

平成 29（2017）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 2,675 トンとなった。その後回復して 2006 年には 3,676 トンとなり、それ以降 3,600 トン前後で安定している。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 B_{limit} とした。2016 年の親魚量 (2,900 トン) はこれを上回っている。中位と低位の境界値を B_{limit} とすると、資源水準は中位、動向は最近 5 年間 (2012～2016 年) の資源量の推移から横ばいと判断した。ABC 算定規則 1-1) - (1) より、資源量を維持することを管理目標として、資源量を維持する基準値 F_{sus} を管理基準として 2018 年 ABC を算出した。本種は栽培漁業対象種であり、2015 年の放流尾数は 3,378 千尾、基礎データの制約により精度の問題は残るが、2016 年の混入率は 8.4%、添加効率は 0.03 と推定された。

管理基準	Target / Limit	2018 年 ABC (トン)	漁獲 割合 (%)	F 値 (現状の F 値から の増減%)
F_{sus}	Target	709	21	0.26 (-33%)
	Limit	856	26	0.33 (-16%)

$Limit$ 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 0 歳魚は含まれない。

年	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	漁獲量 (トン)	F 値	漁獲割合 (%)
2013	3,636	2,834	1,163	0.41	32
2014	3,658	2,895	1,080	0.37	30
2015	3,682	2,993	1,129	0.39	31
2016	3,556	2,900	1,061	0.39	30
2017	3,449	2,779	1,014	0.39	29
2018	3,350	2,713	—	—	—

2017 年、2018 年の値は、将来予測に基づく値。

水準：中位 動向：横ばい

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	2015 年までの県別・水域別放流尾数（水研）
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

2016 年には全国のヒラメの漁獲量 7,062 トンに対し、その 15%にあたる 1,061 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、1980 年代から事業規模で実施されてきたが、近年の放流尾数は減少しており、1999 年には 5,600 千尾であったものが 2015 年には 3,378 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）。

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

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

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

2 歳で約 50%、3 歳ですべてが成熟する（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、成魚は魚類、甲殻類、イカ類を捕食する。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

本系群を対象とする漁業は刺網（40%）、小型底びき網（18%）、沖合底びき網（15%）、定置網（13%）、釣り・延縄（13%）など多種多様である（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）。2016 年の県別のヒラメ漁獲量は、速報値で長崎県が 319 トンと最も多く、福岡県 201 トン、島根県 183 トン、熊本県 131 トン、山口県 114 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 トンであり（農林水産省統計情報部 1998、農林水産省統計部 2003）、採捕物の生物学的な基礎情報も整備されていないため、本報告ではその影響は考慮していない。

(2) 漁獲量の推移

本系群の漁獲量は 1970 年の 995 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、1998 年以降減少し 2002 年には 1,103 トンとなった。2003～2008 年の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、2016 年の漁獲量は 1,061 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、2016 年は 7,062 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 15%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（図 6）。

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 2016 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、それを合計した値とした。親魚量は 2 歳魚の資源量の半分と 3 歳以上の資源量を合計した値とした。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種多様な漁業の対象となっている上に、操業形態も地域により異なる。2007 年度以降は、本種を漁獲する主要漁業種の漁労体数や出漁日数が公表されていない。これらのことから漁獲努力量の把握は困難であり、コホート解析において CPUE などを用いるチューニングはしていない。

(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）。漁獲尾数は 1986 年から 1997 年では 2,000～2,800 千尾の間で推移していたが、1998 年以降になると 2,000 千尾を下回った。2013 以降になると 1,000 千尾を下回り、2016 年の漁獲尾数は 853 千尾となった（補足表 2-1）。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、それ以降減少し 2016 年では 30%程度まで低下した。その結果、大型魚（4 歳以上）の割合が近年増加している（図 8、補足表 2-2）。特に、2016 年における 7 歳+の漁獲尾数は、年齢組成の割合としては低いものの、前年に対して 1.4 倍の 20 千尾となり、過去における最大値を示した（補足表 2-1）。

(4) 資源量と漁獲割合の推移

本系群の資源量は 1986～1997 年まで 3,000 トンを維持していたが、その後減少し 1998～2002 年までは 2,000 トン代となった。2006 年以降は回復して 3,500 トンを上回り、2016 年資源量は 3,556 トンと推定された（図 9、補足表 2-3）。資源尾数は 1996 年まで 4,500～5,400 千尾を維持していたが、1997 年以降緩やかに減少が続き、2016 年資源尾数は 2,872 千尾となりこれまでの最低値を示した（図 10、補足表 2-4）。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、2000 年頃から連動しなくなった（図 10）。これは、前項 4. (3) に示すように高齢の大型魚の占める割合が近年高くなっていることが主な要因であると考えられる。漁獲割合については、2000 年頃まで資源量と連動していたが、資源量が増加する 2000 年以降も漁獲割合は低下している（図 11）。漁獲係数（F：年齢平均値）は、1986 年から 1998 年の間は 0.6～0.8 で推移していた。1997 年には 0.78 の最大値を示したが 2001 年には 0.5、2009 年以降になると 0.37～0.49 の間で推移している（図 12、補足表 2-5）。

自然死亡係数（M）の誤差が、コホート解析の結果に与える影響を検討した。M を変化させた場合の資源量、親魚量、加入量の変動を図 13 に示す。解析に用いた M（0.208）に 20%の誤差があった場合、その資源量、親魚量、及び加入尾数の推定値が受ける影響は 5～7%と推定された。

(5) 再生産関係

本報告では親魚を天然魚及び放流魚から由来すると仮定し、ここでの 1 歳魚とは天然魚のみの値である。天然 1 歳魚の尾数の算出方法を以下に示す。VPA で算出された 1 歳魚（天然＋放流）の資源尾数に混入率を乗じて放流 1 歳魚の尾数を推定する。それを 1 歳魚の資源尾数（天然＋放流）から差し引いた値を天然 1 歳魚とした。親魚量は 1986 年から 1997 年まで 2,000 トン前後で推移していた。1998 年以降、若干減少したが、その後増加に転じ 2016 年の親魚量は 2,900 トンに達した（図 14、表 2）。前述したように、2016 年の 7 歳+の漁獲尾数が増加した結果（補足表 2-1）、過去の親魚量の推定値が上方修正となったと考えている。一方、1 歳天然魚の資源尾数は 1986 年から 1995 年までは 2,500～3,000 千尾の水準であったが、それ以降減少が続いている（図 14、表 2）。親魚量と漁獲係数（F）の間には、統計的に有意な負の相関関係が認められた（図 15、 $P<0.001$ ）。1996 年から 2000 年まで F が増加するとともに親魚量は減少したが、2001 年以降、F が低下することにより親魚量の増加が認められた（図 15）。再生産成功率（親魚量 1kg あたりの 1 歳魚加入尾数）は 1986 年から 1995 年までは 1.20～1.42 尾/kg であった。その後、1996 年から 2002 年までは 0.82～0.90 尾/kg を維持していたが、それ以降減少が続き、2015 年の再生産成功率は 0.38 尾/kg となり、ピーク時の 25%程度であった（図 16、表 2）。

