

平成 29 (2017) 年度シャコ伊勢・三河湾系群の資源評価

責任担当水研：中央水産研究所（澤山周平、黒木洋明）

参画機関：愛知県水産試験場、三重県水産研究所

要 約

本系群の資源状態について、小型機船底びき網の資源量指標値に基づいて評価した。本系群は、2002年に資源回復計画の対象魚種に指定されたことに伴って資源評価調査対象魚種になった。資源回復計画は2011年度で終了したが、同計画で実施されていた措置は、2012年度以降、新たな枠組みである資源管理指針・計画の下、継続して実施されている。本系群は伊勢・三河湾の小型機船底びき網漁業での最重要対象魚種と位置づけられ、愛知県及び三重県における1970年以降1998年までの漁獲量は概ね1,000トン台を超え、3～5年周期で増減を繰り返していた。1999年以降の漁獲量は1,000トンを割り込んだ状態で減少傾向が続き、2011年以降は500トン台を割り込み、2016年は221トンであった。

資源量指標値（小底シャコ CPUE）は、1990年代に減少したが、2000年以降は増減を繰り返しながらも回復基調にある。過去28年間（1989～2016年）の資源量指標値について最高値と最低値の間を3等分し、32.3、20.1を境に上から高位、中位、低位と定め、2016年の資源量指標値20.3から水準は中位と判断した。直近5年間（2012～2016年）の資源量指標値の推移から動向は横ばいと判断した。資源水準は2015年の低位から2016年は中位となったが、直近5年では2013年を除き中位と低位の間を小幅に変動しており、この変動の範囲内での変化である。ただし、2016年秋以降の漁獲が極めて低調なこと等から、今後資源の水準は低位へ、動向は減少へと転じる可能性がある。

2018年ABCの算定については規則2-1)を用い、2014～2016年の平均漁獲量279トンに $\delta_1=1.0$ （中位水準における推奨値）と資源量指標値の直近3年間（2014～2016年）の変動を示す $\gamma_1=0.84$ を乗じた236トンをABClimitとして算出した。また、ABCtargetは不確実性に配慮して安全率0.8（標準値）を乗じた189トンとした。ただし、今後予測される資源水準と動向の変化に配慮し、2018年のABCは予防的なものを推奨する。

管理基準	Target / Limit	2018年 ABC (トン)	漁獲割合 (%)	F 値 (現状の F 値からの増減%)
1.0・Cave 3-yr・0.84	Target	189	—	— (—)
	Limit	236	—	— (—)

Limit は、管理基準の下で許容される最大レベルの漁獲量である。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漁獲量である。ABCtarget = α ABClimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。

年	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	漁獲量 (トン)	F 値	漁獲割合 (%)
2012	—	—	388	—	—
2013	—	—	208	—	—
2014	—	—	345	—	—
2015	—	—	272	—	—
2016	—	—	221	—	—

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・関係調査など
漁獲量	<ul style="list-style-type: none"> ・年別県計漁獲量（1970～2003年：愛知県・三重県、2004～2006年：東海農政局、2007～2011年：漁業・養殖業生産統計年報 資源回復計画対象魚種漁獲量、2012～2016年：漁業地域別魚種別漁獲量調査（愛知県）、三重県水産研究所調べ（三重県） ・生物情報収集調査（愛知県、三重県） ・漁場一斉調査（愛知県）
漁獲努力量	<ul style="list-style-type: none"> ・主要港小型底びき網漁船出漁状況（愛知県、三重県） ・標本船調査（愛知県、三重県）
新規加入量	<ul style="list-style-type: none"> ・シャコ浮遊期幼生分布調査（愛知県、三重県）

1. まえがき

シャコは寿司や天ぷらの材料として利用され、東京湾では古くから漁獲されている。その他の海域でも、伊勢・三河湾をはじめ、石狩湾、仙台湾、大阪湾、瀬戸内海各地、博多湾など内湾域での漁獲対象資源として、小型機船底びき網や刺網によって漁獲される。近年、シャコを漁獲している小型機船底びき網漁業において、漁獲物に占めるシャコの比率が低下していることが指摘され、魚体の小型化も懸念されている。

本系群は伊勢・三河湾の小型機船底びき網漁業での最重要魚種の一つに位置づけられ、2002年度には資源回復計画の対象魚種に指定され、小型機船底びき網漁業の休漁期の設定、小型個体混獲回避のための底びき網の目合い拡大等の漁具改良、再放流に伴う生残率の向上を図るためのシャワー設備の導入などの措置が実施された。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いた措置は、2012年度以降、一部見直しを行い、新たな枠組みである資源管理指針・計画の下、継続して実施されている。

2. 生態

(1) 分布・回遊

シャコは内湾の水深 10~30 m の泥底の海域に多くみられる。我が国各地の沿岸域、黄海、東シナ海に広く分布し、本系群は伊勢・三河湾に分布する（図 1）。主漁場は伊勢湾口から知多半島西岸に形成され、三河湾では知多半島東の知多湾に形成されている。愛知県の小型底びき網漁船の標本船の単位漁獲努力量あたりの漁獲量（CPUE: kg/1 時間曳網）の月別分布図を図 2-1、図 2-2 に示す。伊勢湾では主に知多半島西岸の湾奥部から湾口部にかけて分布の中心があり、三重県側では湾南部に多い傾向がある。分布中心は時期により変動し、特に 7~8 月には、湾奥と知多半島南部の湾口部に多く分布する。このような傾向は、夏期に発達する底層の貧酸素水塊を避けた分布となっている（愛知県水産試験場発行・伊勢・三河湾貧酸素情報、三重県水産研究所・浅海定線観測結果）。大阪湾では、夏期に貧酸素水塊を避けてシャコの一部は移動するものの、留まった多くの個体は死亡するものと考えられている（有山ほか 1997）。シャコは開口部を 2 つ備えた U 字型の巣穴を泥底に掘り、その中で生活するとされる（浜野 2005）。貧酸素水塊から逃避した個体は、移動に伴うエネルギーの消耗や被食に加え、新たな巣穴の構築にもエネルギー投資を強いられるものと推察される。

シャコはふ化後 1 ヶ月以上の間に 11 の幼生ステージを経て着底する。幼生は 7 月から 11 月に出現し、湾南部から湾口部にかけての海域で分布量が多い（図 3）。シャコの浮遊期幼生の出現の状況を、三重県及び愛知県により実施されているノルパックネット鉛直びき（月 1 回、35 定点）による幼生採集数の年別変化から見ると、2009 年以降は比較的多く出現していたが、2016 年は大きく減少した（図 4）。

東京湾におけるシャコ幼生の鉛直的な分布の中心は、6 月から 7 月にかけては密度躍層（表層水が温められ軽くなることによって底層との密度差が生じることによりできる）より下の深い層にあるが、8 月以降は貧酸素水塊を避けて密度躍層上の浅い層に移る（中田 1986）。夏季の内湾域には、流入河川の淡水と海水の密度差によってエスチュアリー循環流が生じ、表層では湾外方向の流れが卓越するようになるため、幼生が湾外へ輸送される危険性が高まり、湾内へ着底する個体数が減る可能性が指摘されている（児玉ほか 2003）。東京湾のシャコ幼生出現のピークについて、清水（2000）は 6~7 月と 8~9 月の 2 回あるとしている。一方、Kodama et al.（2004）はシャコ資源の低水準期である近年の出現パターンは高水準期と異なり、出現ピークが 1 回となったことを指摘している。その原因として、貧酸素水塊等の環境要因が幼生の生残に影響した結果ではないかと推測している（児玉 2004、Kodama et al. 2009）。伊勢・三河湾においては、浮遊期幼生の出現ピークは 9~10 月の 1 回とされる（愛知県 1991）。近年の傾向を見ると、比較的幼生採集数が多かった 2013~2014 年は 9 月に 1 回の大きな出現ピークが見られたのに対し、幼生採集数が少なかった 2016 年は 7 月に 1 回の小さな出現ピークが見られたのみであった（図 5）。

(2) 年齢・成長

シャコはふ化後 2 年近く経過した後に 10 cm 以上となって漁獲対象となる。図 6-1、図 6-2 に小型底びき網の漁場一斉調査（2012 年 5 月~2017 年 5 月）により採捕されたシャコの体長組成を示す。この体長組成推移の一部を含む 2010 年 5 月~2014 年 1 月のデータを

LFDA (Length Frequency Data Analysis) パッケージ (FAO 2006) を用いて解析し、季節変化を考慮しない von Bertalanffy の成長式をあてはめると、以下の成長式が推定された。

$$L_t = 17.86 \times [1 - e^{-0.55(t+0.080)}]$$

ここで、 L_t は年齢 t 歳におけるシャコの体長 (cm) である。年齢は 5 月に加齢するものとした。また、伊勢湾で漁獲された選別前シャコの精密測定 ($n=4,129$) のデータをアロメトリ式に当てはめると、体長・体重関係について次式が得られた。

$$BW = 0.0179 \times L^{2.9415}$$

ここで、 BW は体重 (g)、 L は体長 (cm) である。

以上により満年齢でのサイズを計算すると、1 歳で体長 8.0 cm、体重 8.1 g、2 歳で体長 12.2 cm、体重 27.9 g、3 歳で体長 14.6 cm、体重 47.4 g、4 歳まで生きるとすれば体長 16.0 cm、体重 62.0 g に成長する (図 7)。

(3) 成熟・産卵生態

伊勢湾における成熟体長は約 8 cm であり、ほぼ 1 歳で成熟すると考えられる。伊勢・三河湾において産卵期は 5~9 月ごろと報告されている (成田ほか 2007)。月別の生殖腺重量から判断した成熟雌比率 (図 8) と幼生の出現 (図 5) から、近年も産卵期は 5 月から 9 月ごろまで続いていると考えられる。2016 年の雌成熟比率の月別変化を見ると、例年に比して 4 月は高く 5 月は低い傾向が見られた (図 7)。同年は浮遊幼生の出現のピークが早い月に現れている (図 5) ことから、例年に比べ産卵盛期が早かったことが示唆された。

成熟した雌雄は交尾行動を行うが、雌は体内の貯精嚢に長期間にわたり精子を保存することができるため、交尾時期と産卵時期は必ずしも同期しない (浜野 2005)。産卵は泥底に U 字型に掘られた巣穴の中で行われ、雌 1 個体当りの産卵数はおよそ 1.5 万~28 万と推定されている (浜野 2005)。雌個体は産卵後も巣穴内で卵塊の保育行動を行い、卵のふ化には水温 20°C では約 21 日、25°C では約 12 日を要するとされる (浜野 2005)。

(4) 被捕食関係

本種は肉食性の捕食者とされ、博多湾においては主にクルマエビ類などの甲殻類や小型の二枚貝類を摂餌している (浜野 2005)。東京湾では 2~3 cm の小型個体では魚類を摂餌する比率が高く、4~12 cm で貝類の比率が高まり、12 cm 以上の大型個体では多毛類、甲殻類も摂餌して食性が広くなることが報告されている (中田 1989)。同種間の共食いについては、他の餌生物に比べて遭遇率が低いこと、遭遇後の捕獲に要するエネルギーが大きいことなどから、その影響は小さいと考えられている (浜野 2005)。

被食に関しては、博多湾ではマダイ、マハゼ、トカゲゴチ、ミミイカ等がシャコを捕食しているが、これらの捕食者が食べていたシャコは小型の個体であった (浜野 2005)。また、伊勢・三河湾においてはマアナゴが小型のシャコを捕食していることが確認されている (日比野 2016)。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

伊勢・三河湾におけるシャコの漁獲のほとんどは他海域と同様に小型機船底びき網漁業

によるもので、他には刺し網と定置網で若干の漁獲がある。伊勢・三河湾の小型機船底びき網漁業にとってシャコは最も重要な対象魚種で、かつては同漁業種類の水揚げ金額の20～50%を占めていた。最近ではその割合を減らしているものの、水揚げ金額においてなおも上位を占めており、依然としてシャコの重要度は高い。

