

平成 23 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、秋田県農林水産技術センター水産振興センター、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。2010年の本系群におけるヒラメ漁獲量は1,178トン（暫定値）であり、前年を110トン上回った。コホート解析により求めた資源量は1999年以降概ね2,300～2,800トンの間を比較的安定に推移し、2010年は2,602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、動向は横ばい傾向であると判断された。本系群の資源量はBlimit（資源量2,900トン）を下回る状態であるため、5年後に資源量を緩やかに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。2010年以降の再生産成功率が過去3年間の平均値、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Frecによる2012年の漁獲量890トンをABClimit、さらに不確実性を考慮して安全率 α を0.8とし、0.8Frecによる推定漁獲量750トンをABCtargetとした。なお、ABCは10トン未満を四捨五入した。

	2012年ABC(トン)	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABClimit	890	Frec	0.58	38%
ABCtarget	750	0.8Frec	0.46	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/資源量である。

年	資源量(トン)	漁獲量(トン)	F値	漁獲割合
2009	2,614	1,068	0.57	41%
2010	2,602	1,178	0.72	45%
2011	2,428	—	—	—

2010年の漁獲量は暫定値、2010年のF値は過去5年間の2歳のFの平均値、2011年の資源量はコホート解析による過去3年間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：横ばい

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 (天然魚・黒化魚別)	漁業・養殖業生産統計年報（農林水産省） 月別漁業種類別漁獲量（青森～兵庫 9 府県） 月別体長組成調査（水研セ、青森県、秋田県、山形県、新潟県、 福井県、兵庫県） ・市場測定 体長一体重・体長一年齢測定調査（水研セ、青森県、秋田県、 山形県、新潟県） ・精密測定 資源評価調査以外による調査結果 ・栽培漁業資源回復等対策事業報告書 ・各県栽培漁業協会等業務報告書 ・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、 山形県、新潟県） ・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 ・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 299 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。系群全体としては刺し網、定置網ならびに底曳網の占める割合がそれぞれ概ね3分の1程度であるが（図4）、府県により主たる漁業種類は大きく異なる。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85%を占めるが、隣接する秋田県、福井県では刺し網による漁獲が最も多く定置網の占める割合は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（2010 年は 114 トン、10.0%）。

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 25～30cm（ただし、兵庫県は県内統一の規制ではない）、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。

なお本系群での遊漁によるヒラメの採捕量は 19 トン（2002 年）と、漁獲量の 2%以下であった（農林水産省統計部 2003）。

(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 110 トン上回る 1,178 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、2010 年の出漁隻数は 1985 年の約 4 割となる 5,308 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

1999～2010 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)に従い、0.2 と仮定した。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。2010 年の 1～4 歳の漁獲係数は過去 5 年（2005～2009 年）の平均に等しいと仮定した。また、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、2010年には再び増加した（図8）。

新潟県から青森県沿岸での稚魚密度（4県の平均）は2004、2005、2008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。2009年の稚魚密度は1999～2010年の平均値よりも低かった（表10）。

(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。例年9月には漁獲加入し始める1歳魚が、2009年は特異的に11月までほとんど漁獲が見られなかった（井関 2010）。この2008年級群（2歳魚）は2010年当初から30～35cm台のモードとして漁獲され、2009年級が漁獲加入を始める9月以降も40～45cm台として漁獲物中に高い割合で出現した。

府県別年齢別漁獲尾数を図11に示す。兵庫県から石川県では1歳魚の割合が3割以上であるが、富山県から青森県では1歳魚は3割未満と低い割合である。系群全体で見ると漁獲物の約70%を2歳以下で占めている（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年以降の資源量は概ね2,300～2,800トンの間を比較的安定して推移しており、2009年以降は2,600トン台である。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45%前後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。前年度評価では2008年級の水準の低さが懸念されたが、2010年に2歳魚としてまとまった漁獲がみられたことにより、本年度のコホート解析で更新された2009年の1歳魚加入尾数は中程度の水準にあったと判断された。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、加入尾数の増減はほぼ10%未満であった。

(5) 資源の水準・動向

基本的に 1970 年以降の漁獲量の変動から、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期間においては、上記の基準とした漁獲量の範囲から対応する資源量を換算 (漁獲割合を 42%) 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。2010 年の資源量の推定値は 2,602 トンであったことから資源水準は低位、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横ばいと判断した (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 160 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 年以降減少し 2009 年には期間内の最小値である 1.01 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 の設定は適切ではない。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 0.6~0.8 で推移している。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 と資源量の間には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。2005~2009 年の 2 歳魚の F の平均 (F_{current}) は 0.72 であり、YPR が最大となる F_{max} (0.26) および 30% SPR を達成する $F_{30\% \text{SPR}}$ (0.28) 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 299 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、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 2007～2010 年でそれぞれ 8.3%、6.3%、4.0%、3.7%であった（表 10）。2010 年の各年齢の漁獲個体における放流魚の混入率は、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は全ての年齢において放流魚の混入率が 5～19%であったが、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 4%未満であった（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 2006～2009 年放流群で 0.050、0.037、0.025、0.019 と推定された（表 10）。混入率、添加効率ともに減少傾向にあることが窺える。

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関係なく増減しており、資源量推定期間内（1999～2010 年）では減少傾向が続いていると見ることができる。

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、2012 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 2016 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 2016 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=1.29、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. 2012 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

コホート解析により 2010 年の資源量は 2,602 トンと推定され、1999 年以降概ね 2,300～2,800 トンの間を比較的安定に推移している。しかしながら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（動向は横ばい）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) 2012 年 ABC 並びに推定漁獲量の算定

本系群の資源量は B_{limit} (資源量 2,900 トン) を下回る状態であり、ABC 算定規則の 1-1)-(2) $F_{limit} = F_{rec}$ 、 $F_{target} = F_{limit} \times \alpha$ (α は安全率) に基づいて ABC を算定する。5 年後に資源量を緩やかに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 を F_{rec} とした。2016 年までのシミュレーションにあたり、2010 年以降の再生産成功率を 2007~2009 年の平均値 1.29 とした。再生産成功率については、前年度評価報告書においては調査期間 (1999~2008 年) を通じた平均値を用いていたが、今年度評価においては、2005 年をピークに再生産成功率が減少傾向にあることを考慮して、最近 3 年間の平均値を採用した。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 2010 年と同値 (2005~2009 年の平均値) と仮定した。これらの仮定のもとで計算された 2012 年漁獲量は 890 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 α に標準値 0.8 を採用し、 $0.8F_{rec}$ による漁獲量 752 トンの 10 トン未満を四捨五入した 750 トンを ABC_{target} とした。

	2012 年 ABC (トン)	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABC_{limit}	890	F_{rec}	0.58	38%
ABC_{target}	750	$0.8F_{rec}$	0.46	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 $ABC / \text{資源量}$ である。

