

平成30（2018）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（本田 聡、山田徹生）

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

本系群の資源量を、小型底曳網 CPUE を資源量指標値として考慮したチューニングコホート解析により計算した。漁獲量は、1988 年から 2002 年に掛けて 1 千トン前後で推移したが、その後減少し、2016 年は 482 トン（確定値）、2017 年は 501 トン（概数値）となった。資源量は 1998 年に 3,031 トンに達した後徐々に減少し、2017 年は 1,720 トンと推定された。親魚量は 2000 年に 1,685 トンに達した後増加と減少を繰り返し、2017 年は 1,205 トンと推定された。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、過去最大の親魚量の 1/2 にあたる 843 トンと設定した。2017 年の親魚量はこの Blimit を上回っている。現状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 F_{sus} を採用し、Flimit とした。本種は栽培対象種で 2016 年には 269 万尾の人工種苗が放流され、また同年の 0 歳魚漁獲物における人工種苗放流魚の混入率は 22%、添加効率（放流魚の漁獲加入までの生残率）は 0.07 と推定された。

管理基準	Target / Limit	2019年 ABC (トン)	漁獲割合 (%)	F値 (現状のF値からの増減%)
F _{sus}	Target	323	20	0.29 (38%)
	Limit	391	24	0.36 (22%)

F_{sus} は資源を中長期的に維持する漁獲係数 F で、ここでは近年の再生産成功率（RPS）が低水準で推移していることを考慮し、1994 年以降の RPS の最低値（0.55 尾/kg）の逆数となる SPR を維持することとし、これを Flimit とした。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。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維持が期待される漁獲量である。F_{target} = α Flimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。F 値は年齢別漁獲係数 F の最高値で、最高齢の F（ここでは 4 歳魚以上）と各年齢別 F との間で、それぞれ最新年を除く直近 3 年間（2014～2016 年）の平均値の比を取り、それに最新年（2017 年）の最高齢の F を乗じて求めた。2017 年は 2 歳の F: 0.46 がこれ（F_{current}）にあたる。以上の条件で求めた F_{sus}: 0.36 を Flimit

に、また $0.8F_{sus}$: 0.29 を F_{target} とした。漁獲割合は $ABC/資源量$ 。

年	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	漁獲量 (トン)	F値	漁獲割合 (%)
2014	1,881	1,259	613	0.53	33
2015	1,768	1,231	520	0.47	29
2016	1,752	1,249	482	0.49	28
2017	1,720	1,205	501	0.46	29
2018	1,686	1,211	497	0.46	30
2019	1,645	1,158			

2018 年漁獲量は $F_{current}$ の下で想定される漁獲量。2018 年、2019 年の資源量および親魚量は将来予測結果に基づく。なお ABC 算定ならびに資源量および漁獲量の将来予測に用いる RPS には、 SPR 計算時と同様に 1994 年以降の最低値 (0.55 尾/kg) を用いた。

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	瀬戸内海区および太平洋南区における漁業動向（中国四国農政局、2005 年まで）
人工種苗放流個体の 採捕情報	漁業・養殖業生産統計年報（水産庁、和歌山～大分の 11 府県） 生物情報収集調査（大阪、兵庫、広島、山口、大分、愛媛、香川） ・全長組成測定 ・精密測定（全長、体重、年齢査定、無眼側色素異常個体の検出）
加入量指数	新規加入量調査（愛媛、香川）
自然死亡係数 (M)	M 0.31/年を仮定（田内・田中の方法）
漁獲努力量	瀬戸内海区および太平洋南区における漁業動向（中国四国農政局、2005 年まで） 漁業・養殖業生産統計年報（水産庁、和歌山～大分の 11 府県） 標本船調査（山口、大分） 漁場別漁獲状況調査（和歌山～大分の 11 府県、標本漁協の小型底びき網漁獲量と努力量を収集）*
標識装着率（人工種 苗放流時における黒 化個体混入率）	放流時の黒化率情報（和歌山、大阪、兵庫、岡山、広島、山口、徳島、香川、愛媛）

*本調査で得られた標本漁協の小型底びき網漁獲量と努力量から求めた $CPUE$ をチューニングコホートの資源量指標値として採用した。

1. まえがき

本種は北海道から九州にかけて広範囲に分布し、沿岸漁業における重要魚種のひとつである。2017 年における全国のヒラメ漁獲量に対する瀬戸内海の割合は 7.4%、瀬戸内海の

魚類漁獲量に対するヒラメの割合は 0.4%であった。2004 年以降、周防灘の小型底びき網（以下、小底 と表記）では 周防灘小型機船底びき網漁業対象種の資源管理に関する覚書 により、全長 25cm 以下のヒラメの採捕を禁じている。また各県においても漁協単位で同様の水揚げサイズ制限（多くは全長 25cm）や休漁日の設定を行っているところもある。水域によっては全長 25～30cm 以下の小型魚は単価が低いため、船上で選別した小型魚を水揚げせずに再放流するケースも存在する模様である（関係各県水試からの情報）。瀬戸内海では 1970 年代後半から人工種苗放流が実施されている。人工種苗放流個体の添加率や資源全体における混入率などについては 4. 資源の状態（4）資源量と漁獲割合の推移 および 4. 資源の状態（10）種苗放流効果 に記載した。

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、徐々にその沖合域へと移動する。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、移出する個体は東部海域（紀伊水道、大阪湾、播磨灘、備讃瀬戸）では紀伊水道へ、中部（燧灘、備後・芸予瀬戸、安芸灘）および西部海域（伊予灘、周防灘）では豊後水道へ向かう（図 1）（愛媛県 1995、徳島県 1995、山口県 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。雌は雄よりも大きく成長し、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（但し自然死亡係数 M の設定に際しては、渡辺ほか（2004）の 8 歳を採用した。詳細については 補足資料 2 資源計算方法（2）資源量推定法 を参照されたい）。

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）。

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

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

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

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

なお、この年齢 全長関係式における t では年齢の起算日を 4 月 1 日に設定しており、4. 資源の状態 にて示すコホート解析における年齢起算日: 1 月 1 日とは異なる。

（3）成熟・産卵

産卵場は、東部海域では徳島県の太平洋海域、中西部海域では周防灘および伊予灘、愛媛県斎灘、燧灘西部および島嶼部に分散していると考えられている（図 1）（愛媛県 1995、徳島県 1995、山口県 1995）。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 歳以上では 100%、雄は 1 歳で 4%、2 歳で 52%、3 歳で 91%、4 歳以上では 100%である（図 3）（愛媛県 1995、山

口県 1995)。

(4) 被捕食関係

沿岸の成育場に着底した稚魚は、アミ類を主に捕食し、成長とともにエビジャコや魚類の割合が増加する。漁獲加入後の個体は主に魚類を捕食し、甲殻類やイカ類も捕食する(愛媛県 1995、徳島県 1995、山口県 1995)。被食については、人工種苗の放流後稚魚がヒラメやマゴチ、スズキ等大型の魚類に捕食された報告があるが(愛媛県 1995、広島県 1995、山口県 1995)、天然魚については不明である。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

主に小底、刺網、定置網、釣漁業(はえ縄ならびにはえ縄以外の釣)で漁獲される。2017年における漁法別漁獲量の割合は、小底: 49%、刺網: 28%、定置網: 13%、釣漁業: 9%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 200～500 トン前後であったが、1970 年代後半から 1980 年代にかけて増加し、1999 年には 1,118 トンに達した(図 5、表 1)。2003 年以降は 1,000 トンを割り込み、2016 年は 482 トンまで減少した。2017 年は前年よりわずかに上昇し 501 トン(概数値)であった。なお、遊漁による採捕量は 1990 年代には 1992 年: 2 トン、1997 年: 7 トン、2001 年: 7 トンとごく少量に留まっていたが(農林水産省統計情報部 1993, 1998, 2003)、2008 年には 81 トン、漁獲量全体に対する割合が 9.7%まで増加した(水産庁資源管理部沿岸沖合課 2009、平成 20 年度遊漁採捕量調査報告書、<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00502002&tstat=000001031445&cycle=8&year=20081&month=0&tc1=000001031446&tc2=000001031447>、2018 年 7 月 31 日引用)。これ以降は漁区別の遊漁漁獲量情報は得られていない。

(3) 漁獲努力量

1968～2006 年の小底、刺網の努力量(延べ出漁日数)は、小底では 1979 年以降、刺網では 1983 年以降減少した(図 6、表 2)。小型定置網(以下、小定置と表記)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、その後減少した。2007 年以降、漁業・養殖業生産統計年報では同型式による努力量の集計は行われなくなった。

2002 年以降、瀬戸内海沿岸のいくつかの小底標本船(大分県、山口県)および小底標本漁協(泉佐野、五色町、高砂、日生、庵治、東讃、内海、河原津、上灘、伊予)においてヒラメの月別漁獲量ならびに月別延べ出漁隻数の情報を収集している(図 7、表 3)。これら標本船・標本漁協における延べ出漁隻数の年計は、2004 年に現在情報を収集している標本漁協が出揃って以降、年々減少し続けている。

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）、併せて漁獲物の全長組成、年齢別平均体重、漁獲量を考慮に加えて年別年齢別漁獲尾数を求めた後、標本船および標本漁協の小底漁船の CPUE を相対資源量の指標に用いたチューニングコホート解析を行い、年別年齢別資源尾数、資源量、親魚量を推定した。資源評価の流れの詳細については 補足資料 1 資源評価の流れ を参照されたい。

近年の当該系群における再生産成功率（RPS）の低下傾向ならびに小型魚（ここでは 0、1 歳魚を対象）に対する年齢別漁獲係数 F （以下、年齢別 F と表記）の低下を考慮する目的で、H29 年度の資源評価報告書よりチューニングコホート解析を 2 ステップに分けて実施している。方法の詳細については 補足資料 2 資源計算方法 (2) 資源量推定法 に記載した。

(2) 資源量指標値の推移

漁業・養殖業生産統計年報に基づく 1970～2006 年の小底、刺網、小定置の単位努力量当たり漁獲量（CPUE、小底と刺網は kg/出漁日数、小定置はトン/漁労体数）の推移を図 8 および表 2 に示した。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た後、2000 年以降一旦横ばい傾向を示した。その後小定置では 2005 年と 2006 年に、刺網では 2006 年に再び増加した。2006 年の小底、刺網、小定置の CPUE はそれぞれ 0.77、0.41、0.07 であり、1970 年の CPUE（0.09、0.05、0.01）と比較してそれぞれ 8.6、8.2、7.0 倍まで増加していた。

一方、2002 年以降の標本船・標本漁協より収集した小底 CPUE の加重平均値（kg/出漁隻数）の推移をみると（図 9、表 4）、2004 年に最大の 1.22 に達した後 2010 年には最小の 0.58 へ減少し、その後は年による変動はあるものの、現在に至るまで 0.7 前後で推移している。

(3) 漁獲物の年齢組成

1994 年から現在に至るまでの年別年齢別漁獲尾数の推移を図 10 に、同じく年別年齢別漁獲重量の推移を図 11 にそれぞれ示した（両データの詳細については 補足資料 3 コホート解析結果の詳細 に記載）。

尾数ベースでは、1995 年に 272.8 万尾の最高値に達した後、現在に至るまで資源は減少し続けている（図 10）。1 歳魚および 2 歳魚の漁獲が全漁獲尾数の 6～8 割を占め、これに 0 歳魚を加えると、2005 年以前については漁獲尾数全体の 9 割以上を 2 歳魚以下の個体が占めていた。その後 0 歳魚の漁獲尾数は減少し、逆に 3 歳魚以上の高年齢魚の漁獲割合が上昇したことで、漁獲物の年齢組成は高齢側に移行した。

重量ベースでは、1999 年にピークを迎えた後減少傾向にあるのは尾数ベースとほぼ同様であるが、漁獲対象年齢が若年齢側から高齢側側にシフトしたことで一尾あたり平均重量が上昇し、減少速度は尾数ベースに比べて穏やかになる（図 11）。

尾数ベース、重量ベースともに近年は単調減少の一途を辿っていたが、2017 年は尾数、重量ともに前年を上回った。

(4) 資源量と漁獲割合の推移

資源解析結果の概要を表 5 および図 12～25 に、その詳細を 補足資料 3 コホート解析結果の詳細 に示した。

年齢別 F の推移は、2000 年代以降、4 歳魚以上の高齢魚を除く 0～3 歳魚の年齢別 F が全て減少傾向にあることを示した（図 12）。各年齢の F を比較すると、2016 年を除く全ての年において 2 歳の F が最も高く、3 歳の F がこれに続く。2009 年以前は 1 歳魚の F が 4、5 歳以上の F を上回っていたが、2010 年以降は 4、5 歳以上の F が 1 歳魚の F を上回っている。これらのことから、2000 年代以降漁獲圧自体は減少傾向にあり、かつ漁獲対象年齢が以前の若齢魚主体から高齢魚主体に移行していることが分かる。

1. まえがき で述べた通り、瀬戸内海ではヒラメ人工種苗の放流事業が行われており、天然由来の 0 歳魚資源尾数や再生産成功率 RPS の計算に際しては、コホート解析で求められた y 年における 0 歳魚資源尾数 $N_{0,y}$ を天然由来の 0 歳魚 Rn_y と人工種苗由来の 0 歳魚 Ra_y に分離した後に計算を行う必要がある。事前に各県より収集した人工種苗放流時の黒化率データならびに各県水試により実施された生物情報収集調査（精密測定）による 0 歳魚漁獲尾数中の黒化個体混入率調査の結果、1995～2016 年の $N_{0,y}$ における人工種苗個体の（補正済）混入率は 0.08～0.51 の間で変動し、2017 年は 0.12 であった（表 6）。また同期間における人工種苗の添加効率は 0.02～0.33 の範囲を推移しており、最新年である 2017 年の添加効率には（最新年を除く）直近 3 年の平均値 0.05 を採用した。なお、1994 年は混入率の情報が十分に得られなかったため、添加効率を 1995～1999 年の平均 0.17 と仮定している（混入率ならびに添加効率の計算の詳細については補足資料 2 を参照されたい）。 $N_{0,y}$ に補正済混入率を掛けて求めた各年の Ra_y は、年によって変動が大きいものの、年間 6～130 万尾と推定された（図 13、表 5）。

