449
1歳	1,971	1,985	2,068	1,805	1,843	1,712	1,720	1,754	2,121	1,959	1,679
2歳	1,562	1,401	1,510	1,621	1,535	1,338	1,280	1,291	1,504	1,715	1,675
3歳	1,316	1,191	1,165	1,366	1,443	1,446	1,315	1,261	1,291	1,502	1,792
4歳	1,090	1,094	960	1,008	1,214	1,232	1,217	1,093	1,016	1,049	1,269
5歳	926	909	891	764	832	903	862	874	718	652	664
6歳以上	2,607	2,566	2,438	2,111	1,846	1,611	1,546	1,465	1,412	1,155	867
合計	10,876	10,600	10,350	9,946	9,990	9,492	9,216	9,166	9,477	9,239	9,395

年齢別親魚量（トン）

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3歳	658	596	583	683	722	723	657	630	645	751	896
4歳	1,090	1,094	960	1,008	1,214	1,232	1,217	1,093	1,016	1,049	1,269
5歳	926	909	891	764	832	903	862	874	718	652	664
6歳以上	2,607	2,566	2,438	2,111	1,846	1,611	1,546	1,465	1,412	1,155	867
合計	5,280	5,166	4,872	4,566	4,614	4,470	4,281	4,063	3,792	3,607	3,696

補足資料 2-4. （続き）

年齢別漁獲尾数（千尾）

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
0歳	2,909	1,583	2,020	1,890	2,142	1,482	1,109	428	1,523	599	387
1歳	1,664	1,830	1,882	4,839	2,196	1,098	1,150	1,319	1,108	720	976
2歳	944	1,530	787	891	1,114	1,010	1,184	953	825	721	875
3歳	1,023	1,280	976	703	785	752	929	714	672	586	687
4歳	698	709	627	460	552	565	643	514	553	502	509
5歳	500	412	385	241	418	422	401	381	424	426	403
6歳以上	267	176	295	180	316	437	408	387	479	561	460
合計	8,005	7,520	6,973	9,203	7,524	5,767	5,826	4,696	5,584	4,115	4,297

年齢別漁獲量（トン）

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
0歳	224	122	155	145	165	114	85	33	117	46	30
1歳	335	369	379	975	442	221	232	266	223	145	196
2歳	333	540	278	314	393	356	418	336	291	254	309
3歳	546	684	521	376	419	402	496	381	359	313	367
4歳	512	520	460	338	405	415	472	378	406	368	374
5歳	484	399	372	233	404	408	388	368	410	412	390
6歳以上	408	269	450	275	483	667	623	590	731	857	703
合計	2,842	2,902	2,616	2,655	2,712	2,583	2,714	2,352	2,537	2,396	2,368

年齢別漁獲係数

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
0歳	0 26	0 14	0 13	0 15	0 20	0 15	0 12	0 05	0 19	0 08	0 05
1歳	0 23	0 30	0 29	0 59	0 31	0 17	0 19	0 24	0 21	0 15	0 20
2歳	0 22	0 34	0 21	0 22	0 25	0 23	0 29	0 23	0 24	0 21	0 27
3歳	0 42	0 51	0 37	0 28	0 30	0 26	0 33	0 27	0 25	0 25	0 31
4歳	0 49	0 55	0 49	0 28	0 35	0 35	0 37	0 29	0 34	0 29	0 35
5歳	0 97	0 59	0 64	0 33	0 44	0 49	0 44	0 37	0 40	0 46	0 38
6歳以上	0 97	0 59	0 64	0 33	0 44	0 49	0 44	0 37	0 40	0 46	0 38
%SPR	8 0	7 0	10 0	11 0	11 0	14 0	13 0	16 0	14 0	16 0	15 0

年齢別資源尾数（千尾）

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
0歳	15,207	14,267	20,645	16,094	14,131	13,031	11,545	10,137	10,555	9,633	9,086
1歳	9,212	7,902	8,357	12,315	9,342	7,805	7,603	6,904	6,511	5,893	6,030
2歳	5,175	5,771	4,593	4,905	5,395	5,400	5,166	4,960	4,261	4,139	3,998
3歳	3,269	3,499	3,463	3,152	3,320	3,528	3,628	3,270	3,309	2,837	2,829
4歳	1,956	1,818	1,776	2,026	2,013	2,080	2,286	2,208	2,104	2,175	1,855
5歳	878	1,009	883	922	1,287	1,191	1,236	1,338	1,390	1,267	1,374
6歳以上	470	432	676	690	973	1,232	1,255	1,358	1,570	1,668	1,568
合計	36,166	34,698	40,392	40,103	36,461	34,268	32,719	30,175	29,699	27,611	26,739

年齢別資源量（トン）

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
0歳	1,169	1,097	1,587	1,237	1,087	1,002	888	779	812	741	699
1歳	1,856	1,592	1,683	2,481	1,882	1,572	1,531	1,391	1,311	1,187	1,214
2歳	1,825	2,035	1,620	1,730	1,902	1,904	1,821	1,749	1,502	1,459	1,410
3歳	1,746	1,869	1,850	1,683	1,773	1,885	1,938	1,747	1,768	1,515	1,511
4歳	1,436	1,335	1,304	1,487	1,478	1,527	1,678	1,621	1,544	1,597	1,362
5歳	849	976	853	892	1,244	1,152	1,195	1,294	1,344	1,225	1,329
6歳以上	717	660	1,031	1,053	1,486	1,880	1,916	2,073	2,396	2,545	2,394
合計	9,597	9,563	9,928	10,563	10,852	10,922	10,968	10,653	10,677	10,269	9,918

年齢別親魚量（トン）

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3歳	873	934	925	842	887	942	969	873	884	758	756
4歳	1,436	1,335	1,304	1,487	1,478	1,527	1,678	1,621	1,544	1,597	1,362
5歳	849	976	853	892	1,244	1,152	1,195	1,294	1,344	1,225	1,329
6歳以上	717	660	1,031	1,053	1,486	1,880	1,916	2,073	2,396	2,545	2,394
合計	3,875	3,905	4,113	4,274	5,095	5,502	5,758	5,861	6,168	6,125	5,840

