

平成 28（2016）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、2002年漁期から2013年漁期まで900～1,072トンの中で横ばいで推移したが、2014年漁期は873トンに減少し、2015年漁期は883トンであった。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。2015年漁期の親魚量は436トンであった。近年、再生産成功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、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、2017年ABCを算定した。本種は栽培対象種であり、2015年は約185万尾の人工種苗が放流された。2015年の放流魚の混入率は30%、添加効率は0.07と推定された。

管理基準	Target/ Limit	F値	漁獲割合 (%)	2017年漁期 ABC (トン)	Blimit = -
					親魚量10年後 (トン)
0.80Fcurrent	Target	0.21	17	153	693
	Limit	0.26	21	186	482

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。Ftarget = α Flimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。また、Fcurrent は 2015 年漁期の値、F 値は全年齢の平均値、漁獲割合は ABC/資源量とした。2017 年漁期は 2017 年 4 月～2018 年 3 月である。

年	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	漁獲量 (トン)	F値	漁獲割合 (%)
2012	925	444	232	0.32	25
2013	920	455	249	0.35	27
2014	873	447	218	0.32	25
2015	883	436	233	0.33	26
2016	919	419	-	-	-

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） Age-length key（上田ほか 2010、広島大学 未発表データ、水研 未発表データ）
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） 周防灘におけるはえ縄の CPUE（代表漁協） 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） 周防灘におけるはえ縄の努力量（代表漁協） 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）、 九州・山口北西海域トラフグ広域資源管理検討会議資料） 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）、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 年以降 45 万～294 万尾の人工種苗が毎年放流されている（図 6）。

2. 生態

(1) 分布・回遊

本系群は本海、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）。本海沿岸や九州北西岸での発生群は、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、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 10 月時点の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

本種は、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、

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、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、豊後水道及び紀伊水道では、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及び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 韓漁業協定（1999年）、新 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（漁期年：4～翌年3月）を用いた。下関唐戸魚市場（株）では1971年から本海及び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、2015年は136トンであった（図5、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年の360トンから減少傾向で2015年は233トンであった（図6、表2、4）。

(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2005～2015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、2015年は13百万針であった（図7、表3）。

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。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、当該海域の1981～2006年の出漁隻数を使用した。出漁隻数は1991年に最大（15,170隻）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）。

瀬戸内海西部の周防灘では、はえ縄により8～翌年3月に0歳魚以上が漁獲される。漁獲努力量として、当該海域における代表漁協の2013～2015年漁期の出漁隻数を使用した。出漁隻数は2013～2015年に889～927隻の間で横ばいで推移した（図9、表3）。

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代表漁協の統数を使用した。統数は1983～2002年は203～244統の間で横ばいで推移したが、2003年以降減少傾向で2015年は88統であった（図10、表3）。

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、当該海域における代表漁協の統数を使用した。統数は1983～1998年は66～78統の間で横ばいで推移したが、1999年以降は減少傾向で2014年は15統であった（図11、表3）。

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（補足資料3）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。年齢の起算は4月1とし、全長階級値別雌雄比とAge-length key（補足表1、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

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2005～2015年漁期の単位努力量当たりの漁獲量（CPUE）（kg/千針）は、2005年の5.014kg/千針から増加傾向で、2015年は8.046kg/千針であった（図7、表3）。

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1981～2006年漁期のCPUE（トン/隻）は、1981年の0.019トン/隻から1984年の0.049トン/隻に増加した後に急激に減少し、1990年に0.007トン/隻となり、2006年の0.008トン/隻まで低位で推移し（図8、表3）、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5、表1）。

周防灘における0歳魚以上を対象としたはえ縄の2013～2015年漁期のCPUE（トン/隻）は、2013年の0.007トン/隻から増加傾向で2015年は0.008トン/隻であった（図9、表3）。

備後灘における2歳魚以上の成熟個体と未成熟の1歳魚を対象とした定置網の1983～2015年漁期のCPUE（トン/統）は、1983年の0.200トン/統から1986年の0.931トン/統に増加した後に急激に減少し、1991年以降0.013～0.072トン/統と低水準で推移しており、2015年は0.021トン/統であった（図10、表3）。このCPUEの推移は下関唐戸魚市場（株）

の内海産の取扱量の推移と概ね一致した（図 5、表 1）。

備後灘における 0 歳魚を対象とした定置網の 1983～2014 年漁期の CPUE（トン/統）は、0.002～0.072 トン/統の間で大きく変動し、2014 年は 0.007 トン/統であった（図 11、表 3）。

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

本系群の漁獲物は尾数換算で 0 歳魚が全年齢の 21～68%、1 歳魚が 20～37%を占め、未成魚に偏っている（図 12、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、八代海では 0 歳魚が、瀬戸内海は 0 歳魚及び 1 歳魚が、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 13）。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 歳魚及び 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（補足資料 5）。

（4）資源量と漁獲割合の推移

本系群の資源量は 2002 年漁期から 2013 年漁期まで 910～1,072 トンの中で横ばいで推移したが、2014 年漁期は 873 トンに減少し、2015 年漁期は 883 トンであった（図 14、表 4）。一方、2002 年以降の九州・山口北西海域、山口県瀬戸内海側、周防灘及び備後灘における CPUE の推移は系群全体の資源量の推移とは同調しなかった（図 7～11、表 3）。漁獲割合は 25～33%（平均 30%）で緩やかに減少傾向にある（図 14、表 4）。感度分析として M を 0.1 増加させた場合、2015 年漁期の資源量は 35%、親魚量は 31%、加入量は 44%増加し（図 15、16、17）、M を 0.1 減少させた場合、2015 年漁期の資源量は 22%、親魚量は 20%、加入量は 25%減少した（図 15、16、17）。

（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）。親魚量は 2002 年漁期以降増加傾向であるが、再生産成功率は 2006 年漁期以降低迷し、2010 年漁期以降 0.3～0.6 尾/kg で推移し、2015 年漁期は 0.7 尾/kg であった（図 19、表 4）。

（6）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）。そこで、資源水準は下関唐戸魚市場（株）の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、取扱量が極端に多い 1984 年と 1987 年を除いて、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。2015 年漁期の取扱量は 42 トンであることか

ら、資源水準は低位と判断した（図 20、表 1）。資源量は 2011 年漁期の 972 トンから 2015 年漁期の 883 トンに減少しており、資源動向は減少と判断した（図 14、表 4）。

(7) 資源と漁獲の関係

本系群の年齢別の漁獲係数（F）の経年変化は、0 歳魚と 1 歳魚が減少傾向で 2 歳魚以上は横ばいであった（図 21、補足資料 3）。現状の F（2015 年漁期における全年齢の平均値）は経験的な基準値とされる F30%SPR とほぼ同等であった（図 22）。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 16% 増大することから、0 歳からの漁獲の開始は成長乱獲を引き起こしていることが示唆された（図 23）。

