

令和 2（2020）年度トラフグ日本海・東シナ海・瀬戸内海系群の 資源評価

水産研究・教育機構 水産資源研究所

参画機関：秋田県水産振興センター、山形県水産研究所、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、全国豊かな海づくり推進協会

要 約

本系群の資源量について 2002～2019 年漁期の年齢別漁獲尾数を用いたコホート解析により計算した。資源量は 2006 年漁期の 1,008 トンから減少傾向で、2019 年漁期は 534 トンであった。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、直近 5 年間の資源量の推移から動向は減少と判断した。2019 年漁期の親魚量は 274 トンであった。F_{current}（2016～2018 年漁期の F の平均）での漁獲と現状の種苗放流が継続された場合、資源量は減少し続けると予測される。本系群は資源量を 2027 年漁期に 840 トンに回復させることが 2017 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}=（基準値か F_{current}）×β2、F_{target}=F_{limit}×α）を適用し、2021 年漁期 ABC を算定した。本種は栽培対象種であり、2019 年漁期は 1,647 千尾の人工種苗が放流され、2019 年漁期の放流魚の混入率は 25%、添加効率は 0.015 と推定された。

管理基準	Target/ Limit	2021 年漁期 ABC（千トン）	漁獲割合 （%）	F 値 （現状の F 値から の増減%）
0.58F _{current}	Target	63	15	0.18（-54%）
	Limit	77	18	0.23（-42%）

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}=αF_{limit} とし、安全率 α には標準値 0.8 を用いた。現状の F（F_{current}）は 2016～2018 年漁期の平均値で、0.39 である。漁獲割合は 2021 年漁期の漁獲量／資源量、F 値は各年齢の平均値である。2021 年漁期は 2021 年 4 月～2022 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 (%)
2016	738	268	188	0.38	25
2017	719	314	218	0.41	30
2018	623	319	184	0.38	30
2019	534	274	161	0.39	30
2020	443	239	137	0.39	31
2021	427	199	—	—	—

2020 年、2021 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、資源量推定等高精度化推進事業、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) 山口県瀬戸内海側のはえ縄漁業の CPUE(中国四国農政局) 備後灘の定置網漁業の CPUE(標本漁協) 伊予灘・豊後水道のはえ縄漁業の CPUE(標本漁協) 備讃瀬戸の袋待網漁業の CPUE(標本漁協)
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) 山口県瀬戸内海側のはえ縄漁業の努力量(中国四国農政局) 備後灘の定置網漁業の努力量(標本漁協) 伊予灘・豊後水道のはえ縄漁業の努力量(標本漁協) 備讃瀬戸の袋待網漁業の努力量(標本漁協)
放流魚の混入率	人工種苗放流尾数(栽培漁業・海面養殖用種苗の生産・入手・放流実績(全国)(1973～2020)、令和元年度トラフグ全国協議会資料(2019)) 0歳の放流効果調査(長崎県、山口県、平成18年度栽培漁業資源回復等対策事業報告書(2007)、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))

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・再捕調査から本種は回帰性を示し、日本海、東シナ海では各産卵場由来の個体が混在し、漁獲対象となると考えられていることから（伊藤ほか 1998、佐藤ほか 1999、松村 2006）、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、瀬戸内海では、漁獲量の減少が続いていたため、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、隻数上限の設定、小型魚保護等）が実施されてきた。資源回復計画は2011年度で終了したが、同計画で実施されていた資源管理措置は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。さらに、2014年度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450千～2,940千尾の人工種苗が毎年放流されている（水産庁・水産総合研究センター・全国豊かな海づくり推進協会 1973～2020、令和元年度トラフグ全国協議会資料（2019）、図1）。

2. 生態

(1) 分布・回遊

本系群は日本海、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育成場とし、成長に伴って広域に移動する（日高ほか 1988、田北・Intong 1991）。日本海沿岸や九州北西岸の発生群は日本海、東シナ海、黄海へ移動し、瀬戸内海沿岸の発生群は豊後水道以南、紀伊水道以南、日本海、東シナ海、黄海へ移動する（佐藤ら 1996）。

(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

$$\text{雄} : W = 0.0395L^{2.82}$$

$$\text{雌} : W = 0.0530L^{2.74}$$

成長式及び全長—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

雄は2歳、雌は3歳から成熟する（図4、岩政 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、朝鮮半島沿岸、中国沿岸にも存在するとされる（図2、Kusakabe et al. 1962、日高ほか 1988、鈴木 2001、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 1962、伊藤・多部田 2000）。

(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

産卵場と特定もしくは推定されている八郎潟周辺、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 歳以上の成熟個体が定置網、釣、その他の網によって漁獲され、7～翌年 1 月に 0 歳が定置網、小型底びき網、釣、はえ縄によって漁獲される。日本海、東シナ海、豊後水道、紀伊水道では、12～翌年 3 月に 0 歳以上がはえ縄によって漁獲される（伊藤・多部田 2000）。

また、九州・山口北西海域での漁獲量は本系群全体の漁獲量の約 5 割を占め、はえ縄により 9～翌年 3 月に主に 0 歳以上が漁獲される。瀬戸内海西部の漁獲量は瀬戸内海全体の漁獲量の約 7 割を占め、はえ縄等により周年 0 歳以上が漁獲される。瀬戸内海中央部の漁獲量は瀬戸内海全体の漁獲量の約 2 割を占め、定置網やその他の網の一つである袋待網によって 4～6 月に 2 歳以上の成熟個体と未成熟な 1 歳が漁獲され、定置網によって 8～12 月に 0 歳が漁獲される。

本種を主な漁獲対象とする日本海、東シナ海におけるはえ縄の操業は 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、対馬海峡から山陰に至る海域が主漁場となっていた（ふぐ延縄漁業漁場図結果表 CATCH（漁獲量 山口県）1984、図 5）。その後、新日韓漁業協定（1999 年）、新日中漁業協定（2000 年）以降は我が国 EEZ 内が主漁場となり、このため、本資源評価では 2002 年以降の EEZ 内漁業を資源量推定の対象としている。

(2) 漁獲量の推移

本系群は各府県の調査で得られた 2002 年漁期以降の漁獲統計を把握している一方で、2002 年漁期以前の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、1996 年漁期以降 109～336 トンと低水準で推移していたが、2019 年漁期は 90 トンとなり、過去最少となった（図 6、表 1）。

本系群の 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 2019 年漁期は 161 トンと推定された（図 1、表 2）。また、漁獲量の推移は海域によって異なり、前年比で日本海・東シナ海は 16%減、瀬戸内海は 11%減であったが、有明海は 9%増（親魚 16%増、

当歳魚 46%減) となった (図 7)。

(3) 漁獲努力量

九州・山口北西海域におけ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報告された関係 6 県 (福岡県、広島県、熊本県、長崎県、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、2015 年漁期の 13 百万針からは減少傾向で、2019 年漁期は 10 百万針であった (図 8、表 3)。

瀬戸内海西部の山口県瀬戸内海側におけるふぐ類を対象としたはえ縄漁業の出漁日数は、中国四国農政局統計部の昭和 56 年～平成 18 年山口農林水産統計年報によれば、1995～2006 年のふぐ類漁獲量に占めるトラフグの割合が 61～99%であったことから、この海域のはえ縄漁業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 隻日であった (図 9、表 3)。また、伊予灘、豊後水道における標本漁協のはえ縄漁業の出漁隻数が 2005 年漁期 (7～翌年 3 月) 以降集計されている。出漁隻数は 2005 年漁期の 680 隻から 2014 年漁期の 157 隻まで減少傾向であったが、2015 年漁期に 307 隻に増加した後は 2018 年漁期まで横ばいであったが、2019 年漁期は 168 隻に減少した (図 10、表 3)。

瀬戸内海中央部の備後灘における標本漁協の 1 歳以上を対象とした定置網の統数は 1976 年漁期の 58 統から 1997 年漁期の 84 統まで増加傾向であったが、その後は減少傾向で 2019 年漁期は 29 統であった (図 11、表 3)。瀬戸内海中央部の備讃瀬戸における標本漁協の 1 歳以上 (1 kg 以上) を対象とした袋待網の出漁隻数は 2002 年漁期の 698 隻から 2016 年漁期の 318 隻まで減少した後、増加し、2018 年漁期は 436 隻であった。その後、2019 年漁期は標本漁協の一つの出漁隻数が不明であったため、判明分のみ算出したところ、193 隻 (前年比 32%減) であった (図 12、表 3)。備後灘における標本漁協の 0 歳を対象とした定置網の統数は、1983～1998 年漁期は 66～78 統の間を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 統であった (図 13、表 3)。

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、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 2002～2019 年漁期の年齢別漁獲尾数を用いたコホート解析 (平松 2001) により推定した (補足資料 1、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。年齢の起算日は 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 0 歳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) (2005～2019 年、単位 : kg/千針) は 2005 年漁期の 5 kg/千針から上昇傾向で 2019 年漁期は 7 kg/千針であった (図 8、表 3)。

山口県瀬戸内海側における 0 歳以上のふぐ類を対象としたはえ縄の CPUE (1981～2006

年、単位：kg／出漁日数）は1981年の19kg／出漁日数から1984年の49kg／出漁日数に上昇した後に急激に低下し、1990年に7kg／出漁日数となり、2006年の8kg／出漁日数まで低位で推移し（図9、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6、表1）。伊予灘、豊後水道における標本漁協の0歳以上を対象としたはえ縄のCPUE（kg／出漁隻数）は2006年漁期の10kg／出漁隻数から減少傾向で2018年漁期は4kg／出漁隻数まで減少したが、2019年漁期は8kg／出漁隻数に増加した（図10、表3）。

備後灘における標本漁協の1歳以上を対象とした定置網のCPUE（1976年～2019年、1980年を除く、単位：kg／統数）は1976年漁期の51kg／統数から1987年漁期の413kg／統数に上昇した後に1990年漁期の91kg／統数まで急激に低下し、1990年漁期以降も減少傾向で2019年漁期は5kg／統数であった（図11、表3）。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）。備讃瀬戸における標本漁協の1歳以上（1kg以上）を対象とした袋待網のCPUE（1999～2019、2000、2001年を除く、単位：kg／出漁隻数）は1999年漁期（19kg／出漁隻数、表3）の後、2002年以降は経年データがあり、その推移は2002年漁期の16kg／出漁隻数から2008年漁期の69kg／出漁隻数に上昇した後は減少傾向で2019年漁期は10kg／出漁隻数であった（図12、表3）。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CPUE（1983～2016年、単位：kg／統数）は2～72kg／統数の間で大きく変動し、2016年漁期は5kg／統数であった（図13、表3）。

（3）漁獲物の年齢（体長）組成

2019年漁期の年齢組成は尾数換算で0歳が22%、1歳が14%、2歳が20%、3歳が22%、4歳以上が22%となった（図14、補足資料3）。なお、昨年度報告で用いた2015年の計算漁獲量について修正（234トン→233トン）を行い再計算した結果、2015年の各年齢の漁獲尾数を67～377尾増、2016年の各年齢の漁獲尾数を16～42尾減に修正した（補足資料3）。漁獲物の年齢組成は海域により異なり、有明海では0歳が、瀬戸内海では0歳と1歳が、日本海、東シナ海では1歳以上が漁獲の中心になっている（図15）。

（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1,008トンから減少傾向で、2019年漁期は534トンであり、漁獲割合は30%であった（図16、表4）。感度分析としてMを0.1増加させた場合、2019年漁期の資源量は25%、親魚量は20%、加入量は34%増加し、Mを0.1減少させた場合、2019年漁期の資源量は17%、親魚量は15%、加入量は22%減少した（図17～19）。

