

平成 24 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、渡辺一俊、澁野拓郎）

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

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。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 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 2011 年で終了）。

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、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。近年では 1988、1992、1999 および 2001 年級群が比較的卓越していた。しかし、2001 年以降に卓越年級群の発生は確認されていない。

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)-(2)を用い、Flimit を F20%SPR とし、2002～2011 年の平均的な加入（種苗放流を含む）が見込めるとした場合の動向予測で得られた漁獲量 116 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 98 トン(0.8F20%SPR)を ABC の目標値(ABCtarget)とした。

	2013 年 ABC	資源管理基準	F 値 (/年)	漁獲割合
ABClimit	116 トン	F20%SPR	0.26	27%
ABCtarget	98 トン	0.8F20%SPR	0.21	22%

※ABC の各値は 2013 年 4 月～2014 年 3 月の値で示す。

※本系群の ABC 算定については規則 1-3)-(2)を用いた。

※F 値は各年齢の平均値で示す（0 歳は 10～3 月、1 歳以上は 4 月～翌年 3 月）。

※漁期内の成長量が大きいいため、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 (/年)	漁獲割合
2010	470	139	0.37	30%
2011	425	91	0.27	21%
2012	439	-	-	-

※漁獲量は 4 月～翌年 3 月の値で示す。

※2012 年の資源量は予測値である。

水準：中位 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・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・全長一年齢測定調査（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）報告書（参画の各県による共同報告書）
漁獲努力量・CPUE	ふぐはえ縄漁業の月別操業隻数（静岡県、愛知県、三重県）
自然死亡係数（M）	M 0.033（/月）を仮定 M 0.4（/年）

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。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、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。近年では 1988、1992、1999 および 2001 年級群が卓越して発生した。しかし、2001 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 2002 年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では 2002 年より、渥美外海においても 2007 年より水揚げ制限が実施された。資源回復計画は 2011 年で終了したが、同計画で実施されてきた管理措置は、2012 年以降、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。

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。

また、より積極的に資源の維持を図るため、1980 年代よりトラフグ人工種苗の放流が実施されている。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 万尾前後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資源維持の効果については、関係各県と水産総合研究センター増養殖研究所が連携して、標識放流魚の追跡調査を進めている。

本系群については卓越年級群の発生の有無により資源水準が大きく変動すること、産卵期が 4～5 月であり年齢の加算を 4 月にしていること、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量水準およ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。

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(三重県ほか1998)。寿命は6年程度と考えられている(図2)。

(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、三重県安乗沖および愛知県渥美外海の出山周辺水域が知られている。卵は径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砕波帯に着底する(中島ら2008)。砕波帯において甲殻類の幼生等を餌料として全長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、稚魚は小型甲殻類、未成魚はイワシ類その他の幼魚およびエビ・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、愛知県およ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。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変動を示すことから、より積極的に

資源の維持を図るため、トラフグ人工種苗が大規模に放流されている。

5 月頃に産まれた当歳魚は、その年の秋には伊勢・三河湾内で操業する愛知県および三重県所属の小型機船底びき網により漁獲される（図 3～8,15）。当歳の冬季～春季にかけて伊勢・三河湾外（外海）に移動し、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（図 9,10）。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、三重県が操業するふぐはえ縄漁業の漁獲対象となる（図 11,12,16）。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（図 13,14）。

（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 3～6、表 1,2）。近年では 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。2003 年級群および 2004 年級群の加入が低水準であったため、それらの年級群が漁獲の主体となる 2005 年の漁獲量は 100 トンを下回った。その後 2005 年級群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、2010 年は 139 トンに減少し、2011 年はさらに減少して 91 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る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 2001～2011 年における操業隻日、漁獲量および CPUE の推移を表 8 に示した。当該漁業の 2001 年における延操業隻日は 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 年以降は漸減し、2010 年および 2011 年には 200 隻日以下となった。また、当該漁業による漁獲量は、2001 年には 8.7 トンであったが、資源回復計画がスタートした 2002 年から急減し、2008 年以降は 1 トン以下で推移している。

4. 資源の状態

（1）資源評価の方法

1993～2011 年の月別漁業種類別年齢別漁獲尾数および漁獲重量の各値を用い、誕生月を 4 月、加入を 10 月（月齢 6）として Pope 近似式を用いた月齢単位でのチューニング VPA によって満 4 歳を迎えるまでの月齢別資源尾数、資源重量および漁獲係数を推定した。なお、漁獲物の平均的な年齢組成は 0～1 歳魚が全体の 8～9 割を占め、2 歳魚が 1 割弱、3 歳魚が 5%程度である。漁獲物は 3 歳魚までが大部分を占めていることから、プラスグループは設定していない。月齢別平均体重については、1993 年以降で観察された月別年齢別平均体重から季節変動を考慮した von Bertalanffy の体重成長式を求め、この計算値を用いた。

自然死亡係数は 0.033（/月）とし、ターミナル F(TF)は 1～3 歳魚ではふぐはえ縄漁業による漁獲が安定的に行われている 2 月期とし、3 月期については前進法により推定した。また当歳魚については 3 月期（月齢 11）の漁獲係数を TF とした。各 TF の決定方法を以下に記す。

3 歳 2 月期（月齢 46）の最高齢 TF の設定

1993～2011 年漁期 3 歳 2 月期（月齢 46）の TF は、ふぐはえ縄漁業の努力量に関する情報を基に、資源量指数(CPUE)を用いた以下のチューニングにより設定した。