(8) 種苗放流効果

本系群における人工種苗の放流尾数は 1977 年の 55 万尾から 2011 年の 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 年に 173 万尾に減少し、2014 年は 172 万尾であった。また、2015 年の放流尾数は 185 万尾と推定された（図 6、表 5）。本系群における放流魚の一部には、胸鰭切除、背部への焼印及び耳石アリザリン・コンプレクソン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、2002～2014 年漁期は各種標識及び尾鰭欠損の有無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除して系群全体の放流由来の漁獲尾数を求め、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。2015 年漁期は海域別（有明海、本海及び瀬戸内海）の混入率を海域別の漁獲尾数で加重平均して算出した。その結果、混入率は 2002 年の 5% から 2012 年の 62% まで増加傾向であったが、2013 年には 25% に減少し、2015 年は 30% であった（図 24、表 5）。他の栽培対象種に比べて本系群における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。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 年の 0.02 から 2012 年の 0.12 まで増加傾向であったが、2013 年の 0.04 に減少し、2015 年は 0.07 であった（図 25、表 5）。

2017 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 2026 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 2010 年漁期以降横ばいであること（図 19、表 4）に加えて、直近の 2015 年の値の精度が低いことから、2010～2014 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、2015 年の放流尾数が概数値であることと添加効率が 2013 年に大きく低下したことから（図 25、表 5）、2012～2014 年の放流尾数の平均値と 2013～2014 年の添加効率の平均値の積を用いた。その結果、放流尾数を 65 万尾（37%）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. 2017 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、再生産成功率が低迷していることから、現状の漁獲及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 2019 年漁期以降減少すると予測される（図 28）。本系群の資源回復のためには、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 B_{limit} を推定することはできない。したがって、行政的な資源量の回復目標（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 $F_{current}$ (2015 年漁期の 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 0.8 とし、 ABC_{limit} は 186 トンとなった。 F_{target} の安全率 α は標準値 0.8 とし、 ABC_{target} は 153 トンとなった。

2016 年漁期以降の天然 0 歳魚の資源尾数は、再生産成功率が 2010 年漁期以降横ばいであること（図 19、表 4）に加えて、直近の 2015 年の値の精度が低いことから、2010～2014 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 歳魚資源尾数は、2015 年の放流尾数が概数値であることと添加効率が 2013 年に大きく低下したことから（図 25、表 5）、2012～2014 年の放流尾数の平均値と 2013～2014 年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、4 参照）。

管理基準	Target/ Limit	F 値	漁獲割合 (%)	2017 年漁期 ABC (トン)
0.80 $F_{current}$	Target	0.21	17	153
	Limit	0.26	21	186

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 2015 年漁期の値、 F 値は全年齢の平均値、漁獲割合は $ABC/\text{資源量}$ とした。2017 年漁期は 2017 年 4 月～2018 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、資源量及び親魚量の 10 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 2026 年漁期に 656 トンに減少すると予測された。 F_{limit} である 0.8 $F_{current}$ とすることで 2026 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、4 を参照されたい。

漁獲量 (トン)													
F	基準値	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0 03	0 1Fcurrent	233	219	26	33	40	50	60	72	86	102	121	143
0 07	0 2Fcurrent	233	219	51	63	74	90	106	122	143	166	191	219
0 10	0 3Fcurrent	233	219	76	90	102	121	139	157	179	202	227	254
0 13	0 4Fcurrent	233	219	100	115	127	146	163	179	199	219	240	263
0 16	0 5Fcurrent	233	219	122	137	147	165	179	193	209	224	240	257
0 20	0 6Fcurrent	233	219	144	157	164	179	190	199	211	221	232	243
0 21	Ftarget=0 64Fcurrent	233	219	153	164	169	183	192	200	210	219	227	236
0 23	0 7Fcurrent	233	219	166	175	177	189	195	200	207	213	219	225
0 26	Flimit=0 8Fcurrent	233	219	186	190	188	195	197	198	200	202	204	206
0 30	0 9Fcurrent	233	219	206	205	197	199	196	192	191	189	187	186
0 33	1 0Fcurrent	233	219	225	217	203	201	193	186	181	176	172	168

資源量 (トン)													
F	基準値	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0 03	0 1Fcurrent	883	919	882	1,089	1,293	1,611	1,949	2,312	2,762	3,277	3,869	4,568
0 07	0 2Fcurrent	883	919	882	1,057	1,222	1,481	1,745	2,015	2,346	2,711	3,118	3,584
0 10	0 3Fcurrent	883	919	882	1,027	1,155	1,364	1,563	1,760	1,997	2,250	2,523	2,828
0 13	0 4Fcurrent	883	919	882	998	1,092	1,256	1,403	1,540	1,705	1,875	2,051	2,244
0 16	0 5Fcurrent	883	919	882	969	1,033	1,157	1,260	1,350	1,460	1,568	1,676	1,792
0 20	0 6Fcurrent	883	919	882	941	977	1,067	1,133	1,186	1,254	1,316	1,378	1,442
0 21	Ftarget=0 64Fcurrent	883	919	882	931	957	1,035	1,089	1,130	1,184	1,233	1,280	1,330
0 23	0 7Fcurrent	883	919	882	915	925	985	1,020	1,044	1,080	1,110	1,139	1,169
0 26	Flimit=0 8Fcurrent	883	919	882	889	877	911	922	924	937	945	951	960
0 30	0 9Fcurrent	883	919	882	864	829	840	831	815	809	801	793	788
0 33	1 0Fcurrent	883	919	882	839	785	777	751	722	704	686	669	656

親魚量 (トン)													
F	基準値	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0 03	0 1Fcurrent	436	419	374	602	702	862	1,083	1,280	1,538	1,848	2,187	2,591
0 07	0 2Fcurrent	436	419	374	581	656	784	958	1,102	1,290	1,510	1,740	2,009
0 10	0 3Fcurrent	436	419	374	561	614	713	848	950	1,084	1,237	1,389	1,564
0 13	0 4Fcurrent	436	419	374	541	575	649	751	820	912	1,015	1,113	1,222
0 16	0 5Fcurrent	436	419	374	523	538	591	666	708	769	835	894	960
0 20	0 6Fcurrent	436	419	374	504	503	538	590	612	649	689	721	757
0 21	Ftarget=0 64Fcurrent	436	419	374	498	491	519	564	579	609	641	665	693
0 23	0 7Fcurrent	436	419	374	487	471	490	524	530	549	570	584	601
0 26	Flimit=0 8Fcurrent	436	419	374	470	441	448	466	461	468	475	477	482
0 30	0 9Fcurrent	436	419	374	454	413	407	413	399	395	394	388	385
0 33	1 0Fcurrent	436	419	374	438	386	371	367	346	336	328	318	311

(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
2002～2014 年漁期の漁獲量の確定値	2002～2014 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
2015 年漁期の推定漁獲量、年齢組成	2015 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
2002～2014 年の人工種苗放流尾数確定値 2015 年の人工種苗放流尾数の推定値	2002～2015 年漁期の添加効率 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)
2015年漁期(当初)	0.45F _{current}	0.19	663	101	83	
2015年漁期(2015年再評価)	0.27F _{current}	0.10	662	54	44	
2015年漁期(2016年再評価)	0.80F _{current}	0.26	883	172	141	233
2016年漁期(当初)	0.27F _{current}	0.10	663	50	41	
2016年漁期(2016年再評価)	0.80F _{current}	0.26	919	179	147	

