

平成 30（2018）年度トラフグ伊勢・三河湾系群の資源評価

責任担当水研：中央水産研究所（鈴木重則、山本敏博、黒木洋明、澤山周平、市野川桃子）
参画機関：静岡県水産技術研究所、愛知県水産試験場漁業生産研究所、三重県水産研究所

要 約

本系群の資源量について、資源量指標値を考慮したコホート解析により計算した。資源量は 1993 年漁期から 1998 年漁期にかけて約 400 トンから 150 トン程度へ漸減したが、1999 年漁期から上昇に転じ 2002 年漁期には 812 トンとピークに達した。しかし、2004 年漁期以降は、2007～2009 年漁期に限っては 300 トンを超える中位水準で推移したが、それ以外の漁期年は 300 トンに満たない低位水準であった。資源水準は資源量が推定されている過去 25 年間に於いて最大となった 2002 年漁期の 812 トンを基準に、0～812 トンを三分し、上位から高位、中位、低位とした。2017 年漁期の資源量は 182 トンと推定され、低位の水準に区分された。動向は最近 5 年間（2013～2017 年漁期）の資源量の推移から横ばいと判断した。

本系群の資源量は、不定期に発生する卓越年級群の影響により大きく変動し、親魚量と加入量との再生産関係は不明瞭である。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。2017 年漁期の放流尾数は 55 万尾、放流魚の混入率は 17%、添加効率は 0.046 であった。

本年度は資源水準を低位と判断したことから、親魚量を増加させることを管理目標として F20%SPR を適用した。本系群は栽培漁業の対象であり、大規模な種苗放流により一定量の加入が親魚量によらず保障されていること、提案する管理基準による漁獲圧削減によって親魚量および資源量の十分な回復が期待できることから係数 β_2 には 1.0 を用いた。ABC 算定規則 1-3)-(3)を適用して、最近 5 年間の加入尾数の平均値（種苗放流を含む）が続くと仮定した場合の動向予測で得られた漁獲量 71 トンを ABC の上限値（ABC_{limit}）とした。

管理基準	Target / Limit	2019 年漁期 ABC (トン)	漁獲 割合 (%)	F 値 (現状の F 値 からの増減%)
F20%SPR	Target	59	27	0.28 (-63%)
	Limit	71	32	0.35 (-54%)

Target は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、管理基準の下でより安定的な資源の増大または維持が期待される F 値による漁獲量である。Limit は、管理基準の下で許容される最大レベルの F 値による漁獲量である。漁期年は 4 月～翌年 3 月、現状の F (F_{current}) は 2015～2017 年漁期の F の単純平均値であり、0.75 である。漁獲割合は 2019 年漁期 ABC/資源量 (2019 年 10 月時点)、F 値は各年齢の単純平均値である。

漁期年	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	漁獲量 (トン)	F 値	漁獲割合 (%)
2014	246	61	131	0.58	53
2015	261	86	182	0.94	70
2016	175	70	108	0.80	62
2017	182	52	95	0.52	52
2018	223	77	125	0.75	56
2019	221	72	—	—	—

漁期年は 4 月～翌年 3 月である。

2018 年漁期および 2019 年漁期の値は将来予測に基づく予測値である。

F 値は各年齢の単純平均値、漁獲割合は各漁期年の漁獲量/資源量 (10 月時点) で示す。

水準：低位 動向：横ばい

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（静岡県、愛知県、三重県） 生物情報収集調査（静岡県、愛知県、三重県） ・主要市場での魚体測定 全長－年齢測定調査（静岡県、愛知県、三重県） ・試料購入による年齢査定
資源量指数 ・1歳魚資源量指数	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	栽培漁業種苗生産、入手・放流実績（水産庁、水産機構、（公社）全国豊かな海づくり推進協会） 資源増大技術開発事業報告書－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

*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トンを超える豊漁となり、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。

天然資源の加入量の不安定さを緩和するため、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50万～70万尾が放流適地である伊勢湾を中心に放流されている。トラフグ標識放流魚については、参画各県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）。

(2) 年齢・成長

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

(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2mm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1.2～1.4mm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3mm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10mm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)。砕波帯において全長30mm前後に成長した稚魚は、生息域を干潟域や河口域へと移していく。干潟域や河口域で全長60mm前後に達した稚魚は、伊勢湾内および三河湾内の水深10m以浅の海域へと生息場所を徐々に広げていくものと推察されている。

(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、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)。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により漁獲される(図4)。0歳の冬季以降には渥美半島外海で操業する愛知県の小型機船底びき網で漁獲されるようになる。その後、1歳の秋季には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(図5)。

小型機船底びき網漁業、ふぐはえ縄漁業、まき網漁業による年齢別漁獲尾数、年齢別漁獲量を図6～9に示す。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25cm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資源管理指針・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、魚体（700g 未満採捕制限）等の制限措置が実施されている。

三重県安乗岬の沖合では春季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・三河湾系群の漁獲量は、不定期に発生する卓越年級群の影響により大きな変動を示す（図 10）。1993 年漁期の漁獲量は約 300 トンであったが、2001 年級群が卓越年級群であったことに伴って、2002 年漁期の漁獲量は 500 トンを上回る豊漁となった。しかし、2003～2004 年級群の加入が非常に少なかったため、それらの年級群が漁獲の主体となった 2005 年漁期の漁獲量は 100 トンを下回った。その後、2005～2008 年級群が中規模で加入したため資源状態は好転し、2006～2009 年漁期には 200 トン前後の安定した漁獲が続いた。しかし、2010 年漁期以降は 100 トン前後の不漁が続き、2017 年漁期の漁獲量は 95 トンにとどまった。

（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、三重県における漁期年別延べ操業隻日、0 歳魚漁獲量および CPUE（漁獲量/隻日）を表 1 に示す。延べ操業隻日は 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、当該漁業における 0 歳魚漁獲量は、2001 年漁期には 8.7 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 トン以下に減少している。2017 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日は 191 隻日、0 歳魚漁獲量は 0.3 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（延べ操業隻日）は、2000 年漁期の 12 千隻日をピークに減少傾向が続いている（表 2）。特に近年の魚価安傾向を反映して、2011 年漁期以降は 4 千隻日を下回っており、2017 年漁期の延べ操業隻日は 2,510 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 1993～2017 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

計を資源量とした。資源量指標値には、1995 年漁期以降のふぐはえ縄漁業の月別延べ出漁隻日および 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用いた。将来予測における各年齢の漁獲係数には、最近 3 年間の平均値（Fave2015-2017）を用いた。加入尾数は毎年一定と仮定して、最近 5 年間の 0 歳魚資源尾数の平均値を用いた。

(2) 資源量指標値の推移

VPA のチューニングに利用した 1 歳魚資源量指数の推移を補足資料 2 に示す。2017 年漁期の 1 歳魚資源量指数（2016 年級群に対応）は 64,822 となり、1995 年漁期以降の 23 年間における資源量指数の平均値の 6 割程度と低かった。本指数が対応する年級群の大きさを反映しているとすれば、2009 年級群以降に豊度の高い年級群は発生していないと推察される。なお、資源量指数の推定から副次的に求まる漁具能率については、特に近年において高い値で推移していることから、操業の効率が向上していると考えられる（図 11）。

本系群の資源量指標値の候補となる操業隻日、漁獲尾数、漁獲量、CPUE の推移を表 1、2 に示す。本系群は主に小型機船底びき網漁業およびふぐはえ縄漁業により漁獲される。小型機船底びき網漁業は多種多様な魚介類を漁獲対象としておりトラフグの漁獲は選択的ではない。愛知県水産試験場漁業生産研究所では、渥美半島外海で操業する小型機船底びき網漁業による 0 歳魚の漁獲尾数を指標として、翌年の 1 歳魚の漁獲尾数を予測している。

ふぐはえ縄漁業はトラフグを選択的に漁獲し、その出漁動向はトラフグ消費需要の増減および魚価の変動等の社会経済的要因にも強く影響を受ける。また、着業船の数が減少するに従って好漁場を利用できる着業船の割合が高まること、漁期末には他の漁業種類へ転向する着業船が増加することなどから、ふぐはえ縄漁業全体の CPUE（釣獲尾数/隻日）は資源豊度を直接反映していない。1993～2017 年漁期におけるふぐはえ縄漁業の県別 CPUE（操業 1 日 1 隻当たり漁獲尾数）の平均値および範囲は、静岡県で 8.7（2.7～19.6）、愛知県で 25.0（4.3～88.1）、三重県で 33.1（6.7～124.3）であり、いずれの県の値も大きな年変動を示した。また、静岡県の CPUE は愛知県の 1/3、三重県の 1/4 程度と低かった。これは主要港から主漁場までの距離が静岡県では近く、愛知県および三重県では遠いことから、静岡県では出漁日数が多く、愛知県および三重県では出漁日数を控える傾向にあるためである。

(3) 漁獲物の年齢組成

漁期年別の漁獲物の年齢組成を図 10、補足表 2-1、2-2 に示す。2017 年漁期の年齢組成は、0 歳魚が 30%（25.6 千尾）、1 歳魚が 50%（42.0 千尾）、2 歳魚が 15%（12.2 千尾）、3 歳魚以上が 5%（4.2 千尾）であり、2016 年漁期の漁獲物年齢組成と類似していた。また、2017 年級群の加入水準の指標となる 0 歳魚の漁獲尾数（25.6 千尾）は、過去 25 年間で 7 番目に少ない低い水準であった。

(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 12、補足表 2-1、2-2 に示す。資源量は 1993～1998 年漁期にかけて約 400 トンから 150 トン程度へ漸減したが、1999 年漁期から上昇に転じ 2002 年漁期には 812 トンとピークに達した。しかし、2004 年

漁期以降は、2007～2009 年漁期に限っては 300 トンを超える中位水準で推移したが、それ以外の漁期年においては 300 トンに満たない低位水準であった。2017 年漁期の資源量は 182 トンと推定された。

親魚量は 1993～2002 年漁期までは 40 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 2003～2004 年漁期には 100 トンを上回った。2005 年漁期以降は 42～111 トンの範囲で増減を繰り返し、2017 年漁期の親魚量は 52 トンと推定された。