補足資料 2-4. （続き）

年齢別漁獲尾数（千尾）

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0歳	63	76	33	16	13	79	181	353	408	351
1歳	316	1,022	865	987	975	559	907	928	556	608
2歳	645	826	720	861	992	558	881	952	836	691
3歳	617	614	634	683	684	445	867	880	775	633
4歳	493	469	472	510	487	422	609	540	600	530
5歳	429	372	335	332	318	410	311	311	408	424
6歳以上	661	489	443	361	328	522	273	326	506	545
合計	3,224	3,868	3,501	3,750	3,797	2,996	4,029	4,290	4,089	3,782

年齢別漁獲量（トン）

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0歳	5	6	3	1	1	6	14	27	31	27
1歳	64	206	174	199	196	113	183	187	112	122
2歳	227	291	254	304	350	197	311	336	295	244
3歳	330	328	338	365	365	238	463	470	414	338
4歳	362	345	346	375	357	310	447	397	441	389
5歳	415	360	324	321	307	397	301	300	395	410
6歳以上	1,008	746	676	551	501	797	416	498	773	832
合計	2,411	2,281	2,115	2,115	2,078	2,057	2,135	2,215	2,460	2,362

年齢別漁獲係数

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0歳	0 01	0 01	0 00	0 00	0 00	0 01	0 02	0 04	0 04	0 04
1歳	0 06	0 20	0 16	0 17	0 17	0 09	0 15	0 15	0 09	0 09
2歳	0 20	0 23	0 21	0 23	0 26	0 14	0 20	0 22	0 19	0 16
3歳	0 30	0 29	0 27	0 31	0 29	0 17	0 31	0 31	0 28	0 21
4歳	0 36	0 38	0 36	0 36	0 37	0 28	0 36	0 31	0 34	0 30
5歳	0 55	0 50	0 51	0 45	0 38	0 59	0 33	0 30	0 40	0 42
6歳以上	0 55	0 50	0 51	0 45	0 38	0 59	0 33	0 30	0 40	0 42
%SPR	16 0	14 0	16 0	15 0	16 0	20 0	18 0	18 0	18 0	20 0

年齢別資源尾数（千尾）

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0歳	9,424	9,944	10,632	10,675	10,792	11,280	11,547	10,843	12,251	11191
1歳	5,833	6,329	6,670	7,171	7,215	7,296	7,572	7,669	7,051	7959
2歳	3,878	4,308	4,072	4,479	4,766	4,810	5,243	5,152	5,210	5054
3歳	2,569	2,679	2,876	2,774	2,988	3,110	3,545	3,614	3,472	3627
4歳	1,756	1,601	1,697	1,844	1,714	1,892	2,215	2,195	2,241	2218
5歳	1,097	1,028	919	998	1,087	999	1,209	1,309	1,356	1339
6歳以上	1,689	1,350	1,216	1,087	1,123	1,271	1,059	1,376	1,681	1722
合計	26,246	27,239	28,082	29,029	29,684	30,658	32,390	32,159	33,261	33,110

年齢別資源量（トン）

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0歳	725	765	817	821	830	867	888	834	942	860
1歳	1,175	1,275	1,343	1,444	1,453	1,470	1,525	1,545	1,420	1,603
2歳	1,367	1,519	1,436	1,579	1,680	1,696	1,849	1,817	1,837	1,782
3歳	1,372	1,431	1,536	1,482	1,596	1,661	1,894	1,930	1,855	1,937
4歳	1,289	1,175	1,246	1,354	1,258	1,389	1,626	1,611	1,645	1,628
5歳	1,061	995	889	965	1,051	966	1,169	1,266	1,311	1,295
6歳以上	2,578	2,060	1,856	1,659	1,714	1,940	1,616	2,101	2,565	2,628
合計	9,568	9,219	9,123	9,305	9,583	9,990	10,566	11,104	11,575	11,734

年齢別親魚量（トン）

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3歳	686	716	768	741	798	831	947	965	927	969
4歳	1,289	1,175	1,246	1,354	1,258	1,389	1,626	1,611	1,645	1,628
5歳	1,061	995	889	965	1,051	966	1,169	1,266	1,311	1,295
6歳以上	2,578	2,060	1,856	1,659	1,714	1,940	1,616	2,101	2,565	2,628
合計	5,615	4,945	4,758	4,720	4,821	5,126	5,358	5,943	6,448	6,520

補足資料 2-4. （続き）

年齢別漁獲尾数（千尾）

	2020	2021	2022	2023
0歳	313	109	74	56
1歳	817	691	550	291
2歳	822	820	587	465
3歳	712	819	622	549
4歳	506	677	573	570
5歳	354	467	430	510
6歳以上	433	538	619	569
合計	3,957	4,120	3,454	3,010

年齢別漁獲量（トン）

	2020	2021	2022	2023
0歳	24	8	6	4
1歳	165	139	111	59
2歳	290	289	207	164
3歳	380	437	332	293
4歳	372	497	421	419
5歳	343	451	416	493
6歳以上	661	821	944	868
合計	2,234	2,658	2,438	2,298

年齢別漁獲係数

	2020	2021	2022	2023
0歳	0 04	0 02	0 02	0 01
1歳	0 14	0 14	0 15	0 12
2歳	0 17	0 20	0 18	0 18
3歳	0 24	0 25	0 22	0 24
4歳	0 25	0 37	0 26	0 31
5歳	0 33	0 37	0 40	0 38
6歳以上	0 33	0 37	0 40	0 38
%SPR	21 0	18 0	20 0	20 0