主漁期は春から夏にかけてである。漁獲サイズは体長10 cm以上であり、体長10 cmに満たないシャコは再放流されている。再放流対象の小型シャコの入網量は多く、特に貧酸素水塊発生時期にあたる5～8月は、水揚げサイズのシャコの分布(図2-1)と同様に貧酸素水塊の周辺部で多数入網している(図9-1)。2002～2011年に実施された資源回復計画では、甲板上にいったん水揚げされた小型シャコを高温と乾燥から守り、再放流後の生残率を向上させるため、シャワー設備の導入が進められた。しかし、7～8月の夏季には選別後の生残率は50～60%程度に低くなることが明らかになっている(平成23年度愛知県調査)。

産卵親魚の確保を目的としたシャコの冬季漁獲制限が、2009年度から愛知県まめ板網漁業者組合により実施されている。これは、1990年代以降に漁獲量が大きく減少してきてきたなかで、産卵前に相当する冬季(1～2月)の漁獲量は増加していたことから、産卵前の親魚を保護することにより産卵水準の引き上げを図ろうとするものである。冬季のシャコの価格は低いことから漁家経営に与える影響は最小限と考えられ、取り組みやすく効果が期待できる方策である。

(2) 漁獲量の推移

愛知県及び三重県における1970年以降1998年までの漁獲量は最大で2,000トンを超え、概ね1,000トン台で、3～5年周期で増減を繰り返していた。1999年以降の漁獲量は1,000トンを超えなくなった状態で減少傾向が続き、2011年以降は500トン台を割り込んでいる(図10、表1)。なお、2011年までは、海面漁業生産統計調査として「資源回復計画対象魚種の漁獲動向」が半期ごとに県合計値として農林水産省HP等で公表されていたが、資源回復計画が終了した2012年以降は公表されていない。2012年以降分の県合計漁獲量データについては、愛知県及び三重県の独自集計の値を利用し、2016年はそれぞれ216トン及び5トンであった。

愛知県における主要水揚げ港(豊浜)での最近5年間の漁獲量の経月変化を図11に示す。通常年では、4～5月にピークがあり、それ以降もある程度まとまった漁獲がみられる。2012年は4～5月の主漁期から夏季にかけては順調な漁獲があったが、10～12月の漁獲量は極端に低下した。引き続く2013年は3～7月の主漁期を含め年間を通じて極めて低調な漁獲となり、不漁年となった。一転して2014年は4～5月の主漁期の漁獲は順調だったものの、秋以降の漁獲は減少した。2015年も4～5月の漁獲量は順調だったが、6月以降は低水準で推移した。2016年の漁獲は4～5月は2015年並みだったが、その後2012年と似た推移を示し、10月以降の漁獲は近年で最も低調であったため、2017年の主漁期の漁獲は少なくなることが予想される。このように、近年は主漁期の漁獲が極端に低調となる不漁年が数年おきに生じている。

(3) 漁獲努力量

シャコに対する漁獲努力量として、愛知県及び三重県の主要水揚げ港を根拠地とする小

型機船底びき網漁船の延べ出漁隻数（隻・日）の経年変化をそれぞれ図 12、図 13 に示す。1990 年代と比較すると、延べ出漁隻数は両県とも大きく減少している。2016 年の愛知県豊浜における延べ出漁隻数は 10 年前のおよそ 7 割、20 年前のおよそ 6 割となっている。

4. 資源の状態

(1) 資源評価方法

シャコ伊勢・三河湾系群の漁獲の大部分を占める愛知県の小型機船底びき網漁業によるシャコ CPUE（単位漁獲努力量あたりの漁獲量）の経年変化を主体として 2016 年の資源の水準・動向を判断した。その他、月別漁獲量の推移、各県の生物情報収集調査、標本船調査のデータ解析から得た資源量指数の推移、漁場一斉調査並びに新規加入量調査（シャコ浮遊期幼生分布調査）の結果も現在の資源状態の判断材料とした。

(2) 資源量指標値の推移

愛知県の主要水揚げ港である豊浜は、2016 年の全漁獲量の約 5 割を占める。そこで、豊浜を根拠地とする小型機船底びき網漁業（伊勢湾で主に操業）によるシャコ CPUE (kg/隻) を資源量指標値とみなし、その推移（1989～2016 年）を表 2 及び図 14 に示す。資源量指標値は 1990 年代に大きく減少したが、2000 年以降は増減を繰り返しながらも回復基調にある。

愛知県の標本船調査データ（小型機船底びき網漁業）から算出した 2004～2016 年の資源量指数 (km²・kg/hr) は、2 歳主体の漁獲サイズのシャコ（体長 10 cm 以上）については 2008 年から 2012 年にかけて増加し、2013 年に大きく減少して以降は、資源量指標値と同様に 1 年おきに増減が入れ替わっている（図 15）。1 歳主体の再放流サイズのシャコ（体長 10 cm 未満）については、2012 年に減少して以降、2013 年からは増加傾向が見られたが、2016 年は再び大きく減少した（図 15）。

(3) 漁獲物の体長組成

漁場一斉調査によるシャコの体長組成を見ると（図 6-1、図 6-2）、例年 5 月には、体長モードが 6～7 cm の小型群と 10～11 cm の大型群の 2 峰が認められる。このうち小型群は前年発生群と考えられ、5 月から 11 月にかけて、体長モードが 6 cm から 10 cm へと徐々に大きくなる。これに対し、大型群は前前年発生群であり、11 月にはほぼモードが見られなくなる。入れ替わるように、11 月以降はその年に発生した新たな小型群が見られるようになる。生後 3 年以上を経たと思われる 13～15 cm 以上の個体は、周年にわたりほとんど見られない。

各年級の時系列変化を見ると、2011 年発生年の年級は 2012 年夏には漁獲加入し始めていたが、秋季には激減し、2013 年に入ってから 2011 年級と見られるモードは見られなくなった（図 6-1）。特に 2012 年 11 月の漁場一斉調査によるシャコ採集数（n=40）は際立って少ない。幼生の採集数（図 4）から見ると、2011 年級の発生量自体は近年では比較的多かったものと推定されるが、2012 年の秋以降に大きく減耗したものと考えられる。この減耗の原因としては、0 歳時の底層水温が高かったこと、1 歳時の貧酸素水塊最大面積が大きかったことの影響が指摘されている（日比野・中村 2014）。2012 年、2013 年及び 2014 年発

生の年級については、2011年級のような大きな減耗は見られなかった（図 6-1）。しかし、2015年発生年級の同年11月から2016年8月までは7~8 cmをモードとする群として見られたが、2016年12月以降に突如モードが消失した（図 6-1、図 6-2）。2015年の幼生採集数は近年では比較的多かったことから（図 4）、1歳時の夏から秋にかけて2015年級に2011年級と同じような減耗が生じたものと考えられる。

(4) 資源の水準・動向

資源の水準の判断基準として、過去28年間（1989~2016年）の資源量指標値（小底シャコ CPUE）について最高値と最低値の間を3等分し、32.3、20.1を境に上から高位、中位、低位と定めた。2016年の資源量指標値は20.3であり、水準は中位に区分された（図 14）。また、直近5年間（2012~2016年）の資源量指標値の推移から2016年の動向は横ばいと判断した。資源量指標値は2013年を除き中位と低位の間で小幅な変動を繰り返しており、2016年の資源水準は2015年の低位から微増して中位となったが、この変動の範囲内に収まっているものとみなした。ただし、2015年級が2016年夏以降に大きく減耗していることや（図 6-2）、2016年10~12月に漁獲が極めて低調であったこと（図 11）、2016年の再放流サイズのシャコの資源量指数が大きく減少したこと（図 15）等から2017年は不漁傾向が予測され、今後資源の水準は低位へ、動向は減少へと転じる可能性がある。

5. 2018年ABCの算定

(1) 資源評価のまとめ

愛知県の主要水揚げ港を根拠地とする小型機船底びき網漁業によるシャコ CPUE (kg/隻) を資源量指標値として水準・動向を判断すると、資源水準は中位、動向は横ばいとなる。ただし、今後資源の水準は低位へ、動向は減少へと転じる可能性がある。

(2) ABCの算定

資源水準及び資源量指標値（小底シャコ CPUE）の変動傾向に合わせて漁獲を行うことを管理目標とし、以下のABC算定規則2-1)に基づきABCを算定した。

$$ABC_{limit} = \delta_1 \times C_t \times \gamma_1$$

$$ABC_{target} = ABC_{limit} \times \alpha$$

$$\gamma_1 = (1 + k \times (b/I))$$

ここで、 C_t はt年の漁獲量。 δ_1 は資源水準で決まる係数、 k は係数、 b と I はそれぞれ資源量指標値の傾きと平均値、 α は安全率である。 γ_1 は資源量指標値の変動から算定する。

シャコの資源動向を示す資源量指標値は、シャコ漁獲の大部分を占める漁業種類の小型機船底びき網漁業のシャコ CPUE とし、直近3年間（2014~2016年）の動向から b (-3.48) と I (22.40) を定めた。 k は標準値の1.0とした。 δ_1 は、 C_t を3年平均漁獲量（2014~2016年）とした場合の中位水準の推奨値である1.0とした。 α は標準値の0.8とした。

ただし、今後資源の水準は低位へ、動向は減少へと転じる可能性があるため、2018年のABCは予防的なものを推奨する。

管理基準	Target / Limit	2018 年 ABC (トン)	漁獲割合 (%)	F 値 (現状の F 値からの増減%)
1.0・Cave 3-yr・0.84	Target	189	—	— (—)
	Limit	236	—	— (—)

Limit は、管理基準の下で許容される最大レベルの漁獲量である。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漁獲量である。ABCtarget = α ABClimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。

(3) ABC の再評価

昨年度評価以降追加されたデータセット	修正・更新された数値
2015 年漁獲量確定値	2015 年漁獲量の確定
2016 年漁獲量暫定値	

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)
2016 年 (当初)	1.0・Cave3-yr・1.05	—	—	306	245	
2016 年 (2016 年再評価)	1.0・Cave3-yr・1.05	—	—	331	264	
2016 年 (2017 年再評価)	1.0・Cave3-yr・1.05	—	—	331	264	221
2017 年 (当初)	0.7・Cave3-yr・1.24	—	—	243	194	
2017 年 (2017 年再評価)	0.7・Cave3-yr・1.24	—	—	240	192	

2012 年以降の ABC の当初算定値は愛知県集計の漁獲量暫定値から計算されているため、翌年の再評価時には漁獲量確定値への更新にともなって ABC 算定値が変化している。

6. ABC 以外の管理方策の提言

伊勢・三河湾における現在のシャコの漁獲量は 1970 年以降で最低の水準にある。この傾向は東京湾において 1990 年代になってから資源構造が変化して不漁期が継続していること (清水 2002) とよく似ている。東京湾のシャコの年級豊度は生活史初期における環境要因により主に決定されると考えられており (児玉 2004)、本系群のシャコも環境要因、特に貧酸素水塊の規模拡大の影響を受けた結果、資源の低水準が続いている可能性がある。

こうした慢性的な資源の低水準に加えて、近年は 2013 年のように極端なシャコの不漁も発生している。その原因は、2011 年級に見られたような 1 歳時における大量減耗（日比野・中村 2014）と考えられる。シャコ資源は漁獲の主体となる年級が秋季に大きく切り替わるため、次に漁獲主体となる年級の減少が漁獲量の減少に直結する。しかし、2012 年秋から 2013 年夏までの大不漁は、2012 年級が 2013 年の秋以降に比較的多く漁獲加入したことで解消したと考えられる（図 6-1）。2012 年の幼生採集数自体は 2011 年よりも少なかった（図 4）ことから、2012 年級は着底後の生残が良かったために大きな加入となったものと推測される。したがって、不漁の長期化を避けるため、年級の減耗から事前に不漁を予測し、次に漁獲主体となる年級を保護する方策も検討していく必要があると考えられる。現在実施されている体長 10 cm 未満の小型個体の放流は、次年級の保護と産卵親魚量の確保につながり、不漁の解消に一定の効果があると考えられることから、確実な実施の継続が望まれる。