漁獲割合は 1993～2000 年漁期には 70%前後の非常に高い値で推移した。2001 年漁期以降は変動しながらも減少する傾向にあるが、2017 年漁期においても 52%と高い状態が続いている（図 13）。近年においても資源の半分を漁獲している状況にあることは憂慮すべきであり、早急に適切な漁獲割合への改善が必要である。

年齢別漁獲係数の推移を図 14、補足表 2-1、2-2 に示す。0 歳魚に対する漁獲係数は 2002 年漁期に資源回復計画がスタートする以前の 1990 年代には 0.5 を超える高い値であったが、2002 年漁期以降は 0.2 前後の低い値で安定している。1 歳魚および 2 歳魚以上に対する漁獲係数は、変動しながらも低下する傾向にはあるが、近年においても依然として高い値で推移している。1993～2017 年漁期の 25 年間の平均値は 0 歳魚では 0.37、1 歳魚では 1.29、2 歳魚以上では 0.92 であった。近年は 2 歳魚以上に対する選択率が高まる傾向にあると同時に、2 歳魚以上の漁獲係数が、漁獲の主体となる 1 歳魚に対する漁獲係数と同程度に高い漁期年が増加している。親魚資源を確保する観点から、選択率ならびに年齢別漁獲係数の動向については注視していく必要がある。

本評価では自然死亡係数（M）を 0.25 と仮定したが、M を 0.1、0.4、0.55 に変更した場合の 2017 年漁期の資源量、親魚量、加入量（0 歳魚の資源尾数）を推定した（図 15）。M を大きくするといずれの値も増加し、M が 0.1 変化すると、資源量は 6%程度、親魚量は 9%前後、加入量は 17%前後変化した。

（5）再生産関係

本種の成熟年齢は雄で 2 歳、雌で 3 歳であることから、成熟率を 2 歳で 50%、3 歳以上で 100%、雌雄比を 1 対 1 と仮定して親魚量を推定した（鈴木ほか 1996）。本系群に対しては毎年人工種苗が放流されていることから、合計加入尾数と放流魚加入尾数の差から天然魚のみの加入尾数を推定し再生産関係を検討した（補足表 3-1）。

親魚量（天然+放流）と加入尾数（10 月時点の 0 歳魚資源尾数）との関係を図 16 に示す。過去 25 年間に於いて親魚量は 29～144 トン、加入尾数は 57～1,096 千尾の範囲で大きく変動しており、親魚量と加入尾数との間に明瞭な再生産関係を見いだすことはできない。なお、2009 年級群以降の連続した 9 年級群の加入尾数（平均値 131 千尾 最大値 212 千尾）は、資源量が推定されている 25 年間の加入尾数の平均値（261 千尾）と比較して、半数の少ない状態が続いている。

（6）再生産成功率と海洋環境との関係

再生産成功率の推移を図 17 に示す。本種の再生産成功率には親魚量よりも海洋環境の条件が強く影響を与えていると推察され、その背景として以下の知見が得られている。

本系群の初期生活史として、伊勢湾口部のトラフグ産卵場の海底付近でふ化した仔魚が

潮流により伊勢湾内および三河湾内へ輸送され、全長 10mm 前後にまで成長すると湾中央部から湾奥部に位置する砂浜海岸の砕波帯へ着底するものと想定されており、加入量は産卵から着底までの生活史のごく初期の段階でほぼ確定することが示唆されている（鈴木ほか 2015）。また、仔魚の成長に伴う比重変化から、摂餌開始前の 0～5 日齢の仔魚は近底層に分布し、摂餌開始後の 6～12 日齢では近底層から中層に分布を広げ、14 日齢以降は浮遊仔魚として過ごすと考えられている（黒木ほか 2015）。さらに、外洋水あるいは混合水の伊勢湾への進入状況が浮遊期仔魚の伊勢湾内への移送に影響していることも解明されつつある（青木ほか 2016、岡田ほか 2015）。

(7) Blimit の設定

本系群は、少ない親魚量からでも時として卓越年級群が発生し、親魚量と加入量との間に明瞭な再生産関係を見いだすことはできない（図 16）。よって、既存の情報から Blimit を設定した場合には、誤った資源管理措置を導き出す可能性が高いと判断し、Blimit は設定しなかった。

(8) 資源の水準・動向

資源水準は資源量が推定されている過去 25 年間に於いて最大となった 2002 年漁期の 812 トンを基準に、0～812 トンを三等分し、上位から高位、中位、低位とした。2017 年漁期の資源量は 182 トンと推定され、低位の水準に区分された（図 12）。また、動向は最近 5 年間（2013～2017 年漁期）の資源量の推移から横ばいと判断した。

(9) 今後の加入量の見積もり

本系群は、少ない親魚量からでも時として卓越年級群が発生することなどから、再生産関係は不明瞭である（図 16）。よって、今後の加入量を再生産関係から推測することは危険であり、将来予測に用いる加入量には、毎年一定の加入が続く仮定を置くことが現実的であると判断した。今後の加入量を見積る際に参照する期間については、近年の加入動向を反映させるため最近の 5 年間に限った。具体的には 2013～2017 年漁期の 0 歳魚資源尾数の平均値（179,646 尾）を 2018 年度評価における今後の加入量とした。なお、今後の加入量を見積る際の参照漁期年が 5 年間と短いことおよび、参照漁期年が毎年 1 年ずつシフトすることにより値は変動しやすい。

本系群に対しては大規模な人工種苗放流が行われていることから、今後の加入量を見積る際には、参画各県における放流事業の今後の動向にも注視し、放流規模等の変更が計画されている場合には、その情報を反映させる必要がある。

(10) 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 18 に示す。現状の漁獲係数 ($F_{\text{current}} = F_{\text{ave2015-2017}}$) は 0.75 であり、管理基準として提案する $F_{20\%SPR}(F=0.35)$ および $0.8F_{20\%SPR}(F=0.28)$ の約 2 倍に相当する高い値であり、算定された ABC に則した漁獲努力量の削減が早急に必要である。

(11) 資源と漁獲の関係

図 19 左に資源回復計画が導入される以前（1993～2001 年漁期）の年齢別漁獲係数等により計算された YPR および SPR を示す。F を変化させた場合の YPR は、漁獲係数が 0.38 で 759g/尾と最大となった。また、資源回復計画導入以前の漁獲係数（Fave1993-2001）における SPR は 1.9%であり、加入資源の管理ならびに親魚資源の管理の両観点から極めて強い漁獲圧が加えられていた。

資源回復計画による漁獲圧削減措置以降（2002～2017 年漁期）の年齢別漁獲係数等により計算された YPR および SPR を図 19 右に示す。YPR および SPR を資源回復計画導入以前の値と比較すると、YPR は 503g/尾から 656g/尾へと 30%増加、SPR は 1.9%から 5.1%へと改善されていた。しかし、資源回復計画以降の漁獲係数の平均値（Fave2002-2017=0.76）でも YPR が最大となる漁獲係数を大きく超えていることから成長乱獲状態にあると判断される。

(12) 種苗放流効果

本系群の資源量は、不定期に発生する卓越年級群の影響により大きく変動することから、加入量の不安定さを緩和するため、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。種苗放流の効果、すなわち、放流魚の添加効率は、放流技術が安定してきたと思われる 2003 年漁期以降ではおおよそ 0.04～0.05 で推移し、年間 3 万尾程度が天然魚と共に漁獲加入していると推察された（補足資料 3）。放流魚の混入率は天然魚の加入量の多少によって 2～39%の範囲で大きく変動した。2017 年漁期の放流魚尾数は 55 万尾であり、混入率は 17%、添加効率は 0.046 と推定された。

5. 2019 年漁期 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

2017 年漁期の資源量は 182 トンと推定されたことから、資源の水準は低位、動向は横ばいと判断した。2009 年級群以降の連続した 9 年間の加入尾数は、過去 25 年間の平均値よりも少ない状態が続いている。よって、現状の漁獲圧で漁業を続けた場合には、近い将来に資源が中位もしくは高位水準へと回復する可能性は低く、算定された ABC に則した漁獲努力量の削減が早急に必要である。

(2) ABC の算定

本年度は資源水準を低位と判断したことから、親魚量を増加させることを管理目標として F20%SPR を適用した。本系群は栽培漁業の対象であり、大規模な種苗放流により一定量の加入が親魚量によらず保障されていること、提案する管理基準による漁獲圧削減によって親魚量および資源量の十分な回復が期待できることから係数 β_2 には 1.0 を用いた。係数 α には標準値 0.8 を用い、ABC 算定規則 1-3)-(3)を適用して以下の式により 2019 年漁期の ABC を算定した。

$$Flimit = F20\%SPR \times \beta_2$$

$$Ftarget = Flimit \times \alpha$$

ABC 管理基準の下での親魚量は、いずれの F 値でも 2019 年漁期には 72 トンまで減少するが、その後は増加に転じ 2024 年漁期には F_{target} では 287 トン、 F_{limit} では 228 トンに増加すると予測された（図 20 上）。

管理基準	Target / Limit	2019 年漁期 ABC (トン)	漁獲 割合 (%)	F 値 (現状の F 値 からの増減%)
F20%SPR	Target	59	27	0.28 (－63%)
	Limit	71	32	0.35 (－54%)

- Target は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、管理基準の下でより安定的な資源の増大または維持が期待される F 値による漁獲量である。Limit は、管理基準の下で許容される最大レベルの F 値による漁獲量である。 $F_{target} = \alpha F_{limit}$ とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。
- 漁期年は 4 月～翌年 3 月である。
- F 値は各年齢の単純平均値、漁獲割合は 2019 年漁期 ABC／資源量（2019 年 10 月時点）である。

(3) ABC の評価

図 20 および下表に F_{target} ($0.8F_{20\%SPR}=0.28$ 、 $0.37F_{current}$ に相当)、 F_{limit} ($F_{20\%SPR}=0.35$ 、 $0.46F_{current}$ に相当) および $F_{current}$ ($F_{ave2015-2017}=0.75$ 、 $F_{5.8\%SPR}$ に相当) で管理した場合の漁獲量、資源量および親魚量の動向予測を示す。5 年後となる 2024 年漁期の親魚量は、 F_{target} では 287 トン、 F_{limit} では 228 トンと推定され、従来から採用している管理基準 ($F_{20\%SPR}$) により親魚量は増加すると予測された。