(3) ABC_{limit} の評価

ABC 算定と同じ仮定の下で、2012 年以降、 $F_{current}$ の 0.6~1.2 倍の F を継続した場合の 2016 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。 $F_{current}$ では資源量および漁獲量は漸減、 $0.9F_{current}$ ではほぼ現状維持と考えられる。 $0.8F_{current}$ (= 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 2012 年の漁獲量は過去 20 年の漁獲量の最小値 (909 トン、2000 年) 以下に制約され、 $0.6F_{current}$ では 2012 年の漁獲量は 1970 年以降の最小値 (759 トン、1987 年) 以下に制約されることになる。

(4) ABC の再評価

2010 年再評価において、2009 年の 1、2 歳魚の漁獲尾数が前年比で大きく減少したため、コホート解析による 2007 年以降の資源量 (尾数) の推定値が大幅に下方修正され、2010 年の ABC_{limit} および ABC_{target} が減少評価された。その後、2011 年再評価において、2010 年の 2 歳魚の漁獲尾数が増加したことにより、コホート解析による 2009 年の資源量 (尾数) の推定値が上方修正された。これに伴い、2010 年および 2011 年の ABC_{limit} および ABC_{target} も上方修正された。

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
2009年漁獲量確定値 2010年漁獲量概数値	2009年漁獲量の確定（前年の暫定値と変わらず） 2010年漁獲量概数値の追加
2010年年齢別・年別漁獲尾数 1999～2009年の年齢別・年別漁獲尾数	2010年までの年齢別資源尾数（再生産関係）、漁獲係数（年齢別選択率）

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	F 値	資源量 (トン)	ABClimit (トン)	ABCtarget (トン)	漁獲量 (トン)
2010年(当初)	Fcurrent	0.65	3,734	1,470	1,240	
2010年(2010年再評価)	Fcurrent	0.71	2,270	970	820	
2010年(2011年再評価)	Fcurrent	0.72	2,602	1,160	1,140	1,178
2011年(当初)	0.9Fcurrent	0.67	2,295	930	780	
2011年(2011年再評価)	0.9Fcurrent	0.69	2,428	990	840	

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。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。

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。近年の寄生率は、2000年前後に比べると低い。2010年には1歳魚の約60%が寄生を受けていた（図22）。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.
- 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(2006) 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.
- 井関智明(2010) 平成 22 年度ヒラメ日本海北・中部系群の資源評価. 平成 22 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, 1383-1414.
- 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, 1pp.
- 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. 日本海北地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. 日本海北地区広域連携ヒラメ調査報告書(平成 21 年度), 29-31.
- 農林水産省統計部(2003) 平成 14 年遊魚採捕量調査報告書, 48pp.
- 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.

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	89	69	40	8	1,178

*2010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
1	386	370	579	477	637	730	536	828	820	608	372	392
2	564	476	679	617	660	659	694	793	747	977	627	834
3	217	212	203	244	249	205	207	279	316	379	341	369
4	90	93	80	82	104	79	93	99	128	120	120	113
5+	73	90	72	58	76	70	69	83	78	55	63	59
合計	1,330	1,241	1,612	1,476	1,727	1,745	1,599	2,082	2,089	2,139	1,524	1,766

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
1	81	78	121	100	134	153	113	174	172	128	78	82
2	287	243	346	314	337	336	354	404	381	498	320	425
3	200	195	187	224	229	189	191	256	291	349	314	339
4	127	131	112	115	147	112	131	139	180	169	169	159
5+	212	261	210	169	222	204	200	242	226	160	184	171
合計	910	909	979	925	1,070	997	991	1,221	1,253	1,310	1,068	1,178

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
1	1,792	2,157	2,234	2,157	2,298	2,607	2,606	2,958	3,190	2,616	2,601	1,739
2	1,186	1,118	1,431	1,305	1,335	1,305	1,473	1,649	1,672	1,869	1,592	1,794
3	492	461	485	557	511	495	472	578	632	694	647	736
4	235	207	185	213	236	193	220	199	222	231	225	221
5+	190	200	168	152	173	171	163	167	135	106	118	115
合計	3,895	4,143	4,503	4,385	4,552	4,771	4,934	5,551	5,851	5,517	5,183	4,604

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
1	0.27	0.21	0.34	0.28	0.37	0.37	0.26	0.37	0.33	0.30	0.17	0.29
2	0.74	0.64	0.74	0.74	0.79	0.82	0.73	0.76	0.68	0.86	0.57	0.72
3	0.67	0.71	0.62	0.66	0.77	0.61	0.66	0.76	0.81	0.93	0.88	0.81
4	0.55	0.68	0.64	0.55	0.67	0.60	0.63	0.80	1.01	0.85	0.89	0.84
5+	0.55	0.68	0.64	0.55	0.67	0.60	0.63	0.80	1.01	0.85	0.89	0.84

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
1	376	453	469	453	483	547	547	621	670	549	546	365
2	605	570	730	666	681	666	751	841	853	953	812	915
3	453	424	446	512	470	456	434	532	582	638	595	677
4	331	291	261	300	332	273	310	280	312	326	317	311
5+	552	582	489	443	502	498	475	487	392	309	345	334
合計	2,318	2,321	2,395	2,375	2,468	2,439	2,517	2,761	2,809	2,776	2,614	2,602

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
漁獲量	910	909	979	925	1,070	997	991	1,221	1,253	1,310	1,068	1,178
資源量	2,318	2,321	2,395	2,375	2,468	2,439	2,517	2,761	2,809	2,776	2,614	2,602
漁獲割合	39	39	41	39	43	41	39	44	45	47	41	45
親魚量	1,639	1,583	1,561	1,589	1,645	1,559	1,594	1,720	1,713	1,750	1,662	1,779
放流1歳魚加入尾数	177	203	192	212	164	180	141	145	265	166	103	65
天然1歳魚加入尾数	1,616	1,954	2,041	1,945	2,135	2,427	2,465	2,813	2,925	2,451	2,498	1,674
再生産成功率	1.19	1.29	1.25	1.34	1.48	1.58	1.76	1.70	1.43	1.43	1.01	

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、日裁協、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	745	320	156	700	239	304	441	144	318	3,366
2010	833	326	152	468	201	283	375	122	225	2,985

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(%)

