

平成 22 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。2011 年の生物学的許容漁獲量 ABC を下表のように算出した。2010 年以降の再生産成功率を 2006 年から 2008 年の平均値とし、各年齢での年齢別選択率が 2011 年以降変化しないと仮定して、現状の資源量を維持するような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。

| | 2011 年 ABC | 資源管理基準 | F 値 | 漁獲割合 |
|-----------|------------|----------------------|------|------|
| ABClimit | 1,170 トン | F _{sus} | 0.50 | 36% |
| ABCtarget | 980 トン | 0.8・F _{sus} | 0.40 | 30% |

ABC の値は 1 の位を四捨五入。ABC には 0 歳魚は含まない。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 |
|------|---------|---------|------|------|
| 2008 | 3,538 | 1,409 | 0.60 | 40% |
| 2009 | 3,326 | 1,328 | 0.56 | 40% |
| 2010 | 3,402 | — | | |

2010 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) 生物情報収集調査(鳥取～鹿児島(8)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) |
| 人工種苗放流数 | 2008年までの県別・水域別放流尾数(水研セ) |
| 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) (平成18年度まで) |
| 放流魚混入率 | 栽培関連事業および県単独事業データ(鳥取～鹿児島(6)県) ・市場測定 |

1. まえがき

2009年には全国のヒラメの漁獲量7,196トンに対し、約18%にあたる1,328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)。

$$\text{♀ } Lt=949.7(1-e^{-0.2120(t+0.8691)})$$

$$\text{♂ } Lt=664.4(1-e^{-0.2914(t+1.1196)})$$

(Lt : 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48%と最も多く、次いで小型底びき網(約16%)、沖合底びき網(約13%)、釣り・延縄(約9%)、定置網(約9%)、その他(約4%)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年の統計では1986年と比べて刺し網で約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)。2009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206トン、山口県196トン、熊本県192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。2009年の漁獲量は1,328トンであり、2008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ている。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た。その後は、やや減少傾向である。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、2009年は7,196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。2009年には本系群の全国に占める割合が18%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および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年から2009年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。コホート解析を行う際に、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2009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7)。

(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おり、操業形態も地域により多様な形態となっている。このため漁獲努力量の把握が困難であり、CPUE(漁獲努力量あたり漁獲量)の算定は行っていない。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い、漁獲努力量を考慮したチューニングは行っていない。

(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8)。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9)。

(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2,767トンと最低値を示し、その後回復して2009年の推定資源量は3,326トンとなった(表4、図10)。一方、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(図11)。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年には $F=0.80$ と高くなったが、

2002年には0.5程度まで下がっている(表5、図12)。

(5)資源の水準・動向

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。2009年の推定資源量は3,326トンとなり、1986年以降の資源量を高位、中位、低位に3等分した場合には中位に入る。最近5年間の資源量の動向は横ばいと判断された。2000年以降の資源量の増加は、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出せない。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。

(6)再生産関係

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13)。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14)。しかし、2000年以降はFが低く推移し親魚量は増加している。再生産成功率(親魚量1kgあたりの1歳魚加入尾数)は1996年から低下し、現在も低水準である(図15)。再生産関係図(図16)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(図中丸で囲んだ範囲)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。資源解析を行った1986年以降、産卵親魚量は1,860~2,650トンの間で変化しているが、再生産曲線を当てはめるためには変動幅が小さくモデル化が困難である。一方、1986~1995年の再生産関係は非常に安定しており、資源量も安定していたので、この期間の資源の利用状況は良好であったと考えられる。そこで、本系群では1986~1995年の親魚量が維持されていれば高い加入量が得られる可能性があるとして、当該期間の産卵親魚量の平均値(2,181トン)をBlimitとして設定した。2006年以降の親魚量は2,500トンを超える水準で推移しており、Blimitを上回っている。一方、再生産成功率は2005年以降低下傾向を示しており、2008年の再生産成功率は過去最低水準の0.5

程度となっている。この間の再生産成功率の変化は、それ以前の 1997 年から 2004 年の間に起きた変化より急である。このため、今後の加入量の見積りの計算に使用する再生産成功率は、2006 年から 2008 年の 3 年間の平均値を使用する事とした。

(7)種苗放流効果

2009 年の調査で得られたデータによると、人工種苗の混入率は日本海西部海域で 2.9～5.2%、東シナ海側の海域で 3.4～21.5%であった。それぞれの海域の混入率平均値を漁獲量により重み付けして計算した場合、系群全体での人工種苗の混入率は、およそ 11%と推定された。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年齢別に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。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 17)。同様の現象が、鹿児島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 17 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. 2011 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 2,767 トンまで落ち込み、その後増加した。2009 年の推定資源量は 3,326 トンとなり、2008 年の 3,538 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減少傾向であるが、資源における高齢魚(大型魚)の比率が高く推定され、2000 年以降の資源量の水準は中位で、動向はほぼ横ばいである(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 13)。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。2009 年の $F(F_{current}=0.56)$ の大きさは、資源量の維持を目標とした限界値($F_{sus}=0.50$)、加入あたりの漁獲量を最大とする $F_{max}(=0.32)$ のいずれと比較しても大きく、現状では加入乱獲かつ成長乱獲の状態と判断される(図 18)。ここで、 F_{sus} の算定に当たっては 2009 年以降の再生産成功率が 2006 年から 2008 年の平均的なレベルで続き、各年齢での年齢別選択率が 2009 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。

(2)ABC 並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。Fcurrent(=0.56)は、Fsus(=0.50)および加入あたりの漁獲量が最大となる Fmax(=0.31)より大きく、加入乱獲傾向かつ成長乱獲傾向にある。しかし、現状の産卵親魚量は Blimit(SSB=2,181 トン)より大きい 2,544 トンと推定されており、資源量も中位と判断される。そこで ABC 算定にあたっては、ルール of 1-1)-(1)を適用し、現在の資源量を維持するよう Fsus(=0.50)の値を算定し Flimit とした。

以上をふまえ、2011 年の ABC を次の条件で算定した。まず、2010 年の漁獲係数は 2009 年と同様とした。2011 年以降は年齢別選択率を 2009 年と同様とし、漁獲係数の年齢平均値が資源管理基準の F 値となるよう設定した。また、再生産成功率は 2006 年から 2008 年の平均的レベル(=0.61)で推移するとした。コホート解析により、2009 年の F(=0.56)による 2010 年の漁獲量は 1,282 トン、2010 年初めの資源量は 3,402 トン、2011 年初めの資源量は 3,249 トンと推定された。2011 年の操業において Flimit(=0.50)で漁獲した場合、ABClimit は 1,171 トンと算定された。さらに、不確実性を見込んで Flimit に $\alpha=0.8$ を乗じた値を Ftarget(=0.40)とすると、2011 年の管理目標となる漁獲量の ABCtarget は 983 トンと算定された。

| | 2011 年 ABC | 資源管理基準 | F 値 | 漁獲割合 |
|-----------|------------|----------|------|------|
| ABClimit | 1,170 トン | Fsus | 0.50 | 36% |
| ABCtarget | 980 トン | 0.8・Fsus | 0.40 | 30% |