F値は全年齢の平均値とした。

2002～2014年漁期の漁獲量及び人工種苗放流尾数が確定値として修正され、2015年漁期の漁獲量及び人工種苗放流尾数の推定値が追加された結果、0、1歳魚のFが下方修正され、資源量が上方修正された。加えて、2016年再評価では資源量の回復期間を5年から10年に変更された。これらの結果、2015及び2016年漁期のABCが上方修正された。

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り、各海域のCPUEの推移が系群全体と同調していない。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。

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、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有効化を検討する必要があるとされた。現在、未成魚の漁獲抑制と種苗放流の有効化の取り組みは進められており、今後更なる取り組みが期待される。

また、2015年漁期の漁獲量は概数値で推定される資源尾数も直近年であるため精度が低いと考えられるものの、2015年漁期の0歳魚加入尾数は近年においては比較的多い可能性がある(図17、24、表4、5)。よって、本系群の資源回復のためには2015年級への漁獲抑制が重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, 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26年度栽培漁業種苗生産、入手・放流実績(全国)(1973～2016) 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.
- 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.
- 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. 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. 分布域と産卵場

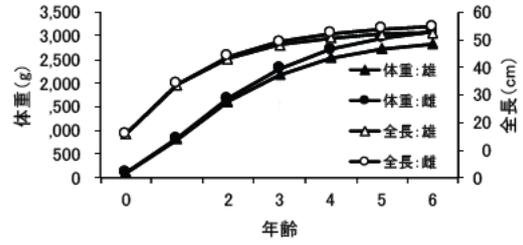


図2. 年齢と成長（10月時点）

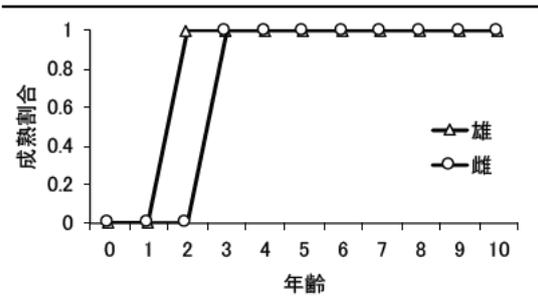


図3. 年齢と成熟

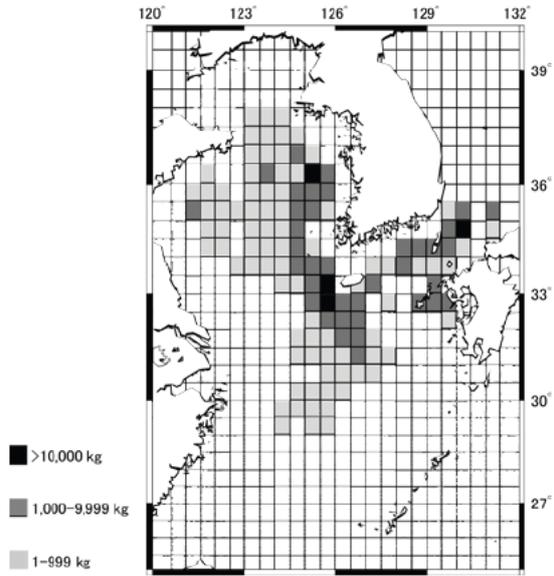


図4. 1984年1～12月の山口県ふぐ延縄による漁区毎の漁獲量

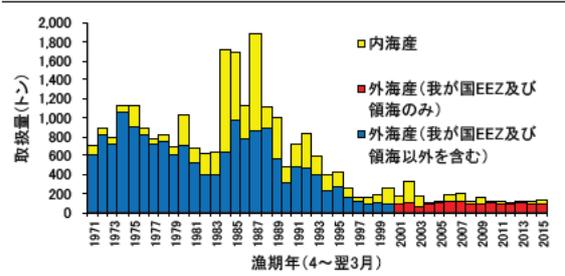


図5. 下関唐戸魚市場における取扱量の推移

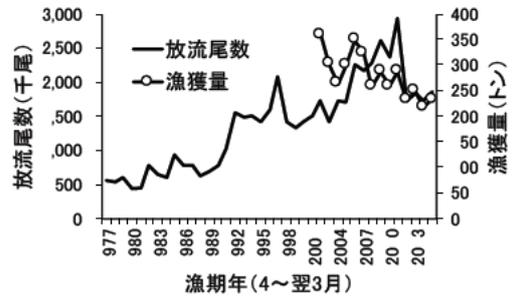


図6. 人工種苗の放流尾数と漁獲量の推移