伊勢・三河湾の貧酸素水塊の規模は拡大の傾向にあり、夏季を中心とした貧酸素水塊の拡大時にはシャコの分布域が縮小する結果として水塊周辺部漁場での漁獲圧が高まり、特に漁獲加入直前の再放流サイズのシャコ（1 歳）が多獲されている（図 9-1、図 9-2）。夏季には小型シャコの再放流後の生残率が低下する傾向があり（平成 23 年度愛知県調査）、豊前海における推定では、夏場の投棄死亡を抑制することが漁獲量の増大と資源回復のための産卵量の増大の双方を目指すうえで効果的であることが指摘されている（亘ほか 2011）。したがって、貧酸素水塊発生時の漁場利用については十分な注意が必要であり、今後、夏季における操業海域の場所と時期の制限等、実態を踏まえた合理的な漁場利用ルールについて検討していく必要がある。

7. 引用文献

- 愛知県 (1991) シャコの資源評価手法の開発. 平成 3 年度愛知県水産試験場業務報告, 119-120.
- 有山啓之・矢持 進・佐野雅基 (1997) 大阪湾奥部における大型底生動物の動態について.
II. 主要種の個体数分布・体長組成の季節変化, 沿岸海洋研究, **35**(1), 83-91.
- FAO (2006) Stock assessment for fishery management. A framework guide to the stock assessment tools of the Fisheries Management Science Programme. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper 487.
- 浜野龍夫 (2005) シャコの生物学と資源管理. 日本水産資源保護協会, 東京, 208pp.
- 日比野学 (2016) 伊勢・三河湾におけるマアナゴの食性. マアナゴ資源と漁業の現状, 増養殖研究所, **3**, 101-102.
- 日比野学・中村元彦 (2014) 伊勢湾におけるシャコの資源変動要因と 2012 年秋以降の不漁. 黒潮の資源海洋研究, **15**, 87-93.
- 児玉圭太 (2004) 東京湾におけるシャコの資源量変動機構に関する研究. 東京大学大学院博士論文.
- Kodama K., M. Oyama, J. H. Lee, Y. Akaba, Y. Tajima, T. Shimizu, H. Shiraishi and T. Horiguchi (2009) Interannual variation in quantitative relationships among egg production and densities

of larvae and juveniles of Japanese mantis shrimp *Oratosquilla oratoria* in Tokyo Bay, Japan. *Fisheries Science*, **75**, 875-886.

児玉圭太・清水詢道・青木一郎 (2003) 東京湾におけるシャコ加入量の変動要因. 神水試研報, **8**, 71-76.

Kodama K., T. Shimizu, T. Yamakawa and I. Aoki (2004) Reproductive biology of the female Japanese mantis shrimp *Oratosquilla oratoria* (Stomatopoda) in relation to changes in the seasonal pattern of larval occurrence in Tokyo Bay, Japan. *Fisheries Science*, **70**, 734-745.

中田尚宏 (1986) 東京湾におけるシャコ幼生の分布について. 神水試研報, **7**, 17-22.

中田尚宏 (1989) 東京湾におけるシャコの生物学的特性. 神水試研報, **10**, 63-69.

成田光好・Monthon Ganmanee・関口秀夫 (2007) 伊勢湾におけるシャコ *Oratosquilla oratoria* の個体群動態. 日本水産学会誌, **73**(1), 18-31.

清水詢道 (2000) 東京湾におけるシャコ浮遊幼生の生残率の推定. 神水試研報, **5**, 55-60.

清水詢道 (2002) 東京湾のシャコ資源について－I 東京湾のシャコ資源について. 神水試研報, **7**, 1-10.

亘 真吾・石谷 誠・尾田成幸 (2011) 瀬戸内海豊前海におけるシャコの資源解析と資源状況. 日本水産学会誌, **77**(5), 799-808.



図1. シャコ伊勢・三河湾系群の分布域

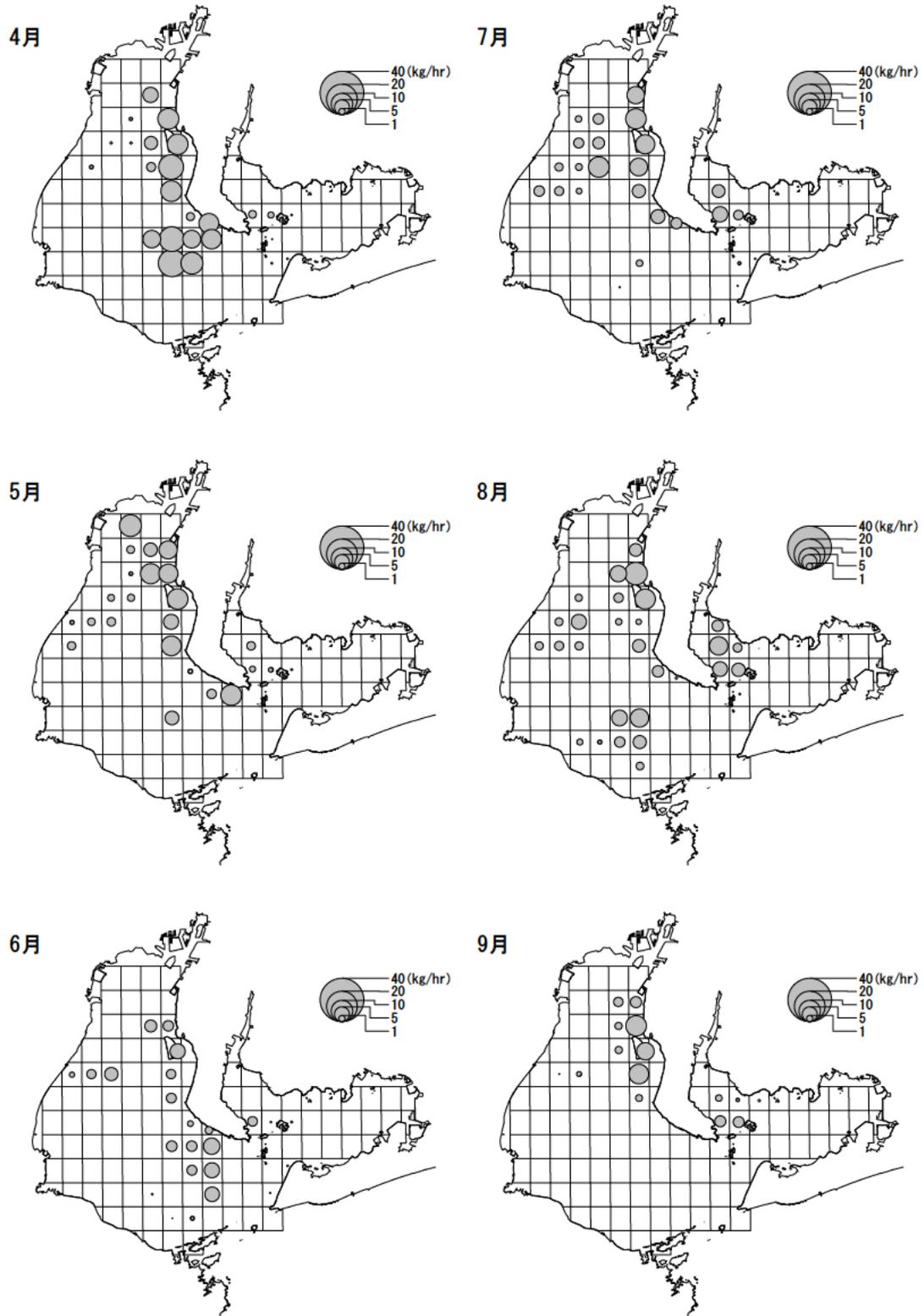


図 2-1. 小型底びき標本船のシャコの単位漁獲努力量あたりの漁獲量(CPUE: kg/hour) (2015年4月~2015年9月)

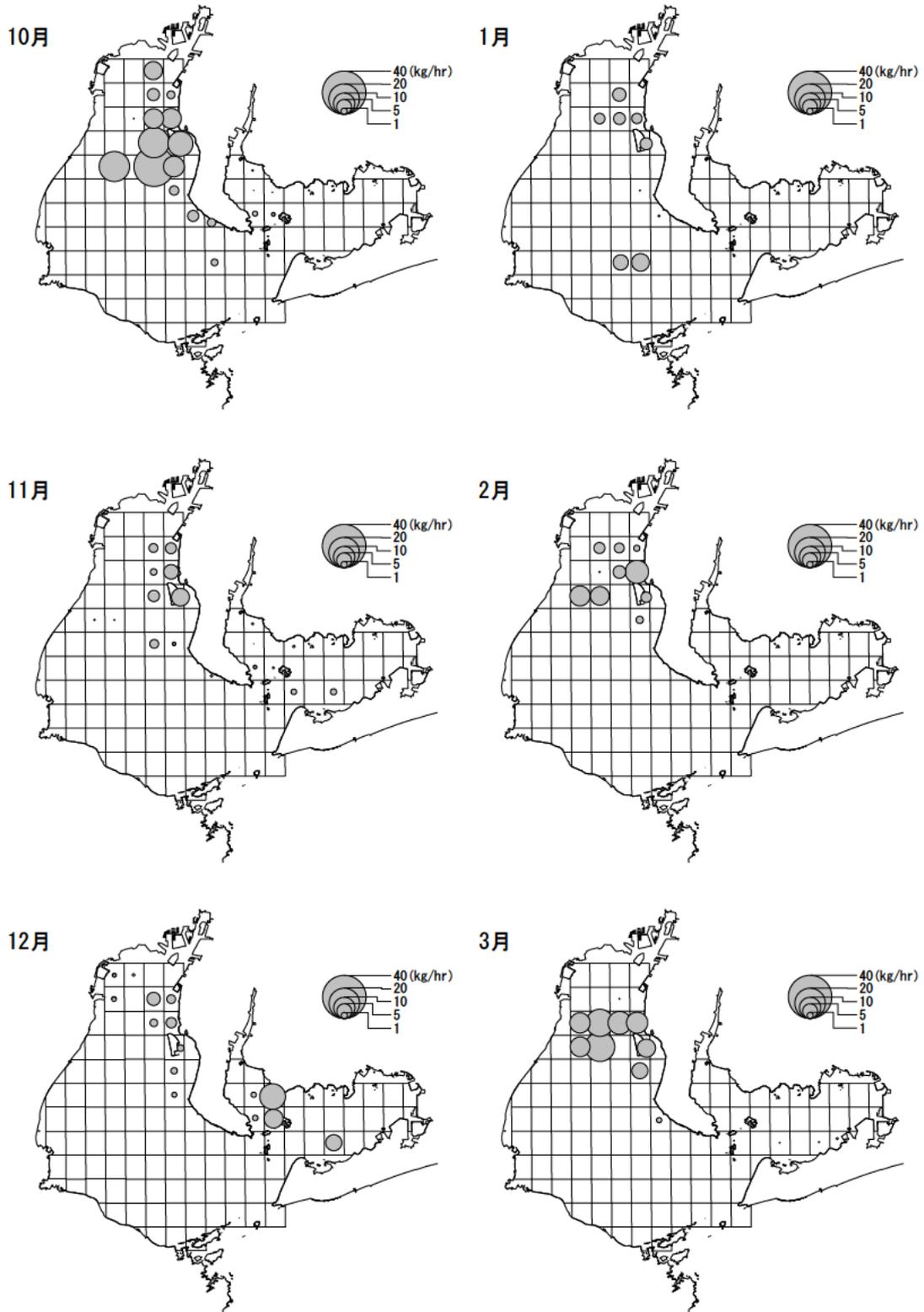


図 2-2. 小型底びき標本船のシャコの単位漁獲努力量あたりの漁獲量(CPUE: kg/hour) (2015年10月~2016年3月)