（5）再生産関係

放流された人工種苗（放流魚）の混入率に基づいて0歳資源尾数を天然魚と放流魚に分離し、再生産関係を検討した。親魚量は雄が2歳、雌が3歳から成熟することから、卵資源に寄与する点を考慮し、3歳以上の資源量とした。親魚量と天然魚の加入尾数には緩やかな正の相関があるものの、親魚量が同程度であっても加入尾数は大きく変動し、明瞭な再生産関係は認められなかった（図20）。親魚量は2002年漁期の311トンから横ばいで推移し、2019年漁期は274トンであった（図21、表4）。再生産成功率は2008年漁期の1.2尾/kgから低下傾向で2019年漁期は0.3尾/kgであった（図21、表4）。

(6) Blimit の設定

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、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EEZ外での漁獲物が含まれる(図5、6)。1989～1993年漁期の日本海西部、東シナ海、黄海におけるとらふぐはえ縄漁業漁獲成績報告に基づいて暫定水域を含む我が国EEZ内とEEZ外で漁獲量を区分した結果、漁獲量のうち63～78%は我が国EEZ内で漁獲されていた。しかし、1988年漁期以前の情報はなことから資源の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、極端に多い1984年漁期と1987年漁期を除いた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トン以上を高位とした。2019年漁期の内海産取扱量は19トンであったことから、資源水準は低位と判断した(図22、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16、表4)。

(8) 今後の加入量の見積もり

今後の天然魚の加入量(0歳の資源量)は直近年を除く5年(2014～2018年漁期)の再生産成功率の平均値と親魚量の積によって推定した。さらに、今後の放流由来の加入量は直近年を除く5年(2014～2018年漁期)の放流尾数の平均値と添加効率の平均値の積によって推定した。その結果、現状の漁獲係数に基づく、加入量は2019年漁期の14トンから2020年漁期の28トンに増加するが、2021年漁期の25トンに減少し、その後横ばいで推移すると予測された(補足資料4、 $F_{current}$)。

(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)の経年変化を図23と補足資料3に示す。2002年から2019年の各年齢の漁獲係数の平均±標準偏差は0歳が 0.34 ± 0.10 、1歳が 0.24 ± 0.09 、2歳が 0.46 ± 0.15 、3歳以上が 0.61 ± 0.08 であり、相対的に2才以下で変動が大きく、3才以上で変動が少ない傾向にあった。全年齢について、現状のF(2016～2018年漁期のFの平均)は経験的に適正な基準値とされる $F_{30\%SPR}$ や F_{max} より高かった(図24)。

(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554千尾から2011年漁期の2,940千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った結果、2012年漁期に1,729千尾に減少し、その後横ばいで推移し、2019年漁期は1,647千尾であった(図1、表5)。放流魚の一部には、胸鰭切除、背部への焼印や有機酸処理、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2005)、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歳での

放流魚の混入率は、各海域における 0 歳での混入率を海域毎の 0 歳漁獲尾数で加重平均して算出した。各海域における混入率の算出方法は以下のように異なる。有明海は調査した 0 歳の中から検出された放流魚の数を当該海域の 0 歳漁獲尾数で除して算出した。瀬戸内海西部は検出された 0 歳放流魚の数を漁獲物に占める調査した割合で除した回収尾数を当該海域の 0 歳漁獲尾数で除して算出した。山口県瀬戸内海側は 0 歳の調査個体に占める放流魚の割合を標識率で除して算出した。その結果、混入率は 2002 年漁期の 5%から 2012 年漁期まで 2010 年漁期の 37%をピークに上昇傾向であった後、2013~2014 年漁期は 30%前後で推移し、2015 年漁期に 12%まで急激に低下した後、2018 年漁期にかけて 29%まで上昇し、2019 年漁期は 25%と推定された（表 5、表 6）。0 歳資源尾数に混入率を乗じて放流由来の 0 歳資源尾数を求め、0 歳資源尾数を天然魚と放流魚に分離した結果、天然魚の 0 歳資源尾数は 2002 年漁期の 536 千尾から減少傾向で 2018 年漁期は 115 千尾と推定され、放流魚の 0 歳資源尾数は 2002 年漁期の 30 千尾から 2010 年漁期の 139 千尾まで増加傾向であったが、その後は減少傾向で 2019 年漁期は過去最少で 25 千尾と推定された（図 25、表 5）。放流魚の漁獲加入までの生存率である添加効率は放流由来の 0 歳資源尾数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 0.017 から 2004 年漁期の 0.072 をピークに 2012 年漁期まで上昇傾向であったが、その後は低下傾向で 2019 年漁期は 0.015 と推定された（図 26、表 5）。各年齢の F の平均値と放流尾数を 2021 年漁期から変化させた場合に期待される 2027 年漁期の資源量を推定し、等量線図を作成した（図 27、補足資料 2）。その結果、後述する行政的な管理目標である資源量 840 トンを種苗放流のみで達成するには、放流尾数を 2019 年時点の 1,647 千尾から 6,003 千尾に増加させる必要があり、種苗放流のみで行政的な管理目標を達成することは困難であることが示唆された。

5. 2021 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で、資源動向は減少と判断された。後述のように、本系群は行政的に資源量の回復目標が策定されている。F_{current}（2016~2018 年漁期の F の平均）での漁獲と現状の種苗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（図 28、補足資料 4）、目標達成は困難と考えられることから、漁獲圧の削減が必要である。

(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かった。そこで、行政的な管理目標を B_{limit} の代替として位置付けた。行政的な管理目標は 2017 年度資源管理検討会議で 10 年前後を目処に資源量を 840 トン（2017 年度資源評価での 2007~2016 年度の平均資源量）程度まで回復させることである。ABC の算定は、ABC 算定のための基本規則の 1-3)-(3) (F_{limit}= (基準値か現状の F) ×β₂, F_{target}=F_{limit}×α) を適用し、基準値は F_{current}（2016~2018 年漁期の F の平均）とし、β₂ は F_{limit} が 2027 年漁期の資源量が 840 トンを達成する F となる 0.58 とした。その結果、ABC_{limit} は 77 トンとなった。また、F_{target} の安全率 α は標準値 0.8 とし、ABC_{target} は 63 トンとなった。2019 年漁期以降の将来予測の方法は補足資料 2 に記載した。

管理基準	Target/ Limit	2021年漁期 ABC (千トン)	漁獲割合 (%)	F 値 (現状の F 値から の増減%)
0.58F _{current}	Target	63	15	0.18(-54%)
	Limit	77	18	0.23(-42%)

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}= α F_{limit} とし、安全率 α には標準値 0.8 を用いた。現状の F (F_{current}) は 2016~2018 年漁期の平均値で、0.39 である。2019 年および 2020 年漁期は F_{current} として算定した。漁獲割合は 2021 年漁期の漁獲量/資源量、F 値は各年齢の平均値である。2021 年漁期は 2021 年 4 月~2022 年 3 月である。

(3) ABC の評価

現状の種苗放流が継続される条件の下、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将来予測を下表ならびに図 28、29、30、および補足資料 4 に示す。本系群では 2017 年度資源管理検討会議で 10 年前後を目処に資源量を 840 トン (2017 年度資源評価での 2007~2016 年度の平均資源量) 程度まで回復させることが行政的管理目標として設定されていることから、2019 年から 2027 年の将来予測について示した。

管理基準	F 値	漁獲量(トン)								
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
0.1Fcurrent	0.04	161	137	15	20	27	36	46	59	76
0.2Fcurrent	0.08	161	137	29	37	49	63	78	98	121
0.3Fcurrent	0.12	161	137	42	52	67	83	100	121	145
0.4Fcurrent	0.16	161	137	55	65	82	98	114	133	156
Ftarget=0.46Fcurrent	0.17	161	137	63	73	89	105	119	137	158
0.5Fcurrent	0.20	161	137	67	77	93	108	122	139	157
Flimit=0.58Fcurrent	0.21	161	137	77	85	101	114	125	139	154
0.6Fcurrent	0.24	161	137	79	87	102	115	125	139	153
0.7Fcurrent	0.28	161	137	90	95	109	119	126	136	146
0.8Fcurrent	0.31	161	137	101	103	114	121	124	131	137
0.9Fcurrent	0.35	161	137	111	109	118	121	121	124	127
Fcurrent	0.39	161	137	120	115	120	120	117	117	117
管理基準	F 値	漁獲量(トン)								
		2019	2020	2021	2019	2023	2024	2019	2026	2027
0.1Fcurrent	0.04	534	443	427	582	755	989	1,281	1,638	2,086
0.2Fcurrent	0.08	534	443	427	562	706	895	1,122	1,388	1,710
0.3Fcurrent	0.12	534	443	427	543	661	810	984	1,180	1,408
0.4Fcurrent	0.16	534	443	427	525	619	735	866	1,007	1,166
Ftarget=0.46Fcurrent	0.17	534	443	427	514	594	691	798	911	1,035
0.5Fcurrent	0.20	534	443	427	508	580	668	763	862	970
Flimit=0.58Fcurrent	0.21	534	443	427	494	551	619	691	764	840
0.6Fcurrent	0.24	534	443	427	491	544	608	675	741	811
0.7Fcurrent	0.28	534	443	427	475	511	554	598	640	682
0.8Fcurrent	0.31	534	443	427	460	481	506	531	554	576
0.9Fcurrent	0.35	534	443	427	445	452	462	473	482	490
Fcurrent	0.39	534	443	427	431	426	423	423	421	419
管理基準	F 値	漁獲量(トン)								
		2019	2020	2021	2019	2023	2024	2019	2026	2027
0.1Fcurrent	0.04	274	239	199	236	357	490	616	798	1,040
0.2Fcurrent	0.08	274	239	199	224	330	438	531	665	841
0.3Fcurrent	0.12	274	239	199	213	305	392	458	556	682
0.4Fcurrent	0.16	274	239	199	202	282	351	396	467	556
Ftarget=0.46Fcurrent	0.17	274	239	199	195	268	327	361	418	489
0.5Fcurrent	0.20	274	239	199	192	261	315	343	393	455
Flimit=0.58Fcurrent	0.21	274	239	199	184	245	289	306	342	388
0.6Fcurrent	0.24	274	239	199	182	242	283	297	331	374
0.7Fcurrent	0.28	274	239	199	173	224	255	258	280	308
0.8Fcurrent	0.31	274	239	199	165	208	229	225	238	255
0.9Fcurrent	0.35	274	239	199	157	193	207	196	202	212
Fcurrent	0.39	274	239	199	149	180	187	171	172	177

Fcurrent を継続した場合、資源量は 2027 年漁期に 419 トンに減少すると予測された。Flimit である 0.58Fcurrent とすることで 2027 年漁期に回復目標（資源量 840 トン）を達成することが可能となる。将来予測の方法は補足資料 2 に記載した。

(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
2018 年漁期の漁獲量の確定値	2018 年漁期の漁獲量、年齢別漁獲尾数
2019 年漁期の推定漁獲量、全長組成	2002～2018 年漁期の資源量、漁獲係数、将来の資源量、漁獲量の予測値
2018 年の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 (千トン)	ABClimit (千トン)	ABCtarget (千トン)	漁獲量 (千トン) (実際の F 値)
2019 年(当初)	0.83F _{current}	0.37	622	161	134	
2019 年(2019 年 再評価)	0.63F _{current}	0.28	455	105	86	
2019 年(2020 年 再評価)	0.67F _{current}	0.26	534	116	96	161 (0.39)
2020 年(当初)	0.59F _{current}	0.26	426	84	69	
2020 年(2020 年 再評価)	0.63F _{current}	0.25	443	94	78	

F 値は ABClimit に対する値で全年齢の平均値である。2020 年再評価では 2019 年漁期の資源量と ABC が若干、上方修正された。また、2019 年漁期の資源量と ABC も上方修正された。要因として再生産成功率の変動および各海域への加入時期、加入量の変動等により、0 歳魚の加入量把握が当初評価では精度が劣るのに対し、2 歳以上の資源量は、2019 年漁期の当初評価と比べて、2020 年再評価では 61 トン多く、2020 年漁期の当初評価と比べて、2020 年再評価では 82 トン多いなど、再評価結果では当初評価よりも 2 歳以上で資源量が多い結果が得られていることから、総資源量も上方修正されたと考えられる。

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ることから、ABC 以外の管理方策として、それぞれの産卵場や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、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多く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 70 mm 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。天然魚および放流魚由来の加入量は減少傾向であることから、現在進められている未成魚の漁獲抑制と種苗放流の高度化の取り組みの更なる強化が求められる。一方で、資源管理の効率化のためには未成魚の漁獲抑制と種苗放流の高度化だけでなく、成魚も含めて各年齢で必要な検討を行い、特定の年齢に偏らない資源管理の取り組みが必要と考え

られる。

7. 引用文献

- 山口県 (1984) CATCH (漁獲量 山口県). ふぐ延縄漁業漁場図結果表, 1-12.
- 藤田矢郎 (1962) 日本産主要フグ類の生活史と養殖に関する研究. 長崎水試論文集, **2**, 1-121.
- 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-」 日本水産資源保護協会, 東京, 103-128.
- 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・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成長と成熟に関する一考察. 山口県外海水試研報, **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. 山口県外海水試研報, **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. 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.
- 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, 東京, 44-55.
- 田北 徹・Intong Sumonta (1991) 有明海におけるトラフグとシマフグの幼期の生態. 日水誌, **57**, 1883-1889.
- 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.

