

## 令和3（2021）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

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

### 要 約

本系群の資源量について、資源量指標値を考慮したコホート解析により推定した。2020年の漁獲量は1,290トン（暫定値）であり、前年を64トン下回った。資源量は2012年の4,096トンから2016年の4,968トンに増加して以降、安定して推移しており、2020年は4,798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、2020年の親魚量はBlimit（親魚量2,892トン）を上回る3,956トンと推定され、資源水準を中位と判断した。また、過去5年間（2016～2020年）の資源量の推移から資源動向を横ばいと判断した。親魚量の維持を管理目標として、ABC算定規則の1-1)-(1)に基づき2022年ABCを算定した。2020年以降の再生産成功率が直近年を除く過去3年間（2016～2018年）の平均値、人工種苗放流が現状と同程度で継続されるとする仮定の下で計算されたF<sub>sus</sub>による2022年の漁獲量1,430トンをABC<sub>limit</sub>、さらに不確実性を考慮して安全率 $\alpha$ を0.8とし、0.8F<sub>sus</sub>による漁獲量1,190トンをABC<sub>target</sub>とした。2019年には240万尾の人工種苗が放流され、1歳の放流魚の混入率は6.7%、添加効率（放流魚の漁獲加入までの生残率）は0.039と推定された。

管理基準	Target / Limit	2022年 ABC (トン)	漁獲 割合 (%)	F 値 (現状のF 値から の増減%)
F <sub>sus</sub>	Target	1,190	24	0.29 (-7%)
	Limit	1,430	29	0.37 (+17%)

Limitは、管理基準の下で許容される最大レベルのF値による漁獲量である。Targetは、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、より安定的な資源の維持が期待されるF値による漁獲量である。F<sub>target</sub> =  $\alpha$  F<sub>limit</sub> とし、係数 $\alpha$ には標準値0.8を用いた。現状のF（F<sub>current</sub>）は2020年のF値であり、0.32である。漁獲割合は2022年の漁獲量/資源量、F値は各年齢の平均値である。ABCの値は10トン未満を四捨五入した。

年	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	漁獲量 (トン)	F 値	漁獲割合 (%)
2017	4,908	3,701	1,519	0.40	31
2018	4,838	3,865	1,410	0.36	29
2019	4,912	3,874	1,354	0.34	28
2020	4,798	3,956	1,290	0.32	27
2021	4,797	3,932	1,275	0.32	27
2022	4,880	3,757	—	—	—

2021 年、2022 年の値は、将来予測に基づく値。

水準：中位 動向：横ばい

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 (天然魚・黒化魚別)	漁業・養殖業生産統計年報(農林水産省) 沖合底びき網漁業漁獲成績報告書(水産庁) 月別漁業種類別漁獲量(青森～富山(5)県) 月別体長組成調査(資源研、青森～新潟(4)県) ・市場測定 体長・体重・体長一年齢測定調査(水研、青森～新潟(4)県) ・精密測定 資源評価調査以外による調査結果 ・各県栽培漁業協会等業務報告書 ・各県資料 ・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)* 新潟県主要 4 港板びき網出漁隻数および漁獲量(新潟県)* 小型底びき網網数および漁獲量(秋田県、山形県、新潟県)* 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) ・水工研 II 型桁網(新潟県は 4 m ビームトロール)

\*はチューニング指数の算出に使用した情報・調査である。

## 1. まえがき

ヒラメは我が国沿岸のほぼ全域に分布し、各地で沿岸漁業の重要な対象種になっている。本種は栽培漁業の代表的な対象種でもあり、本系群の分布海域においては、1980 年前後より人工種苗の放流が開始され、2019 年には 240 万尾が放流された。

昨年度までのヒラメ日本海北・中部系群では、青森県日本海側から兵庫県で漁獲される

ヒラメを評価対象としていたが、同系群内においては、日本海北部（青森～富山）と日本海中部（石川～兵庫）で漁獲量の変動傾向が異なること（梨田 1988）が指摘されてきた。また、標識放流調査と DNA 追跡調査の結果では、能登半島を境としてヒラメの交流が少ないことが示されている一方、能登半島西岸や若狭湾沿岸で放流されたヒラメが鳥取県以西で再捕された事例は多い（梨田 1988、堀田・藤田 1999、竹野・浜中 1994、竹野ほか 2001、藤井 2006）。さらに、青森県については、日本海側で漁獲されるヒラメは日本海北・中部系群として、太平洋側で漁獲されるヒラメは太平洋北部系群として資源評価が行われていたが、陸奥湾と津軽海峡西部で漁獲されるヒラメはどちらの系群にも属していなかった。過去の標識放流の結果では、青森県の太平洋側から日本海側へ移動する事例が報告されていることに加え（十三 1988、石戸 1990）、昨年度までの太平洋北部系群内において、青森県太平洋側の漁獲動向は、太平洋北部系群に属するほかの県と異なることが示されている（木所 2019）。以上の背景のもと、系群区分に関する検討を行った結果（木所ほか 2021）に基づき、今年度は青森県太平洋側から富山県で漁獲されるヒラメを評価対象とした。

## 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 1）。本種は本来暖海性の魚種であるが、生息水温は 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 ヶ月の浮遊生活後、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淺移動を行う。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（十三 1988、石戸 1990、南 1997）。

### (2) 年齢・成長

2010～2020 年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）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。

$$\text{雄} : Lt = 64.43(1 - \exp(-0.25(t+1.39)))$$

$$\text{雌} : Lt = 88.90(1 - \exp(-0.20(t+1.04)))$$

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（cm）。

$$\text{雌雄込み} : W = 0.0054L^{3.19}$$

ここで W は全長 L（cm）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）、全長 50 cm 以上では雄の占める割合は著しく低い（図 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、新潟から秋田沿岸では5~6月、津軽半島沿岸では5~7月、下北半島沿岸では6~7月となっている（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 4）。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 5）。山形県と新潟県でも刺網による漁獲が最も多いが、小型底びき網（以下、小底）による割合も3割程度と他の県と比べ高い。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 5）。また、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 40 トン（2008 年）で、漁獲量の 2%程度である（社団法人フィッシャリーナ協会 2009）。

### (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 6、表 1）。その後増加し、2000 年の 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、2020 年の漁獲量は 1,290 トンであった（図 6）。

### (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）の有効漁獲努力量（補足資料 3）、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）の網数、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出漁隻数、青森県日本海側の底建網（定置網の一種）の経営体数を図 7、

図 8、図 9、図 10 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。2020 年はピーク時の 17%となる 8,234 網であった（図 7、表 2）。

板びき網の出漁隻数は、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。2020 年はピーク時の 18%となる 2,452 隻であった（図 8、表 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、2020 年は 2008 年の 31%となる 10,188 網であった（図 9、表 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 2020 年の 186 にかけて減少している（図 10、表 5）。

#### 4. 資源の状態

##### (1) 資源評価の方法

1999～2020 年の年齢別漁獲尾数を使用し、2008 年以降の沖底の資源密度指数（補足資料 3）、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（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 年には過去最低値である 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ており、2020 年は 2.4 であった（図 7、表 2）。

板びき網の CPUE（漁獲量 kg/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 年には過去最高値である 32.1 となった。その後やや減少しており、2020 年は 27.8 であった（図 8、表 3）。

かけまわしの CPUE（漁獲量 kg/網）は、2008 年以降 2.1～3.5 の間で大きな増減なく推移している。2020 年は 2.4 であった（図 9、表 4）。

底建網の CPUE（漁獲量 kg/経営体）は、2002 年の 309 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 年にかけてはやや減少したが、2020 年は前年を上回る 651 であった（図 10、表 5）。

##### (3) 漁獲物の年齢（体長）組成

1999～2020 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 11 と図 12 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年では38%、2019年では42%、2020年では41%となり、その割合は低下している(図11、図12、補足資料4)。なお、漁獲尾数の変動には2000年、2007年、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、2020年は過去最少となる120万尾であった。

#### (4) 資源量と漁獲割合の推移

資源量は、2000年の4,802トンから2004年の3,537トンにかけて減少した後、2010年の4,960トンに増加した。その後、2年連続で減少したが、2016年の4,968トンまで緩やかに増加した。以降は概ね横ばいで推移しており、2020年は4,798トンと推定された(図13、表6)。漁獲割合は1999~2011年までは35~46%の間を推移しており、2012年には31%と大きく低下した。2013年には上昇し35%となったが、その後は緩やかに低下しており、2020年の漁獲割合は27%であった(図13、表6)。

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歳魚加入尾数には放流魚が含まれている。そこで、2006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、2005年以前の放流群については添加効率を0.04で一定であるとして天然魚、放流魚別の1歳魚加入尾数を算出した(表6)。天然1歳魚加入尾数は2000年の440万尾をピークとし2003年の210万尾に減少した後、2007年の450万尾に増加した。その後、再び減少し、2011年には230万尾となった。近年では、2016年の340万尾から2018年の210万尾にかけて減少し、2019年は260万尾に増加したが、2020年は大きく減少し130万尾と推定された(図14、表6)。親魚量は、2004年の2,381トンから2010年の3,621トンに増加した。その後、2年連続で減少したが、2013年以降は緩やかに増加しており、2020年は3,956トンと推定された(図14、表6)。

漁獲係数Fの推移を図15、補足資料4に示す。1歳魚のFは0.06~0.27の間で2歳魚以上の各Fよりも低い値で推移しており、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、2020年のFは0.32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、加入尾数の変化を図16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、加入尾数の増減は概ね15%以下であった。

#### (5) Blimitの設定

1999~2019年における親魚量と翌年の天然1歳魚加入尾数の関係を図17に示す。本系群では加入量の上位10%を示す直線と、再生産成功率の上位10%を示す直線の交点にあたる親魚量(2,892トン)をBlimitとした。

#### (6) 資源の水準・動向

資源水準の判断には親魚量を用い、Blimit(2,892トン)を中位と低位の境界とした。2020年の親魚量(3,956トン)はBlimitを上回っており、資源水準を中位と判断した。なお、親魚量が推定可能な1999年以降において、親魚量の最高値(2020年の3,956トン)は最低値

(2004年の2,381トン)の1.7倍程度であり、資源水準の基準となる親魚量の変動幅が小さい(図14、表6)。このため、中位と高位の区分は困難と判断し、高位水準の設定は行っていない。資源動向の判断には資源量を用いた。過去5年間(2016~2020年)の資源量の推移(図13、表6)から、資源動向を横ばいと判断した。

#### (7) 今後の加入量の見積もり

再生産成功率( $t+1$ 年の天然1歳魚加入尾数/ $t$ 年の親魚量;尾/kg)は、2005年の1.73をピークとして2010年の0.65にかけて低下した(図18、表6)。2011年、2012年に2年連続して増加したが、2013年以降は低下傾向にあり、2019年は過去最も低い0.33であった。ABC算定および資源の将来予測における2020年以降の再生産成功率には、不確実性を考慮して直近年(2019年)を除いた過去3年間(2016~2018年)の平均値(0.64)を仮定した。

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年以降低下傾向を示している(図19)。2020年については、青森県(太平洋)において比較的高い値を示し、全体としては過去最低となった前年をわずかに上回った。

