

## 令和 7（2025）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・増渕隆仁・酒井 猛・  
岩永凌征）

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

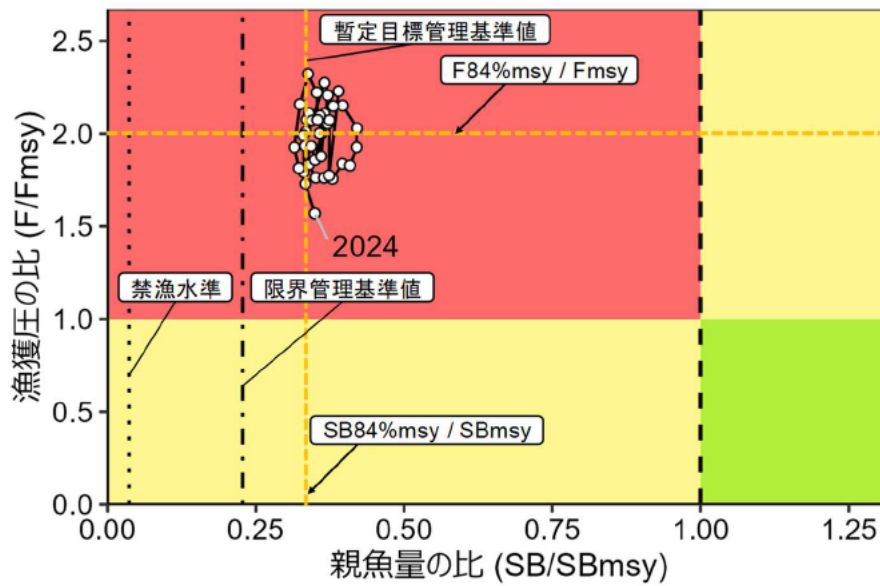
本系群の 1986 年以降の資源量について、2007 年以降の島根県大型定置網 CPUE を資源量指標値としたチューニングコホート解析により計算した。本系群の漁獲量は 1969 年の 11.2 千トンから 1985 年の 6.4 千トンに減少した後、1986 年以降は概ね 5.0 千～7.1 千トンで推移し、2024 年は 4,818 トン（暫定値）であった。資源量は 1988 年の 19.8 千トンから 1996 年の 23.8 千トンに増加した後、2001～2003 年の 19.9 千トンまで減少した。2007 年に 22.8 千トンとなって以降、減少傾向が続き、2021 年に 19.4 千トンとなった。2022 年以降は増加に転じ、2024 年に 21.3 千トンとなった。親魚量は資源量の 63～70%で推移し、2024 年は 65%（13.8 千トン）であった。

本種は栽培対象種であり、2023 年には 233 万尾の人工種苗が放流された。2024 年の漁獲物における人工種苗放流魚の混入率は 1.1%、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（再生産由来）の加入量（1 歳魚資源尾数）は、1,282 万～1,825 万尾の範囲で推移した。

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」および「水産政策審議会」を経て、本系群の目標管理基準値、暫定目標管理基準値、限界管理基準値、禁漁水準を含む漁獲シナリオが定められた。なお、目標管理基準値は MSY を実現する親魚量（SBmsy、39.3 千トン）、暫定目標管理基準値は 1～6 歳魚の最大持続生産量を達成するために必要な親魚量（SB84%msy、13.1 千トン）であるが、本系群に適用する漁獲シナリオは暫定目標管理基準値に係る漁獲シナリオとされている。

2024 年の親魚量は SB84%msy を上回るが、SBmsy を下回る。2024 年の漁獲圧は SB84%msy を維持する漁獲圧（F84%msy）を下回るが、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（2020～2024 年）の推移から「増加」と判断される。漁獲シナリオに基づき、2026 年の親魚量および資源量の予測値から算出される 2026 年の ABC は 6,730 トンである。

## 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 歳魚の最大持続生産量を達成するために必要な親魚量 (SB84%msy)                                                                                          | 13.1 千トン                                                  |
| 2024 年の親魚量の水準                                                                                                                    | SB84%msy は上回るが (1.05 倍)、MSY を実現する水準を下回る (0.35 倍)          |
| 2024 年の漁獲圧の水準                                                                                                                    | SB84%msy を維持する水準は下回るが (0.81 倍)、SBmsy を維持する水準を上回る (1.57 倍) |
| 2024 年の親魚量の動向                                                                                                                    | 増加                                                        |
| MSY                                                                                                                              | 6.7 千トン                                                   |
| 2026 年の ABC                                                                                                                      | 6,730 トン                                                  |
| コメント:<br>・ABC の算定には、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」で取り纏められ、「水産政策審議会」を経て定められた漁獲シナリオに則した漁獲管理規則を用いた。<br>・調整係数 $\beta$ は 1.0 が用いられる。 |                                                           |

| 直近 5 年と将来 2 年の資源量、親魚量、漁獲量、F/Fmsy、F/F84%msy および漁獲割合                                                                                          |              |              |             |        |           |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|-------------|--------|-----------|-------------|
| 年                                                                                                                                           | 資源量<br>(千トン) | 親魚量<br>(千トン) | 漁獲量<br>(トン) | F/Fmsy | F/F84%msy | 漁獲割合<br>(%) |
| 2020                                                                                                                                        | 19.8         | 12.8         | 5,889       | 2.16   | 1.10      | 30          |
| 2021                                                                                                                                        | 19.4         | 12.4         | 5,218       | 1.93   | 1.00      | 27          |
| 2022                                                                                                                                        | 19.6         | 12.7         | 5,012       | 1.81   | 0.93      | 26          |
| 2023                                                                                                                                        | 20.3         | 13.1         | 5,015       | 1.73   | 0.88      | 25          |
| 2024                                                                                                                                        | 21.3         | 13.8         | 4,818       | 1.57   | 0.81      | 23          |
| 2025                                                                                                                                        | 23.0         | 14.9         | 5,638       | 1.70   | 0.87      | 25          |
| 2026                                                                                                                                        | 24.0         | 15.9         | 6,730       | 2.00   | 1.00      | 28          |
| <ul style="list-style-type: none"><li>・ 2024 年の漁獲量は暫定値。</li><li>・ 2025、2026 年の値は将来予測に基づく平均値である。</li><li>・ 2026 年の漁獲には ABC の値を用いた。</li></ul> |              |              |             |        |           |             |

**English title (authors)**

Stock assessment and evaluation for red seabream of western Sea of Japan and East China Sea stock (fiscal year 2025).

(Tomoaki Iseki, Takeshi Sakai, Takahito Masubuchi, Ryousei Iwanaga)

## 1. データセット

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり。

| データセット     | 基礎情報、関係調査等                                                                         |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 年齢別・年別漁獲尾数 | 漁業・養殖業生産統計年報（農林水産省）<br>各県漁業種類別漁獲量（鳥取～鹿児島（8）県）<br>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）<br>天然・人工魚別年齢別漁獲尾数（鹿児島県）<br>年別・年齢別混入率（熊本県）<br>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。

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

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

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（55%）、釣り・延縄（13%）、沖合底びき網（10%）、小型底びき網（6%）、定置網（7%）および刺網（5%）など多種多様である（割合は 2024 年の値）。2024 年の漁獲量が多い県は、長崎県（30%）と福岡県（29%）で、島根県（11%）と鹿児島県（9%）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 4.8 千～7.1 千トンで推移し、2024 年は 4,818 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 31%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、2024 年は 890 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、2024 年は 1 歳魚 34%、2 歳魚 38%、3 歳魚 17%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形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

島根県における大形定置網の標準化 CPUE（1 日 1 経営体あたりの漁獲量）は、2007 年以降、短期間の増減を繰り返しているが、2018 年までは全体として漸減傾向、以降は漸増傾向を示した（図 4-1、表 4-1、補足資料 6）。

### (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23.8千トンまで増加した後、減少し、2001～2003年には19.9千トンとなった。以降の増加で2007年に22.8千トンを示した後は減少傾向が続き、2021年には期間内の最低値である19.4千トンとなった。2022年以降は増加に転じ、2024年には21.3千トンとなった(図4-2、表4-2)。親魚量は12.4千～16.5千トン(資源量の63～70%)で推移し、2024年は13.8千トン(資源量の65%)であった(図4-3)。

天然魚(再生産由来)の加入量(1歳資源尾数)は、1989年の1,304万尾から1997年の1,825万尾に増加したが、2001年には1,282万尾まで減少した。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1,751万尾を示した。その後、2020年の1,438万尾まで減少したが、再び増加し、2024年には1,659万尾となった(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23～32%の間で推移しており、2024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)。2023年は、島根県、山口県、福岡県、長崎県、熊本県、鹿児島県で計233万尾が放流された(2024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、2024年の漁獲物における人工種苗放流魚の混入率は1.1%、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18.5万～205.4万尾加入しており、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。1歳で加入した放流魚は2024年には18.5万尾、直近5年間(2020～2024年)の平均で28.3万尾と推定された。

### (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。2024年の%SPRは13.1%であった。現状の漁獲圧と

して直近 3 年間（2022～2024 年）の平均  $F$  値から%SPR を算出すると 11.4%となった。

Fmsy に対する YPR と%SPR の関係を図 4-8 に示す。このとき  $F$  の選択率としては令和 3 年 11 月に公開された「管理基準値等に関する研究機関会議資料」において最大持続生産量 MSY を実現する親魚量を維持する  $F$  (Fmsy) の推定に用いた値（下瀬ほか 2021）を用いた。また、年齢別平均体重および成熟割合についても Fmsy の算出時の値を使用した。Fmsy は%SPR に換算すると 25.6%に相当する。現状の漁獲圧 (F2022-2024) 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研究機関会議資料」において、本系群の再生産関係式にはホッケー・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、加入量としては再生産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「令和 7（2025）年度再生産関係の決定に関するガイドライン FRA-SA2025-ABCWG02-05. 資源評価高度化作業部会（2025）」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 3-1 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研究機関会議資料」（下瀬ほか 2021）で推定された現在（1986 年以降）の環境下における最大持続生産量 MSY、MSY を実現する親魚量 (SBmsy)、および SBmsy を維持する漁獲圧 (Fmsy) を補足表 3-2 に示す。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」で取り纏められ「水産政策審議会」を経て、1～6 歳魚の最大持続生産量を達成するために必要な親魚量 (SB84%msy) が資源管理基本方針の漁獲シナリオにおける暫定目標管理基準値として定められた (<https://www.jfa.maff.go.jp/j/suisin/#link1>)。また、MSY の 60%の漁獲量が得られる親魚量 (9.0 千トン) が限界管理基準値、MSY の 10%の漁獲量が得られる親魚量 (1.4 千トン) が禁漁水準と定められた。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（下瀬ほか 2021）を図 4-10 に示す。平均親魚量が暫定目標管理基準値以上では、7 歳魚以上の割合が増加し、6 歳魚以下、特に 2、3 歳魚の割合が低下する傾向にあった。

#### (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 4-11 に示す。また、2024 年の親魚量と漁獲圧の概要を補足表 3-3 に示した。本系群における 2024 年の親魚量は暫定目標管理基準値である SB84%msy および限界管理基準値である MSY の 60%の漁獲量が得られる親魚量 (SB0.6msy) を上回るが、SBmsy を下回る。2024 年の親魚量は SB84%msy の 1.05 倍、SBmsy の 0.35 倍である。また、2024 年の漁獲圧は F84%msy を下回るが、Fmsy を上回っており、F84%msy の 0.81 倍および Fmsy の 1.57 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（2020～2024 年）の推移から増加と判断される。本系群の親魚量は 1986 年以降、一貫して  $SB_{msy}$  を大幅に下回っているが、ほとんどの年で  $SB_{84\%msy}$  を上回っている。2020～2022 年には  $SB_{84\%msy}$  をやや下回ったが、2023 年以降は回復し、 $SB_{84\%msy}$  以上となった。漁獲圧は概ね  $F_{84\%msy}$  を中心とした変動を示した。近年の連続した減少により、2022 年以降は  $F_{84\%msy}$  を下回っており、2024 年は 1986 年以降の最低値を示した。

## 5. 将来予測

### (1) 将来予測の設定

資源評価で推定した 2024 年の資源量から、コホート解析の前進法を用いて 2026～2059 年の将来予測計算を行った（補足資料 2）。この将来予測では加入量の不確実性を考慮した。再生産関係式を用いて各年に予測される親魚量から加入量を予測し、その予測値に対数正規分布に従う誤差を与えることで加入量の不確実性を考慮した。対数正規分布から無作為抽出した誤差を予測値に与える計算を 10,000 回行い、それらの平均値と 90% 予測区間を求めることにより、不確実性の程度を示した。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、将来予測に際しては現状の種苗放流が継続されると想定し、上記で再生産関係式から予測される毎年の加入量に、2020～2024 年における人工種苗由来の 1 歳魚加入尾数の平均値（28.3 万尾）を加算した。

2025 年の漁獲圧は現状の漁獲圧（ $F_{2022-2024}$ ）を仮定し、同年に予測される資源量と現状の漁獲圧から同年の漁獲量を算出した。2026 年以降の漁獲圧は、「資源管理方針に関する検討会」で取り纏められ「水産政策審議会」を経て定められた漁獲シナリオに従い、各年に予測される親魚量をもとに算出した。なお本系群における漁獲シナリオは、「種苗放流を想定した資源評価に基づき、親魚量が令和 17 年度（2035 年度）に少なくとも 50% の確率で、暫定目標管理基準値を上回るよう、漁獲圧力を調節する」こととされており、暫定目標管理基準値は 1～6 歳魚の最大持続生産量を達成するために必要な親魚量（ $SB_{84\%msy}$ ）である。2026 年以降の漁獲量は、この漁獲シナリオから算出される漁獲圧と各年に予測される資源量から算出した。

### (2) 漁獲管理規則

資源管理基本方針で定められた本系群の漁獲シナリオに即した漁獲管理規則を図 5-1 に示す。本系群の漁獲管理規則では、親魚量が限界管理基準値を上回っている場合の漁獲圧を  $F_{84\%msy}$  に調整係数  $\beta$  を乗じた値とし、親魚量が限界管理基準値を下回っている場合には禁漁水準まで直線的に漁獲圧を削減する。なお、調整係数  $\beta$  には 1.0 が用いられる。

### (3) 2026 年の予測値と ABC の算定

2026 年に予測される親魚量は平均 15.9 千トンと見込まれ、限界管理基準値を上回る（補足表 3-4）。2026 年の漁獲量の予測値は漁獲シナリオに則した場合には 6,730 トン（90% 予測区間は 6,680～6,780 トン）、現状の漁獲圧を継続した場合には 5,830 トン（90% 予測区間

は 5,790～5,880 トン) であった。漁獲シナリオに則した漁獲管理規則から算定される 2026 年の予測平均漁獲量である 6,730 トンを ABC として提示する (補足表 3-5)。

#### (4) 2027 年以降の予測

漁獲シナリオに基づく管理を継続した場合、2035 年の親魚量の予測平均値は 14.0 千トン (90%予測区間は 12.7 千～15.5 千トン) であり、暫定目標管理基準値を上回る確率は 86%、限界管理基準値を上回る確率は 100%であった。また、その場合に  $SB_{msy}$  を上回る確率は 0%であった (図 5-2、表 5-1、5-2、補足表 3-6)。参考情報として、異なる  $\beta$  を使用した場合、および現状の漁獲圧 (F2022-2024) を継続した場合の結果についても合わせて示した。現状の漁獲圧を継続した場合、2035 年の親魚量の予測値は平均 18.2 千トン (90%予測区間は 16.5 千～20.0 千トン) であり、暫定目標管理基準値および限界管理基準値を上回る確率はいずれも 100%であったが、 $SB_{msy}$  を上回る確率は 0%であった。

### 6. 資源評価のまとめ

2024 年の資源量は 21.3 千トン、親魚量は 13.8 千トンで、 $SB_{84\%msy}$  を上回るが、 $SB_{msy}$  を下回る。2024 年の漁獲圧は  $SB_{84\%msy}$  を維持する漁獲圧 ( $F_{84\%msy}$ ) を下回るが、 $SB_{msy}$  を維持する漁獲圧 ( $F_{msy}$ ) を上回る。親魚量の動向は直近 5 年間 (2020～2024 年) の推移から「増加」と判断される。

## 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.
- 資源評価高度化作業部会 (2025) 令和 7(2025)年度 再生産関係の決定に関するガイドライン. FRA-SA2025-ABCWG02-05, 水産研究・教育機構, 横浜, 28 pp, [https://abchan.fra.go.jp/references\\_list/FRA-SA2025-ABCWG02-05.pdf](https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2025-ABCWG02-05.pdf)
- 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, 横浜, 39 pp.  
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)
- 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, 横浜, 20 pp.  
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)
- 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.

