

ブリ 0～2 歳魚の漁獲量を最大化する親魚量および 漁獲量の変動を緩和する代替漁獲管理規則案の検討

水産研究・教育機構 水産資源研究所
宮原寿恵、八木達紀、市野川桃子、
倉島 陽、古川誠志郎、岡本 俊

要 約

令和 4 年 7 月 11 日に開催された水産政策審議会資源管理分科会第 8 回資源管理手法検討部会（ブリ）（以下、資源管理手法検討部会とする）での議論を経て、水産庁より依頼された“ブリの若齢魚である 0～2 歳魚の合計漁獲量が最大となる親魚量を目標とした場合の管理方策および前年からの漁獲量の変動幅を抑えるシナリオ”について検討した。

0～2 歳魚合計の平均漁獲量が最大となる時の全年齢の漁獲量は MSY の 97% (97%MSY) であった。これに対応する親魚量 SB97%msy (17.6 万トン) を目標親魚量とし、この親魚量が期待される漁獲の強さである F97%msy (現状の漁獲圧の 0.94 倍、Fmsy の 1.15 倍) による漁獲管理規則案に基づいた将来予測を行った。その結果、管理開始 10 年後の親魚量は調整係数 $\beta=0.9$ 以下の時に 50%以上の確率で SB97%msy を上回り、 $\beta=0.8$ 以下の時に 50%以上の確率で SBmsy を上回ると予測された。

次に、水産庁より依頼された前年からの漁獲量（水産庁の依頼では「毎年の漁獲量」）の変動幅を抑えるシナリオを代替漁獲管理規則案として検討した。代替漁獲管理規則案として、目標を SBmsy または SB97%msy、漁獲量の削減幅の制限期間を 5 年または 10 年、削減幅を 10%以内または 20%以内として、これらの条件を総当たりで組み合わせたシナリオを設定した。 $\beta=0.8$ の時に 10 年後の親魚量が SBmsy を上回る確率は 88～100%と予測された。また、これらを令和 4 年度の資源評価報告書における基本的漁獲管理規則案に基づいた将来予測結果（ベースケース）と比較し、パフォーマンス評価を行った。結果、 $\beta=0.8$ のとき、代替漁獲管理規則案に基づいたすべてのシナリオのパフォーマンスは、10 年後に親魚量が SBmsy を上回る確率およびリスク評価のいずれにおいてもベースケースと比べて遜色無いと判断された。

今回の試算結果において、2023 年漁獲量はベースケースの 8.2 万トンに対し、SB97%msy を用いた基本的漁獲管理規則案では 9.1 万トン、代替漁獲管理規則案では 8.8 万～9.9 万トンであった。また、管理開始 10 年後の親魚量はベースケースの 28.6 万トンに対し、SB97%msy を用いた基本的漁獲管理規則案では 24.9 万トン、代替漁獲管理規則案では 24.9 万～28.6 万トンであった。

はじめに

水産庁からの依頼への対応として、以下の項目について検討した。

ブリについて、 $MSY80\%$ 以上が確保されることを条件として、0～2 歳魚の合計漁獲量が最大となる時 ($X\%MSY$ 、 X は 80 以上の数値) の親魚量 ($SBX\%msy$) を試算する。 $SBX\%msy$ を目標とした漁獲管理規則 (漁獲圧には $FX\%msy$ を用いる) に基づく将来予測を実施する。次に、 $SBmsy$ もしくは $SBX\%msy$ を目標とし、管理開始後 5 年間または 10 年間は前年からの漁獲量の削減幅を 10%以内または 20%以内に制限する代替漁獲管理規則案 (漁獲圧はそれぞれ $Fmsy$ 、 $FX\%msy$) に基づく将来予測を実施する。以上の将来予測シナリオを整理すると、以下の 9 通りとなる。

- S1: $SBX\%msy$ を目標とした漁獲管理規則案 (漁獲圧は $FX\%msy$) に基づく将来予測
- S2: $SBmsy$ を目標とし、管理開始後 5 年間は前年からの漁獲量の削減幅を 10%以内に制限する代替漁獲管理規則案 (漁獲圧は $Fmsy$)
- S3: $SBmsy$ を目標とし、管理開始後 10 年間は前年からの漁獲量の削減幅を 10%以内に制限する代替漁獲管理規則案 (漁獲圧は $Fmsy$)
- S4: $SBmsy$ を目標とし、管理開始後 5 年間は前年からの漁獲量の削減幅を 20%以内に制限する代替漁獲管理規則案 (漁獲圧は $Fmsy$)
- S5: $SBmsy$ を目標とし、管理開始後 10 年間は前年からの漁獲量の削減幅を 20%以内に制限する代替漁獲管理規則案 (漁獲圧は $Fmsy$)
- S6: $SBX\%msy$ を目標とし、管理開始後 5 年間は前年からの漁獲量の削減幅を 10%以内に制限する代替漁獲管理規則案 (漁獲圧は $FX\%msy$)
- S7: $SBX\%msy$ を目標とし、管理開始後 10 年間は前年からの漁獲量の削減幅を 10%以内に制限する代替漁獲管理規則案 (漁獲圧は $FX\%msy$)
- S8: $SBX\%msy$ を目標とし、管理開始後 5 年間は前年からの漁獲量の削減幅を 20%以内に制限する代替漁獲管理規則案 (漁獲圧は $FX\%msy$)
- S9: $SBX\%msy$ を目標とし、管理開始後 10 年間は前年からの漁獲量の削減幅を 20%以内に制限する代替漁獲管理規則案 (漁獲圧は $FX\%msy$)

なお、各シナリオのパフォーマンスの比較対象として、令和 4 年度資源評価報告書 (古川ほか 2023) で公表済みの基本的漁獲管理規則案 (目標は $SBmsy$ 、漁獲圧は $Fmsy$) をベースケースとして利用する。また、上記の漁獲管理規則案で用いる $SBlimit$ と $SBban$ は令和 4 年度研究機関会議報告書で提案した値を一律に適用した。

$X\%MSY$ の算出および S1 については 1 章 (p.3～9)、S2～S5 については 2 章 (p.10～16)、S6～S9 については 3 章 (p.17～25) に検討内容および結果を示す。

1. 0～2 歳魚の漁獲量を最大化する親魚量および将来予測

(1) 背景

令和 3 年 12 月 8 日に開催された研究機関会議において、ブリは全年齢（0～3 歳以上）の漁獲量最大化（MSY）を目標とした時の親魚量（SBmsy : 22.2 万トン）を目標管理基準値案とする提案がされ（古川ほか 2022a、図 1）、MSY を達成した状態で推定される漁獲物の年齢組成は、現状よりも親魚である 3 歳以上の割合が高くなることが示された。その後、令和 4 年 7 月 11 日に開催された資源管理手法検討部会での議論を踏まえ、ブリの 0～2 歳魚（以下、若齢魚とする）の漁獲量が最大となる親魚量（ただし、MSY の 80%以上であることを条件とする）を目標とした場合の管理方策についての試算を水産庁より依頼された。これは、現状の若齢魚の漁獲割合が比較的高い状況を大きく変えない範囲で漁獲量を最大化する水準を目標として漁獲管理を行うことを想定した試算となる。本章では、令和 3 年度に管理基準値案を求めた際に得られた年齢別の漁獲量曲線を基に、若齢魚の漁獲量の最大化が期待される親魚量を求め、この時の親魚量を目標とする漁獲管理規則案での将来予測を行った。

(2) 方法

本種の令和 3 年度資源解析結果（古川ほか 2022b）に基づいて令和 3 年 12 月の研究機関会議で提案された漁獲量曲線（古川ほか 2022a）をもとに、若齢魚の漁獲量が最大となる時の全年齢合計の平均漁獲量および平均親魚量を求めた。漁獲量曲線上の全年齢の合計漁獲量を $X\%MSY$ とし、若齢魚の漁獲量が最大となる時の $X\%$ の値を 1% 間隔で探索した（ $X\%$ は MSY（13.0 万トン）に対する比で、 X は 80 以上の値）。得られた $X\%MSY$ が期待される親魚量（SBX%msy）を目標親魚量とし、これを達成することが期待される漁獲の強さである $FX\%msy$ を用いた漁獲管理規則案（S1）による将来予測を、本種の令和 4 年度資源解析結果（古川ほか 2023）を用いて実施した。本将来予測においては、 $Fmsy$ よりも大きい漁獲圧である $FX\%msy$ で管理を行うため、SBX%msy を達成する確率と併せて SBmsy を達成する確率も求めた。

(3) 結果

若齢魚の平均漁獲量が最大になる時の X の値は 97 であり、この時の全年齢の平均漁獲量（97%MSY）は 12.6 万トン、平均親魚量（SB97%msy）は 17.6 万トンであった（図 1、表 1）。2021 年の親魚量は SB97%msy を下回り、漁獲圧は $F97\%msy$ を上回った（図 2）。過去に親魚量が SB97%msy を上回った年は 2017 年と 2018 年であり、漁獲圧が $F97\%msy$ を下回った年は 2015 年と 2016 年であった。また、 $F97\%msy$ は令和 4 年度資源評価時の現状の漁獲圧（ F_{2022} ）の 0.94 倍、 $Fmsy$ の 1.15 倍であった。

SB97%msy を目標親魚量とし、 $F97\%msy$ による漁獲管理規則案（S1；図 3）を適用した将来予測を行った結果、10 年後の親魚量が SB97%msy を上回る確率は、調整係数 β が 1.0 の時には 47%であり、0.9 以下の時に 50%以上と予測された（図 4、表 2）。なお、10 年後に SB97%msy を上回る確率がちょうど 50%になる β は 0.997 である。また、現状の漁獲圧（ F_{2022} ）による漁獲を続けた場合の 10 年後の親魚量が SB97%msy を上回る確率は 9%であった。

一方で、10 年後の親魚量が SBmsy を上回る確率は β が 0.8 以下の時に 50%以上と予測さ

れ、 β が 1.0 の時には 1%であった。現状の漁獲圧による漁獲を続けた場合の同確率は 0%であった。

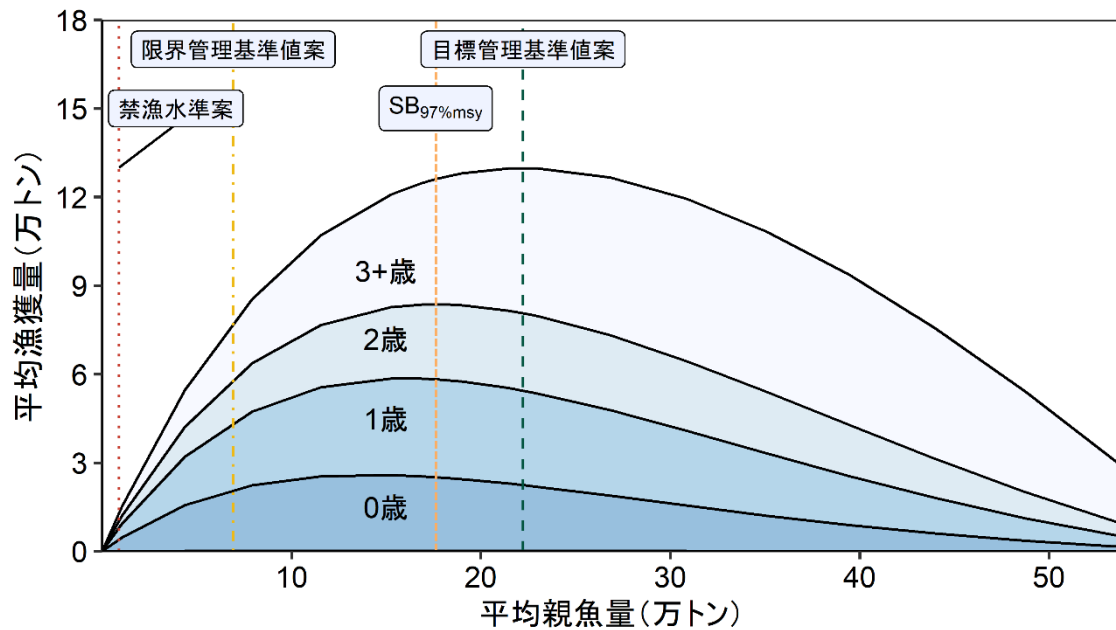


図 1. 平衡状態における平均親魚量と年齢別平均漁獲量に対する、各管理基準値案ならびに若齢魚の漁獲量が最大になる 97%MSY に対応する親魚量 (SB97%msy、橙破線) の関係 (漁獲量曲線)