本系群では、近年、天然魚、放流魚ともに加入尾数が減少傾向(表6)にあることに加え、着底稚魚密度指数も低迷しており、漁獲加入までの生残状況の悪化が懸念される。

#### (8) 生物学的管理基準(漁獲係数)と現状の漁獲圧の関係

漁獲係数 $F$ と漁獲がない場合を100%としたときの加入量あたり親魚量(%SPR)および加入量あたり漁獲量(YPR)の関係を図20に示す。2020年の $F$ ( $F_{\text{current}}$ :0.32)は、30%SPRを達成する $F_{30\%SPR}$ (0.28)、YPRが最大となる $F_{\text{max}}$ (0.26)よりもやや高いが、再生産成功率に直近年を除く過去3年間(2016~2018年)の平均値を仮定して計算した $F_{\text{sus}}$ (0.37)よりも低い。

#### (9) 種苗放流効果

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2019年には240万尾の種苗放流が行われた(表7)。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8)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、2018~2020年でそれぞれ1.2%、4.1%、6.7%であった(表9)。放流魚の添加効率(1歳魚の放流魚混入率 $\times$ 漁獲加入時(1歳)の資源尾数/前年の放流尾数)は2009~2019年放流群で0.015から0.092の間を変動し、平均値は0.053であった(表9)。

種苗放流と漁獲圧が漁獲量に与える影響を比較するために、2021年から5年間放流尾数と漁獲係数を変化させ、期待される2026年の資源量と漁獲量を前進法により推定した(補足資料5)。現状の本系群のパラメータ条件( $RPS=0.64$ 、添加効率0.053)のもとでは、放流尾数の増減よりも漁獲係数の増減による漁獲量と資源量への影響が大きいと考えられる。

## 5. 2022 年 ABC の算定

### (1) 資源評価のまとめ

コホート解析により推定された 2020 年の親魚量 (3,956 トン) は、Blimit (2,892 トン) を上回っており、資源水準を中位と判断した。過去 5 年間 (2016~2020 年) の資源量の推移から、資源動向を横ばいと判断した。

### (2) ABC の算定

資源量が推定されており、現状の親魚量は Blimit を上回っているため、ABC 算定のための基本規則 1-1)-(2) により、親魚量の維持を管理目標として、それを実現する  $F_{sus}$  (0.37) を管理基準として ABC を算定した。 $F_{sus}$  を計算するにあたり、再生産成功率に直近年を除く過去 3 年間 (2016~2018 年) の平均値 0.64 を用いた。種苗放流尾数およびその添加効率は、現状と同条件 (放流尾数 240 万尾 (2019 年放流尾数)、添加効率 0.053 (2009~2019 年放流群の平均値) とした。2021 年の漁獲係数は 2020 年の漁獲係数と同値とし、各年齢への漁獲選択率は 2020 年と同値を仮定した。

上述の仮定のもと、 $F_{sus}$  で漁獲した場合、2022 年の漁獲量は 1,430 トンで、これを ABClimit とした。また、不確実性を考慮して安全率  $\alpha$  に標準値 0.8 を採用し、 $0.8F_{sus}$  による漁獲量 1,190 トンを ABCtarget とした。なお、ABC は 10 トン未満を四捨五入した値である。

管理基準	Target / Limit	2022 年 ABC (トン)	漁獲割合 (%)	F 値 (現状の F 値からの増減%)
F <sub>sus</sub>	Target	1,190	24	0.29 (-7%)
	Limit	1,430	29	0.37 (+17%)

Limit は、管理基準の下で許容される最大レベルの F 値による漁獲量である。Target は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、より安定的な資源の維持が期待される F 値による漁獲量である。 $F_{target} = \alpha F_{limit}$  とし、係数  $\alpha$  には標準値 0.8 を用いた。現状の F ( $F_{current}$ ) は 2020 年の F 値であり、0.32 である。漁獲割合は 2022 年の漁獲量/資源量、F 値は各年齢の平均値である。ABC の値は 10 トン未満を四捨五入した。

### (3) ABC の評価

ABC 算定と同じ条件の下で、F 値を変化させた場合の 2027 年までの漁獲量と資源量および親魚量の将来予測を下表および図 21 に示す。 $F_{sus}$  (0.37) で漁獲した場合、2021 年の漁獲量はわずかに減少するが、2022 年以降、資源量、親魚量および漁獲量は緩やかに増加する。なお、 $F_{current}$  (0.32) は  $F_{sus}$  よりも低いため、 $F_{current}$  でもいずれも増加すると予想される。

管理基準	F 値	漁獲量 (トン)							
		2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
0.8F <sub>sus</sub>	0.29	1,290	1,275	1,188	1,265	1,329	1,416	1,488	1,560
F <sub>current</sub>	0.32	1,290	1,275	1,257	1,312	1,358	1,428	1,482	1,534
F <sub>sus</sub>	0.37	1,290	1,275	1,425	1,414	1,411	1,437	1,445	1,449
1.2F <sub>current</sub>	0.38	1,290	1,275	1,456	1,432	1,418	1,436	1,435	1,431
		資源量 (トン)							
		2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
0.8F <sub>sus</sub>	0.29	4,798	4,797	4,880	5,173	5,402	5,743	6,041	6,338
F <sub>current</sub>	0.32	4,798	4,797	4,880	5,085	5,236	5,492	5,703	5,909
F <sub>sus</sub>	0.37	4,798	4,797	4,880	4,870	4,845	4,916	4,945	4,966
1.2F <sub>current</sub>	0.38	4,798	4,797	4,880	4,829	4,773	4,814	4,812	4,803
		親魚量 (トン)							
		2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
0.8F <sub>sus</sub>	0.29	3,956	3,932	3,757	4,075	4,282	4,553	4,785	5,014
F <sub>current</sub>	0.32	3,956	3,932	3,757	3,990	4,131	4,337	4,501	4,656
F <sub>sus</sub>	0.37	3,956	3,932	3,757	3,782	3,776	3,845	3,865	3,874
1.2F <sub>current</sub>	0.38	3,956	3,932	3,757	3,743	3,711	3,758	3,754	3,740

F 値は各年齢の F の単純平均である。

#### (4) ABC の再評価

昨年度評価以降追加されたデータセット	修正・更新された数値
系群区分の変更に伴うデータセットの全て	2020 年までの漁獲量 2020 年までの年齢別漁獲尾数 年齢別平均体重
資源量指標値(沖底の資源密度指数、板びき網 CPUE、かけまわし CPUE、底建網 CPUE)	2020 年までの年齢別資源尾数(再生産関係)、漁獲係数(年齢別選択率)

評価対象年 (当初・再評価)	管理 基準	F 値	資源量 (トン)	ABClimit (トン)	ABCtarget (トン)	漁獲量 (トン) (実際の F 値)
2020 年(当初)	Frec	0.41	1,709	480	400	
2020 年(2020 年 再評価)	Frec	0.55	1,659	610	520	
2020 年(2021 年 再評価)	Fsus	0.37	4,798	1,460	1,220	1,290 (0.32)
2021 年(当初)	Frec	0.55	1,634	580	490	
2021 年(2021 年 再評価)	Fsus	0.37	4,797	1,440	1,210	

ABC は 10 トン未満を四捨五入した。F 値は各年齢の平均値である。

2020 年(当初)、2020 年(2020 年再評価)、2021 年(当初)は、昨年度までのヒラメ日本海北・中部系群の資源評価における数値である。本年度は系群区分を変更したため、取り扱う漁業データが異なることに加え、近年の年齢査定結果に基づく年齢別漁獲尾数の算出方法の見直しおよび年齢別平均体重の修正、チューニング VPA の導入を行った(補足資料 2)。これらの評価手法の変更に伴い、資源量推定値の規模とその推移は昨年度と大きく異なっているため、定量的に比較することは困難である。なお、昨年度までの日本海北・中部系群として、上述した各種の変更を加えずに再評価を行った場合、2020 年(2021 年再評価)と 2021 年(2021 年再評価)の資源量および ABC はやや上方修正されると試算された。

## 6. ABC 以外の管理方策の提言

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。漁獲開始年齢を 1～3 歳に変化させて、漁獲係数と YPR の関係を見ると、漁獲開始年齢の引き上げにより漁獲量が増加することが期待される(図 22)。漁獲体サイズ制限は、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 2019 年には 240 万尾の種苗が放流されている。ただし、漁獲係数、漁獲開始サイズおよび種苗放流による管理効果の比較(補足資料 5)においては、放流尾数の増減よりも漁獲係数の増減による漁獲量への影響が大きいと考えられる。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情報であるが、近年、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。

本系群のヒラメにおいては、1993 年から扁形動物 *Neoheterobothrium hirame* の寄生が確

認められ始め、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、特に冬季に高い値となることが報告されている（青森県ほか 2021）。新潟県では、2017年～2019年には寄生個体は確認されなかったが、2020年の寄生率は2014年以降で最も高い32%となるなど、海域差も認められる（青森県ほか 2021）。ネオヘテロボツリウムの寄生が0、1歳魚を中心としたヒラメの生残に与える影響は、ヒラメ1尾あたりの寄生数、ヒラメのサイズ、餌条件、水温等によって異なると考えられており、現段階では定量的に評価することは困難である。今後も、ネオヘテロボツリウム寄生率とヒラメ再生産成功率および加入尾数との関係を注視していく必要がある。

## 7. 引用文献

- 安達二郎 (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.
- 青森県・秋田県・山形県・新潟県・富山県・水産資源研究所 (2021) 日本海北区広域連携ヒラメ調査報告書 (令和元 2 年度), 25 pp.
- 藤井徹生 (2006) 開放性海域におけるヒラメ放流魚の移動及び産卵群への加入過程の定量的評価. 水産総合研究センター研究報告別冊, 5, 143-146.
- 堀田和夫・藤田大介 (1999) 富山湾東部で放流されたヒラメの採捕と移動. 富山県水産試験場研究報告, 11, 47-59.
- 石戸芳男 (1990) 東北海区北部におけるヒラメ若齢魚の分布と移動. 東北水研研報, 52, 33-43.
- 十三邦昭 (1988) 青森県沿岸のヒラメ、カレイ水の標識放流結果について. 200 海里水域内漁業資源総合調査第 9 回東北海区底魚研究チーム会議報告, 4-12.
- 木所英昭 (2019) ヒラメの系群区分に関する再整理・検討. 東北底魚研究, 39, 46-51.
- 木所英昭・八木佑太・阪地英男・山田徹生・本田 聡・中川雅弘・栗田 豊 (2021) ヒラメ *Paralichthys olivaceus* 漁獲量の海域別変動特性と資源評価における系群区分法の検証. 日本水産学会誌, 87, 78-88.
- 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.
- 梨田一也 (1988) 日本海におけるヒラメの系群について. 日水研連絡ニュース, 343, 2-5.
- 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.
- 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.
- 竹野功璽・浜中雄一 (1994) 標識放流からみた若狭湾周辺海域におけるヒラメの移動. 京都府海洋センター研報, **17**, 66-71.
- 竹野功璽・葭矢 護・宮嶋俊明 (2001) 標識放流結果からみた若狭湾西部海域産ヒラメの分布・移動. 日水誌, **67**, 807-813.
- 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.
- 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.