ABC の値は 1 の位を四捨五入。ABC には 0 歳魚は含まない。F 値は各年齢の平均値。

(3)ABClimit の評価

異なる F による漁獲量と資源量の推移予測を下の表に、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) | | | | | | |
|-----------|----------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| 資源量の維持 | Fsus (F=0.50) | 1,328 | 1,349 | 1,171 | 1,181 | 1,184 | 1,181 | 1,181 |
| 上記の予防的措置 | 0.8Fsus (F=0.40) | 1,328 | 1,349 | 983 | 1,084 | 1,170 | 1,250 | 1,341 |
| 現在の漁獲圧の維持 | Fcurrent (F=0.56) | 1,328 | 1,349 | 1,282 | 1,222 | 1,170 | 1,117 | 1,067 |
| 漁獲シナリオ | 管理基準 | 資源量(トン) | | | | | | |
| | | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| 資源量の維持 | Fsus (F=0.50) | 3,326 | 3,402 | 3,249 | 3,275 | 3,287 | 3,283 | 3,286 |
| 上記の予防的措置 | 0.8Fsus (F=0.40) | 3,326 | 3,402 | 3,249 | 3,565 | 3,849 | 4,131 | 4,444 |
| 現在の漁獲圧の維持 | Fcurrent (F=0.56) | 3,326 | 3,402 | 3,249 | 3,103 | 2,974 | 2,838 | 2,712 |

(4)ABC の再評価

昨年度評価以降に追加されたデータセットおよび修正・更新された数値の一覧を次の表に示す。

| | |
|--------------------|-----------------------------------|
| 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 | 2008年漁獲量の確定 |
| 2009年漁獲量速報値 | 2003年から2008年の推定資源量およびRPS・Fcurrent |
| 2009年年齢別漁獲尾数 | 2003年から2008年の推定資源量およびRPS・Fcurrent |

データの更新により再評価された資源量およびABCの値を次の表に示す。2009年当初の資源量推定値は、2007年までの漁獲データを使用して、2008年に行った資源評価での推定値、2009年の再評価(2009年)と2010年当初は、2008年までのデータを使用して、2009年に行った資源評価での推定値、2009年再評価(2010年)と2010年再評価(2010年)は2009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) |
|---------------------|-------------|------|-------------|------------------|-------------------|-------------|
| 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 | |
| 2009年 (2010年再評価) | 0.9Fcurrent | 0.48 | 3,326 | 1,174 | 984 | 1,328 |
| 2010年(当初) | 0.9Fcurrent | 0.47 | 3,281 | 1,132 | 948 | |
| 2010年 (2010年再評価) | 0.9Fcurrent | 0.48 | 3,402 | 1,192 | 1,000 | |

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 (トン)

| | | | | | | | | | | |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 年 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 |
| 漁獲量 | 995 | 848 | 1,224 | 1,171 | 1,363 | 1,293 | 1,302 | 1,277 | 1,566 | 1,523 |
| 年 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 |
| 漁獲量 | 1,591 | 1,585 | 1,772 | 1,888 | 1,982 | 1,736 | 1,678 | 1,517 | 1,640 | 1,713 |
| 年 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 |
| 漁獲量 | 1,528 | 1,691 | 1,902 | 1,743 | 1,802 | 1,780 | 1,880 | 1,707 | 1,368 | 1,135 |
| 年 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
| 漁獲量 | 1,180 | 1,114 | 1,103 | 1,211 | 1,227 | 1,110 | 1,414 | 1,360 | 1,409 | 1,328 |

表 2. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の年齢別漁獲尾数 (千尾)

| 年 | 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 | 432 | 375 | 226 | 97 | 36 | 16 | 16 | 1,198 |
| 2009 | 371 | 364 | 205 | 117 | 28 | 12 | 12 | 1,110 |

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(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 | 117 | 330 | 377 | 263 | 134 | 77 | 112 | 1,409 |
| 2009 | 100 | 321 | 342 | 317 | 106 | 58 | 84 | 1,328 |

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(トン)

| 年 | 1歳 | 2歳 | 3歳 | 4歳 | 5歳 | 6歳 | 7+歳 | 合計 |
|------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| 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 | 146 | 187 | 3,838 |
| 1997 | 698 | 931 | 722 | 479 | 273 | 155 | 169 | 3,426 |
| 1998 | 577 | 773 | 649 | 439 | 238 | 131 | 144 | 2,951 |
| 1999 | 526 | 754 | 597 | 430 | 226 | 120 | 114 | 2,767 |
| 2000 | 523 | 738 | 624 | 419 | 270 | 139 | 130 | 2,842 |
| 2001 | 533 | 739 | 608 | 415 | 253 | 171 | 152 | 2,871 |
| 2002 | 531 | 734 | 622 | 439 | 269 | 166 | 221 | 2,982 |
| 2003 | 559 | 789 | 666 | 458 | 274 | 177 | 256 | 3,179 |
| 2004 | 498 | 809 | 697 | 488 | 282 | 171 | 279 | 3,224 |
| 2005 | 477 | 840 | 719 | 471 | 299 | 175 | 271 | 3,253 |
| 2006 | 565 | 944 | 812 | 531 | 290 | 191 | 277 | 3,612 |
| 2007 | 478 | 992 | 801 | 525 | 310 | 169 | 298 | 3,573 |
| 2008 | 451 | 873 | 944 | 525 | 302 | 181 | 262 | 3,538 |
| 2009 | 356 | 852 | 782 | 691 | 262 | 157 | 227 | 3,326 |

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 | 0.61 | 0.56 | 0.58 | 0.60 | 0.49 | 0.41 | 0.41 | 0.52 |
| 2004 | 0.45 | 0.55 | 0.66 | 0.61 | 0.50 | 0.47 | 0.47 | 0.53 |
| 2005 | 0.29 | 0.47 | 0.58 | 0.60 | 0.47 | 0.44 | 0.44 | 0.47 |
| 2006 | 0.41 | 0.60 | 0.71 | 0.66 | 0.56 | 0.42 | 0.42 | 0.54 |
| 2007 | 0.37 | 0.48 | 0.70 | 0.67 | 0.56 | 0.53 | 0.53 | 0.55 |
| 2008 | 0.34 | 0.54 | 0.59 | 0.81 | 0.68 | 0.64 | 0.64 | 0.60 |
| 2009 | 0.37 | 0.54 | 0.66 | 0.71 | 0.60 | 0.53 | 0.53 | 0.56 |

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 (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 | 3,020 | 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 | 2,585 | 1,057 | 432 | 177 | 73 | 33 | 24 | 4,383 |
| 1998 | 2,137 | 879 | 388 | 163 | 64 | 28 | 21 | 3,680 |
| 1999 | 1,950 | 857 | 357 | 159 | 61 | 26 | 16 | 3,425 |
| 2000 | 1,936 | 839 | 374 | 155 | 72 | 30 | 19 | 3,424 |
| 2001 | 1,974 | 840 | 364 | 154 | 68 | 37 | 22 | 3,458 |
| 2002 | 1,966 | 834 | 373 | 163 | 72 | 35 | 32 | 3,475 |
| 2003 | 2,072 | 897 | 399 | 169 | 74 | 38 | 37 | 3,685 |
| 2004 | 1,844 | 919 | 418 | 181 | 76 | 36 | 40 | 3,513 |
| 2005 | 1,768 | 954 | 431 | 175 | 80 | 37 | 39 | 3,485 |
| 2006 | 2,094 | 1,073 | 486 | 197 | 78 | 41 | 40 | 4,009 |
| 2007 | 1,771 | 1,127 | 480 | 194 | 83 | 36 | 43 | 3,734 |
| 2008 | 1,671 | 992 | 565 | 194 | 81 | 39 | 38 | 3,580 |
| 2009 | 1,319 | 968 | 468 | 256 | 70 | 33 | 33 | 3,148 |

