

令和元（2019）年度ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の資源評価

担当水研：西海区水産研究所

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3,648トンとなり、それ以降、概ね3,000トン台を維持し、2018年資源量は3,312トンと推定された。再生産成功率は低い水準であるため、今後の資源尾数及び資源量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。2018年の親魚量(2,538トン)はこれを上回っている。中位と低位の境界値をBlimitとすると、資源水準は中位、動向は最近5年間(2014~2018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、基準値Fsusを管理基準として2020年ABCを算出した。本種は栽培漁業対象種であり、2017年の放流尾数は3,291千尾、基礎データの制約により精度の問題は残るが、2018年の混入率は15.9%、添加効率は0.06と推定された。

管理基準	Target / Limit	2020年 ABC (トン)	漁獲割合 (%)	F 値 (現状のF値からの増減%)
Fsus	Target	1,003	30	0.39 (-22%)
	Limit	1,194	35	0.49 (-3%)

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。Ftarget = α Flimitとし、係数 α には標準値0.8を用いた。現状のF (Fcurrent)は、2015~2017年のFの平均値であり、0.50である。漁獲割合は2020年の漁獲量/資源量、F値は各年齢の平均値である。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 (%)
2015	3,035	2,320	1,129	0.50	37
2016	2,990	2,215	1,069	0.52	36
2017	3,109	2,291	1,039	0.50	33
2018	3,312	2,538	1,206	0.50	36
2019	3,326	2,543	1,205	0.50	36
2020	3,395	2,525	—	—	—

2019 年、2020 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	2017 年までの県別・水域別放流尾数（水産機構）
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

2018 年には全国のヒラメの漁獲量 6,563 トンに対し、その 18.4%にあたる 1,206 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放流が実施されてきたが、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 2017 年には 3,291 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25~30 cm、2年で36~46 cm、3年で44~58 cm、4年で47~67 cm、5年で49~73 cm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10 m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(45%)、小型底びき網(17%)、沖合底びき網(15%)、釣り・延縄(11%)、定置網(11%)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、小型底びき網で約5割、釣りで約8割に減少した(図5)。2018年の県別のヒラメ漁獲量は、速報値で長崎県が376トンと最も多く、福岡県246トン、島根県191トン、熊本県153トン、山口県136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、2017年の漁獲量は資源評価を開始した1986年以降の最低値を示した(表1)。しかし、2018年の漁獲量は1,206トンとなり、6年ぶりに1,200トンを超えた(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、2018年は6,563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18%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800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1986~2018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

漁獲物全体に占める年齢別漁獲量の割合を見ると、2歳までに占める割合は1986~1997年までは50%以上であったが、その後低下し、近年は約30%程度となっている(図8)。このうち、0歳、6歳及び7歳の漁獲尾数は前年に対して0.7~0.9倍であったが、1~5歳では前年に対して1.1~1.4倍となった(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3,648トンとなり、それ以降、概ね3,000トン台を維持し、2018年資源量は3,312トンと推定された(図9、補足表2-2)。資源尾数は1986~1996年に4,500千~5,300千尾を維持していたが、1998年以降緩やかに減少傾向となり、2018年資源尾数は

3,137 千尾となった（図 10、補足表 2-3）。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、2000～2005 年においては資源量が増加する一方で、漁獲割合は低下した。2006 年以降は、両者ともに同じ傾向の動きを示している（図 11）。漁獲係数（F：年齢平均値）は、1986～1998 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、2009 年以降になると概ね 0.4～0.5 の間で推移している。2018 年の F は 0.50 と推定された（図 12、補足表 2-4）。

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 4～5%と推定された。

(5) 再生産関係

1 歳魚の資源尾数と放流された放流魚の混入率に基づいて、1 歳魚を天然魚と放流魚に分離し、再生産関係を検討した。親魚量と翌年の 1 歳魚加入尾数の関係（図 14、表 2）を見ると、1986～2002 年の間では親魚量の変化と連動して翌年の加入尾数が変化していた。しかし、2003～2009 年の親魚量の増加に対して、加入尾数の変化は横ばい及び減少傾向となり、親魚量の変化に連動していない。その後、これら変化は連動しているが、2015 年以降になると、再び連動していない現象が認められている。2018 年の親魚量は 2,538 トン、加入尾数は 1,076 千尾で、後者は過去最低値を示した（図 14、表 2）。再生産成功率（親魚量 1 kg あたりの翌年の 1 歳魚加入尾数）は 1986～1995 年までは 1.19～1.43 尾/kg であった。その後、1996～2002 年までは 0.82～0.90 尾/kg を維持していたが、それ以降減少傾向を示し、2017 年は 0.47 尾/kg であった（図 15、表 2）。ただし、再生産成功率については、直近年のデータを加えると、低い水準は続いているものの、昨年まで見られていた再生産成功率の急激な減少傾向は認められなくなっている（図 15）。

(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 16）。2018 年の親魚量は 2,538 トンで（表 2）、Blimit を上回っている。

(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を Blimit（親魚量 2,144 トン）とすると（図 16）、2018 年の親魚量は 2,538 トンであり（表 2）、Blimit を上回っているため中位と判断した。動向は最近 5 年間（2014～2018 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（2008 年の 2,696 トン）は最低値（1999 年の 1,815 トン）の 1.5 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 2)。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、近年の種苗放流尾数の動向を反映させるため、過去3年間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。従って、将来予測値には放流効果が含まれることになる。なお、再生産成功率は過去に比べると低い水準にあることから、近年の動向を反映させるため、2015年から2017年の3年間の平均値である0.55 (尾/kg) を使用し (表2)、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

2018 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 年間 (2015~2017 年) の平均値である 0.55 (尾/kg) とした。各年齢の選択率は 2018 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 2018 年と同じにして F を変化させた場合の YPR と $\%SPR$ を図 17 に示す。現在の F (0.50) は資源量が維持される F_{sus} (0.49) を若干上回っている。

(10) 種苗放流効果 (補足資料 3)

2017 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 (3,291 千尾)。2018 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 4.6~14.3%、東シナ海海域の各県で 14.9~28.7%となった。各海域でグループ化し、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、2018 年における系群全体での放流種苗の混入率は 15.9%と推定された (補足表 3-1)。また、2018 年における添加効率は 0.06 と推定され (補足表 3-2)、種苗放流は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。

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 2024 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 158 トンとなり、2024 年漁獲量の予測値 1,348 トンの 11.7%になると推定された (補足図 3-1)。また、資源量の差は 447 トンとなり、2024 年資源量の予測値 3,763 トンの 11.9%になると推定された (補足図 3-2)。

5. 2020 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

本系群の資源量は 1986~1996 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 3,648 トンとなり、それ以降、概ね 3,000 トン台を維持し、2018 年資源量は 3,312 トンと推定された。(図 9、

