

## 令和 8（2026）年度マダラ本州太平洋北部系群の 管理基準値等に関する研究機関会議資料

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（藤原邦浩・鈴木勇人・森川英祐・  
時岡 駿・下光利明・富樫博幸・古庄 誠・永尾次郎）

参画機関：青森県産業技術センター水産総合研究所、岩手県水産技術センター、宮城県水産  
技術総合センター、福島県水産海洋研究センター、福島県水産資源研究所、茨城  
県水産試験場、海洋生物環境研究所

### 提 案

#### 管理基準値

- 目標管理基準値は、MSY を実現する親魚量（SB<sub>msy</sub>）で 11.7 千トン
- 限界管理基準値は、MSY の 60% を実現する親魚量（SB<sub>0.6msy</sub>）で 3.5 千トン
- 禁漁水準は、MSY の 10% を実現する親魚量（SB<sub>0.1msy</sub>）で 0.5 千トン

#### 漁獲管理規則

- 親魚量が限界管理基準値を下回ると漁獲圧を下げる規則を適用する。
- 漁獲圧の上限は SB<sub>msy</sub> を維持する漁獲圧（F<sub>msy</sub>）に調整係数  $\beta$  を乗じたものとする。

#### 調整係数 $\beta$

- $\beta$  が 0.85 以下であれば 10 年後のいずれでも親魚量は目標管理基準値を 50% 以上の確率で上回ると推定された。その一方、5 年後に目標管理基準値を上回る確率が 50% 以上となるのは、 $\beta$  が 0.60 以下であると推定された。
- 今後 5 年間は親魚量の回復を促す必要があるため、 $\beta$  の値は 0.8 以下にしておく方が望ましい。

#### 提案に用いた管理規則

- 「令和 8（2026）年度漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針（FRA-SA2026-ABCWG02-01）」（水産研究・教育機構 2026）で示された 1A 資源の管理規則

#### 提案に用いた再生産関係

- 再生産関係式には自己相関を考慮するリッカー型関係式を適用し、パラメータ推定には最小二乗法を用いた。

#### その他

- 本系群の漁期年は 4 月から翌年 3 月である。
- 直近年（2025 年）の親魚量は SB<sub>msy</sub> の 0.38 倍である。現状の漁獲圧（2022～2024 年の平均）は SB<sub>msy</sub> を維持する漁獲圧（F<sub>msy</sub>）の 0.77 倍である。

#### English title (authors)

Scientific meeting report on reference points of the northern Pacific stock of Pacific cod of Honshu (fiscal year 2026)

(Kunihiro Fujiwara, Yuto Suzuki, Eisuke Morikawa, Shun Tokioka, Toshiaki Shitamitsu, Hiroyuki Togashi, Makoto Furusho, Jiro Nagao)

文中で引用する補足資料、図表番号の後に（SC 図 1-2）（SC 表 4-3）などの記載があるものは本資料後段に結合した資源評価報告書の該当番号の図表を参照してください。



## 1. 再生産関係

### 1-1) 使用するデータセット

本資源の再生産関係式の設定は「令和 8（2026）年度漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針（FRA-SA2026-ABCWG02-01）」（水産研究・教育機構 2026a）に従い、以下のデータセットを使用して実施した。解析には R パッケージ `frasyr`（コミット番号：4d6862f）を用いた。`frasyr` で用いた式の詳細は「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（令和 8 年度研究機関会議版）（FRA2026-ABCWG02-04）」（水産研究・教育機構 2026b）を参照のこと。

| データセット  | 基礎情報、関係調査等                               |
|---------|------------------------------------------|
| 資源量・親魚量 | 令和 8(2026)年度 マダラ本州太平洋北部系群の資源評価(水産庁・水産機構) |

### 1-2) 再生産関係の検討

本系群の管理基準値案の算出および将来予測計算に使用する再生産関係（補足資料 1）として、ホッカー・スティック型（HS）再生産関係、リッカー型（RI）再生産関係、およびベバートン・ホルト型（BH）再生産関係を仮定した場合について検討した。

再生産関係式のパラメータ推定のための最適化方法には、最小二乗法および最小絶対値法を検討した。残差に自己相関を考慮したモデルと考慮しないモデルを検討し、さらに自己相関を考慮したモデルでは、再生産関係のパラメータと自己相関係数を同時に推定した場合（同時推定）と、再生産関係のパラメータを推定したのちに自己相関係数を推定した場合（二段階推定）の両方を検討した。再生産関係データとしては令和 8（2026）年度の資源評価で推定された 1996～2023 年漁期の親魚量と翌年（1997～2024 年漁期）の 1 歳時点の加入量の推定値を使用した。直近の 2025 年漁期の加入量の推定値は不確実性が高いと考えられることから使用しなかった。補正赤池情報量規準（AICc）を比較すると、いずれの再生産関係式においても、最小二乗法を用いた場合の方が最小絶対値法を用いた場合よりも小さかった。また、残差に自己相関を考慮したモデルの方が考慮しないモデルよりも小さかった。これらのことを踏まえた再生産関係の検討候補を表 1a に示す。

検討した再生産関係から予測される加入量と観測値（資源評価値）の残差は、いずれの再生産関係式を用いた場合でも正規分布に従うことが確認されたため、最適化法には最小二乗法を用いることとした。いずれの再生産関係式でも残差の自己相関は有意であり、自己相関を考慮する必要性が認められた。同時推定と二段階推定の自己相関係数は HS 型では近い値を示していた一方で、RI 型および BH 型ではやや差が大きかった。年別のデータを除くことによるパラメータへの影響をジャックナイフ法で調べたところ、BH 型の自己相関同時推定、二段階推定および RI 型の二段階推定で影響が大きかった一方で、HS 型の同時推定および二段階推定および RI 型の同時推定では影響が小さく、安定していることが示された（表 1a、補足資料 1）。2 段階推定と同時推定の AIC は直接比較できないが、ブートストラップやジャックナイフの結果から、同時推定を用いた場合でも推定パラメータは比較的安定しており、同時推定でも頑健なパラメータ推定が得られていると判断し、同時推定の結果を採用することとした。

### 1-3) 再生産関係の候補

上述の通り、本系群の再生産関係の候補としては、「再生産関係の決定に関するガイドライン（FRA-SA2026-ABCWG02-05）」（水産研究・教育機構 2026c）の a（予測力）および b（生物学的妥当性）の基準に従い、本系群の再生産関係の候補として、最適化法を最小二乗法とし、自己相関を同時推定した RI 型再生産関係を提案する（SC 図 4-11）。この再生産関係のパラメータ推定値を表 1b に示した。

これは、上述の検討の結果に加え、本海域では大型のマダラによる小型のマダラの捕食が確認されていること（橋本 1974）、魚食性は 2 歳以上から高まること（Narimatsu et al. 2015）、

資源が高水準期になると 2 歳以上の個体が 0 歳魚の分布域に進出し、分布の重複が起こるようになることから（三澤ほか 2020）、親魚を含む 2 歳以上の個体の増大は、加入の減少につながると考えられるためである。

## 2. 管理基準値

### 2-1) データセットおよび計算方法

最大持続生産量(MSY)に対応する管理基準値等の算出、および将来予測は、「令和 8 (2026) 年度漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針 (FRA-SA2026-ABCWG02-01)」(水産研究・教育機構 2026a) の 1 系資源の管理規則に従い、1-3) で候補とした再生産関係と、令和 8 年度の資源評価における将来予測計算に用いた各種設定(自然死亡係数、成熟率、年齢別平均体重)を使用して実施した。本年度の資源評価では 2022~2024 年漁期の漁獲係数(F 値)の平均値を用いた(表 2)。本系群では、平均世代時間(6 年)の 30 倍の年数のシミュレーション期間後を平衡状態と仮定し、その際の平均漁獲量が最大化される F 値を  $F_{msy}$ 、その  $F_{msy}$  で漁獲した場合の平衡状態での平均親魚量を  $SB_{msy}$  とした。

### 2-2) 管理基準値

目標管理基準値( $SB_{target}$ )として MSY 水準における親魚量( $SB_{msy}$ : 11.7 千トン)、限界管理基準値( $SB_{limit}$ )として MSY の 60%の漁獲が得られる親魚量( $SB_{0.6msy}$ : 3.5 千トン)、禁漁水準( $SB_{ban}$ )として MSY の 10%の漁獲が得られる親魚量( $SB_{0.1msy}$ : 0.5 千トン)を用いることを提案する。これらの基準値について、漁業がなかった場合を仮定した初期親魚量( $SB_0$ )に対する比、対応する漁獲圧の下での平衡状態における平均漁獲量、対応する漁獲圧の現状の漁獲圧に対する比などを表 3 に示す。目標管理基準値として提案する  $SB_{msy}$  は  $SB_0$  の 23%に相当し、その親魚量において期待できる漁獲量の平均値(MSY)は 17.8 千トンである。また、目標管理基準値に対応する漁獲圧( $SB_{msy}$  を維持する漁獲圧:  $F_{msy}$ )の、現状の漁獲圧に対する比( $F_{msy}/F_{current}$ )は 1.19 で、その時の漁獲割合( $U_{msy}$ )は 38%である。限界管理基準値として提案する  $SB_{0.6msy}$  は  $SB_0$  の 7%、禁漁水準として提案する  $SB_{0.1msy}$  は  $SB_0$  の 1%である。なお、令和 7 度の資源評価で現状の漁獲圧を算出した際の参照年(2021-2023 年)における平均の年齢別漁獲係数(1 歳: 0.37、2 歳: 0.54、3 歳: 0.53、4 歳: 0.69、5 歳: 1.09、6 歳以上: 1.09)の選択率を MSY 管理基準値の算出に用いた場合では、 $SB_{msy}$  の差は 7%程度であった。

F を変えた場合の平衡状態における親魚量およびこれに対する年齢別漁獲量の平均値を SC 図 4-12 に示す。親魚量が限界管理基準値以下では、期待できる漁獲は 3 歳以下の個体がほとんどを占める。目標管理基準値である  $SB_{msy}$  以上の親魚量では、漁獲に占める 2 歳魚の割合が最も多いものの、高齢魚の占める比率が高くなる。

### 2-3) 神戸プロット

目標管理基準値である  $SB_{msy}$  と、その時の漁獲圧  $F_{msy}$  を基準にした神戸プロットを SC 図 4-13 に示す。本系群における漁獲係数(F 値)は、30 年のうち 22 年で MSY を実現する水準を上回っているが、2011~2012 年漁期ならびに 2022 年漁期以降は  $F_{msy}$  を実現する水準を下回っていたと判断される。現状の親魚量(2025 年漁期の親魚量: 4.4 千トン)は目標管理基準値  $SB_{msy}$  を下回っている。現状の親魚量に対する目標管理基準値、限界管理基準値、および禁漁水準の比は、それぞれ 2.61、0.79 および 0.10 である。

### 2-4) 漁獲管理規則

本資料で提案する漁獲管理規則は、限界管理基準値および禁漁水準となる親魚量を閾値として漁獲管理の基礎となる漁獲係数(F 値)を変えるルールであり、親魚量が限界管理基準値を下回ると禁漁水準まで直線的に漁獲圧を下げる。F 値の上限は  $F_{msy}$  には調整係数  $\beta$  を乗じたものである。限界管理基準値および禁漁水準に標準値を用いた場合(すなわち、 $SB_{limit}$  は  $SB_{0.6msy}$ 、 $SB_{ban}$  は  $SB_{0.1msy}$  の場合)の漁獲管理規則における親魚量と漁獲係

数の関係を SC 図 5-1a に、この漁獲管理規則で漁獲した場合に期待できる平均的な漁獲量との関係を SC 図 5-1b に示す。図に例示した漁獲管理規則は、いずれも  $\beta$  に標準値である 0.8 を用いた。

## 2-5) 漁獲管理規則に基づく資源の将来予測

### (1) 調整係数 $\beta$ に標準値を用いた場合

限界管理基準値と禁漁水準に標準値を用いて、 $\beta$  を 0.8 とした漁獲管理規則で将来予測した場合の、資源量、親魚量、漁獲量、加入量、および努力量の増減率の推移を SC 図 5-2 に示す。なお今回の将来予測では、漁獲管理規則による漁獲制御は 2027 年漁期から開始し、2026 年漁期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。F2022-2024 は、2022～2024 年の F 値の単純平均とした。将来予測の方法は補足資料 2 に示した。

予測される 2027 年漁期の親魚量は限界管理基準値を上回っているため、漁獲管理規則に従い、まず  $\beta F_{msy}$  での漁獲が行われる。 $\beta=0.8$  の場合、 $\beta F_{msy}$  での漁獲圧は、現在の漁獲努力量と同程度の漁獲圧に相当する。中長期的には、 $\beta F_{msy}$  での漁獲の継続により漁獲量および親魚量は平均的には MSY 水準へ向かって推移していくと予測される。

### (2) 調整係数 $\beta$ を変えた場合

漁獲管理規則を用いた将来予測について、調整係数  $\beta$  を 0.0～1.0 の間で変えた場合の親魚量が目標管理基準値を上回る確率、限界管理基準値を上回る確率、禁漁水準を上回る確率、親魚量平均値の推移、および漁獲量平均値の推移を SC 表 5-2 および 5-3 に示した。それぞれの表には、現状の漁獲圧 (F2022-2024) で漁獲を継続した場合の結果も比較のため示した。本資源の親魚量が目標管理基準値を上回る確率は 2026 年漁期と 2027 年漁期はそれぞれ 8% と 0% であるが、漁獲管理規則にも基づく漁獲開始から 10 年後の 2037 年漁期には、 $\beta$  が 0.8 であれば 61% の確率で目標管理基準値を上回ると予測された (表 4、SC 表 5-2a)。また、 $\beta$  が 0.85 以下であれば、2037 年漁期に 50% 以上の確率で目標管理基準値を上回ると予測された。ただし、漁獲管理規則での漁獲開始から 5 年後の 2032 年漁期までに目標管理基準値を上回る確率は  $\beta$  が 0.85 であれば 19%、 $\beta$  が 0.8 であれば 24% と低い (SC 表 5-2a)。

また、どの  $\beta$  でも限界管理基準値を上回る確率は 2032 年漁期以降は 90% 以上と予想されるが、2029 年漁期に 90% 以上の確率で上回るのは  $\beta$  が 0.7 以下であると予想された。(表 4、SC 表 5-2b)。なお、表 4 に、上述の結果を要約したものを示すとともに、親魚量や漁獲量に係るリスクについて評価した結果を示した。

## 3. まとめ

本資源では、資源評価で推定された 1997～2024 年漁期の加入量および 1996～2023 年漁期の親魚量 (不確実性の高い直近年のデータを除く) に基づき、再生産関係モデルとして自己相関を考慮する RI 型再生産関係式を適用し、そのパラメータを最小二乗法により推定することを提案する。

目標管理基準値は MSY を実現する資源水準と定められていることから、上記の再生産関係から推定される  $SB_{msy}$  (1.17 万トン) とすることを提案する。限界管理基準値、禁漁水準には、標準値である  $SB_{0.6msy}$  (3.5 千トン)、 $SB_{0.1msy}$  (0.5 千トン) をそれぞれ提案する。

現在の本系群の親魚量は目標管理基準値を大きく下回るが、限界管理基準値は上回ると考えられる。また、 $SB_{msy}$  を維持する漁獲割合は 38%、その漁獲圧 ( $F_{msy}$ ) は現状の漁獲圧 (F2022-2024) の 1.2 倍である (表 3)。 $\beta$  が標準値の 0.8 である場合、10 年後の親魚量は 50% 以上の確率で MSY 水準に維持されると予測される。

## 4. 今後の検討事項

再生産関係では、自己相関が有意であり、年代による傾向が認められている。また、データのある年数が比較的に短いため、将来予測においては不確実性が高い。黒潮大蛇行の終息に伴い、再び東北海域の海洋環境は変動していると予想されることから、調査船等によるモニ

タリングを継続して、加入動向を詳細把握して速やかに対応していく必要がある。

## 5. 引用文献

- 橋本良平 (1974) 東北海区漁場におけるマダラの食性と生息水深の変動に関する研究. 東北水研研報, **33**, 51-67.
- 市野川桃子・西嶋翔太・向 草世香・黒田啓行・大下誠二 (2022) 改正漁業法下での様々な代替管理規則の検討：マイワシ 2 系群を例に. 日本水産学会誌. DOI: 10.2331/suisan.21-00041.
- 三澤 遼・成松庸二・鈴木勇人・森川英祐・時岡 駿・永尾次郎 (2020) 2019 年底魚類現存量調査結果. 東北底魚研究, **40**, 30-52.
- Narimatsu, Y., T. Sohtome, M. Yamada, Y. Shigenobu, Y. Kurita, T. Hattori and R. Inagawa (2015) Why do the radionuclide concentrations of Pacific cod depend on the body size? In: Impact of the Fukushima nuclear accident on fish and fishing grounds, ed. K. Nakata and H. Sugisaki, Springer Japan, Tokyo, pp. 123-138.
- 水産研究・教育機構 (2026a) 令和 8 (2026) 年度漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針. FRA-SA2026-ABCWG02-01, 水産研究・教育機構, 横浜.
- 水産研究・教育機構 (2026b) 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(令和 8 年度研究機関会議版). FRA-SA2026-ABCWG02-04, 水産研究・教育機構, 横浜.
- 水産研究・教育機構 (2026c) 再生産関係の決定に関するガイドライン. FRA-SA2026-ABCWG02-05, 水産研究・教育機構, 横浜.
- 水産研究・教育機構 (2026d) 代替漁獲管理規則(代替ルール)を提案する際のガイドライン(令和 8 年度) (FRA-SA2026-ABCWG02-06, 水産研究・教育機構, 横浜.

表 1. 再生産関係式の検討候補と選択した再生産関係のパラメータ推定値

## a) 再生産関係式の検討候補

| 再生産関係式          | 最適化法         | 自己相関 | 推定方法      | AICc        |
|-----------------|--------------|------|-----------|-------------|
| <b>リッカー(RI)</b> | <b>最小二乗法</b> | 有    | <b>同時</b> | <b>41.5</b> |
| ホッケー・スティック(HS)  | 最小二乗法        | 有    | 同時        | 42.3        |
| ベバートン・ホルト(BH)   | 最小二乗法        | 有    | 同時        | 43.0        |
| リッカー(RI)        | 最小二乗法        | 有    | 二段階       | 52.7        |
| ホッケー・スティック(HS)  | 最小二乗法        | 有    | 二段階       | 50.0        |
| ベバートン・ホルト(BH)   | 最小二乗法        | 有    | 二段階       | 53.2        |

推奨する再生産関係式を太字とした。自己相関パラメータの推定には、再生産関係式のパラメータと同時に推定する同時推定法と二段階推定法をそれぞれ用いた。二段階推定法の AICc は自己相関を仮定しない 1 段階目の AICc が示されている。最小絶対値法も検討したがどの場合でも AIC は最小二乗法のほうが小さかったため、ここでは、最小二乗法の結果のみを示した。

## b) 選択した再生産関係のパラメータ推定値

| 再生産関係式 | 最適化法  | 自己相関 | a     | b                     | S.D.  | $\rho$ |
|--------|-------|------|-------|-----------------------|-------|--------|
| リッカー型  | 最小二乗法 | 有    | 6.918 | $1.09 \times 10^{-4}$ | 0.420 | 0.743  |

a と b はそれぞれ再生産関係式のパラメータであり、S.D. は加入のばらつきの大きさをあらわす指標（自己相関を考慮した後の対数残差の標準偏差）、 $\rho$  は自己相関係数である。

表 2. MSY 管理基準値等の算出および将来予測計算に用いた各種設定

| 年齢 | 自然死亡<br>係数 | 成熟率<br>(*1)         | 平均重量<br>(g) (*2) | 選択率<br>(*3) | 現状の漁獲圧<br>(Fcurrent) (*3) |
|----|------------|---------------------|------------------|-------------|---------------------------|
| 1  | 0.357      | 0                   | 285              | 0.22        | 0.26                      |
| 2  | 0.357      | 0                   | 1,171            | 0.34        | 0.41                      |
| 3  | 0.357      | 0.29<br>(0.01~0.73) | 2,350            | 0.42        | 0.51                      |
| 4  | 0.357      | 0.75<br>(0.34~0.96) | 3,899            | 0.61        | 0.73                      |
| 5  | 0.357      | 1                   | 5,598            | 1.00        | 1.20                      |
| 6+ | 0.357      | 1                   | 7,780            | 1.00        | 1.20                      |

\*1：成熟率は 1996～2025 年の平均および 3 歳と 4 歳の最低・最高を示した。3、4 歳の成熟割合（Maa）はそれぞれ以下の式による値を将来予測に用いた。N はそれぞれの年齢における資源尾数である。なお、MSY で平衡状態になったときの 3 歳と 4 歳の平均成熟率はそれぞれ 0.21、0.70 である。

$$3 \text{ 歳} : \text{Maa} = -4.80 \times 10^{(-8)} N_{\text{age}3} + 0.46 \quad (0.73 \geq \text{Maa} \geq 0.01)$$

$$4 \text{ 歳} : \text{Maa} = -3.21 \times 10^{(-8)} N_{\text{age}4} + 0.80 \quad (0.96 \geq \text{Maa} \geq 0.34)$$

\*2：体重は、1996～2025 年の平均である。

\*3：Fcurrent は 2022～2024 年の F 値の年齢別平均値であり、選択率は Fcurrent の選択率である。

表 3. 各種管理基準値における平衡状態のときの平均親魚量、直近（2025 年）の親魚量に対する比、漁業がなかった場合を仮定した初期親魚量（SB0）に対する比、期待できる平均漁獲量、%SPR 換算した漁獲圧、漁獲割合、現状の漁獲圧（2022～2024 年の漁獲圧）に対する漁獲圧の比、および SBmsy を維持する漁獲圧における年齢別漁獲係数（Fmsy）

| 管理基準値                                              | 親魚量<br>(千トン) | 現状の<br>親魚量に<br>対する比 | 初期<br>親魚量に<br>対する比                                                      | 期待できる<br>平均漁獲量<br>(千トン) | 漁獲圧<br>(%SPR)* | 漁獲<br>割合 | 現状の<br>漁獲圧に<br>対する比 |
|----------------------------------------------------|--------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------|----------|---------------------|
| 目標管理<br>基準値                                        |              |                     |                                                                         |                         |                |          |                     |
| 最大持続生産量<br>MSY を実現する<br>親魚量(SBmsy)                 | 11.7         | 2.61                | 0.23                                                                    | 17.8                    | 7.6            | 0.38     | 1.19                |
| 限界管理<br>基準値                                        |              |                     |                                                                         |                         |                |          |                     |
| MSY の 60%の<br>漁獲が得られる<br>親魚量<br>(SB0.6msy)         | 3.5          | 0.79                | 0.07                                                                    | 10.7                    | 2.6            | 0.49     | 2.07                |
| 禁漁水準<br>MSY の 10%の<br>漁獲が得られる<br>親魚量<br>(SB0.1msy) | 0.5          | 0.10                | 0.01                                                                    | 1.8                     | 1.5            | 0.53     | 2.60                |
| SBmsy を<br>維持する<br>漁獲圧(Fmsy)                       |              |                     | (1 歳, 2 歳, 3 歳, 4 歳, 5 歳, 6+歳)<br>=(0.31, 0.49, 0.61, 0.88, 1.44, 1.44) |                         |                |          |                     |

\*ここで示した%SPR は、どの管理基準値においても、MSY で平衡状態になったときの平均成熟率を用いて計算された値である。

表 4. 管理方策のパフォーマンス評価の概要

| $\beta$ | 2027 年漁<br>期の平均漁<br>獲量<br>(千トン) | 2028-2036 年<br>漁期の平均<br>漁獲量(千ト<br>ン) | 2032 年漁期に親<br>魚資源量が目標<br>管理基準値を上<br>回る確率 | 2037 年漁期に親<br>魚資源量が目標<br>管理基準値を上回<br>る確率 | 親魚資源量が 10 年<br>間年で限界管理基準<br>値を下回る平均年数 | 漁獲圧が 10 年<br>間で $F_{msy}$ を上<br>回る平均年数 | 2027-2036 年<br>漁期の漁獲<br>量の平均年<br>変動 | 2037 年漁期<br>の平均親魚<br>量<br>(千トン) |
|---------|---------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| 1.0     | 6.5                             | 10.9                                 | 8%                                       | 35%                                      | 1.3                                   | 2.7                                    | 18%                                 | 10.8                            |
| 0.95    | 6.4                             | 11.0                                 | 11%                                      | 41%                                      | 1.1                                   | 1.7                                    | 17%                                 | 11.7                            |
| 0.9     | 6.2                             | 11.2                                 | 14%                                      | 48%                                      | 0.8                                   | 0.8                                    | 17%                                 | 12.7                            |
| 0.85    | 6.0                             | 11.4                                 | 18%                                      | 54%                                      | 0.7                                   | 0.2                                    | 17%                                 | 13.7                            |
| 0.8     | 5.8                             | 11.5                                 | 24%                                      | 61%                                      | 0.5                                   | 0                                      | 17%                                 | 14.9                            |
| 0.75    | 5.6                             | 11.5                                 | 29%                                      | 68%                                      | 0.3                                   | 0                                      | 17%                                 | 16.1                            |
| 0.7     | 5.3                             | 11.6                                 | 36%                                      | 73%                                      | 0.2                                   | 0                                      | 17%                                 | 17.4                            |
| 0.65    | 5.1                             | 11.5                                 | 43%                                      | 79%                                      | 0.1                                   | 0                                      | 17%                                 | 18.7                            |
| 0.6     | 4.8                             | 11.3                                 | 51%                                      | 83%                                      | 0.1                                   | 0                                      | 17%                                 | 20.1                            |
| 0.5     | 4.3                             | 11.1                                 | 67%                                      | 89%                                      | 0                                     | 0                                      | 18%                                 | 23.1                            |
| 0.4     | 3.6                             | 10.4                                 | 82%                                      | 93%                                      | 0                                     | 0                                      | 20%                                 | 26.4                            |
| 0.3     | 2.9                             | 9.3                                  | 93%                                      | 96%                                      | 0                                     | 0                                      | 22%                                 | 29.8                            |
| 0.2     | 2.1                             | 7.5                                  | 98%                                      | 99%                                      | 0                                     | 0                                      | 25%                                 | 34.0                            |
| 0.1     | 1.1                             | 4.7                                  | 100%                                     | 100%                                     | 0                                     | 0                                      | 28%                                 | 40.2                            |
| 0.0     | 0.0                             | 0.0                                  | 100%                                     | 100%                                     | 0                                     | 0                                      | —                                   | 51.7                            |

- ・ 2027 年漁期および 2028-2036 年漁期の平均漁獲量は、2021～2025 年漁期の月別平均漁獲比率を用いて、7 月～翌年 6 月の値に換算した値である（SC 表 5-3）。

### 補足資料 1 再生産関係式のモデル診断結果について

最大持続生産量 (MSY) を実現する親魚量の算出および将来予測計算に使用する再生産関係として、ホッケー・スティック (HS ; Clark et al., 1985) 型、ベバートン・ホルト (BH ; Beverton and Holt 1957) 型、およびリッカー (RI ; Ricker 1954) 型の再生産関係式を検討候補とした。R<sub>y</sub> を y 年の加入量、B<sub>y</sub> を y 年当初の親魚量、A<sub>min</sub> を加入年齢 (本系群の場合は A<sub>min</sub> は 1 歳) としたときのそれぞれの再生産関係式の数式は以下の通りである ;

$$R_y = \begin{cases} ab & \text{if } B_{y-A_{min}} > b \\ aB_{y-A_{min}} & \text{if } B_{y-A_{min}} \leq b \end{cases} \quad (\text{Hockey stick, HS})$$

$$R_y = \frac{aB_{y-A_{min}}}{(1 + bB_{y-A_{min}})} \quad (\text{Beverton Holt, BH})$$

$$R_y = aB_{y-A_{min}} \exp(-bB_{y-A_{min}}) \quad (\text{Ricker, RI})$$

いずれの再生産関係式でも、推定するパラメータは a および b の 2 つである。HS 型の場合、a は折れ点までの再生産曲線の傾き (尾/トン)、b は折れ点となる親魚量 (千トン) を示す。

本資源の再生産関係として、RI 型、HS 型、および BH 型の再生産関係式を、最小二乗法および最小絶対値法により 1996~2024 年漁期の加入量・親魚量のデータに当てはめた。残差の自己相関 (AR) については、自己相関パラメータ ρ もモデルに組み込み、再生産関係式のパラメータと同時に推定する“同時推定法”を用いた (詳細は「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-SA2026-ABCWG02-04)」 (水産研究・教育機構 2026) を参照)。この場合、残差の正規性を仮定したほうが妥当であるため、最適化法には最小二乗法を用いた。推定された再生産関係式のパラメータを補足表 1-1 に示す。

各再生産関係モデルについて Shapiro-Wilk 検定および Kolmogorov-Smirnov 検定により残差の正規性を調べたところ、いずれのモデルでも正規性からの有意な逸脱は検出されなかったことから、最適化法として最小二乗法を用いる妥当性が確認された (補足図 1-1a、b、c)。候補とした再生産関係を補足図 1-2 に示した。次に加入の残差の時系列トレンドを調べるため、最小二乗法を当てはめた際の残差トレンドと自己相関プロットを求めた (補足図 1-3a、b、c)。その結果、いずれの再生産関係を仮定した場合でも、残差には時系列トレンドが見られ、自己相関係数も有意となっていたことから、本系群については自己相関を考慮する必要があると考えられた。自己相関を同時推定した場合と二段階推定した場合では推定される自己相関係数に差が見られた (詳細は「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-SA2026-ABCWG01-02) を参照)。AICc は自己相関を二段階で推定する場合には HS 型で最も低く、次いで RI 型、BH 型となっていたが、自己相関を同時推定すると、RI 型で最も低く、次いで BH 型、HS 型の順であった (補足表 1-1)。

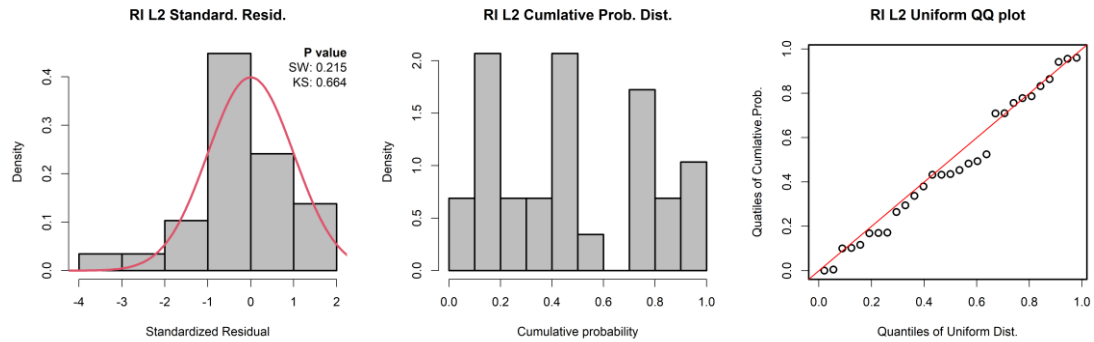
ジャックナイフ法により、1 年分ずつデータを取り除き、各年のデータのパラメータ推定への影響を調べた。その結果、BH 型の自己相関同時推定、二段階推定および HS 型の同時推定で影響が大きかった一方で、HS 型の二段階推定および RI 型の同時推定では影響が小さく、安定していることが示された (補足図 1-4a、b、c、補足図 1-5a、b、c)。パラメータ推定の信頼区間は残差ブートストラップにより検討した (補足図 1-6a、b、c、1-7a、b、c)。また、各再生産関係モデルについてプロファイル尤度を調べたところ、BH 型の同時推定では a、b のパラメータ間に強い相関が見られ、パラメータの識別可能性が低いことが示された (補足図 1-8a、b、c)。

### 引用文献

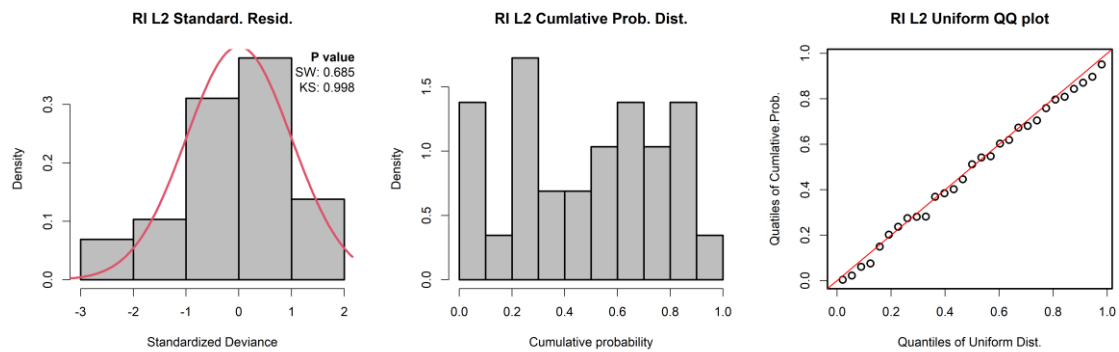
水産研究・教育機構 (2026) 再生産関係の推定・管理基準値計算・将来予測シミュレーションに関する技術ノート (令和 8 年度研究機関会議版). FRA-SA2026-ABCWG03-04.  
Beverton R. J. H., and S. J. Holt (1957). On the dynamics of exploited fish populations. Her

- Majesty's Stationary Office , London.
- Clark C. W., A. T. Charles, J. R. Beddington, and M. Mangel (1985). Optimal capacity decisions in a developing fishery. *Mar. Resour. Econ.*, 2, 25-53.
- Ricker W. E. (1954). Stock and recruitment. *J. Fish. Res. Board Can.*, **11**, 559–623.

