

平成 25 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。2012 年の本系群の漁獲量は 836 トン（暫定値）であり、前年を 264 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 2010 年までは 2,300～2,800 トンの間を推移してきたが、2007 年以降は減少傾向にあり、2012 年は 1,782 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。2012 年以降の再生産成功率が過去 3 年間（2008～2011 年、ただし 2010 年除く）の平均値、人工種苗放流が現状と同程度で継続されとする仮定の下で計算された F_{rec} による 2014 年の漁獲量 490 トンを ABC_{limit} 、さらに不確実性を考慮して安全率 α を 0.8 とし、 $0.8F_{rec}$ による推定漁獲量 410 トンを ABC_{target} とした。

	2014 年 ABC (トン)	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABC_{limit}	490	F_{rec}	0.41	31%
ABC_{target}	410	$0.8F_{rec}$	0.33	26%

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
2011	2,135	1,101	0.81	52%
2012	1,782	836	0.74	47%
2013	1,690			

2012 年の漁獲量は暫定値、2012 年の F 値は過去 3 年間の 2 歳の F の平均値、2013 年の資源量はコホート解析による過去 3 年間（2008～2011 年、ただし 2010 年除く）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 (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 体重・体長 年齢測定調査（水研セ、青森～新潟(4)県） ・精密測定 資源評価調査以外による調査結果 ・各県栽培漁業協会等業務報告書 ・各県資料
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～新潟(4)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）

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、2011 年には263 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ヵ月の浮遊生活後、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。

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

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

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 15 年程度と推定される（南 1997）。

（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 80%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 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 1 割程度を占める 100 トン以上の水揚げがある（2012 年は 101 トン、12.0%）。

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 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、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といえる。近年の漁獲量は 2008 年をピークとして、2009 年は 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、2012 年は前年を 264 トン下回る 836 トンと大きく減少した（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、2012 年の出漁隻数は 1986 年の約 4 割となる 4,942 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

1999～2012 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、2012 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（2009～2011 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。主要4港の漁獲量と出漁隻数データ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CPUEが倍増、1985年以降の最大値（25.3kg／隻）を示したが、2009年に大きく減少した。2010、2011年にCPUEは再び増加したが、2012年は19.3kg／隻に減少した（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、2012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。2011年の稚魚密度は青森県、山形県で過去最大となったことから、4県平均で過去最大となった。しかしながら、この高い稚魚密度は、必ずしも翌2012年の1歳魚加入尾数に結びついていない。2012年の稚魚密度は、青森県、山形県、新潟県で平年（1999～2012年の平均）並みであったが、秋田県で過去最大となったことを反映して、2011年に次ぐ高い値となった。

(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年に漁獲加入が少なかった2010年級は、2012年前半も少なく、3月に入って全長33cmモードとしてようやくまとまった漁獲が見られた。2011年級は例年同様9月以降に30～35cm台のモードとして漁獲加入した。

府県別年齢別漁獲尾数を図11に示す。京都府、福井県では1歳魚の割合が4割以上であるが、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2012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求めた資源量は1999年以降2010年までは2,300～2,800トンの間を推移してきたが、2007年以降は減少傾向にあり、2012年は1,782トンと推定された。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43～52%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314万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、2011年は152

万尾、2012 年は前年をやや上回り、178 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。2012 年の漁獲量は 836 トン、資源量の推定値は 1,782 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 2010 年まで、親魚量はおおむね 1,600～1,800 トンの間を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（図 15、表 7）。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 年は期間内の最小値である 0.84、2011 年は 1.13 であった。（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。おおむね、1 歳魚の F は 0.2～0.4、2～4 歳魚

の F は 0.6～1.2 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。2009～2011 年の 2 歳魚の F の平均($F_{current}$)は 0.74 であり、 YPR が最大となる $F_{max}(0.24)$ および 30% SPR を達成する $F_{30\%SPR}(0.25)$ に対して 3 倍と高い値である。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 2011 年には 263 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、各県未発表資料）。なお、2012 年は、秋田県、山形県、新潟県、福井県、京都府の 1 府 4 県のデータが利用可能であった。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 2007～2012 年でそれぞれ 8.3%、6.3%、4.0%、3.7%、12.3%、6.9%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。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 2006～2011 年放流群で 0.049、0.035、0.024、0.023、0.060、0.047（平均 0.040）と推定された（表 10）。

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、2014 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 2018 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、3-2 は、放流尾数と漁獲係数を変化させた場合の 2018 年の漁獲量と資源量の等量線図である。現状の本系群のパラメータ条件（ $RPS=1.27$ 、添加効率 0.04）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. 2014 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 1999 年以降 2010 年までは 2,300～2,800 トンの間を推移してきたが、2007 年以降は減少傾向にあり、2012 年は 1,782 トンと推定された。前年度同様、本年度評価においても資源水準は低位（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) 2014 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) $F_{limit} = F_{rec}$ 、 $F_{target} = F_{limit} \times \alpha$ （ α 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、2012 年以降の再生産成功率に 2008～2011 年（2010 年を除く）の平均値 1.27 を用いた。なお、2010 年の再生産成功率の値が 1999 年以来の再生産成功率の範囲から大きく外れる低い値となったこと（図 16）を考慮して、昨年度と同様に 2010 年を平均から除いた。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 270 万尾、添加効率 0.04）、漁獲係数と各年齢への漁獲選択率については 2012 年と同値（2009～2011 年の平均値）とした。

その結果、 $F=0.41$ で漁獲した場合、5 年後（2018 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 2014 年漁獲量は 490 トンで、これを ABClimit 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 410 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。

	2014 年 ABC (トン)	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABClimit	490	F_{rec}	0.41	31%
ABCtarget	410	$0.8F_{rec}$	0.33	26%

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。

(3) ABClimit の評価

ABC 算定と同じ条件の下で、2014 年以降、 $F_{current}$ の 0.3～1.2 倍の F を継続した場合の 2018 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。 $F_{rec}(=0.55F_{current})$ で漁獲した場合、2014 年の漁獲量は減少するが、2015 年以降は資源量の回復と共に漁獲量も増大し、2018 年には資源量が Blimit である 2,900 トンに回復するとともに、2018 年の漁獲量も 926 トンとなり、2012 年の漁獲量を上回った。一方、 $0.9F_{current} \sim 1.2F_{current}$ で漁獲した場合は資源量および漁獲量は減少、 $0.7F_{current} \sim 0.8F_{current}$ で漁獲した場合はほぼ現状維

持と考えられる。

(4) ABC の再評価

昨年度評価以降追加 されたデータセット	修正・更新された数値
2011 年漁獲量確定値	2011 年漁獲量の確定
2012 年漁獲量概数値	2012 年漁獲量概数値の追加
2012 年年齢別・年別漁獲尾数 2011 年年齢別・年別漁獲尾数 の見直し	2012 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)
2012 年 (当初)	Frec	0.58	2,374	890	750	
2012 年 (2012 年再評価)	Frec	0.59	2,200	820	700	
2012 年 (2013 年再評価)	Frec	0.48	1,782	580	480	836
2013 年 (当初)	Frec	0.56	2,181	820	690	
2013 年 (2013 年再評価)	Frec	0.45	1,690	530	450	

