FRA-SA2024-AC062

# 令和５（2023）年度ヒラメ日本海北部系群の資源評価

水産研究・教育機構
水産資源研究所　水産資源研究センター（八木佑太・飯田真也・白川北斗・佐藤信彦）
参画機関：青森県産業技術センター水産総合研究所、秋田県水産振興センター、山形県水産研究所、新潟県水産海洋研究所、富山県農林水産総合技術センター水産研究所、全国豊かな海づくり推進協会

## 要　　約

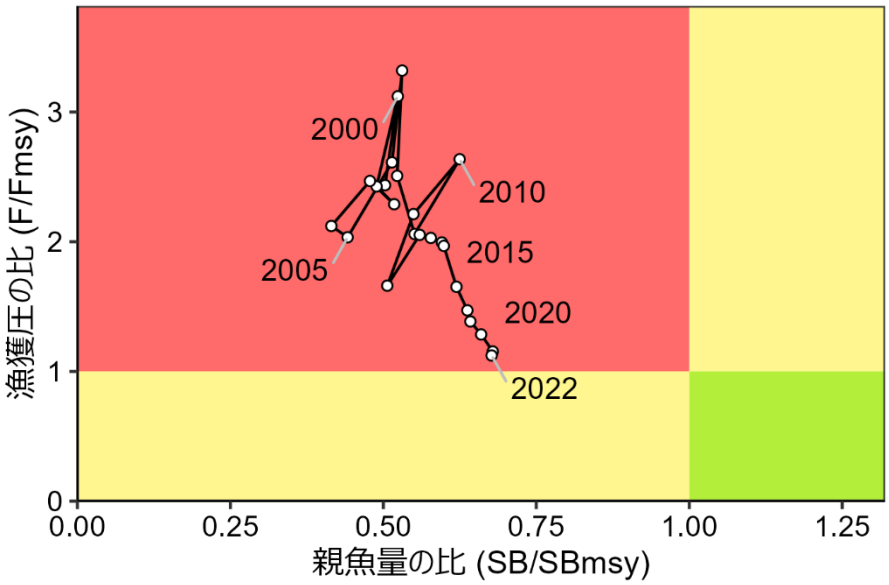
本系群の資源量について、資源量指標値をチューニング指数としたコホート解析により推定した。2022 年の漁獲量は 1,192 トン（暫定値）であり、前年を 39 トン下回った。資源量は 2012 年の 4,128 トンから 2016 年の 4,892 トンに増加して以降、安定して推移しており、2022 年は 4,630 トンと推定された。親魚量は 2013 年以降緩やかに増加しており、2022 年は 3,859 トンと推定された。本種は栽培漁業対象種であり、本系群の分布海域において 2021 年には 210 万尾の人工種苗が放流され、1 歳の放流魚の混入率は 3.5%、添加効率（放流魚の漁獲加入までの生残率）は 0.025 と推定された。

令和 4 年 9 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ホッケー・スティック型が適用されており、これに基づき推定された最大持続生産量（MSY）を実現できる水準の親魚量（SBmsy）は 57 百トンである。この基準に従うと、本系群の 2022 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 2022 年の漁獲圧は MSY を実現する水準の漁獲圧（Fmsy）をやや上回る。親魚量の動向は直近 5 年間（2018～2022 年）の推移から「増加」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において提案された値を暫定的に示した。

FRA-SA2024-AC062

# 要　約　図　表




| 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 | 5,701 トン |
| 2022 年の親魚量の水準 | MSY を実現する水準を下回る |
| 2022 年の漁獲圧の水準 | MSY を実現する水準を上回る |
| 2022 年の親魚量の動向 | 増加 |
| 最大持続生産量（MSY） | 1,591 トン |
| 2024 年の ABC | - |
| コメント:<br>・ABC は、本系群の漁獲管理規則が「資源管理方針に関する検討会」で取り纏められ、「水産政策審議会」を経て定められた後に算定される。<br>・近年の漁獲圧は低下傾向にあり、親魚量は増加傾向を示している。 | |

| 近年の資源量、漁獲量、漁獲圧、および漁獲割合 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 年 | 資源量<br>（トン） | 親魚量<br>（トン） | 漁獲量<br>（トン） | F/Fmsy | 漁獲割合<br>（%） |
| 2018 | 4,683 | 3,634 | 1,410 | 1.47 | 30 |
| 2019 | 4,729 | 3,661 | 1,354 | 1.39 | 29 |
| 2020 | 4,795 | 3,762 | 1,309 | 1.28 | 27 |
| 2021 | 4,705 | 3,870 | 1,231 | 1.15 | 26 |
| 2022 | 4,630 | 3,859 | 1,192 | 1.12 | 26 |
| 2023 | 4,611 | 3,746 | 1,190 | 1.12 | 23 |
| 2024 | 4,646 | 3,714 | - | - | - |

・2022 年の漁獲量は暫定値。
・2023、2024 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<br>（天然魚・黒化魚別） | 漁業・養殖業生産統計年報（農林水産省）<br>沖合底びき網漁業漁獲成績報告書（水産庁）<br>月別漁業種類別漁獲量（青森～富山（5）県）<br>月別体長組成調査（資源研、青森～新潟（4）県）<br>・市場測定<br>体長－体重・体長－年齢測定調査（水研、青森～新潟（4）県）<br>・精密測定<br>資源評価調査以外による調査結果<br>・各県栽培漁業協会等業務報告書<br>・各県資料<br>・豊かな海づくり推進協会資料 |
| 資源量指標値・漁獲努力量等 | 沖合底びき網漁業漁獲成績報告書（水産庁）*<br>新潟県主要 4 港板びき網出漁隻数および漁獲量（新潟県）*<br>小型底びき網網数および漁獲量（秋田県、山形県、新潟県）*<br>底建網経営体数および漁獲量（青森県日本海）* |
| 自然死亡係数（M） | 年当たり M=0.2 を仮定　　安達（2007）に従う |
| 稚魚加入量 | 各県地先における幼稚魚分布調査（水研、青森～新潟（4）県）<br>・水工研Ⅱ型桁網（新潟県は 4 m ビームトロール） |

*はコホート解析におけるチューニング指数である。

## 2. 生態

（1）分布・回遊

本系群の分布域は青森県太平洋側から富山県にいたる沿岸域である（図 2-1）。本種は本来暖海性の魚種であるが、生息域の水温は 10～25 ℃と幅広い。索餌期の生息水深は概ね 150 m 以浅の海域で、産卵期には水深 50 m 以浅に移動する。ふ化した仔魚は約 1 ヵ月の浮遊生活後、水深 10 m 以浅の浅海域に着底し、全長 10 cm 以上になると次第に沖合へと分布域を広げる。未成魚期には春季に接岸し、冬季に沖合で越冬するという季節的な深浅移動を行う。成長するにつれて広域移動をする個体も見られるようになる。標識放流の結果から青森県沖から富山湾にかけては交流が認められているが、能登半島を越えて再捕される例はごく稀である（南 1997）。

（2）年齢・成長

2017 年 5 月～2022 年 1 月に青森県から新潟県沿岸で漁獲されたヒラメの精密測定結果から得られた雌雄別の成長式（図 2-2）ならびに雌雄込みの全長－体重関係式は以下の通りであった。

雄：$Lt = 717.7(1-\exp(-0.153(t+2.944)))$

雌：Lt = 898.0(1-exp(-0.181(t+1.311)))
ここで Lt は起算日を 6 月 1 日とした場合の t 歳時の全長（mm）。

雌雄込み：$W = 1.7440\times10\text{-}6\cdot L^{3.2970}$
ここで W は全長 L（mm）のときの体重（g）。

雄は雌よりも成長が遅く最大全長も小さいため（図 2-2）、全長 50 cm 以上では雄の占める割合は著しく低い（図 2-3）。寿命は概ね 15 年程度と推定されている（南 1997）。青森県日本海側では、19 歳の雌の採集記録がある（上原ほか 2013）。

（3）成熟・産卵

雄は 2 歳、雌は 3 歳で成熟し（南 1997）、春から初夏にかけて沖合から接岸して水深 50 m 以浅の海域で産卵を行う。産卵期は南ほど早く、富山湾では 4～5 月、新潟県から秋田県沿岸では 5～6 月、津軽半島沿岸では 5～7 月、下北半島沿岸では 6～7 月とされている（南 1997）。

（4）被捕食関係

着底後は主にアミ類を食べる。全長 10 cm 以上になると魚類を主食とし、他にはイカ類、エビ類等も食べるようになる。一方、稚魚期には大型のヒラメをはじめマゴチ、オニオコゼ、アナハゼ、イシガニ、エビジャコ等に捕食されることが知られている（南 1986、Seikai et al. 1993、首藤ほか 2006）。

## 3. 漁業の状況

（1）漁業の概要

主に刺網、定置網、底びき網の漁獲対象として各県で広く漁獲されている（図 3-1）。県により主たる漁業種類は異なり、青森県では定置網による漁獲が全漁獲の 6 割以上を占めるが、隣接する秋田県では定置網の占める割合は 3 割程度であり、刺網による漁獲が主体となっている（図 3-2）。山形県でも刺網の占める割合が最も高く、小型底びき網（以下、「小底」という）、定置網でも比較的多く漁獲されている。新潟県では小底による漁獲が最も多く、刺網、定置網が続く。富山県では、刺網と定置網による漁獲が全漁獲のそれぞれ約 5 割を占めている（図 3-2）。また、本資源は周年漁獲されており、主漁期は県や漁業種類によって若干異なるが、系群全体としては 4～6 月の漁獲量が多く、年間漁獲量の約 50%を占める。

資源の保護・管理を目的として漁具漁法、目合、操業時期、操業海域など様々な規制措置がとられている。特に全長制限は各県で行われており、その制限サイズは富山県では 25 cm、新潟県、山形県、秋田県では 30 cm、青森県では 35 cm となっている。

本系群における遊漁によるヒラメの採捕量は 29 トン（2008 年）で、漁獲量の 1%程度である（社団法人フィッシャリーナ協会 2009）。2009 年以降の遊漁による採捕量に関する情報は皆無であり、本系群の資源評価において遊漁については考慮していない。

（2）漁獲量の推移

本系群の漁獲量は、1973 年の 3,734 トンをピークとして、増減を伴いながらも 1989 年の 663 トンに減少した（図 3-3、表 3-1）。その後増加し、2000 年に 2,211 トンとなったが、以降も周期的な増減を繰り返している。近年では、2012 年の 1,258 トンから 2016 年の 1,707 トンにかけて増加したが、その後は緩やかに減少しており、2022 年の漁獲量は 1,192 トンであった。

1999～2022 年の年齢別漁獲尾数の推移および年齢別漁獲尾数の割合を図 3-4 と図 3-5 にそれぞれ示す。2017 年までは、2 歳魚以下の割合が漁獲物の 50%以上（2015 年の 49%を除く）を占めていたが、2018～2022 年では 31～43%となり、その割合は低下傾向にある（図 3-4、3-5、補足表 2-1）。漁獲尾数の変動には 2000、2007、2016 年に 3 回のピークが認められる。近年では、2017 年以降減少傾向にあり、2022 年は過去最少となる 83 万尾であった。

（3）漁獲努力量

本系群の漁獲努力量として、日本海北区における沖合底びき網漁業（以下、「沖底」という）の有効漁獲努力量（補足資料 7）、新潟県の主要 4 港（山北、岩船、新潟、二見）における板びき網の延べ出漁隻数、日本海北部 3 県（秋田県、山形県、新潟県）における小底かけまわし（以下、「かけまわし」という）の網数、青森県日本海側の底建網（定置網の一種）の経営体数を図 3-6、3-7、3-8、3-9 にそれぞれ示す。

沖底の有効漁獲努力量は、1980 年の 49,597 網をピークとして、増減を伴いながらも長期的に減少傾向を示している。2022 年はピーク時（1980 年）の 14%となる 6,898 網であった（図 3-6、表 3-2）。

板びき網の延べ出漁隻数は、1986 年の 13,578 隻をピークとして、長期的には減少傾向が続いている。2022 年はピーク時（1986 年）の 18%となる 2,397 隻であった（図 3-7、表 3-3）。

かけまわしの網数（ヒラメの漁獲があった操業を対象とした網数の合計）は、2008 年の 32,594 から 2009 年の 22,740 に大きく減少した。その後も減少しており、2022 年は 2008 年の 31%となる 10,054 網であった（図 3-8、表 3-4）。

底建網の経営体数は、1999 年の 260 から 2002 年の 275 に増加した。その後は減少し、2022 年は 156 となっている（図 3-9、表 3-5）。

## 4. 資源の状態

（1）資源評価の方法

1999～2022 年の年齢別漁獲尾数（図 3-4、補足表 2-1）を使用し、2008 年以降の沖底の資源密度指数（補足資料 7）、かけまわし CPUE、板びき網 CPUE、底建網 CPUE（図 4-1）をチューニングに用いたコホート解析（補足資料 2）により、年齢別資源尾数および漁獲係数を推定した（補足資料 1）。資源量は、推定した年齢別資源尾数に年齢別平均体重を乗じ、それを合計した値とした。親魚量は 2 歳魚の資源量の半分と 3 歳以上の資源量を合計した値とした。自然死亡係数 M は安達（2007）に従い 0.2 とした。

（2）資源量指標値の推移

沖底の資源密度指数（漁獲量 kg/網）は、1973 年の 7.5 から 1980 年の 1.8 にかけて減少した。その後増加し、1983 年の 4.0 となったが、再び減少に転じ、1989 年には 1972 年以降の最低値である 0.4 となった。以降も増減を繰り返しているが、1995 年に 3.7 となった後は比較的安定して推移した。2022 年は 1997 年以降で最も高い 2.8 であった（図 3-6、表 3-2）。

板びき網の CPUE（漁獲量 kg/延べ出漁隻数）は、2005 年までは 4.5～13.5 の間で推移していたが、2005 年の 10.1 から 2008 年の 24.9 まで急増した。2009 年に大きく減少し 16.6 となったが、2010 年以降再び増加傾向を示し、2016 年には 32.1 となった。その後、2020 年の 27.8 にかけて減少したが、2021 年に 35.1 と増加し、2022 年は 1985 年以降で最高値となる 36.3 であった（図 3-7、表 3-3）。

かけまわしの CPUE（漁獲量 kg/網）は、2008 年以降大きな増減なく推移している。近年では 2018 年の 3.5 から減少し、2021 年には 2008 年以降で最低の 1.7 となったが、2022 年は 1.9 と前年をやや上回る値であった（図 3-8、表 3-4）。

底建網の CPUE（漁獲量 kg/経営体）は、2002 年の 308 から 2008 年の 630 にかけて増加した。その後、2012 年の 451 にかけて減少したが、再び増加し、2016 年には 733 となった。2017 年から 2019 年にかけてやや減少した後、2020 年は 651 と増加したが、2021 年以降やや減少し、2022 年は 498 であった（図 3-9、表 3-5）。

（3）資源量と漁獲圧の推移

資源量は、2000 年の 4,911 トンから 2004 年の 3,623 トンにかけて減少した後、2010 年の 4,980 トンに増加した。その後、2 年連続で減少したが、2016 年の 4,892 トンまで緩やかに増加した。以降は安定して推移しており、2022 年は 4,630 トンと推定された（図 4-2、表 4-1）。漁獲割合は 1999～2011 年までは 34～45%の間を推移しており、2012 年には 30%と大きく低下した。2013 年は上昇し 35%となったが、2017 年以降は緩やかに低下し続けており、2022 年の漁獲割合は 26%であった（図 4-2、表 4-1）。

本系群は栽培対象種であることから、コホート解析により求められた 1 歳魚資源尾数には放流魚が含まれている。そこで、2007 年以降の放流群については黒化判定統一基準（宮津栽培漁業センター 2006）による混入率調査を基に、2006 年以前の放流群については混入率を 4.6%で一定であるとして、天然魚、放流魚別の 1 歳魚資源尾数を算出した（図 4-3、表 4-2）。天然 1 歳魚資源尾数は 2000 年の 370 万尾をピークとし 2003 年の 170 万尾に減少した後、2007 年の 370 万尾に増加した。その後、再び減少し、2011 年には 190 万尾となった。近年では、2016 年の 270 万尾から 2018 年の 180 万尾にかけて減少した後、2019 年の 200 万尾にやや増加した。2020 年以降、2021 年の 120 万尾に大きく減少したが、2022 年は増加し 150 万尾と推定された（図 4-3、表 4-2）。親魚量は、2004 年の 2,366 トンから 2010 年の 3,562 トンに増加した。その後、2 年連続で減少し 2012 年には 2,887 トンとなったが、2013 年以降は緩やかに増加しており、2022 年は 3,859 トンと推定された（図 4-3、表 4-1）。

漁獲係数 F の推移を図 4-4、補足表 2-1 に示す。1 歳魚の F は 2 歳魚以上の各 F よりも低い 0.05～0.27 の間で推移しており、これは各地で漁獲物の全長規制が行われていることに

よるものと考えられる。各年齢の F は長期的には低下傾向を示している。平均の F（各年齢の F の単純平均）は 2007 年の 0.88 をピークとして、2013 年以降は一貫して低下しており、2022 年の F は 0.29 であった。

自然死亡係数 M を変化させた場合の資源量、親魚量、加入量（1 歳魚の資源尾数）の変化を図 4-5 に示した。M を基準値である 0.2 から 0.05 増減させたときに生じる資源量、親魚量、加入量の増減はいずれの年においても概ね 15%以下であった。

青森県から新潟県沿岸での着底稚魚密度指数（各調査の平均）は、2015 年から 2019 年にかけて低下した（図 4-6）。2021 年の着底稚魚密度指数は、青森県（日本海）を除く調査海域で前年を大きく上回り、その平均は 1999 年以降で 4 番目に高い値であった。2022 年については、山形県沿岸では増加、青森県（日本海）では微増となったが、その他の調査海域では前年を大きく下回った。

（4）種苗放流と加入量

本種は栽培漁業の代表的な対象種であり、本系群の分布域において 2021 年には 210 万尾の種苗放流が行われた（表 4-2、4-3）。本系群においては放流種苗、漁獲個体ともに統一的な基準（宮津栽培漁業センター 2006）による黒化判定が行われており、放流種苗の黒化率（表 4-4）により補正した放流魚の年齢別漁獲尾数と混入率が推定されている（新潟県 2008、2009、全国豊かな海づくり推進協会 2011、各県未発表資料）。算出された放流魚（1 歳魚）の混入率は、2020～2022 年でそれぞれ 7.3、4.2、3.5%であった（表 4-2、4-5）。放流魚の添加効率（1 歳魚の放流魚混入率×漁獲加入時（1 歳）の資源尾数／前年の放流尾数）は 2007～2020 年放流群で 0.012～0.076 の間を変動し、2021 年放流群では 0.025 と推定された（表 4-2）。

（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、加入量当たり親魚量（SPR）を基準に、その漁獲圧が無かった場合との比較を行った。図 4-7 に年ごとに漁獲が無かったと仮定した場合の SPR に対する、漁獲があった場合の SPR の割合（%SPR）の推移を示す。%SPR は漁獲圧が低いほど大きな値となる。%SPR は長期的に上昇傾向にある。近年では 2016 年の 13%から 2021、2022 年の 24%に上昇している（表 4-1）。

現状の漁獲圧に対する YPR と%SPR の関係を図 4-8 に示す。ここで、F の選択率としては令和 4 年 9 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 を実現する F（Fmsy）の推定に用いた値（八木ほか 2022a）を用いた。また、年齢別平均体重および成熟割合についても Fmsy 算出時の値を使用した。Fmsy は%SPR に換算すると 27%に相当する。現状の漁獲圧（Fcurrent: F2022）は Fmsy、Fmax、F30%SPR をやや上回る。

（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、「再生産関係の決定に関するガイドライン（令和 4 年度）」（FRA-SA2022-ABCWG02-05. 水産研究・教育

機構 2022）の 3.b（生物学的妥当性・便宜的仮定）、3.e（観測された最低親魚量以下で加入尾数が保守的ではない外挿値になるような場合の回避）および 3.h（自己相関）の基準に従い、ホッケー・スティック型再生産関係が適用されている（八木ほか 2022a）。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（八木ほか 2022b）に基づく 1999～2020 年の親魚量と翌年（2000～2021 年）の 1 歳魚時点の加入量である。最適化方法には最小二乗法を用い、加入量の残差の自己相関を考慮した。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

現在の環境下において最大持続生産量 MSY を実現する親魚量（SBmsy）および MSY を実現する漁獲量として上記の「管理基準値等に関する研究機関会議」で推定された値（八木ほか 2022a）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 を実現する親魚量と漁獲圧を基準にした神戸プロットを図 4-10 に示す。また、2022 年の親魚量と漁獲圧の概要を補足表 6-3 に示した。本系群における 2022 年の親魚量は MSY を実現する親魚量（SBmsy）を下回っており、SBmsy の 0.68 倍である。

また、2022 年の漁獲圧は、MSY を実現する漁獲圧（Fmsy）を上回っており、MSY を実現する漁獲圧の 1.12 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（2018～2022 年）の推移から増加と判断される。

## 5. 資源評価のまとめ

親魚量は 2012 年以降増加傾向を示すが、2022 年の親魚量は MSY を実現する親魚量（SBmsy）を下回った。当系群に対する漁獲圧は 2013 年以降一貫して低下しているが、2022 年の漁獲圧は MSY を実現する漁獲圧（Fmsy）をやや上回った。

## 6. その他

本資源において、資源量推定が行われている 1999 年以降では親魚量の変動が比較的小さく、資源評価データの大半は、資源の中水準期のものと考えられる。当系群で適用した再生産関係式においては、親魚量が過去最低親魚量以上であれば加入量の期待値は親魚量によらず一定と仮定しているが、今後のデータの追加により、加入量の想定が変化する可能性がある。また、近年、加入水準が低迷しており、着底した稚魚の分布状況と生息環境（餌生物、捕食者など）およびその後の加入状況との関係についても検討を進めることが重要である。

また、本系群の資源評価で用いた青森県の年齢別漁獲尾数は、県日本海側の月別銘柄別漁獲重量を銘柄別平均重量で割って銘柄別漁獲尾数に変換後、精密測定に基づく雌雄別季節別 age-銘柄 key（青森県資料）により年齢分解を行い、県全域の漁獲量で引き伸ばして

推定されている（補足資料 2）。青森県の津軽海峡、太平洋北部および太平洋南部では、県日本海側とはヒラメを漁獲する漁業形態や漁獲物の年齢構成が異なると考えられ、海域ごとの詳細な情報に基づく年齢別漁獲尾数の算出のため、情報収集および調査体制を強化することが重要である。

本系群の分布する各県においては、全長 25～35 cm の漁獲規制サイズが設けられている。漁獲サイズの制限は、漁獲圧（漁獲係数）による管理方策以外の有効な管理方策の一つと考えられ、今後も小型魚を水揚げしない措置を継続することが重要である。年や季節によっては、規制サイズを下回るヒラメが多く漁獲され、再放流されることがある。再放流されたヒラメの生残状況は明らかになっていないことから、適切な管理方策の策定にあたっては、再放流後の生残状況の把握が必要である。

また、種苗放流は資源量および漁獲量を増加させる有効な手段と位置づけられ、本系群の分布域においても 2021 年には 210 万尾の種苗が放流されている。黒化率や混入率に関するデータは放流効果を評価する上で必須であるが、これらのデータの入手が困難になりつつある。今後も放流効果評価に関わるデータの量と質を維持する必要がある。

本系群においては、1993 年から扁形動物 *Neoheterobothrium hirame* の寄生が確認され始め、1996 年頃から貧血症状を呈する（ネオヘテロボツリウム症）個体が目立つようになった。青森県と秋田県では、近年、比較的高い寄生率を示しており、特に冬季において 50%を超える値となることも報告されている（青森県ほか 2023）。新潟県では、2017～2019 年には寄生個体は確認されず、2020、2021 年および 2022 年の寄生率はそれぞれ 32、18%および 10%となるなど、海域差も認められる（青森県ほか 2023）。このような寄生率と本系群の資源量および加入量との関係は現時点では不明瞭であるが、ネオヘテロボツリウムの寄生が本系群に与える影響は軽微である可能性がある。他方、鳥取県沿岸では 1990 年代後半のヒラメ稚魚にみられた寄生率の上昇が加入量の減少に関与した可能性が指摘されているため（Anshary et al. 2002）、漁獲物を用いたモニタリングとともに、ヒラメ 0 歳魚への寄生状況と加入量との関連性についても整理する必要がある。

2009 年以降の遊漁による採捕量に関する情報が皆無であり、本系群の資源評価では遊漁については考慮していない。今後、遊漁による採捕が資源に与える影響を検討するための情報収集が必要である。

## 7. 引用文献

安達二朗 (2007) 島根県におけるヒラメの age-length key について. 平成 18 年度栽培漁業資源回復等対策事業報告書別冊, 全国豊かな海づくり推進協会, 1-12.

Anshary, H., E. Yamamoto, T. Miyanaga and K. Ogawa (2002). Infection dynamics of the monogenean *Neoheterobothrium hirame* among young wild Japanese flounder in the Western Sea of Japan. Fish Pathology, **37**, 131-140.

青森県・秋田県・山形県・新潟県・富山県・水産資源研究所 (2023) 日本海北区広域連携ヒラメ調査報告書 (令和 4 年度), 27 pp.

