

平成 27 (2015) 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、平井慈恵、小畑泰弘）

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、2002年漁期から2013年漁期まで924～1,106トンの中で横ばいで推移したが、2014年漁期は790トンに減少し、動向は減少と判断した。下関唐戸魚市場（株）の内海産取扱量及び資源量から、資源水準は低位と判断した。近年、再生産成功率及び添加効率が低迷していることから、現状の漁獲と放流を継続した場合、資源量は減少すると予測される。2020年に2006年の1,106トンに資源水準を回復させることを管理目標とし、ABC算定のための基本規則1-3)-(3)に基づいてABCを算定した。本種は栽培対象種であり、2014年は165万尾の人工種苗が放流された。2014年の放流魚の混入率は36%、添加効率は0.03と推定された。

管理基準	Limit/ Target	F 値	漁獲割合 (%)	2016年漁期 ABC (トン)
0.27F _{current}	Limit	0.10	9	50
	Target	0.08	7	41

Limitは管理基準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。F_{target} = αF_{limit}とし、係数αには標準値0.8を用いた。また、F_{current}は2014年漁期の全年齢の平均値、漁獲割合はABC/資源量とした。2016年漁期は2016年4月～2017年3月である。

漁期年	資源量 (トン)	漁獲量 (トン)	F 値	漁獲割合 (%)
2013	924	252	0.37	27
2014	790	219	0.36	28
2015	663	—	—	—

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（水研セ、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） Age-length key（上田ほか 2010、広島大学 未発表データ、水研セ 未発表データ）
資源量指標	とらふぐ延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） 有明海における釣りの CPUE（長崎県） 山口県の瀬戸内海側におけるふぐ延縄の CPUE（中国四国農政局）
自然死亡係数 (M)	年当たり $M = 0.25$ を仮定
漁獲努力量指標	とらふぐ延縄漁業漁獲成績報告書（水産庁） 山口県の瀬戸内海側におけるふぐ延縄の努力量（中国四国農政局）
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）、九州・山口北西海域トラフグ資源回復計画に係る行政・研究担当者会議資料、トラフグ全国協議会資料） 有明海での 0 歳の放流効果調査（長崎県） 八代海、福岡湾での 0 歳の放流効果調査（新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業「最適放流手法を用いた東シナ海トラフグ資源への添加技術の高度化」推進会議資料） 七尾湾での 0 歳の放流効果調査（平成 24 年度全国トラフグ全国協議会資料） 瀬戸内海での 0 歳の放流効果調査（平成 17 年度都道府県連携促進事業報告書（瀬戸内海海域トラフグ共同放流調査）平成 13～17 年度の総括（愛媛県、大分県、山口県）、栽培漁業資源回復等対策事業（平成 18～22 年度）総括報告書（愛媛県、福岡県、大分県、山口県）、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、愛媛県、山口県）

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）、日本海、東シナ海、黄海及び瀬戸内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日本海、東シナ海及び瀬戸内海では、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 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。また、本種は栽培漁業の対象種となっており、本系群の分布海域では、1993 年以降 128～297 万尾の人工種苗が毎年放流されている（表 1）。

2. 生態

(1) 分布・回遊

本系群は日本海、東シナ海、黄海及び瀬戸内海に分布する（図 1）。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）。日本海沿岸や九州北西岸での発生群は、日本海、東シナ海及び黄海へ移動し、瀬戸内海沿岸での発生群は、豊後水道以南、紀伊水道以南、日本海、東シナ海及び黄海へ移動する（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雌雄別年齢別の全長と体重を図 2 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

雄は 2 歳、雌は 3 歳で成熟する（図 3、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、布刈瀬戸及び備讃瀬戸とされ、朝鮮半島、中国沿岸にも存在するとされる（図 1、Kusakabe et al. 1962、日高ほか 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

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甲殻類、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

産卵場である七尾湾、若狭湾、福岡湾、有明海、八代海、関門海峡周辺、布刈瀬戸及び備讃瀬戸では、3～6月に2歳魚以上の親魚が定置網、釣り、敷網によって漁獲され、7～翌年1月にはそこで発生した0歳魚が定置網、小型底曳網、釣り、延縄によって漁獲される。日本海、東シナ海の沖合、豊後水道及び紀伊水道では、12～翌年3月に0歳魚以上が延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日本海及び東シナ海におけるふぐ延縄の操業は、1965年以前には日本の沿岸域に限られていたが、1965年の日韓漁業協定以後、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、東シナ海及び対馬海峡から山陰に至る海域が主漁場となった（図4）。新日韓漁業協定（1999年）、新日中漁業協定（2000年）以降は九州・山口北西海域が主漁場となっている。

(2) 漁獲量の推移

本系群の長期の漁獲量データは存在しないため、長期的な漁獲量の指標として、下関唐戸魚市場（株）における取扱量（漁期年：4～翌年3月）を用いた。下関唐戸魚市場（株）では1971年から日本海・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年に490～1,891トンで推移後、1994年から急激に減少し、1997年以降109～336トンと低水準で推移しており、2014年は114トンであった（図5、表2）。年齢別漁獲尾数の推定には各府県の調査で得られた2002年漁期以降の月別漁獲量を用いた。漁獲量は2002年の361トンから減少傾向で、2014年は219トンであった（図6、表3）。

(3) 漁獲努力量

山口県の瀬戸内海側では、延縄により周年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、ふぐ延縄は主にトラフグを漁獲対象としていたと考えられる。2007年以降統計情報が得られていないため、漁獲努力量として、山口県の瀬戸内海側の1981～2006年の出漁日数を使用した。出漁日数は1991年に最大（15,170日）となった後は減少傾向で、2006年は5,571日であった（図7、表4）。

九州・山口北西海域では、延縄により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および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県の2005～2014年漁期における総針数を使用した。総針数は、

資源回復計画が開始された2005年には18百万針から減少傾向で、2013年は11百万針であったが、2014年は14百万針に増加した（図8、表4）。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

本系群の資源量は、日本海、東シナ海及び瀬戸内海における0～5歳と6歳以上をプラスグループとした年齢別漁獲尾数（表5）を用い、コホート解析（平松 2001）により推定した。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。年齢の起算日は4月1日とし、全長階級値別雌雄比とAge-length key（補足表2-1、2-2）を用いて年齢別漁獲尾数を算出した。年齢-全長および全長-体重の関係式は2.（2）に記述した通りである。

(2) 資源量指標値の推移

山口県の瀬戸内海側におけるふぐ類を対象とした延縄の1981～2006年漁期の単位努力量当たりの漁獲量（CPUE）（トン/日）は、1981年の0.019トン/日から1984年の0.049トン/日に増加した後に急激に減少し、1990年に0.007トン/日となり、2006年の0.008トン/日まで低位で推移し（図7、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。

九州・山口北西海域における1歳魚以上を主対象とした延縄の2005～2013年漁期のCPUE（kg/千針）は、2005年の5.0kg/千針から増加傾向で、2013年は8.7kg/千針であったが、2014年は5.9kg/千針に減少した（図8、表4）。当海域では、2005年以降漁期規制が実施されていることに加えて、当海域は本系群の範囲全体を占めていないことから、当海域のCPUEは資源量を反映していない可能性がある。

有明海では、釣りにより3～5月に2歳魚以上の親魚（主に雄）、9～12月に0歳魚が漁獲される。有明海における親魚を対象とした釣りの1999～2013年漁期のCPUE（kg/隻）は、1999年の4.7kg/隻から2011年の7.8kg/隻まで増加傾向で、2012年以降は7.3kg/隻で横ばいであった（図9、表4）。有明海における親魚のCPUEの推移は下記（5）の本系群の親魚量の推移と同様に増加傾向であった（図19、表8）。一方、天然親魚の2005～2014年漁期のCPUEは2005年の6.2kg/隻から横ばいで推移し、2014年は5.1kg/隻であった（図8、表4）。0歳を対象とした釣りの1999～2014年漁期のCPUE（kg/隻）は、1999年の11.4kg/隻から増加傾向で、2013年は26.8kg/隻であったが、2014年は19.2kg/隻に減少した（図10、表4）。一方、天然0歳の2000～2014年漁期のCPUE（kg/隻）は、2000年の15.9kg/隻から減少傾向で、2014年は9.5kg/隻であった（図10、表4）。有明海における天然0歳のCPUEの推移は下記（5）で述べる本系群の天然0歳の資源尾数の推移と同様に減少傾向であった（表11）。