ABC は 10 トン未満を四捨五入。

2012 年資源評価の 2013 年再評価では、管理基準 Frec での ABC は前年再評価時を 30%程度下回った。2013 年資源評価の 2013 年再評価では、管理基準 Frec での ABC は前年再評価時を 35%程度下回った。これは 2012 年の漁獲尾数が少なかったため、コホート解析により求めた 2012 年の資源尾数が、前年度および前々年度に将来予測した資源尾数を下回ったこと、および、将来予測に用いた RPS が前年度および前々年度よりも減少したことにより、将来の加入量と資源量も下方修正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。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、期待漁獲量が増加することがわかる（図 22）。本系群の分布する各府県においては、全長20～35cmの漁獲規制サイズが設けられているが、規制サイズが20～25cm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 2011 年には 263 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 *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。2012 年の寄生率は、調査した 0 歳魚と 1 歳魚でそれぞれ約 7%と約 30%であり、近年では低い値であった（図 23）。青森県、秋田県、新潟県がそれぞれ実施した調査においても、2012 年の寄生率は例年に比べて低く（青森県ほか 2013）、日本海北部での寄生率は低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(2013) 日本海北区広域連携ヒラメ調査報告書（平成 24 年度）, 27pp.
- 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(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.
- 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.
- 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）

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

*2012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	2012
1	386	370	579	477	637	730	536	828	820	608	372	392	310	321
2	564	476	679	617	660	659	694	793	747	977	627	832	692	457
3	217	212	203	244	249	205	207	279	316	379	341	368	388	290
4	90	93	80	82	104	79	93	99	128	120	120	113	120	102
5+	73	90	72	58	76	70	69	83	78	55	63	59	54	42
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	1,564	1,212

2011年の漁獲尾数の算出方法を改訂（補足資料2参照）。

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	2012
1	81	78	121	100	134	153	113	174	172	128	78	82	65	67
2	287	243	346	314	337	336	354	404	381	498	320	425	353	233
3	200	195	187	224	229	189	191	256	291	349	314	339	357	267
4	127	131	112	115	147	112	131	139	180	169	169	159	169	144
5+	212	261	210	169	222	204	200	242	226	160	184	171	156	124
合計	910	909	979	925	1,070	997	991	1,221	1,253	1,310	1,068	1,176	1,101	836

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	2012
1	1,792	2,157	2,233	2,156	2,297	2,604	2,597	2,938	3,143	2,478	2,489	2,115	1,521	1,783
2	1,186	1,118	1,431	1,305	1,334	1,304	1,471	1,641	1,656	1,831	1,478	1,702	1,377	965
3	492	461	485	557	511	495	471	576	626	680	615	643	640	501
4	235	207	185	213	235	193	219	198	220	226	214	195	193	173
5+	190	200	168	152	173	171	163	167	134	104	113	101	87	72
合計	3,895	4,142	4,502	4,383	4,550	4,767	4,921	5,521	5,778	5,319	4,908	4,755	3,818	3,495

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	2012
1	0.27	0.21	0.34	0.28	0.37	0.37	0.26	0.37	0.34	0.32	0.18	0.23	0.26	0.22
2	0.74	0.64	0.74	0.74	0.79	0.82	0.74	0.76	0.69	0.89	0.63	0.78	0.81	0.74
3	0.67	0.71	0.62	0.66	0.77	0.61	0.67	0.76	0.82	0.96	0.95	1.00	1.11	1.02
4	0.55	0.68	0.64	0.55	0.67	0.60	0.63	0.80	1.02	0.88	0.97	1.03	1.16	1.05
5+	0.55	0.68	0.64	0.55	0.67	0.60	0.63	0.80	1.02	0.88	0.97	1.03	1.16	1.05

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	2012
1	376	453	469	453	482	547	545	617	660	520	523	444	319	374
2	605	570	730	666	680	665	750	837	845	934	754	868	702	492
3	453	424	446	512	470	455	433	530	576	626	566	591	589	461
4	331	291	261	300	332	272	309	279	310	319	301	274	272	244
5+	552	582	489	443	502	497	474	485	389	302	328	294	252	210
合計	2,317	2,320	2,395	2,374	2,467	2,437	2,512	2,749	2,780	2,701	2,471	2,472	2,135	1,782

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	2012
漁獲量	910	909	979	925	1,070	997	991	1,221	1,253	1,310	1,068	1,176	1,101	836
資源量	2,317	2,320	2,395	2,374	2,467	2,437	2,512	2,749	2,780	2,701	2,471	2,472	2,135	1,782
漁獲割合	39	39	41	39	43	41	39	44	45	48	43	48	52	47
親魚量	1,639	1,582	1,561	1,588	1,644	1,557	1,591	1,713	1,698	1,714	1,572	1,594	1,465	1,161
放流1歳魚加入尾数	177	203	192	212	164	180	141	145	261	157	99	79	188	123
天然1歳魚加入尾数	1,616	1,953	2,041	1,944	2,133	2,424	2,456	2,793	2,881	2,321	2,390	2,037	1,333	1,660
再生産成功率	1.19	1.29	1.25	1.34	1.47	1.58	1.76	1.68	1.37	1.39	1.30	0.84	1.13	-

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）

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

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	-	100	58	40	-	-	86	23	28
2012	-	100	78	78	-	-	40	2	45

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	2012	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2007	2008	2009	2010	2011	2012
漁獲量（トン）	997	1,070	875	972	905	646	256	240	193	204	195	190	1,253	1,310	1,068	1,176	1,101	836
放流尾数（千尾）	2,991	2,830	2,167	2,009	1,717		1,532	1,316	1,189	1,121	910		4,523	4,146	3,356	3,130	2,627	
放流尾数／漁獲量	3.0	2.6	2.5	2.1	1.9		6.0	5.5	6.2	5.5	4.7		3.6	3.2	3.1	2.7	2.4	
年齢別総漁獲尾数（千尾）																		
1歳	389	346	229	241	178	122	431	263	143	151	133	199	820	608	372	392	310	321
2歳	578	805	484	697	513	302	169	172	143	135	179	154	747	977	627	832	692	457
3歳	284	343	300	318	350	256	32	36	41	50	37	34	316	379	341	368	388	290
4歳				101	110	93				12	10	9				113	120	102
5+歳					44	34					9	8					54	42
年齢別放流魚漁獲尾数（千尾）																		
1歳	14	10	4	7	20	5	54	28	11	8	19	17	68	39	15	15	38	22
2歳		20	9	12	11	10	15	21	14	9	13	30		41	23	22	24	40
3歳			4	6	6	4		6	9	6	4	4			14	12	9	8
4歳				2	9	1				2	1	1				4	10	2
5+歳					1	1					2	1					4	2
放流魚混入率（%）																		
1歳	3.7	3.0	1.7	2.8	11.1	4.2	12.5	10.7	7.6	5.2	14.1	8.5	8.3	6.3	4.0	3.7	12.3	6.9
2歳		2.5	1.8	1.8	2.2	3.3	9.2	12.5	9.9	6.9	7.2	19.7		4.2	3.6	2.6	3.5	8.8
3歳			1.4	1.9	1.6	1.6		15.4	22.8	12.3	9.7	11.7			4.0	3.3	2.4	2.8
4歳				1.6	8.1	1.2				18.6	11.0	7.6				3.4	8.3	1.8
5+歳					3.4	3.9					24.5	8.2					7.0	4.7
添加効率*													0.049	0.035	0.024	0.023	0.060	0.047

