

平成 27 (2015) 年度シャコ伊勢・三河湾系群の資源評価

責任担当水研：増養殖研究所（黒木洋明、鴨志田正晃）

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指定された。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、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いており、2011年以降は500トン台を割り込み、2014年は推定275トンであった。

資源量指標値（小型機船底びき網漁業でのシャコ CPUE）は1990年から1999年にかけて減少し、高位から低位へと下がったが、2000年以降増減しながら増加し、中位水準に回復した。2012年秋から2013年にかけて著しい不漁となり、2013年は一時低位水準へ下がったが、2014年は再び増加し、現在の水準は中位、動向は横ばいと判断した。

2016年漁期ABCの算定については規則2-1)を用い、2012～2014年の平均漁獲量290トンに $\delta_1=1.0$ （中位水準における標準値）と資源量指標値の直近3年間（2012～2014年）の変動を示す $\gamma_1=1.05$ を乗じた306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245トンをABCの目標値(ABCtarget)とした。

管理基準	Limit/ Target	F 値	漁獲割合 (%)	2016年ABC（トン）
1.0・Cave 3-yr・1.05	Limit	—	—	306
	Target	—	—	245

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）	漁獲量（トン）	F 値	漁獲割合
2013	—	208	—	—
2014	—	275	—	—

※ 年は暦年で、2014年の漁獲量は推定値（愛知県）を含む。

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、2012～2013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）、2014年：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）
幼生の発生状況	<ul style="list-style-type: none"> ・シャコ浮遊幼生分布調査（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て、底びき網漁業の休漁期の設定、小型魚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10～30m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部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。分布の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曳き（月

1回、35定点)による幼生採集数から見ると、近年、採集数は増加傾向がみられ、特に2011年は多かった(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(児玉ら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と稚シャコ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、2007年及び2012年に幼生出現のピークが2回見られた。

(2) 年齢・成長

シャコはふ化後2年近く経過した後に10cm以上となって漁獲対象となる。図5に小型底びき網の漁場一斉調査(2012年5月~2015年2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ー式に当てはめると、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8.0cm、体重8.1g、2歳で体長12.2cm、体重27.9g、3歳で体長14.6cm、体重47.4g、4歳まで生きるとすれば体長16.0cm、体重62.0gに成長する(図6)。なお、東京湾のシャコについては、リポフスチン(脳内神経細胞の中に蓄積される色素)を年齢形質として成長が再検討された結果、漁獲サイズに達した個体には様々な年齢群が含まれていて3歳以上の個体の割合が高いことが示され、従来の体長組成解析から推定された加入年齢よりも高齢の個体が漁獲対象の中心となっている可能性が指摘されている(Kodama et al. 2005)。

(3) 成熟・産卵

伊勢湾における成熟体長は約8cmであり、ほぼ1歳で成熟すると考えられる。生殖腺重量から判断すると産卵期は5月から9月まで続くと考えられ、生殖腺の発達過程から5月と8~9月の年2回の産卵ピークが存在する(図7)。

(4) 被捕食関係

東京湾では2~3cmの小型個体では魚類を摂餌する比率が高く、4~12cmで貝類の比率が高まり、12cm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)。また、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かなり小型の個体であった(浜野 2005)。また、伊勢・三河湾では、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 2011)。

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は他海域と同様に小型底びき網によるものがほとんどで、他には刺し網と定置網で若干漁獲されている。伊勢・三河湾の小型底びき網漁業にとってシャコは最も重要な魚種で、かつては同漁業種類の水揚げ金額の20~50%を占めていた(愛知県 1991)。最近ではその割合を減らしているものの(水野 2003)、水揚げ金額において上位を占めており、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10cm以上であり、体長10cmに満たないシャコは再放流されている。2002~2011年に実施された資源回復計画では、甲板上に水揚げされたシャコを高温と乾燥から守るため、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年度愛知県による調査結果)。

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、漁獲量が大きく減少してきているなかで、産卵前に相当する冬季(1~2月)の漁獲量は増加していることから、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の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8、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、2013年はそれぞれ205トン及び3トンであった。2014年の県計漁獲量については、三重県は三重県水産研究所が独自集計を行い7トン、愛知県は集計が間に合わないことから、2014年漁獲量が入手できる主要水揚げ港3港(幡豆、豊浜、西浦)の水揚げ量から他の水揚げ港 P_i の t 年の漁獲量 Ct_{P_i} を重回帰分析により推定し(詳細は補足資料2参照)、愛知県全体の漁獲量を次式により推定した。

$$Ct_{AICHI} = Ct_{Hazu+Toyohama+Nishiura} + \sum_i Ct_{P_i}$$

2014年の幡豆、豊浜、西浦のシャコ漁獲量216トンから計算すると、愛知県全体のシャコ漁獲量は推定268トンとなり（補足資料2）、伊勢・三河湾全体では275トンとなった。