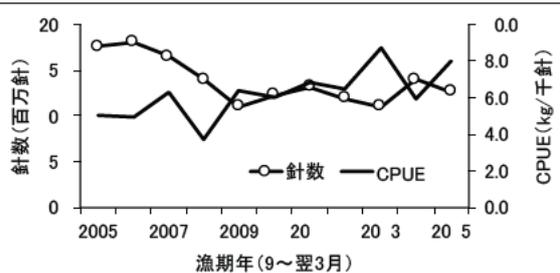


図7. 九州・山口北西海域における1歳魚以上を対象としたはえ縄の努力量とCPUEの推移

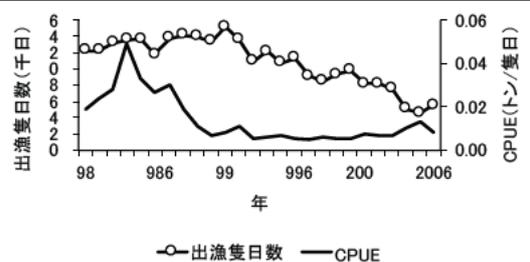


図8. 山口県瀬戸内海側における0歳魚以上を対象としたはえ縄の努力量とCPUEの推移

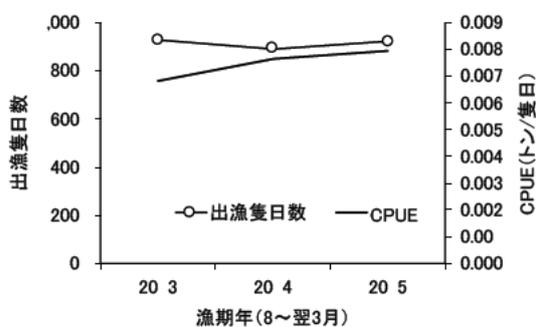


図9. 瀬戸内海西部の周防灘における代表漁協の0歳魚以上を対象としたはえ縄の努力量とCPUEの推移

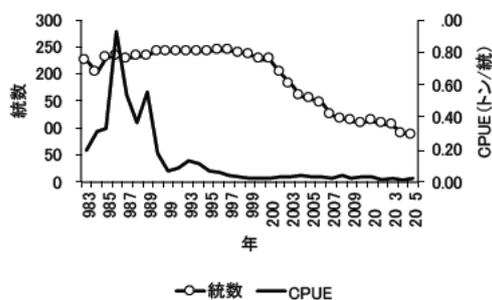


図10. 瀬戸内海中央部の備後灘における代表漁協の1歳魚以上を対象とした定置網の努力量とCPUEの推移

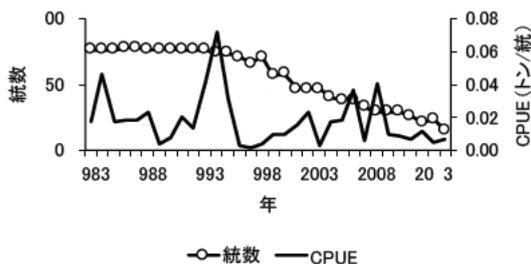


図11. 瀬戸内海中央部の備後灘における代表漁協の0歳魚を対象とした定置網の努力量とCPUEの推移

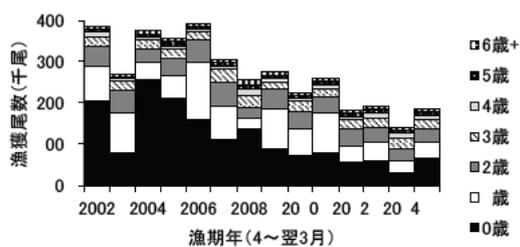


図12. 年齢別漁獲尾数の推移

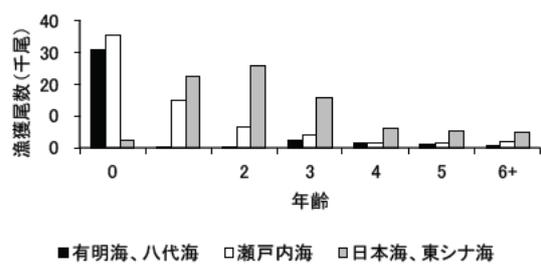


図13. 2015年漁期の海域別年齢別漁獲尾数

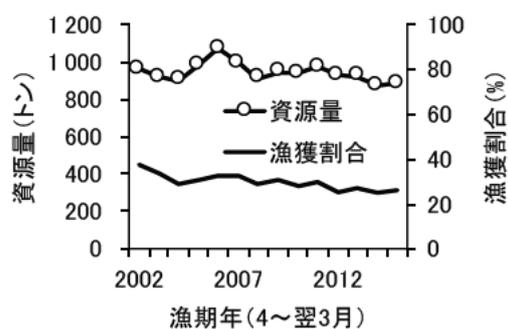


図14. 資源量と漁獲割合の推移

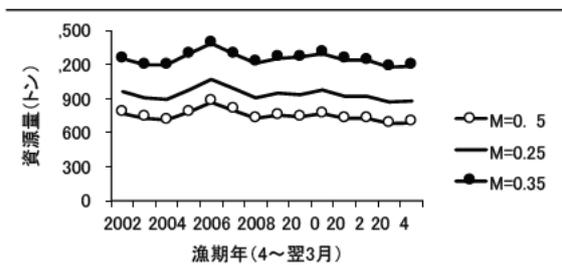


図15. 資源量に対する自然死亡係数 (M) の感度分析

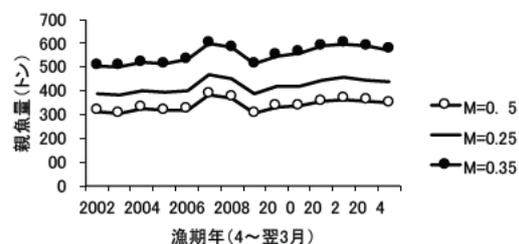


図16. 親魚量に対するMの感度分析

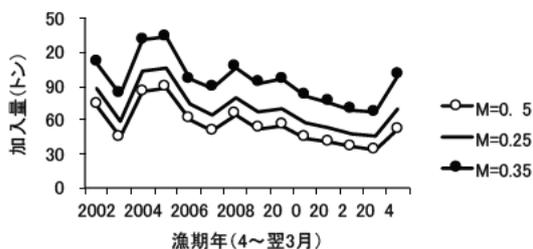


図17. 加入量に対するMの感度分析

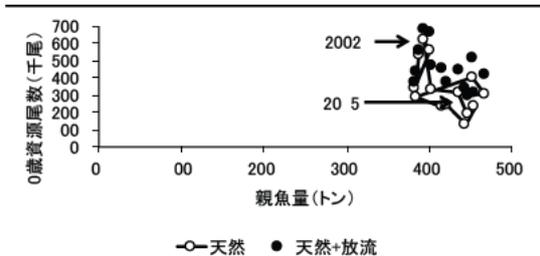


図18. 再生産関係

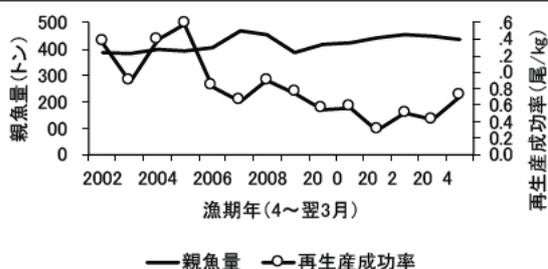


図19. 親魚量と再生産成功率の推移

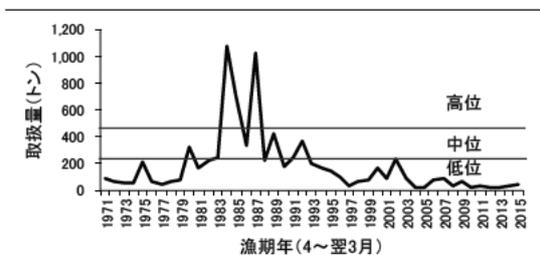


図20. 下関唐戸魚市場における内海産取扱量の推移

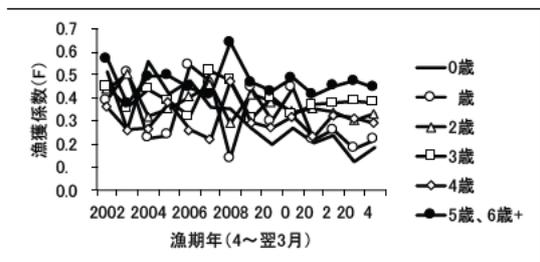


図21. 年齢別の漁獲係数 (F) の推移

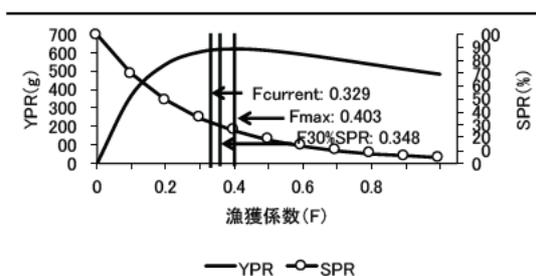


図22. 漁獲係数 (F) と YPR、SPR の関係

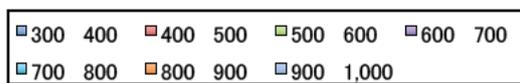
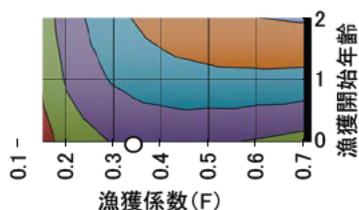


図23. YPR(g)の等量線図(ポイントは現状のFと漁獲開始年齢、0歳は7~翌3月、1歳は4~翌3月)

