

## 平成 21 年度ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の資源評価

責任担当水研：西海区水産研究所（鈴木健吾、伏屋玲子、松山幸彦、吉村拓）

参画機関：鳥取県水産試験場、島根県水産技術センター、山口県水産研究センター、福岡県水産海洋技術センター、佐賀県玄海水産振興センター、長崎県総合水産試験場、熊本県水産研究センター、鹿児島県水産技術開発センター

## 要 約

本系群のヒラメ推定資源量は 1996 年までは 3,600 トン前後で安定していたが、1997 年から減少に転じた。2000 年以降に推定資源量は増加に転じたが、これは漁獲物に占める大型魚の割合が増加したためである。親魚量は高い水準にあるが、再生産成功率（1 歳魚資源尾数 / 親魚量）が低位であることから、資源尾数の回復は遅れている。現在の資源水準は中位、資源動向は横ばいと判断した。2010 年の生物学的許容漁獲量 ABC を下表のように算出した。2009 年以降の再生産成功率を 2005 年から 2007 年の平均値とし、各年齢での年齢別選択率が 2010 年以降変化しないと仮定して、資源が緩やかに増加するよう現在よりやや小さい漁獲係数で漁獲した場合の漁獲量を ABClimit、それよりやや少なく不確実性を見込んだ漁獲量を ABCtarget とした。

	2010 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABClimit	1,130 トン	0.9 Fcurrent	0.47	34%
ABCtarget	950 トン	0.8・0.9 Fcurrent	0.37	29%

ABC の値は 1 の位を四捨五入。ABC には 0 歳魚は含まれない。Fcurrent は 2008 年の F。F 値は各年齢の平均値。

年	資源量（トン）	漁獲量（トン）	F 値	漁獲割合
2007	3,482	1,381	0.55	38%
2008	3,328	1,256	0.52	38%
2009	3,280	-		

2009 年の資源量はコホート解析による最近年 3 年間の平均的な再生産関係に基づいた予測である。資源量には 0 歳魚は含まない。

水準：中位 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） 月別体長組成調査（鳥取～鹿児島（8）県） ・市場測定 精密測定調査（熊本県） ・市場測定・耳石測定
自然死亡係数（M）	年当たり M = 0.208 を仮定（田中 1960）
漁労体数・出漁日数 （漁獲努力量参考値）	漁業・養殖業生産統計年報（農林水産省）
放流魚混入率	・市場測定・県単独事業データ（鳥取～鹿児島（4）県）

## 1. まえがき

2008年には全国のヒラメの漁獲量 7,338 トンに対し、約 17%にあたる 1,256 トンが日本海西部（鳥取県以西）から九州西岸（鹿児島県佐多岬以西）で漁獲されている。本報告では、この海域に分布するヒラメを単一系群として扱う。東シナ海における以西底びき網漁業による漁獲は含まない。

## 2. 生態

### （1）分布・回遊

本系群は、鳥取県から山口県にかけての日本海西部海域と福岡県から鹿児島県にかけての九州西岸海域にかけて広く分布する（図 1）。1989～1993 年に実施された成魚の標識放流結果では、福岡県から長崎県の海域において個体の活発な交流が認められている（田代・一丸 1995）。

### （2）年齢・成長

成長はふ化後 1 年で全長 25～30cm、2 年で 36～46cm、3 年で 44～58cm、4 年で 47～67cm、5 年で 49～73cm 程度となる。九州北西部海域のヒラメについては、雌雄別の成長曲線（図 2）が下記の式によって示されている（金丸ら 2007）。

$$L_t = 949.7 (1 - e^{-0.2120(t+0.8691)})$$

$$L_t = 664.4 (1 - e^{-0.2914(t+1.1196)})$$

（ $L_t$  : t 歳魚の全長）

幼魚は 5 月頃に内湾及び河口域の水深 10m 以浅の細砂底に多く分布する。2～3 ヶ月間を浅海域の成育場で過ごし、成長とともに深い海域へ移動、分散していく。

### (3) 成熟・産卵

ふ化後 2 年で約半数が産卵群に加入し、3 年後に全加入する(図 3)。寿命は 12 年とされる。産卵期は南ほど早く、鹿児島沿岸では 1 月から 3 月、長崎から熊本沿岸では 2 月から 3 月、北九州沿岸では 2 月から 4 月、鳥取沿岸では 3 月から 4 月とされている。

### (4) 被捕食関係

稚魚から幼魚はかいあし類、アミ類、端脚類などの小型甲殻類を主に捕食するが、成長に伴い、イカナゴ、カタクチイワシなどの魚類、エビ類、イカ類などのより大型の生物を餌とする。着底期稚魚の捕食者として同種のヒラメ、アイナメ、ホウボウ、ハゼ類等が報告されている。

## 3. 漁業の状況

### (1) 漁業の概要

本系群においてヒラメは様々な漁法により漁獲されているが、漁業種類を大別すると刺網による漁獲が約 51%と最も多く、次いで小型底びき網(約 19%)、釣り・延縄(約 11%)、定置網(約 11%)、その他(約 8%)となっている。これらの漁業を行う漁労体数は資源解析を行った 1986 年以降の期間で漸減しており、2006 年の漁労体数は 1986 年と比べて刺網で約 6 割、小型底引きで約 5 割、釣り・延縄で約 8 割に減少している(図 4)。のべ出漁日数においても同様の減少傾向がみられる(図 5)。2008 年の県別ヒラメ漁獲量は、速報値で長崎県が 439 トンと最も多く、福岡県 228 トン、島根県 196 トンと続いている。体長制限による 0 歳魚の漁獲規制が行われており、漁獲対象はほとんどが 1 歳以上の個体と考えられる。本系群における遊漁によるヒラメの漁獲状況は十分把握されていないが、平成 9 年の遊漁採捕量調査では遊漁採捕量は年間約 15 トンと小さい。そこで、本報告では遊漁の影響は無視できるとした。

### (2) 漁獲量の推移

本系群の漁獲量は 1970 年の約 1,000 トンから増加傾向を示し、1984 年には 1,982 トンと最高を記録し、その後 1997 年までは 1,500 トンから 1,900 トンの間で推移していた。しかし、1998 年以降減少傾向を示し、2002 年には 1,103 トンとなった。2008 年の漁獲量は 1,256 トンであり、2007 年よりやや減少した(表 1、図 6)。日本海西部海域(鳥取県、島根県、山口県)では 1997~99 年にかけて大きく漁獲量が減少し、その後の漁獲量は低い水準で推移していたが 2003 年以降の漁獲量は若干増加した。九州西岸海域(福岡、佐賀、長崎、熊本、鹿児島)においても 1999 年より漁獲量は低い水準となっていたが 2006 年に漁獲量が増加している。全国のヒラメ漁獲量は増減を繰り返しながら 5,500 トンから 8,900 トンの間で推移しており、1997 年に 8,361 トンを記録した後 2004 年には 5,879 トンへ減少した。その後、2007 年には 8,179 トンと増加したが、2008 年は 7,338 トンとなっている。全国のヒラメ漁獲量に対して本系群の占める割合は 1995 年には 23%であったが、2000 年

