

平成28（2016）年度ヒラメ瀬戸内海系群の資源評価

責任担当水研：瀬戸内海区水産研究所（阪地英男、山本圭介）

参画機関：和歌山県水産試験場、大阪府立環境農林水産総合研究所水産技術センター、兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センター、岡山県農林水産総合センター水産研究所、広島県立総合技術研究所水産海洋技術センター、山口県水産研究センター、福岡県水産海洋技術センター、大分県農林水産研究指導センター水産研究部、愛媛県農林水産研究所水産研究センター、香川県水産試験場、徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究課

要 約

本系群の資源量について、資源量指標値を考慮したコホート解析により計算した。漁獲量は、1999年にそれまでの最高の1,118トンとなり、2002年まで1,000トン程度が続いたが、その後減少して2015年は586トン（概数値）となった。資源量は1998年の3,023トンの最高となった後に徐々に減少し、2015年は1,861トンと推定された。親魚量は1994年の1,178トンから増加して2000年に最大の1,680トンとなり、2015年には1,239トンとなった。CPUEと親魚量の推移から、資源状態は中位・横ばいと判断した。Blimitは、再生産関係より最大の加入量の50%が得られる親魚量840トンと設定した。2015年の親魚量はBlimitを上回っている。資源が中位・横ばいであることから、現状を維持する方策が必要と考えられる。現状（2015年）の親魚量水準を維持することを管理目標とし、ABC算定のための基本規則1-1)-(1)に基づいてABCを算出した。管理方策として親魚量を安定的に維持するFsusを採用し、Flimitとした。本種は栽培対象種で2014年には288万尾の人工種苗が放流され、0歳の放流魚の混入率は15%、添加効率（放流魚の漁獲加入までの生残率）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=840トン 親魚量5年後 (トン)
Fsus	Target	0.40	22.5	450	2,126
	Limit	0.50	27.0	540	1,641

F値は2歳における値とした。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、管理基準の下でより安定的な資源の維持が期待される漁獲量である。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。2015年の親魚量は1,239トン、漁獲割合は2017年の漁獲量 資源量である。

年	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	漁獲量 (トン)	F値	漁獲割合
2012	2,038	1,264	691	0.68	34%
2013	1,957	1,252	654	0.64	33%
2014	1,892	1,241	613	0.52	32%
2015	1,885	1,239	586	0.55	32%
2016	1,929	1,220	—	—	—

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	瀬戸内海区及び太平洋南区における漁業動向（中国四国農政局） 農林水産統計年報（和歌山～大分の 11 府県） 生物情報収集調査 ・ 主要港水揚量（大阪～大分の 7 府県） ・ 市場調査（月別全長組成）（大阪～大分の 7 府県） ・ 精密測定（体重、全長、年齢査定）（兵庫県、香川県、愛媛県）
加入量指数	新規加入量調査（香川県、愛媛県）・ソリネット
自然死亡係数（M）	年当たり $M=0.31$ を仮定
漁獲努力量	・ 瀬戸内海区及び太平洋南区における漁業動向（中国四国農政局） 農林水産統計年報（和歌山～大分の 11 府県） ・ 標本船、標本漁協の小底漁獲量と努力量（2000～2015 年：大阪府、香川県、愛媛県、山口県、2002～2015 年：岡山県、大分県、2004～2015 年：兵庫県）＊
混入率	生物情報収集調査 ・ 市場調査（月別全長組成、黒化の有無）（大阪～大分の 7 府県）
標識装着率	放流時の黒化率資料（兵庫県、山口県、愛媛県）

＊はコホート解析におけるチューニング指数である。

1. まえがき

本種は北海道から九州にかけて広範囲にわたって分布し、沿岸漁業にとって重要な魚種であり、栽培漁業および資源管理型漁業等の対象となっている。瀬戸内海では 1980 年代から全域で種苗放流が実施されており、2014 年の放流尾数は 288 万尾だった。2014 年では、全国のヒラメの漁獲量に対する瀬戸内海の割合は 7.7%、瀬戸内海の魚類の漁獲量に対するヒラメの割合は 0.5%であった。2004 年度に周防灘小型機船底びき網漁業対象種資源回復計画の対象魚種に指定され、小型魚混獲回避のための漁具改良や種苗放流などの措置が実施されていた。資源回復計画は 2011 年度で終了したが、同計画で実施されていた措置は、2012 年度以降も新たな枠組みである資源管理指針・計画の下で継続して実施されている。

2. 生態

(1) 分布・回遊

春に瀬戸内海で生まれた仔稚魚は、ごく沿岸域で成長し、徐々に沖合域に分布を拡げるが、未成魚期まで瀬戸内海に分布する。成魚になると、瀬戸内海に留まるものと外海へ移出するものがあり、移出の場合は東部海域では紀伊水道へ、中西部海域では豊後水道へ向かう（図 1）（山口県 1995、愛媛県 1995、徳島県 1995）。

(2) 年齢・成長

本種は雌雄により成長に顕著な差が見られる。雌は雄よりも大型に成長し、5 歳では雌

は雄の2倍以上の体重となる。寿命は15歳程度である。1995～2004年に精密測定を行った個体の全長、体重と耳石切断法による年齢査定値を使用し、雌雄別の年齢 t と全長 L_t (cm)の von Bertalanffy 成長式と、全長 L (cm)と体重 W (g)のアロメトリー式を推定した(図2)。

年齢－全長関係式	雄： $L_t = 62.78 (1 - \exp(-0.29(t + 0.96)))$	(1)
	雌： $L_t = 92.94 (1 - \exp(-0.24(t + 0.59)))$	(2)
全長－体重関係式	雄： $W = 0.0072 L^{3.10}$	(3)
	雌： $W = 0.0047 L^{3.23}$	(4)

(3) 成熟・産卵

産卵場は、東部海域では徳島県の太平洋海域、中西部海域では山口県周防灘及び伊予灘、愛媛県斎灘、隠灘西部及び島嶼部に分散していると考えられている(図1)。産卵期は東部海域では2～5月、中西部海域では3～6月である。年齢別成熟割合は雌が1歳で4%、2歳で75%、3歳で82%、4歳以上で100%、雄は1歳で4%、2歳で52%、3歳で91%、4歳以上で100%である(図3)(愛媛県1995)。

(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、殻類やイカ類も捕食する。稚魚はマゴチ等の大型魚に捕食される(山口県1995、愛媛県1995、徳島県1995)。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

小型底びき網(以下、小底という)、刺網、定置網、釣りで主に漁獲される。2015年における漁法別漁獲量の割合は、小底57%、刺網25%、定置網11%、釣り7%であった(図4)。秋には未成魚、冬から春にかけては成魚が漁獲の主体である。

(2) 漁獲量の推移

漁獲量は1970年代前半までは200トン前後だったが、1970年代後半から1980年代にかけて増加し、1988年には1,000トンを越えた。1999年には最高値の1,118トンとなり、2002年まで1,000トン程度が続いたが、2003年以降は1,000トンを割り込み、2014年は613トン、2015年は586トン(概数値)となった(図5、表1)。なお、遊漁による採捕量とその漁獲量に対する割合は、1997年では7トン・0.7%であったが(農林水産省統計情報部1998)、2008年では81トン・9.7%となった(農林水産省統計情報部2009)。

(3) 漁獲努力量

農林水産統計による2006年までの小底、刺網の努力量(出漁数)は、小底では1978年(1,285,936)に、刺網では1982年(1,034,989)にそれぞれ最大となり、その後経年的に減少した。2006年の出漁数はそれぞれ、718,757と506,802であり、1980年

の 0.6 倍、0.5 倍だった。小型定置網の努力量（漁労体数）は、1970 年代後半から 1990 年代前半にかけて 2,000～2,200 統で横ばいだったが、その後減少傾向で、2006 年の漁労体数は 1,562 統だった（図 6、表 2）。2007 年以降、農林水産統計で努力量の集計は行われていない。

小底標本船（大分、山口）と小底標本漁協（泉佐野、五色町、高砂、生、庵治、東讃、内海、河原津、上灘、伊予）の合計の努力量（出漁隻数）は、2015 年現在の標本漁協がそろった 2004 年以降では減少し続けており、2015 年では 2004 年の 59%となった（図 7）。

4. 資源の状態

（1）資源評価の方法

1994 年以降について、1～4 月、5～8 月、9～12 月の 3 期ごとに 0 歳～5+歳の Age-Length key を作成し（補足表 2-1）、標本の全長組成と漁獲量から毎年の年齢別漁獲尾数を求めた。最近年の 0 歳資源尾数は、親魚量と再生産成功率 RPS の近年 5 年間（2010～2014 年）の平均値等を用いて推定した。標本船および標本漁協の小型底びき網漁船の CPUE を相対資源量の指標として、チューニングコホート解析で年別年齢別資源尾数を推定した（詳細は補足資料 2）。

（2）資源量指標値の推移

1970～2006 年まで農林水産統計による小底、刺網、定置網の CPUE（小底と刺網は kg/出漁数、定置網はトン/漁労体数）の推移は、いずれの漁法においても 1980 年代から 90 年代にかけて、増加傾向が見られていた。それぞれの漁業種とも 2000 年以降横ばい傾向となったが、定置網では 2005 年と 2006 年に、刺網では 2006 年に増加した。2006 年の小底、刺網、定置網の CPUE はそれぞれ 0.77、0.41、0.07 であり、1970 年の CPUE と比較してそれぞれ 9.0、8.4、13.3 倍となった（図 8、表 2）。一方、2002 年以降の標本船・標本漁協の小底の各漁獲量で重み付けした CPUE（kg/出漁隻数）は、2004 年に最大の 1.22 および 2010 年に最小の 0.58 となり、近年 5 年間（2011～2015 年）は 0.66～0.87 を横ばい傾向で推移している（図 9、表 3）。

（3）漁獲物の年齢組成

年別年齢別漁獲尾数を図 10 に、年別年齢別漁獲重量を図 11 にそれぞれ示す（詳細は補足資料 3）。漁獲尾数では 1 歳が最も多く、漁獲重量では 2 歳が最も多い傾向がある。漁獲尾数に占める 0 歳の割合は減少しており、1995 年には最大の 33%であったが、2015 年には過去最低の 4%となった。その一方で、3 歳以上の大型魚の割合は増加しており、1995 年に最低の 5%であったが、2015 年には過去最高の 24%となった。

（4）資源量と漁獲割合の推移

資源解析結果を表 4 に、その詳細を補足資料 3 に示す。1994 年以降、年齢別資源尾数は 0～2 歳で大きく減少しているが、3 歳以上では減少していない。資源量は 1998 年に最高の 3,023 トンとなった後に徐々に減少し、2015 年は 1,885 トンと推定された（図 12、表 4）。漁獲割合は、1999～2002 年まで 37～38%であったが、その後低下して 2003～2012 年では

33～35%となり、2015 年では 31%となった（図 12、表 4）。漁獲係数は 2 歳が高く、3 歳がこれに次ぎ、1 歳と 4 歳以上ではこれらより低かった。2 歳の漁獲係数は 1994～2008 年では 0.71～0.95 であったが、2009 年以降では 0.52～0.69 に低下し、2015 年では 0.55 だった。年齢別資源量と雌の年齢別成熟割合（図 3）から算出した親魚量は、1994 年の 1,178 トンから増加して 2000 年に最大の 1,680 トンとなった後にやや減少したが、2011 年以降では 1,200 トン台で安定しており、2015 年には 1,239 トンとなった（図 13、表 4）。加入量は 1990 年代に減少したが、2004 年以降は安定している。0 歳の資源尾数と漁獲尾数の年変動から、卓越年級群は発生していないと考えられる。