(執筆者：八木佑太、藤原邦浩、飯田真也、白川北斗)



図1. ヒラメ日本海北部系群の分布

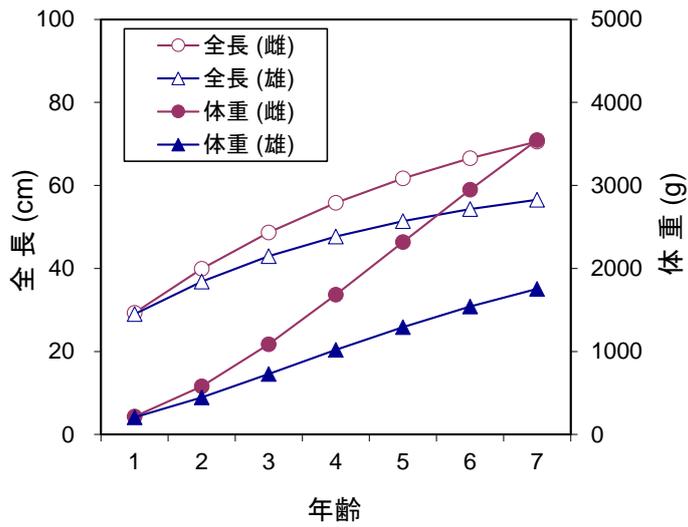


図2. 新潟県～青森県の精密測定結果に基づくヒラメの成長

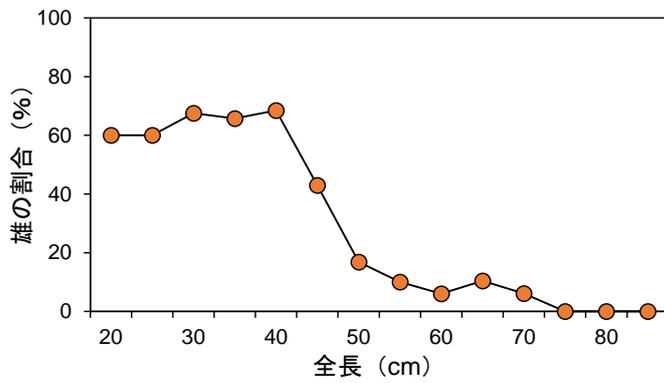


図3. 新潟県～青森県の精密測定結果に基づく全長階級別の雄の割合

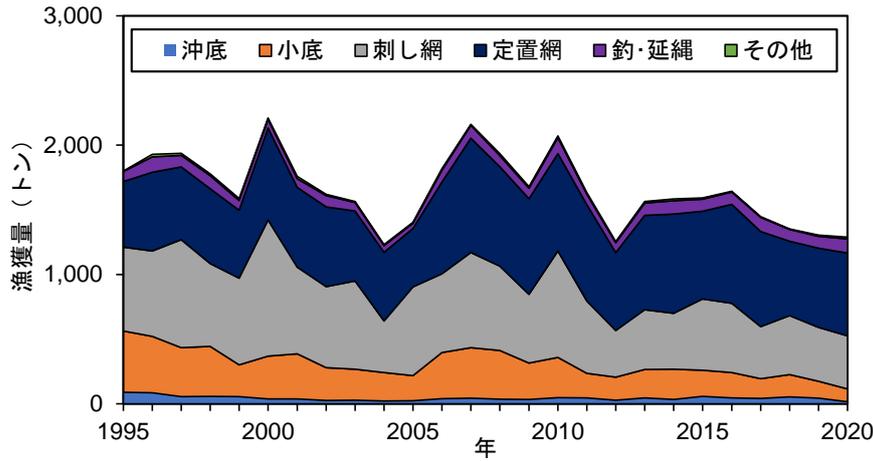


図4. 漁業種類別漁獲量（農林統計）

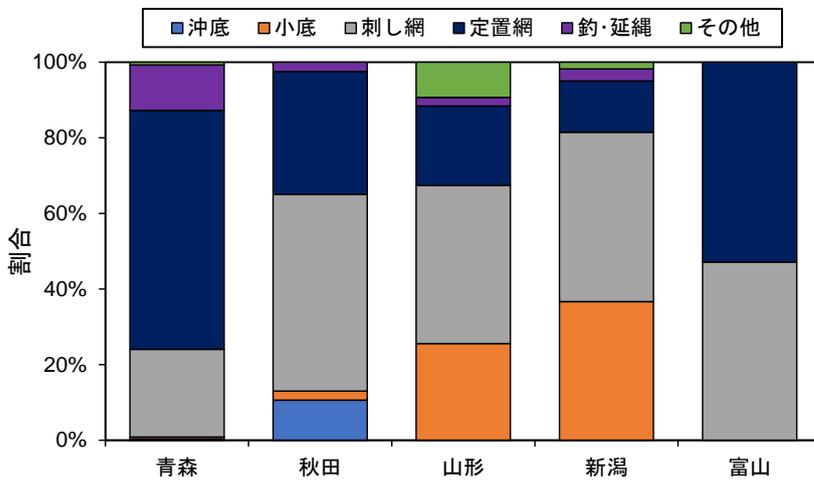


図5. 2020年の県別漁業種類別漁獲量割合（農林統計）

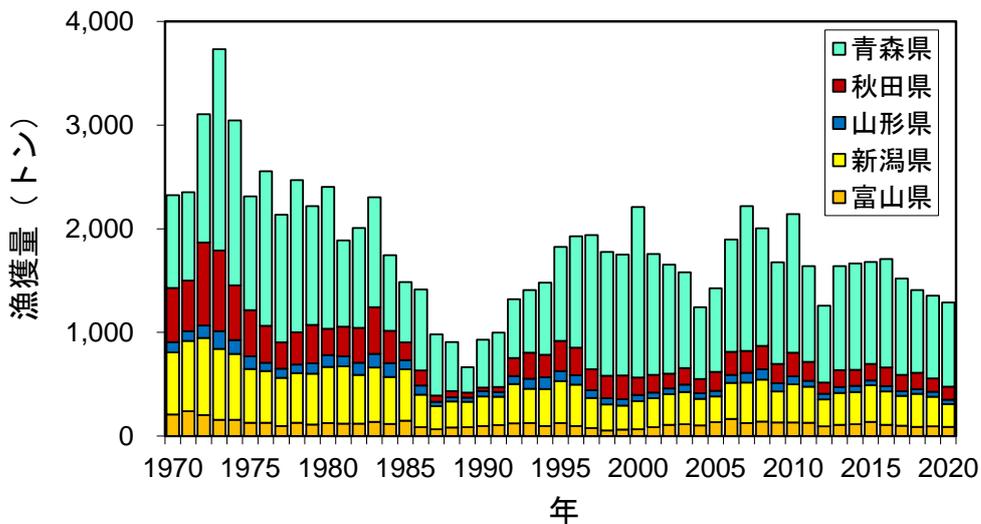


図6. 漁獲量の経年変化（農林統計）

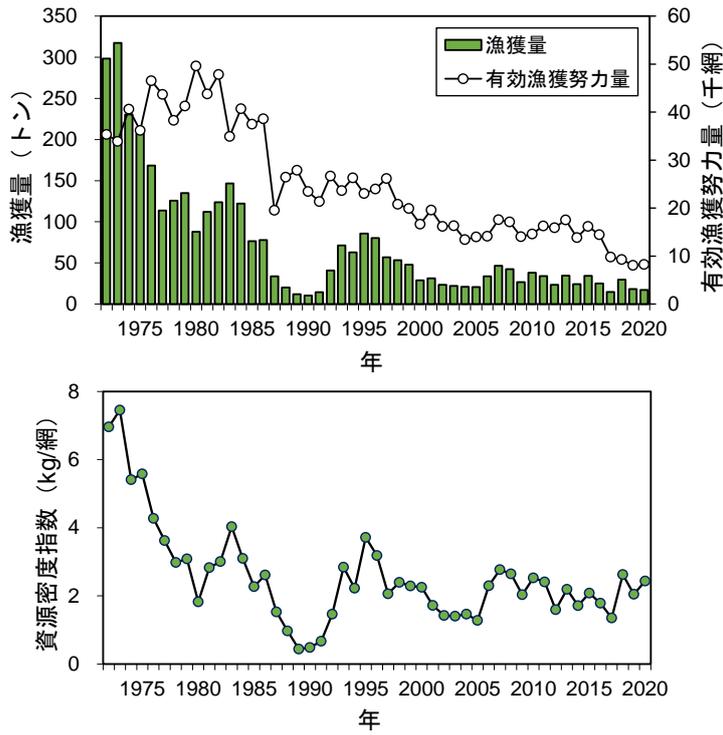


図 7. 日本海北区における沖底の漁獲量と有効漁獲努力量および資源密度指数

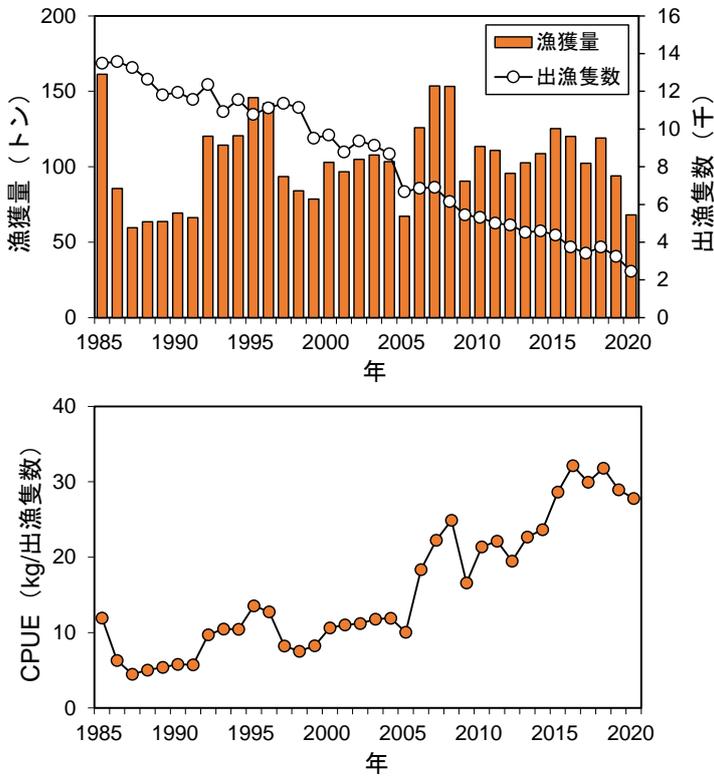


図 8. 新潟県北部沿岸（主要 4 港）における板びき網の漁獲量と出漁隻数および CPUE（新潟県資料）

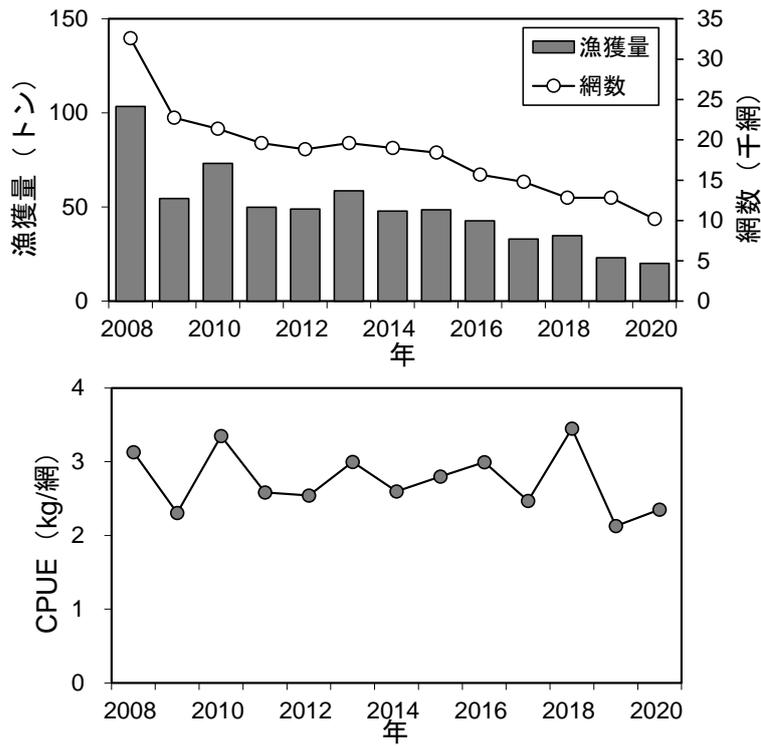


図9. 日本海北部3県（秋田県、山形県、新潟県）における小底かけまわしの漁獲量と網数およびCPUE（各県資料） ヒラメの漁獲があった操業を集計対象とした。

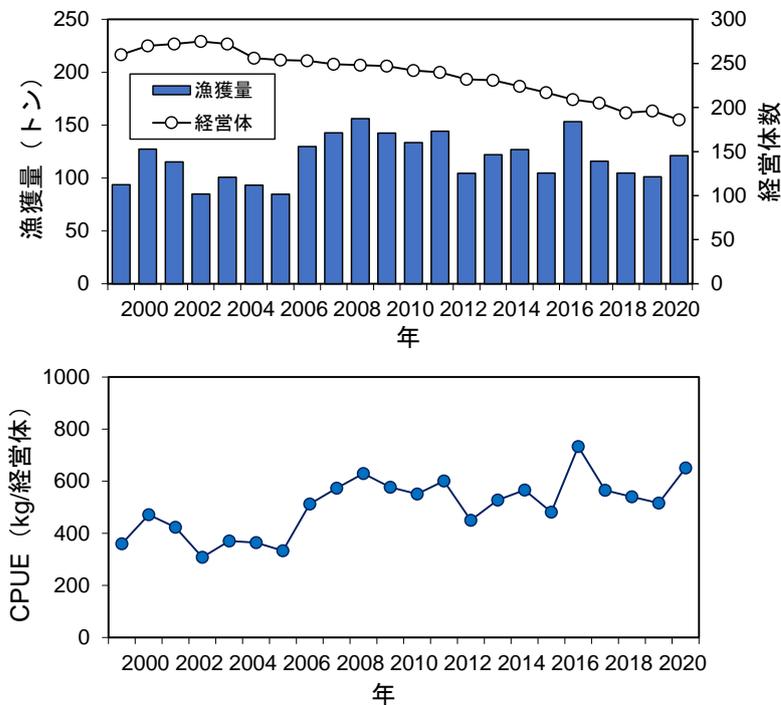


図10. 青森県日本海沿岸における底建網の漁獲量と経営体数およびCPUE（青森県資料） 1999～2004年の漁獲量は小型定置網の漁獲量に底建網の比率0.934（2005～2020年の平均値）を乗じて推定した。