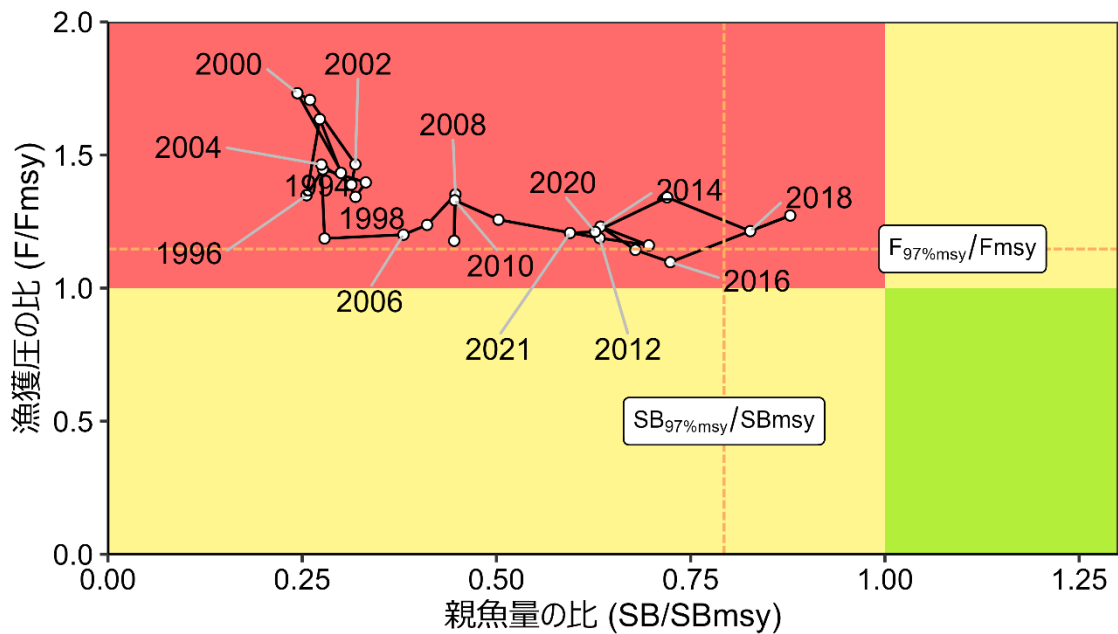
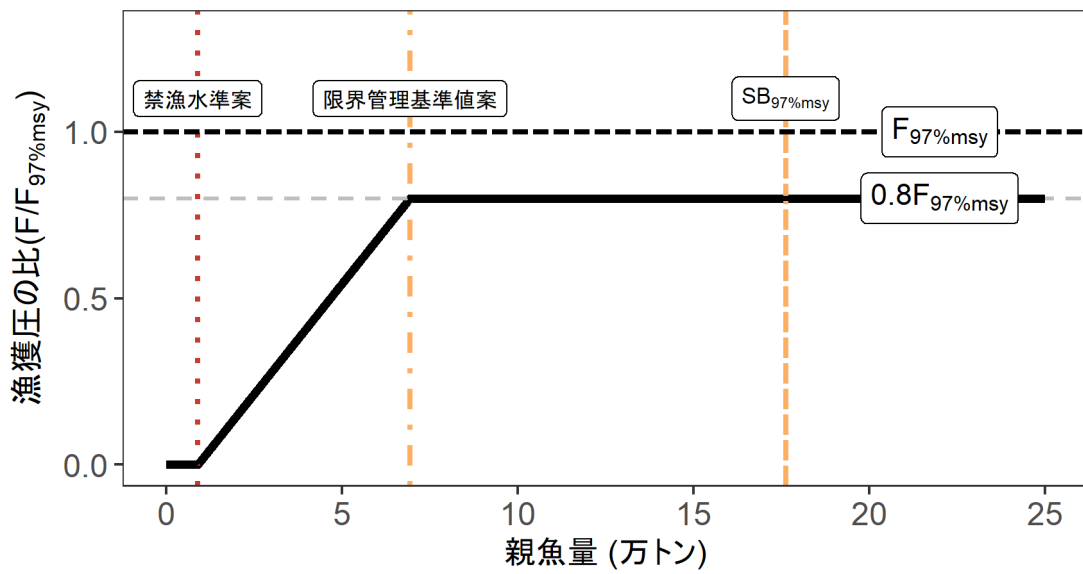


図 2. 神戸プロット 橙破線は、SBmsy と Fmsy に対する、97%MSY を達成することが期待できる親魚量 (SB97%msy) および漁獲圧 (F97%msy) の比をそれぞれ示す。

a)



b)

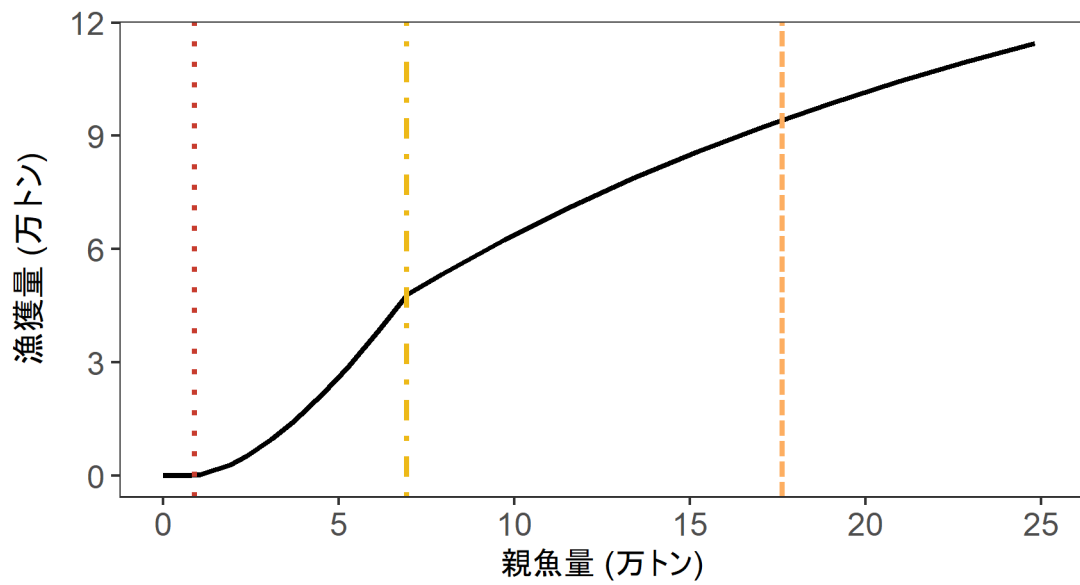


図 3. $SB_{97\%msy}$ を目標 (橙破線) とした $F_{97\%msy}$ による漁獲管理規則案 ($\beta=0.8$ の場合)
 (a) 縦軸を漁獲圧にした場合 (b) 縦軸を漁獲量にした場合

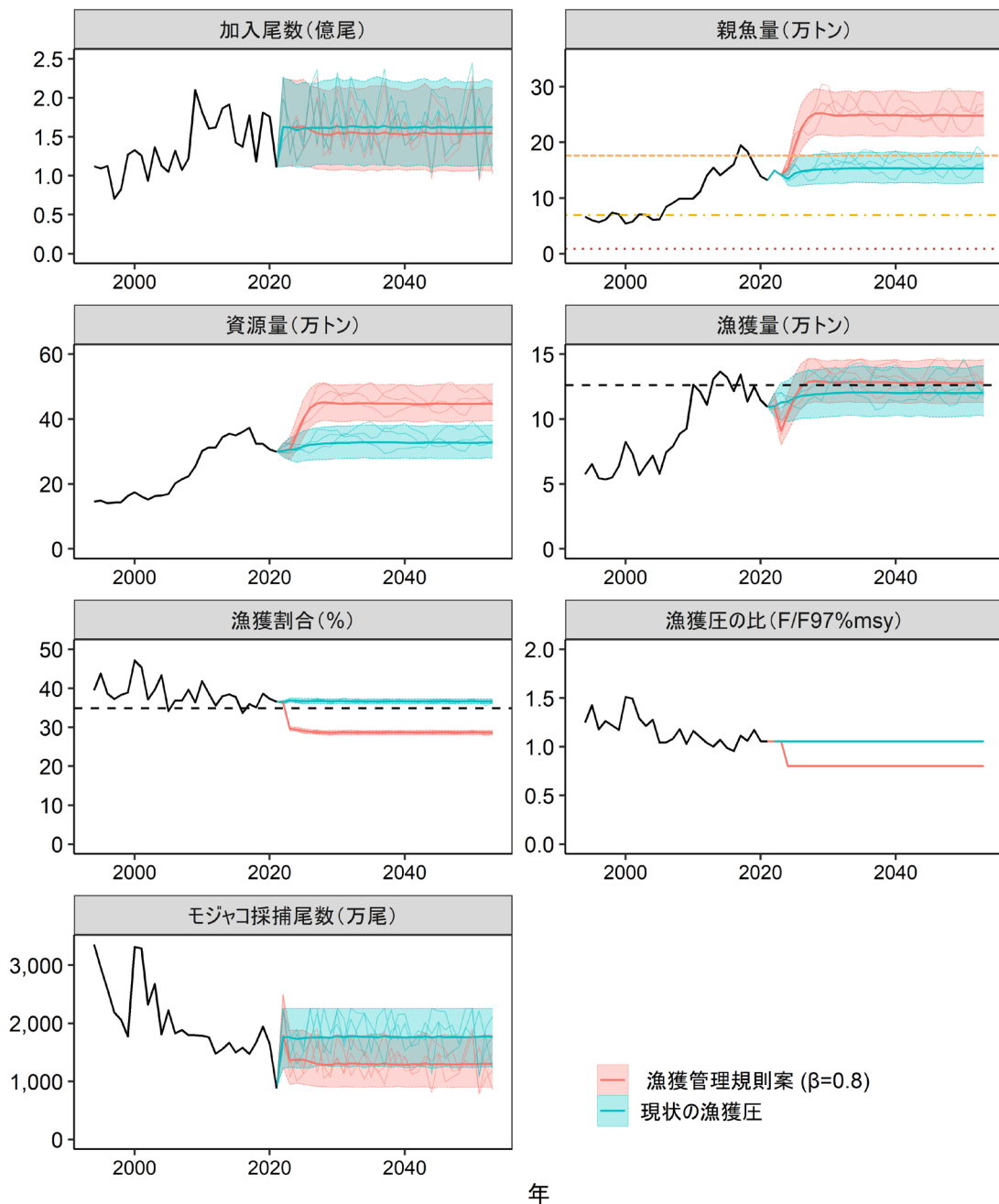


図 4. SB97%msy を目標とした漁獲管理規則案 (S1) に基づく将来予測 (赤色) と現状の漁獲圧 (F2022) で漁獲を続けた場合の将来予測 (青色) の比較

太実線は平均値、網かけはシミュレーション結果の 90%が含まれる 90%予測区間、細線は 3 通りの将来予測の例示である。親魚量の図の橙破線は SB97%msy、黄一点鎖線は限界管理基準値案、赤点線は禁漁水準案を示す。漁獲割合の図の破線は U97%msy を示す。2022 年の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧により仮定し、2023 年以降の漁獲は S1 の漁獲管理規則案 (図 3) に従うものとした。現状の漁獲圧でのモジャコ採捕尾数の将来予測では、直近 10 年間の採捕計画尾数の平均値をモジャコ採捕尾数の上限とした。調整係数 β には 0.8 を用いた。

