

平成 28 (2016) 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（中川雅弘、吉村 拓）

参画機関：鳥取県栽培漁業センター、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

本系群の資源量についてコホート解析により推定した。資源量は 1996 年までは 3,600 トン前後で安定していたが、1997 年から減少し、1999 年には 2,674 トンとなった。その後回復して 2006 年には 3,645 トンとなったが、再び減少し、2015 年は 3,072 トンであった。再生産成功率は低い水準で低下していることから、今後の資源尾数の動向には注意を要する。高い再生産成功率であれば高い加入量が得られる親魚量の閾値として、加入量と再生産成功率の上位 10%の交点となる親魚量 (2,144 トン) を **Blimit** とした。2015 年の親魚量 2,377 トンはこれを上回っている。資源水準の高位と中位の境界値を過去 30 年間における資源量の上位 1/3、中位と低位の境界値を **Blimit** とし、資源水準は中位、動向は最近 5 年間 (2011～2015 年) の資源量の推移から減少と判断した。ABC 算定のための基本規則 1-1)-(1)より、**Fsus** を管理基準として 2017 年 ABC を算出した。本種は栽培漁業対象種であり、2014 年の放流尾数は 3,521 千尾、基礎データの制約により精度の問題は残るが、2015 年の混入率は 12.9%、添加効率は 0.05 と推定された。

管理基準	Target / Limit	F 値	漁獲割合 (%)	2017 年 ABC (トン)	Blimit=2,144 (トン)
					親魚量 5 年後 (トン)
Fsus	Target	0.32	26	741	3,338
	Limit	0.41	31	889	2,540

Target は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、より安定的な資源の増大が期待される F 値による漁獲量である。**Limit** は、管理基準の下で許容される最大レベルの F 値による漁獲量である。 $F_{target} = \alpha F_{limit}$ とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。ABC に 0 歳魚は含まれない。2015 年の親魚量は 2,377 トン。

年	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	漁獲量 (トン)	F 値	漁獲割合
2012	3,339	2,525	1,260	0.51	37%
2013	3,155	2,392	1,162	0.50	37%
2014	3,091	2,347	1,080	0.46	35%
2015	3,072	2,377	1,133	0.49	37%
2016	2,940				

2016 年の資源量はコホート解析による過去 3 年間平均の天然魚のみの再生産成功率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：減少

本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 ・耳石による年齢査定
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	2014 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（7）県） ・市場測定

1. まえがき

2015 年には全国のヒラメの漁獲量 7,958 トンに対し、その 14%にあたる 1,133 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）に至る水域で漁獲された。本報告では、この海域に分布する群を単一の系群として扱う。なお、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。ヒラメは栽培漁業の対象種として各地で種苗放流が行われており、本系群においても 1980 年代から事業規模で実施されてきた。近年の放流尾数は徐々に減少し、1999 年には 5,600 千尾であったものが 2014 年には 3,521 千尾となっている。

2. 生態

(1) 分布・回遊

本系群のヒラメは、鳥取県以西の日本海西部海域と福岡県から鹿児島県の九州西岸海域に分布する（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（金丸ほか 2007）。

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

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

ここでの L_t は t 歳魚の全長である。

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50%が産卵群に加入し、3年後に全て加入する(図3)。寿命は約12年とされる。産卵期は南ほど早く、鹿児島沿岸では1～3月、長崎から熊本沿岸では2～3月、北九州沿岸では2～4月、鳥取沿岸では3～4月とされている(南1997)。

(4) 被捕食関係

着底後の稚魚はアミ類や魚類の仔魚等を摂餌するが、成魚は魚食性であり、甲殻類やイカ類も捕食する。着底期稚魚の捕食者として、ヒラメ、アイナメ、ホウボウ、ハゼ類等が報告されている(乃一ほか1993)。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

対象海域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2015年は刺網が46%と最も多く、次いで小型底びき網(17%)、沖合底びき網(14%)、定置網(11%)、釣り・延縄(11%)、その他(1%)となっている(図4)。これらの漁業を行う漁労体数は、資源解析を開始した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、釣りで約8割に減少した(図5)。のべ出漁日数においても同様の減少傾向がみられる。2015年の県別のヒラメ漁獲量は、速報値で長崎県が338トンと最も多く、福岡県198トン、島根県189トン、熊本県163トン、山口県127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。本系群においては遊漁によるヒラメの採捕状況は十分把握されていないが、鳥取県から鹿児島県における遊漁採捕量は年間11～18トンと小さかった(農林水産省統計情報部1998、農林水産省統計部2003)。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トンを記録した後、1997年までは1,500～1,900トンを維持していたが、その後減少し2002年には1,103トンとなった。その後、漁獲量は緩やかに増加したものの、2009年以降に再び減少傾向となり、2015年の漁獲量は1,133トンであった(図6、表1)。

全国のヒラメ漁獲量は1970年以降増減を繰り返しながら5,500～8,900トンの間で推移しており、2015年は7,958トンとなり、全国のヒラメ漁獲量に対する本系群の占める割合は14%であった。本海域におけるヒラメ養殖生産量は1990年代には漁獲量を上回る2,000～2,500トンであったが、近年では漁獲量を下回る900トン程度となっている。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

資源量の評価には漁業種類別の年齢組成および漁獲量と体長測定資料を基に、各県ごとに漁業種類別年齢別漁獲尾数を推定した。それらを合計して得られた1986年から2015年の年齢別漁獲尾数(補足表2-1)を用いてコホート解析を行った(補足資料1)。年齢別漁獲尾数と農林統計漁獲量の関係を調整する際に、漁獲量には0歳魚を含むものとした。ただし、現在は漁獲物の体長制限が行われているため0歳魚の漁獲は少ない。そこで、コホート解析および将来予測は1歳以上の個体の年齢別漁獲尾数データを用いて行った。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には、Popeの近似式を用いた(Pope 1972、補足資料2)。資源量は、推定した資源尾数に年齢別平均体重を乗じて総和した値とした。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。自然死亡係数Mは寿命を12年として田内・田中の式(田中1960)で求めた0.208を用いた。

(2) 資源量指標値の推移

本系群のヒラメは多様な漁業によって漁獲されており、操業形態も地域により異なっている。この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のみを用い、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

本系群における漁獲物の年齢組成は、1990年代後半に大きく変化している(図7、補足表2-1)。1歳から7+歳の漁獲尾数は、1986年から1997年までは概ね横ばいの傾向である。しかし、1998年から1999年にかけて漁獲尾数が大きく減少した。特に2歳以下の若齢魚では減少幅が大きく、その後も低水準である。3歳魚の漁獲尾数は2001年に143千尾まで減少した後、2006年には221千尾に増加したが、2009年以降減少し2015年は172千尾となった。また、4歳以上の漁獲尾数は2002年以降増加する傾向にあったが、3歳魚と同様の傾向を示し、2009年以降減少している。2歳以下の若齢魚の漁獲量は1996年までは全体の60%程度であったが、2015年では33%程度まで低下している。また、大型魚(4歳以上)の割合が増えている(図8、補足表2-2)。

(4) 資源量と漁獲割合の推移

本系群の資源量は1997年頃から急減し1999年に2,674トンとなった。その後、回復して2006年には3,645トンとなったが、再び減少し2015年には3,072トンとであった(図9、補足表2-3)。資源尾数は1996年まで高い水準にあったが、1997年以降減少し現在も低い水準にある(図10、補足表2-4)。この間の資源尾数の推移は、1997年頃に急減するまでは資源量と同じ動きを示していたが、その後は同調していない(図10)。これは、前項4.(3)に示すように2000年代に入って高齢な大型魚の資源に占める割合が高くなっているためである。漁獲割合(重量割合)は1998年から減少し、2000年以降は1990年代と比較して低い水準にある(図11)。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で推移していた。1997年には0.78と高くなったが、2005年には0.46まで下がり、その後は0.46～0.57の間で推移している（図12、補足表2-5）。

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、2015年の資源量、親魚量、および1歳魚加入尾数は4%程度変動すると推定された（図13）。なお、最近年のFは過去3年間（2012～2014年）の同年齢魚のFの平均値とした。

(5) 再生産関係

ここで述べる親魚とは天然魚及び放流魚由来であり、1歳魚とは天然魚のみの数値である。本系群の親魚量は1997年まで2,100トン程度で推移し、1998年以降減少した。2000年以降増加に転じたが、2009年以降再び減少しており、2015年は2,377トンであった。1歳魚尾数は1997年頃から減少し、依然として低い水準で推移している（図14、表2）。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1999年までの推移はFがやや高く、親魚量が減少している（図15）。しかし、2000年から2007年まではFが低く推移し親魚量は増加した。再生産成功率（親魚量1kgあたりの1歳魚加入尾数）は1996年から低下が続き、2014年の再生産成功率は0.45尾/kgとなっている（図16、表2）。再生産関係を見ると、1986～1995年の再生産関係は親魚量が2,100トン前後に対して、1歳魚加入尾数が2,500～3,000千尾程度と安定していたが、その後1996年、1997年に1歳魚の加入尾数が減少し、続いて親魚量が減少している（図17、表2）。2000年以降は親魚量が増加に転じるものの1歳魚加入尾数は低水準のままである。なお、親魚量は資源量と同様の傾向で推移している（図9）。

