

令和 4（2022）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

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

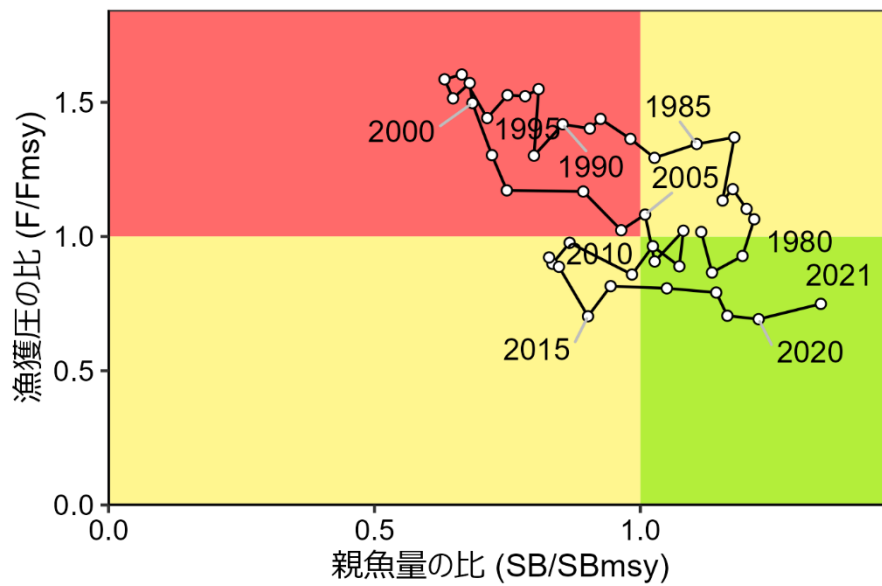
要 約

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 年から再び漸減傾向となった後、2013 年から再び増加している。2021 年は増加し 128 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 年から再び増加傾向で推移している。2021 年は 76 百トンであった。2021 年の加入量（天然のみ）は、1,147 万尾であり、直近 5 年間（2017～2021 年）は 1,066 万～1,170 万尾と横ばいで推移している。本種は栽培対象種であり 2020 年には 159 万尾の人工種苗が放流された。2020 年の 0 歳魚漁獲物における人工種苗放流魚の混入率は 0.3%、添加効率（放流魚の漁獲加入までの生残率）は 0.02 と非常に低く推定されている。

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）を実現する水準の親魚量（SB_{msy}）は 57 百トンである。この基準に従うと、本系群の 2021 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 2021 年の漁獲圧は MSY を実現する水準の漁獲圧（F_{msy}）を下回る。親魚量の動向は直近 5 年間（2017～2021 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において提案された値を暫定的に示した。

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	57 百トン
2021 年の親魚量の水準	MSY を実現する水準を上回る
2021 年の漁獲圧の水準	MSY を実現する水準を下回る
2021 年の親魚量の動向	増加
最大持続生産量 (MSY)	28 百トン
2023 年の ABC	-
コメント： ・ ABC は、本系群の漁獲管理規則が「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は留意する必要がある。	

近年の資源量、漁獲量、漁獲圧、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 (%)
2017	113	60	22	0.81	20
2018	118	65	25	0.77	21
2019	120	66	24	0.69	20
2020	123	70	22	0.68	18
2021	128	76	26	0.73	20
2022	129	78	27	0.72	21
2023	128	76	-	-	-
・ 2022 年、2023 年の値は将来予測に基づく予測平均値である。					

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	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)、2020 年県別漁業別魚種別漁獲量、2021 年概数値(農林水産省) 生物情報収集調査、漁場別漁獲状況調査 2020 年香川県灘別漁業種類別魚種別漁獲量、2021 年概数値(農林水産省) 体長－年齢関係(愛媛県) 体長－尾叉長関係(愛媛県) 体長－体重関係(愛媛県) 漁場別漁獲状況調査(広島県、山口県、愛媛県、大分県) 漁法別尾叉長測定調査(愛媛県)
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 歳以降)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	生物情報収集調査(愛媛県)、漁場別漁獲状況調査(山口県)
年齢別漁獲尾数	(参考) 新規加入量調査標本船調査(愛媛県)

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(下式: 広島県 1983)(図 2-2)。寿命は 15～20 年である(広島県 1983)。本系群における公表された文献値として参考として示す。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。2021 年は吾智網 32%、小底 31%、刺網 14%、釣漁業 13%および小型定置網 9%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、3-2、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。以後は若干増加し、2021 年は 2,609 トンであった。

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、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 年の遊漁調査ではマダイ漁獲量 4,529 トンの 4%に相当する 195 トンが採捕された（水産庁資源管理部沿岸沖合課 2003）。さらに 2008 年の遊漁調査ではマダイ漁獲量 4,175 トンの 8%に相当する 331 トンが採捕されている（水産庁資源管理部沿岸沖合課 平成 20 年度遊魚採捕量調査報告書データ http://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00502002&kikan=00502&tstat=000001031445&cycle=8&tclass1=000001031446&tclass2=000001031447&result_page=1&second2=1、2018 年 8 月 8 日）。なお、これ以降、遊漁採捕量調査は実施されていない。

(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型底びき網漁業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、その後減少したのち 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

1977～2021 年の 45 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）。資源評価に用いた計算では、直近年の漁獲圧（F 値）は過去 5 年の漁獲圧の平均に等しいと仮定し、直近年の加入量については最近年を除く直近 5 年間（2016～2020 年）の 0 歳資源尾数の平均値とした。

(2) 資源量指標値の推移

小型底びき網の 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、小型底びき網の 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。1996～2000 年は横ばいで推移し、2001～2005 年は増加した。2006 年から再び漸減傾向となった後、2013 年から再び増加している。2021 年は増加し過去最高値となる 128 百トンであった。昨年度の評価と比べると、2000 年以前の推定値に大きな違いはないものの、2001～2020 年の資源量および親魚量が上方修正された（補足資料 7、補足図 7-1、7-2、7-3）。これは、2021 年の漁獲量が前年比で 15%増となり過去に遡って加入量が上方修正されたためである。漁獲割合は、18.1～31.5%の間で変動した。特に、1992～2000 年の間は漁獲割合が高く、平均が 30.2%であった（図 4-2）。2001 年以降は 18.1～26.3%で比較的安定して推移し、2021 年は前年をやや上回る 20.4%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推移している。2021 年は最高値となる 76 百トンであった。

年齢別の漁獲係数 F の経年変化を示す（図 4-4）。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 年には再び減少した。1 歳魚の F は 1984～1994 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 年以降は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%増減させた場合の推定値の変動は、資源量で 85～121%、加入量で 72～143%、親魚量で 87～117%となる（図 4-5）。M の変動と比較して、加入量の推定値で変動幅がやや大きく、資源量と親魚量の推定値では変動幅は小さい。

(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。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。2020 年には 159 万尾の人工種苗が放流された（図 6-1、表 3-2）。

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は 2006 年以降は平均 0.6% (ave. 2006~2020) と非常に低く、同様に添加効率（放流魚の漁獲加入までの生残率）もまた低い 0.04 (ave. 2006~2020) となった。2020 年は補正済み混入率が 0.3%、添加効率が 0.02 と非常に低く推定された。なお、ここで用いた混入率データについては系群全体に対して収集体制が整備されておらず、限定的な情報であることから、精度は高くないと考えられる。しかしながら、数値自体が非常に小さいことから、低精度の影響が資源推定全体に及ぼす影響は非常に小さいと考えられる。

人工種苗由来の加入尾数は、1986 年に 340 万尾で過去最高となったが、その後は減少傾向となり、2006 年以降は平均 6 万尾 (ave. 2006~2020) と低い水準で推移している。2020 年の人工種苗由来の加入尾数は 3 万尾である。放流尾数のデータが公表されていない 2021 年の人工種苗由来の加入尾数については、2017~2020 年の平均添加効率と平均放流尾数を乗じた値として 5 万尾と推定した。

(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、その漁獲圧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。2021 年の %SPR は 20%であった。

現状の漁獲圧に対する YPR と %SPR の関係を図 4-7 に示す。ここで、現状の漁獲圧 (F2022) は、選択率は令和 3 年 9 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」において最大持続生産量 MSY を実現する F (Fmsy) の推定に用いた値 (山本ほか 2021) を用い、%SPR が 2021 年の値 (20%) となる F とした。また、年齢別平均体重および成熟割合についても Fmsy 算出時の値を使用した。Fmsy は %SPR に換算すると 14%に相当する。現状の漁獲圧 (F2022) は Fmsy を下回るが、F30%SPR を上回る。

(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するデータは、令和 3 (2021) 年度の資源評価に基づく親魚量・加入量とし (山本・片町 2022)、最適化方法には最小二乗法を用いている。加入量の残差の自己相関を考慮している。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 (2021 年以降) の環境下において最大持続生産量 (MSY) を実現する親魚量 (SBmsy) および MSY を実現する漁獲量として上記の「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 を実現する親魚量と漁獲圧を基準にした神戸プロットを図 4-9 に示す。また、2021 年の親魚量と漁獲圧の概要を補足表 6-3 に示した。本系群における 2021 年の親魚量は MSY を実現する親魚量（SBmsy）を上回っており、2021 年の親魚量は SBmsy の 1.34 倍である。また、2021 年の漁獲圧は、MSY を実現する漁獲圧（Fmsy）を下回っており、2021 年の漁獲圧は MSY を実現する漁獲圧の 0.75 倍である。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（2017～2021 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、2004 年から漁獲圧が F_{msy} 以下に削減され、2017 年以降の親魚量は SBmsy を上回る水準に回復・維持されている。

5. 資源評価のまとめ

2021 年の資源量は 128 百トン、親魚量は 76 百トンで MSY を実現する親魚量の水準（57 百トン）を上回っている。2021 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。親魚量の動向は増加傾向である。

6. その他

近年、本系群では若齢魚が積極的な漁獲対象とされておらず若齢魚（0～1 歳魚）の漁獲尾数は 2004 年までに大きく減少した。しかし、2015 年以降は 0 歳魚の漁獲尾数が増加している。マダイ若齢魚の増加、密度や分布域の拡大に伴う他種狙い操業時の混獲量の増加が疑われる。

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.
- 高場 稔 (1992) 広島県東部、中部海域の放流マダイ幼魚の食性. 広島水試研報, 17, 59-70.
- 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. 水産研究・教育機構, 1-50.
- FRA-SA2021-BRP04-001
- http://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/20210928/doc_madai_setonaikai-mw_RIM.pdf (last accessed 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.

我が国周辺水域の漁業資源評価,水産研究・教育機構, 1-39. FRA-SA2021-RC03-6.

<https://abchan.fra.go.jp/digests2021/details/202149.pdf> (last accessed 27 July 2022)

(執筆者：山本圭介、金谷彩友美、片町太輔、山下夕帆)