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 | 3,020 | 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 | 1.64 |
| 1995 | 2,254 | 3,379 | 1.50 |
| 1996 | 2,357 | 2,585 | 1.10 |
| 1997 | 2,263 | 2,137 | 0.94 |
| 1998 | 1,987 | 1,950 | 0.98 |
| 1999 | 1,864 | 1,936 | 1.04 |
| 2000 | 1,950 | 1,974 | 1.01 |
| 2001 | 1,968 | 1,966 | 1.00 |
| 2002 | 2,084 | 2,072 | 0.99 |
| 2003 | 2,225 | 1,844 | 0.83 |
| 2004 | 2,322 | 1,768 | 0.76 |
| 2005 | 2,356 | 2,094 | 0.89 |
| 2006 | 2,574 | 1,771 | 0.69 |
| 2007 | 2,599 | 1,671 | 0.64 |
| 2008 | 2,651 | 1,319 | 0.50 |
| 2009 | 2,544 | | |

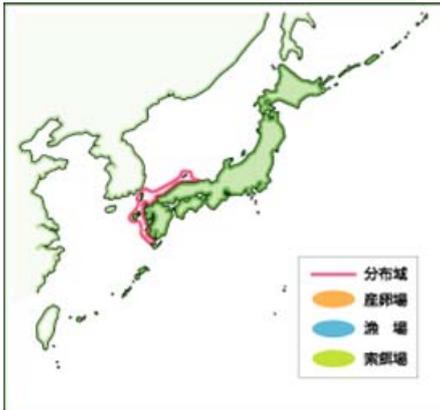


図1. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の分布水域

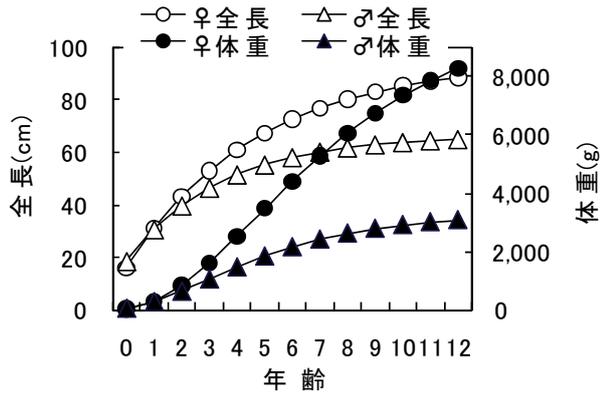