管理基準	F 値	漁獲量 (トン)							
		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
$0.8F_{20\%SPR}$	0.28	95	125	59	84	104	116	123	127
$F_{20\%SPR}$	0.35	95	125	71	95	113	124	129	132
$F_{current}$	0.75	95	125	124	123	123	123	123	123
		資源量 (トン)							
		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
$0.8F_{20\%SPR}$	0.28	182	223	221	305	374	417	441	454
$F_{20\%SPR}$	0.35	182	223	221	289	342	372	387	395
$F_{current}$	0.75	182	223	221	219	219	219	219	219
		親魚量 (トン)							
		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
$0.8F_{20\%SPR}$	0.28	52	77	72	123	195	244	272	287
$F_{20\%SPR}$	0.35	52	77	72	113	167	202	219	228
$F_{current}$	0.75	52	77	72	68	68	68	68	68

(4) ABC の再評価

データの更新により再評価された資源量および ABC の値を以下の表に示す。過去の漁獲尾数および漁獲量について見直し、一部に修正を加えた。2017 年漁期（2017 年 4 月から 2018 年 3 月まで）の漁獲データを新たに加えて再計算した。管理基準に変更はない。

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
2017 年漁期年齢別漁獲尾数、漁獲量確定値	2017 年漁期漁獲尾数、漁獲量の確定
2017 年漁期資源量指数確定値	2017 年漁期資源量指数の確定
ふぐはえ縄漁業の漁獲尾数、漁獲量	2003～2006 年漁期の三重県の月別年齢別漁獲尾数、1993～2016 年漁期の三重県の月別年齢別漁獲重量

漁獲尾数および漁獲量が修正されたため、過去最大の資源量（2002 年漁期）が 812 トンに修正された（2017 年度評価では 863 トン）。この修正に伴い資源水準の低位と中位の境界が 271 トン、中位と高位の境界が 541 トンへ変更となった（2017 年度評価では順に 288 トン、575 トン）。なお、過年度に判定した資源水準ならびに資源動向の修正が必要となるような重大な影響はなかった。

評価対象年 (当初・再評価)	管理 基準	F 値	資源量 (トン)	ABClimit (トン)	ABCtarget (トン)	漁獲量 (トン) (実際の F 値)
2017 年漁期 (当初)	F20%SPR	0.34	178	58	48	
2017 年漁期 (2017 年度再評価)	F20%SPR	0.34	217	69	58	
2017 年漁期 (2018 年度再評価)	F20%SPR	0.35	182	58	48	95 (0.52)
2018 年漁期 (当初)	F20%SPR	0.34	224	74	61	
2018 年漁期 (2018 年度再評価)	F20%SPR	0.35	223	72	60	

2017 年漁期の資源量および ABC は、全体としては当初評価と本年度評価の値はほぼ一致した。一方で 2017 年度再評価は過大であった。資源量については、当初評価において 2 歳魚の資源尾数を過小に、3+歳魚の資源尾数を過大に見積っていたことが修正に影響した。ABC の修正については、近年における 2 歳魚以上に対する漁獲係数の上昇傾向ならびに選択率の年齢別組成の変化が影響を与えていた。

2018 年漁期の資源量の修正は全体としては軽微であった。当初評価と比較して 2 歳魚資源量が上方修正、3+歳魚資源量が下方修正されたため、両者が相殺するかたちとなったためであった。ABC については、漁獲量の半分を占める 1 歳魚の値が下方修正された一方で、2 歳魚の漁獲量が上方修正されたため、両者が相殺するかたちとなり全体としての修正は軽微にとどまった。近年における 2 歳魚以上に対する漁獲係数の上昇傾向が影響して、資源量と ABC の修正パターンは若干異なった。

6. ABC 以外の管理方策の提言

水産庁が進めた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 25cm 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。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 1）。

本系群は栽培漁業の対象であることから漁獲管理と種苗放流の連携を図りながら、資源の持続的利用を効果的に推進していく必要がある（鈴木ほか 2017）。そこで、漁獲努力量（F）および種苗放流尾数の調整を 2019 年漁期から組み合わせて実施した場合に、5 年後の 2024 年漁期に期待される漁獲量および資源量を試算した（補足資料 4）。その結果、2024 年漁期の漁獲量は、 $F=0.5$ としたときに増減幅が最大となり、種苗放流尾数を増減させることによる漁獲量への影響が大きかった。なお、漁獲努力量を本評価で提案する F_{limit} （ $F_{20\%SPR}$ ）とした場合でも、 $F=0.5$ と遜色ない漁獲量の増加効果が得られると試算された。一方、5 年後の資源量は、種苗放流尾数の調整よりも漁獲係数の調整に対して増減幅が大きかった。漁獲努力量を本評価で提案する F_{limit} （ $F_{20\%SPR}=0.35$ ）または F_{target} （ $0.8F_{20\%SPR}=0.28$ ）とした場合には、5 年後の資源量が 200 トン以下の水準に落ち込む危険性は低いと考えられた。トラフグの安定的な漁獲を実現するためには、現在の種苗放流規模を維持することで漁業生産量の安定に努めると同時に、漁獲努力量を本評価で提案する適切な水準にまで削減することで資源量を維持することが、現実的な管理方策の一案として検討に値すると考えられた。

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すこと、少ない親魚量からでも時として卓越年級群が発生することなどから、再生産関係を利用した資源管理を目標とすることは難しい。しかし、現状の操業形態の下では 1 歳魚までの未成魚のうちに多くが漁獲されてしまい、親資源となるまで生き残る個体はごく僅かである。若齢群に突出した年齢構成の歪みが、再生産成功率の不確実性を増大させているとも見受けられる。

低位水準にある本系群の資源状態を早急に回復させるためには、資源管理指針・計画の下で実施されている未成魚の獲り控えをさらに徹底するなどの堅実な資源管理に取り組む必要がある。加えて、天然魚の加入状態が好転し資源量が回復するまでは、現在の種苗放流規模を維持することにより、加入量の不安定さを緩和する措置を継続する必要がある。

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, pp.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.
- 黒木洋明・鈴木重則・青木一弘・児玉真史・津本欣吾・岡田 誠(2015) 人工生産トラフグ仔魚の成長に伴う比重変化から推測される初期生態. 黒潮の資源海洋研究, **16**, 137-141.
- 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 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.
- 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, pp.1024-1026.
- 岡田 誠・津本欣吾・黒木洋明・鈴木重則(2015) 伊勢湾で採集されたトラフグ浮遊期仔魚. 黒潮の資源海洋研究, **16**, 143-148.
- 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)
- 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.
- 鈴木伸洋・岡田一宏・神谷直明(1996) トラフグ生殖腺の性分化過程と性比. 南西海区水産研究所研究報告, **29**, 39-48.
- 鈴木重則・山内 悟・横山文彬・岡田誠(2015) トラフグ伊勢・三河湾系群の生活史および資源変動の特徴. 黒潮の資源海洋研究, **16**, 131-135.
- 鈴木重則・吉田 彰・横山文彬・岡田 誠・山本敏博・黒木洋明・市野川桃子(2017) 種苗放流と漁獲管理の連携による漁業生産の安定を目指した事例解析－トラフグ伊勢・三河湾系群をモデルとして－. 月刊海洋, **49**, 536-546.
- 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.



図 1. 分布域と主産卵場の模式図

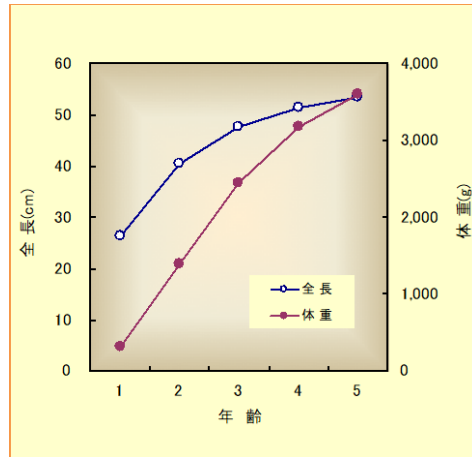


図 2. 年齢と成長

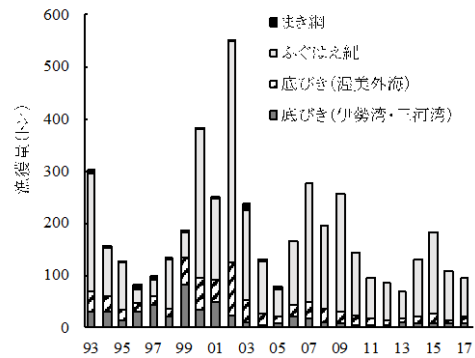
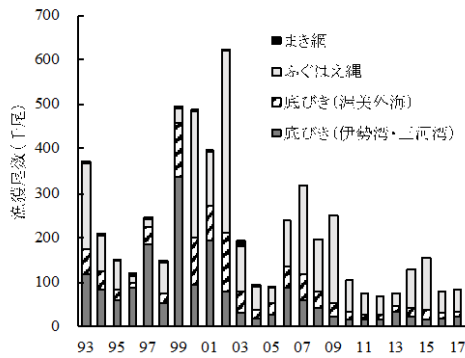


