平成 20 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(藤井徹生、井関智明)
参 画 機 関 :青森県水産総合研究センター、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、京都府立海洋センター、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海域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。2007 年の本系群におけるヒラメ漁獲量は 1,248 トン(概算値)と前年を 27 トン上回った。漁獲量の推移とコホート解析による資源計算結果から、資源水準ならびに動向は中位で増加傾向であると判断した。近年の資源量増加は2003 年以降再生産成功率が好転したことによると考えられた。再生産成功率が過去 8 年間の平均レベルで、年間 500 万尾の種苗放流が継続されれば、2009 年以降の漁獲係数がFcurrent(2002～2006 年のF値の平均)の 1.1 倍になっても資源量を維持できると推定されたが、現在の資源水準は中位の下限に近いため、資源量をゆるやかに増加させるために漁獲圧を現状に留めることが望ましいと判断した。ABC算定規則 1-3)-2 に基づきβ_1＝1とし、Fcurrentによる漁獲量 1,382 トンの 10 トン未満を四捨五入した 1,380 トンをABClimit、さらにαについては標準値 0.8 を採用し、0.8･Fcurrent による漁獲量 1,156 トンの 10 トン未満を四捨五入した 1,160 トンをABCtargetとした。

	2009 年ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABClimit	1,380 トン	Fcurrent	0.60	37%
ABCtarget	1,160 トン	0.8 Fcurrent	0.48	31%

ABC は 10 トン未満を四捨五入した。Fcurrent は 2002～2006 年の F 値の平均、F 値は選択率が 1.0 となる年齢(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
2006	3,161	1,221	0.62	39%
2007	3,406	1,248	0.60	37%
2008	3,597	－	－	－

2007 年の漁獲量は暫定値、2007 年の F 値は過去5年間の平均値、2008 年の資源量はコホート解析による過去 8 年間の平均的な再生産関係に基づく予測である。

水準:中位　　動向:増加

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり

データセット	基礎情報、関係調査等
年齢別･年別漁獲尾数	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、兵庫県） ・市場測定 体長－体重調査･体長－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
自然死亡係数(M)	年当たりM＝0.2を仮定　　安達(2007)に従う
2007年稚魚加入量	2007 年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
漁獲努力量指数	小型底曳Ｉ種、刺網の出漁日数。小型定置の経営体数。 ･漁業･養殖業生産統計年報（農林水産省） 新潟県板曳網有漁努力量（新潟県、水研セ）

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になっている。2007 年の全国での漁獲量は 7,388 トン（概算値）で、このうち約 17%にあたる 1,247 トンが本州日本海側の北部から中部（青森県津軽半島西岸から兵庫県、図1）にかけての各府県で主に底曳網、刺網および定置網により漁獲されている。本系群の漁獲量は 1995 年の 1,581 トンをピークに減少に転じ、1998～2005 年には 1,000 トン前後で低迷していたが、2006 年以降回復基調にある。各地で小型魚の再放流、漁具の種類や目合いの規制、禁漁期や禁漁区の設定等が行われているが、さらなる資源量回復のために、科学的根拠に基づいたより高度な資源管理方策の構築が望まれている。本種は栽培漁業の代表的な対象種でもあり、本系群の分布水域において2006年には約540万尾の人工種苗が放流された。人工種苗の多くは本来白色である無眼側に黒化が見られるため従来はそれを指標に天然魚との識別を行ってきたが、近年、種苗生産技術の進歩により、無眼側に明瞭な黒化のある人工種苗の割合が低下しており、漁獲物中の放流魚混入率の正確な把握が困難になりつつある。また、本系群においては 1993 年から扁形動物ネオヘテロボツリウム ヒラメ *Neoheterobothrium hirame* の鰓や口腔部への寄生が認められはじめ、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。それに伴い漁獲量も減少したが、

2003 年以降再生産成功率の好転により資源量は増加しており、現段階でネオヘテロボツリウムの寄生がヒラメ資源におよぼす影響は不明である。

２．生態

(1)分布・回遊

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。生息水深はおおむね 150m 以浅の海域で(図 1)、産卵期には水深 50m 以浅に移動する。ふ化した仔魚は約1ヵ月の浮遊生活期を送った後水深 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に分布域を広げる。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。対馬暖流の上流域に向かう移動が多く、標識放流結果から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くある(竹野・浜中 1994、竹野ら 2001)。

(2)年齢・成長

本系群の分布範囲では海域により成長に差が認められるとされてきた(南 1997)が、近年の知見により海域間の差は小さいことが明らかになった(図 2)。ただし、兵庫県但馬沖と青森県津軽半島西岸では産卵期に 2～3 ヶ月の開きがあるため(南 1997)、同じ時期で比較すると西(南)の海域ほど魚体が大きい。雄は雌よりも成長が遅く最大全長も小さいことが知られており(加藤ら 1987、図 3)、その結果、全長 50cm以上では雄の占める割合は著しく低い(図 4)。寿命は最大で 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。その後全長 10cm 以上になると魚類を主食とし、他にはイカ類、エビ類等を食べるようになる。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

主に刺網、定置網、底曳網などの漁獲対象として日本海側各府県で広く漁獲されている。系群全体としては刺網、定置網ならびに底曳網の占める割合がそれぞれ約3分の1ずつであるが（図5）、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80%を占めるが隣接する秋田県、福井県ではそれぞれ底曳網、刺網による漁獲が最も多く定置網の占める割合は 20%程度である（図 6）。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。

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いるがそのサイズは兵庫県、京都府、福井県では25～30cm、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とまちまちで、西で小さく北で大きい傾向がある。

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。

(2)漁獲量の推移

本系群の漁獲量は 1970 年以降においては 11～12 年周期で増減を繰り返してきた。近年では1988年以降は増加傾向にあったが、1995年の1,581トンをピークに減少に転じ、2000年には909トンと過去35年間で4番目に低い漁獲量を記録した。その後925～1,070トンの間で増減を繰り返してきたが、2006年には前年よりも230トン増加して1,221トン、2007年は（概算値）はさらに27トン増加して1,248トンとなった（図7、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パターンが異なることが指摘されている（梨田　1988）。近年の青森県日本海側から富山県にいたる海域での漁獲量は1995年の1,071トンをピークに減少し1998年以降700トン台で推移してきたが、2004年に674トンといったん減少した後、2005年740トン、2006年988トン、2007年992トンと増加傾向にある。この海域の漁獲量が4年連続で増加したのは14年ぶりであった。一方、石川県から兵庫県にいたる海域では1993年に539トンと過去最高を記録した後減少に転じ、1999年203トン、2000年179トンと2年連続で過去最低を更新した。その後は200トン台で推移し、2004年には323トンと回復の兆しをみせたが、2005年246トン、2006年233トン、2007年256トンと再び200トン台で低迷している（図8）。