愛知県における主要水揚げ港（豊浜）での漁獲量の経月変化を図9に示す。通常年では、4～5月にピークがあり、8月以降の漁獲量は少ないが、10月から再び増加し、12月にかけて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、引き続く2013年は3～7月の主漁期は極めて低調となった。一転して2014年は4～5月の主漁期の漁獲は順調だったが、秋以降の漁獲は減少した。

(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）をその経年変化をそれぞれ図10、図11に示す。過去10数年で延べ出漁隻数は大きく減少している。愛知県の標本船調査データ（小型底びき網漁船6隻）から算出した年間の総曳網時間も2004年以降減少しており、特に2013年は大きく減少している（図12）。延べ出漁隻数だけでなく、1隻あたりの作業時間も減少しており、漁獲努力量は一貫して減少傾向にあると判断できる。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

シャコ漁獲の大部分を占める愛知県の小型底びき網によるシャコ CPUE（単位漁獲努力量あたりの漁獲量(kg/隻)）の経年変化を主体として水準・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等の推移、漁場一斉調査ならびに新規加入量調査（シャコ幼生採集調査）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を根拠地とする小型機船底びき網漁船（伊勢湾で主に操業）によるシャコ CPUE (kg/隻)を資源量指標値とし、その推移(1989年～2014年)を図13に示す。資源水準は、過去26年間のCPUEの最大値と最小値の間を三等分し、上位区分から高位、中位、低位と定めた。CPUEは1990年から1999年にかけて減少し、高位から低位へと下がったが、2000年以降は増減しながら緩やかに増加し、中位水準に回復した。2012年秋から2013年にかけて著しい不漁となり、2013年CPUEは一時低位水準へ下がったが、2014年は再び増加し、現在の水準は中位、動向は横ばいと判断した。

愛知県の標本船調査データ（小型底びき網漁船6隻）から算出した2004～2013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10cm以上）については2008年から2012年にかけて増加していたが、2013年は大きく減少した。1歳主体の放流サイズのシャコ（体長10cm未満）については、2012年に減少したが、2013年には再び増加している（図14）。

(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5)、5月には、体長モードが6~7cmの小型群と10~11cmの大型群の2群が認められ、大型群は2歳+の春季に産卵に加わる親シャコと考えられる。小型群は前年発生群であり、5月から11月にかけて、体長モードが6cmから10cmへと徐々に大きくなり、11月以降は、同年に発生した新たな小型群の加入がみられるようになる。生後3年以上を経たと思われる13~15cm以上の個体は周年にわたりほとんど見られない。

2011年発生と見られる年級群は、2012年夏には漁獲加入し始めていたが、秋以降に激減して2013年に入ってから2011年級群と見られるモードは見られなくなった(図5)。2011年級の発生量自体は、幼生の採集数(図4)から見ると、近年では比較的多かったものと推定されるが、2012年の秋以降に何らかの原因により大きく減耗したものと考えられる。漁場一斉調査による採集量は資源水準の指標の一つと見なせると考えられるが、特に2012年11月のシャコ採集数(n=40, 図5)は際立って少ない。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が原因として推定されているが(日比野・中村 2014)、2011年級の大きな減耗の主要因は不明である。2012年発生年級の、2013年秋以降も8~9cmをモードとした群として見ることができ(図5)、2011年級のような大きな減耗はなかった。2013年発生年級については、2014年秋まで7~9cmをモードとした群として見られるが、2015年2月の時点ではまとまりが無くなっており(図5)、大きく減耗した可能性があることから、今後の動向を注視する必要がある。

(4) 資源の水準・動向

過去26年間の資源量指標値(シャコ CPUE)の最大値と最小値間を三等分して水準を判断すると、2013年の水準は中位にある(図13)。動向は過去5ヵ年の小型底びき網 CPUEの推移から横ばいと判断した。

5. 2016年ABCの算定

(1) 資源評価のまとめ

小型機船底びき網漁船によるシャコ CPUE (kg/隻)を資源量指標値として水準・動向を判断すると、資源水準は中位で、動向は横ばいと判断される。

(2) ABCの算定

漁獲量と資源量指標値が使用できることから、以下に示すABC算定規則2-1)によってABCを算定する。

$$ABClimit = \delta_1 \times Ct \times \gamma_1$$

$$ABCtarget = ABClimit \times \alpha$$

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

ここで、Ctはt年の漁獲量。δ₁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。γ₁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底びき網のシャコ CPUE とし、直近3年間(2012~2014年)の動向から b(+1.13)と I(20.87)

