

平成 21 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。2008 年の本系群におけるヒラメ漁獲量は 1,312 トン（概算値）と前年を 59 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、資源水準は中位で動向は増加傾向であると判断した。近年の資源量増加は再生産成功率の上昇によると考えられた。再生産成功率が過去 9 年間の平均レベルで、年間 500 万尾の種苗放流が継続されると仮定すると、2010 年以降の漁獲係数が $F_{current}$ (2005～2007 年の F 値の平均) であれば資源量は今後も増加を続け、2014 年には高位に達すると推定された。ABC 算定規則 1 3) 2 に基づき $B_1 = 1$ とし、 $F_{current}$ による漁獲量 1,465 トンの 10 トン未満を四捨五入した 1,470 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、 $0.8 \cdot F_{current}$ による漁獲量 1,235 トンの 10 トン未満を四捨五入した 1,240 トンを ABC_{target} とした。

	2010 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABC_{limit}	1,470 トン	$F_{current}$	0.65	39%
ABC_{target}	1,240 トン	$0.8 F_{current}$	0.52	33%

ABC は 10 トン未満を四捨五入した。 $F_{current}$ は 2005～2007 年の F の平均、 F 値は完全加入年齢（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
2007	3,255	1,253	0.62	38%
2008	3,399	1,312	0.65	39%
2009	3,515	—	—	—

2008 年の漁獲量は暫定値、2008 年の F 値は過去 3 年間の 2 歳の F の平均値、2009 年の資源量はコホート解析による過去 9 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 (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、 兵庫県） ・市場測定 体長 体重・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 資源評価調査以外による調査結果 ・日本海中西部ヒラメ広域連携調査事業報告書 ・栽培漁業資源回復等対策事業報告書 ・各県事業報告書 ・各県栽培漁業協会等業務報告書
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	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） 新潟県板曳網出漁日数（主要 4 港） ・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になっている。2008 年の全国での漁獲量は 7,338 トン（概算値）で、このうち約 18%にあたる 1,312 トンが日本海北・中部系群の分布範囲（青森県津軽半島西岸から兵庫県、図 1）において、主に底曳網、刺網および定置網により漁獲された。本系群の漁獲量は 11～12 年周期で増減を繰り返してきた。近年では 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 2007 年には約 450 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、天然魚と放流魚の識別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り漁獲量も減少したが、2000 年以降再生産成功率が徐々に好転し、近年の資源量は増加傾向にある。

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。索餌期の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 ヶ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淺移動を行う。成長するにつれて広域移動をする個体も見られるようになる。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成長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 15 年程度と推定される（南 1997）。

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。

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

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

（Lt は起算日を 6 月 1 日とした場合の t 歳時の全長（cm））

$$W = 0.0025L^{3.29}$$

（W は全長 L のときの体重（g））

(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 39 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 トンとなり、2007 年 1,253 トン、2008 年 1,312 トン（概算値）と 3 年連続で増加している（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 トンといった減少した後、2005 年 740 トン、2006 年 988 トン、

2007 年 997 トン、2008 年 1,070 トンと増加傾向にある。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 年以降は 230 トンと 260 トンの間で低迷している（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周年ヒラメを専門に漁獲しているものではなく、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%を占めている。新潟県の主要 4 港における板曳網の出漁日数も減少傾向が続いており、2008 年の出漁日数は 1985 年の半分以下の 6,177 日にまで減少している（図 10）。

4. 資源の状態

（1）資源の評価方法

1999～2008 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。2008 年の 1～4 歳の漁獲係数は過去 3 年（2005～2007 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。なお、本年度は最新の精密測定の結果に基づいて age length key を更新し、4 歳と 5 歳以上の区別の精度を改善した。それに伴い過去に遡って年齢別漁獲尾数の見直しを行い、その結果プラスグループの割合がやや減少した。（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ており、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 2008 年にかけて約 2.5 倍に急増したと推定された（図 10）。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。この 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

新潟県岩船港における漁獲物の全長組成の推移を図 11 に示す。2007 年秋に漁獲され始めた 2006 年級群は、2007 年級群が漁獲されるようになった 2008 年 9 月以降も漁獲物の主体を占めており、近年になく大きな年級群であったと推察される。府県別年齢別漁獲尾数を図 12 に示す。兵庫県から石川県では 1 歳、富山県から秋田県では 2 歳、青森県では 3 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、漁獲物の約 70% を 2 歳以下で占めている。系群全体の漁獲尾数は増減を繰り返しながらも増加傾向が続いており、2007、2008 年は 200 万尾を上回った（図 13、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近年増加傾向にある。1999～2004 年は 2,300～2,500 トンで推移していたが、2005 年 2,597 トン、2006 年 2,930 トンと増加して、2008 年には 3,399 トンに達した。漁獲割合は 37～43% で推移しており、明瞭な増減傾向は認められなかった（図 14、表 6）。親魚量は 1999～2006 年の間 1,548～1,824 トンでほぼ横ばいであったが、天然 1 歳魚加入量は 1999 年の 1,630 千尾から 2006 年には 3,328 千尾へと大幅に増加した（図 15、表 7）。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 年には 1.16 であったものが 2005 年には 1.81 に達し、2006 年も 1.82 と高いレベルにあったと推定された（図 16、表 7）。新潟県から青森県沿岸での稚魚密度は、2004 年以降比較的高水準で推移しており（図 17）、産卵から稚魚期、稚魚期から満 1 歳にいたるまでの生残がいずれも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。しかし、2006 年には青森県で、2007 年には新潟県で稚魚密度が低く、その結果 2008 年の資源尾数は 6 年ぶりに前年を下回り、資源量も微増にとどまった（表 4、6）。2007 年の再生産成功率は 1.14 と推定された（図 16、表 7）。2008 年には調査を行った全県で稚魚密度が高く、2009 年の天然 1 歳魚加入量は 2006 年並みに回復することが期待される。

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 18 に示した。いずれの値も M が大きくなると大

きくなり、 M を 0.5 変化させたときに生じる差は 10%前後であった。

(5) 資源の水準・動向

平成 19 年度までは漁獲量を基準に資源の水準・動向を判断しており、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）。この基準を継承し、1999～2008 年の平均漁獲割合（40%）を用いて換算して資源量が 3,000～4,500 トンの間であれば中位とする。2008 年の資源量の推定値は 3,399 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、漁獲量、資源量ともに 4 年連続で増加しており、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 19 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 0.6～0.7 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。完全加入年齢である 2 歳魚の漁獲係数と資源量の関係を図 20 に示す。資源量が多い年には F が小さくなる傾向がみられた。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 21 に示す。2005～2007 年の 2 歳魚の F の平均（ F_{current} ）が 0.65 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。