(3)漁獲努力量

本系群のヒラメを漁獲する代表的な漁業種類は刺網、小型底曳、小型定置であるが、刺網ならびに小型底曳の出漁日数、小型定置の漁労体数ともに減少傾向が続いている。コホート解析を行った1999年以降に関しては、刺網の出漁日数は330,596日から232,952日へ、小型底曳の出漁日数は54,413日から40,179日へといずれも約30%減少した。小型定置網の漁労体数は2,044から1,831へと約10%減少した（図9）。ただし、いずれの漁業種類においてもヒラメを専門に漁獲しているものはなく、これらの数字はヒラメに対する漁獲努力量を必ずしも正確に反映したものではない。

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 11～13%を占めるとともに系群全体の動向と非常に良く一致する(R^2＝0.885、図 10)が、その出漁日数も減少傾向が続いており、2006年の出漁日数は1985年の3分の1、1999年の2分の1にあたる7,628 日にまで減少している(図 11)。

４．資源の状態

(1)資源の評価方法

1999～2007 年の年齢別漁獲尾数データを使用し、Pope の近似式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。2007 年の 1～4 歳の漁獲係数は過去 5 年(2002～2006 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

刺網、小型底曳、小型定置、新潟県の板曳網のいずれにおいても CPUE(刺網、小型底曳、板曳網では漁獲量／出漁日数、小型定置では漁獲量／漁労体数)の推移は漁獲量の推移と同調しおり、近年では 2000 年以降上昇傾向にあり、2007 年には前回の漁獲量のピークであった 1995 年を上回ったと推定される(図 9)。特に新潟県の板曳網の CPUE は 2005 年から 2007 年にかけて約 2 倍に跳ね上がったと推定された(図 11)。漁獲成績報告書の有漁出漁日数(出漁日数のうちヒラメが漁獲された日数)あるいは有漁曳網回数(ヒラメを漁獲した船による曳網回数)と漁獲量を基に計算した場合でも同様であった(図 12)。本稿で用いた CPUE は分母が出漁日数や漁労体数と便宜的なものであり、長期的には漁船の性能や漁具の改良、漁業構造の変化等の影響を受けるため資源水準の評価には不適である。しかし、異なった漁業種類間で動向に齟齬がないことから、短期的な資源量の動向は良く反映していると考えられる。CPUE を基準に判断すると、近年の本系群のヒラメの資源動向は 2000 年以降増加傾向にあったと推察される。

(3)漁獲物の年齢組成

山形県(酒田)、新潟県(岩船)および兵庫県(香住)における漁獲物の全長組成を図 13 に示す。いずれの海域においても漁獲の主対象は全長 40cm以下の 1、2 歳魚であった。特に新潟県岩船における 10 月の 1 歳魚(2006 年級)の多さが際立った。府県別年齢別漁獲尾数を図 14 に示す。兵庫県から石川県では 1 歳、新潟県から青森県では 2 歳が完全加入年齢となっている(年齢起算日は1月1日)。系群全体で見ると近年の完全加入年齢は 2 歳であり、漁獲物の 70%以上を 2 歳以下で占めている(図 15、表 2)。

(4)資源量と漁獲割合の推移

本系群のヒラメの資源量は 1999～2004 年の間は 2,500～2,700 トンで推移していたが、2005 年 2,859 トン、2006 年 3,161 トンと増加して、2007 年には 3,406 トンに達した。漁獲割合は 34～40%の間で推移しており、明瞭な増減傾向は認められなかった(図 16、表 6)。親魚量は 1999～2006 年の間 1,800～2,200 トンで推移していたが天然1歳魚加入尾数は 2004 年以降大幅に増加し、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 1999～2001 年には 0.81～0.83 であったものが 2003 年以降上昇して 2005 年には 1.45 に達し、2006 年も 1.31 と高いレベルにあったと推定された(図 17、表7)。新潟県から青森県沿岸での稚魚密度は、2003 年以降青森県、秋田県を中心に高位で推移しており(図 18)、産卵から着底、成育場生活期、成育場から沖合への移動後の生残のいずれもが良かったことが加入尾数の増加、ひいては資源量の増加に結びついたと推察される。コホート解析では自然死亡係数 M＝0.2 と仮定したが、M を 0.15 と 0.25 に変化させた場合の資源量、親魚量、加入量の変化を図 19 に示した。いずれの値も M が大きくなると大きくなり、誤差は 10%前後であった。

(5)資源の水準･動向

昨年度までは資源の水準･動向は漁獲量を基準に判断しており、1970 年以降の漁獲量の変動から 1,200～1,800 トンであれば中位でそれ以上なら高位、それ以下であれば低位であると判断してきた(図7参照)。1999～2007 年の平均漁獲率(37%)を用いて換算すると、資源量が 3,200～4,800 トンの間であれば中位となる。2007 年の資源量の推定値は 3,406 トンであったことから、資源水準は中位であったと判断した。また、資源量推定値が 3 年連続で増加していることから、動向は増加と判断した。

(6)資源と漁獲の関係

年齢別の漁獲係数 F の推移を図 20 に示す。近年は 1 歳魚の漁獲係数は 0.2～0.3、2～4 歳魚の漁獲係数は 0.5～0.6 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。選択率が 1.0 となる 2 歳魚の漁獲係数と資源量の関係を図 21 に示す。両者には明瞭な関係は認められなかった。2 歳魚の漁獲係数と加入量あたり漁獲量(YPR)ならびに漁獲がない場合を 100%としたときの加入量あたり親魚量(%SPR)の関係を図 22 に示す。2002～2006 年の 2 歳魚の F の平均(Fcurrent)が 0.60 であったのに対して、YPR が最大になる F は 0.33、30%SPR を達成する F は 0.32 と推定され、現状の F がかなり高いことが明らかになった。にもかかわらず資源量が増加傾向にあるのは近年の再生産成功率が非常に良いことによると推察される。