これら Ra_y を $N_{0,y}$ から減じて Rn_y を推定した。その結果、 Rn_y は 1995 年の 367 万尾をピークに減少傾向にあり、2017 年の推定値は 59 万尾と推定された（図 13、14、表 5）。これは資源計算が可能な 1994 年以降で最低の値である（なお最新年 2017 年の 0 歳魚資源尾数については親魚量と RPS の積算で求めており、2016 年以前の 0 歳魚とは計算方法が異なる。詳細については補足資料 2（2）を参照のこと）。また $N_{0,y}$ に占める Ra_y の割合は 8～51%に上り、最新年 2017 年は 18%と推定された。なお、表 6 に示した 2017 年の補正済混入率：0.12 と数値が異なる理由は、最新年である 2017 年の人工種苗由来 0 歳魚加入尾数の推定に際して同年の補正済混入率は直接用いず、2014～2016 年の放流尾数ならびに添加効率のそれぞれの直近 3 年間の平均値を乗算した値を優先して採用したことによる。計算方法の詳細については補足資料 2 を参照のこと。

資源量は 1998 年に 3,031 トンに達した後徐々に減少し、2017 年は 1,720 トンと推定された（図 15、表 5）。漁獲割合は、1999 年および 2002 年に 38%に達した後若干低下し、2014 年までは 30%を上回る値で推移していたが、2015 年以降は 30%を割り込む様になった（図 15、表 5）。

親魚量は 2000 年に 1,685 トンに達した後増加と減少を繰り返し、2011 年以降は 1,200 トン強で推移している（図 14、表 5）。2017 年の親魚量は 1,205 トンと推定された。

自然死亡係数 M の値を ± 0.1 （68～132%）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、資源量と親魚量では 83～125%、0 歳資源尾数では 80～129%

の変化となった（図 16～18）。

（5）再生産関係

推定された親魚量の分布範囲が 1.2～1.5 千トンの間に集中しており、その範囲内では親魚量と加入尾数との間に特に明確な関係はみられなかった（図 19）。

（6）Blimit の設定

前述の通り、本資源では得られた親魚量と加入尾数との間に特に明確な関係はみられず、再生産曲線などを仮定して Blimit を設定することが出来ない。そこで、平成 25 年度の資源評価より、過去の最大親魚量（具体的には 2000 年の親魚量）の 1/2 の親魚量を暫定的な Blimit として設定している。

本年度の資源解析の結果、2000 年の親魚量は 1,685 トンと推定されたので、この 1/2 である 843 トンを本年度の暫定 Blimit とした（図 19）。なお、最大親魚量の値は毎年の資源計算の過程で若干変化するものの、平成 25 年の資源評価にてこの方法を導入して以降、暫定 Blimit は 820～840 トン付近でほぼ安定している。一方、2017 年の親魚量は 1,205 トンであったので、上述の Blimit を上回っている。

平成 25 年の当該資源の評価においてこの Blimit を設定した背景には、図 19 に示した原点を通る回帰直線に沿う形で親魚量に応じた天然由来 0 歳魚が加入することを想定していた。しかし実際には、2017 年の親魚量 1,205 トンに対する天然由来 0 歳魚の推定加入尾数は 58.7 万尾であり（図 14、19、表 5）、この原点を通る回帰直線から想定される 122.7 万尾の半分にも満たない。2004 年以降、2011 年を除く全ての年において、親魚量に対する天然加入尾数のプロットは前述の回帰直線を下回っており、この回帰直線の仮定とそれに基づく Blimit の設定は今や適切とは言い難い。本年の評価においては従来の Blimit を踏襲して評価を行うが、今後数年の間には、RPS が低迷し、さらに親魚量、天然由来 0 歳魚加入量ともに年々わずかながら減少し続ける近年の状況（図 14、20、表 5）を考慮に入れた、新たな閾値を定め直す必要がある。

（7）資源の水準・動向

本資源の水準の判断には親魚量を用いている。前述の Blimit を低位と中位の境界に（843 トン）、最大親魚量と Blimit の中間（1,264 トン）を中位と高位の境界とすると、2017 年の親魚量 1,205 トンは中位水準に位置した（図 14）。

本資源の動向の判断にも、同じく親魚量の推移を用いている。近年の親魚量は 1,200 トン強付近で安定して推移しているように見える（図 14）。そこで近年 5 年間の親魚量の推移に回帰直線を当てはめたところ、その回帰係数は-13.98 と負の値を取ったものの、p 値は 0.06 と、（有意水準 5%の下で）親魚量が有意に減少しているとまでは言えなかった（図 21）。この結果を以て、本評価における資源の動向は横ばいと判断するが、前述の通り資源量や天然由来 0 歳魚加入尾数が減少傾向を示し（図 14、15）、親魚量についても僅かな差で有意ではなかったとはいえ負の傾きを示したことを考慮すれば、今後は資源の動向が減少へとシフトする可能性は高いと考えるべきであろう。

(8) 今後の加入量の見積もり

天然由来の0歳魚の加入量は、年による変動はありつつも一貫して減少傾向を示している（図14、表5）。RPSは1998年以降急激に低下し、2014年以降は0.5尾/kg台の低水準で推移している（図20、表5）。表7に6月の燧灘における天然由来の着底稚魚の採集尾数（400m²あたり）を示した。かつては燧灘での天然稚魚の採集尾数と瀬戸内海全体の天然由来0歳資源尾数との間には弱い正の相関があったが、香川県側では2009年以降、また愛媛県側では2013年以降、着底稚魚の出現数が極めて低下し、現状では天然由来0歳魚の加入量予測に使うのは難しい。卓越年級群の出現が観察されていないこと、徐々にではあるが親魚量が減少していること、RPSが低い水準を維持していること、調査による天然由来着底稚魚の採集尾数がごくわずかに留まっていることから、今後も天然由来0歳魚の加入状況は低調な状態が続くと予想される。なお、この予想に基づき、SPR、ABCならびに将来予測における天然由来0歳魚加入尾数の推定には、1994年以降のRPSの最低値: 0.55尾/kgを用いた（後述）。

(9) 生物学的管理基準（漁獲係数）と現状の漁獲圧の関係

図22にFとYPRおよび%SPRの関係を示した（計算の詳細については 補足資料2 資源計算方法（4）YPR, SPRの解析 を参照）。現状（2017年）の年齢別Fの最大値は0.46で、F0.1: 0.24、F30%SPR: 0.36、Fmax: 0.40など一般に推奨される資源管理基準を上回っている。一方で、ヒラメ漁獲量の大半を占める小底の出漁隻数が毎年減少を続けていることから（図7）、Fは今後も年を追う毎に低下していくことが想定される。

(10) 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。放流尾数は1990年代後半から2008年まで年間400万～500万尾であったが、それ以降は減少傾向となった。2016年には269万尾が放流され、同年の0歳魚漁獲物における人工種苗放流魚の混入率は22%、添加効率（放流魚の漁獲加入までの生残率）は0.07と推定された。

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について試算した。2019年から5年間にわたり様々な放流尾数と漁獲圧の組み合わせの下で期待される2024年の資源量と漁獲量を推定した。放流尾数は、2017年と2018年は2014～2016年の平均放流尾数270万尾とし、2019年以降0～600万尾の範囲で変化させた。また添加効率については、先の 4. 資源の状態（4）資源量と漁獲割合の推移 で使用した値と同じ（最近年を除く）直近3年間の平均値0.05を用いた。2018年の漁獲係数は2017年と同一の値で、2019年以降0.2～1.0の範囲で変化させた（将来予測方法の詳細は 補足資料2 資源計算方法（5）将来予測方法 に記載）。

図23と図24はそれぞれ2024年の資源量と漁獲量の等量線図である。何れの図も現在のFの周辺では等量値線が右上がりの傾きを持つことから、放流尾数が現状から大きく変化することがあれば、資源量および漁獲量にもある程度の影響が起ころうことを示す。但し、6. ABC以外の管理方策への提言 でも後述するが、現在の放流効果判定においては基礎データの収集、特に放流時の標識装着率（具体的には無眼側黒化個体の混入率）の把握率が十分でなく、また海域によっても把握率の差が大きいといった問題があり、この

試算結果のみを以て放流効果判定について述べることは難しい。放流効果判定の精度を上げるためには、抜本的なデータ計測、収集体制の構築が必要である。

5. 2019 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

2017 年の親魚量は暫定的な B_{limit} を上回っているが、中位水準と高位水準の境界として設定した過去最高の親魚量と B_{limit} の中間を下回っている。過去 5 年間の親魚量は横ばいで推移している。これらの結果から、資源の水準は中位、動向は横ばいと判断する。

(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 を算定する。現状の親魚量水準を維持することを管理目標とし、中長期的にこの水準を維持する漁獲係数 F_{sus} を F_{limit} とする。

2018 年以降の資源量は、0 歳魚については天然由来の 0 歳資源尾数を親魚量と RPS から、また人工種苗由来の 0 歳資源尾数を放流尾数と添加効率よりそれぞれ推定して合算し、また 1 歳魚以上についてはコホート解析の前進法で推定した。天然由来の 0 歳資源尾数の推定にあたっては、近年の RPS が低水準で推移していることを考慮し（図 20）、1994 年以降の RPS の最低値（0.55 尾/kg）を計算に用いた。人工種苗の放流尾数および添加効率については、最新年を除く直近 3 年間の平均値：270 万尾および 0.05 を用いた。漁獲係数 F については、2018 年は 2017 年の年齢別 F と等しい値とし、2019 年以降は 2017 年の各年齢における選択率に F_{sus} あるいは $0.8F_{sus}$ を乗じた値を各年齢の F とした。

$F_{current}$: 0.46 は $F_{limit}=F_{sus}$: 0.36 を上回っており、現状の漁獲圧の下では資源は年々わずかずつ減少し続ける。資源の減少を止めるためには、漁獲圧を今より下げるか人工種苗の放流数を上げるかの何れか若しくは両方を行う必要がある（図 25）。

管理基準	Target / Limit	2019年 ABC (トン)	漁獲割合 (%)	F値 (現状のF値からの増減%)
F _{sus}	Target	323	20	0.29 (38%)
	Limit	391	24	0.36 (22%)

F_{sus} は資源を中長期的に維持する漁獲係数 F で、ここでは近年の再生産成功率（RPS）が低水準で推移していることを考慮し、1994 年以降の RPS の最低値（0.55 尾/kg）の逆数となる SPR を維持することとし、これを F_{limit} とした。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。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維持が期待される漁獲量である。 $F_{target} = \alpha F_{limit}$ とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。F 値は年齢別漁獲係数 F の最高値で、最高齢の F （ここでは 4 歳魚以上）と各年齢別 F との間で、それぞれ最新年を除く直近 3 年間（2014～2016 年）の平均値の比を取り、それに最新年（2017 年）の最高齢の F を乗じて求めた。2017 年は 2 歳の F : 0.46 がこれ ($F_{current}$) にあたる。以上の条件で求めた F_{sus} : 0.36 を F_{limit} に、また $0.8F_{sus}$: 0.29 を F_{target} とした。漁獲割合は ABC/資源量。

(3) ABC の評価

管理開始後、資源量、親魚量はいずれも増加する（図 25、 補足資料 4 ヒラメ瀬戸内海系群の将来予測）。漁獲量は ABClimit では管理開始直後には管理前の 77%まで減少するが、5 年後の 2024 年には現状よりも増加した資源量と親魚量の下で現行と同程度の漁獲量を得られるようになる。

管理基準	F 値	漁獲量 (トン)							
		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0.3Fcurrent	0.14	501	497	166	208	253	301	358	421
0.4Fcurrent	0.18	501	497	217	262	310	357	413	473
0.5Fcurrent	0.23	501	497	265	310	355	398	448	500
0.8Fsus=Ftarget	0.29	501	497	323	361	398	432	470	508
0.7Fcurrent	0.32	501	497	357	388	419	445	474	503
Fsus=Flimit	0.36	501	497	391	414	436	453	474	492
0.9Fcurrent	0.41	501	497	441	447	455	458	464	469
1.0Fcurrent	0.46	501	497	481	471	466	457	451	445
管理基準	F 値	資源量 (トン)							
		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0.3Fcurrent	0.14	1,720	1,686	1,645	2,041	2,489	2,961	3,509	4,124
0.4Fcurrent	0.18	1,720	1,686	1,645	1,972	2,330	2,694	3,106	3,555
0.5Fcurrent	0.23	1,720	1,686	1,645	1,906	2,183	2,453	2,753	3,070
0.8Fsus=Ftarget	0.29	1,720	1,686	1,645	1,827	2,016	2,188	2,377	2,568
0.7Fcurrent	0.32	1,720	1,686	1,645	1,781	1,920	2,041	2,174	2,303
Fsus=Flimit	0.36	1,720	1,686	1,645	1,734	1,826	1,899	1,982	2,060
0.9Fcurrent	0.41	1,720	1,686	1,645	1,666	1,694	1,706	1,727	1,744
1.0Fcurrent	0.46	1,720	1,686	1,645	1,612	1,592	1,563	1,544	1,523
管理基準	F 値	親魚量 (トン)							
		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0.3Fcurrent	0.14	1,205	1,211	1,158	1,502	1,845	2,209	2,618	3,081
0.4Fcurrent	0.18	1,205	1,211	1,158	1,444	1,716	1,995	2,301	2,637
0.5Fcurrent	0.23	1,205	1,211	1,158	1,388	1,596	1,802	2,024	2,260
0.8Fsus=Ftarget	0.29	1,205	1,211	1,158	1,322	1,461	1,592	1,731	1,872
0.7Fcurrent	0.32	1,205	1,211	1,158	1,283	1,384	1,476	1,573	1,669
Fsus=Flimit	0.36	1,205	1,211	1,158	1,244	1,309	1,364	1,425	1,482
0.9Fcurrent	0.41	1,205	1,211	1,158	1,187	1,203	1,213	1,229	1,241
1.0Fcurrent	0.46	1,205	1,211	1,158	1,142	1,123	1,101	1,088	1,073