ふぐはえ縄漁業は静岡県、愛知県、三重県の漁業者により操業されており、漁期である 10 月～翌年 2 月の各月の年齢別漁獲尾数が推定されるとともに、努力量の指標として月毎の延操業隻数が調べられている。ここで 3 県をそれぞれ p ($p=1$;静岡県、 $p=2$;愛知県、 $p=3$;三重県)とし、 t 漁期年における暦月 m ($m=10,11,12,1,2$)の a 歳魚の漁獲尾数を $C_{t,p,m,a}$ とする。努力量は年齢別には示されていないことからここでは $X_{t,p,m}$ とする。単位努力量あたり漁獲尾数は以下の式で表される。

$$CPUE_{t,p,m,a} = C_{t,p,m,a} / X_{t,p,m}$$

ここで各県の同時期における CPUE には県による相違が認められ、年や月による多少のばらつきはあるものの概して静岡県<愛知県<三重県という関係にある。このことは県によってふぐはえ縄漁業の漁具能率が異なることを示しており、努力量指数として延操業隻数の単純な合計値を用いることは適切でないと思われる。そこで、地理的に 3 県の中央に位置し CPUE も他の 2 県の間値を示している愛知県の努力量を標準努力量として、年齢別にふぐはえ縄漁業の努力量指数を以下の式によって得られる値とした。

$$X_{t,p,m,a} = X_{t,p,m} \times (CPUE_{t,p,m,a} / CPUE_{t,2,m,a})$$

ここで t 年 m 月における a 歳魚の資源量指数 $I_{t,m,a}$ を

$$I_{t,m,a} = C_{t,m,a} / \sum_{p=1}^{p=3} X_{t,p,m,a}$$

とする。

また、ふぐはえ縄漁業を含めた全ての漁業種類による漁獲量を $C_{t,m,a}$ とし、 t 年 m 月における全漁業種類の年齢 a に対する努力量指数(X)を以下の式により求めた値とする。

$$X_{t,m,a} = \sum_{p=1}^{p=3} X_{t,p,m,a} \times (C_{t,m,a} / C_{t,m,a})$$

3 歳 2 月期(月齢 46)の個体に対するふぐはえ縄漁業の漁具能率を一定の値 q とすれば、 t 年の 3 歳 2 月期（月齢 46）の漁獲係数 $F_{t,2,3}$ 、すなわち最高齢の TF は以下の式で表される。

$$F_{t,2,3} = q \times X_{t,2,3}$$

定数 q を決めることで全ての年の最高齢 TF が決定され、各年各月の年齢別資源尾数が算定される。

q については、ふぐはえ縄漁業の全漁期における 2,3 歳の資源量指数 I と VPA によって計算される資源量とがもっとも良く比例するように、以下の目的関数 $Y(q)$ が最小となる q を決定した。

$$Y(q) = \sum (I_{t,m,a} - k \times N_{t,m,a})^2 \quad (t=1993, \dots, 2010; m=10,11,12,1,2; a=2,3)$$

ここで k は比例定数で、以下の式で表される。

$$k = \sum (I_{t,m,a} \times N_{t,m,a}) / \sum N_{t,m,a}^2$$

直近 2011 年漁期の 1 歳 2 月期（月齢 22）および 2 歳 2 月期（月齢 34）の TF の設定

1 歳 2 月期（月齢 22）および 2 歳 2 月期（月齢 34）の漁獲係数については、前年度までに努力量のデータが得られている全ての年の同月齢に対する漁獲係数と努力量指数(X)か

ら漁具能率の平均値を計算し、2011 年 2 月の各年齢に対する努力量指数に乗じることにより決定した。

1 歳 2 月期(月齢 22)および 2 歳 2 月期(月齢 34)の漁具能率の平均値はそれぞれ 0.0000740 および 0.0000383 であった。

直近 2011 年の当歳 3 月期(月齢 11)の TF の設定

当歳魚の直近年 TF については、昨年度と同様に全漁期(10~3 月)を通じた漁獲係数が直近 3 年間の平均値と同値と仮定し、2011 年 10~3 月期の漁獲係数の合計値が 2008~2010 年同期の合計値の平均と一致するように TF を設定した。すなわち、以下の式を満たす $TF(F_{2011,3,0})$ を探索的に求め設定した。

$$\Sigma(F_{2011,m,0}) = \Sigma \Sigma(F_{t,m,0}) / 3 \quad (t = 2008, 2009, 2010; m = 10, 11, 12, 1, 2, 3)$$

(2) 漁獲物の年齢組成

漁獲物年齢組成の推移を図 5~6 に示した。1999 年および 2001 年は卓越年級群の発生にともなって当歳魚の漁獲尾数が 20 万尾を超え、2000 年および 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 1)。2003 年以降では、2006 年に限って 10 万尾を超える当歳魚の漁獲があったものの、それ以外の年では 10 万尾を超える当歳魚の漁獲は行われていない。2011 年の当歳魚の漁獲尾数は 2 万尾にとどまった。

2011 年の漁獲物の年齢組成の特徴として、例年では 40%程度を占める当歳魚の漁獲尾数割合が、27%と低率であったこと、一方で、例年では 10%および 5%程度を占める 1 歳魚および 2 歳魚の割合が、いずれも 15%と高率であったことが挙げられる。これは近年の加入が低水準で推移していることに起因していた。なお、2011 年の漁獲尾数は合計 7.5 万尾であり、過去 19 年間に於いて最低であった。

(3) 資源量と漁獲割合の推移

チューニング VPA によって得られた 10 月時点での資源量の経年変化を図 17 に示した。1993~1996 年にかけて資源量は 400 トン台から 100 トン台へ漸減したが、1997 年から上昇に転じ、2002 年には 1,000 トンとピークに達した。その後は再び減少し 2005 年には約 300 トンとなった。2006 年以降は 400~500 トン前後で安定している。一方、チューニング VPA によって得られた 10 月時点での資源量と年間漁獲量(4 月~翌年 3 月)から推定した漁獲割合は、2002 年以前では 60%前後の高い値で推移していたが、その後は大きく変動しながらも経年的に漸減し、2003~2009 年にかけては 40%前後、2010 年以降は 30%以下であった(図 18)。

(4) 再生産関係

チューニング VPA によって得られた資源尾数を基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、放流魚の混入率を用いて天然魚のみの加入尾数を分離・推定した。

親魚量(4 月)と加入量(当年 10 月の 0 歳天然魚資源尾数)との再生産関係を図 20 に示した。過去 19 年間に於いて親魚量は 42~328 トン、加入量は 10~148 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量との間に明確な関連性を見いだすことはできな