(7)種苗放流効果

本種は栽培漁業の代表的な対象種であり、本系群の分布水域において 2006 年には約 540 万

尾の種苗放流が行われた。天然魚と放流魚の識別は無眼側の黒化の有無（黒化が認められれば放流魚）で行われてきたが、種苗の黒化率は生産機関、年、ロットにより異なり、ほとんど黒化のない種苗が生産される場合もある（京都府　2006）ことから本系群における放流効果は過小に評価されてきたと考えられる。DNA 分析により推定した放流魚混入率（漁獲物に放流魚が占める割合）が黒化を基準にした場合の 2.1 倍になった例もあり（石川県　2005）、天然魚と放流魚の正確な判別手法の確立が急務である。石川県から兵庫県にいたる海域で黒化率により補正した放流魚の年齢別漁獲尾数と混入率の推定を行ったところ、2006 年には 1～3 歳魚の放流魚混入率は 9～10%、4 歳魚以上では 5.3%となった（鳥取県　2007、図 23）。また、2005 年放流群の 2007 年末までの県単位での回収率（漁獲尾数／放流尾数）は石川県では 9%を越えているが、他の府県では 2～3%である（石川県　2008）。種苗の黒化率で補正した放流魚の混入率や回収率は富山県（浦邊ら、未発表）や山形県（佐藤ら、未発表）でも調べられており、これらの数値から推定すると本系群の分布する海域における種苗の添加効率（1歳魚の放流魚混入率×1歳魚の初期資源尾数／放流尾数）は 0.05～0.06 であり、近年は 2000 年前後にくらべてやや上昇していると推定された。1998～2001 年放流群の添加効率は 0.03、それ以降は 0.05 であったとすると、放流魚は1歳魚の初期資源として毎年 20～30 万尾加入してきたと推定された。混入率は天然魚の加入量の増大に伴い低下傾向にあり、2007 年には 8.8%であった（図 24）。また、放流魚の自然死亡係数が天然魚と同じと仮定すると、2006 年の産卵親魚 2,137 トン中 230 トン（10.8%）を放流魚が占めていたことになる。放流魚の再生産成功率が天然魚と同じであれば、2007 年の1歳魚初期資源 3,058 千尾のうち 330 千尾は、放流魚が産卵親魚に加わったことによる上乗せであったと推定される。同年の放流魚の加入尾数は 269 千尾と推定されることから（表7）、1歳魚初期資源 3,058 千尾のうち 330＋269＝599 千尾（19.6%）が再生産も含めた種苗放流による資源添加効果であると考えられる。なお、この試算は現段階では様々な仮定を置いているため、今後さらに詳細に検討する必要がある。

5. 2009 年ABCの算定

（1）資源評価のまとめ

資源量、漁獲量ならびに CPUE から、本系群のヒラメ資源量の水準・動向は中位・増加と判断した。

（2）ABC並びに推定漁獲量の算定

本系群のヒラメの資源水準・動向は中位・増加であると判断されたため、ＡＢＣ算定規則 1-3)-(2)を適用した。なお資源水準は中位でもその下限に近いため、ゆるやかに資源量を回復させることを資源管理目標とした。ABCならびに推定漁獲量の算定において、2008 年以降の1歳魚加入尾数は再生産成功率を 1999～2006 年の平均値 1.11 として推定した。また、2008 年以降も現状程度の種苗放流が実施されるものとし、放流尾数と添加効率をそれぞれ 500 万尾、0.06 として毎年 30 万尾が 1 歳魚の初期資源に加わると仮定した。2008 年の漁獲係数ならびに 2009 年以降の

各年齢への選択率は2002～2006年の平均と等しいと仮定した。現状の漁獲係数Fcurrent（2歳魚の2002～2006年の平均値＝0.60）が今後も維持されるとすると、資源量は2007年の3,406トンから緩やかに増加を続け、2013年には4,292トンに達すると予測された。この際の漁獲量は1,583トンで、この値は前回の漁獲量のピークであった1995年の1,581トンとほぼ同じである。2009年以降漁獲係数が1.1倍（0.66）になったとすると、資源量は2009年3,751トン、2013年3,742トンとほぼ横ばいで推移するものと予測された（図 25、表 9）。以上より、資源量をゆるやかに回復させるには漁獲圧を現状に留めることが必要であると判断してβ_1＝1とし、1×Fcurrentによる漁獲量1,382トンの10トン未満を四捨五入した1,380トンをABClimitとした。不確実性を考慮した安全率αについては標準値0.8を採用し、0.8 Fcurret による漁獲量1,156トンの10トン未満を四捨五入した1,160トンをABCtargetとした。

	2009年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABClimit	1,380トン	Fcurrent	0.60	37%
ABCtarget	1,160トン	0.8 Fcurrent	0.48	31%

ABCは10トン未満を四捨五入。Fcurrentは2002～2006年のF値の平均、F値は選択率が1.0となる年齢（2歳）の漁獲係数、漁獲割合はABC/資源量である。

（3）ABClimitの評価

前述の通り、本系群のヒラメの再生産成功率は大きく変動しており、それにより資源量の将来予測も大きく変わる。ABClimitは再生産成功率が1999～2006年の平均値（1.11）で推移すると仮定して算出したが、直近3年の平均値（1.40）で推移すると仮定すると2013年の資源量は5,734トン、漁獲量は2,116トンで、1.11の場合の約30%増になる。一方、資源量が横ばいであった1999～2001年の平均値（0.83）で試算すると2013年には資源量、漁獲量ともに2007年の約10%減、再生産成功率1.11の場合の約30%減になる。さらに、再生産成功率を0.4と仮定すると、2013年の資源量ならびに漁獲量は2007年の約半分に急減する（図 26、表 10）。資源量減少期のデータは不明であるが、過去には数年で漁獲量が半減したことがあり、最悪の再生産成功率は0.4あるいはそれ以下の可能性が考えられる。また、海洋環境との関連や稚魚密度からの早期予測手法を検討し、再生産成功率の変動を踏まえたより適切なABC算出を行う必要がある。なお、本評価では0.8 Fcruuent（Fcurrentは2002～2006年のF値の平均）をABCtargetとしたが、この漁獲圧のもとでは再生産成功率が0.83であっても2013年の資源量は再生産成功率1.11、Fave 5-yrの場合の97%の4,148トンになる。この漁獲圧のもとでは、再生産成功率が0.65程度あれば資源量の維持が可能である（表 9）。近年の放流魚加入量は25～30万尾であるが、これは現状の親魚量約2,000トンでは再生産成功率の0.13～0.15上乗せに相当する。

（4）ABCの再評価

本年度よりコホート解析を導入したため、管理基準をFに基づくものに変更した。2007年以降の資源水準・動向が中位・増加であるためABC算定規則1-3)-(2)を適用し、管理目標を資源量の回復として再評価を行った。2007、2008 年ともに管理基準は Fcurrent とし、そのときの漁獲量をABClimit、0.8 Fcurrent のときの漁獲量を ABCtarget とした。

評価対象年 （当初・再評価）	管理基準	資源量 （トン）	ABClimit （トン）	ABCtarget （トン）	漁獲量 （トン）
2007年（当初）	0.8Cave 5- yr		790	630	
2007年（2007年再評価）			790	630	
2007年（2008年再評価）	Fcurrent	3,406	1,260	1,060	1,248
2008年（当初）	（北区） C2006 （西区） 0.8Cave 5- yr		980 210	790 160	
2008年（2008年再評価）	Fcurrent	3,597	1,330	1,070	

７．ABC以外の管理方策への提言

本系群の資源水準・動向は中位・増加と判断されたが、石川県から兵庫県にいたる海域での漁獲量は1970年以降の最低レベルで横ばいが続いている（図8）。石川県以西の海域の多くでは全長規制サイズが25cmであり1歳魚が主な漁獲対象になっている（図14）ため、若齢魚の保護策を検討する必要がある。また、全長規制サイズが30cmの海域においても季節によっては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がある（図27）。再放流されたヒラメの生残率は不明であり、全長規制による資源管理効果の検証ならびに1歳魚加入尾数推定の精度向上のために再放流魚の生残の実態解明が急務である。