南　卓志 (1986) 日本産カレイ目魚類幼稚仔魚の被食事例. 日水研報, **36**, 39-47.

南　卓志 (1997) 生活史特性. 「ヒラメの生物学と資源培養」南　卓志・田中　克編, 恒星社厚生閣, 東京, 9-24.

宮津栽培漁業センター (2006) 日本海中西部ヒラメ広域連携調査における無眼側黒化判別基準. 平成 17 年度日本海中西部ヒラメ広域連携調査事業報告書, 1-6.

新潟県 (2008) 統一基準による無眼側黒化判定と DNA 標識による放流魚の移動解明. 日本海北区広域連携ヒラメ調査報告書 (平成 18-20 年度), 日本海区水産研究所, 33-36.

新潟県 (2009) 統一基準による無眼側黒化判定と DNA 標識による放流魚の移動解明. 日本海北区広域連携ヒラメ調査報告書 (平成 21 年度), 日本海区水産研究所, 29-31.

Seikai, T., I. Kinoshita and M. Tanaka (1993) Predation by crangonoid shrimp on juvenile Japanese flounder under laboratory conditions. Nippon Suisan Gakkaishi, **59**, 321-326.

社団法人フィッシャリーナ協会 (2009) 平成 20 年度遊魚採捕量調査報告書, 99 pp.

水産研究・教育機構 (2022) 再生産関係の決定に関するガイドライン (令和 4 年度) . FRA-SA2022-ABCWG02-05, 水産研究・教育機構, 横浜, 17pp. https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2022-ABCWG02-05.pdf (last accessed 10 August 2023)

首藤宏幸・梶原直人・藤井徹生 (2006) 佐渡島真野湾に放流したヒラメ種苗の被食減耗. 水研センター研報, 別冊 **5**, 165-167.

上原伸二・井関智明・八木佑太・柳谷　智 (2013) 日本海北部青森県海域で採集されたヒラメ *Paralichthys olivaceus* の年齢と寿命. 日本生物地理学会会報, **68**, 23-27.

八木佑太・藤原邦浩・飯田真也・白川北斗 (2022a) 令和 4 (2022) 年度ヒラメ日本海北部系群の管理基準値等に関する研究機関会議資料. FRA-SA2022-BRP07-02, 水産研究・教育機構, 横浜, 42pp. https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/20220930/FRA-SA2022-BRP07-02.pdf (last accessed 10 August 2023)

八木佑太・藤原邦浩・飯田真也・白川北斗 (2022b) 令和 4 (2022) 年度ヒラメ日本海北部系群の資源評価. FRA-SA2022-AC-62, 水産研究・教育機構, 横浜, 43pp. https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2023/07/details_2022_62.pdf (last accessed 10 August 2023)

全国豊かな海づくり推進協会 (2011) 栽培漁業資源回復等対策事業 (平成 18～22 年度) 総括報告書, 542 pp.

図 2-1.　ヒラメ日本海北部系群の分布

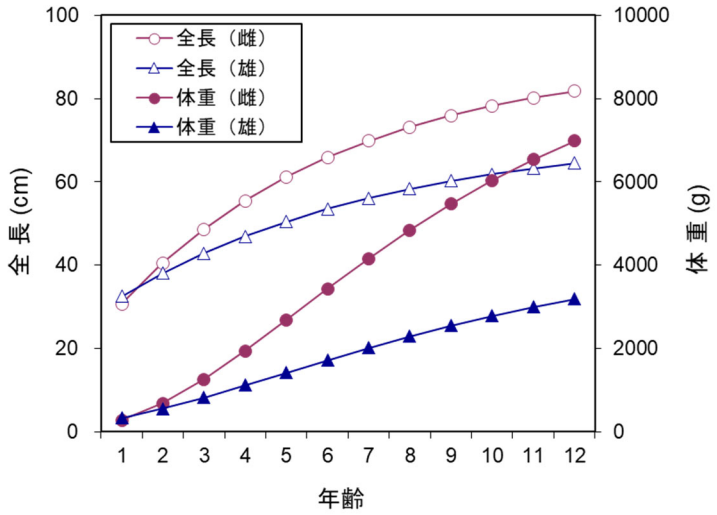



図 2-2.　新潟県～青森県の精密測定結果に基づくヒラメの成長

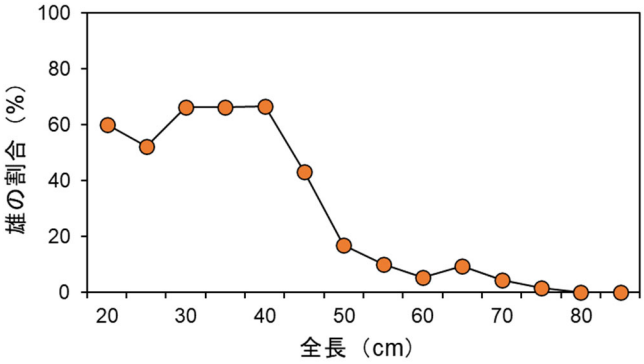



図 2-3.　新潟県～青森県の精密測定結果に基づく全長階級別の雄の割合

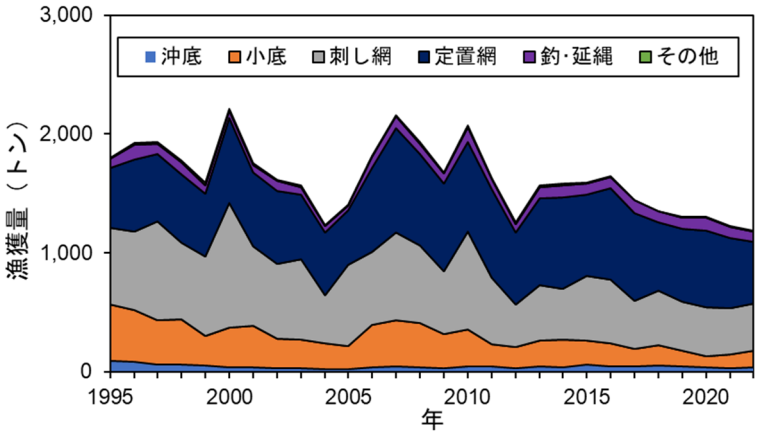



図 3-1.　漁業種類別漁獲量（農林水産統計）

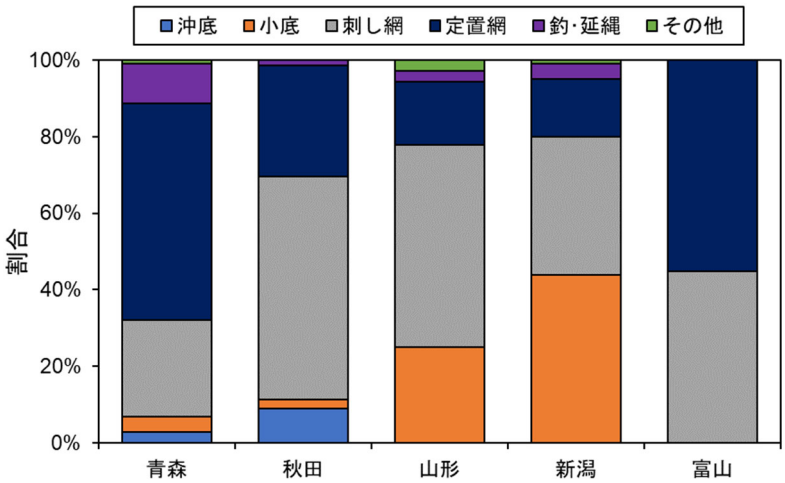



図 3-2.　2022 年の県別漁業種類別漁獲量割合（農林水産統計）

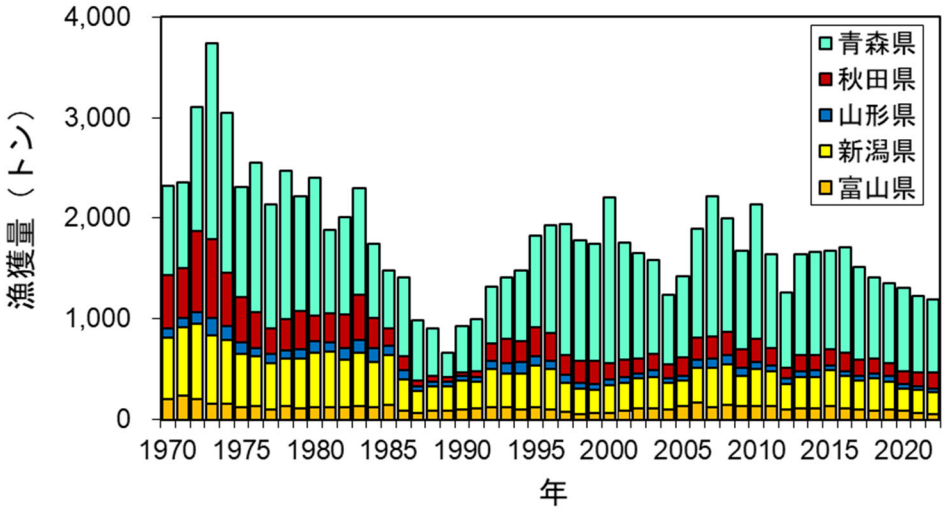



図 3-3.　漁獲量の経年変化（農林水産統計）

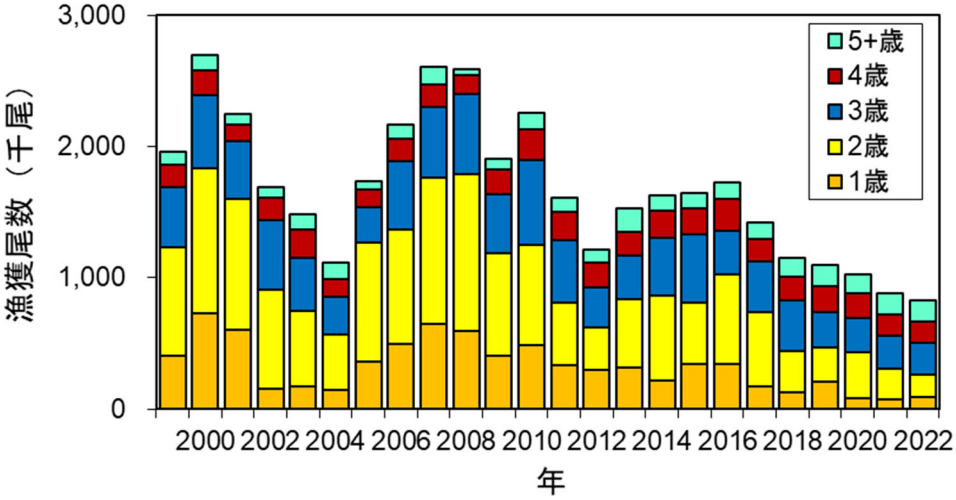



図 3-4.　年齢別漁獲尾数の推移　年齢起算日は 1 月 1 日。

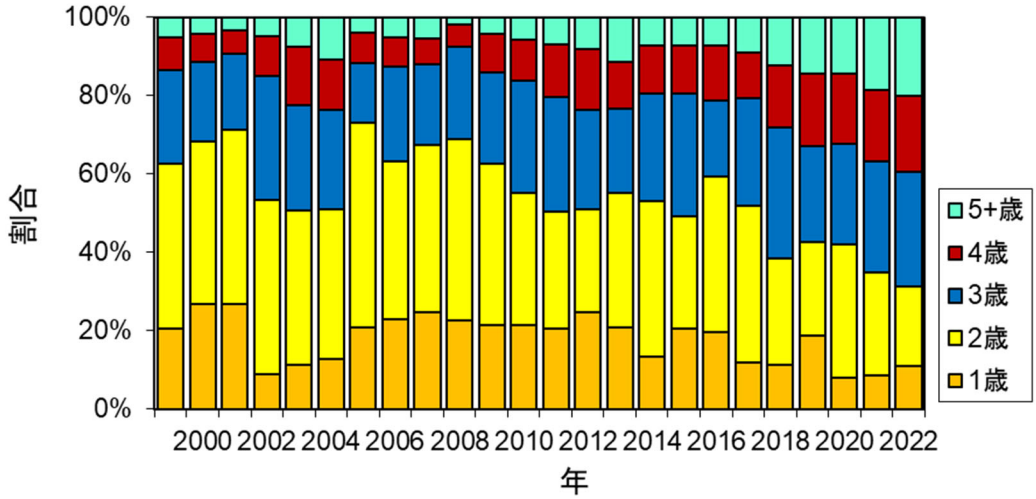



図 3-5.　各年における年齢別漁獲尾数の割合　年齢起算日は 1 月 1 日。

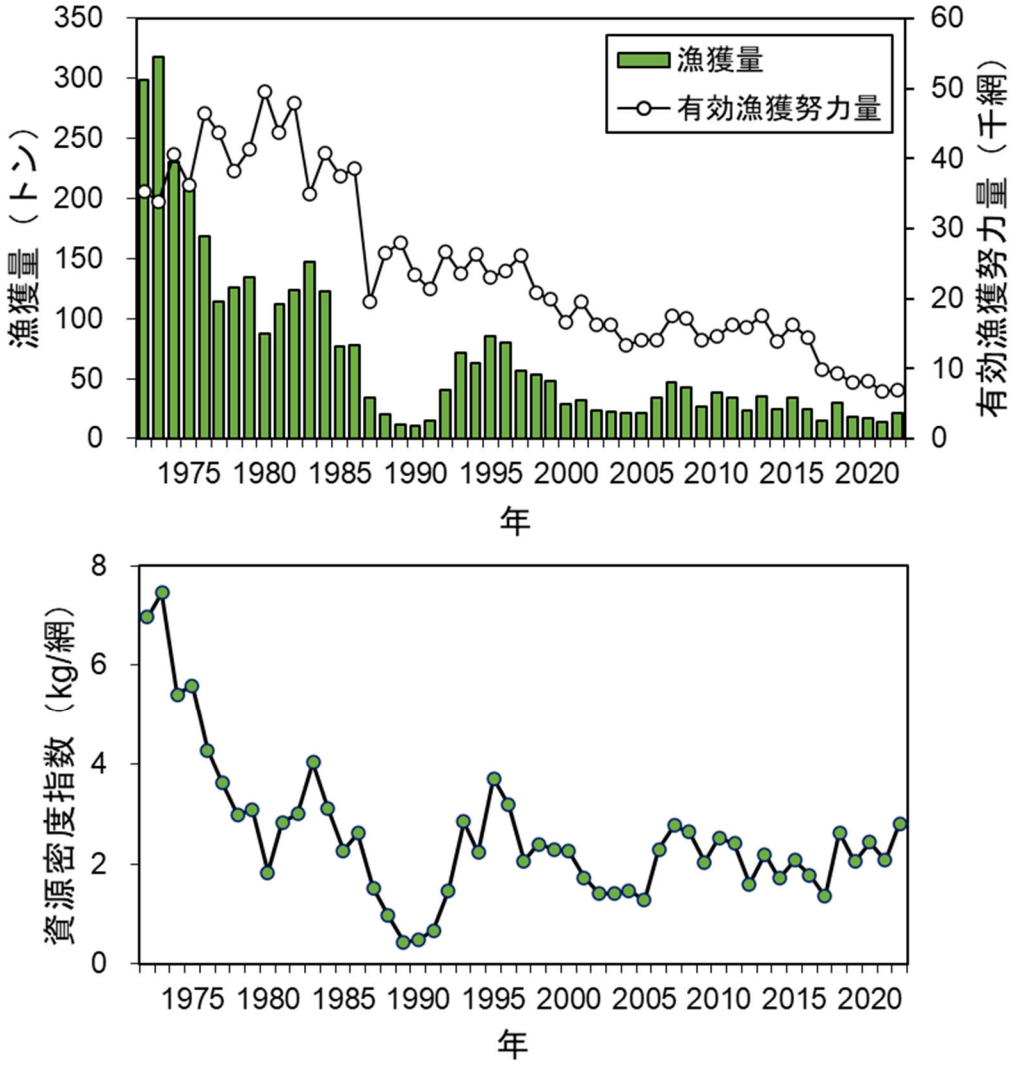



図 3-6.　日本海北区における沖底の漁獲量と有効漁獲努力量（上図）および資源密度指数（下図）

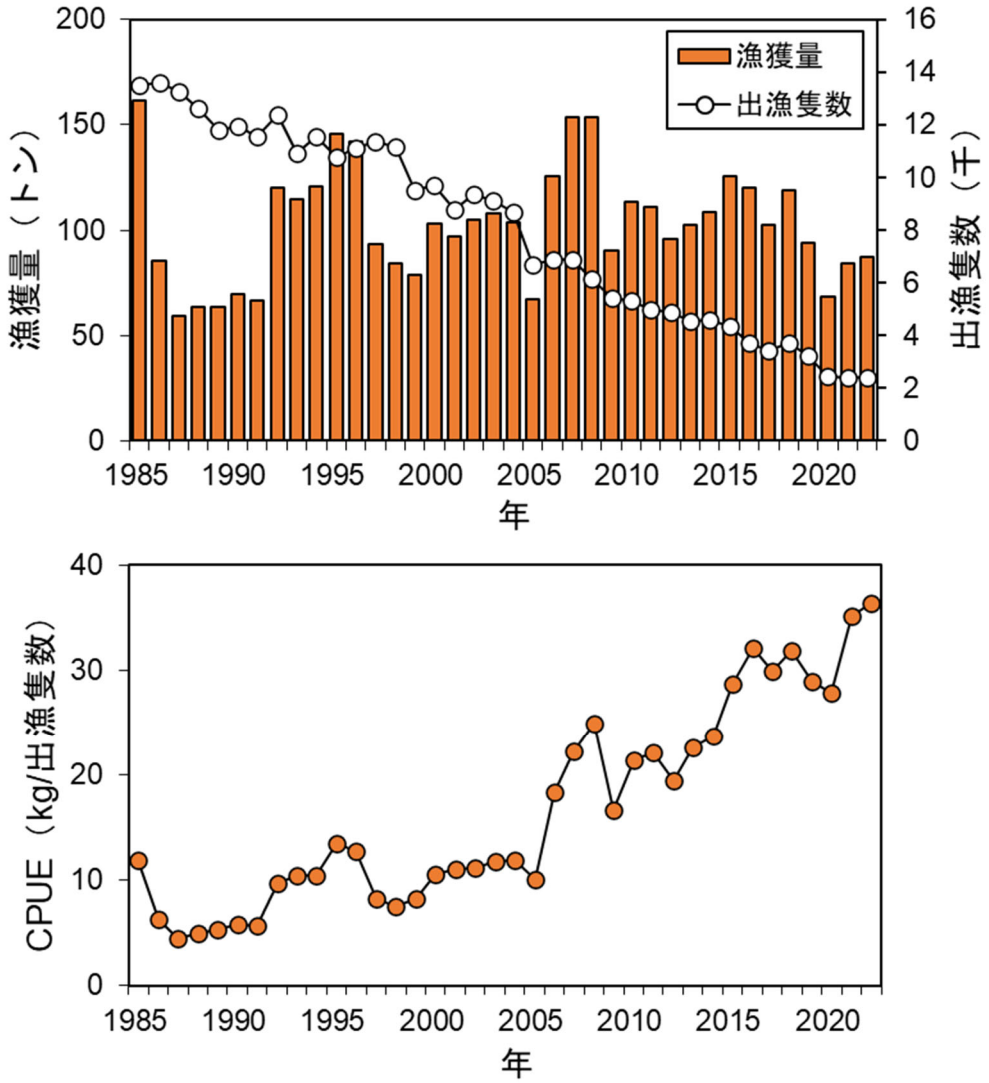



図 3-7.　新潟県北部沿岸（主要 4 港）における板びき網の漁獲量と出漁隻数（上図）および CPUE（新潟県資料）（下図）

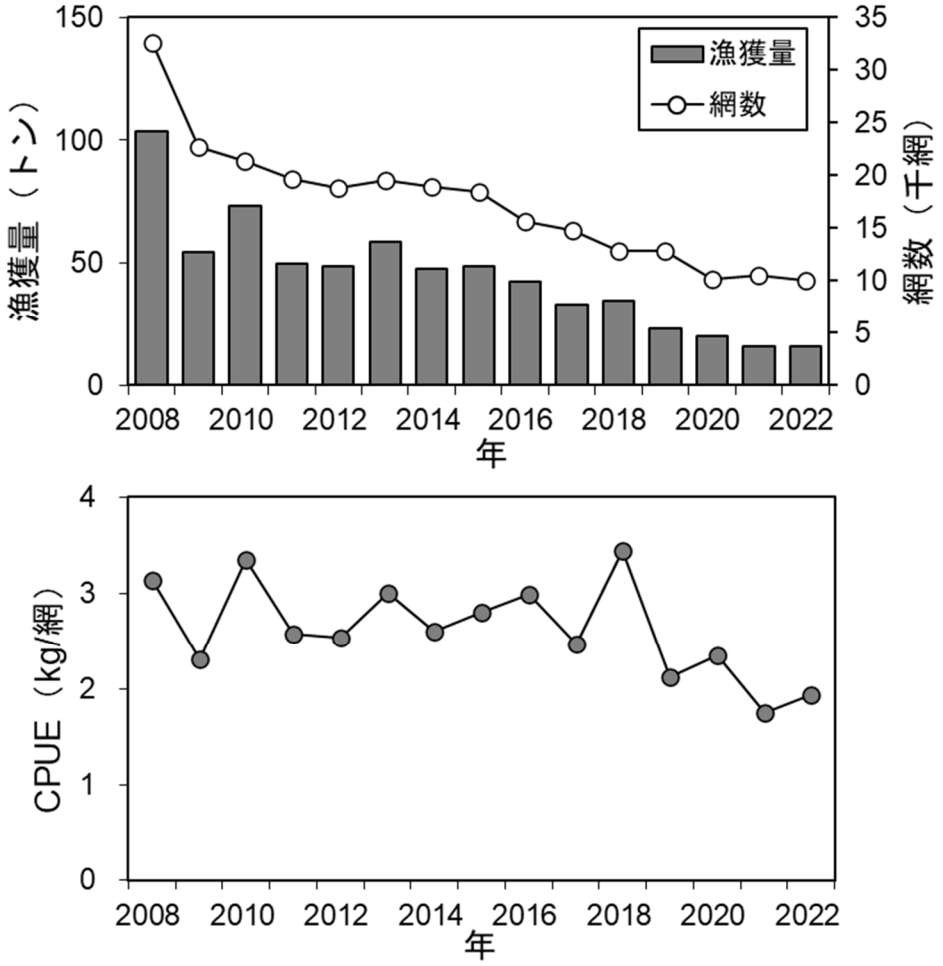



図 3-8.　日本海北部 3 県（秋田県、山形県、新潟県）におけるかけまわしの漁獲量と網数（上図）および CPUE（各県資料）（下図）。ヒラメの漁獲があった操業を集計対象とした。