再生産関係を見ると、1986～1995 年の親魚量が 2,100 トン前後であったのに対し、1 歳魚加入尾数が 2,500～3,000 千尾程度と安定していた。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た（図 17、表 2）。しかし、2000 年以降、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。

(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を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）。2016 年の親魚量は 2,900 トンで、Blimit を上回っている（表 2）。

(7) 資源の水準・動向

資源水準を求めるにあたり、中位と低位の境界値は B_{limit} （親魚量 2,144 トン）とすると（図 17）、2016 年の親魚量は 2,900 トンであり、 B_{limit} を上回っているため中位と判断した。動向は最近 5 年間（2012～2016 年）の資源量の推移から横ばいと判断した。なお、資源解析を開始した 1986 年以降において、親魚量の最高値（2015 年の 2,993 トン）は最低値（1999 年の 1,816 トン）の 1.6 倍程度であり、資源水準の基準となる親魚量の変動幅が非常に小さい（表 1）。このため、本系群については中位と高位の区分は困難と判断し、高位水準の設定は行っていない。

(8) 今後の加入量の見積もり

将来予測における加入量の計算は、再生産関係から求められる天然加入尾数に、今後も放流が続くと仮定し、その平均放流尾数に添加効率を乗じた値を加えて初期資源尾数とした。なお、再生産成功率は 2013 年から 2015 年の 3 年間の平均値である 0.39（尾/kg）を使用し、今後の加入量の見積もりを行った。

(9) 生物学的管理基準（漁獲係数）と現状の漁獲圧の関係

2016 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（0.39 尾/kg）とし、各年齢の選択率は 2016 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閾値を F_{sus} とした。年齢別選択率を 2016 年と同じにして F を変化させた場合の YPR と $\%SPR$ を図 18 に示す。現在の F （0.39）は資源量が維持される F_{sus} （0.33）を上回っている。

(10) 種苗放流効果（補足資料 3）

2015 年における本系群の分布水域内では、参画県すべての 8 県でヒラメ種苗が放流されている。2016 年の調査で得られたデータでは、放流種苗の混入率は日本海西部海域の各県で 3.2～4.6%、東シナ海海域の各県で 14.0～23.4%となった。データの傾向が似ている県をグループ化し、混入率の平均値を漁獲尾数により重み付けして計算した場合、2016 年における系群全体での放流種苗の混入率は 8.4%と推定された（補足表 3-1）。また、2016 年における添加効率は 0.03 と推定され、過去における最低値を示した（補足表 3-2）。

現状の F 、再生産成功率、添加効率、及び現状の放流強度（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 2022 年の漁獲量及び資源量を推定した。その結果、漁獲量の差は 28 トンとなり、2022 年漁獲量の予測値 873 トンの 3.2%になると推定された。また、資源量の差は 83 トンとなり、2022 年資源量の予測値 2,947 トンの 2.8%になると推定された。

5. 2018 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

本系群の資源量は 1986～1997 年まで 3,000 トンを維持していたが、その後減少し 1998～2002 年までは 2,000 トン代となった。2006 年以降は回復して 3,500 トンを上回り、2016

年資源量は 3,556 トンと推定された（図 9、補足表 2-3）。2016 年親魚量は 2,900 トンで B_{limit} を上回っているため資源水準は中位、動向は最近 5 年間（2012～2016 年）の資源量の推移から横ばいと判断した。

（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。2016 年の親魚量は 2,900 トンで、 B_{limit} を上回っているため（表 2）、ABC 算定規則 1-1）-（1）により、資源量を維持することを管理目標として、 F_{sus} （0.33）を管理基準として ABC を算定した。2018 年に F_{limit} （0.33）で漁獲した場合の ABC_{limit} は 857 トン、不確実性を見込んだ F_{target} （0.26）で漁獲した場合の ABC_{target} は 709 トンと算出された。

管理基準	Target / Limit	2018 年 ABC (トン)	漁獲 割合 (%)	F 値 (現状の F 値から の増減%)
F_{sus}	Target	709	21	0.26 (－33%)
	Limit	856	26	0.33 (－16%)

$Limit$ 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。

（3）ABC の評価

再生産成功率を過去 3 年平均と仮定し、複数の漁獲シナリオに基づいて F を変化させた場合の漁獲量、資源量及び親魚量を下表と図 19 に示す。将来予測においては、2017 年の漁獲係数は 2016 年と同じ、また 2018 年以降は年齢別選択率を 2016 年と同じとし、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。 $F_{current}$ （0.39）は、資源量の維持を目標とした限界値 F_{sus} （0.33）を上回っている（図 18）。このため、 $F_{current}$ で漁獲すると漁獲量、資源量及び親魚量は今後減少することが予測された（図 19）。これは、現状の親魚量が B_{limit} を上回っているものの、近年の再生産成功率が低く推移しているためである。一方、 F_{limit} （ F_{sus} ）及び安全率を乗じた F_{target} （ $0.8F_{sus}$ ）では、これらの値は増加することが予測された。

漁獲シナリオ (管理基準)		F 値	漁獲量 (トン)							
			2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
現状の漁獲圧 の維持 (Fcurrent)	Target	0.31	1,061	1,014	819	863	888	912	939	969
	Limit	0.39	1,061	1,014	984	961	928	898	872	845
資源量の維持 (Fsus)	Target	0.26	1,061	1,014	709	784	840	896	956	1,027
	Limit	0.33	1,061	1,014	856	887	901	913	927	944
			資源量 (トン)							
			2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
現状の漁獲圧 の維持 (Fcurrent)	Target	0.31	3,556	3,449	3,349	3,491	3,602	3,712	3,834	3,957
	Limit	0.39	3,556	3,449	3,349	3,248	3,139	3,035	2,943	2,852
資源量の維持 (Fsus)	Target	0.26	3,556	3,449	3,349	3,654	3,931	4,219	4,356	4,871
	Limit	0.33	3,556	3,449	3,349	3,436	3,494	3,551	3,617	3,682
			親魚量 (トン)							
			2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
現状の漁獲圧 の維持 (Fcurrent)	Target	0.31	2,900	2,779	2,713	2,853	2,956	3,041	3,143	3,246
	Limit	0.39	2,900	2,779	2,713	2,631	2,537	2,451	2,378	2,303
資源量の維持 (Fsus)	Target	0.26	2,900	2,779	2,713	3,003	3,256	3,485	3,750	4,032
	Limit	0.33	2,900	2,779	2,713	2,803	2,859	2,900	2,956	3,010

(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
2015 年漁獲量確定値	2015 年漁獲量の確定
2016 年漁獲量速報値	2016 年までの推定資源量および RPS・Fcurrent・Fsus
2016 年年齢別漁獲尾数	2016 年までの推定資源量および RPS・Fcurrent・Fsus

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) (実際の F 値)
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	
2016 年 (2017 年 再評価)	Fsus	0.33	3,556	916	758	1,061 (0.39)
2017 年 (当初)	Fsus	0.41	2,940	889	741	
2017 年 (2017 年 再評価)	Fsus	0.33	3,882	999	827	