本系群は広域に分布するトラフグを同一系群として評価しているが、CPUEの推移は、海域間で異なっている。

(3) 漁獲物の年齢組成

漁獲物は未成魚に偏っている（0歳魚（21～68%）と1歳魚（20～37%）、図11、表5）。

漁獲物の年齢組成は海域により異なり、有明海、八代海では 0 歳魚が、瀬戸内海は 0・1 歳魚が、日本海・東シナ海では 1～3 歳魚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・1 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。特に瀬戸内海における 2014 年漁期の 0 歳魚の漁獲尾数は大幅に減少した（表 6、7、8）。

（4）資源量と漁獲割合の推移

資源量は、2002 年漁期から 2013 年漁期まで 924～1,106 トンの間で横ばいで推移したが、2014 年漁期は 790 トンに減少した（図 13、表 9、10）。一方、九州・山口北西海域及び有明海では CPUE が増加傾向で、系群全体の資源量の推移とは同調しなかった。漁獲割合は 25～37%（平均 30%）で緩やかに減少傾向にある（図 13、表 10）。感度分析として M を 0.1 増加させた場合、2014 年漁期の資源量は 33%、親魚量は 31%、加入量は 36%増加し（図 14、15、16）、M を 0.1 減少させた場合、2014 年漁期の資源量は 21%、親魚量は 20%、加入量は 21%減少した（図 14、15、16）。レトロスペクティブ解析の結果、遡った資源量の推定値に大きな変化はなかったが、直近年の 0 歳魚の資源量を過小推定し、全体の資源量も過小評価している可能性が示された（図 17）。

（5）再生産関係

0 歳魚の資源尾数と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。親魚量は年齢と成熟の関係から 3 歳魚以上の資源量とした。親魚量が同程度であっても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 18、表 11）。親魚量は 2002 年漁期以降、増加傾向であるが、再生産成功率（尾/kg）は 2006 年漁期に大きく低下し、その後も低下傾向で 2014 年漁期は 0.2 尾/kg であった（図 19、表 11）。

（6）資源の水準・動向

下関唐戸魚市場（株）の取扱量は長期の漁獲量指標であるが、1999 年以前の外海産には我が国の EEZ 及び領海以外での漁獲物が含まれる（図 4、5、表 2）。資源水準は下関唐戸魚市場（株）の内海産取扱量を 0～最大値で 3 等分し、360 トン未満を低位、360～719 トンを中位、720 トン以上を高位と区分して決定した。2014 年漁期の取扱量は 36 トンであることから、資源水準は低位と判断した（表 2、図 20）。資源量は 2010 年漁期の 972 トンから 2014 年漁期の 790 トンに減少しており、資源動向は減少と判断した（図 13、表 9、10）。

（7）資源と漁獲の関係

図 21 及び表 12 に年齢別の漁獲係数 (F) の経年変化を示す。現状の F (全年齢の平均値) は経験的な基準値とされる F30%SPR とほぼ同等であるが（図 22）、近年、加入量が減少傾向であることから加入乱獲であることが示唆された。さらに、漁獲開始年齢と各年齢の F を変化させた場合の YPR の等量線図を作成したところ、現状の F で漁獲開始年齢を現状の 0 歳から 1 歳へ遅らせると YPR が約 20%増大し、成長乱獲であることが示唆された（図 23）。

(8) 種苗放流効果

本系群全体における0歳魚での放流魚の混入率は、標識（胸鰭切除標識、アリザリン・コンプレクソンによる耳石標識及び焼印標識）によって識別された放流魚の漁獲尾数を調査率及び標識率で引き延ばし、系群全体の0歳魚の漁獲尾数で除することによって算出した。その結果、2002～2014年漁期の混入率は5～62%（平均28%）で推移した（表11、図24）。他の栽培対象種に比べて放流魚の混入率が高い原因は放流尾数に対して0歳魚の資源尾数が少ないためと考えられる。有明海では親魚（主に雄）における放流魚の混入率が算出され、2005～2014年漁期の混入率は増加傾向で2014年漁期は31%であった（図25）。添加効率（放流魚の生残割合：0歳資源尾数×混入率/放流尾数）は2010年漁期、2012年漁期を除き、0.02～0.06で推移し、2014年漁期は0.03であった（表11）。

2016年漁期から各年齢のFと放流尾数をそれぞれ変化させた場合に期待される2020年漁期の資源量を推定し、等量線図を作成した。天然0歳魚の資源尾数は再生産成功率が低下傾向であることから（図19、表11）、2011～2013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。放流による0歳の資源尾数は放流尾数が増加傾向で添加効率が低下傾向であることから（表11）、2012～2014年漁期の放流尾数の平均値と2012～2013年漁期の添加効率の平均値の積を用いた。その結果、放流尾数を36万尾（21%）増加させることと各年齢のFを10%減少させることは同等の効果があると示唆された（図26）。

5. 2016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、資源動向は減少であり、再生産成功率及び添加効率も低迷していることから、現状の漁獲および放流が継続された場合、資源量は減少を続けると推定される（図27）。また、これまで増加傾向であった親魚量も2016年漁期以降大きく減少すると予測される（図28）。本系群の資源の回復のためには、漁獲圧の緊急な削減に加えて、効率的な資源添加などの加入量を増やす努力が求められる。

(2) ABCの算定

本系群は、再生産関係が不明瞭であることに加えて、資源解析の実施可能な期間では、資源水準が低位で推移し続けたため、再生産関係のプロットからBlimitを推定することはできない。ABCの算定は、ABC算定のための基本規則の1-3)-(3) ($F_{limit} = (F_{current} \times \beta_2)$, $F_{target} = F_{limit} \times \alpha$) を適用し、基準値は $F_{current}$ （2014年漁期のF）とした。 β_2 は2020年漁期の資源量が九州・山口北西海域の資源管理指針・計画の下で中長期的な回復目標とされている1,106トン（2006年漁期の資源量）を達成する値である0.27とし、ABClimitは50トンとなった。 F_{target} の安全率 α は標準値0.8とし、ABCtargetは41トンとなった。本系群ではBlimitの算定ができないことから上記の行政的な資源量の回復目標をBlimitの代替として位置付けた。

2015年漁期以降の天然0歳魚の資源尾数は、再生産成功率が低下傾向であることから（表11）、近年3年間（2011～2013年漁期）の再生産成功率の平均値と親魚量との積と仮定した。放流による0歳魚の資源尾数は、放流尾数が増加傾向で添加効率が2012年漁期から2013年漁期に大きく低下していることから（表11）、近年3年間（2012～2014年漁期）の

放流尾数の平均値と 2012～2013 年漁期の添加効率の平均値の積を用いた。1 歳魚以降はコホート解析の前進法で推定した（補足資料 2 参照）。

管理基準	Limit/ Target	F 値	漁獲割合 (%)	2016 年漁期 ABC (トン)
0.27F _{current}	Limit	0.10	9	50
	Target	0.08	7	41

Limit は管理基準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。F_{target} = αF_{limit} とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。また、F_{current} は 2014 年漁期の全年齢の平均値、漁獲割合は ABC/資源量とした。2016 年漁期は 2016 年 4 月～2017 年 3 月である。

なお、参考として 10 年後の 2025 年漁期及び 20 年後の 2035 年漁期に資源量 1,106 トンを達成する場合の 2016 年漁期の算定漁獲量を示した。

管理基準	Limit/ Target	F 値	漁獲割合 (%)	2016 年漁期 算定漁獲量 (トン)
0.54F _{current} (10 年で回復)	Limit	0.19	16	92
	Target	0.15	13	75
0.60F _{current} (20 年で回復)	Limit	0.22	19	106
	Target	0.18	15	86

(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および資源量の 5 年後の将来予測を下表に示す。F_{current} を継続した場合、資源量は 2020 年漁期に 499 トンに減少し、2020 年漁期に 2014 年漁期の資源量を上回るためには 0.5F_{current} とする必要がある。F_{limit} である 0.27F_{current} とすることで 2020 年漁期に回復目標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 を参照されたい。

漁獲量 (トン)								
F	基準値	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0.04	0.1Fcurrent	219	177	19	25	31	37	45
0.07	0.2Fcurrent	219	177	38	48	57	66	79
0.10	0.27Fcurrent	219	177	50	62	73	83	97
0.11	0.3Fcurrent	219	177	55	68	79	89	103
0.15	0.4Fcurrent	219	177	73	86	97	106	120
0.18	0.5Fcurrent	219	177	89	102	112	119	131
0.22	0.6Fcurrent	219	177	105	116	124	129	138
0.25	0.7Fcurrent	219	177	120	128	133	135	142
0.29	0.8Fcurrent	219	177	135	139	140	139	142
0.33	0.9Fcurrent	219	177	149	149	145	140	141
0.36	1.0Fcurrent	219	177	163	157	149	141	139