を定めた。k は標準値の 1.0 とした。δ₁ は、Ct を 3 年平均漁獲量とした場合の中位水準の標準値である 1.0 とした。α は標準値の 0.8 とした。

管理基準	Limit/ Target	F 値	漁獲割合 (%)	2016 年 ABC (トン)
1.0・Cave 3-yr・1.05	Limit	—	—	306
	Target	—	—	245

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
2013 年漁獲量確定値	2013 年漁獲量の確定

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	資源量	ABClimit (トン)	ABCtarget (トン)	漁獲量 (トン)
2015 年 (当初)	0.7・Cave3-yr・0.64	—	167	134	
2015 年(2015 年再評価)	0.7・Cave3-yr・0.64	—	156	125	

本評価対象の ABC 算定は昨年度から実施したことから、ABC の再評価は 2015 年について行った。

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。しかし今のところ資源の減少要因の特定は困難で、また環境の人為的管理は現状では難しいことから、限られた資源を持続的かつ有効に利用する方策が必要である。

現在実施されている体長 10cm 未満の小型個体の放流は、漁獲サイズの大型化を目指した加入量当たりの漁獲量の最大化を実現するだけでなく、未成熟個体を放流することによって産卵親魚量を確保する意味でも重要である。

一方、伊勢・三河湾の貧酸素水塊の規模は拡大の傾向にあり、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、特に漁獲サイズに満たない小型のシャコ(1 歳)が多獲される。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

- 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 Papers 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. 208 pp.
- 日比野学(2011) 伊勢・三河湾におけるマアナゴの食性. 第15回アナゴ漁業資源研究会資料
- 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, 14, 87-93.
- 石井 洋・池田文雄(1999) シャコ選別器の開発-II 投棄シャコの生残率推定. 神水試研報, 4, 5-7.
- 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, Oyama M, Lee JH, Akaba Y, Tajima Y, Shimizu T, Shiraishi H, Horiguchi T (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. 神水研報, 8; 71-76.
- Kodama K, Shimizu T, Yamakawa T, Aoki I (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.
- Kodama K, Yamakawa T, Shimizu T, Aoki I (2005) Age estimation of the wild population of Japanese mantis shrimp *Oratosquilla oratoria*(Crustacea: Stomatopoda) in Tokyo Bay, Japan, using lipofuscin as an age marker. *Fisheries Science*, 71; 141-150.
- 水野正之(2003) 愛知県におけるアナゴ漁業について. 第6回アナゴ漁業資源研究会資料.
- 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.
- 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. 神水研報, 7; 1-10.
- 清水詢道(2004) 東京湾のシャコ資源について-II シャコ資源回復への私案. 神水研報, 9; 1-11.