図 2-1. マダイ瀬戸内海中・西部系群の分布域

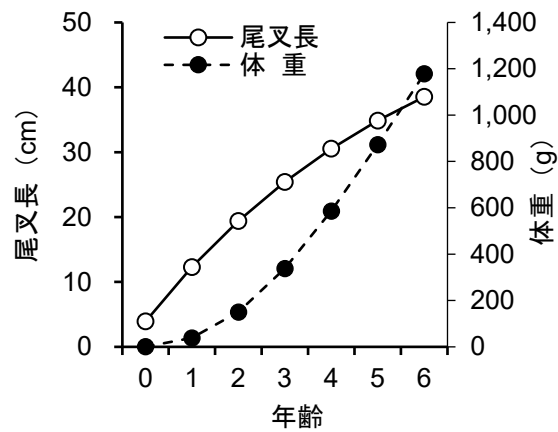


図 2-2. 年齢と成長の関係（参考値）

注）資源量計算には補足資料 2 に示した年齢別平均体重を用いた。

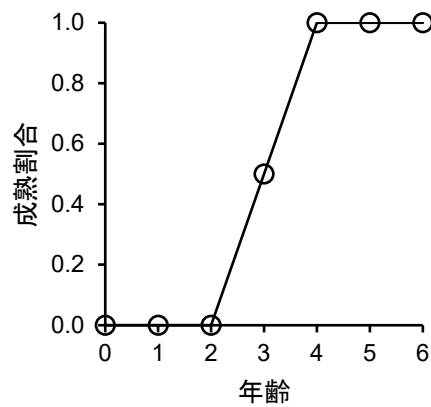


図 2-3. 年齢と成熟率の関係

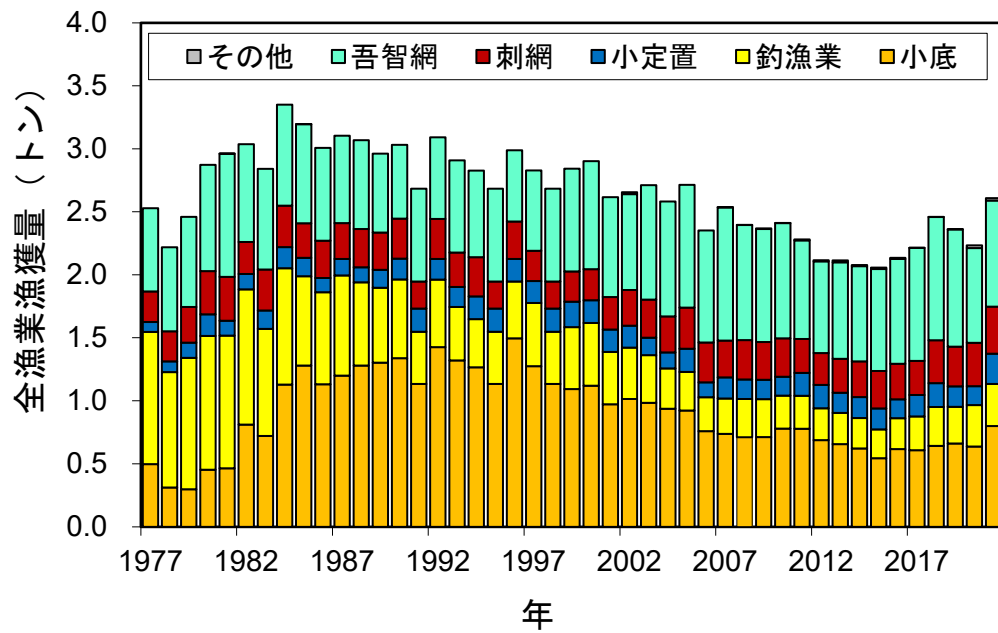


図 3-1. マダイ瀬戸内海中・西部系群の漁獲量の推移

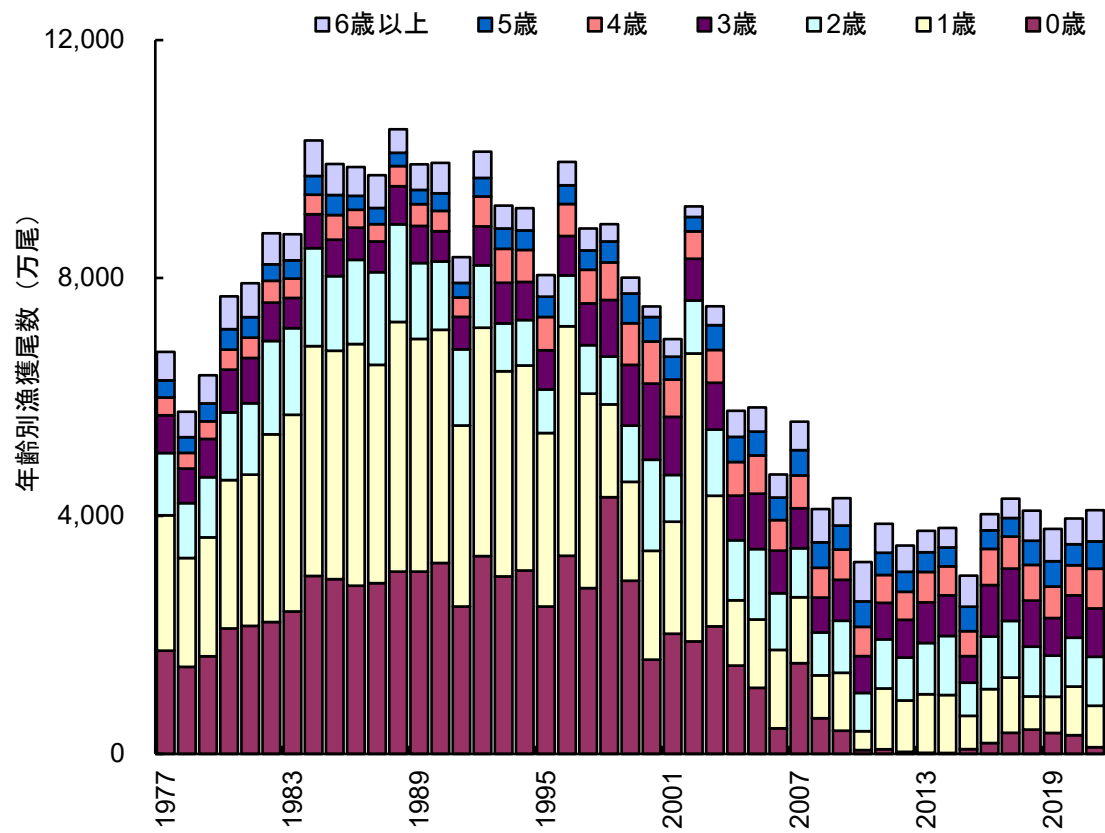


図 3-2. 年齢別漁獲尾数の経年変化

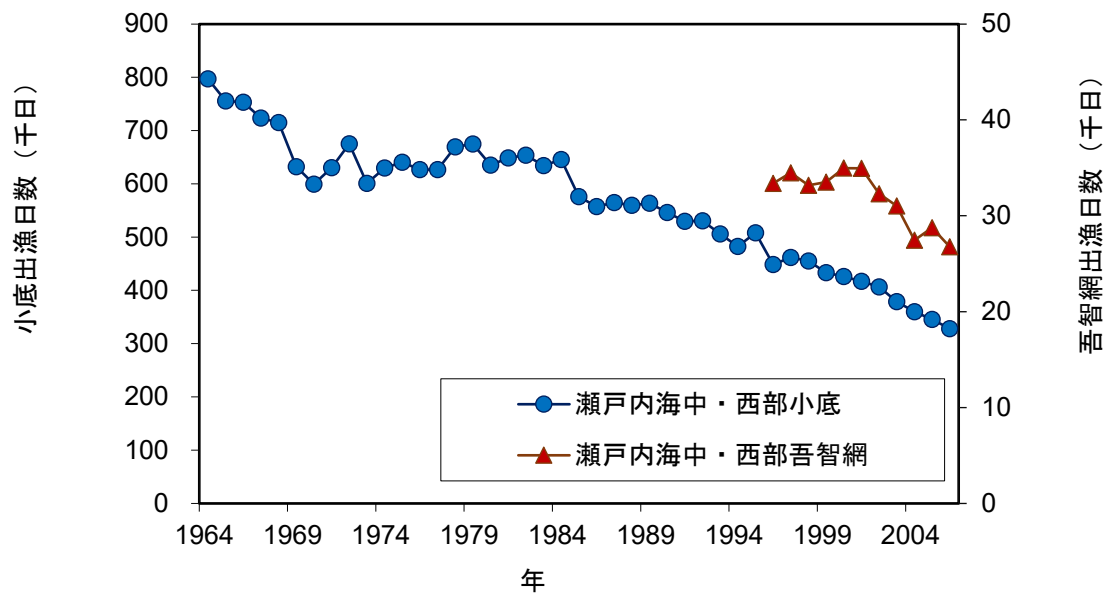


図 3-3. 小型底びき網漁業と吾智網漁業の延べ出漁隻日数の推移 (1964～2006 年)

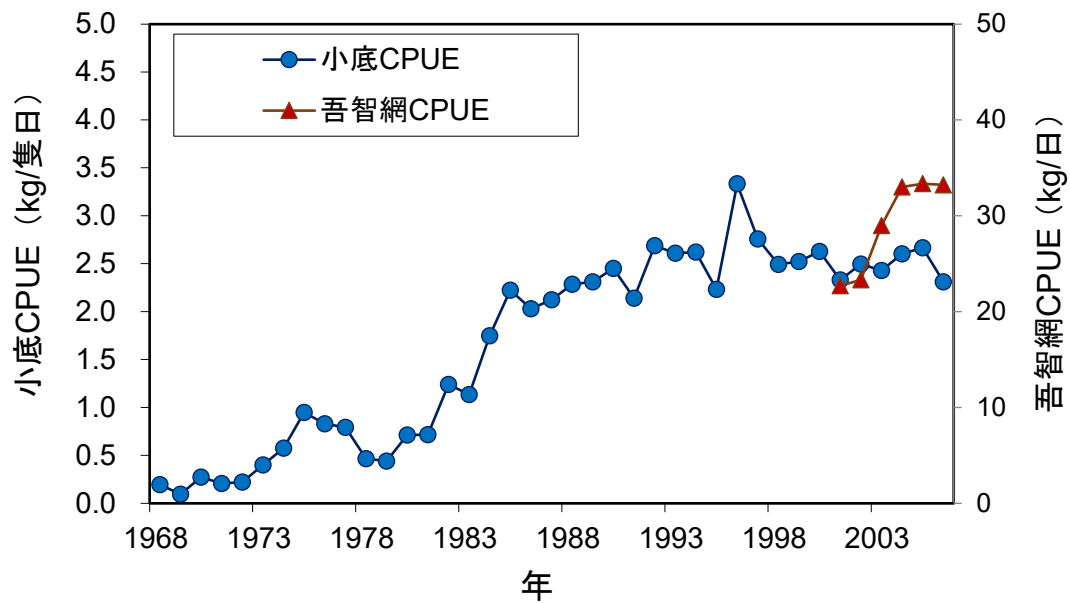


図 4-1. 小型底びき網漁業と吾智網漁業の CPUE の推移

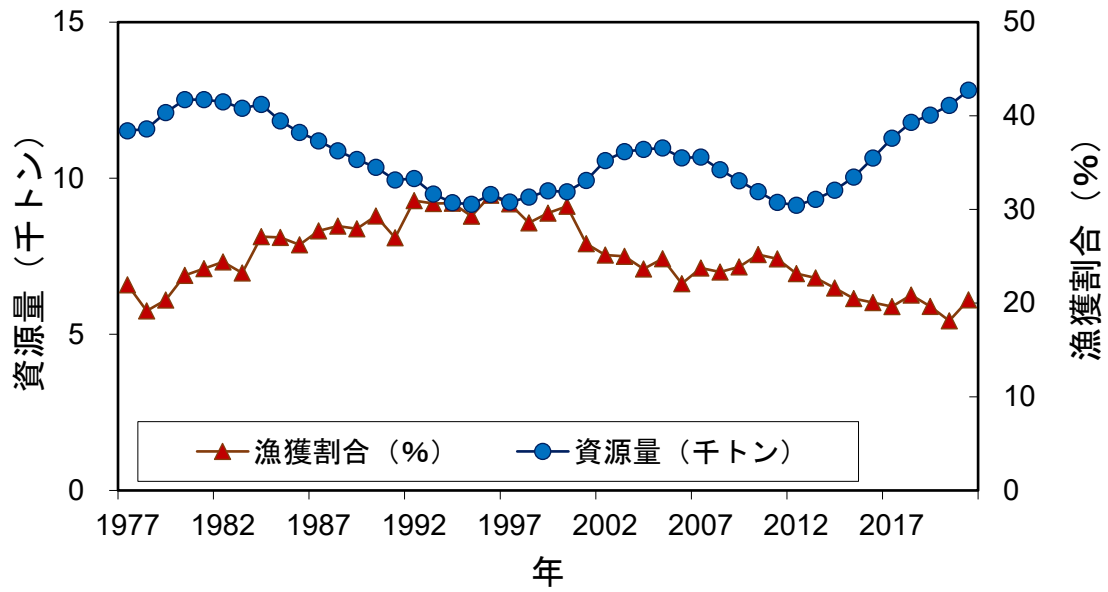


図 4-2. 資源量と漁獲割合の推移

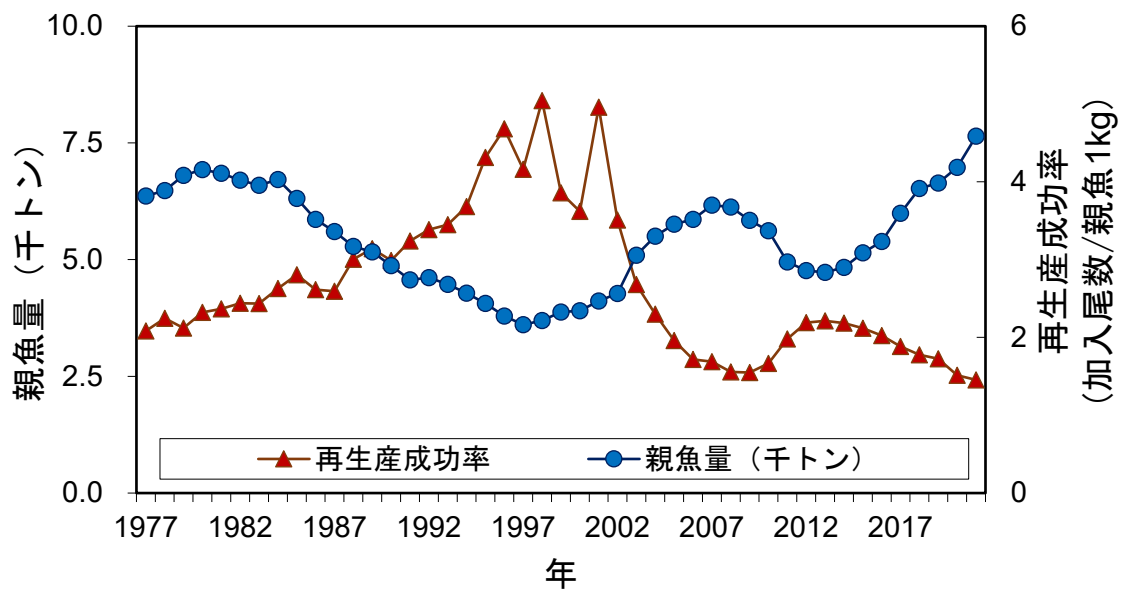
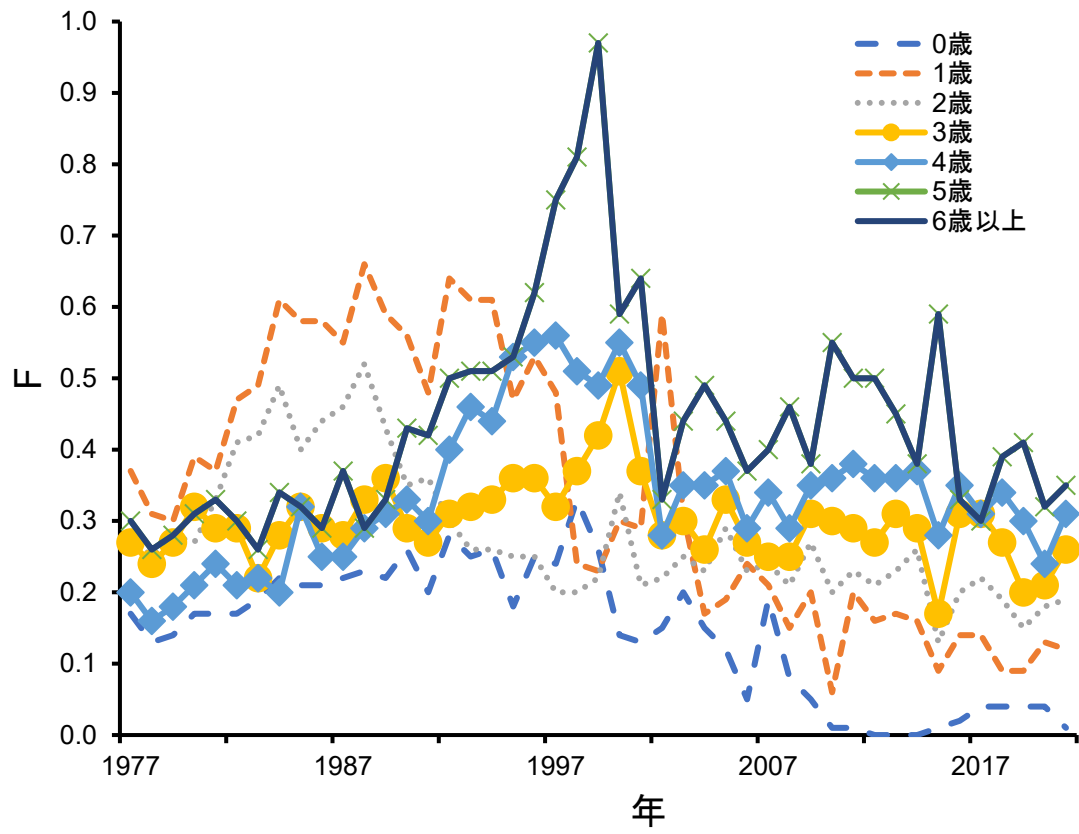


