

## 令和 6（2024）年度マダイ日本海西部・東シナ海系群の資源評価

### 水産研究・教育機構

水産資源研究所 水産資源研究センター（井関智明・増淵隆仁・酒井 猛・五味伸太郎）

参画機関：鳥取県栽培漁業センター、島根県水産技術センター、山口県水産研究センター、福岡県水産海洋技術センター、佐賀県玄海水産振興センター、長崎県総合水産試験場、熊本県水産研究センター、鹿児島県水産技術開発センター、全国豊かな海づくり推進協会

### 要 約

本系群の 1986 年以降の資源量について、2007 年以降の島根県大型定置網 CPUE を資源量指標値としたチューニングコホート解析により計算した。本系群の漁獲量は 1969 年の 11.2 千トンから 1985 年の 6.4 千トンに減少した後、1986 年以降は 5.0 千～7.1 千トンで推移し、2023 年は 4,969 トン（暫定値）であった。資源量は 1988 年の 19.8 千トンから 1996 年の 23.8 千トンに増加した後、2001 年の 19.9 千トンに減少し、2007 年の 22.8 千トンに増加した。以降はわずかに減少傾向で、2023 年は 21.2 千トンであった。親魚量は資源量の 63～70%で推移し、2023 年は 68%（14.5 千トン）であった。

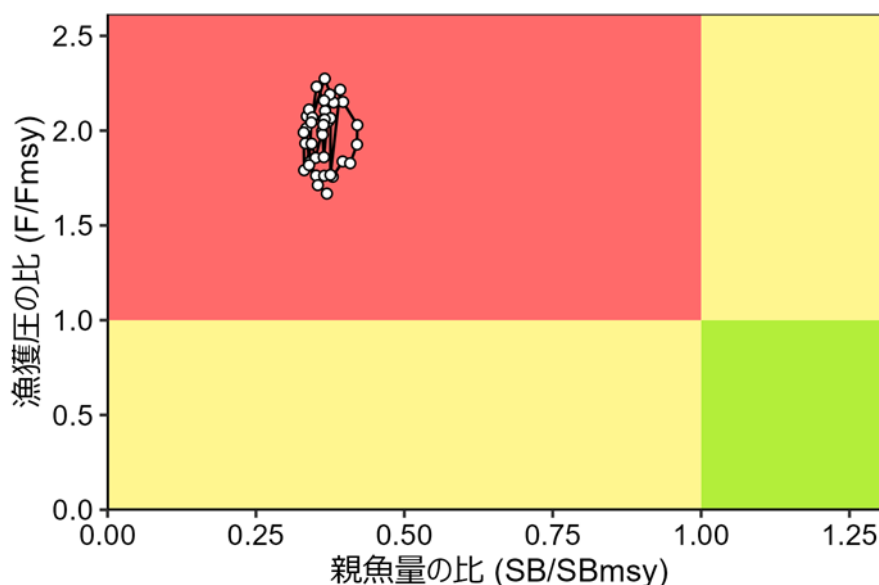
本種は栽培対象種であり、2022 年には 260 万尾の人工種苗が放流された。2023 年の漁獲物における人工種苗放流魚の混入率は 1.7%、添加効率（放流魚の 1 歳魚加入までの生残率）は 0.08 であった。本系群の天然魚加入尾数（1 歳魚資源尾数）は、1,234 万～1,823 万尾の範囲で推移した。

令和 3 年 11 月に公開された「管理基準値等に関する資料」では、本系群の再生産関係にはホッカー・スティック型が適用されており、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 39.3 千トンである。この基準に従うと、本系群の 2023 年の親魚量は、MSY を実現する水準を大きく下回る。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）を上回る。親魚量の動向は直近 5 年間（2019～2023 年）の推移から「横ばい」と判断される。

また、令和 5 年 5 月に開催された第 1 回資源管理方針に関する検討会（マダイ日本海西部・東シナ海系群）において、漁獲シナリオ案の暫定的な目標管理基準値として 1～6 歳の漁獲量が最大となることが期待される親魚量（SB84%msy：13.1 千トン）が検討されている。

本系群では、管理基準値や将来予測などについては、管理基準値等に関する研究機関会議・資源管理方針に関する検討会等において議論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)	39.3 千トン
1～6 歳の漁獲量が最大となることが期待される親魚量 (SB84%msy)	13.1 千トン
2023 年の親魚量の水準	MSY を実現する水準を下回るが、SB84%msy は上回る
2023 年の漁獲圧の水準	SBmsy を維持する水準を上回る が、SB84%msy を維持する水準は下回る
2023 年の親魚量の動向	横ばい
MSY	6.7 千トン
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。	

直近5年と将来2年の資源量、親魚量、漁獲量、F/Fmsy、および漁獲割合					
年	資源量 (千トン)	親魚量 (千トン)	漁獲量 (トン)	F/Fmsy	漁獲割合 (%)
2019	21.7	13.9	6,629	2.23	30
2020	20.8	13.5	5,889	2.04	28
2021	20.6	13.4	5,218	1.82	25
2022	20.9	13.9	5,012	1.71	24
2023	21.2	14.5	4,969	1.67	23
2024	21.5	15.2	5,064	1.73	24
2025	21.6	15.4	-	-	-

・2023年の漁獲量は暫定値。  
・2024年、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
年別・年齢別漁獲尾数	漁業・養殖業生産統計年報（農林水産省） 2023年各県漁業種類別漁獲量（鳥取～鹿児島（8）県） 漁獲物年齢組成
自然死亡係数（M）	M=0.24/年（1歳魚）、0.17/年（2歳以降）とした（島本 1999）
資源量指標値	島根県大型定置網における1日1経営体あたり漁獲量
人工種苗放流尾数等	栽培漁業用種苗放流実績（全国豊かな海づくり推進協会） 天然・人工魚別年齢別漁獲尾数（鹿児島県） 年別・年齢別混入率（熊本県） 年別混入率（島根県）

## 2. 生態

### (1) 分布・回遊

本系群のマダイは、鳥取県以西の日本海西部海域と、福岡県から鹿児島県の九州西岸域に分布している（図 2-1）。島根県の隠岐島周辺や山口県から鹿児島県にかけての九州西岸海域で、島周りを中心にいくつかの産卵場が知られている。1～3歳魚は春季の接岸と秋季の離岸（沖合越冬）の季節的な移動を繰り返す。4歳以上の成魚は等深線に沿った移動を行い、広域的に回遊すると推定されている。

### (2) 年齢・成長

孵化後の尾叉長は、1年で14 cm、2年で22 cm、3年で30 cm（図 2-2）となり、寿命は20歳程度と推定されている。本系群で用いる成長と尾叉長－体重関係は以下の式で表される。

$$\text{年齢－尾叉長関係式} \quad FL_t = 78.14 \times (1 - e^{0.1423(t+0.35)})$$

$$\text{尾叉長－体重関係式} \quad BW = 0.0382 \times FL^{2.825}$$

ここで  $FL_t$  : t歳時の尾叉長 (cm)、 $BW$  : 体重 (g)、 $FL$  : 尾叉長 (cm)。

なお、各年齢時の体重は、年の中間時点の値とするため、各齢に0.5歳を足した計算値とした。

### (3) 成熟・産卵

産卵期は南ほど早く、鹿児島県では2～5月、長崎県の五島西沖や鯨曾根では3月上旬～5月下旬、同県壱岐・対馬周辺では4～6月、福岡県では3～5月下旬である。孵化した仔魚は30～40日の浮遊期の後に底生生活に入り、幼魚は4～5月頃に沿岸一帯に広く分布する（田中 1986）。3歳の半数と4歳以降の全数が再生産を行う（図 2-3）。

#### (4) 被捕食関係

稚魚は端脚類や尾虫類などの動物プランクトン、当歳魚は端脚類やアミ類、成魚は甲殻類や貝類、多毛類などを主要な餌とする（木曾 1980）。捕食者は大型の魚類などである。

### 3. 漁業の状況

#### (1) 漁業の概要

本系群を対象とする漁業は船びき網（57%）、釣り・延縄（14%）、沖合底びき網（7%）、小型底びき網（6%）、定置網（5%）および刺網（5%）など多種多様である（割合は 2023 年の値）。2023 年の漁獲量が多い県は、長崎県（33%）と福岡県（30%）で、島根県（10%）と鹿児島県（10%）がそれに次いだ（図 3-1）。なお、当海域における遊漁採捕量は、213～327 トン（農林水産省統計情報部 1998、2003）と推定され、当該年の漁獲量に対して 4～5%であった。また、2008 年には鳥取県、島根県、山口県（瀬戸内海含む）、長崎県、熊本県、鹿児島県の 6 県における遊漁採捕量の合計が 677 トンと推定されている（遊漁採捕量調査 2008）。本報告では遊漁については考慮していないが、今後、遊漁による漁獲が資源に与える影響について検討していく必要がある。また、本報告では外国船による漁獲についても考慮していない。

#### (2) 漁獲量の推移

本系群の漁獲量は 1969 年の 11.2 千トンから 1985 年の 6.4 千トンに減少した後、1986 年以降は 5.0 千～7.1 千トンで推移し、2023 年は 4,969 トン（暫定値）であった（図 3-2、表 3-1）。全国のマダイ漁獲量に対する本系群の占める割合は 34%であった。

1986 年から現在に至るまでの漁獲尾数は、短期的な増減を繰り返しながら、835 万～1,300 万尾で推移し、2023 年は 846 万尾であった（図 3-3）。年齢別に見ると 1～3 歳魚が漁獲物の多くを占め、2023 年は 1 歳魚 29%、2 歳魚 39%、3 歳魚 19%であった。漁獲重量では、2～3 歳魚が多かった（図 3-4）。

### 4. 資源の状態

#### (1) 資源評価の方法

1986 年以降に得られている年齢別漁獲尾数と系群全体の漁獲量を用いたコホート解析により、各年の年齢別漁獲係数、年齢別資源尾数、資源量および親魚量を推定した（補足資料 2）。この際、2007 年以降に得られている島根県の大型定置網における標準化 CPUE（1 日 1 経営体あたりの漁獲量）を資源量（1 歳魚～プラスグループまでの全年齢を対象）のチューニング指標として用いた。漁獲は漁期の中央でパルス的に行われると仮定する Pope の近似式（Pope 1972）を用いた。

#### (2) 資源量指標値の推移

島根県の大型定置網による標準化 CPUE（1 日 1 経営体あたりの漁獲量）は、2007～2014 年にかけて減少傾向で推移し、以降、全体としては横ばい傾向を示しているが、2020 年以降は年単位の増減が大きい（図 4-1、表 4-1）。

### (3) 資源量と漁獲圧の推移

資源量は 1988 年の 19.8 千トンから 1996 年の 23.8 千トンに増加した後、2001 年の 19.9 千トンに減少し、2007 年の 22.8 千トンに再び増加した。以降はわずかに減少傾向で 2023 年は 21.2 千トンとなった（図 4-2、表 4-2）。親魚量は 13.0 千～16.5 千トン（資源量の 63～70%）で推移し、2023 年は 14.5 千トン（資源量の 68%）であった（図 4-3）。

天然魚の加入量（1 歳資源尾数）は、1989 年の 1,303 万尾から 1997 年の 1,823 万尾に増加し、2001 年の 1,283 万尾に減少した。以降は概ね増加傾向で推移し、2017 年には期間内で 2 番目に多い 1,772 万尾を示したが、その後、減少に転じ、2023 年は期間内で最も少ない 1,234 万尾であった（表 4-2）。

年齢別 F は、短期的な増減を繰り返しているが、期間を通して 2 歳と 3 歳で特に高かった（図 4-4）。2019 年以降の F は減少傾向である。漁獲割合は 23～31% の間で推移しており、2023 年は 23% であった（図 4-2）。

自然死亡係数 M の誤差がコホート解析の結果に与える影響を検討するため、M の値を 30% 増減させた場合の資源量、親魚量および加入量の感度解析を行ったところ、資源量では 85～123%、親魚量では 83～126%、加入量では 85～122% の変化となった（図 4-5）。

### (4) 種苗放流と加入量

本種は栽培漁業の対象種であり、本系群の対象海域では 1977 年から人工種苗放流が実施されている。放流開始以降、放流尾数は次第に増加し、1999 年に最多の 938 万尾に達したが、以後は減少しており、2013 年以降は 300 万尾前後で推移している（図 4-6）。2022 年は、島根県、山口県、福岡県、長崎県、熊本県、鹿児島県で計 260 万尾が放流された（2023 年は未集計）。

なお、漁獲物に占める放流魚の混入率については、一部の県、年代では種苗生産年ごとの標識装着率で補正された年齢別の推定値が得られているものの、それ以外の県、年代では不明かもしくは全年齢込みの混入率のみが得られている。このため、本系群の対象海域全体での混入率については、全年齢込みの値を用いて推定した。添加効率は、1 歳魚資源尾数に各年の混入率を乗じた値を、前年の放流尾数で除することにより求めた。その結果、2023 年の漁獲物における人工種苗放流魚の混入率は 1.7%、添加効率は 0.08 であった（表 4-3）。

本海域では、放流種苗由来のマダイが 1 歳時に 18.1 万～201.6 万尾加入しており、天然の加入群を下支えする一定の効果はあると考えられる。2023 年に 1 歳で加入した放流魚は 22.7 万尾、直近 5 年間（2019～2023 年）の平均は 26.7 万尾と推定された。

### (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 4-7 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 11.7% であった。

現状の漁獲圧に対する YPR と %SPR の関係を図 4-8 に示す。ここで、現状の漁獲圧（F2021-2023）は、2021 年から 2023 年の F の平均値とした。また、年齢別平均体重およ

び成熟割合については、令和3年11月に公開された「管理基準値等に関する資料」においてSBmsyを維持する漁獲圧(Fmsy)の推定に用いた値(下瀬ほか2021)を使用した。Fmsyは%SPRに換算すると26%に相当する。現状の漁獲圧(F2021-2023)はFmsyや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4-9に示す。令和3年11月に公開された「管理基準値等に関する資料」において、本系群の再生産関係式にはホッケ・スティック型再生産関係が適用されている(下瀬ほか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(下瀬ほか2022)に基づく1986~2019年の親魚量・加入量とした。なお、加入量としては天然由来の加入尾数のみを使用した。最適化方法には最小二乗法を用い、加入量の残差の自己相関を考慮した。また「再生産関係の決定に関するガイドライン(令和6年度)(FRA-SA2024-ABCWG02-05)」に従い、観測範囲の最小親魚量を変曲点とした。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

令和3年11月に公開された「管理基準値等に関する資料」(下瀬ほか2021)で示された、現在(1986年以降)の環境下におけるMSY、MSYを実現する親魚量(SBmsy)、およびSBmsyを維持するF(Fmsy)を補足表6-2に示す。また、令和5年5月に開催された資源管理方針に関する検討会で検討された漁獲シナリオ案に基づき、1~6歳の漁獲量が最大となることが期待される親魚量(SB84%msy)と、これを維持するF(F84%msy)についても補足表6-2に示した。

#### (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4-10に示す。また、2023年の親魚量と漁獲圧の概要を補足表6-3に示した。本系群における2023年の親魚量はMSYを実現する親魚量(SBmsy)を下回るが、SB84%msyを上回る。また、MSYの60%の漁獲量が得られる親魚量(SB0.6msy)を上回る。2023年の親魚量はSBmsyの0.37倍、SB84%msyの1.11倍である。2023年の漁獲圧は、Fmsyを上回るが、F84%msyを下回る。2023年の漁獲圧はFmsyの1.67倍、F84%msyの0.86倍である。なお、神戸プロットに示した漁獲圧の比(F/Fmsy)とは、各年のFの選択率の下でFmsyの漁獲圧を与えるFを%SPR換算して求めた値と、各年のF値との比である。親魚量の動向は、直近5年間(2019~2023年)の推移から横ばいと判断される。

### 5. 資源評価のまとめ

2023年の資源量は21.2千トン、親魚量は14.5千トンで、MSYを実現する水準(SBmsy)を下回っており、横ばい傾向である。2023年の漁獲圧は前年よりやや減少しているが、なおSBmsyを維持するF(Fmsy)を上回っている。

## 6. その他

現状、小型で未成熟の割合が高い 2、3 歳魚の漁獲圧が高く、MSY を実現する水準に回復させるために大幅な漁獲圧の削減が必要という結果となっているが、資源評価の基礎となる年齢別漁獲尾数の算出方法および成長、成熟率等の生物特性については、過去の知見の精査も含め、引き続き検討していく必要がある。

## 7. 引用文献

- 木曾克裕 (1980) 平戸島志々伎湾におけるマダイ当歳魚個体群の摂餌生態－ I . 成長に伴う餌料の変化とその年変動. 西水研研報, **54**, 291-306.
- 農林水産省統計情報部 (1998) . 平成 9 年遊漁採捕量調査報告書, 58 pp.
- 農林水産省統計情報部 (2003) . 平成 14 年遊漁採捕量調査報告書, 52 pp.
- Pope J. G. (1972) An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. *Int. Comm. Northwest Atl. Fish. Res. Bull.*, **9**, 65-74.
- 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.
- 下瀬 環・増渕隆仁・中川雅弘 (2021) 令和 3 (2021) 年度マダイ日本海西部・東シナ海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, 1-39. FRA-SA2021-BRP05-001.  
[https://www.fra.affrc.go.jp/shigen\\_hyoka/SCmeeting/2019-1/20211124/FRA-SA2021-BRP05-001.pdf](https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/20211124/FRA-SA2021-BRP05-001.pdf) (last accessed 6 September 2022)
- 下瀬 環・増渕隆仁・中川雅弘 (2022) 令和 3 (2021) 年度マダイ日本海西部・東シナ海系群の資源評価. 我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産研究・教育機構, 1-20. FRA-SA2021-RC01-11.  
[https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2021/details\\_2021\\_50.pdf](https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2021/details_2021_50.pdf) (last accessed 6 July 2024)
- 田中 克 (1986) II. 天然当歳魚の生態. 「マダイの資源培養技術」田中 克・松宮義晴編, 恒星社厚生閣, 東京, 59-74.



