

## 平成 24 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（上原伸二・井関智明・八木佑太）

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

青森県津軽半島西岸から兵庫県にいたる日本海に分布するヒラメを日本海北・中部系群として資源評価を行った。2011 年の本系群における漁獲量は 1,101 トン（暫定値）であり、前年を 75 トン下回った。コホート解析により求めた資源量は 1999 年以降 2,300～2,800 トンの間を推移しているが、その中でも 2007 年以降は減少傾向にあり、2011 年は 2,349 トンと推定された。漁獲量の推移と資源量の推移から、資源水準は低位で、動向は減少傾向であると判断された。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、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て、ABC 算定規則の 1-1)-(2)に基づき ABC を算定した。2011 年以降の再生産成功率が過去 3 年間（2007～2009 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 2013 年の漁獲量 820 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、 $0.8F_{rec}$  による推定漁獲量 690 トンを  $ABC_{target}$  とした。

|                | 2013 年 ABC (トン) | 資源管理基準       | F 値  | 漁獲割合 |
|----------------|-----------------|--------------|------|------|
| $ABC_{limit}$  | 820             | $F_{rec}$    | 0.56 | 38%  |
| $ABC_{target}$ | 690             | $0.8F_{rec}$ | 0.45 | 32%  |

ABC は 10 トン未満を四捨五入した。F 値は 2 歳の漁獲係数、漁獲割合は  $ABC / \text{資源量}$  である。

| 年    | 資源量 (トン) | 漁獲量 (トン) | F 値  | 漁獲割合 |
|------|----------|----------|------|------|
| 2010 | 2,597    | 1,176    | 0.72 | 45%  |
| 2011 | 2,349    | 1,101    | 0.74 | 47%  |
| 2012 | 2,200    |          |      |      |

2011 年の漁獲量は暫定値、2011 年の F 値は過去 3 年間の 2 歳の F の平均値、2012 年の資源量はコホート解析による過去 3 年間（2007～2009 年）の平均的な再生産関係に基づく予測である。

水準：低位      動向：減少

本件資源評価に使用したデータセットは以下の通り

| 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（水研セ、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（水研セ、青森県、秋田県、<br>山形県、新潟県）<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（水研セ、青森県、秋田県、<br>山形県、新潟県）<br>・水工研Ⅱ型桁網（新潟県においては 4m 桁網）                                                                                                                                    |
| 漁獲努力量指数                  | 新潟県板曳網出漁隻数（主要 4 港）および漁獲量<br>・新潟県資料                                                                                                                                                                      |

## 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、2010 年には 313 万尾が放流された。

## 2. 生態

### (1) 分布・回遊

本系群の分布域を図 1 に示す。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おおむね 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浅移動を行う。成長するにつれて広域移動をする個体も見ら

れるようになる。標識放流の結果から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。

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

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

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

$$W = 0.0043L^{3.23}$$

（ $W$  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 15 年程度と推定される（南 1997）。

## (3) 成熟・産卵生態

雄は 2 歳、雌は 3 歳で成熟し（南 1997）、春から初夏にかけての産卵期に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。

# 3. 漁業の状況

## (1) 漁業の概要

主に刺し網、定置網、底曳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約 80%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 20～30%程度である（図 5）。新潟県北部沿岸では板曳網と称する開口板を有する小型底曳網漁業が営まれており、例年本系群の総漁獲量の 10%を上回る 100 トン以上の水揚げがある

(2011 年は 113 トン、10.2%)。

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、福井県では 20～30cm、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。

なお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%程度であった（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 年以降においては 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 トンから 1983 年の 1,901 トン、1995 年の 1,581 トンと減少してきており、全体としては減少傾向にあるといえる。近年の漁獲量は 1995 年をピークに減少に転じ、1998 年から 2005 年にかけて 1,000 トン前後と低迷した。その後、2008 年まで連続して増加し、1,310 トンに達したが、2009 年の漁獲量は 1,068 トンと急減した。2010 年は前年を 108 トン上回る 1,176 トンであったが、2011 年は 1,101 トンに減少した（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は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での変動傾向は、上記の系群全体での漁獲動向とほぼ一致するが、石川県から兵庫県にいたる海域での変動傾向は系群全体でのそれとは必ずしも一致しない（図 7）。

## (3) 漁獲努力量

新潟県北部沿岸で行われている板曳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 港における板曳網の出漁隻数は減少傾向が続いており、2011 年の出漁隻数は 1985 年の約 4 割となる 5,067 隻にまで減少している（図 8）。

# 4. 資源の状態

## (1) 資源の評価方法

1999～2011 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、初期資源量、ならびに漁獲係数を推定した。自然死亡係数(M)は安達(2007)を基に、年あたり 0.2 を用いた。5 歳以上はプラスグループとし、4 歳と 5 歳以上の漁獲係数が等しいと仮定した。なお、2011 年の 1～4 歳の漁獲係数は、近年の漁獲係数の動向を反映させるために過去 3 年（2008～2010 年）の平均に等しいとした。年齢の起算日は 1 月 1 日とした（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) 資源量指数値の推移

3.(3) 漁獲努力量で示したとおり、新潟県北部沿岸で行われている板曳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。また主要 4 港の漁獲量と出漁隻数が利用可能であることから、その CPUE (漁獲量／出漁隻数) を求めた。新潟県の板曳網における CPUE (漁獲量／出漁隻数) の推移は漁獲量の推移とおおむね同調している。近年では 2005～2008 年にかけて倍増、1985 年以降の最大値を示したが、2009 年に大きく減少した。2010 年には再び増加、2011 年は 2010 年とほぼ同程度であった (図 8)。

新潟県から青森県沿岸での稚魚密度 (青森県、秋田県、山形県、新潟県の平均) は 2004、2005、2008、2011 年に高い値を示した (図 9)。2004、2005 年の高い稚魚密度は翌年以降の加入尾数、資源量、親魚量の増大をもたらしたと考えられる。2008 年の高い稚魚密度は翌 2009 年の 1 歳魚加入尾数に結びつかなかったが、2010 年に 2 歳魚としてまとまった漁獲がみられた。2010 年の稚魚密度は 1999～2011 年の平均とほぼ同程度であった。2011 年の稚魚密度は青森県、山形県で過去最大となったほか、秋田県でも 1999～2011 年の平均の 2 倍となったため、4 県平均で過去最大となった。

## (3) 漁獲物の年齢組成

新潟県岩船港における漁獲物の全長組成の推移を図 10 に示す。2011 年の漁獲は全体として全長 35cm 以上の 2 歳魚以上を主体としていた。例年 9 月には全長 30cm 前後となり漁獲加入し始める 1 歳魚 (2010 年級) は、10 月、11 月にわずかにまとまった漁獲が見られた程度で、非常に少ない状況であった。このような 9 月以降の漁獲加入の低迷は、2008 年級の加入年である 2009 年にもみられた。

府県別年齢別漁獲尾数を図 11 に示す。京都府、福井県、富山県では 1 歳魚の割合が 3～4 割であるが、新潟県から青森県では 1 歳魚は 3 割未満と低い割合であり、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 2011 年は漁獲物の 64%を 2 歳以下が占めている (図 12、表 2)。

## (4) 資源量と漁獲割合の推移

コホート解析により推定した 1999 年以降の資源量は 2,300～2,800 トンの間を推移しているが、その中でも 2007 年以降は減少傾向にあり、2011 年は 2,349 トンであった。漁獲割合は 2005 年以前には 40%前後で推移していたが、近年は 2009 年を除き 44～48%とやや高くなっている (図 13、表 7)。

各年の 1 歳魚加入尾数は表 4 のとおり推移してきた。1999 年以降増加傾向を示し、2007 年に 316 万尾とピークに達した 1 歳魚加入尾数は、その後減少傾向に転じ、2010 年は 222

万尾となった。2011 年は、1999 年以降の最小となった 1 歳魚漁獲尾数を反映して、167 万尾と推定された。なお、1 歳魚加入尾数は放流魚を含む数値である（詳細は表 7 および 4. (6) 再生産関係を参照）。

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 14 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、加入尾数の増減はおおむね 10%以下であった。

#### (5) 資源の水準・動向

1970 年以降の漁獲量の変動を基に、漁獲量が 1,800 トン以上の場合に高位、1,200 トン未満の場合に低位水準と判断した（図 6）。ただし、資源量が推定された 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、資源量が 4,300 トン以上であれば高位、2,900 トン未満であれば低位水準とした。2011 年の漁獲量は 1,101 トン、資源量の推定値は 2,349 トンであったことから、漁獲量においても資源量においても資源水準は低位と判断し、また直近 5 年間の資源量、漁獲量の動向から現在の資源動向は減少と判断した（図 13）。

#### (6) 再生産関係

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 7）。

1999 年以降、親魚量は 1,600～1,800 トンの間を比較的安定して推移している（図 15、表 7）。一方、天然 1 歳魚加入尾数は 140 万～290 万尾の間を変動しており、明瞭な再生産関係は認められなかった。2005 年に 1.76 まで上昇した再生産成功率（親魚 1kg あたりの翌年の天然 1 歳魚加入尾数、尾/kg）は、2006 年以降減少傾向にあり、2010 年には期間内の最小値である 0.89 となった（図 16、表 7）。

#### (7) Blimit の設定

1999 年以降に推定した親魚量の範囲は狭く、再生産関係を用いた Blimit の設定は適当ではない（図 15）。そこで、現在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なっている資源量 2,900 トンを、資源量データの蓄積による Blimit の設定が可能となるまでの当面の Blimit とした。