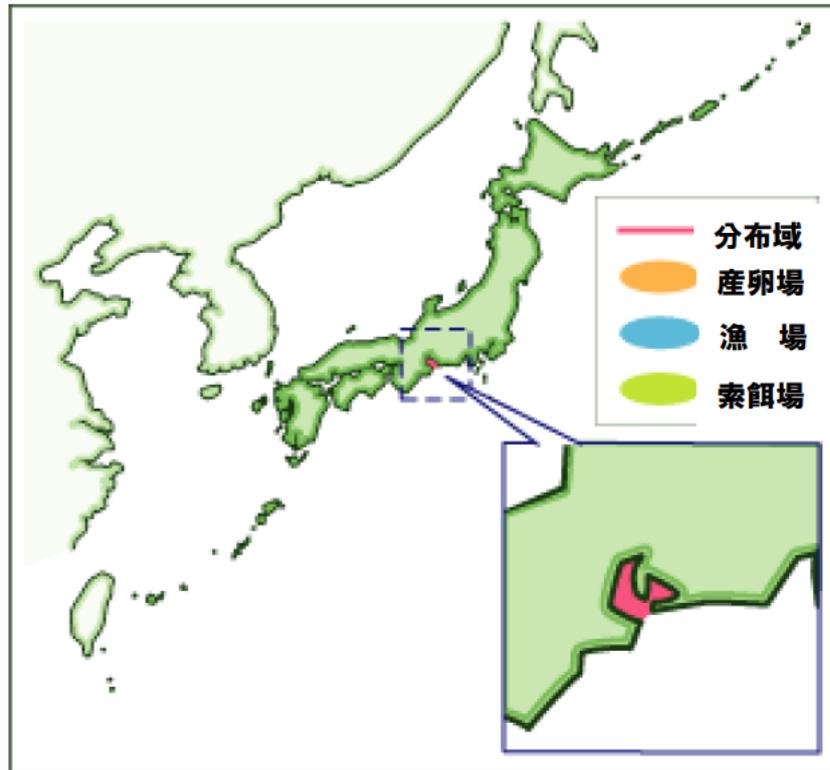


図1. シャコ伊勢・三河湾系群の分布域

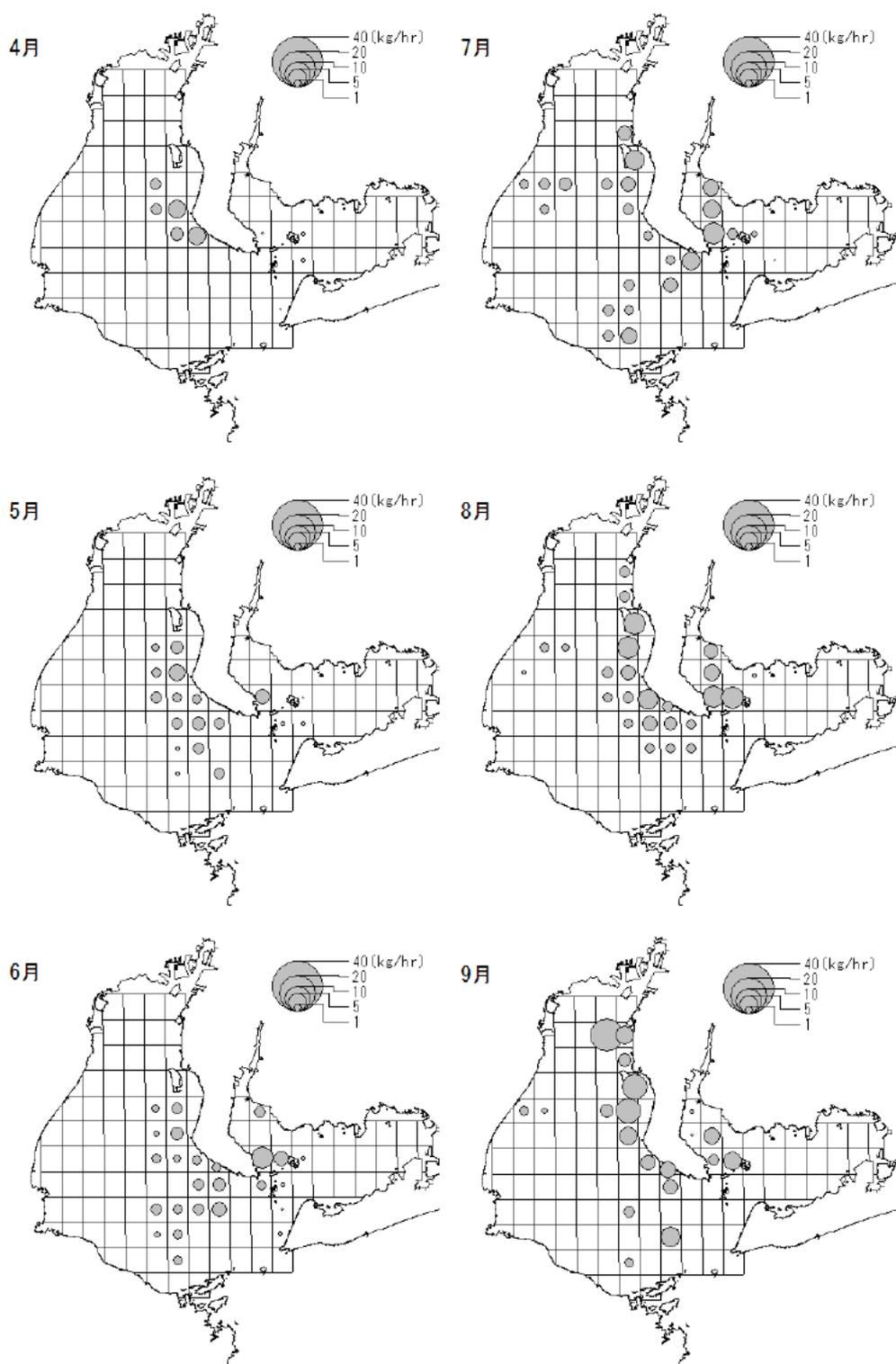


図2-1. 小型底びき標本船のシャコの単位漁獲努力量あたりの漁獲量(CPUE: kg/hour) (2013年4月～2014年3月)

