

平成 25 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（亘 真吾）

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

ヒラメ瀬戸内海系群の資源量は、1980 年代後半から高水準で、1990 年代後半には 2,500 ～3,000 トンであった。しかし、2000 年以降は減少傾向で、2012 年の資源量は 1,803 トンだった。漁獲量、CPUE の推移とコホート解析の結果から、資源状態は中位、減少と判断した。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 821 トンと設定した。資源が中位、減少であることから、資源の減少傾向を食い止める必要があると考えられる。現状（2012 年）の資源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。Flimit は長期的に資源水準を維持する漁獲係数(Fsus)とした。本種は栽培対象種で 2011 年には 314 万尾の人工種苗が放流され、0 歳の放流魚の混入率は 0.22、添加効率（放流魚の漁獲加入までの生残率）は 0.10 と推定された。なお、年齢別漁獲尾数の推定にあたり、若齢部の年齢分解の精度を向上させるため、昨年度まで 1～12 月で 1 つの Age-Length key を使用していたが、1～4、5～8、9～12 月の 3 期について、それぞれ Age-Length key を作成し使用した。

	2014 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABClimit	467 トン	Fsus	0.68	32%
ABCtarget	392 トン	0.8Fsus	0.55	27%

漁獲割合は ABC／資源量、F 値は完全加入年齢である 2 歳の値を示す。

年	資源量（トン）	漁獲量（トン）	F 値	漁獲割合
2011	1,929	728	0.64	38%
2012	1,803	699	0.79	39%
2013	1,584	-	-	-

水準：中位 動向：減少

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
年別年齢別 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(11)府県） 生物情報収集調査 ・ 主要港水揚量（大阪～大分(7)府県） ・ 市場調査（月別全長組成）（大阪～大分(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
2013 年加入量	2013 年親魚量と 2007～2011 年の再生産成功率の平均値より算出
漁獲努力量指数	・ 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(11)府県） ・ 標本船、標本漁協の小底漁獲量と努力量（2000～2012 年：大阪府、 香川県、愛媛県、山口県、2002～2012 年：岡山県、大分県、2004 ～2012 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(7)府県）
標識装着率	放流時の黒化率資料（大阪府、兵庫県、岡山県、山口県、愛媛県）

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、2011 年の放流尾数は 314 万尾だった。瀬戸内海のヒラメの漁獲量及び生産額は、全国のヒラメの 10%、15%（2010 年）で、瀬戸内海の魚類漁獲量、生産額の 0.5%、2.0%（2010 年）だった。また、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、新たな枠組みである資源管理指針・計画の下、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 $L_t(\text{cm})$ の von Bertalanffy 成長式と、全長 $L(\text{cm})$ と体重 $W(\text{g})$ のアロメトリー式を推定した (図 2)。

$$\text{年齢 全長関係式} \quad \text{雄: } L_t = 62.78(1 - \exp(-0.29(t+0.96))) \quad (1)$$

$$\text{雌: } L_t = 92.94(1 - \exp(-0.24(t+0.59))) \quad (2)$$

$$\text{全長 体重関係式} \quad \text{雄: } W = 0.0072L^{3.10} \quad (3)$$

$$\text{雌: } W = 0.0047L^{3.23} \quad (4)$$

(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、燧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、甲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)、刺網、定置網で主に漁獲される。漁法別漁獲量の割合は、小底、刺網、定置網でそれぞれ 6 割、2 割、1 割程度である (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 年の 1,118 トンをピークに、その後は減少に転じ、2011 年は 728 トン、2012 年は 699 トン (概数値) だった (表 1、図 5)。また、遊漁による採捕量は 1997 年 1～12 月の調査で 7 トンで (農林水産省統計情報部 1998)、漁獲量 972 トンの 0.7%だった。

(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 (出漁日数) は、小底で 1978 年 (1,285,936 日)、刺網で 1982 年 (1,034,989 日) に最大となり、その後経年的に減少傾向にある。2006 年の出漁日数はそれぞれ、718,757 日と 506,802 日であり、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（表 2、図 6）。

農林水産統計で努力量の集計が行われなくなった 2006 年以降は、小底標本船（大分、山口）と小底標本漁協（泉佐野、五色町、高砂、日生、庵治、東讃、内海、河原津、上灘、伊予）の合計の努力量（出漁隻数）の推移から把握した。2006 年と 2012 年の努力量は、44,347 隻と 32,810 隻で、これらの集計でも減少傾向が続いている（図 7）。

4. 資源の状態

（1）資源評価の方法

1994～2012 年の漁獲量、全長組成、Age-Length key を使用し、年別年別漁獲尾数を求め、標本船および、標本漁港の小型底びき網漁船の CPUE を相対資源量の指標とし、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。Age-Length key は、昨年度まで 1～12 月の年齢と全長の情報をまとめて作成していたが、今年度は 1～4 月、5～8 月、9～12 月の 3 期に分けて作成した（付図 1、詳細は補足資料 2）。昨年度までは、1987 年から年齢別漁獲尾数を推定していた。Age-Length key を 3 期に分けたことで、1987～1993 年までで全長組成の情報が欠損する期が生じたため、1994～2012 年の資源量を推定した。年齢については、昨年度は 6 歳以上をプラスグループとしていたが、6+が欠損する期が生じたため、プラスグループを 5 歳以上とした。

（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/出漁日数、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、増加傾向が見られる。小底や刺網では 2000 年以降横ばいの傾向で推移している。2006 年の小底、刺網、定置網の CPUE は、それぞれ 0.77、0.41、0.07 で、1970 年の CPUE と比較し 9.0、8.4、13.3 倍であった（表 2、図 8）。一方、標本船・標本漁協の小底の CPUE は、2000 年以降減少傾向である（表 3、図 9）。

（3）漁獲物の年齢組成

年別年齢別漁獲尾数を表 4、図 10 に、年別年齢別漁獲重量を表 5、図 11 にそれぞれ示す。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。

（4）資源量と漁獲割合の推移

資源量は 1990 年代後半が 2,500～3,000 トンほどであったが、2000 年以降は減少傾向で、2012 年の資源量は 1,803 トンだった（表 6、7、図 12）。漁獲割合は、0.34～0.39 の範囲で推移している（図 12）。2012 年の 2 歳の漁獲係数は 0.79 だった。漁獲係数は各年とも 2、3 歳が高く、1 歳以下と 4 歳以上ではこれらより低い傾向がある（表 8）。年齢別資源量（表 7）とメスの年齢別成熟割合（図 3）から算出した親魚量は、2000 年に最大の 1,642 トンに達したが、2012 年は 1,149 トンで 2/3 に減少している（表 9、図 13）。

瀬戸内海全域の 0 歳魚の混入率（詳細は補足資料 2）は 0.16～0.41 で、2011 年級群は 0.22

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×0 歳の初期資源尾数÷放流尾数）を求めたところ、1995～2011 年の間、平均 0.15 で 0.10～0.25 の範囲を推移し、2011 年は 0.10 だった（表 10）。0 歳資源尾数を天然魚と放流魚に分離したところ、1995 年以降放流魚は放流年の 10 月の時点で 30 万～100 万尾程度が天然資源に加わっていることが示された（図 14）。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 0.14 と仮定し、この期間の 0 歳魚を天然と放流とに分離した。

親魚量が 1,000～2,000 トンに集中し、1,000 トン以下の情報が無い（図 15）、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、暫定的な親魚量 SSB（トン）と天然の加入尾数 R（百万尾）の関係として、原点を通る以下の直線式を推定した。

$$R = 1,266.8 \times SSB \quad (6)$$

この式より求まる過去の最大親魚量 1,642 トンでの加入量を R_{max} とし、その 50%の加入量($R_{50\%}$)が得られる親魚量 821 トンを当面の B_{limit} とした（図 16）。なお、ABC 算定のシミュレーションでは、最大親魚量の 1,642 トンを越えるレベルには達していない。また、親魚量が今後 1,000 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、 B_{limit} の設定について再検討するものとする。

再生産成功率は 0.71～3.07 の範囲で平均 1.33 だった。再生産成功率は 1990 年代後半を境に、近年は低い水準に落ち込んでいる（図 17）。表 11 は 6 月の燧灘でのピーク時の天然 0 歳魚の採集尾数（400m²あたり）で、図 18 は翌年の天然の 0 歳資源尾数との関係を示す。2013 年の天然 0 歳魚の採集尾数は、0.5 尾/400m² で非常に低水準であった。自然死亡係数の値を±0.1 変化させた場合の資源量と親魚量、天然の 0 歳資源尾数の感度解析の結果を図 19～21 に示す。

(5) 資源の水準・動向

資源量は 1990 年代後半が 2,500～3,000 トンほどであったが、2000 年以降は減少傾向を示した。水準は、資源量を 0～最大値の間で 3 等分し、それぞれ低位、中位、高位と区分し決定した（図 12）。2012 年の資源量は 0～最大値の 1/3～2/3 に位置することから、水準を中位と判断した（表 9）。動向は、資源量、標本船・標本漁協の CPUE、漁獲量のいずれも減少傾向であることから、減少と判断した（図 5、9、11）。

(6) 資源と漁獲の関係

図 22 に年齢別漁獲係数の経年変化を示す。図 23 に親魚量と漁獲係数の関係を示す。図 24 は漁獲係数と YPR、%SPR の関係を示す（詳細は補足資料 2）。2 歳の漁獲係数で代表した、現状の F 値は 0.79 で F30%SPR や F0.1 など、推奨される経験的資源管理基準を大きく上回っている。資源が減少傾向であることに加え、近年の天然の 0 歳の加入量、再生産成功率が低水準であることから、資源水準を維持するには漁獲圧を減少させる必要がある。0 歳の資源尾数、漁獲尾数の年変動からは、ヒラメ太平洋北部系群で見られるような卓越年級群は発生していないと考えられ、資源の急激な増加は見込めない。