2016 年 (当初) の値は 2014 年までの漁獲データを用いた 2015 年における評価結果、2016 年 (2016 年再評価) と 2017 年 (当初) は 2015 年までのデータを用いた 2016 年における結果、2016 年 (2017 年再評価) と 2017 年 (2017 年再評価) は 2016 年までのデータを用いた今回の結果である。

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、2017 年の再評価では 3,556 トンとなり上方修正となった。一方、2017 年 (当初) の資源量は 2,940 トン、2017 年の再評価では 3,882 トンとなり上方修正となった。1 歳魚漁獲尾数の推定精度に大きく影響している可能性はあるものの、2014 年以降の F の低下及び 7 歳+の漁獲量の増加が資源量の上方修正の要因となったと考えられる。

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 2022 年の資源量の差は 83 トン、漁獲量の差は 28 トンであると算定された (補足図 3-1、3-2)。また、本海域におけるヒラメの漁獲の 8～15%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 1.20～1.42 尾/kg を示していたが、1996 年以降、減少傾向に転じ 2015 年は 0.38 尾/kg となった (図 16、表 2)。本年度の解析結果では $F_{current}$ が F_{sus} 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。近年の再生産成功率の低下及び放流魚の添加効率が 0.03 となり過去最低値を示したことから、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重要な方策であろう。

7. 引用文献

- 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.
- 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.