#### (8) 資源と漁獲の関係

年齢別の漁獲係数  $F$  の推移を図 17 に示す。1 歳魚の  $F$  は 0.2～0.4、2～4 歳魚の  $F$  は主と

して 0.6～1.0 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、近年、3、4 歳魚の  $F$  が 2 歳魚を上回っている。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。2 歳魚の  $F$  と資源量の間に明瞭な関係は見られない（図 18）。2 歳魚の  $F$  と加入量あたり漁獲量(YPR)および漁獲がない場合を 100%としたときの加入量あたり親魚量(%SPR)の関係を図 19 に示す。2008～2010 年の 2 歳魚の  $F$  の平均( $F_{\text{current}}$ )は 0.74 であり、YPR が最大となる  $F_{\text{max}}$ (0.26)および 30%SPR を達成する  $F_{30\%SPR}$ (0.27)の推定値と比べてかなり高い。従って、加入資源の有効利用の観点からも、親魚資源の確保の観点からも、現状の漁獲圧は高いと判断される。

#### (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 2010 年には 313 万尾の種苗放流が行われた（表 8）。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 9）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、各県資料）。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 2007～2011 年でそれぞれ 8.3%、6.3%、4.0%、3.7%、11.1%であった（表 10、図 20）。各年齢の漁獲個体における放流魚の混入率は、例年、漁獲量あたりの放流尾数が比較的多い石川県から兵庫県で高く、漁獲量あたりの放流尾数が少ない青森県から富山県では低い。しかし、2011 年の 1 歳魚では、石川県から兵庫県においても、青森県から富山県においても約 11%と高い混入率を示した（表 10）。また、放流魚の添加効率（1 歳魚の放流魚混入率×漁獲加入時（1.0 歳）の資源尾数／前年の放流尾数）は 2006～2010 年放流群で 0.049、0.035、0.025、0.025、0.060 と推定された（表 10）。混入率、添加効率ともに 2010 年（2009 年放流群）まで減少傾向にあったが、2011 年（2010 年放流群）に大きく増加した。

1999 年以降の天然魚と放流魚の加入尾数および放流魚の混入率を図 20 に示す。2006 年加入群までの放流魚の混入率は天然魚加入量の増加に伴い減少していたが、2006 年以降、天然魚の加入動向との明瞭な関係は見られない。

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、2013 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 2017 年の資源量と漁獲量を前進法により推定した（補足資料 3）。補足図 3-1 は、放流尾数と漁獲係数を変化させた場合の 2017 年の資源量と漁獲量の等量線図である。現状の本系群のパラメータ条件（ $RPS=1.39$ 、添加効率 0.03）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資源量と漁獲量への影響が大きいと考えられる。

## 5. 2013 年 ABC の算定

### (1) 資源評価のまとめ

コホート解析により 2011 年の資源量は 2,349 トンと推定され、1999 年以降 2,300～2,800 トンの間を推移している。この間資源水準は低位で推移しており、本年度評価においても低位（動向は減少）であると判断された。また、加入資源の有効利用の観点からも、親魚資源の確保の観点からも、現状の漁獲圧は高いと判断された。したがって、まずは現在低位水準にある資源水準を、漁獲圧の低減によって中位水準（Blimit、資源量 2,900 トン）へ回復させることが重要と判断される。

### (2) 2013 年 ABC 並びに推定漁獲量の算定

本系群の資源量は Blimit（資源量 2,900 トン）を下回っていることから、ABC 算定規則の 1-1)-(2)  $F_{limit} = F_{rec}$ 、 $F_{target} = F_{limit} \times \alpha$ （ $\alpha$  は安全率）に基づいて ABC を算定した。 $F_{rec}$  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て、これを達成する F とした。 $F_{rec}$  を算定するにあたり、2011 年以降の再生産成功率に 2007～2009 年の平均値 1.39 を用いた。なお、再生産成功率については、最近年(2010)の再生産成功率の値が 1999 年以來の再生産成功率の範囲から外れる非常に低い値となったこと（図 16）を考慮して、2010 年を除く最近 3 年間（2007～2009 年）の平均値を用いた。人工種苗放流尾数およびその添加効率については現状と同程度（放流尾数 300 万尾、添加効率 0.03）、漁獲係数と各年齢への漁獲選択率については 2011 年と同値（2008～2010 年の平均値）とした。

その結果、 $F=0.56$  で漁獲した場合、5 年後（2017 年）に資源量を中位水準に回復させることが可能と計算された。その際の 2013 年漁獲量は 820 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、 $0.8F_{rec}$  による漁獲量 690 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。

|           | 2013 年 ABC (トン) | 資源管理基準       | F 値  | 漁獲割合 |
|-----------|-----------------|--------------|------|------|
| ABClimit  | 820             | $F_{rec}$    | 0.56 | 38%  |
| ABCtarget | 690             | $0.8F_{rec}$ | 0.45 | 32%  |

ABC は 10 トン未満を四捨五入。F 値は 2 歳の漁獲係数、漁獲割合は ABC／資源量である。

### (3) ABClimit の評価

ABC 算定と同じ条件の下で、2013 年以降、 $F_{current}$  の 0.5～1.2 倍の F を継続した場合の 2017 年までの資源量および漁獲量の将来予測を表 11、図 21 に示す。 $F_{rec}$  で漁獲した場合、2013 年の漁獲量は減少するが、2014 年以降は資源量の回復と共に漁獲量も増大し、2017 年には資源量が Blimit である 2,900 トンに回復するとともに、2017 年の漁獲量も 1,111 トンとなり、2011 年の漁獲量を上回った。一方、 $F_{current}$ 、 $1.2F_{current}$  で漁獲した場合は資源量お

よび漁獲量は減少、 $0.8F_{current} \sim 0.9F_{current}$  で漁獲した場合はほぼ現状維持と考えられる。 $0.77F_{current}(=F_{rec})$ では資源量のゆるやかな回復が期待されるが、 $0.7F_{current}$  では2013年の漁獲量(759トン)は1970年以降の最小値(759トン、1987年)に制約される。

#### (4) ABC の再評価

2011年資源評価の2012年再評価では、管理基準  $0.9F_{current}$  でのABCは前年再評価時と同値となった。2012年資源評価の2012年再評価では、2011年の1歳魚の漁獲尾数が少なかったため、コホート解析による2011年1歳魚の推定資源尾数が、前年度の再生産関係に基づく推定資源尾数を下回った。これにより、コホート解析の前進計算による2012年の資源量(尾数)の推定値が前年度を下回り、管理基準  $F_{rec}$  での2012年の  $ABC_{limit}$  および  $ABC_{target}$  が下方修正された。

| 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                          |
|--------------------|-------------------------------------|
| 2010年漁獲量確定値        | 2010年漁獲量の確定、2010年年齢別漁獲尾数            |
| 2011年漁獲量概数値        | 2011年漁獲量概数値の追加                      |
| 2011年年齢別・年別漁獲尾数    | 2011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<br>(当初・再評価) | 管理基準             | F 値  | 資源量<br>(トン) | $ABC_{limit}$<br>(トン) | $ABC_{target}$<br>(トン) | 漁獲量<br>(トン) |
|-------------------|------------------|------|-------------|-----------------------|------------------------|-------------|
| 2011年(当初)         | $0.9F_{current}$ | 0.67 | 2,295       | 930                   | 780                    |             |
| 2011年(2011年再評価)   | $0.9F_{current}$ | 0.69 | 2,428       | 990                   | 840                    |             |
| 2011年(2012年再評価)   | $0.9F_{current}$ | 0.70 | 2,349       | 990                   | 840                    | 1,101       |
| 2012年(当初)         | $F_{rec}$        | 0.58 | 2,374       | 890                   | 750                    |             |
| 2012年(2012年再評価)   | $F_{rec}$        | 0.59 | 2,200       | 820                   | 700                    |             |

ABCは10トン未満を四捨五入。

#### 6. ABC 以外の管理方策への提言

漁獲体長制限は漁獲圧(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。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ほか、規制サイズがより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。このことから各海域の漁獲実態と規制サイズの関係の再整理、再放流魚の生残の実態解明を通じて、全長規制による資源管理効果の検証および規制サイズの見直しや適切な再放流方法の確立等による資源管理効果の向上を図ることが必要である。

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年間約 300 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 3）。

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。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。2011年については、解析に用いたヒラメ試料数が少ないため、寄生実態の詳細は不明であるが、調査した1歳魚のすべてが寄生を受けていた（図22）。青森県、秋田県、新潟県がそれぞれ実施した調査では、2011年の寄生率は例年と同程度、あるいは例年に比べて低く（青森県ほか 2012）、日本海北部での2011年の寄生率は高くなかったと考えられる。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、餌条件の良し悪し、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, 1-12.
- 青森県・秋田県・山形県・新潟県・富山県・日本海区水産研究所(2012) 日本海北区広域連携ヒラメ調査報告書（平成 22・23 年度）, 37pp.
- 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.
- 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(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(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.
- 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.
- 竹野功爾・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.
- 竹野功爾・葭矢 護・宮島俊明(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.
- 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.