(7) 種苗放流効果

1980年代から大規模な種苗放流が実施されており、1990年代後半以降、毎年400万～500万尾ほど放流されていたが、近年は減少傾向で2011年の種苗放流尾数は314万尾だった。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。2014年から5年間放流尾数と漁獲圧を変化させ、期待される2018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、2012年と2013年は2011年の放流尾数314万尾、2014年以降0～600万尾の範囲で変化させた。2013年の漁獲係数は2012年と同一の値で、2014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参照）。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10に記載した。図25、図26は、それぞれ2018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、現状の漁獲量を維持できる可能性がある。しかし、漁獲圧を変化させず放流尾数のみを減少させると、将来の資源量と漁獲量が減少する危険がある。

5. 2013年ABCの算定

(1) 資源評価のまとめ

資源量、CPUE、漁獲量の推移から判断して、資源の水準は中位、動向は減少である。

(2) ABC並びに推定漁獲量の算定

現在の資源水準はBlimit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。2000年以降、減少傾向が続いており、最低限これを食い止める方策が必要と考えられる。現状（2012年）の資源水準を維持することを管理目標とし、F基準値は長期的にこの水準を維持する漁獲係数F_{sus}とした。なお、同様に資源水準を維持する管理基準であるF_{med}を使用した場合、RPSが低水準の過去5～10年の情報を用いるのが適当と考えられる。しかし、この間の毎年の平均放流尾数は430万尾であるが、直近の2011年は314万尾に減少している。このため、天然＋放流の加入尾数からF_{med}を計算すると種苗放流による添加を過大に扱い、天然のみの加入尾数でF_{med}を計算すると種苗放流による添加を過小に扱ってしまう。F_{med}でABCを算定しても、本系群では、種苗放流による添加が将来資源に与える影響を適切に評価できないと考えられる。

2013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、放流尾数、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、経年的に低下傾向がみられたため（図19）、2007～2011年の平均値0.81とした。漁獲圧は2013年が2012年の年齢別漁獲係数に等しく、2014年以降は2012年の選択率に等しいと仮定した。2006年以降、放流尾数は減少傾向が続いているが、2012年以降も2011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314万尾、添加効率を1995～2011年の平均0.15とした。2014年からF_{limit}で漁獲を続けたときの資源量と親魚量、漁獲量の推移を図27に示す。再生産成功率の低下や放流数の減少などの、不確実性を考慮したF_{target}は、安全率を標準値の $\alpha = 0.8$ と設定した。図27にF_{limit}で漁獲を継続させた場合の長期的な、資源量、親魚量、漁獲量を示す。

	2014 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABClimit	467 トン	Fsus	0.68	32%
ABCtarget	392 トン	0.8Fsus	0.55	27%

漁獲割合は ABC／資源量、F 値は完全加入年齢である 2 歳の値を示す。

(3) ABClimit の評価

Fcurrent のもとでの資源量、漁獲量の変化をみると、現状の漁獲圧では 5 年後も減少傾向が継続するが、漁獲圧の削減により増加傾向に転じることを示す。

漁獲シナリオ		漁獲量 (トン)						
	管理基準	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
長期的に現状の資源水準を維持	Fsus	699	584	467	490	506	513	523
		資源量 (トン)						
	管理基準	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
長期的に現状の資源水準を維持	Fsus	1,803	1,584	1,453	1,487	1,519	1,547	1,581

F	基準値	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
資源量 (トン)								
0.08	0.1Fcurrent	1,803	1,584	1,453	2,168	3,147	4,419	6,067
0.16	0.2Fcurrent	1,803	1,584	1,453	2,061	2,845	3,816	5,018
0.24	0.3Fcurrent	1,803	1,584	1,453	1,959	2,577	3,304	4,166
0.32	0.4Fcurrent	1,803	1,584	1,453	1,864	2,338	2,869	3,472
0.39	0.5Fcurrent	1,803	1,584	1,453	1,774	2,125	2,499	2,908
0.47	0.6Fcurrent	1,803	1,584	1,453	1,690	1,935	2,184	2,446
0.55	0.7Fcurrent	1,803	1,584	1,453	1,610	1,765	1,915	2,069
0.63	0.8Fcurrent	1,803	1,584	1,453	1,536	1,613	1,685	1,760
0.71	0.9Fcurrent	1,803	1,584	1,453	1,465	1,477	1,488	1,506
0.79	1.0Fcurrent	1,803	1,584	1,453	1,399	1,355	1,320	1,296
0.87	1.1Fcurrent	1,803	1,584	1,453	1,336	1,246	1,174	1,123
0.95	1.2Fcurrent	1,803	1,584	1,453	1,277	1,148	1,049	980
漁獲量 (トン)								
0.08	0.1Fcurrent	699	584	67	106	154	211	290
0.16	0.2Fcurrent	699	584	130	194	269	354	466
0.24	0.3Fcurrent	699	584	190	268	354	447	564
0.32	0.4Fcurrent	699	584	246	329	415	503	609
0.39	0.5Fcurrent	699	584	298	379	457	532	619
0.47	0.6Fcurrent	699	584	348	419	484	542	607
0.55	0.7Fcurrent	699	584	395	451	499	538	581
0.63	0.8Fcurrent	699	584	438	477	505	525	548
0.71	0.9Fcurrent	699	584	480	496	505	506	512
0.79	1.0Fcurrent	699	584	519	510	499	484	474
0.87	1.1Fcurrent	699	584	555	520	489	459	438
0.95	1.2Fcurrent	699	584	590	526	477	434	404

(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
2011 年漁獲量確定値	資源量推定値、2011 年漁獲量、2011 年混入率
2012 年漁獲量概数値	資源量推定値、2012 年漁獲量
2012 年全長組成	2012 年年齢別漁獲尾数
2012 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
2011 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)
2012 年 (当初)	Fsus	0.81	1,427	436	367	
2012 年 (2012 年再評価)	Fsus	0.69	1,638	490	410	
2012 年 (2013 年再評価)	Fsus	0.68	1,803	623	469	699
2013 年 (当初)	Fsus	0.69	1,498	445	373	
2013 年 (2013 年再評価)	Fsus	0.68	1,584	483	405	
2013 年再評価は 0～5+歳の資源量積算値で、それ以外は 0～6+歳の資源量積算値						

2012 年 (当初) 資源量が再評価時より低いのは、昨年度変更した年齢別漁獲尾数の推定方法、今年度変更した Age-length key の使用方法、および、2012 年漁獲量が概数値から確定値に更新されたことによる。

6. ABC 以外の管理方策への提言

瀬戸内海において漁獲されるヒラメの 6 割近くは小底で漁獲されているが、小底は網目が小さく、小型魚も多く混獲されている。また、複合的資源管理型漁業促進対策事業魚種別全体計画 (水産庁管理課資源管理推進事務局 1999) によると、再放流サイズは瀬戸内海以外の全国平均が全長 28cm であるのに比べ、瀬戸内海では 20～28cm で平均 24cm とやや小さく、他海域よりも小型魚が多く漁獲されていると考えられる。そこで、Fcurrent のもとで、全長制限サイズを 18～36cm、放流尾数を 0～600 万尾に変化させたときの、2018 年の漁獲量をシミュレーションで予測した (図 28)。同一年齢の 1 年間に再放流後、再度入網する可能性があるため、資源量の将来予測は、ABC の算定のように 1 年間隔での解析ではなく、1 ヶ月間隔で行い、2018 年の 1～12 月に全長制限サイズ以上で漁獲される量を推定した。放流尾数が 300 万尾のとき、全長制限サイズを 24cm から 28cm に引き上げることで、2018 年に 20 トンの漁獲量の増大が見込まれた。(全長制限サイズ規制の効果の予測方法の詳細は補足資料参照)。

瀬戸内海におけるヒラメの加入のうち 2～3 割は種苗放流に由来しており、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。卓越年級群の発生も見られないことから、継続した種苗放流の効果がみられる。図 25、26、28 より、同じ漁獲圧であっても、種苗放流数を変化させると、将来の資源水準が大きく変化する。このため、努力量と種苗放流尾数を組み合わせた管理方策を検討する必要がある。現在、天然資源の加入量、種苗放流量

ともに減少傾向である。とくに種苗放流尾数は 2007 年から 2010 年の 4 年間で 160 万尾も減少していることから、瀬戸内海のヒラメの資源水準を維持するためには、努力量削減と種苗放流量を考慮した対策を早急に講じる必要がある。

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.

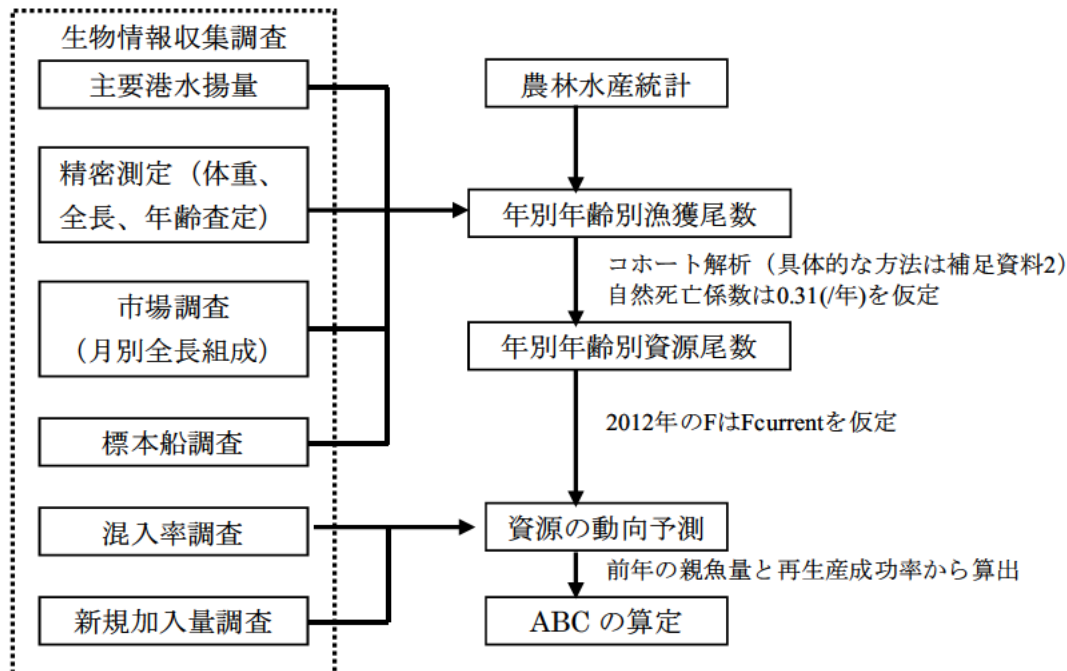
農林水産省統計情報部 (1998) 平成 9 年遊漁採捕量調査報告書, 115pp.