図1. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の分布水域

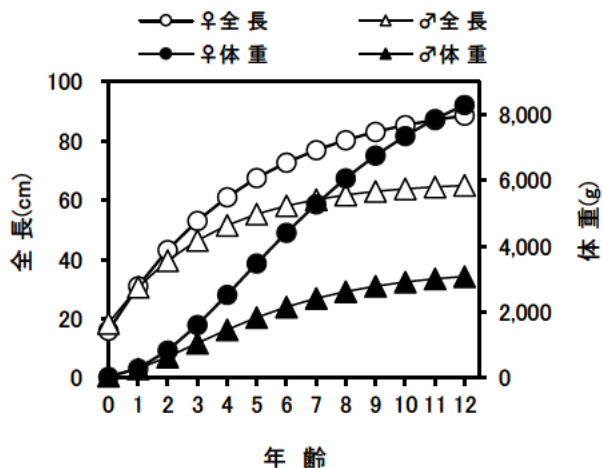


図2. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の成長

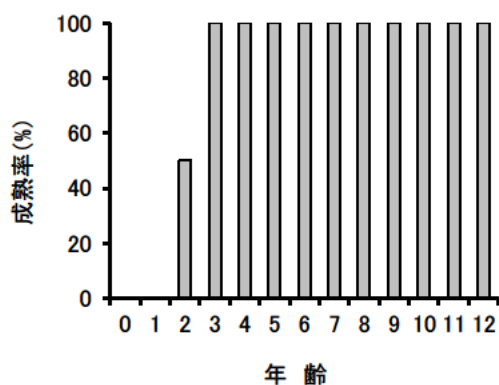


図3. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の成熟率

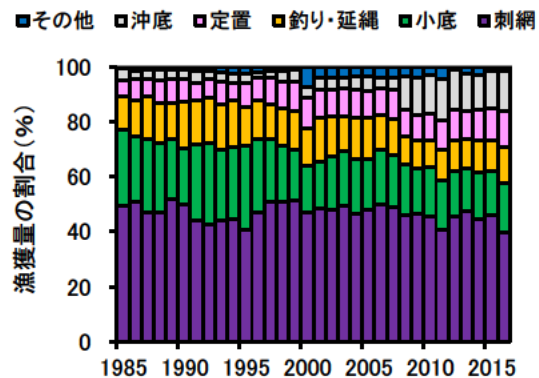


図4. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群における漁業種類別漁獲量の推移

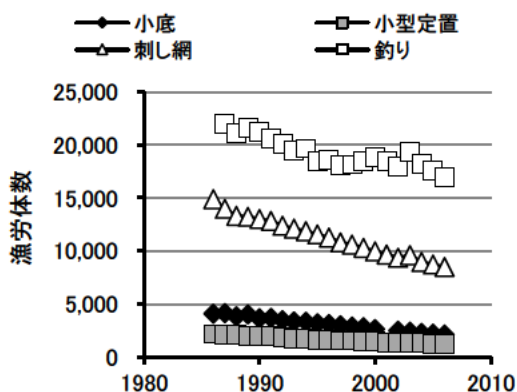


図5. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群分布域の主な沿岸漁業漁労体数の推移

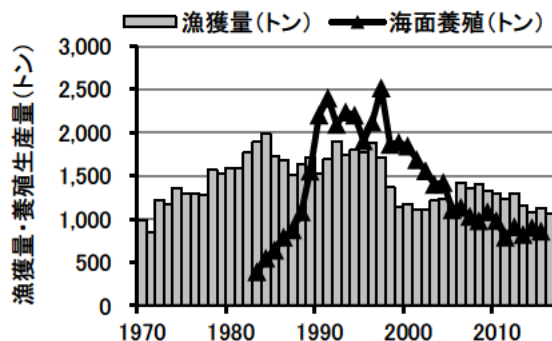


図6. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の漁獲量および本海域での養殖収獲量の推移

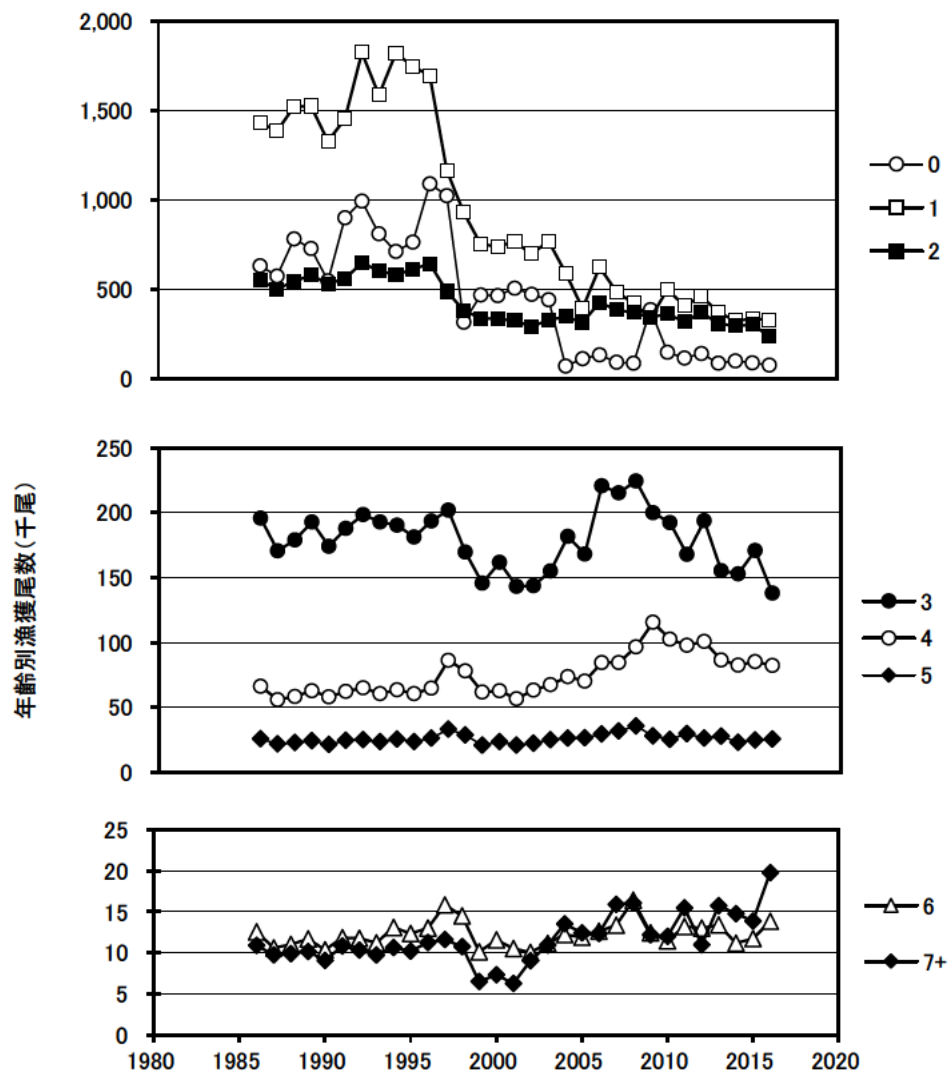


図 7. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の年齢別漁獲尾数の推移
凡例の数値は年齢を示す。

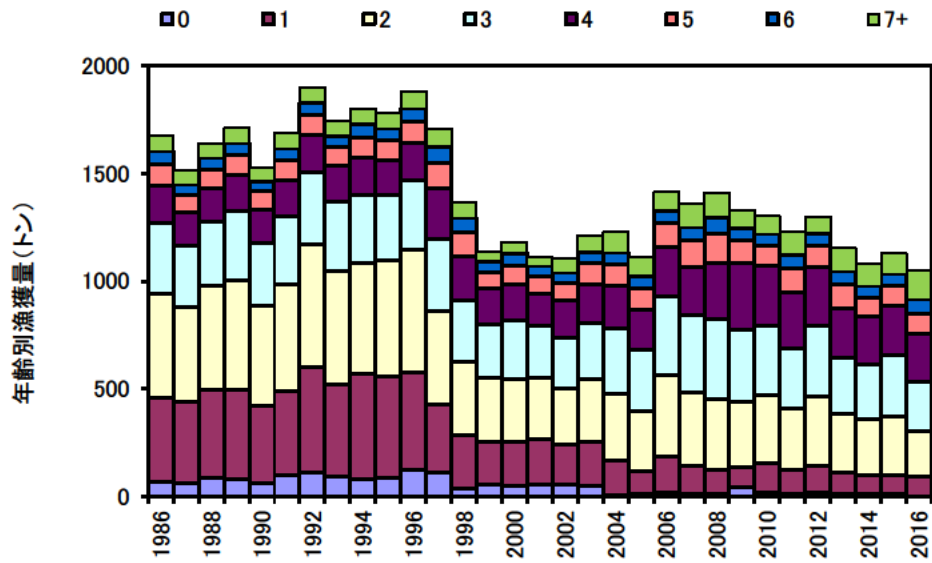


図 8. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の年齢別漁獲量の推移
年齢別漁獲尾数を基にした計算値、凡例の数値は年齢を示す。