* 漁獲加入時（10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	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
資源量 (トン)	0.22	0.30Fcurrent	1,782	1,690	1,596	2,185	2,917	3,834	4,933
	0.33	0.44Fcurrent	1,782	1,690	1,596	2,014	2,481	3,026	3,641
	0.41	0.55Fcurrent	1,782	1,690	1,596	1,892	2,198	2,536	2,900
	0.52	0.70Fcurrent	1,782	1,690	1,596	1,741	1,877	2,016	2,156
	0.59	0.80Fcurrent	1,782	1,690	1,596	1,652	1,701	1,748	1,792
	0.67	0.90Fcurrent	1,782	1,690	1,596	1,569	1,549	1,525	1,501
	0.74	1.00Fcurrent	1,782	1,690	1,596	1,493	1,417	1,339	1,268
	0.89	1.20Fcurrent	1,782	1,690	1,596	1,358	1,200	1,050	924
漁獲量 (トン)	0.22	0.30Fcurrent	836	786	297	439	590	766	984
	0.33	0.44Fcurrent	836	786	409	548	678	819	985
	0.41	0.55Fcurrent	836	786	489	608	707	809	926
	0.52	0.70Fcurrent	836	786	588	660	711	760	814
	0.59	0.80Fcurrent	836	786	646	681	700	717	736
	0.67	0.90Fcurrent	836	786	700	692	683	671	661
	0.74	1.00Fcurrent	836	786	749	698	663	626	592
	0.89	1.20Fcurrent	836	786	836	694	617	540	473

Fcurrentは2009～2011年における2歳のFの平均。再生産成功率(RPS)は2007～2011年の平均(ただし2010年は除く; 1.27)と仮定した。



図 1. ヒラメ日本海北・中部系群の分布域

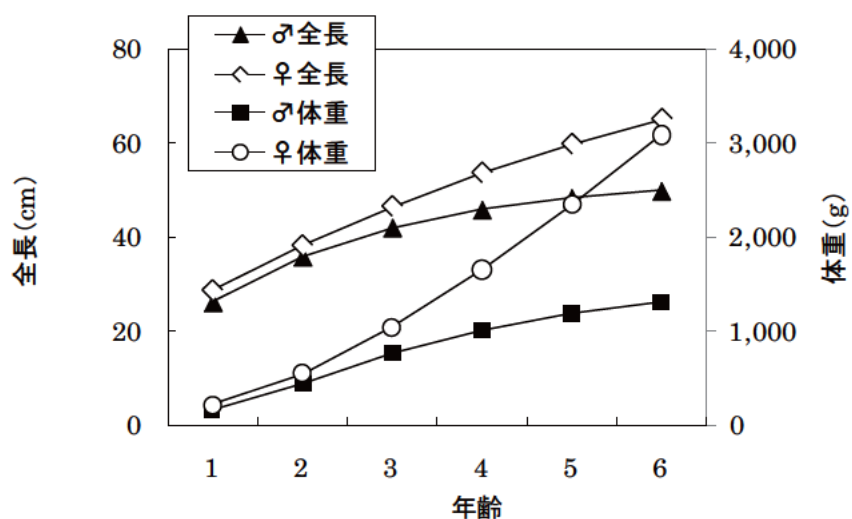


図 2. 2006～2008 年の新潟県～秋田県の精密測定結果に基づくヒラメの成長

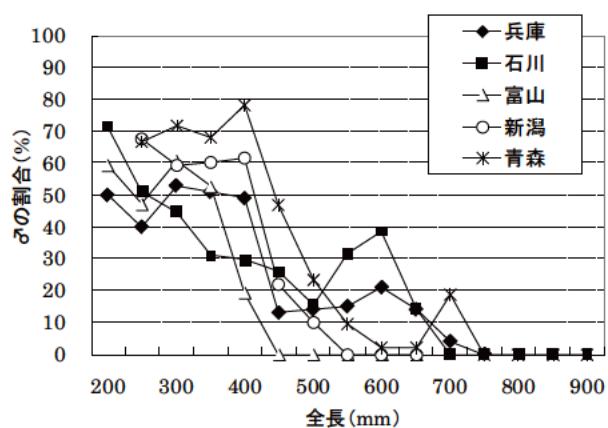


図 3. 全長階級別の雄の割合

(五利江ほか 2005、石川県 2003、浦邊ほか 2007)

