

平成 29（2017）年度トラフグ日本海・東シナ海・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（片町太輔、石田 実）

参 画 機 関：秋田県水産振興センター、石川県水産総合センター、福井県水産試験場、京都府農林水産技術センター海洋センター、兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センター、鳥取県水産試験場、島根県水産技術センター、山口県水産研究センター、福岡県水産海洋技術センター、佐賀県玄海水産振興センター、長崎県総合水産試験場、熊本県水産研究センター、鹿児島県水産技術開発センター、宮崎県水産試験場、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栽培資源研究所、広島県立総合技術研究所水産海洋技術センター、岡山県農林水産総合センター水産研究所、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、和歌山県水産試験場

要 約

本系群の資源量についてコホート解析により計算した。資源量は、2006 年漁期の 1,007 トンから減少傾向で、2016 年漁期は 580 トンであった。直近 5 年間の資源量の推移から動向は減少と判断した。下関唐戸魚市場（株）の内海産取扱量の推移から資源水準は低位と判断した。2016 年漁期の親魚量は 246 トンであった。近年、加入量に加えて親魚量も減少傾向であることから、 $F_{current}$ （2016 年漁期の F ）での漁獲と現状の人工種苗放流が継続された場合、今後、資源量は減少すると予測される。本系群は資源量を 2026 年漁期に 960 トンに回復させることが平成 27 年度トラフグ資源管理検討会議で了承されていることから、本目標を管理目標とし、ABC 算定のための基本規則の 1-3)-(3)($F_{limit} = (\text{基準値か } F_{current}) \times \beta_2$, $F_{target} = F_{limit} \times \alpha$) を適用し、2018 年漁期 ABC を算定した。本種は栽培対象種であり、2016 年漁期は 180 万尾の人工種苗が放流されたと推定された。2016 年漁期の放流魚の混入率は 14%、添加効率は 0.01 と推定された。

管理基準	Target / Limit	2018 年漁期 ABC (トン)	漁獲 割合 (%)	F 値 (現状の F 値から の増減%)
0.56 $F_{current}$	Target	80	17	0.21 (-55%)
	Limit	97	20	0.27 (-44%)

Target は資源変動の可能性やデータの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回復が期待される漁獲量である。Limit は管理基準で許容される最大レベルの漁獲量である。 $F_{target} = \alpha F_{limit}$ とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。また、 $F_{current}$ は 2016 年漁期の値（2013～2015 年漁期の平均）、Limit の F 値は全年齢の平均で 0.27、漁獲割合は ABC/資源量とした。2018 年漁期は 2018 年 4 月～2019 年 3 月である。

漁期年	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	漁獲量 (トン)	F値	漁獲割合 (%)
2013	783	327	251	0.47	32
2014	703	293	220	0.43	31
2015	661	294	233	0.53	35
2016	580	246	189	0.48	33
2017	521	213	172	0.48	33
2018	476	202	—	—	—

2017 年、2018 年の値は将来予測に基づく。

水準：低位 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
年齢別・年別漁獲尾数	府県別漁獲量（秋田～和歌山（21）府県、（株）大水） 全長組成（水研、秋田県、石川県、山口県、福岡県、佐賀県、 長崎県、熊本県、大分県、愛媛県、広島県、兵庫県、香川県） 全長-体重関係（松村 2006） 年齢-全長関係（上田ほか 2010） 全長階級別雌雄割合（山口県、愛媛県、上田ほか 2010、広島 大学、資源量推定等高度化推進事業、水研）
資源量指標	とらふぐはえ縄漁業漁獲成績報告書（水産庁） 下関唐戸魚市場取扱量（下関唐戸魚市場（株）、山口県） 山口県瀬戸内海側におけるはえ縄の CPUE（中国四国農政局） 備後灘における定置網の CPUE（代表漁協）
自然死亡係数（M）	年当たり $M = 0.25$ を仮定
漁獲努力量指標	とらふぐはえ縄漁業漁獲成績報告書（水産庁） 山口県瀬戸内海側におけるはえ縄の努力量（中国四国農政局） 備後灘における定置網の努力量（代表漁協）
放流魚の混入率	人工種苗放流尾数（栽培漁業種苗生産、入手・放流実績（全国）） 0 歳の放流効果調査（長崎県、平成 18 年度栽培漁業資源回復等 対策事業報告書、種苗放流による資源造成支援事業（広域種 資源造成支援事業）（平成 23～25 年度）中間報告書、全国豊 かな海づくり推進協会）

1. まえがき

トラフグは、沿岸漁業の重要な対象種である。天然魚や人工種苗を用いた標識放流・再捕調査から、産卵場への回帰性が示され、産卵場毎の個体群を形成していると考えられているが（Kusakabe et al. 1962、伊藤 1997、伊藤ほか 1998、伊藤 1998、佐藤ほか 1999、松村 2006）、本海、東シナ海において各産卵場由来の個体が混在し漁獲対象となることか

ら（佐藤ほか 1996、田川・伊藤 1996、伊藤ほか 1998）、資源評価単位としては同一系群とすることが望ましいと考えられた。本系群の主な漁場である 本海、東シナ海、瀬戸内海では、漁獲量の減少が続いており、平成 17（2005）年度より九州・山口北西海域トラフグ資源回復計画（休漁期間の設定、漁船の承認（隻数上限）・届出制導入、小型魚保護等）が実施されてきた。資源回復計画は平成 23（2011）年度で終了したが、同計画で実施されていた資源管理措置は平成 24（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。さらに、平成 26（2014）年より本系群を対象としたトラフグ資源管理検討会議が開催され、資源量の回復目標の設定や資源管理の進め方についての協議がなされている。また、本種は栽培漁業の対象種で、本系群の分布海域では、1977 年漁期以降 45 万～294 万尾の人工種苗が毎年放流されている（図 1）。

2. 生態

（1）分布・回遊

本系群は 本海、東シナ海、黄海、瀬戸内海に分布する（図 2）。春に発生した仔稚魚は産卵場周辺を成育場とし、成長に伴って広域に移動する（伊藤 1997）。本海沿岸や九州北西岸での発生群は、本海、東シナ海、黄海へ移動し、瀬戸内海沿岸での発生群は、豊後水道以南、紀伊水道以南、本海、東シナ海、黄海へ移動する（伊藤 1997）。

（2）年齢・成長

本系群における雌雄別の年齢（ t ）と全長 L_t （mm）の von Bertalanffy 成長式（上田ほか 2010）及び全長 L （cm）と体重 W （g）の関係式（松村 2006）を以下に示す。

年齢-全長関係式

$$\text{雄} : L_t = 534.3(1 - \exp(-0.648(t + 0.130)))$$

$$\text{雌} : L_t = 559.8(1 - \exp(-0.598(t + 0.144)))$$

全長-体重関係式

$$\text{雄} : W = 0.0395L^{2.82}$$

$$\text{雌} : W = 0.0530L^{2.74}$$

成長式および全長-体重関係式から求めた 1 月時点の雌雄別年齢別の全長と体重を図 3 に示す。寿命は約 10 年と推定され、雌雄いずれも最大で全長 60cm 以上となる大型種である（尾串 1987、岩政 1988）。

（3）成熟・産卵

本種は、雄は 2 歳、雌は 3 歳で成熟する（図 4、藤田 1988）。本系群の主な産卵場は、八郎潟周辺、七尾湾、若狭湾、福岡湾、有明海、八代海、関門海峡周辺、布刈瀬戸、備讃瀬戸とされ、朝鮮半島、中国沿岸にも存在するとされる（図 2、Kusakabe et al., 1962、高ほか 1988、藤田 1996、Katamachi et al., 2015）。産卵は 3 月下旬に九州南部から始まり、水温の上昇とともに北上し、瀬戸内海での産卵期は 4～5 月とされ、若狭湾、七尾湾では 4～6 月とされる（藤田 1996、伊藤ほか 1998）。

(4) 被捕食関係

本種は、仔魚後期までは動物性プランクトン、稚魚は底生性の小型 殻類、未成魚はイワシ類やその他の幼魚、エビ・カニ類、成魚は魚類、エビ・カニ類を捕食する(松浦 1997)。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

八郎潟周辺、七尾湾、若狭湾、福岡湾、有明海、八代海、関門海峡周辺、布刈瀬戸、備讃瀬戸では、3～6月に2歳魚以上の親魚が定置網、釣、敷網によって漁獲され、7～1月に0歳魚が定置網、小型底びき網、釣、はえ縄によって漁獲される。 本海、東シナ海の沖合、豊後水道、紀伊水道では、12～翌年3月に0歳魚以上がはえ縄によって漁獲される(天野・檜山 1996、柴田ほか 1997、伊藤・多部田 2000)。

本種を主対象として漁獲する 本海、東シナ海におけるはえ縄の操業は、1965年以前には 本の沿岸域に限られていたが、1965年の 韓漁業協定以後、東シナ海、黄海へと漁場が拡大した。1977年以降は、北朝鮮の200カイリ宣言によって北緯38度以北の海域に出漁ができなくなり、北緯38度以南の黄海、東シナ海、対馬海峡から山陰に至る海域が主漁場となった(図5)。新 韓漁業協定(1999年)、新 中漁業協定(2000年)以降は我が国EEZ内が主漁場となっている。

(2) 漁獲量の推移

本系群においては長期間にわたる漁獲統計は存在しない。その代替指標として、下関唐戸魚市場(株)における取扱量を用いた。下関唐戸魚市場(株)では1971年漁期から 本海、東シナ海産を外海産、瀬戸内海産を内海産として区別して取扱い、統計を整備している。なお、2005年漁期から三重県、愛知県、静岡県産も内海産に含まれる。取扱量は1971～1993年漁期に490～1,891トンで推移後、1994年漁期から急激に減少し、1997年漁期以降109～336トンと低水準で推移しており、2016年漁期は90トンであった(図6、表1)。各府県の調査で得られた2002年漁期以降の漁獲量は、2002年漁期の356トンから減少傾向で2016年漁期は189トンと推定された(図1、表2、表3)。

(3) 漁獲努力量

九州・山口北西海域では、はえ縄により9～翌年3月に主に1歳魚以上が漁獲される。漁獲努力量として、九州・山口北西海域トラフグ資源回復計画、トラフグ広域資源管理方針に基づいて調査された関係5県(福岡県、熊本県、広島県、佐賀県、山口県)の総針数を使用した。総針数は、資源回復計画が開始された2005年漁期の18百万針から2009年漁期の11百万針に減少後、横ばいで推移し、2016年漁期は11百万針であった(図7、表4)。

山口県瀬戸内海側では、はえ縄により周年0歳魚以上のふぐ類が漁獲される。当該海域における1995～2006年のふぐ類漁獲量に占めるトラフグの割合は61～99%であったことから、はえ縄は主にトラフグを漁獲対象としていたと考えられる。漁獲努力量として、当該海域の出漁 数を使用した。出漁 数は1991年に最大(15,170)となった後は減少傾向で、2006年は5,571隻 であった(図8、表3)。2007年以降は統計情報が得られていない。

瀬戸内海中央部の備後灘では、定置網により4～6月に2歳魚以上の成熟個体と未成熟の1

歳魚が漁獲される。漁獲努力量として当該海域における標本漁協の統数を使用した。統数は1983～2002年漁期は203～244ヶ統の間で横ばいで推移したが、2003年漁期以降、減少傾向で2016年漁期は75ヶ統であった（図9、表4）。

