

## 平成 29（2017）年度ヒラメ日本海北・中部系群の資源評価

責任担当水研：日本海区水産研究所（八木佑太、上原伸二、後藤常夫、飯田真也）

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、山形県水産試験場、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、石川県水産総合センター、福井県水産試験場、京都府農林水産技術センター海洋センター、兵庫県立農林水産技術総合センター但馬水産技術センター

## 要 約

本系群の 1999 年以降の資源量についてコホート解析により計算した。2016 年の漁獲量は 1,092 トン（暫定値）であり、前年を 61 トン上回った。資源量は 2007 年の 2,781 トンから 2012 年の 2,113 トンに減少したが、2013 年以降は増加傾向にあり、2016 年の資源量は 2,612 トンと推定された。資源量の推移から、資源水準を低位、資源動向を増加と判断した。本系群の資源量は  $B_{limit}$ （資源量 2,900 トン）を下回る状態であるため、資源量を  $B_{limit}$  まで回復させることを管理目標として、ABC 算定規則の 1-1)-(2)に基づき 2018 年 ABC を算定した。2016 年以降の再生産成功率が 2015 年を除く過去 5 年間（2010～2014 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  $F_{rec}$  による 2018 年の漁獲量 1,060 トンを  $ABC_{limit}$ 、さらに不確実性を考慮して安全率  $\alpha$  を 0.8 とし、 $0.8F_{rec}$  による漁獲量 900 トンを  $ABC_{target}$  とした。本種は栽培対象種であり、2015 年には 220 万尾の人工種苗が放流され、1 歳の放流魚の混入率は 3.1%、添加効率（放流魚の漁獲加入までの生残率）は 0.030 と推定された。

| 管理基準 | Target<br>/<br>Limit | 2018 年<br>ABC<br>(トン) | 漁獲<br>割合<br>(%) | F 値<br>(現状の F 値から<br>の増減%) |
|------|----------------------|-----------------------|-----------------|----------------------------|
| Frec | Target               | 900                   | 32              | 0.48<br>(－27%)             |
|      | Limit                | 1,060                 | 38              | 0.60<br>(－8%)              |

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、管理基準の下でより安定的な資源の増大が期待される漁獲量である。 $F_{target} = \alpha F_{limit}$  とし、係数  $\alpha$  には標準値 0.8 を用いた。現状の F 値 ( $F_{current}$ ) は 2016 年の F 値 (0.66) である。ABC の値は 10 トン未満を四捨五入した。漁獲割合は 2018 年の漁獲量／資源量、F 値は各年齢の平均値である。

| 年    | 資源量<br>(トン) | 親魚量<br>(トン) | 漁獲量<br>(トン) | F 値  | 漁獲割合<br>(%) |
|------|-------------|-------------|-------------|------|-------------|
| 2013 | 2,378       | 1,474       | 992         | 0.72 | 42          |
| 2014 | 2,461       | 1,605       | 973         | 0.63 | 40          |
| 2015 | 2,565       | 1,745       | 1,031       | 0.61 | 40          |
| 2016 | 2,612       | 1,809       | 1,092       | 0.66 | 42          |
| 2017 | 2,658       | 1,759       | 1,081       | 0.66 | 41          |
| 2018 | 2,761       | 1,804       | —           | —    | —           |

2017 年、2018 年の値は、将来予測に基づく値。

水準：低位      動向：増加

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>月別漁業種類別漁獲量（青森～兵庫(9)府県）<br>月別体長組成調査（水研、青森県、秋田県、山形県、新潟県、<br>福井県、兵庫県）<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 |
| 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 4m ビームトロール）                                                                                                                                  |
| 漁獲努力量指数                  | 新潟県主要 4 港板びき網出漁隻数および漁獲量（新潟県）                                                                                                                                                                |

## 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、2015 年には 220 万尾が放流された。

## 2. 生態

### (1) 分布・回遊

本系群の分布域は青森県津軽半島西岸から兵庫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 150m 以浅の海域で、産卵期には水深 50m 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 10m 以浅の浅海域に着底し、全長 10cm 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は青森県沖から富山湾にかけてと能登半島西岸から若狭湾にかけては、それぞれ連続した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）。一方、能登半島西岸や若狭湾沿岸で放流した個体が鳥取県以西で再捕された事例は数多い（竹野・浜中 1994、竹野ほか 2001）。

### (2) 年齢・成長

2006～2008 年に秋田県から新潟県にかけての海域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。

$$\text{雄： } L_t = 52.57(1 - \exp(-0.46(t + 0.50)))$$

$$\text{雌： } L_t = 97.51(1 - \exp(-0.15(t + 1.32)))$$

ここで  $L_t$  は起算日を 6 月 1 日とした場合の  $t$  歳時の全長（cm）。

$$\text{雌雄込み： } W = 0.0043L^{3.23}$$

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 50cm 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 50m 以浅の海域で産卵を行う。産卵期は南ほど早く、若狭湾で 3～4 月、富山湾で 4～5 月、新潟から秋田沿岸で 5～6 月、津軽半島沿岸で 5～7 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 10cm 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、稚魚期にはより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

主に刺し網、定置網、底びき網の漁獲対象として各府県で広く漁獲されている（図 4）。府県により主たる漁業種類は大きく異なり、例えば青森県ならびに京都府では定置網による漁獲が全漁獲のおよそ 8 割以上を占めるが、隣接する秋田県、福井県では定置網の占める割合は 3 割程度である（図 5）。新潟県北部沿岸では板びき網と称する開口板を有する小型底びき網漁業が営まれており、例年、本系群の総漁獲量の 1 割程度を占める 100 トン以上の水揚げがある（2016 年は 126 トン、12%）。

近年、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。特に全長制限は各府県で行われており、その制限サイズは兵庫県、京都府、福井県、石川県、富山県では 25cm、新潟県、山形県、秋田県では 30cm、青森県では 35cm であり、西で小さく北で大きい。

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 3%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、1970 年以降 10 数年周期の増減を繰り返してきたが、周期的に見られる漁獲量のピークは 1972 年の 2,448 トン、1983 年の 1,901 トン、1995 年の 1,581 トン、2008 年の 1,310 トンと徐々に減少してきており、全体としては減少傾向にある。近年の漁獲量は 2010 年の 1,176 トンから 2012 年の 836 トンに減少した後、2013 年以降は増加している。2016 年は前年を 61 トン上回る 1,092 トンであった（図 6、表 1）。

本系群の分布する海域では富山県以北と石川県以西で漁獲量の変動傾向が異なることが指摘されている（梨田 1988）。漁獲量の大半を占める青森県から富山県にいたる海域（日本海北部海域）では 1970 年代から 1980 年代にかけて漁獲量は減少したが、石川県から兵庫県にいたる海域では同時期の減少は見られていない（図 7）。

#### (3) 漁獲努力量

新潟県北部沿岸で行われている板びき網はヒラメを主対象として操業しており、その漁獲量は本系群全体の 8～13%を占める。新潟県の主要 4 港における板びき網の出漁隻数は長期的には減少傾向が続いており、2016 年の出漁隻数は 1986 年の 28%となる 3,750 隻であった（図 8）。

### 4. 資源の状態

#### (1) 資源の評価方法

1999～2016 年の年齢別漁獲尾数データを使用し、Pope の近似式（Pope 1972）を用いてコホート解析を行い、年齢別資源尾数、資源量、および漁獲係数を推定した（年齢別漁獲尾数算出方法ならびに資源計算方法の詳細は補足資料 2 参照）。

#### (2) 資源量指標値の推移

新潟県の板びき網における CPUE（漁獲量／出漁隻数）の推移は漁獲量の推移と概ね同

調している。近年では 2005 年から 2008 年にかけて CPUE が増加した後、2009 年に大きく減少した。2010 年以降 CPUE は再び増加傾向にあり、2016 年は 32.0kg/隻であった（図 8）。

### （3）漁獲物の年齢（体長）組成

新潟県岩船港における漁獲物の全長組成の推移を図 9 に示す。例年、9 月以降に 30～35cm 台をモードとした 1 歳魚の漁獲加入がみられるが、2016 年は前年と同様、9 月以降に 30～35cm 台の明瞭なモードがみられず、全体としての 1 歳魚の漁獲加入は低い水準となった。

2016 年の府県別年齢別漁獲尾数を図 10 に示す。京都府、福井県では 1 歳魚が約 4 割を占めるが、新潟県から青森県では 1 歳魚は 3 割以下と低い割合であり、日本海北部海域で 1 歳魚の割合が低い。系群全体で見ると、例年、2 歳魚以下が漁獲物の 6 割以上を占めている（図 11、補足資料 3）。

### （4）資源量と漁獲割合の推移

コホート解析により求めた資源量は、2007 年の 2,781 トンをピークとして減少し、2012 年には 2,113 トンとなった。その後は増加傾向にあり、2016 年は 2,612 トンと推定された（図 12、表 2）。漁獲割合は 39～48%の間を推移しており、近年では 2011 年の 48%から 2012 年の 39%に大きく低下した。その後は 40%前後で推移しており、2016 年の漁獲割合は 42%であった。

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 0.03 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 2）。天然 1 歳魚加入尾数はこれまで 160 万～290 万尾の間を変動しており、2016 年は 205 万尾と推定された（図 13、表 2）。親魚量は、1999 年以降 2010 年まで概ね 1,600～1,800 トンで比較的安定して推移していたが、2011、2012 年と連続して減少した。その後は増加傾向にあり、2016 年は 1,809 トンと推定された。

漁獲係数  $F$  の推移を図 14、補足資料 3 に示す。概ね、1 歳魚の  $F$  は 0.2～0.4、2～4 歳魚の  $F$  は 0.6～1.1 で推移している。1999～2005 年は 2000 年を除き 2 歳魚の  $F$  が全年齢中最高であったが、2009 年以降、3 歳魚と 4 歳魚の  $F$  が 2 歳魚の  $F$  を上回っている。1 歳魚の  $F$  が低いの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。2016 年の  $F$ （各年齢の  $F$  の単純平均）は前年よりやや高い 0.66 であった。資源量と  $F$  との間に明瞭な関係は認められない（図 15）。

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 10%以下であった。

### （5）Blimit の設定

1999 年以降、親魚量の変動幅が小さく、親魚量と天然 1 歳魚加入尾数の間には明瞭な関

係が認められないことから（図 17）、再生産関係を用いた  $B_{limit}$  の設定は適当ではない。そこで、低位水準にある資源の中位水準への回復が重要と考え、資源水準の低位と中位の境界としている資源量 2,900 トンを、再生産関係を用いた  $B_{limit}$  の設定が可能となるまでの  $B_{limit}$  とした。

#### （6）資源の水準・動向

1970 年以降の漁獲量の最小値と最大値の間を 3 等分し、漁獲量が 1,800 トン以上の場合が高位、1,200 トン未満の場合は低位水準と判断した（図 6）。ただし、資源量が推定されている 1999 年以降においては、上記の基準とした漁獲量の範囲から、それに対応する資源量を漁獲割合 42%（1999～2010 年の平均値）として換算し、漁獲量 1,800 トンに相当する資源量 4,300 トンを高位と中位の境界、漁獲量 1,200 トンに相当する資源量 2,900 トンを中位と低位の境界とした（図 12）。2016 年の資源量は 2,612 トンであったことから、資源水準を低位と判断した。また、直近 5 年間（2012～2016 年）の資源量の推移から動向を増加と判断した。

#### （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 1.76 をピークとして 2010 年にかけて低下した（図 18、表 2）。2011 年、2012 年に 2 年連続して増加したが、2013 年以降は低下しており、2015 年は 1.17 であった。ABC 算定および資源の将来予測における 2016 年以降の再生産成功率には、近年の傾向を反映させるため、直近年（2015 年）を除く過去 5 年間（2010～2014 年）の平均値（1.34）を仮定した。なお、直近年の再生産成功率は、加入量推定値の不確実性を考慮して、平均値の計算から除いた。

新潟県から青森県沿岸での着底稚魚密度指数（青森県、秋田県、山形県、新潟県の平均）は、近年では 2011、2012、2014 年に比較的高い値を示しているが、各翌年の 1 歳魚加入尾数の多寡に必ずしも反映されていない（図 19、表 2）。着底稚魚密度指数は 2014 年以降低下している。

#### （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。2016 年の  $F$  値（ $F_{current}$ : 0.66）は、再生産成功率に直近年を除く過去 5 年間（2010～2014 年）の平均値を仮定して計算した  $F_{sus}$ （0.67）よりわずかに低いが、30%SPR を達成する  $F_{30\%SPR}$ （0.27）、YPR が最大となる  $F_{max}$ （0.26）よりもかなり高く、漁獲圧の削減が必要と考えられる。