本系群では毎年数百万尾の人工種苗の放流が実施されている（表8）。現状では種苗放流には再生産成功率を0.13～0.15押し上げるに等しい効果があると推定されたが、再生産成功率が高いときには放流魚の資源への貢献度は相対的に低くなる。資源状態に応じた放流尾数の調整や資源管理方策と連動した放流事業の展開が望まれる。

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*の寄生が認められはじめ、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くなっているが依然として10月には1歳魚の30%以上が寄生を受けており（図28）、その割合は晩秋から冬にかけて各地で50%以上に達する状態が続いている。ネオヘテロボツリウムの寄生がヒラメ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、水温等により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。今後とも動向を注視していくことが必要ではあるが、再生産成

功率の推移から考えるとネオヘテロボツリウム寄生がヒラメ資源におよぼす影響は少なくとも近年は軽微であると考えられる。

太平洋北系群では稚魚密度調査により感知される卓越年級群の出現がその後の資源の水準・動向を左右することが知られている（栗田ら，2007）が、本系群においても将来の資源量予測は再生産成功率により大きく異なり、その早期予測が重要な課題となっている。しかし、青森・秋田の両県と新潟県とでは稚魚密度の動向は必ずしも一致しない（図 18）。また、1999 年や 2001 年のように稚魚密度が高くても翌年の1歳魚の加入につながらなかったこともある。各海域単位では稚魚密度と加入量は相関することが報告されていることから（Kato　1996、吉田　2008）、海域ごとの稚魚密度と系群全体の加入量の関係を明らかにするとともに、海洋環境と稚魚密度や加入量の関連を精査し、再生産成功率早期予測手法を確立することが急務である。

８．引用文献

安達二朗(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.

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，pp. 21.

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，pp. 55.

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，pp.総括 1-7.

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.

加藤和範・安沢　弥・梨田一也（1987）　新潟県北部海域におけるヒラメの資源生物学的研究Ⅱ.標識放流から見たヒラメ未成魚の移動およびヒラメの成熟と成長，新潟水試研報，第１２号，42-59.

Kato, K. (1996) Study on resources, ecology, management and aquaculture of Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*, off the coast of Niigata prefecture. *Bull.Natl.Res.Inst. Aquacult.*, Suppl. 2, 105-114.

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，pp.i.

栗田　豊・上原伸二・伊藤正木（2007）　平成 18 年ヒラメ太平洋北部系群の資源評価，平成 18 年度我が国周辺水域の漁業資源評価，1175-1189.

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.

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，pp.総括 1-5.

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.

農林水産省統計部(2003) 平成14年遊魚採捕量調査報告書, pp.48.

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, 9-24.

吉田雅範(2008) ヒラメの数はどのようにして決まるのか？～ヒラメ着底稚魚調査とコホート解析から見た資源変動特性～, 平成 19 年度青森県水産試験研究成果報告会要旨.

図１　日本海北・中部系群のヒラメの分布域

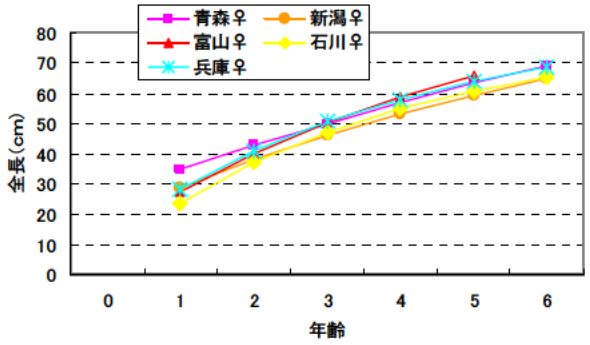


図2　本系群におけるヒラメ(雌)の成長(五利江ら　2005、石川県　2003、浦邊ら　2007、加藤ら　1987)

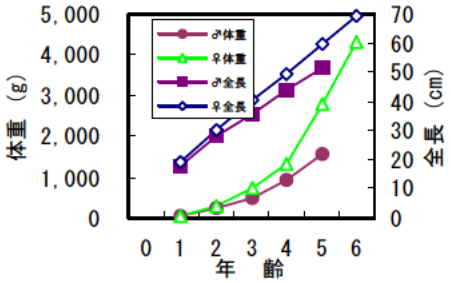


図3　新潟県沿岸におけるヒラメの成長(加藤ら, 1987)

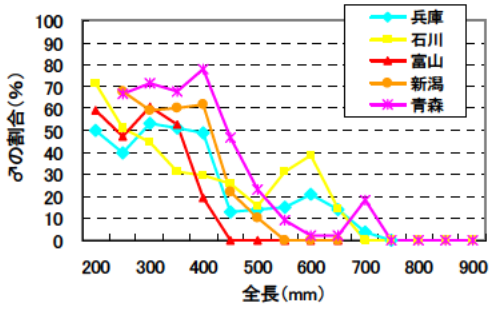


図4　全教階級別の雄の割合(五利江ら, 2005、石川県, 2003、浦邊ら,2007)

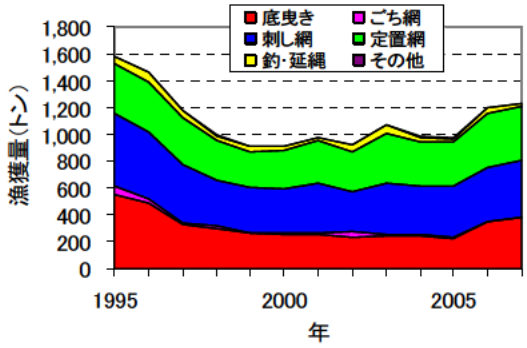


図5　本系群のヒラメの漁業種類別漁獲量(農林統計)

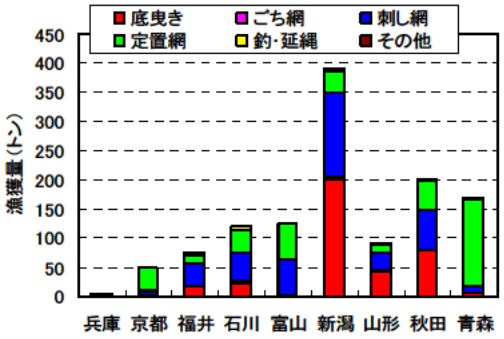


図6　本系群のヒラメの県別漁業種類別漁獲量(2007 年)