補足表 2-2)。2018 年親魚量は 2,538 トンで Blimit を上回っているため資源水準は中位、動向は最近 5 年間（2014～2018 年）の資源量の推移から横ばいと判断した（図 9）。

(2) ABC の算定

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、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（図 16）。2018 年の親魚量は 2,538 トンで、Blimit 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、それを実現する F_{sus}（0.49）を管理基準として ABC を算定した。2020 年に F_{limit}（0.49）で漁獲した場合の ABC_{limit} は 1,194 トン、不確実性を見込んだ F_{target}（0.39）で漁獲した場合の ABC_{target} は 1,003 トンと算出された。

管理基準	Target / Limit	2020 年 ABC (トン)	漁獲割合 (%)	F 値 (現状の F 値からの増減%)
F _{sus}	Target	1,003	30	0.39 (-22%)
	Limit	1,194	35	0.49 (-3%)

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} = α F_{limit} とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。現状の F (F_{current}) は、2015～2017 年の F の平均値であり、0.50 である。漁獲割合は 2020 年の漁獲量／資源量、F 値は各年齢の平均値である。ABC に 0 歳魚は含まれない。

(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 18 に示す。将来予測においては、2019 年の漁獲係数は 2018 年と同じ、また 2020 年以降は年齢別選択率を 2018 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}（0.50）は、資源量の維持を目標とした限界値 F_{sus}（0.49）を若干上回っている（図 18）。このため、現在の F 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る。しかし、本種は種苗放流が実施され、将来予測値には種苗放流の効果も加わっていることから、これらの値は増加傾向を示した（図 18）。また、F_{limit}(F_{sus}) 及び安全率を乗じた F_{target}(0.8F_{sus}) では、これらの値はさらに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)							
			2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
資源量の維持 (Fsus)	Target	0.39	1,206	1,205	1,003	1,125	1,260	1,373	1,493	1,640
	Limit	0.49	1,206	1,205	1,194	1,231	1,288	1,322	1,357	1,400
現状の漁獲圧 の維持 (Fcurrent)	Target	0.40	1,206	1,205	1,022	1,138	1,265	1,371	1,482	1,617
	Limit	0.50	1,206	1,205	1,216	1,240	1,288	1,312	1,338	1,371
			資源量 (トン)							
			2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
資源量の維持 (Fsus)	Target	0.39	3,312	3,326	3,395	3,808	4,210	4,610	5,036	5,515
	Limit	0.49	3,312	3,326	3,395	3,519	3,645	3,750	3,855	3,973
現状の漁獲圧 の維持 (Fcurrent)	Target	0.40	3,312	3,326	3,395	3,779	4,151	4,517	4,906	5,340
	Limit	0.50	3,312	3,326	3,395	3,486	3,584	3,659	3,736	3,822
			親魚量 (トン)							
			2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
資源量の維持 (Fsus)	Target	0.39	2,538	2,543	2,525	2,914	3,261	3,547	3,876	4,260
	Limit	0.49	2,538	2,543	2,525	2,647	2,759	2,828	2,907	3,002
現状の漁獲圧 の維持 (Fcurrent)	Target	0.40	2,538	2,543	2,525	2,887	3,208	3,469	3,768	4,116
	Limit	0.50	2,538	2,543	2,525	2,617	2,704	2,753	2,809	2,880

(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
2017年漁獲量確定値	2017年漁獲量の確定
2018年漁獲量速報値	2018年までの推定資源量および RPS・Fcurrent・Fsus
2018年年齢別漁獲尾数	2018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)
2018 年 (当初)	Fsus	0.39	3,349	856	709	
2018 年 (2018 年 再評価)	Fsus	0.33	3,882	999	827	
2018 年 (2019 年 再評価)	Fsus	0.49	3,312	1,178	990	1,206 (0.50)
2019 年 (当初)	Fsus	0.34	2,850	720	595	
2019 年 (2019 年 再評価)	Fsus	0.49	3,326	1,184	995	

2018 年 (当初) の値は 2016 年までの漁獲データを用いた 2017 年における評価結果、2018 年 (2018 年再評価) と 2019 年 (当初) は 2017 年までのデータを用いた 2018 年における結果、2018 年 (2019 年再評価) と 2019 年 (2019 年再評価) は 2018 年までのデータを用いた今回の結果である。

2018 年 (当初) の資源量は 3,349 トン、2018 年の再評価では 3,882 トン、2019 年の再評価では 3,312 トンとなり、2018 年当初から 2018 年再評価間では上方修正、2018 年再評価から 2019 年再評価間では下方修正となった。2019 年 (当初) の資源量は 2,850 トン、2019 年の再評価では 3,326 トンとなり上方修正となっている。一方、ABClimit 及び ABCtarget では、すべて上方修正となっている。これは、2018 年の 3 歳及び 4 歳の漁獲量が過去 5 年間に比べると多くなり (図 7、補足表 2-1)、この影響によって 2018 年以前の若齢魚の資源量推定値が上方修正となった。また、再生産成功率については、直近年のデータを加えると、低い水準は続いているものの、昨年まで見られていた再生産成功率の急激な減少傾向は認められなくなっている (図 15)。これらの影響によって将来予測値が上方修正となり、その結果 ABClimit 及び ABCtarget が上向いたと考えられる。

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 2024 年の資源量の差は 447 トン、漁獲量の差は 158 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 10.8~15.9%は、放流種苗の由来であり (補足表 3-1、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 (親魚量 1 kg あたりの 1 歳魚加入尾数) は 1986~1995 年までは 1.19~1.43 尾/kg であった。その後、1996~2002 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、2017 年の再生産成功率は 0.47 尾/kg となった (図 15、表 2)。近年の再生産成功率は低い水準が続いているとともに、2018 年の天然魚の加入尾数は過去最低値であった。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も検討し、資源を効果的に増加させる種苗放流を実施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) 産卵期. 「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 pp.
- 農林水産省統計部 (2003) 平成14年遊漁採捕量調査報告書. 52 pp.
- 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.