瀬戸内海全域の 0 歳魚の混入率（詳細は補足資料 2）は、1995～2014 年では 8～46%で、2015 年級群では 9%だった。放流尾数、0 歳の初期資源尾数、0 歳の混入率から、添加効率（ $=0$ 歳の混入率 $\times$ 0 歳の初期資源尾数 $\div$ 放流尾数）を求めたところ、1995～2014 年の間、平均 0.15 で 0.04～0.33 の範囲を推移し、2014 年は 0.05、2015 年では 0.09 であった（表 5）。なお、1994 年は混入率の情報が十分に得られなかったので、添加効率を 1995～1999 年の平均 0.17 と仮定した。また、2015 年の放流尾数は近年（2010～2014 年）の平均値を用いた。0 歳資源尾数を天然魚と放流魚に分離したところ、放流魚は 11 万～130 万尾程度が資源に加わっていることが示された（図 14、表 4）。

再生産成功率は 0.61～3.04 の範囲で平均 1.16 であり、1995 年をピークに減少したが 2004～2014 年では 0.61～1.08 となっている（図 15、表 4）。表 6 は 6 月の燧灘でのピーク時の天然稚魚の採集尾数（400m²あたり）で、図 16 は天然の 0 歳資源尾数との関係を示す。燧灘での天然稚魚の採集尾数は、瀬戸内海全体の天然 0 歳資源尾数と弱い正の相関がある。2016 年の天然 0 歳魚の採集尾数は、平均で 1.79 尾/400m² と過去最低であった 2015 年の 0.22 尾/400m² より増加した。

自然死亡係数の値を ± 0.1 （52～132%）変化させ、資源量、親魚量および 0 歳資源尾数の感度解析を行ったところ、資源量では 84～123%、親魚量では 83～125%、0 歳資源尾数で 82～126%の変化となり、それらは自然死亡係数の変化より小さかった（図 17～19）。

(5) Blimit の設定

親魚量が 1,100～1,700 トンの間に集中し、1,100 トン以下の情報が無いため（図 20）、再生産曲線により加入量が極大となる親魚量を推定することは困難と判断した。そこで、親魚量 SSB（トン）と天然の加入量 R（百万尾）の暫定的な関係として、原点を通る以下の回帰式を推定した。

$$R = 1,107 \times SSB \quad (5)$$

この式より求まる過去の最大親魚量 1,680 トンでの加入量を Rmax とし、その 50%の加入量（R50%）が得られる親魚量 840 トンを Blimit とした（図 21）。2015 年の親魚量は 1,239 トンで、Blimit を上回っている。親魚量が今後 1,100 トン以下に減少した場合には、再生産関係式の妥当性および、Blimit の設定について再検討するものとする。

(6) 資源の水準・動向

資源量は 1998 年に 3,023 トンとなった後に徐々に減少して、2015 年には 1,885 トンとなった（図 12、表 4）。一方、親魚量は 1,178～1,680 トンの間を増減し、2015 年には 1,239 トン

ンとなった（図 13、表 4）。近年では、小型魚の混獲回避等により未成魚である 0・1 歳の漁獲割合が減少している（図 10、11）。また、2 歳の F も低下傾向にある（補足資料 3）。このため、資源水準の判断には漁獲対象とならなくなっている未成魚を除いた親魚量を用いることが適当であると考えられる。暫定的な Blimit ではあるがこれを低位と中位の境界に、最大親魚量と Blimit の中間（1,260 トン）を中位と高位の境界とし（図 13）、2015 年の親魚量は中位水準と判断した。近年 5 年間の親魚量と標本船・標本漁協の CPUE は横ばいで推移していることから（図 9、13）、動向を横ばいと判断した。なお、昨年度の資源評価では最大親魚量と 0 の間を三等分し、資源水準を高位と判断した。昨年度の方法では今年度も高位であるが、Blimit を低位判断の基準とすることが望ましいとされていることから水準判断の方法を変更し、これにより水準は中位となった。なお、現状の親魚量は高位との境界に近いと、追加されるデータによって高位と中位の変動を繰り返す可能性がある。

（7）資源と漁獲の関係

図 22 に年齢別漁獲係数の経年変化を、図 23 に漁獲係数と YPR および %SPR の関係を、それぞれ示す（詳細は補足資料 2(4)）。2 歳の漁獲係数で代表した現状（2015 年）の F は 0.55 で、F30%SPR の 0.36 や Fmax の 0.41 などの一般に推奨される経験的資源管理基準を上回っている。しかし、2009 年以降の F は減少傾向にあり、親魚量は安定している。小底の出漁隻数の減少傾向から（図 7）、F は今後も減少するものと思われる。

（8）種苗放流効果

瀬戸内海では、1980 年代から大規模なヒラメの種苗放流が実施されてきた。1990 年代後半から 2008 年まで年間 400 万～500 万尾が放流されたが、それ以降は減少傾向となり、2014 年は 288 万尾が放流された。

種苗放流の影響を評価するため、放流尾数と漁獲圧を変化させた場合の資源量と漁獲量の変化を試算した。2017 年から 5 年間放流尾数と漁獲圧を変化させ、期待される 2021 年の資源量と漁獲量を推定した。放流尾数は、減少傾向が続いているが、2015 年と 2016 年は 2010～2014 年の平均放流尾数 293 万尾、2017 年以降 0～600 万尾の範囲で変化させた。2016 年の漁獲係数は 2015 年と同一の値で、2017 年以降 0.3～1.4 の範囲で変化させた（将来予測方法の詳細は補足資料 2(5)）。なお、種苗放流効果の算定にあたり、収集、推定した標識装着率や混入率、添加効率などについては、表 5 に記載した。図 24、図 25 は、それぞれ 2021 年の資源量と漁獲量の等量線図である。今後、放流尾数を減少させたとしても、同時に漁獲圧を減少させることができれば、現状の資源量を維持できる可能性がある。漁獲努力量（小底の出漁隻数）が減少し続けている現状から、放流尾数の減少が資源量に与える影響は小さいと考えられる。なお、近年の小型魚漁獲尾数の減少にともなう 0 歳時混入率推定のための標本数の減少により、放流加入尾数の推定精度は低下している。

5. 2017 年 ABC の算定

（1）資源評価のまとめ

2015 年の親魚量は暫定的な Blimit を上回っている。資源量と CPUE の推移から判断して、資源の水準は中位、動向は横ばいである。

(2) ABC の算定

現在の親魚量水準は B_{limit} を上回ることから、ABC 算定規則の 1-1)-(1)に基づいて ABC を算定した。資源状態は中位・横ばいであり、現状を維持する方策が必要と考えられる。中長期的に親魚量水準を維持することを管理目標とし、 F 基準値として中長期的にこの水準を維持する漁獲係数 F_{sus} (2010～2014 年の平均的な RPS の逆数に対応する SPR を維持する) を求めた。 F_{sus} は 0.50 となり、これを F_{limit} とした。

2016 年以降の資源量は、天然の 0 歳資源尾数を親魚量と再生産成功率、放流による 0 歳資源尾数を放流尾数と添加効率より推定し、1 歳以降をコホート解析の前進法で推定した。再生産成功率は 2010～2014 年の平均値 0.79 とした。漁獲圧は 2016 年が 2015 年の年齢別漁獲係数に等しく、2017 年以降は 2015 年の選択率に等しいと仮定した。2004 年以降、放流尾数は減少し続けているが、2015 年以降も近年 (2010～2014 年) と同程度の種苗放流が実施されると仮定し、放流尾数をその間の平均である 293 万尾、添加効率を 2010～2014 年の平均 0.09 とした。2017 年から F_{limit} で漁獲を続けたときの漁獲量、資源量、親魚量は、いずれも現状よりも増加する (図 26)。 F_{limit} のもとで天然加入が安定するが、放流加入が上積みされるためである。

管理基準	Target/ Limit	F 値	漁獲割合 (%)	2017年ABC (トン)
F_{sus}	Target	0.40	22.5	450
	Limit	0.50	27.0	540

F は 2 歳における値とした。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、管理基準の下でより安定的な資源の維持が期待される漁獲量である。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。2015 年の親魚量は 1,239 トン、漁獲割合は 2017 年の漁獲量 資源量である。

(3) ABC の評価

$F_{current}$ は 2015 年の値とした。管理後、漁獲量、親魚量、資源量は増加する。将来予測の詳細を補足資料 4 に示す。

ヒラメ瀬戸内海系群－8－

F	管理基準	漁獲量 (トン)						
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0.00	0.0Fcurrent	586	558	0	0	0	0	0
0.06	0.1Fcurrent	586	558	71	107	148	202	275
0.11	0.2Fcurrent	586	558	140	200	267	354	466
0.17	0.3Fcurrent	586	558	204	281	363	465	593
0.22	0.4Fcurrent	586	558	266	351	439	545	673
0.28	0.5Fcurrent	586	558	325	412	498	599	717
0.33	0.6Fcurrent	586	558	382	465	543	633	734
0.39	0.7Fcurrent	586	558	435	509	576	652	733
0.40	0.8Fsus=Ftarget	586	558	450	521	584	655	730
0.44	0.8Fcurrent	586	558	487	547	600	658	718
0.50	0.9Fcurrent	586	558	535	579	615	655	694
0.50	Fsus=Flimit	586	558	540	582	616	654	691
0.55	1.0Fcurrent	586	558	582	606	624	645	664
0.61	1.1Fcurrent	586	558	626	628	627	630	631
0.66	1.2Fcurrent	586	558	669	645	626	611	595

F	管理基準	親魚量 (トン)						
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0.00	0.0Fcurrent	1,239	1,220	1,269	2,067	3,098	4,503	6,287
0.06	0.1Fcurrent	1,239	1,220	1,269	1,974	2,843	3,988	5,394
0.11	0.2Fcurrent	1,239	1,220	1,269	1,884	2,610	3,536	4,634
0.17	0.3Fcurrent	1,239	1,220	1,269	1,799	2,398	3,138	3,986
0.22	0.4Fcurrent	1,239	1,220	1,269	1,718	2,205	2,788	3,433
0.28	0.5Fcurrent	1,239	1,220	1,269	1,641	2,029	2,480	2,961
0.33	0.6Fcurrent	1,239	1,220	1,269	1,568	1,868	2,208	2,558
0.39	0.7Fcurrent	1,239	1,220	1,269	1,498	1,721	1,969	2,213
0.40	0.8Fsus=Ftarget	1,239	1,220	1,269	1,478	1,683	1,907	2,126
0.44	0.8Fcurrent	1,239	1,220	1,269	1,431	1,587	1,757	1,918
0.50	0.9Fcurrent	1,239	1,220	1,269	1,367	1,465	1,570	1,664
0.50	Fsus=Flimit	1,239	1,220	1,269	1,361	1,453	1,552	1,641
0.55	1.0Fcurrent	1,239	1,220	1,269	1,306	1,353	1,404	1,447
0.61	1.1Fcurrent	1,239	1,220	1,269	1,248	1,250	1,258	1,260
0.66	1.2Fcurrent	1,239	1,220	1,269	1,193	1,157	1,128	1,099

F	管理基準	資源量 (トン)						
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0.00	0.0Fcurrent	1,885	1,929	1,997	3,025	4,421	6,325	8,853
0.06	0.1Fcurrent	1,885	1,929	1,997	2,907	4,092	5,655	7,660
0.11	0.2Fcurrent	1,885	1,929	1,997	2,795	3,791	5,062	6,638
0.17	0.3Fcurrent	1,885	1,929	1,997	2,688	3,515	4,538	5,763
0.22	0.4Fcurrent	1,885	1,929	1,997	2,586	3,263	4,074	5,013
0.28	0.5Fcurrent	1,885	1,929	1,997	2,489	3,031	3,663	4,369
0.33	0.6Fcurrent	1,885	1,929	1,997	2,396	2,819	3,298	3,815
0.39	0.7Fcurrent	1,885	1,929	1,997	2,308	2,624	2,975	3,338
0.40	0.8Fsus=Ftarget	1,885	1,929	1,997	2,284	2,572	2,890	3,217
0.44	0.8Fcurrent	1,885	1,929	1,997	2,224	2,445	2,687	2,928
0.50	0.9Fcurrent	1,885	1,929	1,997	2,143	2,281	2,431	2,573
0.50	Fsus=Flimit	1,885	1,929	1,997	2,135	2,265	2,407	2,541
0.55	1.0Fcurrent	1,885	1,929	1,997	2,066	2,130	2,203	2,268
0.61	1.1Fcurrent	1,885	1,929	1,997	1,993	1,991	2,000	2,003
0.66	1.2Fcurrent	1,885	1,929	1,997	1,923	1,863	1,819	1,774