年齢別資源尾数（千尾）

	2020	2021	2022	2023
0歳	8,994	6,847	4,327	8,722
1歳	7,289	5,832	4,546	2,869
2歳	5,722	5,009	3,975	3,088
3歳	3,629	4,073	3,473	2,814
4歳	2,478	2,407	2,684	2,359
5歳	1,384	1,626	1,409	1,738
6歳以上	1,692	1,873	2,029	1,938
合計	31,188	27,667	22,443	23,528

年齢別資源量（トン）

	2020	2021	2022	2023
0歳	692	526	333	671
1歳	1,468	1,175	916	578
2歳	2,018	1,766	1,402	1,089
3歳	1,938	2,175	1,855	1,503
4歳	1,820	1,767	1,970	1,732
5歳	1,339	1,572	1,363	1,681
6歳以上	2,583	2,858	3,097	2,958
合計	11,857	11,840	10,935	10,211

年齢別親魚量（トン）

	2020	2021	2022	2023
0歳	0	0	0	0
1歳	0	0	0	0
2歳	0	0	0	0
3歳	969	1,088	927	751
4歳	1,820	1,767	1,970	1,732
5歳	1,339	1,572	1,363	1,681
6歳以上	2,583	2,858	3,097	2,958
合計	6,711	7,285	7,357	7,122

補足資料３　管理基準値案と禁漁水準案等

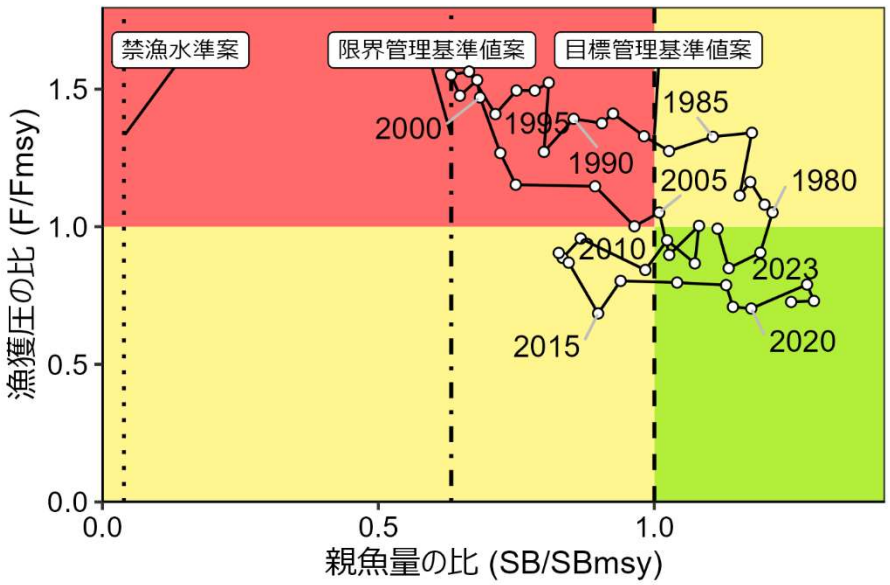
令和 3 年 9 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」により、目標管理基準値（SBtarget）には MSY 水準における親魚量（SBmsy：57 百トン）、限界管理基準値（SBlimit）には過去最低親魚量（SBmin：36 百トン）、禁漁水準（SBban）には MSY の 10%が得られる親魚量（SB0.1msy：2 百トン）を用いることが提案されている（山本ほか 2021, 補足表 6-2）。

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（SB2023：7,122 トン）は目標管理基準値案を上回る。また、2008 年以降の漁獲圧は、Fmsy を下回っている。

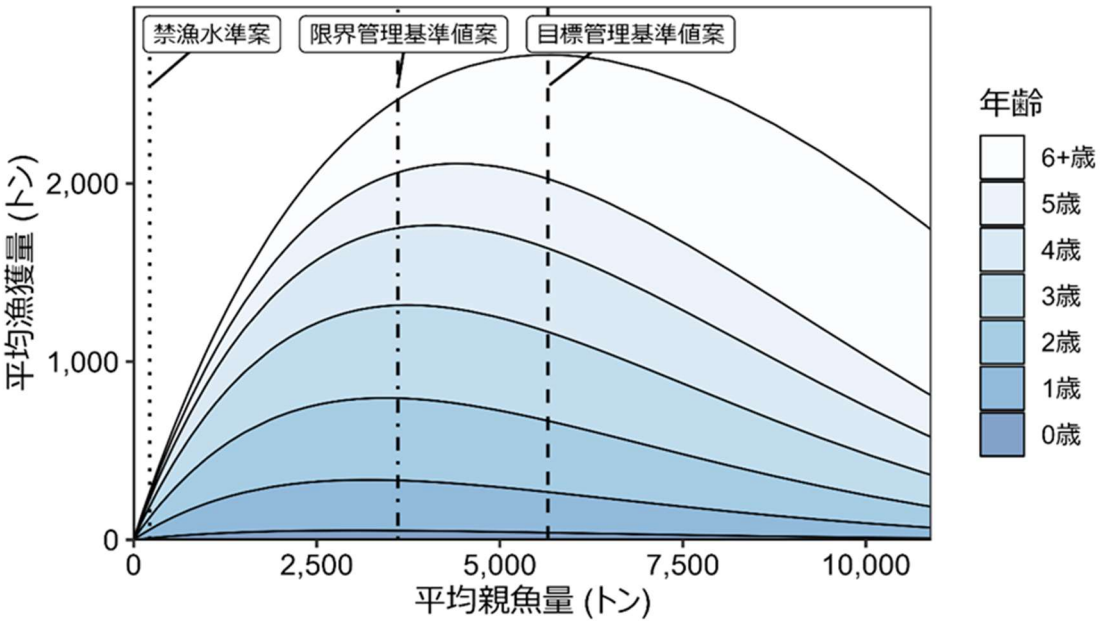
平衡状態における平均親魚量と年齢別平均漁獲量との関係を補足図 3-2 に示す。平均親魚量が限界管理基準値以下では 1～3 歳魚までで平均漁獲量の約半数を占めている。限界管理基準値以上では、親魚量が増加するにつれて高齢魚の比率が高くなる傾向がみられる。