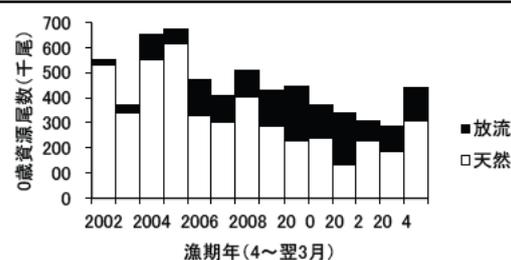


図24. 0歳資源尾数に占める天然魚と放流魚の内訳

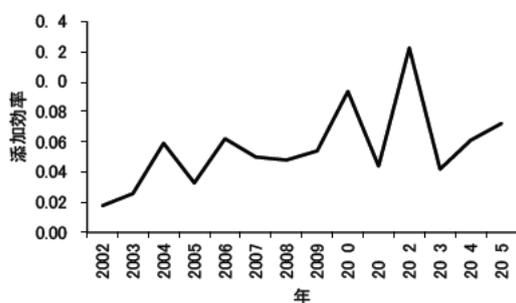


図25. 添加効率の推移

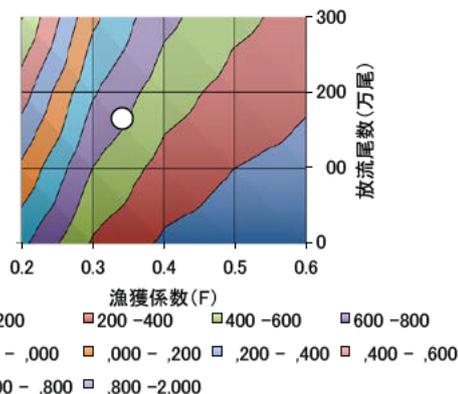


図26. 2026年漁期の資源量 (トン) の等量線図 ポイントは現状のFと放流尾数

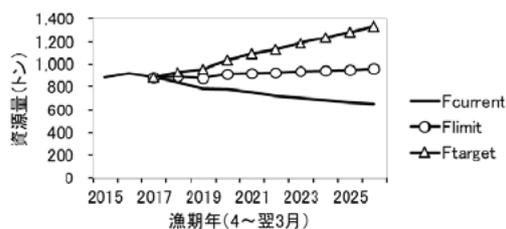


図27. 各種条件における資源量の将来予測

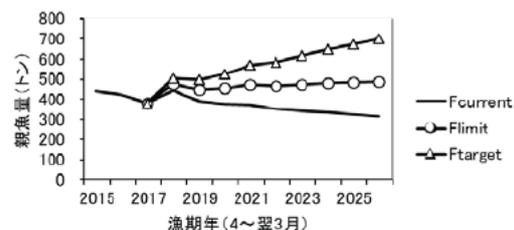


図28. 各種条件における親魚量の将来予測

表1. 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	2015					
外海産	92	86	98	78	93					
内海産	35	23	26	36	42					
合計	127	109	124	114	136					

漁期年（4～3月）集計。

表2. 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	21	3
2003	6	5	5	3	3	1	71	56	14	20	5
2004	4	7	0.5	3	3	1	65	60	8	24	5
2005	4	6	0.4	1	3	4	84	62	10	22	4
2006	5	8	4	1	2	1	89	69	13	23	7
2007	6	6	5	2	3	1	78	73	10	25	11
2008	7	5	9	4	3	2	55	34	4	18	10
2009	6	4	1	2	3	4	59	57	9	22	9
2010	6	4	4	2	3	5	52	69	14	18	8
2011	6	7	9	3	4	4	55	65	9	19	10
2012	6	8	5	2	3	3	57	61	6	17	7
2013	6	6	6	2	2	4	64	59	7	18	7
2014	7	9	9	2	1	3	38	73	3	17	6
2015	7**	4	5	2	1	4	54	79	5	18	7

*2003年1～3月のみ。

**概数値。

表2. 府県別漁獲量の推移（続き）（トン）

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	360
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	263
2005	0.2	4	22	19	11	12	7	20	3	0.4	299
2006	0.2	12	43	24	9	10	10	17	2	1	350
2007	1	8	28	22	4	7	15	13	3	1	322
2008	1	2	13	20	8	10	8	45	1	1	259
2009	1	4	33	29	5	6	12	18	3	1	288
2010	1	5	22	25	6	6	4	7	1	0.4	260
2011	1	4	25	22	6	9	9	17	1	1	287
2012	1	2	17	21	3	2	2	7	0.2	0.1	232
2013	1	3	20	12	4	6	4	17	0.1	0.1	249
2014	1	3	14	14	2	2	2	11	0.0	0.1	218
2015	1	2**	16	15**	2	2	2**	8	0.1	0.0	233

*2003年1～3月のみ。

**概数値。

表3. 海域別漁法別の努力量とCPUEの推移

年	九州・山 北西海域 ¹		山 県瀬戸内海側 ²		周防灘 ³		備後灘 ⁴		備後瀬 ⁵	
	はえ縄		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 隻日数	CPUE (トン/隻日)	出漁 隻日数	CPUE (トン/隻日)	統数	CPUE (トン/統)	統数	CPUE (トン/統)
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			927	0.007	106	0.023	24	0.004
2014	14,036,369	5.914			889	0.008	90	0.013	15	0.007
2015	12,618,270	8.046			921	0.008	88	0.021		

¹漁期は9～翌3月。

²漁期は1～12月。

³漁期は8～翌3月。

⁴漁期は4～6月。

⁵漁期は8～12月。

表4. トラフグ 本海・東シナ海・瀬戸内海系群の資源解析結果

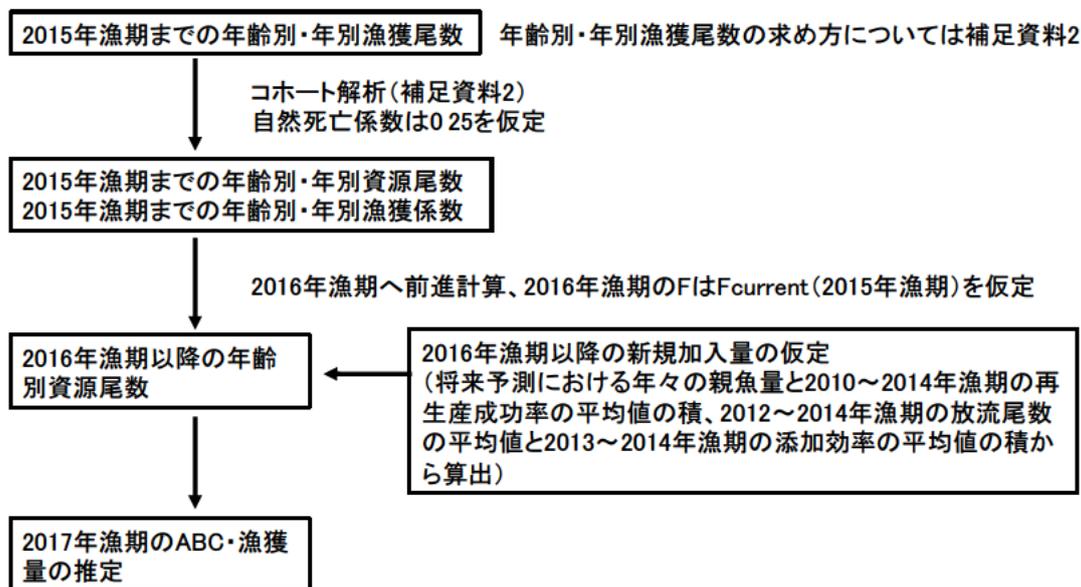
漁期年	漁獲量 (トン)	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	0歳魚加入 尾数 (尾)	漁獲割合 (%)	再生産成功率 (尾/kg)
2002	360	960	388	557,571	37	1.4
2003	302	914	382	374,933	33	0.9
2004	263	900	401	656,705	29	1.4
2005	299	982	393	675,639	30	1.6
2006	350	1,072	403	471,419	33	0.8
2007	322	992	468	411,404	32	0.6
2008	259	910	452	512,529	28	0.9
2009	288	945	385	429,372	30	0.8
2010	260	941	416	449,524	28	0.5
2011	287	972	422	368,673	30	0.6
2012	232	925	444	341,017	25	0.3
2013	249	920	455	307,290	27	0.5
2014	218	873	447	292,311	25	0.4
2015	233	883	436	442,369	26	0.7