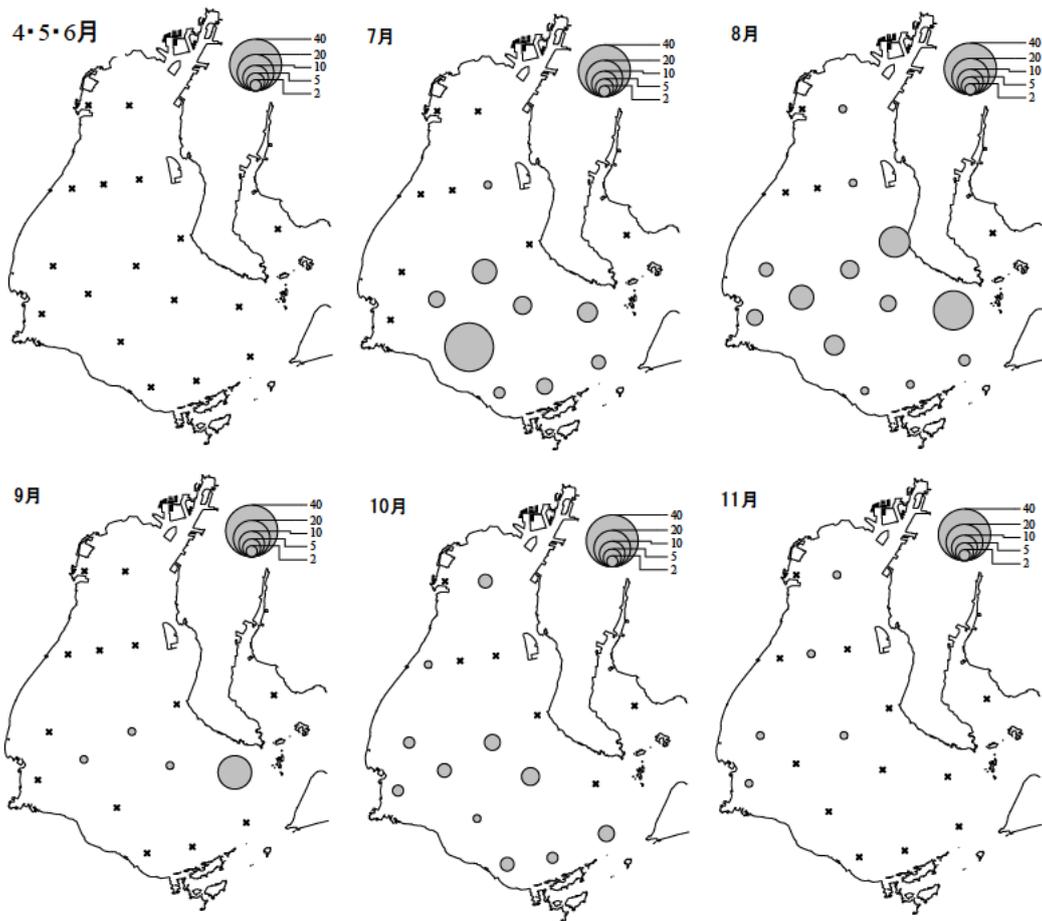


図3. 伊勢湾におけるシャコ浮遊期幼生の分布 (2012年三重県調査)

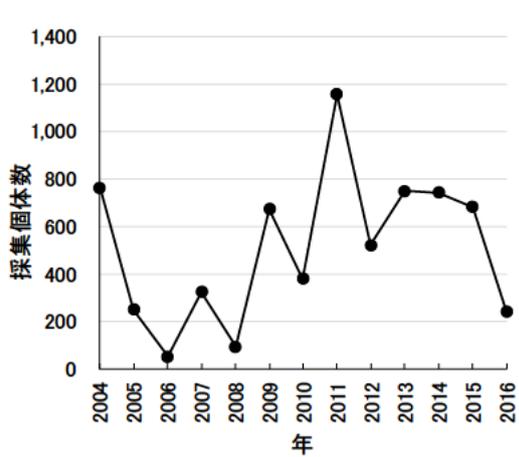


図4. 伊勢湾におけるシャコ浮遊期幼生採集数の推移 (2004~2016年三重県・愛知県調査の合計値)

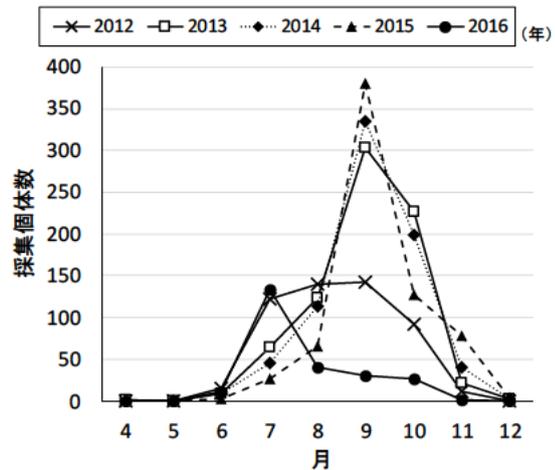


図5. 伊勢湾におけるシャコ浮遊期幼生月別採集数 (2012~2016年三重県・愛知県調査の合計値)

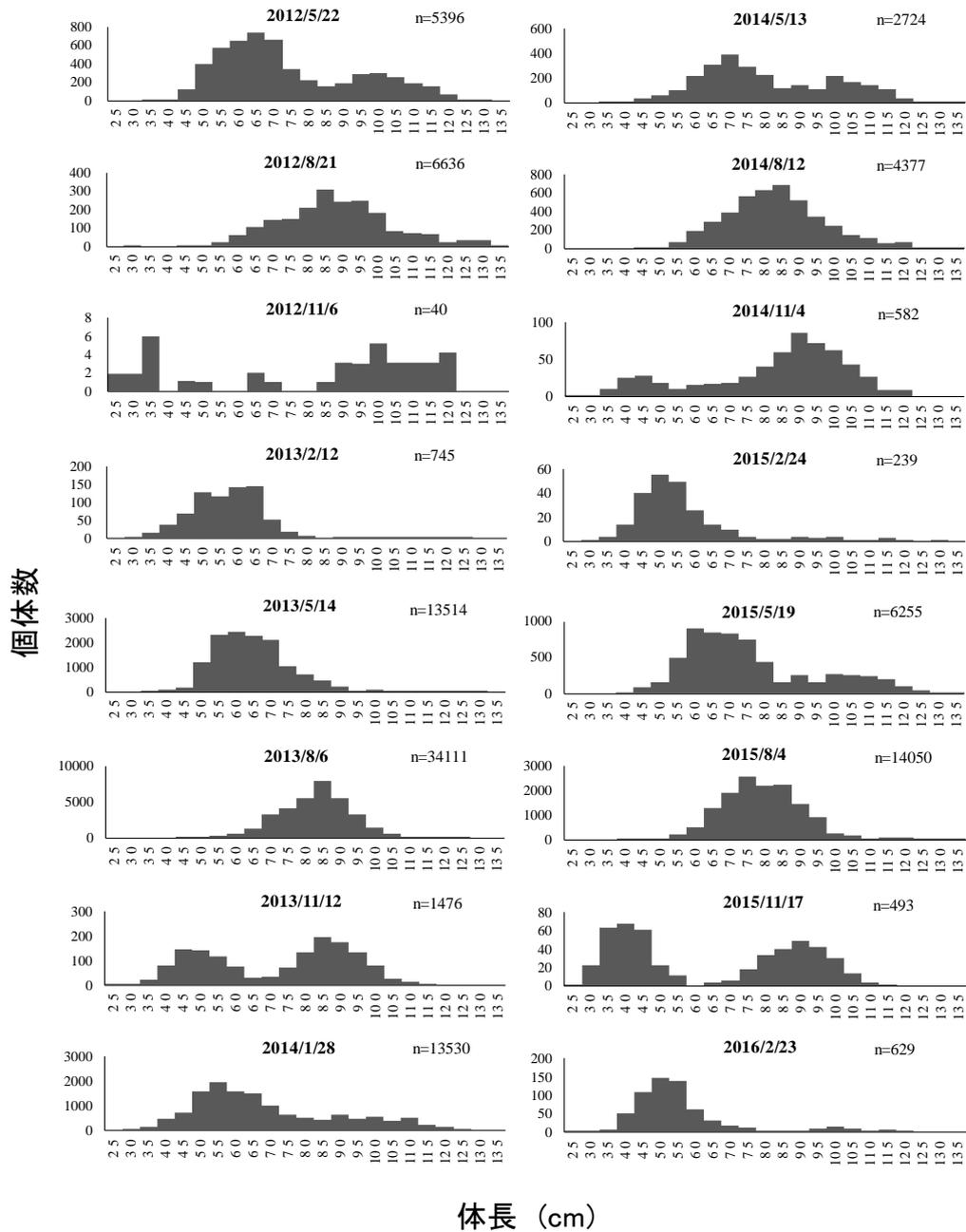


図 6-1. 伊勢湾で採捕されたシャコの月別体長組成（愛知県調査）
 漁場一斉調査（2012～2015 年度）による
 グラフ中の”n”は 1 回の調査でのシャコの総採集個体数。

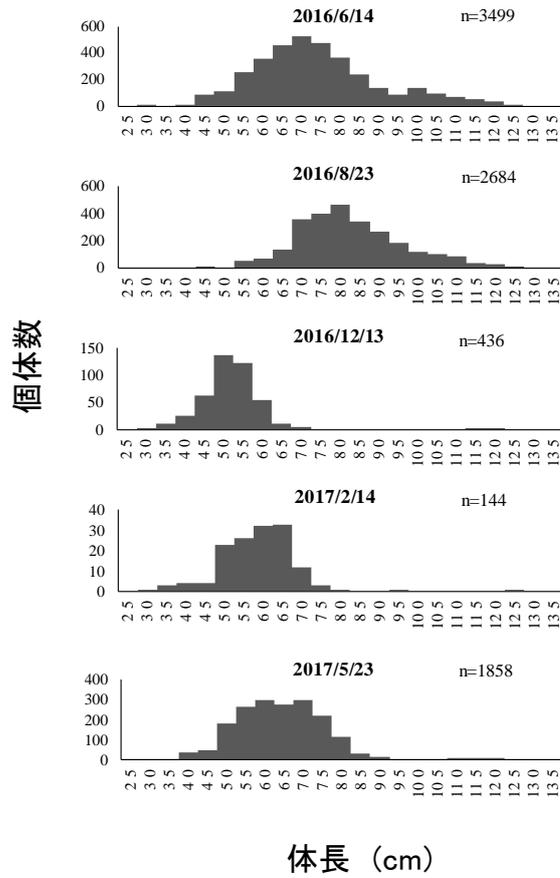


図 6-2. 伊勢湾で採捕されたシャコの月別体長組成（愛知県調査）
 漁場一斉調査（2016 年度～2017 年 5 月）による
 グラフ中の”n”は 1 回の調査でのシャコの総採集個体数。

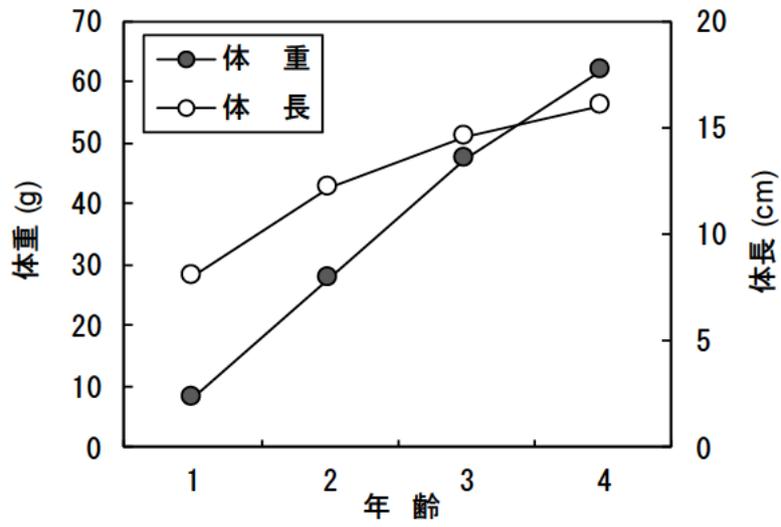


図7. 伊勢・三河湾のシャコの年齢と成長

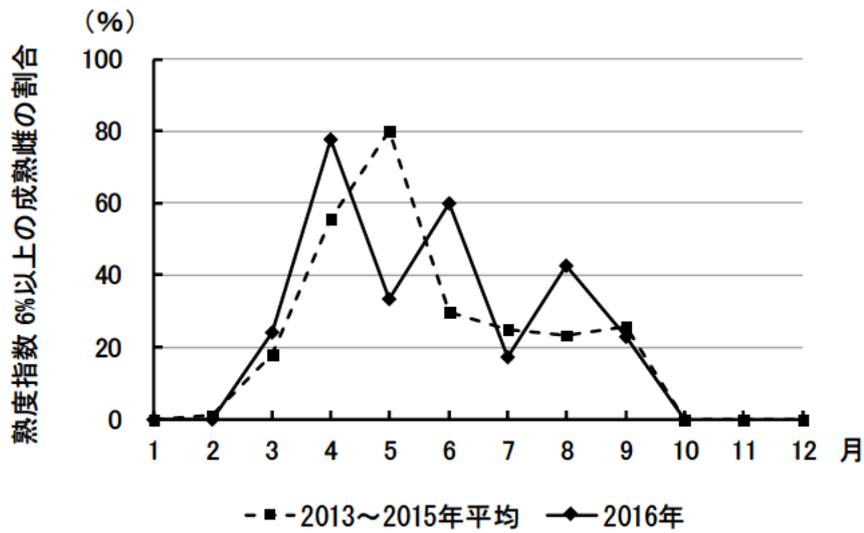


図8. 伊勢・三河湾の月別シャコ成熟雌比率
(2013~2015年の各月平均値と 2016年)