F値は年齢別Fの最大値（この表では2歳のF）、Fcurrentは2017年のF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
2016 年漁獲量確定値	2016 年漁獲量、2016 年混入率、2016 年年齢別漁獲尾数、資源量推定値
2017 年漁獲量概数値	2017 年漁獲量、2017 年年齢別漁獲尾数、資源量推定値
2017 年全長組成	2017 年年齢別漁獲尾数
2017 年年齢査定結果・精密測定結果	2017 年 Age-length key、2017 年年齢別漁獲尾数、資源量推定値、2017 年以降の将来予測に用いる年齢別平均体重

2017 年標本船・標本漁港 CPUE	資源量推定値
2016 年種苗放流尾数	2016 年混入率、2017 年以降の将来予測に用いる平均混入率ならびに平均放流尾数
放流種苗の標識率	2017 年兵庫・山口・愛媛、2016～2017 年和歌山、2012～2015 年広島、2009～2016 年徳島、2014～2016 年香川

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)
2017 年 (当初)	Fsus	0.50	1,997	540	450	
2017 年 (2017 年再評価)	Fsus	0.41	1,438	391	324	
2017 年 (2018 年再評価)	Fsus	0.37	1,720	385	318	501 (0.46)
2018 年 (当初)	Fsus	0.30	1,304	261	214	
2018 年 (2018 年再評価)	Fsus	0.36	1,686	405	334	

2016年漁獲量の確定に伴う年齢別漁獲尾数の修正、2017年の年齢別漁獲尾数とCPUEデータの追加、年齢別平均体重の更新を行った結果、2017年（2018年再評価）については推定資源量は増加したもののABCの値は微減、一方2018年（2018年再評価）については資源量・ABCともに大きく上方修正された。

2017、2018両年の資源量が大きく増加し、また2018年のABCが前年度推定したABCから上方修正された理由は、主に2016、2017両年の年齢別Fが前年よりも低下したことに起因する。本年度実施した資源解析の結果、2016年の0、1歳および4歳以上のFは過去の値を下回り（補足資料3 コホート解析結果の詳細）、さらにそれらを含む（最新年を除く）直近3年間の年齢別Fの平均値（1歳については最低値）を2017年の年齢別Fとして与えたことで、2016、2017両年の年齢別Fは前年に想定していたよりも低下した。この結果、2015、2016両年級群の豊度はそれぞれ上方修正され、また2017、2018両年当初の親魚量が増えることによりその親魚量にRPSを乗じて求められる2017、2018両年級群の予測加入量も増加し、さらに管理開始（2017年1月1日あるいは2018年1月1日）までの取り残し資源量も増加した（表8）。なお、2017年の資源量が増加したにも関わらず同年ABCの再々推定値が微減となった理由は、2016年評価時のRPS推定値が、その後判明したより確からしいRPSよりもかなり高く設定されていたため、そこから求まるFsusも大きな値となり、再々評価時にFsus自体が大幅に低下することで、資源の増加分よりもFの低下による漁獲量の減少分が上回ったためである。

6. ABC 以外の管理方策への提言

昨年の資源評価においては、資源の維持のためにはFを現行の6割、漁獲量を半分まで下げる厳しいABCを算定したが、その後、2016年の漁獲圧が想定よりも低かったこと、また2015、2016両年級群の豊度が上方修正されたことにより、本年度の評価では昨年度評価時点での見通しほど厳しい資源管理措置までは必要なかったであろうとの予測が示された（5.2019年ABCの算定（4）ABCの再評価を参照）。とはいえ、RPSが過去最低水準で低迷し、かつFcurrent（0.46）がFsus（0.36）を上回り、資源量ならびに親魚量が年々減

少し続けているという現状を考えれば、漁獲圧を今よりも下げ、資源を維持あるいは回復させる措置を取ることが求められることに変わりはない。また現在採用している B_{limit} の下で想定した加入が、近年の低迷する RPS の下ではもたらされないという事実は、親魚量が B_{limit} を上回っているからといって本資源が今後も安泰であるとは言い切れないことを意味する。

一方で、 F_{sus} を上回る $F_{current}$ ではあるが、ここ 10 年以上にわたって続く F の低下傾向、特に 0、1 歳魚といった若齢魚における F の年々の低下は現在も続いている（図 12、

補足資料 3 コホート解析結果の詳細）。この F の低下傾向が今後も継続し、一方で人工種苗放流が現在と同様の規模で維持される条件の下では、仮に 2019 年以降の F を F_{sus} まで下げられなかった場合でも、ここ 1、2 年の間に資源状況が急激に悪化する危険性は低いと考えられる（5. (3) ABC の評価、図 25）。

0、1 歳魚といった小型かつ未成魚に対する F の低下は、成長乱獲、加入乱獲の両方を避ける上で好ましい。1. まえがき で示した通り、現状ではいくつかの水域、漁協で漁獲サイズの規制措置が実施され、また別な水域では小型魚の魚価安による自主的な小型魚獲り控えが行われている模様である。これらの措置が小型魚における F の低下に寄与している可能性は高い。漁獲努力量および F が年々減少、低下する現在（図 7、12）、小型魚に対する漁獲サイズ規制を全海域で導入する、あるいは各地でまちまちな漁獲規制サイズをより大きい側で統一するなどのインプットコントロールを行うことで、ヒラメ漁業全体の漁獲圧を大幅に下げる様な大規模な漁獲規制措置が行えない場合であっても、本資源をより健全な状態でより長期にわたり利用することを可能にする効果が期待される。

ヒラメ人工種苗の放流事業は瀬戸内海沿岸の各県において盛んに実施されており（表 1）、その人工種苗由来の資源は年によって 0 歳魚資源尾数の 1～5 割を占め、天然由来の資源を補完している（図 13、23、24、4. 資源の状態 (4) 資源量と漁獲割合の推移 を参照）。しかし、放流効果判定の基礎資料となる人工種苗放流時の標識装着率の把握は十分とは言えず、現状ではいくつかの限られた府県からしか情報が得られていないため、灘、県といったより詳細な水域単位での添加効率の計算を行うに至っていない。更にはヒラメ人工種苗の生産技術向上に伴い、近年では無眼側黒化個体が全く発生しない生産ロットも出現するようになりつつあるが、このような種苗として成績の良いロットは、従来の放流効果判定法では検出することが出来ず、将来的には放流効果判定が全く出来なくなるといった恐れも浮上している。まずは人工種苗の放流を実施する団体や上部機関、あるいはその種苗を生産する組織や業者において、放流に用いる種苗の黒化率の把握を確実に実施すること、そしてその数値を各県あるいは水研を通じて確実に報告し、より正確な黒化率情報を収集・解析することが、ヒラメ人工種苗放流が各水域においてどの程度資源の維持に関与しているかを判定する上で非常に重要である。

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), 愛媛-1-58.
- 広島県 (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), 広島-1-31.

農林水産省統計情報部 (1993) 遊漁採捕量調査報告書, 112pp.

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.

農林水産省統計情報部 (2003) 平成 14 年遊漁採捕量調査報告書, 72pp.

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), 徳島-1-38.

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, 16.

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), 山口-1-28.

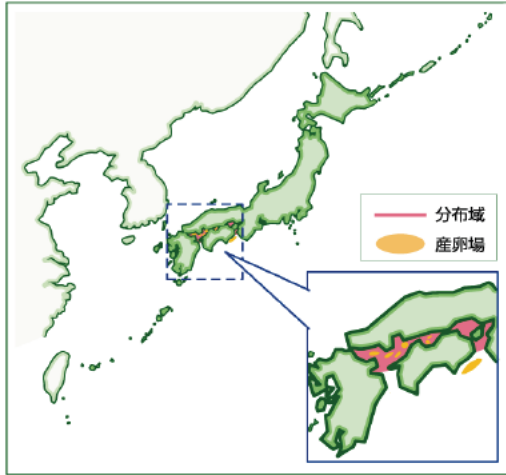


図1. ヒラメ瀬戸内海系群の分布

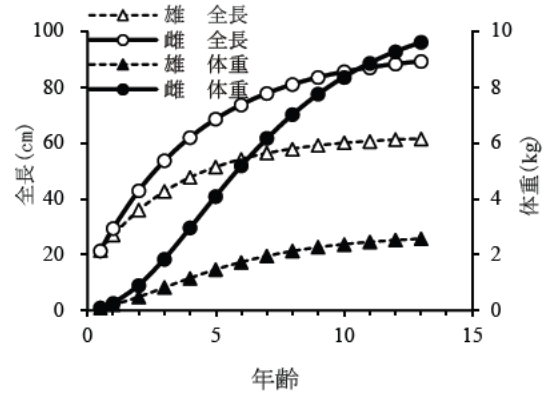


図2. 雌雄別の年齢と全長、体重の関係

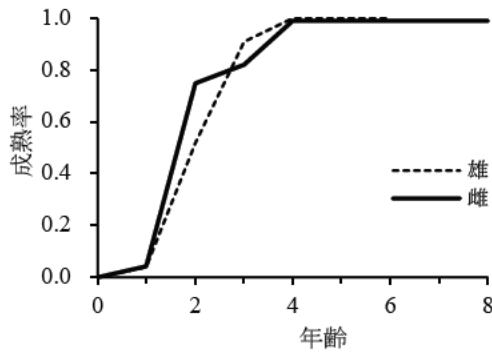


図3. 年齢別成熟割合

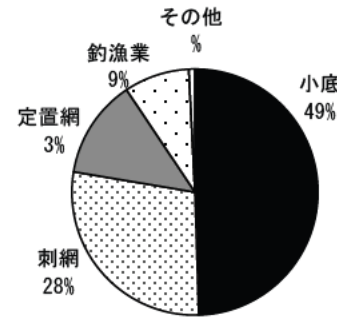


図4. 2017 年漁期における漁法別漁獲量の割合

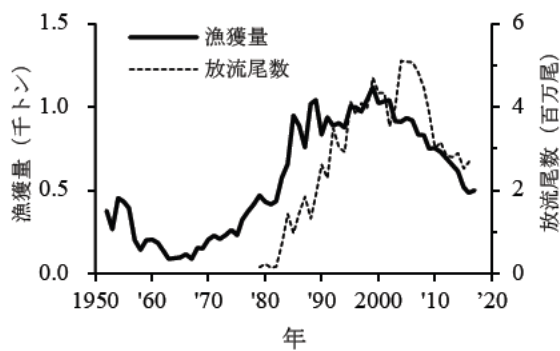


図5. 漁獲量と放流尾数の推移

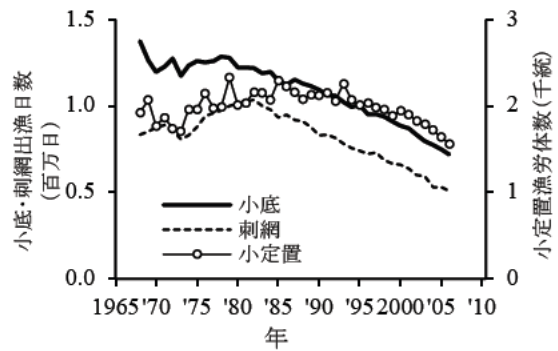


図6. 農林水産統計による瀬戸内海区の小底、刺網、小定置の努力量の推移 (2006 年まで)

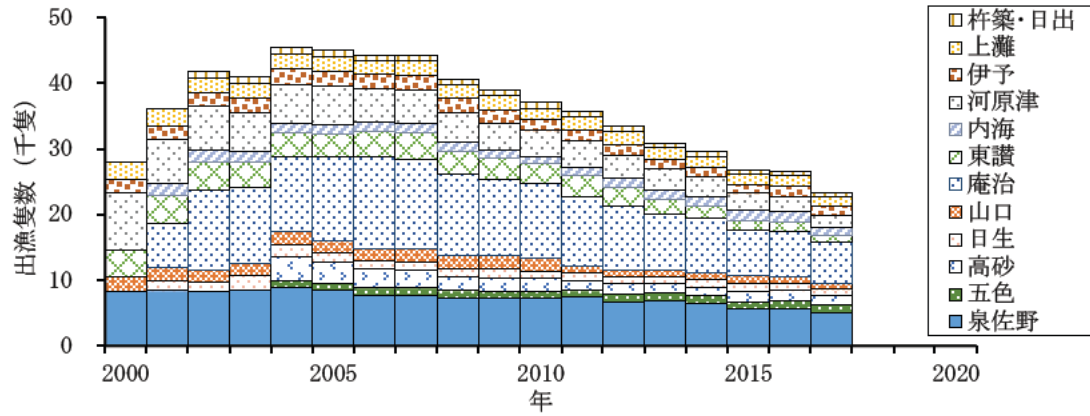


図7. 小底標本船・標本漁協の出漁隻数の推移

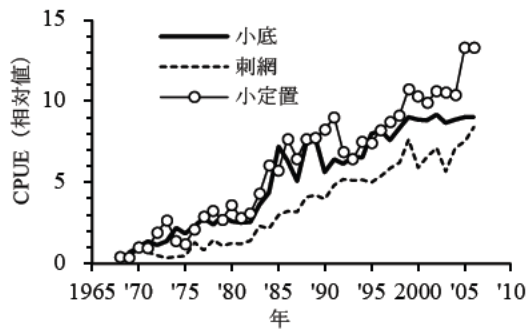


図8. 農林水産統計による瀬戸内海区の小底、刺網、小定置のCPUEの推移
(2006年まで) 1970年を1とした。



図9. 小底標本船・標本漁協 CPUE の加重平均値 (2002年以降)