図2. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の成長

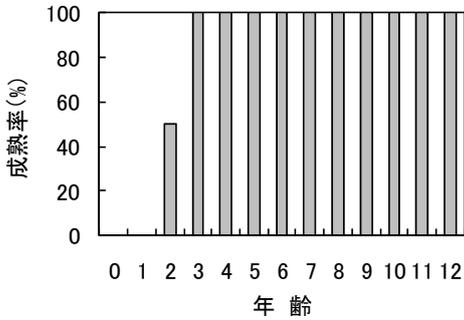


図3. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の成熟率

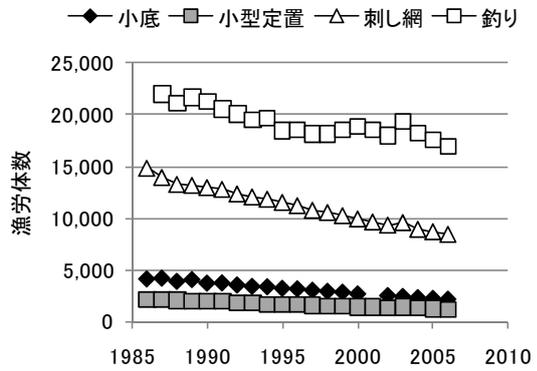


図4. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群分布域の主な沿岸漁業漁労体数の推移

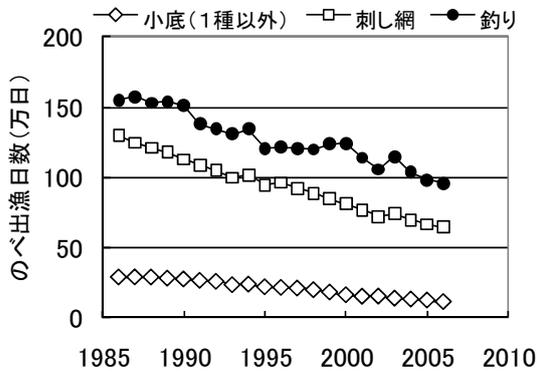


図5. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群分布域の主な沿岸漁業出漁日数の推移

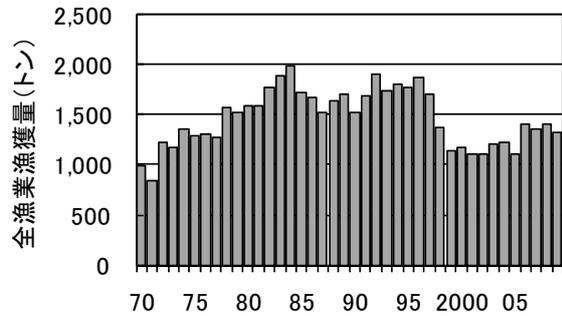


図6. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の漁獲量の推移

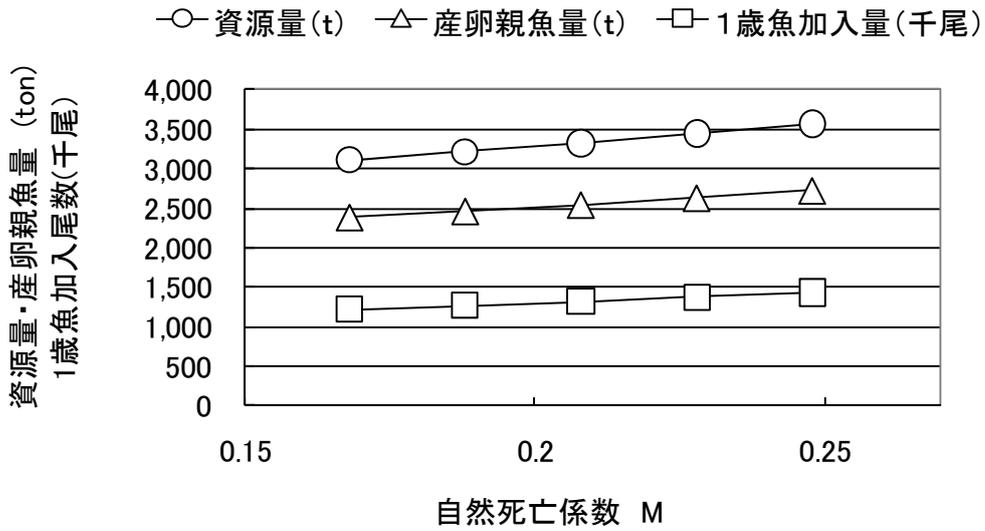


図7. Mを変化させた場合の資源量、親魚量、1歳魚加入尾数の推定値の変化

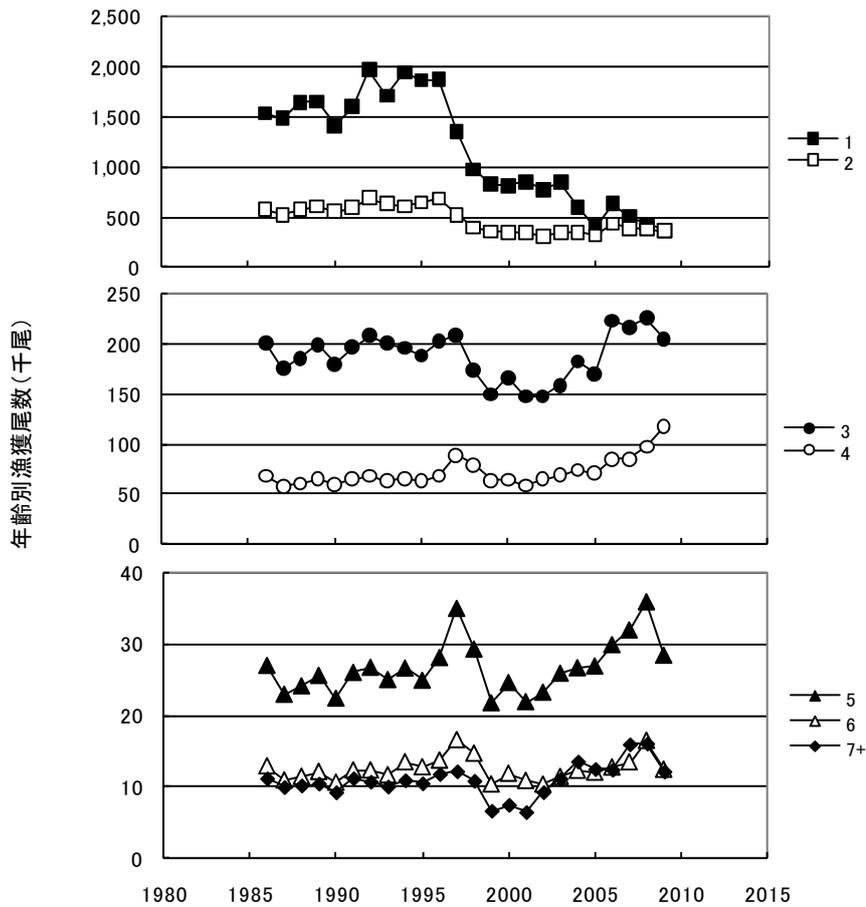


図8. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の年齢別漁獲尾数の推移

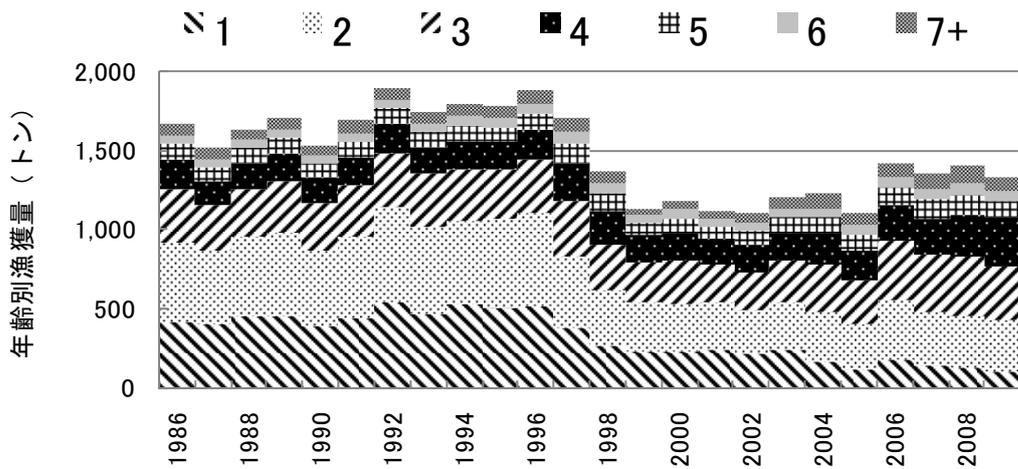


図9. 本系群ヒラメの年齢別漁獲量の推移
(年齢別漁獲尾数を基にした計算値)