かった。

(5) 資源の水準・動向（水準 中位、動向 横ばい）

資源量が推定されている過去 19 年間に於いて、漁期開始時（10 月）の資源量が最大となった 2002 年の 1,016 トンを基準に、0～338 トンを低位、339～667 トンを中位、668～1,016 トンを高位と 3 分位した場合、2011 年漁期開始時の資源量 425 トンは中位の水準に区分された（図 17）。また、直近の 5 年間に於ける資源量は、400～500 トン前後で安定して推移していることから、資源動向は横ばいと判断された。

(6) 資源と漁獲の関係

漁獲尾数およびチューニング 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 5）。各年齢の漁獲係数は、0 歳魚で 0.1～0.8/年、1 歳魚で 0.2～1.7/年、2 歳魚で 0.1～1.1/年、3 歳魚で 0.2～1.5/年の範囲で変化していた。0 歳魚の漁獲係数は 1993～1999 年までは 0.4/年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 0.2/年以下で安定していた。漁獲の主体となる 1,2 歳魚の漁獲係数は大きく変動しながらも減少する傾向にあった。

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 および SPR を図 22 に示した。なお、漁獲係数は 2002～2011 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 $F_{max}=1.37$ となり、近年の F は F_{max} を下回っていることから成長乱獲状態ではないと判断される。また、近年の F は 21%SPR であり、本系群に対する資源管理基準として採用している $ABClimit(F20\%SPR)$ に沿った漁獲が行われていると判断された。

(7) 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変動を示すことから、より積極的に資源の維持を図るためトラフグ人工種苗が放流されている。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 年からは三重県がトラフグ種苗量産に着手し、2005 年からは静岡県および愛知県においてもトラフグ種苗の生産がスタートした。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および(独)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装着されている。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～駿河湾および熊野灘の 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、これ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 0.1252、遠州灘～駿河湾で 0.0663、および熊野灘で 0.0144 であった。放流群毎に、その群の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。

$$Y = 0.0168X - 0.0984 \quad (n=51)$$

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

$$K^{\wedge} = G (0.0168X - 0.0984)$$

(G: 伊勢・三河湾: 0.1252、遠州灘～駿河湾: 0.0663、熊野灘: 0.0144)

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た（附表 12）。さらに、年級群別に放流魚の加入尾数等の推定値をとりまとめ、天然魚の加入尾数と併せて表 7 に示した。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 年以降では平均 6%程度で推移し、年間 4 万尾前後が天然魚と共に漁獲加入しているものと推察された。また、混入率は天然発生の豊凶によって 2～23%の範囲で大きく変動していた。特に天然魚の加入尾数が 20 万尾に達しない年には、放流魚の混入率が 20%を超え、種苗放流による底上げの効果が大きかった。

5. 2013 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

・資源水準は中位、動向は横ばい資源状態は 2006 年級群が比較的大きい規模で加入して以来好転し、その後も安定的な水準で加入が続いていた。しかし、直近の 3 年間（2009～2011 年）の加入量は卓越年の 1/4 程度の 20 万尾前後にとどまっており、これらが漁獲の主体となる 2013 年の漁獲量は低水準となる可能性が非常に高い（図 21）。

人工種苗放流による漁獲量の底上げが継続的に行われているものの、その効果は加入尾数を 4 万尾程度増加させるにとどまっており、漁獲量の多寡は天然発生の豊凶に大きく依存している。以上のことから、親資源量のある水準以上に維持することで卓越年級群の発生を促し、安定的な漁獲が期待できる礎を築く必要がある。

(2) ABC 並びに推定漁獲量の算定

ABC の算定にあたっては、Flimit を F20%SPR とし、2002～2011 年の平均的な加入(種苗放流を含む)が見込めるとした場合の動向予測で得られた漁獲量 116 トンを ABC の上限値とした。また、不確実性に配慮して安全率 0.8（標準値）を乗じた 98 トン(0.8F20%SPR)を ABC の目標値(ABCtarget)とした。

図 24 に Fcurrent、F20%SPR、0.8F20%SPR および F30%SPR で管理した場合の親魚量の動向予測を示した。上記の ABC 算定と同様に、加入尾数（種苗放流を含む）を 2002～2011 年の平均値とした。予測値が収束する 2016 年以降の親魚量は、F20%SPR で 262 トン、Fcurrent で 267 トン、0.8F20%SPR で 310 トン、F30%SPR で 326 トンとなった。いずれの漁獲圧を加え続けた場合でも、過去 19 年間における最低親魚量（42 トン、1997 年）を下回ることにはなかった。

	2013 年 ABC	資源管理基準	F 値 (/年)	漁獲割合
ABClimit	116 ン	F20%SPR	0.26	27%
ABCtarget	98 トン	0.8F20%SPR	0.21	22%

※ABC の各値は 2013 年 4 月～2013 年 3 月の値で示す。

※F 値 (/年) は各年齢の平均値で示す。

※漁期内の成長量が大きいため、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（4～3 月）との割合で示す。

(3) 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。過去の漁獲量については変更が無かったため、最新の 2012 年 3 月までの年齢別漁獲尾数のデータを基に、月齢単位でのチューニング VPA によって再計算した。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
2011 年 4 月～2012 年 3 月の年齢別漁獲尾数	2011 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 (/年)	資源量 (トン)	ABClimit (トン)	ABCtarget (トン)	漁獲量 (トン)
2011 年 (当初)	F20%SPR	0.51	603	238	193	
2011 年 (2011 年再評価)	F20%SPR	0.43	409	139	116	
2011 年 (2012 年再評価)	F20%SPR	0.26	425	101	88	91
2012 年 (当初)	F20%SPR	0.43	357	143	126	
2012 年 (2012 年再評価)	F20%SPR	0.26	439	120	100	

※F 値は ABClimit に対する値。

※2012 年の数値は当歳魚加入量（10 月時点）を仮定した値である。

※加入量の予想は困難であり、ABC の算定値は大きく変動する。

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（2002～2011 年）の対象となった小型機船底びき網漁業では、2002 年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では 2002 年より、渥美外海では 2007 年より水揚げ制限が実施された。資源回復計画は 2011 年で終了したが、同計画で実施されてきた管理措置は、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、2002 年以降の漁獲量はそれまでと比較して 1/10 以下の水準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 8）。