備後灘では、定置網により8～12月に0歳魚が漁獲される。漁獲努力量として、当該海域における標本漁協の統数を使用した。統数は1983～1998年漁期は66～78ヶ統の間で横ばいで推移したが、1999年漁期以降は減少傾向で2016年漁期は15ヶ統であった（図10、表4）。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

本系群の資源量は、本海、東シナ海、瀬戸内海における0～3歳と4歳以上をプラスグループとした年齢別漁獲尾数を用い、コホート解析（平松 2001）により推定した（補足資料2、3）。自然死亡係数（M）は最高年齢を10歳として、田内・田中の方法（田中 1960）により求めた0.25を用いた。年齢の起算は4月1日とした。

(2) 資源量指標値の推移

九州・山口北西海域における1歳魚以上を主対象としたはえ縄の単位努力量当たりの漁獲量（CPUE）（kg/千針）は、2005年漁期の5.014kg/千針から上昇傾向で、2016年漁期は7.141kg/千針であった（図7、表4）。

山口県瀬戸内海側における0歳魚以上のふぐ類を対象としたはえ縄のCPUE（トン/出漁数）は、1981年の0.019トン/出漁数から1984年の0.049トン/出漁数に上昇した後に急激に低下し、1990年に0.007トン/出漁数となり、2006年の0.008トン/出漁数まで低位で推移し（図8、表4）、下関唐戸魚市場（株）の内海産の取扱量の推移と概ね一致した（図6、表1）。

備後灘における2歳魚以上の成熟個体と未成熟の1歳魚を対象とした標本漁協の定置網のCPUE（トン/統数）は、1983年漁期の0.200トン/統数から1986年漁期の0.931トン/統数に上昇した後に急激に低下し、1991年漁期以降0.013～0.072トン/統数と低水準で推移しており、2016年漁期は0.014トン/統数であった（図9、表4）。このCPUEの推移は下関唐戸魚市場の内海産の取扱量の推移と概ね一致した（図6、表1）。

備後灘における0歳魚を対象とした標本漁協の定置網のCPUE（トン/統数）は、0.002～0.072トン/統数の間で大きく変動し、2016年漁期は0.005トン/統数であった（図10、表4）。

(3) 漁獲物の年齢組成

尾数換算で0歳魚が25～61%を占め、漁獲は未成魚に偏っている（図11、補足資料3）。また、尾数換算による0歳魚の割合は2002～2010年漁期は27～61%で推移したが、2011年漁期以降は25～34%で低下傾向にある（図11、補足資料3）。漁獲物の年齢組成は海域により異なり、有明海、瀬戸内海では0歳魚が、本海、東シナ海では1歳魚以上が漁獲の中心になっている（図12）。上記の各海域における年齢別漁獲尾数の推移は海域毎に異なるが、0～2歳魚の漁獲尾数が減少傾向であるのに対して3歳魚以上の親魚の漁獲尾数の変化は少ない（図11、補足資料3）。

(4) 資源量と漁獲割合の推移

本系群の資源量は 2006 年漁期の 1,007 トンから減少傾向で、2016 年漁期は 580 トンであった（図 13、表 3）。漁獲割合は 30～36%（平均 33%）で横ばいで推移していた（図 13、表 3）。感度分析として M を 0.1 増加させた場合、2016 年漁期の資源量は 22%、親魚量は 17%、加入量は 27%増加し（図 14～16）、M を 0.1 減少させた場合、2016 年漁期の資源量は 16%、親魚量は 13%、加入量は 19%減少した（図 14～16）。

(5) 再生産関係

0 歳魚の資源尾数と放流された人工種苗（放流魚）の混入率に基づいて 0 歳魚を天然魚と放流魚に分離し、再生産関係を検討した。親魚量は雌が 3 歳から成熟することから、3 歳以上の資源量とした。親魚量が同程度であっても天然加入尾数は大きく変動し、親魚量と天然の加入尾数との間に明瞭な関係は認められなかった（図 17）。親魚量は 2002～2012 年漁期は横ばいで推移したが、2013 年漁期以降減少傾向であった（図 18、表 3）、再生産成功率は 2006 年漁期の 1.1 尾/kg から低下傾向であるが、2015 年漁期は 0.9 尾/kg と近年では高い値であった（図 18、表 3）。

(6) Blimit の設定

本系群は、再生産関係が明瞭ではなく、また、資源量が多かった頃の情報が得られていないため、Blimit を設定していない。

(7) 資源の水準・動向

下関唐戸魚市場（株）における本種の取扱量は長期の漁獲量指標かつ資源量指標の一つであるが、1999 年漁期以前の外海産には現在操業していない我が国の EEZ 外での漁獲物が含まれるので（図 5、6）、内海産取扱量によって判断した。ただし、この取扱量は漁獲努力量が考慮されていないため、極端に多い 1984 年漁期と 1987 年漁期を除いて、0～最大値（709 トン）で 3 等分し、236 トン未満を低位、236～471 トンを中位、472 トン以上を高位と区分して決定した。2016 年漁期の取扱量は 29 トンであることから、資源水準は低位と判断した（図 19、表 1）。資源動向は直近 5 年の資源量の推移から減少と判断した（図 13、表 3）。

(8) 今後の加入量の見積もり

今後の天然 0 歳魚の資源尾数は、再生産成功率が 2006 年漁期以降、低下傾向であること（図 18、表 2）に加えて、補足資料 2 に示すレトロスペクティブ解析の結果が示すように、直近の値の精度が低いことから、2012～2015 年漁期の再生産成功率の平均値と親魚量の積を用いて推定した。今後の放流由来の 0 歳資源尾数は、2016 年漁期の放流尾数が概数値であることと添加効率が 2013 年漁期以降急激な低下傾向であることから（図 23、表 4）、2012～2015 年漁期の放流尾数の平均値と 2014～2015 年漁期の添加効率の平均値の積を用いた。その結果、今後の天然および放流由来の加入量は低迷する可能性がある（補足資料 4）。

(9) 生物学的管理基準（漁獲係数）と現状の漁獲圧の関係

年齢別の漁獲係数（F）の経年変化を見ると、0 歳魚は 2006 年漁期以降、低下傾向であったが、2015 年漁期に大きく上昇した（図 20、補足資料 3）。1 歳魚は 2008 年漁期に低い値であった以外は横ばいで推移し、2 歳魚は 2002 年漁期から低下傾向で、3 歳以上は 2002 年漁期から緩やかに上昇傾向であった（図 20、補足資料 3）。現状の F（2016 年漁期年における全年齢の平均値）は経験的な基準値とされる $F_{30\%SPR}$ 、 F_{max} より高かった（図 21）。

(10) 種苗放流効果

本系群における人工種苗の放流尾数は 1977 年漁期の 55 万尾から 2011 年漁期の 294 万尾まで増加傾向であったが、放流魚の大型化や尾鰭の欠損防止を図り、生き残りの良い種苗の放流に重点をおいた結果、2012～2015 年漁期は 172～191 万尾であった。また、2016 年漁期の放流尾数は 180 万尾と推定された（図 1、表 5）。本系群における放流魚の一部には、胸鰭切除、背部への焼印、アリザリン・コンプレクソンによる耳石染色などの標識が施され、天然魚と識別されている。また、本種の人工種苗は放流前的高密度飼育や餌不足が原因で噛み合い行動により尾鰭が欠損することがあるため（松村 2006）、尾鰭の欠損の有無も放流魚と天然魚の識別に用いられている。0 歳魚での放流魚の混入率は、各海域における 0 歳魚での混入率を海域毎の 0 歳魚漁獲尾数で加重平均して算出した。その結果、混入率は 2002 年漁期の 5%から 2012 年漁期の 34%まで上昇傾向であったが、2013 年漁期以降は低下傾向で、2016 年漁期は 14%と推定された（図 22、表 5）。放流魚の漁獲加入までの生存率である添加効率は、0 歳魚資源尾数に混入率を乗じて放流由来の 0 歳魚資源尾数を求めた後に、それを放流尾数で除して算出した。その結果、添加効率は 2002 年漁期の 0.02 から 2012 年漁期の 0.06 まで上昇傾向であったが、2013 年漁期以降は低下傾向で、2016 年漁期は 0.01 と推定された（図 23、表 5）。各年齢の F と放流尾数を 2018 年漁期から変化させた場合に期待される 2026 年漁期の資源量を推定し、等量線図を作成した（補足資料 2）。その結果、各年齢の F を 10%低下させることと同等の効果を種苗放流のみで得るためには放流尾数を 1,127 万尾（726%）増加させる必要があることが示唆された（図 24）。

5. 2018 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

本系群の資源水準は低位、資源動向は減少と判断された。天然および放流由来の加入量は減少傾向であり、再生産成功率は低下傾向で親魚量も減少傾向であることから、今後、加入量は低迷する可能性がある。そのため、 $F_{current}$ （2016 年漁期の F）での漁獲及び現状の放流が継続された場合、資源量は減少し続けると推定される（図 25）。本系群の資源回復のためには、漁獲圧の緊急な削減が求められる。

(2) ABC の算定

本系群は、再生産関係が明瞭ではなく、資源量が多かった頃の情報が得られていないため、再生産関係のプロットから B_{limit} を推定することはできない。したがって、行政的な管理目標（平成 27 年度トラフグ資源管理検討会議で了承された平成 27 年度資源評価における 2002～2014 年漁期の平均資源量 960 トン）を B_{limit} の代替として位置付けた。ABC

の算定は、ABC 算定のための基本規則の 1-3)-(3) ($F_{limit} = (\text{基準値か } F_{current}) \times \beta_2$, $F_{target} = F_{limit} \times \alpha$) を適用し、基準値は $F_{current}$ (2016 漁期年の F) とした。 β_2 は 2026 年漁期の資源量が 960 トンを達成する値である 0.56 とし、 ABC_{limit} は 97 トンとなり、 F_{target} の安全率 α は標準値 0.8 とし、 ABC_{target} は 80 トンとなった (補足資料 3)。2016 年漁期以降の将来予測の詳細は補足資料 2 に記載した。

管理基準	Target / Limit	2018 年漁期 ABC (トン)	漁獲 割合 (%)	F 値 (現状の F 値から の増減%)
0.56 $F_{current}$	Target	80	17	0.21 (-55%)
	Limit	97	20	0.27 (-44%)

Target は資源変動の可能性やデータの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回復が期待される漁獲量である。Limit は管理基準で許容される最大レベルの漁獲量である。 $F_{target} = \alpha F_{limit}$ とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。また、 $F_{current}$ は 2016 漁期年の値 (2013～2015 年漁期の平均)、Limit の F 値は全年齢の平均で 0.27、漁獲割合は $ABC/\text{資源量}$ とした。2018 年漁期は 2018 年 4 月～2019 年 3 月である。