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.

補足資料 1. データと資源評価の関係を示すフロー



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、昨年度までは 1～12 月の年齢と全長の情報をまとめて Age-Length key を作成し使用していたが、今年度からは、1～4 月、5～8 月、9～12 月の 3 期に分けて Age-Length key を作成し使用した (付表 1)。これにより、成長が早い 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、1995～2012 年に河原津、1994～2012 年に伊予、上灘、徳山、2000～2012 年に泉佐野、仮屋、神戸市、塩田、由良、2001～2012 年に浅野浦、坊勢、室津浦で、小底の漁獲物の全長組成を、1995、1998～2012 年に西条で刺網の漁獲物の全長組成を、2004～2012 年に姫島、国見、安岐で刺網、建網、一本釣りによる漁獲物の全長組成を、2006～2012 年に弓削、伊吹、大浜、仁尾の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、2006～2012 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。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。

(2) 資源量推定法

1994～2012 年までの 19 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 日～12 月 31 日の暦年の集計値であるため、1 歳以上は 1 月 1 日を年齢の起算日とした。0 歳魚は 10 月頃から漁獲が開始されるので 10 月 1 日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。

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1} \exp(M_a) + C_{a,y} \exp(M_a / 2) \quad (7)$$

$$F_{a,y} = -\ln \left(1 - \frac{C_{a,y} \exp(M_a / 2)}{N_{a,y}} \right) \quad (8)$$

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

$$N_{4,y} = \frac{C_{4,y}}{C_{4,y} + C_{5+,y}} N_{5+,y+1} \exp(M_4) + C_{4,y} \exp(M_4 / 2) \quad (9)$$

$$N_{5+,y} = \frac{C_{5+,y}}{C_{4,y}} N_{4,y} \quad (10)$$

最近年の資源尾数は、

$$N_{a,2012} = \frac{C_{a,2012}}{1 - \exp(-F_{a,2012})} \exp(M_a / 2) \quad (11)$$

で求めた。最近年の漁獲係数は $F_{4,2012}$ を未知パラメータとし $F_{5+,2012}=F_{4,2012}$ 、また $F_{0,2012} \sim F_{3,2012}$ は、選択率が過去 5 年（2007～2011 年）の平均に等しいと仮定した。

$$F_{a,2012} = \frac{\sum_{b=1}^5 F_{a,2012-b}}{5} F_{4,2012} \quad (12)$$

最近年の 4 歳の漁獲係数は、CPUE と一致するよう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 2002～2012 年までの 11 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。

$$\ln(u_y) = \ln q \sum_a s_{a,y} N_{a,y} W_a + \varepsilon_y \quad (13)$$

$$s_{a,y} = \frac{F_{a,y}}{\text{Max.} F_{a,y}} \quad (14)$$

$$\varepsilon_y \sim N(0, \sigma^2) \quad (15)$$

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 の理論値と、CPUE の観測値のトレンドが最も一致するように、未知パラメータ q 、 $F_{4,2012}$ 、 σ^2 は最尤法で推定した。

$$LL = - \sum_y \left(\frac{1}{2} \ln(2\pi\sigma^2) + \frac{(\ln(u_y) - \ln(q \sum_a s_{a,y} N_{a,y} W_a))^2}{2\sigma^2} \right) \quad (16)$$

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)	130	329	823	1,696	2,775	3,735

昨年度までの方法と、今年度の方法で推定した、0 歳漁獲尾数を補足図 1 に、資源量推定結果を補足図 2 に示す。今年度の方法で推定した 0 歳漁獲尾数は、昨年までの方法で推定した場合と比較し、年変動がより大きく、Age-Length key を細分化した効果と考えられる。昨年度と今年度の方法で推定した年齢別漁獲尾数より求めた、再生産関係のプロットを補足図 3 に、RPS の経年変化を補足図 4 にそれぞれ示す。両者を比較すると、年ごとの RPS の値は変化するものの、経年的に減少している共通の傾向がある。昨年度までの方法による、漁獲尾数、資源尾数、資源量などの解析結果を補足表 1～4 に示す。また、両手法で求めた。資源量推定値、 F_{current} 、 F_{sus} 、RPS の平均を以下に示す。現状の漁獲圧では、資源水準が維持できない点については共通する。

	資源量 (2012 年)	F_{current}	F_{sus}	漁獲割合	RPS (直近 5 年の平均)
今年度の方法	1,803	0.79	0.68	32%	0.81
昨年度の方法	1,888	0.92	0.80	33%	0.85

(3) 0 歳混入率の推定方法

1994～2010 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）、混入率は、雌雄込みで推定した成長曲線

$$L_t = 101.74(1 - \exp(-0.17(t+0.88))) \quad (17)$$

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。2000 年以前は東部海域での市場調査データが十分でないため、この間の混入率は 2001～2003 年の平均を用い、0.29 と仮定した。

2011 年の東部海域の 0 歳混入率のみ他の年より低かったが、同年級群の 1 歳の混入率には、そのような傾向は見られなかった。2011 年級群の 1 歳混入率が過去 3 年の平均とほぼ一致したことから、2011 年級群の 0 歳混入率も同様に推定し補正した。補正前の混入率を表 10 に括弧で示した。

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る以前の放流魚の標識装着率は 1.0 と仮定した。

(4) YPR、SPR の解析

加入あたり漁獲量(YPR)と加入あたり親魚量(SPR)は、以下の式で求めた。

$$YPR = \sum_{a=0}^8 \frac{F_a}{F_a + M_a} \{1 - \exp(-F_a - M_a)\} S_a W_a \quad (18)$$

$$SPR = \sum_{a=0}^8 f_r S_a W_a \quad (19)$$

$$S_{a+1} = S_a \exp\{-(F_a + M_a)\} \quad (\text{ただし } S_0=1) \quad (20)$$

ここで、 f_r 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。

$$N_{0,y} = \sum_{a=0}^5 N_{a,y} f_r W_a \times RPS + \text{放流尾数} \times \text{添加効率} \quad (21)$$

$$N_{a,y} = N_{a-1,y-1} \exp(-M_{a-1}) - C_{a-1,y-1} \exp(-M_{a-1}/2) \quad (a=1,\dots,4) \quad (22)$$

$$N_{5+,y} = N_{4,y-1} \exp(-M_4) - C_{4,y-1} \exp(-M_4/2) + N_{5+,y-1} \exp(-M_{5+}) - C_{5+,y-1} \exp(-M_{5+}/2) \quad (23)$$

各年齢の漁獲尾数は以下の式で求めた。

$$C_{a,y} = N_{a,y} (1 - \exp(-F_{a,y})) \exp(-M_a/2) \quad (24)$$

2013～2018 年の将来予測において、再生産成功率(RPS)は 2007～2011 年の平均で 0.81、添加効率は 1995～2011 年の平均で 0.15 を使用した。

(6) 全長制限サイズ規制の効果の予測方法

●全長制限サイズの変化による新たな月別年齢別漁獲係数の推定

全長制限サイズ規制の効果のシミュレーションは、コホート解析の前進法を 1 ヶ月間隔で実施した。月別年齢別漁獲係数は、2012 年の年齢別漁獲係数に、標本船・標本漁協の月別漁獲量割合を乗じて算出した。これらの値を年齢と月の関係から月齢(t)に置換したものを、現在の瀬戸内海での全長制限サイズ $l_c(\text{cm})$ の平均 24cm における、t 月齢での漁業による死亡係数 $FI_{t,l_c 24}$ とした。全長制限サイズの変化により、網に入網する個体のうち、漁獲される個体の割合 g_{lc} 、再放流後に死亡する個体の割合 h_{lc} 、生残する個体の割合 h'_{lc} がそれぞれ変化すると考えた。漁業による死亡係数は、漁獲と再放流による死亡をあわせた減少係数とした。全長制限サイズ規制を 24cm から l_{ccm} に変化させたときの新たな漁業による死亡係数 FI_{t,l_c} は、 $FI_{t,l_c 24}$ に漁業による死亡係数が変化する倍率 $(g_{lc}+h_{lc})/(g_{lc 24}+h_{lc 24})$ を乗じ、以下の式で推定した。

$$FI_{t,l_c} = (g_{lc}+h_{lc})/(g_{lc 24}+h_{lc 24}) FI_{t,l_c 24} \quad (25)$$

g_{lc} は、(5)式より計算した t 月齢の全長の L_t を用いて、正規分布 $N(L_t, \sigma^2)$ の l_c より大きい確率とした。

$$g_{lc} = \int_{l_c}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{(x-L_t)^2}{2\sigma^2}\right) dx \quad (26)$$