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

(1993～2001 年)の月齢別漁獲係数により計算された YPR および SPR を示した。なお、漁獲係数は 1993～2001 年の平均値を 1 とした場合の相対値で示した。全ての漁獲月の F を一律に変化させた場合の YPR は漁獲係数指数が 0.79 で 0.50kg 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 9%であり、加入管理の観点からも極めて強い漁獲水準にあった。

上記の値を 2002 年以降(資源回復計画による漁獲圧削減措置状況下)の値と比較すると、YPR は 0.50kg (2001 年以前) から 0.58kg (2002 年以降) へと 16%増加、SPR は 9% (2001 年以前) から 21% (2002 年以降) へと改善されていた。

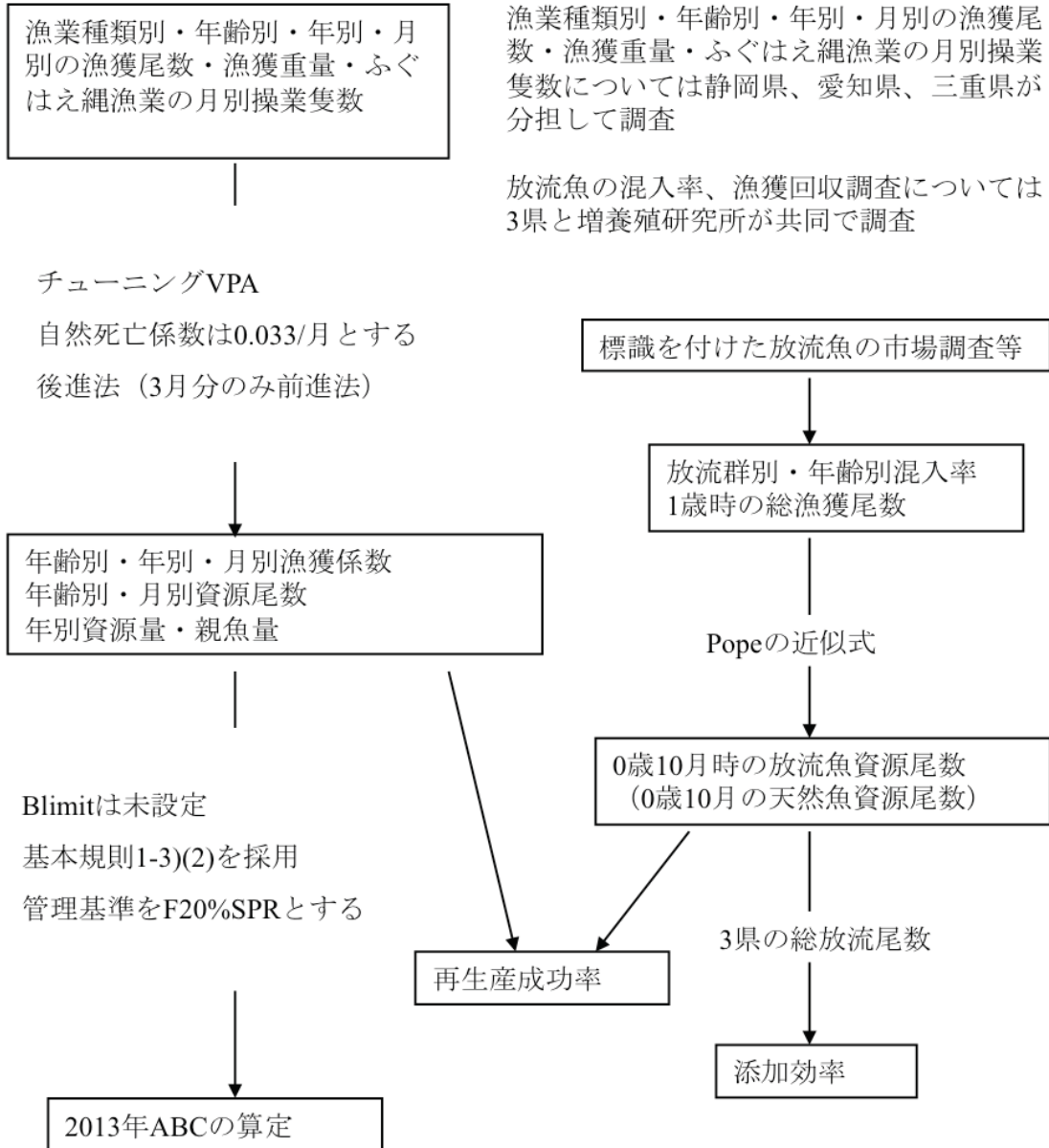
本系群は不定期に発生する卓越年級群により大きな資源変動を示すこと、少ない親魚量からでも時として卓越年級群が発生することなどから、再生産関係を利用した資源管理を目標とすることは難しい。しかし、現状の操業形態では 1 歳魚までの未成魚のうちに多くを漁獲してしまい親資源となるまで生き残る個体はごく僅かである。若齢群に突出した年齢構成の歪みが、再生産成功率の不確実性を増大させているとも見受けられる。

加入水準の低い年級群が続いている現在こそ、人工種苗放流による継続的な資源の底上げに加えて、例えば市場価値の低い特大魚を再放流するという漁業管理措置により、産卵親魚量のある水準以上に維持することで卓越年級群の発生を促し、資源水準の高位安定化を図る頑健な資源管理体制を構築する必要があるだろう。

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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.