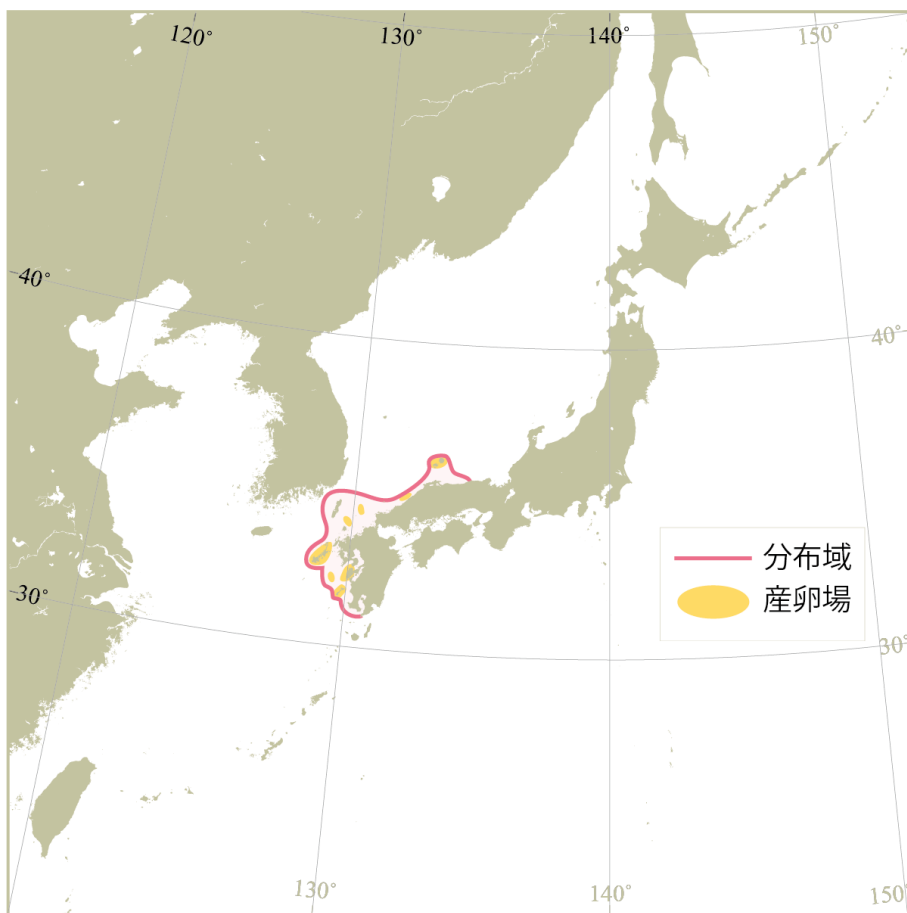


図 2-1. マダイ日本海西部・東シナ海系群の分布域

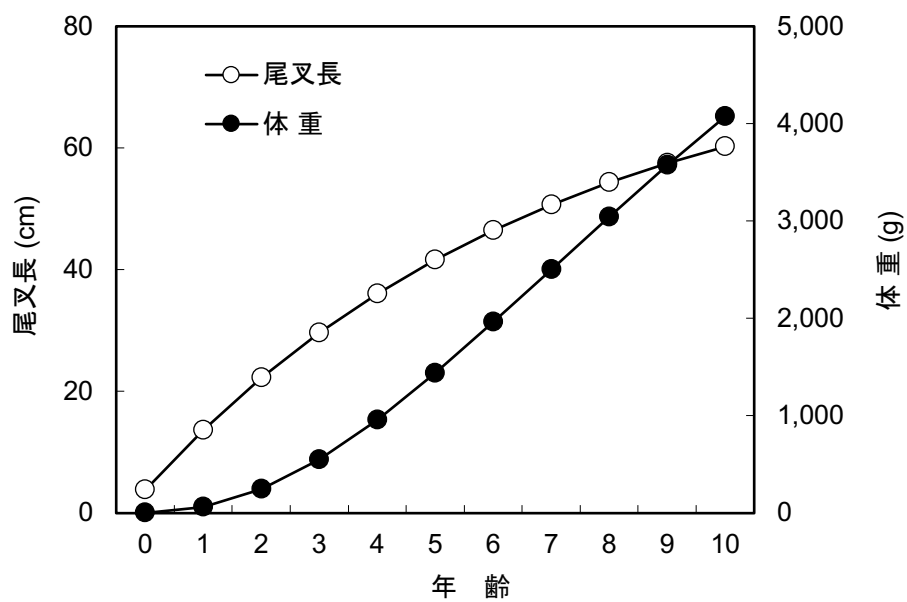


図 2-2. マダイ日本海西部・東シナ海系群の成長

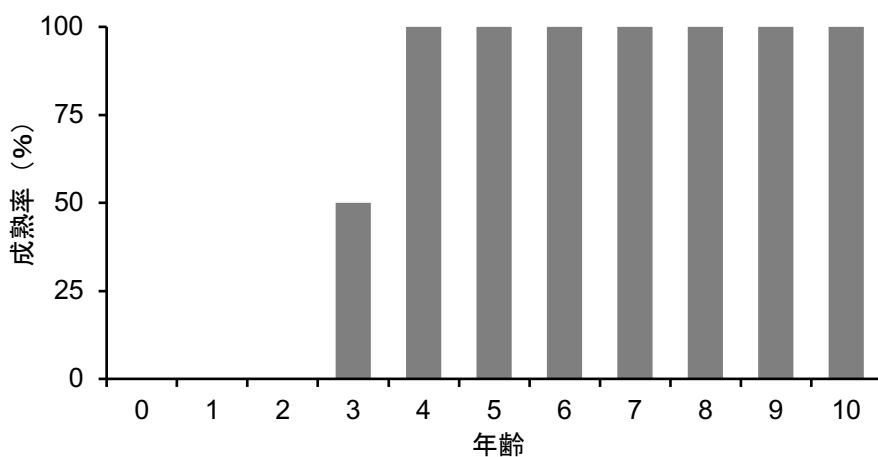


図 2-3. マダイ日本海西部・東シナ海系群の年齢別成熟率

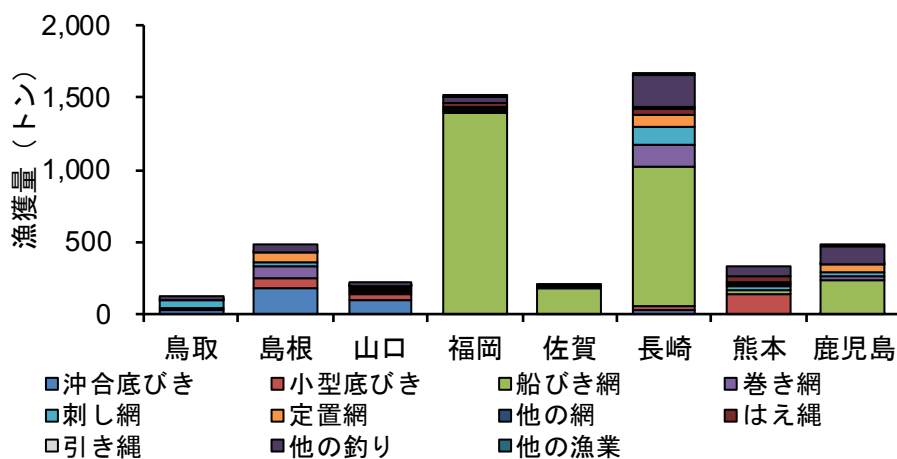


図 3-1. マダイ日本海西部・東シナ海系群の県別漁業種類別の漁獲量 (2023 年)