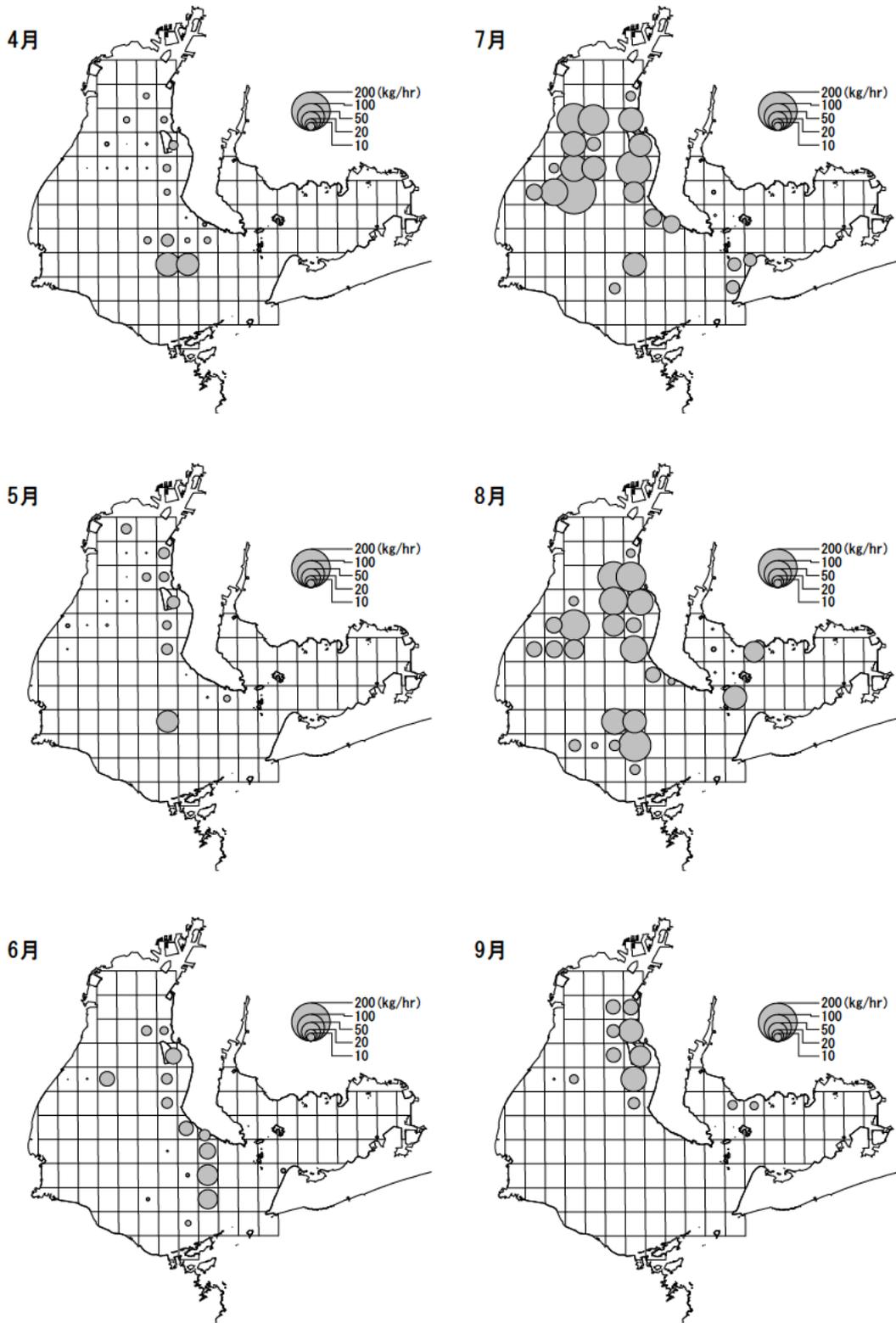


図9-1. 小型底びき標本船の小型シャコ（体長10 cm未満）の単位努力量あたりの入網量（再放流量）（CPUE: kg/hour）（2015年4月～2015年9月）

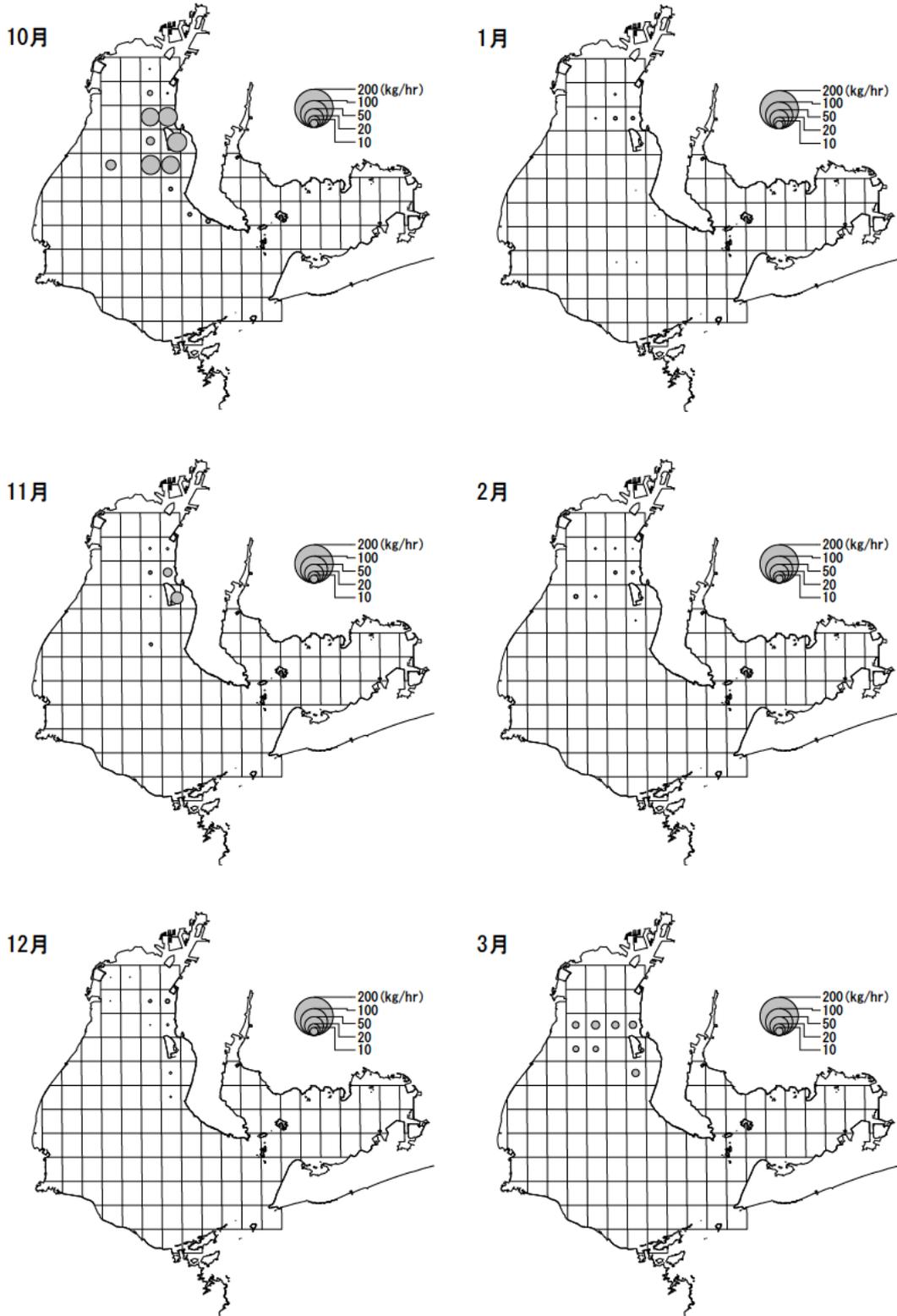


図9-2. 小型底びき標本船の小型シャコ（体長10 cm未満）の単位努力量あたりの入網量（再放流量）（CPUE: kg/hour）（2015年10月～2016年3月）

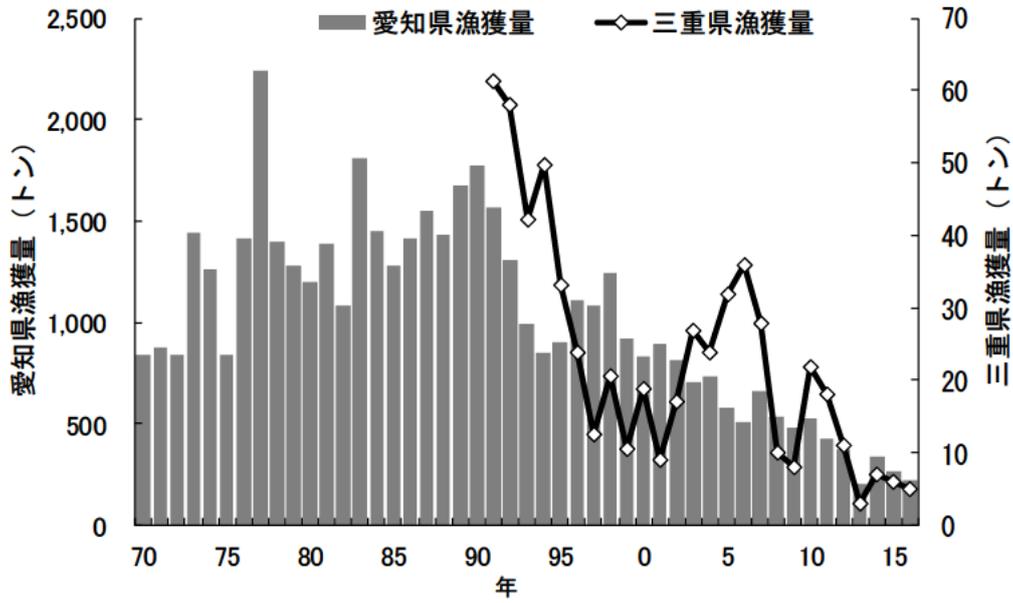


図 10. 愛知県と三重県における漁獲量の経年変化 (1970～2016 年)

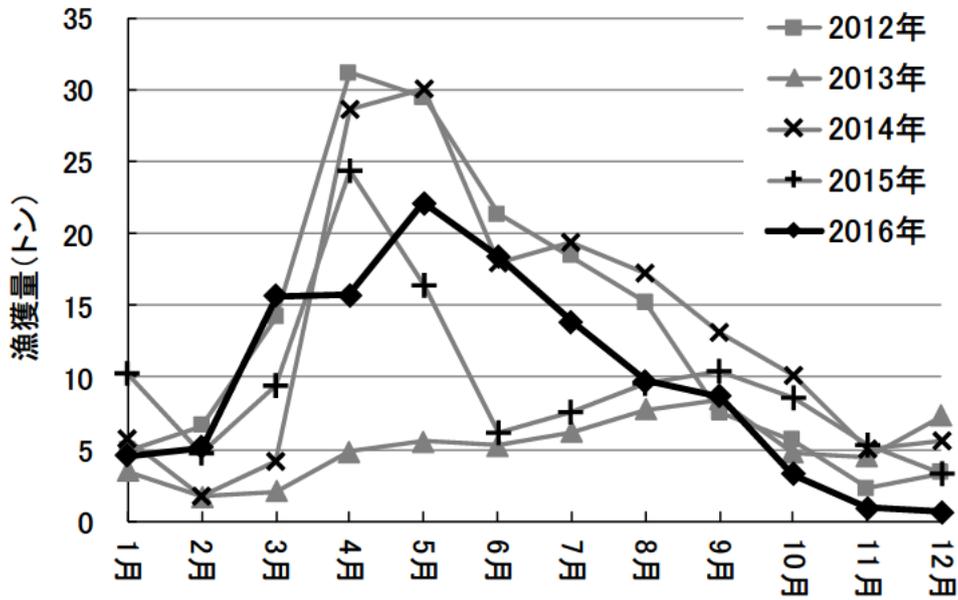


図 11. 愛知県の主要水揚げ港 (豊浜) における月別漁獲量 (2012～2016 年)