資源量 (トン)								
F	基準値	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
0.04	0.1Fcurrent	790	663	571	757	951	1,116	1,350
0.07	0.2Fcurrent	790	663	571	732	892	1,018	1,200
0.10	0.27Fcurrent	790	663	571	715	853	955	1,106
0.11	0.3Fcurrent	790	663	571	708	837	930	1,068
0.15	0.4Fcurrent	790	663	571	685	786	850	953
0.18	0.5Fcurrent	790	663	571	663	738	778	851
0.22	0.6Fcurrent	790	663	571	642	693	713	762
0.25	0.7Fcurrent	790	663	571	621	652	653	683
0.29	0.8Fcurrent	790	663	571	601	613	600	614
0.33	0.9Fcurrent	790	663	571	582	576	551	553
0.36	1.0Fcurrent	790	663	571	563	542	507	499

(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
2002～2013 年漁期の漁獲量の確定値	2013 年漁期の漁獲量及び 2002～2013 年漁期の資源量
2005～2013 年漁期の全長データ	2002～2013 年漁期の資源量
2014 年漁期の漁獲量の概数値及び全長データ	2014 年漁期の資源量

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)
2014 年漁期 (当初)	0.54Fcurrent	0.24	584	112	92	
2014 年漁期 (2014 年再評価)	0.56Fcurrent	0.23	758	133	109	
2014 年漁期 (2015 年再評価)	0.35Fcurrent	0.13	790	82	67	219
2015 年漁期 (当初)	0.45Fcurrent	0.19	663	101	83	
2015 年漁期 (2015 年再評価)	0.27Fcurrent	0.10	662	54	44	

F 値は全年齢の平均値とした。

2002～2013 年漁期の漁獲量が昨年度の評価と比較して、1 県が加わったとともに複数の県で更新された。また、2005～2013 年漁期の全長データは複数県分が加わった。2014 年漁期のデータを加えてコホート解析を行ったところ、親魚量は増加傾向であったが、0 歳、1 歳の資源量は 2013 年漁期と 2014 年漁期で大幅に減少した。これは、2014 年漁期の 0・1 歳魚の漁獲尾数が大幅に減少したためである。また、全体的な漁獲努力量の推移は把握できていないことから、実際にどの程度資源が減少したのかは明らかではないが、ここでは漁獲努力量が大きく変化していないと仮定して計算を行った。なお、漁獲努力量の定量的な評価が困難な理由の一つは、本種が異なる海域を移動し、かつ複数の漁法で漁獲されることであり、シングルコホート解析以外の資源量推定は困難なことである。さらに加入量減少の要因としては再生産効率が低迷していることが考えられるが、その原因の特定には至っていない。以上のことから関係府県から報告される漁獲情報について引き続き収集に努め、評価精度向上に反映していくこととしている。2015 年再評価では 2014 年漁期の資源量は上方修正され、2015 年漁期の資源量は下方修正された。2014 年漁期の漁獲量は、提案した ABC 値より大きかった。また、2015 年再評価で 2014 年漁期及び 2015 年漁期の ABC が減少した要因は F 値の減少であり、資源量を回復させるためには、漁獲を抑える必要がある。

6. ABC 以外の管理方策の提言

本系群の資源水準は低位、動向は減少であり、5 年後に資源管理目標を達成させるための管理基準は 0.27Fcurrent、資源量を維持するための管理基準は 0.5Fcurrent となり、本系群の資源量を回復させるためには早急な対策が必要である。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 7 月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必要があること、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、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有効化を検討する必要があるとされた。そこで、ABC 以外の管理方策としてこれらの管理方策に基づく資源

量の将来予測を行った（図 29～31、補足表 3-2）。未成魚の漁獲抑制は 0 歳魚と 1 歳魚の漁獲係数の削減、種苗放流の有効化は九州海域栽培漁業推進協議会及び瀬戸内海海域栽培漁業推進協議会が策定したトラフグ栽培漁業広域プランの目標である 170 万尾の有効放流尾数とした。資源回復の期間を 10 年とし、有効放流尾数は補足資料 3 に従って算出し、有効放流尾数に対する添加効率を用いて ABC 算定と同様な条件及び手法で将来予測を行った（補足表 3-1）。0・1 歳魚以外の年齢の漁獲係数は 2014 年漁期の値のまま一定と仮定した。その結果、0 歳魚、1 歳魚、0 及び 1 歳魚の漁獲係数の削減と有効放流尾数 170 万尾を組み合わせると 2025 年漁期までに資源量が回復する可能性が示唆された。

一方で、高い混入率を考慮すると、人工種苗の放流が天然集団に与える遺伝的な影響などに関する基礎的な知見の収集に努め、集団構造や遺伝的多様性に配慮した種苗放流を行うことも重要と考えられる。また、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日本海、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り、各海域の CPUE の推移が系群全体と必ずしも同調していない。このことから、ABC に基づく管理方策に加えて、各産卵場及び成育場においてそれぞれの海域における漁獲実態や資源状況に応じた漁獲規制や保護を行うことが必要であると考えられる。

7. 引用文献

- 天野千絵, 檜山節久 (1996) 東シナ海, 黄海, 日本海. 「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) 日本近海のフグ類. (社) 日本水産資源保護協会, 128.
- 藤田矢郎 (1996) さいばい, 79, 15-18.
- 平成 5～21 年度栽培漁業種苗生産、入手・放流実績 (全国) (1995～2012) 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 17 年度都道府県連携促進事業報告書 (瀬戸内海海域トラフグ共同放流調査) 平成 13～17 年度の総括 (2008) 山口県水産研究センター、大分県農林水産研究センター水産試験場、愛媛県中予水産試験場, 1-135.
- 平成24年度全国トラフグ栽培漁業技術開発検討会会議資料.
- 日高 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 - 」 社団法人日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. 日水誌, 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. 日水誌, 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日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. *日水誌*, 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. *日水誌*, 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.
- 栽培漁業資源回復等対策事業 (平成18～22年度) 総括報告書 (2011) 山口県、愛媛県、福岡県、大分県、(社) 全国豊かな海づくり推進協会, 411-444.
- 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. *日水誌*, 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, 日本海および瀬戸内海産トラフグの成長とAge-length key. *日水誌*, 76, 803-811.