引用文献

山本圭介・片町太輔・山下夕帆・鈴木重則 (2021) 令和 3 (2021) 年度マダイ瀬戸内海中・西部系群の管理基準値案等に関する研究機関会議資料. FRA-SA2021-BRP04-001, 水産研究・教育機構, 1-50.
http://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/20210928/ doc_madai_setonaikai-mw_RIM.pdf (last acessed 27 July 2022)



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）
将来予測シミュレーションにおける平衡状態での、平均親魚量に対する年齢別漁獲量の平均値と、それぞれの管理基準値案の位置関係を示す。なお、漁業がなかった場合を仮定した初期親魚量（SB0）は 15,526 トンである。

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　て 2024～2055 年の将来予測計算を行った（補足資料 5）。将来予測における加入量は、各年の親魚量から予測される値を再生産関係式から与えた。加入量の不確実性として、対数正規分布に従う誤差を仮定し、10,000 回の繰り返し計算を行った。2024 年の漁獲量は、予測される資源量と現状の漁獲圧（F2018-2022）から仮定した。現状の漁獲圧は、2018～2022 年の F の平均値とした。2025 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案で定められる漁獲圧を用いた。

本種は栽培対象種であるため、上記の設定に加えて、人工種苗由来の加入尾数として現状の種苗放流を考慮（人工種苗由来の 0 歳魚資源尾数の 2018～2022 年の平均値である 4.2 万尾を加算）した設定における試算も行った（補足図 4-2(b)、補足表 4-1(b)、4-2(b)、4-3(b)）。なお、2024 年の加入量については、設定に依らず人工種苗由来の 4.2 万尾を加算した。

（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案を下回った場合には禁漁水準案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案以上にある場合には Fmsy 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」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、研究機関会議提案では「β が 0.8 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、放流を想定しない場合で、かつ β を 0.8 とした場合には 22 百トン、β を 1.0 とした場合には 26 百トンであった（補足表 4-3、6-4）。現状の放流を想定した場合でも、β を 0.8 とした場合には 22 百トン、β を 1.0 とした場合には 26 百トンであった（補足表 4-3、6-5）。2025 年に予測される親魚量は、放流の想定に依らず、いずれの繰り返し計算でも限界管理基準値を上回り、平均 57 百トンと見込まれた（補足表 4-1、4-2）。

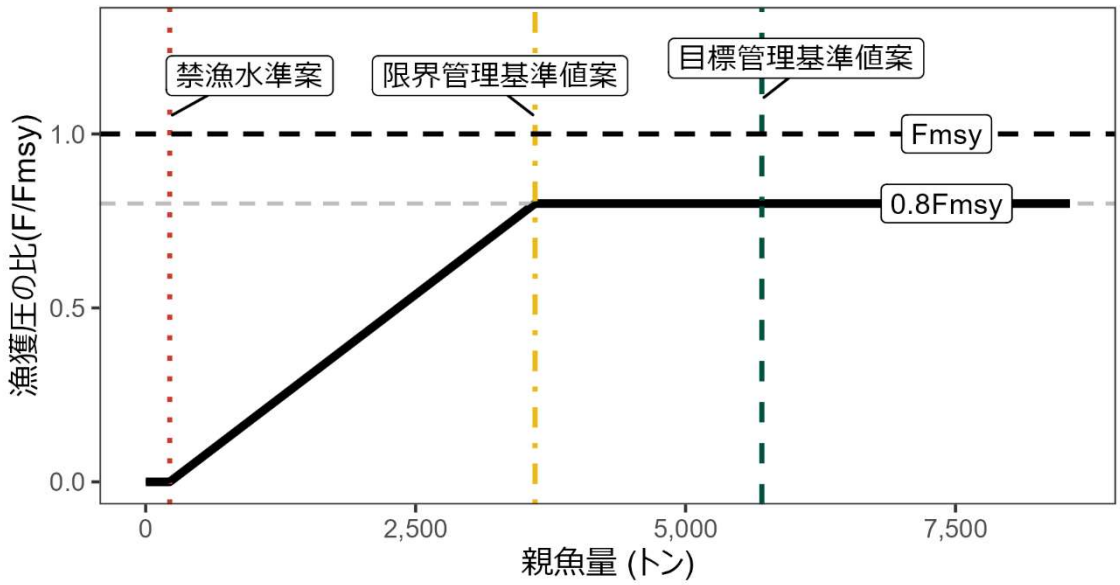
（4）2026 年以降の予測

2026 年以降も含めた将来予測の結果を補足図 4-2(a)および補足表 4-1(a)、4-2(a)、4-3(a)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 年の親魚量の予測値は β を 0.8 とした場合には平均 65 百トン（90%予測区間は 52 百～80 百トン）であり、β を 1.0 とした場合には平均 51 百トン（90%予測区間は 39 百～63 百トン）である（補足表 6-6、6-7）。2035 年に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 0.8 以下で 100%である。現状の漁獲圧（F2018-