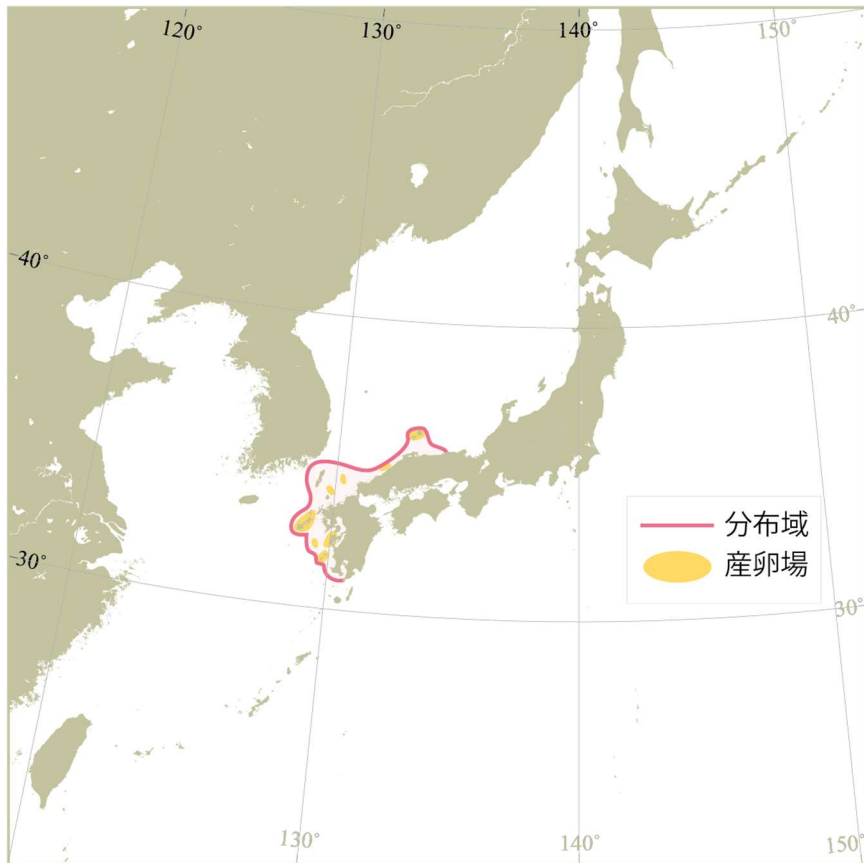


図 2-1. マダイ日本海西部・東シナ海系群の分布域と産卵場

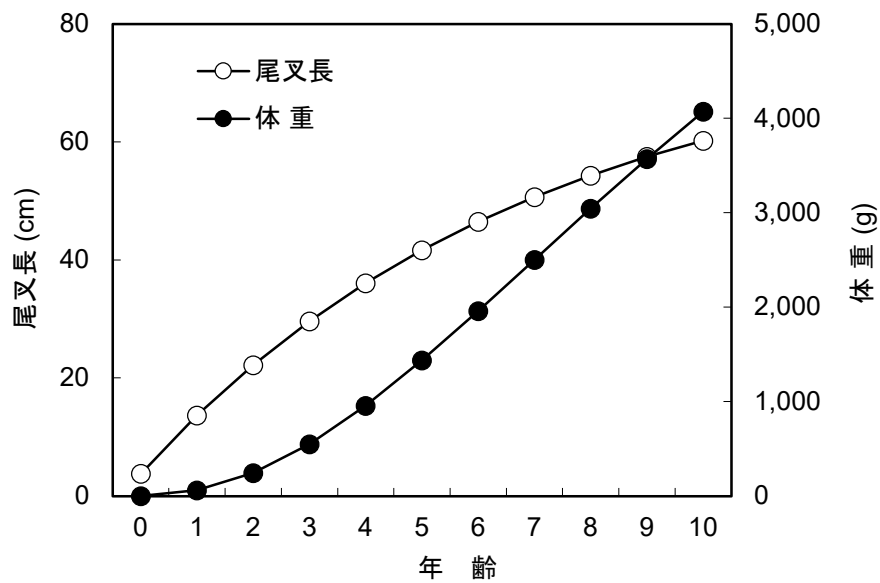


図 2-2. マダイ日本海西部・東シナ海系群の成長

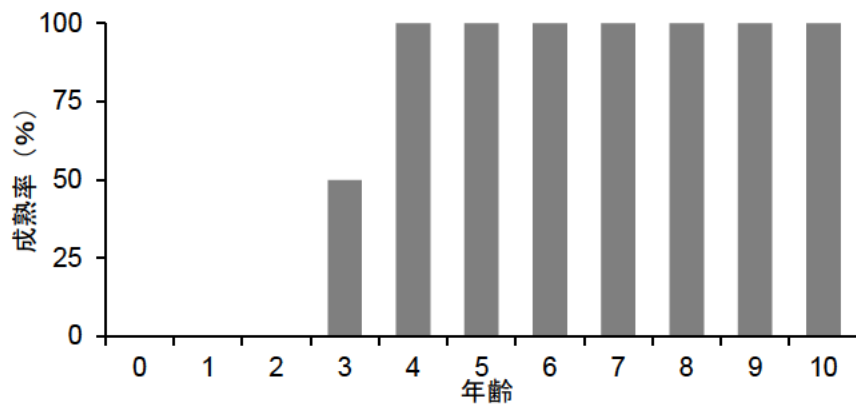


図 2-3. マダイ日本海西部・東シナ海系群の年齢別成熟率

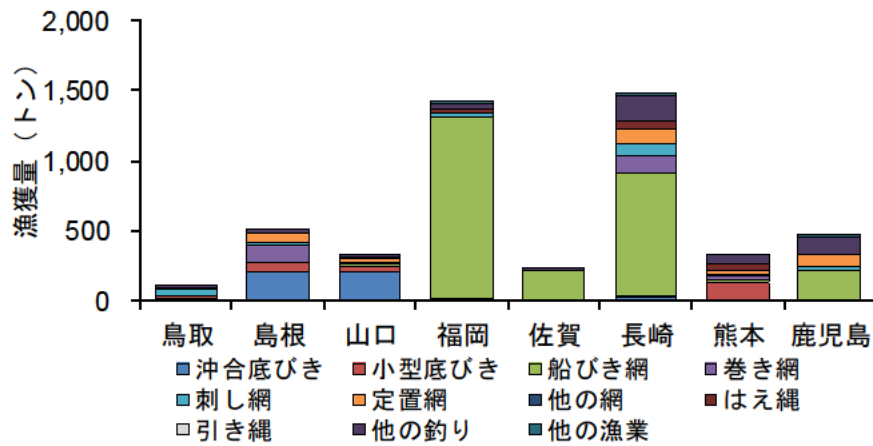


図 3-1. マダイ日本海西部・東シナ海系群の県別漁業種類別の漁獲量（2024 年）

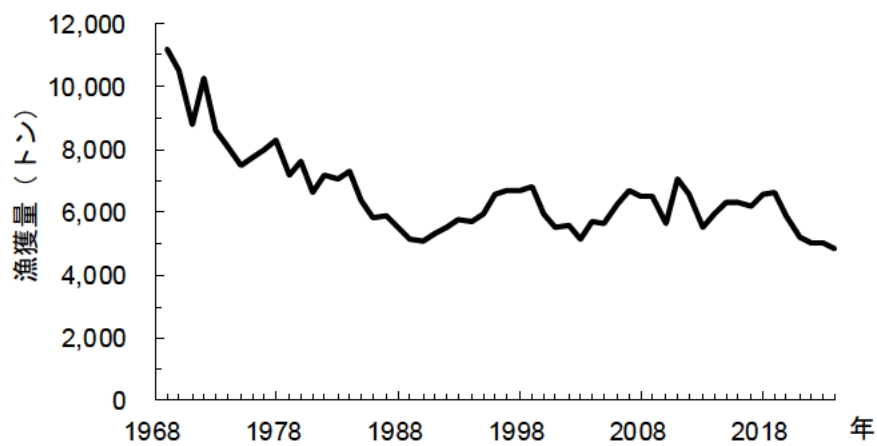


図 3-2. マダイ日本海西部・東シナ海系群の漁獲量の推移

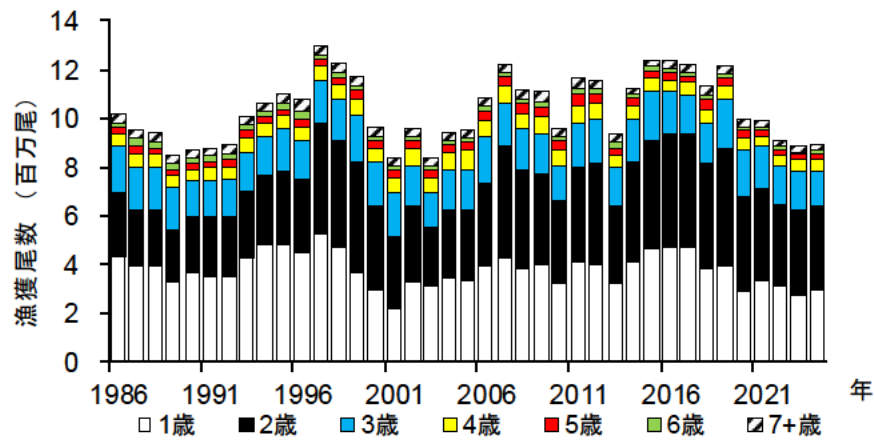


図 3-3. 年齢別漁獲尾数の経年変化

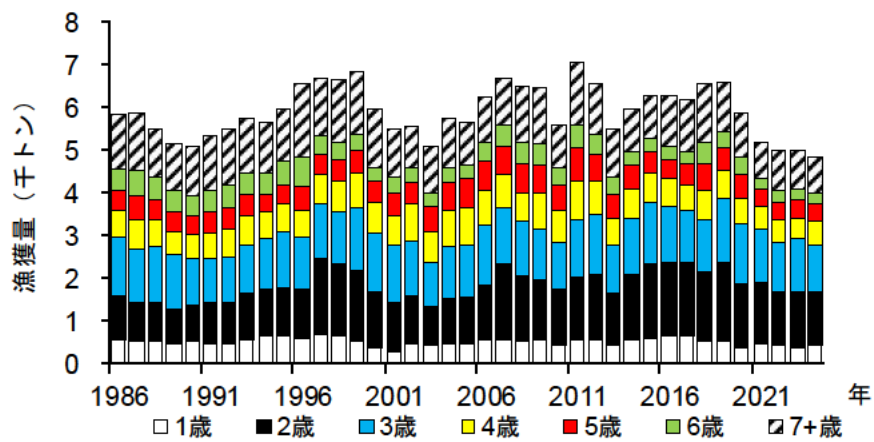


図 3-4. 年齢別漁獲量の経年変化

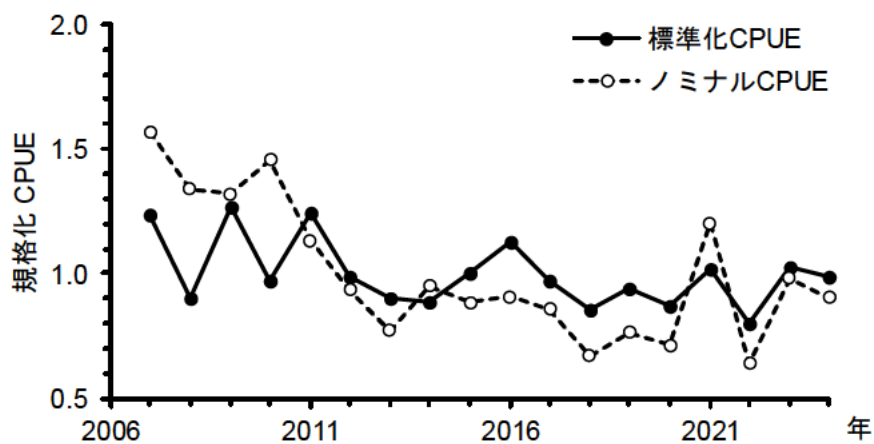


図 4-1. 島根県の大型定置網の平均値で規格化したノミナル CPUE と標準化 CPUE

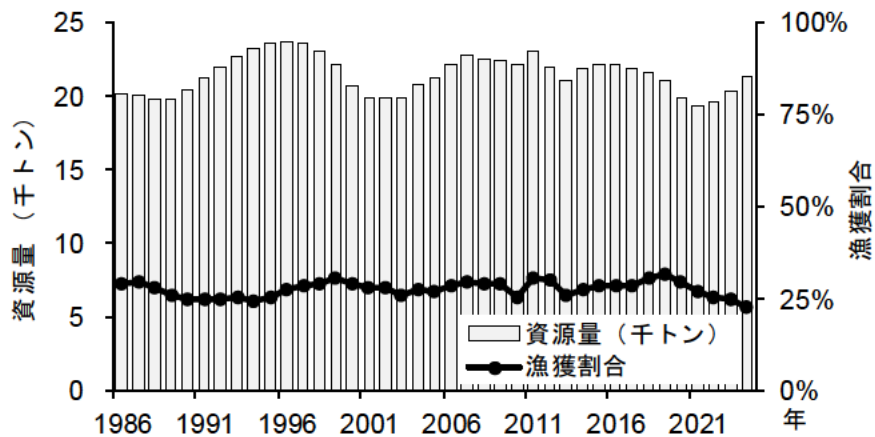


図 4-2. 資源量と漁獲割合の推移

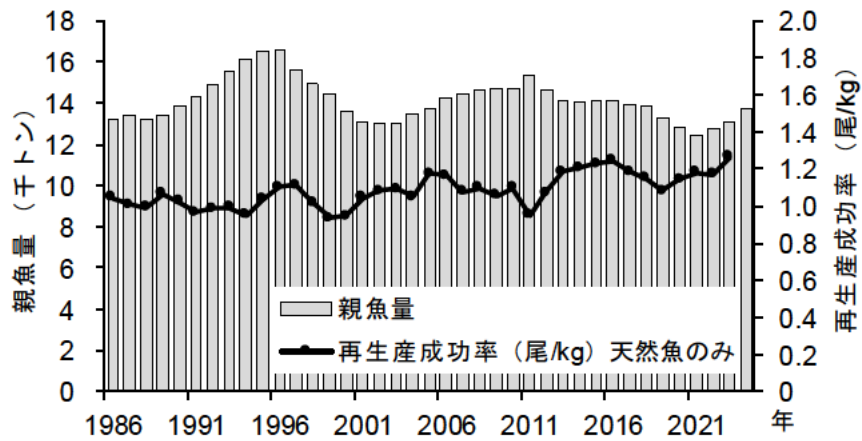


図 4-3. 親魚量と再生産成功率（翌年の1歳魚資源尾数 / 親魚量）の推移

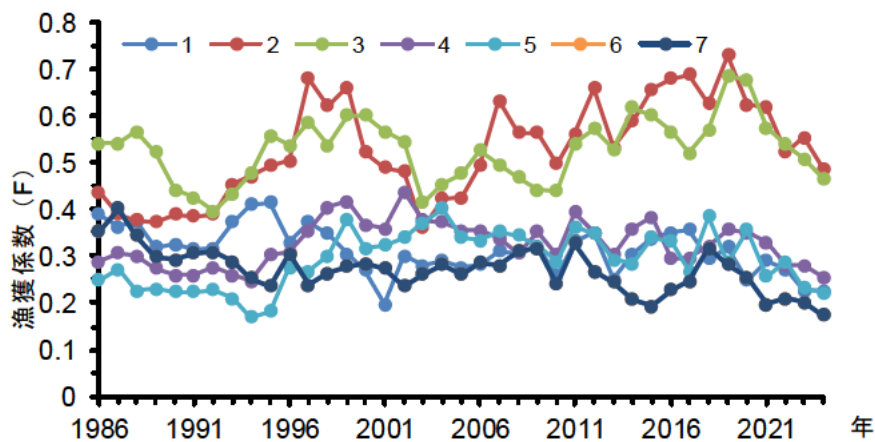


図 4-4. 年齢別漁獲係数 (F) の推移

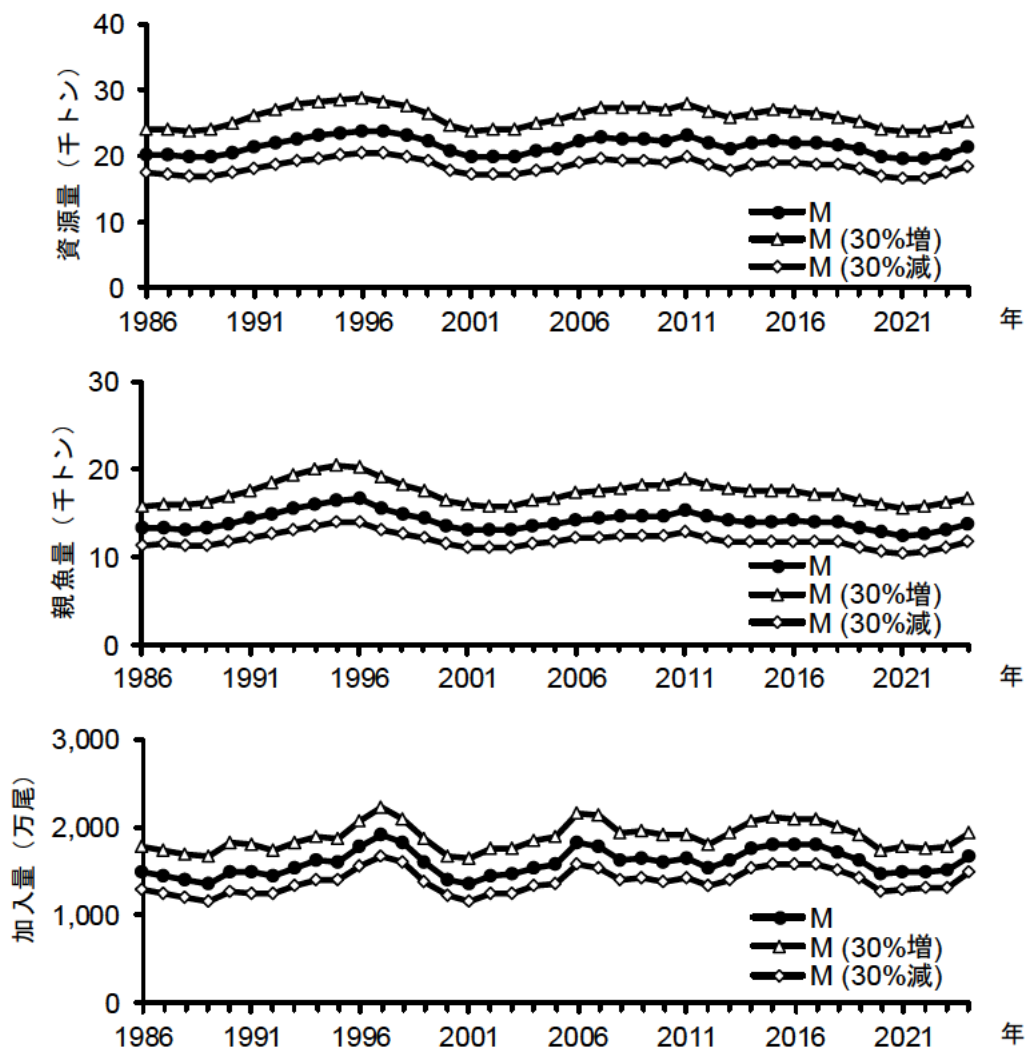


図 4-5. 自然死亡係数  $M$  の値による資源量・親魚量・加入量（1 歳資源尾数）の感度解析

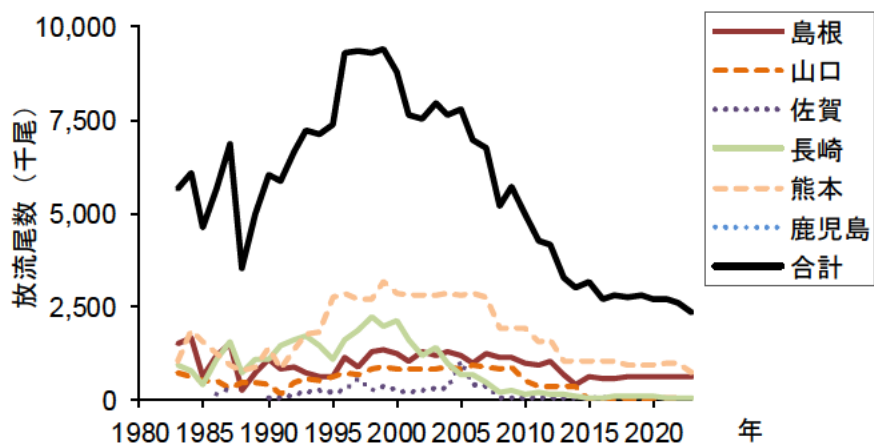


図 4-6. 1983 年以降の放流尾数の推移

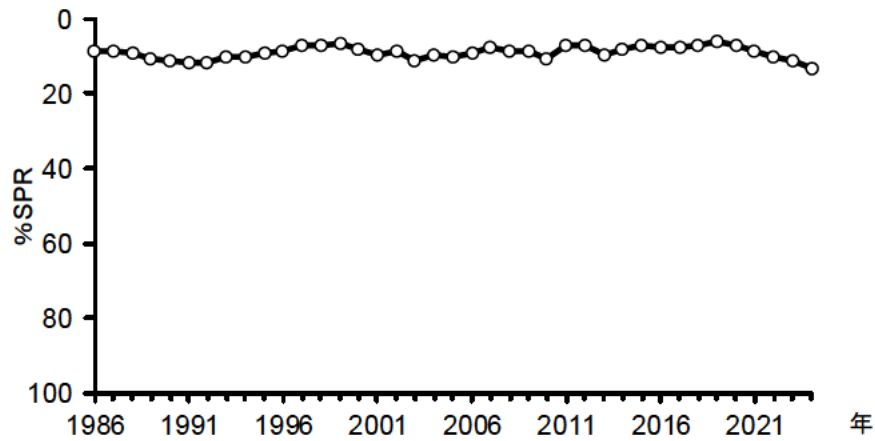


図 4-7. 各年における%SPR の経年推移

%SPR は漁獲がないときの親魚量に対する漁獲があるときの親魚量の割合を示し、Fが高い（低い）と%SPR は小さく（大きく）なる。

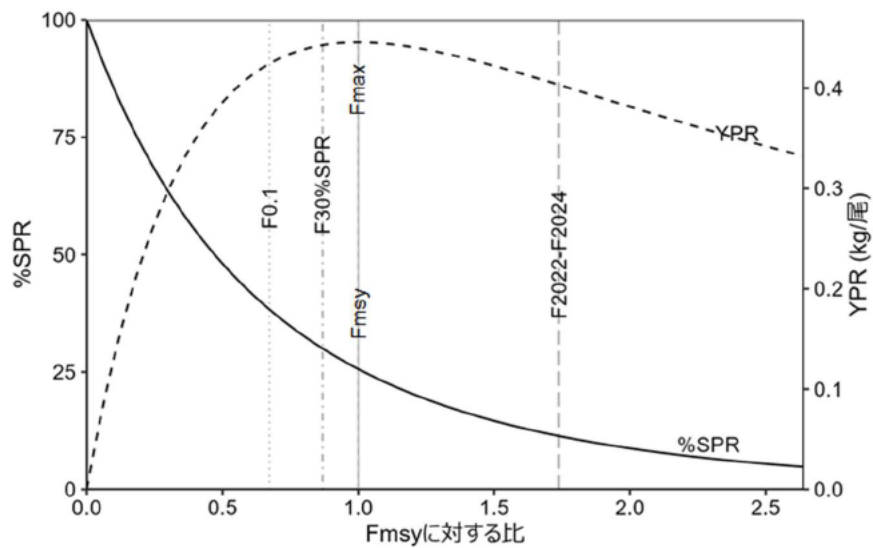


図 4-8.  $F_{msy}$  に対する YPR と %SPR の関係

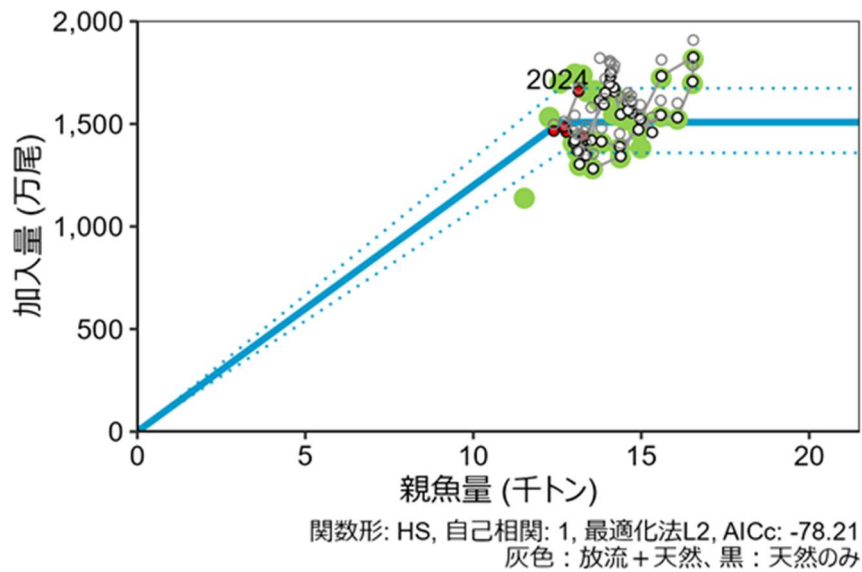


図 4-9. 親魚量と加入量の関係（再生産関係）

再生産関係には自己相関を考慮したホッケー・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1986～2023年の親魚量と1987～2024年の加入量を示し、黒色は天然（再生産由来）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。

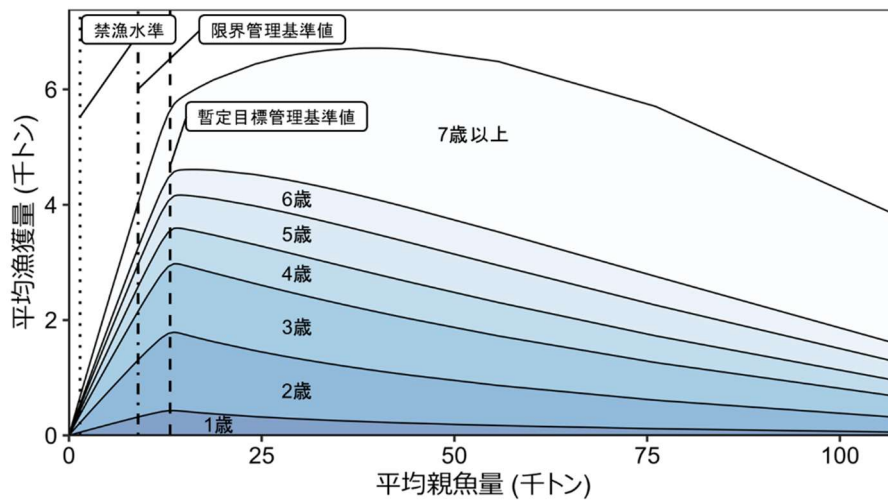


図 4-10. 平衡状態における平均親魚量と年齢別平均漁獲量の関係（漁獲量曲線）  
 将来予測シミュレーションにおける平衡状態での、親魚量に対する年齢別漁獲量の平均値と、それぞれの管理基準値の位置関係を示す。

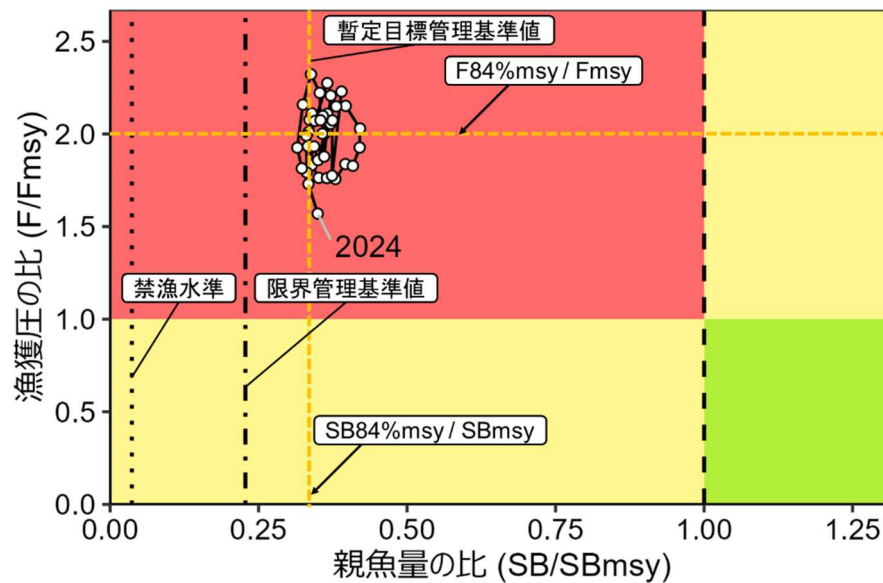
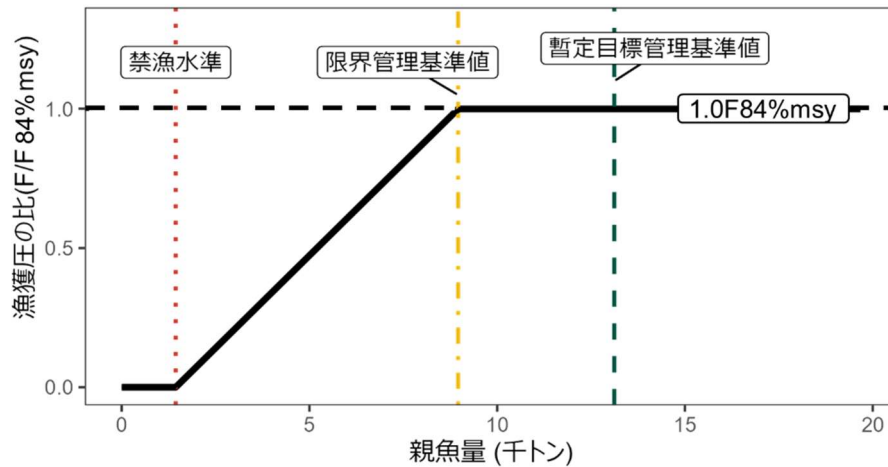


図 4-11. 最大持続生産量（MSY）を実現する親魚量（SBmsy）と SBmsy を維持する漁獲圧（Fmsy）に対する過去の親魚量および漁獲圧の関係（神戸プロット）  
 SB84%msy と SB84%msy を維持する漁獲圧（F84%msy）の SBmsy、Fmsy に対する比を橙破線で示す。

a) 縦軸を漁獲圧にした場合



b) 縦軸を漁獲量にした場合

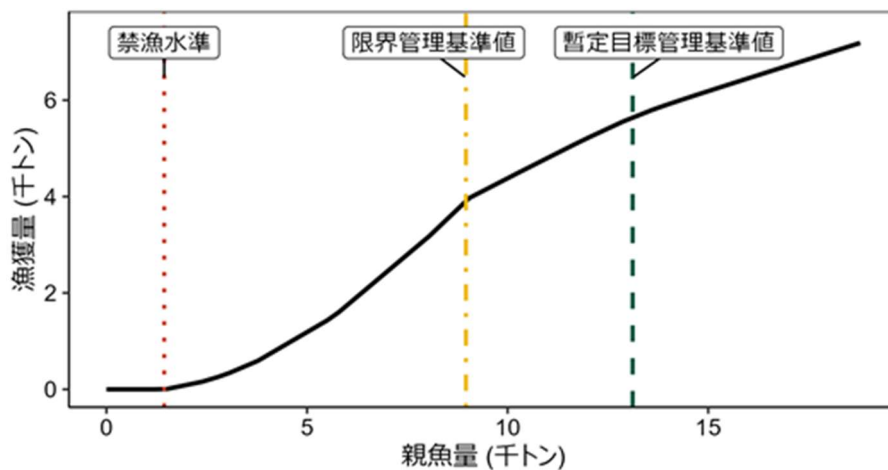


図 5-1. 漁獲シナリオに則した漁獲管理規則

暫定目標管理基準値は HS 型再生産関係に基づき算出された 1～6 歳魚の最大持続生産量を達成するために必要な親魚量 (SB84%msy) である。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 1.0 が用いられる。線種と色は、それぞれ黒破線が 1.0F84%msy、黒太線が漁獲シナリオに則した漁獲管理規則、赤点線が禁漁水準、黄一点鎖線が限界管理基準値、緑破線が暫定目標管理基準値を示している。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。

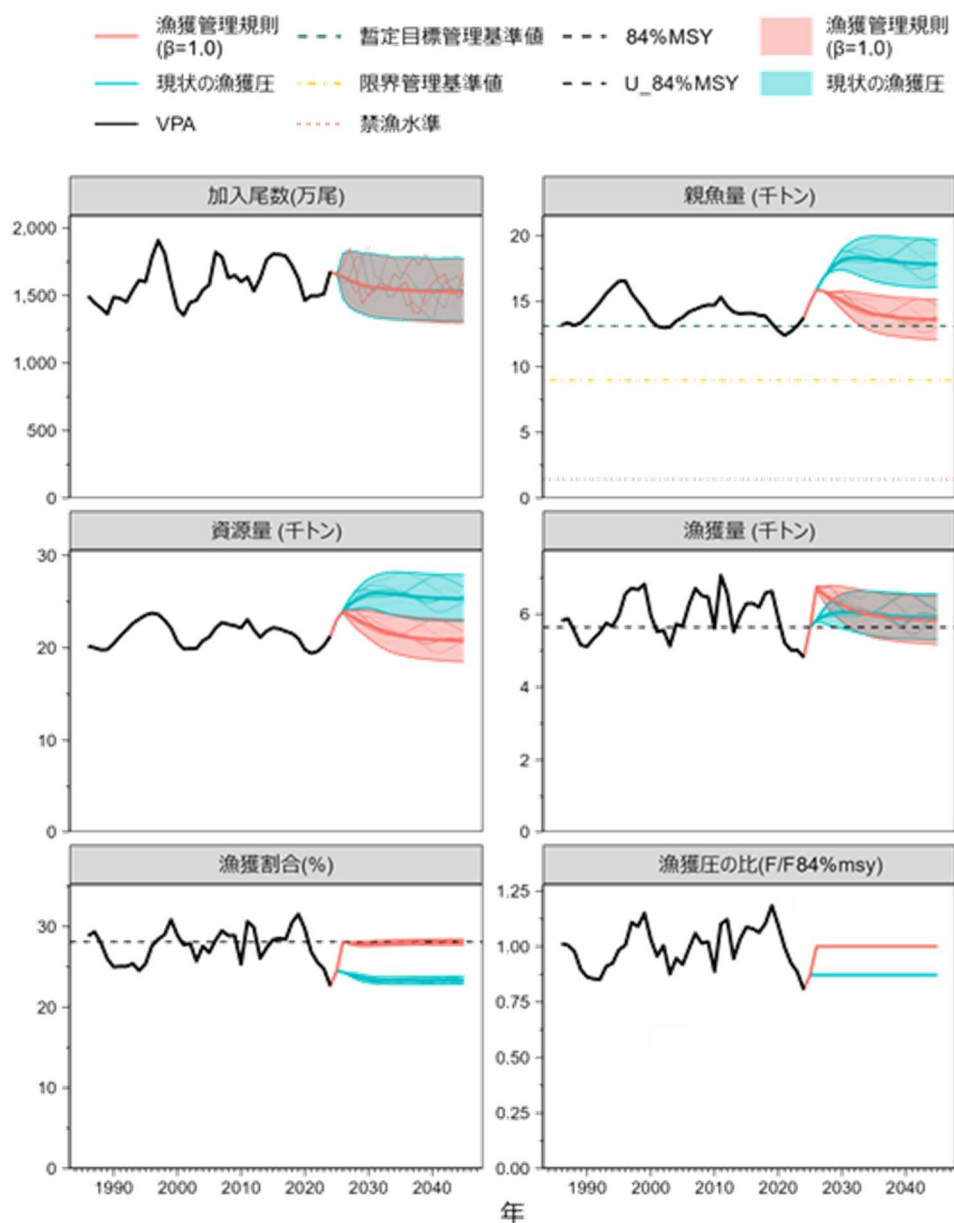


図 5-2. 現状の種苗放流による加入も想定した上で漁獲シナリオに則した漁獲管理規則に従って漁獲を続けた場合（赤線）と現状の漁獲圧（F2022-2024）で漁獲を続けた場合の将来予測（青色）