#### （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 2015 年には 220 万尾の種苗放流が行われた（表 3）。本系群においては近年、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）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（京都府 2006、鳥取県 2007、石川県 2008、新潟県 2008、2009、福井県 2009、島根県 2010、全国豊かな

海づくり推進協会 2011、各県未発表資料）。なお、近年、放流効果評価に関わるデータの入手が困難になってきており、2016 年に黒化率と混入率の両者の数値が利用可能であったのは、秋田県、新潟県、福井県、京都府の 1 府 3 県であった。これらから算出される系群全体としての 1 歳魚における放流魚の混入率は、2014～2016 年でそれぞれ 10.6%、4.8%、3.1%であった（表 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 2007～2015 年放流群で 0.024 から 0.076 の間を変動し、平均値は 0.048 であった（表 5）。

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、2018 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 2022 年の資源量と漁獲量を前進法により推定した（補足資料 4）。後述する現状の本系群のパラメータ条件（RPS=1.34、添加効率 0.05）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. 2018 年 ABC の算定

### (1) 資源評価のまとめ

コホート解析により求めた資源量は 2007 年から 2012 年にかけて減少したが、2013 年以降増加傾向にあり、2016 年は 2,612 トンと推定された。資源量の推移から、資源水準を低位、資源動向を増加と判断した。当面は、資源量を中位水準（Blimit=資源量 2,900 トン）に回復させることを管理目標とするべきである。

### (2) ABC の算定

資源量が推定されており、現状の資源量は Blimit を下回っていることから、ABC 算定のための基本規則 1-1)-(2)  $F_{limit} = F_{rec}$ 、 $F_{target} = F_{limit} \times \alpha$ （ $\alpha$  は安全率）に基づいて 2018 年 ABC を算定した。 $F_{rec}$  は、資源量を Blimit まで回復させることを目標として、資源を中・長期的に維持する基準値  $F_{sus}$  (0.67) を  $B/B_{limit}$  の比率 (0.90) で引き下げた値 (0.60) とした。 $F_{rec}$  を算定するにあたり、2017 年以降の加入量を仮定するために、2016 年以降の再生産成功率に過去 5 年間（2010～2014 年）の平均値 1.34 を用いた。なお、直近年である 2015 年の再生産成功率は、加入量推定値の不確実性を考慮して、平均値の計算から除いた。種苗放流尾数およびその添加効率は、現状と同程度（放流尾数 220 万尾（2015 年放流尾数）、添加効率 0.05（2007～2015 年放流群の平均値）とした。2017 年の漁獲係数は 2016 年の漁獲係数と同値とし、各年齢への漁獲選択率は 2016 年と同値とした。

なお、昨年度評価においては、5 年後に資源量を中位水準に回復させることを管理目標とし、これを達成する  $F$  を  $F_{rec5yr}$  としていた。今年度評価において、資源量は増加傾向に転じており、 $F_{rec5yr}$  は現状の  $F$  ( $F_{current}$ ) を上回ると推定された。一方で、 $F_{current}$  は経験的管理基準値よりもかなり高いことが示されている（図 20）。以上から、今後も漁獲圧を引き下げること、低位水準にある資源を中位水準に回復させることが重要であると判断し、今年度評価では  $F_{rec}$  を採用した。

上述の仮定のもと、 $F_{rec}$  で漁獲した場合、2018 年の漁獲量は 1,060 トンで、これを  $ABC_{limit}$  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、 $0.8F_{rec}$  による漁獲量 900 トンを  $ABC_{target}$  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<br>/<br>Limit | 2018 年<br>ABC<br>(トン) | 漁獲<br>割合<br>(%) | F 値<br>(現状の F 値から<br>の増減%) |
|------|----------------------|-----------------------|-----------------|----------------------------|
| Frec | Target               | 900                   | 32              | 0.48<br>(－27%)             |
|      | Limit                | 1,060                 | 38              | 0.60<br>(－8%)              |

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、管理基準の下でより安定的な資源の増大が期待される漁獲量である。Ftarget =  $\alpha$  Flimit とし、係数  $\alpha$  には標準値 0.8 を用いた。現状の F 値 (Fcurrent) は 2016 年の F 値 (0.66) である。ABC の値は 10 トン未満を四捨五入した。漁獲割合は 2018 年の漁獲量／資源量、F 値は各年齢の平均値である。

### (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 2023 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。

Frec (0.60) で漁獲した場合、2017 年の漁獲量はやや減少するが、2018 年以降は資源量の回復とともに漁獲量も増加する。そして、2019 年には資源量が Blimit である 2,900 トン以上に回復するとともに、漁獲量は 1,146 トンとなり、2016 年の漁獲量を上回ると予測される。

| 管理基準     | F 値  | 漁獲量 (トン) |       |       |       |       |       |       |       |
|----------|------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|          |      | 2016     | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  | 2021  | 2022  | 2023  |
| 0.8Frec  | 0.48 | 1,091    | 1,081 | 895   | 1,071 | 1,216 | 1,386 | 1,572 | 1,776 |
| Frec     | 0.60 | 1,091    | 1,081 | 1,055 | 1,146 | 1,214 | 1,297 | 1,378 | 1,463 |
| Fcurrent | 0.66 | 1,091    | 1,081 | 1,121 | 1,166 | 1,202 | 1,249 | 1,290 | 1,334 |
| Fsus     | 0.67 | 1,091    | 1,081 | 1,135 | 1,170 | 1,198 | 1,237 | 1,270 | 1,304 |
|          |      | 資源量(トン)  |       |       |       |       |       |       |       |
|          |      | 2016     | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  | 2021  | 2022  | 2023  |
| 0.8Frec  | 0.48 | 2,612    | 2,658 | 2,761 | 3,197 | 3,633 | 4,154 | 4,710 | 5,322 |
| Frec     | 0.60 | 2,612    | 2,658 | 2,761 | 2,954 | 3,136 | 3,352 | 3,561 | 3,781 |
| Fcurrent | 0.66 | 2,612    | 2,658 | 2,761 | 2,855 | 2,947 | 3,060 | 3,162 | 3,268 |
| Fsus     | 0.67 | 2,612    | 2,658 | 2,761 | 2,832 | 2,904 | 2,995 | 3,075 | 3,158 |
|          |      | 親魚量(トン)  |       |       |       |       |       |       |       |
|          |      | 2016     | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  | 2021  | 2022  | 2023  |
| 0.8Frec  | 0.48 | 1,809    | 1,759 | 1,804 | 2,218 | 2,526 | 2,860 | 3,247 | 3,668 |
| Frec     | 0.60 | 1,809    | 1,759 | 1,804 | 1,990 | 2,109 | 2,247 | 2,389 | 2,536 |
| Fcurrent | 0.66 | 1,809    | 1,759 | 1,804 | 1,897 | 1,952 | 2,027 | 2,095 | 2,165 |
| Fsus     | 0.67 | 1,809    | 1,759 | 1,804 | 1,876 | 1,917 | 1,979 | 2,032 | 2,086 |

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<br>されたデータセット             | 修正・更新された数値                               |
| 2015 年漁獲量確定値<br>2016 年漁獲量暫定値       | 2015 年漁獲量の確定<br>2016 年漁獲量暫定値の追加          |
| 2016 年年齢別漁獲尾数<br>2015 年年齢別漁獲尾数の見直し | 2016 年までの年齢別資源尾数（再生産関係）、漁獲<br>係数（年齢別選択率） |

| 評価対象年<br>(当初・再評価)      | 管理<br>基準 | F 値  | 資源量<br>(トン) | ABCLimit<br>(トン) | ABCtarget<br>(トン) | 漁獲量<br>(トン)<br>(実際の F 値) |
|------------------------|----------|------|-------------|------------------|-------------------|--------------------------|
| 2016 年 (当初)            | Frec5yr  | 0.55 | 1,974       | 700              | 590               |                          |
| 2016 年 (2016 年<br>再評価) | Frec5yr  | 0.64 | 2,429       | 970              | 830               |                          |
| 2016 年 (2017 年<br>再評価) | Frec5yr  | 0.66 | 2,612       | 1,100            | 940               | 1,092<br>(0.66)          |
| 2017 年 (当初)            | Frec5yr  | 0.64 | 2,521       | 1,010            | 860               |                          |
| 2017 年 (2017 年<br>再評価) | Frec5yr  | 0.68 | 2,658       | 1,110            | 940               |                          |

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。

2016 年 (2017 年再評価)、2017 年 (2017 年再評価) の ABC は、当初評価時より高い値となっている。これは、今年度評価時に求めた 2016 年の資源量が前年度評価時の予測値を上回ったこと、および管理基準とした Frec がやや高い値に更新されたことによるものである。

## 6. ABC 以外の管理方策への提言

漁獲開始年齢の引き上げや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)。本系群の分布する各府県においては、全長 25～35cm の漁獲規制サイズが設けられているが、規制サイズが 25cm の海域では 1 歳魚が主な漁獲対象となる場合がある。このことから、規制サイズの見直しにより資源管理効果の向上を図ることが重要である。なお、規制サイズが大きくても年や季節によって規制サイズを下回るヒラメが大量に漁獲され再放流されることもある。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、再放流ヒラメ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 2015 年には 220 万尾の種苗が放流されている。ただし、現状のパラメータ条件のもとでは、放流尾数の増減よりも漁獲係数の増減による漁獲量への影響が大きいと考えられる (補足資料 4)。

本系群のヒラメにおいては、1996 年頃から扁形動物ネオヘテロボツリウムの寄生による貧血症状 (ネオヘテロボツリウム症) を呈する個体が目立つようになった。ネオヘテロボツリウムの寄生がヒラメの生残に与える影響を定量的に評価することは現段階では困難である。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 (補足資料 5)。

## 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, 1-12.
- 福井県(2009) 平成 20 年度栽培漁業資源回復等対策事業報告書, 123-128.
- 五利江重昭・太谷徹也・宮原一隆(2005) 兵庫県但馬沿岸域におけるヒラメの資源特性. 兵庫農技セ研報(水産), **38**, 7-13.
- 石川県(2003) 平成 14 年度早期生産ヒラメ放流効果調査報告書, 21pp.
- 石川県(2008) 平成 19 年度日本海中西部ヒラメ広域連携調査事業報告書, 総括 1-7.
- 京都府(2006) 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.
- 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.
- 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), 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), 29-31.
- 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.
- 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, 99pp.
- 島根県(2010) 平成 21 年度栽培漁業資源回復等対策事業報告書, 235-240.
- 首藤宏幸・梶原直人・藤井徹夫(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.
- 鳥取県(2007) 平成 18 年度日本海中西部ヒラメ広域連携調査事業報告書, 総括 1-5.
- 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.
- 浦邊清治・横越 淳・鴨野裕紀・増田育司(2007) 耳石横断薄片切片を用いて解析した富山湾産ヒラメの年齢と成長. 富山水試研報, **18**, 1-11.
- 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, 542pp.