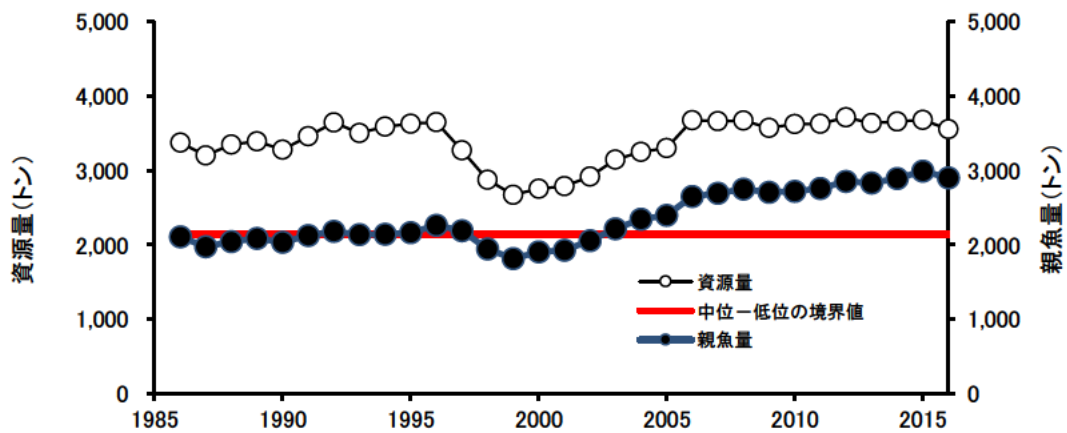


図 9. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の資源量の推移と水準

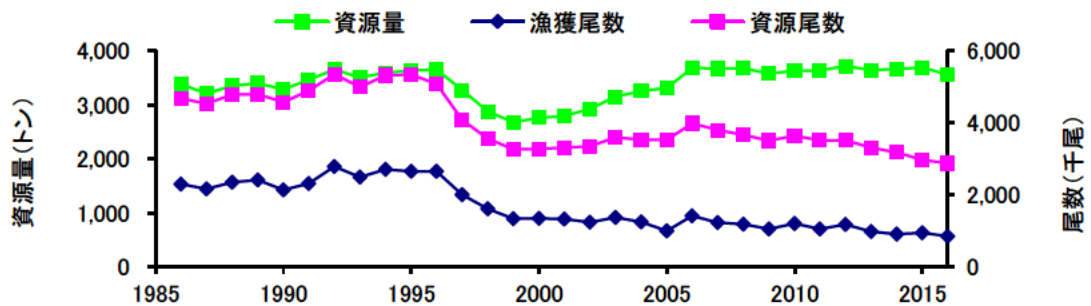


図 10. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の資源量、資源尾数および漁獲尾数の推移

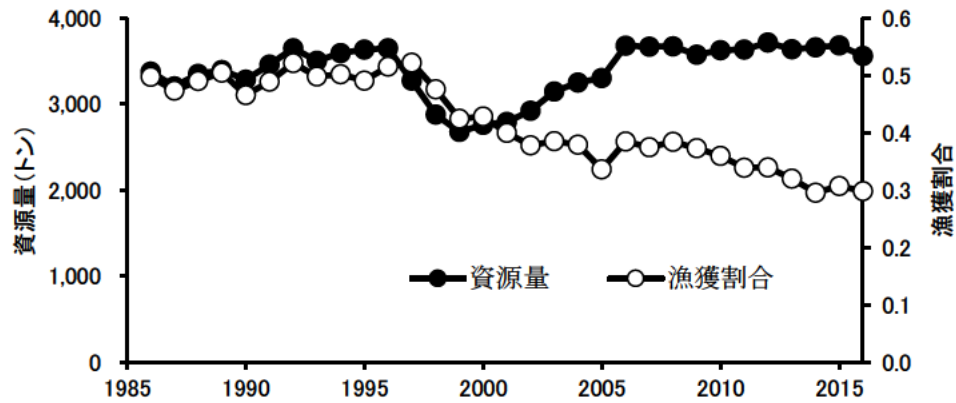


図 11. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の資源量と漁獲割合の推移

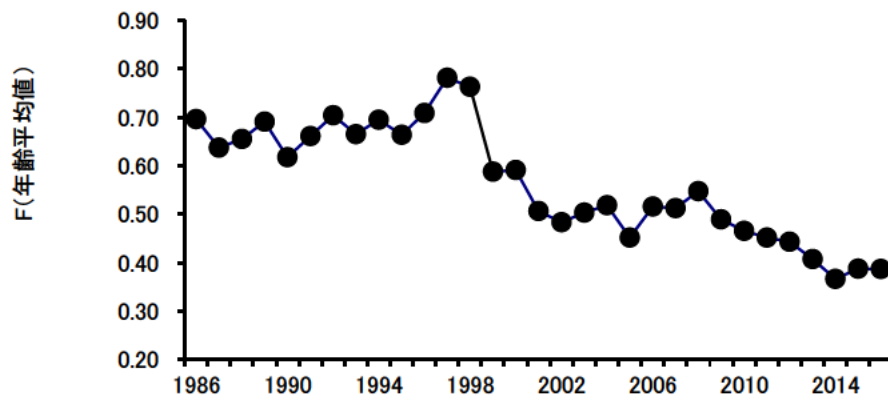


図 12. コホート解析により推定された F 値の経年変化

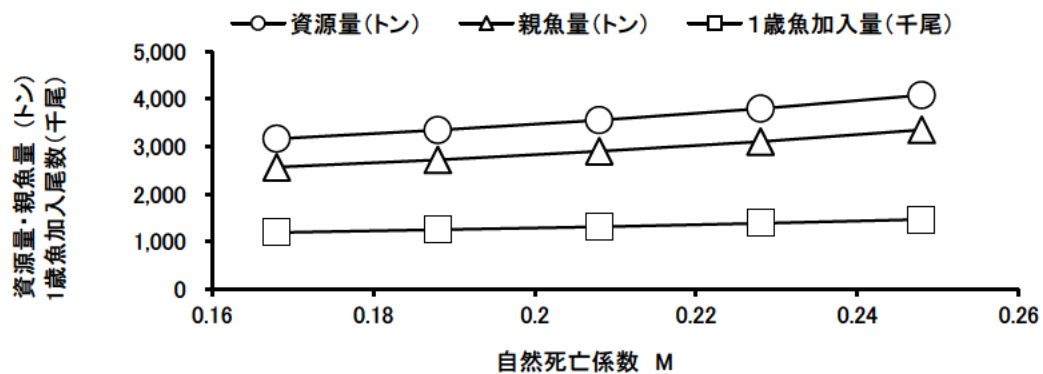


図 13. M を変化させた場合の資源量、親魚量、1 歳魚加入尾数の推定値の変化

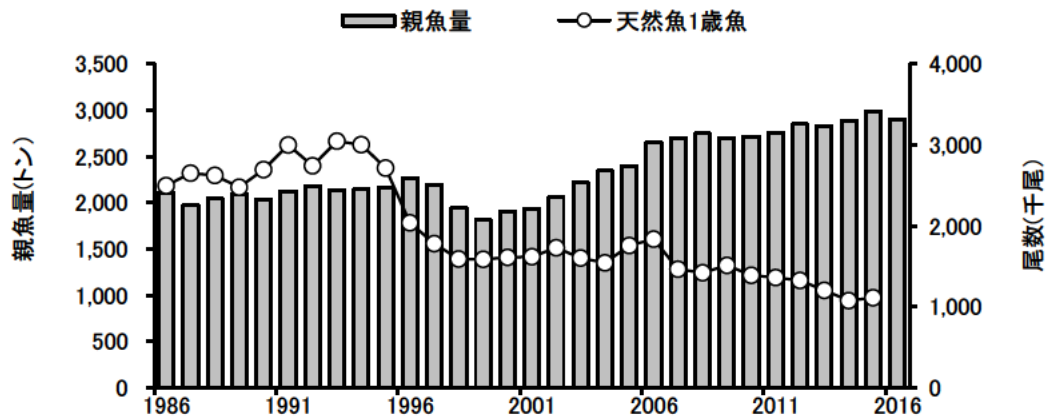


図 14. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の親魚量と天然 1 歳魚尾数の経年変化

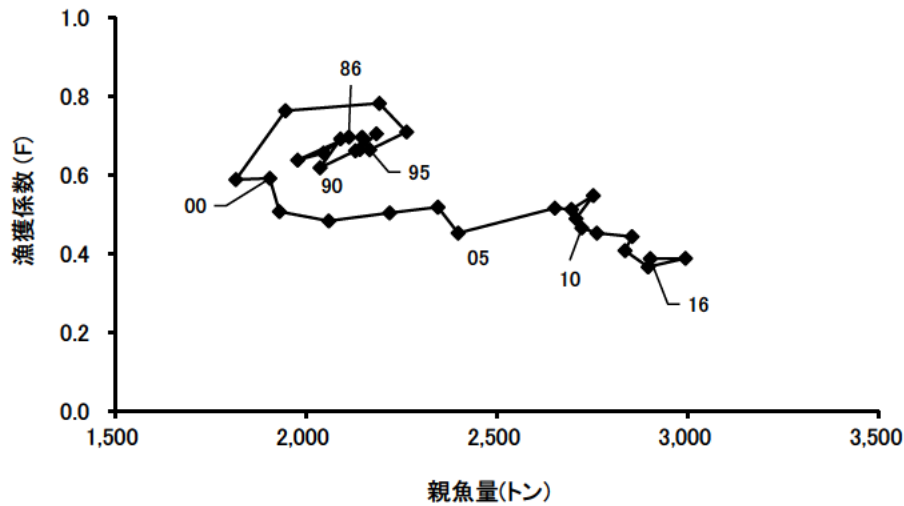


図 15. 親魚量と漁獲係数 F の関係

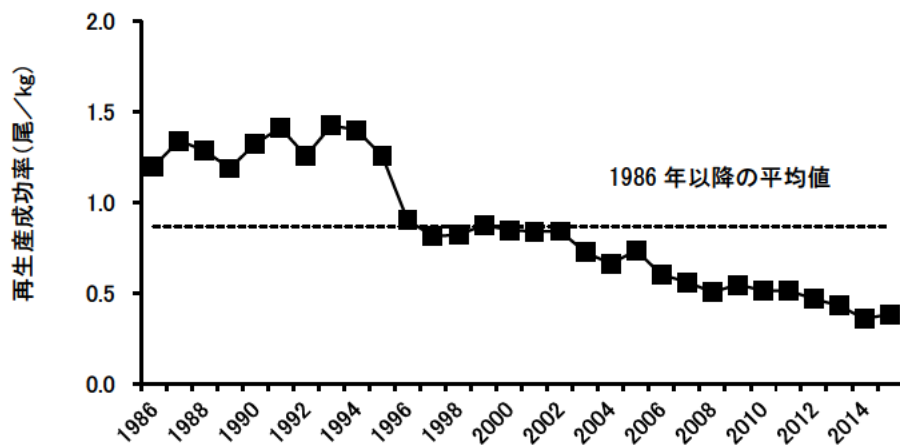


図 16. 再生産成功率の経年変化

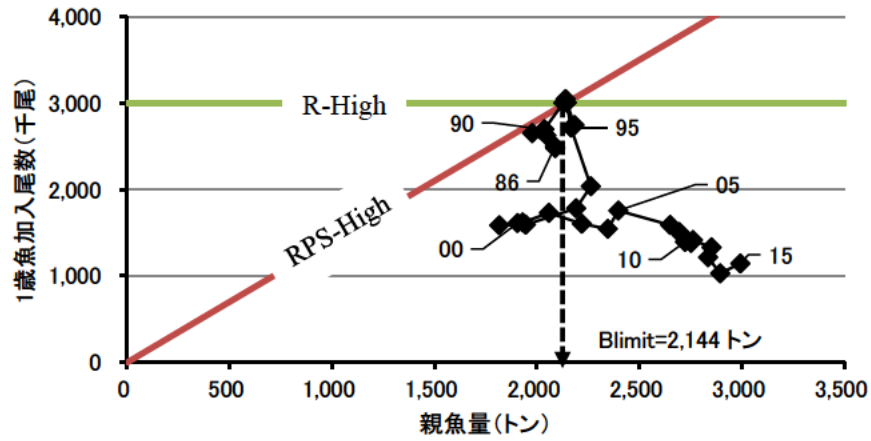


図 17. 再生産関係図

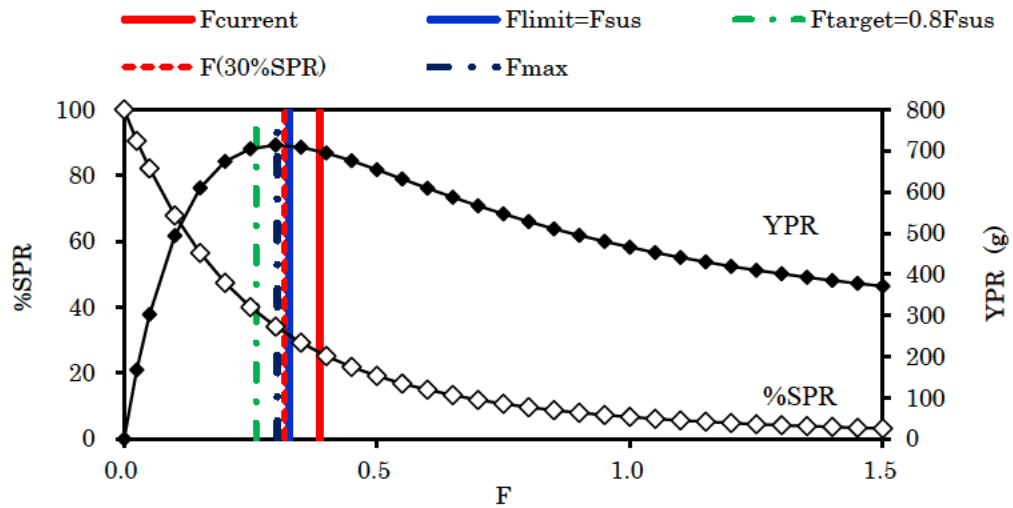


図 18. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の%SPR、YPR および F の参考値

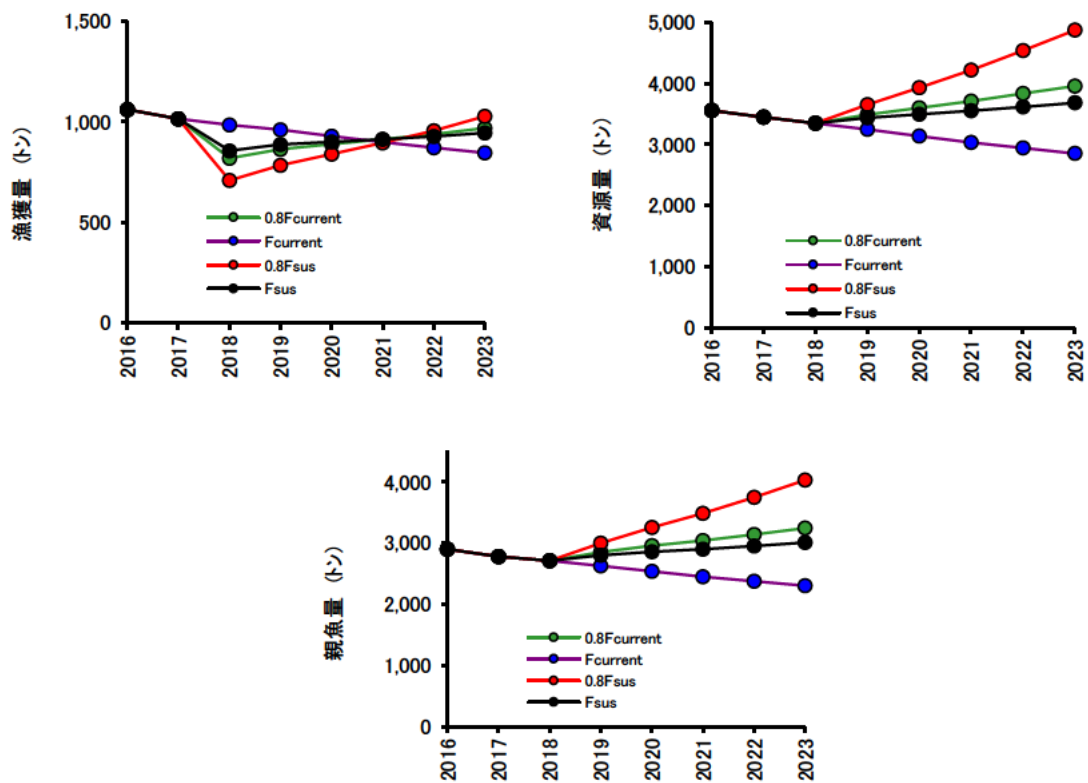


図 19. 異なる F 値による漁獲量、資源量及び親魚量の将来予測の比較

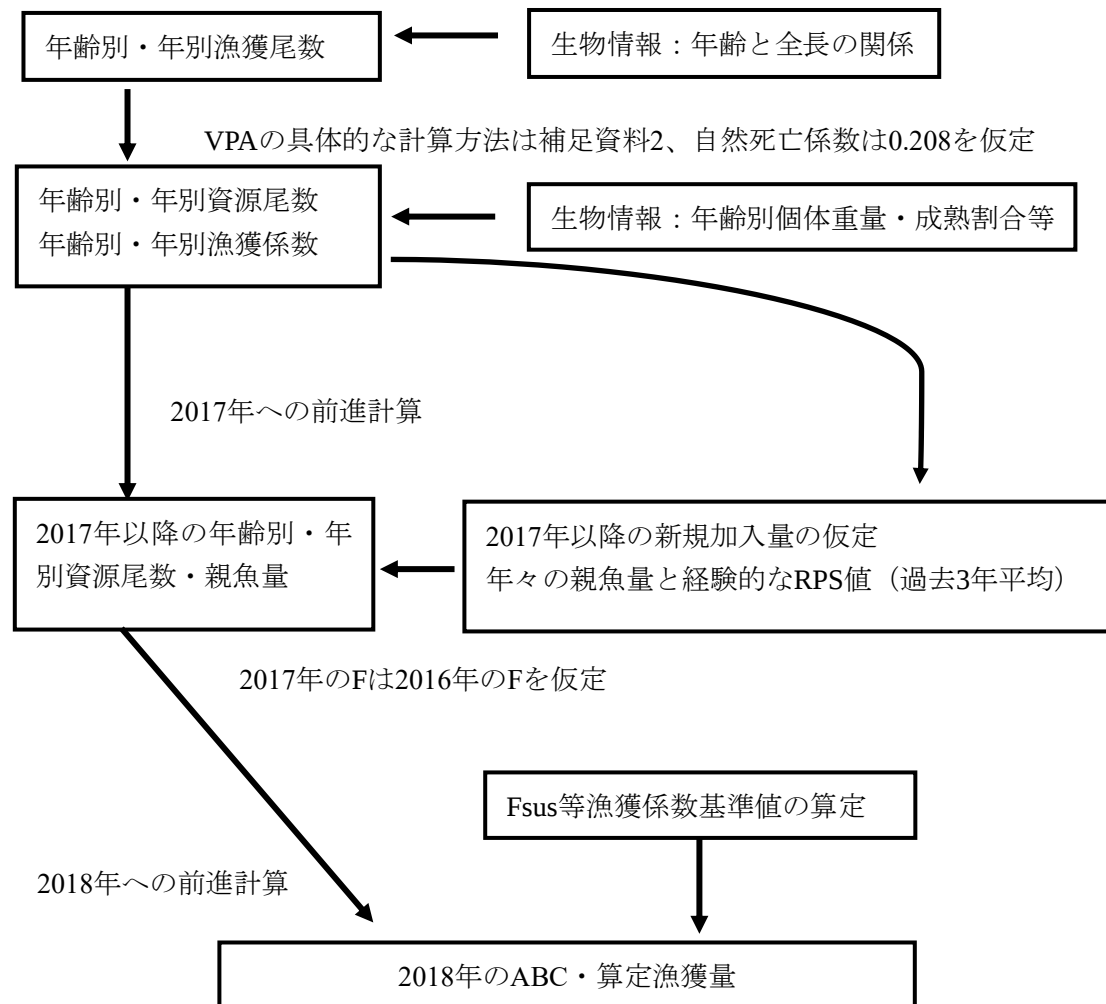
表 1. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の漁獲量 (トン)

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	2016			
漁獲量	1,302	1,230	1,300	1,154	1,080	1,129	1,061			

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	2,040	0.90
1997	2,191	1,782	0.81
1998	1,946	1,595	0.82
1999	1,816	1,588	0.87
2000	1,905	1,613	0.85
2001	1,930	1,620	0.84
2002	2,059	1,731	0.84
2003	2,218	1,606	0.72
2004	2,345	1,547	0.66
2005	2,397	1,757	0.73
2006	2,651	1,590	0.60
2007	2,694	1,510	0.56
2008	2,751	1,383	0.50
2009	2,706	1,475	0.55