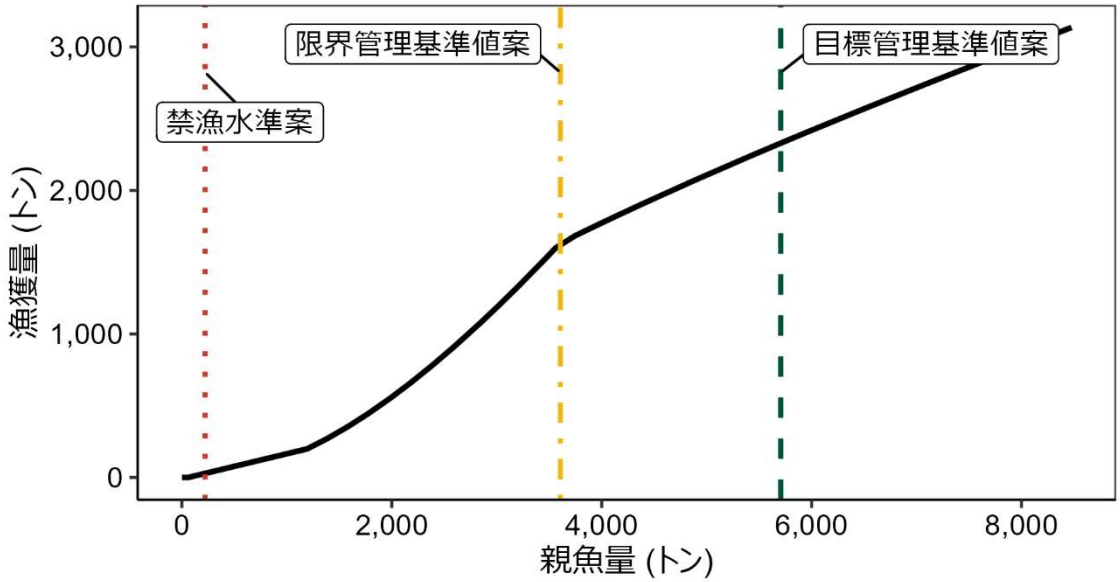
2022）を継続した場合の 2035 年の親魚量の予測値は平均 70 百トン（90%予測区間は 56 百～85 百トン）であり、目標管理基準値案を上回る確率は 88%、限界管理基準値案を上回る確率は 100%である。

同様に、現状の放流を想定した場合の 2026 年以降も含めた将来予測の結果を補足図 4-2(b)および補足表 4-1(b)、4-2(b)、4-3(b)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 年の親魚量の予測値は β を 0.8 とした場合には平均 65 百トン（90%予測区間は 52 百～80 百トン）であり、β を 1.0 とした場合には平均 51 百トン（90%予測区間は 39 百～64 百トン）である。2035 年に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 0.8 以下で 100%である。現状の漁獲圧（F2018-2022）を継続した場合の 2035 年の親魚量の予測値は平均 70 百トン（90%予測区間は 56 百～85 百トン）であり目標管理基準値案を上回る確率は 88%、限界管理基準値案を上回る確率は 100%である。