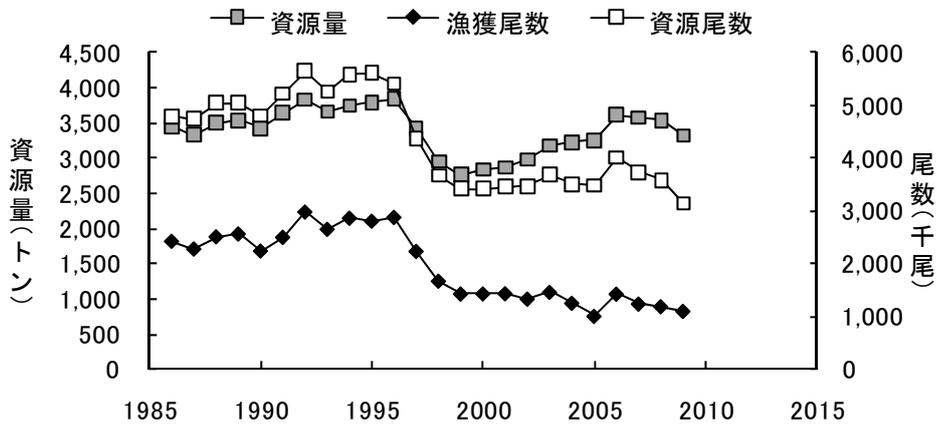


図10. 本系群ヒラメの資源量と資源尾数および漁獲尾数の推移

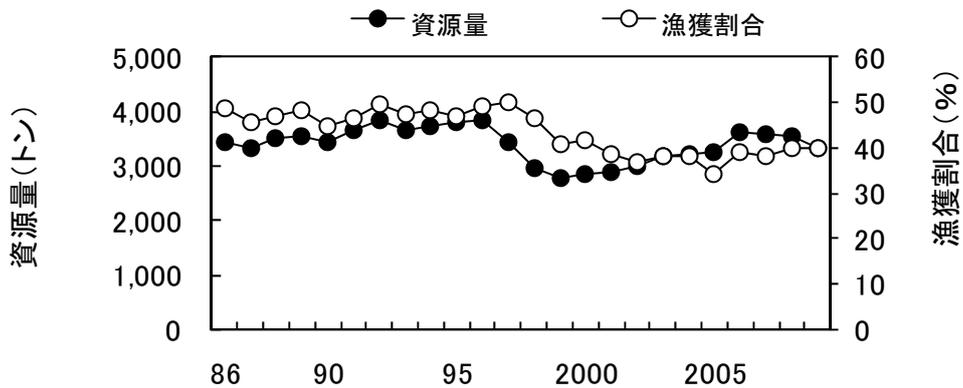


図11. 本系群ヒラメの資源量と漁獲割合の推移

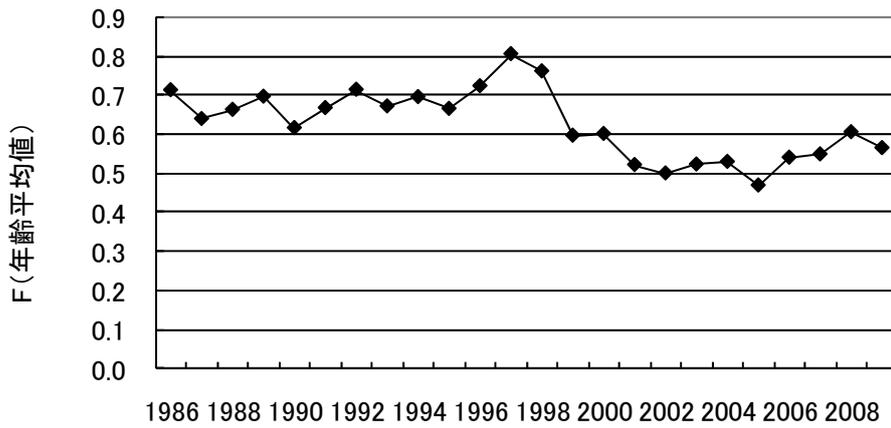


図12. コホート解析により推定されたF値の経年推移

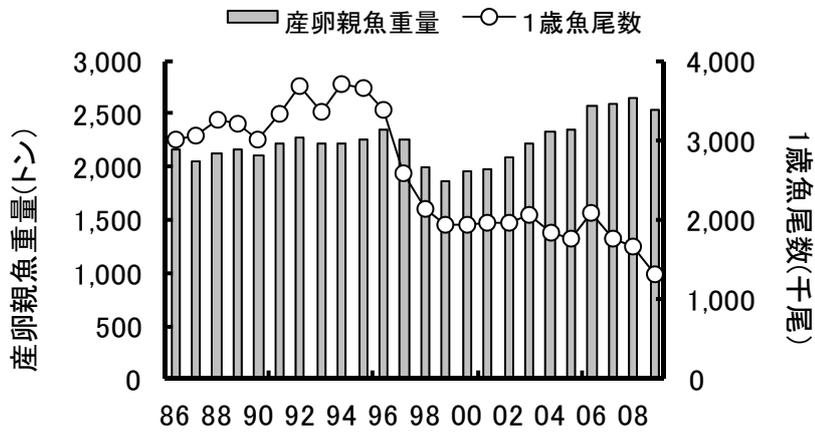


図13. 本系群ヒラメの親魚量と1歳魚尾数の経年変化

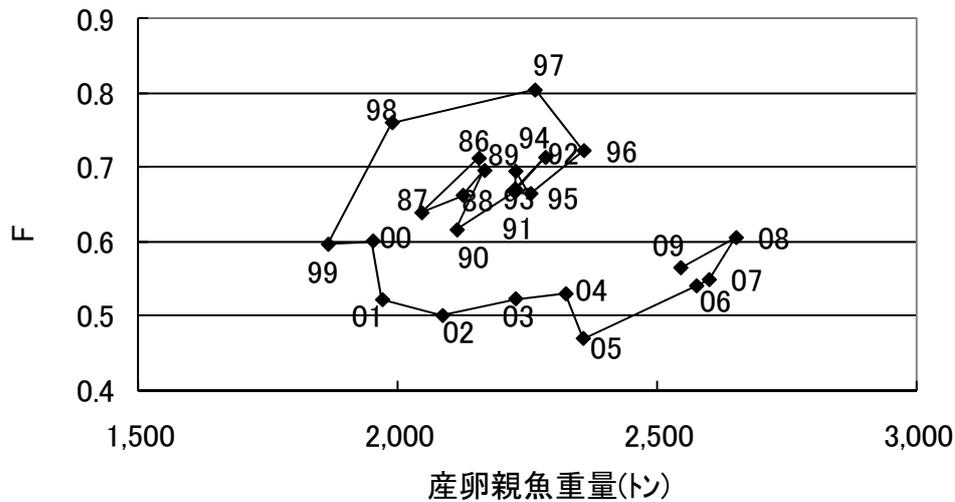


図14. 親魚量と漁獲係数Fの関係

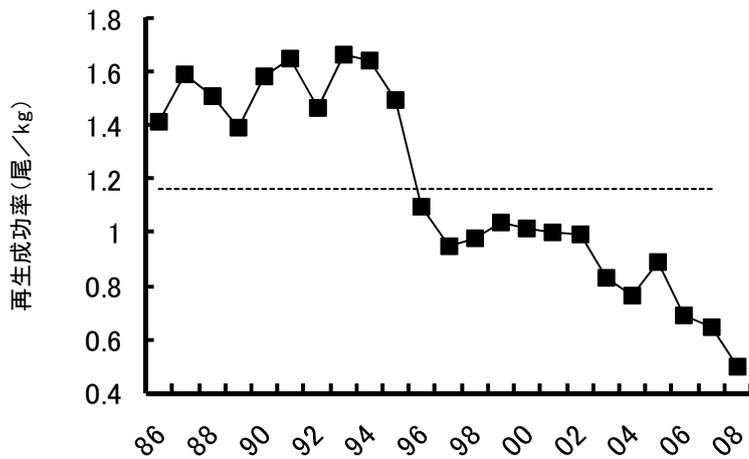


図15. 再生産成功率の経年変化

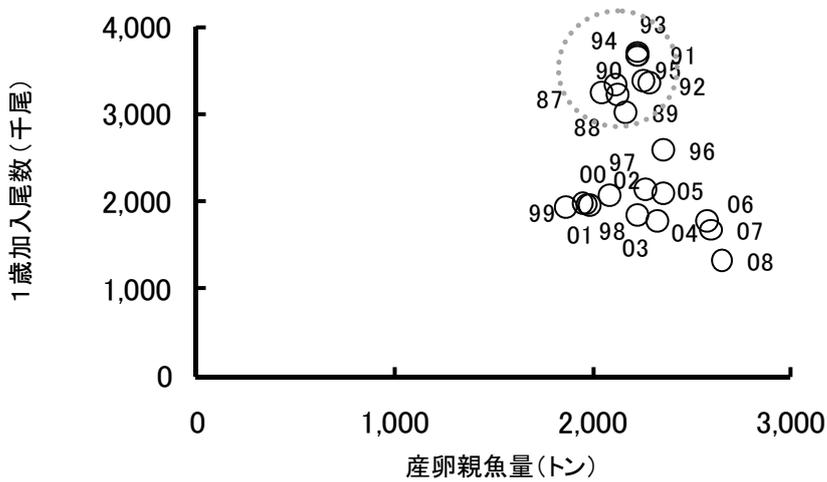


図16. 再生産関係図

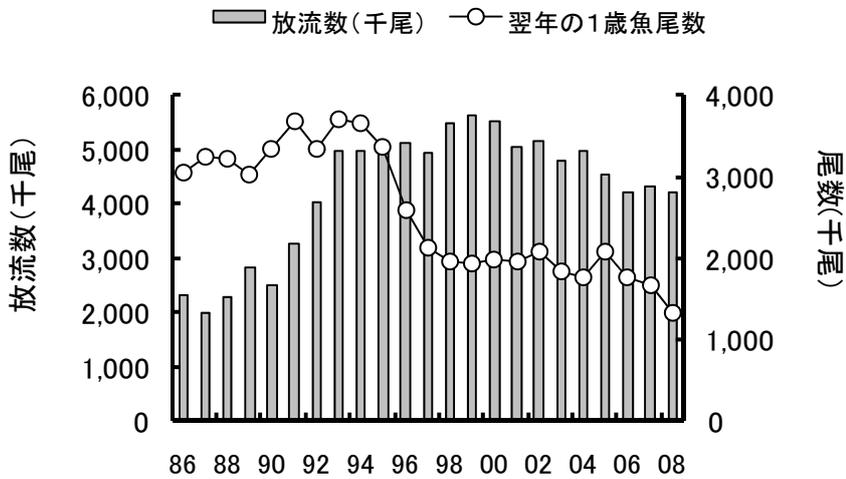


図17. 人工種苗放流数と1歳魚加入尾数推定値の推移