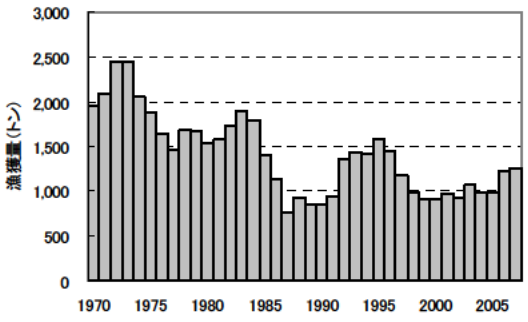


図7　本系群のヒラメの漁獲量(農林統計)

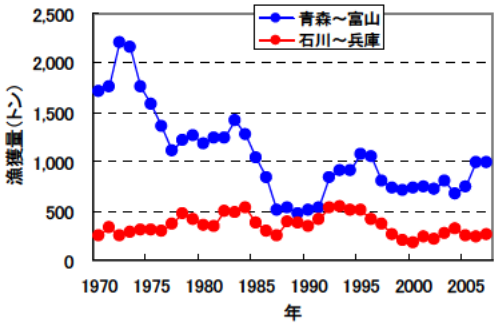


図8　海域別のヒラメの漁獲量(農林統計)

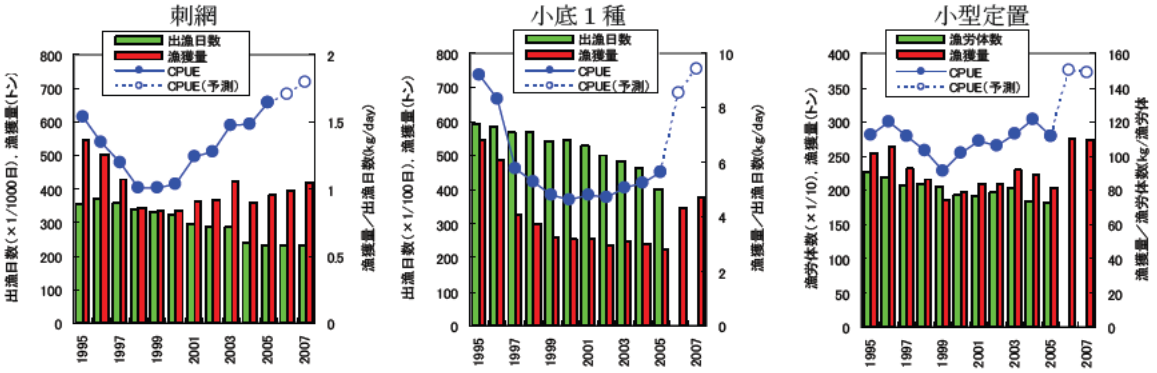


図9　その他の刺し網、小型底曳1種ならびに小型定置の出漁日数、漁獲量、ならびにCPUE。点線は 2005 年の出漁日数もしくは漁労体数が 2007 年まで維持されたと仮定した場合の予測値（農林統計）