将来予測における加入量の計算では、再生産関係から求められる天然加入尾数と将来予測放流尾数に添加効率を乗じた値とを加えた数値を初期資源尾数に設定し、その他は従来通りとした。なお、再生産成功率は2012年から2014年の3年間における平均値である0.49（尾/kg）を使用した。

(6) Blimitの設定

本系群では高い再生産成功率であれば高い加入量が得られる親魚量の閾値として、Blimitは加入量の上位10%（R-High）と再生産成功率の上位10%（RPS-High）の交点となる親魚量（2,144トン）とした（図17）。2015年の親魚量は2,377トンで、Blimitを上回っている。

(7) 資源の水準・動向

資源水準の区分は、1986～2015年の資源量の上位1/3を高位水準、中位水準と低位水準の境界値はBlimit（親魚量2,144トン）とした。2015年の親魚量はBlimitを上回ることで、2015年の資源量の上位1/3を下回っていることから、資源水準は中位と判断した。動向は最近5年間（2011～2015年）の資源量の推移から減少と判断した。

(8) 資源と漁獲の関係

2015年以降の再生産成功率（天然及び放流魚由来の親魚と天然1歳魚の関係）は、過去3年の平均（0.49尾/kg）とし、各年齢の選択率は2015年と同じで推移すると仮定し、1尾

の1歳魚が生涯に残す1歳魚尾数の期待値を1にする生残率を与えるFを探索的に求めて、資源量維持を目標とする限界値を F_{sus} とした。F値の変化に伴う親魚量と期待漁獲量の推移を図18に示す。年齢別選択率を2015年と同じにしてFを変化させた場合のYPRと%SPRを図19に示す。現在のF(0.49)は F_{max} 、 $F_{30\%SPR}$ 、資源量の維持を目標とする限界値($F_{sus}=0.41$)よりも高い。

(9) 種苗放流効果

2006年から2015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の各県で5.4~10.3%、東シナ海海域の各県で10.8~23.8%であった。データの傾向が似ている県をグループ化し、混入率平均値を漁獲尾数により重み付けして計算した場合、2015年における系群全体での人工種苗の混入率は12.9%と推定された(補足表3-1)。また、2015年における添加効率は0.05と推定された(補足表3-2)。2015年の添加効率で現状のF(0.49)で漁獲を行うと仮定した場合、現状の放流強度(3,500千尾)で放流を行った場合と放流を行わなかった場合の2021年の漁獲量の差は約120トン(補足図3-1)、資源量の差は約320トンと算定された(補足図3-2)。放流数と翌年の1歳加入尾数の関係(図20)によると、1986年以降は放流数が増加したのに対して1995年以降の1歳魚は急減し、1998~2005年まで横ばいであった。2006年以降は、放流数と翌年の1歳魚尾数ともに減少傾向となっている。

5. 2017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2,674トンまで低下したが、2000年からは増加に転じ2006年の3,645トンが最大値を示した。それ以降、緩やかに減少し、2015年の推定資源量は3,072トンとなった(補足表2-3)。親魚量は1997年まで2,100トン程度で推移したが、1998年以降減少した。2000年以降増加に転じたが、2009年以降再び減少している(図14)。資源尾数は1996年まで高い水準にあったが、1997年から減少傾向が続き、現在も低い水準にある(図10)。年齢別の資源尾数を見ると、1歳魚と2歳魚の減少が著しく、再生産成功率についても低い状況が続いている。2015年の親魚量は B_{limit} を上回り、資源量の上位1/3より下回るため、資源水準は中位と判断した。動向は最近5年間(2011~2015年)の資源量の推移から減少と判断した。2015年のF(0.49)の大きさは、資源量の維持を目標とした限界値($F_{sus}=0.41$)より大きく、加入あたりの漁獲量を最大とする F_{max} (0.31)より大きいため、成長及び加入乱獲の状態と判断される(図19)。

(2) ABCの算定

加入量の上位10%(R-High)と再生産成功率の上位10%(RPS-High)の交点となる親魚量(2,144トン)を B_{limit} とした。2015年の親魚量は2,377トンで、 B_{limit} を上回っている。また、 $F_{current}$ (0.49)は、 F_{sus} (0.41)、 F_{max} (0.31)より大きく加入乱獲及び成長乱獲の傾向にあることから、ABC算定のための基本規則1-1)-(1)より、資源水準を維持することを管理目標として、管理基準 F_{sus} により2017年ABCを算定した。2017年のABCを算定した条件は以下の通り。まず、2016年の漁獲係数は2015年と同様とした。2017年以降は年齢別

選択率を 2015 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（天然及び放流魚由来の親魚と天然 1 歳魚の関係）は 2012 年から 2014 年の平均的レベル（0.49 尾/kg）で推移するとした。コホート解析により、2015 年の F（0.49）による 2016 年の漁獲量は 1,072 トン、2016 年漁期初めの資源量は 2,940 トン、2017 年漁期初めの資源量は 2,841 トンと計算された。2017 年の操業において F_{sus} （0.41）で漁獲した場合、 ABC_{limit} は 889 トンと計算された。さらに、不確実性を見込んで F_{sus} に $\alpha=0.8$ を乗じた値を F_{target} （0.32）とすると、2017 年の漁獲量管理目標となる ABC_{target} は 741 トンと算定された。

管理基準	Target / Limit	F 値	漁獲割合 (%)	2017 年 ABC (トン)
F _{sus}	Target	0.32	26	741
	Limit	0.41	31	889

Limit は、管理基準の下で許容される最大レベルの F 値による漁獲量である。Target は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、より安定的な資源の増大が期待される F 値による漁獲量である。 $F_{target} = \alpha F_{limit}$ とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。ABC には 0 歳魚は含まない。F 値は各年齢の平均値。

(3) ABC の評価

異なる漁獲シナリオによる漁獲量と資源量の推移予測を下の表に、漁獲量と親魚量の推移予測を図 18 に示す。F_{current} で漁獲すると、漁獲量及び資源量ともに減少が続くが、F_{sus} では両者ともに現状を維持することが可能であることが示唆された。一方、0.8F_{sus} 及び F_{max} では漁獲量は、増加傾向に転じることが予測された。

管理基準	漁獲量 (トン)						
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
F _{current}	1,133	1,072	1,031	998	974	944	916
F _{sus}	1,133	1,072	889	931	969	996	1,023
0.8・F _{sus}	1,133	1,072	741	838	929	1,011	1,096
F _{max}	1,133	1,072	717	821	919	1,009	1,103
	資源量 (トン)						
F _{current}	3,072	2,940	2,841	2,755	2,676	2,595	2,519
F _{sus}	3,072	2,940	2,841	2,972	3,080	3,177	3,275
0.8・F _{sus}	3,072	2,940	2,841	3,197	3,528	3,867	4,229
F _{max}	3,072	2,940	2,841	3,234	3,605	3,989	4,402
	親魚量 (トン)						
F _{current}	2,377	2,261	2,156	2,098	2,040	1,973	1,913
F _{sus}	2,377	2,261	2,156	2,295	2,398	2,463	2,540
0.8・F _{sus}	2,377	2,261	2,156	2,500	2,800	3,052	3,338
F _{max}	2,377	2,261	2,156	2,533	2,869	3,156	3,484

(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
2014 年漁獲量確定値	2014 年漁獲量の確定
2015 年漁獲量速報値	2015 年までの推定資源量および RPS・Fcurrent・Fsus
2015 年年齢別漁獲尾数	2015 年までの推定資源量および RPS・Fcurrent・Fsus

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)
2015 年 (当初)	Fsus	0.44	3,168	989	827	
2015 年 (2015 年再評価)	Fsus	0.43	2,764	899	751	
2015 年 (2016 年再評価)	Fsus	0.41	3,072	969	809	1,133
2016 年 (当初)	Fsus	0.43	2,622	852	712	
2016 年 (2016 年再評価)	Fsus	0.41	2,940	925	772	

2015 年 (当初) の値は 2013 年までの漁獲データを用いた 2014 年における評価結果、2015 年 (2015 年再評価) と 2016 年 (当初) は 2014 年までのデータを用いた 2015 年における結果、2015 年 (2016 年再評価) と 2016 年 (2016 年再評価) は 2015 年までのデータを用いた今回の結果である。

