

平成 26（2014）年度トラフグ伊勢・三河湾系群の資源評価

責任担当水研：増養殖研究所（鈴木重則、山本敏博、黒木洋明、鴨志田正晃）

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

本系群は、1975 年頃から漁業対象となった比較的新しい資源である。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平成 14（2002）年に作成され、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、同年に資源評価対象魚種系群に加えられた。資源回復計画は平成 23（2011）年度で終了したが、同計画で実施されてきた管理措置は、平成 24（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。本系群は主にふぐはえ縄漁業、小型機船底びき網漁業により漁獲され、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、1988、1992、1999 及び 2001 年級群が比較的卓越していた。コホート解析で推定した資源量から水準は低位、動向は減少と判断された。2013 年の資源量は 106 トンであった。1980 年代からは天然資源の加入量の不安定さを緩和するため、大規模な人工種苗の放流が行われている。2013 年には 72 万尾の人工種苗が放流され、放流魚の混入率は 23%、添加効率は 0.050 と推定された。

産卵期は春で、発生年の秋には漁獲加入するが、資源量はその後の強い漁獲圧を受けて急速に減少し、親資源になるまで生き残る個体は少ない。再生産関係は不明瞭であるが安定した加入量を確保するためには、親資源の適切な維持が不可欠である。

ABC の算定については規則 1-3)-(3)を用い、Flimit を $F20\%SPR(\beta_2=1)$ とし、直近 5 年間の平均的な加入（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 41 トンを ABC の上限値(ABClimit)とした。また、不確実性に配慮して安全率 0.8（標準値）を乗じた 35 トン($0.8F20\%SPR$)を ABC の目標値(ABCtarget)とした。

	2015 年漁期 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABClimit	41 トン	$F20\%SPR$	0.35	32%
ABCtarget	35 トン	$0.8 \cdot F20\%SPR$	0.28	27%

※ ABC の各値は 2015 年 4 月～2016 年 3 月の値で示す。

※ 本系群の ABC 算定については規則 1-3)-(3)を用いる。

※ 漁獲割合は資源重量が最大となる 10 月の資源重量（漁期単位の中央）と年間漁獲量（4 月～翌年 3 月）との割合で示す。

年	資源量（トン）	漁獲量（トン）	F 値	漁獲割合
2012	122	82	0.86	67%
2013	106	67	0.81	63%
2014	128	—	—	—

※ 漁獲量は 4 月～翌年 3 月の値で示す。

※ 2014 年の資源量は予測値である。

水準：低位 動向：減少

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり

データセット	基礎情報、関係調査等
年齢別・年別漁獲尾数	月別漁業種別漁獲量調査（静岡県、愛知県、三重県） 月別全長組成調査（静岡県、愛知県、三重県） ・市場測定 全長一体重調査・全長一年齢分解（静岡県、愛知県、三重県） ・市場測定
人工種苗放流尾数、標識放流魚漁獲回収尾数等	栽培漁業種苗生産、入手・放流実績（水産庁、水研センター、(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一回帰型回遊性種－（トラフグ）（三重県、愛知県、静岡県ほか 2006）
自然死亡係数（M）	M=0.25（/年） ※平成 25(2013)年度に 0.4 から 0.25 へ修正

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る。1989 年には漁獲量が 400 トンを超える大豊漁となり、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）。本系群は主にふぐはえ縄漁業、小型機船底びき網漁業により漁獲され、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な変動を示す。しかし、2002 年以降に卓越年級群の発生は確認されていない。

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（10 月～翌年 2 月）、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。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平成 14(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、伊勢湾及び三河湾では平成 14(2002)年度より、渥美外海においても平成 19(2007)年度より水揚げ制限が実施された。資源回復計画は平成 23(2011)年度で終了したが、同計画で実施されてきた管理措置は、平成 24(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。三重県安乗沖で操業するまき網漁業においては、産卵場に集群するトラフグ成熟親魚の漁獲を自主的に規制している。

天然資源の加入量の不安定さを緩和するため、1980 年代よりトラフグ人工種苗の放流が行われている。取り組み開始当初の放流尾数は 10～40 万尾程度であったが、1999 年以降は毎年 50～70 万尾が放流適地である伊勢湾を中心に放流されている。これらトラフグ人工種苗の放流による不安定な加入量の緩和効果については、関係各県と独立行政法人水産総合研究センター増養殖研究所が連携して、標識放流魚の漁獲回収尾数等を調査している。

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

成長は早く、満 1 歳で全長 26cm、体重 0.3kg、満 2 歳で全長 40cm、体重 1.4kg、満 3 歳で全長 48cm、体重 2.5kg に達する（図 2）。寿命は 6 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・三河湾周辺の産卵場で漁獲されるトラフグ成熟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、雄は産卵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、三重県安乗沖及び愛知県渥美外海の出山周辺水域が知られている。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・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の碎波帯に着底する（中島ら 2008）。碎波帯において全長 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 に達した稚魚は、伊勢・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。なお、産卵場から伊勢・三河湾内への仔魚の輸送機構については、ほとんど解明されていない。

(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）。未成魚はイワシ類その他の幼魚及びエビ・カニ類で、成魚はエビ・カニ類、魚類を好んで食する（落合・田中 1986）。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

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る。1989 年に漁獲量が 400 トンを超える大豊漁となり、これを契機として静岡県、愛知県及び三重県のふぐはえ縄漁業の着業者が急増し、水産資源としての重要性が高まった（船越 1990）。本系群は不定期に発生する卓越年級群の影響により加入量が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、大規模なトラフグ人工種苗の放流が継続して実施されている。

4～5月に産まれた0歳魚は、その年の秋には伊勢・三河湾内で操業する愛知県及び三重県所属の小型機船底びき網により漁獲される（図3）。0歳の冬季～春季にかけて伊勢・三河湾外（渥美外海）にまで移動し、渥美外海で操業する愛知県の小型機船底びき網により漁獲されるようになる。その後、1歳の秋から主に遠州灘から熊野灘にかけての海域で静岡県、愛知県及び三重県が操業するふぐはえ縄漁業の漁獲対象となる（図4）。なお、ふぐはえ縄漁業の漁期は10月～翌年2月の5ヶ月間に制限されている。2005年までは三重県安乗沖の産卵場周辺で春のトラフグ産卵期に、まき網漁業により成熟親魚が少量ではあるが漁獲されていたが、2006年以降は成熟親魚の漁獲を自主規制している。

（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。2001年級群が卓越年級群であったことに伴って、2002年の漁獲量は500トンを上回る豊漁となった（図5、6）。2003年級群及び2004年級群の加入が少なかったため、それらの年級群が漁獲の主体となった2005年の漁獲量は100トンを下回った。その後、2005年級群の加入がやや回復傾向を示すとともに2006年級群が中規模で加入したため資源状態は好転し、2006～2009年の漁獲量は200トン前後の安定した状態で推移した。しかし、2011年以降は100トンを下回る不漁が続いており、2013年の漁獲量は67トンと過去最低を記録した。

（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、三重県伊勢市漁業協同組合有滝支所の平成14～25(2002～2013)年度における操業隻日、漁獲量及びCPUEの推移を表1に示す。当該漁業の平成13(2001)年度における延べ漁獲努力量は1,000隻日を超えていたが、資源回復計画がスタートした平成14(2002)年度以降は漸減し、平成22(2010)年度以降は200～300隻日程度にまで抑制されている。また、当該漁業による漁獲量は、平成14(2002)年度には8.7トンであったが、資源回復計画の実施に伴い急減し、平成20(2008)年度以降は1トン以下で推移している。