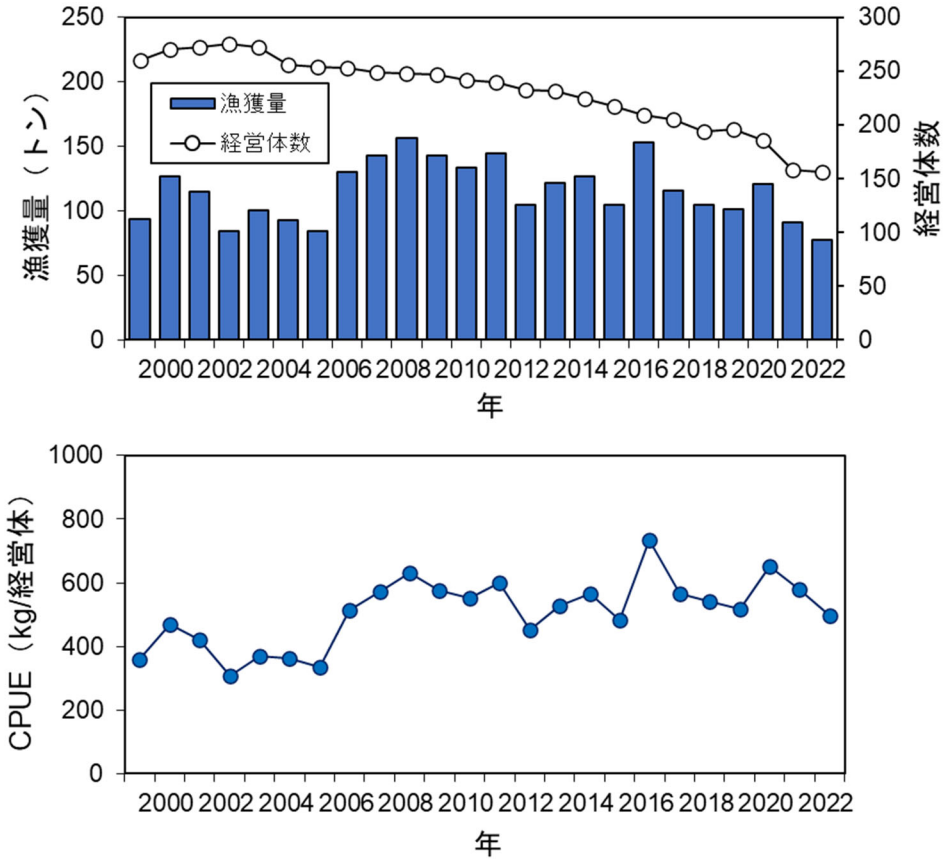



図 3-9　青森県日本海沿岸における底建網の漁獲量と経営体数（上図）および CPUE（青森県資料）（下図）

1999～2004 年の漁獲量は小型定置網の漁獲量に底建網の比率 0.927（2005～2022 年の平均値）を乗じて推定した。

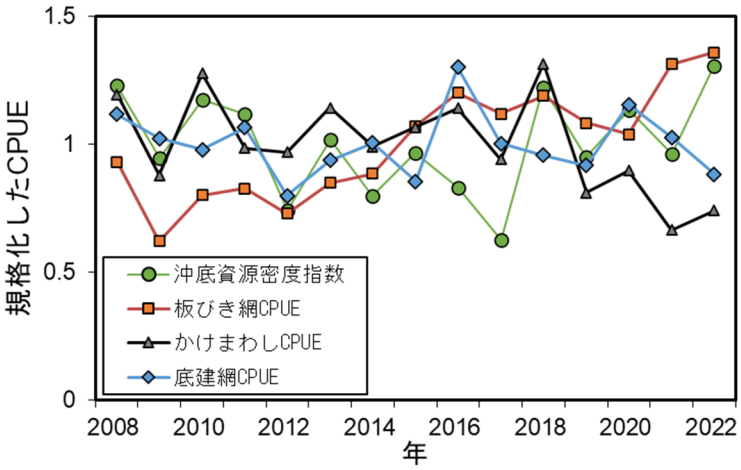



図 4-1.　2008 年以降の沖底資源密度指数、板びき網 CPUE、かけまわし CPUE、底建網 CPUE の推移（規格化した値）

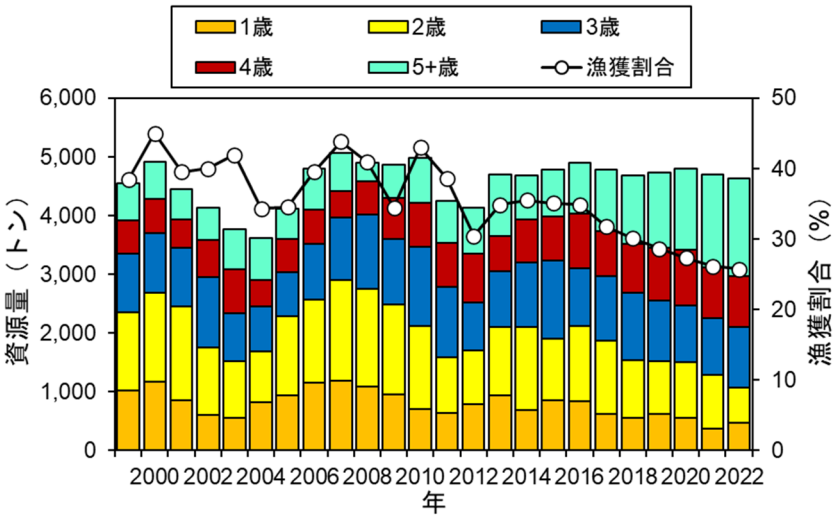



図 4-2.　資源量と漁獲割合の推移

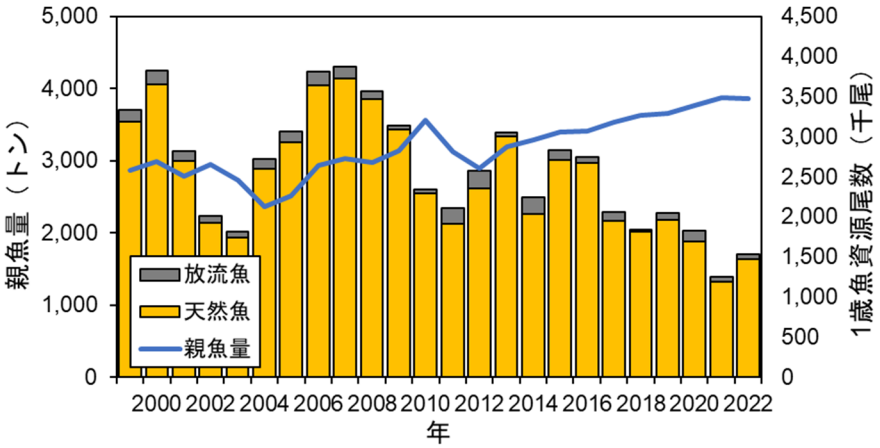



図 4-3.　親魚量と 1 歳魚資源尾数（天然魚および放流魚）の推移

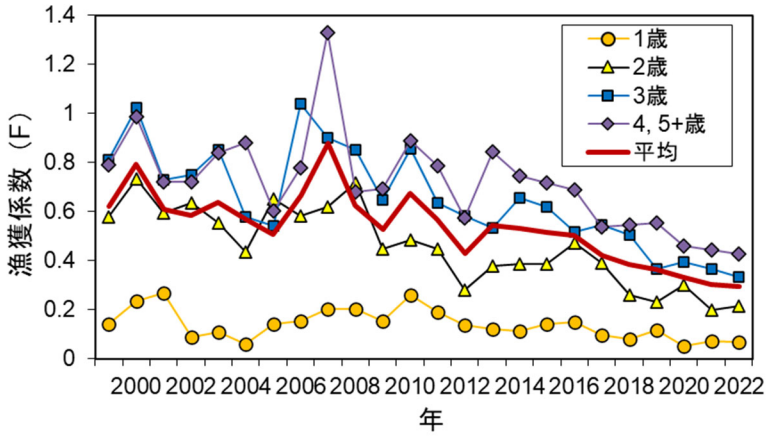



図 4-4.　年齢別漁獲係数（F）の推移

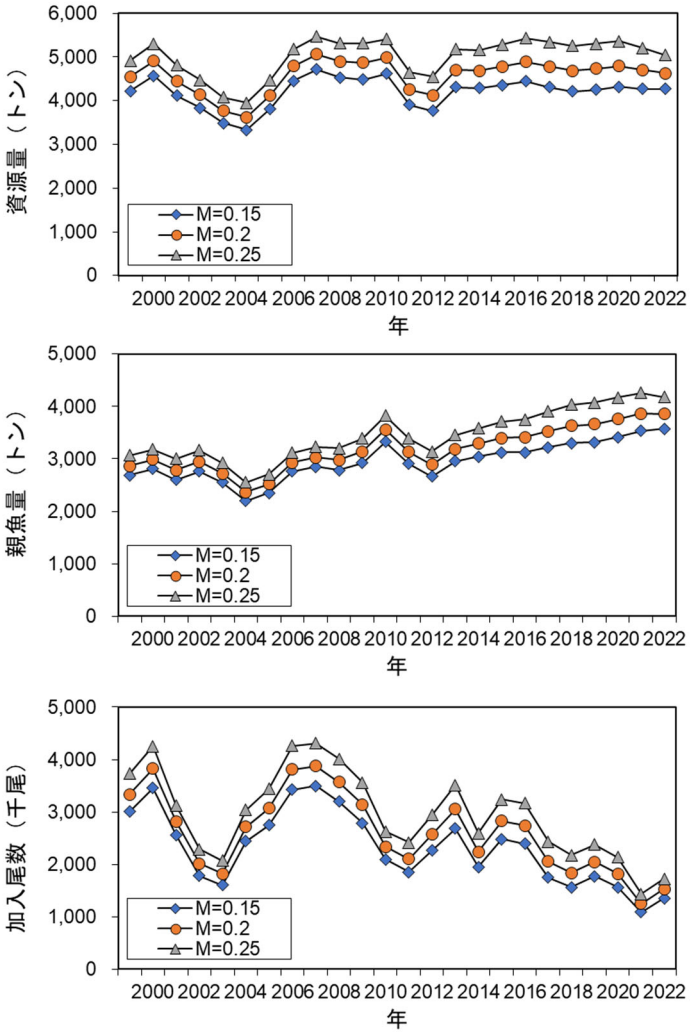



図 4-5.　自然死亡係数（M）を変化させたときの資源量（上）、
親魚量（中）、加入量（下）の変化

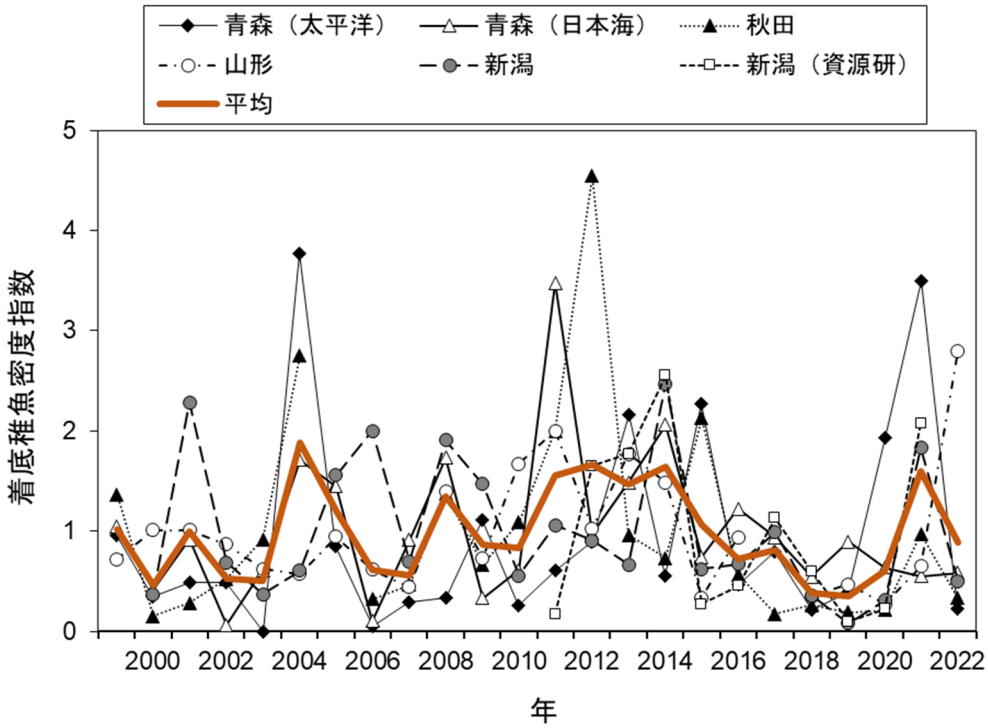



図 4-6.　着底稚魚密度指数の推移
各調査期間内の平均を 1 とする（各調査資料より計算）。

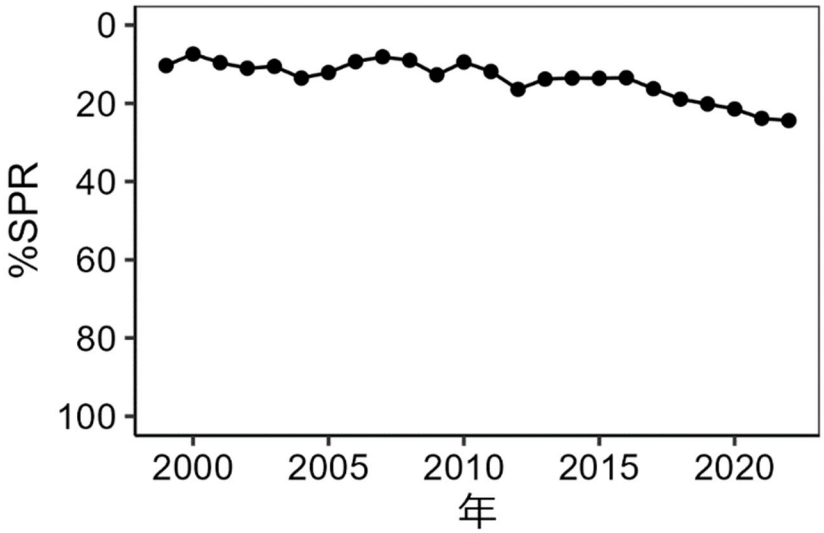



図 4-7.　%SPR の推移　%SPR は漁獲がないときの親魚量に対する漁獲があるときの親魚量の割合を示し、F が高い（低い）と%SPR は小さく（大きく）なる。

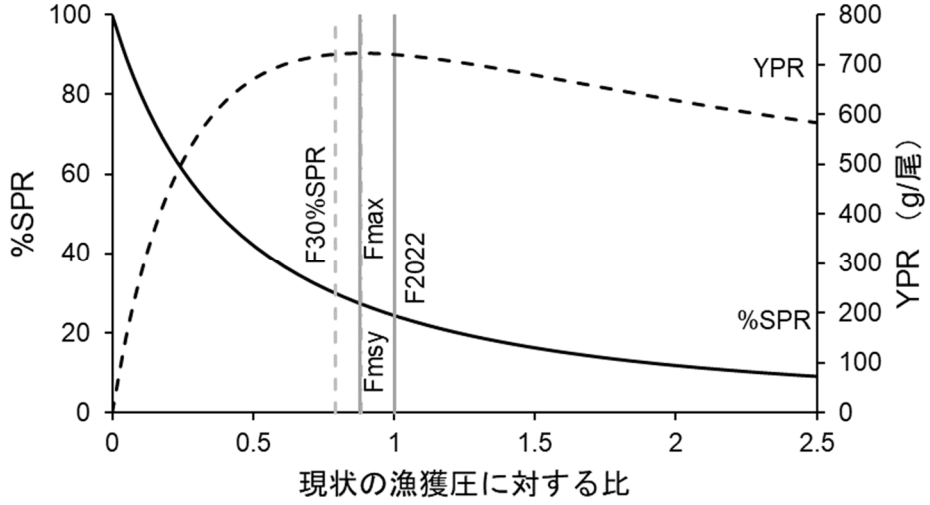



図 4-8.　現状の漁獲圧（F2022）に対する YPR、%SPR の関係

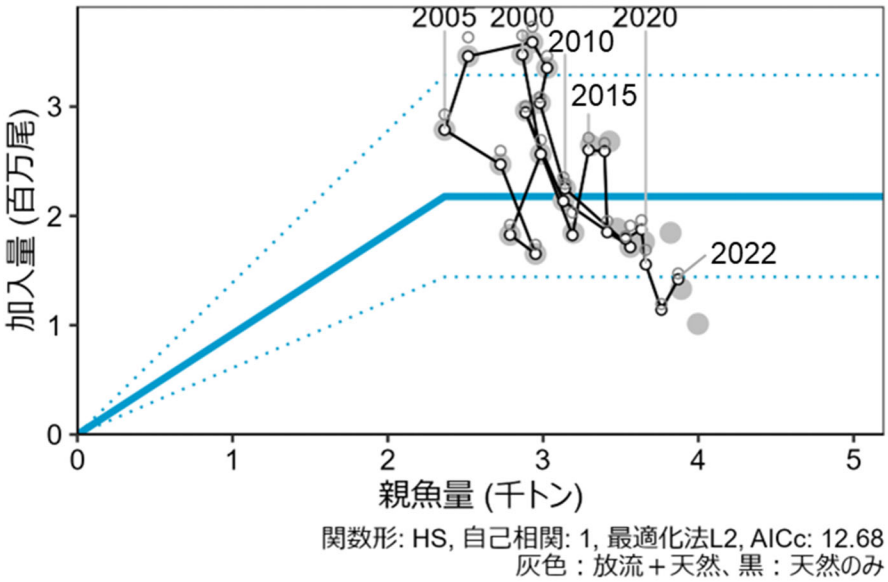



図 4-9.　親魚量と加入量の関係　青実線は本系群で適用した再生産関係式であり、上下の点線は、仮定されている再生産関係において観察データの 90%が含まれると推定される範囲である。再生産関係式のパラメータは令和 4 年 9 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」で示された値（八木ほか 2022a）に基づき、塗りつぶしの灰色丸印はこの再生産関係推定時の親魚量と加入量を示す。白抜きの丸印は今年度評価において推定された 1999～2021 年の親魚量と翌年（2000～2022 年）の加入量を示し、黒色は天然のみ、灰色は種苗放流を加味した加入量である。

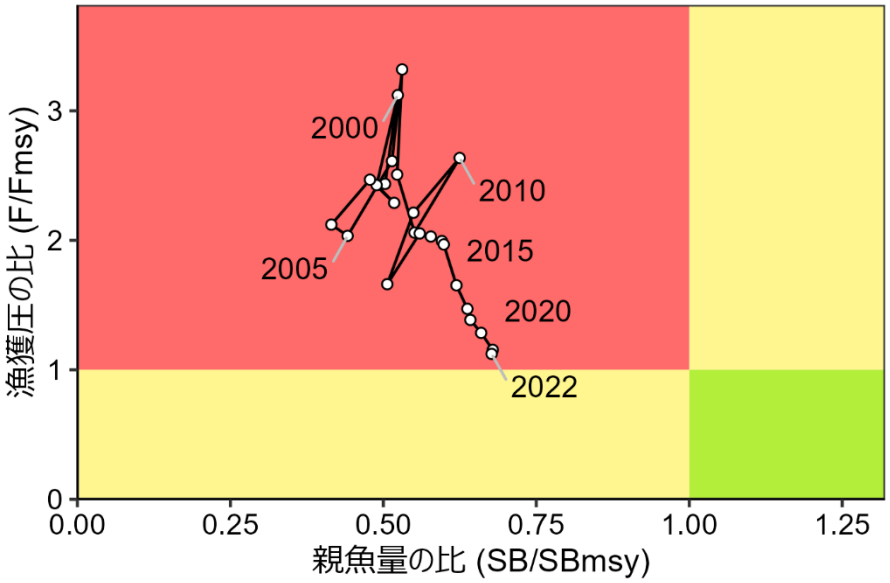



図 4-10.　最大持続生産量（MSY）を実現する親魚量（SBmsy）と MSY を実現する漁獲圧（Fmsy）に対する過去の親魚量および漁獲圧の関係（神戸プロット）

表 3-1.　ヒラメ日本海北部系群の県別漁獲量（トン）

| 年 | 青森県 | 秋田県 | 山形県 | 新潟県 | 富山県 | 合計 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1970 | 894 | 523 | 98 | 601 | 207 | 2,323 |
| 1971 | 851 | 489 | 93 | 679 | 240 | 2,352 |
| 1972 | 1,240 | 801 | 118 | 747 | 201 | 3,107 |
| 1973 | 1,942 | 780 | 171 | 685 | 156 | 3,734 |
| 1974 | 1,590 | 527 | 136 | 635 | 157 | 3,045 |
| 1975 | 1,098 | 444 | 122 | 521 | 127 | 2,312 |
| 1976 | 1,492 | 357 | 81 | 497 | 129 | 2,556 |
| 1977 | 1,234 | 254 | 87 | 466 | 96 | 2,137 |
| 1978 | 1,467 | 311 | 85 | 478 | 128 | 2,469 |
| 1979 | 1,145 | 372 | 98 | 491 | 112 | 2,218 |
| 1980 | 1,371 | 253 | 113 | 542 | 126 | 2,405 |
| 1981 | 833 | 284 | 97 | 554 | 120 | 1,888 |
| 1982 | 962 | 338 | 116 | 470 | 121 | 2,007 |
| 1983 | 1,061 | 449 | 132 | 524 | 138 | 2,304 |
| 1984 | 732 | 309 | 135 | 452 | 118 | 1,746 |
| 1985 | 581 | 171 | 89 | 496 | 149 | 1,486 |
| 1986 | 781 | 146 | 89 | 312 | 86 | 1,414 |
| 1987 | 591 | 60 | 43 | 222 | 65 | 981 |
| 1988 | 474 | 58 | 40 | 251 | 83 | 906 |
| 1989 | 243 | 48 | 41 | 245 | 86 | 663 |
| 1990 | 462 | 37 | 49 | 286 | 97 | 931 |
| 1991 | 525 | 48 | 46 | 275 | 105 | 999 |
| 1992 | 568 | 173 | 77 | 380 | 122 | 1,320 |
| 1993 | 607 | 249 | 99 | 331 | 124 | 1,410 |
| 1994 | 697 | 216 | 115 | 355 | 98 | 1,481 |
| 1995 | 908 | 289 | 97 | 407 | 124 | 1,825 |
| 1996 | 1,074 | 266 | 91 | 400 | 97 | 1,928 |
| 1997 | 1,296 | 201 | 74 | 291 | 77 | 1,939 |
| 1998 | 1,195 | 218 | 60 | 250 | 55 | 1,778 |
| 1999 | 1,165 | 228 | 63 | 231 | 63 | 1,750 |
| 2000 | 1,646 | 170 | 60 | 270 | 65 | 2,211 |
| 2001 | 1,168 | 172 | 54 | 279 | 85 | 1,758 |
| 2002 | 1,053 | 141 | 56 | 295 | 109 | 1,654 |
| 2003 | 923 | 162 | 69 | 313 | 113 | 1,580 |
| 2004 | 695 | 135 | 55 | 256 | 103 | 1,244 |
| 2005 | 807 | 183 | 55 | 248 | 133 | 1,426 |
| 2006 | 1,082 | 223 | 79 | 348 | 164 | 1,896 |
| 2007 | 1,397 | 213 | 92 | 392 | 125 | 2,219 |
| 2008 | 1,134 | 226 | 100 | 403 | 141 | 2,004 |
| 2009 | 983 | 186 | 78 | 300 | 131 | 1,678 |
| 2010 | 1,339 | 228 | 75 | 369 | 131 | 2,142 |
| 2011 | 925 | 180 | 59 | 347 | 129 | 1,639 |
| 2012 | 743 | 106 | 56 | 259 | 94 | 1,258 |
| 2013 | 1,004 | 163 | 58 | 307 | 109 | 1,641 |
| 2014 | 1,027 | 153 | 60 | 311 | 114 | 1,665 |
| 2015 | 983 | 161 | 44 | 353 | 138 | 1,679 |
| 2016 | 1,045 | 179 | 52 | 324 | 107 | 1,707 |
| 2017 | 930 | 155 | 47 | 287 | 100 | 1,519 |
| 2018 | 800 | 158 | 45 | 319 | 88 | 1,410 |
| 2019 | 797 | 128 | 49 | 285 | 95 | 1,354 |
| 2020 | 834 | 124 | 42 | 220 | 89 | 1,309 |
| 2021 | 760 | 139 | 41 | 230 | 61 | 1,231 |
| 2022* | 725 | 158 | 37 | 222 | 50 | 1,192 |

*2022年は暫定値。

表 3-2.　日本海北区における沖底の漁獲量と有効漁獲努力量および資源密度指数

| 年 | 漁獲量（トン） | 有効漁獲努力量（網） | 資源密度指数（kg/網） |
|---|---|---|---|
| 1972 | 298 | 35,346 | 7.0 |
| 1973 | 317 | 33,894 | 7.5 |
| 1974 | 230 | 40,603 | 5.4 |
| 1975 | 207 | 36,181 | 5.6 |
| 1976 | 168 | 46,532 | 4.3 |
| 1977 | 114 | 43,672 | 3.6 |
| 1978 | 126 | 38,281 | 3.0 |
| 1979 | 135 | 41,263 | 3.1 |
| 1980 | 88 | 49,597 | 1.8 |
| 1981 | 112 | 43,779 | 2.8 |
| 1982 | 124 | 47,838 | 3.0 |
| 1983 | 147 | 34,911 | 4.0 |
| 1984 | 122 | 40,714 | 3.1 |
| 1985 | 76 | 37,483 | 2.3 |
| 1986 | 78 | 38,625 | 2.6 |
| 1987 | 34 | 19,521 | 1.5 |
| 1988 | 20 | 26,423 | 1.0 |
| 1989 | 12 | 27,895 | 0.4 |
| 1990 | 10 | 23,467 | 0.5 |
| 1991 | 14 | 21,379 | 0.7 |
| 1992 | 41 | 26,650 | 1.5 |
| 1993 | 71 | 23,633 | 2.8 |
| 1994 | 63 | 26,279 | 2.2 |
| 1995 | 86 | 23,058 | 3.7 |
| 1996 | 80 | 23,965 | 3.2 |
| 1997 | 57 | 26,163 | 2.1 |
| 1998 | 53 | 20,811 | 2.4 |
| 1999 | 48 | 19,900 | 2.3 |
| 2000 | 29 | 16,665 | 2.3 |
| 2001 | 31 | 19,573 | 1.7 |
| 2002 | 23 | 16,199 | 1.4 |
| 2003 | 22 | 16,314 | 1.4 |
| 2004 | 21 | 13,427 | 1.5 |
| 2005 | 21 | 13,988 | 1.3 |
| 2006 | 34 | 14,143 | 2.3 |
| 2007 | 47 | 17,560 | 2.8 |
| 2008 | 42 | 17,101 | 2.6 |
| 2009 | 27 | 14,059 | 2.0 |
| 2010 | 38 | 14,604 | 2.5 |
| 2011 | 34 | 16,268 | 2.4 |
| 2012 | 23 | 15,919 | 1.6 |
| 2013 | 35 | 17,546 | 2.2 |
| 2014 | 24 | 13,840 | 1.7 |
| 2015 | 34 | 16,196 | 2.1 |
| 2016 | 25 | 14,474 | 1.8 |
| 2017 | 15 | 9,812 | 1.3 |
| 2018 | 30 | 9,292 | 2.6 |
| 2019 | 18 | 8,064 | 2.0 |
| 2020 | 17 | 8,234 | 2.4 |
| 2021 | 13 | 6,838 | 2.1 |
| 2022 | 21 | 6,898 | 2.8 |