図 3. 漁業種類別漁獲尾数（左）および漁獲量（右）の推移

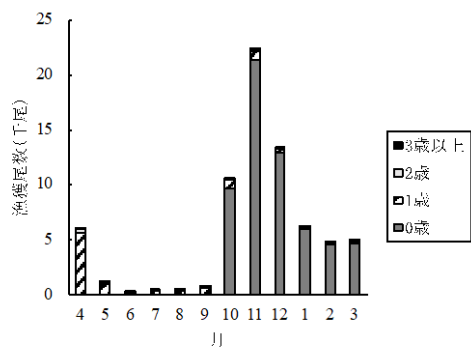


図 4. 小型機船底びき網漁業（伊勢湾・三河湾）による月別年齢別漁獲尾数の推移（1993～2017 年漁期の平均値で示す）

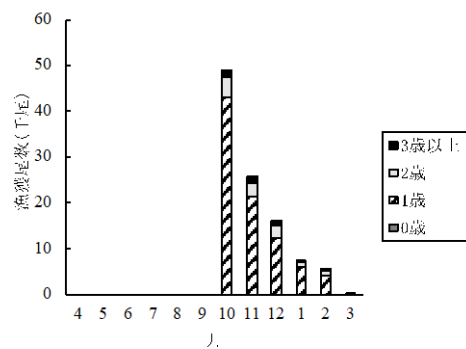


図 5. ふぐはえ縄漁業による月別年齢別漁獲尾数の推移（1993～2017 年漁期の平均値で示す）

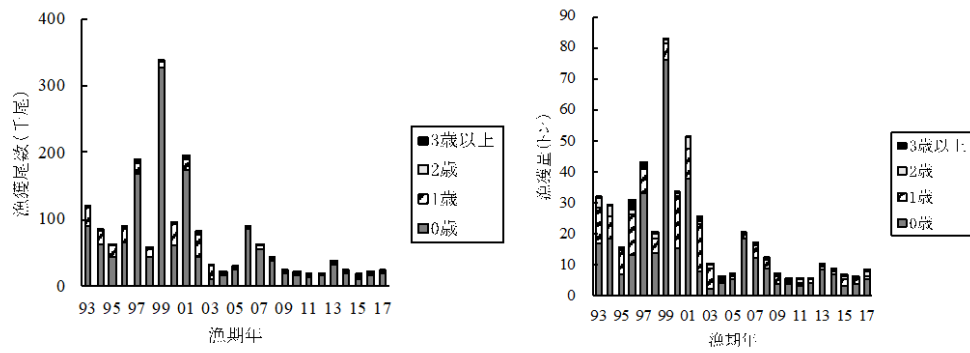


図 6. 小型機船底びき網漁業（伊勢湾・三河湾）による年齢別漁獲尾数（左）および年齢別漁獲量（右）の推移

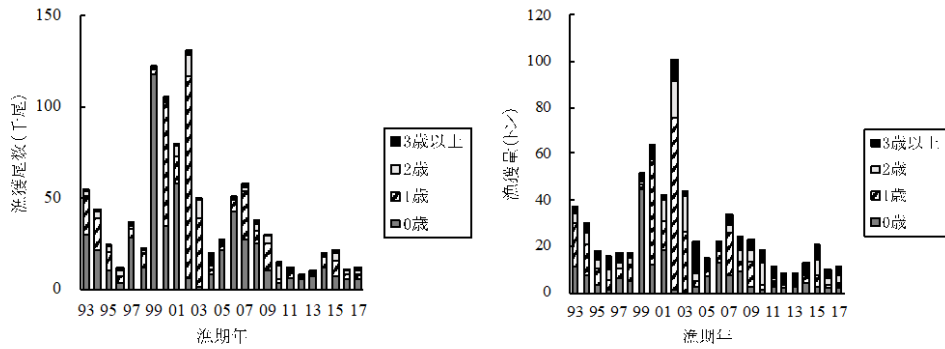


図 7. 小型機船底びき網漁業（渥美外海）による年齢別漁獲尾数（左）および年齢別漁獲量（右）の推移

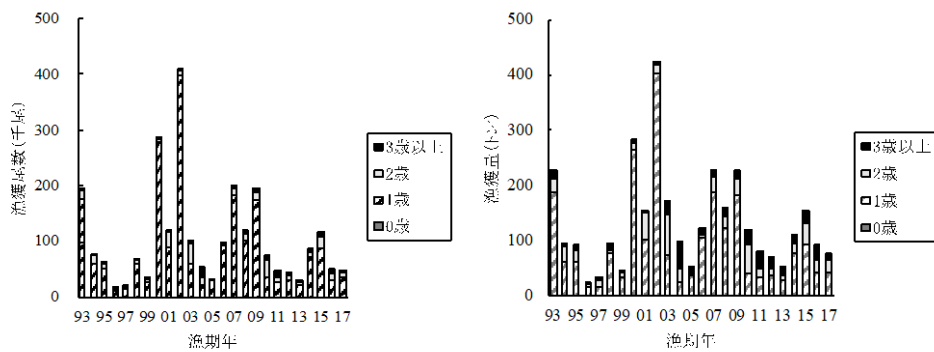


図 8. ふぐはえ縄漁業による年齢別漁獲尾数（左）および年齢別漁獲量（右）の推移

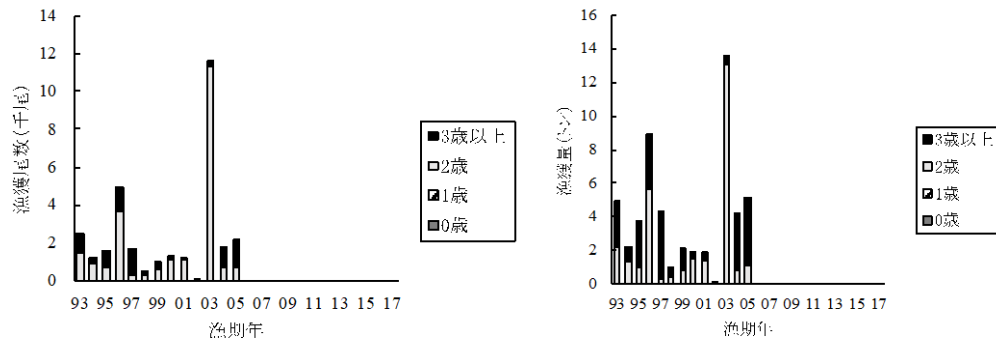


図 9. まき網漁業による年齢別漁獲尾数（左）および年齢別漁獲量（右）の推移 2006 年漁期以降は産卵親魚の漁獲は自主規制されている。

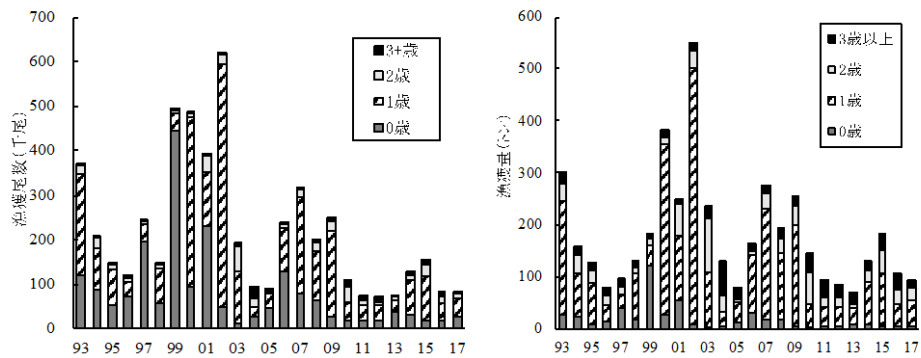


図 10. 年齢別漁獲尾数（左）及び年齢別漁獲量（右）の推移

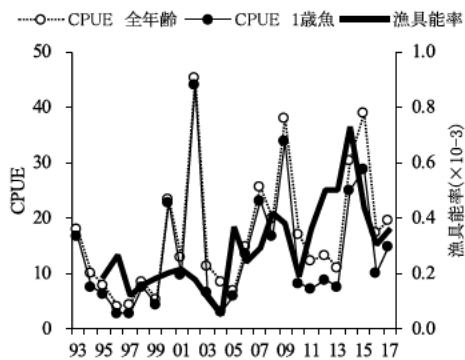


図 11. ふぐはえ縄漁業の CPUE および漁具能率

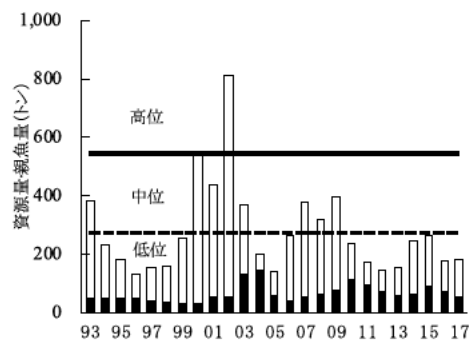


図 12. 資源量および親魚量の推移
資源量 (□) は 10 月時点
親魚量 (■) は 4 月時点

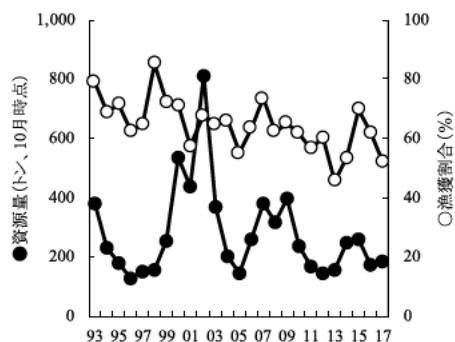


図 13. 資源量と漁獲割合の推移

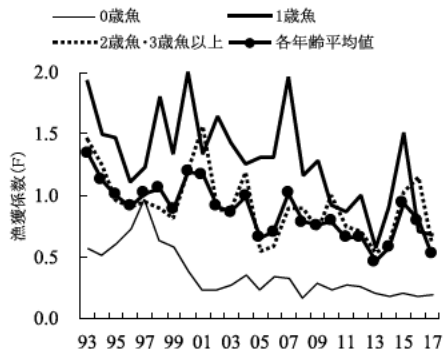


図 14. 年齢別漁獲係数

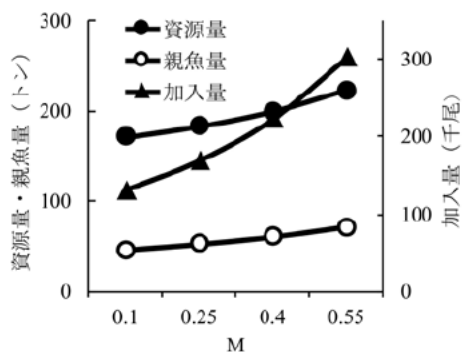


図 15. 自然死亡係数 (M) と 2017 年漁期の資源量、親魚量、加入量の関係
本評価では $M=0.25$ を用いた。

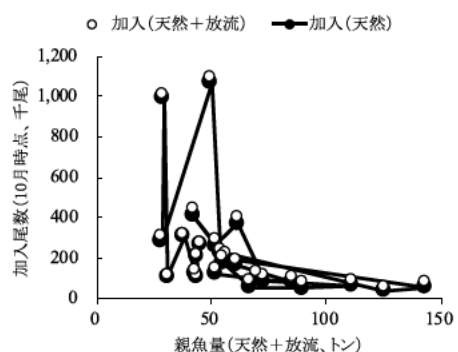


図 16. 再生産関係 (1993～2017 年漁期)