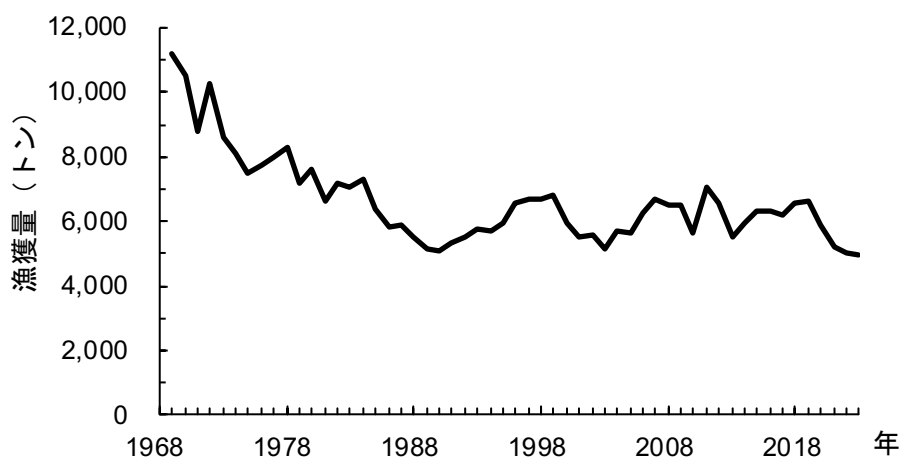


図 3-2. マダイ日本海西部・東シナ海系群の漁獲量の推移

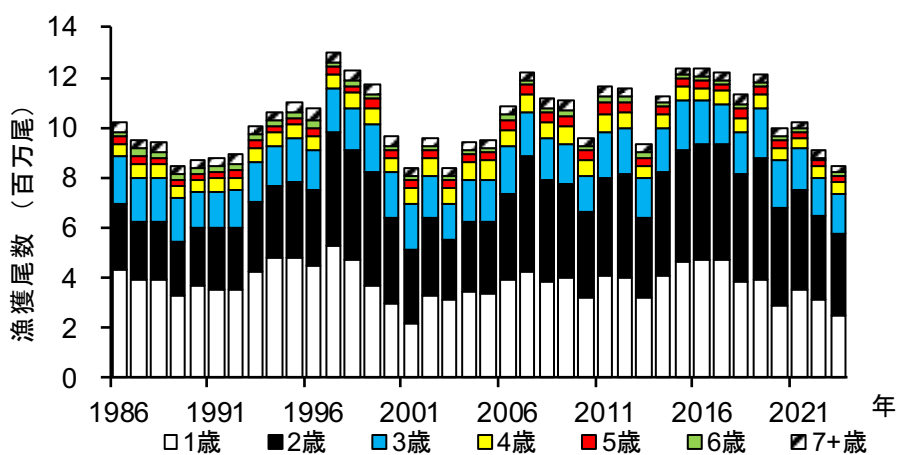


図 3-3. 年齢別漁獲尾数の経年変化

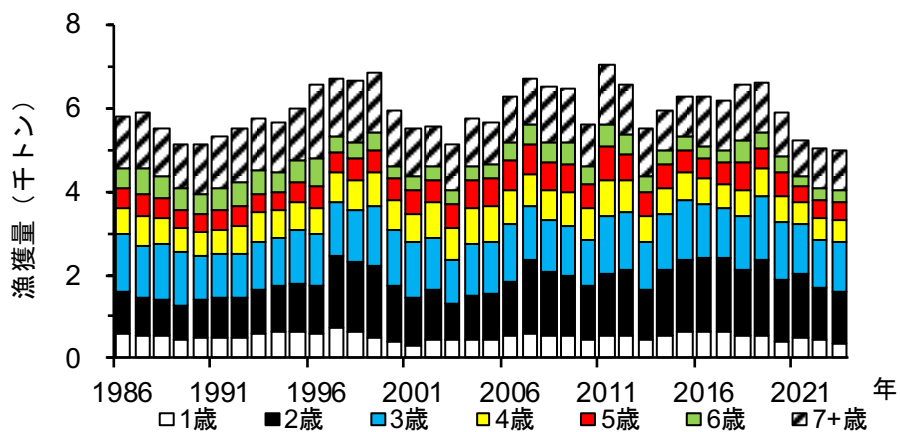


図 3-4. 年齢別漁獲量の経年変化

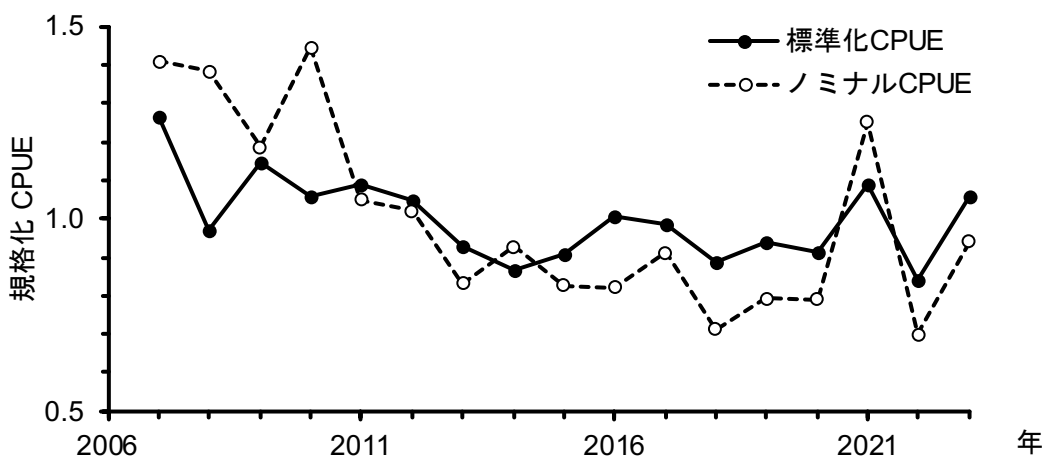


図 4-1. 島根県大型定置網による規格化したノミナル CPUE と標準化 CPUE

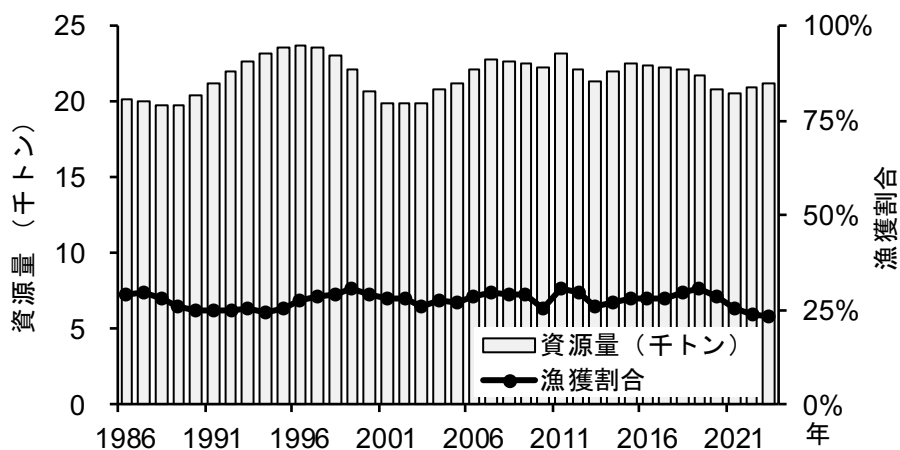


図 4-2. 資源量と漁獲割合の推移

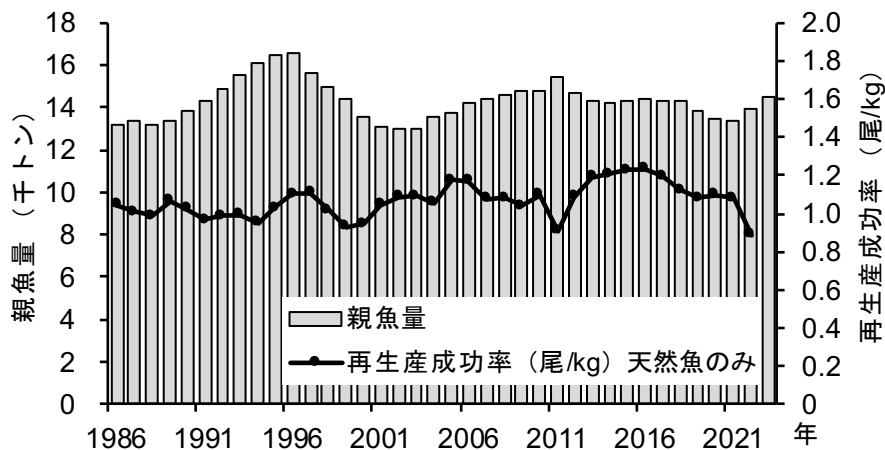


図 4-3. 親魚量と再生産成功率（翌年の1歳魚資源尾数 / 親魚量）の推移

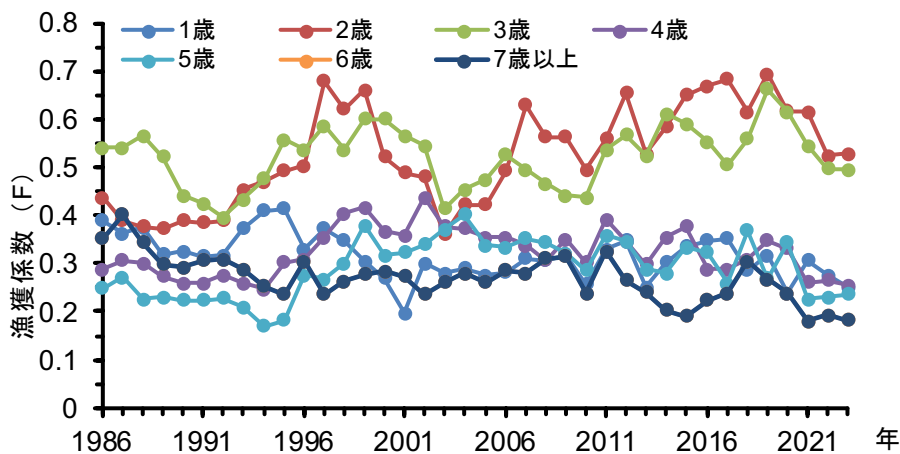


図 4-4. 年齢別漁獲係数 (F) の推移

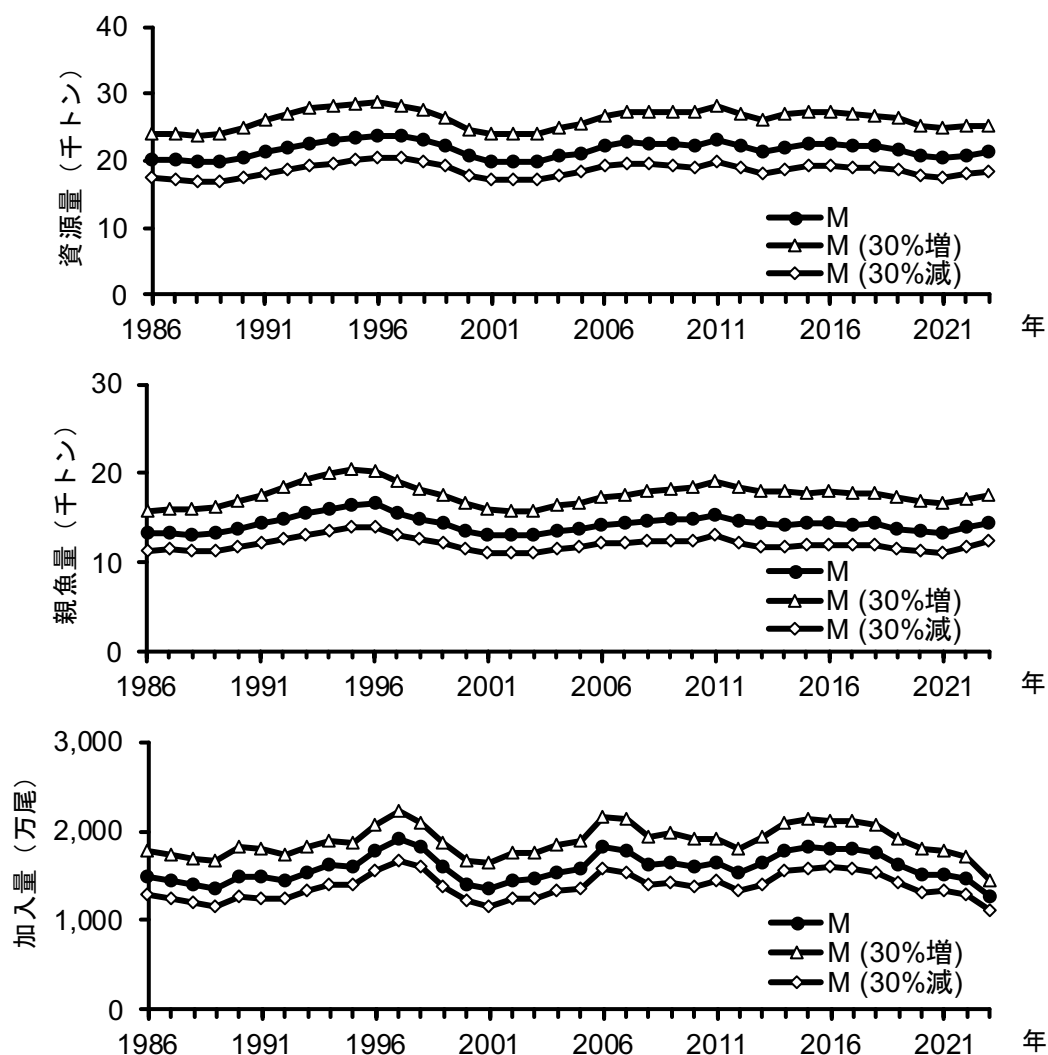


図 4-5. 自然死亡係数 M の値による資源量・親魚量・加入量 (1 歳資源尾数) の感度解析

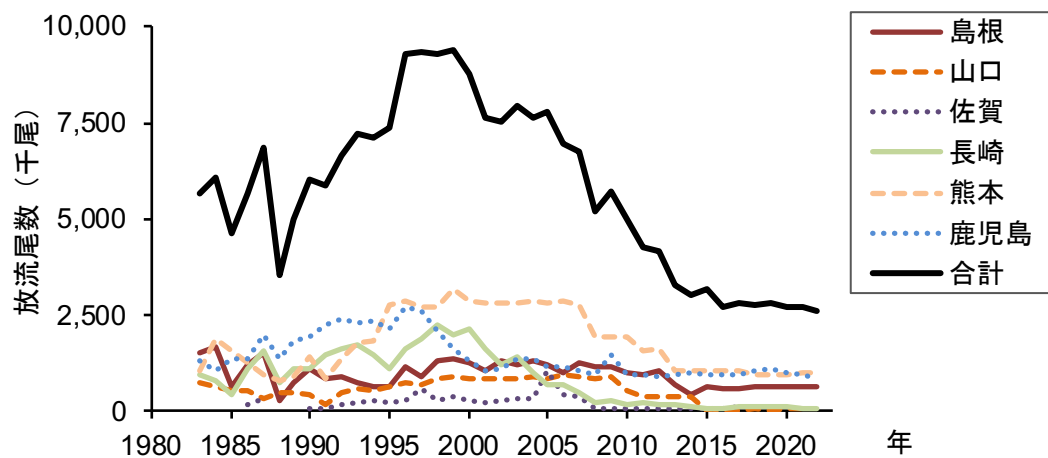


図 4-6. 1983 年以降の放流尾数の推移

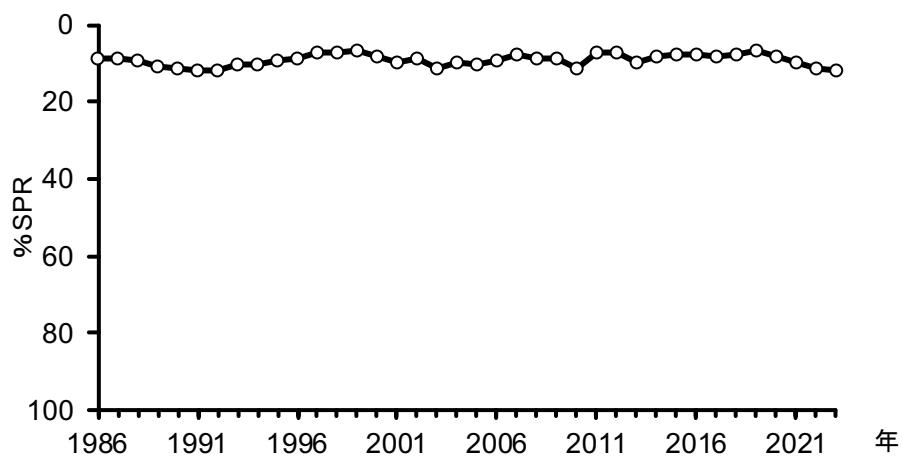


図 4-7. %SPR の推移

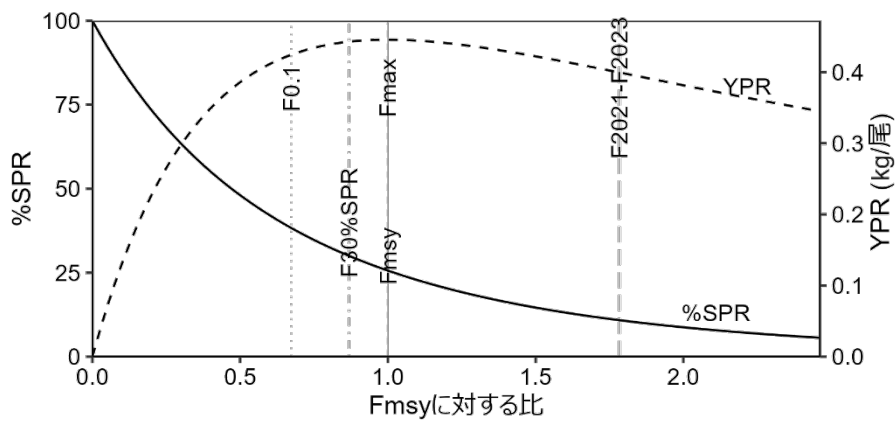


図 4-8. Fmsy に対する YPR と %SPR の関係

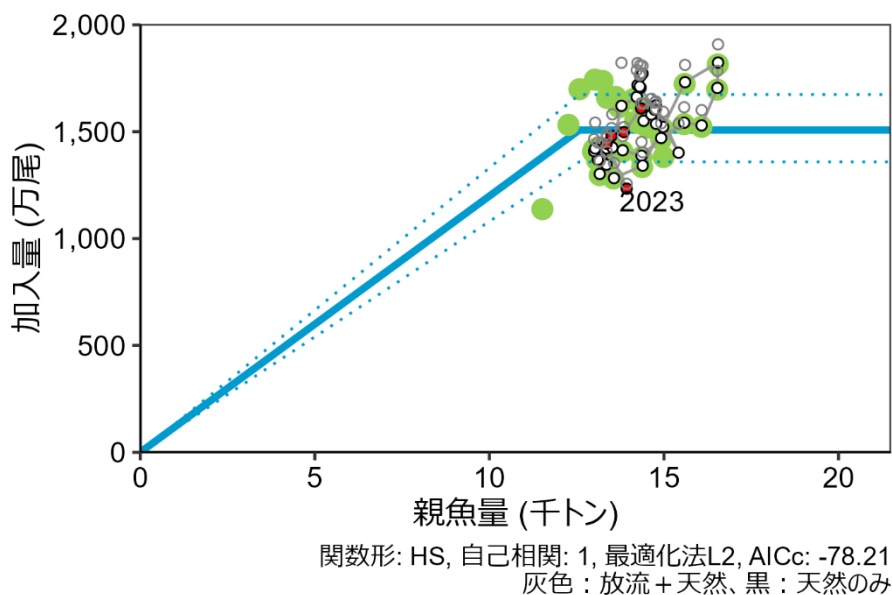


図 4-9. 親魚量と加入量の関係（再生産関係）

再生産関係には自己相関を考慮したホッカー・スティック（HS）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。緑色丸印は再生産関係のパラメータ推定に用いた令和 3（2021）年度資源評価時の 1986～2019 年の親魚量と加入量を示す。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。黒（白抜き、赤塗）および灰色丸印は本年度評価における 1986～2022 年の親魚量と 1987～2023 年の加入量を示し、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。なお、赤塗は直近 5 年の値である。

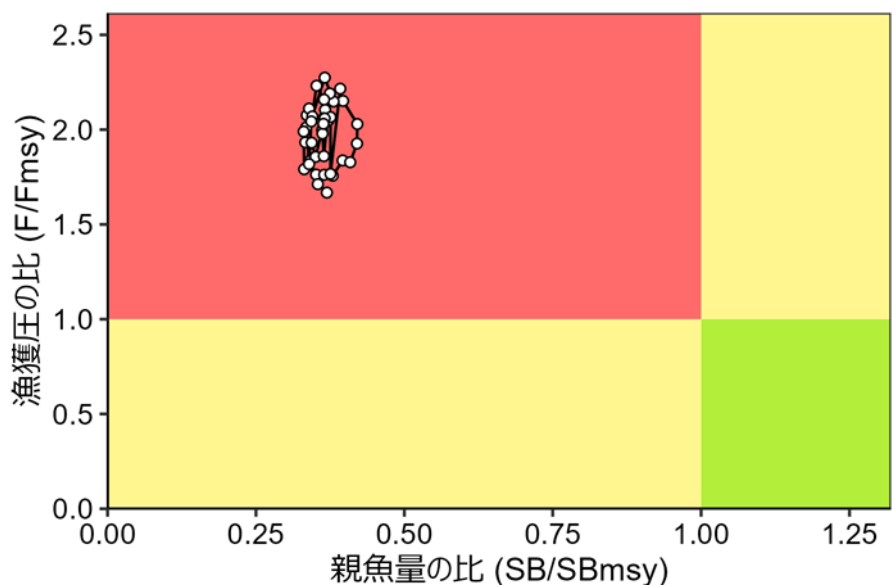


図 4-10. 神戸プロット

表 3-1. マダイ日本海西部・東シナ海系群の漁獲量（トン）

年	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978
漁獲量	11,166	10,493	8,759	10,268	8,596	8,121	7,517	7,729	8,000	8,320
年	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
漁獲量	7,206	7,622	6,638	7,154	7,050	7,279	6,392	5,819	5,879	5,532
年	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
漁獲量	5,154	5,111	5,327	5,495	5,754	5,669	5,973	6,555	6,716	6,666
年	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
漁獲量	6,830	5,964	5,512	5,561	5,123	5,729	5,665	6,265	6,710	6,505
年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
漁獲量	6,472	5,610	7,065	6,568	5,506	5,965	6,291	6,297	6,188	6,582
年	2019	2020	2021	2022	2023					
漁獲量	6,629	5,889	5,218	5,012	4,969					

\* 2023 年の漁獲量合計値は暫定値。



表 4-1. 2007 年以降の島根県大型定置網による CPUE (kg/日・経営体) と規格化 CPUE (平均を 1 とした時の相対値)

年	努力量 (日・経営体)	漁獲量 (kg)	CPUE (kg/日・経営体)		規格化 CPUE	
			ノミナル	標準化	ノミナル	標準化
2007	2,976	110,329	37.07	13.28	1.41	1.27
2008	2,629	95,682	36.39	10.16	1.38	0.97
2009	2,977	92,890	31.20	12.04	1.19	1.15
2010	2,454	93,280	38.01	11.09	1.44	1.06
2011	2,716	74,984	27.61	11.44	1.05	1.09
2012	2,542	68,307	26.87	10.99	1.02	1.05
2013	2,390	52,276	21.87	9.70	0.83	0.93
2014	2,658	64,878	24.41	9.07	0.93	0.87
2015	2,669	58,061	21.75	9.51	0.83	0.91
2016	2,807	60,666	21.61	10.54	0.82	1.01
2017	2,334	56,007	24.00	10.30	0.91	0.98
2018	2,264	42,502	18.77	9.31	0.71	0.89
2019	2,360	49,150	20.83	9.84	0.79	0.94
2020	2,195	45,659	20.80	9.55	0.79	0.91
2021	2,315	76,238	32.93	11.41	1.25	1.09
2022	1,971	36,332	18.43	8.78	0.70	0.84
2023	2,351	58,151	24.73	11.07	0.94	1.06

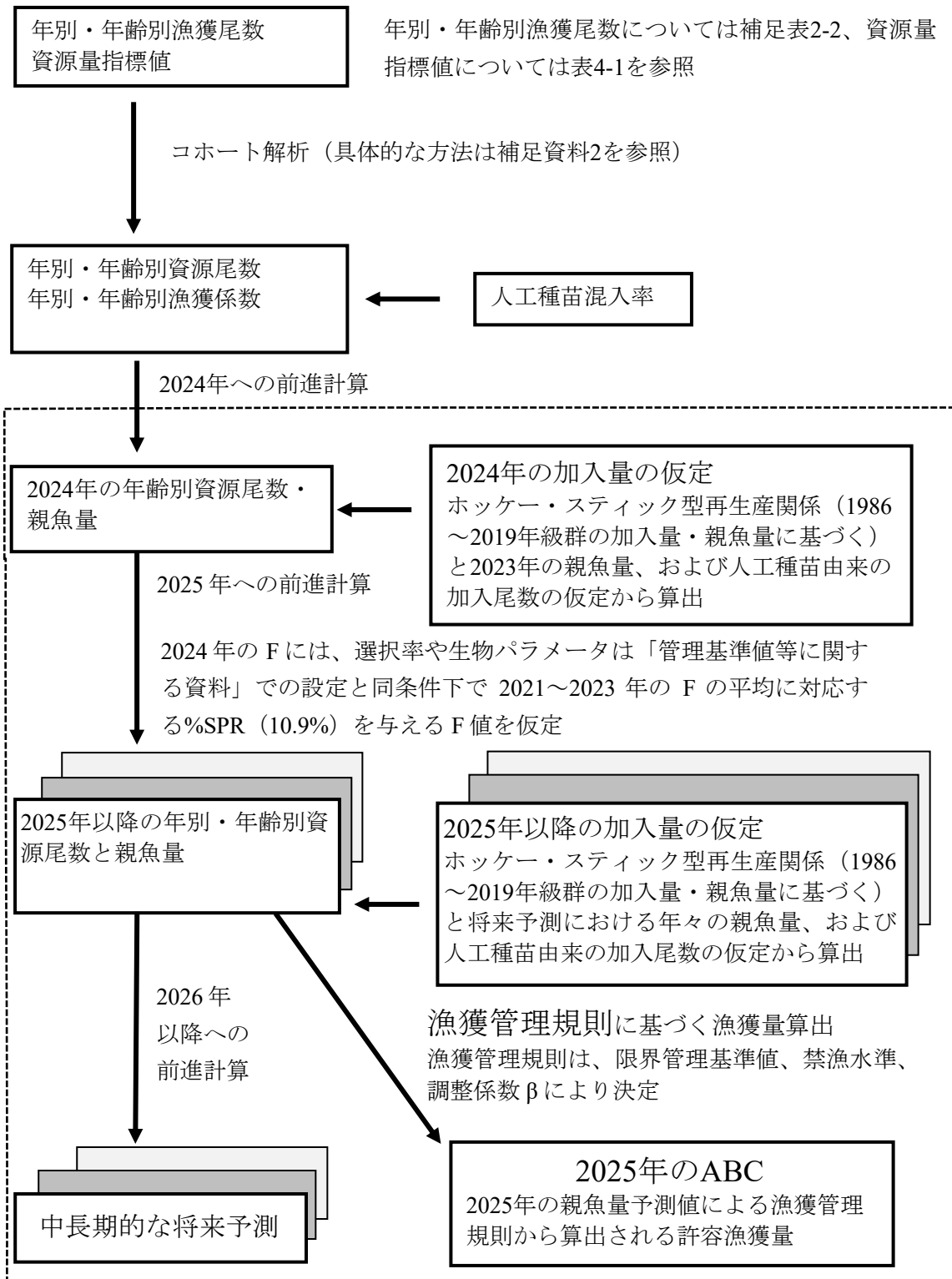
表 4-2. マダイ日本海西部・東シナ海系群の資源解析結果

年	漁獲量 (トン)	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	加入尾数 (千尾)		漁獲 割合 (%)	%SPR	F/Fmsy
				天然 由来	人工 種苗 由来			
1986	5,819	20,176	13,206	14,303	668	29%	8.50	2.08
1987	5,879	20,027	13,355	13,811	645	29%	8.61	2.11
1988	5,532	19,789	13,162	13,456	628	28%	9.06	2.01
1989	5,154	19,817	13,359	13,026	608	26%	10.64	1.83
1990	5,111	20,463	13,818	14,219	664	25%	11.40	1.76
1991	5,327	21,253	14,357	14,131	660	25%	11.55	1.76
1992	5,495	21,938	14,920	13,874	648	25%	11.62	1.76
1993	5,754	22,654	15,580	14,704	687	25%	10.40	1.84
1994	5,669	23,114	16,079	15,422	720	25%	10.17	1.83
1995	5,973	23,552	16,529	15,296	714	25%	8.98	1.93
1996	6,555	23,764	16,550	17,047	796	28%	8.61	2.03
1997	6,716	23,627	15,604	18,234	852	28%	6.96	2.15
1998	6,666	22,994	14,976	17,317	809	29%	7.27	2.15
1999	6,830	22,144	14,391	15,222	711	31%	6.48	2.27
2000	5,964	20,633	13,569	13,414	626	29%	8.18	2.07
2001	5,512	19,888	13,106	12,829	713	28%	9.48	1.93
2002	5,561	19,930	12,999	13,694	803	28%	8.63	1.99
2003	5,123	19,942	13,030	14,091	559	26%	11.08	1.79
2004	5,729	20,794	13,522	14,213	1,212	28%	9.65	1.93
2005	5,665	21,190	13,783	14,262	1,550	27%	10.23	1.86
2006	6,265	22,168	14,221	16,210	2,016	28%	8.88	2.00
2007	6,710	22,790	14,417	16,625	1,260	29%	7.77	2.10
2008	6,505	22,598	14,638	15,509	813	29%	8.51	2.05
2009	6,472	22,469	14,775	15,800	736	29%	8.40	2.07
2010	5,610	22,249	14,770	15,370	692	25%	11.00	1.77
2011	7,065	23,189	15,419	16,233	181	30%	7.26	2.22
2012	6,568	22,117	14,733	14,014	1,357	30%	6.93	2.19
2013	5,506	21,325	14,331	16,025	332	26%	9.89	1.86
2014	5,965	22,058	14,242	17,057	688	27%	8.33	1.98
2015	6,291	22,485	14,322	17,176	1,033	28%	7.48	2.06
2016	6,297	22,444	14,385	17,587	532	28%	7.67	2.06
2017	6,188	22,250	14,305	17,719	359	28%	7.98	2.03
2018	6,582	22,157	14,346	17,117	532	30%	7.52	2.16
2019	6,629	21,749	13,851	16,089	241	30%	6.56	2.23
2020	5,889	20,772	13,500	14,979	235	28%	8.04	2.04
2021	5,218	20,595	13,353	14,803	366	25%	9.75	1.82
2022	5,012	20,883	13,934	14,442	275	24%	11.22	1.71
2023	4,969	21,224	14,533	12,343	219	23%	11.74	1.67

表 4-3. 人工種苗の放流尾数、混入率と添加効率

放流年	放流数 (万尾)	翌年		放流魚加入数 (万尾)	添加効率 (1歳加入)
		1歳魚資源尾数 (万尾)	混入率 (%)		
1983	567.2				
1984	606.1				
1985	463.3	1,497.1			
1986	563.8	1,445.6			
1987	687.2	1,408.5			
1988	351.8	1,363.4			
1989	501.1	1,488.3			
1990	603.8	1,479.1			
1991	586.9	1,452.1			
1992	664.3	1,539.1			
1993	720.6	1,614.3			
1994	710.9	1,601.0			
1995	734.8	1,784.3			
1996	928.6	1,908.5			
1997	936.4	1,812.6			
1998	931.0	1,593.3			
1999	937.8	1,404.1			
2000	874.7	1,354.1	5.3	71.3	0.08
2001	763.8	1,449.7	5.5	80.3	0.11
2002	751.6	1,465.0	3.8	55.9	0.07
2003	796.4	1,542.5	7.9	121.2	0.15
2004	763.7	1,581.2	9.8	155.0	0.20
2005	781.1	1,822.6	11.1	201.6	0.26
2006	694.2	1,788.5	7.0	126.0	0.18
2007	676.3	1,632.1	5.0	81.3	0.12
2008	518.5	1,653.6	4.5	73.6	0.14
2009	570.4	1,606.2	4.3	69.2	0.12
2010	496.6	1,641.4	1.1	18.1	0.04
2011	427.8	1,537.1	8.8	135.7	0.32
2012	415.3	1,635.7	2.0	33.2	0.08
2013	326.7	1,774.5	3.9	68.8	0.21
2014	303.3	1,820.9	5.7	103.3	0.34
2015	315.5	1,811.9	2.9	53.2	0.17
2016	269.2	1,807.8	2.0	35.9	0.13
2017	282.1	1,765.0	3.0	53.2	0.19
2018	276.7	1,633.0	1.5	24.1	0.09
2019	281.3	1,521.4	1.5	23.5	0.08
2020	269.5	1,516.9	2.4	36.6	0.14
2021	268.3	1,471.7	1.9	27.5	0.10
2022	259.7	1,256.2	1.7	21.9	0.08
2023	未集計	-	-	-	-

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。ABCは本系群の漁獲シナリオが水産政策審議会を経て定められた後に算定される。

## 補足資料 2 計算方法

(1) 年別年齢別漁獲尾数の推定とコホート解析に用いたパラメータ

年齢別漁獲尾数は、鳥取県、島根県、山口県、福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県、鹿児島県の各県で推定された。各県によって推定される年齢組成の最高齢が異なるため、7歳以上の漁獲尾数を7+歳として集計した。なお、1993年頃から各地で0歳魚の捕獲が禁止されたため、資源への漁獲加入年齢は1歳魚とし、解析では0歳魚を除外した。自然死亡係数  $M$  は、島本（1999）に従い、1歳魚では0.24、2歳魚以上では0.17とした。成長に関するパラメータは、従来本系群に用いられてきた以下の式に従った。

$$\begin{aligned} \text{成長式} & : & FL_t &= 78.14 \times (1 - e^{(0.1423(t+0.35)}) \\ \text{尾叉長-体重関係式} & : & BW &= 0.0382 \times FL^{2.825} \end{aligned}$$

ここで  $FL_t$  :  $t$ 歳時の尾叉長 (cm)、 $BW$  : 体重 (g)、 $FL$  : 尾叉長 (cm)

なお、各年齢時の体重は、年の中間時点の値とするため、各齢に0.5歳を足した計算値とした。また、7+歳の体重は、7~20歳が全減少係数 = 0.5で減少すると仮定して得られた個体数割合を用いた加重平均である3,531gとした。この年齢群に充てるべき体重は、年齢組成の変動を考慮して毎年更新されるべきであるが、現時点では、年齢組成推定精度にばらつきがあること、過去にさかのぼったデータの精査ができないことから、年によらず一定の数値を用いた。

(2) 資源量推定法

1986年以降に得られた年齢別漁獲尾数と本系群が対象とする海域における漁獲量を用いてコホート解析を行った。コホート計算に用いた生物パラメータを補足表2-1に示す。

最新年を除く  $y$  年  $a$  歳 (1~5歳) の資源尾数 ( $N_{a,y}$ ) および漁獲係数 ( $F_{a,y}$ ) は、それぞれ以下の式で求めた (平松 2001)。

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1} \exp(M_a) + C_{a,y} \exp\left(\frac{M_a}{2}\right) \quad (1 \leq a \leq 5) \quad (1)$$

$$F_{a,y} = -\ln\left(1 - \frac{C_{a,y} \exp\left(\frac{M_a}{2}\right)}{N_{a,y}}\right) \quad (1 \leq a \leq 5) \quad (2)$$