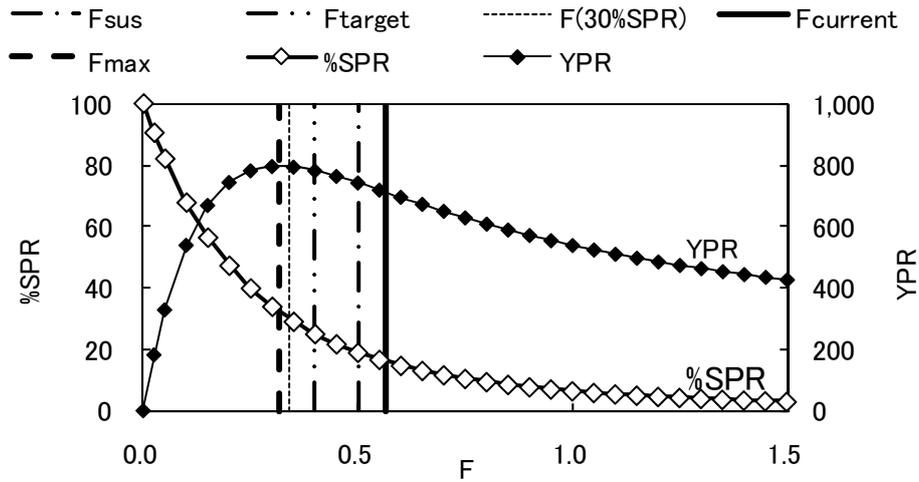


図18. 本系群ヒラメの%SPR、YPRおよびFの参考値

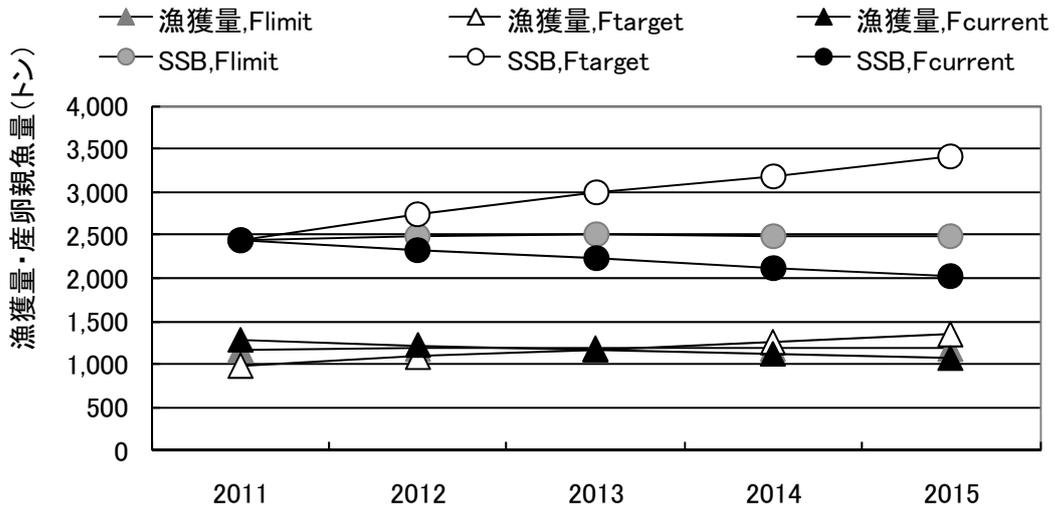
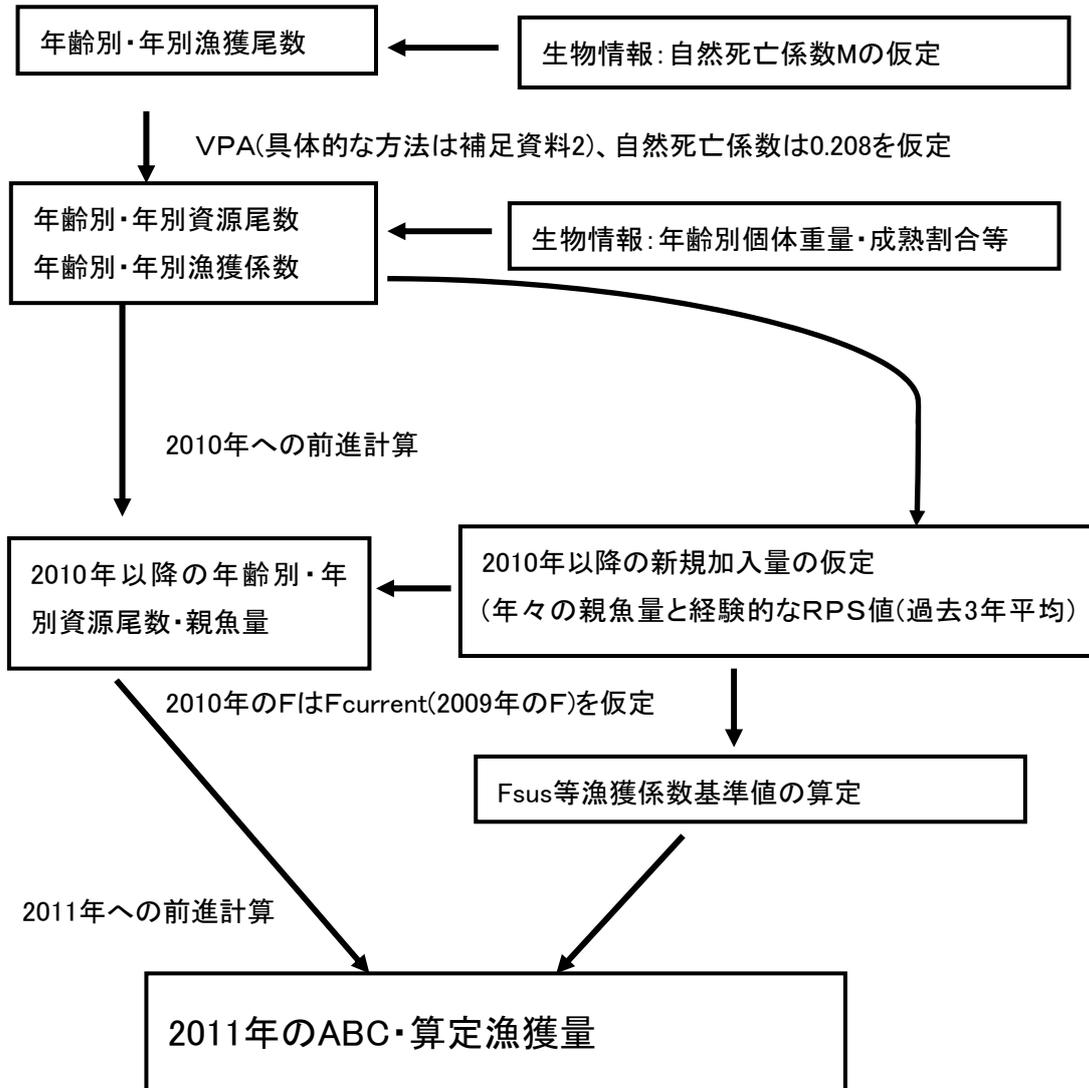


図19. 異なるF値による漁獲量と親魚量推移予測の比較

補足資料1 データと資源評価の関係

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 資源計算方法

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 才魚の漁獲尾数

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次式で計算した。

$$N_{a,y} = \frac{C_{a,y}e^{\frac{M}{2}}}{1 - e^{-F_a(3\text{years})}}$$

ここで $F_a(3\text{years})$: a 才魚の漁獲係数 (過去 3 年間の平均値)

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.

