

令和 4（2022）年度トラフグ伊勢・三河湾系群の資源評価

水産研究・教育機構 水産資源研究所 水産資源研究センター

参画機関：千葉県水産総合研究センター、神奈川県水産技術センター、静岡県水産・海洋技術研究所、愛知県水産試験場漁業生産研究所、三重県水産研究所、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、0 歳および 1 歳の資源量指標値をチューニング指標としたコホート解析により推定した。資源量は 1993 年漁期の 393 トンから 1996 漁期には 134 トンへ減少し、以後は概ね 6～7 漁期年ごとに増加と減少を繰り返しているが、各増加期の最大資源量は 755 トン（2002 年漁期）、396 トン（2007 年漁期）、269 トン（2014 年漁期）のように減少している。2017 年漁期以降の資源量は緩やかに減少しており、2021 年漁期は 144 トンと推定された。

親魚量は 1993～2002 年漁期は 13～31 トンの間を推移していたが、2003 年漁期より増加し 2004 年漁期には 107 トンに達した。2005 年漁期以降は 33～69 トンを推移し 2021 年漁期の親魚量は 57 トンと推定された。本種は栽培漁業対象種であり、本系群に対しては 1980 年代から大規模な人工種苗放流が行われている。2021 年漁期の放流尾数は 52 万尾、放流魚の混入率は 41.9%、添加効率は 0.035 であった。

将来予測、管理に係る目標等基準値、資源の動向などについては、本年度中に開催される研究機関会議資料に記述します。

漁期年	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	漁獲量 (トン)	F 値	漁獲割合 (%)
2017	186	35	95	0.68	51
2018	169	47	63	0.49	37
2019	156	62	66	0.52	42
2020	150	48	58	0.43	39
2021	144	57	50	0.47	35

漁期年は 4 月～翌年 3 月である。

資源量は 10 月、親魚量は 4 月時点の値を示す。

F 値は各年齢（0～3+歳）の単純平均値、漁獲割合は各漁期年の漁獲量/資源量で示す。

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・漁期年別漁獲尾数	漁場別漁獲状況調査(周年、静岡県、愛知県、三重県) 生物情報収集調査(周年、静岡県、愛知県、三重県) ・主要市場での魚体測定 漁業種別月別全長組成調査(周年、静岡県、愛知県、三重県) ・0歳から3+歳に相当する混合正規分布の当てはめによる年齢別漁獲尾数の推定
資源量指数 0歳天然魚資源量指標値 1歳魚資源量指標値	新規加入量調査(5～7月、三重県) ・サーフネットを用いた着底魚調査の曳網あたり天然稚魚採集尾数* 漁場別漁獲状況調査(10月～翌年2月、静岡県、愛知県、三重県) ・ふぐはえ縄漁業による努力量* 生物情報収集調査(10月～翌年2月、静岡県、愛知県、三重県) ・ふぐはえ縄漁業による1歳魚漁獲尾数*
人工種苗放流尾数、標識放流魚漁獲尾数等	栽培漁業用種苗等の生産・入手・放流実績(水産庁増殖推進部、国立研究開発法人水産研究・教育機構、公益社団法人全国豊かな海づくり推進協会)(1993～2020) 生物情報収集調査(静岡県、愛知県、三重県) 資源増大技術開発事業報告書一回帰型回遊性種－(トラフグ)(佐賀県ほか 2006)
自然死亡係数(M)	年当たり $M=0.25$ を仮定(田中 1960)

*はコホート解析におけるチューニング指数である。

1. まえがき

トラフグ伊勢・三河湾系群は、1975年頃から漁業対象となった比較的新しい資源であり、1989年漁期に漁獲量が400トンを超え、これを契機として水産資源としての重要性が高まった(船越 1990)。2002年度に伊勢湾・三河湾小型機船底びき網漁業対象種資源回復計画が作成され、TAE(漁獲努力可能量)制度による管理が開始されたことに伴い、同年度に資源評価対象魚種系群に加えられた。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きた管理措置は、2012年度以降も新たな枠組みである資源管理指針・計画のもとで継続して実施されている。

一方で、本系群の加入動態は不安定であり、資源の安定的な維持・造成を目的として、1980年代からトラフグ人工種苗が放流されている。取り組み開始当初の放流尾数は年間10万～40万尾程度であったが、1999年漁期以降は毎年40万～70万尾が伊勢湾を中心に放流されている。トラフグ種苗は有標識放流も行われており、本事業参画機関と国立研究開発

法人水産研究・教育機構が連携して混入率、添加効率等を調査している。

2. 生態

(1) 分布・回遊

トラフグ伊勢・三河湾系群は紀伊半島東岸から駿河湾沿岸域を主な生息海域とし(図1)、標識放流実験の結果等(安井・濱田 1996)から、他の海域の資源とは独立した一つの系群と考えられている(伊藤 1997)。ただし、近年は主な生息海域の外側東方に位置する東京湾周辺海域での漁獲が急増している(櫻井ほか 2013、高草木 2020)。

(2) 年齢・成長

体サイズは1歳で全長 26 cm、体重 0.4 kg、2歳で全長 40 cm、体重 1.4 kg、3歳で全長 48 cm、体重 2.9 kg に達する(図2)。寿命は10年以上と考えられている。

(3) 成熟・産卵

産卵期は4～5月とみられ、成熟年齢は雄で2歳、雌で3歳である(三重県ほか 1998)。伊勢湾口部の産卵場で漁獲されるトラフグ成熟親魚は性比が著しく雄に偏るが、これは雌が産卵後速やかに産卵場から離れるのに対して、雄は繁殖期を通して長く産卵場にとどまるという本種の産卵生態によるものと考えられる(藤田 1996)。産卵場としては底質の粒径が2 mm以上の礫混じりの粗砂を選択的に利用しており、このような条件を備えた産卵場として、三重県安乗岬の沖合および愛知県渥美半島の外海に位置する通称「出山」の周辺水域が知られている(神谷ほか 1992、中島 2001、白木谷ほか 2002)。卵は直径1.2～1.4 mmの球形で乳白色不透明の沈性粘着卵である。海底の表面に産み付けられ、孵化までには7～12日間を要する。

(4) 仔稚魚

全長約3 mmでふ化した仔魚は、潮流により伊勢湾内および三河湾内に輸送され、全長10 mm前後にまで成長すると湾中央部から奥部に広がる砂浜海岸の砕波帯に着底する(中島ほか 2008、津本 2013)。干潟域や河口域で全長60 mm前後に達した稚魚は伊勢湾内および三河湾内の水深10 m以浅の砂底域へと移動し、以後、各湾全域に分散すると推察される。

(5) 被捕食関係

食性は、仔魚後期までは専ら動物プランクトン、稚魚期は端脚類、十脚類、多毛類、昆虫類を捕食する(津本 2013)。未成魚期はイワシ類、その他の幼魚や甲殻類を、成魚期は甲殻類や魚類を好んで捕食する(落合・田中 1986)。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

本系群を対象とした漁業には、ふぐはえ縄漁業(静岡県、愛知県、三重県)、小型機船底びき網漁業(愛知県、三重県)およびまき網漁業(三重県)がある(図3-1、3-2)。小型機

船底びき網漁業の操業海域は、伊勢湾、三河湾および渥美半島外海の3海域に大別される。

4～5月に産まれた0歳魚は、その年の秋季には全長25 cm、体重0.3 kg程度に成長して伊勢湾および三河湾で操業する愛知県および三重県の小型機船底びき網漁業により漁獲される。0歳の冬季以降には渥美半島の外海で操業する愛知県の小型機船底びき網漁業により漁獲されるようになる。その後、1歳の秋季には全長35 cm、体重1.0 kg程度に成長して伊勢湾口沖を中心とした遠州灘から熊野灘にかけての海域で静岡県、愛知県および三重県のふぐはえ縄漁業の漁獲対象となる。

小型機船底びき網漁業については、資源回復計画の対象となった2002年度から当該漁業で漁獲される25 cm以下の小型魚を再放流するという資源管理措置が導入され、伊勢湾および三河湾の操業海域においては2002年度より、渥美半島外海の操業海域においては2007年度より水揚げ制限が実施された。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きた管理措置は、2012年度以降も新たな枠組みである愛知県および三重県海区漁業調整委員会指示、伊勢湾・三河湾小型機船底びき網漁業対象種資源回復計画のもとで継続して実施されている。

ふぐはえ縄漁業については静岡県、愛知県、三重県における操業秩序の維持と資源管理を目的とした自主管理協定があり、操業期間の制限（10月～翌年2月末）、漁法（松葉漁具、灯火の制限）、魚体（700 g未満採捕制限）等の制限措置が実施されている。近年は解禁当初の漁獲努力量を重点的に抑制し、5ヶ月間の漁期を通した水揚げの安定化並びに漁獲金額の最大化に向けた操業スタイルの転換が進められている。

三重県安乗岬の沖合では4～5月のトラフグ産卵期に、産卵場へ集群するトラフグ成熟親魚が、少量ながらまき網漁業により漁獲されていた。しかし、2006年漁期以降は成熟親魚の漁獲は自主規制されている。

（2）漁獲量の推移

トラフグ伊勢・三河湾系群の1993年漁期の漁獲量は302トンであったが、2002年漁期の漁獲量は560トンに増加した（図4-1、4-2）。2005年漁期の漁獲量は78トンへ減少した後、2006年漁期～2009年漁期にかけて、漁獲量は200トン前後を推移した。しかし、2010年漁期以降は200トン以下の漁獲量が続き、2011年漁期～2013年漁期にかけて100トン未満の漁獲量が続いた後、2014年漁期に123トン、2015年漁期に170トンとやや増加したものの、以降は100トン未満の漁獲が続き、2021年漁期の漁獲量は1993年漁期以降で最も少ない50トンとなった。2021年漁期の漁獲量の漁業種類別の内訳は、小型機船底びき網漁業（伊勢湾・三河湾）が9.2トン（18.5%）、小型機船底びき網漁業（渥美外海）が7.7トン（15.4%）、ふぐはえ縄漁業が33.1トン（66.2%）であり、2020年漁期のふぐはえ縄漁業の漁獲量割合（79.9%）と比べて減少した（補足表2-6）。

（3）漁獲努力量

資源回復計画の対象であった小型機船底びき網漁業について、三重県および愛知県における漁期年別の延べ操業隻数、0歳魚漁獲尾数、0歳魚漁獲量およびCPUE（漁獲量/隻・日）を表2-1、2-2に示す。三重県における小型機船底びき網漁業の延べ操業隻数は2001年漁期には1,000隻・日を超えていたが、資源回復計画がスタートした2002年漁期以降は漸

減し、2007 年漁期以降は 500 隻・日以下に抑制されている。また、三重県の当該漁業における 0 歳魚漁獲量は、2001 年漁期には 9 トンであったが、資源回復計画の実施に伴い急減し、2002 年漁期以降は 2 トン未満に減少している。2021 年漁期の三重県における小型機船底びき網漁業の延べ操業隻数は 84 隻・日、0 歳魚漁獲量は 0.1 トンであった。

東海 3 県におけるふぐはえ縄漁業の漁獲努力量(延べ操業隻数)は、2000 年漁期の 12,074 隻・日をピークとして徐々に削減される傾向にあり、2011 年漁期以降は 4,000 隻・日以下で推移している(表 3)。近年における漁獲量の減少並びに魚価安傾向を勘案して、漁業者による自主的な努力量の抑制がさらに進められており、2021 年漁期の延べ操業隻数は 1,250 隻・日であった。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

資源尾数は 0 歳魚、1 歳魚、2 歳魚および 3 歳魚以上をプラスグループとした年齢別漁獲尾数をもとに、資源量指標値を考慮したチューニングコホート解析により計算した(補足資料 1、2)。データとして 1993～2021 年漁期の年齢別漁獲尾数を用い、誕生月を 4 月、年当たりの自然死亡係数(M)を 0.25 と仮定して、Pope の近似式により年齢別資源尾数を推定した。さらに、年齢別資源尾数に年齢別平均体重を乗じて年齢別資源量を求め、各年齢の資源量の合計を総資源量とした。チューニングコホート解析に用いる資源量指標値には 2004 年漁期以降のサーフネット調査の曳網あたりトラフグ天然稚魚採集尾数を標準化した CPUE を 0 歳天然魚資源量指標値として(詳細は令和 4 (2022) 年度トラフグ伊勢・三河湾系群の資源評価 トラフグ天然稚魚サーフネット調査 CPUE の標準化による資源状態の短期的な将来予測 FRA-SA2022-RC01-07 を参照)、1995 年漁期以降のふぐはえ縄漁業の月別延べ操業隻数および 1 歳魚月別漁獲尾数から DeLury 法により推定した 1 歳魚初期資源尾数を 1 歳魚資源量指標値として、それぞれ用いた(Nishijima et al. 2019)。

(2) 資源量指標値の推移

コホート解析のチューニングに利用した 0 歳天然魚資源量指標値および 1 歳魚資源量指標値を図 5、6、補足表 2-2 に示す。

加入量の指標となる 0 歳天然魚資源量指標値は 2006 年漁期の 149.4 を最大、2020 年漁期の 4.4 を最低として 2004～2011 年漁期、および 2011～2017 年漁期にかけて増減を繰り返したが、2017 年漁期以降は低い値で推移した。2021 年漁期および 2022 年漁期の指標値は順に 6.8 および 6.2 であり、指標値が得られている 19 年間に於いて順に 3 番目および 2 番目に低い値であった。

1 歳魚資源量指標値は、2002 年漁期の 551,217 を最大、1996 年漁期の 17,619 を最小として 1995～2004 年漁期、2004～2013 年漁期、2013～2018 年漁期にかけて増減を繰り返し、2018 年漁期以降は 20,000～50,000 の間を推移した。2021 年漁期の 1 歳魚資源量指標値(2020 年級群に対応)は 27,618 であり、指標値が得られている 27 年間の平均値(97,961)の約 3 割程度と指標値が算出されている 1995 年漁期以降過去 5 番目に低い水準であった。なお、指標値の算出で得られる 1 歳魚に対するふぐはえ縄漁業の漁具能率は、2000 年漁期を最低として年々向上する傾向が続いている(図 7)。

(3) 漁獲物の年齢組成

漁期年別の漁獲物の年齢組成を図 4-1、4-2、補足表 2-3、2-4、2-5 に示す。2021 年漁期の年齢組成は、0 歳魚が 43% (1.97 万尾)、1 歳魚が 33% (1.49 万尾)、2 歳魚が 14% (0.64 万尾)、3+歳魚が 10% (0.44 万尾) であった。

2021 年漁期の漁業種類別の年齢組成は、小型機船底びき網漁業では 0 歳魚が 76% (1.97 万尾)、1 歳魚が 16% (0.43 万尾)、2 歳魚が 5% (0.12 万尾)、3+歳魚が 3% (0.09 万尾) であり、ふぐはえ縄漁業では 1 歳魚が 55% (1.06 万尾)、2 歳魚が 27% (0.52 万尾)、3+歳魚が 18% (0.36 万尾) であった (補足表 2-7)。

(4) 資源量と漁獲割合の推移

資源量指標値を考慮したコホート解析により推定した資源量を図 8、補足表 2-3、2-4、2-5 に示す。令和 3 (2021) 年度資源評価 (鈴木ほか 2022) までは資源量計算に用いる年齢別平均体重として 10 月時点の年齢体重を用いていたが、本年度評価では漁獲情報より計算された年別・年齢別平均体重を用いて計算した (背景、方法については補足資料 4 を参照)。

はえ縄漁業の漁期が始まる 10 月時点の資源量は 1993 年漁期から 1997 年漁期にかけて 393 トンから 154 トン程度へ減少したが、1998 年漁期から増加に転じ 2002 年漁期には 755 トンとピークに達した。しかし、2004 年漁期以降は、2006～2009 年漁期に限っては 300 トンを超えたが (314～396 トン)、それ以外の漁期年は 300 トンに満たなかった。また資源量は概ね 6～7 漁期年ごとに増加と減少を繰り返しているが、増加時のピークの資源量は、755 トン (2002 年漁期)、396 トン (2007 年漁期)、269 トン (2014 年漁期) のように、近年になるにつれて減少する傾向が示されている。2021 年漁期の資源量は 144 トンと推定され、1996 年漁期の 134 トンに次ぎ過去 2 番目に低い値となった。

親魚量は産卵期の 4 月時点での資源量より算出した。令和 3 (2021) 年度資源評価 (鈴木ほか 2022) までは雄が 2 歳、雌が 3 歳から成熟するという成熟率から 2 歳資源量の半分と 3 歳以上の資源量の合計を親魚量として算出されていたが、実際の卵資源への寄与という点を考慮し、本年度評価より 3 歳以上の資源量を親魚量として算出した (背景、方法については補足資料 5 を参照)。なお、令和 3 (2021) 年度資源評価 (鈴木ほか 2022) では親魚量計算に用いる年齢別平均体重として 4 月時点の年齢体重を用いていたが、本年度評価より漁獲情報より計算された年別・年齢別平均体重を用いて計算した (補足資料 4)。1993～2002 年漁期までは 13～31 トン前後で推移したが、2001 年級群が卓越年級群であったことに伴って 2004 年漁期には 100 トンを上回る 107 トンに達した。2005 年漁期以降は 33～69 トンの範囲で増減を繰り返し、2021 年漁期の親魚量は 57 トンと推定された (図 9、表 4)。

漁獲割合は 1993 年漁期の 77% をピークとして、それ以降 2007 年漁期までは 44%～76% の間を変動していたが、2008 年漁期以降は変動しながらも減少する傾向にある (図 8)。特に 2018 年漁期以降は 50% 以下に抑制されており、2021 年漁期の漁獲割合は 35% であった。

年齢別漁獲係数 (F) の推移を図 10、補足表 2-3、2-4、2-5 に示す。0 歳魚に対する漁獲係数は 1990 年代には 0.5 を超える高い値であった。資源回復計画がスタートした 2002 年漁期以降では 2017 年漁期を除き 0.2～0.3 程度の低い値で安定していたが、2021 年漁期の

0 歳魚の漁獲係数は 0.60 と推定され、1999 年漁期以降では最大の値となった。これは、2021 年漁期の 0 歳天然魚資源量指標値が 6.78 と低い値であったことから 2021 年の 10 月時点での 0 歳魚資源尾数が過去最少の 43,515 尾と推定されたにも関わらず、0 歳魚の漁獲が過去 5（2016～2020）年平均である 18,914 尾と同程度の 19,683 尾となっており、0 歳魚の漁獲割合が増加したためと考えられる（補足表 2-5）。ただし、コホート計算では直近年の加入尾数は不確実性が高いため、この点には注意が必要である。1 歳魚および 2 歳魚以上に対する漁獲係数は、低下傾向にあり、2021 年漁期は 1 歳魚の F が 0.61、2 歳魚および 3+歳魚の F が 0.34 であった。2021 年漁期の 0～3+歳魚の F の単純平均（ F_{2021} ）は 0.47 と推定された。

本評価では自然死亡係数（ M ）を 0.25 と仮定している。感度分析として M を 0.5 倍（ $M=0.125$ ）、1.5 倍（ $M=0.375$ ）、2 倍（ $M=0.5$ ）に変化させた場合の 2021 年漁期の資源量、親魚量、加入量（0 歳魚資源尾数）を推定した（図 11）。 M を大きくするといずれの値も増加し、 M が 0.125 変化すると、資源量は 5～6%程度、親魚量は 11～13%程度、加入量は 17～23%程度変化した。

（5）生物学的管理基準（漁獲係数）と現状の漁獲圧の関係

生物学的管理基準（漁獲係数）と現状の漁獲圧の関係を図 12 に示す。現状の漁獲圧（2019～2021 年平均、 $F_{2019-2021}$ ）は 0.48 であり、 $F_{20\%SPR}$ （ $F=0.32$ ）、 $F_{30\%SPR}$ （ $F=0.23$ ）、 F_{max} （ $F=0.40$ ）などの生物学的管理基準値より高い値である。

（6）種苗放流効果

本系群の加入動態は不安定であり、資源の安定的な維持・造成を目的として、1980 年代から人工種苗放流が実施され（図 13）、本資源評価期間においては 18.7 万～78.7 万尾の人工種苗放流が実施されてきた（表 4）。2021 年漁期の放流尾数は 51.8 万尾であり、混入率は 41.9%、添加効率は 0.035 と推定された。なお、これに基づき、算定した 0 歳放流資源尾数を減算することで、10 月時点での 0 歳天然資源尾数が計算される。2021 年漁期の 0 歳魚の天然資源尾数は 25,267 尾であり過去最低の数値、同放流資源尾数は 18,248 尾であり、2004 年漁期以降最低の数値であった（図 14、表 4）。放流魚の添加効率は、2004 年漁期以降ではおよそ 0.04～0.05 で推移し、年間 2 万～3 万尾が天然魚と共に漁獲加入していると推察された（図 15、表 4）。放流魚の混入率は天然魚の加入量の多寡によって 2～46%の範囲で大きく変動した。

5. 資源評価のまとめ

2021 年漁期の資源量は 144 トンと推定され、1996 年漁期の 134 トンに次ぐ過去 2 番目に低い値となった。コホート解析からは、1 歳魚以上に対する F が減少傾向にある一方、2021 年漁期の 0 歳魚に対する F が高く推定されたことに留意する必要がある。親魚量は 2005 年漁期以降は増減しながらも 60 トン前後で推移しており、2021 年漁期の親魚量は 57 トンと推定された。

6. その他

伊勢湾・三河湾小型機船底びき網漁業対象種資源回復計画の対象となった小型機船底びき網漁業では、2002 年漁期から当該漁業で漁獲される 25 cm 以下の小型魚を再放流するという資源管理措置が導入された（水産庁 2002）。資源回復計画が推進されたことにより、2002 年漁期以降の当該漁業による漁獲量は、それまでと比較して 1/10 以下にまで大幅に抑制され、小型魚の保護が図られた（表 2-1）。

本系群は不定期に発生する卓越年級群の影響により大きな資源変動を示し、少ない親魚量からでも時として卓越年級群が発生している。その背景として本系群の再生産成功には海洋環境が影響していることが示唆されている（青木ほか 2016）が、現状の資源評価手法では海洋環境の影響を直接的には反映できないことから、今後も海洋環境要因、生物学的要因の解明に向けた科学的知見の集積を進め、これらの影響を考慮した資源評価手法の検討を進める必要がある。また 2009 年漁期以降の再生産成功率は低い水準で推移しており（図 9）、当時の環境変動や事業者数の変動といった漁業形態の変遷などを考慮したうえで、現状の資源状態について検討する必要がある。

なお、各県からの情報提供によれば、2021 年漁期 10 月から 12 月にかけてサバフグ類（クロサバフグ・シロサバフグ）が多く漁場に出現し、ふぐはえ縄漁の縄が切られるという事象が多発した。そのため、ふぐはえ縄漁の出漁数が減少し、漁獲量の減少などが発生したとも推察されるため、F や CPUE の挙動の変化には注意が必要である。

7. 引用文献

- 青木一弘・児玉真史・黒木洋明・鈴木重則・津本欣吾・岡田 誠・久野正博・横山文彬・加藤毅士 (2016) トラフグ伊勢三河湾系群の再生産に関わる海洋環境変動. 水産海洋研究, **80**, 20-26.
- 藤田矢郎 (1996) トラフグの生物学. さいばい, 日本栽培漁業協会, **79**, 15-18.
- 船越茂雄 (1990) 平成元年の太平洋岸におけるトラフグの特異豊漁現象について - 遠州灘から伊勢湾口を中心として -. 水産海洋研究, **54**, 322-323.
- 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.
- 神谷直明・辻ヶ堂諦・岡田一宏 (1992) 伊勢湾口部安乗沖におけるトラフグ産卵場. 栽培漁業技術開発研究, **20**, 109-115.
- 三重県・愛知県・静岡県 (1998) トラフグ資源管理推進指針. 太平洋中区資源管理推進指針, トラフグ, 太平洋中区資源管理型漁業推進協議会, 1-20.
- 中島博司 (2001) 伊勢湾口部トラフグ産卵場の規模と産着卵の分布について. 三重県水産技術センター研究報告, **9**, 1-8.
- 中島博司・津本欣吾・沖 大樹 (2008) 伊勢湾の砂浜海岸砕波帯に出現したトラフグ稚魚について. 水産増殖, **56**, 221-229.
- Nishijima S., S. Suzuki, M. Ichinokawa, and H. Okamura. (2019) Integrated multi-timescale modeling untangles anthropogenic, environmental, and biological effects on catchability. Can. J. Fish. Aquat. Sci., **76**, 2045-2056.
- 落合 明・田中 克 (1986) トラフグ, カラス. 「新版魚類学(下)」, 恒星社厚生閣, 東京,

1024-1026.

