

令和 6（2024）年度マダイ瀬戸内海東部系群の資源評価

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（山本圭介・金谷彩友美・片町太輔・八木佑太）

参画機関：和歌山県水産試験場、兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センター、徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究課、香川県水産試験場、漁業情報サービスセンター、全国豊かな海づくり推進協会

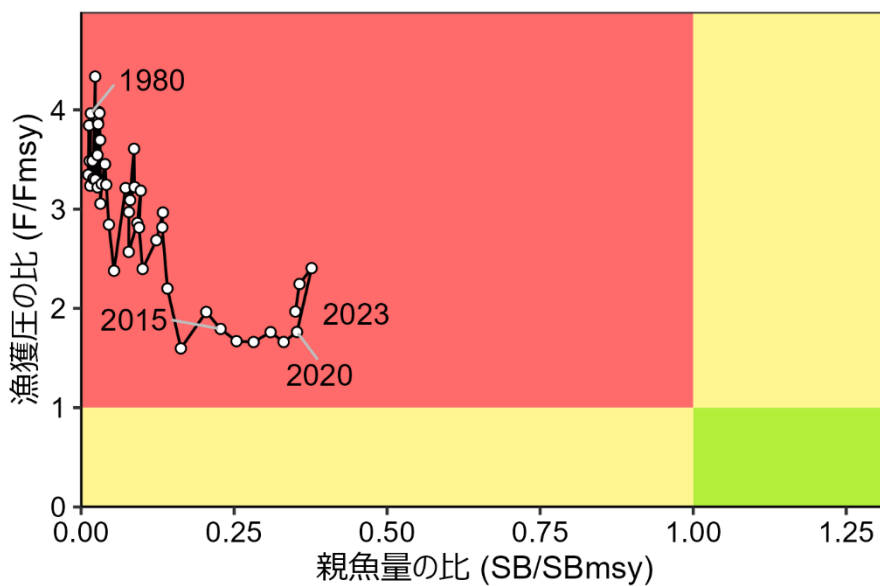
要 約

本系群の資源量について、コホート解析により推定した。資源量は 1977 年の 11 百トンから増加傾向が継続し 2021 年に過去最高値 124 百トンとなった。しかし、2022 年から 2 年連続で減少し、2023 年は 118 百トンであった。親魚量も同様に 1977 年の 2 百トンから増加傾向が継続し、2021 年に過去最高の 55 百トンとなったが、2022 年から 2 年連続で減少し、2023 年は 51 百トンとなった。2023 年の加入量（天然のみ）は、1,857 万尾であり、直近 5 年間（2019～2023 年）は 1,800 万～2,300 万尾の範囲で増加傾向で推移している。本種は栽培対象種であり 2022 年には 23 万尾の人工種苗が放流された。2022 年の 0 歳魚漁獲物における人工種苗放流魚の混入率は 1.6%、添加効率（放流魚の漁獲加入までの生残率）は 0.155 と推定されている。

令和 4 年 10 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」において、本系群の再生産関係には自己相関を考慮したベバートン・ホルト型モデルが適用されており、これに基づき推定された最大持続生産量（MSY）を実現する親魚量（SBmsy）は 147 百トンである。この基準に従うと、本系群の 2023 年の親魚量は、MSY を実現する水準を下回る。また、本系群に対する 2023 年の漁獲圧は SBmsy を維持する漁獲圧（Fmsy）を上回る。親魚量の動向は直近 5 年間（2019～2023 年）の推移から「横ばい」と判断される。

本系群では、管理基準値や将来予測など、資源管理方針に関する検討会の議論をふまえて最終化される項目については、管理基準値等に関する研究機関会議資料において提案された値を暫定的に示した。

要 約 図 表



最大持続生産量 (MSY)、親魚量の水準と動向、および ABC	
MSY を実現する水準の親魚量 (SBmsy)	147 百トン
2023 年の親魚量の水準	MSY を実現する水準を下回る
2023 年の漁獲圧の水準	SBmsy を維持する水準を上回る
2023 年の親魚量の動向	横ばい
MSY	32 百トン
2025 年の ABC	-
コメント： ・ ABC は、本系群の漁獲シナリオが「資源管理方針に関する検討会」で取り纏められ、「水産政策審議会」を経て定められた後に算定される。	

直近5年と将来2年の資源量、親魚量、漁獲量、F/Fmsy、および漁獲割合					
年	資源量 (百トン)	親魚量 (百トン)	漁獲量 (百トン)	F/Fmsy	漁獲割合 (%)
2019	106	48	24	1.66	23
2020	115	52	28	1.76	24
2021	124	55	39	2.41	31
2022	121	52	36	2.25	30
2023	118	51	32	1.97	27
2024	118	54	32	1.97	27
2025	118	57	—	—	—

・ 2024、2025年の値は将来予測に基づく平均値である。

1. データセット

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり。

データセット	基礎情報、関係調査等
年齢別・年別漁獲尾数	漁業・養殖業生産統計年報(農林水産省) 主要港水揚量(瀬戸内海東部(6府県))
資源量指数	生物情報収集調査、漁場別漁獲状況調査
自然死亡係数(M)	年齢別年当たりM=0.39(0歳魚)、0.24(1歳魚)、0.17(2歳魚以上)とした(島本 1999)。
漁獲努力量	瀬戸内海区および太平洋南区における漁業動向(中国四国農政局統計部)
放流尾数	栽培漁業種苗生産、入手・放流実績(全国豊かな海づくり推進協会)
混入率	生物情報収集調査(和歌山県、兵庫県)

2. 生態

(1) 分布・回遊

マダイ瀬戸内海東部系群の分布域を図 2-1 に示した。マダイは北海道から九州にかけて広範囲に分布する。我が国には 6 つの系群が分布するとされ、瀬戸内海東部系群のマダイは、大阪湾、播磨灘、備讃瀬戸の全域および紀伊水道を分布域とする(瀬戸内海東部マダイ班 1988)。尾叉長 10 cm 前後の幼魚期までは産卵場に近い成育場で生息するが、その後成長に伴って次第に生息範囲を拡大する。

(2) 年齢・成長

満 1 歳(5 月基点)で 14.7 cm、2 年で 23.1 cm、3 年で 30.3 cm、4 年で 36.5 cm、5 年で 41.8 cm、6 年で 46.3 cm となる(図 2-2)。寿命は 15~20 年である(島本 1999)。なお、資源量計算には漁獲物の年齢別平均体重を用いた。

(3) 成熟・産卵

3 歳で半数が産卵に加わり、4 歳以上で完全に成熟する(図 2-3)。しかし、広島湾では、雄は 3 歳で、雌は 4 歳で大部分の個体が成熟するとされ(北島 1978)、やや成熟が早い。産卵期は春季で、紀伊水道、大阪湾、播磨灘では 4 月中旬~5 月上旬、瀬戸内海中央部の備讃瀬戸では 5 月中旬~6 月中旬である。親魚は主要な産卵場に回遊して多回産卵を行う(島本 1999)。産卵適地は水深 30~70 m の砂質底で、産卵適水温は 16.5~21.5℃である(Zenitani et al. 2014)。

(4) 被捕食関係

甲殻類のほか多毛類、昆虫類、魚類を主な餌とする(島本 1999)。稚幼魚期には魚食性魚類に捕食される。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

瀬戸内海東部海域におけるマダイは主に小型底びき網（以下、「小底」と表記）、吾智網、小型定置網（以下、「小定置」と表記）、刺網、釣漁業によって漁獲されてきた。2023年における漁法別漁獲割合は、小底 55%、釣漁業 3%、小定置 10%、刺網 9%、吾智網 16%であった（図 3-2、表 3-1）。

(2) 漁獲量の推移

本系群のマダイ漁獲量は 1952 年が 702 トンで、1956 年に 1,076 トンに達した後、減少し、1971 年には過去最低の 234 トンとなった（図 3-1、表 4-1）。その後は概ね増加傾向にあり、2021 年には過去最高値 3,873 トンとなった。2023 年の漁獲量は 2022 年に続いて減少し 3,159 トン（概数値）となった。

灘別あるいは県別の漁獲量の推移をみると、播磨灘あるいは兵庫県での漁獲量が多いことが分かる（表 3-2）。なお、2006 年以降灘別の統計ではなく県別の統計を示した理由は、同年に灘別統計が廃止されたことによる。

遊漁による漁獲については、1997 年の遊漁調査において瀬戸内海全体で 120 トンのマダイ採捕が報告されており（水産庁資源管理部沿岸沖合課 1998）、これは同年の瀬戸内海全体でのマダイ漁獲量 3,907 トンの 3%に相当した。このうち東部（和歌山、大阪、兵庫、岡山、徳島、香川）の採捕量は 72 トンで、瀬戸内海東部におけるマダイ漁獲量 1,078 トンの 7%に相当した。2002 年の遊漁調査では瀬戸内海全体で 195 トンのマダイ採捕が報告され（水産庁資源管理部沿岸沖合課 2003）、瀬戸内海全体でのマダイ漁獲量 4,529 トンの 4%に相当した。2008 年の遊漁調査では瀬戸内海全体で 331 トンのマダイ採捕が報告され（水産庁資源管理部沿岸沖合課 2008）、瀬戸内海全体でのマダイ漁獲量 4,175 トンの 8%に相当した。これらの結果は、瀬戸内海区全体を対象としたため、瀬戸内海東部系群単体の状況は不明である。なお、2018 年漁業センサスにおいては遊漁採捕量調査が実施されていない。

2022 年の瀬戸内海区の遊漁採捕量については 432～830 トン、瀬戸内海東部系群の遊漁採捕量については 303～526 トンと試算されている（山本 2023）。これら、それぞれ同年の瀬戸内海区の漁獲量の 7～14%、瀬戸内海東部系群の漁獲量の 8～14%に相当する。

(3) 漁獲努力量

瀬戸内海東部海域でマダイ漁獲量の約 6 割を漁獲している小底の中でも特に漁獲の多い兵庫県における小底の延べ出漁隻日数は 1980 年代以降 2006 年まで減少傾向で推移した（表 3-3）。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

1977～2023 年までの 47 年間にわたる年別年齢別漁獲尾数データを用いたコホート解析により、年別年齢別の漁獲係数、資源尾数、資源量、親魚量を推定した（補足資料 1、2、補足表 2-1～2-4）。コホート解析においては、最近年（2023 年）の漁獲圧（F 値）は最近年を除く直近 5 年間（2018～2022 年）の漁獲圧の平均に等しいと仮定した。

(2) 資源量指標値の推移

兵庫県瀬戸内海区の小底 CPUE は 1970 年以降、2023 年まで増加傾向で推移した（図 4-1、表 3-3）。

兵庫県の標本漁港である仮屋漁協および沼島漁協の小底 CPUE は、2004 年以降、増減を繰り返しており、2023 年の CPUE は前者が 4 kg/隻日、後者が 19 kg/隻日であった（図 4-2、表 3-3）。

(3) 資源量と漁獲圧の推移

資源量は 1977 年の 11 百トンから増加傾向が続いていたが、2022 年以降は 2 年連続で減少し、2023 年は 118 百トンであった（図 4-3、表 4-1）。

親魚量も同様に 1977 年の 2 百トンから増加傾向が続いていたが、2022 年から 2 年連続で減少し、2023 年には 51 百トンとなった（図 4-4、表 4-1）。

漁獲割合は、23.0～50.1%の間で変動している（図 4-3、表 4-1）。1990 年代中盤以前は漁獲割合は高かったが、それ以降は徐々に低下している。2023 年は 26.8%であった。

年齢別の漁獲係数 F の経年変化を図 4-5 と補足表 2-4 に示す。0 歳魚の F は 2010 年以降、非常に低い値で横ばいで推移し、2021 年、2022 年と一時的に増加したが、2023 年は減少した。1 歳魚の F は 2012 年まで変動が大きいものの比較的高水準で推移した。その後、0 歳と同様に 2021 年、2022 年に増加、2023 年は減少した。2 歳魚、3 歳魚、4 歳魚および 5 歳以上は 2013 年以降ほぼ横ばいで推移しているが、0 歳、1 歳と同様に 2021 年、2022 年に増加、2023 年は減少した。

自然死亡係数 M の感度解析として M を 30%増減させた場合、推定値の変動幅は、資源量で 87～117%、加入量で 81～127%、親魚量で 88～115%となる（図 4-6）。

(4) 種苗放流と加入尾数

瀬戸内海東部海域におけるマダイ種苗放流は、中・西部海域よりもやや遅れて 1970 年代に入ってから行われるようになった。瀬戸内海東部における放流尾数は 1983 年に初めて 100 万尾を超え、1998 年には 169 万尾まで増加した（補足表 2-2）。2001 年以降は 100 万尾を下回り、2022 年は 23 万尾であった。

0 歳魚漁獲物における人工種苗放流魚の添加効率（放流魚の漁獲加入までの生残率）は 2022 年は 0.155 と推定された（補足表 2-2）。人工種苗由来の加入尾数は、2005 年に 53 万尾で過去最高となったが、その後は増減があるものの低調に推移しており、2022 年の人工種苗由来の加入尾数は 4.6 万尾である。放流尾数のデータが公表されていない 2023 年の人工種苗由来の加入尾数については、2018～2022 年の人工種苗由来の加入尾数の平均値 5.5 万尾と仮定した。

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

選択率の影響を考慮して漁獲圧を比較するため、加入量あたり親魚量（SPR）を基準に、漁獲が無かった場合との比較を行った。図 4-7 に年ごとに漁獲が無かったと仮定した場合の SPR に対する、漁獲があった場合の SPR の割合（%SPR）の推移を示す。%SPR は漁獲圧が低いほど大きな値となる。2023 年の %SPR は 9%であった（表 4-1）。

最大持続生産量 (MSY) を実現する漁獲圧 (Fmsy) に対する YPR と%SPR の関係を図 4-8 に示す。Fmsy は%SPR に換算すると 25%に相当する。また、現状の漁獲圧である 2018～2022 年の F の平均値 (F2018-2022) は、この Fmsy や Fmax を上回る。

(6) 再生産関係

親魚量 (重量) と加入量 (尾数) の関係 (再生産関係) を図 4-9 に示す。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ベバートン・ホルト型再生産関係が適用されている (山本ほか 2022)。ここで、再生産関係式のパラメータ推定に使用したデータは、令和 4 (2022) 年度の資源評価に基づく親魚量・加入量であり (山本ほか 2023)、最適化方法には最小二乗法を用いている。また、加入量の残差の自己相関を考慮している。再生産関係式の各パラメータを補足表 6-1 に示す。

(7) 現在の環境下において MSY を実現する水準

現在 (1977 年以降) の環境下における最大持続生産量 MSY、MSY を実現する親魚量 (SBmsy) および SBmsy を維持する漁獲圧 (Fmsy) として上記の「管理基準値等に関する研究機関会議」で推定された値 (山本ほか 2022) を補足表 6-2 に示す。

(8) 資源の水準・動向および漁獲圧の水準

MSY を実現する親魚量 (SBmsy) と SBmsy を維持する漁獲圧 (Fmsy) を基準にした神戸プロットを図 4-10 に示す。また、2023 年の親魚量と漁獲圧の概要を補足表 6-3 に示す。2023 年の親魚量は SBmsy を下回っており、SBmsy の 0.35 倍である。また、2023 年の漁獲圧は、Fmsy を上回っており、Fmsy の 1.97 倍である。なお、神戸プロットに示した漁獲圧の比 (F/Fmsy) とは、各年の F の選択率の下で Fmsy の漁獲圧を与える F を%SPR 換算して求めた値と、各年の F 値との比である。親魚量の動向は、直近 5 年間 (2019～2023 年) の推移から横ばいと判断される。本系群の親魚量はデータが存在する 1977 年以降連続して SBmsy を下回っているが、概ね増加傾向で推移している。漁獲圧は 1977 年以降連続して Fmsy を上回っているが概ね減少傾向で推移している。

5. 資源評価のまとめ

2023 年の資源量は 118 百トン、親魚量は 51 百トンで MSY を実現する親魚量 (SBmsy、147 百トン) を下回っている。2023 年の漁獲圧は SBmsy を維持する漁獲圧 (Fmsy) を上回っている。親魚量の動向は横ばい傾向である。

6. その他

本系群では若齢魚の漁獲割合が高かったが、近年は高齢魚の割合が増えてきている (図 3-3)。

7. 引用文献

北島 力 (1978) マダイ採卵と稚魚の量産に関する研究. 長崎県水産試験場論文集 5, 95 pp.

- 瀬戸内海東部マダイ班 (1988) 回遊性魚類共同放流実験調査事業総括報告書第II期. 兵庫県水産試験場, 明石, 1-60.
- 島本信夫 (1999) 瀬戸内海東部海域におけるマダイの資源変動および栽培漁業に関する研究. 兵庫水試研報, 35, 43-112.
- 水産庁資源管理部沿岸沖合課 (1998) 遊漁採捕量調査報告書平成 9 年. 115 pp.
- 水産庁資源管理部沿岸沖合課 (2003) 遊漁採捕量調査報告書平成 14 年. 72 pp.
- 水産庁資源管理部沿岸沖合課 (2008) 遊漁採捕量調査報告書平成 20 年. 99 pp.
- 山本圭介 (2023) 瀬戸内海における遊漁によるマダイ採捕量の推定. FRA-SA2023-SC06-101.
- 山本圭介・金谷彩友美・片町太輔・山下夕帆 (2022) 令和 4 (2022) 年度マダイ瀬戸内海東部系群の管理基準値等に関する研究機関会議資料. FRA-SA2022-BRP14-02, 水産研究・教育機構, 1-54.
- 山本圭介・金谷彩友美・片町太輔・山下夕帆 (2023) 令和 4 (2022) 年度マダイ瀬戸内海東部系群の資源評価. FRA-SA2022-AC-48, 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, 1-48. https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2023/07/details_2022_48.pdf
- Zenitani, H., Y. Onishi and Y. Obata (2014) Spawning grounds of red sea bream in the east Seto Inland Sea. Fish. Sci., 80, 499-504.