## RI 型最小二乗法で自己相関を同時推定した場合



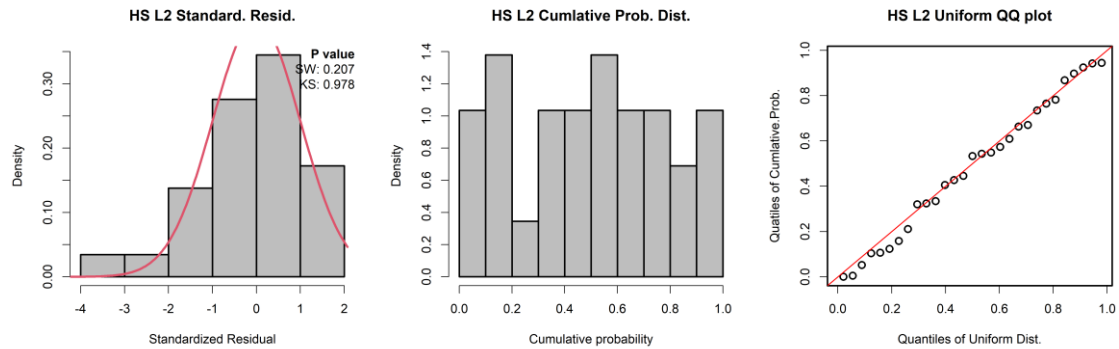
## RI 型最小二乗法で自己相関を二段階推定した場合



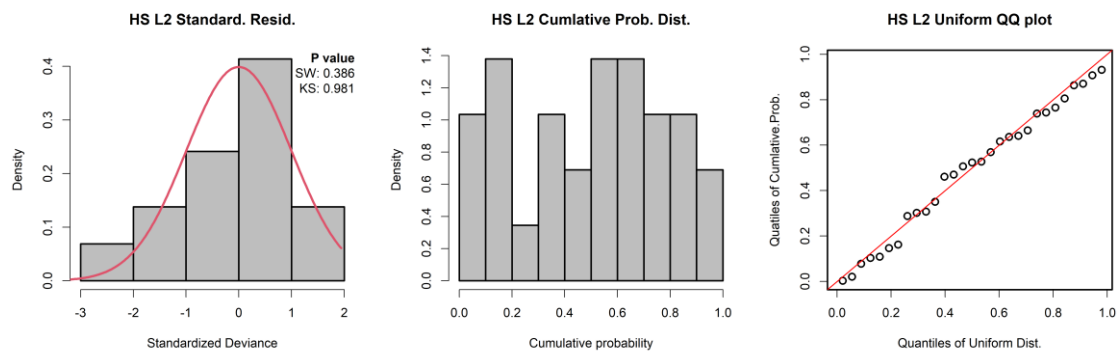
補足図 1-1a. RI 型再生産関係式を最小二乗法で当てはめた場合の標準化残差のヒストグラムと正規性テスト結果（左図）、残差の累積確率密度のヒストグラム（中央図）、および一様分布を仮定した QQ プロット（右図）

残差のヒストグラムの右上の数値は Shapiro-Wilk 検定（SW）と Kolmogorov-Smirnov 検定（KS）の結果である。どちらも、帰無仮説は「正規分布に従っている」である。QQ プロットの赤線は理論値を示している。

HS 型最小二乗法で自己相関を同時推定した場合

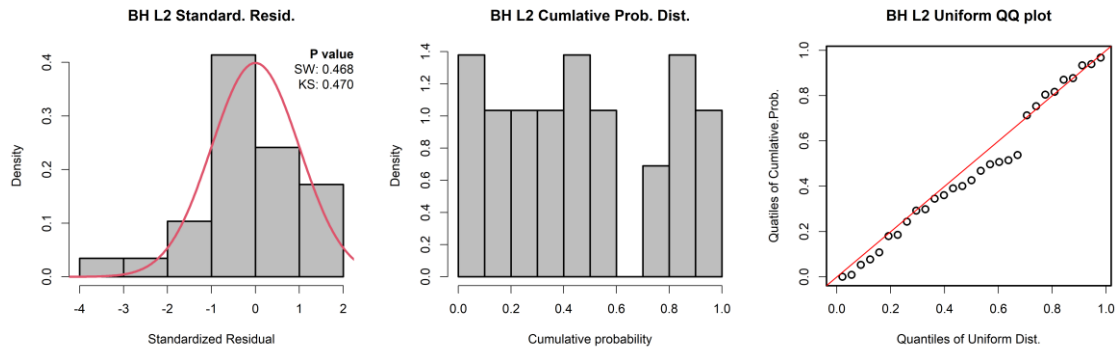


HS 型最小二乗法で自己相関を二段階推定した場合

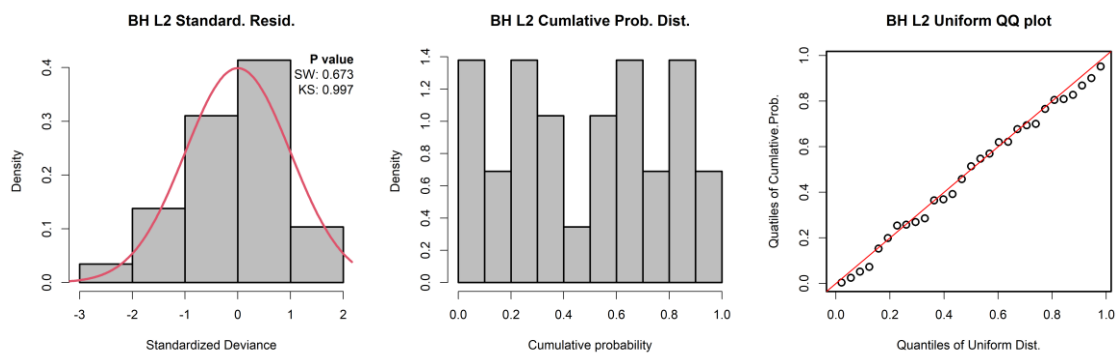


補足図 1-1b. HS 型再生産関係式を最小二乗法で当てはめた場合の標準化残差のヒストグラムと正規性テスト結果（左図）、残差の累積確率密度のヒストグラム（中央図）、および一様分布を仮定した QQ プロット（右図）  
残差のヒストグラムの右上の数値は Shapiro-Wilk 検定（SW）と Kolmogorov-Smirnov 検定（KS）の結果である。どちらも、帰無仮説は「正規分布に従っている」である。QQ プロットの赤線は理論値を示している。

BH 型最小二乗法で自己相関を同時推定した場合

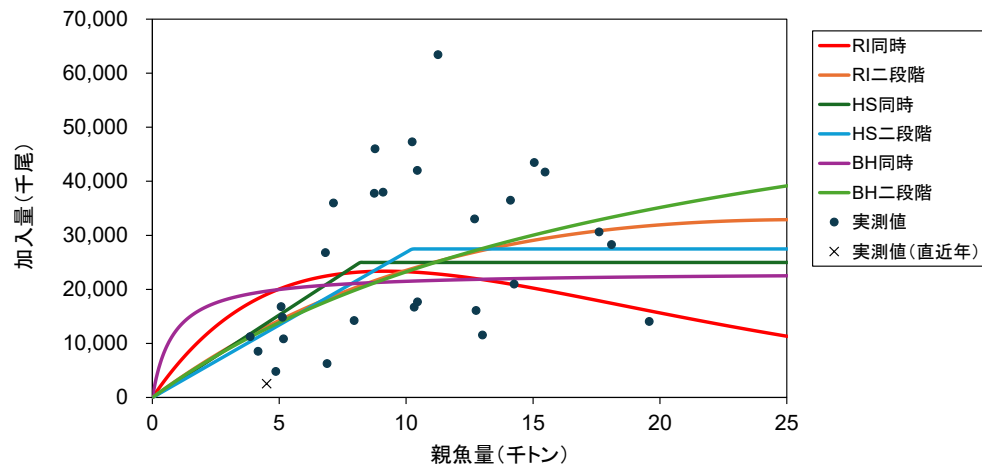


BH 型最小二乗法で自己相関を二段階推定した場合



補足図 1-1c. BH 型再生産関係式を最小二乗法で当てはめた場合の標準化残差のヒストグラムと正規性テスト結果（左図）、残差の累積確率密度のヒストグラム（中央図）、および一様分布を仮定した QQ プロット（右図）

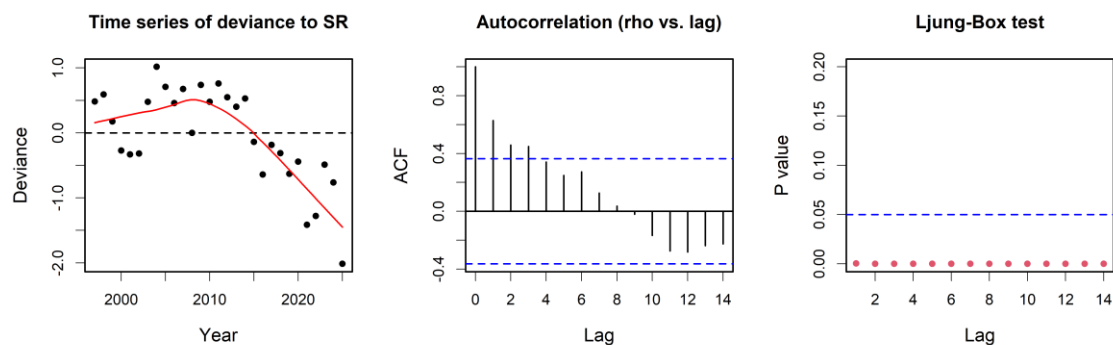
残差のヒストグラムの右上の数値は Shapiro-Wilk 検定 (SW) と Kolmogorov-Smirnov 検定 (KS) の結果である。どちらも、帰無仮説は「正規分布に従っている」である。QQ プロットの赤線は理論値を示している。



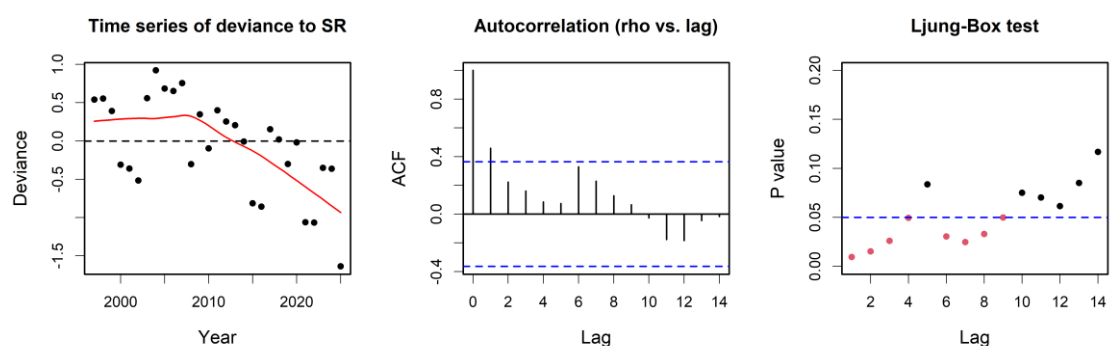
補足図 1-2. 各モデルにおける再生産関係

RI 型、HS 型、BH 型の再生産関係式を最小二乗法により残差に自己相関を同時推定したモデルおよび二段階推定したモデル。実測値は分析に使用した親魚量（1996～2024 年）と翌年の 1 歳時点の加入量（1997～2025 年）である。ただし、直近年の値は不確実性が高いことから再生産関係式の推定には使用していない。

RI 型最小二乗法で自己相関を同時推定した場合



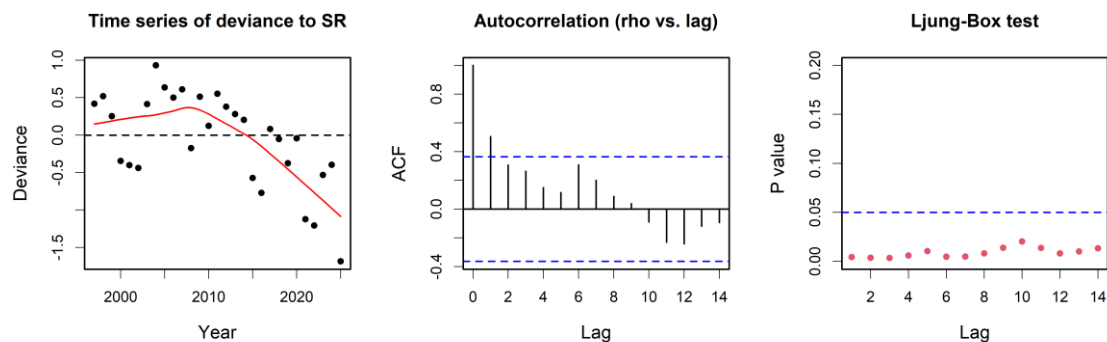
RI 型最小二乗法で自己相関を二段階推定した場合



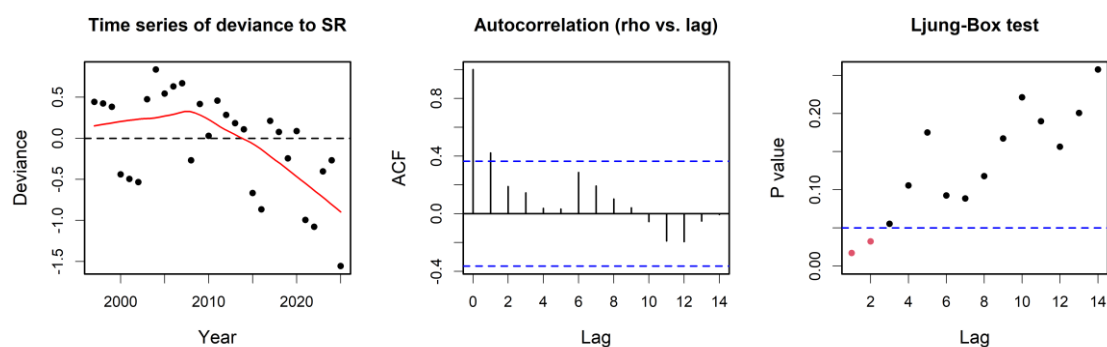
補足図 1-3a. RI 型再生産関係式を最小二乗法で当てはめた場合の残差トレンド（左図）、自己相関プロット（中央図）、および Ljung-Box 検定における P 値（右図）

残差の時系列の図中の赤線は平滑化された曲線を示す。自己相関プロットの青色の点線は 95%信頼区間を示す。Ljung-Box 検定における P 値（縦軸）の青色の点線は 5%水準を表す。

HS 型最小二乗法で自己相関を同時推定した場合



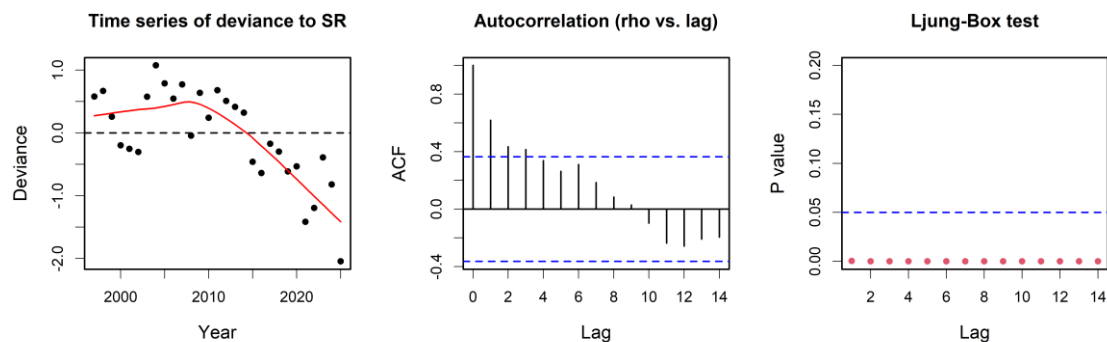
HS 型最小二乗法で自己相関を二段階推定した場合



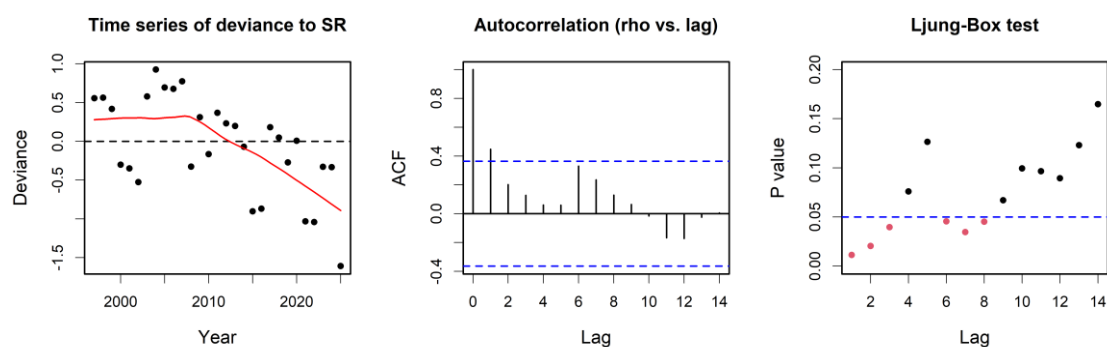
補足図 1-3b. HS 型再生産関係式を最小二乗法で当てはめた場合の残差トレンド（左図）、自己相関プロット（中央図）、および Ljung-Box 検定における P 値（右図）

残差の時系列の図中の赤線は平滑化された曲線を示す。自己相関プロットの青色の点線は 95%信頼区間を示す。Ljung-Box 検定における P 値（縦軸）の青色の点線は 5%水準を表す。

BH 型最小二乗法で自己相関を同時推定した場合



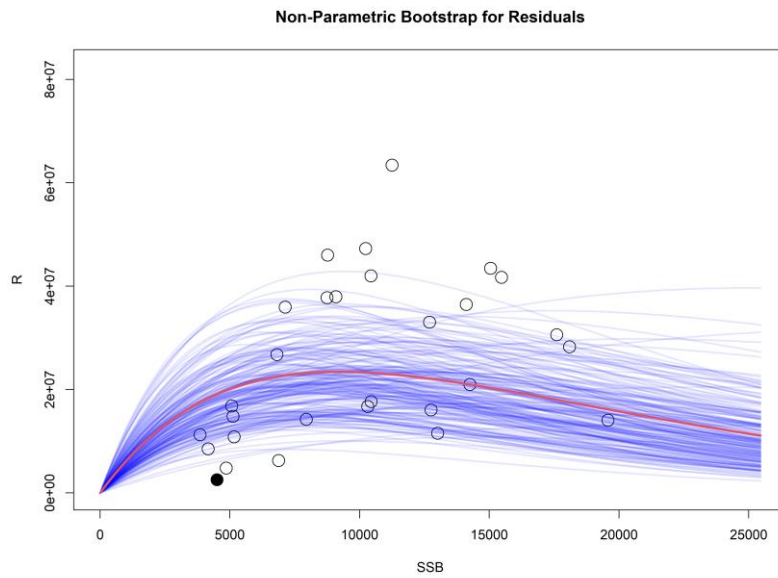
BH 型最小二乗法で自己相関を二段階推定した場合



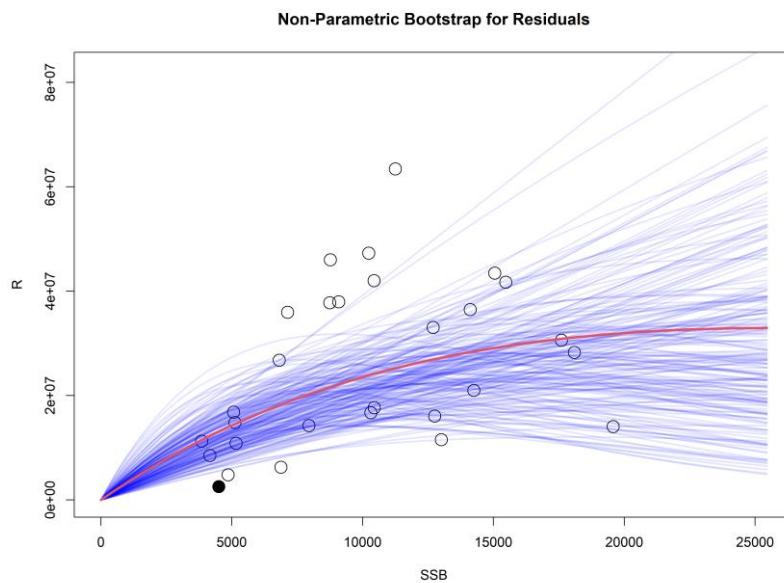
補足図 1-3c. BH 型再生産関係式を最小二乗法で当てはめた場合の残差トレンド（左図）、自己相関プロット（中央図）、および Ljung-Box 検定における P 値（右図）

残差の時系列の図中の赤線は平滑化された曲線を示す。自己相関プロットの青色の点線は 95%信頼区間を示す。Ljung-Box 検定における P 値（縦軸）の青色の点線は 5%水準を表す。

RI 型最小二乗法で自己相関を同時推定した場合



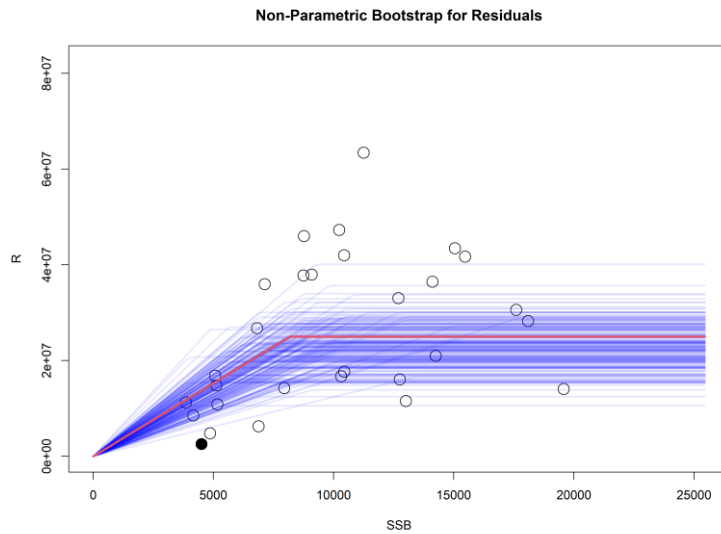
RI 型最小二乗法で自己相関を二段階推定した場合



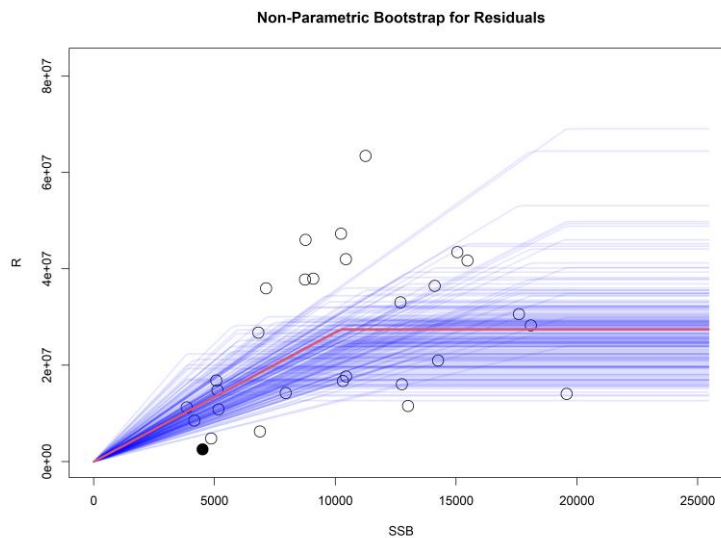
補足図 1-4a. RI 型再生産関係におけるジャックナイフ解析での推定結果

赤線は元データでの推定値、青線はノンパラメトリックブートストラップでの推定値である。横軸は親魚量（トン）、縦軸は加入量（尾）である。丸印は分析に使用した令和 8 年度の資源評価に基づく親魚量・加入量であり、黒丸は推定に使用しなかったデータ期間の最終年（親魚量 2024 年漁期、加入量 2025 年漁期）を示す。

HS 型最小二乗法で自己相関を同時推定した場合



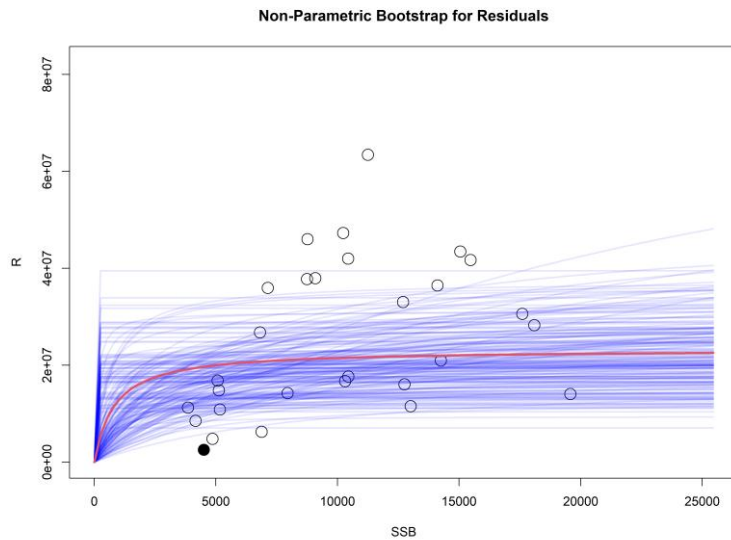
HS 型最小二乗法で自己相関を二段階推定した場合



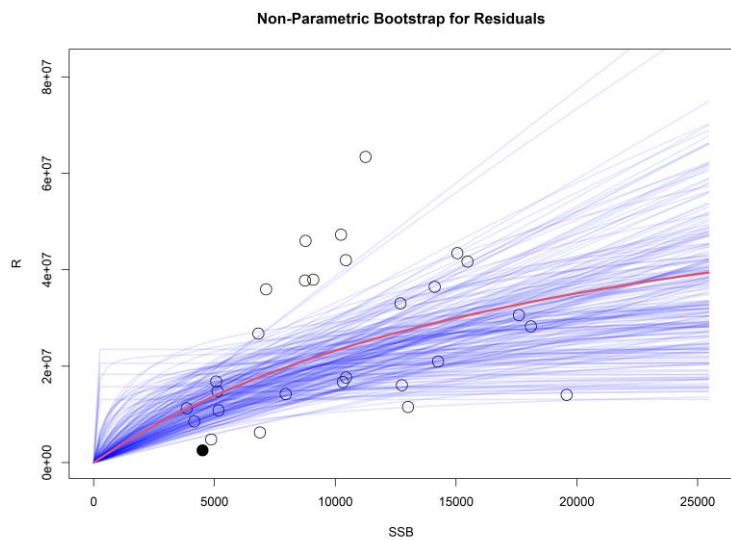
補足図 1-4b. HS 型再生産関係におけるジャックナイフ解析での推定結果

赤線は元データでの推定値、青線はノンパラメトリックブートストラップでの推定値である。横軸は親魚量（トン）、縦軸は加入量（尾）である。丸印は分析に使用した令和 8 年度の資源評価に基づく親魚量・加入量であり、黒丸は推定に使用しなかったデータ期間の最終年（親魚量 2024 年漁期、加入量 2025 年漁期）を示す。

BH 型最小二乗法で自己相関を同時推定した場合



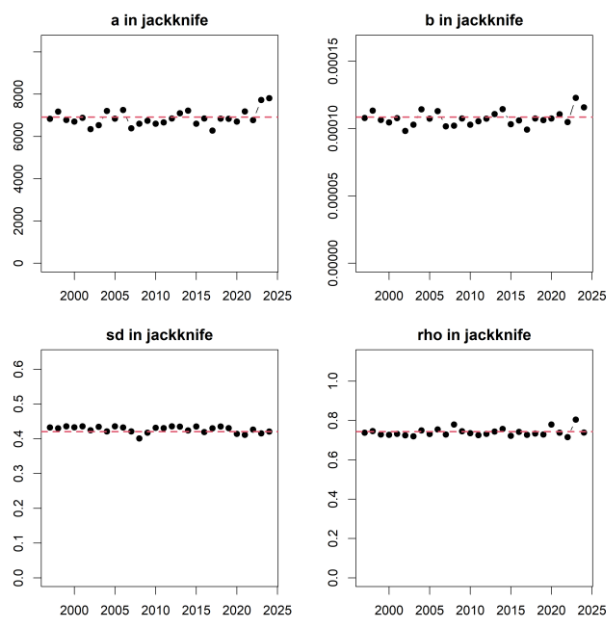
BH 型最小二乗法で自己相関を二段階推定した場合



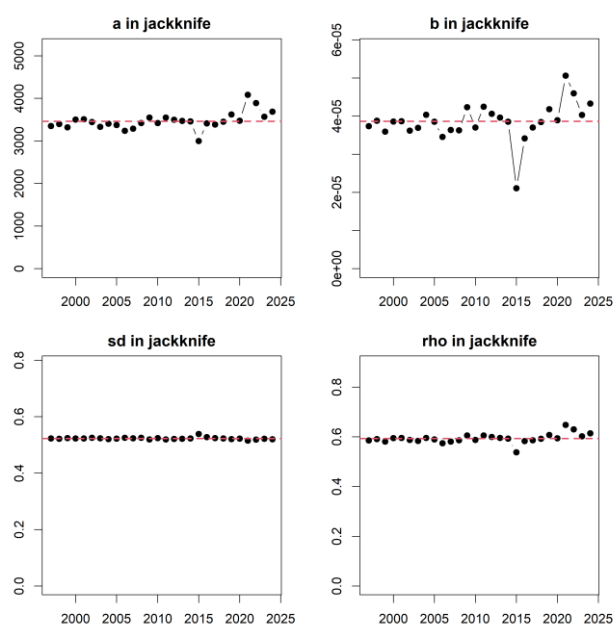
補足図 1-4c. BH 型再生産関係におけるジャックナイフ解析での推定結果

赤線は元データでの推定値、青線はノンパラメトリックブートストラップでの推定値である。横軸は親魚量（トン）、縦軸は加入量（尾）である。丸印は分析に使用した令和 8 年度の資源評価に基づく親魚量・加入量であり、黒丸は推定に使用しなかったデータ期間の最終年（親魚量 2024 年漁期、加入量 2025 年漁期）を示す。

RI 型最小二乗法で自己相関を同時推定した場合

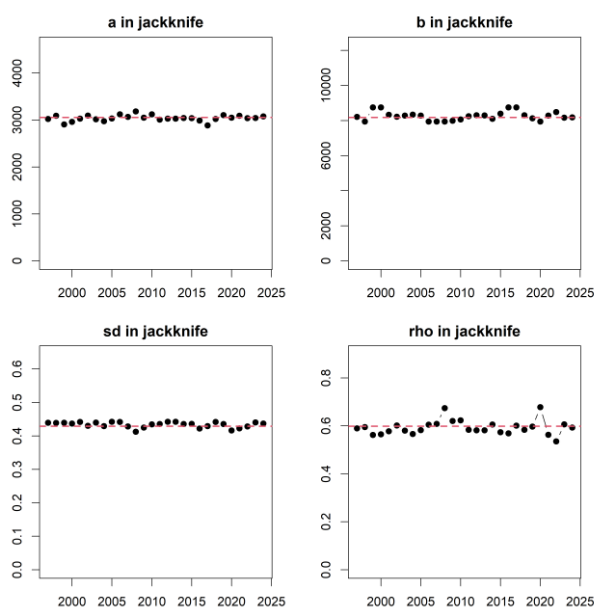


RI 型最小二乗法で自己相関を二段階推定した場合

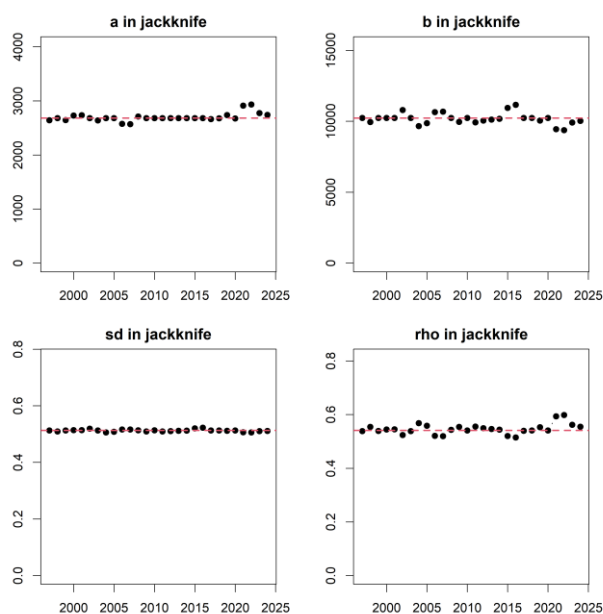


補足図 1-5a. RI 型再生産関係式を当てはめた場合のジャックナイフ解析でのパラメータ別の影響

HS 型最小二乗法で自己相関を同時推定した場合

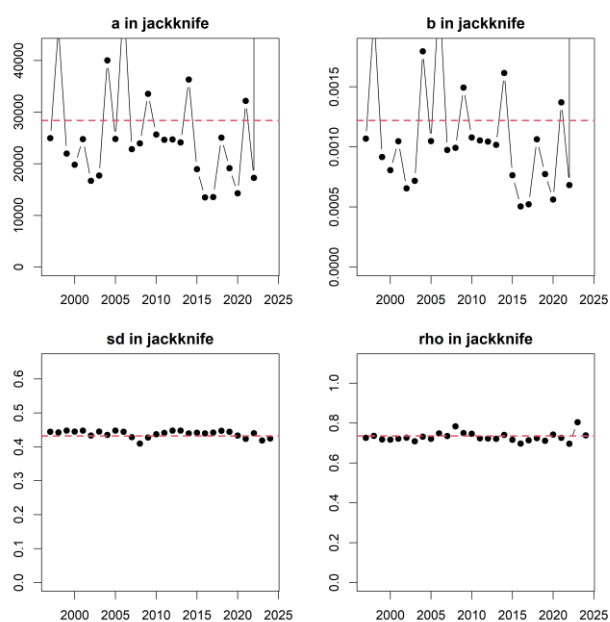


HS 型最小二乗法で自己相関を二段階推定した場合

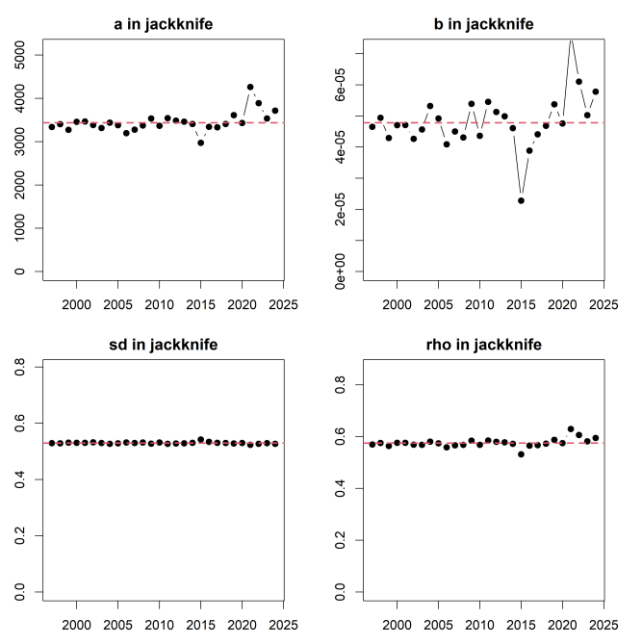


補足図 1-5b. HS 型再生産関係式を当てはめた場合のジャックナイフ解析でのパラメータ別の影響

BH 型最小二乗法で自己相関を同時推定した場合

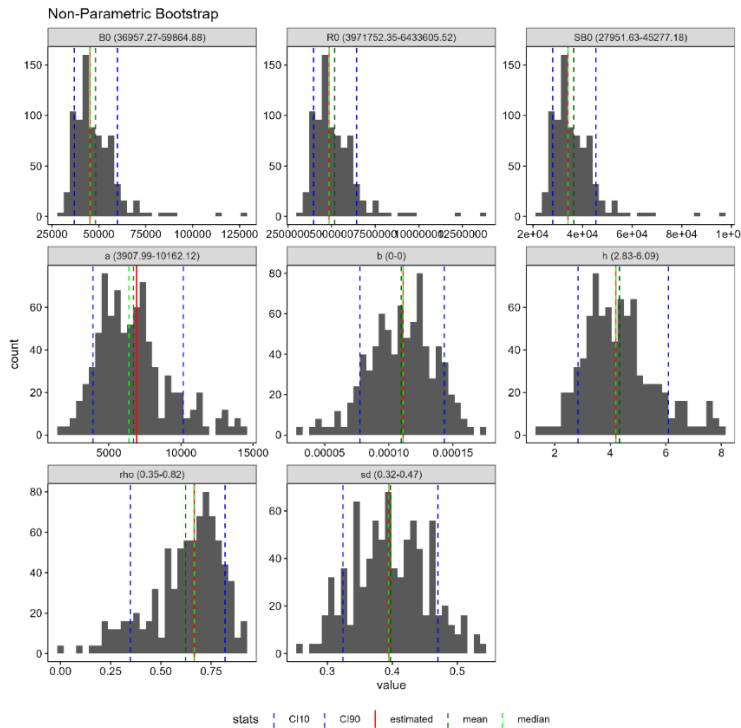


BH 型最小二乗法で自己相関を二段階推定した場合

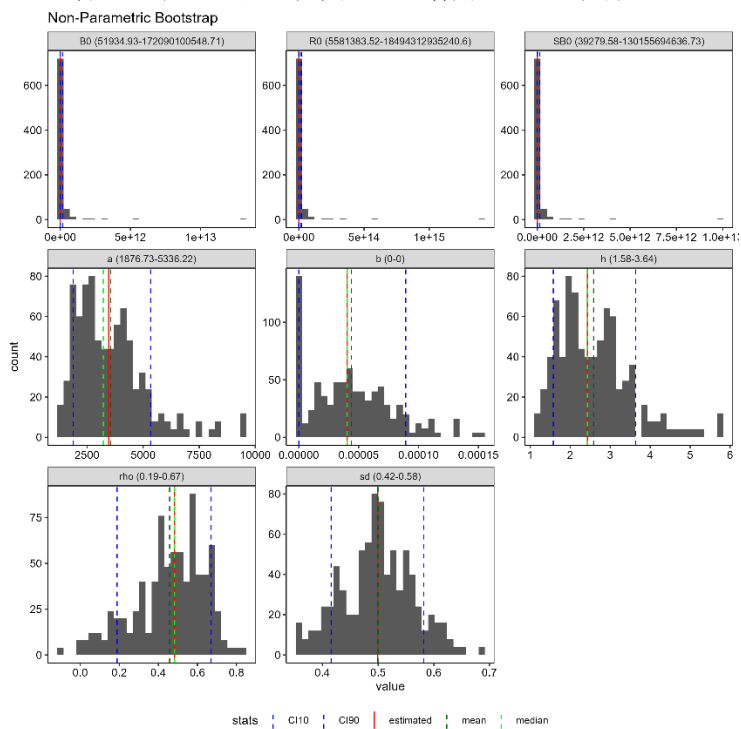


補足図 1-5c. BH 型再生産関係式を当てはめた場合のジャックナイフ解析でのパラメータ別の影響

RI 型最小二乗法で自己相関を同時推定した場合

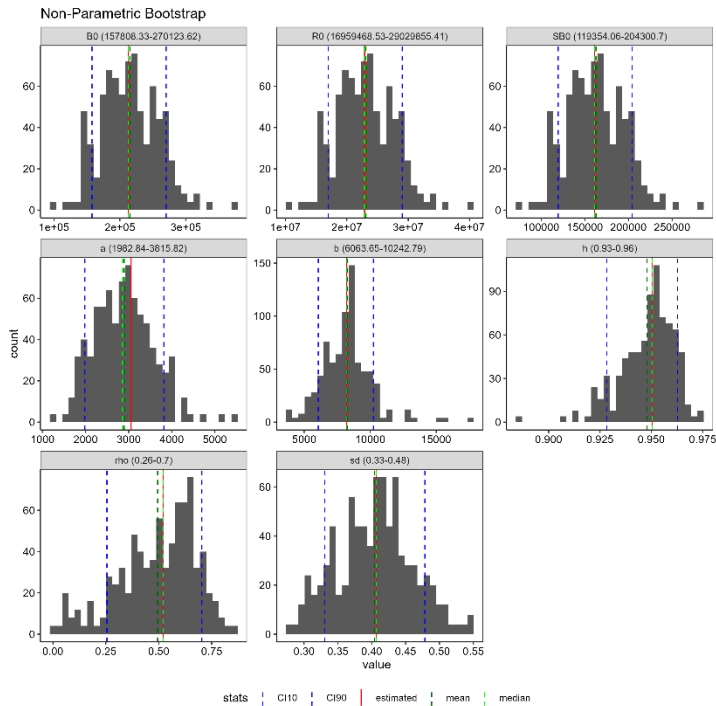


RI 型最小二乗法で自己相関を二段階推定した場合

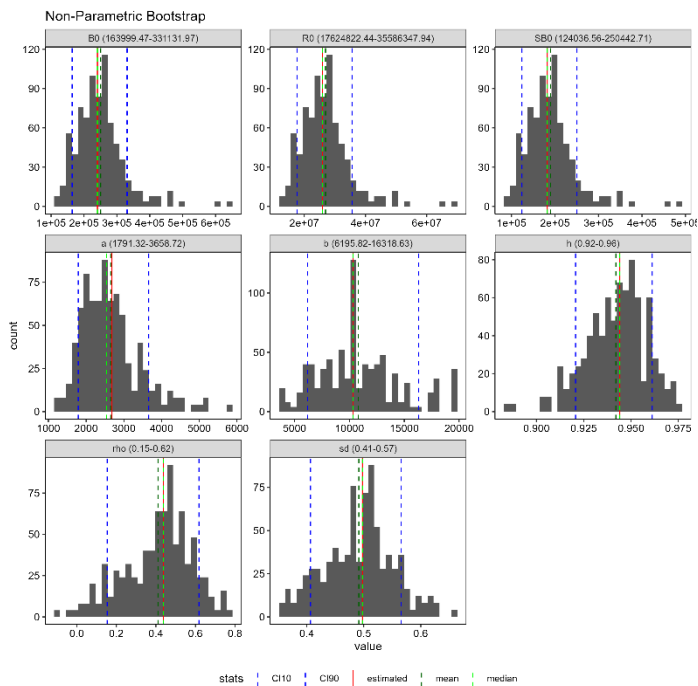


補足図 1-6a. RI 型再生産関係式を当てはめた場合の残差ブートストラップ解析での中央値（緑点線）と 80%信頼区間（青線）  
赤線はパラメータの点推定値である。

HS 型最小二乗法で自己相関を同時推定した場合

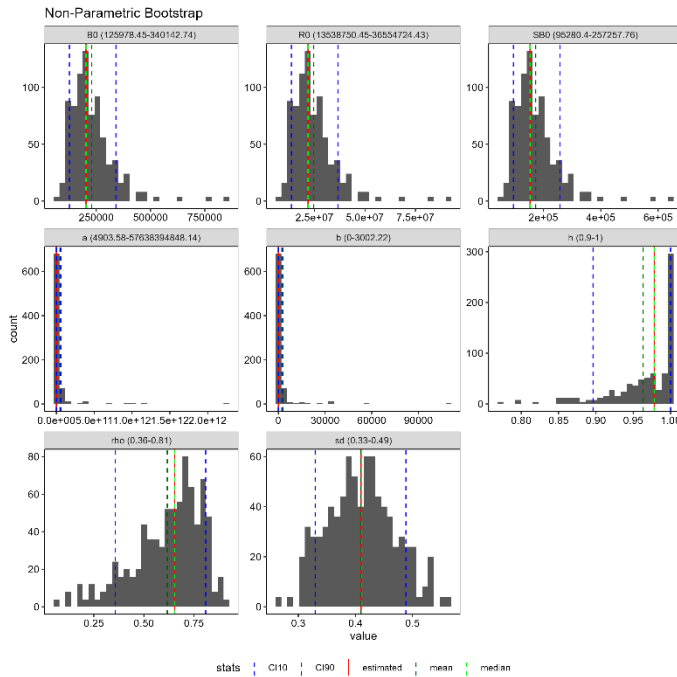


### HS 型最小二乗法で自己相関を二段階推定した場合

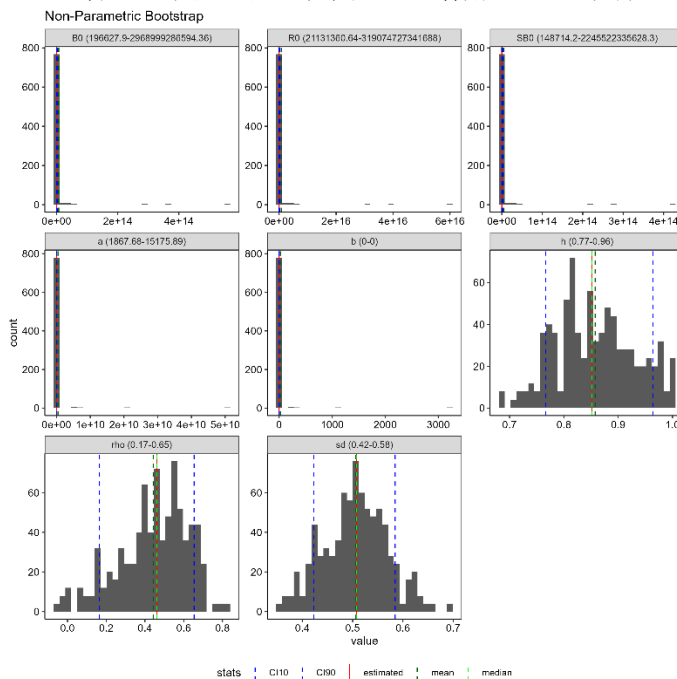


補足図 1-6b. HS 型再生産関係式を当てはめた場合の残差ブートストラップ解析での中央値（緑点線）と 80%信頼区間（青線）  
赤線はパラメータの点推定値である。