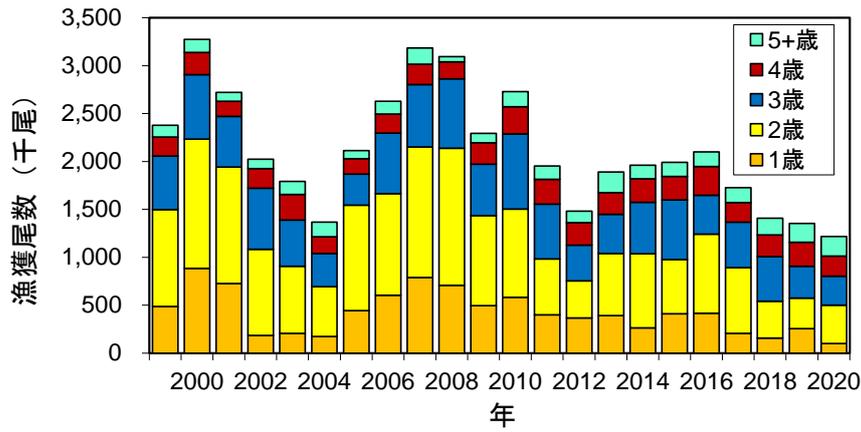


図 11. 年齢別漁獲尾数の推移 年齢起算日は1月1日。

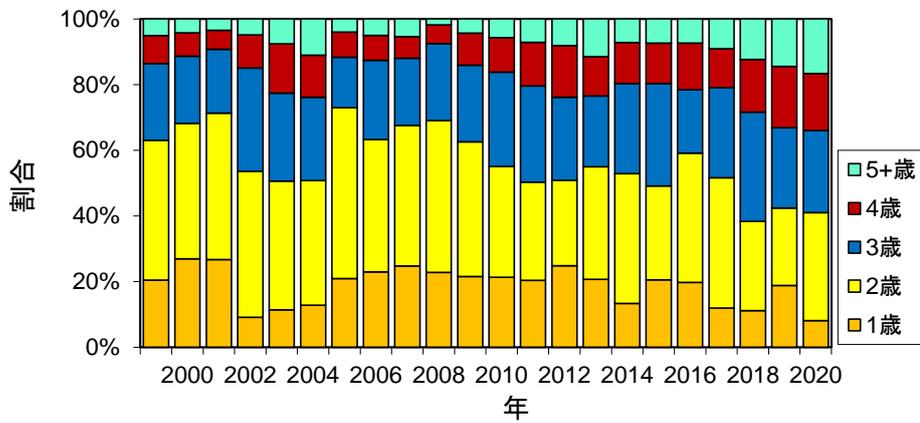


図 12. 各年における年齢別漁獲尾数の割合 年齢起算日は1月1日。

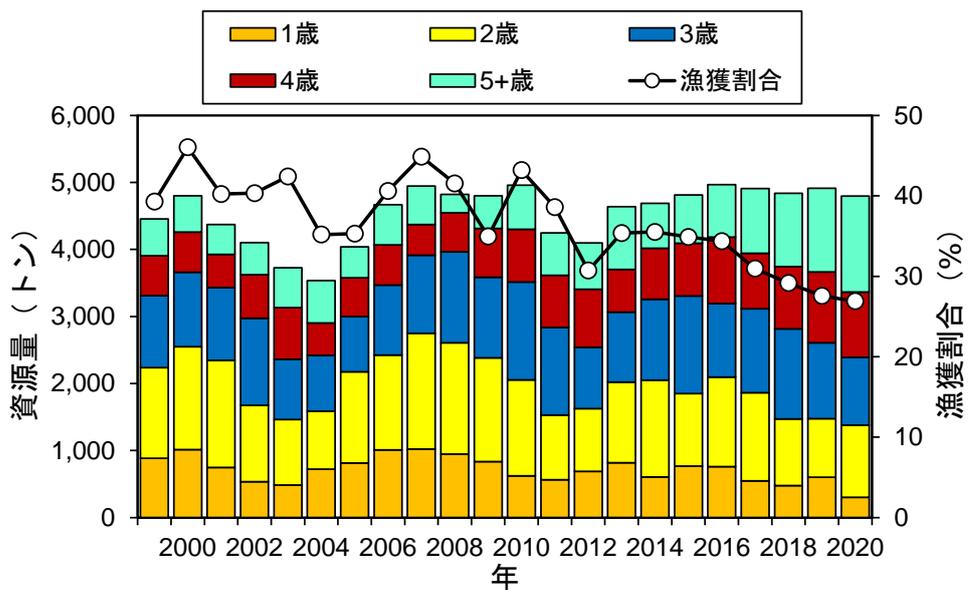


図 13. 資源量と漁獲割合の推移

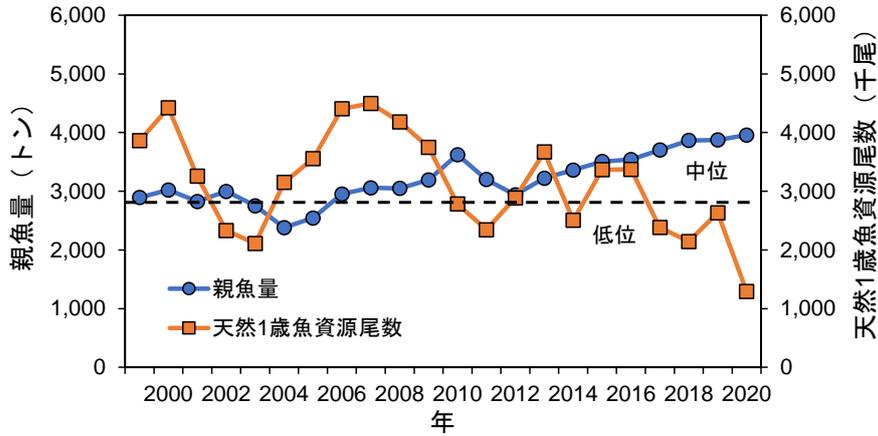


図 14. 親魚量と天然 1 歳魚資源尾数の推移

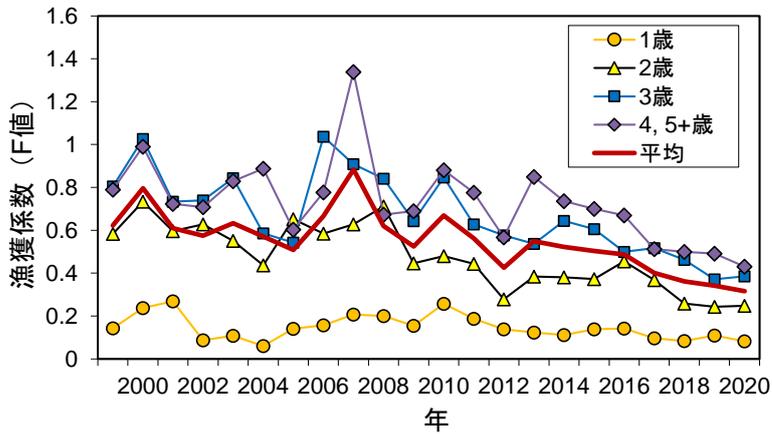


図 15. 漁獲係数 (F) の推移

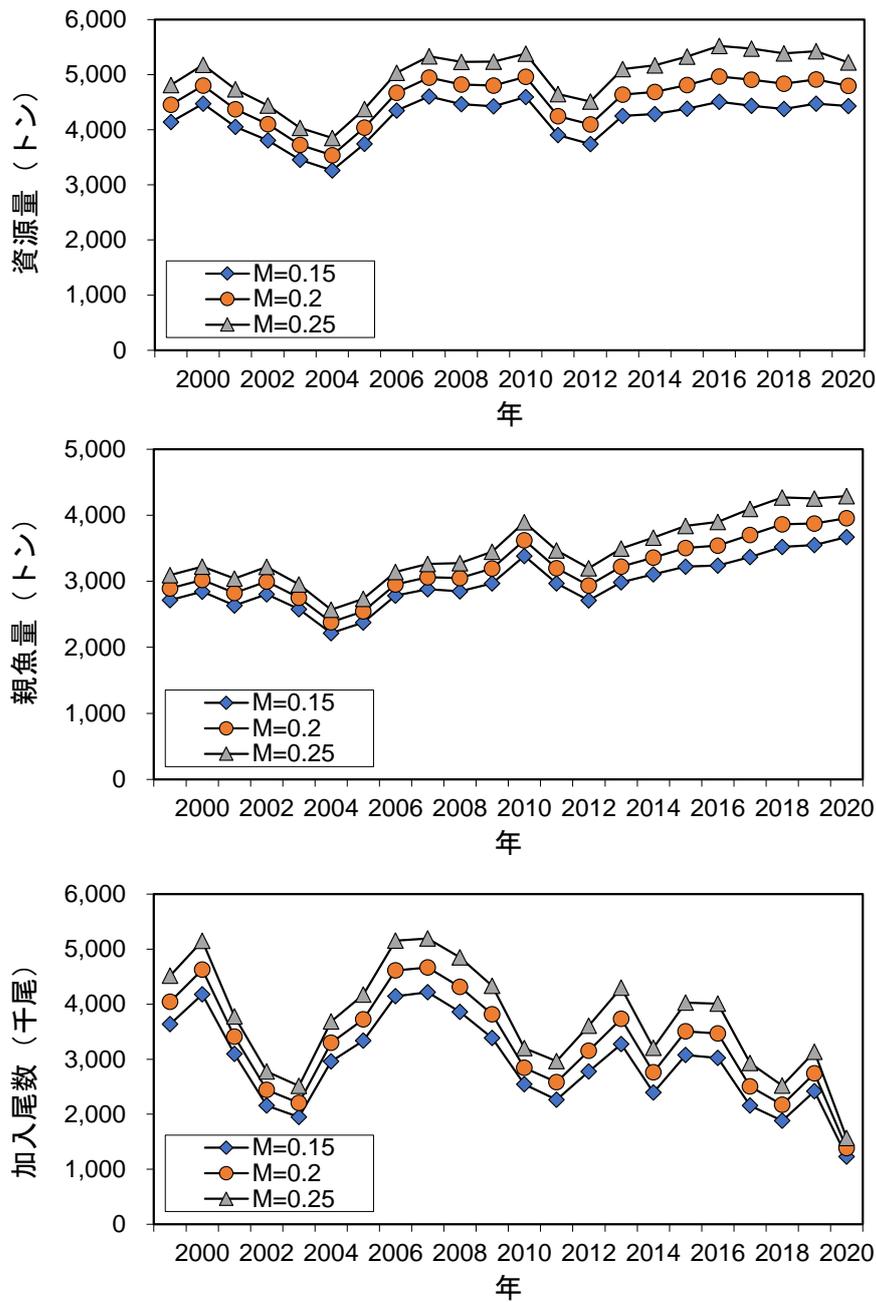


図 16. 自然死亡係数 (M) を変化させたときの資源量 (上)、親魚量 (中)、加入尾数 (下) の変化

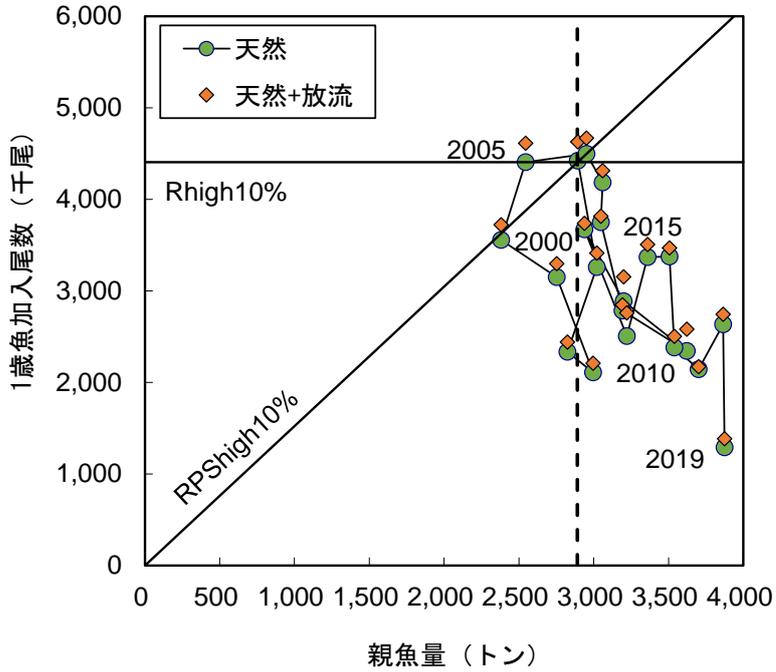


図 17. 親魚量と 1 歳魚加入尾数の関係

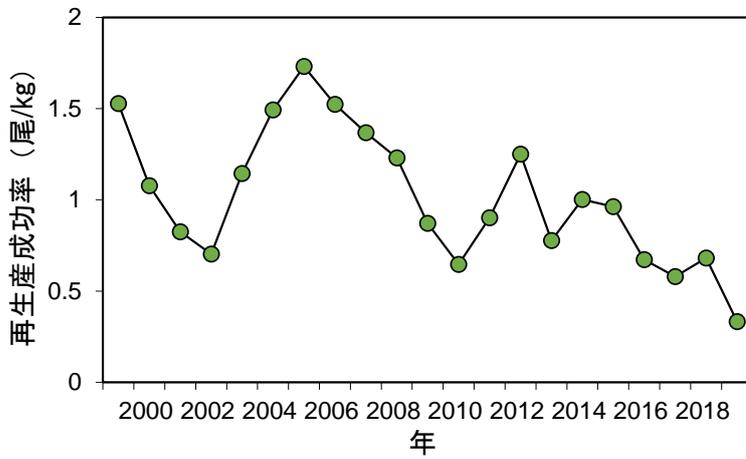


図 18. 再生産成功率の推移

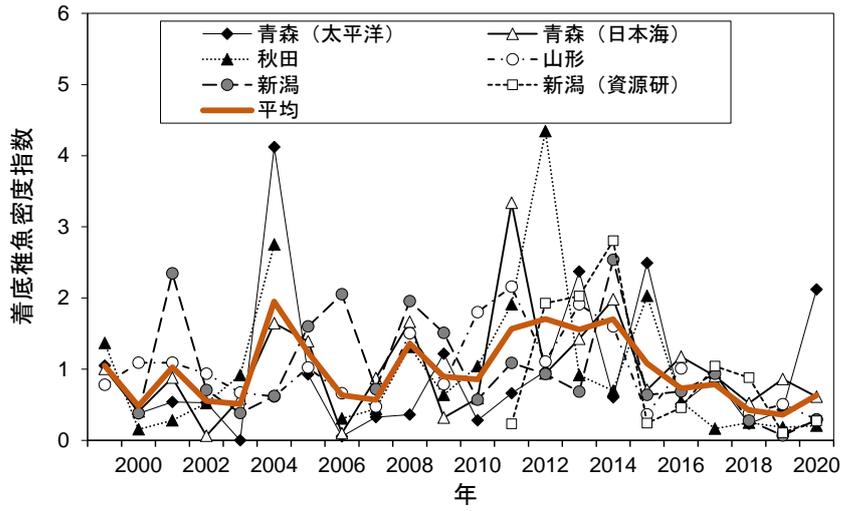


図 19. 着底稚魚密度指数の推移  
各調査期間内の平均を 1 とする（各調査資料より計算）。

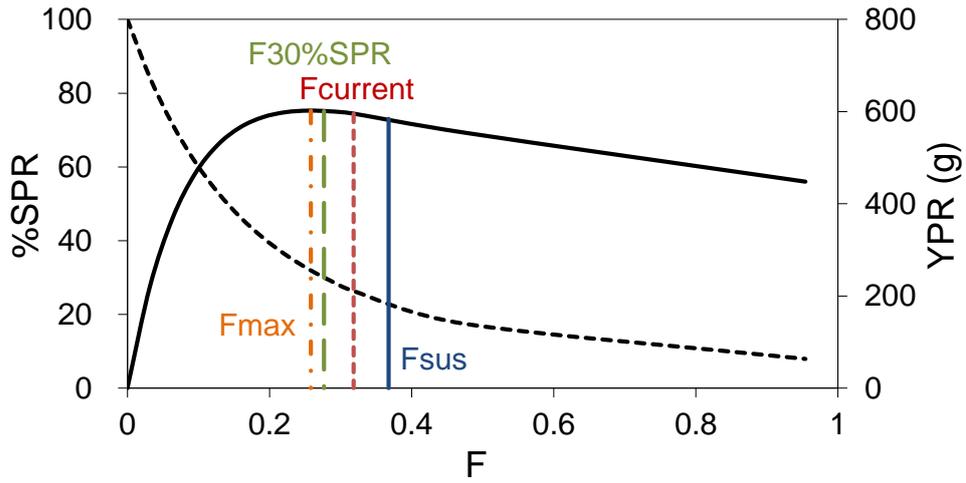


図 20. 漁獲係数 (F) と%SPR、YPR の関係

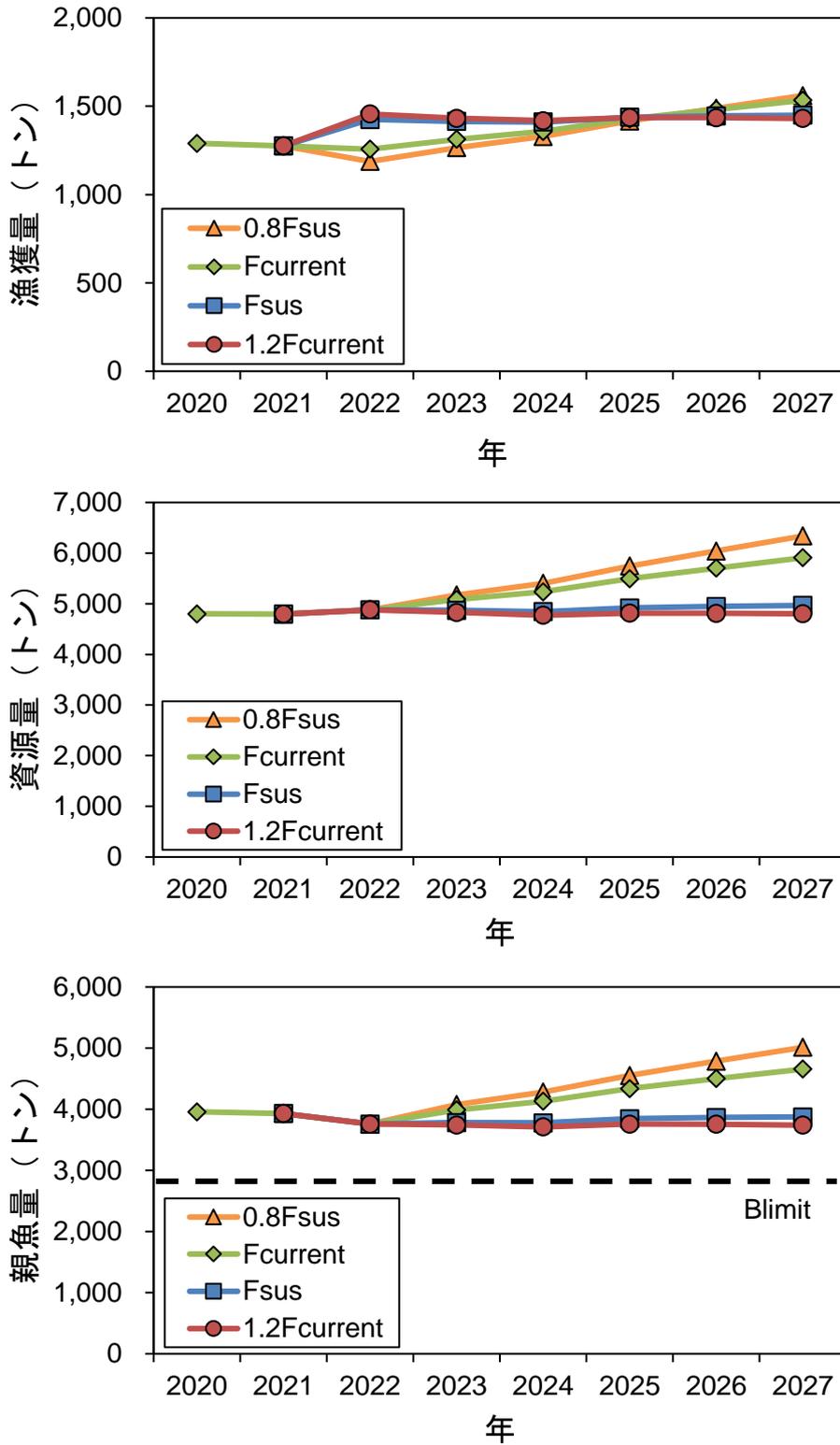


図 21. 様々な F による漁獲量 (上) と資源量 (中) および親魚量 (下) の推移  
Blimit は親魚量 2,892 トン。

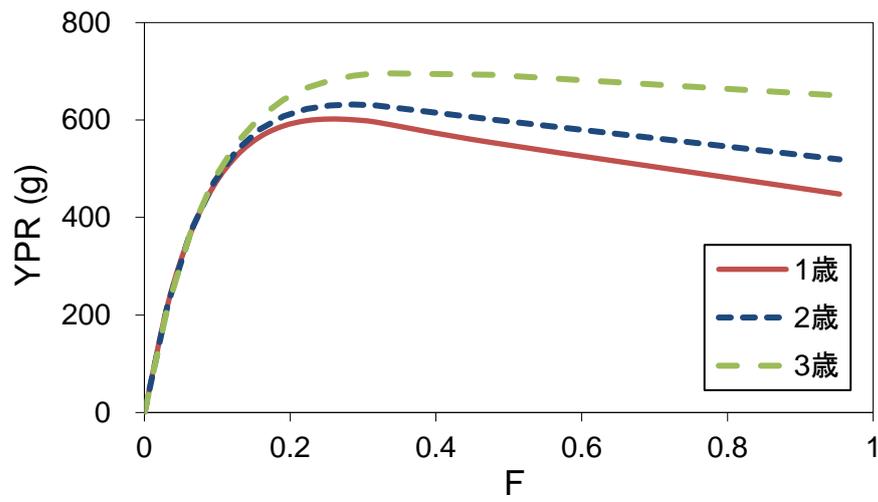


図 22. 漁獲開始年齢別の漁獲係数 (F) と YPR の関係  
現状は漁獲開始年齢 1 歳、F=0.32。

表 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*	815	124	42	220	89	1,290

\*2020年は暫定値。

表 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)	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	1999	48	19,900	2.3
1973	317	33,894	7.5	2000	29	16,665	2.3
1974	230	40,603	5.4	2001	31	19,573	1.7
1975	207	36,181	5.6	2002	23	16,199	1.4
1976	168	46,532	4.3	2003	22	16,314	1.4
1977	114	43,672	3.6	2004	21	13,427	1.5
1978	126	38,281	3.0	2005	21	13,988	1.3
1979	135	41,263	3.1	2006	34	14,143	2.3
1980	88	49,597	1.8	2007	47	17,560	2.8
1981	112	43,779	2.8	2008	42	17,101	2.6
1982	124	47,838	3.0	2009	27	14,059	2.0
1983	147	34,911	4.0	2010	38	14,604	2.5
1984	122	40,714	3.1	2011	34	16,268	2.4
1985	76	37,483	2.3	2012	23	15,919	1.6
1986	78	38,625	2.6	2013	35	17,546	2.2
1987	34	19,521	1.5	2014	24	13,840	1.7