図 1. ヒラメ日本海北・中部系群の分布域

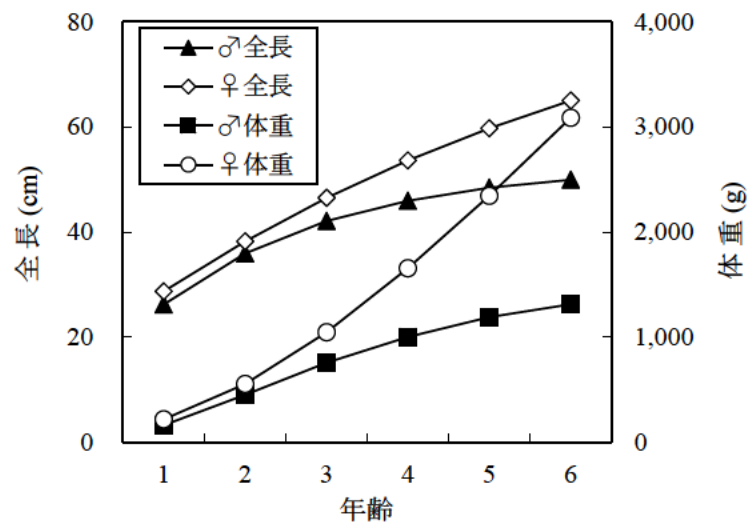


図 2. 2006～2008 年の新潟県～秋田県の精密測定結果に基づくヒラメの成長

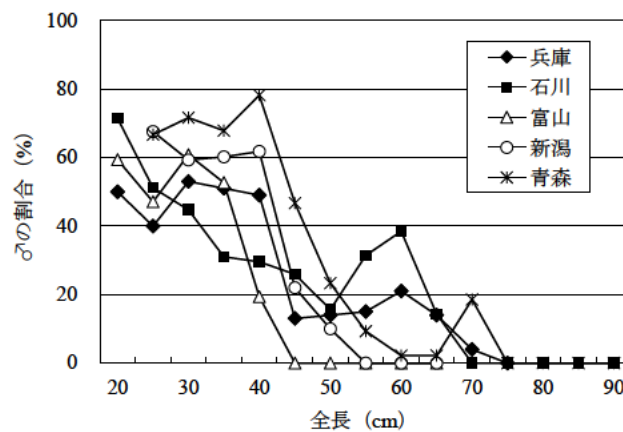


図 3. 全長階級別の雄の割合

(五利江ほか 2005、石川県 2003、浦邊ほか 2007)