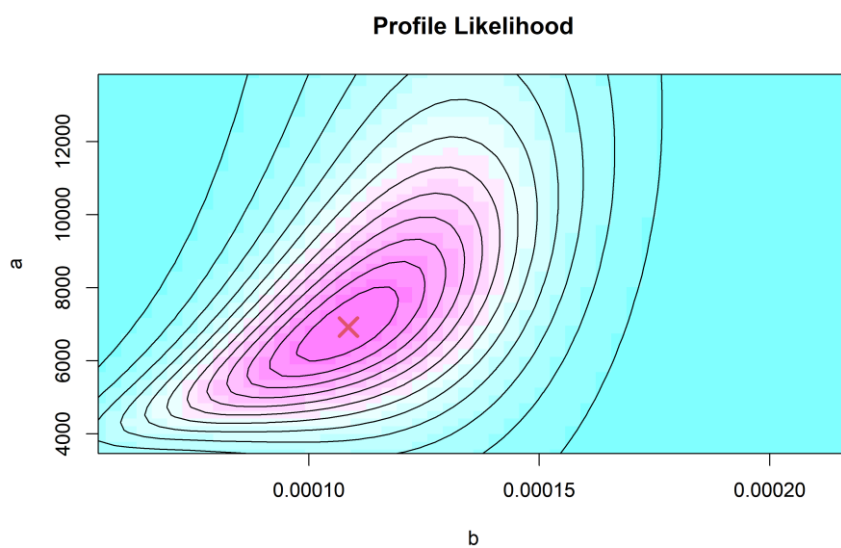
### BH 型最小二乗法で自己相関を同時推定した場合



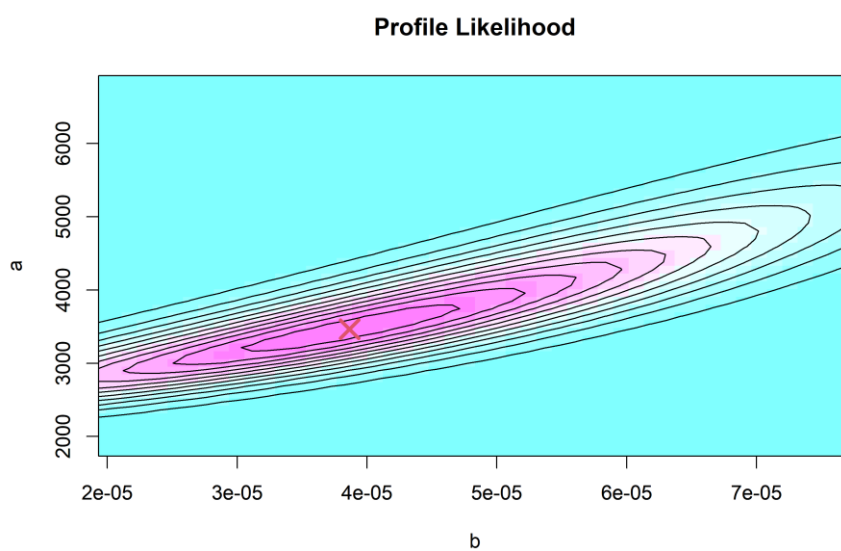
### BH 型最小二乗法で自己相関を二段階推定した場合



補足図 1-6c. BH 型再生産関係式を当てはめた場合の残差ブートストラップ解析での中央値（緑点線）と 80%信頼区間（青線）  
赤線はパラメータの点推定値である。  
RI 型最小二乗法で自己相関を同時推定した場合

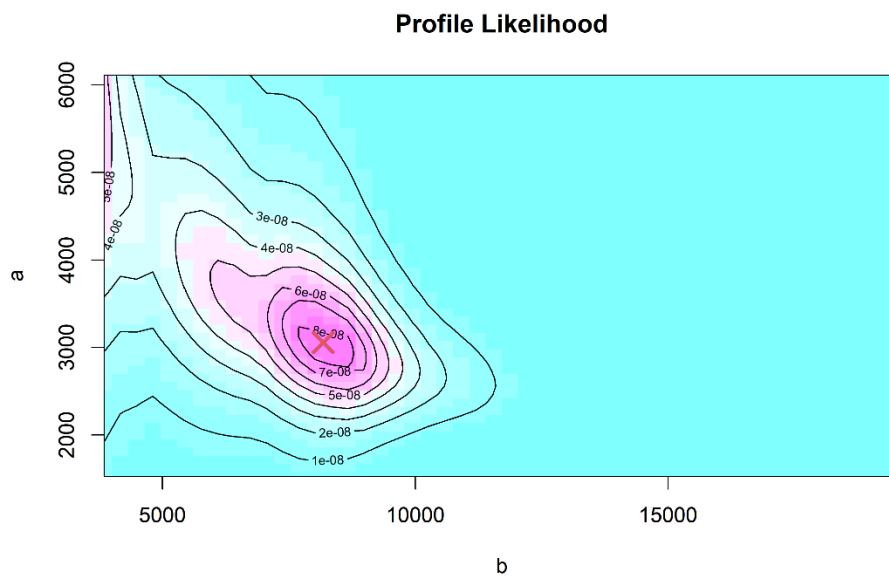


RI 型最小二乗法で自己相関を二段階推定した場合

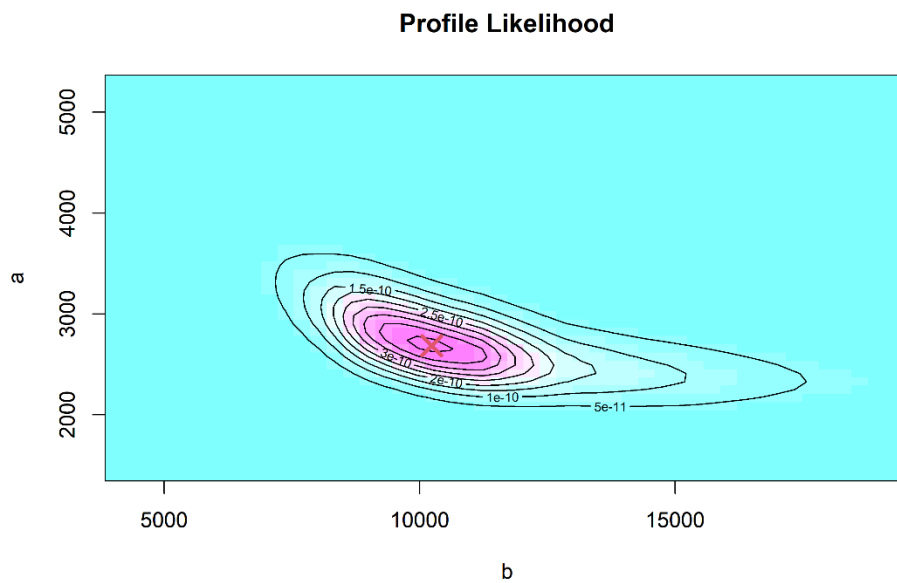


補足図 1-7a. RI 型再生産関係式を当てはめた場合の推定パラメータのプロファイル尤度  
×印は推定されたパラメータ値における尤度に相当する。

HS 型最小二乗法で自己相関を同時推定した場合

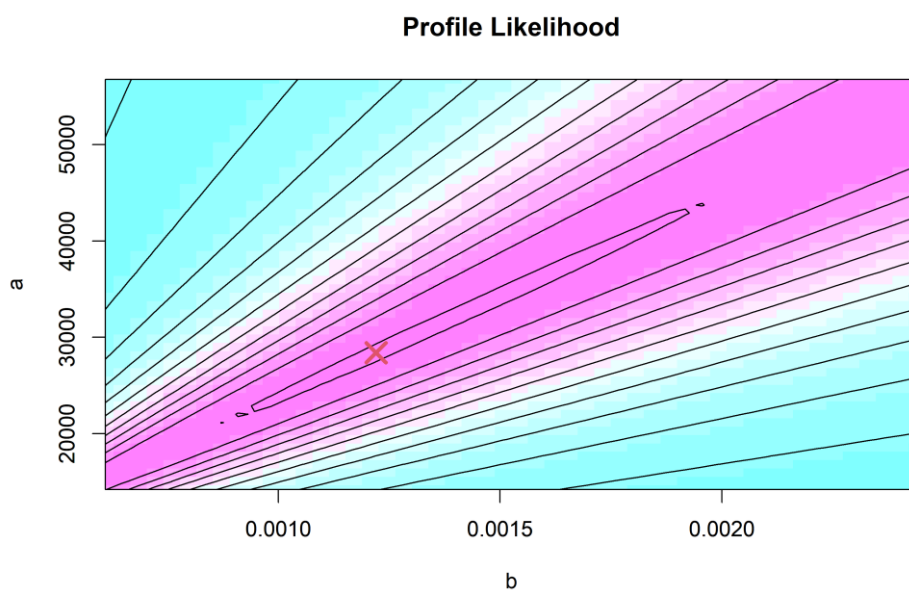


HS 型最小二乗法で自己相関を二段階推定した場合

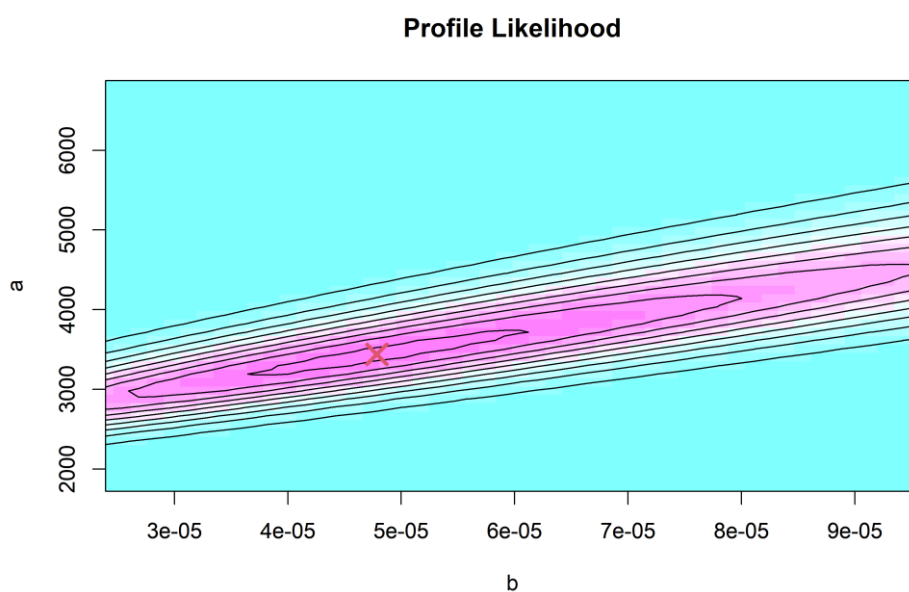


補足図 1-7b. SH 型再生産関係式を当てはめた場合の推定パラメータのプロファイル尤度  
×印は推定されたパラメータ値における尤度に相当する。

BH 型最小二乗法で自己相関を同時推定した場合



BH 型最小二乗法で自己相関を二段階推定した場合



補足図 1-7c. BH 型再生産関係式を当てはめた場合の推定パラメータのプロファイル尤度  
×印は推定されたパラメータ値における尤度に相当する。

補足表 1-1. MSY 管理基準値算出に使用した再生産関係式における各パラメータ推定値

| 再生産関係式      | 最適化法         | 自己相関     | 推定法       | a              | b               | S.D.         | $\rho$       | R0             | h            | データ数      |
|-------------|--------------|----------|-----------|----------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|--------------|-----------|
| <b>リッカー</b> | <b>最小二乗法</b> | <b>有</b> | <b>同時</b> | <b>6918.82</b> | <b>1.09E-04</b> | <b>0.420</b> | <b>0.743</b> | <b>5086477</b> | <b>4.477</b> | <b>28</b> |
| ホッケー・スティック  | 最小二乗法        | 有        | 同時        | 3056.13        | 8179.54         | 0.429        | 0.599        | 24994672       | 0.954        | 28        |
| ベバートン・ホルト   | 最小二乗法        | 有        | 同時        | 28400.98       | 0.00122         | 0.432        | 0.736        | 23146797       | 0.980        | 28        |
| リッカー        | 最小二乗法        | 有        | 二段階       | 3463.42        | 3.87E-05        | 0.547        | 0.593        | 11738633       | 2.574        | 28        |
| ホッケー・スティック  | 最小二乗法        | 有        | 二段階       | 2683.849       | 10234.90        | 0.521        | 0.541        | 27468822       | 0.947        | 28        |
| ベバートン・ホルト   | 最小二乗法        | 有        | 二段階       | 3438.11        | 4.78E-05        | 0.552        | 0.575        | 68900763       | 0.858        | 28        |

推奨する再生産関係式を太字とした。S.D.は加入のばらつきの大きさをあらわす指標であり、対数残差から自己相関の影響を除いたばらつきの標準偏差を示す。加入残差の自己相関を考慮した場合は、自己相関パラメータ  $\rho$  についても示した。R0 は SB0 のときの平均加入尾数である。h (スティーブネス) は再生産関係の密度補償効果の程度を示す指標であり、RI 型および BH 型の場合は 0.2SB0 のときの平均加入尾数を R0 で割った値、HS 型の場合は 1-SBhs/SB0 (SBhs は HS の折れ点) となる値である。ここで示した h は 1996-2025 年の平均成熟率で一定としたときの値である。推奨する再生産関係 (1 列目) と成熟率の密度依存を仮定した本資料での将来予測手法のもとでは、SB0 の 20% で加入が最大になり、そのときの加入尾数は SB0 の時の加入尾数の約 3.2 倍であった

## 補足資料 2 将来予測の計算方法

資源尾数や漁獲量の予測は、統計ソフトウェア R (version 4.6.1) 用計算パッケージ `frasyr` (コミット番号: 4d6862f) を用いて実施した。将来予測における加入量は、本資料において提案されたリッカー型再生産関係と年々推定される親魚量から求めた。

将来予測における漁獲係数  $F$  は、本資料で提案した漁獲管理規則 (SC 図 5-1) 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、 $MSY$  管理基準値等の算出に用いた各種設定を用いた (表 2)。これらは再生産関係と同じく、令和 8 (2026) 年度の資源評価に基づく値であり、漁獲物平均体重はこの計算結果における 1996 ~ 2025 年の平均値である。

資源尾数の予測には、コホート解析の前進法 ((1) - (3) 式) を用いた。

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

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

$$C_{a,y} = N_{a,y} \{1 - \exp(-F_{a,y})\} \exp\left(-\frac{M}{2}\right) \quad (3)$$

## 引用文献

水産研究・教育機構 (2026) 令和 8 (2026) 年度 漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針. FRA-SA2026-ABCWG02-01, 水産研究・教育機構, 横浜.

## 令和 8（2026）年度マダラ本州太平洋北部系群の資源評価

水産研究・教育機構

水産資源研究所 水産資源研究センター（藤原邦浩・鈴木勇人・森川英祐・  
時岡 駿・下光利明・富樫博幸・古庄 誠・永尾次郎）

参画機関：青森県産業技術センター水産総合研究所、岩手県水産技術センター、宮城県水産技術総合センター、福島県水産海洋研究センター、福島県水産資源研究所、茨城県水産試験場、海洋生物環境研究所

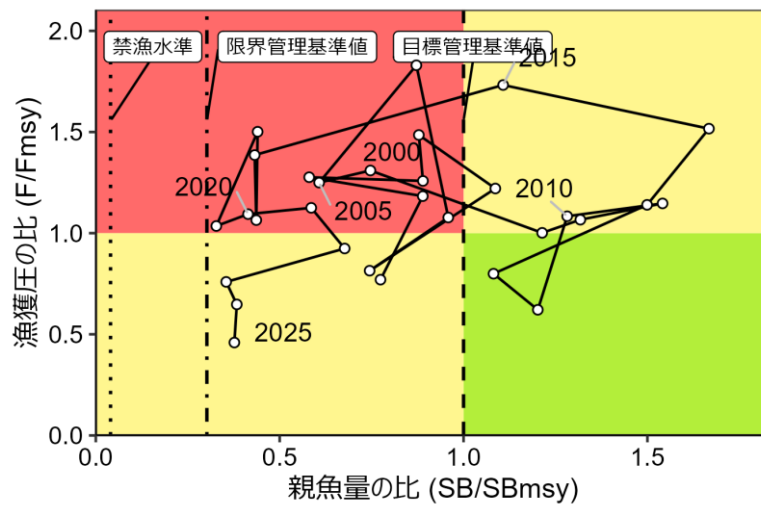
### 要 約

着底トロール調査結果をチューニング指数としたコホート解析により本系群の資源量を推定した。資源量（1 歳以上の総重量）は、1996～2010 年漁期（4 月～翌年 3 月）には 23 千～60 千トンの範囲で推移し、東日本大震災（以下、「震災」という）以降の 2012～2013 年漁期には 66 千～84 千トンに増加した。しかし、数年で大きく減少し、2016 年漁期は 23 千トンとなった。その後も徐々に減少し、2025 年漁期の資源量は 16 千トンであった。親魚量は 1996～2006 年漁期にかけて 7 千～13 千トンの範囲で比較的安定して推移していたが、2007 年漁期から増減を繰り返しながらも増加し、2014 年漁期には 20 千トンに達した。その後、急激に減少し、2016～2025 年漁期に 4 千～8 千トンで推移し、2025 年漁期は 4 千トンとなった。加入量（1 歳魚の資源尾数）は、1997～2014 年漁期には 1.6 千万～6.3 千万尾と比較的高い水準で推移したが、2015～2022 年漁期は 0.5 千万～1.7 千万尾と少ない年が続いた。2023 年漁期は 2022 年漁期（0.6 千万尾）より増加して 1.4 千万尾となったが、2025 年漁期は減少し 0.3 千万尾であった。

令和 8 年 8 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」において本系群の再生産関係式には自己相関を考慮したリッカー型再生産関係（RI）を適用されており、これに基づき推定された最大持続生産量（MSY）を実現する親魚量（SB<sub>msy</sub>）は、1.17 万トンである。この基準に従うと、2025 年漁期の親魚量は SB<sub>msy</sub> を下回る。また 2025 年漁期の漁獲圧は SB<sub>msy</sub> を維持する水準を下回る。親魚量の動向は直近 5 年間（2021～2025 年漁期）の推移から「減少」と判断される。

本系群の管理基準値と漁獲管理規則は、令和 8 年度研究機関会議（FRA-SA2026-BRP01-01）で提案されたものを暫定的に示した。これらの項目は、今後、水産庁の資源管理方針に関する検討会や水産政策審議会の議論をふまえて最終化される。なお、本報告書における将来予測は、これらの暫定的な管理基準値および漁獲管理規則を用いて試算した結果である。

## 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)                                                                                                                                       | 11.7 千トン                  |
| 2025 年漁期の親魚量の水準                                                                                                                                               | MSY を実現する水準を下回る(0.38 倍)   |
| 2025 年漁期の漁獲圧の水準                                                                                                                                               | SBmsy を維持する水準を下回る(0.46 倍) |
| 2025 年漁期の親魚量の動向                                                                                                                                               | 減少                        |
| MSY                                                                                                                                                           | 17.8 千トン                  |
| 2027 年漁期の ABC                                                                                                                                                 | —                         |
| コメント:<br>・ABC は、本系群の漁獲シナリオが「資源管理方針に関する検討会」で取り纏められ、「水産政策審議会」を経て定められた後に算定される。<br>・近年の加入量が再生産関係から期待される平均値を継続して下回っていることにより、資源量が SBmsy よりも少ない状態が続いていることに留意する必要がある。 |                           |

| 直近 5 年と将来 2 年の資源量、漁獲量、F/Fmsy、および漁獲割合                                                                                                                                                                                  |              |              |              |        |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------|-------------|
| 漁期年                                                                                                                                                                                                                   | 資源量<br>(千トン) | 親魚量<br>(千トン) | 漁獲量<br>(千トン) | F/Fmsy | 漁獲割合<br>(%) |
| 2021                                                                                                                                                                                                                  | 19.6         | 6.9          | 7.3          | 1.13   | 37          |
| 2022                                                                                                                                                                                                                  | 15.4         | 7.9          | 6.5          | 0.92   | 42          |
| 2023                                                                                                                                                                                                                  | 13.6         | 4.2          | 4.7          | 0.76   | 34          |
| 2024                                                                                                                                                                                                                  | 15.7         | 4.5          | 4.7          | 0.65   | 30          |
| 2025                                                                                                                                                                                                                  | 16.4         | 4.4          | 3.4          | 0.46   | 21          |
| 2026                                                                                                                                                                                                                  | 18.8         | 9.8          | 7.3          | 0.80   | 39          |
| 2027                                                                                                                                                                                                                  | 15.4         | 7.8          | -            | -      | -           |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2026、2027 年漁期の値は将来予測に基づく平均値である。</li> <li>・ 2026 年漁期の漁獲には、現状の漁獲圧 (F2022－2024) による値を用いた。</li> <li>・ 2026 年漁期の漁獲量は、2021～2025 年漁期の月別平均漁獲比率を用いて、7 月～翌年 6 月の値に換算した値である。</li> </ul> |              |              |              |        |             |

## English title (authors)

Stock assessment and evaluation of the northern Pacific stock of Pacific cod off Honshu (fiscal year 2026)

(Kunihiro Fujiwara, Yuto Suzuki, Eisuke Morikawa, Shun Tokioka, Toshiaki Shitamitsu, Hiroyuki Togashi, Makoto Furusho, Jiro Nagao)

## 1. データセット

| データセット                   | 基礎情報、関係調査等                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 年齢別・漁期年別漁獲量、漁獲尾数         | <ul style="list-style-type: none"> <li>・県別漁獲統計(農林水産省・各県水試調べ)</li> <li>・太平洋北区 沖合底びき網漁業漁場別漁獲統計資料(水産機構)</li> <li>・市場測定(八戸、宮古、石巻)による漁獲物の体長組成</li> <li>・着底トロール調査漁獲物(4月、10～11月)および市場漁獲物を用いた ALK(各年半期別に作成)</li> </ul>     |
| 資源量指数<br>・資源量指標値<br>・親魚量 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・底魚類資源量調査(水産機構、着底トロール調査(10～11月))による現存量*</li> <li>・着底トロール調査(10～11月)および市場漁獲物(12月～翌年3月)の精密測定データを用いた年別年齢別成熟率</li> <li>・太平洋北区沖合底びき網漁業のかけまわし・2 そうびき・オッタートロールの標準化 CPUE*</li> </ul> |
| 自然死亡係数(M)                | 年当たり $M=0.357$ を仮定(田中 1960)                                                                                                                                                                                        |

\*はコホート解析 (Virtual Population Analysis, VPA) におけるチューニング指数である。

本系群の漁期は4月～翌年3月であり、年齢の起算日は4月1日としている。

## 2. 生態

## (1) 分布・回遊

マダラは北部太平洋沿岸に広くみられ、我が国周辺では日本海から東シナ海北部、北日本太平洋およびオホーツク海に分布する (Bakkala et al. 1984)。太平洋における分布の南限は茨城県沖とされている (Mishima 1984、図 2-1)。

マダラにはアジア周辺だけでも 10 以上の系群があると考えられており、個々の系群の移動範囲は限定的であるため、系群間の交流は少ないとされている (Bakkala et al. 1984)。ただし、国内に分布するマダラのミトコンドリア DNA 解析では、山陰地方に分布する群れ以外では明瞭な遺伝的差異は認められていない (Suda et al. 2017)。青森県の陸奥湾ではマダラの産卵群が形成される。標識放流の結果、その群れの多くの個体が産卵後に北海道太平洋沿岸に移動し、産卵期になると再び陸奥湾に戻ってくることが明らかになっている (福田ほか 1985、三浦ほか 2019)。また、漁獲統計で見ても東北地方太平洋沖の漁獲量と陸奥湾周辺における漁獲量の動向には関連が認められない。そのため、陸奥湾で産卵し、北海道太平洋側に回遊する群を本州の太平洋北部の群れとは別系群であると判断した。なお、ここでは青森県大間崎以南以東で漁獲される個体を本系群として扱っている。

仔稚魚や産卵回遊期以外の分布水深は 40～550 m で (服部ほか 2002、Narimatsu et al. 2015a)、季節的な浅深移動を行う (橋本 1974、Narimatsu et al. 2015b)。南北移動については明らかになっていない。

## (2) 年齢・成長

マダラの年齢査定には鱗や背鰭鰭条など、さまざまな硬組織が用いられてきたが、東北地方太平洋岸（以下、「東北海域」という）では、耳石の扁平石を用いた年齢査定が行われてきた（服部ほか 1992）。マダラの成長は早く、最高年齢となる 8 歳で体長 90 cm、体重 10 kg に達する（図 2-2）。成長は年によって変化し、分布密度や春季の親潮第一分枝の流入強度が作用していると考えられており（成松 2006、Narimatsu et al. 2010）、震災以降には成長の鈍化が認められている（補足資料 5）。標準的な体長と年齢および体重の関係は下式のとおりである。

$$SL = 1255.2(1 - \exp(-0.16(t - 0.036)))$$

$$BW = 7.07 \times 10^{-6} \times SL^{3.12}$$

ここで、SL は標準体長（mm）、t は満年齢（ここでの年齢起算日は 1 月 1 日）、BW は体重（g）である。なお、成長に雌雄差はないことが確認されていることから（服部ほか 1992）、雌雄差は考慮していない。

### （3）成熟・産卵

産卵親魚の来遊および幼魚の出現状況から、本系群の産卵場は宮城県仙台湾や青森県八戸沖のほか、三陸沿岸各地に小規模なものがあると考えられている（児玉ほか 1990、服部ほか 1999）。夏季から秋季には水深 200 m 以深の海域に生息するが、冬季になると産卵親魚は水深 100 m 以浅に移動し（Narimatsu et al. 2015b）、雌雄ペアあるいは一尾の雌に数尾の雄が群がり、砂泥帯に沈性卵を産む（Sakurai and Hattori 1996）。雌は一繁殖期に 1 回産卵し、その産卵数は 50 万（体長 40 cm 前後）～400 万粒（体長 80 cm 前後）である（服部ほか 1995）。成熟後は毎年産卵すると思われる。

1990 年代後半以降の東北北部における 50%成熟体長は雄で 46.2 cm、雌で 48.3 cm である。初回成熟年齢は 3 歳もしくは 4 歳で、成長同様に 3 歳魚の成熟率には資源状態と負の関係がある（Narimatsu et al. 2010）。4 歳以上はほぼすべての個体が成熟すると考えられていたが（成松 2006、Narimatsu et al. 2010）、震災後には成長の鈍化とともに晩熟化の傾向が見られる（補足図 5-1、5-2）。1996～2025 年の平均成熟率は 3 歳で 27%、4 歳で 73%となっている。

### （4）被捕食関係

餌生物は浮遊生活期にはカイアシ類幼生、魚卵、および十脚目幼生、若魚期にはオキアミ類、成魚期には魚類・頭足類・大型甲殻類である（山村 1993、Takatsu et al. 1995、2002、伊藤ほか 2014）。また、小型のマダラは、同種の大型個体に捕食されることが示されている（橋本 1974）。

## 3. 漁業の状況

### （1）漁業の概要

本種の漁獲量は沖合底びき網漁業（以下、「沖底」という）で最も多く、2000 年漁期以降の全漁獲量に占める沖底の割合は 37～76%で推移している（表 3-1）。その他では延縄、刺

網、定置網、小型底びき網漁業（以下、「小底」という）の漁獲が多い。定置網での漁獲は冬季中心で、その他の漁業では禁漁期を除いて周年漁獲されている。漁獲対象となるのは主に満 1 歳以降である。

## (2) 漁獲量の推移

全漁業種類合計の漁期年（4 月～翌年 3 月）での漁獲量の経年変化を見ると（図 3-1、表 3-1）、1980 年漁期から漁獲量は徐々に増加し、1986～1990 年漁期には 10 千トン台となった。その後は減少し、1993 および 1994 年漁期には 3 千トン台と 1980 年代前半の水準にまで低下した。1995 年漁期以降再び増加に転じ、1998 年漁期には 24 千トンに達した。その後は増減を繰り返しながら長期的には増加し、2010 年漁期は 26 千トンとなった。2011、2012 年漁期は震災の影響により震災以前に比べて減少したが、2013 年漁期には福島県および茨城県における漁獲がごくわずかであるにもかかわらず 31 千トンを記録した。しかしその後減少し、2016 年漁期には 10 千トン、2025 年漁期は暫定値で 3 千トンとなっている。

漁業種類別に漁獲量を比べると、ほとんどの年で沖底による漁獲量が最も多く、次いで延縄、刺網、小底および定置網による漁獲量が多い（図 3-1、表 3-1）。2025 年漁期の沖底では青森県から茨城県の沖合の広い範囲で漁獲されており、特に青森県沖から宮城県沖での漁獲が多い（図 3-2）。また、県別漁獲量では、岩手県、宮城県の漁獲量が多く、近年では青森県の割合が高くなっている（表 3-2）。

年齢別漁獲尾数を図 3-3 および補足表 2-1 に示す。全体として 1、2 歳魚の漁獲尾数が多い傾向にある。震災後の 2012～2015 年漁期には 3～6 歳以上の個体も比較的多く漁獲された。2016 年漁期以降は全年齢合計の漁獲尾数は減少傾向にある。2025 年漁期は、いずれの年齢も少ない。

## (3) 漁獲努力量

漁獲努力量の指標として、各漁法の中で本系群の漁獲量が最も多い沖底の海区別の有漁網数（漁船毎のマダラが漁獲された日の網数の合計）を求めた（図 3-4）。尻屋崎海区の有漁網数は 1972 年漁期以降長期にわたって漸増傾向にあり、2008 年漁期には 2.1 万網を超えた。その後は 1.5 万網前後で安定していたが、2018～2020 年漁期は 1.0 万網程度で推移し、2025 年漁期は 6.3 千網となっている。岩手海区の 2 そうびきは、1993 年漁期に 6.0 千網でピークとなったが、その後減少傾向にある。近年は 2011 年漁期に 1.6 千網となった後に 2012 年漁期以降、年間 2.0 千～2.6 千網で推移していたが、2025 年漁期は大きく減少し、1.3 千網となった。金華山海区のオッターロールは 1992～2004 年漁期にかけて 1.5 万～1.9 万網と多く、その後、震災まで緩やかに減少した。震災以降 3 年ほどは落ち込んだが、2014 年漁期以降は震災以前よりは少ないものの 0.9 万～1.1 万網で安定している。常磐海区のオッターロールは 1989～1991 年漁期に 3 万網以上を記録していたが、その後、震災まで増減を繰り返しながらも減少した。2011 年漁期以降は操業規制や操業自粛により非常に低い値で推移しており、2025 年漁期は 1.8 千網であった。このように、震災以降には、とくに常磐海区や金華山海区において沖底の操業形態が変化していると考えられる。

#### 4. 資源の状態

##### (1) 資源評価の方法

4 月～翌年 3 月を漁期年とし、Pope (1972) の近似式を用いたチューニング VPA (コホート解析) により資源量を推定した (補足資料 2)。VPA に用いる年齢別漁獲尾数は、漁期年を上半期 (4～9 月) と下半期 (10 月～翌年 3 月) に分け、青森県、岩手県および宮城県の主要港で得られた体長組成を、年別半期別に求めた age-length key で年齢分解して求めた。なお、年齢分解は 1～6 歳以上を対象とし、0 歳魚は近年漁獲量が少なく対象としなかった。自然死亡係数 (M) は定期的に見られる上限年齢 (7 歳) を寿命として、田内・田中の式 (田中 1960) から 0.357 とした。また、トロール調査で求めた年齢別の現存量 (補足表 2-1、詳細は補足資料 4 参照) を資源量指標値としてチューニングの指数に用いた。

##### (2) 資源量指標値の推移

トロール調査の結果では、現存尾数は 1 歳魚で最も多く、加齢とともに減少する傾向にある (図 4-1、補足表 4-1)。1 歳魚の尾数は、年変化が大きく、1996～2025 年漁期には 3 万～7 万尾で推移している。2011～2015 年漁期では 1 歳魚が比較的多かったことに加え、全年齢の合計尾数も多かった。現存尾数に漁期年別、年齢別体重を乗じて求めた全年齢の合計の現存量にも大きな年変化が認められ、1996～2025 年漁期では 0.6 万～9.0 万トンで推移した (図 4-2、補足表 4-2)。2012 年漁期には 9.0 万トンを記録したが、2013 年漁期以降は減少し、2017 年漁期以降は 3 万トンを下回った。2022 年漁期には 0.6 万トンと低水準となり、2023 年漁期にはやや増加したが、2025 年漁期は再び減少して 0.6 万トンとなった。

漁業情報による資源量指標値として小海区別に沖底の CPUE の時系列変化を求めた。尻屋崎海区のかけまわしを除いて 1990 年代後半の CPUE はそれ以前より高かったが、その後 2002 年漁期にかけて減少した (図 4-3)。2012～2014 年漁期にはすべての海区の CPUE が高かったが、その後すべての海区で減少し、2017 年漁期以降は低い値になっている。震災前後での操業形態の変化が全域の漁獲状況にも影響していると考えられる。また、2025 年漁期は、2024 年漁期とほぼ同様で、尻屋崎海区では 2 年連続で高い値を示し、岩手、金華山、常磐海区では低水準で、横ばいもしくは微減となっている。なお、この沖底のノミナル CPUE には操業形態の変化等の影響を内包している可能性が高いため、沖底の 3 漁法 (青森県沖におけるかけまわし、岩手県沖における 2 そうびき、宮城県以南の沿岸におけるオッタートロール) のそれぞれについて標準化した CPUE を算出した。ノミナル CPUE と標準化 CPUE はほぼ同じ傾向を示していた (補足図 6-1、補足資料 6 参照)。

以上の資源量指標値のうち、トロール調査の結果には年齢別の情報があることから、トロール調査結果をコホート解析のチューニング指数として用いた。

##### (3) 資源量と漁獲圧の推移

コホート解析によって推定した年齢別資源尾数、年齢別資源量、親魚量および再生産成功率 (RPS、親魚 1 kg あたりの加入 (1 歳魚) 尾数) を図 4-4～4-6、表 4-1 に示す (詳細は補足資料 2 参照)。資源尾数に占める 1、2 歳魚の割合は高く、若齢魚中心の資源となっている。2004 年漁期の加入量 (1 歳魚の資源尾数) は 6.3 千万尾でこれまでで最も多かったが、その後は増減を繰り返しながら減少し、2021 年漁期には過去最低の 0.5 千万尾となっ

た。2023 年漁期には増加し、1.4 千万尾となったが、2025 年は 0.3 千万尾となった。全年齢の合計尾数では、2025 年漁期は 3 歳魚がやや多いものの他の年齢は少なく、1.14 千万尾となっている（補足表 2-1）。

資源量は 1996～2010 年漁期には 23 千～60 千トンで推移していたが、震災以降増加し、2013 年には 84 千トンとなった。2014 年以降は減少し、2016～2025 年漁期では 14 千～23 千トンの間で推移している（表 4-1）。年齢別で見ると、2025 年漁期の 3 歳魚は 7.4 千トンと増加したものの、5 歳および 6 歳以上は 2 年連続で少ない（補足表 2-1）。

親魚量は 1996 年漁期以降増減を繰り返しながらも増加し、2014 年漁期に 20 千トンでピークとなった（図 4-5、表 4-1）。その後、急激に減少し、2016 年漁期以降は 4 千～8 千トンで推移しており、2025 年漁期は 4 千トンであった。

再生産成功率（RPS、1 歳魚加入尾数/親魚量）は、2003～2007 年漁期には 4.3～5.6 尾/kg と高かったが、2008～2016 年漁期には 0.7～2.9 尾/kg と低下した（図 4-6、表 4-1）。2017～2020 年漁期には 2.1～3.3 尾/kg とやや回復したが、親魚量自体が少ないため、大きな加入にはなっていない。また、2021～2024 年漁期は 0.9～2.1 尾/kg で推移し、2025 年漁期は 0.6 尾/kg であった。

漁獲係数  $F$  は年変動があるとともに年齢によっても異なり、高齢の個体ほど高い傾向にある（図 4-7）。1 歳魚の  $F$  は 1997～2010 年漁期には 0.33～1.33 と高めで推移したが、2011、2012 年漁期には低下した。その後は、0.10～0.80 で増減を伴いながらもやや低めで推移し、2025 年漁期は 0.18 であった。また、2～4 歳魚の  $F$  は類似する傾向にある。

$M$  を 0.3～0.4 で変化させた場合の 1996～2025 年漁期の資源量は、 $M$  が 0.3 では 1.2 万～7.8 万トン、 $M$  が 0.4 では 1.4 万～8.9 万トンと推定される。 $M$  が 0.357 のときと比較すると前者で 93%、後方で 106～113%となる（図 4-8）。

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

選択率の影響を考慮して漁獲圧を比較するため、加入量あたり親魚量（SPR）を基準に、その漁獲圧が無かった場合との比較を行った。図 4-9 および表 4-1 に、年ごとに漁獲が無かったと仮定した場合の SPR に対する、漁獲があった場合の SPR の割合（%SPR）（この %SPR は各漁期年それぞれの生物パラメータを使用した値）の推移を示す。1996～2021 年漁期の %SPR は 1.9～15.7%で推移していた。2022 年以降は  $MSY$  に対応する %SPR(7.6%) よりも漁獲圧が低くなり、漁獲圧は減少傾向である。特に最新年（2025 年）の %SPR は 20%以上を示したが、モデル診断の結果から最新年（2025 年）の推定値の不確実性は高いと判断される（補足図 2-2、補足資料 2）。そのため、2025 年を除いた直近 3 年間（2022～2024 年漁期）の年齢別の  $F$  値（ $F_{2022-2024}$ ）を近年を代表する漁獲圧（現状の漁獲圧）とした。同期間の生物パラメータの平均値のもとで計算された  $F_{2022-2024}$  の %SPR は 11.5%となった（補足表 3-3）。

$F_{msy}$  の選択率のもとでの YPR と %SPR 曲線と各種管理基準値との関係を図 4-10 に示す。現状の漁獲圧  $F_{2022-2024}$  は上述のとおり 11.5%であり、 $F_{msy}$  に相当する 7.6%よりも低い漁獲圧となった。

#### (5) 再生産関係

親魚量（重量）と加入量（尾数）の関係（再生産関係）を図 4-11 に示す。上述の「管理基準値等に関する研究機関会議」において、本系群の再生産関係式にはリッカー型再生産関係が適用されている（藤原ほか 2026a）。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、本報に基づく親魚量・加入量とし、最適化方法には最小二乗法を用いている。加入量の残差の自己相関は考慮している。再生産関係式の各パラメータを補足表 3-1 に示す。