図1. 分布域と産卵場

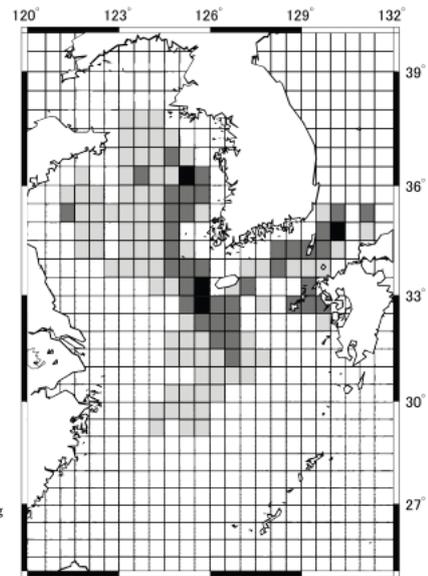


図4. 1984年1～12月の山口県ふぐ延縄による漁区毎の漁獲量

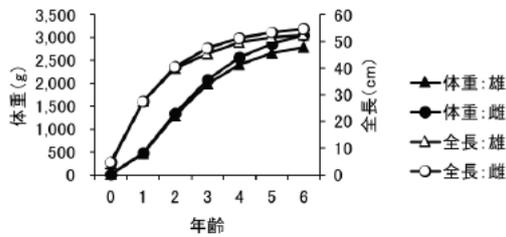


図2. 年齢と成長

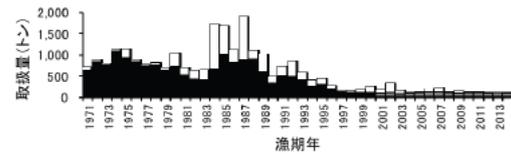


図5. 下関唐戸魚市場における取扱量の推移

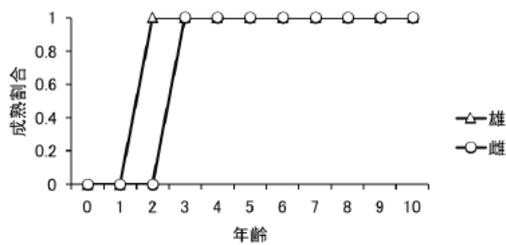


図3. 年齢と成熟

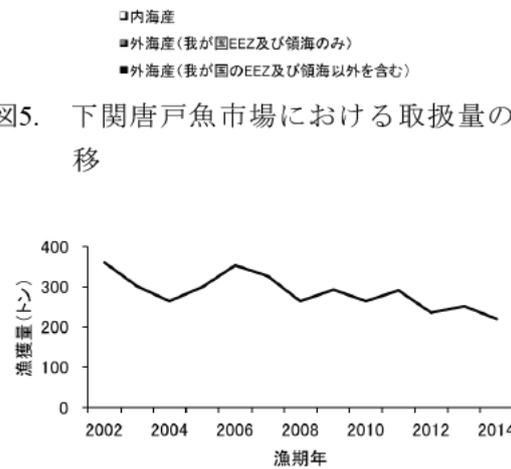


図6. 漁獲量の推移

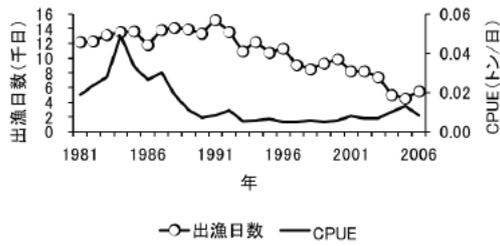


図7. 山口県の瀬戸内海側における0歳魚以上を対象とした延縄の努力量とCPUEの推移

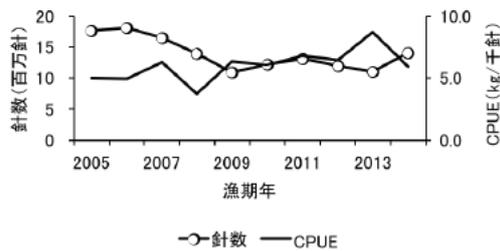


図8. 九州・山口北西海域における1歳魚以上を対象とした延縄の努力量とCPUEの推移

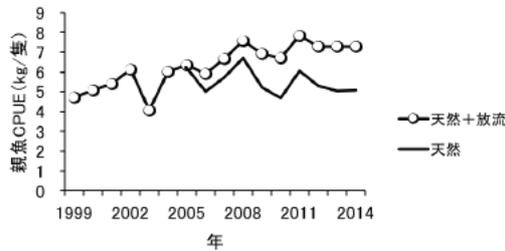


図9. 有明海における親魚のCPUEの推移

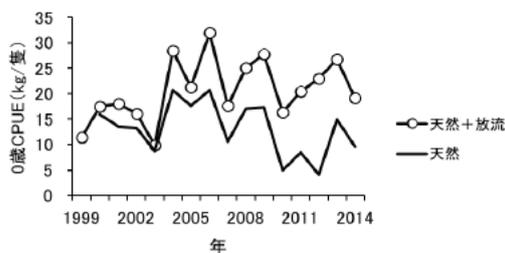


図10. 有明海における0歳魚のCPUEの推移

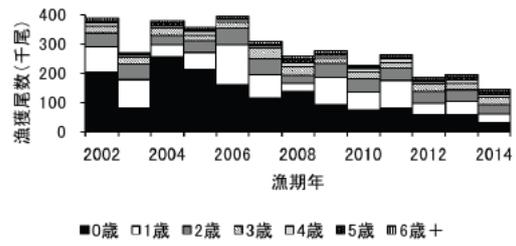


図11. 年齢別漁獲尾数の推移

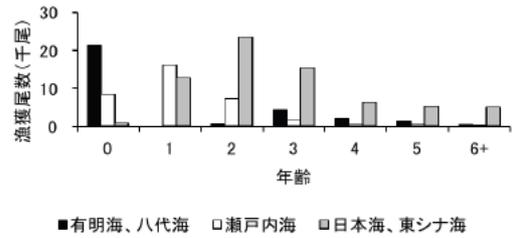


図12. 2014年度の海域別年齢別漁獲尾数

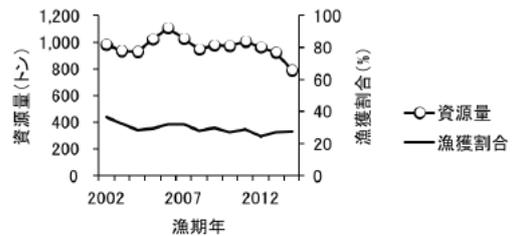


図13. 資源量と漁獲割合の推移

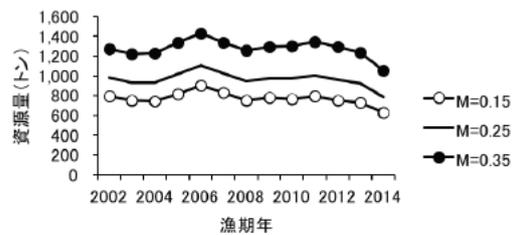


図14. 資源量に対するMの感度分析

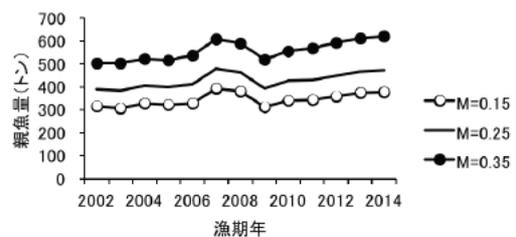


図15. 親魚量に対するMの感度分析

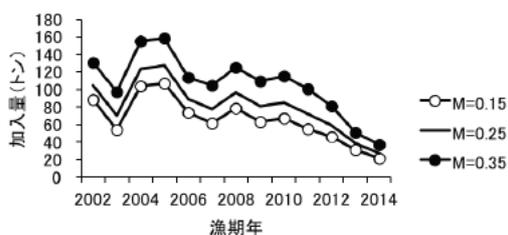


図16. 加入量に対するMの感度分析

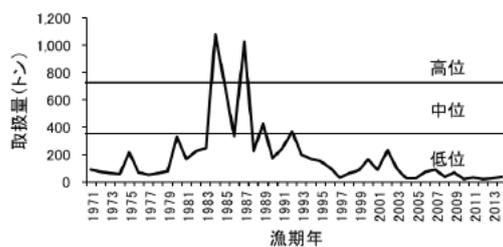


図20. 下関唐戸魚市場における内海産の取扱量の推移

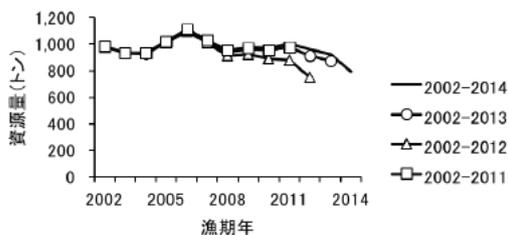


図17. レトロスペクティブ解析による資源量推定

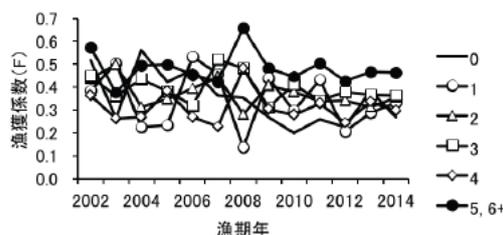


図21. 年齢別の漁獲係数 (F) の推移

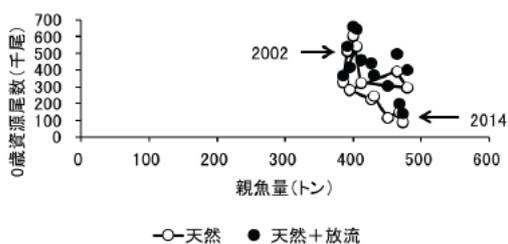


図18. 再生産関係

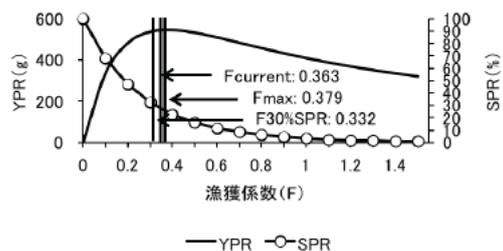


図22. 漁獲係数 (F) と YPR、SPR の関係

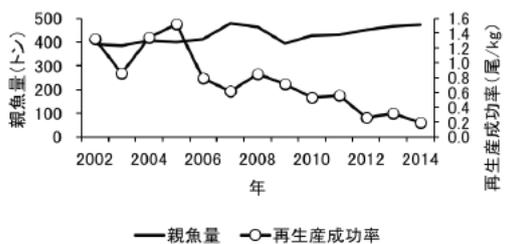


図19. 親魚量と再生産成功率の推移

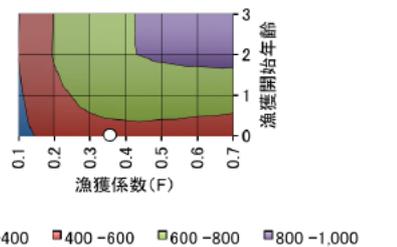


図23. YPR(g)の等量線図 (ポイントは現状のFと漁獲開始年齢)