一方、ふぐはえ縄漁業の漁獲努力量（延べ隻日）は、2000年の12千隻日をピークに減少傾向が続いている（表2）。特に近年継続している深刻な不漁を反映して、2011年以降は4千隻日を下回っている。

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歳魚及び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したVPAにより推定した（補足資料1）。1993～2013年の年齢別漁獲尾数を用い（表3、4）、誕生月を4月、 $M=0.25$ として、Pope近似式により資源尾数を推定した。なお漁業への加入は誕生月の半年後となる10月であることから、 M に-1/2を乗じて漁獲加入時の資源尾数を推定した。

(2) 資源量指標値の推移

本系群は主に小型機船底びき網漁業及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生物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。愛知県漁業生産研究所では、渥美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。両者（1993～2012年）の相関係数は0.79であった（表2）。

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及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、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、CPUE（釣獲尾数/隻日）が資源豊度を直接的に反映してはいない。

1993～2013年の静岡県、愛知県及び三重県のふぐはえ縄漁業のCPUEを表2に示す。CPUEの平均及び範囲は、静岡県で8.5(2.7～19.6)、愛知県で23.6(4.3～88.1)、三重県で32.6(6.7～124.3)であり、いずれの県の値も大きな変動を示した。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、愛知県及び三重県では遠いことから、静岡県は頻繁に出漁し半日程度の短時間で帰港する傾向が強く、一方の愛知県及び三重県は出漁日数を控え、1日の操業時間を延ばす傾向にあることが一因であった。CPUEの経年変化は、いずれの県においても2002年及び2009年に2度のピークがみられた。VPAにより推定された資源量とCPUE（1993～2012年）の相関係数は静岡県で0.79、愛知県で0.83、三重県で0.82であった。

(3) 漁獲物の年齢組成

漁獲物年齢組成の推移を表3～4、図7～16に示す。1999年及び2001年は卓越年級群の発生にともなって0歳魚の漁獲尾数が20万尾を超え、それぞれの翌年となる2000年及び2002年には1歳魚となった当該年級群の漁獲尾数が卓越した（表3）。2003年以降では、2006年に限って10万尾を超える0歳魚の漁獲があったものの、それ以外の年では10万尾を超える漁獲は行われていない。

2013年の漁獲物の年齢組成の特徴として、2007年以降、12～32%の範囲で推移していた0歳魚の漁獲尾数割合が53%に増加したこと、一方で、1歳魚、2歳魚及び3歳魚以上の漁獲尾数割合が、いずれも前年の6割程度に減少したことが挙げられる。これは2013年における0歳魚の漁獲尾数が4万尾となり、2009～2012年にかけて続いた2万尾前後の0歳魚の漁獲尾数と比較して約2倍に増加したことに起因する。

(4) 資源量と漁獲割合の推移

VPAによって得られた資源量の経年変化を表5、6、7、図17、18に示す。1993～1998年にかけて資源量は約400トンから150トン程度へ漸減したが、1999年から上昇に転じ2002年には862トンとピークに達した。その後は再び減少し2005年には200トンを超えなかった。2006～2009年は300～400トンで安定したが、2010年以降は年々減少し2013年の資源量は106トンと推定された。漁獲割合は変動しながらも経年的に減少する傾向にあり、近年は60%前後で安定している（図18）。

自然死亡係数(M)は昨年度より0.25を仮定して資源量を推定している。Mを0.10、0.25、

0.40 及び 0.55 とした場合の資源量を図 19 に示す。1993～2013 年の 21 年間における各年資源量の $M=0.25$ に対する比の平均は、 $M=0.10$ で 0.93、 $M=0.40$ で 1.11、 $M=0.55$ で 1.25 となった。また、2013 年の資源量は $M=0.25$ の 106 トンに対して、 $M=0.10$ で 96 トン、 $M=0.40$ で 121 トン、 $M=0.55$ で 134 トンと推定され、 M の変化に対する資源量推定値の変動は小さかった。

なお、0 歳魚を漁獲対象とする小型機船底びき網漁業の漁獲努力量に大きな変化は見られていないことから、2013 年級群の天然発生が、それ以前の 4 年間と比較して良好であったことが推察される（図 20）。

(5) 再生産関係

VPA によって得られた資源尾数をもとに親魚量を推定した。雌雄比を 1 対 1 と仮定し、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% とした。また、本系群に対しては毎年 50～70 万尾の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。

親魚量（4 月）と加入尾数（当年 10 月の 0 歳天然魚資源尾数）との関係を図 21 に示す。過去 21 年間において親魚量は 28～177 トン、加入尾数は 6～112 万尾の範囲で大きく変動しており、本系群の親魚量と加入尾数との間に関連性を見いだすことはできなかった。

(6) 資源の水準・動向

資源量が推定されている過去 21 年間において、漁期開始時（10 月）の資源量が最大となった 2002 年を基準に、287 トン以下を低位、288～574 トンを中位、575 トン以上を高位と 3 等分した場合、2013 年漁期開始時の資源量 106 トンは低位の水準に区分された（図 17）。また、動向は直近 5 年間の資源量の傾向から減少と判断した。

(7) 資源と漁獲の関係

漁獲尾数及び VPA によって得られた資源尾数を用いて漁獲係数を求めた（表 8）。各年齢の漁獲係数は、0 歳魚で 0.17～0.96、1 歳魚で 0.97～1.97、2 歳魚及び 3 歳魚以上で 0.58～1.43 の範囲で変化していた。0 歳魚の漁獲係数は 1993～1999 年では 0.5 以上の高い値で推移していたが、それ以降は減少し近年は 0.3 程度に抑制されていた。漁獲の主体となる 1 歳魚の漁獲係数は大きく変動しながらも徐々に減少し、1.0 程度で安定する傾向にあった。

資源回復計画による漁獲圧削減措置以降の状況下における YPR 及び SPR を図 22 に示す。なお、漁獲係数は 2002～2013 年の F の平均値（ F_{current} ）を 1 とした場合の相対値（漁獲係数指数）で示した。 F の一括管理下による YPR は $F_{\text{max}}=0.46$ となり、近年の F は F_{max} を上回っていることから成長乱獲状態にあると判断された。

(8) 種苗放流効果

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。人工種苗の放流は 1985 年より漁業者の手により始められた。1987 年から三重県が、2005 年から静岡

県及び愛知県がトラフグ放流用人工種苗の生産に着手した。取り組み開始当初の放流尾数は10～40万尾程度であったが、1999年以降は毎年50～70万尾が放流適地である伊勢湾を中心に放流されている。これら人工種苗放流の効果把握や適切な放流技術について、同3県の水産業関係試験研究機関及び独立行政法人水産総合研究センター増養殖研究所により精力的な研究開発が行われている。放流種苗の回収率ならびに添加効率を推定するために、2000年からはイラストマー標識、2005年からはALC耳石標識、2008年からは胸鰭切除標識が種苗に施されている。なお、イラストマー標識及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及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昨年度と同様の方法とした。すなわち、放流海域を伊勢・三河湾、遠州灘～駿河湾及び熊野灘の3海域に区分し、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、この関係式を無標識放流群を含めた全ての放流群について適用し添加効率を計算した。