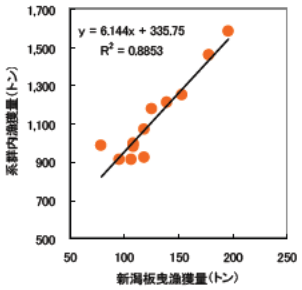


図 10　新潟県の板曳網と系群全体の漁獲量の関係（農林統計）

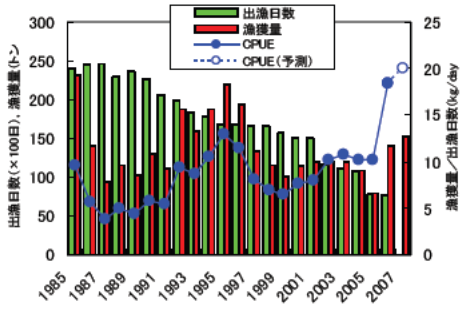


図 11 新潟県の板曳網の出漁日数、漁獲量および CPUE。点線は予測値。（農林統計）

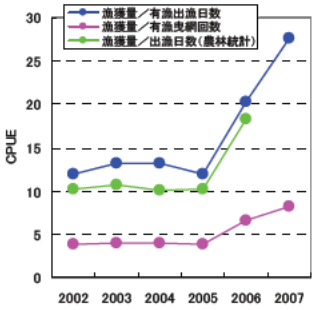


図 12 新潟県の板曳網の CPUE（農林統計、新潟県、水研センター）

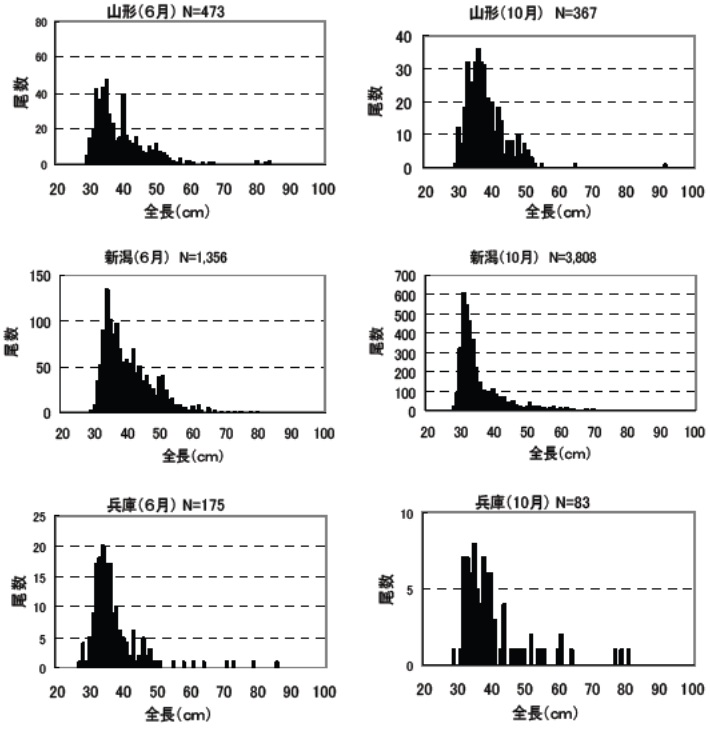


図 13　山形県酒田、新潟県岩船、兵庫県香住における漁獲物の全長組成

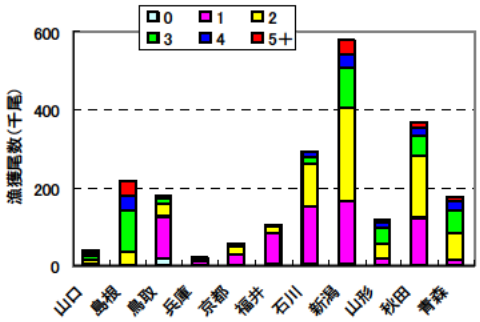


図 14　2007 年の県別年齢別漁獲尾数　年齢起算日は1月1日。

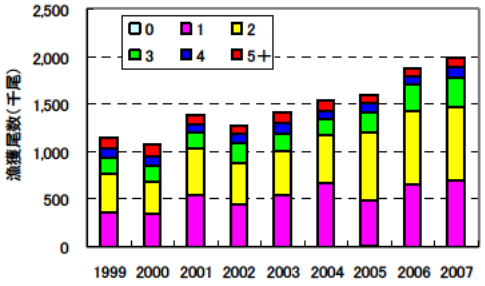


図 15　年齢別漁獲尾数の推移　年齢起算日は1月1日。

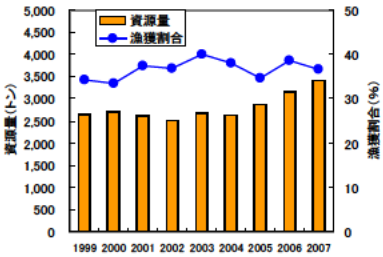


図 16　資源量と漁獲割合の推移

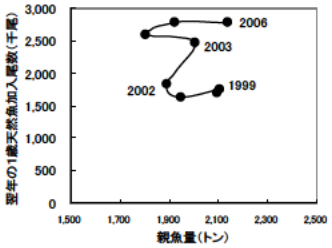


図 17　親魚量と翌年の天然1歳魚加入尾数との関係の推移

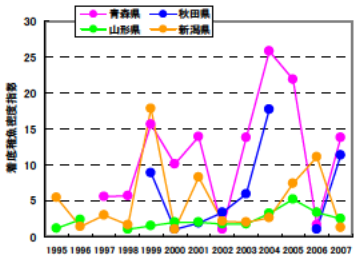


図 18　ヒラメ稚魚密度指数の経年変化
各調査海域の調査期間内の最低値を1とする。(各県調査資料より計算)

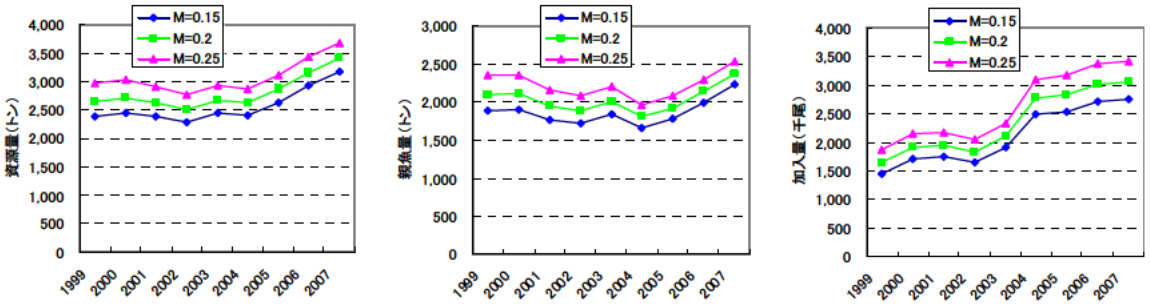


図 19　M を変化させたときの資源量(左)、親魚量(中)、加入量(右)の変化

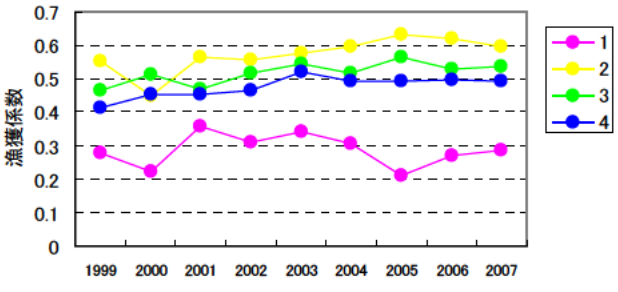


図 20　年齢別の漁獲係数の推移

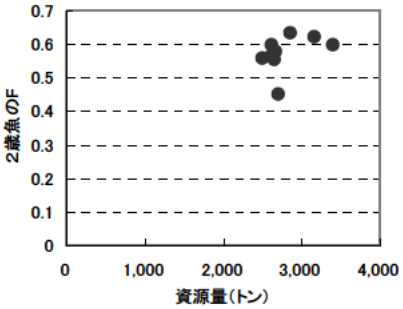


図 21　資源量と2歳魚の漁獲係数(F)の関係

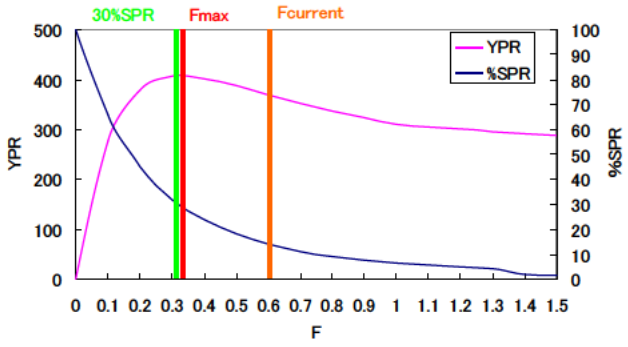


図 22 漁獲係数と YPR、%SPR の関係
Fmax は加入あたり漁獲量が最大になる F。
Fcurrent は選択率が 1.0 になる年齢(2歳)の F の 2002～2006 年の平均値。

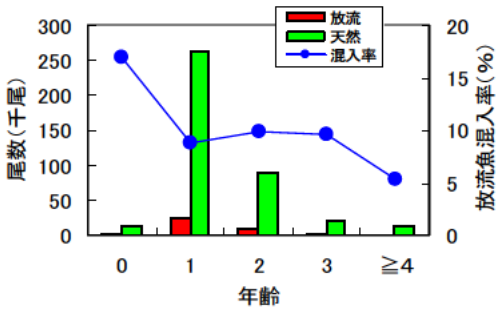


図 23 石川県から兵庫県における天然、放流別の年齢別漁獲尾数と放流魚混入率(2006 年)