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暫定目標管理基準値、黄一点鎖線は限界管理基準値、赤点線は禁漁水準を示す。漁獲量の図の黒破線は1～6歳魚の最大持続生産量（84%MSY）を、漁獲割合の図の黒破線は暫定目標管理基準値を維持する漁獲割合の水準（U84%msy）を示す。本系群の漁獲シナリオでは調整係数  $\beta$  に1.0が用いられる。2025年の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧（F2022-2024）により仮定した。現状の種苗放流による人工種苗由来の加入尾数は2020～2024年平均値（28.3万尾）とした。

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  | 2024  |       |       |       |       |
| 漁獲量 | 6,629  | 5,889  | 5,218 | 5,012  | 5,015 | 4,818 |       |       |       |       |

\* 2024 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<br>(日・経営体) | 漁獲量<br>(kg) | CPUE<br>(kg/日・経営体) |      | 規格化<br>CPUE |      |
|------|----------------|-------------|--------------------|------|-------------|------|
|      |                |             | ノミナル               | 標準化  | ノミナル        | 標準化  |
| 2007 | 4,230          | 103,306     | 24.42              | 7.51 | 1.57        | 1.24 |
| 2008 | 4,346          | 90,607      | 20.85              | 5.49 | 1.34        | 0.90 |
| 2009 | 4,188          | 86,117      | 20.56              | 7.70 | 1.32        | 1.27 |
| 2010 | 4,008          | 90,794      | 22.65              | 5.90 | 1.45        | 0.97 |
| 2011 | 4,094          | 72,161      | 17.63              | 7.54 | 1.13        | 1.24 |
| 2012 | 4,307          | 62,793      | 14.58              | 6.02 | 0.94        | 0.99 |
| 2013 | 4,149          | 49,789      | 12.00              | 5.47 | 0.77        | 0.90 |
| 2014 | 4,264          | 63,010      | 14.78              | 5.40 | 0.95        | 0.89 |
| 2015 | 4,109          | 56,531      | 13.76              | 6.07 | 0.88        | 1.00 |
| 2016 | 4,197          | 59,435      | 14.16              | 6.82 | 0.91        | 1.12 |
| 2017 | 4,189          | 56,007      | 13.37              | 5.92 | 0.86        | 0.97 |
| 2018 | 4,060          | 42,502      | 10.47              | 5.17 | 0.67        | 0.85 |
| 2019 | 4,140          | 49,150      | 11.87              | 5.70 | 0.76        | 0.94 |
| 2020 | 4,100          | 45,659      | 11.14              | 5.28 | 0.72        | 0.87 |
| 2021 | 4,070          | 76,238      | 18.73              | 6.19 | 1.20        | 1.02 |
| 2022 | 3,652          | 36,332      | 9.95               | 4.85 | 0.64        | 0.80 |
| 2023 | 3,806          | 58,151      | 15.28              | 6.24 | 0.98        | 1.03 |
| 2024 | 3,609          | 50,792      | 14.07              | 6.01 | 0.90        | 0.99 |