(執筆者：中川雅弘、吉村 拓)



図1. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の分布水域

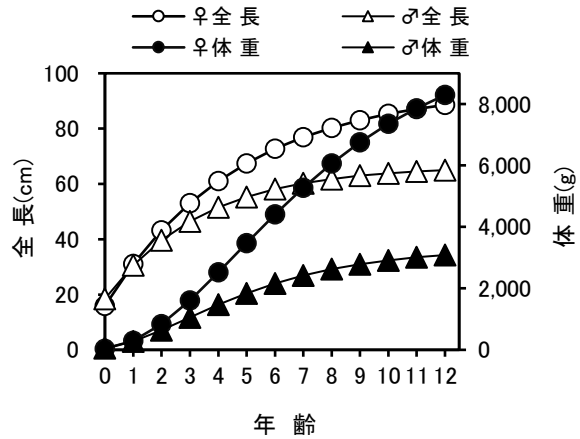


図2. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の成長

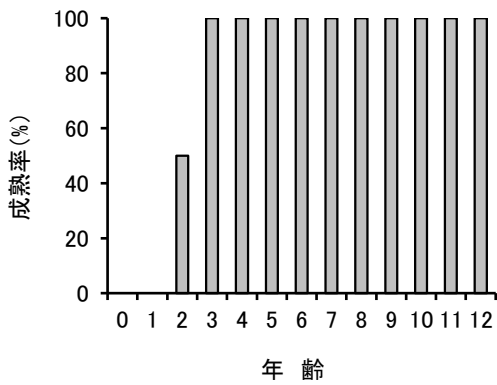


図3. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の年齢別成熟率

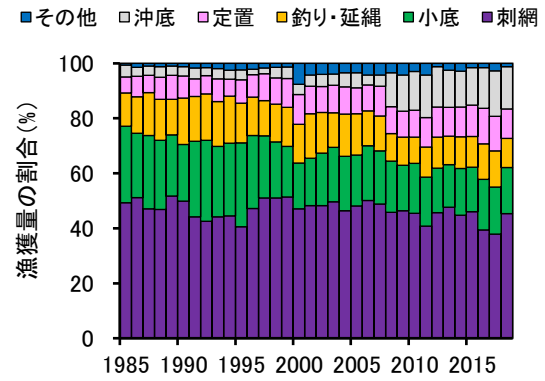


図4. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群における漁業種類別漁獲量の割合の推移

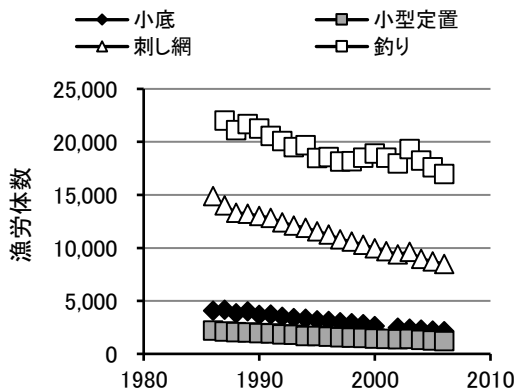


図5. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群分布域の主な沿岸漁業漁労体数の推移

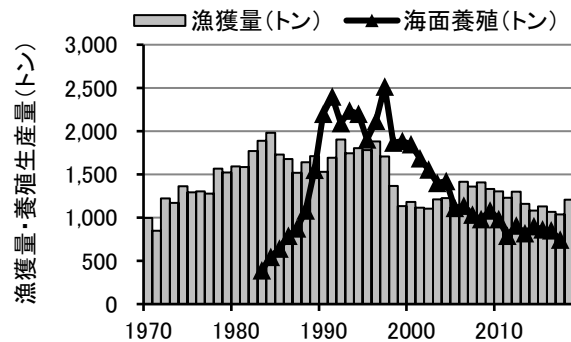


図6. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の漁獲量および本海域での養殖収穫量の推移

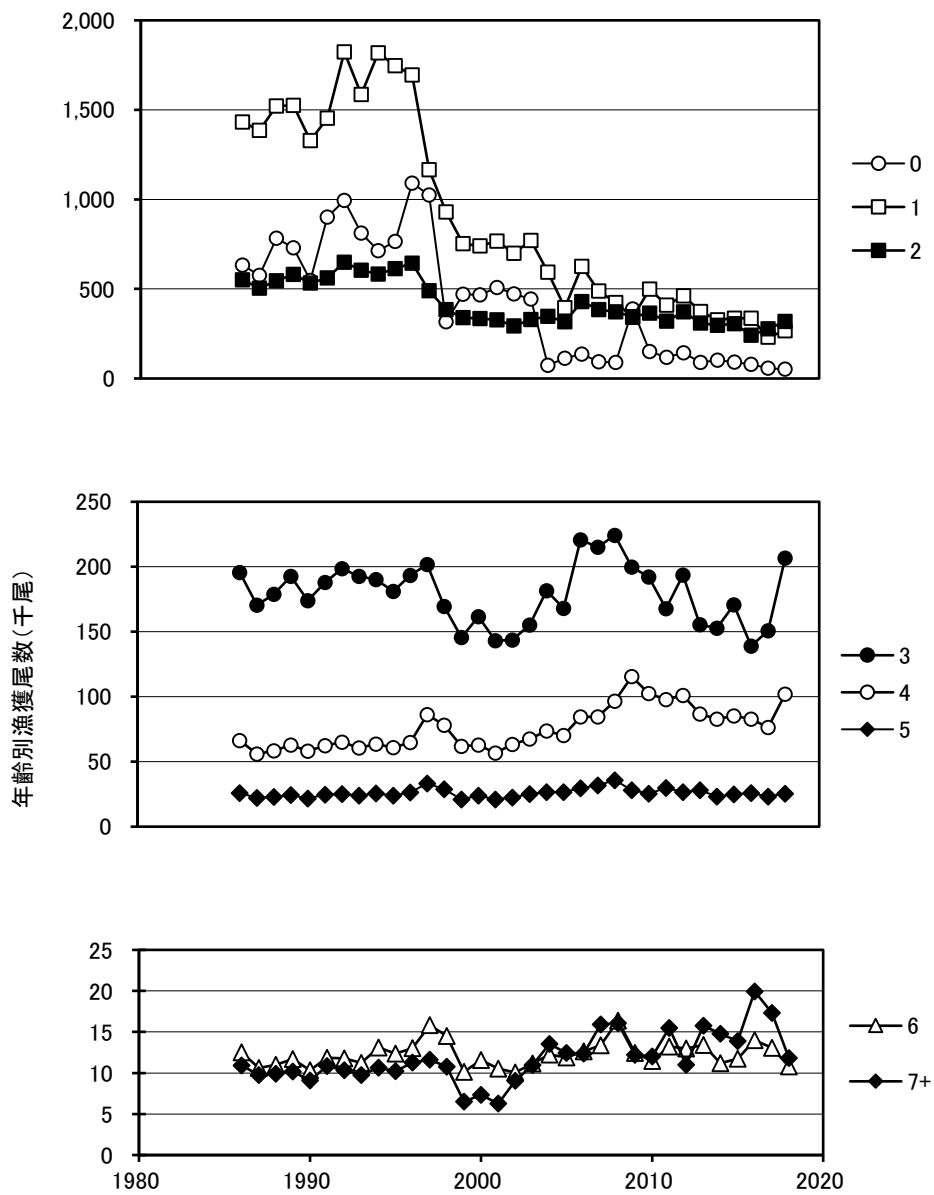


図7. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の年齢別漁獲尾数の経年変化
凡例の数値は年齢を示す。