2010	2,722	1,393	0.51
2011	2,761	1,415	0.51
2012	2,853	1,331	0.47
2013	2,834	1,218	0.43
2014	2,895	1,031	0.36
2015	2,993	1,145	0.38
2016	2,900		

補足資料 1 資源評価の流れ



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。

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

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。

また、6 歳および 7 歳魚以上の計算には次式を用いた。

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

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

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	91	337	305	171	85	25	12	14	949
2016	79	333	240	138	82	26	14	20	853

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	91	269	285	230	93	55	96	1,129
2016	9	90	211	230	222	96	65	137	1,061

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	3,592
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	431	234	128	141	2,876
1999	495	727	582	421	220	117	111	2,675
2000	493	714	610	410	265	136	128	2,755
2001	501	718	596	407	249	169	149	2,790
2002	503	717	614	434	266	165	220	2,920
2003	538	777	664	457	275	177	258	3,145
2004	499	813	701	494	286	174	284	3,250
2005	480	849	729	479	307	180	278	3,302
2006	546	958	832	548	301	200	290	3,676
2007	496	949	831	555	331	182	320	3,664
2008	457	926	883	567	339	204	296	3,671
2009	430	873	868	613	312	194	283	3,573
2010	471	868	826	653	300	199	309	3,626
2011	444	850	788	617	388	198	344	3,630
2012	435	851	828	627	363	270	339	3,713
2013	409	786	752	616	364	258	450	3,636
2014	370	787	744	610	400	253	494	3,658
2015	328	721	767	605	406	310	543	3,682
2016	354	602	652	591	393	309	654	3,556

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	428	159	69	30	26	5,069