h_{lc} と h'_{lc} は、再放流にともなう生残率 SR を 0.7 (平川、田中 1997) とし、以下の式で求めた。

$$h_{lc} = (1 - g_{lc}) \times (1 - SR) \quad (27)$$

$$h'_{lc} = (1 - g_{lc}) \times SR \quad (28)$$

●資源尾数および漁獲尾数の推定

a 歳 y 年 m 月の資源尾数 $N_{a,y,m}$ は、a 歳 y 年 m 月に漁獲と再放流で死亡する合計の尾数 $C'_{a,y,m}$ を使用し、以下の式で求めた。

a=0, m=10 のとき

$$N_{0,y,10} = \sum_{a=1}^{5+} N_{a,y,1} fr_a W_a \times RPS + \text{放流尾数} \times \text{添加効率} \quad (29)$$

a=1,...,4, m=1 のとき

$$N_{a,y,1} = N_{a-1,y-1,12} \exp(-M/12) - C'_{a-1,y-1,12} \exp(-M/12/2) \quad (30)$$

a=5, m=1 のとき

$$\begin{aligned} N_{5+,y,1} &= N_{4,y-1,12} \exp(-M/12) - C'_{4,y-1,12} \exp(-M/12/2) \\ &+ N_{5+,y-1,12} \exp(-M/12) - C'_{5+,y-1,12} \exp(-M/12/2) \end{aligned} \quad (31)$$

m=2,...,12 のとき

$$N_{a,y,m} = N_{a,y,m-1} \exp(-M/12) - C'_{a,y,m-1} \exp(-M/12/2) \quad (32)$$

ここで、 $C'_{a,y,m}$ は以下の式で求めた。

$$C'_{a,y,m} = N_{a,y,m} (1 - \exp(-F_{a,y,m} - F'_{a,y,m})) \exp(-M/2) \quad (33)$$

$F_{a,y,m}$ 、 $F'_{a,y,m}$ は、それぞれ a 歳 y 年 m 月 (t 月齢) の全長制限サイズ変更後の漁業による死亡係数 $FI_{t,lc}$ のうちの漁獲と再放流による死亡分で、以下の関係から求めた。

$$F_{a,y,m} = g_{lc} / (g_{lc} + h_{lc}) FI_{t,lc} \quad (34)$$

$$F'_{a,y,m} = h_{lc} / (g_{lc} + h_{lc}) FI_{t,lc} \quad (35)$$

y 年の 1 年間の漁獲量 CW_y は以下の式で求めた。

$$CW_y = \sum_a \sum_m N_{a,y,m} \frac{F_{a,y,m}}{F_{a,y,m} + F'_{a,y,m}} (1 - \exp(-F_{a,y,m} - F'_{a,y,m})) \exp(-M/12/2) \quad (36)$$

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) 燧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.

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	山口	徳島	香川	愛媛	福岡	大分		
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	123	31	100	28	28	79	260	1	32	699	

※ 2012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/出漁日数) と努力量 (出漁日数)、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 (操業隻数/kg) の推移

年	泉佐野	庵治	東讃	内海	日生	河原津	伊予	上灘	山口	杵築・日出	平均
2002	0.31	1.14	0.07	0.14	1.25	0.22	0.90	0.74	0.38	0.42	0.56
2003	0.36	1.29	0.09	0.15	1.18	0.25	1.17	0.62	0.31	0.29	0.57
2004	0.30	1.68	0.05	0.25	1.09	0.43	0.91	0.24	0.45	0.37	0.58
2005	0.25	1.38	0.05	0.25	1.09	0.41	0.77	0.30	0.49	0.34	0.53
2006	0.34	1.26	0.05	0.23	0.50	0.49	1.10	0.25	0.39	0.60	0.52
2007	0.37	1.06	0.04	0.11	0.55	0.24	0.86	0.44	0.39	0.20	0.42
2008	0.18	0.90	0.03	0.06	0.87	0.30	0.86	0.68	0.27	0.19	0.43
2009	0.23	0.77	0.06	0.05	0.88	0.21	0.45	0.28	0.38	0.55	0.39
2010	0.18	0.66	0.04	0.06	1.17	0.37	0.61	0.35	0.24	0.55	0.42
2011	0.20	0.85	0.02	0.08	1.35	0.36	0.52	0.17	0.45	0.50	0.45
2012	0.21	0.82	0.02	0.08	0.98	0.29	0.68	0.35	0.66	0.22	0.43

表 4. ヒラメ瀬戸内海系群の年齢別漁獲尾数（尾）

年	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5+歳	合 計
1994	487,269	934,255	379,076	76,717	26,201	30,958	1,934,476
1995	928,317	1,299,234	410,318	98,116	23,379	15,016	2,774,379
1996	507,254	1,549,032	429,274	94,573	22,842	9,295	2,612,269
1997	634,082	748,643	457,925	93,228	27,908	20,142	1,981,928
1998	239,656	927,969	444,059	121,142	37,188	23,195	1,793,210
1999	434,557	808,112	396,167	124,960	39,396	30,410	1,833,601
2000	150,557	462,577	481,439	137,450	39,849	30,781	1,302,654
2001	555,193	763,043	410,583	111,799	31,668	22,123	1,894,409
2002	487,498	973,231	347,856	91,644	31,341	35,688	1,967,258
2003	533,792	753,751	381,851	86,581	24,422	24,897	1,805,295
2004	293,897	944,867	414,925	97,432	25,508	20,448	1,797,076
2005	274,201	698,310	472,983	97,998	28,269	22,355	1,594,116
2006	199,318	589,305	423,882	110,327	26,694	24,449	1,373,974
2007	100,321	658,745	340,859	102,576	30,501	27,916	1,260,918
2008	155,910	494,437	360,523	103,033	30,965	26,889	1,171,756
2009	156,867	461,232	263,899	88,422	28,925	25,335	1,024,681
2010	135,576	332,743	258,874	89,695	30,210	29,458	876,556
2011	122,941	393,170	234,381	86,951	30,135	26,774	894,353
2012	71,602	400,730	265,318	100,484	29,758	21,417	889,308

若齢部の年齢分解の精度を向上させるため、昨年度まで 1～12 月で 1 つの Age-Length key を使用していたが、1～4、5～8、9～12 月の 3 期についてそれぞれ Age-Length key を作成し、年齢別漁獲尾数を推定した。

表 5. ヒラメ瀬戸内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	合計
1994	58	268	272	113	63	101	876
1995	107	364	287	141	55	48	1,002
1996	58	428	296	135	53	29	999
1997	82	235	359	151	74	72	972
1998	31	289	346	194	98	82	1,039
1999	61	274	336	218	113	117	1,118
2000	20	152	394	232	110	114	1,023
2001	76	253	341	191	89	83	1,033
2002	66	317	284	154	86	132	1,039
2003	70	240	304	142	65	90	911
2004	36	282	310	150	64	69	911
2005	35	218	369	158	74	79	934
2006	27	193	347	186	74	91	918
2007	13	207	268	166	81	100	835
2008	21	161	293	172	85	99	831
2009	22	159	228	157	84	99	750
2010	20	120	233	166	92	120	751
2011	18	141	210	160	91	109	728
2012	10	133	220	172	83	81	699

表 6. ヒラメ瀬戸内海系群の年齢別資源尾数（尾）

年	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5+歳	合 計
1994	3,430,478	2,184,150	767,665	168,601	53,866	63,644	6,668,404
1995	4,307,767	2,704,071	798,847	237,395	57,732	37,081	8,142,894
1996	2,837,994	3,091,280	867,047	233,485	89,759	36,525	7,156,091
1997	3,162,939	2,136,894	936,671	267,168	89,929	64,904	6,658,505
1998	2,605,842	2,315,450	923,037	293,599	115,722	72,179	6,325,829
1999	2,174,336	2,179,535	900,285	295,484	111,184	85,823	5,746,647
2000	2,171,827	1,593,022	903,367	319,803	109,297	84,426	5,181,743
2001	2,968,888	1,863,822	769,817	249,120	116,406	81,317	6,049,371
2002	2,665,823	2,211,849	710,936	212,020	86,633	98,648	5,985,909
2003	3,089,998	1,996,661	785,775	222,595	76,730	78,222	6,249,981
2004	2,428,060	2,344,438	816,071	248,271	88,797	71,180	5,996,816
2005	2,120,019	1,962,950	907,040	242,147	98,301	77,733	5,408,190
2006	2,102,975	1,697,000	838,829	259,041	93,336	85,488	5,076,670
2007	1,614,624	1,753,252	737,493	251,136	95,151	87,086	4,538,741
2008	1,628,555	1,396,805	719,252	248,009	95,996	83,361	4,171,978
2009	1,462,107	1,356,230	599,010	217,845	93,319	81,736	3,810,246
2010	1,478,972	1,201,370	597,726	212,520	83,747	81,661	3,655,997
2011	1,366,388	1,237,443	594,331	215,879	78,763	69,978	3,562,783
2012	755,372	1,145,471	569,037	234,345	83,567	60,144	2,847,936

表 7. ヒラメ瀬戸内海系群の年齢別資源量（トン）

年	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5+歳	合計
1994	468	719	632	286	149	238	2,492
1995	587	891	658	403	160	138	2,837
1996	387	1,018	714	396	249	136	2,900
1997	431	704	771	453	250	242	2,851
1998	355	763	760	498	321	270	2,966
1999	296	718	741	501	309	321	2,886
2000	296	525	744	542	303	315	2,725
2001	405	614	634	423	323	304	2,702
2002	363	729	585	360	240	368	2,646
2003	421	658	647	378	213	292	2,608
2004	331	772	672	421	246	266	2,708
2005	289	647	747	411	273	290	2,656
2006	287	559	690	439	259	319	2,554
2007	220	577	607	426	264	325	2,420
2008	222	460	592	421	266	311	2,273
2009	199	447	493	370	259	305	2,073
2010	202	396	492	360	232	305	1,987
2011	186	408	489	366	219	261	1,929
2012	103	377	468	398	232	225	1,803