2015 年 (当初) の資源量は 3,168 トン、2015 年の再評価では 2,764 トン、2016 年の再評価では 3,072 トンとなり、当初の推定値と概ね一致した。一方、2016 年 (当初) の資源量は 2,622 トン、2016 年の再評価では 2,940 トンとなり概ね一致した。本種は多種多様な漁業の対象であるが、近年の F 値はほぼ一定の値を示していることに加えて、生物的に大きな資源変動をしない種である。このため、最新のデータを用いて推定する当初の推定値、再評価及び再々評価の値の変動が比較的小さいと考えられる。

6. ABC 以外の管理方策の提言

現状の F で漁獲し、現状の放流強度 (3,500 千尾) で種苗を放流した場合と放流しなかった場合の 2021 年の資源量の差は約 320 トン、漁獲量の差は約 120 トンであると算定された。また、本海域におけるヒラメの漁獲の 10~15% は、放流種苗の由来であり (補足表 3-2)、天然の加入群を下支えする一定の効果があると考えられる。一方、本海域における再生産成功率 (天然及び放流魚由来の親魚と天然 1 歳魚の関係) は 1986~1995 年までは 1.19~1.42 尾/kg を示していたが、1996 年以降、減少傾向に転じ 2014 年は 0.45 尾/kg となった (図 16、表 2)。本年度の解析結果では Fcurrent が Fsus を上回ったが、これは F が増加した結果ではなく (図 12、補足表 2-5)、再生産成功率の低下が大きな要因と考えられ、今後の動向に着目すべきである。また、本海域のヒラメは刺網、底びき網、定置など様々な漁法により漁獲され、ヒラメのみを狙った漁業ではないことから、今後の本種における管理方策は漁獲制限

だけでは限界があると考えられる。トラフグで認識されている放流サイズや放流場所を考慮した有効放流尾数について検討することも一つの方策であろう。ただし、費用対効果を考慮することは当然必要である。

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.
- 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, 21, 37-49.
- 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.
- 南 卓志（1997）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, 11-13.
- 乃一哲久・草野 誠・植木大輔・千田哲資（1993）長崎県大瀬戸町柳浜においてヒラメ着底仔稚魚を捕食する魚類の食性. 長崎大学水産学部研報, 73, 1-6.
- 農林水産省統計情報部（1998）平成9年遊漁採捕量調査報告書、58.
- 農林水産省統計部（2003）平成14年遊漁採捕量調査報告書、52.
- 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.