佐賀県・山口県・三重県・愛知県・静岡県・秋田県 (2006) 平成 17 年度資源増大技術開発事業報告書 回帰性回遊性種(トラフグ).

櫻井 繁・一色竜也・鈴木重則 (2013) 神奈川県におけるトラフグ水揚量と種苗放流の関係. 神水セ研究報告, **6**, 9-15.

白木谷卓哉・田中健二・岩田靖宏・家田喜一・石川雅章 (2002) 伊勢湾口部におけるトラフグの産卵場および産卵時期. 愛知県水産試験場研究報告, **9**, 27-31.

水産庁 (2022) 伊勢湾・三河湾小型機船底びき網漁業対象種資源回復計画.

https://www.jfa.maff.go.jp/j/suisin/s_keikaku/pdf/isewan_mikawawan_kosoko.pdf (最終アクセス日 2022/07/22)

鈴木重則・山下夕帆・平井慈恵・西嶋翔太・山本敏博・澤山周平・青木一弘 (2022) 令和 3 (2021) 年度トラフグ伊勢・三河湾系群の資源評価, 水産庁・水産研究・教育機構, 1-49, <https://abchan.fra.go.jp/digests2021/details/202174.pdf>

高草木将人 (2020) 千葉県沿岸におけるトラフグの漁獲状況と放流効果調査について. 東京湾の漁業と環境, **11**, 25.

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.

津本欣吾 (2013) 伊勢湾西部砂浜海岸に出現したトラフグ稚魚の食性. 黒潮の資源海洋研究, **14**, 105-108.

安井 港・濱田貴史 (1996) 遠州灘・駿河湾海域におけるトラフグの標識放流結果からみた移動. 静岡水試研報, **31**, 1-6.

(執筆者：真鍋明弘、平井慈恵、片町太輔、西嶋翔太、澤山周平、青木一弘)

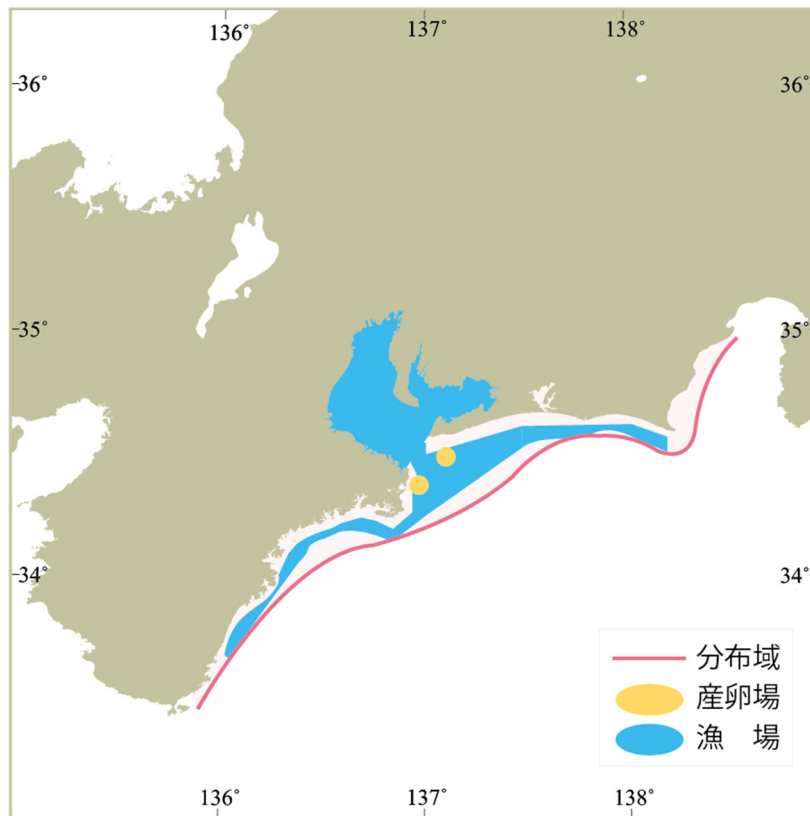


図 1. 分布域と主産卵場の模式図

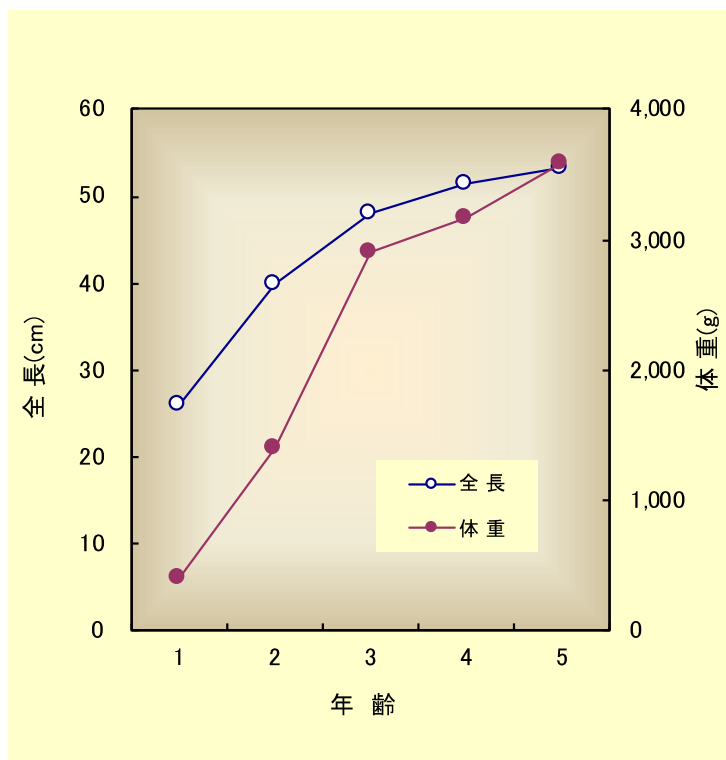


図 2. 年齢と成長（4 月時点）

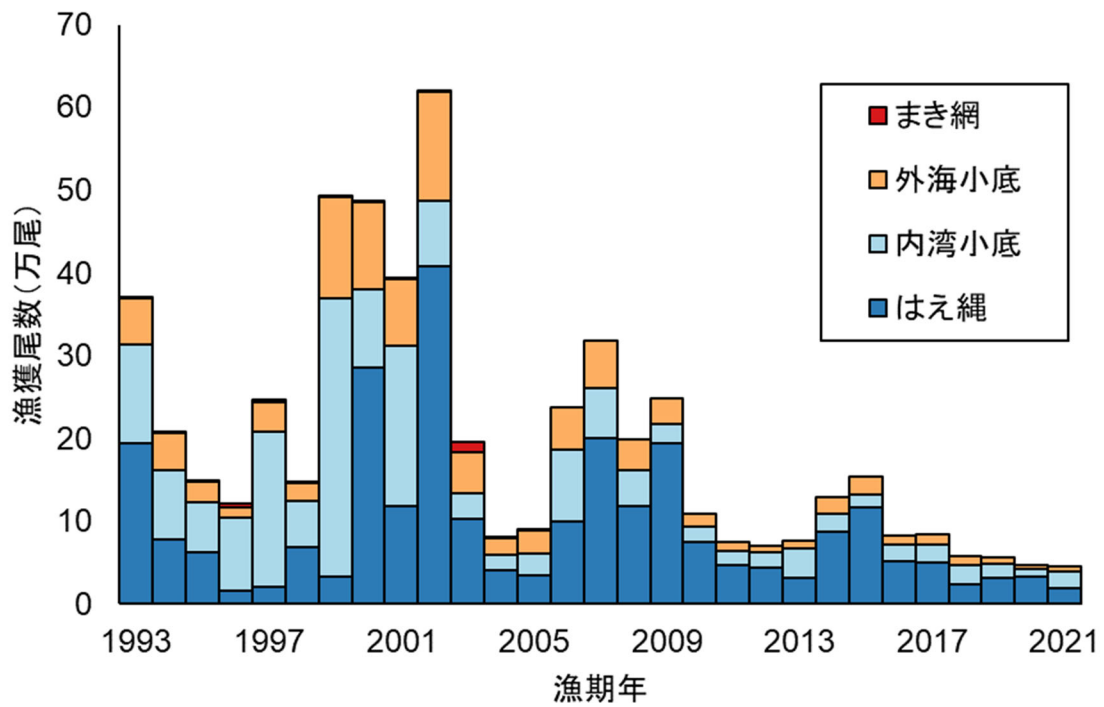


図 3-1. 漁業種類別漁獲尾数の推移

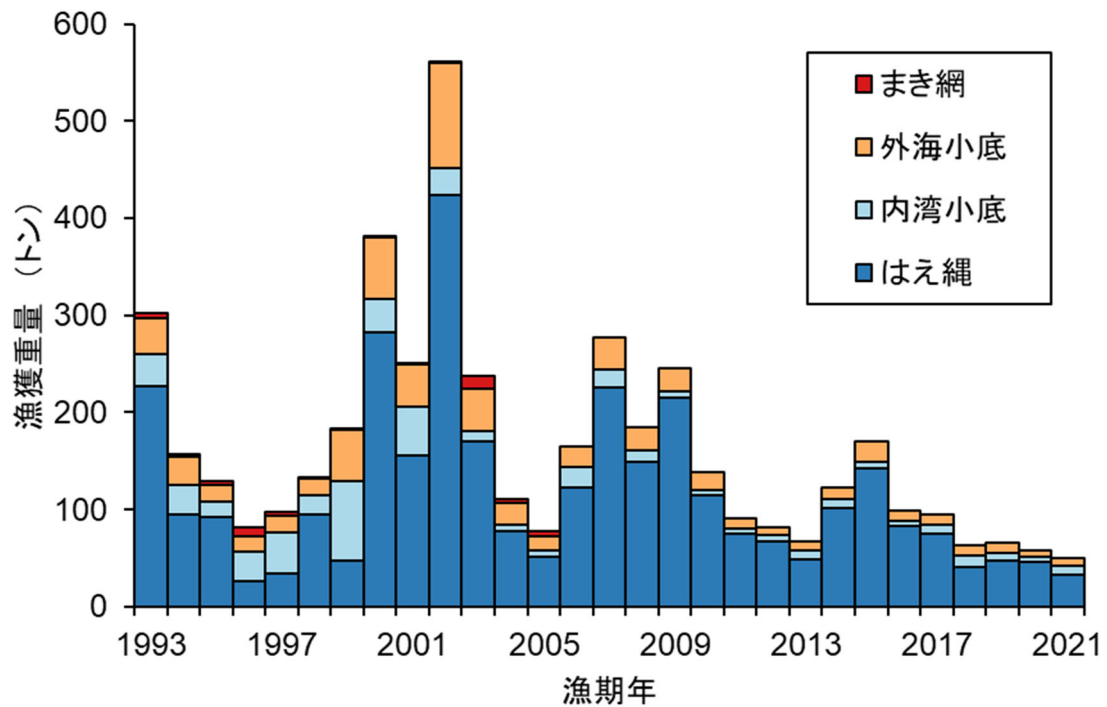


図 3-2. 漁業種類別漁獲量の推移

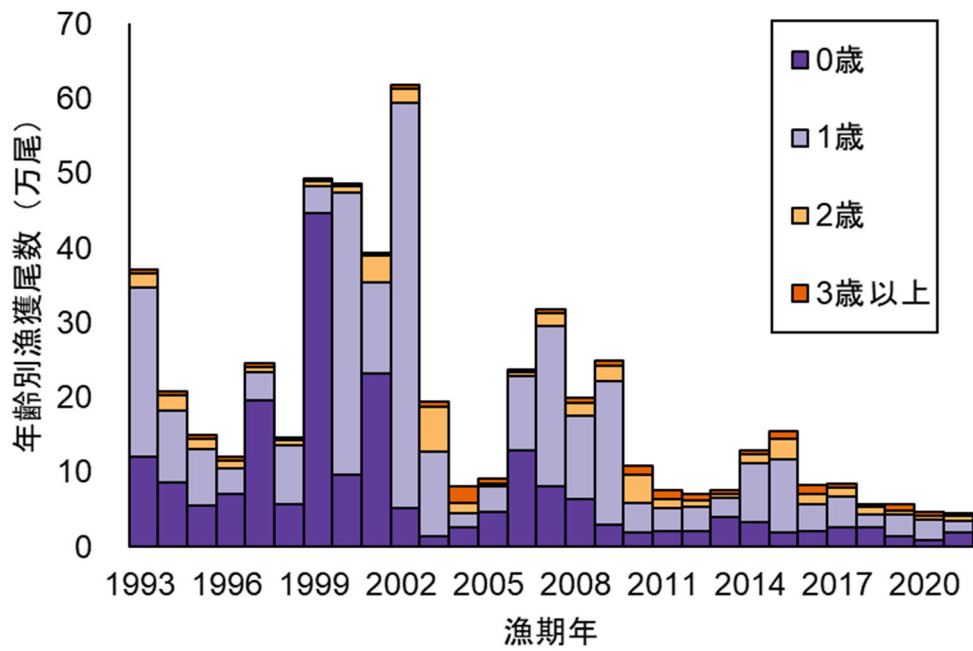


図 4-1. 年齢別漁獲尾数の推移

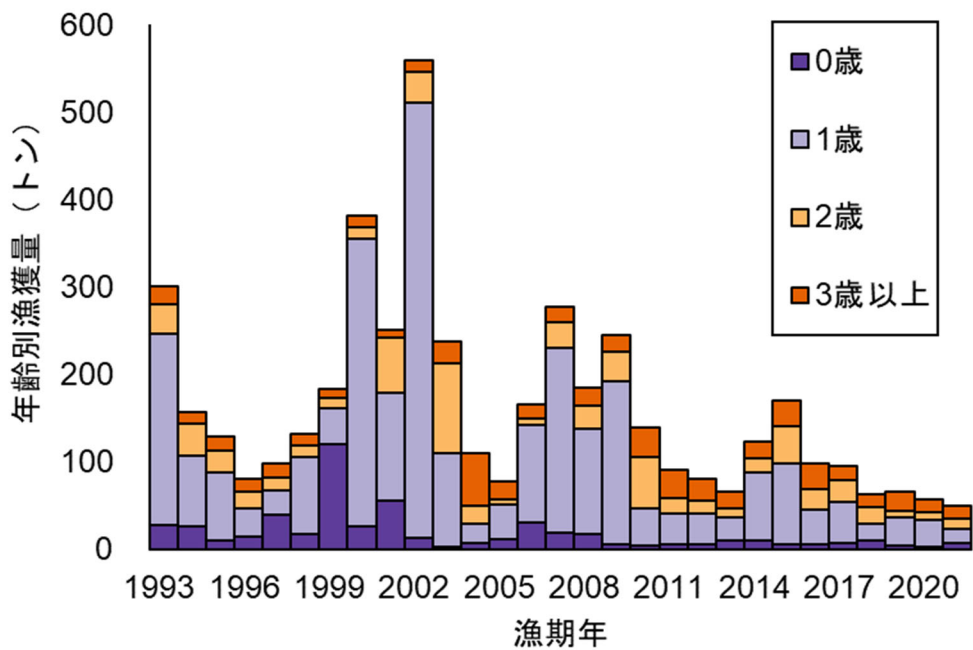


図 4-2. 年齢別漁獲量の推移

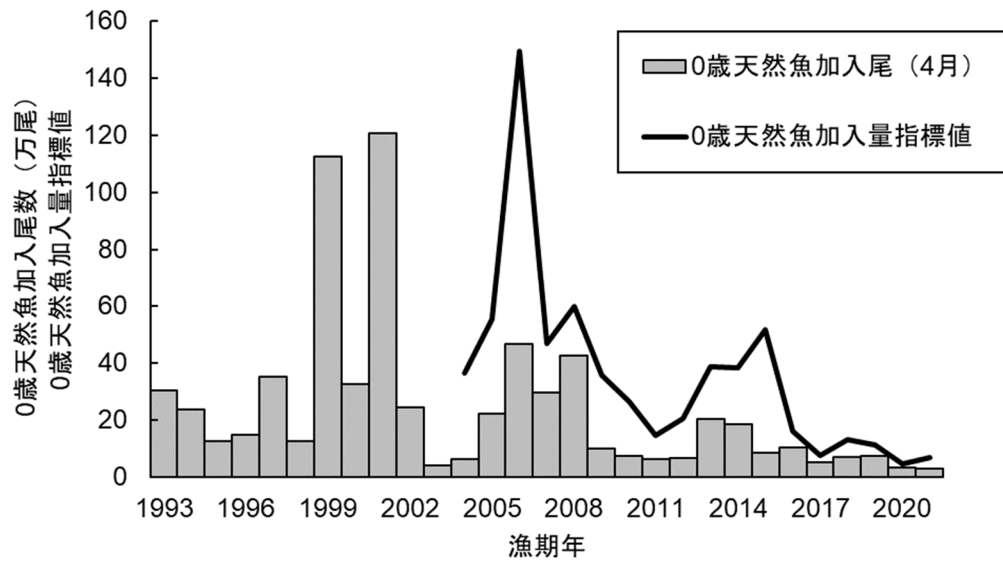


図 5. 資源量指標値を考慮したコホート解析により推定した 0 歳天然魚資源尾数（4 月時点、灰色）と 0 歳天然魚資源量指標値の経年推移（黒実線）

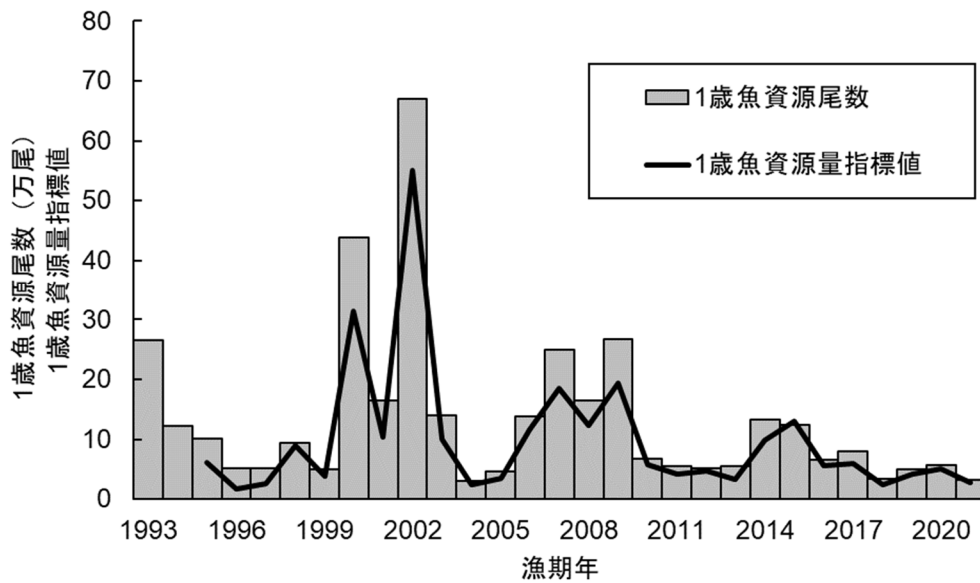


図 6. 資源量指標値を考慮したコホート解析により推定した 1 歳魚資源尾数（10 月時点）と 1 歳魚資源量指標値の経年推移

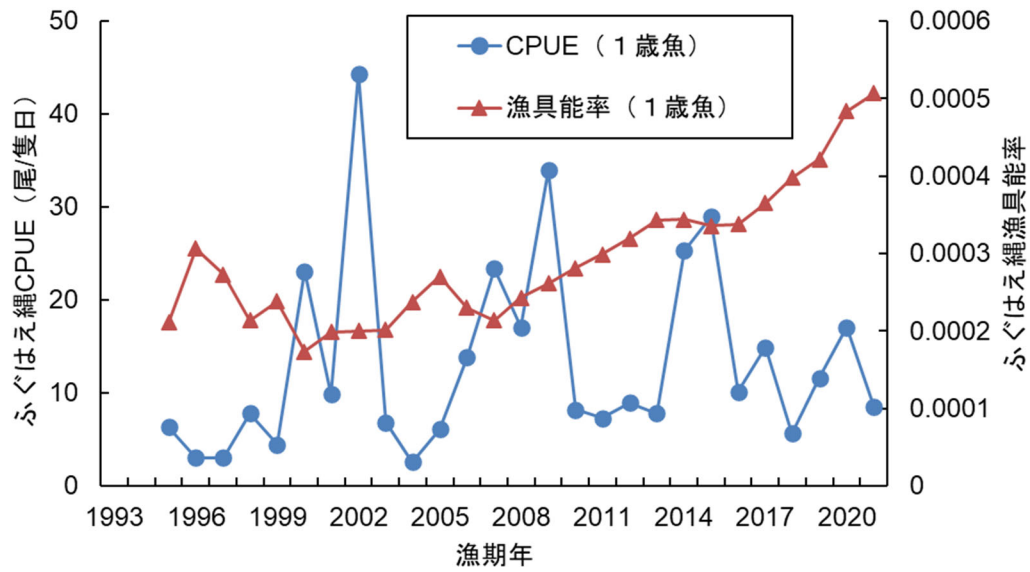


図 7. ふぐはえ縄漁業の 1 歳魚に対する CPUE および漁具能率 (1995～2021 年漁期)