表 8. ヒラメ瀬戸内海系群の年齢別漁獲係数

年	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5+歳
1994	0.16	0.69	0.86	0.76	0.84	0.84
1995	0.25	0.82	0.92	0.66	0.64	0.64
1996	0.21	0.88	0.86	0.64	0.35	0.35
1997	0.23	0.53	0.85	0.52	0.45	0.45
1998	0.10	0.63	0.83	0.66	0.47	0.47
1999	0.23	0.57	0.72	0.68	0.53	0.53
2000	0.07	0.41	0.98	0.70	0.56	0.56
2001	0.22	0.65	0.98	0.74	0.38	0.38
2002	0.21	0.72	0.85	0.70	0.55	0.55
2003	0.20	0.58	0.84	0.61	0.47	0.47
2004	0.13	0.64	0.90	0.61	0.41	0.41
2005	0.14	0.54	0.94	0.64	0.41	0.41
2006	0.10	0.52	0.89	0.69	0.41	0.41
2007	0.07	0.58	0.78	0.65	0.47	0.47
2008	0.10	0.53	0.88	0.66	0.47	0.47
2009	0.12	0.51	0.72	0.64	0.45	0.45
2010	0.10	0.39	0.71	0.68	0.55	0.55
2011	0.10	0.46	0.62	0.64	0.59	0.59
2012	0.10	0.53	0.79	0.70	0.54	0.54

表 9. ヒラメ瀬戸内海系群の漁獲量（トン）、資源量（トン）、漁獲割合、親魚量（トン）、天然の加入尾数（尾）、放流の加入尾数（尾）、再生産成功率（RPS）（尾/kg）

年	漁獲量 (トン)	資源量 (トン)	漁獲割合	親魚量 (トン)	加入尾数 天然(尾)	加入尾数 放流(尾)	RPS (尾/kg)
1994	876	2,492	0.35	1,125	3,008,576	421,902	2.67
1995	1,002	2,837	0.35	1,159	3,552,916	754,852	3.07
1996	999	2,900	0.34	1,288	2,321,275	516,718	1.80
1997	972	2,851	0.34	1,471	2,644,284	518,655	1.80
1998	1,039	2,966	0.35	1,600	1,992,569	613,273	1.25
1999	1,118	2,886	0.39	1,625	1,594,416	579,919	0.98
2000	1,023	2,725	0.38	1,642	1,689,868	481,959	1.03
2001	1,033	2,702	0.38	1,473	2,248,844	720,043	1.53
2002	1,039	2,646	0.39	1,373	1,982,322	683,501	1.44
2003	911	2,608	0.35	1,327	2,075,364	1,014,634	1.56
2004	911	2,708	0.34	1,393	1,431,853	996,207	1.03
2005	934	2,656	0.35	1,486	1,301,003	819,016	0.88
2006	918	2,554	0.36	1,479	1,196,951	906,025	0.81
2007	835	2,420	0.35	1,417	1,006,794	607,830	0.71
2008	831	2,273	0.37	1,385	1,038,098	590,456	0.75
2009	750	2,073	0.36	1,255	1,043,405	418,702	0.83
2010	751	1,987	0.38	1,218	1,043,950	435,021	0.86
2011	728	1,929	0.38	1,164	1,066,894	299,494	0.92
2012	699	1,803	0.39	1,149			

表 10. ヒラメ瀬戸内海系群の 0 歳の混入率と標識装着率、添加効率
括弧は 2011 年 0 歳の混入率を補正しない場合の値

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	0.18	1.00	0.18	0.18
1996	0.18	1.00	0.18	0.14
1997	0.16	1.00	0.16	0.13
1998	0.24	1.00	0.24	0.15
1999	0.24	0.92	0.27	0.12
2000	0.22	1.00	0.22	0.11
2001	0.24	1.00	0.24	0.17
2002	0.23	0.90	0.26	0.19
2003	0.30	0.90	0.33	0.25
2004	0.36	0.87	0.41	0.20
2005	0.34	0.88	0.39	0.16
2006	0.33	0.76	0.43	0.18
2007	0.25	0.67	0.38	0.13
2008	0.21	0.59	0.36	0.13
2009	0.24	0.82	0.29	0.11
2010	0.22	0.74	0.29	0.14
2011	0.17 (0.04)	0.79	0.22 (0.06)	0.10
2012	0.17	0.68	0.25	

表 11. 6 月の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	24.0	52.0	38.0
1996	18.0	14.3	16.2
1997	6.3	6.0	6.2
1998	25.0	48.0	36.5
1999	11.6	11.0	11.3
2000	0.8	8.0	4.4
2001	8.1	17.0	12.6
2002	12.1	38.3	25.2
2003	14.7	20.0	17.4
2004	14.2	2.0	8.1
2005	0.3	2.5	1.4
2006	29.5	10.8	20.1
2007	4.8	6.0	5.4
2008	15.3	2.8	9.0
2009	3.3	0.5	1.9
2010	12.2	1.3	6.7
2011	6.7	0.0	3.3
2012	11.5	5.8	8.6
2013	1.1	0.0	0.5

付表 1. Age-length key と雌雄割合

全長階級 (mm)	雌						雌の 割合	5-8月					雌の 割合	9-12月						雌の 割合
	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	0	0	0	0	0.50	1	0	0	0	0	0.50	1	0	0	0	0	0	0.50	
40～80	1	0	0	0	0	0.50	1	0	0	0	0	0.50	1	0	0	0	0	0	0.50	
80～120	1	0	0	0	0	0.50	1	0	0	0	0	0.50	1	0	0	0	0	0	0.50	
120～160	1	0	0	0	0	0.50	1	0	0	0	0	0.50	1	0	0	0	0	0	0.35	
160～200	1	0	0	0	0	0.34	1	0	0	0	0	0.32	1	0	0	0	0	0	0.45	
200～240	1	0	0	0	0	0.47	0.91	0.07	0.02	0	0	0.38	0.99	0	0.01	0	0	0	0.50	
240～280	0.98	0.02	0	0	0	0.38	0.91	0.09	0	0	0	0.48	0.9	0.1	0	0	0	0	0.55	
280～320	0.84	0.16	0	0	0	0.36	0.82	0.18	0	0	0	0.48	0.74	0.23	0.03	0	0	0	0.47	
320～360	0.52	0.47	0.01	0	0	0.34	0.75	0.25	0	0	0	0.43	0.31	0.61	0.08	0	0	0	0.36	
360～400	0.14	0.8	0.06	0	0	0.22	0.25	0.72	0.03	0	0	0.31	0	0.95	0.05	0	0	0	0.41	
400～440	0.03	0.9	0.08	0	0	0.51	0.03	0.9	0.07	0	0	0.58	0	0.89	0.09	0.02	0	0	0.59	
440～480	0	0.9	0.1	0	0	0.79	0.01	0.92	0.06	0	0	0.79	0	0.81	0.19	0	0	0	0.75	
480～520	0	0.69	0.31	0.01	0	0.81	0	0.7	0.29	0.01	0	0.89	0	0.75	0.22	0.04	0	0	0.89	
520～560	0	0.34	0.63	0.03	0.01	0.84	0	0.27	0.65	0.08	0	0.89	0	0.5	0.29	0.21	0	0	0.74	
560～600	0	0.13	0.66	0.17	0.03	0.82	0	0.13	0.66	0.17	0.03	0.82	0	0	0.13	0.66	0.17	0.03	0.82	
600～640	0	0.05	0.52	0.34	0.09	0.89	0	0.05	0.52	0.34	0.09	0.89	0	0	0.05	0.52	0.34	0.09	0.89	
640～680	0	0.01	0.32	0.42	0.25	0.91	0	0.01	0.32	0.42	0.25	0.91	0	0	0.01	0.32	0.42	0.25	0.91	
680～720	0	0.01	0.15	0.37	0.48	0.93	0	0.01	0.15	0.37	0.48	0.93	0	0	0.01	0.15	0.37	0.48	0.93	
720～760	0	0	0.05	0.33	0.62	0.98	0	0	0.05	0.33	0.62	0.98	0	0	0	0.05	0.33	0.62	0.98	
760～800	0	0	0.03	0.1	0.87	1.00	0	0	0.03	0.1	0.87	1.00	0	0	0	0.03	0.1	0.87	1.00	
800～840	0	0	0.08	0	0.92	1.00	0	0	0.08	0	0.92	1.00	0	0	0	0.08	0	0.92	1.00	
840～880	0	0	0	0	1	1.00	0	0	0	0	1	1.00	0	0	0	0	0	1	1.00	
880～920	0	0	0	0	1	1.00	0	0	0	0	1	1.00	0	0	0	0	0	1	1.00	
920～960	0	0	0	0	1	1.00	0	0	0	0	1	1.00	0	0	0	0	0	1	1.00	
960～	0	0	0	0	1	1.00	0	0	0	0	1	1.00	0	0	0	0	0	1	1.00	