図 4-3. 親魚量と再生産成功率の推移

図 4-4. 年齢別漁獲係数 F の経年変化

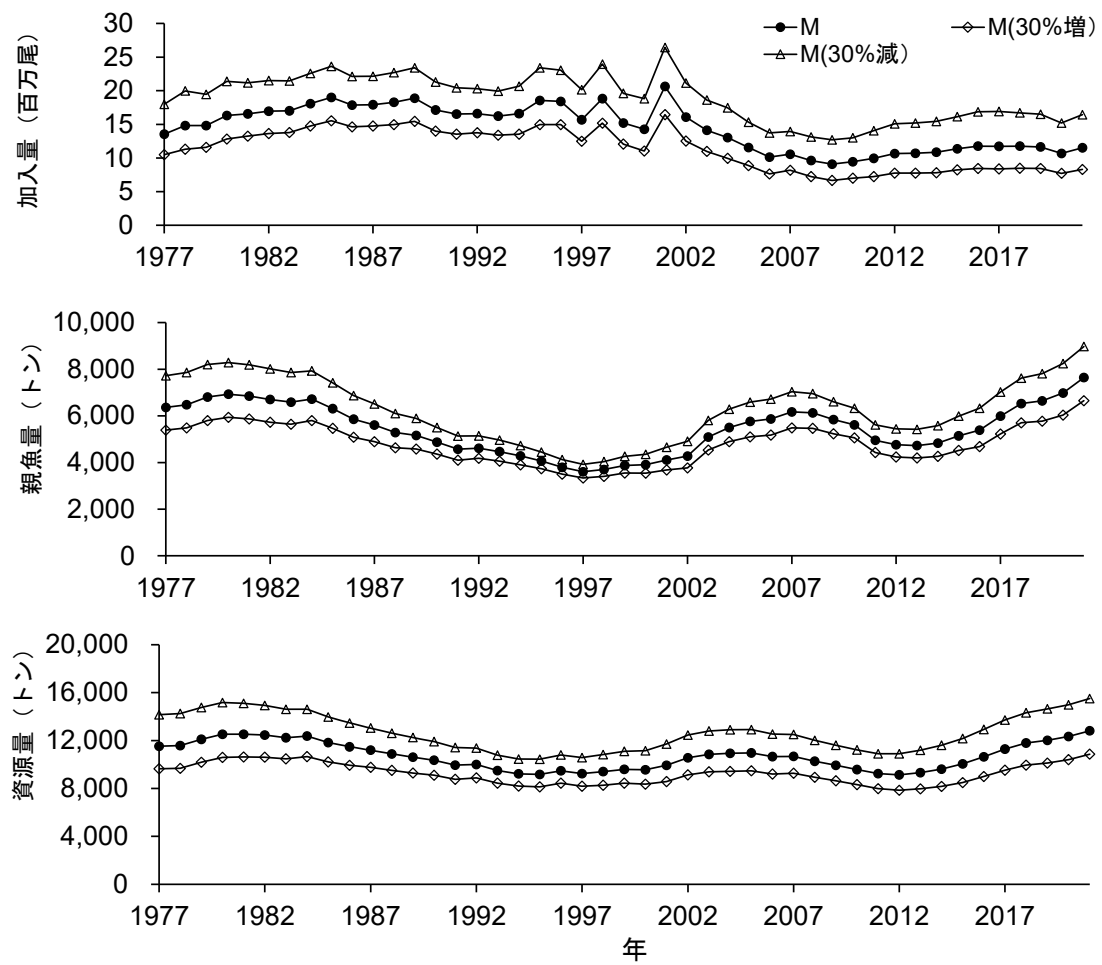


図 4-5. 自然死亡係数の変化による各推定結果の推移

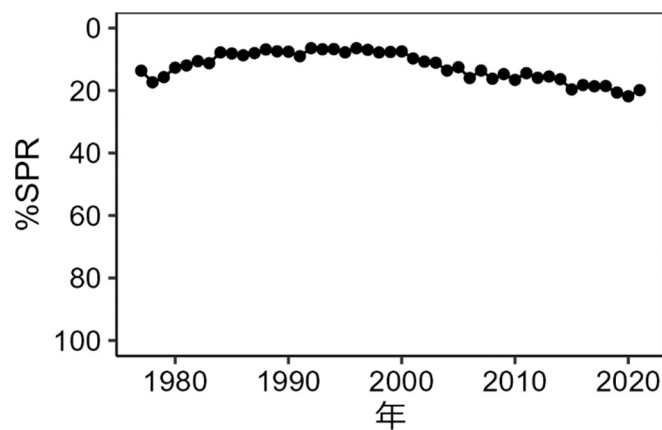


図 4-6. %SPR の推移

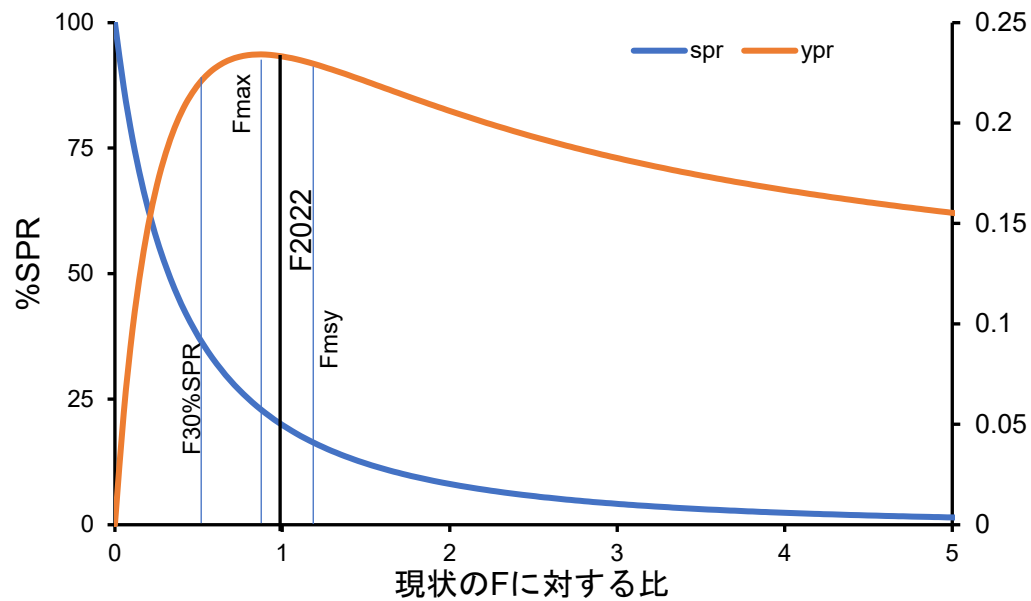


図 4-7. 現状の漁獲圧（F2022）に対する YPR と%SPR の関係

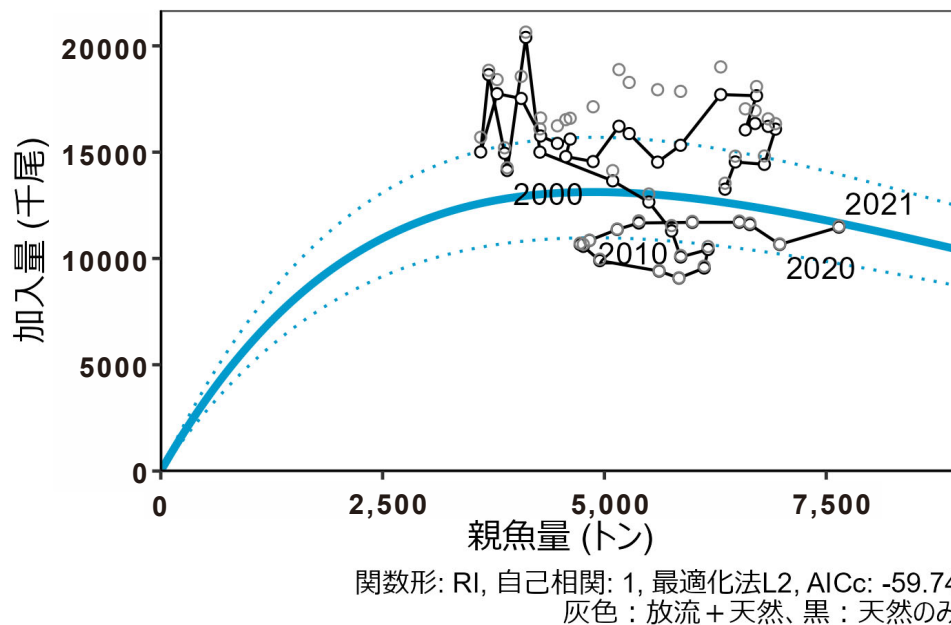


図 4-8. 親魚量と加入量との関係 青太線は本系群で適用した再生産関係式リッカー型（青）の予測値であり、青点線はそれぞれ仮定されている再生産関係において観察データの90%が含まれると推定される範囲である。各再生産関係式のパラメータは令和3年9月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」（山本ほか 2021）に示された値に基づく。白丸印は令和4（2022）年度資源評価における親魚量と加入量（1977～2021年）を示し、黒色は天然のみ、灰色は種苗放流を加味した加入量である。図中の数字は加入群の年級（生まれ年）を示す。

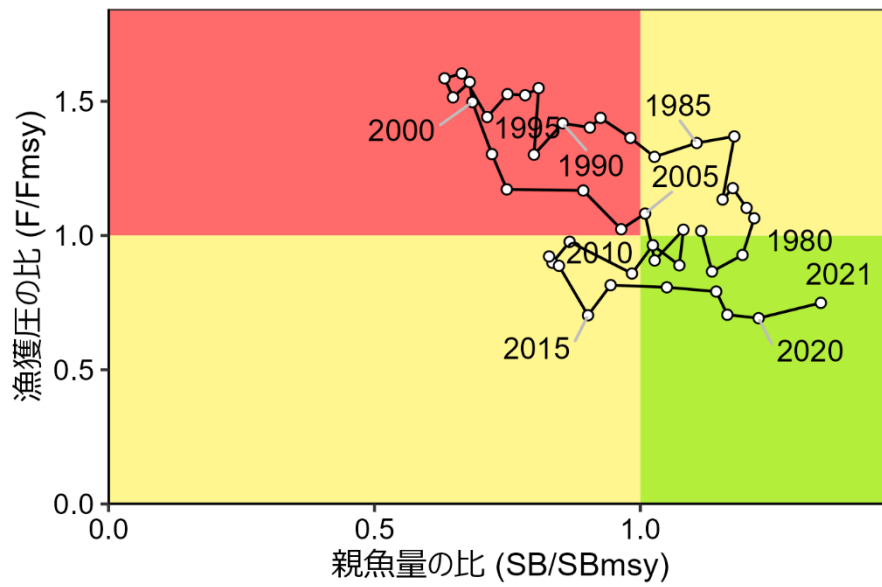


図 4-9. 神戸プロット

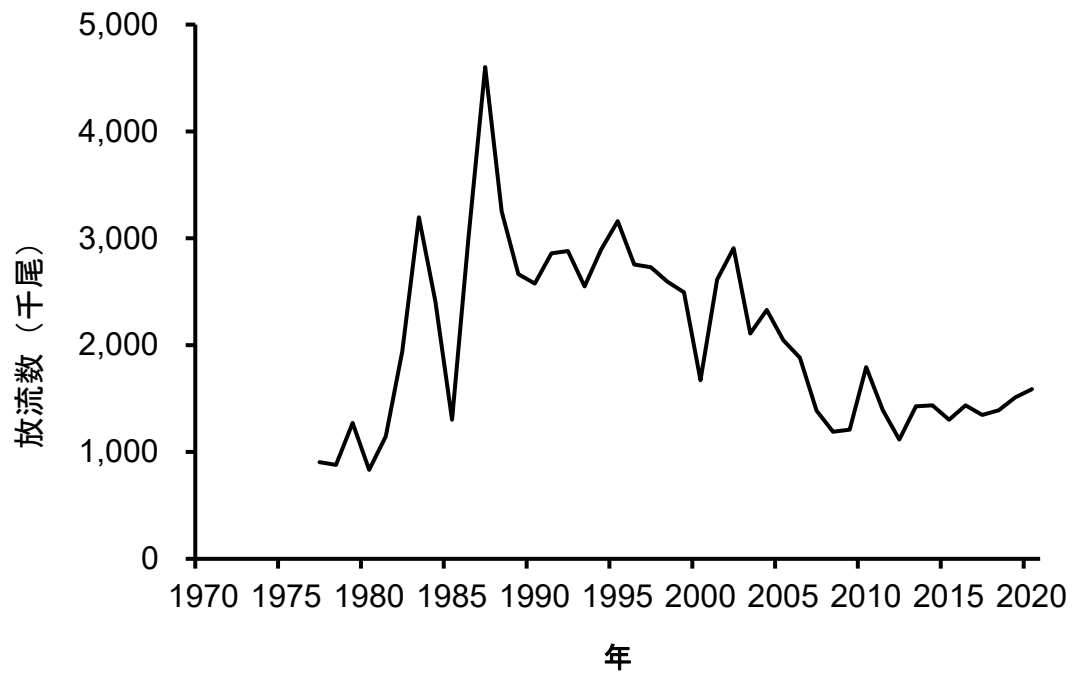


図 6-1. マダイ瀬戸内海中・西部系群の放流数

表 3-1. マダイ瀬戸内海中・西部系群の漁法別漁獲量（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	799	374	334	240	20

表 3-2. マダイ瀬戸内海中・西部系群の漁獲量、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	-	1987	3,104	4,604
1953	4,552	-	1988	3,069	3,252
1954	3,825	-	1989	2,962	2,665
1955	3,463	-	1990	3,032	2,577
1956	3,504	-	1991	2,684	2,859
1957	3,359	-	1992	3,091	2,881
1958	2,995	-	1993	2,908	2,549
1959	2,616	-	1994	2,827	2,894
1960	2,547	-	1995	2,684	3,160
1961	2,396	-	1996	2,988	2,754
1962	2,051	-	1997	2,828	2,729
1963	2,141	-	1998	2,684	2,594
1964	2,219	-	1999	2,842	2,494
1965	2,466	-	2000	2,902	1,672
1966	2,198	-	2001	2,616	2,614
1967	2,352	-	2002	2,655	2,907
1968	2,136	-	2003	2,712	2,109
1969	2,107	-	2004	2,583	2,329
1970	1,715	-	2005	2,714	2,044
1971	1,801	-	2006	2,352	1,882
1972	1,737	-	2007	2,537	1,387
1973	1,764	-	2008	2,396	1,189
1974	1,894	-	2009	2,368	1,208
1975	2,440	-	2010	2,411	1,795
1976	2,629	-	2011	2,281	1,391
1977	2,529	904	2012	2,115	1,116
1978	2,219	879	2013	2,115	1,427
1979	2,460	1,271	2014	2,078	1,436
1980	2,873	834	2015	2,057	1,301
1981	2,963	1,145	2016	2,135	1,436
1982	3,037	1,941	2017	2,215	1,346
1983	2,841	3,196	2018	2,460	1,389
1984	3,351	2,409	2019	2,362	1,511
1985	3,197	1,301	2020	2,234	1,587
1986	3,008	3,011	2021	2,609	