なお、 $C_{a,y}$  は  $y$  年  $a$  歳の漁獲尾数である。

7歳以上はプラスグループ (7+) であり、6歳と7+歳の漁獲係数は等しいと仮定して、6歳魚以上の資源尾数を以下の式で求めた。

$$N_{6,y} = \left(\frac{C_{6,y}}{(C_{6,y} + C_{7+,y})}\right) N_{7+,y+1} \exp(M_6) + C_{6,y} \exp\left(\frac{M_6}{2}\right) \quad (3)$$

$$N_{7+,y} = \left(\frac{C_{7+,y}}{C_{6,y}}\right) N_{6,y} \quad (4)$$

最新年の資源尾数は、以下の式で求めた。

$$N_{a,y} = \frac{c_{a,y}}{1 - \exp(-F_{a,y})} \exp\left(\frac{M_a}{2}\right) \quad (1 \leq a \leq 7^+) \quad (5)$$

$F_{a,y}$ は、 $y$ 年における CPUE の観測値 $u_y$ （島根県大型定置網で漁獲されるマダイの標準化 CPUE (kg/日・社)、数値は表 4-1 参照) を使用したチューニングコホート解析により推定した (平松 2001)。対数変換した $u_y$ は、次のような正規分布の確率変数であると仮定した。

$$\ln(u_y) = \ln q \sum_a (N_{a,y} W_a)^b + \varepsilon_y \quad \text{なお、} \varepsilon_y \sim N(0, \sigma^2) \quad (6)$$

$W_a$ は  $a$ 歳の平均体重である。

$q$  は漁具能率であり、チューニングに使用した調査の年数を  $T$  年とすると (7) 式により求められる。

$$q = \exp\left(\frac{\sum_y \ln(u_y) - b \sum_y \ln(\sum_a (N_{a,y} W_a))}{T}\right) \quad (7)$$

チューニングコホート解析で推定する資源量 (1 歳魚からプラスグループまでの全年齢を対象) より求めた CPUE の理論値と CPUE の観測値のトレンドが最も一致するように、(8) 式を最小とするパラメータを推定した。

$$SS = \sum_y \left( \ln(u_y) - \ln(q \sum_a (N_{a,y} W_a)) \right)^2 \quad (8)$$

親魚量は 1 歳以上の資源尾数に平均体重と成熟率 ( $fr_a$ 、補足表 2-1) をかけることで求めた。

$$SB_y = \sum_{a=1}^{7^+} N_{a,y} W_a fr_a \quad (9)$$

(3) 混入率および天然由来、人工種苗由来の加入尾数の推定

$y$ 年における人工種苗由来の加入尾数 $Ra_y$ は、以下の式で計算される。

$$Ra_y = N_{1,y} \times \text{人工種苗混入率} \quad (10)$$

また、添加効率とは全ての放流尾数のうち、生き残って資源に添加された尾数の割合で、以下の式で計算される。

$$\text{添加効率} = \frac{Ra_y}{y \text{ 1 年の人工種苗放流尾数}} \quad (11)$$

天然由来加入尾数 $Ra_y$ は、 $N_{1,y}$ から $Ra_y$ を減じることで求めた。

$$Rn_y = N_{1,y} - Ra_y \quad (12)$$

#### (4) YPR、SPR の解析

加入あたり漁獲量 (YPR) と加入あたり親魚量 (SPR) は、以下の式で求めた。

$$YPR = \sum_{a=1}^{\infty} S_a W_a \exp(-M_a/2) (1 - \exp(-F_a)) \quad (13)$$

$$SPR = \sum_{a=0}^{\infty} fr_a S_a W_a \quad (14)$$

$$S_{a+1} = S_a \exp(-F_a - M_a) \quad (\text{ただし } S_0=1) \quad (15)$$

ここで、 $S_a$ は $a$ 歳における生残率、 $fr_a$ は $a$ 歳の雌の成熟割合を示す。

#### (5) モデル診断結果

「資源評価におけるモデル診断の手順と診断結果の提供指針 (令和 6 年度) (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。

チューニングの有無による VPA 結果の違いを補足図 2-1 に、チューニングにおけるモデル診断結果を補足図 2-2 に、資源解析とその結果における年別年齢別漁獲尾数、年齢別漁獲係数、年齢別資源尾数、年齢別資源量をそれぞれ補足表 2-2~5 に示した。

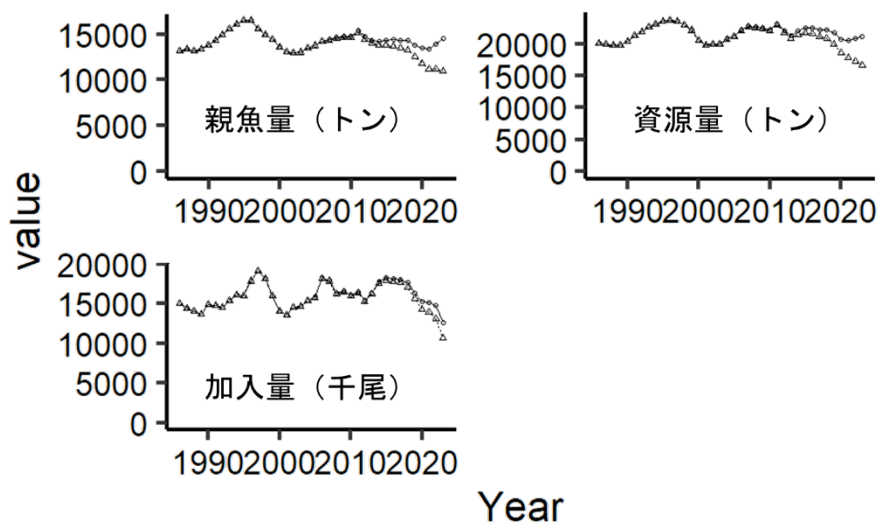
資源量、親魚量および加入量 (1 歳資源尾数) におけるレトロスペクティブ解析結果を補足図 2-3 に示した。資源量の解析では、2019~2021 年の推定値は毎年わずかに上方修正、2022 年は下方修正されたが、2023 年にはわずかに上方修正された。親魚量の解析では、2019~2023 年の推定値は毎年わずかに上方修正された。加入量の解析では、2019~2021 年の推定値は毎年、上方修正、2022 年は大きく下方修正されたが、2023 年にはわずかに上方修正された。

#### 引用文献

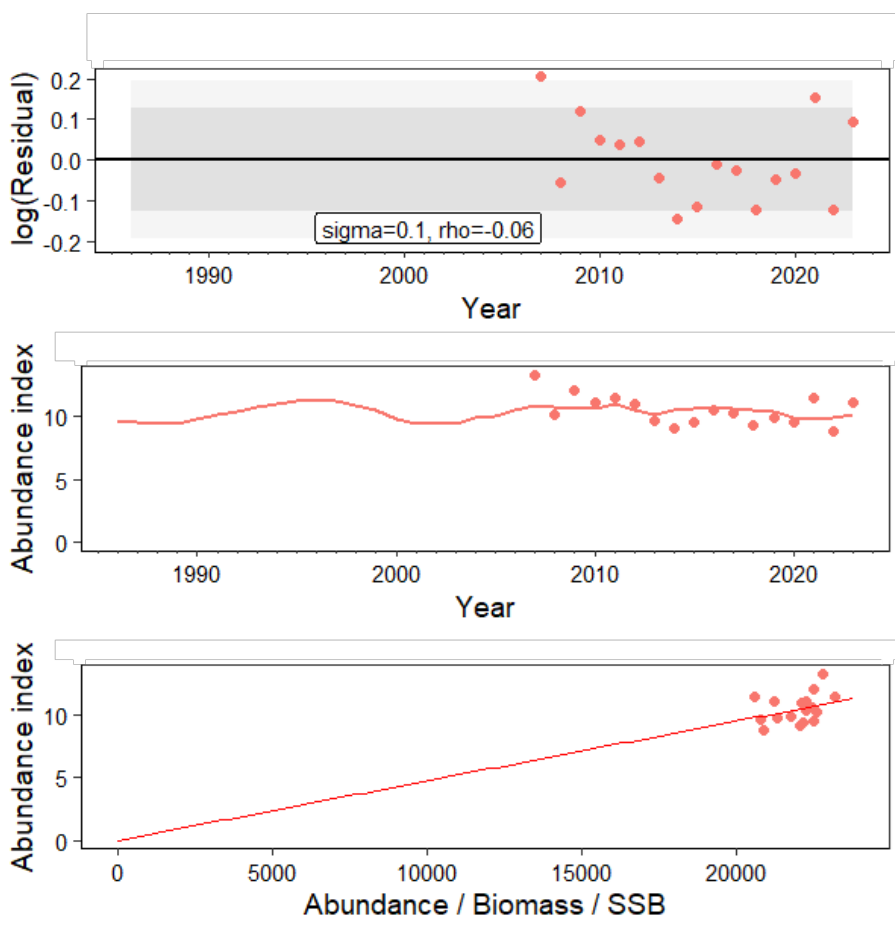
平松一彦 (2001) VPA (Virtual Population Analysis). 平成 12 年度資源評価体制確立推進事業報告書—資源解析手法教科書—, 日本水産資源保護協会, 104-128.

資源評価高度化作業部会 (2024) 資源評価におけるモデル診断の手順と診断結果の提供指針 (令和 6 年度) . FRA-SA2024-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.

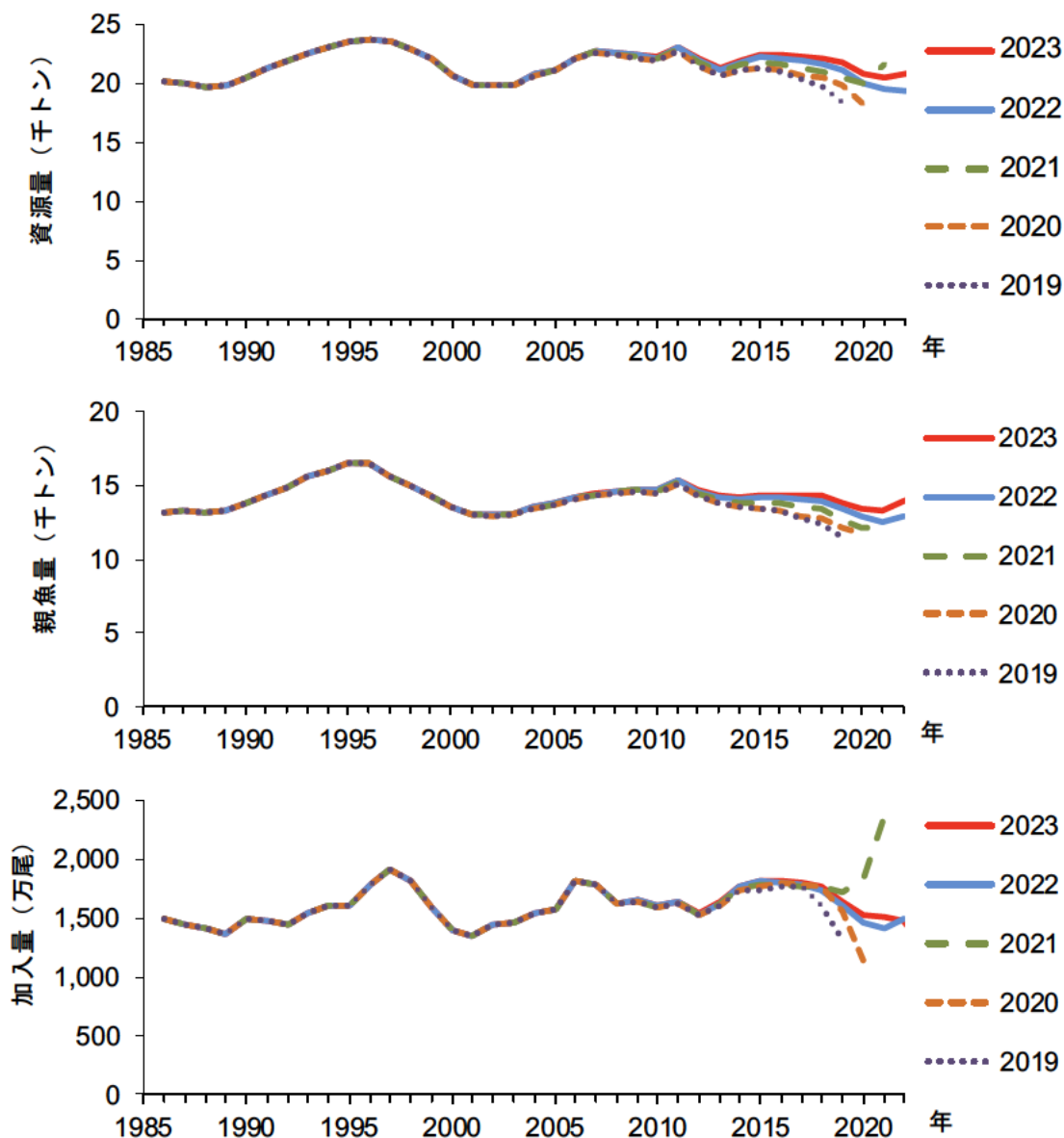


補足図 2-1. チューニングの有り (○) と無し (△) による VPA の結果



補足図 2-2. チューニング VPA のモデル診断結果





補足図 2-3. 資源量、親魚量、加入量のレトロスペクティブ解析結果 凡例の数字はコホート解析の最終年を示す。

補足表 2-1. コホート計算に用いた年齢別平均体重、成熟率および自然死亡係数 (M)

年齢	平均体重 (kg)	成熟率	自然死亡 係数(M)	年齢	平均体重 (kg)	成熟率	自然死亡 係数(M)
1	0.136	0	0.24	5	1.694	1.0	0.17
2	0.382	0	0.17	6	2.230	1.0	0.17
3	0.742	0.5	0.17	7+	3.531	1.0	0.17
4	1.189	1.0	0.17				

補足表 2-2. 資源解析結果 年齢別漁獲尾数 (千尾)

年	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7+歳	合計
1986	4,290	2,680	1,853	525	277	225	352	10,201
1987	3,902	2,364	1,716	577	314	274	380	9,527
1988	3,913	2,286	1,806	525	273	247	325	9,375
1989	3,297	2,174	1,708	481	259	235	303	8,459
1990	3,670	2,308	1,452	479	259	214	331	8,712
1991	3,542	2,485	1,417	504	275	229	359	8,812
1992	3,494	2,516	1,457	543	291	245	366	8,912
1993	4,252	2,789	1,566	575	274	241	358	10,055
1994	4,827	2,874	1,553	535	259	222	338	10,608
1995	4,817	3,013	1,726	560	268	246	345	10,975
1996	4,452	3,025	1,652	518	323	297	493	10,761
1997	5,265	4,567	1,727	587	283	181	395	13,004
1998	4,723	4,395	1,646	609	302	181	421	12,276
1999	3,715	4,479	1,946	666	325	176	406	11,714
2000	2,938	3,449	1,817	612	296	147	380	9,639
2001	2,152	2,997	1,837	562	322	159	323	8,353
2002	3,328	3,070	1,684	720	316	149	273	9,539
2003	3,169	2,347	1,422	616	344	151	308	8,358
2004	3,447	2,754	1,664	725	376	158	318	9,442
2005	3,377	2,878	1,676	730	389	148	285	9,483
2006	3,961	3,375	1,883	691	411	202	303	10,826
2007	4,242	4,650	1,745	657	408	214	315	12,232
2008	3,824	4,077	1,664	606	402	218	370	11,161
2009	4,011	3,735	1,621	699	392	224	369	11,050
2010	3,220	3,391	1,475	643	349	186	286	9,551
2011	4,097	3,848	1,854	737	465	247	410	11,657
2012	4,008	4,098	1,878	645	378	211	336	11,554
2013	3,211	3,220	1,523	535	329	165	325	9,308
2014	4,119	4,070	1,785	556	315	153	280	11,278
2015	4,605	4,527	1,933	561	313	143	280	12,361
2016	4,723	4,590	1,773	505	286	133	341	12,351
2017	4,761	4,576	1,615	506	293	133	340	12,223
2018	3,884	4,226	1,690	549	394	219	390	11,352
2019	3,946	4,796	2,028	557	303	174	337	12,142
2020	2,863	3,955	1,857	513	329	174	299	9,990
2021	3,561	3,978	1,643	425	223	111	245	10,185
2022	3,141	3,293	1,547	446	246	130	267	9,070
2023	2,467	3,314	1,571	458	259	133	261	8,463

補足表 2-3. 資源解析結果 年齢別漁獲係数 (F)

年	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7+歳	%SPR
1986	0.39	0.44	0.54	0.29	0.25	0.35	0.35	8.5
1987	0.36	0.39	0.54	0.31	0.27	0.40	0.40	8.6
1988	0.38	0.38	0.57	0.30	0.23	0.34	0.34	9.1
1989	0.32	0.37	0.52	0.27	0.23	0.30	0.30	10.6
1990	0.33	0.39	0.44	0.26	0.22	0.29	0.29	11.4
1991	0.31	0.39	0.42	0.26	0.22	0.31	0.31	11.5
1992	0.32	0.39	0.40	0.27	0.23	0.31	0.31	11.6
1993	0.37	0.45	0.43	0.26	0.21	0.29	0.29	10.4
1994	0.41	0.47	0.48	0.25	0.17	0.25	0.25	10.2
1995	0.41	0.49	0.56	0.30	0.18	0.24	0.24	9.0
1996	0.33	0.50	0.54	0.31	0.28	0.31	0.31	8.6
1997	0.37	0.68	0.59	0.35	0.27	0.24	0.24	7.0
1998	0.35	0.62	0.54	0.40	0.30	0.26	0.26	7.3
1999	0.30	0.66	0.60	0.42	0.38	0.28	0.28	6.5
2000	0.27	0.52	0.60	0.37	0.32	0.28	0.28	8.2
2001	0.20	0.49	0.57	0.36	0.32	0.27	0.27	9.5
2002	0.30	0.48	0.54	0.44	0.34	0.24	0.24	8.6
2003	0.28	0.36	0.42	0.38	0.37	0.26	0.26	11.1
2004	0.29	0.42	0.45	0.37	0.40	0.28	0.28	9.7
2005	0.28	0.42	0.48	0.35	0.34	0.26	0.26	10.2
2006	0.28	0.49	0.53	0.35	0.33	0.29	0.29	8.9
2007	0.31	0.63	0.50	0.34	0.35	0.28	0.28	7.8
2008	0.31	0.56	0.47	0.31	0.34	0.31	0.31	8.5
2009	0.32	0.56	0.44	0.35	0.32	0.32	0.32	8.4
2010	0.26	0.50	0.44	0.30	0.29	0.24	0.24	11.0
2011	0.33	0.56	0.54	0.39	0.36	0.33	0.33	7.3
2012	0.35	0.66	0.57	0.35	0.35	0.27	0.27	6.9
2013	0.25	0.53	0.52	0.30	0.29	0.24	0.24	9.9
2014	0.30	0.58	0.61	0.35	0.28	0.20	0.20	8.3
2015	0.34	0.65	0.59	0.38	0.33	0.19	0.19	7.5
2016	0.35	0.67	0.55	0.29	0.32	0.22	0.22	7.7
2017	0.35	0.68	0.51	0.29	0.26	0.24	0.24	8.0
2018	0.29	0.62	0.56	0.31	0.37	0.31	0.31	7.5
2019	0.32	0.69	0.66	0.35	0.27	0.27	0.27	6.6
2020	0.24	0.62	0.62	0.33	0.34	0.24	0.24	8.0
2021	0.31	0.61	0.55	0.26	0.23	0.18	0.18	9.7
2022	0.28	0.53	0.50	0.27	0.23	0.19	0.19	11.2
2023	0.25	0.53	0.50	0.26	0.24	0.18	0.18	11.7

補足表 2-4. 資源解析結果 年齢別資源尾数 (千尾)