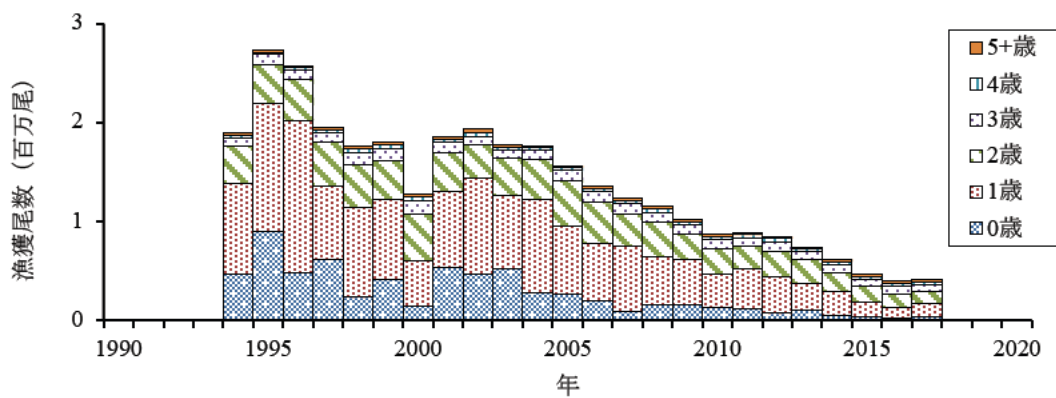


図10. 年齢別漁獲尾数の推移

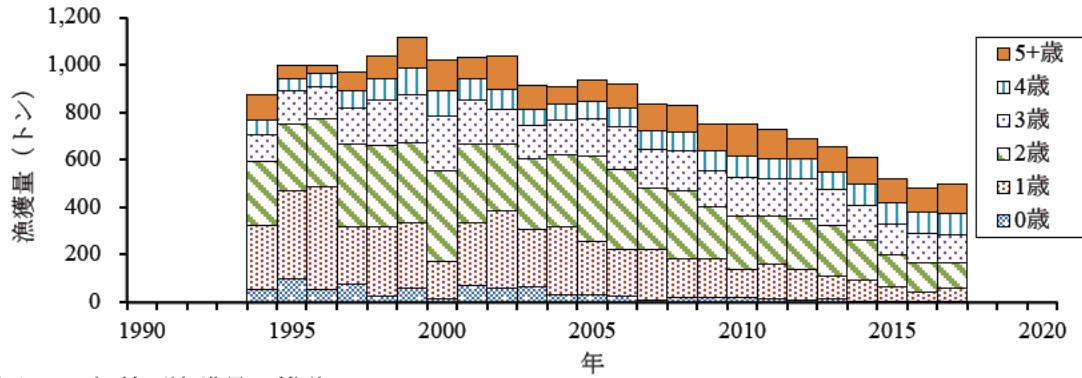


図 11. 年齢別漁獲量の推移

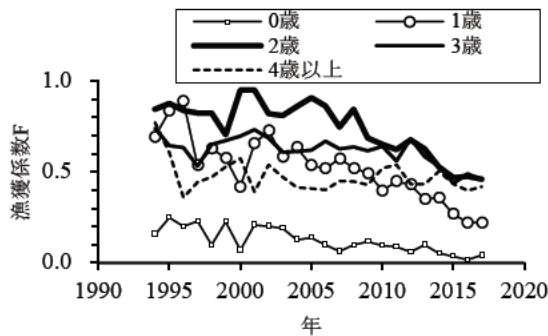


図 12. 年齢別漁獲係数 F の推移

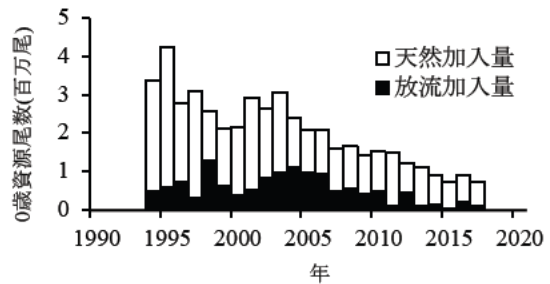


図 13. 0 歳資源尾数における天然由来加入尾数と人工種苗由来加入尾数の内訳

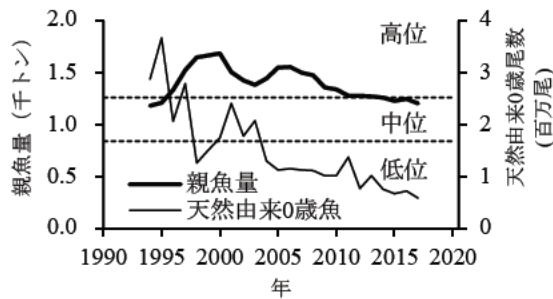
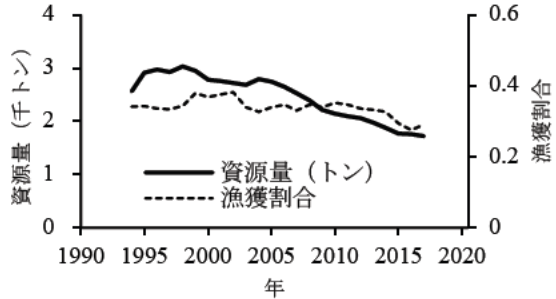
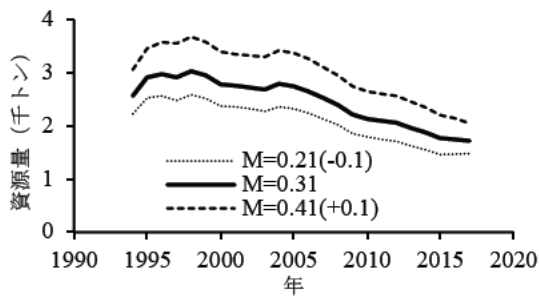
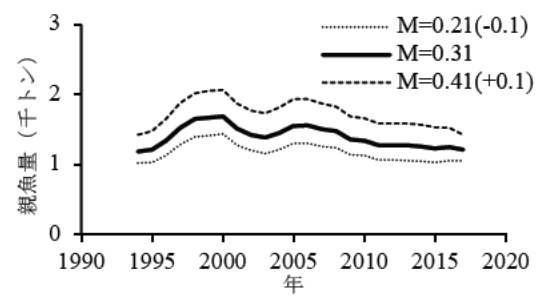
図 14. 親魚量と天然由来 0 歳魚加入尾数の推移 中位と低位の境は B_{limit} 、高位と中位の境は過去最大の親魚量と B_{limit} の中間。

図 15. 資源量と漁獲割合の推移

図 16. 自然死亡係数 M の値による資源量の感度解析図 17. M の値による親魚量の感度解析

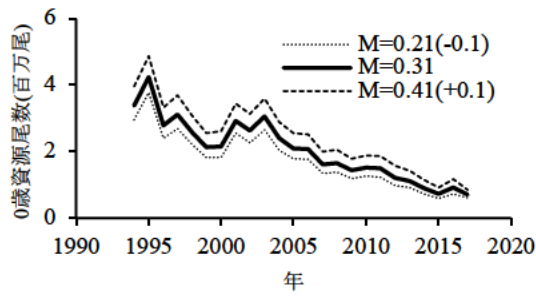


図 18. M の値による 0 歳資源尾数の感度解析

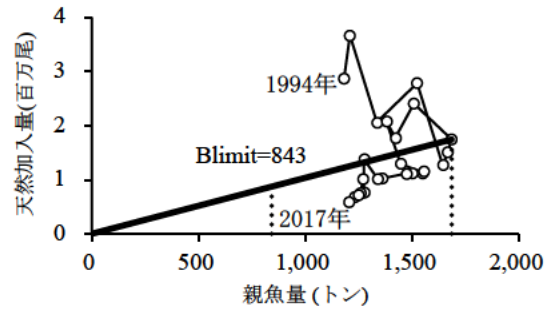


図 19. 再生産関係と Blimit の設定

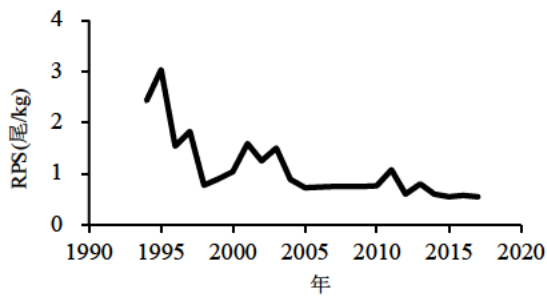


図 20. 再生産成功率 RPS の推移

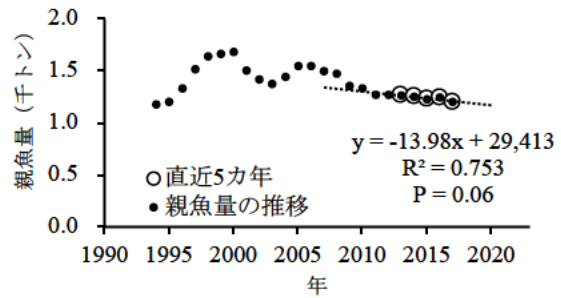


図 21. 直近 5 年間の親魚量の推移と資源動向

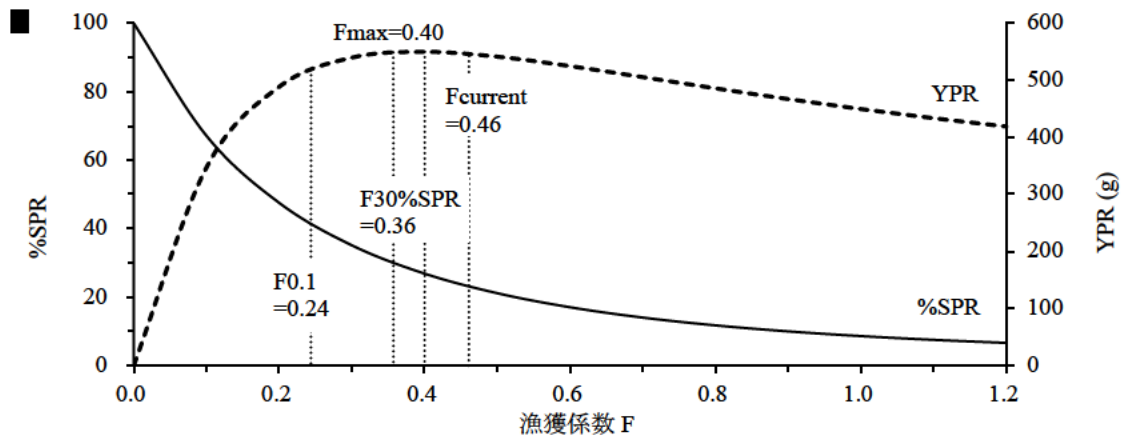


図 22. 漁獲係数と YPR、SPR(%)の関係

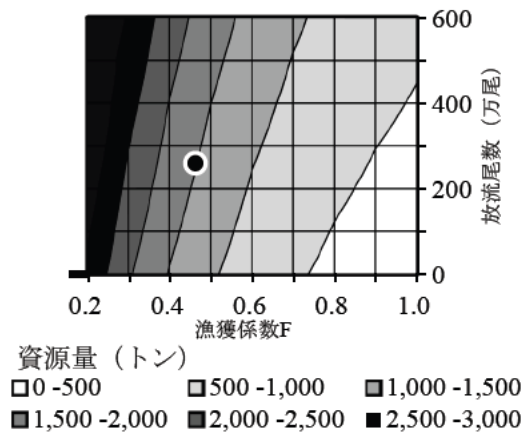


図 23. 2019～2023 年にかけて漁獲圧と放流尾数を変化させたときの 2024 年の資源量(トン)の等量線図 ● は現状の F と放流尾数のレベル。

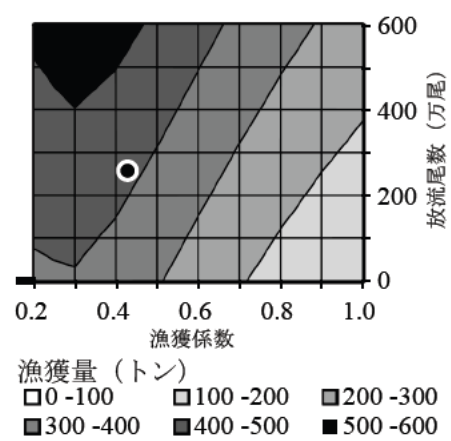


図 24. 2019～2023 年にかけて漁獲圧と放流尾数を変化させたときの 2024 年の漁獲量(トン)の等量線図 ● は現状の F と放流尾数のレベル。

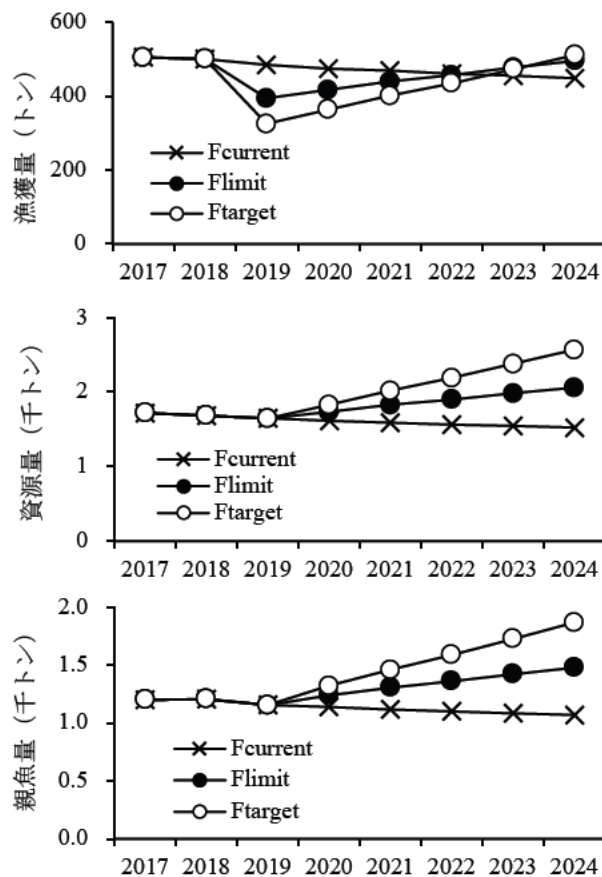


図 25. 2019 年から Fcurrent、Flimit、Ftarget で漁獲を続けたときの漁獲量、資源量、親魚量の推移

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			468	161
1980	65	8	22	58	76	120	44	24	15			431	227
1981	63	9	24	58	87	100	19	35	21			415	140
1982	67	6	22	40	76	107	42	55	21			435	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			1,000	4,134
1996	101	21	159	99	167	222	107	111	12			1,000	3,817
1997	87	23	157	108	143	230	108	96	20			973	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			912	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	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	70	29	28	80	180	1	30	613	2,884
2015	10	6	88	29	63	29	22	79	168	0	27	520	2,516
2016**	9	6	90	29	57	24	20	75	146	1	25	482	2,693
2017***	12	7	97	27	38	26	24	74	146	1	49	501	