#### （6）現在の環境下において MSY を実現する水準および管理基準値等

令和 8 年 8 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」（藤原ほか 2026）で推定された現在（1996 年以降）の環境下において最大持続生産量 MSY を実現する親魚量（SBmsy）、および SBmsy を維持する漁獲圧（Fmsy）を補足表 3-2 に示す。MSY を維持する親魚量（SBmsy）は 11.7 千トン、MSY の 60% が得られる親魚量（SB0.6msy : 3.5 千トン）が限界管理基準値（SBlimit）、MSY の 10% が得られる親魚量（SB0.1msy : 0.5 千トン）が禁漁水準（SBban）と推定された。Fmsy に相当する %SPR は 7.6% だが、本資源ではリッカー型の再生産関係と成熟率の密度依存的な関係を仮定しているため、漁獲がない場合の総親魚量（SB0、50 千トン、藤原ほか 2026a）に対する SBmsy の比は 23% である。平衡状態における平均親魚量と年齢別平均漁獲量との関係（藤原ほか 2026a）を図 4-12 に示す。平均親魚量が限界管理基準値以下では 3 歳以下の個体がほとんどの割合を占めている。しかし、親魚量が増加するにつれて高齢魚の比率が高くなる傾向がみられる。

なお、これらについては、「資源管理方針に関する検討会」で議論がなされたうえで取り纏められ「水産政策審議会」を経て、資源管理基本方針の漁獲シナリオとともに管理基準値として定められる。

#### （7）資源の水準・動向および漁獲圧の水準

MSY を実現する親魚量（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 4-13 に示す。また、2025 年漁期の親魚量と漁獲圧、それらの値と管理基準値との比較結果を補足表 3-3 に示した。本系群における 2025 年漁期の親魚量は SBmsy（すなわち目標管理基準値）を下回っており、2025 年漁期の親魚量は SBmsy の 0.38 倍である。また、2025 年漁期の漁獲圧は、Fmsy を下回っており、Fmsy の 0.46 倍である。なお、神戸プロットに示した漁獲圧の比（F/Fmsy）とは、各年の年齢別漁獲係数を一律に乗じたときに、%SPR が FMSY に対応する水準と一致する倍率を求めたときの逆数である。2024 年漁期の F/Fmsy は、資源量が下方修正され、F 値が上方修正されていることにより、昨年度解析結果よりもやや上昇している（補足資料 2）。

親魚量の動向は、直近 5 年間（2021～2025 年漁期）の推移から減少と判断される。本系群の親魚量は 2007～2015 年漁期には SBmsy を上回っていたが、漁獲圧の上昇や加入量の減少によって 2016 年漁期以降は SBmsy を大きく下回っている。2021、2022 年漁期はやや回復したが、再び減少し、2025 年漁期は SBmsy よりも低い水準となっている。

### 5. 漁獲管理規則の適用

管理基準値・漁獲管理規則は、令和 8 年度研究機関会議（FRA-SA2026-BRP01-01）にお

いて提案された暫定値であり、将来予測はこれら基準値と漁獲管理規則を用いて試算した結果である。

#### (1) 将来予測の設定

資源評価で推定した 2025 年漁期の資源量から、コホート解析の前進法を用いて 2026～2047 年漁期までの将来予測計算を行った（補足資料 2）。なお、将来予測に用いる各種パラメータには表 5-1 および補足表 2-2 の値を用いた。

本系群は年代によって成熟率が変化することが知られており、資源状態との関係が指摘されている（Narimatsu et al. 2010）。近年のデータでも年齢別資源尾数と成熟率には負の相関が認められており（補足図 2-4、詳細は補足資料 2 参照）、将来予測には資源尾数の増減による年齢別成熟率の変化を考慮して親魚量を計算した。ただし、年齢別成熟率の最大値、最小値はそれぞれ過去に観測された値の範囲内にあると仮定した。

2026 年漁期の漁獲量は、2026 年の資源量と現状の漁獲圧（F2022-2024）から仮定した。2027 年漁期以降の漁獲圧は、「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、各漁期年に予測される親魚量をもとに算出した。

#### (2) 漁獲管理規則

漁獲管理規則を図 5-1 に示す。この漁獲管理規則は、親魚量が限界管理基準値以上にある場合には  $F_{msy}$  に調整係数  $\beta$  を乗じた漁獲圧とし、親魚量が限界管理基準値を下回った場合には禁漁水準まで直線的に漁獲圧を削減する規則であり、調整係数  $\beta$  には 0.8 が提案されている。

#### (3) 2027 年漁期の予測値と ABC の算定

2027 年漁期に予測される親魚量は、いずれの繰り返し計算でも限界管理基準値を上回り、平均 7.8 千トンと見込まれた（表 5-3）。上述した漁獲管理規則から算定される 2027 年漁期の平均漁獲量である 5.8 千トン（90%予測区間は 5.2 千～6.9 千トン）であった（表 5-3、補足表 3-4、3-5）。なお、本系群の ABC は、本系群の漁獲シナリオが「資源管理方針に関する検討会」で取り纏められ、「水産政策審議会」を経て定められた後に算定される。

#### (4) 2028 年漁期以降の予測

2028 年漁期以降も含めた将来予測の結果を図 5-2、表 5-2、5-3、および補足資料 3 に示す。上述した漁獲管理規則（ $0.8F_{msy}$ ）に基づく管理を継続した場合、2037 年漁期の親魚量の予測値は平均 14.9 千トン（90%予測区間は 5.9 千～28.4 千トン）であり、目標管理基準値を上回る確率は 61%、限界管理基準値を上回る確率は 100%であった。 $\beta$  を 1.0 とした場合には平均 10.8 千トン（90%予測区間は 4.1 千～21.0 千トン）であり、目標管理基準値を上回る確率は 35%、限界管理基準値を上回る確率は 98%であった。また、2037 年漁期の親魚量の予測値が目標管理基準値を上回る確率は  $\beta$  が 0.85 以下で 50%を上回る。限界管理基準値を上回る確率は  $\beta$  が 1.0 でも 90%を上回る（表 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

た場合の将来予測結果についても示す。現状の漁獲圧 (F2022-2024) を継続した場合の 2037 年漁期の親魚量の予測値は平均 13.9 千トン (90%予測区間は 5.3 千～26.8 千トン) であり、目標管理基準値を上回る確率は 55%、限界管理基準値を上回る確率は 99%である。

また、親魚量が目標管理基準値を上回る確率は 2026 年漁期と 2027 年漁期はそれぞれ 8% と 0%であるが、2027 年漁期から上述した漁獲管理規則に基づく管理を継続した場合、50%以上の確率で上回る漁期年は 2035 年漁期と予測された。また、限界管理基準値を上回る確率は、2031 年漁期以降 90%以上と予測された (表 5-2)。

## 6. 資源評価のまとめ

本系群の資源量は、1996～2013 年漁期にかけて 23 千から 84 千トンへと増加したが、2014 年漁期以降は減少し、2016～2025 年漁期では 14 千～23 千トンで推移している。親魚量も資源量同様に 1996 年漁期から 2014 年漁期にかけて 7 千～20 千トンの間で変動しつつも増加した。しかし、その後、急激に減少し、2016～2024 年漁期は 4 千～8 千トンで推移し、2025 年漁期は 4 千トンとなっている。

2025 年漁期の親魚量は MSY を実現する水準を大きく下回り、その動向は直近 5 年間 (2021～2025 年漁期) の推移から減少と判断された。2025 年漁期の漁獲圧は、SBmsy を維持する漁獲圧 (Fmsy) を大きく下回る。

## 7. その他

2023 年漁期に加入した 2022 年級は、1 歳時点および 2 歳時点である程度多いことが調査船調査や本報の推定結果からも認められるが、2023～2024 年級は少ないと推察される。2027 年漁期は 5 歳となった 2022 年級が主体となる可能性が高く、この年級を適切に管理し、産卵量を確保して資源回復を促すことが重要である。

## 8. 引用文献

- Bakkala, R., S. Westrheim, S. Mishima, C. Zhang and E. Brown (1984) Distribution of Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) in the North Pacific Ocean. Int. North Pac. Fish. Comm. Bull., **42**, 111-115.
- 藤原邦浩・鈴木勇人・森川英祐・時岡 駿・下光利明・富樫博幸・古庄 誠・永尾次郎 (2026) 令和 8 (2026) 年度マダラ本州太平洋北部系群の管理基準値等に関する研究機関会議資料. 水産研究・教育機構, 1-34. FRA-SA2026-BRP02-1.
- 福田慎作・横山勝幸・早川 豊 (1985) 青森県陸奥湾湾口部におけるマダラ成魚の標識放流について. 栽培技研, **14**, 71-77.
- 橋本良平 (1974) 東北海区漁場におけるマダラの食性と生息水深の変動に関する研究. 東北水研研報, **33**, 51-67.
- 服部 努・桜井泰憲・島崎健二 (1992) マダラの耳石薄片法による年齢査定と成長様式. 日水誌, **58**, 1203-1210.
- 服部 努・桜井泰憲・島崎健二 (1995) 陸奥湾に來遊するマダラの孕卵数. 東北水研報, **57**, 1-5.
- 服部 努・北川大二・今村 央・野別貴博 (1999) 1998 年の底魚類資源量調査結果. 東北底

- 魚研究, **19**, 77-91.
- 服部 努・北川大二・成松庸二・佐伯光広・片山知史・藤原邦浩・小谷健二・本田学志 (2002) 2001 年の底魚類現存量調査結果. 東北底魚研究, **22**, 82-98.
- 伊藤正木・服部 努・成松庸二・柴田泰宙 (2014) 東北沖太平洋におけるマダラによるズワイガニの補食について. 東北底魚研究, **34**, 123-132.
- 児玉純一・永島宏・和泉祐司 (1990) 金華山海域に生息するマダラについて. 東北海区底魚研究チーム会議報告, 東北区水産研究所, **11**, 43-46.
- Mishima, S. (1984) Stock assessment and biological aspects of Pacific cod (*Gadus macrocephalus* Tilesius) in Japanese waters. Int. North Pac. Fish. Comm. Bull., **42**, 180-199.
- 三浦太智・吉田雅範・山田嘉暢・野呂恭成・伊藤欣吾・東 信行 (2019) マダラ陸奥湾産卵群の分布と回遊. 水産増殖, **67**, 19-24.
- 成松庸二 (2006) マダラの生活史と繁殖生態 -繁殖特性の年変化を中心に-. 水研センター研報, 別冊 **4**, 137-146.
- Narimatsu, Y., S. Kakehi, S. Ito, Y. Okazaki, R. Inagawa and T. Yano (2015a) Impact of the Great East Japan Earthquake tsunami on growth and survival of Pacific cod, *Gadus macrocephalus*. Can. J. Fish. Aquat. Sci., **72**, 1629-1638.
- Narimatsu, Y., T. Sohtome, M. Yamada, Y. Shigenobu, Y. Kurita, T. Hattori and R. Inagawa (2015b) Why do the radionuclide concentrations of Pacific cod depend on the body size? In: Impact of the Fukushima nuclear accident on fish and fishing grounds, ed. K. Nakata and H. Sugisaki, Springer Japan, Tokyo, pp. 123-138.
- Narimatsu, Y., Y. Ueda, T. Okuda, T. Hattori, K. Fujiwara and M. Ito (2010) The effect of temporal changes in life-history traits on reproductive potential in an exploited population of Pacific cod, *Gadus macrocephalus*. ICES J. Mar. Sci., **67**, 1659-1666.
- Sakurai, Y. and T. Hattori (1996) Reproductive behavior of Pacific cod in captivity. Fish. Sci., **62**, 222-228.
- Suda, A., N. Nagata, A. Sato, Y. Narimatsu, H. H. Nadiatul and M. Kawata (2017) Genetic variation and local differences in Pacific cod *Gadus macrocephalus* around Japan. J. Fish Biol., **90**, 61-79.
- Takatsu, T., T. Nakatani, T. Mutoh and T. Takahashi (1995) Feeding habits of Pacific cod larvae and juveniles in Mutsu bay, Japan. Fish. Sci., **61**, 415-422.
- Takatsu, T., T. Nakatani, T. Miyamoto, K. Kouka and T. Takahashi (2002) Spatial distribution and feeding habits of Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) larvae in Mutsu Bay, Japan. Fish. Oceanogr., **11**, 90-101.
- 田中昌一 (1960) 水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理. 東海水研報, **28**, 1-200.
- 山村織生 (1993) 仙台湾沖底生魚類群集における資源分割. 漁業資源研究会議底魚部会報, **26**, 61-70.

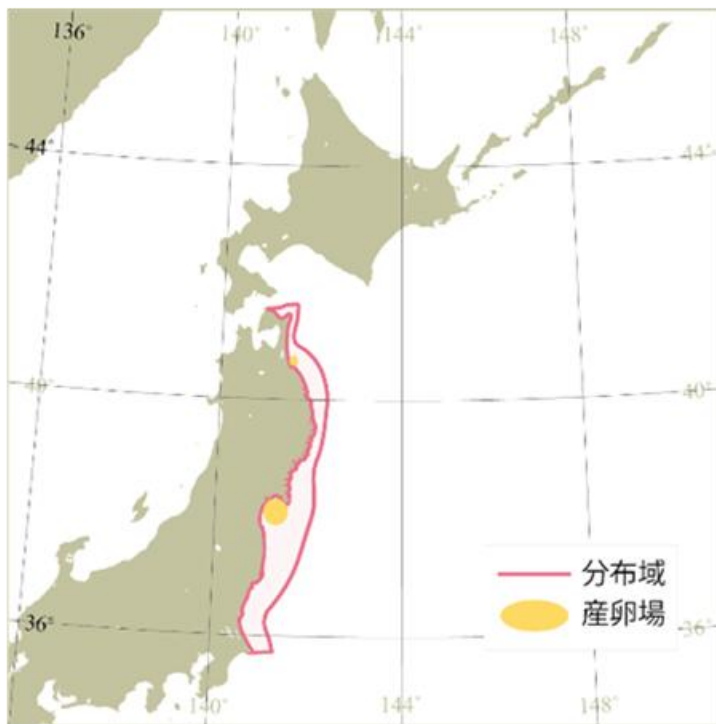


図 2-1. 本州太平洋北部におけるマダラ分布

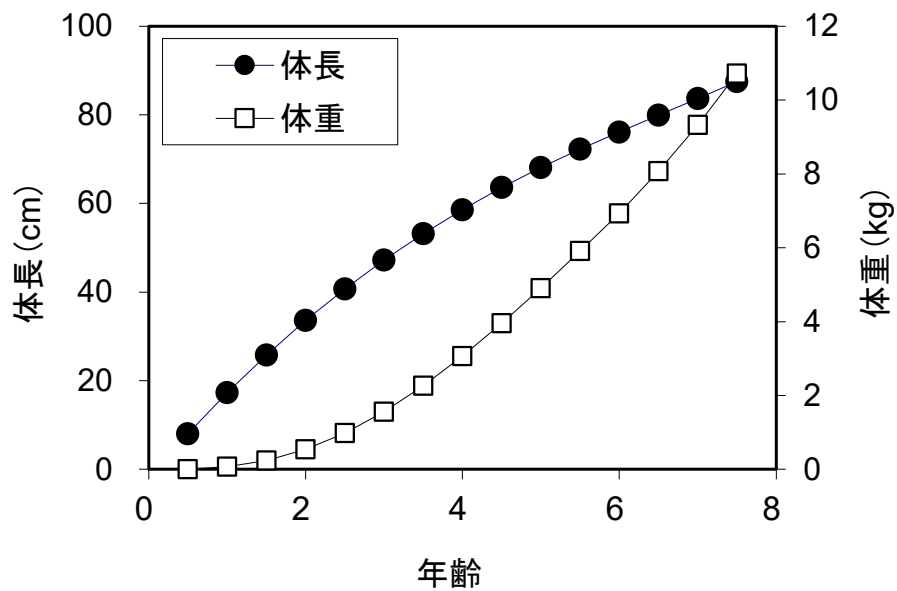


図 2-2. 本州太平洋北部におけるマダラの成長

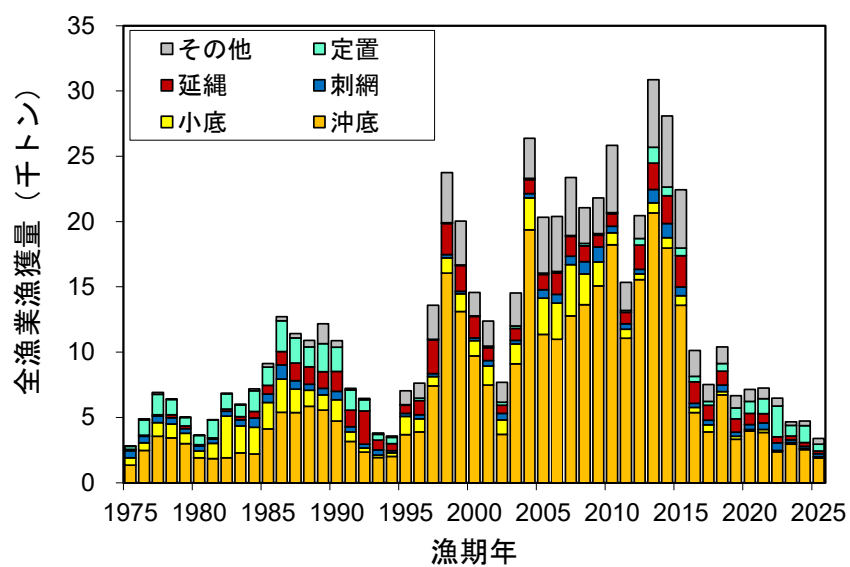


図 3-1. 本州太平洋北部におけるマダラの漁業種別漁獲量 2025 年漁期は暫定値。

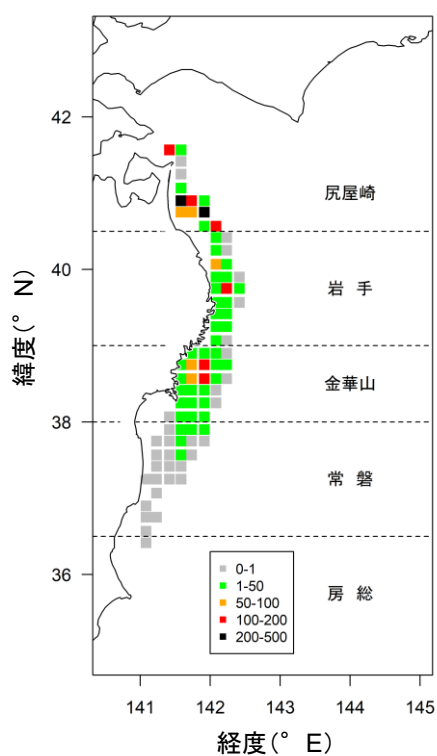


図 3-2. 沖底による 2025 年の漁獲量 (トン) の分布 (暫定値)

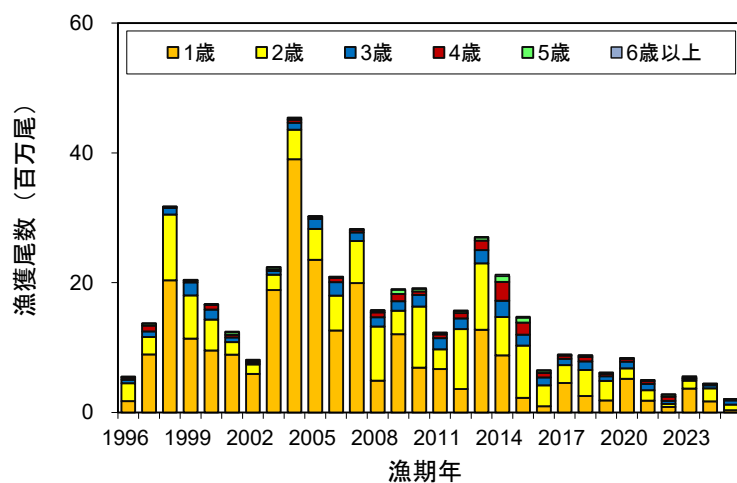


図 3-3. 年齢別漁獲尾数の推移

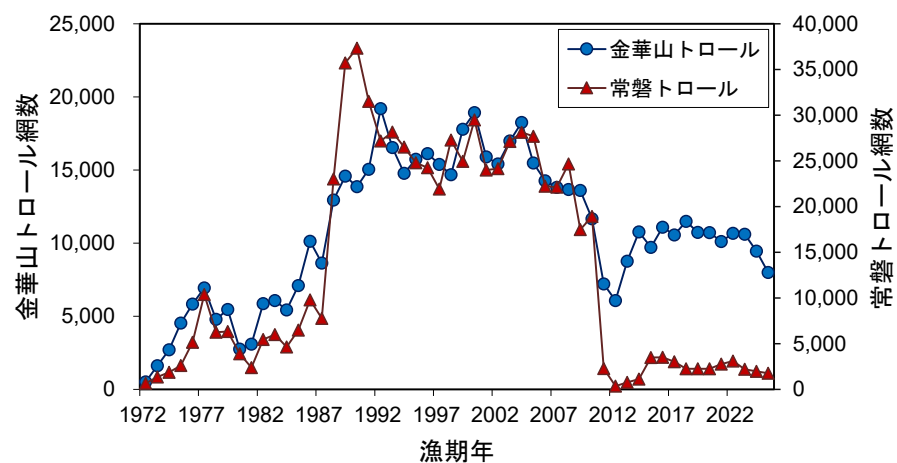
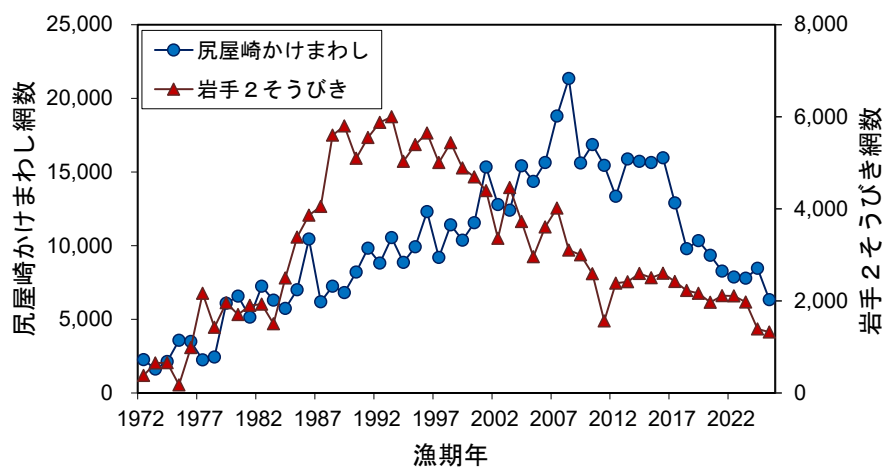


図 3-4. 沖底による有漁網数の推移

上：2 そうびきとかけまわし 下：トロール 2025 年漁期は暫定値。

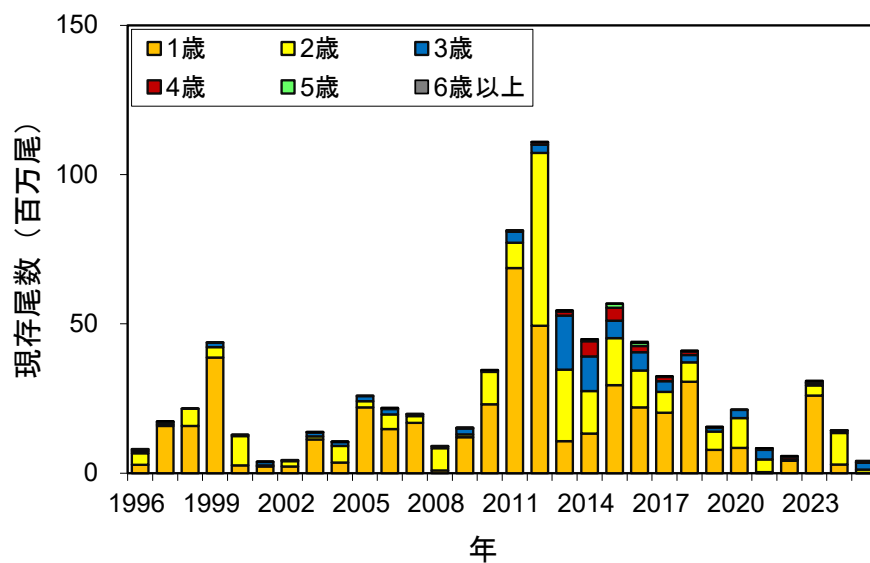


図 4-1. トロール調査によって求めた年齢別現存尾数の推移

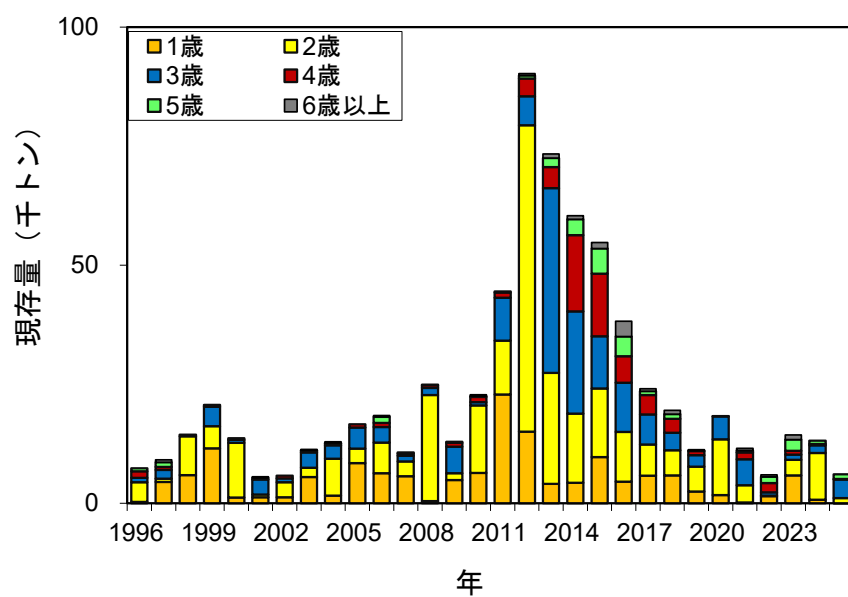


図 4-2. トロール調査によって求めた年齢別現存量（資源量指標値）の推移

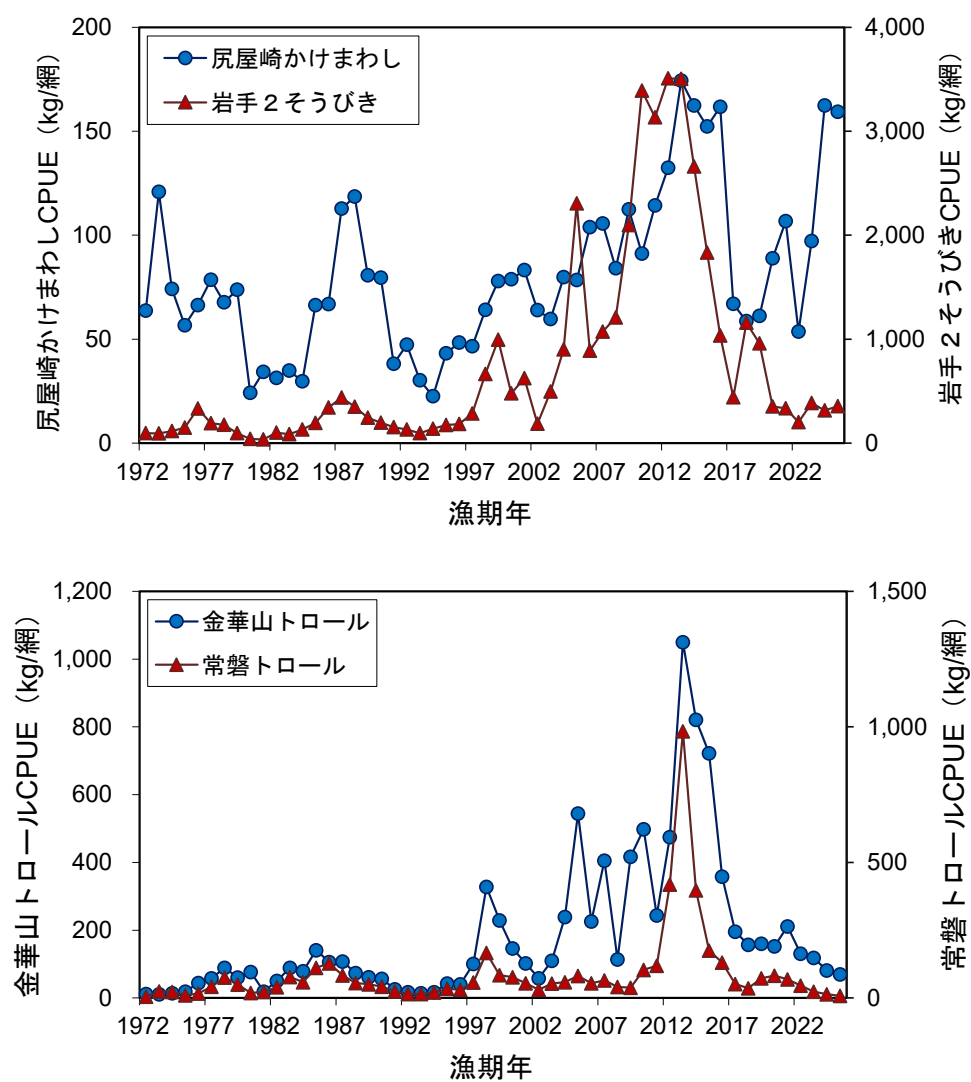


図 4-3. 沖底による CPUE の推移

上：2 そうびきとかけまわし 下：トロール 2025 年漁期は暫定値。

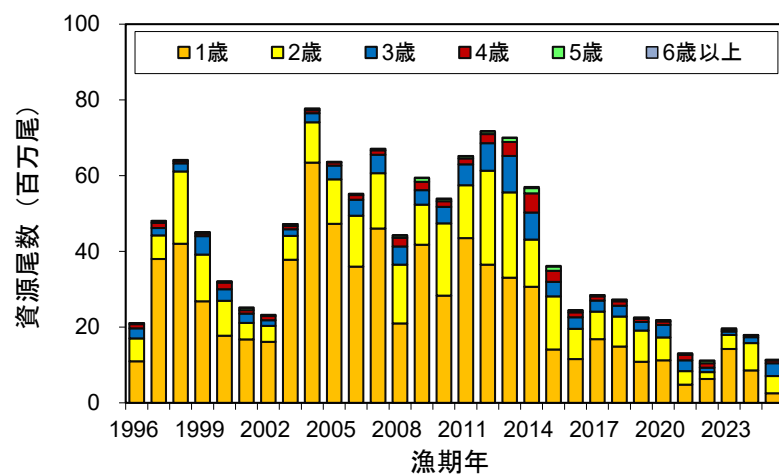


図 4-4. 年齢別資源尾数の推移

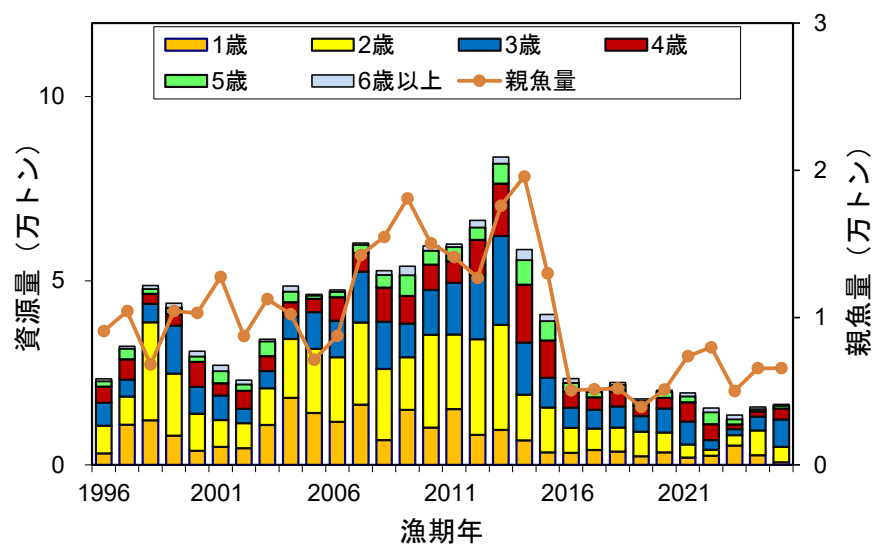


図 4-5. 年齢別資源量および親魚量の推移

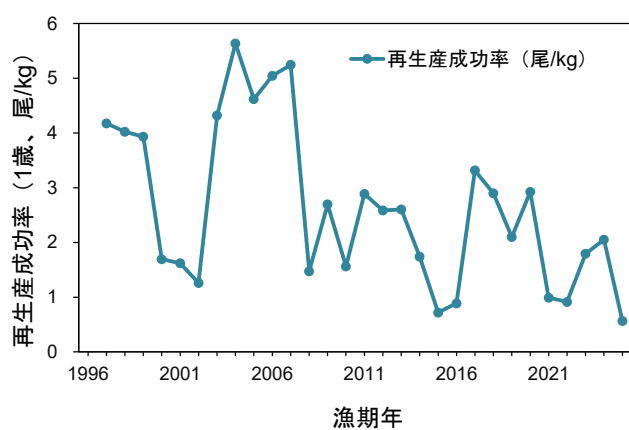


図 4-6. 再生産成功率の推移

ここでは1歳魚の加入した漁期年を示しており、親魚量は前年の漁期年の値である。

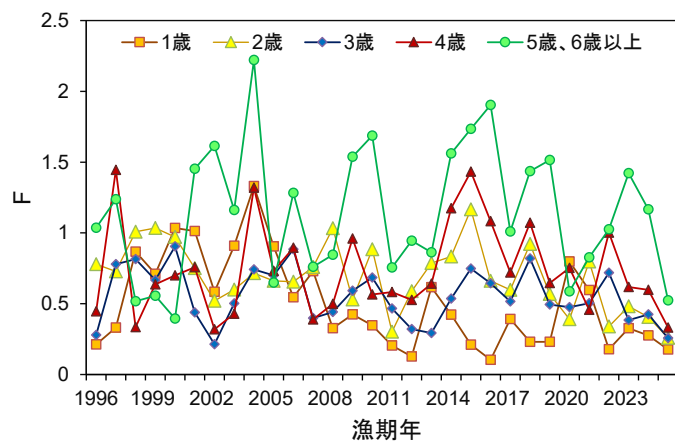


図 4-7. 漁獲係数 F の推移

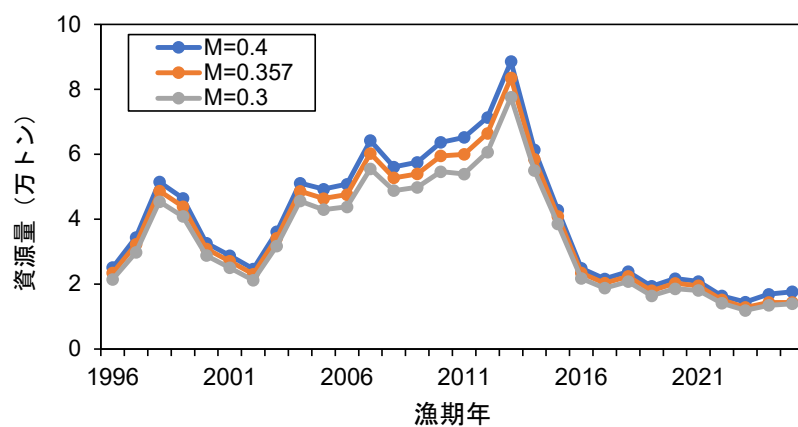


図 4-8. M を変化させたときの資源量の変化

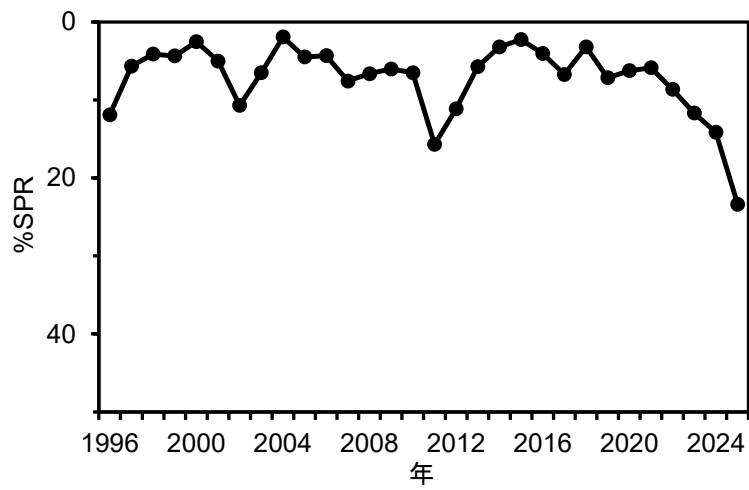


図 4-9. %SPR の推移

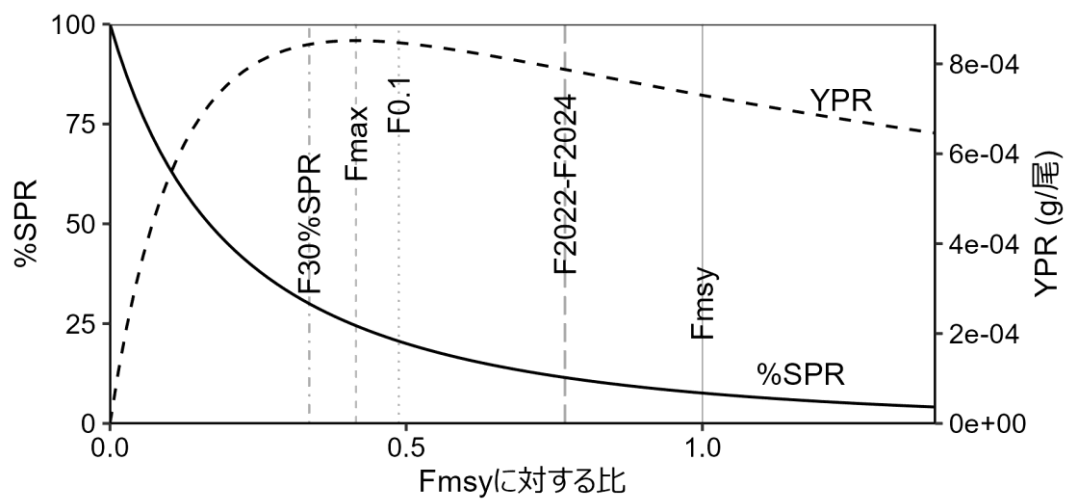


図 4-10. Fmsy に対する YPR と%SPR の関係

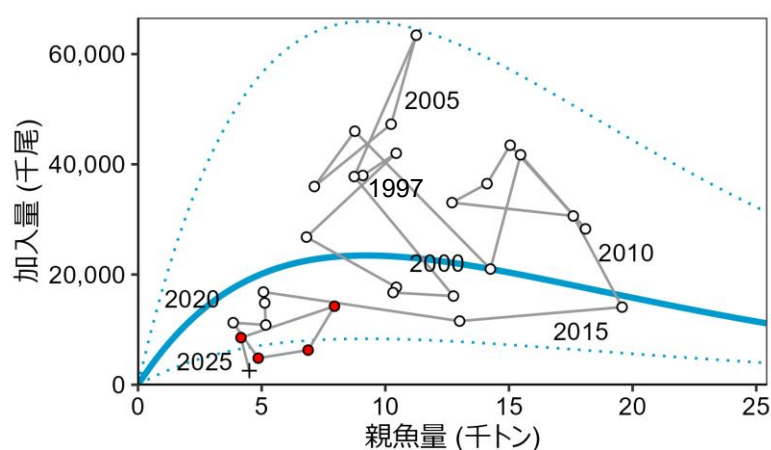


図 4-11. 親魚量と加入量（1 歳魚尾数）の関係（再生産関係）

青線は令和 8 年 8 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」で提案された観測値（1996～2024 年の親魚量と 1997～2025 年の加入量）とリッカー型の再生産関係式。点線は観測データの 90%が含まれると推定される範囲を示す。白色の丸と赤色の丸および「+」は、令和 8（2026）年度の資源評価における資源量と加入量のデータでプロットし、その加入量の年を表記したものであり、白色の丸は 1997～2020 年のデータ、赤色の丸は 2021～2024 年、「+」は 2025 年のデータである。