には 15%台に減少した。2008 年には本系群の全国に占める割合が 17%程度となっている。

#### 4. 資源の状態

##### (1) 資源評価の方法

既存の漁業種類別の年齢組成資料(資源管理型漁業推進事業成果)または最近年の体長測定資料と漁業種類別漁獲量を用いて各県ごとに漁業種類別年齢別漁獲尾数を推定し、それらを合計して得られた 1986 から 2008 年の間の年齢別漁獲尾数(表 2)を用いてコホート解析を行った。0 歳魚の漁獲規制が行われているため、資源への加入年齢は 1 歳とした。県によって推定されるヒラメの最高齢が異なるので、7 歳魚以上の漁獲尾数を 7+歳魚として計算した。年別年齢別資源尾数の算出の際は、漁獲は漁期の中央で行なわれるものとした Pope の近似式を用いた(Pope 1972)。推定した資源尾数に年齢別平均体重を乗じ、総和したものを資源量(トン)とした。親魚量は 2 歳魚の資源量の半分と 3 歳以上の資源量を総和した値とした。

##### (2) 資源量指標値の推移

本系群のヒラメは多種類の漁業によって漁獲されているため漁獲努力量の把握が困難である。資源評価は漁獲物の年齢組成により判断するコホート解析により行ない、CPUE(漁獲努力量あたり漁獲量)によるチューニングは行なっていない。

##### (3) 漁獲物の年齢組成

本系群ヒラメの年齢別漁獲尾数は、1986 年から 1996 年までは概ね横ばいの傾向である。しかし、1997 年から 1、2 歳の若齢魚の尾数が減少した。また、2002 年以降 3 歳以上の漁獲尾数の割合が増加する傾向にある(表 2、図 7)。重量比では 1996 年までは全体の 55%程度であった 1、2 歳魚の漁獲量が、現在では 35%程度まで低下しており、漁獲対象が大型魚(高齢魚)に移行している(表 3、図 8)。なお、2005 年には日本海沿岸域にクラゲが来遊したことにより小型底びき網の漁場が制限されたため、1 歳魚の漁獲量が減少した可能性が指摘される。

##### (4) 資源量と漁獲割合の推移

本系群ヒラメの資源量は 1997 年頃から急減し 1999 年に 2,768 トンと最低値を示し、その後回復して 2008 年の推定資源量は 3,328 トンとなった(表 4)。一方、漁獲係数および漁獲割合(重量割合)は 1998 年以降減少し、2000 年以降は 1990 年代と比較して低い水準にある(表 5、図 9、図 15)。資源量の増加は、資源個体群に占める大型魚の割合が高くなったと推定されたため、資源尾数は低いレベルにとどまっている(表 6、図 10)。本系群ヒラメの親魚量は 1997 年まで 2,200 トン程度で推移し、1998 年以降減少したが、2000 年以降増加に転じた。一方、1 歳魚尾数は 1997 年頃から減少しており、2000 年以降親魚量が増加しても 1 歳魚の増加は見られない(表 7、図 11)。再生産成功率(親魚量あたりの 1

歳魚加入尾数)は1996年から低下傾向にあり、現在も低水準である(図12)。再生産関係図(図13)を見ると、1986~1995年の再生産関係は親魚量が2,200トン前後に対して、1歳魚加入量が3,400千尾程度と安定していた(図中赤丸の範囲)が、その後1996、1997年に1歳魚の加入量が減少し、続いて親魚量の減少が起きている。2000年以降は親魚量が増加に転じたが、1歳魚加入量は低水準のままである。

本報告のコホート解析では、自然死亡係数(M)を寿命から推定し $M=0.208$ とした(田中1960)。このMの推定値がもたらす誤差によって、コホート解析の結果がどの程度影響を受けるか試算した。その結果、Mの推定値に10%の誤差があった場合、その誤差により2008年の資源量、親魚量、および1歳魚加入尾数の推定値が受ける影響は4%程度と推定された(図14)。

本系群ヒラメ資源の減少は、1997年前後に再生産成功率が低下し加入量が減少したことが発端と考えられる。岩手県沿岸では再生産成功率とヒラメ仔魚浮遊期の水温の間に正の相関があるとの報告(後藤2005)がある。1986年から2005年までのデータを基にした本系群の再生産成功率と産卵期(1~3月)の海表面水温との相関関係では、相関が高い地点と相関がない地点が混在しており本系群の当該海域全体としては明瞭な関係は認められなかった。また、福岡県奈多地先で2001年から2005年の間、桁網によりヒラメ0歳魚の加入状況を調査した結果とコホート解析による1歳魚の資源尾数を比較した場合、桁網調査では2003年に加入のピークがあったと考えられるが、0歳魚の密度指数の動向と翌年の1歳魚の推定尾数の動向はあまり一致しなかった。本系群では、顕著な卓越年級群が発生していないこともあり、現状のデータからは資源と海洋環境の間に明瞭な関係は見られない。定点調査では系群全体での加入量の変動傾向よりも地理的な差が大きく現れてしまうものと考えられる。

#### (5) 資源と漁獲の関係

コホート解析より推定した本系群ヒラメに対する漁獲係数(F:年齢平均値)は、1986年から1996年の間はおおよそ0.6~0.7程度で推移していた。1997年では $F=0.80$ と高くなったが、その後2002年には0.5以下まで下がっている(図15)。2008年のF( $F_{current}=0.52$ )の大きさは、資源量の維持を目標とした限界値( $F_{sus}=0.52$ )と等しく、現状の再生産関係が続くかぎりには加入乱獲のおそれは小さいと考えられる。しかし、2008年のFは加入あたりの漁獲量を最大とする $F_{max}(=0.31)$ よりも大きいため成長乱獲傾向と判断される(図16)。ここで、 $F_{sus}$ の算定に当たっては2008年以降の再生産成功率が2005年から2007年の平均的なレベルで続き、各年齢での年齢別選択率が2008年以降変化しないと仮定した。この仮定の下で、1歳魚1個体が一生のうちに残す1歳魚尾数の期待値が1になるような生残率を与えるFを解析的に求めた。親魚量と漁獲係数Fの関係は明瞭な傾向を示さないが、1996年から1998年までの推移はFがやや高く、親魚量が減少した印象を受ける(図17)。しかし、2000年以降はFが低く推移し親魚量も増加しており、現状では加入乱獲の可能性は低いと考えられる。

## (6) 種苗放流効果

本系群では、一部の地域を除いて人工種苗由来の個体と天然個体を区別したデータを得ることができないため、系群全体の人工種苗の添加効率を求めることは困難である。現状で得られるデータによると、人工種苗の混入率は日本海西部海域で 0.8～6.8%、東シナ海側の一部の海域で 16.9%と推定される。本系群における人工種苗放流数と翌年の 1 歳魚加入数を比較した場合、人工種苗放流数の増加にもかかわらず 1996 年以降の 1 歳魚の加入数は減少している(図 18)。同様の現象が、鹿児島湾のヒラメ放流種苗を対象とした研究(厚地・増田 2004)でも報告されており、同報告では 1 歳魚の加入数が減少した期間は放流種苗の添加効率も低下する結果となっている。図 18 に示すデータから、種苗放流の効果は 1996 年以降の再生産成功率の低下を補償できるほどではなかったと考えられる。種苗放流が資源を下支えする効果については、今後の検討を要する。