* 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。

** 2016 年の漁獲量は確定値となり、昨年の概数値から修正された。

*** 2017 年の漁獲量合計値は概数値。

表 2. 2006 年までの小底、刺網の CPUE (kg/出漁日数) と努力量 (出漁日数)、小定置の CPUE (トン/漁労体数) と努力量 (漁労体数)

年	小底		刺網		小定置	
	CPUE	出漁日数	CPUE	出漁日数	CPUE	漁労体数
1968	0.04	1,373,678	0.01	834,635	0.00	1,924
1969	0.04	1,261,958	0.04	852,001	0.00	2,068
1970	0.09	1,196,851	0.05	873,766	0.01	1,767
1971	0.12	1,226,470	0.03	889,297	0.00	1,863
1972	0.10	1,275,259	0.02	857,899	0.01	1,740
1973	0.12	1,173,183	0.02	806,015	0.01	1,705
1974	0.19	1,231,561	0.02	830,603	0.01	1,961
1975	0.16	1,259,258	0.02	877,888	0.01	1,959
1976	0.20	1,250,443	0.06	940,174	0.01	2,141
1977	0.24	1,257,197	0.04	960,817	0.01	1,974
1978	0.20	1,285,936	0.07	973,048	0.02	1,985
1979	0.25	1,277,913	0.05	998,513	0.01	2,328
1980	0.22	1,222,827	0.06	1,014,695	0.02	2,007
1981	0.21	1,221,183	0.06	1,027,415	0.01	2,033
1982	0.22	1,219,748	0.07	1,034,989	0.02	2,156
1983	0.31	1,187,619	0.11	1,000,991	0.02	2,150
1984	0.37	1,196,887	0.11	979,294	0.03	2,071
1985	0.62	1,148,855	0.15	933,918	0.03	2,289
1986	0.54	1,123,191	0.16	946,653	0.04	2,224
1987	0.43	1,151,227	0.16	919,477	0.03	2,162
1988	0.63	1,129,380	0.20	909,193	0.04	2,077
1989	0.65	1,114,723	0.21	876,758	0.04	2,130
1990	0.48	1,092,348	0.20	829,300	0.04	2,118
1991	0.55	1,064,092	0.24	833,030	0.05	2,153
1992	0.52	1,058,620	0.26	815,062	0.04	2,054
1993	0.56	1,023,712	0.25	783,039	0.03	2,255
1994	0.56	994,086	0.25	753,895	0.04	2,067
1995	0.68	1,006,915	0.25	741,748	0.04	2,008
1996	0.70	950,983	0.27	720,932	0.04	2,030
1997	0.65	952,662	0.29	729,140	0.04	1,980
1998	0.71	938,420	0.31	683,685	0.05	1,956
1999	0.77	909,769	0.38	665,695	0.05	1,883
2000	0.76	885,218	0.29	658,172	0.05	1,943
2001	0.75	868,645	0.32	635,932	0.05	1,902
2002	0.78	831,926	0.35	599,106	0.05	1,828
2003	0.74	796,401	0.28	593,780	0.05	1,789
2004	0.75	775,278	0.35	528,797	0.05	1,720
2005	0.77	748,152	0.37	529,370	0.07	1,639
2006	0.77	718,757	0.41	506,802	0.07	1,562

漁獲統計の集計内容変更に伴い、2007 年以降についてはこの形式での努力量の収集と CPUE の計算を継続することが出来なくなった。これに伴い、2002 年以降は表 3 および表 4 に示した標本船・標本漁協所属漁船の努力量および CPUE を参照する形へ移行した。

表 3. 小底標本船・標本漁協の延べ出漁隻数の推移

年	泉佐野 (大阪)	五色 (兵庫)	高砂 (兵庫)	生 (岡山)	山口標 本船計	庵治 (香川)	東讃 (香川)	内海 (香川)	河原津 (愛媛)	伊予 (愛媛)	上灘 (愛媛)	杵築・ (大分)
2002	8,223			1,559	1,843	12,052	4,201	1,955	6,731	2,110	2,225	865
2003	8,526			1,996	1,925	11,606	3,856	1,571	5,932	2,206	2,304	993
2004	8,957	1,049	3,570	1,824	1,995	11,510	3,530	1,463	5,921	2,337	2,296	985
2005	8,460	1,157	3,152	1,467	1,644	13,014	3,319	1,536	5,839	2,165	2,335	931
2006	7,592	1,243	2,878	1,175	1,962	13,932	3,857	1,429	5,155	2,299	1,970	855
2007	7,722	1,101	2,773	152	2,035	13,693	3,887	1,397	5,171	2,313	2,091	879
2008	7,331	1,071	2,189	1,262	1,904	12,398	3,507	1,513	4,466	2,129	1,940	919
2009	7,302	1,039	2,052	1,420	2,090	11,339	3,406	1,084	4,260	2,050	2,122	906
2010	7,281	977	1,978	1,177	1,841	11,499	2,973	1,153	3,937	1,614	1,768	897
2011	7,403	1,002	1,487	1,226	1,083	10,580	3,210	1,285	4,096	1,661	1,858	897
2012	6,732	1,194	1,540	1,090	1,107	9,744	2,669	1,470	3,537	1,457	2,155	852
2013	6,846	1,241	1,454	880	1,091	8,582	2,191	1,558	3,201	1,484	1,614	811
2014	6,541	1,087	1,314	1,125	1,099	8,358	1,842	1,308	3,051	1,530	1,663	766
2015	5,709	1,035	1,546	1,224	1,086	6,977	1,567	1,510	2,622	1,257	1,630	722
2016	5,698	1,131	1,573	1,145	1,019	6,853	1,530	1,571	2,138	1,787	1,475	737
2017	5,070	1,229	1,303	1,022	992	6,132	1,077	1,250	1,857	1,467	1,346	710

表 4. 小底標本船・標本漁協の CPUE (kg/出漁隻数) の推移

年	泉佐野 (大阪)	五色 (兵庫)	高砂 (兵庫)	生 (岡山)	山口標 本船計	庵治 (香川)	東讃 (香川)	内海 (香川)	河原津 (愛媛)	伊予 (愛媛)	上灘 (愛媛)	杵築・ (大分)	加重 平均 CPUE
2002	0.31			1.25	0.38	1.14	0.07	0.14	0.22	0.90	0.74	0.42	0.91
2003	0.36			1.18	0.31	1.30	0.09	0.15	0.25	1.18	0.62	0.29	1.02
2004	0.31	0.68	0.36	1.09	0.45	1.68	0.05	0.25	0.43	0.91	0.24	0.37	1.22
2005	0.25	0.45	0.36	1.09	0.49	1.38	0.05	0.25	0.41	0.77	0.31	0.34	1.03
2006	0.34	1.19	0.49	0.50	0.39	1.26	0.05	0.23	0.49	1.10	0.25	0.60	0.99
2007	0.37	1.51	0.45	0.55	0.39	1.06	0.04	0.11	0.24	0.86	0.44	0.20	0.86
2008	0.18	1.00	0.23	0.87	0.27	0.90	0.03	0.06	0.30	0.86	0.68	0.19	0.75
2009	0.23	0.92	0.36	0.88	0.38	0.77	0.06	0.05	0.21	0.45	0.28	0.55	0.62
2010	0.18	0.41	0.33	1.17	0.24	0.66	0.04	0.06	0.37	0.61	0.35	0.55	0.58
2011	0.21	0.40	0.20	1.35	0.45	0.85	0.02	0.08	0.36	0.52	0.17	0.50	0.71
2012	0.21	0.25	0.42	0.98	0.66	0.82	0.02	0.08	0.29	0.71	0.37	0.22	0.66
2013	0.31	0.31	0.37	1.33	0.57	0.95	0.02	0.07	0.57	0.50	0.30	0.31	0.75
2014	0.31	0.76	0.45	1.14	0.50	1.12	0.02	0.11	0.76	0.77	0.42	0.38	0.87
2015	0.32	0.85	0.42	1.17	0.64	0.68	0.01	0.11	0.78	0.57	0.82	0.36	0.69
2016	0.29	0.95	0.32	1.18	0.60	0.59	0.01	0.06	0.80	0.43	0.51	0.27	0.64
2017	0.34	0.37	0.22	1.17	0.70	0.66	0.02	0.06	0.63	0.71	1.15	0.62	0.70

表 5. 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	RPS (尾/kg)
				天然	放流		
1994	876	2,568	1,181	2,871	509	0.34	2.43
1995	1,000	2,909	1,208	3,667	580	0.34	3.03
1996	1,000	2,977	1,336	2,059	726	0.34	1.54
1997	973	2,919	1,523	2,787	324	0.33	1.83
1998	1,039	3,031	1,644	1,268	1,305	0.34	0.77
1999	1,118	2,946	1,667	1,507	630	0.38	0.90
2000	1,023	2,785	1,685	1,746	409	0.37	1.04
2001	1,033	2,757	1,508	2,406	527	0.37	1.60
2002	1,039	2,722	1,423	1,775	860	0.38	1.25
2003	912	2,687	1,380	2,076	979	0.34	1.50
2004	911	2,791	1,446	1,294	1,105	0.33	0.89
2005	934	2,747	1,550	1,124	975	0.34	0.73
2006	918	2,653	1,554	1,156	929	0.35	0.74
2007	835	2,528	1,499	1,124	491	0.33	0.75
2008	831	2,394	1,475	1,109	553	0.35	0.75
2009	750	2,212	1,359	1,022	418	0.34	0.75
2010	751	2,136	1,337	1,017	509	0.35	0.76
2011	728	2,097	1,275	1,377	117	0.35	1.08
2012	691	2,055	1,275	765	450	0.34	0.60
2013	654	1,968	1,270	1,012	114	0.33	0.80
2014	613	1,881	1,259	756	151	0.33	0.60
2015	520	1,768	1,231	677	58	0.29	0.55
2016	482	1,752	1,249	716	201	0.28	0.57
2017	501	1,720	1,205	587	125	0.29	0.49

最新年の天然由来の加入尾数はステップ 1 のチューニングコホート解析で算出された親魚量と再生産成功率 RPS（補足表 2-2）から、また放流由来の加入尾数は最新年を除く直近 3 年間の放流尾数と添加効率の平均からそれぞれ求めた。

表 6. 人工種苗の標識装着率、混入率および添加効率

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	0.14	1.00	0.14	0.14
1996	0.26	1.00	0.26	0.19
1997	0.10	1.00	0.10	0.08
1998	0.51	1.00	0.51	0.33
1999	0.27	0.92	0.29	0.13
2000	0.19	1.00	0.19	0.09
2001	0.18	1.00	0.18	0.12
2002	0.29	0.90	0.33	0.24
2003	0.29	0.90	0.32	0.24
2004	0.40	0.87	0.46	0.22
2005	0.41	0.88	0.46	0.19
2006	0.34	0.77	0.45	0.18
2007	0.23	0.75	0.30	0.10
2008	0.23	0.69	0.33	0.12
2009	0.22	0.77	0.29	0.11
2010	0.27	0.81	0.33	0.17
2011	0.06	0.79	0.08	0.04
2012	0.25	0.68	0.37	0.16
2013	0.07	0.71	0.10	0.04
2014	0.12	0.75	0.17	0.05
2015	0.05	0.60	0.08	0.02
2016	0.13	0.60	0.22	0.07
2017	0.04	0.31	0.12	0.05

2017 年の添加効率は 2014～2016 年の平均とした。

2017 年の人工種苗由来 0 歳魚加入尾数推定には補正済混入率 (0.12) ではなく添加効率 (0.05) を優先して用いた。

表 7. 6 月の稚魚採集数 (/400m²)