F値は2歳における値、Fcurrentは2015年の値とした。

(4) ABC の再評価

昨年度資源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	資源量推定値、2014 年漁獲量、2014 年混入率
2015 年漁獲量概数値	資源量推定値、2015 年漁獲量
2015 年全長組成	2015 年年齢別漁獲尾数
2015 年年齢、全長測定値	Age-length key の更新、年齢別漁獲尾数、資源量推定値
2014 年種苗放流尾数	仮定した値からの置き換え

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)
2015 年 (当初)	F2013	0.57	2,351	676	564	
2015 年 (2015 年再評価)	F2013	0.59	2,172	598	498	
2015 年 (2016 年再評価)	F2013	0.64	1,870	588	493	586
2016 年 (当初)	F2014	0.56	1,968	546	455	
2016 年 (2016 年再評価)	F2014	0.52	1,792	532	444	

2015年の年齢別漁獲尾数データとCPUEの追加により、2013年のRPSとFが上方修正されたものの親魚量の下方修正が大きく、2015年（2016年再評価）のABCが下方修正された。また、2014年のRPSとFと親魚量が下方修正されるとともに、2014年の添加効率も下方修正されたため、2016年（2016年再評価）のABCが下方修正された。ただし、3歳以上のFが当初より上方修正されたため、ABCの下方修正幅は小さい。

6. ABC 以外の管理方策への提言

漁獲尾数において、0 歳と 1 歳が大きく減少しているのに対し、2 歳以上の減少はそれほどではない（図 10）。このような漁獲物の大型化は小型魚再放流等の小型魚混獲回避によるものと思われる、近年では加入量が低位であるものの親魚量は安定している。このような資源管理は、放流種苗を親魚にまで育てて再生産を確保する 資源造成型栽培漁業 を推進することにもなる。一方で、近年の燐灘での天然稚魚の採集数は低位であることから、稚魚の着底場の環境の悪化により RPS が減少している可能性がある。2016 年調査では天然稚魚の採集尾数がやや増加したので、今後もその動向を注視する必要がある。

7. 引用文献

- 愛媛県 (1995) 平成 2～6 年度放流技術開発事業総括報告書資料編 (瀬戸内海・九州海域ブロックヒラメ班), 1-58.
- 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, 115pp.
- 水産庁管理課資源管理推進事務局 (1999) 平成 11 年度複合的資源管理型漁業促進対策事業魚種別全体計画, 282pp.
- 徳島県 (1995) 平成 2～6 年度放流技術開発事業総括報告書資料編 (瀬戸内海・九州海域ブロックヒラメ班), 1-38.
- 山口県 (1995) 平成 2～6 年度放流技術開発事業総括報告書資料編 (瀬戸内海・九州海域ブロックヒラメ班), 1-28.

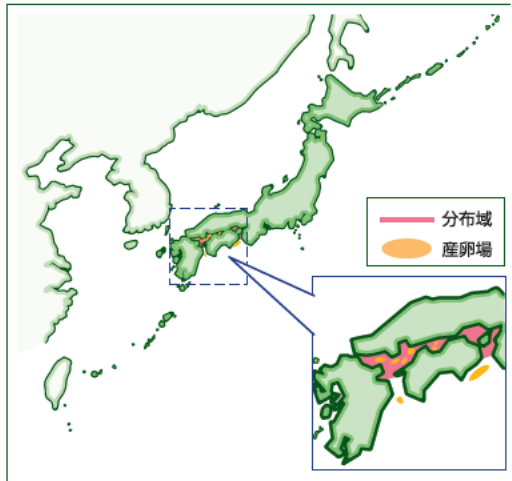


図1. ヒラメ瀬戸内海系群の分布

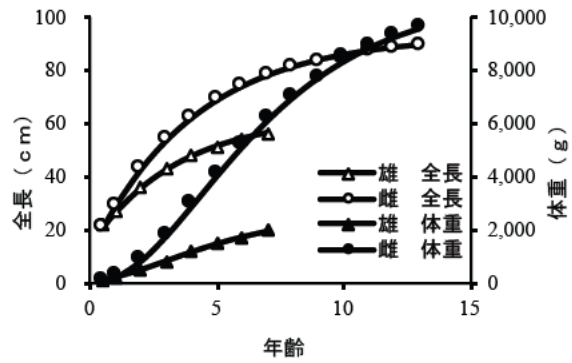


図2. 雌雄別の年齢と全長、体重の関係

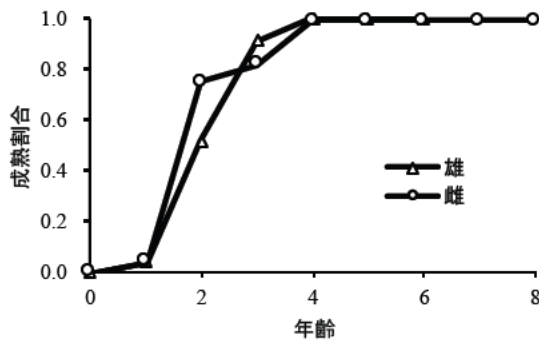


図3. 年齢別成熟割合

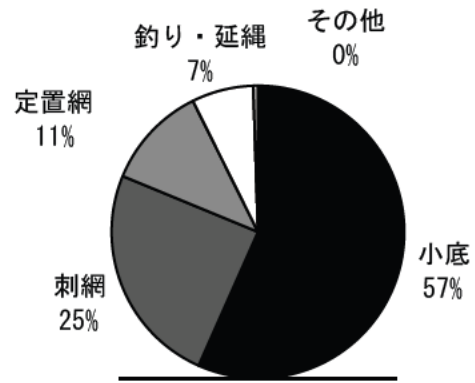


図4. 2015年の漁法別漁獲量の割合



図5. 漁獲量と放流尾数の推移

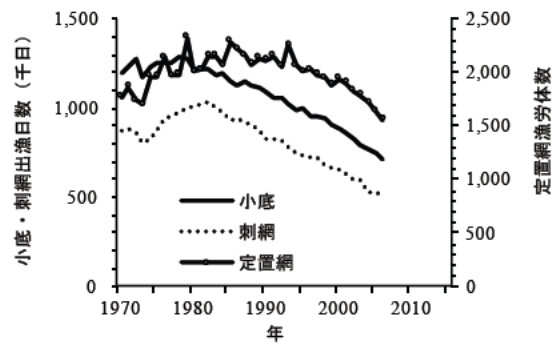


図6. 農林水産統計による瀬戸内海区の小型底びき網、刺網、定置網の努力量の推移

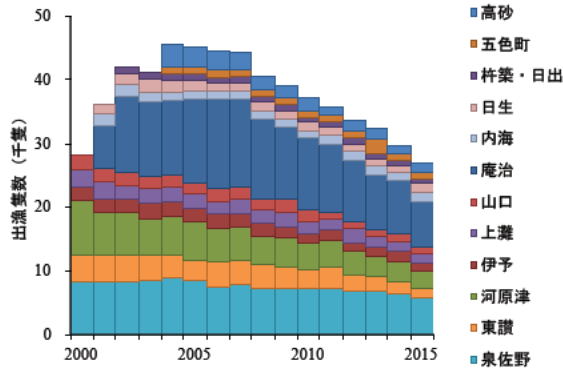


図 7. 標本船・標本漁協の小底出漁隻数の推移

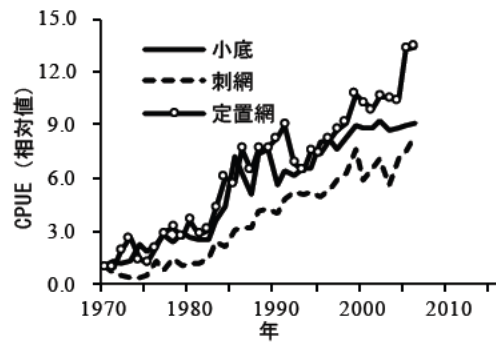


図 8. 農林水産統計による瀬戸内海区の小型底びき網、刺網、定置網の CPUE の推移 (1970 年を 1 とした)