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<br>(トン) | 資源量<br>(トン) | 親魚量<br>(トン) | 加入尾数(千尾)  |            | 漁獲<br>割合<br>(%) | %SPR  | F/Fmsy | F/F84%<br>msy |
|------|-------------|-------------|-------------|-----------|------------|-----------------|-------|--------|---------------|
|      |             |             |             | 再生産<br>由来 | 人工種<br>苗由来 |                 |       |        |               |
| 1986 | 5,819       | 20,176      | 13,205      | 14,317    | 654        | 29%             | 8.50  | 2.08   | 1.01          |
| 1987 | 5,879       | 20,027      | 13,354      | 13,825    | 631        | 29%             | 8.61  | 2.11   | 1.01          |
| 1988 | 5,532       | 19,789      | 13,162      | 13,469    | 615        | 28%             | 9.06  | 2.01   | 0.98          |
| 1989 | 5,154       | 19,817      | 13,359      | 13,038    | 595        | 26%             | 10.64 | 1.83   | 0.90          |
| 1990 | 5,111       | 20,462      | 13,817      | 14,233    | 650        | 25%             | 11.40 | 1.76   | 0.86          |
| 1991 | 5,327       | 21,252      | 14,357      | 14,145    | 646        | 25%             | 11.55 | 1.76   | 0.85          |
| 1992 | 5,495       | 21,937      | 14,919      | 13,887    | 634        | 25%             | 11.62 | 1.76   | 0.85          |
| 1993 | 5,754       | 22,653      | 15,579      | 14,718    | 672        | 25%             | 10.40 | 1.84   | 0.91          |
| 1994 | 5,669       | 23,113      | 16,078      | 15,437    | 705        | 25%             | 10.17 | 1.83   | 0.92          |
| 1995 | 5,973       | 23,550      | 16,528      | 15,311    | 699        | 25%             | 8.97  | 1.93   | 0.99          |
| 1996 | 6,555       | 23,762      | 16,548      | 17,063    | 779        | 28%             | 8.61  | 2.03   | 1.01          |
| 1997 | 6,716       | 23,624      | 15,602      | 18,251    | 833        | 28%             | 6.96  | 2.15   | 1.11          |
| 1998 | 6,666       | 22,991      | 14,974      | 17,333    | 792        | 29%             | 7.27  | 2.15   | 1.09          |
| 1999 | 6,830       | 22,140      | 14,388      | 15,235    | 696        | 31%             | 6.48  | 2.27   | 1.15          |
| 2000 | 5,964       | 20,628      | 13,565      | 13,426    | 613        | 29%             | 8.18  | 2.07   | 1.03          |
| 2001 | 5,512       | 19,881      | 13,101      | 12,820    | 718        | 28%             | 9.48  | 1.93   | 0.96          |
| 2002 | 5,561       | 19,922      | 12,993      | 13,684    | 807        | 28%             | 8.62  | 1.99   | 1.00          |
| 2003 | 5,123       | 19,930      | 13,021      | 14,081    | 563        | 26%             | 11.07 | 1.79   | 0.88          |
| 2004 | 5,729       | 20,778      | 13,510      | 14,194    | 1,222      | 28%             | 9.64  | 1.93   | 0.95          |
| 2005 | 5,665       | 21,169      | 13,768      | 14,206    | 1,594      | 27%             | 10.21 | 1.86   | 0.92          |
| 2006 | 6,265       | 22,140      | 14,201      | 16,157    | 2,054      | 28%             | 8.86  | 2.00   | 0.99          |
| 2007 | 6,710       | 22,751      | 14,389      | 16,576    | 1,286      | 29%             | 7.74  | 2.11   | 1.06          |
| 2008 | 6,505       | 22,545      | 14,599      | 15,467    | 829        | 29%             | 8.47  | 2.05   | 1.01          |
| 2009 | 6,472       | 22,399      | 14,722      | 16,046    | 457        | 29%             | 8.34  | 2.07   | 1.02          |
| 2010 | 5,610       | 22,156      | 14,699      | 15,535    | 485        | 25%             | 10.91 | 1.77   | 0.89          |
| 2011 | 7,065       | 23,069      | 15,325      | 16,105    | 268        | 31%             | 7.18  | 2.23   | 1.10          |
| 2012 | 6,568       | 21,966      | 14,610      | 14,588    | 735        | 30%             | 6.82  | 2.21   | 1.12          |
| 2013 | 5,506       | 21,135      | 14,176      | 15,662    | 615        | 26%             | 9.72  | 1.88   | 0.95          |
| 2014 | 5,965       | 21,820      | 14,053      | 16,778    | 870        | 27%             | 8.14  | 2.00   | 1.03          |
| 2015 | 6,291       | 22,183      | 14,088      | 16,966    | 1,103      | 28%             | 7.25  | 2.09   | 1.09          |
| 2016 | 6,297       | 22,072      | 14,089      | 17,317    | 726        | 29%             | 7.38  | 2.10   | 1.08          |
| 2017 | 6,188       | 21,797      | 13,930      | 17,511    | 418        | 28%             | 7.65  | 2.07   | 1.06          |
| 2018 | 6,582       | 21,572      | 13,885      | 16,517    | 687        | 31%             | 7.12  | 2.22   | 1.10          |
| 2019 | 6,629       | 21,018      | 13,302      | 15,954    | 288        | 32%             | 6.02  | 2.32   | 1.18          |
| 2020 | 5,889       | 19,824      | 12,768      | 14,381    | 248        | 30%             | 7.20  | 2.16   | 1.10          |
| 2021 | 5,218       | 19,417      | 12,397      | 14,609    | 382        | 27%             | 8.77  | 1.93   | 1.00          |
| 2022 | 5,012       | 19,623      | 12,700      | 14,656    | 322        | 26%             | 10.14 | 1.81   | 0.93          |
| 2023 | 5,015       | 20,259      | 13,133      | 14,840    | 281        | 25%             | 11.07 | 1.73   | 0.88          |
| 2024 | 4,818       | 21,272      | 13,750      | 16,591    | 185        | 23%             | 13.14 | 1.57   | 0.81          |

2000 年以前における人工種苗由来の加入尾数は、コホート解析で推定した当該年の 1 歳魚資源尾数に 2001～2024 年における放流魚の平均混入率（4.4%）を乗じて算出し、同年における再生産由来の加入尾数は、1 歳魚資源尾数からこの値を減じた尾数とした。

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<br>(万尾) | 翌年               |            |                 | 添加効率<br>(1 歳加入) |
|------|-------------|------------------|------------|-----------------|-----------------|
|      |             | 1 歳魚資源尾数<br>(万尾) | 混入率<br>(%) | 放流魚加入尾数<br>(万尾) |                 |
| 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       | 1,539.0          |            |                 |                 |
| 1993 | 720.6       | 1,614.2          |            |                 |                 |
| 1994 | 710.9       | 1,601.0          |            |                 |                 |
| 1995 | 734.8       | 1,784.2          |            |                 |                 |
| 1996 | 928.6       | 1,908.4          |            |                 |                 |
| 1997 | 936.4       | 1,812.5          |            |                 |                 |
| 1998 | 931.0       | 1,593.1          |            |                 |                 |
| 1999 | 937.8       | 1,403.9          |            |                 |                 |
| 2000 | 874.7       | 1,353.8          | 5.3        | 71.8            | 0.08            |
| 2001 | 763.8       | 1,449.2          | 5.6        | 80.7            | 0.11            |
| 2002 | 751.6       | 1,464.4          | 3.8        | 56.3            | 0.07            |
| 2003 | 796.4       | 1,541.7          | 7.9        | 122.2           | 0.15            |
| 2004 | 763.7       | 1,580.0          | 10.1       | 159.4           | 0.21            |
| 2005 | 781.1       | 1,821.1          | 11.3       | 205.4           | 0.26            |
| 2006 | 694.2       | 1,786.2          | 7.2        | 128.6           | 0.19            |
| 2007 | 676.3       | 1,629.6          | 5.1        | 82.9            | 0.12            |
| 2008 | 518.5       | 1,650.3          | 2.8        | 45.7            | 0.09            |
| 2009 | 570.4       | 1,602.1          | 3.0        | 48.5            | 0.09            |
| 2010 | 496.6       | 1,637.3          | 1.6        | 26.8            | 0.05            |
| 2011 | 427.8       | 1,532.3          | 4.8        | 73.5            | 0.17            |
| 2012 | 415.3       | 1,627.8          | 3.8        | 61.5            | 0.15            |
| 2013 | 326.7       | 1,764.8          | 4.9        | 87.0            | 0.27            |
| 2014 | 303.3       | 1,806.9          | 6.1        | 110.3           | 0.36            |
| 2015 | 315.5       | 1,804.3          | 4.0        | 72.6            | 0.23            |
| 2016 | 269.2       | 1,792.9          | 2.3        | 41.8            | 0.16            |
| 2017 | 282.1       | 1,720.4          | 4.0        | 68.7            | 0.24            |
| 2018 | 276.7       | 1,624.2          | 1.8        | 28.8            | 0.10            |
| 2019 | 281.3       | 1,462.9          | 1.7        | 24.8            | 0.09            |
| 2020 | 269.5       | 1,499.1          | 2.5        | 38.2            | 0.14            |
| 2021 | 268.3       | 1,497.8          | 2.1        | 32.2            | 0.12            |
| 2022 | 259.7       | 1,512.0          | 1.9        | 28.1            | 0.11            |
| 2023 | 233.3       | 1,677.6          | 1.1        | 18.5            | 0.08            |
| 2024 | 未集計         | -                | -          | -               | -               |

表 5-1. 現状の種苗放流による加入も想定した場合に将来の親魚量が暫定目標・限界管理基準値を上回る確率

a) 暫定目標管理基準値を上回る確率 (%)

| $\beta$ | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1.0     | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 99   | 95   | 91   | 86   | 83   |
| 0.9     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.8     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.7     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.6     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.5     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.4     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.3     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.2     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.1     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.0     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 現状の漁獲圧  |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |

b) 限界管理基準値を上回る確率 (%)

| $\beta$ | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1.0     | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.9     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.8     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.7     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.6     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.5     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.4     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.3     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.2     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.1     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.0     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 現状の漁獲圧  |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |

$\beta$  を 0.0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2025 年の漁獲量は現状の漁獲圧（F2022-2024）から予測される 5,640 トンとし、2026 年から漁獲シナリオによる漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧（F2022-F2024、 $\beta$  は Fmsy に対しては 1.70、F84%msy に対しては 0.87 に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。現状の種苗放流による人工種苗由来の加入尾数は 2020～2024 年平均値（28.3 万尾）とした。

表 5-2. 現状の種苗放流による加入も想定した場合に将来の親魚量が SBmsy を上回る確率 (%)

| $\beta$ | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1.0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 0.9     |      |      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 0.8     |      |      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 0.7     |      |      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 0.6     |      |      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 0.5     |      |      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 9    | 23   | 36   | 45   |
| 0.4     |      |      | 0    | 0    | 0    | 0    | 34   | 96   | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.3     |      |      | 0    | 0    | 0    | 62   | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.2     |      |      | 0    | 0    | 0    | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.1     |      |      | 0    | 0    | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.0     |      |      | 0    | 0    | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 現状の漁獲圧  |      |      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

$\beta$  を 0.0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2025 年の漁獲量は現状の漁獲圧（F2022-2024）から予測される 5,640 トンとし、2026 年から漁獲シナリオによる漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧（F2022-F2024、 $\beta$  は Fmsy に対しては 1.70、F84%msy に対しては 0.87 に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。現状の種苗放流による人工種苗由来の加入尾数は 2020～2024 年平均値（28.3 万尾）とした。

表 5-3. 現状の種苗放流による加入も想定した場合の将来の平均親魚量（千トン）

| $\beta$ | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1.0     | 15   | 16   | 16   | 16   | 15   | 15   | 15   | 15   | 14   | 14   | 14   | 14   |
| 0.9     |      |      | 16   | 17   | 17   | 17   | 17   | 17   | 17   | 17   | 17   | 17   |
| 0.8     |      |      | 17   | 18   | 19   | 20   | 20   | 21   | 21   | 21   | 21   | 21   |
| 0.7     |      |      | 18   | 20   | 21   | 23   | 24   | 25   | 25   | 25   | 25   | 26   |
| 0.6     |      |      | 18   | 21   | 24   | 26   | 28   | 29   | 30   | 31   | 31   | 32   |
| 0.5     |      |      | 19   | 23   | 27   | 30   | 33   | 35   | 37   | 38   | 39   | 39   |
| 0.4     |      |      | 20   | 25   | 30   | 35   | 39   | 42   | 45   | 47   | 48   | 49   |
| 0.3     |      |      | 21   | 27   | 33   | 40   | 46   | 51   | 55   | 57   | 60   | 61   |
| 0.2     |      |      | 21   | 29   | 37   | 46   | 54   | 61   | 67   | 71   | 74   | 77   |
| 0.1     |      |      | 22   | 31   | 42   | 53   | 64   | 74   | 82   | 88   | 93   | 97   |
| 0.0     |      |      | 23   | 34   | 47   | 61   | 76   | 89   | 100  | 110  | 118  | 124  |
| 現状の漁獲圧  |      |      | 17   | 17   | 18   | 18   | 18   | 18   | 18   | 18   | 18   | 18   |

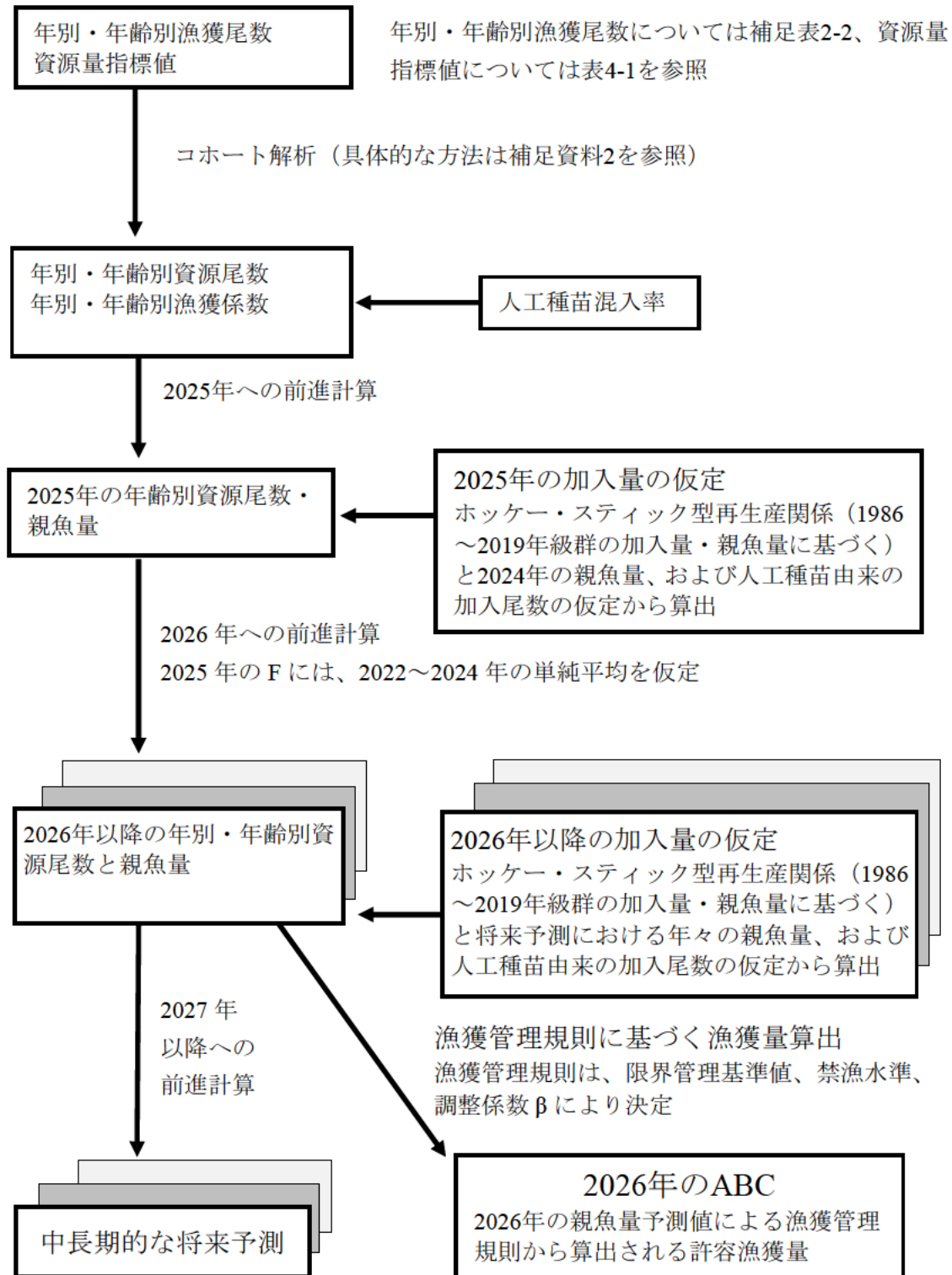
$\beta$  を 0.0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2025 年の漁獲量は現状の漁獲圧（F2022-2024）から予測される 5,640 トンとし、2026 年から漁獲シナリオによる漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧（F2022-F2024、 $\beta$  は  $F_{msy}$  に対しては 1.70、 $F_{84\%msy}$  に対しては 0.87 に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。現状の種苗放流による人工種苗由来の加入尾数は 2020～2024 年平均値（28.3 万尾）とした。

表 5-4. 現状の種苗放流による加入も想定した場合の将来の平均漁獲量（トン）

| $\beta$ | 2025  | 2026  | 2027  | 2028  | 2029  | 2030  | 2031  | 2032  | 2033  | 2034  | 2035  | 2036  |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1.0     | 5,640 | 6,730 | 6,570 | 6,440 | 6,350 | 6,260 | 6,180 | 6,100 | 6,050 | 6,000 | 5,960 | 5,940 |
| 0.9     |       | 6,170 | 6,240 | 6,280 | 6,300 | 6,320 | 6,310 | 6,280 | 6,260 | 6,230 | 6,210 | 6,190 |
| 0.8     |       | 5,590 | 5,860 | 6,050 | 6,200 | 6,310 | 6,390 | 6,430 | 6,440 | 6,440 | 6,430 | 6,420 |
| 0.7     |       | 4,990 | 5,420 | 5,750 | 6,010 | 6,230 | 6,390 | 6,500 | 6,570 | 6,600 | 6,620 | 6,620 |
| 0.6     |       | 4,360 | 4,910 | 5,350 | 5,710 | 6,030 | 6,290 | 6,480 | 6,600 | 6,670 | 6,720 | 6,750 |
| 0.5     |       | 3,710 | 4,320 | 4,850 | 5,290 | 5,700 | 6,040 | 6,300 | 6,480 | 6,610 | 6,690 | 6,750 |
| 0.4     |       | 3,020 | 3,660 | 4,220 | 4,710 | 5,180 | 5,590 | 5,920 | 6,160 | 6,330 | 6,450 | 6,530 |
| 0.3     |       | 2,310 | 2,910 | 3,450 | 3,940 | 4,420 | 4,860 | 5,230 | 5,510 | 5,720 | 5,870 | 5,980 |
| 0.2     |       | 1,570 | 2,050 | 2,510 | 2,930 | 3,370 | 3,780 | 4,130 | 4,410 | 4,620 | 4,790 | 4,920 |
| 0.1     |       | 800   | 1,090 | 1,370 | 1,640 | 1,930 | 2,210 | 2,460 | 2,660 | 2,820 | 2,950 | 3,050 |
| 0.0     |       | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 現状の漁獲圧  |       | 5,830 | 5,940 | 6,000 | 6,040 | 6,060 | 6,050 | 6,040 | 6,030 | 6,010 | 5,990 | 5,970 |

$\beta$  を 0.0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2025 年の漁獲量は現状の漁獲圧（F2022-2024）から予測される 5,640 トンとし、2026 年から漁獲シナリオによる漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧（F2022-F2024、 $\beta$  は  $F_{msy}$  に対しては 1.70、 $F_{84\%msy}$  に対しては 0.87 に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。現状の種苗放流による人工種苗由来の加入尾数は 2020～2024 年平均値（28.3 万尾）とした。

## 補足資料 1 資源評価の流れ



## 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。

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

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 3,531 g 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）。