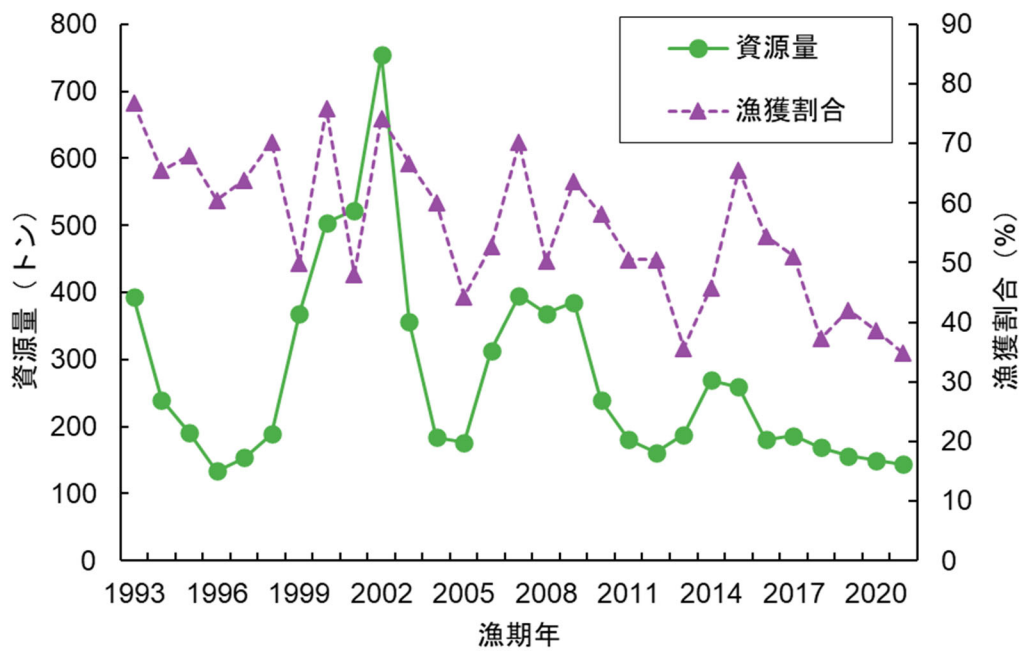


図 8. 資源量 (丸、緑実線) および漁獲割合 (三角、紫破線) の推移

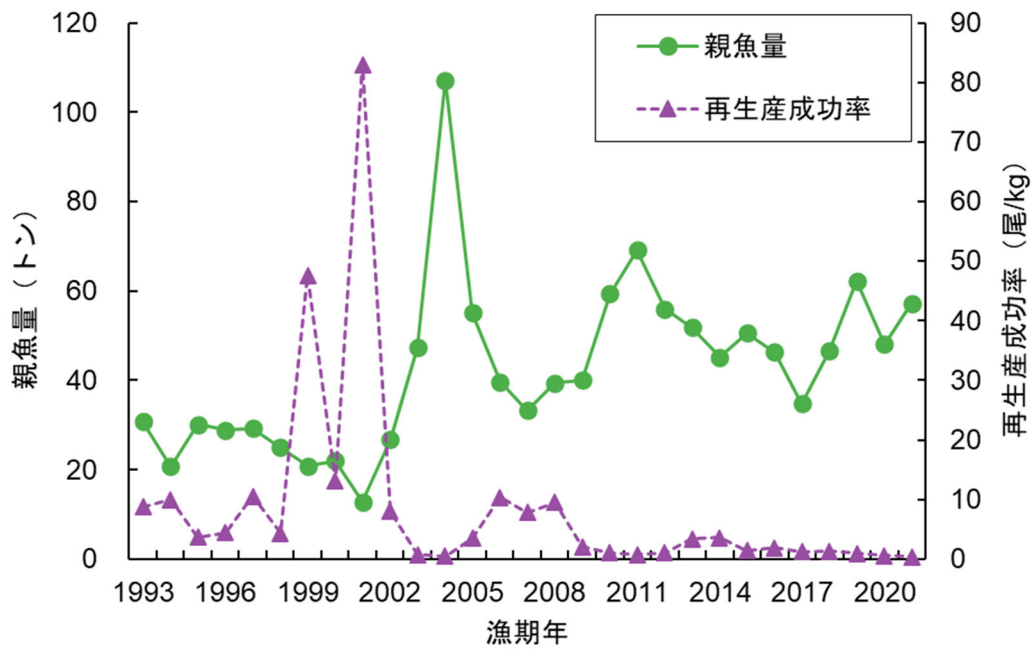


図 9. 親魚量および再生産成功率 (RPS) の推移

RPS=天然魚加入尾数 (10 月時点) / 親魚量 (天然+放流、4 月時点)。

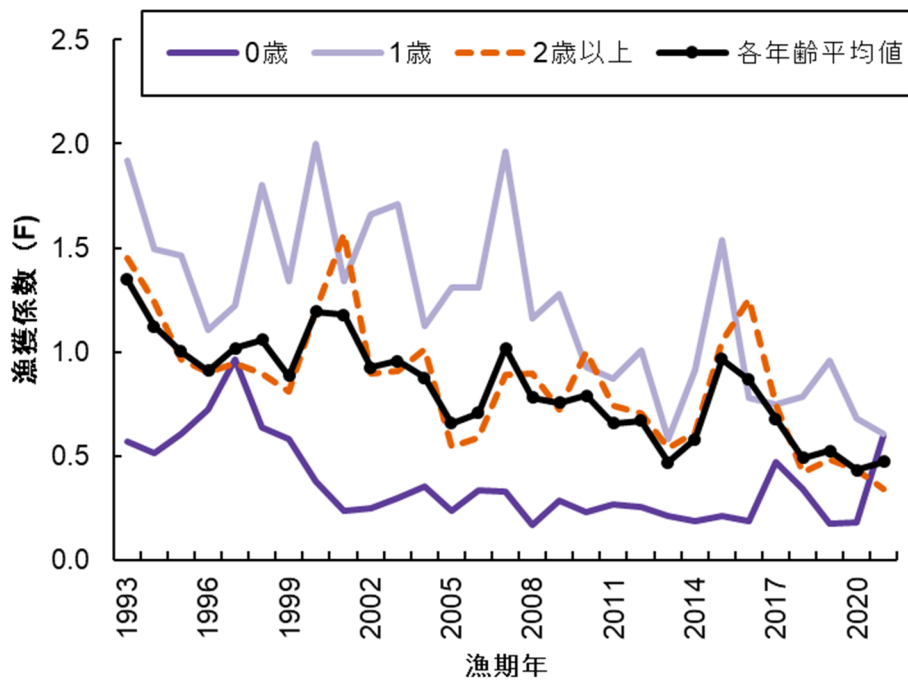


図 10. 年齢別漁獲係数

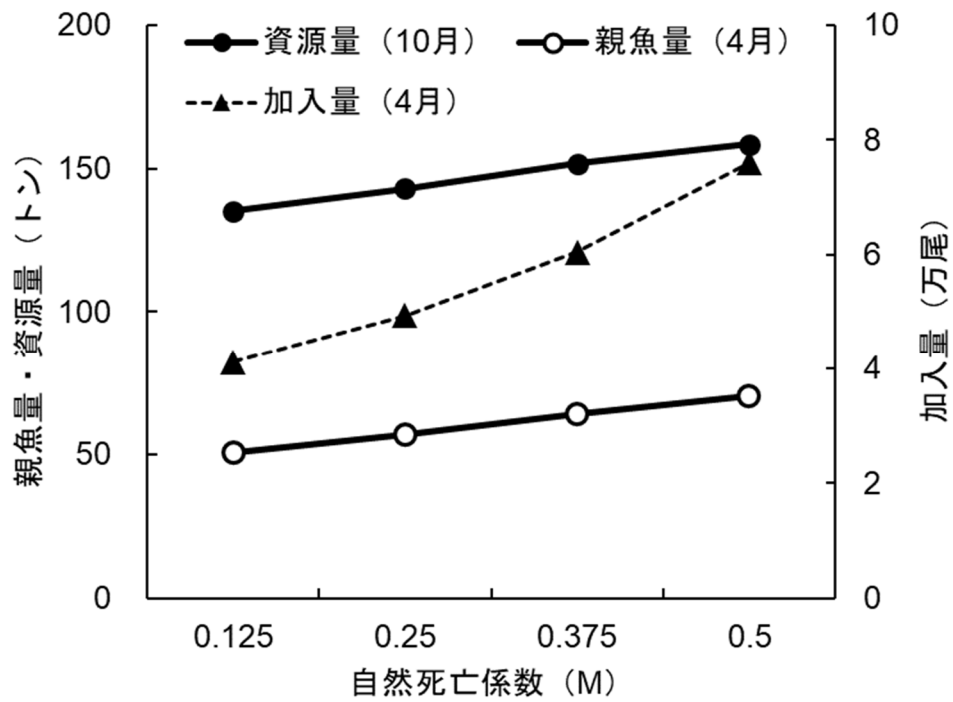


図 11. 自然死亡係数 (M) と 2021 年漁期の資源量、親魚量、加入量の関係
本評価では $M=0.25$ を用いた。

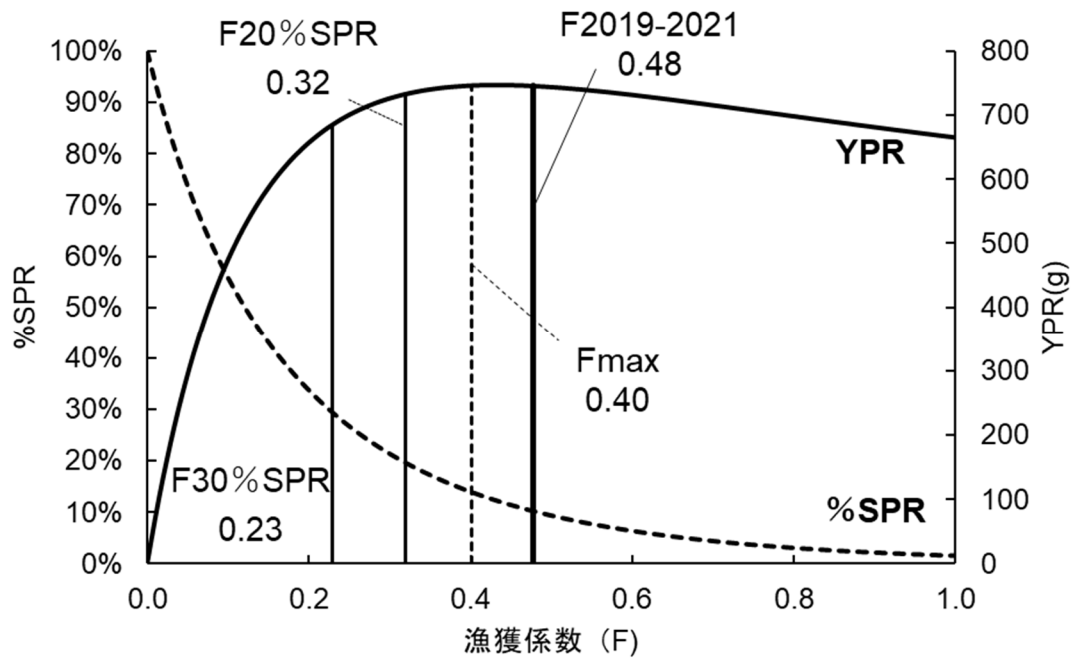


図 12. 生物学的管理基準（漁獲係数）と現状の漁獲圧の関係



図 13. 人工種苗の放流尾数

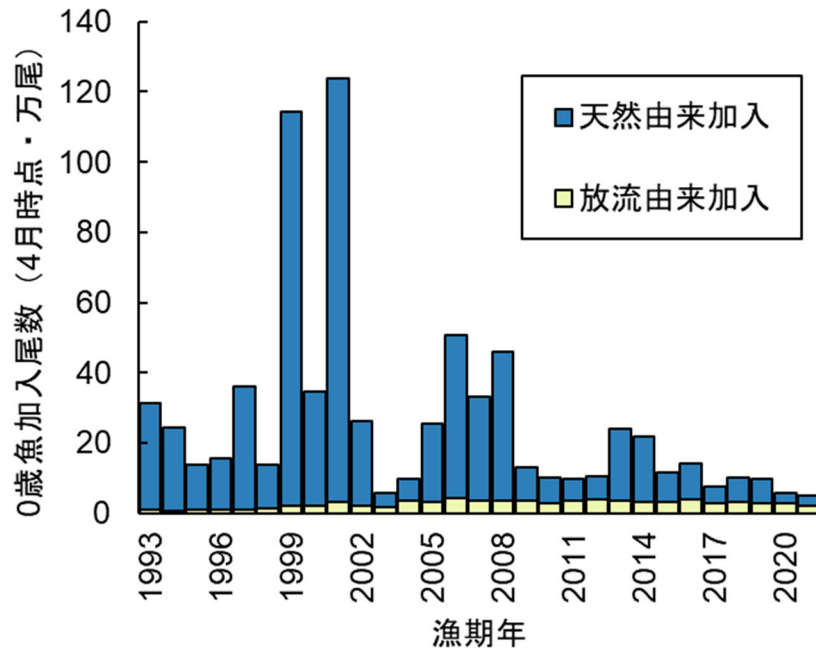


図 14. 0歳魚資源尾数における天然由来加入尾数と放流由来加入尾数の内訳

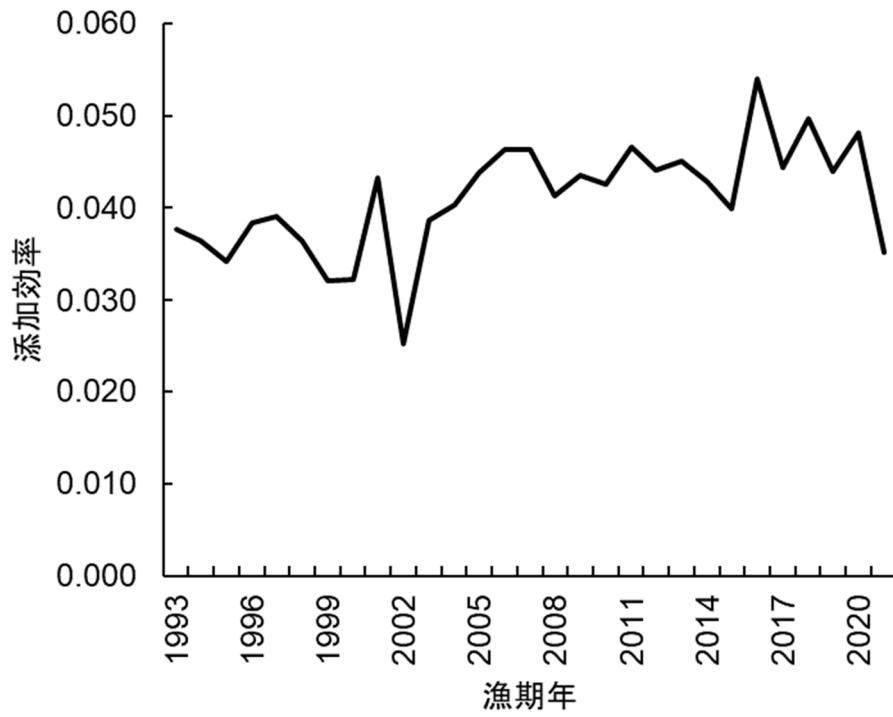


図 15. 人工種苗の添加効率

表 1. 年別・県別漁獲量（トン）

漁期年	静岡県	愛知県	三重県	合 計
1993	67.0	145.0	89.8	301.9
1994	37.7	90.9	28.6	157.2
1995	27.5	67.3	34.7	129.5
1996	8.1	51.2	21.9	81.1
1997	10.3	64.9	22.9	98.2
1998	35.3	56.1	41.1	132.6
1999	19.4	133.7	31.0	184.1
2000	100.0	192.0	90.0	382.1
2001	61.3	138.5	51.1	250.9
2002	111.3	275.3	173.6	560.1
2003	55.3	111.2	71.4	237.9
2004	20.8	58.8	30.9	110.6
2005	14.5	39.3	24.6	78.3
2006	38.6	85.9	41.1	165.6
2007	67.8	136.7	73.0	277.5
2008	47.6	91.7	46.0	185.3
2009	60.4	111.8	73.0	245.2
2010	36.2	66.9	35.9	139.0
2011	15.5	49.3	26.6	91.3
2012	13.2	43.4	25.0	81.6
2013	10.5	37.9	18.5	66.9
2014	14.8	62.7	45.7	123.2
2015	24.7	87.6	57.7	170.0
2016	17.7	49.3	31.6	98.5
2017	14.6	57.7	23.0	95.3
2018	9.8	38.1	15.1	63.0
2019	6.9	40.9	17.8	65.6
2020	7.6	32.8	17.5	57.9
2021	3.8	31.9	14.3	50.0

表 2-1. 三重県における小型機船底びき網漁業の延べ操業隻数、0 歳魚漁獲尾数、0 歳魚漁獲量および CPUE

漁期年	延べ操業隻数 (隻・日)	0歳魚 漁獲尾数 (尾)	0歳魚 漁獲量 (kg)	CPUE (kg/隻・日)
1993	-	14,832	3,492	-
1994	-	7,631	2,583	-
1995	-	5,316	643	-
1996	-	6,310	2,109	-
1997	-	19,466	4,201	-
1998	-	8,276	2,823	-
1999	-	54,721	13,284	-
2000	-	8,238	2,414	-
2001	1,121	36,027	9,030	8.1
2002	605	3,680	1,119	1.8
2003	463	418	135	0.3
2004	733	2,971	741	1.0
2005	662	1,828	482	0.7
2006	880	5,957	1,508	1.7
2007	396	5,313	1,555	3.9
2008	488	3,108	934	1.9
2009	384	1,278	321	0.8
2010	166	588	154	0.9
2011	195	641	164	0.8
2012	246	1,066	248	1.0
2013	377	1,943	437	1.2
2014	331	1,686	471	1.4
2015	291	725	233	0.8
2016	253	1,046	386	1.5
2017	191	864	231	1.2
2018	192	1,042	347	1.8
2019	175	487	169	1.0
2020	83	150	51	0.6
2021	84	240	82	1.0

表 2-2. 愛知県における小型機船底びき網漁業（渥美外海）の延べ操業隻数、0 歳魚漁獲尾数、0 歳魚漁獲量および CPUE

漁期年	延べ操業隻数 (隻・日)	0歳魚 漁獲尾数 (尾)	0歳魚 漁獲量 (kg)	CPUE (kg/隻・日)
1993	-	29,879	11,190	-
1994	-	22,073	7,727	-
1995	712	10,301	3,237	4.5
1996	844	3,859	1,357	1.6
1997	938	28,319	6,241	6.7
1998	925	11,962	4,760	5.1
1999	948	118,141	44,746	47.2
2000	992	35,196	11,618	11.7
2001	1,067	57,847	18,458	17.3
2002	1,079	6,738	2,404	2.2
2003	1,102	2,105	637	0.6
2004	1,110	8,052	2,564	2.3
2005	1,078	22,209	6,793	6.3
2006	1,125	42,747	12,523	11.1
2007	1,289	27,945	7,485	5.8
2008	1,350	25,559	8,946	6.6
2009	1,242	10,677	2,557	2.1
2010	1,323	3,317	1,181	0.9
2011	1,260	6,706	2,361	1.9
2012	1,304	5,173	1,530	1.2
2013	1,261	7,865	2,291	1.8
2014	1,321	12,524	4,022	3.0
2015	1,279	7,837	2,784	2.2
2016	1,136	5,678	1,778	1.6
2017	1,139	5,915	1,876	1.6
2018	1,341	4,447	2,128	1.6
2019	1,286	1,325	593	0.5
2020	1,116	659	219	0.2
2021	1,230	2,806	1,188	1.0

表 3. ふぐはえ縄漁業の県別延べ操業隻数（隻・日）

漁期年	静岡県	愛知県	三重県※	合 計
1993	6,712	2,228	1,691	10,631
1994	4,455	1,858	1,411	7,724
1995	3,924	2,410	1,666	8,000
1996	1,707	1,168	750	3,625
1997	2,204	1,368	1,079	4,651
1998	4,917	1,529	1,349	7,795
1999	3,376	1,513	1,299	6,188
2000	7,835	2,476	1,763	12,074
2001	6,015	1,783	1,324	9,122
2002	6,202	1,512	1,271	8,985
2003	5,780	1,652	1,430	8,862
2004	3,411	1,625	1,184	6,220
2005	2,346	1,284	1,105	4,735
2006	4,036	1,488	1,124	6,648
2007	4,794	1,783	1,202	7,779
2008	3,545	1,347	1,051	5,943
2009	2,937	1,269	890	5,096
2010	2,615	1,047	688	4,350
2011	1,694	1,226	914	3,834
2012	1,589	981	759	3,329
2013	1,249	929	676	2,854
2014	1,126	963	750	2,839
2015	1,545	817	631	2,993
2016	1,483	817	656	2,956
2017	1,154	837	519	2,510
2018	1,004	643	442	2,089
2019	760	675	410	1,845
2020	518	531	401	1,450
2021	419	393	438	1,250
平均	3,081	1,316	996	5,392

※伊勢湾口地区ふぐ延縄連絡協議会所属船の操業隻日。

表 4. 漁期年別の親魚量、放流尾数、加入尾数、添加効率、混入率および再生産成功率 (RPS)