## 5. 2010 年 ABC の算定

### (1) 資源評価のまとめ

本系群の資源量は 1999 年に 2,768 トンまで落ち込み、その後増加した。2008 年の推定資源量は 3,328 トンとなり、2007 年の 3,482 トンからやや減少した(表 4)。系群全体での推定資源尾数は横ばいであるが、年齢別漁獲尾数のデータ(表 2)で高齢魚の割合が高いため資源における高齢魚(大型魚)の比率が高く推定され、2000 年以降の資源量は微増傾向にある(図 10)。親魚量は 1998 年以降減少したが、2000 年から増加に転じ 2003 年以降高い水準で推移している(図 11)。一方、資源尾数は低い水準にあり、個体群の大きさが回復したとは言えない。これらの解析結果から、資源量の水準は中位、動向は横ばいと判断されるが、再生産成功率は依然として低水準であり、資源尾数の動向には今後も注意する必要があると考えられる。コホート解析により推定された 2008 年の漁獲係数( $F_{current}$ )は 0.52 で  $F_{max}$ (=0.31)より大きく、成長乱獲傾向である。しかし、過去 3 年間の平均と同じ再生産関係が続くと仮定すれば、資源量および親魚量は現状の漁獲強度の下でも維持されることが考えられる。

### (2) ABC ならびに推定漁獲量の算定

本系群において 2004 年までの資源評価では、親魚量を、漁獲量が安定していた 1990 年代初頭と同等レベルまで回復させることを資源管理目標としていた。2005 年の資源評価で行ったコホート解析では、親魚量は 1990 年代初頭の水準に回復したものと推定され、本年(2009 年)の資源評価でも親魚量は高い水準となった。一方、 $F_{current}$ (=0.52)は  $F_{sus}$  とほぼ同等であるが、加入あたりの漁獲量が最大となる  $F_{max}$ (=0.31)より大きく、成長乱獲傾向にある。そこで ABC 算定にあたっては、ルールの 1-1)-(1)を適用し、 $F_{limit}$  は資源動向の増加傾向を維持するよう 2008 年の  $F$  よりやや低めとなる  $0.9F_{current}$ (=0.47)とした。以上をふまえ、2010 年の ABC を次の条件で算定した。まず、2009 年の漁獲係数は 2008 年と同様とした。2010 年以降は年齢別選択率を 2008 年と同様とし、漁獲係数の年

齢平均値が各資源管理基準の F 値となるよう設定した。また、再生産成功率は 2005 年から 2007 年の平均的レベル (=0.69) で推移するとした。コホート解析により、2008 年の F (=0.52) による 2009 年の漁獲量は 1,231 トン、2009 年初めの資源量は 3,280 トン、2010 年初めの資源量は 3,281 トンと推定された。2009 年の操業において  $F_{limit}$  (=0.47) で漁獲した場合、 $ABC_{limit}$  は 1,132 トンと算定された。さらに、不確実性を見込んで  $F_{limit}$  に  $=0.8$  を乗じた値を  $F_{target}$  (=0.37) とすると、2010 年の管理目標となる漁獲量の  $ABC_{target}$  は 948 トンと算定された。

	2010 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
$ABC_{limit}$	1,130 トン	$0.9 F_{current}$	0.47	34%
$ABC_{target}$	950 トン	$0.8 \cdot 0.9 F_{current}$	0.37	29%

ABC の値は 1 の位を四捨五入。ABC には 0 歳魚は含まれない。 $F_{current}$  は 2008 年の F。 $F$  値は各年齢の平均値。

### (3) $ABC_{limit}$ の評価

異なる F による漁獲量と資源量の推移予測を下表に、漁獲量と産卵親魚量の推移予測を図 19 に示す。

漁獲シナリオ	管理基準	漁獲量 (トン)						
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
資源量の維持	$F_{sus}$ ( $F=0.519$ )	1,256	1,231	1,225	1,230	1,232	1,231	1,230
現在の漁獲圧の維持	$F_{current}$ ( $F=0.520$ )	1,256	1,231	1,226	1,230	1,232	1,230	1,228
現在より控えた漁獲	$0.9F_{current}$ ( $F=0.47$ )	1,256	1,231	1,132	1,190	1,237	1,281	1,329
漁獲シナリオ	管理基準	資源量 (トン)						
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
資源量の維持	$F_{sus}$ ( $F=0.519$ )	3,328	3,280	3,281	3,286	3,286	3,285	3,282
現在の漁獲圧の維持	$F_{current}$ ( $F=0.520$ )	3,328	3,280	3,281	3,284	3,282	3,279	3,275
現在より控えた漁獲	$0.9F_{current}$ ( $F=0.47$ )	3,328	3,280	3,281	3,433	3,564	3,701	3,842

### (4) ABC の再評価

データの更新により再評価された資源量および ABC の値を次ページの表に示す。2008 年当初の資源量推定値は、2006 年までの漁獲データを使用して、2007 年に行った資源評価での推定値、2008 年の再評価 (2008 年) と 2009 年当初は、2007 年までのデータを使用して、2008 年に行った資源評価での推定値、2008 年再評価 (2009 年) と 2009 年再評価 (2009 年) は 2008 年までのデータを用いた今回の資源評価での推定値である。

評価対象年	管理基準	F 値	資源量 (トン)	ABClimit (トン)	ABCtarget (トン)	漁獲量 (トン)
2008年(当初)	0.9Fcurrent	0.47	3,936	1,360	1,140	
2008年 (2008年再評価)	0.9Fcurrent	0.45	4,139	1,300	1,080	
2008年 (2009年再評価)	0.9Fcurrent	0.47	3,328	1,160	970	1,256 (速報)
2009年(当初)	0.9Fcurrent	0.41	4,331	1,350	1,130	
2009年 (2009年再評価)	0.9Fcurrent	0.47	3,280	1,190	1,090	

#### 6. ABC 以外の管理方策への提言

小型(1歳)魚の漁獲が減少しており、漁獲サイズの規制は機能していると考えられる。系群全体での放流効果の判定は困難であるが、地域によっては人工種苗由来のヒラメの混入率が30%近くに達する市場もある。このため、放流効果については系群単位での評価に加えて地域的な検討を行う必要もあると考えられる。

#### 7. 引用文献

- 田中昌一(1960)水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理. 東海水研報, (28), 1-200.
- 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.
- 田代征秋・一丸俊雄(1995)長崎県近海域におけるヒラメの漁業生物学的特性. 長崎県水産試験場研究報告, 第21号, 37-49.
- 厚地 伸・増田育司(2004)鹿児島湾におけるヒラメ人工種苗の放流効果. 日本水産学会誌, 70(6), 910-921.
- 後藤友明(2005)岩手県沖合におけるヒラメの資源変動. 平成17年日本水産学会大会講演要旨集, p.189.
- 金丸彦一郎・一丸俊雄・伊藤正博(2007)九州北西部におけるヒラメの Age-Length Key, 佐賀玄海水振セ研報, 4, 75-78.