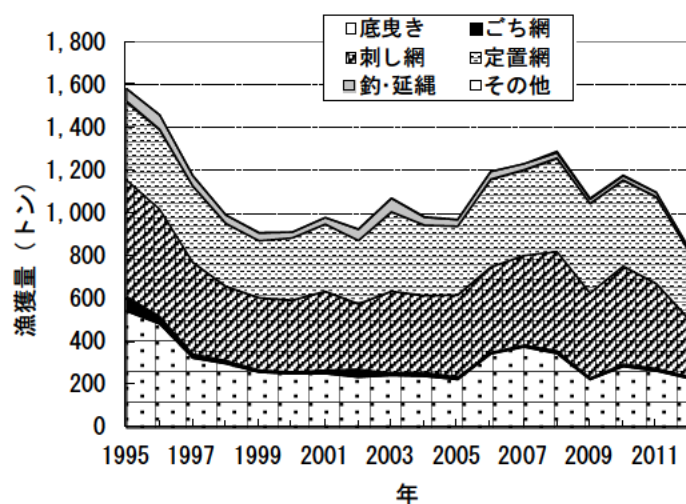


図 4. 漁業種類別漁獲量（農林統計）

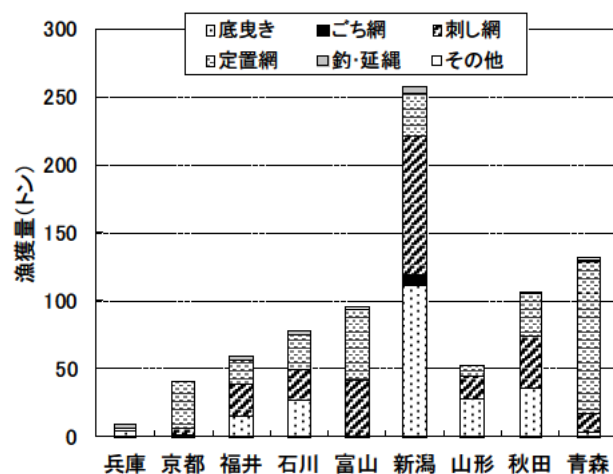


図 5. 県別漁業種類別漁獲量（2012 年）

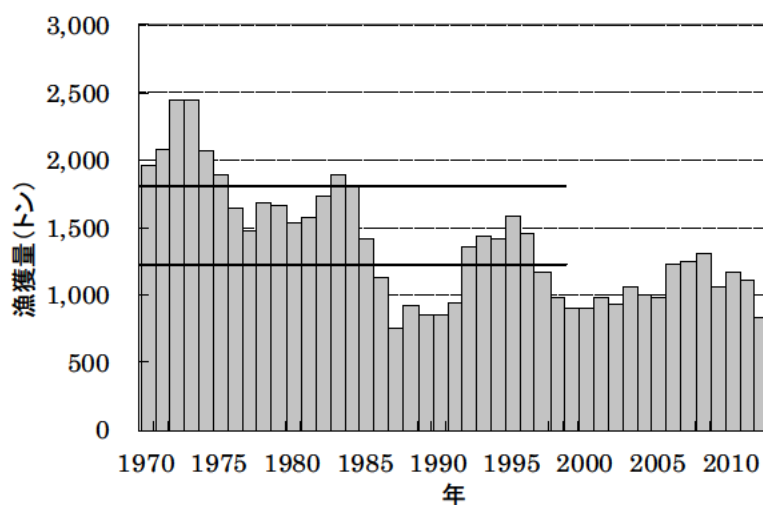


図 6. 漁獲量の経年変化（農林統計） 横実線は 1998 年までの資源水準の境界（高位・中位 1,800 トン、中位・低位 1,200 トン）。

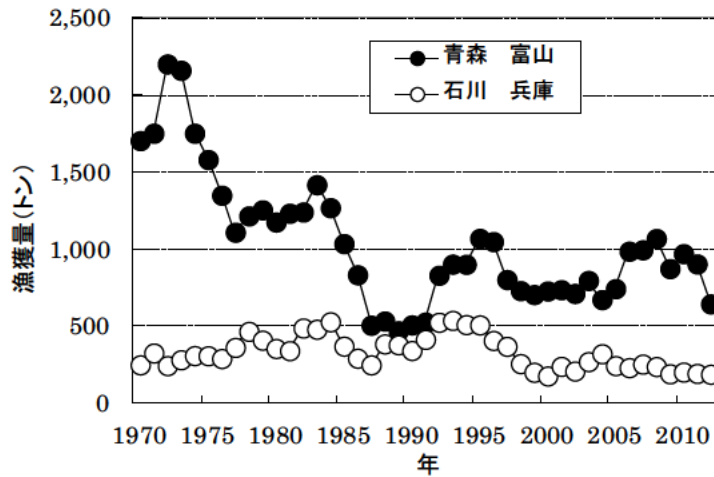


図 7. 海域別の漁獲量（農林統計）

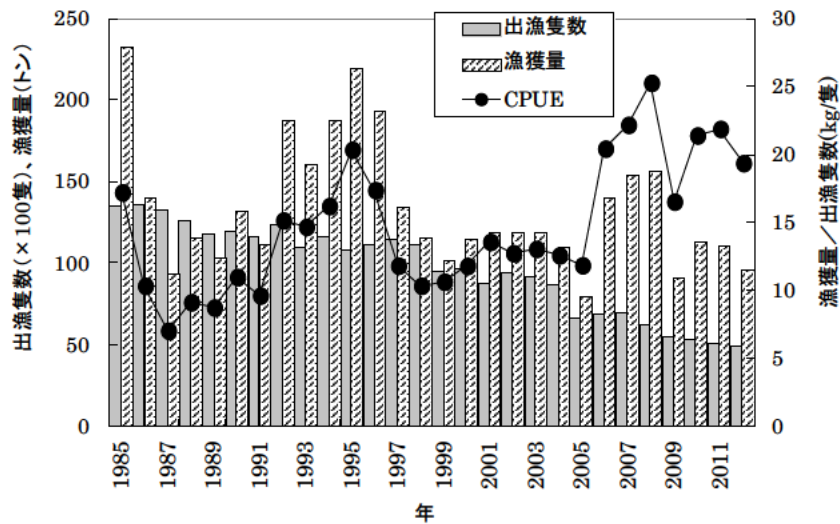


図 8. 新潟県の板曳網の出漁隻数（主要 4 港）、
漁獲量および CPUE（新潟県資料）

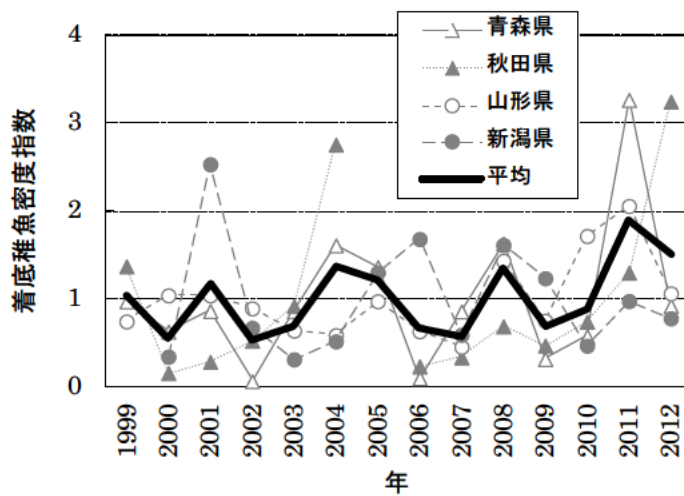