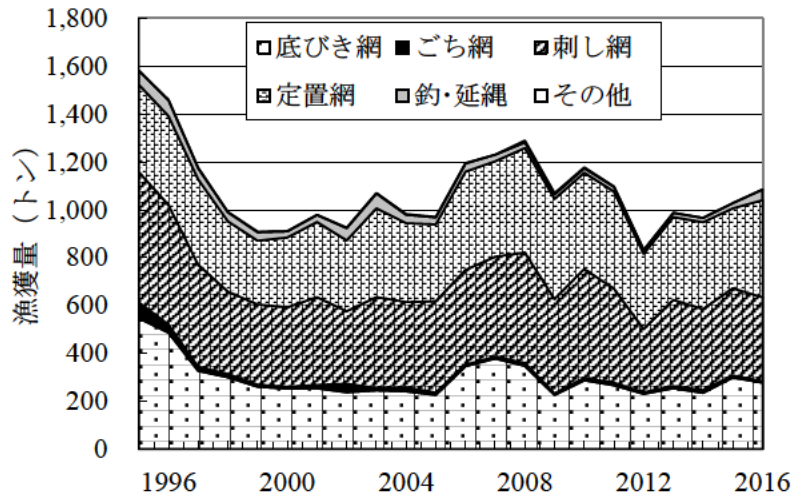


図 4. 漁業種類別漁獲量（農林統計、ただし青森県は県統計）

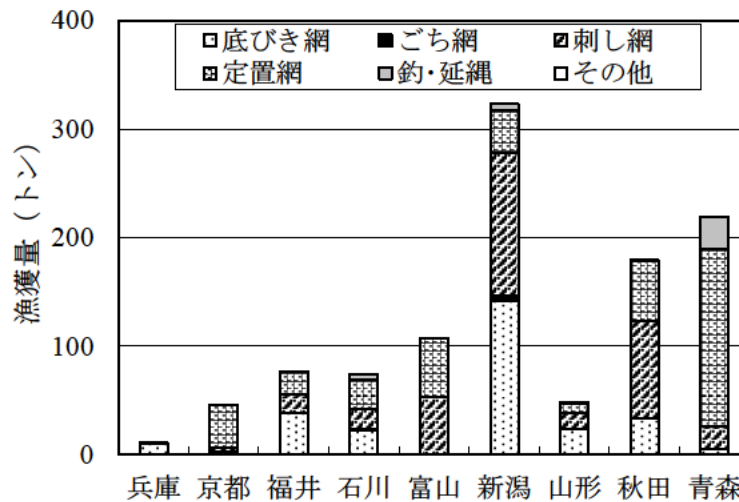


図 5. 2016 年の県別漁業種類別漁獲量（農林統計、ただし青森県は県統計）

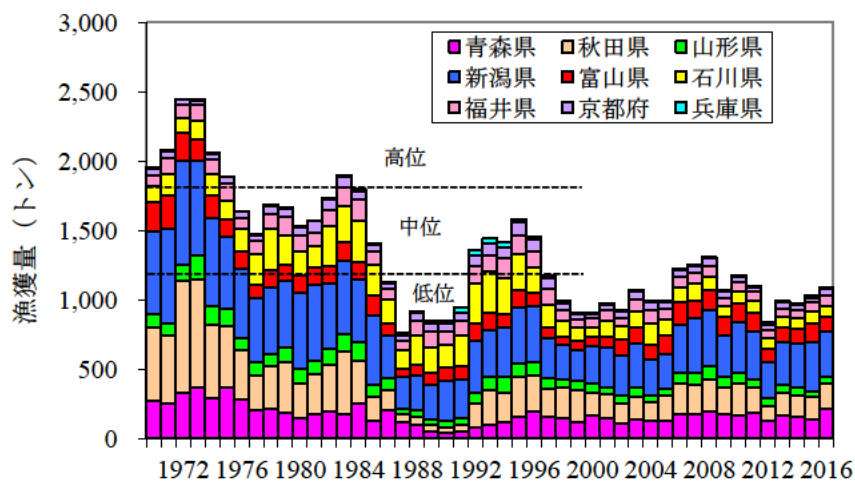


図 6. 漁獲量の経年変化（農林統計、ただし青森県は県統計）

横点線は 1998 年までの資源水準の境界（高位・中位 1,800 トン、  
中位・低位 1,200 トン）。

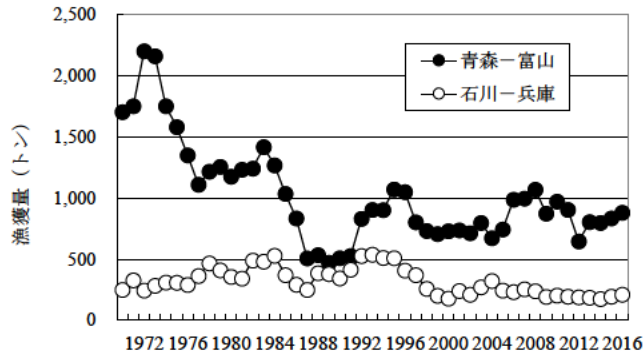


図 7. 海域別の漁獲量（農林統計、ただし青森県は県統計）

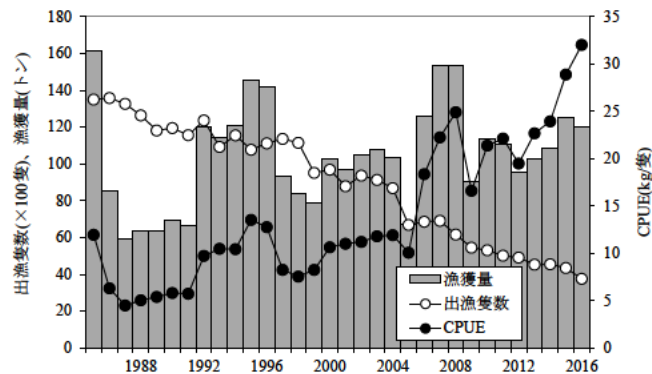


図 8. 新潟県の板びき網の出漁隻数（主要 4 港）、  
漁獲量および CPUE（新潟県資料）

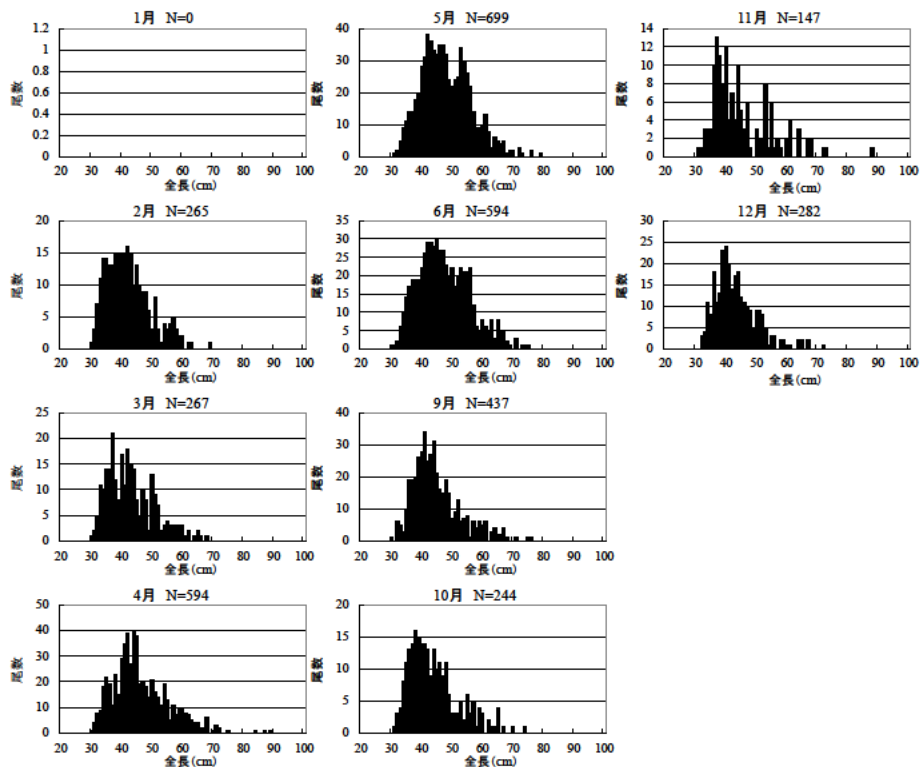


図 9. 新潟県岩船港における漁獲物の全長組成（2016 年）

尾数は各月の調査尾数を示す。

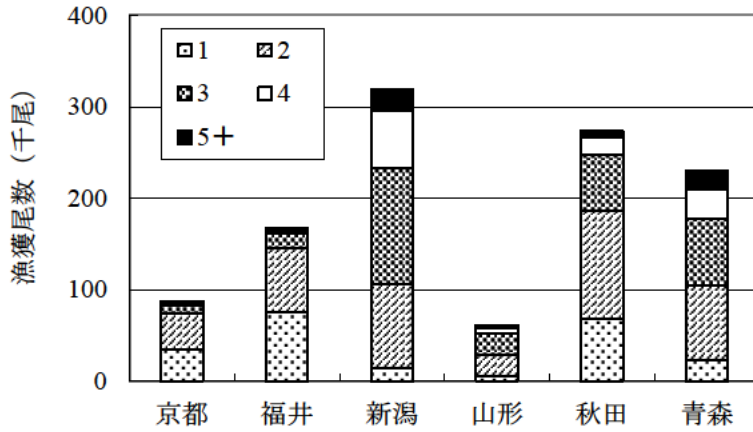


図 10. 2016 年の府県別年齢別漁獲尾数 年齢起算日は 1 月 1 日。  
兵庫県、石川県、富山県の漁獲尾数データは無い。

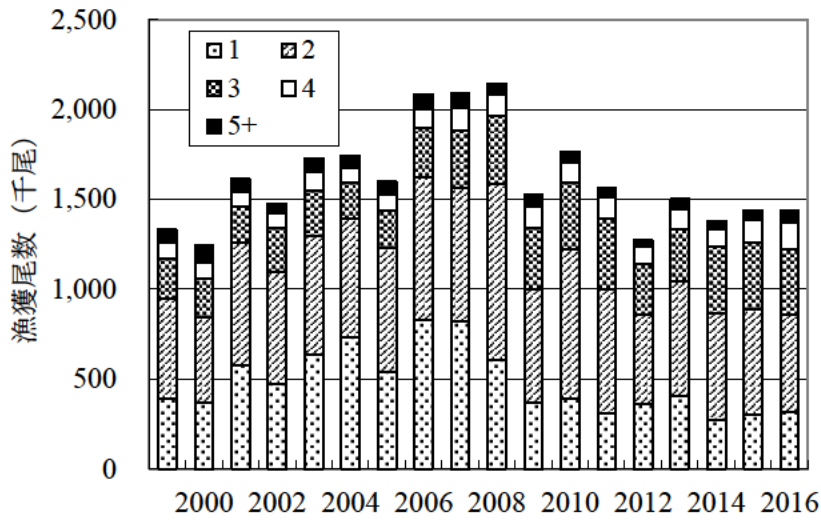


図 11. 年齢別漁獲尾数の推移 年齢起算日は 1 月 1 日。

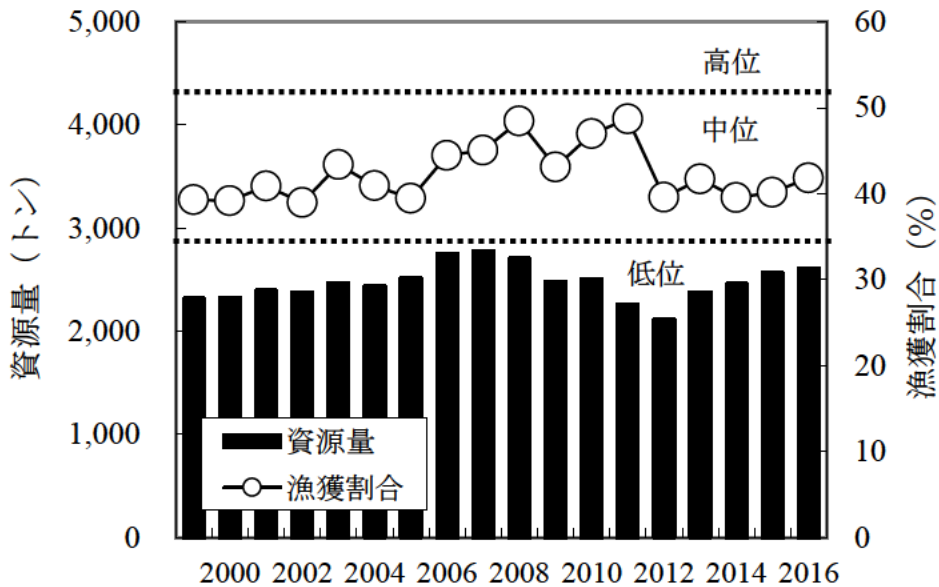


図 12. 資源量と漁獲割合の推移 横点線は資源水準の境界。

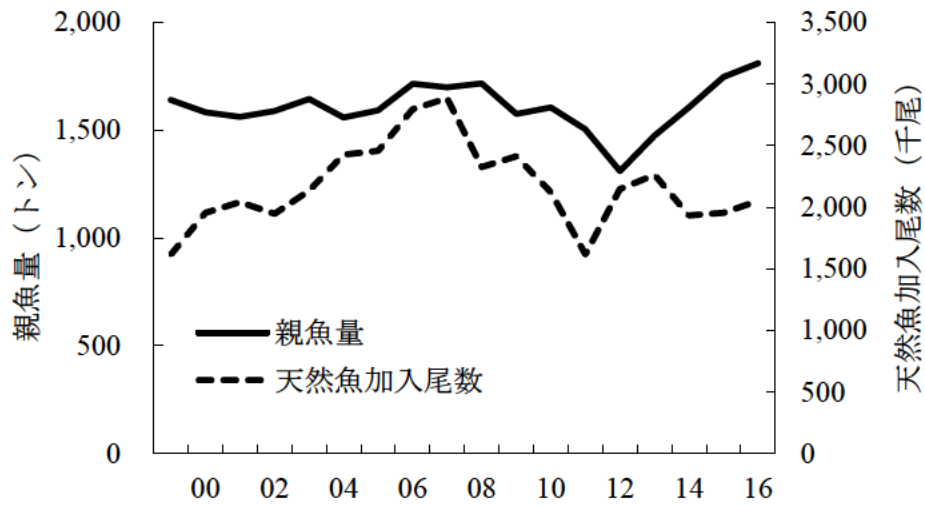


図 13. 親魚量と天然魚加入尾数の推移

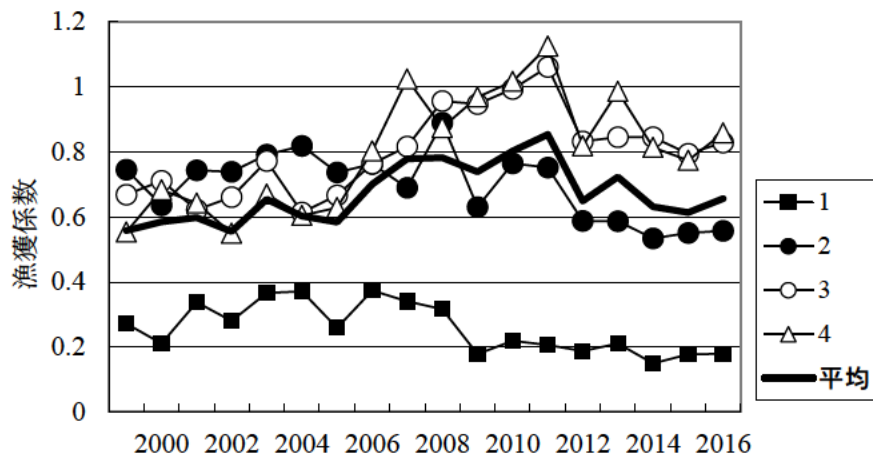


図 14. 漁獲係数の推移

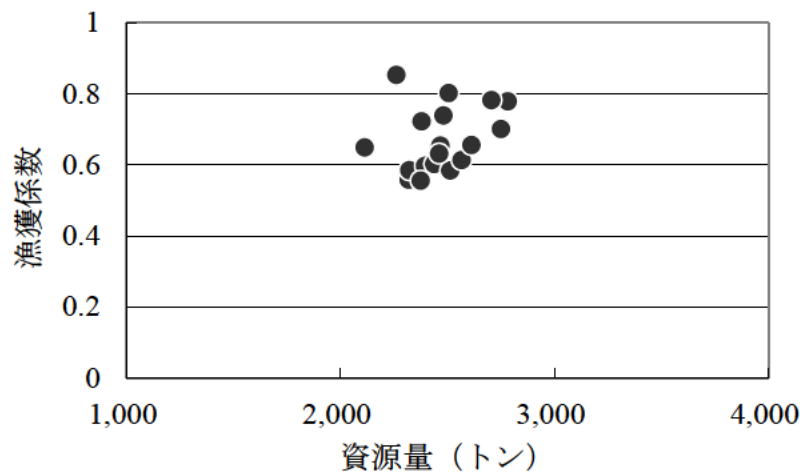


図 15. 資源量と漁獲係数(各年齢の単純平均)の関係

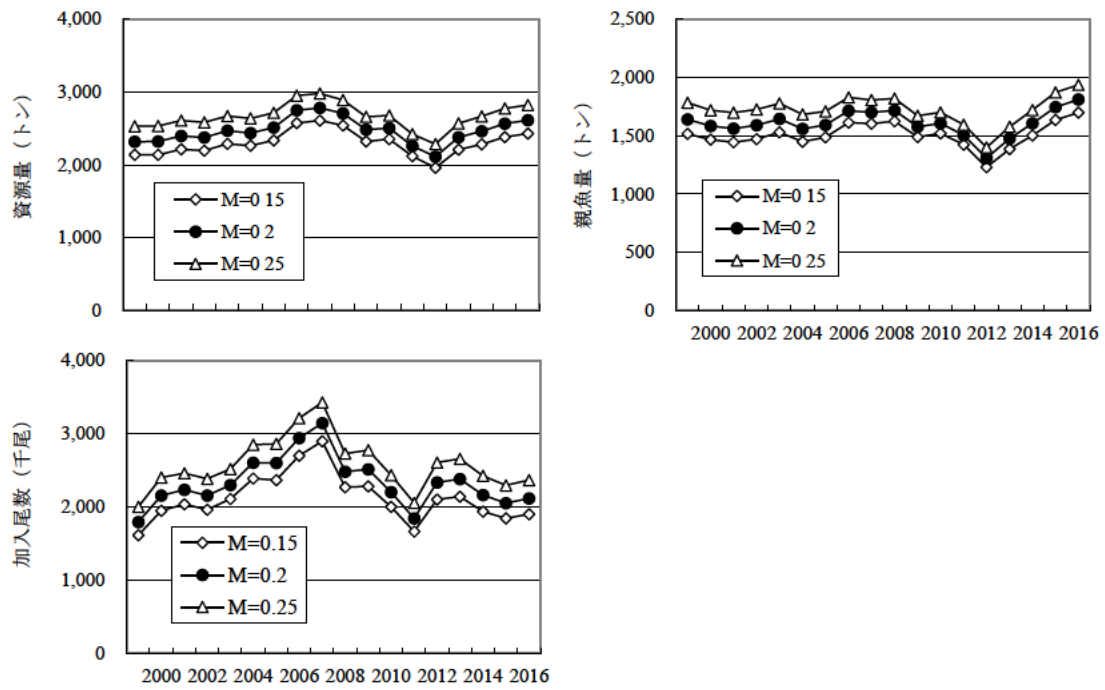


図 16. 自然死亡係数 (M) を変化させたときの資源量 (左上)、親魚量 (右上)、加入尾数 (下) の変化

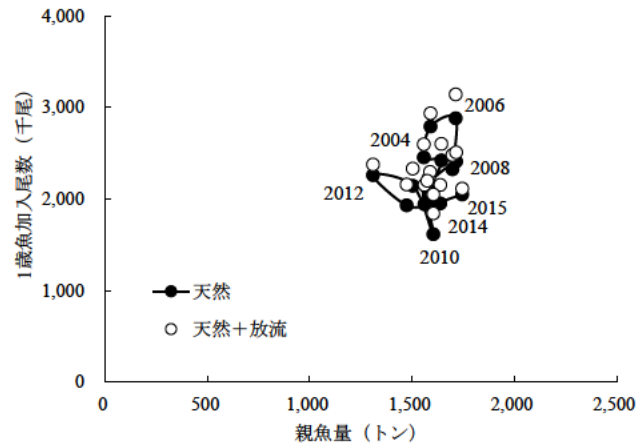


図 17. 親魚量と 1 歳魚加入尾数の関係

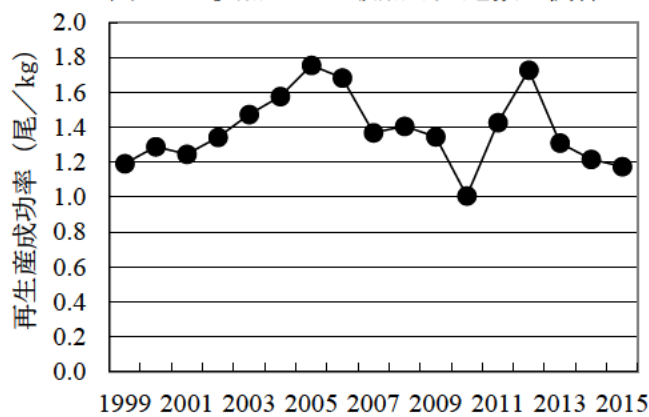


図 18. 再生産成功率の推移

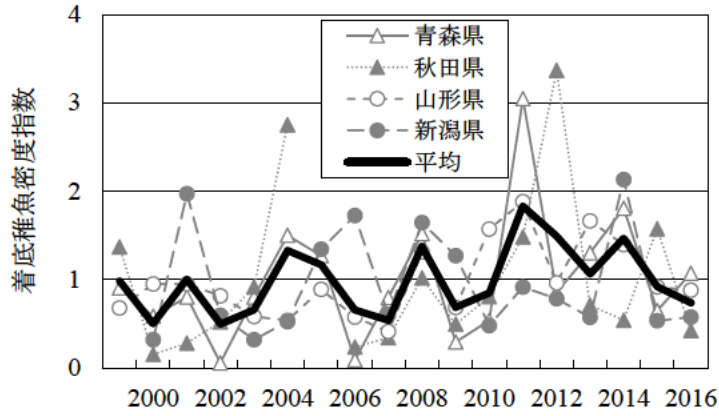


図 19. 着底稚魚密度指数の推移 各県の調査期間内の平均を 1 とする（各県調査資料より計算）。

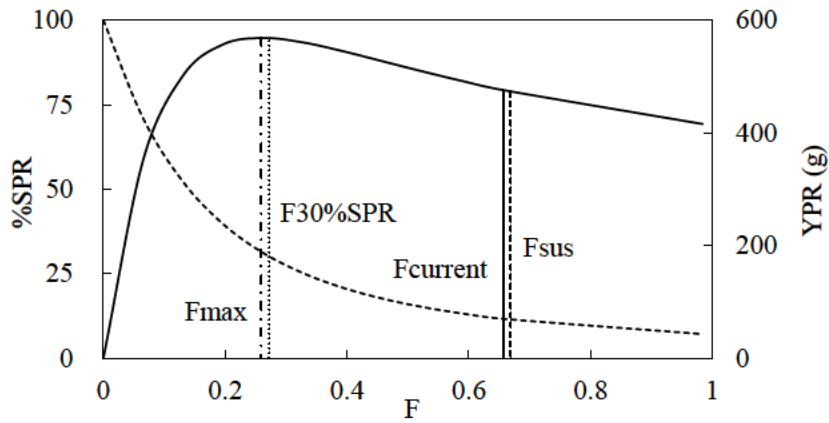


図 20. 漁獲係数(F)と%SPR、YPR の関係

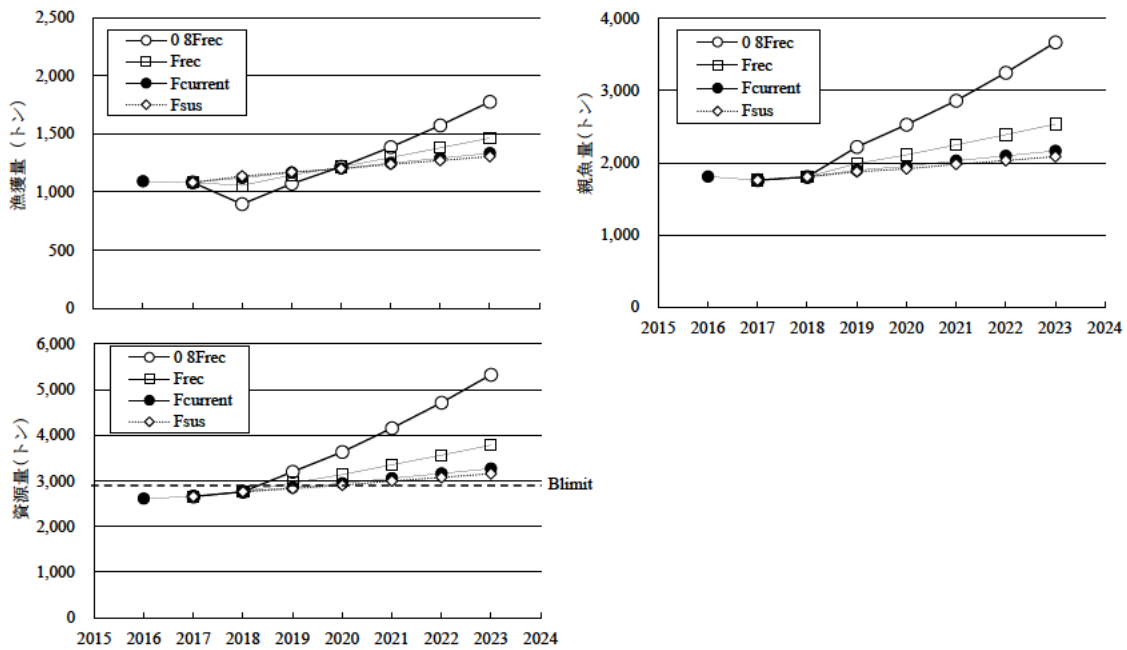


図 21. 様々な F による漁獲量(左上)と資源量(下)および親魚量 (右上) の推移

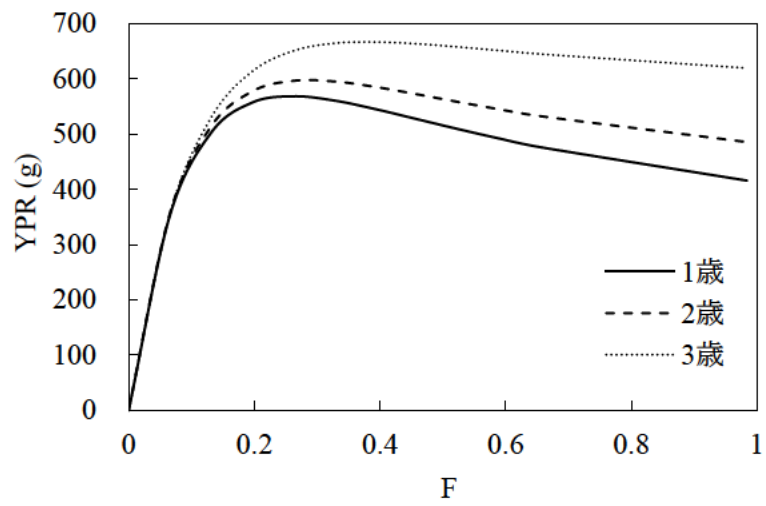


図 22. 漁獲開始年齢別の漁獲係数(F)と YPR の関係  
現状は漁獲開始年齢 1 歳、 $F=0.66$ 。

表 1. ヒラメ日本海北・中部系群の府県別漁獲量（単位：トン；農林統計、ただし青森県は県統計）

| 年     | 青森県 | 秋田県 | 山形県 | 新潟県 | 富山県 | 石川県 | 福井県 | 京都府 | 兵庫県 | 合計    |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| 1970  | 276 | 523 | 98  | 601 | 207 | 114 | 79  | 53  | 5   | 1,956 |
| 1971  | 252 | 489 | 93  | 679 | 240 | 151 | 117 | 56  | 4   | 2,081 |
| 1972  | 335 | 801 | 118 | 747 | 201 | 112 | 92  | 37  | 5   | 2,448 |
| 1973  | 369 | 780 | 171 | 685 | 156 | 135 | 110 | 35  | 4   | 2,445 |
| 1974  | 298 | 527 | 136 | 635 | 157 | 157 | 99  | 43  | 12  | 2,064 |
| 1975  | 368 | 444 | 122 | 521 | 127 | 133 | 126 | 46  | 5   | 1,892 |
| 1976  | 287 | 357 | 81  | 497 | 129 | 166 | 71  | 50  | 5   | 1,643 |
| 1977  | 208 | 254 | 87  | 466 | 96  | 222 | 95  | 43  | 4   | 1,475 |
| 1978  | 215 | 311 | 85  | 478 | 128 | 295 | 112 | 57  | 4   | 1,685 |
| 1979  | 183 | 372 | 98  | 491 | 112 | 209 | 135 | 60  | 7   | 1,667 |
| 1980  | 143 | 253 | 113 | 542 | 126 | 172 | 115 | 58  | 12  | 1,534 |
| 1981  | 179 | 284 | 97  | 554 | 120 | 151 | 102 | 81  | 9   | 1,577 |
| 1982  | 197 | 338 | 116 | 470 | 121 | 293 | 116 | 72  | 9   | 1,732 |
| 1983  | 176 | 449 | 132 | 524 | 138 | 257 | 137 | 78  | 10  | 1,901 |
| 1984  | 256 | 309 | 135 | 452 | 118 | 300 | 152 | 62  | 16  | 1,800 |
| 1985  | 132 | 171 | 89  | 496 | 149 | 223 | 92  | 49  | 8   | 1,409 |
| 1986  | 202 | 146 | 89  | 312 | 86  | 168 | 73  | 44  | 9   | 1,129 |
| 1987  | 118 | 60  | 43  | 222 | 65  | 130 | 67  | 43  | 11  | 759   |
| 1988  | 103 | 58  | 40  | 251 | 83  | 208 | 108 | 57  | 14  | 922   |
| 1989  | 52  | 48  | 41  | 245 | 86  | 184 | 116 | 58  | 23  | 853   |
| 1990  | 41  | 37  | 49  | 286 | 97  | 164 | 99  | 56  | 25  | 854   |
| 1991  | 54  | 48  | 46  | 275 | 105 | 212 | 107 | 63  | 34  | 944   |
| 1992  | 80  | 173 | 77  | 380 | 122 | 292 | 122 | 72  | 41  | 1,359 |
| 1993  | 101 | 249 | 99  | 331 | 124 | 300 | 114 | 86  | 39  | 1,443 |
| 1994  | 119 | 216 | 115 | 355 | 98  | 258 | 146 | 76  | 32  | 1,415 |
| 1995  | 154 | 289 | 97  | 407 | 124 | 260 | 133 | 93  | 24  | 1,581 |
| 1996  | 196 | 266 | 91  | 400 | 97  | 187 | 114 | 88  | 20  | 1,459 |
| 1997  | 161 | 201 | 74  | 291 | 77  | 166 | 107 | 81  | 17  | 1,175 |
| 1998  | 149 | 218 | 60  | 250 | 55  | 121 | 77  | 49  | 12  | 991   |
| 1999  | 122 | 228 | 63  | 231 | 63  | 96  | 59  | 37  | 11  | 910   |