表 1. ヒラメ日本海北・中部系群の府県別漁獲量の経年変化（トン、農林統計）

|       | 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 |

\*2011年は暫定値。

表2. ヒラメ日本海北・中部系群の年齢別漁獲尾数（千尾）

|    | 1999  | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1  | 386   | 370   | 579   | 477   | 637   | 730   | 536   | 828   | 820   | 608   | 372   | 392   | 315   |
| 2  | 564   | 476   | 679   | 617   | 660   | 659   | 694   | 793   | 747   | 977   | 627   | 832   | 690   |
| 3  | 217   | 212   | 203   | 244   | 249   | 205   | 207   | 279   | 316   | 379   | 341   | 368   | 387   |
| 4  | 90    | 93    | 80    | 82    | 104   | 79    | 93    | 99    | 128   | 120   | 120   | 113   | 120   |
| 5+ | 73    | 90    | 72    | 58    | 76    | 70    | 69    | 83    | 78    | 55    | 63    | 59    | 54    |
| 合計 | 1,330 | 1,241 | 1,612 | 1,476 | 1,727 | 1,745 | 1,599 | 2,082 | 2,089 | 2,139 | 1,524 | 1,764 | 1,565 |

表3. ヒラメ日本海北・中部系群の年齢別漁獲量（トン）

|    | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003  | 2004 | 2005 | 2006  | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  |
|----|------|------|------|------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1  | 81   | 78   | 121  | 100  | 134   | 153  | 113  | 174   | 172   | 128   | 78    | 82    | 66    |
| 2  | 287  | 243  | 346  | 314  | 337   | 336  | 354  | 404   | 381   | 498   | 320   | 425   | 352   |
| 3  | 200  | 195  | 187  | 224  | 229   | 189  | 191  | 256   | 291   | 349   | 314   | 339   | 356   |
| 4  | 127  | 131  | 112  | 115  | 147   | 112  | 131  | 139   | 180   | 169   | 169   | 159   | 169   |
| 5+ | 212  | 261  | 210  | 169  | 222   | 204  | 200  | 242   | 226   | 160   | 184   | 171   | 157   |
| 合計 | 910  | 909  | 979  | 925  | 1,070 | 997  | 991  | 1,221 | 1,253 | 1,310 | 1,068 | 1,176 | 1,101 |

合計漁獲量には数トンの0歳魚漁獲量が含まれる。

表4. ヒラメ日本海北・中部系群の年齢別資源尾数（千尾）

|    | 1999  | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1  | 1,792 | 2,157 | 2,233 | 2,157 | 2,297 | 2,605 | 2,601 | 2,946 | 3,162 | 2,528 | 2,590 | 2,217 | 1,674 |
| 2  | 1,186 | 1,118 | 1,431 | 1,305 | 1,334 | 1,304 | 1,472 | 1,644 | 1,662 | 1,846 | 1,519 | 1,784 | 1,461 |
| 3  | 492   | 461   | 485   | 557   | 511   | 495   | 471   | 577   | 629   | 685   | 628   | 676   | 708   |
| 4  | 235   | 207   | 185   | 213   | 236   | 193   | 219   | 198   | 221   | 228   | 218   | 205   | 221   |
| 5+ | 190   | 200   | 168   | 152   | 173   | 171   | 163   | 167   | 134   | 105   | 115   | 106   | 100   |
| 合計 | 3,895 | 4,142 | 4,502 | 4,384 | 4,551 | 4,768 | 4,926 | 5,533 | 5,807 | 5,393 | 5,069 | 4,989 | 4,162 |

表5. ヒラメ日本海北・中部系群の年齢別漁獲係数

|    | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1  | 0.27 | 0.21 | 0.34 | 0.28 | 0.37 | 0.37 | 0.26 | 0.37 | 0.34 | 0.31 | 0.17 | 0.22 | 0.23 |
| 2  | 0.74 | 0.64 | 0.74 | 0.74 | 0.79 | 0.82 | 0.74 | 0.76 | 0.69 | 0.88 | 0.61 | 0.72 | 0.74 |
| 3  | 0.67 | 0.71 | 0.62 | 0.66 | 0.77 | 0.61 | 0.67 | 0.76 | 0.81 | 0.95 | 0.92 | 0.92 | 0.93 |
| 4  | 0.55 | 0.68 | 0.64 | 0.55 | 0.67 | 0.60 | 0.63 | 0.80 | 1.02 | 0.86 | 0.94 | 0.94 | 0.91 |
| 5+ | 0.55 | 0.68 | 0.64 | 0.55 | 0.67 | 0.60 | 0.63 | 0.80 | 1.02 | 0.86 | 0.94 | 0.94 | 0.91 |

表6. ヒラメ日本海北・中部系群の年齢別資源量（トン）

|    | 1999  | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1  | 376   | 453   | 469   | 453   | 482   | 547   | 546   | 619   | 664   | 531   | 544   | 466   | 351   |
| 2  | 605   | 570   | 730   | 666   | 681   | 665   | 751   | 839   | 848   | 942   | 775   | 910   | 745   |
| 3  | 453   | 424   | 446   | 512   | 470   | 455   | 434   | 531   | 578   | 631   | 577   | 622   | 651   |
| 4  | 331   | 291   | 261   | 300   | 332   | 272   | 309   | 280   | 311   | 322   | 307   | 289   | 311   |
| 5+ | 552   | 582   | 489   | 443   | 502   | 497   | 474   | 486   | 391   | 305   | 334   | 310   | 290   |
| 合計 | 2,317 | 2,320 | 2,395 | 2,374 | 2,467 | 2,438 | 2,514 | 2,754 | 2,792 | 2,730 | 2,538 | 2,597 | 2,349 |

表 7. ヒラメ日本海北・中部系群の漁獲量（トン）、資源量（トン）、漁獲割合(%)、親魚量（トン）、天然・放流別 1 歳魚加入尾数（千尾）、および再生産成功率（尾/kg）

|           | 1999  | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 漁獲量       | 910   | 909   | 979   | 925   | 1,070 | 997   | 991   | 1,221 | 1,253 | 1,310 | 1,068 | 1,176 | 1,101 |
| 資源量       | 2,317 | 2,320 | 2,395 | 2,374 | 2,467 | 2,438 | 2,514 | 2,754 | 2,792 | 2,730 | 2,538 | 2,597 | 2,349 |
| 漁獲割合      | 39    | 39    | 41    | 39    | 43    | 41    | 39    | 44    | 45    | 48    | 42    | 45    | 47    |
| 親魚量       | 1,639 | 1,582 | 1,561 | 1,589 | 1,644 | 1,558 | 1,592 | 1,716 | 1,704 | 1,728 | 1,606 | 1,676 | 1,625 |
| 放流1歳魚加入尾数 | 177   | 203   | 192   | 212   | 164   | 180   | 141   | 145   | 263   | 160   | 103   | 83    | 186   |
| 天然1歳魚加入尾数 | 1,616 | 1,953 | 2,041 | 1,945 | 2,134 | 2,425 | 2,460 | 2,801 | 2,899 | 2,368 | 2,487 | 2,135 | 1,487 |
| 再生産成功率    | 1.19  | 1.29  | 1.25  | 1.34  | 1.47  | 1.58  | 1.76  | 1.69  | 1.39  | 1.44  | 1.33  | 0.89  | -     |

表 8. 日本海北・中部系群分布域における種苗放流尾数（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）

|      | 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 |

表 9. 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（%、府県資料および全国豊かな海づくり推進協会 2011）

| 黒化率  | 兵庫 | 京都  | 福井 | 石川 | 富山 | 新潟 | 山形 | 秋田  | 青森 |
|------|----|-----|----|----|----|----|----|-----|----|
| 2005 | 9  | 81  | 68 | 47 |    |    |    |     |    |
| 2006 | 35 | 71  | 33 | 33 | 73 | 53 | 98 | 99  | 92 |
| 2007 | 35 | 89  | 46 | 31 | 43 | 53 | 93 | 37  | 74 |
| 2008 | 31 | 100 | 47 | 80 | 81 | 31 | 53 | 100 | 55 |
| 2009 | 34 | 83  | 63 | 83 | 50 | 50 | 99 | 92  | 96 |
| 2010 | -  | 50  | 69 | 49 | 25 | 49 | 62 | 39  | 63 |
| 2011 | -  | -   | 58 | -  | -  | -  | 86 | 33  | 28 |