補足資料1 使用したデータと資源評価の関係



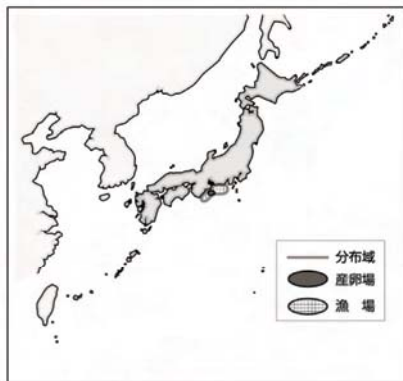


図1. 分布と主産卵場

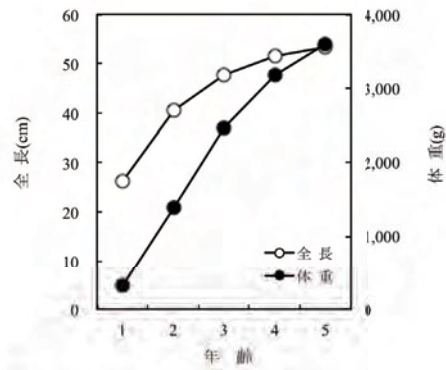


図2. 年齢と成長

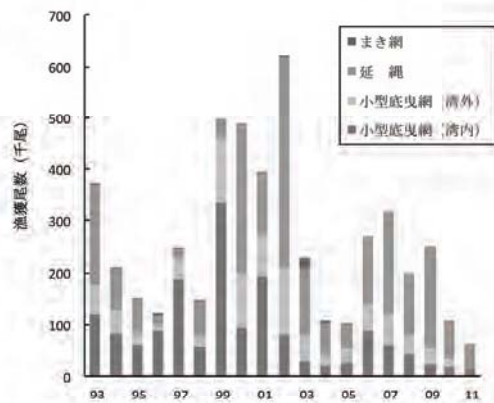


図3. 漁業種類別漁獲尾数の推移 (1993～2011年、4～3月集計で示す)

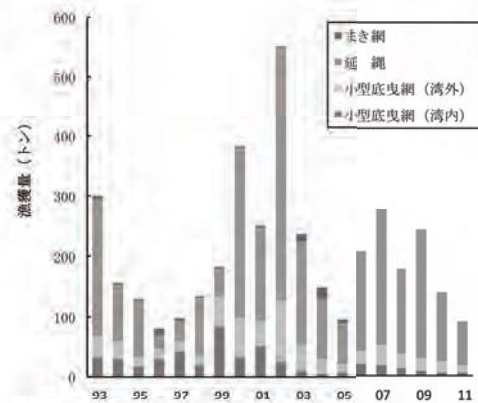


図4. 漁業種類別漁獲量の推移 (1993～2011年、4～3月集計で示す)

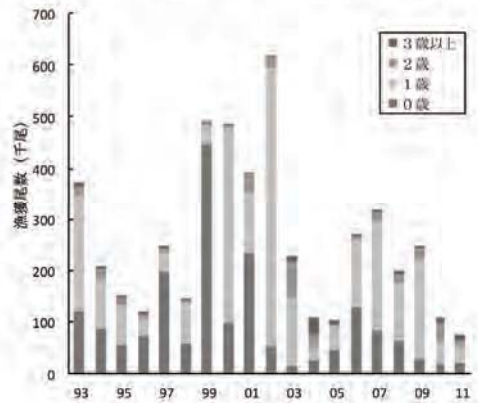


図5. 年齢別漁獲尾数の推移 (1993～2011年、4～3月集計で示す)

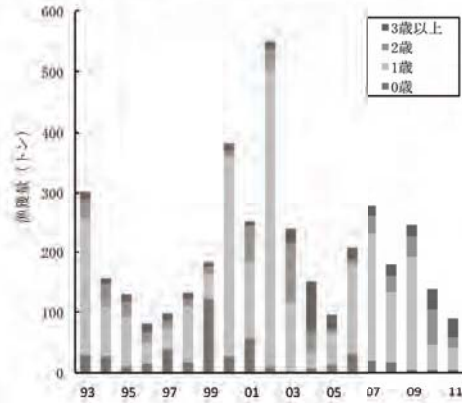


図6. 年齢別漁獲量の推移 (1993～2011年、4～3月集計で示す)

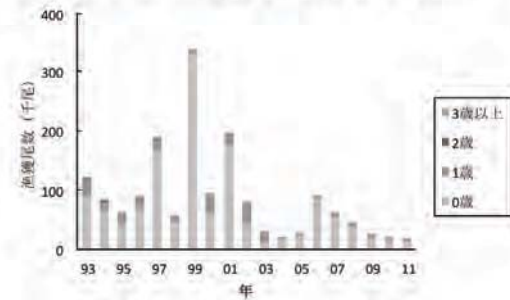


図7. 小型機船底びき網漁業 (伊勢・三河湾内) による年齢別漁獲尾数の推移 (1993～2011年、4～3月集計で示す)

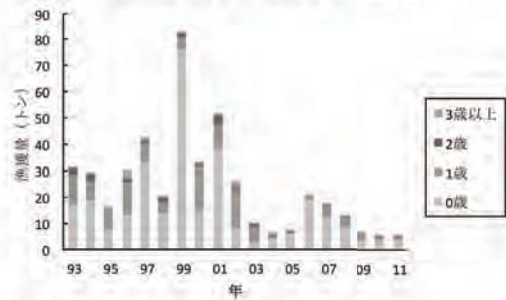


図8. 小型機船底びき網漁業 (伊勢・三河湾内) による年齢別漁獲量の推移 (1993～2011年、4～3月集計で示す)