(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 2008 年には約 360 万尾の種苗放流が行われた（表 8）。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求められてきた。そこで、石川県から兵庫県にいたる海域では 2005 年から、青森県から富山県にいたる海域では 2006 年から種苗、漁獲物ともに統一基準（宮津栽培漁業センター 2006）で黒化判定し、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開始した。統一基準で判定した放流種苗の黒化率は府県、年度により 9～100%の間に大きくばらついたが、系群内での加重平均では 54～67%であった（表 9）。これらの結果をもとに黒化率による補正を行って推定した 2007 年、2008 年の年齢別放流魚混入率を表 10 に示す。漁獲量あたりの放流尾数の比較的高い石川県から兵庫県では全ての年齢において放流魚混入率が 10%前後であった

が、青森県から富山県では 3%以下であった。系群全体としての 1 歳魚における混入率は 2007 年 4.9%、2008 年 5.5%であり、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／放流尾数）は 2006 年放流群 0.032、2007 年放流群 0.030 と推定された。各県の基準で行われてきた放流魚混入率調査結果から推定した 1998～2005 年放流群の添加効率も 0.03～0.04 で推移しており、放流魚は 1 歳魚の初期資源として毎年 15～20 万尾加入してきたと推定された。1999 年から 2007 年にかけて天然魚の加入量が倍増したのに伴い放流魚混入率はほぼ半減した（図 22）。年齢別放流魚混入率から 2007 年の産卵親魚 2,040 トン中 65 トン（3.2%）を放流魚が占めていたと推定された。放流魚の再生産成功率が天然魚と同じであれば、2008 年の天然 1 歳魚初期資源 2,319 千尾のうち 72 千尾は、放流魚が産卵親魚に加わったことによる上乘せであったと推定される。同年の放流魚の加入尾数は 135 千尾と推定されることから（表 7）、1 歳魚初期資源 2,454 千尾のうち 72+135=207 千尾（8.4%）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。

5. 2010 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) 2010 年 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と、資源量をさらに回復させて 5 年後の 2014 年には高位（4,500 トン）に達す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、2009 年以降の 1 歳魚加入量は再生産成功率を 1999～2007 年の平均値 1.42 と推定した。また、2009 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、0.04 とし、毎年 20 万尾が 1 歳魚の初期資源に加わると仮定した。2009 年の漁獲係数ならびに 2010 年以降の各年齢への選択率は 2005～2007 年の平均と等しいと仮定した。現状の漁獲係数 $F_{current}$ (2005～2007 年の 2 歳の F の平均値 0.65) が今後も継続されると、資源量は順調に増加して 2014 年には 4,562 トンになり、資源水準高位の基準である 4,500 トンを上回ると予測された。漁獲量も資源量と同様に増加し、2012 年には 1,606 トンと前回の漁獲量のピークであった 1995 年の 1,581 トンを上回り、2014 年には 1,790 トンに達すると予測された。2010 年以降の漁獲係数が $F_{current}$ の 1.1 倍（0.72）でも 2014 年の資源量は 3,924 トンとゆるやかに増加するが、1.2 倍（0.78）では 2011 年以降減少に転じると予測された（図 23、表 11）。以上より、5 年後の高位水準到達を目標に資源量を回復させるには漁獲圧を現状以上にしないことが必要であると判断して $B_1 = 1$ とし、 $1 \times F_{current}$ による漁獲量 1,465 トンの 10 トン未満

を四捨五入した 1,470 トンを ABClimit とした。不確実性を考慮して安全率 α に標準値 0.8 を採用し、 $0.8 F_{\text{current}}$ による漁獲量 1,235 トンの 10 トン未満を四捨五入した 1,240 トンを ABCtarget とした。

	2010 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABClimit	1,470 トン	F_{current}	0.65	39%
ABCtarget	1,240 トン	$0.8 F_{\text{current}}$	0.52	33%

ABC は 10 トン未満を四捨五入。 F_{current} は 2005～2007 年の F の平均、F 値は完全加入年齢（2 歳）の漁獲係数、漁獲割合は ABC/資源量である。

漁獲シナリオ		漁獲量（トン）						
	管理基準	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
資源の増加	F_{current} ($F=0.65$)	1,312	1,370	1,465	1,548	1,606	1,703	1,790
		資源量（トン）						
	管理基準	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
資源の増加	F_{current} ($F=0.65$)	3,399	3,504	3,734	3,946	4,101	4,339	4,562

(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 は再生産成功率がコホート解析を行った 1999～2007 年の平均値（1.42）で推移すると仮定して算出したが、直近 3 年の平均値（1.59）で推移すると仮定すると 2014 年の資源量は 5,412 トン、漁獲量は 2,113 トンで、1.42 の場合より約 20% 高い値になる。一方、資源量が横ばいであった 1999～2001 年の平均再生産成功率（1.18）で試算すると 2014 年の資源量は 2008 年より約 5% 増加するにとどまり、直近年の値（2007 年、1.14）での試算では 2014 年の資源量は 2008 年とほぼ同じになると予測された。さらに、再生産成功率を直近年の 70% の 0.80 と仮定すると、2014 年の資源量は 2008 年の約 3 分の 2 の 2,165 トンに急減し、漁獲量は過去 20 年間で最低レベルの 866 トンにまで減少する（図 24、表 12）。過去の資源量減少期の再生産成功率は不明であるが、数年で漁獲量が半減したこともあり、最低の再生産成功率は 0.8 よりもさらに低い可能性が考えられる。2010 年 ABC の算定においては 2008 年ならびに 2009 年の再生産成功率を過去 9 年間の平均の 1.42 と仮定している。着底稚魚密度調査結果と各県の砂浜の長さから算

出した 0 歳魚加入量指数と翌年の天然 1 歳魚加入量の関係 (図 25) から、2009 年の天然 1 歳魚加入量は 3,586 千尾、2008 年の再生産成功率は 1.54 と仮定した値 (1.42) よりやや大きい、2009 年に関しては不明である。海洋環境と稚魚密度の関係や 0 歳魚加入量と翌年 1 歳魚加入量の関係を精査し、再生産成功率の変動を踏まえたより精度の高い ABC 算出法を検討する必要がある。

なお、本評価では $0.8 F_{current}$ ($F_{current}$ は 2005～2007 年の 2 歳魚の F 値の平均) を ABC_{target} としたが、この漁獲圧のもとでは再生産成功率が直近年の 80%、過去 9 年平均の 64%にあたる 0.91 であっても 2014 年の資源量は 2008 年より 93 トン増加すると推定された (図 24、表 12)。この漁獲圧のもとでは、再生産成功率が 0.89 程度あれば資源量の維持が可能である。近年の放流魚加入量は 15～20 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 0.08～0.10 上乗せに相当する。