(3) ABC の評価

管理基準である $F_{current}$ に各係数を乗じた場合の漁獲量、資源量および親魚量の 9 年後の将来予測を下表に示す。

管理基準	F値	漁獲量 (トン)										
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
禁漁	0.00	189	172	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.1Fcurrent	0.05	189	172	20	27	36	47	62	80	103	132	168
0.2Fcurrent	0.10	189	172	38	50	64	81	102	126	156	192	235
0.3Fcurrent	0.14	189	172	56	69	86	105	126	150	179	211	249
0.4Fcurrent	0.19	189	172	72	86	102	120	139	160	183	209	237
Ftarget=0.45Fcurrent	0.21	189	172	80	93	108	125	142	161	181	203	227
0.5Fcurrent	0.24	189	172	88	100	114	129	144	160	177	195	214
Flimit=0.56Fcurrent	0.27	189	172	97	107	120	133	144	157	171	184	198
0.6Fcurrent	0.29	189	172	103	112	123	134	144	155	166	176	187
0.7Fcurrent	0.33	189	172	117	122	129	136	140	146	152	157	162
0.8Fcurrent	0.38	189	172	131	130	133	135	135	136	137	138	139
0.9Fcurrent	0.43	189	172	144	136	134	132	128	125	123	121	119
1.0Fcurrent	0.48	189	172	156	142	135	128	120	115	110	106	102
禁漁	F値	資源量 (トン)										
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
禁漁	0.00	580	521	476	678	934	1,274	1,723	2,314	3,092	4,119	5,473
0.1Fcurrent	0.05	580	521	476	649	858	1,123	1,459	1,880	2,410	3,079	3,922
0.2Fcurrent	0.10	580	521	476	622	789	993	1,239	1,534	1,890	2,319	2,835
0.3Fcurrent	0.14	580	521	476	596	727	879	1,056	1,258	1,490	1,759	2,069
0.4Fcurrent	0.19	580	521	476	571	670	780	902	1,036	1,183	1,346	1,525
Ftarget=0.45Fcurrent	0.21	580	521	476	560	645	737	838	946	1,062	1,188	1,323
0.5Fcurrent	0.24	580	521	476	548	618	693	773	857	945	1,039	1,137
Flimit=0.56Fcurrent	0.27	580	521	476	535	590	647	706	767	830	894	960
0.6Fcurrent	0.29	580	521	476	526	571	618	665	713	761	810	859
0.7Fcurrent	0.33	580	521	476	505	528	551	574	596	617	637	657
0.8Fcurrent	0.38	580	521	476	484	489	493	497	501	504	507	511
0.9Fcurrent	0.43	580	521	476	465	453	441	432	423	416	409	403
1.0Fcurrent	0.48	580	521	476	447	420	396	377	360	345	333	323
禁漁	F値	親魚量 (トン)										
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
禁漁	0.00	246	213	202	290	414	584	799	1,082	1,460	1,958	2,611
0.1Fcurrent	0.05	246	213	202	274	374	508	666	865	1,122	1,443	1,845
0.2Fcurrent	0.10	246	213	202	259	339	443	557	694	865	1,070	1,313
0.3Fcurrent	0.14	246	213	202	244	307	386	466	558	671	798	942
0.4Fcurrent	0.19	246	213	202	231	279	338	391	451	522	599	681
Ftarget=0.45Fcurrent	0.21	246	213	202	224	266	317	360	408	464	523	585
0.5Fcurrent	0.24	246	213	202	218	253	296	329	365	409	452	496
Flimit=0.56Fcurrent	0.27	246	213	202	211	239	273	296	323	354	384	413
0.6Fcurrent	0.29	246	213	202	206	231	259	277	297	322	344	365
0.7Fcurrent	0.33	246	213	202	195	210	228	234	242	254	263	271
0.8Fcurrent	0.38	246	213	202	184	191	200	197	198	202	203	204
0.9Fcurrent	0.43	246	213	202	174	175	176	167	163	161	158	154
1.0Fcurrent	0.48	246	213	202	164	159	156	142	134	129	123	118

Fcurrent を継続した場合、資源量は 2026 年漁期に 323 トンに減少すると予測された。Flimit である 0.56Fcurrent とすることで 2026 年漁期に回復目標（資源量 960 トン）を達成することが可能となる。将来予測の詳細は補足資料 2 に記載した。また、Flimit による漁獲と現状の放流が継続された場合、再生産成功率を 2006～2015 年漁期の値から無作為抽出して、1,000 回繰り返し計算を行った結果、2026 年漁期に回復目標を達成する確率は 95%であった。Fcurrent による漁獲と現状の放流が継続された場合、同様の繰り返し計算を行った結果、2026 年漁期に回復目標を達成する確率は 0%であった。

(4) ABC の再評価

昨年度評価以降追加されたデータセット	修正・更新された数値
2002～2015 年漁期の漁獲量の確定値	2002～2015 年漁期の漁獲量、年齢別漁獲尾数、資源量、漁獲係数
2016 年漁期の推定漁獲量、全長階級別雌雄割合	2016 年漁期の漁獲量、年齢別漁獲尾数、資源量、漁獲係数、将来の資源量、漁獲量の予測値
2015 年漁期の人工種苗放流尾数の確定値	将来の資源量、漁獲量の予測値

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) (実際の値)
2016年漁期 (当初)	0.27Fcurrent	0.10	663	50	41	
2016年漁期 (2016年再評価)	0.27Fcurrent	0.26	919	179	147	
2016年漁期 (2017年再評価)	0.27Fcurrent	0.30	580	131	108	189 (0.48)
2017年漁期 (当初)	0.80Fcurrent	0.26	882	186	153	
2017年漁期 (2017年再評価)	0.80Fcurrent	0.29	521	113	93	

F 値は ABCLimit に対する値で全年齢の平均値である。2017 年再評価では 2016 年漁期の資源量が下方修正された。それに伴って F 値は上昇したが、資源量の減少幅の方が大きかったため、2016 年漁期の ABC は下方修正された。2017 年漁期の ABC も同様の理由から当初より小さい値となった。

6. ABC 以外の管理方策の提言

本系群は複数の産卵場および成育場を有し、それらを由来とする個体が 本海、東シナ海で混合して漁獲対象となった後、産卵回帰している可能性があることから、ABC 以外の管理方策として、各産卵場、成育場の保護が必要と考えられる。水産庁主催の資源管理のあり方検討会においては、本系群が個別事例として取り上げられ、平成 26 (2014) 年度に資源管理の方向性が取りまとめられた。その中では、資源管理を効果的に進めるために漁獲の約 7 割を占める未成魚の漁獲抑制に取り組むことに加えて、種苗放流においては、資源管理との連携を図りながら十分な放流尾数を確保しつつ、放流効果の高い場所での集中的な放流、全長 70mm 以上でかつ尾鰭の欠損のない種苗の放流など種苗放流の高度化を検討する必要があるとされた。しかし、0 歳魚の F は 2006 年漁期以降、低下傾向であったが、2015 年漁期に大きく上昇し、1 歳魚の F も横ばいで低下傾向ではなく、未成魚の漁獲抑制は十分とは言えない。また、要因は不明であるが、放流魚の添加効率は 2013 年漁期以降、低下傾向で、放流由来の加入尾数も特に近年減少している。現在、未成魚の漁獲抑制と種苗放流の高度化の取り組みは進められているが、今後更なる取り組みが期待される。

7. 引用文献

- 天野千絵・檜山節久 (1996) 東シナ海, 黄海, 本海. トラフグの漁業と資源管理 (多部田 修編) 恒星社厚生閣, 東京, 53-67.
- ふぐ延縄漁業漁場図結果表CATCH (漁獲量 山口県) 1984 1-12.
- 藤田矢郎 (1988) 本近海のフグ類. (社) 本水産資源保護協会, 128.
- 藤田矢郎 (1996) さいばい, **79**, 15-18.
- 昭和 46～平成 27 年度栽培漁業種苗生産、入手・放流実績 (全国) (1973～2015) 水産庁, (独) 水産総合研究センター, (社) 全国豊かな海づくり推進協会.
- 平成 18 年度栽培漁業資源回復等対策事業報告書 (2007) (社) 全国豊かな海づくり推進協会, 195-256.
- 高 健・高橋 実・伊藤正博 (1988) トラフグ資源生態に関する研究 I -福岡湾周辺における卵と幼稚魚の分布-. 福岡水試研報, **14**, 1-11.
- 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 - 社団法人 本水産資源保護協会, 103-128.
- 伊藤正木 (1997) 移動と回遊からみた系群. トラフグの漁業と資源管理 (多部田 修編) 恒星社厚生閣, 東京, 41-52.
- 伊藤正木・小嶋喜久雄・田川 勝 (1998) 若狭湾で実施した標識放流実験から推定したトラフグ成魚の回遊. 水誌, **64**, 435-439.
- 伊藤正木 (1998) 標識放流効果から推定した秋田沖漁場のトラフグ成魚の移動・回遊. 水誌, **64**, 645-649.
- 伊藤正木・多部田 修 (2000) 漁業協同組合へのアンケート調査結果から推定した本周辺のトラフグの分布. 水産増殖, **48**, 17-24.
- 岩政陽夫 (1988) 黄海・東シナ海産トラフグの年齢と成長. 山口県外海水産試験場研究報告, **23**, 30-35.
- Katamachi, D., M. Ikeda and K. Uno (2015) Identification of spawning sites of the tiger puffer *Takifugu rubripes* in Nanao Bay, Japan, using DNA analysis. Fish Sci, **81**, 485-494.
- Kusakabe, D., Y. Murakami and T. Onbe (1962) Fecundity and spawning of a puffer *Fugu rubripes* (T. et S.) in the central waters of the Inland Sea of Japan. J Fac Fish Anim Husb Hiroshima Univ, **4**, 47-79.
- 松村靖治 (2005) 有明海におけるトラフグ人工種苗の当歳時における放流効果と最適放流方法. 水誌, **71**, 805-814.
- 松村靖治 (2006) 有明海におけるトラフグ*Takifugu rubripes*の人工種苗の産卵回帰時の放流効果. 水誌, **72**, 1029-1038.
- 松村靖治 (2012) 有明海におけるトラフグの放流技術と放流効果について. 海洋と生物, **201**, 400-405.
- 松浦修平 (1997) 生物学的特性. トラフグの漁業と資源管理 (多部田 修編) 恒星社厚生閣, 東京, 16-27.
- 尾串好隆(1987) 黄海・東シナ海産トラフグの年齢と成長. 山口県外海水産試験場研究報告, **22**, 30-36.

- 佐藤良三・鈴木伸洋・柴田玲奈・山本正直 (1999) トラフグ *Takifugu rubripes* 親魚の瀬戸内海・布刈瀬戸の産卵場への回帰性. 水誌, **65**, 689-694.
- 佐藤良三・東海 正・柴田玲奈・小川泰樹・阪地英男 (1996) 布刈瀬戸周辺海域からのトラフグ当歳魚の移動. 南西水研研報, **29**, 27-38.
- 柴田玲奈・佐藤良三・東海 正 (1997) 瀬戸内海とその周辺水域. トラフグの漁業と資源管理 (多部田 修編) 恒星社厚生閣, 東京, 68-83.
- 昭和56～平成18年山口農林水産統計年報 (1981～2006) 中国四国農政局統計部, 農林水産省.
- 鈴木伸洋 (2001) トラフグの産卵場形成要因の解明. 中回遊型魚類の回帰性の解明と資源管理技術の開発 (プロジェクト研究成果シリーズ369) 農林水産技術会議, 44-55.
- 種苗放流による資源造成支援事業(広域種資源造成支援事業) (平成23～25年度)中間報告書 (2014) (社)全国豊かな海づくり推進協会、海域栽培漁業推進協議会.
- 田川 勝・伊藤正木 (1996) 東シナ海・黄海で実施した標識放流結果からみたトラフグの回遊生態. 西水研研報, **74**, 73-83.
- 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.
- 上田幸男・佐野二郎・内田秀和・天野千絵・松村靖治・片山貴士 (2010) 東シナ海, 本海および瀬戸内海産トラフグの成長とAge-length key. 水誌, **76**, 803-811.