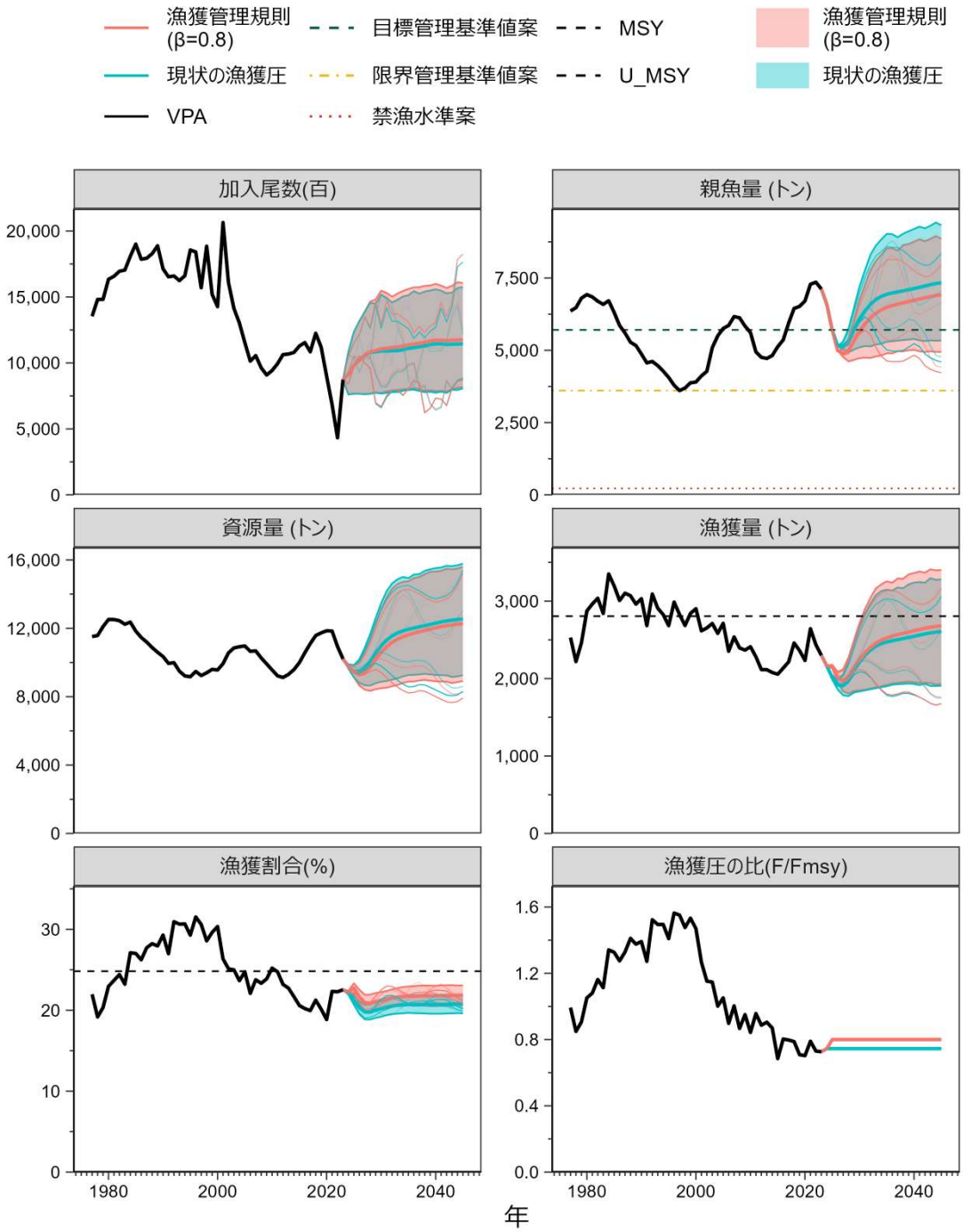
a)　縦軸を漁獲圧にした場合



b)　縦軸を漁獲量にした場合

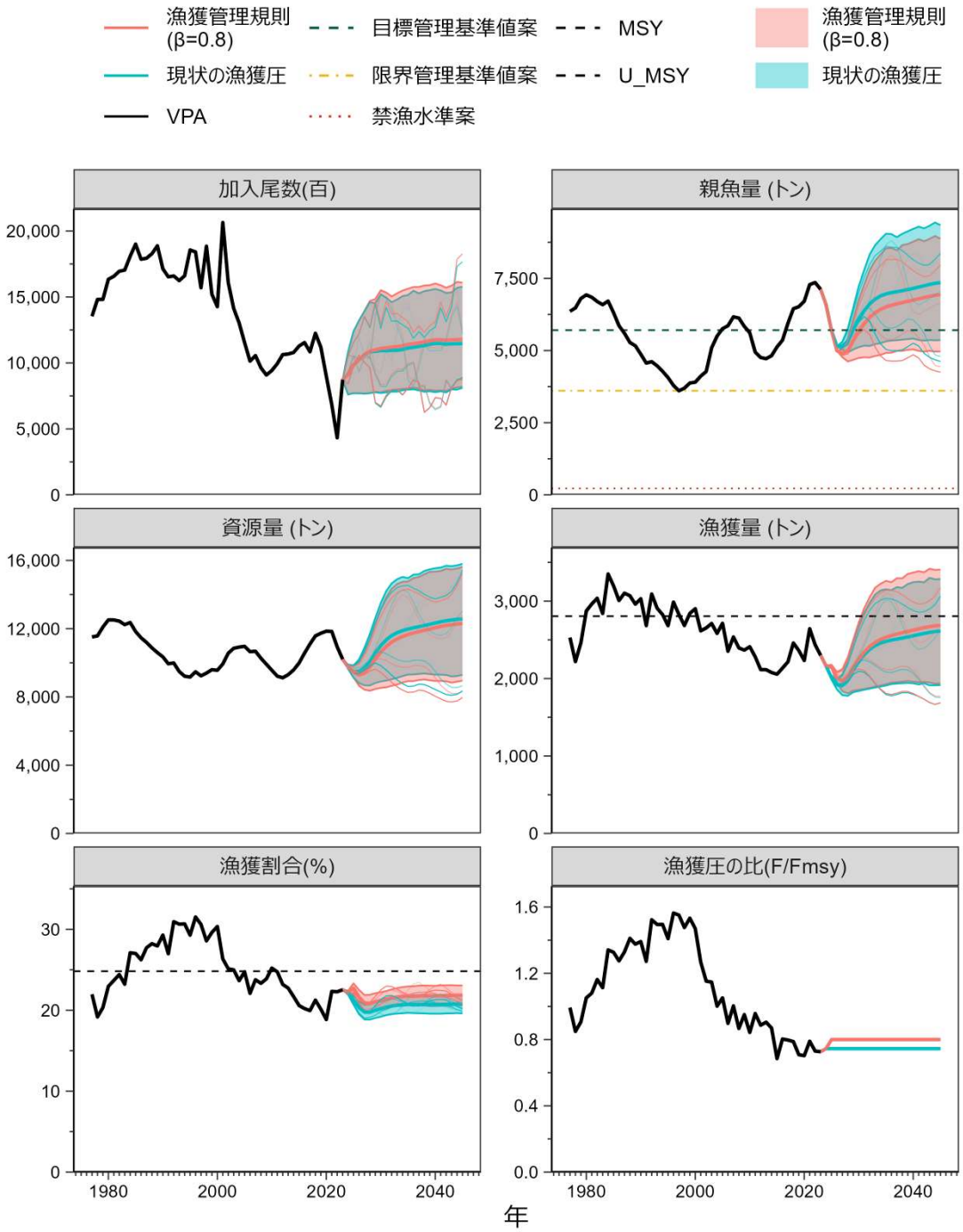


補足図 4-1.　漁獲管理規則案



補足図 4-2(a). 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（F2018-2022）で漁獲を続けた場合の将来予測（青色）

太実線は平均値、網掛けはシミュ　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（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（F2018-2022）により仮定した



補足図 4-2(b). 現状の種苗放流を想定した場合における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（F2018-2022）で漁獲を続けた場合の将来予測（青色）太実線は平均値、網掛けはシミュ　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（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（F2018-2022）により仮定した。

補足表 4-1(a).　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	100	0	0	0	0	0	2	6	10	15	20	24
0.9			0	0	0	2	11	23	33	40	45	50
0.8			0	0	1	20	43	57	66	72	75	77
0.7			0	0	23	72	85	90	92	93	93	93
0.6			0	53	94	99	99	99	99	99	99	99
0.5			0	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			0	0	8	49	69	79	84	86	87	88

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	98	96	96	95	95	95	95
0.9			100	100	100	100	100	100	99	99	99	99
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	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。2024 年の漁獲量は現状の漁獲圧（F2018-2022）から予測される 22 百トンとし、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（F2018-2022、β=0.75 に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足表 4-1(b).　種苗放流を考慮した場合に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	100	0	0	0	0	0	2	6	11	16	20	24
0.9			0	0	0	2	12	24	33	41	46	51
0.8			0	0	1	20	43	58	67	72	76	78
0.7			0	0	23	73	86	90	92	93	93	93
0.6			0	53	94	99	99	99	99	99	99	99
0.5			0	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			0	0	8	50	70	80	84	86	87	88

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	98	97	96	96	96	95	96
0.9			100	100	100	100	100	100	100	99	99	99
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	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。2024 年の漁獲量は現状の漁獲圧（F2018-2022）から予測される 22 百トンとし、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（F2018-2022、$\beta = 0.75$ に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足表 4-2(a).　将来の平均親魚量（トン）