補足資料3 調査船調査の経過及び結果

ヒラメ日本海西部・東シナ海系群資源評価では、ヒラメの情報収集のために特別に行っている調査船調査はない。

補足資料4 将来予測

補足資料4-1 コホート解析および F_{sus} の計算に用いた生物パラメーター

| | |
|-----------|-------|
| M | 0.208 |
| RPS(3年平均) | 0.61 |

| 生物パラメーター | 1歳 | 2歳 | 3歳 | 4歳 | 5歳 | 6歳 | 7+歳 |
|----------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 体重(g) | 270 | 880 | 1,670 | 2,700 | 3,730 | 4,680 | 6,938 |
| 成熟率 | 0 | 0.5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 出産率 | 0 | 0.27 | 1.02 | 1.65 | 2.27 | 2.85 | 4.23 |

補足資料 4-2 異なる F における将来予測①

$$F = F_{\text{current}} (0.56)$$

年齢別資源尾数(千尾)

| 年齢\年 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 1,319 | 1,616 | 1,548 | 1,483 | 1,415 | 1,358 | 1,294 |
| 2 | 968 | 968 | 903 | 866 | 829 | 791 | 759 |
| 3 | 468 | 468 | 458 | 427 | 409 | 392 | 374 |
| 4 | 256 | 256 | 196 | 192 | 179 | 171 | 164 |
| 5 | 70 | 70 | 102 | 78 | 76 | 71 | 68 |
| 6 | 33 | 33 | 31 | 46 | 35 | 34 | 32 |
| 7+ | 33 | 32 | 31 | 30 | 36 | 33 | 32 |
| 計 | 3,148 | 3,444 | 3,270 | 3,121 | 2,980 | 2,851 | 2,724 |

年齢別資源量(トン)

| 年齢\年 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 356 | 436 | 418 | 401 | 382 | 367 | 350 |
| 2 | 852 | 852 | 795 | 762 | 730 | 696 | 668 |
| 3 | 782 | 782 | 765 | 713 | 684 | 655 | 625 |
| 4 | 691 | 691 | 529 | 517 | 483 | 462 | 443 |
| 5 | 262 | 262 | 381 | 291 | 285 | 266 | 255 |
| 6 | 157 | 157 | 147 | 214 | 164 | 160 | 149 |
| 7+ | 227 | 223 | 215 | 205 | 247 | 232 | 223 |
| 計 | 3,326 | 3,402 | 3,249 | 3,103 | 2,974 | 2,838 | 2,712 |

年齢別親魚量(トン)

| 年齢\年 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 426 | 426 | 397 | 381 | 365 | 348 | 334 |
| 3 | 782 | 782 | 765 | 713 | 684 | 655 | 625 |
| 4 | 691 | 691 | 529 | 517 | 483 | 462 | 443 |
| 5 | 262 | 262 | 381 | 291 | 285 | 266 | 255 |
| 6 | 157 | 157 | 147 | 214 | 164 | 160 | 149 |
| 7+ | 227 | 223 | 215 | 205 | 247 | 232 | 223 |
| 計 | 2,544 | 2,540 | 2,434 | 2,321 | 2,227 | 2,124 | 2,029 |

補足資料 4-2 続き

年齢別漁獲係数

| 年齢\年 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 0.37 | 0.37 | 0.37 | 0.37 | 0.37 | 0.37 | 0.37 |
| 2 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 | 0.54 |
| 3 | 0.66 | 0.66 | 0.66 | 0.66 | 0.66 | 0.66 | 0.66 |
| 4 | 0.71 | 0.71 | 0.71 | 0.71 | 0.71 | 0.71 | 0.71 |
| 5 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 |
| 6 | 0.53 | 0.53 | 0.53 | 0.53 | 0.53 | 0.53 | 0.53 |
| 7+ | 0.53 | 0.53 | 0.53 | 0.53 | 0.53 | 0.53 | 0.53 |
| F 平均 | 0.56 | 0.56 | 0.56 | 0.56 | 0.56 | 0.56 | 0.56 |

年齢別漁獲尾数(千尾)

| 年齢\年 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| 1 | 371 | 454 | 435 | 417 | 397 | 381 | 364 |
| 2 | 364 | 364 | 340 | 326 | 312 | 298 | 286 |
| 3 | 205 | 205 | 200 | 187 | 179 | 171 | 164 |
| 4 | 117 | 117 | 90 | 88 | 82 | 79 | 75 |
| 5 | 28 | 28 | 41 | 32 | 31 | 29 | 28 |
| 6 | 12 | 12 | 12 | 17 | 13 | 13 | 12 |
| 7+ | 12 | 12 | 12 | 11 | 13 | 12 | 12 |
| 計 | 1,110 | 1,193 | 1,129 | 1,077 | 1,028 | 983 | 940 |

年齢別漁獲量(トン)

| 年齢\年 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 100 | 123 | 117 | 113 | 107 | 103 | 98 |
| 2 | 321 | 321 | 299 | 287 | 275 | 262 | 251 |
| 3 | 342 | 342 | 334 | 312 | 299 | 286 | 273 |
| 4 | 317 | 317 | 242 | 237 | 221 | 212 | 203 |
| 5 | 106 | 106 | 154 | 118 | 115 | 108 | 103 |
| 6 | 58 | 58 | 55 | 79 | 61 | 59 | 55 |
| 7+ | 84 | 83 | 80 | 76 | 92 | 86 | 83 |
| 計 | 1,328 | 1,349 | 1,282 | 1,222 | 1,170 | 1,117 | 1,067 |

補足資料 4-3 異なる F における将来予測②

F=Fsus (0.50)

年齢別資源尾数(千尾)

| 年齢\年 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 1,319 | 1,616 | 1,548 | 1,483 | 1,510 | 1,523 | 1,514 |
| 2 | 968 | 968 | 903 | 903 | 866 | 881 | 889 |
| 3 | 468 | 468 | 458 | 455 | 455 | 436 | 443 |
| 4 | 256 | 256 | 196 | 207 | 205 | 205 | 197 |
| 5 | 70 | 70 | 102 | 85 | 89 | 89 | 89 |
| 6 | 33 | 33 | 31 | 49 | 41 | 43 | 43 |
| 7+ | 33 | 32 | 31 | 31 | 40 | 41 | 42 |
| 計 | 3,148 | 3,444 | 3,270 | 3,213 | 3,206 | 3,218 | 3,217 |

年齢別資源量(トン)

| 年齢\年 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 356 | 436 | 418 | 401 | 408 | 411 | 409 |
| 2 | 852 | 852 | 795 | 795 | 762 | 775 | 782 |
| 3 | 782 | 782 | 765 | 759 | 759 | 727 | 741 |
| 4 | 691 | 691 | 529 | 558 | 554 | 554 | 531 |
| 5 | 262 | 262 | 381 | 316 | 334 | 331 | 331 |
| 6 | 157 | 157 | 147 | 229 | 190 | 200 | 199 |
| 7+ | 227 | 223 | 215 | 218 | 281 | 283 | 293 |
| 計 | 3,326 | 3,402 | 3,249 | 3,275 | 3,287 | 3,283 | 3,286 |