(4) ABC の再評価

平成 20 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増加として再評価を行った。2008、2009 年ともに管理基準は $F_{current}$ とし、そのときの漁獲量を $ABClimit$ 、 $0.8 F_{current}$ のときの漁獲量を ABC_{target} とした。

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	F 値	資源量 (トン)	$ABClimit$ (トン)	ABC_{target} (トン)	漁獲量 (トン)
2008 年(当初)	(北区) C2006 (西区) $0.8C_{ave 5-yr}$			1,190	950	
2008 年(2008 年再評価)	$F_{current}$	0.60	3,597	1,330	1,070	
2008 年(2009 年再評価)	$F_{current}$	0.65	3,399	1,340	1,070	1,312
2009 年(当初)	$F_{current}$	0.60	3,751	1,380	1,160	
2009 年(2009 年再評価)	$F_{current}$	0.65	3,515	1,370	1,160	

6. 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 12) 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 26)。

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歳魚加入量推定の精度向上のために再放流魚の生残の実態解明が必要である。

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0.08~0.10押し上げるに等しい効果があると推定されたが、産卵親魚量が大きく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27)、晩秋から冬にかけては各地で1歳魚の50%以上が寄生を受ける状態が続いている(水産総合研究センター 2009)。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。

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.
- 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(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(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.
- 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, 12, 42 59.
- 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.
- 農林水産省統計部(2003) 平成 14 年遊魚採捕量調査報告書, 48 p p.

- 水産総合研究センター(2009) 日本海北区広域連携ヒラメ調査報告書(平成 18 20 年度), 53pp.
- 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.