図 9. ヒラメ稚魚密度指数 各県の調査期間内の平均値を
1 とする（各県調査資料より計算）。

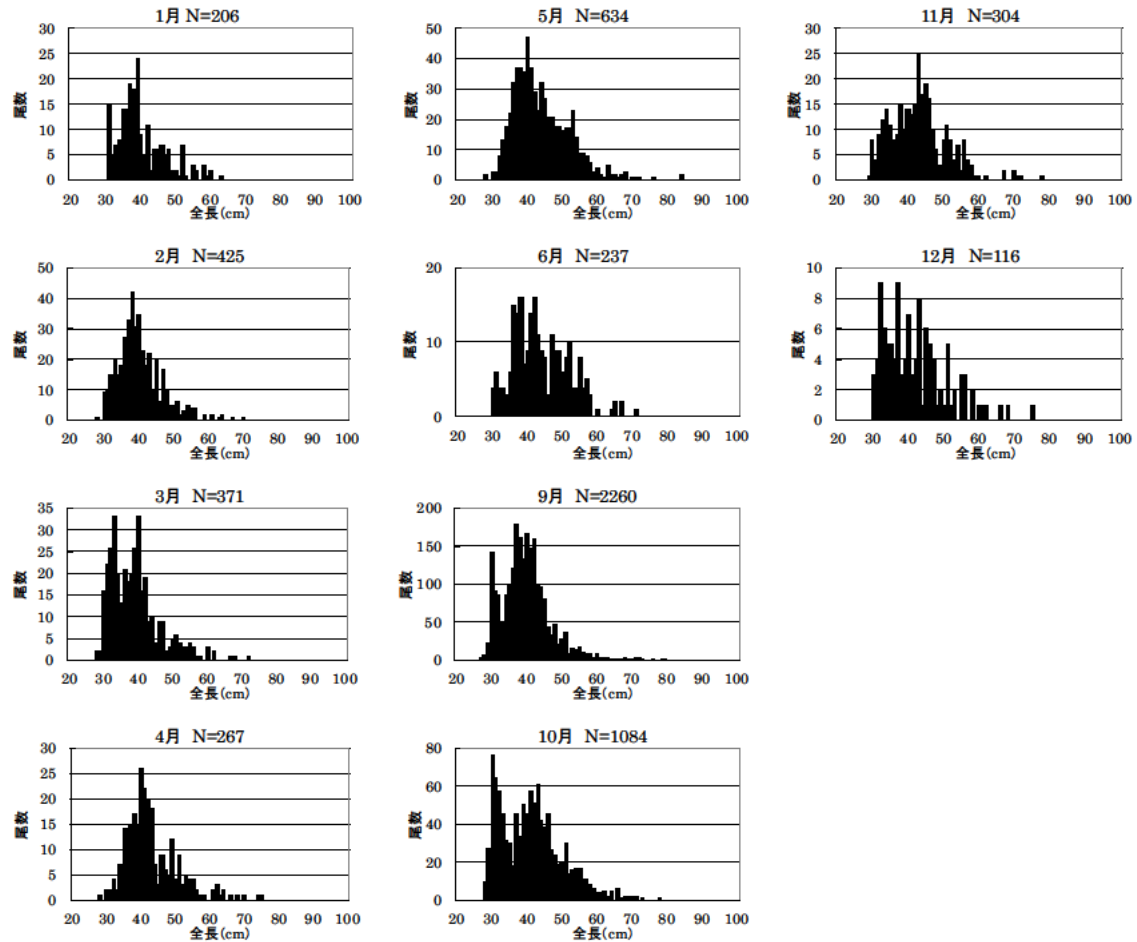


図 10. 新潟県岩船港における漁獲物の全長組成 (2012 年) 尾数は各月の調査尾数を示す。

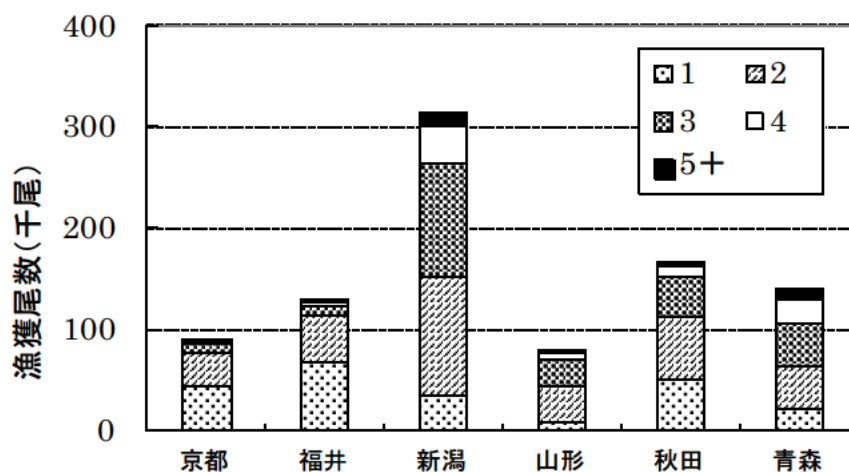


図 11. 2012 年の府県別年齢別漁獲尾数 年齢起算日は 1 月 1 日。兵庫県、石川県、富山県の漁獲尾数データは無い。

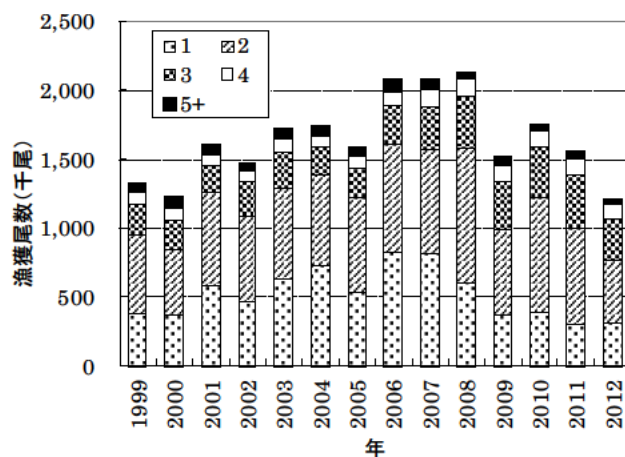


図 12. 年齢別漁獲尾数の推移 年齢起算日は1月1日。

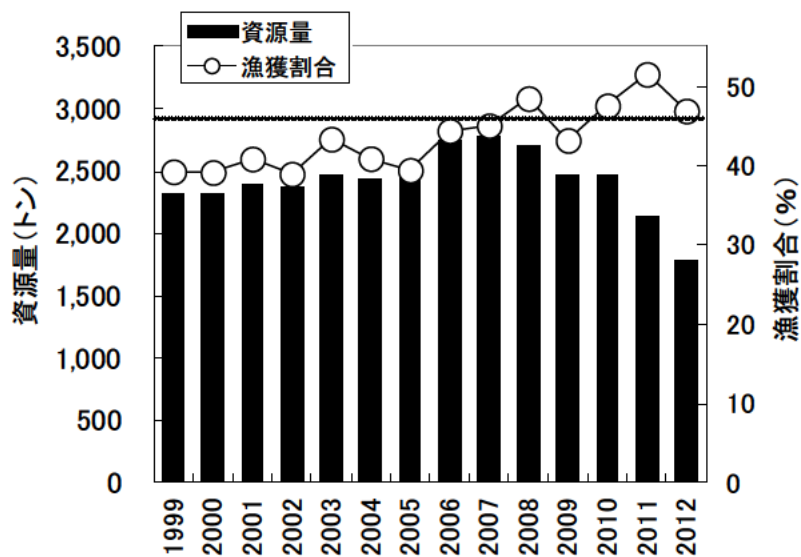


図 13. 資源量と漁獲割合の推移

横点線は資源水準低位と中位の境界（2,900 トン）。

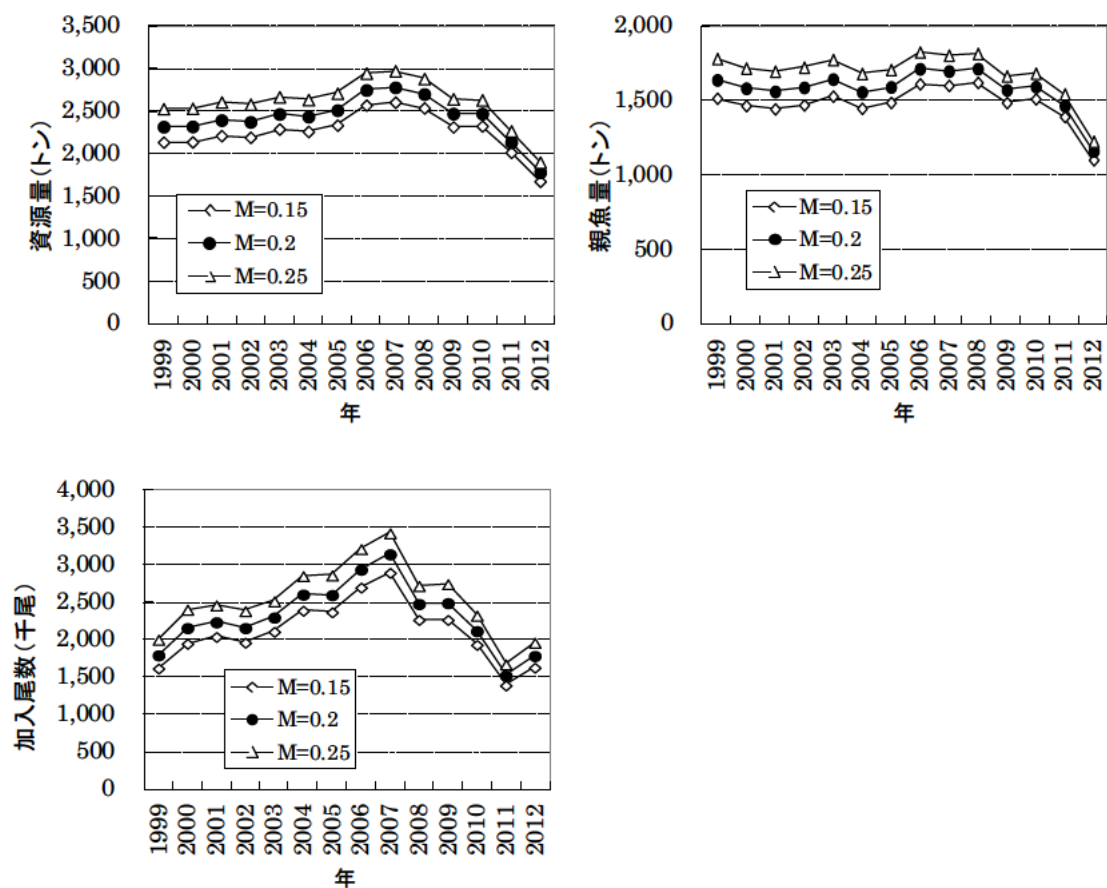