1988	20	26,423	1.0	2015	34	16,196	2.1
1989	12	27,895	0.4	2016	25	14,474	1.8
1990	10	23,467	0.5	2017	15	9,812	1.3
1991	14	21,379	0.7	2018	30	9,292	2.6
1992	41	26,650	1.5	2019	18	8,064	2.0
1993	71	23,633	2.8	2020	17	8,234	2.4
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				

各項目については補足資料 3 を参照。

表 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/隻数)
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

新潟県資料。

表 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

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 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	94 *	260	360
2000	127 *	270	471
2001	115 *	272	423
2002	85 *	275	309
2003	101 *	272	371
2004	93 *	256	364
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

\*小型定置網の漁獲量に底建網の比率 0.934 (2005~2020 年の平均値)  
を乗じ推定。  
青森県資料。

表 6. ヒラメ日本海北部系群の資源解析結果

年	漁獲量 (トン)	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	加入尾数 (千尾)		計	漁獲割合 (%)	再生産成功率 (尾/kg)
				天然* <sup>1</sup>	放流* <sup>2</sup>			
1999	1,750	4,456	2,893	4,420	207	4,627	39	1.53
2000	2,211	4,802	3,021	3,257	153	3,410	46	1.08
2001	1,758	4,371	2,825	2,332	109	2,441	40	0.83
2002	1,654	4,102	2,997	2,109	99	2,207	40	0.70
2003	1,580	3,726	2,753	3,150	148	3,297	42	1.14
2004	1,244	3,537	2,381	3,555	167	3,721	35	1.49
2005	1,426	4,039	2,544	4,405	206	4,611	35	1.73
2006	1,896	4,670	2,952	4,497	171	4,667	41	1.52
2007	2,219	4,945	3,059	4,183	130	4,313	45	1.37
2008	2,004	4,823	3,048	3,750	66	3,815	42	1.23
2009	1,678	4,802	3,193	2,782	62	2,845	35	0.87
2010	2,142	4,960	3,621	2,343	238	2,581	43	0.65
2011	1,639	4,247	3,200	2,886	265	3,151	39	0.90
2012	1,258	4,096	2,937	3,670	65	3,735	31	1.25
2013	1,641	4,640	3,222	2,504	255	2,759	35	0.78
2014	1,665	4,688	3,361	3,367	138	3,505	36	1.00
2015	1,679	4,814	3,506	3,374	93	3,466	35	0.96