(執筆者：平井慈恵、片町太輔、本田 聡)

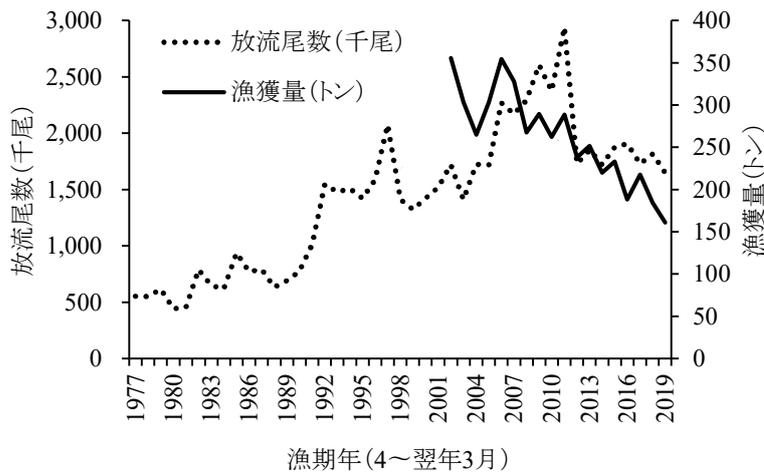


図1. 種苗放流尾数と漁獲量の推移 水産庁・水産総合研究センター・全国豊かな海づくり推進協会の昭和46～平成30年度栽培漁業・海面養殖用の生産・入手・放流実績(全国)資料、令和元年度トラフグ全国協議会資料(2019)に基づく。

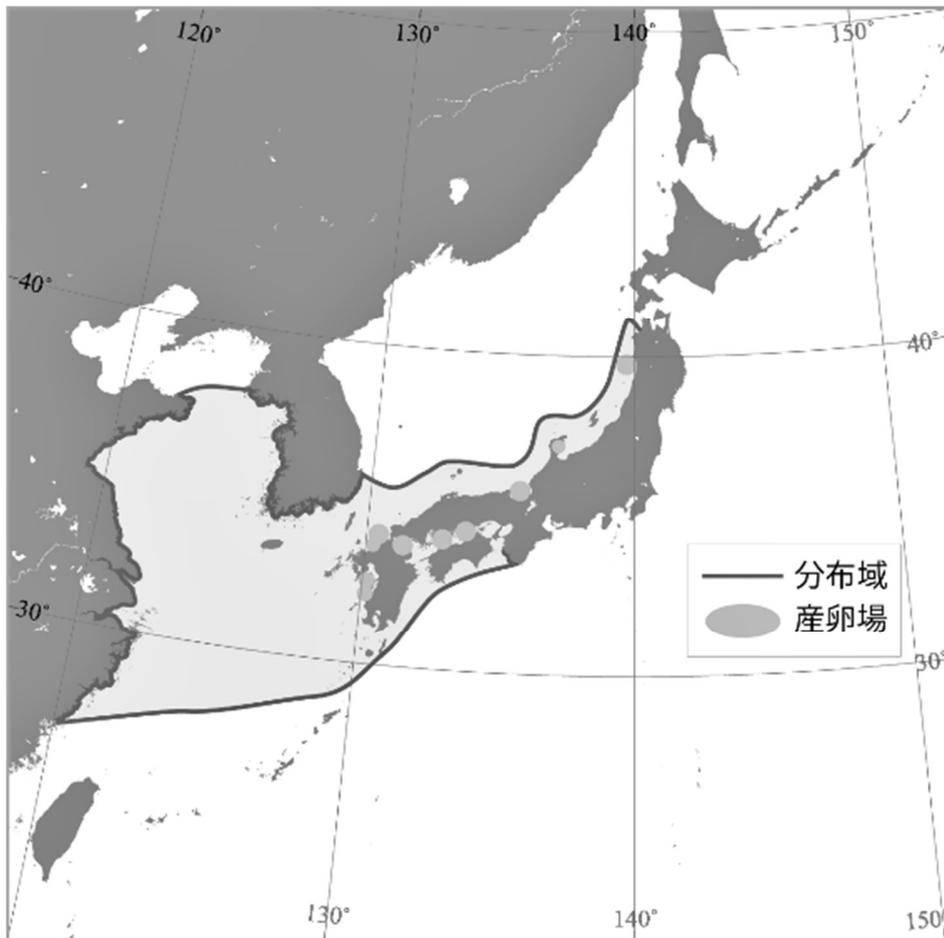


図2. 分布域と産卵場

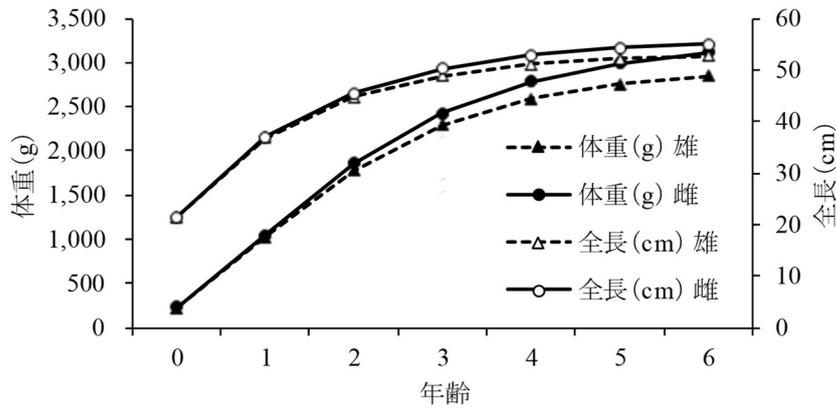


図3. 年齢と成長 (1月時点)

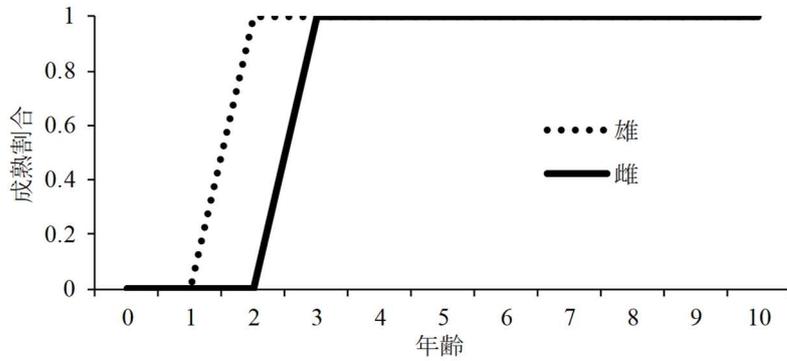


図4. 年齢と成熟

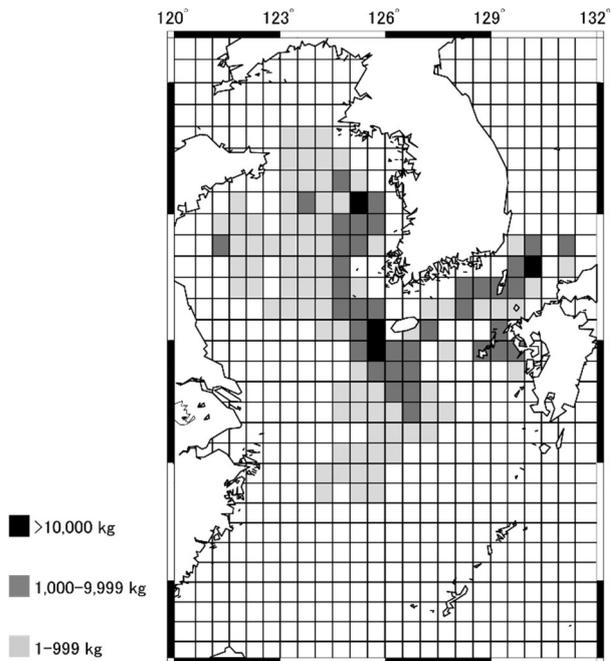


図5. 1984年の山口県ふぐはえ縄の漁区別漁獲量

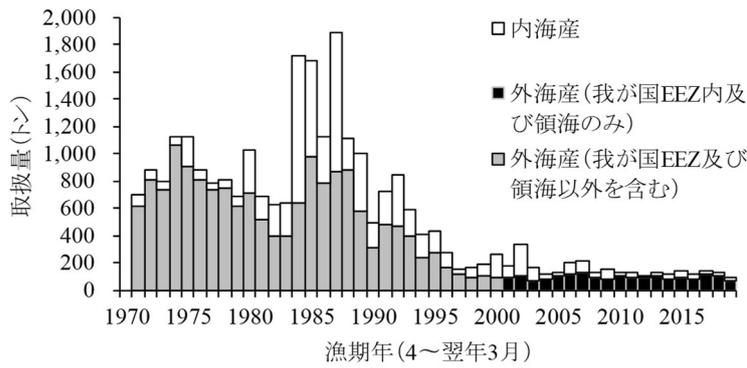


図 6. 下関唐戸魚市場の取扱量の推移

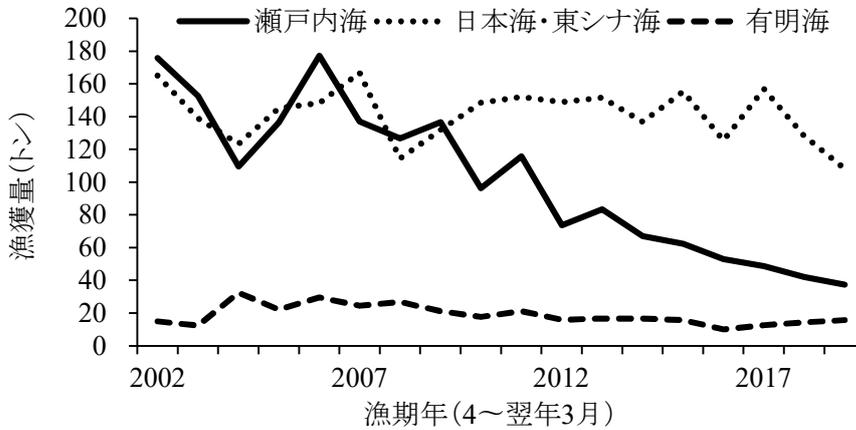


図 7. 海域別の漁獲量の推移

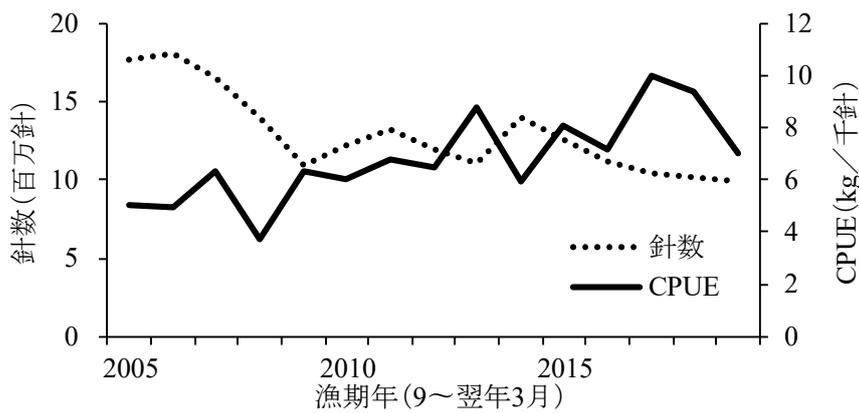


図 8. 九州・山口北西海域の0歳以上を対象としたはえ縄の努力量とCPUEの推移 (2005～2019年)