各項目については補足資料 7 を参照。

表 3-3.　新潟県北部沿岸の板びき網（主要 4 港）の漁獲量と出漁隻数および CPUE

| 年 | 漁獲量(トン) | 出漁隻数 | CPUE（kg/隻・日） |
|---|---|---|---|
| 1985 | 161 | 13,493 | 12.0 |
| 1986 | 86 | 13,578 | 6.3 |
| 1987 | 60 | 13,260 | 4.5 |
| 1988 | 64 | 12,634 | 5.0 |
| 1989 | 64 | 11,814 | 5.4 |
| 1990 | 69 | 11,949 | 5.8 |
| 1991 | 66 | 11,564 | 5.7 |
| 1992 | 120 | 12,362 | 9.7 |
| 1993 | 114 | 10,918 | 10.5 |
| 1994 | 121 | 11,552 | 10.4 |
| 1995 | 146 | 10,772 | 13.5 |
| 1996 | 142 | 11,118 | 12.8 |
| 1997 | 94 | 11,360 | 8.2 |
| 1998 | 84 | 11,145 | 7.5 |
| 1999 | 79 | 9,515 | 8.3 |
| 2000 | 103 | 9,682 | 10.6 |
| 2001 | 97 | 8,782 | 11.0 |
| 2002 | 105 | 9,359 | 11.2 |
| 2003 | 108 | 9,132 | 11.8 |
| 2004 | 103 | 8,679 | 11.9 |
| 2005 | 67 | 6,681 | 10.1 |
| 2006 | 126 | 6,858 | 18.4 |
| 2007 | 154 | 6,903 | 22.2 |
| 2008 | 153 | 6,158 | 24.9 |
| 2009 | 90 | 5,443 | 16.6 |
| 2010 | 113 | 5,308 | 21.4 |
| 2011 | 111 | 5,007 | 22.1 |
| 2012 | 96 | 4,905 | 19.5 |
| 2013 | 103 | 4,526 | 22.7 |
| 2014 | 109 | 4,594 | 23.7 |
| 2015 | 125 | 4,374 | 28.6 |
| 2016 | 120 | 3,737 | 32.1 |
| 2017 | 102 | 3,418 | 29.9 |
| 2018 | 119 | 3,742 | 31.8 |
| 2019 | 94 | 3,242 | 29.0 |
| 2020 | 68 | 2,452 | 27.8 |
| 2021 | 84 | 2,396 | 35.1 |
| 2022 | 87 | 2,397 | 36.3 |

新潟県資料。

表 3-4.　日本海北部 3 県（秋田県、山形県、新潟県）の
小底かけまわしの漁獲量と網数および CPUE

| 年 | 漁獲量（トン） | 網数 | CPUE（kg/網） |
|---|---|---|---|
| 2008 | 103 | 32,594 | 3.1 |
| 2009 | 55 | 22,740 | 2.3 |
| 2010 | 73 | 21,370 | 3.3 |
| 2011 | 50 | 19,607 | 2.6 |
| 2012 | 49 | 18,822 | 2.5 |
| 2013 | 59 | 19,593 | 3.0 |
| 2014 | 48 | 18,982 | 2.6 |
| 2015 | 49 | 18,413 | 2.8 |
| 2016 | 43 | 15,687 | 3.0 |
| 2017 | 33 | 14,797 | 2.5 |
| 2018 | 35 | 12,825 | 3.5 |
| 2019 | 23 | 12,815 | 2.1 |
| 2020 | 20 | 10,188 | 2.4 |
| 2021 | 16 | 10,537 | 1.7 |
| 2022 | 16 | 10,054 | 1.9 |

ヒラメの漁獲があった操業を集計対象とした。各県資料。

表 3-5.　青森県日本海沿岸の底建網の漁獲量と経営体数および CPUE

| 年 | 漁獲量(トン) | 経営体数 | CPUE (kg/経営体) |
|---|---|---|---|
| 1999 | 93 * | 260 | 359 |
| 2000 | 127 * | 270 | 470 |
| 2001 | 115 * | 272 | 422 |
| 2002 | 85 * | 275 | 308 |
| 2003 | 101 * | 272 | 370 |
| 2004 | 93 * | 256 | 363 |
| 2005 | 85 | 254 | 333 |
| 2006 | 130 | 253 | 513 |
| 2007 | 143 | 249 | 573 |
| 2008 | 156 | 248 | 630 |
| 2009 | 142 | 247 | 577 |
| 2010 | 133 | 242 | 551 |
| 2011 | 144 | 240 | 601 |
| 2012 | 105 | 232 | 451 |
| 2013 | 122 | 231 | 528 |
| 2014 | 127 | 224 | 566 |
| 2015 | 105 | 217 | 482 |
| 2016 | 153 | 209 | 733 |
| 2017 | 116 | 205 | 566 |
| 2018 | 105 | 194 | 540 |
| 2019 | 101 | 196 | 516 |
| 2020 | 121 | 186 | 651 |
| 2021 | 91 | 158 | 579 |
| 2022 | 78 | 156 | 498 |

*小型定置網の漁獲量に底建網の比率 0.927（2005～2022 年の平均値）を乗じ推定。
青森県資料。

表 4-1.　ヒラメ日本海北部系群の資源解析結果

| 年 | 漁獲量<br>（トン） | 資源量<br>（トン） | 親魚量<br>（トン） | 加入量<br>（1歳魚資源尾数、千尾） | 漁獲割合<br>（%） | %SPR | F/Fmsy |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1999 | 1,750 | 4,551 | 2,867 | 3,337 | 38 | 10 | 2.4 |
| 2000 | 2,211 | 4,911 | 2,985 | 3,825 | 45 | 7 | 3.1 |
| 2001 | 1,758 | 4,442 | 2,788 | 2,823 | 40 | 10 | 2.4 |
| 2002 | 1,654 | 4,132 | 2,951 | 2,010 | 40 | 11 | 2.3 |
| 2003 | 1,580 | 3,763 | 2,726 | 1,818 | 42 | 11 | 2.5 |
| 2004 | 1,244 | 3,623 | 2,366 | 2,719 | 34 | 14 | 2.1 |
| 2005 | 1,426 | 4,125 | 2,518 | 3,068 | 35 | 12 | 2.0 |
| 2006 | 1,896 | 4,792 | 2,931 | 3,808 | 40 | 9 | 2.6 |
| 2007 | 2,219 | 5,063 | 3,026 | 3,873 | 44 | 8 | 3.3 |
| 2008 | 2,004 | 4,897 | 2,979 | 3,570 | 41 | 9 | 2.5 |
| 2009 | 1,678 | 4,865 | 3,141 | 3,141 | 34 | 13 | 2.1 |
| 2010 | 2,142 | 4,980 | 3,562 | 2,335 | 43 | 9 | 2.6 |
| 2011 | 1,639 | 4,246 | 3,131 | 2,106 | 39 | 12 | 2.2 |
| 2012 | 1,258 | 4,128 | 2,887 | 2,569 | 30 | 16 | 1.7 |
| 2013 | 1,641 | 4,707 | 3,189 | 3,054 | 35 | 14 | 2.1 |
| 2014 | 1,665 | 4,686 | 3,293 | 2,237 | 36 | 14 | 2.0 |
| 2015 | 1,679 | 4,781 | 3,396 | 2,825 | 35 | 14 | 2.0 |
| 2016 | 1,707 | 4,892 | 3,414 | 2,740 | 35 | 13 | 2.0 |
| 2017 | 1,519 | 4,779 | 3,532 | 2,055 | 32 | 16 | 1.7 |
| 2018 | 1,410 | 4,683 | 3,634 | 1,835 | 30 | 19 | 1.5 |
| 2019 | 1,354 | 4,729 | 3,661 | 2,045 | 29 | 20 | 1.4 |
| 2020 | 1,309 | 4,795 | 3,762 | 1,822 | 27 | 21 | 1.3 |
| 2021 | 1,231 | 4,705 | 3,870 | 1,246 | 26 | 24 | 1.2 |
| 2022 | 1,192 | 4,630 | 3,859 | 1,527 | 26 | 24 | 1.1 |

表 4-2.　種苗放流尾数、1 歳魚資源尾数、混入率、添加効率の推移

| 年 | 前年放流尾数（千尾） | 1歳魚資源尾数（千尾） | | 混入率（%） | 添加効率 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 天然魚 | 放流魚 | | |
| 1999 | 5,325 | 3,185 | 152 | 4.6 * | 0.029 |
| 2000 | 5,238 | 3,650 | 174 | 4.6 * | 0.033 |
| 2001 | 5,018 | 2,694 | 129 | 4.6 * | 0.026 |
| 2002 | 4,927 | 1,919 | 92 | 4.6 * | 0.019 |
| 2003 | 5,028 | 1,735 | 83 | 4.6 * | 0.016 |
| 2004 | 4,461 | 2,595 | 124 | 4.6 * | 0.028 |
| 2005 | 2,189 | 2,928 | 140 | 4.6 * | 0.064 |
| 2006 | 5,305 | 3,634 | 174 | 4.6 * | 0.033 |
| 2007 | 5,422 | 3,731 | 142 | 3.7 | 0.026 |
| 2008 | 4,645 | 3,462 | 108 | 3.0 | 0.023 |
| 2009 | 4,290 | 3,087 | 54 | 1.7 | 0.013 |
| 2010 | 3,685 | 2,293 | 43 | 1.8 | 0.012 |
| 2011 | 3,462 | 1,910 | 196 | 9.3 | 0.057 |
| 2012 | 2,865 | 2,353 | 217 | 8.4 | 0.076 |
| 2013 | 3,362 | 3,000 | 54 | 1.8 | 0.016 |
| 2014 | 2,747 | 2,030 | 207 | 9.2 | 0.075 |
| 2015 | 1,617 | 2,714 | 111 | 3.9 | 0.069 |
| 2016 | 1,856 | 2,666 | 74 | 2.7 | 0.040 |
| 2017 | 2,359 | 1,953 | 102 | 5.0 | 0.043 |
| 2018 | 1,772 | 1,813 | 23 | 1.2 | 0.013 |
| 2019 | 1,978 | 1,960 | 85 | 4.1 | 0.043 |
| 2020 | 2,370 | 1,689 | 133 | 7.3 | 0.056 |
| 2021 | 2,054 | 1,194 | 52 | 4.2 | 0.025 |
| 2022 | 2,121 | 1,473 | 54 | 3.5 | 0.025 |

*1999年から2006年の混入率は2007年から2016年の平均値とした。

表 4-3.　ヒラメ日本海北部系群分布域における種苗放流尾数（千尾）

| 年 | 青森県 | 秋田県 | 山形県 | 新潟県 | 富山県 | 合計 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1988 | 161 | 261 | 144 | 1,030 | 376 | 1,972 |
| 1989 | 170 | 339 | 143 | 928 | 359 | 1,939 |
| 1990 | 2,090 | 356 | 111 | 904 | 365 | 3,826 |
| 1991 | 4,034 | 219 | 105 | 844 | 249 | 5,451 |
| 1992 | 3,924 | 169 | 97 | 915 | 187 | 5,292 |
| 1993 | 3,442 | 171 | 136 | 952 | 260 | 4,961 |
| 1994 | 4,123 | 443 | 184 | 923 | 321 | 5,994 |
| 1995 | 3,663 | 949 | 158 | 1,010 | 258 | 6,038 |
| 1996 | 3,054 | 770 | 249 | 884 | 428 | 5,385 |
| 1997 | 3,054 | 845 | 257 | 795 | 221 | 5,172 |
| 1998 | 2,708 | 365 | 432 | 1,499 | 321 | 5,325 |
| 1999 | 2,982 | 575 | 242 | 1,163 | 276 | 5,238 |
| 2000 | 2,416 | 1,063 | 299 | 979 | 261 | 5,018 |
| 2001 | 2,658 | 507 | 347 | 1,158 | 257 | 4,927 |
| 2002 | 2,561 | 891 | 240 | 1,137 | 199 | 5,028 |
| 2003 | 2,305 | 938 | 235 | 900 | 83 | 4,461 |
| 2004 | 579 | 231 | 230 | 866 | 283 | 2,189 |
| 2005 | 3,101 | 569 | 166 | 1,219 | 250 | 5,305 |
| 2006 | 2,395 | 815 | 201 | 1,789 | 222 | 5,422 |
| 2007 | 2,583 | 335 | 149 | 1,306 | 272 | 4,645 |
| 2008 | 2,215 | 690 | 154 | 999 | 232 | 4,290 |
| 2009 | 2,268 | 331 | 163 | 689 | 234 | 3,685 |
| 2010 | 2,286 | 330 | 154 | 489 | 203 | 3,462 |
| 2011 | 1,743 | 298 | 105 | 489 | 230 | 2,865 |
| 2012 | 2,284 | 319 | 154 | 444 | 161 | 3,362 |
| 2013 | 1,729 | 297 | 159 | 394 | 168 | 2,747 |
| 2014 | 768 | 258 | 154 | 275 | 162 | 1,617 |
| 2015 | 801 | 267 | 165 | 287 | 336 | 1,856 |
| 2016 | 1,533 | 256 | 108 | 304 | 158 | 2,359 |
| 2017 | 1,013 | 263 | 160 | 201 | 135 | 1,772 |
| 2018 | 1,030 | 242 | 156 | 313 | 237 | 1,978 |
| 2019 | 1,367 | 297 | 191 | 272 | 243 | 2,370 |
| 2020 | 966 | 294 | 182 | 367 | 245 | 2,054 |
| 2021 | 1,014 | 355 | 172 | 314 | 266 | 2,121 |

水産庁、日栽協、水産機構および全国豊かな海づくり推進協会資料。

表 4-4.　黒化判定統一基準（宮津栽培漁業センター 2006）による
県別、年別放流種苗黒化率（%）

| 黒化率 | 青森県 | 秋田県 | 山形県 | 新潟県 | 富山県 |
|---|---|---|---|---|---|
| 2005 | 70 | 38 | 73 | 78 | 80 |
| 2006 | 94 | 29 | 80 | 53 | 74 |
| 2007 | 73 | 66 | 93 | 53 | 48 |
| 2008 | 65 | 85 | 53 | 31 | 57 |
| 2009 | 93 | 64 | 99 | 50 | 50 |
| 2010 | 73 | 39 | 62 | 49 | 25 |
| 2011 | 53 | 23 | 86 | - | 44 |
| 2012 | 67 | 6 | 42 | 39 | 57 |
| 2013 | 79 | 12 | 77 | - | 38 |
| 2014 | 98 | 22 | 44 | 100 | 48 |
| 2015 | 94 | 32 | 98 | 100 | 59 |
| 2016 | 88 | 33 | 99 | 60 | 31 |
| 2017 | 90 | 41 | 83 | 57 | 53 |
| 2018 | 88 | 44 | 78 | 58 | 58 |
| 2019 | 74 | 47 | 76 | 51 | 73 |
| 2020 | 79 | 39 | 67 | 61 | 88 |
| 2021 | 84 | 53 | 92 | 76 | 86 |
| 2022 | 68 | 19 | - | 69 | - |

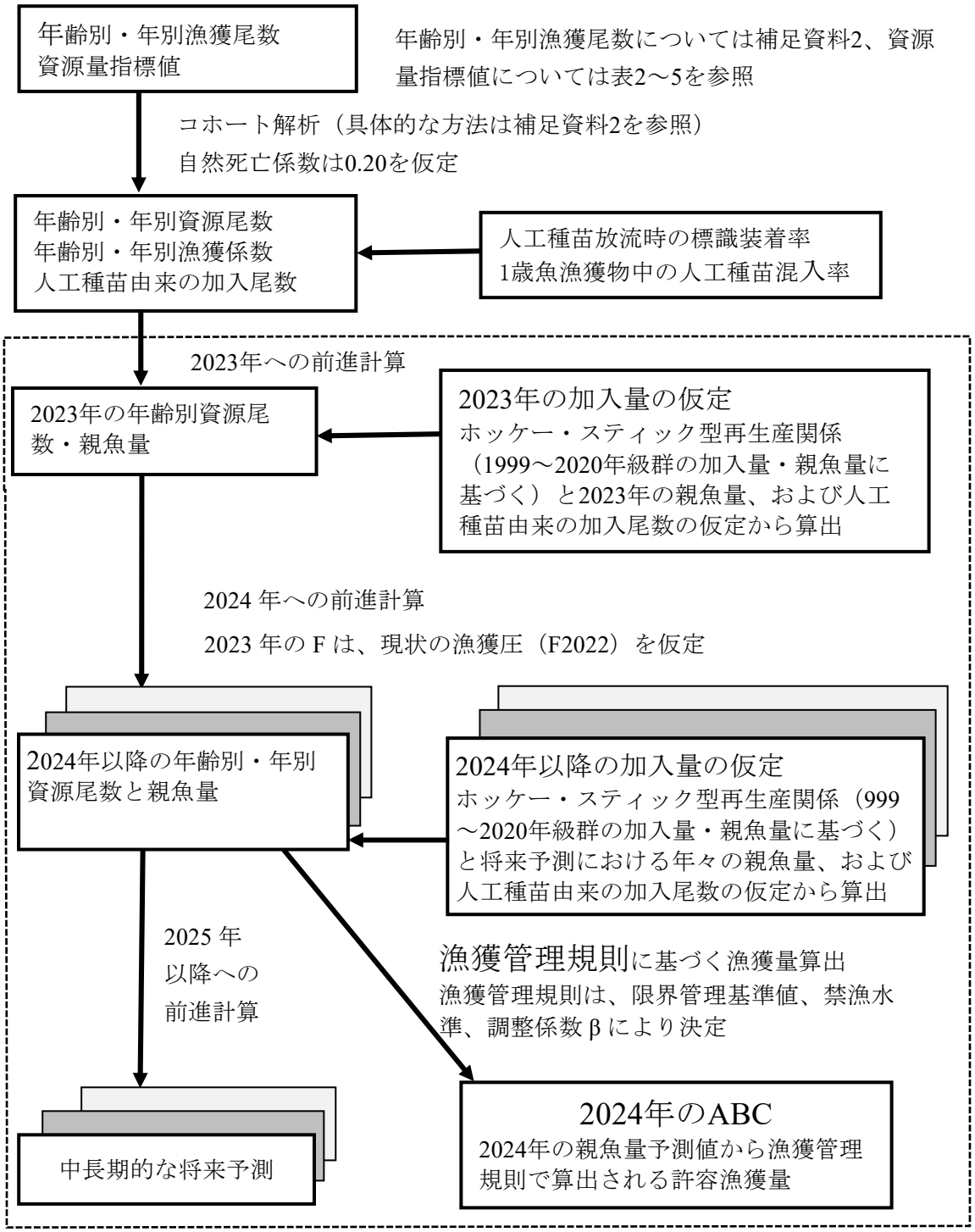
各県資料および全国豊かな海づくり推進協会資料。

表 4-5.　放流魚混入率調査結果

| 年 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 漁獲量(トン) | 2,142 | 1,639 | 1,258 | 1,641 | 1,665 | 1,679 | 1,707 | 1,519 | 1,410 | 1,354 | 1,309 | 1,231 | 1,192 |
| 放流尾数(千尾) | 3,462 | 2,865 | 3,362 | 2,747 | 1,617 | 1,856 | 2,359 | 1,772 | 1,978 | 2,370 | 2,054 | 2,121 | |
| 放流尾数／漁獲量 | 1.6 | 1.7 | 2.7 | 1.7 | 1.0 | 1.1 | 1.4 | 1.2 | 1.4 | 1.8 | 1.6 | 1.7 | |
| 年齢別総漁獲尾数(千尾) | | | | | | | | | | | | | |
| 1歳 | 483 | 330 | 302 | 316 | 217 | 340 | 341 | 170 | 130 | 207 | 82 | 77 | 92 |
| 2歳 | 764 | 483 | 317 | 524 | 644 | 473 | 684 | 568 | 315 | 260 | 349 | 231 | 167 |
| 3歳 | 650 | 473 | 308 | 330 | 446 | 515 | 332 | 390 | 383 | 267 | 265 | 250 | 243 |
| 4歳 | 236 | 214 | 190 | 182 | 201 | 202 | 244 | 168 | 184 | 203 | 184 | 160 | 161 |
| 5+歳 | 129 | 113 | 98 | 174 | 116 | 120 | 125 | 127 | 142 | 157 | 148 | 165 | 167 |
| 年齢別放流魚漁獲尾数(千尾) | | | | | | | | | | | | | |
| 1歳 | 9 | 31 | 26 | 6 | 20 | 13 | 9 | 8 | 2 | 9 | 6 | 3 | 3 |
| 2歳 | 5 | 20 | 22 | 30 | 11 | 29 | 23 | 13 | 8 | 11 | 17 | 10 | 8 |
| 3歳 | 10 | 9 | 7 | 16 | 19 | 9 | 21 | 13 | 7 | 12 | 12 | 12 | 13 |
| 4歳 | 9 | 4 | 5 | 8 | 5 | 10 | 3 | 12 | 7 | 5 | 9 | 7 | 10 |
| 5+歳 | | 2 | 2 | 13 | 4 | 3 | 11 | 2 | 14 | 11 | 4 | 14 | 14 |
| 放流魚混入率(%) | | | | | | | | | | | | | |
| 1歳 | 1.8 | 9.3 | 8.4 | 1.8 | 9.2 | 3.9 | 2.7 | 5.0 | 1.2 | 4.1 | 7.3 | 4.2 | 3.5 |
| 2歳 | 0.6 | 4.2 | 6.9 | 5.7 | 1.7 | 6.1 | 3.4 | 2.2 | 2.5 | 4.1 | 4.9 | 4.2 | 4.9 |
| 3歳 | 1.6 | 1.9 | 2.4 | 4.7 | 4.4 | 1.7 | 6.4 | 3.3 | 1.9 | 4.4 | 4.4 | 5.0 | 5.5 |
| 4歳 | 3.7 | 2.1 | 2.4 | 4.6 | 2.6 | 4.8 | 1.2 | 7.1 | 3.6 | 2.6 | 4.9 | 4.2 | 6.4 |
| 5+歳 | | 1.9 | 2.5 | 7.4 | 3.6 | 2.6 | 9.1 | 1.3 | 9.8 | 7.0 | 2.8 | 8.7 | 8.2 |

放流種苗黒化率による補正済み。

## 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。

（http://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/index.html）

## 補足資料２　資源計算方法

1.　年別・年齢別漁獲尾数の推定

（1）青森県

県日本海側の月別銘柄別漁獲重量を銘柄別平均重量で割って銘柄別漁獲尾数に変換後、精密測定に基づく雌雄別季節別 age-銘柄 key（青森県資料）により年齢分解を行い、県全域の漁獲量で引き伸ばして年齢別漁獲尾数を求めた。

（2）秋田県～富山県

① 各県ごとの月別漁業種類別全長組成を精密測定に基づく季節別 age-length key で年齢分解後、月別漁業種類別漁獲量で引き伸ばした。なお、1999～2007 年、2008～2009 年については、それぞれ平成 21（2009）年度資源評価時、平成 22（2010）年度資源評価時の age-length key、2010～2015 年と 2016～2019 年および 2020～2022 年については、それぞれの期間での年齢査定結果に基づく age-length key（下表）を年齢分解に用いた。富山県については、2021 年の月別全長組成データ（社団法人富山県農林水産公社水産部 2022）が令和 4（2022）年度資源評価報告書の確定後に得られたため、2021 年に遡って年齢別漁獲尾数を算出した。

3～8月（2010～2015年）

| 全長／年齢 | 雄 | | | | | | 雌 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0歳 | 1歳 | 2歳 | 3歳 | 4歳 | 5+歳 | 0歳 | 1歳 | 2歳 | 3歳 | 4歳 | 5+歳 |
| 25～30 | | 0.25 | 0.13 | | | | | 0.50 | 0.13 | | | |
| 30～35 | | | 0.73 | 0.02 | | | | | 0.25 | | | |
| 35～40 | | | 0.39 | 0.37 | 0.01 | | | | 0.22 | 0.01 | | |
| 40～45 | | | 0.04 | 0.63 | 0.10 | 0.01 | | | 0.08 | 0.13 | 0.01 | |
| 45～50 | | | | 0.17 | 0.27 | 0.04 | | | 0.01 | 0.40 | 0.11 | 0.01 |
| 50～55 | | | | 0.01 | 0.12 | 0.16 | | | 0.01 | 0.31 | 0.33 | 0.06 |
| 55～60 | | | | | 0.02 | 0.17 | | | | 0.05 | 0.47 | 0.30 |
| 60～65 | | | | | | 0.16 | | | | | 0.16 | 0.68 |
| 65～70 | | | | | | 0.20 | | | | | | 0.80 |
| 70～ | | | | | | 0.08 | | | | | 0.02 | 0.90 |

9～2月（2010～2015年）

| 全長／年齢 | 雄 | | | | | | 雌 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0歳 | 1歳 | 2歳 | 3歳 | 4歳 | 5+歳 | 0歳 | 1歳 | 2歳 | 3歳 | 4歳 | 5+歳 |
| 25～30 | | 0.61 | | | | | | 0.39 | | | | |
| 30～35 | | 0.58 | 0.03 | | | | 0.01 | 0.37 | 0.01 | | | |
| 35～40 | | 0.31 | 0.35 | 0.04 | | | | 0.25 | 0.05 | | | |
| 40～45 | | 0.04 | 0.48 | 0.10 | 0.01 | | | 0.06 | 0.30 | 0.01 | | |
| 45～50 | | | 0.13 | 0.14 | 0.07 | | | | 0.48 | 0.16 | 0.01 | 0.01 |
| 50～55 | | | | 0.06 | 0.04 | 0.02 | | | 0.26 | 0.57 | 0.06 | |
| 55～60 | | | | | | 0.03 | | | 0.03 | 0.50 | 0.40 | 0.03 |
| 60～65 | | | | | | 0.17 | | | | 0.17 | 0.46 | 0.21 |
| 65～70 | | | | | | | | | | | 0.29 | 0.71 |
| 70～ | | | | | | | | | | | | 1.00 |