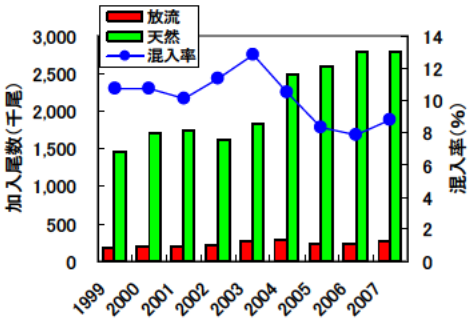


図 24 天然魚、放流魚の加入尾数と放流魚混入率の推移

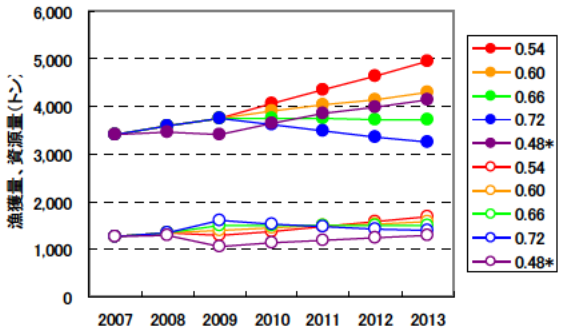


図 25 F による漁獲量(白抜き)、資源量の将来予測の違い
現状の F は 0.60.
*再生産成功率 0.83。その他においては 1.11。

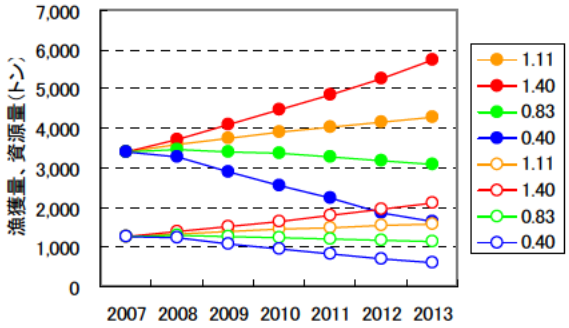


図 26 再生産成功率による漁獲量(白抜き)、資源量(上)の将来予測の違い
現状の再生産成功率は 1.11。

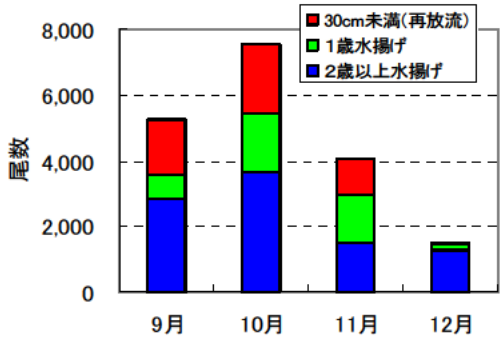


図 27 新潟県岩船漁港における月別水揚げ、再放流尾数の推定値(2006 年)。

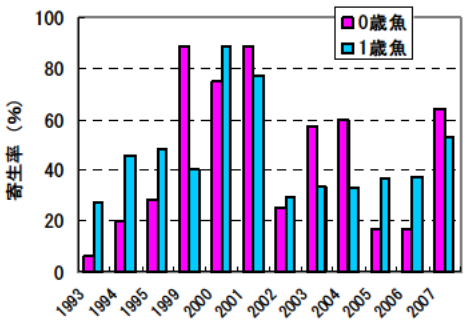


図 28 新潟県北部沿岸における 9,10 月のネオヘテロボツリウム寄生率

表1　日本海北･中部系群の府県別ヒラメ漁獲量の経年変化(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*	170	213	92	392	125	121	76	50	9	1,248

*2007年は概算値

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
1	361	342	530	443	552	663	484	647	693
2	396	334	488	429	436	496	707	785	766
3	182	176	180	213	199	184	216	270	311
4	89	91	79	91	105	87	87	91	123
5+	106	124	101	88	117	91	88	88	89
合計	1,134	1,067	1,377	1,265	1,409	1,521	1,582	1,881	1,982

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
1	102	95	151	125	159	187	126	184	187
2	199	166	248	215	223	248	328	396	367
3	170	162	169	198	188	171	185	253	276
4	127	128	113	130	152	124	115	130	168
5+	312	358	298	258	349	266	237	258	250
合計	910	909	979	925	1,070	997	991	1,221	1,248

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
1	1,641	1,907	1,944	1,833	2,102	2,769	2,831	3,016	3,058
2	1,030	1,016	1,252	1,112	1,100	1,221	1,667	1,880	1,884
3	540	485	530	583	522	505	552	725	829
4	290	278	238	271	284	248	247	256	349
5+	347	376	304	262	318	258	248	247	253
合計	3,848	4,062	4,268	4,061	4,326	5,002	5,545	6,125	6,374

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
1	0.28	0.22	0.36	0.31	0.34	0.31	0.21	0.27	0.29
2	0.55	0.45	0.56	0.56	0.58	0.60	0.63	0.62	0.60
3	0.46	0.51	0.47	0.52	0.55	0.52	0.57	0.53	0.54
4	0.41	0.45	0.46	0.47	0.52	0.49	0.50	0.50	0.49
5+	0.41	0.45	0.46	0.47	0.52	0.49	0.50	0.50	0.49

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
1	312	362	369	348	399	526	538	573	581
2	494	488	601	534	528	586	800	902	905
3	481	432	472	519	465	450	491	645	737
4	394	378	324	369	387	337	336	349	475
5+	972	1,053	852	735	891	724	694	692	708
合計	2,653	2,713	2,618	2,505	2,670	2,623	2,859	3,161	3,406

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)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
漁獲量	910	909	979	925	1,070	997	991	1,221	1,248
資源量	2,653	2,713	2,618	2,505	2,670	2,623	2,859	3,161	3,406
漁獲割合	34	34	37	37	40	38	35	39	37
親魚量	2,094	2,107	1,948	1,889	2,006	1,803	1,921	2,137	2,373
1歳放流魚加入尾数	177	205	196	209	270	292	235	237	269
1歳天然魚加入尾数	1,464	1,702	1,748	1,624	1,832	2,477	2,596	2,779	2,789
再生産成功率	0.81	0.83	0.83	0.97	1.23	1.44	1.45	1.31	

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、日栽協および水研センター資料)

	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	1,086	575	242	1,163	276	1,833	660	701	300	6,836
2000	888	1,063	299	979	261	1,525	416	732	365	6,528
2001	873	507	347	1,158	257	1,439	1,101	907	363	6,952
2002	895	891	240	1,137	199	615	329	736	352	5,394
2003	843	938	171	876	83	1,318	418	829	355	5,831
2004	128	231	230	866	283	1,098	784	740	336	4,696
2005	1,060	569	166	1,219	250	253	471	450	304	4,742
2006	822	815	201	1,789	222	285	512	427	316	5,389

表9 漁獲係数による将来予測の違い

	F	基準値	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
資源量(トン)	0.54	0.9Fcurrent	3,406	3,597	3,751	4,052	4,341	4,633	4,954
	0.60	1.0Fcurent	3,406	3,597	3,751	3,896	4,030	4,152	4,292
	0.66	1.1Fcurrent	3,406	3,597	3,751	3,748	3,746	3,726	3,727
	0.72	1.2Fcurrent	3,406	3,597	3,751	3,607	3,486	3,350	3,242
	*0.48	0.8Fcurent	3,406	3,471	3,417	3,644	3,841	3,970	4,148
	**0.48	0.8Fcurrent	3,406	3,390	3,203	3,284	3,330	3,269	3,268
漁獲量(トン)	0.54	0.9Fcurrent	1,248	1,331	1,271	1,375	1,472	1,571	1,680
	0.60	1.0Fcurrent	1,248	1,331	1,382	1,436	1,487	1,532	1,583
	0.66	1.1Fcurrent	1,248	1,331	1,487	1,486	1,489	1,481	1,481
	0.72	1.2Fcurrent	1,248	1,331	1,587	1,526	1,480	1,423	1,376
	*0.48	0.8Fcurrent	1,248	1,290	1,052	1,124	1,183	1,223	1,279
	**0.48	0.8Fcurrent	1,248	1,263	984	1,007	1,022	1,004	1,005