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

$$F_{a,y} = -\ln\left(1 - \frac{C_{a,y} \exp\left(\frac{M_a}{2}\right)}{N_{a,y}}\right) \quad (1 \leq a \leq 6) \quad (2)$$

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  $u_y$ （島根県の大型定置網で漁獲されるマダイの標準化 CPUE (kg/日・経営体)、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。

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

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) 混入率および天然魚 (再生産由来)、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。

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

天然魚（再生産由来）の加入尾数 $Ra_y$ 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

「令和 7(2025) 年度資源評価におけるモデル診断の手順と診断結果の情報提供指針. FRA-SA2025-ABCWG02-03. 資源評価高度化作業部会（2025a）」に従い、本系群の評価に用いたコホート解析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コホート解析結果の違いを補足図 2-1 に、指標値の観測値とモデルの予測値との残差を補足図 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。残差には体系的な傾向は見られず、推定結果に問題はないと判断した。

資源量、親魚量および加入量（1 歳資源尾数）における 5 年間のレトロスペクティブ解析結果を補足図 2-3 に示した。資源量および親魚量の推定値は 2020～2023 年にかけて概ね上方修正されたが、2023～2024 年の差はわずかであった。一方、加入量の推定値は 2020～2022 年にかけて大きく増減したが、2022～2024 年には上方修正された。各推定値のレトロスペクティブバイアス（ $\rho$ 、Mohn 1999）は小さく、資源量が-0.06、親魚量が-0.09、加入量が-0.03 であった。

#### (6) 将来予測方法

将来予測における各種設定には補足表 2-5 の値を用いた。資源尾数や漁獲量の予測には、「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-SA2025-ABCWG02-04. 資源評価高度化作業部会（2025b）」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（コミット番号：27b5718）を用いた。将来予測における天然魚（再生産由来）の加入量は、令和 3 年 11 月に公開された「管理基準値等に関する研究機関会議資料」において提案されたホッケー・スティック型再生産関係式（下瀬ほか 2021）から推定される値とした。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、将来予測に際しては現状の種苗放流が継続されると想定し、上記で

推定された毎年の天然魚（再生産由来）の加入量に、人工種苗由来の加入量として、2020～2024年における人工種苗由来の1歳魚加入尾数の平均値（28.3万尾）を加算した

将来予測における漁獲係数  $F$  は、「令和7（2025）年度 漁獲管理規則およびABC算定のための基本指針（FRA-SA2025-ABCWG02-01）」（水産研究・教育機構 2025）における1系資源の管理規則に基づき算出される値を用いた。将来予測における選択率や漁獲物平均体重等の値には、上述の「管理基準値等に関する研究機関会議資料」にて提案された各種管理基準値の推定に用いた値を引き続き用いた（下瀬ほか 2021）。これらは再生産関係と同じく、令和3（2021）年度の資源評価に基づく値である。

資源尾数の予測には、コホート解析の前進法（(16)–(18)式）を用いた。

$$N_{a+1,y+1} = N_{a,y} \exp(-F_{a,y} - M_a) \quad (16)$$

$$N_{7+,y+1} = N_{7+,y} \exp(-F_{7+,y} - M_{7+,y}) + N_{6,y} \exp(-F_{6,y} - M_{6,y}) \quad (17)$$

$$C_{a,y} = N_{a,y} \left(1 - \exp(-F_{a,y})\right) \exp\left(-\frac{M_a}{2}\right) \quad (18)$$

## 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.

Mohn, R. (1999) The retrospective problem in sequential population analysis: an investigation using cod fishery and simulated data. ICES J. Mar. Sci., 56, 473-488.

資源評価高度化作業部会 (2025a) 令和7（2025）年度 資源評価におけるモデル診断手順と診断結果の情報提供指針. FRA-SA2025-ABCWG02-03, 水産研究・教育機構, 横浜, 11pp. [https://abchan.fra.go.jp/reference\\_list/FRA-SA2025-ABCWG02-03](https://abchan.fra.go.jp/reference_list/FRA-SA2025-ABCWG02-03).

資源評価高度化作業部会 (2025b) 令和7(2025)年度 再生産関係の推定・管理基準値計算・将来予測シミュレーションに関する技術ノート. FRA-SA2025-ABCWG02-04, 水産研究・教育機構, 横浜, 14 pp, [https://abchan.fra.go.jp/references\\_list/FRA-SA2025-ABCWG02-04.pdf](https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2025-ABCWG02-04.pdf)

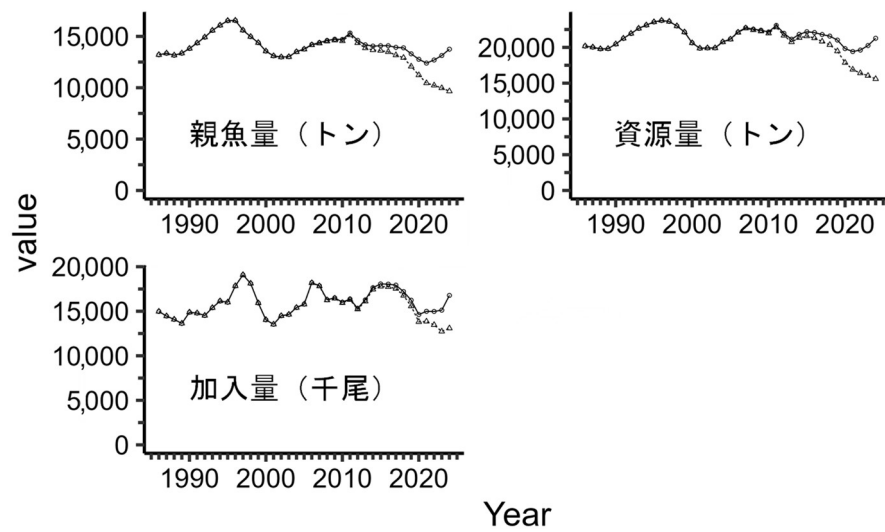
島本信夫 (1999) 瀬戸内海東部海域におけるマダイの資源変動および栽培漁業に関する研究. 兵庫水試研報, 35, 43-112.

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, 横浜, 39 pp.

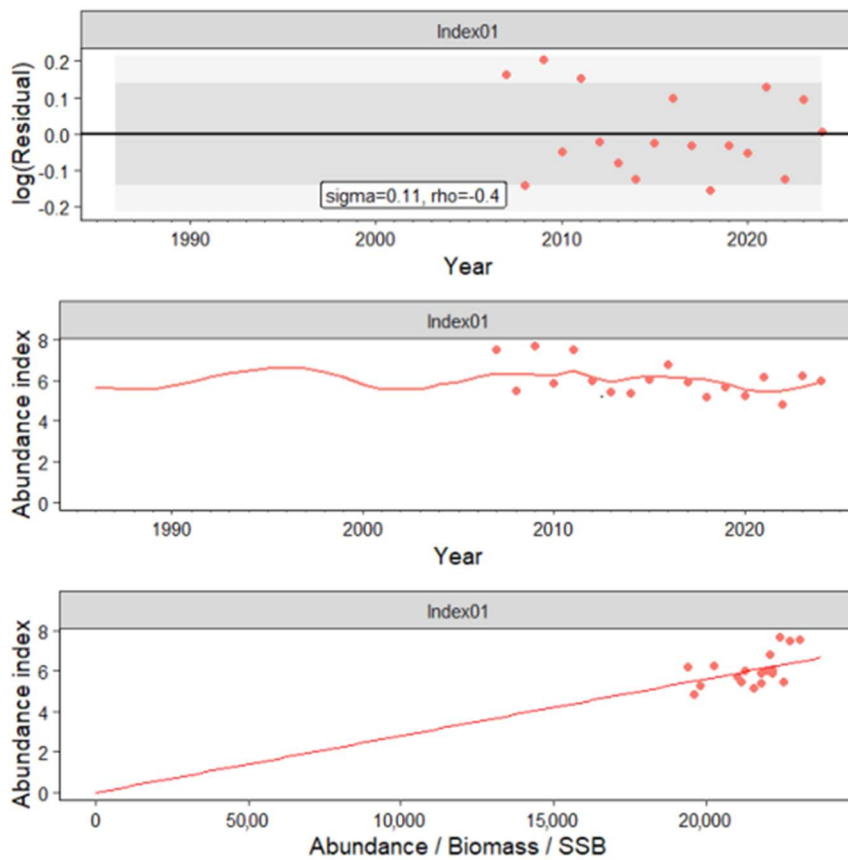
FRA-SA2021-BRP05-001 [https://www.fra.affrc.go.jp/shigen\\_hyoka/SCmeeting/2019-1/20211124/FRA-SA2021-BRP05-001.pdf](https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/20211124/FRA-SA2021-BRP05-001.pdf)

水産研究・教育機構 (2025) 令和7（2025）年度 漁獲管理規則およびABC算定のための基本指針. FRA-SA2025-ABCWG02-01, 水産研究・教育機構, 横浜, 23pp. [https://abchan.fra.go.jp/reference\\_list/FRA-SA2025-ABCWG02-01](https://abchan.fra.go.jp/reference_list/FRA-SA2025-ABCWG02-01).

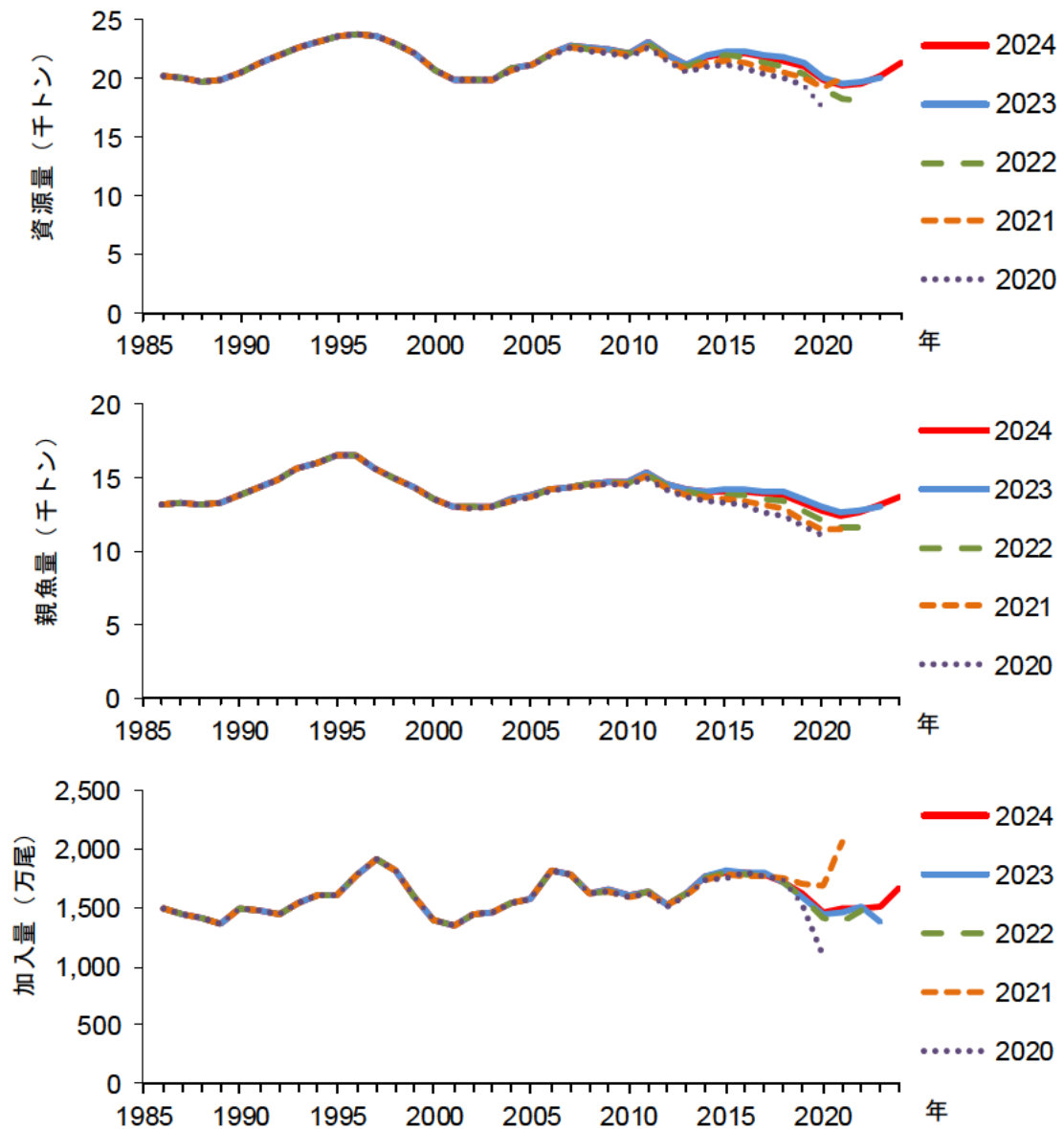
田中昌一 (1960) 水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理. 東海区水産研究所研究報告, 28, 1-200.



補足図 2-1. チューニングの有り (○) と無し (△) によるコホート解析の結果



補足図 2-2. チューニングコホート解析のモデル診断結果



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. 将来予測のパラメータ

| 年齢 | 選択率<br>(注 1) | Fmsy<br>(注 2) | F84%msy<br>(注 3) | F2022-2024<br>(注 4) | 平均体重<br>(kg) | 自然死亡係数<br>(M) | 成熟率 |
|----|--------------|---------------|------------------|---------------------|--------------|---------------|-----|
| 1  | 0.97         | 0.14          | 0.27             | 0.24                | 0.136        | 0.24          | 0   |
| 2  | 2.02         | 0.28          | 0.57             | 0.52                | 0.382        | 0.17          | 0   |
| 3  | 1.85         | 0.26          | 0.52             | 0.50                | 0.742        | 0.17          | 0.5 |
| 4  | 1.07         | 0.15          | 0.30             | 0.27                | 1.189        | 0.17          | 1.0 |
| 5  | 1.10         | 0.16          | 0.31             | 0.25                | 1.694        | 0.17          | 1.0 |
| 6  | 1.00         | 0.14          | 0.28             | 0.19                | 2.230        | 0.17          | 1.0 |
| 7+ | 1.00         | 0.14          | 0.28             | 0.19                | 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研究機関会議資料で推定された Fmsy（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 F84%msy。

注 4：今回の資源評価で推定された 2022～2024 年の年齢別の F の単純平均とした。

この F 値は 2025 年の漁獲量の仮定に使用した。

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 | 3,340 | 3,797 | 1,684 | 454 | 235 | 116 | 246 | 9,871  |
| 2022 | 3,156 | 3,304 | 1,563 | 447 | 245 | 127 | 264 | 9,106  |
| 2023 | 2,711 | 3,511 | 1,614 | 449 | 241 | 113 | 259 | 8,463  |
| 2024 | 3,005 | 3,360 | 1,488 | 465 | 234 | 125 | 225 | 8,902  |

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 | 8.50  |
| 1987 | 0.36 | 0.39 | 0.54 | 0.31 | 0.27 | 0.40 | 0.40 | 8.61  |
| 1988 | 0.38 | 0.38 | 0.57 | 0.30 | 0.23 | 0.34 | 0.34 | 9.06  |
| 1989 | 0.32 | 0.37 | 0.52 | 0.27 | 0.23 | 0.30 | 0.30 | 10.64 |
| 1990 | 0.33 | 0.39 | 0.44 | 0.26 | 0.22 | 0.29 | 0.29 | 11.40 |
| 1991 | 0.31 | 0.39 | 0.42 | 0.26 | 0.22 | 0.31 | 0.31 | 11.55 |
| 1992 | 0.32 | 0.39 | 0.40 | 0.27 | 0.23 | 0.31 | 0.31 | 11.62 |
| 1993 | 0.37 | 0.45 | 0.43 | 0.26 | 0.21 | 0.29 | 0.29 | 10.40 |
| 1994 | 0.41 | 0.47 | 0.48 | 0.25 | 0.17 | 0.25 | 0.25 | 10.17 |
| 1995 | 0.41 | 0.49 | 0.56 | 0.30 | 0.18 | 0.24 | 0.24 | 8.97  |
| 1996 | 0.33 | 0.50 | 0.54 | 0.31 | 0.28 | 0.31 | 0.31 | 8.61  |
| 1997 | 0.37 | 0.68 | 0.59 | 0.35 | 0.27 | 0.24 | 0.24 | 6.96  |
| 1998 | 0.35 | 0.62 | 0.54 | 0.40 | 0.30 | 0.26 | 0.26 | 7.27  |
| 1999 | 0.31 | 0.66 | 0.60 | 0.42 | 0.38 | 0.28 | 0.28 | 6.48  |
| 2000 | 0.27 | 0.52 | 0.60 | 0.37 | 0.32 | 0.28 | 0.28 | 8.18  |
| 2001 | 0.20 | 0.49 | 0.57 | 0.36 | 0.32 | 0.27 | 0.27 | 9.48  |
| 2002 | 0.30 | 0.48 | 0.54 | 0.44 | 0.34 | 0.24 | 0.24 | 8.62  |
| 2003 | 0.28 | 0.36 | 0.42 | 0.38 | 0.37 | 0.26 | 0.26 | 11.07 |
| 2004 | 0.29 | 0.42 | 0.45 | 0.37 | 0.40 | 0.28 | 0.28 | 9.64  |
| 2005 | 0.28 | 0.42 | 0.48 | 0.35 | 0.34 | 0.26 | 0.26 | 10.21 |
| 2006 | 0.28 | 0.49 | 0.53 | 0.35 | 0.33 | 0.29 | 0.29 | 8.86  |
| 2007 | 0.31 | 0.63 | 0.50 | 0.34 | 0.35 | 0.28 | 0.28 | 7.74  |
| 2008 | 0.31 | 0.56 | 0.47 | 0.31 | 0.34 | 0.31 | 0.31 | 8.47  |
| 2009 | 0.32 | 0.56 | 0.44 | 0.35 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 8.34  |
| 2010 | 0.26 | 0.50 | 0.44 | 0.30 | 0.29 | 0.24 | 0.24 | 10.91 |
| 2011 | 0.33 | 0.56 | 0.54 | 0.39 | 0.36 | 0.33 | 0.33 | 7.18  |
| 2012 | 0.35 | 0.66 | 0.57 | 0.35 | 0.35 | 0.27 | 0.27 | 6.82  |
| 2013 | 0.25 | 0.53 | 0.53 | 0.30 | 0.29 | 0.24 | 0.24 | 9.72  |
| 2014 | 0.31 | 0.59 | 0.62 | 0.36 | 0.28 | 0.21 | 0.21 | 8.14  |
| 2015 | 0.34 | 0.66 | 0.60 | 0.38 | 0.34 | 0.19 | 0.19 | 7.25  |
| 2016 | 0.35 | 0.68 | 0.56 | 0.29 | 0.33 | 0.23 | 0.23 | 7.38  |
| 2017 | 0.36 | 0.69 | 0.52 | 0.30 | 0.27 | 0.25 | 0.25 | 7.65  |
| 2018 | 0.29 | 0.63 | 0.57 | 0.32 | 0.38 | 0.32 | 0.32 | 7.12  |
| 2019 | 0.32 | 0.73 | 0.68 | 0.36 | 0.29 | 0.28 | 0.28 | 6.02  |
| 2020 | 0.25 | 0.62 | 0.68 | 0.35 | 0.36 | 0.26 | 0.26 | 7.20  |
| 2021 | 0.29 | 0.62 | 0.57 | 0.33 | 0.26 | 0.20 | 0.20 | 8.77  |
| 2022 | 0.27 | 0.52 | 0.54 | 0.28 | 0.29 | 0.21 | 0.21 | 10.14 |
| 2023 | 0.23 | 0.55 | 0.51 | 0.28 | 0.23 | 0.20 | 0.20 | 11.07 |
| 2024 | 0.23 | 0.49 | 0.47 | 0.26 | 0.22 | 0.17 | 0.17 | 13.14 |