放流海域毎の平均添加効率は、伊勢・三河湾で0.0899、遠州灘～駿河湾で0.0535、及び熊野灘で0.0090であった。放流群毎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ものの、以下の関係式が得られた。

$$Y = 0.0150X + 0.0365 (n=62)$$

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

これをもとに

$$K = G (0.0150X + 0.0365)$$

(G: 伊勢・三河湾: 0.0899、遠州灘～駿河湾: 0.0535、熊野灘: 0.0090)

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、年別に放流魚の加入尾数を集計した（表9）。その結果、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2001年以降では0.05程度で推移し、年間3万尾前後が天然魚と共に漁獲加入していると推察された。放流魚の混入率は天然魚の加入量の多少によって2～56%の範囲で大きく変動していた。特に天然魚の加入量が少ない2011年、2012年には放流魚の混入率が50%前後と、加入尾数の約半数が放流魚と推定された。

5. 2015年ABCの算定

(1) 資源評価のまとめ

資源状態は2006年級群が比較的大きい規模で加入して以来好転し、その後も安定した加入が続いていた。しかし、2009～2012年の加入量は卓越年級群の1/10以下にとどまっていたことから、漁獲の不振が続いていた。2013年の加入量は、低水準であった2009～2012年と比較して2倍程度の大きさで見積もられ、今後の漁獲は若干の回復が期待できると推察される（図20、表5）。

(2) ABC の算定

本系群は卓越年級群の発生の有無により資源の状態が大きく変化すること、産卵期が 4～5 月であり年齢の加算を 4 月としていること、漁獲の中核となるふぐはえ縄漁業の漁期が 10 月～翌年 2 月と年を跨いでいることなどから、ABC の算定にあたっては年々の加入状況及び漁業実態を反映させるため、暦年ではなく 4 月～翌年 3 月の漁期単位で示すこととした。

本年度は資源水準を低位、動向を減少と判断したことから、ABC の算定については規則 1-3)-(3)を用い、 F_{limit} を $F20\%SPR(\beta_2=1)$ とした。直近 5 年間の平均的な加入（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 41 トンを ABC の上限値 (ABC_{limit}) とし、不確実性に配慮して安全率 0.8（標準値）を乗じた 35 トン ($0.8F20\%SPR$) を ABC の目標値 (ABC_{target}) とした。大規模な種苗放流により一定量の加入が保証されていることから $\beta_2=1$ とした。なお、近年続いている天然魚の加入の悪化を反映させるため、2014 年度より加入尾数を直近 5 年間の平均的な加入（種苗放流を含む）が続いた場合を仮定した（昨年度までは 2002 年～直近年の平均で算定）。

	2015 年漁期 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABC_{limit}	41 トン	$F20\%SPR$	0.35	32%
ABC_{target}	35 トン	$0.8F20\%SPR$	0.28	27%

※ ABC の各値は 2015 年 4 月～2016 年 3 月の値で示す。

※ F 値は各年齢の平均値で示す。

(3) ABC_{limit} の評価

図 24 に $F_{current}$ ($F5\%SPR$ に相当)、 $0.8F_{current}$ ($F7\%SPR$ に相当)、 $0.6F_{current}$ ($F12\%SPR$ に相当)、 $F20\%SPR$ ($0.43F_{current}$ に相当)、 $0.8F20\%SPR$ ($0.34F_{current}$ に相当) 及び $F30\%SPR$ ($0.30F_{current}$ に相当) で管理した場合の親魚量の動向予測を示す。また、漁獲量及び資源量の 5 年後までの将来予測値を下表に示す。5 年後（2019 年）の親魚量は $F20\%SPR$ で 135 トンと推定され、従来から採用している管理基準 ($F20\%SPR$) により 5 年後の親魚量を 100 トン以上へ回復させることができると予測される。

F	管理基準	親魚量 (トン)						
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0.80	Fcurrent	38	27	35	41	37	35	35
0.64	0.8 Fcurrent	38	27	35	49	52	54	55
0.48	0.6 Fcurrent	38	27	35	60	74	84	88
0.35	F20%SPR	38	27	35	71	100	123	135
0.28	0.8F20%SPR	38	27	35	77	117	150	168
0.24	F30%SPR	38	27	35	80	127	166	189

F	管理基準	漁獲量 (トン)						
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0.80	Fcurrent	58	85	75	74	71	71	70
0.64	0.8 Fcurrent	58	85	65	72	73	74	75
0.48	0.6 Fcurrent	58	85	53	66	73	76	78
0.35	F20%SPR	58	85	41	57	67	73	77
0.28	0.8F20%SPR	58	85	35	50	61	69	73
0.24	F30%SPR	58	85	30	46	57	65	70

F	管理基準	資源量 (トン)						
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
0.80	Fcurrent	106	141	128	126	122	121	120
0.64	0.8 Fcurrent	106	141	128	140	144	145	146
0.48	0.6 Fcurrent	106	141	128	158	173	182	186
0.35	F20%SPR	106	141	128	175	205	225	235
0.28	0.8F20%SPR	106	141	128	185	226	255	271
0.24	F30%SPR	106	141	128	190	239	273	294

(4) ABC の再評価

データの更新により再評価された資源量及び ABC の値を以下の表に示す。過去の漁獲量については変更が無かったので、最新の 2014 年 3 月までの年齢別漁獲尾数のデータを基に再計算した。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
2013 年 4 月～2014 年 3 月の年齢別漁獲尾数	2013 年までの年齢別資源尾数、漁獲係数

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)
2013 年 (当初)	F20%SPR	0.26	425	116	98	
2013 年 (2013 年再評価)	F20%SPR	0.34	137	40	33	
2013 年 (2014 年再評価)	F20%SPR	0.35	106	58	48	67
2014 年 (当初)	F20%SPR	0.34	146	65	54	
2014 年 (2014 年再評価)	F20%SPR	0.35	141	48	40	

※F 値は ABClimit に対する値。

※2014 年の数値は 0 歳魚の加入尾数（10 月時点）を仮定した値である。

※ 加入尾数の予測は困難であり、ABC の算定値は大きく変動する。

※ 2013 年より資源尾数の推定方法を月単位 VPA から年単位 VPA へ、M=0.40 から M=0.25 へ変更し、プラスグループ（3 歳魚以上）を設定した。その結果、2013 年の資源量は大きく下方修正された。

※2014 年より加入尾数を最近 5 年間の平均に変更した。

6. ABC 以外の管理方策への提言

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、平成 14(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、伊勢湾及び三河湾では平成 14(2002)年度より、渥美外海では平成 19(2007)年度より水揚げ制限が実施された。資源回復計画は平成 23(2011)年度で終了したが、同計画で実施されてきた管理措置は、平成 24(2012)年以降も新たな枠組みである資源管理指針・計画の下で継続して実施されている。

資源回復計画が推進されたことにより、平成 14(2002)年度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ており小型魚の保護が図られた（表 2）。

図 23 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導入される以前の平成 5～13（1993～2001）年の年齢別の漁獲係数等により計算された YPR 及び SPR を示す。なお、漁獲係数指数は平成 5～13(1993～2001)年の平均値を 1 とした場合の相対値で示した。全ての年齢に対する F を一律に変化させた場合の YPR は、漁獲係数指数が 0.33 で 0.67kg/ind と最大となった。また、資源回復計画導入以前の F における SPR は 2%であり、加入資源の管理並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。

上記の値を平成 14(2002)年度以降（資源回復計画による漁獲圧削減措置以降の状況下）の値と比較すると、YPR は 0.67kg/ind から 0.71kg/ind へと 6%増加、SPR は 2%から 4%へと改善されていた（図 22）。