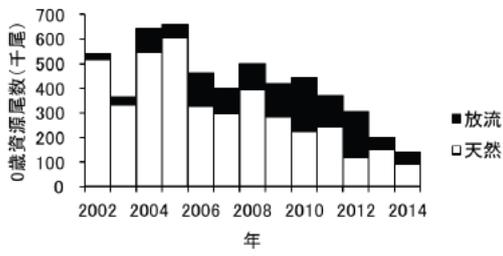


図24. 0歳資源尾数に占める天然魚と放流魚の内訳

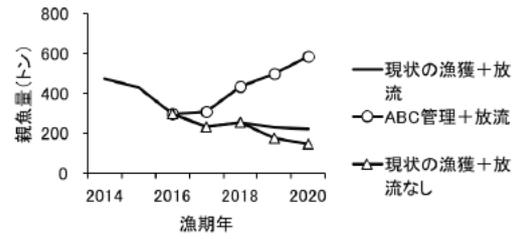


図28. 各種条件における親魚量の将来予測

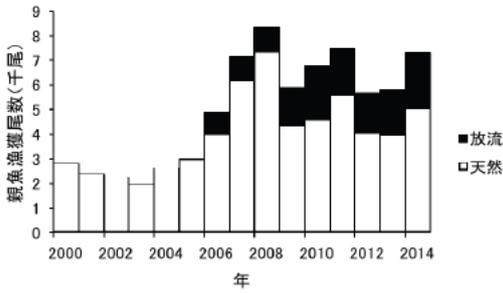


図25. 有明海における親魚漁獲尾数の天然魚と放流魚の内訳

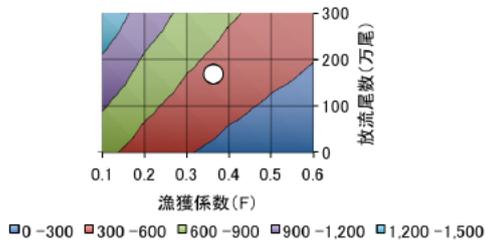


図26. 2020年漁期の資源量(トン)の等量線図 (ポイントは現状のFと放流尾数)

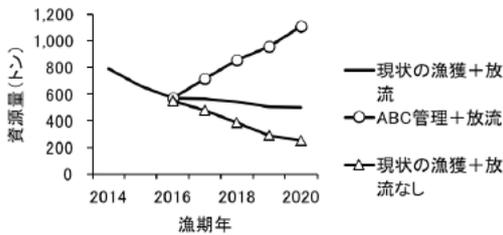


図27. 各種条件における資源量の将来予測

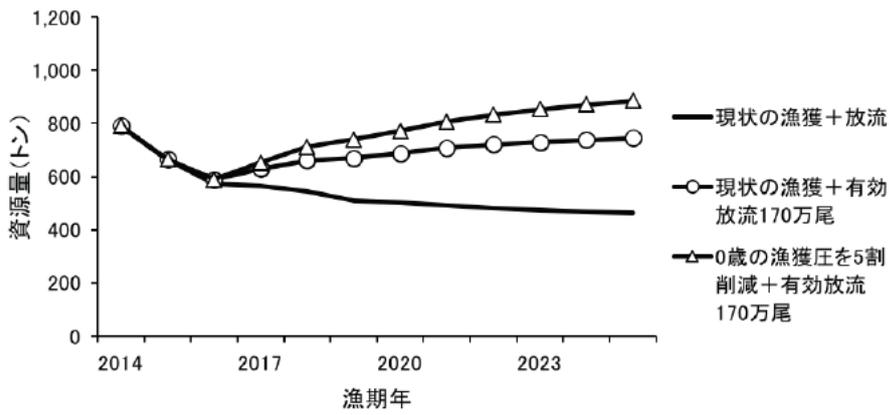


図29. 0歳の漁獲係数 (F) のみを削減し、有効放流尾数を170万尾にした場合の2025年漁期の資源量の将来予測

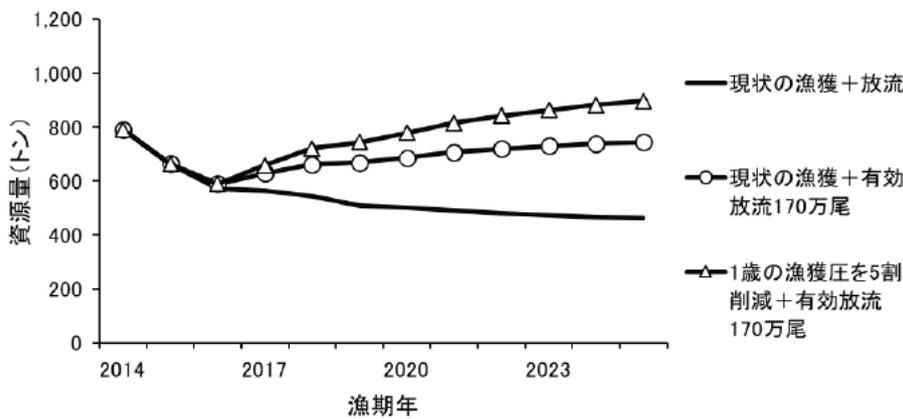


図30. 1歳の漁獲係数 (F) のみを削減し、有効放流尾数を170万尾にした場合の2025年漁期の資源量の将来予測

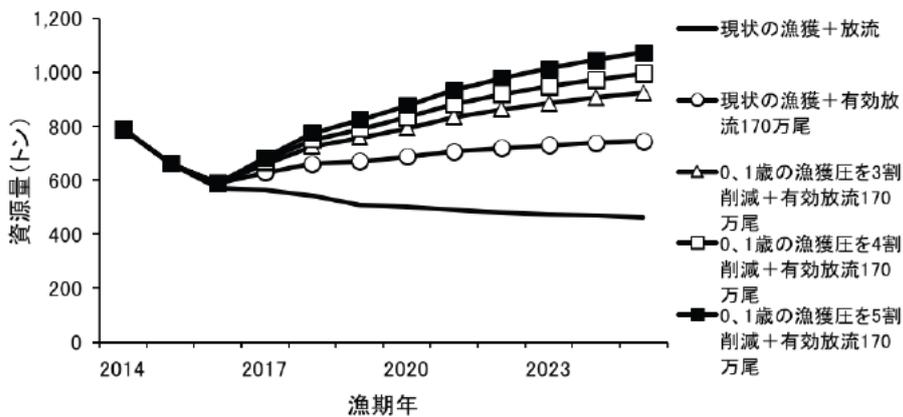


図31. 0、1歳の漁獲係数 (F) のみを削減し、有効放流尾数を170万尾にした場合の2025年漁期の資源量の将来予測

表1. 放流尾数の推移（千尾）

年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
放流尾数	1,481	1,493	1,392	1,501	2,010	1,390	1,283	1,392	1,502	1,653
年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
放流尾数	1,384	1,712	1,625	2,228	2,165	2,209	2,531	2,285	2,970	1,630
年	2013	2014								
放流尾数	1,686	1,650								

表2. 下関唐戸魚市場の取扱量の推移（トン）

漁期年	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
漁期年	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
漁期年	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
漁期年	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
漁期年	2011	2012	2013	2014						
外海産	92	86	98	78						
内海産	35	23	26	36						
合計	127	109	124	114						

表3. 府県別漁獲量の推移（トン）

漁期年	秋田	石川	福井	京都	鳥取	島根	山口	福岡	佐賀	長崎	熊本
2002	0.1*	6	8	7	4	2	95	64	11	22	3
2003	6	5	5	3	3	1	71	56	14	21	5
2004	4	7	0.5	3	3	1	65	60	8	25	5
2005	4	6	0.4	1	3	4	84	62	10	24	4
2006	5	8	4	1	2	1	89	69	13	26	7
2007	6	6	5	2	3	1	78	73	10	30	11
2008	7	5	9	4	3	2	55	34	4	23	10
2009	6	4	1	2	3	4	59	57	9	26	9
2010	6	4	4	2	3	5	52	69	14	23	8
2011	6	7	9	3	4	4	55	65	9	24	10
2012	6	8	5	2	3	3	57	61	6	21	7
2013	6	6	6	2	2	4	63	59	7	22	7
2014	7	9	9	2	1	3	38	73	3	21	6

漁期年	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	18	4	361
2003	1	7	36	22	10	9	10	11	5	1	302
2004	0.4	2	19	21	12	3	6	16	1	0.4	264
2005	0.2	4	22	19	11	12	7	20	3	0.4	300
2006	0.2	12	43	24	9	10	10	17	2	1	353
2007	1	8	28	22	4	7	15	13	3	1	327
2008	1	2	13	20	8	10	8	45	1	1	264
2009	1	4	33	29	5	6	12	18	3	1	292
2010	1	5	22	25	6	6	4	7	1	0.4	264
2011	1	4	25	22	6	9	9	17	1	1	291
2012	1	2	17	21	3	2	2	7	0.2	0.1	236
2013	1	3	20	12	4	6	4	17	0.1	0.1	252
2014	1	3**	14	13**	2	2	2**	11	0.0	0.1	219