表 10. 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 |       |       |       |      | 石川～兵庫 |       |       |       |      | 合計    |       |       |       |       |
|----------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011 | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011 | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  |
| 漁獲量（トン）        | 997   | 1,070 | 875   | 972   | 905  | 256   | 240   | 193   | 204   | 195  | 1,253 | 1,310 | 1,068 | 1,176 | 1,101 |
| 放流尾数（千尾）       | 2,991 | 2,830 | 2,167 | 2,009 |      | 1,532 | 1,316 | 1,189 | 1,121 |      | 4,523 | 4,146 | 3,356 | 3,130 |       |
| 放流尾数／漁獲量       | 3.0   | 2.6   | 2.5   | 2.1   |      | 6.0   | 5.5   | 6.2   | 5.5   |      | 3.6   | 3.2   | 3.1   | 2.7   |       |
| 年齢別総漁獲尾数（千尾）   |       |       |       |       |      |       |       |       |       |      |       |       |       |       |       |
| 1歳             | 389   | 346   | 229   | 241   | 178  | 431   | 263   | 143   | 151   | 137  | 820   | 608   | 372   | 392   | 315   |
| 2歳             | 578   | 805   | 484   | 697   | 513  | 169   | 172   | 143   | 135   | 176  | 747   | 977   | 627   | 832   | 690   |
| 3歳             | 284   | 343   | 300   | 318   | 350  | 32    | 36    | 41    | 50    | 37   | 316   | 379   | 341   | 368   | 387   |
| 4歳             |       |       |       | 101   | 110  |       |       |       | 12    | 10   |       |       |       | 113   | 120   |
| 5+歳            |       |       |       |       | 44   |       |       |       |       | 10   |       |       |       |       | 54    |
| 年齢別放流魚漁獲尾数（千尾） |       |       |       |       |      |       |       |       |       |      |       |       |       |       |       |
| 1歳             | 14    | 10    | 4     | 7     | 20   | 54    | 28    | 11    | 8     | 15   | 68    | 39    | 15    | 15    | 35    |
| 2歳             |       | 20    | 9     | 12    | 11   | 15    | 21    | 14    | 9     | 11   |       | 41    | 23    | 22    | 23    |
| 3歳             |       |       | 4     | 6     | 6    |       | 6     | 9     | 6     | 4    |       |       | 14    | 12    | 9     |
| 4歳             |       |       |       | 2     | 9    |       |       |       | 2     | 1    |       |       |       | 4     | 10    |
| 5+歳            |       |       |       |       | 1    |       |       |       |       | 2    |       |       |       |       | 4     |
| 放流魚混入率（%）      |       |       |       |       |      |       |       |       |       |      |       |       |       |       |       |
| 1歳             | 3.7   | 3.0   | 1.7   | 2.8   | 11.1 | 12.5  | 10.7  | 7.6   | 5.2   | 11.2 | 8.3   | 6.3   | 4.0   | 3.7   | 11.1  |
| 2歳             |       | 2.5   | 1.8   | 1.8   | 2.2  | 9.2   | 12.5  | 9.9   | 6.9   | 6.4  |       | 4.2   | 3.6   | 2.6   | 3.3   |
| 3歳             |       |       | 1.4   | 1.9   | 1.6  |       | 15.4  | 22.8  | 12.3  | 9.9  |       |       | 4.0   | 3.3   | 2.4   |
| 4歳             |       |       |       | 1.6   | 8.1  |       |       |       | 18.6  | 10.9 |       |       |       | 3.4   | 8.3   |
| 5+歳            |       |       |       |       | 3.4  |       |       |       |       | 24.0 |       |       |       |       | 7.0   |
| 添加効率*          |       |       |       |       |      |       |       |       |       |      | 0.049 | 0.035 | 0.025 | 0.025 | 0.060 |

\* 漁獲加入時（1.0歳）の放流魚資源尾数／前年放流尾数。

表 11. 漁獲係数の変化による将来予測の違い

|          | F    | 基準値          | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  |
|----------|------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 資源量 (トン) | 0.37 | 0.50Fcurrent | 2,349 | 2,200 | 2,181 | 2,729 | 3,285 | 4,053 | 4,883 |
|          | 0.45 | 0.62Fcurrent | 2,349 | 2,200 | 2,181 | 2,562 | 2,909 | 3,387 | 3,868 |
|          | 0.52 | 0.70Fcurrent | 2,349 | 2,200 | 2,181 | 2,459 | 2,690 | 3,015 | 3,325 |
|          | 0.56 | 0.77Fcurrent | 2,349 | 2,200 | 2,181 | 2,368 | 2,506 | 2,715 | 2,900 |
|          | 0.59 | 0.80Fcurrent | 2,349 | 2,200 | 2,181 | 2,338 | 2,447 | 2,622 | 2,770 |
|          | 0.66 | 0.90Fcurrent | 2,349 | 2,200 | 2,181 | 2,226 | 2,235 | 2,291 | 2,323 |
|          | 0.74 | 1.00Fcurrent | 2,349 | 2,200 | 2,181 | 2,122 | 2,048 | 2,012 | 1,960 |
|          | 0.89 | 1.20Fcurrent | 2,349 | 2,200 | 2,181 | 1,936 | 1,737 | 1,574 | 1,420 |
| 漁獲量 (トン) | 0.37 | 0.50Fcurrent | 1,101 | 983   | 583   | 772   | 920   | 1,132 | 1,363 |
|          | 0.45 | 0.62Fcurrent | 1,101 | 983   | 692   | 850   | 955   | 1,110 | 1,268 |
|          | 0.52 | 0.70Fcurrent | 1,101 | 983   | 759   | 888   | 962   | 1,078 | 1,189 |
|          | 0.56 | 0.77Fcurrent | 1,101 | 983   | 818   | 915   | 959   | 1,040 | 1,111 |
|          | 0.59 | 0.80Fcurrent | 1,101 | 983   | 837   | 922   | 957   | 1,026 | 1,084 |
|          | 0.66 | 0.90Fcurrent | 1,101 | 983   | 909   | 945   | 942   | 967   | 980   |
|          | 0.74 | 1.00Fcurrent | 1,101 | 983   | 976   | 959   | 920   | 906   | 882   |
|          | 0.89 | 1.20Fcurrent | 1,101 | 983   | 1,095 | 965   | 865   | 786   | 707   |

Fcurrentは2008～2010年における2歳のFの平均。再生産成功率(RPS)は2007～2009年の平均(1.39)と仮定した。



図 1. ヒラメ日本海北・中部系群の分布域

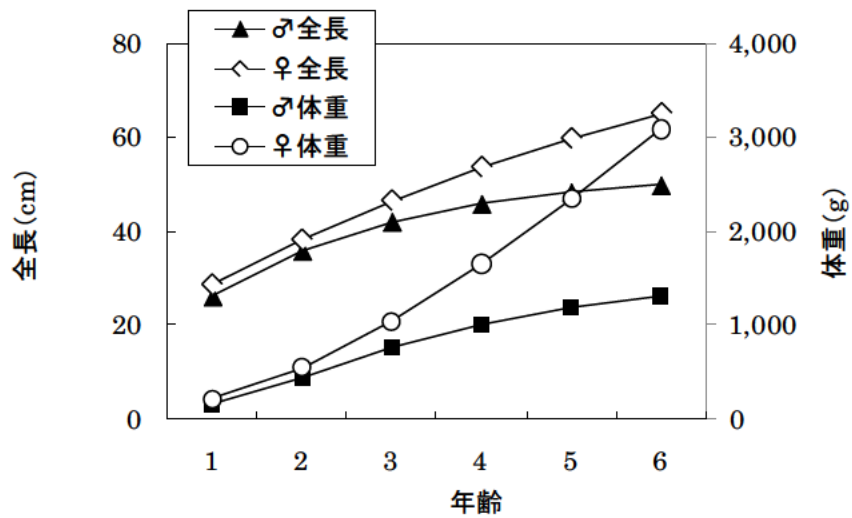


図 2. 2006～2008 年の新潟～秋田の精密測定結果に基づく  
ヒラメの成長

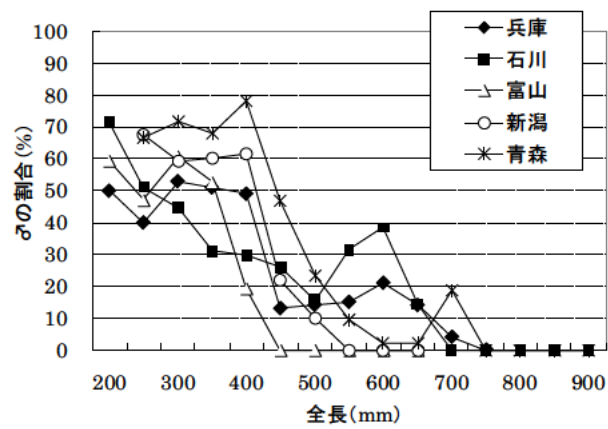


図 3. 全長階級別の雄の割合

(五利江ほか 2006、石川県 2003、浦邊ら 2007)