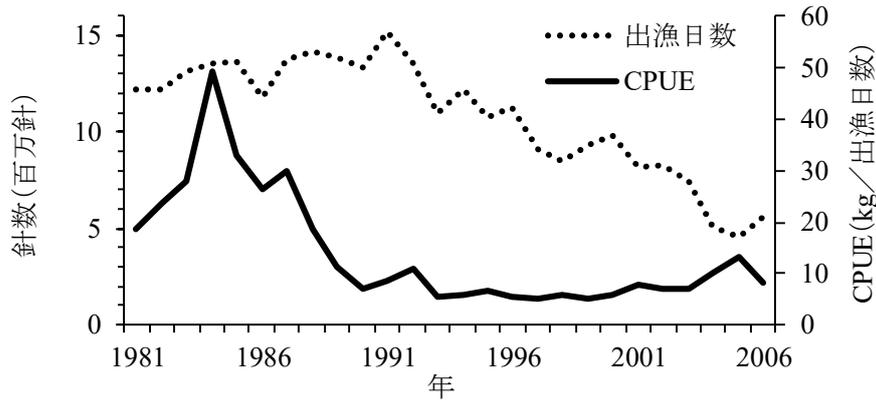


図 9. 山口県瀬戸内海側のはえ縄の努力量と CPUE の推移 (1981～2006 年)

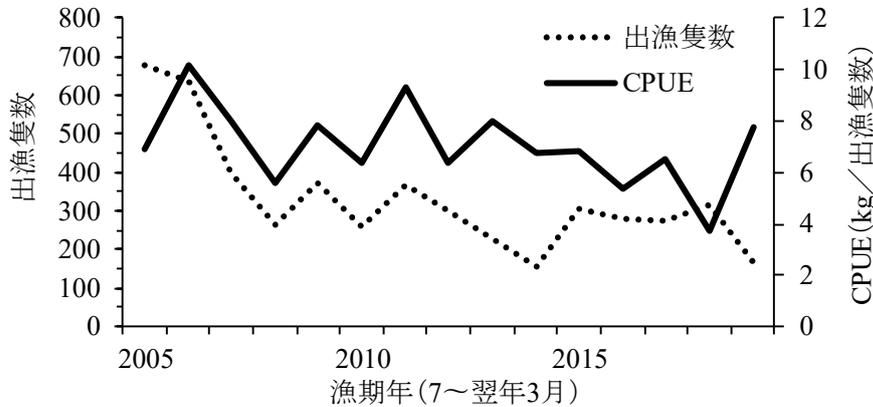


図 10. 伊予灘・豊後水道における標本漁協のはえ縄の努力量と CPUE の推移 (2005～2019 年)

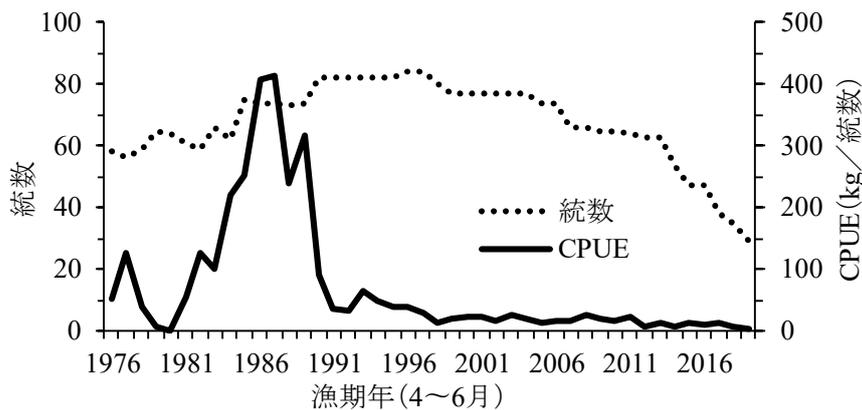


図 11. 備後灘における標本漁協の 1 歳以上を対象とした定置網の努力量と CPUE の推移 (1976～2019 年)

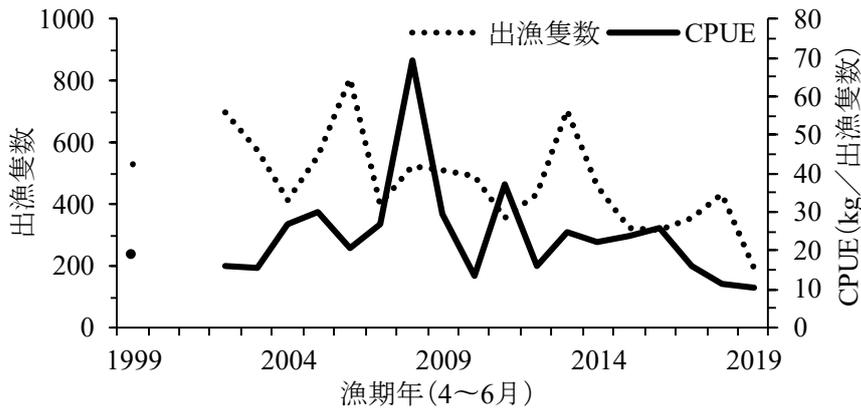


図 12. 備讃瀬戸における標本漁協の1歳以上(1kg以上)を対象とした袋待網の努力量とCPUEの推移(1999年および2002~2019年)
2019年の出漁隻数、CPUEは標本漁協の一つが出漁隻数不明のため、除外して算出。

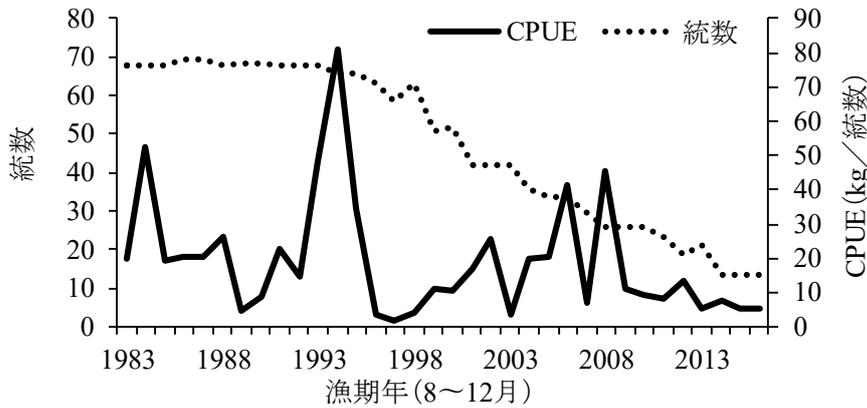


図 13. 備後灘における標本漁協の0歳を対象とした定置網の努力量とCPUEの推移(1983~2016年)