| 2000  | 165 | 170 | 60  | 270 | 65  | 74  | 61  | 37  | 7   | 909   |
| 2001  | 148 | 172 | 54  | 279 | 85  | 108 | 79  | 44  | 10  | 979   |
| 2002  | 113 | 141 | 56  | 295 | 109 | 102 | 57  | 43  | 9   | 925   |
| 2003  | 141 | 162 | 69  | 313 | 113 | 122 | 80  | 61  | 9   | 1,070 |
| 2004  | 125 | 135 | 55  | 256 | 103 | 153 | 102 | 55  | 13  | 997   |
| 2005  | 126 | 183 | 55  | 248 | 133 | 116 | 73  | 48  | 9   | 991   |
| 2006  | 174 | 223 | 79  | 348 | 164 | 107 | 72  | 45  | 9   | 1,221 |
| 2007  | 175 | 213 | 92  | 392 | 125 | 121 | 76  | 50  | 9   | 1,253 |
| 2008  | 200 | 226 | 100 | 403 | 141 | 102 | 76  | 53  | 9   | 1,310 |
| 2009  | 180 | 186 | 78  | 300 | 131 | 77  | 63  | 47  | 6   | 1,068 |
| 2010  | 169 | 228 | 75  | 369 | 131 | 91  | 66  | 40  | 8   | 1,176 |
| 2011  | 191 | 180 | 59  | 347 | 129 | 90  | 63  | 33  | 10  | 1,101 |
| 2012  | 131 | 106 | 56  | 259 | 94  | 79  | 60  | 41  | 10  | 836   |
| 2013  | 168 | 163 | 58  | 307 | 109 | 80  | 56  | 40  | 11  | 992   |
| 2014  | 160 | 153 | 60  | 311 | 114 | 76  | 51  | 38  | 10  | 973   |
| 2015  | 139 | 161 | 44  | 353 | 138 | 82  | 68  | 35  | 11  | 1,031 |
| 2016* | 219 | 179 | 52  | 324 | 107 | 73  | 78  | 46  | 14  | 1,092 |

\*2016年は暫定値。

表 2. ヒラメ日本海北・中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) | 加入尾数 (千尾)        |                  |       | 漁獲割合<br>(%) | 再生産成功率<br>(尾/kg) |
|------|-------------|-------------|-------------|------------------|------------------|-------|-------------|------------------|
|      |             |             |             | 天然* <sup>1</sup> | 放流* <sup>2</sup> | 計     |             |                  |
| 1999 | 910         | 2,317       | 1,639       | 1,953            | 203              | 2,157 | 39          | 1.19             |
| 2000 | 909         | 2,320       | 1,582       | 2,041            | 192              | 2,233 | 39          | 1.29             |
| 2001 | 979         | 2,395       | 1,561       | 1,944            | 212              | 2,156 | 41          | 1.25             |
| 2002 | 925         | 2,374       | 1,588       | 2,134            | 164              | 2,297 | 39          | 1.34             |
| 2003 | 1,070       | 2,467       | 1,644       | 2,424            | 180              | 2,604 | 43          | 1.47             |
| 2004 | 997         | 2,437       | 1,557       | 2,457            | 141              | 2,598 | 41          | 1.58             |
| 2005 | 991         | 2,512       | 1,591       | 2,794            | 145              | 2,939 | 39          | 1.76             |
| 2006 | 1,221       | 2,749       | 1,714       | 2,883            | 261              | 3,144 | 44          | 1.68             |
| 2007 | 1,253       | 2,781       | 1,698       | 2,325            | 157              | 2,483 | 45          | 1.37             |
| 2008 | 1,310       | 2,704       | 1,716       | 2,412            | 100              | 2,512 | 48          | 1.41             |
| 2009 | 1,068       | 2,480       | 1,575       | 2,120            | 82               | 2,202 | 43          | 1.35             |
| 2010 | 1,176       | 2,505       | 1,604       | 1,617            | 228              | 1,845 | 47          | 1.01             |
| 2011 | 1,101       | 2,261       | 1,504       | 2,147            | 187              | 2,334 | 49          | 1.43             |
| 2012 | 836         | 2,113       | 1,309       | 2,263            | 117              | 2,379 | 40          | 1.73             |
| 2013 | 992         | 2,378       | 1,474       | 1,932            | 229              | 2,161 | 42          | 1.31             |
| 2014 | 973         | 2,461       | 1,605       | 1,953            | 100              | 2,052 | 40          | 1.22             |
| 2015 | 1,031       | 2,565       | 1,745       | 2,050            | 65               | 2,115 | 40          | 1.17             |
| 2016 | 1,092       | 2,612       | 1,809       | —                | —                | —     | 42          | —                |