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  | 4,475 | 2,376 | 1,439 | 903   | 1,251 | 32,872 |
| 1988 | 14,085 | 7,911  | 4,554 | 2,200 | 1,474 | 925   | 1,216 | 32,365 |
| 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 | 2,397 | 1,493 | 944   | 1,477 | 34,015 |
| 1992 | 14,521 | 8,493  | 4,848 | 2,462 | 1,560 | 1,007 | 1,502 | 34,393 |
| 1993 | 15,390 | 8,324  | 4,854 | 2,751 | 1,578 | 1,048 | 1,556 | 35,503 |
| 1994 | 16,142 | 8,335  | 4,461 | 2,657 | 1,793 | 1,080 | 1,647 | 36,115 |
| 1995 | 16,010 | 8,416  | 4,392 | 2,337 | 1,750 | 1,275 | 1,787 | 35,968 |
| 1996 | 17,842 | 8,322  | 4,333 | 2,120 | 1,457 | 1,231 | 2,041 | 37,345 |
| 1997 | 19,084 | 10,087 | 4,242 | 2,138 | 1,312 | 933   | 2,034 | 39,830 |
| 1998 | 18,125 | 10,343 | 4,315 | 1,992 | 1,265 | 847   | 1,974 | 38,861 |
| 1999 | 15,931 | 10,069 | 4,689 | 2,129 | 1,121 | 790   | 1,828 | 36,557 |
| 2000 | 14,039 | 9,237  | 4,380 | 2,168 | 1,184 | 647   | 1,674 | 33,330 |
| 2001 | 13,538 | 8,437  | 4,625 | 2,026 | 1,267 | 727   | 1,475 | 32,095 |
| 2002 | 14,492 | 8,741  | 4,365 | 2,214 | 1,193 | 773   | 1,414 | 33,192 |
| 2003 | 14,644 | 8,448  | 4,555 | 2,136 | 1,207 | 717   | 1,458 | 33,164 |
| 2004 | 15,417 | 8,708  | 4,971 | 2,536 | 1,236 | 702   | 1,413 | 34,984 |
| 2005 | 15,800 | 9,070  | 4,817 | 2,665 | 1,473 | 698   | 1,348 | 35,872 |
| 2006 | 18,211 | 9,433  | 5,008 | 2,525 | 1,579 | 886   | 1,328 | 38,969 |
| 2007 | 17,862 | 10,812 | 4,859 | 2,496 | 1,495 | 954   | 1,404 | 39,882 |
| 2008 | 16,296 | 10,289 | 4,850 | 2,496 | 1,502 | 887   | 1,503 | 37,823 |
| 2009 | 16,503 | 9,428  | 4,935 | 2,563 | 1,549 | 898   | 1,477 | 37,353 |
| 2010 | 16,021 | 9,424  | 4,523 | 2,675 | 1,521 | 947   | 1,459 | 36,570 |
| 2011 | 16,373 | 9,746  | 4,836 | 2,461 | 1,667 | 962   | 1,596 | 37,641 |
| 2012 | 15,323 | 9,246  | 4,688 | 2,377 | 1,400 | 979   | 1,555 | 35,568 |
| 2013 | 16,278 | 8,499  | 4,037 | 2,230 | 1,413 | 833   | 1,635 | 34,925 |
| 2014 | 17,648 | 9,957  | 4,212 | 2,007 | 1,391 | 890   | 1,632 | 37,736 |
| 2015 | 18,069 | 10,229 | 4,662 | 1,915 | 1,182 | 883   | 1,730 | 38,670 |
| 2016 | 18,043 | 10,129 | 4,472 | 2,158 | 1,100 | 710   | 1,817 | 38,429 |
| 2017 | 17,929 | 10,004 | 4,330 | 2,144 | 1,356 | 666   | 1,696 | 38,126 |
| 2018 | 17,204 | 9,881  | 4,238 | 2,170 | 1,345 | 875   | 1,558 | 37,270 |
| 2019 | 16,242 | 10,089 | 4,454 | 2,023 | 1,327 | 772   | 1,494 | 36,400 |
| 2020 | 14,629 | 9,276  | 4,106 | 1,895 | 1,194 | 841   | 1,442 | 33,384 |
| 2021 | 14,991 | 8,969  | 4,193 | 1,758 | 1,127 | 706   | 1,491 | 33,235 |
| 2022 | 14,978 | 8,830  | 4,079 | 1,991 | 1,066 | 735   | 1,521 | 33,201 |
| 2023 | 15,120 | 8,983  | 4,415 | 2,006 | 1,269 | 675   | 1,545 | 34,012 |
| 2024 | 16,776 | 9,490  | 4,354 | 2,243 | 1,279 | 850   | 1,531 | 36,522 |

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 | 3,043 | 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 | 20,462 |
| 1991 | 2,014 | 3,227 | 3,310 | 2,852 | 2,529 | 2,105 | 5,217 | 21,252 |
| 1992 | 1,977 | 3,242 | 3,597 | 2,929 | 2,643 | 2,245 | 5,304 | 21,937 |
| 1993 | 2,096 | 3,178 | 3,602 | 3,273 | 2,674 | 2,338 | 5,493 | 22,653 |
| 1994 | 2,198 | 3,182 | 3,310 | 3,160 | 3,039 | 2,409 | 5,815 | 23,113 |
| 1995 | 2,180 | 3,213 | 3,259 | 2,780 | 2,966 | 2,844 | 6,309 | 23,550 |
| 1996 | 2,429 | 3,177 | 3,215 | 2,521 | 2,469 | 2,744 | 7,207 | 23,762 |
| 1997 | 2,598 | 3,851 | 3,147 | 2,544 | 2,223 | 2,080 | 7,182 | 23,624 |
| 1998 | 2,468 | 3,948 | 3,202 | 2,369 | 2,144 | 1,889 | 6,971 | 22,991 |
| 1999 | 2,169 | 3,844 | 3,479 | 2,532 | 1,900 | 1,763 | 6,454 | 22,140 |
| 2000 | 1,911 | 3,526 | 3,250 | 2,579 | 2,005 | 1,443 | 5,912 | 20,628 |
| 2001 | 1,843 | 3,221 | 3,432 | 2,410 | 2,147 | 1,621 | 5,207 | 19,881 |
| 2002 | 1,973 | 3,337 | 3,239 | 2,634 | 2,022 | 1,724 | 4,994 | 19,922 |
| 2003 | 1,994 | 3,225 | 3,379 | 2,540 | 2,045 | 1,599 | 5,148 | 19,930 |
| 2004 | 2,099 | 3,324 | 3,689 | 3,016 | 2,094 | 1,566 | 4,990 | 20,778 |
| 2005 | 2,151 | 3,463 | 3,574 | 3,170 | 2,497 | 1,556 | 4,758 | 21,169 |
| 2006 | 2,480 | 3,601 | 3,716 | 3,003 | 2,675 | 1,975 | 4,690 | 22,140 |
| 2007 | 2,432 | 4,127 | 3,605 | 2,969 | 2,533 | 2,127 | 4,957 | 22,751 |
| 2008 | 2,219 | 3,928 | 3,599 | 2,969 | 2,545 | 1,978 | 5,309 | 22,545 |
| 2009 | 2,247 | 3,599 | 3,662 | 3,049 | 2,625 | 2,002 | 5,215 | 22,399 |
| 2010 | 2,181 | 3,598 | 3,356 | 3,182 | 2,577 | 2,112 | 5,151 | 22,156 |
| 2011 | 2,229 | 3,721 | 3,588 | 2,928 | 2,824 | 2,146 | 5,634 | 23,069 |
| 2012 | 2,086 | 3,530 | 3,479 | 2,828 | 2,371 | 2,183 | 5,489 | 21,966 |
| 2013 | 2,216 | 3,244 | 2,995 | 2,653 | 2,394 | 1,858 | 5,773 | 21,135 |
| 2014 | 2,403 | 3,801 | 3,126 | 2,387 | 2,356 | 1,984 | 5,763 | 21,820 |
| 2015 | 2,460 | 3,905 | 3,459 | 2,277 | 2,004 | 1,970 | 6,108 | 22,183 |
| 2016 | 2,457 | 3,867 | 3,318 | 2,567 | 1,864 | 1,584 | 6,415 | 22,072 |
| 2017 | 2,441 | 3,819 | 3,213 | 2,550 | 2,298 | 1,485 | 5,990 | 21,797 |
| 2018 | 2,342 | 3,772 | 3,144 | 2,581 | 2,278 | 1,952 | 5,503 | 21,572 |
| 2019 | 2,211 | 3,851 | 3,305 | 2,406 | 2,248 | 1,722 | 5,274 | 21,018 |
| 2020 | 1,992 | 3,541 | 3,047 | 2,254 | 2,024 | 1,876 | 5,091 | 19,824 |
| 2021 | 2,041 | 3,424 | 3,111 | 2,091 | 1,910 | 1,574 | 5,266 | 19,417 |
| 2022 | 2,039 | 3,371 | 3,027 | 2,368 | 1,806 | 1,640 | 5,372 | 19,623 |
| 2023 | 2,059 | 3,429 | 3,276 | 2,386 | 2,151 | 1,504 | 5,454 | 20,259 |
| 2024 | 2,284 | 3,623 | 3,230 | 2,667 | 2,168 | 1,895 | 5,405 | 21,272 |

## 補足資料 3 各種パラメータと評価結果の概要

補足表 3-1. 再生産関係式のパラメータ

| 再生産関係式      | 最適化法  | 自己相関 | a    | b      | S.D.  | $\rho$ |
|-------------|-------|------|------|--------|-------|--------|
| 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 3-2. 管理基準値と MSY

| 項目                | 値                                                                                                         | 説明                                                |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| SBmsy             | 39.3 千トン                                                                                                  | 最大持続生産量 MSY を実現する親魚量                              |
| SBtarget          | 13.1 千トン                                                                                                  | 暫定目標管理基準値。1～6 歳魚の最大持続生産量を達成するために必要な親魚量(SB84%msy)  |
| SBlimit           | 9.0 千トン                                                                                                   | 限界管理基準値。MSY の 60%の漁獲量が得られる親魚量(SB0.6msy)           |
| SBban             | 1.4 千トン                                                                                                   | 禁漁水準。MSY の 10%の漁獲量が得られる親魚量(SB0.1msy)              |
| Fmsy              | SBmsy を維持する漁獲圧<br>(1 歳, 2 歳, 3 歳, 4 歳, 5 歳, 6 歳, 7 歳以上)<br>=(0.14, 0.28, 0.26, 0.15, 0.16, 0.14, 0.14)    |                                                   |
| Ftarget (F84%msy) | SB84%msy を維持する漁獲圧<br>(1 歳, 2 歳, 3 歳, 4 歳, 5 歳, 6 歳, 7 歳以上)<br>=(0.27, 0.57, 0.52, 0.30, 0.31, 0.28, 0.28) |                                                   |
| %SPR (Fmsy)       | 25.6%                                                                                                     | Fmsy に対応する%SPR                                    |
| %SPR (Ftarget)    | 8.7%                                                                                                      | Ftarget 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                                                                                                   | SBtarget が達成された際に期待される平均総漁獲量<br>(最大持続生産量の 84%に相当) |

補足表 3-3. 最新年の親魚量と漁獲圧

| 項目                | 値                                                                                                   | 説明                                                    |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| SB2024            | 13.8 千トン                                                                                            | 2024 年の親魚量                                            |
| F2024             | 2024 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)=(0.23, 0.49, 0.47, 0.26, 0.22, 0.17, 0.17) |                                                       |
| U2024             | 22.6%                                                                                               | 2024 年の漁獲割合                                           |
| %SPR (F2024)      | 13.1%                                                                                               | 2024 年の%SPR                                           |
| %SPR (F2022-2024) | 11.4%                                                                                               | 現状(2022～2024 年)の漁獲圧に対応する%SPR*                         |
| 管理基準値との比較         |                                                                                                     |                                                       |
| SB2024/ SBmsy     | 0.35                                                                                                | 最大持続生産量 MSY を実現する親魚量(SBmsy)に対する 2024 年の親魚量の比          |
| SB2024/SBtarget   | 1.05                                                                                                | 1～6 歳魚の最大持続生産量を達成するために必要な(SB84%msy) に対する 2024 年の親魚量の比 |
| F2024/ Fmsy       | 1.57                                                                                                | SBmsy を維持する漁獲圧(Fmsy)に対する 2024 年の漁獲圧の比*                |
| F2024/ Ftarget    | 0.81                                                                                                | SBtarget を維持する漁獲圧(F84%msy)に対する 2024 年の漁獲圧の比**         |
| 親魚量の水準            | 暫定目標管理基準値を上回るが(1.05 倍)、MSY を実現する水準を下回る(0.35 倍)                                                      |                                                       |
| 漁獲圧の水準            | SBtarget を維持する水準は下回るが(0.81 倍)、SBmsy を維持する水準を上回るが(1.57 倍)                                            |                                                       |
| 親魚量の動向            | 増加                                                                                                  |                                                       |

\* 2024 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。

\*\*2024 年の選択率の下で Ftarget の漁獲圧を与える F を%SPR 換算して算出し求めた比率。

補足表 3-4. 2026 年の予測親魚量と予測漁獲量

| 2026 年の親魚量(予測平均値):15.9 千トン |                                 |                     |                                   |                    |
|----------------------------|---------------------------------|---------------------|-----------------------------------|--------------------|
| 項目                         | 2026 年の<br>漁獲量<br>予測平均値<br>(トン) | 90%<br>予測区間<br>(トン) | 現状の漁獲圧に<br>対する比<br>(F/F2022-2024) | 2026 年の<br>漁獲割合(%) |
| $\beta=1.0$                | 6,730                           | 6,680–6,780         | 1.14                              | 28                 |
| $\beta=0.9$                | 6,170                           | 6,130–6,220         | 1.03                              | 26                 |
| $\beta=0.8$                | 5,590                           | 5,550–5,640         | 0.91                              | 23                 |
| $\beta=0.7$                | 4,990                           | 4,950–5,030         | 0.80                              | 21                 |
| $\beta=0.6$                | 4,360                           | 4,330–4,390         | 0.68                              | 18                 |
| $\beta=0.5$                | 3,710                           | 3,680–3,730         | 0.57                              | 16                 |
| $\beta=0.4$                | 3,020                           | 3,000–3,050         | 0.46                              | 13                 |
| $\beta=0.3$                | 2,310                           | 2,300–2,330         | 0.34                              | 10                 |
| $\beta=0.2$                | 1,570                           | 1,560–1,590         | 0.23                              | 7                  |
| $\beta=0.1$                | 800                             | 800–810             | 0.11                              | 3                  |
| $\beta=0.0$                | 0                               |                     | 0                                 | 0                  |
| F2022-2024                 | 5,830                           | 5,790–5,880         | 1.00                              | 24                 |

補足表 3-5. ABC と予測親魚量

| 2026 年の<br>ABC<br>(トン)                                                                                                            | 2026 年の親魚量<br>予測平均値<br>(千トン) | 現状の漁獲圧に<br>対する比<br>(F/F2022-2024) | 2026 年の<br>漁獲割合(%) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|--------------------|
| 6,730                                                                                                                             | 15.9                         | 1.14                              | 28                 |
| コメント:<br>・ ABC の算定には、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」で取り纏められ「水産政策審議会」を経て定められた漁獲シナリオに則した漁獲管理規則を用いた。<br>・ 調整係数 $\beta$ は 1.0 が用いられる。 |                              |                                   |                    |

補足表 3-6. 異なる  $\beta$  を用いた将来予測結果

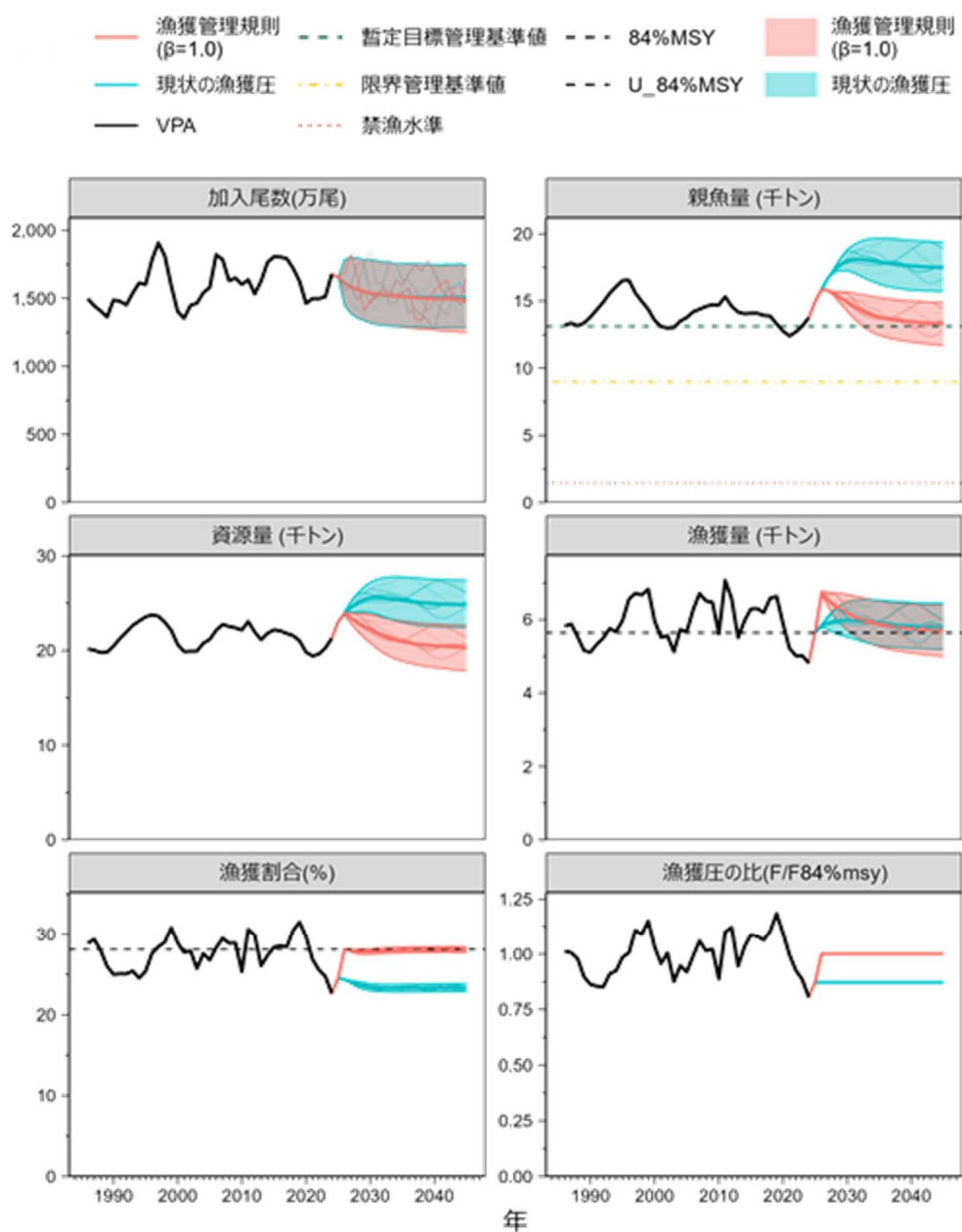
| 考慮している不確実性: 加入量 |                                  |                      |                                   |          |         |       |
|-----------------|----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|----------|---------|-------|
| 項目              | 2035 年<br>の親魚量<br>予測平均値<br>(千トン) | 90%<br>予測区間<br>(千トン) | 2035 年に親魚量が以下の<br>管理基準値を上回る確率 (%) |          |         |       |
|                 |                                  |                      | SBmsy                             | SBtarget | SBlimit | SBban |
| $\beta=1.0^*$   | 14.0                             | 12.7–15.5            | 0                                 | 86       | 100     | 100   |
| $\beta=0.9$     | 17.0                             | 15.4–18.8            | 0                                 | 100      | 100     | 100   |
| $\beta=0.8$     | 20.8                             | 18.8–22.9            | 0                                 | 100      | 100     | 100   |
| $\beta=0.7$     | 25.4                             | 23.1–28.0            | 0                                 | 100      | 100     | 100   |
| $\beta=0.6$     | 31.3                             | 28.4–34.3            | 0                                 | 100      | 100     | 100   |
| $\beta=0.5$     | 38.6                             | 35.2–42.3            | 36                                | 100      | 100     | 100   |
| $\beta=0.4$     | 47.9                             | 43.7–52.4            | 100                               | 100      | 100     | 100   |
| $\beta=0.3$     | 59.6                             | 54.5–65.1            | 100                               | 100      | 100     | 100   |
| $\beta=0.2$     | 74.4                             | 68.2–81.2            | 100                               | 100      | 100     | 100   |
| $\beta=0.1$     | 93.4                             | 85.7–101.8           | 100                               | 100      | 100     | 100   |
| $\beta=0.0$     | 117.5                            | 108.0–127.9          | 100                               | 100      | 100     | 100   |
| F2022-2024      | 18.2                             | 16.5–20.0            | 0                                 | 100      | 100     | 100   |