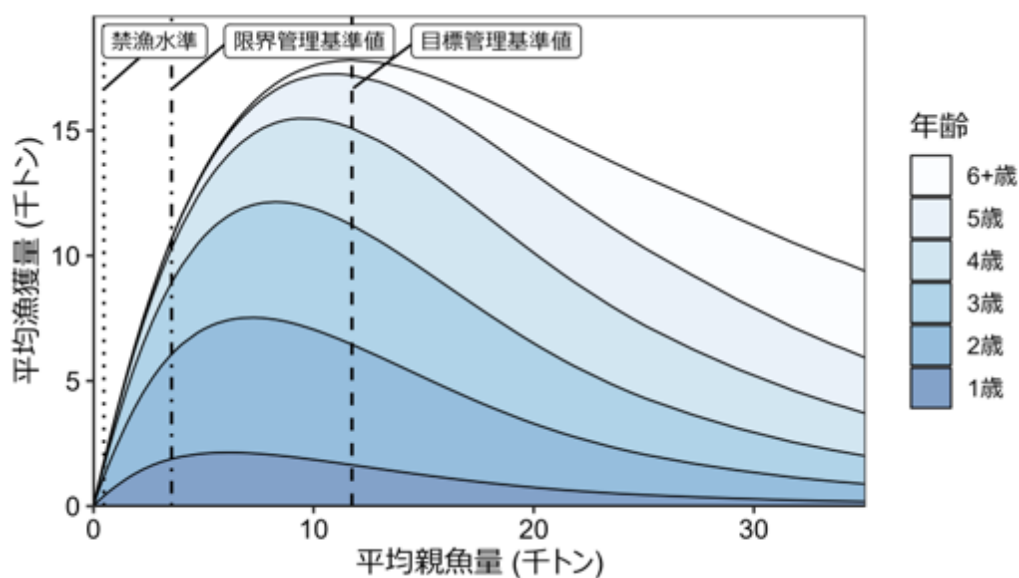


図 4-12. 平衡状態における平均親魚量と年齢別平均漁獲量との関係（漁獲量曲線）

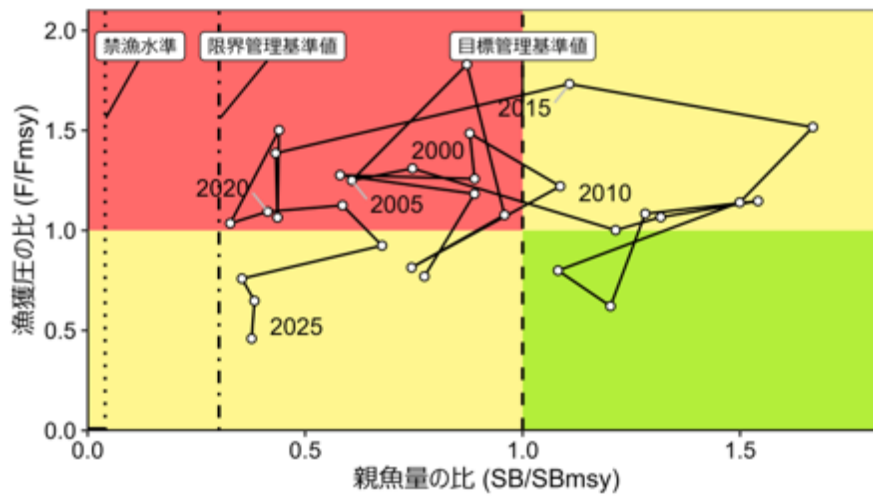
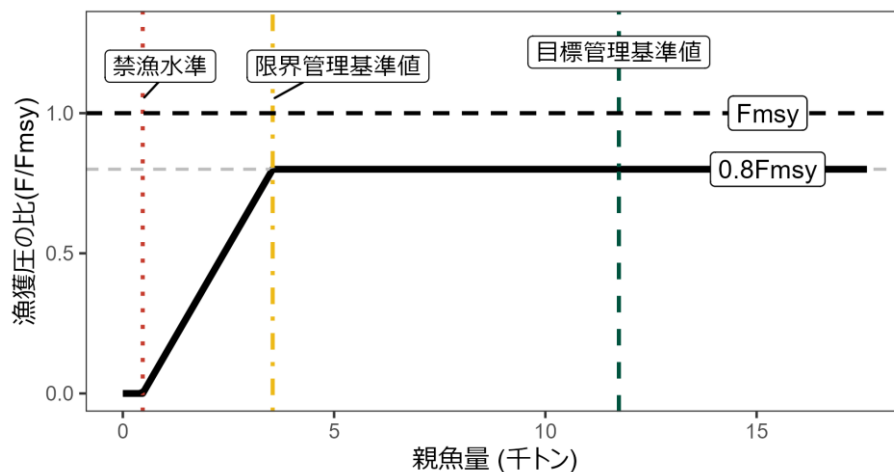


図 4-13. 最大持続生産量 (MSY) を実現する親魚量 ( $SB_{msy}$ ) および  $SB_{msy}$  を維持する漁獲圧 ( $F_{msy}$ ) に対する、親魚量および漁獲圧の関係 (神戸プロット)

a)



b)

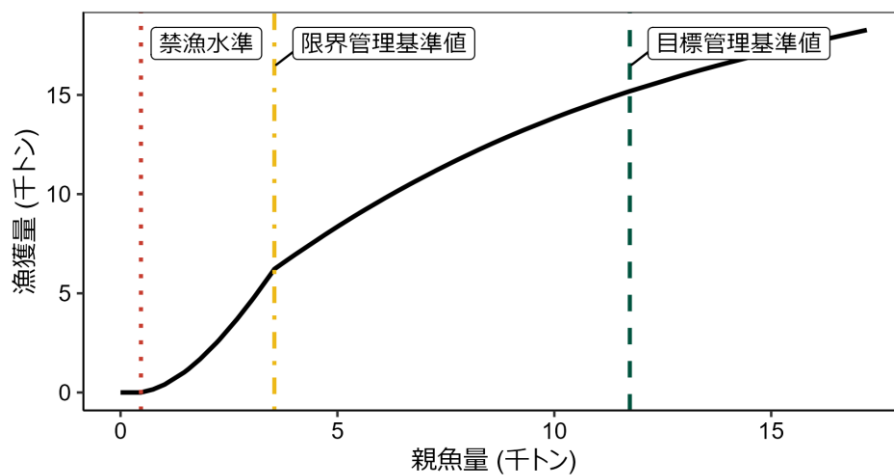


図 5-1. 漁獲管理規則 (HCR)

目標管理基準値 (SBtarget) は RI 型再生産関係に基づき算出した  $SB_{msy}$  である。限界管理基準値 (SBlimit) および禁漁水準 (SBban) にそれぞれ標準値を用いている。調整係数  $\beta$  は例として 0.8 とした。黒破線 :  $F_{msy}$ 、灰色破線 :  $0.8F_{msy}$ 、黒太線 : HCR、赤点線 : 禁漁水準、黄色一点鎖線 : 限界管理基準値、緑色破線 : 目標管理基準値を示す。上図 (a) は縦軸を漁獲圧にした場合、下図 (b) は縦軸を漁獲量で表した場合である。下図については、漁獲する年の年齢組成によって漁獲量は若干異なるが、ここでは平衡状態における平均的な年齢組成の場合の漁獲量を示した。

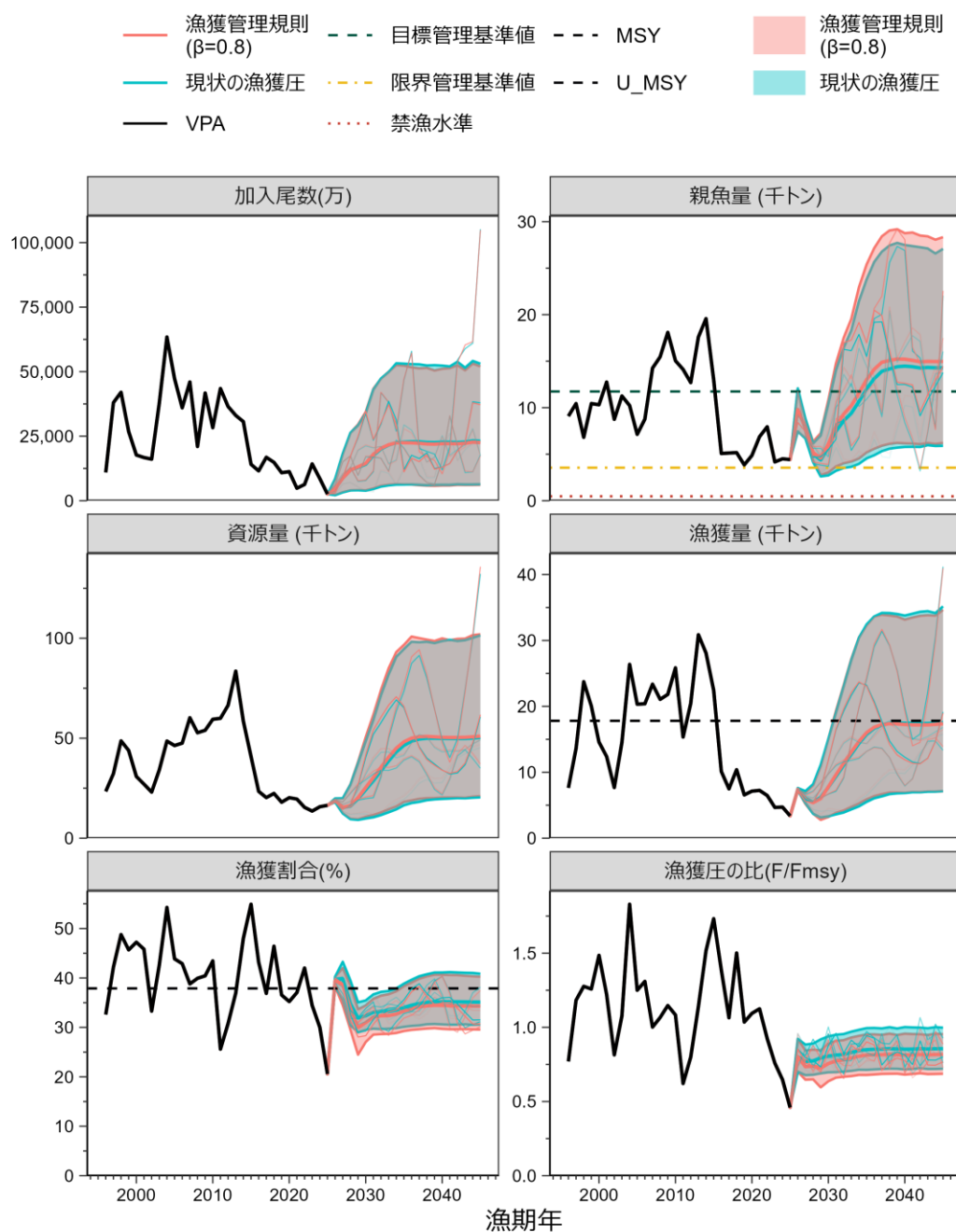


図 5-2. 漁獲管理規則に従って漁獲を続けた場合（赤線）と現状の漁獲圧（F2022-2024）で漁獲を続けた場合の将来予測（青線）

太実線は平均値、網掛けはシミュレーション結果の 90%が含まれる 90%予測区間、細線は 5 通りの将来予測の例示である。漁獲量の図の黒破線は最大持続生産量 MSY を、漁獲割合の図の黒破線は目標管理基準値を維持する漁獲割合の水準（Umsy）を示す。調整係数  $\beta$  として 0.8 を用いた場合を示した。2026 年漁期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。

表 3-1. 漁業種類別の漁獲量の推移（漁期年集計：トン）

|     | 1975  | 1976  | 1977  | 1978  | 1979  | 1980  | 1981  | 1982  | 1983  | 1984  | 1985  | 1986   | 1987   |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 沖底  | 1,337 | 2,472 | 3,567 | 3,431 | 2,992 | 1,919 | 1,855 | 1,902 | 2,284 | 2,202 | 4,117 | 5,399  | 5,371  |
| 小底  | 574   | 583   | 1,028 | 1,070 | 795   | 506   | 1,166 | 3,208 | 2,068 | 2,054 | 2,032 | 2,541  | 1,793  |
| 刺網  | 546   | 511   | 498   | 478   | 351   | 388   | 329   | 373   | 453   | 702   | 635   | 1,086  | 642    |
| 延縄  | 107   | 72    | 106   | 229   | 205   | 103   | 76    | 160   | 260   | 494   | 666   | 1,029  | 1,358  |
| 定置  | 230   | 1,178 | 1,573 | 1,160 | 645   | 709   | 1,377 | 1,178 | 885   | 1,579 | 1,403 | 2,347  | 1,935  |
| その他 | 7     | 70    | 138   | 56    | 26    | 15    | 17    | 37    | 76    | 156   | 266   | 317    | 330    |
| 計   | 2,801 | 4,886 | 6,909 | 6,424 | 5,014 | 3,641 | 4,821 | 6,857 | 6,026 | 7,186 | 9,119 | 12,719 | 11,428 |

|     | 1988   | 1989   | 1990   | 1991  | 1992  | 1993  | 1994  | 1995  | 1996  | 1997   | 1998   | 1999   | 2000   |
|-----|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 沖底  | 5,860  | 5,568  | 4,727  | 3,160 | 2,349 | 1,935 | 2,013 | 3,690 | 3,899 | 7,413  | 16,055 | 13,119 | 9,716  |
| 小底  | 1,227  | 1,169  | 1,630  | 735   | 318   | 189   | 278   | 1,400 | 990   | 706    | 1,172  | 1,347  | 1,154  |
| 刺網  | 450    | 487    | 632    | 397   | 280   | 379   | 166   | 213   | 323   | 242    | 235    | 191    | 215    |
| 延縄  | 1,336  | 1,285  | 1,535  | 1,274 | 2,546 | 762   | 546   | 639   | 1,068 | 2,575  | 2,397  | 1,971  | 1,661  |
| 定置  | 1,522  | 2,142  | 1,848  | 1,548 | 857   | 447   | 462   | 29    | 193   | 43     | 51     | 59     | 36     |
| その他 | 497    | 1,523  | 501    | 116   | 99    | 92    | 106   | 1,080 | 1,154 | 2,623  | 3,837  | 3,357  | 1,796  |
| 計   | 10,892 | 12,174 | 10,873 | 7,229 | 6,447 | 3,805 | 3,571 | 7,051 | 7,627 | 13,602 | 23,747 | 20,045 | 14,577 |

|     | 2001   | 2002  | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   | 2010   | 2011   | 2012   | 2013   |
|-----|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 沖底  | 7,477  | 3,712 | 9,109  | 19,365 | 11,355 | 10,976 | 12,786 | 13,628 | 15,070 | 18,215 | 11,068 | 15,552 | 20,661 |
| 小底  | 1,467  | 1,088 | 1,511  | 2,453  | 2,773  | 2,778  | 3,912  | 2,353  | 1,838  | 921    | 678    | 431    | 773    |
| 刺網  | 415    | 516   | 281    | 317    | 644    | 674    | 642    | 940    | 1,144  | 510    | 430    | 359    | 1,027  |
| 延縄  | 981    | 610   | 909    | 1,069  | 1,173  | 1,619  | 1,532  | 1,229  | 900    | 959    | 879    | 1,849  | 2,027  |
| 定置  | 117    | 236   | 198    | 105    | 101    | 131    | 63     | 172    | 131    | 74     | 131    | 503    | 1,201  |
| その他 | 1,928  | 1,514 | 2,526  | 3,061  | 4,279  | 4,216  | 4,435  | 2,741  | 2,733  | 5,166  | 2,160  | 1,752  | 5,179  |
| 計   | 12,385 | 7,677 | 14,535 | 26,370 | 20,325 | 20,395 | 23,369 | 21,062 | 21,817 | 25,846 | 15,344 | 20,447 | 30,867 |

|     | 2014   | 2015   | 2016   | 2017  | 2018   | 2019  | 2020  | 2021  | 2022  | 2023  | 2024  | 2025  |
|-----|--------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 沖底  | 17,963 | 13,600 | 5,364  | 3,887 | 6,729  | 3,318 | 3,953 | 3,853 | 2,376 | 2,958 | 2,538 | 1,880 |
| 小底  | 803    | 731    | 406    | 544   | 253    | 241   | 119   | 222   | 103   | 127   | 78    | 110   |
| 刺網  | 1,089  | 658    | 320    | 351   | 500    | 304   | 384   | 503   | 581   | 194   | 159   | 229   |
| 延縄  | 2,129  | 2,408  | 1,643  | 1,151 | 1,069  | 1,024 | 853   | 703   | 454   | 300   | 299   | 212   |
| 定置  | 657    | 569    | 407    | 294   | 580    | 842   | 910   | 1,161 | 2,363 | 816   | 1,295 | 522   |
| その他 | 5,449  | 4,465  | 1,979  | 1,285 | 1,262  | 942   | 919   | 809   | 604   | 273   | 349   | 427   |
| 計   | 28,091 | 22,431 | 10,118 | 7,512 | 10,393 | 6,671 | 7,138 | 7,251 | 6,481 | 4,668 | 4,718 | 3,381 |

各県水試調べによる。  
漁期年は4月～翌年3月。

表 3-2. 県別漁業種類別の漁獲量の推移（漁期年集計：トン）

|    |     | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  | 2007  | 2008  | 2009  |
|----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 青森 | 沖底  | 1,375 | 1,439 | 791   | 1,228 | 1,406 | 1,274 | 2,210 | 2,595 | 2,216 | 1,636 |
|    | 小底  | 424   | 521   | 581   | 439   | 614   | 480   | 915   | 1,170 | 437   | 713   |
|    | 刺網  | 0     | 0     | 53    | 81    | 86    | 146   | 167   | 121   | 337   | 420   |
|    | 延縄  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|    | 定置  | 10    | 14    | 42    | 147   | 14    | 11    | 21    | 14    | 70    | 75    |
|    | その他 | 356   | 342   | 214   | 133   | 136   | 146   | 195   | 394   | 461   | 543   |
| 岩手 | 沖底  | 3,150 | 2,247 | 614   | 2,565 | 8,161 | 3,377 | 3,998 | 4,310 | 6,414 | 8,237 |
|    | 小底  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|    | 刺網  | 75    | 266   | 379   | 87    | 39    | 128   | 153   | 238   | 283   | 371   |
|    | 延縄  | 1,559 | 896   | 553   | 784   | 762   | 948   | 1,488 | 1,315 | 1,118 | 809   |
|    | 定置  | 12    | 10    | 191   | 29    | 64    | 22    | 28    | 9     | 57    | 50    |
|    | その他 | 182   | 146   | 117   | 62    | 128   | 144   | 15    | 55    | 18    | 10    |
| 宮城 | 沖底  | 4,490 | 3,114 | 1,381 | 3,826 | 8,527 | 5,099 | 3,751 | 4,603 | 4,419 | 4,034 |
|    | 小底  | 615   | 904   | 465   | 902   | 1,689 | 2,114 | 1,798 | 2,695 | 1,826 | 1,035 |
|    | 刺網  | 94    | 130   | 48    | 65    | 76    | 234   | 222   | 233   | 261   | 329   |
|    | 延縄  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 13    |
|    | 定置  | 13    | 93    | 3     | 22    | 28    | 68    | 82    | 40    | 44    | 6     |
|    | その他 | 1,211 | 1,422 | 1,180 | 2,306 | 2,743 | 3,979 | 4,003 | 3,982 | 2,259 | 2,178 |
| 福島 | 沖底  | 693   | 674   | 923   | 1,478 | 1,256 | 1,591 | 1,009 | 1,271 | 565   | 1,145 |
|    | 小底  | 81    | 34    | 33    | 91    | 70    | 99    | 46    | 37    | 70    | 71    |
|    | 刺網  | 46    | 19    | 37    | 49    | 115   | 137   | 131   | 50    | 59    | 24    |
|    | 延縄  | 32    | 47    | 38    | 73    | 128   | 130   | 63    | 114   | 63    | 61    |
|    | 定置  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|    | その他 | 46    | 18    | 3     | 24    | 52    | 10    | 3     | 3     | 2     | 3     |
| 茨城 | 沖底  | 8     | 4     | 3     | 12    | 15    | 13    | 9     | 8     | 14    | 18    |
|    | 小底  | 34    | 8     | 9     | 80    | 80    | 81    | 19    | 10    | 19    | 19    |
|    | 刺網  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|    | 延縄  | 69    | 38    | 19    | 53    | 179   | 95    | 68    | 102   | 48    | 17    |
|    | 定置  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|    | その他 | 0     | 0     | 0     | 2     | 2     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     |

各県水試調べ

表 3-2. (続き)

|    |     | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  | 2019  |
|----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 青森 | 沖底  | 2,199 | 1,529 | 2,318 | 3,271 | 2,275 | 3,203 | 1,343 | 714   | 708   | 725   |
|    | 小底  | 641   | 414   | 337   | 608   | 278   | 308   | 115   | 52    | 60    | 73    |
|    | 刺網  | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|    | 延縄  | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|    | 定置  | 18    | 33    | 48    | 69    | 89    | 71    | 61    | 66    | 60    | 50    |
|    | その他 | 847   | 1,130 | 493   | 1,903 | 2,020 | 1,622 | 930   | 543   | 617   | 560   |
| 岩手 | 沖底  | 9,426 | 5,992 | 8,613 | 8,136 | 6,802 | 4,273 | 1,856 | 1,284 | 3,828 | 990   |
|    | 小底  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|    | 刺網  | 248   | 170   | 207   | 227   | 340   | 141   | 125   | 143   | 258   | 199   |
|    | 延縄  | 846   | 838   | 1,847 | 2,006 | 2,099 | 2,352 | 1,629 | 1,139 | 1,062 | 1,019 |
|    | 定置  | 23    | 32    | 224   | 529   | 198   | 162   | 46    | 45    | 215   | 381   |
|    | その他 | 4     | 17    | 30    | 34    | 65    | 43    | 30    | 23    | 34    | 22    |
| 宮城 | 沖底  | 5,982 | 3,528 | 4,620 | 9,254 | 8,789 | 5,889 | 2,034 | 1,796 | 2,105 | 1,512 |
|    | 小底  | 229   | 236   | 92    | 165   | 477   | 375   | 270   | 478   | 180   | 158   |
|    | 刺網  | 261   | 259   | 152   | 799   | 749   | 517   | 195   | 207   | 240   | 101   |
|    | 延縄  | 30    | 16    | 1     | 21    | 18    | 22    | 13    | 8     | 7     | 5     |
|    | 定置  | 34    | 67    | 231   | 602   | 370   | 337   | 299   | 183   | 306   | 411   |
|    | その他 | 4,314 | 1,012 | 1,230 | 3,242 | 3,363 | 2,797 | 1,019 | 718   | 608   | 360   |
| 福島 | 沖底  | 579   | 0     | 0     | 0     | 45    | 144   | 94    | 76    | 86    | 90    |
|    | 小底  | 25    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 4     | 4     | 5     |
|    | 刺網  | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 3     | 4     |
|    | 延縄  | 52    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|    | 定置  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|    | その他 | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 3     | 0     |
| 茨城 | 沖底  | 29    | 18    | 0     | 0     | 52    | 91    | 37    | 17    | 2     | 1     |
|    | 小底  | 26    | 28    | 2     | 0     | 48    | 48    | 21    | 11    | 9     | 6     |
|    | 刺網  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|    | 延縄  | 30    | 24    | 1     | 0     | 12    | 33    | 1     | 3     | 0     | 0     |
|    | 定置  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|    | その他 | 1     | 0     | 0     | 0     | 1     | 3     | 0     | 1     | 0     | 0     |

各県水試調べ

表 3-2. (続き)

|    |     | 2020  | 2021  | 2022  | 2023  | 2024  | 2025  |
|----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 青森 | 沖底  | 978   | 981   | 729   | 1,078 | 1,098 | 1,150 |
|    | 小底  | 54    | 126   | 48    | 83    | 69    | 85    |
|    | 刺網  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|    | 延縄  | 0     | 0     | 0     | 1     | 4     | 1     |
|    | 定置  | 77    | 283   | 1,201 | 461   | 586   | 255   |
|    | その他 | 508   | 367   | 407   | 173   | 175   | 234   |
| 岩手 | 沖底  | 861   | 660   | 614   | 812   | 767   | 352   |
|    | 小底  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|    | 刺網  | 217   | 271   | 419   | 176   | 107   | 137   |
|    | 延縄  | 851   | 702   | 453   | 298   | 294   | 210   |
|    | 定置  | 479   | 293   | 960   | 329   | 689   | 141   |
|    | その他 | 23    | 25    | 25    | 22    | 56    | 27    |
| 宮城 | 沖底  | 1,986 | 2,144 | 981   | 1,048 | 665   | 370   |
|    | 小底  | 63    | 92    | 50    | 43    | 9     | 25    |
|    | 刺網  | 165   | 221   | 161   | 17    | 52    | 86    |
|    | 延縄  | 2     | 1     | 1     | 0     | 1     | 1     |
|    | 定置  | 354   | 585   | 202   | 26    | 20    | 126   |
|    | その他 | 388   | 418   | 172   | 77    | 118   | 167   |
| 福島 | 沖底  | 127   | 67    | 52    | 20    | 8     | 7     |
|    | 小底  | 1     | 3     | 4     | 0     | 0     | 0     |
|    | 刺網  | 3     | 10    | 0     | 0     | 1     | 6     |
|    | 延縄  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|    | 定置  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|    | その他 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 茨城 | 沖底  | 1     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|    | 小底  | 1     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     |
|    | 刺網  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|    | 延縄  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|    | 定置  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|    | その他 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |

各県水試調べ

表 4-1. マダラ本州太平洋北部系群の資源解析結果

|      | 漁獲量<br>(千トン) | 資源量<br>(千トン) | 親魚量<br>(千トン) | 加入量(1歳<br>魚、百万尾) | 漁獲割合<br>(%) | F単純平<br>均 | 再生産成<br>功率<br>(尾/kg) | %SPR | F/Fmsy |
|------|--------------|--------------|--------------|------------------|-------------|-----------|----------------------|------|--------|
| 1996 | 7.6          | 23.4         | 9.1          | 11               | 33          | 0.63      |                      | 11.9 | 0.77   |
| 1997 | 13.6         | 32.2         | 10.4         | 38               | 42          | 0.96      | 4.2                  | 5.7  | 1.18   |
| 1998 | 23.8         | 48.7         | 6.8          | 42               | 49          | 0.68      | 4.0                  | 4.1  | 1.28   |
| 1999 | 20.0         | 43.9         | 10.4         | 27               | 46          | 0.69      | 3.9                  | 4.3  | 1.26   |
| 2000 | 14.6         | 30.9         | 10.3         | 18               | 47          | 0.73      | 1.7                  | 2.5  | 1.49   |
| 2001 | 12.4         | 27.0         | 12.8         | 17               | 46          | 0.98      | 1.6                  | 5.0  | 1.22   |
| 2002 | 7.7          | 23.1         | 8.7          | 16               | 33          | 0.81      | 1.3                  | 10.7 | 0.81   |
| 2003 | 14.5         | 34.1         | 11.3         | 38               | 43          | 0.79      | 4.3                  | 6.5  | 1.08   |
| 2004 | 26.4         | 48.6         | 10.2         | 63               | 54          | 1.42      | 5.6                  | 1.9  | 1.83   |
| 2005 | 20.3         | 46.3         | 7.1          | 47               | 44          | 0.72      | 4.6                  | 4.5  | 1.25   |
| 2006 | 20.4         | 47.5         | 8.8          | 36               | 43          | 0.92      | 5.0                  | 4.3  | 1.31   |
| 2007 | 23.4         | 60.2         | 14.3         | 46               | 39          | 0.63      | 5.2                  | 7.6  | 1.00   |
| 2008 | 21.1         | 52.7         | 15.5         | 21               | 40          | 0.67      | 1.5                  | 6.6  | 1.07   |
| 2009 | 21.8         | 54.0         | 18.1         | 42               | 40          | 0.93      | 2.7                  | 6.0  | 1.15   |
| 2010 | 25.9         | 59.5         | 15.0         | 28               | 43          | 0.98      | 1.6                  | 6.5  | 1.08   |
| 2011 | 15.3         | 60.0         | 14.1         | 43               | 26          | 0.51      | 2.9                  | 15.7 | 0.62   |
| 2012 | 20.5         | 66.4         | 12.7         | 36               | 31          | 0.57      | 2.6                  | 11.1 | 0.80   |
| 2013 | 30.9         | 83.6         | 17.6         | 33               | 37          | 0.68      | 2.6                  | 5.7  | 1.14   |
| 2014 | 28.1         | 58.5         | 19.6         | 31               | 48          | 1.01      | 1.7                  | 3.2  | 1.52   |
| 2015 | 22.4         | 40.8         | 13.0         | 14               | 55          | 1.17      | 0.7                  | 2.3  | 1.73   |
| 2016 | 10.1         | 23.4         | 5.1          | 12               | 43          | 1.05      | 0.9                  | 4.1  | 1.39   |
| 2017 | 7.5          | 20.3         | 5.1          | 17               | 37          | 0.71      | 3.3                  | 6.7  | 1.06   |
| 2018 | 10.4         | 22.4         | 5.2          | 15               | 46          | 0.99      | 2.9                  | 3.2  | 1.50   |
| 2019 | 6.6          | 18.0         | 3.8          | 11               | 37          | 0.83      | 2.1                  | 7.2  | 1.04   |
| 2020 | 7.1          | 20.3         | 4.9          | 11               | 35          | 0.60      | 2.9                  | 6.2  | 1.09   |
| 2021 | 7.3          | 19.6         | 6.9          | 5                | 37          | 0.67      | 1.0                  | 5.9  | 1.13   |
| 2022 | 6.5          | 15.4         | 7.9          | 6                | 42          | 0.71      | 0.9                  | 8.6  | 0.92   |
| 2023 | 4.7          | 13.6         | 4.2          | 14               | 34          | 0.78      | 1.8                  | 11.7 | 0.76   |
| 2024 | 4.7          | 15.7         | 4.5          | 9                | 30          | 0.67      | 2.1                  | 14.1 | 0.65   |
| 2025 | 3.4          | 16.4         | 4.4          | 3                | 21          | 0.34      | 0.6                  | 23.4 | 0.46   |

再生産成功率は各漁期年における1歳魚の資源尾数を前年の親魚量で除した値である。

表 5-1. 最大持続生産量（MSY）を実現する水準の推定に用いたパラメータ表（藤原ほか  
2026）

| 年齢 | 自然死亡係数 | 成熟割合<br>(*1)     | 平均体重(g)<br>(*2) | 選択率<br>(*3) | Fcurrent<br>(*3) |
|----|--------|------------------|-----------------|-------------|------------------|
| 1  | 0.357  | 0                | 285             | 0.22        | 0.26             |
| 2  | 0.357  | 0                | 1,171           | 0.34        | 0.41             |
| 3  | 0.357  | 0.29 (0.01～0.73) | 2,350           | 0.42        | 0.51             |
| 4  | 0.357  | 0.75 (0.34～0.96) | 3,899           | 0.61        | 0.73             |
| 5  | 0.357  | 1.00             | 5,598           | 1.00        | 1.20             |
| 6+ | 0.357  | 1.00             | 7,800           | 1.00        | 1.20             |

\*1: 成熟割合は1996～2025年の平均および3歳と4歳の最低・最高の値。

\*2: 体重は1996～2025年の平均値

\*3: Fcurrentは令和8(2026)年度資源評価での2022～2024年漁期の平均F値。選択率はそのFcurrentの選択率。

表 5-2. 将来の親魚量が目標・限界管理基準値を上回る確率

## a) 目標管理基準値を上回る確率 (%)

| $\beta$ | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 | 2037 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1.0     | 8    | 0    | 0    | 0    | 1    | 5    | 8    | 11   | 17   | 24   | 30   | 35   |
| 0.95    |      |      | 0    | 0    | 1    | 7    | 11   | 14   | 21   | 30   | 36   | 41   |
| 0.9     |      |      | 0    | 0    | 2    | 9    | 14   | 19   | 27   | 36   | 43   | 48   |
| 0.85    |      |      | 0    | 0    | 2    | 11   | 18   | 24   | 33   | 43   | 50   | 54   |
| 0.8     |      |      | 0    | 0    | 3    | 14   | 24   | 30   | 40   | 50   | 57   | 61   |
| 0.75    |      |      | 0    | 0    | 4    | 17   | 29   | 37   | 47   | 57   | 64   | 68   |
| 0.7     |      |      | 0    | 0    | 6    | 22   | 36   | 46   | 55   | 64   | 70   | 73   |
| 0.65    |      |      | 0    | 0    | 8    | 27   | 43   | 54   | 64   | 71   | 76   | 79   |
| 0.6     |      |      | 0    | 0    | 10   | 33   | 51   | 62   | 72   | 78   | 82   | 83   |
| 0.55    |      |      | 0    | 1    | 14   | 40   | 59   | 71   | 78   | 84   | 87   | 87   |
| 0.5     |      |      | 0    | 1    | 18   | 48   | 67   | 78   | 85   | 89   | 91   | 89   |
| 0.4     |      |      | 0    | 3    | 30   | 65   | 82   | 90   | 94   | 96   | 96   | 93   |
| 0.3     |      |      | 0    | 8    | 48   | 80   | 93   | 97   | 98   | 99   | 99   | 96   |
| 0.2     |      |      | 1    | 20   | 71   | 92   | 98   | 99   | 100  | 100  | 100  | 99   |
| 0.1     |      |      | 3    | 48   | 90   | 98   | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.0     |      |      | 13   | 87   | 99   | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 現状の漁獲圧  |      |      | 0    | 0    | 2    | 11   | 19   | 25   | 34   | 44   | 51   | 55   |

## b) 限界管理基準値を上回る確率 (%)

| $\beta$ | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 | 2037 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1.0     | 100  | 100  | 95   | 46   | 77   | 89   | 90   | 90   | 93   | 96   | 97   | 98   |
| 0.95    |      |      | 99   | 53   | 80   | 91   | 92   | 92   | 95   | 97   | 98   | 98   |
| 0.9     |      |      | 100  | 60   | 83   | 93   | 94   | 95   | 96   | 98   | 98   | 99   |
| 0.85    |      |      | 100  | 67   | 86   | 95   | 96   | 96   | 97   | 99   | 99   | 99   |
| 0.8     |      |      | 100  | 75   | 89   | 96   | 97   | 98   | 98   | 99   | 99   | 100  |
| 0.75    |      |      | 100  | 83   | 92   | 97   | 98   | 98   | 99   | 99   | 100  | 100  |
| 0.7     |      |      | 100  | 89   | 94   | 98   | 99   | 99   | 99   | 100  | 100  | 100  |
| 0.65    |      |      | 100  | 94   | 96   | 99   | 99   | 100  | 99   | 100  | 100  | 100  |
| 0.6     |      |      | 100  | 97   | 98   | 99   | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |
| 0.55    |      |      | 100  | 99   | 99   | 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  | 69   | 84   | 92   | 95   | 95   | 96   | 98   | 99   | 99   |

$\beta$  を 0.0～1.0 で変更した場合の値。2026 年漁期の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧（F2022-2024）から予測される 7.3 千トンとし、2027 年漁期から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（F2022-2024、 $\beta = 0.84$  に相当）で漁獲を続けた場合の値も示した。