図 1. ヒラメ日本海北・中部系群の分布域

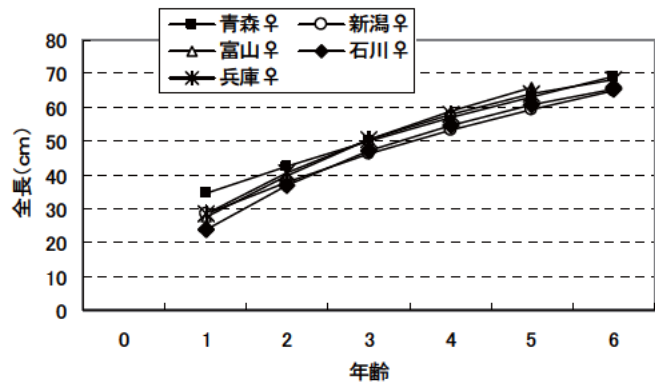


図 2. 本系群のヒラメ（雌）の成長（五利江ら 2005、石川県 2003、浦邊ら 2007、加藤ら 1987）

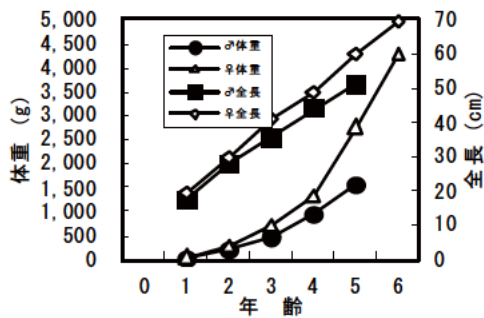


図 3. 新潟県沿岸におけるヒラメの成長（加藤ら 1987）

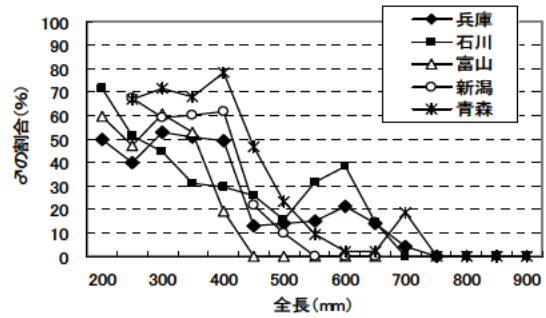


図 4. 全長階級別の雄の割合（五利江ら 2005、石川県 2003、浦邊ら 2007）

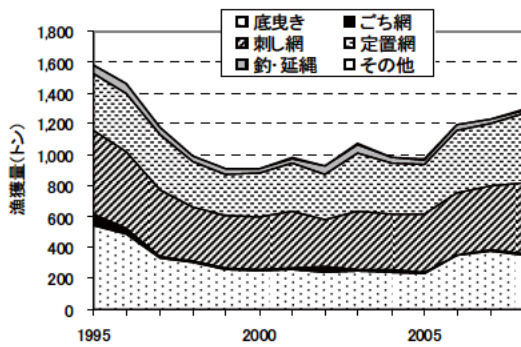


図 5. 漁業種類別漁獲量（農林統計）

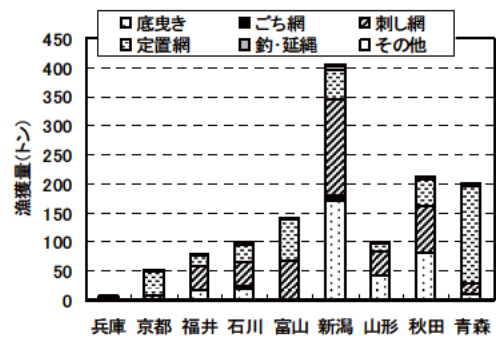


図 6. 県別漁業種類別漁獲量（2008 年）

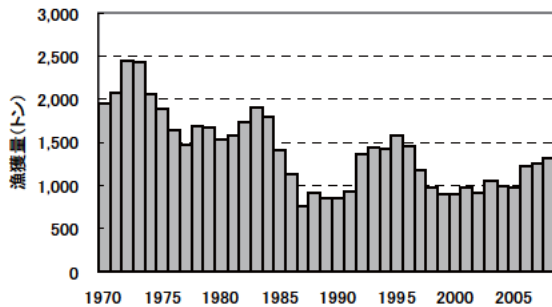


図 7. 漁獲量の経年変化（農林統計）

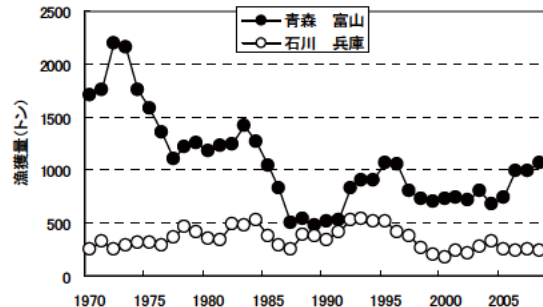


図 8. 海域別の漁獲量（農林統計）

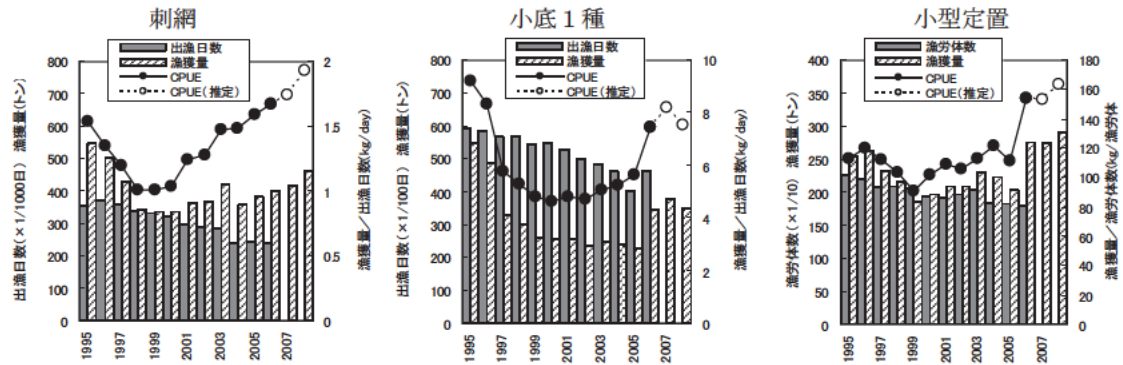


図 9. その他の刺し網、小型底曳 1 種ならびに小型定置の出漁日数、漁獲量、ならびに CPUE
点線は 2006 年の出漁日数もしくは漁労体数が 2008 年まで維持されたと仮定した場合
の推定値（農林統計）