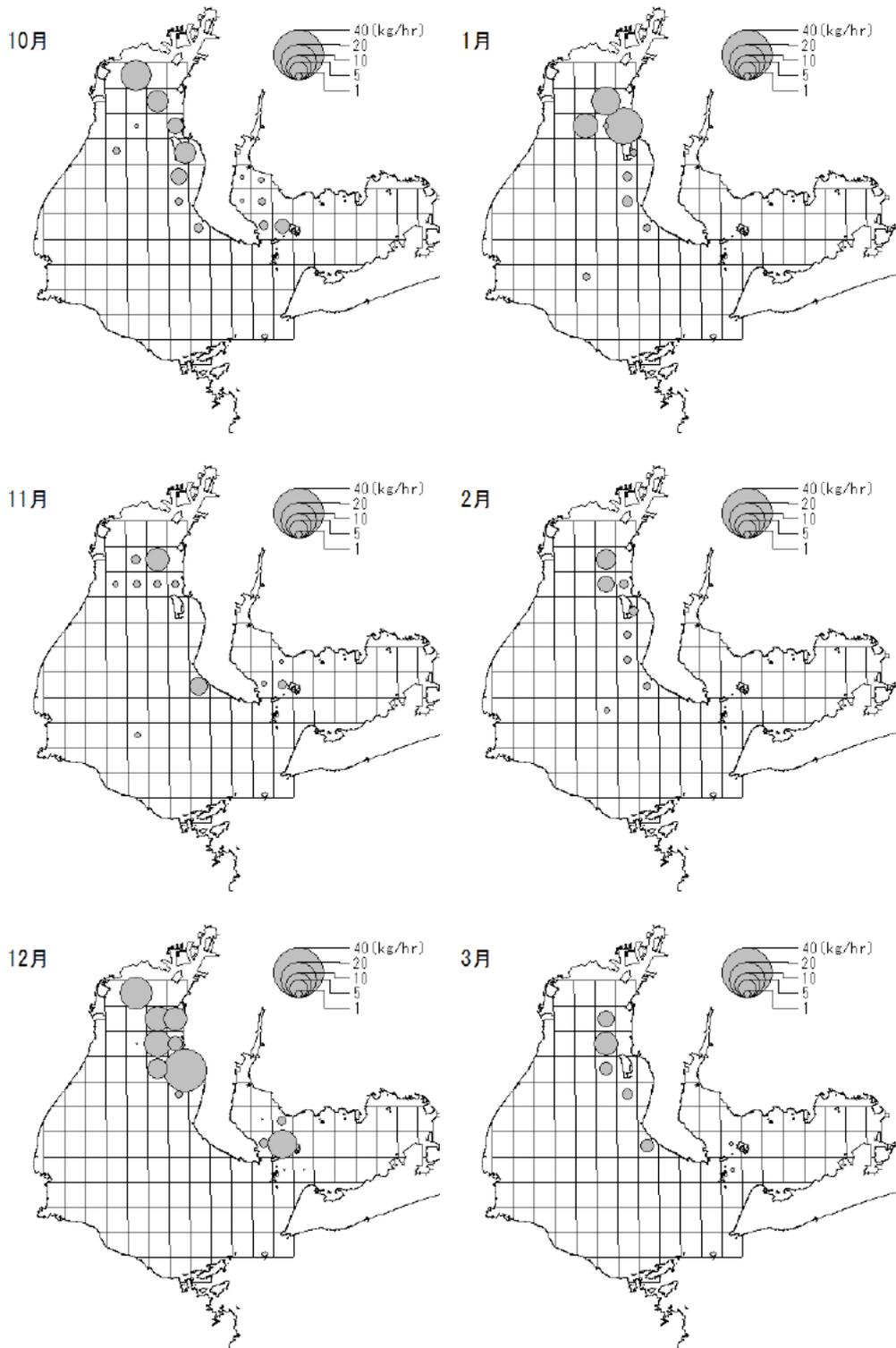


図2-2. 小型底びき標本船のシャコの単位漁獲努力量あたりの漁獲量(CPUE: kg/hour) (2013年4月～2014年3月)