*2003年1～3月のみ。

**概数値。

表4. 九州・山口北西海域における延縄の努力量とCPUE、有明海における釣りのCPUE、山口県瀬戸内海側における延縄の努力量とCPUE

漁期年	九州・山口北西海域		有明海				山口県瀬戸内海側	
	延縄 (1歳以上)	釣り (2歳以上)		釣り (0歳)		延縄 (0歳以上)	CPUE	
		天然+放流	天然	天然+放流	天然			
針数	CPUE (kg/千針)	CPUE (kg/隻)	CPUE (kg/隻)	CPUE (kg/隻)	CPUE (kg/隻)	出漁 日数	CPUE (トン/日)	
1981						12,214	0.019	
1982						12,241	0.024	
1983						13,187	0.028	
1984						13,571	0.049	
1985						13,687	0.033	
1986						11,806	0.027	
1987						13,800	0.030	
1988						14,151	0.019	
1989						13,911	0.011	
1990						13,374	0.007	
1991						15,170	0.009	
1992						13,542	0.011	
1993						10,970	0.005	
1994						12,172	0.006	
1995						10,727	0.007	
1996						11,279	0.005	
1997						9,141	0.005	
1998						8,494	0.006	
1999			4.7		11.4	9,319	0.005	
2000			5.1		17.4	15.9	9,827	0.006
2001			5.4		18.0	13.5	8,229	0.008
2002			6.1		16.0	13.3	8,234	0.007
2003			4.1		9.9	8.8	7,505	0.007
2004			6.0		28.5	20.7	5,039	0.010
2005	17,647,521	5.0	6.4	6.2	21.3	17.7	4,597	0.013
2006	18,063,367	4.9	5.9	5.0	32.0	20.7	5,571	0.008
2007	16,554,741	6.3	6.7	5.7	17.5	10.5		
2008	13,972,456	3.7	7.6	6.7	25.1	17.0		
2009	10,988,266	6.4	6.9	5.2	27.7	17.4		
2010	12,257,017	6.0	6.7	4.7	16.3	5.0		
2011	13,167,825	6.8	7.8	6.1	20.4	8.4		
2012	11,975,289	6.5	7.3	5.3	23.0	4.1		
2013	11,037,943	8.7	7.3	5.0	26.8	14.9		
2014	14,036,369	5.9	7.3	5.1	19.2	9.5		

表5. 年齢別漁獲尾数の推移

漁期年	年齢							合計
	0	1	2	3	4	5	6+	
2002	203,505	85,633	48,423	22,995	10,358	8,423	8,626	387,964
2003	78,928	97,855	55,625	20,739	7,322	5,754	5,371	271,593
2004	255,660	42,895	31,209	23,653	8,825	7,398	7,443	377,083
2005	211,118	58,757	39,052	20,962	10,678	8,753	7,099	356,419
2006	161,809	135,772	56,118	20,066	8,300	6,564	6,979	395,608
2007	113,857	80,306	54,209	36,623	8,486	7,179	6,297	306,957
2008	138,071	27,234	26,510	28,785	15,910	12,354	9,624	258,488
2009	91,550	94,690	48,482	16,974	9,459	7,713	7,037	275,905
2010	74,684	62,560	42,288	25,181	8,787	7,503	6,689	227,693
2011	79,077	96,749	40,303	20,667	10,901	8,404	7,800	263,901
2012	57,114	40,594	40,255	24,799	8,538	7,538	6,665	185,504
2013	59,083	46,622	37,086	23,696	11,874	9,016	7,769	195,145
2014	30,639	29,260	32,567	23,981	10,766	8,675	8,182	144,070

表6. 本海、東シナ海における年齢別漁獲尾数の推移

漁期年	年齢							合計
	0	1	2	3	4	5	6+	
2002	14,465	39,405	34,369	11,584	4,048	3,488	4,667	112,025
2003	1,451	29,814	35,545	11,611	2,761	2,204	1,551	84,936
2004	6,293	12,762	21,314	13,848	4,808	4,147	4,013	67,186
2005	5,685	29,951	29,792	13,126	3,903	3,375	2,231	88,063
2006	3,800	37,961	34,635	10,429	3,198	2,569	1,932	94,525
2007	8,284	23,640	33,881	17,468	4,346	4,160	3,915	95,693
2008	3,407	9,978	17,356	13,162	4,951	4,197	3,451	56,503
2009	2,150	28,838	29,782	9,672	3,431	3,075	2,554	79,501
2010	1,965	21,624	28,069	14,770	4,796	4,470	3,780	79,473
2011	1,712	45,258	31,120	11,149	3,916	3,059	2,896	99,108
2012	643	21,939	29,374	14,208	4,315	4,336	3,849	78,664
2013	443	20,307	29,397	15,327	5,510	4,725	4,250	79,958
2014	980	12,852	23,434	15,429	6,248	5,171	4,914	69,028

表7. 有明海、八代海における年齢別漁獲尾数の推移

漁期年	年齢							合計
	0	1	2	3	4	5	6+	
2002	39,700	0	125	967	679	455	574	42,499
2003	36,500	0	248	1,603	716	404	238	39,709
2004	132,000	8	300	1,721	623	410	365	135,427
2005	100,700	2	173	1,541	1,033	631	354	104,435
2006	120,200	8	328	2,439	1,608	996	594	126,174
2007	64,000	0	1,473	6,318	2,070	1,191	529	75,581
2008	72,500	0	912	6,092	2,800	1,672	607	84,582
2009	69,900	0	521	3,508	2,531	1,654	517	78,631
2010	44,600	0	852	4,375	2,401	1,691	620	54,539
2011	40,900	0	987	5,271	2,849	1,935	689	52,631
2012	25,982	0	596	4,627	2,168	1,383	479	35,236
2013	33,938	0	1,214	3,443	1,818	1,102	514	42,028
2014	21,325	0	607	4,381	2,208	1,449	526	30,496

表8. 瀬戸内海における年齢別漁獲尾数の推移

漁期年	年齢							合計
	0	1	2	3	4	5	6+	
2002	149,340	46,229	13,929	10,445	5,631	4,481	3,386	233,440
2003	40,977	68,042	19,832	7,524	3,845	3,146	3,582	146,948
2004	117,367	30,125	9,596	8,084	3,393	2,841	3,064	174,470
2005	104,733	28,803	9,087	6,295	5,742	4,747	4,514	163,921
2006	37,809	97,804	21,155	7,197	3,493	2,998	4,453	174,909
2007	41,573	56,666	18,855	12,836	2,071	1,829	1,853	135,683
2008	62,164	17,256	8,241	9,532	8,159	6,484	5,566	117,403
2009	19,500	65,851	18,179	3,794	3,497	2,984	3,966	117,773
2010	28,119	40,937	13,368	6,036	1,591	1,341	2,289	93,681
2011	36,466	51,491	8,196	4,247	4,136	3,410	4,216	112,162
2012	30,489	18,655	10,284	5,965	2,055	1,820	2,337	71,603
2013	24,702	26,315	6,474	4,926	4,547	3,190	3,005	73,158
2014	8,334	16,408	8,526	4,173	2,310	2,055	2,741	44,546

表9. 年齢別資源尾数の推移

漁期年	年齢							合計
	0	1	2	3	4	5	6+	
2002	542,391	303,050	154,983	72,139	38,545	21,908	22,435	1,155,451
2003	365,247	279,595	160,444	77,968	35,889	20,878	19,488	959,509
2004	641,830	242,306	131,392	75,866	42,419	21,489	21,620	1,176,921
2005	659,188	317,053	150,853	74,786	38,210	25,248	20,477	1,285,815
2006	460,636	373,465	195,069	83,021	39,745	20,335	21,621	1,193,891
2007	401,996	247,698	171,036	102,395	46,949	23,629	20,724	1,014,427
2008	498,475	241,596	122,037	85,364	47,426	29,075	22,649	1,046,622
2009	418,113	302,471	164,121	71,648	41,079	22,895	20,887	1,041,214
2010	442,256	276,264	152,001	85,032	40,820	23,645	21,081	1,041,099
2011	371,602	312,810	159,945	81,060	44,001	24,036	22,308	1,015,762
2012	306,112	247,660	158,236	88,998	44,891	24,647	21,793	892,338
2013	199,406	211,476	157,054	87,710	47,427	27,427	23,633	754,132
2014	140,487	117,419	123,554	89,585	47,397	26,457	24,953	569,853