図 2-1. 分布域

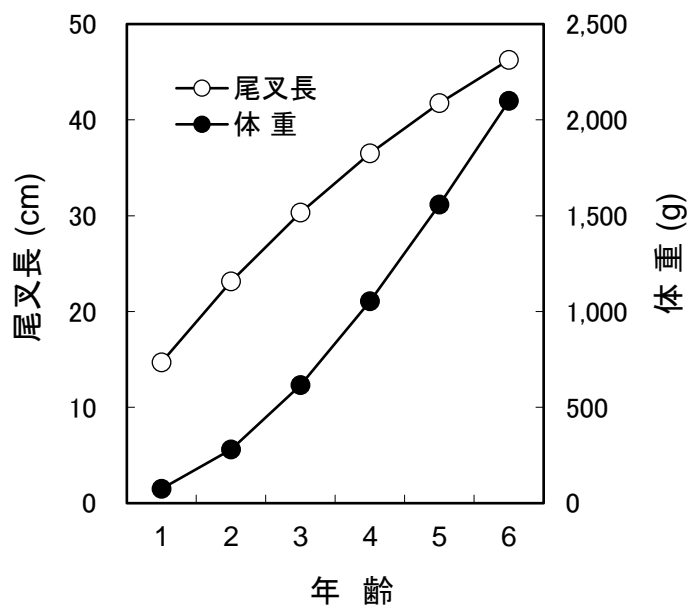


図 2-2. 年齢と成長の関係 (参考値)

注) 資源量推定には補足表 2-1 に示した年齢別平均体重を用いた。

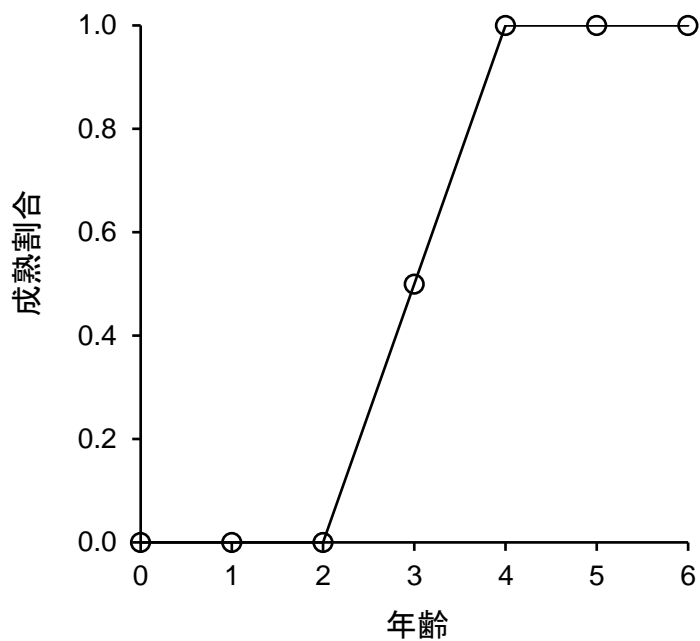


図 2-3. 年齢と成熟率の関係

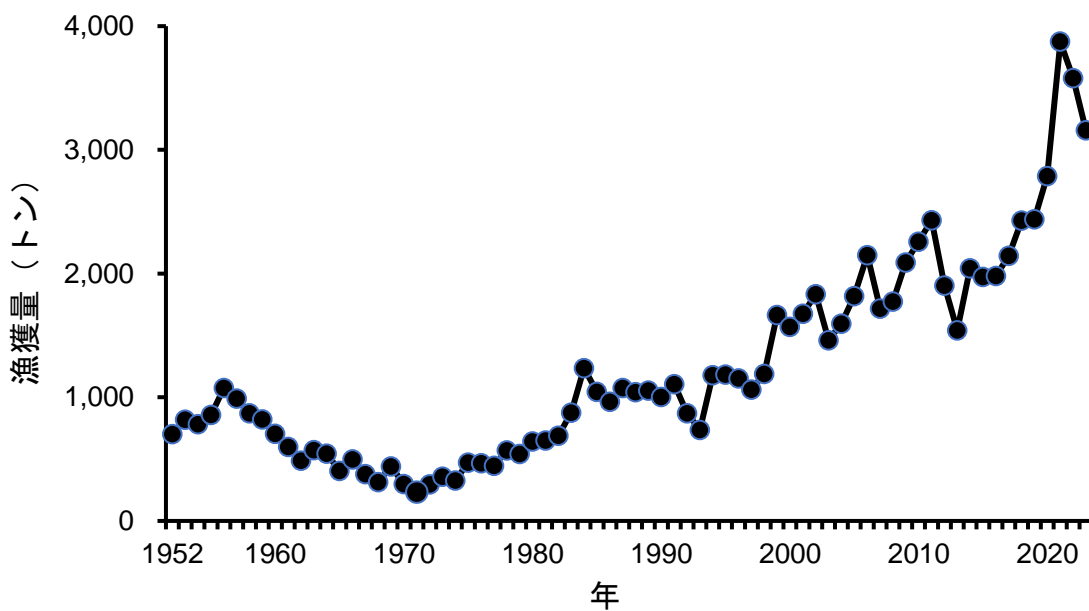


図 3-1. 漁獲量の推移

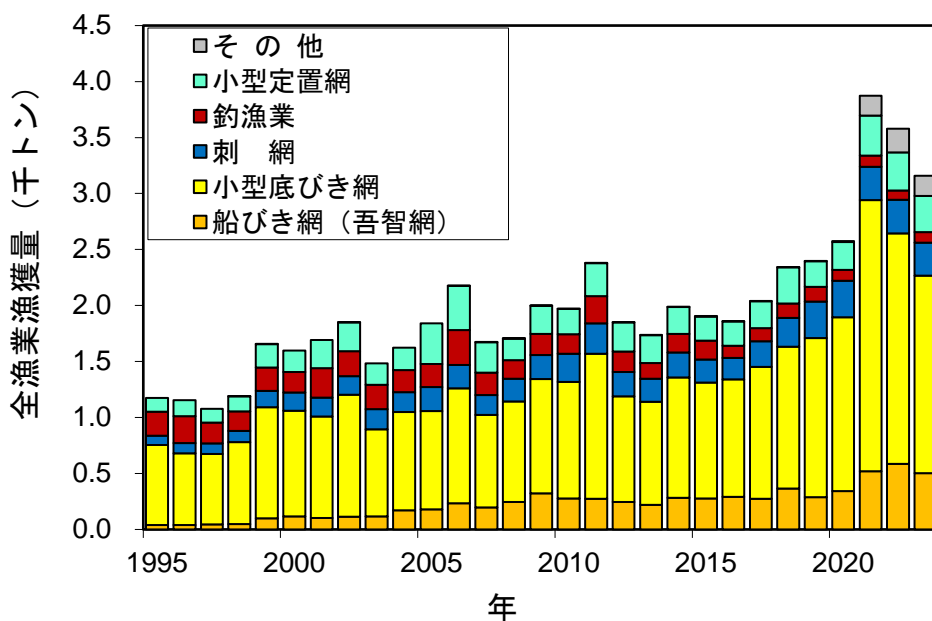


図 3-2. 漁法別漁獲量の推移

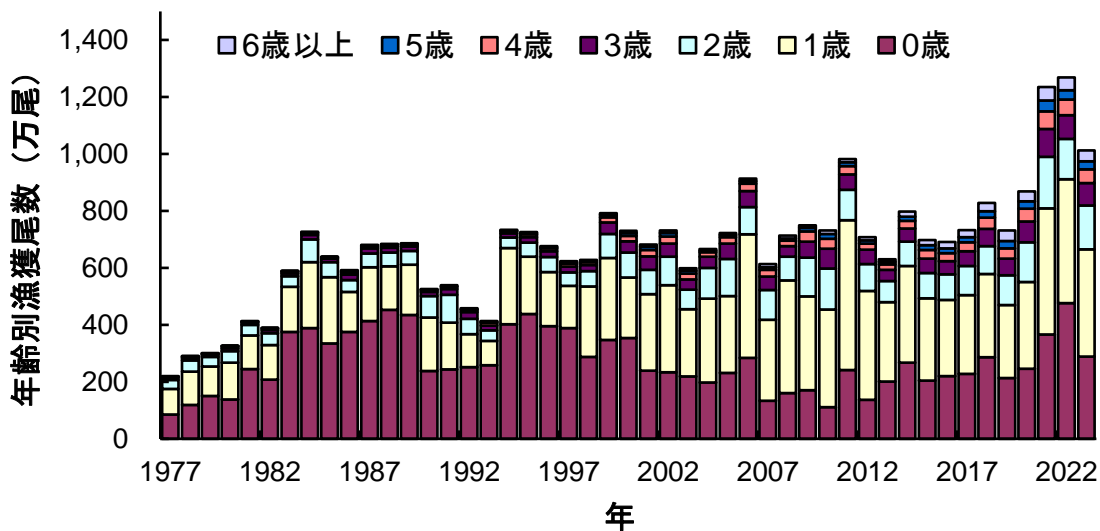


図 3-3(a). 年齢別漁獲尾数の経年変化

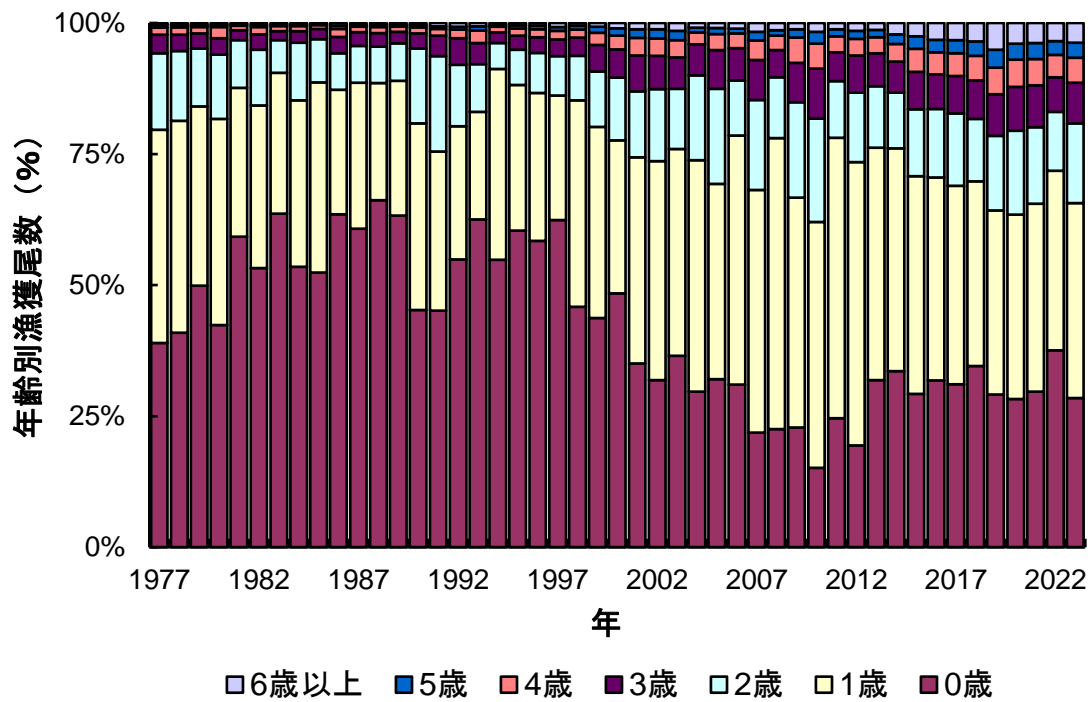


図 3-3 (b). 年齢別漁獲尾数の経年変化 (比率)

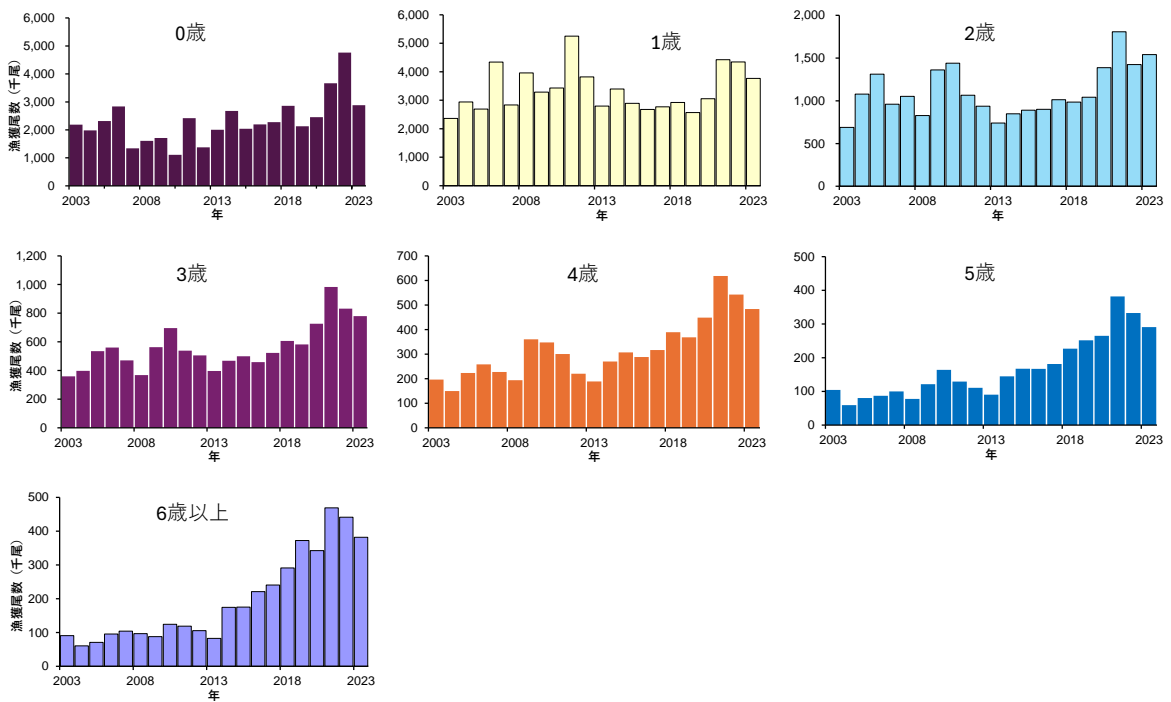


図 3-3 (c). 年齢別漁獲尾数の経年変化 (年齢個別)

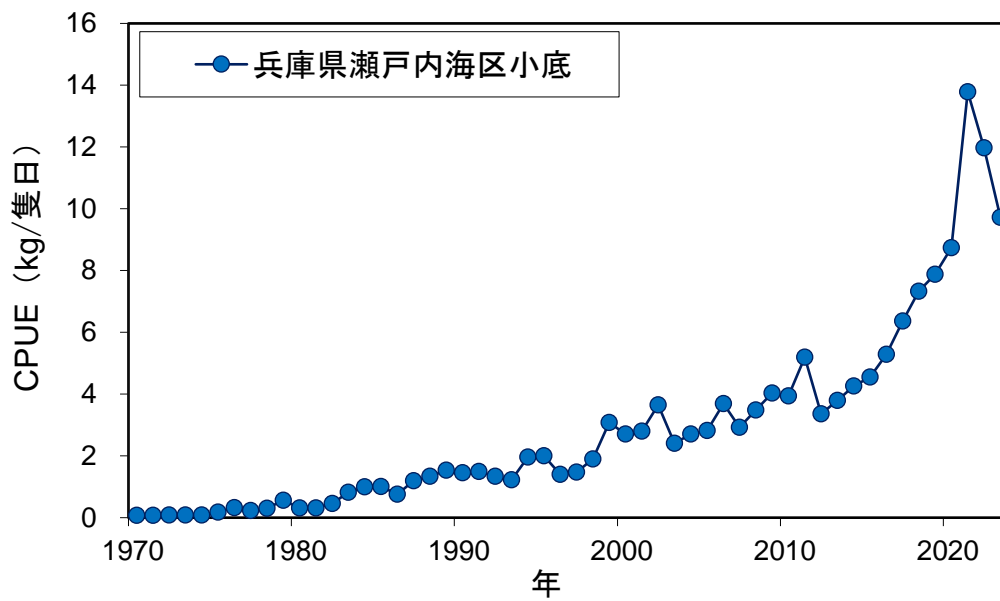


図 4-1. 兵庫県瀬戸内海区の小型底びき網漁業の CPUE の推移 (1970~2023 年)