表 1. 目標とする親魚量別の平均漁獲量、漁獲割合、F、SB/SB0、%SPR の関係

目標	親魚量 (万トン)	漁獲量 (万トン)	漁獲 割合	F0	F0.5	F1	F2	F3+	SB/ SB0	%SPR
SBmsy	22.2	13.0	31%	0.11	0.51	0.54	0.39	0.39	0.38	13%
SB97%msy	17.6	12.6	35%	0.13	0.59	0.61	0.45	0.45	0.30	10%

F0 : モジャコの漁獲係数、F0.5 : 0 歳後期の漁獲係数、F1 : 1 歳魚の漁獲係数

F2 : 2 歳魚の漁獲係数、F3+ : 3 歳以上の漁獲係数

表 2. F97%msy による漁獲管理規則案 (S1) を適用した場合、および現状の漁獲圧 (F2022) を継続した場合の将来予測において、将来の親魚量が SB97%msy または SBmsy を上回る確率

a) 将来の親魚量が SB97%msy を上回る確率 (%)

$\beta \times$ 漁獲圧	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
$1.0 \times$ F97%msy	0	0	0	0	11	25	33	38	43	44	45	46	47	45	46
$0.9 \times$ F97%msy	0	0	0	0	42	78	91	94	96	96	96	96	96	97	97
$0.8 \times$ F97%msy	0	0	0	2	77	98	100	100	100	100	100	100	100	100	100
$0.7 \times$ F97%msy	0	0	0	8	96	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F2022	0	0	0	0	3	5	5	7	7	7	8	8	9	9	8

b) 将来の親魚量が SBmsy を上回る確率 (%)

$\beta \times$ 漁獲圧	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
$1.0 \times$ F97%msy	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	1	1	1	2
$0.9 \times$ F97%msy	0	0	0	0	1	9	19	27	30	30	30	29	30	28	29
$0.8 \times$ F97%msy	0	0	0	0	9	54	80	88	89	89	87	86	88	86	86
$0.7 \times$ F97%msy	0	0	0	0	36	94	100	100	100	100	100	99	100	100	100
F2022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

太字は管理開始 (2023 年) から 10 年後となる目標年の値を示す。2022 年の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧 (F2022) により仮定し、2023 年以降、SB97%msy を目標親魚量とした漁獲管理規則案 (S1 ; β は 0.7~1.0) による漁獲および現状の漁獲圧による漁獲を行うものとした。

表 3. F97%msy による漁獲管理規則案(S1)に基づく将来予測、および現状の漁獲圧 (F2022) を継続した場合の将来予測の結果

a) 親魚量の平均値の推移 (万トン)

$\beta \times$ 漁獲圧	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
$1.0 \times$ F97%msy	13.2	14.9	14.2	13.9	15.5	16.5	16.9	17.2	17.4	17.5	17.5	17.6	17.6	17.6	17.6
$0.9 \times$ F97%msy	13.2	14.9	14.2	14.6	17.3	19.3	20.3	20.9	21.1	21.2	21.2	21.2	21.3	21.1	21.2
$0.8 \times$ F97%msy	13.2	14.9	14.2	15.3	19.3	22.6	24.4	25.2	25.2	25.1	24.8	24.8	24.9	24.8	24.8
$0.7 \times$ F97%msy	13.2	14.9	14.2	16.1	21.5	26.5	29.2	30.1	29.6	28.9	28.3	28.3	28.5	28.5	28.6
F2022	13.2	14.9	14.2	13.5	14.5	14.8	14.9	15.1	15.1	15.2	15.2	15.3	15.3	15.3	15.3

b) 漁獲量の平均値の推移 (万トン)

$\beta \times$ 漁獲圧	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
$1.0 \times$ F97%msy	10.9	11.0	10.8	11.2	11.8	12.1	12.3	12.4	12.4	12.5	12.5	12.6	12.6	12.5	12.5
$0.9 \times$ F97%msy	10.9	11.0	10.0	10.9	11.8	12.4	12.7	12.8	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9
$0.8 \times$ F97%msy	10.9	11.0	9.1	10.4	11.7	12.5	12.9	12.9	12.9	12.8	12.8	12.8	12.9	12.8	12.8
$0.7 \times$ F97%msy	10.9	11.0	8.2	9.8	11.4	12.4	12.7	12.6	12.4	12.3	12.3	12.3	12.4	12.3	12.4
F2022	10.9	11.0	11.3	11.3	11.6	11.8	11.8	11.9	11.9	12.0	12.0	12.0	12.1	12.0	12.0

c) モジャコ採捕尾数の推移 (万尾)

$\beta \times$ 漁獲圧	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
$1.0 \times$ F97%msy	880	1,794	1,685	1,661	1,690	1,699	1,698	1,703	1,696	1,724	1,703	1,721	1,715	1,720	1,709
$0.9 \times$ F97%msy	880	1,794	1,526	1,519	1,543	1,538	1,526	1,523	1,512	1,537	1,519	1,534	1,527	1,535	1,524
$0.8 \times$ F97%msy	880	1,794	1,365	1,370	1,376	1,338	1,304	1,291	1,283	1,309	1,298	1,311	1,305	1,312	1,302
$0.7 \times$ F97%msy	880	1,794	1,202	1,213	1,192	1,110	1,050	1,032	1,038	1,073	1,072	1,083	1,074	1,079	1,069
F2022	880	1,765	1,760	1,731	1,749	1,758	1,757	1,759	1,752	1,777	1,759	1,778	1,773	1,774	1,769

太字は管理開始 (2023 年) から 10 年後となる目標年の値を示す。2022 年の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧 (F2022) により仮定し、2023 年以降、SB97%msy を目標親魚量とした漁獲管理規則案 (S1; β は 0.7~1.0) による漁獲および現状の漁獲圧による漁獲を行うものとした。

2. 漁獲量の変動を緩和する代替漁獲管理規則案：MSY 管理基準値案（SBmsy）を目標とする場合

(1) 背景

新たな漁獲管理規則案を導入する際や大きな加入変動があった場合、漁獲管理規則案に基づく ABC が年ごとに大きく変動することがある。ブリの令和 4 年度の資源評価に基づく MSY を目標とした基本的漁獲管理規則案（ベースケース）では、 $\beta=0.8$ の場合、2023 年の平均漁獲量は 8.2 万トンであり、前年（2022 年、11.0 万トン）の 74%に減少する（古川ほか 2023）。令和 4 年 7 月 11 日に開催された資源管理手法検討部会での議論を踏まえて、水産庁より管理開始直後の漁獲量の変動を緩和するシナリオ（代替漁獲管理規則案）についての検討を依頼された。検討依頼を受け、本章では令和 4 年度における資源評価結果について、管理開始後の一定期間、前年の漁獲量に対する削減幅に制限を設けた代替漁獲管理規則案を検討した。なお、代替漁獲管理規則に関するガイドラインは「令和 5（2023）年度代替漁獲管理規則（代替ルール）を提案する際のガイドライン（FRA-SA2023-ABCWG02-06）」（資源評価高度化作業部会 2023）にまとめられている。

(2) 方法

SBmsy を目標とした代替漁獲管理規則案において、 C_t を t 年の漁獲量、 Y を下制限係数として、 C_t の制限は前年の漁獲量 C_{t-1} に制限係数を掛ける形で次のように表される。

$$C_t \geq C_{t-1} \times (1 - Y)$$

C_t の制限期間は 2023 年から 5 年間ないしは 10 年間とし、それ以降は F_{msy} に基づく基本的漁獲管理規則案に従うものとした。また C_t の変動幅については、前年比 -10% 以内（ $Y=0.1$ ）ないしは -20% 以内（ $Y=0.2$ ）とした。以上、合わせて計 4 通りの将来予測シナリオ（S2～S5）を実施し、 $\beta=0.8$ を基準としたパフォーマンス評価を行った。パフォーマンス評価ではガイドラインに則り、カテゴリ分けを行った。リスクの指標はガイドラインおよび市野川ほか（2022）に基づき、管理開始後 10 年間に 1 度でも限界管理基準値案を下回る確率、禁漁水準案を下回る確率、漁獲量が半減する確率とした。カテゴリ分けではベースケースの $\beta=0.8$ の結果を基準とし、目標達成確率が 50%以上かつリスクがベースケース（ $\beta=0.8$ ）以下の場合にはカテゴリ 3、目標達成確率は 50%以上だがリスクがベースケース（ $\beta=0.8$ ）以上の場合はカテゴリ 1、目標達成確率が 50%未満の場合はカテゴリ 0 とした（カテゴリ 2 に該当するシナリオは無いため説明省略）。また、漁獲量に関する指標として、平均年変動（AAV: annual average variation）、平均減少率（ADR: average depletion ratio）、最大減少率（MDR: maximum depletion ratio）、最低漁獲量（MinC: minimum catch）も計算した。

(3) 結果

SBmsy を目標とし、管理開始後 5 年間は前年からの漁獲量の削減幅を 10%以内に制限する代替漁獲管理規則案（S2）に基づく将来予測では、10 年後の親魚量が SBmsy を上回る確率は $\beta=0.8$ で 100%、 $\beta=0.9$ で 92%であり、 $\beta=0.9$ で 50%を上回った（図 5、表 4）。漁獲量の削減幅を 10%以内に固定したまま制限期間を管理開始後 10 年間に変更した場合（S3）、10 年後の親魚量が SBmsy を上回る確率は $\beta=0.8$ で 99%、 $\beta=0.9$ で 92%であり、 $\beta=0.9$ で

50%を上回った。なお、その両シナリオ間での6年目以降の親魚量や漁獲量などの平均値には0.08%未満の違いしか生じなかった（S3の将来予測結果はS2の結果（図5、表4）とほとんど変わらないため、図表は省略）。これは、S3において管理開始6年目以降、漁獲量の削減幅を10%に制限する変動緩和措置が講じられた割合が1.5%と非常に小さかったためである。一方、管理開始後5年間は前年からの漁獲量の削減幅を20%以内に制限する代替漁獲管理規則案（S4）に基づく将来予測では、10年後の親魚量がSBmsyを上回る確率は $\beta = 0.8$ で100%、 $\beta = 0.9$ で92%であり、 $\beta = 0.9$ で50%を上回った（図6、表5）。漁獲量の削減幅は20%以内に固定したまま制限期間を管理開始後10年間に変更した場合（S5）、の将来予測結果は、制限期間が5年間の場合（S4）と全く同じとなった（S5の将来予測結果の図表は省略）。これは、S5において管理開始6年目以降、漁獲量の削減幅を20%に制限する変動緩和措置が一度も講じられなかったためである。

漁獲管理導入当初は漁獲圧をF2022から0.8Fmsyに引き下げる影響で漁獲量の削減幅が上限を超え、変動緩和措置が講じられた割合が高かったが、管理開始3年目以降は0.8Fmsyを継続していることに加え、漁獲量が10%以上あるいは20%以上減少するほど資源量および加入量の変動が大きくなかったため、制限期間5年間と10年間のシナリオ間（S2とS3、およびS4とS5）で結果がほとんど変わらなかったと考えられる。

$\beta = 0.8$ としてパフォーマンス評価を行った結果（表6）、管理目標とした10年後の親魚量がSBmsyを上回る確率はS2～S5のいずれの代替漁獲管理規則案を適用した場合においても50%以上であった。また、リスクの指標である10年間に親魚量が一度でも限界管理基準値案または禁漁水準案を下回る確率、および漁獲量が半減する確率は、いずれの代替漁獲管理規則案においても全て0%であった。「代替漁獲管理規則に関するガイドライン（FRA-SA2023-ABCWG02-06）」（資源評価高度化作業部会 2023）に基づいて代替漁獲管理規則案のカテゴリ分けを行った結果、S2～S5のいずれの代替漁獲管理規則案も10年後の目標達成確率が50%以上かつリスクは基本的漁獲管理規則案（ベースケース）の値以下であったためカテゴリ3と判断された。S2～S5における管理開始1年目の平均漁獲量は8.8万～9.9万トンで、ベースケースでの8.2万トンより7～21%多かった。一方、管理開始2～5年目の平均漁獲量は、ベースケースでの11.6万トンより2～4%少ない11.1万～11.4万トンであった。管理開始6～10年目の平均漁獲量はベースケースと同値の12.4万トンであった。管理開始5年後の平均親魚量はベースケースよりも0.3～1.7%少なく（ベースケース：30.2万トン、S2～S5：29.7万～30.1万トン）、10年後の平均親魚量は同値か0.3%少なかった（ベースケース：28.6万トン、S2～S5：28.5万～28.6万トン）。管理期間の10年間に予測される漁獲量変動の指標である平均年変動（AAV: annual average variation）、平均減少率（ADR: average depletion ratio）、最大減少率（MDR: maximum depletion ratio）はベースケースの場合の値（それぞれ9.3%、9.7%、25.7%）を下回り、それぞれ7.0～8.0%、5.9～7.9%、10.0～19.8%であった。また、管理期間中における最低漁獲量（MinC: minimum catch）は、ベースケースの場合の8.2万トンよりも多く、8.7万～9.2万トンであった。なお、 β を0.7～1.0の範囲で変化させた場合のパフォーマンス評価の結果について補足資料に示す。