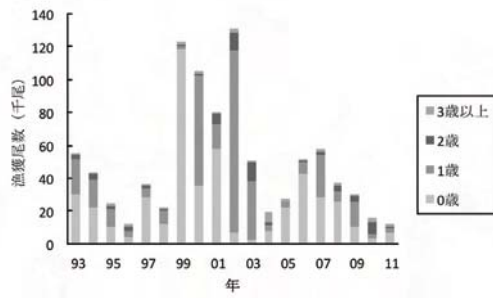


図9. 小型機船底びき網漁業（伊勢・三河湾外）による年齢別漁獲尾数の推移（1993～2011年、4～3月集計で示す）

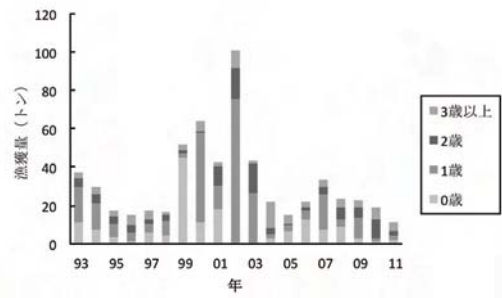


図10. 小型機船底びき網漁業（伊勢・三河湾外）による年齢別漁獲量の推移（1993～2011年、4～3月集計で示す）

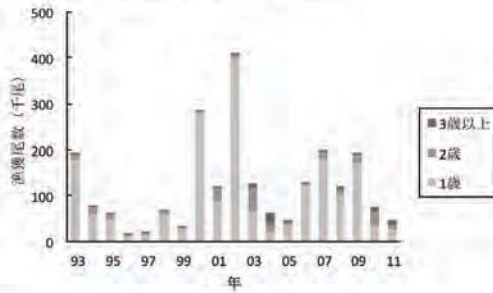


図11. ふぐはえ縄漁業による年齢別漁獲尾数の推移（1993～2011年、4～3月集計で示す）

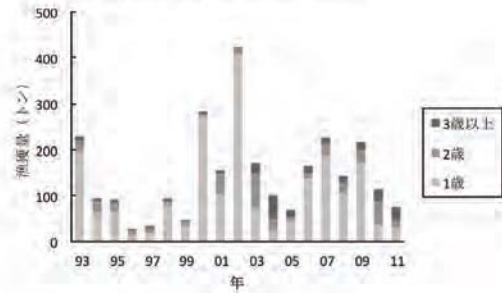


図12. ふぐはえ縄漁業による年齢別漁獲量の推移（1993～2011年、4～3月集計で示す）

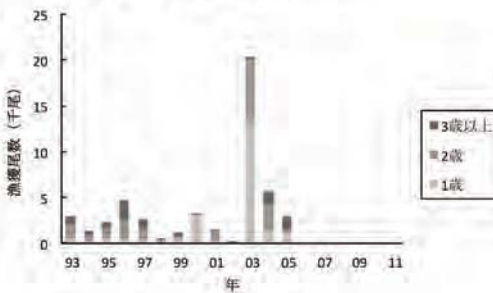


図13. まき網漁業による年齢別漁獲尾数の推移（1993～2011年、4～3月集計で示す、2006年以降は産卵親魚の漁獲は自主規制されている）

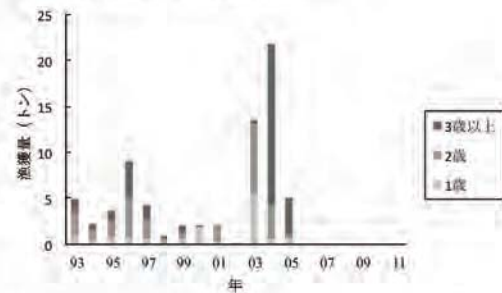


図14. まき網漁業による年齢別漁獲量の推移（1993～2011年、4～3月集計で示す、2006年以降は産卵親魚の漁獲は自主規制されている）

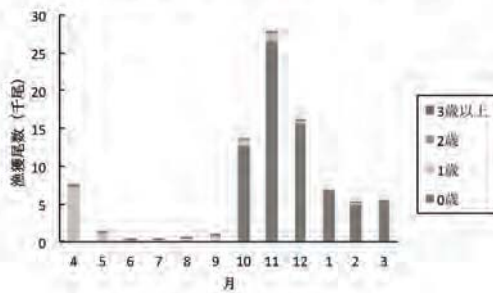


図15. 小型機船底びき網漁業（伊勢・三河湾内）による月別年齢別漁獲尾数の推移（1993～2011年の平均値で示す）

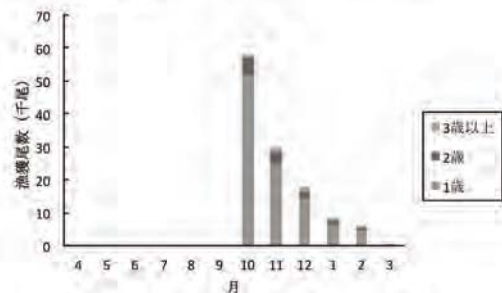


図16. ふぐはえ縄漁業による月別年齢別漁獲尾数の推移（1993～2011年の平均値で示す）

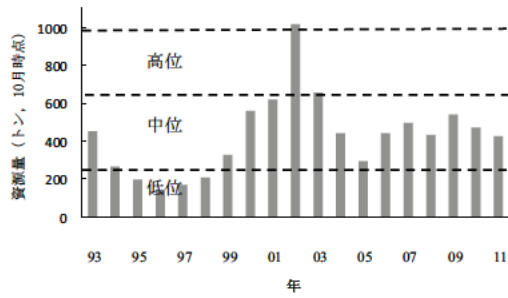


図17. 資源量の推移 (10月時点)

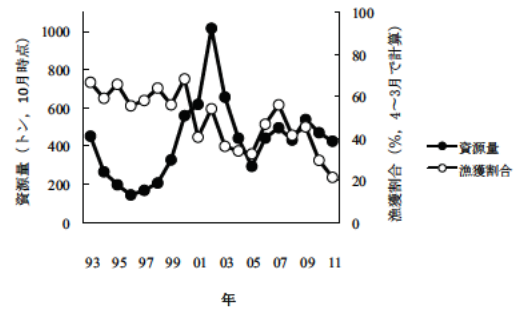


図18. 資源量と漁獲割合の推移 (1993～2011年)

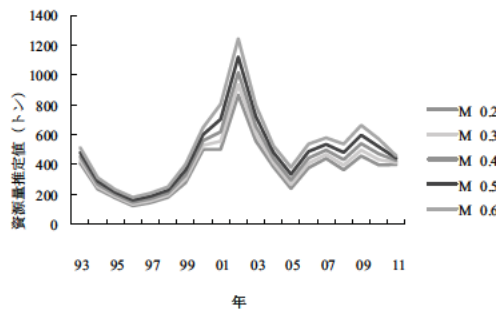


図19. Mの感度 (10月の資源量推定値で示す)

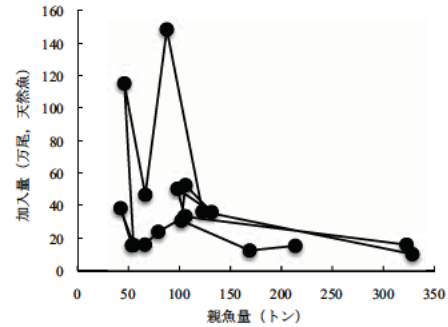


図20. 再生産関係 (1994～2011年)