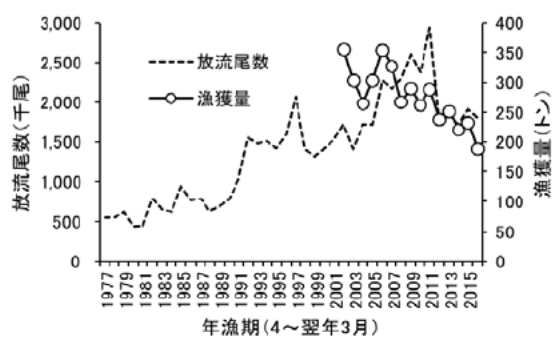


図1. 漁獲量と人工種苗の放流尾数の推移



図2. 分布と産卵場

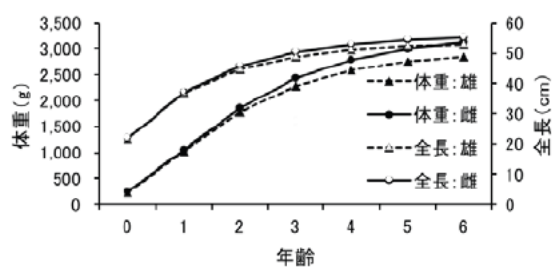


図3. 年齢と成長（1月時点）

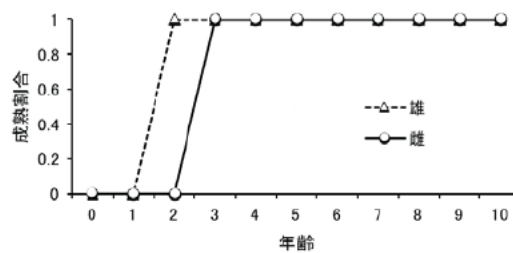


図4. 年齢と成熟

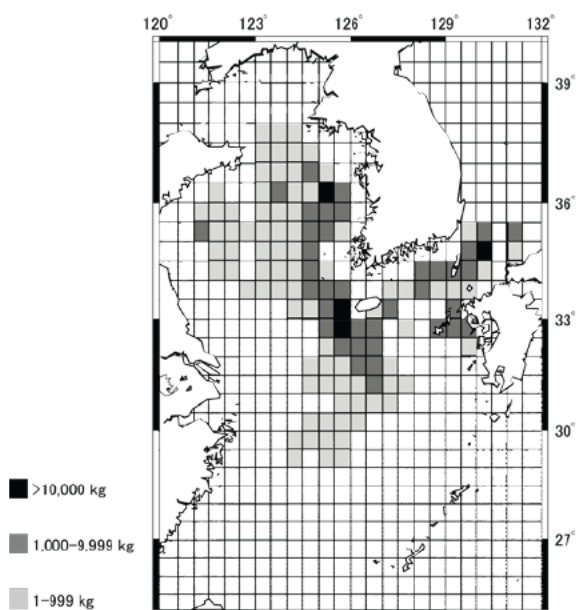


図5. 1984年1～12月の山口県ふぐ延縄による漁区ごとの漁獲量

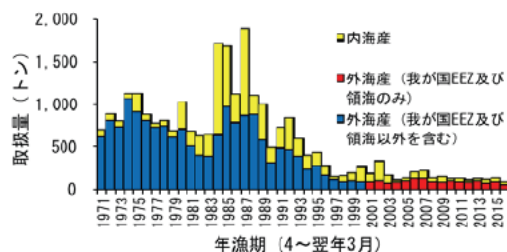


図6. 下関唐戸魚市場における取扱量の推移

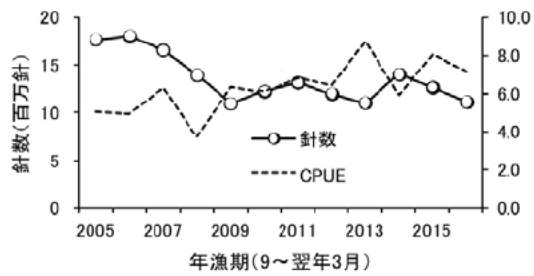


図7. 九州・山口北西海域における1歳魚以上を対象としたはえ縄の努力量とCPUEの推移

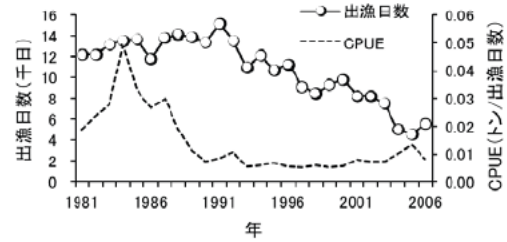


図8. 山口県瀬戸内海側におけるはえ縄の努力量とCPUEの推移

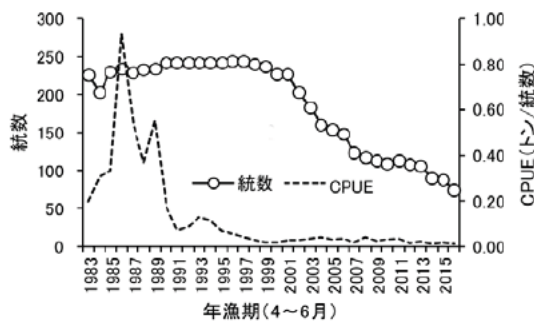


図9. 備後灘における標本漁協の1歳魚以上を対象とした定置網の努力量とCPUEの推移

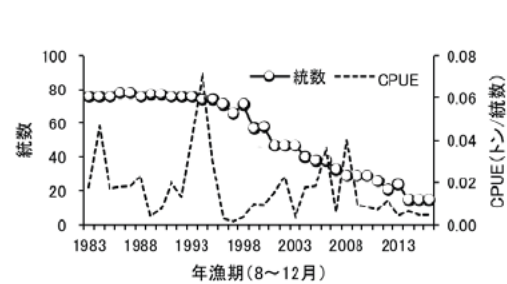


図10. 備後灘における標本漁協の0歳魚を対象とした定置網の努力量とCPUEの推移

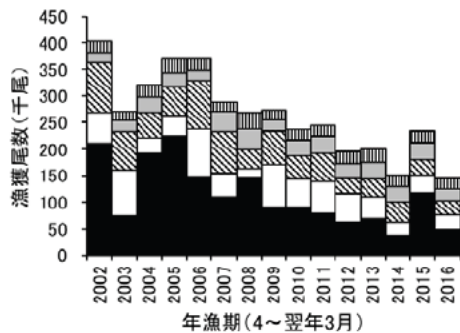


図11. 年齢別漁獲尾数の推移

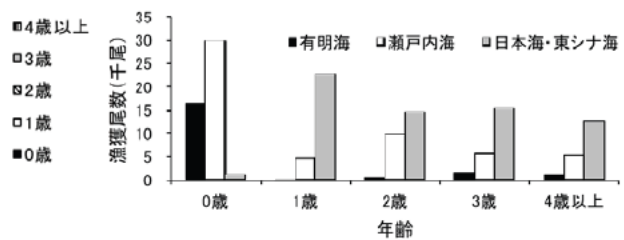


図12. 2016年漁期の海域別年齢別漁獲尾数

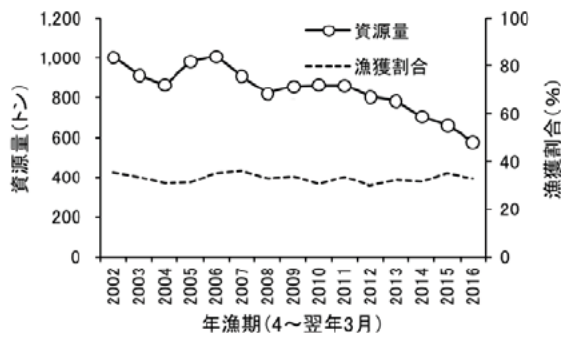


図13. 資源量と漁獲割合の推移

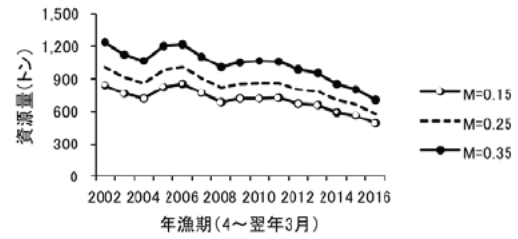


図14. 資源量に対する自然死亡係数(M)の感度分析

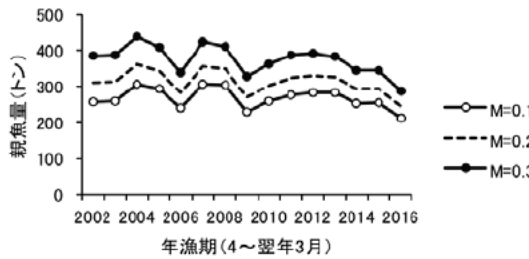


図15. 親魚量に対するMの感度分析

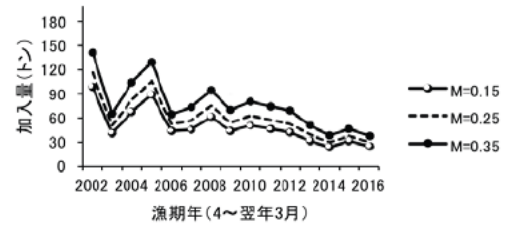


図16. 加入量に対するMの感度分析

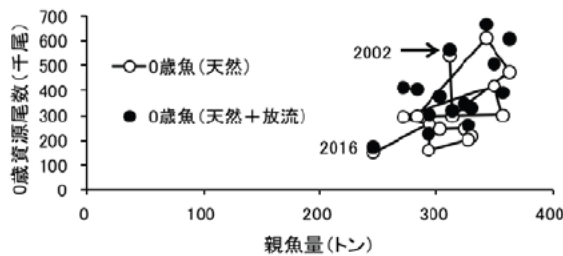


図17. 再生産関係

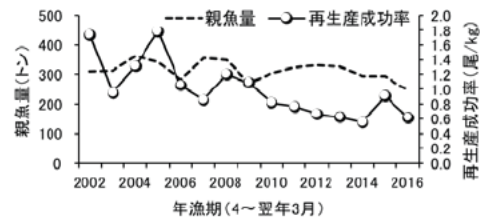


図18. 親魚量と再生産成功率の推移

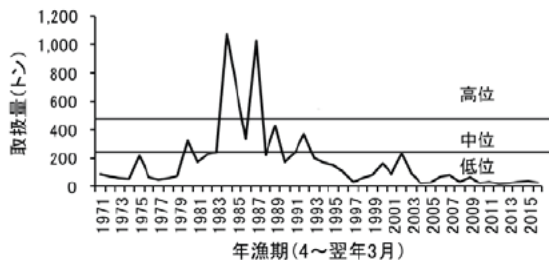


図19. 下関唐戸魚市場における内海産取扱量の推移

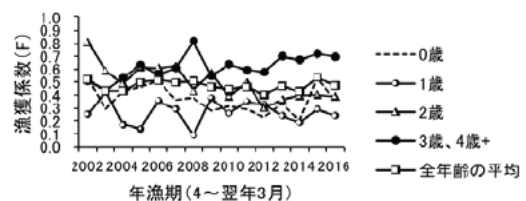


図20. 年齢別の漁獲係数(F)の推移

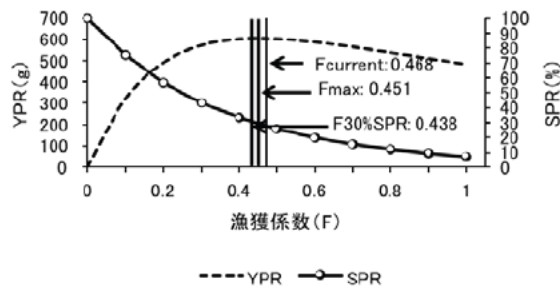


図21. 漁獲係数 (F) とYPR、SPRの関係

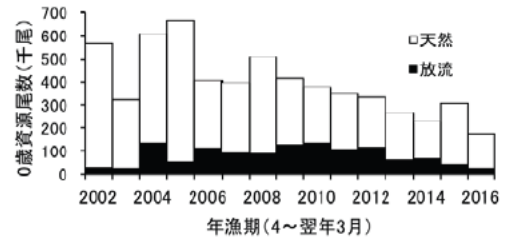


図22. 0歳資源尾数に占める天然魚と放流魚の内訳

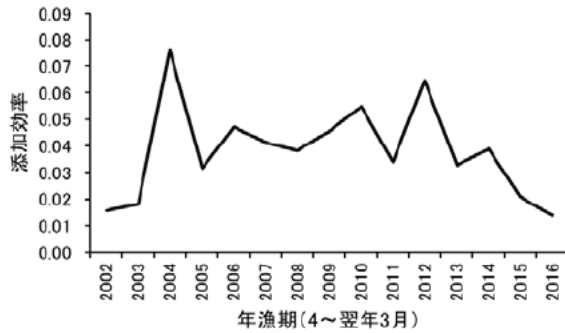


図23. 添加効率の推移

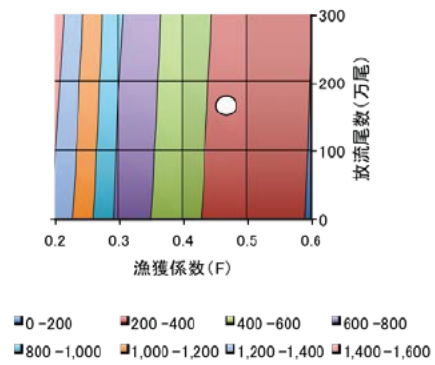


図24. 2026漁期年の資源量 (トン) の等量線図 ポイントは現状のFと放流尾数。

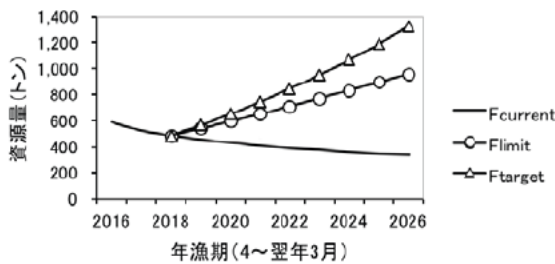


図25. 各種条件での資源量の将来予測

表1. 下関唐戸魚市場の取扱量の推移（トン）

年漁期	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
外海産	615	809	736	1,068	909	810	730	745	611	707
内海産	90	74	63	57	218	69	51	66	82	325
合計	704	883	799	1,125	1,127	879	781	811	693	1,032

年漁期	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
外海産	513	397	395	637	973	786	865	881	577	315
内海産	172	229	247	1,079	709	336	1,025	225	428	176
合計	684	626	642	1,716	1,681	1,123	1,891	1,106	1,005	490

年漁期	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
外海産	485	471	392	234	279	164	114	95	103	94
内海産	244	369	198	168	152	105	35	65	85	165
合計	729	840	590	402	430	269	148	160	188	258

年漁期	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
外海産	87	101	73	83	100	122	124	91	81	100
内海産	92	234	95	27	29	75	89	38	70	25
合計	179	336	168	111	129	197	212	129	151	125

年漁期	2011	2012	2013	2014	2015	2016
外海産	92	86	98	78	93	61
内海産	35	23	26	36	42	29
合計	127	109	124	114	136	90

漁期年（4～翌年3月）集計。

表2. 府県別および有明海0歳魚の漁獲量の推移

府県別および有明海0歳の漁獲量の推移（単位 トン）

年漁期	秋田	石川	福井	京都	鳥取	島根	山	福岡	佐賀	長崎	熊本	有明海*** 0歳魚
2002	0.1*	6	8	7	4	2	95	59	10	16	3	10
2003	6	5	5	3	3	1	71	52	13	18	5	8
2004	4	7	0.5	3	3	1	65	50	7	10	4	28
2005	4	6	0.4	1	3	4	84	51	9	24	3	16
2006	5	8	4	1	2	1	89	58	12	19	5	21
2007	6	6	5	2	3	1	78	65	9	27	10	12
2008	7	5	9	4	3	2	55	27	3	22	9	11
2009	6	4	1	2	3	4	59	49	9	23	8	10
2010	6	4	4	2	3	5	52	64	14	21	7	5
2011	6	7	9	3	4	4	55	60	9	21	10	6
2012	6	8	5	2	3	3	57	59	6	21	7	4
2013	6	6	6	2	2	4	64	56	7	19	6	6
2014	7	9	9	2	1	3	38	71	3	19	5	3
2015	6	4	5	2	1	4	54	75	5	16	7	9
2016	5	6	6	2	2	3	46	54	2	14	7	2

*2003年1～3月のみ。

***福岡県、長崎県、佐賀県での漁獲量の合算。

表2. 府県別および有明海0歳魚の漁獲量の推移（続き）