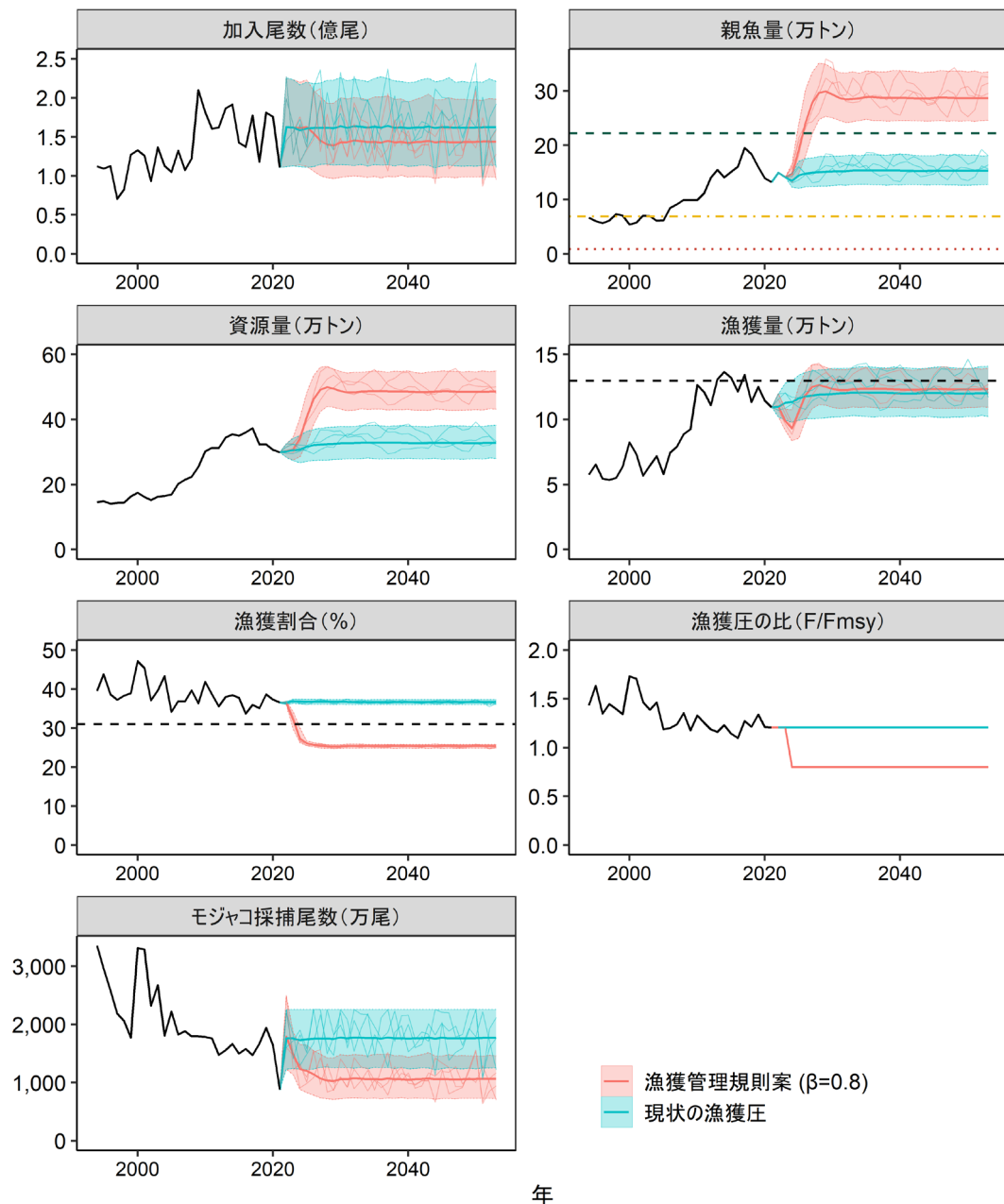


図 5. SBmsy を目標とし、管理開始後 5 年間は前年からの漁獲量の削減幅を 10%以内とする代替漁獲管理規則案 (S2) に基づく将来予測 (赤色) と現状の漁獲圧 (F2022) で漁獲を続けた場合の将来予測 (青色) の比較

太実線は平均値、網かけはシミュレーション結果の 90%が含まれる 90%予測区間、細線は 3 通りの将来予測の例示である。親魚量の図の緑破線は SBmsy、黄一点鎖線は限界管理基準値案、赤点線は禁漁水準案を示す。漁獲割合の図の破線は Umsy を示す。2022 年の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧により仮定し、2023 年以降の漁獲は代替漁獲管理規則案 (S2) に従うものとした。現状の漁獲圧でのモジャコ採捕尾数の将来予測では、直近 10 年間の採捕計画尾数の平均値をモジャコ採捕尾数の上限とした。調整係数 β には 0.8 を用いた。

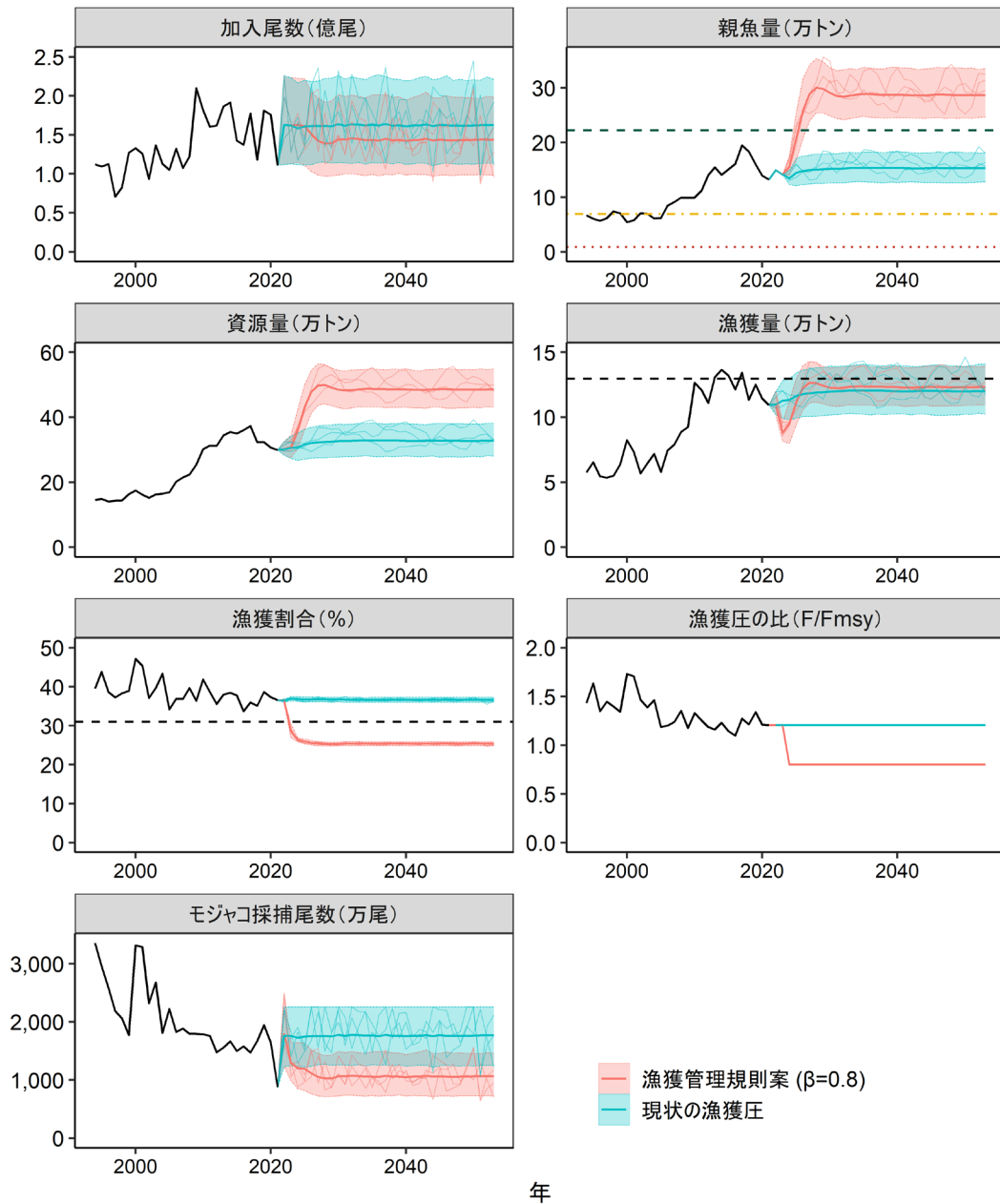


図 6. SB_{msy} を目標とし、管理開始後 5 年間は前年からの漁獲量の削減幅を 20%以内とする代替漁獲管理規則案 (S4) に基づく将来予測 (赤色) と現状の漁獲圧 (F2022) で漁獲を続けた場合の将来予測 (青色) の比較

太実線は平均値、網かけはシミュレーション結果の 90%が含まれる 90%予測区間、細線は 3 通りの将来予測の例示である。親魚量の図の緑破線は SB_{msy} 、黄一点鎖線は限界管理基準値案、赤点線は禁漁水準案を示す。漁獲割合の図の破線は U_{msy} を示す。2022 年の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧により仮定し、2023 年以降の漁獲は代替漁獲管理規則案 (S4) に従うものとした。現状の漁獲圧でのモジャコ採捕尾数の将来予測では、直近 10 年間の採捕計画尾数の平均値をモジャコ採捕尾数の上限とした。調整係数 β には 0.8 を用いた。

表 4. SBmsy を目標とし、管理開始後 5 年間は前年からの漁獲量の削減幅を 10%以内とする代替漁獲管理規則案（S2）を適用した場合、および現状の漁獲圧（F2022）を継続した場合の将来予測の結果

a) 親魚量が SBmsy を上回る確率（%）

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
1.0	0	0	0	0	2	17	32	42	49	49	47	47	48	45	47
0.9	0	0	0	0	7	47	79	90	93	93	92	91	92	91	92
0.8	0	0	0	0	15	71	95	99	100	100	100	99	100	100	100
0.7	0	0	0	0	21	80	98	100	100	100	100	100	100	100	100
F2022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

b) 親魚量の平均値の推移（万トン）

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
1.0	13.2	14.9	14.2	14.6	17.5	19.9	21.2	21.9	22.2	22.3	22.2	22.2	22.3	22.1	22.2
0.9	13.2	14.9	14.2	14.7	18.5	22.1	24.4	25.6	25.9	25.7	25.5	25.4	25.4	25.3	25.4
0.8	13.2	14.9	14.2	14.7	19.2	24.2	27.8	29.7	29.9	29.3	28.7	28.4	28.5	28.6	28.7
0.7	13.2	14.9	14.2	14.7	19.7	26.0	31.2	34.2	34.4	33.2	31.9	31.3	31.5	32.0	32.1
F2022	13.2	14.9	14.2	13.5	14.5	14.8	14.9	15.1	15.1	15.2	15.2	15.3	15.3	15.3	15.3

c) 漁獲量の平均値の推移（万トン）

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
1.0	10.9	11.0	10.0	10.6	11.7	12.4	12.7	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9	13.0	12.9	12.9
0.9	10.9	11.0	9.9	9.9	11.3	12.3	12.7	12.9	12.9	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8
0.8	10.9	11.0	9.9	9.3	10.6	11.9	12.5	12.6	12.5	12.4	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3
0.7	10.9	11.0	9.9	9.0	9.8	11.2	12.0	12.2	11.9	11.6	11.5	11.5	11.6	11.6	11.6
F2022	10.9	11.0	11.3	11.3	11.6	11.8	11.8	11.9	11.9	12.0	12.0	12.0	12.1	12.0	12.0

d) モジャコ採捕尾数の推移（万尾）

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
1.0	880	1,794	1,526	1,474	1,495	1,485	1,469	1,463	1,452	1,476	1,459	1,473	1,467	1,474	1,463
0.9	880	1,794	1,493	1,343	1,350	1,317	1,278	1,257	1,246	1,271	1,261	1,275	1,269	1,277	1,266
0.8	880	1,794	1,487	1,235	1,203	1,144	1,074	1,037	1,027	1,058	1,060	1,076	1,070	1,073	1,063
0.7	880	1,794	1,482	1,178	1,058	976	877	817	808	848	867	887	880	874	866
F2022	880	1,765	1,760	1,731	1,749	1,758	1,757	1,759	1,752	1,777	1,759	1,778	1,773	1,774	1,769