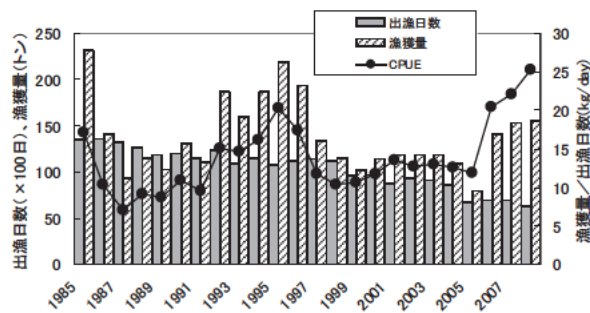


図 10. 新潟県の板曳網の出漁日数（主要
4 港）、漁獲量および CPUE（新潟
県資料）

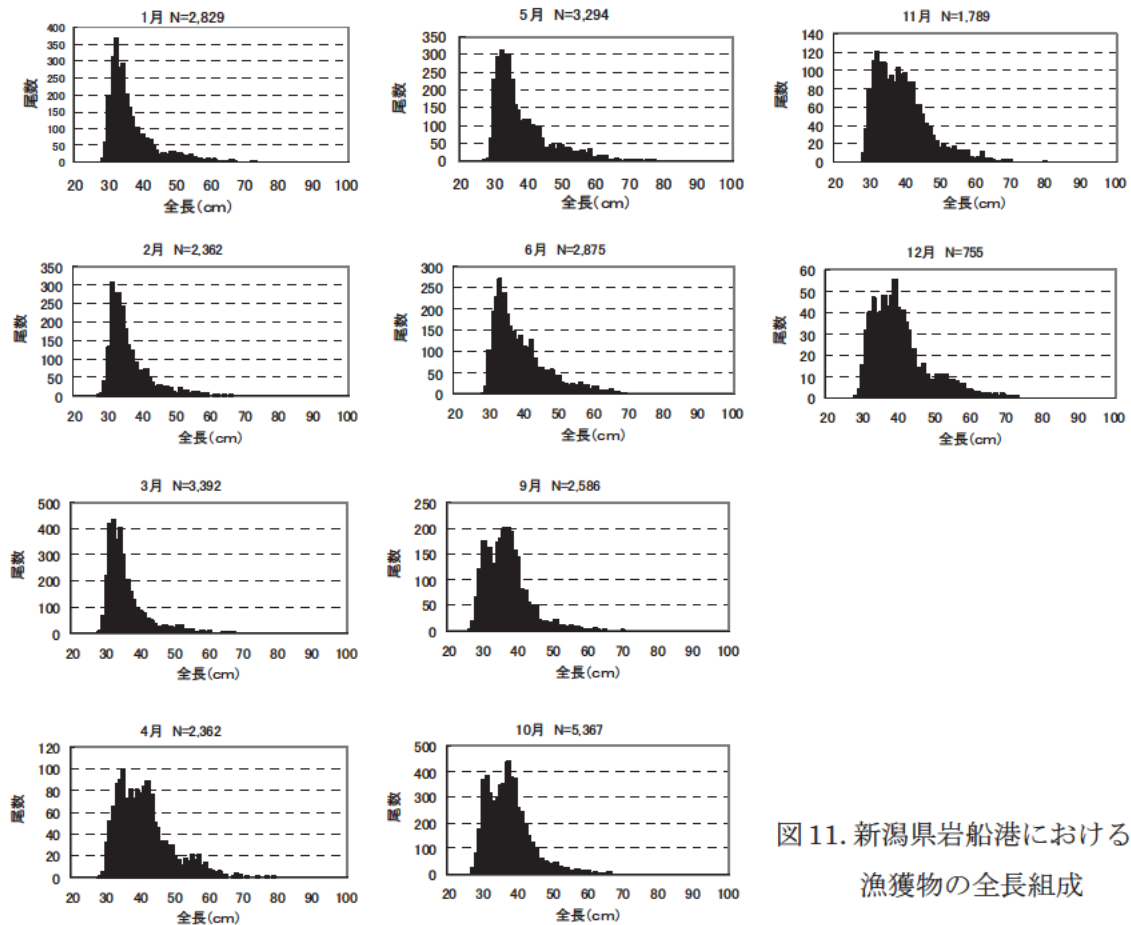


図 11. 新潟県岩船港における
漁獲物の全長組成

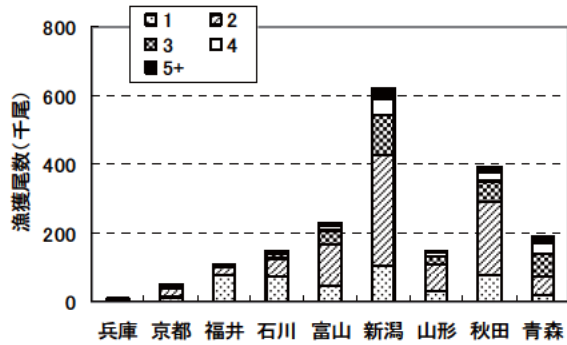


図 12. 2008 年の県別年齢別漁獲尾数
年齢起算日は 1 月 1 日

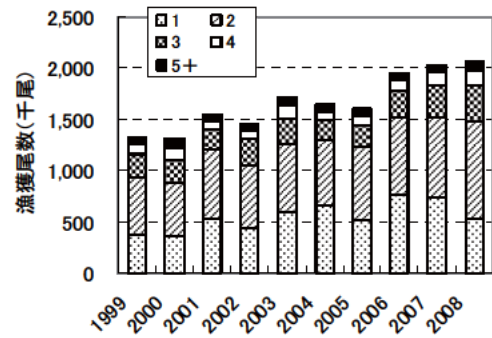


図 13. 年齢別漁獲尾数の推移
年齢起算日は 1 月 1 日

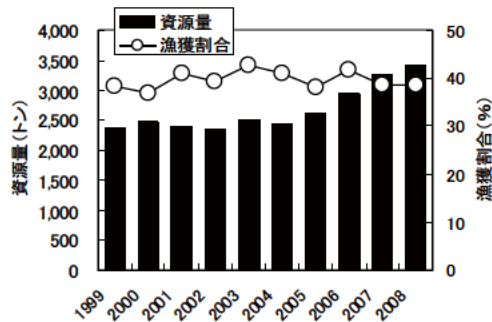


図 14. 資源量と漁獲割合

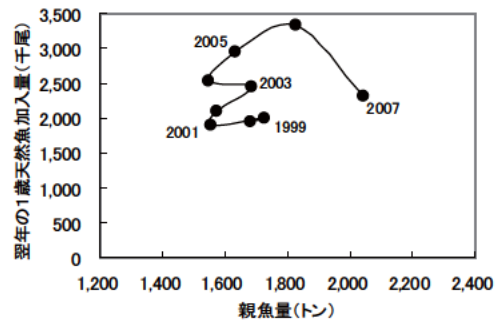


図 15. 親魚量と翌年の天然 1 歳魚加入量

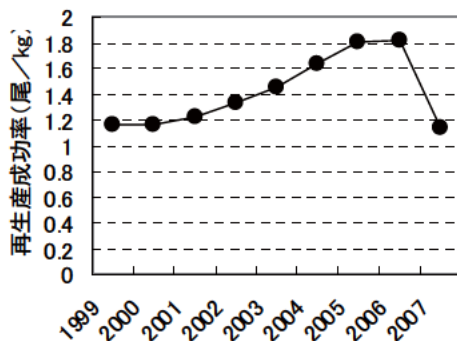


図 16. 再生産成功率の推移

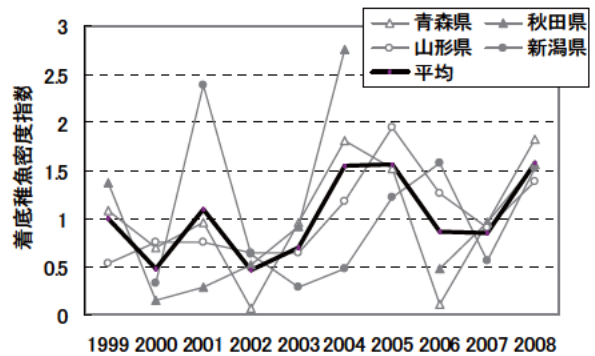


図 17. ヒラメ稚魚密度指数 各海域の調査期間内の平均値を 1 とする。(各県調査資料より計算)

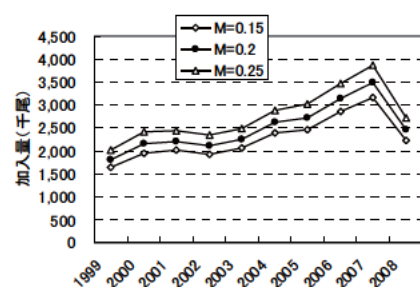
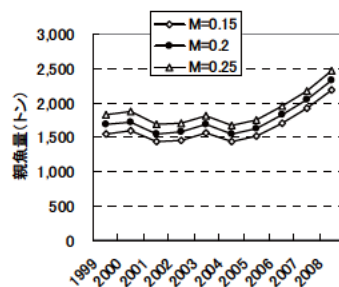
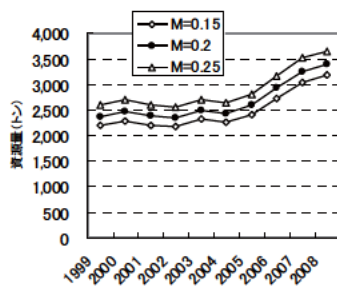


図 18. M を変化させたときの資源量 (左)、親魚量 (中)、加入量 (右) の変化

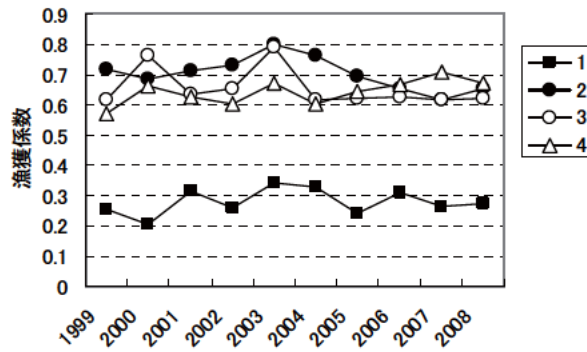


図 19. 年齢別の漁獲係数の推移

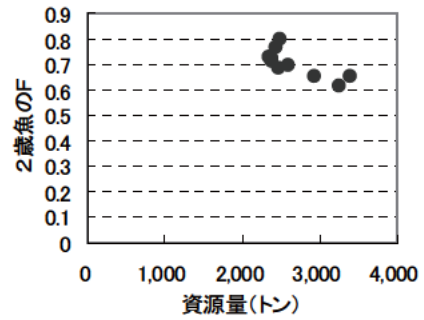


図 20. 資源量と 2 歳魚の漁獲係数 (F) の関係

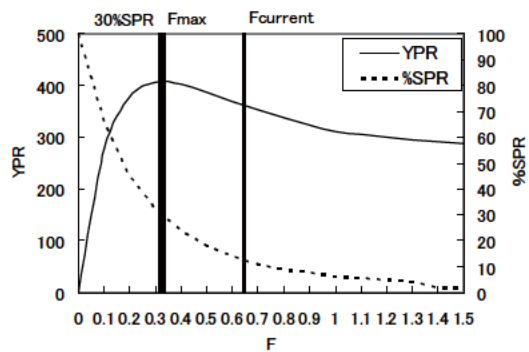


図 21. 漁獲係数と YPR、%SPR の関係
Fmax は加入あたり漁獲量が最大になる F。Fcurrent は 2 歳の F の 2005～2007 年の平均値。