年	1 歳	2 歳	3 歳	4 歳	5 歳	6 歳	7+歳	合計
1986	14,971	8,223	4,833	2,277	1,371	825	1,286	33,787
1987	14,456	7,972	4,476	2,376	1,439	903	1,251	32,872
1988	14,085	7,911	4,554	2,200	1,474	925	1,216	32,366
1989	13,634	7,609	4,575	2,184	1,374	993	1,281	31,649
1990	14,883	7,800	4,423	2,290	1,400	921	1,423	33,141
1991	14,791	8,452	4,461	2,398	1,493	944	1,477	34,016
1992	14,521	8,493	4,848	2,462	1,560	1,007	1,502	34,394
1993	15,391	8,324	4,855	2,752	1,578	1,049	1,556	35,504
1994	16,143	8,335	4,461	2,657	1,793	1,080	1,647	36,117
1995	16,010	8,417	4,392	2,337	1,751	1,276	1,787	35,970
1996	17,843	8,322	4,333	2,120	1,457	1,231	2,041	37,347
1997	19,085	10,087	4,242	2,139	1,312	933	2,034	39,832
1998	18,126	10,343	4,316	1,992	1,265	847	1,975	38,865
1999	15,933	10,070	4,690	2,129	1,121	791	1,828	36,561
2000	14,041	9,238	4,381	2,169	1,184	647	1,675	33,335
2001	13,541	8,439	4,626	2,027	1,267	727	1,475	32,103
2002	14,497	8,743	4,366	2,215	1,194	773	1,415	33,204
2003	14,650	8,452	4,557	2,137	1,207	717	1,459	33,180
2004	15,425	8,713	4,975	2,538	1,237	703	1,414	35,005
2005	15,812	9,077	4,821	2,668	1,475	699	1,349	35,902
2006	18,226	9,443	5,014	2,528	1,581	887	1,330	39,010
2007	17,885	10,824	4,867	2,501	1,498	956	1,407	39,937
2008	16,321	10,306	4,860	2,503	1,506	889	1,508	37,894
2009	16,536	9,447	4,950	2,572	1,555	901	1,482	37,445
2010	16,062	9,450	4,540	2,688	1,528	952	1,466	36,686
2011	16,414	9,779	4,858	2,475	1,677	969	1,606	37,778
2012	15,371	9,278	4,716	2,396	1,411	988	1,569	35,728
2013	16,357	8,536	4,064	2,253	1,429	843	1,654	35,137
2014	17,745	10,019	4,244	2,029	1,410	903	1,657	38,008
2015	18,209	10,305	4,715	1,941	1,202	900	1,762	39,034
2016	18,119	10,240	4,536	2,203	1,123	727	1,858	38,804
2017	18,078	10,064	4,423	2,198	1,394	685	1,745	38,587
2018	17,650	9,998	4,288	2,248	1,390	907	1,615	38,096
2019	16,330	10,439	4,553	2,065	1,393	811	1,568	37,160
2020	15,214	9,346	4,402	1,978	1,230	897	1,537	34,605
2021	15,169	9,429	4,252	2,008	1,198	736	1,619	34,410
2022	14,717	8,774	4,301	2,078	1,304	806	1,660	33,640
2023	12,562	8,791	4,378	2,208	1,344	874	1,716	31,871

補足表 2-5. 資源解析結果 年齢別資源量 (トン)

年	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7+歳	合計
1986	2,038	3,139	3,586	2,708	2,323	1,839	4,542	20,176
1987	1,968	3,044	3,321	2,826	2,437	2,013	4,418	20,027
1988	1,918	3,020	3,379	2,617	2,497	2,063	4,295	19,789
1989	1,856	2,905	3,394	2,597	2,328	2,214	4,523	19,817
1990	2,026	2,978	3,282	2,724	2,373	2,053	5,026	20,463
1991	2,014	3,227	3,310	2,852	2,529	2,105	5,217	21,253
1992	1,977	3,242	3,597	2,929	2,643	2,245	5,304	21,938
1993	2,096	3,178	3,602	3,273	2,674	2,338	5,493	22,654
1994	2,198	3,182	3,310	3,160	3,039	2,409	5,816	23,114
1995	2,180	3,213	3,259	2,780	2,966	2,844	6,310	23,552
1996	2,429	3,177	3,215	2,521	2,469	2,745	7,207	23,764
1997	2,599	3,851	3,148	2,544	2,224	2,080	7,183	23,627
1998	2,468	3,949	3,202	2,370	2,144	1,889	6,972	22,994
1999	2,169	3,844	3,480	2,532	1,900	1,763	6,456	22,144
2000	1,912	3,527	3,251	2,580	2,006	1,444	5,914	20,633
2001	1,844	3,222	3,433	2,411	2,148	1,622	5,210	19,888
2002	1,974	3,338	3,240	2,635	2,023	1,725	4,996	19,930
2003	1,995	3,227	3,381	2,542	2,046	1,600	5,152	19,942
2004	2,100	3,326	3,691	3,019	2,096	1,567	4,994	20,794
2005	2,153	3,465	3,577	3,174	2,499	1,558	4,764	21,190
2006	2,482	3,605	3,720	3,007	2,679	1,978	4,697	22,168
2007	2,435	4,132	3,611	2,974	2,538	2,132	4,968	22,790
2008	2,222	3,934	3,606	2,977	2,552	1,983	5,323	22,598
2009	2,252	3,607	3,673	3,059	2,634	2,010	5,235	22,469
2010	2,187	3,608	3,368	3,197	2,590	2,122	5,177	22,249
2011	2,235	3,733	3,605	2,944	2,842	2,160	5,671	23,189
2012	2,093	3,542	3,499	2,850	2,391	2,202	5,539	22,117
2013	2,227	3,259	3,015	2,680	2,421	1,880	5,842	21,325
2014	2,416	3,825	3,149	2,414	2,389	2,014	5,850	22,058
2015	2,479	3,934	3,498	2,309	2,036	2,007	6,222	22,485
2016	2,467	3,909	3,366	2,620	1,902	1,620	6,560	22,444
2017	2,461	3,842	3,282	2,615	2,362	1,527	6,160	22,250
2018	2,403	3,817	3,181	2,674	2,356	2,023	5,703	22,157
2019	2,224	3,985	3,379	2,456	2,360	1,808	5,538	21,749
2020	2,071	3,568	3,266	2,353	2,084	2,000	5,429	20,772
2021	2,065	3,599	3,155	2,388	2,029	1,641	5,717	20,595
2022	2,004	3,350	3,191	2,472	2,209	1,797	5,861	20,883
2023	1,710	3,356	3,248	2,626	2,277	1,948	6,059	21,224

### 補足資料 3 管理基準値案と禁漁水準案等

令和 3 年 11 月に公開された「管理基準値等に関する資料」により、目標管理基準値 (SBtarget) には MSY 水準における親魚量 (SBmsy : 39.3 千トン)、限界管理基準値 (SBlimit) には MSY の 60% が得られる親魚量 (SB0.6msy : 9.0 千トン)、禁漁水準 (SBban) には MSY の 10% が得られる親魚量 (SB0.1msy : 1.4 千トン) を用いることが提案されている (下瀬ほか 2021、補足表 6-2)。また、令和 5 年 5 月に開催された第 1 回資源管理方針に関する検討会 (マダイ日本海西部・東シナ海系群) において、漁獲シナリオ案の暫定的な目標管理基準値として 1~6 歳の漁獲量が最大となることが期待される親魚量 (SB84%msy : 13.1 千トン) が検討されている (補足表 6-2)。

SBmsy とこれを維持する漁獲圧 (Fmsy) を基準にした神戸プロットを補足図 3-1 に示す。神戸プロットには SB84%msy とこれを維持する漁獲圧 (F84%msy) も点線で示した。コホート解析により得られた 2023 年の親魚量 (SB2023 : 14.5 千トン) は SBmsy を下回るが、SB84%msy は上回る。また、SB0.6msy (限界管理基準値案) および SB0.1msy (禁漁水準案) も上回る。本系群における漁獲圧は、1986 年以降 2023 年まで Fmsy を上回っていたが、概ね F84%msy を中心とした水準範囲で変動しており、2021 年以降は F84%msy を下回っていたと判断される。

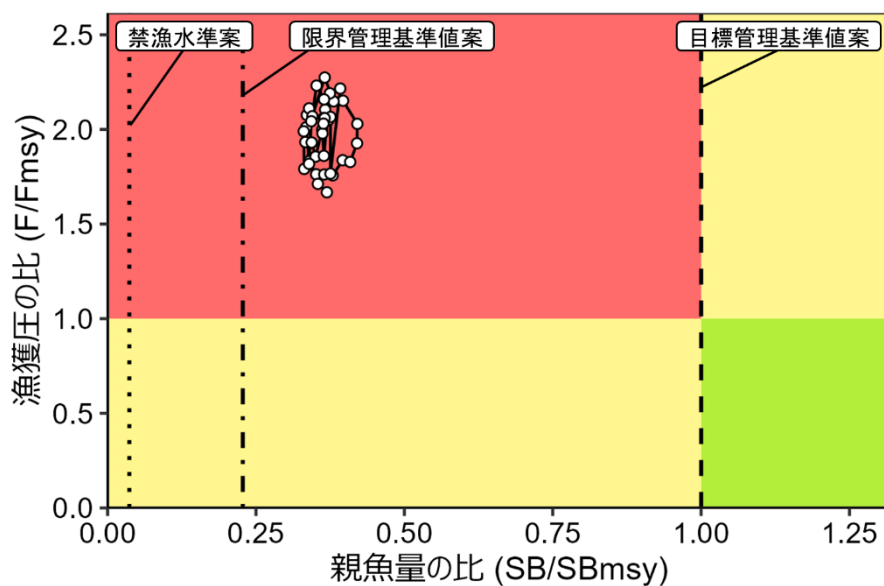
平衡状態における平均親魚量と年齢別平均漁獲量との関係を補足図 3-2 に示す。親魚量が SBlimit 以下では 2~3 歳魚が多くを占めるが、親魚量が増加するにつれて高齢魚の比率が高くなる傾向がみられ、SBmsy 達成時においては 7 歳以上の漁獲が主体となると推測された。

### 引用文献

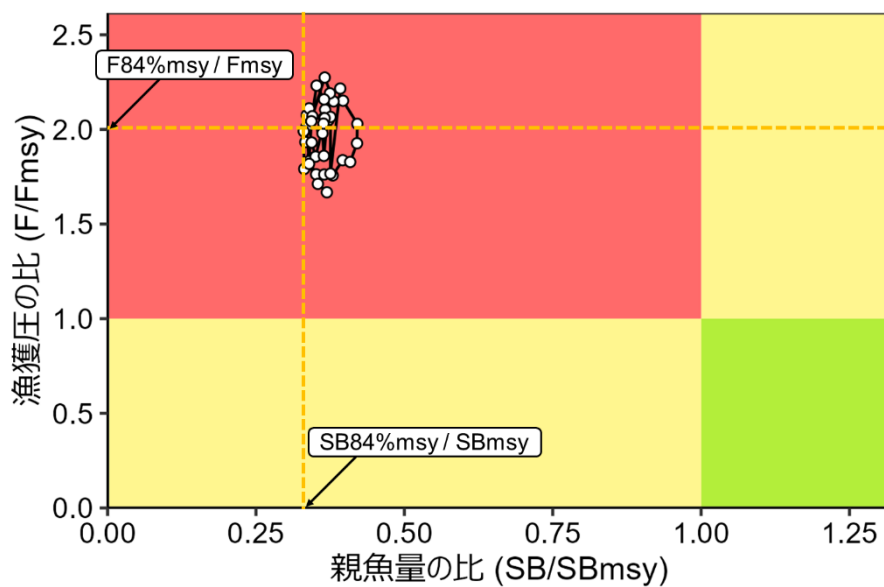
下瀬 環・増淵隆仁・中川雅弘 (2021) 令和 3 (2021) 年度マダイ日本海西部・東シナ海系群の管理基準値案等に関する研究機関会議資料. 水産研究・教育機構, 1-39. FRA-SA2021-BRP05-001.

[https://www.fra.affrc.go.jp/shigen\\_hyoka/SCmeeting/2019-1/20211124/FRA-SA2021-BRP05-001.pdf](https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/20211124/FRA-SA2021-BRP05-001.pdf) (last accessed 6 September 2022)

a) 管理基準値等に関する研究機関会議資料における管理基準値案と神戸プロット

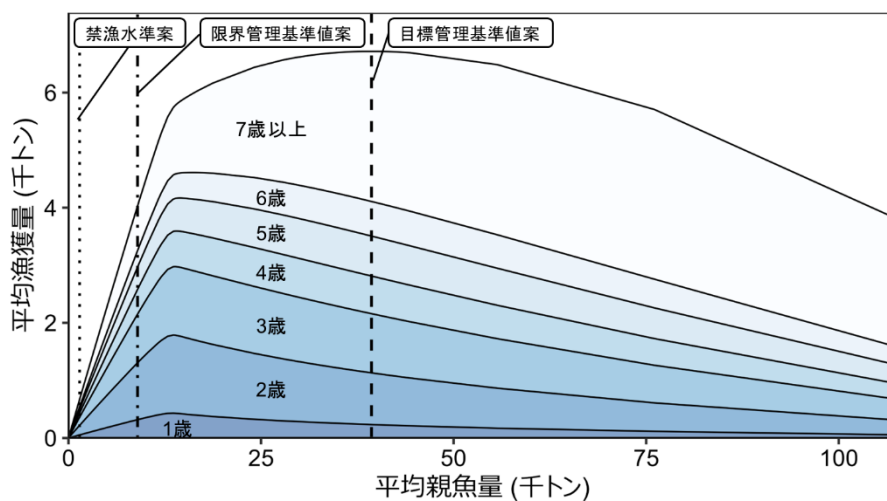


b) 資源管理方針に関する検討会にて議論された管理基準値案と神戸プロット

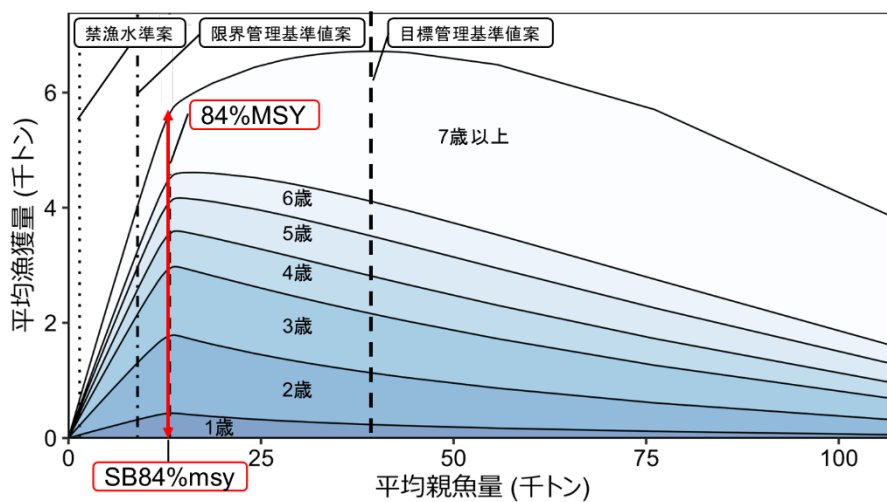


補足図 3-1. 管理基準値案と親魚量・漁獲圧との関係 (神戸プロット)

a) 管理基準値等に関する研究機関会議資料における管理基準値案と漁獲量曲線



b) 資源管理方針に関する検討会において議論された管理基準値案と漁獲量曲線



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）

資源管理方針に関する検討会では、1～6 歳の漁獲量が最大となることが期待される親魚量（SB84%msy）が暫定的な目標管理基準値として提案された。SB84%msy では平衡状態において平均的には最大持続生産量の 84%の漁獲量が期待できる。

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いて 2025～2058



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、1,0000 回の繰り返し計算を行った。また本系群においては継続して種苗放流が行われているため、現状の放流が継続される場合として、人工種苗由来の 1 歳魚の 2019～2023 年の平均加入尾数を毎年の加入量に加算した条件での予測も行った。

2024 年の漁獲量は、予測される資源量と現状の漁獲圧（F2021-2023）から仮定した。現状の漁獲圧は、2021～2023 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。

## (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 の上限に調整係数  $\beta$  を乗じた値を ABC 算出のための漁獲圧とするものを提示している。補足図 4-1 に本系群で提案されている漁獲管理規則を示す。親魚量が限界管理基準値案未満の場合の漁獲圧は、親魚量に応じた係数を乗じて  $\gamma(SB_t) \times \beta F_{msy}$  として求める。この  $\gamma(SB_t)$  は「漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針」における 1 系資源の管理規則に基づき、下式により計算される。

$$\gamma(SB_t) = \frac{SB_t - SB_{ban}}{SB_{imit} - SB_{ban}}$$

補足図 4-1a)、b) では例として漁獲圧の上限を  $F_{msy}$  とし、調整係数  $\beta$  を 0.8 とした場合を示した。なお、管理基準値等に関する研究機関会議資料での提案では「F の上限を  $F_{msy}$  とした漁獲管理規則において、 $\beta$  が 0.9 以下であれば、10 年後に  $SB_{msy}$ （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。また、補足図 4-1c)、d) では漁獲圧の上限を  $F_{84\%msy}$  とし、調整係数  $\beta$  を 0.8 とした場合を示した。

## (3) 2025 年の予測値

2025 年に予測される親魚量は、いずれの繰り返し計算でも目標管理基準値を下回り、平均 15.4 千トンと見込まれた。ここで再生産関係による加入のみを想定した場合に  $F_{msy}$  を漁獲圧の上限とした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、 $\beta$  を 0.8 とした場合には 2,620 トン、 $\beta$  を 1.0 とした場合には 3,210 トンであった（補足表 6-4a）。 $F_{84\%msy}$  を漁獲圧の上限とした漁獲管理規則案に基づき試算した 2025 年の平均漁獲量は、再生産関係による加入のみを想定した場合、 $\beta$  を 0.8 とした場合には 4,870 トン、 $\beta$  を 1.0 とした場合には 5,870 トンであった（補足表 6-4b）。

次に現状の放流を想定した場合に、 $F_{msy}$  を漁獲圧の上限とした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  $\beta$  を 0.8 とした場合には 2,630 トン、 $\beta$  を 1.0 とした場合には 3,230 トンであった（補足表 6-5a）。同様に  $F_{84\%msy}$  を漁獲圧の上限とした漁獲管理規則案に基づき試算した 2025 年の平均漁獲量は、 $\beta$  を 0.8 とした場合には 4,900 トン、 $\beta$  を 1.0 とした場合には 5,900 トンであった（補足表 6-5b）

## (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、4-3 および補足表 4-1~4-5 に示す。

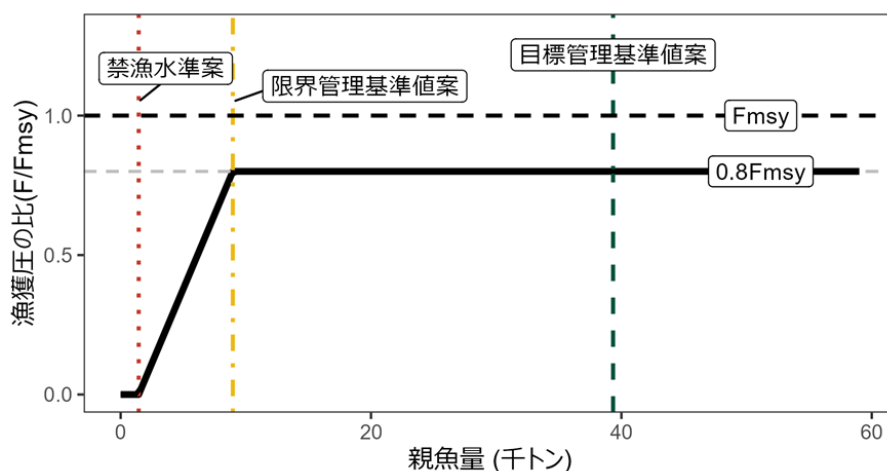
再生産関係による加入のみを想定し、 $F_{msy}$  を漁獲圧の上限とした漁獲管理規則案に基づく管理を 10 年間継続した場合、(補足図 4-2a、補足表 4-1a、b、4-3a、4-5a) では 2035 年の親魚量の予測値は  $\beta$  を 0.8 とした場合には 45.0 千トン (90%予測区間は 40.6 千~49.7 千トン) であり、 $\beta$  を 1.0 とした場合には 36.2 千トン (90%予測区間は 32.6 千~40.0 千トン) である (補足表 6-6a)。親魚量の予測値は  $\beta$  が 0.9 以下であれば、50%以上の確率で  $SB_{msy}$  を上回る。 $SB_{0.6msy}$  を上回る確率はいずれの  $\beta$  においても 100%である。現状の漁獲圧 (F2021-2023) を継続した場合の 2035 年の親魚量の予測値は 16.2 千トン (90%予測区間は 14.6 千~17.9 千トン) であり、 $SB_{msy}$  を上回る確率は 0%、 $SB_{0.6msy}$  を上回る確率は 100%である。