図 9. 小底の標本船・標本漁協 CPUE

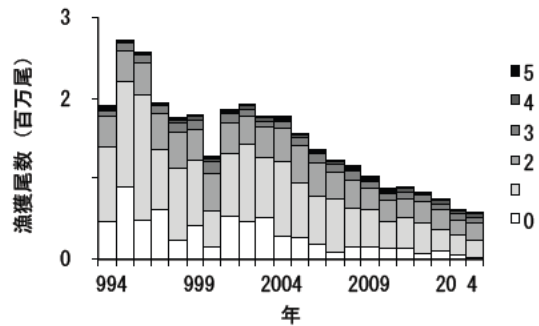


図 10. 年齢別漁獲尾数の推移

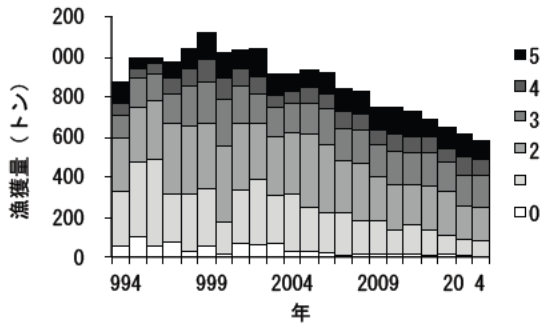


図 11. 年齢別漁獲量の推移

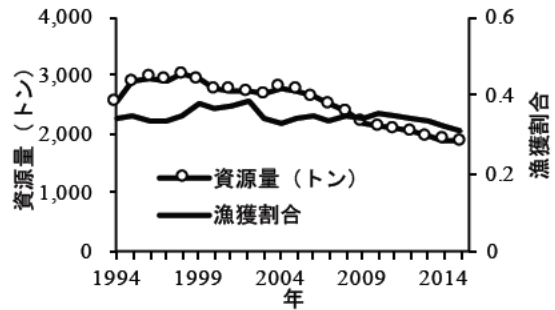


図 12. 資源量と漁獲割合の推移

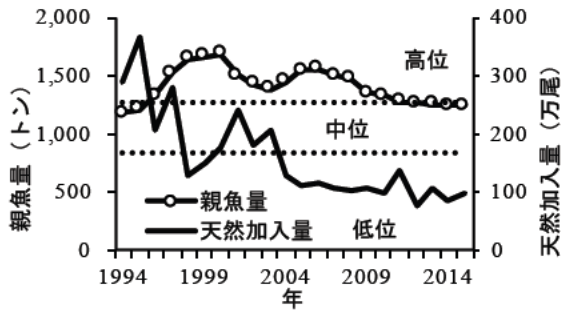


図 13. 親魚量と天然魚加入量の推移、中位と低位の境は Blimit、高位と中位の境は最大親魚量と Blimit の中間

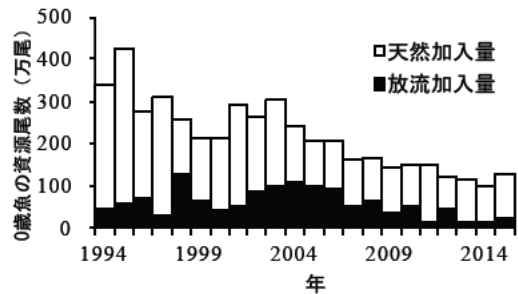


図 14. 0 歳資源尾数の天然と放流魚の内訳

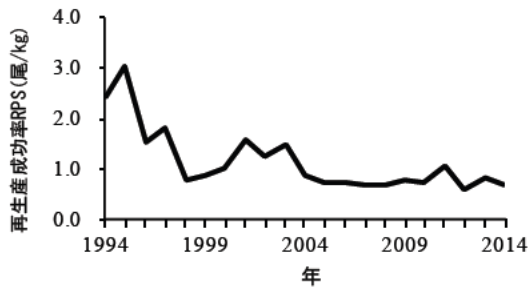


図 15. 再生産成功率の推移

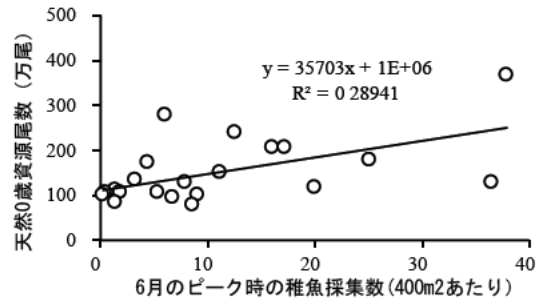


図 16. 6 月のピーク時の稚魚採集数と天然の 0 歳資源尾数の関係

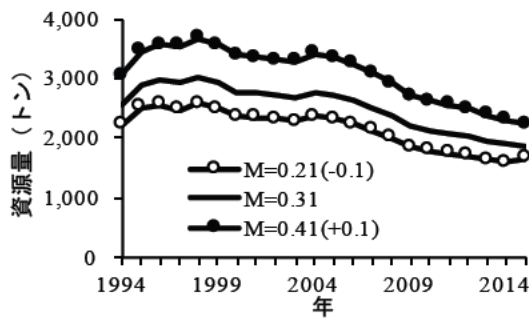


図 17. 自然死亡係数の値による資源量の感度解析

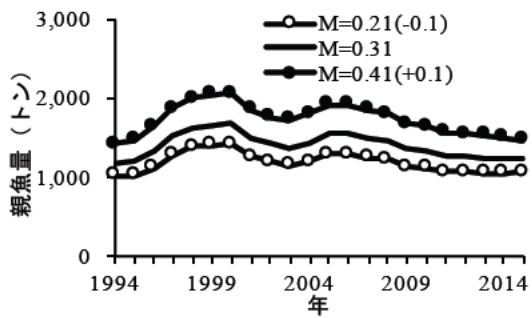


図 18. 自然死亡係数の値による親魚量の感度解析

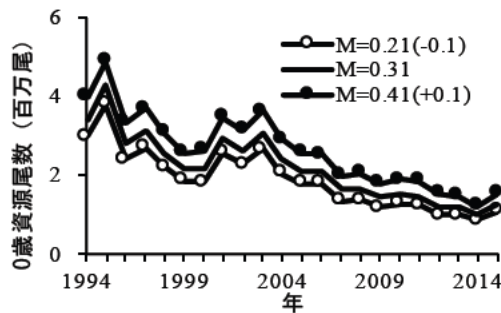


図 19. 自然死亡係数の値による 0 歳資源尾数の感度解析

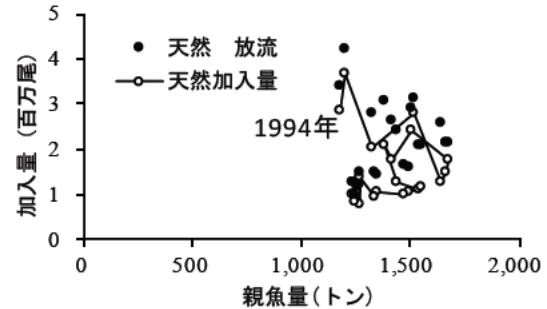


図 20. 再生産関係

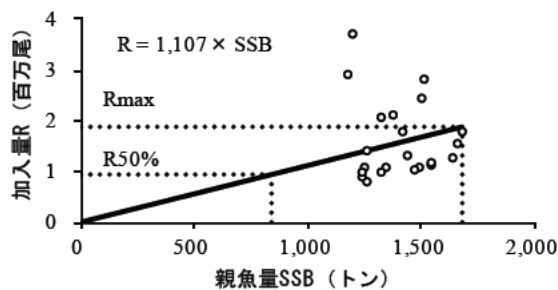


図 21. Blimit の設定、プロットは親魚量と天然の加入量の関係

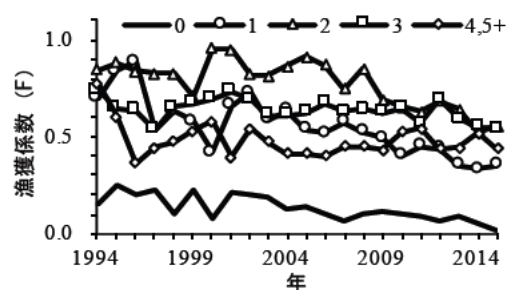


図 22. 年齢別漁獲係数の推移

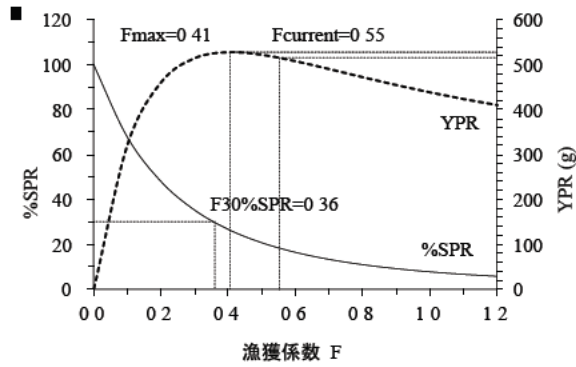


図 23. 漁獲係数と YPR、SPR(%)の関係

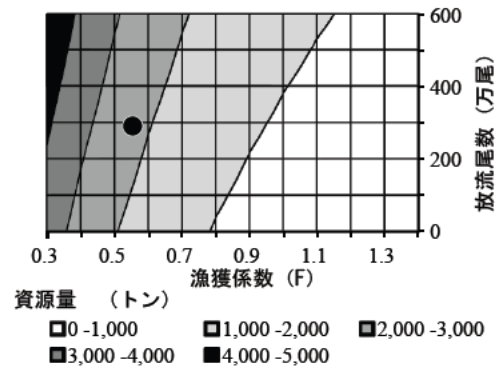


図 24. 2017～2021 年にかけて漁獲圧と放流尾数を変化させたときの 2021 年の資源量(トン)の等量線図(●は現状の F と放流尾数のレベル)

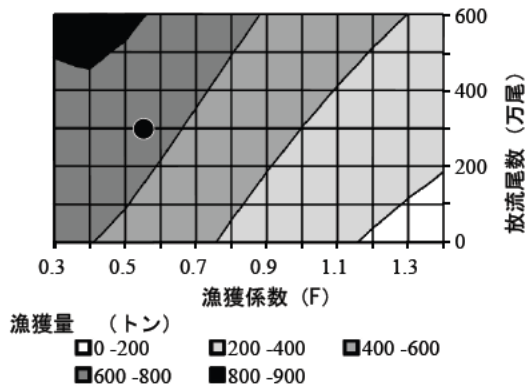


図 25. 2017～2021 年にかけて漁獲圧と放流尾数を変化させたときの 2021 年の漁獲量(トン)の等量線図(●は現状の F と放流尾数のレベル)

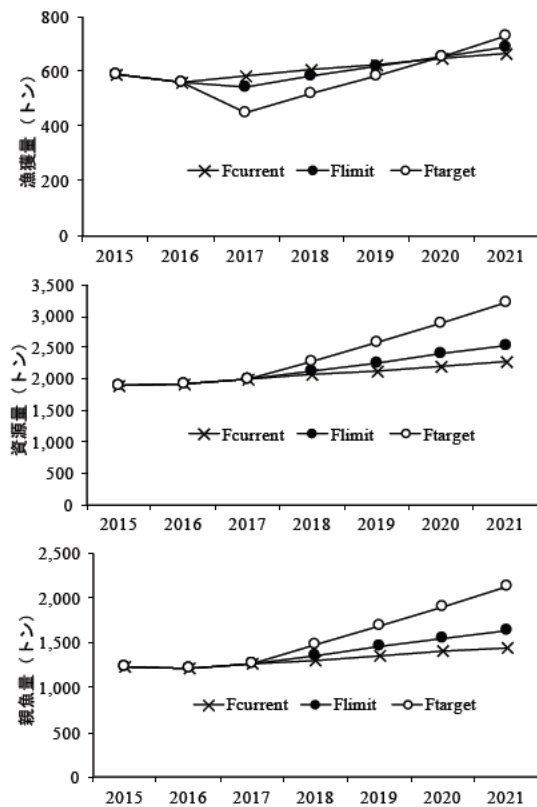


図 26. 2017 年から Fcurrent、Flimit、Ftarget で漁獲を続けたときの漁獲量、資源量、親魚量の推移

ヒラメ瀬戸内海系群－14－

表 1. ヒラメ瀬戸内海系群の灘別（2005 年以前）と県別（2006 年以降）漁獲量（トン）
および放流尾数（千尾）の経年変化

年	紀伊 水道	大阪 湾	播磨 灘	備讃 瀬戸	燧灘	備後 芸予*	安芸 灘	伊予 灘	周防 灘			合計	放流尾数 (千尾)
1955	8	2	79	90	74		15	79	84			431	
1960	0	0	18	10	19		13	66	77			203	
1965	11	1	18	3	13		14	37	1			98	
1970	15	1	10	13	88		6	49	21			203	
1975	23	7	64	18	87		7	16	9			231	
1976	24	4	13	15	119		15	118	15			323	
1977	38	6	19	43	158		10	85	14			373	
1978	34	6	16	51	39	126	62	49	33			416	
1979	30	9	21	69	60	144	58	56	19			466	161
1980	65	8	22	58	76	120	44	24	15			432	227
1981	63	9	24	58	87	100	19	35	21			416	140
1982	67	6	22	40	76	107	42	55	21			436	171
1983	56	9	57	49	92	132	73	98	11			577	719
1984	78	15	44	41	109	154	62	125	27			655	1,431
1985	80	32	207	54	127	155	77	207	9			948	966
1986	74	22	204	50	134	182	93	119	10			888	1,462
1987	71	19	71	50	145	198	102	93	8			757	1,840
1988	76	9	222	49	181	255	100	102	23			1,017	1,314
1989	65	44	155	58	206	304	114	92	4			1,042	1,897
1990	65	34	106	57	141	240	96	89	4			832	2,616
1991	80	25	185	56	155	221	103	108	3			936	2,293
1992	91	26	144	53	155	181	116	117	5			888	3,486
1993	95	40	135	56	138	168	118	135	16			901	3,031
1994	106	37	126	76	160	114	127	122	8			876	2,919
1995	118	26	151	95	238	179	104	83	8			1,002	4,134
1996	101	21	159	99	167	222	107	111	12			999	3,817
1997	87	23	157	108	143	230	108	96	20			972	4,078
1998	87	44	185	99	113	276	96	108	31			1,039	3,982
1999	86	40	209	88	93	258	116	191	37			1,118	4,695
2000	74	25	167	92	104	266	93	158	44			1,023	4,332
2001	76	27	153	74	89	333	92	156	33			1,033	4,327
2002	71	52	135	109	242	174	93	142	21			1,039	3,537
2003	58	39	155	92	230	137	93	70	37			911	4,001
2004	69	44	158	120	106	234	71	59	50			911	5,102
2005	81	41	142	107	120	280	73	58	31			934	5,079
	和歌山	大阪	兵庫	岡山	広島	山	徳島	香川	愛媛	福岡	大分	合計	放流尾数 (千尾)
2006	26	8	130	28	65	46	36	125	410	1	44	918	5,062
2007	13	8	118	33	72	35	31	100	383	1	41	835	4,817
2008	17	6	106	32	122	28	23	108	350	1	39	831	4,440
2009	13	7	119	31	109	29	24	102	288	1	27	750	3,856
2010	12	5	124	30	97	31	28	90	301	1	32	751	3,015
2011	14	7	118	32	98	31	27	90	274	1	36	728	3,144
2012	11	7	132	31	84	28	28	79	259	1	32	691	2,823
2013	9	8	129	32	80	28	22	76	239	1	30	654	2,789
2014	13	5	143	35	80	29	28	80	180	1	30	613	2,884
2015**	10	5	144	29	63	29	22	79	178	1	28	586	

