平成 22 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（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。2009 年の本系群におけるヒラメ漁獲量は 1,068 トン（概算値）であり、前年を 242 トン下回った。漁獲量の推移とコホート解析による資源計算結果から、資源水準は低位で動向は横ばい傾向であると判断された。ABC 算定規則 1-3)-(3)における基準値を Fcurrent、β_2=0.9 とし、2009 年以降の再生産成功率が過去 10 年間の平均値、人工種苗放流が現状と同程度で継続されるとする仮定の下で推定された 0.9Fcurrent による 2011 年の漁獲量 927 トンの 10 トン未満を四捨五入した 930 トンを ABClimit、さらに不確実性を考慮して安全率 α を 0.8 とし、0.8･0.9Fcurrent による推定漁獲量 784 トンの 10 トン未満を四捨五入した 780 トンを ABCtarget とした。

	2011 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABClimit	930 トン	0.9Fcurrent	0.67	40%
ABCtarget	780 トン	0.8･0.9 Fcurrent	0.54	34%

ABC は 10 トン未満を四捨五入した。Fcurrent は 2004～2008 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
2008	2,807	1,310	0.80	47%
2009	2,391	1,068	0.75	45%
2010	2,270	－	－	－

2009 年の漁獲量は暫定値、2009 年の F 値は過去 5 年間の 2 歳の F の平均値、2010 年の資源量はコホート解析による過去 10 年間の平均的な再生産関係に基づく予測である。

水準：低位　　動向：横ばい

本件資源評価に使用したデータセットは以下の通り

データセット	基礎情報、関係調査等
年齢別・年別漁獲尾数 （天然魚・黒化魚別）	漁業・養殖業生産統計年報（農林水産省） 月別漁業種類別漁獲量（青森～兵庫 9 府県） 月別体長組成調査（水研セ、青森県、秋田県、山形県、新潟県、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	新潟県板曳網出漁隻数（主要 4 港）および漁獲量 ・新潟県資料

1. まえがき

ヒラメは我が国沿岸のほぼ全域に分布し、各地で沿岸漁業の重要な対象種になっている。2009 年の全国での漁獲量は 7,196 トン（概算値）で、このうち約 15%にあたる 1,068 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、主に刺網、定置網および底曳網により漁獲された。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 2009 年には 337 万尾の人工種苗が放流された。

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 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）。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。

雄:$Lt = 52.57(1-\exp(-0.46(t+0.50)))$

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））

$W = 0.0043L^{3.23}$

（W は全長 L（cm）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。全長 10cm 以上になると魚類を主食とし、他にはイカ類、エビ類等も食べるようになる。一方、稚魚期にはより大型のヒラメをはじめマゴチ、オニオコゼ、アナハゼ、イシガニ、エビジャコ等に捕食されることが知られている。

3. 漁業の状況

（1）漁業の概要

主に刺網、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 85%を占めるが隣接する秋田県、福井県では刺網による漁獲が最も多く定置網の占める割合は 30%程度である（図 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（ただし 2009 年は 91 トン、8.5%）。

近年、資源の保護・管理を目的として漁具漁法、目合、操業時期、操業海域など様々な規制措置がとられている。特に全長制限は各府県で行われており、その制限サイズは兵庫県、京都府、福井県では 25～30cm、石川県、富山県では 25cm、新潟県、山形県、秋田県では 30cm、青森県では 35cm であり、西で小さく北で大きい。

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

（2）漁獲量の推移

本系群の漁獲量は 1970 年以降においては 10 数年周期の増減を繰り返してきたが、周期的に見られる漁獲量のピークは 1972、73 年の 2,448 トンから 1983 年の 1,901 トン、1995 年の 1,581 トンと減少してきており、全体としては減少傾向にあるといえる。近年の漁獲量は 1995 年をピークに減少に転じ、1998 年から 2005 年にかけて 1,000 トン前後と低迷した。その後、2008 年まで連続して増加し、1,310 トンに達したが、2009 年の漁獲量は 1,068 トンと急減している（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傾向が異なることが指摘されており（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せず、3、4 年のずれあるいは相反する傾向を示している（図 8）。

（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、大型クラゲの来遊等の影響もあるが、2009 年の出漁隻数は 1985 年の半分以下の 5,483 日にまで減少している（図 9）。

4. 資源の状態

（1）資源の評価方法

1999～2009 年の年齢別漁獲尾数データを使用し、Pope の近似式（Pope 1972）を用いてコホート解析を行い、年齢別資源尾数、初期資源量、ならびに漁獲係数を推定した。自然死亡係数（M）は安達（2007）に従い、0.2 と仮定した。5 歳以上はプラスグループとし、

4 歳と 5 歳以上の漁獲係数が等しいと仮定した。2009 年の 1～4 歳の漁獲係数は過去 5 年（2004～2008 年）の平均に等しいと仮定した。また、年齢の起算日は 1 月 1 日とした（年齢別漁獲尾数算出方法ならびに資源計算方法の詳細は補足資料 2 参照）。

（2）資源量指数値の推移

3.（3）漁獲努力量で示したとおり、新潟県北部沿岸で行われている板曳網はヒラメを主対象として操業しており、その漁獲量は本系群全体の 8～13%を占める。また主要 4 港の出漁隻数が利用可能であることから、その CPUE（漁獲量／出漁隻数）を資源量指標値とした。新潟県の板曳網における CPUE（漁獲量／出漁隻数）の推移は漁獲量の推移と同調している。近年では 2005～2008 年にかけて倍増、1985 年以降の最大値を示したが、2009 年の漁獲量の激減に伴い、大きく減少した（図 9）。

（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。一年を通じて、2007 年級群が漁獲の主体となっている。例年 9 月以降に加入する全長 30～35cm の 1 歳魚のモードが見られず、2008 年級群の加入がかなり少ないか、遅れていたと考えられる。府県別年齢別漁獲尾数を図 11 に示す。兵庫県から石川県では 1～2 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（図 12、表 2）。

（4）資源量と漁獲割合の推移

コホート解析により推定した 1999 年以降の資源量は 2005 年までは 2,300～2,500 トンで推移していた。2006～2008 年には 2,800～2,900 トンまで回復していたが、2009 年には 2,391 トンまで減少した。一方、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 45%前後とやや高くなっている（図 13、表 6）。

各年の 1 歳魚加入尾数は表 4 のとおり推移してきた。本系群の分布水域においては毎年数百万尾の人工種苗放流が行われていることから（表 7）、コホート解析により推定された加入尾数は放流魚を含む値となっているが、放流魚と天然魚で漁獲されやすさに差がないと仮定した場合、漁獲個体に占める放流個体の割合は資源全体に占める放流個体の割合と等しいと考えることが出来る。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 8)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）。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 2007～2009 年でそれ

ぞれ 8.3%、6.3%、4.0%であった（表 9）。ま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（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 0.03～0.04 で推移していることから 2005 年以前の放流群における添加効率は 0.03 で一定であるとして、1999 年以降の天然魚、放流魚別の 1 歳魚加入尾数を算出し、再生産関係の推定を行った（図 14、表 10）。2005 年までの親魚量は 1,548～1,653 トンでほぼ横ばいであったが、2006 年以降は 1,749～1,826 トンと期間内では高水準にある（図 14、表 10）。一方で親魚量の増加が天然 1 歳魚加入量の増加には繋がっておらず、1999 年の 1.20 から 2005 年には 1.80 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 1.72 から 2007 年 1.21 と急減し、2008 年には期間内の最小値である 0.76 となった（図 15、表 10）。

新潟県から青森県沿岸での稚魚密度は 2003 年までは 1999～2009 年の平均値より低い水準での増減、2004 年以降は平均値より高い水準で増減しており、2004、2005、2008 年に特に高い値を示した（図 16）。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が、2008 年の高い稚魚密度は翌年の 1 歳魚加入尾数に結びついておらず、また 2007 年級の 1 歳魚加入尾数も少なかったことから今後の親魚量、資源量の低迷が懸念される（表 10）。

コホート解析では自然死亡係数 M=0.2 と仮定したが、M を変化させた場合の資源量、親魚量、加入量の変化を図 17 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、加入量の増減はほぼ 10%未満であった。

（5）資源の水準・動向

平成 19 年度までは漁獲量を基準とした資源の水準・動向の判断を行っており、1970 年以降の漁獲量の変動から中位の基準となる漁獲量を 1,200～1,800 トンとしてきた（図 7 参照）。本評価においては、コホート解析により得られる資源量の推定値が、上記の基準と 1999～2009 年の平均漁獲割合（約 42%）を用いて資源量に換算した値（2,900～4,300 トン）の範囲内にあれば中位と判断する。2009 年の資源量の推定値は 2,391 トンであったことから資源水準は低位であると判断した。また直近 5 年間の資源量、資源量指標値、漁獲量の動向から現在の資源動向は横ばいであると判断した。しかしながら 2009 年の資源量推定値､漁獲量とも前年に比べて大きく減少し､また 2010 年に漁獲の主対象である 2 歳､2010 年以降に産卵親魚となる 2009 年の 1 歳魚資源尾数が低水準と考えられ､今後の資源動向が減少に転じることが懸念される。

（6）資源と漁獲の関係

年齢別の漁獲係数 F の推移を図 18 に示す。1 歳魚の F は 0.2～0.4、2～4 歳魚の F は主として 0.6～0.8 で推移している。1 歳魚の F が低いのは各地で漁獲物の全長規制が行われ