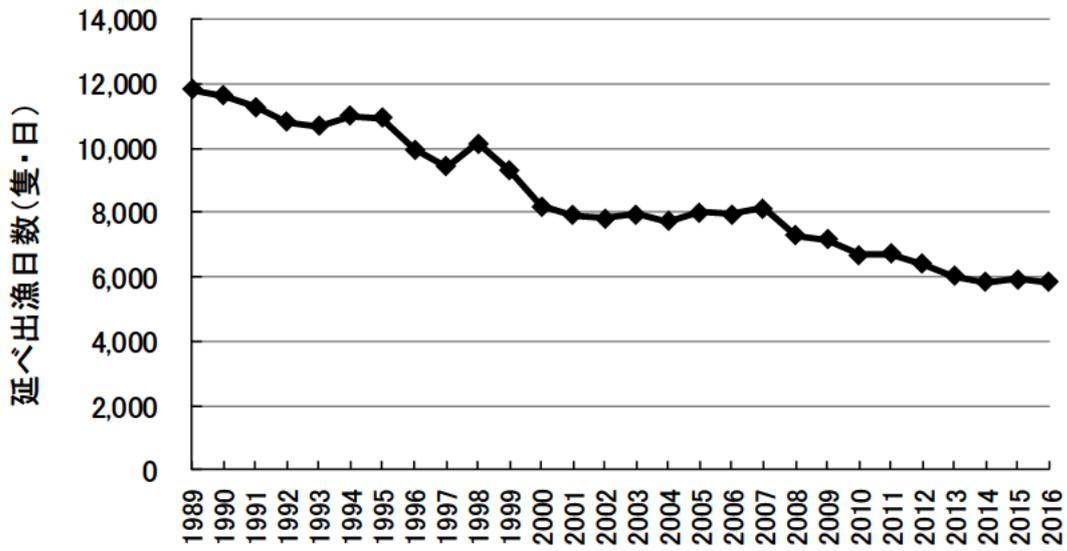


図 12. 愛知県豊浜地区における小型底びき延べ出漁隻数の推移 (1989～2016年)

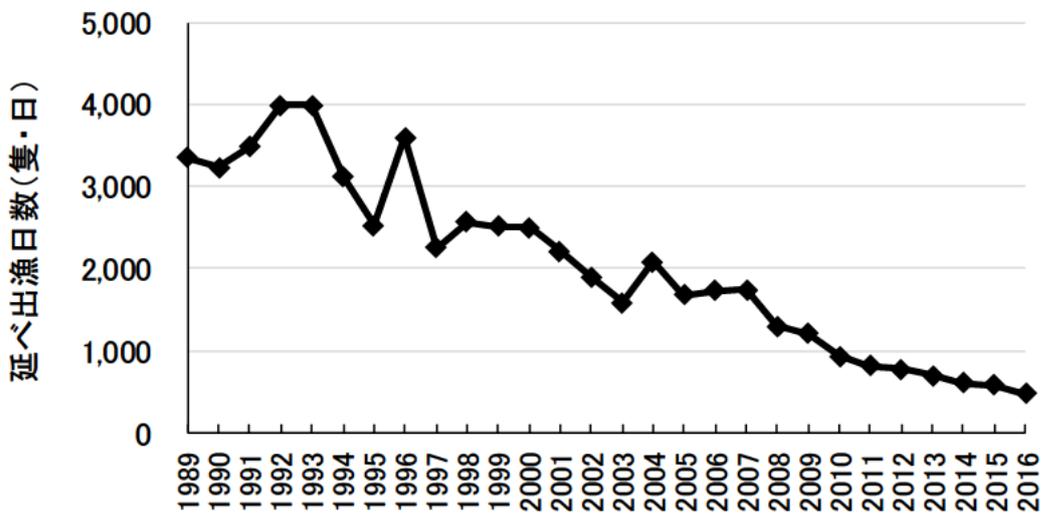


図 13. 三重県有滝地区における小型底びき延べ出漁隻数の推移 (1989～2016年)

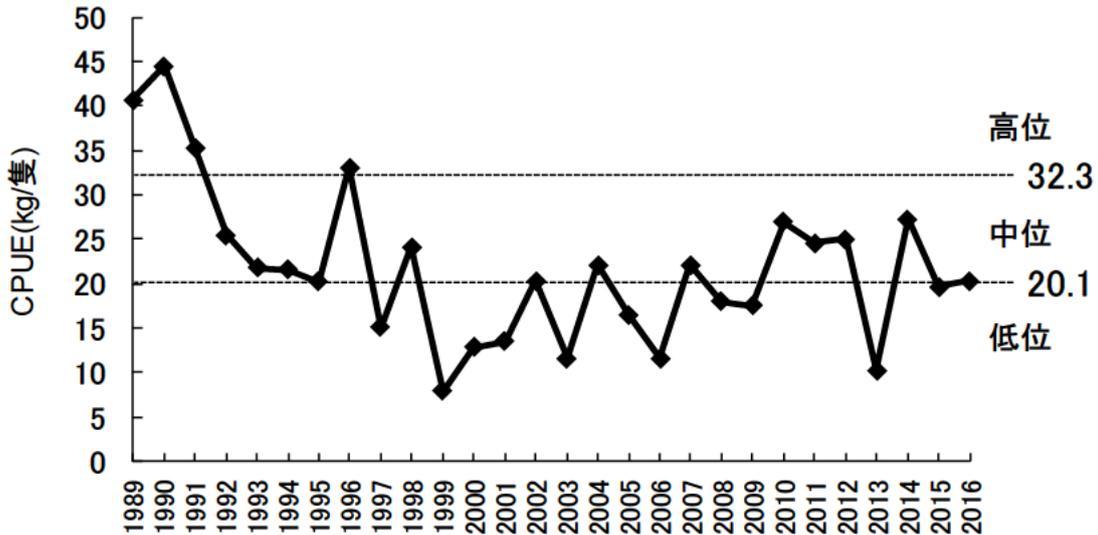


図 14. 愛知県豊浜地区小型機船底びき網漁業シャコ CPUE の推移 (1989~2016 年) 水準・動向を判断する資源量指標値 (最大値: 44.532 と最小値: 7.836 の間を三等分し高位・中位・低位を区分)

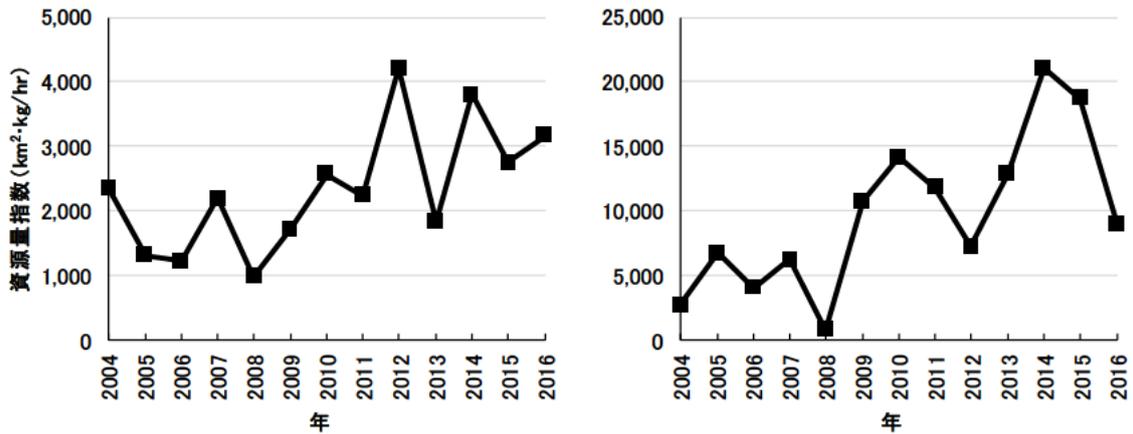


図 15. 小型底びき網標本船の操業記録 (2004~2016 年) から算出した漁獲サイズのシャコ (体長 10 cm 以上) の資源量指数の推移 (左) 及び放流サイズのシャコ (体長 10 cm 未満) の資源量指数の推移 (右) 2004~2015 年は 6 隻分、2016 年のみ豊浜の 3 隻分のデータを集計。

表 1. 愛知県と三重県シャコ漁獲量（トン）（1970～2016年）

年	愛知県	三重県	計
1970	839		
1971	876		
1972	844		
1973	1,445		
1974	1,263		
1975	841		
1976	1,414		
1977	2,238		
1978	1,395		
1979	1,279		
1980	1,203		
1981	1,390		
1982	1,083		
1983	1,814		
1984	1,450		
1985	1,283		
1986	1,414		
1987	1,548		
1988	1,431		
1989	1,671		
1990	1,777		
1991	1,571	61	1,632
1992	1,303	58	1,361
1993	995	42	1,037
1994	850	50	900
1995	905	33	938
1996	1,113	24	1,137
1997	1,079	12	1,091
1998	1,242	21	1,263
1999	922	11	933
2000	832	19	851
2001	896	9	905
2002	816	17	833
2003	709	27	736
2004	732	24	756
2005	580	32	612
2006	512	36	548
2007	657	28	685
2008	538	10	548
2009	485	8	493
2010	522	22	544
2011	425	18	443
2012	377	11	388
2013	205	3	208
2014	338	7	345
2015	266	6	272
2016	216	5	221

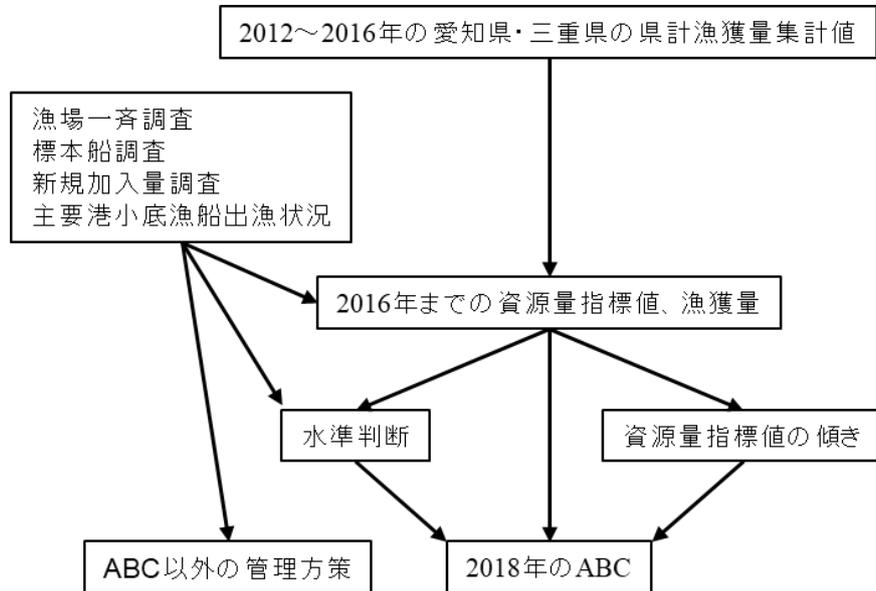
データ出典)

1970-2003 愛知県：愛知県調べ 三重県：三重県調べ
 2004-2006 東海農政局
 2007-2011 漁業・養殖業生産統計年報
 資源回復計画対象魚種の漁獲動向（農林水産省）
 2012-2015 愛知県：漁業地域別魚種別漁獲量調査
 三重県：三重県水産研究所調べ
 2016 愛知県：漁業地域別魚種別漁獲量調査（速報値）
 三重県：三重県水産研究所調べ