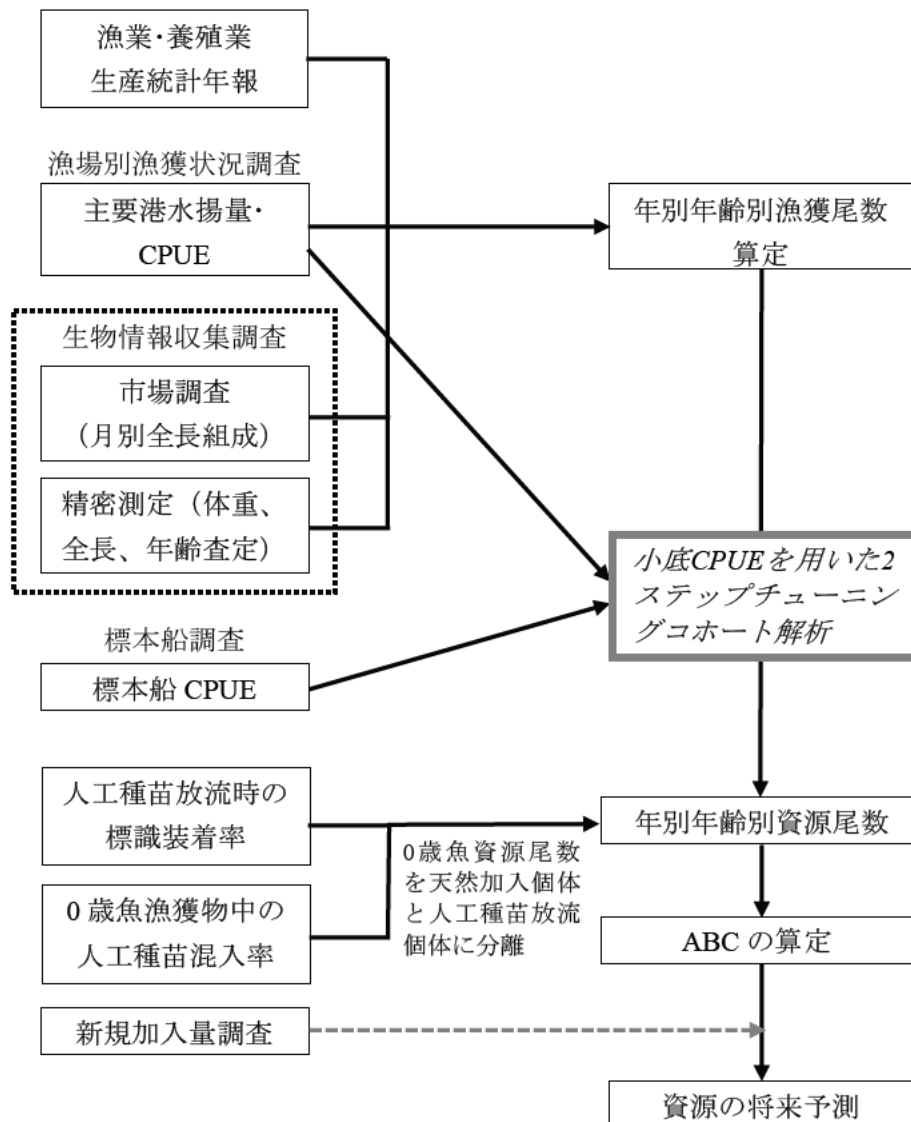
年	河原津(愛媛)	大浜(香川)	平均
1995	24.00	52.00	38.00
1996	18.00	14.30	16.15
1997	6.30	6.00	6.15
1998	25.00	48.00	36.50
1999	11.60	11.00	11.30
2000	0.80	8.00	4.40
2001	8.10	17.00	12.55
2002	12.10	38.30	25.20
2003	14.70	20.00	17.35
2004	14.20	2.00	8.10
2005	0.26	2.50	1.38
2006	29.50	10.75	20.13
2007	4.82	6.00	5.41
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
2017	0.35	0.25	0.30
2018	1.30	3.50	2.40

表 8. 昨年度評価時と今回の評価時における年齢別漁獲係数 F と推定資源尾数の変化

		2015年		2016年		2017年		2018年	
		2017年 評価時	2018年 評価時	2017年 評価時	2018年 評価時	2017年 評価時	2018年 評価時	2017年 評価時	2018年 評価時
0歳魚	F	0.05	0.04	0.03	0.02	0.03	0.04	-	-
	資源尾数	598,502	735,642	606,956	916,891	595,472	711,750	544,550	744,018
1歳魚	F	0.28	0.27	0.28	0.22	0.28	0.22	-	-
	資源尾数	761,122	795,455	528,882	655,716	547,332	833,975	536,977	538,547
2歳魚	F	0.47	0.47	0.51	0.48	0.51	0.46	-	-
	資源尾数	476,935	481,794	419,512	444,631	291,508	384,301	301,677	309,967
3歳魚	F	0.47	0.44	0.50	0.49	0.50	0.46	-	-
	資源尾数	223,619	235,850	217,241	220,796	183,782	202,159	127,705	193,603
4歳魚	F	0.47	0.43	0.44	0.40	0.44	0.42	-	-
	資源尾数	96,043	101,312	102,429	111,377	96,446	99,047	81,592	100,679
5歳魚	F	0.47	0.43	0.44	0.40	0.44	0.42	-	-
	資源尾数	70,674	74,552	76,608	83,301	84,138	95,580	84,865	86,153

2018 年の F は再評価には関係しないため、2018 年については年当初の年齢別資源尾数のみを示した。

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

1994 年以降、瀬戸内海各地の標本漁協において月別漁業種別の全長測定を行い、それぞれの月別漁獲量で加重平均した瀬戸内海全体の年別期別全長階級別頻度組成を求めた。また、標本漁協の期別の合計漁獲量割合を用いて、瀬戸内海の漁獲量を期別漁獲量に振り分けた。さらに、雌雄別全長体重関係と期別全長階級別雌雄割合を用いて、期別全長組成個体数割合を期別雌雄別全長組成重量割合に変換した。

1995 年以降、瀬戸内海各地において耳石による年齢査定と全長・体重測定を行い、期別（1～4 月、5～8 月、9～12 月）雌雄別の Age-Length key (ALK) と期別全長階級別雌雄比（それぞれ補足表 2-1）および雌雄別全長体重関係を求めた。この際、単年毎のデータでは体長階級毎の年齢査定結果が十分でなく、ALK が作成できないため、1995～当該年までのデータを合算して毎年の ALK を作成・更新した。さらに 1995～2004 年については各年共

通の期別雌雄別の ALK と期別全長階級別雌雄比および雌雄別体長体重関係を用いた。なお、平成 25 年度評価までは最新年までのデータを加えて体長 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遡って再計算・更新していたが、平成 26 年度評価以降は、漁獲量が変更された場合を除き過去の年齢別漁獲尾数は更新していない。

期別雌雄別全長組成重量割合に期別雌雄別 ALK を適用して期別雌雄別年齢別全長組成重量割合を算出し、これに瀬戸内海の期別漁獲量を乗じ、雌雄別全長階級別平均体重で除することによって期別雌雄別年齢別漁獲尾数を算出した。最後に雌雄の漁獲尾数を足し合わせ、期別年齢別漁獲尾数とした。

1996～2005 年については、中部海域（統計値の集計範囲としては、広島県、香川県燧灘、愛媛県燧灘）の定置網とその他によるものを分けて求め、それらを足し合わせて全体の年齢別漁獲尾数とした。中部海域の定置網による年齢別漁獲尾数は前述の方法によらず、香川県燧灘の定置網漁獲物から得られた漁獲物の年齢別重量組成と年齢別平均体重、および中部海域の定置網漁獲量から算出した。その他によるものの年齢別漁獲尾数は、東部海域（統計値の集計範囲としては、和歌山県、大阪府、兵庫県、岡山県、徳島県、燧灘を除く香川県）、定置網を除く中部海域、西部海域（統計値の集計範囲としては、山口県、愛媛県伊予灘、福岡県、大分県）についてそれぞれ前述の方法で年齢別漁獲尾数を求めた。

これまでにデータ採集を行った標本漁協と漁業種は、泉佐野（大阪府）、仮屋・神戸市・塩田・由良・浅野浦・坊勢・室津浦・高砂・五色（兵庫県）、河原津（愛媛県燧灘）および伊予・上灘（愛媛県伊予灘）のそれぞれの小底、伊吹・大浜・仁尾（香川県燧灘）および弓削（愛媛県燧灘）のそれぞれの定置網、西条（愛媛県燧灘）の刺網、徳山・宇部・防府（山口県）の小底・他、姫島・国見・安岐（大分県）の刺網・建網・一本釣である。

(2) 資源量推定法

1994～2017 年までの 24 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。1 歳魚以上については 1 月 1 日を年齢の起算日とした。また 0 歳魚は秋頃から漁獲加入することから 10 月 1 日時点での資源量を推定した。これらを全年齢について合計したものを y 年の資源量とした。

自然死亡係数: M_a の推定には田内・田中の方法（田中 1960）を用いた。最高年齢を 8 歳（渡辺ら 2004）と仮定し、 $M_1 \sim M_{5+} = 0.31$ (/年) とした。なお 0 歳魚については 10 月 1 日時点での加入尾数を計算するため、 M_a を 1/4 年で除した $M_0 = 0.08$ を用いた。

資源尾数から資源量への変換には、1995～2017 年の漁獲物精密測定結果（年齢査定済）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)	136	344	843	1,698	2,740	4,158

y 年 a 歳の資源尾数: $N_{a,y}$ ならびに漁獲係数: $F_{a,y}$ は、それぞれ以下の式で求めた（平松 2001）。

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

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

なお、 $C_{a,y}$: y 年 a 歳の漁獲尾数である。

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。

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

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

平成 29 年度の資源評価報告書より、近年の当該系群における RPS の低下傾向ならびに小型魚（ここでは 0、1 歳魚を対象）に対する漁獲圧の低減を考慮する目的で、チューニングコホート解析を 2 ステップに分けて実施している。本年度評価においても同様の計算法を踏襲した。

[ステップ 1]

1 ステップ目のチューニングコホート解析における最近年の 0～5+歳の資源尾数は、以下の式で求めた。

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

最近年の F は $F_{4,y}$ を未知パラメータとし $F_{5+,y}=F_{4,y}$ 、また $F_{1,y} \sim F_{3,y}$ はそれらの選択率が最新年を除く直近 3 年間の平均に等しいと仮定した。

$$F_{a,y} = \left(\frac{\sum_{b=1}^3 F_{a,y \ b}}{\sum_{b=1}^3 F_{4,y \ b}}\right) F_{4,y} \quad (6)$$

最近年の年齢別 F は、y 年における CPUE の観測値: u_y （標本港および標本船の漁獲量と延べ出漁隻数から求めた CPUE (kg/隻) を各港・船の漁獲量で加重平均した値) を使用したチューニングコホート解析により推定した（平松 2001）。対数変換した 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。

$$\ln(u_y) = \ln q \sum_a s_{a,y} N_{a,y} W_a + \varepsilon_y \quad (7)$$

$$\varepsilon_y \sim N(0, \sigma^2) \quad (8)$$

ここで q 、 $s_{a,y}$ 、 W_a はそれぞれ、漁具能率、y 年 a 歳の選択率、a 歳の平均体重を示す。

1 ステップ目のチューニング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 、 $F_{4,y}$ を最小二乗法で

推定した。

$$SS = \sum_y \left(\ln(u_y) - \ln \left(q \sum s_{a,y} N_{a,y} W_a \right) \right)^2 \quad (9)$$

[ステップ 2]

2014 年以降、RPS が極めて低い値で推移していること、また各地で実施されている小型魚保護の方策や小型魚の魚価低迷による獲り控えなどの影響で 0、1 歳魚に対する F が年々低下しているとの仮定を考慮し、最近年の 0 歳魚加入尾数: $N_{0,y}$ の算定に際しては昨年度の資源評価と同様 $C_{0,y}$ から求まる $F_{0,y}$ は用いず、ステップ 1 における RPS の最低値: RPS_{min} と親魚資源量: SSB_y を乗じて求めた天然由来の 0 歳魚加入尾数: Rn_y と、放流尾数と添加効率（それぞれ最新年を除く直近 3 年間の平均）から求めた人工種苗由来の 0 歳魚加入尾数: Ra_y の合計値（計算方法については次項 (3) を参照）を用い、その後 $N_{0,y}$ と $C_{0,y}$ から改めて最近年の 0 歳魚の漁獲係数: $F_{0,y}$ を計算し直した。

$$Rn_y = SSB_y \times RPS_{min} \quad (10)$$

$$Ra_y = \text{最新年を除く直近 3 年間の人工種苗総放流尾数の平均値} \\ \times \text{最新年を除く直近 3 年間の添加効率の平均値} \quad (11)$$

$$N_{0,y} = Rn_y + Ra_y \quad (12)$$

$$F_{0,y} = -\ln \left(1 - \frac{C_{0,y} \exp \left(\frac{M_0}{2} \right)}{N_{0,y}} \right) \quad (13)$$

また、0 歳魚と同様に近年の小型魚の漁獲規制や獲り控えの影響から 1 歳魚の F: $F_{1,y}$ も年々低下傾向にあるとの仮定の下、最近年の 1 歳魚資源尾数: $N_{1,y}$ の算定に際してはこちらも昨年度の資源評価に倣い、（最新年を除く）直近 3 年間の 1 歳魚の F の最低値: $F_{1,min}$ を用いることとした。

上述の方法で最近年の 0 歳魚と 1 歳魚の漁獲係数ならびに 0 歳魚の加入尾数を確定した後、再度 CPUE によるチューニングコホート解析を行った。この際、1 歳魚の資源尾数: $N_{1,y}$ は以下の方法で求めた。

$$N_{1,y} = \frac{C_{1,y}}{1 - \exp(-F_{1,min})} \exp \left(\frac{M_1}{2} \right) \quad (14)$$

これら 2 ステップのコホート解析の結果を、本資源の資源評価結果として採用した。なお、ステップ 1 で求めた最新年を除く直近 3 年間の RPS およびその最低値（ RPS_{min} 、 RPS_{2017} としてステップ 2 の計算に使用）と、ステップ 2 で再計算された（最新年を除く）直近 3 年および最新年の RPS とは異なる値を取るが、本年度の評価では最新年の RPS（ RPS_{2017} ）はステップ 1 とステップ 2 とで偶然同じ値となった（補足表 2-2）。

レトロスペクティブ解析による最近年の資源量、親魚量、0 歳魚加入尾数、1 歳魚資源尾

数の推移をみると（補足図 2-1）、2 ステップコホート解析による最新年の 0、1 歳魚の補正（補足図 2-1 右）を行うことにより、補正を行わない場合（補足図 2-1 左）に比べて特に 0 歳魚加入尾数の変動を抑える効果がみられた。この理由としては、0 歳魚は毎年 9 月以降に漁獲加入するものの、近年の小型魚に対する獲り控え傾向もあって漁獲圧は安定せず、年によって $F_{0,y}$ がふらつくことにより推定加入尾数が大きく変動するためと考えられる。