* 備後芸予瀬戸の漁獲量は 1977 年まで燧灘に含まれており、1978 年以降分離した。

** 2015 年の漁獲量合計値は概数値。

表 2. 小型底びき網、刺網の CPUE (kg/出漁 数) と努力量 (出漁数)、定置網の CPUE (トン/漁労体数) と努力量 (漁労体数)

年	小底		刺網		定置網	
	CPUE	出漁日数	CPUE	出漁日数	CPUE	漁労体数
1970	0.085	1,196,851	0.049	873,766	0.005	1,767
1971	0.116	1,226,470	0.034	889,297	0.005	1,863
1972	0.098	1,275,259	0.024	857,899	0.010	1,740
1973	0.116	1,173,183	0.017	806,015	0.013	1,705
1974	0.188	1,231,561	0.020	830,603	0.007	1,961
1975	0.159	1,259,258	0.023	877,888	0.006	1,959
1976	0.197	1,250,443	0.063	940,174	0.011	2,141
1977	0.238	1,257,197	0.041	960,817	0.015	1,974
1978	0.205	1,285,936	0.071	973,048	0.017	1,985
1979	0.250	1,277,913	0.053	998,513	0.014	2,328
1980	0.222	1,222,827	0.061	1,014,695	0.018	2,007
1981	0.214	1,221,183	0.060	1,027,415	0.014	2,033
1982	0.219	1,219,748	0.070	1,034,989	0.016	2,156
1983	0.309	1,187,619	0.115	1,000,991	0.022	2,150
1984	0.373	1,196,887	0.106	979,294	0.031	2,071
1985	0.615	1,148,855	0.148	933,918	0.029	2,289
1986	0.541	1,123,191	0.158	946,653	0.039	2,224
1987	0.433	1,151,227	0.158	919,477	0.033	2,162
1988	0.629	1,129,380	0.201	909,193	0.039	2,077
1989	0.650	1,114,723	0.208	876,758	0.039	2,130
1990	0.481	1,092,348	0.195	829,300	0.042	2,118
1991	0.548	1,064,092	0.238	833,030	0.046	2,153
1992	0.523	1,058,620	0.255	815,062	0.035	2,054
1993	0.560	1,023,712	0.252	783,039	0.033	2,255
1994	0.558	994,086	0.255	753,895	0.038	2,067
1995	0.680	1,006,915	0.245	741,748	0.038	2,008
1996	0.699	950,983	0.266	720,932	0.042	2,030
1997	0.648	952,662	0.289	729,140	0.044	1,980
1998	0.713	938,420	0.307	683,685	0.047	1,956
1999	0.769	909,769	0.377	665,695	0.055	1,883
2000	0.757	885,218	0.290	658,172	0.052	1,943
2001	0.752	868,645	0.324	635,932	0.050	1,902
2002	0.783	831,926	0.351	599,106	0.054	1,828
2003	0.738	796,401	0.280	593,780	0.054	1,789
2004	0.755	775,278	0.352	528,797	0.053	1,720
2005	0.769	748,152	0.370	529,370	0.068	1,639
2006	0.771	718,757	0.414	506,802	0.068	1,562

表 3. 標本船・標本漁協の CPUE (kg/出漁隻数) の推移

年	泉佐野	五色	高砂	庵治	東讃	内海	日生	河原津	伊予	上灘	山	杵築 日出	漁獲量 による 重み付 け平均
2002	0.305			1.137	0.069	0.142	1.248	0.216	0.903	0.736	0.379	0.418	0.907
2003	0.360			1.295	0.094	0.151	1.179	0.253	1.175	0.616	0.307	0.292	1.020
2004	0.305	0.675	0.364	1.683	0.046	0.248	1.092	0.431	0.905	0.239	0.453	0.365	1.219
2005	0.253	0.453	0.359	1.376	0.050	0.245	1.089	0.405	0.771	0.305	0.492	0.342	1.031
2006	0.340	1.188	0.486	1.261	0.051	0.228	0.496	0.494	1.104	0.247	0.385	0.598	0.989
2007	0.369	1.512	0.451	1.057	0.036	0.113	0.549	0.242	0.856	0.439	0.389	0.195	0.858
2008	0.178	0.996	0.228	0.895	0.026	0.061	0.866	0.302	0.864	0.680	0.272	0.191	0.751
2009	0.234	0.924	0.358	0.769	0.055	0.053	0.881	0.212	0.454	0.283	0.384	0.551	0.619
2010	0.183	0.407	0.329	0.658	0.039	0.058	1.172	0.368	0.611	0.346	0.236	0.548	0.578
2011	0.205	0.466	0.202	0.847	0.021	0.080	1.352	0.363	0.521	0.171	0.446	0.503	0.716
2012	0.206	0.248	0.422	0.824	0.019	0.078	0.984	0.290	0.706	0.371	0.663	0.222	0.661
2013	0.314	1.116	0.373	0.951	0.020	0.073	1.330	0.571	0.496	0.299	0.569	0.309	0.809
2014	0.309	0.758	0.454	1.121	0.020	0.105	1.143	0.764	0.768	0.424	0.501	0.379	0.873
2015	0.321	0.850	0.415	0.684	0.008	0.105	1.174	0.781	0.566	0.824	0.635	0.359	0.691

表 4. ヒラメ瀬戸内海系群の資源解析結果

年	漁獲量 (トン)	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	加入尾数 (千尾)		漁獲割合 (%)	再生産成功率 (尾/kg)
				天然	放流		
1994	876	2,564	1,178	2,871	509	0.34	2.44
1995	1,000	2,904	1,205	3,666	580	0.34	3.04
1996	1,000	2,968	1,331	2,059	726	0.34	1.55
1997	973	2,913	1,518	2,787	324	0.33	1.84
1998	1,039	3,023	1,639	1,268	1,305	0.34	0.77
1999	1,118	2,938	1,662	1,507	630	0.38	0.91
2000	1,023	2,778	1,680	1,746	409	0.37	1.04
2001	1,033	2,751	1,503	2,406	527	0.38	1.60
2002	1,039	2,716	1,419	1,775	860	0.38	1.25
2003	912	2,682	1,377	2,076	979	0.34	1.51
2004	911	2,784	1,442	1,294	1,105	0.33	0.90
2005	934	2,739	1,545	1,123	975	0.34	0.73
2006	918	2,646	1,549	1,149	935	0.35	0.74
2007	835	2,521	1,495	1,058	555	0.33	0.71
2008	831	2,387	1,470	1,016	644	0.35	0.69
2009	750	2,203	1,353	1,046	391	0.34	0.77
2010	751	2,127	1,331	969	552	0.35	0.73
2011	728	2,084	1,267	1,366	116	0.35	1.08
2012	691	2,038	1,264	770	453	0.34	0.61
2013	654	1,957	1,252	1,074	114	0.33	0.86
2014	613	1,892	1,241	850	151	0.32	0.69
2015	586	1,885	1,239	981*	278**	0.31	0.79***

* 2015 年の天然加入尾数は、親魚量と再生産成功率から求めた。

** 2015 年の放流加入尾数は、放流尾数と添加効率（それぞれ 2010～2014 年の平均）から求めた。

*** 2015 年の再生産成功率は、近年 5 年間（2010～2014 年）の平均とした。

表 5. ヒラメ瀬戸内海系群の放流魚の0歳時の混入
率と標識装着率および添加効率

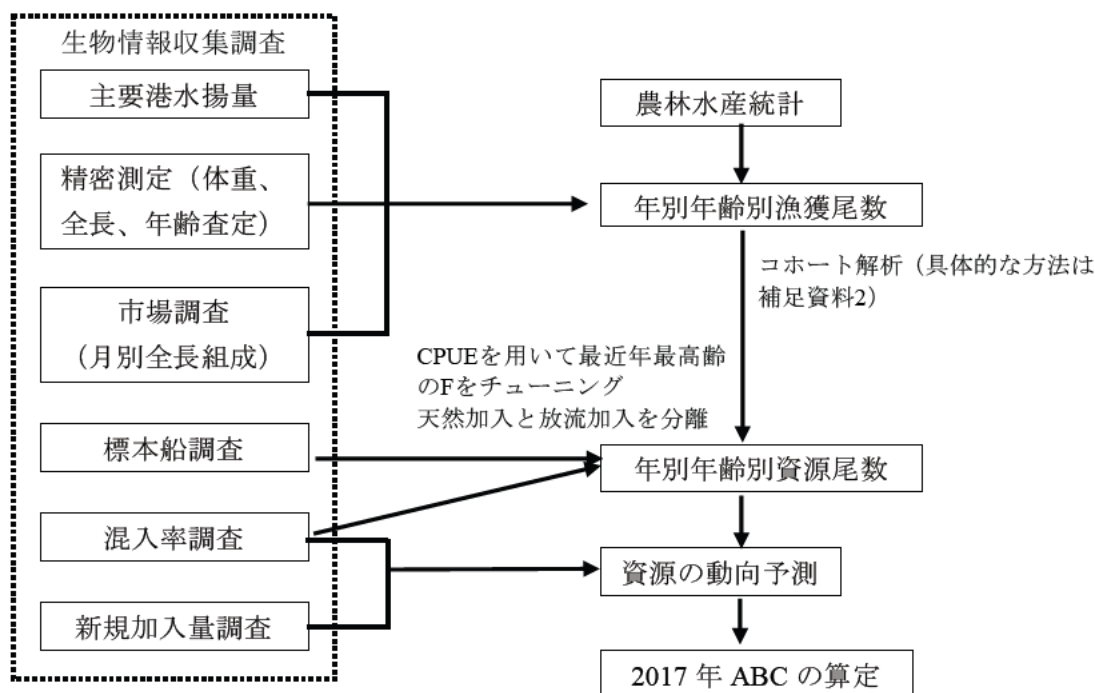
放流年	補正無し 混入率 (%)	標識装着率 (%)	補正済み 混入率 (%)	添加効率 (0歳)
1995	14	100	14	0.14
1996	26	100	26	0.19
1997	10	100	10	0.08
1998	51	100	51	0.33
1999	27	92	29	0.13
2000	19	100	19	0.09
2001	18	100	18	0.12
2002	29	90	33	0.24
2003	29	90	32	0.24
2004	40	87	46	0.22
2005	41	88	46	0.19
2006	34	76	45	0.18
2007	23	67	34	0.12
2008	23	59	39	0.15
2009	22	82	27	0.10
2010	27	74	36	0.18
2011	6	79	8	0.04
2012	25	68	37	0.16
2013	7	75	10	0.04
2014	12	82	15	0.05
2015	5	51	9	0.09*

* 2015 年の添加効率は、2010～2014 年の平均

表 6. 6 月の着底ピーク時の稚
魚採集数 (400m² あたり)