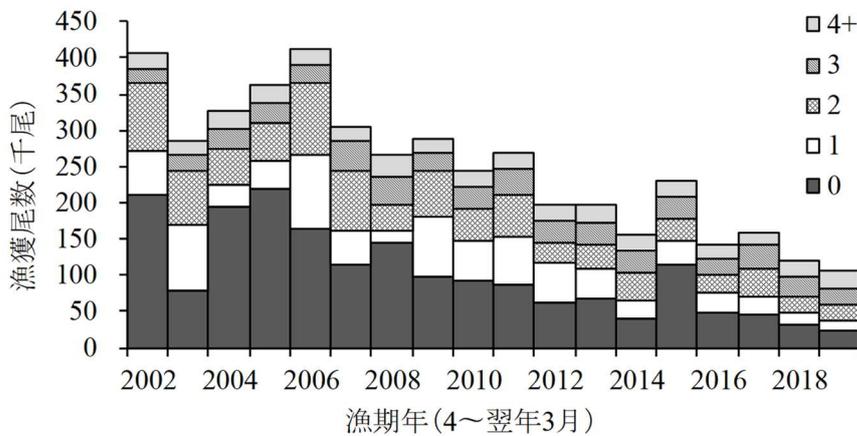


図 14. 年齢別漁獲尾数の推移

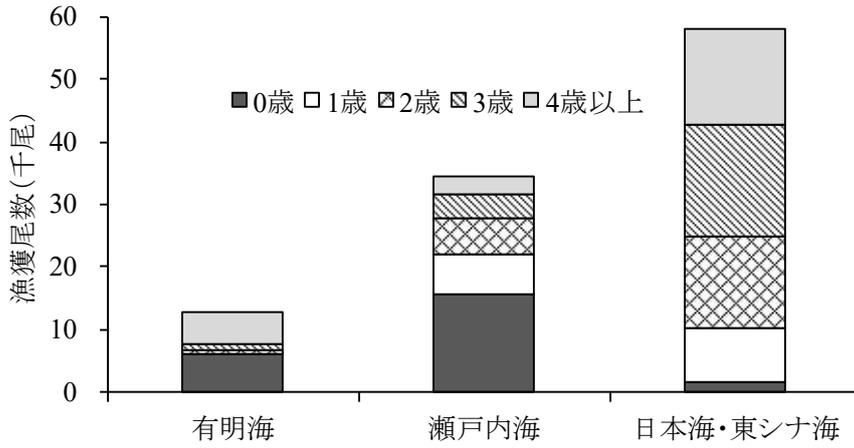


図 15. 2019 年漁期の海域別年齢別漁獲尾数

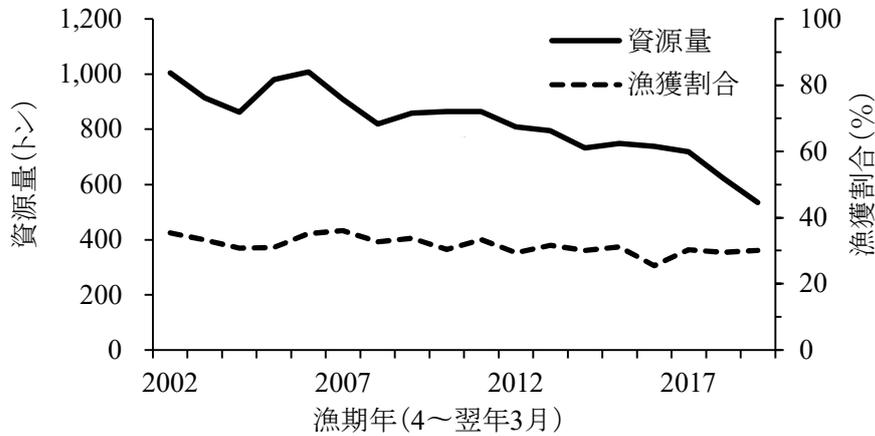


図 16. 資源量と漁獲割合の推移

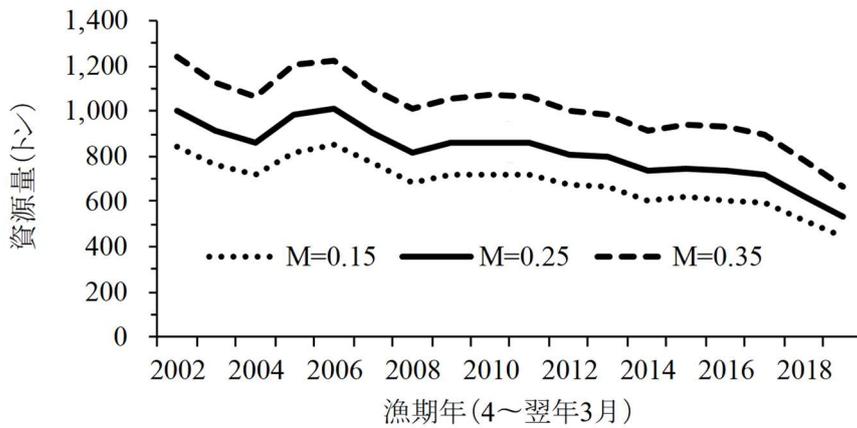


図 17. 資源量についての M の感度分析

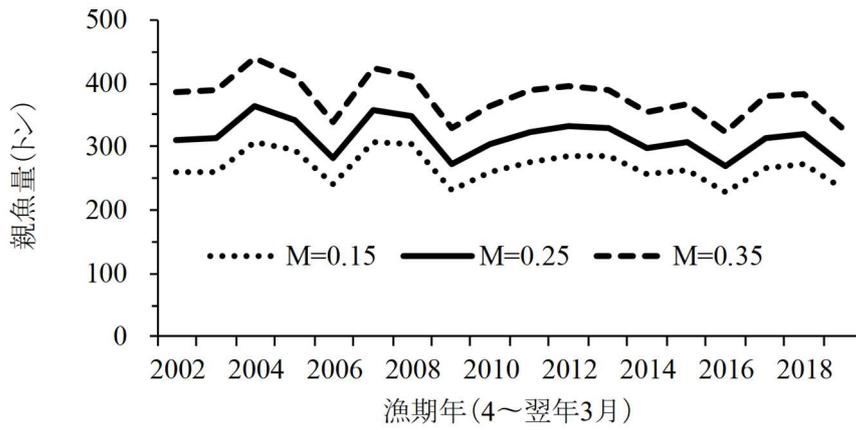


図 18. 親魚量についての M の感度分析

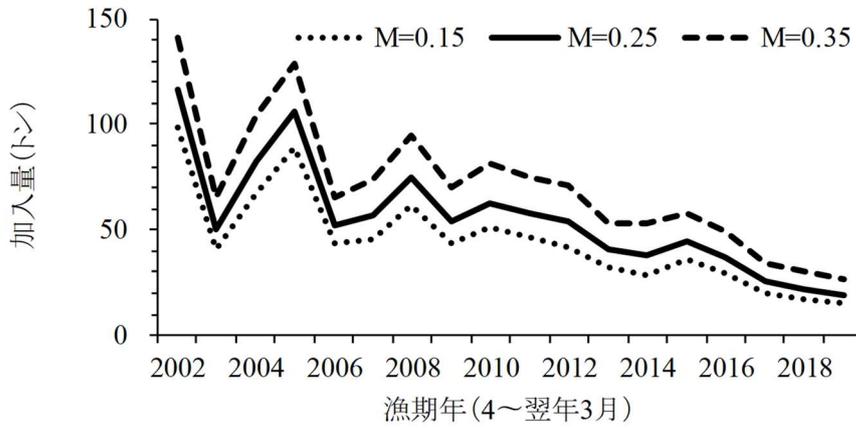


図 19. 加入量についての M の感度分析

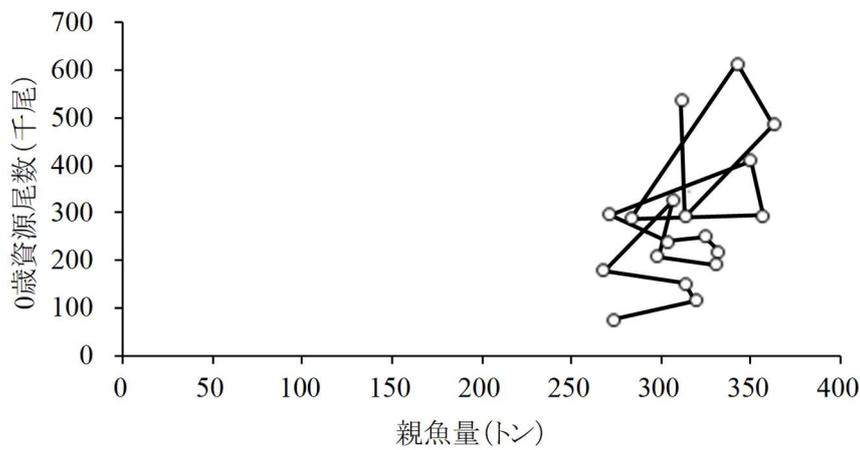


図 20. 再生産関係

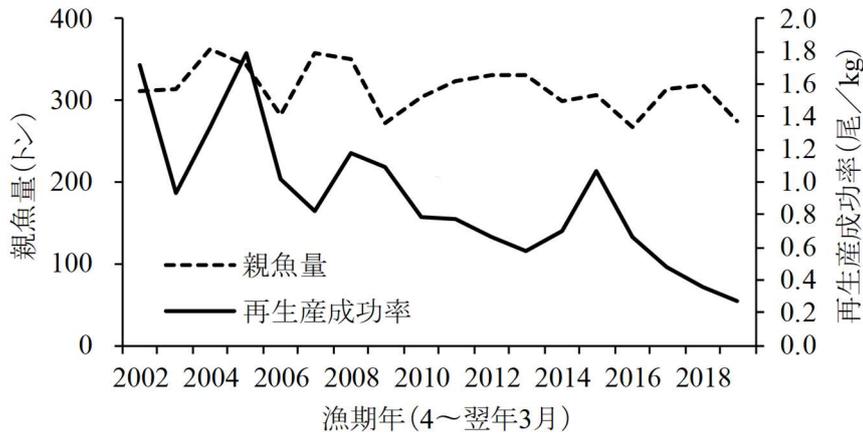


図 21. 親魚量と再生産成功率の推移

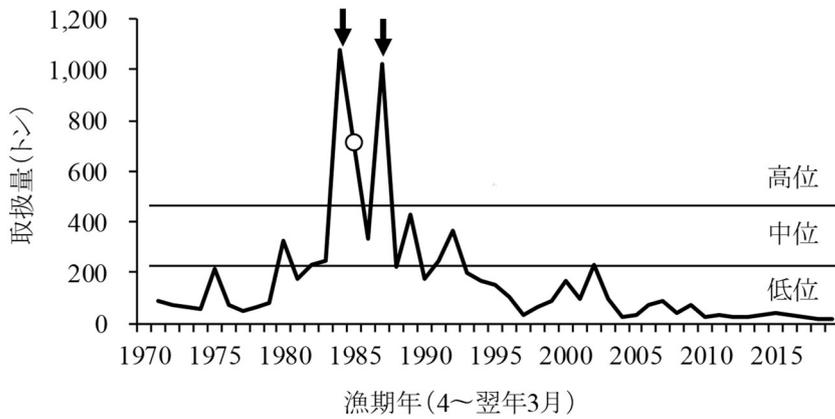


図 22. 下関唐戸魚市場の内海産取扱量の推移 資源水準の評価には矢印で示した2年を除外し、円マーク（1985年、709トン）を最大値とした。

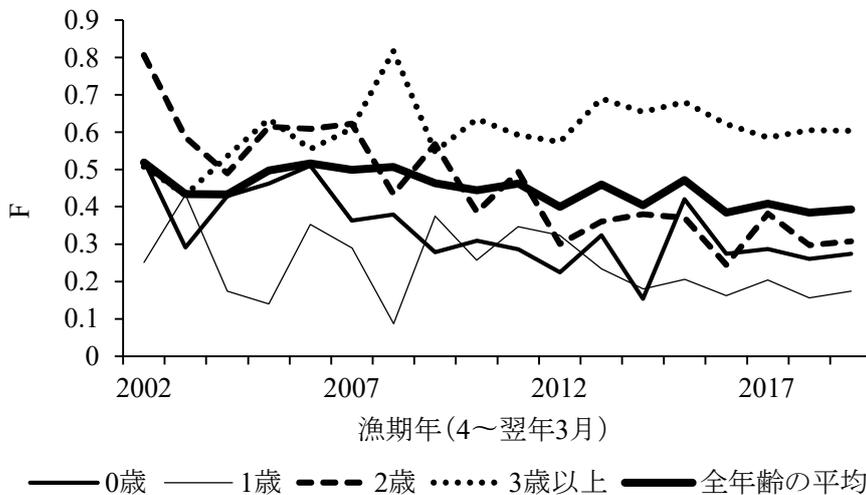


図 23. 年齢別 F の推移

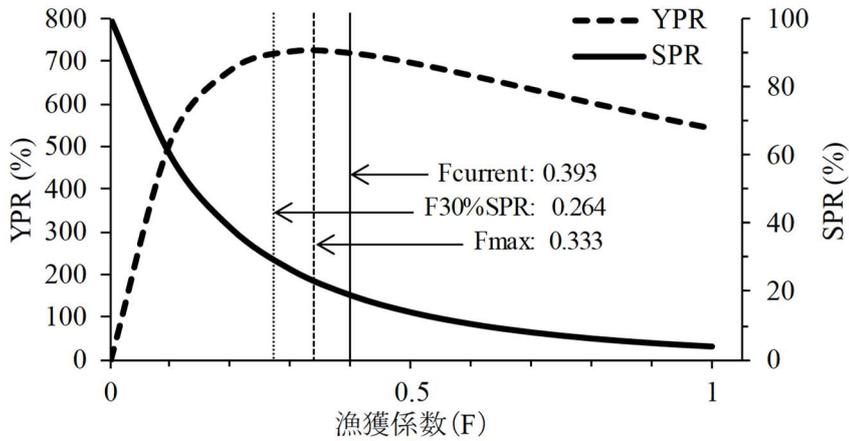


図 24. F と YPR、SPR の関係

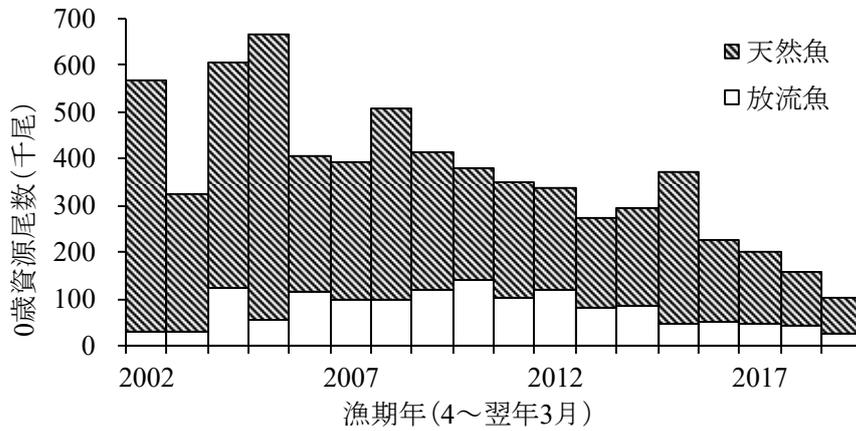


図 25. 0歳資源尾数の天然魚と放流魚の内訳

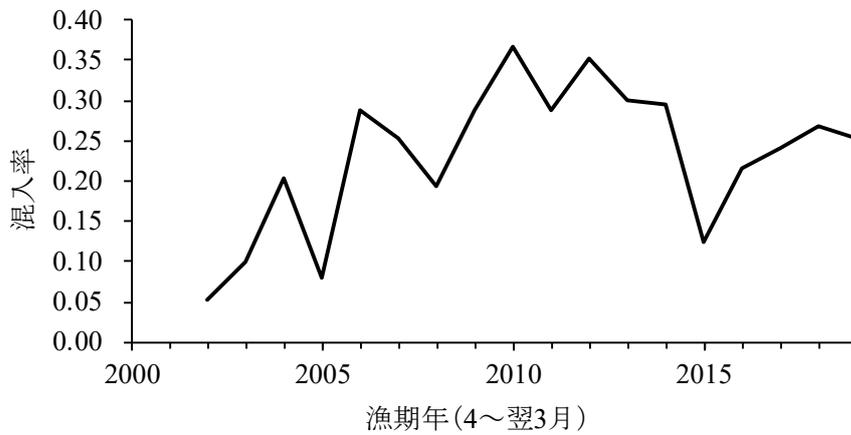


図 26. 添加効率の推移

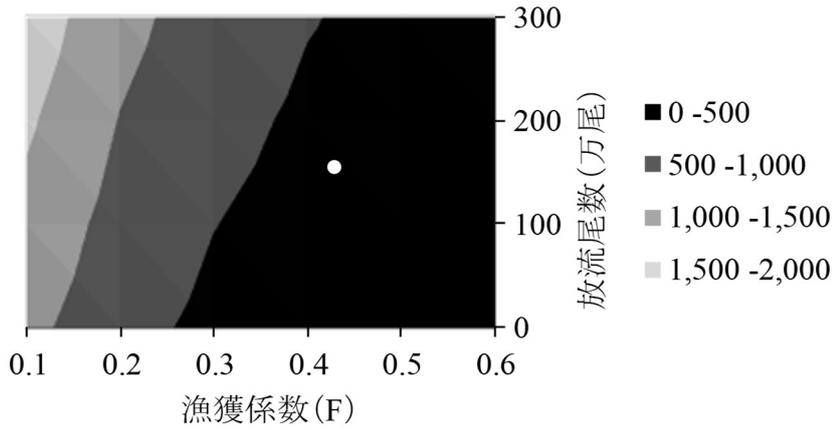


図 27. 2027 年漁期の資源量（トン）の等量線図 円は現状の F と放流尾数。

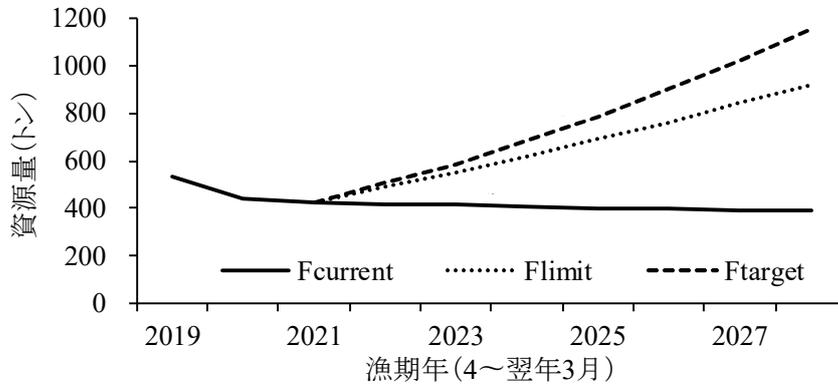


図 28. 各条件下での資源量の将来予測

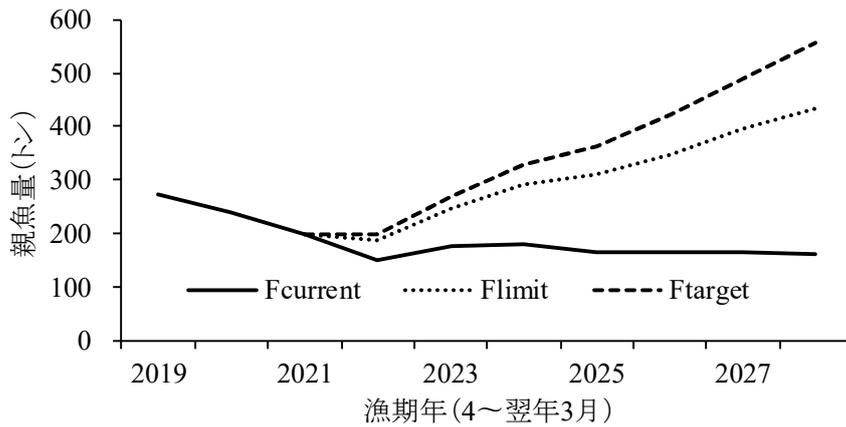


図 29. 各条件下での親魚量の将来予測

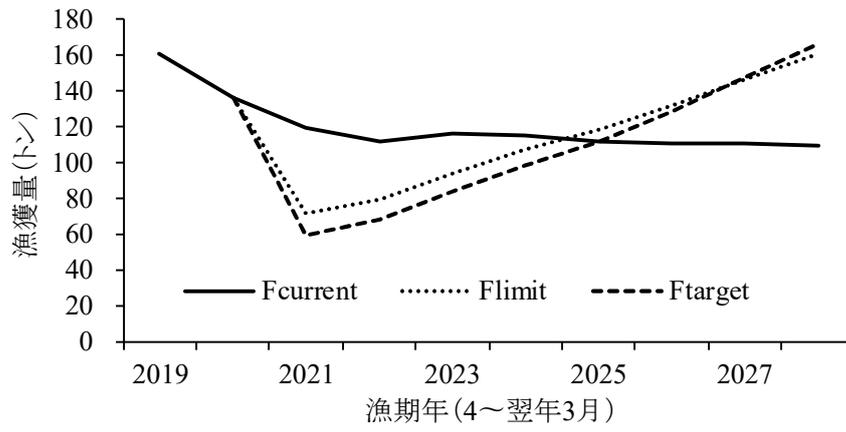


図 30. 各条件下での漁獲量の将来予測

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	2016	2017	2018	2019	
外海産	92	86	98	78	93	82	112	108	71	
内海産	35	23	26	36	43	30	26	18	19	
合計	127	109	124	114	136	112	138	126	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 (トン)

漁期年	秋田	石川	福井	京都	鳥取	島根	山口 日本海	福岡
2002	*0	6	8	7	4	2	56	59
2003	6	5	5	3	3	1	32	52
2004	4	7	0	3	3	1	43	50
2005	4	6	0	1	3	4	51	51
2006	5	8	4	1	2	1	40	58
2007	6	6	5	2	3	1	44	65
2008	7	5	9	4	3	2	38	27
2009	6	4	1	2	3	4	34	49
2010	6	4	4	2	3	5	33	64
2011	6	7	9	3	4	4	35	60
2012	6	8	5	2	3	3	39	59
2013	6	6	6	2	2	4	48	56
2014	7	9	9	2	1	3	24	71
2015	6	4	5	2	1	4	42	75
2016	5	6	6	2	2	3	34	54
2017	5	5	5	3	1	4	49	66
2018	5	5	6	2	1	5	52	36
2019	7	5	6	2	2	3	34	40

*2003年1~3月のみ。

表2. 府県別および有明海0歳魚の漁獲量の推移（トン）（続き）

漁期年	佐賀	長崎	熊本	**有明海 0歳魚	鹿児島	宮崎	大分	愛媛
2002	10	16	3	10	4	8	41	20
2003	13	18	5	8	1	7	36	22
2004	7	10	4	28	0	2	19	21
2005	9	24	3	16	0	4	22	19
2006	12	19	5	21	0	12	43	24
2007	9	27	10	12	1	8	28	22
2008	3	22	9	11	1	2	13	20
2009	9	23	8	10	1	4	33	29
2010	14	21	7	5	1	5	22	25
2011	9	21	10	6	1	4	25	22
2012	6	21	7	4	1	2	17	21
2013	7	19	6	6	1	3	20	12
2014	3	19	5	3	1	3	14	14
2015	5	16	7	9	1	2	15	14
2016	2	14	7	3	1	1	9	12
2017	4	16	8	3	1	1	11	13
2018	3	19	8	2	0	1	10	13
2019	2	14	8	1	0	***1	9	***13

**福岡県、長崎県、佐賀県の漁獲量の合算。

***概数値。

表2. 府県別および有明海0歳魚の漁獲量の推移（トン）（続き）

漁期年	山口 瀬戸内海	広島	岡山	兵庫 瀬戸内海	香川	徳島	和歌山	計
2002	39	10	16	***2	15	15	4	356