3～8月（2016～2019年）

| 全長／年齢 | 雄 | | | | | | 雌 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0歳 | 1歳 | 2歳 | 3歳 | 4歳 | 5+歳 | 0歳 | 1歳 | 2歳 | 3歳 | 4歳 | 5+歳 |
| 25～30 | | 0.29 | | | | | | 0.14 | 0.57 | | | |
| 30～35 | | 0.03 | 0.63 | 0.01 | | | | 0.01 | 0.32 | | | |
| 35～40 | | 0.02 | 0.43 | 0.19 | - | | | 0.04 | 0.30 | 0.03 | | |
| 40～45 | | | 0.08 | 0.42 | 0.10 | 0.01 | | | 0.18 | 0.20 | | |
| 45～50 | | | 0.02 | 0.09 | 0.17 | 0.08 | | | 0.06 | 0.43 | 0.13 | 0.01 |
| 50～55 | | | | 0.01 | 0.07 | 0.08 | | | 0.02 | 0.28 | 0.46 | 0.08 |
| 55～60 | | | | | 0.02 | 0.08 | | | 0.01 | 0.12 | 0.50 | 0.27 |
| 60～65 | | | | | | 0.05 | | | | 0.03 | 0.27 | 0.66 |
| 65～70 | | | | | | 0.04 | | | | | 0.04 | 0.91 |
| 70～ | | | | | | 0.03 | | | | | | 0.97 |

9～2月（2016～2019年）

| 全長／年齢 | 雄 | | | | | | 雌 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0歳 | 1歳 | 2歳 | 3歳 | 4歳 | 5+歳 | 0歳 | 1歳 | 2歳 | 3歳 | 4歳 | 5+歳 |
| 25～30 | | 0.54 | | | | | 0.02 | 0.43 | | | | |
| 30～35 | | 0.52 | 0.04 | | | | 0.01 | 0.43 | | | | |
| 35～40 | | 0.44 | 0.26 | | | | | 0.26 | 0.04 | - | | |
| 40～45 | | 0.10 | 0.52 | 0.06 | - | - | | 0.08 | 0.21 | 0.02 | 0.01 | |
| 45～50 | | 0.01 | 0.20 | 0.17 | 0.03 | - | | - | 0.43 | 0.13 | 0.01 | |
| 50～55 | | | 0.04 | 0.04 | 0.02 | 0.02 | | 0.01 | 0.47 | 0.36 | 0.04 | |
| 55～60 | | | | 0.01 | 0.03 | 0.03 | | | 0.33 | 0.43 | 0.15 | 0.02 |
| 60～65 | | | | | | 0.03 | | | 0.08 | 0.41 | 0.26 | 0.23 |
| 65～70 | | | | | | 0.13 | | | | 0.13 | 0.13 | 0.63 |
| 70～ | | | | | | 0.17 | | | | | | 0.83 |

3～8月（2020～2022年）

| 全長／年齢 | 雄 | | | | | | 雌 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0歳 | 1歳 | 2歳 | 3歳 | 4歳 | 5+歳 | 0歳 | 1歳 | 2歳 | 3歳 | 4歳 | 5+歳 |
| 25～30 | | | | | | | | 1.00 | | | | |
| 30～35 | | | 0.62 | 0.04 | | | | 0.01 | 0.33 | | | |
| 35～40 | | | 0.41 | 0.20 | 0.01 | | | | 0.36 | 0.02 | | - |
| 40～45 | | | 0.05 | 0.47 | 0.09 | 0.01 | | | 0.21 | 0.17 | | |
| 45～50 | | | | 0.15 | 0.13 | 0.04 | | | 0.05 | 0.58 | 0.05 | 0.01 |
| 50～55 | | | | 0.03 | 0.13 | 0.11 | | | | 0.46 | 0.24 | 0.03 |
| 55～60 | | | | | 0.02 | 0.14 | | | | 0.13 | 0.45 | 0.26 |
| 60～65 | | | | | | 0.11 | | | | | 0.28 | 0.61 |
| 65～70 | | | | | | 0.09 | | | | | 0.03 | 0.89 |
| 70～ | | | | | | 0.02 | | | | | | 0.98 |

9～2月（2020～2022年）

| 全長／年齢 | 雄 | | | | | | 雌 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0歳 | 1歳 | 2歳 | 3歳 | 4歳 | 5+歳 | 0歳 | 1歳 | 2歳 | 3歳 | 4歳 | 5+歳 |
| 25～30 | | 0.67 | | | | | | 0.33 | | | | |
| 30～35 | | 0.62 | 0.06 | | | | | 0.32 | | | | |
| 35～40 | | 0.30 | 0.39 | 0.01 | | | | 0.20 | 0.10 | - | | |
| 40～45 | | 0.02 | 0.55 | 0.05 | - | - | | 0.03 | 0.33 | 0.01 | | |
| 45～50 | | 0.01 | 0.18 | 0.11 | 0.03 | 0.01 | | 0.01 | 0.57 | 0.10 | - | |
| 50～55 | | | 0.01 | 0.04 | 0.05 | 0.02 | | | 0.32 | 0.49 | 0.06 | 0.01 |
| 55～60 | | | | | 0.04 | 0.07 | | | 0.12 | 0.54 | 0.22 | |
| 60～65 | | | | | | 0.03 | | | | 0.33 | 0.42 | 0.21 |
| 65～70 | | | | | | | | | | 0.12 | 0.06 | 0.82 |
| 70～ | | | | | | | | | | | | 1.00 |

年齢起算日は便宜上3月1日とした。本評価票では年齢起算日を1月1日としているため、1、2月分はこの表で求めた年齢に1を加えた。－は0.005未満の数値。

② 山形県については、漁連の仕切帳の箱重量・入り数から平均重量に変換後、月別 age-weight key で年齢分解した資料（山形県資料）も参照した。

③ 富山県の 2022 年の月別全長組成データが入手できなかったため、青森県～新潟県をプールした年齢別漁獲尾数の比率と漁獲量を用いて、富山県を含む青森県～富山県（日本海北部）の年齢別漁獲尾数を求めた。

2. 資源量推定法

漁獲統計が 1～12 月の集計値であるため、1 月 1 日を年齢の起算日とし、1 歳魚以上について資源量を推定した。

a 歳、y 年の資源尾数 Na,y は Pope の近似式（Pope 1972）により

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

C は漁獲尾数、M は自然死亡係数

a 歳、y 年の漁獲係数 Fa,y は

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

5 歳以上をプラスグループとし、4 歳と 5+歳の漁獲係数が等しいと仮定した。

$$N_{4,y} = \frac{C_{4,y}}{C_{4,y}+C_{5+,y}} N_{5+,y+1}\exp(M) + C_{4,y}\exp(\frac{M}{2})$$

$$N_{5+,y} = \frac{C_{5+,y}}{C_{4,y}} N_{4,y}$$

最近年（2022 年）の資源尾数は

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

で求めた。

2008 年から直近年までの板びき CPUE、かけまわし CPUE、底建網 CPUE、沖底資源密度指数を用いて、次式が最小となるように最近年の 4 歳と 5+歳の F 値 を求めた。ここで、j は資源量指標値の識別番号、q は指標値の比例定数、By はコホート解析により推定された y 年の資源量 を示す。σ は観測誤差を表す標準偏差であり、指標値ごとに標準偏差を推定した。

$$-\ln L = \sum_{j=1}^{4}\sum_{y=2008}^{2022}\frac{\ln\left(2\pi\sigma_j^2\right)}{2} + \frac{\left\{\ln\left(CPUE_{j,y}\right) - \ln\left(q_j B_y\right)\right\}^2}{2\sigma_j^2}$$

自然死亡係数 M は安達（2007）に従い 0.2 とした。

資源尾数から資源量への変換や親魚量の算出に用いた年齢別体重と成熟率は以下の通りである。

| 年齢 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5+ |
|---|---|---|---|---|---|
| 平均体重 (g) | 304 | 643 | 1,071 | 1,720 | 3,118 |
| 成熟率 (%) | 0 | 50 | 100 | 100 | 100 |

「令和 5 (2022) 年度 資源評価におけるモデル診断の手順と診断結果の提供指針. FRA-SA2023-ABCWG02-03. 水産研究・教育機構 (2023)」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。本系群の資源評価では、2021 年度より沖底の資源密度指数（補足資料 7）、かけまわし CPUE、板びき網 CPUE、底建網 CPUE をチューニングに用いたコホート解析を導入した。指標値と予測値との関係をみると、かけまわし CPUE では、2016 年までは 2009 年を除き正の残差、2017 年以降は 2018 年を除き負の残差となった。沖底資源密度指数では一定の偏りは認められないが、2017 年に大きな負の残差となっている。底建網 CPUE では一定の偏りを持った傾向は認められない。板びき網 CPUE では 2014 年までは負の残差、2015 年以降は正の残差が続いている（補足図 2-1、2-2）。指標値と予測値との関係には、線形を仮定して概ね問題ないと考えられた（補足図 2-3）。レトロスペクティブ解析では、データの追加・更新に伴う F 値や資源量推定値に大きな変化はなく、一定の偏りを持った傾向は認められない（補足図 2-4）。

## 引用文献

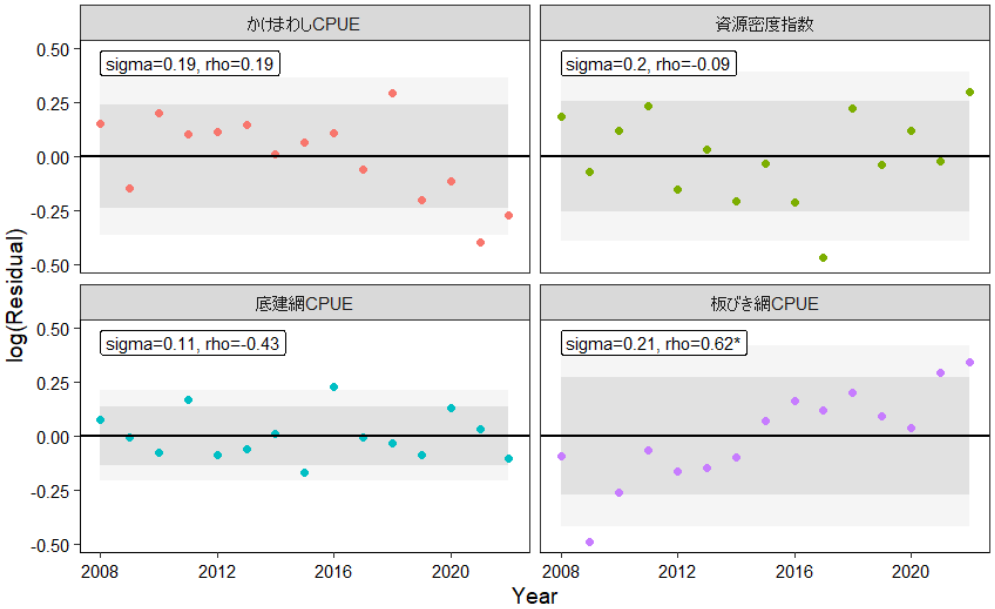
水産研究・教育機構 (2023) 令和 5 (2023) 年 資源評価におけるモデル診断の手順と診断結果の提供指針. FRA-SA2023-ABCWG02-03, 水産研究・教育機構, 横浜, 14pp. https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2023-ABCWG02-03.pdf (last accessed 30 July 2023)

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

安達二朗 (2007) 島根県におけるヒラメの age-length key について. 平成 18 年度栽培漁業資源回復等対策事業報告書別冊, 全国豊かな海づくり推進協会, 1-12.

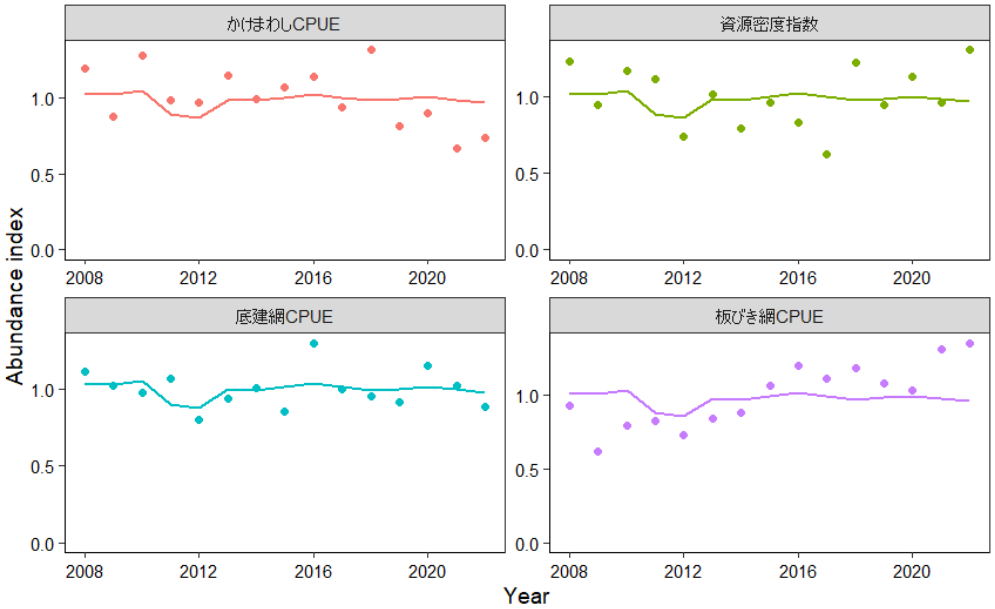
Pope, J. G. (1972) An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. Int. Comm. Northwest Atl. Fish. Res. Bull., **9**, 65-74.

社団法人富山県農林水産公社水産部 (2022) 令和 3 年度栽培漁業センター業務報告書, 62 pp.

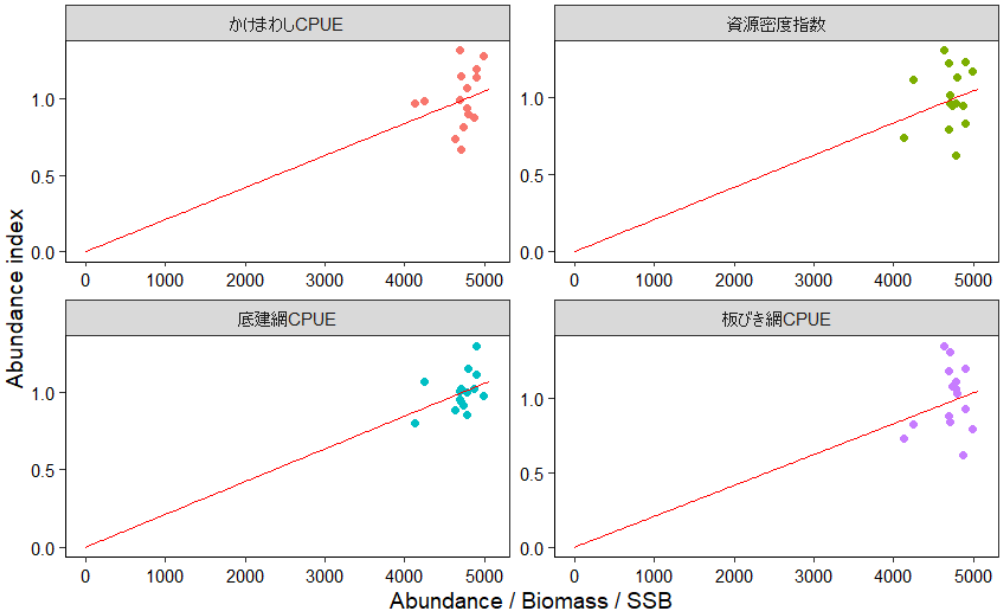



補足図 2-1.　残差プロット

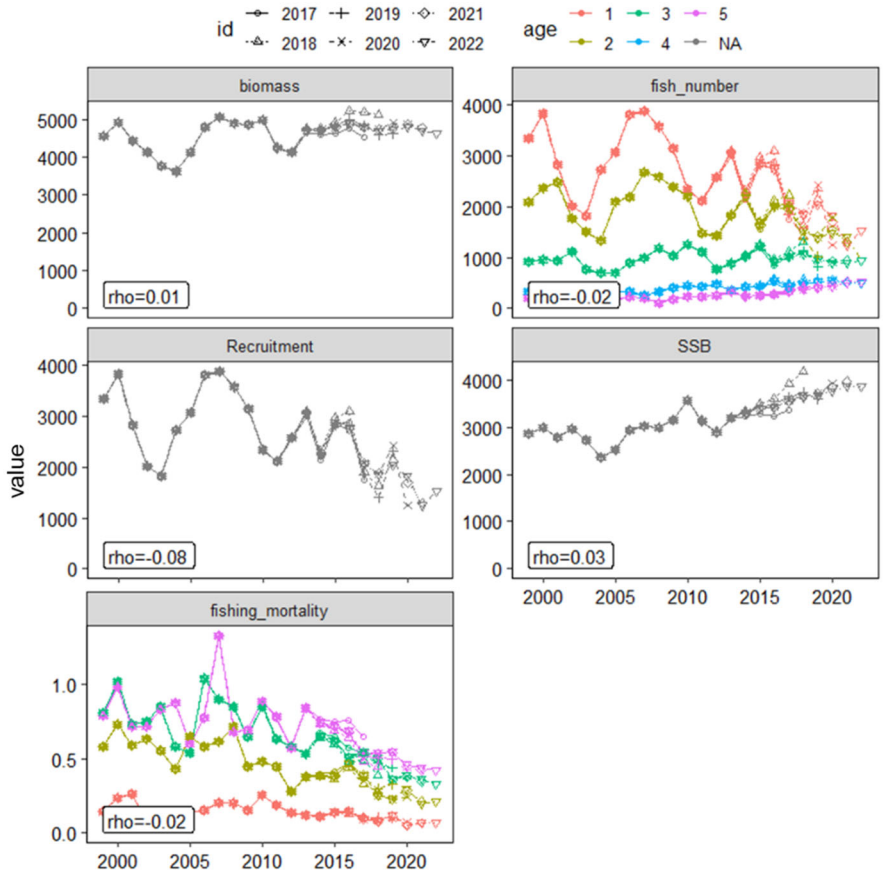
Sigma は観測誤差、rho は残差の自己相関係数、薄い灰色は 1.96σ 区間（95%区間）、濃い灰色は 1.28σ 区間（80%区間）を示す。




補足図 2-2.　予測値と指標値の経年変化




補足図 2-3.　予測値と指標値との関係




補足図 2-4.　資源量（biomass）、資源尾数（fish number）、漁獲係数（fishing_mortality）、1 歳資源尾数（Recruitment）、親魚量（SSB）のレトロスペクティブ解析結果

# 補足表 2-1.　資源解析結果（1999～2010 年）

年齢別漁獲尾数（千尾）

| 年 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1歳 | 402 | 726 | 600 | 154 | 170 | 144 | 363 | 494 | 647 | 590 | 410 | 483 |
| 2歳 | 828 | 1,112 | 1,002 | 753 | 581 | 426 | 907 | 873 | 1,116 | 1,199 | 781 | 764 |
| 3歳 | 465 | 553 | 438 | 535 | 397 | 282 | 268 | 524 | 535 | 610 | 445 | 650 |
| 4歳 | 167 | 191 | 131 | 171 | 222 | 142 | 133 | 165 | 172 | 148 | 186 | 236 |
| 5+歳 | 100 | 114 | 76 | 82 | 111 | 122 | 69 | 108 | 140 | 45 | 81 | 129 |
| 計 | 1,961 | 2,695 | 2,246 | 1,695 | 1,481 | 1,116 | 1,740 | 2,165 | 2,610 | 2,593 | 1,903 | 2,261 |

年齢別漁獲量（トン）

| 年 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1歳 | 123 | 221 | 183 | 47 | 52 | 44 | 111 | 150 | 197 | 180 | 125 | 147 |
| 2歳 | 532 | 715 | 644 | 484 | 373 | 274 | 583 | 561 | 717 | 771 | 502 | 491 |
| 3歳 | 498 | 592 | 469 | 573 | 425 | 302 | 287 | 561 | 573 | 653 | 477 | 696 |
| 4歳 | 287 | 328 | 225 | 294 | 382 | 244 | 229 | 284 | 296 | 255 | 320 | 405 |
| 5+歳 | 310 | 355 | 237 | 256 | 348 | 380 | 216 | 338 | 435 | 142 | 253 | 402 |
| 計 | 1,750 | 2,211 | 1,757 | 1,654 | 1,580 | 1,243 | 1,425 | 1,895 | 2,219 | 2,001 | 1,677 | 2,142 |

合計漁獲量には数トン程度の0歳魚漁獲量が含まれる。

年齢別漁獲係数

| 年 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1歳 | 0.14 | 0.24 | 0.27 | 0.09 | 0.11 | 0.06 | 0.14 | 0.15 | 0.20 | 0.20 | 0.16 | 0.26 |
| 2歳 | 0.58 | 0.73 | 0.59 | 0.64 | 0.56 | 0.43 | 0.65 | 0.58 | 0.62 | 0.72 | 0.45 | 0.48 |
| 3歳 | 0.81 | 1.02 | 0.73 | 0.75 | 0.85 | 0.58 | 0.54 | 1.04 | 0.90 | 0.85 | 0.65 | 0.85 |
| 4歳 | 0.79 | 0.99 | 0.72 | 0.72 | 0.84 | 0.88 | 0.60 | 0.78 | 1.33 | 0.68 | 0.69 | 0.89 |
| 5+歳 | 0.79 | 0.99 | 0.72 | 0.72 | 0.84 | 0.88 | 0.60 | 0.78 | 1.33 | 0.68 | 0.69 | 0.89 |
| 単純平均 | 0.62 | 0.79 | 0.61 | 0.58 | 0.64 | 0.57 | 0.51 | 0.67 | 0.88 | 0.63 | 0.53 | 0.68 |

年齢別資源尾数（千尾）

| 年 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1歳 | 3,337 | 3,825 | 2,823 | 2,010 | 1,818 | 2,719 | 3,068 | 3,808 | 3,873 | 3,570 | 3,141 | 2,335 |
| 2歳 | 2,080 | 2,368 | 2,474 | 1,768 | 1,507 | 1,335 | 2,096 | 2,183 | 2,671 | 2,586 | 2,389 | 2,201 |
| 3歳 | 924 | 954 | 933 | 1,119 | 766 | 708 | 708 | 896 | 997 | 1,177 | 1,032 | 1,249 |
| 4歳 | 337 | 336 | 281 | 368 | 432 | 268 | 325 | 337 | 259 | 332 | 412 | 442 |
| 5+歳 | 201 | 200 | 163 | 177 | 217 | 230 | 169 | 221 | 210 | 102 | 180 | 242 |
| 計 | 6,880 | 7,683 | 6,675 | 5,442 | 4,741 | 5,260 | 6,365 | 7,445 | 8,009 | 7,766 | 7,154 | 6,470 |

年齢別資源量（トン）

| 年 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1歳 | 1,016 | 1,164 | 859 | 612 | 554 | 828 | 934 | 1,159 | 1,179 | 1,087 | 956 | 711 |
| 2歳 | 1,337 | 1,522 | 1,590 | 1,136 | 969 | 858 | 1,347 | 1,403 | 1,717 | 1,662 | 1,536 | 1,415 |
| 3歳 | 990 | 1,022 | 999 | 1,199 | 820 | 758 | 758 | 959 | 1,068 | 1,260 | 1,106 | 1,338 |
| 4歳 | 581 | 578 | 483 | 633 | 744 | 461 | 558 | 580 | 446 | 571 | 708 | 761 |
| 5+歳 | 628 | 624 | 510 | 551 | 677 | 718 | 528 | 690 | 654 | 317 | 560 | 755 |
| 計 | 4,551 | 4,911 | 4,442 | 4,132 | 3,763 | 3,623 | 4,125 | 4,792 | 5,063 | 4,897 | 4,865 | 4,980 |

年齢別親魚量（トン）

| 年 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1歳 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2歳 | 668 | 761 | 795 | 568 | 484 | 429 | 674 | 702 | 858 | 831 | 768 | 707 |
| 3歳 | 990 | 1,022 | 999 | 1,199 | 820 | 758 | 758 | 959 | 1,068 | 1,260 | 1,106 | 1,338 |
| 4歳 | 581 | 578 | 483 | 633 | 744 | 461 | 558 | 580 | 446 | 571 | 708 | 761 |
| 5+歳 | 628 | 624 | 510 | 551 | 677 | 718 | 528 | 690 | 654 | 317 | 560 | 755 |
| 計 | 2,867 | 2,985 | 2,788 | 2,951 | 2,726 | 2,366 | 2,518 | 2,931 | 3,026 | 2,979 | 3,141 | 3,562 |