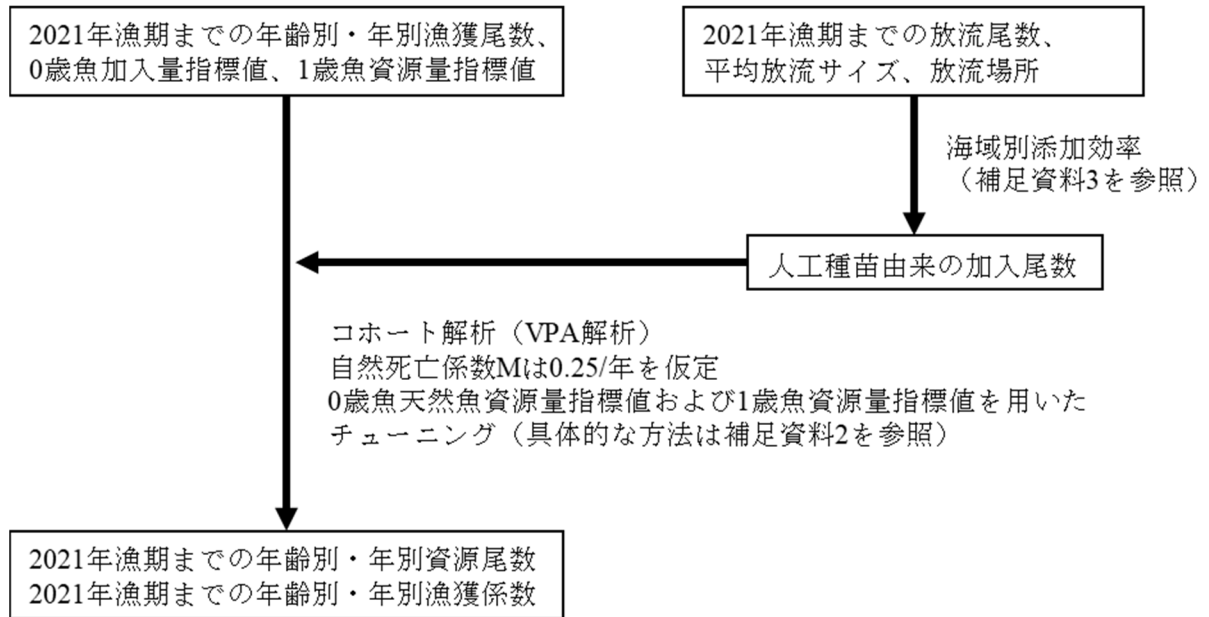
漁期年	親魚量 (トン)	放流尾数 (尾)	加入尾数(尾) ※1			添加効率 ※2	放流魚 混入率 (%)	RPS ※3 (尾/kg)
			天然魚	放流魚	全体			
1993	30.7	218,913	268,914	8,253	277,167	0.038	3.0%	8.75
1994	20.8	186,664	208,440	6,792	215,232	0.036	3.2%	10.02
1995	30.1	260,280	110,862	8,914	119,776	0.034	7.4%	3.68
1996	29.0	250,549	128,810	9,606	138,416	0.038	6.9%	4.45
1997	29.2	219,480	308,829	8,581	317,410	0.039	2.7%	10.56
1998	25.0	289,848	110,334	10,555	120,889	0.036	8.7%	4.41
1999	20.8	555,284	991,406	17,869	1,009,275	0.032	1.8%	47.59
2000	22.0	567,465	288,190	18,344	306,534	0.032	6.0%	13.09
2001	12.8	637,042	1,064,799	27,599	1,092,398	0.043	2.5%	82.96
2002	26.8	661,859	214,662	16,768	231,430	0.025	7.2%	8.02
2003	47.3	411,206	35,763	15,876	51,639	0.039	30.7%	0.76
2004	107.1	730,918	56,571	29,531	86,102	0.040	34.3%	0.53
2005	55.1	621,782	195,865	27,223	223,088	0.044	12.2%	3.55
2006	39.7	786,150	412,344	36,397	448,741	0.046	8.1%	10.40
2007	33.3	658,025	261,491	30,484	291,975	0.046	10.4%	7.85
2008	39.4	739,190	375,106	30,566	405,672	0.041	7.5%	9.51
2009	40.0	690,870	86,164	30,131	116,295	0.044	25.9%	2.15
2010	59.4	613,000	63,956	26,076	90,032	0.043	29.0%	1.08
2011	69.1	685,300	53,964	31,937	85,901	0.047	37.2%	0.78
2012	56.0	786,600	57,957	34,699	92,656	0.044	37.4%	1.04
2013	51.9	721,200	177,971	32,545	210,516	0.045	15.5%	3.43
2014	45.3	659,186	163,784	28,235	192,019	0.043	14.7%	3.62
2015	50.6	710,000	75,076	28,339	103,415	0.040	27.4%	1.48
2016	46.4	622,200	90,336	33,636	123,972	0.054	27.1%	1.95
2017	34.8	547,900	43,529	24,332	67,861	0.044	35.9%	1.25
2018	46.7	544,300	61,551	27,057	88,608	0.050	30.5%	1.32
2019	62.2	526,870	63,289	23,179	86,468	0.044	26.8%	1.02
2020	48.1	480,080	27,405	23,096	50,501	0.048	45.7%	0.57
2021	57.3	518,410	25,267	18,248	43,515	0.035	41.9%	0.44

※1 加入尾数：漁獲開始時（10月）資源尾数。

※2 添加効率：放流加入尾数（10月）/放流尾数。

※3 RPS：天然魚加入尾数（10月）／親魚量（天然＋放流、4月）。

補足資料 1 資源評価の流れ



将来予測、管理に係る目標等基準値、資源の動向などについては、本年度中に開催される研究機関会議資料に記述する。

補足資料 2 資源計算方法

年齢別資源尾数、資源量、親魚量、漁獲係数は、資源量指標値を考慮したコホート解析により推定した。誕生月を 4 月、漁期年を 4 月～翌年 3 月として、0 歳～3+歳の各年齢について Pope の近似式により資源尾数を推定した (Pope 1972)。自然死亡係数 M はトラフグ日本海・東シナ海・瀬戸内海系群と同じく寿命を 10 歳と仮定して、田内・田中の式 (田中 1960) により 0.25 とした (補足表 2-1)。漁業の対象となる加入のタイミングは 0 歳の 10 月として、10 月の資源尾数は 4 月の資源尾数に半年当たり自然死亡係数 ($M=0.125$) を乗じて減耗させることにより推定した。

チューニング指数には 0 歳天然魚資源量指標値と 1 歳魚資源量指標値の 2 系列を用いた (補足表 2-2)。0 歳天然魚資源量指標値として、2004～2021 年漁期の三重県白子海岸におけるサーフネット調査の曳網あたりトラフグ天然稚魚採集数の標準化 CPUE を用い、1 歳魚資源量指標値として、1995～2021 年漁期のふぐはえ縄漁業による月別延べ操業隻数および月別 1 歳魚漁獲尾数から DeLury 法 (山川 2001) により推定した 1 歳魚初期資源尾数を用いた (Nishijima et al. 2019)。

チューニングでは、0 歳天然魚資源尾数が 0 歳天然魚資源量指標値の変化と最も近くなるように最近年 0 歳魚の漁獲係数を変化させると同時に、1 歳魚資源尾数が 1 歳魚資源量指標値の変化と最も近くなるように最近年最高齢の漁獲係数 F を変化させ、最もよく適合するターミナル F を探索的に求めた。ここで、最近年 (2021 年漁期) の年齢別選択率は 2018～2020 年漁期の 3 年間の選択率の平均値と等しいと仮定し、最近年の 1 歳魚漁獲係数は最近年最高齢の漁獲係数に最近年 1 歳魚の選択率を乗じて推定した。2 歳魚の漁獲係数は最高齢 (3+歳魚) の漁獲係数と等しいと仮定した。資源尾数から資源量および親魚量 (SSB) への換算にもちいる年齢別平均体重としては、漁獲体重と漁獲尾数より算出した年別・年齢別平均体重 (補足表 2-5) を与えた。なお、雌雄比については 1:1、成熟率については雄が 2 歳から成熟、雌が 3 歳から成熟することが知られているが、卵資源への寄与を考え雄雌共に 3 歳から 100%として計算した (詳しくは補足資料 5 を参照)。具体的な計算は以下のとおりである。

(1) 資源量の推定

0 歳魚および 1 歳魚の資源尾数は

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

2 歳魚の資源尾数は

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

3+歳魚の資源尾数は

$$N_{3+,y} = N_{2,y}C_{3+,y}/C_{2,y}$$

により求めた。

ここで、 $N_{a,y}$ は y 年漁期における a 歳魚の資源尾数、 $C_{a,y}$ は y 年漁期における a 歳魚の漁獲尾数とし、 a 歳、 y 年漁期の F は

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

とした。

最近年（2021 年漁期）の 0 歳および最高齢（3+歳）の漁獲係数はチューニングによって求めた。0 歳天然魚資源量指標値および 1 歳魚資源量指標値を用いて次式の負の対数尤度を最小化する $F_{0,2021}$ および $F_{3+,2021}$ を探索的に求めることで推定した。

$$\begin{aligned} \log L = & \sum_{y=2004}^{2021} \left[\frac{\left\{ \log(I_{0,y}) - \log(q_0 \times (N_{0,y} - R_y)) \right\}^2}{2\sigma_0^2} + \frac{1}{2} \times \log(2\pi\sigma_0^2) \right] \\ & + \sum_{y=1995}^{2021} \left[\frac{\left\{ \log(I_{1,y}) - \log(q_1 \times N_{1,y}) \right\}^2}{2\sigma_1^2} + \frac{1}{2} \times \log(2\pi\sigma_1^2) \right] \end{aligned}$$

ここで、 $F_{0,2021}$ は 2021 年漁期の 0 歳の漁獲係数、 $F_{3+,2021}$ は 2021 年漁期の 3+歳の漁獲係数、 $I_{0,y}$ は y 年漁期のサーフネット調査による 0 歳天然魚資源量指標値、 $N_{0,y}$ はコホート解析により推定された y 年漁期の 0 歳魚資源尾数、 q_0 はチューニングパラメーター、 R_y は y 年漁期の放流由来加入尾数（補足表 2-2）である。また、 $I_{1,y}$ は DeLury 法により推定した y 年漁期の 1 歳魚初期資源尾数、 q_1 はチューニングパラメーター、 $N_{1,y}$ はコホート解析により推定された y 年漁期の 1 歳魚資源尾数である。 σ_0 、 σ_1 はそれぞれ 0 歳天然魚資源量指標値、1 歳魚初期資源尾数の観測誤差を表す標準偏差であり、個別に標準偏差を推定することにより各指標の重みづけを行った（Hashimoto et al. 2018）。

資源量指標値を考慮したコホート解析により推定した資源尾数および資源量指標値の関係を図 5、6、補足図 2-1、2-2、2-3、2-4 に示した。

上記探索の際、3 歳魚以上をプラスグループとして、

$$F_{3+,y} = F_{2,y}$$

を仮定した。

さらに、1 歳魚以上の選択率は 2018～2020 年漁期の 3 年間の選択率の平均値に等しいとし、

$$S_{a,2021} = (S_{a,2018} + S_{a,2019} + S_{a,2020}) / 3$$

とした。

最近年の資源尾数は、

$$N_{a,2021} = C_{a,2021} e^{M/2} / (1 - e^{-F_{a,2021}})$$

により求めた。

なお、本年度評価より資源量および親魚量計算に用いる年齢別平均体重を漁獲情報より年別に計算し使用した（詳細は補足資料 4 を参照）。年別・年齢別平均体重は、

$$W_{a,y} = \frac{C_{w,a,y}}{C_{a,y}}$$

により求めた。ここで $W_{a,y}$ は y 年漁期における a 歳魚の平均個体重、 $C_{a,y}$ は y 年漁期における a 歳魚の漁獲尾数、 $C_{w,a,y}$ は y 年漁期における a 歳魚の漁獲重量 (kg) である。 y 年漁期における資源量 B_y および親魚量 SSB_y の計算は以下の様に計算される（詳細は補足資料 5 を参照）。

$$B_y = \sum_{a=0}^{3+} N_{a,y} W_{a,y}$$

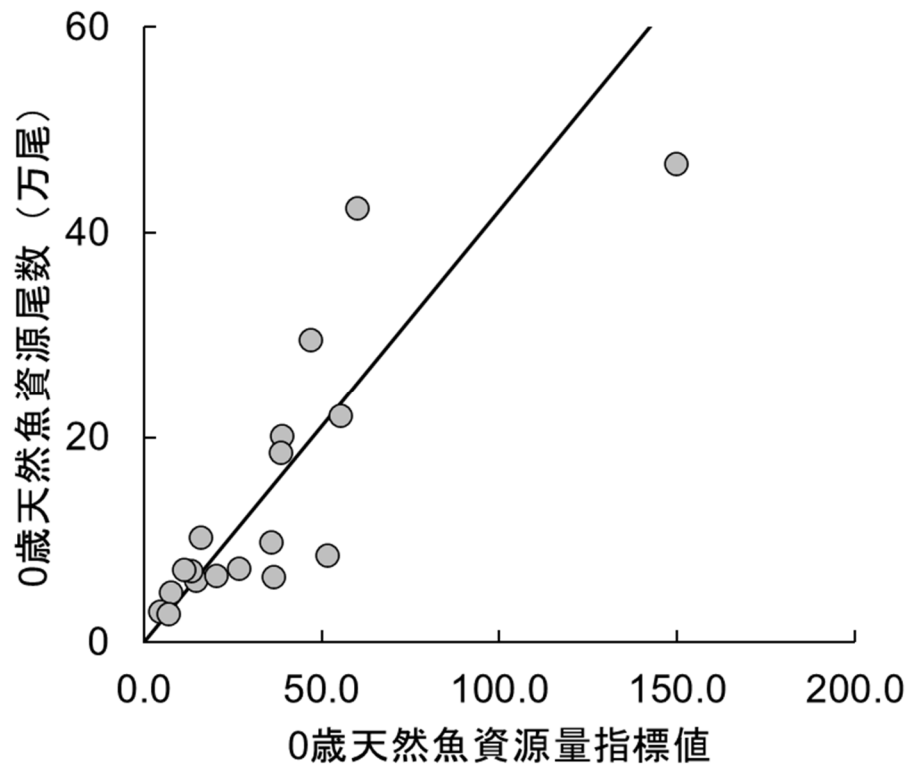
$$SSB_y = N_{3,y} W_{3,y}$$

(2) 資源量指標値についての診断

「資源評価のモデル診断の手順と診断結果の提供指針（令和 4 年度）FRA-SA2022-ABCWG02-03」に従って、本系群の評価に用いたコホート解析の統計学的妥当性や仮定に対する頑健性について診断した。レトロスペクティブ解析の結果を補足図 2-5～2-8 に示す。加入量（0 歳魚資源尾数）は 0 歳天然魚資源量指標値を使用することにより過大推定の傾向が改善された（補足図 2-5、2-6）。また、資源量も同様に 0 歳天然魚資源量指標値を使用することにより過大推定の傾向が改善された（補足図 2-7、2-8）。しかしながら、2017 年以降はサーフネット調査による 0 歳天然魚の採集個体数が低迷しているため、他の 0 歳魚資源量指標値の検討についても引き続き留意する必要があると考えられる。

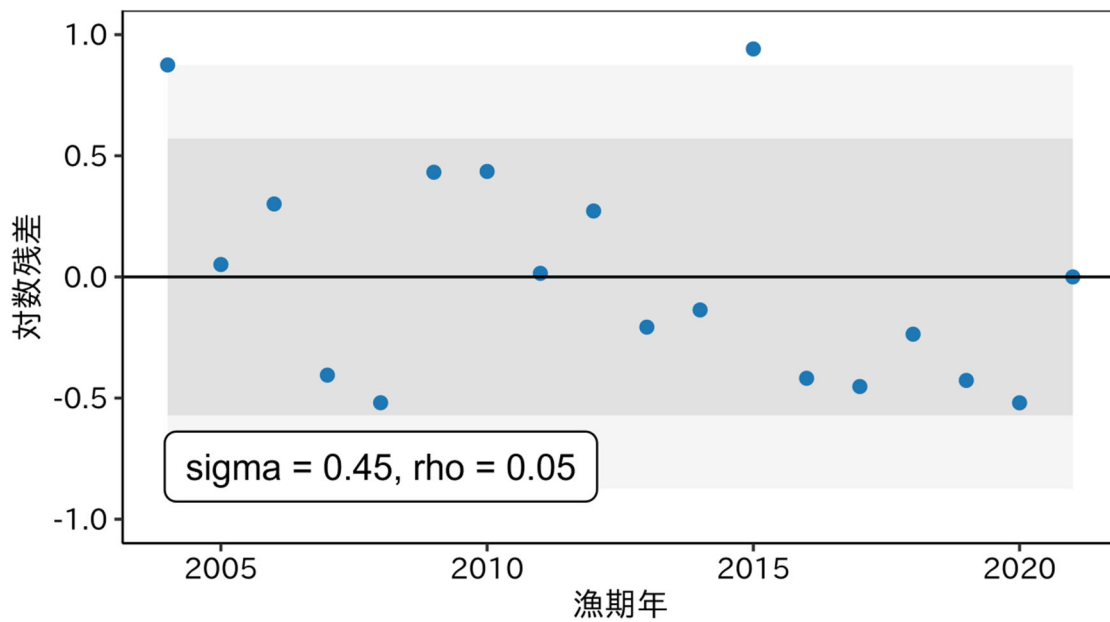
引用文献

- Hashimoto, M., H. Okamura, M. Ichinokawa, K. Hiramatsu and T. Yamakawa (2018) Impacts of the nonlinear relationship between abundance and its index in a tuned virtual population analysis. *Fish. Sci.*, **84**(2), 335-347.
- Nishijima S., S. Suzuki, M. Ichinokawa and H. Okamura (2019) Integrated multi-timescale modeling untangles anthropogenic, environmental, and biological effects on catchability. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **76**, 2045-2056.
- Pope, H.G. (1972) An investigation of the accuracy of virtual population using cohort analysis. *Res. Bull. Inst. Comm. Northw. Atlant. Fish.*, **9**, 65-74.
- 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.
- 山川 卓 (2001) DeLury 法. 「資源評価体制確立推進事業報告書-資源解析手法教科書-」田中昌一・青木一郎・赤嶺達郎・一丸俊雄・岸田 達・高場 稔・田中栄次・福田雅明・谷津明彦・由木雄一・和田時夫編, 日本水産資源保護協会, 東京, 73-90.

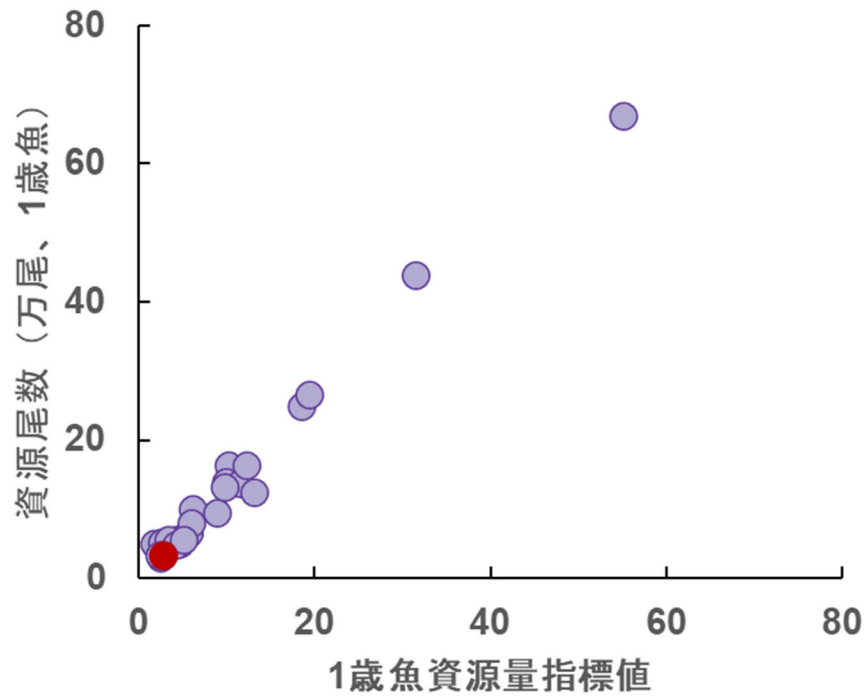


補足図 2-1. 資源量指標値を考慮したコホート解析により推定した 0 歳天然魚資源尾数 (4 月時点) と 0 歳天然魚資源量指標値の関係

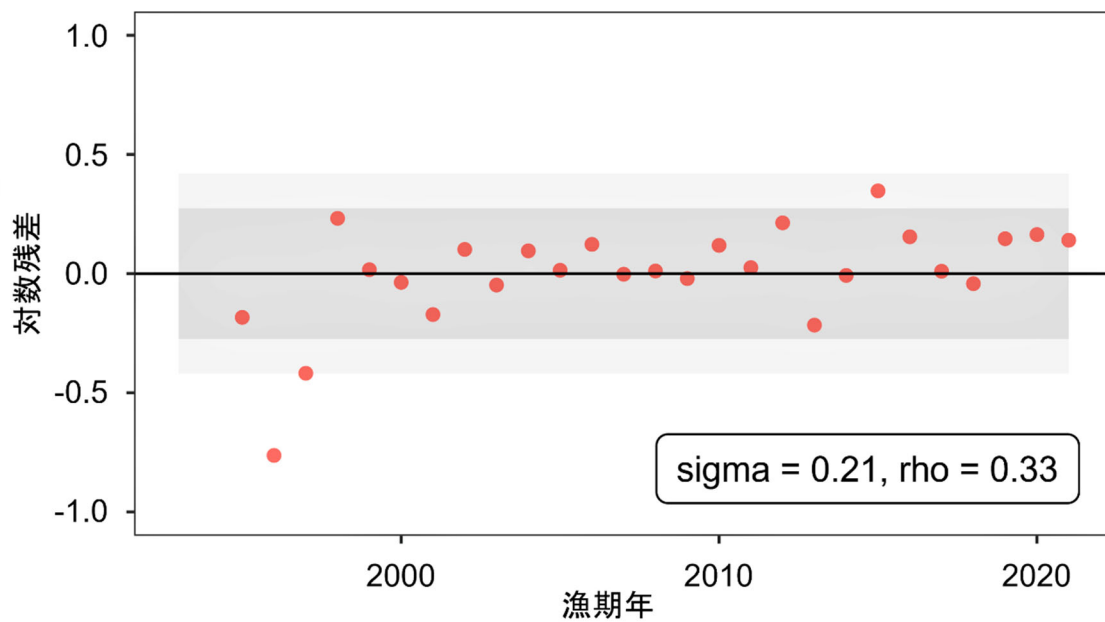
図中の原点を通る直線の傾きはチューニングの際に算出されたパラメーター (q_0) を表す。



補足図 2-2. 0 歳天然魚資源量指標値の対数残差プロット (2004～2021 年漁期)