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		57	69	49	25	49	62	39	74

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	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010
漁獲量（トン）	997	1,070	875	972	256	240	193	206	1,253	1,310	1,068	1,178
放流尾数（千尾）	2,991	2,830	2,160	1,980	1,532	1,316	1,206	1,005	4,523	4,146	3,366	2,985
放流尾数／漁獲量	3.0	2.6	2.5	2.0	6.0	5.5	6.3	4.9	3.6	3.2	3.2	2.5
年齢別総漁獲尾数（千尾）												
1歳	389	346	229	241	431	263	143	151	820	608	372	392
2歳	578	805	484	697	169	172	143	137	747	977	627	834
3歳	284	343	300	318	32	36	41	51	316	379	341	369
4歳				101				12				113
年齢別放流魚漁獲尾数（千尾）												
1歳	14	10	4	7	54	28	11	8	68	39	15	15
2歳		20	9	12	15	21	14	9		41	23	22
3歳			4	6		6	9	6			14	12
4歳				2				2				4
放流魚混入率（%）												
1歳	3.7	3.0	1.7	2.8	12.5	10.7	7.6	5.2	8.3	6.3	4.0	3.7
2歳		2.5	1.8	1.8	9.2	12.5	9.9	6.9		4.2	3.6	2.6
3歳			1.4	1.9		15.4	22.8	12.3			4.0	3.3
4歳				1.6				18.6				3.4
添加効率*									0.050	0.037	0.025	0.019

* 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	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
資源量（トン）	0.43	0.6Fcurrent	2,602	2,428	2,374	2,809	3,180	3,698	4,229
	0.50	0.7Fcurrent	2,602	2,428	2,374	2,668	2,883	3,199	3,501
	0.58	0.8Fcurrent	2,602	2,428	2,374	2,536	2,621	2,779	2,912
	0.65	0.9Fcurrent	2,602	2,428	2,374	2,413	2,389	2,423	2,435
	0.72	Fcurrent	2,602	2,428	2,374	2,298	2,184	2,121	2,045
	0.86	1.2Fcurrent	2,602	2,428	2,374	2,091	1,841	1,644	1,464
漁獲量（トン）	0.43	0.6Fcurrent	1,178	1,067	714	872	980	1,142	1,304
	0.50	0.7Fcurrent	1,178	1,067	806	928	996	1,107	1,211
	0.58	0.8Fcurrent	1,178	1,067	890	968	994	1,057	1,107
	0.65	0.9Fcurrent	1,178	1,067	969	996	981	998	1,002
	0.72	Fcurrent	1,178	1,067	1,043	1,014	960	935	900
	0.86	1.2Fcurrent	1,178	1,067	1,174	1,026	903	808	719

Fcurrentは2005～2009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(1.29)と仮定した。



図 1. ヒラメ日本海北・中部系群の分布域

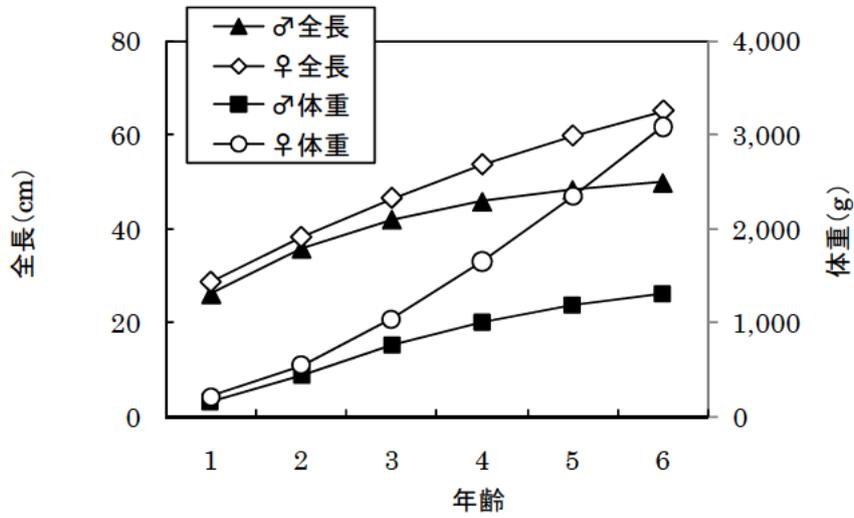


図 2. 2006～2008 年の新潟～秋田の精密測定結果に基づくヒラメの成長

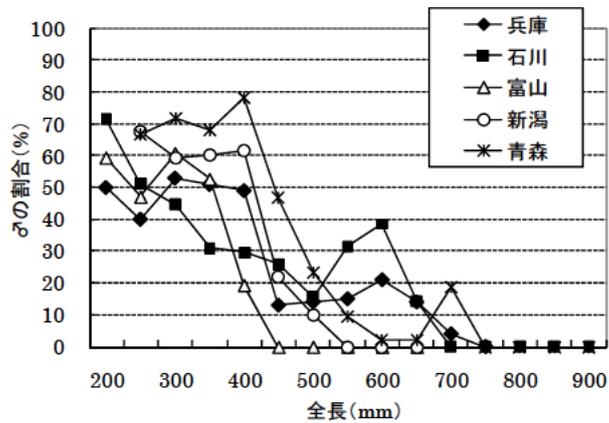


図 3. 全長階級別の雄の割合
(五利江ほか 2006、石川県 2003、浦邊ら 2007)

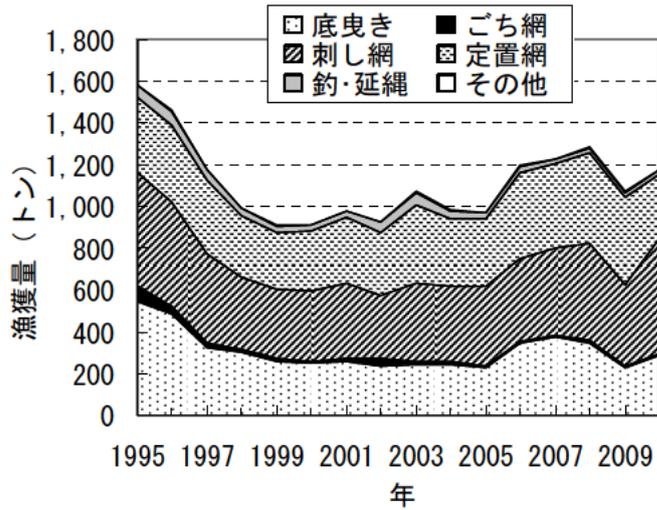


図 4. 漁業種類別漁獲量 (農林統計)

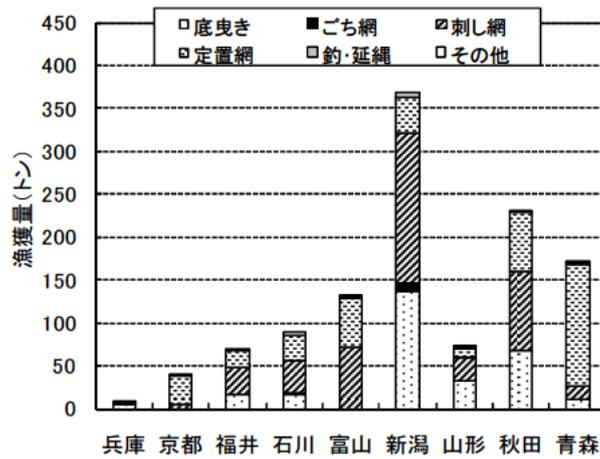


図 5. 県別漁業種類別漁獲量 (2010 年)