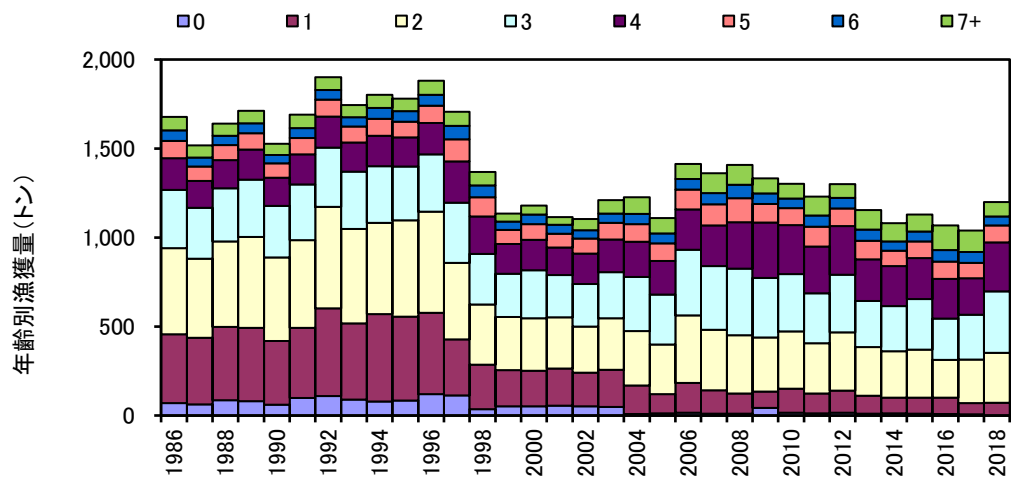


図 8. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の年齢別漁量の経年変化
凡例の数値は年齢を示す。