年漁期	鹿児島	宮崎	大分	愛媛	広島	岡山	兵庫	香川	徳島	和歌山	計
2002	4	8	41	20	10	16	2**	15	15	4	356
2003	1	7	36	22	10	9	10	11	5	1	304
2004	0.4	2	19	21	12	3	6	16	1	0.4	265
2005	0.2	4	22	19	11	12	7	20	3	0.4	304
2006	0.2	12	43	24	9	10	10	17	2	1	355
2007	1	8	28	22	4	7	15	13	3	1	328
2008	1	2	13	20	8	10	8	45	1	1	268
2009	1	4	33	29	5	6	12	18	3	1	289
2010	1	5	22	25	6	6	4	7	1	0.4	262
2011	1	4	25	22	6	9	9	17	1	1	289
2012	1	2	17	21	3	2	2	7	0.2	0.1	238
2013	1	3	20	12	4	6	4	17	0.1	0.1	251
2014	1	3	14	14	2	2	2	11	0.0	0.1	220
2015	1	2	15	14	2	2	2	8	0.1	0.0	233
2016	1	2**	9	13**	2	2**	2**	9	0.0	0.0	189**

**概数値。

表3. トラフグ 本海・東シナ海・瀬戸内海系群の資源解析結果

年漁期	漁獲量 (トン)	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	0歳魚加入 尾数 (尾)	漁獲割合 (%)	再生産成功率 (尾/kg)
2002	356	1,004	311	566,069	35	1.7
2003	304	914	314	323,329	33	1.0
2004	265	862	363	607,757	31	1.3
2005	304	981	343	666,276	31	1.8
2006	355	1,007	283	405,576	35	1.1
2007	328	908	357	393,427	36	0.9
2008	268	819	350	507,490	33	1.2
2009	289	858	271	415,122	34	1.1
2010	262	863	303	377,199	30	0.8
2011	289	861	324	348,197	34	0.8
2012	238	803	330	330,534	30	0.7
2013	251	783	327	264,475	32	0.6
2014	220	703	293	228,134	31	0.5
2015	233	661	294	307,191	35	0.9
2016	189*	580	246	176,321	33	0.6

*概数値。

表4. 海域別漁法別の努力量とCPUEの推移

年漁期	九州・山口北西海域 ¹		山口県瀬戸内海側 ²		備後灘 ³		備後灘 ⁴	
	はえ縄		はえ縄		定置網 (1歳以上)		定置網 (0歳)	
	針数	CPUE (kg/千針)	出漁 日数	CPUE (トン/出漁日数)	統数	CPUE (トン/統数)	統数	CPUE (トン/統数)
1981			12,214	0.019				
1982			12,241	0.024				
1983			13,187	0.028	226	0.200	76	0.018
1984			13,571	0.049	203	0.310	76	0.046
1985			13,687	0.033	230	0.332	76	0.017
1986			11,806	0.027	234	0.931	78	0.018
1987			13,800	0.030	229	0.540	78	0.018
1988			14,151	0.019	233	0.371	76	0.023
1989			13,911	0.011	234	0.553	77	0.004
1990			13,374	0.007	242	0.177	77	0.008
1991			15,170	0.009	242	0.072	76	0.020
1992			13,542	0.011	242	0.088	76	0.013
1993			10,970	0.005	242	0.129	76	0.043
1994			12,172	0.006	242	0.115	74	0.072
1995			10,727	0.007	242	0.072	74	0.031
1996			11,279	0.005	244	0.061	71	0.003
1997			9,141	0.005	244	0.044	66	0.002
1998			8,494	0.006	240	0.030	71	0.004
1999			9,319	0.005	237	0.020	57	0.010
2000			9,827	0.006	227	0.020	58	0.009
2001			8,229	0.008	227	0.028	47	0.015
2002			8,234	0.007	203	0.030	47	0.023
2003			7,505	0.007	183	0.036	47	0.003
2004			5,039	0.010	160	0.042	40	0.018
2005	17,647,521	5.014	4,597	0.013	154	0.032	38	0.018
2006	18,063,367	4.931	5,571	0.008	148	0.035	38	0.037
2007	16,554,741	6.304			124	0.020	33	0.006
2008	13,972,456	3.724			117	0.043	29	0.040
2009	10,988,266	6.351			113	0.025	29	0.010
2010	12,257,017	6.037			109	0.031	29	0.008
2011	13,167,825	6.801			113	0.036	26	0.007
2012	11,975,289	6.454			108	0.014	21	0.012
2013	11,037,943	8.734			106	0.023	24	0.004
2014	14,036,369	5.914			90	0.013	15	0.007
2015	12,618,270	8.046			88	0.021	15	0.005
2016	11,164,212	7.141			75	0.014	15	0.005

¹漁期は9～翌年3月²漁期は1～12月³漁期は4～6月⁴漁期は8～12月

表5. 放流魚の海域別混入率と0歳魚漁獲尾数で加重平均された混入率の推移

年漁期	混入率 (%)			
	有明海	瀬戸内海西部	その他の海域	加重平均
2002	17.1	3.1	－	4.7
2003	11.3	6.6	－	7.9
2004	27.5	12.1	－	21.6
2005	17.2	0.6	－	8.2
2006	35.4	2.2	－	26.3
2007	40.0	1.9*	－	22.8
2008	32.2	2.9*	－	17.2
2009	37.4	8.1*	－	28.7
2010	69.6	3.2*	－	34.5
2011	58.9	2.6	－	28.7
2012	80.5	0.4	－	33.7
2013	43.7	3.1	－	22.9
2014	49.9	9.4*	－	29.3
2015	15.8	9.9*	－	13.1
2016	25.0	9.6**	－	14.0