2003	39	10	9	10	11	5	1	304
2004	22	12	3	6	16	1	0	265
2005	33	11	12	7	20	3	0	304
2006	49	9	10	10	17	2	1	355
2007	33	4	7	15	13	3	1	328
2008	17	8	10	8	45	1	1	268
2009	26	5	6	12	18	3	1	289
2010	19	6	6	4	7	1	0	262
2011	20	6	9	9	17	1	1	289
2012	18	3	2	2	7	0	0	238
2013	16	4	6	4	17	0	0	251
2014	14	2	2	2	11	0	0	220
2015	12	2	2	2	8	0	0	233
2016	12	2	2	2	9	0	0	188
2017	11	2	1	2	7	0	0	218
2018	8	1	1	2	5	0	0	184
2019	7	***1	***1	***2	3	***0	***0	***161

***概数値。

表 3. 海域別漁法別の努力量と CPUE の推移

漁期年	九州・山口北西海域 ¹		山口県瀬戸内海側 ²		伊予灘・豊後水道 ³	
	はえ縄		はえ縄		はえ縄	
	針数	CPUE (kg/千針)	出漁 日数	CPUE (kg/出漁日数)	出漁 隻数	CPUE (kg/出漁隻数)
1981			12,214	19		
1982			12,241	24		
1983			13,187	28		
1984			13,571	49		
1985			13,687	33		
1986			11,806	27		
1987			13,800	30		
1988			14,151	19		
1989			13,911	11		
1990			13,374	7		
1991			15,170	9		
1992			13,542	11		
1993			10,970	5		
1994			12,172	6		
1995			10,727	7		
1996			11,279	5		
1997			9,141	5		
1998			8,494	6		
1999			9,319	5		
2000			9,827	6		
2001			8,229	8		
2002			8,234	7		
2003			7,505	7		
2004			5,039	10		
2005	17,647,521	5	4,597	13	680	7
2006	18,063,367	5	5,571	8	636	10
2007	16,554,741	6			399	8
2008	13,972,456	4			265	6
2009	10,988,266	6			373	8
2010	12,257,017	6			258	6
2011	13,167,825	7			365	9
2012	11,975,289	6			300	6
2013	11,037,943	9			227	8
2014	14,036,369	6			157	7
2015	12,618,270	8			307	7
2016	11,164,212	7			279	5
2017	10,362,745	10			277	7
2018	10,183,029	9			318	4
2019	9,888,216	7			168	8

¹漁期は9～翌年3月、1歳以上を対象。²漁期は1～12月、0歳以上を対象。³漁期は7～翌年3月、0歳以上を対象。

表 3. 海域別漁法別の努力量と CPUE の推移 (続き)

漁期年	備後灘 ⁴		備讃瀬戸 ⁴		備後灘 ⁵	
	定置網		袋待網		定置網	
	統数	CPUE (kg/統数)	出漁 隻数	CPUE (kg/出漁隻数)	統数	CPUE (kg/統数)
1976	58	51				
1977	56	128				
1878	59	40				
1979	65	8				
1980	64	—				
1981	61	54				
1982	59	127				
1983	66	99			76	18
1984	62	221			76	46
1985	75	251			76	17
1986	74	408			78	18
1987	74	413			78	18
1988	73	241			76	23
1989	74	318			77	4
1990	82	91			77	8
1991	82	37			76	20
1992	82	33			76	13
1993	82	65			76	43
1994	82	49			74	72
1995	82	39			74	31
1996	84	40			71	3
1997	84	29			66	2
1998	80	15			71	4
1999	77	19	531	19	57	10
2000	77	23			58	9
2001	77	21			47	15
2002	77	15	698	16	47	23
2003	77	26	578	16	47	3
2004	77	18	412	27	40	18
2005	74	14	558	30	38	18
2006	74	17	806	21	38	37
2007	66	16	398	27	33	6
2008	66	27	525	69	29	40
2009	65	18	510	29	29	10
2010	65	17	493	13	29	8
2011	64	23	354	37	26	7
2012	63	6	431	16	21	12
2013	63	13	706	25	24	4
2014	54	7	462	22	15	7
2015	47	13	322	24	15	5
2016	47	10	318	26	15	5
2017	38	12	354	16		
2018	35	5	436	12		
2019	29	5	193a	10a		