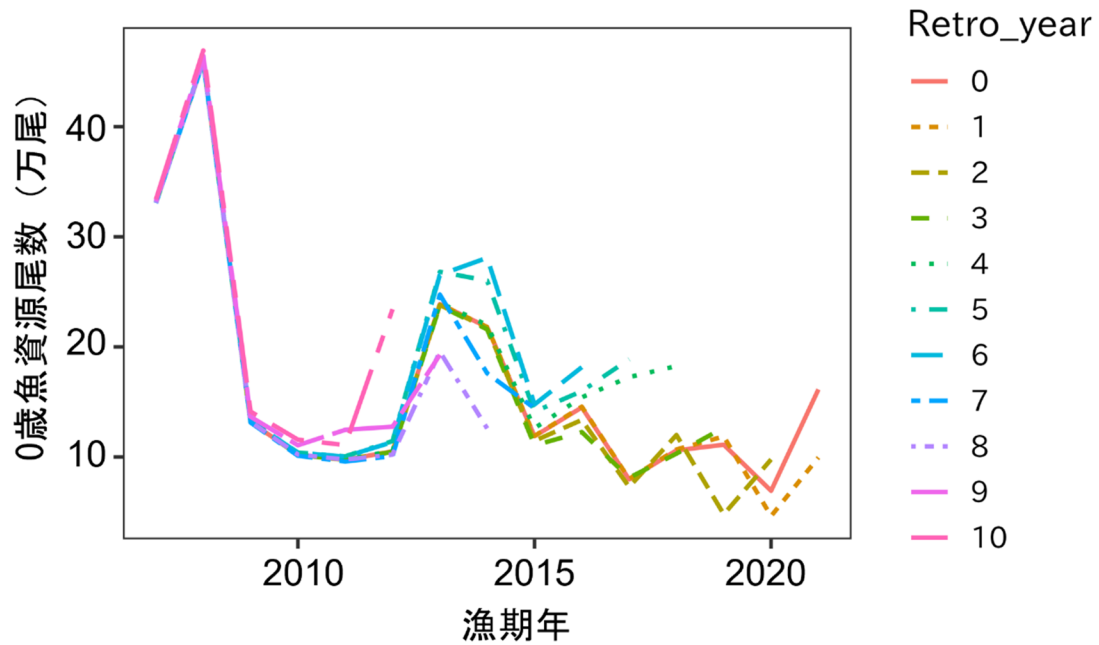


補足図 2-3. 資源量指標値を考慮したコホート解析により推定した1歳魚資源尾数（10月時点）と1歳魚資源量指標値の関係。赤色は2021年漁期の値を示す。



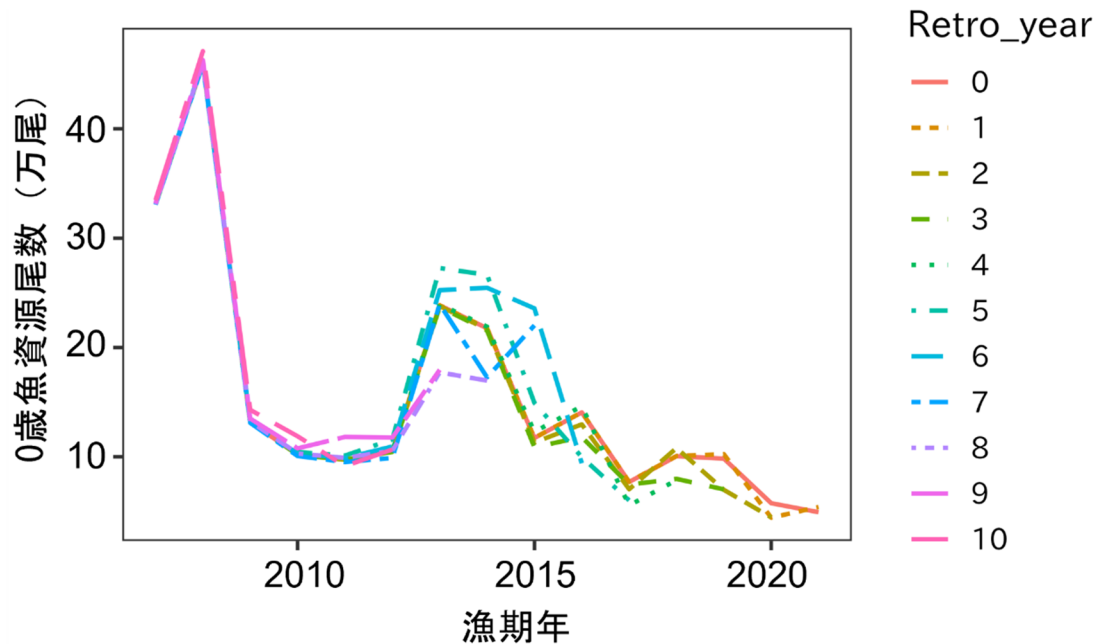
補足図 2-4. 1歳魚資源量指標値の対数残差プロット（1995～2021年漁期）

FRA-SA2022-AC-74



補足図 2-5. 加入量 (0 歳魚資源尾数) のレトロスペクティブ解析

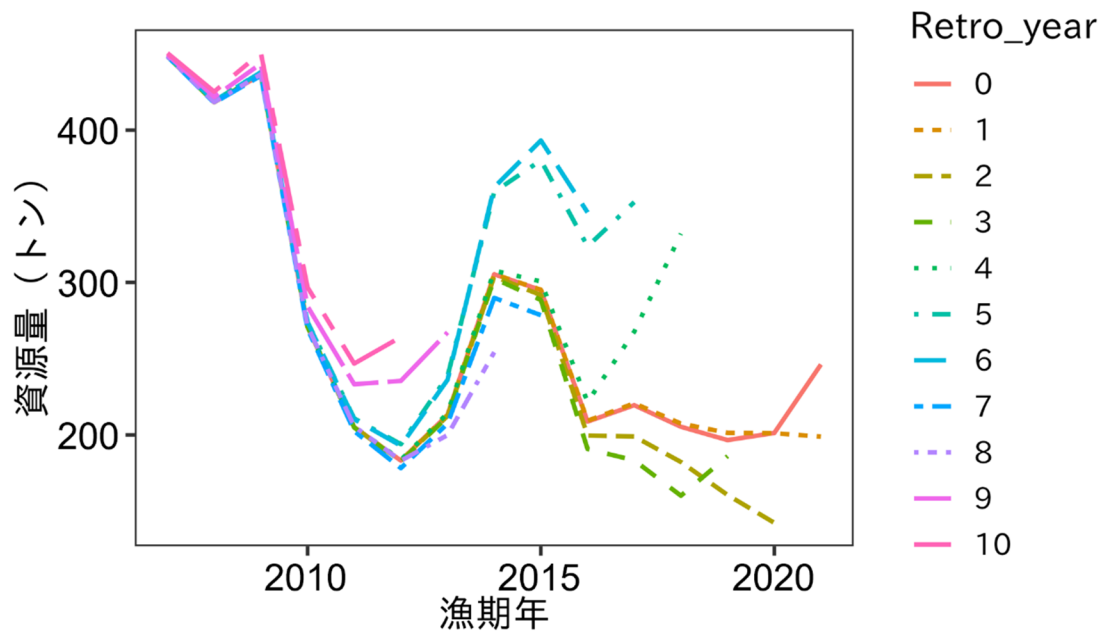
0 歳天然魚資源量指標値を使用しない 1993～2021 年漁期までのコホート解析による推定値を表した。各色および線は 2022 年漁期より Retro_year 年分のデータセットを除いた場合の推定値を示す。



補足図 2-6. 加入量 (0 歳魚資源尾数) のレトロスペクティブ解析

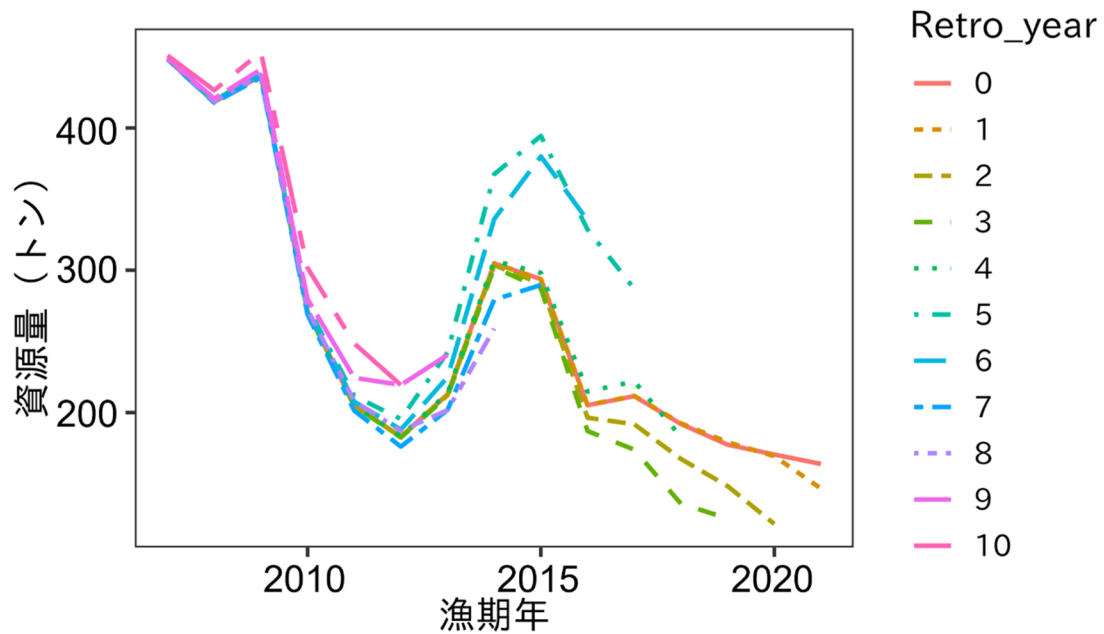
0 歳天然魚資源量指標値を考慮した 1993～2021 年漁期までのコホート解析による推定値を表した。各色および線は 2022 年漁期より Retro_year 年分のデータセットを除いた場合の推定値を示す。

FRA-SA2022-AC-74



補足図 2-7. 資源量のレトロスペクティブ解析

0 歳天然魚資源量指標値を使用しない 1993～2021 年漁期までのコホート解析による推定値を表した。各色および線は 2022 年漁期より Retro_year 年分のデータセットを除いた場合の推定値を示す。



補足図 2-8. 資源量のレトロスペクティブ解析

0 歳天然魚資源量指標値を考慮した 1993～2021 年漁期までのコホート解析による推定値を表した。各色および線は 2022 年漁期より Retro_year 年分のデータセットを除いた場合の推定値を示す。

補足表 2-1. コホート解析に用いた年齢別成熟率および年齢別自然死亡係数

年齢	0歳	1歳	2歳	3+歳
成熟率	0	0	0	1
自然死亡係数 (1/年)	0.25	0.25	0.25	0.25

補足表 2-2. 0歳天然魚資源量指標値、サーフネット調査による天然稚魚平均採集尾数、天然由来加入尾数、放流由来加入尾数、および1歳魚資源量指標値

漁期年	1993	1994	1995	1996	1997	1998
0歳天然魚資源量指標値	—	—	—	—	—	—
天然稚魚平均採集尾数 (尾) ※1	—	—	—	—	—	—
天然由来加入尾数 (尾) ※2	304,719	236,193	125,623	145,960	349,949	125,025
放流由来加入尾数 (尾) ※3	9,352	7,696	10,101	10,885	9,724	11,960
1歳魚資源量指標値	—	—	61,923	17,619	25,630	88,587

漁期年	1999	2000	2001	2002	2003	2004
0歳天然魚資源量指標値	—	—	—	—	—	36.38
天然稚魚平均採集尾数 (尾)	—	—	—	—	—	0.40
天然由来加入尾数 (尾)	1,123,410	326,562	1,206,576	243,243	40,525	64,104
放流由来加入尾数 (尾)	20,248	20,786	31,274	19,001	17,990	33,463
1歳魚資源量指標値	37,672	314,055	102,714	551,217	99,376	24,413

漁期年	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0歳天然魚資源量指標値	55.27	149.38	46.74	59.82	35.58	26.50
天然稚魚平均採集尾数 (尾)	6.60	11.00	1.80	10.00	1.40	0.80
天然由来加入尾数 (尾)	221,944	467,247	296,308	425,050	97,636	72,471
放流由来加入尾数 (尾)	30,848	41,243	34,543	34,636	34,143	29,548
1歳魚資源量指標値	35,453	115,509	185,025	123,098	194,146	56,821

漁期年	2011	2012	2013	2014	2015	2016
0歳天然魚資源量指標値	14.68	20.40	38.78	38.31	51.60	15.96
天然稚魚平均採集尾数 (尾)	0.40	3.50	2.30	5.70	2.33	2.14
天然由来加入尾数 (尾)	61,150	65,674	201,667	185,592	85,072	102,364
放流由来加入尾数 (尾)	36,189	39,319	36,878	31,994	32,112	38,115
1歳魚資源量指標値	42,502	47,015	33,423	97,728	130,485	56,470

漁期年	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0歳天然魚資源量指標値	7.43	13.06	11.12	4.42	6.78	6.20
天然稚魚平均採集尾数 (尾)	0.00	1.29	1.00	0.17	0.33	0.13
天然由来加入尾数 (尾)	49,325	69,746	71,715	31,054	28,632	—
放流由来加入尾数 (尾)	27,572	30,660	26,265	26,171	20,678	—
1歳魚資源量指標値	60,086	23,517	42,327	50,938	27,618	—

※1 サーフネット調査による1日当たりの採集尾数が最多の調査日における曳網あたりの天然稚魚採集尾数。

※2 天然由来加入尾数 (4月時点) は0歳魚資源尾数から放流由来加入尾数 (4月時点) を差し引いた値として算出した。

※3 放流由来加入尾数 (4月時点) は10月時点の放流由来加入尾数 (補足資料3) に半年あたりの自然死亡係数 ($M=0.125$) による減耗分を加算して求めた。

FRA-SA2022-AC-74

補足表 2-3. 資源解析結果（1993～2002 年漁期）

年齢別漁獲尾数（尾）										
漁期年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0歳	120,295	86,732	54,526	71,179	196,085	56,886	446,641	95,918	232,367	51,391
1歳	226,600	94,770	76,950	34,019	36,970	78,907	36,801	378,988	121,116	542,806
2歳	18,557	21,572	13,225	10,721	7,993	7,089	6,738	7,088	36,503	19,792
3歳以上	6,114	4,195	5,050	5,199	5,151	3,853	3,271	4,355	3,057	4,796
計	371,567	207,269	149,751	121,118	246,199	146,736	493,451	486,350	393,044	618,785

年齢別漁獲量（kg）										
漁期年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0歳	28,337	26,421	10,247	14,388	39,216	18,349	120,752	26,974	56,492	12,727
1歳	217,870	80,642	78,181	32,037	28,709	88,105	40,870	328,463	122,797	498,179
2歳	34,920	37,088	24,599	19,494	14,464	13,052	12,231	13,077	62,647	35,235
3歳以上	20,745	13,059	16,458	15,212	15,768	13,046	10,210	13,556	8,970	13,993
計	301,872	157,211	129,484	81,131	98,158	132,552	184,063	382,070	250,905	560,134

年齢別漁獲係数										
漁期年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0歳	0.57	0.52	0.61	0.72	0.96	0.64	0.58	0.38	0.24	0.25
1歳	1.92	1.49	1.46	1.11	1.22	1.80	1.34	2.00	1.34	1.66
2歳	1.45	1.24	0.97	0.90	0.94	0.89	0.81	1.20	1.57	0.90
3歳以上	1.45	1.24	0.97	0.90	0.94	0.89	0.81	1.20	1.57	0.90
単純平均	1.35	1.12	1.00	0.91	1.02	1.06	0.89	1.19	1.18	0.93

年齢別資源尾数（尾、4月）										
漁期年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0歳	314,071	243,890	135,723	156,845	359,673	136,985	1,143,658	347,349	1,237,850	262,244
1歳	300,903	138,438	113,400	57,582	59,336	107,069	56,482	496,523	185,868	758,975
2歳	27,483	34,370	24,182	20,408	14,824	13,585	13,750	11,512	52,237	37,869
3歳以上	9,055	6,684	9,233	9,896	9,552	7,384	6,674	7,073	4,375	9,177
計	651,512	423,382	282,539	244,733	443,384	265,023	1,220,565	862,456	1,480,329	1,068,265

年齢別資源尾数（尾、10月）										
漁期年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0歳	277,167	215,232	119,776	138,416	317,410	120,889	1,009,275	306,534	1,092,398	231,430
1歳	265,546	122,171	100,076	50,816	52,364	94,488	49,846	438,180	164,028	669,793
2歳	24,254	30,331	21,340	18,010	13,082	11,989	12,134	10,159	46,099	33,419
3歳以上	7,991	5,898	8,148	8,734	8,430	6,516	5,890	6,242	3,861	8,099
計	574,958	373,633	249,340	215,976	391,285	233,882	1,077,145	761,115	1,306,385	942,741

年齢別資源量（kg、4月）										
漁期年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0歳	73,982	74,296	25,506	31,704	71,933	44,186	309,196	97,681	300,938	64,944
1歳	289,310	117,801	115,214	54,227	46,077	119,549	62,727	430,328	188,447	696,575
2歳	51,717	59,091	44,979	37,109	26,824	25,012	24,957	21,238	89,649	67,417
3歳以上	30,723	20,807	30,093	28,956	29,242	24,999	20,834	22,015	12,836	26,774
計	445,733	271,995	215,792	151,996	174,077	213,746	417,714	571,263	591,869	855,710
親魚量	30,723	20,807	30,093	28,956	29,242	24,999	20,834	22,015	12,836	26,774

年齢別資源量（kg、10月）										
漁期年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0歳	65,289	65,566	22,509	27,979	63,480	38,994	272,864	86,203	265,577	57,313
1歳	255,315	103,959	101,676	47,855	40,663	105,501	55,356	379,763	166,304	614,725
2歳	45,640	52,148	39,694	32,748	23,672	22,073	22,025	18,742	79,115	59,495
3歳以上	27,113	18,362	26,557	25,554	25,806	22,062	18,386	19,428	11,327	23,628
計	393,358	240,035	190,436	134,136	153,622	188,630	368,631	504,138	522,323	755,161

漁獲割合（漁獲量/資源量（10月））										
漁期年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0歳	0.43	0.40	0.46	0.51	0.62	0.47	0.44	0.31	0.21	0.22
1歳	0.85	0.78	0.77	0.67	0.71	0.84	0.74	0.86	0.74	0.81
2歳	0.77	0.71	0.62	0.60	0.61	0.59	0.56	0.70	0.79	0.59
3歳以上	0.77	0.71	0.62	0.60	0.61	0.59	0.56	0.70	0.79	0.59
計	0.77	0.65	0.68	0.60	0.64	0.70	0.50	0.76	0.48	0.74

年齢別平均体重（kg）										
漁期年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
0歳	0.236	0.305	0.188	0.202	0.200	0.323	0.270	0.281	0.243	0.248
1歳	0.961	0.851	1.016	0.942	0.777	1.117	1.111	0.867	1.014	0.918
2歳	1.882	1.719	1.860	1.818	1.810	1.841	1.815	1.845	1.716	1.780
3歳以上	3.393	3.113	3.259	2.926	3.061	3.386	3.122	3.112	2.934	2.917

補足表 2-4. 資源解析結果（2003～2012 年漁期）

年齢別漁獲尾数（尾）										
漁期年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
0歳	13,319	25,733	46,654	128,367	81,715	63,333	29,129	18,449	20,292	21,010
1歳	114,825	20,149	34,307	100,358	214,413	112,558	192,349	40,954	32,449	32,472
2歳	59,093	12,602	3,166	4,404	16,988	16,198	20,578	36,558	11,016	9,168
3歳以上	7,878	22,392	6,504	4,639	5,173	7,144	6,449	12,473	11,674	8,070
計	195,115	80,877	90,631	237,767	318,290	199,233	248,505	108,433	75,431	70,719

年齢別漁獲量（kg）										
漁期年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
0歳	3,059	6,926	12,463	31,094	19,819	17,881	6,220	4,856	5,797	5,847
1歳	106,824	22,362	39,288	110,759	210,976	119,984	186,089	41,952	34,766	35,003
2歳	103,088	21,054	6,126	8,155	29,441	26,809	34,631	59,081	18,740	15,785
3歳以上	24,944	60,267	20,394	15,572	17,311	20,622	18,225	33,141	32,033	24,956
計	237,915	110,609	78,271	165,580	277,547	185,296	245,166	139,030	91,337	81,591

年齢別漁獲係数										
漁期年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
0歳	0.30	0.36	0.23	0.34	0.33	0.17	0.29	0.23	0.27	0.26
1歳	1.71	1.12	1.31	1.31	1.96	1.16	1.28	0.92	0.87	1.01
2歳	0.91	1.01	0.54	0.59	0.89	0.90	0.73	1.00	0.74	0.70
3歳以上	0.91	1.01	0.54	0.59	0.89	0.90	0.73	1.00	0.74	0.70
単純平均	0.96	0.88	0.66	0.71	1.02	0.78	0.75	0.79	0.66	0.67

年齢別資源尾数（尾、4月）										
漁期年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
0歳	58,515	97,567	252,792	508,490	330,851	459,686	131,779	102,019	97,339	104,993
1歳	158,883	33,817	53,276	155,703	282,729	185,554	302,113	76,923	63,171	57,900
2歳	112,066	22,406	8,555	11,216	32,696	30,971	45,177	65,539	23,766	20,562
3歳以上	14,941	39,811	17,572	11,814	9,956	13,660	14,159	22,360	25,186	18,100
計	344,404	193,601	332,196	687,223	656,233	689,871	493,229	266,841	209,463	201,555

年齢別資源尾数（尾、10月）										
漁期年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
0歳	51,639	86,102	223,088	448,741	291,975	405,672	116,295	90,032	85,901	92,656
1歳	140,214	29,844	47,016	137,407	249,508	163,751	266,614	67,884	55,749	51,097
2歳	98,898	19,773	7,550	9,898	28,854	27,332	39,869	57,838	20,974	18,146
3歳以上	13,185	35,133	15,507	10,426	8,786	12,055	12,495	19,733	22,227	15,973
計	303,936	170,852	293,162	606,472	579,123	608,809	435,273	235,486	184,851	177,872

年齢別資源量（kg、4月）										
漁期年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
0歳	13,437	26,260	67,530	123,170	80,245	129,782	28,141	26,850	27,809	29,218
1歳	147,813	37,532	61,012	171,841	278,197	197,796	292,281	78,798	67,683	62,414
2歳	195,501	37,433	16,552	20,771	56,662	51,260	76,031	105,917	40,431	35,404
3歳以上	47,305	107,149	55,103	39,660	33,317	39,430	40,013	59,414	69,108	55,973
計	404,056	208,373	200,196	355,441	448,421	418,268	436,465	270,979	205,031	183,009
親魚量	47,305	107,149	55,103	39,660	33,317	39,430	40,013	59,414	69,108	55,973

年齢別資源量（kg、10月）										
漁期年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
0歳	11,858	23,174	59,595	108,697	70,816	114,533	24,834	23,695	24,541	25,785
1歳	130,444	33,122	53,843	151,649	245,508	174,554	257,937	69,539	59,730	55,080
2歳	172,529	33,034	14,607	18,330	50,004	45,236	67,097	93,472	35,680	31,244
3歳以上	41,746	94,559	48,628	35,000	29,403	34,797	35,311	52,433	60,988	49,396
計	356,578	183,889	176,673	313,676	395,730	369,120	385,179	239,138	180,939	161,505

漁獲割合（漁獲量/資源量（10月））										
漁期年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
0歳	0.26	0.30	0.21	0.29	0.28	0.16	0.25	0.20	0.24	0.23
1歳	0.82	0.68	0.73	0.73	0.86	0.69	0.72	0.60	0.58	0.64
2歳	0.60	0.64	0.42	0.44	0.59	0.59	0.52	0.63	0.53	0.51
3歳以上	0.60	0.64	0.42	0.44	0.59	0.59	0.52	0.63	0.53	0.51
計	0.67	0.60	0.44	0.53	0.70	0.50	0.64	0.58	0.50	0.51

年齢別平均体重（kg）										
漁期年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
0歳	0.230	0.269	0.267	0.242	0.243	0.282	0.214	0.263	0.286	0.278
1歳	0.930	1.110	1.145	1.104	0.984	1.066	0.967	1.024	1.071	1.078
2歳	1.745	1.671	1.935	1.852	1.733	1.655	1.683	1.616	1.701	1.722
3歳以上	3.166	2.691	3.136	3.357	3.346	2.886	2.826	2.657	2.744	3.092