ていることによると考えられる。完全加入年齢である 2 歳魚の F と資源量の間に明瞭な関係は見られない（図 19）。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 20 に示す。2004～2008 年の 2 歳魚の F の平均（Fcurrent）は 0.75 であり、YPR が最大となる Fmax（0.29）および 30%SPR を達成する F30%SPR（0.30）の推定値と比べてかなり高い。

（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 2009 年には 337 万尾の種苗放流が行われた（表 7）。各年齢の漁獲個体における放流魚の混入率は漁獲量あたりの放流尾数が比較的多い石川県から兵庫県では全ての年齢において放流魚の混入率が 10%前後であったが、漁獲量あたりの放流尾数が少ない青森県から富山県では 4%未満であった（表 9）。系群全体としての 1 歳魚における放流魚の混入率は 2007～2009 年でそれぞれ 8.3%、6.3%、4.0%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／前年の放流尾数）は 2006～2008 年放流群で 0.051、0.032、0.014 と推定された（表 9）。また 1 歳における放流魚の加入は、2006～2008 年の天然の親魚量に対して、その再生産成功率をそれぞれ 0.16、0.08、0.04 押し上げたことに相当する。

1999 年以降の天然魚と放流魚の加入量および放流魚の混入率を図 21 に示す（ただし 2006 年加入群までの放流魚の添加効率は一律 0.03 と仮定）。2006 年加入群までの放流魚の混入率は、天然魚の加入量の増加に伴い減少していたが、2006 年以降は天然魚の加入動向と同調した増減を示している。

5. 2011 年 ABC の算定

（1）資源評価のまとめ

漁獲量および資源量指標値とした新潟県の板曳網における CPUE（漁獲量／出漁隻数）はいずれも 2005 年までの横ばいの後、2008 年まで連続して増加したが、2009 年には急減した。この結果、2006～2008 年に 2,800～2,900 トンであった資源量の推定値は、2009 年には 2005 年よりやや低い 2,391 トンまで減少した。以上より本系群の資源水準は低位、動向は横ばいであると判断した。また 2009 年の 1 歳魚加入尾数が低水準であり、今後の資源動向が減少に転じることが懸念される。これらのことから 2011 年の F を現状より減じ、資源量の回復を目指すこととした（ABC 算定規則 1-3)-(3)）。

（2）2011 年 ABC 並びに推定漁獲量の算定

本系群の資源水準・動向は低位・横ばいであることから、以下の ABC 算定規則 1-3)-(3)における Flimit =（基準値か現状の F）×β_2 （β_2 は 1 未満の係数）、Ftarget = Flimit ×α（α は安全率）により 2011 年 ABC を算定する。基準値としては Fcurrent を用い、β_2=0.9、

α=0.8 とした。2009 年以降の再生産成功率を 1999～2008 年の平均値 1.36、人工種苗放流尾数およびその添加効率を現状と同程度（放流尾数 450 万尾、添加効率 0.03）、漁獲係数と各年齢への漁獲選択率を 2009 年と同値（2004～2008 年の平均値）とする仮定の下で、推定される 0.9Fcurrent による 2011 年の漁獲量 927 トンの 10 トン未満を四捨五入した 930 トンを 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、0.8・0.9 Fcurrent による漁獲量 784 トンの 10 トン未満を四捨五入した 780 トンを ABCtarget とした。

	2011 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABClimit	930 トン	0.9Fcurrent	0.67	40%
ABCtarget	780 トン	0.8･0.9 Fcurrent	0.54	34%

ABC は 10 トン未満を四捨五入。Fcurrent は 2004～2008 年の F の平均、F 値は完全加入年齢（2 歳）での漁獲係数、漁獲割合は ABC／資源量である。

（3）ABClimit の評価

ABC 算定と同じ仮定の下で、2011 年以降、Fcurrent の 0.7～1.2 倍の F を継続した場合の 2015 年までの資源量および漁獲量の将来予測を図 22 および表 11 に示す。Fcurrent では資源量および漁獲量は漸減すると考えられるが、0.9Fcurrent では漸増する。0.8Fcurrent 以下では資源量の速やかな回復が期待されるが、2011 年の漁獲量はかなり制約されることになる。

（4）ABC の再評価

2006 年以降の親魚量が期間内では高水準にあったため、これらと過去の平均的な再生産成功率から算出される高水準の加入量により 2009、2010 年の資源量は 3,500 トンを上回ると推定されていたが、2009 年に 1、2 歳魚の漁獲尾数が急減したため、コホート解析による 2007 年以降の資源量（尾数）の推定値が大幅に下方修正された（2009 年における漁獲量減少に関する情報を補足資料 3 に示した）。これに伴い、もとの管理基準である Fcurrent および 0.8Fcurrent により得られる 2009 年および 2010 年の ABClimit および ABCtarget も大幅に下方修正された。

昨年度評価以降追加されたデータセット	修正・更新された数値
2008 年漁獲量確定値 2009 年漁獲量概数値	2008 年漁獲量の確定 2009 年漁獲量概数値の追加
2009 年年齢別・年別漁獲尾数 1999～2008 年の年齢別･年別漁獲尾数	2009 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）
2009 年（当初）	Fcurrent	0.60	3,751	1,380	1,160	
2009 年（2009 年再評価）	Fcurrent	0.73	3,504	1,400	1,200	
2009 年（2010 年再評価）	Fcurrent	0.76	2,391	1,040	880	1,068
2010 年（当初）	Fcurrent	0.65	3,734	1,470	1,240	
2010 年（2010 年再評価）	Fcurrent	0.71	2,270	970	820	

6. ABC 以外の管理方策への提言

ヒラメ日本海北・中部系群の資源水準・動向は低位・横ばいと判断された。近年の親魚量は1999年以降で見れば高水準にあるものの再生産成功率がかなり低くなっており、2007、2008年級における加入尾数は低迷している（表10）。本系群においては1歳魚加入尾数の多寡は直近数年の資源量、親魚量に大きく影響し、推定される資源の水準・動向を急転させ得るが、親魚量と翌年の1歳魚加入尾数には明確な関係が認められていない（図14）。しかしながら資源水準が低位であり、また2007、2008年級における加入尾数の低迷が今後、数年間の資源量および親魚量の低迷をもたらすと推定される現状にあっては、親魚量が、再生産による資源量の回復が可能な閾値を下回らないようにすること、少ない資源をより経済的に利用することが重要である。各府県においては全長25～35cmの漁獲規制サイズが設けられているが、規制サイズが25cmの海域では1歳魚が主な漁獲対象となる場合があるほか、規制サイズがより大きくても年や季節によって規制サイズを下回るヒラメが大量に漁獲され再放流されることもある（図23）。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7）。近年では種苗放流には再生産成功率を0.04～0.16押し上げるに等しい効果があったと推定された。放流魚の資源への貢献度は天然魚の加入尾数が多い場合には相対的に低くなるが、一方で種苗放

流が行われなかった場合の10年後の資源量は、現状レベルの種苗放流（450万尾、添加効率0.03）が継続された場合より15～18%低くなると推定される（図24、再生産成功率、各年齢への漁獲選択率はABC算定の際と同じ）ことから、安定した種苗放流の継続は資源の維持・増大に一定の効果を示すと言える。特に資源の水準・動向が低位・横ばいである現状においてその役割は大きいと考えられ、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*の寄生が認められ始め、1996年頃から貧血症状を呈する（ネオヘテロボツリウム症）個体が目立つようになった。近年の寄生率は2000年前後に比べると低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いる（図25）。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が、寄生率と再生産成功率、加入尾数との関係を注視していくことが必要である。

7. 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.

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（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.

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.

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.
農林水産省統計部（2003）　平成 14 年遊魚採捕量調査報告書，48pp.
Pope, J.G.（1972）An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. Int. Comm. Northwest Atl. Fish. Res., Bull., 9, 65-74.
島根県（2010）　平成 21 年度栽培漁業資源回復等対策事業報告書，235-240.
竹野功爾・浜中雄一（1994）　標識放流からみた若狭湾周辺海域におけるヒラメの移動. 京都府海洋センター研報，17，66-71.
竹野功爾・葭矢　護・宮島俊明（2001）　標識放流結果からみた若狭湾西部海域産ヒラメの分布・移動. 日水誌，67，807-813.
鳥取県（2007）　平成 18 年度日本海中西部ヒラメ広域連携調査事業報告書，総括 1-5.
浦邊清治・横越　淳・鴨野裕紀・増田育司（2007）　耳石横断薄片切片を用いて解析した富山湾産ヒラメの年齢と成長. 富山水試研報，18，1-11.