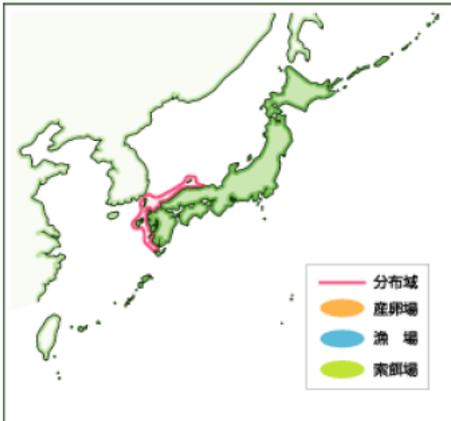


図1. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の分布水域

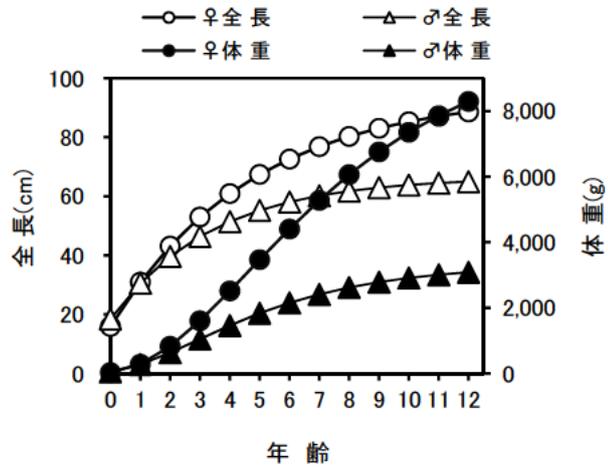


図2. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の成長

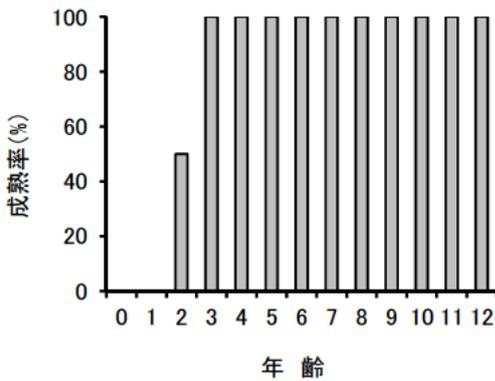


図3. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の成熟率

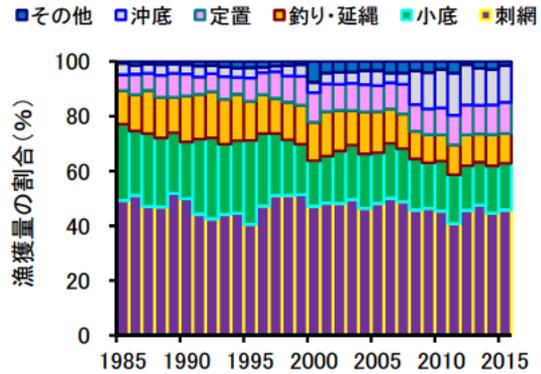


図4. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群における漁業種類別漁獲量の推移

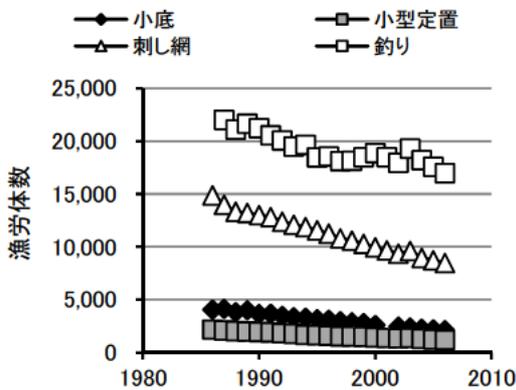


図5. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群分布域の主な沿岸漁業漁労体数の推移

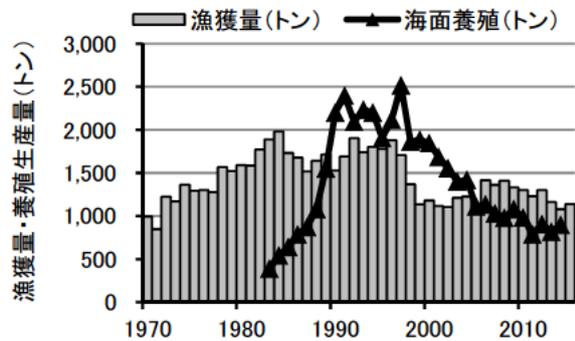


図6. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の漁獲量および海面養殖収獲量の推移

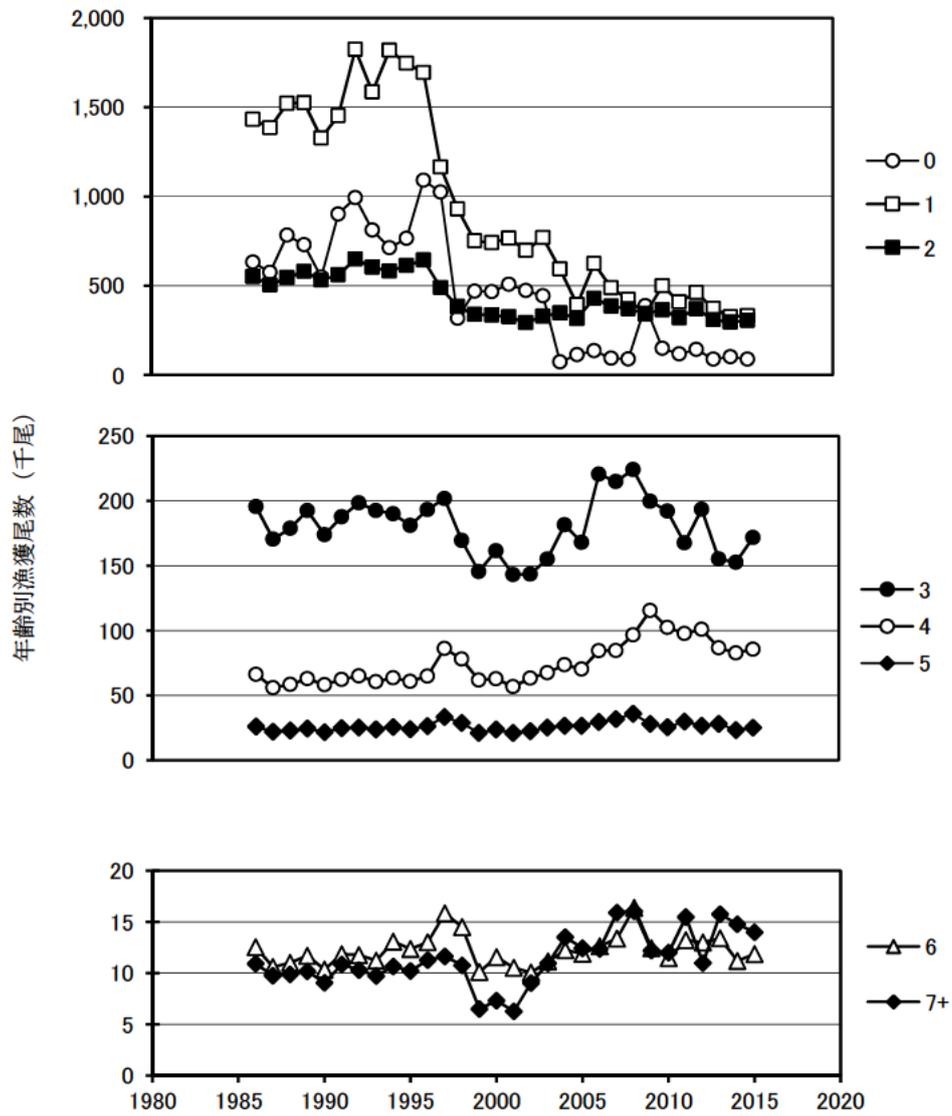


図7. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の年齢別漁獲尾数の推移
凡例の数値は年齢を示す。

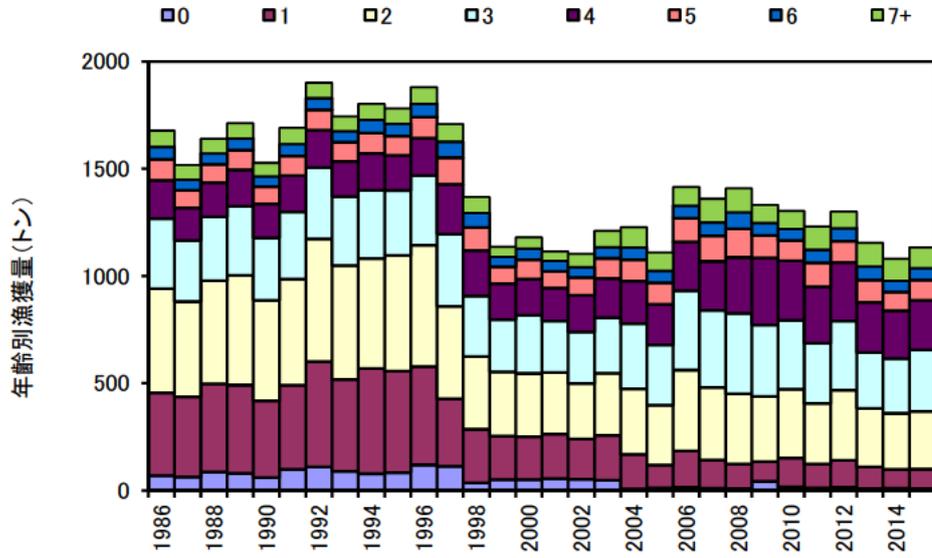


図 8. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の年齢別漁獲量の推移
年齢別漁獲尾数を基にした計算値、凡例の数値は年齢を示す。