表10. 年齢別資源量（トン）と漁獲割合の推移

漁期年	年齢							合計	漁獲割合 (%)
	0	1	2	3	4	5	6+		
2002	105	239	249	160	100	62	68	982	37
2003	70	220	257	173	93	59	59	932	32
2004	124	191	211	168	110	61	66	930	28
2005	127	250	242	166	99	71	62	1,018	30
2006	89	294	313	184	103	57	66	1,106	32
2007	78	195	274	227	122	67	63	1,026	32
2008	96	190	196	189	123	82	69	946	28
2009	81	238	263	159	107	65	64	976	30
2010	85	217	244	188	106	67	64	972	27
2011	72	246	257	180	114	68	68	1,004	29
2012	59	195	254	197	117	70	66	958	25
2013	38	166	252	194	123	78	72	924	27
2014	27	92	198	199	123	75	76	790	28

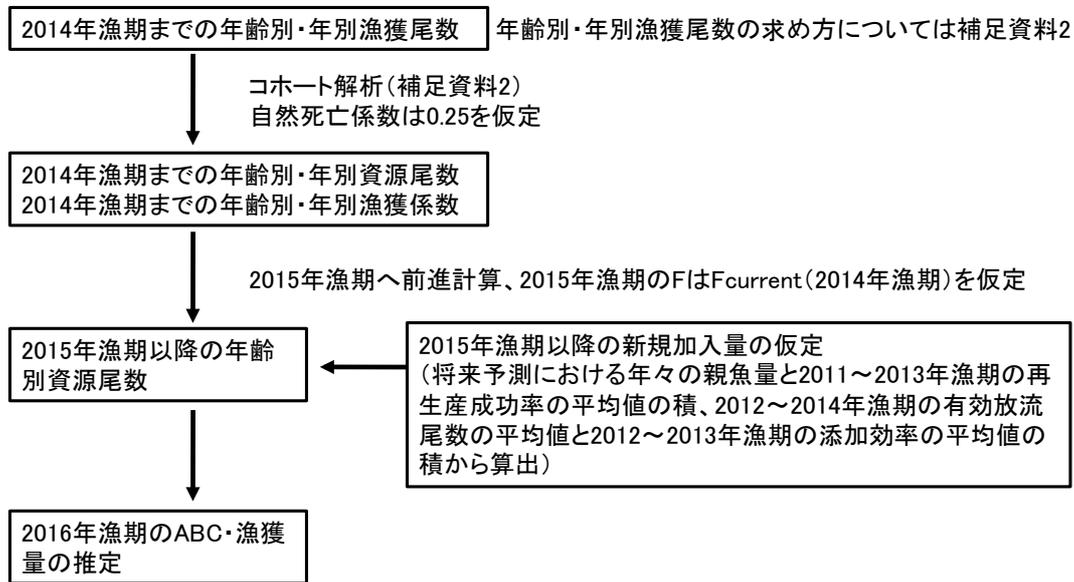
表11. 親魚量、0歳魚資源尾数、放流尾数、再生産成功率、混入率、添加効率の推移

年	親魚量 (トン)	0歳資源尾数		放流尾数	再生産成功率 (尾/kg)	混入率 (%)	添加 効率
		天然魚	放流魚				
2002	390	512,657	29,733	1,653,000	1.3	5	0.02
2003	384	329,619	35,628	1,384,000	0.9	10	0.03
2004	405	542,209	99,621	1,712,000	1.3	16	0.06
2005	399	604,337	54,851	1,625,000	1.5	8	0.03
2006	411	322,849	137,787	2,228,000	0.8	30	0.06
2007	479	294,857	107,139	2,165,000	0.6	27	0.05
2008	464	391,217	107,258	2,209,000	0.8	22	0.05
2009	394	280,926	137,187	2,531,000	0.7	33	0.05
2010	426	224,158	218,098	2,285,000	0.5	49	0.10
2011	430	241,377	130,225	2,970,000	0.6	35	0.04
2012	450	116,226	189,887	1,630,000	0.3	62	0.12
2013	467	148,666	50,740	1,686,075	0.3	25	0.03
2014	473	90,257	50,231	1,650,296	0.2	36	0.03

表12. 年齢別のFの推移

漁期年	年齢							平均
	0	1	2	3	4	5	6+	
2002	0.52	0.39	0.44	0.45	0.36	0.57	0.57	0.47
2003	0.26	0.51	0.50	0.36	0.26	0.37	0.37	0.38
2004	0.56	0.22	0.31	0.44	0.27	0.49	0.49	0.40
2005	0.42	0.24	0.35	0.38	0.38	0.50	0.50	0.40
2006	0.47	0.53	0.39	0.32	0.27	0.46	0.46	0.41
2007	0.36	0.46	0.44	0.52	0.23	0.42	0.42	0.41
2008	0.35	0.14	0.28	0.48	0.48	0.66	0.66	0.44
2009	0.27	0.44	0.41	0.31	0.30	0.48	0.48	0.38
2010	0.20	0.30	0.38	0.41	0.28	0.45	0.45	0.35
2011	0.26	0.43	0.34	0.34	0.33	0.50	0.50	0.39
2012	0.22	0.21	0.34	0.38	0.24	0.43	0.43	0.32
2013	0.38	0.29	0.31	0.37	0.33	0.47	0.47	0.37
2014	0.27	0.33	0.35	0.36	0.30	0.46	0.46	0.36

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。日本海、東シナ海における全長組成は、秋田県、石川県、山口県、福岡県、佐賀県、長崎県および熊本県で得られた月別全長組成データを各県各月の漁獲量を用いて加重平均し、4～6月および7～翌年3月で集積した。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、兵庫県および香川県で得られた月別全長組成データを日本海、東シナ海と同様な方法で集積した。得られた全長組成は、①全長階級値別雌雄割合（補足表2-1、2-2）を用いて雌雄別全長組成に分解、②Age-length key（補足表2-1、2-2）を用いて雌雄別全長階級毎の年齢組成に変換、③全長-体重関係式によって算出した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、の手順によって年齢別漁獲尾数に変換した。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）、全長階級値別雌雄割合を雄：雌=9：1とした。全長階級値別雌雄割合とAge-length keyは、上田ほか（2010）のデータに2004～2006年の4～5月に瀬戸内海でサンプリングされた本種から得られたデータ（広島大学 未発表データ、水研セ 未発表データ）を加えた後、全長階級を2cm刻みとして作成した（補足表2-1、2-2）。また、成育場である有明海、福岡湾における0歳については、9～12月の月別漁獲量を月別平均体重で除す方法と調査尾数を調査率で引き延ばす方法で0歳の漁獲尾数を算出した。

(2) コホート解析

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

6歳以上をプラスグループとして5歳と6歳以上のFが等しいと仮定し、5歳と6歳以上の資源尾数は以下の式で計算した。

$$N_{5,y} = \frac{C_{5,y}}{C_{6+,y} + C_{5,y}} N_{6+,y+1}e^M + C_{5,y}e^{\frac{M}{2}}$$

$$N_{6+,y} = \frac{C_{6+,y}}{C_{5,y}} N_{5,y}$$

最近年の資源尾数は、

$$N_{a,2014} = \frac{C_{a,2014}}{1 - e^{-F_{a,2014}}} e^{\frac{M}{2}}$$

で計算した。2014年の0～5歳のFは各年齢の過去5年間の平均とし、6歳+のFは5歳のFと等しくなるように探索的に求めた。

【SPR、YPRの解析】

SPR、YPRを以下の式で求めた。

$$SPR = \sum_{a=1}^{6+} fr_a S_a W_a$$

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

$$YPR = \sum_{a=0}^{6+} \frac{F_a}{F_a + M} (1 - e^{(-F_a - M)}) S_a W_a$$

fr_a 、 W_a はa歳の成熟率および漁獲物の平均体重。

【将来予測】

各年齢の資源尾数は以下の式で求めた。

$$N_{0,y} = \sum_{a=3}^{6+} N_{a,y} fr_a W_a \times RPS + R_y \times A_y$$

$$N_{a,y} = N_{a-1,y-1}e^{-M} - C_{a-1,y-1}e^{-\frac{M}{2}} \quad (a=1 \sim 5)$$

$$N_{6+,y} = N_{5,y-1}e^{-M} - C_{5,y-1}e^{-\frac{M}{2}} + N_{6+,y-1}e^{-M} - C_{6+,y-1}e^{-\frac{M}{2}}$$

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 $7/12$ を乗じた。

各年齢の漁獲尾数は以下の式で求めた。

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

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）から求めた各月の雌雄別年齢別の体重の平均値を用いた。0歳は9～翌年3月、1歳以上は4～翌年3月の平均体重を用いた。6歳以上は寿命とされる10歳までの平均体重を用いた。