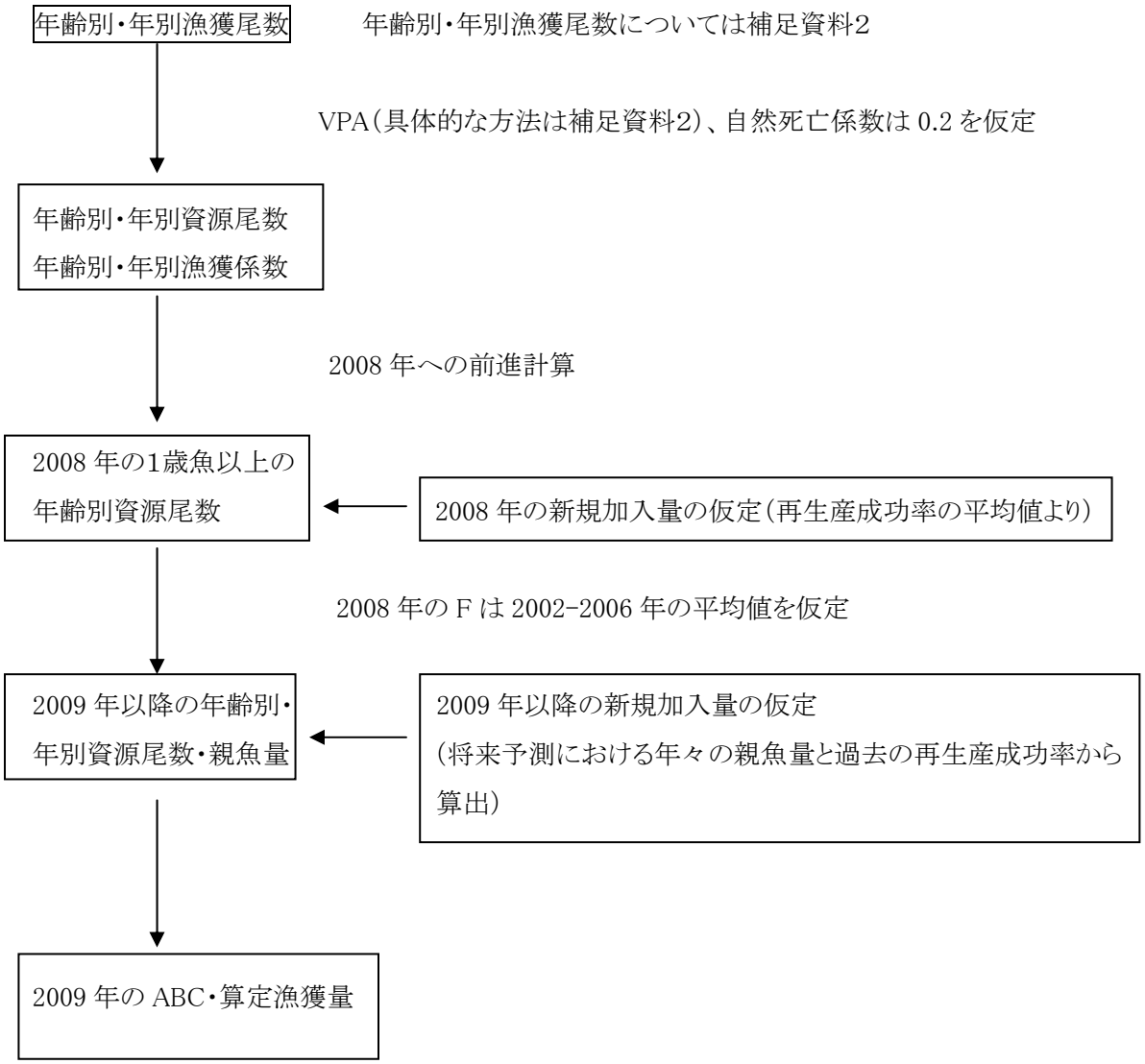
*再生産成功率0.83。 **再生産成功率0.65。 他は1.11。

Fcurrentは2002-2006年の選択率が1となる年齢(2歳)のFの平均。

表10 再生産成功率による将来予測の違い

	再生産成功率	基準値	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
資源量(トン)	1.11	1999-2006平均	3,406	3,597	3,751	3,896	4,030	4,152	4,292
	1.40	2004-2006平均	3,406	3,728	4,096	4,464	4,842	5,277	5,734
	0.83	1999-2001平均	3,406	3,471	3,417	3,359	3,292	3,173	3,099
	0.65		3,406	3,390	3,203	3,019	2,841	2,598	2,431
	0.40		3,406	3,277	2,905	2,555	2,246	1,871	1,627
漁獲量(トン)	1.11	1999-2006平均	1,248	1,331	1,382	1,436	1,487	1,532	1,583
	1.40	2004-2006平均	1,248	1,373	1,511	1,648	1,788	1,948	2,116
	0.83	1999-2001平均	1,248	1,290	1,257	1,234	1,212	1,169	1,142
	0.65		1,248	1,263	1,176	1,107	1,044	956	895
	0.40		1,248	1,227	1,065	931	822	686	598

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 2007)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 年は月別銘柄別重量を銘柄別平均重量(青森県資料)で割って銘柄別尾数に変換→精密測定に基づく季節別 age-銘柄 key 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 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。

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 市場での全長組成実測値を age-length key で年齢分解した場合と同じ漁獲物の箱重量・入り数を age-weight key で年齢分解した場合で年齢組成に有意差がないことを確認。

(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)もしくは五利江ら(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)を利用。

(2)資源量推定法

漁獲統計が1月～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の近似式により

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

a歳、y年の漁獲係数$F_{a,y}$は

$F_{a,y} = -\ln(1 - C_{a,y} \exp(M/2) / N_{a,y})$

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。

$N_{4,y} = (C_{4,y} / C_{4,y} + C_{5+,y}) * N_{5+,y+1} \exp(M) + C_{4,y} \exp(M/2)$

$N_{5+,y} = (C_{5+,y} / C_{4,y}) N_{4,y}$

再近年の資源尾数は

$N_{a,2007} = C_{a,2007} / (1 - \exp(-F_{a,2006})) * \exp(M/2)$

で求めた。再近年の漁獲係数は過去5年間の平均と仮定し、$F_{5+,2007}$は$F_{5+,2007} = F_{4,2007}$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った。

年齢	1	2	3	4	5+
平均体重(g)	180	480	890	1,380	2,800
成熟率(%)	0	50	100	100	100

引用文献

青森県(2007) 平成 18 年度青森県水産総合研究センター事業報告書.

安達二朗(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.

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, pp. 55.

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, pp.総括 1-7.

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.

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, pp.総括 1-5.