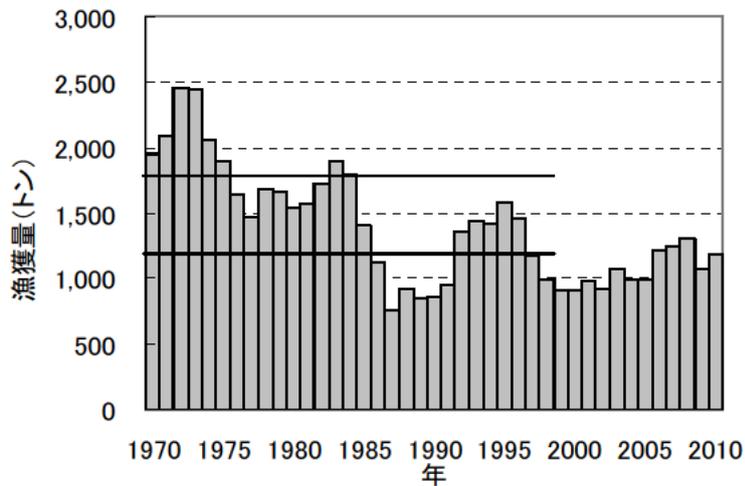


図 6. 漁獲量の経年変化 (農林統計) 横実線は 1998 年までの資源水準の境界 (高位・中位 1,800 トン、中位・低位 1,200 トン)。

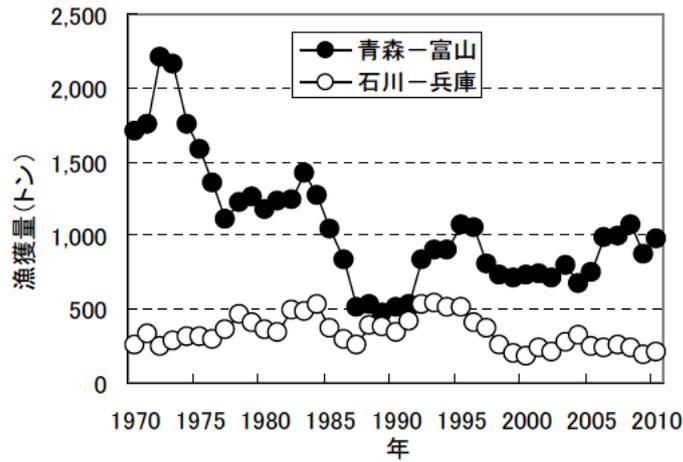


図 7. 海域別の漁獲量（農林統計）

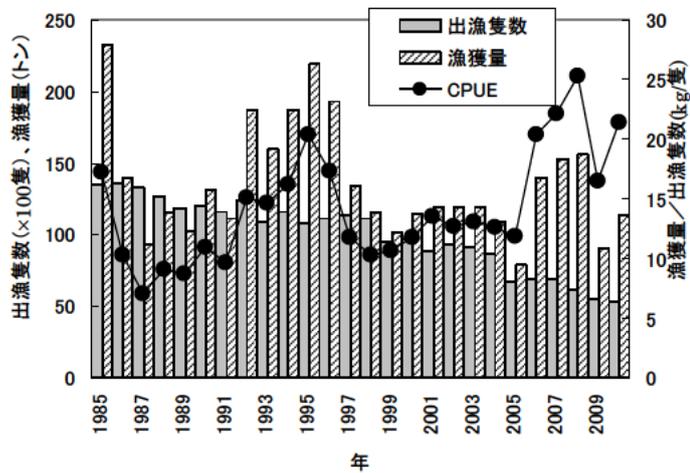


図 8. 新潟県の板曳網の出漁隻数（主要 4 港）、漁獲量および CPUE（新潟県資料）

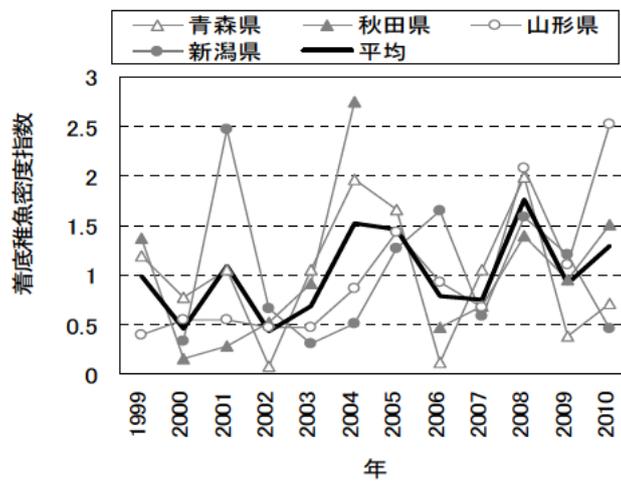


図 9. ヒラメ稚魚密度指数 各県の調査