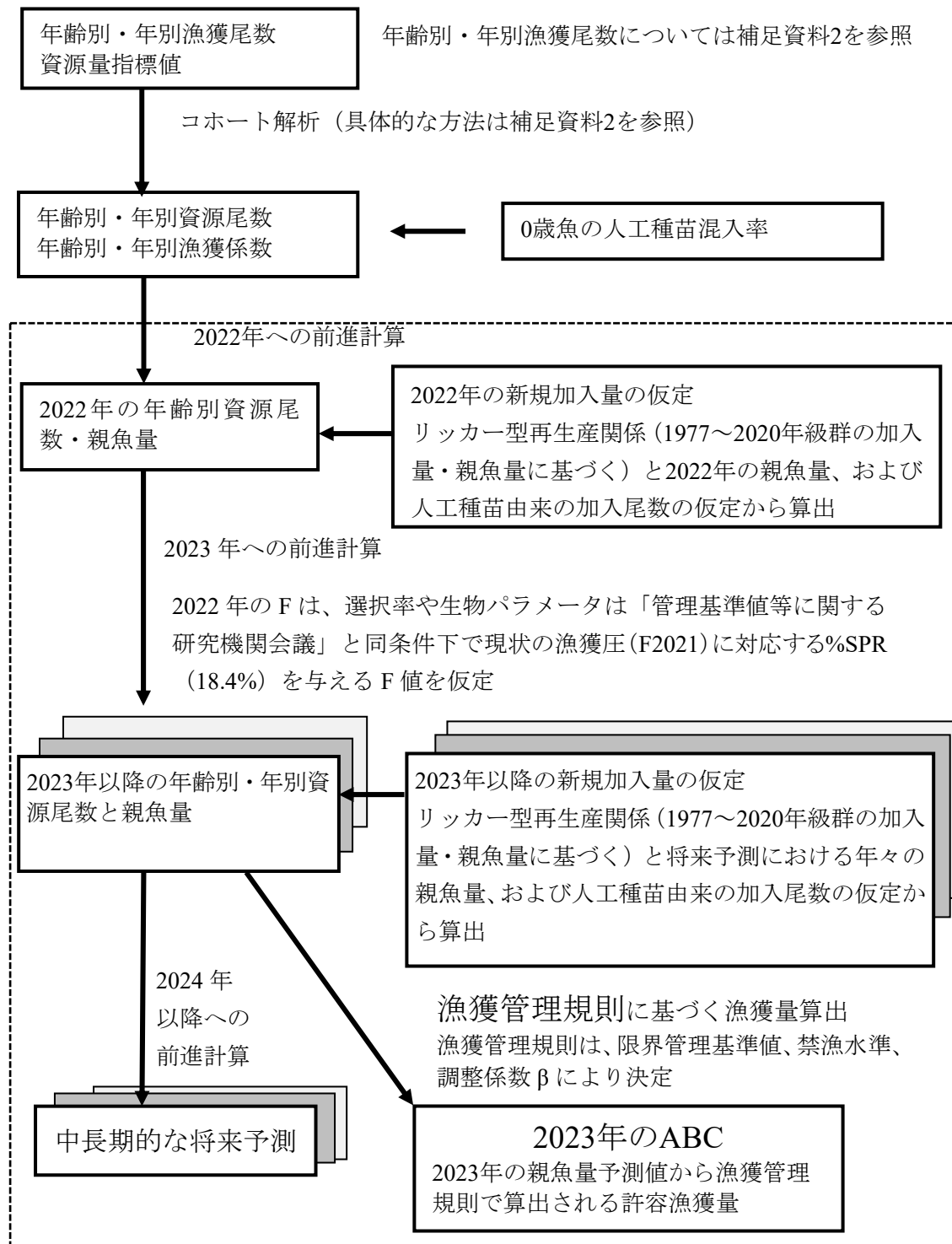
表 3-3. 瀬戸内海中・西部の小型底びき網、吾智網の延べ出漁隻日数ならびに CPUE の推移

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. マダイ瀬戸内海中・西部系群の資源解析結果

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			
1977	2,529	11,517	6,362	22.0	13,539	13,258	14	1.02	2.08
1978	2,219	11,580	6,477	19.2	14,811	14,539	17	0.87	2.24
1979	2,460	12,100	6,803	20.3	14,820	14,426	16	0.93	2.12
1980	2,873	12,516	6,929	23.0	16,342	16,083	13	1.06	2.32
1981	2,963	12,516	6,848	23.7	16,568	16,213	12	1.10	2.37
1982	3,037	12,447	6,702	24.4	16,949	16,347	11	1.18	2.44
1983	2,841	12,239	6,590	23.2	17,038	16,047	11	1.13	2.44
1984	3,351	12,363	6,716	27.1	18,088	17,653	8	1.37	2.63
1985	3,197	11,836	6,312	27.0	19,009	17,708	8	1.34	2.81
1986	3,008	11,468	5,861	26.2	17,860	15,324	9	1.29	2.61
1987	3,104	11,197	5,602	27.7	17,938	14,530	8	1.36	2.59
1988	3,069	10,876	5,281	28.2	18,280	15,872	7	1.44	3.01
1989	2,962	10,600	5,165	27.9	18,883	16,218	7	1.40	3.14
1990	3,032	10,350	4,872	29.3	17,135	14,558	8	1.42	2.99
1991	2,684	9,946	4,566	27.0	16,528	14,792	9	1.30	3.24
1992	3,091	9,990	4,614	30.9	16,595	15,616	6	1.55	3.38
1993	2,908	9,492	4,469	30.6	16,240	15,411	7	1.52	3.45
1994	2,827	9,216	4,283	30.7	16,608	15,761	7	1.53	3.68
1995	2,684	9,166	4,063	29.3	18,564	17,524	8	1.44	4.31
1996	2,988	9,478	3,792	31.5	18,413	17,750	6	1.60	4.68
1997	2,828	9,239	3,607	30.6	15,699	15,008	7	1.59	4.16
1998	2,684	9,395	3,696	28.6	18,850	18,642	8	1.51	5.04
1999	2,842	9,597	3,875	29.6	15,207	14,948	8	1.57	3.86
2000	2,902	9,563	3,906	30.3	14,267	14,139	7	1.50	3.62
2001	2,616	9,928	4,113	26.3	20,645	20,397	10	1.30	4.96
2002	2,655	10,563	4,274	25.1	16,094	15,000	11	1.17	3.51
2003	2,712	10,852	5,095	25.0	14,131	13,651	11	1.17	2.68
2004	2,583	10,923	5,503	23.6	13,031	12,654	14	1.02	2.30
2005	2,714	10,968	5,758	24.7	11,546	11,292	13	1.08	1.96
2006	2,352	10,654	5,862	22.1	10,139	10,068	16	0.91	1.72
2007	2,537	10,679	6,168	23.8	10,558	10,420	14	1.02	1.69
2008	2,396	10,271	6,126	23.3	9,637	9,551	16	0.89	1.56
2009	2,368	9,921	5,841	23.9	9,093	9,075	15	0.96	1.55
2010	2,411	9,572	5,618	25.2	9,434	9,405	17	0.86	1.67
2011	2,281	9,227	4,948	24.7	9,966	9,896	14	0.98	1.98
2012	2,115	9,136	4,763	23.2	10,665	10,569	16	0.90	2.19
2013	2,115	9,325	4,727	22.7	10,721	10,657	16	0.92	2.21
2014	2,078	9,615	4,834	21.6	10,860	10,848	16	0.89	2.18
2015	2,057	10,039	5,146	20.5	11,387	11,364	20	0.70	2.12
2016	2,135	10,647	5,389	20.1	11,768	11,668	18	0.82	2.02
2017	2,215	11,280	5,992	19.6	11,744	11,698	19	0.81	1.88
2018	2,460	11,788	6,522	20.9	11,758	11,701	19	0.79	1.78
2019	2,362	12,018	6,640	19.7	11,660	11,594	21	0.70	1.73
2020	2,234	12,333	6,977	18.1	10,687	10,658	22	0.69	1.51
2021	2,609	12,818	7,644	20.4	11,523	11,473	20	0.75	1.45

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。（http://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/index.html）

補足資料 2 計算方法

(1) 資源量等推定法とコホート解析に用いたパラメータ

1977～2021 年までの 45 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 (M_a) は年齢 a による差を与え、 $M_0=0.39$ 、 $M_1=0.24$ 、 $M_2+=0.17$ 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、 $N_{a,y}$ は y 年における a 歳魚の資源尾数、 $F_{a,y}$ は y 年における a 歳魚の漁獲係数、 $C_{a,y}$ は y 年における a 歳魚の漁獲尾数である。

ここで、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。

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

最新年の 0 歳魚の資源尾数については不確実性が高く、1 歳魚以上と同様に直近数年間の F の平均値を用いて計算すると、0 歳魚の推定資源尾数 (N_0) が不合理な水準まで跳ね上がる現象が生じやすい。これを補正するため本系群の資源量推定においては最近年の N_0 に最近年を除く直近 5 年間の N_0 の平均値を用いており、本年の評価についても最近年である 2021 年の N_0 には最近年を除く直近 5 年間 (2016～2020 年) の N_0 の平均値を用いる方法を採用した。なお、この N_0 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。

$$N_{0,y} = \frac{\sum_{b=1}^5 N_{0,y-b}}{5}$$

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 はそれらの F 値が最新年を除く直近 5 年間の平均に等しいと仮定した上で、F6+,y=F5,y となる様にエクセルのソルバーを使用して F6+,y を探索的に求めた。

最新年の 0 歳魚の F (F0,y) は、既に N0 が近年を除く直近 5 年間 (2016～2020 年) の N0 の平均値として求められているので、それと最新年の 0 歳魚の漁獲尾数 C0,y、そして 0 歳魚の自然死亡係数 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 歳魚資源量を天然由来の 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、

Ray: y 年における人工種苗由来の 0 歳魚資源尾数

Rny: y 年における天然由来の 0 歳魚資源尾数

N0y: 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

混入率は山口県 の値を使用した (補足表 2-2)。2021 年以降の添加効率については直近年を除いた過去 5 年間 (2016～2020 年) の平均値 0.04 と仮定した。

(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資料 2 の表に示した値を用いた。

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

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

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 4（2022）年度 資源評価のモデル診断手順と情報提供指針（FRA-SA2022-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。

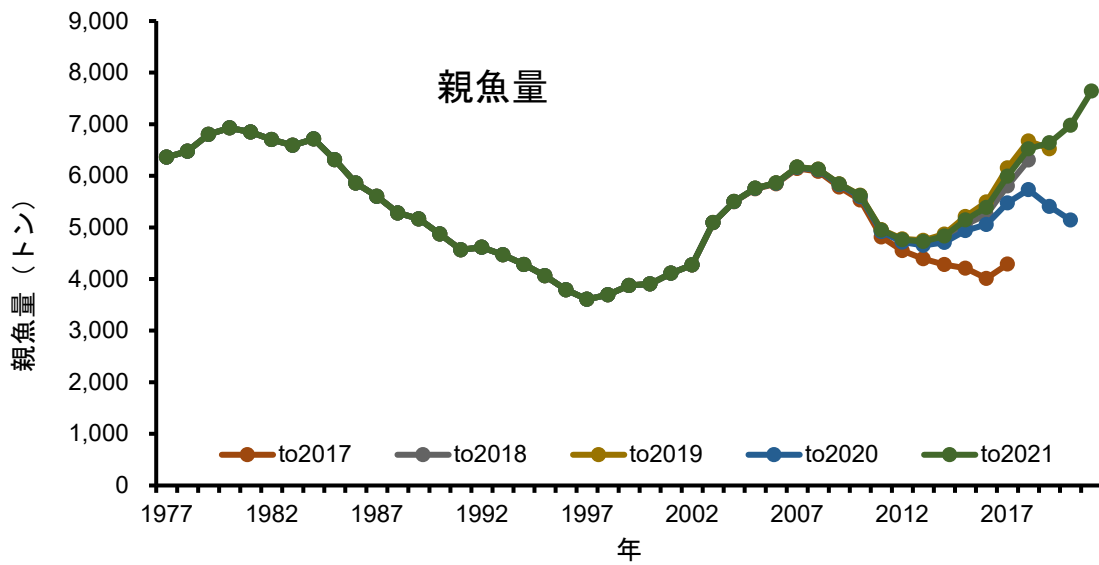
レトロスペクティブ解析の結果を補足図 2-1～3 に示す。データの追加・更新が行われることで資源量、親魚量、0 歳資源尾数が上方修正される傾向が見られた。

(6) その他

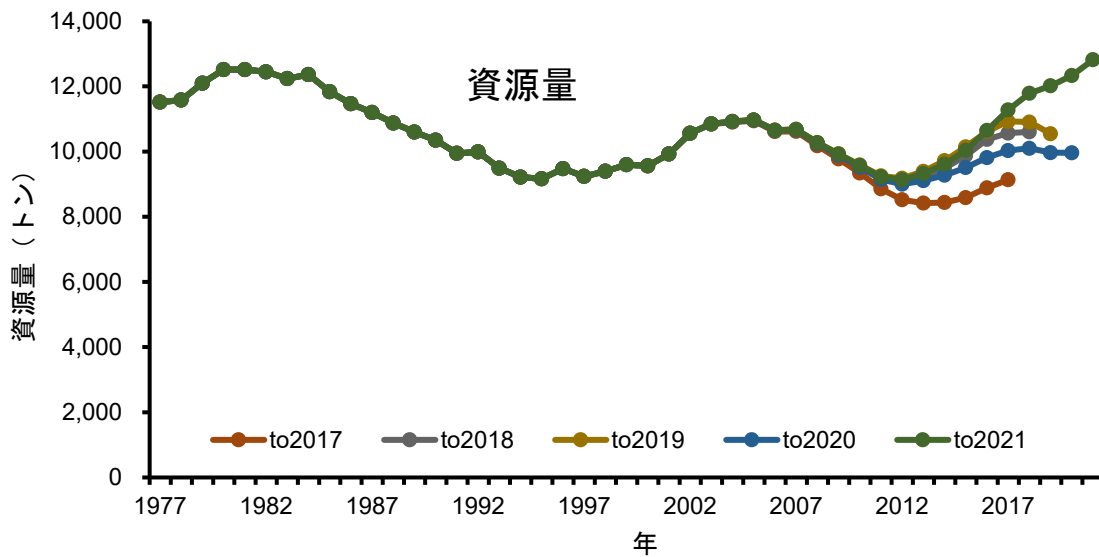
本系群においても VPA チューニングの検討が資源評価の課題とされている。資源量指標値として小底 CPUE のデータなどを候補として検討をおこなったが、主要な海域を代表する、CPUE の標準化が可能な補足情報を持つなど、適切な指標となりえる条件を備えた指標は発見されていない。そのため、現時点においてはチューニングの試みを断念した。

引用文献

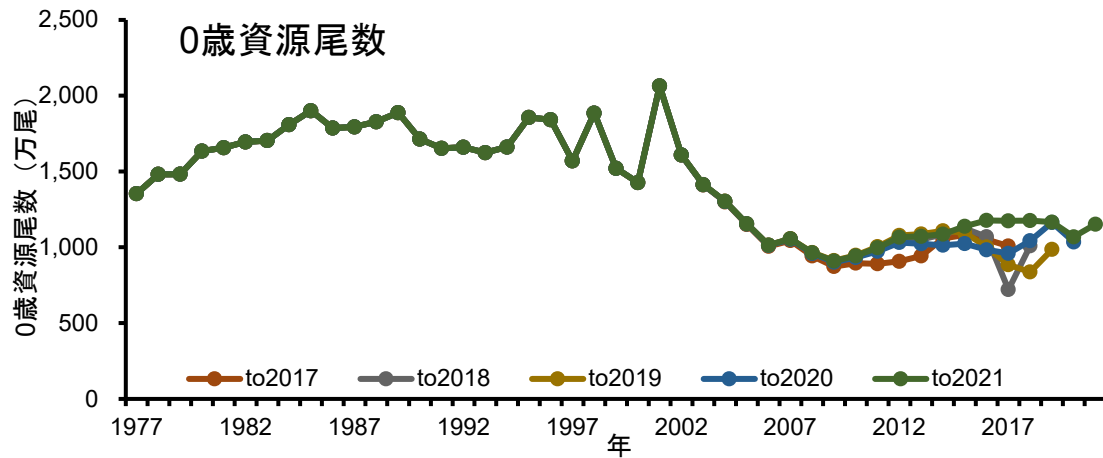
- 平松一彦 (1999) VPA の入門と実際. 水産資源管理談話会報, **19**, 25-40.
- 資源評価高度化作業部会 (2022) 令和 (2022) 年度 資源評価のモデル診断手順と情報提供指針. FRA-SA2022-ABCWG02-03.
- 島本信夫 (1999) 瀬戸内海東部海域におけるマダイの資源変動および栽培漁業に関する研究. 兵庫水試研報, **35**, 43-112.