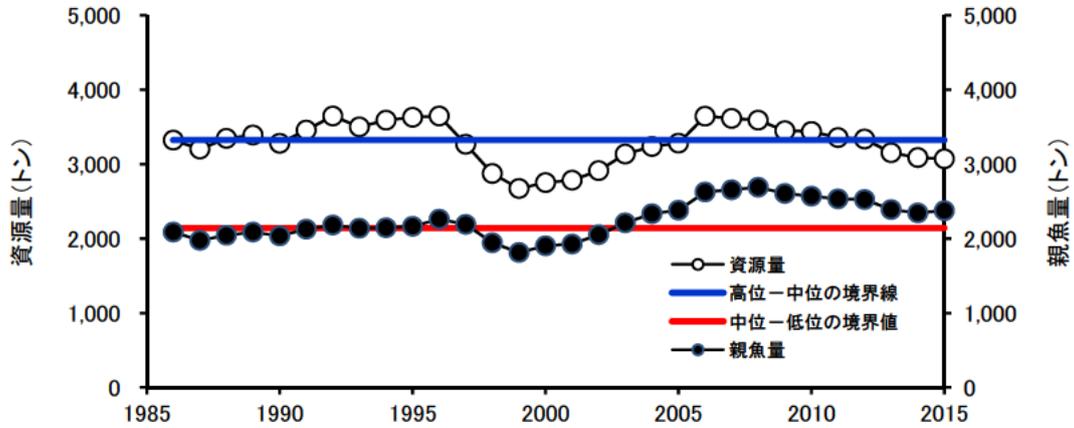


図 9. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の資源量の推移と水準

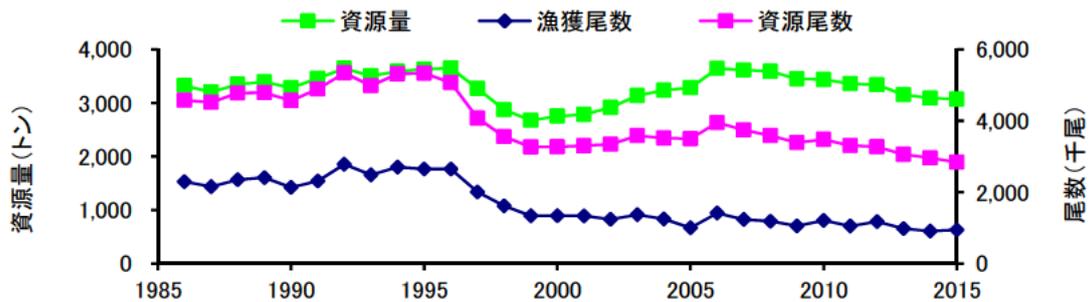


図 10. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の資源量、資源尾数および漁獲尾数の推移

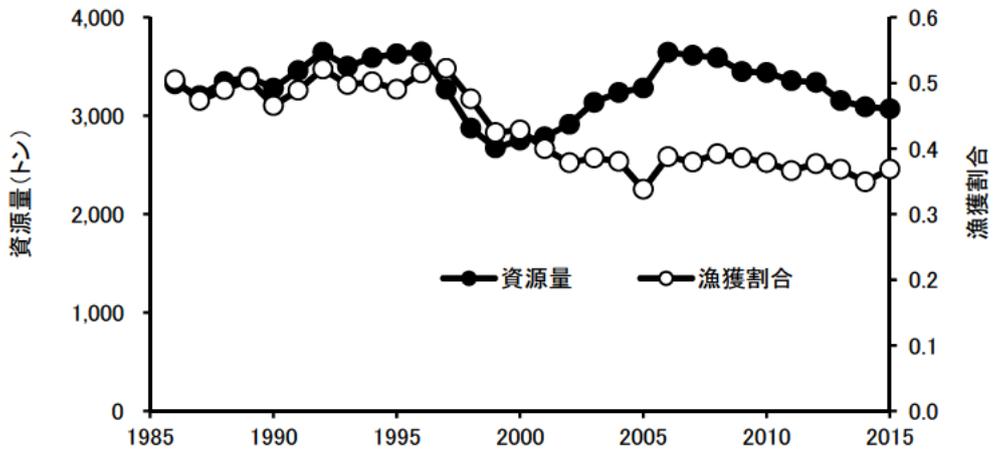


図 11. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の資源量と漁獲割合の推移

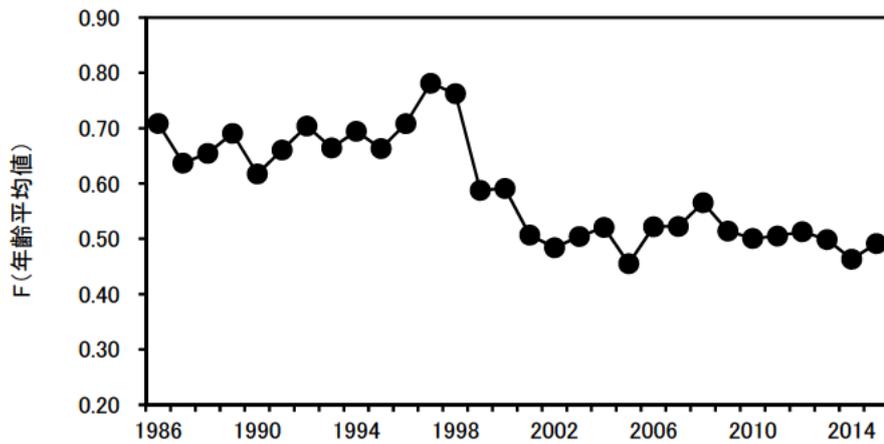


図 12. コホート解析により推定された F 値の経年変化

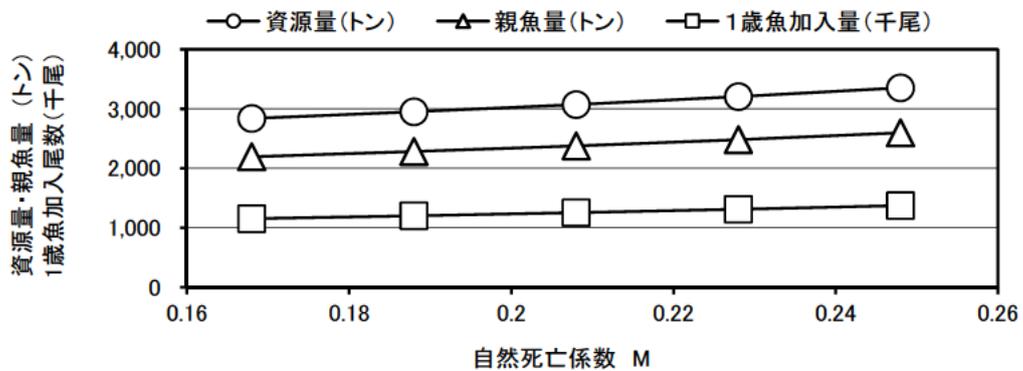


図 13. M を変化させた場合の資源量、親魚量、1 歳魚加入尾数の推定値の変化

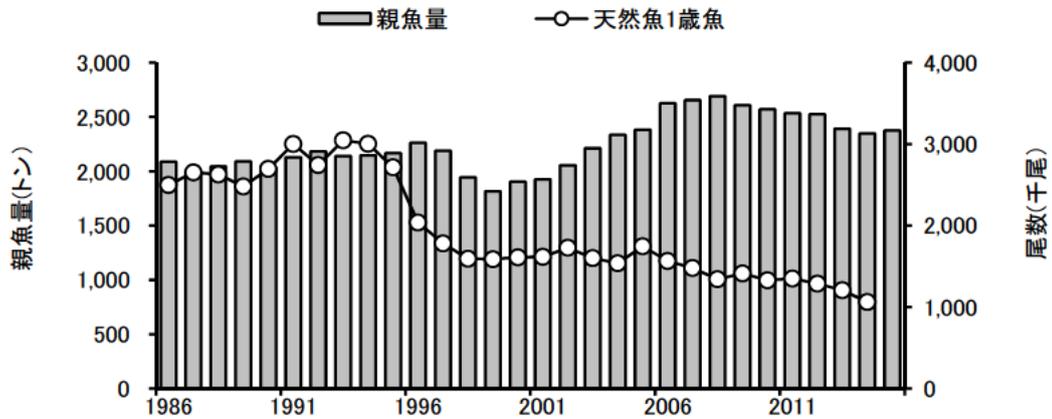


図 14. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の親魚量と天然 1 歳魚尾数の経年変化

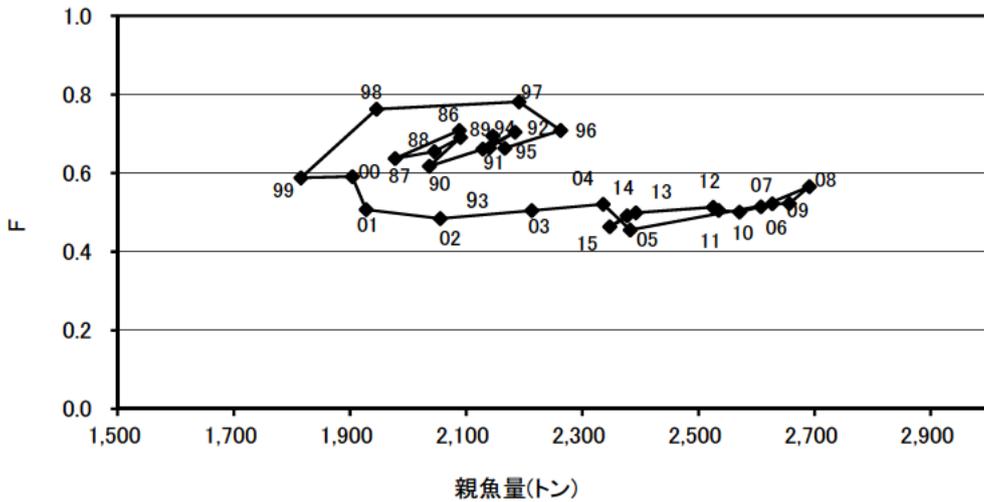


図 15. 親魚量と漁獲係数 F の関係

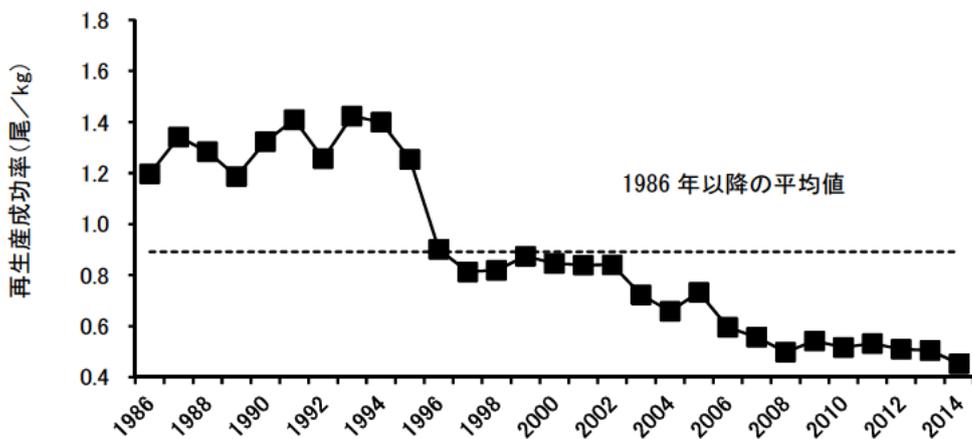


図 16. 再生産成功率の経年変化

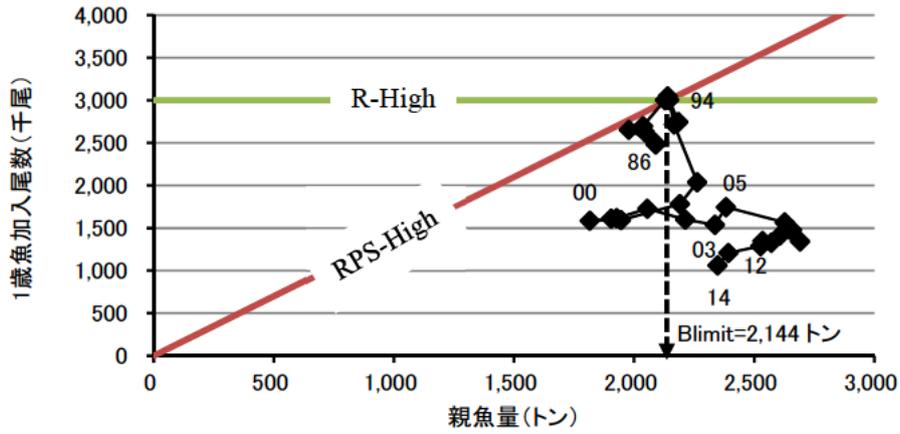


図 17. 再生産関係図

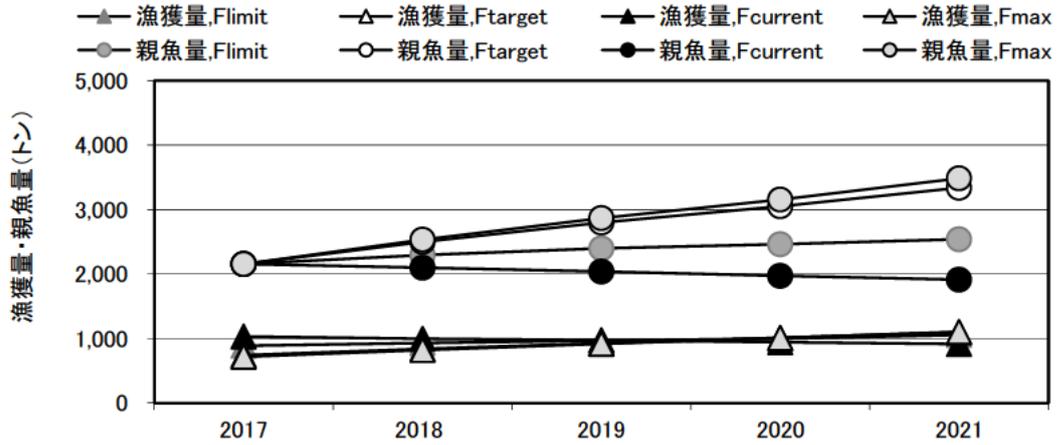


図 18. 異なる F 値による漁獲量、親魚量の将来予測の比較

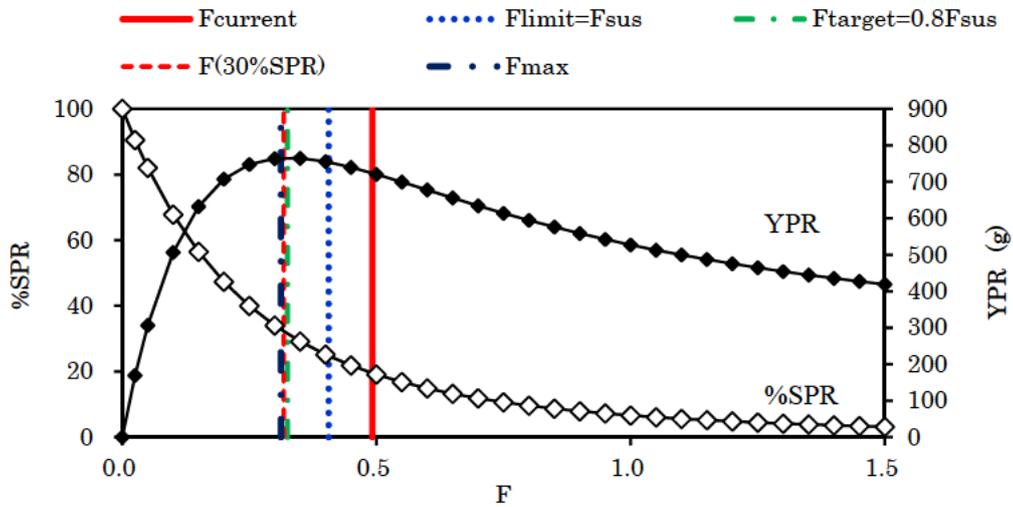


図 19. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の%SPR、YPR および F の参考値

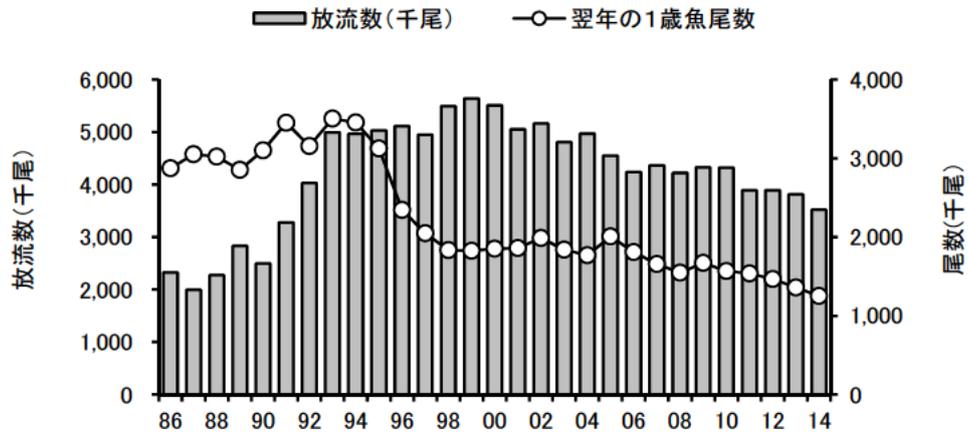


図 20. 人工種苗放流数と1歳魚加入尾数推定値の推移

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	1,712
年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
漁獲量	1,527	1,690	1,901	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	1,332
年	2010	2011	2012	2013	2014	2015				
漁獲量	1,302	1,230	1,260	1,162	1,080	1,133				

表 2. 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)	天然加入量 (千尾) (翌年の 1 歳魚)	再生産成功率 (尾/kg)
1986	2,088	2,500	1.20
1987	1,977	2,653	1.34
1988	2,045	2,627	1.28
1989	2,090	2,481	1.19
1990	2,036	2,696	1.32
1991	2,128	3,002	1.41
1992	2,184	2,745	1.26
1993	2,140	3,047	1.42
1994	2,146	3,004	1.40
1995	2,166	2,717	1.25
1996	2,263	2,039	0.90
1997	2,191	1,782	0.81
1998	1,945	1,594	0.82
1999	1,815	1,587	0.87
2000	1,904	1,612	0.85
2001	1,928	1,618	0.84
2002	2,055	1,728	0.84
2003	2,212	1,601	0.72
2004	2,336	1,539	0.66
2005	2,382	1,746	0.73
2006	2,627	1,567	0.60
2007	2,656	1,479	0.56
2008	2,691	1,343	0.50
2009	2,607	1,414	0.54
2010	2,570	1,329	0.52
2011	2,534	1,350	0.53
2012	2,525	1,288	0.51
2013	2,392	1,208	0.51
2014	2,347	1,063	0.45
2015	2,377		

補足資料1 データと資源評価の関係



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。

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

ここで、 $N_{a,y}$ は y 年の a 歳魚資源尾数、 $C_{a,y}$ は y 年の a 歳魚の漁獲尾数である。

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 $F_a(3\text{years})$ は a 歳魚の漁獲係数 (過去 3 年間の平均値) である。

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

$$N_{7+,y} = \frac{C_{7+,y}}{C_{6,y}} N_{6,y} \quad \text{ただし、} y \text{ は年}$$

また、6 歳および 7 歳魚以上の計算には次式を用いた。

体長規制が実施されたことに伴い、0 歳魚の漁獲尾数が減少し市場調査における偏りが生じていることが考えられる。混獲による 0 歳魚の漁獲が報告される可能性はあるものの、0 歳魚の漁獲の実態は十分明らかではなく、データの精度も低いと考えられる。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 歳魚を除いた漁獲尾数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.