期間内の平均値を 1 とする（各県調査資料より計算）。

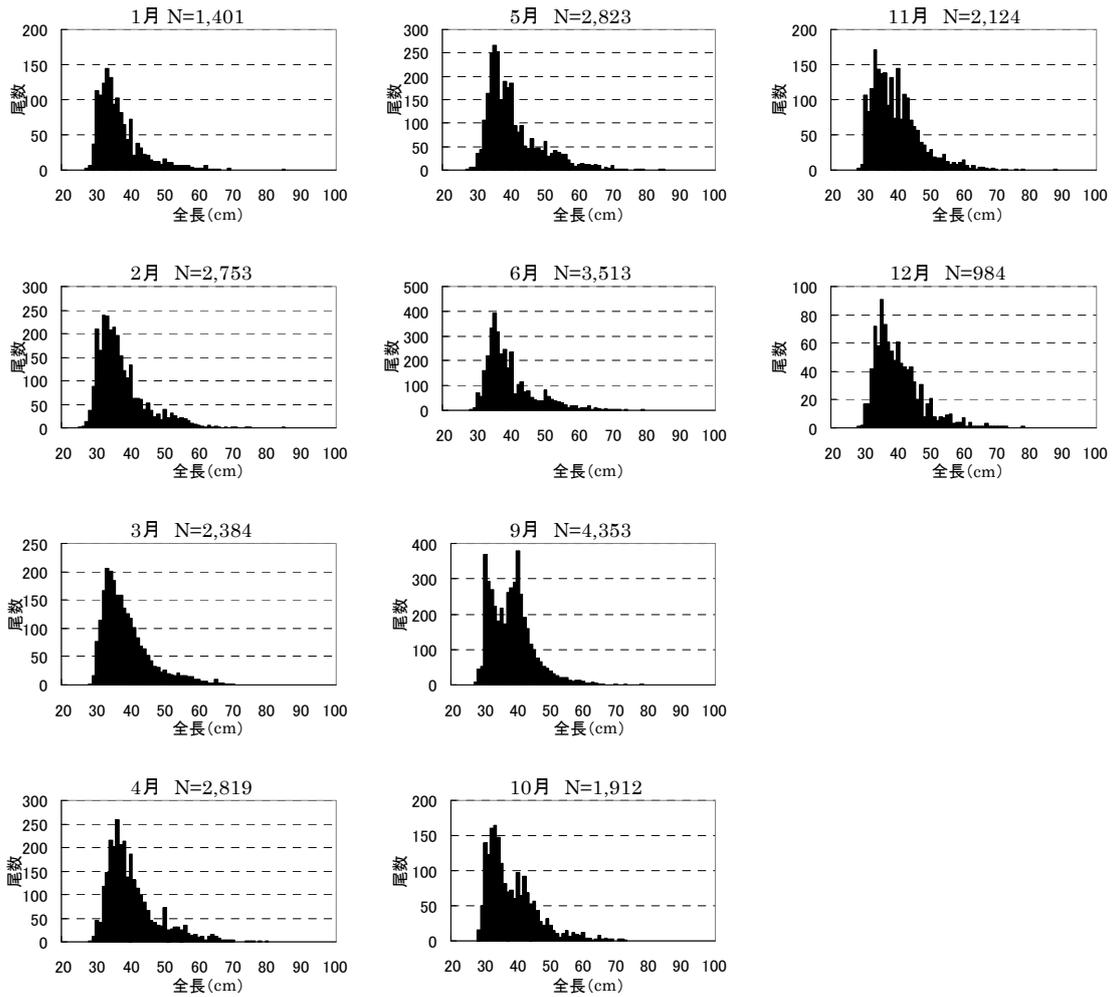


図 10. 新潟県岩船港における漁獲物の全長組成 (2010 年) 尾数は各月の調査尾数を示す。

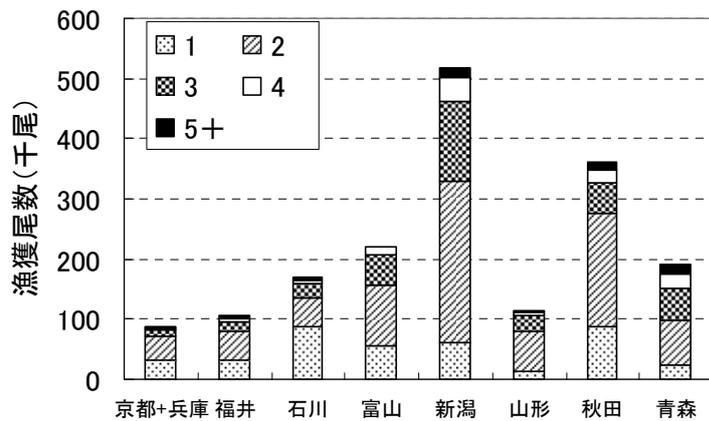


図 11. 2010 年の府県別年齢別漁獲尾数

年齢起算日は 1 月 1 日。

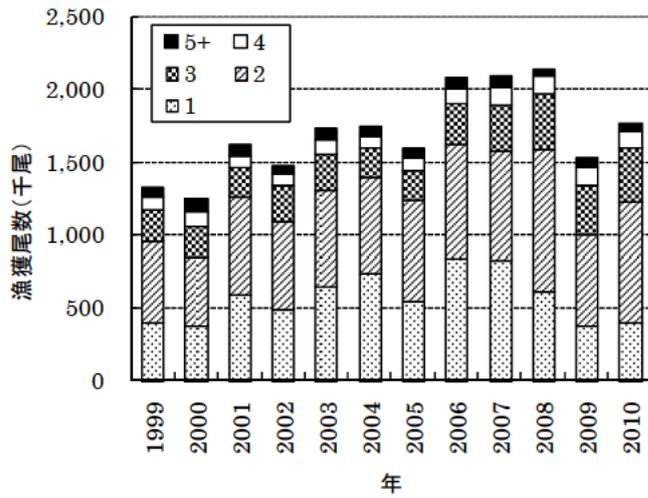


図 12. 年齢別漁獲尾数の推移 年齢起算日は1月1日。

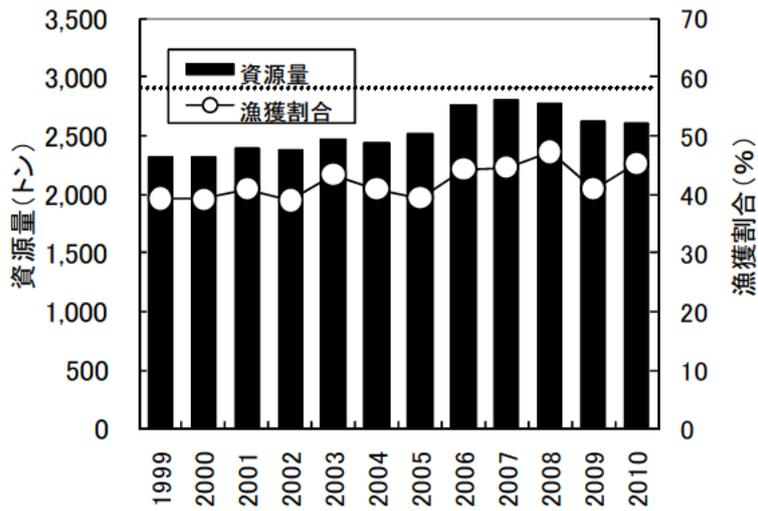


図 13. 資源量と漁獲割合の推移

横点線は資源水準低位と中位の境界 (2,900 トン)。