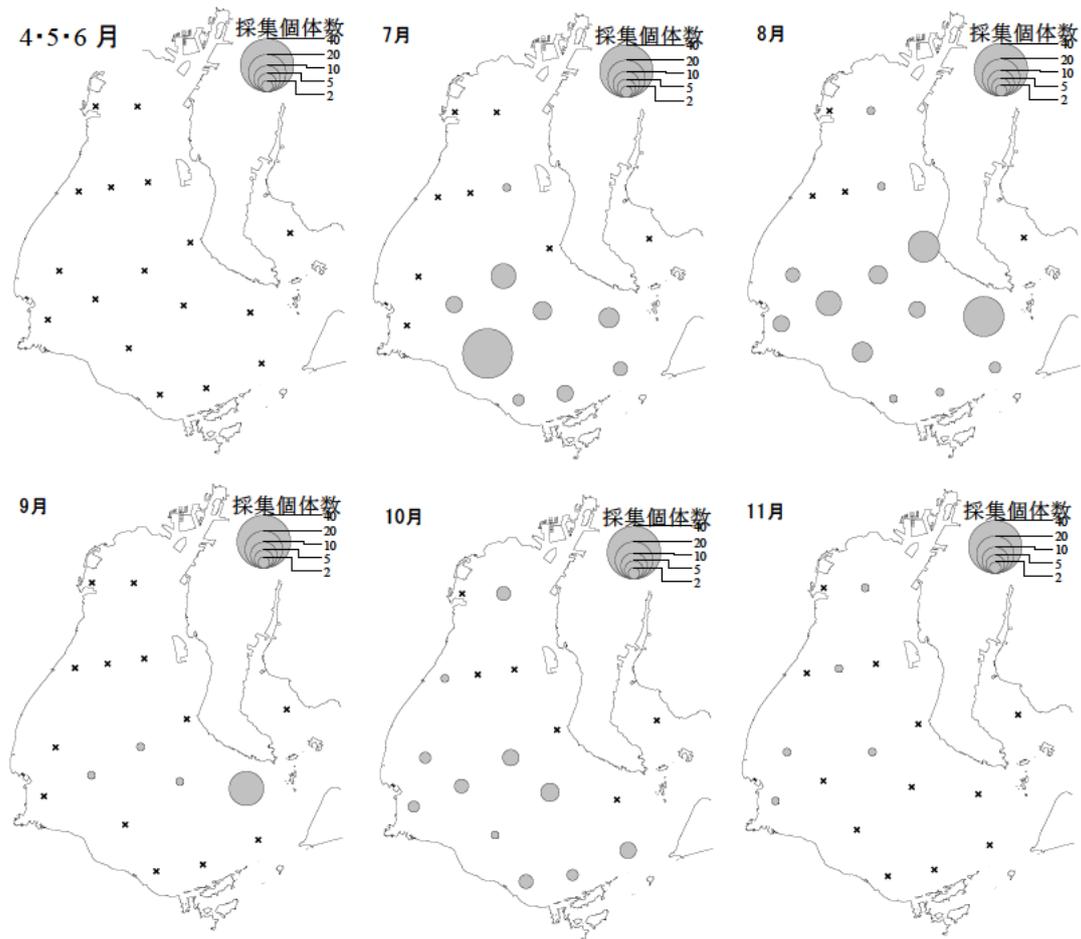


図3. 伊勢湾におけるシャコ浮遊期幼生の分布
(2012年三重県調査)

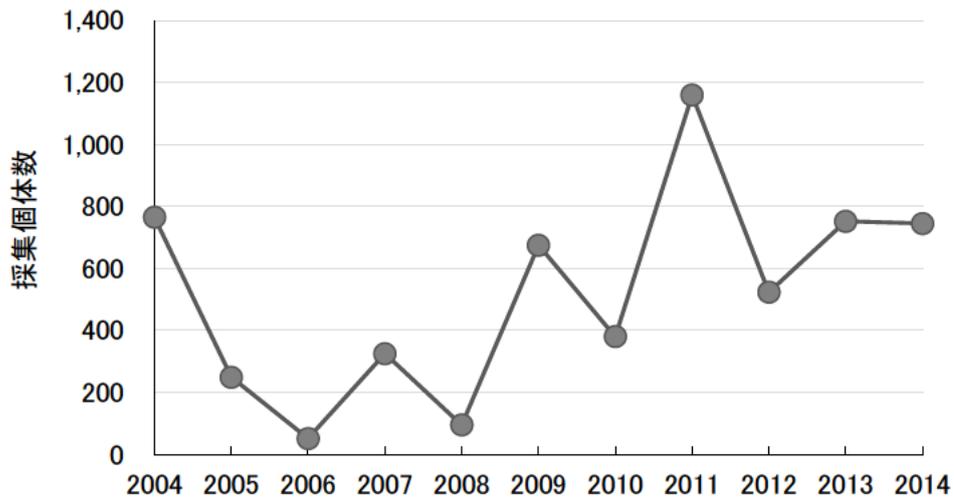


図4. 伊勢湾におけるシャコ浮遊幼生採集数の経年変化
(2004～2014年ノルパックネット鉛直曳き 三重県・愛知県調査の合計値)