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

	青森県	秋田県	山形県	新潟県	富山県	石川県	福井県	京都府	兵庫県	合 計
1970	276	523	98	601	207	114	79	53	5	1,956
1971	252	489	93	679	240	151	117	56	4	2,081
1972	335	801	118	747	201	112	92	37	5	2,448
1973	369	780	171	685	156	135	110	35	4	2,445
1974	298	527	136	635	157	157	99	43	12	2,064
1975	368	444	122	521	127	133	126	46	5	1,892
1976	287	357	81	497	129	166	71	50	5	1,643
1977	208	254	87	466	96	222	95	43	4	1,475
1978	215	311	85	478	128	295	112	57	4	1,685
1979	183	372	98	491	112	209	135	60	7	1,667
1980	143	253	113	542	126	172	115	58	12	1,534
1981	179	284	97	554	120	151	102	81	9	1,577
1982	197	338	116	470	121	293	116	72	9	1,732
1983	176	449	132	524	138	257	137	78	10	1,901
1984	256	309	135	452	118	300	152	62	16	1,800
1985	132	171	89	496	149	223	92	49	8	1,409
1986	202	146	89	312	86	168	73	44	9	1,129
1987	118	60	43	222	65	130	67	43	11	759
1988	103	58	40	251	83	208	108	57	14	922
1989	52	48	41	245	86	184	116	58	23	853
1990	41	37	49	286	97	164	99	56	25	854
1991	54	48	46	275	105	212	107	63	34	944
1992	80	173	77	380	122	292	122	72	41	1,359
1993	101	249	99	331	124	300	114	86	39	1,443
1994	119	216	115	355	98	258	146	76	32	1,415
1995	154	289	97	407	124	260	133	93	24	1,581
1996	196	266	91	400	97	187	114	88	20	1,459
1997	161	201	74	291	77	166	107	81	17	1,175
1998	149	218	60	250	55	121	77	49	12	991
1999	122	228	63	231	63	96	59	37	11	910
2000	165	170	60	270	65	74	61	37	7	909
2001	148	172	54	279	85	108	79	44	10	979
2002	113	141	56	295	109	102	57	43	9	925
2003	141	162	69	313	113	122	80	61	9	1,070
2004	125	135	55	256	103	153	102	55	13	997
2005	126	183	55	248	133	116	73	48	9	991
2006	174	223	79	348	164	107	72	45	9	1,221
2007	175	213	92	392	125	121	76	50	9	1,253
2008	200	226	100	403	141	102	76	53	9	1,310
2009*	180	186	78	300	131	77	63	47	6	1,068

*2009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	2009
1	386	370	579	477	637	730	536	828	820	608	372
2	564	476	679	617	660	659	694	793	747	977	627
3	217	212	203	244	249	205	207	279	316	379	341
4	90	93	80	82	104	79	93	99	128	120	120
5+	73	90	72	58	76	70	69	83	78	55	63
合計	1,330	1,241	1,612	1,476	1,727	1,745	1,599	2,082	2,089	2,139	1,524

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
1	81	78	121	100	134	153	113	174	172	128	78
2	287	243	346	314	337	336	354	404	381	498	320
3	200	195	187	224	229	189	191	256	291	349	314
4	127	131	112	115	147	112	131	139	180	169	169
5+	212	261	210	169	222	204	200	242	226	160	184
合計	908	907	976	923	1,068	995	988	1,216	1,250	1,303	1,066

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
1	1,770	2,163	2,231	2,147	2,313	2,630	2,619	3,008	3,312	2,282	1,457
2	1,191	1,099	1,436	1,303	1,327	1,317	1,492	1,659	1,713	1,969	1,318
3	508	465	469	561	509	489	482	594	641	727	728
4	230	220	189	201	239	192	214	207	234	238	252
5+	186	213	171	143	175	170	159	174	143	109	133
合計	3,885	4,160	4,496	4,355	4,563	4,798	4,967	5,643	6,043	5,327	3,889

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
1	0.28	0.21	0.34	0.28	0.36	0.37	0.26	0.36	0.32	0.35	0.33
2	0.74	0.65	0.74	0.74	0.80	0.81	0.72	0.75	0.66	0.79	0.75
3	0.64	0.70	0.65	0.65	0.78	0.62	0.65	0.73	0.79	0.86	0.73
4	0.57	0.63	0.63	0.60	0.66	0.61	0.65	0.75	0.92	0.81	0.75
5+	0.57	0.63	0.63	0.60	0.66	0.61	0.65	0.75	0.92	0.81	0.75

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
1	372	454	468	451	486	552	550	632	696	479	306
2	608	561	732	665	677	672	761	846	874	1,004	672
3	468	428	432	516	468	450	443	547	590	669	670
4	325	310	266	283	337	270	302	292	330	336	356
5+	541	619	498	417	509	494	463	507	415	318	387
合計	2,313	2,372	2,397	2,331	2,477	2,438	2,520	2,823	2,904	2,807	2,391

表 7.　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	1,026	575	242	1,163	276	1,833	660	701	300	6,776
2000	888	1,063	299	979	261	1,465	416	672	365	6,408
2001	981	507	347	1,158	257	1,439	1,101	907	363	7,060
2002	951	891	240	1,137	199	615	329	736	352	5,450
2003	843	938	235	900	83	1,146	737	760	355	5,997
2004	128	231	230	866	283	1,098	784	740	337	4,697
2005	1,060	569	166	1,219	250	253	471	450	400	4,838
2006	827	815	201	1,789	222	285	512	427	280	5,358
2007	929	335	149	1,306	272	294	481	462	295	4,523
2008	755	690	154	999	232	307	533	166	310	4,146
2009	745	320	156	700	239	304	441	144	318	3,366

表 8.　黒化判定統一基準（宮津栽培漁業センター　2006）による府県別、年別放流種苗黒化率（%）

黒化率	兵庫	京都	福井	石川	富山	新潟	山形	秋田	青森	平均
2005	9	81	68	47						53
2006	35	71	33	33	73	53	98	99	92	66
2007	35	89	46	31	43	53	93	37	74	57
2008	31	100	47	80	81	31	53	100	55	59
2009	34	83	63	83	50	50	99	92	96	71

表 9.　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	2007	2008	2009	2007	2008	2009
漁獲量（トン）	997	1,070	875	256	240	193	1,253	1,310	1,068
放流尾数（千尾）	2,991	2,830	2,160	1,532	1,316	1,206	4,523	4,146	3,366
放流尾数／漁獲量	3.0	2.6	2.5	6.0	5.5	6.3	3.6	3.2	3.2
年齢別総漁獲尾数（千尾）									
1歳	389	346	229	431	263	143	820	608	372
2歳	578	805	484	169	172	143	747	977	627
3歳	284	343	300	32	36	41	316	379	341
年齢放流魚漁獲尾数（千尾）									
1歳	14	10	4	54	28	11	68	39	15
2歳		20	9	15	21	14		41	23
3歳			4		6	9			14
放流魚混入率（%）									
1歳	3.7	3.0	1.7	12.5	10.7	7.6	8.3	6.3	4.0
2歳		2.5	1.8	9.2	12.5	9.9		4.2	3.6
3歳			1.4		15.4	22.8			4.0
添加効率＊							0.051	0.032	0.014

＊漁獲加入時（1.0歳）の放流魚資源尾数／前年放流尾数。

表 10.　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
漁獲量	910	909	979	925	1,070	997	991	1,221	1,253	1,310	1,068
資源量	2,313	2,372	2,397	2,331	2,477	2,438	2,520	2,823	2,904	2,807	2,391
漁獲割合	39	38	41	40	43	41	39	43	43	47	45
親魚量	1,638	1,638	1,562	1,548	1,653	1,550	1,589	1,768	1,772	1,826	1,749
放流 1 歳魚加入量	177	203	192	212	164	180	141	145	275	144	69
天然 1 歳魚加入量	1,593	1,959	2,039	1,936	2,150	2,450	2,478	2,863	3,037	2,138	1,389
再生産成功率	1.20	1.24	1.24	1.39	1.48	1.60	1.80	1.72	1.21	0.76	

表 11.　漁獲係数による将来予測の違い

	F	基準値	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
資源量（トン）	0.52	0.7Fcurrent	2,391	2,270	2,295	2,589	2,860	3,268	3,652
	0.60	0.8Fcurrent	2,391	2,270	2,295	2,464	2,605	2,842	3,043
	0.67	0.9Fcurrent	2,391	2,270	2,295	2,347	2,378	2,480	2,546
	0.75	Fcurrent	2,391	2,270	2,295	2,237	2,175	2,170	2,138
	0.82	1.1Fcurrent	2,391	2,270	2,295	2,135	1,994	1,905	1,804
	0.90	1.2Fcurrent	2,391	2,270	2,295	2,039	1,833	1,678	1,528
漁獲量（トン）	0.52	0.7Fcurrent	1,068	974	767	877	962	1,103	1,231
	0.60	0.8Fcurrent	1,068	974	850	921	968	1,060	1,133
	0.67	0.9Fcurrent	1,068	974	928	953	961	1,006	1,031
	0.75	Fcurrent	1,068	974	1,000	976	946	947	931
	0.82	1.1Fcurrent	1,068	974	1,069	990	924	885	836
	0.90	1.2Fcurrent	1,068	974	1,133	997	898	824	748