2016	1,707	4,968	3,540	2,381	122	2,503	34	0.67
2017	1,519	4,908	3,701	2,143	27	2,170	31	0.58
2018	1,410	4,838	3,865	2,633	111	2,744	29	0.68
2019	1,354	4,912	3,874	1,291	93	1,384	28	0.33
2020	1,290	4,798	3,956	—	—	—	27	—

\*<sup>1</sup> 天然加入尾数: 対象年に発生し、1歳時における尾数。\*<sup>2</sup> 放流加入尾数: 前年に放流され、翌年1歳として加入した尾数。

表7. 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

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 8. 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	-	-	-	80
2006	94	99	98	53	74
2007	73	37	93	53	48
2008	65	100	53	31	57
2009	93	92	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	63
2019	74	47	76	51	73
2020	79	39	67	61	-

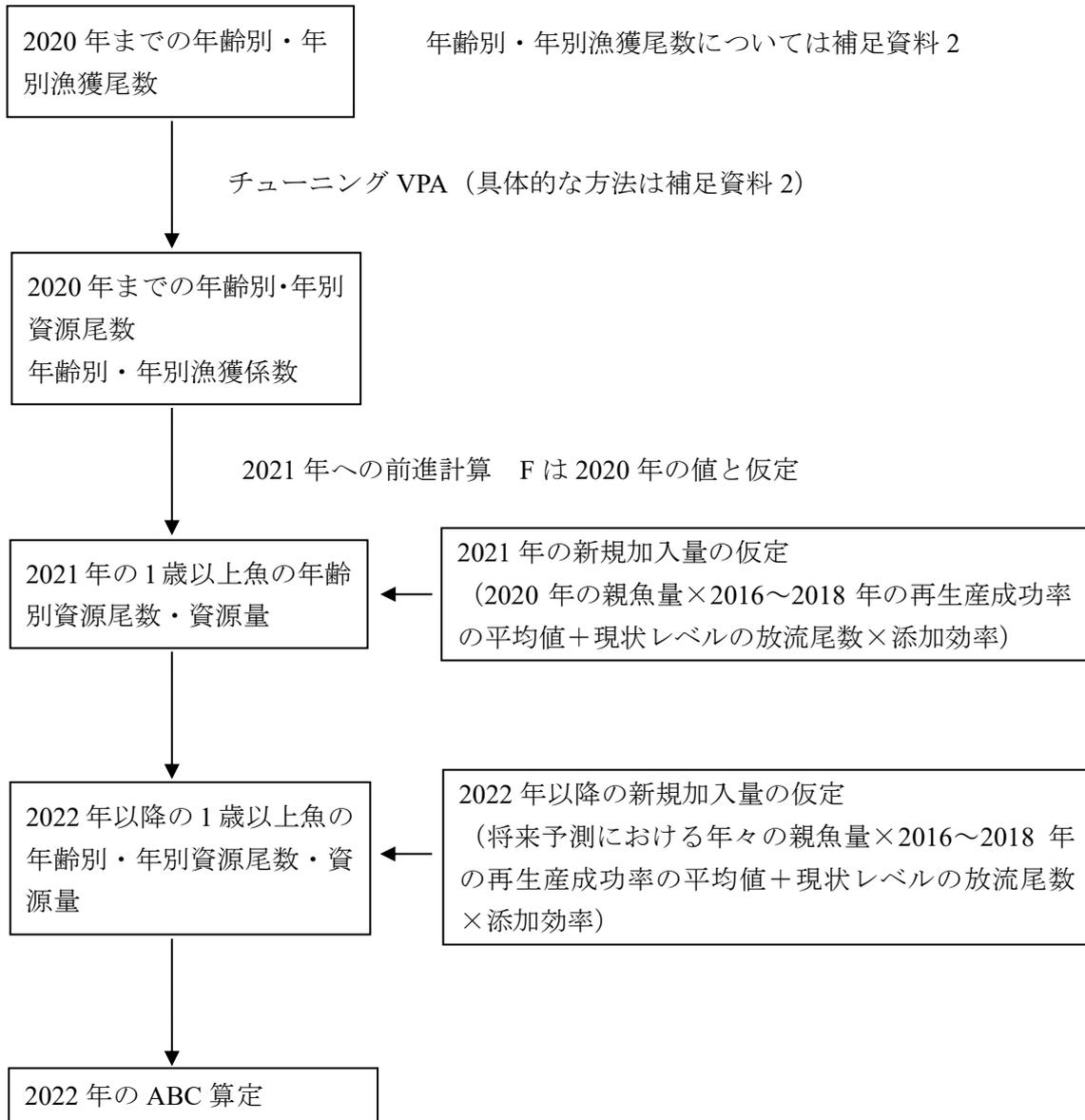
各県資料および全国豊かな海づくり推進協会資料。

表 9. 黒化判定統一基準（宮津栽培漁業センター 2006）に基づく放流魚混入率調査結果

年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
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	1,290
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	
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	
年齢別総漁獲尾数（千尾）											
1歳	582	399	368	391	263	409	415	207	158	255	99
2歳	922	584	385	648	774	569	828	686	383	319	400
3歳	784	572	375	408	538	621	405	474	468	331	304
4歳	285	260	232	226	245	245	299	206	225	253	211
5+歳	156	138	120	216	141	146	154	156	174	196	202
年齢別放流魚漁獲尾数（千尾）											
1歳	13	37	31	7	24	16	11	10	2	10	7
2歳	7	24	26	37	13	34	28	15	10	13	13
3歳	15	11	9	19	24	10	26	16	9	14	13
4歳	13	5	6	11	6	12	4	14	8	7	9
5+歳		3	3	16	5	4	14	2	17	14	6
放流魚混入率（%）											
1歳	2.2	9.2	8.4	1.7	9.2	3.9	2.7	4.9	1.2	4.1	6.7
2歳	0.8	4.2	6.8	5.7	1.7	6.0	3.3	2.2	2.5	4.1	3.3
3歳	1.9	1.9	2.4	4.7	4.4	1.6	6.3	3.3	1.9	4.3	4.4
4歳	4.5	2.1	2.4	4.7	2.6	4.8	1.2	7.0	3.6	2.6	4.5
5+歳		1.9	2.5	7.4	3.6	2.6	9.1	1.2	9.8	7.0	2.7
添加効率*	0.017	0.069	0.092	0.019	0.093	0.085	0.050	0.052	0.015	0.056	0.039