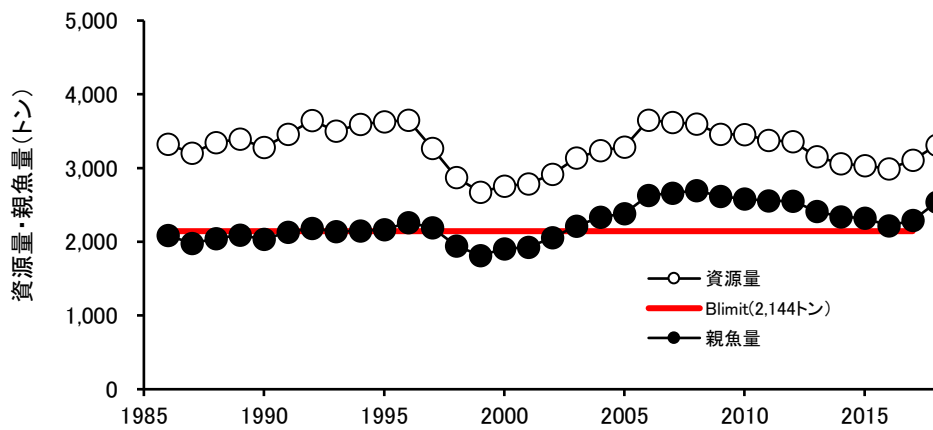


図 9. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の資源量の推移と水準

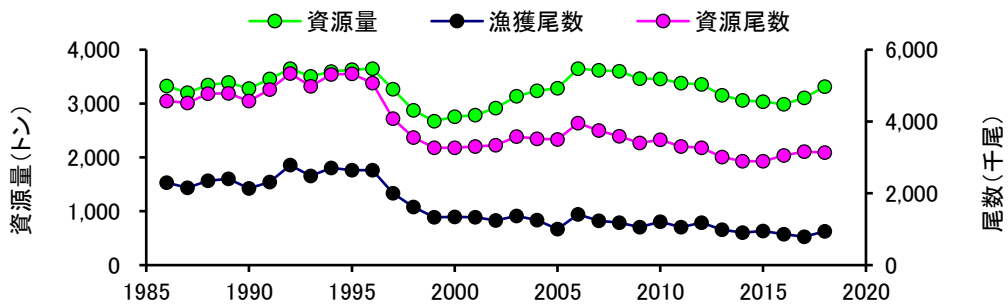


図 10. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の資源量、資源尾数および漁獲尾数の経年変化

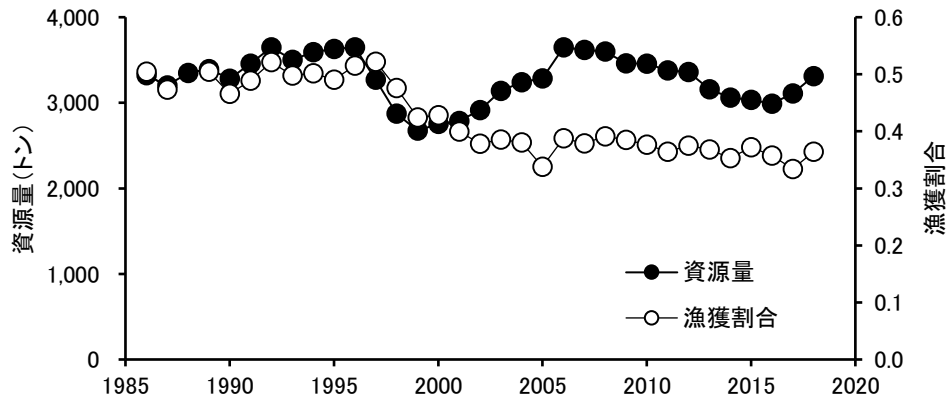


図 11. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の資源量と漁獲割合の経年変化

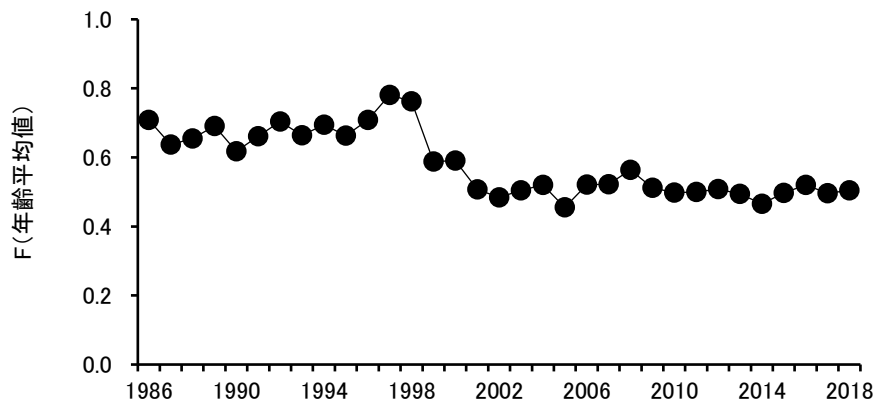


図 12. コホート解析により推定された F 値の経年変化

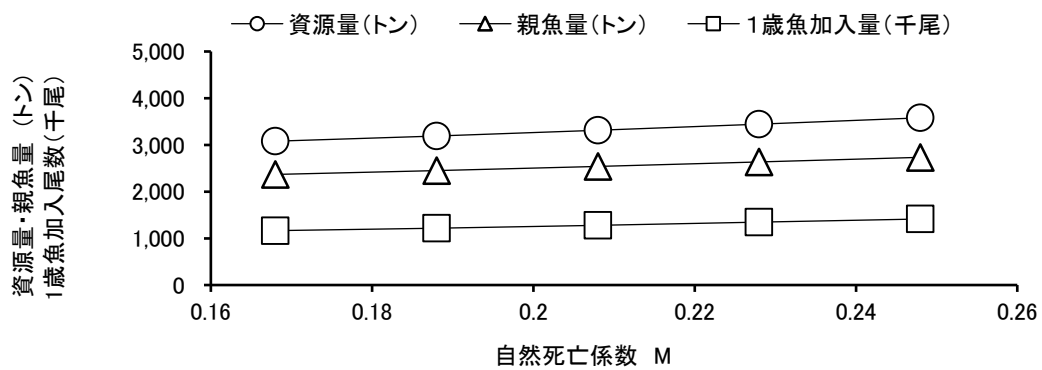


図 13. M を変化させた場合の資源量、親魚量、1 歳魚加入尾数の推定値の変化