\*<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 3. ヒラメ日本海北・中部系群分布域における種苗放流尾数 (単位: 千尾; 水産庁、日栽協、水研センターおよび全国豊かな海づくり推進協会資料)

| 年    | 青森県   | 秋田県   | 山形県 | 新潟県   | 富山県 | 石川県   | 福井県   | 京都府 | 兵庫県 | 合計    |
|------|-------|-------|-----|-------|-----|-------|-------|-----|-----|-------|
| 1988 | 93    | 261   | 144 | 1,030 | 376 | 26    | 182   | 215 | 45  | 2,372 |
| 1989 | 56    | 339   | 143 | 928   | 359 | 299   | 121   | 160 | 21  | 2,426 |
| 1990 | 750   | 356   | 111 | 904   | 365 | 450   | 127   | 224 | 50  | 3,337 |
| 1991 | 1,500 | 219   | 105 | 844   | 249 | 385   | 232   | 124 | 5   | 3,663 |
| 1992 | 1,485 | 169   | 97  | 915   | 187 | 515   | 451   | 251 | 10  | 4,080 |
| 1993 | 1,249 | 171   | 136 | 952   | 260 | 565   | 451   | 705 | 20  | 4,509 |
| 1994 | 1,532 | 443   | 184 | 923   | 321 | 464   | 561   | 854 | 28  | 5,310 |
| 1995 | 1,322 | 949   | 158 | 1,010 | 258 | 462   | 330   | 704 | 288 | 5,481 |
| 1996 | 1,169 | 770   | 249 | 884   | 428 | 579   | 317   | 689 | 280 | 5,365 |
| 1997 | 1,145 | 845   | 257 | 795   | 221 | 612   | 312   | 556 | 301 | 5,044 |
| 1998 | 936   | 365   | 432 | 1,499 | 321 | 890   | 335   | 811 | 300 | 5,889 |
| 1999 | 1,026 | 575   | 242 | 1,163 | 276 | 1,833 | 660   | 701 | 300 | 6,776 |
| 2000 | 888   | 1,063 | 299 | 979   | 261 | 1,465 | 416   | 672 | 365 | 6,408 |
| 2001 | 981   | 507   | 347 | 1,158 | 257 | 1,439 | 1,101 | 907 | 363 | 7,060 |
| 2002 | 951   | 891   | 240 | 1,137 | 199 | 615   | 329   | 736 | 352 | 5,450 |
| 2003 | 843   | 938   | 235 | 900   | 83  | 1,146 | 737   | 760 | 355 | 5,997 |
| 2004 | 128   | 231   | 230 | 866   | 283 | 1,098 | 784   | 740 | 337 | 4,697 |
| 2005 | 1,060 | 569   | 166 | 1,219 | 250 | 253   | 471   | 450 | 400 | 4,838 |
| 2006 | 827   | 815   | 201 | 1,789 | 222 | 285   | 512   | 427 | 280 | 5,358 |
| 2007 | 929   | 335   | 149 | 1,306 | 272 | 294   | 481   | 462 | 295 | 4,523 |
| 2008 | 755   | 690   | 154 | 999   | 232 | 307   | 533   | 166 | 310 | 4,146 |
| 2009 | 750   | 331   | 163 | 689   | 234 | 309   | 394   | 168 | 318 | 3,356 |
| 2010 | 833   | 330   | 154 | 489   | 203 | 286   | 349   | 141 | 345 | 3,130 |
| 2011 | 595   | 298   | 105 | 489   | 230 | 323   | 266   | 43  | 278 | 2,627 |
| 2012 | 875   | 319   | 154 | 444   | 161 | 302   | 306   | 47  | 267 | 2,875 |
| 2013 | 709   | 297   | 159 | 394   | 168 | 374   | 261   | 55  | 283 | 2,700 |
| 2014 | 285   | 258   | 154 | 275   | 162 | 343   | 214   | 59  | 312 | 2,062 |
| 2015 | 230   | 267   | 165 | 287   | 336 | 305   | 238   | 41  | 286 | 2,155 |

表 4. 黒化判定統一基準（宮津栽培漁業センター 2006）による府県別、年別放流種苗黒化率（単位：％；府県資料および全国豊かな海づくり推進協会 2011）

| 黒化率  | 青森県 | 秋田県 | 山形県 | 新潟県 | 富山県 | 石川県 | 福井県 | 京都府 | 兵庫県 |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 2005 | -   | -   | -   | -   | -   | 47  | 68  | 81  | 9   |
| 2006 | 92  | 99  | 98  | 53  | 73  | 33  | 33  | 71  | 35  |
| 2007 | 74  | 37  | 93  | 53  | 43  | 31  | 46  | 89  | 35  |
| 2008 | 55  | 100 | 53  | 31  | 81  | 80  | 47  | 100 | 31  |
| 2009 | 96  | 92  | 99  | 50  | 50  | 83  | 63  | 83  | 34  |
| 2010 | 63  | 39  | 62  | 49  | 25  | 49  | 69  | 50  | -   |
| 2011 | 28  | 23  | 86  | -   | 44  | 40  | 58  | 100 | -   |
| 2012 | 45  | 6   | 40  | 39  | 57  | 78  | 78  | 100 | -   |
| 2013 | 64  | 12  | 77  | -   | -   | 62  | 75  | 100 | -   |
| 2014 | 98  | 22  | -   | 100 | -   | 70  | 100 | 100 | -   |
| 2015 | 94  | 32  | -   | 100 | 62  | 85  | 100 | 95  | -   |
| 2016 | 88  | 33  | 99  | 60  | 31  | 96  | 81  | 70  | 25  |