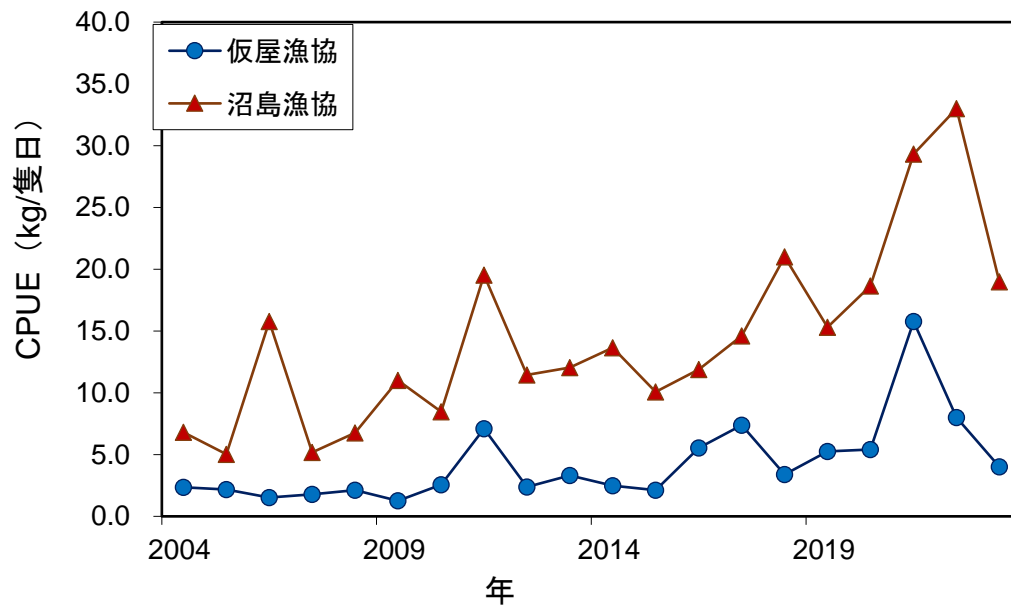


図 4-2. 兵庫県標本漁協 (仮屋、沼島) の小型底びき網漁業の CPUE の推移

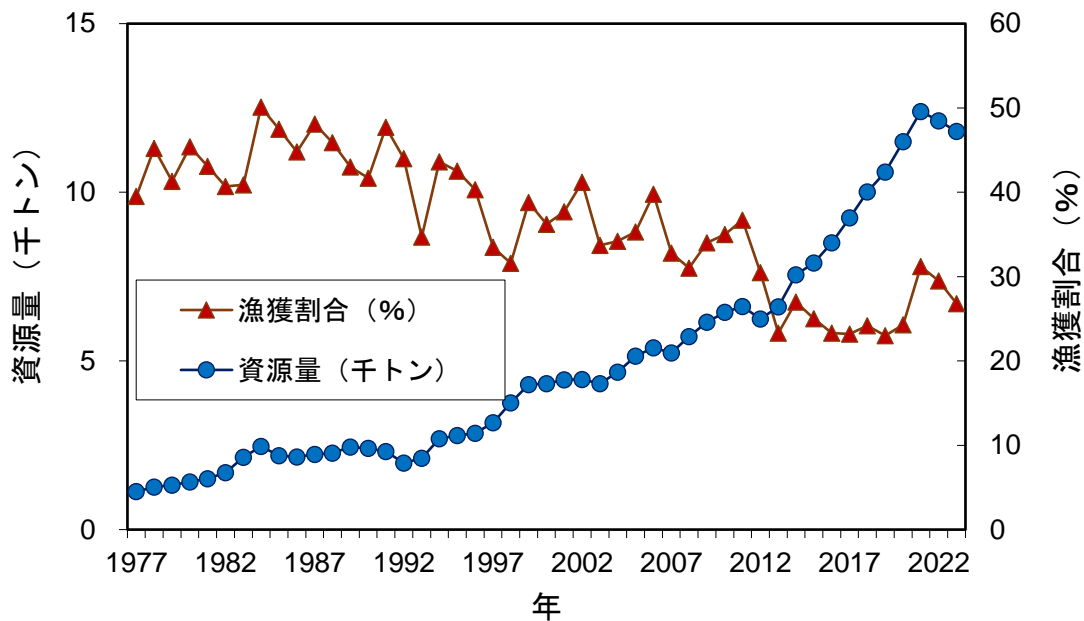


図 4-3. 資源量と漁獲割合の推移

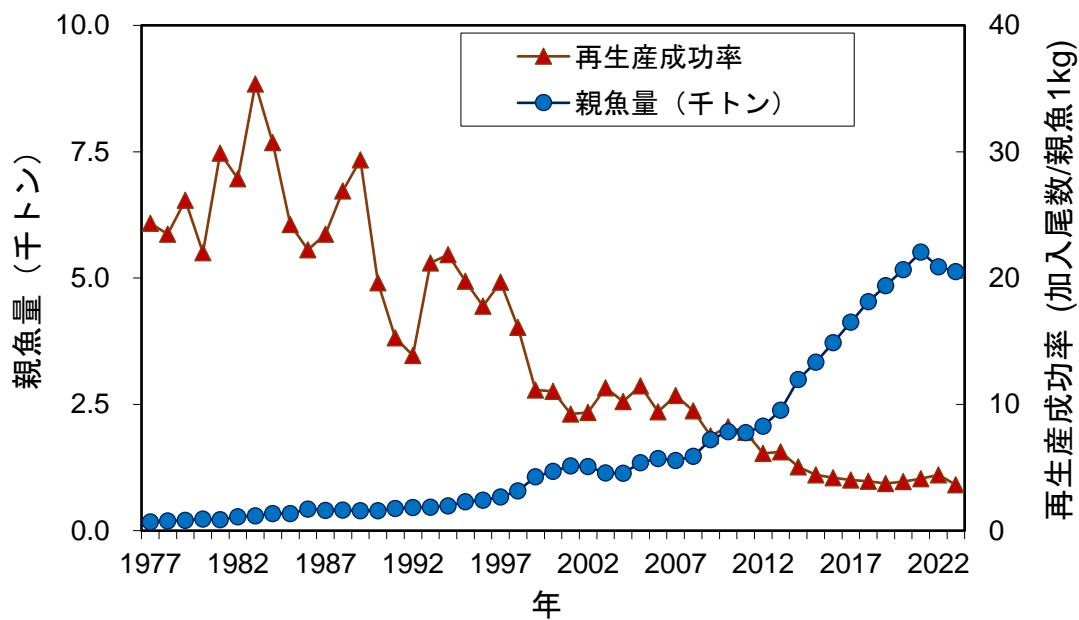


図 4-4. 親魚量と再生産成功率の推移

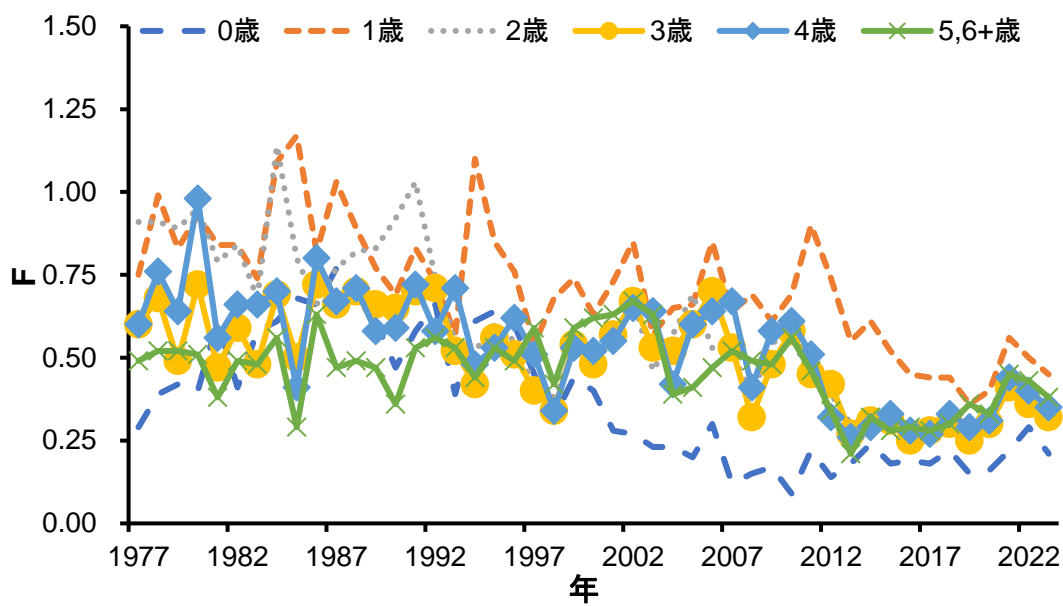


図 4-5. 年齢別漁獲係数 F の経年変化

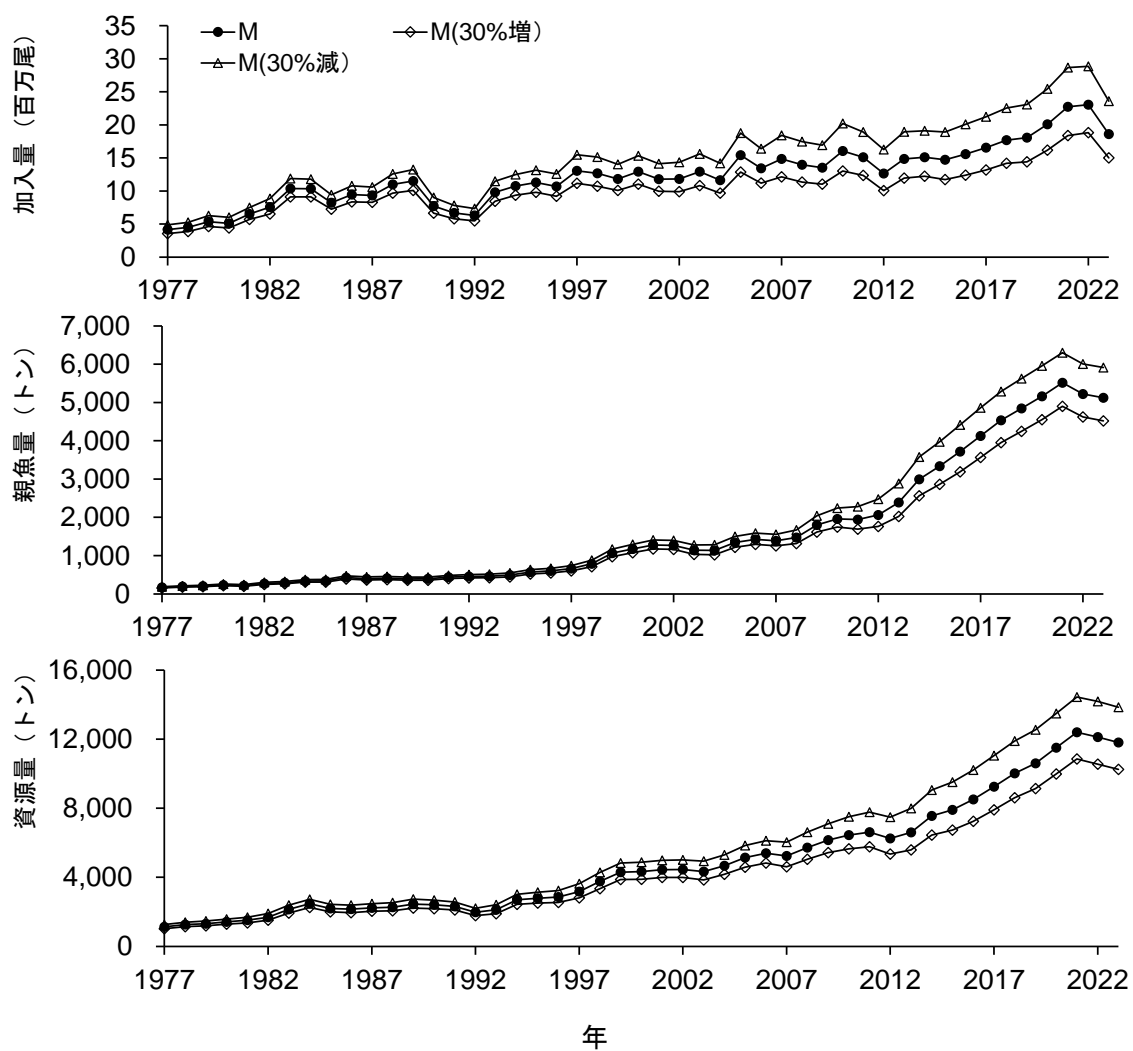


図 4-6. 自然死亡係数の変化による各推定結果の変化

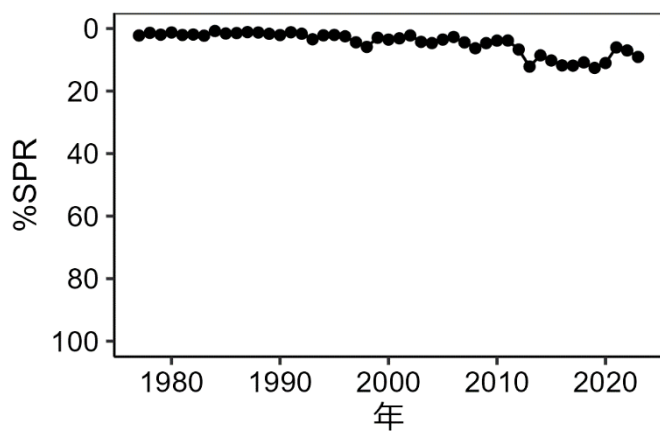


図 4-7. %SPR の推移

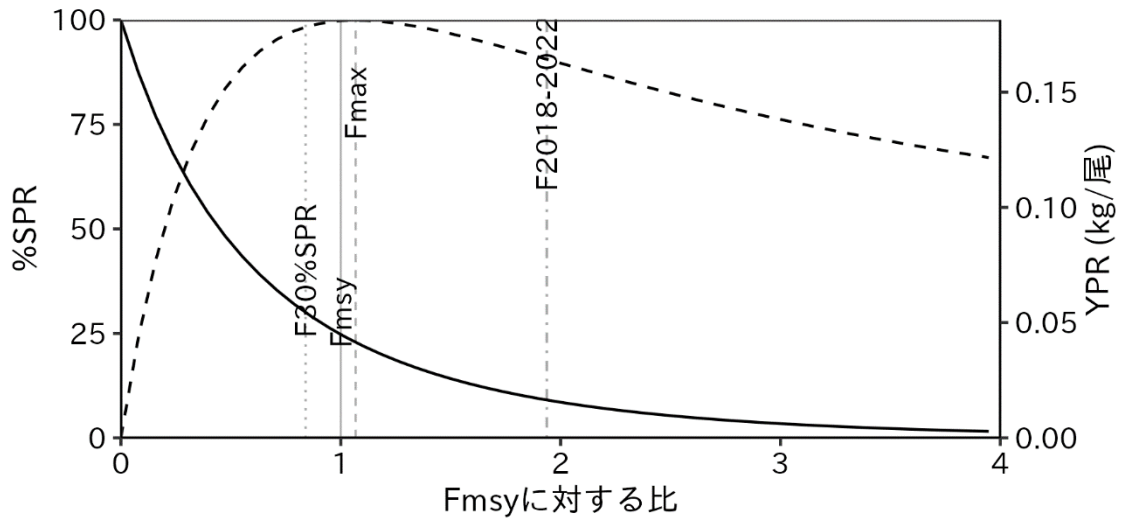


図 4-8. Fmsy に対する YPR と%SPR の関係

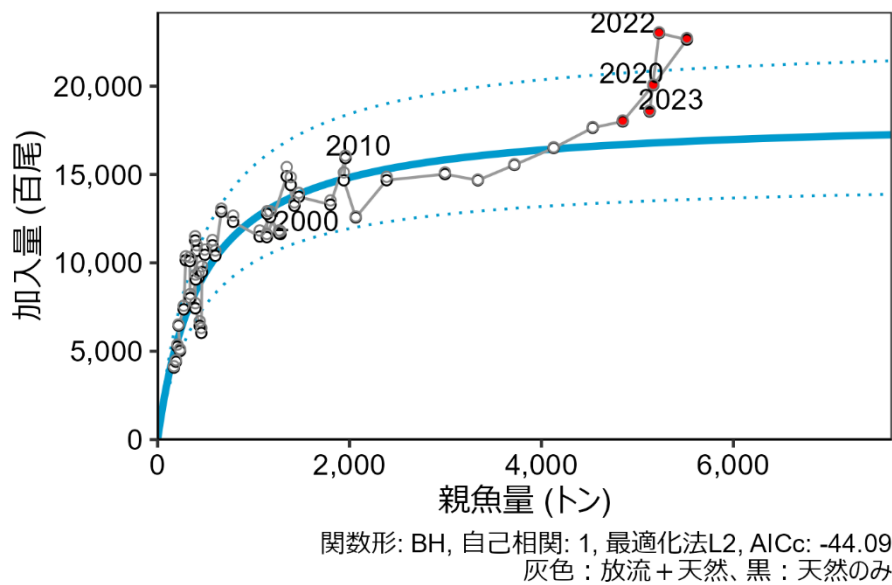


図 4-9. 親魚量と加入量の関係 (再生産関係)

再生産関係には自己相関を考慮したベバートン・ホルト(BH)型再生産関係式を用い、最小二乗法によりパラメータ推定を行った。灰色丸印は再生産関係の分析に使用した令和 4 年度評価時の 1977~2021 年の親魚量と加入量を示す。図中の数字は加入群の年級 (生まれ年) を示す。図中の再生産関係式 (青実線) の上下の点線は、仮定されている再生産関係において観察データの 90%が含まれると推定される範囲である。白抜丸印は本年度評価における 1977~2018 年の親魚量と加入量を、赤丸印は直近 5 年間 (2019~2023 年) の親魚量と加入量を示す。

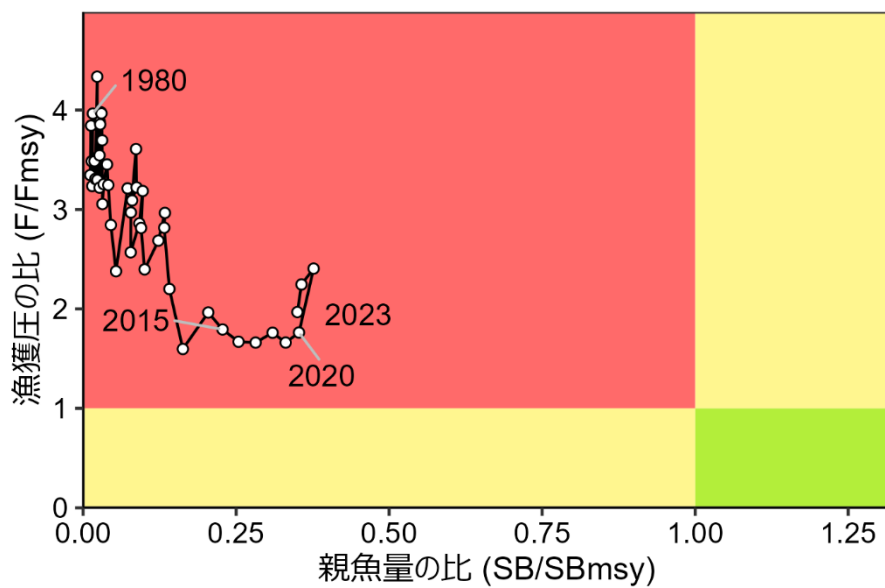


図 4-10. 最大持続生産量 (MSY) を実現する親魚量 (SBmsy) と SBmsy を維持する漁獲圧 (Fmsy) に対する過去の親魚量および漁獲圧の関係 (神戸プロット)

表 3-1. 漁法別漁獲量 (トン)

年	船びき網(吾智網)	小型底びき網	刺 網	釣漁業	小型定置網	その他
1995	41	713	84	215	121	0
1996	40	641	91	241	142	0
1997	44	629	96	185	122	0
1998	48	731	102	174	135	1
1999	100	992	145	208	210	1
2000	116	944	163	184	190	0
2001	103	905	170	262	252	0
2002	113	1,091	166	221	257	1
2003	118	775	181	217	191	0
2004	172	876	178	198	198	0
2005	181	875	215	206	363	0
2006	235	1,024	210	312	393	1
2007	196	827	176	200	274	3
2008	245	899	203	164	193	4
2009	324	1,018	217	186	252	4
2010	277	1,041	252	174	224	3
2011	275	1,295	272	241	294	2
2012	245	945	217	183	258	3
2013	221	918	206	140	251	3
2014	282	1,076	222	167	240	3
2015	276	1,037	205	167	217	4
2016	290	1,050	192	109	216	5
2017	275	1,177	229	117	239	5
2018	365	1,266	258	130	322	3
2019	287	1,423	325	131	229	2
2020	344	1,552	326	95	251	8
2021	521	2,419	300	98	357	178
2022	587	2,058	298	83	340	214
2023	504	1,764	294	93	324	180

表 3-2. 海域別漁獲量 (トン)

年	紀伊水道	大阪湾	播磨灘	備讃瀬戸		
1995	531	275	279	92		
1996	553	187	312	108		
1997	433	211	309	124		
1998	417	327	323	130		
1999	512	469	533	153		
2000	485	386	568	162		
2001	578	382	557	177		
2002	626	461	567	220		
2003	472	332	446	235		
2004	509	315	525	277		
2005	497	356	681	310		
	和歌山	徳島	大阪	兵庫	岡山	香川 (東部)
2006	261	326	44	1,109	98	347
2007	197	256	35	832	127	271
2008	195	176	37	868	165	332
2009	210	198	51	1,045	228	357
2010	226	176	49	968	239	381
2011	276	243	72	1,118	271	451
2012	245	212	63	803	233	346
2013	181	172	57	803	232	342
2014	249	188	76	986	210	332
2015	278	184	89	918	214	302
2016	226	167	94	986	202	281
2017	252	172	112	1,081	194	284
2018	195	214	85	1,280	263	323
2019	263	199	108	1,310	254	329
2020	288	189	93	1,633	293	291
2021	390	307	121	2,224	437	396
2022	283	260	97	2,137	392	413
2023	201	228	95	1,856	341	480