年齢別親魚量(トン)

| 年齢\年 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 426 | 426 | 397 | 398 | 381 | 388 | 391 |
| 3 | 782 | 782 | 765 | 759 | 759 | 727 | 741 |
| 4 | 691 | 691 | 529 | 558 | 554 | 554 | 531 |
| 5 | 262 | 262 | 381 | 316 | 334 | 331 | 331 |
| 6 | 157 | 157 | 147 | 229 | 190 | 200 | 199 |
| 7+ | 227 | 223 | 215 | 218 | 281 | 283 | 293 |
| 計 | 2,544 | 2,540 | 2,434 | 2,477 | 2,498 | 2,484 | 2,486 |

補足資料 4-3 続き

年齢別漁獲係数

| 年齢\年 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 0.37 | 0.37 | 0.33 | 0.33 | 0.33 | 0.33 | 0.33 |
| 2 | 0.54 | 0.54 | 0.48 | 0.48 | 0.48 | 0.48 | 0.48 |
| 3 | 0.66 | 0.66 | 0.59 | 0.59 | 0.59 | 0.59 | 0.59 |
| 4 | 0.71 | 0.71 | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 |
| 5 | 0.60 | 0.60 | 0.53 | 0.53 | 0.53 | 0.53 | 0.53 |
| 6 | 0.53 | 0.53 | 0.47 | 0.47 | 0.47 | 0.47 | 0.47 |
| 7+ | 0.53 | 0.53 | 0.47 | 0.47 | 0.47 | 0.47 | 0.47 |
| F 平均 | 0.56 | 0.56 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 |

年齢別漁獲尾数(千尾)

| 年齢\年 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 371 | 454 | 393 | 376 | 383 | 386 | 384 |
| 2 | 364 | 364 | 310 | 310 | 297 | 302 | 305 |
| 3 | 205 | 205 | 183 | 182 | 182 | 174 | 178 |
| 4 | 117 | 117 | 82 | 87 | 86 | 86 | 83 |
| 5 | 28 | 28 | 38 | 31 | 33 | 33 | 33 |
| 6 | 12 | 12 | 11 | 17 | 14 | 14 | 14 |
| 7+ | 12 | 12 | 11 | 11 | 14 | 14 | 14 |
| 計 | 1,110 | 1,193 | 1,027 | 1,014 | 1,009 | 1,011 | 1,011 |

年齢別漁獲量(トン)

| 年齢\年 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 100 | 123 | 106 | 102 | 103 | 104 | 104 |
| 2 | 321 | 321 | 273 | 273 | 261 | 266 | 268 |
| 3 | 342 | 342 | 306 | 304 | 304 | 291 | 296 |
| 4 | 317 | 317 | 223 | 235 | 233 | 233 | 223 |
| 5 | 106 | 106 | 141 | 117 | 123 | 123 | 123 |
| 6 | 58 | 58 | 50 | 77 | 64 | 68 | 67 |
| 7+ | 84 | 83 | 73 | 74 | 95 | 96 | 99 |
| 計 | 1,328 | 1,349 | 1,171 | 1,181 | 1,184 | 1,181 | 1,181 |

補足資料 4-4 異なる F における将来予測③

F=0.8F_{sus} (0.40)

年齢別資源尾数(千尾)

| 年齢\年 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 1,319 | 1,616 | 1,548 | 1,483 | 1,670 | 1,824 | 1,939 |
| 2 | 968 | 968 | 903 | 965 | 925 | 1,041 | 1,137 |
| 3 | 468 | 468 | 458 | 500 | 534 | 512 | 577 |
| 4 | 256 | 256 | 196 | 232 | 254 | 271 | 260 |
| 5 | 70 | 70 | 102 | 96 | 114 | 125 | 133 |
| 6 | 33 | 33 | 31 | 54 | 51 | 61 | 66 |
| 7+ | 33 | 32 | 31 | 34 | 49 | 56 | 64 |
| 計 | 3,148 | 3,444 | 3,270 | 3,366 | 3,598 | 3,889 | 4,176 |

年齢別資源量(トン)

| 年齢\年 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 356 | 436 | 418 | 401 | 451 | 492 | 524 |
| 2 | 852 | 852 | 795 | 849 | 814 | 916 | 1,000 |
| 3 | 782 | 782 | 765 | 835 | 893 | 855 | 963 |
| 4 | 691 | 691 | 529 | 628 | 686 | 733 | 702 |
| 5 | 262 | 262 | 381 | 359 | 426 | 465 | 497 |
| 6 | 157 | 157 | 147 | 254 | 239 | 284 | 311 |
| 7+ | 227 | 223 | 215 | 239 | 341 | 386 | 447 |
| 計 | 3,326 | 3,402 | 3,249 | 3,565 | 3,849 | 4,131 | 4,444 |

年齢別親魚量(トン)

| 年齢\年 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 426 | 426 | 397 | 425 | 407 | 458 | 500 |
| 3 | 782 | 782 | 765 | 835 | 893 | 855 | 963 |
| 4 | 691 | 691 | 529 | 628 | 686 | 733 | 702 |
| 5 | 262 | 262 | 381 | 359 | 426 | 465 | 497 |
| 6 | 157 | 157 | 147 | 254 | 239 | 284 | 311 |
| 7+ | 227 | 223 | 215 | 239 | 341 | 386 | 447 |
| 計 | 2,544 | 2,540 | 2,434 | 2,740 | 2,992 | 3,181 | 3,420 |

補足資料 4-4 続き

年齢別漁獲係数

| 年齢\年 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 0.37 | 0.37 | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 0.26 |
| 2 | 0.54 | 0.54 | 0.38 | 0.38 | 0.38 | 0.38 | 0.38 |
| 3 | 0.66 | 0.66 | 0.47 | 0.47 | 0.47 | 0.47 | 0.47 |
| 4 | 0.71 | 0.71 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 |
| 5 | 0.60 | 0.60 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.42 |
| 6 | 0.53 | 0.53 | 0.38 | 0.38 | 0.38 | 0.38 | 0.38 |
| 7+ | 0.53 | 0.53 | 0.38 | 0.38 | 0.38 | 0.38 | 0.38 |
| F 平均 | 0.56 | 0.56 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 |

年齢別漁獲尾数(千尾)

| 年齢\年 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|
| 1 | 371 | 454 | 324 | 311 | 350 | 382 | 406 |
| 2 | 364 | 364 | 259 | 277 | 265 | 299 | 326 |
| 3 | 205 | 205 | 155 | 169 | 181 | 173 | 195 |
| 4 | 117 | 117 | 70 | 83 | 91 | 97 | 93 |
| 5 | 28 | 28 | 32 | 30 | 35 | 39 | 41 |
| 6 | 12 | 12 | 9 | 15 | 14 | 17 | 19 |
| 7+ | 12 | 12 | 9 | 10 | 14 | 16 | 18 |
| 計 | 1,110 | 1,193 | 857 | 894 | 950 | 1,022 | 1,098 |

年齢別漁獲量(トン)

| 年齢\年 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 100 | 123 | 88 | 84 | 94 | 103 | 110 |
| 2 | 321 | 321 | 228 | 244 | 233 | 263 | 287 |
| 3 | 342 | 342 | 258 | 282 | 302 | 289 | 325 |
| 4 | 317 | 317 | 189 | 224 | 244 | 261 | 250 |
| 5 | 106 | 106 | 118 | 111 | 132 | 144 | 154 |
| 6 | 58 | 58 | 41 | 72 | 68 | 80 | 88 |
| 7+ | 84 | 83 | 61 | 68 | 97 | 109 | 126 |
| 計 | 1,328 | 1,349 | 983 | 1,084 | 1,170 | 1,250 | 1,341 |