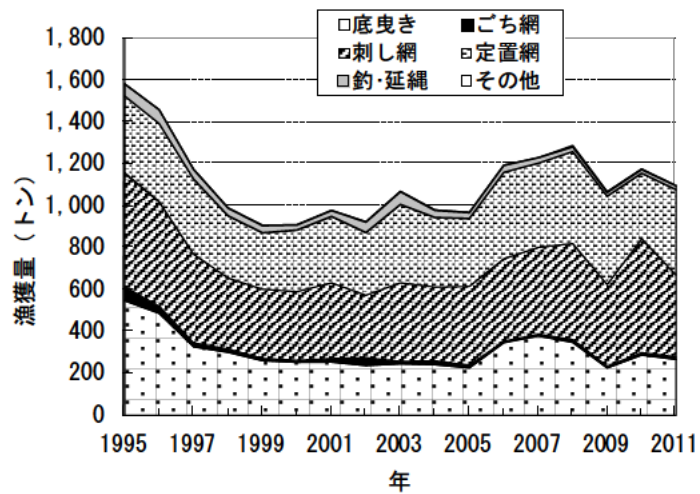


図 4. 漁業種類別漁獲量（農林統計）

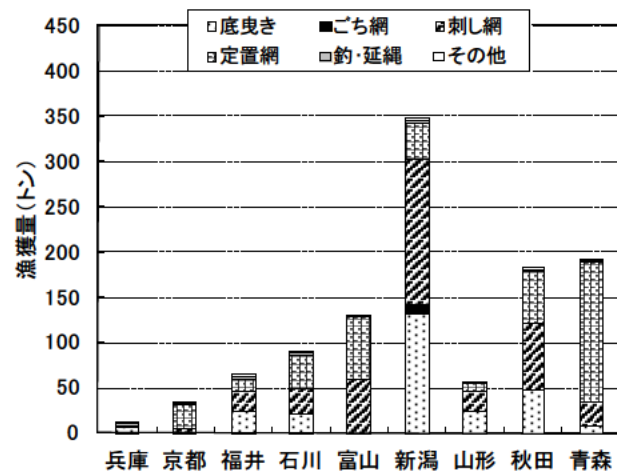


図 5. 県別漁業種類別漁獲量（2011 年）

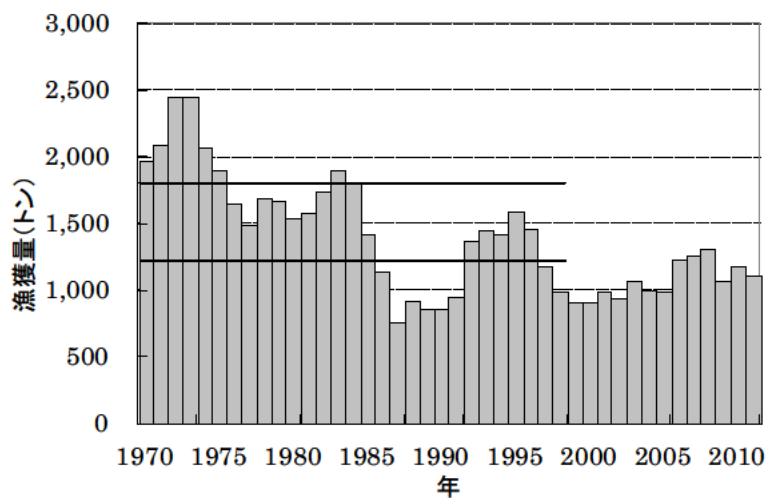


図 6. 漁獲量の経年変化（農林統計） 横実線は 1998 年までの資源水準の境界（高位・中位 1,800 トン、中位・低位 1,200 トン）。

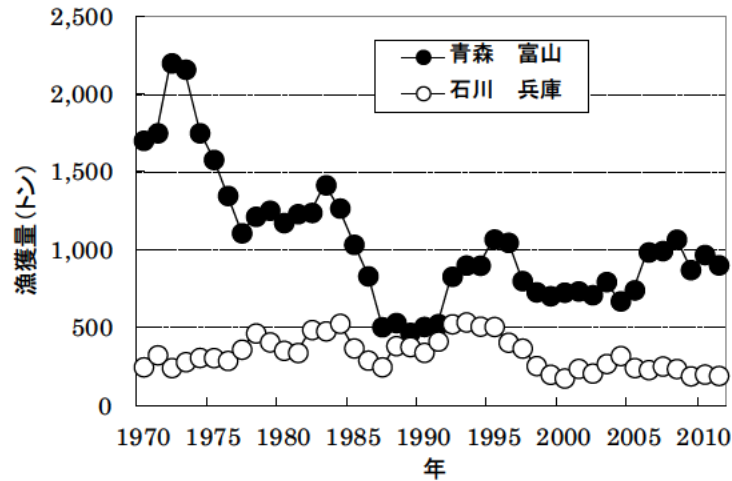


図 7. 海域別の漁獲量（農林統計）

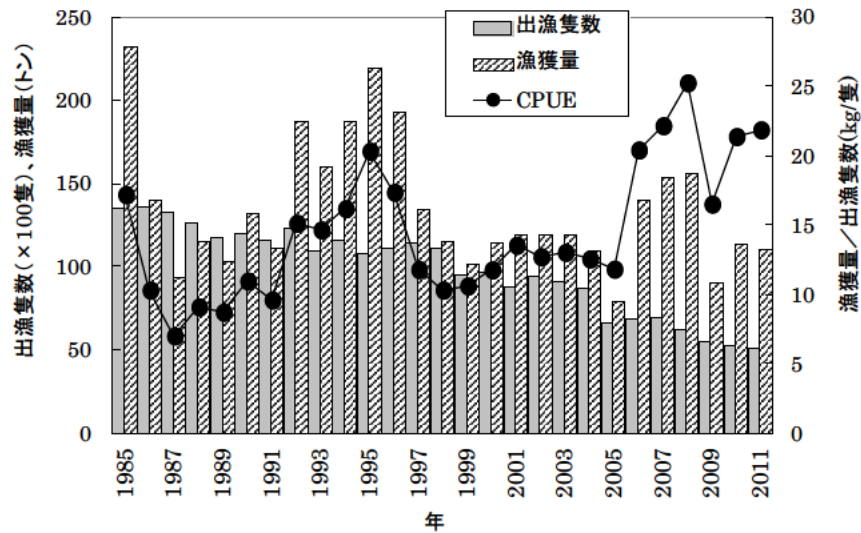


図 8. 新潟県の板曳網の出漁隻数（主要 4 港）、  
漁獲量および CPUE（新潟県資料）

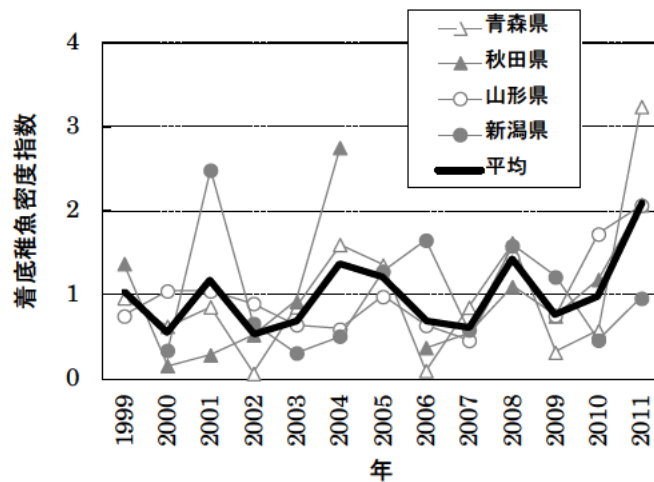


図 9. ヒラメ稚魚密度指数 各県の調査期間内の平均値を  
1 とする（各県調査資料より計算）。

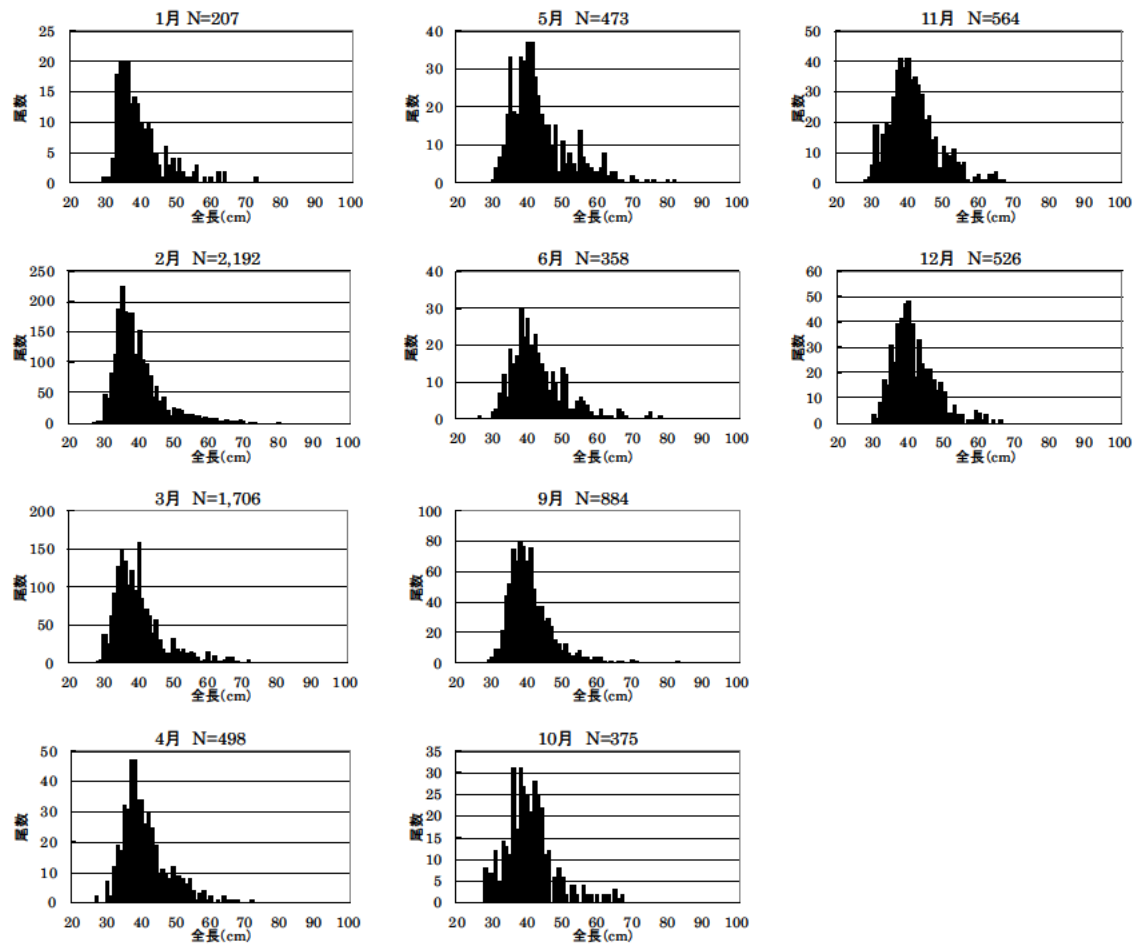


図 10. 新潟県岩船港における漁獲物の全長組成 (2011 年) 尾数は各月の調査尾数を示す。

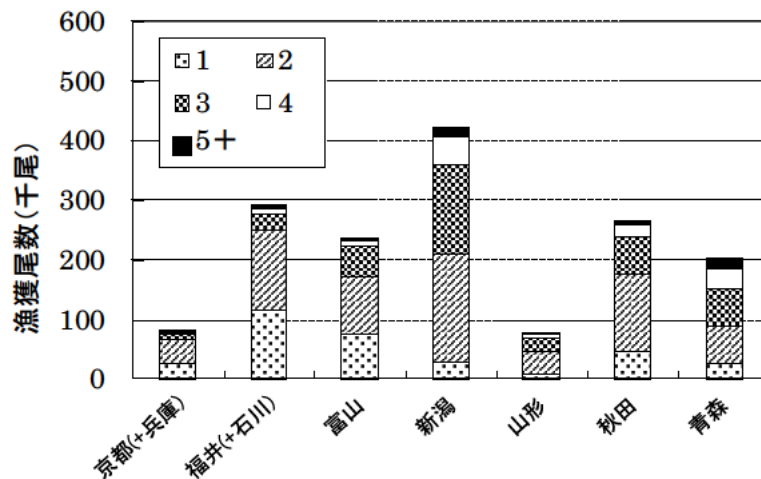


図 11. 2011 年の府県別年齢別漁獲尾数 年齢起算日は 1 月 1 日。兵庫県と石川県については漁獲尾数データを欠くため、それぞれ隣接する京都府と福井県の漁獲尾数割合を適用し合算した。