1997	2,346	1,011	420	173	71	32	24	4,077
1998	2,049	855	380	159	63	27	20	3,555
1999	1,834	827	349	156	59	25	16	3,266
2000	1,826	812	365	152	71	29	18	3,273
2001	1,855	816	357	151	67	36	22	3,303
2002	1,863	815	368	161	71	35	32	3,345
2003	1,991	883	397	169	74	38	37	3,590
2004	1,847	924	420	183	77	37	41	3,528
2005	1,779	965	437	177	82	38	40	3,519
2006	2,021	1,089	498	203	81	43	42	3,977
2007	1,836	1,078	497	206	89	39	46	3,792
2008	1,692	1,052	529	210	91	44	43	3,659
2009	1,594	992	520	227	84	42	41	3,498
2010	1,744	986	495	242	80	43	45	3,634
2011	1,645	966	472	228	104	42	50	3,508
2012	1,612	967	496	232	97	58	49	3,511
2013	1,515	893	451	228	98	55	65	3,304
2014	1,372	894	446	226	107	54	71	3,170
2015	1,216	820	459	224	109	66	78	2,973
2016	1,312	684	390	219	105	66	94	2,872

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	0.61	0.47	0.58	0.58	0.59
2001	0.61	0.59	0.59	0.54	0.43	0.39	0.39	0.51
2002	0.54	0.51	0.57	0.57	0.43	0.38	0.38	0.48
2003	0.56	0.54	0.57	0.58	0.48	0.40	0.40	0.50
2004	0.44	0.54	0.65	0.59	0.48	0.46	0.46	0.52
2005	0.28	0.45	0.56	0.58	0.45	0.42	0.42	0.45
2006	0.42	0.58	0.68	0.62	0.52	0.40	0.40	0.52
2007	0.35	0.50	0.65	0.61	0.51	0.48	0.48	0.51
2008	0.33	0.50	0.64	0.71	0.58	0.54	0.54	0.55
2009	0.27	0.49	0.56	0.83	0.47	0.40	0.40	0.49
2010	0.38	0.53	0.56	0.64	0.43	0.36	0.36	0.46
2011	0.32	0.46	0.50	0.64	0.38	0.43	0.43	0.45
2012	0.38	0.56	0.57	0.66	0.36	0.29	0.29	0.44
2013	0.32	0.49	0.48	0.55	0.38	0.31	0.31	0.41
2014	0.31	0.46	0.48	0.52	0.27	0.26	0.26	0.37
2015	0.37	0.53	0.53	0.55	0.29	0.22	0.22	0.39
2016	0.33	0.49	0.50	0.54	0.32	0.26	0.26	0.39