※ 備讃瀬戸および播磨灘の合計漁獲量を示す。

表 3-3. 瀬戸内海東部における小型底びき網の延べ出漁隻日数ならびに CPUE の推移

年	兵庫県瀬戸内海区			仮屋漁協			沼島漁協		
	漁獲量 (ト ン)	延べ出漁隻 日数	CPUE (kg/隻日)	漁獲量 (kg)	延べ出漁 隻日数	CPUE (kg/隻日)	漁獲量 (kg)	延べ出漁 隻日数	CPUE (kg/隻日)
1970	15	218,223	0.07						
1971	15	205,095	0.07						
1972	15	198,107	0.08						
1973	15	186,300	0.08						
1974	15	198,958	0.08						
1975	41	225,216	0.18						
1976	71	225,238	0.32						
1977	54	236,599	0.23						
1978	72	239,176	0.30						
1979	95	168,947	0.56						
1980	72	235,827	0.31						
1981	73	235,876	0.31						
1982	108	235,887	0.46						
1983	191	233,984	0.82						
1984	233	232,321	1.00						
1985	216	213,448	1.01						
1986	169	221,103	0.76						
1987	277	232,837	1.19						
1988	298	222,508	1.34						
1989	333	216,388	1.54						
1990	318	219,177	1.45						
1991	328	220,539	1.49						
1992	300	223,099	1.34						
1993	264	214,014	1.23						
1994	427	218,106	1.96						
1995	433	216,973	2.00						
1996	309	220,749	1.40						
1997	305	207,851	1.47						
1998	395	208,206	1.90						
1999	667	216,432	3.08						
2000	539	198,609	2.71						
2001	554	197,512	2.80						
2002	692	189,715	3.65						
2003	432	179,353	2.41						
2004	481	177,260	2.71	33,193	14,133	2	38,607	5,678	7
2005	487	172,596	2.82	32,709	15,105	2	27,334	5,435	5
2006	620	167,859	3.69	23,886	15,571	2	89,166	5,654	16
2007	436	149,365	2.92	27,348	15,276	2	27,581	5,333	5
2008	455	130,870	3.48	31,245	14,669	2	34,151	5,060	7
2009	512	126,912	4.03	17,131	13,649	1	54,997	4,994	11
2010	485	122,954	3.94	34,228	13,338	3	44,134	5,203	8
2011	617	118,996	5.19	85,755	12,072	7	97,521	4,994	20
2012	387	115,038	3.36	28,749	12,030	2	58,844	5,145	11
2013	422	111,080	3.80	32,024	9,670	3	57,723	4,792	12
2014	458	107,520	4.26	23,755	9,587	2	66,162	4,851	14
2015	473	103,960	4.55	20,053	9,420	2	49,491	4,909	10
2016	531	100,400	5.29	59,679	10,744	6	52,817	4,443	12
2017	616	96,840	6.36	72,052	9,748	7	60,678	4,151	15
2018	684	93,280	7.33	37,682	11,102	3	85,132	4,053	21
2019	735	93,280	7.88	54,160	10,304	5	68,226	4,453	15
2020	815	93,280	8.74	49,814	9,206	5	68,770	3,690	19
2021	1,286	93,280	13.79	102,883	6,525	16	109,578	3,736	29
2022	1,117	93,280	11.97	50,381	6,108	8	109,320	3,361	33
2023	907	93,280	9.72	23,414	6,055	4	61,578	3,184	19

斜体表記の努力量については、以下の方法により推定した。

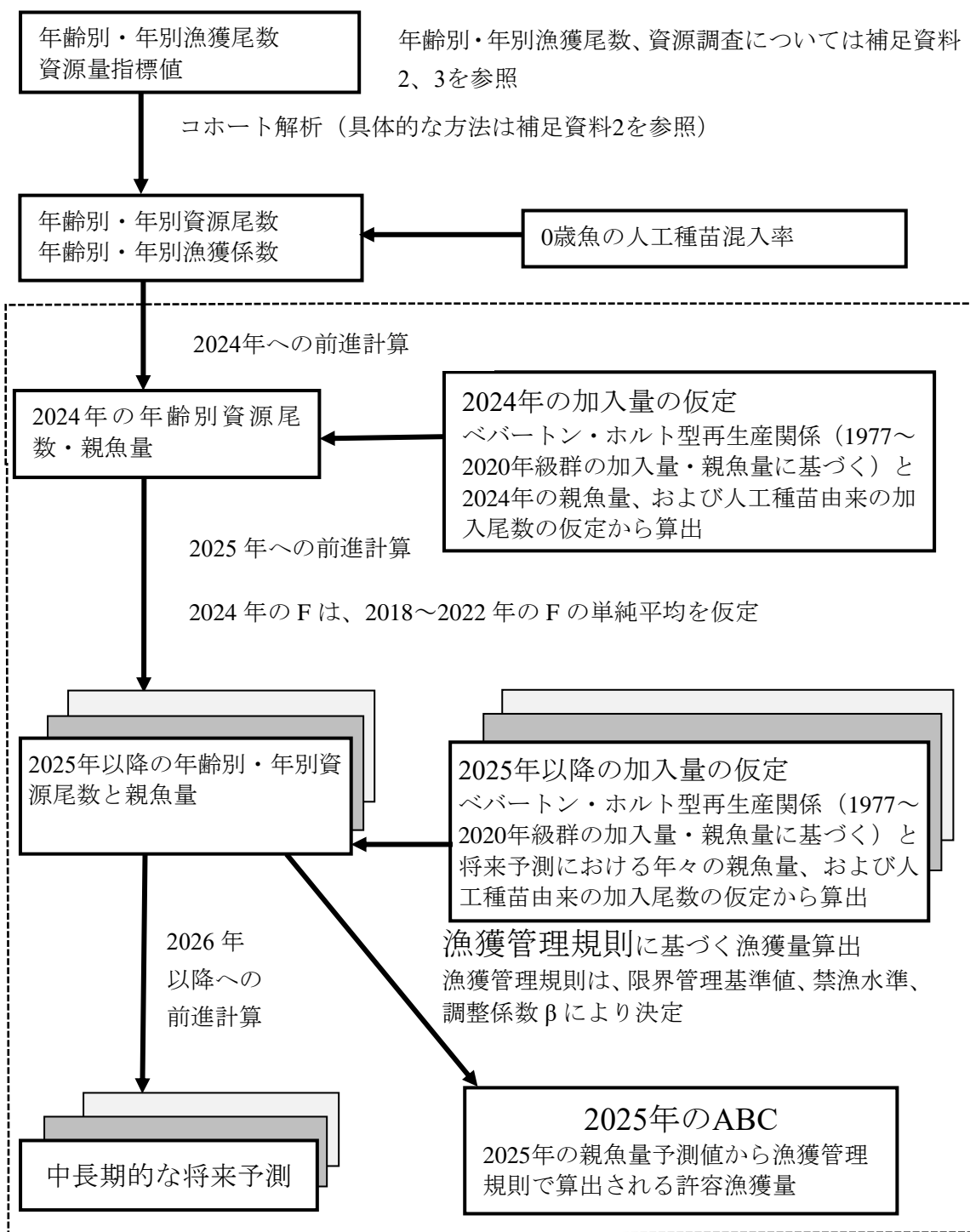
- ・ 2008、2013 および 2018 年の努力量は漁業センサスによる小底経営体数と延べ出漁隻日数との回帰式から推定。
- ・ 2007 年の努力量は 2006 年と 2008 年の平均値。
- ・ 2009～2012 年の努力量は 2008 年から 2013 年にかけて努力量が直線的に減少したと仮定した内挿値。2015～2017 の努力量は、同仮定に基づく外挿値。
- ・ 2019 年以降は 2018 年と同水準の努力量が継続すると仮定。

表 4-1. 資源解析結果

年	漁獲量 (トン)	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	漁獲割合 (%)	0歳魚加入尾数 (千尾)		%SPR	F/Fmsy	RPS (尾/kg)
					天然	放流由来			
1977	446	1,128	171	39.5	4,074	77	2	3.35	24.34
1978	571	1,262	192	45.2	4,403	95	1	3.84	23.48
1979	543	1,316	205	41.3	5,254	122	2	3.48	26.17
1980	644	1,418	233	45.4	5,013	111	1	3.96	22.01
1981	652	1,513	218	43.1	6,449	66	2	3.24	29.89
1982	689	1,691	272	40.7	7,366	206	2	3.49	27.85
1983	876	2,141	293	40.9	10,153	219	2	3.31	35.36
1984	1,235	2,466	336	50.1	10,098	232	1	4.34	30.71
1985	1,043	2,197	340	47.5	8,013	218	2	3.30	24.23
1986	964	2,153	426	44.8	9,166	295	1	3.98	22.23
1987	1,075	2,233	398	48.1	9,054	281	1	3.88	23.47
1988	1,042	2,272	409	45.9	10,679	318	1	3.86	26.90
1989	1,054	2,450	392	43.0	11,270	239	2	3.54	29.36
1990	1,004	2,407	393	41.7	7,425	294	2	3.22	19.63
1991	1,105	2,318	439	47.7	6,432	268	1	3.97	15.27
1992	870	1,978	455	44.0	6,034	282	2	3.70	13.87
1993	735	2,121	463	34.7	9,482	328	3	3.05	21.20
1994	1,178	2,699	492	43.6	10,457	294	2	3.25	21.86
1995	1,185	2,788	572	42.5	10,997	295	2	3.45	19.75
1996	1,152	2,855	602	40.3	10,401	295	2	3.25	17.77
1997	1,061	3,171	664	33.5	12,900	172	4	2.84	19.68
1998	1,189	3,762	787	31.6	12,319	353	6	2.38	16.10
1999	1,666	4,298	1,064	38.8	11,488	345	3	3.21	11.12
2000	1,569	4,328	1,173	36.2	12,585	341	4	3.09	11.02
2001	1,675	4,438	1,280	37.7	11,630	166	3	3.22	9.22
2002	1,834	4,448	1,267	41.2	11,664	178	2	3.61	9.35
2003	1,462	4,332	1,143	33.7	12,769	159	4	2.97	11.31
2004	1,596	4,673	1,138	34.2	11,452	183	5	2.57	10.22
2005	1,817	5,144	1,346	35.3	14,897	526	4	2.86	11.46
2006	2,148	5,391	1,426	39.8	13,232	189	3	3.19	9.41
2007	1,718	5,234	1,387	32.8	14,404	444	4	2.81	10.70
2008	1,773	5,720	1,472	31.0	13,739	221	6	2.40	9.49
2009	2,089	6,150	1,801	34.0	13,295	240	5	2.69	7.51
2010	2,258	6,443	1,957	35.0	15,929	138	4	2.97	8.21
2011	2,432	6,619	1,941	36.7	14,672	446	4	2.82	7.79
2012	1,904	6,246	2,065	30.5	12,569	63	7	2.20	6.12
2013	1,541	6,604	2,387	23.3	14,677	193	12	1.60	6.23
2014	2,042	7,554	2,995	27.0	15,023	95	9	1.96	5.05
2015	1,974	7,909	3,337	25.0	14,674	41	10	1.79	4.41
2016	1,980	8,504	3,718	23.3	15,543	46	12	1.67	4.19
2017	2,144	9,247	4,127	23.2	16,500	46	12	1.66	4.01
2018	2,429	10,017	4,534	24.2	17,646	47	11	1.76	3.90
2019	2,440	10,603	4,847	23.0	18,005	56	13	1.66	3.73
2020	2,789	11,501	5,165	24.3	20,058	34	11	1.76	3.89
2021	3,873	12,398	5,515	31.2	22,631	94	6	2.41	4.12
2022	3,580	12,121	5,225	29.5	23,001	46	7	2.25	4.41
2023	3,159	11,804	5,127	26.8	18,569	55*	9	1.97	3.63

※ 2023年の放流由来の0歳魚加入尾数は2018～2022年の平均値。

補足資料 1 資源評価の流れ



点線枠内は資源管理方針に関する検討会における管理基準値や漁獲管理規則等の議論をふまえて作成される。

補足資料 2 計算方法

(1) 資源計算方法

1977～2023 年までの 47 年間にわたる漁法別年齢別漁獲尾数データをもとに、コホート解析により年齢別資源尾数、資源量、漁獲係数を推定した。年齢起算日は 5 月 1 日である。

自然死亡係数 (M_a) は年齢 a による差を与え、 $M_0=0.39$ 、 $M_1=0.24$ 、 $M_2+=0.17$ とした (島本 1999)。資源尾数から資源量への変換には、補足表 2-1 に示した年齢別平均体重を使用した。

(2) 年別年齢別資源尾数と漁獲係数 F の計算方法

年別年齢別資源尾数ならびに漁獲係数 F は、以下に示した Pope の近似式により求めた (平松 1999)。

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

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

ここで、 $N_{a,y}$ は y 年における a 歳魚の資源尾数、 $F_{a,y}$ は y 年における a 歳魚の漁獲係数、 $C_{a,y}$ は y 年における a 歳魚の漁獲尾数である。

6 歳以上はプラスグループとし、5 歳と 6 歳以上の漁獲係数は等しいと仮定し、資源尾数は以下の式で求めた。

$$N_{5,y} = \left(\frac{C_{5,y}}{(C_{5,y} + C_{6+,y})}\right) N_{6+,y+1} \exp(M_5) + C_{5,y} \exp\left(\frac{M_5}{2}\right)$$

$$N_{6+,y} = \left(\frac{C_{6+,y}}{C_{5,y}}\right) N_{5,y}$$

コホート解析における最近年の 1～6+ 歳の資源尾数は以下の式で求めた。

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

最近年の F は、 $F_{6+,y}$ を未知パラメータとし、 $F_{0,y} \sim F_{5,y}$ を最近年を除く直近 5 年間の平均に等しいと仮定した上で、 $F_{6+,y} = F_{5,y}$ となる様な $F_{6+,y}$ をエクセルのソルバーを使用して探索的に求めた。

(3) 0 歳魚資源尾数の天然由来個体と人工種苗放流由来への分解

以下の式に基づき、コホート解析で計算された 0 歳魚資源尾数を天然由来の 0 歳魚と人

工種苗放流由来の0歳魚に分割した。

$$Ra_{y} = N_{0,y} \times \text{人工種苗混入率} = y\text{年の人工種苗放流尾数} \times \text{添加効率}$$

$$\text{添加効率} = \frac{N_{0,y} \times \text{補正済人工種苗混入率}}{y\text{年の人工種苗放流尾数}}$$

$$Rn_{y} = N_{0,y} - Ra_{y}$$

ここで、

Ra_{y} : y年における人工種苗由来の0歳魚資源尾数

Rn_{y} : y年における天然由来の0歳魚資源尾数

$N_{0,y}$: コホート解析で推定されたy年における0歳魚資源尾数

であり、混入率としては兵庫県と和歌山県の値を使用した。

(4) SPR、YPR 計算

SPR、YPR は次式を用いて計算した。各種パラメータには補足表 2-1 の表に示した値を用いた。

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

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

ここで、 SR_a は a 歳における生残率である。

解析結果の詳細を、補足表 2-3、2-4 に示す。

(5) モデル診断結果

「令和 6 (2024) 年度 資源評価のモデル診断手順と情報提供指針 (FRA-SA2024-ABCWG02-03)」に従い、本系群の評価に用いた VPA の統計学的妥当性や仮定に対する頑健性について診断した。

レトロスペクティブ解析の結果を補足図 2-1 に示す。データの追加・更新が行われることで、近年は特に 0 歳魚資源尾数の修正される幅が大きいものとなっている。

(6) その他

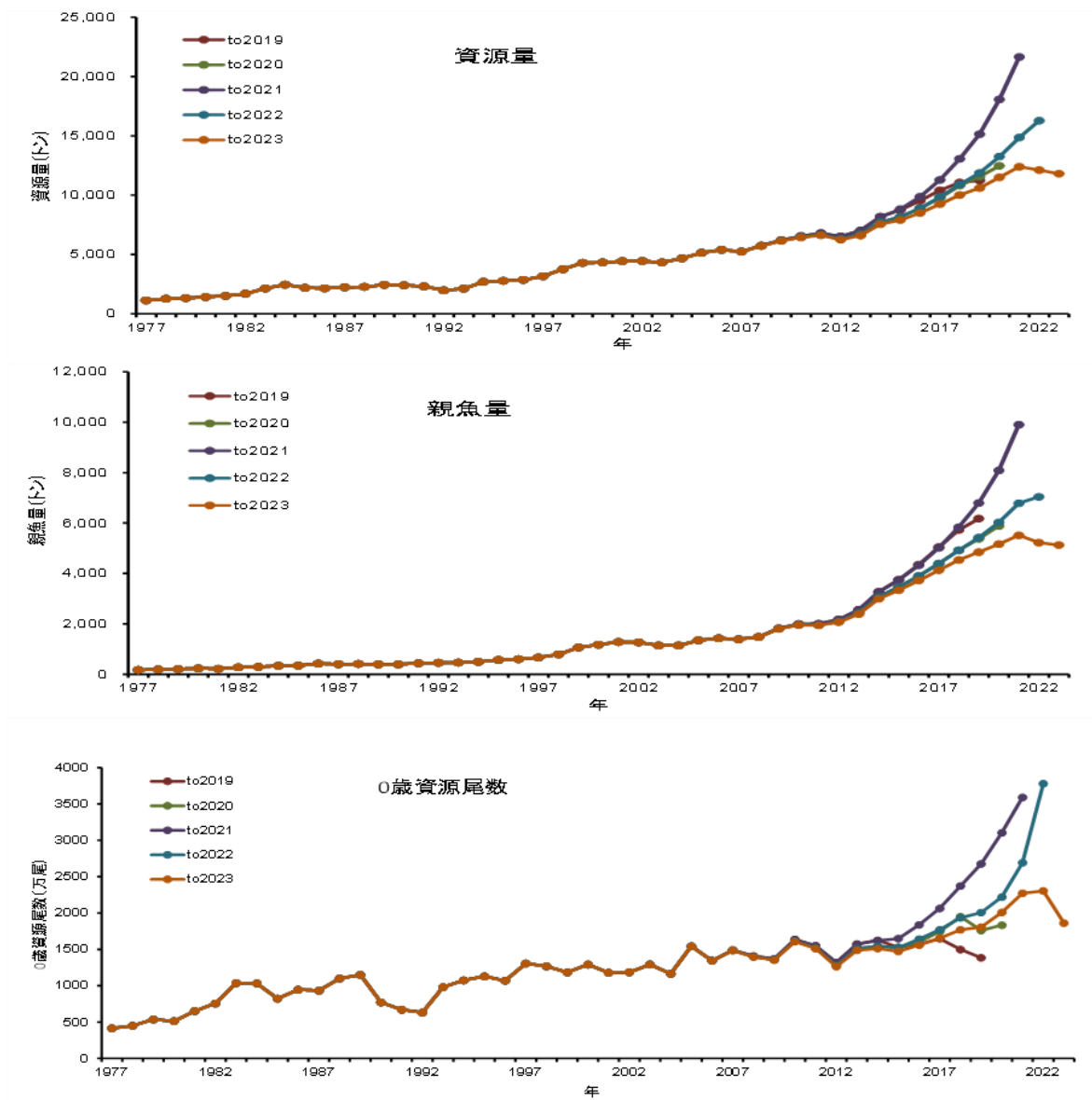
本系群においてもチューニングの導入が資源評価の課題とされている。そのため、資源量指標値として小底の CPUE などを検討したが、適切な指標となり得るような資源量指標値は得られていない。チューニングの導入に向け、引き続き適切な資源量指標値の検討が必要である。

引用文献

平松一彦 (1999) VPA の入門と実際. 水産資源管理談話会報, **19**, 25-40.

資源評価高度化作業部会 (2023) 令和 5 (2023) 年度 資源評価のモデル診断手順と情報提供指針. FRA-SA2023-ABCWG02-03.