年齢	0	1	2	3	4	5	6+
平均体重(g)	193	787	1,604	2,216	2,602	2,827	3,041

補足表2-1. Age-length key、雌雄割合 (4~6月)

全長 (cm)	雄						雌						雄の割合	雌の割合
	1	2	3	4	5	6+	1	2	3	4	5	6+		
10-	1 00						1 00						0 50	0 50
12-	1 00						1 00						0 50	0 50
14-	1 00						1 00						0 50	0 50
16-	1 00						1 00						0 50	0 50
18-	1 00						1 00						0 50	0 50
20-	1 00						1 00						0 00	1 00
22-	1 00						1 00						0 20	0 80
24-	1 00						1 00						0 25	0 75
26-	1 00						1 00						0 40	0 60
28-	1 00						1 00						0 60	0 40
30-	0 50	0 50											1 00	0 00
32-		1 00						1 00					0 50	0 50
34-		1 00						1 00					0 00	1 00
36-		1 00						0 96	0 04				1 00	0 00
38-		1 00						0 82	0 18				1 00	0 00
40-		0 26	0 74						1 00				0 95	0 05
42-			1 00						1 00				0 86	0 14
44-			0 91	0 09				0 14	0 43	0 14	0 29		0 61	0 39
46-			0 27	0 45	0 27				0 50	0 43	0 07		0 44	0 56
48-			0 10	0 70	0 20				0 13	0 48	0 30	0 09	0 30	0 70
50-			0 00	0 20	0 80				0 09	0 36	0 36	0 18	0 13	0 87
52-			0 11	0 44	0 11	0 33			0 10	0 05	0 45	0 40	0 31	0 69
54-				0 50		0 50				0 23	0 14	0 64	0 08	0 92
56-						1 00				0 08	0 17	0 75	0 08	0 92
58-						1 00						1 00	0 13	0 88
60-						1 00						1 00	0 00	1 00
62-						1 00						1 00	0 00	1 00
64-						1 00						1 00	0 00	1 00
66-						1 00						1 00	0 00	1 00
68-						1 00						1 00	0 00	1 00
70-						1 00						1 00	0 00	1 00
72-						1 00						1 00	0 00	1 00
74-						1 00						1 00	0 00	1 00
76-						1 00						1 00	0 00	1 00
78-						1 00						1 00	0 00	1 00
80-						1 00						1 00	0 00	1 00

補足表2-2. Age-length key、雌雄割合（7～翌年3月）

全長(cm)	雄						雌						雄の割合	雌の割合		
	0	1	2	3	4	5	6+	0	1	2	3	4			5	6+
10-	1.00							1.00							0.50	0.50
12-	1.00							1.00							0.50	0.50
14-	1.00							1.00							0.50	0.50
16-	1.00							1.00							0.50	0.50
18-	1.00							1.00							0.50	0.50
20-	1.00							1.00							0.50	0.50
22-	1.00							1.00							0.50	0.50
24-	1.00							1.00							0.50	0.50
26-	1.00							1.00							0.33	0.67
28-	1.00							1.00							0.50	0.50
30-		1.00							1.00						0.50	0.50
32-		1.00							1.00						0.20	0.80
34-		1.00							0.92	0.08					0.25	0.75
36-		0.93	0.07						0.96	0.04					0.55	0.45
38-		0.80	0.20						0.82	0.18					0.53	0.47
40-		0.46	0.54						0.54	0.45	0.01				0.61	0.39
42-		0.19	0.77	0.04					0.25	0.75					0.56	0.44
44-		0.03	0.75	0.22					0.04	0.89	0.07				0.42	0.58
46-			0.50	0.50					0.04	0.40	0.56				0.42	0.58
48-			0.09	0.73	0.18					0.18	0.71	0.12			0.39	0.61
50-				0.17	0.17	0.50	0.17			0.11	0.44	0.22	0.22		0.40	0.60
52-					0.22	0.44	0.33				0.23	0.23	0.15	0.38	0.41	0.59
54-					1.00									1.00	0.50	0.50
56-						1.00						0.25	0.50	0.25	0.00	1.00
58-						1.00							1.00		0.00	1.00
60-						1.00								1.00	0.00	1.00
62-						1.00								1.00	0.00	1.00
64-						1.00								1.00	0.00	1.00
66-						1.00								1.00	0.00	1.00
68-						1.00								1.00	0.00	1.00
70-						1.00								1.00	0.00	1.00
72-						1.00								1.00	0.00	1.00
74-						1.00								1.00	0.00	1.00
76-						1.00								1.00	0.00	1.00
78-						1.00								1.00	0.00	1.00
80-						1.00								1.00	0.00	1.00

補足資料3 有効放流尾数の算出方法

本種は、放流種苗のサイズ、放流場所および尾鰭の欠損状況によって資源への添加効率が異なると考えられる（松村 2005）。2012年12月に九州・山口北西海域におけるトラフグ広域資源管理方針の関係県（熊本県、佐賀県、長崎県、福岡県、山口県）、九州漁業調整事務所、水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所が参集して開催したワーキンググループにおいて、これまで九州沿岸や山口県沿岸で蓄積された放流魚の各種条件別の回収率もしくは回収重量に基づいて有効放流尾数の算出方法を決定した。放流種苗のサイズは70mm、放流場所は天然稚魚の成育場、尾鰭の欠損状況は0.8以上（全長-体長関係式から算出された値を1とした場合）を基準とし、それ以外の条件下での放流は、サイズ、放流場所および尾鰭の正常度のそれぞれについて上記の基準に対する回収率もしくは回収重量の比を求め、各条件下の放流尾数を乗じ、合算し、有効放流尾数とした。放流サイズおよび尾鰭の欠損状況については、0歳時（9～12月）の回収率を用い、放流場所については、0～3歳までの回収重量を用いた。

放流サイズ別の回収率と基準に対する比

放流サイズ (mm)	回収率 (%)	基準に対する比
30	0.8	0.04
40	2.4	0.12
50	6.5	0.33
60	13.3	0.68
70	19.5	1.00

放流場所別の回収重量と基準に対する比

放流場所	回収重量 (kg)	基準に対する比
1. 成育場 (有明海湾奥、八代海湾奥、福岡湾奥、関門海峡内海、広島県福山市芦田川河口域、愛媛県西条市沿岸、七尾湾)	343.7	1.00
2. 成育場ではないが、その近傍 (関門内海以外の山口県瀬戸内海沿岸、有明海島原半島周辺、有明海湾口、福岡湾湾口)	249.5	0.73
3. 成育場と外海域の中間水域 (橘湾、関門海峡外海、萩市沿岸)	39.6	0.12
4. その他の海域	39.5	0.11

尾鰭の欠損状況別の回収率と基準に対する比

尾鰭の欠損状況	回収率 (%)	基準に対する比
0.8以上	3.4以上	1.00
0.7	2.6	0.76
0.6	1.8	0.53
0.5	1.1	0.32

補足表3-1. 放流尾数、有効放流尾数、添加効率の推移

漁期年	放流尾数	有効放流尾数	添加効率 (放流尾数)	添加効率 (有効放流尾数)
2002	1,653,000	307,000	0.02	0.10
2003	1,384,000	297,000	0.03	0.12
2004	1,712,000	460,000	0.06	0.22
2005	1,625,000	588,000	0.03	0.09
2006	2,228,000	630,000	0.06	0.22
2007	2,165,000	695,000	0.05	0.15
2008	2,209,000	647,000	0.05	0.17
2009	2,531,000	734,000	0.05	0.19
2010	2,285,000	787,000	0.10	0.28
2011	2,970,000	938,000	0.04	0.14
2012	1,630,000	963,000	0.12	0.20
2013	1,686,075	970,000	0.03	0.05
2014	1,650,296	1,299,000	0.03	0.04

補足表3-2. 0歳、1歳の漁獲係数(F)を削減し、有効放流尾数を170万尾とした場合の資源量の将来予測

未成魚の漁獲抑制	種苗放流	資源量 (トン)											
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
なし	現状	790	663	572	564	543	508	501	491	481	474	468	463
なし	有効放流尾数 70万尾	790	663	589	628	661	669	687	707	719	729	738	744
0歳のを5割削減	有効放流尾数 70万尾	790	663	589	652	711	740	770	806	832	852	870	885
1歳のを5割削減	有効放流尾数 70万尾	790	663	589	659	720	743	779	816	841	863	881	896
0、1歳のを3割削減	有効放流尾数 70万尾	790	663	589	660	726	756	793	834	862	886	906	923
0、1歳のを4割削減	有効放流尾数 70万尾	790	663	589	671	750	789	833	882	917	947	973	995
0、1歳のを5割削減	有効放流尾数 70万尾	790	663	589	683	775	823	875	934	977	1,014	1,047	1,074