表 1. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の漁獲量

年	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
漁獲量 (トン)	995	848	1,224	1,171	1,363	1,293	1,302	1,277	1,566	1,523
年	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
漁獲量 (トン)	1,591	1,585	1,772	1,888	1,982	1,736	1,678	1,517	1,640	1,713
年	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
漁獲量 (トン)	1,528	1,691	1,902	1,743	1,802	1,780	1,880	1,707	1,368	1,135
年	00	01	02	03	04	05	06	07	08	
漁獲量 (トン)	1,180	1,114	1,103	1,211	1,227	1,110	1,414	1,360	1,256	

表 2. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の年齢別漁獲尾数

漁獲尾数 年								(千尾)
	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7+歳	合計
1986	1,537	573	201	68	27	13	11	2,431
1987	1,484	525	175	58	23	11	10	2,285
1988	1,647	576	186	61	24	11	10	2,515
1989	1,648	608	199	65	26	12	10	2,568
1990	1,411	554	180	60	22	11	9	2,247
1991	1,598	596	196	65	26	12	11	2,504
1992	1,964	691	208	68	27	12	11	2,981
1993	1,711	635	200	63	25	12	10	2,656
1994	1,944	608	196	65	27	13	11	2,864
1995	1,866	644	188	63	25	13	11	2,809
1996	1,872	685	202	68	28	14	12	2,880
1997	1,355	522	209	89	35	17	12	2,239
1998	976	396	173	79	29	15	11	1,679
1999	827	357	150	63	22	10	7	1,436
2000	812	352	166	65	25	12	8	1,439
2001	853	343	147	59	22	11	6	1,442
2002	777	309	148	65	23	10	9	1,342
2003	848	345	159	69	26	11	11	1,469
2004	602	350	183	74	27	12	14	1,262
2005	403	321	170	71	27	12	13	1,016
2006	636	435	223	85	30	13	12	1,434
2007	495	389	217	85	32	13	16	1,247
2008	427	361	199	83	31	13	13	1,127

表 3. 年齢別漁獲尾数から計算したヒラメ日本海西部・東シナ海系群の年齢別漁獲量

年齢別漁獲量 (計算値)								(トン)
年	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7+歳	合計
1986	415	504	336	184	101	60	78	1,678
1987	401	462	293	156	85	51	69	1,517
1988	445	507	310	164	90	54	71	1,640
1989	445	535	332	176	95	57	73	1,713
1990	381	488	300	162	83	50	64	1,528
1991	431	525	328	175	97	58	78	1,691
1992	530	608	348	184	100	58	75	1,902
1993	462	559	334	171	93	55	70	1,743
1994	525	535	327	177	99	63	76	1,802
1995	504	567	314	170	93	60	73	1,780
1996	505	603	338	184	105	64	82	1,880
1997	366	459	349	240	131	77	85	1,707
1998	263	348	289	214	109	69	75	1,368
1999	223	314	250	171	81	49	46	1,135
2000	219	310	277	174	92	56	52	1,180
2001	230	302	246	158	82	51	45	1,114
2002	210	272	247	175	87	48	64	1,103
2003	229	303	265	186	96	53	77	1,211
2004	163	308	305	200	99	58	94	1,227
2005	109	282	284	192	100	56	87	1,110
2006	172	383	372	230	112	60	86	1,414
2007	134	342	362	230	119	63	111	1,360
2008	115	318	332	223	115	63	89	1,256

表 4. コホート解析によるヒラメ日本海西部・東シナ海系群の年齢別推定資源量

推定資源量 (トン)								
年	1 歳	2 歳	3 歳	4 歳	5 歳	6 歳	7+歳	資源量
1986	814	968	668	412	247	150	193	3,453
1987	823	936	630	388	233	138	187	3,335
1988	877	1,001	653	401	242	141	187	3,501
1989	868	1,016	676	405	246	145	186	3,541
1990	816	990	651	403	236	142	184	3,423
1991	902	1,040	692	419	250	146	197	3,646
1992	992	1,121	706	432	252	146	188	3,835
1993	906	1,067	688	420	255	144	184	3,663
1994	1,001	1,040	689	416	259	155	187	3,747
1995	988	1,109	689	428	247	152	185	3,797
1996	912	1,137	740	447	268	147	187	3,838
1997	698	931	722	479	273	155	169	3,426
1998	577	773	649	439	239	131	144	2,951
1999	527	754	597	431	226	120	114	2,768
2000	523	738	624	419	270	139	130	2,843
2001	533	740	608	416	254	171	152	2,873
2002	531	735	623	440	270	166	221	2,986
2003	561	790	667	459	275	177	257	3,186
2004	500	812	699	490	283	171	280	3,236
2005	479	846	725	474	301	176	272	3,273
2006	523	948	822	538	293	193	280	3,596
2007	467	879	806	537	317	172	303	3,482
2008	409	844	769	532	317	188	269	3,328

表 5. コホート解析によるヒラメ日本海西部・東シナ海系群の漁獲係数推定値

F-matrix								
年	1 歳	2 歳	3 歳	4 歳	5 歳	6 歳	7+歳	F (平均)
1986	0.83	0.86	0.82	0.68	0.60	0.59	0.59	0.71
1987	0.78	0.79	0.72	0.59	0.52	0.53	0.53	0.64
1988	0.83	0.82	0.75	0.61	0.53	0.55	0.55	0.66
1989	0.84	0.88	0.79	0.66	0.56	0.57	0.57	0.70
1990	0.73	0.79	0.71	0.59	0.50	0.49	0.49	0.62
1991	0.76	0.82	0.74	0.62	0.56	0.58	0.58	0.67
1992	0.90	0.92	0.79	0.64	0.58	0.58	0.58	0.71
1993	0.83	0.87	0.78	0.60	0.52	0.55	0.55	0.67
1994	0.87	0.85	0.75	0.64	0.55	0.60	0.60	0.69
1995	0.83	0.84	0.70	0.58	0.54	0.58	0.58	0.66
1996	0.95	0.89	0.71	0.61	0.57	0.66	0.66	0.72
1997	0.87	0.79	0.77	0.81	0.76	0.81	0.81	0.80
1998	0.71	0.69	0.68	0.78	0.71	0.87	0.87	0.76
1999	0.64	0.62	0.63	0.58	0.51	0.60	0.60	0.60
2000	0.63	0.63	0.68	0.62	0.47	0.59	0.59	0.60
2001	0.65	0.60	0.60	0.55	0.44	0.40	0.40	0.52
2002	0.58	0.53	0.58	0.58	0.44	0.39	0.39	0.50
2003	0.60	0.56	0.58	0.60	0.49	0.41	0.41	0.52
2004	0.45	0.55	0.66	0.60	0.49	0.47	0.47	0.53
2005	0.29	0.46	0.57	0.60	0.46	0.44	0.44	0.47
2006	0.45	0.59	0.70	0.64	0.55	0.42	0.42	0.54
2007	0.38	0.57	0.69	0.64	0.54	0.52	0.52	0.55
2008	0.38	0.54	0.65	0.63	0.52	0.46	0.46	0.52