補足図 2-1. 親魚量 (SSB) のレトロスペクティブ解析結果
凡例の数字は VPA 最終年を示す。



補足図 2-2. 資源量 (B) のレトロスペクティブ解析結果
凡例の数字は VPA 最終年を示す。



補足図 2-3. 0歳資源尾数 (R) のレトロスペクティブ解析結果
凡例の数字は VPA 最終年を示す。

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	選択率	M
0	77	0	0.28	0.39
1	201	0	1.00	0.24
2	353	0	1.39	0.17
3	534	0.5	1.65	0.17
4	734	1	1.88	0.17
5	967	1	2.46	0.17
6+	1,526	1	2.46	0.17

補足表 2-2. マダイ瀬戸内海中・西部系群の放流尾数、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	6.7
1984	18,088	17,653	2,409	0.180	2.4
1985	19,009	17,708	1,301	1.000	16.8
1986	17,860	15,324	3,011	0.842	14.2
1987	17,938	14,530	4,604	0.740	19.0
1988	18,280	15,872	3,252	0.740	
1989	18,883	16,218	2,665	1.000	31.0
1990	17,135	14,558	2,577	1.000	28.6
1991	16,528	14,792	2,859	0.607	10.5
1992	16,595	15,616	2,881	0.340	5.9
1993	16,240	15,411	2,549	0.325	5.1
1994	16,608	15,761	2,894	0.293	5.1
1995	18,564	17,524	3,160	0.329	5.6
1996	18,413	17,750	2,754	0.241	3.6
1997	15,699	15,008	2,729	0.253	4.4
1998	18,850	18,642	2,594	0.080	1.1
1999	15,207	14,948	2,494	0.104	1.7
2000	14,267	14,139	1,672	0.077	0.9
2001	20,645	20,397	2,614	0.095	1.2
2002	16,094	15,000	2,907	0.376	6.8
2003	14,131	13,651	2,109	0.228	3.4
2004	13,031	12,654	2,329	0.162	2.9
2005	11,546	11,292	2,044	0.124	2.2
2006	10,139	10,068	1,882	0.038	0.7
2007	10,558	10,420	1,387	0.099	1.3
2008	9,637	9,551	1,189	0.073	0.9
2009	9,093	9,075	1,208	0.015	0.2
2010	9,434	9,405	1,795	0.016	0.3
2011	9,966	9,896	1,391	0.050	0.7
2012	10,665	10,569	1,116	0.086	0.9
2013	10,721	10,657	1,427	0.045	0.6
2014	10,860	10,848	1,436	0.008	0.1
2015	11,387	11,364	1,301	0.018	0.2
2016	11,768	11,668	1,436	0.070	0.9
2017	11,744	11,698	1,346	0.034	0.4
2018	11,758	11,701	1,389	0.041	0.5
2019	11,660	11,594	1,511	0.044	0.6
2020	10,687	10,658	1,587	0.018	0.3
2021	11,523	11,473			0.4

※1 添加効率（放流魚の漁獲加入までの生残率）

1983 年以前： 0.310 と仮定した。

1985 年、1989～1990 年：1 を超える値が算定されたため、1.000 とした。

1988 年：データが存在しないため、前年（1987 年）と同じ値 0.740 とした。

なお、ここで用いた混入率データについては収集体制が整備されておらず、統一的な収集方法でないため、必ずしも精度は高くないと考えられる。しかし数値自体が非常に小さいことから、ABC 算定に及ぼす影響は非常に小さいと考えられる。

※2 混入率

1994 年：データが存在しないため、前年（1993 年）と同じ値 5.1 とした。

2013 年：0.0%であったため、直近 5 年間（2008～2012 年）の平均値 0.6%とした。

※3 2021 年の天然由来 0 歳加入尾数、放流尾数、添加効率、混入率

以下の仮定の下での予測値である。

放流尾数：直近 5 年間（2016～2020 年）の放流尾数の平均値

添加効率：直近 5 年間（2016～2020 年）の添加効率の平均値

天然由来 0 歳魚加入尾数：0 歳魚加入尾数（天然+放流）-放流尾数×添加効率

混入率：放流尾数×添加効率/0 歳魚加入尾数（天然+放流）

補足表 2-3 (1). マダイ瀬戸内海中・西部系群における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

補足表 2-3 (2). マダイ瀬戸内海中・西部系群における漁法別漁獲物年齢組成

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

補足表 2-3 (3). マダイ瀬戸内海中・西部系群における漁法別漁獲物年齢組成

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

補足表 2-3 (4). マダイ瀬戸内海中・西部系群における漁法別漁獲物年齢組成

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

補足表 2-3 (5). マダイ瀬戸内海中・西部系群における漁法別漁獲物年齢組成

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

補足表 2-3 (6). マダイ瀬戸内海中・西部系群における漁法別漁獲物年齢組成

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

補足表 2-3 (7). マダイ瀬戸内海中・西部系群における漁法別漁獲物年齢組成

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

補足表 2-3 (8). マダイ瀬戸内海中・西部系群における漁法別漁獲物年齢組成

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

補足表 2-3 (9). マダイ瀬戸内海中・西部系群における漁法別漁獲物年齢組成

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

補足表 2-4 (1). マダイ瀬戸内海中・西部系群の資源解析結果 (1977～1987 年)

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	13.6	17.3	15.7	12.7	11.9	10.6	11.2	7.8	8.1	8.7	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

補足表 2-4 (2). マダイ瀬戸内海中・西部系群の資源解析結果 (1988～1998 年)

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	6.8	7.4	7.6	9.0	6.4	6.8	6.7	7.8	6.4	7.0	7.8
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

補足表 2-4 (3). マダイ瀬戸内海中・西部系群の資源解析結果 (1999～2009 年)

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	7.6	7.4	9.7	10.7	11.1	13.6	12.5	16.0	13.6	16.2	14.7
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	11,546	10,139	10,558	9,637	9,093
1歳	9,212	7,902	8,358	12,315	9,342	7,805	7,603	6,905	6,512	5,895	6,033
2歳	5,175	5,771	4,593	4,905	5,396	5,400	5,166	4,961	4,261	4,140	3,999
3歳	3,269	3,499	3,463	3,152	3,320	3,529	3,629	3,270	3,310	2,837	2,830
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	1,569
合計	36,166	34,699	40,393	40,104	36,462	34,269	32,721	30,179	29,704	27,620	26,753
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	780	812	741	699
1歳	1,856	1,592	1,683	2,481	1,882	1,572	1,531	1,391	1,312	1,187	1,215
2歳	1,825	2,035	1,620	1,730	1,902	1,904	1,822	1,749	1,503	1,460	1,410
3歳	1,746	1,869	1,850	1,684	1,773	1,885	1,938	1,747	1,768	1,515	1,512
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	1,881	1,916	2,073	2,396	2,546	2,394
合計	9,597	9,563	9,928	10,563	10,852	10,923	10,968	10,654	10,679	10,271	9,921
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	935	925	842	887	943	969	874	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	1,881	1,916	2,073	2,396	2,546	2,394
合計	3,875	3,906	4,113	4,274	5,095	5,503	5,758	5,862	6,168	6,126	5,841

補足表 2-4 (4). マダイ瀬戸内海中・西部系群の資源解析結果 (2010～2019 年)

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	0.16	0.09	0.14	0.14	0.09	0.09
2歳	0.20	0.23	0.21	0.23	0.26	0.13	0.20	0.22	0.19	0.15
3歳	0.30	0.29	0.27	0.31	0.29	0.17	0.31	0.31	0.27	0.20
4歳	0.36	0.38	0.36	0.36	0.37	0.28	0.35	0.31	0.34	0.30
5歳	0.55	0.50	0.50	0.45	0.38	0.59	0.33	0.30	0.39	0.41
6歳以上	0.55	0.50	0.50	0.45	0.38	0.59	0.33	0.30	0.39	0.41
%SPR	16.6	14.4	15.9	15.5	16.2	19.6	18.1	18.4	18.2	20.1
年齢別資源尾数 (千尾)										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0歳	9,434	9,966	10,665	10,721	10,860	11,387	11,768	11,744	11,758	11,660
1歳	5,838	6,335	6,684	7,194	7,246	7,342	7,645	7,818	7,661	7,625
2歳	3,880	4,312	4,077	4,491	4,783	4,835	5,279	5,209	5,327	5,533
3歳	2,570	2,681	2,879	2,779	2,998	3,125	3,566	3,645	3,520	3,726
4歳	1,757	1,601	1,698	1,847	1,718	1,901	2,227	2,213	2,266	2,259
5歳	1,098	1,029	920	1,000	1,090	1,002	1,216	1,320	1,370	1,361
6歳以上	1,690	1,351	1,217	1,089	1,125	1,275	1,065	1,387	1,699	1,750
合計	26,266	27,276	28,142	29,120	29,820	30,867	32,767	33,336	33,602	33,914
年齢別資源量 (トン)										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0歳	725	766	820	824	835	876	905	903	904	897
1歳	1,176	1,276	1,346	1,449	1,459	1,479	1,540	1,575	1,543	1,536
2歳	1,368	1,521	1,438	1,583	1,687	1,705	1,862	1,837	1,878	1,951
3歳	1,373	1,432	1,538	1,484	1,601	1,669	1,905	1,947	1,880	1,990
4歳	1,290	1,176	1,247	1,356	1,261	1,395	1,635	1,624	1,664	1,658
5歳	1,062	995	890	967	1,054	969	1,176	1,276	1,325	1,316
6歳以上	2,579	2,061	1,857	1,662	1,718	1,947	1,625	2,118	2,593	2,671
合計	9,572	9,227	9,136	9,325	9,615	10,039	10,647	11,280	11,788	12,018
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	687	716	769	742	801	835	953	974	940	995
4歳	1,290	1,176	1,247	1,356	1,261	1,395	1,635	1,624	1,664	1,658
5歳	1,062	995	890	967	1,054	969	1,176	1,276	1,325	1,316
6歳以上	2,579	2,061	1,857	1,662	1,718	1,947	1,625	2,118	2,593	2,671
合計	5,618	4,948	4,763	4,727	4,834	5,146	5,389	5,992	6,522	6,640

補足表 2-4 (5). マダイ瀬戸内海中・西部系群の資源解析結果 (2020～2021 年)

年齢別漁獲尾数 (千尾)		
	2020	2021
0歳	313	112
1歳	817	695
2歳	822	824
3歳	712	812
4歳	506	669
5歳	354	459
6歳以上	433	524
合計	3,957	4,096
年齢別漁獲量 (トン)		
	2020	2021
0歳	24	9
1歳	165	140
2歳	290	290
3歳	380	434
4歳	372	491
5歳	343	444
6歳以上	661	801
合計	2,234	2,609
年齢別漁獲係数		
	2020	2021
0歳	0.04	0.01
1歳	0.13	0.12
2歳	0.18	0.19
3歳	0.21	0.26
4歳	0.24	0.31
5歳	0.32	0.35
6歳以上	0.32	0.35
%SPR	21.5	19.9
年齢別資源尾数 (千尾)		
	2020	2021
0歳	10,687	11,523
1歳	7,606	6,979
2歳	5,459	5,259
3歳	4,033	3,851
4歳	2,562	2,749
5歳	1,419	1,697
6歳以上	1,734	1,937
合計	33,500	33,994
年齢別資源量 (トン)		
	2020	2021
0歳	822	886
1歳	1,532	1,406
2歳	1,925	1,854
3歳	2,154	2,057
4歳	1,881	2,018
5歳	1,372	1,641
6歳以上	2,647	2,956
合計	12,333	12,818
年齢別親魚量 (トン)		
	2020	2021
0歳	0	0
1歳	0	0
2歳	0	0
3歳	1,077	1,029
4歳	1,881	2,018
5歳	1,372	1,641
6歳以上	2,647	2,956
合計	6,977	7,644

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: 3,607 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、MSY を実現する漁獲圧 (F) 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 2021 年の親魚量 (SB2021: 7,644 トン) は目標管理基準値案を上回る。本系群における 2005 年以降の漁獲圧は、MSY を実現する漁獲圧を下回っていたと判断される (補足表 6-3)。

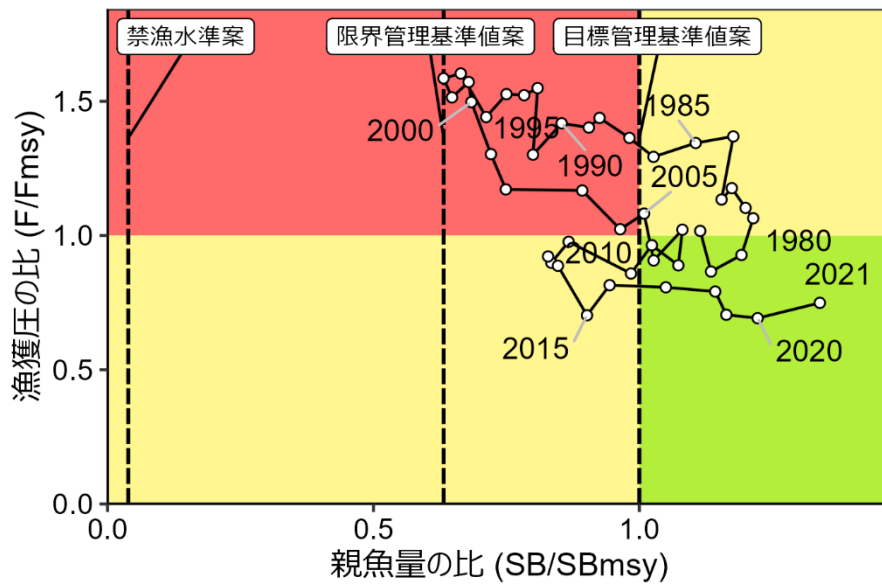
平衡状態における平均親魚量と年齢別平均漁獲量との関係を補足図 3-2 に示す。平均親魚量が限界管理基準値以下では 1～3 歳魚までで平均漁獲量の約半数を占めている。しかし、親魚量が増加するにつれて高齢魚の比率が高くなる傾向がみられる。