同様に再生産関係による加入のみを想定し、 $F_{84\%msy}$  を漁獲圧の上限とした漁獲管理規則案に基づく管理を 10 年間継続した場合、(補足図 4-2b、補足表 4-1c、d、e、4-3b、4-5b) 2035 年の親魚量の予測値は  $\beta$  を 0.8 とした場合には 19.3 千トン (90%予測区間は 17.3 千~21.5 千トン) であり、 $\beta$  を 1.0 とした場合には 12.9 千トン (90%予測区間は 11.3 千~14.5 千トン) である (補足表 6-6b)。親魚量の予測値は  $\beta$  が 0.9 以下であれば、50%以上の確率で  $SB_{84\%msy}$  を上回る。 $\beta$  が 0.4 以下であれば 50%以上の確率で  $SB_{msy}$  も上回る。 $SB_{0.6msy}$  を上回る確率はいずれの  $\beta$  においても 100%である。

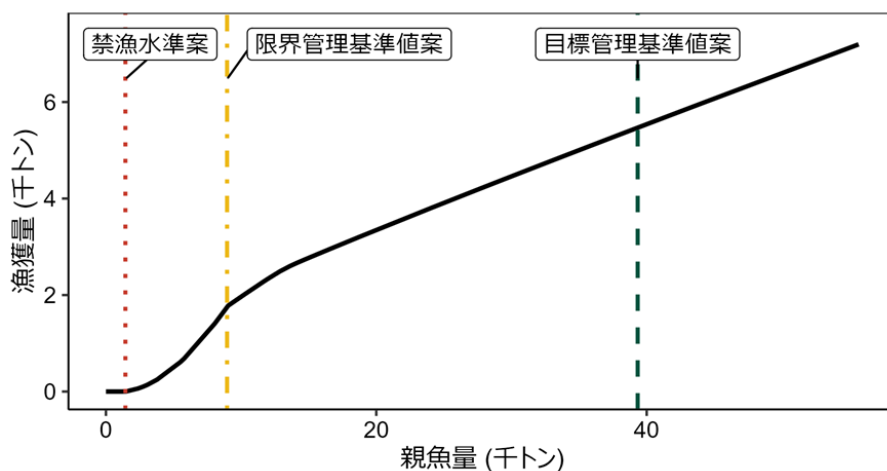
次に、現状の放流を想定した上で、 $F_{msy}$  を漁獲圧の上限とした漁獲管理規則案に基づく管理を 10 年間継続した場合、(補足図 4-3a、補足表 4-2a、b、4-4a、4-6a) では、2035 年の親魚量の予測値は  $\beta$  を 0.8 とした場合には 45.8 千トン (90%予測区間は 41.4 千~50.5 千トン) であり、 $\beta$  を 1.0 とした場合には 36.8 千トン (90%予測区間は 33.3 千~40.7 千トン) である (補足表 6-7a)。親魚量の予測値は  $\beta$  が 0.9 以下であれば、50%以上の確率で  $SB_{msy}$  を上回る。 $SB_{0.6msy}$  を上回る確率はいずれの  $\beta$  においても 100%である。現状の漁獲圧 (F2021-2023) を継続した場合の 2035 年の親魚量の予測値は 16.4 千トン (90%予測区間は 14.8 千~18.1 千トン) であり、 $SB_{msy}$  を上回る確率は 0%、 $SB_{0.6msy}$  を上回る確率は 100%である。

同様に、現状の放流を想定した上で、 $F_{84\%msy}$  を漁獲圧の上限とした漁獲管理規則案に基づく管理を 10 年間継続した場合 (補足図 4-3b、補足表 4-2c、d、e、4-4b、4-6b) では、2035 年の親魚量の予測値は  $\beta$  を 0.8 とした場合には 19.7 千トン (90%予測区間は 17.7 千~21.8 千トン) であり、 $\beta$  を 1.0 とした場合には 13.2 千トン (90%予測区間は 11.7 千~14.7 千トン) である (補足表 6-7b)。親魚量の予測値はいずれの  $\beta$  においても 50%以上の確率で  $SB_{84\%msy}$  を上回る。 $\beta$  が 0.4 以下であれば 50%以上の確率で  $SB_{msy}$  も上回る。現状の漁獲圧 (F2021-2023) を継続した場合の 2035 年の親魚量の予測値は 16.4 千トン (90%予測区間は 14.8 千~18.1 千トン) であり、 $SB_{84\%msy}$  を上回る確率は 100%、 $SB_{msy}$  を上回る確率は 0%、 $SB_{0.6msy}$  を上回る確率は 100%である。

a) 漁獲圧の上限を  $F_{msy}$  とした漁獲管理規則で縦軸を漁獲圧にした場合



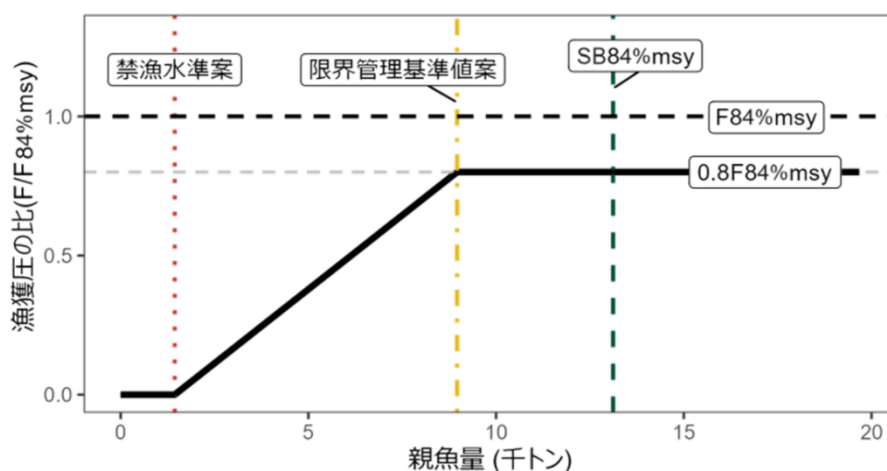
b) 漁獲圧の上限を  $F_{msy}$  とした漁獲管理規則で縦軸を漁獲量にした場合



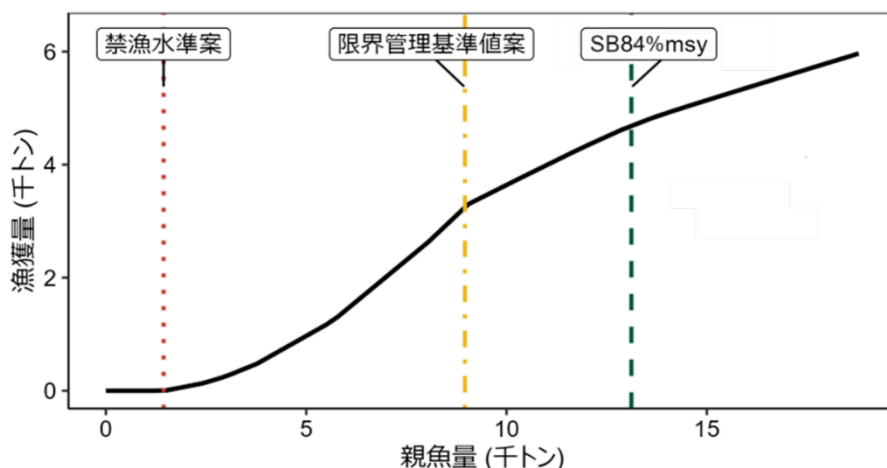
補足図 4-1. 漁獲管理規則案

目標管理基準値は HS 型再生産関係に基づき算出された最大持続生産量 MSY を実現する親魚量である。限界管理基準値および禁漁水準は、それぞれ MSY の 60% および 10% の漁獲量が得られる親魚量である。調整係数  $\beta$  には標準値である 0.8 を用いた。黒破線は  $F_{msy}$ 、灰色破線は  $0.8F_{msy}$ 、黒太線は漁獲管理規則、赤点線は禁漁水準案、黄一点鎖線は限界管理基準値案、緑破線は目標管理基準値案を示す。a) は縦軸を漁獲圧にした場合、b) は縦軸を漁獲量で表した場合である。b) については、平衡状態における平均的な年齢組成となった場合の漁獲量を示している。

c) 漁獲圧の上限を  $F_{84\%msy}$  とした漁獲管理規則で縦軸を漁獲圧にした場合

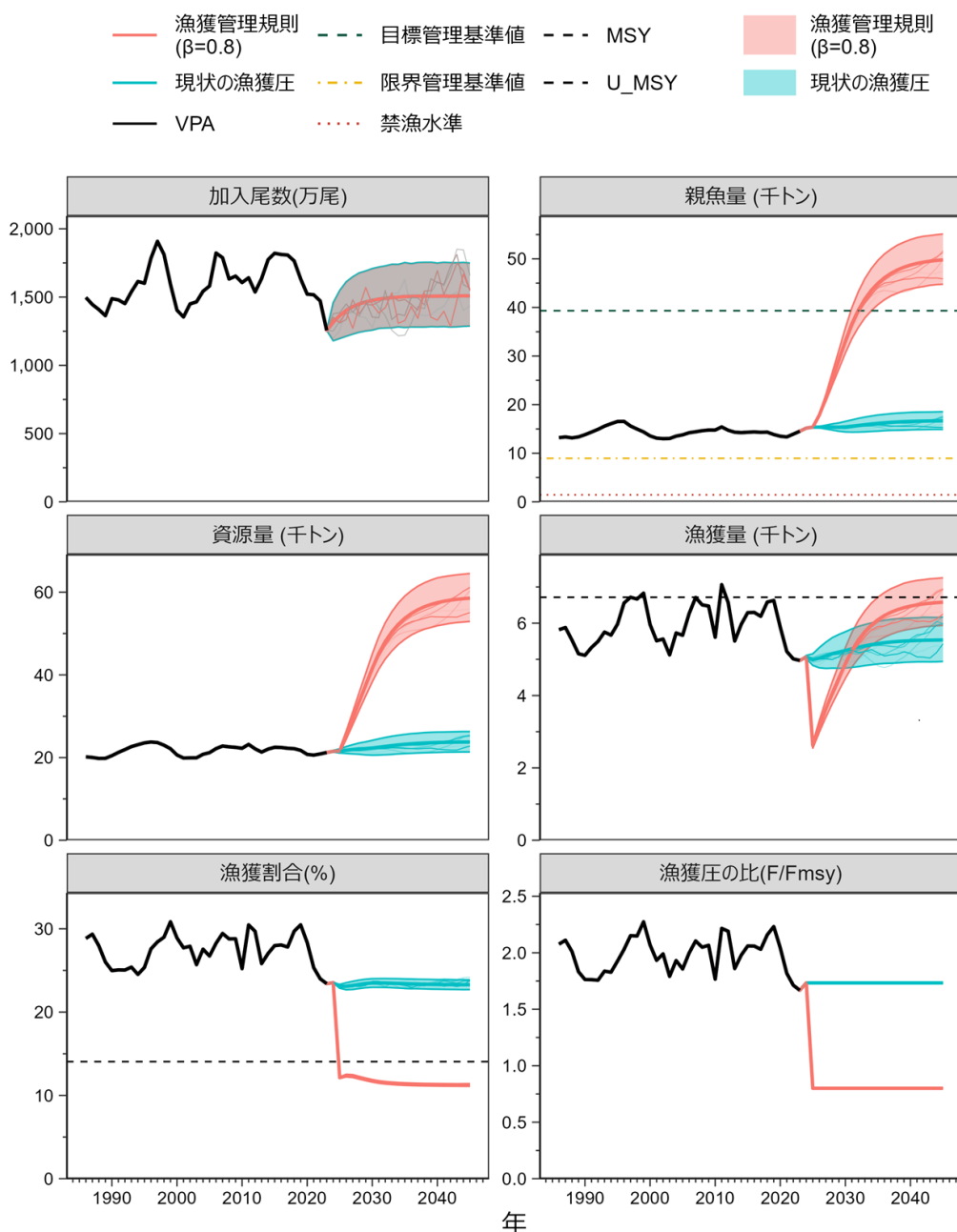


d) 漁獲圧の上限を F84%msy とした漁獲管理規則で縦軸を漁獲量にした場合



補足図 4-1. (続き) 資源管理方針に関する検討会において議論された漁獲管理規則案  
 資源管理方針に関する検討会では、1～6 歳の漁獲量が最大となることが期待される親魚量 (SB84%msy) が暫定的な目標管理基準値として提案された。SB84%msy では平衡状態において平均的には最大持続生産量の 84%の漁獲量が期待できる。限界管理基準値および禁漁水準は、それぞれ MSY の 60%および 10%の漁獲量が得られる親魚量である。調整係数  $\beta$  には標準値である 0.8 を用いた。黒破線は F84%msy、灰色破線は 0.8F84%msy、黒太線は資源管理方針に関する検討会において議論された漁獲管理規則案、赤点線は禁漁水準案、黄一点鎖線は限界管理基準値案、緑破線は SB84%MSY を示す。c) は縦軸を漁獲圧にした場合、d) は縦軸を漁獲量で表した場合である。d) については、平衡状態における平均的な年齢組成となった場合の漁獲量を示している。

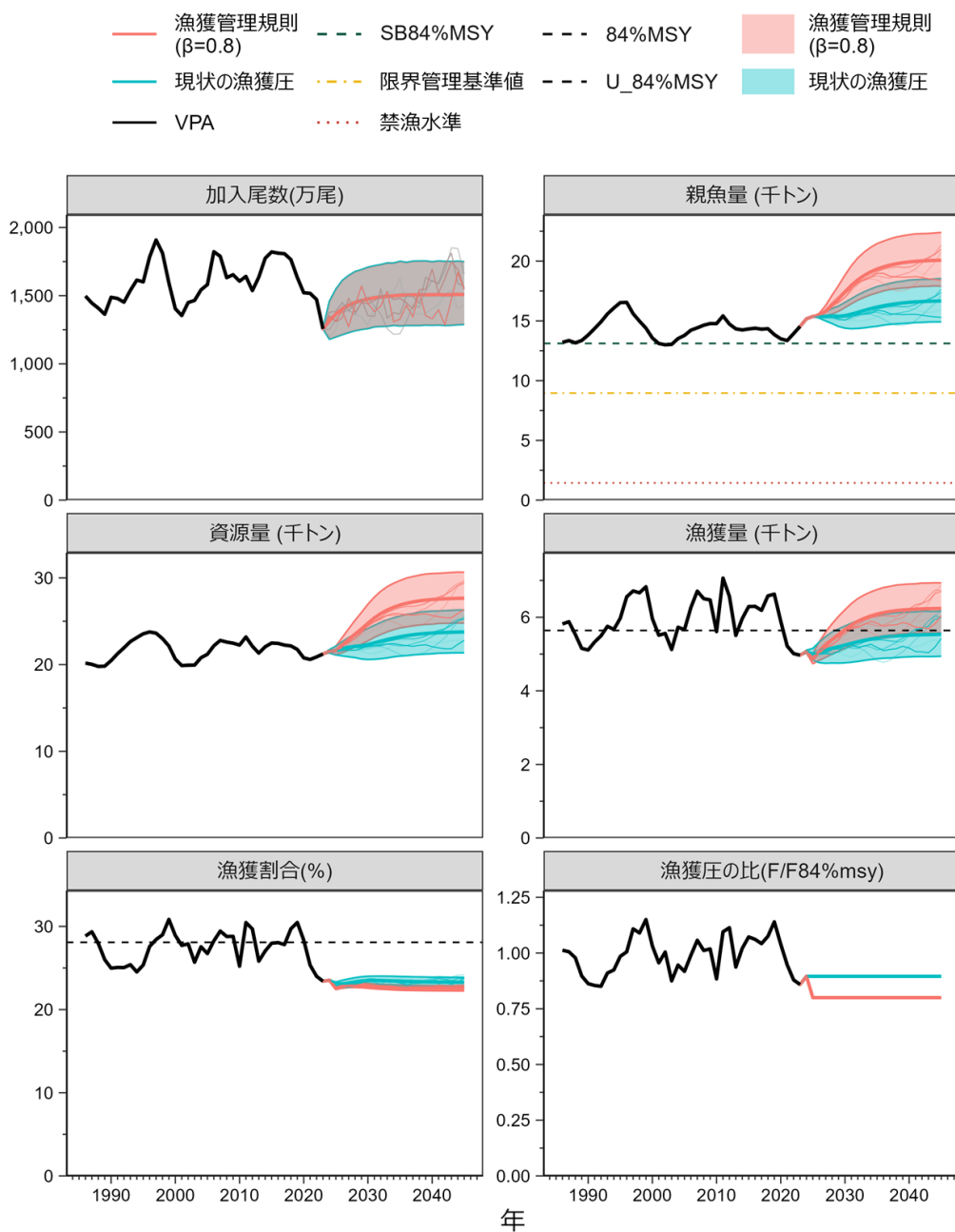
a) 漁獲圧の上限を Fmsy とした漁獲管理規則での将来予測



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

太実線は平均値、網掛けはシミュレーション結果の 90%が含まれる予測区間、細線は 5 通りの将来予測の例示である。親魚量の図の緑破線は SBmsy、黄一点鎖線は SB0.6msy、赤点線は SB0.1msy 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 SBmsy を維持する漁獲割合の水準 (Umsy) を示す。漁獲管理規則案での調整係数  $\beta$  には 0.8 を用いた。2024 年の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧 (F2021-2023) により仮定した。

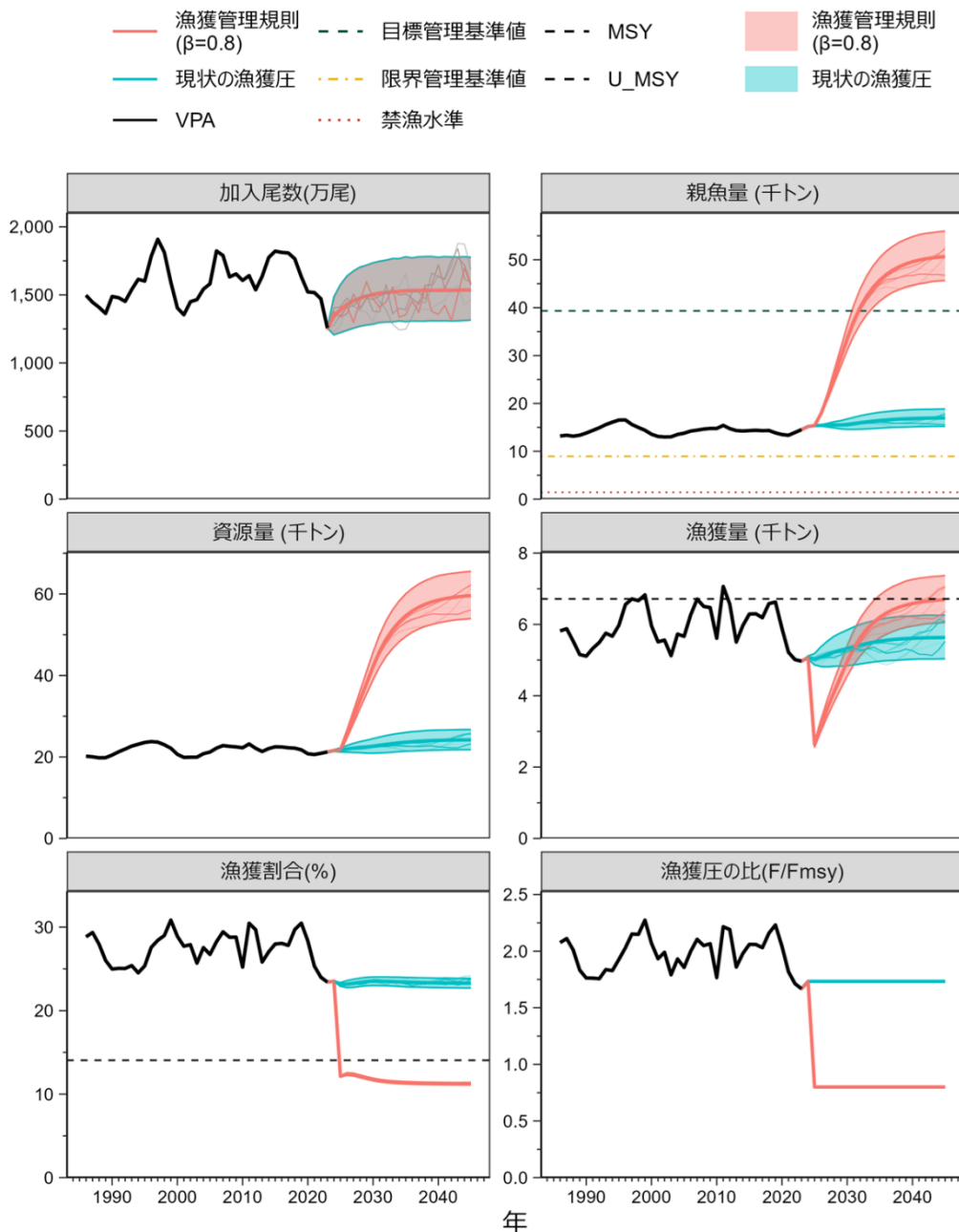
b) 漁獲圧の上限を F84%msy とした漁獲管理規則での将来予測



補足図 4-2. (続き)