表5. トラフグ 本海・東シナ海・瀬戸内海系群の人工種苗放流尾数、加入尾数、混入率、添加効率

漁期年	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	527,005	30,566	5	0.02
2003	1,412	338,360	36,573	10	0.03
2004	1,722	554,775	101,930	16	0.06
2005	1,717	619,420	56,219	8	0.03
2006	2,268	330,406	141,013	30	0.06
2007	2,171	301,757	109,647	27	0.05
2008	2,291	402,247	110,282	22	0.05
2009	2,605	288,491	140,881	33	0.05
2010	2,375	227,842	221,683	49	0.09
2011	2,940	239,475	129,198	35	0.04
2012	1,729	129,479	211,539	62	0.12
2013	1,852	229,097	78,192	25	0.04
2014	1,721	187,796	104,514	36	0.06
2015	1,853*	308,548	133,821	30	0.07

*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3月)で算出した。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7~3月で集計した。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、兵庫県および香川県で得られた月別全長組成データを本海、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全長階級値別雌雄割合(補足表1、2)を用いて雌雄別全長組成に分解、②Age-length key(補足表1、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、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、の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 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1、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除す方法で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。

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、

$$N_{a,2015} = \frac{C_{a,2015}}{1 - e^{-F_{a,2015}}} e^{\frac{M}{2}}$$

で計算した。2015年の0～5歳のFは各年齢の過去3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。

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

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

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

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。

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

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7～3月、1歳以上は4～3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)	157	787	1,604	2,216	2,602	2,827	3,041

補足資料3 コホート解析結果の詳細

漁期年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0歳	203,505	78,928	255,660	211,118	161,809	113,857	138,071	91,550	74,684	79,077	57,116	59,123	30,931	69,053
1歳	85,633	97,855	42,894	58,756	135,772	80,306	27,234	94,690	62,560	96,749	40,596	46,727	29,323	37,363
2歳	48,408	55,608	31,162	39,022	56,056	53,918	26,312	48,372	42,103	40,104	40,128	36,910	31,859	32,535
3歳	22,877	20,631	23,383	20,694	19,461	35,275	27,459	16,234	24,230	19,649	23,808	22,996	23,012	22,172
4歳	10,275	7,273	8,727	10,498	7,891	8,021	15,297	8,925	8,265	10,349	8,073	11,498	10,529	9,564
5歳	8,368	5,726	7,333	8,644	6,316	6,907	11,988	7,364	7,135	8,026	7,242	8,779	8,753	7,991
6歳以上	8,556	5,355	7,385	7,038	6,843	6,175	9,491	6,928	6,554	7,660	6,563	7,649	8,500	7,949
計	387,623	271,377	376,546	355,771	394,148	304,459	255,852	274,062	225,531	261,614	183,526	193,681	142,908	186,627

漁期年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0歳	0.51	0.26	0.56	0.42	0.47	0.36	0.35	0.27	0.20	0.27	0.20	0.24	0.12	0.19
1歳	0.39	0.51	0.23	0.24	0.54	0.47	0.14	0.44	0.30	0.45	0.22	0.26	0.18	0.22
2歳	0.44	0.51	0.32	0.35	0.40	0.46	0.29	0.42	0.38	0.34	0.36	0.34	0.30	0.33
3歳	0.45	0.36	0.44	0.39	0.32	0.52	0.48	0.31	0.40	0.33	0.37	0.38	0.39	0.38
4歳	0.36	0.26	0.27	0.38	0.26	0.22	0.47	0.29	0.27	0.32	0.23	0.33	0.31	0.29
5歳	0.57	0.37	0.49	0.49	0.44	0.41	0.64	0.47	0.43	0.49	0.41	0.45	0.47	0.45
6歳以上	0.57	0.37	0.49	0.49	0.44	0.41	0.64	0.47	0.43	0.49	0.41	0.45	0.47	0.45
単純平均	0.47	0.38	0.40	0.40	0.41	0.41	0.43	0.38	0.35	0.38	0.31	0.35	0.32	0.33

漁期年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0歳	557,571	374,933	656,705	675,639	471,419	411,404	512,529	429,372	449,524	368,673	341,017	307,290	292,311	442,369
1歳	301,053	276,949	238,966	311,646	367,899	243,491	237,398	299,186	272,604	304,668	233,640	230,709	200,920	214,171
2歳	154,306	158,889	129,331	148,253	190,858	166,702	118,761	160,852	149,443	157,095	151,895	146,134	138,440	130,599
3歳	71,759	77,454	74,669	73,223	81,023	99,171	82,245	69,271	82,583	79,231	86,954	82,883	81,236	79,701
4歳	38,322	35,697	42,114	37,516	38,763	45,926	46,105	39,820	39,622	42,933	44,365	46,709	44,255	42,958
5歳	21,817	20,778	21,382	25,097	19,953	23,225	28,689	22,406	23,136	23,564	24,304	27,427	26,230	25,174
6歳以上	22,308	19,429	21,534	20,434	21,621	20,765	22,714	21,078	21,254	22,490	22,023	23,897	25,474	25,042
計	1,167,136	964,129	1,184,702	1,291,808	1,191,536	1,010,684	1,048,441	1,041,986	1,038,166	998,654	904,199	865,048	808,866	960,015

漁期年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0歳	88	59	103	106	74	65	80	67	71	58	54	48	46	69
1歳	237	218	188	245	290	192	187	235	215	240	184	182	158	169
2歳	248	255	207	238	306	267	190	258	240	252	244	234	222	209
3歳	159	172	165	162	180	220	182	154	183	176	193	184	180	177
4歳	100	93	110	98	101	120	120	104	103	112	115	122	115	112
5歳	62	59	60	71	56	66	81	63	65	67	69	78	74	71
6歳以上	68	59	65	62	66	63	69	64	65	68	67	73	77	76
計	960	914	900	982	1,072	992	910	945	941	972	925	920	873	883