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	6,591	5,696	4,571	4,208	4,117	4,283	4,443	4,595	4,738	4,868	4,983	5,083
0.9			4,775	4,539	4,532	4,779	5,003	5,209	5,391	5,546	5,671	5,771
0.8			4,989	4,899	4,998	5,346	5,648	5,916	6,139	6,313	6,439	6,526
0.7			5,213	5,291	5,520	5,995	6,394	6,731	6,992	7,173	7,282	7,337
0.6			5,447	5,718	6,107	6,740	7,260	7,677	7,972	8,142	8,209	8,205
0.5			5,693	6,184	6,766	7,598	8,271	8,785	9,109	9,245	9,237	9,137
0.4			5,951	6,691	7,509	8,590	9,459	10,095	10,446	10,524	10,399	10,156
0.3			6,221	7,244	8,346	9,740	10,862	11,658	12,046	12,045	11,760	11,318
0.2			6,504	7,848	9,292	11,076	12,530	13,545	13,999	13,912	13,434	12,740
0.1			6,801	8,508	10,362	12,633	14,524	15,851	16,432	16,287	15,614	14,638
0.0			7,112	9,228	11,573	14,452	16,922	18,698	19,525	19,413	18,608	17,386
現状の漁獲圧			5,144	5,160	5,322	5,727	6,071	6,368	6,609	6,787	6,906	6,980

補足表 4-2(b).　種苗放流を考慮した場合の将来の平均親魚量（トン）

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	6,591	5,696	4,571	4,208	4,120	4,292	4,456	4,611	4,755	4,887	5,002	5,102
0.9			4,775	4,539	4,536	4,789	5,017	5,227	5,411	5,567	5,692	5,792
0.8			4,989	4,899	5,002	5,356	5,663	5,935	6,161	6,335	6,461	6,548
0.7			5,213	5,291	5,524	6,005	6,410	6,752	7,016	7,197	7,306	7,360
0.6			5,447	5,718	6,110	6,751	7,277	7,701	7,998	8,169	8,235	8,230
0.5			5,693	6,184	6,770	7,610	8,290	8,812	9,139	9,276	9,266	9,164
0.4			5,951	6,691	7,513	8,603	9,480	10,124	10,480	10,559	10,433	10,186
0.3			6,221	7,244	8,351	9,754	10,885	11,691	12,085	12,086	11,800	11,354
0.2			6,504	7,848	9,297	11,090	12,555	13,582	14,044	13,960	13,482	12,785
0.1			6,801	8,508	10,367	12,648	14,552	15,892	16,483	16,344	15,673	14,695
0.0			7,112	9,228	11,578	14,469	16,951	18,744	19,584	19,481	18,681	17,461
現状の漁獲圧			5,144	5,160	5,325	5,738	6,086	6,389	6,632	6,810	6,929	7,002

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（F2018-2022）から予測される 22 百トンとし、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（F2018-2022、β＝0.75 に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足表 4-3(a).　将来の平均漁獲量（トン）

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	2,163	2,583	2,248	2,100	2,091	2,165	2,235	2,306	2,370	2,427	2,477	2,521
0.9		2,372	2,139	2,046	2,068	2,166	2,255	2,337	2,407	2,465	2,513	2,551
0.8		2,153	2,012	1,971	2,024	2,145	2,249	2,340	2,413	2,469	2,510	2,539
0.7		1,923	1,863	1,873	1,955	2,098	2,216	2,312	2,383	2,432	2,461	2,478
0.6		1,683	1,692	1,746	1,855	2,016	2,145	2,244	2,310	2,347	2,361	2,361
0.5		1,433	1,495	1,585	1,716	1,891	2,029	2,127	2,185	2,207	2,203	2,184
0.4		1,171	1,268	1,383	1,529	1,710	1,851	1,948	1,996	2,003	1,980	1,942
0.3		898	1,010	1,134	1,280	1,457	1,594	1,684	1,724	1,718	1,681	1,627
0.2		612	715	828	956	1,108	1,228	1,308	1,339	1,328	1,286	1,227
0.1		313	380	454	537	636	716	770	792	784	754	711
0.0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
現状の漁獲圧		2,011	1,921	1,914	1,981	2,109	2,217	2,307	2,377	2,428	2,463	2,485

補足表 4-3(b).　種苗放流を考慮した場合の将来の平均漁獲量（トン）

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	2,163	2,583	2,249	2,102	2,095	2,170	2,243	2,314	2,379	2,437	2,487	2,531
0.9		2,372	2,140	2,048	2,071	2,171	2,261	2,345	2,416	2,474	2,522	2,560
0.8		2,153	2,012	1,973	2,027	2,150	2,256	2,348	2,422	2,477	2,518	2,547
0.7		1,923	1,864	1,874	1,958	2,102	2,222	2,319	2,391	2,440	2,469	2,485
0.6		1,683	1,693	1,747	1,858	2,020	2,151	2,251	2,318	2,354	2,369	2,368
0.5		1,433	1,495	1,586	1,719	1,895	2,034	2,134	2,192	2,214	2,210	2,191
0.4		1,171	1,269	1,384	1,531	1,713	1,856	1,953	2,002	2,009	1,986	1,947
0.3		898	1,010	1,135	1,282	1,459	1,597	1,689	1,729	1,724	1,686	1,632
0.2		612	715	828	957	1,110	1,231	1,311	1,343	1,332	1,290	1,231
0.1		313	380	454	538	637	717	772	794	787	757	713
0.0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
現状の漁獲圧		2,012	1,922	1,915	1,984	2,114	2,223	2,315	2,385	2,436	2,471	2,493

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（F2018-2022）から予測される 22 百トンとし、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（F2018-2022、$\beta = 0.75$ 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、ABCWG（2024）に基づき、統計ソフトウェア R（version 4.2.2）用計算パッケージ frasyr（version 2.2.0）を用いて実施した。再生産関係としては、令和 3 年 9 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」において最大持続生産量 MSY の推定に用いた再生産関係（山本ほか 2021）を使用した。