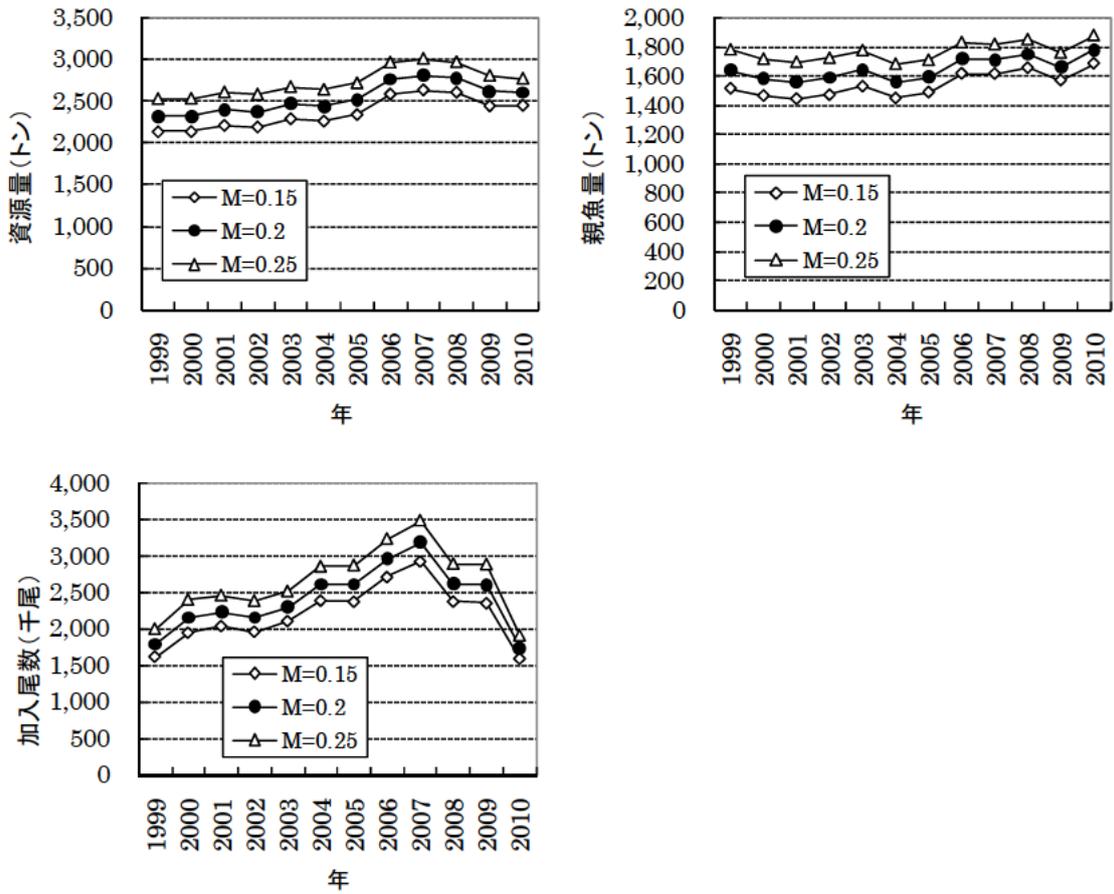


図 14. M を変化させたときの資源量 (左上)、親魚量 (右上)、加入尾数 (下) の変化

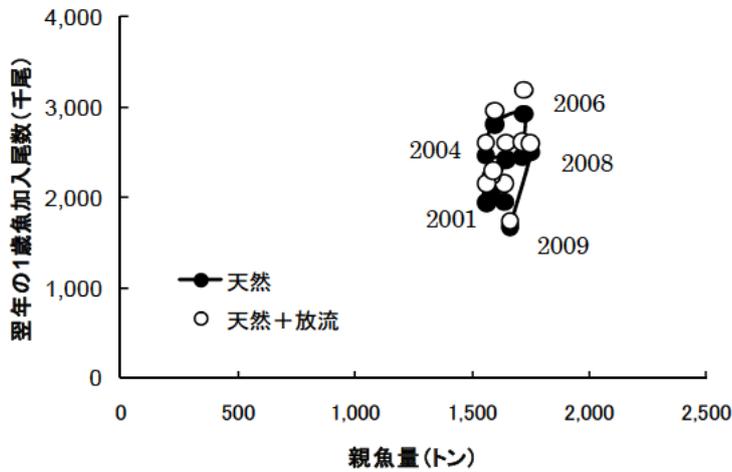


図 15. 親魚量と翌年の1歳魚加入尾数

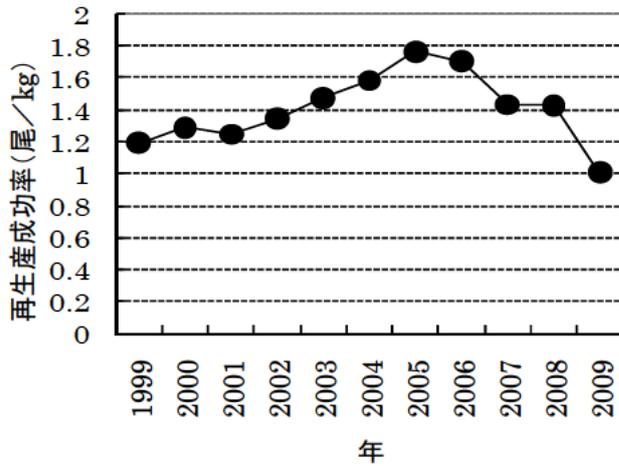


図 16. 再生産成功率の推移

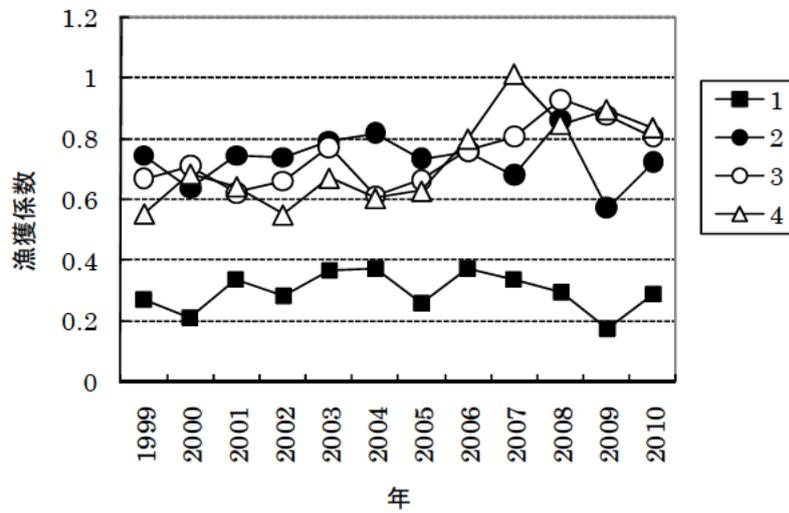


図 17. 年齢別の漁獲係数の推移

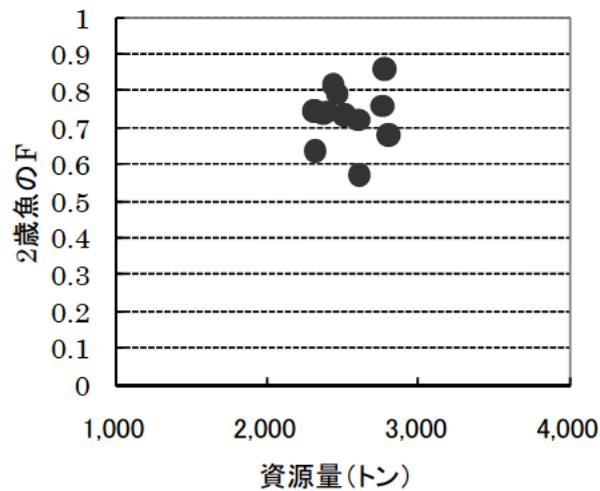