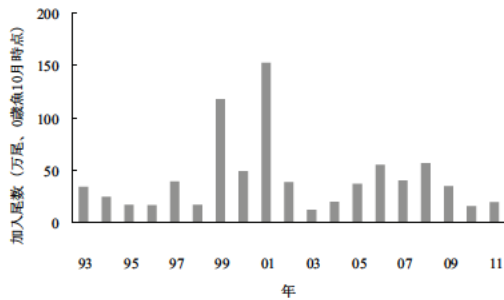


図21. 加入尾数の推移 (0歳魚10月時点の資源尾数推定値で示す)

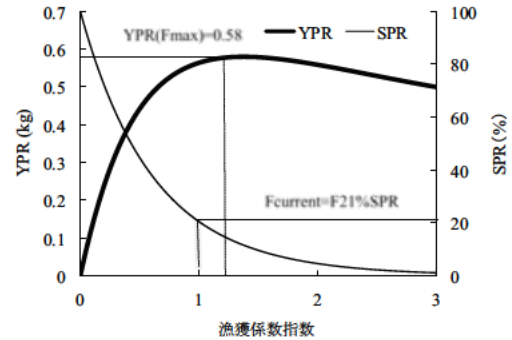


図22. 資源回復計画実施以降の漁獲係数を変化させた時のYPRとSPR (全漁獲月のFを一律に変化させ、2002～2011年のFの平均値を1として相対値で示した)

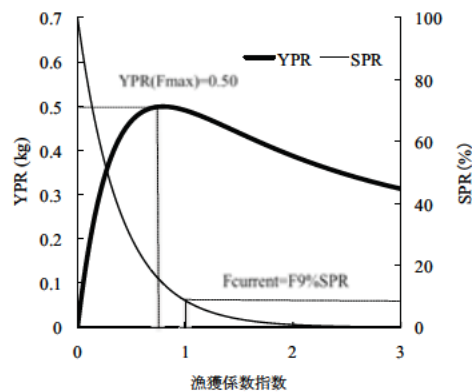


図23. 資源回復計画実施以前の漁獲係数を変化させた時のYPRとSPR (全漁獲月のFを一律に変化させ、2001年以前のFの平均値を1として相対値で示した)

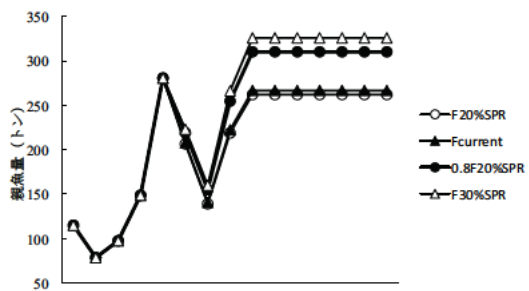


図24. Fcurrent、F20%SPR、0.8F20%SPR、F30%SPRの条件下における親魚資源量の推移 (加入量は2002～2011年の平均値とした)

表1. 漁獲尾数 (0歳魚は10～3月、以外は4～3月) (単位: 尾)

年	年 齢				合計
	0歳	1歳	2歳	3歳	
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

表4. 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	
1993	355,393	48,664	28,558	432,615
1994	175,282	48,628	17,743	241,654
1995	125,725	39,379	15,170	180,274
1996	93,069	21,101	15,400	129,570
1997	75,298	34,574	6,919	116,791
1998	150,723	21,066	16,053	187,843
1999	90,578	34,749	8,363	133,690
2000	571,467	30,058	18,069	619,594
2001	317,993	69,057	15,132	402,181
2002	1,041,925	113,440	16,254	1,171,618
2003	272,624	245,446	60,704	578,774
2004	89,607	76,313	108,143	274,063
2005	141,809	37,249	31,528	210,586
2006	262,637	57,434	22,759	342,829
2007	338,633	64,426	34,238	437,298
2008	257,743	47,068	29,013	333,824
2009	410,179	78,153	18,259	506,591
2010	260,895	112,478	35,247	408,620
2011	115,245	140,338	45,164	300,747
2012	144,029	49,871	84,871	278,771

表2. 漁獲重量 (0歳魚は10～3月、以外は4～3月) (単位: kg)

年	年 齢				合計
	0歳	1歳	2歳	3歳	
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

表5. 漁獲係数 (0歳魚は10～3月合計、1歳以上は4～3月合計)

年	年 齢			
	0歳	1歳	2歳	3歳
1993	0.481	1.593	0.613	0.294
1994	0.483	1.097	0.769	0.334
1995	0.420	1.389	0.543	0.475
1996	0.612	0.594	0.719	0.560
1997	0.768	0.878	0.371	1.516
1998	0.446	1.071	0.528	0.344
1999	0.525	0.707	0.258	0.615
2000	0.241	1.717	0.290	0.336
2001	0.182	0.635	1.051	0.269
2002	0.156	1.050	0.229	0.413
2003	0.124	0.877	0.424	0.338
2004	0.155	0.482	0.488	0.467
2005	0.148	0.508	0.097	0.381
2006	0.296	1.009	0.121	0.354
2007	0.251	1.577	0.402	0.213
2008	0.131	0.797	0.551	0.368
2009	0.097	0.898	0.400	0.583
2010	0.137	0.224	0.516	0.589
2011	0.121	0.442	0.107	0.394

表3. 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	
1993	345,653	263,195	35,094	21,618	665,561
1994	248,392	122,028	35,616	12,889	418,925
1995	172,660	84,358	29,339	10,871	297,228
1996	169,343	65,834	13,287	8,863	257,326
1997	395,958	46,918	25,527	3,548	471,951
1998	172,385	112,362	15,446	12,329	312,521
1999	1,177,221	68,308	26,880	5,435	1,277,843
2000	493,280	385,217	23,863	12,987	915,346
2001	1,523,156	238,341	49,420	11,899	1,822,816
2002	388,401	750,009	83,918	10,712	1,233,040
2003	123,686	170,363	185,983	49,203	529,236
2004	201,816	69,960	58,266	82,901	412,943
2005	371,333	111,315	29,947	23,125	535,719
2006	554,997	211,132	46,415	18,052	830,595
2007	403,709	254,156	51,089	27,381	736,336
2008	569,891	204,157	35,547	22,676	832,271
2009	350,504	324,875	61,293	13,710	750,381
2010	161,025	210,391	86,250	27,225	484,892
2011	198,188	91,083	114,413	35,774	439,459