Fcurrentは2004-2008年における完全加入年齢（2歳）のFの平均。
再生産成功率（RPS）は1999-2008年の平均（1.36）と仮定した。

図 1. ヒラメ日本海北・中部系群の分布域

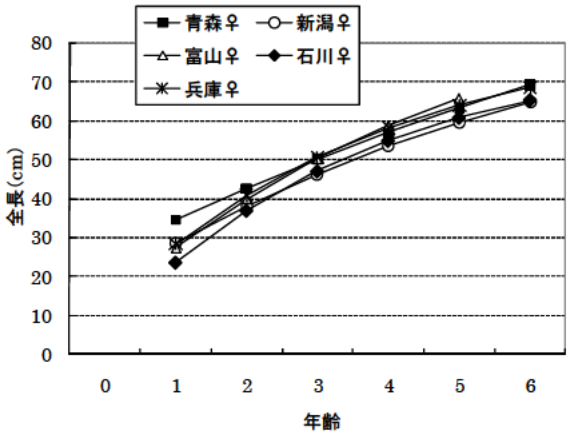


図 2. 本系群のヒラメ（雌）の成長

（五利江ら 2005、石川県 2003、浦邊ら 2007、加藤ら 1987）

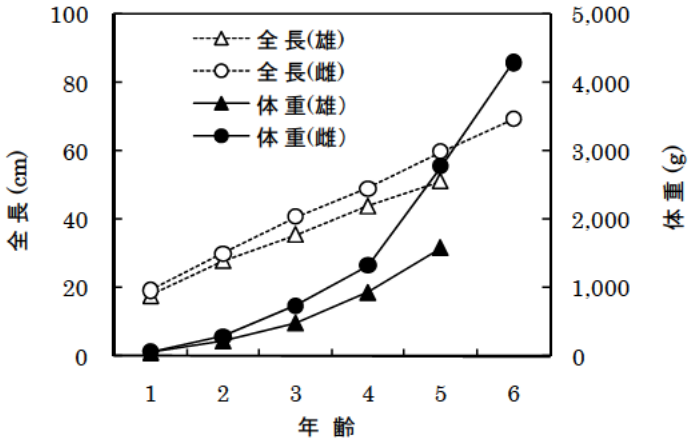


図 3. 新潟県沿岸におけるヒラメの成長

（加藤ら 1987）

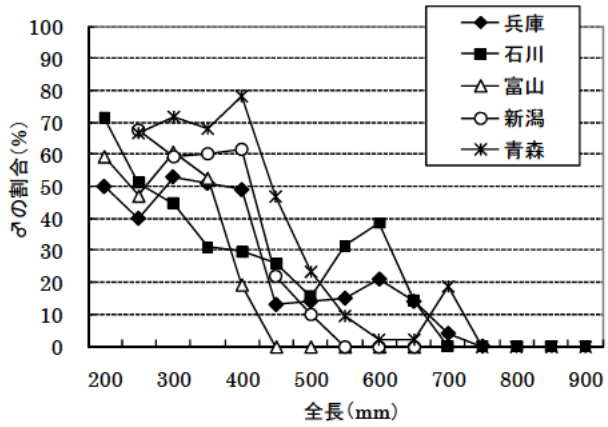


図 4. 全長階級別の雄の割合

（五利江ら 2005、石川県 2003、浦邊ら 2007）

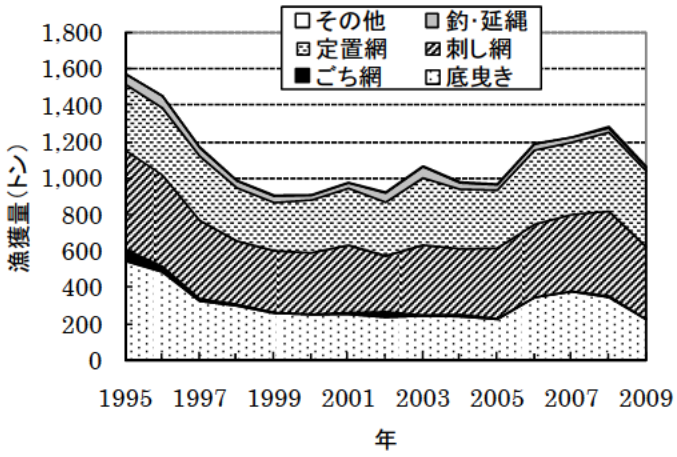


図 5. 漁業種類別漁獲量（農林統計）

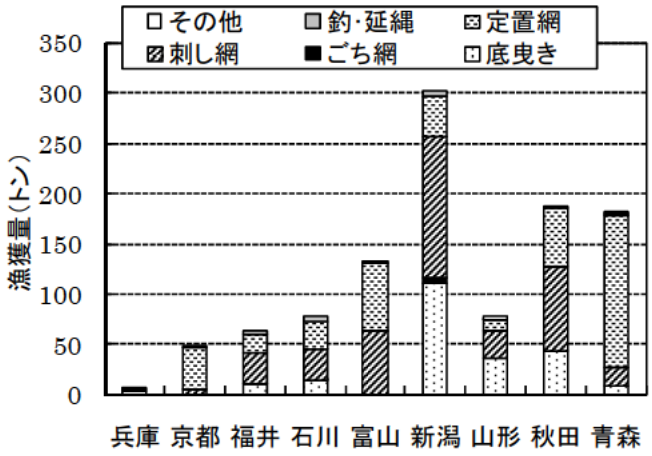


図 6. 県別漁業種類別漁獲量（2009 年）

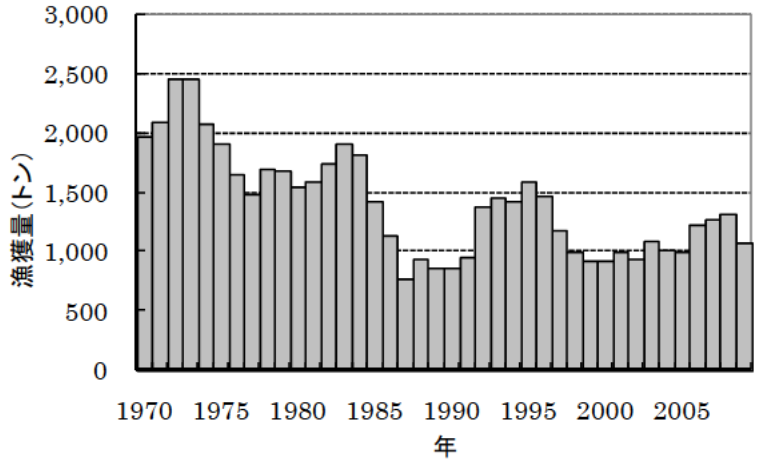


図 7. 漁獲量の経年変化（農林統計）

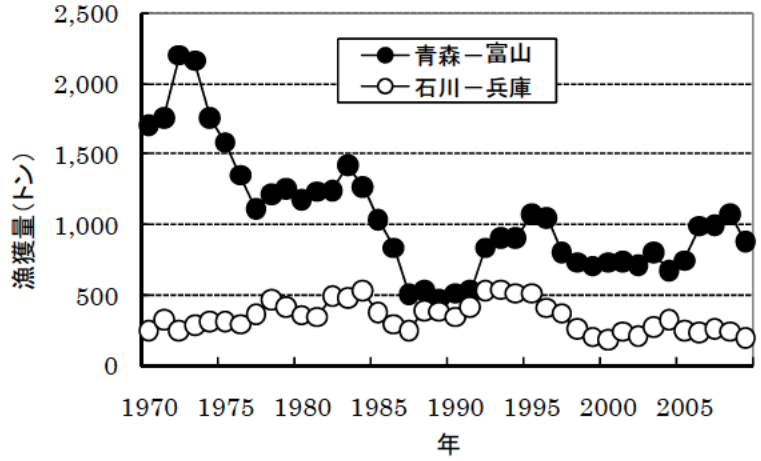


図 8. 海域別の漁獲量（農林統計）

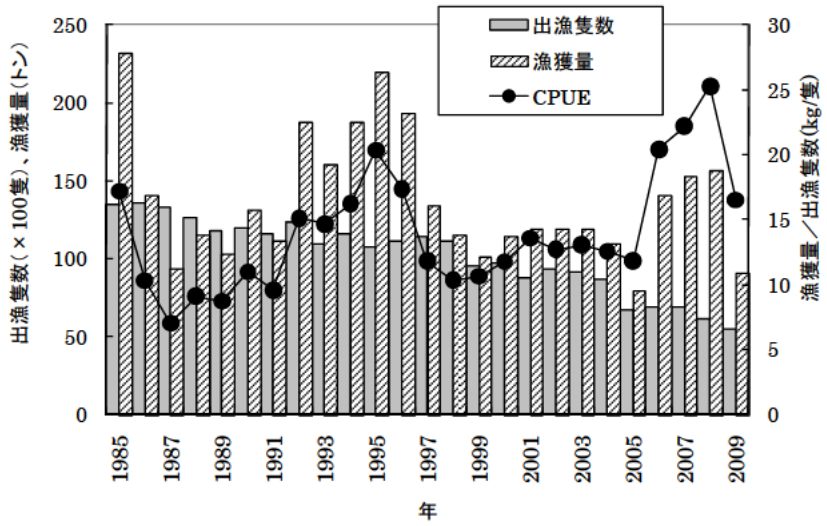


図 9. 新潟県の板曳網の出漁隻数（主要 4 港）、
漁獲量および CPUE（新潟県資料）

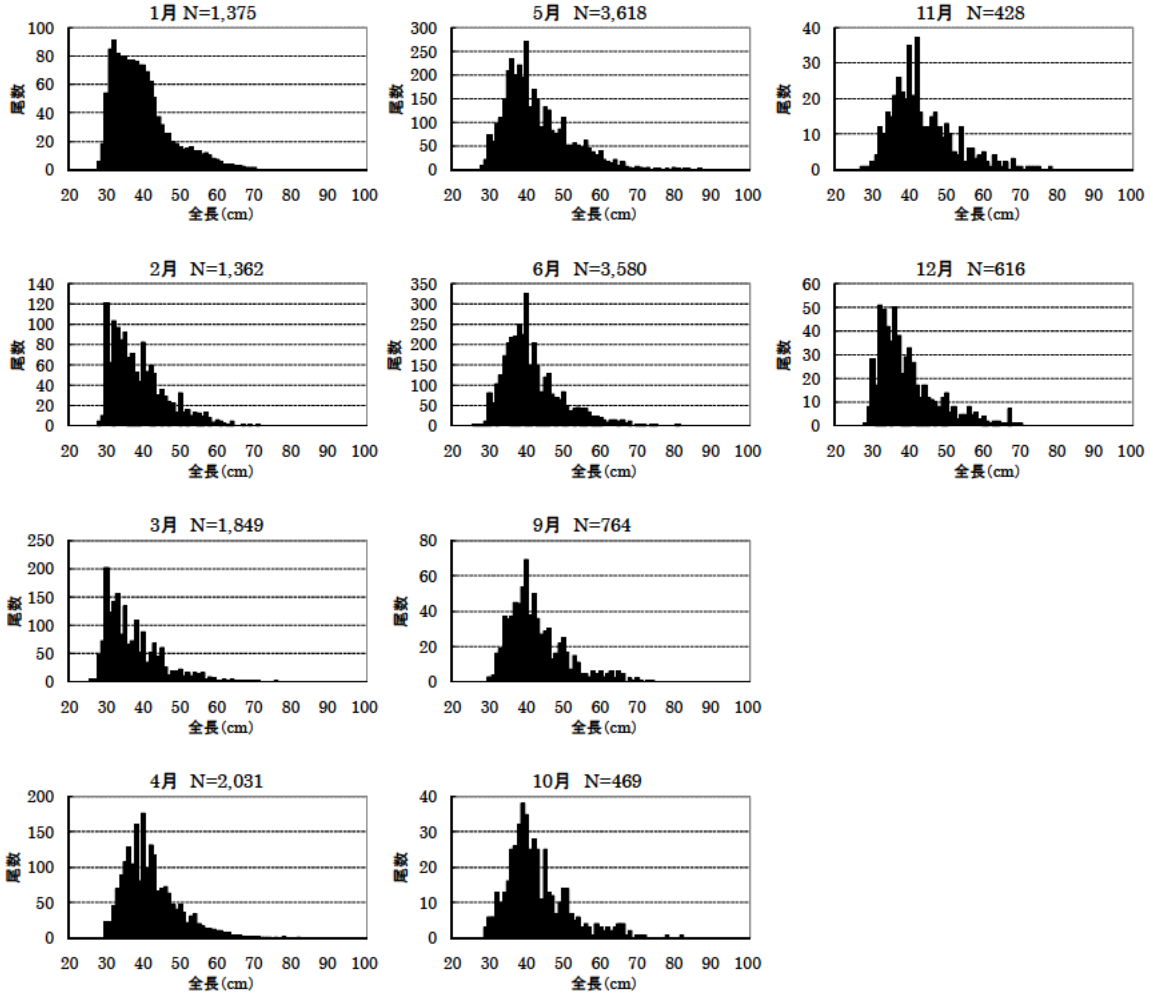