補足表 2-1.　（続き）資源解析結果（2011～2022 年）

年齢別漁獲尾数（千尾）

| 年 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1歳 | 330 | 302 | 316 | 217 | 340 | 341 | 170 | 130 | 207 | 82 | 77 | 92 |
| 2歳 | 483 | 317 | 524 | 644 | 473 | 684 | 568 | 315 | 260 | 349 | 231 | 167 |
| 3歳 | 473 | 308 | 330 | 446 | 515 | 332 | 390 | 383 | 267 | 265 | 250 | 243 |
| 4歳 | 214 | 190 | 182 | 201 | 202 | 244 | 168 | 184 | 203 | 184 | 160 | 161 |
| 5+歳 | 113 | 98 | 174 | 116 | 120 | 125 | 127 | 142 | 157 | 148 | 165 | 167 |
| 計 | 1,614 | 1,215 | 1,526 | 1,625 | 1,649 | 1,726 | 1,423 | 1,153 | 1,094 | 1,027 | 884 | 830 |

年齢別漁獲量（トン）

| 年 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1歳 | 100 | 92 | 96 | 66 | 104 | 104 | 52 | 39 | 63 | 25 | 23 | 28 |
| 2歳 | 311 | 203 | 337 | 414 | 304 | 440 | 365 | 202 | 167 | 224 | 148 | 107 |
| 3歳 | 507 | 330 | 354 | 478 | 551 | 356 | 418 | 410 | 286 | 284 | 268 | 261 |
| 4歳 | 368 | 327 | 313 | 346 | 347 | 419 | 289 | 316 | 350 | 316 | 276 | 277 |
| 5+歳 | 353 | 306 | 542 | 361 | 373 | 389 | 395 | 442 | 488 | 460 | 515 | 519 |
| 計 | 1,639 | 1,258 | 1,641 | 1,665 | 1,679 | 1,707 | 1,519 | 1,410 | 1,354 | 1,309 | 1,231 | 1,192 |

合計漁獲量には数トン程度の0歳魚漁獲量が含まれる。

年齢別漁獲係数

| 年 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1歳 | 0.19 | 0.14 | 0.12 | 0.11 | 0.14 | 0.15 | 0.10 | 0.08 | 0.12 | 0.05 | 0.07 | 0.07 |
| 2歳 | 0.45 | 0.28 | 0.38 | 0.39 | 0.39 | 0.47 | 0.39 | 0.26 | 0.23 | 0.30 | 0.20 | 0.22 |
| 3歳 | 0.64 | 0.58 | 0.53 | 0.66 | 0.62 | 0.52 | 0.55 | 0.50 | 0.37 | 0.39 | 0.37 | 0.33 |
| 4歳 | 0.78 | 0.57 | 0.84 | 0.75 | 0.72 | 0.69 | 0.54 | 0.54 | 0.55 | 0.46 | 0.44 | 0.43 |
| 5+歳 | 0.78 | 0.57 | 0.84 | 0.75 | 0.72 | 0.69 | 0.54 | 0.54 | 0.55 | 0.46 | 0.44 | 0.43 |
| 単純平均 | 0.57 | 0.43 | 0.54 | 0.53 | 0.52 | 0.50 | 0.42 | 0.39 | 0.36 | 0.33 | 0.30 | 0.29 |

年齢別資源尾数（千尾）

| 年 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1歳 | 2,106 | 2,569 | 3,054 | 2,237 | 2,825 | 2,740 | 2,055 | 1,835 | 2,045 | 1,822 | 1,246 | 1,527 |
| 2歳 | 1,475 | 1,426 | 1,830 | 2,214 | 1,635 | 2,005 | 1,934 | 1,528 | 1,385 | 1,487 | 1,417 | 950 |
| 3歳 | 1,111 | 771 | 881 | 1,024 | 1,230 | 911 | 1,023 | 1,070 | 966 | 899 | 902 | 951 |
| 4歳 | 435 | 481 | 353 | 422 | 435 | 541 | 445 | 484 | 529 | 549 | 497 | 512 |
| 5+歳 | 230 | 249 | 337 | 243 | 258 | 277 | 336 | 373 | 408 | 441 | 511 | 530 |
| 計 | 5,358 | 5,496 | 6,455 | 6,141 | 6,383 | 6,474 | 5,793 | 5,290 | 5,333 | 5,199 | 4,573 | 4,471 |

年齢別資源量（トン）

| 年 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1歳 | 641 | 782 | 930 | 681 | 860 | 834 | 625 | 559 | 623 | 555 | 379 | 465 |
| 2歳 | 948 | 916 | 1,176 | 1,423 | 1,051 | 1,289 | 1,243 | 982 | 890 | 956 | 911 | 611 |
| 3歳 | 1,190 | 826 | 943 | 1,097 | 1,317 | 975 | 1,095 | 1,146 | 1,035 | 963 | 966 | 1,019 |
| 4歳 | 749 | 828 | 607 | 727 | 748 | 931 | 766 | 833 | 910 | 945 | 854 | 882 |
| 5+歳 | 719 | 775 | 1,051 | 758 | 805 | 863 | 1,049 | 1,164 | 1,271 | 1,376 | 1,594 | 1,654 |
| 計 | 4,246 | 4,128 | 4,707 | 4,686 | 4,781 | 4,892 | 4,779 | 4,683 | 4,729 | 4,795 | 4,705 | 4,630 |

年齢別親魚量（トン）

| 年 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1歳 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2歳 | 474 | 458 | 588 | 712 | 525 | 644 | 622 | 491 | 445 | 478 | 455 | 305 |
| 3歳 | 1,190 | 826 | 943 | 1,097 | 1,317 | 975 | 1,095 | 1,146 | 1,035 | 963 | 966 | 1,019 |
| 4歳 | 749 | 828 | 607 | 727 | 748 | 931 | 766 | 833 | 910 | 945 | 854 | 882 |
| 5+歳 | 719 | 775 | 1,051 | 758 | 805 | 863 | 1,049 | 1,164 | 1,271 | 1,376 | 1,594 | 1,654 |
| 計 | 3,131 | 2,887 | 3,189 | 3,293 | 3,396 | 3,414 | 3,532 | 3,634 | 3,661 | 3,762 | 3,870 | 3,859 |

## 補足資料３　管理基準値案と禁漁水準案等

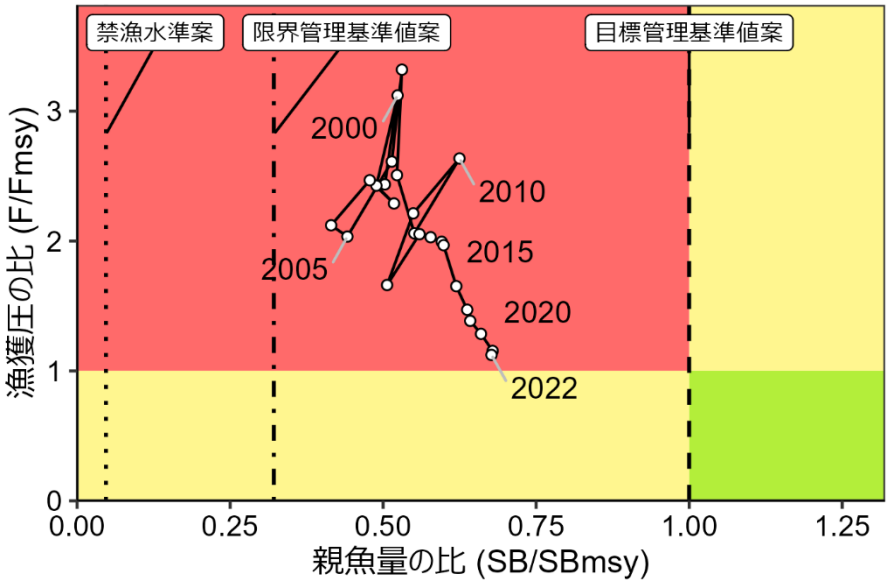
令和 4 年 9 月に開催された「管理基準値等に関する研究機関会議」により、目標管理基準値（SBtarget）には MSY 水準における親魚量（SBmsy：57 百トン）、限界管理基準値（SBlimit）には MSY の 60%が得られる親魚量（SB0.6msy : 18 百トン）、禁漁水準（SBban）には MSY の 10%が得られる親魚量（SB0.1msy：3 百トン）を用いることが提案されている（八木ほか 2022、補足表 6-2）。この推定に用いたパラメータ値は補足表 3-1 に示す。

目標管理基準値案と、MSY を実現する漁獲圧（F）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 2022 年の親魚量（SB2022 : 39 百トン）は目標管理基準値案を下回り、限界管理基準値案および禁漁水準案を上回る。本系群における漁獲圧は低下傾向にあるが、すべての年で MSY を実現する漁獲圧（Fmsy）を上回っている（補足表 6-3）。

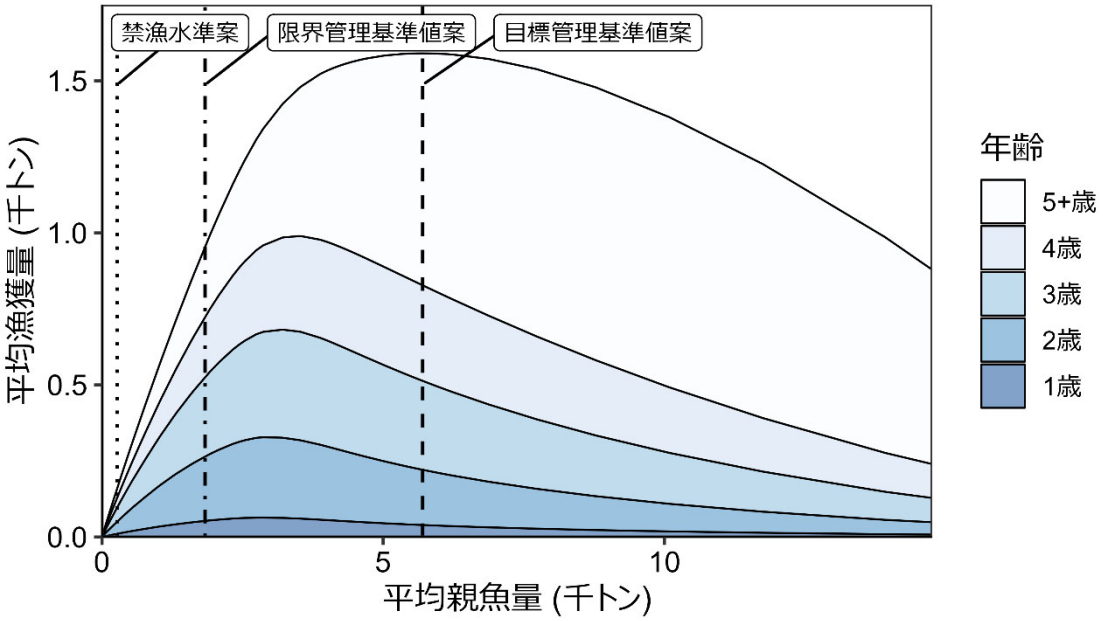
平衡状態における平均親魚量と年齢別平均漁獲量との関係を補足図 3-2 に示す。親魚量が SBlimit 以下では 2 歳魚が多くを占めるが、親魚量の増加に伴い、高齢魚の比率が高くなる傾向がみられ、SBmsy 達成時においては 3 歳以上の漁獲が主体となると推測された。

## 引用文献

八木佑太・藤原邦浩・飯田真也・白川北斗 (2022) 令和 4 (2022) 年度ヒラメ日本海北部系群の管理基準値等に関する研究機関会議資料. FRA-SA2022-BRP07-02, 水産研究・教育機構, 横浜, 42pp. https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/20220930/FRA-SA2022-BRP07-02.pdf (last accessed 10 August 2023)




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）

補足表 3-1.　最大持続生産量 MSY を実現する水準の推定に用いたパラメータ値

| 年齢 | 選択率 | Fmsy | 現状の漁獲圧（F2021） | 平均体重（g） | 自然死亡係数 | 成熟割合 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 歳 | 0.191 | 0.068 | 0.077 | 304 | 0.20 | 0.00 |
| 2 歳 | 0.583 | 0.206 | 0.236 | 643 | 0.20 | 0.50 |
| 3 歳 | 0.876 | 0.310 | 0.354 | 1,071 | 0.20 | 1.00 |
| 4 歳 | 1.000 | 0.354 | 0.404 | 1,720 | 0.20 | 1.00 |
| 5 歳以上 | 1.000 | 0.354 | 0.404 | 3,118 | 0.20 | 1.00 |

## 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 2022 年の資源量から、コホート解析の前進法を用いて 2023～2054 年までの将来予測計算を行った（補足資料 5）。将来予測における加入量は、各年の親魚量から予測される値を再生産関係式から与えた。加入量の不確実性として、対数正規分布に従う誤差を仮定し、1,000 回の繰り返し計算を行った。また、本系群においては継続して種苗放流が行われているため、現状の放流が継続される場合として、2020～2022 年平均の添加効率（0.036）と 2019～2021 年平均の放流尾数（218 万尾）を乗じた値を人工種苗由来の加入尾数として毎年の加入量に加算した条件での予測も行った。

2023 年の漁獲量は、予測される資源量と現状の漁獲圧（F2022）から仮定し、生物パラメータ（平均体重等）は管理基準値案を算出した時と同じ条件とした。2024 年以降の漁獲圧には、各年に予測される親魚量をもとに下記の漁獲管理規則案で定められる漁獲圧を用いた。

（2）漁獲管理規則案

漁獲管理規則案は、目標管理基準値案以上に親魚量を維持・回復する達成確率を勘案して、親魚量に対応した漁獲圧（F）等を定めたものである。「漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針」では、親魚量が限界管理基準値案を下回った場合には禁漁水準案まで直線的に漁獲圧を削減するとともに、親魚量が限界管理基準値以上にある場合には Fmsy 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「親魚量が限界管理基準値を下回るリスクは低いが、本資源は資源評価対象期間が短く再生産関係等に不確実性が懸念されるため、β は標準値である 0.8 以下にすることが望ましい。」とされている。

（3）2024 年の予測値

漁獲管理規則案に基づき試算された 2024 年の平均漁獲量は、加入量として再生産関係による加入のみを想定した場合においては、β を 0.8 とした場合には 860 トン、β を 1.0 とした場合には 1,044 トンであり、現状の放流を想定した場合においては、β を 0.8 とした場合には 867 トン、β を 1.0 とした場合には 1,052 トンであった（補足表 6-4、6-6）。2024 年に予測される親魚量は、いずれの繰り返し計算でも目標管理基準値案を下回った。これらの親魚量はいずれも限界管理基準値案以上であるため、2024 年の漁獲圧は β×Fmsy として求めた。

（4）2025 年以降の予測

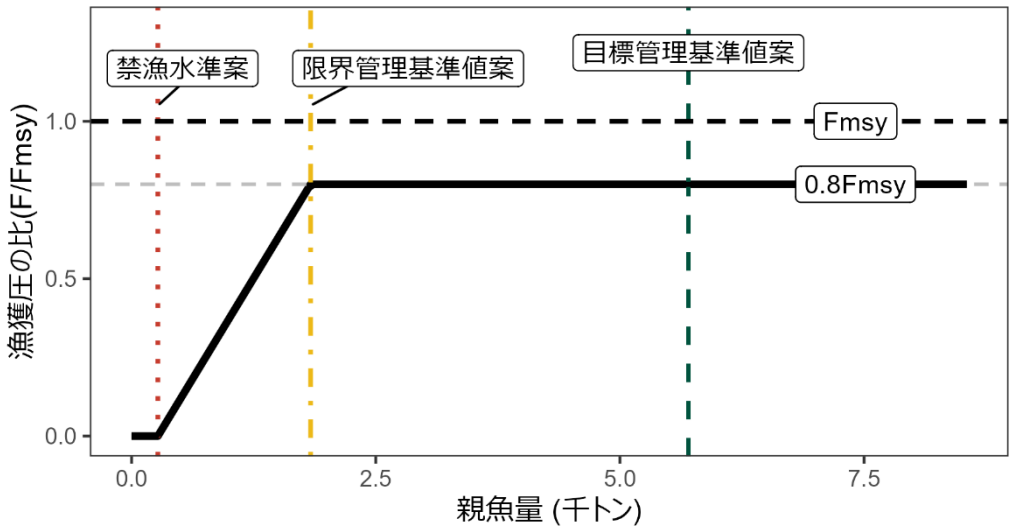
2025 年以降も含めた将来予測の結果を補足図 4-2、4-3 および補足表 4-1～4-4 に示す。

漁獲管理規則案に基づく管理を 10 年間継続した場合、将来の加入量として再生産関係による加入のみを想定した場合（補足図 4-2、補足表 4-1a、4-2a、4-3a、4-4a）では 2034 年の親魚量の予測値は β を 0.8 とした場合には平均 65 百トン（90%予測区間は 44 百～

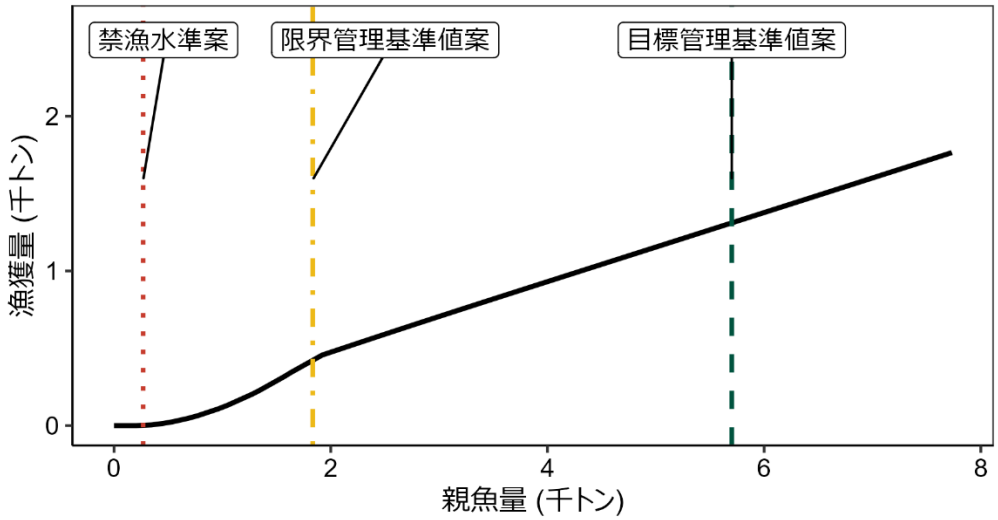
89 百トン）であり、β を 1.0 とした場合には平均 54 百トン（90%予測区間は 37 百～75 百トン）である（補足表 6-5a）。予測値が目標管理基準値案を上回る確率は β が 0.9 以下で 50%を上回る。限界管理基準値案を上回る確率はいずれの β においても 100%である。現状の漁獲圧（F2022）を継続した場合の 2034 年の親魚量の予測値は平均 49 百トン（90%予測区間は 33 百～68 百トン）であり、目標管理基準値案を上回る確率は 26%、限界管理基準値案を上回る確率は 100%である。

同様に、現状の放流を想定した場合（補足図 4-3、補足表 4-1b、4-2b、4-3b、4-4b）では、2034 年の親魚量の予測値は β を 0.8 とした場合には平均 67 百トン（90%予測区間は 47 百～92 百トン）であり、β を 1.0 とした場合には平均 56 百トン（90%予測区間は 39 百～77 百トン）である（補足表 6-5b）。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いずれの β においても 100%である。現状の漁獲圧（F2022）を継続した場合の 2034 年の親魚量の予測値は平均 51 百トン（90%予測区間は 35 百～70 百トン）であり、目標管理基準値案を上回る確率は 29%、限界管理基準値案を上回る確率は 100%である。

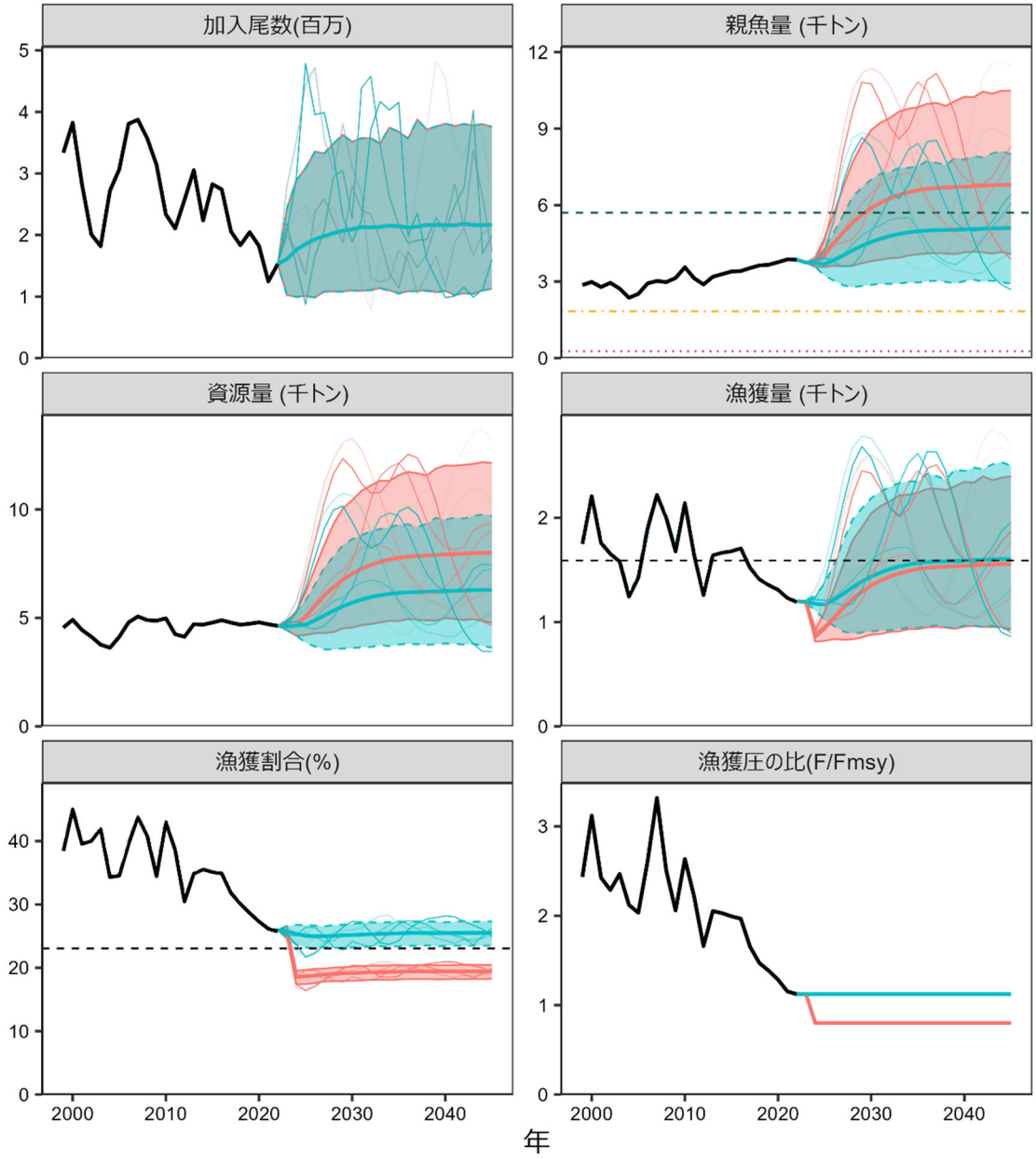
a）縦軸を漁獲圧にした場合



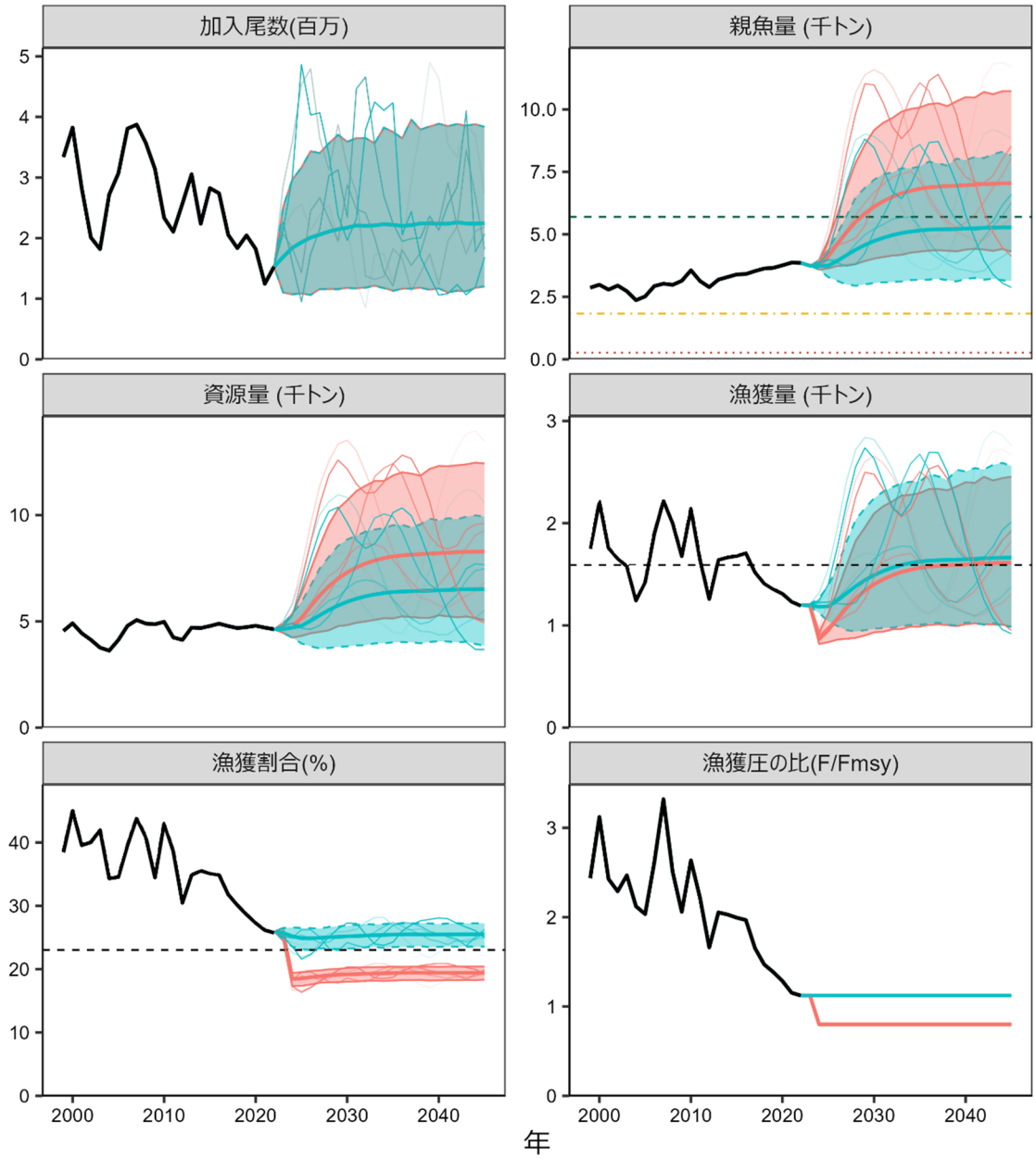

b）縦軸を漁獲量にした場合




補足図 4-1.　漁獲管理規則案　目標管理基準値（SBtarget）案は HS 再生産関係に基づき算出した SBmsy である。限界管理基準値（SBlimit）案および禁漁水準（SBban）案には、それぞれ標準値を用いている。調整係数 β には標準値である 0.8 を用いた。黒破線は Fmsy、灰色破線は 0.8Fmsy、黒太線は漁獲管理規則（HCR）案、赤点線は禁漁水準案、黄一点鎖線は限界管理基準値案、緑破線は目標管理基準値案を示す。a）は縦軸を漁獲圧にした場合、b）は縦軸を漁獲量で表した場合である。b）については、漁獲する年の年齢組成によって漁獲量は若干異なるが、ここでは平衡状態における平均的な年齢組成の場合の漁獲量を示した。