表 6. コホート解析によるヒラメ日本海西部・東シナ海系群の推定資源尾数

推定資源尾数 (千尾)								
年	1 歳	2 歳	3 歳	4 歳	5 歳	6 歳	7+歳	合計
1986	3,015	1,100	400	153	66	32	28	4,794
1987	3,046	1,063	377	144	63	29	27	4,750
1988	3,249	1,137	391	149	65	30	27	5,048
1989	3,214	1,155	405	150	66	31	27	5,047
1990	3,021	1,125	390	149	63	30	27	4,806
1991	3,341	1,182	415	155	67	31	28	5,219
1992	3,672	1,274	423	160	67	31	27	5,654
1993	3,354	1,213	412	156	68	31	27	5,260
1994	3,708	1,182	413	154	69	33	27	5,587
1995	3,661	1,260	412	158	66	32	27	5,617
1996	3,379	1,292	443	166	72	31	27	5,409
1997	2,586	1,058	432	177	73	33	24	4,384
1998	2,138	879	388	163	64	28	21	3,680
1999	1,950	857	357	159	61	26	16	3,426
2000	1,936	839	374	155	72	30	19	3,425
2001	1,975	840	364	154	68	37	22	3,460
2002	1,967	835	373	163	72	35	32	3,478
2003	2,077	898	400	170	74	38	37	3,693
2004	1,853	923	419	181	76	37	40	3,528
2005	1,773	962	434	175	81	38	39	3,502
2006	1,935	1,077	492	199	78	41	40	3,864
2007	1,730	998	483	199	85	37	44	3,576
2008	1,513	959	461	197	85	40	39	3,294

表 7. コホート解析によるヒラメ日本海西部・東シナ海系群の再生産関係

年	親魚量 (トン)	加入量(千尾) (翌年の1歳魚)	再生産 成功率
1986	2,155	3,046	1.41
1987	2,044	3,249	1.59
1988	2,124	3,214	1.51
1989	2,166	3,021	1.39
1990	2,112	3,341	1.58
1991	2,224	3,672	1.65
1992	2,283	3,354	1.47
1993	2,224	3,708	1.67
1994	2,225	3,661	1.65
1995	2,254	3,379	1.50
1996	2,357	2,586	1.10
1997	2,263	2,138	0.94
1998	1,987	1,950	0.98
1999	1,864	1,936	1.04
2000	1,951	1,975	1.01
2001	1,970	1,967	1.00
2002	2,087	2,077	1.00
2003	2,230	1,853	0.83
2004	2,330	1,773	0.76
2005	2,371	1,935	0.82
2006	2,600	1,730	0.67
2007	2,575	1,513	0.59
2008	2,497		