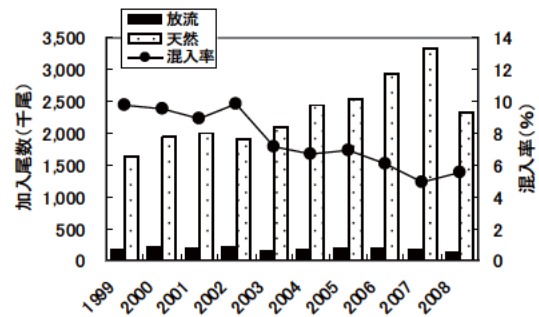


図 22. 天然魚、放流魚の加入量と放流魚混入率

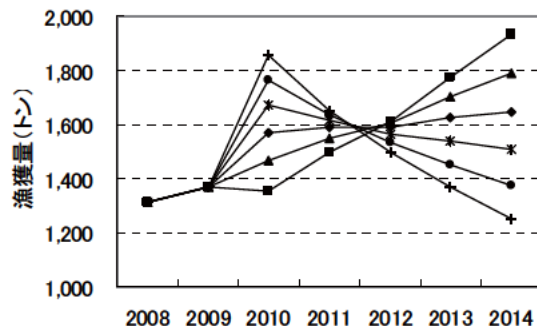
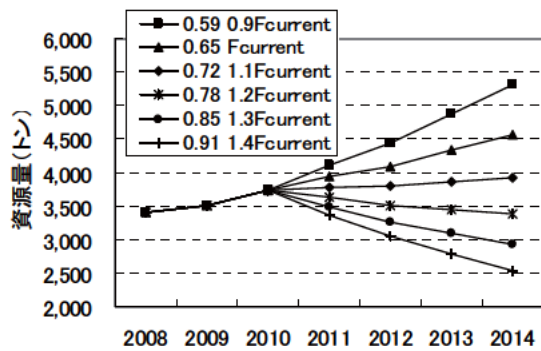


図 23. F の変化による資源量 (左) ならびに漁獲量 (右) の推移 凡例は共通。

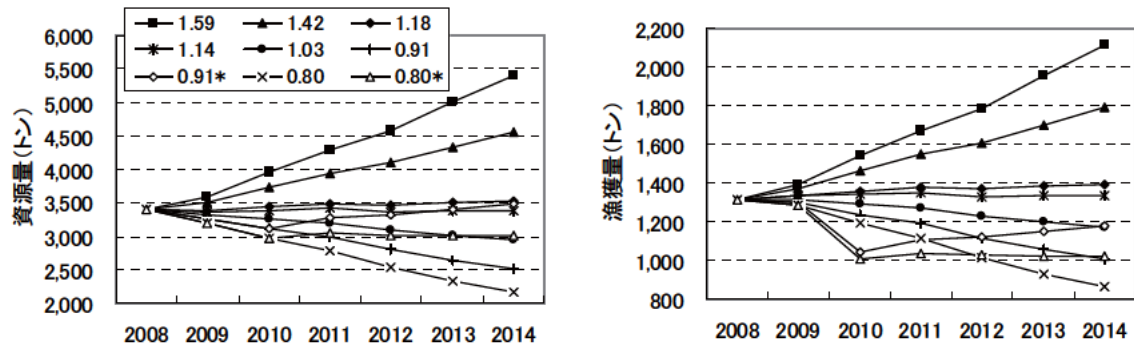


図 24. 再生産成功率 (RPS) の変化による資源量 (左) ならびに漁獲量 (右) の推移 凡例は共通。F は $F_{current}$ (0.65)。ただし、*においては $0.8F_{current}$ (0.52)。

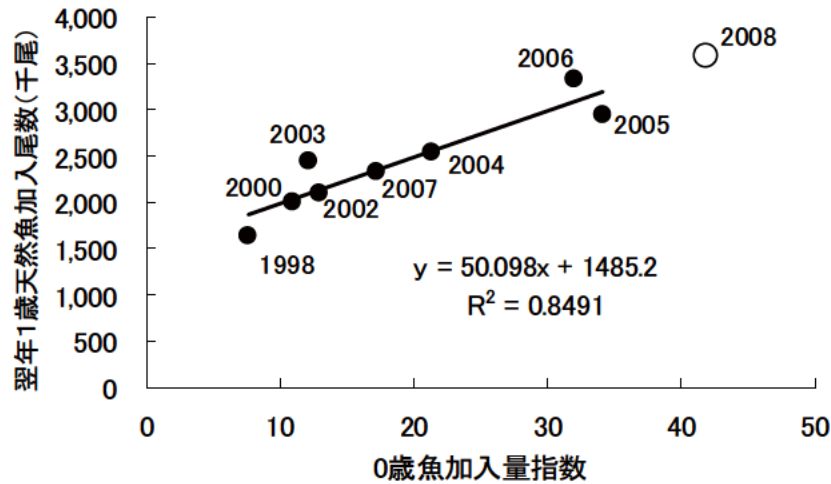


図 25. 0 歳魚加入量指数と翌年 1 歳天然魚加入量の関係 0 歳魚加入量指数は各県の着底稚魚密度を砂浜の長さで重み付けしたうえでの平均値。●はコホート解析による計算値。○の加入量は予測値。

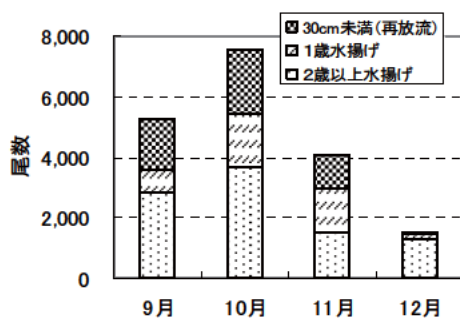


図 26. 新潟県岩船港における月別水揚げならびに再放流尾数推定値 (2006 年資源評価調査結果より)

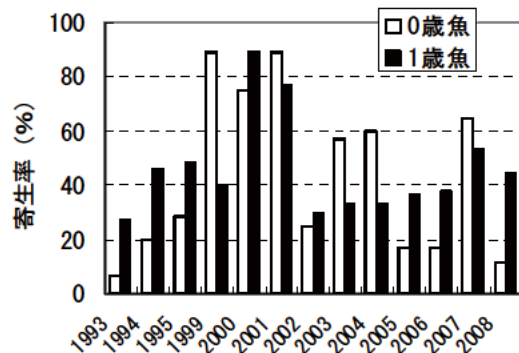


図 27. 新潟県北部沿岸における 9、10 月のネオヘテロボツリウム寄生率

表 1. 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	404	140	102	78	53	9	1,312