漁獲圧及び種苗放流尾数の調整を 2015 年から組み合わせて実施した場合に、5 年後の 2019 年に期待される漁獲量及び資源量の予測結果を図 25、26 に示す。漁獲係数は 0.1～1.5 の範囲（直近 5 年間の平均は 0.80）、放流尾数は 0～200 万尾（直近 10 年間の平均は 70.3 万尾）の範囲で変化させた。

漁獲量を 2006～2009 年に記録した 200 トン程度にまで回復させるためには、漁獲圧現状

維持の条件下では、放流尾数を現状の約2倍となる150万尾に増加させる必要があった。一方、放流尾数を現状の70万尾で維持する場合には、漁獲圧のみを調整することでは、漁獲量を200トン程度にまで回復させることは難しいと考えられた。

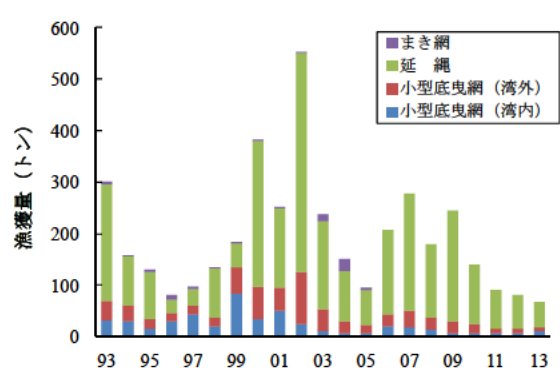
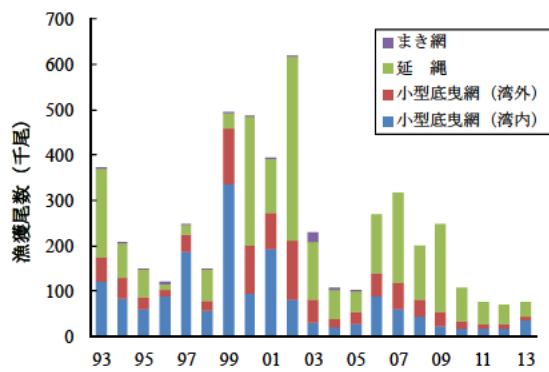
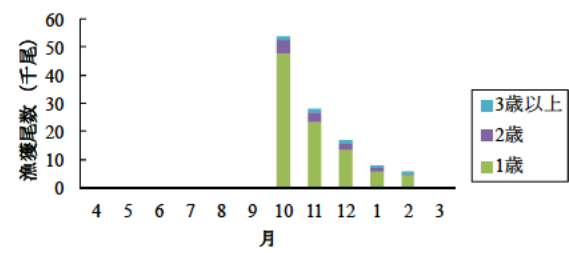
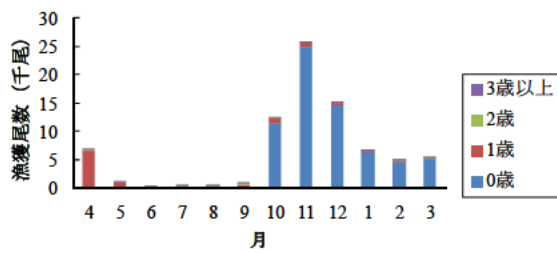
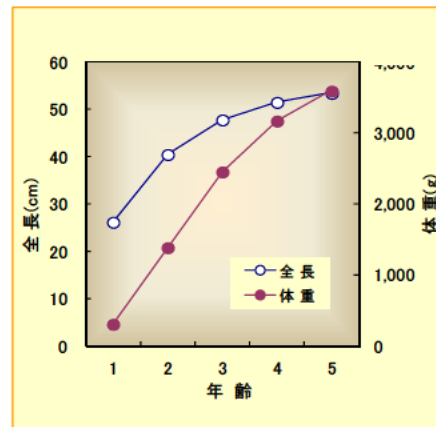
資源量を回復させる効果については、放流尾数の増加は即効性が低く、漁獲圧の削減がより効果的であった。

本系群は不定期に発生する卓越年級群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、現状の操業形態では1歳魚までの未成魚のうちに多くを漁獲してしまい、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。

加入量の少ない年級群が続いている現状においては、大規模な人工種苗放流により加入量の不安定さを緩和する措置を継続し、水産業並びに関連する食産業、観光業等の健全な経営の維持を目指すことに加えて、若齢魚及び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。

7. 引用文献

- 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(2), 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.
- 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)
- 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・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(2), 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.
- 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.