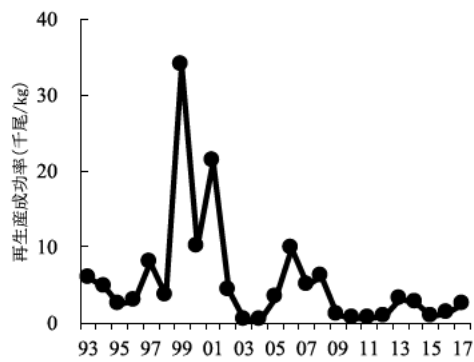


図 17. 再生産成功率 (RPS) の推移
RPS=天然魚加入尾数／親魚量
(天然+放流)。

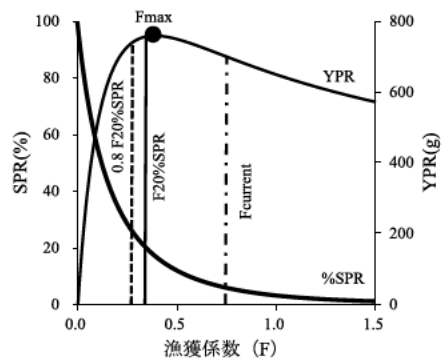


図 18. 生物学的管理基準 (漁獲係数)
と現状の漁獲圧の関係

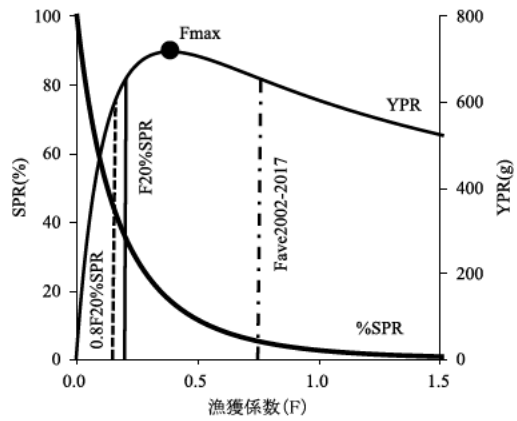
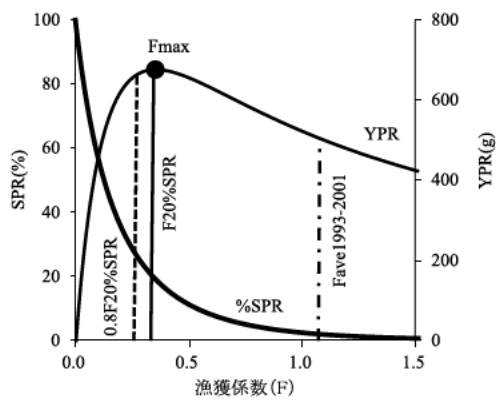


図 19. 資源回復計画実施以前 (左、1993～2001 年漁期) および
以降 (右、2002～2017 年漁期) の YPR と SPR

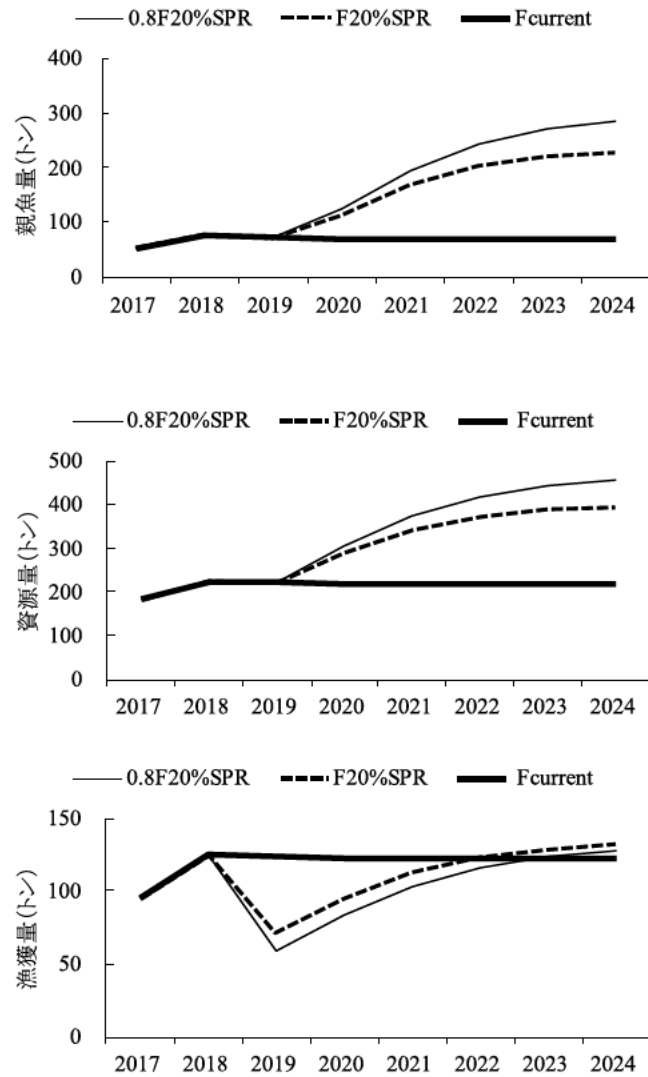


図 20. 異なる F の条件下における親魚量（上）、資源量（中）、漁獲量（下）の動向予測 加入量は 2013～2017 年漁期の 5 年間の平均値を仮定。

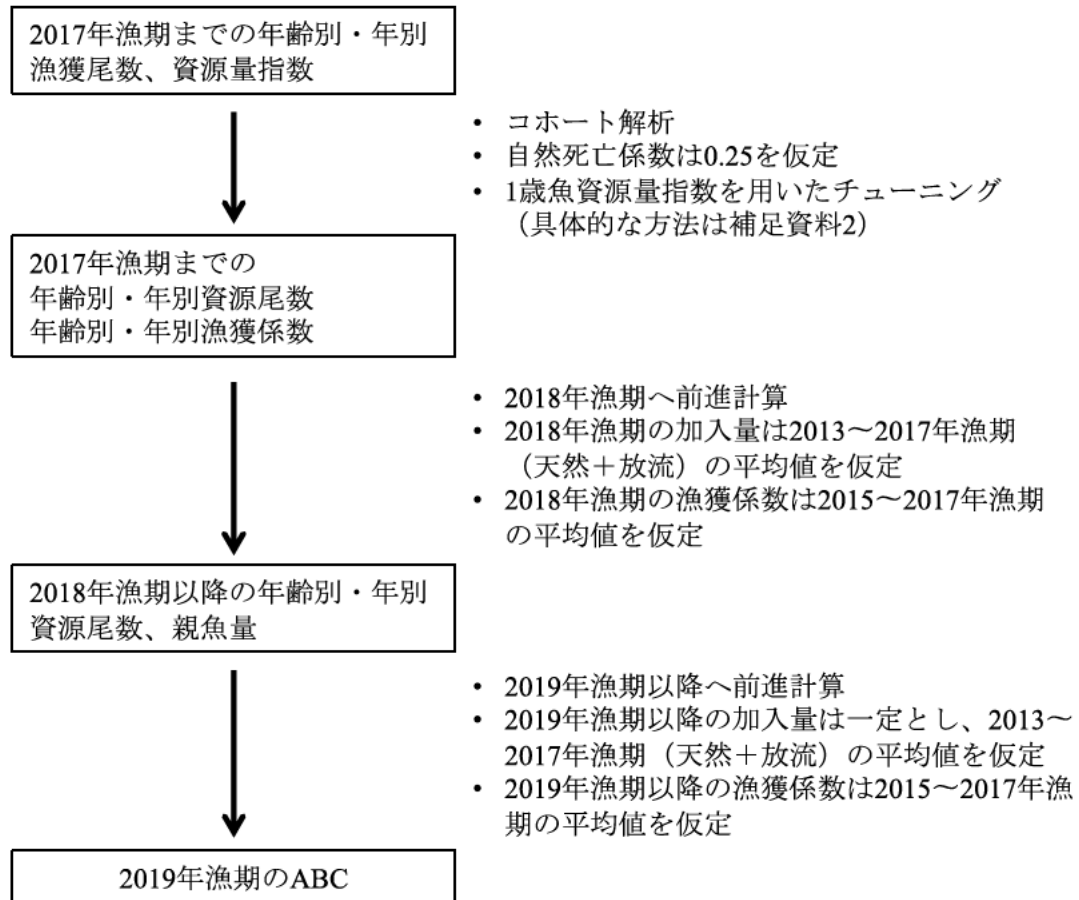
表 1. 小型機船底びき網漁業の操業隻日、0 歳魚漁獲尾数、0 歳魚漁獲重量、CPUE

漁期年	小型機船底びき網漁業							
	三重県有滝（漁場：伊勢湾）				愛知県豊浜（漁場：渥美外海）			
	操業隻日	0歳魚 漁獲尾数	0歳魚 漁獲量	CPUE	操業隻日	0歳魚 漁獲尾数	0歳魚 漁獲量	CPUE
	（隻日）	（尾）	（kg）	（kg／隻日）	（隻日）	（尾）	（kg）	（kg／隻日）
1993	—	14,832	3,492	—	—	29,879	11,190	—
1994	—	7,631	2,583	—	—	22,073	7,727	—
1995	—	5,316	643	—	712	10,301	3,237	4.5
1996	—	6,310	2,109	—	844	3,859	1,357	1.6
1997	—	19,466	4,201	—	938	28,319	6,241	6.7
1998	—	8,276	2,823	—	925	11,962	4,760	5.1
1999	—	54,721	13,284	—	948	118,141	44,746	47.2
2000	—	8,238	2,414	—	992	35,196	11,618	11.7
2001	1,121	36,027	8,692	7.8	1,067	57,847	18,458	17.3
2002	605	3,680	1,052	1.7	1,079	6,738	862	0.8
2003	463	418	135	0.3	1,102	2,105	637	0.6
2004	733	2,971	727	1.0	1,110	8,052	2,564	2.3
2005	662	1,828	482	0.7	1,078	22,209	6,793	6.3
2006	880	5,957	1,524	1.7	1,125	42,747	12,523	11.1
2007	396	5,313	1,555	3.9	1,289	27,945	7,485	5.8
2008	488	3,108	934	1.9	1,350	25,559	8,946	6.6
2009	384	1,278	321	0.8	1,242	10,677	2,557	2.1
2010	166	588	155	0.9	1,323	3,317	1,181	0.9
2011	195	641	189	1.0	1,260	6,706	2,361	1.9
2012	232	1,066	279	1.2	1,304	5,173	1,530	1.2
2013	309	1,943	530	1.7	1,261	7,865	2,291	1.8
2014	331	1,686	544	1.6	1,321	12,524	4,022	3.0
2015	291	725	361	1.2	1,279	7,837	2,784	2.2
2016	253	1,046	543	2.1	1,136	5,678	1,778	1.6
2017	191	864	314	1.6	1,139	5,915	1,876	1.6