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）」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。

本種は栽培対象種であり種苗放流が継続的に行われている（補足表 2-2）。将来予測において種苗放流を考慮する場合では、将来の人工種苗由来の加入尾数として 2018～2022 年の平均値である 4.2 万尾を毎年の加入量に加算した。

将来予測における 1～5 歳魚の資源尾数は以下の式で求めた。

$$N_{a,y} = N_{a-1,y-1}\exp\left(-M_{a-1} - F_{a-1,y-1}\right) \qquad (a = 1,\ldots,5)$$

6 歳魚以上のプラスグループの資源尾数は以下の式で求めた。

$$N_{6+,y} = N_{5,y-1}\exp\left(-M_{5,y-1} - F_{5,y-1}\right) + N_{6+,y-1}\exp\left(-M_{6+,y-1} - M_{6+,y-1}\right)$$

また、各年齢の漁獲尾数は以下の式で求めた。

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

将来予測における資源量および漁獲量は、算出した資源尾数または漁獲尾数に補足表 5-1 の平均体重を乗じて求め、親魚量はこの資源量に成熟割合を乗じて算出した。

引用文献

資源評価高度化作業部会 (2024) 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-SA2023-ABCWG02-04.

山本圭介・片町太輔・山下夕帆・鈴木重則 (2021) 令和 3 (2021) 年度マダイ瀬戸内海中・西部系群の管理基準値案等に関する研究機関会議資料. FRA-SA2021-BRP04-001, 水産研究・・教育機構, 1-50. http://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/20210928/doc_madai_setonaikai-mw_RIM.pdf (last acessed 27 July 2022)

補足表 5-1.　将来予測のパラメータ

	選択率 （注 1）	Fmsy （注 2）	F2018-2022 （注 3）	平均体重 （g）	自然死亡 係数	成熟 割合
0 歳	0.28	0.04	0.03	77	0.39	0.0
1 歳	1.00	0.15	0.12	201	0.24	0.0
2 歳	1.61	0.24	0.18	353	0.17	0.0
3 歳	2.26	0.34	0.24	534	0.17	0.5
4 歳	2.79	0.41	0.31	734	0.17	1.0
5 歳	3.56	0.53	0.38	967	0.17	1.0
6 歳以上	3.56	0.53	0.38	1,526	0.17	1.0

注 1：令和 3 年度研究機関会議で MSY を実現する水準の推定の際に使用した選択率（すなわち、令和 3 年度資源評価での Fcurrent の選択率）。1 歳の値を 1 としている。

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

注 3：2018～2022 年の F の平均値。現状の漁獲圧として使用。

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	有	7.31	2.05×10^{-4}	0.109	0.885

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	57 百トン	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	36 百トン	限界管理基準値。過去最低親魚量（SBmin）。
SBban 案	2 百トン	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, 4 歳, 5 歳, 6 歳以上) = (0.04, 0.15, 0.24, 0.34, 0.41, 0.53, 0.53)	
%SPR	13.6%	Fmsy に対応する%SPR
MSY	28 百トン	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	7,122 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, 4 歳, 5 歳, 6 歳以上) = (0.01, 0.12, 0.18, 0.24, 0.31, 0.38, 0.38)	
U2023	23%	2023 年の漁獲割合
%SPR（F2023）	20%	2023 年の%SPR
%SPR（F2018-2022）	19%	現状の漁獲圧（2018～2022 年の F の平均値）に対応する%SPR
管理基準値案との比較		
SB2023/ SBmsy （SBtarget 案）	1.25	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	0.73	SBmsy 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 を実現する水準を上回る	
漁獲圧の水準	SBmsy を維持する水準を下回る	
親魚量の動向	増加	

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

補足表 6-4.　2025 年の予測漁獲量

2025 年の親魚量（予測平均値）： 57 百トン			
項目	2025 年の平均漁獲量（百トン）	現状の漁獲圧に対する比（F/F2018-2022）	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）			
β=0.8	22	0.92	23
上記と異なるβを使用した場合			
β=1.0	26	1.15	27
β=0.6	17	0.69	18
β=0.4	12	0.46	12
β=0.2	6	0.23	6
β=0.0	0	0	0
F2018-2022	20	1	21

補足表 6-5.　種苗放流を考慮した場合の 2025 年の予測漁獲量

2025 年の親魚量（予測平均値）： 57 百トン			
項目	2025 年の平均漁獲量（百トン）	現状の漁獲圧に対する比（F/F2018-2022）	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）			
β=0.8	22	0.92	23
上記と異なるβを使用した場合			
β=1.0	26	1.15	27
β=0.6	17	0.69	18
β=0.4	12	0.46	12
β=0.2	6	0.23	6
β=0.0	0	0	0
F2018-2022	20	1	21

補足表 6-6.　異なる β に基づく将来予測結果

考慮している不確実性：加入量					
β	2035 年の平均親魚量（百トン）	90% 予測区間（百トン）	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
β=1.0	51	39 – 63	24	95	100
β=0.9	58	45 – 71	50	99	100
β=0.8	65	52 – 80	77	100	100
β=0.7	73	59 – 88	93	100	100
β=0.6	82	67 – 97	99	100	100
β=0.5	91	76 – 107	100	100	100
β=0.4	102	86 – 118	100	100	100
F2018-2022	70	56 – 85	88	100	100

補足表 6-7. 種苗放流を考慮した場合の異なる β に基づく将来予測結果

考慮している不確実性：加入量					
β	2035 年の平均親魚量（百トン）	90% 予測区間（百トン）	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
β=1.0	51	39 – 64	24	96	100
β=0.9	58	45 – 72	51	99	100
β=0.8	65	52 – 80	78	100	100
β=0.7	74	59 – 89	93	100	100
β=0.6	82	67 – 98	99	100	100
β=0.5	92	76 – 107	100	100	100
β=0.4	102	86 – 118	100	100	100
F2018-2022	70	56 – 85	88	100	100