図1.ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の分布水域

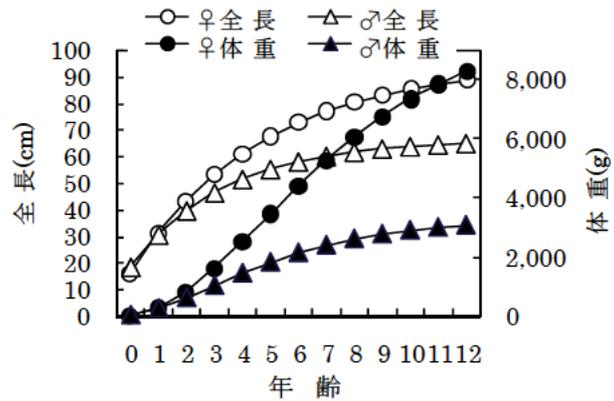


図2.ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の成長

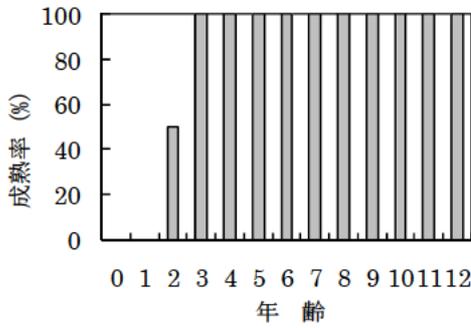


図3.ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の成熟率

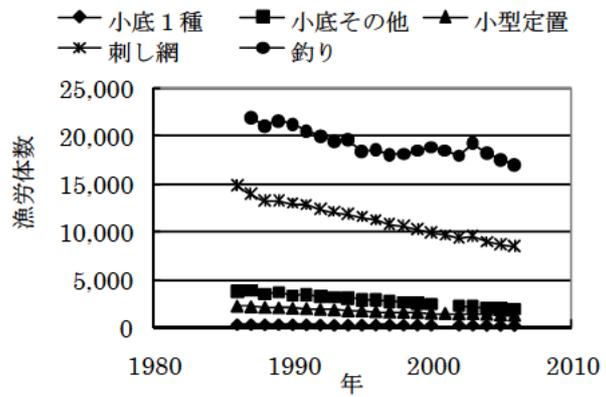


図4.ヒラメ日本海西部・東シナ海系群分布域の主な沿岸漁業漁労体数の推移

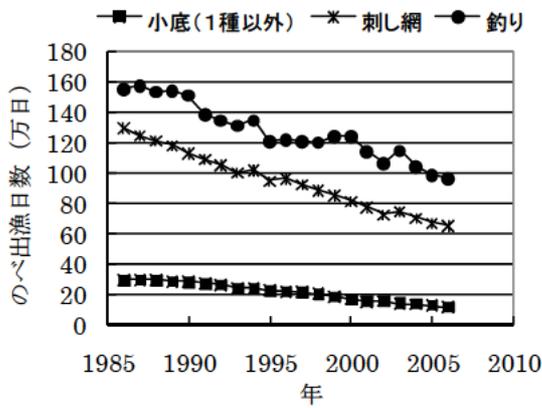


図5.ヒラメ日本海西部・東シナ海系群分布域の主な沿岸漁業出漁日数の推移

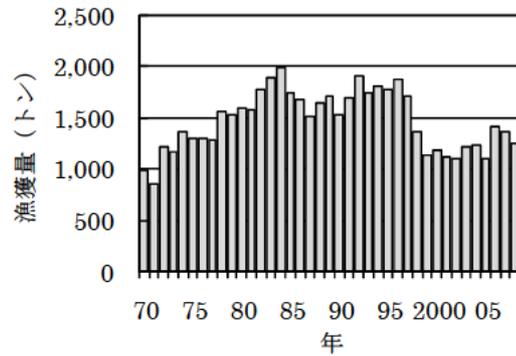


図6.ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の漁獲量の推移

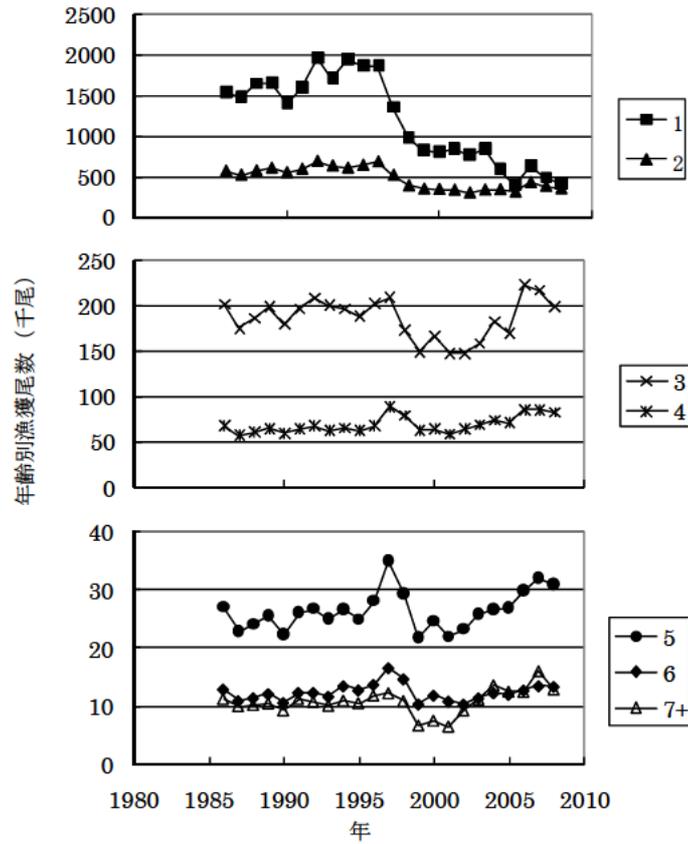


図7. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の年令別漁獲尾数の推移

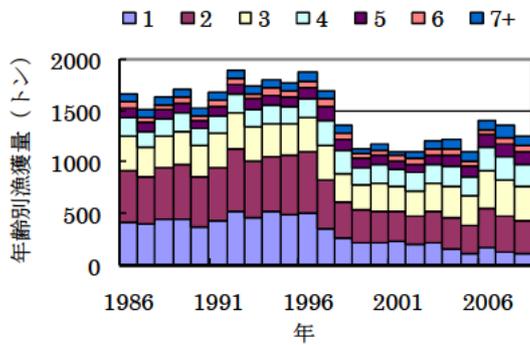


図8. 本系群ヒラメの年令別漁獲量の推移  
(年令別漁獲尾数を基にした計算値)