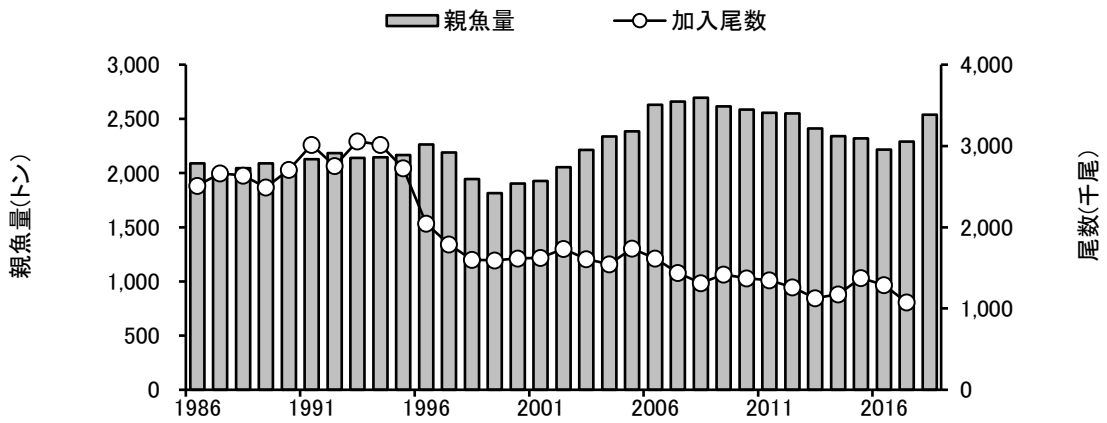


図 14. 親魚量と翌年加入尾数の経年変化

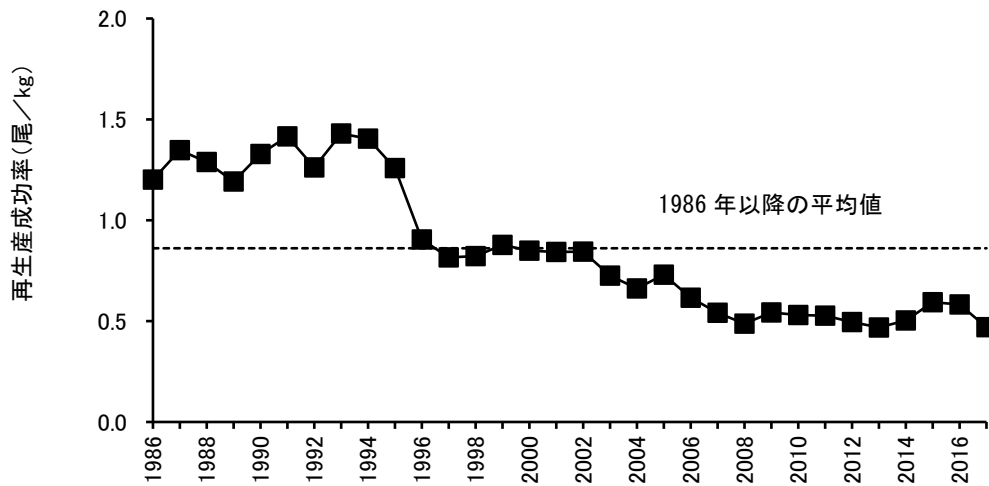


図 15. 再生産成功率の経年変化

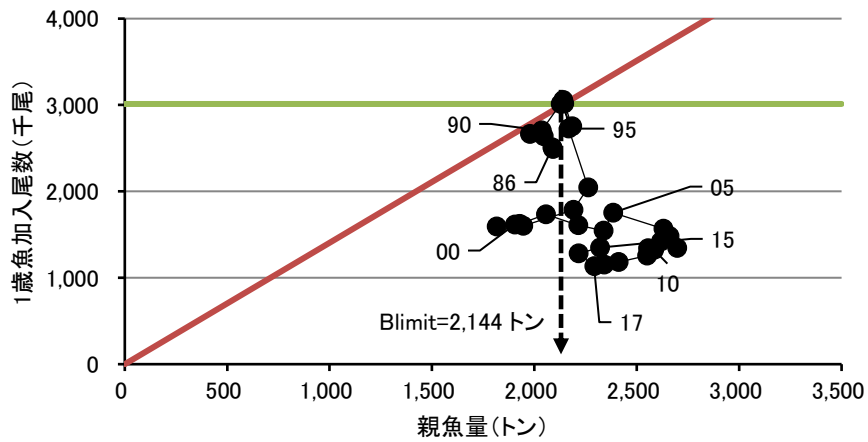


図 16. 再生産関係図

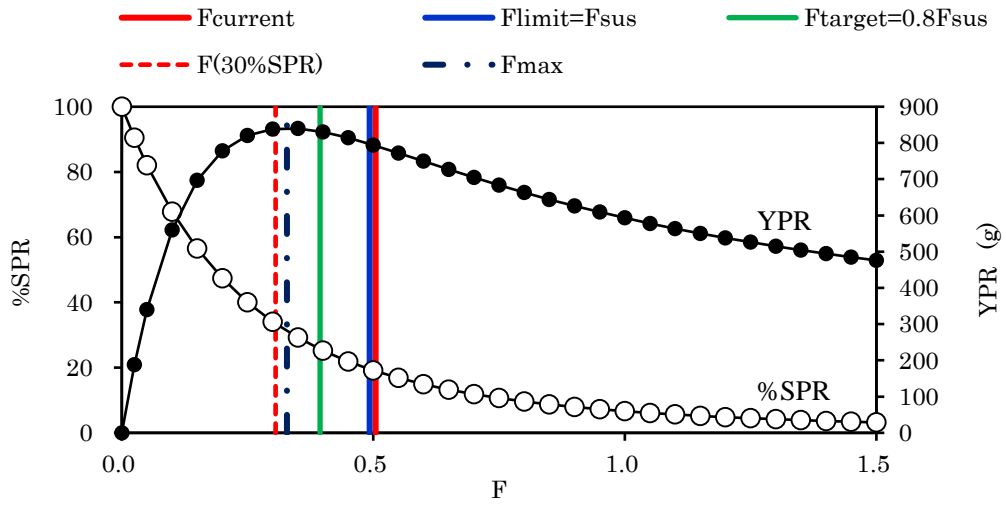


図 17. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の%SPR、YPR および F の参考値

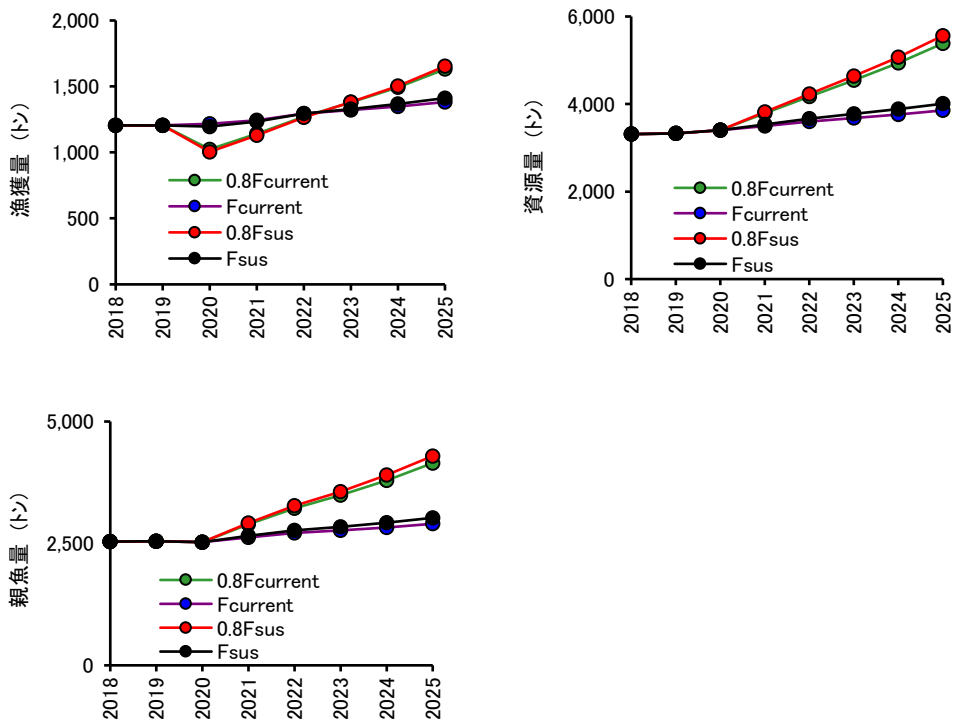


図 18. 異なる F 値による漁獲量、資源量及び親魚量の将来予測の比較

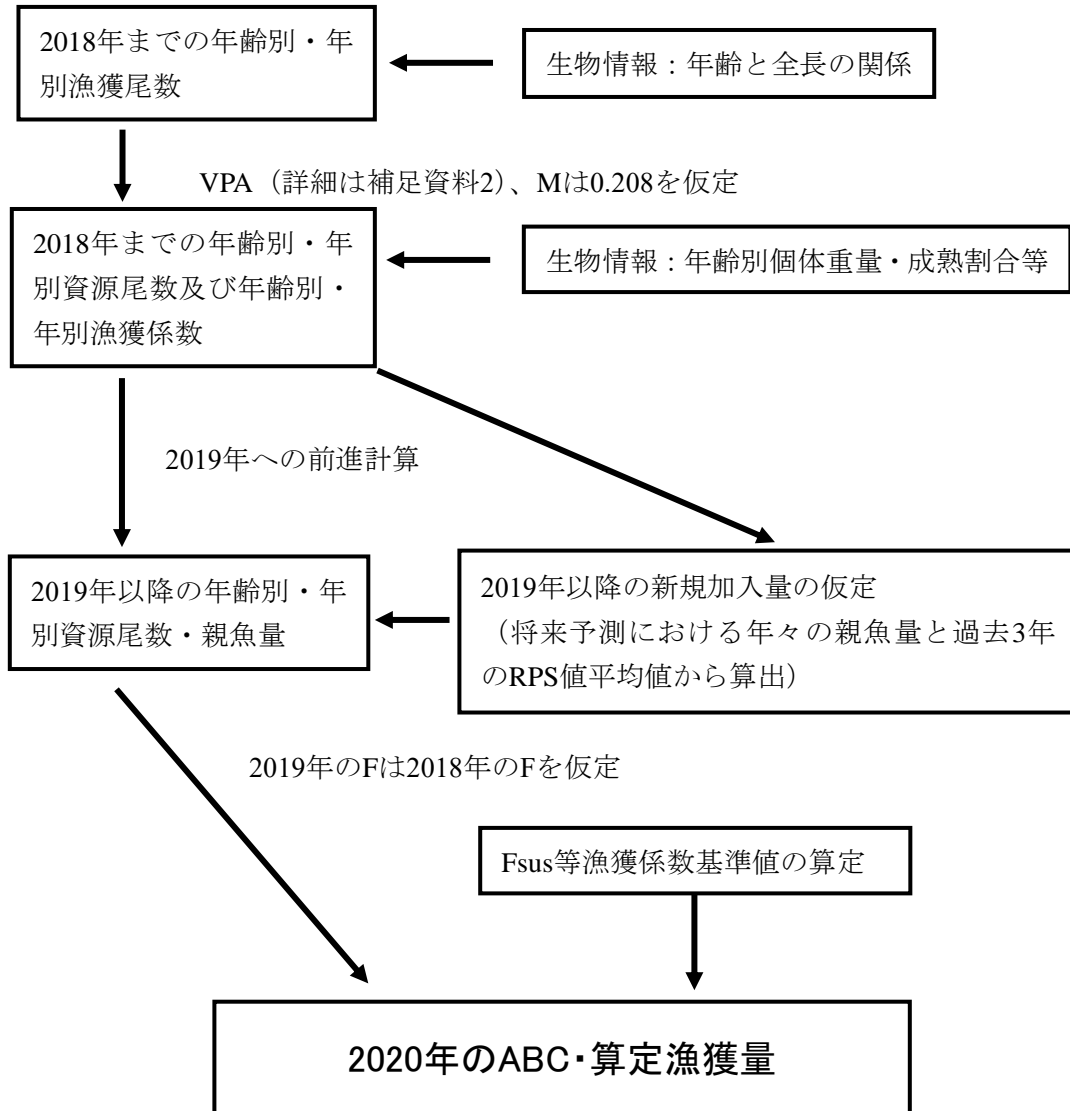
表 1. ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の漁獲量（トン）