全長階級 (mm)	雄					雄の 割合	5-8月					雄の 割合	9-12月					雄の 割合	
	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	0	0	0	0		1	0	0	0	0		1	0	0	0	0	0	
40～80	1	0	0	0	0		1	0	0	0	0		1	0	0	0	0	0	
80～120	1	0	0	0	0		1	0	0	0	0		1	0	0	0	0	0	
120～160	1	0	0	0	0		1	0	0	0	0		1	0	0	0	0	0	
160～200	1	0	0	0	0		1	0	0	0	0		1	0	0	0	0	0	
200～240	0.99	0.01	0	0	0		1	0	0	0	0		0.99	0.01	0	0	0	0	
240～280	0.86	0.14	0	0	0		0.87	0.13	0	0	0		0.82	0.18	0	0	0	0	
280～320	0.66	0.33	0.01	0	0		0.73	0.27	0	0	0		0.48	0.47	0.05	0	0	0	
320～360	0.15	0.82	0.03	0	0		0.26	0.72	0.01	0	0		0.07	0.82	0.11	0	0	0	
360～400	0.02	0.89	0.09	0	0		0.02	0.91	0.05	0.01	0.01		0.01	0.77	0.21	0.01	0	0	
400～440	0.01	0.66	0.3	0.02	0		0.01	0.63	0.35	0.01	0		0	0.85	0.15	0	0	0	
440～480	0	0.33	0.55	0.1	0.02		0	0.46	0.35	0.16	0.04		0	0.41	0.53	0.06	0	0	
480～520	0	0.09	0.45	0.27	0.18		0	0.22	0.17	0.33	0.28		0	0.33	0.33	0.33	0	0	
520～560	0	0.14	0.48	0.17	0.21		0	0.1	0.3	0.1	0.5		0	0	0	0.4	0	0.6	
560～600	0	0.03	0.37	0.43	0.17		0	0.03	0.37	0.43	0.17		0	0	0.03	0.37	0.43	0.17	
600～640	0	0.05	0.15	0.4	0.4		0	0.05	0.15	0.4	0.4		0	0	0.05	0.15	0.4	0.4	
640～680	0	0	0.11	0.44	0.44		0	0	0.11	0.44	0.44		0	0	0	0.11	0.44	0.44	
680～720	0	0	0	0.33	0.67		0	0	0	0.33	0.67		0	0	0	0	0.33	0.67	
720～	0	0	0	0	1		0	0	0	0	1		0	0	0	0	0	1	

補足表 1. 平成 24 年度までの方法による年齢別漁獲尾数（尾）

年	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6+歳
1994	374,871	864,746	429,131	81,980	27,209	21,151	12,666
1995	646,872	1,139,134	556,852	119,286	29,479	10,266	6,922
1996	604,248	1,145,793	627,426	117,528	24,610	7,404	2,673
1997	320,350	728,256	559,448	120,122	31,474	13,849	10,315
1998	287,900	660,185	526,913	147,954	40,764	15,993	8,805
1999	283,925	677,743	541,808	158,588	42,216	15,862	13,549
2000	143,452	429,831	451,202	142,695	44,708	17,234	17,302
2001	207,338	554,597	509,198	148,527	41,988	16,945	11,207
2002	311,373	764,684	402,479	111,147	39,691	21,462	22,561
2003	225,643	667,261	450,978	103,365	27,929	14,717	15,759
2004	260,305	715,695	475,554	118,206	30,107	13,484	9,644
2005	180,009	591,107	529,714	117,270	33,061	15,660	8,952
2006	131,150	470,006	516,335	126,866	28,853	13,469	10,675
2007	220,346	461,866	382,120	109,636	32,514	15,008	13,534
2008	149,992	396,469	406,249	113,417	31,497	12,886	13,103
2009	128,033	335,663	311,437	104,804	32,027	14,428	12,756
2010	100,850	285,409	287,685	105,719	33,710	15,341	13,585
2011	115,110	282,042	278,384	102,194	33,894	15,301	12,709
2012	134,124	334,261	314,678	112,370	30,756	11,350	6,836

今年度の年齢査定データの追加により昨年度作成した 1～12 月の Age-Length key を更新したため、2011 年以前の年別年齢別漁獲尾数も更新された。

補足表 2. 平成 24 年度までの方法による年齢別資源尾数（尾）

年	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6+歳
1994	3,535,460	2,460,412	853,343	217,825	64,363	38,455	23,028
1995	3,757,550	2,909,256	1,060,420	257,264	89,243	23,815	16,057
1996	3,217,868	2,853,075	1,154,104	299,519	86,187	40,077	14,470
1997	2,767,041	2,394,942	1,107,305	307,695	118,606	42,006	31,287
1998	2,549,138	2,251,017	1,129,267	331,600	122,368	59,853	32,954
1999	2,218,448	2,080,697	1,082,193	375,497	116,052	54,659	46,688
2000	2,079,927	1,778,680	942,566	328,316	139,072	48,796	48,990
2001	2,527,049	1,785,661	933,656	303,662	118,148	63,507	42,002
2002	2,533,961	2,137,743	832,045	247,537	95,122	50,524	53,112
2003	2,607,919	2,044,086	909,938	264,479	86,034	35,644	38,167
2004	2,423,978	2,194,932	924,746	279,983	105,084	39,055	27,933
2005	1,952,389	1,991,481	993,680	269,796	103,733	51,130	29,227
2006	1,897,901	1,632,552	951,398	273,903	97,081	47,614	37,739
2007	1,742,912	1,629,145	792,383	254,413	91,878	46,346	41,794
2008	1,552,128	1,400,025	796,853	252,876	92,356	39,408	40,072
2009	1,506,457	1,291,238	685,163	235,507	87,997	40,628	35,920
2010	1,507,480	1,270,117	657,582	234,890	82,657	36,986	32,753
2011	1,600,935	1,297,205	685,115	235,027	81,422	31,640	26,281
2012	1,569,222	1,369,922	707,812	263,126	84,538	30,579	18,417

補足表 3. 平成 24 年度までの方法による年齢別資源量（トン）

年	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6+歳
1994	482	810	702	369	179	144	101
1995	512	958	873	436	248	89	71
1996	439	940	950	508	239	150	64
1997	377	789	911	522	329	157	138
1998	347	741	930	562	340	224	145
1999	302	685	891	637	322	204	205
2000	284	586	776	557	386	182	215
2001	344	588	769	515	328	237	185
2002	345	704	685	420	264	189	233
2003	355	673	749	449	239	133	168
2004	330	723	761	475	292	146	123
2005	266	656	818	458	288	191	128
2006	259	538	783	465	269	178	166
2007	238	537	652	432	255	173	184
2008	212	461	656	429	256	147	176
2009	205	425	564	399	244	152	158
2010	205	418	541	398	229	138	144
2011	218	427	564	399	226	118	116
2012	214	451	583	446	235	114	81

補足表 4. 平成 24 年度までの方法による漁獲量（トン）、資源量（トン）、漁獲割合、親魚量（トン）天然の加入尾数（尾）、放流の加入尾数（尾）、再生産成功率（RPS）（尾/kg）

年	漁獲量 （トン）	資源量 （トン）	漁獲割合	親魚量 （トン）	加入尾数 天然（尾）	加入尾数 放流（尾）	RPS （尾/kg）
1994	876	2,788	0.31	1,287	3,118,720	408,708	2.42
1995	1,002	3,187	0.31	1,459	3,093,780	657,304	2.12
1996	999	3,289	0.30	1,620	2,624,147	584,138	1.62
1997	972	3,223	0.30	1,767	2,313,738	453,821	1.31
1998	1,039	3,289	0.32	1,896	1,952,782	601,027	1.03
1999	1,118	3,247	0.34	1,949	1,624,194	590,750	0.83
2000	1,023	2,986	0.34	1,846	1,615,918	460,868	0.88
2001	1,033	2,966	0.35	1,772	1,910,613	611,747	1.08
2002	1,039	2,840	0.37	1,573	1,882,607	649,120	1.20
2003	911	2,766	0.33	1,497	1,746,943	854,071	1.17
2004	911	2,850	0.32	1,550	1,426,725	992,639	0.92
2005	934	2,805	0.33	1,623	1,193,776	751,514	0.74
2006	918	2,657	0.35	1,603	1,076,870	815,130	0.67
2007	835	2,470	0.34	1,477	1,078,587	651,174	0.73
2008	831	2,337	0.36	1,442	976,508	555,425	0.68
2009	750	2,148	0.35	1,321	1,069,857	429,316	0.81
2010	751	2,075	0.36	1,261	1,113,914	464,176	0.88
2011	728	2,068	0.35	1,227	1,391,936	390,738	1.13
2012	699	2,124	0.33	1,251			