*0歳魚以上も含む漁獲物に占める放流魚の割合。

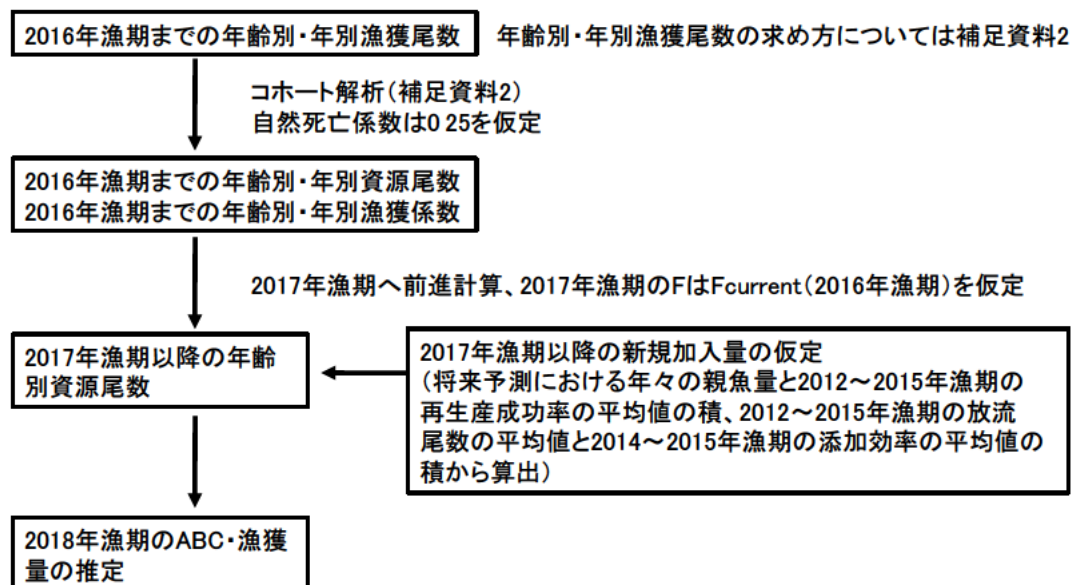
**2014年漁期と2015年漁期の平均値。

表6. 人工種苗放流尾数、加入尾数、混入率、添加効率の推移

年漁期	人工種苗放流尾数 (千尾)	0歳魚加入尾数 (尾)		混入率 (%)	添加効率
		天然魚	放流魚		
2002	1,720	539,195	26,873	4.7	0.02
2003	1,412	297,888	25,441	7.9	0.02
2004	1,722	476,469	131,288	21.6	0.08
2005	1,717	611,970	54,306	8.2	0.03
2006	2,268	298,772	106,804	26.3	0.05
2007	2,171	303,549	89,878	22.8	0.04
2008	2,291	420,081	87,409	17.2	0.04
2009	2,605	296,100	119,022	28.7	0.05
2010	2,375	247,211	129,988	34.5	0.05
2011	2,940	248,166	100,031	28.7	0.03
2012	1,729	219,006	111,527	33.7	0.06
2013	1,852	203,951	60,524	22.9	0.03
2014	1,721	161,183	66,951	29.3	0.04
2015	1,913	267,060	40,132	13.1	0.02
2016	1,804*	151,706	24,616	14.0	0.01

*概数値。

補足資料1 資源評価の流れ



補足資料2 資源量の推定方法

(1) 年齢別漁獲尾数の算出

年齢別漁獲尾数は漁期年(4～翌年3月)で算出した。昨年度評価までは関係県から得られた月別全長組成データを4～6月、7～翌年3月の2期で集計し、各期における関係県の漁獲量で加重平均した後、全長階級別雌雄割合とAge-lengthkeyを用いて年齢分解していた。しかし、上述の2期の区分では月毎の成長を捉えられない可能性があることや2003～2005年漁期に得られた標本から作成されたAge-lengthkeyを更新することなく継続して用いることは各年級の成長の変化を捉えられなくなる可能性があることから、本年度評価では以下のように年齢別漁獲尾数の算出方法を変更した。能登半島以西の本海、東シナ海における全長組成は、山口県、福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県で得られた月別全長組成データを4～7月、8～11月、12～翌年3月の3期で集計し、各期における各県の漁獲量を用いて加重平均した。標識再捕調査の結果、能登半島以北の本海における個体群と能登半島以西の本海、東シナ海、瀬戸内海における個体群の行き来は限定的と推定されていることから(伊藤 1997、伊藤 1998)、2009年漁期以降は石川県と秋田県で得られた月別全長組成データを能登半島以西の本海、東シナ海と同様な方法で集計した。瀬戸内海における全長組成は福岡県、大分県、愛媛県、山口県、広島県、兵庫県、香川県で得られた月別全長組成データを能登半島以西の本海、東シナ海と同様な方法で集計した。得られた全長組成は、①全長階級別雌雄割合(補足資料5)を用いて雌雄別全長組成に分解、②①の雌雄別全長組成を混合正規分布に分解し年齢組成に変換、③全長-体重関係式によって①の雌雄別全長組成を重量化、④漁獲量と③の比を用いて②の年齢組成を引き延すという手順によって年齢別漁獲尾数に変換した。ただし、有明海における4～6月の漁獲物は性比が雄に偏るため(松村 2006)、全てを雄とした。全長階級別雌雄割合も精度向上を図るため、1979～2016年漁期に本海、東シナ海、瀬戸内海で漁獲された個体のデータ(4～7月:7,800個体、8～11月:1,541個体、12～翌年3月:2,894個体;山口県、愛媛県、上田ほか 2010、広島大学、資源量推定等高度化推進事業、水研)から作成した(補足資料5)。また、成育場である有明海における0歳については、9～12月の調査尾数を調査率で除す方法で0歳の漁獲尾数を算出した。昨年度評価までの方法と本年度評価の方法で算出した年齢別漁

獲尾数を以下に示す。算出方法の変更によって、2歳魚の尾数が増加し、3歳魚以上が減少した。

補足表2-1. 異なる年齢分解法による年齢別漁獲尾数の比較

年齢別漁獲尾数（昨年度評価までの方法）

年漁期	年齢						
	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳以上
2002	203,505	85,633	48,408	22,877	10,275	8,368	8,556
2003	78,928	97,855	55,608	20,631	7,273	5,726	5,355
2004	255,660	42,894	31,162	23,383	8,727	7,333	7,385
2005	211,118	58,756	39,022	20,694	10,498	8,644	7,038
2006	161,809	135,772	56,056	19,461	7,891	6,316	6,843
2007	113,857	80,306	53,918	35,275	8,021	6,907	6,175
2008	138,071	27,234	26,312	27,459	15,297	11,988	9,491
2009	91,550	94,690	48,372	16,234	8,925	7,364	6,928
2010	74,684	62,560	42,103	24,230	8,265	7,135	6,554
2011	79,077	96,749	40,104	19,649	10,349	8,026	7,660
2012	57,116	40,596	40,128	23,808	8,073	7,242	6,563
2013	59,123	46,727	36,910	22,996	11,498	8,779	7,649
2014	31,170	29,323	31,859	23,012	10,529	8,753	8,500
2015	108,059	36,360	32,151	22,078	9,539	7,967	7,923
2016	42,267	25,722	25,989	17,610	8,539	7,213	8,462

年齢別漁獲尾数（本年度評価の方法）

年漁期	年齢				
	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳以上
2002	211,621	60,024	93,581	20,043	22,194
2003	78,210	90,611	75,891	21,517	18,192
2004	195,635	28,724	48,724	29,641	22,907
2005	220,131	36,999	52,040	27,247	26,213
2006	164,637	101,720	99,632	23,126	22,765
2007	115,077	47,227	81,984	39,956	20,771
2008	144,537	16,590	36,232	38,821	29,578
2009	96,746	83,542	65,091	23,239	18,881
2010	93,811	53,530	44,626	30,342	20,546
2011	87,025	65,403	59,250	35,403	21,430
2012	62,301	53,859	29,306	29,050	21,965
2013	68,053	40,697	32,429	31,754	25,000
2014	39,344	24,643	39,610	29,132	22,244
2015	114,706	33,952	29,030	31,037	20,486
2016	47,436	27,449	24,909	22,665	19,035

(2) コホート解析

解析年を漁期年、4月を誕生日、 $M=0.25$ として、Popeの近似式により資源尾数を推定した。0歳は7月加入とし、 M に9/12を乗じた。

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

$N_{a,y}$ はy年漁期におけるa歳の資源尾数で、 $C_{a,y}$ はy年漁期におけるa歳の漁獲尾数。

a歳、y年漁期のFは、

$$F_{a,y} = \ln \left(1 + \frac{C_{a,y}e^{\frac{M}{2}}}{N_{a,y}} \right)$$

で計算した。

昨年度評価までは6歳以上をプラスグループとしていたが、雌雄別の成長式（上田ら 2010）では6歳以上で全長の差異が微細になることから、5歳まで年齢分解し、4歳以上をプラスグループとして3歳と4歳以上のFが等しいと仮定し、3歳と4歳以上の資源尾数は以下の式で計算した。

$$N_{3,y} = \frac{C_{3,y}}{C_{4,y} + C_{3,y}} N_{4+,y+1}e^M + C_{3,y}e^{\frac{M}{2}}$$

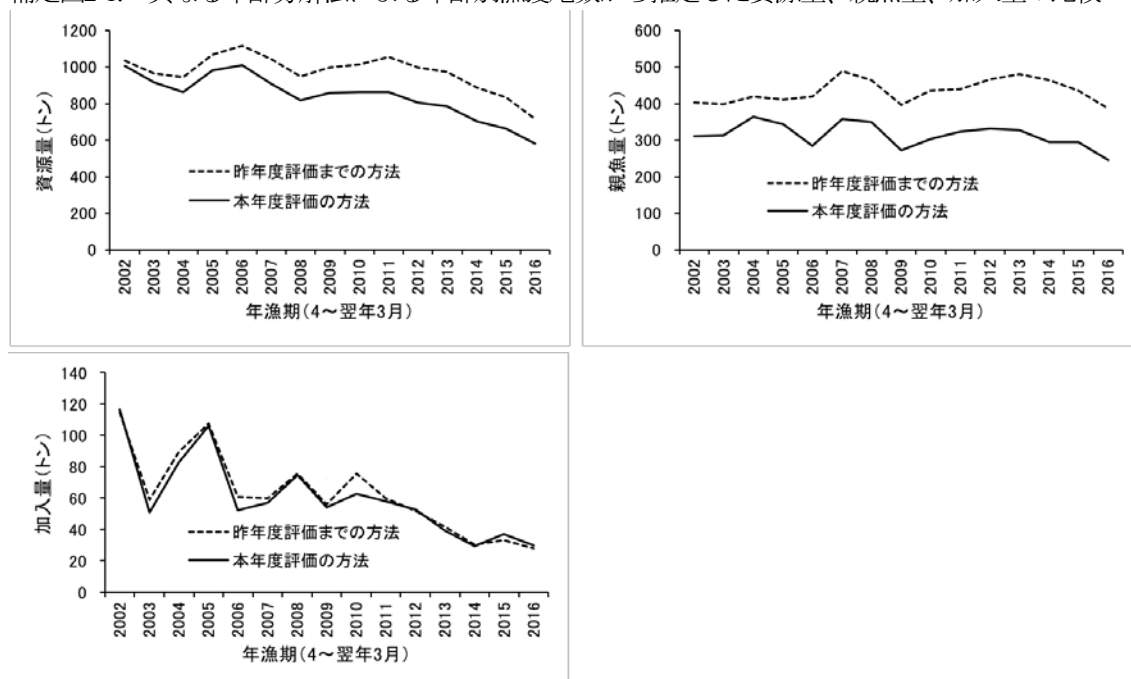
$$N_{4+,y} = \frac{C_{4+,y}}{C_{3,y}} N_{3,y}$$

最近年の資源尾数は、

$$N_{a,2016} = \frac{C_{a,2016}}{1 - e^{-F_{a,2016}}} e^{\frac{M}{2}}$$

で計算した。2016年漁期の0～3歳のFは各年齢の過去3年間の平均とし、4歳以上のFは3歳のFと等しくなるように探索的に求めた。昨年度評価までの方法と本年度評価の方法で算出した資源量、親魚量、加入量を以下に示す。年齢別漁獲尾数の算出方法の変更によって、傾向の変化はなかったものの、親魚量が大きく下方修正され、それに伴って資源量も下方修正された。一方で、加入量には大きな変化はなかった。