図 10. 新潟県岩船港における漁獲物の全長組成(2009 年)　尾数は各月の調査尾数を示す。

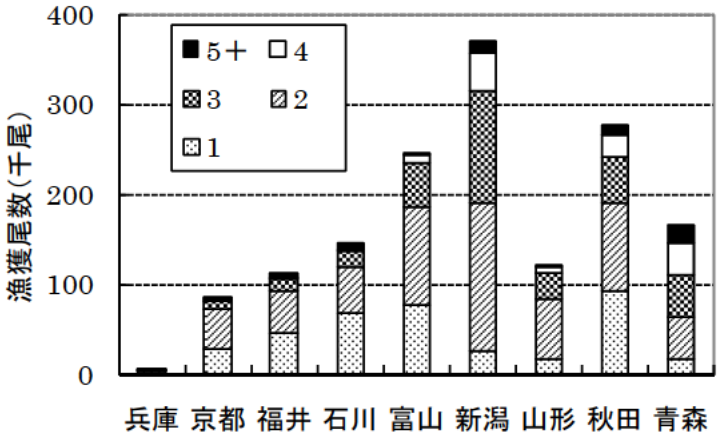


図 11.　2009 年の府県別年齢別漁獲尾数

年齢起算日は 1 月 1 日。

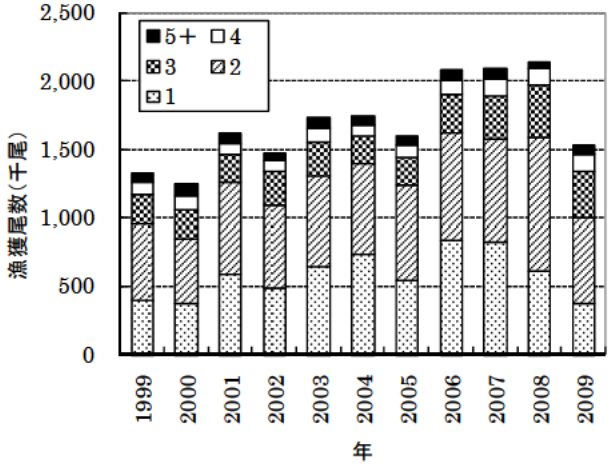


図 12. 年齢別漁獲尾数の推移

年齢起算日は 1 月 1 日。

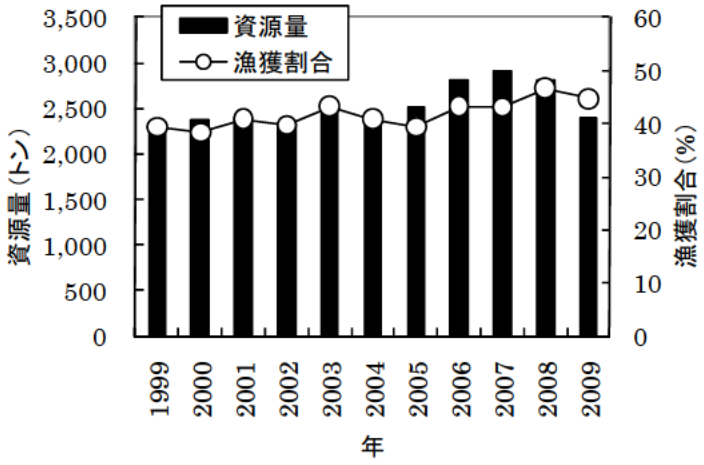


図 13. 資源量と漁獲割合の推移

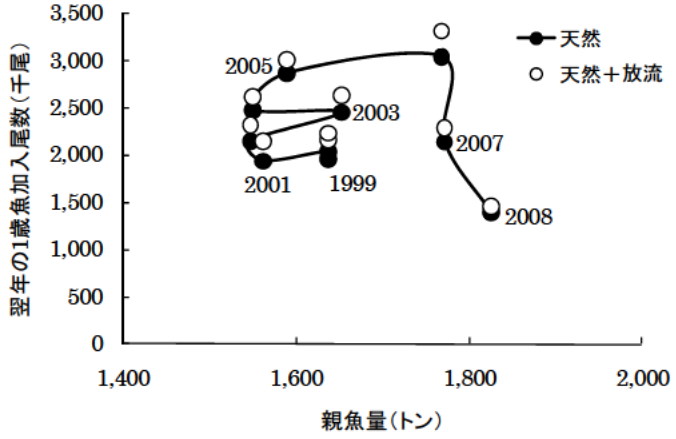


図 14. 親魚量と翌年の 1 歳魚加入量

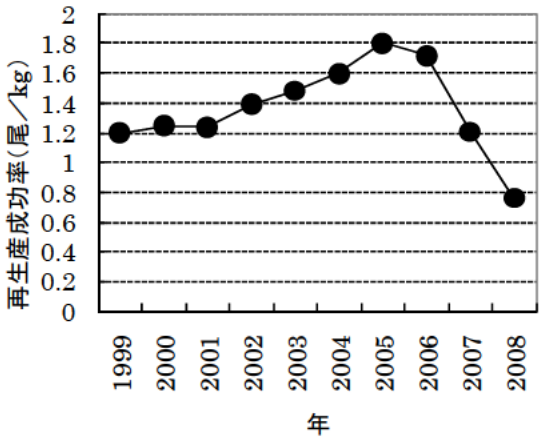


図 15. 再生産成功率の推移

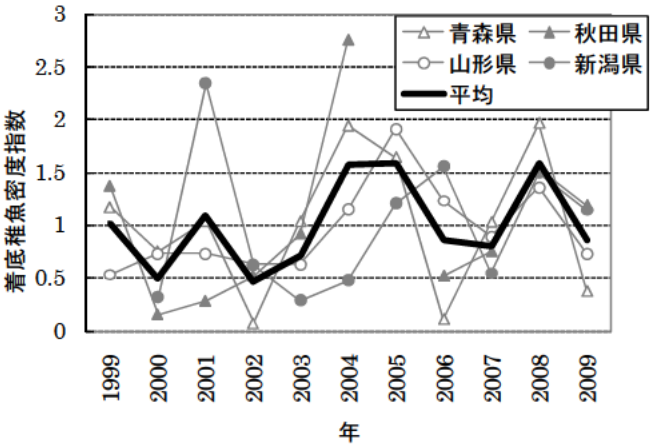


図 16. ヒラメ稚魚密度指数　各県の調査
期間内の平均値を 1 とする（各県調査資料より計算）。

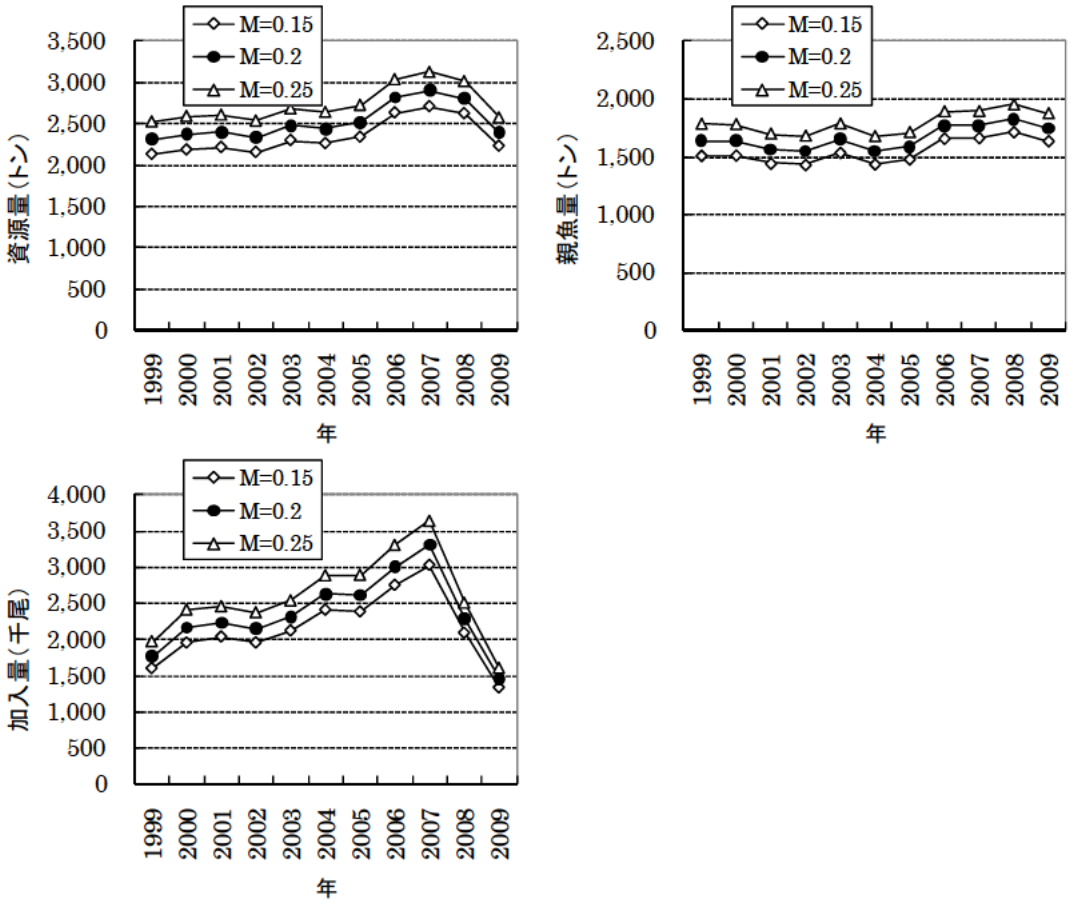


図 17. M を変化させたときの資源量（左上）、親魚量（右上）、加入量（下）の変化

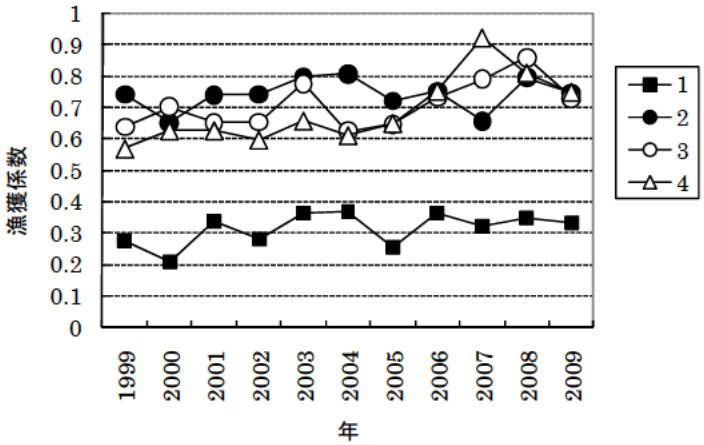


図 18. 年齢別の漁獲係数の推移

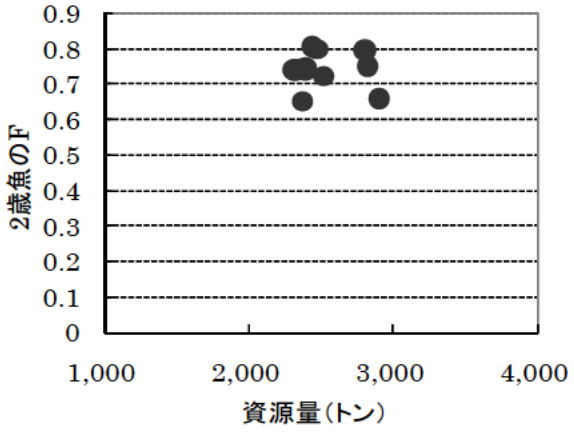


図 19. 資源量と 2 歳魚の漁獲係数（F）の関係

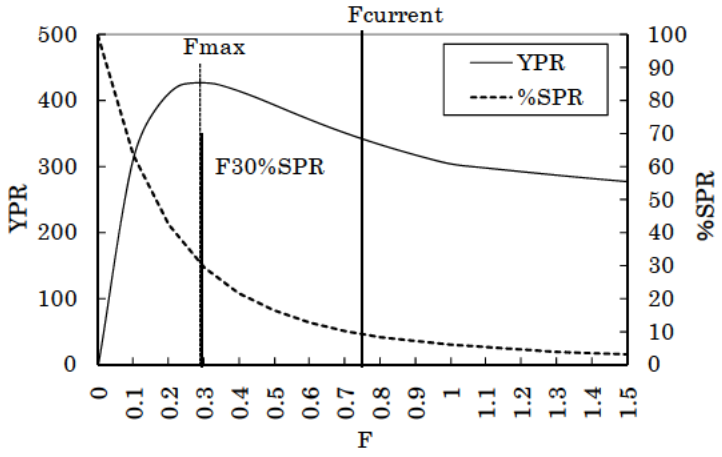