表 2. ふぐはえ縄漁業の県別操業隻日、漁獲尾数、CPUE

漁期年	ふぐはえ縄漁業									
	静岡県			愛知県			三重県			3県合計
	操業隻日	漁獲尾数	CPUE	操業隻日	漁獲尾数	CPUE	操業隻日	漁獲尾数	CPUE	操業隻日
	（隻日）	（尾）	（尾／隻日）	（隻日）	（尾）	（尾／隻日）	（隻日）	（尾）	（尾／隻日）	（隻日）
1993	6,712	68,515	10.2	2,228	64,118	28.8	1,691	61,680	36.5	10,631
1994	4,455	38,299	8.6	1,858	23,918	12.9	1,411	16,153	11.5	7,724
1995	3,924	22,721	5.8	2,410	21,754	9.0	1,666	18,627	11.2	8,000
1996	1,707	4,637	2.7	1,168	5,198	4.5	750	5,669	7.6	3,625
1997	2,204	7,534	3.4	1,368	5,874	4.3	1,079	7,883	7.3	4,651
1998	4,917	28,051	5.7	1,529	15,581	10.2	1,349	24,698	18.3	7,795
1999	3,376	16,865	5.0	1,513	7,815	5.2	1,299	8,676	6.7	6,188
2000	7,835	109,842	14.0	2,476	95,929	38.7	1,763	79,860	45.3	12,074
2001	6,015	51,563	8.6	1,783	39,200	22.0	1,324	27,972	21.1	9,122
2002	6,202	116,627	18.8	1,512	133,171	88.1	1,271	157,990	124.3	8,985
2003	5,780	36,543	6.3	1,652	33,797	20.5	1,430	32,910	23.0	8,862
2004	3,411	26,132	7.7	1,625	15,617	9.6	1,184	12,909	10.9	6,220
2005	2,346	10,865	4.6	1,284	11,300	8.8	1,105	11,919	10.8	4,735
2006	4,036	33,139	8.2	1,488	34,951	23.5	1,124	30,943	27.5	6,648
2007	4,794	65,301	13.6	1,783	73,966	41.5	1,202	60,847	50.6	7,779
2008	3,545	39,571	11.2	1,347	40,445	30.0	1,051	38,866	37.0	5,943
2009	2,937	57,545	19.6	1,269	68,681	54.1	890	68,653	77.1	5,096
2010	2,615	24,106	9.2	1,047	25,949	24.8	688	24,866	36.1	4,350
2011	1,694	9,259	5.5	1,226	19,711	16.1	914	18,590	20.3	3,834
2012	1,589	7,779	4.9	981	18,442	18.8	759	18,188	24.0	3,329
2013	1,249	5,666	4.5	929	12,455	13.4	676	13,662	20.2	2,854
2014	1,126	11,929	10.6	963	33,464	34.7	750	41,161	54.9	2,839
2015	1,545	20,535	13.3	817	45,740	56.0	631	50,723	80.4	2,993
2016	1,483	11,543	7.8	817	18,316	22.4	656	22,102	33.7	2,956
2017	1,154	9,566	8.3	837	23,155	27.7	519	16,835	32.4	2,510
平均	3,466	33,365	8.7	1,436	35,542	25.0	1,087	34,895	33.1	5,990

補足資料1 資源評価の流れ



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 歳として、田内・田中の式 (田中 1960) により 0.25 とした。本系群に対する近年の漁獲努力量の変化を考慮するため、ふぐはえ縄漁業の漁獲努力量および 1 歳魚漁獲尾数を用いて算出した資源量指数によりチューニングを行った。詳細は平成 27 年度報告書の補足資料 2 (資源量指標値の算出) に示した。チューニングの期間は全ての参画県のデータが揃っている 1995～2017 年漁期とした。

チューニングでは、1 歳魚資源尾数が資源量指数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、最近年の 1 歳魚の選択率に最近年最高齢の F を乗じて最近年の 1 歳魚の漁獲係数とした。最近年の 2 歳魚の漁獲係数は最高齢 (3+歳魚) の値と等しいと仮定した。なお、最近年 (2017 年漁期) の選択率は 2014～2016 年漁期の 3 年間の選択率の平均値とした。

資源尾数から資源量および親魚量 (SSB) への換算、ABC 算定、将来予測における年齢別平均体重、成熟率、雌雄比には下表の値を用いた。

年齢 月※	0歳		1歳		2歳		3+歳	
	4月	10月	4月	10月	4月	10月	4月	10月
平均体重 (g)	-	164	355	1,030	1,427	1,638	2,868	2,889
成熟率 (%)	♂	0	0	0	0	100	100	100
	♀	0	0	0	0	0	100	100
雌雄比	-	-	-	-	1:1	1:1	1:1	1:1

※4月：誕生月、10月：漁獲加入月。

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

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

2 歳魚の資源尾数は

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

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 年における a 歳魚の資源尾数、 $C_{a,y}$ は y 年における a 歳魚の漁獲尾数とし、 a 歳、 y 年の F は

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

とした。

最近年最高齢の F は、次式を最小にする値を探索的に求めることにより決定した。

$$\sum_{y=1995}^{2017} \{\ln(DELURY_{1,y}) - \ln(qN_{1,y})\}^2$$

ここで、 $DELURY_{1,y}$ は、ふぐはえ縄漁業による月別延べ出漁隻日および月別 1 歳魚漁獲尾数から DeLury 法第 2 モデルにより推定された 1 歳魚初期資源尾数 ($DELURY_{1,y}$) である。 $N_{1,y}$ は VPA により推定された 1 歳魚資源尾数である (山川 2001)。

q は比例係数であり、チューニングに使用した漁期の年数を n として

$$\hat{q} = \exp\left(1/n \sum_{y=1995}^{2017} \ln(DELURY_{1,y}/N_{1,y})\right)$$

により求めた。

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、その選択率は 2014～2016 年漁期の 3 年間の選択率の平均値に等しいとし、

$$S_{a,2017} = (S_{a,2014} + S_{a,2015} + S_{a,2016})/3$$

とした。

最近年 0 歳魚の F は、過去 2 年間 (2015～2016 年漁期) の漁獲係数の平均値に等しいと仮定して、

$$F_{0,2017} = (F_{0,2015} + F_{0,2016})/2$$

により求めた。

最近年の資源尾数は、

$$N_{a,2017} = C_{a,2017}e^{M/2} / (1 - e^{-F_{a,2017}})$$

により求めた。

チューニングには下表の資源量指標値を用いた。チューニング VPA で推定した 1 歳魚資源尾数と 1 歳魚資源量指数の関係を補足図 2-1 に示した。

漁期年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
1歳魚初期 資源尾数	—	—	66,486	18,033	33,037	88,006	41,457	320,691	105,897

漁期年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1歳魚初期 資源尾数	500,382	95,468	73,944	35,765	118,022	205,709	114,997	206,649	67,773

漁期年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1歳魚初期 資源尾数	38,870	38,093	30,132	85,197	122,927	52,072	64,822

(2) 将来予測

(1)で得られた各年齢の資源尾数をもとに将来予測を行った。各年齢の漁獲係数 F には、最近3年間の平均値（2015～2017年漁期）を仮定した。

0歳魚の資源尾数は、毎年一定の加入があると仮定して、最近5年間（2013～2017年漁期）の0歳魚資源尾数の平均値（4月時点、179,646尾 天然＋放流）とした。

$$N_{0,z} = 1/5 \sum_{y=2013}^{2017} N_{0,y}$$

1歳魚および2歳魚の資源尾数は以下の式により前進法で求めた。

$$N_{a,z} = N_{a-1,z-1}e^{-M} - C_{a-1,z-1}e^{-M/2} \quad (a=1,2)$$

3+歳魚の資源尾数は以下の式により前進法で求めた。

$$N_{3+,z} = N_{2,z-1}e^{-M} - C_{2,z-1}e^{-M/2} + N_{3+,z-1}e^{-M} - C_{3+,z-1}e^{-M/2}$$

各年齢の漁獲尾数は以下の式で求めた。

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

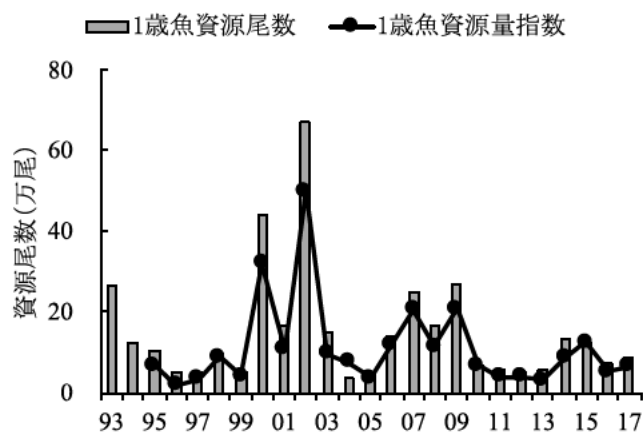
引用文献

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). 社団法人日本水産資源保護協会, 東京. pp 73-90.