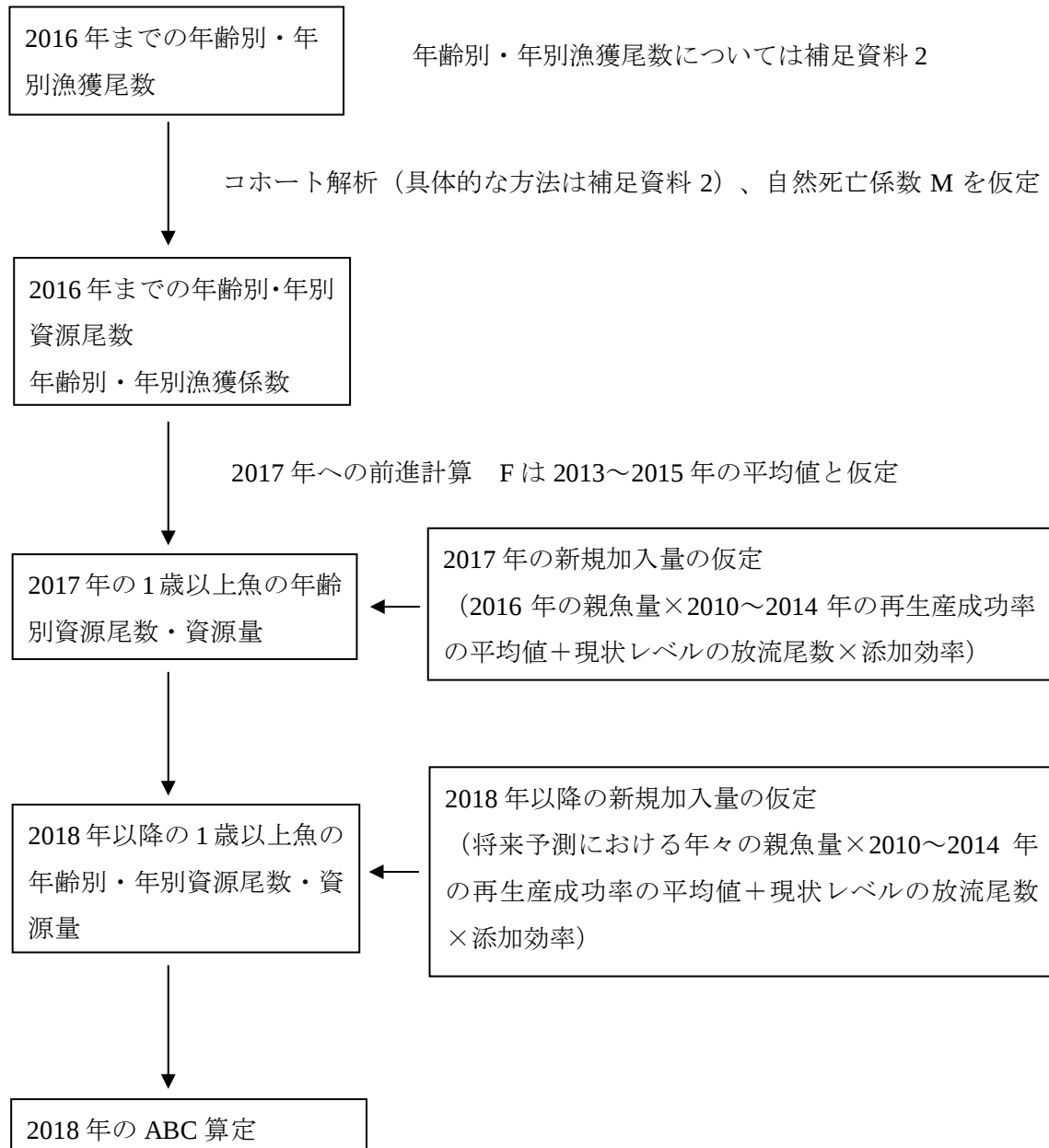
京都府の2011～2014年は焼印標識による標識率。

表 5. 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（放流種苗黒化率による補正済み）

| 青森～富山          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  |
| 漁獲量（トン）        | 997   | 1,070 | 875   | 972   | 905   | 646   | 805   | 798   | 835   | 881   |
| 放流尾数（千尾）       | 2,991 | 2,830 | 2,167 | 2,009 | 1,717 | 1,953 | 1,727 | 1,134 | 1,285 |       |
| 放流尾数／漁獲量       | 3.0   | 2.6   | 2.5   | 2.1   | 1.9   | 3.0   | 2.1   | 1.4   | 1.5   |       |
| 年齢別総漁獲尾数（千尾）   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 1歳             | 389   | 346   | 229   | 241   | 178   | 162   | 231   | 190   | 151   | 126   |
| 2歳             | 578   | 805   | 484   | 697   | 513   | 340   | 447   | 436   | 423   | 357   |
| 3歳             | 284   | 343   | 300   | 318   | 350   | 252   | 258   | 336   | 328   | 325   |
| 4歳             |       |       |       | 101   | 110   | 85    | 106   | 90    | 114   | 137   |
| 5+歳            |       |       |       |       | 44    | 30    | 48    | 34    | 42    | 62    |
| 年齢別放流魚漁獲尾数（千尾） |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 1歳             | 14    | 10    | 4     | 7     | 20    | 12    | 4     | 20    | 7     | 3     |
| 2歳             |       | 20    | 9     | 12    | 11    | 18    | 25    | 8     | 38    | 14    |
| 3歳             |       |       | 4     | 6     | 6     | 5     | 16    | 15    | 4     | 48    |
| 4歳             |       |       |       | 2     | 9     | 1     | 5     | 4     | 8     | 2     |
| 5+歳            |       |       |       |       | 1     | 1     | 4     | 2     | 2     | 5     |
| 放流魚混入率（%）      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 1歳             | 3.7   | 3.0   | 1.7   | 2.8   | 11.1  | 7.6   | 1.8   | 10.3  | 4.7   | 2.0   |
| 2歳             |       | 2.5   | 1.8   | 1.8   | 2.2   | 5.2   | 5.5   | 1.9   | 9.1   | 4.1   |
| 3歳             |       |       | 1.4   | 1.9   | 1.6   | 2.0   | 6.3   | 4.6   | 1.3   | 14.8  |
| 4歳             |       |       |       | 1.6   | 8.1   | 1.3   | 4.2   | 4.5   | 7.2   | 1.4   |
| 5+歳            |       |       |       |       | 3.4   | 3.9   | 8.1   | 7.1   | 4.0   | 8.1   |
| 石川～兵庫          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  |
| 漁獲量（トン）        | 256   | 240   | 193   | 204   | 195   | 190   | 187   | 175   | 196   | 211   |
| 放流尾数（千尾）       | 1,532 | 1,316 | 1,189 | 1,121 | 910   | 922   | 973   | 928   | 870   |       |
| 放流尾数／漁獲量       | 6.0   | 5.5   | 6.2   | 5.5   | 4.7   | 4.9   | 5.2   | 5.3   | 4.4   |       |
| 年齢別総漁獲尾数（千尾）   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 1歳             | 431   | 263   | 143   | 151   | 133   | 198   | 178   | 81    | 151   | 188   |
| 2歳             | 169   | 172   | 143   | 135   | 179   | 154   | 189   | 155   | 161   | 186   |
| 3歳             | 32    | 36    | 41    | 50    | 37    | 34    | 30    | 37    | 47    | 42    |
| 4歳             |       |       |       | 12    | 10    | 9     | 7     | 9     | 10    | 9     |
| 5+歳            |       |       |       |       | 9     | 8     | 5     | 11    | 8     | 8     |
| 年齢別放流魚漁獲尾数（千尾） |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 1歳             | 54    | 28    | 11    | 8     | 19    | 17    | 16    | 9     | 8     | 7     |
| 2歳             | 15    | 21    | 14    | 9     | 13    | 30    | 19    | 19    | 15    | 9     |
| 3歳             |       | 6     | 9     | 6     | 4     | 4     | 7     | 6     | 6     | 3     |
| 4歳             |       |       |       | 2     | 1     | 1     | 1     | 3     | 1     | 1     |
| 5+歳            |       |       |       |       | 2     | 1     | 0     | 1     | 1     | 1     |
| 放流魚混入率（%）      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 1歳             | 12.5  | 10.7  | 7.6   | 5.2   | 14.1  | 8.4   | 8.9   | 11.3  | 5.0   | 3.8   |
| 2歳             | 9.2   | 12.5  | 9.9   | 6.9   | 7.2   | 19.3  | 10.2  | 12.2  | 9.1   | 5.0   |
| 3歳             |       | 15.4  | 22.8  | 12.3  | 9.7   | 11.5  | 22.1  | 15.6  | 12.0  | 7.4   |
| 4歳             |       |       |       | 18.6  | 11.0  | 7.4   | 12.0  | 36.6  | 10.5  | 9.5   |
| 5+歳            |       |       |       |       | 24.5  | 8.2   | 7.4   | 10.4  | 15.4  | 10.1  |
| 合計             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  |
| 漁獲量（トン）        | 1,253 | 1,310 | 1,068 | 1,176 | 1,101 | 836   | 992   | 973   | 1,031 | 1,092 |
| 放流尾数（千尾）       | 4,523 | 4,146 | 3,356 | 3,130 | 2,627 | 2,875 | 2,700 | 2,062 | 2,155 |       |
| 放流尾数／漁獲量       | 3.6   | 3.2   | 3.1   | 2.7   | 2.4   | 3.4   | 2.7   | 2.1   | 2.1   |       |
| 年齢別総漁獲尾数（千尾）   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 1歳             | 820   | 608   | 372   | 392   | 310   | 361   | 409   | 271   | 302   | 314   |
| 2歳             | 747   | 977   | 627   | 832   | 692   | 494   | 636   | 591   | 584   | 544   |
| 3歳             | 316   | 379   | 341   | 368   | 388   | 286   | 289   | 373   | 376   | 367   |
| 4歳             |       |       |       | 113   | 120   | 94    | 113   | 99    | 124   | 146   |
| 5+歳            |       |       |       |       | 54    | 38    | 53    | 45    | 51    | 70    |
| 年齢別放流魚漁獲尾数（千尾） |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 1歳             | 68    | 39    | 15    | 15    | 38    | 29    | 20    | 29    | 15    | 10    |
| 2歳             |       | 41    | 23    | 22    | 24    | 47    | 44    | 27    | 53    | 24    |
| 3歳             |       |       | 14    | 12    | 9     | 9     | 23    | 21    | 10    | 51    |
| 4歳             |       |       |       | 4     | 10    | 2     | 5     | 7     | 9     | 3     |
| 5+歳            |       |       |       |       | 4     | 2     | 4     | 4     | 3     | 6     |
| 放流魚混入率（%）      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 1歳             | 8.3   | 6.3   | 4.0   | 3.7   | 12.3  | 8.0   | 4.9   | 10.6  | 4.8   | 3.1   |
| 2歳             |       | 4.2   | 3.6   | 2.6   | 3.5   | 9.6   | 6.9   | 4.6   | 9.1   | 4.4   |
| 3歳             |       |       | 4.0   | 3.3   | 2.4   | 3.1   | 8.0   | 5.6   | 2.6   | 13.9  |
| 4歳             |       |       |       | 3.4   | 8.3   | 1.9   | 4.7   | 7.5   | 7.5   | 1.9   |
| 5+歳            |       |       |       |       | 7.0   | 4.8   | 8.0   | 7.9   | 5.8   | 8.4   |
| 添加効率*          | 0.049 | 0.035 | 0.024 | 0.024 | 0.073 | 0.071 | 0.041 | 0.085 | 0.048 | 0.030 |

\*漁獲加入時（1歳）の放流魚資源尾数／前年放流尾数。

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

- ① 1999～2006 年は月別雌雄別全長組成データ（青森県資料）を精密測定結果に基づく雌雄別 age-length key により年齢分解を行った。
- ② 2007～2016 年は月別銘柄別漁獲重量を銘柄別平均重量（青森県資料）で割って銘柄別漁獲尾数に変換後、精密測定に基づく季節別 age-銘柄 key（青森県 2009）により年齢分解を行った。

## (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（2008～2015 年は下表、1999～2007 年については 2009 年度（平成 21 年度）資源評価時およびそれ以前の age-length key を使用）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、富山県については、2015 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 2016）が平成 28 年度（2016 年度）資源評価報告書確定後に得られたため、2015 年に遡って年齢別漁獲尾数の再計算を行った。

| 全長／年齢   | 3～8月 |      |      |      |      | 9～2月 |      |      |      |      |      |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|         | 1    | 2    | 3    | 4    | 5+   | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5+   |
| ～250    | 1.00 |      |      |      |      | 1.00 |      |      |      |      |      |
| 250～300 | 0.85 | 0.15 |      |      |      |      | 1.00 |      |      |      |      |
| 300～350 | 0.03 | 0.96 | 0.01 |      |      |      | 0.98 | 0.02 |      |      |      |
| 350～400 |      | 0.80 | 0.19 | —    |      |      | 0.53 | 0.47 | —    |      |      |
| 400～450 |      | 0.19 | 0.78 | 0.02 |      |      | 0.06 | 0.81 | 0.13 | —    |      |
| 450～500 |      |      | 0.74 | 0.22 | 0.04 |      |      | 0.64 | 0.33 | 0.02 |      |
| 500～550 |      |      | 0.37 | 0.60 | 0.03 |      |      | 0.25 | 0.74 | 0.02 |      |
| 550～600 |      |      | 0.04 | 0.71 | 0.26 |      |      | 0.13 | 0.74 | 0.11 | 0.02 |
| 600～650 |      |      |      | 0.55 | 0.45 |      |      |      | 0.49 | 0.32 | 0.19 |
| 650～700 |      |      |      | 0.06 | 0.94 |      |      |      | 0.29 | 0.29 | 0.42 |
| 700～    |      |      |      |      | 1.00 |      |      |      |      |      | 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 2016 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～新潟県をブ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) 石川県～兵庫県

- ① 1999～2005 年は各県ごとの月別漁業種類別全長組成を石川県（2005）もしくは五利江ほか（2005）の age-length key で年齢分解し、月別漁業種類別漁獲量で引き伸ばした。データが欠落している部分については隣接県のデータを引き伸ばした。京都府ならびに宮津栽培漁業センターの月別年齢組成データ（京都府資料、宮津栽培漁業センター

資料) も参照した。

- ② 2006～2010 年は日本海中西部ヒラメ広域連携調査で得られた天然、放流魚別の年齢別漁獲尾数データ（鳥取県 2007、石川県 2008、福井県 2009、島根県 2010）、栽培漁業資源回復等対策事業で得られたデータ（全国豊かな海づくり推進協会 2011）、ならびに各県資料を利用した。
- ③ 2011 年以降は石川県、兵庫県の天然、放流魚別の年齢別漁獲尾数データが入手できなかったため、福井県と京都府をプールした年齢別漁獲尾数の比率と漁獲量を用いて、石川県、兵庫県を含む石川県～兵庫県（日本海中部）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  $N_{a,y}$  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。

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

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

最近年の資源尾数は

$$N_{a,2015} = \frac{C_{a,2015}}{1 - \exp(-F_{a,2015})} \exp\left(\frac{M}{2}\right)$$

で求めた。最近年の漁獲係数は過去 3 年間の平均と仮定し、 $F_{5+,2016}$  は  $F_{5+,2016} = F_{4,2016}$  となる値を探索した。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) | 210 | 510 | 920 | 1,410 | 2,910 |
| 成熟率 (%)  | 0   | 50  | 100 | 100   | 100   |

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, 1-12.
- 青森県(2009) 日本海北区広域連携ヒラメ調査報告書(平成 18-20 年度), 37-40.
- 福井県(2009) 平成 20 年度栽培漁業資源回復等対策事業報告書, 123-128.
- 五利江重昭・大谷徹也・宮原一隆(2005) 兵庫県但馬沿岸域におけるヒラメの資源特性. 兵庫農技セ研報(水産), **38**, 7-13.
- 石川県(2005) 平成 16 年度早期生産ヒラメ放流効果調査報告書, 55pp.
- 石川県(2008) 平成 19 年度日本海中西部ヒラメ広域連携調査事業報告書, 総括 1-7.
- 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.
- 島根県(2010) 平成 21 年度栽培漁業資源回復等対策事業報告書, 235-240.
- 社団法人富山県農林水産公社水産部(2016) 平成 27 年度栽培漁業センター業務報告書, 80pp.
- 鳥取県(2007) 平成 18 年度日本海中西部ヒラメ広域連携調査事業報告書, 総括 1-5.
- 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, 542pp.

## 補足資料３ 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  |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1歳  | 386   | 370   | 579   | 477   | 637   | 730   | 536   | 828   | 820   | 608   | 372   | 392   | 310   | 361   | 409   | 271   | 302   | 314   |
| 2歳  | 564   | 476   | 679   | 617   | 660   | 659   | 694   | 793   | 747   | 977   | 627   | 832   | 692   | 494   | 636   | 591   | 584   | 544   |
| 3歳  | 217   | 212   | 203   | 244   | 249   | 205   | 207   | 279   | 316   | 379   | 341   | 368   | 388   | 286   | 289   | 373   | 376   | 367   |
| 4歳  | 90    | 93    | 80    | 82    | 104   | 79    | 93    | 99    | 128   | 120   | 113   | 120   | 113   | 94    | 113   | 99    | 124   | 146   |
| 5+歳 | 73    | 90    | 72    | 58    | 76    | 70    | 69    | 83    | 78    | 55    | 63    | 59    | 54    | 38    | 53    | 45    | 51    | 70    |
| 計   | 1,330 | 1,241 | 1,612 | 1,476 | 1,727 | 1,745 | 1,599 | 2,082 | 2,089 | 2,139 | 1,524 | 1,764 | 1,564 | 1,273 | 1,500 | 1,378 | 1,436 | 1,441 |

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  |
|-----|------|------|------|------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|
| 1歳  | 81   | 78   | 121  | 100  | 134   | 153  | 113  | 174   | 172   | 128   | 78    | 82    | 65    | 76   | 86   | 57   | 63    | 66    |
| 2歳  | 287  | 243  | 346  | 314  | 337   | 336  | 354  | 404   | 381   | 498   | 320   | 425   | 353   | 252  | 325  | 301  | 298   | 277   |
| 3歳  | 200  | 195  | 187  | 224  | 229   | 189  | 191  | 256   | 291   | 349   | 314   | 339   | 357   | 263  | 266  | 343  | 346   | 337   |
| 4歳  | 127  | 131  | 112  | 115  | 147   | 112  | 131  | 139   | 180   | 169   | 169   | 159   | 169   | 132  | 159  | 140  | 174   | 206   |
| 5+歳 | 122  | 261  | 210  | 169  | 222   | 204  | 200  | 242   | 226   | 160   | 184   | 171   | 156   | 111  | 156  | 131  | 147   | 205   |
| 計   | 910  | 909  | 979  | 925  | 1,070 | 997  | 991  | 1,221 | 1,253 | 1,310 | 1,068 | 1,176 | 1,101 | 836  | 992  | 973  | 1,031 | 1,092 |