補足表 2-5. 資源解析結果（2013～2021 年漁期）

年齢別漁獲尾数（尾）									
漁期年	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	40,440	32,789	19,899	21,338	25,562	25,600	13,718	8,350	19,683
1歳	24,577	79,262	97,402	35,145	42,041	17,896	30,187	27,919	14,907
2歳	6,053	11,139	26,973	14,792	12,244	10,102	4,496	5,191	6,444
3歳以上	5,486	5,749	10,129	11,054	4,243	3,963	8,073	5,551	4,415
計	76,556	128,938	154,403	82,328	84,090	57,562	56,474	47,011	45,450

年齢別漁獲量（kg）									
漁期年	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	10,958	10,785	6,150	5,673	7,031	10,296	4,436	3,257	7,116
1歳	25,878	77,294	92,738	39,963	47,473	18,980	31,981	30,840	16,559
2歳	10,945	16,834	42,001	23,655	24,605	19,606	8,151	8,840	11,766
3歳以上	19,112	18,294	29,083	29,204	16,162	14,120	21,064	14,968	14,547
計	66,893	123,207	169,971	98,496	95,271	63,003	65,631	57,905	49,989

年齢別漁獲係数									
漁期年	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	0.21	0.19	0.21	0.19	0.47	0.34	0.17	0.18	0.60
1歳	0.58	0.91	1.54	0.78	0.75	0.78	0.95	0.68	0.61
2歳	0.54	0.61	1.05	1.25	0.75	0.42	0.48	0.44	0.34
3歳以上	0.54	0.61	1.05	1.25	0.75	0.42	0.48	0.44	0.34
単純平均	0.47	0.58	0.96	0.87	0.68	0.49	0.52	0.43	0.47

年齢別資源尾数（尾、4月）									
漁期年	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	238,546	217,586	117,185	140,478	76,897	100,406	97,981	57,225	49,309
1歳	63,227	150,092	140,520	73,703	90,574	37,329	55,604	64,202	37,197
2歳	16,436	27,553	46,943	23,481	26,384	33,438	13,279	16,664	25,362
3歳以上	14,898	14,220	17,629	17,547	9,144	13,119	23,846	17,821	17,377
計	333,107	409,450	322,278	255,209	202,999	184,293	190,710	155,912	129,246

年齢別資源尾数（尾、10月）									
漁期年	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	210,516	192,019	103,415	123,972	67,861	88,608	86,468	50,501	43,515
1歳	55,798	132,455	124,009	65,042	79,931	32,943	49,070	56,658	32,827
2歳	14,505	24,315	41,427	20,722	23,284	29,509	11,718	14,706	22,382
3歳以上	13,147	12,549	15,558	15,485	8,069	11,578	21,044	15,727	15,336
計	293,966	361,338	284,409	225,221	179,146	162,638	168,301	137,592	114,059

年齢別資源量（kg、4月）									
漁期年	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	64,638	71,568	36,218	37,349	21,152	40,383	31,682	22,318	17,828
1歳	66,576	146,366	133,792	83,807	102,277	39,590	58,908	70,919	41,321
2歳	29,720	41,640	73,098	37,550	53,022	64,896	24,076	28,378	46,308
3歳以上	51,898	45,252	50,616	46,360	34,827	46,740	62,216	48,054	57,253
計	212,832	304,826	293,724	205,066	211,277	191,609	176,882	169,669	162,709
親魚量	51,898	45,252	50,616	46,360	34,827	46,740	62,216	48,054	57,253

年齢別資源量（kg、10月）									
漁期年	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	57,043	63,159	31,962	32,960	18,666	35,638	27,959	19,696	15,733
1歳	58,753	129,167	118,071	73,959	90,259	34,938	51,986	62,586	36,465
2歳	26,228	36,747	64,509	33,138	46,791	57,271	21,247	25,044	40,867
3歳以上	45,800	39,935	44,668	40,912	30,735	41,248	54,906	42,407	50,525
計	187,824	269,008	259,211	180,970	186,451	169,095	156,098	149,733	143,590

漁獲割合（漁獲量/資源量（10月））									
漁期年	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	0.19	0.17	0.19	0.17	0.38	0.29	0.16	0.17	0.45
1歳	0.44	0.60	0.79	0.54	0.53	0.54	0.62	0.49	0.45
2歳	0.42	0.46	0.65	0.71	0.53	0.34	0.38	0.35	0.29
3歳以上	0.42	0.46	0.65	0.71	0.53	0.34	0.38	0.35	0.29
計	0.36	0.46	0.66	0.54	0.51	0.37	0.42	0.39	0.35

年齢別平均体重（kg）									
漁期年	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0歳	0.271	0.329	0.309	0.266	0.275	0.402	0.323	0.390	0.362
1歳	1.053	0.975	0.952	1.137	1.129	1.061	1.059	1.105	1.111
2歳	1.808	1.511	1.557	1.599	2.010	1.941	1.813	1.703	1.826
3歳以上	3.484	3.182	2.871	2.642	3.809	3.563	2.609	2.696	3.295

FRA-SA2022-AC-74

補足表 2-6. 漁期年別漁業種類別漁獲量 (kg)

漁期年	小型機船底びき網漁業（伊勢湾・三河湾）					小型機船底びき網漁業（渥美外海）				
	0歳	1歳	2歳	3+歳	合計 (kg)	0歳	1歳	2歳	3+歳	合計 (kg)
1993	17,147	11,458	3,028	522	32,155	11,190	18,688	4,237	3,331	37,446
1994	18,694	7,279	2,926	806	29,706	7,727	13,235	4,675	4,331	29,968
1995	7,010	7,932	390	779	16,111	3,237	7,584	3,438	3,301	17,560
1996	13,031	13,080	1,983	3,170	31,265	1,357	4,353	4,032	5,472	15,214
1997	32,975	7,837	976	1,276	43,065	6,241	4,526	2,175	4,235	17,177
1998	13,589	5,093	1,260	495	20,438	4,760	7,537	2,455	2,086	16,838
1999	76,006	5,201	1,388	500	83,096	44,746	2,157	1,518	3,599	52,020
2000	15,356	16,624	1,115	277	33,372	11,618	46,001	848	5,265	63,732
2001	38,034	9,173	3,887	249	51,342	18,458	12,207	9,352	2,402	42,419
2002	10,323	15,520	1,482	1,351	28,675	2,404	80,524	16,256	8,839	108,023
2003	2,421	6,425	1,143	71	10,061	637	25,775	15,454	1,663	43,529
2004	4,362	625	483	798	6,268	2,564	2,424	3,271	13,917	22,176
2005	5,661	1,009	109	165	6,944	6,793	2,764	656	4,797	15,010
2006	18,571	1,580	28	172	20,351	12,523	4,852	1,335	3,414	22,124
2007	12,334	4,005	444	766	17,548	7,485	18,482	3,440	4,338	33,746
2008	8,935	2,916	469	303	12,622	8,946	4,161	5,500	5,268	23,874
2009	3,664	3,012	51	97	6,824	2,557	10,903	5,324	3,988	22,771
2010	3,675	1,376	531	362	5,943	1,181	1,919	9,528	6,101	18,728
2011	3,436	1,075	881	79	5,472	2,361	2,347	1,683	4,559	10,951
2012	4,317	1,200	489	0	6,006	1,530	626	1,226	5,031	8,413
2013	8,667	1,123	313	222	10,325	2,291	208	788	5,137	8,424
2014	6,763	1,154	447	151	8,515	4,022	3,356	1,045	4,386	12,809
2015	3,366	2,123	913	386	6,788	2,784	4,863	6,246	6,510	20,403
2016	3,895	1,270	910	401	6,476	1,778	1,438	3,126	3,267	9,609
2017	5,155	1,104	1,680	249	8,187	1,876	2,066	3,426	4,117	11,486
2018	8,168	2,426	774	57	11,426	2,128	2,518	1,884	3,622	10,153
2019	3,842	2,849	489	111	7,291	593	4,127	2,316	3,467	10,503
2020	3,037	1,110	1,023	463	5,633	219	2,630	1,009	2,125	5,984
2021	5,928	1,736	841	727	9,232	1,188	2,591	1,427	2,476	7,683

漁期年	ふぐはえ縄漁業					まき網漁業				
	0歳	1歳	2歳	3+歳	合計 (kg)	0歳	1歳	2歳	3+歳	合計 (kg)
1993	0	187,724	25,470	14,109	227,302	0	0	2,186	2,783	4,969
1994	0	60,128	28,182	6,998	95,308	0	0	1,305	925	2,229
1995	0	62,664	19,754	9,707	92,126	0	0	1,017	2,670	3,687
1996	0	14,603	7,788	3,263	25,654	0	0	5,691	3,307	8,997
1997	0	16,346	11,001	6,280	33,626	0	0	313	3,978	4,290
1998	0	75,475	8,948	9,878	94,300	0	0	389	587	975
1999	0	33,511	8,479	4,882	46,872	0	0	845	1,230	2,075
2000	0	265,838	9,597	7,572	283,007	0	0	1,517	442	1,959
2001	0	101,417	47,958	5,806	155,181	0	0	1,450	513	1,963
2002	0	402,135	17,444	3,793	423,371	0	0	53	11	64
2003	0	74,624	73,417	22,743	170,784	0	0	13,074	468	13,542
2004	0	19,313	16,489	42,158	77,960	0	0	811	3,394	4,205
2005	9	35,515	4,284	11,362	51,170	0	0	1,077	4,070	5,147
2006	0	104,327	6,792	11,986	123,105	0	0	0	0	0
2007	0	188,489	25,557	12,207	226,253	0	0	0	0	0
2008	0	112,907	20,841	15,051	148,799	0	0	0	0	0
2009	0	172,174	29,256	14,141	215,571	0	0	0	0	0
2010	0	38,657	49,022	26,679	114,358	0	0	0	0	0
2011	0	31,343	16,176	27,395	74,914	0	0	0	0	0
2012	0	33,177	14,070	19,924	67,172	0	0	0	0	0
2013	0	24,548	9,844	13,753	48,145	0	0	0	0	0
2014	0	72,784	15,342	13,757	101,883	0	0	0	0	0
2015	0	85,752	34,842	22,187	142,781	0	0	0	0	0
2016	0	37,255	19,619	25,537	82,411	0	0	0	0	0
2017	0	44,303	19,499	11,796	75,598	0	0	0	0	0
2018	0	14,036	16,948	10,441	41,425	0	0	0	0	0
2019	0	25,004	5,347	17,486	47,837	0	0	0	0	0
2020	0	27,100	6,808	12,380	46,288	0	0	0	0	0
2021	0	12,231	9,498	11,344	33,074	0	0	0	0	0

FRA-SA2022-AC-74

補足表 2-7. 漁期年別漁業種類別漁獲尾数（尾）

漁期年	小型機船底びき網漁業（伊勢湾・三河湾）					小型機船底びき網漁業（渥美外海）				
	0歳	1歳	2歳	3+歳	合計（尾）	0歳	1歳	2歳	3+歳	合計（尾）
1993	90,416	26,754	2,270	183	119,623	29,879	21,500	2,607	1,155	55,141
1994	64,659	16,860	1,979	255	83,753	22,073	17,205	3,072	1,502	43,852
1995	44,225	15,795	286	245	60,551	10,301	10,666	2,353	1,144	24,464
1996	67,320	19,045	980	1,027	88,373	3,859	4,024	2,432	1,993	12,308
1997	167,766	17,665	587	435	186,452	28,319	5,217	1,791	1,450	36,777
1998	44,924	9,803	771	149	55,648	11,962	8,075	1,523	724	22,284
1999	328,500	6,817	854	149	336,320	118,141	2,425	972	1,210	122,748
2000	60,722	32,746	639	107	94,215	35,196	67,546	466	1,990	105,198
2001	174,520	16,386	2,504	89	193,499	57,847	14,970	5,997	754	79,568
2002	44,653	33,766	840	506	79,765	6,738	110,635	10,585	3,228	131,186
2003	11,214	17,675	984	26	29,900	2,105	36,315	11,267	683	50,370
2004	17,681	882	324	358	19,244	8,052	3,119	2,337	5,931	19,439
2005	24,431	1,969	66	69	26,536	22,209	3,430	414	1,780	27,833
2006	85,620	1,782	16	68	87,486	42,747	6,742	796	963	51,248
2007	53,770	6,307	262	170	60,509	27,945	26,360	2,087	1,275	57,667
2008	37,774	4,560	298	88	42,720	25,559	6,497	3,784	1,792	37,632
2009	18,453	4,589	32	38	23,111	10,677	14,779	3,559	1,501	30,516
2010	15,133	2,496	308	119	18,056	3,317	2,678	7,202	2,259	15,456
2011	13,586	1,597	507	31	15,721	6,706	2,803	998	1,644	12,150
2012	15,837	1,794	288	0	17,920	5,173	914	750	1,553	8,390
2013	32,575	1,804	188	70	34,637	7,865	398	519	1,354	10,136
2014	20,264	2,076	312	66	22,719	12,524	5,380	658	1,102	19,665
2015	12,062	2,704	547	142	15,455	7,837	8,027	4,153	1,932	21,949
2016	15,660	2,755	613	136	19,164	5,678	2,344	2,214	968	11,203
2017	19,647	1,950	1,078	70	22,745	5,915	2,708	2,061	1,105	11,788
2018	21,153	2,614	351	18	24,136	4,447	3,453	1,227	846	9,974
2019	12,393	4,231	367	34	17,025	1,325	4,512	1,232	939	8,008
2020	7,691	1,714	530	206	10,141	659	2,571	594	562	4,386
2021	16,877	1,759	453	248	19,337	2,806	2,510	774	615	6,705

漁期年	ふぐはえ縄漁業					まき網漁業				
	0歳	1歳	2歳	3+歳	合計（尾）	0歳	1歳	2歳	3+歳	合計（尾）
1993	0	178,346	12,157	3,811	194,314	0	0	1,523	965	2,488
1994	0	60,705	15,612	2,117	78,434	0	0	909	321	1,230
1995	0	50,488	9,879	2,735	63,103	0	0	707	925	1,633
1996	0	10,950	3,639	914	15,503	0	0	3,670	1,264	4,934
1997	0	14,088	5,352	1,852	21,292	0	0	264	1,414	1,678
1998	0	61,029	4,524	2,776	68,330	0	0	271	204	475
1999	0	27,559	4,325	1,472	33,356	0	0	587	440	1,027
2000	0	278,696	4,859	2,077	285,632	0	0	1,125	181	1,306
2001	0	89,760	26,930	2,044	118,734	0	0	1,072	170	1,242
2002	0	398,405	8,325	1,059	407,788	0	0	42	3	46
2003	0	60,835	35,479	6,936	103,250	0	0	11,363	233	11,596
2004	0	16,148	9,271	14,980	40,399	0	0	671	1,124	1,794
2005	14	28,908	1,972	3,203	34,098	0	0	714	1,451	2,165
2006	0	91,834	3,592	3,608	99,033	0	0	0	0	0
2007	0	181,747	14,640	3,727	200,114	0	0	0	0	0
2008	0	101,501	12,116	5,264	118,881	0	0	0	0	0
2009	0	172,981	16,987	4,911	194,879	0	0	0	0	0
2010	0	35,779	29,048	10,095	74,921	0	0	0	0	0
2011	0	28,049	9,511	10,000	47,560	0	0	0	0	0
2012	0	29,763	8,129	6,517	44,409	0	0	0	0	0
2013	0	22,375	5,346	4,063	31,783	0	0	0	0	0
2014	0	71,805	10,168	4,580	86,554	0	0	0	0	0
2015	0	86,670	22,273	8,055	116,999	0	0	0	0	0
2016	0	30,047	11,965	9,949	51,961	0	0	0	0	0
2017	0	37,383	9,105	3,069	49,557	0	0	0	0	0
2018	0	11,829	8,523	3,099	23,452	0	0	0	0	0
2019	0	21,444	2,897	7,100	31,441	0	0	0	0	0
2020	0	23,634	4,067	4,783	32,484	0	0	0	0	0
2021	0	10,638	5,218	3,552	19,408	0	0	0	0	0

補足資料 3 種苗放流効果の計算方法

本系群の加入動態は不安定であり、資源の安定的な維持・造成を目的として、1980 年代からトラフグ人工種苗が大規模に放流されている。放流種苗の混入率ならびに添加効率を推定するために、2000 年漁期からはイラストマー標識、2005 年漁期からは ALC 耳石標識、2007 年漁期からは胸鰭切除標識が種苗に施されている。なお、イラストマー標識および胸鰭切除標識は市場調査法により、ALC 耳石標識は漁獲物の買取調査および耳石のみを加工場や旅館から回収する方法により確認している。

添加効率の推定方法は、放流海域を伊勢・三河湾、遠州灘～駿河湾および熊野灘の 3 海域に大別し、それぞれについて放流サイズと添加効率の関係式を標識放流群の調査結果から求め、無標識放流群を含めた全ての放流群についてこの関係式を適用し添加効率を計算した。放流海域別の平均添加効率は、伊勢・三河湾では 0.0702 と高く、遠州灘～駿河湾では 0.0414、熊野灘では 0.0099 と低く推定された。放流群別に添加効率と放流海域別の平均値との比を計算し、その比と放流時平均全長との関係を検討したところ、高い相関は認められなかったが、以下の関係式が得られた。

$$Y = 0.0181X - 0.1004 \quad (n=83)$$

X:放流時平均全長 (mm) Y: 添加効率比 (添加効率/放流海域別平均添加効率)

これをもとに

$$K = G (0.0181X - 0.1004) \quad K: \text{添加効率}$$

(G: 伊勢・三河湾: 0.0702、遠州灘～駿河湾: 0.0414、熊野灘: 0.0099)

とする推定式をたてた。

前記の推定式を適用して過去の無標識放流群（標識装着が不安定で先の計算対象から除外した一部の標識放流群を含む）の添加効率を推定し、人工種苗放流尾数と各放流群平均体長から漁期年別に放流魚の加入尾数を集計し、10 月時点の 0 歳魚放流由来資源尾数とした（表 4）。

補足資料 4 トラフグ伊勢・三河湾系群における年齢別平均体重の変更について

本系群では令和 3（2021）年度資源評価（鈴木ほか 2022、以降、従来評価と呼称）まで 10 月と 4 月の 2 種類の年齢別平均体重を用いており、それぞれの年齢別平均体重は 1993～2020 年漁期の評価年を通して同じ値が用いられてきた（補足表 4-1）。しかしながら、多くの魚種において、資源量の多寡と成長速度はトレードオフ関係にあることが報告されており（Eikeset et al. 2016、Kamimura et al. 2021）、本系群で用いられている不変的な年齢別平均体重は実際の資源状態を正当に表現していない可能性が考えられる。また、本系群は 3 歳以上をプラスグループとして扱っているが、プラスグループ内の年齢構成によっても平均体重が変化することが考えられる。また、従来評価で用いられてきた年齢別平均体重を用いて漁獲尾数を漁獲重量に変換したところ、実際の報告漁獲量に対して -29～13% の範囲で差が生じているなどの問題が生じていた（補足図 4-1、補足表 4-2）。

より実際の資源状況に則した年齢別平均体重を用いるため、各県より報告された年別・年齢別漁獲尾数および年別・年齢別漁獲重量を用いて年別・年齢別平均漁獲体重を算出し、それを年別・年齢別平均体重として用いた。年別・年齢別平均体重は以下の式によって算出した。

$$W_{a,y} = \frac{C_{w,a,y}}{C_{a,y}}$$

ここで、 $W_{a,y}$ は y 年漁期における a 歳魚の平均個体重、 $C_{a,y}$ は y 年漁期における a 歳魚の漁獲尾数、 $C_{w,a,y}$ は y 年漁期における a 歳魚の漁獲重量（kg）である。計算した年別年齢別平均体重を補足図 4-2、補足表 4-3 に示す。

本系群ではコホート計算を参画県より報告された年別・年齢別漁獲尾数を用いて資源解析を行っている（補足資料 2）。年齢別平均体重は資源量および親魚量の計算に用いられることから、年齢別平均体重の変更は資源量、親魚量、親魚量と加入量の関係、再生産成功率、および生物学的管理基準値に影響を及ぼす。

本年度の資源解析結果を用いて従来体重と新体重を用いて算出した資源量と親魚量を補足表 4-4 に示す。従来体重と新体重の両方を用いた資源量は同様の動向を示すが、2000、2002、2009 年漁期を除いて全ての年（1993～2021 年漁期）で新体重の方が大きく算出され、1999 年漁期では従来体重による資源量は 254 トン、新体重による資源量は 369 トンと、1.45 倍だった（補足図 4-3）。また、2021 年漁期の資源量は従来体重で 122 トン、新体重で 144 トンであった。従来体重と新体重によって計算された親魚量も同様の動向を示した。本補足資料における親魚量は昨年度評価まで用いられた 2 歳資源量の半分と 3 歳以上資源量の和とは異なり、本年度評価より用いられた新資源量（3 歳以上資源量、詳細は補足資料 5 を参照）である。親魚量は最大の値を記録した 2004 年に従来体重で 115 トン、新体重で 107 トンであった。また、2021 年漁期の親魚量は従来体重で 50 トン、新体重で 57 トンであった（補足図 4-4）。

資源量に比べて親魚量では従来体重に対する新体重は 0.9～1.3 倍であり、一貫した増減の傾向は見られなかった。これは、親魚量である 3 歳以上の平均体重が従来体重に対して

大きく増減していることに起因しており、3+歳の平均体重に内包される高齢資源尾数と関連があると考えられる。すなわち、3+歳魚の資源尾数に3歳魚が多い場合では平均体重が軽く、高齢魚が多い場合は平均体重が重くなるためと考えられる。

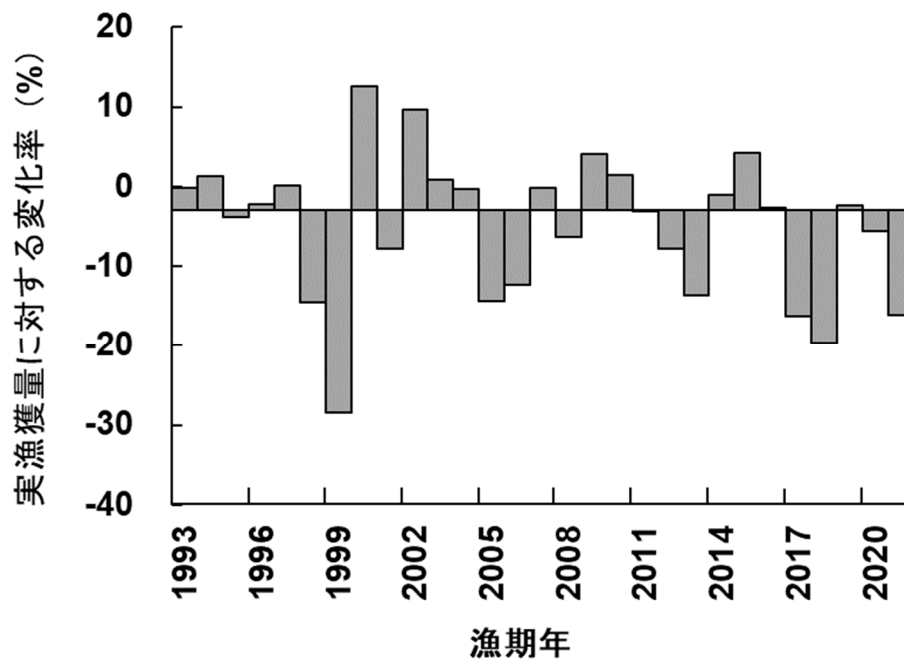
親魚量と10月時点での0歳魚天然由来加入尾数より計算される再生産成功率（RPS、尾/kg）は親魚量の変化に伴って変化した（補足図4-5、補足表4-4）。従来体重によって算出されたRPSに対し、新体重で産出されたRPSは76～111%の間で変化し、2021年漁期のRPSは従来体重で0.5、新体重で0.4といずれも低い値であった。親魚量と加入量のプロットの形には従来体重および新体重の間に大きな変化はなかったが、3+歳の平均体重の変化に応じてプロットが横方向（親魚量方向）に変化した（補足図4-6）。