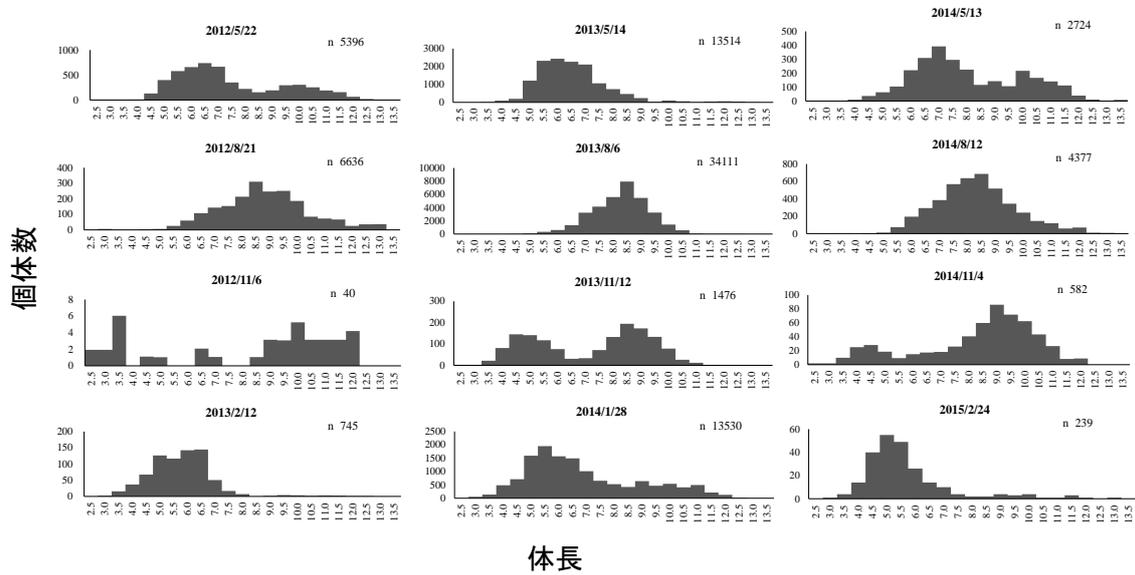


図5. 伊勢湾で採捕されたシャコの月別体長組成（愛知県調査）漁場一斉調査（2012～2014年度）による。
（グラフ中の”n”は1回の調査でのシャコの総採集個体数）