表 2. 愛知県豊浜地区の小型機船底びき網漁業によるシャコ漁獲量、
年間出漁隻数及び CPUE (1989～2016 年)

年	漁獲量 (kg)	年間出漁隻数 (隻)	CPUE (kg/隻)
1989	481,402	11,821	40.7
1990	518,443	11,642	44.5
1991	398,409	11,289	35.3
1992	274,941	10,802	25.5
1993	232,837	10,681	21.8
1994	237,538	11,008	21.6
1995	220,545	10,934	20.2
1996	328,859	9,953	33.0
1997	141,239	9,412	15.0
1998	245,483	10,160	24.2
1999	72,848	9,297	7.8
2000	105,249	8,185	12.9
2001	106,355	7,901	13.5
2002	159,324	7,835	20.3
2003	92,437	7,950	11.6
2004	171,018	7,729	22.1
2005	131,390	8,002	16.4
2006	92,110	7,960	11.6
2007	179,427	8,133	22.1
2008	130,870	7,288	18.0
2009	125,048	7,147	17.5
2010	180,337	6,696	26.9
2011	164,664	6,713	24.5
2012	160,254	6,400	25.0
2013	61,721	6,009	10.3
2014	159,136	5,831	27.3
2015	116,135	5,928	19.6
2016	118,806	5,844	20.3

補足資料1 資源評価の流れ



補足資料2 月期別コホート解析の試行

シャコ伊勢・三河湾系群の着底後の資源の挙動を明らかにし、資源評価手法の高度化を検討するため、2010～2016年の漁場一斉調査（年4回）のデータを用いて資源尾数の試算を行った。季節ごとの漁獲圧の変化や資源量の減耗過程を追跡するには、コホート解析は四半期ごとに行う必要があると考え、1年を漁場一斉調査の実施月と対応する3ヶ月ごとの4つの月期（2月期：1～3月、5月期：4～6月、8月期：7～9月、11月期：10～12月）に分けることとした。各月期の漁場一斉調査で得られたシャコの体長組成頻度について、複合正規分布にあてはめて年級分離を行った。愛知県主要水揚げ港（豊浜）における月期別漁獲重量と年計漁獲重量及び伊勢・三河湾全体の年計漁獲重量から、伊勢・三河湾全体における月期別漁獲量を推定した。この値と各月期の一斉調査における漁獲サイズ（体長10cm以上）のシャコの重量及び合計採捕尾数（体長10cm未満含む）から、各月期の伊勢・三河湾全体における全入網尾数を推定した。これに年級分離から得られた年齢別尾数割合を乗じ、月期別年齢別入網尾数とした（補足表2-1）。漁獲加入前の1歳8月期（体長10cm未満）までのシャコは再放流されているため、混獲死亡率 p （再放流後の死亡率、0～1の値）の月期ごとの仮定値（それぞれ p_2 、 p_5 、 p_8 、 p_{11} とする）から混獲死亡尾数を推定し、これを漁獲加入前の漁獲尾数相当値とした（補足表2-2）。混獲死亡率の見積もりが資源量推定に与える影響を検討するため、 p の仮定値として平成23年愛知県調査結果で得られた値を用いた場合（仮定1： p_2 ：0、 p_5 ：0.15、 p_8 ：0.5、 p_{11} ：0.35）及び、より過酷な実態を想定した値を用いた場合（仮定2： p_2 ：0.3、 p_5 ：0.45、 p_8 ：0.8、 p_{11} ：0.65）の2つの条件のもとでそれぞれ試算を行った。こうして計算された月期別年齢別漁獲尾数データを用いて資源尾数計算を行った。なお、伊勢・三河湾におけるシャコの産卵盛期から、誕生月期は毎年5月期とした。また、3歳を超える体長の個体が漁獲されないことから、寿命は36か月（12の月期）とし、月期あたりの自然死亡係数 M は田内・田中の方法（田中1960）から推定された0.21を用いた。 y 年5月期生まれの年級は、 y 年11月期に再放流サイズの小型シャコとして入網開始し、 $y+1$ 年11月期に体長10cmに達して漁獲加入し、 $y+2$ 年の8月期まで漁獲されるものとした。月期別年齢別資源尾数は次のPopeの近似式（Pope1972）により求めた。

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

ここで、 $N_{a,yt}$ 及び $C_{a,yt}$ はそれぞれ y 年の t 月期における a 期齢の資源尾数及び漁獲尾数であり、 y 年 t 月期の次の月期を $yt+1$ と表現している。最近年月期と2010～2015年の8月期の最高齢以外の漁獲係数 F は次式より求めた。

$$F_{a,yt} = \ln(N_{a,yt}/N_{a+1,yt+1}) - M$$

また、 y 年8月期の最高齢（9期齢）の資源尾数は次式より求めた。

$$N_{9,y8} = \frac{C_{9,y8}}{1 - e^{-F_{9,y8}}} e^{M/2}$$

最近年月期である2016年11月期の漁獲係数には、直近3年間の同じ月期における漁獲係数の平均値を用いた。2010～2015年の8月期の最高齢（9期齢）の漁獲係数は、混獲死亡率が1に近い仮定のもとでは再放流サイズの5期齢の漁獲係数と近い値となると仮定し、5期齢の漁獲係数に $\ln(1/p_8)$ を加えた値とした。2016年8月期の最高齢の漁獲係数は、直

近3年間の同月期における漁獲係数の平均値と等しくなるよう探索的に求めた。

仮定1のもとで推定された月期別年齢別資源尾数を補足表2-3に、資源尾数に各月期各年齢における平均体重を乗じて求めた月期別年齢別資源重量を補足表2-4に示す。また、仮定1と仮定2それぞれのもとで推定された2010年5月期から2016年11月期までの資源重量及び漁獲割合の推移を補足図2-1に示す。仮定1と仮定2のどちらにおいても、不漁であった2012年11月期から2013年8月期までの漁獲サイズ資源重量が少なかった一方、再放流サイズ資源重量が多かったために、2013年11月以降の漁獲サイズ資源重量が回復しており、資源量の変動の推移を辿ることができた。しかし、各仮定のもとでの結果を比較すると、資源重量の推定値は全ての月期において仮定1よりも仮定2のもとで大きくなり、その差は最大で1,127トンにもなった(2013年5月期)。これは主に再放流サイズの資源重量推定値の差に起因していた(補足表2-5)。漁獲割合についても、仮定1に比べて仮定2のもとで大きい月期が多かったが、仮定1でより大きくなる月期もあった。このように、資源重量や漁獲割合の推定結果は混獲死亡率の仮定により大きく変動するのが確認されたことから、今後より実態に則した混獲死亡率を把握するための調査を行う必要がある。

また、仮定1のもとで推定された資源重量及び漁獲係数の年級ごとの推移を補足図2-2に示す。いずれの年級も、漁獲加入前の1歳の8月期時点で漁獲係数が高まって資源量が減少を始めていた。この時期の漁獲係数の上昇は、貧酸素水塊の周辺における漁獲圧の高まりと混獲死亡の増加が資源減少に及ぼす影響を再現していると考えられる。しかし、1歳時に大量減耗が見られた2011年級と2015年級の資源重量について見ると、どちらも入網開始直後の0歳11月期の時点ですでに低い水準となっていた。これらの年級では、自然死亡の一時的増大による大量減耗を考慮できていないために、入網開始時の資源尾数が過小推定されているものと考えられる。また、漁獲係数については2015年級の1歳8月期における推定値が8.73と異常に高い値となったため、補足図2-2からは除いている。これは、2015年級が減耗した後の1歳11月期において漁獲量が極端に少なかったことによる。これらより、着底後の大量減耗が生じたことが明らかな年級については自然死亡率を一時的に上昇させるなど、より資源量の推移の再現性を高めるための手法的検討が必要と考えられる。

仮定1のもとで計算された5月期における親資源重量と、同年11月期の入網開始時における資源尾数の関係を補足図2-3に示す。親資源重量は、各月期の合計資源重量に各月期中の一斉調査で採捕された個体中の成熟開始サイズ(体長8cm)以上のシャコの重量割合をかけた値とし、雌雄比は1:1で一定と仮定した。この図から、親世代の資源量と子世代の入網開始時尾数との間に明瞭な再生産関係を見出すことができなかった。これは、シャコの浮遊幼生の採集数と同年生まれの年級の加入量の間に関係が見られないのと同様、浮遊幼生期及び入網開始前の稚シャコの生残率が貧酸素水塊等などの不安定な環境要因によって激しく変動することに起因すると考えられる。ただし、上述のように2011年と2015年の入網開始時の資源尾数は過小推定されている可能性があるため、自然死亡の変動を考慮した場合に再生産関係が見出されるかについては更なる検討を要する。

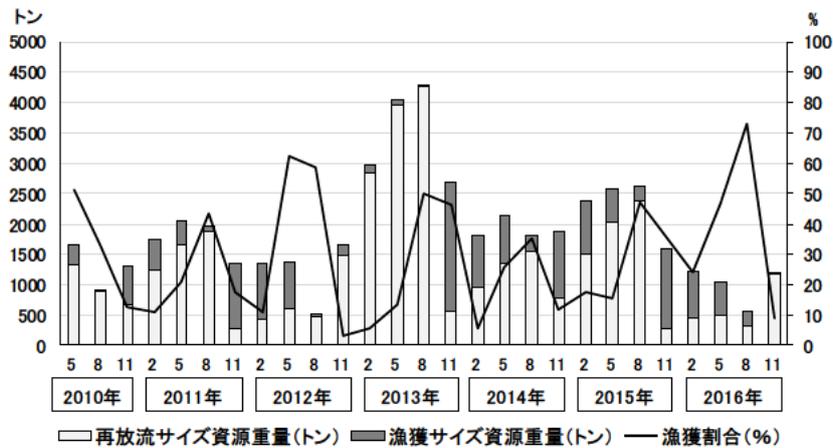
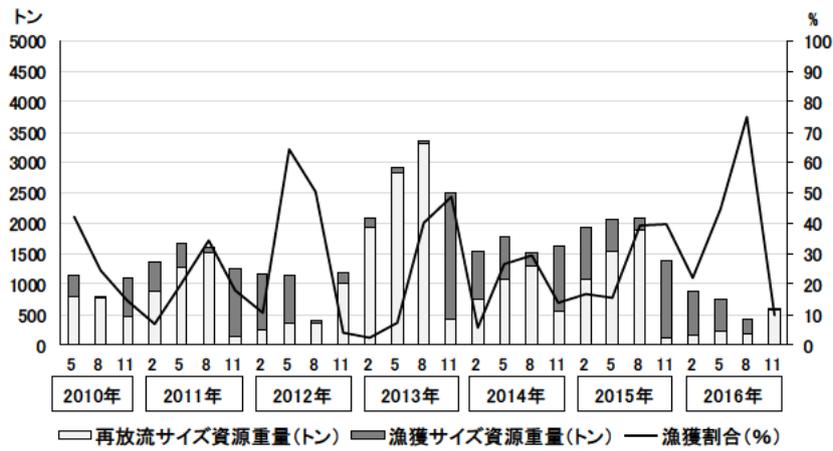
仮定1のもとで計算された、漁獲盛期である5月期開始時点における漁獲対象サイズのシャコ資源重量と、愛知県主要水揚げ港(豊浜)におけるCPUE(kg/隻)の推移を補足図2-4に示す。計算された漁獲盛期の資源重量は、2012年以降CPUEと似た年変動を示した。

しかし、2010年から2012年には、資源重量とCPUEは異なる変動傾向を示した。今後は各仮定値の妥当性の検討に加え、資源量指標値を用いたチューニングを導入することにより資源変動の再現性が向上するか検討していく必要がある。

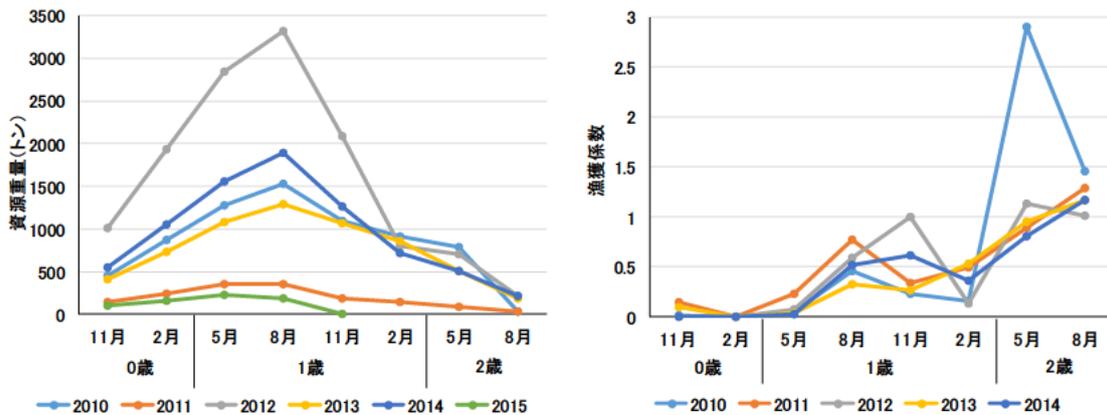
引用文献

Pope, J. G. (1972) An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. *Int. Com. Northw. Atl. Fish. Bull.*, **9**, 65-74.