表 5-3. 将来の親魚量および漁獲量の平均値の推移

## a) 親魚量の平均値の推移 (千トン)

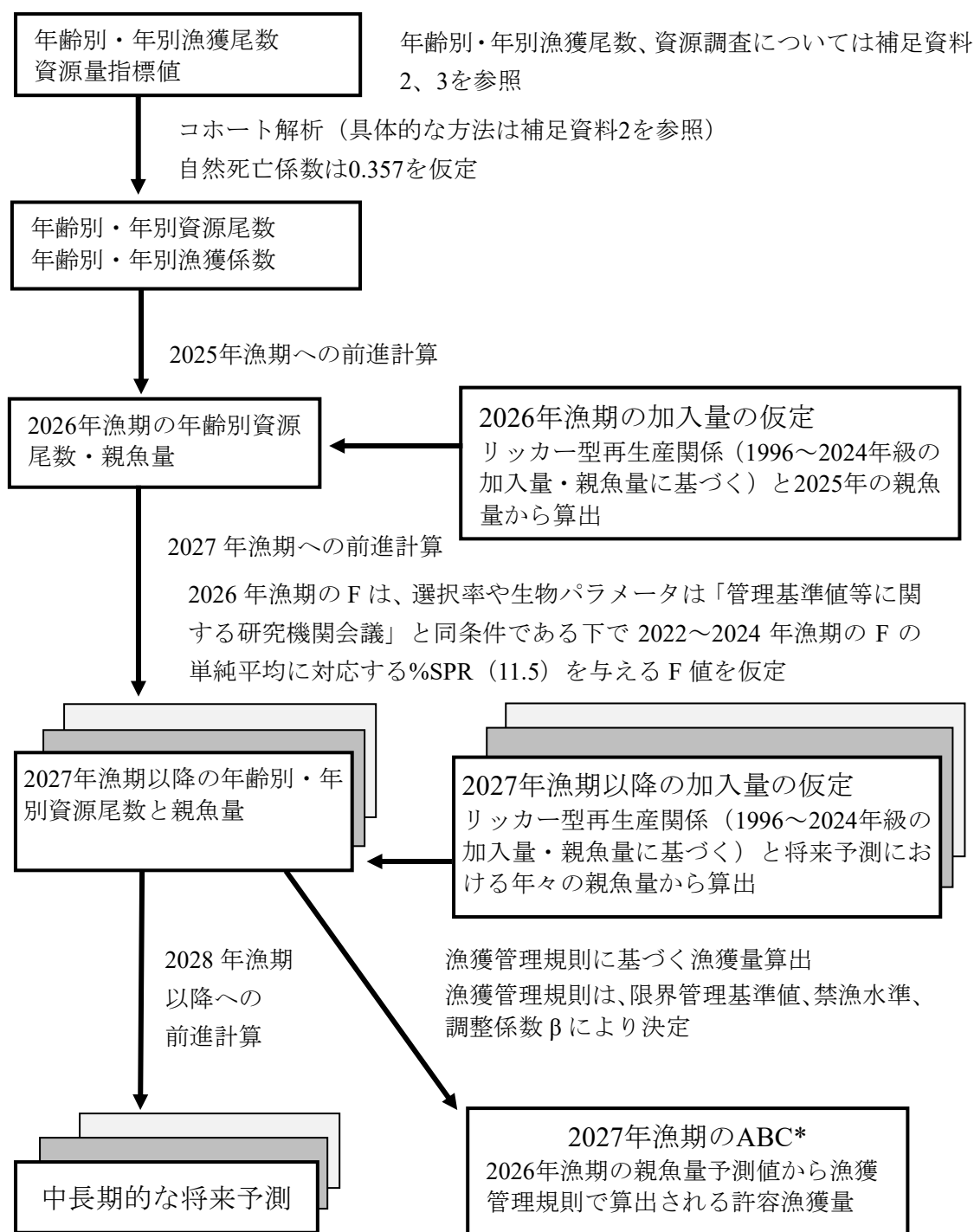
| $\beta$ | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 | 2037 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1.0     | 9.8  | 7.8  | 4.4  | 3.6  | 5.1  | 6.4  | 6.9  | 7.2  | 8.2  | 9.3  | 10.2 | 10.8 |
| 0.95    |      |      | 4.5  | 3.9  | 5.3  | 6.7  | 7.4  | 7.8  | 8.9  | 10.1 | 11.0 | 11.7 |
| 0.9     |      |      | 4.7  | 4.1  | 5.5  | 7.1  | 8.0  | 8.5  | 9.7  | 11.0 | 12.0 | 12.7 |
| 0.85    |      |      | 4.9  | 4.3  | 5.8  | 7.5  | 8.6  | 9.3  | 10.6 | 11.9 | 13.0 | 13.7 |
| 0.8     |      |      | 5.2  | 4.6  | 6.1  | 8.0  | 9.3  | 10.2 | 11.6 | 13.0 | 14.1 | 14.9 |
| 0.75    |      |      | 5.4  | 4.9  | 6.5  | 8.6  | 10.1 | 11.2 | 12.7 | 14.2 | 15.4 | 16.1 |
| 0.7     |      |      | 5.6  | 5.2  | 6.9  | 9.2  | 11.0 | 12.3 | 14.0 | 15.6 | 16.7 | 17.4 |
| 0.65    |      |      | 5.9  | 5.5  | 7.3  | 9.9  | 12.0 | 13.6 | 15.5 | 17.2 | 18.2 | 18.7 |
| 0.6     |      |      | 6.2  | 5.9  | 7.8  | 10.6 | 13.0 | 15.1 | 17.1 | 18.9 | 19.9 | 20.1 |
| 0.55    |      |      | 6.4  | 6.3  | 8.4  | 11.5 | 14.3 | 16.7 | 19.0 | 20.8 | 21.6 | 21.6 |
| 0.5     |      |      | 6.7  | 6.7  | 9.0  | 12.4 | 15.7 | 18.5 | 21.2 | 23.0 | 23.6 | 23.1 |
| 0.4     |      |      | 7.4  | 7.7  | 10.4 | 14.7 | 19.0 | 22.9 | 26.4 | 28.3 | 28.0 | 26.3 |
| 0.3     |      |      | 8.1  | 8.8  | 12.2 | 17.5 | 23.2 | 28.7 | 33.2 | 35.0 | 33.4 | 29.8 |
| 0.2     |      |      | 8.9  | 10.2 | 14.5 | 21.2 | 28.8 | 36.4 | 42.3 | 43.7 | 40.1 | 34.0 |
| 0.1     |      |      | 9.8  | 12.0 | 17.3 | 26.0 | 36.4 | 46.9 | 54.6 | 55.4 | 49.4 | 40.2 |
| 0.0     |      |      | 10.8 | 14.1 | 21.0 | 32.6 | 47.0 | 61.8 | 72.0 | 72.3 | 63.8 | 51.7 |
| 現状の漁獲圧  |      |      | 5.0  | 4.4  | 5.7  | 7.5  | 8.6  | 9.4  | 10.7 | 12.0 | 13.1 | 13.9 |

## b) 漁獲量の平均値の推移 (千トン)

| $\beta$ | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 | 2037 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1.0     | 7.3  | 6.5  | 5.6  | 6.1  | 8.0  | 9.4  | 10.8 | 12.4 | 14.0 | 15.3 | 16.2 | 16.9 |
| 0.95    |      | 6.4  | 5.6  | 6.2  | 8.0  | 9.6  | 11.1 | 12.6 | 14.2 | 15.6 | 16.5 | 17.1 |
| 0.9     |      | 6.2  | 5.6  | 6.3  | 8.1  | 9.7  | 11.3 | 12.9 | 14.5 | 15.8 | 16.7 | 17.2 |
| 0.85    |      | 6.0  | 5.6  | 6.3  | 8.1  | 9.8  | 11.5 | 13.2 | 14.7 | 16.0 | 16.9 | 17.3 |
| 0.8     |      | 5.8  | 5.5  | 6.4  | 8.2  | 10.0 | 11.7 | 13.4 | 14.9 | 16.2 | 16.9 | 17.3 |
| 0.75    |      | 5.6  | 5.5  | 6.4  | 8.2  | 10.1 | 11.9 | 13.6 | 15.1 | 16.2 | 16.9 | 17.1 |
| 0.7     |      | 5.3  | 5.4  | 6.4  | 8.2  | 10.2 | 12.1 | 13.8 | 15.2 | 16.2 | 16.8 | 16.9 |
| 0.65    |      | 5.1  | 5.3  | 6.3  | 8.2  | 10.3 | 12.2 | 13.9 | 15.3 | 16.2 | 16.5 | 16.5 |
| 0.6     |      | 4.8  | 5.1  | 6.2  | 8.1  | 10.3 | 12.3 | 14.0 | 15.2 | 16.0 | 16.1 | 15.9 |
| 0.55    |      | 4.6  | 5.0  | 6.1  | 8.0  | 10.3 | 12.3 | 14.0 | 15.1 | 15.7 | 15.6 | 15.2 |
| 0.5     |      | 4.3  | 4.8  | 5.9  | 7.9  | 10.2 | 12.3 | 13.9 | 14.9 | 15.3 | 15.0 | 14.4 |
| 0.4     |      | 3.6  | 4.3  | 5.4  | 7.4  | 9.7  | 11.8 | 13.4 | 14.2 | 14.1 | 13.4 | 12.4 |
| 0.3     |      | 2.9  | 3.6  | 4.7  | 6.5  | 8.8  | 10.8 | 12.2 | 12.8 | 12.5 | 11.4 | 10.1 |
| 0.2     |      | 2.1  | 2.8  | 3.7  | 5.2  | 7.1  | 8.9  | 10.1 | 10.6 | 10.1 | 8.9  | 7.5  |
| 0.1     |      | 1.1  | 1.6  | 2.2  | 3.1  | 4.4  | 5.6  | 6.4  | 6.7  | 6.4  | 5.5  | 4.5  |
| 0.0     |      | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  |
| 現状の漁獲圧  |      | 5.9  | 5.6  | 6.5  | 8.1  | 9.7  | 11.4 | 13.1 | 14.7 | 16.0 | 16.8 | 17.2 |

$\beta$  を 0.0～1.0 で変更した場合の値。2026 年漁期の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧 (F2022-2024) から予測される 7.3 千トンとし、2027 年漁期から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 (F2022-2024、 $\beta=0.84$  に相当) で漁獲を続けた場合の値も示した。なお、2027～2037 年漁期の漁獲量の平均値は、2021～2025 年漁期の月別平均漁獲比率 (補足表 7-1) を用い、7 月～翌年 6 月までの漁獲量の値に換算した値 (補足表 7-2) を示した。

## 補足資料 1 資源評価の流れ



※ 報告書における将来予測は、暫定的な管理基準値および漁獲管理規則を用いて試算した結果である。

## 補足資料 2 計算方法

### (1) 資源計算方法

1996～2025 年の 1～6+歳（6 歳以上をまとめて 6+（プラスグループ）と表記する）の漁期年別の資源尾数、漁獲係数および資源量をコホート解析により推定した。1996 年以降に着底トロール調査および市場で買い付けたマダラの年齢を査定し、年別半期別に Age length key を作成した。また、漁期年を 4 月～翌年 3 月とし、上半期を 4～9 月、下半期を 10 月～翌年 3 月とした。1996～2015 年は青森県および宮城県、2016 年以降は青森県、岩手県および宮城県に水揚げされたマダラの漁獲物の体長組成を求め、Age length key の結果と併せて半期別の年齢別漁獲尾数を推定した（補足表 2-1）。得られた年齢別漁獲尾数を用いて、以下に示す VPA により年別年齢別資源尾数を推定した。東北海域のマダラは 8 歳頃まで生きることが報告されているが、7 歳以上の個体が非常に少ないことから、ここでは 6 歳以上をプラスグループとした。寿命は 7 歳とし、田内・田中の式（田中 1960）より自然死亡係数は  $2.5/7=0.357$  で一定とした。また、着底トロール調査で得られた年齢別現存量を指標値としてチューニングを行った。

Pope の近似式を用いた資源尾数の計算（ステップ 1）

各年齢、各年における資源尾数  $N_{a,y}$  を、以下の Pope（1972）の近似式を用いて計算した。

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1} \exp(M) + C_{a,y} \exp(M/2) \quad (1)$$

ここで  $N_{a,y}$  は  $y$  年における  $a$  歳魚の資源尾数、 $C_{a,y}$  は  $y$  年における  $a$  歳魚の漁獲尾数である。最近年（2025 年漁期）、最高齢（6 歳、プラスグループ）および最高齢－1 歳魚の資源尾数はそれぞれ以下の式で求めた。

$$N_{a,2025} = C_{a,2025} \exp(M/2) / (1 - \exp(-F_{a,2025})) \quad (2)$$

$$N_{6+,y} = C_{6+,y} / (C_{6+,y} + C_{5,y}) \times N_{6+,y+1} \times \exp(M) + C_{6+,y} \times \exp(M/2) \quad (3)$$

$$N_{5,y} = C_{5,y} / (C_{6+,y} + C_{5,y}) \times N_{6+,y+1} \times \exp(M) + C_{5,y} \times \exp(M/2) \quad (4)$$

ターミナル F を除く漁獲死亡係数 F 値の計算は（5）式で求めた。

$$F_{a,y} = -\ln(1 - C_{a,y} \exp(M/2) / N_{a,y}) \quad (5)$$

最高齢の F は最高齢－1 歳魚の F と等しくなるように求めた。コホート解析における最近年である 2025 年漁期の F は、1～5 歳魚では近年 3 年間（2022～2024 年漁期）の F の平均値とした。プラスグループ（最高齢）の F では、最高齢－1 歳と等しくなるように探索的に求めた。その後、ステップ 2 の方法により最近年の F を調整した。

最近年の F の調整（ステップ 2）

チューニング指数とした年齢別の資源量指標値には、沖合底びき網漁業の漁法別標準化 CPUE と着底トロール調査で得られた各年 10 月の 1～6 歳以上の年齢別現存尾数（補足表 2-1）に各年の年齢別体重を乗じたものを用いた。

最近年（2025 年漁期）の各年齢の漁獲係数 F を以下のようにチューニングし、資源尾数および F を推定した。最近年の 1～6 歳以上の F の年齢別選択率には、チューニングをしない VPA（ステップ 1）から推定された 2022～2024 年の平均値を用いた。（平松 2001）に基づき、(6) 式を最小化する最近年の  $q$  および  $F_t$  をそれぞれ解析的および探索的に求めた。

$$\sum_a \sum_y (I_{a,y} - q_a B_{a,y})^2 \quad (6)$$

ここで  $a$  は年齢、 $y$  は年、 $I$  は 1996～2024 年漁期におけるトロール調査による現存量、 $B$  は VPA による資源量である。

「令和 8（2026）年資源評価におけるモデル診断の手順と診断結果の提供指針（FRA-SA2026-ABCWG02-03）」に従って、本系群の評価に用いた VPA の統計学的妥当性や仮定に対する頑健性について診断した。指標値の観測値とモデルの予測値の残差では、各年齢ともに年変動が大きく、残差も大きい傾向にあった（補足図 2-1）。各漁期年のデータの追加、更新の影響を検証するレトロスペクティブ解析では、資源量や加入量では偏った傾向はあまり認められないが、親魚量では、直近 3 年に下方修正の傾向、F 値では上方修正の傾向がみられる。また、2025 年漁期の解析結果では、前年の結果に比べ、資源量と親魚量は下方修正され、F 値は上方修正されている（補足図 2-2）。

## （2）将来予測の方法

得られた資源量（補足表 2-1）をもとに漁獲管理規則に基づく将来予測を行った。2025 年以降の加入量予測については、令和 8 年 8 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」において提案された 1996～2023 年級の親魚量と 1997～2024 年漁期の加入量に基づくリッカー型再生産関係（ $a=6,919$ 、 $b=1.09 \times 10^{-4}$ 、 $SD=0.42$ ）に基づいている（補足資料 3、補足表 3-1）。2014 年級の加入量（2015 年漁期の 1 歳魚の加入尾数）から再生産関係から予測されるより低い加入量が続いている（図 4-12）。将来の加入残差は自己相関を考慮した（補足図 2-4）。

将来予測における 2027 年漁期以降の漁獲圧は、調整係数  $\beta$  に 0.8 を用いた漁獲管理規則に従った。その際、選択率には、 $F_{msy}$  の選択率を使用した。2026 年漁期の F 値には、現状の漁獲圧（F2022-2024）を用いた。F2022-2024 には、2022～2024 年漁期の F 値の単純平均を用いた。なお、後述のように将来予測には資源尾数の増減による年齢別成熟率の変化を考慮して親魚量を計算した。ただし、年齢別成熟率の最大値、最小値はそれぞれ過去に観測された値の範囲内にあると仮定した（補足図 2-5）。資源尾数の予測には、コホート解析の前進法を用いた。そして、加入量には不確実性ととも、前述したように、自己相関を考慮した残差を仮定し、5,000 回の繰り返し計算を行った。

資源尾数や漁獲量の予測計算には、「令和 8（2026）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-SA2026-ABCWG02-04）」に基づき、統計ソフトウェア R（version 4.6.0）および計算パッケージ frasyr（コミット番号：4d6862f）を用いた。

$$N_{a+1,y+1} = N_{a,y} \exp(-F_{a,y} - M) \quad (1 \sim 5 \text{ 歳魚}) \quad (1)$$

$$N_{6+,y+1} = (N_{6+,y} + N_{5,y}) \exp(-F_{5,y} - M) \quad (6 \text{ 歳以上}) \quad (2)$$

また、漁獲尾数は上記で求めた資源尾数と各漁獲シナリオから仮定される F 値をもとに以下の式から求めた。

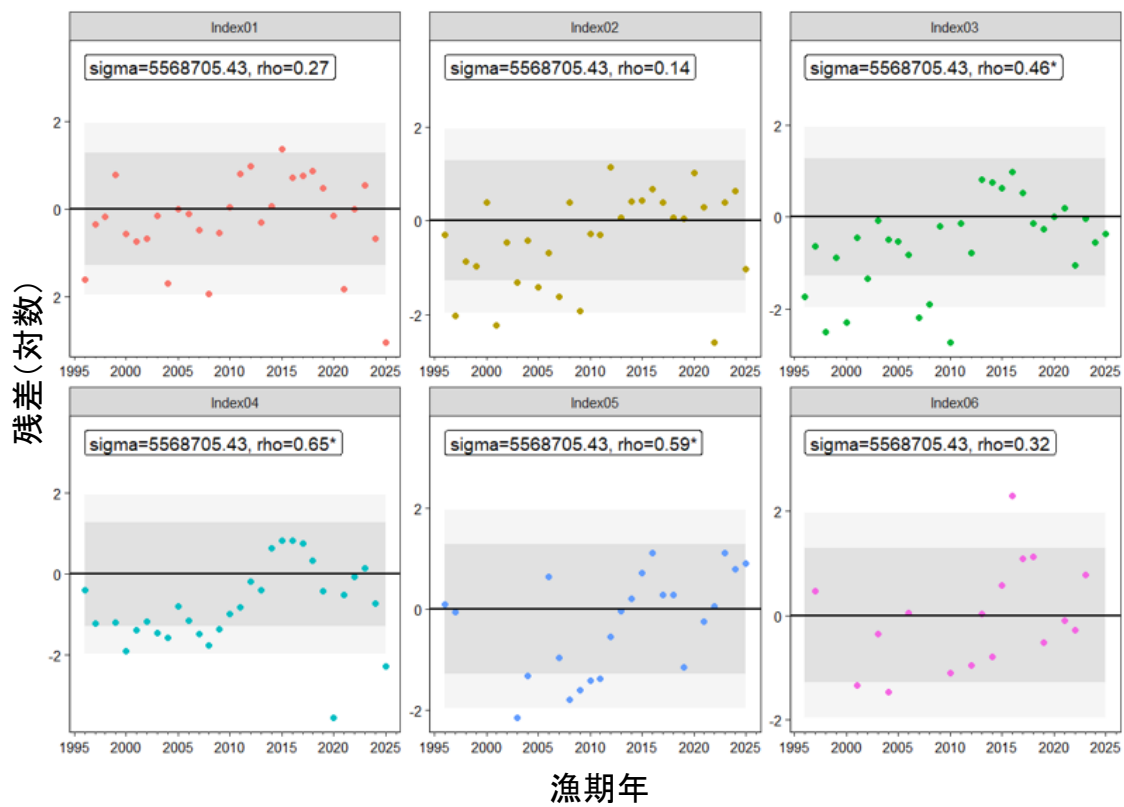
$$C_{a,y} = N_{a,y} \{1 - \exp(-F_{a,y})\} \exp(-\frac{M}{2}) \quad (3)$$

## 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」. 日本水産資源保護協会, 104-129.

Pope, J. G (1972) An investigation of accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. Res. Bull. int. comm. Northw. Atlant. Fish., **9**, 65-74.

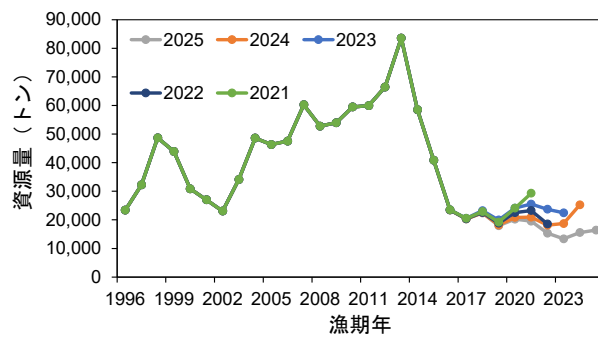
田中昌一 (1960) 水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理. 東海水研報, **28**, 1-200.



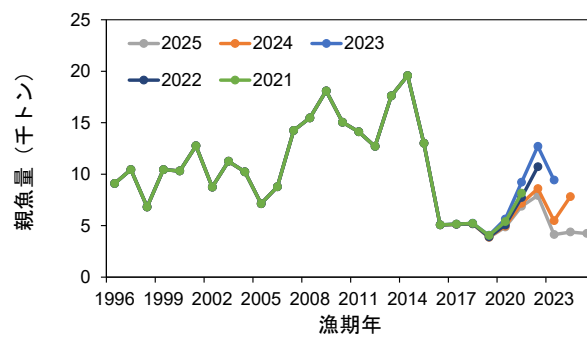
補足図 2-1. 資源量指標値の観測値とモデルの期待値の差を示す残差プロット

Index01～Index06 はそれぞれ 1 歳魚～6 歳以上を示す。

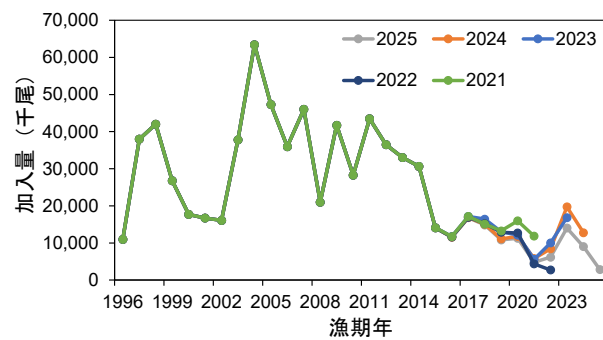
(a)



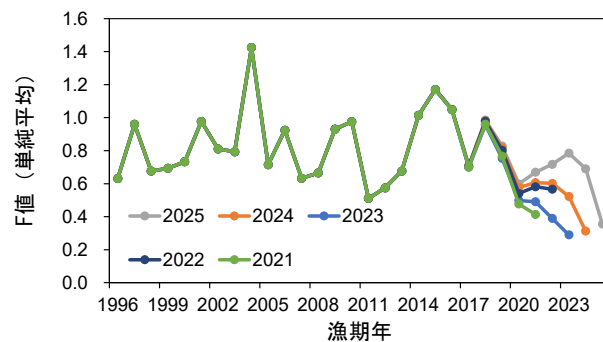
(b)



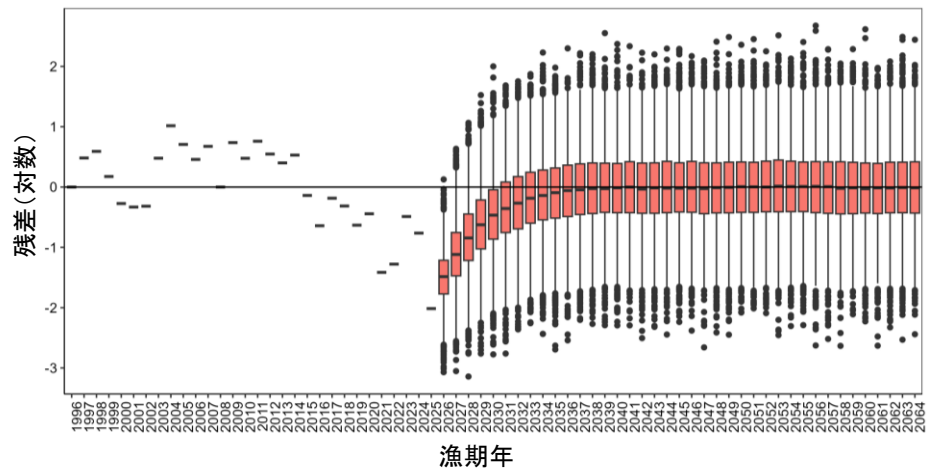
(c)



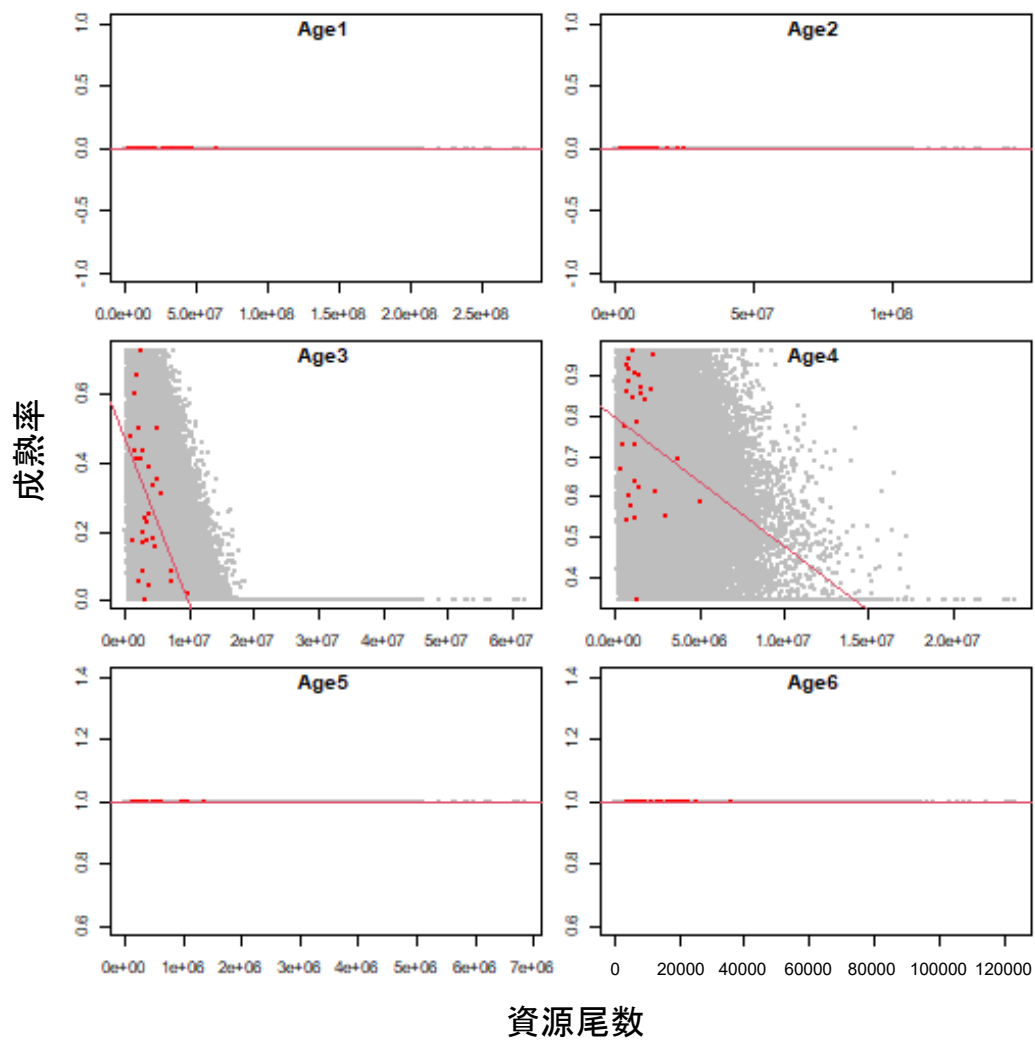
(d)



補足図 2-2. 資源量 (a)、親魚量 (b)、加入量 (c) および F 値 (d) のレトロスペクティブ解析結果



補足図 2-3. 将来の加入の残差（対数）



補足図 2-4. 年齢別資源尾数と成熟率の関係

赤点は実測値、赤線はその回帰、灰色点は将来予測における推定値である。

補足表 2-1. コホート解析に用いたデータ

| 年齢別漁獲尾数 (千尾) |       |        |        |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |        |
|--------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 年齢           | 1996  | 1997   | 1998   | 1999   | 2000   | 2001   | 2002  | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   | 2010   |
| 1            | 1,745 | 8,938  | 20,378 | 11,396 | 9,537  | 8,905  | 5,951 | 18,864 | 39,039 | 23,528 | 12,633 | 19,932 | 4,898  | 12,051 | 6,921  |
| 2            | 2,753 | 2,684  | 10,145 | 6,658  | 4,790  | 1,946  | 1,442 | 2,369  | 4,551  | 4,747  | 5,388  | 6,495  | 8,362  | 3,643  | 9,388  |
| 3            | 534   | 884    | 977    | 1,986  | 1,530  | 724    | 233   | 583    | 1,058  | 1,536  | 2,080  | 1,339  | 1,428  | 1,442  | 1,810  |
| 4            | 335   | 892    | 149    | 256    | 737    | 387    | 252   | 240    | 460    | 349    | 627    | 330    | 752    | 1,112  | 540    |
| 5            | 140   | 296    | 78     | 112    | 66     | 390    | 191   | 322    | 280    | 56     | 164    | 161    | 277    | 639    | 393    |
| 6以上          | 42    | 50     | 40     | 52     | 50     | 129    | 89    | 33     | 101    | 15     | 40     | 29     | 67     | 142    | 122    |
| 合計           | 5,548 | 13,743 | 31,766 | 20,460 | 16,710 | 12,481 | 8,157 | 22,412 | 45,489 | 30,231 | 20,931 | 28,286 | 15,784 | 19,031 | 19,174 |

| 年齢別平均体重 (g) |       |       |       |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |        |       |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| 年齢          | 1996  | 1997  | 1998  | 1999  | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004   | 2005  | 2006  | 2007  | 2008  | 2009   | 2010  |
| 1           | 287   | 287   | 288   | 296   | 216   | 294   | 283   | 287   | 287    | 299   | 326   | 355   | 320   | 359    | 358   |
| 2           | 1,229 | 1,229 | 1,396 | 1,365 | 1,094 | 1,645 | 1,595 | 1,584 | 1,498  | 1,484 | 1,309 | 1,526 | 1,249 | 1,346  | 1,318 |
| 3           | 2,381 | 2,381 | 2,371 | 2,676 | 2,372 | 2,752 | 2,679 | 2,653 | 2,560  | 2,732 | 2,336 | 2,844 | 2,673 | 2,371  | 2,788 |
| 4           | 3,930 | 3,930 | 4,379 | 4,765 | 3,882 | 3,784 | 4,459 | 4,900 | 5,091  | 4,474 | 5,012 | 4,109 | 4,050 | 3,462  | 4,614 |
| 5           | 5,825 | 5,825 | 5,841 | 5,591 | 5,980 | 5,475 | 6,054 | 7,247 | 7,721  | 6,606 | 5,504 | 6,059 | 5,913 | 5,854  | 6,509 |
| 6以上         | 8,110 | 8,110 | 7,286 | 8,174 | 7,769 | 7,573 | 8,869 | 8,982 | 11,099 | 8,174 | 8,110 | 7,929 | 8,174 | 11,035 | 7,300 |

| 年齢別成熟割合 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 年齢      | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
| 1       | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 2       | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 3       | 0.44 | 0.41 | 0.50 | 0.35 | 0.24 | 0.73 | 0.43 | 0.66 | 0.41 | 0.25 | 0.18 | 0.50 | 0.16 | 0.39 | 0.33 |
| 4       | 0.96 | 0.90 | 0.77 | 0.93 | 0.84 | 0.92 | 0.84 | 0.89 | 0.86 | 0.94 | 0.78 | 0.91 | 0.95 | 0.86 | 0.86 |
| 5       | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 6以上     | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

| 漁獲死亡係数 (F) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 年齢         | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
| 1          | 0.21 | 0.33 | 0.87 | 0.71 | 1.03 | 1.01 | 0.58 | 0.91 | 1.33 | 0.90 | 0.54 | 0.73 | 0.33 | 0.42 | 0.35 |
| 2          | 0.78 | 0.73 | 1.01 | 1.03 | 0.97 | 0.75 | 0.52 | 0.60 | 0.71 | 0.66 | 0.65 | 0.76 | 1.03 | 0.53 | 0.88 |
| 3          | 0.28 | 0.78 | 0.81 | 0.67 | 0.90 | 0.44 | 0.21 | 0.50 | 0.74 | 0.70 | 0.88 | 0.40 | 0.44 | 0.59 | 0.68 |
| 4          | 0.45 | 1.45 | 0.33 | 0.64 | 0.70 | 0.76 | 0.32 | 0.43 | 1.32 | 0.73 | 0.89 | 0.39 | 0.50 | 0.96 | 0.56 |
| 5          | 1.04 | 1.24 | 0.52 | 0.56 | 0.39 | 1.45 | 1.61 | 1.16 | 2.22 | 0.65 | 1.28 | 0.76 | 0.85 | 1.54 | 1.69 |
| 6以上        | 1.04 | 1.24 | 0.52 | 0.56 | 0.39 | 1.45 | 1.61 | 1.16 | 2.22 | 0.65 | 1.28 | 0.76 | 0.85 | 1.54 | 1.69 |
| 平均         | 0.63 | 0.96 | 0.68 | 0.69 | 0.73 | 0.98 | 0.81 | 0.79 | 1.42 | 0.72 | 0.92 | 0.63 | 0.67 | 0.93 | 0.98 |

| チューニング指標値 (調査現存量) |       |       |        |        |        |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-------------------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 年齢                | 1996  | 1997  | 1998   | 1999   | 2000   | 2001  | 2002  | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   | 2010   |
| 1                 | 301   | 4,451 | 5,895  | 11,509 | 1,212  | 1,272 | 1,262 | 5,530  | 1,591  | 8,434  | 6,285  | 5,661  | 448    | 4,882  | 6,362  |
| 2                 | 4,141 | 692   | 8,191  | 4,663  | 11,485 | 539   | 3,146 | 1,914  | 7,763  | 3,033  | 6,462  | 3,098  | 22,259 | 1,446  | 14,211 |
| 3                 | 869   | 1,843 | 330    | 4,096  | 588    | 3,190 | 795   | 3,220  | 2,828  | 4,415  | 3,292  | 1,233  | 1,507  | 5,573  | 655    |
| 4                 | 1,371 | 662   |        | 374    | 367    | 326   | 615   | 362    | 300    | 693    | 812    | 439    | 592    | 762    | 1,071  |
| 5                 | 635   | 978   |        |        |        |       |       | 81     | 177    |        | 1,307  | 219    | 110    | 240    | 203    |
| 6以上               |       | 467   |        |        |        | 250   |       | 188    | 225    |        | 263    |        |        |        | 262    |
| 合計                | 7,316 | 9,094 | 14,416 | 20,643 | 13,653 | 5,577 | 5,819 | 11,295 | 12,883 | 16,575 | 18,421 | 10,650 | 24,916 | 12,902 | 22,764 |

| チューニングVPAによって推定した資源尾数 (千尾) |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 年齢                         | 1996   | 1997   | 1998   | 1999   | 2000   | 2001   | 2002   | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   | 2010   |
| 1                          | 10,952 | 37,971 | 42,011 | 26,793 | 17,693 | 16,723 | 16,090 | 37,772 | 63,430 | 47,281 | 35,967 | 46,002 | 20,995 | 41,719 | 28,281 |
| 2                          | 6,082  | 6,205  | 19,094 | 12,352 | 9,216  | 4,404  | 4,253  | 6,282  | 10,652 | 11,729 | 13,404 | 14,601 | 15,517 | 10,594 | 19,112 |
| 3                          | 2,631  | 1,953  | 2,096  | 4,875  | 3,074  | 2,442  | 1,454  | 1,770  | 2,414  | 3,647  | 4,237  | 4,873  | 4,785  | 3,864  | 4,366  |
| 4                          | 1,112  | 1,395  | 627    | 650    | 1,750  | 871    | 1,103  | 822    | 751    | 804    | 1,267  | 1,225  | 2,290  | 2,153  | 1,497  |
| 5                          | 259    | 498    | 230    | 314    | 241    | 608    | 286    | 561    | 375    | 141    | 271    | 362    | 581    | 973    | 577    |
| 6以上                        | 78     | 84     | 118    | 145    | 184    | 201    | 132    | 58     | 136    | 39     | 66     | 65     | 140    | 217    | 179    |
| 合計                         | 21,114 | 48,105 | 64,177 | 45,129 | 32,158 | 25,248 | 23,318 | 47,266 | 77,757 | 63,641 | 55,213 | 67,129 | 44,308 | 59,520 | 54,012 |

| チューニングVPAによって推定した資源量 (トン) |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|---------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 年齢                        | 1996   | 1997   | 1998   | 1999   | 2000   | 2001   | 2002   | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   | 2010   |
| 1                         | 3,148  | 10,914 | 12,103 | 7,922  | 3,828  | 4,921  | 4,560  | 10,857 | 18,232 | 14,126 | 11,723 | 16,353 | 6,718  | 14,993 | 10,134 |
| 2                         | 7,475  | 7,625  | 26,656 | 16,865 | 10,080 | 7,244  | 6,784  | 9,950  | 15,952 | 17,402 | 17,546 | 22,283 | 19,385 | 14,259 | 25,197 |
| 3                         | 6,264  | 4,650  | 4,971  | 13,045 | 7,290  | 6,720  | 3,894  | 4,696  | 6,181  | 9,963  | 9,899  | 13,860 | 12,787 | 9,160  | 12,172 |
| 4                         | 4,369  | 5,482  | 2,747  | 3,097  | 6,794  | 3,295  | 4,918  | 4,030  | 3,823  | 3,598  | 6,349  | 5,033  | 9,273  | 7,455  | 6,908  |
| 5                         | 1,506  | 2,900  | 1,343  | 1,757  | 1,439  | 3,328  | 1,729  | 4,067  | 2,894  | 928    | 1,493  | 2,195  | 3,436  | 5,698  | 3,755  |
| 6以上                       | 635    | 678    | 861    | 1,187  | 1,433  | 1,519  | 1,174  | 523    | 1,506  | 317    | 532    | 518    | 1,144  | 2,392  | 1,305  |
| 合計                        | 23,397 | 32,249 | 48,681 | 43,873 | 30,864 | 27,027 | 23,060 | 34,124 | 48,588 | 46,335 | 47,542 | 60,242 | 52,744 | 53,956 | 59,470 |