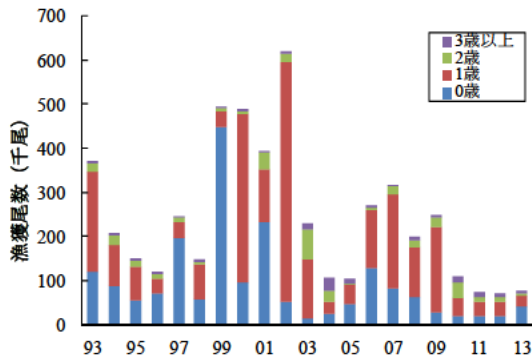


図7. 年齢別漁獲尾数の推移

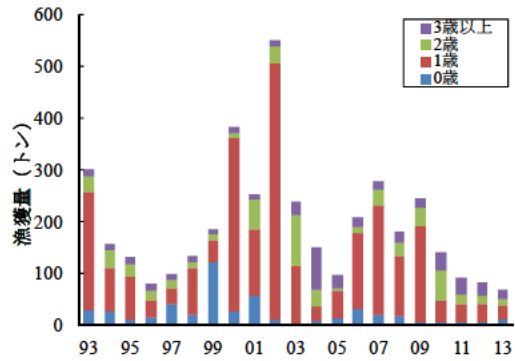


図8. 年齢別漁獲量の推移

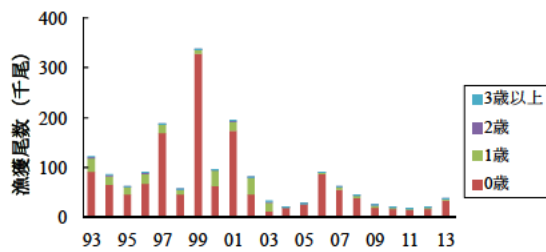


図9. 小型機船底びき網漁業（伊勢・三河湾内）による年齢別漁獲尾数の推移

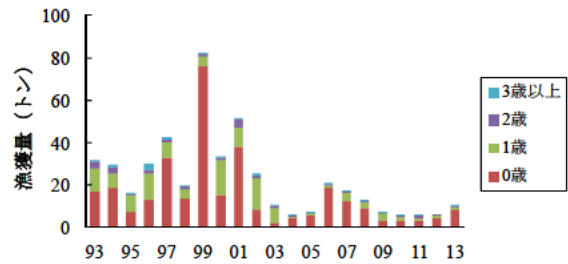


図10. 小型機船底びき網漁業（伊勢・三河湾内）による年齢別漁獲量の推移

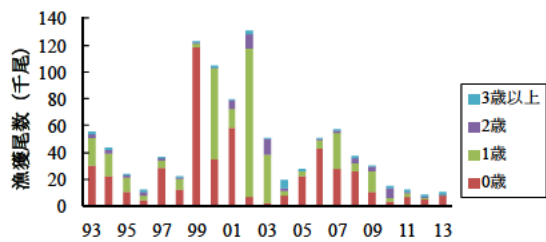


図11. 小型機船底びき網漁業（伊勢・三河湾外）による年齢別漁獲尾数の推移

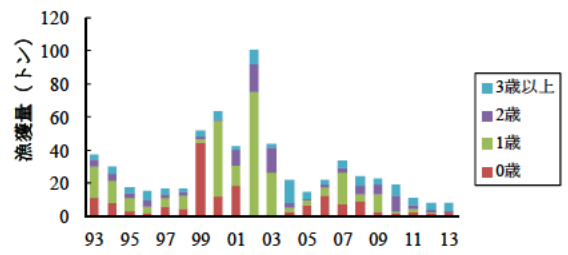


図12. 小型機船底びき網漁業（伊勢・三河湾外）による年齢別漁獲量の推移

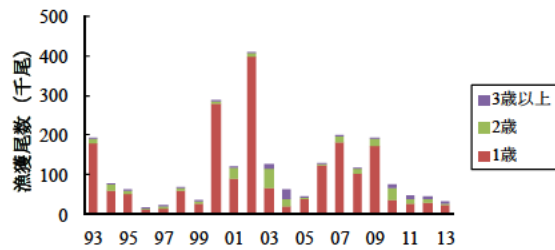


図13. ふぐはえ延縄漁業による年齢別漁獲尾数の推移

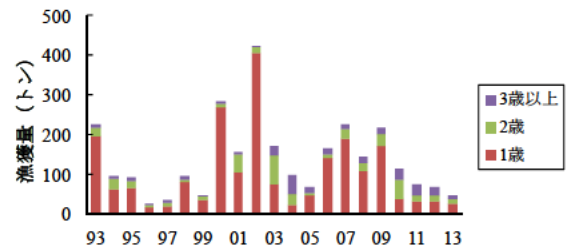


図14. ふぐはえ縄漁業による年齢別漁獲量の推移

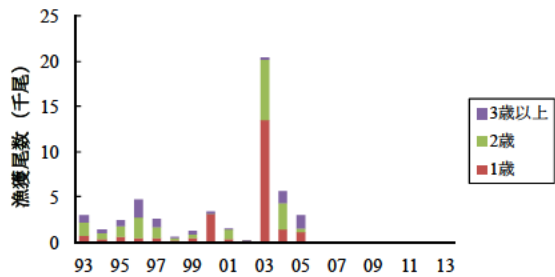


図15. まき網漁業による年齢別漁獲尾数の推移 2006年以降は産卵親魚の漁獲は自主規制されている。

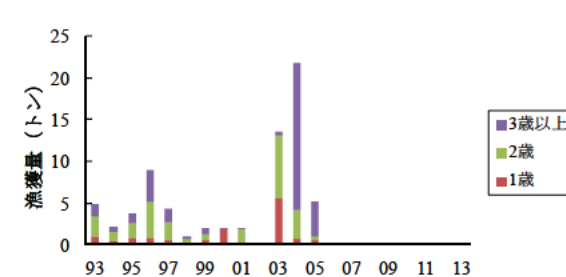


図16. まき網漁業による年齢別漁獲量の推移

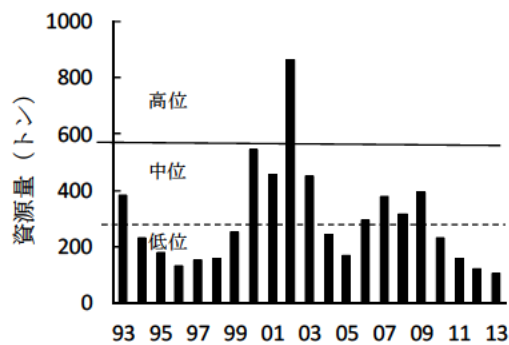


図17. 資源量の推移（10月時点）

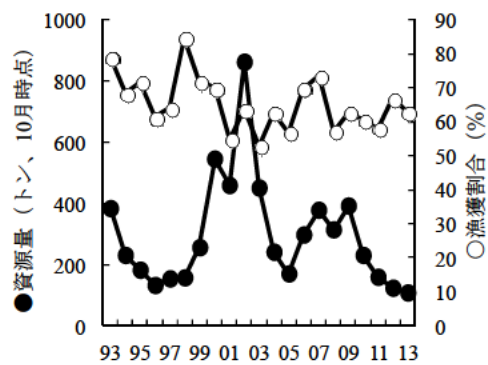


図18. 資源量と漁獲割合の推移

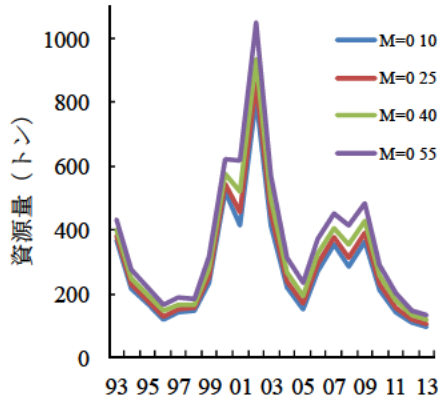


図19. Mの感度
(10月の資源量推定値で示す)

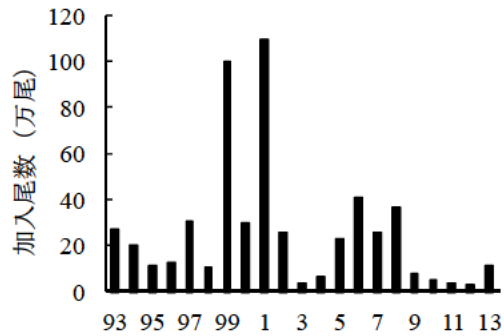


図20. 加入尾数の推移
(10月の0歳魚資源尾数で示す)

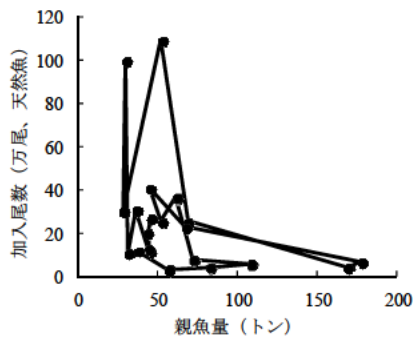


図21. 再生産関係 (1994～2013年)

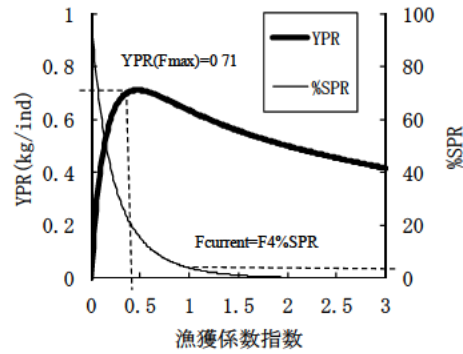


図22. 資源回復計画実施以降の漁獲係数を変化させた時のYPRとSPR
(全漁獲年のFを一律に変化させ、2002年以降のFの平均値を1として相対値で示した)

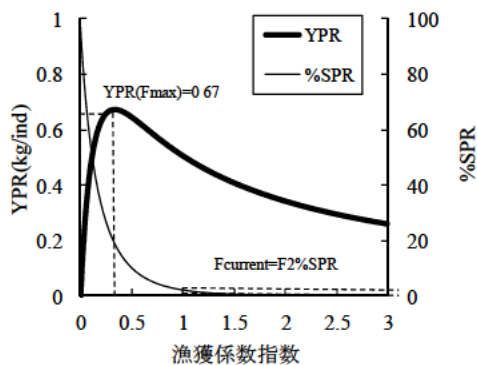


図23. 資源回復計画実施以前の漁獲係数を変化させた時のYPRとSPR
(全漁獲年のFを一律に変化させ、2001年以前のFの平均値を1として相対値で示した)