図 18. 資源量と 2 歳魚の漁獲係数 (F) の関係

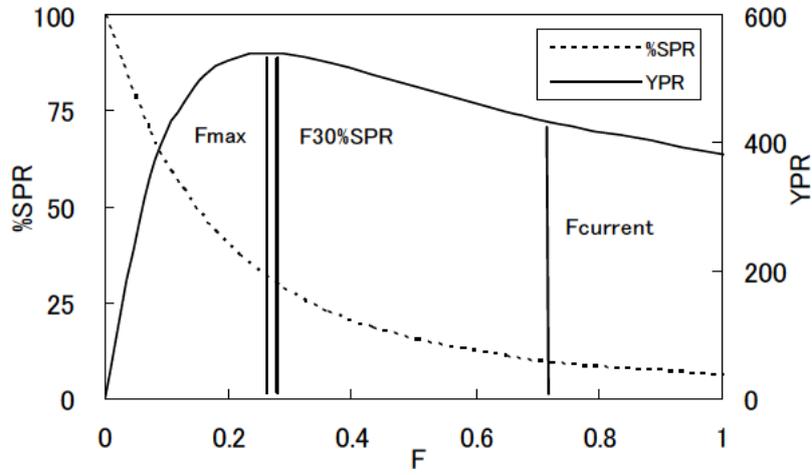


図 19.2 歳魚の漁獲係数(F)と YPR、%SPR の関係

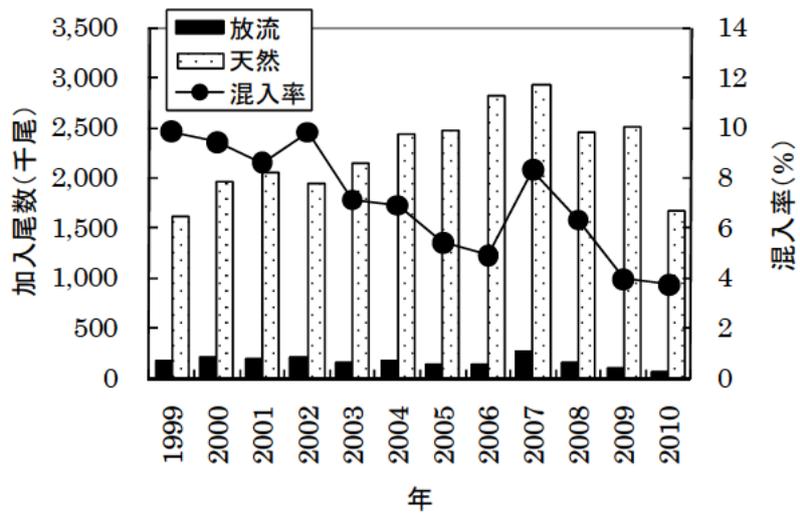


図 20. 天然魚、放流魚の加入尾数と放流魚混入率

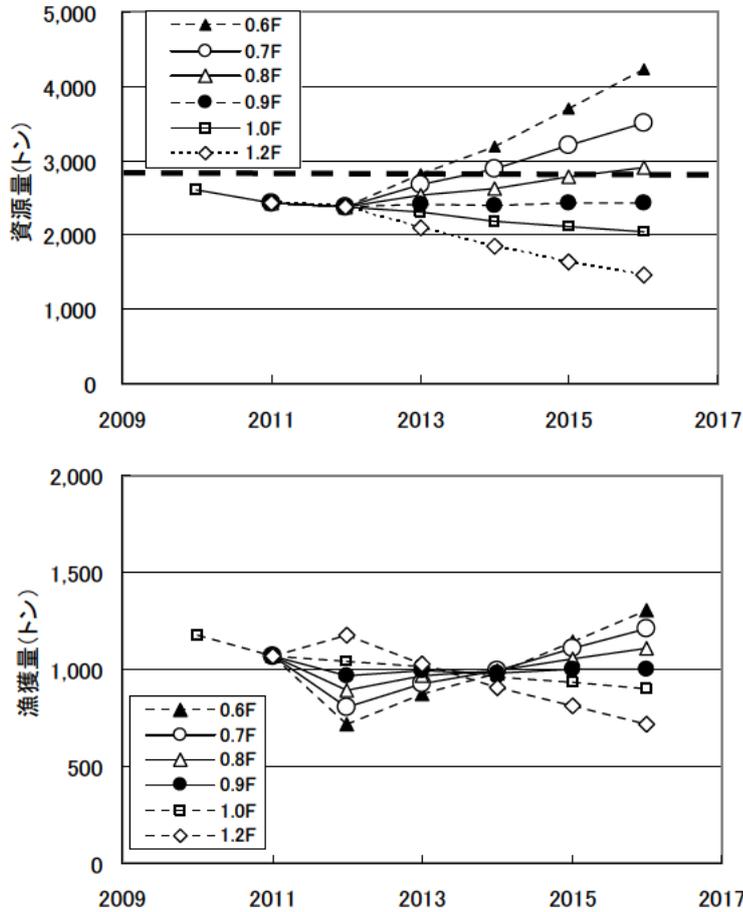


図 21. F の変化による資源量(上)と漁獲量(下)の推移

凡例内の F は $F_{current}(0.72)$ 、数値は $F_{current}$ に対する係数
 $0.8F = F_{rec}$ 、資源量(上)に示した横鎖線は B_{limt} (2,900 トン)。