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



補足図 2-1. レトロスペクティブ解析の結果

上段: 資源量、中段: 親魚量、下段: 0歳資源尾数。

補足表 2-1. コホート解析に用いたパラメータ

年齢	平均体重 (g)	成熟割合	M
0	77	0	0.39
1	201	0	0.24
2	353	0	0.17
3	534	0.5	0.17
4	734	1	0.17
5	967	1	0.17
6+	1,526	1	0.17

補足表 2-2. 放流尾数、加入尾数、添加効率

年	0歳魚加入尾数 (千尾)		放流尾数(千尾)	添加効率
	天然	放流由来		
1977	4,074	77	369	0.209
1978	4,403	95	455	0.209
1979	5,254	122	585	0.209
1980	5,013	111	530	0.209
1981	6,449	66	316	0.209
1982	7,366	206	985	0.209
1983	10,153	219	1,048	0.209
1984	10,098	232	1,110	0.209
1985	8,013	218	1,045	0.209
1986	9,166	295	1,413	0.209
1987	9,054	281	1,345	0.209
1988	10,679	318	1,520	0.209
1989	11,270	239	1,142	0.209
1990	7,425	294	1,407	0.209
1991	6,432	268	1,283	0.209
1992	6,034	282	1,348	0.209
1993	9,482	328	1,571	0.209
1994	10,457	294	1,405	0.209
1995	10,997	295	1,410	0.209
1996	10,401	295	1,412	0.209
1997	12,900	172	821	0.209
1998	12,319	353	1,689	0.209
1999	11,488	345	1,652	0.209
2000	12,585	341	1,631	0.209
2001	11,630	166	794	0.209
2002	11,664	178	972	0.183
2003	12,769	159	944	0.169
2004	11,452	183	952	0.192
2005	14,897	526	979	0.537
2006	13,232	189	994	0.190
2007	14,404	444	792	0.560
2008	13,739	221	789	0.280
2009	13,295	240	857	0.280
2010	15,929	138	492	0.280
2011	14,672	446	756	0.590
2012	12,569	63	526	0.120
2013	14,677	193	552	0.350
2014	15,023	95	635	0.150
2015	14,674	41	685	0.060
2016	15,543	46	528	0.087
2017	16,500	46	484	0.096
2018	17,646	47	362	0.131
2019	18,005	56	370	0.152
2020	20,058	34	288	0.118
2021	22,631	94	334	0.280
2022	23,001	46	229	0.155
2023	18,569	55*		

※ 放流由来の0歳魚加入尾数の2018～2022年の平均値と仮定。

補足表 2-3. 漁法別漁獲物年齢組成

1977年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.41	0.39	0.57	0.07	0.04	0.80
1歳	0.44	0.34	0.32	0.66	0.79	0.06
2歳	0.08	0.22	0.08	0.17	0.07	0.08
3歳	0.03	0.04	0.02	0.04	0.07	0.03
4歳	0.01	0.01	0.01	0.04	0.02	0.01
5歳	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
6歳+	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1978年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.53	0.32	0.54	0.16	0.05	0.66
1歳	0.34	0.40	0.35	0.63	0.83	0.20
2歳	0.09	0.22	0.08	0.12	0.06	0.08
3歳	0.03	0.04	0.01	0.02	0.05	0.03
4歳	0.01	0.01	0.01	0.06	0.01	0.01
5歳	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
6歳+	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1979年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.56	0.56	0.50	0.23	0.04	0.52
1歳	0.28	0.28	0.39	0.62	0.83	0.21
2歳	0.10	0.13	0.09	0.09	0.06	0.17
3歳	0.03	0.02	0.02	0.03	0.05	0.06
4歳	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0.02
5歳	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
6歳+	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1980年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.55	0.11	0.64	0.35	0.05	0.50
1歳	0.29	0.59	0.27	0.53	0.85	0.20
2歳	0.11	0.22	0.06	0.06	0.05	0.11
3歳	0.03	0.05	0.01	0.02	0.04	0.03
4歳	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01	0.15
5歳	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
6歳+	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1981年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.67	0.52	0.53	0.58	0.05	0.83
1歳	0.22	0.30	0.38	0.35	0.85	0.09
2歳	0.07	0.15	0.07	0.04	0.05	0.05
3歳	0.02	0.02	0.01	0.01	0.04	0.02
4歳	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
5歳	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6歳+	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

補足表 2-3. (続き)

1987年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.76	0.02	0.33	0.13	0.01	0.46
1歳	0.19	0.56	0.60	0.57	0.64	0.17
2歳	0.03	0.28	0.05	0.15	0.10	0.19
3歳	0.01	0.10	0.01	0.08	0.13	0.12
4歳	0.00	0.03	0.00	0.04	0.07	0.04
5歳	0.00	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01
6歳+	0.00	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1988年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.80	0.02	0.71	0.17	0.02	0.01
1歳	0.15	0.52	0.20	0.54	0.65	0.21
2歳	0.03	0.29	0.04	0.16	0.17	0.34
3歳	0.01	0.11	0.03	0.07	0.08	0.18
4歳	0.01	0.03	0.01	0.04	0.05	0.16
5歳	0.00	0.01	0.00	0.01	0.02	0.05
6歳+	0.00	0.01	0.00	0.01	0.02	0.06
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1989年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.74	0.04	0.56	0.20	0.00	0.45
1歳	0.21	0.50	0.36	0.37	0.69	0.18
2歳	0.04	0.30	0.04	0.26	0.11	0.20
3歳	0.01	0.10	0.01	0.10	0.09	0.08
4歳	0.00	0.03	0.01	0.03	0.06	0.06
5歳	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
6歳+	0.00	0.01	0.00	0.03	0.02	0.02
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1990年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.59	0.02	0.26	0.27	0.01	0.12
1歳	0.27	0.50	0.61	0.53	0.61	0.55
2歳	0.10	0.35	0.09	0.14	0.25	0.21
3歳	0.02	0.09	0.02	0.03	0.06	0.07
4歳	0.01	0.02	0.01	0.02	0.04	0.03
5歳	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01
6歳+	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1991年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.59	0.01	0.23	0.07	0.08	0.08
1歳	0.27	0.27	0.54	0.44	0.57	0.01
2歳	0.11	0.51	0.15	0.35	0.16	0.75
3歳	0.01	0.16	0.05	0.06	0.09	0.06
4歳	0.01	0.03	0.02	0.03	0.06	0.06
5歳	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
6歳+	0.00	0.01	0.01	0.04	0.02	0.02
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

補足表 2-3. (続き)

1992年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.68	0.01	0.42	0.07	0.16	0.12
1歳	0.23	0.28	0.38	0.31	0.40	0.10
2歳	0.06	0.43	0.09	0.33	0.16	0.47
3歳	0.02	0.20	0.07	0.18	0.15	0.13
4歳	0.01	0.04	0.03	0.05	0.09	0.11
5歳	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04
6歳+	0.00	0.02	0.01	0.03	0.03	0.04
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1993年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.74	0.01	0.44	0.18	0.01	0.19
1歳	0.19	0.26	0.16	0.30	0.60	0.16
2歳	0.04	0.39	0.15	0.31	0.14	0.42
3歳	0.02	0.20	0.09	0.11	0.12	0.10
4歳	0.01	0.09	0.09	0.06	0.08	0.08
5歳	0.00	0.03	0.04	0.02	0.02	0.03
6歳+	0.00	0.02	0.04	0.01	0.02	0.03
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1994年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.63	0.16	0.63	0.27	0.00	0.23
1歳	0.32	0.63	0.29	0.59	0.73	0.11
2歳	0.03	0.12	0.04	0.06	0.13	0.27
3歳	0.01	0.05	0.01	0.02	0.06	0.28
4歳	0.01	0.03	0.02	0.04	0.04	0.07
5歳	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
6歳+	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1995年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.72	0.01	0.47	0.18	0.04	0.13
1歳	0.24	0.39	0.40	0.28	0.71	0.35
2歳	0.02	0.36	0.07	0.34	0.10	0.37
3歳	0.01	0.14	0.02	0.11	0.08	0.08
4歳	0.01	0.06	0.01	0.04	0.04	0.05
5歳	0.00	0.02	0.01	0.04	0.01	0.01
6歳+	0.00	0.04	0.00	0.02	0.01	0.01
合計	1.00	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00

1996年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.72	0.01	0.47	0.18	0.04	0.13
1歳	0.24	0.39	0.40	0.28	0.71	0.35
2歳	0.02	0.36	0.07	0.34	0.10	0.37
3歳	0.01	0.14	0.02	0.11	0.08	0.08
4歳	0.01	0.06	0.01	0.04	0.04	0.05
5歳	0.00	0.02	0.01	0.04	0.01	0.01
6歳+	0.00	0.04	0.00	0.02	0.01	0.01
合計	1.00	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00

補足表 2-3. (続き)

1997年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.75	0.00	0.47	0.00	0.04	0.13
1歳	0.19	0.17	0.40	0.43	0.71	0.35
2歳	0.02	0.48	0.07	0.39	0.10	0.37
3歳	0.01	0.22	0.02	0.05	0.08	0.08
4歳	0.01	0.06	0.01	0.07	0.04	0.05
5歳	0.01	0.03	0.01	0.00	0.01	0.01
6歳+	0.00	0.04	0.00	0.05	0.01	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1998年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.54	0.00	0.47	0.01	0.04	0.13
1歳	0.40	0.22	0.40	0.26	0.71	0.35
2歳	0.02	0.51	0.07	0.49	0.10	0.37
3歳	0.02	0.18	0.02	0.16	0.08	0.08
4歳	0.01	0.05	0.01	0.03	0.04	0.05
5歳	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01
6歳+	0.00	0.03	0.00	0.03	0.01	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1999年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.52	0.00	0.47	0.01	0.04	0.13
1歳	0.36	0.25	0.40	0.05	0.71	0.35
2歳	0.06	0.45	0.07	0.54	0.10	0.37
3歳	0.03	0.15	0.02	0.29	0.08	0.08
4歳	0.02	0.07	0.01	0.06	0.04	0.05
5歳	0.01	0.04	0.01	0.03	0.01	0.01
6歳+	0.00	0.03	0.00	0.02	0.01	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2000年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.60	0.00	0.47	0.02	0.04	0.13
1歳	0.25	0.17	0.40	0.19	0.71	0.35
2歳	0.06	0.53	0.07	0.54	0.10	0.37
3歳	0.04	0.20	0.02	0.18	0.08	0.08
4歳	0.02	0.05	0.01	0.04	0.04	0.05
5歳	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01
6歳+	0.01	0.03	0.00	0.02	0.01	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2001年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.42	0.00	0.47	0.02	0.05	0.13
1歳	0.41	0.18	0.40	0.18	0.71	0.35
2歳	0.07	0.42	0.07	0.43	0.10	0.37
3歳	0.04	0.25	0.02	0.24	0.08	0.08
4歳	0.03	0.08	0.01	0.08	0.04	0.05
5歳	0.02	0.03	0.01	0.03	0.01	0.01
6歳+	0.01	0.04	0.00	0.02	0.01	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

補足表 2-3. (続き)

2002年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.36	0.00	0.47	0.00	0.04	0.13
1歳	0.45	0.20	0.40	0.07	0.71	0.35
2歳	0.09	0.46	0.07	0.48	0.10	0.37
3歳	0.04	0.20	0.02	0.29	0.08	0.08
4歳	0.03	0.07	0.01	0.09	0.04	0.05
5歳	0.02	0.03	0.01	0.03	0.01	0.01
6歳+	0.01	0.03	0.00	0.03	0.01	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2003年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.45	0.00	0.47	0.00	0.04	0.13
1歳	0.41	0.10	0.40	0.11	0.71	0.35
2歳	0.06	0.39	0.07	0.46	0.10	0.37
3歳	0.03	0.22	0.02	0.30	0.08	0.08
4歳	0.02	0.14	0.01	0.05	0.04	0.05
5歳	0.01	0.06	0.01	0.04	0.01	0.01
6歳+	0.01	0.09	0.00	0.05	0.01	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2004年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.35	0.00	0.47	0.00	0.04	0.13
1歳	0.47	0.14	0.40	0.09	0.71	0.35
2歳	0.13	0.47	0.07	0.54	0.10	0.37
3歳	0.03	0.22	0.02	0.25	0.08	0.08
4歳	0.01	0.08	0.01	0.04	0.04	0.05
5歳	0.00	0.04	0.01	0.03	0.01	0.01
6歳+	0.00	0.06	0.00	0.05	0.01	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2005年	小型底びき網	釣漁業	小型定置網	刺網	吾智網	その他
0歳	0.36	0.00	0.47	0.00	0.04	0.13
1歳	0.34	0.12	0.40	0.16	0.71	0.35
2歳	0.19	0.41	0.07	0.50	0.10	0.37
3歳	0.07	0.27	0.02	0.21	0.08	0.08
4歳	0.02	0.10	0.01	0.08	0.04	0.05
5歳	0.01	0.04	0.01	0.02	0.01	0.01
6歳+	0.00	0.05	0.00	0.04	0.01	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2006年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.35	0.00	0.47	0.00	0.04	0.13
1歳	0.53	0.12	0.40	0.06	0.71	0.35
2歳	0.07	0.35	0.07	0.35	0.10	0.37
3歳	0.03	0.27	0.02	0.39	0.08	0.08
4歳	0.01	0.13	0.01	0.13	0.04	0.05
5歳	0.01	0.05	0.01	0.02	0.01	0.01
6歳+	0.00	0.07	0.00	0.06	0.01	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

補足表 2-3. (続き)

2007年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.18	0.00	0.47	0.00	0.04	0.13
1歳	0.52	0.09	0.40	0.11	0.71	0.35
2歳	0.16	0.39	0.07	0.55	0.10	0.37
3歳	0.07	0.27	0.02	0.16	0.08	0.08
4歳	0.04	0.12	0.01	0.05	0.04	0.05
5歳	0.02	0.06	0.01	0.04	0.01	0.01
6歳+	0.01	0.07	0.00	0.10	0.01	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2008年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.24	0.00	0.47	0.00	0.04	0.13
1歳	0.64	0.23	0.40	0.11	0.71	0.35
2歳	0.07	0.33	0.07	0.42	0.10	0.37
3歳	0.03	0.20	0.02	0.23	0.08	0.08
4歳	0.01	0.11	0.01	0.10	0.04	0.05
5歳	0.01	0.05	0.01	0.04	0.01	0.01
6歳+	0.00	0.08	0.00	0.11	0.01	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2009年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.25	0.00	0.47	0.00	0.04	0.13
1歳	0.45	0.16	0.40	0.12	0.71	0.35
2歳	0.17	0.48	0.07	0.42	0.10	0.37
3歳	0.07	0.22	0.02	0.12	0.08	0.08
4歳	0.04	0.07	0.01	0.27	0.04	0.05
5歳	0.02	0.02	0.01	0.05	0.01	0.01
6歳+	0.01	0.03	0.00	0.03	0.01	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2010年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.10	0.00	0.47	0.00	0.04	0.13
1歳	0.52	0.15	0.40	0.14	0.71	0.35
2歳	0.21	0.41	0.07	0.35	0.10	0.37
3歳	0.10	0.24	0.02	0.21	0.08	0.08
4歳	0.05	0.10	0.01	0.10	0.04	0.05
5歳	0.02	0.04	0.01	0.09	0.01	0.01
6歳+	0.01	0.05	0.00	0.11	0.01	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2011年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.27	0.00	0.47	0.00	0.04	0.13
1歳	0.62	0.09	0.40	0.06	0.71	0.35
2歳	0.06	0.42	0.07	0.37	0.10	0.37
3歳	0.03	0.27	0.02	0.25	0.08	0.08
4歳	0.01	0.11	0.01	0.17	0.04	0.05
5歳	0.01	0.05	0.01	0.07	0.01	0.01
6歳+	0.00	0.06	0.00	0.09	0.01	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

補足表 2-3. (続き)

2012年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.18	0.00	0.47	0.00	0.04	0.13
1歳	0.66	0.07	0.40	0.09	0.71	0.35
2歳	0.08	0.40	0.07	0.45	0.10	0.37
3歳	0.04	0.30	0.02	0.31	0.08	0.08
4歳	0.02	0.11	0.01	0.07	0.04	0.05
5歳	0.02	0.05	0.01	0.03	0.01	0.01
6歳+	0.01	0.06	0.00	0.04	0.01	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2013年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.39	0.00	0.47	0.00	0.04	0.13
1歳	0.47	0.09	0.40	0.08	0.71	0.35
2歳	0.07	0.43	0.07	0.39	0.10	0.37
3歳	0.03	0.27	0.02	0.31	0.08	0.08
4歳	0.02	0.11	0.01	0.10	0.04	0.05
5歳	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01
6歳+	0.01	0.05	0.00	0.07	0.01	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2014年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.43	0.00	0.47	0.01	0.04	0.13
1歳	0.43	0.08	0.40	0.05	0.71	0.35
2歳	0.06	0.33	0.07	0.33	0.10	0.37
3歳	0.03	0.28	0.02	0.26	0.08	0.08
4歳	0.02	0.15	0.01	0.10	0.04	0.05
5歳	0.01	0.08	0.01	0.07	0.01	0.01
6歳+	0.01	0.09	0.00	0.18	0.01	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2015年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.35	0.00	0.47	0.00	0.04	0.13
1歳	0.40	0.08	0.40	0.09	0.71	0.35
2歳	0.10	0.33	0.07	0.36	0.10	0.37
3歳	0.06	0.30	0.02	0.22	0.08	0.08
4歳	0.04	0.15	0.01	0.11	0.04	0.05
5歳	0.03	0.07	0.01	0.05	0.01	0.01
6歳+	0.02	0.07	0.00	0.16	0.01	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2016年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.40	0.00	0.47	0.00	0.04	0.13
1歳	0.33	0.08	0.40	0.09	0.71	0.35
2歳	0.11	0.33	0.07	0.36	0.10	0.37
3歳	0.06	0.30	0.02	0.22	0.08	0.08
4歳	0.04	0.15	0.01	0.11	0.04	0.05
5歳	0.03	0.07	0.01	0.05	0.01	0.01
6歳+	0.04	0.07	0.00	0.16	0.01	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

補足表 2-3. (続き)

2017年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.38	0.00	0.47	0.00	0.04	0.13
1歳	0.33	0.08	0.40	0.09	0.71	0.35
2歳	0.12	0.33	0.07	0.36	0.10	0.37
3歳	0.06	0.30	0.02	0.22	0.08	0.08
4歳	0.04	0.15	0.01	0.11	0.04	0.05
5歳	0.03	0.07	0.01	0.05	0.01	0.01
6歳+	0.04	0.07	0.00	0.16	0.01	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2018年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.45	0.00	0.47	0.00	0.04	0.13
1歳	0.26	0.08	0.40	0.09	0.71	0.35
2歳	0.10	0.33	0.07	0.36	0.10	0.37
3歳	0.07	0.30	0.02	0.22	0.08	0.08
4歳	0.05	0.15	0.01	0.11	0.04	0.05
5歳	0.04	0.07	0.01	0.05	0.01	0.01
6歳+	0.04	0.07	0.00	0.16	0.01	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2019年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.36	0.00	0.47	0.00	0.04	0.13
1歳	0.29	0.08	0.40	0.09	0.71	0.35
2歳	0.12	0.33	0.07	0.36	0.10	0.37
3歳	0.07	0.30	0.02	0.22	0.08	0.08
4歳	0.05	0.15	0.01	0.11	0.04	0.05
5歳	0.05	0.07	0.01	0.05	0.01	0.01
6歳+	0.06	0.07	0.00	0.16	0.01	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2020年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.35	0.00	0.47	0.00	0.04	0.13
1歳	0.28	0.08	0.40	0.09	0.71	0.35
2歳	0.14	0.33	0.07	0.36	0.10	0.37
3歳	0.08	0.30	0.02	0.22	0.08	0.08
4歳	0.06	0.15	0.01	0.11	0.04	0.05
5歳	0.04	0.07	0.01	0.05	0.01	0.01
6歳+	0.05	0.07	0.00	0.16	0.01	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2021年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.35	0.00	0.47	0.00	0.04	0.13
1歳	0.28	0.08	0.40	0.09	0.71	0.35
2歳	0.14	0.33	0.07	0.36	0.10	0.37
3歳	0.08	0.30	0.02	0.22	0.08	0.08
4歳	0.06	0.15	0.01	0.11	0.04	0.05
5歳	0.04	0.07	0.01	0.05	0.01	0.01
6歳+	0.05	0.07	0.00	0.16	0.01	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