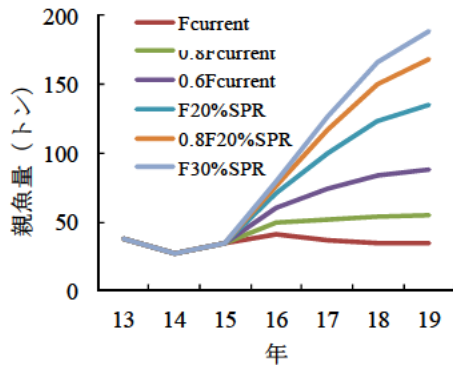


図24. 異なるFの条件下における親魚量の動向予測（加入量は2009～2013年の平均値）

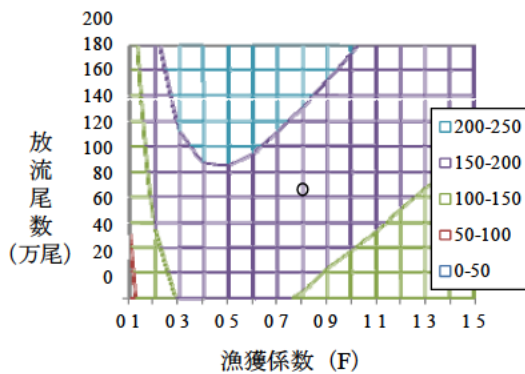


図25. 2015～2019年にかけて漁獲圧と放流尾数を変化させたときの2019年の漁獲量の等量線図
白丸は近年のFおよび放流尾数

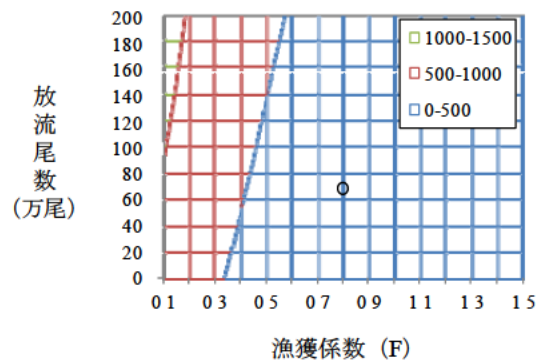


図26. 2015～2019年にかけて漁獲圧と放流尾数を変化させたときの2019年の資源量の等量線図
白丸は近年のFおよび放流尾数

表1 三重県伊勢市漁業協同組合有滝支所 小型機船底びき網の漁獲努力量および0歳魚漁獲量（平成13～25年）

漁期年	操業月	昼間操業			夜間操業			合 計		
		操業隻日 (隻日)	漁獲量 (kg)	CPUE (kg/隻日)	操業隻日 (隻日)	漁獲量 (kg)	CPUE (kg/隻日)	操業隻日 (隻日)	漁獲量 (kg)	CPUE (kg/隻日)
平成13(2001)年10月～翌年2月		522	6,744	12.90	599	1,948	3.30	1,121	8,693	7.75
平成14(2002)年11月～翌年1月		264	810	3.10	341	242	0.70	605	1,052	1.74
平成15(2003)年11月～翌年2月		200	88	0.40	263	47	0.20	463	135	0.29
平成16(2004)年11月～翌年3月		313	381	1.22	420	346	0.82	733	726	0.99
平成17(2005)年10月～翌年3月		322	397	1.23	340	85	0.25	662	482	0.73
平成18(2006)年10月～翌年3月		413	1,223	2.96	467	301	0.65	880	1,524	1.73
平成19(2007)年10月～翌年3月		160	300	1.88	236	1,255	5.32	396	1,555	3.93
平成20(2008)年10月～翌年3月		204	511	2.50	284	423	1.49	488	934	1.91
平成21(2009)年10月～翌年3月		130	137	1.05	254	184	0.72	384	321	0.84
平成22(2010)年10月～翌年3月		79	106	1.35	87	49	0.56	166	155	0.94
平成23(2011)年10月～翌年3月		86	108	1.26	109	81	0.74	195	189	0.97
平成24(2012)年10月～翌年3月		177	246	1.39	55	33	0.60	232	279	1.20
平成25(2013)年10月～翌年3月		221	424	1.92	88	106	1.20	309	530	1.72

表2 ふぐはえ縄漁業（東海3県・1歳魚以上）のCPUE値、延べ出漁隻日および小型機船底びき網（愛知県・外海）の漁獲尾数の推移

漁 法	県	対象年齢	単位	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
ふぐはえ縄漁業	静岡県	1歳魚以上	CPUE ^{※1}	10.2	8.6	5.8	2.7	3.4	5.7	5.0	14.0	8.6	18.8	6.3
ふぐはえ縄漁業	愛知県	1歳魚以上	CPUE ^{※1}	28.8	12.9	9.0	4.5	4.3	10.2	5.2	38.7	22.0	88.1	20.5
ふぐはえ縄漁業	三重県	1歳魚以上	CPUE ^{※1}	31.8	8.5	11.2	7.6	7.3	18.3	6.7	45.3	21.1	124.3	40.2
ふぐはえ縄漁業	3県	1歳魚以上	延べ隻日	10,631	7,724	8,000	3,625	4,651	7,795	6,188	12,074	9,122	8,985	8,862
小型底びき網（外海）	愛知県	0歳魚	千尾	29.9	22.1	10.3	3.9	28.3	12.0	118.1	35.2	57.8	6.7	2.1

漁 法	県	対象年齢	単位	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	相関係数 ^{※2}
ふぐはえ縄漁業	静岡県	1歳魚以上	CPUE ^{※1}	7.7	4.3	8.2	13.6	11.2	19.6	9.2	5.5	4.9	4.5	0.79
ふぐはえ縄漁業	愛知県	1歳魚以上	CPUE ^{※1}	9.6	8.8	23.5	41.5	30.0	54.1	24.8	16.1	29.9	13.4	0.83
ふぐはえ縄漁業	三重県	1歳魚以上	CPUE ^{※1}	18.5	21.9	56.2	50.6	37.0	77.1	36.1	20.3	24.0	20.2	0.82
ふぐはえ縄漁業	3県	1歳魚以上	延べ隻日	6,220	4,735	6,648	7,779	5,943	5,096	4,350	3,834	3,329	2,854	0.69
小型底びき網（外海）	愛知県	0歳魚	千尾	8.1	22.2	42.7	27.9	25.6	10.7	3.3	6.7	5.2	7.9	0.82

※1 CPUE 釣獲尾数/隻日

※2 相関係数、ふぐはえ縄漁業は資源量推定値、小型機船底びき網は翌年1歳魚の漁獲尾数との相関

表3 漁獲尾数(4月～翌年3月で集計) (単位：尾)