太字は管理開始（2023 年）から 10 年後となる目標年の値を示す。2022 年の漁獲量は現状の漁獲圧（F2022）により仮定し、2023 年以降、代替漁獲管理規則案（S2； β は 0.7～1.0）による漁獲および現状の漁獲圧による漁獲を行うものとした。

表 5. SBmsy を目標とし、管理開始後 5 年間は前年からの漁獲量の削減幅を 20%以内とする代替漁獲管理規則案 (S4) を適用した場合、および現状の漁獲圧 (F2022) を継続した場合の将来予測の結果

a) 親魚量が SBmsy を上回る確率 (%)

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
1.0	0	0	0	0	2	17	34	44	50	49	47	47	48	45	47
0.9	0	0	0	0	12	62	86	93	94	92	91	91	92	91	92
0.8	0	0	0	0	29	87	99	100	100	100	100	99	100	100	100
0.7	0	0	0	0	43	97	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F2022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

b) 親魚量の平均値の推移 (万トン)

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
1.0	13.2	14.9	14.2	14.8	17.8	20.2	21.4	22.0	22.3	22.3	22.2	22.2	22.3	22.1	22.2
0.9	13.2	14.9	14.2	15.4	19.5	23.1	25.0	25.9	25.9	25.7	25.4	25.4	25.4	25.3	25.4
0.8	13.2	14.9	14.2	15.6	20.8	25.9	28.9	30.1	29.8	29.1	28.5	28.4	28.6	28.6	28.7
0.7	13.2	14.9	14.2	15.6	21.8	28.6	33.2	34.9	34.1	32.6	31.4	31.2	31.7	32.0	32.1
F2022	13.2	14.9	14.2	13.5	14.5	14.8	14.9	15.1	15.1	15.2	15.2	15.3	15.3	15.3	15.3

c) 漁獲量の平均値の推移 (万トン)

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
1.0	10.9	11.0	9.7	10.8	11.8	12.5	12.8	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9	13.0	12.9	12.9
0.9	10.9	11.0	9.1	10.3	11.6	12.5	12.8	12.9	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8
0.8	10.9	11.0	8.8	9.5	11.2	12.3	12.6	12.6	12.4	12.3	12.3	12.3	12.4	12.3	12.3
0.7	10.9	11.0	8.8	8.6	10.5	11.8	12.2	12.1	11.8	11.5	11.4	11.5	11.6	11.6	11.6
F2022	10.9	11.0	11.3	11.3	11.6	11.8	11.8	11.9	11.9	12.0	12.0	12.0	12.1	12.0	12.0

d) モジャコ採捕尾数の推移 (万尾)

β	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
1.0	880	1,794	1,481	1,478	1,498	1,485	1,467	1,461	1,451	1,475	1,459	1,473	1,467	1,474	1,463
0.9	880	1,794	1,354	1,344	1,348	1,305	1,267	1,252	1,246	1,273	1,262	1,276	1,269	1,277	1,266
0.8	880	1,794	1,297	1,203	1,193	1,117	1,052	1,028	1,029	1,064	1,064	1,077	1,069	1,073	1,063
0.7	880	1,794	1,289	1,059	1,040	933	837	802	814	862	877	890	877	874	866
F2022	880	1,765	1,760	1,731	1,749	1,758	1,757	1,759	1,752	1,777	1,759	1,778	1,773	1,774	1,769

太字は管理開始 (2023 年) から 10 年後となる目標年の値を示す。2022 年の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧 (F2022) により仮定し、2023 年以降、代替漁獲管理規則案 (S4; β は 0.7~1.0) による漁獲および現状の漁獲圧による漁獲を行うものとした。

表 6. SBmsy を目標とした代替漁獲管理規則案 (S2～S5) のパフォーマンス評価 ($\beta = 0.8$ の場合)

カ テ ゴ リ	漁獲管理 規則案	β	予測平均漁獲量 (万トン)			予測平均親魚量 (万トン)		目標達成 確率 (%)	リスク (10 年間に 1 度でも起きる 確率)			管理期間 10 年間（2023～2032 年）で予測される漁獲量の変動				
			1 年目	2～5	6～10	5 年後	10 年後	10 年後に 親魚量が SBmsy を 上回る確 率	親魚量が 限界管理 基準値案 を下回る	親魚量が 禁漁水準 案を下回 る	漁獲量が 半減する	平均 年変動 AAV※	平均 減少率 ADR※	最大 減少率 MDR※	最低漁 獲量 (万ト ン) MinC※	
				年目	年目											年目
				2023 年	2024～ 2027 年											2028～ 2032 年
3	ベース ケース	0.8	8.2	11.6	12.4	30.2	28.6	100%	0.0%	0.0%	0.0%	9.3%	9.7%	25.7%	8.2	
3	S2	0.8	9.9	11.1	12.4	29.7	28.5	100%	0.0%	0.0%	0.0%	7.0%	5.9%	10.1%	9.2	
3	S3	0.8	9.9	11.1	12.4	29.7	28.5	99%	0.0%	0.0%	0.0%	7.0%	5.9%	10.0%	9.2	
3	S4	0.8	8.8	11.4	12.4	30.1	28.6	100%	0.0%	0.0%	0.0%	8.0%	7.9%	19.8%	8.7	
3	S5	0.8	8.8	11.4	12.4	30.1	28.6	100%	0.0%	0.0%	0.0%	8.0%	7.9%	19.8%	8.7	

※AAV (annual average variation) は漁獲量の増減を考慮した変動の大きさを表す指標。ADR (average depletion ratio) と MDR (maximum depletion ratio) は前年と比べて漁獲量が減少した場合のみに注目した指標であり、管理期間中に漁獲量が減少した場合、その減少率の平均を取ったものが ADR、最大値を取ったものが MDR である。MinC (minimum catch) は期間中の最低漁獲量である。

3. 漁獲量の変動を緩和する代替漁獲管理規則案：SB97%msy を目標とする場合

(1) 背景

S1 の将来予測の結果（1-(3)）では、 $\beta = 0.8$ の場合、2023 年の平均漁獲量は 9.1 万トンとなり、前年の 11.0 万トンから 17%減少した（ベースケースの場合は 26%減少）。本章では、この管理開始後の漁獲量の変動を緩和することを目的として、SB97%msy を目標とし、2-(2)と同様の代替漁獲管理規則案を適用した場合の将来予測を検討した。

(2) 方法

若齢魚の漁獲量を最大化する時の親魚量 SB97%msy を目標とし、他の設定は 2-(2)の S2～S5 とそれぞれ同じとした代替漁獲管理規則案 S6～S9 に基づく将来予測を実施した。また、2-(2)と同様に、 $\beta = 0.8$ を基準としたパフォーマンス評価を行った。

(3) 結果

SB97%msy を目標とし、管理開始後 5 年間は前年からの漁獲量の削減幅を 10%以内に制限する代替漁獲管理規則案（S6）に基づく将来予測では、10 年後の親魚量が SB97%msy および SBmsy を上回る確率は $\beta = 0.8$ でそれぞれ 100%、88%、 $\beta = 0.9$ でそれぞれ 96%、30%であり、SB97%msy を上回る確率が 50%以上となる β は 0.9、SBmsy を上回る確率が 50%以上となる β は 0.8 であった（図 7、表 7）。漁獲量の削減幅は 10%以内に固定したまま制限期間を管理開始後 10 年間に変更した場合（S7）も、10 年後の親魚量が SB97%msy および SBmsy を上回る確率は $\beta = 0.8$ でそれぞれ 100%、88%、 $\beta = 0.9$ でそれぞれ 96%、30%であり、SB97%msy を上回る確率が 50%以上となる β は 0.9、SBmsy を上回る確率が 50%以上となる β は 0.8 であった。なお、その両シナリオ間での 6 年目以降の親魚量や漁獲量などの平均値には 0.03%未満の違いしか生じなかった（将来予測結果が S6 の結果（図 7、表 7）とほとんど変わらないため、S7 の将来予測の図表は省略）。これは、2-(3)と同様に、後者の S7 において管理開始 6 年目以降、漁獲量の削減幅を 10%に制限する変動緩和措置が講じられた割合が 0.9%と非常に小さかったためである。一方、管理開始後 5 年間は前年からの漁獲量の削減幅を 20%以内に制限する代替漁獲管理規則案（S8）に基づく将来予測では、10 年後の親魚量が SB97%msy および SBmsy を上回る確率は $\beta = 0.8$ でそれぞれ 100%、88%、 $\beta = 0.9$ でそれぞれ 96%、30%であり、 $\beta = 0.9$ のとき SB97%msy を上回る確率が 50%以上となり、 $\beta = 0.8$ のとき SBmsy を上回る確率が 50%以上となった（図 8、表 8）。漁獲量の削減幅は 20%以内に固定したまま制限期間を管理開始後 10 年間に変更した場合（S9）、将来予測結果は制限期間が 5 年間の場合（S7）と全く同じとなった（将来予測結果の図表は省略）。このことについても 2-(3)と同様に、後者の S9 において管理開始 6 年目以降、漁獲量の削減幅を 20%に制限する変動緩和措置が一度も講じられなかったためである。

目標を SB97%msy とし、F97%msy による管理をした場合においても、2-(3)と同様に、漁獲管理導入当初は漁獲量の削減幅の上限を超え、変動緩和措置が講じられた割合が高いものの、管理開始 3 年目以降は資源量および加入量の変動が大きくなかったため、制限期間 5 年間と 10 年間のシナリオ間で結果がほとんど変わらなかったと考えられる。

$\beta = 0.8$ としてパフォーマンス評価を行った結果（表 9）、管理目標とした 10 年後の親魚量

が $SB97\%msy$ および $SBmsy$ を上回る確率は $S6\sim S9$ のいずれの代替漁獲管理規則案を適用した場合においても 50%以上であった。また、リスクの指標である 10 年間に親魚量が一度でも限界管理基準値案または禁漁水準案を下回る確率、および漁獲量が半減する確率は、いずれの代替漁獲管理規則案においても全て 0%であった。代替漁獲管理規則に関するガイドライン（資源評価高度化作業部会 2023）に基づいて代替漁獲管理規則案のカテゴリ分けを行った結果、 $S6\sim S9$ のいずれの代替漁獲管理規則案も 10 年後の目標達成確率が 50%以上かつリスクは基本的漁獲管理規則案（ベースケース）の値以下であったためカテゴリ 3 と判断された。 $S6\sim S9$ における管理開始 1 年目の平均漁獲量は 9.2 万～9.9 万トンで、ベースケースでの 8.2 万トンより 12～21%多かった。また、管理開始 2～5 年目の平均漁獲量は、ベースケースでの 11.6 万トンと同値か 3%多い 11.6 万～11.9 万トンであった。管理開始 6～10 年目の平均漁獲量は、ベースケースでの 12.4 万トンより 4%多い 12.9 万トンであった。それに対して、管理開始 5 年後の平均親魚量はベースケースよりも 17～18%少なく（ベースケース：30.2 万トン、 $S6\sim S9$ ：24.9 万～25.2 万トン）、10 年後の平均親魚量は 13%少なかった（ベースケース：28.6 万トン、 $S6\sim S9$ ：24.9 万トン）。管理期間 10 年間に予測される漁獲量変動の指標である平均年変動（AAV: annual average variation）、平均減少率（ADR: average depletion ratio）、最大減少率（MDR: maximum depletion ratio）はベースケースの場合の値（それぞれ 9.3%、9.7%、25.7%）を下回り、それぞれ 6.2～7.3%、5.3～7.3%、9.9～16.6%であった。また、管理期間中における最低漁獲量（MinC: minimum catch）は、ベースケースの場合の 8.2 万トンよりも多く、9.2 万～9.6 万トンであった。なお、 β を 0.7～1.0 の範囲で変化させた場合のパフォーマンス評価の結果について補足資料に示す。