補足図 4-2.　将来の加入量として再生産関係による加入のみを想定した場合の漁獲管理規則案を用いた場合（赤色）と現状の漁獲圧での将来予測（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 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。漁獲割合の図の破線は Umsy を示し、漁獲量の図の破線は MSY を示す。2023 年の漁獲は予測される資源量と現状の漁獲圧（F2022）により仮定し、2024 年以降の漁獲は漁獲管理規則案（補足図 4-1）に従うものとした。調整係数 β には 0.8 を用いた。




補足図 4-3.　現状の放流を想定した場合の漁獲管理規則案を用いた場合（赤色）と現状の漁獲圧での将来予測（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 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。漁獲割合の図の破線は Umsy を示し、漁獲量の図の破線は MSY を示す。2023 年の漁獲は予測される資源量と現状の漁獲圧（F2022）により仮定し、2024 年以降の漁獲は漁獲管理規則案（補足図 4-1）に従うものとした。調整係数 β には 0.8 を用いた。現状の放流による人工種苗由来の加入尾数は 2020～2022 年平均の添加効率（0.036）と 2019～2021 年平均の放流尾数（218 万尾）との積とした。

補足表 4-1.　将来の親魚量が目標管理基準値案を上回る確率

a)　再生産関係による加入のみを想定した場合（%）

| β | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | **2034** | 2044 | 2054 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 8 | 15 | 20 | 26 | 30 | 33 | 36 | **38** | 44 | 44 |
| 0.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 13 | 22 | 29 | 35 | 41 | 44 | 48 | **51** | 56 | 56 |
| 0.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 19 | 31 | 41 | 47 | 52 | 57 | 62 | **63** | 68 | 68 |
| 0.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 28 | 45 | 55 | 61 | 67 | 72 | 74 | **76** | 79 | 80 |
| 0.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 40 | 58 | 68 | 74 | 79 | 82 | 85 | **87** | 90 | 89 |
| 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22 | 57 | 74 | 82 | 87 | 90 | 91 | 93 | **94** | 96 | 96 |
| 0.4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 33 | 72 | 85 | 90 | 95 | 96 | 98 | 98 | **98** | 99 | 99 |
| 0.3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 49 | 84 | 93 | 97 | 98 | 99 | 99 | 99 | **100** | 100 | 100 |
| 0.2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 68 | 94 | 98 | 99 | 99 | 100 | 100 | 100 | **100** | 100 | 100 |
| 0.1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 82 | 98 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | **100** | 100 | 100 |
| 0.0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 94 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | **100** | 100 | 100 |
| F2022 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 9 | 14 | 17 | 20 | 22 | 24 | **26** | 31 | 30 |

b)　現状の放流を想定した場合（%）

| β | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | **2034** | 2044 | 2054 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 10 | 18 | 24 | 30 | 35 | 38 | 40 | **44** | 49 | 49 |
| 0.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 16 | 25 | 33 | 40 | 45 | 51 | 54 | **56** | 60 | 61 |
| 0.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 22 | 36 | 47 | 54 | 59 | 64 | 68 | **70** | 73 | 73 |
| 0.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 34 | 52 | 61 | 68 | 73 | 77 | 79 | **82** | 84 | 85 |
| 0.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | 47 | 66 | 75 | 81 | 84 | 87 | 89 | **90** | 94 | 92 |
| 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26 | 64 | 79 | 87 | 90 | 94 | 95 | 96 | **96** | 98 | 97 |
| 0.4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 41 | 78 | 90 | 94 | 97 | 98 | 98 | 99 | **99** | 99 | 100 |
| 0.3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 57 | 90 | 96 | 98 | 99 | 100 | 100 | 100 | **100** | 100 | 100 |
| 0.2 | 0 | 0 | 0 | 4 | 76 | 97 | 99 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | **100** | 100 | 100 |
| 0.1 | 0 | 0 | 0 | 6 | 89 | 99 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | **100** | 100 | 100 |
| 0.0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 97 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | **100** | 100 | 100 |
| F2022 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 | 12 | 16 | 21 | 23 | 26 | 27 | **29** | 35 | 34 |

β を 0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2023 年の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧（F2022）から予測される 12 百トンとし、2024 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（F2022）で漁獲を続けた場合の結果も示した。太字は漁獲管理規則案による管理開始から 10 年後を示す。現状の放流による人工種苗由来の加入尾数は 2020～2022 年平均の添加効率（0.036）と 2019～2021 年平均の放流尾数（218 万尾）との積とした。

補足表 4-2.　将来の親魚量が限界管理基準値案を上回る確率

a)　再生産関係による加入のみを想定した場合（%）

| β | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | **2034** | 2044 | 2054 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | **100** | 100 | 100 |
| 0.9 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | **100** | 100 | 100 |
| 0.8 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | **100** | 100 | 100 |
| 0.7 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | **100** | 100 | 100 |
| 0.6 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | **100** | 100 | 100 |
| 0.5 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | **100** | 100 | 100 |
| 0.4 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | **100** | 100 | 100 |
| 0.3 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | **100** | 100 | 100 |
| 0.2 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | **100** | 100 | 100 |
| 0.1 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | **100** | 100 | 100 |
| 0.0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | **100** | 100 | 100 |
| F2022 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | **100** | 100 | 100 |

b)　現状の放流を想定した場合（%）

| β | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | **2034** | 2044 | 2054 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | **100** | 100 | 100 |
| 0.9 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | **100** | 100 | 100 |
| 0.8 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | **100** | 100 | 100 |
| 0.7 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | **100** | 100 | 100 |
| 0.6 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | **100** | 100 | 100 |
| 0.5 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | **100** | 100 | 100 |
| 0.4 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | **100** | 100 | 100 |
| 0.3 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | **100** | 100 | 100 |
| 0.2 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | **100** | 100 | 100 |
| 0.1 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | **100** | 100 | 100 |
| 0.0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | **100** | 100 | 100 |
| F2022 | 100 | 100 | 100 | 100 | 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。2023 年の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧（F2022）から予測される 12 百トンとし、2024 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（F2022）で漁獲を続けた場合の結果も示した。太字は漁獲管理規則案による管理開始から 10 年後を示す。現状の放流による人工種苗由来の加入尾数は 2020～2022 年平均の添加効率（0.036）と 2019～2021 年平均の放流尾数（218 万尾）との積とした。

補足表 4-3.　将来の親魚量の平均値の推移

a)　再生産関係による加入のみを想定した場合（トン）

| β | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | **2034** | 2044 | 2054 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.0 | 3,859 | 3,746 | 3,714 | 3,835 | 4,085 | 4,342 | 4,591 | 4,805 | 4,987 | 5,136 | 5,262 | 5,362 | **5,433** | 5,640 | 5,639 |
| 0.9 | 3,859 | 3,746 | 3,714 | 3,944 | 4,290 | 4,624 | 4,933 | 5,192 | 5,408 | 5,583 | 5,729 | 5,846 | **5,930** | 6,174 | 6,178 |
| 0.8 | 3,859 | 3,746 | 3,714 | 4,056 | 4,507 | 4,931 | 5,311 | 5,625 | 5,884 | 6,092 | 6,265 | 6,402 | **6,503** | 6,796 | 6,806 |
| 0.7 | 3,859 | 3,746 | 3,714 | 4,171 | 4,737 | 5,263 | 5,729 | 6,110 | 6,423 | 6,674 | 6,880 | 7,045 | **7,167** | 7,526 | 7,544 |
| 0.6 | 3,859 | 3,746 | 3,714 | 4,291 | 4,981 | 5,625 | 6,193 | 6,656 | 7,036 | 7,341 | 7,591 | 7,792 | **7,943** | 8,394 | 8,423 |
| 0.5 | 3,859 | 3,746 | 3,714 | 4,414 | 5,240 | 6,018 | 6,706 | 7,271 | 7,735 | 8,110 | 8,418 | 8,667 | **8,857** | 9,438 | 9,483 |
| 0.4 | 3,859 | 3,746 | 3,714 | 4,541 | 5,515 | 6,446 | 7,277 | 7,965 | 8,535 | 9,000 | 9,384 | 9,696 | **9,939** | 10,712 | 10,781 |
| 0.3 | 3,859 | 3,746 | 3,714 | 4,672 | 5,807 | 6,912 | 7,911 | 8,750 | 9,453 | 10,034 | 10,518 | 10,917 | **11,232** | 12,292 | 12,401 |
| 0.2 | 3,859 | 3,746 | 3,714 | 4,807 | 6,117 | 7,419 | 8,616 | 9,639 | 10,510 | 11,241 | 11,858 | 12,373 | **12,790** | 14,290 | 14,468 |
| 0.1 | 3,859 | 3,746 | 3,714 | 4,946 | 6,447 | 7,973 | 9,403 | 10,649 | 11,730 | 12,655 | 13,449 | 14,124 | **14,683** | 16,870 | 17,181 |
| 0.0 | 3,859 | 3,746 | 3,714 | 5,090 | 6,797 | 8,576 | 10,279 | 11,798 | 13,143 | 14,318 | 15,348 | 16,241 | **17,001** | 20,287 | 20,866 |
| F2022 | 3,859 | 3,746 | 3,714 | 3,689 | 3,840 | 4,029 | 4,228 | 4,405 | 4,557 | 4,681 | 4,786 | 4,870 | **4,928** | 5,095 | 5,090 |

b)　現状の放流を想定した場合（トン）

| β | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | **2034** | 2044 | 2054 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.0 | 3,859 | 3,746 | 3,733 | 3,897 | 4,188 | 4,488 | 4,761 | 4,989 | 5,180 | 5,333 | 5,462 | 5,563 | **5,636** | 5,844 | 5,843 |
| 0.9 | 3,859 | 3,746 | 3,733 | 4,006 | 4,396 | 4,777 | 5,114 | 5,390 | 5,616 | 5,797 | 5,947 | 6,066 | **6,151** | 6,397 | 6,401 |
| 0.8 | 3,859 | 3,746 | 3,733 | 4,119 | 4,616 | 5,092 | 5,505 | 5,838 | 6,109 | 6,325 | 6,502 | 6,643 | **6,745** | 7,041 | 7,051 |
| 0.7 | 3,859 | 3,746 | 3,733 | 4,236 | 4,850 | 5,434 | 5,936 | 6,341 | 6,668 | 6,928 | 7,141 | 7,310 | **7,435** | 7,798 | 7,816 |
| 0.6 | 3,859 | 3,746 | 3,733 | 4,356 | 5,098 | 5,805 | 6,414 | 6,905 | 7,303 | 7,620 | 7,879 | 8,085 | **8,240** | 8,697 | 8,727 |
| 0.5 | 3,859 | 3,746 | 3,733 | 4,481 | 5,362 | 6,208 | 6,944 | 7,541 | 8,028 | 8,418 | 8,736 | 8,992 | **9,187** | 9,779 | 9,825 |
| 0.4 | 3,859 | 3,746 | 3,733 | 4,609 | 5,641 | 6,647 | 7,532 | 8,258 | 8,856 | 9,340 | 9,738 | 10,060 | **10,310** | 11,099 | 11,169 |
| 0.3 | 3,859 | 3,746 | 3,733 | 4,741 | 5,938 | 7,124 | 8,185 | 9,069 | 9,806 | 10,411 | 10,914 | 11,326 | **11,651** | 12,737 | 12,847 |
| 0.2 | 3,859 | 3,746 | 3,733 | 4,877 | 6,253 | 7,644 | 8,911 | 9,987 | 10,899 | 11,661 | 12,302 | 12,836 | **13,267** | 14,807 | 14,989 |
| 0.1 | 3,859 | 3,746 | 3,733 | 5,018 | 6,587 | 8,210 | 9,720 | 11,030 | 12,161 | 13,125 | 13,950 | 14,649 | **15,228** | 17,482 | 17,799 |
| 0.0 | 3,859 | 3,746 | 3,733 | 5,163 | 6,942 | 8,828 | 10,622 | 12,215 | 13,621 | 14,846 | 15,917 | 16,844 | **17,630** | 21,024 | 21,616 |
| F2022 | 3,859 | 3,746 | 3,733 | 3,750 | 3,941 | 4,169 | 4,388 | 4,576 | 4,734 | 4,862 | 4,969 | 5,054 | **5,113** | 5,281 | 5,275 |

β を 0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2023 年の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧（F2022）から予測される 12 百トンとし、2024 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（F2022）で漁獲を続けた場合の結果も示した。太字は漁獲管理規則案による管理開始から 10 年後を示す。現状の放流による人工種苗由来の加入尾数は 2020～2022 年平均の添加効率（0.036）と 2019～2021 年平均の放流尾数（218 万尾）との積とした。

補足表 4-4.　将来の漁獲量の平均値の推移

a)　再生産関係による加入のみを想定した場合（トン）

| β | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | **2034** | 2044 | 2054 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.0 | 1,192 | 1,190 | 1,044 | 1,080 | 1,148 | 1,219 | 1,287 | 1,346 | 1,396 | 1,437 | 1,471 | 1,498 | **1,518** | 1,574 | 1,574 |
| 0.9 | 1,192 | 1,190 | 954 | 1,013 | 1,099 | 1,183 | 1,260 | 1,325 | 1,379 | 1,423 | 1,459 | 1,488 | **1,509** | 1,569 | 1,571 |
| 0.8 | 1,192 | 1,190 | 860 | 938 | 1,039 | 1,135 | 1,221 | 1,292 | 1,350 | 1,397 | 1,436 | 1,466 | **1,490** | 1,555 | 1,558 |
| 0.7 | 1,192 | 1,190 | 764 | 856 | 969 | 1,074 | 1,167 | 1,244 | 1,306 | 1,357 | 1,398 | 1,430 | **1,455** | 1,527 | 1,531 |
| 0.6 | 1,192 | 1,190 | 664 | 765 | 885 | 997 | 1,096 | 1,177 | 1,243 | 1,296 | 1,340 | 1,375 | **1,401** | 1,479 | 1,485 |
| 0.5 | 1,192 | 1,190 | 562 | 665 | 786 | 901 | 1,003 | 1,086 | 1,155 | 1,210 | 1,255 | 1,292 | **1,320** | 1,405 | 1,413 |
| 0.4 | 1,192 | 1,190 | 456 | 555 | 671 | 783 | 883 | 965 | 1,034 | 1,090 | 1,136 | 1,173 | **1,202** | 1,295 | 1,303 |
| 0.3 | 1,192 | 1,190 | 348 | 435 | 538 | 639 | 730 | 807 | 871 | 925 | 969 | 1,005 | **1,034** | 1,131 | 1,141 |
| 0.2 | 1,192 | 1,190 | 235 | 303 | 383 | 464 | 538 | 602 | 656 | 701 | 739 | 771 | **797** | 890 | 901 |
| 0.1 | 1,192 | 1,190 | 119 | 158 | 205 | 253 | 298 | 337 | 371 | 401 | 426 | 447 | **465** | 533 | 543 |
| 0.0 | 1,192 | 1,190 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **0** | 0 | 0 |
| F2022 | 1,192 | 1,190 | 1,174 | 1,167 | 1,212 | 1,271 | 1,333 | 1,388 | 1,436 | 1,475 | 1,507 | 1,533 | **1,552** | 1,603 | 1,603 |

b)　現状の放流を想定した場合（トン）

| β | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | **2034** | 2044 | 2054 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.0 | 1,192 | 1,191 | 1,052 | 1,098 | 1,178 | 1,260 | 1,335 | 1,398 | 1,450 | 1,492 | 1,527 | 1,554 | **1,574** | 1,630 | 1,631 |
| 0.9 | 1,192 | 1,191 | 961 | 1,030 | 1,127 | 1,222 | 1,306 | 1,375 | 1,432 | 1,477 | 1,514 | 1,544 | **1,565** | 1,626 | 1,628 |
| 0.8 | 1,192 | 1,191 | 867 | 954 | 1,065 | 1,172 | 1,265 | 1,341 | 1,402 | 1,451 | 1,490 | 1,522 | **1,545** | 1,611 | 1,614 |
| 0.7 | 1,192 | 1,191 | 769 | 870 | 992 | 1,109 | 1,209 | 1,291 | 1,356 | 1,408 | 1,451 | 1,484 | **1,510** | 1,582 | 1,586 |
| 0.6 | 1,192 | 1,191 | 669 | 777 | 906 | 1,029 | 1,135 | 1,221 | 1,290 | 1,346 | 1,391 | 1,426 | **1,453** | 1,533 | 1,539 |
| 0.5 | 1,192 | 1,191 | 566 | 676 | 805 | 930 | 1,038 | 1,126 | 1,198 | 1,256 | 1,303 | 1,340 | **1,369** | 1,456 | 1,464 |
| 0.4 | 1,192 | 1,191 | 460 | 564 | 687 | 807 | 914 | 1,001 | 1,073 | 1,131 | 1,178 | 1,217 | **1,247** | 1,341 | 1,350 |
| 0.3 | 1,192 | 1,191 | 350 | 441 | 550 | 658 | 755 | 836 | 904 | 959 | 1,005 | 1,043 | **1,073** | 1,172 | 1,182 |
| 0.2 | 1,192 | 1,191 | 237 | 307 | 392 | 478 | 556 | 623 | 680 | 727 | 767 | 800 | **827** | 922 | 934 |
| 0.1 | 1,192 | 1,191 | 120 | 160 | 209 | 261 | 308 | 349 | 385 | 416 | 442 | 464 | **482** | 553 | 563 |
| 0.0 | 1,192 | 1,191 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **0** | 0 | 0 |
| F2022 | 1,192 | 1,191 | 1,183 | 1,186 | 1,244 | 1,315 | 1,383 | 1,442 | 1,491 | 1,532 | 1,565 | 1,591 | **1,610** | 1,662 | 1,662 |

β を 0～1.0 で変更した場合の将来予測の結果を示す。2023 年の漁獲量は予測される資源量と現状の漁獲圧（F2022）から予測される 12 百トンとし、2024 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（F2022）で漁獲を続けた場合の結果も示した。太字は漁獲管理規則案による管理開始から 10 年後を示す。現状の放流による人工種苗由来の加入尾数は 2020～2022 年平均の添加効率（0.036）と 2019～2021 年平均の放流尾数（218 万尾）との積とした。

## 補足資料５　将来予測の方法

将来予測は、「令和 5（2023）年度漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針（FRA-SA2023-ABCWG02-01）」水産研究・教育機構（2023a）の 1 系資源の管理規則に従い、令和 4 年 9 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 を実現する F（Fmsy）の推定に用いた再生産関係（八木ほか 2022）と、補足表 5-1 に示した各種設定（自然死亡係数、成熟率、年齢別平均体重、現状の漁獲圧）を使用して実施した。資源尾数や漁獲量の予測計算には、「再生産関係の推定・管理基準値計算・将来予測シミュレーションに関する技術ノート（FRA-SA2023-ABCWG02-04）」水産研究・教育機構（2023b）に基づき、統計ソフトウェア R（version 4.3.1）および計算パッケージ frasyr（コミット番号 1f3c232）を用いた。

本系群は栽培対象種であり種苗放流が継続的に行われている（表 4-2、4-3）。ここで将来の放流尾数については、2019～2021 年の放流尾数が 210 万尾前後で横ばいで推移しているため、その期間の放流尾数の平均値（218 万尾）を用いた。添加効率については、直近 3 年間（2020～2022 年）の添加効率の平均値である 0.036 とした。人工種苗由来の加入尾数はこの放流尾数と添加効率の積である 7.8 万尾とし、将来予測における 2023 年の加入尾数には、再生産関係による加入尾数とこの人工種苗由来の加入尾数の和を用いた。種苗放流を考慮する場合ではその後もこの値を毎年の再生産関係から推定される加入尾数に加算して予測を行った。

将来予測における 2～4 歳魚の資源尾数は以下の式で求めた。

$$N_{a,y} = N_{a-1,y-1}\exp\left(-M_{a-1} - F_{a-1,y-1}\right) \qquad (a = 2,\ldots,4)$$

5 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。

$$N_{5+,y} = N_{4,y-1}\exp\left(-M_{4,y-1} - F_{4,y-1}\right) + N_{5+,y-1}\exp\left(-M_{5+,y-1} - F_{5+,y-1}\right)$$

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

$$\mathrm{F_{a,y}} = \begin{cases} 0 & \text{if } \mathrm{SB_t} < \mathrm{SB_{ban}} \\ \beta\gamma(\mathrm{SB_t})\mathrm{F_{msy}} & \text{if } \mathrm{SB_{ban}} \le \mathrm{SB_t} < \mathrm{SB_{limit}} \\ \beta\mathrm{F_{msy}} & \text{if } \mathrm{SB_t} \ge \mathrm{SB_{limit}} \end{cases}$$

$$\gamma\left(\mathrm{SB_y}\right) = \frac{\mathrm{SB_y} - \mathrm{SB_{ban}}}{\mathrm{SB_{limit}} - \mathrm{SB_{ban}}}$$

ここで、SBy は y 年の親魚量、Fmsy および SBtarget、SBlimit、SBban はそれぞれ補足表 6-2 に案として示した親魚量の基準値である。

また、各年齢の漁獲尾数は以下の式で求めた。

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

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

## 引用文献

水産研究・教育機構 (2023a) 令和 5 (2023) 年度 漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針. FRA-SA2023-ABCWG02-01, 水産研究・教育機構, 横浜, 23pp. https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2023-ABCWG02-01.pdf (last accessed 30 July 2023)

水産研究・教育機構 (2023b) 令和 5 (2023) 年度 再生産関係の推定・管理基準値計算・将来予測シミュレーションに関する技術ノート. FRA-SA2023-ABCWG02-04, 水産研究・教育機構, 横浜, 14pp. https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2023-ABCWG02-04.pdf. (last accessed 30 July 2023)

八木佑太・藤原邦浩・飯田真也・白川北斗 (2022) 令和 4 (2022) 年度ヒラメ日本海北部系群の管理基準値等に関する研究機関会議資料. FRA-SA2022-BRP07-02, 水産研究・教育機構, 横浜, 42pp. https://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/20220930/FRA-SA2022-BRP07-02.pdf (last accessed 10 August 2023)

補足表 5-1.　将来予測計算に用いた設定値

| 年齢 | 選択率（注 1） | Fmsy（注 2） | 現状の漁獲圧（F2022） | 平均体重（g） | 自然死亡係数 | 成熟割合 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 歳 | 0.191 | 0.068 | 0.069 | 304 | 0.20 | 0.00 |
| 2 歳 | 0.583 | 0.206 | 0.216 | 643 | 0.20 | 0.50 |
| 3 歳 | 0.876 | 0.310 | 0.333 | 1,071 | 0.20 | 1.00 |
| 4 歳 | 1.000 | 0.354 | 0.426 | 1,720 | 0.20 | 1.00 |
| 5 歳以上 | 1.000 | 0.354 | 0.426 | 3,118 | 0.20 | 1.00 |