図 14. M を変化させたときの資源量 (左上)、親魚量 (右上)、加入尾数 (下) の変化

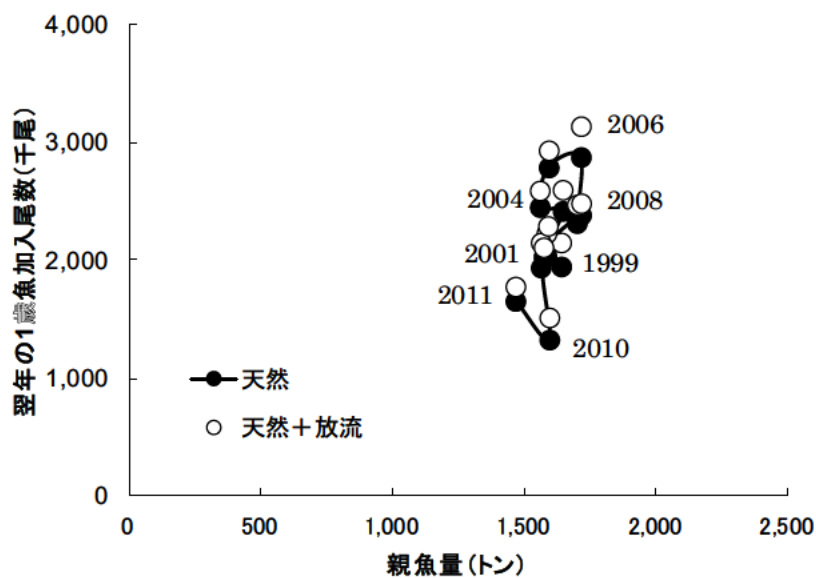


図 15. 親魚量と翌年の1歳魚加入尾数

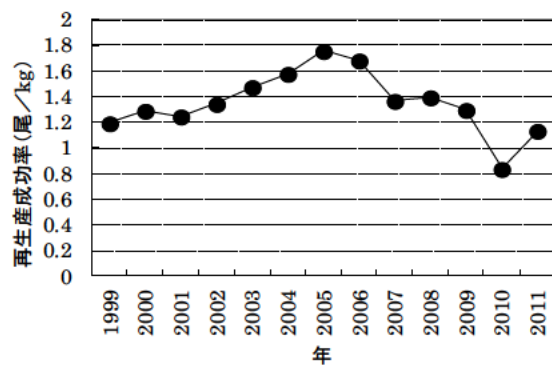


図 16. 再生産成功率の推移

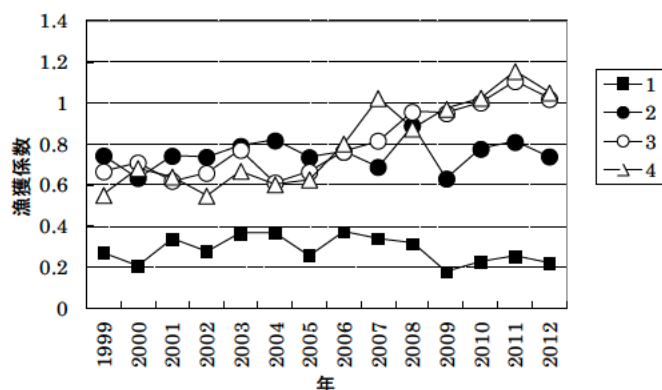


図 17. 年齢別の漁獲係数の推移

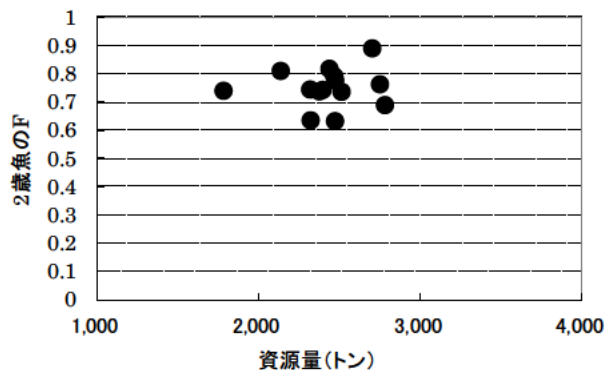


図 18. 資源量と 2 歳魚の漁獲係数(F)の関係

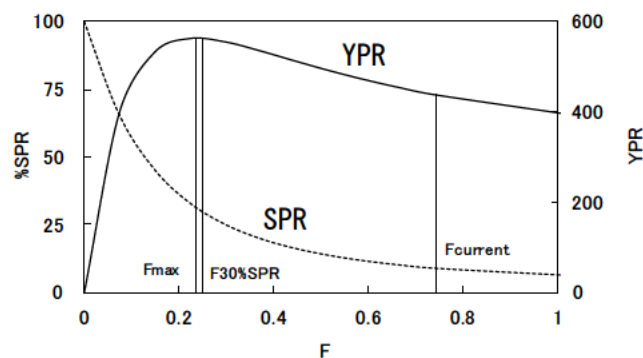


図 19. 2 歳魚の漁獲係数(F)と YPR、%SPR の関係

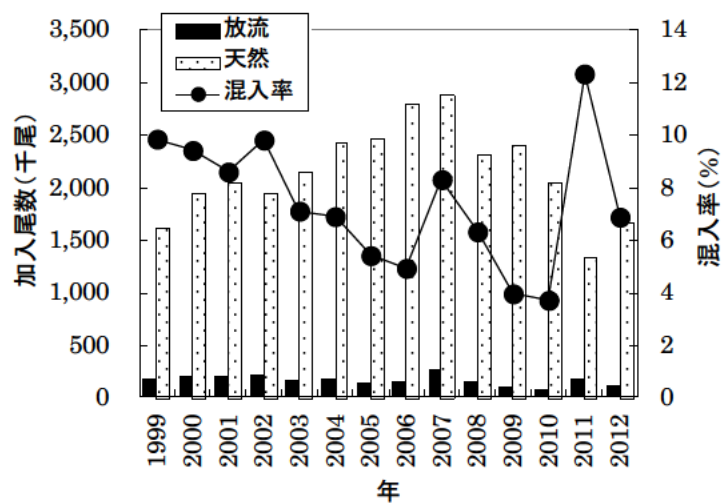