補足表 2-4. 資源解析結果

年齢別漁獲尾数 (千尾)											
	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
0歳	856	1,189	1,505	1,385	2,452	2,078	3,755	3,887	3,348	3,757	4,131
1歳	893	1,174	1,031	1,288	1,174	1,211	1,586	2,311	2,323	1,404	1,895
2歳	321	386	334	402	376	414	368	800	527	412	478
3歳	77	90	85	100	80	116	100	158	124	186	179
4歳	30	42	37	70	34	54	59	70	45	90	73
5歳	10	13	12	14	11	15	19	23	15	35	23
6歳以上	9	11	11	12	10	15	15	20	12	31	24
合計	2,196	2,905	3,015	3,271	4,137	3,903	5,902	7,269	6,394	5,915	6,803
年齢別漁獲量 (トン)											
	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
0歳	66	92	116	107	189	160	289	299	258	289	318
1歳	179	236	207	259	236	243	319	465	467	282	381
2歳	113	136	118	142	133	146	130	282	186	146	169
3歳	41	48	46	54	43	62	53	85	66	100	95
4歳	22	31	27	52	25	40	43	51	33	66	54
5歳	10	12	12	13	11	15	18	22	14	34	22
6歳以上	14	16	18	18	16	23	24	31	19	48	36
合計	445	571	544	645	653	689	876	1,235	1,043	965	1,075
年齢別漁獲係数											
	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
0歳	0.29	0.39	0.42	0.40	0.61	0.41	0.58	0.61	0.68	0.66	0.77
1歳	0.75	0.99	0.83	0.93	0.84	0.84	0.74	1.09	1.17	0.82	1.03
2歳	0.91	0.91	0.89	0.95	0.79	0.84	0.68	1.14	0.80	0.66	0.77
3歳	0.60	0.68	0.49	0.72	0.47	0.59	0.48	0.69	0.50	0.72	0.66
4歳	0.60	0.76	0.64	0.98	0.56	0.66	0.66	0.70	0.41	0.80	0.67
5歳	0.49	0.52	0.52	0.51	0.38	0.49	0.48	0.56	0.29	0.63	0.47
6歳以上	0.49	0.52	0.52	0.51	0.38	0.49	0.48	0.56	0.29	0.63	0.47
%SPR	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	2.0	2.0	1.0	2.0	1.0	1.0
年齢別資源尾数 (千尾)											
	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
0歳	4,151	4,498	5,376	5,124	6,515	7,572	10,372	10,330	8,232	9,462	9,335
1歳	1,899	2,106	2,068	2,402	2,329	2,393	3,417	3,932	3,796	2,818	3,315
2歳	585	702	616	712	747	791	809	1,281	1,044	925	972
3歳	185	198	238	213	231	285	287	345	346	397	402
4歳	73	86	85	122	87	122	134	151	145	178	164
5歳	29	34	34	38	39	42	53	58	63	81	67
6歳以上	26	28	31	32	36	43	44	51	52	72	69
合計	6,948	7,652	8,448	8,643	9,984	11,248	15,116	16,148	13,678	13,933	14,324
年齢別資源量 (トン)											
	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
0歳	320	346	414	395	502	583	799	795	634	729	719
1歳	382	423	416	483	468	481	687	790	763	566	666
2歳	206	248	217	251	264	279	286	452	368	327	343
3歳	99	106	127	114	123	152	153	184	185	212	215
4歳	53	63	62	90	64	89	98	111	107	131	120
5歳	28	32	32	37	38	41	51	57	61	78	65
6歳以上	40	43	47	50	55	66	67	77	80	111	105
合計	1,128	1,261	1,315	1,420	1,514	1,691	2,141	2,466	2,198	2,154	2,233
年齢別親魚量 (トン)											
	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3歳	49	53	64	57	62	76	77	92	92	106	107
4歳	53	63	62	90	64	89	98	111	107	131	120
5歳	28	32	32	37	38	41	51	57	61	78	65
6歳以上	40	43	47	50	55	66	67	77	80	111	105
合計	170	191	205	234	219	272	293	337	340	426	397

補足表 2-4. (続き)

年齢別漁獲尾数 (千尾)											
	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
0歳	4,528	4,345	2,381	2,434	2,514	2,584	4,023	4,383	3,951	3,891	2,878
1歳	1,530	1,766	1,872	1,639	1,163	849	2,674	2,014	1,907	1,480	2,474
2歳	475	488	753	979	537	375	365	488	518	470	532
3歳	176	154	151	211	233	168	147	195	202	198	220
4歳	82	64	62	72	78	97	79	98	101	102	97
5歳	25	25	21	26	25	34	28	44	46	44	44
6歳以上	26	25	21	34	31	26	26	34	36	49	33
合計	6,842	6,867	5,261	5,395	4,581	4,133	7,342	7,256	6,761	6,234	6,278
年齢別漁獲量 (トン)											
	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
0歳	349	335	183	187	194	199	310	337	304	300	222
1歳	308	355	376	329	234	171	537	405	383	298	497
2歳	168	172	266	346	190	132	129	172	183	166	188
3歳	94	82	81	113	124	90	78	104	108	106	117
4歳	60	47	45	53	57	71	58	72	74	75	71
5歳	24	24	20	26	24	33	27	43	44	43	42
6歳以上	39	39	33	52	48	40	39	51	56	74	51
合計	1,042	1,054	1,004	1,106	871	736	1,178	1,184	1,152	1,062	1,188
年齢別漁獲係数											
	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
0歳	0.69	0.61	0.47	0.58	0.66	0.39	0.61	0.64	0.60	0.45	0.32
1歳	0.89	0.77	0.69	0.83	0.73	0.57	1.10	0.85	0.76	0.54	0.68
2歳	0.82	0.83	0.92	1.03	0.74	0.55	0.52	0.60	0.55	0.42	0.38
3歳	0.70	0.66	0.65	0.70	0.71	0.52	0.42	0.56	0.51	0.40	0.34
4歳	0.71	0.58	0.59	0.72	0.58	0.71	0.48	0.53	0.62	0.51	0.34
5歳	0.49	0.47	0.36	0.53	0.56	0.53	0.44	0.53	0.49	0.59	0.42
6歳以上	0.49	0.47	0.36	0.53	0.56	0.53	0.44	0.53	0.49	0.59	0.42
%SPR	1.0	2.0	2.0	1.0	2.0	3.0	2.0	2.0	2.0	4.0	6.0
年齢別資源尾数 (千尾)											
	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
0歳	10,997	11,508	7,719	6,700	6,316	9,811	10,750	11,292	10,696	13,071	12,672
1歳	2,921	3,720	4,217	3,267	2,534	2,207	4,517	3,968	4,039	3,991	5,648
2歳	927	940	1,360	1,656	1,117	962	983	1,182	1,335	1,486	1,826
3歳	380	346	345	456	498	449	467	494	549	651	822
4歳	175	159	150	152	191	206	225	260	238	277	367
5歳	71	73	75	70	63	90	85	117	129	108	140
6歳以上	72	74	78	90	80	68	79	89	102	120	107
合計	15,543	16,820	13,944	12,391	10,799	13,793	17,106	17,402	17,088	19,704	21,582
年齢別資源量 (トン)											
	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
0歳	847	886	594	516	486	755	828	869	824	1,006	976
1歳	587	748	848	657	509	444	908	798	812	802	1,135
2歳	327	332	480	585	394	340	347	417	471	524	645
3歳	203	185	184	243	266	240	250	264	293	347	439
4歳	129	117	110	112	140	152	165	191	174	203	269
5歳	69	71	73	68	61	87	82	113	125	105	135
6歳以上	110	113	118	137	121	104	120	136	156	183	163
合計	2,272	2,452	2,407	2,318	1,977	2,122	2,700	2,788	2,855	3,170	3,762
年齢別親魚量 (トン)											
	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3歳	102	92	92	122	133	120	125	132	147	174	219
4歳	129	117	110	112	140	152	165	191	174	203	269
5歳	69	71	73	68	61	87	82	113	125	105	135
6歳以上	110	113	118	137	121	104	120	136	156	183	163
合計	410	393	393	439	455	463	492	572	602	665	786

補足表 2-4. (続き)

年齢別漁獲尾数 (千尾)											
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
0歳	3,466	3,533	2,391	2,331	2,186	1,980	2,318	2,836	1,341	1,608	1,711
1歳	2,885	2,131	2,685	3,057	2,363	2,941	2,689	4,340	2,835	3,958	3,285
2歳	837	874	859	1,001	689	1,078	1,311	960	1,052	828	1,362
3歳	402	392	466	465	359	397	535	560	470	368	563
4歳	187	192	229	241	196	150	223	258	228	194	360
5歳	90	104	112	129	104	59	80	87	100	78	121
6歳以上	56	72	80	89	91	61	71	95	104	97	88
合計	7,923	7,298	6,822	7,313	5,988	6,666	7,227	9,136	6,130	7,131	7,490
年齢別漁獲量 (トン)											
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
0歳	267	272	184	180	168	152	178	218	103	124	132
1歳	580	428	540	614	475	591	541	872	570	795	660
2歳	295	308	303	353	243	381	463	339	371	292	481
3歳	215	210	249	249	192	212	286	299	251	197	300
4歳	137	141	168	177	144	110	164	189	167	142	264
5歳	87	100	109	125	101	57	77	84	96	75	117
6歳以上	85	109	122	136	139	93	108	146	159	147	134
合計	1,666	1,568	1,675	1,834	1,462	1,596	1,817	2,147	1,717	1,772	2,088
年齢別漁獲係数											
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
0歳	0.44	0.40	0.28	0.27	0.23	0.23	0.20	0.30	0.12	0.15	0.17
1歳	0.74	0.63	0.73	0.85	0.57	0.65	0.66	0.85	0.64	0.69	0.61
2歳	0.52	0.53	0.56	0.68	0.46	0.57	0.69	0.53	0.51	0.39	0.54
3歳	0.54	0.48	0.57	0.67	0.53	0.52	0.60	0.70	0.53	0.32	0.48
4歳	0.53	0.52	0.55	0.65	0.64	0.42	0.60	0.64	0.67	0.41	0.58
5歳	0.59	0.62	0.63	0.67	0.63	0.39	0.41	0.47	0.52	0.49	0.48
6歳以上	0.59	0.62	0.63	0.67	0.63	0.39	0.41	0.47	0.52	0.49	0.48
%SPR	3.0	4.0	3.0	2.0	4.0	5.0	4.0	3.0	4.0	6.0	5.0
年齢別資源尾数 (千尾)											
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
0歳	11,834	12,926	11,796	11,842	12,928	11,635	15,423	13,420	14,848	13,960	13,535
1歳	6,212	5,160	5,845	6,019	6,100	6,955	6,249	8,535	6,753	8,950	8,128
2歳	2,249	2,327	2,169	2,216	2,023	2,702	2,863	2,530	2,865	2,797	3,530
3歳	1,052	1,129	1,161	1,041	950	1,074	1,289	1,210	1,252	1,450	1,600
4歳	491	518	592	551	450	472	541	596	507	625	886
5歳	220	243	261	288	243	200	261	252	266	219	349
6歳以上	137	168	186	200	212	204	231	276	278	271	253
合計	22,195	22,471	22,010	22,157	22,906	23,242	26,857	26,819	26,769	28,272	28,281
年齢別資源量 (トン)											
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
0歳	911	995	908	912	995	896	1,188	1,033	1,143	1,075	1,042
1歳	1,249	1,037	1,175	1,210	1,226	1,398	1,256	1,716	1,357	1,799	1,634
2歳	794	822	766	782	714	954	1,010	893	1,011	987	1,246
3歳	562	603	620	556	508	574	689	646	669	775	854
4歳	361	380	434	405	331	347	397	438	372	459	650
5歳	213	235	252	279	235	193	252	243	257	211	338
6歳以上	210	256	283	305	323	312	352	421	424	414	387
合計	4,300	4,328	4,438	4,449	4,332	4,674	5,144	5,390	5,233	5,720	6,151
年齢別親魚量 (トン)											
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3歳	281	301	310	278	254	287	344	323	334	387	427
4歳	361	380	434	405	331	347	397	438	372	459	650
5歳	213	235	252	279	235	193	252	243	257	211	338
6歳以上	210	256	283	305	323	312	352	421	424	414	387
合計	1,065	1,172	1,279	1,267	1,143	1,139	1,345	1,425	1,387	1,471	1,802

補足表 2-4. (続き)

年齢別漁獲尾数 (千尾)										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0歳	1,108	2,419	1,374	2,006	2,676	2,041	2,197	2,277	2,860	2131
1歳	3,429	5,251	3,820	2,793	3,394	2,892	2,675	2,771	2,921	2567
2歳	1,441	1,066	937	740	848	891	900	1,013	985	1042
3歳	696	538	505	397	468	499	458	523	606	581
4歳	347	300	220	189	270	307	288	317	390	368
5歳	164	129	111	90	145	167	167	181	227	252
6歳以上	124	119	105	83	175	175	221	241	291	372
合計	7,309	9,822	7,072	6,298	7,976	6,972	6,906	7,323	8,280	7,313
年齢別漁獲量 (トン)										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0歳	85	186	106	154	206	157	169	175	220	164
1歳	689	1,056	768	561	682	581	538	557	587	516
2歳	509	376	331	261	299	315	318	357	348	368
3歳	372	287	270	212	250	267	245	279	324	311
4歳	255	220	162	139	198	225	212	233	286	270
5歳	158	125	107	87	140	162	162	175	219	244
6歳以上	190	182	161	126	266	267	337	367	445	568
合計	2,258	2,432	1,905	1,540	2,041	1,974	1,981	2,143	2,429	2,441
年齢別漁獲係数										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0歳	0.09	0.22	0.14	0.18	0.24	0.18	0.19	0.18	0.22	0.15
1歳	0.69	0.90	0.74	0.55	0.61	0.52	0.45	0.44	0.44	0.36
2歳	0.60	0.48	0.39	0.30	0.32	0.31	0.30	0.31	0.28	0.27
3歳	0.58	0.45	0.42	0.27	0.31	0.31	0.25	0.28	0.30	0.25
4歳	0.61	0.51	0.32	0.26	0.29	0.33	0.28	0.27	0.33	0.29
5歳	0.56	0.46	0.34	0.21	0.32	0.28	0.29	0.28	0.30	0.36
6歳以上	0.56	0.46	0.34	0.21	0.32	0.28	0.29	0.28	0.30	0.36
%SPR	4.0	4.0	7.0	12.0	9.0	10.0	12.0	12.0	11.0	13.0
年齢別資源尾数 (千尾)										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0歳	16,066	15,118	12,632	14,870	15,119	14,715	15,589	16,546	17,693	18061
1歳	7,756	9,966	8,245	7,422	8,418	8,034	8,283	8,747	9,329	9625
2歳	3,481	3,059	3,182	3,098	3,361	3,612	3,755	4,143	4,423	4747
3歳	1,727	1,613	1,602	1,824	1,934	2,056	2,229	2,341	2,565	2827
4歳	833	818	867	888	1,175	1,202	1,276	1,459	1,495	1608
5歳	416	384	414	529	576	743	732	812	940	904
6歳以上	316	353	394	483	694	778	969	1,079	1,207	1336
合計	30,595	31,311	27,336	29,114	31,277	31,140	32,833	35,127	37,652	39,108
年齢別資源量 (トン)										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0歳	1,237	1,164	973	1,145	1,164	1,133	1,200	1,274	1,362	1391
1歳	1,559	2,003	1,657	1,492	1,692	1,615	1,665	1,758	1,875	1,935
2歳	1,229	1,080	1,123	1,093	1,186	1,275	1,326	1,463	1,561	1,676
3歳	922	861	856	974	1,033	1,098	1,190	1,250	1,370	1,509
4歳	611	600	636	652	862	882	937	1,071	1,098	1,180
5歳	403	371	400	511	557	718	708	785	909	874
6歳以上	482	539	601	737	1,060	1,188	1,478	1,646	1,842	2,038
合計	6,443	6,618	6,246	6,604	7,554	7,909	8,504	9,247	10,017	10,603
年齢別親魚量 (トン)										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3歳	461	431	428	487	516	549	595	625	685	755
4歳	611	600	636	652	862	882	937	1,071	1,098	1,180
5歳	403	371	400	511	557	718	708	785	909	874
6歳以上	482	539	601	737	1,060	1,188	1,478	1,646	1,842	2,038
合計	1,957	1,941	2,065	2,387	2,995	3,337	3,718	4,127	4,534	4,847

補足表 2-4. (続き)

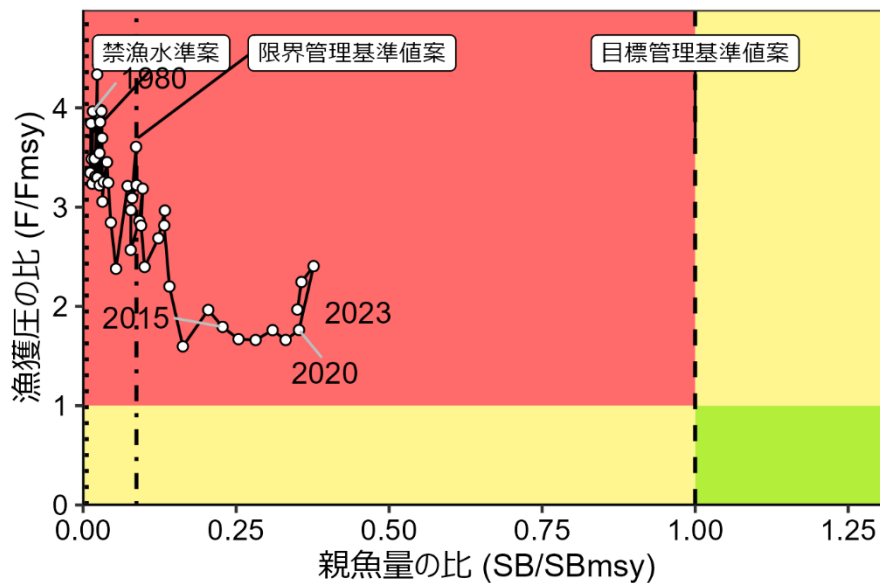
年齢別漁獲尾数 (千尾)				
	2020	2021	2022	2023
0歳	2,456	3,666	4,763	2,882
1歳	3,054	4,422	4,345	3,767
2歳	1,388	1,808	1,424	1,542
3歳	726	983	831	780
4歳	449	618	542	484
5歳	265	382	333	291
6歳以上	343	469	441	382
合計	8,681	12,348	12,679	10,128
年齢別漁獲量 (トン)				
	2020	2021	2022	2023
0歳	189	282	367	222
1歳	614	889	873	757
2歳	490	638	503	544
3歳	388	525	444	416
4歳	329	454	398	355
5歳	256	369	322	281
6歳以上	523	716	674	583
合計	2,789	3,873	3,581	3,158
年齢別漁獲係数				
	2020	2021	2022	2023
0歳	0.16	0.22	0.29	0.21
1歳	0.40	0.56	0.50	0.45
2歳	0.34	0.44	0.35	0.34
3歳	0.30	0.41	0.36	0.32
4歳	0.31	0.44	0.40	0.35
5歳	0.33	0.45	0.43	0.38
6歳以上	0.33	0.45	0.43	0.38
%SPR	11.0	6.0	7.0	9.0
年齢別資源尾数 (千尾)				
	2020	2021	2022	2023
0歳	20,092	22,725	23,047	18,624
1歳	10,475	11,583	12,369	11,685
2歳	5,295	5,532	5,189	5,877
3歳	3,048	3,192	3,006	3,070
4歳	1,851	1,904	1,790	1,773
5歳	1,018	1,149	1,039	1,012
6歳以上	1,316	1,411	1,379	1,329
合計	43,095	47,496	47,819	43,370
年齢別資源量 (トン)				
	2020	2021	2022	2023
0歳	1,547	1,750	1,775	1,434
1歳	2,105	2,328	2,486	2,349
2歳	1,869	1,953	1,832	2,074
3歳	1,628	1,705	1,605	1,640
4歳	1,358	1,398	1,314	1,301
5歳	985	1,111	1,005	979
6歳以上	2,008	2,154	2,104	2,028
合計	11,500	12,399	12,121	11,805
年齢別親魚量 (トン)				
	2020	2021	2022	2023
0歳	0	0	0	0
1歳	0	0	0	0
2歳	0	0	0	0
3歳	814	852	803	820
4歳	1,358	1,398	1,314	1,301
5歳	985	1,111	1,005	979
6歳以上	2,008	2,154	2,104	2,028
合計	5,165	5,515	5,226	5,128