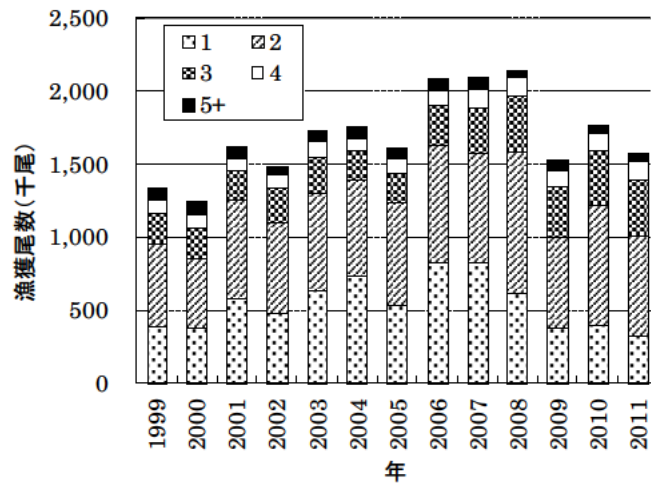


図 12. 年齢別漁獲尾数の推移 年齢起算日は1月1日。

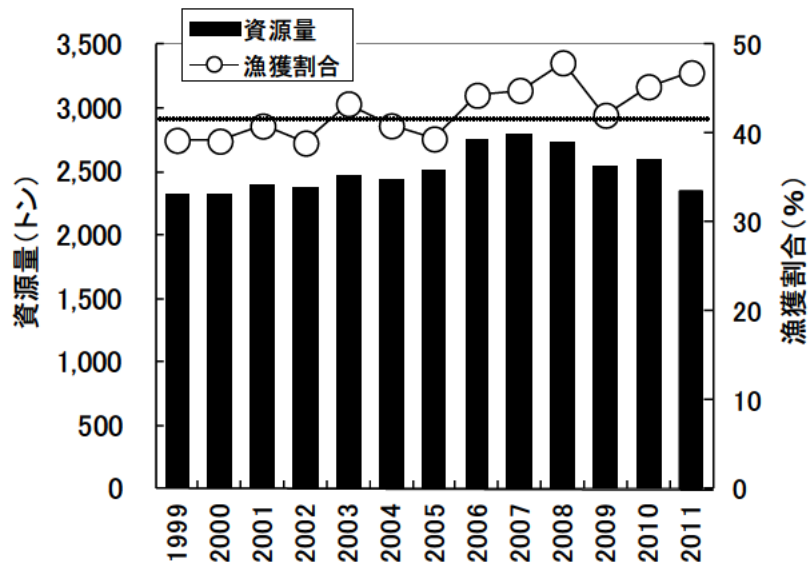


図 13. 資源量と漁獲割合の推移

横点線は資源水準低位と中位の境界 (2,900 トン)。

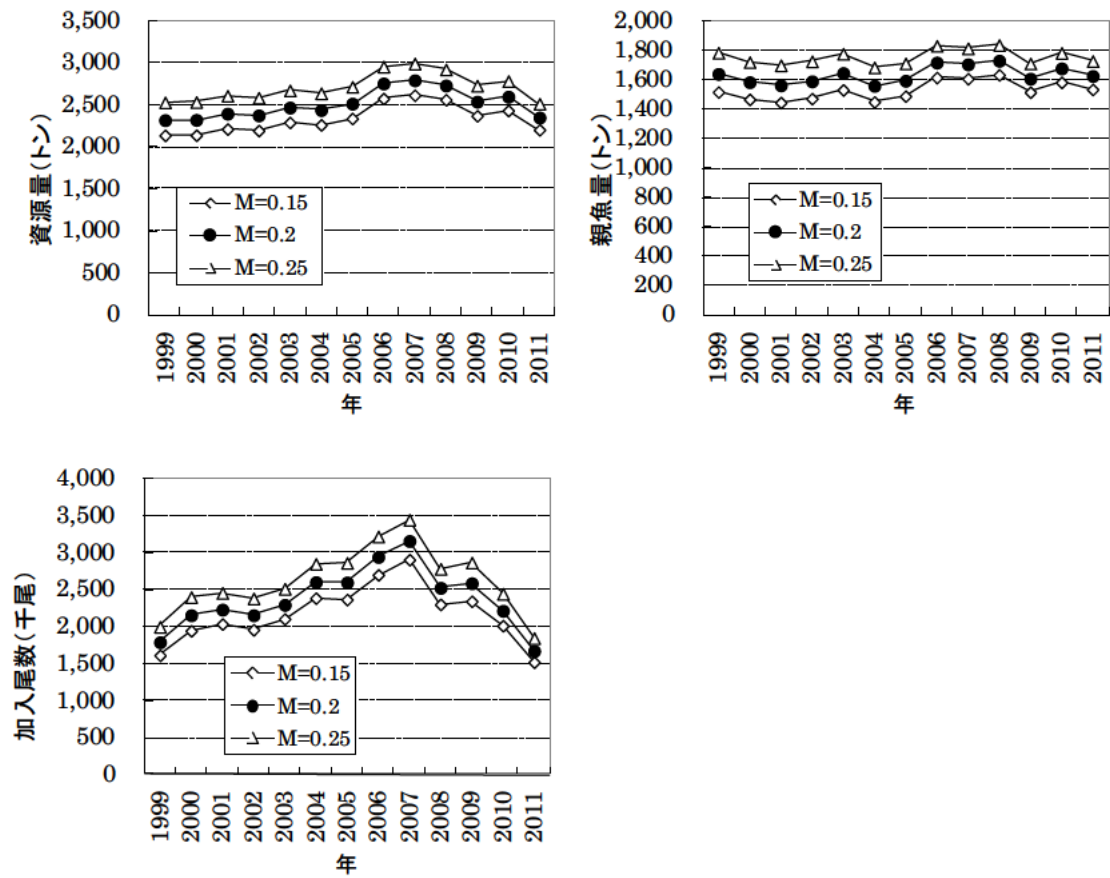


図 14.  $M$  を変化させたときの資源量 (左上)、親魚量 (右上)、加入尾数 (下) の変化

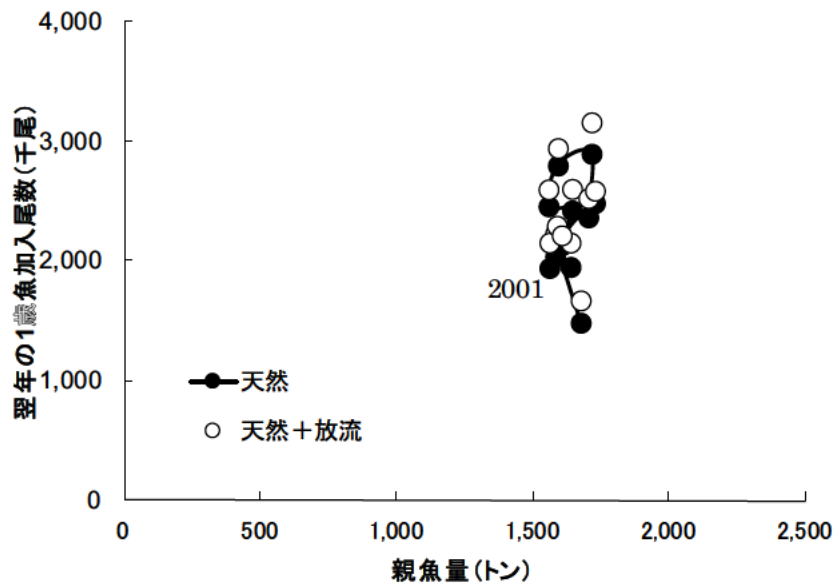


図 15. 親魚量と翌年の1歳魚加入尾数

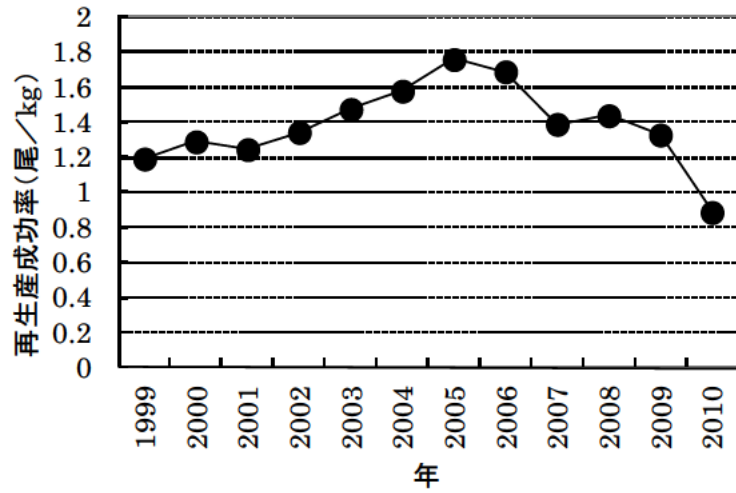


図 16. 再生産成功率の推移

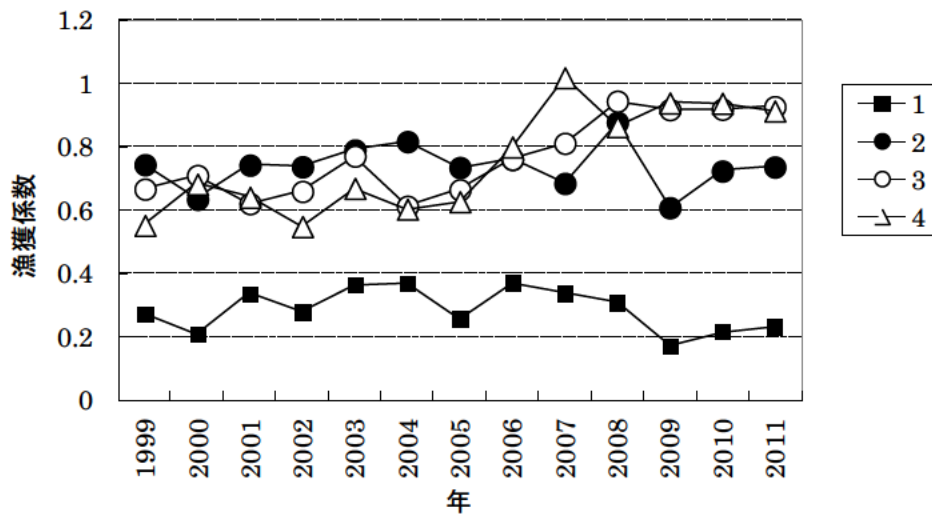


図 17. 年齢別の漁獲係数の推移

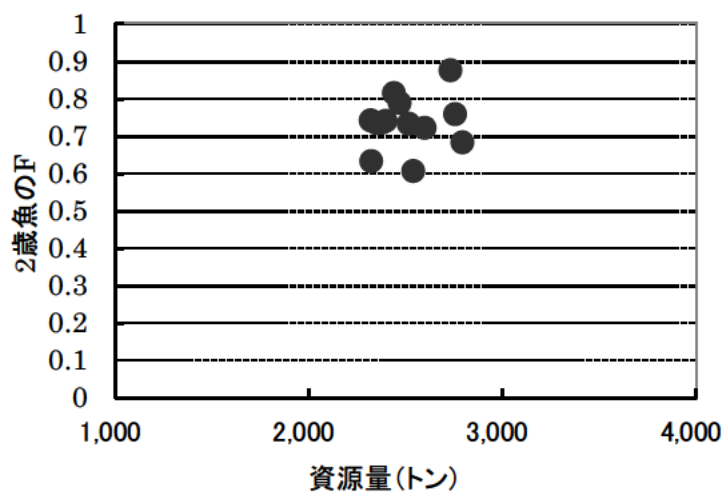


図 18. 資源量と 2 歳魚の漁獲係数(F)の関係

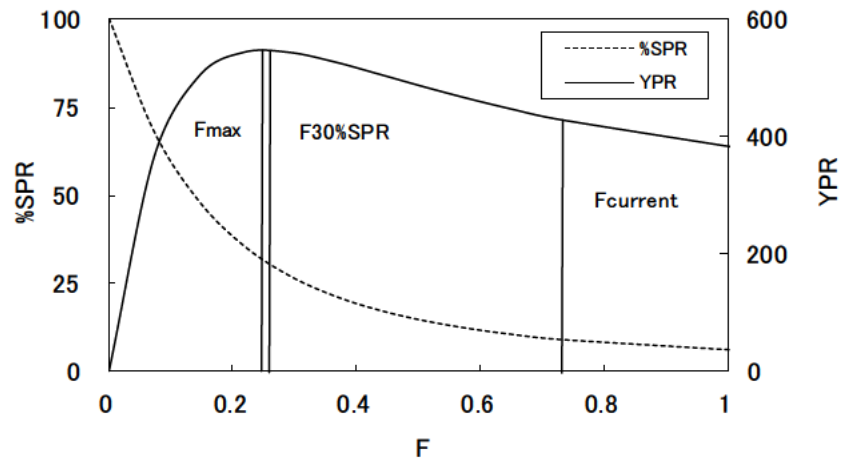


図 19.2 歳魚の漁獲係数(F)と YPR、%SPR の関係

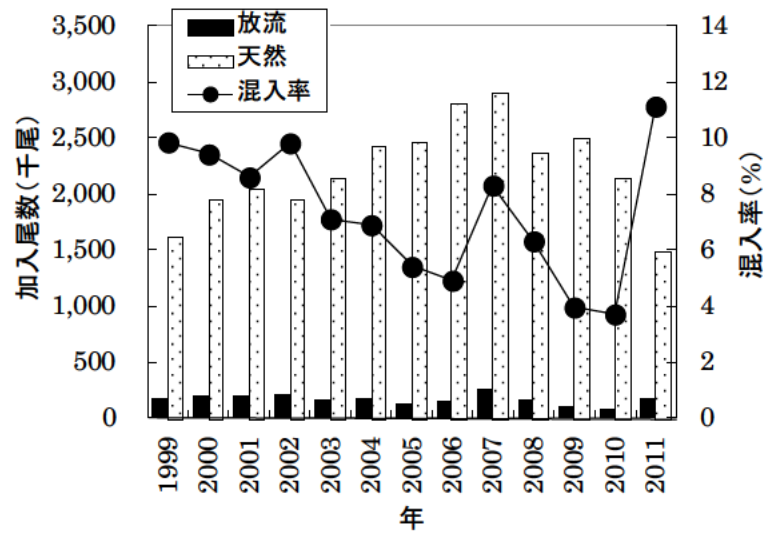


図 20. 天然魚、放流魚の加入尾数と放流魚混入率

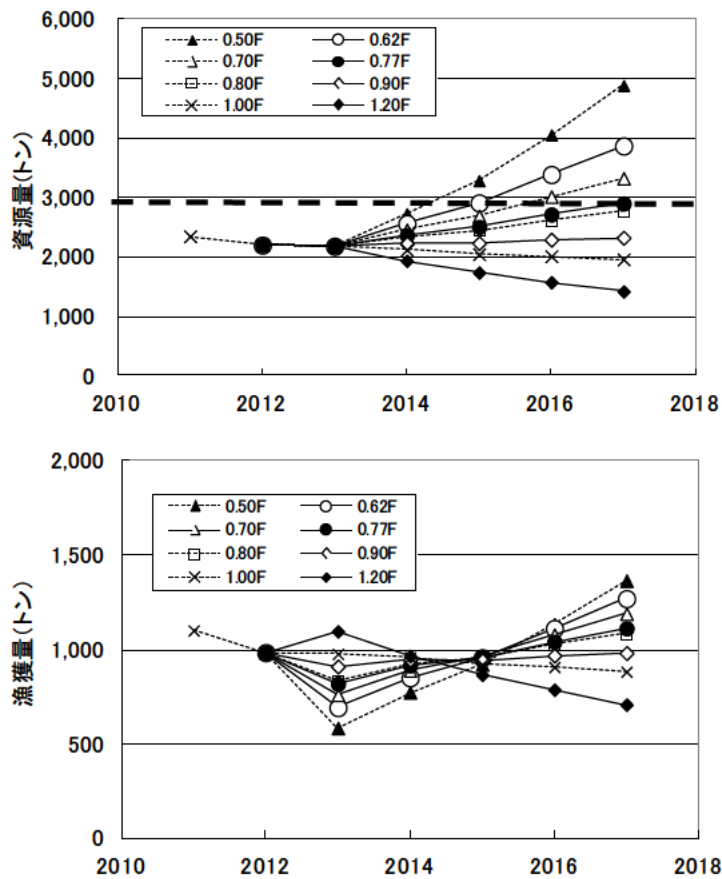


図 21.  $F$  の変化による資源量(上)と漁獲量(下)の推移

凡例内の  $F$  は  $F_{\text{current}}(0.73)$ 、数値は  $F_{\text{current}}$  に対する係数。

$0.77F = F_{\text{rec}}$ 、 $0.62F = 0.8 \times F_{\text{rec}}$ 。

資源量(上)に示した横鎖線は  $B_{\text{limt}}$ (2,900 トン)。

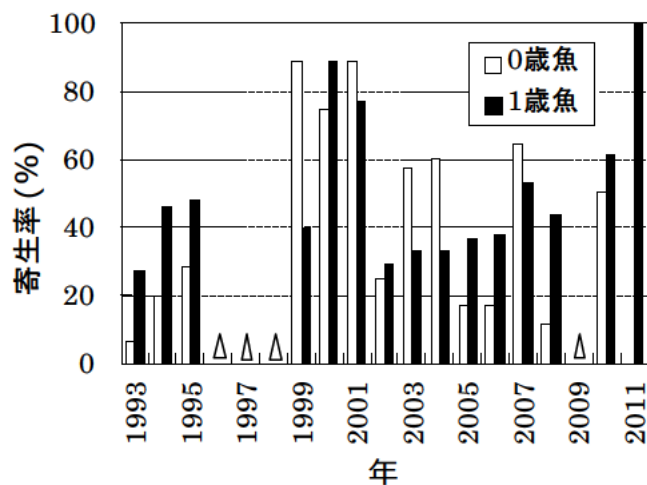
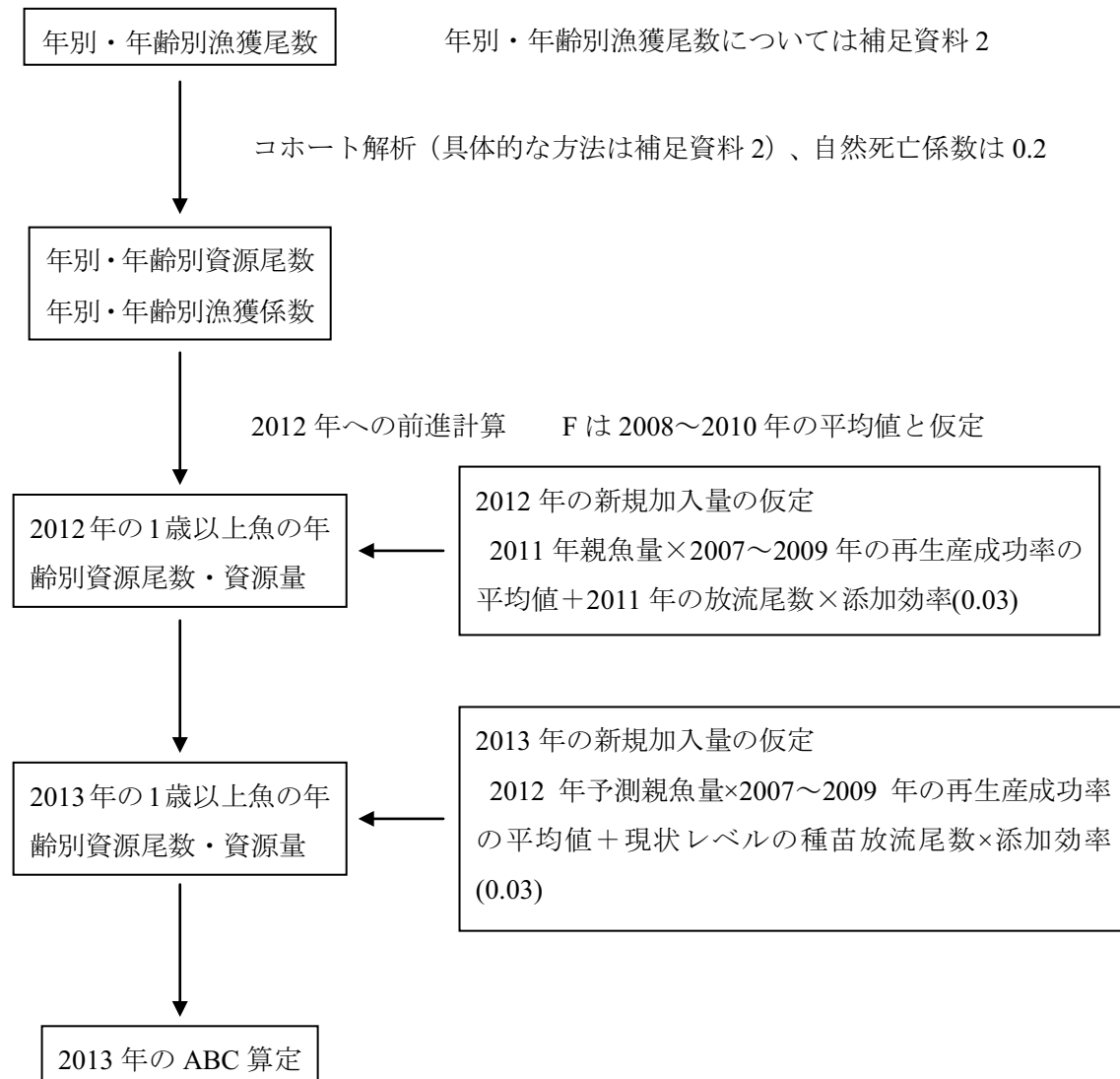