図 20. 天然魚、放流魚の加入尾数と放流魚混入率

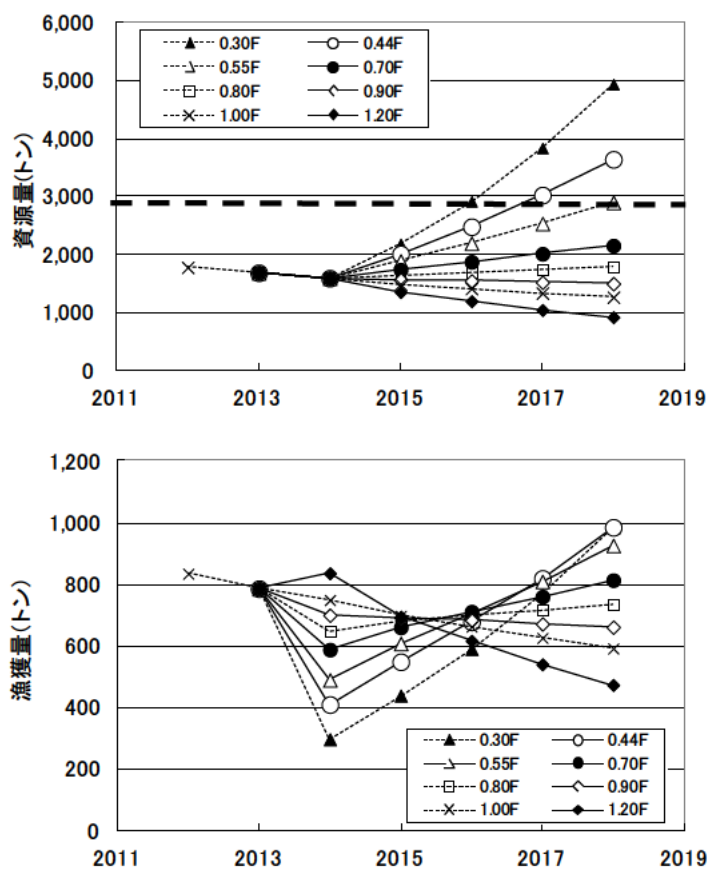


図 21. F の変化による資源量(上)と漁獲量(下)の推移

凡例内の F は $F_{\text{current}}(0.74)$ 、数値は F_{current} に対する係数。

$0.55F = F_{\text{rec}}$ 、 $0.44F = 0.8 \times F_{\text{rec}}$ 。

資源量(上)に示した横鎖線は B_{limt} (2,900 トン)。

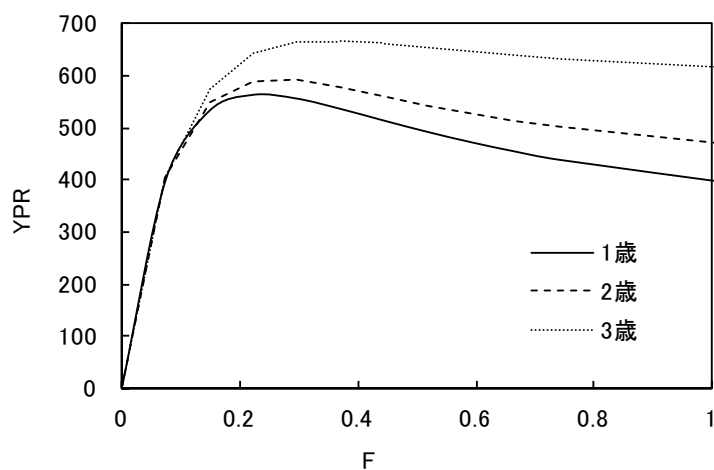


図 22. 漁獲開始年齢別の漁獲係数(F)と YPR の関係
現状は漁獲開始年齢 1 歳、 $F=0.74$ 。

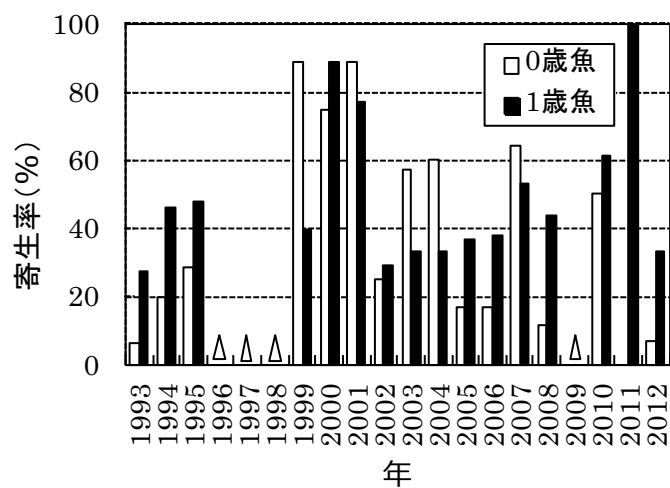
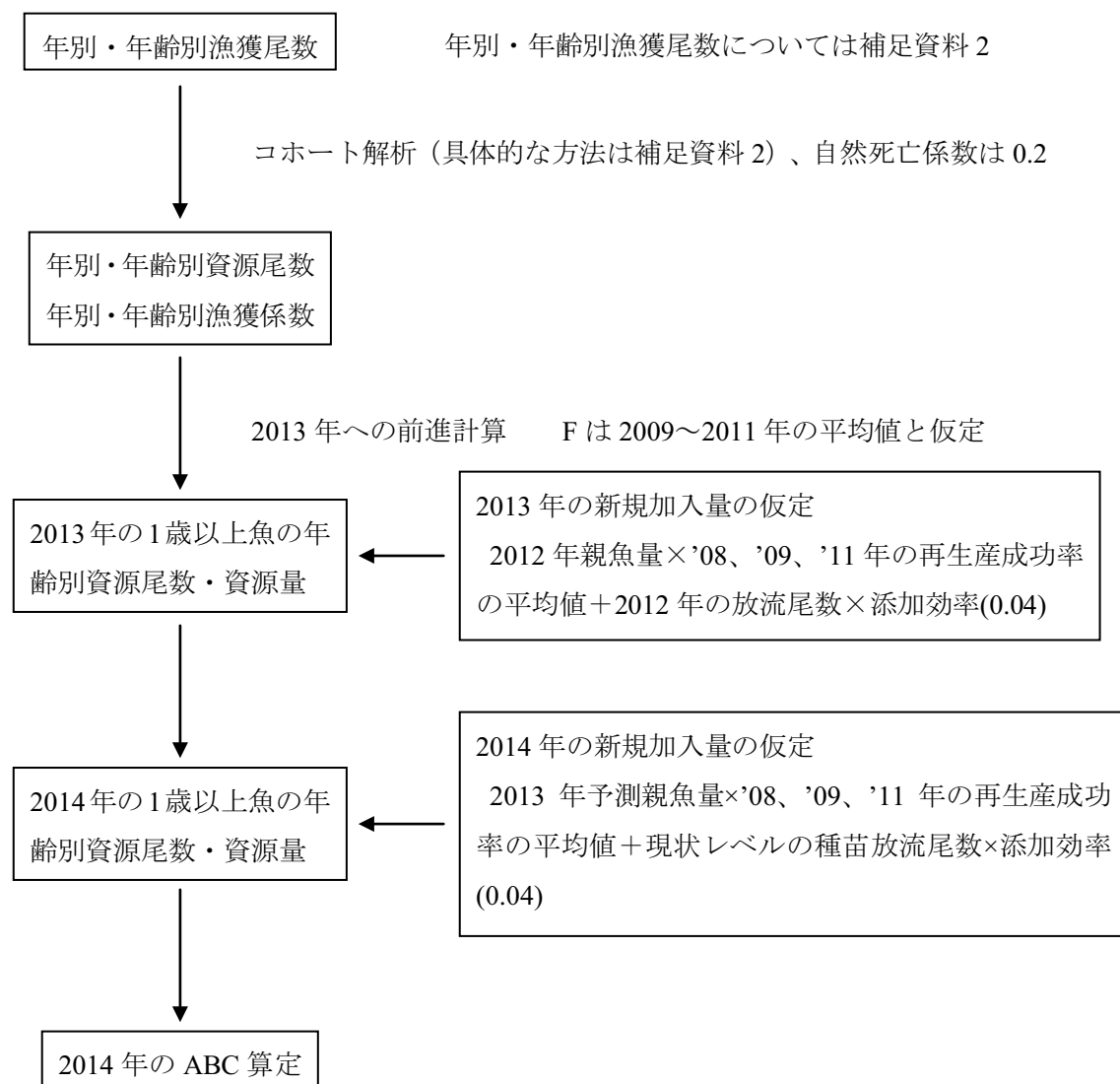