補足図 2-1. チューニング VPA で推定した 1 歳魚資源尾数（10 月時点）と 1 歳魚資源量指数の関係

補足表 2-1. 資源解析結果（1993～2005 年漁期）

年齢別漁獲尾数 (尾)													
漁期年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	120,295	86,732	54,526	71,179	196,085	56,886	446,641	95,918	232,367	51,391	13,319	25,733	46,654
1歳	226,600	94,770	76,950	34,019	36,970	78,907	36,801	378,988	121,116	542,806	114,825	24,142	34,307
2歳	18,557	21,572	13,225	10,721	7,993	7,089	6,738	7,088	36,503	19,792	59,093	19,589	3,166
3歳以上	6,114	4,195	5,050	5,199	5,151	3,853	3,271	4,355	3,057	4,796	7,878	25,672	6,504
計	371,567	207,269	149,751	121,118	246,199	146,736	493,451	486,350	393,044	618,785	195,115	95,136	90,631
年齢別漁獲量 (kg)													
漁期年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	28,337	26,421	10,247	14,388	39,216	18,349	120,752	26,974	56,492	9,140	3,059	6,926	12,463
1歳	217,870	80,642	78,181	32,037	28,709	88,105	40,870	328,463	122,797	491,452	106,824	26,792	39,288
2歳	34,920	37,088	24,599	19,494	14,464	13,052	12,231	13,077	62,647	35,085	103,088	31,455	6,126
3歳以上	20,745	13,059	16,458	15,212	15,768	13,046	10,210	13,556	8,970	13,998	24,944	67,421	20,394
計	301,872	157,211	129,484	81,131	98,158	132,552	184,063	382,070	250,905	549,675	237,915	132,595	78,271
年齢別漁獲係数													
漁期年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	0.57	0.52	0.61	0.72	0.96	0.64	0.58	0.37	0.24	0.24	0.27	0.36	0.23
1歳	1.92	1.49	1.46	1.11	1.22	1.80	1.34	2.00	1.33	1.65	1.43	1.25	1.31
2歳	1.45	1.24	0.97	0.90	0.94	0.89	0.81	1.20	1.56	0.88	0.88	1.19	0.54
3歳以上	1.45	1.24	0.97	0.90	0.94	0.89	0.81	1.20	1.56	0.88	0.88	1.19	0.54
単純平均	1.35	1.12	1.00	0.91	1.02	1.06	0.89	1.19	1.17	0.91	0.86	0.99	0.66
年齢別資源尾数 (尾、4月)													
漁期年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	314,071	243,890	135,724	156,848	359,678	136,995	1,143,812	347,883	1,241,728	278,002	64,324	97,567	252,794
1歳	300,903	138,439	113,401	57,583	59,338	107,073	56,490	496,643	186,284	761,996	171,155	38,342	53,276
2歳	27,483	34,370	24,182	20,409	14,824	13,586	13,753	11,518	52,330	38,193	114,418	31,963	8,556
3歳以上	9,055	6,684	9,233	9,897	9,552	7,385	6,675	7,077	4,383	9,256	15,254	41,888	17,572
計	651,513	423,382	282,540	244,736	443,392	265,040	1,220,731	863,120	1,484,725	1,087,446	365,152	209,760	332,198
年齢別資源尾数 (尾、10月)													
漁期年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	277,167	215,232	119,776	138,418	317,415	120,898	1,009,410	307,006	1,095,821	245,335	56,766	86,103	223,090
1歳	265,546	122,172	100,076	50,817	52,365	94,492	49,853	438,285	164,395	672,459	151,044	33,836	47,016
2歳	24,254	30,331	21,341	18,011	13,082	11,990	12,137	10,164	46,181	33,705	100,974	28,208	7,550
3歳以上	7,991	5,898	8,148	8,734	8,430	6,517	5,891	6,245	3,868	8,168	13,462	36,966	15,508
計	574,958	373,634	249,341	215,979	391,292	233,897	1,077,291	761,701	1,310,265	959,668	322,246	185,112	293,164
年齢別資源量 (Kg、4月)													
漁期年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1歳	106,824	49,147	40,259	20,443	21,066	38,012	20,055	176,314	66,133	270,518	60,762	13,612	18,914
2歳	39,207	49,032	34,498	29,115	21,148	19,382	19,620	16,431	74,653	54,486	163,227	45,599	12,205
3歳以上	26,162	19,310	26,675	28,592	27,597	21,335	19,286	20,446	12,662	26,741	44,071	121,016	50,768
計	172,193	117,489	101,432	78,149	69,811	78,730	58,961	213,192	153,448	351,745	268,061	180,227	81,887
年齢別資源量 (Kg、10月)													
漁期年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	45,559	35,378	19,688	22,752	52,174	19,872	165,920	50,463	180,123	40,326	9,331	14,153	36,670
1歳	273,640	125,896	103,126	52,366	53,962	97,372	51,372	451,645	169,406	692,957	155,648	34,868	48,449
2歳	39,722	49,676	34,951	29,497	21,426	19,637	19,878	16,647	75,633	55,201	165,371	46,198	12,366
3歳以上	22,923	16,919	23,373	25,052	24,181	18,694	16,898	17,915	11,095	23,430	38,615	106,034	44,483
計	381,844	227,869	181,138	129,667	151,742	155,575	254,068	536,670	436,257	811,915	368,965	201,252	141,967
年齢別視魚量 (Kg、4月)													
漁期年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1歳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2歳	19,604	24,516	17,249	14,557	10,574	9,691	9,810	8,216	37,326	27,243	81,614	22,799	6,103
3歳以上	26,162	19,310	26,675	28,592	27,597	21,335	19,286	20,446	12,662	26,741	44,071	121,016	50,768
計	45,766	43,826	43,924	43,149	38,171	31,026	29,096	28,662	49,989	53,984	125,685	143,816	56,871
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	2003	2004	2005
0歳	0.62	0.75	0.52	0.63	0.75	0.92	0.73	0.53	0.31	0.23	0.33	0.49	0.34
1歳	0.80	0.64	0.76	0.61	0.53	0.90	0.80	0.73	0.72	0.71	0.69	0.77	0.81
2歳	0.88	0.75	0.70	0.66	0.68	0.66	0.62	0.79	0.83	0.64	0.62	0.68	0.50
3歳以上	0.90	0.77	0.70	0.61	0.65	0.70	0.60	0.76	0.81	0.60	0.65	0.64	0.46
単純平均	0.79	0.69	0.71	0.63	0.65	0.85	0.72	0.71	0.58	0.68	0.64	0.66	0.55
年齢別平均体重 (g、4月)													
漁期年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1歳	355	355	355	355	355	355	355	355	355	355	355	355	355
2歳	1,427	1,427	1,427	1,427	1,427	1,427	1,427	1,427	1,427	1,427	1,427	1,427	1,427
3歳以上	2,889	2,889	2,889	2,889	2,889	2,889	2,889	2,889	2,889	2,889	2,889	2,889	2,889
年齢別平均体重 (g、10月)													
漁期年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
0歳	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164
1歳	1,030	1,030	1,030	1,030	1,030	1,030	1,030	1,030	1,030	1,030	1,030	1,030	1,030
2歳	1,638	1,638	1,638	1,638	1,638	1,638	1,638	1,638	1,638	1,638	1,638	1,638	1,638
3歳以上	2,868	2,868	2,868	2,868	2,868	2,868	2,868	2,868	2,868	2,868	2,868	2,868	2,868