補足資料 3 管理基準値案と禁漁水準案等

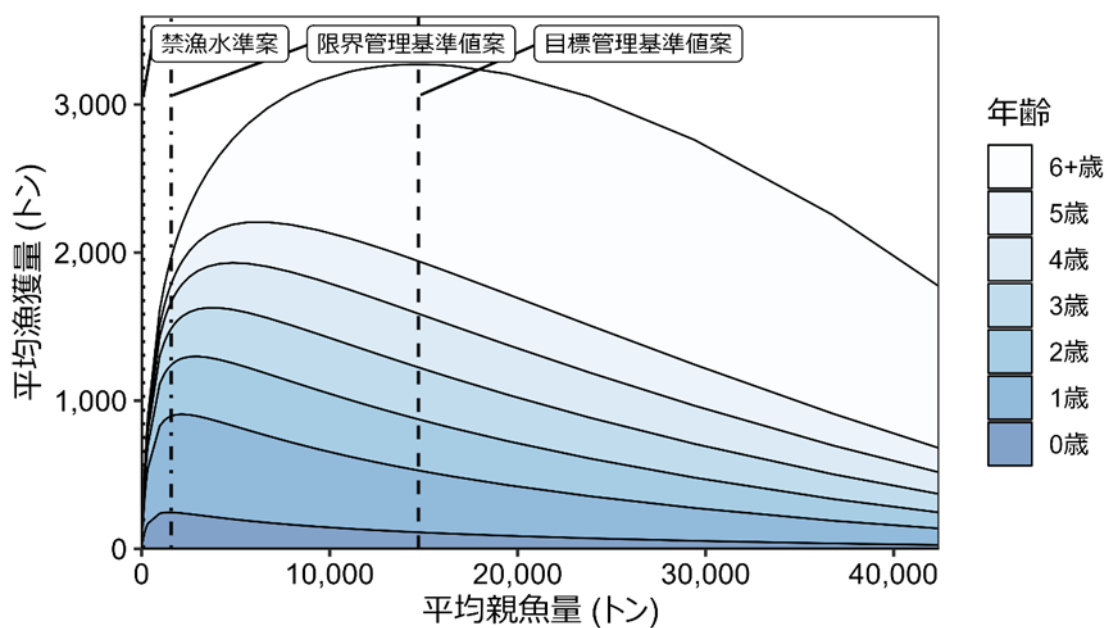
令和 4 年 10 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」により、目標管理基準値 (SBtarget) には MSY 水準における親魚量 (SBmsy : 147 百トン)、限界管理基準値 (SBlimit) には MSY の 60% の漁獲量が得られる親魚量 (SB0.6msy : 15 百トン)、禁漁水準 (SBban) には MSY の 10% が得られる親魚量 (SB0.1msy : 1 百トン) を用いることが提案されている (山本ほか 2022、補足表 6-2)。

目標管理基準値案と、SBmsy を維持する漁獲圧 (Fmsy) を基準にした神戸プロットを補足図 3-1 に示す。コホート解析により得られた親魚量 (SB2023 : 5,127 トン) は 1977 年以降、目標管理基準値案を下回り、漁獲圧は、1977 年以降 Fmsy を上回っている。

平衡状態における平均親魚量と年齢別平均漁獲量との関係を補足図 3-2 に示す。平均親魚量が限界管理基準値以下では 1~3 歳魚までで平均漁獲量の約半数を占めている。限界管理基準値以上では、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。



補足図 3-1. 管理基準値案と親魚量・漁獲圧との関係 (神戸プロット)



補足図 3-2. 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）

将来予測シミュレーションにおける平衡状態での、平均親魚量に対する年齢別漁獲量の平均値と、それぞれの管理基準値案の位置関係を示す。なお、漁業がなかった場合を仮定した初期親魚量（SB0）は 60,598 トンである。

補足資料 4 漁獲管理規則案に対応した将来予測

(1) 将来予測の設定

資源評価で推定した 2023 年の資源量から、コホート解析の前進法を用いて 2024～2055 年の将来予測計算を行った（補足資料 5）。将来予測における加入量は、各年の親魚量から予測される値を再生産関係式から与えた。加入量の不確実性として、対数正規分布に従う誤差を仮定し、10,000 回の繰り返し計算を行った。2024 年の漁獲量は、予測される資源量と現状の漁獲圧（F2018-2022）から仮定した。2025 年以降の漁獲圧には、各年に予測される親魚量をもとに下記の漁獲管理規則案で定められる漁獲圧を用いた。

本種は栽培対象種であるため、上記の設定に加えて人工種苗由来の加入尾数として現状の種苗放流を考慮（人工種苗由来の 0 歳魚資源尾数の 2018～2022 年の平均値である 5.5 万尾を加算）した設定における試算も行った（補足図 4-2、4-3、補足表 4-1～4-6）。なお、2024 年の加入量については、設定に依らず人工種苗由来の 5.5 万尾を加算した。

(2) 漁獲管理規則案

漁獲管理規則案は、目標管理基準値案以上に親魚量を維持・回復する達成確率を勘案して、親魚量に対応した漁獲圧（F）等を定めたものである。「漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針」では、親魚量が限界管理基準値案を下回った場合には禁漁水準案まで直線的に漁獲圧を削減するとともに、親魚量が限界管理基準値案以上にある場合には F_{msy} に調整係数 β を乗じた値を漁獲圧の上限とするものを提示している。補足図 4-1 に本系群の「管理基準値等に関する研究機関会議」により提案された漁獲管理規則を示す。ここでは例として調整係数 β を 0.8 とした場合を示した。なお、研究機関会議提案では「 β が 0.8 以下であれば、10 年後に目標管理基準値案を 50%以上の確率で上回ると推定される」とされている。

(3) 2025 年の予測値

漁獲管理規則案に基づき試算された 2025 年の平均漁獲量は、放流を想定しない場合で、 β を 0.8 とした場合には 14 百トン、 β を 1.0 とした場合には 17 百トンであった（補足表 4-3、6-4）。現状の放流を想定した場合でも、 β を 0.8 とした場合には 14 百トン、 β を 1.0 とした場合には 17 百トンであった（補足表 4-5、4-6、6-5）。2025 年に予測される親魚量は、放流の想定に依らず、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 57 百トンと見込まれた（補足表 4-1～4-4）。

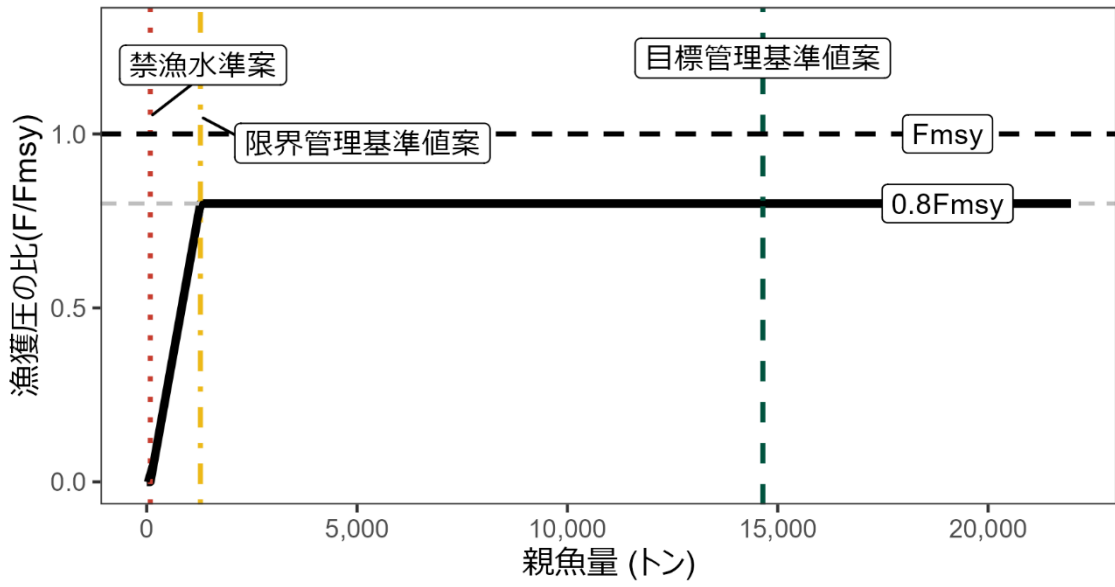
(4) 2026 年以降の予測

2026 年以降も含めた将来予測の結果を補足図 4-2、4-3 および補足表 4-1～4-6 に示す。漁獲管理規則案に基づく管理を 10 年間継続した場合、2035 年の親魚量の予測値は β を 0.8 とした場合には平均 176 百トン（90%予測区間は 158 百～195 百トン）であり、 β を 1.0 とした場合には平均 140 百トン（90%予測区間は 126 百～156 百トン）である（補足表 6-6、6-7）。2035 年に予測値が目標管理基準値案を上回る確率は β が 0.9 以下で 50%を上回る。限界管理基準値案を上回る確率は β が 1.0 以下で 100%である。現状の漁獲圧（F2018-2022）を継続した場合の 2035 年の親魚量の予測値は平均 51 百トン（90%予測区間は 45 百～58

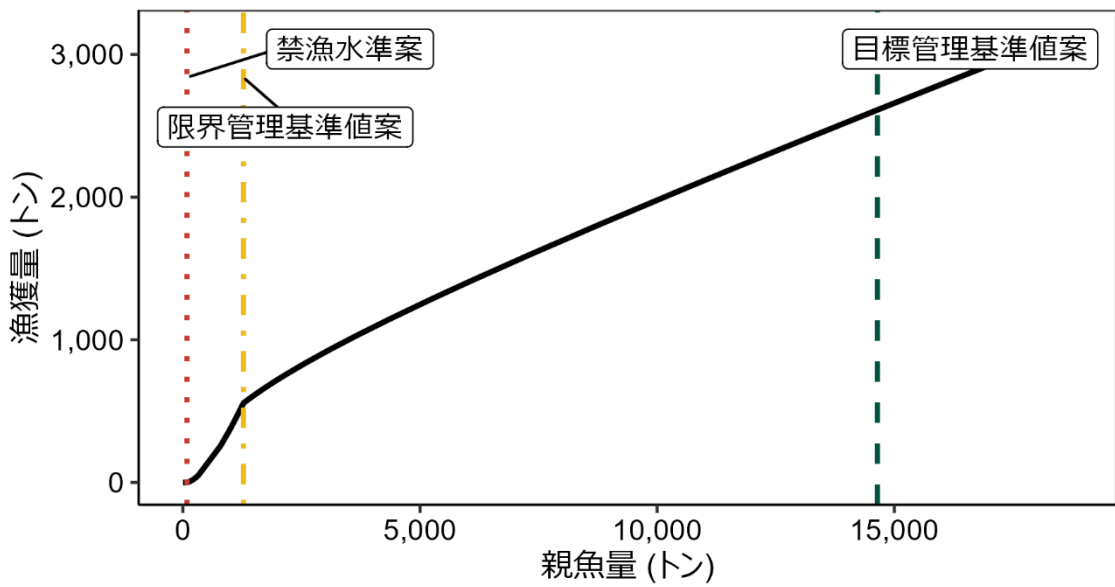
百トン) であり目標管理基準値案を上回る確率は 0%、限界管理基準値案を上回る確率は 100%である。

同様に、現状の放流を想定した場合の 2026 年以降も含めた将来予測の結果を補足図 4-3 および補足表 4-2、4-4、4-6 に示す。漁獲管理規則案に基づく管理を 10 年間継続した場合、2035 年の親魚量の予測値は β を 0.8 とした場合には平均 177 百トン (90%予測区間は 159 百~196 百トン) であり、 β を 1.0 とした場合には平均 141 百トン (90%予測区間は 126 百~156 百トン) である (補足表 6-7、6-9)。予測値が目標管理基準値案を上回る確率は β が 0.9 以下で 50%を上回る。限界管理基準値案を上回る確率は β が 1.0 以下で 100%である。現状の漁獲圧 (F2018-2022) を継続した場合の 2035 年の親魚量の予測値は平均 52 百トン (90%予測区間は 46 百~58 百トン) であり目標管理基準値案を上回る確率は 0%、限界管理基準値案を上回る確率は 100%である。

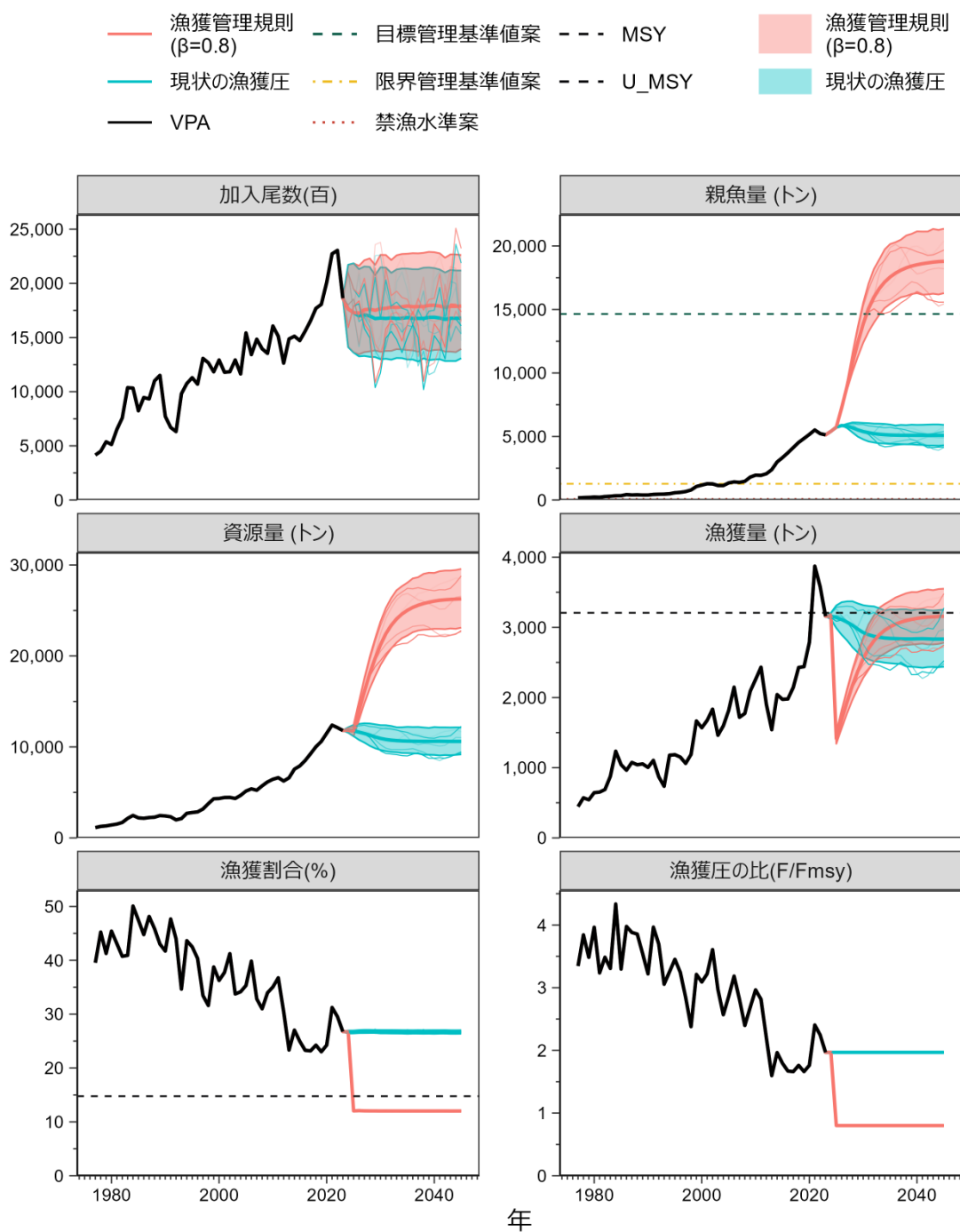
a) 縦軸を漁獲圧にした場合



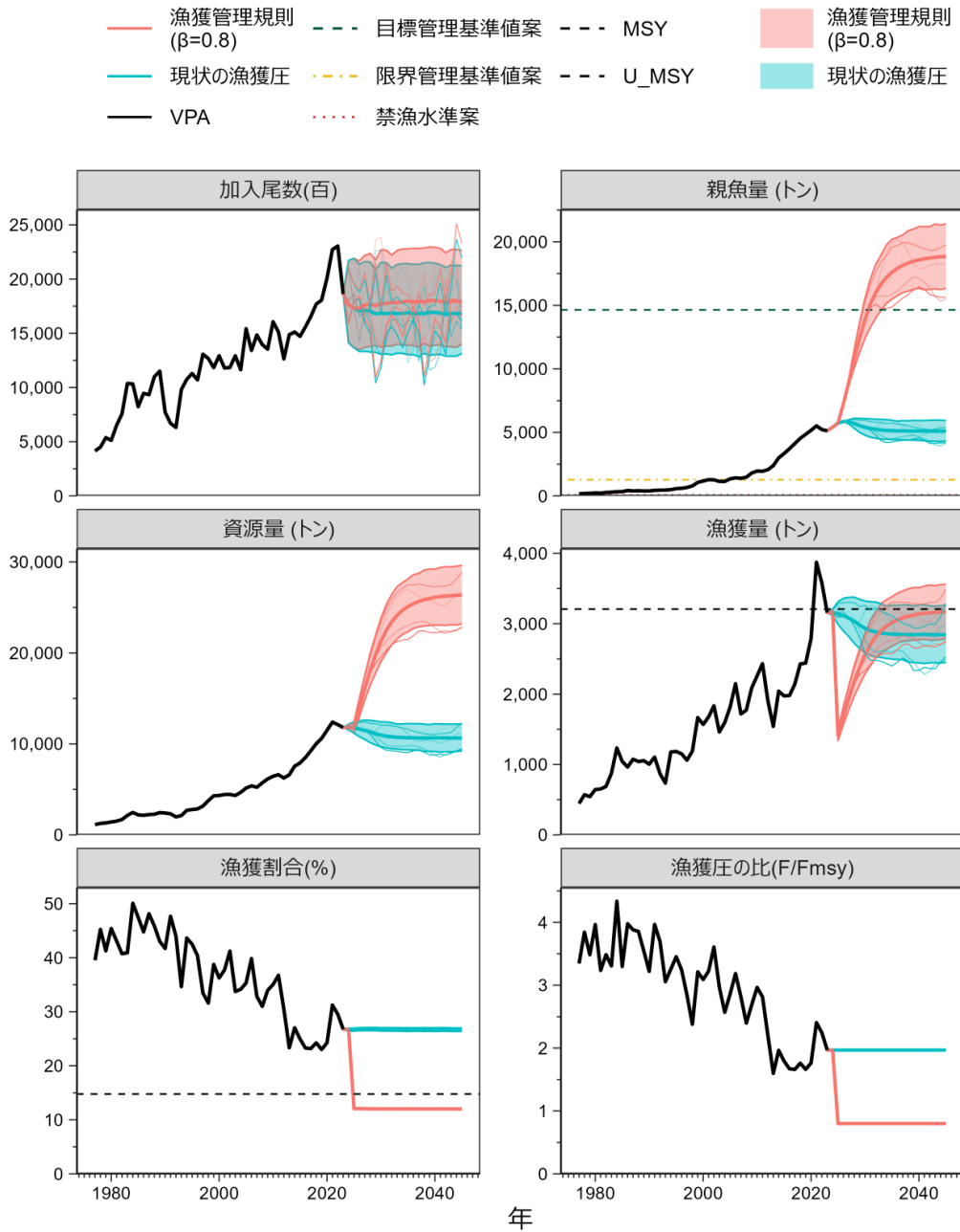
b) 縦軸を漁獲量にした場合



補足図 4-1. 漁獲管理規則案



補足図 4-2. 漁獲管理規則案に従って漁獲を続けた場合（赤線）と現状の漁獲圧（F2018-2022）で漁獲を続けた場合の将来予測（青色）
 太実線は平均値、網掛けはシミュレーション結果の 90%が含まれる予測区間、細線は 5 通りの将来予測の例示である。親魚量の図の緑破線は目標管理基準値案、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案を維持する漁獲割合 (Umsy) を示す。漁獲管理規則案での調整係数 β には 0.8 を用いた。2024 年の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧 (F2018-2022) により仮定した。