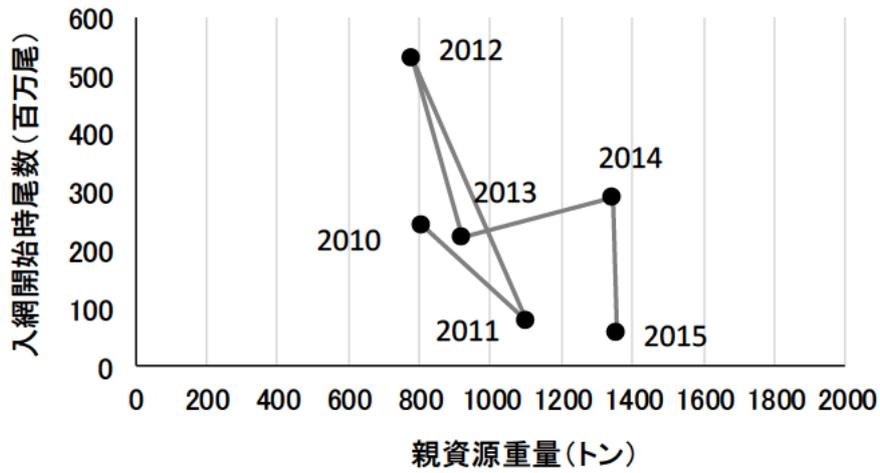
田中昌一 (1960) 水産生物の population dynamics と漁業資源管理. 東海区水産研究所研究報告, **28**, 1-200.



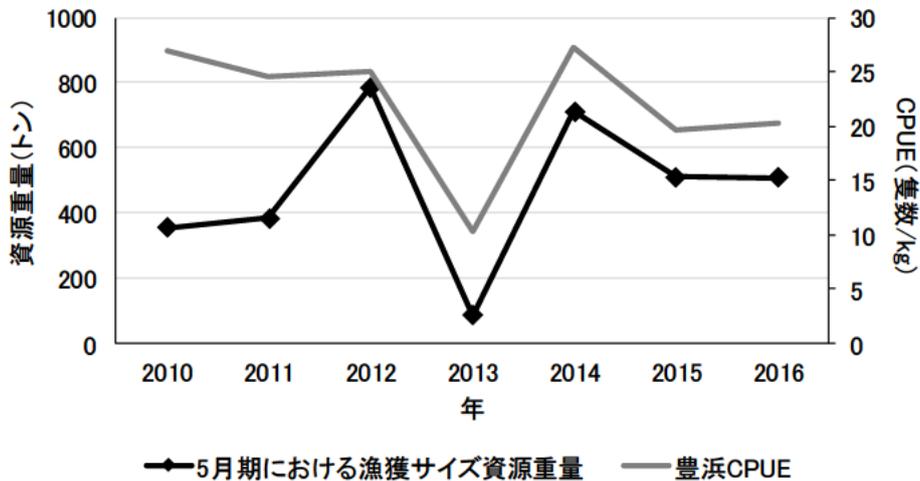
補足図 2-1. 仮定 1（上）と仮定 2（下）のもとでの再放流サイズ（体長 10 cm 未満）及び漁獲サイズ（体長 10 cm 以上）の資源重量（トン）と漁獲割合（%）の推定値の推移（2010 年 5 月期～2016 年 11 月期）



補足図 2-2. 仮定 1 のもとで推定された年級ごとの資源重量（左）と漁獲係数（右）の推移



補足図 2-3. 仮定 1 のもとで推定された各年 5 月期始め時点における親資源重量 (トン) と同年生まれ年級の入網開始時の資源尾数 (百万尾) の関係 (2010~2015 年)



補足図 2-4. 仮定 1 のもとで推定された各年漁獲盛期 (5 月期) における漁獲サイズ (体長 10 cm 以上) の資源重量 (トン) と愛知県主要水揚げ港における年間 CPUE (kg/隻) の推移 (2010~2016 年)

補足表 2-1. 年齢別入網尾数
(尾、月期計)

年	月期	年齢			合計
		0	1	2	
2010	5	0	148,081,437	11,162,377	159,243,813
	8	0	28,909,207	165,452	29,074,659
	11	5,504,962	8,827,493	0	14,332,455
2011	2	70,236,405	4,060,626	0	74,297,031
	5	0	42,067,791	9,971,999	52,039,791
	8	0	80,499,468	1,335,723	81,835,191
	11	27,191,461	11,715,193	0	38,906,654
2012	2	20,380,956	5,396,093	0	25,777,049
	5	0	53,806,594	23,998,593	77,805,187
	8	0	27,497,925	871,494	28,369,419
	11	1,116,606	2,715,014	0	3,831,621
2013	2	88,637,473	2,207,095	0	90,844,568
	5	0	137,612,589	1,647,127	139,259,716
	8	0	212,547,972	670,785	213,218,757
	11	48,637,575	68,297,211	0	116,934,785
2014	2	9,804,030	3,867,587	0	13,671,617
	5	0	31,492,493	15,556,756	47,049,249
	8	0	51,356,358	3,853,851	55,210,210
	11	3,232,533	12,537,069	0	15,769,602
2015	2	75,395,555	14,088,081	0	89,483,635
	5	0	30,025,384	10,149,173	40,174,557
	8	0	110,819,429	3,649,619	114,469,048
	11	31,289,681	30,110,442	0	61,400,123
2016	2	71,986,171	8,649,718	0	80,635,889
	5	0	63,578,741	9,081,818	72,660,559
	8	0	27,025,716	4,092,829	31,118,545
	11	82,301,592	823	0	82,302,415

(注) 網掛け範囲は再放流サイズ。

補足表 2-2. 仮定 1 のもとでの年齢別
漁獲尾数 (尾、月期計)

年	月期	年齢			合計
		0	1	2	
2010	5	0	22,212,215	11,162,377	33,374,592
	8	0	14,454,603	165,452	14,620,056
	11	1,926,737	8,827,493	0	10,754,230
2011	2	0	4,060,626	0	4,060,626
	5	0	6,310,169	9,971,999	16,282,168
	8	0	40,249,734	1,335,723	41,585,457
	11	9,517,011	11,715,193	0	21,232,204
2012	2	0	5,396,093	0	5,396,093
	5	0	8,070,989	23,998,593	32,069,582
	8	0	13,748,963	871,494	14,620,456
	11	390,812	2,715,014	0	3,105,827
2013	2	0	2,207,095	0	2,207,095
	5	0	20,641,888	1,647,127	22,289,015
	8	0	106,273,986	670,785	106,944,771
	11	17,023,151	68,297,211	0	85,320,362
2014	2	0	3,867,587	0	3,867,587
	5	0	4,723,874	15,556,756	20,280,630
	8	0	25,678,179	3,853,851	29,532,031
	11	1,131,387	12,537,069	0	13,668,456
2015	2	0	14,088,081	0	14,088,081
	5	0	4,503,808	10,149,173	14,652,980
	8	0	55,409,715	3,649,619	59,059,333
	11	10,951,388	30,110,442	0	41,061,831
2016	2	0	8,649,718	0	8,649,718
	5	0	9,536,811	9,081,818	18,618,629
	8	0	13,512,858	4,092,829	17,605,687
	11	28,805,557	823	0	28,806,380

(注) 網掛け範囲は再放流サイズ。

補足表 2-3. 仮定 1 のもとでの年齢別資
源尾数 (尾、月期始め時点)

年	月期	年齢			合計
		0	1	2	
2010	5	0	99,307,622	12,745,489	112,053,111
	8	0	60,616,594	290,386	60,906,979
	11	241,472,956	36,192,132	0	277,665,088
2011	2	194,324,535	21,431,474	0	215,756,009
	5	0	157,779,153	13,742,063	171,521,216
	8	0	122,420,693	2,172,160	124,592,853
	11	77,341,518	63,129,777	0	140,471,295
2012	2	54,220,848	40,701,092	0	94,921,940
	5	0	44,023,877	28,184,410	72,208,288
	8	0	28,472,019	1,259,412	29,731,431
	11	531,193,988	10,728,619	0	541,922,607
2013	2	430,943,554	6,264,524	0	437,208,078
	5	0	349,898,735	3,097,636	352,996,371
	8	0	265,495,609	1,030,898	266,526,507
	11	220,474,437	119,804,691	0	340,279,128
2014	2	163,672,071	35,732,867	0	199,404,938
	5	0	132,891,303	25,527,827	158,419,131
	8	0	103,642,714	6,709,165	110,351,879
	11	291,305,004	61,013,318	0	352,318,322
2015	2	235,501,656	38,242,090	0	273,743,746
	5	0	191,212,354	18,355,724	209,568,078
	8	0	151,193,991	5,758,513	156,952,504
	11	56,229,680	72,831,582	0	129,061,263
2016	2	35,786,898	32,002,839	0	67,789,737
	5	0	29,056,683	18,190,222	47,246,905
	8	0	14,998,794	6,585,903	21,584,697
	11	300,500,136	1,966	0	300,502,102

(注) 網掛け範囲は再放流サイズ。

補足表 2-4. 仮定 1 のもとでの年齢別資源
重量 (トン、月期始め時点)

年	月期	年齢			合計
		0	1	2	
2010	5	0	806	355	1,161
	8	0	758	10	767
	11	457	630	0	1,087
2011	2	874	484	0	1,358
	5	0	1,280	383	1,663
	8	0	1,530	72	1,602
	11	146	1,099	0	1,245
2012	2	244	920	0	1,164
	5	0	357	786	1,143
	8	0	356	42	398
	11	1,006	187	0	1,193
2013	2	1,938	142	0	2,080
	5	0	2,839	86	2,925
	8	0	3,319	34	3,353
	11	418	2,086	0	2,503
2014	2	736	808	0	1,544
	5	0	1,078	712	1,790
	8	0	1,296	222	1,518
	11	552	1,062	0	1,614
2015	2	1,059	864	0	1,924
	5	0	1,551	512	2,063
	8	0	1,890	191	2,081
	11	106	1,268	0	1,374
2016	2	161	723	0	884
	5	0	236	507	743
	8	0	188	218	405
	11	569	0	0	569

(注) 網掛け範囲は再放流サイズ。

補足表 2-5. 仮定 1 から仮定 2 にした際の資源
重量推定値の増加量 (トン)

年	月期	年齢			合計
		0	1	2	
2010	5	0	505	3	508
	8	0	131	3	134
	11	194	12	0	206
2011	2	367	13	0	380
	5	0	384	13	396
	8	0	338	12	350
2012	11	118	3	0	121
	2	194	3	0	197
	5	0	240	3	243
2013	8	0	118	3	121
	11	467	4	0	471
	2	899	4	0	903
2014	5	0	1,122	4	1,127
	8	0	939	4	943
	11	136	62	0	197
2015	2	203	65	0	268
	5	0	275	65	340
	8	0	238	63	301
2016	11	229	28	0	257
	2	438	29	0	467
	5	0	476	29	505
2017	8	0	494	28	522
	11	168	37	0	205
	2	286	39	0	325
2018	5	0	262	39	300
	8	0	112	37	150
	11	602	0	0	602

(注) 網掛け範囲は再放流サイズ。