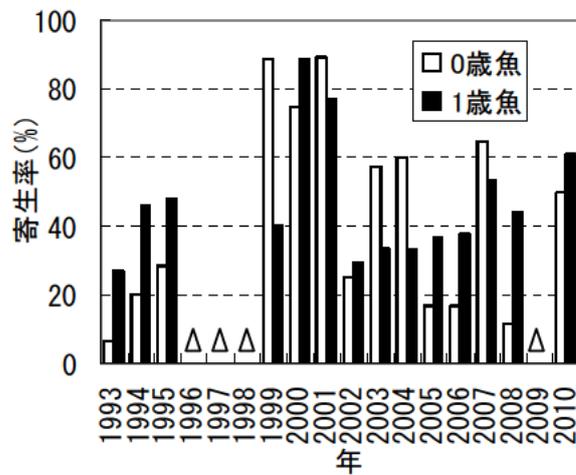
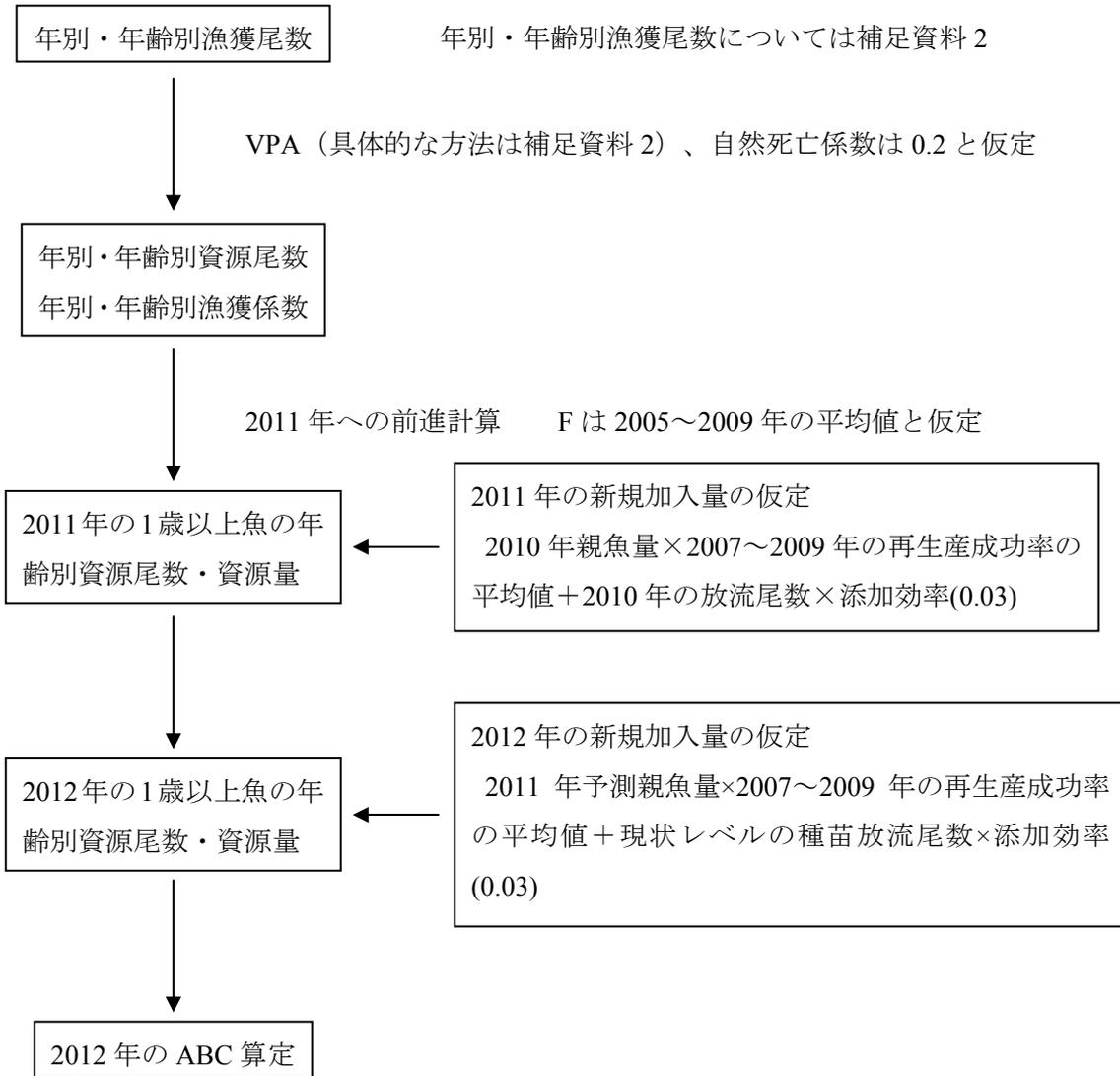


図 22. 新潟県北部沿岸における 9、10 月のネオヘテロボツリウム寄生率
 Δ は寄生率の欠測。

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 2007～2010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（2008～2010年は下表、1999～2007年については前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）、ならびに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）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

$$N_{a,2010} = \frac{C_{a,2010}}{1 - \exp(-F_{a,2010})} \exp\left(\frac{M}{2}\right)$$

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、 $F_{5+,2010}$ は $F_{5+,2010} = F_{4,2010}$ 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(2006) 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(2011)を参照のこと。

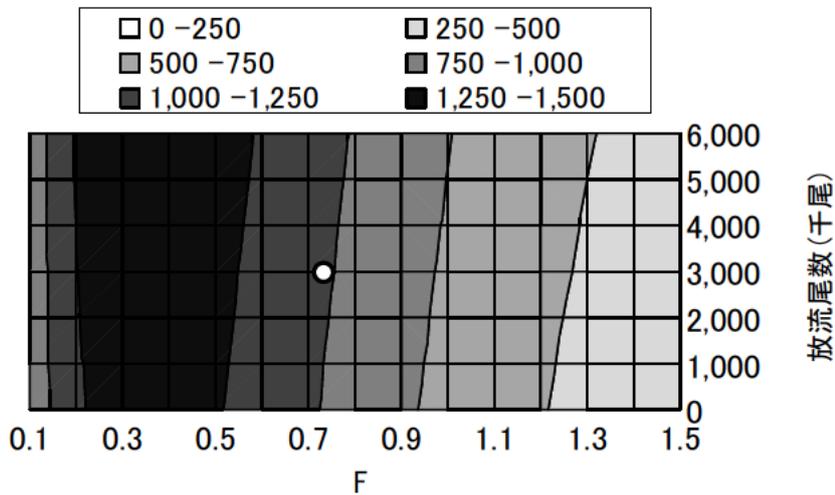
試算に当たり、RPSは2007～2009年の平均値1.29、添加効率は0.03を与えた。これらの条件のもと、2012年以降5年間、放流尾数と漁獲係数および漁獲開始サイズと放流尾数を変化させ、期待される2016年の漁獲量を推定した。放流尾数は0～600万尾の範囲で、漁獲係数は0～1.5の範囲で、漁獲開始サイズは20～38cmの範囲で変化させた。

補足図3-1は、漁獲係数と放流尾数を変化させたときの2016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。

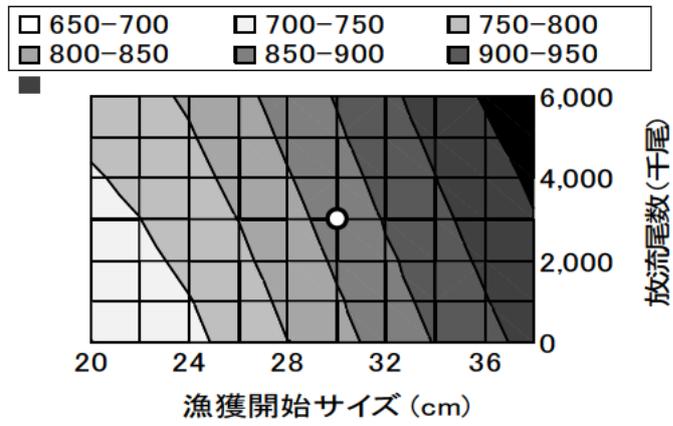
補足図3-2は、漁獲開始サイズと放流尾数を変化させたときの2016年の漁獲量の等量線図である。漁獲開始サイズの2cmの増減は、放流尾数の概ね300万尾分に相当している。

引用文献

亘 真吾(2011) 平成23年度ヒラメ瀬戸内海系群の資源評価. 平成23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2016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 2016 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。