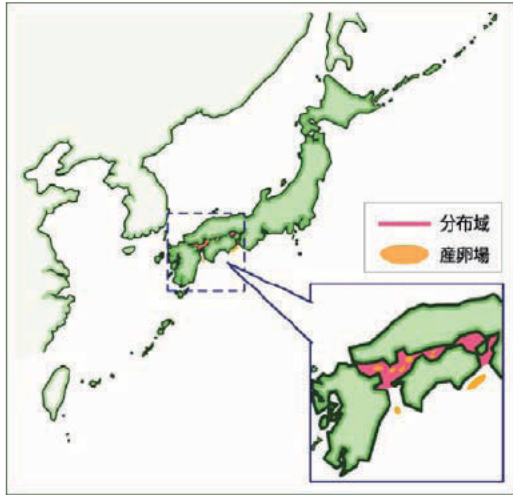


図1. ヒラメ瀬戸内海系群の分布

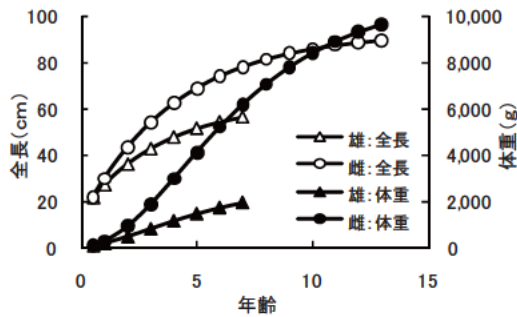


図2. 雌雄別の年齢と全長、体重の関係

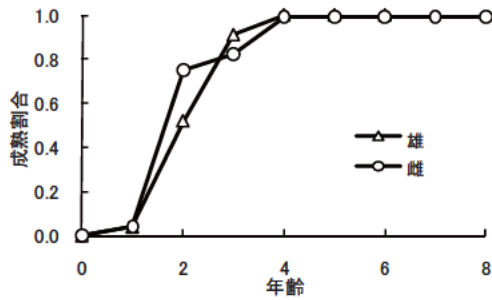


図3. 年齢別成熟割合

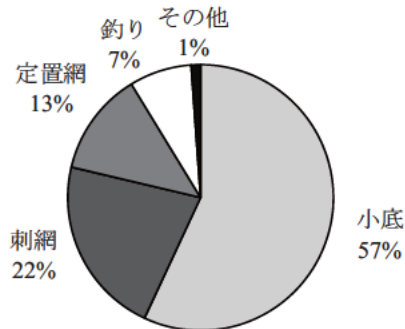


図4. 2010年の漁法別漁獲量の割合

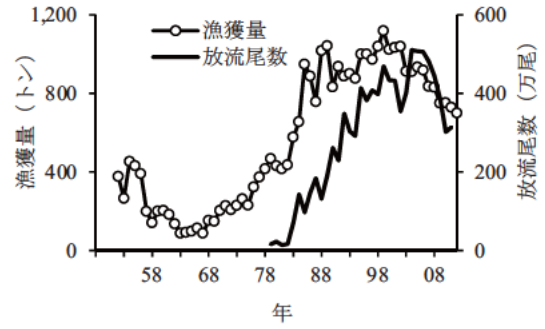


図5. 漁獲量と放流尾数の推移

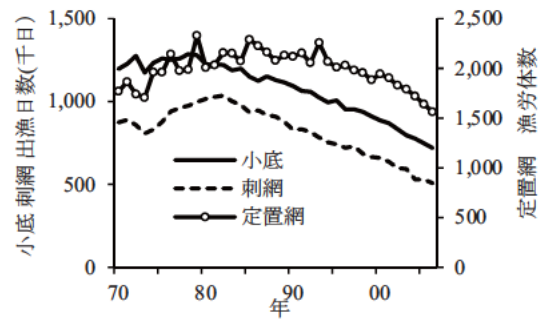


図6. 農林水産統計による瀬戸内海区の小型底びき網、刺網、定置網の努力量の推移

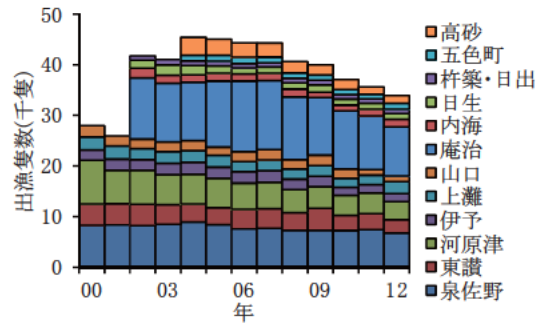


図7. 標本船・標本漁協の小底出漁隻数の推移

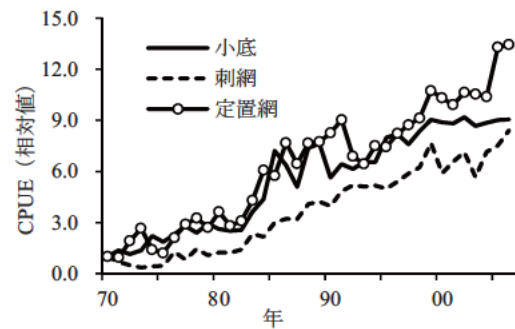


図8. 農林水産統計による瀬戸内海区の小型底びき網、刺網、定置網のCPUEの推移

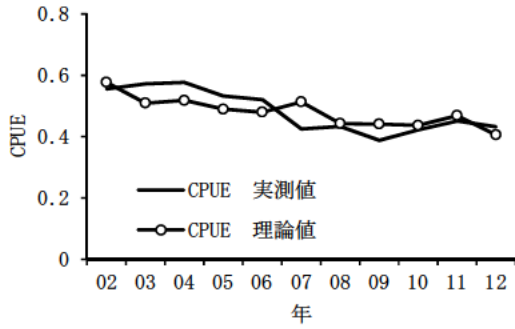


図9. 小底の標本船・標本漁協 CPUE

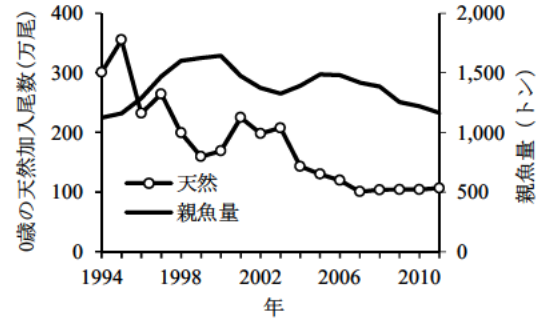


図13. 親魚量と天然魚加入量の関係

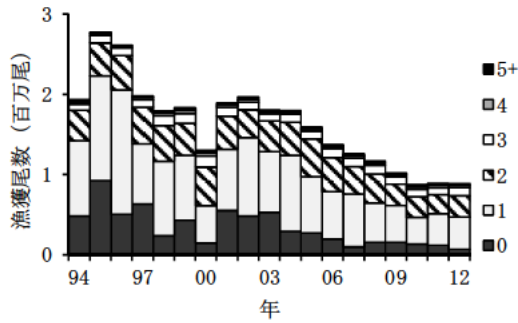


図10. 年齢別漁獲尾数の推移

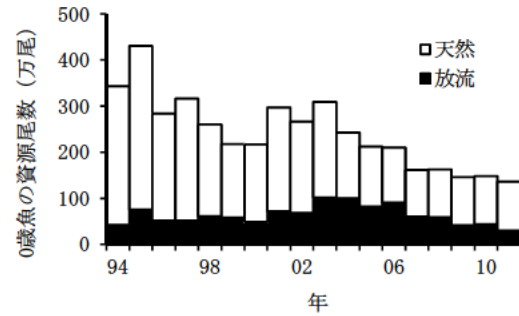


図14. 0歳資源尾数の天然と放流魚の内訳

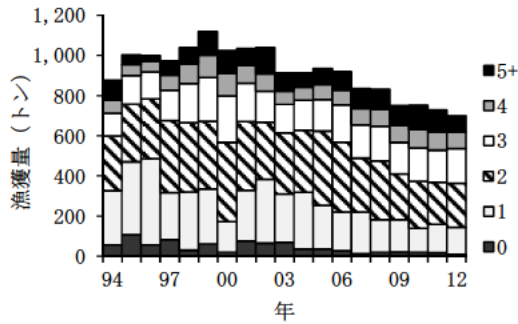


図11. 年齢別漁獲量の推移

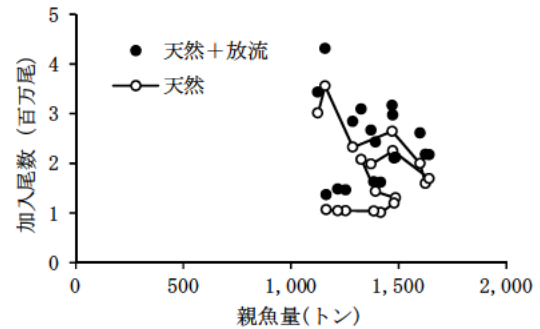


図15. 再生産関係

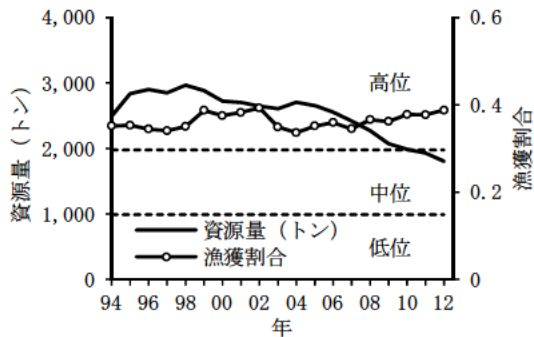


図12. 資源量と漁獲割合の推移 点線で区分された領域のうち上側が高位、中央が中位、下側が低位の水準を示す。

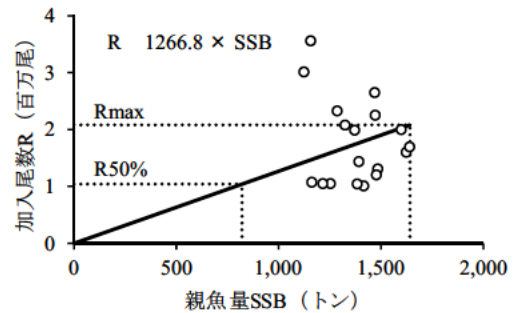


図16. Blimit の設定、プロットは親魚量と天然の加入尾数の関係を示す

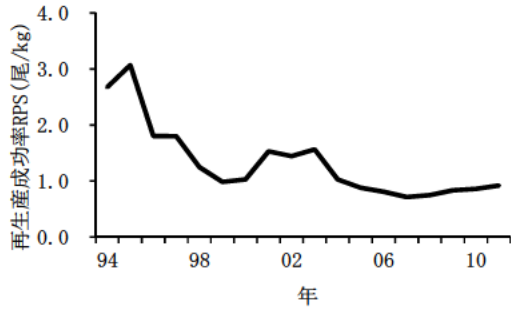


図 17. 再生産成功率の推移

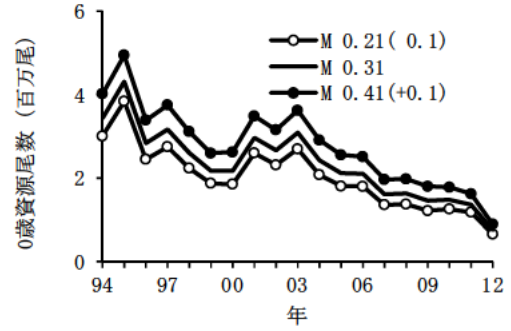