(注) 資源尾数に各年各年齢の平均体重を乗じたもの。

補足表 2-1. (続き)

| 年齢別漁獲尾数 (千尾)               |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 年齢                         | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   | 2025   |
| 1                          | 6,684  | 3,609  | 12,725 | 8,814  | 2,231  | 949    | 4,551  | 2,549  | 1,868  | 5,178  | 1,813  | 853    | 3,691  | 1,717  | 343    |
| 2                          | 3,050  | 9,232  | 10,249 | 5,903  | 8,092  | 3,231  | 2,745  | 4,011  | 2,994  | 1,629  | 1,631  | 446    | 1,206  | 2,007  | 865    |
| 3                          | 1,721  | 1,660  | 2,047  | 2,490  | 1,671  | 1,218  | 972    | 1,311  | 723    | 1,036  | 944    | 479    | 249    | 461    | 635    |
| 4                          | 569    | 830    | 1,457  | 2,914  | 1,873  | 696    | 483    | 664    | 344    | 419    | 437    | 640    | 146    | 166    | 172    |
| 5                          | 264    | 308    | 484    | 897    | 751    | 349    | 159    | 245    | 189    | 118    | 147    | 339    | 191    | 83     | 58     |
| 6以上                        | 43     | 116    | 109    | 240    | 174    | 118    | 36     | 60     | 52     | 21     | 69     | 75     | 119    | 49     | 17     |
| 合計                         | 12,332 | 15,755 | 27,072 | 21,257 | 14,793 | 6,562  | 8,946  | 8,839  | 6,170  | 8,402  | 5,040  | 2,832  | 5,602  | 4,483  | 2,091  |
| 年齢別平均体重 (g)                |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 年齢                         | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   | 2025   |
| 1                          | 349    | 224    | 288    | 218    | 241    | 284    | 243    | 243    | 220    | 305    | 414    | 400    | 370    | 307    | 281    |
| 2                          | 1,445  | 1,045  | 1,266  | 990    | 867    | 850    | 789    | 819    | 804    | 885    | 1,000  | 854    | 776    | 937    | 923    |
| 3                          | 2,541  | 2,411  | 2,503  | 1,979  | 2,128  | 1,791  | 1,776  | 2,040  | 1,908  | 1,996  | 2,171  | 2,388  | 1,734  | 2,342  | 2,213  |
| 4                          | 3,827  | 3,916  | 3,855  | 3,108  | 3,436  | 3,422  | 3,027  | 3,345  | 3,186  | 3,080  | 3,700  | 3,560  | 3,386  | 3,190  | 4,090  |
| 5                          | 6,443  | 5,633  | 5,460  | 4,996  | 4,913  | 5,021  | 4,828  | 4,798  | 4,813  | 5,131  | 5,108  | 5,162  | 4,542  | 4,476  | 4,599  |
| 6以上                        | 8,110  | 8,627  | 7,748  | 7,762  | 6,891  | 6,636  | 7,044  | 7,022  | 7,033  | 7,129  | 6,613  | 7,811  | 5,774  | 6,708  | 6,392  |
| 年齢別成熟割合                    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 年齢                         | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   | 2025   |
| 1                          | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 2                          | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 3                          | 0.31   | 0.09   | 0.02   | 0.06   | 0.04   | 0.01   | 0.20   | 0.08   | 0.06   | 0.18   | 0.17   | 0.17   | 0.48   | 0.60   | 0.23   |
| 4                          | 0.87   | 0.61   | 0.70   | 0.59   | 0.55   | 0.34   | 0.64   | 0.54   | 0.60   | 0.57   | 0.62   | 0.73   | 0.67   | 0.73   | 0.54   |
| 5                          | 1.00   | 1.00   | 1.00   | 1.00   | 1.00   | 1.00   | 1.00   | 1.00   | 1.00   | 1.00   | 1.00   | 1.00   | 1.00   | 1.00   | 1.00   |
| 6以上                        | 1.00   | 1.00   | 1.00   | 1.00   | 1.00   | 1.00   | 1.00   | 1.00   | 1.00   | 1.00   | 1.00   | 1.00   | 1.00   | 1.00   | 1.00   |
| 漁獲死亡係数 (F)                 |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 年齢                         | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   | 2025   |
| 1                          | 0.20   | 0.13   | 0.62   | 0.42   | 0.21   | 0.10   | 0.39   | 0.23   | 0.23   | 0.80   | 0.60   | 0.18   | 0.27   | 0.27   | 0.18   |
| 2                          | 0.30   | 0.59   | 0.79   | 0.83   | 1.17   | 0.66   | 0.60   | 0.92   | 0.57   | 0.39   | 0.80   | 0.34   | 0.23   | 0.41   | 0.26   |
| 3                          | 0.47   | 0.32   | 0.29   | 0.54   | 0.75   | 0.64   | 0.51   | 0.82   | 0.49   | 0.48   | 0.50   | 0.72   | 0.24   | 0.42   | 0.26   |
| 4                          | 0.58   | 0.53   | 0.64   | 1.17   | 1.43   | 1.08   | 0.72   | 1.07   | 0.64   | 0.75   | 0.46   | 1.00   | 0.30   | 0.60   | 0.33   |
| 5                          | 0.76   | 0.94   | 0.86   | 1.56   | 1.73   | 1.90   | 1.01   | 1.44   | 1.52   | 0.59   | 0.83   | 1.03   | 0.33   | 1.17   | 0.52   |
| 6以上                        | 0.76   | 0.94   | 0.86   | 1.56   | 1.73   | 1.90   | 1.01   | 1.44   | 1.52   | 0.59   | 0.83   | 1.03   | 0.33   | 1.17   | 0.52   |
|                            | 0.51   | 0.57   | 0.68   | 1.01   | 1.17   | 1.05   | 0.71   | 0.99   | 0.83   | 0.60   | 0.67   | 0.71   | 0.28   | 0.67   | 0.34   |
| チューニング指標値 (調査現存量)          |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 年齢                         | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   | 2025   |
| 1                          | 22,846 | 15,017 | 4,046  | 4,303  | 9,692  | 4,513  | 5,794  | 5,836  | 2,441  | 1,744  | 149    | 1,495  | 5,840  | 727    | 13     |
| 2                          | 11,287 | 64,404 | 23,311 | 14,498 | 14,432 | 10,462 | 6,559  | 5,275  | 5,248  | 11,682 | 3,636  | 81     | 3,255  | 9,835  | 1,088  |
| 3                          | 9,018  | 6,054  | 38,816 | 21,478 | 10,967 | 10,341 | 6,300  | 3,707  | 2,410  | 4,837  | 5,455  | 711    | 1,137  | 1,605  | 3,876  |
| 4                          | 1,127  | 3,748  | 4,445  | 16,033 | 13,142 | 5,576  | 4,082  | 2,917  | 837    | 23     | 1,445  | 1,948  | 760    | 295    | 105    |
| 5                          | 217    | 601    | 1,907  | 3,332  | 5,251  | 4,115  | 780    | 1,001  | 107    |        | 417    | 1,309  | 2,363  | 694    | 992    |
| 6以上                        |        | 443    | 854    | 722    | 1,304  | 3,235  | 549    | 761    | 178    |        | 426    | 422    | 992    |        |        |
| 合計                         | 44,494 | 90,267 | 73,380 | 60,366 | 54,789 | 38,242 | 24,064 | 19,497 | 11,221 | 18,285 | 11,527 | 5,966  | 14,347 | 13,156 | 6,073  |
| チューニングVPAによって推定した資源尾数 (千尾) |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 年齢                         | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   | 2025   |
| 1                          | 43,466 | 36,483 | 33,046 | 30,619 | 14,083 | 11,550 | 16,823 | 14,849 | 10,848 | 11,259 | 4,824  | 6,284  | 14,240 | 8,544  | 2,548  |
| 2                          | 14,001 | 24,825 | 22,511 | 12,479 | 14,053 | 7,988  | 7,288  | 7,965  | 8,259  | 6,028  | 3,547  | 1,859  | 3,684  | 7,196  | 4,543  |
| 3                          | 5,521  | 7,246  | 9,649  | 7,179  | 3,795  | 3,064  | 2,887  | 2,804  | 2,219  | 3,275  | 2,856  | 1,118  | 928    | 1,593  | 3,357  |
| 4                          | 1,541  | 2,424  | 3,682  | 5,040  | 2,941  | 1,258  | 1,125  | 1,207  | 865    | 948    | 1,425  | 1,209  | 381    | 443    | 729    |
| 5                          | 596    | 603    | 1,001  | 1,357  | 1,090  | 491    | 298    | 384    | 289    | 318    | 312    | 632    | 310    | 144    | 170    |
| 6以上                        | 98     | 228    | 226    | 363    | 253    | 166    | 68     | 93     | 79     | 57     | 146    | 140    | 194    | 85     | 50     |
| 合計                         | 65,222 | 71,807 | 70,115 | 57,037 | 36,214 | 24,517 | 28,490 | 27,303 | 22,559 | 21,883 | 13,109 | 11,241 | 19,737 | 18,004 | 11,397 |
| チューニングVPAによって推定した資源量 (トン)  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 年齢                         | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   | 2024   | 2025   |
| 1                          | 15,167 | 8,176  | 9,521  | 6,667  | 3,388  | 3,278  | 4,087  | 3,607  | 2,381  | 3,436  | 1,997  | 2,510  | 5,263  | 2,627  | 715    |
| 2                          | 20,230 | 25,939 | 28,488 | 12,360 | 12,181 | 6,792  | 5,753  | 6,527  | 6,643  | 5,335  | 3,546  | 1,587  | 2,858  | 6,741  | 4,195  |
| 3                          | 14,028 | 17,468 | 24,149 | 14,208 | 8,077  | 5,487  | 5,126  | 5,720  | 4,233  | 6,535  | 6,199  | 2,670  | 1,608  | 3,731  | 7,429  |
| 4                          | 5,897  | 9,491  | 14,193 | 15,666 | 10,105 | 4,305  | 3,407  | 4,038  | 2,757  | 2,920  | 5,272  | 4,302  | 1,292  | 1,412  | 2,983  |
| 5                          | 3,838  | 3,395  | 5,468  | 6,781  | 5,354  | 2,465  | 1,439  | 1,840  | 1,392  | 1,631  | 1,596  | 3,260  | 1,410  | 645    | 784    |
| 6以上                        | 794    | 1,967  | 1,752  | 2,814  | 1,741  | 1,100  | 482    | 656    | 558    | 404    | 964    | 1,096  | 1,119  | 571    | 320    |
| 合計                         | 59,953 | 66,435 | 83,570 | 58,497 | 40,846 | 23,427 | 20,295 | 22,388 | 17,965 | 20,260 | 19,573 | 15,427 | 13,551 | 15,727 | 16,425 |

(注) 資源尾数に各年各年齢の平均体重を乗じたもの。

補足表 2-2. 将来予測計算に用いたパラメータ

|       | 選択率<br>(*1) | Fmsy<br>(*1) | F2022-2024<br>(*2) | 平均体重<br>(g) (*3) | 自然死亡<br>係数 | 成熟割合<br>(*4)        |
|-------|-------------|--------------|--------------------|------------------|------------|---------------------|
| 1 歳   | 0.22        | 0.31         | 0.26               | 285              | 0.357      | 0                   |
| 2 歳   | 0.34        | 0.49         | 0.41               | 1,171            | 0.357      | 0                   |
| 3 歳   | 0.42        | 0.61         | 0.51               | 2,350            | 0.357      | 0.29<br>(0.01~0.73) |
| 4 歳   | 0.61        | 0.88         | 0.73               | 3,899            | 0.357      | 0.75<br>(0.34~0.96) |
| 5 歳   | 1.00        | 1.44         | 1.20               | 5,598            | 0.357      | 1                   |
| 6 歳以上 | 1.00        | 1.44         | 1.20               | 7,800            | 0.357      | 1                   |

\*1：令和 8 年度研究機関会議で推定された Fmsy（すなわち、令和 8 年度資源評価での Fcurrent に Fmsy/Fcurrent を掛けたもの）。選択率はその Fmsy の選択率。

\*2：今回の資源評価で推定された 2022～2024 年漁期の年齢別の平均 F である。この F 値は 2026 年漁期の漁獲量の仮定に使用した。

\*3：平均体重は、1996～2025 年の平均である。

\*4：成熟率は 1996～2025 年の平均および 3 歳と 4 歳の最低・最高の値。将来予測における 3、4 歳の成熟割合（Maa）はそれぞれ以下の式による。N はそれぞれの年齢における資源尾数である。なお、MSY の平衡状態における平均成熟率は 0, 0.21, 0.70 である。

3 歳： $Maa = -4.80 \times 10^{(-8)} N_{age3} + 0.46$  (0.73 ≥ Maa ≥ 0.01)

4 歳： $Maa = -3.21 \times 10^{(-8)} N_{age4} + 0.80$  (0.96 ≥ Maa ≥ 0.34)

## 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.  | $\rho$ |
|--------|-------|------|-------|-----------------------|-------|--------|
| リッカー型  | 最小二乗法 | 有    | 6,918 | $1.09 \times 10^{-4}$ | 0.420 | 0.743  |

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                                       |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| SBtarget    | 11.7 千トン                                                                                             | 目標管理基準値。最大持続生産量 MSY を実現する親魚量 (SBmsy)     |
| SBlimit     | 3.5 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       | 0.5 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 (漁獲係数 F)<br>(1 歳, 2 歳, 3 歳, 4 歳, 5 歳, 6 歳以上)<br>=(0.31, 0.49, 0.61, 0.88, 1.44, 1.44) |                                          |
| %SPR (Fmsy) | 7.6%                                                                                                 | Fmsy に対応する%SPR                           |
| MSY         | 17.8 千トン                                                                                             | 最大持続生産量                                  |

補足表 3-3. 最新年の親魚量と漁獲圧

| 項目                          | 値                                                                                                 | 説明                                          |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| SB2025                      | 4.4 千トン                                                                                           | 2025 年漁期の親魚量                                |
| F2025                       | 2025 年漁期の漁獲圧(漁獲係数 F)<br>(1 歳, 2 歳, 3 歳, 4 歳, 5 歳, 6 歳以上)<br>=(0.18, 0.26, 0.26, 0.33, 0.52, 0.52) |                                             |
| U2025                       | 21%                                                                                               | 2025 年漁期の漁獲割合                               |
| %SPR (F2025)                | 23.4%                                                                                             | 2025 年漁期の%SPR                               |
| %SPR (F2022-2024)           | 11.5%                                                                                             | 現状(2022～2024 年漁期)の漁獲圧に対応する%SPR*             |
| 管理基準値との比較                   |                                                                                                   |                                             |
| SB2025/ SBmsy<br>(SBtarget) | 0.38                                                                                              | 最大持続生産量を実現する親魚量(目標管理基準値)に対する 2025 年漁期の親魚量の比 |
| F2025/ Fmsy                 | 0.46                                                                                              | SBmsy を維持する漁獲圧に対する 2025 年漁期の漁獲圧の比**         |
| 親魚量の水準                      | MSY を実現する水準を下回る                                                                                   |                                             |
| 漁獲圧の水準                      | SBmsy を維持する水準を下回る                                                                                 |                                             |
| 親魚量の動向                      | 減少                                                                                                |                                             |

\*2022～2024 年漁期の年齢別の平均 F 値を%SPR に換算した値。

\*\* 2025 年漁期の選択率の下で Fmsy の漁獲圧を与える F を%SPR 換算して算出し求めた比率。

補足表 3-4. 2027 年の予測親魚量と予測漁獲量

| 2027 年の親魚量(予測平均値):7.8 千トン |                                  |                      |                                   |                    |
|---------------------------|----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|--------------------|
| 項目                        | 2027 年の<br>漁獲量<br>予測平均値<br>(千トン) | 90%<br>予測区間<br>(千トン) | 現状の漁獲圧に<br>対する比<br>(F/F2022-2024) | 2027 年の<br>漁獲割合(%) |
| $\beta=1.0$               | 6.5                              | 6.0－8.0              | 0.92                              | 44                 |
| $\beta=0.95$              | 6.4                              | 5.8－7.8              | 0.87                              | 43                 |
| $\beta=0.9$               | 6.2                              | 5.6－7.5              | 0.83                              | 41                 |
| $\beta=0.85$              | 6.0                              | 5.4－7.2              | 0.78                              | 40                 |
| $\beta=0.8$               | 5.8                              | 5.2－6.9              | 0.73                              | 38                 |
| $\beta=0.75$              | 5.6                              | 5.0－6.6              | 0.69                              | 37                 |
| $\beta=0.7$               | 5.3                              | 4.8－6.3              | 0.64                              | 35                 |
| $\beta=0.65$              | 5.1                              | 4.5－6.0              | 0.60                              | 33                 |
| $\beta=0.5$               | 4.3                              | 3.7－4.9              | 0.46                              | 27                 |
| F2022-2024                | 5.9                              | 5.4－7.1              | 0.77                              | 39                 |

補足表 3-5. ABC と予測親魚量

| 2027 年漁期の<br>ABC<br>(千トン) | 2027 年漁期の親魚量<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) | 2027 年漁期の<br>漁獲割合(%) |
|---------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| 5.8                       | 7.8                            | 0.95                              | 38                   |

コメント:

・ABC は、令和 8 年度研究機関会議（FRA-SA2026-BRP01-01）において提案された管理基準値・漁獲管理規則に基づき試算した値である。また、その値は、2021～2025 年漁期の月別漁獲比率を用いて、集計期間を 7 月～翌年 6 月とした場合に換算した値である（補足資料 6）。

・近年の加入量が少なく、親魚量が減少傾向を示していることに留意する必要がある。

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              | 2037 年の<br>親魚量<br>予測平均値<br>(千トン) | 90%<br>予測区間<br>(千トン) | 2037 年に親魚量が以下の<br>管理基準値を上回る確率(%) |         |       |
|                 |                                  |                      | SBtarget                         | SBlimit | SBban |
| $\beta=1.0$     | 10.8                             | 4.1－21.0             | 35                               | 98      | 100   |
| $\beta=0.95$    | 11.7                             | 4.5－22.7             | 41                               | 98      | 100   |
| $\beta=0.9$     | 12.7                             | 4.9－24.7             | 48                               | 99      | 100   |
| $\beta=0.85$    | 13.7                             | 5.4－26.4             | 54                               | 99      | 100   |
| $\beta=0.8$     | 14.9                             | 5.9－28.4             | 61                               | 100     | 100   |
| $\beta=0.75$    | 16.1                             | 6.5－30.8             | 68                               | 100     | 100   |
| $\beta=0.7$     | 17.4                             | 7.2－33.1             | 73                               | 100     | 100   |
| $\beta=0.65$    | 18.7                             | 7.8－35.5             | 79                               | 100     | 100   |
| $\beta=0.5$     | 23.1                             | 9.8－44.5             | 89                               | 100     | 100   |
| F2022-2024      | 13.9                             | 5.3－26.8             | 55                               | 99      | 100   |

| 考慮している不確実性: 加入量 |                          |          |          |
|-----------------|--------------------------|----------|----------|
| 項目              | 親魚量が管理基準値を 50%以上の確率で上回る年 |          |          |
|                 | SBtarget                 | SBlimit  | SBban    |
| $\beta=1.0$     | 2065 年漁期以降               | 2027 年漁期 | 2027 年漁期 |
| $\beta=0.95$    | 2065 年漁期以降               | 2027 年漁期 | 2027 年漁期 |
| $\beta=0.9$     | 2047 年漁期                 | 2027 年漁期 | 2027 年漁期 |
| $\beta=0.85$    | 2037 年漁期                 | 2027 年漁期 | 2027 年漁期 |
| $\beta=0.8$     | 2036 年漁期                 | 2027 年漁期 | 2027 年漁期 |
| $\beta=0.75$    | 2035 年漁期                 | 2027 年漁期 | 2027 年漁期 |
| $\beta=0.7$     | 2034 年漁期                 | 2027 年漁期 | 2027 年漁期 |
| $\beta=0.65$    | 2033 年漁期                 | 2027 年漁期 | 2027 年漁期 |
| $\beta=0.5$     | 2032 年漁期                 | 2027 年漁期 | 2027 年漁期 |
| F2022-2024      | 2036 年漁期                 | 2027 年漁期 | 2027 年漁期 |

#### 補足資料 4 調査結果の概要

マダラ本州太平洋北部系群の資源量指標値は、東北海域における調査船による着底トロール調査の結果を用いた面積密度法により行った。調査エリアは青森県～宮城県沖の水深 100～1,000 m であり、本系群の垂直分布範囲を網羅している。本系群の分布範囲は青森県～茨城県沖であるが、本文 3. 漁業の状況 (3) 漁獲努力量で示したように、震災以降、福島沖の網数が大幅に減少し、2021 年 3 月まで試験操業しか行われていなかったことを考慮すると、震災以降の年齢別漁獲尾数には偏りが生じていると考えられる。そこでチューニングに用いる指標値には青森～宮城県沖の現存量値を用いた。調査で漁獲されたマダラについては、体長組成 (0、1 歳魚) と耳石の透明帯の読みとり (2 歳魚以上) からすべての個体について年齢を査定した。次に北緯 38°50' で調査海域を南北に分け、100～200 m、200～300 m、300～400 m、400～500 m、500～600 m、600～700 m、700～800 m および 800～1,000 m の 8 水深帯、16 層に海域を層化した。南北および水深帯で層化した層 (i) ごとに各調査点 (j) において網着底から網離底までの距離を求め、それを曳網距離として用いた。オッターレコーダーでオッターボード間隔を測定し、漁具構成から得られたオッターボード間隔と袖先間隔の比 (1 : 0.258) により袖先間隔を推定し、曳網距離に袖先間隔を乗じて i 層 j 地点の曳網面積 (a<sub>ij</sub>) を求めた。i 層 j 地点の年齢別漁獲重量あるいは年齢別漁獲尾数 (C<sub>ij</sub>) を a<sub>ij</sub> で除し、i 層 j 地点の密度 (d<sub>ij</sub>) を算出し、その平均を i 層における密度 d<sub>i</sub> とした。なお、n<sub>i</sub> は i 層の調査地点数を表す。

$$d_{ij} = \frac{C_{ij}}{a_{ij}} \quad (1)$$

$$d_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} d_{ij} \quad (2)$$

さらに、i 層の平均密度 (d<sub>i</sub>) に i 層の海域面積 (A<sub>i</sub>) を乗じ、i 層の現存量あるいは現存尾数 (B<sub>i</sub>) を求め、これらを合計することにより東北海域全体のマダラの現存量あるいは現存尾数 (B) とした。

$$B_i = A_i \cdot d_i \quad (3)$$

$$B = \sum B_i \quad (4)$$

現存尾数については、体長 1 cm ごとに計算を行い、資源全体の年齢別体長組成を求めた。

i 層の密度の標準偏差 (SDd<sub>i</sub>) を求め、n<sub>i</sub> と A<sub>i</sub> により i 層における現存量あるいは現存尾数の標準誤差 (SEB<sub>i</sub>) を計算し、調査海域全体における資源の標準誤差 (SE) および変動係数 (CV, %) を下式により求めた。なお、ここで得られる CV とは現存量および現存尾数の指標値に対する値であり、採集効率の推定誤差は含んでいない。

$$SE_{B_i} = \frac{A_i \cdot SD_{d_i}}{\sqrt{n_i}} \quad (5)$$

$$SE = \sqrt{\sum SE_{B_i}^2} \quad (6)$$

$$CV = \frac{SE}{B} \quad (7)$$

なお、信頼区間の上限と下限は、 $\exp(\log(N)-1.96 \times CV)$  および  $\exp(\log(N)+1.96 \times CV)$  により求めた。

着底トロール調査の結果と漁獲物の年齢および体長組成をもとに求めた過去のコホート解析の結果から、着底トロールにおける年齢別の採集効率を求めた(1 歳 0.64、2 歳 0.54、3 歳魚 0.12、上田ほか 2006)。

なお、調査で用いている網の高さは曳網中で 3~4 m 程度で、それよりも上方に分布する個体が入網することはない。また、着底トロール網は岩礁域での曳網が困難で、岩礁域の周辺を生息域とする高年齢魚との遭遇率は低くなる。そのため、ここでは遭遇率も加味したものを採集効率とした。

その結果、1996~2025 年の現存尾数は 4 百万尾~111 百万尾で推移していた(図 4-1、補足表 4-1)。資源量指標値とした現存量は 6 千トン~90 千トンで推移しており、2012 年に 90 千トンを記録した後に急激に減少した。2025 年は過去最低水準の 6.0 千トンであった(図 4-2、補足表 4-2)。また、1996~2025 年の調査における年齢別現存尾数の CV は 0.11~0.51 であった(補足表 4-3)。なお、2025 年は CV が 0.50 と高く、分布の著しい北偏も認められたことから、現存量は暫定的に生残率が過去の平均値と同水準になるよう採集効率の値を調整した値を示している。

## 引用文献

上田祐司・成松庸二・服部 努・伊藤正木・北川大二・富川なす美・松石 隆 (2006) VPA と着底トロール調査による資源量から推定された東北海域におけるマダラの漁獲効率. 日水誌, **72**, 201-209.

補足表 4-1. トロール調査から推定した年齢別現存尾数（千尾）

| 年齢   | 1996  | 1997   | 1998   | 1999   | 2000   | 2001  | 2002  | 2003   | 2004   | 2005   |
|------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 1歳   | 2,760 | 15,806 | 15,848 | 38,757 | 2,630  | 2,247 | 2,196 | 11,253 | 3,509  | 22,042 |
| 2歳   | 3,871 | 518    | 5,695  | 3,452  | 9,758  | 332   | 1,798 | 1,060  | 5,570  | 2,018  |
| 3歳   | 752   | 749    | 74     | 1,519  | 360    | 1,125 | 286   | 1,287  | 1,313  | 1,779  |
| 4歳   | 554   | 123    | 0      | 49     | 105    | 96    | 128   | 103    | 69     | 156    |
| 5歳   | 103   | 123    | 0      | 0      | 0      | 0     | 0     | 14     | 21     | 0      |
| 6歳以上 | 0     | 62     | 0      | 0      | 0      | 25    | 0     | 18     | 24     | 0      |
| 合計   | 8,040 | 17,381 | 21,618 | 43,777 | 12,853 | 3,826 | 4,407 | 13,734 | 10,508 | 25,995 |

| 年齢   | 2006   | 2007   | 2008  | 2009   | 2010   | 2011   | 2012    | 2013   | 2014   | 2015   |
|------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|
| 1歳   | 14,743 | 16,866 | 893   | 12,057 | 23,066 | 68,679 | 49,374  | 10,688 | 13,297 | 29,436 |
| 2歳   | 4,936  | 2,219  | 7,449 | 921    | 10,863 | 8,487  | 57,884  | 23,993 | 14,172 | 15,807 |
| 3歳   | 1,736  | 550    | 597   | 1,957  | 299    | 3,685  | 2,718   | 18,083 | 11,600 | 5,842  |
| 4歳   | 223    | 107    | 111   | 190    | 237    | 343    | 899     | 1,327  | 5,091  | 4,362  |
| 5歳   | 244    | 36     | 16    | 29     | 39     | 49     | 105     | 357    | 680    | 1,230  |
| 6歳以上 | 20     | 0      | 0     | 0      | 25     | 0      | 40      | 97     | 111    | 189    |
| 合計   | 21,901 | 19,779 | 9,066 | 15,155 | 34,529 | 81,243 | 111,019 | 54,546 | 44,949 | 56,866 |

| 年齢   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021  | 2022  | 2023   | 2024   | 2025  |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|
| 1歳   | 22,036 | 20,272 | 30,588 | 7,803  | 8,449  | 372   | 4,189 | 25,959 | 2,883  | 31    |
| 2歳   | 12,327 | 6,957  | 6,559  | 6,088  | 10,026 | 4,249 | 96    | 3,379  | 10,570 | 1,128 |
| 3歳   | 6,096  | 3,554  | 2,377  | 1,243  | 2,665  | 3,157 | 346   | 757    | 735    | 2,328 |
| 4歳   | 2,105  | 1,442  | 1,180  | 262    | 7      | 481   | 786   | 204    | 60     | 90    |
| 5歳   | 1,015  | 187    | 282    | 23     | 0      | 98    | 319   | 573    | 117    | 520   |
| 6歳以上 | 476    | 82     | 111    | 33     | 0      | 81    | 67    | 146    | 0      | 0     |
| 合計   | 44,055 | 32,493 | 41,098 | 15,453 | 21,148 | 8,437 | 5,802 | 31,017 | 14,364 | 4,097 |

注) 10～11月時点の値

トロール調査による面積一密度法による推定値。  
 採集効率（Q）は1歳魚0.54、2歳魚以上0.12を使用。

補足表 4-2. トロール調査から推定した年齢別現存量（トン）

| 年齢   | 1996  | 1997  | 1998   | 1999   | 2000   | 2001  | 2002  | 2003   | 2004   | 2005   |
|------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 1歳   | 301   | 4,451 | 5,895  | 11,509 | 1,212  | 1,272 | 1,262 | 5,530  | 1,591  | 8,434  |
| 2歳   | 4,141 | 692   | 8,191  | 4,663  | 11,485 | 539   | 3,146 | 1,914  | 7,763  | 3,033  |
| 3歳   | 869   | 1,843 | 330    | 4,096  | 588    | 3,190 | 795   | 3,220  | 2,828  | 4,415  |
| 4歳   | 1,371 | 662   | 0      | 374    | 367    | 326   | 615   | 362    | 300    | 693    |
| 5歳   | 635   | 978   | 0      | 0      | 0      | 0     | 0     | 81     | 177    | 0      |
| 6歳以上 | 0     | 467   | 0      | 0      | 0      | 250   | 0     | 188    | 225    | 0      |
| 計    | 7,316 | 9,094 | 14,416 | 20,643 | 13,653 | 5,577 | 5,819 | 11,295 | 12,883 | 16,575 |

| 年齢   | 2006   | 2007   | 2008   | 2009   | 2010   | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1歳   | 6,285  | 5,661  | 448    | 4,882  | 6,362  | 22,846 | 15,017 | 4,046  | 4,303  | 9,692  |
| 2歳   | 6,462  | 3,098  | 22,259 | 1,446  | 14,211 | 11,287 | 64,404 | 23,311 | 14,498 | 14,432 |
| 3歳   | 3,292  | 1,233  | 1,507  | 5,573  | 655    | 9,018  | 6,054  | 38,816 | 21,478 | 10,967 |
| 4歳   | 812    | 439    | 592    | 762    | 1,071  | 1,127  | 3,748  | 4,445  | 16,033 | 13,142 |
| 5歳   | 1,307  | 219    | 110    | 240    | 203    | 217    | 601    | 1,907  | 3,332  | 5,251  |
| 6歳以上 | 263    | 0      | 0      | 0      | 262    | 0      | 443    | 854    | 722    | 1,304  |
| 計    | 18,421 | 10,650 | 24,916 | 12,902 | 22,764 | 44,494 | 90,267 | 73,380 | 60,366 | 54,789 |

| 年齢   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022  | 2023   | 2024   | 2025  |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|
| 1歳   | 4,513  | 5,794  | 5,836  | 2,441  | 1,744  | 149    | 1,495 | 5,840  | 727    | 13    |
| 2歳   | 10,462 | 6,559  | 5,275  | 5,248  | 11,682 | 3,636  | 81    | 3,255  | 9,835  | 1,088 |
| 3歳   | 10,341 | 6,300  | 3,707  | 2,410  | 4,837  | 5,455  | 711   | 1,137  | 1,605  | 3,876 |
| 4歳   | 5,576  | 4,082  | 2,917  | 837    | 23     | 1,445  | 1,948 | 760    | 295    | 105   |
| 5歳   | 4,115  | 780    | 1,001  | 107    | 0      | 417    | 1,309 | 2,363  | 694    | 992   |
| 6歳以上 | 3,235  | 549    | 761    | 178    | 0      | 426    | 422   | 992    | 0      | 0     |
| 計    | 38,242 | 24,064 | 19,497 | 11,221 | 18,285 | 11,527 | 5,966 | 14,347 | 13,156 | 6,073 |

注) 10～11月時点の値

トロール調査による面積一密度法による推定値。

補足表 4-3. トロール調査により得られたマダラの現存尾数および変動係数（CV）、信頼区間の年変化

| 年              | 1996  | 1997   | 1998   | 1999   | 2000   | 2001  |
|----------------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 調査地点数          | 22    | 36     | 37     | 35     | 50     | 55    |
| 現存尾数(千尾)       | 3,497 | 17,381 | 21,618 | 43,777 | 12,853 | 3,826 |
| 現存尾数のCV        | 0.511 | 0.127  | 0.188  | 0.176  | 0.218  | 0.349 |
| 現存尾数のSE(千尾)    | 1,787 | 2,205  | 4,059  | 7,720  | 2,799  | 1,335 |
| 95%信頼区間(下限、千尾) | 1,285 | 13,556 | 14,962 | 30,984 | 8,387  | 1,930 |
| 95%信頼区間(上限、千尾) | 9,520 | 22,287 | 31,235 | 61,852 | 19,698 | 7,583 |

| 年              | 2022  | 2003   | 2004   | 2005   | 2006   | 2007   |
|----------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 調査地点数          | 47    | 56     | 80     | 80     | 79     | 81     |
| 現存尾数(千尾)       | 4,407 | 13,734 | 10,508 | 25,995 | 21,901 | 19,779 |
| 現存尾数のCV        | 0.321 | 0.240  | 0.200  | 0.205  | 0.140  | 0.166  |
| 現存尾数のSE(千尾)    | 1,417 | 3,300  | 2,100  | 5,337  | 3,061  | 3,291  |
| 95%信頼区間(下限、千尾) | 2,347 | 8,575  | 7,103  | 17,383 | 16,653 | 14,275 |
| 95%信頼区間(上限、千尾) | 8,276 | 21,997 | 15,546 | 38,874 | 28,802 | 27,405 |

| 年              | 2008   | 2009   | 2010   | 2011    | 2012    | 2013    |
|----------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| 調査地点数          | 81     | 71     | 67     | 66      | 60      | 64      |
| 現存尾数(千尾)       | 9,066  | 15,115 | 34,529 | 81,242  | 159,256 | 74,541  |
| 現存尾数のCV        | 0.224  | 0.267  | 0.225  | 0.466   | 0.111   | 0.193   |
| 現存尾数のSE(千尾)    | 2,034  | 4,042  | 7,761  | 37,862  | 17,725  | 14,349  |
| 95%信頼区間(下限、千尾) | 5,843  | 8,986  | 22,227 | 32,590  | 128,042 | 51,113  |
| 95%信頼区間(上限、千尾) | 14,074 | 25,561 | 53,642 | 202,530 | 198,078 | 108,706 |

| 年              | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 調査地点数          | 61     | 65     | 64     | 60     | 62     | 60     |
| 現存尾数(千尾)       | 56,759 | 70,038 | 54,327 | 38,290 | 46,563 | 20,526 |
| 現存尾数のCV        | 0.181  | 0.167  | 0.147  | 0.178  | 0.290  | 0.256  |
| 現存尾数のSE(千尾)    | 10,284 | 11,695 | 8,009  | 6,801  | 13,516 | 5,251  |
| 95%信頼区間(下限、千尾) | 39,793 | 50,488 | 40,694 | 27,033 | 26,361 | 12,433 |
| 95%信頼区間(上限、千尾) | 80,959 | 97,157 | 72,528 | 54,235 | 82,249 | 33,888 |

| 年              | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   | 2024  | 2025  |
|----------------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
| 調査地点数          | 79     | 71     | 75     | 60     | 77    | 82    |
| 現存尾数(千尾)       | 29,503 | 11,977 | 5,882  | 17,242 | 2,934 | 156   |
| 現存尾数のCV        | 0.239  | 0.420  | 0.331  | 0.202  | 0.229 | 0.502 |
| 現存尾数のSE(千尾)    | 7,045  | 5,027  | 1,948  | 3,487  | 446   | 42    |
| 95%信頼区間(下限、千尾) | 18,476 | 5,261  | 3,073  | 11,600 | 1,874 | 58    |
| 95%信頼区間(上限、千尾) | 47,111 | 27,266 | 11,258 | 25,629 | 4,595 | 416   |

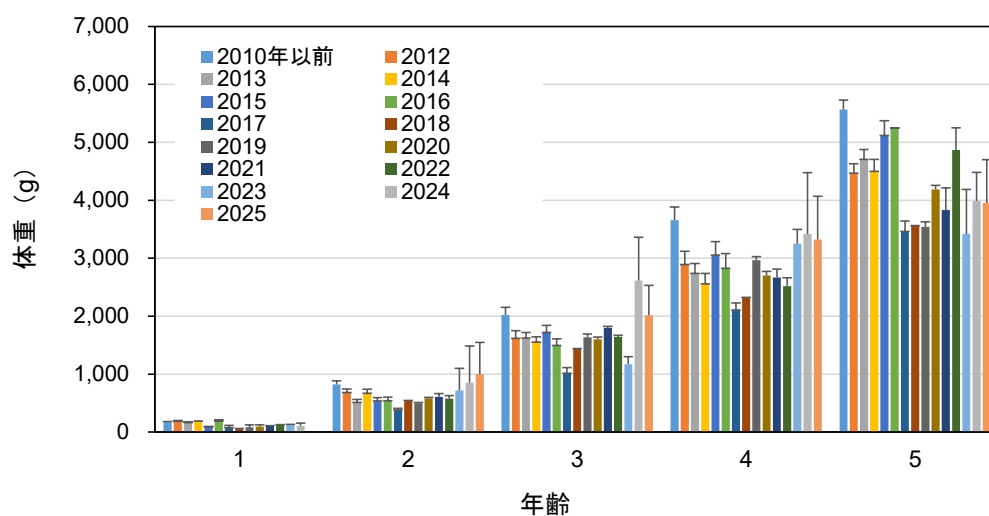
注) CV、信頼区間は各年齢に分けて求めた資源尾数、SEから求めたものである。

### 補足資料 5 震災以降の成長の鈍化と成熟割合の変化

震災以降、マダラの成長には鈍化傾向が認められてきた。震災以前にもマダラの成長には加入尾数と負の相関があることが示されていたことから (Narimatsu et al. 2010)、震災以降の急激な資源の増加に伴い、成長が鈍化したと考えられる。しかし、2017 年および 2018 年 4 月に行った調査で漁獲されたマダラは、震災以降の 2012～2016 年に漁獲されたマダラと比べても著しく年齢別の体重が軽い傾向が認められた(補足図 5-1)。それらの年では、体重が震災前の 3～4 割程度にまで下がっている年齢も認められた。2022 年では、全体として 2017 年や 2018 年と比べると回復しているが、資源状態があまり良くない状態が続いているにもかかわらず震災前の水準にまでは回復していない。また、成長の鈍化に伴い、3 歳および 4 歳の成熟割合は低下していた。2023 年および 2024 年では 3 歳は高くなったが、4 歳は低かった。2025 年は再び 3 歳も低下し、4 歳は依然として低い (補足図 5-2)。

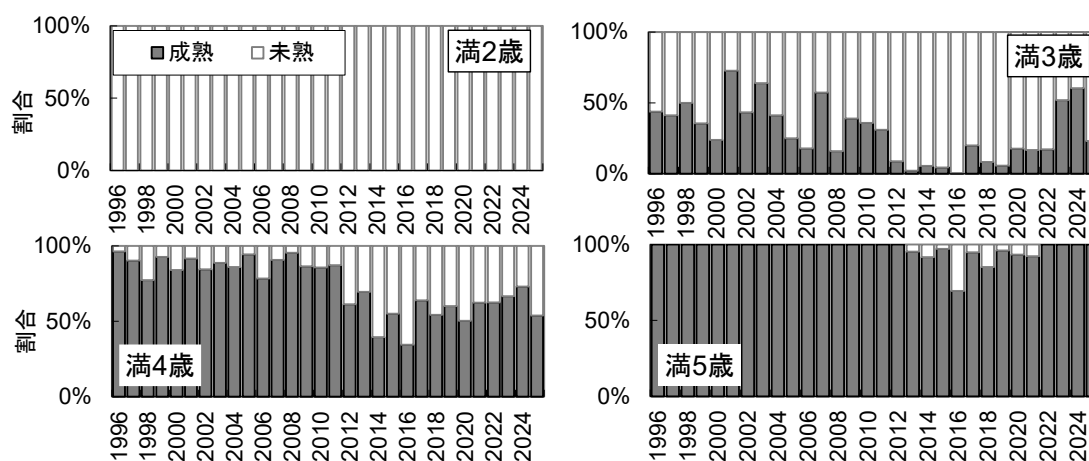
### 引用文献

Narimatsu, Y., Y. Ueda, T. Okuda, T. Hattori, K. Fujiwara and M. Ito (2010) The effect of temporal changes in life-history traits on reproductive potential in an exploited population of Pacific cod, *Gadus macrocephalus*. ICES J. Mar. Sci., **67**, 1659-1666.