補足図 4-3. 現状の種苗放流を想定した場合における漁獲管理規則案に従って漁獲を続けた場合（赤線）と現状の漁獲圧（F2018-2022）で漁獲を続けた場合の将来予測（青色）太実線は平均値、網掛けはシミュレーション結果の90%が含まれる予測区間、細線は5通りの将来予測の例示である。親魚量の図の緑破線は目標管理基準値案、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案を維持する漁獲割合(U_{msy})を示す。漁獲管理規則案での調整係数 β には0.8を用いた。2024年の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧（F2018-2022）により仮定した。

補足表 4-1. 将来の親魚量が目標・限界管理基準値案を上回る確率

a) 目標管理基準値案を上回る確率 (%)

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	
1.0	0	0	0	0	0	0	0	3	8	15	23	29	
0.9			0	0	0	0	3	19	42	60	72	79	
0.8			0	0	0	0	21	63	86	94	97	99	
0.7			0	0	0	5	64	94	99	100	100	100	
0.6			0	0	0	30	95	100	100	100	100	100	
0.5			0	0	0	76	100	100	100	100	100	100	
0.4			0	0	2	98	100	100	100	100	100	100	
0.3			0	0	17	100	100	100	100	100	100	100	
0.2			0	0	61	100	100	100	100	100	100	100	
0.1			0	0	95	100	100	100	100	100	100	100	
0.0			0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	
現状の漁獲圧			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

b) 限界管理基準値案を上回る確率 (%)

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

β を 0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2024 年の漁獲量は現状の漁獲圧 (F2018-2022) から予測される 32 百トンとし、2025 年から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧 (F2018-2022、 $\beta=1.97$ に相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足表 4-2. 種苗放流を考慮した場合に将来の親魚量が目標・限界管理基準値案を上回る確率

a) 目標管理基準値案を上回る確率 (%)

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	
1.0	0	0	0	0	0	0	0	3	8	16	24	30	
0.9			0	0	0	0	3	20	43	61	73	80	
0.8			0	0	0	0	22	64	87	95	98	99	
0.7			0	0	0	5	65	95	99	100	100	100	
0.6			0	0	0	31	95	100	100	100	100	100	
0.5			0	0	0	77	100	100	100	100	100	100	
0.4			0	0	2	98	100	100	100	100	100	100	
0.3			0	0	17	100	100	100	100	100	100	100	
0.2			0	0	62	100	100	100	100	100	100	100	
0.1			0	0	95	100	100	100	100	100	100	100	
0.0			0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	
現状の漁獲圧			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

b) 限界管理基準値案を上回る確率 (%)

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

β を 0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2024 年の漁獲量は現状の漁獲圧 (F2018-2022) から予測される 32 百トンとし、2025 年から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧 (F2018-2022、 $\beta=1.97$ に相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足表 4-3. 将来の平均親魚量 (トン)

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	5,408	5,733	7,017	8,338	9,665	10,809	11,779	12,543	13,102	13,514	13,819	14,045
0.9			7,138	8,639	10,199	11,585	12,789	13,754	14,473	15,009	15,412	15,715
0.8			7,262	8,952	10,762	12,417	13,887	15,087	15,994	16,682	17,206	17,604
0.7			7,387	9,275	11,357	13,310	15,081	16,553	17,685	18,555	19,227	19,745
0.6			7,515	9,611	11,984	14,267	16,379	18,167	19,563	20,654	21,507	22,174
0.5			7,645	9,958	12,647	15,294	17,792	19,944	21,652	23,007	24,081	24,933
0.4			7,777	10,319	13,346	16,394	19,329	21,900	23,975	25,646	26,991	28,073
0.3			7,912	10,692	14,084	17,575	21,000	24,055	26,561	28,610	30,284	31,651
0.2			8,049	11,080	14,863	18,841	22,820	26,430	29,439	31,939	34,014	35,733
0.1			8,188	11,481	15,685	20,199	24,799	29,047	32,645	35,683	38,243	40,397
0.0			8,330	11,897	16,553	21,656	26,954	31,931	36,218	39,895	43,043	45,732
現状の漁獲圧					5,862	5,820	5,692	5,529	5,397	5,301	5,235	5,189

β を 0.0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2024 年の漁獲量は現状の漁獲圧 (F2018-2022) から予測される 32 百トンとし、2025 年から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧 (F2018-2022、 $\beta=1.97$ に相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足表 4-4. 種苗放流を考慮した場合の将来の平均親魚量 (トン)

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	5,408	5,733	7,017	8,338	9,669	10,820	11,797	12,569	13,134	13,550	13,858	14,087
0.9			7,138	8,639	10,203	11,597	12,809	13,783	14,508	15,049	15,455	15,761
0.8			7,262	8,952	10,766	12,430	13,908	15,118	16,033	16,726	17,253	17,655
0.7			7,387	9,275	11,361	13,324	15,104	16,587	17,727	18,604	19,280	19,801
0.6			7,515	9,611	11,989	14,282	16,404	18,204	19,609	20,707	21,565	22,237
0.5			7,645	9,958	12,652	15,309	17,819	19,984	21,702	23,065	24,146	25,003
0.4			7,777	10,319	13,351	16,411	19,357	21,944	24,031	25,711	27,064	28,151
0.3			7,912	10,692	14,090	17,593	21,032	24,103	26,621	28,681	30,365	31,738
0.2			8,049	11,080	14,869	18,860	22,853	26,482	29,506	32,018	34,103	35,830
0.1			8,188	11,481	15,691	20,220	24,835	29,103	32,719	35,770	38,342	40,506
0.0			8,330	11,897	16,559	21,678	26,993	31,993	36,298	39,992	43,153	45,855
現状の漁獲圧					5,862	5,820	5,694	5,535	5,407	5,313	5,249	5,205

β を 0.0~1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2024 年の漁獲量は現状の漁獲圧 (F2018-2022) から予測される 32 百トンとし、2025 年から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧 (F2018-2022、 $\beta=1.97$ に相当) で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足表 4-5. 将来の平均漁獲量（トン）

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	3,159	1,739	2,004	2,243	2,453	2,625	2,772	2,889	2,974	3,036	3,082	3,116
0.9		1,579	1,850	2,100	2,324	2,513	2,678	2,811	2,910	2,984	3,039	3,080
0.8		1,416	1,686	1,941	2,175	2,377	2,558	2,706	2,817	2,901	2,965	3,014
0.7		1,251	1,514	1,767	2,004	2,215	2,407	2,566	2,688	2,782	2,854	2,910
0.6		1,082	1,331	1,575	1,809	2,023	2,220	2,387	2,517	2,618	2,697	2,759
0.5		910	1,138	1,366	1,589	1,797	1,992	2,161	2,294	2,400	2,483	2,549
0.4		735	934	1,137	1,340	1,533	1,718	1,880	2,011	2,115	2,200	2,267
0.3		556	719	887	1,060	1,226	1,390	1,535	1,654	1,751	1,830	1,895
0.2		374	492	616	745	873	1,000	1,116	1,212	1,291	1,357	1,411
0.1		189	252	321	393	466	540	609	666	715	756	790
0.0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
現状の漁獲圧			3,142	3,143	3,115	3,081	3,032	2,977	2,934	2,903	2,881	2,866

β を 0.0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2024 年の漁獲量は現状の漁獲圧（F2018-2022）から予測される 32 百トンとし、2025 年から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧（F2018-2022、 $\beta=1.97$ に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足表 4-6. 種苗放流を考慮した場合の将来の平均漁獲量（トン）

β	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
1.0	3,159	1,739	2,005	2,246	2,457	2,630	2,778	2,896	2,982	3,045	3,091	3,126
0.9		1,579	1,851	2,102	2,327	2,518	2,684	2,818	2,918	2,992	3,048	3,089
0.8		1,417	1,688	1,943	2,178	2,382	2,563	2,712	2,825	2,910	2,974	3,023
0.7		1,251	1,515	1,769	2,007	2,219	2,412	2,572	2,695	2,790	2,862	2,918
0.6		1,082	1,332	1,577	1,812	2,026	2,224	2,393	2,523	2,625	2,705	2,767
0.5		910	1,139	1,367	1,591	1,800	1,996	2,166	2,300	2,406	2,490	2,557
0.4		735	935	1,138	1,342	1,535	1,721	1,884	2,016	2,121	2,206	2,274
0.3		556	719	888	1,061	1,229	1,393	1,539	1,658	1,756	1,835	1,900
0.2		374	492	617	746	874	1,002	1,118	1,215	1,294	1,361	1,415
0.1		189	252	321	393	467	541	610	668	717	758	793
0.0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
現状の漁獲圧			3,143	3,118	3,085	3,037	2,984	2,942	2,911	2,890	2,875	2,864

β を 0.0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2024 年の漁獲量は現状の漁獲圧（F2018-2022）から予測される 32 百トンとし、2025 年から漁獲管理規則案による漁獲とした。比較のため現状の漁獲圧（F2018-2022、 $\beta=1.97$ に相当）で漁獲を続けた場合の結果も示した。

補足資料 5 将来予測の方法

将来予測における各種設定には補足表 5-1 の値を用いた。資源尾数や漁獲量の予測は、ABCWG (2024) に基づき、統計ソフトウェア R (version 4.2.2) 用計算パッケージ frasyr (version 2.2.0) を用いて実施した。再生産関係としては、将来予測における加入量は、令和 4 年 10 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」において最大持続生産量 MSY の推定に用いた再生産関係 (山本ほか 2022) を使用した。

将来予測における漁獲係数 F は、「令和 6 (2024) 年度 漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針 (FRA-SA2024-ABCWG02-01)」における 1 系資源の管理規則に基づき算出される値を用いた。

本種は栽培対象種であり種苗放流が継続的に行われている (補足表 2-2)。将来予測において種苗放流を考慮する場合は、将来の人工種苗由来の加入尾数として 2018~2022 年の平均値である 5.5 万尾を毎年の加入量に加算した。

将来予測における 1~5 歳魚の資源尾数は以下の式で求めた。

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

6 歳魚以上のプラスグループの資源尾数は以下の式で求めた。

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

また、各年齢の漁獲尾数は以下の式で求めた。

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

将来予測における資源量および漁獲量は、算出した資源尾数または漁獲尾数に補足表 5-1 の平均体重を乗じて求め、親魚量はこの資源量に成熟割合を乗じて算出した。

引用文献

資源評価高度化作業部会 (2023) 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-SA2023-ABCWG02-04.

山本圭介・金谷彩友美・片町太輔・山下夕帆 (2022) 令和 3 (2021) 年度マダイ瀬戸内海東部系群の管理基準値案等に関する研究機関会議資料. FRA-SA2022-BRP14-002, 水産研究・教育機構, 1-54. http://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/20210928/doc_madai_setonaikai-mw_RIM.pdf (last accessed 27 July 2022)

補足表 5-1. 将来予測のパラメータ

年齢	選択率 (注 1)	Fmsy (注 2)	F2018-2022 (注 3)	平均体重 (g)	自然死亡 係数	成熟 割合
0 歳	0.42	0.11	0.21	77	0.39	0
1 歳	1.00	0.26	0.45	201	0.24	0
2 歳	0.65	0.17	0.34	353	0.17	0
3 歳	0.62	0.16	0.32	534	0.17	0.5
4 歳	0.65	0.17	0.35	734	0.17	1
5 歳	0.65	0.17	0.38	967	0.17	1
6 歳以上	0.65	0.17	0.38	1,526	0.17	1

注 1 : 令和 4 年度研究機関会議で MSY を実現する水準の推定の際に使用した選択率 (すなわち、令和 4 年度資源評価での Fcurrent の選択率)。1 歳の値を 1 としている。

注 2 : 令和 4 年度研究機関会議で推定された Fmsy (すなわち、令和 4 年度資源評価での Fcurrent に Fmsy/Fcurrent を掛けたもの)。

注 3 : 2018~2022 年の F の平均値。現状の漁獲圧として使用。

補足資料 6 各種パラメータと評価結果の概要

補足表 6-1. 再生産関係式のパラメータ

再生産関係式	最適化法	自己相関	a	b	S.D.	ρ
ベバートン・ホルト型	最小二乗法	有	39.06	2.1×10^{-4}	0.13	0.47

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

補足表 6-2. 管理基準値案と MSY

項目	値	説明
SBtarget 案	147 百トン	目標管理基準値案。最大持続生産量 MSY を実現する親魚量(SBmsy)
SBlimit 案	15 百トン	限界管理基準値案。MSY の 60% の漁獲量が得られる親魚量(SB0.6msy)
SBban 案	1 百トン	禁漁水準案。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 (0 歳, 1 歳, 2 歳, 3 歳以上)=(0.40, 0.58, 0.77, 0.77)	
%SPR	25%	Fmsy に対応する%SPR
MSY	32 百トン	最大持続生産量

補足表 6-3. 最新年の親魚量と漁獲圧

項目	値	説明
SB2023	5,127トン	2023 年の親魚量
F2023	2023 年の漁獲圧(漁獲係数 F) (0 歳, 1 歳, 2 歳, 3 歳, 4 歳, 5 歳, 6 歳以上) =(0.21, 0.45, 0.34, 0.32, 0.35, 0.38, 0.38)	
U2023	27%	2023 年の漁獲割合
%SPR (F2023)	9%	2023 年の%SPR
%SPR (F2018-2022)	9%	現状の漁獲圧(2018~2022 年の F の平均値)に対応する%SPR
管理基準値案との比較		
SB2023/ SBmsy (SBtarget 案)	0.35	最大持続生産量を実現する親魚量(SBmsy、目標管理基準値案)に対する 2023 年の親魚量の比
F2023/ Fmsy	1.97	SBmsy を維持する漁獲圧(Fmsy)に対する 2023 年の漁獲圧の比*
親魚量の水準	MSY を実現する水準を下回る	
漁獲圧の水準	SBmsy を維持する水準を上回る	
親魚量の動向	横ばい	

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

補足表 6-4. 2025 年の予測漁獲量

2025 年の親魚量(予測平均値): 57 百トン			
項目	2025 年の 平均漁獲量 (百トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2018-2022)	2025 年の 漁獲割合 (%)
管理基準値等に関する研究機関会議資料で提案された β (最高値)			
$\beta=0.8$	14	0.43	12
上記と異なる β を使用した場合			
$\beta=1.0$	17	0.54	15
$\beta=0.6$	11	0.32	9
$\beta=0.4$	7	0.22	6
$\beta=0.2$	4	0.11	3
$\beta=0.0$	0	0	0
F2018-2022	31	1	27

補足表 6-5. 種苗放流を考慮した場合の 2025 年の予測漁獲量

2025 年の親魚量(予測平均値): 57 百トン			
項目	2025 年の 平均漁獲量 (百トン)	現状の漁獲圧に 対する比 (F/F2018-2022)	2025 年の 漁獲割合 (%)
管理基準値等に関する研究機関会議資料で提案された β (最高値)			
$\beta=0.8$	14	0.43	12
上記と異なる β を使用した場合			
$\beta=1.0$	17	0.54	15
$\beta=0.6$	11	0.32	9
$\beta=0.4$	7	0.22	6
$\beta=0.2$	4	0.11	3
$\beta=0.0$	0	0	0
F2018-2022	31	1	27

補足表 6-6. 異なる β に基づく将来予測結果

考慮している不確実性: 加入量					
β	2035 年 の平均親魚量 (百トン)	90% 予測区間 (百トン)	2035 年に親魚量が以下の 管理基準値案を上回る確率(%)		
			SBtarget 案	SBlimit 案	SBban 案
$\beta=1.0$	140	126 – 156	29	100	100
$\beta=0.9$	157	141 – 174	79	100	100
$\beta=0.8$	176	158 – 195	99	100	100
$\beta=0.7$	197	178 – 218	100	100	100
$\beta=0.6$	222	200 – 245	100	100	100
$\beta=0.5$	249	225 – 275	100	100	100
$\beta=0.4$	281	253 – 310	100	100	100
F2018- 2022	51	45 – 58	0	100	100

補足表 6-7. 種苗放流を考慮した場合の異なる β に基づく将来予測結果

考慮している不確実性: 加入量					
β	2035 年 の平均親魚量 (百トン)	90% 予測区間 (百トン)	2035 年に親魚量が以下の 管理基準値案を上回る確率(%)		
			SBtarget 案	SBlimit 案	SBban 案
$\beta=1.0$	141	126 – 156	30	100	100
$\beta=0.9$	158	141 – 175	80	100	100
$\beta=0.8$	177	159 – 196	99	100	100
$\beta=0.7$	198	178 – 219	100	100	100
$\beta=0.6$	222	200 – 246	100	100	100
$\beta=0.5$	250	226 – 276	100	100	100
$\beta=0.4$	282	254 – 310	100	100	100
F2018- 2022	52	46 – 58	0	100	100