補足表 2-2. 資源解析結果（続き：2006～2017 年漁期）

年齢別漁獲尾数（尾）												
漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0歳	128,367	81,715	63,333	29,129	18,449	20,292	21,010	40,440	32,789	19,899	21,338	25,562
1歳	100,358	214,413	112,558	192,349	40,954	32,449	32,472	24,577	79,262	97,402	35,145	42,041
2歳	4,404	16,988	16,198	20,578	36,558	11,016	9,168	6,053	11,139	26,973	14,792	12,244
3歳以上	4,639	5,173	7,144	6,449	12,473	11,674	8,070	5,486	5,749	10,129	11,054	4,243
計	237,767	318,290	199,233	248,505	108,433	75,431	70,719	76,556	128,938	154,403	82,328	84,090
年齢別漁獲量（kg）												
漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0歳	31,094	19,819	17,881	6,220	4,856	5,797	5,847	10,958	10,785	6,150	5,673	7,031
1歳	110,759	210,976	128,680	195,315	44,234	36,802	37,508	28,032	82,374	100,464	44,967	47,473
2歳	8,155	29,441	27,752	36,541	61,449	19,566	16,736	11,554	18,339	44,557	25,185	24,605
3歳以上	15,572	17,311	21,875	18,924	34,848	33,681	26,374	20,013	19,244	31,088	32,429	16,162
計	165,580	277,547	196,187	257,001	145,386	95,847	86,465	70,558	130,743	182,260	108,254	95,271
年齢別漁獲係数												
漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0歳	0.34	0.33	0.17	0.29	0.23	0.27	0.26	0.21	0.19	0.20	0.18	0.19
1歳	1.31	1.96	1.16	1.28	0.92	0.87	1.01	0.58	0.90	1.51	0.71	0.68
2歳	0.59	0.89	0.90	0.73	1.00	0.74	0.70	0.54	0.61	1.03	1.15	0.61
3歳以上	0.59	0.89	0.90	0.73	1.00	0.74	0.70	0.54	0.61	1.03	1.15	0.61
単純平均	0.71	1.02	0.78	0.75	0.79	0.66	0.67	0.47	0.58	0.94	0.80	0.52
年齢別資源尾数（尾、4月）												
漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0歳	508,494	330,866	459,730	131,822	102,098	97,465	105,356	239,689	219,225	123,618	148,140	167,557
1歳	155,704	282,732	185,565	302,147	76,957	63,232	57,998	63,510	150,982	141,797	78,713	96,541
2歳	11,216	32,697	30,973	45,186	65,565	23,792	20,609	16,513	27,773	47,636	24,475	30,287
3歳以上	11,815	9,956	13,661	14,162	22,369	25,214	18,142	14,967	14,333	17,890	18,289	10,496
計	687,229	656,252	689,929	493,317	266,988	209,704	202,106	334,679	412,313	330,941	269,617	304,881
年齢別資源尾数（尾、10月）												
漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0歳	448,745	291,988	405,710	116,333	90,101	86,013	92,977	211,525	193,465	109,093	130,733	147,869
1歳	137,408	249,510	163,761	266,644	67,914	55,802	51,183	56,048	133,241	125,135	69,464	85,197
2歳	9,898	28,855	27,334	39,877	57,861	20,997	18,188	14,573	24,510	42,039	21,599	26,728
3歳以上	10,426	8,786	12,056	12,498	19,741	22,251	16,010	13,209	12,649	15,788	16,140	9,263
計	606,477	579,140	608,861	435,351	235,616	185,063	178,358	295,354	363,865	292,054	237,936	269,056
年齢別資源量（Kg、4月）												
漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0歳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1歳	55,277	100,374	65,878	107,266	27,321	22,448	20,590	22,547	53,600	50,340	27,944	34,273
2歳	16,000	46,645	44,186	64,462	93,534	33,942	29,401	23,557	39,621	67,957	34,915	43,206
3歳以上	34,133	28,765	39,468	40,915	64,626	72,845	52,413	43,242	41,410	51,685	52,839	30,325
計	105,411	175,783	149,532	212,643	185,480	129,235	102,405	89,346	134,631	169,982	115,699	107,804
年齢別資源量（Kg、10月）												
漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0歳	73,761	47,995	66,688	19,122	14,810	14,138	15,283	34,769	31,800	17,932	21,489	24,306
1歳	141,597	257,116	168,752	274,771	69,984	57,503	52,744	57,756	137,302	128,949	71,582	87,794
2歳	16,210	47,258	44,766	65,309	94,762	34,388	29,787	23,866	40,141	68,850	35,374	43,774
3歳以上	29,907	25,203	34,582	35,850	56,625	63,827	45,924	37,888	36,284	45,286	46,298	26,570
計	261,476	377,572	314,788	395,052	236,182	169,856	143,738	154,280	245,527	261,017	174,742	182,444
年齢別親魚量（Kg、4月）												
漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0歳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1歳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2歳	8,000	23,323	22,093	32,231	46,767	16,971	14,700	11,778	19,810	33,979	17,458	21,603
3歳以上	34,133	28,765	39,468	40,915	64,626	72,845	52,413	43,242	41,410	51,685	52,839	30,325
計	42,133	52,087	61,561	73,146	111,393	89,816	67,114	55,020	61,221	85,663	70,297	51,928
漁獲割合（漁獲量/資源量（10月））												
漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0歳	0.42	0.41	0.27	0.33	0.33	0.41	0.38	0.32	0.34	0.34	0.26	0.29
1歳	0.78	0.82	0.76	0.71	0.63	0.64	0.71	0.49	0.60	0.78	0.63	0.54
2歳	0.50	0.62	0.62	0.56	0.65	0.57	0.56	0.48	0.46	0.65	0.71	0.56
3歳以上	0.52	0.69	0.63	0.53	0.62	0.53	0.57	0.53	0.53	0.69	0.70	0.61
単純平均	0.63	0.74	0.62	0.65	0.62	0.56	0.60	0.46	0.53	0.70	0.62	0.52
年齢別平均体重（g、4月）												
漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0歳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1歳	355	355	355	355	355	355	355	355	355	355	355	355
2歳	1,427	1,427	1,427	1,427	1,427	1,427	1,427	1,427	1,427	1,427	1,427	1,427
3歳以上	2,889	2,889	2,889	2,889	2,889	2,889	2,889	2,889	2,889	2,889	2,889	2,889
年齢別平均体重（g、10月）												
漁期年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0歳	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164	164
1歳	1,030	1,030	1,030	1,030	1,030	1,030	1,030	1,030	1,030	1,030	1,030	1,030
2歳	1,638	1,638	1,638	1,638	1,638	1,638	1,638	1,638	1,638	1,638	1,638	1,638
3歳以上	2,868	2,868	2,868	2,868	2,868	2,868	2,868	2,868	2,868	2,868	2,868	2,868

補足資料3 種苗放流効果の計算方法

本系群の資源量は、不定期に発生する卓越年級群の影響により大きく変動することから、加入量の不安定さを緩和するため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り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（補足表3-1）。放流海域別の平均添加効率は、伊勢・三河湾では0.0855と高く、遠州灘～駿河湾では0.0470、熊野灘では0.0084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。

$$Y = 0.0177X - 0.1062 \quad (n=74)$$

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

$$K = G (0.0177X - 0.1062) \quad K: \text{添加効率}$$

(G: 伊勢・三河湾: 0.0855、遠州灘～駿河湾: 0.0470、熊野灘: 0.0084)

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、さらに、漁期年別に放流魚の加入尾数を集計した（補足表3-1）。

補足表 3-1. 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 RPS
(加入は 0 歳 10 月とした)

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} (尾数/トン)
			合 計	天然魚	放流魚			
1993	45.8	218,913	277,167	268,826	8,341	0.038	3.0	5,874
1994	43.8	186,664	215,232	208,214	7,018	0.038	3.3	4,751
1995	43.9	260,280	119,776	110,618	9,158	0.035	7.6	2,518
1996	43.1	250,549	138,418	128,482	9,935	0.040	7.2	2,978
1997	38.2	219,480	317,415	308,545	8,870	0.040	2.8	8,083
1998	31.0	289,848	120,898	110,187	10,711	0.037	8.9	3,551
1999	29.1	555,284	1,009,410	991,288	18,123	0.033	1.8	34,070
2000	28.7	567,465	307,006	287,699	19,307	0.034	6.3	10,038
2001	50.0	637,042	1,095,821	1,067,387	28,435	0.045	2.6	21,353
2002	54.0	661,859	245,335	227,430	17,906	0.027	7.3	4,213
2003	125.7	411,206	56,766	40,510	16,255	0.040	28.6	322
2004	143.8	730,918	86,103	55,466	30,637	0.042	35.6	386
2005	56.9	621,782	223,090	195,009	28,080	0.045	12.6	3,429
2006	42.1	786,150	448,745	411,511	37,234	0.047	8.3	9,767
2007	52.1	658,025	291,988	260,981	31,007	0.047	10.6	5,010
2008	61.6	739,190	405,710	374,395	31,315	0.042	7.7	6,082
2009	73.1	690,870	116,333	85,342	30,990	0.045	26.6	1,167
2010	111.4	613,000	90,101	63,358	26,743	0.044	29.7	569
2011	89.8	685,300	86,013	53,163	32,850	0.048	38.2	592
2012	67.1	786,600	92,977	57,074	35,903	0.046	38.6	850
2013	55.0	721,200	211,525	177,999	33,526	0.046	15.8	3,235
2014	61.2	659,186	193,465	164,454	29,011	0.044	15.0	2,686
2015	85.7	710,000	109,093	79,779	29,314	0.041	26.9	931
2016	70.3	622,200	130,733	96,343	34,390	0.055	26.3	1,371
2017	51.9	547,900	147,869	122,868	25,000	0.046	16.9	2,366

※1 加入尾数：漁獲開始時資源尾数

※2 放流魚添加効率：加入尾数／放流尾数

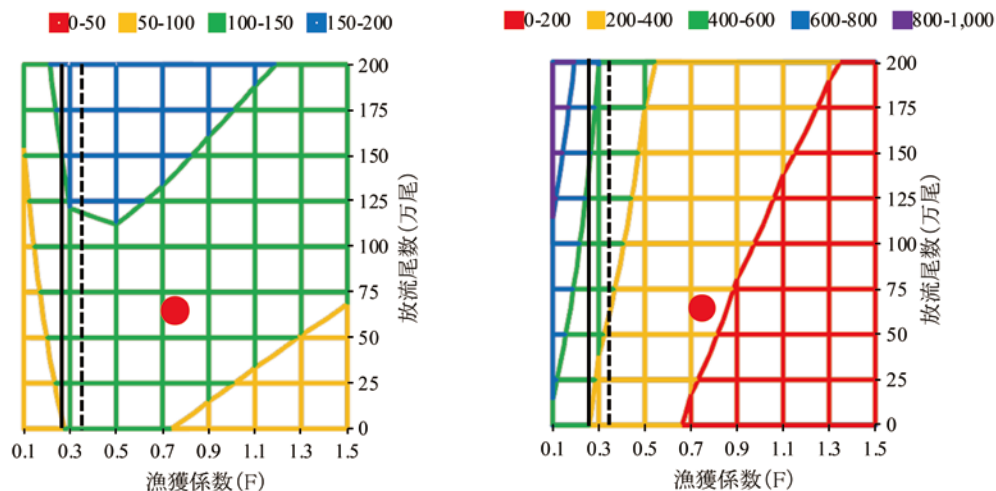
※3 RPS：天然魚加入尾数／親魚量（天然＋放流）

補足資料 4 漁獲係数および種苗放流による管理効果の比較

漁獲係数および種苗放流尾数の調整を 2019 年漁期から組み合わせて実施した場合に、5 年後の 2024 年漁期に期待される漁獲量および資源量を亘(2014)に準じて試算した。漁獲係数は 0.1～1.5 の範囲、放流尾数は 0～200 万尾の範囲で変化させた（補足図 4-1、補足表 4-1）。

引用文献

亘 真吾（2014） 等量線図による種苗放流が資源に与える影響評価と表計算ソフトを用いた計算方法. 水産技術, 6, 129-137.



補足図 4-1. 2019～2024 年漁期にかけて漁獲係数と種苗放流尾数を変化させたときの 2024 年漁期の漁獲量（左）および資源量（右）の等量線図
図中の赤丸は近年の漁獲係数(Fave2015-2017)および放流尾数。
点線は F20%SPR、実線は 0.8F20%SPR。

補足表 4-1. 2019～2024 年漁期にかけて漁獲係数と種苗放流尾数を変化させたときの 2024 年漁期の漁獲量

漁獲係数 (F)	放流尾数 (万尾)									管理基準
	0	25	50	75	100	125	150	175	200	
0.10	65	71	76	82	88	93	99	105	110	0.8F20%SPR
0.28	103	112	122	131	140	149	158	167	177	
0.30	105	114	123	133	142	151	161	170	179	
0.35	106	116	125	135	145	154	164	173	183	F20%SPR
0.50	107	116	126	136	145	155	165	174	184	
0.70	101	110	120	129	138	147	156	165	174	
0.75	99	108	117	126	135	144	153	162	171	Fcurrent
0.90	95	103	112	121	129	138	146	155	164	
1.10	89	97	105	113	121	130	138	146	154	
1.30	84	92	100	107	115	123	130	138	145	
1.50	80	87	95	102	109	116	124	131	138	