図 22. 新潟県北部沿岸における 8~10 月のネオヘテロボツリウム寄生率  
△は寄生率の欠測。

補足資料 1 使用したデータと資源評価の関係



## 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。
- ② 2007～2011 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→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。

## (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（2008～2011 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→月別漁業種類別漁獲量で引き伸ばし。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。

| 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。

- 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→月別 age-weight key で年齢分解（山形県資料）も参照。

## (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(2006)の age-length key で年齢分解→月別漁業種類別漁獲量で引き伸ばし。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。
- ② 2006 年以降は日本海中西部ヒラメ広域連携調査で得られた天然、放流魚別年級別漁獲尾

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。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。

## 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

$$N_{a,2011} = \frac{C_{a,2011}}{1 - \exp(-F_{a,2011})} \exp\left(\frac{M}{2}\right)$$

で求めた。最近年の漁獲係数は過去 5 年間の平均と仮定し、 $F_{5+,2011}$  は  $F_{5+,2011} = F_{4,2011}$  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.
- 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 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(2012)を参照のこと。

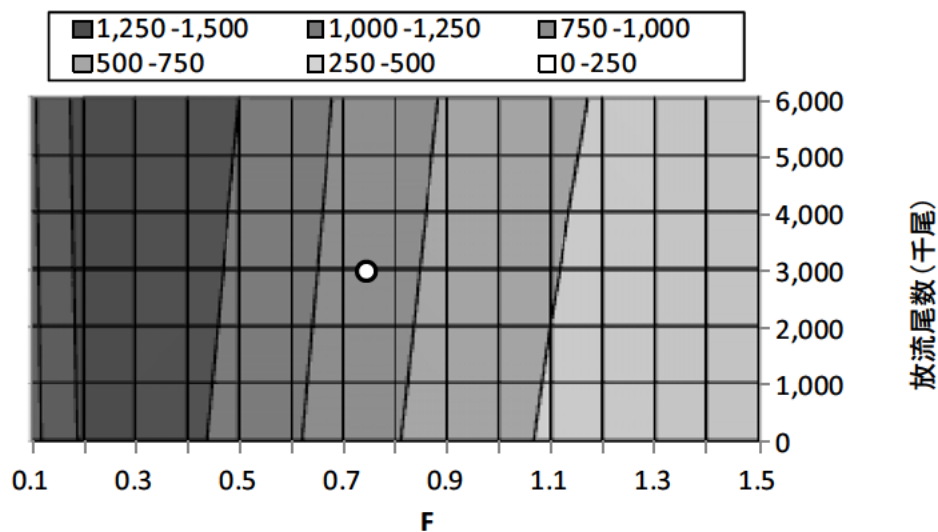
試算に当たり、RPS は 2007～2009 年の平均値 1.39、添加効率は 0.03 を与えた。これらの条件のもと、2013 年以降 5 年間、放流尾数と漁獲係数および漁獲開始サイズと放流尾数を変化させ、期待される 2017 年の漁獲量を推定した。放流尾数は 0～600 万尾の範囲で、漁獲係数は 0～1.5 の範囲で、漁獲開始サイズは 20～38cm の範囲で変化させた。

補足図 3-1 は、漁獲係数と放流尾数を変化させたときの 2017 年の漁獲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への影響が大きいと考えられる。

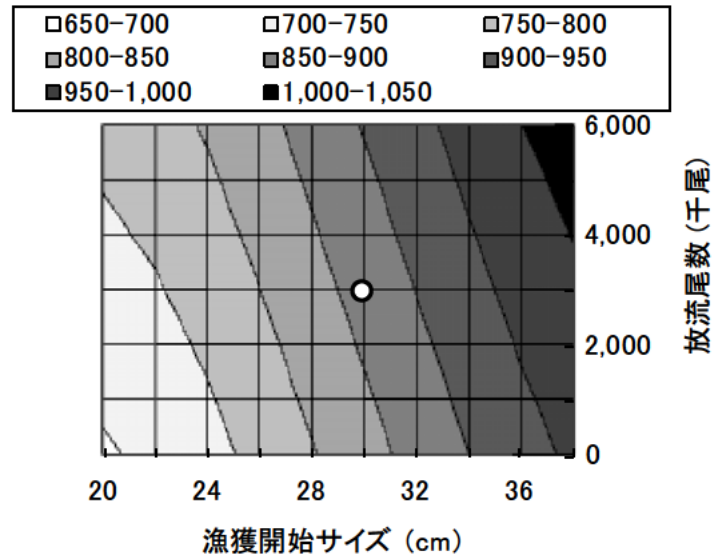
補足図 3-2 は、漁獲開始サイズと放流尾数を変化させたときの 2017 年の漁獲量の等量線図である。漁獲開始サイズの 2cm の増減は、放流尾数の概ね 300 万尾分に相当している。

#### 引用文献

亘 真吾(2012) 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.



補足図 3-1. 漁獲係数(F)と放流尾数を変化させたときの 2017 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 3-2. 漁獲開始サイズと放流尾数を変化させたときの 2017 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。