\*漁獲加入時（1歳）の放流魚資源尾数／前年放流尾数。  
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



## 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 2016～2020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、2019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 2020）が令和 2（2020）年度資源評価報告書の確定後に得られたため、2019年に遡って年齢別漁獲尾数を算出した。
- 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 2020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。

## 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	0.20	0.33					0.20	0.27				
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	0.64	0.01					0.33	0.01				
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（2016～2020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		0.44						0.56				
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（2016～2020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	0.11	0.44						0.44				
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

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。全長の単位はcm。-は0.005未満の数値。

## 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  $N_{a,y}$  は Pope の近似式 (Pope 1972) により

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1} \exp(M) + C_{a,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad C \text{ は漁獲尾数、} M \text{ は自然死亡係数}$$

a歳、y年の漁獲係数  $F_{a,y}$  は

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

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。

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

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

最近年 (2020年) の資源尾数は

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

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を示す。

$$-\ln L = \sum_{j=1}^4 \sum_{y=2008}^{2020} -\ln \left( \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_j} \right) \frac{\{\ln(CPUE_{j,y}) - \ln(q \cdot B_y)\}^2}{2\sigma_j^2}$$

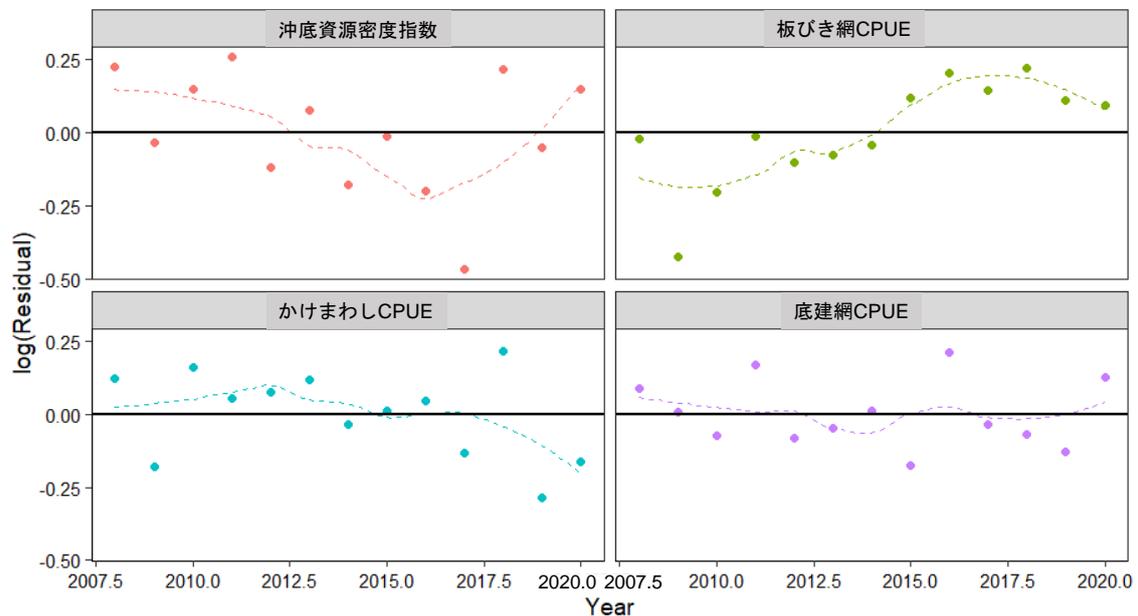
自然死亡係数 M は安達 (2007) に従い 0.2 とした。

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。

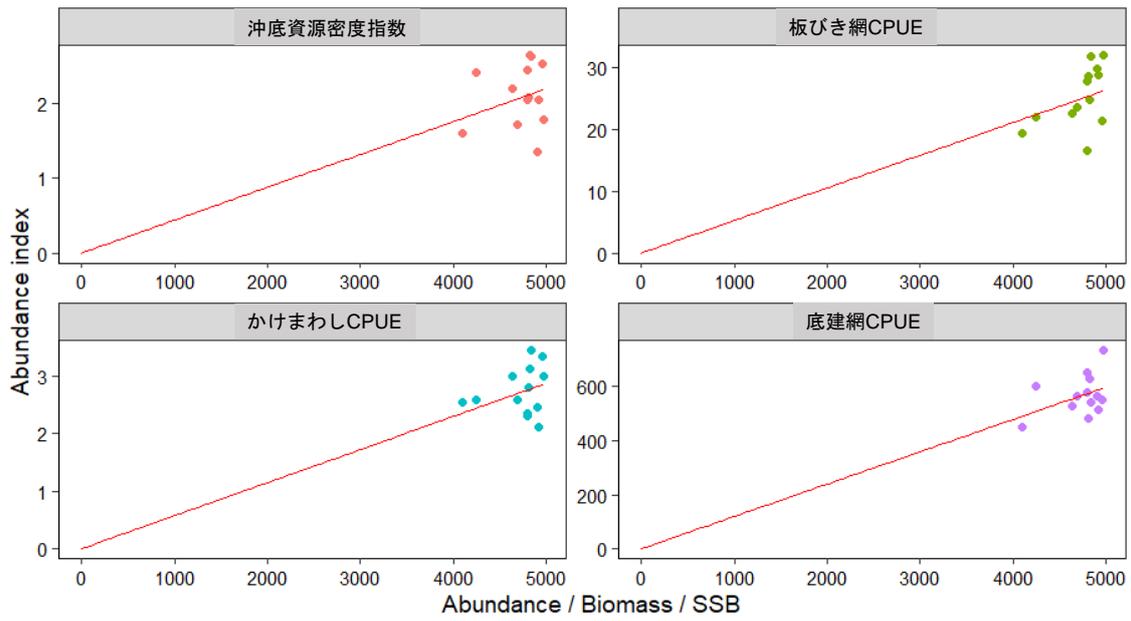
年齢	1	2	3	4	5+
平均体重 (g)	219	534	963	1,464	2,240
成熟率 (%)	0	50	100	100	100

「資源評価のモデル診断手順と情報提供指針(令和3年度)FRA-SA2021-ABCWG02-03」に従って、本系群の評価に用いた VPA の統計学的妥当性や仮定に対する頑健性について診

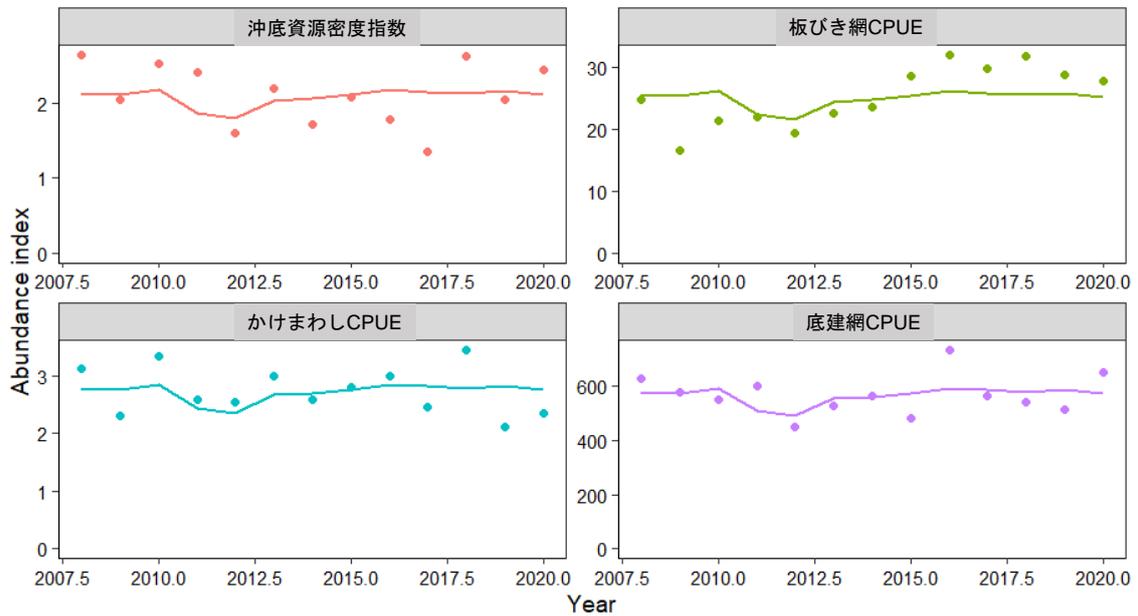
断した。本系群の資源評価では、今年度より沖底の資源密度指数（補足資料 3）、かけまわし CPUE、板びき網 CPUE、底建網 CPUE をチューニングに用いたコホート解析を導入した。指標値と予測値との関係を見ると、沖底資源密度指数では一定の偏りは認められないが、2017 年に大きな負の残差となっている。板びき網 CPUE では 2014 年までは負の残差、2015 年以降は正の残差が続いている（補足図 2-1、補足図 2-2）。かけまわし CPUE では、2016 年までは 2009 年と 2014 年を除き負の残差となり、2018 年と 2019 年にそれぞれ比較的大きな正と負の残差となった。底建網 CPUE では一定の偏りを持った傾向は認められない。指標値と予測値との関係は、概ね線形を仮定して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）。



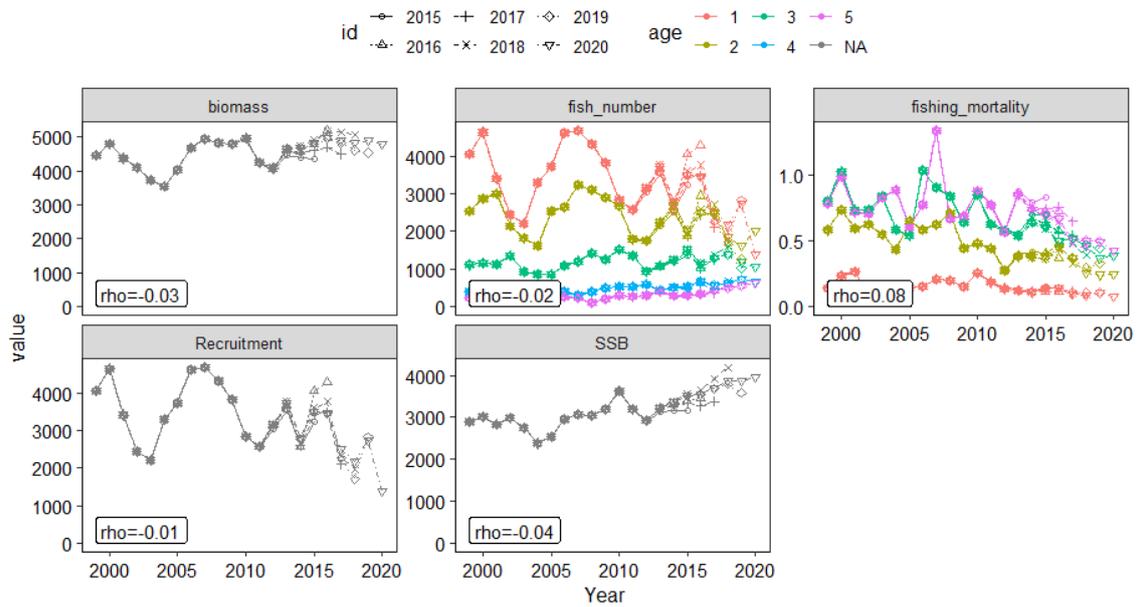
補足図 2-1. 残差プロット



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. レトロスペクティブ解析の結果

引用文献

安達二郎 (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 (2020) 令和元年度栽培漁業センター業務報告書, 79 pp.