漁期年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0歳	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
2歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3歳	159	172	165	162	180	220	182	154	183	176	193	184	180	177
4歳	100	93	110	98	101	120	120	104	103	112	115	122	115	112
5歳	62	59	60	71	56	66	81	63	65	67	69	78	74	71
6歳以上	68	59	65	62	66	63	69	64	65	68	67	73	77	76
計	388	382	401	393	403	468	452	385	416	422	444	455	447	436

補足資料4 将来予測の詳細

Ftarget

漁獲係数

漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0歳	0.19	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
1歳	0.22	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
2歳	0.33	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
3歳	0.38	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
4歳	0.29	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
5歳	0.45	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
6歳以上	0.45	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
単純平均	0.33	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21

資源尾数

漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0歳	297,965	275,392	337,194	333,614	348,006	370,334	378,054	392,978	408,921	421,028	434,921
1歳	303,105	204,161	201,986	247,315	244,689	255,245	271,621	277,284	288,229	299,923	308,803
2歳	133,824	189,394	138,155	136,684	167,357	165,580	172,724	183,805	187,637	195,044	202,957
3歳	72,999	74,801	119,366	87,073	86,145	105,477	104,357	108,860	115,844	118,259	122,927
4歳	42,505	38,930	45,751	73,009	53,257	52,690	64,514	63,829	66,583	70,855	72,332
5歳	25,016	24,752	25,186	29,599	47,233	34,455	34,088	41,737	41,294	43,076	45,839
6歳以上	25,041	24,961	29,131	31,829	35,996	48,771	48,769	48,553	52,909	55,202	57,589
計	900,454	832,392	896,770	939,121	982,684	1,032,552	1,074,127	1,117,046	1,161,417	1,203,386	1,245,368

資源量 (%)

漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0歳	47	43	53	52	55	58	59	62	64	66	68
1歳	239	161	159	195	193	201	214	218	227	236	243
2歳	215	304	222	219	268	266	277	295	301	313	326
3歳	162	166	265	193	191	234	231	241	257	262	272
4歳	111	62	73	117	85	85	103	102	107	114	116
5歳	71	70	71	84	134	97	96	118	117	122	130
6歳以上	76	76	89	97	109	148	148	148	161	168	175
計	919	882	931	957	1,035	1,089	1,130	1,184	1,233	1,280	1,330
親魚量	419	374	498	491	519	564	579	609	641	665	693

漁獲尾数

漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0歳	46,454	28,318	34,673	34,305	35,785	38,081	38,875	40,409	42,049	43,293	44,722
1歳	52,878	23,621	23,370	28,614	28,310	29,531	31,426	32,081	33,348	34,701	35,728
2歳	33,338	31,880	23,255	23,008	28,171	27,872	29,074	30,939	31,584	32,831	34,163
3歳	20,308	14,169	22,610	16,493	16,318	19,979	19,767	20,620	21,943	22,401	23,285
4歳	9,463	5,816	6,836	10,908	7,957	7,872	9,639	9,537	9,948	10,586	10,807
5歳	7,941	5,408	5,503	6,467	10,320	7,528	7,448	9,119	9,022	9,412	10,015
6歳以上	7,949	5,454	6,365	6,954	7,865	10,656	10,655	10,608	11,560	12,061	12,583
計	178,330	114,666	122,611	126,749	134,725	141,519	146,884	153,314	159,454	165,284	171,303

漁獲量 (%)

漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0歳	7	4	5	5	6	6	6	6	7	7	7
1歳	42	19	18	23	22	23	25	25	26	27	28
2歳	53	51	37	37	45	45	47	50	51	53	55
3歳	45	31	50	37	36	44	44	46	49	50	52
4歳	25	15	18	28	21	20	25	25	26	28	28
5歳	22	15	16	18	29	21	21	26	26	27	28
6歳以上	24	17	19	21	24	32	32	32	35	37	38
計	219	153	164	169	183	192	200	210	219	227	236

補足資料4 将来予測の詳細（続き）

Flimit

漁獲係数

漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0歳	0.19	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
1歳	0.22	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
2歳	0.33	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
3歳	0.38	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
4歳	0.29	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
5歳	0.45	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
6歳以上	0.45	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
単純平均	0.33	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26

資源尾数

漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0歳	297,965	275,392	323,574	309,044	312,153	321,551	318,797	322,121	325,971	326,984	329,342
1歳	303,105	204,161	196,017	230,311	219,970	222,183	228,871	226,912	229,277	232,018	232,739
2歳	133,824	189,394	133,386	128,065	150,471	143,714	145,160	149,530	148,250	149,795	151,586
3歳	72,999	74,801	113,214	79,735	76,554	89,947	85,908	86,773	89,385	88,620	89,543
4歳	42,505	38,930	43,070	65,187	45,910	44,079	51,791	49,465	49,963	51,467	51,026
5歳	25,016	24,752	24,045	26,601	40,262	28,356	27,225	31,988	30,551	30,859	31,788
6歳以上	25,041	24,961	27,132	27,930	29,761	38,216	36,332	34,687	36,388	36,533	36,780
計	900,454	832,392	860,437	866,874	875,081	888,045	894,084	901,474	909,785	916,275	922,803

資源量（トン）

漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0歳	47	43	51	49	49	50	50	51	51	51	52
1歳	239	161	154	181	173	175	180	179	180	183	183
2歳	215	304	214	205	241	231	233	240	238	240	243
3歳	162	166	251	177	170	199	190	192	198	196	198
4歳	111	62	69	105	74	71	83	79	80	83	82
5歳	71	70	68	75	114	80	77	90	86	87	90
6歳以上	76	76	83	85	91	116	110	105	111	111	112
計	919	882	889	877	911	922	924	937	945	951	960
親魚量	419	374	470	441	448	466	461	468	475	477	482

漁獲尾数

漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0歳	46,454	34,882	40,985	39,145	39,539	40,729	40,380	40,801	41,289	41,417	41,716
1歳	52,878	29,026	27,868	32,743	31,273	31,588	32,539	32,260	32,596	32,986	33,089
2歳	33,338	38,850	27,362	26,270	30,866	29,480	29,777	30,673	30,411	30,728	31,095
3歳	20,308	17,208	26,044	18,342	17,611	20,692	19,763	19,962	20,562	20,386	20,599
4歳	9,463	7,110	7,866	11,905	8,384	8,050	9,458	9,034	9,124	9,399	9,319
5歳	7,941	6,536	6,349	7,025	10,632	7,488	7,189	8,447	8,068	8,149	8,394
6歳以上	7,949	6,591	7,165	7,375	7,859	10,092	9,594	9,160	9,609	9,647	9,712
計	178,330	140,203	143,639	142,806	146,164	148,118	148,700	150,336	151,660	152,712	153,923

漁獲量（トン）

漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0歳	7	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7
1歳	42	23	22	26	25	25	26	25	26	26	26
2歳	53	62	44	42	50	47	48	49	49	49	50
3歳	45	38	58	41	39	46	44	44	46	45	46
4歳	25	18	20	31	22	21	25	24	24	24	24
5歳	22	18	18	20	30	21	20	24	23	23	24
6歳以上	24	20	22	22	24	31	29	28	29	29	30
計	219	186	190	188	195	197	198	200	202	204	206