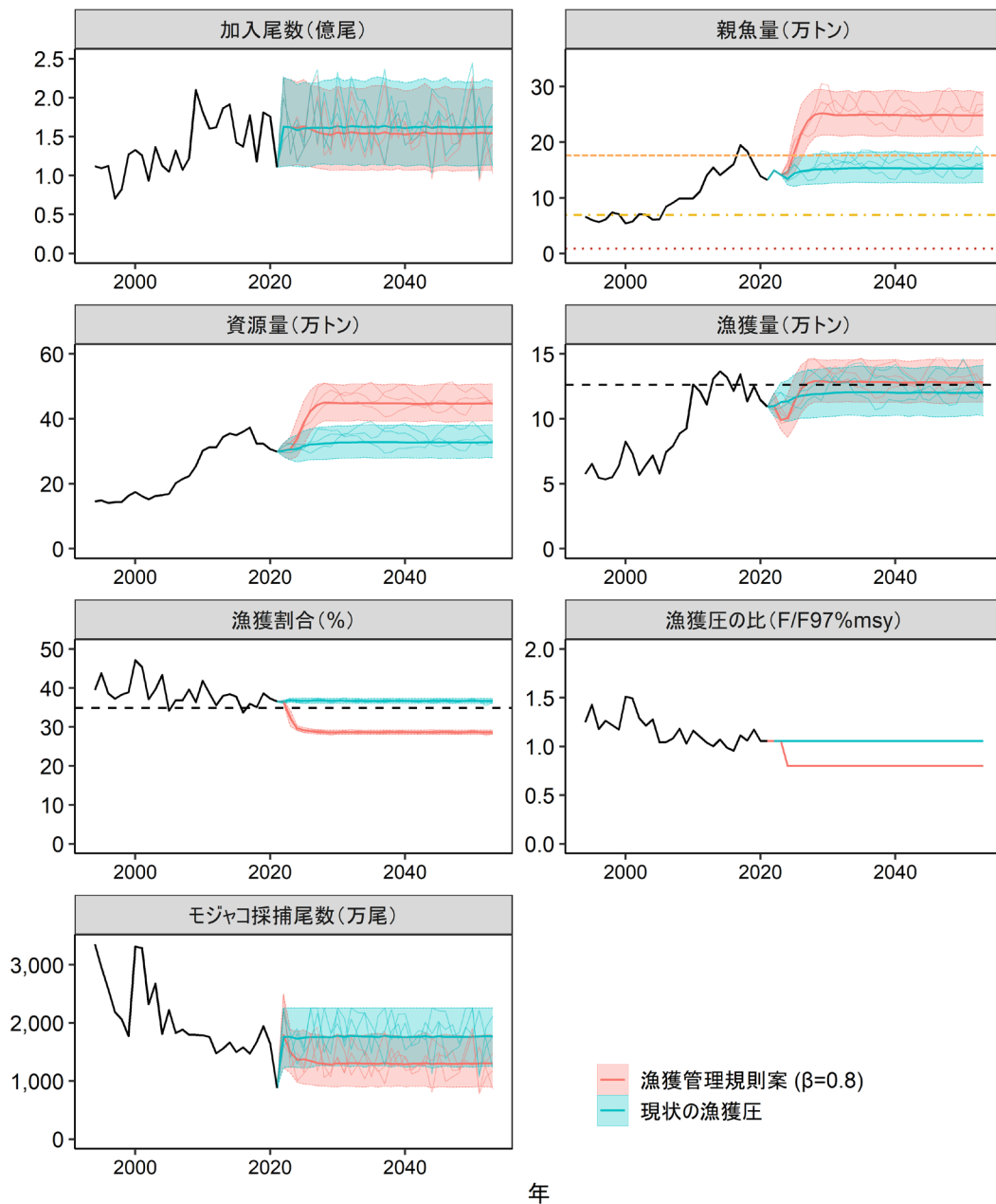


図 7. SB97%msy を目標とし、管理開始後 5 年間は前年からの漁獲量の削減幅を 10%以内とする代替漁獲管理規則案 (S6) に基づく将来予測 (赤色) と現状の漁獲圧 (F2022) で漁獲を続けた場合の将来予測 (青色) の比較

太実線は平均値、網かけはシミュレーション結果の 90%が含まれる 90%予測区間、細線は 3 通りの将来予測の例示である。親魚量の図の橙破線は SB97%msy、黄一点鎖線は限界管理基準値案、赤点線は禁漁水準案を示す。漁獲割合の図の破線は U97%msy を示す。2022 年の漁獲は予測される資源量と現状の漁獲圧により仮定し、2023 年以降の漁獲は代替漁獲管理規則案 (S6) に従うものとした。現状の漁獲圧でのモジャコ採捕尾数の将来予測では、直近 10 年間の採捕計画尾数の平均値をモジャコ採捕尾数の上限とした。調整係数 β には 0.8 を用いた。

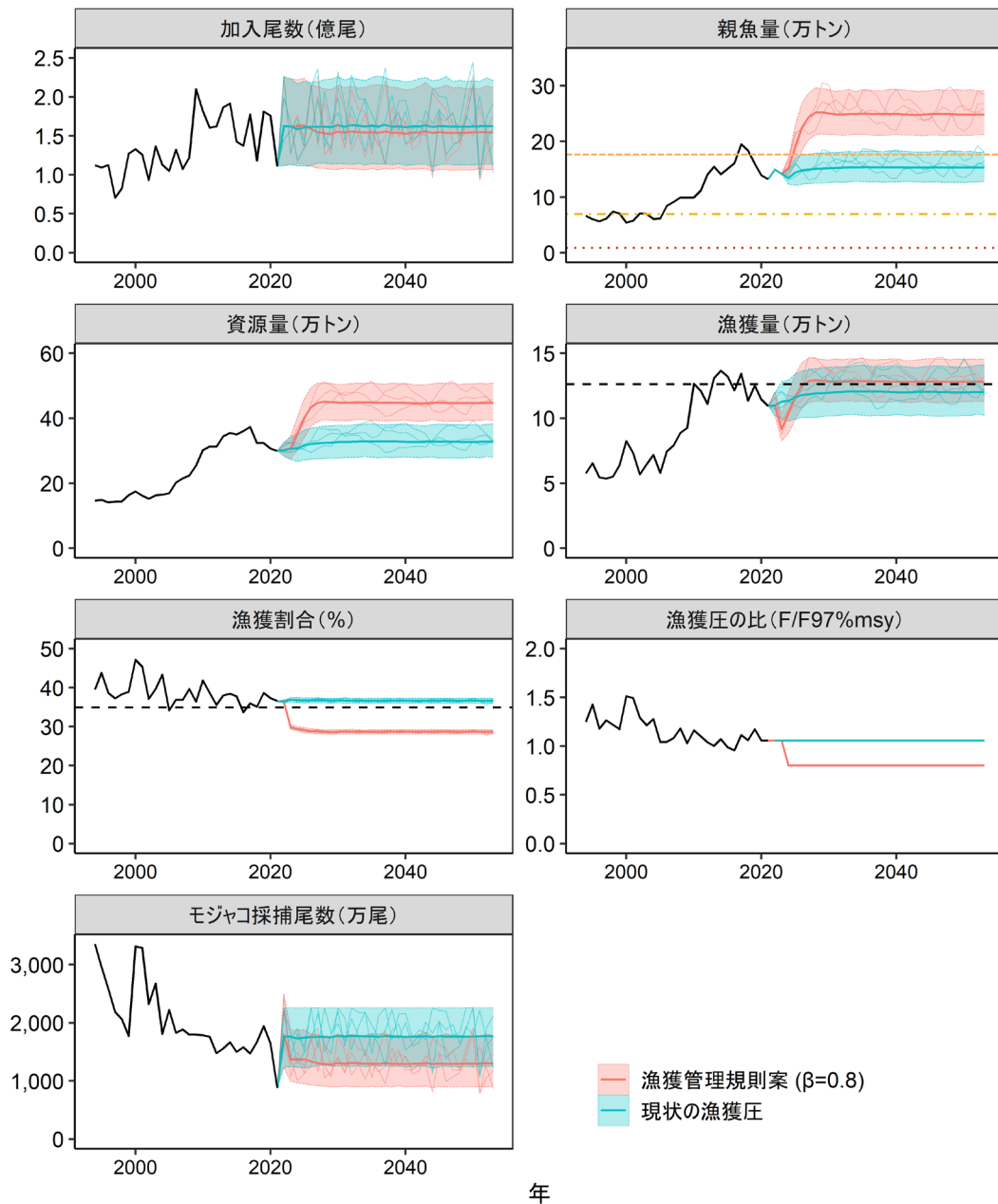


図 8. SB97%msy を目標とし、管理開始後 5 年間は前年からの漁獲量の削減幅を 20%以内とする代替漁獲管理規則案 (S8) に基づく将来予測 (赤色) と現状の漁獲圧 (F2022) で漁獲を続けた場合の将来予測 (青色) の比較

太実線は平均値、網かけはシミュレーション結果の 90%が含まれる 90%予測区間、細線は 3 通りの将来予測の例示である。親魚量の図の橙破線は SB97%msy、黄一点鎖線は限界管理基準値案、赤点線は禁漁水準案を示す。漁獲割合の図の破線は U97%msy を示す。2022 年の漁獲は予測される資源量と現状の漁獲圧により仮定し、2023 年以降の漁獲は代替漁獲管理規則案 (S8) に従うものとした。現状の漁獲圧でのモジャコ採捕尾数の将来予測では、直近 10 年間の採捕計画尾数の平均値をモジャコ採捕尾数の上限とした。調整係数 β には 0.8 を用いた。

表 7. SB97%msy を目標とし、管理開始後 5 年間は前年からの漁獲量の削減幅を 10%以内とする代替漁獲管理規則案 (S6) を適用した場合、および現状の漁獲圧 (F2022) を継続した場合の将来予測の結果

a) 親魚量が SB97%msy を上回る確率 (%)

$\beta \times$ 漁獲圧	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
$1.0 \times F97\%msy$	0	0	0	0	11	25	33	38	43	44	44	46	47	45	46
$0.9 \times F97\%msy$	0	0	0	0	40	75	90	94	95	96	96	96	96	97	97
$0.8 \times F97\%msy$	0	0	0	1	60	93	99	100	100	100	100	100	100	100	100
$0.7 \times F97\%msy$	0	0	0	1	71	96	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F2022	0	0	0	0	3	5	5	7	7	7	8	8	9	9	8

b) 親魚量が SBmsy を上回る確率 (%)

$\beta \times$ 漁獲圧	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
$1.0 \times F97\%msy$	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	1	1	1	2
$0.9 \times F97\%msy$	0	0	0	0	1	9	18	26	29	30	30	29	30	28	29
$0.8 \times F97\%msy$	0	0	0	0	7	41	72	85	89	89	88	86	88	86	86
$0.7 \times F97\%msy$	0	0	0	0	15	70	94	99	100	100	100	99	100	100	100
F2022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

c) 親魚量の平均値の推移 (万トン)