図 21. 自然死亡係数の値による 0 歳資源尾数の感度解析

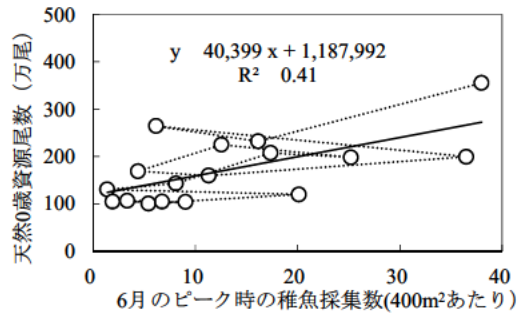


図 18. 6 月のピーク時の稚魚採集数と天然の 0 歳資源尾数の関係

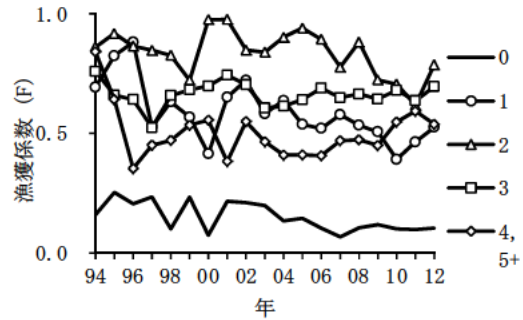


図 22. 年齢別漁獲係数の推移

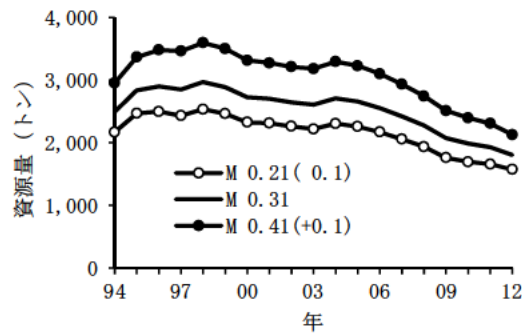


図 19. 自然死亡係数の値による資源量の感度解析

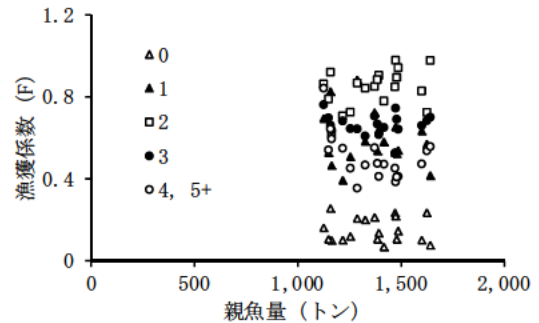


図 23. 親魚量と漁獲係数の関係

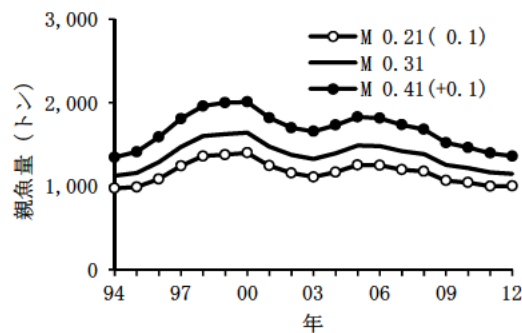


図 20. 自然死亡係数の値による親魚量の感度解析

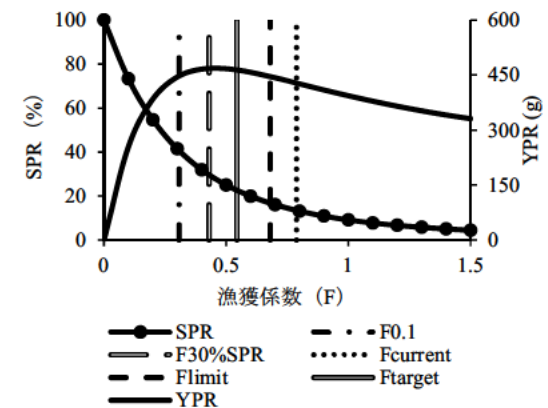


図 24. 漁獲係数と YPR、SPR(%)の関係

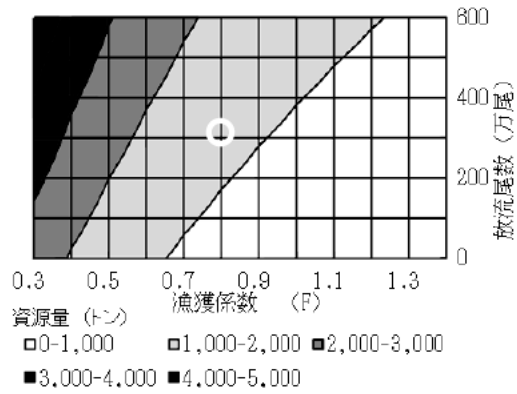


図 25. 2014～2018 年にかけて漁獲圧と放流尾数を変化させたときの 2018 年の資源量(トン) の等量線図 白の円は現状の F と放流尾数のレベル。

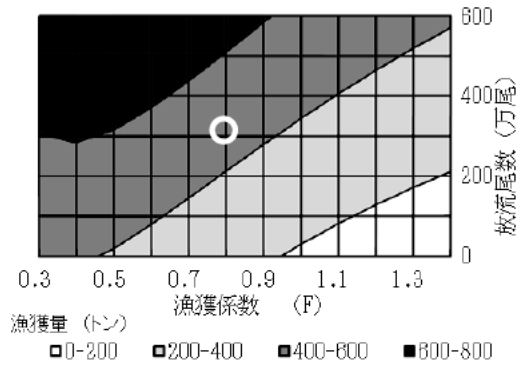


図 26. 2014～2018 年にかけて漁獲圧と放流尾数を変化させたときの 2018 年の漁獲量(トン) の等量線図 白の円は現状の F と放流尾数のレベル。

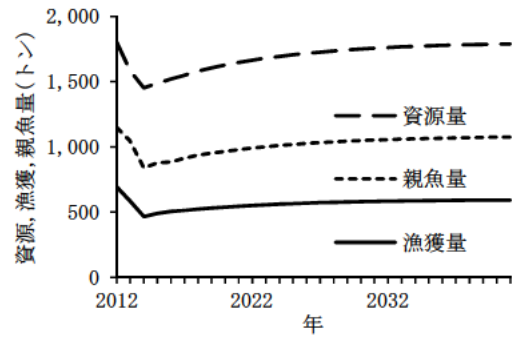


図 27. 2014 年から Flimit で漁獲を続けたときの資源量と親魚量、漁獲量の推移

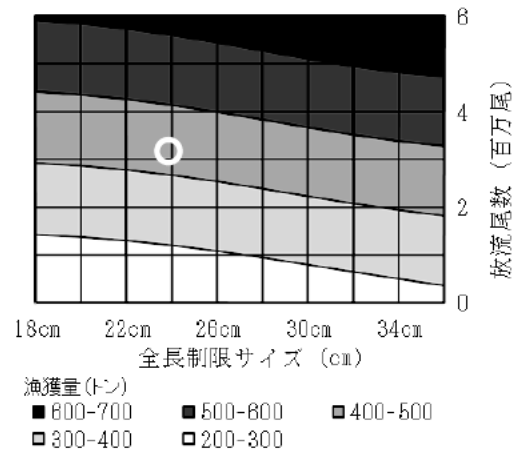
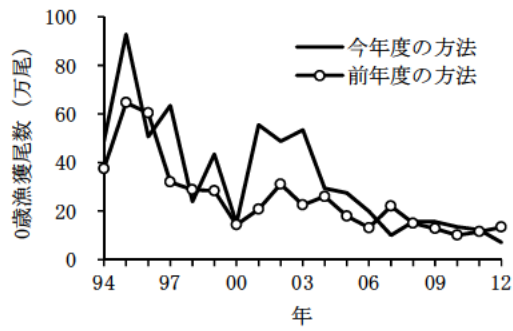
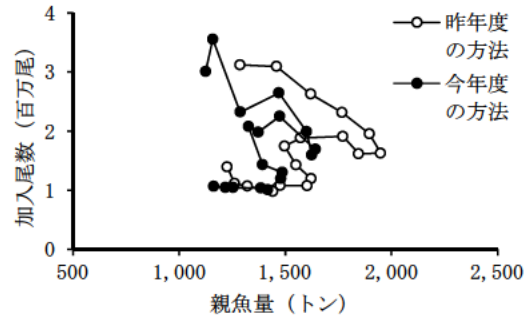


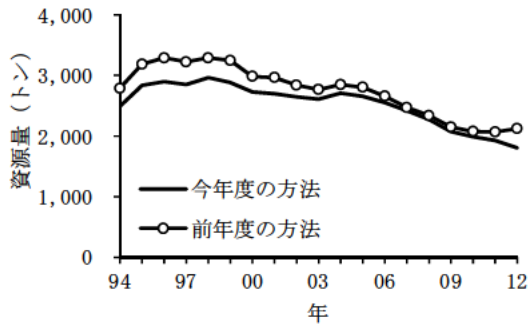
図 28. 2014～2018 年にかけて全長制限サイズと放流尾数を変化させたときの 2018 年の漁獲量の等量線図 白の円は現状の F と放流尾数のレベル。



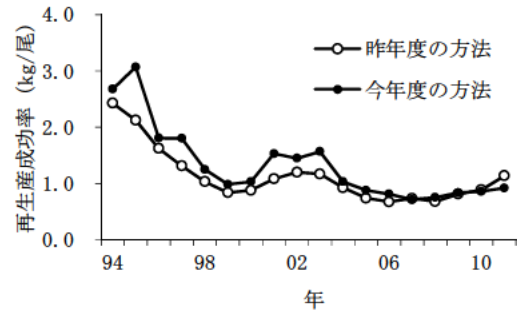
補足図 1. 昨年度までの方法と今年度の方法で推定した0歳の年齢別漁獲尾数の比較



補足図 3. 昨年度までの方法と今年度の方法での再生産関係の比較



補足図 2. 昨年度と今年度の資源量推定の比較



補足図 4. 昨年度までの方法と今年度の方法での再生産成功率の経年変化の比較