年	年 齢				合計
	0歳	1歳	2歳	3歳以上	
1993	120,295	227,223	18,513	6,055	372,086
1994	86,732	95,049	21,326	4,281	207,389
1995	54,526	77,554	13,608	4,780	150,468
1996	71,179	34,449	9,320	5,970	120,918
1997	196,085	37,321	9,044	4,672	247,123
1998	56,886	79,029	7,109	3,828	146,852
1999	446,641	37,174	6,524	3,329	493,668
2000	95,918	382,089	5,993	4,381	488,382
2001	232,367	121,348	36,604	2,980	393,299
2002	51,391	542,826	19,775	4,801	618,793
2003	13,319	133,257	68,848	13,068	228,492
2004	25,733	26,993	23,438	31,835	108,000
2005	46,654	45,231	2,780	8,306	102,971
2006	128,367	131,054	5,171	5,349	269,941
2007	81,715	214,413	16,988	5,173	318,290
2008	63,333	112,558	16,198	7,144	199,233
2009	29,129	192,349	20,578	6,449	248,505
2010	18,449	40,954	36,558	12,473	108,433
2011	20,292	32,449	11,016	11,674	75,431
2012	21,010	32,472	9,168	8,070	70,719
2013	40,358	24,576	6,053	5,486	76,473

表4 漁獲重量(4月～翌年3月で集計) (単位：kg)

年	年 齢				合計
	0歳	1歳	2歳	3歳以上	
1993	28,337	227,544	30,496	14,839	301,217
1994	26,421	84,218	34,420	11,777	156,836
1995	10,844	82,385	23,669	12,810	129,708
1996	14,388	33,271	17,487	14,959	80,104
1997	39,216	31,200	15,452	11,790	97,658
1998	18,349	91,583	12,080	10,109	132,121
1999	120,752	42,761	11,249	8,730	183,492
2000	26,974	333,754	9,953	11,079	381,760
2001	56,492	126,985	60,034	7,502	251,013
2002	9,140	495,850	32,290	12,381	549,661
2003	3,059	112,396	97,517	24,945	237,916
2004	6,926	27,464	34,177	81,620	150,188
2005	12,463	52,710	5,174	25,668	96,015
2006	31,094	147,207	9,839	18,445	206,585
2007	19,819	210,976	29,441	17,311	277,547
2008	17,881	115,454	26,254	19,595	179,184
2009	6,220	186,089	34,631	18,225	245,166
2010	4,856	41,952	59,081	33,141	139,030
2011	5,797	34,766	18,740	32,033	91,337
2012	5,847	35,003	15,785	24,956	81,591
2013	10,942	27,894	10,968	17,072	66,876

表5 初期資源尾数推定値(10月時点) (単位：尾)

年	年 齢				合計
	0歳	1歳	2歳	3歳以上	
1993	280,060	265,641	24,324	7,956	577,981
1994	211,423	124,425	29,920	6,006	371,774
1995	122,857	97,109	22,878	8,036	250,881
1996	139,249	53,216	15,230	9,755	217,451
1997	317,398	53,013	14,616	7,551	392,578
1998	119,219	94,479	12,221	6,581	232,500
1999	1,018,084	48,545	12,032	6,126	1,084,787
2000	322,597	445,040	8,856	6,473	782,966
2001	1,124,471	176,537	49,026	3,859	1,353,894
2002	278,157	694,771	42,982	10,436	1,026,346
2003	58,442	176,606	118,335	22,462	375,844
2004	101,459	35,142	33,760	45,856	216,217
2005	262,400	58,976	6,346	18,958	346,680
2006	448,502	168,023	10,705	11,073	638,302
2007	291,119	249,322	28,791	8,767	577,999
2008	402,493	163,084	27,187	11,991	604,755
2009	113,765	264,615	39,350	12,333	430,063
2010	85,422	65,915	56,281	19,202	226,820
2011	78,455	52,159	19,440	20,601	170,654
2012	69,074	45,297	15,350	13,512	143,233
2013	154,940	37,432	9,988	9,053	211,413

表6 初期資源尾数推定値(4月時点) (単位：尾)

年	年 齢			合計
	1歳	2歳	3歳以上	
1993	301,011	27,563	9,015	337,588
1994	140,992	33,904	6,806	181,702
1995	110,039	25,924	9,106	145,070
1996	60,302	17,258	11,054	88,614
1997	60,072	16,562	8,556	85,190
1998	107,059	13,849	7,457	128,364
1999	55,009	13,634	6,941	75,584
2000	504,297	10,035	7,335	521,667
2001	200,043	55,554	4,373	259,970
2002	787,279	48,704	11,825	847,809
2003	200,120	134,091	25,453	359,664
2004	39,821	38,255	51,962	130,038
2005	66,828	7,191	21,482	95,502
2006	190,395	12,130	12,547	215,072
2007	282,518	32,625	9,934	325,077
2008	184,799	30,807	13,588	229,193
2009	299,848	44,589	13,975	358,412
2010	74,691	63,775	21,758	160,224
2011	59,104	22,028	23,344	104,476
2012	51,328	17,394	15,312	84,034
2013	42,416	11,318	10,259	63,993

表7 初期資源重量推定値（10月時点）（単位：トン）

年	年 齢				合計
	0歳	1歳	2歳	3歳以上	
1993	46.0	273.7	39.8	22.8	382.4
1994	34.8	128.2	49.0	17.2	229.2
1995	20.2	100.1	37.5	23.1	180.8
1996	22.9	54.8	24.9	28.0	130.7
1997	52.2	54.6	23.9	21.7	152.4
1998	19.6	97.4	20.0	18.9	155.8
1999	167.3	50.0	19.7	17.6	254.6
2000	53.0	458.6	14.5	18.6	544.7
2001	184.8	181.9	80.3	11.1	458.1
2002	45.7	715.9	70.4	29.9	862.0
2003	9.6	182.0	193.8	64.4	449.8
2004	16.7	36.2	55.3	131.5	239.7
2005	43.1	60.8	10.4	54.4	168.7
2006	73.7	173.1	17.5	31.8	296.2
2007	47.9	256.9	47.2	25.1	377.1
2008	66.2	168.1	44.5	34.4	313.1
2009	18.7	272.7	64.4	35.4	391.2
2010	14.0	67.9	92.2	55.1	229.2
2011	12.9	53.7	31.8	59.1	157.6
2012	11.4	46.7	25.1	38.8	121.9
2013	25.5	38.6	16.4	26.0	106.4