補足表 2-1. 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漁獲尾数 (千尾)

年	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7+歳	合計
1986	632	1,432	551	196	66	26	13	11	2,294
1987	575	1,385	504	171	56	22	11	10	2,158
1988	784	1,522	546	179	58	23	11	10	2,349
1989	730	1,525	581	193	63	25	12	10	2,408
1990	548	1,328	532	174	58	22	10	9	2,134
1991	901	1,453	561	188	62	25	12	11	2,312
1992	994	1,823	649	198	65	25	12	10	2,784
1993	812	1,586	604	193	61	24	11	10	2,488
1994	713	1,819	582	190	64	26	13	11	2,704
1995	765	1,746	614	181	61	24	12	10	2,649
1996	1,091	1,695	644	193	65	26	13	11	2,648
1997	1,025	1,165	490	202	86	33	16	12	2,003
1998	317	930	384	170	78	29	15	11	1,616
1999	470	752	340	146	62	21	10	6	1,337
2000	467	741	335	162	63	24	12	7	1,343
2001	508	768	327	143	57	21	11	6	1,332
2002	473	699	293	144	63	22	10	9	1,241
2003	444	770	330	155	67	25	11	11	1,370
2004	73	594	348	182	74	27	12	14	1,249
2005	114	395	317	168	70	27	12	12	1,001
2006	137	625	430	221	84	30	13	12	1,415
2007	94	488	385	215	85	32	13	16	1,234
2008	90	424	371	224	97	36	16	16	1,185
2009	388	342	345	200	115	28	12	12	1,055
2010	150	500	365	192	103	25	11	12	1,208
2011	118	410	320	168	98	30	13	15	1,054
2012	144	462	372	194	101	27	13	11	1,179
2013	89	373	310	155	87	28	13	16	983
2014	102	327	296	153	83	23	11	15	908
2015	89	333	306	172	86	25	12	14	947

補足表 2-2. 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漁獲量
(トン)

年	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7+歳	合計
1986	70	387	485	327	179	97	59	76	1,678
1987	63	374	444	285	151	82	50	68	1,517
1988	86	411	480	299	158	86	52	69	1,640
1989	80	412	511	322	170	91	55	71	1,712
1990	60	359	468	291	157	81	48	63	1,527
1991	99	392	494	314	168	92	55	75	1,690
1992	109	492	571	331	175	94	55	72	1,901
1993	89	428	531	322	164	89	53	68	1,743
1994	78	491	513	318	171	96	61	74	1,802
1995	84	472	540	303	164	89	58	71	1,780
1996	120	458	567	323	175	98	61	78	1,880
1997	113	315	431	337	233	124	74	81	1,707
1998	35	251	338	283	211	107	68	75	1,368
1999	52	203	299	243	167	78	47	45	1,135
2000	51	200	295	270	170	89	54	51	1,180
2001	56	207	288	239	153	78	49	43	1,114
2002	52	189	258	240	171	84	47	63	1,103
2003	49	208	290	259	182	94	52	76	1,211
2004	8	160	306	303	199	99	57	94	1,227
2005	13	107	279	281	190	99	56	86	1,110
2006	15	169	378	369	228	110	59	86	1,414
2007	10	132	339	359	228	118	63	110	1,360
2008	10	115	327	375	261	134	77	111	1,409
2009	43	92	303	334	312	105	58	85	1,332
2010	16	135	321	321	277	95	54	83	1,302
2011	13	111	282	280	264	111	62	108	1,230
2012	16	125	327	323	273	99	61	76	1,300
2013	10	101	273	259	234	105	63	109	1,154
2014	11	88	261	255	223	87	52	103	1,080
2015	10	90	269	287	231	94	56	97	1,133