補足図2-1. 異なる年齢分解法による年齢別漁獲尾数から推定した資源量、親魚量、加入量の比較



【SPR、YPRの解析】

SPR、YPRを以下の式で求めた。

$$SPR = \sum_{a=0}^{4+} S_a f r_a W_a$$

$$S_{a+1} = S_a e^{-(F_a + M)} (S_0 = 1)$$

$$YPR = \sum_{a=0}^{4+} \frac{F_a}{F_a + M} (1 - e^{-(F_a + M)}) S_a W_a$$

S_a は a 歳の残存率、 $f r_a$ は a 歳の成熟率、 W_a は a 歳の平均体重。

【将来予測】

各年齢の資源尾数は以下の式で求めた。

$$N_{0,y} = \sum_{a=3}^{4+} N_{a,y} f r_a W_a \times RPS + R_y \times A_y$$

$$N_{a,y} = N_{a-1,y-1} e^{-M} C_{a-1,y-1} e^{-\frac{M}{2}} (a = 1 \sim 3)$$

$$N_{4+,y} = N_{3,y-1} e^{-M} C_{3,y-1} e^{-\frac{M}{2}} + N_{4+,y-1} e^{-M} C_{4+,y-1} e^{-\frac{M}{2}}$$

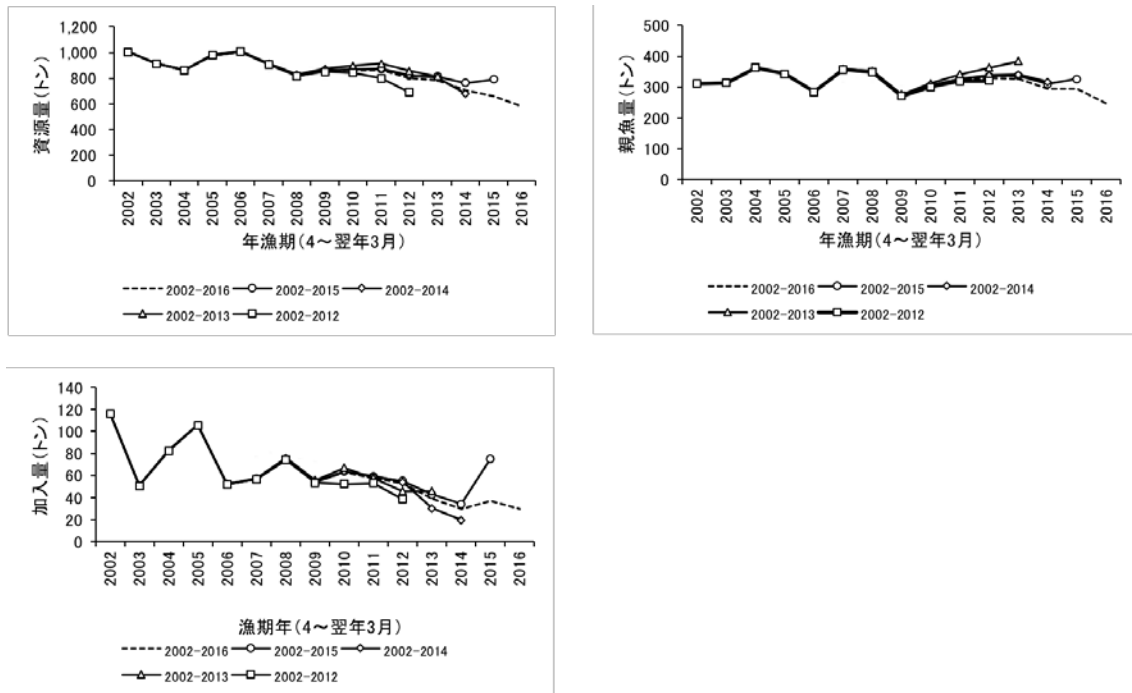
R_y は y 年漁期の有効放流尾数、 A_y は y 年漁期における添加効率。1歳の資源尾数推定は M に9/12を乗じた。

各年齢の漁獲尾数は以下の式で求めた。

$$C_{a,y} = N_{a,y} (1 - e^{-F_{a,y}}) e^{-\frac{M}{2}}$$

天然0歳魚の資源尾数は、再生産成功率が2006年漁期以降、低下傾向であること（図18、表2）に加えて、下図のレトロスペクティブ解析の結果が示すように、直近の値の精度が低いことから、2012～2015年漁期の再生産成功率の平均値と親魚量の積を用いて推定した。放流由来の0歳資源尾数は、2016年漁期の放流尾数が概数値であることと添加効率が2013年漁期以降急激な低下傾向であることから（図23、表4）、2012～2015年漁期の放流尾数の平均値と2014～2015年漁期の添加効率の平均値の積を用いた。

補足図2-2. 資源量、親魚量、加入量のレトロスペクティブ解析



資源量および将来の漁獲量を算出するために用いる年齢別平均体重は、成長式（上田ら 2010）および全長-体重関係式（松村 2006）を用いて昨年度評価までは各月の雌雄別年齢別の体重の平均値を用いていた（0歳は7～翌年3月、1歳以上は4～翌年3月）。しかし、本系群は海域毎に漁獲の盛期や漁獲される年齢が異なることから、成長式（上田ら 2010）および全長-体重関係式（松村 2006）から求められた月別雌雄別年齢別の体重を4～7月、8～11月、12～翌年3月の各期で平均し、更に、本海・東シナ海、瀬戸内海、有明海の漁獲尾数で加重平均した値を用いた。4歳以上は寿命とされる10歳までの平均体重を用いた。将来予測には2013～2015年漁期の各年齢の平均体重を用いた。将来予測に用いた年齢別平均体重の昨年度評価との違いは以下の通り。

補足表2-2. 将来予測に用いた年齢別平均体重

	年 齢						
平均体重 (g)	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳以上
平成28年度評価まで	157	787	1,604	2,216	2,602	2,827	3,041

	年 齢				
平均体重 (g)	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳以上
平成29年度評価	132	994	1,701	2,234	2,938

補足資料3 コホート解析結果の詳細

年齢別漁獲尾数

年漁期	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0歳	210,011	74,296	193,035	224,761	147,700	109,220	145,921	91,996	91,690	79,303	61,749	68,920	38,213	116,674	48,545
1歳	59,568	86,077	28,342	37,777	91,256	44,824	16,749	79,440	52,320	59,600	53,382	41,216	23,935	34,534	28,091
2歳	92,869	72,093	48,076	53,134	89,383	77,811	36,579	61,895	43,617	53,993	29,046	32,842	38,473	29,528	25,492
3歳	19,890	20,440	29,247	27,820	20,747	37,922	39,193	22,098	29,656	32,262	28,792	32,159	28,295	31,570	23,196
4歳以上	22,025	17,282	22,602	26,764	20,423	19,714	29,861	17,954	20,082	19,529	21,770	25,318	21,605	20,838	19,480
計	404,364	270,188	321,302	370,256	369,508	289,490	268,302	273,382	237,366	244,687	194,740	200,454	150,521	233,144	144,805

年齢別漁獲係数

年漁期	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0歳	0.52	0.29	0.43	0.46	0.51	0.36	0.38	0.28	0.31	0.29	0.23	0.34	0.20	0.54	0.36
1歳	0.25	0.43	0.17	0.14	0.35	0.29	0.09	0.37	0.26	0.35	0.33	0.24	0.19	0.29	0.24
2歳	0.81	0.59	0.49	0.62	0.61	0.62	0.43	0.57	0.39	0.50	0.30	0.37	0.40	0.40	0.39
3歳	0.51	0.43	0.54	0.63	0.56	0.61	0.82	0.55	0.64	0.60	0.58	0.70	0.67	0.72	0.70
4歳以上	0.51	0.43	0.54	0.63	0.56	0.61	0.82	0.55	0.64	0.60	0.58	0.70	0.67	0.72	0.70
単純平均	0.52	0.43	0.43	0.50	0.52	0.50	0.51	0.46	0.45	0.46	0.40	0.47	0.43	0.53	0.48

年齢別資源尾数

年漁期	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0歳	566,069	323,329	607,757	666,276	405,576	393,427	507,490	415,122	377,199	348,197	330,534	264,475	228,134	307,191	176,321
1歳	304,089	278,070	200,402	328,089	347,715	201,752	226,717	287,862	260,385	229,224	216,459	217,799	156,506	154,336	148,438
2歳	190,122	184,256	140,598	131,061	222,177	190,268	117,568	161,787	154,082	156,616	125,923	121,469	133,249	100,764	89,721
3歳	56,596	66,111	79,877	67,071	55,180	94,152	79,513	59,281	71,378	81,507	74,324	72,436	65,618	69,822	52,417
4歳以上	62,671	55,895	61,729	64,526	54,317	48,944	60,580	48,164	48,333	49,338	56,197	57,028	50,104	46,087	44,021
計	1,179,547	907,660	1,090,363	1,257,022	1,084,965	928,542	991,867	972,216	911,377	864,882	803,436	733,207	633,610	678,201	510,918

年齢別資源量 トン

年漁期	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0歳	116	51	82	106	52	57	75	54	63	58	53	39	29	37	30
1歳	267	240	182	308	292	181	205	260	240	209	205	211	157	157	153
2歳	309	310	235	224	380	313	190	272	256	271	215	206	224	174	152
3歳	128	150	182	153	124	213	173	131	161	179	165	159	146	158	117
4歳以上	184	164	181	189	159	144	177	141	142	144	165	168	147	136	129
計	1,004	914	862	981	1,007	908	819	858	863	861	803	783	703	661	580

年齢別親魚量 トン

年漁期	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3歳	128	150	182	153	124	213	173	131	161	179	165	159	146	158	117
4歳以上	184	164	181	189	159	144	177	141	142	144	165	168	147	136	129
計	311	314	363	343	283	357	350	271	303	324	330	327	293	294	246

年齢別平均 重 g

年漁期	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0歳	206	157	136	159	128	144	147	130	167	166	159	148	129	121	168
1歳	879	862	909	940	840	899	905	904	923	914	948	966	1,001	1,014	1,030
2歳	1,627	1,681	1,670	1,708	1,710	1,648	1,613	1,682	1,665	1,728	1,711	1,697	1,681	1,725	1,690
3歳	2,256	2,264	2,274	2,288	2,252	2,265	2,170	2,204	2,258	2,202	2,221	2,200	2,232	2,269	2,225
4歳以上	2,928	2,932	2,933	2,930	2,926	2,934	2,925	2,917	2,931	2,921	2,937	2,942	2,930	2,942	2,937

補足資料4 将来予測の詳細

Ftarget

漁獲係数

年漁期	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0歳	0.36	0.36	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
1歳	0.24	0.24	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
2歳	0.39	0.39	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
3歳	0.70	0.70	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
4歳以上	0.70	0.70	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
単純平均	0.48	0.48	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21

資源尾数

年漁期	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0歳	170,173	200,245	192,834	206,881	235,728	270,397	299,714	332,557	371,592	411,822	454,154
1歳	142,788	98,173	115,521	135,717	145,604	165,906	190,306	210,940	234,054	261,528	289,841
2歳	85,854	87,357	60,061	80,750	94,868	101,779	115,970	133,026	147,449	163,607	182,811
3歳	50,029	45,336	46,130	39,305	52,845	62,084	66,606	75,894	87,055	96,494	107,068
4歳以上	42,015	35,739	31,479	44,256	47,649	57,306	68,080	76,803	87,073	99,294	111,646
計	490,860	466,849	446,025	506,910	576,694	657,471	740,677	829,219	927,224	1,032,744	1,145,520