$\beta \times$ 漁獲圧	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
$1.0 \times F97\%msy$	13.2	14.9	14.2	13.9	15.5	16.5	16.9	17.2	17.4	17.5	17.5	17.6	17.6	17.6	17.6
$0.9 \times F97\%msy$	13.2	14.9	14.2	14.5	17.1	19.1	20.2	20.8	21.1	21.2	21.2	21.2	21.3	21.1	21.2
$0.8 \times F97\%msy$	13.2	14.9	14.2	14.7	18.3	21.7	23.8	24.9	25.2	25.1	24.9	24.8	24.9	24.8	24.8
$0.7 \times F97\%msy$	13.2	14.9	14.2	14.7	19.2	24.1	27.7	29.6	29.8	29.2	28.6	28.4	28.4	28.5	28.6
F2022	13.2	14.9	14.2	13.5	14.5	14.8	14.9	15.1	15.1	15.2	15.2	15.3	15.3	15.3	15.3

d) 漁獲量の平均値の推移 (万トン)

$\beta \times$ 漁獲圧	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
$1.0 \times F97\%msy$	10.9	11.0	10.8	11.2	11.8	12.1	12.3	12.4	12.4	12.5	12.5	12.6	12.6	12.5	12.5
$0.9 \times F97\%msy$	10.9	11.0	10.1	10.8	11.7	12.4	12.7	12.8	12.9	12.9	12.9	12.9	13.0	12.9	12.9
$0.8 \times F97\%msy$	10.9	11.0	9.9	10.1	11.4	12.3	12.8	12.9	12.9	12.9	12.8	12.8	12.9	12.8	12.8
$0.7 \times F97\%msy$	10.9	11.0	9.9	9.3	10.7	11.9	12.5	12.7	12.5	12.4	12.3	12.3	12.4	12.3	12.4
F2022	10.9	11.0	11.3	11.3	11.6	11.8	11.8	11.9	11.9	12.0	12.0	12.0	12.1	12.0	12.0

e) モジャコ採捕尾数の推移（万尾）

$\beta \times$ 漁獲圧	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
$1.0 \times F_{97\%msy}$	880	1,794	1,685	1,661	1,690	1,699	1,698	1,703	1,696	1,724	1,703	1,721	1,715	1,720	1,709
$0.9 \times F_{97\%msy}$	880	1,794	1,550	1,517	1,541	1,537	1,526	1,523	1,513	1,537	1,519	1,534	1,527	1,535	1,524
$0.8 \times F_{97\%msy}$	880	1,794	1,496	1,365	1,376	1,347	1,313	1,295	1,284	1,308	1,297	1,311	1,305	1,312	1,302
$0.7 \times F_{97\%msy}$	880	1,794	1,487	1,238	1,207	1,149	1,081	1,043	1,034	1,064	1,066	1,082	1,076	1,079	1,069
F2022	880	1,765	1,760	1,731	1,749	1,758	1,757	1,759	1,752	1,777	1,759	1,778	1,773	1,774	1,769

太字は管理開始（2023 年）から 10 年後となる目標年の値を示す。2022 年の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧（F2022）により仮定し、2023 年以降、代替漁獲管理規則案（S6； β は 0.7～1.0）による漁獲および現状の漁獲圧による漁獲を行うものとした。

表 8. SB97%msy を目標とし、管理開始後 5 年間は前年からの漁獲量の削減幅を 20%以内とする代替漁獲管理規則案 (S8) を適用した場合、および現状の漁獲圧 (F2022) を継続した場合の将来予測の結果

a) 親魚量が SB97%msy を上回る確率 (%)

$\beta \times$ 漁獲圧	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
$1.0 \times F97\%msy$	0	0	0	0	11	25	33	38	43	44	45	46	47	45	46
$0.9 \times F97\%msy$	0	0	0	0	42	78	91	94	96	96	96	96	96	97	97
$0.8 \times F97\%msy$	0	0	0	2	76	98	100	100	100	100	100	100	100	100	100
$0.7 \times F97\%msy$	0	0	0	4	89	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F2022	0	0	0	0	3	5	5	7	7	7	8	8	9	9	8

b) 親魚量が SBmsy を上回る確率 (%)

$\beta \times$ 漁獲圧	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
$1.0 \times F97\%msy$	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	1	1	1	2
$0.9 \times F97\%msy$	0	0	0	0	1	9	19	27	30	30	30	29	30	28	29
$0.8 \times F97\%msy$	0	0	0	0	9	54	80	88	89	89	87	86	88	86	86
$0.7 \times F97\%msy$	0	0	0	0	29	86	99	100	100	100	100	99	100	100	100
F2022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

c) 親魚量の平均値の推移 (万トン)

$\beta \times$ 漁獲圧	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
$1.0 \times F97\%msy$	13.2	14.9	14.2	13.9	15.5	16.5	16.9	17.2	17.4	17.5	17.5	17.6	17.6	17.6	17.6
$0.9 \times F97\%msy$	13.2	14.9	14.2	14.6	17.3	19.3	20.3	20.9	21.1	21.2	21.2	21.2	21.3	21.1	21.2
$0.8 \times F97\%msy$	13.2	14.9	14.2	15.3	19.2	22.6	24.3	25.2	25.2	25.1	24.9	24.8	24.9	24.8	24.8
$0.7 \times F97\%msy$	13.2	14.9	14.2	15.6	20.8	25.8	28.8	29.9	29.7	29.0	28.4	28.3	28.5	28.5	28.6
F2022	13.2	14.9	14.2	13.5	14.5	14.8	14.9	15.1	15.1	15.2	15.2	15.3	15.3	15.3	15.3

d) 漁獲量の平均値の推移 (万トン)

$\beta \times$ 漁獲圧	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
$1.0 \times F97\%msy$	10.9	11.0	10.8	11.2	11.8	12.1	12.3	12.4	12.4	12.5	12.5	12.6	12.6	12.5	12.5
$0.9 \times F97\%msy$	10.9	11.0	10.0	10.9	11.8	12.4	12.7	12.8	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9
$0.8 \times F97\%msy$	10.9	11.0	9.2	10.4	11.7	12.5	12.9	12.9	12.9	12.8	12.8	12.8	12.9	12.8	12.8
$0.7 \times F97\%msy$	10.9	11.0	8.8	9.6	11.2	12.3	12.7	12.6	12.5	12.3	12.3	12.3	12.4	12.3	12.4
F2022	10.9	11.0	11.3	11.3	11.6	11.8	11.8	11.9	11.9	12.0	12.0	12.0	12.1	12.0	12.0

e) モジャコ採捕尾数の推移（万尾）

$\beta \times$ 漁獲圧	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2043	2053
$1.0 \times F_{97\%msy}$	880	1,794	1,685	1,661	1,690	1,699	1,698	1,703	1,696	1,724	1,703	1,721	1,715	1,720	1,709
$0.9 \times F_{97\%msy}$	880	1,794	1,526	1,519	1,543	1,538	1,526	1,523	1,512	1,537	1,519	1,534	1,527	1,535	1,524
$0.8 \times F_{97\%msy}$	880	1,794	1,373	1,369	1,376	1,338	1,304	1,291	1,283	1,309	1,298	1,311	1,305	1,312	1,302
$0.7 \times F_{97\%msy}$	880	1,794	1,298	1,208	1,198	1,123	1,059	1,035	1,036	1,070	1,070	1,083	1,075	1,079	1,069
F2022	880	1,765	1,760	1,731	1,749	1,758	1,757	1,759	1,752	1,777	1,759	1,778	1,773	1,774	1,769

太字は管理開始（2023 年）から 10 年後となる目標年の値を示す。2022 年の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧（F2022）により仮定し、2023 年以降、代替漁獲管理規則案（S8； β は 0.7～1.0）による漁獲および現状の漁獲圧による漁獲を行うものとした。

表 9. SB97%msy を目標とした代替漁獲管理規則案（S6～S9）のパフォーマンス評価（ $\beta = 0.8$ の場合）

カテゴリー	漁獲管理規則案	β	予測平均漁獲量 (万トン)			予測平均親魚量 (万トン)		目標達成確率 (%)		リスク (10 年間に 1 度でも起きる確率)			管理期間 10 年間 (2023～2032 年) で予測される漁獲量の変動			
			1 年目	2～5 年目 平均	6～10 年目 平均	5 年後	10 年後	10 年後に 親魚量が SB97%msy を上回る 確率	10 年後に 親魚量が SBmsy を 上回る確 率	親魚量 が限界 管理基 準値案 を下回 る	親魚量 が禁漁 水準案 を下回 る	漁獲量 が半減 する	平均 年変動 AAV※	平均 減少率 ADR※	最大 減少率 MDR※	最低漁 獲量 (万ト ン) MinC※
			2023 年	2024～ 2027 年	2028～ 2032 年	2028 年	2033 年									
3	ベースケース	0.8	8.2	11.6	12.4	30.2	28.6	100%	100%	0.0%	0.0%	0.0%	9.3%	9.7%	25.7%	8.2
3	S1	0.8	9.1	11.9	12.9	25.2	24.9	100%	88%	0.0%	0.0%	0.0%	7.4%	7.5%	17.2%	9.1
3	S6	0.8	9.9	11.6	12.9	24.9	24.9	100%	88%	0.0%	0.0%	0.0%	6.2%	5.3%	10.0%	9.6
3	S7	0.8	9.9	11.6	12.9	24.9	24.9	100%	88%	0.0%	0.0%	0.0%	6.2%	5.3%	9.9%	9.6
3	S8	0.8	9.2	11.9	12.9	25.2	24.9	100%	88%	0.0%	0.0%	0.0%	7.3%	7.3%	16.6%	9.2
3	S9	0.8	9.2	11.9	12.9	25.2	24.9	100%	88%	0.0%	0.0%	0.0%	7.3%	7.3%	16.6%	9.2

※AAV (annual average variation) は漁獲量の増減を考慮した変動の大きさを表す指標。ADR (average depletion ratio) と MDR (maximum depletion ratio) は前年と比べて漁獲量が減少した場合のみに注目した指標であり、管理期間中に漁獲量が減少した場合、その減少率の平均を取ったものが ADR、最大値を取ったものが MDR である。MinC (minimum catch) は期間中の最低漁獲量である。

4. 引用文献

- 古川誠志郎・加賀敏樹・久保田洋・大島和浩 (2022a) 令和 3 (2021) 年度ブリ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. FRA-SA2021-BRP07-01. https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/20211208/FRA-SA2021-BRP07-01.pdf (last accessed 20 June 2023)
- 古川誠志郎・加賀敏樹・久保田洋・大島和浩 (2022b) 令和 3 (2021) 年度ブリの資源評価. 令和 3 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産庁・水産研究・教育機構. FRA-SA2021-SC06-01. https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2021/details_2021_45.pdf (last accessed 20 June 2023)
- 古川誠志郎・倉島 陽・岡本 俊 (2023) 令和 4 (2022) 年度ブリの資源評価. 令和 4 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産庁・水産研究・教育機構. FRA-SA2022-AC-45. https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2023/06/details_2022_45.pdf (last accessed 7 July 2023)
- 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漁獲管理規則案の検討: マイワシ 2 系群を例に. 日本水産学会誌. DOI: 10.2331/suisan.21-00041
- 資源評価高度化作業部会 (2023) 令和 5(2023)年度 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. FRA-SA2023-ABCWG02-06, 水産研究・教育機構, 横浜, 4pp, https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2023-ABCWG02-06.pdf (last accessed 20 June 2023)