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（F2021）の選択率）。

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：本系群では 2022 年の F の平均値を現状の漁獲圧としており、この F 値を 2023 年の漁獲量の仮定に使用した。

## 補足資料６　各種パラメータと評価結果の概要

補足表 6-1.　再生産関係式のパラメータ

| 再生産関係式 | 最適化法 | 自己相関 | a | b | S.D. | ρ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ホッケー・スティック型 | 最小二乗法 | 有 | 0.920 | 2,366 | 0.251 | 0.734 |

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 | 5,701 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 | 1,832 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 | 269 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 | 最大持続生産量 MSY を実現する漁獲圧（漁獲係数 F）<br>（1 歳, 2 歳, 3 歳, 4 歳, 5 歳以上）<br>=（0.07, 0.21, 0.31, 0.35, 0.35） | |
| %SPR（Fmsy） | 27% | Fmsy に対応する%SPR |
| MSY | 1,591 トン | 最大持続生産量 MSY |

補足表 6-3.　最新年の親魚量と漁獲圧

| 項目 | 値 | 説明 |
|---|---|---|
| SB2022 | 3,859 トン | 2022 年の親魚量 |
| F2022 | 2022 年の漁獲圧（漁獲係数 F）<br>（1 歳, 2 歳, 3 歳, 4 歳, 5 歳以上）<br>=（0.07, 0.22, 0.33, 0.43, 0.43） | |
| U2022 | 26% | 2022 年の漁獲割合 |
| %SPR（F2022） | 24% | 2022 年の%SPR、現状の漁獲圧に対応する%SPR |
| 管理基準値案との比較 | | |
| SB2022/ SBmsy (SBtarget) | 0.68 | 最大持続生産量を実現する親魚量（目標管理基準値案）に対する 2022 年の親魚量の比 |
| F2022/ Fmsy | 1.12 | 最大持続生産量を実現する漁獲圧に対する 2022 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 | MSY を実現する水準を上回る | |
| 親魚量の動向 | 増加 | |

* 2022 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.　予測漁獲量と予測親魚量

a)　再生産関係による加入のみを想定した場合

| 2024 年の親魚量（予測平均値）:3,714 トン | | | |
|---|---|---|---|
| 項目 | 2024 年の漁獲量（トン） | 現状の漁獲圧に対する比（F/F2022） | 2024 年の漁獲割合（%） |
| β=1.0 | 1,044 | 0.91 | 23 |
| β=0.8 | 860 | 0.72 | 19 |
| β=0.6 | 664 | 0.54 | 14 |
| β=0.4 | 456 | 0.36 | 10 |
| β=0.2 | 235 | 0.18 | 5 |
| β=0.0 | 0 | 0.00 | 0 |
| F2022 | 1,174 | 1.00 | 25 |

b)　現状の放流を想定した場合

| 2024 年の親魚量（予測平均値）:3,733 トン | | | |
|---|---|---|---|
| 項目 | 2024 年の漁獲量（トン） | 現状の漁獲圧に対する比（F/F2022） | 2024 年の漁獲割合（%） |
| β=1.0 | 1,052 | 0.91 | 22 |
| β=0.8 | 867 | 0.72 | 18 |
| β=0.6 | 669 | 0.54 | 14 |
| β=0.4 | 460 | 0.36 | 10 |
| β=0.2 | 237 | 0.18 | 5 |
| β=0.0 | 0 | 0.00 | 0 |
| F2022 | 1,183 | 1.00 | 25 |

現状の放流による人工種苗由来の加入尾数は 2020～2022 年平均の添加効率（0.036）と 2019～2021 年平均の放流尾数（218 万尾）との積とした。

補足表 6-5.　異なる β を用いた将来予測結果

a)　再生産関係による加入のみの場合

| 考慮している不確実性:加入量 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| β | 2034 年の親魚量（トン） | 90% 予測区間（トン） | 2034 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 |
| β=1.0 | 5,433 | 3,684 – 7,495 | 38 | 100 | 100 |
| β=0.8 | 6,503 | 4,420 – 8,932 | 63 | 100 | 100 |
| β=0.6 | 7,943 | 5,441–10,852 | 87 | 100 | 100 |
| β=0.4 | 9,939 | 6,883–13,415 | 98 | 100 | 100 |
| β=0.2 | 12,790 | 9,034–17,200 | 100 | 100 | 100 |
| β=0.0 | 17,001 | 12,254–22,758 | 100 | 100 | 100 |
| F2022 | 4,928 | 3,317 – 6,831 | 26 | 100 | 100 |

b)　現状の放流を想定した場合

| 考慮している不確実性:加入量 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| β | 2034 年の親魚量（トン） | 90% 予測区間（トン） | 2034 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 |
| β=1.0 | 5,636 | 3,886 – 7,697 | 44 | 100 | 100 |
| β=0.8 | 6,745 | 4,662 – 9,174 | 70 | 100 | 100 |
| β=0.6 | 8,240 | 5,737–11,148 | 91 | 100 | 100 |
| β=0.4 | 10,310 | 7,253–13,786 | 99 | 100 | 100 |
| β=0.2 | 13,267 | 9,510–17,676 | 100 | 100 | 100 |
| β=0.0 | 17,630 | 12,883–23,387 | 100 | 100 | 100 |
| F2022 | 5,113 | 3,500 – 7,014 | 29 | 100 | 100 |

現状の放流による人工種苗由来の加入尾数は 2020～2022 年平均の添加効率（0.036）と 2019～2021 年平均の放流尾数（218 万尾）との積とした。

補足表 6-6.　将来予測における加入の想定を変化させた場合に予測される親魚量・漁獲量と親魚量が管理基準値案を上回る確率のまとめ

| 将来の加入の想定 | β | 10 年後の目標達成確率(%) | 予測平均親魚量（トン） | | 予測平均漁獲量（トン） | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 親魚量が目標管理基準値案を上回る | 5 年後 | 10 年後 | 0 年後 | 5 年後 | 10 年後 |
| | | | 2029 年 | 2034 年 | 2024 年 | 2029 年 | 2034 年 |
| 再生産関係による加入のみ | 1.0 | 38 | 4,805 | 5,433 | 1,044 | 1,346 | 1,518 |
| | 0.8 | 63 | 5,625 | 6,503 | 860 | 1,292 | 1,490 |
| | 0.6 | 87 | 6,656 | 7,943 | 664 | 1,177 | 1,401 |
| | 0.4 | 98 | 7,965 | 9,939 | 456 | 965 | 1,202 |
| | 0.2 | 100 | 9,639 | 12,790 | 235 | 602 | 797 |
| | 0.0 | 100 | 11,798 | 17,001 | 0 | 0 | 0 |
| | F2022 | 26 | 4,405 | 4,928 | 1,174 | 1,388 | 1,552 |
| 種苗放流を考慮*（218 万尾放流、添加効率 0.036） | 1.0 | 44 | 4,989 | 5,636 | 1,052 | 1,398 | 1,574 |
| | 0.8 | 70 | 5,838 | 6,745 | 867 | 1,341 | 1,545 |
| | 0.6 | 90 | 6,905 | 8,240 | 669 | 1,221 | 1,453 |
| | 0.4 | 99 | 8,258 | 10,310 | 460 | 1,001 | 1,247 |
| | 0.2 | 100 | 9,987 | 13,267 | 237 | 623 | 827 |
| | 0.0 | 100 | 12,215 | 17,630 | 0 | 0 | 0 |
| | F2022 | 29 | 4,576 | 5,113 | 1,183 | 1,442 | 1,610 |

漁獲管理規則案での調整係数 β を 0.0～1.0 にて 0.2 刻みで変更した結果をまとめた。
漁獲管理規則案での漁獲管理を開始する初年度（0 年後）の 2024 年の値と、5 年および 10 年管理を行った後の値（2029 年および 2034 年）を示した。
*種苗放流を考慮する場合の人工種苗由来の加入尾数は、2020～2022 年平均の添加効率（0.036）と 2019～2021 年平均の放流尾数（218 万尾）の積である 7.8 万尾とした。

## 補足資料７　漁獲成績報告書を用いた資源量指標値の算出方法

沖底の漁獲成績報告書では、月別漁区（10 分枡目）別の漁獲量と網数が集計されている。これらより、月 i 漁区 j における CPUE（U）は次式で表される。

$$U_{i,j} = \frac{C_{i,j}}{X_{i,j}}$$

上式で C は漁獲量を、X は努力量（網数）をそれぞれ示す。

集計単位（月または小海区）における資源量指数（P）は CPUE の合計として次式で表される。

$$P = \sum_{i=1}^{I} \sum_{j=1}^{J} U_{i,j}$$

集計単位における有効漁獲努力量（X’）と漁獲量（C）、資源量指数（P）の関係は次式のように表される。

$$P = \frac{CJ}{X'} \quad \text{すなわち} \quad X' = \frac{CJ}{P}$$

上式で J は有漁漁区数であり、資源量指数（P）を有漁漁区数（J）で除したものが資源密度指数（D）である。

$$D = \frac{P}{J} = \frac{C}{X'}$$

広がりのある漁場内では魚群の密度は濃淡があるのが通常であり、魚群密度が高いところに漁船が集中して操業した場合、総漁獲量を総網数で割った CPUE は高い方に偏る。そこで漁場を 10 分枡目の漁区に細分し、漁区内での密度は一様と仮定して、魚群や努力量の偏りを補正し、資源量を指数化したのが資源量指数と資源密度指数である。

## 補足資料８　代替漁獲管理規則（上限下限ルール）の検討

新たな漁獲管理規則を導入する際や大きな加入変動などがあった場合、漁獲管理規則に基づく ABC が年毎に大きく変動することがある。令和 5 年度の資源評価に基づく MSY を目標とした漁獲管理規則案では、β=0.8 の場合、2024 年の漁獲量は 860 トンであり、前年（2023 年、1,190 トン）の 72%に減少する。そこで、令和 5 年度における資源評価結果について、前年の漁獲量に対する変動幅に制限を設けた代替漁獲管理規則（上限下限ルール）を検討した。本検討における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ており、現状の放流が継続される場合の放流由来の加入量については考慮していない。なお、代替漁獲管理規則に関するガイドラインは FRA-SA2023-ABCWG02-06 にまとめられている。

Ct を t 年の漁獲量、L を下限制限係数、U を上限制限係数として、Ct の制限は前年の漁獲量 Ct-1 に制限係数を掛ける形で次のように表される。

$$Ct\text{-}1 \times L \leq Ct \leq Ct\text{-}1 \times U$$

Ct の制限期間は 2024 年から 10 年間（10y）を設定し、それ以降は通常の漁獲管理規則に従う管理を検討した。漁獲量の変動幅については、前年比±10%以内（CV10: U=1.1, L=0.9）、±20%以内（CV20: U=1.2, L=0.8）の 2 通りを検討した。β=0.8 を検討候補として将来予測のシミュレーションを行い、基本的漁獲管理規則の結果と比較した。

β=0.8 としてそれぞれの漁獲管理規則における将来予測の結果を補足図 8-1 および補足表 8-1～8-4 に示した。管理規則導入期間を通した漁獲量の指標として、管理開始当初（2024 年）、管理中盤（2025～2028 年）、および管理終盤（2029～2033 年）の漁獲量の期間中の平均値を基本的漁獲管理規則（Base）と変動幅の異なる 2 つの代替漁獲管理規則（10y_CV10、10y_CV20）の三者で比較した（補足表 8-5）。10y_CV10、10y_CV20 ともに、管理 1 年目の平均漁獲量は基本的漁獲管理規則を適用した場合より高く、管理中盤以降ではやや低くなった。

資源の持続性を示す指標として、管理開始から 5 年後（2029 年）と 10 年後（2034 年）の平均親魚量を比較した（補足表 8-5）。いずれの代替漁獲管理規則でも 2029 年と 2034 年の平均親魚量は基本的漁獲管理規則の値を上回った。

10 年後の平均親魚量が目標管理基準値案を上回る確率は、10y_CV10 では 65%、10y_CV20 では 63%であった（補足表 8-5）。また、資源が望ましくない状態に陥るリスクの指標として、管理規則が導入された 10 年間で 1 度でも限界管理基準値案、禁漁水準案を下回る確率を比較したところ、基本的漁獲管理規則、変動幅の異なる代替漁管理規則のすべてにおいて、いずれも 0%であった。

管理期間 10 年間で予測される漁獲量の変動の指標として、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）を各漁獲管理規則の間で比較したところ、AAV は基本的漁獲管理規則では 0.07 であるのに対し、10y_CV10、10y_CV20 ではともに 0.08 であった。ADR は基本的漁獲管理規則では-0.03 であるのに対し、代替漁獲管理規則では-0.06～-0.07 であった。また、MDR は基本的漁獲管理規則では-0.03 であるのに

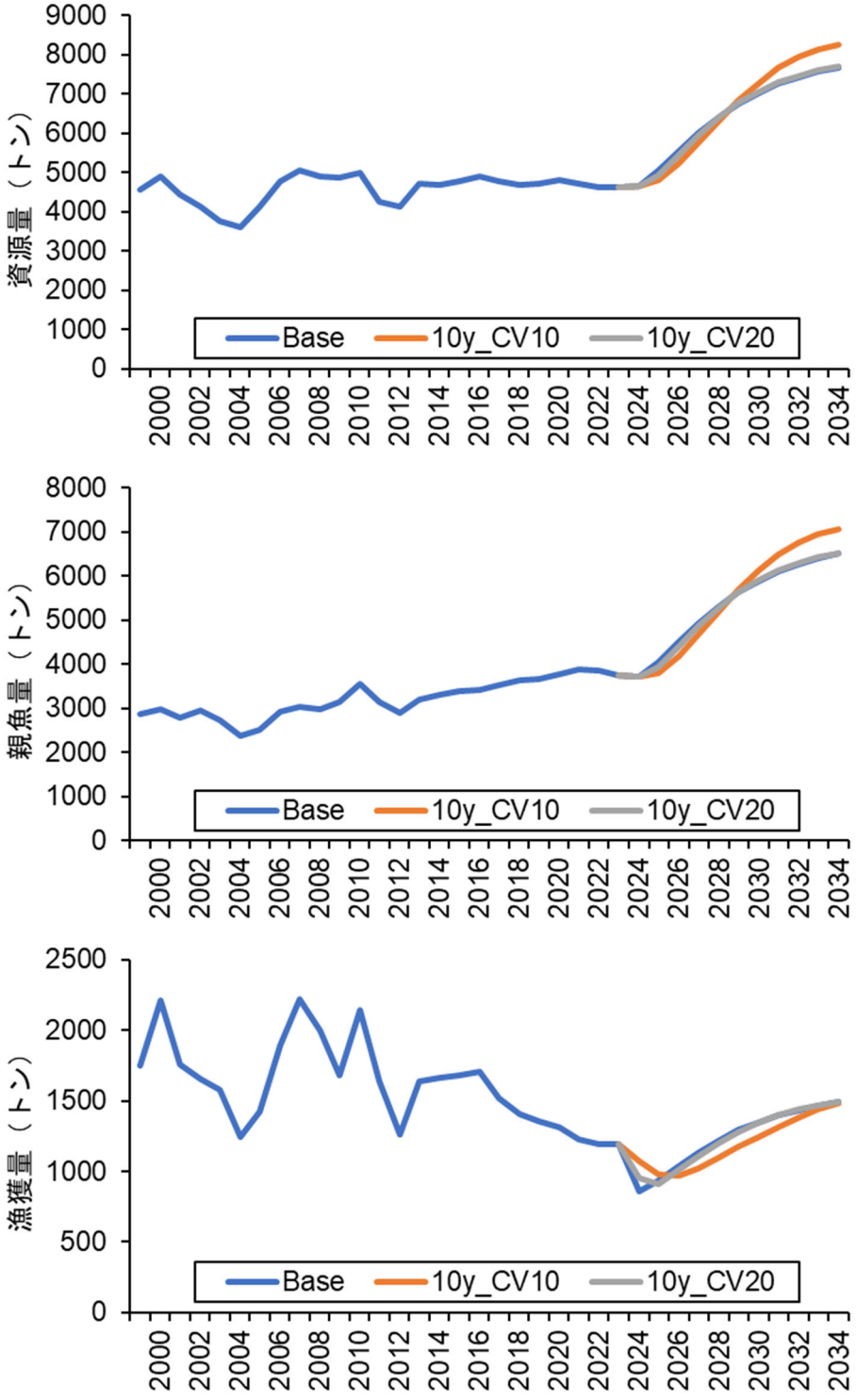
対し、代替漁獲管理規則では-0.08～-0.09 であった。さらに、MinC は基本的漁獲管理規則で 860 トンであるのに対し、代替漁獲管理規則では 913～968 トンと多くなった。

将来予測の結果から、代替漁獲管理規則を適用した場合でも資源量や親魚量が現状より大きく増加することが示唆された（補足図 8-1）。

以上の結果をもとに、代替漁獲管理規則に関するガイドライン（FRA-SA2023-ABCWG02-06）にもとづき代替漁獲管理規則のカテゴリ分けを行った（補足表 8-5）。β=0.8 の場合、前年比±10%以内を 10 年間行う規則（10y_CV10）と前年比±20%以内を 10 年間行う規則（10y_CV20）ともに、カテゴリ 2（目標達成確率が 50%以上かつリスクが 1_Base50%の値以下）と判断された。

## 引用文献

水産研究・教育機構 (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. 水産研究・教育機構, 4 pp. FRA-SA2023-ABCWG02-06.




補足図 8-1.　CV を 10 年間固定した場合(10y)の将来予測結果（β=0.8 の場合）
Base は基本的漁獲管理規則案、10y_CV10、10y_CV20 は変動幅の異なる 2 つの代替漁獲管理規則。

補足表 8-1.　基本的漁獲管理規則案（Base）および上限下限ルール（10y_CV10、10y_CV20）を適用した場合における将来の親魚量が目標管理基準値案を上回る確率（β=0.8 の場合）

| 漁獲管理規則案 | β | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Base | 0.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 19 | 31 | 41 | 47 | 52 | 57 | 62 | 63 |
| 10y_CV10 | 0.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 18 | 28 | 40 | 47 | 53 | 59 | 63 | 65 |
| 10y_CV20 | 0.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 18 | 30 | 40 | 47 | 52 | 57 | 62 | 63 |

補足表 8-2.　基本的漁獲管理規則案（Base）および上限下限ルール（10y_CV10、10y_CV20）を適用した場合における将来の親魚量が限界管理基準値案を上回る確率（β=0.8 の場合）

| 漁獲管理規則案 | β | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Base | 0.8 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 10y_CV10 | 0.8 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 10y_CV20 | 0.8 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

補足表 8-3.　基本的漁獲管理規則案（Base）および上限下限ルール（10y_CV10、10y_CV20）を適用した場合における将来の親魚量の平均値（β=0.8 の場合）

| 漁獲管理規則案 | β | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Base | 0.8 | 3,859 | 3,746 | 3,714 | 4,056 | 4,507 | 4,931 | 5,311 | 5,625 | 5,884 | 6,092 | 6,265 | 6,402 | 6,503 |
| 10y_CV10 | 0.8 | 3,859 | 3,746 | 3,714 | 3,803 | 4,181 | 4,680 | 5,209 | 5,701 | 6,133 | 6,486 | 6,760 | 6,955 | 7,069 |
| 10y_CV20 | 0.8 | 3,859 | 3,746 | 3,714 | 3,946 | 4,415 | 4,870 | 5,286 | 5,630 | 5,908 | 6,122 | 6,293 | 6,426 | 6,521 |

補足表 8-4.　基本的漁獲管理規則案（Base）および上限下限ルール（10y_CV10、10y_CV20）を適用した場合における将来の漁獲量の平均値（β=0.8 の場合）

| 漁獲管理規則案 | β | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Base | 0.8 | 1,192 | 1,190 | 860 | 938 | 1,039 | 1,135 | 1,221 | 1,292 | 1,350 | 1,397 | 1,436 | 1,466 | 1,490 |
| 10y_CV10 | 0.8 | 1,192 | 1,190 | 1,071 | 975 | 968 | 1,025 | 1,097 | 1,172 | 1,244 | 1,315 | 1,381 | 1,439 | 1,486 |
| 10y_CV20 | 0.8 | 1,192 | 1,190 | 952 | 913 | 1,014 | 1,111 | 1,202 | 1,281 | 1,347 | 1,398 | 1,439 | 1,470 | 1,493 |

補足表 8-5. 代替漁獲管理規則（上限下限ルール）のパフォーマンス評価（β=0.8 の場合）

| カテゴリ | 漁獲管理方策案 | β | 予測平均漁獲量（トン） | | | 予測平均親魚量（トン） | | 管理目標 | リスク（10年間に1度でも起きる確率） | | | 管理期間10年間（2024～2033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年後に目標管理基準値案を上回る確率 | 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（トン）MinC※ |
| | | | 2024年 | 2025～2028年 | 2029～2033年 | 2029年 | 2034年 | | | | | | | | |
| 2 | Base | 0.8 | 860 | 1,083 | 1,388 | 5,625 | 6,503 | 63% | 0% | 0% | 0% | 0.07 | -0.03 | -0.03 | 860 |
| 2 | 10y_CV10 | 0.8 | 1,071 | 1,016 | 1,310 | 5,701 | 7,069 | 65% | 0% | 0% | 0% | 0.08 | -0.07 | -0.09 | 968 |
| 2 | 10y_CV20 | 0.8 | 952 | 1,060 | 1,387 | 5,630 | 6,521 | 63% | 0% | 0% | 0% | 0.08 | -0.06 | -0.08 | 913 |

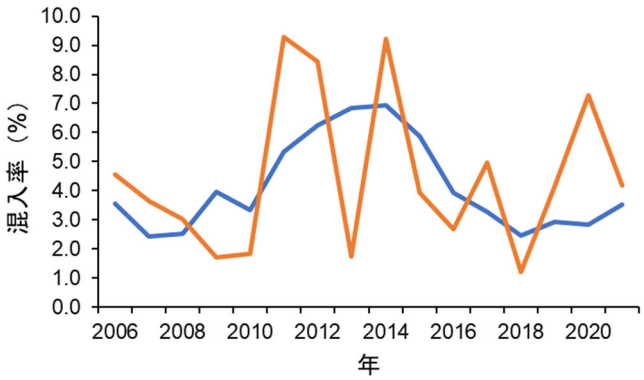
※AAV（annual average variation）は漁獲量の増減を考慮した変動の大きさを表す指標。ADR（average depletion ratio）と MDR（maximum depletion ratio）は前年と比べて漁獲量が減少した場合のみに注目した指標であり、管理期間中に漁獲量が減少した場合、その減少率の平均をとったものが ADR、最大値をとったものが MDR である。MinC（minimum catch）はシミュレーションの中で観測された最低漁獲量である。

## 補足資料９　混入率に関する検討

栽培対象種の資源評価では、種苗放流を考慮しない場合と考慮した場合でそれぞれ将来に予測される漁獲量や親魚量、さらに管理目標への達成確率を計算し、その結果を比較することで放流効果の検討材料を示すこととしている。種苗放流を考慮する場合の将来予測では、今後の放流種苗による加入尾数をどの様に仮定するかが重要であり、その数値は、添加効率と放流尾数の設定によって変化する。添加効率は、加入年齢が 1 歳の資源であれば、1 歳魚の資源尾数に混入率を掛けて、放流魚の 1 歳魚資源尾数を求め、その数値を前年の放流尾数で割ることで推定するため、混入率についても年齢別の情報、特に加入年齢の数値が得られていることが望ましいと言える。

本系群では、秋田県から富山県での市場調査と生物精密測定結果に基づく 4 県合計の放流魚の年齢別漁獲尾数を 4 県合計の年齢別総漁獲尾数で除して推定した年齢別の混入率が把握されている（表 4-5）。しかし、資源評価・調査事業において、青森県における黒化魚の全長組成が把握されていないため、青森県での状況が反映されていない。一方、年齢を込みにした場合があるものの､青森県を含む各県では混入率がモニタリングされている（広域種栽培漁業推進検討会資料、各県資料）。ここでは、参照可能であった 2006～2021 年について、本系群で推定した 1 歳魚混入率と、青森県から富山県でそれぞれ推定された混入率を各県の漁獲尾数で重みづけした平均値とを比較した（補足図 9-1）。

2006 年以降、本系群の 1 歳魚混入率は 1.2～9.3、青森県から富山県でそれぞれ推定された混入率を各県の漁獲尾数で重みづけした平均値は 2.4～6.9 の範囲で推移し、前者で変動幅がやや大きかった。また、前者において年による変動が大きく、変動のパターンも異なることが示された。これは、後者において、年齢を込みにした値が反映されているためと考えられる。このように、混入率計算の際に参照するデータにより、将来予測の結果も多少変化することが想定される。混入率を計算する際に、最も基礎となるデータは、生産現場における放流種苗への標識装着率の確認や、市場調査に基づく漁獲物に関する情報収集である。種苗放流を考慮したより実態に即した将来予測を行うためには、それらの情報の質や量の維持・向上に取り組んでいく必要があり、関係者や関係機関の更なる連携が重要である。




補足図 9-1.　本系群（橙色）と青森県～富山県で得られた混入率を各県漁獲尾数で重みづけ平均した混入率（青）の推移