(3) 人工種苗個体の混入率、0 歳魚資源尾数の天然由来個体と人工種苗由来個体への分解、天然由来 0 歳魚資源尾数に基づく RPS の計算

0 歳魚漁獲物における人工種苗放流個体の混入率の推定、0 歳魚資源尾数の天然由来個体と人工種苗由来個体への分解、ならびに天然由来 0 歳魚資源尾数に基づく RPS の計算を、以下の方法で推定した。

ヒラメ人工種苗の多くの個体で無眼側に黒色素の沈着異常が発生する。これを人工種苗における標識の代わりに用い、人工種苗放流時の黒化個体混入率（＝標識装着率）を各県を通じて収集した。黒化個体混入率は年や生産施設・業者によって様々に異なり、また放流尾数も異なるため、瀬戸内海全体を代表する標識装着率の計算に際しては、本来であれば各県・海域毎の放流尾数の大小で加重平均する、あるいは海域を区分してそれぞれの場所における標識装着率を別々に取り扱うのが望ましい。しかし、標識装着率を調査・把握出来ている県は少なく（2017 年実績で和歌山、兵庫、山口、愛媛の 4 県）、海域毎に分けた詳細な検討を行うのに十分なデータが揃っていないため、現状ではデータのある県の標識装着率を単純平均した値を瀬戸内海全域の標識装着率として利用している。

続いて、生物情報収集調査で各県より得られるヒラメ漁獲物の精密測定結果を用い、無眼側黒化の判定が行われた 0 歳魚漁獲物中の黒化個体混入率を推定する。瀬戸内海を東部（紀伊水道、大阪湾、播磨灘、備讃瀬戸）、中部（燐灘、備後・芸予瀬戸、安芸灘）、西部（伊予灘、周防灘）の 3 海域に分割し、それぞれの海域における測定標本数とその中に含まれる黒化個体数を求め、海域毎の（見かけ上の）混入率を計算する。2017 年実績で 0 歳魚における黒化個体の判定結果が得られている県は、和歌山、兵庫、山口、愛媛（東予、中予）、大分の 5 県であった（なお 1 歳魚以上まで含めると精密測定で黒化個体を調査している県は増加するが、現時点では毎年異なる標識装着率を複数年級群に反映させるための計算準備が整っておらず、0 歳魚に限った判定に留まっている）。その後、3 海域の混入率の単純平均を取り（＝瀬戸内海全体としての見かけ上の混入率）、人工種苗放流時に求めた標識装着率を乗じて、瀬戸内海全体としての補正済の人工種苗混入率を求める。

式(11)に示された添加効率、以下の方法で計算される。

$$\text{添加効率} = \frac{N_{0,y} \times \text{補正済人工種苗混入率}}{y \text{ 年の人工種苗放流尾数}} \quad (15)$$

但し上式における $N_{0,y}$ はステップ 1 のチューニングコホート解析で得られた y 年の 0 歳魚資源尾数

これを式(11)に代入して y 年における人工種苗由来の 0 歳魚資源尾数: $R_{a,y}$ を求める。

$$Ra_y = y\text{年の人工種苗放流尾数} \times \text{添加効率} = N_{0,y} \times \text{補正済人工種苗混入率} \quad (16)$$

その後、最新年を除く各年の Rn_y を、ステップ 2 のチューニングコホート解析で求めた $N_{0,y}$ から Ra_y を減じて求める。

$$Rn_y = N_{0,y} - Ra_y \quad (17)$$

なお、最新年の Rn_y は(10)式で求める。

最後に、各年の Rn_y を各年の親魚量で除して、各年の RPS を計算する。

(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。

$$YPR = \sum_{a=1}^{15} \frac{F_a}{F_a + M_a} (1 - \exp(-F_a - M_a)) S_a W_a \quad (18)$$

$$SPR = \sum_{a=0}^{15} fr_a S_a W_a \quad (19)$$

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

ここで、 S_a は a 歳における生残率、 fr_a は a 歳の雌の成熟割合を示す。

なお、本系群における M の推定に際して寿命を 8 歳と仮定しているのに対して、YPR および SPR の計算では、その影響がほぼ消失する 15 歳まで計算を行っている。F が極めて低い場合には、YPR あるいは SPR に占める 9 歳以上の高齢部分の影響は大きくなるものの ($F=0.1$ の下でともに 10% 程度)、 $F=0.3$ 以上では 9 歳以上の高齢部分の占める割合は両者ともに 3% 以下に留まり、現状の F_{current} あるいは F_{sus} の下では大きな影響を与えない。

(5) 将来予測方法

各年齢の資源尾数は以下の式で求めた。

$$N_{0,y} = \sum_{a=1}^{5+} N_{a,y} fr_a S_a W_a RPS + \text{放流尾数} \times \text{添加効率} \quad (21)$$

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

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

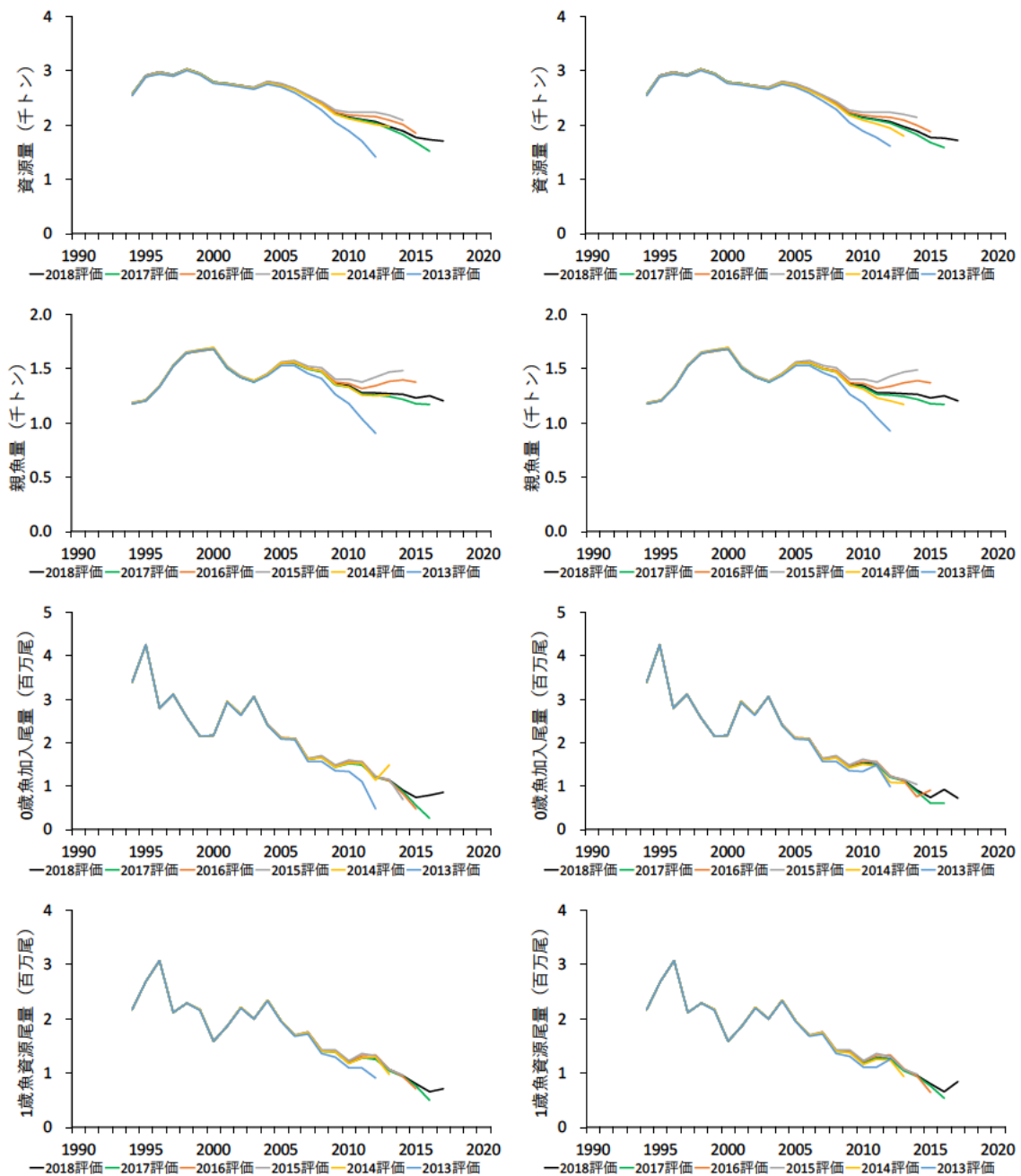
各年齢の漁獲尾数は以下の式で求めた。

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

なお、将来予測において 0 歳魚加入尾数を計算する際の RPS にはこれまでに得られた RPS 時系列の最低値（但し最新年を除く）を、人工種苗放流由来の 0 歳魚加入尾数を計算するための添加効率には最新年を除く直近 3 年間の平均値をそれぞれ用いた。

引用文献

- 平松一彦 (2001) VPA (Virtual Population Analysis). 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-, 日本水産資源保護協会, 104-128
- 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, **16**.



補足図 2-1. 資源量・親魚量・0歳魚加入尾数・1歳資源尾数の2013～2016年のレトロスペクティブ解析 左は最近年の0歳魚加入量ならびに1歳資源尾数の補正を行わないチューニングコホート解析、右は0歳魚加入量と1歳資源尾数の補正を行った2ステップチューニングコホート解析の結果を示す。

補足表 2-1. Age-length key と雌雄割合

全長階級 (mm)	雌						雄					
	1-4月					雌の割合	5-8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 - 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
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
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
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
160 - 200	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26
200 - 240	0.99	0.01	0.00	0.00	0.00	0.47	0.91	0.07	0.01	0.00	0.00	0.35
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
280 - 320	0.84	0.16	0.00	0.00	0.00	0.34	0.83	0.17	0.00	0.00	0.00	0.47
320 - 360	0.49	0.49	0.02	0.00	0.00	0.33	0.69	0.31	0.00	0.00	0.00	0.39
360 - 400	0.14	0.80	0.05	0.00	0.00	0.23	0.22	0.72	0.06	0.00	0.00	0.30
400 - 440	0.05	0.86	0.09	0.00	0.00	0.51	0.03	0.87	0.10	0.00	0.00	0.55
440 - 480	0.03	0.84	0.12	0.01	0.00	0.79	0.01	0.89	0.08	0.01	0.00	0.75
480 - 520	0.01	0.66	0.32	0.01	0.00	0.80	0.01	0.65	0.30	0.04	0.00	0.81
520 - 560	0.00	0.35	0.60	0.03	0.01	0.81	0.02	0.28	0.60	0.10	0.00	0.86
560 - 600	0.01	0.18	0.62	0.15	0.04	0.78	0.01	0.18	0.62	0.15	0.04	0.78
600 - 640	0.00	0.07	0.49	0.33	0.11	0.85	0.00	0.07	0.49	0.33	0.11	0.85
640 - 680	0.00	0.01	0.32	0.43	0.24	0.91	0.00	0.01	0.32	0.43	0.24	0.91
680 - 720	0.00	0.01	0.17	0.39	0.43	0.95	0.00	0.01	0.17	0.39	0.43	0.95
720 - 760	0.00	0.00	0.05	0.29	0.66	0.97	0.00	0.00	0.05	0.29	0.66	0.97
760 - 800	0.00	0.00	0.02	0.12	0.87	1.00	0.00	0.00	0.02	0.12	0.87	1.00
800 - 840	0.00	0.00	0.05	0.00	0.95	1.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.95	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
880 - 920	0.00	0.00	0.00	0.09	0.91	1.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.91	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
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

全長階級 (mm)	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
	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
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
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
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
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
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
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
240 - 280	0.86	0.14	0.00	0.00	0.00	0.86	0.14	0.00	0.00	0.00	0.84	0.16	0.00	0.00	0.00
280 - 320	0.61	0.38	0.01	0.00	0.00	0.69	0.30	0.01	0.00	0.00	0.42	0.53	0.05	0.00	0.00
320 - 360	0.17	0.78	0.04	0.00	0.00	0.24	0.67	0.08	0.01	0.00	0.06	0.85	0.08	0.01	0.00
360 - 400	0.04	0.86	0.09	0.00	0.00	0.03	0.79	0.12	0.03	0.03	0.02	0.79	0.16	0.01	0.02
400 - 440	0.04	0.63	0.30	0.02	0.01	0.01	0.57	0.34	0.04	0.03	0.00	0.84	0.16	0.00	0.00
440 - 480	0.01	0.33	0.54	0.09	0.03	0.04	0.44	0.35	0.13	0.05	0.00	0.41	0.45	0.05	0.05
480 - 520	0.01	0.10	0.44	0.25	0.19	0.00	0.17	0.34	0.32	0.17	0.00	0.22	0.56	0.22	0.00
520 - 560	0.00	0.10	0.48	0.23	0.19	0.00	0.06	0.28	0.33	0.33	0.00	0.33	0.00	0.67	0.00
560 - 600	0.00	0.03	0.32	0.40	0.24	0.00	0.03	0.32	0.40	0.24	0.00	0.00	0.03	0.32	0.40
600 - 640	0.00	0.03	0.10	0.38	0.49	0.00	0.03	0.10	0.38	0.49	0.00	0.00	0.03	0.10	0.38
640 - 680	0.00	0.00	0.07	0.33	0.60	0.00	0.00	0.07	0.33	0.60	0.00	0.00	0.00	0.07	0.33
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
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	1.00