図 23. 新潟県北部沿岸における 8～10 月のネオヘテロボツリウム寄生率
△は寄生率の欠測。

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

2011 年以降、年齢別漁獲尾数の算出ができない県が増加している。そこで 2011 年に遡り、同年以降の算出方法を改定した。改定方法については、(2) ③、(3) ③を参照。

(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 2007～2012 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（2008～2012 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。

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→月別 age-weight key で年齢分解（山形県資料）も参照。
- ③ 富山県の 2012 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→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。
- ③ 石川県、兵庫県の 2012 年の天然、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。2011 年についても同様の方法で年齢別漁獲尾数を改訂した。

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

$$N_{a,2012} = \frac{C_{a,2012}}{1 - \exp(-F_{a,2012})} \exp\left(\frac{M}{2}\right)$$

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、 $F_{5+,2012}$ は $F_{5+,2012} = F_{4,2012}$ 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2008～2011年（ただし2010年は除く）の平均値1.27、添加効率は0.04を与えた。これらの条件のもと、2014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2018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。

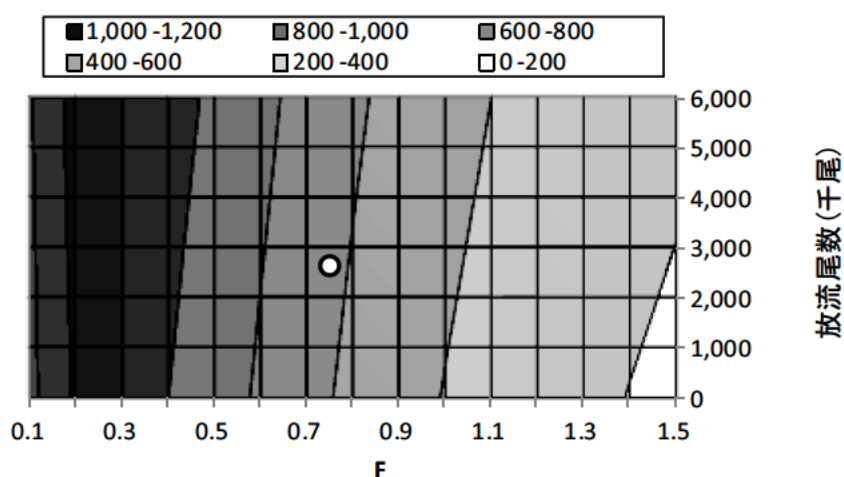
補足図3-1と補足図3-2は、それぞれ、漁獲係数と放流尾数を変化させたときの2018年の漁獲量と資源量の等量線図である。現状のパラメータ条件のもとでは、放流尾数の増減よりも漁獲係数の増減による漁獲量と資源量への影響が大きいと考えられる。

補足図3-3は、漁獲開始サイズと放流尾数を変化させたときの2018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。

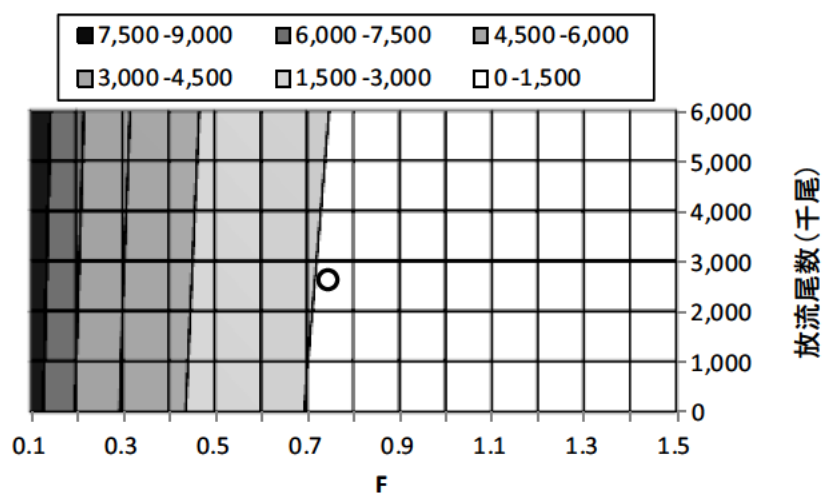
等漁獲量線図の傾きは、与える条件（RPSと添加効率）によって変化する。従って、このような管理効果の比較を行うためには、RPSや添加効率の推定精度を向上させる必要がある。

引用文献

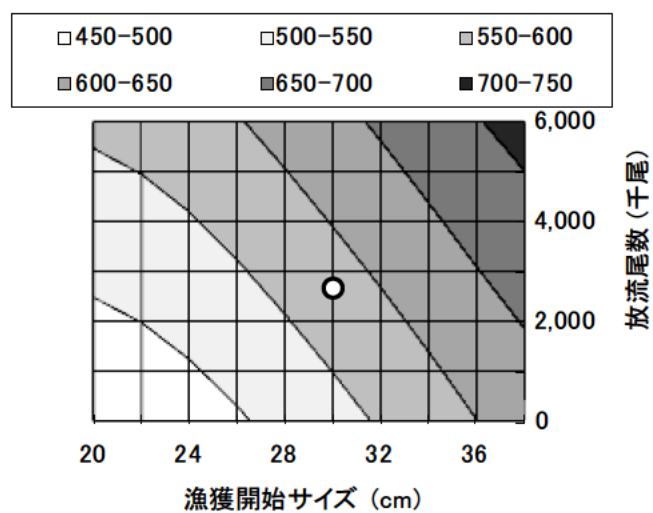
亘 真吾(2012) 平成24年度ヒラメ瀬戸内海系群の資源評価. 平成24年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第3分冊. 水産庁増殖推進部ほか, 1373-1399.



補足図3-1. 漁獲係数(F)と放流尾数を変化させたときの2018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. 漁獲係数(F)と放流尾数を変化させたときの 2018 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 3-3. 漁獲開始サイズと放流尾数を変化させたときの 2018 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。