太実線は平均値、網掛けはシミュレーション結果の 90%が含まれる予測区間、細線は 5 通りの将来予測の例示である。親魚量の図の緑破線は SB84%msy、黄一点鎖線は SB0.6msy、赤点線は SB0.1msy を示す。漁獲量の図の黒破線は 84%MSY、漁獲割合の図の黒破線は U84%msy を示す。漁獲管理規則案での調整係数  $\beta$  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 (F2020-2023) により仮定した。

a) 漁獲圧の上限を  $F_{msy}$  とした漁獲管理規則での将来予測（放流あり）

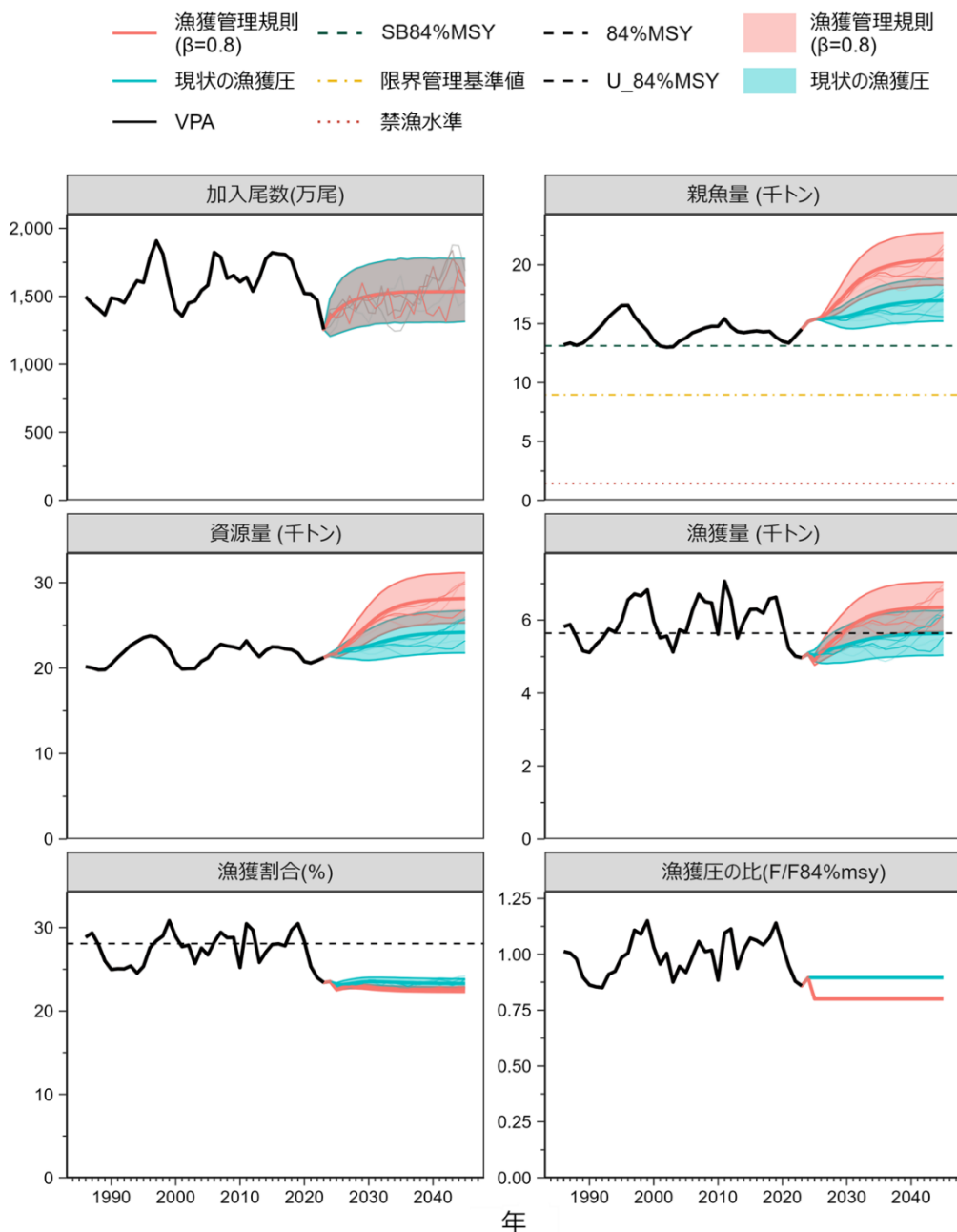


補足図 4-3. 将来の加入量として現状の放流による加入も想定した上で漁獲管理規則案に従って漁獲を続けた場合（赤色）と現状の漁獲圧（ $F_{2021-2023}$ ）で漁獲を続けた場合の将来予測（青色）

太実線は平均値、網掛けはシミュレーション結果の 90%が含まれる予測区間、細線は 5 通りの将来予測の例示である。親魚量の図の緑破線は  $SB_{msy}$ 、黄一点鎖線は  $SB_{0.6msy}$ 、赤点線は  $SB_{0.1msy}$  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 SBmsy を維持する漁獲割合の水準 (Umsy) を示す。漁獲管理規則案での調整係数  $\beta$  には 0.8 を用いた。2024 年の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧 (F2021-2023) により仮定した。現状の放流による人工種苗由来の加入尾数は 2019~2023 年平均値 (26.7 万尾) とした。

b) 漁獲圧の上限を F84%msy とした漁獲管理規則での将来予測 (放流あり)



補足図 4-3. (続き) 太実線は平均値、網掛けはシミュレーション結果の 90%が含まれる予測区間、細線は 5 通りの将来予測の例示である。親魚量の図の緑破線は SB84%msy、黄一点鎖線は SB0.6msy、赤点線は SB0.1msy を示す。漁獲量の図の黒破



線は 84%MSY、漁獲割合の図の黒破線は U84%msy を示す。漁獲管理規則案での調整係数  $\beta$  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 (F2020-2023) により仮定した。現状の放流による人工種苗由来の加入尾数は 2019～2023 年平均値 (26.7 万尾) とした。

補足表 4-1. 再生産による加入のみを想定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) 漁獲圧の上限を  $F_{msy}$  とした漁獲管理規則案を用いた場合に  $SB_{msy}$  を上回る確率

$\beta$	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	
1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	9	
0.9			0	0	0	0	0	0	0	5	23	46	65
0.8			0	0	0	0	0	0	9	51	83	95	98
0.7			0	0	0	0	0	3	62	96	100	100	100
0.6			0	0	0	0	0	40	98	100	100	100	100
0.5			0	0	0	0	1	93	100	100	100	100	100
0.4			0	0	0	0	29	100	100	100	100	100	100
0.3			0	0	0	0	88	100	100	100	100	100	100
0.2			0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100
0.1			0	0	5	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0			0	0	50	100	100	100	100	100	100	100	100
現状の漁獲圧			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

b) 漁獲圧の上限を  $F_{msy}$  とした漁獲管理規則案を用いた場合に  $SB_{0.6msy}$  を上回る確率

$\beta$	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	
1.0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
0.9			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.8			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.7			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.6			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.5			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.4			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.3			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0			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

c) 漁獲圧の上限を F84%msy とした漁獲管理規則案を用いた場合に SBmsy を上回る確率

β×漁獲圧	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035		
1.0F84%msy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0.9F84%msy			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.8F84%msy			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.7F84%msy			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.6F84%msy			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.5F84%msy			0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	8
0.4F84%msy			0	0	0	0	0	0	8	49	83	95	98	
0.3F84%msy			0	0	0	0	39	98	100	100	100	100	100	
0.2F84%msy			0	0	0	29	100	100	100	100	100	100	100	
0.1F84%msy			0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	
0.0			0	0	50	100	100	100	100	100	100	100	100	
現状の漁獲圧			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

d) 漁獲圧の上限を F84%msy とした漁獲管理規則案を用いた場合に SB84%msy を上回る確率

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	
1.0F84%msy	100	100	100	99	56	29	26	29	33	36	40	43	
0.9F84%msy			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.8F84%msy			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.7F84%msy			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.6F84%msy			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.5F84%msy			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.4F84%msy			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.3F84%msy			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2F84%msy			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1F84%msy			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
現状の漁獲圧			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

補足表 4-1. (続き)

e) 漁獲圧の上限を F84%msy とした漁獲管理規則案を用いた場合に SB0.6msy を上回る確率

$\beta$	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	
1.0F84%msy	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
0.9F84%msy			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.8F84%msy			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.7F84%msy			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.6F84%msy			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.5F84%msy			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.4F84%msy			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.3F84%msy			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2F84%msy			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1F84%msy			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
現状の漁獲圧			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

$\beta$  を 0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2024 年の漁獲量は現状の漁獲圧（F2021-2023）から予測される 5,060 トンとし、2025 年から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧（F2021-F2023、 $\beta$  は Fmsy に対しては 1.73、F84%msy に対しては 0.90 に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足表 4-2. 現状の放流を想定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) 漁獲圧の上限を  $F_{msy}$  とした漁獲管理規則案を用いた場合に  $SB_{msy}$  を上回る確率  
(放流あり)

$\beta$	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035		
1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	14		
0.9			0	0	0	0	0	0	0	8	32	57	75	
0.8			0	0	0	0	0	0	14	63	90	98	99	
0.7			0	0	0	0	0	5	74	98	100	100	100	
0.6			0	0	0	0	0	52	99	100	100	100	100	
0.5			0	0	0	0	3	97	100	100	100	100	100	
0.4			0	0	0	0	40	100	100	100	100	100	100	
0.3			0	0	0	0	94	100	100	100	100	100	100	
0.2			0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	
0.1			0	0	0	8	100	100	100	100	100	100	100	
0.0			0	0	0	63	100	100	100	100	100	100	100	
現状の漁獲圧					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

b) 漁獲圧の上限を  $F_{msy}$  とした漁獲管理規則案を用いた場合に  $SB_{0.6msy}$  を上回る確率  
(放流あり)

$\beta$	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035		
1.0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
0.9			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
0.8			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
0.7			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
0.6			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
0.5			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
0.4			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
0.3			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
0.2			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
0.1			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
0.0			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
現状の漁獲圧					100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

補足表 4-2. (続き)

c) 漁獲圧の上限を F84%msy とした漁獲管理規則案を用いた場合に SBmsy を上回る確率（放流あり）

β×漁獲圧	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035		
1.0F84%msy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0.9F84%msy			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.8F84%msy			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.7F84%msy			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.6F84%msy			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.5F84%msy			0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	13
0.4F84%msy			0	0	0	0	0	0	0	13	61	90	97	99
0.3F84%msy			0	0	0	0	0	0	51	99	100	100	100	100
0.2F84%msy			0	0	0	0	40	100	100	100	100	100	100	100
0.1F84%msy			0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0			0	0	63	100	100	100	100	100	100	100	100	100
現状の漁獲圧			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

d) 漁獲圧の上限を F84%msy とした漁獲管理規則案を用いた場合に SB84%msy を上回る確率（放流あり）

β×漁獲圧	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	
1.0F84%msy	100	100	100	100	68	40	36	39	43	48	52	55	
0.9F84%msy			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.8F84%msy			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.7F84%msy			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.6F84%msy			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.5F84%msy			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.4F84%msy			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.3F84%msy			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2F84%msy			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1F84%msy			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
現状の漁獲圧			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

補足表 4-2. (続き)

e) 漁獲圧の上限を F84%msy とした漁獲管理規則案を用いた場合に SB0.6msy を上回る確率（放流あり）

$\beta \times$ 漁獲圧	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	
1.0F84%msy	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
0.9F84%msy			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.8F84%msy			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.7F84%msy			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.6F84%msy			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.5F84%msy			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.4F84%msy			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.3F84%msy			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.2F84%msy			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.1F84%msy			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.0			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
現状の漁獲圧			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

$\beta$  を 0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2024 年の漁獲量は現状の漁獲圧（F2021-2023）から予測される 5,070 トンとし、2025 年から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧（F2021-F2023、 $\beta$  は Fmsy に対しては 1.73、F84%msy に対しては 0.90 に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。現状の放流による人工種苗由来の加入尾数は 2019~2023 年平均値（26.7 万尾）とした。

補足表 4-3. 再生産による加入のみを想定した場合の将来の平均親魚量（千トン）

a) 漁獲圧の上限を  $F_{msy}$  とした漁獲管理規則案を用いた場合の将来の平均親魚量

$\beta$	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	15	15	17	20	23	25	28	31	33	34	35	36
0.9			18	21	24	27	31	33	36	38	39	40
0.8			18	21	25	29	33	37	39	42	44	45
0.7			18	22	27	31	36	40	44	46	48	50
0.6			19	23	28	34	39	44	48	51	54	56
0.5			19	24	30	36	42	48	53	57	60	63
0.4			19	25	32	39	46	53	58	63	67	70
0.3			20	26	33	41	50	58	65	70	75	79
0.2			20	27	35	44	54	63	71	78	84	89
0.1			20	28	37	48	59	70	79	87	94	100
0.0			21	29	39	51	64	76	87	97	105	112
現状の漁獲圧					15	15	15	15	15	16	16	16

b) 漁獲圧の上限を  $F_{84\%msy}$  とした漁獲管理規則案を用いた場合の将来の平均親魚量

$\beta \times$ 漁獲圧	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	
1.0 $F_{84\%msy}$	15	15	14	14	13	13	13	13	13	13	13	13	
0.9 $F_{84\%msy}$			15	15	15	15	15	15	15	15	16	16	16
0.8 $F_{84\%msy}$			15	16	16	17	17	18	18	18	19	19	19
0.7 $F_{84\%msy}$			16	17	18	19	20	21	22	22	23	23	24
0.6 $F_{84\%msy}$			17	18	20	22	24	26	27	27	28	29	29
0.5 $F_{84\%msy}$			17	20	23	25	28	31	32	32	34	35	36
0.4 $F_{84\%msy}$			18	21	25	29	33	37	39	39	42	43	45
0.3 $F_{84\%msy}$			19	23	28	33	39	44	48	48	51	54	56
0.2 $F_{84\%msy}$			19	25	31	38	46	53	58	58	63	67	70
0.1 $F_{84\%msy}$			20	27	35	44	54	63	71	71	78	84	89
0.0			21	29	39	51	64	76	87	87	97	105	112
現状の漁獲圧					15	15	15	15	15	16	16	16	16

$\beta$  を 0.0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2024 年の漁獲量は現状の漁獲圧 ( $F_{2021-2023}$ ) から予測される 5,060 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 ( $F_{2021-2023}$ 、 $\beta$  は  $F_{msy}$  に対しては 1.73、 $F_{84\%msy}$  に対しては 0.90 に相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足表 4-4. 現状の放流を想定した場合の将来の平均親魚量 (千トン)



a) 漁獲圧の上限を  $F_{msy}$  とした漁獲管理規則案を用いた場合の将来の平均親魚量（放流あり）

$\beta$	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	15	15	17	20	23	26	29	31	33	35	36	37
0.9			18	21	24	28	31	34	36	38	40	41
0.8			18	21	26	30	34	37	40	42	44	46
0.7			18	22	27	32	36	41	44	47	49	51
0.6			19	23	28	34	39	45	49	52	55	57
0.5			19	24	30	36	43	49	54	58	61	64
0.4			19	25	32	39	47	54	59	64	68	72
0.3			20	26	34	42	50	59	66	72	76	80
0.2			20	27	36	45	55	64	73	80	85	90
0.1			20	28	38	48	60	71	80	89	96	102
0.0			21	29	40	52	65	78	89	99	107	114
現状の漁獲圧					15	15	15	16	16	16	16	16

b) 漁獲圧の上限を  $F_{84\%msy}$  とした漁獲管理規則案を用いた場合の将来の平均親魚量（放流あり）

$\beta \times$ 漁獲圧	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	
1.0 $F_{84\%msy}$	15	15	14	14	13	13	13	13	13	13	13	13	
0.9 $F_{84\%msy}$			15	15	15	15	15	15	15	16	16	16	16
0.8 $F_{84\%msy}$			15	16	16	17	18	18	19	19	19	20	
0.7 $F_{84\%msy}$			16	17	18	20	21	22	23	23	24	24	
0.6 $F_{84\%msy}$			17	18	20	22	24	26	27	28	29	30	
0.5 $F_{84\%msy}$			17	20	23	26	29	31	33	35	36	37	
0.4 $F_{84\%msy}$			18	21	25	29	34	37	40	42	44	46	
0.3 $F_{84\%msy}$			19	23	28	34	39	45	49	52	55	57	
0.2 $F_{84\%msy}$			19	25	32	39	46	54	59	64	68	72	
0.1 $F_{84\%msy}$			20	27	36	45	55	64	73	80	85	90	
0.0			21	29	40	52	65	78	89	99	107	114	
現状の漁獲圧					15	15	15	16	16	16	16	16	16

$\beta$  を 0.0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2024 年の漁獲量は現状の漁獲圧（ $F_{2021-2023}$ ）から予測される 5,070 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（ $F_{2021-2023}$ 、 $\beta$  は  $F_{msy}$  に対しては 1.73、 $F_{84\%msy}$  に対しては 0.90 に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。現状の放流による人工種苗由来の加入尾数は 2019~2023 年平均値（26.7 万尾）とした。

補足表 4-5. 再生産による加入のみを想定した場合の将来の平均漁獲量（トン）

a) 漁獲圧の上限を  $F_{msy}$  とした漁獲管理規則案を用いた場合の将来の平均漁獲量

$\beta$	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	5,060	3,210	3,720	4,170	4,570	4,950	5,300	5,610	5,860	6,050	6,200	6,320
0.9		2,920	3,440	3,910	4,340	4,740	5,120	5,460	5,730	5,940	6,110	6,240
0.8		2,620	3,140	3,630	4,060	4,480	4,880	5,250	5,540	5,770	5,950	6,090
0.7		2,310	2,830	3,310	3,750	4,180	4,590	4,970	5,280	5,520	5,720	5,870
0.6		2,000	2,490	2,960	3,390	3,820	4,240	4,620	4,930	5,190	5,390	5,560
0.5		1,680	2,130	2,570	2,980	3,390	3,800	4,180	4,490	4,750	4,950	5,120
0.4		1,360	1,760	2,150	2,520	2,900	3,280	3,630	3,930	4,170	4,380	4,540
0.3		1,030	1,350	1,680	2,000	2,320	2,650	2,960	3,230	3,450	3,630	3,790
0.2		690	930	1,170	1,410	1,650	1,910	2,150	2,360	2,540	2,680	2,810
0.1		350	480	610	740	880	1,030	1,170	1,300	1,400	1,490	1,570
0.0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
現状の漁獲圧		4,990	5,040	5,100	5,160	5,200	5,240	5,290	5,330	5,370	5,410	5,440

b) 漁獲圧の上限を  $F_{84\%msy}$  とした漁獲管理規則案を用いた場合の将来の平均漁獲量

$\beta \times$ 漁獲圧	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0 $F_{84\%msy}$	5,060	5,870	5,710	5,600	5,550	5,510	5,510	5,520	5,540	5,550	5,570	5,590
0.9 $F_{84\%msy}$		5,380	5,410	5,450	5,500	5,550	5,610	5,680	5,750	5,800	5,840	5,880
0.8 $F_{84\%msy}$		4,870	5,070	5,240	5,400	5,530	5,660	5,790	5,890	5,970	6,030	6,090
0.7 $F_{84\%msy}$		4,340	4,680	4,970	5,220	5,440	5,650	5,830	5,980	6,090	6,180	6,250
0.6 $F_{84\%msy}$		3,790	4,230	4,620	4,950	5,260	5,540	5,790	5,990	6,140	6,260	6,350
0.5 $F_{84\%msy}$		3,220	3,720	4,180	4,580	4,950	5,300	5,610	5,860	6,050	6,200	6,320
0.4 $F_{84\%msy}$		2,620	3,150	3,630	4,070	4,490	4,890	5,250	5,540	5,770	5,950	6,100
0.3 $F_{84\%msy}$		2,010	2,490	2,960	3,400	3,820	4,240	4,620	4,940	5,190	5,400	5,560
0.2 $F_{84\%msy}$		1,360	1,760	2,150	2,520	2,900	3,280	3,640	3,930	4,180	4,380	4,550
0.1 $F_{84\%msy}$		700	930	1,170	1,410	1,660	1,910	2,160	2,360	2,540	2,690	2,810
0.0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
現状の漁獲圧		4,990	5,040	5,100	5,160	5,200	5,240	5,290	5,330	5,370	5,410	5,440