補足表 2-2. コホート解析のステップ 1 とステップ 2 で導出された RPS

	2014	2015	2016	2017
ステップ 1	0.60	0.55	0.49	0.49*
ステップ 2	0.60	0.55	0.57	0.49**

* 2014～2016 年の最低値（2017 年天然加入量の算出に使用）。

** 親魚量と天然加入量から計算。ステップ 1 と同じ値となったのは偶然である。

補足資料３ コホ ト解析結果の詳細

資源解析結果（1994～2005 年）

年齢別漁獲尾数

年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	468,407	899,444	484,363	612,317	230,273	415,449	140,569	532,460	461,669	512,944	278,787	261,234
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	692,476
2歳	374,018	394,613	412,047	442,528	433,735	385,970	466,268	397,986	337,814	369,384	402,485	461,577
3歳	77,867	97,915	96,389	94,902	121,324	121,282	138,283	111,520	91,369	88,788	98,741	99,710
4歳	25,813	23,549	23,870	28,590	37,174	39,576	40,566	32,446	31,471	25,397	26,184	28,736
5+歳	29,972	15,900	10,493	20,795	24,397	30,535	32,179	22,142	34,797	25,424	20,945	22,545
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	1,566,278

年齢別漁獲量（トン）

年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	55	102	54	78	29	58	19	72	61	66	34	33
1歳	271	372	436	241	292	282	155	261	326	244	286	221
2歳	270	278	286	349	339	330	383	333	277	294	301	362
3歳	113	139	135	151	191	209	229	188	151	142	149	157
4歳	60	54	54	73	94	110	108	88	84	66	64	73
5+歳	107	55	36	81	94	129	130	91	141	100	77	87
合計	876	1,000	1,000	973	1,039	1,118	1,023	1,033	1,039	912	911	934

年齢別漁獲係数

年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	0.16	0.25	0.20	0.23	0.10	0.23	0.07	0.21	0.20	0.19	0.13	0.14
1歳	0.69	0.84	0.89	0.54	0.63	0.58	0.42	0.66	0.73	0.58	0.64	0.54
2歳	0.85	0.88	0.84	0.82	0.82	0.71	0.95	0.95	0.82	0.81	0.86	0.91
3歳	0.74	0.65	0.63	0.53	0.65	0.67	0.70	0.73	0.69	0.61	0.61	0.62
4歳	0.77	0.61	0.36	0.44	0.47	0.53	0.58	0.39	0.54	0.47	0.41	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	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	0.50

年齢別資源尾数

年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	3,380,079	4,246,335	2,785,153	3,110,353	2,573,087	2,137,113	2,154,666	2,932,664	2,634,975	3,054,998	2,399,512	2,098,967
1歳	2,158,464	2,675,600	3,062,231	2,110,039	2,287,747	2,158,265	1,576,973	1,857,557	2,200,209	1,992,971	2,332,118	1,951,079
2歳	766,143	789,530	848,488	921,552	903,283	890,975	887,957	758,865	705,378	776,554	814,831	903,233
3歳	173,906	240,608	240,102	268,325	295,708	289,863	321,713	250,824	214,783	227,117	252,188	251,879
4歳	56,069	60,629	92,282	93,216	115,136	112,571	108,331	117,091	88,119	78,987	90,219	100,047
5+歳	65,105	40,938	40,565	67,801	75,561	86,853	85,933	79,904	97,433	79,070	72,168	78,492
合計	6,599,767	8,053,640	7,068,821	6,571,286	6,250,523	5,675,641	5,135,573	5,996,906	5,940,896	6,209,697	5,961,036	5,383,698

年齢別資源量（トン）

年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	461	579	380	424	351	291	294	400	359	417	327	286
1歳	742	920	1,053	725	786	742	542	639	756	685	802	671
2歳	646	666	715	777	761	751	749	640	595	655	687	761
3歳	295	409	408	456	502	492	546	426	365	386	428	428
4歳	154	166	253	255	315	308	297	321	241	216	247	274
5+歳	271	170	169	282	314	361	357	332	405	329	300	326
合計	2,568	2,909	2,977	2,919	3,031	2,946	2,785	2,757	2,722	2,687	2,791	2,747

年齢別親魚量（トン）

年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	31	39	44	30	33	31	23	27	32	29	34	28
2歳	484	499	536	583	571	563	561	480	446	491	515	571
3歳	242	334	333	373	411	403	447	348	298	315	350	350
4歳	154	166	253	255	315	308	297	321	241	216	247	274
5+歳	271	170	169	282	314	361	357	332	405	329	300	326
合計	1,181	1,208	1,336	1,523	1,644	1,667	1,685	1,508	1,423	1,380	1,446	1,550

資源解析結果（続き）（2006～2017 年）

年齢別漁獲尾数

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0歳	191,004	93,720	150,210	152,769	134,134	119,849	66,431	101,992	44,944	25,623	14,569	27,797
1歳	585,757	650,833	486,535	463,729	331,999	396,077	379,740	268,060	243,568	160,562	111,570	141,901
2歳	413,505	330,910	351,345	259,440	254,833	231,580	252,051	239,502	191,535	153,964	143,965	121,363
3歳	110,933	102,392	102,723	88,985	91,084	87,160	96,573	84,366	82,900	71,520	73,059	63,382
4歳	27,931	30,889	31,116	29,467	30,995	30,877	29,702	25,448	30,695	30,553	31,335	28,997
5+歳	24,479	28,206	27,523	26,466	31,039	27,644	20,942	24,176	26,396	22,483	23,436	27,982
合計	1,353,610	1,236,950	1,149,452	1,020,857	874,084	893,187	845,439	743,544	620,038	464,706	397,934	411,423

年齢別漁獲量（トン）

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0歳	25	12	20	21	19	17	9	15	6	4	2	4
1歳	196	210	162	161	120	143	132	97	88	59	39	53
2歳	339	261	287	221	225	204	214	212	169	139	125	112
3歳	183	163	169	153	162	155	166	151	147	130	127	118
4歳	75	79	83	82	89	89	82	73	88	89	88	87
5+歳	99	110	111	111	135	120	88	106	115	100	100	127
合計	918	835	831	750	751	728	691	654	613	520	482	501

年齢別漁獲係数

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0歳	0.10	0.06	0.10	0.12	0.10	0.09	0.06	0.10	0.05	0.04	0.02	0.04
1歳	0.52	0.57	0.52	0.49	0.40	0.45	0.43	0.35	0.36	0.27	0.22	0.22
2歳	0.86	0.75	0.85	0.69	0.65	0.62	0.68	0.63	0.53	0.47	0.48	0.46
3歳	0.67	0.63	0.64	0.62	0.64	0.56	0.68	0.59	0.53	0.44	0.49	0.46
4歳	0.40	0.45	0.45	0.43	0.52	0.54	0.43	0.43	0.50	0.43	0.40	0.42
5+歳	0.40	0.45	0.45	0.43	0.52	0.54	0.43	0.43	0.50	0.43	0.40	0.42
平均	0.49	0.48	0.50	0.46	0.47	0.47	0.45	0.42	0.41	0.35	0.33	0.34

年齢別資源尾数

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0歳	2,084,552	1,614,545	1,661,924	1,439,809	1,525,268	1,493,999	1,215,309	1,125,999	906,826	735,642	916,891	711,750
1歳	1,690,001	1,744,209	1,403,080	1,392,573	1,184,689	1,281,647	1,266,466	1,060,092	943,294	795,455	655,716	833,975
2歳	835,134	735,407	719,403	610,360	622,179	582,763	598,891	601,757	546,296	481,794	444,631	384,301
3歳	266,012	257,308	254,993	225,805	224,639	237,226	228,278	222,567	235,397	235,850	220,796	202,159
4歳	98,992	99,732	100,670	98,693	89,090	86,441	99,006	84,408	90,672	101,312	111,377	99,047
5+歳	86,759	91,069	89,046	88,642	89,215	77,390	69,806	80,187	77,975	74,552	83,301	95,580
合計	5,061,451	4,542,270	4,229,116	3,855,883	3,735,080	3,759,466	3,477,755	3,175,010	2,800,460	2,424,605	2,432,711	2,326,812

年齢別資源量（トン）

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0歳	284	220	227	196	208	204	166	154	124	100	125	97
1歳	581	600	482	479	407	441	435	364	324	273	225	287
2歳	704	620	606	515	524	491	505	507	461	406	375	324
3歳	452	437	433	383	381	403	388	378	400	400	375	343
4歳	271	273	276	270	244	237	271	231	248	278	305	271
5+歳	361	379	370	369	371	322	290	333	324	310	346	397
合計	2,653	2,528	2,394	2,212	2,136	2,097	2,055	1,968	1,881	1,768	1,752	1,720

年齢別親魚量（トン）

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	24	25	20	20	17	19	18	15	14	11	9	12
2歳	528	465	455	386	393	368	379	380	345	305	281	243
3歳	369	357	354	314	312	329	317	309	327	328	307	281
4歳	271	273	276	270	244	237	271	231	248	278	305	271
5+歳	361	379	370	369	371	322	290	333	324	310	346	397
合計	1,554	1,499	1,475	1,359	1,337	1,275	1,275	1,270	1,259	1,231	1,249	1,205

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

年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0歳	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
1歳	0.22	0.22	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
2歳	0.46	0.46	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
3歳	0.46	0.46	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
4歳	0.42	0.42	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
5歳以上	0.42	0.42	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26

資源尾数

年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0歳	711,750	801,165	772,021	862,679	939,115	1,011,026	1,087,530	1,165,187
1歳	833,975	631,529	710,867	695,778	777,483	846,370	911,180	980,129
2歳	384,301	488,775	370,125	452,892	443,279	495,333	539,221	580,511
3歳	202,159	177,353	225,567	203,154	248,583	243,306	271,878	295,967
4歳	99,047	93,689	82,193	124,135	111,800	136,801	133,897	149,621
5歳以上	95,580	93,655	90,151	97,096	124,637	133,205	152,116	161,135
合計	2,326,812	2,286,166	2,250,924	2,435,733	2,644,897	2,866,042	3,095,823	3,332,549

資源量（トン）と親魚量（トン）

年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0歳	97	109	105	118	128	138	148	159
1歳	287	217	244	239	267	291	313	337
2歳	324	412	312	382	374	418	455	489
3歳	343	301	383	345	422	413	462	503
4歳	271	257	225	340	306	375	367	410
5歳以上	397	389	375	404	518	554	632	670
合計	1,720	1,686	1,645	1,827	2,016	2,188	2,377	2,568
親魚量	1,205	1,211	1,158	1,322	1,461	1,592	1,731	1,872

漁獲尾数

年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0歳	27,797	31,289	18,950	21,176	23,052	24,817	26,695	28,601
1歳	141,901	107,455	78,552	76,885	85,913	93,526	100,687	108,306
2歳	121,363	154,356	79,074	96,756	94,702	105,823	115,200	124,021
3歳	63,382	55,605	47,810	43,059	52,688	51,570	57,625	62,731
4歳	28,997	27,429	16,166	24,415	21,989	26,907	26,336	29,428
5歳以上	27,982	27,419	17,731	19,097	24,514	26,199	29,919	31,693
合計	411,423	403,552	258,284	281,389	302,859	328,842	356,462	384,780

漁獲量（トン）

年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0歳	4	5	3	3	3	4	4	4
1歳	53	40	30	29	32	35	38	41
2歳	112	142	73	89	87	98	106	114
3歳	118	103	89	80	98	96	107	116
4歳	87	82	48	73	66	81	79	88
5歳以上	127	125	81	87	111	119	136	144
合計	501	497	323	361	398	432	470	508

Flimit (Fsus)

漁獲係数

年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0歳	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
1歳	0.22	0.22	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
2歳	0.46	0.46	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
3歳	0.46	0.46	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
4歳	0.42	0.42	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
5歳以上	0.42	0.42	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33

資源尾数

年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0歳	711,750	801,165	772,021	819,620	855,183	885,668	919,073	950,373
1歳	833,975	631,529	710,867	691,295	733,917	765,761	793,059	822,970
2歳	384,301	488,775	370,125	437,497	425,452	451,684	471,282	488,082
3歳	202,159	177,353	225,567	189,071	223,486	217,333	230,733	240,744
4歳	99,047	93,689	82,193	115,605	96,900	114,538	111,385	118,252
5歳以上	95,580	93,655	90,151	90,956	109,014	108,672	117,801	120,954
合計	2,326,812	2,286,166	2,250,924	2,344,043	2,443,952	2,543,657	2,643,332	2,741,376

資源量 (トン) と親魚量 (トン)

年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0歳	97	109	105	112	117	121	125	130
1歳	287	217	244	238	252	263	273	283
2歳	324	412	312	369	359	381	397	411
3歳	343	301	383	321	379	369	392	409
4歳	271	257	225	317	265	314	305	324
5歳以上	397	389	375	378	453	452	490	503
合計	1,720	1,686	1,645	1,734	1,826	1,899	1,982	2,060
親魚量	1,205	1,211	1,158	1,244	1,309	1,364	1,425	1,482

漁獲尾数

年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0歳	27,797	31,289	23,612	25,068	26,156	27,088	28,110	29,067
1歳	141,901	107,455	96,550	93,892	99,681	104,006	107,714	111,776
2歳	121,363	154,356	95,539	112,930	109,820	116,591	121,650	125,987
3歳	63,382	55,605	57,782	48,433	57,249	55,673	59,105	61,670
4歳	28,997	27,429	19,590	27,553	23,095	27,299	26,547	28,184
5歳以上	27,982	27,419	21,486	21,678	25,982	25,901	28,076	28,828
合計	411,423	403,552	314,559	329,553	341,982	356,557	371,202	385,511

漁獲量 (トン)

年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
0歳	4	5	4	4	4	4	4	4
1歳	53	40	36	35	37	39	40	42
2歳	112	142	88	104	101	107	112	116
3歳	118	103	107	90	106	103	110	114
4歳	87	82	59	83	69	82	80	84
5歳以上	127	125	98	99	118	118	128	131
合計	501	497	391	414	436	453	474	492