図 20. 2 歳魚の漁獲係数（F）と YPR、%SPR の関係

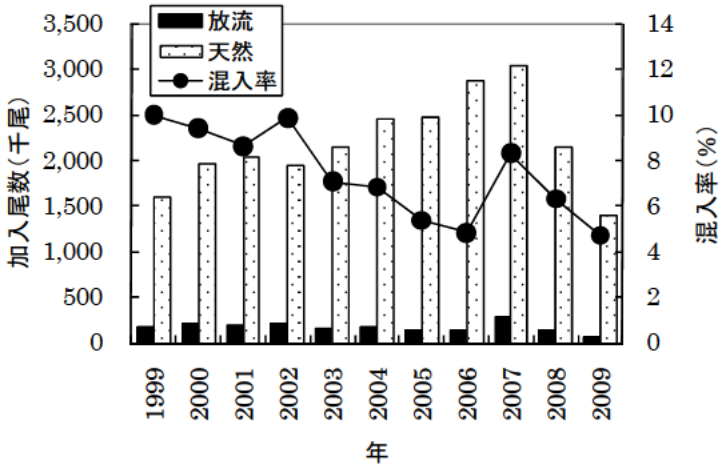


図 21. 天然魚、放流魚の加入量と放流魚混入率

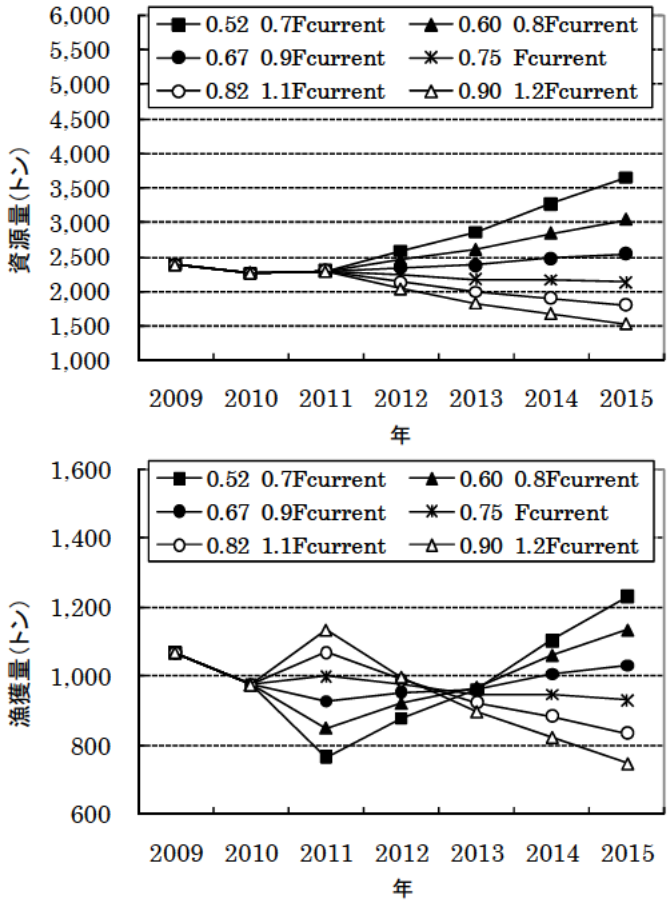


図 22. F の変化による資源量（上）および漁獲量（下）の推移

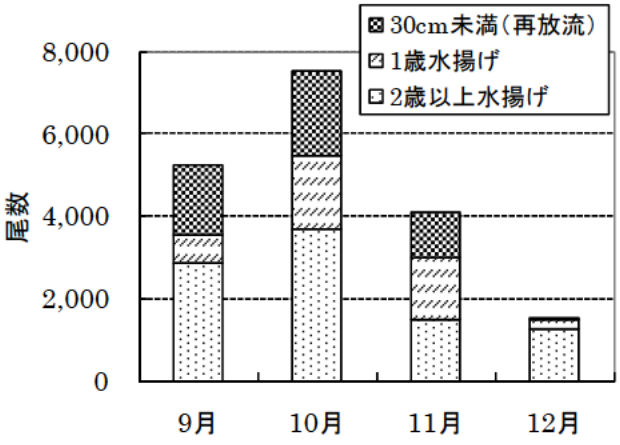


図 23. 新潟県岩船港における月別水揚げおよび再放流尾数推定値
（2006 年資源評価調査結果より）

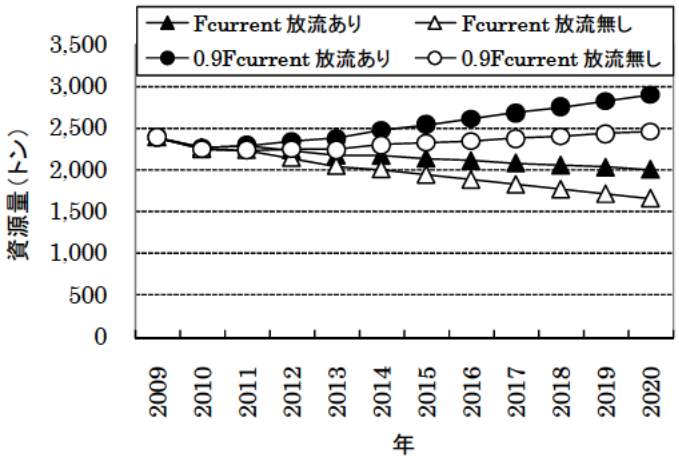


図 24. 種苗放流の有無による資源量の将来予測

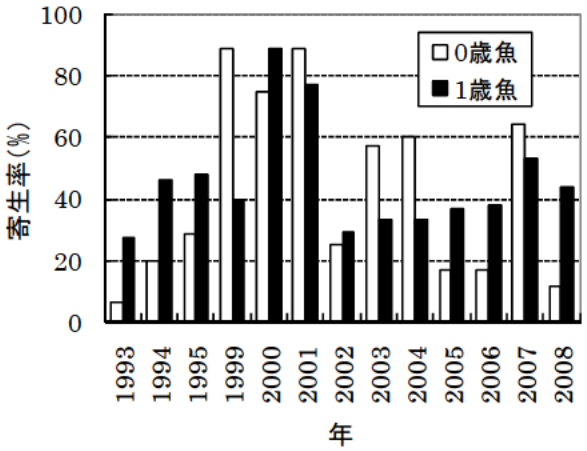
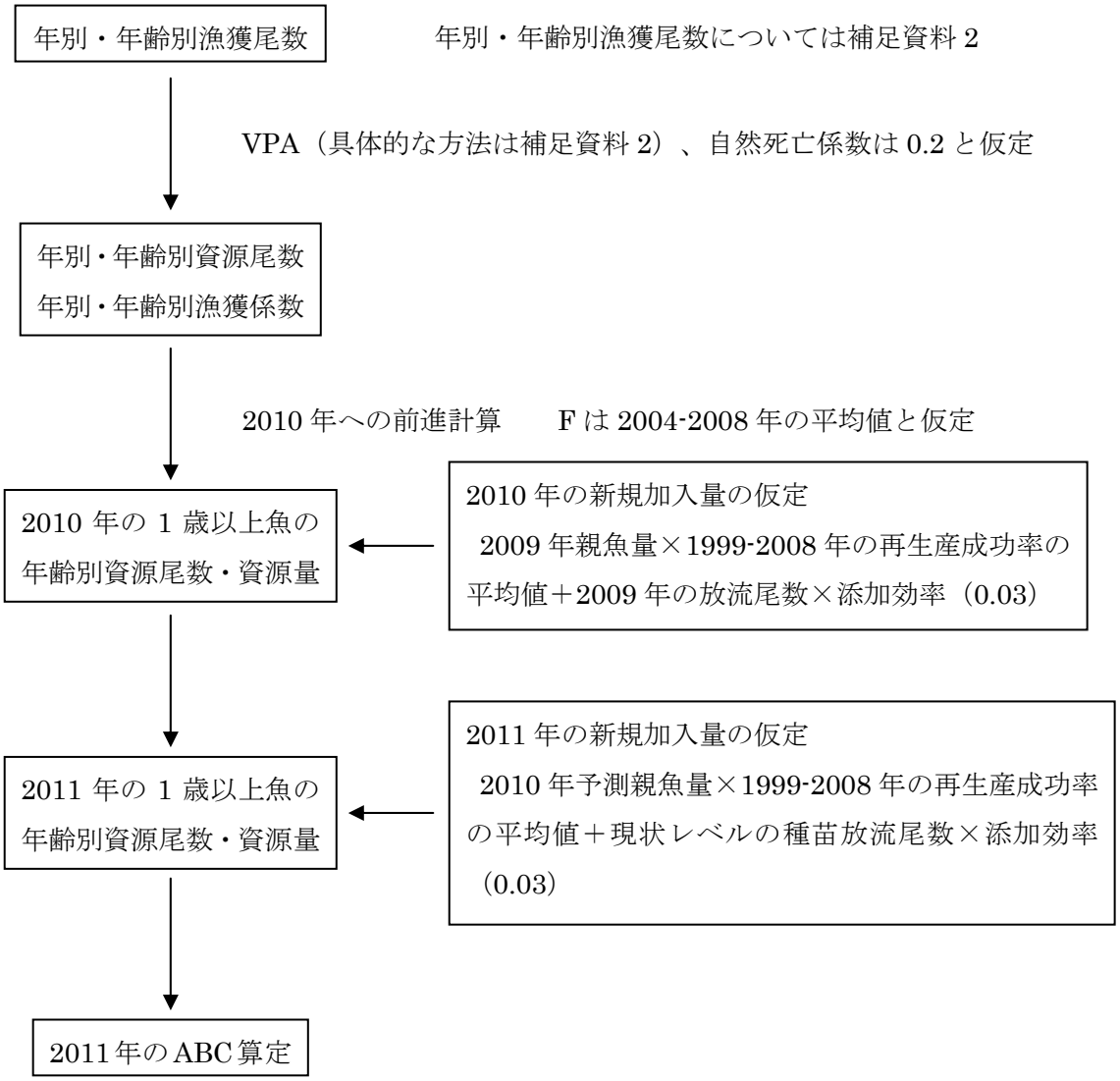


図 25. 新潟県北部沿岸における 9、10 月のネオヘテロボツリウム寄生率

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 2007～2009 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、2009 年は下表、1999～2007 年については前年度資源評価時およびそれ以前の age-length key を使用）で年齢分解→月別漁業種類別漁獲量で引き伸ばし。データが欠

	3～8月					9～2月					
全長／年齢	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。

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）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、島根県 2010）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（Pope 1972）により

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1}\exp(M) + C_{a,y}\exp(\frac{M}{2})$$

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

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

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。

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

$$N_{5+,y} = \frac{C_{5+,y}}{C_{4,y}} N_{4,y}$$

最近年の資源尾数は

$$N_{a,2009} = \frac{C_{a,2009}}{1-\exp(-F_{a,2009})}\exp(\frac{M}{2})$$

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、$F_{5+,2009}$ は $F_{5+,2009} = F_{4,2009}$ とな