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。2016 年の調査で得られたデータでは、放流種苗の混入率は日本海西部海域の各県で 3.2～4.6%、東シナ海海域の各県で 14.0～23.4%となった。データの傾向が似ている県をグループ化し、混入率の平均値を漁獲尾数により重み付けして計算した場合、2016 年における系群全体での放流種苗の混入率は 8.4%と推定された（補足表 3-1）。なお、混入率は全年齢込みで示した。

2) 添加効率の試算

VPA で算出された 1 歳魚尾数、および放流魚混入率と放流尾数より添加効率を試算した。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だが、年齢別の混入率データが十分に得られていないため、全年齢込みの値で添加効率を計算した。本系群における添加効率は 0.03 と推定された（補足表 3-2）。

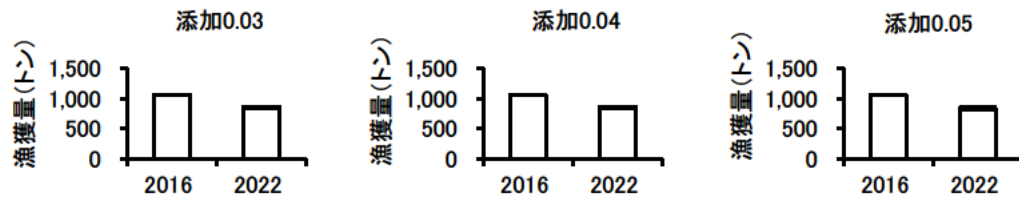
3) 添加効率を変化させた場合の漁獲量と資源量への効果

2016 年度の資源評価を基に、現状の F 値、再生産成功率、及び現状の放流強度（3,500 千尾）で種苗を放流した場合と放流しなかった場合、添加効率を 3 段階（0.03、0.04、0.05）に変化させて 2022 年の漁獲量及び資源量を推定した。なお、2006～2016 年の添加効率は 0.03～0.06 と推定されているため（補足表 3-2）、この範囲内における添加効率を参考値として 3 段階の値を設定した。計算方法は亘（2011）に準じて行った。その結果、添加効率 0.03、0.04、0.05 における漁獲量は、それぞれ 28 トン、38 トン及び 47 トンと推定された。2022 年漁獲量の予測値は 873 トンであるため、それぞれの放流魚の割合は 3.2%、4.4%、5.4%と推定された。また、資源量の差は 83 トン、110 トン及び 138 トンと推定された。

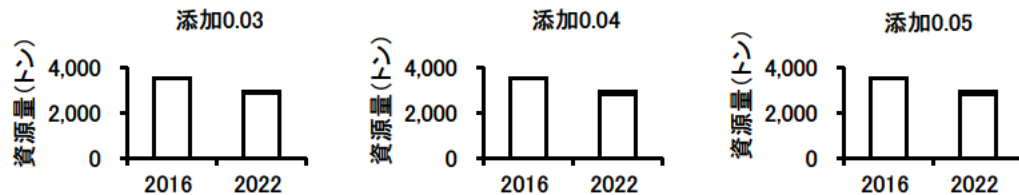
引用文献

- 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）総括編・動向編, 86-88.
- 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）総括編・動向編, 84-86.
- 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）総括編・動向編, 84-86.
- 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）総括編・動向編, 80-82.
- 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）総括編・動向編, 80-82.
- 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）総括編・動向編, 80-82.
- （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, 76-77.

- (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, 64-65.
- (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, 64-65.
- (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, 64-65.
- (国研) 水産研究・教育機構 (2017) 平成 27 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, 64-65.
- 亘 真吾 (2011) 平成 23 年度ヒラメ瀬戸内海系群の資源評価. 平成 23 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 1385-1410.



補足図 3-1. 添加効率を変化させた場合の 2022 年における漁獲量の推定値
□は天然魚、■は放流魚を示す。



補足図 3-2. 添加効率を変化させた場合の 2022 年における資源量の推定値
□は天然魚、■は放流魚を示す。

補足表 3-1. 前年の放流尾数（上段）と混入率（下段のカッコ内）のデータ

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
鳥取			61	62	57	70	57	57	76	30	60
	(1.5)	(2.4)	(1.6)	(2.9)	(2.0)	(3.8)	(3.5)	(7.3)	(11.8)	(5.4)	(3.2)
島根	727	598	633	649	601	578	424	197	464	257	355
	(1.4)	(3.6)	(5.1)	(3.7)	(3.8)	(2.4)	(2.7)	(3.0)	(2.6)	(5.8)	(4.6)
山口	461	614	635	601	644	615	650	636	614	528	494
	(2.9)	(2.2)	(4.2)	(5.2)	(4.0)	(1.4)	(4.3)	(3.2)	(9.4)	(10.3)	(3.2)
福岡	104	77	99	65	125	126	114	49	11	14	37
	(－)	(－)	(－)	(－)	(－)	(－)	(－)	(－)	(－)	(－)	(－)
佐賀	189	150	196	156	170	112	114	102	156	180	132
	(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	750
	(－)	(－)	(－)	(－)	(－)	(10.7)	(13.3)	(10.3)	(13.9)	(10.8)	(14.3)
熊本	924	802	719	825	826	988	815	872	910	808	785
	(30.0)	(22.5)	(35.5)	(38.1)	(24.8)	(24.7)	(24.9)	(23.8)	(22.6)	(23.8)	(23.4)
鹿児島	949	935	947	836	876	783	788	911	807	805	765
	(19.5)	(12.9)	(16.9)	(22.7)	(28.6)	(17.9)	(15.8)	(11.9)	(17.6)	(18.0)	(14.0)
全体	4,550	4,237	4,366	4,223	4,329	4,324	3,893	3,893	3,812	3,521	3,378
	(13.4)	(10.8)	(13.2)	(15.4)	(15.3)	(12.3)	(12.2)	(11.2)	(15.2)	(12.9)	(8.4)

放流尾数の単位：千尾、混入率の単位：(%)。混入率は全年齢込みで示した。－は不明。

補足表 3-2. 添加効率の試算結果

	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	2016			
前年の放流数（千尾）	3,893	3,812	3,521	3,378			
1歳魚尾数（千尾）	1,467	1,361	1,254	1,255			
混入率（%）	11.2	15.2	12.9	8.4			
放流魚加入数（千尾）	165	207	161	105			
添加効率	0.04	0.05	0.05	0.03			

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)、(国研) 水産研究・教育機構 (2017)。混入率は全年齢込みで示した。