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	2017	2018	
漁獲量	1,302	1,230	1,300	1,154	1,080	1,129	1,069	1,039	1,206	

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	2,509	1.20
1987	1,977	2,663	1.35
1988	2,045	2,637	1.29
1989	2,090	2,490	1.19
1990	2,036	2,706	1.33
1991	2,128	3,012	1.42
1992	2,184	2,754	1.26
1993	2,140	3,058	1.43
1994	2,146	3,015	1.41
1995	2,166	2,727	1.26
1996	2,263	2,047	0.90
1997	2,191	1,788	0.82
1998	1,945	1,600	0.82
1999	1,815	1,593	0.88
2000	1,904	1,617	0.85
2001	1,928	1,624	0.84
2002	2,055	1,735	0.84
2003	2,213	1,607	0.73
2004	2,337	1,545	0.66
2005	2,384	1,740	0.73
2006	2,629	1,617	0.62
2007	2,660	1,441	0.54
2008	2,696	1,313	0.49
2009	2,616	1,421	0.54
2010	2,584	1,372	0.53
2011	2,555	1,348	0.53
2012	2,550	1,261	0.49
2013	2,411	1,130	0.47
2014	2,340	1,176	0.50
2015	2,320	1,378	0.59
2016	2,215	1,290	0.58
2017	2,291	1,076	0.47
2018	2,538		

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。

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

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.
- 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.

補足表 2-1. 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	336	241	139	83	26	14	20	859
2017	58	231	278	151	76	23	13	17	790
2018	51	266	319	207	102	25	11	12	941

補足表 2-2. コホート解析によるヒラメ日本海西部・東シナ海系群の資源量及び漁獲割合 (資源量の単位はトン)

年	1 歳	2 歳	3 歳	4 歳	5 歳	6 歳	7+歳	合計	漁獲割合
1986	769	934	648	399	239	146	189	3,324	0.50
1987	776	901	610	375	225	134	182	3,204	0.47
1988	824	957	629	386	233	137	182	3,347	0.49
1989	816	975	653	391	237	141	181	3,393	0.50
1990	770	950	628	388	227	138	179	3,282	0.47
1991	837	986	663	401	240	140	191	3,459	0.49
1992	932	1,064	676	414	241	140	182	3,648	0.52
1993	852	1,021	662	404	246	139	178	3,503	0.50
1994	946	999	665	401	250	150	181	3,591	0.50
1995	933	1,063	663	411	236	146	179	3,630	0.49
1996	844	1,085	714	430	256	140	180	3,649	0.52
1997	633	890	702	467	264	150	163	3,269	0.52
1998	553	753	635	430	234	128	141	2,875	0.48
1999	495	727	582	421	220	117	111	2,674	0.42
2000	493	714	609	410	264	136	127	2,754	0.43
2001	500	717	596	407	249	169	149	2,787	0.40
2002	502	716	613	434	266	165	219	2,916	0.38
2003	537	776	662	456	274	176	257	3,138	0.39
2004	497	810	699	492	285	173	282	3,239	0.38
2005	478	845	726	476	304	178	276	3,285	0.34
2006	543	953	826	544	298	198	287	3,648	0.39
2007	489	941	822	548	326	179	315	3,619	0.38
2008	448	908	870	555	330	198	288	3,599	0.39
2009	419	850	841	596	298	185	270	3,461	0.38
2010	453	838	792	618	281	186	288	3,456	0.38
2011	422	803	743	572	349	179	311	3,378	0.36
2012	412	793	755	567	313	230	288	3,359	0.38
2013	384	725	662	521	297	207	361	3,157	0.37
2014	360	721	651	491	293	184	360	3,060	0.35
2015	367	693	665	483	273	201	352	3,035	0.37
2016	422	706	609	457	255	174	367	2,990	0.36
2017	393	850	724	462	235	150	295	3,109	0.33
2018	346	856	892	584	261	142	231	3,312	0.36

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	3,555
1999	1,834	826	348	156	59	25	16	3,265
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	3,341
2003	1,988	882	396	169	73	38	37	3,583
2004	1,842	921	419	182	76	37	41	3,517
2005	1,771	961	434	176	82	38	40	3,502
2006	2,010	1,083	495	201	80	42	41	3,952
2007	1,812	1,069	492	203	87	38	45	3,747
2008	1,661	1,032	521	206	89	42	42	3,592
2009	1,552	966	504	221	80	40	39	3,402
2010	1,678	952	474	229	75	40	42	3,490
2011	1,563	912	445	212	94	38	45	3,309
2012	1,528	901	452	210	84	49	42	3,265
2013	1,422	824	397	193	80	44	52	3,012
2014	1,333	819	390	182	79	39	52	2,893
2015	1,361	788	398	179	73	43	51	2,893
2016	1,563	802	365	169	68	37	53	3,057
2017	1,455	966	434	171	63	32	43	3,163
2018	1,280	973	534	216	70	30	33	3,137

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	0.45
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	0.56
2009	0.28	0.50	0.58	0.87	0.49	0.43	0.43	0.51
2010	0.40	0.55	0.60	0.69	0.47	0.39	0.39	0.50
2011	0.34	0.49	0.54	0.72	0.44	0.48	0.48	0.50
2012	0.41	0.61	0.64	0.76	0.43	0.35	0.35	0.51
2013	0.34	0.54	0.57	0.69	0.50	0.41	0.41	0.49
2014	0.32	0.51	0.57	0.70	0.40	0.38	0.38	0.47
2015	0.32	0.56	0.65	0.75	0.47	0.36	0.36	0.50
2016	0.27	0.41	0.55	0.78	0.55	0.54	0.54	0.52
2017	0.19	0.38	0.49	0.68	0.52	0.60	0.60	0.50
2018	0.26	0.45	0.56	0.74	0.51	0.50	0.50	0.50

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。2018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4.6～14.3%、東シナ海海域の各県で14.9～28.7%となった。各海域でグループ化し、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、2018年における系群全体での放流種苗の混入率は15.9%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0.06と推定された（補足表3-2）。