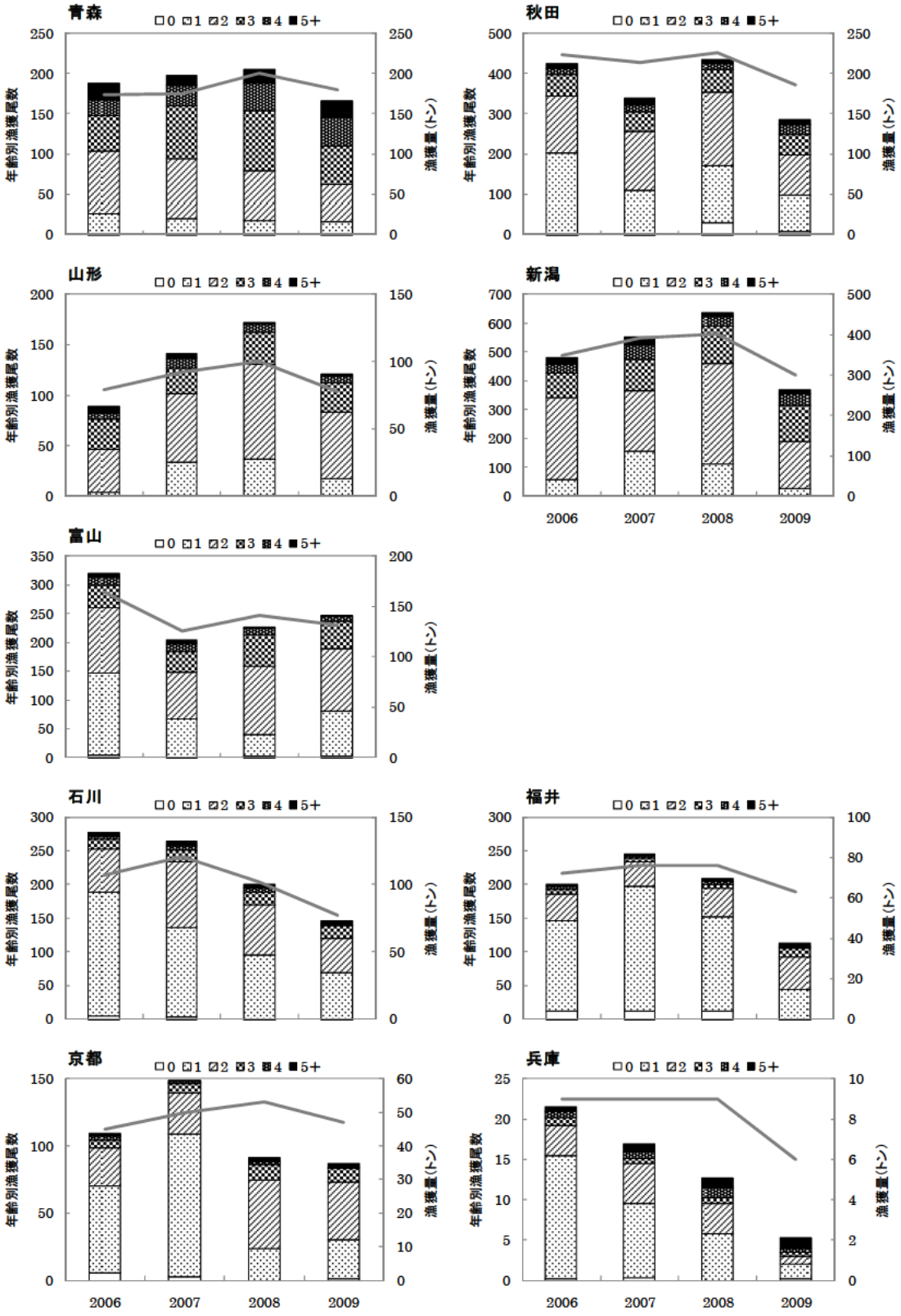
年齢	1	2	3	4	5+
平均体重（g）	210	510	920	1,410	2,910
成熟率（%）	0	50	100	100	100

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。

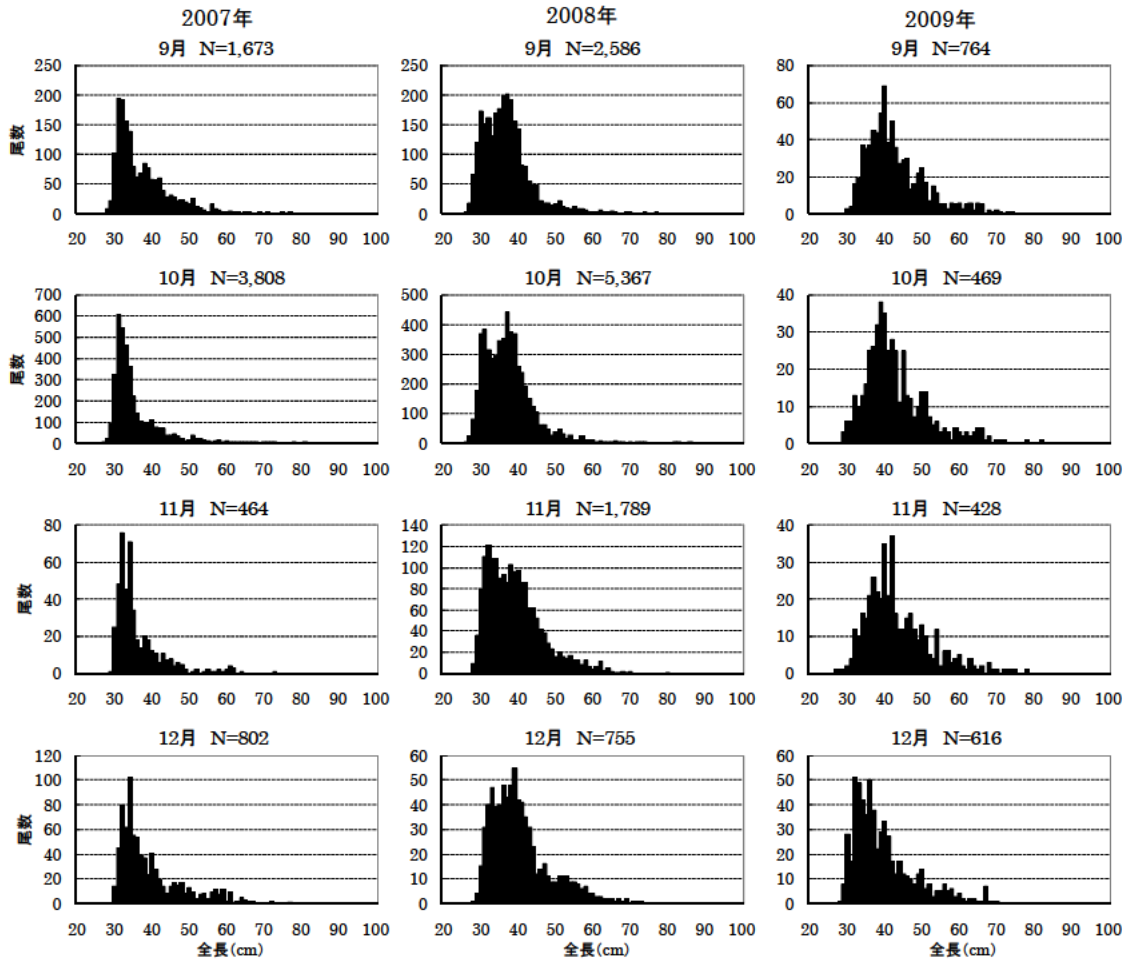
補足資料 3　2009 年における漁獲量の激減について（水産総合研究センター 2009 を参照）

2010 年度評価においては、コホート解析による近年の資源量推定値が大幅に下方修正されたことに伴い、資源の水準・動向を 2007 年度以降の中位・増加から低位・横ばいに変更した。2009 年におけるヒラメ日本海北・中部系群の漁獲量は 2008 年の 1,310 トンを 242 トン下回る 1,068 トンであり（前年比約 80%）、全府県で前年より減少している。これは主として、漁獲量の大半を占める日本海北部海域を中心として 2 歳魚（2007 年級）の漁獲量（尾数）が前年（2006 年級）より少なかったこと、富山県と京都府を除く全県で 1 歳魚（2008 年級）の漁獲量（尾数）が前年（2007 年級）より少なかったことによる（補足図 1）。すなわち 2007 年級の資源量が 2006 年級ほど多くはなく、2008 年級の加入量がかなり少なかったと考えられた。また 2008 年級の加入が少なかったことに関しては新潟県岩船港における 9 月以降の漁獲個体の全長組成からも確認された（補足図 2）。

ただし 2009 年は夏季以降、日本海北・中部沿岸にはエチゼンクラゲが大量に来遊したことから、漁獲量の減少には漁獲努力量および漁獲効率の低下も影響しているものと考えられる。また 2008 年級の着底稚魚密度は例年より高かったことから密度効果による成長の停滞が生じた可能性、あるいはいくつかの魚種で分布水深にずれが見られるなど 2009 年夏季の底層水温が例年より低かったことが 1 歳魚の沖合（漁場）への移出（漁獲加入）の遅れをもたらした可能性も考えられたが、これまでのところ 2010 年の月別漁獲量においても 2008 年級の遅れた加入を示す漁獲動向は確認されていない。以上のことから、2008 年級の着底稚魚密度は高かったものの漁獲加入するまでの生残率が低く、1 歳魚の加入尾数が低迷したと判断した。



補足図 1.　各府県における 2006～2009 年の年齢別漁獲尾数（棒グラフ）および漁獲量（折れ線グラフ）



補足図 2.　新潟県岩船港における 9～12 月の漁獲物の全長組成（2007～2009 年）　尾数は各月の調査尾数を示す。

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.

青森県（2009）　日本海北区広域連携ヒラメ調査報告書（平成 18-20 年度），37-40.

福井県（2009）　平成 20 年度栽培漁業資源回復等対策事業報告書，123-128.

五利江重昭・大谷徹也・宮原一隆(2006)　兵庫県但馬沿岸域におけるヒラメの資源特性．兵庫農技セ研報（水産），38，7-13.

石川県（2005）　平成 16 年度早期生産ヒラメ放流効果調査報告書，55pp.

石川県（2008）　平成 19 年度日本海中西部ヒラメ広域連携調査事業報告書，総括 1-7.

Pope, J.G.（1972）An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. Int. Comm. Northwest Atl. Fish. Res., Bull., 9, 65-74.

島根県（2010）　平成 21 度栽培漁業資源回復等対策事業報告書，235-240.

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),

27.
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.