⁴漁期は4～6月、2歳以上の成熟個体と未成熟の1歳を対象。

⁵漁期は8～12月、0歳を対象。

a: 標本漁協の一つが出漁隻数不明のため、判明分のみで算出。

表 4. トラフグ日本海・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歳加入 尾数(尾)	漁獲割合 (%)	再生産成功率 (尾/kg)
2002	356	1,004	311	566,077	35	1.7
2003	304	914	314	323,342	33	0.9
2004	265	862	363	607,796	31	1.3
2005	304	981	343	666,335	31	1.8
2006	355	1,008	283	405,676	35	1.0
2007	328	909	357	393,637	36	0.8
2008	268	820	350	507,944	33	1.2
2009	289	859	271	415,872	34	1.1
2010	262	864	303	378,502	30	0.8
2011	289	865	325	350,572	33	0.8
2012	238	809	332	337,550	29	0.7
2013	251	795	330	273,938	32	0.6
2014	220	733	299	295,047	30	0.7
2015	233	749	307	372,253	31	1.1
2016	188	738	268	227,994	25	0.7
2017	218	719	314	198,546	30	0.5
2018	184	623	319	156,531	30	0.4
2019	*161	534	274	100,759	30	0.3

*概数値。

表 5. 種苗放流尾数、0歳資源尾数、混入率、添加効率の推移

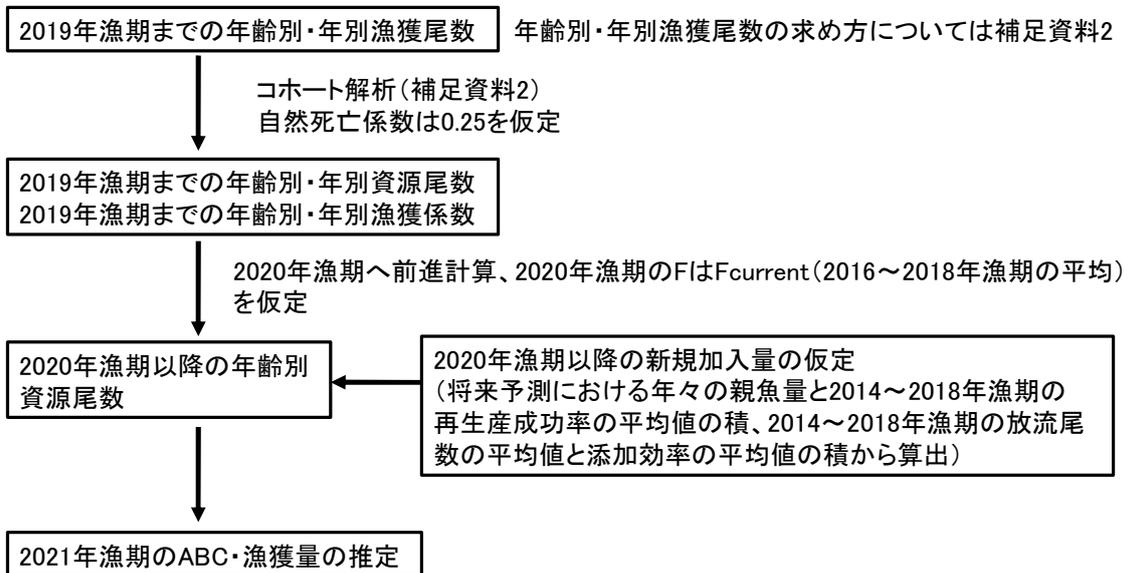
漁期年	種苗放流尾数 (千尾)	0歳加入尾数(尾)		混入率 (%)	添加効率
		天然魚	放流魚		
2002	1,720	536,116	29,961	5.3	0.017
2003	1,412	291,530	31,812	9.8	0.023
2004	1,722	484,582	123,214	20.3	0.072
2005	1,717	612,891	53,445	8.0	0.031
2006	2,268	288,579	117,098	28.9	0.052
2007	2,171	293,744	99,893	25.4	0.046
2008	2,291	409,943	98,001	19.3	0.043
2009	2,605	295,742	120,130	28.9	0.046
2010	2,375	239,791	138,711	36.6	0.058
2011	2,940	249,859	100,713	28.7	0.034
2012	1,729	218,867	118,683	35.6	0.069
2013	1,852	191,668	82,271	30.0	0.044
2014	1,721	207,931	87,117	29.6	0.051
2015	1,877	326,388	45,865	12.2	0.024
2016	1,907	178,880	49,113	21.3	0.025
2017	1,728	150,963	47,583	24.2	0.028
2018	1,817	114,738	41,792	28.6	0.019
2019	*1,647	75,350	25,409	25.1	0.015

*推定値。

表 6. 放流魚の海域別混入率と 0 歳魚漁獲尾数で加重平均した混入率の推移

漁期年	混入率(%)				加重平均
	有明海	瀬戸内海西部	山口県瀬戸内海側	その他の海域	
2002	17.1	4.2	—	—	5.3
2003	11.3	11.6	—	—	9.8
2004	27.5	6.8	—	—	20.3
2005	17.2	0.3	—	—	8.0
2006	35.4	14.7	—	—	28.9
2007	40.0	9.9	—	—	25.4
2008	32.2	8.4	—	—	19.3
2009	37.4	9.1	—	—	28.9
2010	69.6	8.5	—	—	36.6
2011	58.9	2.6	—	—	28.7
2012	80.5	—	43.2	—	35.6
2013	43.7	—	100.0	—	30.0
2014	49.9	—	71.5	—	29.6
2015	15.8	—	25.6	—	12.2
2016	45.3	—	38.3	—	21.3
2017	41.8	—	25.1	—	24.2
2018	65.5	—	17.9	—	28.6
2019	90.9	—	15.6	—	25.1

補足資料1 資源評価の流れ



補足資料 2 資源計算方法

(1) 年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2002年漁期以降について算出した。能登半島以西の日本海、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、能登半島以北の日本海における個体群と能登半島以西の日本海、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 1998）、データが得られている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日本海、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日本海、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。全長階級値別雌雄割合は1979～2019年漁期に日本海、東シナ海、瀬戸内海で漁獲された個体のデータ（4～7月：12,390個体、8～11月：2,493個体、12～翌年3月：3,504個体）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月の調査個体数を漁獲物に占める調査した割合で除す方法で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。

雌雄それぞれの成長式（上田ほか 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、

$$N_{a,2018} = \frac{C_{a,2017}}{1 - e^{-F_{a,2018}}} e^{\frac{M}{2}}$$

で計算した。2019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。

【SPR、YPRの解析】

SPR、YPRを以下の式で求めた。

$$SPR = \sum_{a=0}^{10} S_a f r_a W_a$$

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

$$YPR = \sum_{a=0}^{10} \frac{F_a}{F_a + M} (1 - e^{(-F_a - M)}) S_a W_a$$

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。

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

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

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

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。

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

今後の天然魚の加入量は直近年を除く5年（2014～2018年漁期）の再生産成功率の平均値（0.62尾/kg）と親魚量の積によって推定した。さらに、今後の放流由来の加入量は直近年を除く5年（2014～2018年漁期）の放流尾数の平均値（181万尾）と添加効率の平均値（0.028）の積によって推定した。資源量を算出するために用いる年齢別平均体重は成長式（上田ほか 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、日本海・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2014～2018年漁期の各年齢の平均体重を用いた。

引用文献

- 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.
- 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.
- 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.

補足資料3 コホート解析結果の詳細

年齢別漁獲尾数

漁期年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0歳	210,011	74,296	193,035	224,761	147,700	109,220	145,921	91,996	91,690
1歳	59,568	86,077	28,342	37,777	91,256	44,824	16,749	79,440	52,320
2歳	92,869	72,093	48,076	53,134	89,383	77,811	36,579	61,895	43,617
3歳	19,890	20,440	29,247	27,820	20,747	37,922	39,193	22,098	29,656
4+歳	22,025	17,282	22,602	26,764	20,423	19,714	29,861	17,954	20,082
計	404,364	270,188	321,302	370,256	369,508	289,490	268,302	273,382	237,366

年齢別漁獲量(トン)

漁期年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0歳	43	12	26	36	19	16	21	12	15
1歳	52	74	26	36	77	40	15	72	48
2歳	151	121	80	91	153	128	59	104	73
3歳	45	46	67	64	47	86	85	49	67
4+歳	64	51	66	78	60	58	87	52	59
計	356	304	265	304	355	328	268	289	262

年齢別漁獲係数

漁期年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0歳	0.52	0.29	0.43	0.46	0.51	0.36	0.38	0.28	0.31
1歳	0.25	0.43	0.17	0.14	0.35	0.29	0.09	0.37	0.26
2歳	0.81	0.59	0.49	0.62	0.61	0.62	0.43	0.57	0.39
3歳	0.51	0.43	0.54	0.63	0.56	0.61	0.82	0.55	0.64
4+歳	0.51	0.43	0.54	0.63	0.56	0.61	0.82	0.55	0.64
単純平均	0.52	0.43	0.43	0.50	0.52	0.50	0.51	0.46	0.44

年齢別資源尾数

漁期年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0歳	566,077	323,342	607,796	666,335	405,676	393,637	507,944	415,872	378,502
1歳	304,094	278,077	200,412	328,121	347,765	201,835	226,891	288,238	261,007
2歳	190,124	184,260	140,604	131,070	222,202	190,306	117,633	161,922	154,375
3歳	56,597	66,112	79,880	67,075	55,186	94,171	79,543	59,332	71,483
4+歳	62,671	55,897	61,731	64,530	54,324	48,954	60,602	48,205	48,405
計	1,179,563	907,687	1,090,423	1,257,130	1,085,153	928,904	992,613	973,570	913,772

年齢別資源量(トン)

漁期年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0歳	116	51	82	106	52	57	75	54	63
1歳	267	240	182	308	292	181	205	261	241
2歳	309	310	235	224	380	314	190	272	257
3歳	128	150	182	153	124	213	173	131	161
4+歳	184	164	181	189	159	144	177	141	142
計	1,004	914	862	981	1,008	909	820	859	864

年齢別親魚量(トン)

漁期年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3歳	128	150	182	153	124	213	173	131	161
4+歳	184	164	181	189	159	144	177	141	142
計	311	314	363	343	283	357	350	271	303

年齢別平均体重(g)

漁期年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0歳	206	157	136	159	128	144	147	130	167
1歳	879	862	909	940	840	899	905	904	923
2歳	1,627	1,681	1,670	1,708	1,710	1,648	1,613	1,682	1,665
3歳	2,256	2,264	2,274	2,288	2,252	2,265	2,170	2,204	2,258
4+歳	2,928	2,932	2,933	2,930	2,926	2,934	2,925	2,917	2,931

補足資料3 コホート解析結果の詳細(続き)

年齢別漁獲尾数

漁期年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0歳	79,303	61,749	68,920	38,213	116,297	49,808	45,138	32,650	21,983
1歳	59,600	53,382	41,216	23,935	34,413	26,872	23,431	15,784	14,138
2歳	53,993	29,046	32,842	38,473	29,242	25,412	37,574	20,678	19,218
3歳	32,262	28,792	32,159	28,295	31,960	23,456	31,747	28,578	21,119
4+歳	19,529	21,770	25,318	21,605	20,796	19,498	17,206	21,750	21,371
計	244,687	194,740	200,454	150,521	232,708	145,046	155,096	119,440	97,829

年齢別漁獲量(トン)

漁期年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0歳	13	10	10	5	14	8	6	5	4
1歳	54	51	40	24	35	28	24	16	14
2歳	93	50	56	65	50	43	65	36	33
3歳	71	64	71	63	73	52	72	64	47
4+歳	57	64	74	63	61	57	51	64	62
計	289	238	251	220	233	188	218	184	161

年齢別漁獲係数

漁期年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0歳	0.29	0.22	0.32	0.15	0.42	0.27	0.29	0.26	0.27
1歳	0.35	0.32	0.23	0.18	0.21	0.16	0.20	0.16	0.17
2歳	0.49	0.30	0.36	0.38	0.37	0.24	0.38	0.30	0.31
3歳	0.59	0.57	0.69	0.65	0.68	0.62	0.59	0.61	0.60
4+歳	0.59	0.57	0.69	0.65	0.68	0.62	0.59	0.61	0.60
単純平均	0.46	0.40	0.46	0.40	0.47	0.38	0.41	0.38	0.39