年	愛媛県 河原津	香川県 大浜	平均
1995	24.00	52.00	38.00
1996	18.00	14.30	16.15
1997	6.30	6.00	6.15
1998	25.00	48.00	36.50
1999	11.60	11.00	11.30
2000	0.80	8.00	4.40
2001	8.10	17.00	12.55
2002	12.10	38.30	25.20
2003	14.70	20.00	17.35
2004	14.20	2.00	8.10
2005	0.26	2.50	1.38
2006	29.50	10.75	20.13
2007	4.82	6.00	5.41
2008	15.32	2.75	9.04
2009	3.33	0.50	1.92
2010	12.22	1.25	6.73
2011	6.68	0.00	3.34
2012	11.52	5.75	8.64
2013	1.07	0.00	0.53
2014	2.87	0.25	1.56
2015	0.44	0.00	0.22
2016	3.08	0.50	1.79

補足資料１ 資源評価の流れ



補足資料２ 資源計算方法

(1) 年別年齢別漁獲尾数の推定

ヒラメ瀬戸内海系群の年齢別漁獲尾数は、1996～2005 年の中部海域の年齢組成を耳石年齢査定により直接求めたものと、それ以外の全長測定と Age-Length key の情報で年齢変換したものとに分けられ、両者を合計し推定した。

年齢別漁獲尾数の推定に際し、平成 25 年度から 1～4 月、5～8 月、9～12 月の 3 期に分けて Age-Length key を作成し使用している（補足表 2-1）。これにより、成長が速い 0 歳や 1 歳の年齢分解の精度が向上するものと考えられる。

1996～2005 年の中部海域の定置網の年齢別漁獲尾数は、伊吹、大浜、仁尾で定置網の漁獲物の生物測定情報をもとに、定置網の漁獲量に年齢組成の重量比をかけ、年齢別漁獲量を算出した。これを 1 尾当たり平均体重で割り、定置網の年別年齢別漁獲尾数を推定した。

1996～2005 年の中部海域の定置網以外では、1995～2015 年に河原津、1994～2015 年に伊予、上灘、徳山、2000～2015 年に泉佐野、仮屋、神戸市、塩田、由良、2001～2015 年に浅野浦、坊勢、室津浦における小底の漁獲物の全長組成を、1995、1998～2015 年に西条における刺網の漁獲物の全長組成を、2004～2015 年に姫島、国見、安岐における刺網、建網、一本釣りによる漁獲物の全長組成を、2006～2015 年に弓削、伊吹、大浜、仁尾における定置網による全長組成を計測した。このうち、1994～2005 年は、1～4 月、5～8 月、9～12 月の各期について、瀬戸内海の東部、中部、西部の海域・漁法別の全長組成を標本漁協の月別水揚げ重量で加重平均し、さらに、海域・漁法別漁獲量で加重平均し、瀬戸内海全体の全長組成を推定した。また、2006～2014 年は、1～4 月、5～8 月、9～12 月の各期について、瀬戸内海の県別・漁法別の全長組成を標本漁協の月別水揚げ重量で加重平均し、さらに、県・漁法別漁獲量で加重平均し、瀬戸内海全体の全長組成を推定した。2015 年では大

阪府・兵庫県・愛媛県の小底の標本測定数が減少したため、これらをまとめて全長組成を求めた。瀬戸内海全体の全長組成を付表 1 の期別の全長階級値別雌割合を使用し、雌雄別全長組成に分解し、雌雄別全長階級値毎の体重（全長-体重関係式より算出）と全長組成の積から全長組成を重量割合に変換した。さらに Age-Length key と雌雄別全長階級毎の体重、漁獲量を用い年別年齢別漁獲尾数を求めた。

昨年度の評価まで最新年の精密測定結果を加えて体長-体重関係を更新し、それを用いて年齢別漁獲尾数を過去にわたって更新していた。今年度は推定年までのデータを用いた体長-体重関係により各年の年齢別漁獲尾数を新たに求めた。これにより、来年度以降は過去の年齢別漁獲尾数は変更されない。

(2) 資源量推定法

1994～2015 年までの 22 年間の 0～4 歳と 5 歳以上をプラスグループとした年別年齢別漁獲尾数を用い、コホート解析で資源量推定を行った。漁獲統計が 1 月 1 ～12 月 31 の暦年の集計であるため、1 歳以上は 1 月 1 を年齢の起算 とした。0 歳魚は 10 月頃から漁獲が開始されるので 10 月 1 時点での資源量を推定し、全年齢について合計したものを y 年の資源量とした。年別年齢別漁獲尾数から、 a 歳、 y 年の資源尾数 $N_{a,y}$ 、漁獲係数 $F_{a,y}$ は、それぞれ以下の式で求めた。

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1} \exp(M_a) + C_a \exp\left(\frac{M_a}{2}\right) \quad (1)$$

$$F_{a,y} = -\ln\left(1 - \frac{C_{a,y} \exp\left(\frac{M_a}{2}\right)}{N_{a,y}}\right) \quad (2)$$

ここで、5 歳以上はプラスグループとし、4 歳と 5+歳の漁獲係数は等しいと仮定し、資源尾数は以下の式で求めた。

$$N_{4,y} = \left(\frac{C_{4,y}}{(C_{4,y} + C_{5+,y+1})}\right) N_{5+,y+1} \exp(M_4) + C_{4,y} \exp\left(\frac{M_4}{2}\right) \quad (3)$$

$$N_{5+,y} = \left(\frac{C_{5+,y}}{C_{4,y}}\right) N_{4,y} \quad (4)$$

最近年の 1～3 歳の資源尾数は、2015 年の F を 2012～2014 年の平均として、

$$N_{a,2015} = \left(\frac{C_{a,2015}}{(1 - \exp(-F_{a,2015}))}\right) \exp\left(\frac{M_a}{2}\right) \quad (5)$$

最近年の 0 歳資源尾数は、昨年度まで (5) 式を用いて求めていたが、近年では 0 歳漁獲尾数の減少から過小推定となっていると考えられた（補足図 4-1）。そこで今年度から最近年の 0 歳資源尾数の推定方法を変更し、近年（2010～2014 年）の平均的な再生産成功率 RPS から求めた天然加入尾数 Rn_{2015} と、放流尾数と添加効率（それぞれ 2010～2014 年の平均）

から求めた放流加入尾数 Ra_{2015} の和とした。

$$Rn_{2015} = SSB_{2015} \times RPS \quad (6)$$

$$Ra_{2015} = \text{放流効果} \times \text{添加効率} \quad (7)$$

$$N_{0,2015} = Rn_{2015} + Ra_{2015} \quad (8)$$

最近年の 0 歳を除く漁獲係数は $F_{4,2015}$ を未知パラメータとし $F_{5+,2015}=F_{4,2015}$ 、また $F_{1,2015} \sim F_{3,2015}$ は選択率が過去 5 年（2010～2014 年）の平均に等しいと仮定した。

$$F_{a,2015} = \left(\frac{\sum_{b=1}^5 F_{a,2015-b}}{\sum_{b=1}^5 F_{4,2015-b}} \right) F_{4,2015} \quad (9)$$

また、最近年の 0 歳の漁獲係数は、以下とした。

$$F_{0,2015} = -\ln \left(1 - \frac{C_{2015} \exp \left(\frac{M_0}{2} \right)}{N_{2015}} \right) \quad (10)$$

最近年の 4 歳の漁獲係数は、CPUE の実測値 u_y （標本港の漁獲量と努力量から算出した値）を使用してチューニングにより推定した（平松 2001）。CPUE は、レトロスペクティブ解析で直近年の推定値が最も安定する 2002～2015 年までの 14 年間の瀬戸内海各地の標本船と標本漁協の CPUE（kg/出漁隻数）の漁獲量で重み付けをした平均値を使用した。y 年における対数変換した CPUE の観測値 $\ln(u_y)$ は、次のような正規分布の確率変数であると仮定した。

$$\ln(u_y) = \ln q \sum_a s_{a,y} N_{a,y} W_a + \varepsilon_y \quad (11)$$

$$s_{a,y} = \frac{F_{a,y}}{\text{Max}_a F_{a,y}} \quad (12)$$

$$\varepsilon_y \sim N(0, \sigma^2) \quad (13)$$

q 、 $s_{a,y}$ 、 W_a はそれぞれ、漁具能率、a 歳 y 年における選択率、a 歳の平均体重を示す。コホート解析で推定した資源量より求めた CPUE（(11) 式右辺）と、CPUE の実測値（(11) 式左辺）のトレンドが最も一致するように、未知パラメータ q 、 $F_{4,2015}$ 、 σ^2 を最尤法で推定した。

$$LL = - \sum_y \left(\frac{1}{2} \ln(2\pi\sigma^2) + \frac{\left(\ln(u_y) - \ln(q \sum_a s_{a,y} N_{a,y} W_a) \right)^2}{2\sigma^2} \right) \quad (14)$$

自然死亡係数は田内・田中の方法（田中 1960）を使用し、最高年齢は 8 歳（渡辺ら 2004）と仮定し $M_0=0.08$ （0.25 年⁻¹）、 $M_1 \sim M_{5+}=0.31$ （年⁻¹）とした。資源尾数から資源量への変換は、年齢査定を行った漁獲物標本から求めた雌雄込みの年齢別平均体重を使用した。

年齢	0 歳	1 歳	2 歳	3 歳	4 歳	5+歳
平均体重(g)	138	341	839	1,699	2,711	4,171

(3) 0 歳混入率の推定方法

1994～2014 年級群についての 0 歳魚の混入率を、市場調査で得られた全長の測定値と、無眼側の黒化より天然魚か放流魚かを判断した情報を用いて推定した。1 歳までは雌雄の成長差が小さいことから（図 2）、雌雄込みで推定した成長曲線

$$L_t = 101.74 \left(1 - \exp(-0.17(t + 0.88)) \right) \quad (15)$$

を使用し、10～12 月の期間に 0 歳の全長の推定値の標準誤差（ $\sigma=5.73$ ）の範囲内に含まれる総個体数と、その中の放流魚の個体数から混入率を求めた。海域別の混入率の平均を瀬戸内海全体の値とした。

1998 年以降の混入率は、大阪府、兵庫県、岡山県、山口県、愛媛県の放流時の標識装着率（黒化率）の平均で補正した。なお、各府県で混入率調査が行われていない年（1995～1998 年、2000～2001 年）の放流魚の標識装着率は 100%と仮定した。

(4) YPR、SPR の解析

入あたり漁獲量（YPR）と加入あたり親魚量（SPR）は、以下の式で求めた。

$$YPR = \sum_{a=1}^{15} F_a (F_a + M_a) (1 - \exp(-F_a - M_a)) S_a M_a \quad (16)$$

$$SPR = \sum_{a=0}^{15} f r_a S_a W_a \quad (17)$$

$$S_{a+1} = S_a \exp(-F_a - M_a) \quad (\text{ただし } S_0 = 1) \quad (18)$$

ここで、 $f r_a$ は a 歳の成熟率（雌）を示す。

(5) 将来予測方法

各年齢の資源尾数は以下の式で求めた。

$$N_{0,y} = \sum_{a=1}^{5+} N_{a,y} f r_a S_a W_a RPS \quad + \text{放流尾数} \quad \text{添加効率} \quad (19)$$

$$N_{a,y} = N_{a-1,y-1} \exp(-M_{a-1}) - C_{a-1,y-1} \exp\left(-\frac{M_{a-1}}{2}\right) \quad (a = 1, \dots, 4) \quad (20)$$

$$N_{5+,y} = N_{4,y-1} \exp(-M_4) - C_{4,y-1} \exp\left(-\frac{M_4}{2}\right) + N_{5+,y-1} \exp(-M_{5+}) \\ - C_{5+,y-1} \exp\left(-\frac{M_{5+}}{2}\right) \quad (21)$$