引用文献

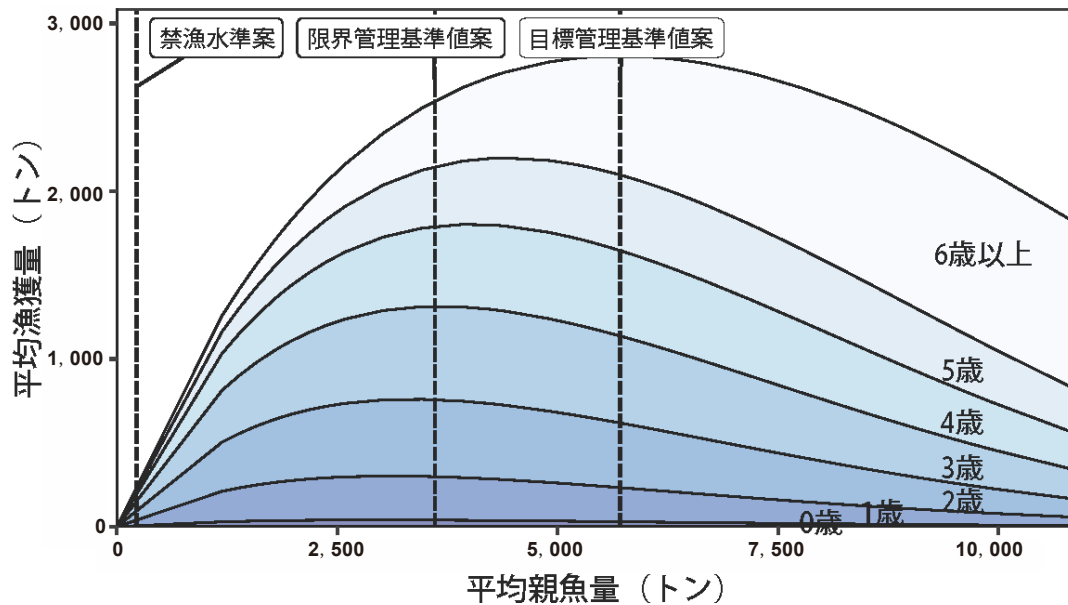
山本圭介・片町太輔・山下夕帆・鈴木重則 (2021) 令和 3 (2021) 年度マダイ瀬戸内海中・西部系群の管理基準値案等に関する研究機関会議資料. 水産研究・教育機構, 1-50.

FRA-SA2021-BRP04-001

http://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/20210928/doc_madai_setonaikai-mw_RIM.pdf (last accessed 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. 管理基準値案および禁漁水準案と年齢別漁獲量曲線の関係

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 2021 年の資源量から、コホート解析の前進法を用いて 2022～2052 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。2022 年の漁獲量は、予測される資源量と現状の漁獲圧（F2022）から仮定した。現状の漁獲圧は、管理基準値案を算出した時と同じ選択率や生物パラメータ（平均体重等）の条件下で、今年度評価における 2021 年の漁獲圧に対応する %SPR を与える F 値とした。2023 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した設定（人工種苗由来の 0 歳魚資源尾数の 2017～2021 年の平均値 5.8 万尾）の試算も行った（補足図 4-4、補足表 4-2、4-4、4-6、4-8、6-5、6-7）。

(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以上にある場合には F_{msy} に調整係数 β を乗じた値を漁獲圧の上限とするものを提示している。補足図 4-1、4-2 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。

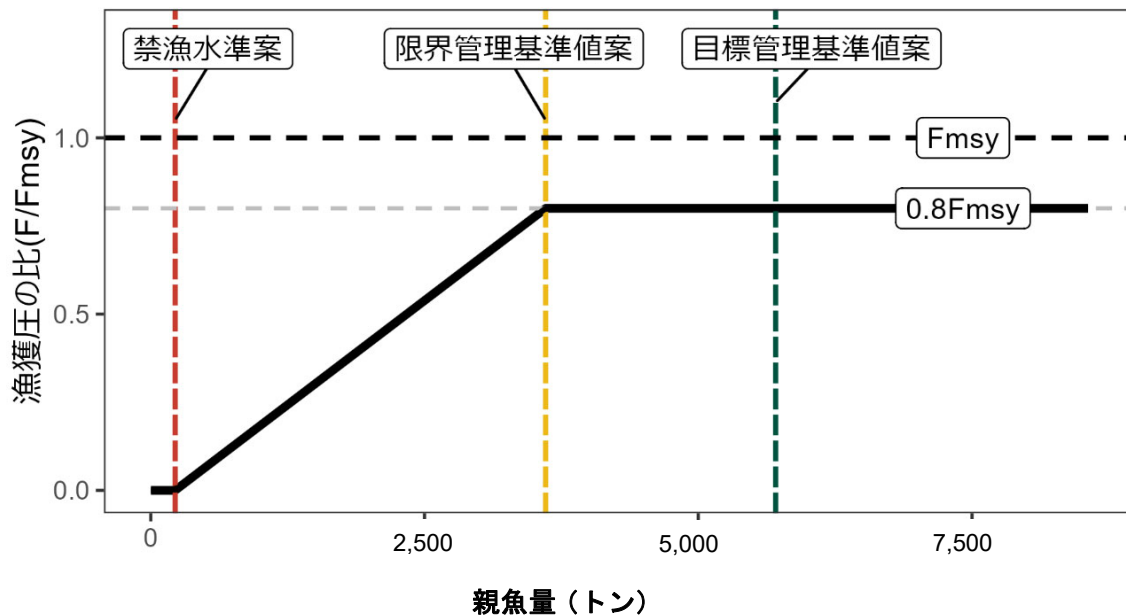
(3) 2023 年の予測値

漁獲管理規則に基づき試算された 2023 年の平均漁獲量は、放流を想定しない場合、 β を 0.8 とした場合には 29 百トン、 β を 1.0 とした場合には 35 百トンであった（補足表 6-4）。現状の放流を想定した場合では、 β を 0.8 とした場合には 29 百トン、 β を 1.0 とした場合には 35 百トンであった（補足表 6-5）。2023 年に予測される親魚量は、いずれの繰り返し計算でも限界管理基準値を上回り、平均 76 百トンと見込まれた。

(4) 2024 年以降の予測

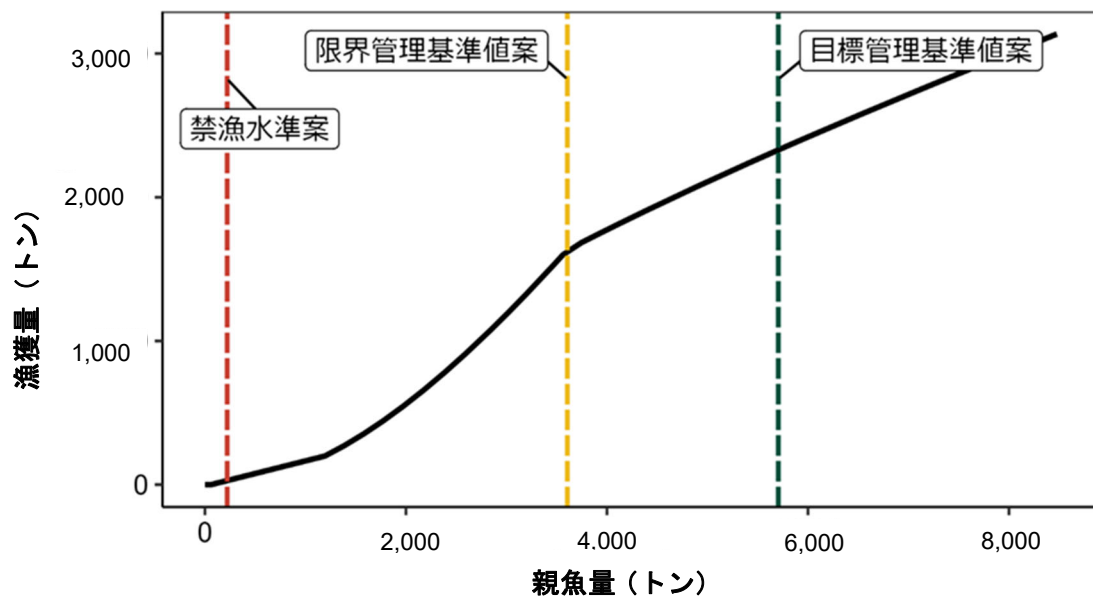
放流を想定しない場合の 2024 年以降も含めた将来予測の結果を補足図 4-3 および補足表 4-1、4-3、4-5、4-7 に示す。漁獲管理規則案に基づく管理を 10 年間継続した場合、2033 年の親魚量の予測値は β を 0.8 とした場合には 71 百トン（90%予測区間は 54 百～91 百トン）であり、 β を 1.0 とした場合には 58 百トン（90%予測区間は 42 百～76 百トン）である（補足表 6-6）。予測値が目標管理基準値案を上回る確率は β が 1.0 以下で 50%を上回る。限界管理基準値案を上回る確率は β が 0.9 以下ですべて達成される。現状の漁獲圧（F2022）を継続した場合の 2033 年の親魚量の予測値は 76 百トン（90%予測区間は 59 百～96 百トン）であり目標管理基準値案を上回る確率は 97%、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 2024 年以降も含めた将来予測の結果を補足図 4-4 および補足表 4-2、4-4、4-6、4-8 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、2033 年の親魚量の予測値は β を 0.8 とした場合には 71 百トン（90%予測区間は 54 百～91 百トン）であり、 β を 1.0 とした場合には 58 百トン（90%予測区間は 43 百～76 百トン）である（補足表 6-7）。予測値が目標管理基準値案を上回る確率は β が 1.0 以下で 50%を上回る。限界管理基準値案を上回る確率は β が 1.0 以下ですべて達成される。現状の漁獲圧（F2022）を継続した場合の 2033 年の親魚量の予測値は 77 百トン（90%予測区間は 59 百～97 百トン）であり目標管理基準値案を上回る確率は 97%、限界管理基準値案を上回る確率は 100%である。



補足図 4-1. 漁獲管理規則案（漁獲圧の比）

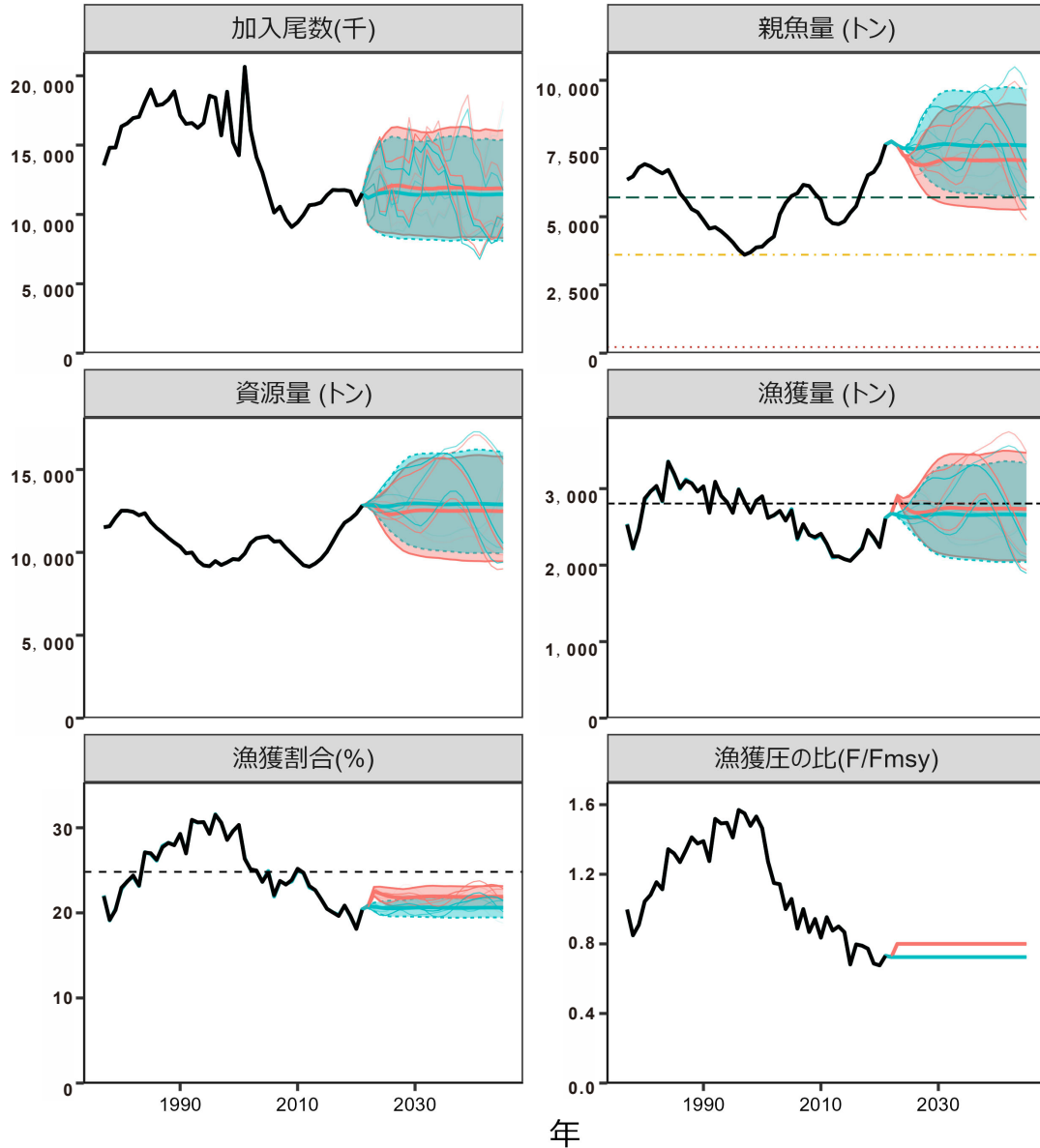
目標管理基準値案（SBtarget）は RI 型再生産関係に基づき算出した SBmsy である。限界管理基準値案には親魚量の過去最低値（SBmin）、禁漁水準案（SBban）には標準値を用いている。調整係数 β には標準値である 0.8 を用いた。黒破線： F_{msy} 、灰色破線： $0.8F_{msy}$ 、黒太線：HCR、赤破線：禁漁水準案、黄色破線：限界管理基準値案、緑色破線：目標管理基準値案を示す。