生物学的管理基準（漁獲係数）に用いた年齢別平均体重を補足表4-5に、算出された生物学的管理基準を補足表4-6に示す。新体重では用いる年齢別体重について、Fと同様に2019～2021年漁期の平均値を用いた。従来体重におけるF20%SPR(0.32)、F30%SPR(0.23)は新体重による計算と同値であったが、YPRを最大とするFmaxは従来体重では0.35であり、新体重の0.40より下回った。これは、従来体重では0歳魚の体重が1～3+歳魚に対して相対的に小さいため、高齢魚を残すことで高いYPRを目指す管理基準となったためと考えられる。

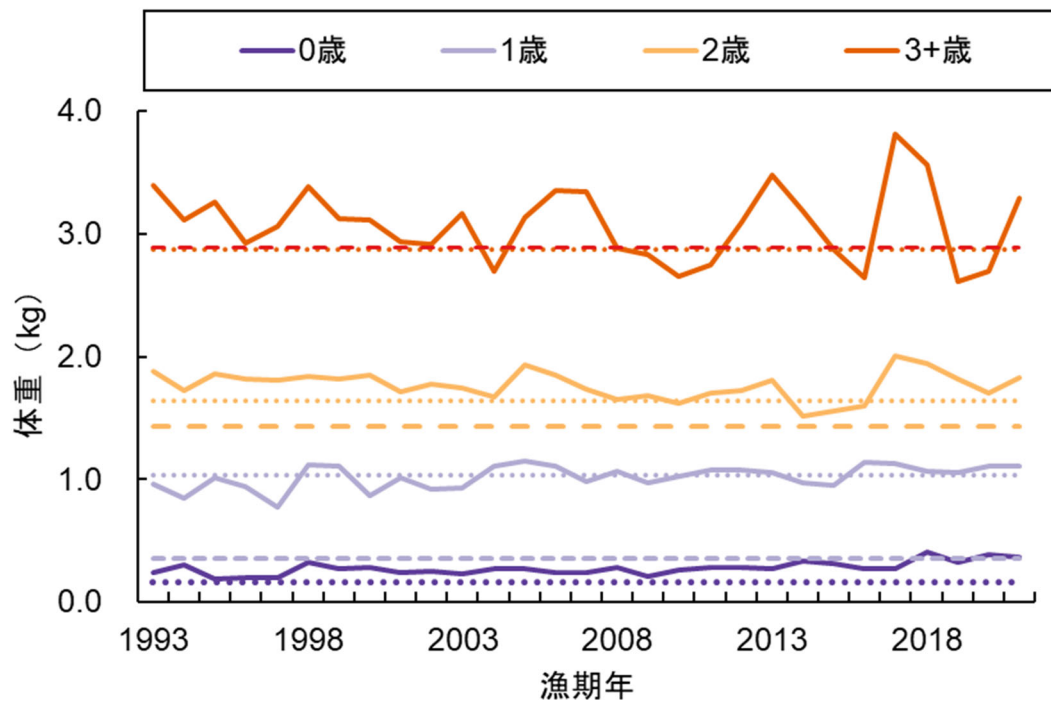
以上のように、従来体重と新体重を用いた資源解析結果に大きな変更は見られなかった。しかしながら、より実際の資源状況に則した資源動態の把握を行うには、不変的な年齢別平均体重ではなく、報告された漁獲物情報によって計算される年別・年齢別平均体重を用いることが望ましいと考えられる。

引用文献

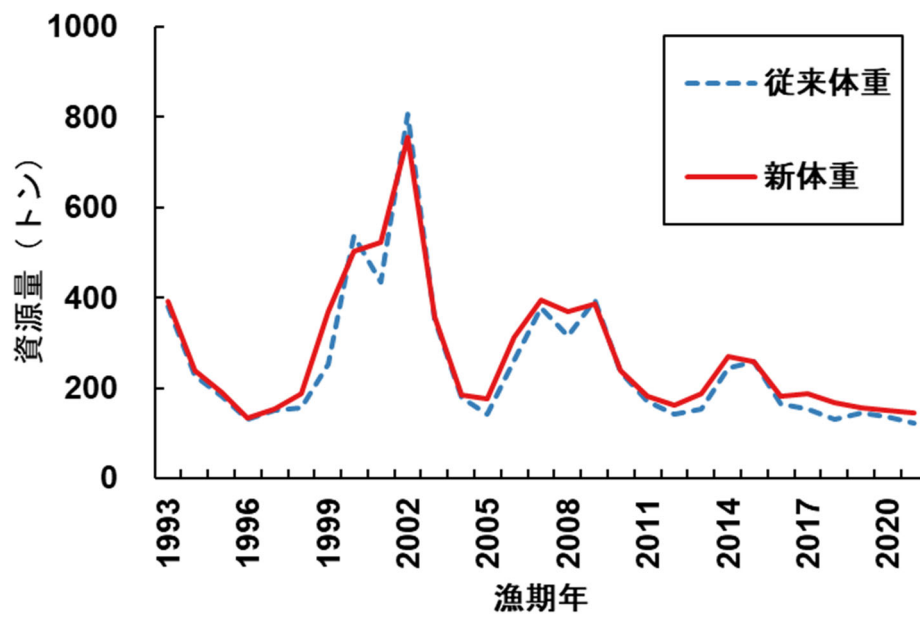
- Eikeset, A. M., Dunlop, E. S., Heino, M., and Dieckmann, U. (2016) Roles of density-dependent growth and life history evolution in accounting for fisheries-induced trait changes. *PNAS*. **113**, 15030-150305.
- Kamimura, Y., Taga, M., Yukami, R., Watanabe, C., and Furuichi, S. (2021). Intra- and inter-specific density dependence of body condition, growth, and habitat temperature in chub mackerel (*Scomber japonicus*). *ICES J. Mar. Sci.*, **78**. 3254-3264.
- 鈴木重則・山下夕帆・平井慈恵・西嶋翔太・山本敏博・澤山周平・青木一弘 (2022) 令和3(2021)年度トラフグ伊勢・三河湾系群の資源評価, 水産庁・水産研究・教育機構, 1-49, <https://abchan.fra.go.jp/digests2021/details/202174.pdf>



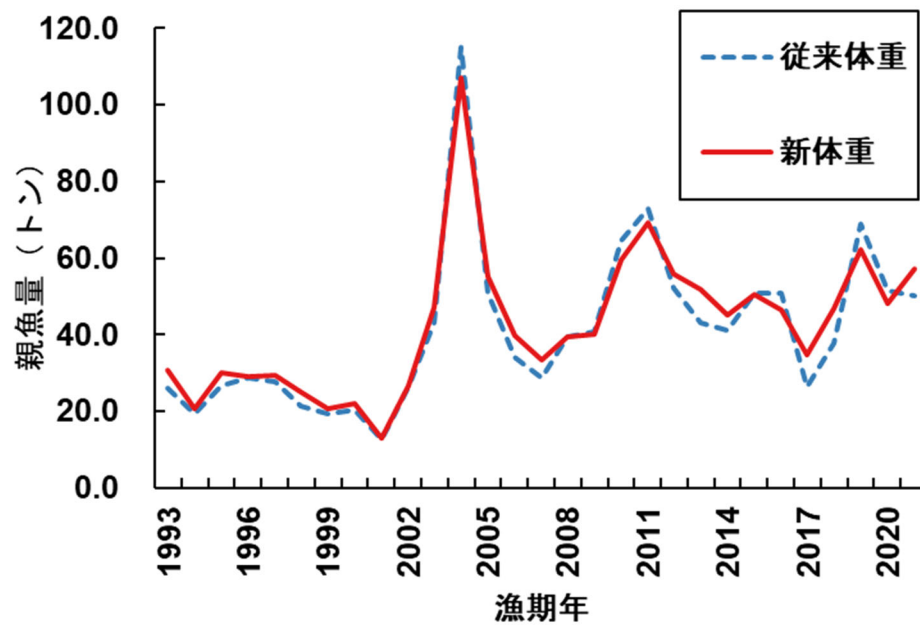
補足図 4-1. 漁獲重量と漁獲尾数より算出した年別・年齢別平均体重および年別年齢別漁獲尾数によって計算された漁獲量の実漁獲量に対する変化率 (%)



補足図 4-2. 年別・年齢別平均体重（実線）と令和 3（2021）年度資源評価で用いられていた 10 月時点での年齢別平均体重（点線）および 4 月時点での年齢別平均体重（破線）

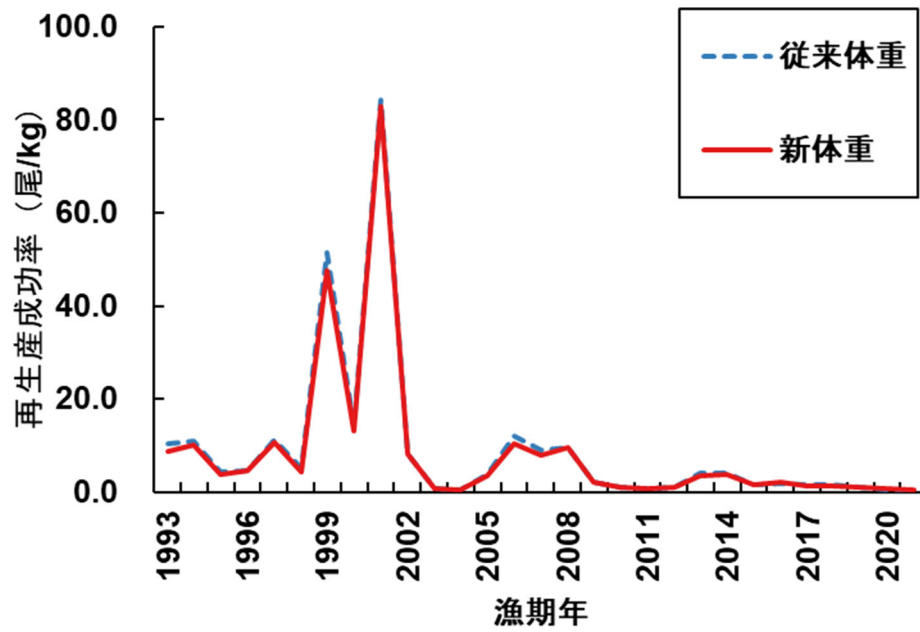


補足図 4-3. 従来体重および新体重によって算出された資源量

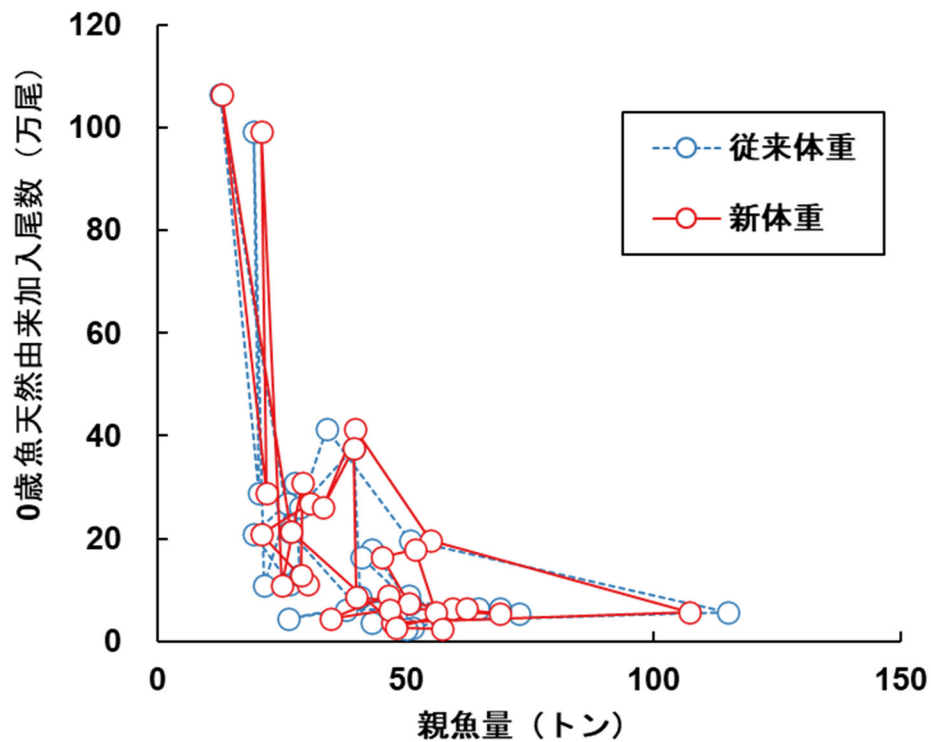


補足図 4-4. 従来体重および新体重によって算出された親魚量

親魚量は新親魚量（3歳以上資源量）であり、昨年度評価まで用いられた従来親魚量（2歳資源量の半分と3歳以上の資源量の和）とは異なる。



補足図 4-5. 従来体重および新体重によって算出された再生産成功率 RPS



補足図 4-6. 従来体重および新体重における親魚量と 0 歳魚天然由来加入尾数のプロット

補足表 4-1. 令和 3（2021）年度資源評価（鈴木ほか 2022）で用いられていた年齢別平均体重（kg）

4 月の体重を親魚量、10 月の体重を資源量の計算に使用。

年齢	0	1	2	3+
4月	-	0.355	1.427	2.868
10月	0.164	1.03	1.638	2.889

補足表 4-2. 従来体重および新体重を用いて漁獲尾数より算出された漁獲量と報告された実漁獲量、および従来体重算出漁獲量の報告漁獲量との差

漁期年	算出漁獲量		実漁獲量	実漁獲量との差 (%) ※1
	従来体重	新体重		
1993	301	302	302	-0.2
1994	159	157	157	1.3
1995	124	129	129	-3.9
1996	79	81	81	-2.3
1997	98	98	98	0.1
1998	113	133	133	-14.5
1999	132	184	184	-28.5
2000	430	382	382	12.6
2001	231	251	251	-7.7
2002	614	560	560	9.6
2003	240	238	238	0.9
2004	110	111	111	-0.3
2005	67	78	78	-14.4
2006	145	166	166	-12.4
2007	277	278	278	-0.2
2008	173	185	185	-6.4
2009	255	245	245	4.1
2010	141	139	139	1.5
2011	89	91	91	-3.1
2012	75	82	82	-7.8
2013	58	67	67	-13.7
2014	122	123	123	-1.1
2015	177	170	170	4.2
2016	96	98	98	-2.7
2017	80	95	95	-16.2
2018	51	63	63	-19.6
2019	64	66	66	-2.4
2020	55	58	58	-5.6
2021	42	50	50	-16.2

※1 従来体重によって算出された漁獲量と実漁獲量との差の比率（％）。

補足表 4-3. 年別・年齢別平均体重 (kg)

漁期年	年齢			
	0	1	2	3+
1993	0.236	0.961	1.882	3.393
1994	0.305	0.851	1.719	3.113
1995	0.188	1.016	1.860	3.259
1996	0.202	0.942	1.818	2.926
1997	0.200	0.777	1.810	3.061
1998	0.323	1.117	1.841	3.386
1999	0.270	1.111	1.815	3.122
2000	0.281	0.867	1.845	3.112
2001	0.243	1.014	1.716	2.934
2002	0.248	0.918	1.780	2.917
2003	0.230	0.930	1.745	3.166
2004	0.269	1.110	1.671	2.691
2005	0.267	1.145	1.935	3.136
2006	0.242	1.104	1.852	3.357
2007	0.243	0.984	1.733	3.346
2008	0.282	1.066	1.655	2.886
2009	0.214	0.967	1.683	2.826
2010	0.263	1.024	1.616	2.657
2011	0.286	1.071	1.701	2.744
2012	0.278	1.078	1.722	3.092
2013	0.271	1.053	1.808	3.484
2014	0.329	0.975	1.511	3.182
2015	0.309	0.952	1.557	2.871
2016	0.266	1.137	1.599	2.642
2017	0.275	1.129	2.010	3.809
2018	0.402	1.061	1.941	3.563
2019	0.323	1.059	1.813	2.609
2020	0.390	1.105	1.703	2.696
2021	0.362	1.111	1.826	3.295

FRA-SA2022-AC-74

補足表 4-4. 令和 3（2021）年度資源評価（鈴木ほか 2022）で用いられた年齢別平均体重（従来体重）と、本年度評価で計算された年別・年齢別平均体重（新体重）を用いて計算された資源量と親魚量、および従来体重に対する新体重計算時の変化率

漁期年	資源量（トン）			親魚量（トン）			RPS（千尾/トン）		
	従来体重	新体重	変化率	従来体重	新体重	変化率	従来体重	新体重	変化率
1993	382	393	103%	26.2	30.7	117%	10.3	8.8	85%
1994	228	240	105%	19.3	20.8	108%	10.8	10.0	93%
1995	181	190	105%	26.7	30.1	113%	4.2	3.7	89%
1996	130	134	103%	28.6	29.0	101%	4.5	4.4	99%
1997	152	154	101%	27.6	29.2	106%	11.2	10.6	94%
1998	156	189	121%	21.3	25.0	117%	5.2	4.4	85%
1999	254	369	145%	19.3	20.8	108%	51.4	47.6	93%
2000	536	504	94%	20.4	22.0	108%	14.1	13.1	93%
2001	435	522	120%	12.6	12.8	102%	84.2	83.0	98%
2002	806	755	94%	26.5	26.8	101%	8.1	8.0	99%
2003	353	357	101%	43.2	47.3	110%	0.8	0.8	91%
2004	178	184	103%	115.0	107.1	93%	0.5	0.5	107%
2005	142	177	124%	50.8	55.1	109%	3.9	3.6	92%
2006	261	314	120%	34.1	39.7	116%	12.1	10.4	86%
2007	378	396	105%	28.8	33.3	116%	9.1	7.8	86%
2008	315	369	117%	39.5	39.4	100%	9.5	9.5	100%
2009	395	385	98%	40.9	40.0	98%	2.1	2.2	102%
2010	236	239	101%	64.6	59.4	92%	1.0	1.1	109%
2011	170	181	107%	72.8	69.1	95%	0.7	0.8	105%
2012	143	162	113%	52.3	56.0	107%	1.1	1.0	93%
2013	154	188	122%	43.0	51.9	121%	4.1	3.4	83%
2014	244	269	110%	41.1	45.3	110%	4.0	3.6	91%
2015	257	259	101%	50.9	50.6	99%	1.5	1.5	101%
2016	166	181	109%	50.7	46.4	91%	1.8	1.9	109%
2017	155	186	120%	26.4	34.8	132%	1.6	1.2	76%
2018	130	169	130%	37.9	46.7	123%	1.6	1.3	81%
2019	144	156	108%	68.9	62.2	90%	0.9	1.0	111%
2020	136	150	110%	51.5	48.1	93%	0.5	0.6	107%
2021	122	144	118%	50.2	57.3	114%	0.5	0.4	88%

FRA-SA2022-AC-74

補足表 4-5. 従来体重および新体重による生物学的管理基準計算に用いた年齢別平均体重

体重 (kg)	年齢			
	0	1	2	3+
従来体重 (4月)	-	0.355	1.427	2.868
従来体重 (10月)	0.164	1.030	1.638	2.889
新体重	0.358	1.092	1.781	2.867

補足表 4-6. 従来体重および新体重により計算された生物学的管理基準

F2019-2021		生物学的管理基準		
	※1	F20%SPR	F30%SPR	Fmax
従来体重	0.48	0.32	0.23	0.35
新体重		0.32	0.23	0.40

※1 数値は 2019～2021 年の各年における各年齢 F 単純平均の平均値。

補足資料 5 トラフグ伊勢・三河湾系群における親魚量計算方法の変更について

トラフグ伊勢・三河湾系群は雄が2以上歳、雌が3歳以上で成熟することが知られている。令和3（2021）年度資源評価（鈴木ほか 2022）ではy年における親魚量 SSB_y を以下のように計算していた。

$$SSB_y = 0.5 * N_{2,y} * W_{2,y} + N_{3,y} * W_{3,y}$$

ここでは、 $N_{a,y}$ はy年におけるa歳の資源尾数、 $W_{a,y}$ はy年におけるa歳の平均体重である。

鈴木ほか（2022）による親魚量計算方法（以降、従来親魚量）では雄の2歳魚を親魚量に加えており、産卵に寄与していると仮定していることになる。しかし、実際の卵資源への寄与を考えると、親魚量は産卵を行う雌の成熟年齢をもとに3歳以上の資源量とすることが妥当と考えられる。このため、本年度評価ではy年の親魚量を以下のように計算することを提案する（以降、新親魚量）。

$$SSB_y = N_{3,y} * W_{3,y}$$

本補足資料で用いる親魚量計算に用いる年齢別の親魚への寄与率を補足表 5-1 に示す。なお、親魚量は年齢別平均体重によっても変化するため、本補足資料では補足資料 4 で提案された年別・年齢別平均体重の親魚量への影響も同時に比較、検討する。鈴木ほか（2022）による年齢別平均体重（以降、従来体重）には4月時点での年齢別平均体重を（補足表 4-1）、補足資料 4 で検討した年別・年齢別平均体重（以降、新体重）には算出された数値を用いる（補足表 4-3）。

従来体重と新体重を用いて従来親魚量と新親魚量を算出した結果を補足図 5-1、補足表 5-2 に示す。新親魚量では2歳魚資源量の影響を除外するため、親魚量は減少する。また、2003～2004 年漁期では新親魚量の増加のピークは従来親魚量より1年遅れとなった。一方、2005～2006 年漁期では親魚量減少は同時であり、2～3 歳魚の加入が少なく4 歳魚の残存も少ないことが示唆された。2021 年漁期の親魚量は従来体重による従来親魚量、新親魚量がそれぞれ 68.3 トン、50.2 トン、新体重による従来親魚量、新親魚量がそれぞれ 80.4 トン、57.3 トンであった。なおこれらの数値は、1993～2021 年漁期における各手法による親魚量平均に対して、従来体重による従来親魚量は1.1 倍、新親魚量は1.2 倍、新体重による従来親魚量は1.2 倍、新親魚量は1.3 倍であり、新体重による新親魚量が最も大きく変化した。これは、従来親魚量が2 歳魚による親魚量を多く内包していたこと、および2021 年漁期では3 歳以上の資源量が相対的に多いことを意味している。