各年齢の漁獲尾数は以下の式で求めた。

$$C_{a,y} = N_{a,y} \left(1 - \exp(-F_{a,y}) \right) \exp\left(-\frac{M_a}{2}\right) \quad (22)$$

2016～2021 年の将来予測において、再生産成功率（RPS）は 2010～2014 年の平均で 0.79、添加効率は 2010～2014 年の平均で 0.09 を使用した。

補足表 2-1. Age-length key と雌雄割合

全長階級 (mm)	雌 1-4月					雌の 割合	5-8月					雌の 割合	9-12月					雌の 割合	
	1歳	2歳	3歳	4歳	5+歳		1歳	2歳	3歳	4歳	5+歳		0歳	1歳	2歳	3歳	4歳		5+歳
0～40	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
40～80	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
80～120	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
120～160	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35
160～200	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45
200～240	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.46	0.92	0.06	0.02	0.00	0.00	0.34	0.99	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.50
240～280	0.98	0.02	0.00	0.00	0.00	0.37	0.91	0.09	0.00	0.00	0.00	0.47	0.91	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.56
280～320	0.84	0.16	0.00	0.00	0.00	0.34	0.84	0.16	0.00	0.00	0.00	0.47	0.68	0.30	0.03	0.00	0.00	0.00	0.47
320～360	0.48	0.50	0.02	0.00	0.00	0.33	0.70	0.30	0.00	0.00	0.00	0.41	0.26	0.67	0.07	0.00	0.00	0.00	0.33
360～400	0.14	0.80	0.06	0.00	0.00	0.23	0.21	0.74	0.04	0.00	0.00	0.29	0.00	0.96	0.04	0.00	0.00	0.00	0.40
400～440	0.04	0.87	0.10	0.00	0.00	0.52	0.03	0.87	0.09	0.00	0.00	0.56	0.00	0.90	0.09	0.01	0.00	0.00	0.59
440～480	0.02	0.85	0.12	0.01	0.00	0.80	0.01	0.90	0.08	0.01	0.00	0.77	0.00	0.82	0.18	0.00	0.00	0.00	0.79
480～520	0.00	0.68	0.31	0.01	0.00	0.80	0.00	0.67	0.30	0.03	0.00	0.84	0.00	0.73	0.23	0.03	0.00	0.00	0.87
520～560	0.00	0.35	0.61	0.04	0.01	0.81	0.00	0.28	0.64	0.07	0.00	0.88	0.00	0.38	0.50	0.12	0.00	0.00	0.81
560～600	0.00	0.18	0.63	0.16	0.04	0.79	0.00	0.18	0.63	0.16	0.04	0.79	0.00	0.00	0.18	0.63	0.16	0.04	0.79
600～640	0.00	0.06	0.52	0.33	0.10	0.85	0.00	0.06	0.52	0.33	0.10	0.85	0.00	0.00	0.06	0.52	0.33	0.10	0.85
640～680	0.00	0.01	0.35	0.39	0.25	0.91	0.00	0.01	0.35	0.39	0.25	0.91	0.00	0.00	0.01	0.35	0.39	0.25	0.91
680～720	0.00	0.01	0.16	0.36	0.46	0.94	0.00	0.01	0.16	0.36	0.46	0.94	0.00	0.00	0.01	0.16	0.36	0.46	0.94
720～760	0.00	0.00	0.05	0.33	0.62	0.96	0.00	0.00	0.05	0.33	0.62	0.96	0.00	0.00	0.00	0.05	0.33	0.62	0.96
760～800	0.00	0.00	0.02	0.10	0.88	1.00	0.00	0.00	0.02	0.10	0.88	1.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.10	0.88	1.00
800～840	0.00	0.00	0.06	0.00	0.94	1.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.94	1.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.94	1.00
840～880	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
880～920	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
920～960	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
960～	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00

全長階級 (mm)	雄 1-4月					5-8月					9-12月					
	1歳	2歳	3歳	4歳	5+歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5+歳	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5+歳
0～40	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
40～80	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
80～120	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
120～160	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
160～200	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
200～240	0.99	0.01	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
240～280	0.86	0.14	0.00	0.00	0.00	0.87	0.13	0.00	0.00	0.00	0.82	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00
280～320	0.61	0.38	0.01	0.00	0.00	0.71	0.28	0.01	0.00	0.00	0.42	0.53	0.05	0.00	0.00	0.00
320～360	0.15	0.80	0.05	0.00	0.00	0.26	0.68	0.06	0.00	0.00	0.06	0.86	0.08	0.00	0.00	0.00
360～400	0.03	0.87	0.09	0.00	0.00	0.03	0.85	0.10	0.02	0.00	0.02	0.81	0.16	0.01	0.00	0.00
400～440	0.02	0.66	0.30	0.02	0.01	0.01	0.61	0.34	0.03	0.01	0.00	0.85	0.15	0.00	0.00	0.00
440～480	0.00	0.34	0.54	0.10	0.02	0.00	0.46	0.36	0.15	0.03	0.00	0.45	0.45	0.05	0.05	0.00
480～520	0.02	0.09	0.45	0.24	0.20	0.00	0.22	0.25	0.31	0.22	0.00	0.22	0.56	0.22	0.00	0.00
520～560	0.00	0.12	0.50	0.19	0.19	0.00	0.08	0.31	0.15	0.46	0.00	0.17	0.00	0.33	0.00	0.50
560～600	0.00	0.04	0.33	0.43	0.20	0.00	0.04	0.33	0.43	0.20	0.00	0.00	0.04	0.33	0.43	0.20
600～640	0.00	0.03	0.11	0.38	0.49	0.00	0.03	0.11	0.38	0.49	0.00	0.00	0.03	0.11	0.38	0.49
640～680	0.00	0.00	0.08	0.42	0.50	0.00	0.00	0.08	0.42	0.50	0.00	0.00	0.00	0.08	0.42	0.50
680～720	0.00	0.00	0.00	0.33	0.67	0.00	0.00	0.00	0.33	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.67
720～	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

補足資料3 コホート解析結果の詳細

資源解析結果（1994～2004年）

年齢別漁獲尾数

年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
0歳	468,407	899,444	484,363	612,317	230,273	415,449	140,569	532,460	461,669	512,944	278,787
1歳	923,178	1,296,579	1,541,861	748,767	915,159	807,935	461,653	764,183	974,055	752,044	938,780
2歳	374,018	394,613	412,047	442,528	433,735	385,970	466,268	397,986	337,814	369,384	402,485
3歳	77,867	97,915	96,389	94,902	121,324	121,282	138,283	111,520	91,369	88,788	98,741
4歳	25,813	23,549	23,870	28,590	37,174	39,576	40,566	32,446	31,471	25,397	26,184
5+歳	29,972	15,900	10,493	20,795	24,397	30,535	32,179	22,142	34,797	25,424	20,945
合計	1,899,255	2,728,000	2,569,023	1,947,899	1,762,060	1,800,748	1,279,516	1,860,737	1,931,175	1,773,981	1,765,922

年齢別漁獲量（トン）

年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
0歳	55	104	55	79	29	58	19	73	62	67	34
1歳	271	371	435	240	291	281	154	260	324	243	286
2歳	269	277	285	348	338	330	382	332	276	293	301
3歳	114	139	135	151	192	210	230	189	151	143	149
4歳	60	53	53	73	94	109	107	88	83	65	63
5+歳	107	56	36	81	95	130	131	92	142	100	78
合計	876	1,000	1,000	973	1,039	1,118	1,023	1,033	1,039	912	911

年齢別漁獲係数

年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
0歳	0.16	0.25	0.20	0.23	0.10	0.23	0.07	0.21	0.20	0.19	0.13
1歳	0.69	0.84	0.89	0.54	0.63	0.58	0.42	0.66	0.73	0.58	0.64
2歳	0.85	0.88	0.84	0.82	0.82	0.71	0.95	0.95	0.82	0.81	0.86
3歳	0.74	0.65	0.63	0.53	0.65	0.67	0.70	0.73	0.69	0.61	0.61
4歳	0.77	0.61	0.36	0.44	0.47	0.53	0.58	0.39	0.54	0.47	0.41
5+歳	0.77	0.61	0.36	0.44	0.47	0.53	0.58	0.39	0.54	0.47	0.41
平均	0.66	0.64	0.55	0.50	0.53	0.54	0.55	0.56	0.59	0.52	0.51

年齢別資源尾数

年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
0歳	3,380,076	4,246,330	2,785,145	3,110,338	2,573,070	2,137,086	2,154,618	2,932,583	2,634,853	3,054,816	2,399,223
1歳	2,158,462	2,675,597	3,062,227	2,110,031	2,287,733	2,158,249	1,576,948	1,857,512	2,200,134	1,992,858	2,331,949
2歳	766,142	789,529	848,486	921,549	903,278	890,964	887,946	758,847	705,345	776,499	814,749
3歳	173,906	240,607	240,101	268,323	295,706	289,859	321,705	250,815	214,770	227,093	252,147
4歳	56,069	60,629	92,281	93,216	115,135	112,569	108,328	117,085	88,112	78,977	90,201
5+歳	65,105	40,938	40,565	67,800	75,561	86,852	85,930	79,901	97,426	79,061	72,153
合計	6,599,761	8,053,631	7,068,805	6,571,257	6,250,482	5,675,580	5,135,475	5,996,743	5,940,639	6,209,303	5,960,423

年齢別資源量（トン）

年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
0歳	465	584	383	428	354	294	297	404	363	420	330
1歳	737	914	1,046	720	781	737	538	634	751	680	796
2歳	643	662	712	773	758	747	745	636	592	651	683
3歳	296	409	408	456	502	493	547	426	365	386	428
4歳	152	164	250	253	312	305	294	317	239	214	245
5+歳	272	171	169	283	315	362	358	333	406	330	301
合計	2,564	2,904	2,968	2,913	3,023	2,938	2,778	2,751	2,716	2,682	2,784

年齢別親魚量（トン）

年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	31	38	44	30	33	31	23	27	32	29	33
2歳	482	497	534	580	568	560	559	477	444	488	512
3歳	242	334	334	373	411	403	447	349	299	316	350
4歳	152	164	250	253	312	305	294	317	239	214	245
5+歳	272	171	169	283	315	362	358	333	406	330	301
合計	1,178	1,205	1,331	1,518	1,639	1,662	1,680	1,503	1,419	1,377	1,442

資源解析結果（続き）（2005～2015 年）

年齢別漁獲尾数											
年	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0歳	261,234	191,004	93,720	150,210	152,769	134,134	119,849	66,431	101,992	44,944	22,535
1歳	692,476	585,757	650,833	486,535	463,729	331,999	396,077	379,740	268,060	243,568	222,287
2歳	461,577	413,505	330,910	351,345	259,440	254,833	231,580	252,051	239,502	191,535	190,377
3歳	99,710	110,933	102,392	102,723	88,985	91,084	87,160	96,573	84,366	82,900	85,380
4歳	28,736	27,931	30,889	31,116	29,467	30,995	30,877	29,702	25,448	30,695	29,212
5+歳	22,545	24,479	28,206	27,523	26,466	31,039	27,644	20,942	24,176	26,396	21,884
合計	1,566,278	1,353,610	1,236,950	1,149,452	1,020,857	874,084	893,187	845,439	743,544	620,038	571,674

年齢別漁獲量（トン）											
年	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0歳	34	26	12	20	21	19	17	9	15	6	3
1歳	221	195	209	161	161	119	142	131	97	87	80
2歳	361	339	261	286	221	225	204	214	212	169	169
3歳	158	184	164	170	154	163	156	166	151	148	153
4歳	73	74	79	82	81	88	88	82	73	87	84
5+歳	88	100	111	112	112	136	121	88	106	116	97
合計	934	918	835	831	750	751	728	691	654	613	586