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 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1歳   | 0.27 | 0.21 | 0.34 | 0.28 | 0.37 | 0.37 | 0.26 | 0.37 | 0.34 | 0.32 | 0.18 | 0.22 | 0.21 | 0.19 | 0.21 | 0.15 | 0.18 | 0.18 |
| 2歳   | 0.74 | 0.64 | 0.74 | 0.74 | 0.79 | 0.82 | 0.74 | 0.76 | 0.69 | 0.89 | 0.63 | 0.77 | 0.75 | 0.59 | 0.59 | 0.53 | 0.55 | 0.56 |
| 3歳   | 0.67 | 0.71 | 0.62 | 0.66 | 0.77 | 0.61 | 0.67 | 0.76 | 0.82 | 0.96 | 0.95 | 0.99 | 1.06 | 0.83 | 0.85 | 0.85 | 0.79 | 0.83 |
| 4歳   | 0.55 | 0.68 | 0.64 | 0.55 | 0.67 | 0.60 | 0.63 | 0.80 | 1.02 | 0.88 | 0.97 | 1.02 | 1.13 | 0.82 | 0.99 | 0.81 | 0.77 | 0.86 |
| 5+歳  | 0.55 | 0.68 | 0.64 | 0.55 | 0.67 | 0.60 | 0.63 | 0.80 | 1.02 | 0.88 | 0.97 | 1.02 | 1.13 | 0.82 | 0.99 | 0.81 | 0.77 | 0.86 |
| 単純平均 | 0.56 | 0.58 | 0.60 | 0.56 | 0.65 | 0.60 | 0.58 | 0.70 | 0.78 | 0.78 | 0.74 | 0.80 | 0.85 | 0.65 | 0.72 | 0.63 | 0.61 | 0.66 |

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  |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1歳  | 1,792 | 2,157 | 2,233 | 2,156 | 2,297 | 2,604 | 2,598 | 2,939 | 3,144 | 2,483 | 2,512 | 2,202 | 1,845 | 2,334 | 2,379 | 2,161 | 2,052 | 2,115 |
| 2歳  | 1,186 | 1,118 | 1,431 | 1,305 | 1,334 | 1,304 | 1,471 | 1,642 | 1,656 | 1,832 | 1,482 | 1,720 | 1,448 | 1,230 | 1,585 | 1,578 | 1,524 | 1,407 |
| 3歳  | 492   | 461   | 485   | 557   | 511   | 495   | 471   | 577   | 627   | 681   | 616   | 646   | 655   | 559   | 560   | 722   | 758   | 720   |
| 4歳  | 235   | 207   | 185   | 213   | 235   | 193   | 219   | 198   | 220   | 227   | 214   | 196   | 196   | 186   | 199   | 197   | 254   | 280   |
| 5+歳 | 190   | 200   | 168   | 152   | 173   | 171   | 163   | 167   | 134   | 104   | 113   | 102   | 88    | 75    | 94    | 90    | 104   | 135   |
| 計   | 3,895 | 4,142 | 4,502 | 4,383 | 4,550 | 4,767 | 4,922 | 5,522 | 5,781 | 5,326 | 4,937 | 4,865 | 4,232 | 4,384 | 4,817 | 4,747 | 4,691 | 4,657 |

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  |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1歳  | 376   | 453   | 469   | 453   | 482   | 547   | 546   | 617   | 660   | 521   | 527   | 462   | 387   | 490   | 500   | 454   | 431   | 444   |
| 2歳  | 605   | 570   | 730   | 666   | 680   | 665   | 750   | 837   | 845   | 934   | 756   | 877   | 739   | 627   | 808   | 805   | 777   | 717   |
| 3歳  | 453   | 424   | 446   | 512   | 470   | 455   | 433   | 530   | 576   | 626   | 567   | 594   | 603   | 514   | 515   | 664   | 697   | 662   |
| 4歳  | 331   | 291   | 261   | 300   | 332   | 272   | 309   | 279   | 310   | 320   | 302   | 276   | 276   | 262   | 281   | 277   | 358   | 395   |
| 5+歳 | 552   | 582   | 489   | 443   | 502   | 497   | 474   | 485   | 390   | 303   | 328   | 296   | 256   | 219   | 274   | 261   | 302   | 393   |
| 計   | 2,317 | 2,320 | 2,395 | 2,374 | 2,467 | 2,437 | 2,512 | 2,749 | 2,781 | 2,704 | 2,480 | 2,505 | 2,261 | 2,113 | 2,378 | 2,461 | 2,565 | 2,612 |

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  |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1歳  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 2歳  | 302   | 285   | 365   | 333   | 340   | 333   | 375   | 419   | 422   | 467   | 378   | 439   | 369   | 314   | 404   | 402   | 389   | 359   |
| 3歳  | 453   | 424   | 446   | 512   | 470   | 455   | 433   | 530   | 576   | 626   | 567   | 594   | 603   | 514   | 515   | 664   | 697   | 662   |
| 4歳  | 331   | 291   | 261   | 300   | 332   | 272   | 309   | 279   | 310   | 320   | 302   | 276   | 276   | 262   | 281   | 277   | 358   | 395   |
| 5+歳 | 552   | 582   | 489   | 443   | 502   | 497   | 474   | 485   | 390   | 303   | 328   | 296   | 256   | 219   | 274   | 261   | 302   | 393   |
| 計   | 1,639 | 1,582 | 1,561 | 1,588 | 1,644 | 1,557 | 1,591 | 1,714 | 1,698 | 1,716 | 1,575 | 1,604 | 1,504 | 1,309 | 1,474 | 1,605 | 1,745 | 1,809 |

#### 補足資料 4 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

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および漁獲開始サイズと放流尾数を変化させた場合の漁獲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2010～2014年の平均値1.34、添加効率は0.05を与えた。これらの条件のもと、2018年以降5年間、放流尾数と漁獲係数および漁獲開始サイズと放流尾数を変化させ、期待される2022年の漁獲量を推定した。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、漁獲開始サイズは20～38cmの範囲で変化させた。

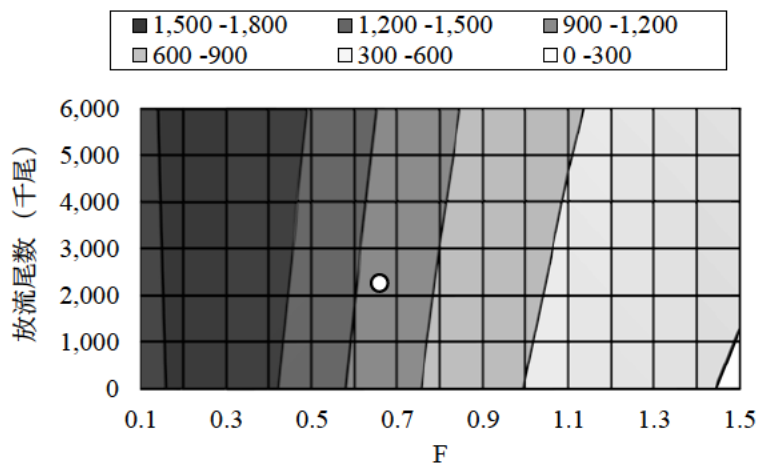
補足図4-1と補足図4-2は、それぞれ、漁獲係数と放流尾数を変化させたときの2022年の漁獲量と資源量の等量線図である。現状のパラメータ条件のもとでは、放流尾数の増減よりも漁獲係数の増減による漁獲量と資源量への影響が大きいと考えられる。

補足図4-3は、漁獲開始サイズと放流尾数を変化させたときの2022年の漁獲量の等量線図である。現状の種苗放流尾数は漁獲開始サイズを30cmから34cm程度に引き上げることに相当している。

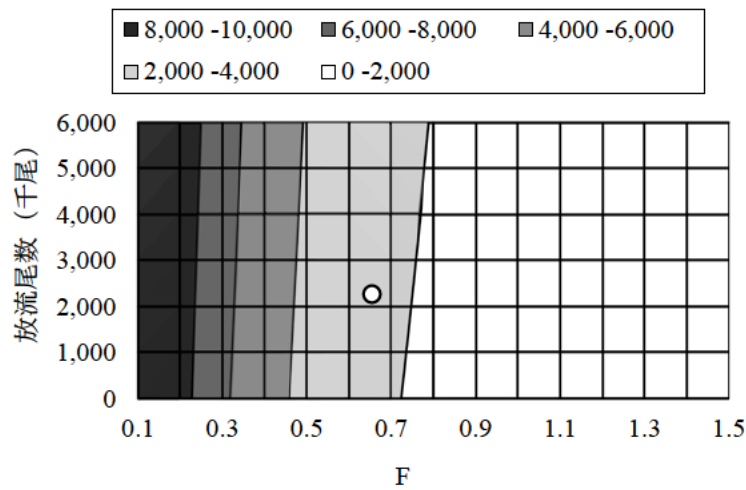
等漁獲量線図の傾きは、与える条件(RPSと添加効率)によって変化する。従って、このような管理効果の比較を行うためには、RPSや添加効率の推定精度を向上させる必要がある。

#### 引用文献

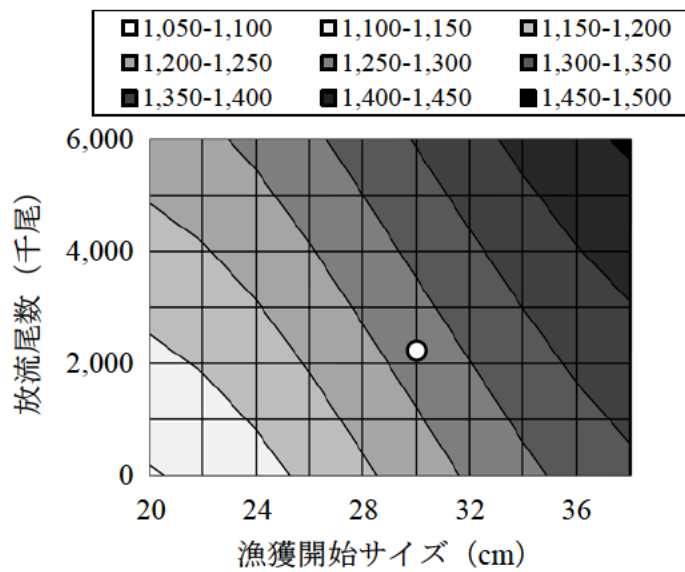
亘 真吾(2013) 平成24年度ヒラメ瀬戸内海系群の資源評価. 平成24年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第3分冊. 水産庁増殖推進部ほか, 1373-1399.



補足図 4-1. 漁獲係数(F)と放流尾数を変化させたときの2022年の漁獲量(トン)の等量線図 ○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 2022 年の資源量 (トン)の等量線図 ○は現状の F と放流尾数を示す。



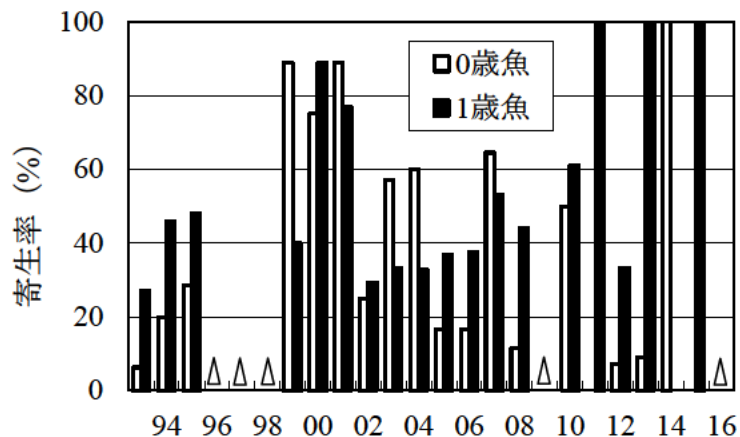
補足図 4-3. 漁獲開始サイズと放流尾数を変化させたときの 2022 年の漁獲量 (トン)の等量線図 ○は現状の漁獲開始サイズと放流尾数を示す。

## 補足資料5 ネオヘテロボツリウム寄生率

本系群のヒラメにおいては、1993年から扁形動物ネオヘテロボツリウム ヒラメ *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。調査船調査で得られたヒラメを供試魚とした新潟県北部沿岸における寄生率は、2000年前後に高い傾向がみられたが、年および年齢による変動が大きい（補足図5-1）。2016年については供試魚が得られず、欠測となった。青森県、秋田県、新潟県がそれぞれ実施した調査での2016年の寄生率は、青森県と秋田県では近年の中では比較的高いが、新潟県では低い値であり（青森県ほか2017）、海域差がみられた。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。

## 引用文献

青森県・秋田県・山形県・新潟県・富山県・日本海区水産研究所(2017) 日本海北区広域連携ヒラメ調査報告書（平成28年度）, 29pp.



補足図 5-1. 新潟県北部沿岸における 8～10 月のネオヘテロボツリウム寄生率  
△は寄生率の欠測。