補足図 5-1. マダラの年齢別体重の時系列変化

値は、4月に実施した調査船調査の採集個体を用いた結果に基づく。ただし、2024年は青森県八戸漁港に4月に水揚げされた個体および5月岩手丸による採集個体を用いた結果の参考値である。



補足図 5-2. マダラの成熟割合の時系列変化

値は、例年 10-11 月に実施した調査船調査の採集個体を用いた結果に主に基づく。

## 補足資料 6 沖合底びき網漁業の漁法別標準化 CPUE

マダラ本州太平洋北部系群の資源評価では、調査船によるトロール調査結果に基づき推定した年齢別現存量を VPA のチューニング指標値として用いているが、近年、マダラが採集される定点数が減少しており、他の指標値も検討する必要がある。そこで、沖合底びき網漁業（沖底）の漁獲成績報告書（漁積）の情報を用いて CPUE 標準化を行った。

本種の漁獲がないレコードはかけまわし漁法で 30.2%、二艘びき漁法で 15.1%、オッタートロール漁法で 60.8%を占めた（図 1）。このようにいずれの漁法でもゼロキャッチデータが存在し、年代によりその割合も異なることから、ゼロキャッチデータを考慮して標準化を実施できるデルタ型一般化線形モデル（Lo et al. 1992）を適用した。

デルタ型一般化線形モデルでは全データを用いる有漁獲率モデルと、ゼロキャッチデータを除いた有漁獲データを用いる正の CPUE モデルを組み合わせることで資源の年トレンドを推定する。有漁獲率モデルでは応答変数を本種の漁獲の有無、誤差構造を二項分布とし、正の CPUE モデルでは応答変数を対数変換した有漁時 CPUE、誤差構造を正規分布とした。

東北の沖底漁船は県・海域ごとに主に用いる漁法が異なっており、現在では襟裳西～尻屋崎海区ではかけまわし、岩手海区では二艘びき、金華山～房総海区ではオッタートロールが主に用いられている。それぞれの漁法で漁獲効率が異なることから、データセットから漁法・海域ごとにレコードを抽出し、それぞれの漁法に対してモデルを作成した。

本種では資源の年変動の他に、操業する季節、水深、操業緯度等が CPUE の変動に影響すると考えられる。さらに、これまでに南北方向に漁場が移動してきたこと、季節的に浅深方向に移動すること、南北で分布水深に差があること等が知られていること等から、これらを交互作用で表現し、フルモデルの変数は以下とした。

### 有漁獲率モデル

$\text{logit}(P) =$

$$\text{Intercept} + \text{Year} + \text{Month} + \text{Area} + \text{Depth} + \text{Year} * \text{Area} + \text{Month} * \text{Depth} + \text{Area} * \text{Depth} \quad \textcircled{1}$$

### 正の CPUE モデル

$\text{Ln}(\text{CPUE}) =$

$$\text{Intercept} + \text{Year} + \text{Month} + \text{Area} + \text{Depth} + \text{Year} * \text{Area} + \text{Month} * \text{Depth} + \text{Area} * \text{Depth} \quad \textcircled{2}$$

CPUE は 1 網当たりの漁獲量（kg / 網）。

ここでの記号は以下の通りである。

Year: 漁期年（1972～2025 年、漁期年は 4 月から翌年 3 月まで、カテゴリカル変数）

Month: 月（1～6 月および 9～12 月：7～8 月は休漁期、カテゴリカル変数）

Area: 海域（BIC が最小となる最大南北 5 分割の海域区分、カテゴリカル変数）

Depth: 水深（200 m 以浅、201～300 m、301～400 m、401～500 m、501 m～600 m、601m 以

深、カテゴリカル変数)

東北海域では海岸線が南北方向に長く、水深勾配が東西方向に大きいことから、南北方向においてのみ海域分けを行った。ここでは緯度経度 10 分升目で設定されている漁区を最小単位として最適な海域区分を定義することとした。最適な海域区分を推定するため、最大分割数を 5 とした。フルモデルに対して変数総当たり法による変数選択を実施し、BIC が最小となる説明変数を探索した。

海域区分はかけまわし漁法で 4 区分、二艘びき漁法で 3 区分、オッタートロール漁法で 5 区分が選択された。また、モデル選択の結果、二艘びき漁法とオッタートロール漁法で標準化モデルとして上述の①および②のフルモデルが採用された。かけまわし漁法では正の CPUE モデルでは②のフルモデルが採用されたが、有漁獲率モデルでは一部の変数が脱落して以下の③のモデルが採用された。

### 有漁獲率モデル

$\text{logit}(P) =$

$$\text{Intercept} + \text{Year} + \text{Month} + \text{Area} + \text{Depth} + \text{Month} * \text{Depth} + \text{Area} * \text{Depth} \quad \textcircled{3}$$

P は有漁確率。

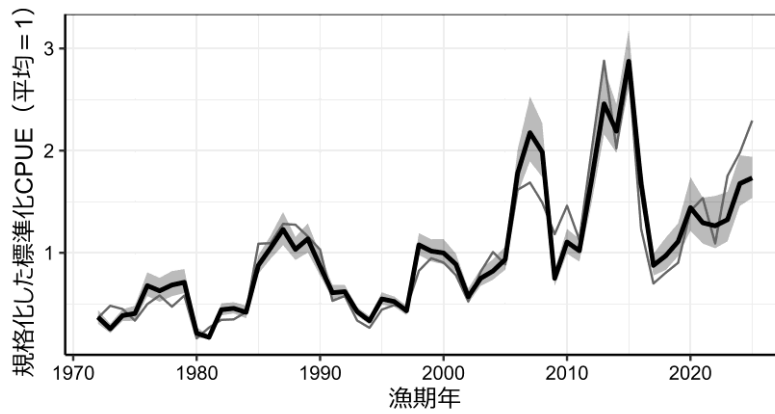
そして、標準化モデルと過去のデータに含まれる操業条件（漁期年、月、水深、海域）の組み合わせに対して漁獲の有無と有漁獲時の CPUE を予測し、それらを乗じた後、海域の面積比による重みづけ平均を計算して標準化 CPUE の年トレンドとした。また、採用された標準化モデルを用いてデータの層別リサンプリングによるブートストラップ法（反復回数は 1000 回）を行い、95%信頼区間を推定した。本手法の詳細は標準化ドキュメント（FRA-SA2026-SC02-202）に示した。

標準化 CPUE の年トレンドは 3 漁法とも数年おきに増減を繰り返しており、いずれの漁法でも 2013～2015 年にピークがみられた（補足図 7-1）。二艘びき漁法とオッタートロール漁法ではその後減少が続いているものの、かけまわし漁法では 2017 年にかけて減少した後は増加が続いている（補足図 7-1）。

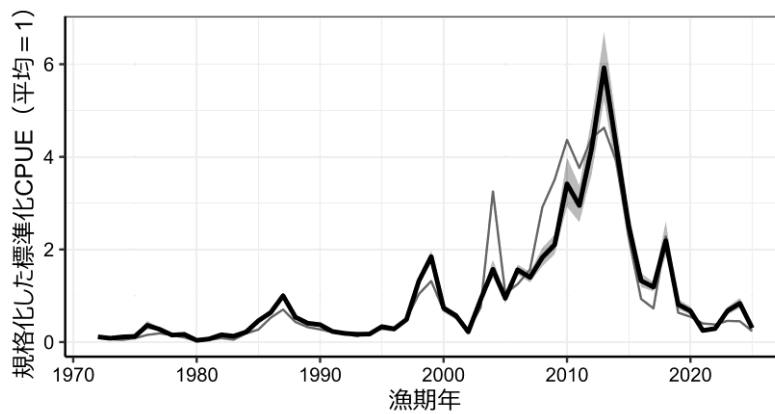
### 引用文献

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

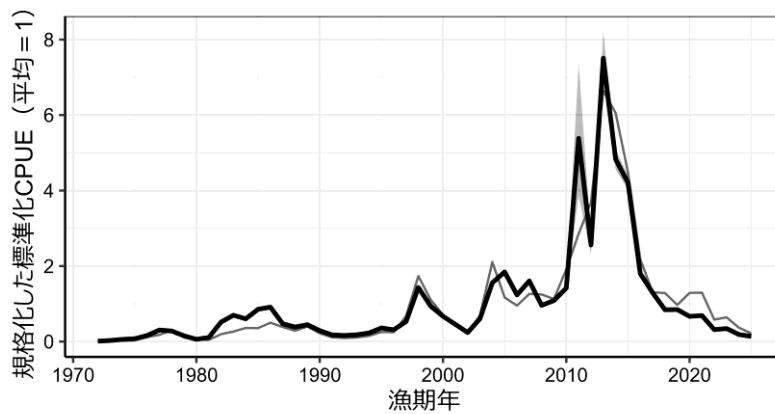
## かけまわし漁法



## 二艘びき漁法



## オッタートロール漁法



補足図 6-1. 漁法別標準化 CPUE (太線) とノミナル CPUE (細線)

灰色部分はデータのリサンプリングによるブートストラップで得られた 95%信頼区間を表す。

### 補足資料 7 月別漁獲比率

本系群の漁獲量は冬季に産卵するマダラの生物特性を考慮し、4月～翌年3月で集計し、資源評価を行っている。一方、漁期や底びき網漁業の禁漁期などを考慮した場合には4月～翌年3月とは異なる集計期間として資源管理を行う方が適切な場合も想定される。そこで、異なる集計期間を適用した際の予測漁獲量を、最近5年間および3年間の月別漁獲比率を用いて、2027年漁期および2028年漁期の平均の月別漁獲量を算出した。

各県水試調べによる直近5年間の月別漁獲量とそれらに基づく月別漁獲比率を補足表 6-1 に示す。月別漁獲比率は1、2月に高く、それぞれ年漁期間漁獲量の0.32、0.21であった。異なる $\beta$ に基づく月別漁獲量の平均値を補足表 6-2 に示す。 $\beta=0.8$ における2027年漁期の予測漁獲量は、本評価の年漁期（4月～翌年3月）で6.0千トンであり、集計期間を7月～翌年6月とした場合では5.9千トンであった。

同様に直近3年間の月別漁獲量とそれらに基づく月別漁獲比率を用いた場合（補足表 6-3）でも、月別漁獲比率は1、2月に高く、それぞれ年漁期間漁獲量の0.28、0.21であった。 $\beta=0.8$ における2027年漁期の予測漁獲量は、本評価の年漁期（4月～翌年3月）で6.0千トンであり、集計期間を7月～翌年6月とした場合では5.9千トンであった（補足表 6-4）。

補足表 7-1. 直近 5 年間（2021～2025 年漁期）の月別漁獲量（トン）と平均漁獲比率

| 月別漁獲量 | 2021  | 2022  | 2023  | 2024  | 2025  | 平均漁獲量 | 平均漁獲比率 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 4     | 956   | 308   | 296   | 346   | 246   | 430   | 0.08   |
| 5     | 634   | 295   | 396   | 235   | 327   | 377   | 0.07   |
| 6     | 467   | 189   | 234   | 374   | 187   | 290   | 0.05   |
| 7     | 105   | 55    | 43    | 31    | 42    | 55    | 0.01   |
| 8     | 61    | 28    | 9     | 25    | 26    | 30    | 0.01   |
| 9     | 99    | 79    | 80    | 86    | 48    | 78    | 0.01   |
| 10    | 173   | 118   | 128   | 163   | 148   | 146   | 0.03   |
| 11    | 288   | 126   | 199   | 262   | 277   | 230   | 0.04   |
| 12    | 552   | 657   | 504   | 497   | 243   | 491   | 0.09   |
| 1     | 2,086 | 2,897 | 1,337 | 1,306 | 961   | 1,717 | 0.32   |
| 2     | 1,407 | 1,323 | 1,025 | 1,030 | 657   | 1,088 | 0.21   |
| 3     | 422   | 406   | 417   | 344   | 234   | 365   | 0.07   |
| 合計    | 7,251 | 6,481 | 4,668 | 4,700 | 3,396 | 5,299 | 1.00   |

補足表 7-2. 異なる  $\beta$  に基づく月別平均漁獲量（直近 5 年間の平均使用）

| 2027年漁期        |           |                               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------|-----------|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 項目             | 平均漁獲量     | 月別平均漁獲量（2027年4月～2028年3月）（千トン） |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                | 漁期年計（千トン） | 4月                            | 5月   | 6月   | 7月   | 8月   | 9月   | 10月  | 11月  | 12月  | 1月   | 2月   | 3月   |
| $\beta=1.00$   | 7.0       | 0.56                          | 0.50 | 0.38 | 0.07 | 0.04 | 0.10 | 0.19 | 0.30 | 0.64 | 2.25 | 1.43 | 0.48 |
| $\beta=0.90$   | 6.5       | 0.53                          | 0.46 | 0.36 | 0.07 | 0.04 | 0.10 | 0.18 | 0.28 | 0.60 | 2.11 | 1.34 | 0.45 |
| $\beta=0.85$   | 6.3       | 0.51                          | 0.45 | 0.34 | 0.07 | 0.04 | 0.09 | 0.17 | 0.27 | 0.58 | 2.04 | 1.29 | 0.43 |
| $\beta=0.80$   | 6.0       | 0.49                          | 0.43 | 0.33 | 0.06 | 0.03 | 0.09 | 0.17 | 0.26 | 0.56 | 1.96 | 1.24 | 0.42 |
| $\beta=0.75$   | 5.8       | 0.47                          | 0.41 | 0.32 | 0.06 | 0.03 | 0.09 | 0.16 | 0.25 | 0.54 | 1.87 | 1.19 | 0.40 |
| F2022-2024     | 6.0       | 0.49                          | 0.43 | 0.33 | 0.06 | 0.03 | 0.09 | 0.17 | 0.26 | 0.56 | 1.95 | 1.24 | 0.41 |
| 月別漁獲比率（過去5年平均） |           | 0.08                          | 0.07 | 0.05 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.04 | 0.09 | 0.32 | 0.21 | 0.07 |

| 2028年漁期        |           |                               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------|-----------|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 項目             | 平均漁獲量     | 月別平均漁獲量（2028年4月～2029年3月）（千トン） |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                | 漁期年計（千トン） | 4月                            | 5月   | 6月   | 7月   | 8月   | 9月   | 10月  | 11月  | 12月  | 1月   | 2月   | 3月   |
| $\beta=1.00$   | 5.7       | 0.46                          | 0.40 | 0.31 | 0.06 | 0.03 | 0.08 | 0.16 | 0.25 | 0.53 | 1.84 | 1.17 | 0.39 |
| $\beta=0.90$   | 5.6       | 0.45                          | 0.40 | 0.31 | 0.06 | 0.03 | 0.08 | 0.15 | 0.24 | 0.52 | 1.81 | 1.15 | 0.39 |
| $\beta=0.85$   | 5.5       | 0.45                          | 0.39 | 0.30 | 0.06 | 0.03 | 0.08 | 0.15 | 0.24 | 0.51 | 1.80 | 1.14 | 0.38 |
| $\beta=0.80$   | 5.5       | 0.44                          | 0.39 | 0.30 | 0.06 | 0.03 | 0.08 | 0.15 | 0.24 | 0.51 | 1.77 | 1.12 | 0.38 |
| $\beta=0.75$   | 5.4       | 0.44                          | 0.38 | 0.30 | 0.06 | 0.03 | 0.08 | 0.15 | 0.23 | 0.50 | 1.75 | 1.11 | 0.37 |
| F2022-2024     | 5.5       | 0.44                          | 0.39 | 0.30 | 0.06 | 0.03 | 0.08 | 0.15 | 0.24 | 0.51 | 1.77 | 1.12 | 0.38 |
| 月別漁獲比率（過去5年平均） |           | 0.08                          | 0.07 | 0.05 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.04 | 0.09 | 0.32 | 0.21 | 0.07 |

補足表 7-3. 直近3年間（2023～2025年漁期）の月別漁獲量（トン）と平均漁獲比率

| 月別漁獲量 | 2023  | 2024  | 2025  | 平均漁獲量 | 平均漁獲比率 |
|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 4     | 296   | 346   | 246   | 296   | 0.07   |
| 5     | 396   | 235   | 327   | 319   | 0.07   |
| 6     | 234   | 374   | 187   | 265   | 0.06   |
| 7     | 43    | 31    | 42    | 38    | 0.01   |
| 8     | 9     | 25    | 26    | 20    | 0.00   |
| 9     | 80    | 86    | 48    | 71    | 0.02   |
| 10    | 128   | 163   | 148   | 146   | 0.03   |
| 11    | 199   | 262   | 277   | 246   | 0.06   |
| 12    | 504   | 497   | 243   | 415   | 0.10   |
| 1     | 1,337 | 1,306 | 961   | 1,201 | 0.28   |
| 2     | 1,025 | 1,030 | 657   | 904   | 0.21   |
| 3     | 417   | 344   | 234   | 332   | 0.08   |
| 合計    | 4,668 | 4,700 | 3,396 | 4,255 | 1.00   |

補足表 7-4. 異なる  $\beta$  に基づく月別平均漁獲量（直近3年間の平均使用）

| 2027年漁期        |           |                               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------|-----------|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 項目             | 平均漁獲量     | 月別平均漁獲量（2027年4月～2028年3月）（千トン） |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                | 漁期年計（千トン） | 4月                            | 5月   | 6月   | 7月   | 8月   | 9月   | 10月  | 11月  | 12月  | 1月   | 2月   | 3月   |
| $\beta=1.00$   | 7.0       | 0.48                          | 0.52 | 0.43 | 0.06 | 0.03 | 0.12 | 0.24 | 0.40 | 0.68 | 1.96 | 1.48 | 0.54 |
| $\beta=0.90$   | 6.5       | 0.45                          | 0.49 | 0.41 | 0.06 | 0.03 | 0.11 | 0.22 | 0.38 | 0.64 | 1.84 | 1.38 | 0.51 |
| $\beta=0.85$   | 6.3       | 0.44                          | 0.47 | 0.39 | 0.06 | 0.03 | 0.11 | 0.22 | 0.36 | 0.61 | 1.77 | 1.33 | 0.49 |
| $\beta=0.80$   | 6.0       | 0.42                          | 0.45 | 0.38 | 0.05 | 0.03 | 0.10 | 0.21 | 0.35 | 0.59 | 1.70 | 1.28 | 0.47 |
| $\beta=0.75$   | 5.8       | 0.40                          | 0.43 | 0.36 | 0.05 | 0.03 | 0.10 | 0.20 | 0.33 | 0.56 | 1.63 | 1.23 | 0.45 |
| F2022-2024     | 6.0       | 0.42                          | 0.45 | 0.38 | 0.05 | 0.03 | 0.10 | 0.21 | 0.35 | 0.59 | 1.70 | 1.28 | 0.47 |
| 月別漁獲比率（過去3年平均） |           | 0.07                          | 0.07 | 0.06 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.06 | 0.10 | 0.28 | 0.21 | 0.08 |

| 2028年漁期        |           |                               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------|-----------|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 項目             | 平均漁獲量     | 月別平均漁獲量（2028年4月～2029年3月）（千トン） |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                | 漁期年計（千トン） | 4月                            | 5月   | 6月   | 7月   | 8月   | 9月   | 10月  | 11月  | 12月  | 1月   | 2月   | 3月   |
| $\beta=1.00$   | 5.7       | 0.40                          | 0.43 | 0.35 | 0.05 | 0.03 | 0.10 | 0.20 | 0.33 | 0.55 | 1.60 | 1.21 | 0.44 |
| $\beta=0.90$   | 5.6       | 0.39                          | 0.42 | 0.35 | 0.05 | 0.03 | 0.09 | 0.19 | 0.32 | 0.55 | 1.58 | 1.19 | 0.44 |
| $\beta=0.85$   | 5.5       | 0.39                          | 0.42 | 0.35 | 0.05 | 0.03 | 0.09 | 0.19 | 0.32 | 0.54 | 1.56 | 1.18 | 0.43 |
| $\beta=0.80$   | 5.5       | 0.38                          | 0.41 | 0.34 | 0.05 | 0.03 | 0.09 | 0.19 | 0.32 | 0.53 | 1.54 | 1.16 | 0.43 |
| $\beta=0.75$   | 5.4       | 0.37                          | 0.40 | 0.34 | 0.05 | 0.03 | 0.09 | 0.19 | 0.31 | 0.52 | 1.52 | 1.14 | 0.42 |
| F2022-2024     | 5.5       | 0.38                          | 0.41 | 0.34 | 0.05 | 0.03 | 0.09 | 0.19 | 0.32 | 0.53 | 1.54 | 1.16 | 0.43 |
| 月別漁獲比率（過去3年平均） |           | 0.07                          | 0.07 | 0.06 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 0.06 | 0.10 | 0.28 | 0.21 | 0.08 |

## 補足資料 8 前回管理基準値等の提案後の経過

### (1) 評価を取り巻く状況

#### 過年度の経緯

本系群では令和 3 年 3 月の研究機関会議で管理基準値と漁獲管理規則が提案され、令和 4 年 3 月の資源管理手法検討部会で議論がなされた。令和 5 年 3 月の資源管理基本方針に関する検討会で議論がなされた。その後、研究機関での再度の議論や検討を経て令和 5 年 8 月の資源管理基本方針に関する検討会で管理方針が合意され、令和 6 年 5 月の水産政策審議会資源管理分科会による承認を経て、令和 6 年 7 月から MSY の基づく管理（ステップ 1）が開始され、翌令和 7 年 7 月にはステップ 2 に移行している。これまでの資源管理、資源評価の関連する会議については、補足表 8-1 に取りまとめた。

#### 資源管理基本方針に関連するパラメータ

本系群における年齢別体重、3 歳、4 歳における資源尾数と成熟率の関係、および各評価年において現状の漁獲圧とした平均 F 値および前回と今回の  $F_{msy}$  を補足図 8-1 に示す。年齢別体重は、近年低下しているが、2025 年の 4 歳以下は過去全年（1996～2025 年）の平均とおおよそ同値であった。3 歳、4 歳における資源尾数と成熟率の関係には、依然として負の相関が認められる。また、平均 F 値は、2021 年度評価で示した値からそれぞれ差はあるものの経年的な偏った傾向はなかった。選択率は、2023 年度評価で示した値は大きく上振れしていたが、それ以外の期間では 3 歳以上の変化が小さかった。

#### 資源評価の変更点

将来予測における加入残差の仮定について、前回、採用していたバックワードリサンプリングは、今回は採用しないこととした。これは、今回、改めて再生産関係式を推定した際に、近年の低加入の情報も加えつつ自己相関を考慮していることや、主産卵場である仙台湾における稚魚調査において 2025 年、2026 年では稚魚の出現が確認できたことによる。

#### 前年度評価会議以降の議論

毎年の調査船調査による現存量モニタリングおよび資源評価結果からは、本種の分布、成長（体重）および加入状況が大きく変化したことが認められた。これらには、黒潮大蛇行に伴う黒潮続流の著しい北上など、対象海域における海洋環境の変化が大きく影響した可能性があり、それらの因果関係を生物学的にも精査することが重要である。

#### ピアレビュー

水産研究・教育機構では、資源評価に関する透明性や客観性を確保するため、その科学的妥当性について国内外の専門家に諮問するピアレビューのプロセスを、2020（令和 2）年度から導入している。

本系群については、令和 6 年 11 月 12、13 日に令和 5 年度の資源評価結果について、日米の専門家、Steven Teo 博士、Peter Kuriyama 博士、山川 卓博士からのレビューを受けた。

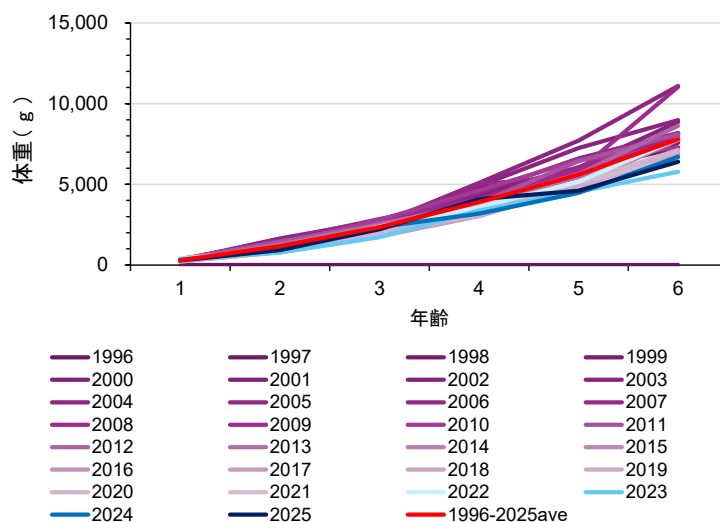
## (2) 過年度資源評価の結果の比較

やや豊度の高い年級群が加入した場合、その年級が若齢の数年、資源量が過大推定されやすい可能性があるとの推察される。毎年の漁獲情報に基づくデータの追加により修正されるものではあるが、新たなチューニング指標値の検討や加入量予測の技術開発を今後も続けることが重要である。

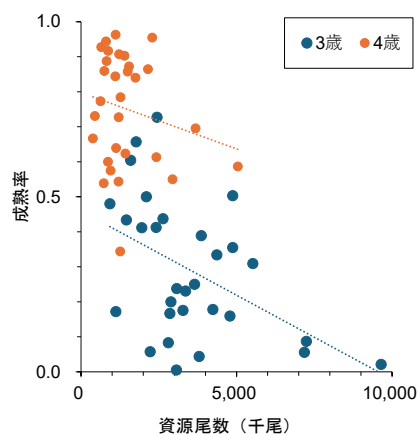
## (3) まとめ

再生産関係式の推定では、一連の議論により、年齢別体重や成熟率に関するデータは、前回同様に、過去全データを参照し、現状の漁獲圧および選択率は直近を除く過去3年平均を用いることとした。このようなデータを用い、前回と同じく、リッカー型の自己相関を考慮した再生産関係式が妥当と判断され、そのパラメータのみが若干更新された。

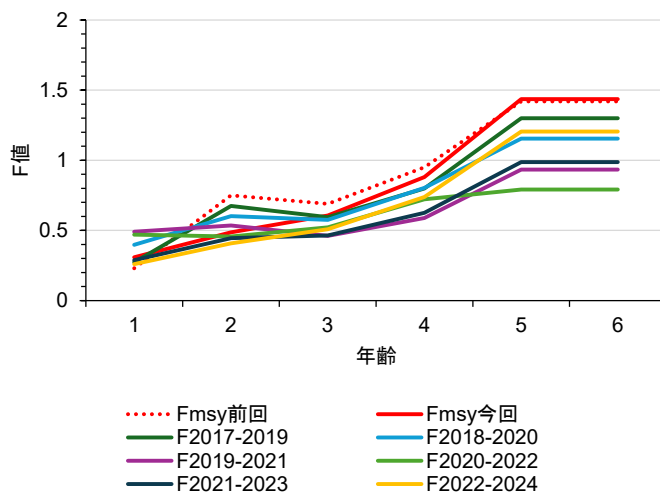
## (a) 年齢別体重



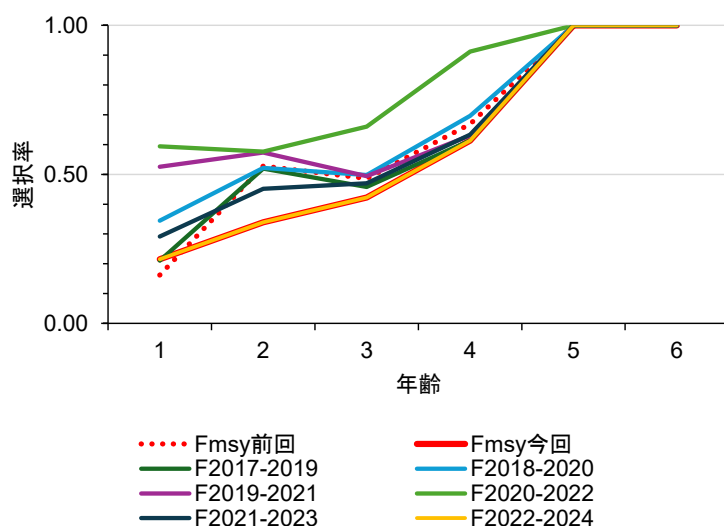
## (b) 3歳および4歳の資源尾数と成熟率の関係



(c) 年齢別の各期間における平均 F 値\*および Fmsy



(d) 年齢別の各期間における平均 F 値\*および Fmsy の選択率



補足図 8-1. 本系群の生物パラメータおよび F 値の各年の値および各期間の平均値  
 \*年齢別の各期間における平均 F 値 (C) およびその選択率 (d) の凡例について、例えば、F2017-2019 は、令和 3 (2021) 年度評価において現状の漁獲圧とした直近年 (2020 年) データを除く 3 年平均である。

補足表 8-1. 本系群資源評価を取り巻く過年度の経緯

| 年月                    | 資源評価をめぐる主な経緯                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 令和 2 (2020) 年<br>8 月  | 東北ブロック資源評価担当者会議<br>MSY ベースの新ルール説明（再生産関係式、MSY 推定、HCR の案）                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 令和 3 (2021) 年<br>3 月  | 新 ABC 算定規則適用に係る資源評価関係会議（研究機関会議）<br><a href="https://www.fra.go.jp/shigen/fisheries_resources/meeting/stock_assessment_meeting/2019-2022/2020index.html#2020-16">https://www.fra.go.jp/shigen/fisheries_resources/meeting/stock_assessment_meeting/2019-2022/2020index.html#2020-16</a><br>再生産関係式の決定、MSY の算定 |
| 令和 3 (2021) 年<br>8 月  | 令和 3 年度東北ブロック資源評価会議＊<br>旧ルールによる資源評価結果の提示                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 令和 4 (2022) 年<br>3 月  | 水産政策審議会 資源管理分科会 第 6 回資源管理手法検討部会<br><a href="https://www.jfa.maff.go.jp/j/council/seisaku/kanri/syuhou/220317.html">https://www.jfa.maff.go.jp/j/council/seisaku/kanri/syuhou/220317.html</a><br>研究機関会議資料の提案事項を、現場実態等と照合し、論点を整理                                                                              |
| 令和 4 (2022) 年<br>8 月  | 令和 4 年度東北ブロック資源評価会議＊<br>新ルールによる資源評価結果の提示、補足資料として将来予測結果を提示                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 令和 5 (2023) 年<br>3 月  | 第 1 回資源管理方針に関する検討会（ステークホルダー会合）<br><a href="https://www.jfa.maff.go.jp/j/study/kanri/231027_6.html">https://www.jfa.maff.go.jp/j/study/kanri/231027_6.html</a><br>研究機関会議や評価会議の提案事項をステークホルダーと議論                                                                                                               |
| 令和 5 (2023) 年<br>8 月  | 第 2 回資源管理方針に関する検討会（ステークホルダー会合）<br><a href="https://www.jfa.maff.go.jp/j/study/kanri/231027_6.html">https://www.jfa.maff.go.jp/j/study/kanri/231027_6.html</a><br>SH 会合 1 回目の指摘事項への回答と対応、漁期、漁獲シナリオを合意                                                                                                        |
| 令和 5 (2023) 年<br>8 月  | 令和 5 年度東北ブロック資源評価会議＊                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 令和 6 (2024) 年<br>5 月  | 水産政策審議会資源管理分科会（第 131 回）<br><a href="https://www.jfa.maff.go.jp/j/council/seisaku/kanri/attach/pdf/index-54.pdf">https://www.jfa.maff.go.jp/j/council/seisaku/kanri/attach/pdf/index-54.pdf</a><br>管理基準値、漁獲シナリオ、承認                                                                                           |
| 令和 6 (2024) 年<br>7 月  | MSY の基づく TAC 管理開始（ステップ 1）                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 令和 6 (2024) 年<br>8 月  | 令和 6 年度東北ブロック資源評価会議＊<br>資源評価（完全版）の提示、管理基準値                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 令和 6 (2024) 年<br>11 月 | 令和 6 年度ピアレビュー<br>外国人 2 名、日本人 1 名の専門家によるマダラ資源評価（令和 5 年度版）のレビュー<br><a href="https://www.fra.go.jp/shigen/fisheries_resources/meeting/peer_review_meeting/peer_review_2024_meeting.html">https://www.fra.go.jp/shigen/fisheries_resources/meeting/peer_review_meeting/peer_review_2024_meeting.html</a>        |

|                      |                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 令和 7 (2025) 年<br>5 月 | 水産政策審議会資源管理分科会 (第 137 回)<br><a href="https://www.jfa.maff.go.jp/j/council/seisaku/kanri/attach/pdf/index-61.pdf">https://www.jfa.maff.go.jp/j/council/seisaku/kanri/attach/pdf/index-61.pdf</a><br>資源評価・ABC・TAC、承認 |
| 令和 7 (2025) 年<br>7 月 | MSY の基づく TAC 管理 (ステップ 2)                                                                                                                                                                                           |
| 令和 7 (2025) 年<br>8 月 | 令和 7 年度東北ブロック資源評価会議＊                                                                                                                                                                                               |
| 令和 8 (2026) 年<br>3 月 | 東北ブロックマダラ担当者会議<br>再生産関係・MSY 管理基準値の更新について方針検討                                                                                                                                                                       |
| 令和 8 (2026) 年<br>5 月 | 水産政策審議会資源管理分科会 (第 145 回)<br><a href="https://www.jfa.maff.go.jp/j/council/seisaku/kanri/attach/pdf/index-70.pdf">https://www.jfa.maff.go.jp/j/council/seisaku/kanri/attach/pdf/index-70.pdf</a><br>資源評価・ABC・TAC、承認 |
| 令和 8 (2026) 年<br>8 月 | 令和 8 年度東北ブロック資源評価会議およびマダラ研究機関会議                                                                                                                                                                                    |

＊毎年度の資源評価結果は以下の URL を参照してください。

(<https://abchan.fra.go.jp/hyouka/>)

補足表 8-2. 評価年度別の親魚量、加入尾数、漁獲量、漁獲の比（F/Fmsy）の比較  
 （ $\beta$  を、2022 年度評価以前は 0.80、2023 年度評価以降は 0.75 とした場合の漁獲シナリオに基づく将来予測結果を示す）

| 親魚量（千トン）      | 2022  | 2023  | 2024  | 2025  | 2026  |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2021 年度評価     | 4.2   | 6.2   | 6.8   | 7.1   | 7.4   |
| 2022 年度評価     | 6.5   | 3.8   | 4.3   | 6.1   | 7.4   |
| 2023 年度評価     | 9.9   | 10.7  | 4.8   | 4.0   | 6.0   |
| 2024 年度評価     | 11.6  | 9.4   | 12.3  | 10.9  | 11.3  |
| 2025 年度評価     | 8.0   | 5.0   | 6.6   | 9.5   | 13.6  |
| 資源量（千トン）      | 2022  | 2023  | 2024  | 2025  | 2026  |
| 2021 年度評価     | 18.5  | 17.2  | 16.0  | 15.5  | 17.1  |
| 2022 年度評価     | 16.8  | 16.9  | 20.5  | 22.0  | 23.0  |
| 2023 年度評価     | 17.4  | 17.6  | 16.8  | 19.0  | 21.1  |
| 2024 年度評価     | 21.7  | 23.1  | 35.9  | 32.9  | 31.0  |
| 2025 年度評価     | 16.1  | 23.1  | 25.0  | 39.1  | 35.9  |
| 加入尾数（千尾）      | 2022  | 2023  | 2024  | 2025  | 2026  |
| 2021 年度評価     | 11235 | 10394 | 10670 | 9654  | 17527 |
| 2022 年度評価     | 11895 | 12482 | 9927  | 10362 | 11841 |
| 2023 年度評価     | 3069  | 11337 | 11068 | 10207 | 8571  |
| 2024 年度評価     | 11073 | 18784 | 13389 | 12157 | 12718 |
| 2025 年度評価     | 8326  | 18784 | 14764 | 12840 | 12838 |
| 漁獲量（千トン）      | 2022  | 2023  | 2024  | 2025  | 2026  |
| 2021 年度評価     | 6.1   | 7.8   | 8.3   | 8.9   | 9.8   |
| 2022 年度評価     | 7.9   | 5.9   | 7.1   | 7.9   | 8.5   |
| 2023 年度評価     | 6.5   | 7.9   | 6.0   | 6.2   | 7.4   |
| 2024 年度評価     | 6.5   | 4.7   | 13.3  | 11.8  | 11.3  |
| 2025 年度評価     | 6.5   | 4.7   | 4.7   | 14.5  | 13.1  |
| 漁獲割合（％）       | 2022  | 2023  | 2024  | 2025  | 2026  |
| 2021 年度評価     | 33    | 45    | 52    | 57    | 57    |
| 2022 年度評価     | 48    | 35    | 35    | 36    | 37    |
| 2023 年度評価     | 37    | 45    | 36    | 33    | 35    |
| 2024 年度評価     | 30    | 20    | 37    | 36    | 36    |
| 2025 年度評価     | 40    | 20    | 19    | 36    | 37    |
| 漁獲圧の比（F/Fmsy） | 2022  | 2023  | 2024  | 2025  | 2026  |
| 2021 年度評価     | 0.80  | 0.80  | 0.80  | 0.80  | 0.80  |
| 2022 年度評価     | 1.20  | 0.80  | 0.80  | 0.80  | 0.80  |
| 2023 年度評価     | 0.85  | 0.90  | 0.75  | 0.75  | 0.75  |
| 2024 年度評価     | 0.58  | 0.38  | 0.72  | 0.75  | 0.75  |
| 2025 年度評価     | 0.79  | 0.47  | 0.34  | 0.80  | 0.75  |

## 補足資料 9 今後検討すべき課題の整理

今年度以降における本系群資源評価において、検討すべき課題として、資源評価手法、CPUE 標準化、調査体制について、それぞれ整理し今後取り組むべき課題として取りまとめた（補足表 9-1）。

### （1）資源評価手法

2021 年度評価以降の結果をみると、豊度がやや高い年級群が加入して数年間は、資源量・親魚量および漁獲量が過大推定されやすい可能性があるかと推察される。調査船調査（現存量推定）に基づく資源量指標値に加えて漁獲情報に基づく指標値を得て、チューニング手法の改良を検討することが重要である。また、稚魚分布密度に関する調査船調査データに基づき、直近から数年の加入量を推定する技術開発は推定誤差の軽減に繋がると期待される。この加入量推定の技術開発では、2016 年以降に加入量が再生産関係式の平均よりも少ない状況が続いた要因の一つとして海洋環境との関係性を明らかにし、海洋環境を考慮して稚魚分布密度データを標準化することが重要である。

以上のような中長期的な課題について、各調査研究も含め継続的に推進することが不可欠である。

### （2）標準化 CPUE

本報告では、沖合底びき網漁業の漁獲成績報告書に基づき、操業海域を異にする 3 つの漁法、それぞれについて標準化 CPUE を新たに算出した（補足資料 6）。しかしながら、3 漁法で経年的推移や年代ごとの傾向が異なっていた。具体的には、震災前後の動向でそれぞれ増減する年が数年異なっていたり、2016 年以降の推移において、青森県沖で操業する沖底かけまわしでは直近の傾向が上昇していたが、岩手県沖で操業する沖底 2 そうびきや宮城県以南の沖底オッターロールでは大きく低下していた。宮城県以南のオッターロールでは小型魚の保護の促進や操業場所の大幅な縮小などもあり、各漁法の標準化 CPUE が関わる年齢群の熟慮が必要がある。これらを並列的に扱ってチューニング指標値とすることは現時点では困難であったが、今後もこれらのチューニング指標値として用いるための検討を続ける必要がある。

### （3）調査体制

産卵群の情報は、調査船調査では得にくく、漁獲情報に依存せざるを得ない。産卵最盛期に大型魚を主体に漁獲している定置網（底建網を含む）などの沿岸漁業における体長組成は年齢別漁獲尾数の算出に関与するため、市場調査を継続して実施できる体制を維持することが不可欠である。また、調査船による稚魚分布密度と海洋環境データを同時に収集する体系的調査の継続実施が不可欠である。さらに、稚魚が漁獲加入するまでの環境データを収集する体制の構築も必要である。

補足表 9-1. 今後検討すべき課題の整理項目

| 項目       | 検討課題                                                                                                                                                     |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 資源評価手法   | <ul style="list-style-type: none"><li>・高豊度の年級群の出現による資源量等の過大推定傾向</li><li>・漁獲情報に基づく資源量指標値の探索</li><li>・調査船調査に基づく稚魚密度データの海洋環境を考慮した標準化および加入量推定の技術開発</li></ul> |
| CPUE 標準化 | <ul style="list-style-type: none"><li>・沖底 3 漁法の標準化CPUEの経年的推移の違いに関する考察</li><li>・操業状況を考慮したチューニング対象年齢の熟慮</li></ul>                                          |
| 調査体制     | <ul style="list-style-type: none"><li>・産卵群の体長組成に関する市場調査の継続</li><li>・調査船による稚魚調査の継続および関連する海洋環境データの収集体制の構築</li></ul>                                        |