*2008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	2008
1	369	364	538	441	596	662	528	760	738	530
2	571	514	661	617	664	634	702	758	783	954
3	221	236	201	250	258	204	209	266	310	348
4	92	103	79	84	109	79	93	97	127	146
5+	74	98	70	59	79	69	69	73	76	81
合計	1,327	1,316	1,549	1,451	1,705	1,648	1,601	1,955	2,035	2,060

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
1	100	92	150	120	160	185	143	219	201	140
2	276	231	329	299	316	314	338	389	379	450
3	198	197	185	225	228	187	187	253	278	304
4	127	132	111	115	147	111	127	141	175	196
5+	209	257	204	166	219	200	195	219	215	222
合計	910	909	979	925	1,070	997	991	1,221	1,248	1,312

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
1	1,806	2,156	2,203	2,114	2,260	2,623	2,721	3,140	3,500	2,454
2	1,229	1,145	1,436	1,318	1,332	1,312	1,548	1,750	1,883	2,197
3	533	490	472	577	520	490	501	632	747	833
4	235	236	188	205	246	193	217	221	277	331
5+	188	224	168	144	178	169	162	167	166	182
合計	3,991	4,250	4,466	4,357	4,537	4,786	5,148	5,910	6,572	5,998

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
1	0.26	0.21	0.31	0.26	0.34	0.33	0.24	0.31	0.27	0.27
2	0.72	0.69	0.71	0.73	0.80	0.76	0.70	0.65	0.62	0.65
3	0.61	0.76	0.63	0.65	0.79	0.62	0.62	0.62	0.61	0.62
4	0.57	0.66	0.62	0.60	0.67	0.61	0.64	0.67	0.71	0.67
5+	0.57	0.66	0.62	0.60	0.67	0.61	0.64	0.67	0.71	0.67

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
1	379	453	463	444	475	551	571	659	735	515
2	627	584	732	672	679	669	790	892	960	1,121
3	490	451	434	531	479	451	460	582	687	766
4	331	333	264	289	347	272	305	311	391	466
5+	548	650	487	418	518	490	471	485	482	531
合計	2,375	2,471	2,381	2,354	2,498	2,433	2,598	2,930	3,255	3,399

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
漁獲量	910	909	979	925	1,070	997	991	1,221	1,253	1,312
資源量	2,375	2,471	2,381	2,354	2,498	2,433	2,598	2,930	3,255	3,399
漁獲割合	38	37	41	39	43	41	38	42	38	39
親魚量	1,682	1,726	1,552	1,574	1,683	1,548	1,632	1,824	2,040	2,324
放流1歳魚加入量	177	205	196	209	162	175	188	190	172	135
天然1歳魚加入量	1,630	1,951	2,008	1,905	2,099	2,448	2,533	2,950	3,328	2,319
再生産成功率	1.16	1.16	1.23	1.33	1.45	1.64	1.81	1.82	1.14	

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
2007	910	335	149	1,306	272	294	481	462	295	4,504
2008	798	403	150	886	231	303	447	49	309	3,576

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（%）

	青森	秋田	山形	新潟	富山	石川	福井	京都	兵庫	平均
2005						47	68	81	9	56
2006	92	99	98	53	73	42	33	71	35	67
2007	74	45	93	53	68	31	46	89	35	59
2008	59	100	53	31	55	80	44	100	31	54

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（黒化率による補正済み）

	青森～富山		石川～兵庫		合計	
	2007	2008	2007	2008	2007	2008
漁獲量（トン）	997	1,070	256	242	1,253	1,312
放流尾数（千尾）	2,972	2,406	1,532	1,107	4,504	3,513
放流尾数／漁獲量	3.0	2.2	6.0	4.6	3.6	2.7
年齢別総漁獲尾数						
1歳	417,840	277,339	320,400	252,739	738,240	530,078
2歳	599,667	785,899	183,200	168,516	782,867	954,415
3歳	279,879	311,577	30,500	36,588	310,379	348,165
4歳	111,987	127,276	15,480	19,220	127,467	146,495
年齢別放流魚漁獲尾数						
1歳	7,649	4,389	32,164	26,084	39,813	30,473
2歳	13,034	7,904	15,012	18,922	28,046	26,826
3歳	8,409	3,230	3,873	5,366	12,283	8,596
4歳	3,091	1,285	825	1,948	3,916	3,233
放流魚混入率（%）						
1歳	1.83	1.58	10.04	10.32	4.90	5.52
2歳	2.17	1.01	8.19	11.23	3.25	2.65
3歳	3.00	1.04	12.70	14.67	3.84	2.22
4歳	2.76	1.01	5.33	10.14	3.14	2.00
全年齢	2.28	1.12	9.44	10.97	4.29	3.49
添加効率*					0.032	0.030

*漁獲加入時（1.0歳）の放流魚資源尾数／前年放流尾数

表 11. 漁獲係数による将来予測の違い

	F	基準値	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
資源量 (トン)	0.59	0.9Fcurrent	3,399	3,504	3,734	4,116	4,437	4,879	5,320
	0.65	Fcurrent	3,399	3,504	3,734	3,946	4,101	4,339	4,562
	0.72	1.1Fcurrent	3,399	3,504	3,734	3,786	3,798	3,868	3,924
	0.78	1.2Fcurrent	3,399	3,504	3,734	3,636	3,523	3,457	3,386
	0.85	1.3Fcurrent	3,399	3,504	3,734	3,493	3,274	3,096	2,931
	0.91	1.4Fcurrent	3,399	3,504	3,734	3,359	3,047	2,780	2,545
漁獲量 (トン)	0.59	0.9Fcurrent	1,312	1,370	1,353	1,496	1,609	1,774	1,933
	0.65	Fcurrent	1,312	1,370	1,465	1,548	1,606	1,703	1,790
	0.72	1.1Fcurrent	1,312	1,370	1,570	1,588	1,591	1,624	1,646
	0.78	1.2Fcurrent	1,312	1,370	1,670	1,617	1,567	1,539	1,507
	0.85	1.3Fcurrent	1,312	1,370	1,765	1,637	1,535	1,454	1,375
	0.91	1.4Fcurrent	1,312	1,370	1,854	1,649	1,499	1,368	1,252