\*漁獲シナリオで使用する  $\beta$

#### 補足資料 4 再生産による加入のみを想定した場合の将来予測結果

再生産による加入のみを想定し、漁獲シナリオに即した漁獲管理規則（図 5-1）に従った漁獲を継続した場合の将来予測計算を行った（補足資料 2）。この将来予測に用いた各設定や計算方法は、2026 年以降の加入量に、現状の種苗放流の継続を想定した加入量を加味しないことを除き、ABC の算定に用いた将来予測計算と全て同じである。

将来予測の結果を補足図 4-1 および補足表 4-1、4-2、4-3、4-4 に示す。2026 年以降の加入量に再生産による加入のみを想定し、 $\beta$  を 1.0 とした漁獲シナリオに基づく管理を継続した場合、2035 年の平均親魚量の予測値は 13.8 千トン（90%予測区間は 12.4 千～15.3 千トン）、平均漁獲量は 5,860 トンであり、予測値が暫定目標管理基準値を上回る確率は 78%、限界管理基準値を上回る確率は 100%、SBmsy を上回る確率は 0%であった。



補足図 4-1. 再生産による加入のみを想定した上で漁獲シナリオに則した漁獲管理規則に従って漁獲を続けた場合（赤線）と現状の漁獲圧（F2022-2024）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暫定目標管理基準値、黄一点鎖線は限界管理基準値、赤点線は禁漁水準を示す。漁獲量の図の黒破線は1～6歳魚の最大持続生産量（84%MSY）を、漁獲割合の図の黒破線は暫定目標管理基準値を維持する漁獲割合の水準（U84%msy）を示す。本系群の漁獲シナリオでは調整係数  $\beta$  に1.0が用いられる。2025年の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧（F2022-2024）により仮定した。

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暫定目標・限界管理基準値を上回る確率

a) 暫定目標管理基準値を上回る確率 (%)

| $\beta$ | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1.0     | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 97   | 91   | 84   | 78   | 74   |
| 0.9     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.8     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.7     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.6     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.5     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.4     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.3     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.2     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.1     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.0     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 現状の漁獲圧  |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |

b) 限界管理基準値を上回る確率 (%)

| $\beta$ | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1.0     | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.9     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.8     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.7     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.6     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.5     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.4     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.3     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.2     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.1     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.0     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 現状の漁獲圧  |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |

$\beta$  を 0.0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2025 年の漁獲量は現状の漁獲圧（F2022-2024）から予測される 5,640 トンとし、2026 年から漁獲シナリオによる漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧（F2022-F2024、 $\beta$  は  $F_{msy}$  に対しては 1.70、 $F_{84\%msy}$  に対しては 0.87 に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足表 4-2. 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 SBmsy を上回る確率 (%)

| $\beta$ | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1.0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 0.9     |      |      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 0.8     |      |      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 0.7     |      |      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 0.6     |      |      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 0.5     |      |      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 5    | 16   | 26   | 34   |
| 0.4     |      |      | 0    | 0    | 0    | 0    | 25   | 92   | 99   | 100  | 100  | 100  |
| 0.3     |      |      | 0    | 0    | 0    | 51   | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.2     |      |      | 0    | 0    | 0    | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.1     |      |      | 0    | 0    | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.0     |      |      | 0    | 0    | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 現状の漁獲圧  |      |      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

$\beta$  を 0.0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2025 年の漁獲量は現状の漁獲圧（F2022-2024）から予測される 5,640 トンとし、2026 年から漁獲シナリオによる漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧（F2022-F2024、 $\beta$  は Fmsy に対しては 1.70、F84%msy に対しては 0.87 に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。

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）

| $\beta$ | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1.0     | 15   | 16   | 16   | 16   | 15   | 15   | 15   | 14   | 14   | 14   | 14   | 14   |
| 0.9     |      |      | 16   | 17   | 17   | 17   | 17   | 17   | 17   | 17   | 17   | 17   |
| 0.8     |      |      | 17   | 18   | 19   | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   |
| 0.7     |      |      | 18   | 19   | 21   | 23   | 24   | 24   | 25   | 25   | 25   | 25   |
| 0.6     |      |      | 18   | 21   | 24   | 26   | 28   | 29   | 30   | 30   | 31   | 31   |
| 0.5     |      |      | 19   | 23   | 26   | 30   | 33   | 35   | 36   | 37   | 38   | 38   |
| 0.4     |      |      | 20   | 25   | 29   | 34   | 38   | 42   | 44   | 46   | 47   | 48   |
| 0.3     |      |      | 21   | 27   | 33   | 39   | 45   | 50   | 54   | 57   | 59   | 60   |
| 0.2     |      |      | 21   | 29   | 37   | 45   | 54   | 61   | 66   | 70   | 73   | 76   |
| 0.1     |      |      | 22   | 31   | 41   | 52   | 63   | 73   | 81   | 87   | 92   | 96   |
| 0.0     |      |      | 23   | 34   | 46   | 60   | 75   | 88   | 99   | 108  | 116  | 122  |
| 現状の漁獲圧  |      |      | 17   | 17   | 18   | 18   | 18   | 18   | 18   | 18   | 18   | 18   |

$\beta$  を 0.0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2025 年の漁獲量は現状の漁獲圧（F2022-2024）から予測される 5,640 トンとし、2026 年から漁獲シナリオによる漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧（F2022-F2024、 $\beta$  は Fmsy に対しては 1.70、F84%msy に対しては 0.87 に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足表 4-4. 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）

| $\beta$ | 2025  | 2026  | 2027  | 2028  | 2029  | 2030  | 2031  | 2032  | 2033  | 2034  | 2035  | 2036  |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1.0     | 5,640 | 6,720 | 6,540 | 6,390 | 6,280 | 6,180 | 6,090 | 6,010 | 5,950 | 5,900 | 5,860 | 5,830 |
| 0.9     |       | 6,170 | 6,210 | 6,230 | 6,240 | 6,240 | 6,220 | 6,190 | 6,160 | 6,130 | 6,100 | 6,080 |
| 0.8     |       | 5,590 | 5,830 | 6,000 | 6,130 | 6,240 | 6,300 | 6,330 | 6,340 | 6,330 | 6,320 | 6,310 |
| 0.7     |       | 4,980 | 5,390 | 5,700 | 5,940 | 6,150 | 6,310 | 6,400 | 6,460 | 6,490 | 6,500 | 6,510 |
| 0.6     |       | 4,350 | 4,880 | 5,300 | 5,650 | 5,960 | 6,210 | 6,380 | 6,490 | 6,560 | 6,610 | 6,630 |
| 0.5     |       | 3,700 | 4,300 | 4,810 | 5,240 | 5,630 | 5,960 | 6,210 | 6,380 | 6,500 | 6,580 | 6,630 |
| 0.4     |       | 3,020 | 3,640 | 4,190 | 4,670 | 5,120 | 5,520 | 5,830 | 6,060 | 6,220 | 6,340 | 6,420 |
| 0.3     |       | 2,310 | 2,890 | 3,420 | 3,900 | 4,370 | 4,800 | 5,160 | 5,430 | 5,630 | 5,770 | 5,880 |
| 0.2     |       | 1,570 | 2,040 | 2,490 | 2,910 | 3,330 | 3,730 | 4,080 | 4,340 | 4,550 | 4,710 | 4,830 |
| 0.1     |       | 800   | 1,080 | 1,360 | 1,630 | 1,900 | 2,180 | 2,420 | 2,620 | 2,780 | 2,900 | 3,000 |
| 0.0     |       | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 現状の漁獲圧  |       | 5,820 | 5,900 | 5,950 | 5,970 | 5,980 | 5,970 | 5,950 | 5,930 | 5,910 | 5,890 | 5,870 |

$\beta$  を 0.0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2025 年の漁獲量は現状の漁獲圧（F2022-2024）から予測される 5,640 トンとし、2026 年から漁獲シナリオによる漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧（F2022-F2024、 $\beta$  は Fmsy に対しては 1.70、F84%msy に対しては 0.87 に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。

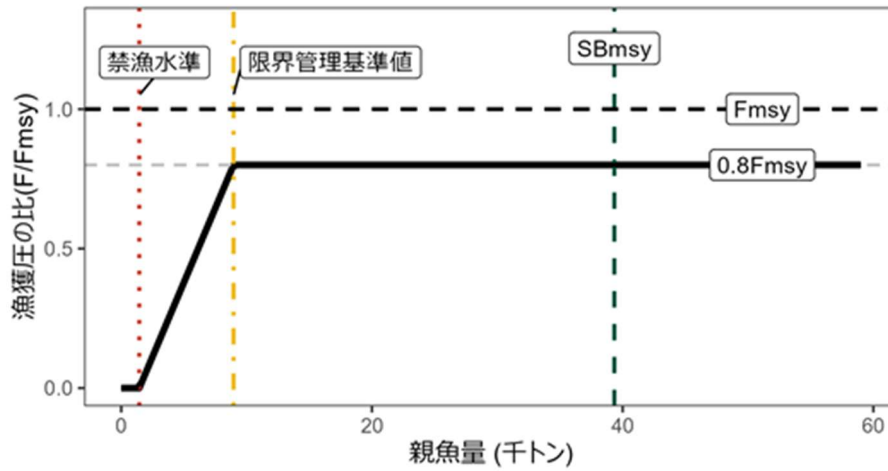
## 補足資料 5 SBmsy を目標管理基準値とした場合の将来予測結果

資源評価で推定した 2024 年の資源量から、コホート解析の前進法を用いて 2026～2059 年の将来予測計算を行った（補足資料 2）。この将来予測においても同様の加入量の不確実性を考慮し、2026 年以降に現状の種苗放流による加入も想定した場合と再生産による加入のみを想定した場合とのそれぞれについての将来予測を行った。2025 年の漁獲量は、予測される資源量と現状の漁獲圧（F2022-2024）から仮定した。2026 年以降の漁獲圧には、補足図 5-1 に示した漁獲管理規則を用いた。この漁獲管理規則は、親魚量が仮定した限界管理基準値以上にある場合には  $F_{msy}$  に調整係数  $\beta$  を乗じた漁獲圧とし、親魚量が仮定した限界管理基準値を下回った場合には仮定した禁漁水準まで直線的に漁獲圧を削減する規則である。各年に予測される親魚量をもとに漁獲管理規則で定められる漁獲圧と、各年に予測される資源量から、漁獲量を算出した。

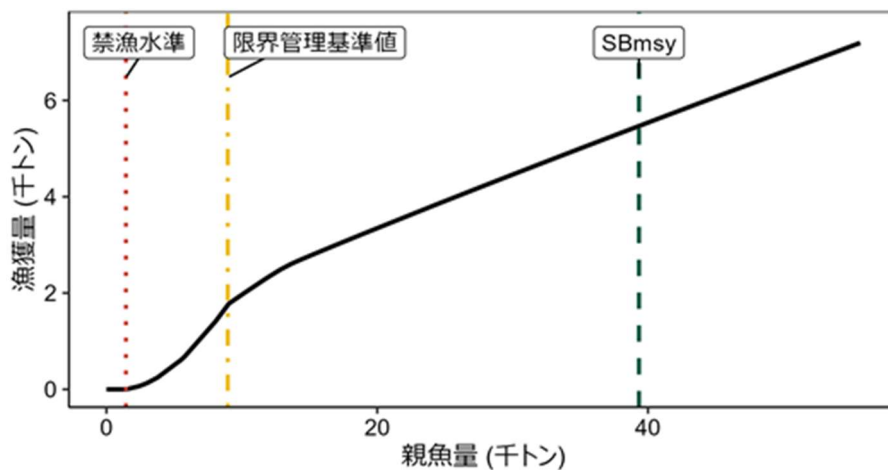
現状の種苗放流による加入も想定した場合の将来予測結果を補足図 5-2 および補足表 5-1、5-3a)、5-4a)に、再生産による加入のみを想定した場合の将来予測結果を補足図 5-3 および補足表 5-2、5-3b)、5-4b)に示す。

現状の種苗放流による加入も想定し、 $\beta$  を 0.8 とした漁獲管理規則に基づく管理を継続した場合、2035 年の平均親魚量の予測値は 48 千トン、平均漁獲量は 6,440 トンであり、予測値が SBmsy を上回る確率は 100%であった。一方、再生産による加入のみを想定し、同じ管理を継続した場合、2035 年の平均親魚量の予測値は 47 千トン、平均漁獲量は 6,340 トンであり、予測値が SBmsy を上回る確率は 100%であった。