資源量 (トン)

年漁期	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0歳	30	46	45	48	55	63	70	77	86	96	105
1歳	153	102	120	141	151	172	198	219	243	271	301
2歳	152	159	109	147	173	185	211	242	268	298	333
3歳	117	107	109	93	125	146	157	179	205	228	253
4歳以上	129	106	94	132	142	170	203	228	259	295	332
計	580	521	476	560	645	737	838	946	1,062	1,188	1,323
親魚量	246	213	202	224	266	317	360	408	464	523	585

漁獲尾数

年漁期	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0歳	46,794	55,063	26,115	28,018	31,925	36,620	40,590	45,038	50,325	55,773	61,506
1歳	27,022	18,579	10,445	12,271	13,165	15,000	17,206	19,072	21,162	23,646	26,206
2歳	24,393	24,820	8,465	11,381	13,371	14,345	16,345	18,748	20,781	23,058	25,765
3歳	22,139	20,062	10,902	9,289	12,489	14,672	15,741	17,936	20,574	22,805	25,304
4歳以上	18,593	15,815	7,440	10,459	11,261	13,543	16,090	18,151	20,578	23,467	26,386
計	138,941	134,340	63,367	71,418	82,210	94,180	105,972	118,946	133,420	148,749	165,166

漁獲量 (トン)

年漁期	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0歳	11	13	6	7	7	8	9	10	12	13	14
1歳	28	19	11	13	14	16	18	20	22	25	27
2歳	44	45	15	21	24	26	30	34	38	42	47
3歳	52	47	26	22	29	35	37	42	49	54	60
4歳以上	55	47	22	31	34	40	48	54	61	70	78
計	189	172	80	93	108	125	142	161	181	203	227

補足資料4 将来予測の詳細（続き）

Flimit

漁獲係数

年漁期	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0歳	0.36	0.36	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
1歳	0.24	0.24	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
2歳	0.39	0.39	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
3歳	0.70	0.70	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39
4歳以上	0.70	0.70	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39
単純平均	0.48	0.48	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27

資源尾数

年漁期	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0歳	170,173	200,245	192,834	197,400	217,236	240,525	256,350	274,245	295,823	316,084	336,136
1歳	142,788	98,173	115,521	130,355	133,441	146,850	162,594	173,291	185,388	199,975	213,671
2歳	85,854	87,357	60,061	78,598	88,690	90,790	99,913	110,625	117,903	126,133	136,058
3歳	50,029	45,336	46,130	37,632	49,247	55,570	56,886	62,602	69,314	73,874	79,031
4歳以上	42,015	35,739	31,479	40,938	41,445	47,838	54,547	58,779	64,027	70,335	76,069
計	490,860	466,849	446,025	484,922	530,058	581,574	630,289	679,542	732,454	786,401	840,964

資源量（トン）

年漁期	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0歳	30	46	45	46	50	56	59	64	69	73	78
1歳	153	102	120	135	139	152	169	180	192	208	222
2歳	152	159	109	143	161	165	182	201	214	229	247
3歳	117	107	109	89	116	131	134	148	164	174	186
4歳以上	129	106	94	122	123	142	162	175	190	209	226
計	580	521	476	535	590	647	706	767	830	894	960
親魚量	246	213	202	211	239	273	296	323	354	384	413

漁獲尾数

年漁期	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0歳	45,941	54,295	32,164	32,879	36,172	39,991	42,558	45,489	49,020	52,317	55,581
1歳	26,618	18,445	13,064	14,685	15,011	16,515	18,258	19,431	20,769	22,381	23,886
2歳	24,155	24,678	10,549	13,805	15,519	15,863	17,452	19,295	20,534	21,948	23,651
3歳	21,979	20,010	13,342	10,903	14,269	16,040	16,396	18,038	19,943	21,223	22,684
4歳以上	18,458	15,815	9,144	11,822	11,949	13,784	15,681	16,865	18,351	20,134	21,744
計	137,151	133,243	78,263	84,095	92,919	102,193	110,346	119,118	128,616	138,003	147,547

漁獲量（トン）

年漁期	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0歳	11	13	7	8	8	9	10	11	11	12	13
1歳	28	19	13	15	15	17	19	20	21	23	25
2歳	44	45	19	25	28	28	31	35	37	40	43
3歳	52	47	31	25	33	37	38	42	47	50	53
4歳以上	55	47	27	35	35	41	46	50	54	60	64
計	189	172	97	107	120	133	144	157	171	184	198

補足資料4 将来予測の詳細（続き）

Fcurrent

漁獲係数

年漁期	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0歳	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
1歳	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
2歳	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39
3歳	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
4歳以上	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
単純平均	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48

資源尾数

年漁期	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0歳	170,173	200,245	192,834	165,766	162,346	159,703	150,283	144,766	141,722	137,617	134,070
1歳	142,788	98,173	115,521	111,246	95,630	93,658	92,133	86,698	83,516	81,759	79,391
2歳	85,854	87,357	60,061	70,675	68,059	58,506	57,299	56,366	53,041	51,094	50,020
3歳	50,029	45,336	46,130	31,716	37,321	35,939	30,895	30,257	29,765	28,009	26,981
4歳以上	42,015	35,739	31,479	30,134	24,015	23,815	23,201	21,004	19,904	19,285	18,363
計	490,860	466,849	446,025	409,536	387,371	371,621	353,811	339,092	327,947	317,764	308,825

資源量（トン）

年漁期	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0歳	30	46	45	38	38	37	35	34	33	32	31
1歳	153	102	120	115	99	97	96	90	87	85	82
2歳	152	159	109	129	124	106	104	103	96	93	91
3歳	117	107	109	75	88	85	73	71	70	66	64
4歳以上	129	106	94	90	71	71	69	62	59	57	55
計	580	521	476	447	420	396	377	360	345	333	323
親魚量	246	213	202	164	159	156	142	134	129	123	118

漁獲尾数

年漁期	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0歳	46,794	55,063	53,025	45,582	44,642	43,915	41,325	39,808	38,971	37,842	36,867
1歳	27,022	18,579	21,862	21,053	18,098	17,724	17,436	16,407	15,805	15,473	15,024
2歳	24,393	24,820	17,065	20,081	19,337	16,623	16,280	16,015	15,070	14,517	14,212
3歳	22,139	20,062	20,413	14,035	16,515	15,904	13,671	13,389	13,171	12,395	11,940
4歳以上	18,593	15,815	13,930	13,335	10,627	10,539	10,267	9,295	8,808	8,534	8,126
計	138,941	134,340	126,296	114,086	109,219	104,705	98,979	94,914	91,825	88,760	86,169

漁獲量（トン）

年漁期	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0歳	11	13	12	11	10	10	10	9	9	9	9
1歳	28	19	23	22	19	18	18	17	16	16	16
2歳	44	45	31	37	35	30	30	29	27	26	26
3歳	52	47	48	33	39	38	32	32	31	29	28
4歳以上	55	47	41	40	32	31	31	28	26	25	24
計	189	172	156	142	135	128	120	115	110	106	102

補足資料5 全長階級別雌雄割合

全長 mm	4 7月		8 11月		12 翌年3月	
	雄	雌	雄	雌	雄	雌
100	—	—	0.00	1.00	—	—
110	—	—	0.58	0.42	—	—
120	—	—	0.63	0.38	—	—
130	—	—	0.43	0.57	1.00	0.00
140	—	—	0.48	0.52	—	—
150	—	—	0.38	0.62	—	—
160	—	—	0.44	0.56	0.67	0.33
170	—	—	0.53	0.47	0.60	0.40
180	—	—	0.45	0.55	0.44	0.56
190	0.75	0.25	0.44	0.56	0.61	0.39
200	0.50	0.50	0.52	0.48	0.51	0.49
210	0.50	0.50	0.48	0.52	0.48	0.53
220	0.47	0.53	0.48	0.52	0.59	0.41
230	0.40	0.60	0.64	0.36	0.52	0.48
240	0.45	0.55	0.50	0.50	0.45	0.55
250	0.35	0.65	0.47	0.53	0.53	0.47
260	0.36	0.64	0.38	0.63	0.61	0.39
270	0.40	0.60	0.50	0.50	0.41	0.59
280	0.56	0.44	0.20	0.80	0.42	0.58
290	0.53	0.47	0.38	0.63	0.40	0.60
300	0.40	0.60	0.47	0.53	1.00	0.00
310	0.56	0.44	0.57	0.43	0.38	0.63
320	0.29	0.71	0.45	0.55	0.44	0.56
330	0.50	0.50	0.52	0.48	0.41	0.59
340	0.53	0.47	0.61	0.39	0.61	0.39
350	0.59	0.41	0.54	0.46	0.60	0.40
360	0.68	0.32	0.42	0.58	0.52	0.48
370	0.72	0.28	0.44	0.56	0.55	0.45
380	0.74	0.26	0.41	0.59	0.54	0.46
390	0.82	0.18	0.50	0.50	0.54	0.46
400	0.85	0.15	0.61	0.39	0.54	0.46
410	0.81	0.19	0.70	0.30	0.53	0.47
420	0.82	0.18	0.55	0.45	0.50	0.50
430	0.82	0.18	0.57	0.43	0.49	0.51
440	0.80	0.20	0.65	0.35	0.40	0.60
450	0.77	0.23	0.33	0.67	0.37	0.63
460	0.77	0.23	0.53	0.47	0.37	0.63
470	0.70	0.30	0.75	0.25	0.32	0.68
480	0.60	0.40	0.50	0.50	0.29	0.71
490	0.54	0.46	0.46	0.54	0.18	0.82
500	0.51	0.49	0.55	0.45	0.22	0.78
510	0.43	0.57	0.50	0.50	0.21	0.79
520	0.48	0.52	0.29	0.71	0.19	0.81
530	0.43	0.57	1.00	0.00	0.18	0.82
540	0.39	0.61	0.63	0.38	0.23	0.77
550	0.36	0.64	0.25	0.75	0.24	0.76
560	0.33	0.67	0.50	0.50	0.13	0.87
570	0.23	0.77	1.00	0.00	0.29	0.71
580	0.20	0.80	0.00	1.00	0.22	0.78
590	0.11	0.89	0.00	1.00	0.19	0.81
600	0.14	0.86	—	—	0.12	0.88
610	0.09	0.91	1.00	0.00	0.27	0.73
620	0.09	0.91	0.00	1.00	0.33	0.67
630	0.04	0.96	—	—	0.20	0.80
640	0.07	0.93	—	—	0.00	1.00
650	0.07	0.93	—	—	0.20	0.80
660	0.07	0.93	—	—	0.00	1.00
670	0.03	0.97	—	—	0.00	1.00
680	0.00	1.00	—	—	0.00	1.00
690	0.00	1.00	—	—	—	—
700	0.00	1.00	—	—	0.00	1.00
710	0.00	1.00	—	—	0.00	1.00
720	0.00	1.00	1.00	0.00	—	—
730	0.00	1.00	—	—	—	—
740	1.00	0.00	—	—	—	—
750	0.00	1.00	—	—	—	—
760	—	—	—	—	—	—
770	—	—	—	—	—	—
780	—	—	—	—	—	—
790	—	—	—	—	—	—
800	—	—	—	—	—	—