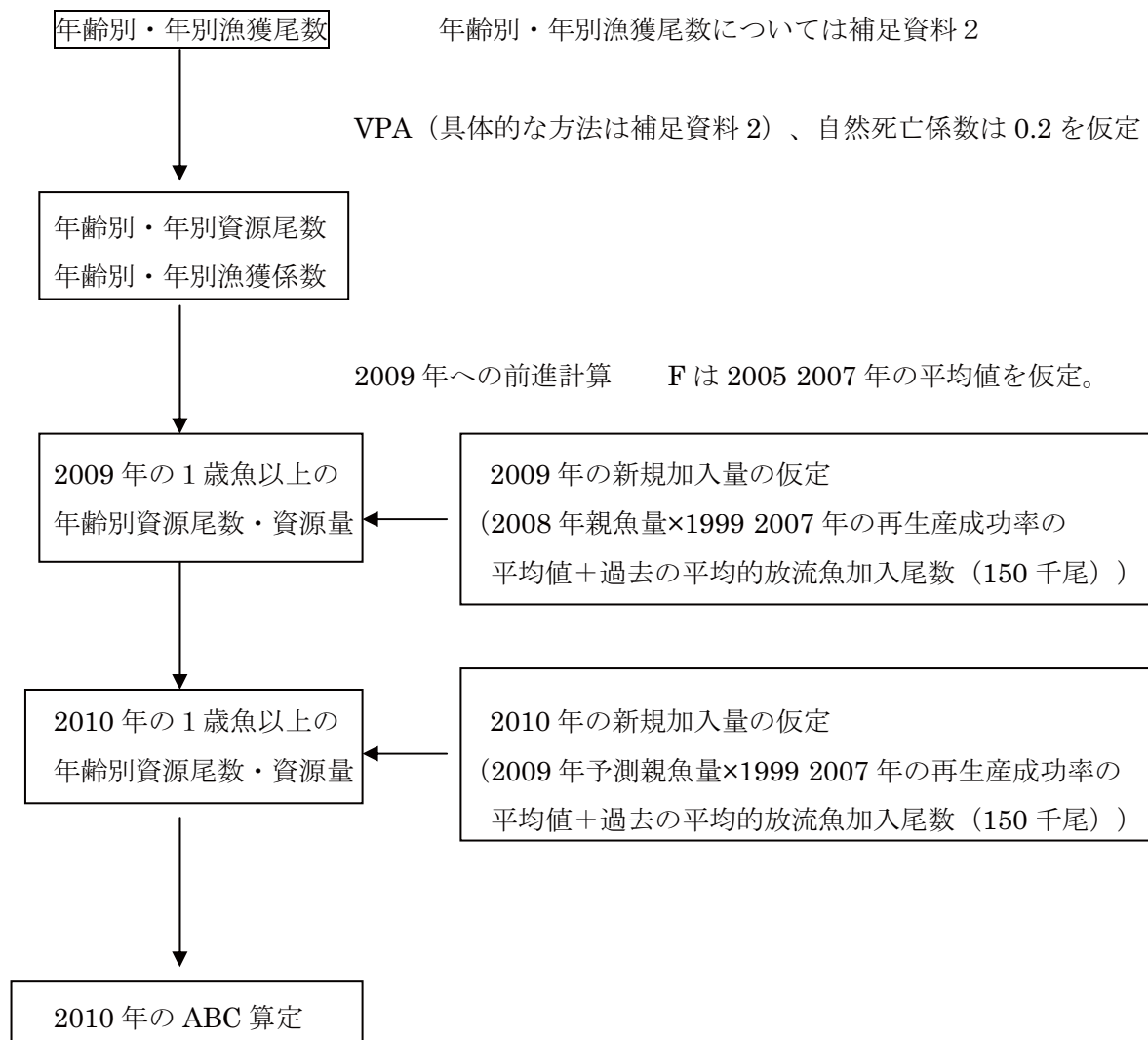
Fcurrentは完全加入年齢（2歳）の2005-2007年におけるFの平均。
 再生産成功率（RPS）は1999-2007年の平均（1.42）と仮定した。

表 12. 再生産成功率（RPS）による将来予測の違い

	RPS	基準値	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
資源量 (トン)	1.59	2005 2007平均	3,399	3,589	3,950	4,288	4,587	5,005	5,412
	1.42	1999 2007平均	3,399	3,504	3,734	3,946	4,101	4,339	4,562
	1.18	1999 2001平均	3,399	3,389	3,441	3,491	3,473	3,507	3,534
	1.14	直近年（2007）	3,399	3,370	3,391	3,415	3,370	3,373	3,374
	1.03	0.9×直近年	3,399	3,316	3,255	3,206	3,092	3,018	2,952
	0.91	0.8×直近年	3,399	3,258	3,106	2,981	2,798	2,649	2,526
	0.91*	0.8×直近年*	3,399	3,258	3,106	3,268	3,321	3,401	3,492
	0.80	0.7×直近年	3,399	3,204	2,969	2,776	2,536	2,329	2,165
	0.80*	0.7×直近年*	3,399	3,204	2,969	3,050	3,021	3,000	3,002
漁獲量 (トン)	1.59	2005 2007平均	1,312	1,394	1,543	1,675	1,788	1,956	2,113
	1.42	1999 2007平均	1,312	1,370	1,465	1,548	1,606	1,703	1,790
	1.18	1999 2001平均	1,312	1,338	1,360	1,380	1,370	1,385	1,396
	1.14	直近年（2007）	1,312	1,333	1,342	1,351	1,331	1,334	1,334
	1.03	0.9×直近年	1,312	1,318	1,293	1,274	1,226	1,198	1,172
	0.91	0.8×直近年	1,312	1,301	1,239	1,190	1,114	1,055	1,006
	0.91*	0.8×直近年*	1,312	1,301	1,046	1,107	1,122	1,150	1,181
	0.80	0.7×直近年	1,312	1,286	1,190	1,113	1,014	931	866
	0.80*	0.7×直近年*	1,312	1,286	1,005	1,038	1,025	1,019	1,020

Fは完全加入年齢（2歳）の2005-2007年におけるFの平均（Fcurrent=0.65）と仮定。
 ただし、*では0.8Fcurrent（0.52）とした。

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、2008 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（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（下表）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	0.11	0.86	0.04				1.00				
350～400		0.83	0.15	0.02			0.42	0.56	0.03		
400～450		0.32	0.64	0.04			0.03	0.51	0.30	0.16	
450～500			0.48	0.43	0.10			0.33	0.53	0.13	
500～550			0.36	0.55	0.09			0.18	0.55	0.18	0.09
550～600				0.22	0.78				0.33	0.33	0.33
600～650				0.40	0.60						1.00
650～700					1.00						1.00
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 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、福井県 2009）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

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

a 歳、y 年の漁獲係数 $F_{a,y}$ は

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

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。

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

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

最近年の資源尾数は

$$N_{a,2008} = C_{a,2008} / (1 - \exp(-F_{a,2007})) * \exp(M/2)$$

で求めた。再近年の漁獲係数は過去3年間の平均と仮定し、 $F_{5+,2008}$ は $F_{5+,2008}=F_{4,2008}$ 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)	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(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.

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.