a) 縦軸を漁獲圧にした場合

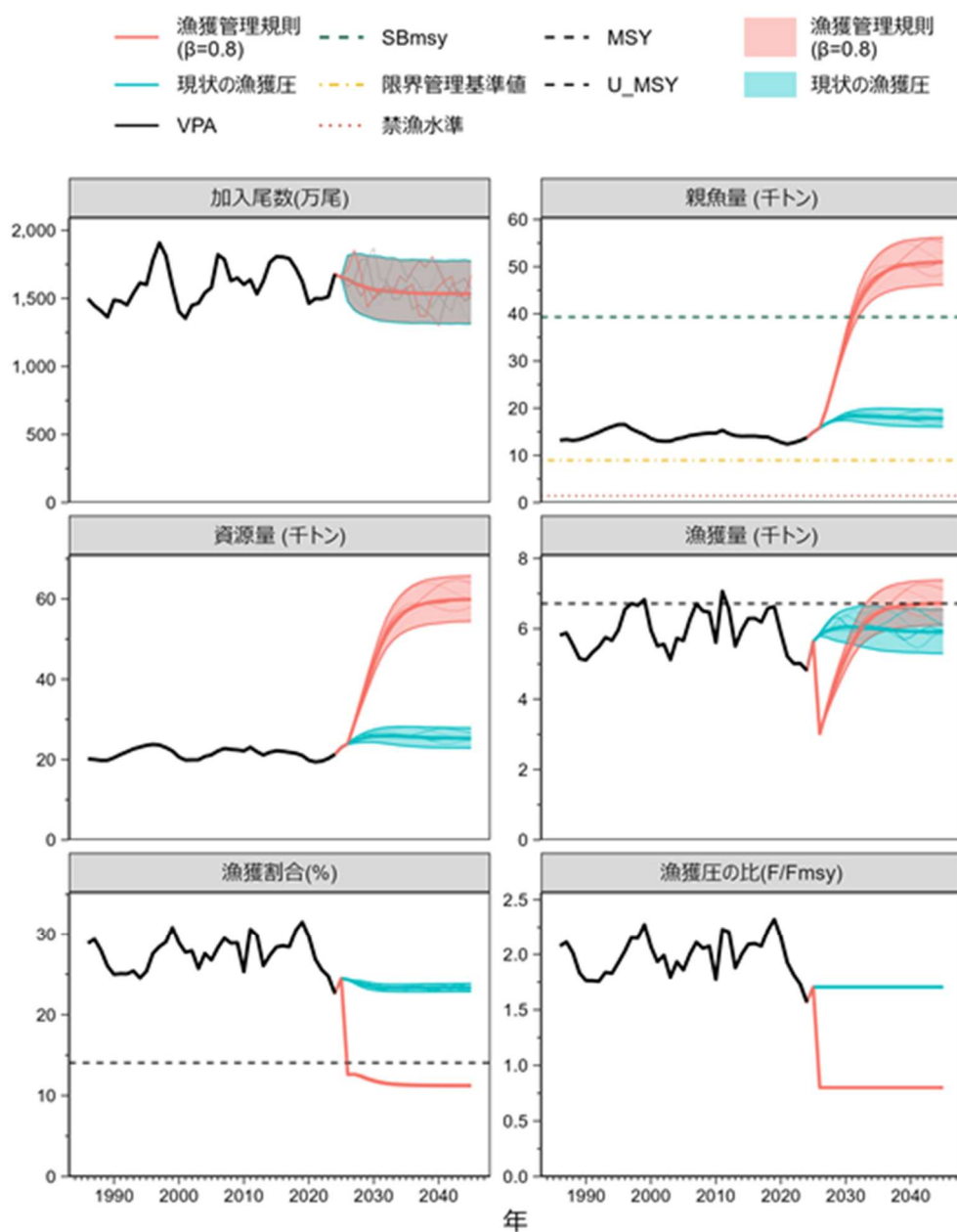


b) 縦軸を漁獲量にした場合



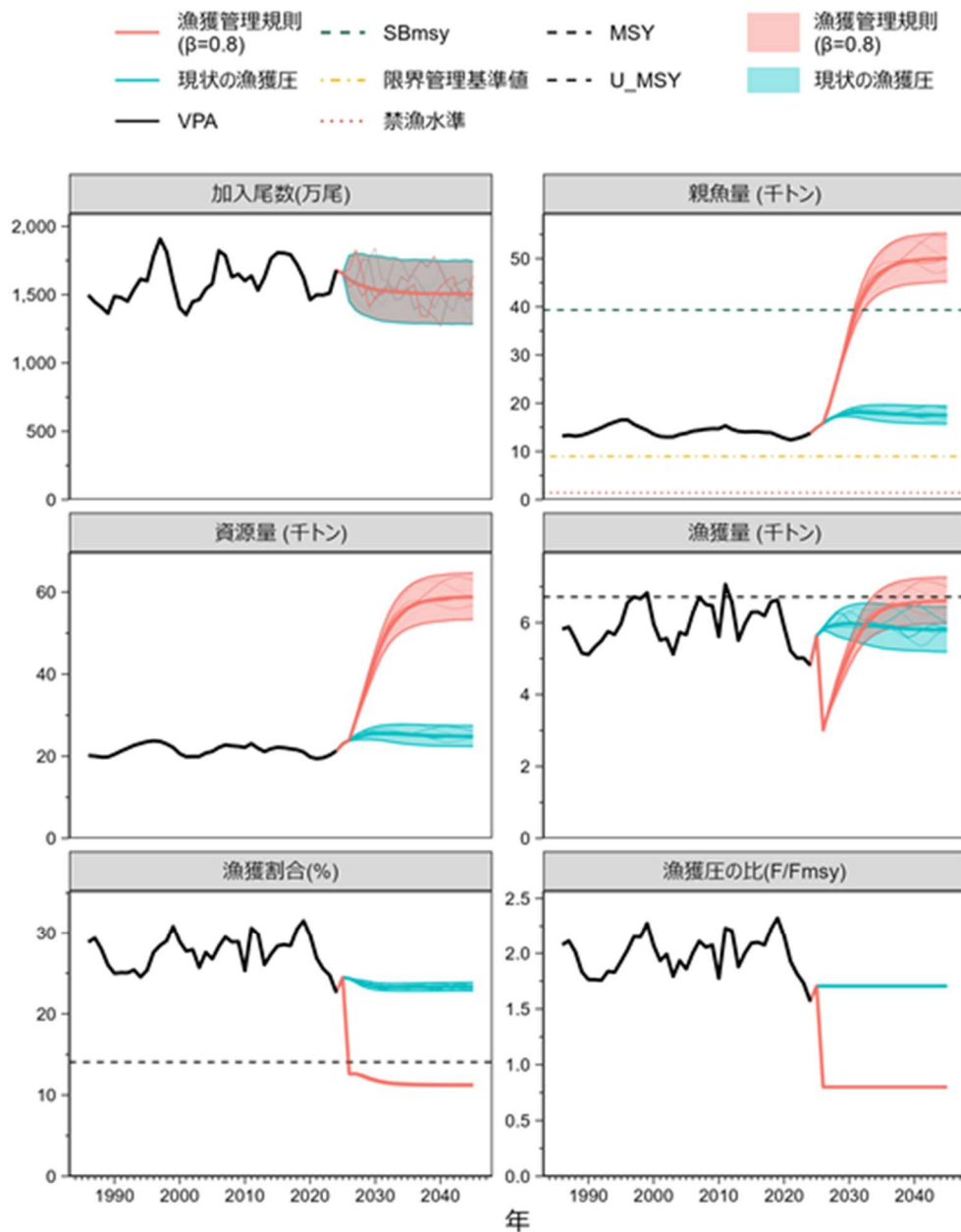
補足図 5-1. 将来予測で用いた漁獲管理規則

本将来予測計算では目標管理基準値を  $SB_{msy}$  と仮定した。限界管理基準値および禁漁水準は、それぞれ  $SB_{0.6msy}$  と  $SB_{0.1msy}$  と仮定した。調整係数  $\beta$  には 0.8 を用いた場合を例として示した。線種と色は、それぞれ黒破線が  $F_{msy}$ 、灰色破線が  $0.8F_{msy}$ 、黒太線が将来予測で用いた漁獲管理規則、赤点線が禁漁水準、黄一点鎖線が限界管理基準値、緑色破線が  $SB_{msy}$  を示している。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



補足図 5-2. 現状の放流による加入も想定した上で補足図 5-1 の漁獲管理規則に従って漁獲を続けた場合（赤色）と現状の漁獲圧（F2022-2024）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、黄一点鎖線は限界管理基準値、赤点線は禁漁水準を示す。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。漁獲管理規則での調整係数  $\beta$  には 0.8 を用いた。2025 年の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧（F2022-2024）により仮定した。現状の種苗放流による人工種苗由来の加入尾数は 2020～2024 年平均値（28.3 万尾）とした。



補足図 5-3. 再生産による加入のみを想定した上で補足図 5-1 の漁獲管理規則に従って漁獲を続けた場合（赤色）と現状の漁獲圧（F2022-2024）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、黄一点鎖線は限界管理基準値、赤点線は禁漁水準を示す。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。漁獲管理規則での調整係数 $\beta$ には0.8を用いた。2025年の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧（F2022-2024）により仮定した。

補足表 5-1. 現状の種苗放流による加入も想定した場合に将来の親魚量が SBmsy および限界管理基準値を上回る確率 (%)

a) SBmsy を上回る確率 (%)

| $\beta$ | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1.0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 9    | 25   | 38   | 46   |
| 0.9     |      |      | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 34   | 75   | 90   | 95   | 97   |
| 0.8     |      |      | 0    | 0    | 0    | 0    | 36   | 96   | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.7     |      |      | 0    | 0    | 0    | 2    | 98   | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.6     |      |      | 0    | 0    | 0    | 63   | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.5     |      |      | 0    | 0    | 0    | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.4     |      |      | 0    | 0    | 0    | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.3     |      |      | 0    | 0    | 47   | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.2     |      |      | 0    | 0    | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.1     |      |      | 0    | 0    | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.0     |      |      | 0    | 0    | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 現状の漁獲圧  |      |      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

b) 限界管理基準値を上回る確率 (%)

| $\beta$ | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1.0     | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.9     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.8     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.7     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.6     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.5     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.4     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.3     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.2     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.1     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.0     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 現状の漁獲圧  |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |

$\beta$  を 0.0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2025 年の漁獲量は現状の漁獲圧 (F2022-2024) から予測される 5,640 トンとし、2026 年から補足図 5-1 の漁獲管理規則による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧 (F2022-F2024、 $\beta$  は Fmsy に対しては 1.70、F84%msy に対しては 0.87 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 2020～2024 年平均値 (28.3 万尾) とした。

補足表 5-2. 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 SBmsy および限界管理基準値を上回る確率 (%)

a) SBmsy を上回る確率 (%)

| $\beta$ | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1.0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 6    | 17   | 28   | 35   |
| 0.9     |      |      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 24   | 64   | 83   | 90   | 93   |
| 0.8     |      |      | 0    | 0    | 0    | 0    | 26   | 93   | 99   | 100  | 100  | 100  |
| 0.7     |      |      | 0    | 0    | 0    | 1    | 96   | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.6     |      |      | 0    | 0    | 0    | 52   | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.5     |      |      | 0    | 0    | 0    | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.4     |      |      | 0    | 0    | 0    | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.3     |      |      | 0    | 0    | 36   | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.2     |      |      | 0    | 0    | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.1     |      |      | 0    | 0    | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.0     |      |      | 0    | 0    | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 現状の漁獲圧  |      |      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

b) 限界管理基準値を上回る確率 (%)

| $\beta$ | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1.0     | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.9     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.8     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.7     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.6     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.5     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.4     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.3     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.2     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.1     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.0     |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 現状の漁獲圧  |      |      | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |

$\beta$  を 0.0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2025 年の漁獲量は現状の漁獲圧 (F2022-2024) から予測される 5,640 トンとし、2026 年から補足図 5-1 の漁獲管理規則による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧 (F2022-F2024、 $\beta$  は Fmsy に対しては 1.70、F84%msy に対しては 0.87 に相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足表 5-3. 将来の平均親魚量（千トン）

## a) 現状の種苗放流による加入も想定した場合

| $\beta$ | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1.0     | 15   | 16   | 19   | 23   | 27   | 30   | 33   | 35   | 37   | 38   | 39   | 39   |
| 0.9     |      |      | 19   | 24   | 28   | 32   | 36   | 39   | 41   | 42   | 43   | 44   |
| 0.8     |      |      | 20   | 25   | 30   | 35   | 39   | 42   | 45   | 47   | 48   | 49   |
| 0.7     |      |      | 20   | 26   | 31   | 37   | 42   | 46   | 50   | 52   | 53   | 55   |
| 0.6     |      |      | 21   | 27   | 33   | 40   | 46   | 51   | 55   | 58   | 60   | 61   |
| 0.5     |      |      | 21   | 28   | 35   | 43   | 50   | 56   | 60   | 64   | 67   | 69   |
| 0.4     |      |      | 21   | 29   | 37   | 46   | 54   | 61   | 67   | 71   | 75   | 77   |
| 0.3     |      |      | 22   | 30   | 39   | 49   | 59   | 67   | 74   | 79   | 83   | 87   |
| 0.2     |      |      | 22   | 31   | 42   | 53   | 64   | 74   | 82   | 88   | 93   | 98   |
| 0.1     |      |      | 23   | 32   | 44   | 57   | 69   | 81   | 91   | 98   | 105  | 110  |
| 0.0     |      |      | 23   | 34   | 47   | 61   | 76   | 89   | 100  | 110  | 118  | 124  |
| 現状の漁獲圧  |      |      | 17   | 17   | 18   | 18   | 18   | 18   | 18   | 18   | 18   | 18   |

## b) 再生産による加入のみを想定した場合

| $\beta$ | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1.0     | 15   | 16   | 19   | 23   | 26   | 30   | 33   | 35   | 36   | 37   | 38   | 39   |
| 0.9     |      |      | 19   | 24   | 28   | 32   | 35   | 38   | 40   | 41   | 42   | 43   |
| 0.8     |      |      | 20   | 25   | 30   | 34   | 38   | 42   | 44   | 46   | 47   | 48   |
| 0.7     |      |      | 20   | 26   | 31   | 37   | 42   | 46   | 49   | 51   | 53   | 54   |
| 0.6     |      |      | 21   | 27   | 33   | 39   | 45   | 50   | 54   | 57   | 59   | 60   |
| 0.5     |      |      | 21   | 28   | 35   | 42   | 49   | 55   | 60   | 63   | 66   | 68   |
| 0.4     |      |      | 21   | 29   | 37   | 45   | 54   | 61   | 66   | 70   | 73   | 76   |
| 0.3     |      |      | 22   | 30   | 39   | 49   | 58   | 66   | 73   | 78   | 82   | 85   |
| 0.2     |      |      | 22   | 31   | 41   | 52   | 63   | 73   | 81   | 87   | 92   | 96   |
| 0.1     |      |      | 23   | 32   | 44   | 56   | 69   | 80   | 89   | 97   | 103  | 108  |
| 0.0     |      |      | 23   | 34   | 46   | 60   | 75   | 88   | 99   | 108  | 116  | 122  |
| 現状の漁獲圧  |      |      | 17   | 17   | 18   | 18   | 18   | 18   | 18   | 18   | 18   | 18   |

$\beta$  を 0.0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2025 年の漁獲量は現状の漁獲圧（F2022-2024）から予測される 5,640 トンとし、2026 年から補足図 5-1 の漁獲管理規則による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧（F2022-F2024、 $\beta$  は  $F_{msy}$  に対しては 1.70、 $F_{84\%msy}$  に対しては 0.87 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 2020～2024 年平均値（28.3 万尾）とした。

補足表 5-4.将来の平均漁獲量（トン）

## a) 現状の種苗放流による加入も想定した場合

| $\beta$ | 2025  | 2026  | 2027  | 2028  | 2029  | 2030  | 2031  | 2032  | 2033  | 2034  | 2035  | 2036  |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1.0     | 5,640 | 3,700 | 4,320 | 4,840 | 5,290 | 5,690 | 6,040 | 6,300 | 6,480 | 6,610 | 6,690 | 6,740 |
| 0.9     |       | 3,360 | 4,000 | 4,540 | 5,020 | 5,460 | 5,840 | 6,140 | 6,350 | 6,500 | 6,600 | 6,670 |
| 0.8     |       | 3,020 | 3,650 | 4,210 | 4,710 | 5,170 | 5,580 | 5,910 | 6,150 | 6,320 | 6,440 | 6,530 |
| 0.7     |       | 2,670 | 3,290 | 3,850 | 4,350 | 4,830 | 5,260 | 5,610 | 5,880 | 6,070 | 6,200 | 6,310 |
| 0.6     |       | 2,310 | 2,900 | 3,440 | 3,940 | 4,420 | 4,860 | 5,230 | 5,500 | 5,710 | 5,860 | 5,980 |
| 0.5     |       | 1,940 | 2,490 | 3,000 | 3,470 | 3,930 | 4,370 | 4,740 | 5,020 | 5,240 | 5,400 | 5,520 |
| 0.4     |       | 1,570 | 2,050 | 2,500 | 2,930 | 3,360 | 3,770 | 4,130 | 4,400 | 4,620 | 4,780 | 4,910 |
| 0.3     |       | 1,190 | 1,580 | 1,960 | 2,320 | 2,690 | 3,050 | 3,370 | 3,620 | 3,820 | 3,980 | 4,100 |
| 0.2     |       | 800   | 1,080 | 1,370 | 1,640 | 1,920 | 2,200 | 2,450 | 2,650 | 2,820 | 2,950 | 3,050 |
| 0.1     |       | 400   | 560   | 710   | 870   | 1,030 | 1,190 | 1,340 | 1,460 | 1,560 | 1,640 | 1,700 |
| 0.0     |       | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 現状の漁獲圧  |       | 5,830 | 5,940 | 6,000 | 6,040 | 6,060 | 6,050 | 6,040 | 6,030 | 6,010 | 5,990 | 5,970 |

## b) 再生産による加入のみを想定した場合

| $\beta$ | 2025  | 2026  | 2027  | 2028  | 2029  | 2030  | 2031  | 2032  | 2033  | 2034  | 2035  | 2036  |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1.0     | 5,640 | 3,690 | 4,300 | 4,800 | 5,230 | 5,630 | 5,960 | 6,210 | 6,380 | 6,500 | 6,580 | 6,630 |
| 0.9     |       | 3,360 | 3,980 | 4,510 | 4,970 | 5,400 | 5,760 | 6,050 | 6,250 | 6,390 | 6,490 | 6,560 |
| 0.8     |       | 3,010 | 3,640 | 4,180 | 4,660 | 5,110 | 5,510 | 5,830 | 6,060 | 6,220 | 6,340 | 6,420 |
| 0.7     |       | 2,660 | 3,270 | 3,820 | 4,310 | 4,770 | 5,190 | 5,540 | 5,790 | 5,970 | 6,100 | 6,200 |
| 0.6     |       | 2,310 | 2,890 | 3,410 | 3,900 | 4,370 | 4,800 | 5,160 | 5,420 | 5,620 | 5,770 | 5,880 |
| 0.5     |       | 1,940 | 2,480 | 2,970 | 3,430 | 3,890 | 4,310 | 4,670 | 4,950 | 5,150 | 5,310 | 5,430 |
| 0.4     |       | 1,570 | 2,040 | 2,480 | 2,900 | 3,320 | 3,720 | 4,070 | 4,340 | 4,540 | 4,700 | 4,830 |
| 0.3     |       | 1,190 | 1,570 | 1,940 | 2,300 | 2,670 | 3,020 | 3,330 | 3,570 | 3,760 | 3,910 | 4,030 |
| 0.2     |       | 800   | 1,080 | 1,350 | 1,620 | 1,900 | 2,170 | 2,420 | 2,620 | 2,770 | 2,900 | 3,000 |
| 0.1     |       | 400   | 560   | 710   | 860   | 1,020 | 1,180 | 1,320 | 1,440 | 1,540 | 1,610 | 1,680 |
| 0.0     |       | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 現状の漁獲圧  |       | 5,820 | 5,900 | 5,950 | 5,970 | 5,980 | 5,970 | 5,950 | 5,930 | 5,910 | 5,890 | 5,870 |

$\beta$  を 0.0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2025 年の漁獲量は現状の漁獲圧（F2022-2024）から予測される 5,640 トンとし、2026 年から補足図 5-1 の漁獲管理規則による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧（F2022-F2024、 $\beta$  は  $F_{msy}$  に対しては 1.70、 $F_{84\%msy}$  に対しては 0.87 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 2020～2024 年平均値（28.3 万尾）とした

## 補足資料 6 島根県における大型定置網の標準化 CPUE

本系群においてマダイを対象とする漁業の一つである島根県における大型定置網の日別・経営体別 CPUE について、標準化を実施した。使用したデータは 2007～2024 年の 1～12 月におけるマダイの日別・経営体（A～U のアルファベットで区別）別・海区（石見・隠岐・出雲）別の漁獲量と操業日（数）である。今回、使用したデータの CPUE（kg/日・経営体）は年平均で 35～46% のゼロキャッチを含む連続値のため、標準化モデルにはデルタ型一般化線形モデル（Lo et al. 1992）を用いた。このモデルは、有漁となる確率を予測するモデル（有漁確率モデル）と有漁時の CPUE を予測するモデル（有漁 CPUE モデル）の 2 つを別々に解析するものである。

1 段階目の有漁確率モデルでは、有漁確率を応答変数として、フルモデルの説明変数は、年（Year、カテゴリカル）、月（Month、カテゴリカル）、経営体（corp、カテゴリカル）、および、年と月、年と経営体の交互作用を用いた。これらの誤差は二項分布に従うと仮定した。2 段階目の有漁 CPUE モデルでは、CPUE の自然対数を応答変数とし、フルモデルの説明変数は 1 段階目の有漁確率と同様、誤差は正規分布に従うと仮定した。ベイズ情報量規準（BIC）を用いた総当たり法により、モデル選択を行った。

解析の結果、BIC が最小となるベストモデルは、いずれもフルモデルから年と経営体の交互作用を除く、以下のモデルであった。

有漁確率モデル：有漁確率  $\sim$  切片 + 年 + 月 + 経営体 + 年  $\times$  月

有漁時 CPUE モデル： $\ln(\text{CPUE}) \sim$  切片 + 年 + 月 + 経営体 + 年  $\times$  月

ベストモデルにおいて、有漁か否かの判別性能と、有漁 CPUE の残差の正規性・等分散性に大きな問題がないことを確認し、これらのモデルを用いて標準化 CPUE を計算した。

島根県における大型定置網の標準化 CPUE（1 日 1 経営体あたりの漁獲量）は、2007 年以降、短期間の増減を繰り返しているが、2018 年までは全体として漸減傾向、以降は漸増傾向を示した（図 4-1、表 4-1）。なお、本標準化手法の詳細については別紙ドキュメント（FRA-SA2025-SC08-0701）に示した。

## 引用文献

Lo, N. C. H., L. D. Jacobson and J. L. Squire (1992) Indices of relative abundance from fish spotter data based on Delta-Lognormal models. Can. J. Fish. Aquat. Sci., **49**, 2515-2526.