年齢別資源尾数

漁期年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0歳	350,572	337,550	273,938	295,047	372,253	227,994	198,546	156,531	100,759
1歳	230,304	218,428	223,615	164,351	209,809	202,719	143,663	123,502	100,040
2歳	157,100	126,764	123,003	137,779	106,874	133,030	134,163	91,207	82,254
3歳	81,735	74,701	73,091	66,812	73,350	57,428	81,178	71,327	52,784
4+歳	49,476	56,482	57,544	51,015	47,727	47,738	43,996	54,285	53,413
計	869,187	813,924	751,191	715,004	810,013	668,909	601,546	496,852	389,250

年齢別資源量(トン)

漁期年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0歳	58	54	40	38	45	37	25	22	20
1歳	210	207	216	164	213	208	147	124	99
2歳	272	217	209	232	184	225	234	157	142
3歳	180	166	161	149	166	128	184	160	118
4+歳	145	166	169	149	140	140	129	159	156
計	865	809	795	733	749	738	719	623	534

年齢別親魚量(トン)

漁期年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3歳	180	166	161	149	166	128	184	160	118
4+歳	145	166	169	149	140	140	129	159	156
計	325	332	330	299	307	268	314	319	274

年齢別平均体重(g)

漁期年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0歳	166	159	148	129	121	163	128	143	194
1歳	914	948	966	1,001	1,014	1,028	1,021	1,008	988
2歳	1,728	1,711	1,697	1,681	1,725	1,689	1,741	1,718	1,728
3歳	2,202	2,221	2,200	2,232	2,269	2,227	2,271	2,244	2,239
4+歳	2,921	2,937	2,942	2,930	2,942	2,937	2,938	2,932	2,913

補足資料4 将来予測の詳細

Ftarget

年齢別漁獲係数

漁期年	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
0歳	0.27	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
1歳	0.17	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
2歳	0.31	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
3歳	0.60	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
4歳以上	0.60	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
単純平均	0.39	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18

年齢別資源尾数(尾)

漁期年	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
0歳	206,771	181,710	179,031	226,474	265,287	287,025	324,183	370,611
1歳	63,370	130,019	132,317	130,366	164,913	193,175	209,005	236,062
2歳	65,433	41,450	93,376	95,026	93,625	118,436	138,733	150,101
3歳	47,114	37,468	27,985	63,043	64,157	63,211	79,962	93,666
4歳以上	45,180	39,290	45,158	43,030	62,404	74,457	80,991	94,690
計	427,869	429,936	477,865	557,939	650,385	736,304	832,874	945,130

年齢別資源量(トン)

漁期年	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
0歳	28	25	24	31	36	39	44	51
1歳	64	132	134	132	167	196	212	239
2歳	112	71	160	163	160	203	237	257
3歳	106	84	63	142	144	142	180	211
4歳以上	133	115	133	126	183	219	238	278
計	443	427	514	594	691	799	911	1,036
親魚量	239	200	195	268	327	361	418	489

年齢別漁獲尾数(尾)

漁期年	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
0歳	45,055	19,739	19,448	24,601	28,818	31,179	35,215	40,259
1歳	8,955	8,932	9,090	8,956	11,330	13,271	14,359	16,218
2歳	15,288	4,868	10,967	11,161	10,997	13,911	16,295	17,630
3歳	18,851	8,088	6,041	13,608	13,849	13,644	17,260	20,218
4歳以上	18,077	8,481	9,747	9,288	13,470	16,072	17,482	20,439
計	106,227	50,108	55,293	67,615	78,463	88,077	100,611	114,764

年齢別漁獲量(トン)

漁期年	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
0歳	6	3	3	3	4	4	5	6
1歳	9	9	9	9	11	13	15	16
2歳	26	8	19	19	19	24	28	30
3歳	42	18	14	31	31	31	39	45
4歳以上	53	25	29	27	40	47	51	60
計	137	63	73	89	105	119	137	158

補足資料4 将来予測の詳細（続き）

Flimit

年齢別漁獲係数

漁期年	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
0歳	0.27	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
1歳	0.17	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
2歳	0.31	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
3歳	0.60	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
4歳以上	0.60	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
単純平均	0.39	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23

年齢別資源尾数(尾)

漁期年	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
0歳	206,771	181,710	171,720	211,587	240,244	251,004	275,060	305,051
1歳	63,370	130,019	128,175	121,128	149,250	169,464	177,054	194,022
2歳	65,433	41,450	91,503	90,205	85,246	105,037	119,263	124,605
3歳	47,114	37,468	27,003	59,611	58,766	55,535	68,428	77,696
4歳以上	45,180	39,290	42,099	37,900	53,482	61,564	64,225	72,756
計	427,869	429,936	460,500	520,432	586,987	642,604	704,030	774,129

年齢別資源量(トン)

漁期年	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
0歳	28	25	23	29	33	34	38	42
1歳	64	132	130	123	151	172	180	197
2歳	112	71	157	154	146	180	204	213
3歳	106	84	61	134	132	125	154	175
4歳以上	133	115	124	111	157	181	189	214
計	443	427	494	551	619	692	764	840
親魚量	239	200	184	245	289	306	342	388

年齢別漁獲尾数(尾)

漁期年	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
0歳	45,055	24,293	22,958	28,288	32,119	33,558	36,774	40,783
1歳	8,955	11,055	10,898	10,299	12,690	14,408	15,054	16,496
2歳	15,288	5,981	13,203	13,016	12,300	15,156	17,208	17,979
3歳	18,851	9,779	7,048	15,559	15,338	14,495	17,860	20,279
4歳以上	18,077	10,255	10,988	9,892	13,959	16,068	16,763	18,989
計	106,227	61,363	65,094	77,053	86,406	93,685	103,659	114,527

年齢別漁獲量(トン)

漁期年	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
0歳	6	3	3	4	4	5	5	6
1歳	9	11	11	10	13	15	15	17
2歳	26	10	23	22	21	26	29	31
3歳	42	22	16	35	34	33	40	46
4歳以上	53	30	32	29	41	47	49	56
計	137	77	85	101	114	125	139	154

補足資料4 将来予測の詳細(続き)

Fcurrent

年齢別漁獲係数

漁期年	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
0歳	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
1歳	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
2歳	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
3歳	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
4歳以上	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
単純平均	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39

年齢別資源尾数(尾)

漁期年	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
0歳	206,771	181,710	148,834	168,901	173,542	163,009	163,991	166,919
1歳	63,370	130,019	114,260	93,588	106,206	109,124	102,501	103,119
2歳	65,433	41,450	85,043	74,736	61,215	69,468	71,377	67,045
3歳	47,114	37,468	23,735	48,697	42,795	35,052	39,778	40,871
4歳以上	45,180	39,290	32,676	24,014	30,953	31,395	28,287	28,975
計	427,869	429,936	404,549	409,936	414,710	408,048	405,934	406,929

年齢別資源量(トン)

漁期年	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
0歳	28	25	20	23	24	22	22	23
1歳	64	132	116	95	108	111	104	105
2歳	112	71	145	128	105	119	122	115
3歳	106	84	53	109	96	79	89	92
4歳以上	133	115	96	70	91	92	83	85
計	443	427	431	426	423	423	421	419
親魚量	239	200	149	180	187	171	172	177

年齢別漁獲尾数(尾)

漁期年	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
0歳	45,055	39,595	32,431	36,803	37,815	35,520	35,734	36,372
1歳	8,955	18,374	16,147	13,226	15,009	15,421	14,486	14,573
2歳	15,288	9,684	19,870	17,461	14,302	16,231	16,677	15,664
3歳	18,851	14,991	9,496	19,484	17,123	14,025	15,916	16,353
4歳以上	18,077	15,720	13,074	9,608	12,385	12,561	11,318	11,593
計	106,227	98,365	91,019	96,583	96,634	93,758	94,129	94,555

年齢別漁獲量(トン)

漁期年	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
0歳	6	5	4	5	5	5	5	5
1歳	9	19	16	13	15	16	15	15
2歳	26	17	34	30	24	28	29	27
3歳	42	34	21	44	39	32	36	37
4歳以上	53	46	38	28	36	37	33	34
計	137	120	115	120	120	117	117	117

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	—	—	0.54	0.46	—	—
120	—	—	0.61	0.39	—	—
130	—	—	0.46	0.54	1.00	0.00
140	—	—	0.53	0.48	—	—
150	—	—	0.38	0.62	—	—
160	—	—	0.49	0.51	0.67	0.33
170	—	—	0.53	0.47	0.57	0.43
180	—	—	0.43	0.57	0.43	0.57
190	0.80	0.20	0.44	0.56	0.60	0.40
200	0.43	0.57	0.54	0.46	0.58	0.42
210	0.50	0.50	0.50	0.50	0.49	0.51
220	0.48	0.52	0.44	0.56	0.55	0.45
230	0.42	0.58	0.57	0.43	0.50	0.50
240	0.43	0.57	0.48	0.52	0.50	0.50
250	0.43	0.57	0.35	0.65	0.56	0.44
260	0.42	0.58	0.48	0.52	0.57	0.43
270	0.41	0.59	0.35	0.65	0.49	0.51
280	0.55	0.45	0.38	0.63	0.48	0.52
290	0.55	0.45	0.45	0.55	0.38	0.62
300	0.40	0.60	0.47	0.53	0.50	0.50
310	0.64	0.36	0.59	0.41	0.30	0.70
320	0.29	0.71	0.46	0.54	0.33	0.67
330	0.50	0.50	0.52	0.48	0.45	0.55
340	0.56	0.44	0.62	0.38	0.61	0.39
350	0.63	0.37	0.53	0.47	0.58	0.42
360	0.68	0.32	0.41	0.59	0.51	0.49
370	0.74	0.26	0.45	0.55	0.54	0.46
380	0.76	0.24	0.43	0.57	0.54	0.46
390	0.85	0.15	0.48	0.52	0.53	0.47
400	0.86	0.14	0.61	0.39	0.53	0.47
410	0.82	0.18	0.71	0.29	0.52	0.48
420	0.85	0.15	0.55	0.45	0.50	0.50
430	0.83	0.17	0.57	0.43	0.49	0.51
440	0.80	0.20	0.65	0.35	0.40	0.60
450	0.76	0.24	0.33	0.67	0.37	0.63

補足資料 5 全長階級別雌雄割合 (続き)

全長 (mm)	4~7月		8~11月		12~翌年3月	
	雄	雌	雄	雌	雄	雌
460	0.70	0.30	0.53	0.47	0.37	0.63
470	0.66	0.34	0.75	0.25	0.32	0.68
480	0.54	0.46	0.50	0.50	0.29	0.71
490	0.50	0.50	0.46	0.54	0.18	0.82
500	0.48	0.52	0.55	0.45	0.22	0.78
510	0.42	0.58	0.50	0.50	0.21	0.79
520	0.45	0.55	0.29	0.71	0.19	0.81
530	0.40	0.60	1.00	0.00	0.18	0.82
540	0.39	0.61	0.63	0.38	0.23	0.77
550	0.31	0.69	0.25	0.75	0.24	0.76
560	0.32	0.68	0.50	0.50	0.13	0.87
570	0.24	0.76	1.00	0.00	0.29	0.71
580	0.18	0.82	0.00	1.00	0.22	0.78
590	0.15	0.85	0.00	1.00	0.19	0.81
600	0.13	0.87	—	—	0.12	0.88
610	0.12	0.88	1.00	0.00	0.27	0.73
620	0.09	0.91	0.00	1.00	0.33	0.67
630	0.05	0.95	—	—	0.20	0.80
640	0.07	0.93	—	—	0.00	1.00
650	0.05	0.95	—	—	0.20	0.80
660	0.04	0.96	—	—	0.00	1.00
670	0.02	0.98	—	—	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	—	—	—	—	—	—