各手法による親魚量と10 月時点での天然由来加入尾数によって計算される再生産成功率（RPS、尾/kg）を補足図 5-2（推移の詳細は補足資料 6）に示す。RPS の値は親魚量の値に反比例するため、新親魚量では RPS は相対的に高く算出される。特に、2001 年漁期の新親魚量による RPS は従来体重（84.2）、新体重（83.0）共に非常に高い値となっており、従来想定されていた卓越年級群における非常に良い加入より更に良い加入であったことを示唆している。しかしながら 2021 年漁期の RPS は従来体重の従来親魚量（0.4）、新親魚量

(0.5)、新体重の従来親魚量 (0.3)、新親魚量 (0.4) といずれも低迷している。

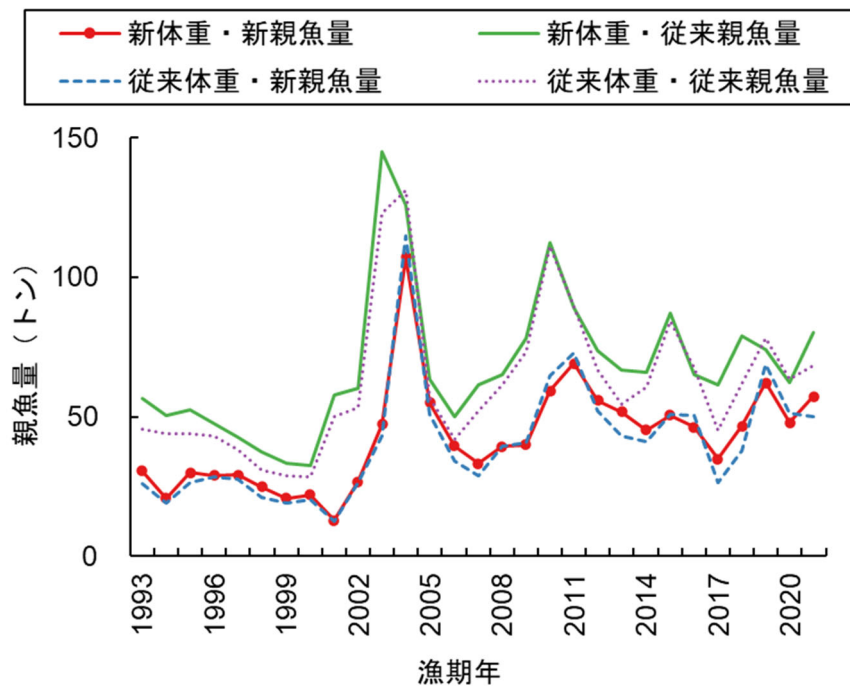
新体重による新親魚量、従来親魚量の親魚量と 0 歳魚天然由来加入尾数のプロットを補足図 5-3 に、従来体重による新親魚量、従来親魚量の親魚量と 0 歳魚天然由来加入尾数のプロットを補足図 5-4 に示す。新親魚量では再生産プロットが左側へシフトしており、新体重による新親魚量では親魚量が 20.8～69.1 トンの間に多くプロットが存在することに対し、従来親魚量では親魚量が 32.6～89.3 トンの間に多くプロットが存在すると共に 100 トンを超えながらも低い加入を示すプロットが存在している。同様に、従来体重による新親魚量では 19.3～72.8 トンの間に、従来親魚量では 28.6～89.7 トンの間に多くのプロットが存在している。なお、従来親魚量では 100 トンを超える親魚量だった 2003 年漁期 (123 トン) および 2010 年漁期 (111.3 トン) が新親魚量ではそれぞれ 43、65 トンとなり、雄の 2 歳魚の卓越の影響を受けた従来親魚量の親魚量と 0 歳魚天然由来加入尾数のプロットの右方向の突出が新親魚量では下方修正された。

各親魚量計算手法による生物学的管理基準を補足表 5-4 に示す。新体重、従来体重共に $F\%SPR$ 基準は新親魚量の方が低く推定され、そのいずれも $F_{2019-2021}$ より低い値であった。 $F_{20\%SPR}$ は新体重の新親魚量で 0.32、従来親魚量で 0.35、従来体重の新親魚量で 0.32、従来親魚量で 0.34 と推定された。なお、 YPR 基準である F_{max} は計算に成熟割合が含まれないため値も変化しない。

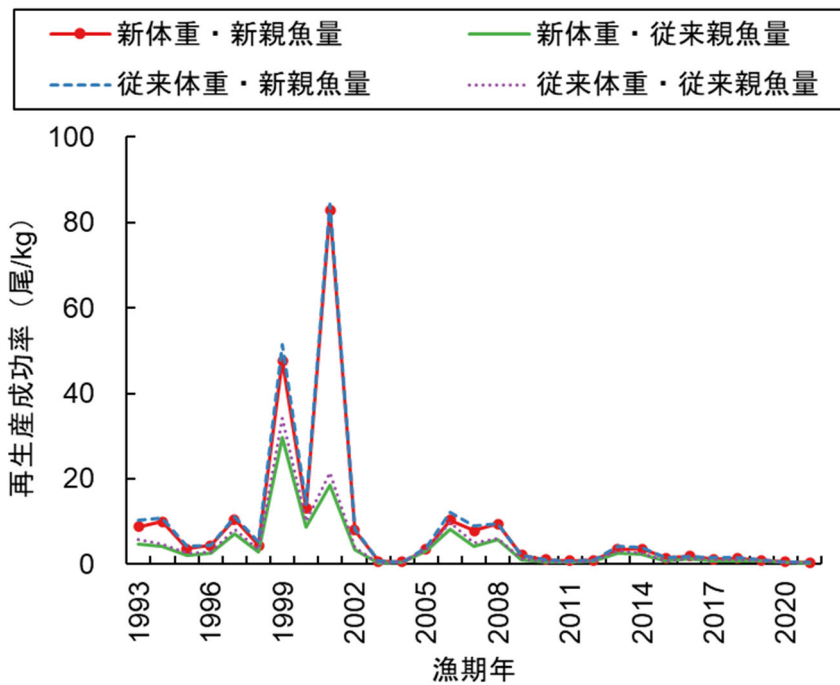
本年度評価では親魚量を 3 歳以上の資源量として扱うことを提案している。同種別系群であるトラフグ日本海・瀬戸内海・東シナ海系群 (平井ほか 2022) では雄が 2 歳、雌が 3 歳より成熟するが、卵資源への寄与を考慮し親魚量を 3 歳以上の資源量としており、本補足資料の提案と同様の計算が行われている。また、他魚種でも 9 魚種 9 系群において同様に産卵開始年齢以上の合計親魚量を親魚量とされており、一般的な定義と考えられる。なお、トラフグの産卵場は愛知県出山海域と三重県安乗岬沖ということが知られており、狭い産卵場に粘性沈着卵を産卵する。また、雌に対して雄は繁殖期を通して長く産卵場にとどまるという本種の産卵生態が報告されており (藤田 1996)、成熟した雄の 2 歳魚が産卵場に与える影響も考慮する可能性について留意する必要がある。しかしながら、加入に直接関係する卵の総量の効果をより明確に把握するためには、親魚量を 3 歳以上の資源量として扱うことが妥当と判断した。

引用文献

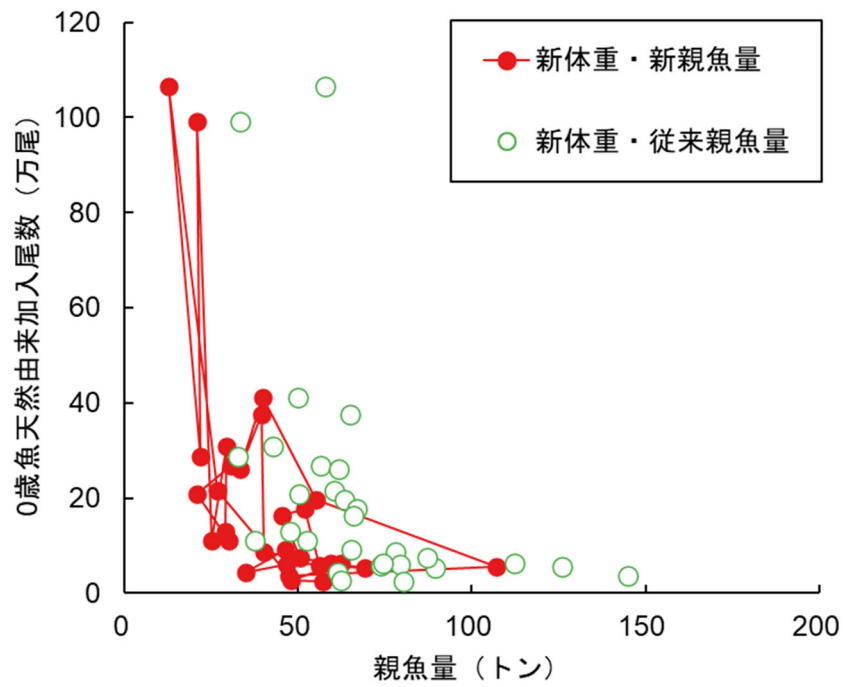
- 平井慈恵・片町太輔・真鍋明弘・鈴木重則・山下夕帆 (2022) 令和 3 (2021) 年度トラフグ日本海・東シナ海・瀬戸内海系群の資源評価, 水産庁・水産研究・教育機構, 1-66, <https://abchan.fra.go.jp/digests2021/details/202173.pdf>
- 鈴木重則・山下夕帆・平井慈恵・西嶋翔太・山本敏博・澤山周平・青木一弘 (2022) 令和 3 (2021) 年度トラフグ伊勢・三河湾系群の資源評価, 水産庁・水産研究・教育機構, 1-49, <https://abchan.fra.go.jp/digests2021/details/202174.pdf>
- 藤田矢郎 (1996) トラフグの生物学. さいばい, 日本栽培漁業協会, 79, 15-18.



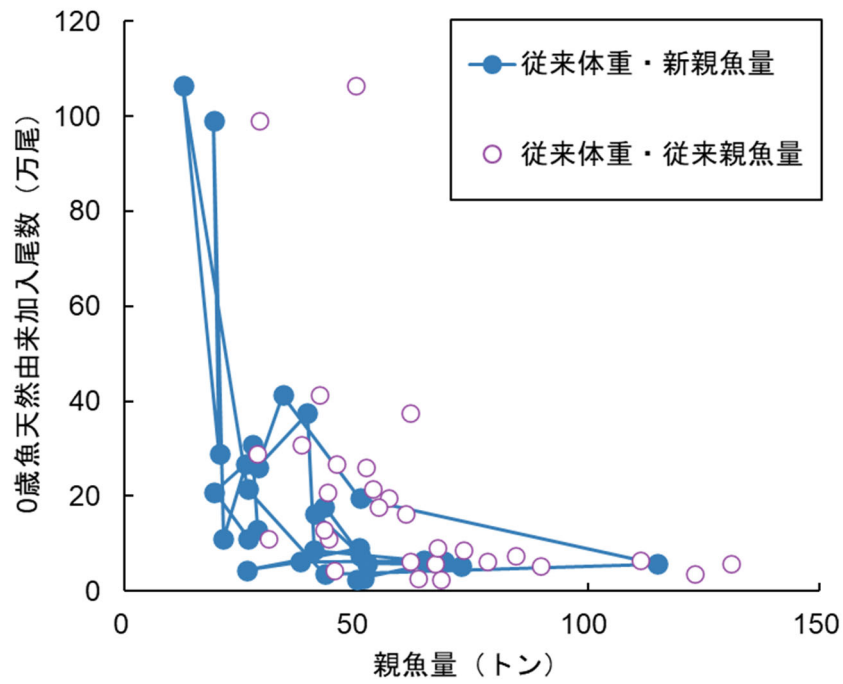
補足図 5-1. 各平均体重および各親魚量計算方法による親魚量の推移



補足図 5-2. 各平均体重および各親魚量計算方法による再生産成功率（RPS）の推移



補足図 5-3. 新体重を用いた新親魚量と従来親魚量による親魚量と 0 歳魚天然由来加入尾数のプロット



補足図 5-4. 従来体重を用いた新親魚量と従来親魚量による親魚量と 0 歳魚天然由来加入尾数のプロット

補足表 5-1. 親魚量計算に用いる年齢別の親魚量への寄与率

年齢	0歳	1歳	2歳	3+歳
従来成熟率	0	0	0.5	1
新成熟率	0	0	0	1

補足表 5-2. 親魚量計算方法と年齢別平均体重計算方法を変更した場合の親魚量

漁期年	従来体重		新体重	
	従来親魚量	新親魚量	従来親魚量	新親魚量
1993	45.8	26.2	56.6	30.7
1994	43.8	19.3	50.4	20.8
1995	43.9	26.7	52.6	30.1
1996	43.1	28.6	47.5	29.0
1997	38.2	27.6	42.7	29.2
1998	31.0	21.3	37.5	25.0
1999	29.1	19.3	33.3	20.8
2000	28.6	20.4	32.6	22.0
2001	49.9	12.6	57.7	12.8
2002	53.5	26.5	60.5	26.8
2003	123.1	43.2	145.1	47.3
2004	131.0	115.0	125.9	107.1
2005	56.9	50.8	63.4	55.1
2006	42.1	34.1	50.0	39.7
2007	52.1	28.8	61.6	33.3
2008	61.6	39.5	65.1	39.4
2009	73.1	40.9	78.0	40.0
2010	111.3	64.6	112.4	59.4
2011	89.7	72.8	89.3	69.1
2012	67.0	52.3	73.7	56.0
2013	54.8	43.0	66.8	51.9
2014	60.7	41.1	66.1	45.3
2015	84.4	50.9	87.2	50.6
2016	67.4	50.7	65.1	46.4
2017	45.2	26.4	61.3	34.8
2018	61.8	37.9	79.2	46.7
2019	78.4	68.9	74.3	62.2
2020	63.4	51.5	62.2	48.1
2021	68.3	50.2	80.4	57.3

補足表 5-3. 親魚量計算方法と年齢別平均体重計算方法を変更した場合の再生産成功率
(RPS、尾/kg)

漁期年	従来体重		新体重	
	従来親魚量	新親魚量	従来親魚量	新親魚量
1993	5.9	10.3	4.8	8.8
1994	4.8	10.8	4.1	10.0
1995	2.5	4.2	2.1	3.7
1996	3.0	4.5	2.7	4.4
1997	8.1	11.2	7.2	10.6
1998	3.6	5.2	2.9	4.4
1999	34.1	51.4	29.8	47.6
2000	10.1	14.1	8.8	13.1
2001	21.3	84.2	18.5	83.0
2002	4.0	8.1	3.5	8.0
2003	0.3	0.8	0.2	0.8
2004	0.4	0.5	0.4	0.5
2005	3.4	3.9	3.1	3.6
2006	9.8	12.1	8.2	10.4
2007	5.0	9.1	4.2	7.8
2008	6.1	9.5	5.8	9.5
2009	1.2	2.1	1.1	2.2
2010	0.6	1.0	0.6	1.1
2011	0.6	0.7	0.6	0.8
2012	0.9	1.1	0.8	1.0
2013	3.2	4.1	2.7	3.4
2014	2.7	4.0	2.5	3.6
2015	0.9	1.5	0.9	1.5
2016	1.3	1.8	1.4	1.9
2017	1.0	1.6	0.7	1.2
2018	1.0	1.6	0.8	1.3
2019	0.8	0.9	0.9	1.0
2020	0.4	0.5	0.4	0.6
2021	0.4	0.5	0.3	0.4

補足表 5-4. 各親魚量計算手法における生物学的管理基準

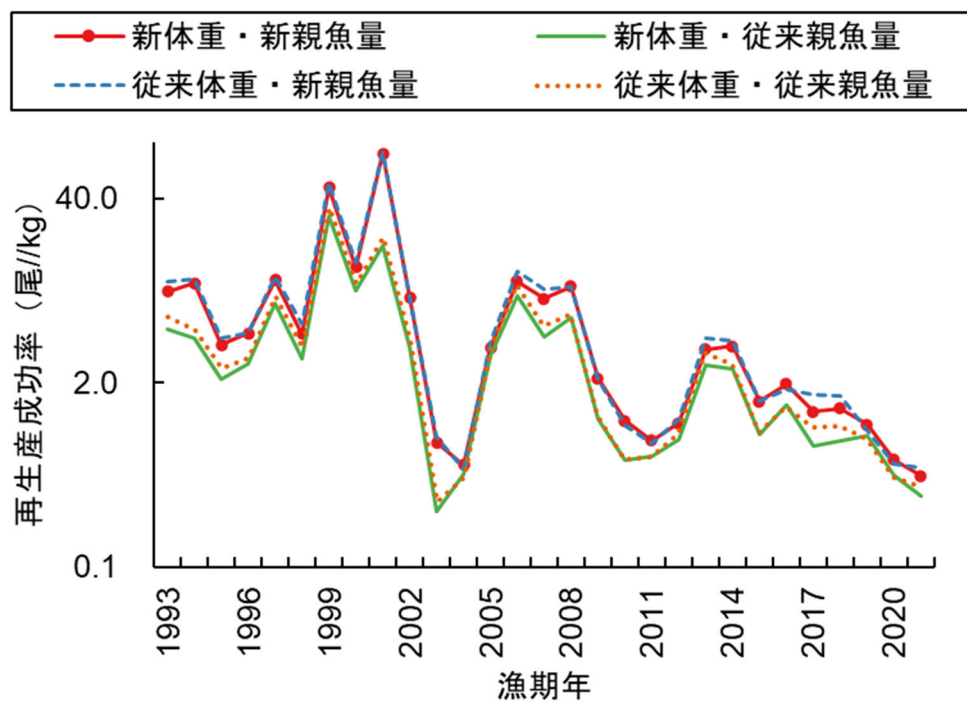
年齢別 平均体重	親魚量 計算手法	F2019-2021 ※1	生物学的管理基準		
			F20%SPR	F30%SPR	Fmax
新体重	新親魚量	0.48	0.32	0.23	0.40
	従来親魚量		0.35	0.25	0.40
従来体重	新親魚量	0.48	0.32	0.23	0.35
	従来親魚量		0.34	0.24	0.35

※1 数値は 2019～2021 年の各年における各年齢 F 単純平均の平均値。

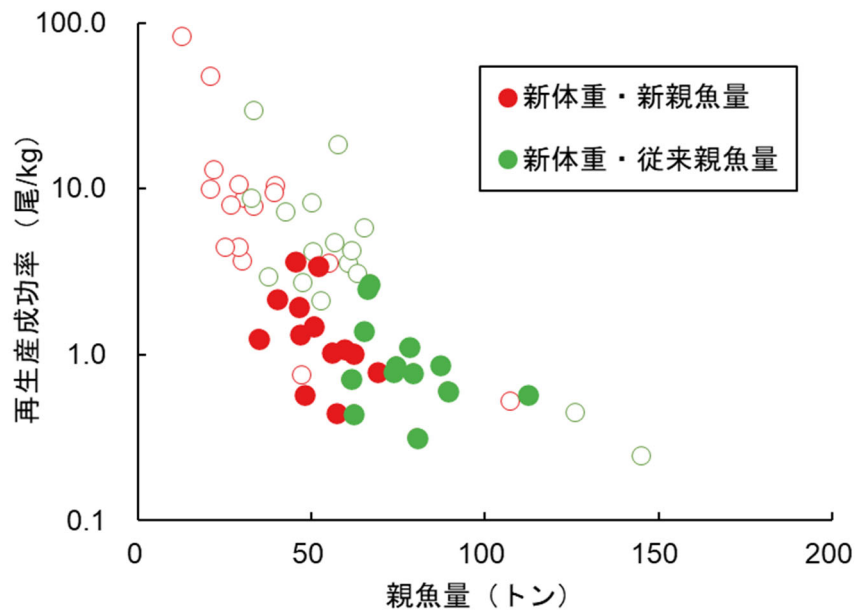
補足資料 6 親魚量と再生産成功率の関係

当系群の再生産成功率は年によって大きく変動している。このため、ここでは RPS が低い年における推移を示すため、再生産成功率について対数軸で示した場合の図を補足として示した。

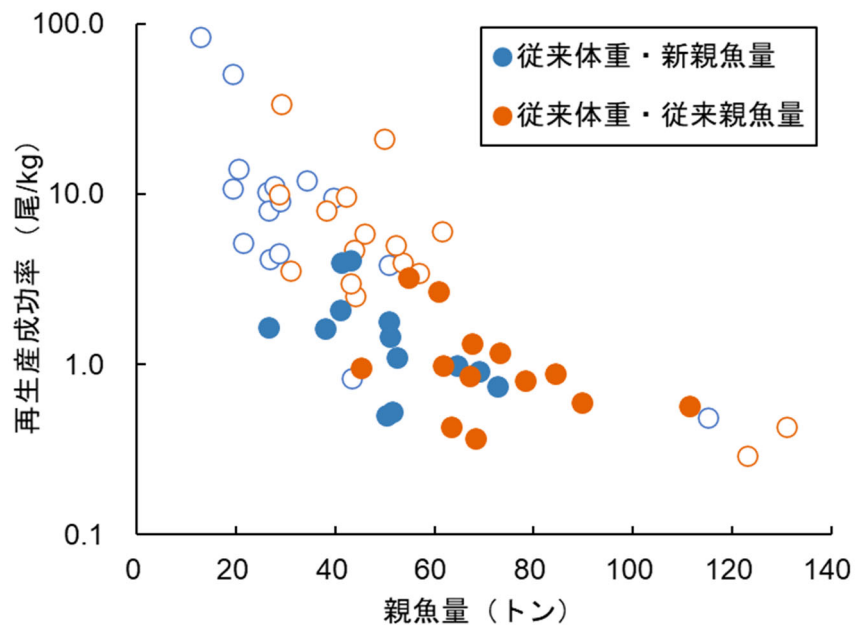
補足資料 5 で検討した各親魚量計算手法について、RPS は値が低い年代においてもほぼ同様の推移を示した（補足図 6-1）。また親魚量との関係についても、補足資料 5 と同じく新親魚量によるプロットは従来親魚量によるプロットより左側に位置することになるが、傾向はほぼ同様のものとなっている（補足図 6-2、6-3）。



補足図 6-1. 新体重および従来体重を用いて算出した新親魚量と従来親魚量の年別再生産成功率（RPS、対数表示）



補足図 6-2. 新体重を用いて算出した新親魚量（赤）と従来親魚量（緑）に対する再生産成功率（RPS）の関係 再生産成功率を対数表示で示す。白抜きは 1993～2008 年まで、色付きは RPS が低下した 2009～2021 年のデータを示す。



補足図 6-3. 従来体重を用いて算出した新親魚量（青）と従来親魚量（橙）に対する再生産成功率（RPS）の関係 再生産成功率を対数表示で示す。白抜きは 1993～2008 年まで、色付きは RPS が低下した 2009～2021 年のデータを示す。