補足表 2-3. 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	769	934	648	399	239	146	189	3,324
1987	776	901	610	375	225	134	182	3,204
1988	824	957	629	386	233	137	182	3,347
1989	816	975	653	391	237	141	181	3,393
1990	770	950	628	388	227	138	179	3,282
1991	837	986	663	401	240	140	191	3,459
1992	932	1,064	676	414	241	140	182	3,648
1993	852	1,021	662	404	246	139	178	3,503
1994	946	999	665	401	250	150	181	3,591
1995	933	1,063	663	411	236	146	179	3,630
1996	844	1,085	714	430	256	140	180	3,649
1997	633	890	702	467	264	150	163	3,269
1998	553	753	635	430	234	128	141	2,875
1999	495	727	582	421	220	117	111	2,674
2000	493	714	609	410	264	136	127	2,754
2001	500	717	596	407	249	169	149	2,787
2002	502	716	613	434	266	165	219	2,915
2003	537	776	662	456	274	176	257	3,137
2004	497	810	699	492	285	173	282	3,238
2005	478	845	725	476	304	178	276	3,283
2006	542	952	825	543	298	198	287	3,645
2007	489	940	821	547	326	179	315	3,615
2008	448	906	869	554	329	198	287	3,591
2009	418	848	838	595	297	185	269	3,449
2010	451	835	788	615	279	184	286	3,439
2011	424	798	738	568	345	177	308	3,357
2012	415	797	748	561	308	226	283	3,339
2013	396	733	670	512	290	202	352	3,155
2014	368	752	663	501	283	177	347	3,091
2015	339	714	714	499	284	190	333	3,072

補足表 2-4. 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	2,850	1,061	388	148	64	31	27	4,569
1987	2,875	1,024	366	139	60	29	26	4,518
1988	3,052	1,087	377	143	62	29	26	4,777
1989	3,022	1,107	391	145	64	30	26	4,785
1990	2,853	1,080	376	144	61	30	26	4,569
1991	3,101	1,121	397	149	64	30	27	4,889
1992	3,452	1,209	405	153	65	30	26	5,339
1993	3,157	1,161	397	150	66	30	26	4,985
1994	3,505	1,135	398	148	67	32	26	5,312
1995	3,455	1,207	397	152	63	31	26	5,332
1996	3,125	1,233	427	159	69	30	26	5,069
1997	2,346	1,011	420	173	71	32	24	4,076
1998	2,049	855	380	159	63	27	20	3,554
1999	1,834	826	348	156	59	25	16	3,264
2000	1,826	811	365	152	71	29	18	3,272
2001	1,854	815	357	151	67	36	21	3,300
2002	1,861	814	367	161	71	35	32	3,340
2003	1,988	882	396	169	73	38	37	3,583
2004	1,841	921	419	182	76	37	41	3,516
2005	1,770	960	434	176	82	38	40	3,501
2006	2,008	1,082	494	201	80	42	41	3,949
2007	1,810	1,068	491	203	87	38	45	3,742
2008	1,658	1,030	520	205	88	42	41	3,585
2009	1,548	964	502	220	80	39	39	3,392
2010	1,672	949	472	228	75	39	41	3,476
2011	1,570	907	442	210	93	38	44	3,304
2012	1,539	906	448	208	83	48	41	3,272
2013	1,467	833	401	189	78	43	51	3,062
2014	1,361	855	397	186	76	38	50	2,963
2015	1,254	811	428	185	76	41	48	2,842

補足表 2-5. 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	0.82	0.86	0.82	0.69	0.60	0.59	0.59	0.71
1987	0.76	0.79	0.73	0.59	0.52	0.53	0.53	0.64
1988	0.81	0.81	0.75	0.60	0.52	0.54	0.54	0.65
1989	0.82	0.87	0.79	0.66	0.56	0.57	0.57	0.69
1990	0.73	0.79	0.72	0.60	0.50	0.49	0.49	0.62
1991	0.73	0.81	0.74	0.63	0.56	0.58	0.58	0.66
1992	0.88	0.91	0.79	0.64	0.57	0.57	0.57	0.70
1993	0.81	0.86	0.77	0.60	0.51	0.54	0.54	0.66
1994	0.86	0.84	0.75	0.64	0.55	0.60	0.60	0.69
1995	0.82	0.83	0.71	0.59	0.54	0.58	0.58	0.66
1996	0.92	0.87	0.70	0.60	0.56	0.66	0.66	0.71
1997	0.80	0.77	0.76	0.81	0.74	0.80	0.80	0.78
1998	0.70	0.69	0.68	0.78	0.71	0.88	0.88	0.76
1999	0.61	0.61	0.62	0.58	0.50	0.60	0.60	0.59
2000	0.60	0.61	0.68	0.62	0.47	0.58	0.58	0.59
2001	0.62	0.59	0.59	0.54	0.43	0.39	0.39	0.51
2002	0.54	0.51	0.57	0.58	0.43	0.38	0.38	0.48
2003	0.56	0.54	0.57	0.59	0.48	0.40	0.40	0.50
2004	0.44	0.54	0.66	0.60	0.49	0.46	0.46	0.52
2005	0.28	0.46	0.56	0.58	0.45	0.43	0.43	0.46
2006	0.42	0.58	0.68	0.63	0.53	0.40	0.40	0.52
2007	0.36	0.51	0.66	0.62	0.52	0.49	0.49	0.52
2008	0.33	0.51	0.65	0.74	0.60	0.56	0.56	0.57
2009	0.28	0.51	0.58	0.87	0.50	0.43	0.43	0.51
2010	0.40	0.56	0.60	0.69	0.47	0.39	0.39	0.50
2011	0.34	0.50	0.55	0.73	0.44	0.49	0.49	0.51
2012	0.41	0.61	0.65	0.77	0.44	0.36	0.36	0.51
2013	0.33	0.53	0.56	0.71	0.51	0.42	0.42	0.50
2014	0.31	0.49	0.56	0.68	0.42	0.40	0.40	0.46
2015	0.35	0.54	0.59	0.72	0.46	0.39	0.39	0.49

補足資料 3 放流効果の試算

① 県別混入率

各県では、黒化個体を指標とした人工種苗の混入率が把握されている。そこで、概算として鳥取から佐賀までと長崎から鹿児島までの 2 つのグループにまとめ、それぞれの漁獲尾数と混入率の平均値を用いて系群全体の混入率を推定した。本系群における混入率は 12.9% と推定された（補足表 3-1）。

② 添加効率の推定

添加効率は、コホート解析により求められた 1 歳魚の資源尾数と混入率および放流尾数より算出した。本来であれば各年級群における 1 歳時の混入率を用いて添加効率を求めるべきであるが、本系群においては、年齢別の混入率データが十分整備されていないため、全年齢をプールした際の混入率を用いて添加効率を計算した（補足表 3-2）。

推定された 2014 年の 1 歳魚加入時点での添加効率の値は 0.05 となり、昨年太平洋北部系群および日本海西・中部系群と同等の添加効率を示した（補足表 3-3）。

③ F と放流尾数を変化させた場合の等漁獲量線図および等資源量線図

2015 年度の資源評価を基に、F と種苗放流数を変化させた場合の 2020 年における推定漁獲量について、添加効率を 3 段階（0.04, 0.05, 0.06）に変化させて試算した。計算方法は亘（2013）に準じて行った。それぞれの試算結果を等漁獲量線図（補足図 3-1）、および等資源量線図（補足図 3-2）として示す。この試算結果から、添加効率が 0.05 で現状の F で漁獲を行うと仮定した場合、現状の放流強度（3,500 千尾）で放流を行った場合と放流を行わなかった場合の 2021 年の資源量の差は約 320 トン、漁獲量の差は約 120 トンと算定された。

引用文献

- 亘 真吾（2013）平成 25 年度ヒラメ瀬戸内海系群の資源評価．平成 25 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, p.1419.
- 阪地英男・山本圭介（2016）平成 27（2015）年度ヒラメ瀬戸内海系群の資源評価．平成 27 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 1523-1548.
- 栗田 豊・玉手 剛・服部 努・柴田泰宙（2016）平成 27（2015）年度ヒラメ太平洋北部系群の資源評価．平成 27 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 1496-1522.
- 上原伸二・井関智明・八木裕太（2016）平成 27（2015）年度ヒラメ日本海北・中部系群の資源評価．平成 27 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 1549-1580.
- 水産庁・（独）水産総合研究センター・（社）全国豊かな海づくり推進協会（2007）平成 17 年度栽培漁業種苗生産、入手・放流実績（全国）, 87-89.
- 水産庁・（独）水産総合研究センター・（社）全国豊かな海づくり推進協会（2008）平成 18 年度栽培漁業種苗生産、入手・放流実績（全国）, 95.
- 水産庁・（独）水産総合研究センター・（社）全国豊かな海づくり推進協会（2009）平成 19 年度栽培漁業種苗生産、入手・放流実績（全国）, 87.
- 水産庁・（独）水産総合研究センター・（社）全国豊かな海づくり推進協会（2010）平成 20 年度栽培漁業種苗生産、入手・放流実績（全国）, 83.