年齢別漁獲係数											
年	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0歳	0.14	0.10	0.06	0.10	0.12	0.10	0.09	0.06	0.09	0.05	0.02
1歳	0.54	0.52	0.57	0.52	0.49	0.40	0.45	0.44	0.35	0.33	0.35
2歳	0.91	0.87	0.75	0.85	0.69	0.65	0.63	0.68	0.64	0.52	0.55
3歳	0.62	0.67	0.63	0.64	0.62	0.64	0.56	0.69	0.59	0.55	0.54
4歳	0.41	0.40	0.45	0.45	0.43	0.52	0.54	0.44	0.44	0.52	0.44
5+歳	0.41	0.40	0.45	0.45	0.43	0.52	0.54	0.44	0.44	0.52	0.44
平均	0.50	0.49	0.48	0.50	0.46	0.47	0.47	0.46	0.43	0.41	0.39

年齢別資源尾数											
年	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0歳	2,098,523	2,083,936	1,613,537	1,659,943	1,437,208	1,520,952	1,481,203	1,223,013	1,187,965	1,001,475	1,258,798
1歳	1,950,812	1,689,590	1,743,639	1,402,149	1,390,741	1,182,284	1,277,656	1,254,630	1,067,217	1,000,604	882,991
2歳	903,109	834,939	735,107	718,987	609,679	620,839	581,003	595,971	593,098	551,508	523,723
3歳	251,819	265,921	257,165	254,773	225,501	224,140	236,245	226,990	220,431	229,063	239,663
4歳	100,017	98,948	99,666	100,565	98,532	88,867	86,076	98,289	83,466	89,109	96,678
5+歳	78,469	86,720	91,009	88,954	88,498	88,992	77,064	69,300	79,292	76,631	72,425
合計	5,382,750	5,060,055	4,540,122	4,225,370	3,850,158	3,726,074	3,739,246	3,468,193	3,231,469	2,948,389	3,074,278

年齢別資源量（トン）											
年	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0歳	289	287	222	228	198	209	204	168	163	138	173
1歳	666	577	595	479	475	404	436	428	364	342	302
2歳	757	700	617	603	511	521	487	500	497	463	439
3歳	428	452	437	433	383	381	401	386	375	389	407
4歳	271	268	270	273	267	241	233	266	226	242	262
5+歳	327	362	380	371	369	371	321	289	331	320	302
合計	2,739	2,646	2,521	2,387	2,203	2,127	2,084	2,038	1,957	1,892	1,885

年齢別親魚量（トン）											
年	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	28	24	25	20	20	17	18	18	15	14	13
2歳	568	525	462	452	384	391	365	375	373	347	329
3歳	350	370	357	354	313	312	328	316	306	318	333
4歳	271	268	270	273	267	241	233	266	226	242	262
5+歳	327	362	380	371	369	371	321	289	331	320	302
合計	1,545	1,549	1,495	1,470	1,353	1,331	1,267	1,264	1,252	1,241	1,239

補足資料4 ヒラメ瀬戸内海系群の将来予測

Ftarget (0.8Fsus)

漁獲係数

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
1歳	0.35	0.35	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
2歳	0.55	0.55	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
3歳	0.54	0.54	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39
4歳	0.44	0.44	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
5歳以上	0.44	0.44	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32

資源尾数

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	1,258,798	1,243,816	1,281,926	1,448,032	1,609,679	1,786,906	1,960,335
1歳	882,991	1,142,526	1,128,928	1,169,478	1,321,014	1,468,482	1,630,164
2歳	523,723	455,878	589,873	640,812	663,830	749,846	833,553
3歳	239,663	220,326	191,784	288,456	313,366	324,622	366,685
4歳	96,678	102,312	94,057	94,790	142,571	154,882	160,446
5歳以上	72,425	80,014	86,271	96,062	101,668	130,108	151,817
合計	3,074,278	3,244,872	3,372,838	3,737,630	4,152,128	4,614,847	5,102,998

資源量（トン）と親魚量（トン）

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	173	171	176	199	222	246	270
1歳	302	390	385	399	451	501	557
2歳	439	382	495	537	557	629	699
3歳	407	374	326	490	532	552	623
4歳	262	277	255	257	386	420	435
5歳以上	302	334	360	401	424	543	633
合計	1,885	1,929	1,997	2,284	2,572	2,890	3,217
親魚量	1,239	1,220	1,269	1,478	1,683	1,907	2,126

漁獲尾数

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	22,535	22,267	16,751	18,921	21,033	23,349	25,615
1歳	222,287	287,623	216,438	224,213	253,265	281,538	312,535
2歳	190,377	165,715	167,306	181,754	188,282	212,679	236,421
3歳	85,380	78,491	53,221	80,047	86,960	90,083	101,756
4歳	29,212	30,914	21,873	22,043	33,154	36,017	37,311
5歳以上	21,884	24,177	20,062	22,339	23,643	30,256	35,305
合計	571,674	609,187	495,650	549,317	606,338	673,923	748,943

漁獲量（トン）

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	3	3	2	3	3	3	4
1歳	76	98	74	77	86	96	107
2歳	160	139	140	152	158	178	198
3歳	145	133	90	136	148	153	173
4歳	79	84	59	60	90	98	101
5歳以上	91	101	84	93	99	126	147
合計	554	558	450	521	584	655	730

Flimit (Fsus)

漁獲係数

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
1歳	0.35	0.35	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
2歳	0.55	0.55	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
3歳	0.54	0.54	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49
4歳	0.44	0.44	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
5歳以上	0.44	0.44	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40

資源尾数

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	1,258,798	1,243,816	1,281,926	1,354,769	1,428,036	1,506,490	1,576,645
1歳	882,991	1,142,526	1,128,928	1,165,486	1,231,713	1,298,324	1,369,652
2歳	523,723	455,878	589,873	601,417	620,893	656,174	691,660
3歳	239,663	220,326	191,784	260,819	265,923	274,535	290,135
4歳	96,678	102,312	94,057	85,937	116,871	119,158	123,017
5歳以上	72,425	80,014	86,271	88,737	85,954	99,807	107,750
合計	3,074,278	3,244,872	3,372,838	3,557,165	3,749,390	3,954,489	4,158,859

資源量（トン）と親魚量（トン）

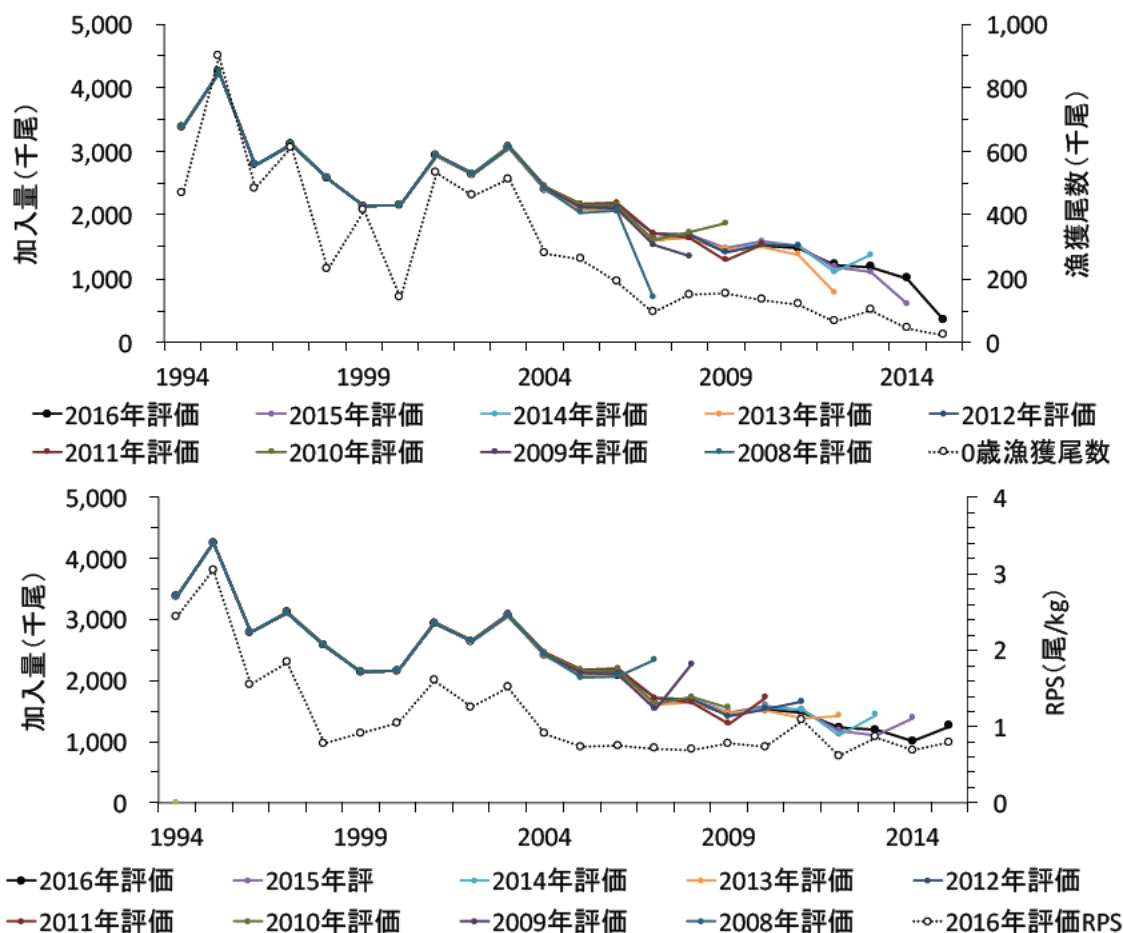
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	173	171	176	186	197	207	217
1歳	302	390	385	398	421	443	468
2歳	439	382	495	504	521	550	580
3歳	407	374	326	443	452	466	493
4歳	262	277	255	233	317	323	333
5歳以上	302	334	360	370	359	416	449
合計	1,885	1,929	1,997	2,135	2,265	2,407	2,541
親魚量	1,239	1,220	1,269	1,361	1,453	1,552	1,641

漁獲尾数

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	22,535	22,267	20,903	22,090	23,285	24,564	25,708
1歳	222,287	287,623	262,495	270,996	286,394	301,883	318,468
2歳	190,377	165,715	199,617	203,524	210,114	222,054	234,062
3歳	85,380	78,491	63,571	86,454	88,146	91,000	96,171
4歳	29,212	30,914	26,340	24,066	32,729	33,369	34,450
5歳以上	21,884	24,177	24,159	24,850	24,071	27,950	30,174
合計	571,674	609,187	597,085	631,979	664,739	700,820	739,034

漁獲量（トン）

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	3	3	3	3	3	3	4
1歳	76	98	90	93	98	103	109
2歳	160	139	167	171	176	186	196
3歳	145	133	108	147	150	155	163
4歳	79	84	71	65	89	90	93
5歳以上	91	101	101	104	100	117	126
合計	554	558	540	582	616	654	691



補足図 4-1. 加入量推定値の 2008～2015 年のレトロスペクティブ解析：上は昨年度までの方法によるものと漁獲尾数（点線）、下は今年度の方法によるものと 2016 年評価における RPS（点線）

引用文献

- 平川英人, 田中利幸 (1997) 小型底びき網における再放流ヒラメの生存率. 月刊海洋, 29(6), 376-379.
- 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.
- 渡辺昭生, 武智昭彦, 前原務, 福田雅明 (2004) 瀬灘西部海域におけるヒラメの着底密度と加入尾数の関係. 2004 年度水産海洋学会研究発表大会講演要旨集.
- 平松一彦 (2001) 平成 12 年度資源評価体制確立推進事業報告書. 資源解析手法教科書, 水産資源保護協会