補足図 4-2. 漁獲管理規則案（漁獲量）

目標管理基準値案（SBtarget）は RI 型再生産関係に基づき算出した SB_{msy} である。限界管理基準値案には親魚量の過去最低値（SBmin）、禁漁水準案（SBban）には標準値を用いている。調整係数 β には標準値である 0.8 を用いた。黒破線： F_{msy} 、灰色破線： $0.8F_{msy}$ 、黒太線： HCR 、赤破線：禁漁水準案、黄色破線：限界管理基準値案、緑色破線：目標管理基準値案を示す。漁獲する年の年齢組成によって漁獲量は若干異なるが、ここでは平衡状態における平均的な年齢組成の場合の漁獲量を示した。

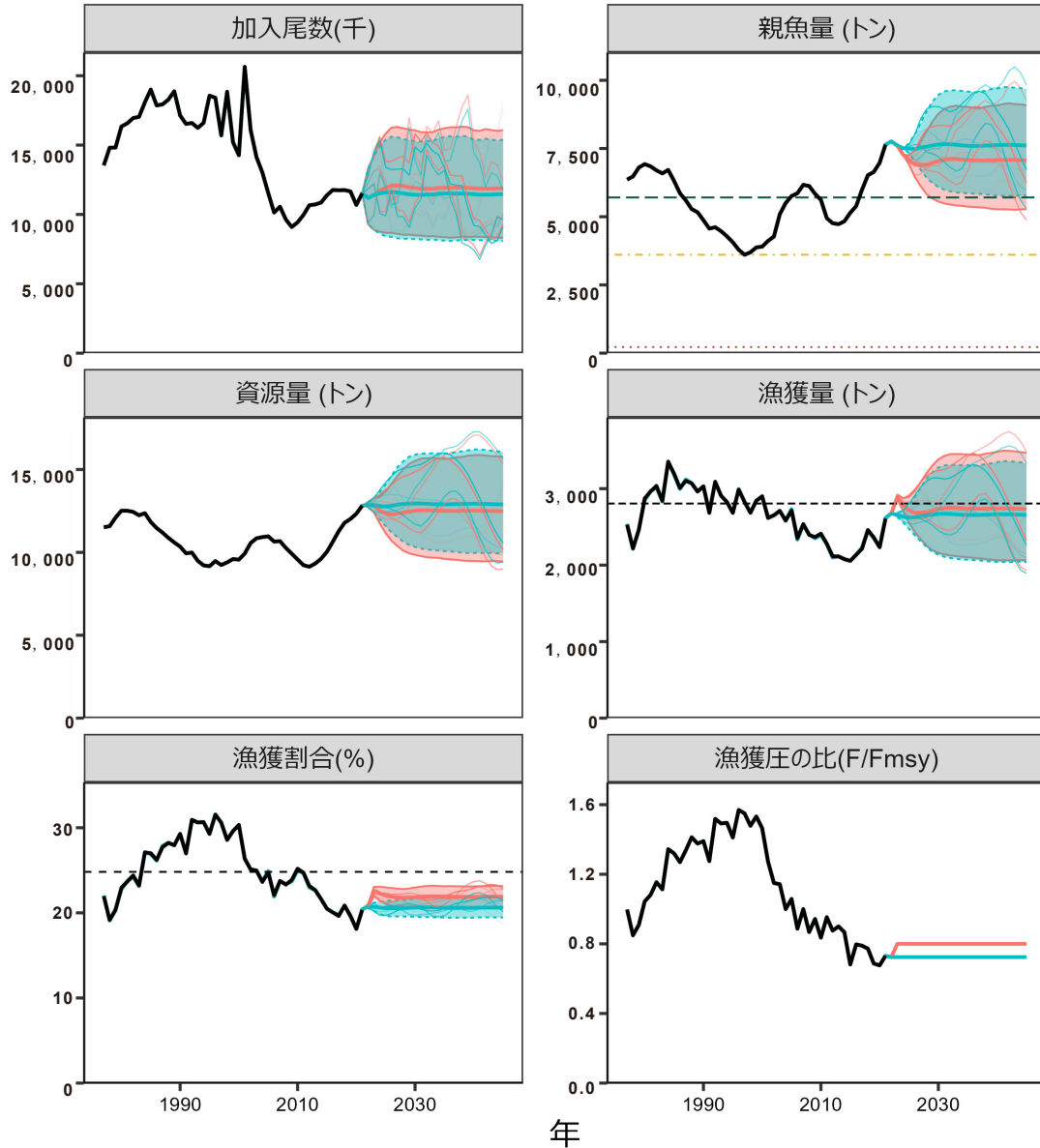
— 0.8HCR -- U_MSY -- 目標管理基準値案 0.8HCR Fcurrent
 ---- Fcurrent ---- 禁漁水準案
 ---- MSY ---- 限界管理基準値案



(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 4-3. 将来の加入量として、再生産関係による加入のみを想定した漁獲管理規則案を用いた場合（赤色）と現状の漁獲圧での将来予測（緑色）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 90%予測区間、細線は 3 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、黄点線は限界管理基準値案、赤点線は禁漁水準案を示す。漁獲割合の図の破線は U_{msy} を示す。2022 年の漁獲は予測される資源量と現状の漁獲圧 (F_{2022}) により仮定し、2023 年以降の漁獲は漁獲管理規則案（補足図 4-1）に従うものとした。調整係数 β には 0.8 を用いた。

— 0.8HCR -- U_{MSY} -- 目標管理基準値案 0.8HCR F_{current}
 ---- F_{current} ---- 禁漁水準案
 ---- MSY ---- 限界管理基準値案



(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 4-4. 現状の種苗放流を想定した漁獲管理規則案を用いた場合（赤色）と現状の漁獲圧での将来予測（緑色） 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 90%予測区間、細線は 3 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、黄点線は限界管理基準値案、赤線は禁漁水準案を示す。漁獲割合の図の破線は U_{msy} を示す。2022 年の漁獲は予測される資源量と現状の漁獲圧（F2022）により仮定し、2023 年以降の漁獲は漁獲管理規則案（補足図 4-1）に従うものとした。調整係数 β には 0.8 を用いた。現状の放流による人工種苗由来の加入尾数は 2016～2020 年の放流尾数と添加効率の積の平均値（5.8 万尾）とした。

補足表 4-1. 将来の親魚量が目標管理基準値案を上回る確率 再生産関係による加入のみを想定した場合

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
1.0	100	100	100	100	100	40	30	34	40	45	48	50	50	50	50
0.9	100	100	100	100	100	98	82	73	72	73	74	74	74	72	71
0.8	100	100	100	100	100	100	100	97	94	92	91	91	91	89	88
0.7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	99	98	98	97	97
0.6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99
0.5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.3	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
現状の漁獲圧	100	100	100	100	100	100	100	100	99	98	98	97	97	96	95

太字は漁獲管理規則に基づく管理開始から 10 年目となる年の値を示す。

補足表 4-2. 将来の親魚量が目標管理基準値案を上回る確率 現状の種苗放流を想定した場合（5.8 万尾）

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
1.0	100	100	100	100	100	42	31	35	41	46	49	50	51	51	51
0.9	100	100	100	100	100	99	83	75	73	74	75	75	75	73	72
0.8	100	100	100	100	100	100	100	97	95	93	92	92	91	89	89
0.7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	99	98	98	97	97
0.6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.3	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
現状の漁獲圧	100	100	100	100	100	100	100	100	99	99	98	97	97	96	96

太字は漁獲管理規則に基づく管理開始から 10 年目となる年の値を示す。

補足表 4-3. 将来の親魚量が限界管理基準値案を上回る確率 再生産関係による加入のみを想定した場合

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
1.0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	99	99
0.9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.3	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0	100	100	100	100	100	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	100	100	100	100	100

太字は漁獲管理規則に基づく管理開始から 10 年目となる年の値を示す。

補足表 4-4. 将来の親魚量が限界管理基準値案を上回る確率 現状の種苗放流を想定した場合（5.8 万尾）

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
1.0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.9	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.3	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0	100	100	100	100	100	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	100	100	100	100	100

太字は漁獲管理規則に基づく管理開始から 10 年目となる年の値を示す。

補足表 4-5. 将来の親魚量平均値の推移 再生産関係による加入のみを想定した場合

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
1.0	7,644	7,760	7,612	6,686	6,077	5,651	5,490	5,486	5,565	5,663	5,733	5,768	5,777	5,763	5,748
0.9	7,644	7,760	7,612	6,973	6,555	6,246	6,141	6,144	6,220	6,316	6,388	6,424	6,432	6,400	6,386
0.8	7,644	7,760	7,612	7,273	7,075	6,914	6,888	6,905	6,968	7,040	7,091	7,113	7,112	7,081	7,066
0.7	7,644	7,760	7,612	7,586	7,641	7,665	7,749	7,793	7,832	7,852	7,849	7,831	7,806	7,809	7,793
0.6	7,644	7,760	7,612	7,915	8,256	8,509	8,745	8,835	8,844	8,780	8,680	8,580	8,504	8,594	8,578
0.5	7,644	7,760	7,612	8,258	8,925	9,461	9,901	10,068	10,047	9,868	9,617	9,378	9,205	9,460	9,440
0.4	7,644	7,760	7,612	8,617	9,655	10,535	11,244	11,535	11,500	11,178	10,721	10,272	9,933	10,459	10,416
0.3	7,644	7,760	7,612	8,993	10,449	11,747	12,810	13,294	13,281	12,808	12,095	11,360	10,766	11,690	11,541
0.2	7,644	7,760	7,612	9,386	11,315	13,118	14,642	15,416	15,493	14,893	13,902	12,820	11,878	13,281	12,778
0.1	7,644	7,760	7,612	9,798	12,258	14,669	16,789	17,989	18,276	17,624	16,387	14,943	13,591	15,240	13,924
0	7,644	7,760	7,612	10,228	13,288	16,427	19,311	21,127	21,810	21,264	19,901	18,178	16,449	17,097	14,958
現状の漁獲圧	7,644	7,760	7,612	7,510	7,500	7,476	7,530	7,566	7,612	7,647	7,661	7,656	7,638	7,629	7,613

太字は漁獲管理規則に基づく管理開始から 10 年目となる年の値を示す。

補足表 4-6. 将来の親魚量平均値の推移 現状の種苗放流を想定した場合（5.8 万尾）

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
1.0	7,644	7,760	7,612	6,686	6,082	5,663	5,508	5,508	5,589	5,687	5,757	5,792	5,801	5,786	5,771
0.9	7,644	7,760	7,612	6,973	6,560	6,259	6,160	6,168	6,246	6,342	6,413	6,449	6,456	6,424	6,409
0.8	7,644	7,760	7,612	7,273	7,080	6,928	6,909	6,932	6,997	7,069	7,118	7,139	7,136	7,106	7,090
0.7	7,644	7,760	7,612	7,586	7,646	7,679	7,772	7,822	7,864	7,884	7,880	7,859	7,831	7,835	7,818
0.6	7,644	7,760	7,612	7,915	8,261	8,525	8,770	8,868	8,880	8,816	8,714	8,610	8,531	8,622	8,605
0.5	7,644	7,760	7,612	8,258	8,931	9,478	9,927	10,104	10,088	9,909	9,655	9,412	9,234	9,491	9,470
0.4	7,644	7,760	7,612	8,617	9,660	10,552	11,273	11,575	11,547	11,226	10,766	10,312	9,968	10,494	10,449
0.3	7,644	7,760	7,612	8,993	10,455	11,766	12,842	13,339	13,334	12,864	12,149	11,409	10,809	11,731	11,576
0.2	7,644	7,760	7,612	9,386	11,321	13,138	14,676	15,466	15,554	14,959	13,969	12,882	11,935	13,326	12,814
0.1	7,644	7,760	7,612	9,798	12,265	14,690	16,826	18,046	18,346	17,702	16,469	15,025	13,670	15,281	13,961
0	7,644	7,760	7,612	10,228	13,295	16,450	19,352	21,190	21,892	21,358	20,004	18,285	16,558	17,121	15,020
現状の漁獲圧	7,644	7,760	7,612	7,510	7,505	7,490	7,552	7,595	7,643	7,678	7,690	7,683	7,663	7,654	7,638

太字は漁獲管理規則に基づく管理開始から 10 年目となる年の値を示す。

補足表 4-7. 将来の漁獲量の平均値の推移 再生産関係による加入のみを想定した場合

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
1.0	2,609	2,677	3,470	3,116	2,885	2,765	2,729	2,733	2,763	2,797	2,820	2,830	2,833	2,825	2,821
0.9	2,609	2,677	3,185	2,964	2,815	2,738	2,719	2,726	2,753	2,782	2,803	2,813	2,814	2,802	2,798
0.8	2,609	2,677	2,889	2,786	2,717	2,685	2,685	2,694	2,713	2,733	2,745	2,750	2,748	2,739	2,735
0.7	2,609	2,677	2,579	2,580	2,585	2,600	2,623	2,634	2,642	2,645	2,642	2,637	2,630	2,632	2,628
0.6	2,609	2,677	2,256	2,341	2,414	2,474	2,522	2,537	2,534	2,515	2,491	2,470	2,455	2,477	2,474
0.5	2,609	2,677	1,920	2,067	2,195	2,297	2,370	2,393	2,381	2,340	2,291	2,247	2,218	2,270	2,269
0.4	2,609	2,677	1,568	1,753	1,919	2,055	2,151	2,186	2,170	2,112	2,038	1,970	1,922	2,009	2,006
0.3	2,609	2,677	1,201	1,395	1,576	1,729	1,842	1,890	1,878	1,814	1,724	1,636	1,569	1,687	1,674
0.2	2,609	2,677	818	987	1,152	1,298	1,412	1,468	1,467	1,412	1,326	1,235	1,159	1,282	1,245
0.1	2,609	2,677	418	524	633	733	816	865	874	844	788	724	666	742	688
0	2,609	2,677	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
現状の漁獲圧	2,609	2,677	2,655	2,632	2,620	2,624	2,641	2,651	2,662	2,669	2,671	2,669	2,664	2,662	2,658

太字は漁獲管理規則に基づく管理開始から 10 年目となる年の値を示す。

補足表 4-8. 将来の漁獲量の平均値の推移 現状の種苗放流を想定した場合 (5.8 万尾)