補足資料4 将来予測の詳細（続き）

Fcurrent

漁獲係数

漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0歳	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
1歳	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
2歳	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
3歳	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
4歳	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
5歳	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
6歳以上	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
単純平均	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33

資源尾数

漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0歳	297,965	275,392	307,376	281,455	273,897	271,998	261,431	256,570	252,595	247,357	243,639
1歳	303,105	204,161	188,695	210,609	192,849	187,670	186,369	179,129	175,798	173,074	169,485
2歳	133,824	189,394	127,569	117,905	131,598	120,500	117,265	116,452	111,928	109,846	108,145
3歳	72,999	74,801	105,862	71,305	65,903	73,557	67,354	65,545	65,091	62,562	61,399
4歳	42,505	38,930	39,891	56,456	38,027	35,146	39,228	35,920	34,955	34,713	33,364
5歳	25,016	24,752	22,670	23,230	32,876	22,144	20,467	22,844	20,917	20,356	20,215
6歳以上	25,041	24,961	24,790	23,667	23,386	28,056	25,033	22,689	22,705	21,753	20,998
計	900,454	832,392	816,853	784,627	758,535	739,072	717,146	699,148	683,989	669,661	657,244

資源量（トン）

漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0歳	47	43	48	44	43	43	41	40	40	39	38
1歳	239	161	149	166	152	148	147	141	138	136	133
2歳	215	304	205	189	211	193	188	187	180	176	173
3歳	162	166	235	158	146	163	149	145	144	139	136
4歳	111	62	64	91	61	56	63	58	56	56	54
5歳	71	70	64	66	93	63	58	65	59	58	57
6歳以上	76	76	75	72	71	85	76	69	69	66	64
計	919	882	839	785	777	751	722	704	686	669	656
親魚量	419	374	438	386	371	367	346	336	328	318	311

漁獲尾数

漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0歳	46,454	42,935	47,921	43,880	42,701	42,405	40,758	40,000	39,380	38,564	37,984
1歳	52,878	35,617	32,919	36,742	33,643	32,740	32,513	31,250	30,669	30,194	29,567
2歳	33,338	47,182	31,780	29,373	32,784	30,019	29,213	29,011	27,884	27,365	26,941
3歳	20,308	20,809	29,450	19,836	18,334	20,463	18,737	18,234	18,108	17,404	17,081
4歳	9,463	8,667	8,881	12,569	8,466	7,824	8,733	7,997	7,782	7,728	7,428
5歳	7,941	7,857	7,196	7,374	10,436	7,029	6,497	7,251	6,640	6,462	6,417
6歳以上	7,949	7,924	7,869	7,513	7,424	8,906	7,946	7,202	7,208	6,905	6,666
計	178,330	170,990	166,016	157,286	153,788	149,387	144,398	140,945	137,670	134,622	132,083

漁獲量（トン）

漁期年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0歳	7	7	8	7	7	7	6	6	6	6	6
1歳	42	28	26	29	26	26	26	25	24	24	23
2歳	53	76	51	47	53	48	47	47	45	44	43
3歳	45	46	65	44	41	45	42	40	40	39	38
4歳	25	23	23	33	22	20	23	21	20	20	19
5歳	22	22	20	21	30	20	18	20	19	18	18
6歳以上	24	24	24	23	23	27	24	22	22	21	20
計	219	225	217	203	201	193	186	181	176	172	168

補足資料5 海域別年齢別漁獲尾数の推移

漁期年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0歳	14,465	1,451	6,293	5,685	3,800	8,284	3,407	2,150	1,965	1,712	643	444	950	2,423
1歳	39,405	29,814	12,762	29,951	37,961	23,640	9,978	28,838	21,624	45,258	21,939	20,372	12,107	22,584
2歳	34,369	35,545	21,314	29,792	34,635	33,881	17,356	29,782	28,069	31,120	29,374	29,460	22,444	25,834
3歳	11,584	11,611	13,848	13,126	10,429	17,468	13,162	9,672	14,770	11,149	14,208	15,331	15,196	15,890
4歳	4,048	2,761	4,808	3,903	3,198	4,346	4,951	3,431	4,796	3,916	4,315	5,498	6,402	6,109
5歳	3,488	2,204	4,147	3,375	2,569	4,160	4,197	3,075	4,470	3,059	4,336	4,707	5,498	5,549
6歳以上	4,667	1,551	4,013	2,231	1,932	3,915	3,451	2,554	3,780	2,896	3,849	4,228	5,302	5,222
計	112,025	84,936	67,186	88,063	94,525	95,693	56,503	79,501	79,473	99,108	78,664	80,040	67,899	83,611

漁期年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0歳	39,700	36,500	132,000	100,700	120,200	64,000	72,500	69,900	44,600	40,900	25,982	33,938	21,288	30,974
1歳	0	0	7	2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	6
2歳	110	231	253	143	266	1,182	714	411	666	788	469	960	488	410
3歳	848	1,496	1,451	1,273	1,834	4,970	4,765	2,768	3,424	4,253	3,636	2,723	3,530	2,449
4歳	596	668	526	854	1,200	1,604	2,187	1,997	1,879	2,296	1,704	1,437	1,780	1,736
5歳	399	377	346	522	748	919	1,306	1,305	1,323	1,557	1,087	871	1,167	1,048
6歳以上	504	222	308	293	459	408	474	408	485	549	377	406	424	595
計	42,158	39,493	134,889	103,786	124,715	73,083	81,946	76,788	52,377	50,344	33,254	40,336	28,677	37,218

漁期年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0歳	149,340	40,977	117,367	104,733	37,809	41,573	62,164	19,500	28,119	36,466	30,490	24,740	8,692	35,657
1歳	46,229	68,042	30,125	28,803	97,804	56,666	17,256	65,851	40,937	51,491	18,656	26,355	17,216	14,773
2歳	13,929	19,832	9,596	9,087	21,155	18,855	8,241	18,179	13,368	8,196	10,285	6,489	8,928	6,290
3歳	10,445	7,524	8,084	6,295	7,197	12,836	9,532	3,794	6,036	4,247	5,965	4,943	4,286	3,833
4歳	5,631	3,845	3,393	5,742	3,493	2,071	8,159	3,497	1,591	4,136	2,055	4,563	2,347	1,719
5歳	4,481	3,146	2,841	4,747	2,998	1,829	6,484	2,984	1,341	3,410	1,820	3,200	2,087	1,393
6歳以上	3,386	3,582	3,064	4,514	4,453	1,853	5,566	3,966	2,289	4,216	2,337	3,014	2,775	2,132
計	233,440	146,948	174,470	163,921	174,909	135,683	117,403	117,773	93,681	112,162	71,608	73,305	46,332	65,798

補足表5-1. 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5-2. Age-length key、雌雄割合（7～翌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						0.00	1.00				
64-											1.00					0.00	1.00				
66-												1.00				0.00	1.00				
68-													1.00			0.00	1.00				
70-														1.00		0.00	1.00				
72-															1.00	0.00	1.00				
74-																1.00	0.00	1.00			
76-																	1.00	0.00	1.00		
78-																		1.00	0.00	1.00	
80-																			1.00	0.00	1.00