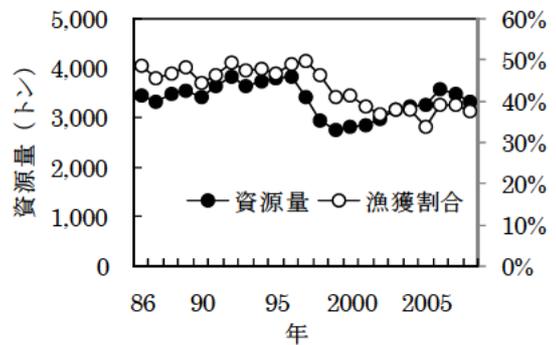


図9. 本系群ヒラメの資源量と漁獲割合の推移

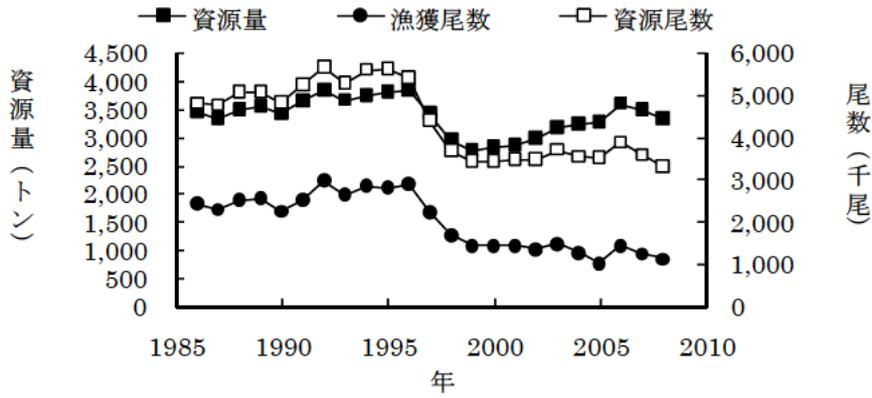


図10. 本系群ヒラメの資源量と資源尾数および漁獲尾数の推移

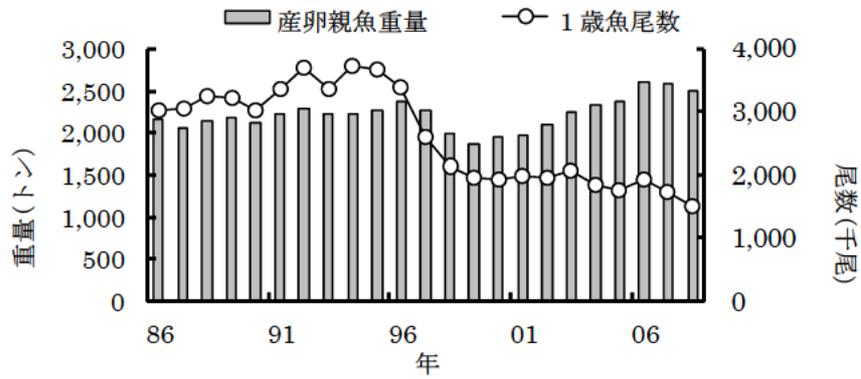


図11. 本系群ヒラメの親魚量と1歳魚尾数の経年変化

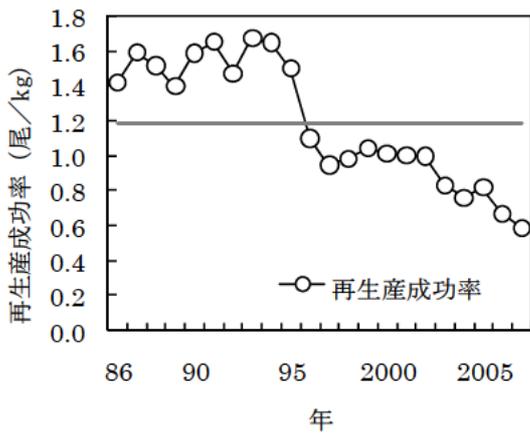


図12. 再生産成功率の経年変化

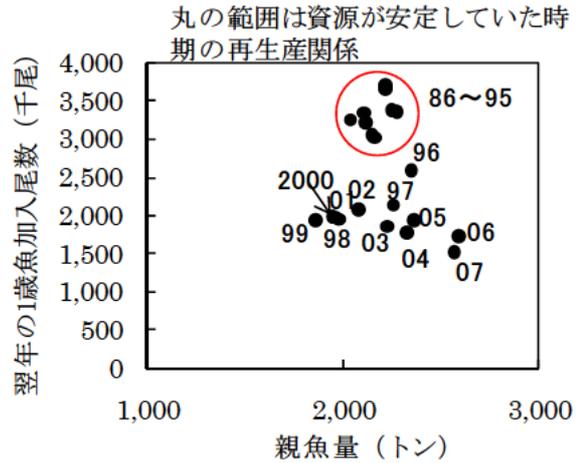


図13. 再生産関係図

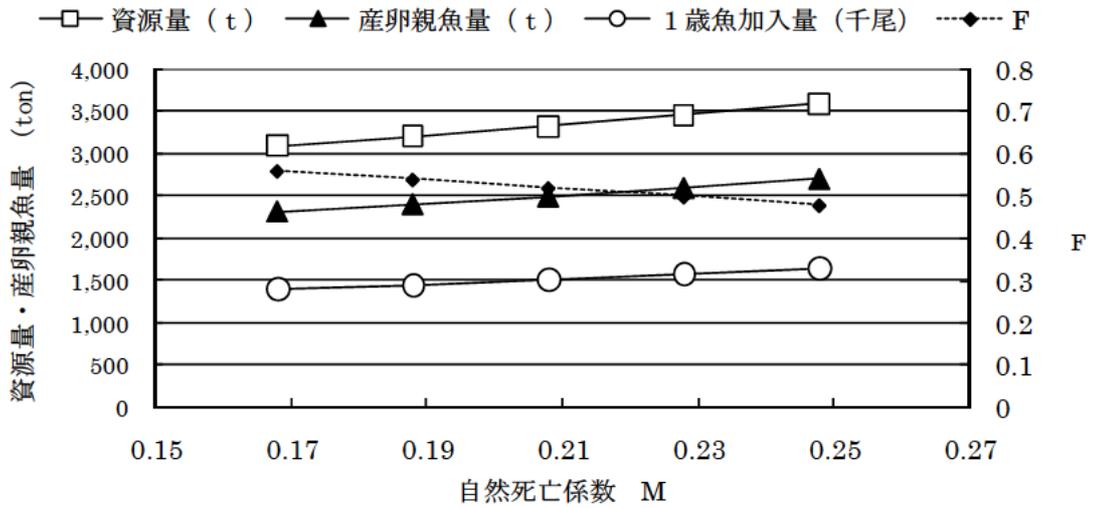


図14. Mを変化させた場合の資源量、親魚量、1歳魚加入尾数およびF(平均値)の推定値の変化

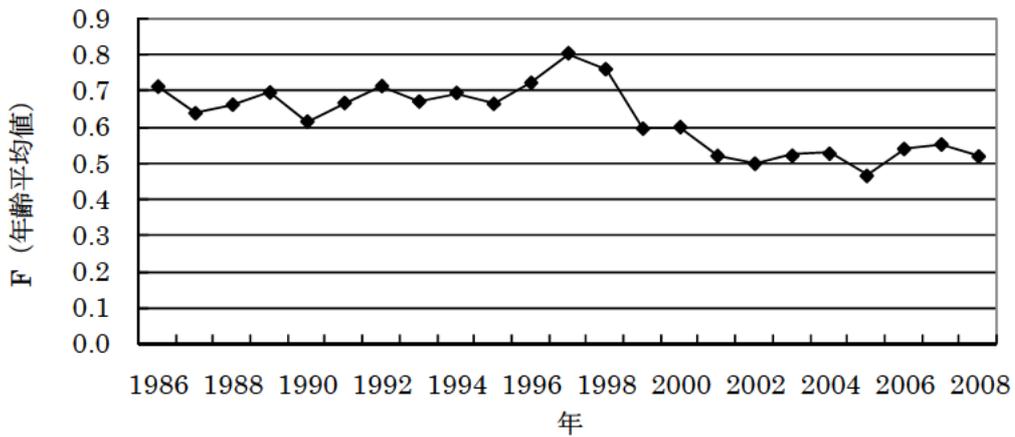


図15. コホート解析により推定されたF値の経年推移

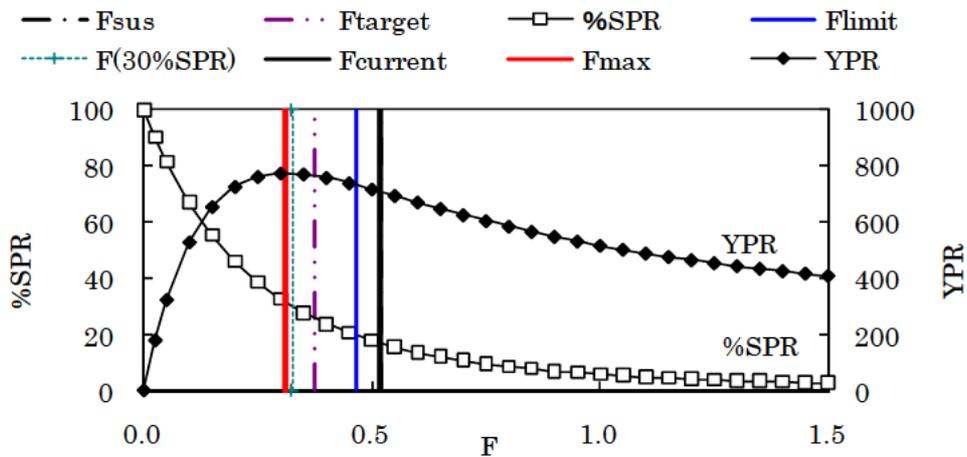


図16. 本系群ヒラメの%SPR、YPR およびFの参考値

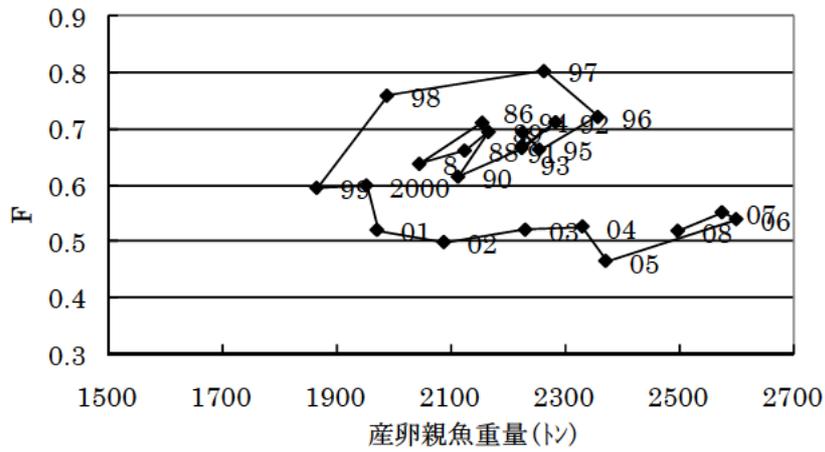


図17. 親魚量と漁獲係数Fの関係

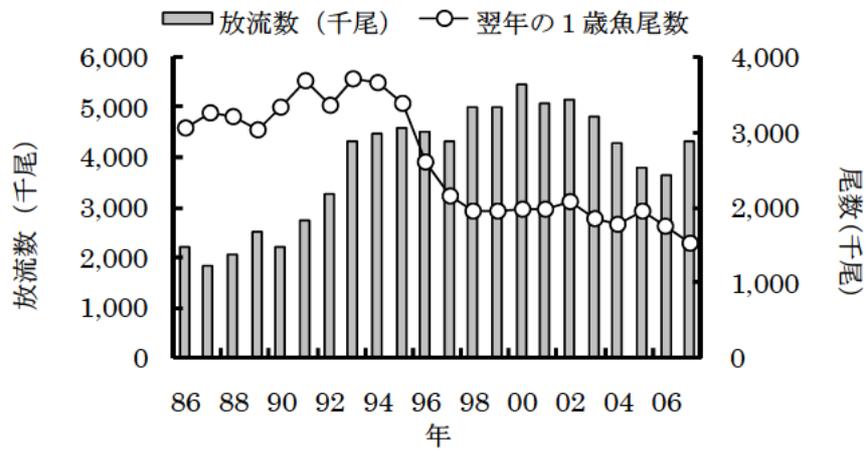


図18. 人工種苗放流数と1歳魚加入尾数推定値の推移

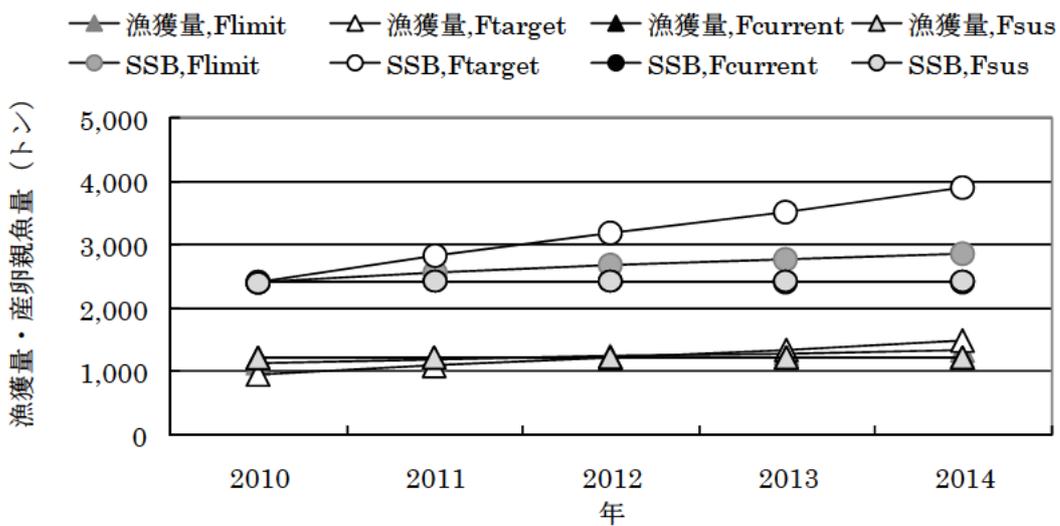
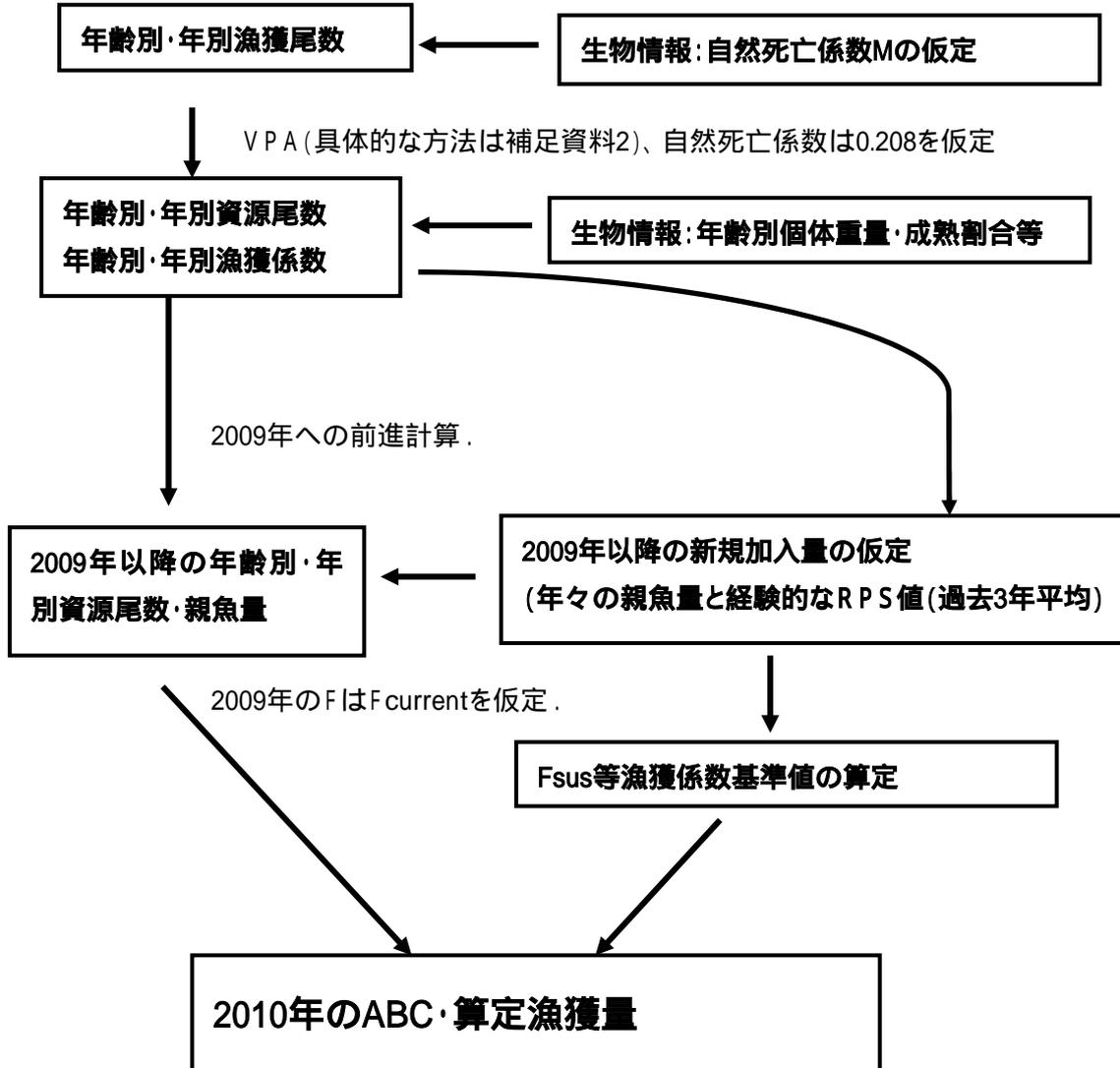


図19. 異なるF値による漁獲量と親魚量推移予測の比較

補足資料 1

使用したデータと、資源評価の関係を以下のフローに簡潔に記す。