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
1.0	2,609	2,677	3,471	3,118	2,891	2,773	2,739	2,744	2,775	2,809	2,831	2,842	2,844	2,836	2,832
0.9	2,609	2,677	3,186	2,966	2,820	2,745	2,728	2,736	2,764	2,793	2,814	2,823	2,824	2,813	2,809
0.8	2,609	2,677	2,890	2,788	2,721	2,691	2,694	2,704	2,724	2,743	2,755	2,760	2,758	2,748	2,745
0.7	2,609	2,677	2,580	2,582	2,589	2,606	2,631	2,643	2,652	2,655	2,652	2,646	2,639	2,640	2,637
0.6	2,609	2,677	2,257	2,343	2,418	2,480	2,529	2,546	2,544	2,525	2,500	2,478	2,462	2,484	2,482
0.5	2,609	2,677	1,920	2,069	2,198	2,302	2,377	2,402	2,390	2,350	2,300	2,255	2,225	2,277	2,276
0.4	2,609	2,677	1,568	1,754	1,922	2,059	2,157	2,194	2,179	2,121	2,046	1,977	1,928	2,015	2,012
0.3	2,609	2,677	1,201	1,396	1,578	1,733	1,847	1,896	1,886	1,821	1,732	1,643	1,575	1,692	1,679
0.2	2,609	2,677	818	988	1,153	1,301	1,415	1,473	1,473	1,418	1,332	1,241	1,164	1,287	1,249
0.1	2,609	2,677	418	524	633	735	818	867	878	848	792	728	670	744	690
0	2,609	2,677	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
現状の漁獲圧	2,609	2,677	2,656	2,634	2,624	2,630	2,649	2,661	2,673	2,680	2,681	2,678	2,673	2,670	2,667

太字は漁獲管理規則に基づく管理開始から 10 年目となる年の値を示す。

補足資料 5 将来予測の方法

将来予測は、「令和 4 (2022) 年度 漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針 (FRA-SA2022-ABCWG02-01)」の 1 系資源の管理規則に従い、和 3 年 9 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」において最大持続生産量 MSY を実現する F (F_{msy}) の推定に用いた再生産関係 (山本ほか 2021) と、補足表 5-1 に示した各種設定 (自然死亡係数、成熟率、年齢別平均体重、現状の漁獲圧) を使用して実施した。資源尾数や漁獲量の予測計算には、「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-SA2022-ABCWG02-04)」に基づき、統計ソフトウェア R (version 4.2.1) および計算パッケージ frasyr (ver. 2.2.0.3) を用いた。

ま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 2016～2020 年の 0 歳魚資源尾数の平均値 5.8 万尾を毎年の加入量に加算して予測を行った。

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。

$$N_{a,y} = N_{a-1,y-1} \exp(-M_{a-1} - F_{a-1,y-1}) \quad (a = 1, \dots, 5)$$

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。

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

また、各年齢の漁獲尾数は以下の式で求めた。

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

将来予測における資源量および漁獲量は、ここで求め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

- 国立研究開発法人 水産研究・教育機構 水産資源研究所 (2022) 令和 4 (2022) 年度 漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針. FRA-SA2022-ABCWG02-01.
- 資源評価高度化作業部会 (2022) 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-SA2022-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. 水産研究・教育機構, 1-50.
- FRA-SA2021-BRP04-001
- http://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/20210928/doc_madai_setonaikai-mw_RIM.pdf (last accessed 27 July 2022)

補足表 5-1. 将来予測の方法

	選択率 (注 1)	F _{msy} (注 2)	F 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	0.11	201	0.24	0.0
2 歳	1.61	0.24	0.17	353	0.17	0.0
3 歳	2.26	0.34	0.24	534	0.17	0.5
4 歳	2.79	0.41	0.30	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 F_{current} の選択率）。

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

注 3：上記の選択率の下で、今回の資源評価で推定された 2021 年の年齢別の F と同じ漁獲圧を与える F 値を %SPR 換算して算出した。この F 値は 2022 年の漁獲量の仮定に使用した。

補足資料 6. 各種パラメータと評価結果の概要

補足表 6-1. 再生産関係式のパラメータ

再生産関係式	最適化法	自己相関	a	b	S.D.	ρ
リッカー型	最小二乗法	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. 管理基準値と MSY

項目	値	説明
SBtarget	57 百トン	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	36 百トン	限界管理基準値。MSY の 60%の漁獲量が得られる親魚量 (SB0.6msy)。
SBban	2 百トン	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, 4 歳, 5 歳, 6 歳以上) = (0.04, 0.15, 0.24, 0.34, 0.41, 0.53, 0.53)	
%SPR (Fmsy)	13.6%	Fmsy に対応する %SPR
MSY	28 百トン	最大持続生産量 MSY

補足表 6-3. 最新年の親魚量と漁獲圧

項目	値	説明
SB2021	7,644 トン	2021 年の親魚量
F2021	2021 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, 0.19, 0.26, 0.31, 0.35, 0.35)	
U2021	20%	2021 年の漁獲割合
%SPR (F2021)	19.9%	2021 年の%SPR
管理基準値との比較		
SB2021/ SBmsy (SBtarget)	1.34	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 2021 年の親魚量の比
F2021/ Fmsy	0.75	最大持続生産量を実現する漁獲圧に対する 2021 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	MSY を実現する水準を下回る	
親魚量の動向	増加	

* 2021 年の選択率の下で Fmsy の漁獲圧を与える F を%SPR 換算して算出し求めた比率

補足表 6-4. 予測漁獲量と予測親魚量 再生産関係による加入のみ

2023 年の親魚量(予測平均値):76 百トン			
項目	2023 年の 漁獲量 (百トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2022)	2023 年の 漁獲割合(%)
$\beta=1.0$	35	1.38	27
$\beta=0.8$	29	1.10	23
$\beta=0.6$	23	0.83	18
$\beta=0.4$	16	0.55	12
$\beta=0.2$	8	0.28	6
$\beta=0$	0	0	0
F2022	27	1.00	21

補足表 6-5. 予測漁獲量と予測親魚量 種苗放流を考慮 (5.8 万尾)

2023 年の親魚量(予測平均値):76 百トン			
項目	2023 年の 漁獲量 (百トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2022)	2023 年の 漁獲割合(%)
$\beta=1.0$	35	1.38	27
$\beta=0.8$	29	1.10	23
$\beta=0.6$	23	0.83	18
$\beta=0.4$	16	0.55	12
$\beta=0.2$	8	0.28	6
$\beta=0$	0	0	0
F2022	27	1.00	21

補足表 6-6. 異なる β を用いた将来予測結果 再生産関係による加入のみ

考慮している不確実性：加入量					
β	2033 年 の親魚量 (百トン)	90% 予測区間 (百トン)	2033 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
$\beta=1.0$	58	42 – 76	50	99	100
$\beta=0.9$	64	48 – 83	74	100	100
$\beta=0.8$	71	54 – 91	91	100	100
$\beta=0.7$	78	60 – 98	98	100	100
$\beta=0.6$	85	67 – 105	100	100	100
$\beta=0.5$	92	74 – 112	100	100	100
$\beta=0.4$	99	82 – 119	100	100	100
$\beta=0.3$	108	90 – 127	100	100	100
$\beta=0.2$	119	102 – 137	100	100	100
$\beta=0.1$	136	119 – 154	100	100	100
$\beta=0$	164	146 – 185	100	100	100
F2022	76	59 – 96	97	100	100

補足表 6-7. 異なる β を用いた将来予測結果 種苗放流を考慮 (5.8 万尾)

考慮している不確実性：加入量					
β	2033 年 の親魚量 (トン)	90% 予測区間 (トン)	2033 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
$\beta=1.0$	58	43 – 76	51	100	100
$\beta=0.9$	65	48 – 83	75	100	100
$\beta=0.8$	71	54 – 91	91	100	100
$\beta=0.7$	78	61 – 98	98	100	100
$\beta=0.6$	85	67 – 105	100	100	100
$\beta=0.5$	92	74 – 113	100	100	100
$\beta=0.4$	100	82 – 120	100	100	100
$\beta=0.3$	108	91 – 127	100	100	100
$\beta=0.2$	119	103 – 138	100	100	100
$\beta=0.1$	137	120 – 155	100	100	100
$\beta=0$	166	147 – 186	100	100	100
F2022	77	59 – 97	97	100	100

補足表 6-8. 人工種苗由来の加入尾数を変化させた場合に予測される親魚量・漁獲量と親魚量が管理基準値案を上回る確率のまとめ

今後の加入 の想定	β	10年後の目標 達成確率 (%)	予測平均親魚量 (百トン)		予測平均漁獲量 (百トン)		
		親魚量が目標 管理基準値案 を上回る	5年後	10年後	0年後	5年後	10年後
			2028 年	2033 年	2023 年	2028 年	2033 年
再生産関係 による加入 のみ	1	50	55	58	35	27	28
	0.9	74	61	64	32	27	28
	0.8	91	69	71	29	27	27
	0.7	98	78	78	26	26	26
	0.6	100	88	85	23	25	25
	0.5	100	101	92	19	24	22
	F2022	97	76	76	27	27	27
種苗放流を 考慮 (5.8 万 尾)	1	51	55	58	35	27	28
	0.9	75	62	65	32	27	28
	0.8	91	69	71	29	27	28
	0.7	98	78	78	26	26	26
	0.6	100	89	85	23	25	25
	0.5	100	101	92	19	24	22
	F2022	97	76	77	27	27	27

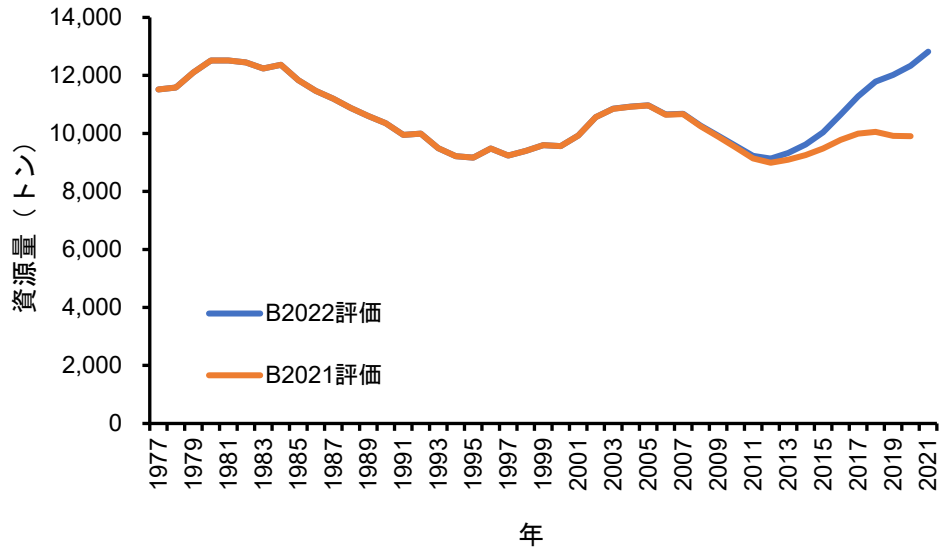
漁獲管理規則案での調整係数 β を 0.5～1.0 にて 0.1 刻みで変更した結果をまとめた。

漁獲管理規則案での漁獲管理を開始する初年度（0 年後）の 2023 年の値と、5 年および 10 年管理を行った後の値（2028 年および 2033 年）を示した。

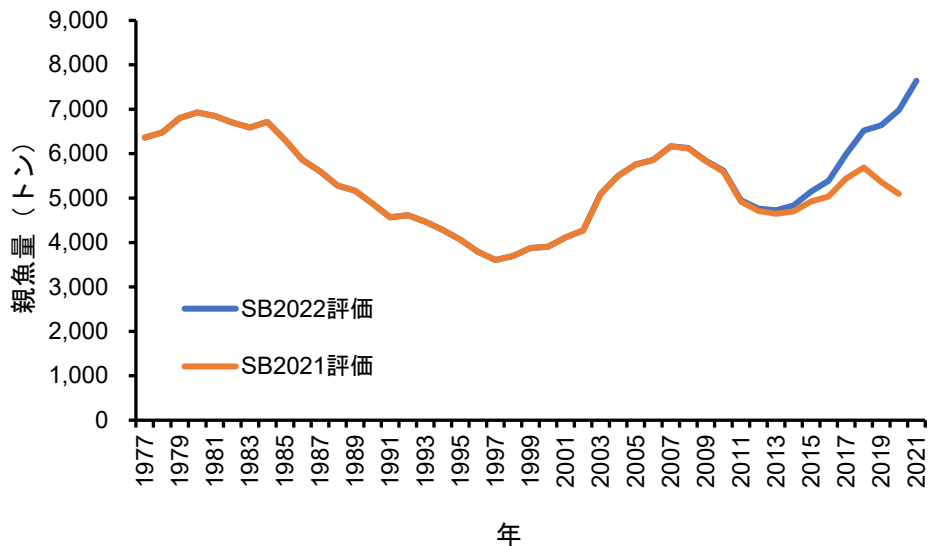
種苗放流を考慮: 人工種苗由来加入尾数の平均値（2017～2021 年）。

補足資料 7 昨年度評価からの推定値の変化

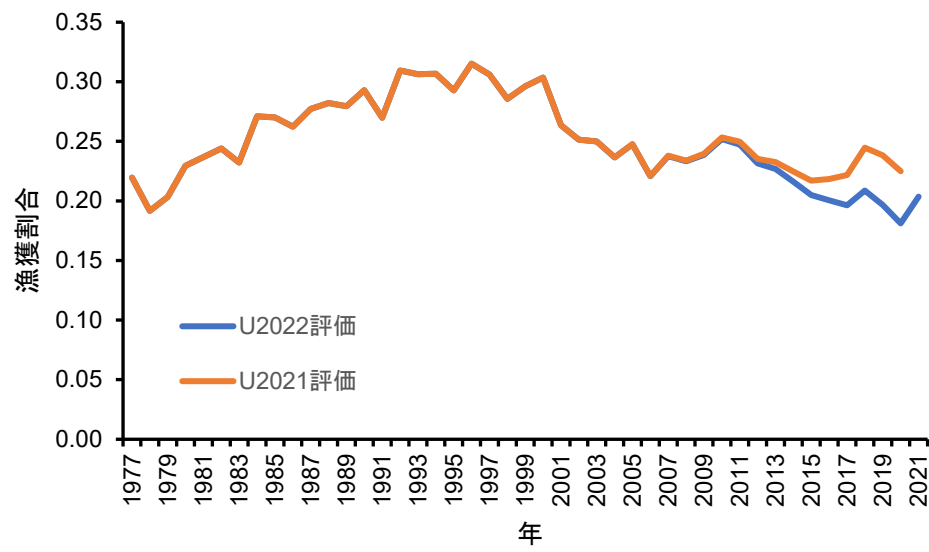
資源量を昨年度の評価と比べると、2000 年以前の値に大きな違いはないものの、2001～2020 年の資源量および親魚量が上方修正となった（補足図 7-1、7-2、7-3）。これは、2021 年の漁獲量が前年比で 15%増となり過去に遡って加入量が上方修正されたためである。



補足図 7-1. 推定値の変化（資源量）



補足図 7-2. 推定値の変化（親魚量）



補足図 7-3. 推定値の変化（漁獲割合）