水産庁・(独)水産総合研究センター・(社)全国豊かな海づくり推進協会(2011)平成21年度栽培漁業種苗生産、入手・放流実績(全国),83.

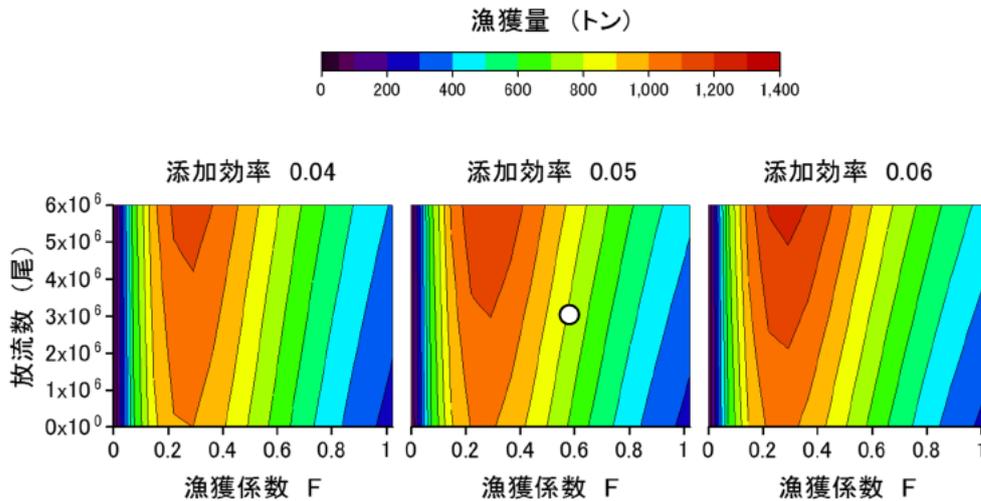
水産庁・(独)水産総合研究センター・(社)全国豊かな海づくり推進協会(2012)平成22年度栽培漁業種苗生産、入手・放流実績(全国),83.

(独)水産総合研究センター(2013)平成23年度栽培漁業・海面養殖用種苗の生産・入手・放流実績(全国)総括編・動向編,77.

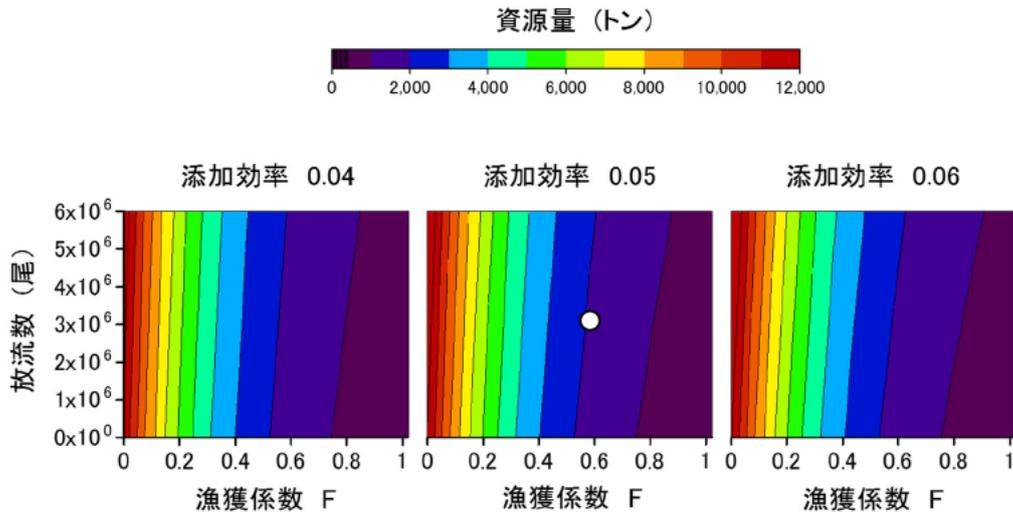
(独)水産総合研究センター(2014)平成24年度栽培漁業・海面養殖用種苗の生産・入手・放流実績(全国)総括編・動向編,79-80.

(独)水産総合研究センター(2015)平成25年度栽培漁業・海面養殖用種苗の生産・入手・放流実績(全国)総括編・動向編,78-79.

(国研)水産総合研究センター(2016)平成26年度栽培漁業・海面養殖用種苗の生産・入手・放流実績(全国)総括編・動向編,78-80.



補足図 3-1. 放流数と F を変えた場合の、2021 年における等漁獲量線図
白丸は現状の位置を示す。



補足図 3-2. 放流数と F を変えた場合の、2021 年における等資源量線図
白丸は現状の位置を示す。

補足表 3-1. 混入率と前年の放流尾数のデータ

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	合計 (平均)
鳥取			61	62	57	70	57	57	76	30	
	(1.5)	(2.4)	(1.6)	(2.9)	(2.0)	(3.8)	(3.5)	(7.3)	(11.8)	(5.4)	
島根	727	598	633	649	601	578	424	197	464	257	
	(1.4)	(3.6)	(5.1)	(3.7)	(3.8)	(2.4)	(2.7)	(3.0)	(2.6)	(5.8)	
山口	461	614	635	601	644	615	650	636	614	528	1,009
	(2.9)	(2.2)	(4.2)	(5.2)	(4.0)	(1.4)	(4.3)	(3.2)	(9.4)	(10.3)	(9.3)
福岡	104	77	99	65	125	126	114	49	11	14	
	(—)	(—)	(—)	(—)	(—)	(—)	(—)	(—)	(—)	(—)	
佐賀	189	150	196	156	170	112	114	102	156	180	
	(17.0)	(15.1)	(13.2)	(4.3)	(4.6)	(3.4)	(9.3)	(8.8)	(25.4)	(15.7)	
長崎	1,196	1,061	1,076	1,029	1,030	1,052	931	1,069	774	899	
	(—)	(—)	(—)	(—)	(—)	(10.7)	(13.3)	(10.3)	(13.9)	(10.8)	
熊本	924	802	719	825	826	988	815	872	910	808	2,512
	(30.0)	(22.5)	(35.5)	(38.1)	(24.8)	(24.7)	(24.9)	(23.8)	(22.6)	(23.8)	(17.5)
鹿児島	949	935	947	836	876	783	788	911	807	805	
	(19.5)	(12.9)	(16.9)	(22.7)	(28.6)	(17.9)	(15.8)	(11.9)	(17.6)	(18.0)	
全体	4,550	4,237	4,366	4,223	4,329	4,324	3,893	3,893	3,812	3,521	
	(13.4)	(10.8)	(13.2)	(15.4)	(15.3)	(12.3)	(12.2)	(11.2)	(15.2)	(12.9)	

混入率の単位：(%)、放流尾数の単位：千尾。

補足表 3-2. 添加効率推定データ一覧

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
前年の放流数 (千尾)	4,550	4,237	4,366	4,223	4,329	4,324	3,893
1 歳魚尾数 (千尾)	2,008	1,810	1,658	1,548	1,672	1,570	1,539
混入率 (%)	13.4	10.8	13.2	15.4	15.3	12.3	12.2
放流魚加入数 (千尾)	270	195	220	238	256	192	187
添加効率	0.06	0.05	0.05	0.06	0.06	0.04	0.05
	2013	2014	2015				
前年の放流数 (千尾)	3,893	3,812	3,521				
1 歳魚尾数 (千尾)	1,467	1,361	1,254				
混入率 (%)	11.2	15.2	12.9				
放流魚加入数 (千尾)	165	207	161				
添加効率	0.04	0.05	0.05				

放流尾数:水産庁・(独)水産総合研究センター・(社)全国豊かな海づくり推進協会(2007、2008、2009、2010、2011、2012)、(独)水産総合研究センター(2013、2014、2015)、(国研)水産総合研究センター(2016)。

補足表 3-3. 資源評価における各系群の添加効率推定値

系群名	添加効率
太平洋北部 (2014 年推定値; 栗田・玉手・服部・柴田 2016)	0.05
日本海北・中部 (2014 年推定値; 上原・井関・八木 2016)	0.06
瀬戸内海区 (0 歳魚加入時で計算; 2014 年推定値; 阪地・山本 2016)	0.04
日本海西・東シナ海区 (2015 年推定値)	0.05