表8 漁獲係数

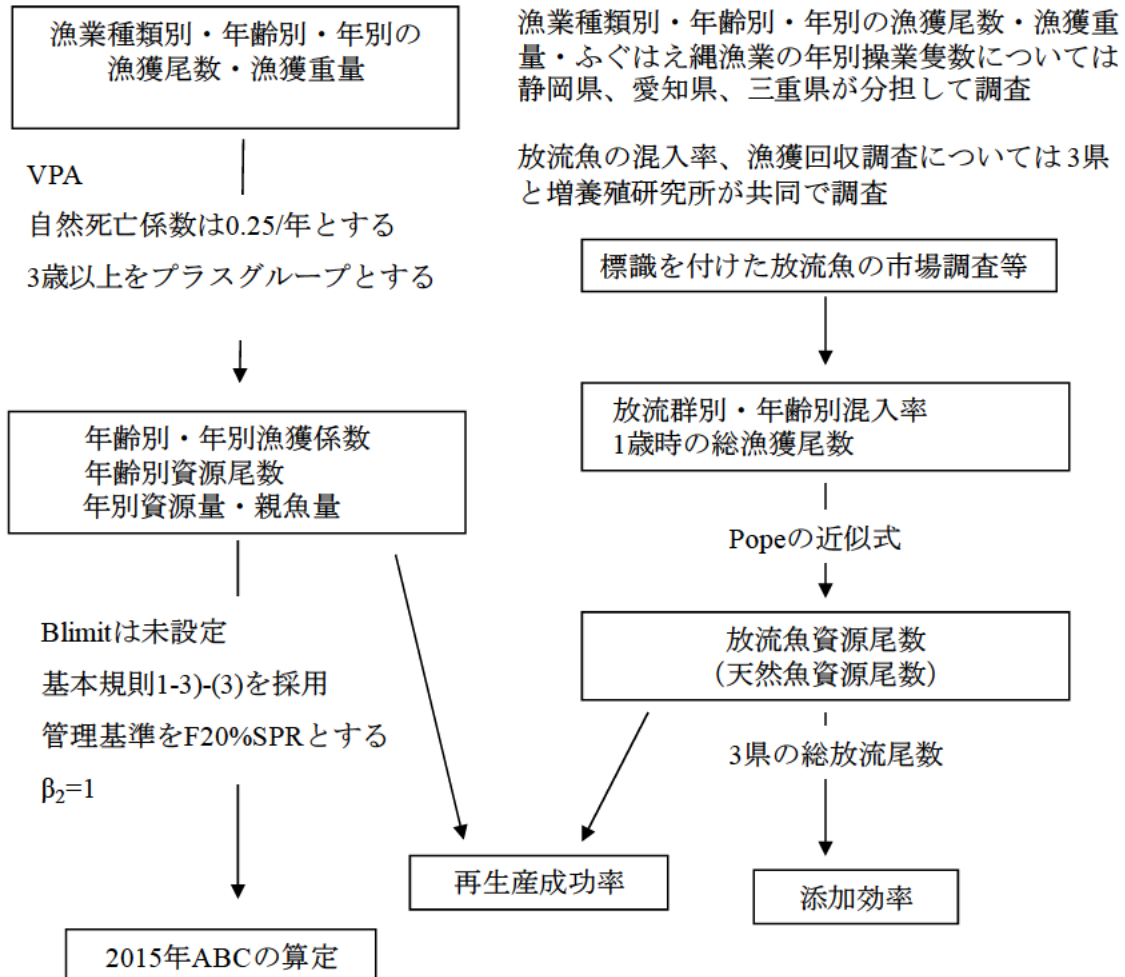
年	年 齢			
	0歳	1歳	2歳	3歳以上
1993	0.561	1.934	1.432	1.432
1994	0.528	1.444	1.247	1.247
1995	0.587	1.603	0.903	0.903
1996	0.716	1.042	0.947	0.947
1997	0.962	1.217	0.964	0.964
1998	0.648	1.811	0.871	0.871
1999	0.578	1.451	0.781	0.781
2000	0.353	1.956	1.129	1.129
2001	0.231	1.163	1.373	1.373
2002	0.204	1.520	0.616	0.616
2003	0.259	1.405	0.872	0.872
2004	0.293	1.462	1.185	1.185
2005	0.196	1.456	0.576	0.576
2006	0.337	1.514	0.660	0.660
2007	0.329	1.966	0.892	0.892
2008	0.169	1.172	0.906	0.906
2009	0.296	1.298	0.740	0.740
2010	0.243	0.971	1.049	1.049
2011	0.299	0.973	0.836	0.836
2012	0.363	1.262	0.909	0.909
2013	0.302	1.069	0.931	0.931

表9 天然魚および放流魚の加入量推定値（加入は0歳時の10月とした）

年級群	親魚量 (トン)	放流尾数 (尾)	加入尾数(尾)			放流魚 [*] 添加効率	放流魚 混入率(%)
			合計	天然魚	放流魚		
1993	45.7	218,913	280,060	271,434	8,626	0.0394	3.1
1994	43.8	186,664	211,423	204,096	7,327	0.0393	3.5
1995	44.8	260,280	122,857	113,257	9,600	0.0369	7.8
1996	44.2	250,549	139,249	128,835	10,415	0.0416	7.5
1997	36.5	219,480	317,398	308,067	9,331	0.0425	2.9
1998	31.4	289,848	119,219	108,138	11,081	0.0382	9.3
1999	29.8	555,284	1,018,084	999,207	18,877	0.0340	1.9
2000	28.3	567,465	322,597	301,732	20,865	0.0368	6.5
2001	52.3	637,042	1,124,471	1,093,834	30,636	0.0481	2.7
2002	68.9	661,859	278,157	257,810	20,347	0.0307	7.3
2003	169.2	411,206	58,442	41,348	17,095	0.0416	29.3
2004	177.4	730,918	101,459	68,181	33,278	0.0455	32.8
2005	67.2	621,782	262,400	232,083	30,317	0.0488	11.6
2006	44.9	786,150	448,502	409,255	39,247	0.0499	8.8
2007	52.0	658,025	291,119	258,033	33,086	0.0503	11.4
2008	61.2	739,190	402,493	368,495	33,998	0.0460	8.4
2009	72.2	690,870	113,765	80,335	33,431	0.0484	29.4
2010	108.4	613,000	85,422	56,579	28,844	0.0471	33.8
2011	83.2	685,300	78,455	43,309	35,146	0.0513	44.8
2012	56.6	786,600	69,074	30,155	38,919	0.0495	56.3
2013	37.7	721,200	154,940	118,819	36,121	0.0501	23.3

^{*}放流魚添加効率：放流魚加入尾数/放流尾数。

補足資料 1 使用したデータと資源評価の関係



補足資料2 資源計算方法

解析年を漁期年、4月を誕生日、 $M=0.25$ として、Popeの近似式により資源尾数を推定した。チューニングは行わなかった。

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

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

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

とした。

【直近2013年最高齢（3歳魚以上）のTFの設定】

3歳魚以上をプラスグループとして、

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

を仮定した上で、直近3年間の漁獲係数の平均値に等しいとし、

$$F_{3+,2013} / \frac{1}{3} (F_{3+,2010} + F_{3+,2011} + F_{3+,2012}) = 1$$

となる値を探索的に求めた。

なお、2歳魚の資源尾数は

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

3歳魚以上の資源尾数は

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

により求めた。

【直近2013年0歳魚～2歳魚のTFの設定】

0～2歳魚の直近年のTFは、直近3年間の漁獲係数の平均値に等しいと仮定し、

$$F_{a,2013} = \frac{1}{3} (F_{a,2010} + F_{a,2011} + F_{a,2012}) \text{ で求めた。}$$

資源尾数から資源量への換算及び、親魚量(SSB)の推定には下表の値を用いた。

年 齢 月※	0歳		1歳		2歳		3歳以上	
	4月	10月	4月	10月	4月	10月	4月	10月
平均体重 (kg)	—	0.16	0.36	1.03	1.43	1.63	2.87	2.88
成熟率 (%)	♂	0	0	0	100	100	100	100
	♀	0	0	0	0	0	100	100
雌雄比	—	—	—	—	1:1	1:1	1:1	1:1

※4月：誕生日、10月：漁獲加入月

□

【将来予測】

加入尾数（0 歳 10 月時点）は毎年一定であるとし、直近 5 年間（2009～2013 年）の平均値(100,331 尾 天然魚+放流魚)を仮定した。

$$R_{0,z} = \frac{1}{n} \sum_{y=2009}^{2013} R_{0,y} \quad (z = 2014 \sim 2019 \text{ 年})$$

0 歳魚の資源尾数（4 月、誕生月）は以下の式で求めた。なお、漁獲加入するのは誕生月から半年後の 10 月であるが、それまでの期間は漁獲による死亡は無視できるものと仮定した。

$$N_{0,z} = R_{0,z} e^{\frac{M}{2}}$$

2014～2019 年における各年齢(a)の資源尾数は以下の式により前進法で求めた。

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

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

各年齢の漁獲尾数は以下の式で求めた。

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