$\beta$  を 0.0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2024 年の漁獲量は現状の漁獲圧 ( $F_{2021-2023}$ ) から予測される 5,060 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 ( $F_{2021-2023}$ 、 $\beta$  は  $F_{msy}$  に対しては 1.73、 $F_{84\%msy}$  に対しては 0.90 に相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足表 4-6. 現状の放流を想定した場合の将来の平均漁獲量 (トン)

a) 漁獲圧の上限を  $F_{msy}$  とした漁獲管理規則案を用いた場合の将来の平均漁獲量（放流あり）

$\beta$	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	5,070	3,230	3,750	4,220	4,630	5,020	5,380	5,700	5,960	6,160	6,310	6,430
0.9		2,940	3,470	3,960	4,400	4,800	5,200	5,550	5,820	6,040	6,210	6,350
0.8		2,630	3,170	3,670	4,120	4,550	4,960	5,330	5,630	5,870	6,050	6,200
0.7		2,330	2,850	3,350	3,800	4,240	4,670	5,050	5,370	5,620	5,820	5,980
0.6		2,010	2,510	2,990	3,440	3,870	4,300	4,700	5,020	5,280	5,490	5,660
0.5		1,690	2,150	2,600	3,020	3,440	3,860	4,250	4,570	4,830	5,040	5,210
0.4		1,370	1,770	2,170	2,550	2,940	3,330	3,690	4,000	4,250	4,450	4,620
0.3		1,040	1,370	1,700	2,020	2,350	2,690	3,010	3,280	3,510	3,700	3,850
0.2		700	940	1,180	1,420	1,680	1,940	2,190	2,400	2,580	2,730	2,860
0.1		350	480	620	750	900	1,050	1,190	1,320	1,430	1,520	1,590
0.0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
現状の漁獲圧		5,020	5,090	5,160	5,230	5,280	5,330	5,380	5,420	5,470	5,500	5,530

b) 漁獲圧の上限を  $F_{84\%msy}$  とした漁獲管理規則案を用いた場合の将来の平均漁獲量（放流あり）

$\beta \times$ 漁獲圧	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0 $F_{84\%msy}$	5,070	5,900	5,760	5,670	5,620	5,600	5,600	5,620	5,650	5,670	5,690	5,710
0.9 $F_{84\%msy}$		5,410	5,460	5,510	5,570	5,630	5,700	5,780	5,840	5,900	5,950	5,980
0.8 $F_{84\%msy}$		4,900	5,120	5,300	5,470	5,610	5,750	5,890	5,990	6,070	6,140	6,190
0.7 $F_{84\%msy}$		4,370	4,720	5,030	5,290	5,520	5,740	5,930	6,080	6,200	6,290	6,360
0.6 $F_{84\%msy}$		3,810	4,270	4,670	5,020	5,330	5,630	5,890	6,090	6,240	6,370	6,460
0.5 $F_{84\%msy}$		3,240	3,760	4,230	4,640	5,020	5,390	5,710	5,960	6,160	6,310	6,430
0.4 $F_{84\%msy}$		2,640	3,180	3,670	4,120	4,550	4,970	5,340	5,630	5,870	6,060	6,210
0.3 $F_{84\%msy}$		2,020	2,520	3,000	3,440	3,880	4,310	4,700	5,020	5,280	5,490	5,660
0.2 $F_{84\%msy}$		1,370	1,780	2,170	2,560	2,940	3,330	3,700	4,000	4,250	4,460	4,630
0.1 $F_{84\%msy}$		700	940	1,180	1,430	1,680	1,940	2,190	2,400	2,580	2,740	2,860
0.0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
現状の漁獲圧		5,020	5,090	5,160	5,230	5,280	5,330	5,380	5,420	5,470	5,500	5,530

$\beta$  を 0.0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2024 年の漁獲量は現状の漁獲圧（F2021-2023）から予測される 5,070 トンとし、2025 年から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧（F2021-F2023、 $\beta$  は  $F_{msy}$  に対しては 1.73、 $F_{84\%msy}$  に対しては 0.90 に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。現状の放流による人工種苗由来の加入尾数は 2019~2023 年平均値（26.7 万尾）とした。

#### 補足資料 5 将来予測の方法

将来予測は、「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従い、令和 3 年 11 月に公開された「管理基準値等に関する資料」において SB<sub>msy</sub> を維持する F (F<sub>msy</sub>) の推定に用いた再生産関係 (下瀬ほか 2021) と、補足表 5-1 に示した各種設定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-SA2024-ABCWG02-04)」に基づき、統計ソフトウェア R (version 4.3.0) および計算パッケージ frasyr (ver.2.4.0.0) を用いた。

また本系群は栽培対象種であり種苗放流が継続的に行われている (表 4-3)。将来予測において種苗放流を考慮する場合は、将来の人工種苗由来の加入尾数として 2019～2023 年の 1 歳魚の平均加入尾数 (26.7 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 1～6 歳魚の資源尾数は以下の式で求めた。

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

7 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。

$$N_{7+,y} = N_{6,y-1} \exp(-M_{6,y-1} - F_{6,y-1}) + N_{7+,y-1} \exp(-M_{7+,y-1} - F_{7+,y-1})$$

将来予測における漁獲圧 (F) は 1 系資源の漁獲管理規則に従い、以下の式で求めた。

$$F_{a,y} = \begin{cases} 0 & \text{if } SB_t < SB_{ban} \\ \beta \gamma(SB_t) F_{msy} & \text{if } SB_{ban} \leq SB_t < SB_{imit} \\ \beta F_{msy} & \text{if } SB_t \geq SB_{imit} \end{cases}$$

$$\gamma(SB_y) = \frac{SB_y - SB_{ban}}{SB_{imit} - SB_{ban}}$$

ここで、SB<sub>y</sub> は y 年の親魚量、F<sub>msy</sub> および SB<sub>target</sub>、SB<sub>limit</sub>、SB<sub>ban</sub> はそれぞれ補足表 6-2 に案として示した親魚量の基準値である。

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 (2024) 令和 6 (2024) 年度 漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針. FRA-SA2024-ABCWG02-01.

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-SA2024-ABCWG02-04.

下瀬 環・増渕隆仁・中川雅弘 (2021) 令和 3 (2021) 年度マダイ日本海西部・東シナ海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, 1-39. FRA-SA2021-BRP05-001.

[https://www.fra.affrc.go.jp/shigen\\_hyoka/SCmeeting/2019-1/20211124/FRA-SA2021-BRP05-001.pdf](https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/20211124/FRA-SA2021-BRP05-001.pdf) (last accessed 6 September 2022)

補足表 5-1. 将来予測計算に用いた設定値

年齢	選択率 (注 1)	Fmsy (注 2)	F84%msy (注 3)	F2021-2023 (注 4)	平均体重 (kg)	自然死亡係数 (M)	成熟率
1	0.97	0.14	0.27	0.28	0.136	0.24	0
2	2.02	0.28	0.57	0.56	0.382	0.17	0
3	1.85	0.26	0.52	0.51	0.742	0.17	0.5
4	1.07	0.15	0.30	0.26	1.189	0.17	1.0
5	1.10	0.16	0.31	0.23	1.694	0.17	1.0
6	1.00	0.14	0.28	0.18	2.230	0.17	1.0
7+	1.00	0.14	0.28	0.18	3.531	0.17	1.0

注 1：令和 3 年度の管理基準値等に関する資料で MSY を実現する水準の推定の際に使用した選択率（すなわち、令和 3 年度資源評価での  $F_{current}$  の選択率）

注 2：令和 3 年度の管理基準値等に関する資料で推定された  $F_{msy}$ （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：令和 5 年度の資源管理方針に関する検討会で議論された  $F_{84\%msy}$ 。

注 4：今回の資源評価で推定された 2021～2023 年の年齢別の  $F$  の平均値とした。この  $F$  値は 2024 年の漁獲量の仮定に使用した。

## 補足資料 6 各種パラメータと評価結果の概要

補足表 6-1. 再生産関係式のパラメータ

再生産関係式	最適化法	自己相関	a	b	S.D.	$\rho$
ホッケー・スティック型	最小二乗法	有	1.20	12,579	0.063	0.733

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

補足表 6-2. 管理基準値案と MSY

項目	値	説明
SBmsy 案	39.3 千トン	目標管理基準値案。最大持続生産量 MSY を実現する親魚量。
SB84%msy	13.1 千トン	暫定的な目標管理基準値案。1～6 歳の漁獲量が最大となることが期待される親魚量(SB84%msy)。
SB0.6msy 案	9.0 千トン	限界管理基準値案。MSY の 60%の漁獲量が得られる親魚量。
SB0.1msy 案	1.4 千トン	禁漁水準案。MSY の 10%の漁獲量が得られる親魚量。
Fmsy	SBmsy を維持する漁獲圧 (1 歳, 2 歳, 3 歳, 4 歳, 5 歳, 6 歳, 7 歳以上) =(0.14, 0.28, 0.26, 0.15, 0.16, 0.14, 0.14)	
F84%msy	SB84%msy を維持する漁獲圧 (1 歳, 2 歳, 3 歳, 4 歳, 5 歳, 6 歳, 7 歳以上) =(0.27, 0.57, 0.52, 0.30, 0.31, 0.28, 0.28)	
%SPR (Fmsy)	26%	Fmsy に対応する%SPR
%SPR (F84%msy)	9%	F84%msy に対応する%SPR
MSY	6.7 千トン	最大持続生産量
84%MSY	5.6 千トン	1～6 歳の漁獲量が最大となる際の平均総漁獲量 (最大持続生産量の 84%に相当)

補足表 6-3. 最新年の親魚量と漁獲圧

項目	値	説明
SB2023	14.5 千トン	2023 年の親魚量
F2023	2023 年の漁獲圧(漁獲係数 F) (1 歳, 2 歳, 3 歳, 4 歳, 5 歳, 6 歳, 7 歳以上)=(0.25, 0.53, 0.50, 0.26, 0.24, 0.18, 0.18)	
U2023	23.4%	2023 年の漁獲割合
%SPR (F2023)	11.7%	2023 年の%SPR
管理基準値案との比較		
SB2023/ SBmsy (SBtarget)	0.37	最大持続生産量 MSY を実現する親魚量(SBmsy)に対する 2023 年の親魚量の比
SB2023/SB84%msy	1.11	1~6 歳の漁獲量が最大となることが期待される親魚量 (SB84%msy) に対する 2023 年の親魚量の比
F2023/ Fmsy	1.67	SBmsy を維持する漁獲圧(Fmsy)に対する 2023 年の漁獲圧の比*
F2023/ F84%msy	0.86	SB84%msy を維持する漁獲圧(F84%msy)に対する 2023 年の漁獲圧の比**
親魚量の水準	MSY を実現する水準を下回るが、SB84%msy は上回る	
漁獲圧の水準	SBmsy を維持する水準を上回るが、SB84%msy を維持する水準は下回る	
親魚量の動向	横ばい	

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

\*\*2023 年の選択率の下で F84%msy 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. 再生産による加入のみを想定した場合の予測漁獲量と予測親魚量

a)  $F_{msy}$  を漁獲圧の上限とした漁獲管理規則案を用いた場合

2025年の親魚量(予測平均値):15.4千トン			
項目	2025年の 漁獲量 (トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2021-2023)	2025年の 漁獲割合(%)
管理基準値等に関する研究機関会議資料で提案された $\beta$ (最高値)			
$\beta=1.0$	3,210	0.58	14.9
上記と異なる $\beta$ を使用した場合			
$\beta=0.8$	2,620	0.46	12.1
$\beta=0.6$	2,000	0.35	9.3
$\beta=0.4$	1,360	0.23	6.3
$\beta=0.2$	690	0.12	3.2
$\beta=0.0$	0	0	0
F2021-2023	4,990	1.00	23.1

b)  $F_{84\%msy}$  を漁獲圧の上限とした漁獲管理規則案を用いた場合

2025年の親魚量(予測平均値):15.4千トン			
項目	2025年の 漁獲量 (トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2021-2023)	2025年の 漁獲割合(%)
資源管理方針に関する検討会で議論された $\beta$ (最高値)			
$\beta=1.0$	5,870	1.15	27.2
上記と異なる $\beta$ を使用した場合			
$\beta=0.8$	4,870	0.92	22.5
$\beta=0.6$	3,790	0.69	17.5
$\beta=0.4$	2,620	0.46	12.1
$\beta=0.2$	1,360	0.23	6.3
$\beta=0.0$	0	0	0
F2021-2023	4,990	1.00	23.1

補足表 6-5. 現状の放流を想定した場合の予測漁獲量と予測親魚量

a)  $F_{msy}$  を漁獲圧の上限とした漁獲管理規則案を用いた場合（放流あり）

2025年の親魚量(予測平均値):15.4千トン			
項目	2025年の漁獲量(トン)	現状の漁獲圧に対する比(F/F2021-2023)	2025年の漁獲割合(%)
管理基準値等に関する研究機関会議資料で提案された $\beta$ (最高値)			
$\beta=1.0$	3,230	0.58	14.9
上記と異なる $\beta$ を使用した場合			
$\beta=0.8$	2,630	0.46	12.1
$\beta=0.6$	2,010	0.35	9.3
$\beta=0.4$	1,370	0.23	6.3
$\beta=0.2$	700	0.12	3.2
$\beta=0.0$	0	0	0
F2021-2023	5,020	1.00	23.1

b)  $F_{84\%msy}$  を漁獲圧の上限とした漁獲管理規則案を用いた場合（放流あり）

2025年の親魚量(予測平均値):15.4千トン			
項目	2025年の漁獲量(トン)	現状の漁獲圧に対する比(F/F2021-2023)	2025年の漁獲割合(%)
資源管理方針に関する検討会で議論された $\beta$ (最高値)			
$\beta=1.0$	5,900	1.15	27.2
上記と異なる $\beta$ を使用した場合			
$\beta=0.8$	4,900	0.92	22.6
$\beta=0.6$	3,810	0.69	17.6
$\beta=0.4$	2,640	0.46	12.2
$\beta=0.2$	1,370	0.23	6.3
$\beta=0.0$	0	0	0
F2021-2023	5,020	1.00	23.1

現状の放流による人工種苗由来の加入尾数は2019～2023年平均値（26.7万尾）とした。

補足表 6-6. 再生産による加入のみを想定した場合の異なる  $\beta$  を用いた将来予測結果a)  $F_{msy}$  を漁獲圧の上限とした漁獲管理規則案を用いた場合

考慮している不確実性:加入量						
項目	2035年 の親魚量 (千トン)	90% 予測区間 (千トン)	2035年に親魚量が以下の 管理基準値案を上回る確率(%)			
			SB $msy$	SB84% $msy$	SB0.6 $msy$	SB0.1 $msy$
管理基準値等に関する研究機関会議資料で提案された $\beta$ (最高値)						
$\beta=0.8$	45.0	40.6 – 49.7	98	100	100	100
上記と異なる $\beta$ を使用した場合						
$\beta=1.0$	36.2	32.6 – 40.0	9	100	100	100
$\beta=0.9$	40.3	36.4 – 44.6	65	100	100	100
$\beta=0.7$	50.2	45.4 – 55.4	100	100	100	100
$\beta=0.6$	56.2	50.7 – 61.9	100	100	100	100
$\beta=0.5$	62.9	56.8 – 69.2	100	100	100	100
$\beta=0.4$	70.5	63.7 – 77.6	100	100	100	100
$\beta=0.3$	79.1	71.5 – 87.0	100	100	100	100
$\beta=0.2$	88.8	80.4 – 97.7	100	100	100	100
$\beta=0.1$	99.9	90.5 – 109.8	100	100	100	100
$\beta=0.0$	112.5	101.9 – 123.6	100	100	100	100
F2021-2023	16.2	14.6 – 17.9	0	100	100	100

補足表 6-6. (続き)

b) F84%msy を漁獲圧の上限とした漁獲管理規則案を用いた場合

考慮している不確実性:加入量						
項目	2035年 の親魚量 (千トン)	90% 予測区間 (千トン)	2035年に親魚量が以下の 管理基準値案を上回る確率(%)			
			SBmsy	SB84% msy	SB0.6 msy	SB0.1 msy
管理基準値等に関する研究機関会議資料で提案された $\beta$ (最高値)						
$\beta=0.8$	19.3	17.3 – 21.5	0	100	100	100
上記と異なる $\beta$ を使用した場合						
$\beta=1.0$	12.9	11.3 – 14.5	0	43	100	100
$\beta=0.9$	15.8	14.2 – 17.6	0	100	100	100
$\beta=0.7$	23.7	21.3 – 26.3	0	100	100	100
$\beta=0.6$	29.2	26.3 – 32.3	0	100	100	100
$\beta=0.5$	36.1	32.5 – 39.9	8	100	100	100
$\beta=0.4$	44.9	40.5 – 49.6	98	100	100	100
$\beta=0.3$	56.1	50.7 – 61.8	100	100	100	100
$\beta=0.2$	70.4	63.7 – 77.5	100	100	100	100
$\beta=0.1$	88.8	80.4 – 97.6	100	100	100	100
$\beta=0.0$	112.5	101.9 – 123.6	100	100	100	100
F2021-2023	16.2	14.6 – 17.9	0	100	100	100

補足表 6-7. 現状の放流を想定した場合の異なる  $\beta$  を用いた将来予測結果a)  $F_{msy}$  を漁獲圧の上限とした漁獲管理規則案を用いた場合（放流あり）

考慮している不確実性:加入量						
項目	2035年 の親魚量 (千トン)	90% 予測区間 (千トン)	2035年に親魚量が以下の 管理基準値案を上回る確率(%)			
			SB $msy$	SB84% msy	SB0.6 msy	SB0.1 msy
管理基準値等に関する研究機関会議資料で提案された $\beta$ (最高値)						
$\beta=0.8$	45.8	41.4 – 50.5	99	100	100	100
上記と異なる $\beta$ を使用した場合						
$\beta=1.0$	36.8	33.3 – 40.7	14	100	100	100
$\beta=0.9$	41.0	37.1 – 45.3	75	100	100	100
$\beta=0.7$	51.1	46.2 – 56.3	100	100	100	100
$\beta=0.6$	57.1	51.7 – 62.9	100	100	100	100
$\beta=0.5$	64.0	57.9 – 70.3	100	100	100	100
$\beta=0.4$	71.7	64.9 – 78.8	100	100	100	100
$\beta=0.3$	80.4	72.9 – 88.4	100	100	100	100
$\beta=0.2$	90.4	82.0 – 99.2	100	100	100	100
$\beta=0.1$	101.6	92.2 – 111.6	100	100	100	100
$\beta=0.0$	114.4	103.9 – 125.6	100	100	100	100
F2021-2023	16.4	14.8 – 18.1	0	100	100	100

補足表 6-7. (続き)

b) F84%msy を漁獲圧の上限とした漁獲管理規則案を用いた場合 (放流あり)

考慮している不確実性:加入量						
項目	2035年 の親魚量 (千トン)	90% 予測区間 (千トン)	2035年に親魚量が以下の 管理基準値案を上回る確率(%)			
			SBmsy	SB84% msy	SB0.6 msy	SB0.1 msy
管理基準値等に関する研究機関会議資料で提案された $\beta$ (最高値)						
$\beta=0.8$	19.7	17.7 - 21.8	0	100	100	100
上記と異なる $\beta$ を使用した場合						
$\beta=1.0$	13.2	11.7 - 14.7	0	55	100	100
$\beta=0.9$	16.1	14.5 - 17.9	0	100	100	100
$\beta=0.7$	24.1	21.7 - 26.7	0	100	100	100
$\beta=0.6$	29.7	26.8 - 32.8	0	100	100	100
$\beta=0.5$	36.7	33.2 - 40.6	13	100	100	100
$\beta=0.4$	45.7	41.3 - 50.4	99	100	100	100
$\beta=0.3$	57.1	51.7 - 62.8	100	100	100	100
$\beta=0.2$	71.6	64.9 - 78.7	100	100	100	100
$\beta=0.1$	90.3	81.9 - 99.2	100	100	100	100
$\beta=0.0$	114.4	103.9 - 125.6	100	100	100	100
F2021-2023	16.4	14.8 - 18.1	0	100	100	100

現状の放流による人工種苗由来の加入尾数は 2019~2023 年平均値 (26.7 万尾) とした。