## 補足資料 2

年別年齢別資源尾数の算出は下記の Pope の近似式 (Pope 1972) を用い、チューニングを行わない基本的な VPA により行った。

$$\text{Pope の近似式} : N_{a,y} = N_{a+1,y+1}e^M + C_{a,y}e^{\frac{M}{2}}$$

ここで  $N_{a,y}$  : y 年の a 才魚資源尾数、 $C_{a,y}$  : y 年の a 才魚の漁獲個体数

各県によって推定されるヒラメの年齢組成が違うので、7 歳魚以上の漁獲尾数を 7+歳魚として計算に用いた。自然死亡係数 M は年齢によらず一定とし、寿命を 12 年として田内・田中の方法 (田中 1960) (寿命を n 年とすると、 $M = 2.5 / n$ ) で求めた 0.208 を用いた。

コホートがまだ完結していない年級群の最近年の年齢別資源尾数は、各年齢につき過去 3 年間で平均した漁獲係数を用いて計算した。また、高齢部分の計算には次式を用いた。

$$N_{6,y} = \frac{C_{6,y}}{C_{7+,y} + C_{6,y}} N_{7+,y+1}e^M + C_{6,y}e^{\frac{1}{2}M}$$

$$N_{7+,y} = \frac{C_{7+,y}}{C_{6,y}} N_{6,y}$$

0 歳魚の水揚げが規制されたことに伴い、0 歳魚の漁獲尾数に偏りが生じていることが考えられる。混獲の可能性はあるものの、0 歳魚の漁獲の実態は十分に明らかにはなっていない。このため本系群のヒラメでは 1 歳魚からの加入として、0 歳魚を除いたデータを用いて解析を行った。

## 引用文献

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.

田中昌一 (1960) 水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理. *東海水研報*, (28), 1-200.