### 補足資料3 漁獲成績報告書を用いた資源量指標値の算出方法

沖合底びき網の漁獲成績報告書では、月別漁区（緯度経度 10 分柘目）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 分柘目の漁区に細分し、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 4 コホート解析結果の詳細

## 年齢別漁獲尾数 (千尾)

年	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1歳	486	884	727	184	205	174	442	604	790	706	495	582	399	368	391	263	409	415	207	158	255	99
2歳	1012	1350	1214	900	702	519	1101	1059	1362	1432	941	922	584	385	648	774	569	828	686	383	319	400
3歳	557	672	530	638	481	347	325	633	653	726	536	784	572	375	408	538	621	405	474	468	331	304
4歳	201	232	158	204	269	175	161	200	210	177	225	285	260	232	226	245	245	299	206	225	253	211
5+歳	121	138	92	98	135	151	84	131	170	54	98	156	138	120	216	141	146	154	156	174	196	202
計	2,377	3,276	2,722	2,024	1,792	1,366	2,114	2,628	3,185	3,095	2,295	2,729	1,952	1,481	1,890	1,961	1,991	2,101	1,728	1,408	1,354	1,216

## 年齢別漁獲量 (トン)

年	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1歳	107	194	159	40	45	38	97	132	173	155	109	128	87	81	86	58	90	91	45	35	56	22
2歳	541	722	649	481	375	277	589	566	728	765	503	493	312	206	347	414	304	442	366	205	171	214
3歳	536	647	511	614	463	334	313	610	629	700	516	755	551	362	393	518	599	390	456	451	319	293
4歳	295	339	232	298	394	256	236	292	308	259	329	417	381	340	331	359	359	437	301	330	370	308
5+歳	271	309	206	219	303	337	189	294	381	121	220	349	308	269	485	316	328	346	350	390	439	453
計	1,750	2,211	1,758	1,654	1,580	1,244	1,426	1,896	2,219	2,004	1,678	2,142	1,639	1,258	1,641	1,665	1,679	1,707	1,519	1,410	1,354	1,290

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	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1歳	0.14	0.24	0.27	0.09	0.11	0.06	0.14	0.16	0.21	0.20	0.15	0.26	0.19	0.14	0.12	0.11	0.14	0.14	0.10	0.08	0.11	0.08
2歳	0.58	0.73	0.60	0.63	0.55	0.44	0.65	0.58	0.63	0.71	0.45	0.48	0.44	0.28	0.38	0.38	0.37	0.46	0.37	0.26	0.24	0.25
3歳	0.80	1.03	0.73	0.74	0.84	0.59	0.54	1.04	0.91	0.84	0.64	0.85	0.63	0.58	0.54	0.64	0.60	0.50	0.52	0.46	0.37	0.39
4歳	0.79	0.99	0.72	0.71	0.83	0.89	0.60	0.78	1.34	0.67	0.69	0.88	0.78	0.57	0.85	0.74	0.70	0.67	0.51	0.50	0.49	0.43
5+歳	0.79	0.99	0.72	0.71	0.83	0.89	0.60	0.78	1.34	0.67	0.69	0.88	0.78	0.57	0.85	0.74	0.70	0.67	0.51	0.50	0.49	0.43
単純平均	0.62	0.80	0.61	0.57	0.63	0.57	0.51	0.67	0.88	0.62	0.52	0.67	0.56	0.43	0.55	0.52	0.50	0.49	0.40	0.36	0.34	0.32

## 年齢別資源尾数 (千尾)

年	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1歳	4,043	4,627	3,410	2,441	2,207	3,297	3,721	4,611	4,667	4,313	3,815	2,845	2,581	3,151	3,735	2,759	3,505	3,466	2,503	2,170	2,744	1,384
2歳	2,532	2,870	2,989	2,134	1,832	1,622	2,542	2,647	3,229	3,107	2,892	2,676	1,802	1,753	2,246	2,704	2,021	2,499	2,463	1,862	1,634	2,016
3歳	1,113	1,157	1,128	1,349	932	864	858	1,085	1,208	1,411	1,248	1,517	1,357	947	1,087	1,252	1,513	1,140	1,297	1,396	1,178	1,049
4歳	407	408	340	443	527	329	394	409	315	399	498	537	532	593	436	520	538	676	567	633	720	665
5+歳	245	242	198	213	265	283	206	269	255	122	218	294	282	307	418	299	321	350	430	489	557	639
計	8,340	9,304	8,064	6,580	5,763	6,395	7,721	9,020	9,675	9,352	8,672	7,868	6,554	6,750	7,922	7,534	7,898	8,131	7,260	6,550	6,833	5,753

## 年齢別資源量 (トン)

年	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1歳	886	1,014	747	535	484	723	816	1,011	1,023	945	836	623	566	691	819	605	768	760	549	476	601	303
2歳	1,353	1,534	1,597	1,140	979	867	1,358	1,415	1,726	1,661	1,546	1,430	963	937	1,201	1,445	1,080	1,336	1,316	995	873	1,077
3歳	1,072	1,115	1,086	1,299	898	833	827	1,045	1,164	1,359	1,202	1,461	1,307	912	1,047	1,207	1,457	1,098	1,250	1,345	1,135	1,011
4歳	596	597	497	649	772	481	577	598	461	584	730	787	779	869	638	762	789	990	830	928	1,054	974
5+歳	548	543	443	478	594	634	462	602	571	274	488	659	632	688	936	670	720	784	964	1,095	1,249	1,433
計	4,456	4,802	4,371	4,102	3,726	3,537	4,039	4,670	4,945	4,823	4,802	4,960	4,247	4,096	4,640	4,688	4,814	4,968	4,908	4,838	4,912	4,798

## 年齢別親魚量 (トン)

年	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2歳	677	767	799	570	490	433	679	707	863	830	773	715	482	468	600	723	540	668	658	498	437	539
3歳	1,072	1,115	1,086	1,299	898	833	827	1,045	1,164	1,359	1,202	1,461	1,307	912	1,047	1,207	1,457	1,098	1,250	1,345	1,135	1,011
4歳	596	597	497	649	772	481	577	598	461	584	730	787	779	869	638	762	789	990	830	928	1,054	974
5+歳	548	543	443	478	594	634	462	602	571	274	488	659	632	688	936	670	720	784	964	1,095	1,249	1,433
計	2,893	3,021	2,825	2,997	2,753	2,381	2,544	2,952	3,059	3,048	3,193	3,621	3,200	2,937	3,222	3,361	3,506	3,540	3,701	3,865	3,874	3,956

補足資料 5 漁獲係数と種苗放流による管理効果の比較

漁獲係数と放流尾数を変化させた場合の漁獲量と資源量の変化を試算した。計算の詳細は亘 (2013) を参照のこと。

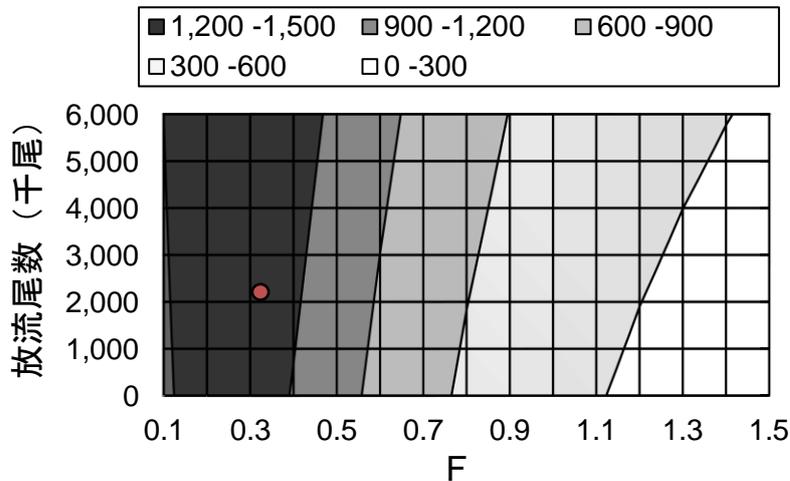
試算に当たり、再生産成功率 (RPS) は 2016~2018 年の平均値 0.64、添加効率は 0.053 を与えた。これらの条件のもと、2021 年以降 5 年間、放流尾数と漁獲係数を変化させ、期待される 2026 年の漁獲量と資源量を推定した。放流尾数は 0~600 万尾の範囲で、漁獲係数は 0.1~1.5 の範囲で変化させた。

補足図 5-1 と補足図 5-2 は、それぞれ、漁獲係数と放流尾数を変化させたときの 2026 年の漁獲量と資源量の等量線図である。本解析のもとでは、放流尾数の増減よりも漁獲係数の増減による漁獲量と資源量への影響が大きいと考えられる。

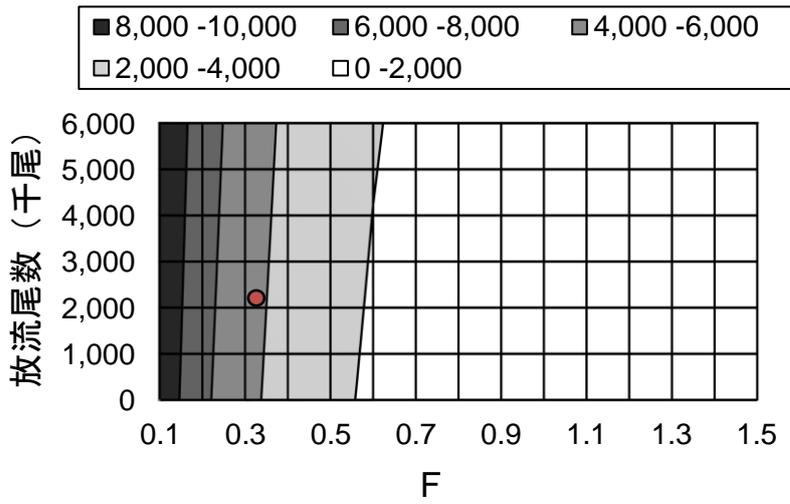
等漁獲量線図の傾きは、与える条件 (RPS と添加効率) によって変化する。従って、このような管理効果の比較を行うためには、RPS や添加効率の推定精度を向上させる必要がある。

引用文献

亘 真吾 (2013) 平成 24 年度ヒラメ瀬戸内海系群の資源評価. 平成 24 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 3 分冊. 水産庁・水産総合研究センター, 1373-1399.



補足図 5-1. 漁獲係数 (F) と放流尾数を変化させたときの 2026 年漁獲量 (トン) 等量線図 赤丸は現状の F と放流尾数を示す。



補足図 4-2. 漁獲係数 (F) と放流尾数を変化させたときの 2026 年資源量 (トン) 等量線  
 図 赤丸は現状の F と放流尾数を示す。