表6. 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	
1993	57.4	272.8	60.3	61.3	451.7
1994	41.2	126.5	61.1	36.6	265.4
1995	28.6	87.4	50.4	30.9	197.3
1996	28.1	68.2	22.8	25.2	144.3
1997	65.7	48.6	43.8	10.1	168.2
1998	28.6	116.4	26.5	35.0	206.6
1999	195.3	70.8	46.1	15.4	327.7
2000	81.9	399.2	41.0	36.9	558.9
2001	252.7	247.0	84.8	33.8	618.4
2002	64.4	777.3	144.1	30.4	1,016.2
2003	20.5	176.6	319.3	139.6	656.0
2004	33.5	72.5	100.0	235.3	441.3
2005	61.6	115.4	51.4	65.6	294.0
2006	92.1	218.8	79.7	51.2	441.8
2007	67.0	263.4	87.7	77.7	495.8
2008	94.6	211.6	61.0	64.3	431.5
2009	58.2	336.7	105.2	38.9	539.0
2010	26.7	218.0	148.1	77.3	470.1
2011	32.9	94.4	196.4	101.5	425.2

表7. 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（月齢6月）とした）

年級群	親資源量 (トン)	加入尾数	天然魚 加入尾数	放流尾数 (尾)	添加効率	放流魚 添加尾数	推定 混入率
1993	106.0	345,653	333,842	218,913	0.054	11,812	3.417
1994	79.2	248,392	238,538	186,664	0.053	9,854	3.967
1995	66.1	172,660	159,718	260,280	0.050	12,942	7.496
1996	53.4	169,343	155,406	250,549	0.056	13,937	8.230
1997	42.2	395,958	383,537	219,480	0.057	12,421	3.137
1998	55.0	172,385	157,185	289,848	0.052	15,200	8.818
1999	45.9	1,177,221	1,151,473	555,284	0.046	25,748	2.187
2000	66.5	493,280	466,327	567,465	0.047	26,952	5.464
2001	87.6	1,523,156	1,483,359	637,042	0.062	39,797	2.613
2002	122.6	388,401	363,281	661,859	0.038	25,121	6.468
2003	328.5	123,686	100,798	411,206	0.056	22,888	18.505
2004	322.8	201,816	158,929	730,918	0.059	42,887	21.250
2005	105.0	371,333	332,087	621,782	0.063	39,246	10.569
2006	98.0	554,997	502,934	786,150	0.066	52,063	9.381
2007	131.5	403,709	360,165	658,025	0.066	43,545	10.786
2008	105.9	569,891	525,874	739,190	0.060	44,017	7.724
2009	101.9	350,504	307,143	690,870	0.063	43,361	12.371
2010	168.9	161,025	123,538	613,000	0.061	37,487	23.280
2011	213.6	198,188	152,322	684,300	0.067	45,866	23.143

表8. 伊勢湾漁業協同組合有漁支所（三重県）底びき網の操業隻数、当歳魚漁獲量およびCPUE（2001～2011年）

漁期年	月	昼間操業		夜間操業	
		隻数	漁獲量(kg)	隻数	漁獲量(kg)
2001	10	8	57	165	85
	11	132	3,059	181	721
	12	208	2,912	94	553
	1	114	549	51	250
	2	60	167	108	340
合計		522	6,744	599	1,948
CPUE (kg/隻)			12.9		3.3
2002	11	85	246	160	55
	12	125	525	102	91
	1	54	39	79	96
合計		264	810	341	242
CPUE (kg/隻)			3.1		0.7
2003	11	50	45	128	13
	12	119	42	30	2
	1	16	2	47	19
	2	15	0	58	14
合計		200	88	263	47
CPUE (kg/隻)			0.4		0.2
2004	11	87	81	123	24
	12	141	118	129	44
	1	54	165	40	47
	2	5	2	11	14
	3	26	14	117	217
合計		313	381	420	346
CPUE (kg/隻)			1.2		0.8
2005	10	29	39	132	3
	11	81	157	132	47
	12	100	147	33	8
	1	26	4	26	25
	2	2	1	0	0
	3	84	51	17	2
合計		322	397	340	85
CPUE (kg/隻)			1.2		0.3
2006	10	0	0	25	13
	11	86	348	166	98
	12	75	409	143	88
	1	66	127	71	70
	2	51	150	0	0
	3	135	189	62	33
合計		413	1,223	467	301
CPUE (kg/隻)			3.0		0.6
漁期年	月	昼間操業		夜間操業	
		隻数	漁獲量(kg)	隻数	漁獲量(kg)
2007	10	0	0	0	0
	11	82	125	81	419
	12	52	100	134	811
	1	21	66	18	23
	2	5	9	3	2
	3	0	0	0	0
合計		160	300	236	1,255
CPUE (kg/隻)			1.9		5.3
2008	10	1	2	38	17
	11	18	63	93	125
	12	50	152	86	125
	1	28	87	25	99
	2	28	61	15	8
	3	79	146	27	49
合計		204	511	284	423
CPUE (kg/隻)			2.5		1.5
2009	10	28	24	40	18
	11	50	74	54	33
	12	35	29	44	31
	1	6	2	44	33
	2	4	4	29	34
	3	7	4	43	36
合計		130	137	254	184
CPUE (kg/隻)			1.1		0.7
2010	10	0	0	27	14
	11	32	53	47	27
	12	36	48	13	8
	1	8	4	0	0
	2	0	0	0	0
	3	3	1	0	0
合計		79	106	87	49.1
CPUE (kg/隻)			1.3		0.6
2011	10	17	21	30	13
	11	18	27	48	33
	12	33	46	10	10
	1	5	5	6	7
	2	0	0	1	1
	3	13	10	14	18
合計		86	108	109	80.7
CPUE (kg/隻)			1.3		0.7