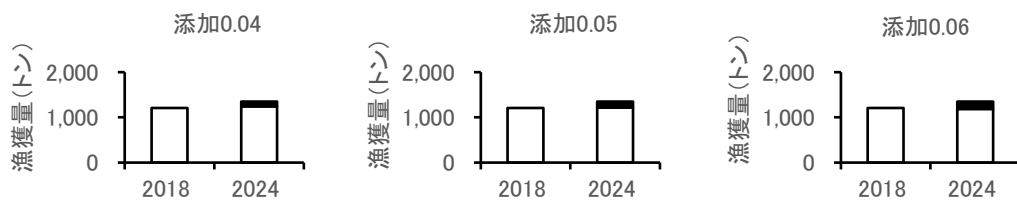
③ 添加効率を変化させた場合の漁獲量と資源量への効果

2018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（0.04、0.05、0.06）に変化させて2024年の漁獲量及び資源量を推定した。なお、2006～2018年の添加効率は0.04～0.06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0.04、0.05、0.06における漁獲量は、それぞれ105トン、131トン及び158トンと推定された。2024年漁獲量の予測値は1,348トンであるため、それぞれの放流魚の割合は7.8%、9.7%、11.7%と推定された（補足図3-1）。また、資源量はそれぞれ298トン、373トン及び447トンと推定された。2024年資源量の予測値は3,763トンであるため、それぞれの放流魚の割合は7.9%、9.9%、11.9%と推定された（補足図3-2）。

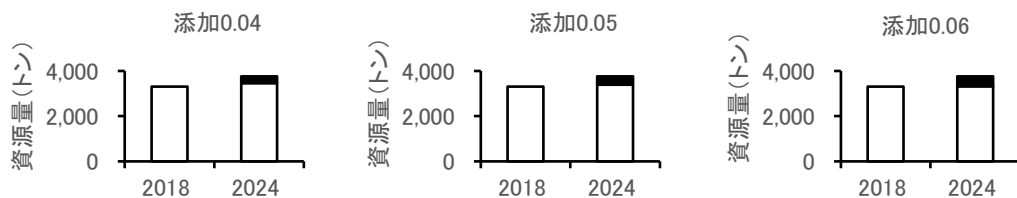
引用文献

- 水産庁・水産総合研究センター・全国豊かな海づくり推進協会（2007）種苗放流実績表。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・水産総合研究センター・全国豊かな海づくり推進協会（2008）種苗放流実績表。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・水産総合研究センター・全国豊かな海づくり推進協会（2009）種苗放流実績表。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・水産総合研究センター・全国豊かな海づくり推進協会（2010）種苗放流実績表。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・水産総合研究センター・全国豊かな海づくり推進協会（2011）種苗放流実績表。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・水産総合研究センター・全国豊かな海づくり推進協会（2012）種苗放流実績表。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.

- 水産総合研究センター (2013) 種苗放流実績表. 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.
- 水産総合研究センター (2014) 種苗放流実績表. 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, 78-89.
- 水産総合研究センター (2015) 種苗放流実績表. 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, 78-89.
- 水産総合研究センター (2016) 種苗放流実績表. 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, 78-79.
- 水産研究・教育機構 (2017) 種苗放流実績表. 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, 78-79.
- 水産研究・教育機構 (2018) 種苗放流実績表. 平成 28 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.
- 水産研究・教育機構 (2019) 種苗放流実績表. 平成 29 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.
- 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, 水産庁・水産総合研究センター, 1385-1410.



補足図 3-1. 追加効率を変化させた場合の 2024 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. 追加効率を変化させた場合の 2024 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（千尾、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
鳥取			61	62	57	70	57	57	76
			(1.6)	(3.0)	(2.0)	(3.8)	(3.5)	(7.3)	(11.8)
島根	727	598	633	649	601	578	424	197	464
	(1.4)	(3.6)	(5.1)	(3.7)	(3.8)	(2.4)	(2.7)	(3.0)	(2.6)
山口	461	614	635	601	644	615	650	636	614
	(3.9)	(2.6)	(6.6)	(6.8)	(5.4)	(2.4)	(7.7)	(5.6)	(9.4)
福岡	94	77	99	57	98	126	114	42	6
	(－)	(－)	(－)	(－)	(－)	(－)	(－)	(－)	(－)
佐賀	189	150	196	156	170	112	114	102	156
	(17.0)	(15.1)	(13.2)	(4.3)	(4.6)	(3.4)	(9.8)	(8.8)	(25.4)
長崎	1,196	1,061	1,076	1,029	1,030	1,052	931	1,069	774
	(－)	(－)	(－)	(－)	(－)	(10.7)	(13.3)	(10.3)	(13.9)
熊本	924	802	719	825	826	988	815	872	910
	(30.0)	(22.5)	(35.5)	(38.1)	(24.8)	(24.7)	(24.9)	(23.8)	(22.6)
鹿児島	949	935	947	836	876	783	785	911	834
	(19.5)	(12.9)	(16.9)	(22.7)	(28.6)	(17.9)	(15.8)	(11.9)	(17.6)
全体	4,550	4,237	4,366	4,215	4,302	4,324	3,890	3,886	3,780
	(13.4)	(10.8)	(13.2)	(15.4)	(15.3)	(12.3)	(11.8)	(11.3)	(15.2)

年	2015	2016	2017	2018
鳥取	30	60	60	60
	(5.4)	(3.2)	(7.8)	(7.7)
島根	257	355	354	342
	(5.8)	(4.6)	(5.5)	(4.6)
山口	528	494	558	533
	(10.5)	(3.3)	(2.3)	(14.3)
福岡	6	14	13	19
	(－)	(－)	(－)	(－)
佐賀	180	132	102	105
	(15.7)	(8.6)	(7.5)	(8.7)
長崎	899	750	704	686
	(10.8)	(14.3)	(20.5)	(25.5)
熊本	808	785	785	789
	(29.5)	(25.3)	(24.2)	(28.7)
鹿児島	817	764	737	757
	(18.0)	(14.0)	(10.9)	(14.9)
全体	3,447	3,318	3,301	3,291
	(13.6)	(11.8)	(11.3)	(15.9)

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

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
前年の放流数（千尾）	4,510	4,237	4,326	4,200	4,242	4,314	3,880
1歳魚（放流＋天然） 加入尾数（千尾）	2,010	1,812	1,661	1,552	1,678	1,563	1,528
放流魚の混入率（%）	13.4	10.8	13.2	15.4	15.3	12.3	11.8
放流1歳魚加入数 （千尾）	270	195	220	239	257	192	180
添加効率	0.06	0.05	0.05	0.06	0.06	0.04	0.05

年	2013	2014	2015	2016	2017	2018
前年の放流数（千尾）	3,886	3,780	3,447	3,318	3,301	3,291
1歳魚（放流＋天然） 加入尾数（千尾）	1,422	1,333	1,361	1,563	1,455	1,280
放流魚の混入率（%）	11.3	15.2	13.6	11.8	11.3	15.9
放流1歳魚加入数 （千尾）	161	203	185	185	165	204
添加効率	0.04	0.05	0.05	0.06	0.05	0.06

放流尾数：水産庁・水産総合研究センター・全国豊かな海づくり推進協会（2007～2012）、水産総合研究センター（2013～2015）、水産総合研究センター（2016）、水産研究・教育機構（2017～2019）。混入率は全年齢込みで示した。