補足資料

補足表. 調整係数 β を 0.7～1.0 の範囲にて 0.1 刻みで変化させた場合の S1～S9 のパフォーマンス評価

カテゴリー	漁獲管理規則案	β	予測平均漁獲量 (万トン)			予測平均親魚量 (万トン)		目標達成確率 (%)		リスク (10 年間に 1 度でも起きる確率)			管理期間 10 年間 (2023～2032 年) で予測される漁獲量の変動			
			1 年目	2～5 年目 平均	6～10 年目 平均	5 年後	10 年後	10 年後に 親魚量が SB97%msy を上回る 確率	10 年後に 親魚量が SBmsy を 上回る確 率	親魚量 が限界 管理基 準値案 を下回 る	親魚量 が禁漁 水準案 を下回 る	漁獲量 が半減 する	平均 年変動 AAV※	平均 減少率 ADR※	最大 減少率 MDR※	最低漁 獲量 (万ト ン) MinC※
			2023 年	2024～ 2027 年	2028～ 2032 年	2028 年	2033 年									
3	ベースケース	0.8	8.2	11.6	12.4	30.2	28.6	100%	100%	0.0%	0.0%	0.0%	9.3%	9.7%	25.7%	8.2
0	S1	1.0	10.8	11.8	12.5	17.2	17.6	47%	1%	0.0%	0.0%	0.0%	4.3%	3.5%	6.3%	10.6
0	S1	0.9	10.0	12.0	12.9	20.9	21.3	96%	30%	0.0%	0.0%	0.0%	5.6%	5.2%	10.1%	10.0
3	S1	0.8	9.1	11.9	12.9	25.2	24.9	100%	88%	0.0%	0.0%	0.0%	7.4%	7.5%	17.2%	9.1
3	S1	0.7	8.2	11.6	12.4	30.1	28.5	100%	100%	0.0%	0.0%	0.0%	9.3%	9.6%	25.4%	8.2
0	S2	1.0	10.0	11.8	12.9	21.9	22.3	99%	48%	0.0%	0.0%	0.0%	5.7%	4.9%	9.2%	9.9
3	S2	0.9	9.9	11.6	12.8	25.6	25.4	100%	92%	0.0%	0.0%	0.0%	6.3%	5.4%	10.0%	9.6
3	S2	0.8	9.9	11.1	12.4	29.7	28.5	100%	100%	0.0%	0.0%	0.0%	7.0%	5.9%	10.1%	9.2
3	S2	0.7	9.9	10.5	11.7	34.2	31.5	100%	100%	0.0%	0.0%	0.0%	7.4%	6.4%	10.2%	8.9

補足表. つづき

カ テ ゴ リ	漁獲管理 規則案	β	予測平均漁獲量 (万トン)			予測平均親魚量 (万トン)		目標達成確率 (%)		リスク (10 年間に 1 度でも起きる 確率)			管理期間 10 年間 (2023～2032 年) で予測される漁獲量の変動			
			1 年目	2～5 年目 平均	6～10 年目 平均	5 年後	10 年後	10 年後に 親魚量が SB97%msy を上回る 確率	10 年後に 親魚量が SBmsy を 上回る確 率	親魚量 が限界 管理基 準値案 を下回 る	親魚量 が禁漁 水準案 を下回 る	漁獲量 が半減 する	平均 年変動	平均 減少率	最大 減少率	最低漁 獲量 (万ト ン) MinC※
			2023 年	2024～ 2027 年	2028～ 2032 年	2028 年	2033 年						AAV※	ADR※	MDR※	
0	S3	1.0	10.0	11.8	12.9	21.9	22.3	99%	48%	0.0%	0.0%	0.0%	5.7%	4.9%	9.2%	9.9
3	S3	0.9	9.9	11.6	12.8	25.6	25.4	100%	92%	0.0%	0.0%	0.0%	6.4%	5.4%	10.0%	9.6
3	S3	0.8	9.9	11.1	12.4	29.7	28.5	100%	99%	0.0%	0.0%	0.0%	7.0%	5.9%	10.0%	9.2
3	S3	0.7	9.9	10.5	11.7	34.2	31.5	100%	100%	0.0%	0.0%	0.0%	7.4%	6.4%	10.0%	8.9
0	S4	1.0	9.7	12.0	12.9	22.0	22.3	99%	48%	0.0%	0.0%	0.0%	6.1%	5.8%	11.8%	9.7
3	S4	0.9	9.1	11.8	12.8	25.9	25.4	100%	92%	0.0%	0.0%	0.0%	7.5%	7.5%	17.5%	9.1
3	S4	0.8	8.8	11.4	12.4	30.1	28.6	100%	100%	0.0%	0.0%	0.0%	8.0%	7.9%	19.8%	8.7
3	S4	0.7	8.8	10.8	11.7	34.9	31.7	100%	100%	0.0%	0.0%	0.0%	8.7%	8.0%	20.0%	8.4
0	S5	1.0	9.7	12.0	12.9	22.0	22.3	99%	48%	0.0%	0.0%	0.0%	6.1%	5.8%	11.8%	9.7
3	S5	0.9	9.1	11.8	12.8	25.9	25.4	100%	92%	0.0%	0.0%	0.0%	7.5%	7.5%	17.5%	9.1
3	S5	0.8	8.8	11.4	12.4	30.1	28.6	100%	100%	0.0%	0.0%	0.0%	8.0%	7.9%	19.8%	8.7

補足表. つづき

カ テ ゴ リ	漁獲管理 規則案	β	予測平均漁獲量 (万トン)			予測平均親魚量 (万トン)		目標達成確率 (%)		リスク (10 年間に 1 度でも起きる 確率)			管理期間 10 年間 (2023～2032 年) で予測される漁獲量の変動			
			1 年目	2～5 年目 平均	6～10 年目 平均	5 年後	10 年後	10 年後に 親魚量が SB97%msy を上回る 確率	10 年後に 親魚量が SBmsy を 上回る確 率	親魚量 が限界 管理基 準値案 を下回 る	親魚量 が禁漁 水準案 を下回 る	漁獲量 が半減 する	平均 年変動	平均 減少率	最大 減少率	最低漁 獲量 (万ト ン) MinC※
			2023 年	2024～ 2027 年	2028～ 2032 年	2028 年	2033 年						AAV※	ADR※	MDR※	
3	S5	0.7	8.8	10.8	11.7	34.9	31.7	100%	100%	0.0%	0.0%	0.0%	8.7%	8.0%	20.0%	8.4
0	S6	1.0	10.8	11.8	12.5	17.2	17.6	47%	1%	0.0%	0.0%	0.0%	4.3%	3.5%	6.2%	10.6
0	S6	0.9	10.1	11.9	12.9	20.8	21.3	96%	30%	0.0%	0.0%	0.0%	5.4%	4.7%	8.6%	10.1
3	S6	0.8	9.9	11.6	12.9	24.9	24.9	100%	88%	0.0%	0.0%	0.0%	6.2%	5.3%	10.0%	9.6
3	S6	0.7	9.9	11.1	12.4	29.6	28.4	100%	100%	0.0%	0.0%	0.0%	7.0%	5.9%	10.1%	9.2
0	S7	1.0	10.8	11.8	12.5	17.2	17.6	47%	1%	0.0%	0.0%	0.0%	4.3%	3.5%	6.2%	10.6
0	S7	0.9	10.1	11.9	12.9	20.8	21.3	96%	30%	0.0%	0.0%	0.0%	5.4%	4.7%	8.6%	10.1
3	S7	0.8	9.9	11.6	12.9	24.9	24.9	100%	88%	0.0%	0.0%	0.0%	6.2%	5.3%	9.9%	9.6
3	S7	0.7	9.9	11.1	12.4	29.6	28.4	100%	99%	0.0%	0.0%	0.0%	7.0%	5.9%	10.0%	9.2
0	S8	1.0	10.8	11.8	12.5	17.2	17.6	47%	1%	0.0%	0.0%	0.0%	4.3%	3.5%	6.3%	10.6
0	S8	0.9	10.0	12.0	12.9	20.9	21.3	96%	30%	0.0%	0.0%	0.0%	5.6%	5.2%	10.1%	10.0

補足表. つづき

カ テ ゴ リ	漁獲管理 規則案	β	予測平均漁獲量 (万トン)			予測平均親魚量 (万トン)		目標達成確率 (%)		リスク (10 年間に 1 度でも起きる 確率)			管理期間 10 年間 (2023～2032 年) で予測される漁獲量の変動			
			1 年目	2～5 年目 平均	6～10 年目 平均	5 年後	10 年後	10 年後に 親魚量が SB97%msy を上回る 確率	10 年後に 親魚量が SBmsy を 上回る確 率	親魚量 が限界 管理基 準値案 を下回 る	親魚量 が禁漁 水準案 を下回 る	漁獲量 が半減 する	平均 年変動 AAV※	平均 減少率 ADR※	最大 減少率 MDR※	最低漁 獲量 (万ト ン) MinC※
			2023 年	2024～ 2027 年	2028～ 2032 年	2028 年	2033 年									
3	S8	0.8	9.2	11.9	12.9	25.2	24.9	100%	88%	0.0%	0.0%	0.0%	7.3%	7.3%	16.6%	9.2
3	S8	0.7	8.8	11.4	12.4	29.9	28.5	100%	100%	0.0%	0.0%	0.0%	8.0%	7.9%	19.8%	8.7
0	S9	1.0	10.8	11.8	12.5	17.2	17.6	47%	1%	0.0%	0.0%	0.0%	4.3%	3.5%	6.3%	10.6
0	S9	0.9	10.0	12.0	12.9	20.9	21.3	96%	30%	0.0%	0.0%	0.0%	5.6%	5.2%	10.1%	10.0
3	S9	0.8	9.2	11.9	12.9	25.2	24.9	100%	88%	0.0%	0.0%	0.0%	7.3%	7.3%	16.6%	9.2
3	S9	0.7	8.8	11.4	12.4	29.9	28.5	100%	100%	0.0%	0.0%	0.0%	8.0%	7.9%	19.8%	8.7

※AAV (annual average variation) は漁獲量の増減を考慮した変動の大きさを表す指標。ADR (average depletion ratio) と MDR (maximum depletion ratio) は前年と比べて漁獲量が減少した場合のみに注目した指標であり、管理期間中に漁獲量が減少した場合、その減少率の平均を取ったものが ADR、最大値を取ったものが MDR である。MinC (minimum catch) は期間中の最低漁獲量である。

別紙（水産庁からの検討依頼文書）

資源評価に関する検討の依頼について

令和4年7月11日に開催された、水産政策審議会資源管理分科会 第8回資源管理手法検討部会（ブリ）における論点や意見を受けて、以下の事項についてご検討の上、次回の資源管理方針に関する検討会において、貴機構等による見解に関する資料の作成・説明等のご対応をお願いいたします。

なお、以下の（１）は水産政策審議会資源管理分科会に報告された資源管理手法検討部会のとりまとめ資料の記載に基づく事項を、（２）は（１）以外で資源管理手法検討部会で挙げられた意見に基づく事項を、それぞれ示しています。

（１）以下の意見への回答を行う

1. 漁獲圧がMSY水準以上であるにも関わらず資源が増えている等、資源評価結果は現場の実感とは乖離があり、また、評価方法等に改善の余地があるとの指摘を受け、資源評価に用いたデータや評価プロセス等について丁寧に説明するとともに、引き続き資源評価の改善に向けた取り組みを行うべき。
 - ・再生産関係において、観測された最大親魚量以上の数値を目標とすることについて、漁獲量の安定化等、漁業者が納得できるようなメリットの説明ぶりをご検討いただきたい。
 - ・鹿児島県の調査によるモジャコ来遊量指数を使用したチューニングVPAの試算結果を検討し、資源量の推定結果、管理基準値の変化等を説明できる参考資料等を準備していただきたい。
2. 資源管理目標等について、MSYベースに加え、現場の漁獲実態やサイズ別単価などの社会経済的要素なども考慮した目標等も検討すべき。
 - ・現状の年齢別利用実態を考慮し、MSYの80%以上が確保されることを条件として、若齢の合計漁獲量が最大化する親魚量を目標とする場合等において、10年後に親魚量が当該目標まで回復する確率、各年の平均漁獲量、親魚量等を含む将来予測結果を示していただきたい。
3. 外国漁船や遊漁による漁獲の状況と資源評価への影響を示すべき。
(過去の遊漁データについては水産庁で過去資料をとりまとめ、準備でき次第共有します)

（２）以下の意見への回答を可能な限り行う

- ・漁獲量激変緩和シナリオについての検討。具体的には将来5年間の毎年の漁獲量の削減幅を10%以内、20%以内等とした場合の将来予測の検討をお願いします。
- * 6年目以降は通常の管理に戻す仮定とする。
- ・将来予測における年齢別の選択率の設定について、説明できる資料を加える。

以 上