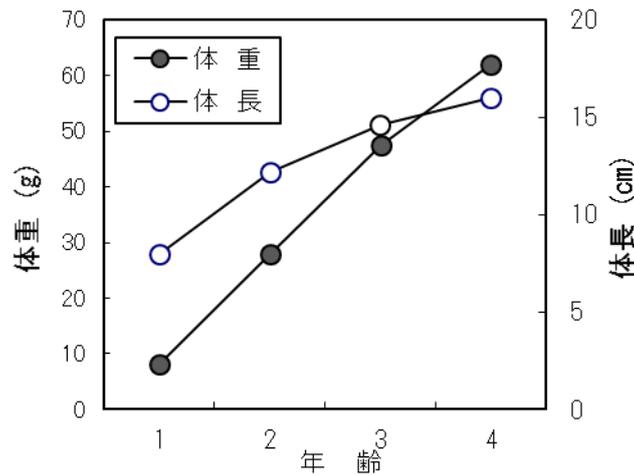


図6. 伊勢・三河湾のシャコの年齢と成長

熟度指数6%以上の成熟雌の割合

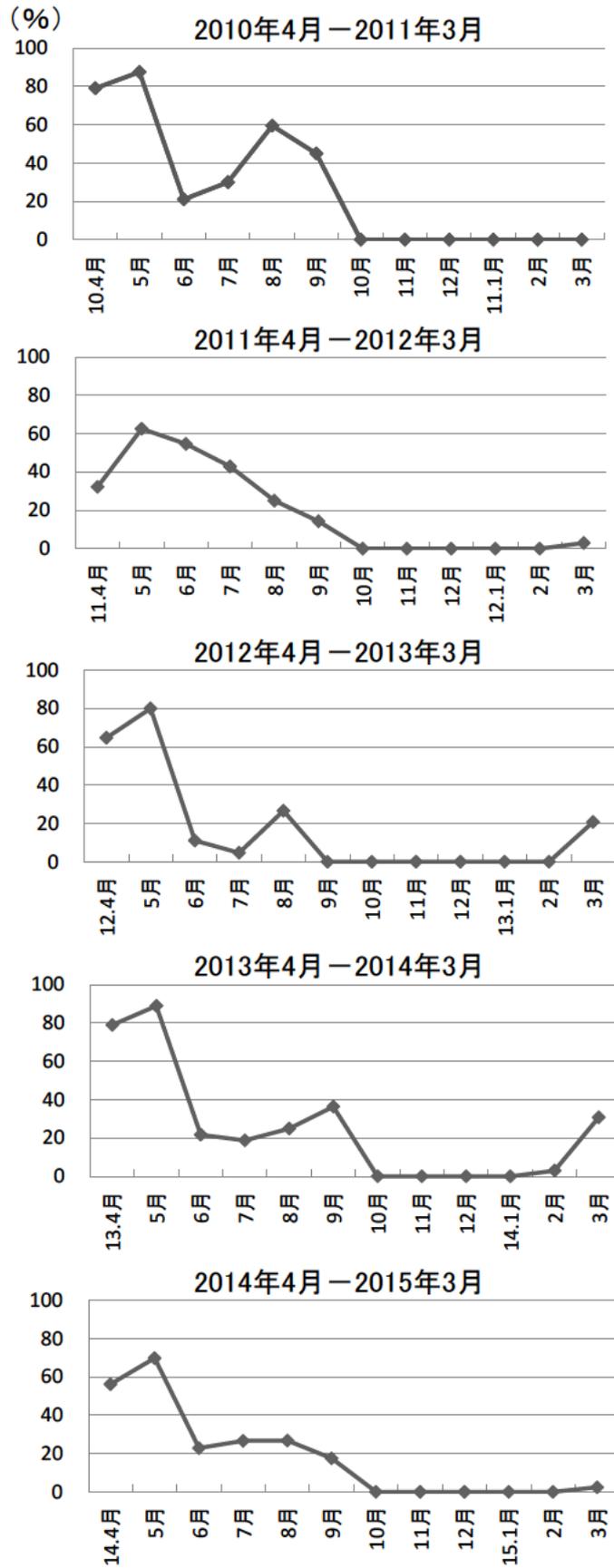


図7. 伊勢・三河湾のシャコ成熟雌比率の月別変化 (2010～2014年度)

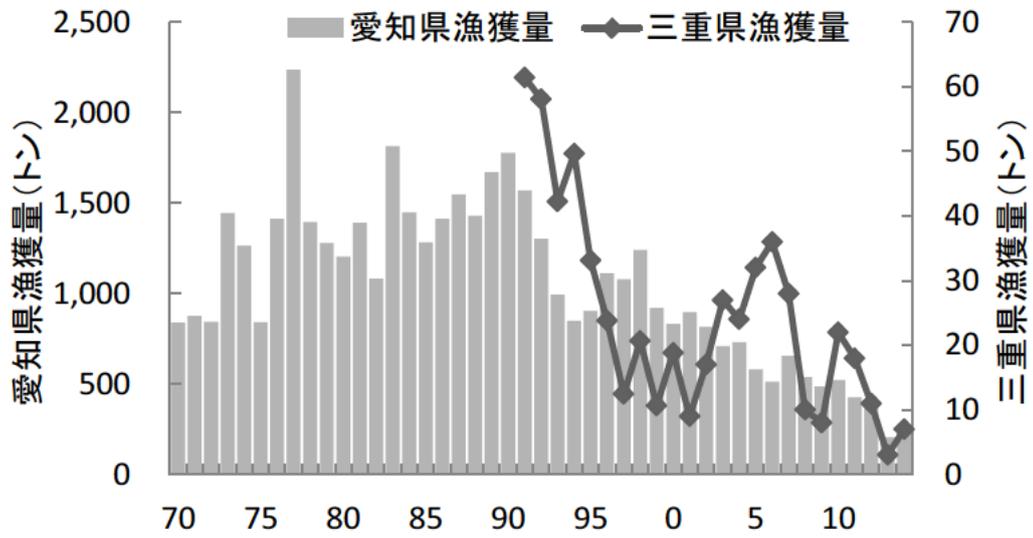


図 8. 愛知県と三重県における漁獲量の経年変化 (1970～2014 年)

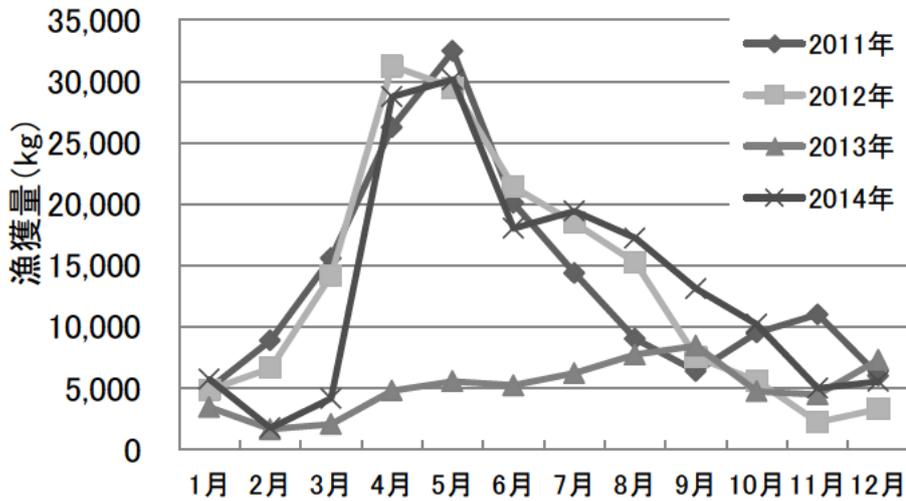


図 9. 愛知県の主要水揚げ港（豊浜）における月別漁獲量 (2011～2014 年)

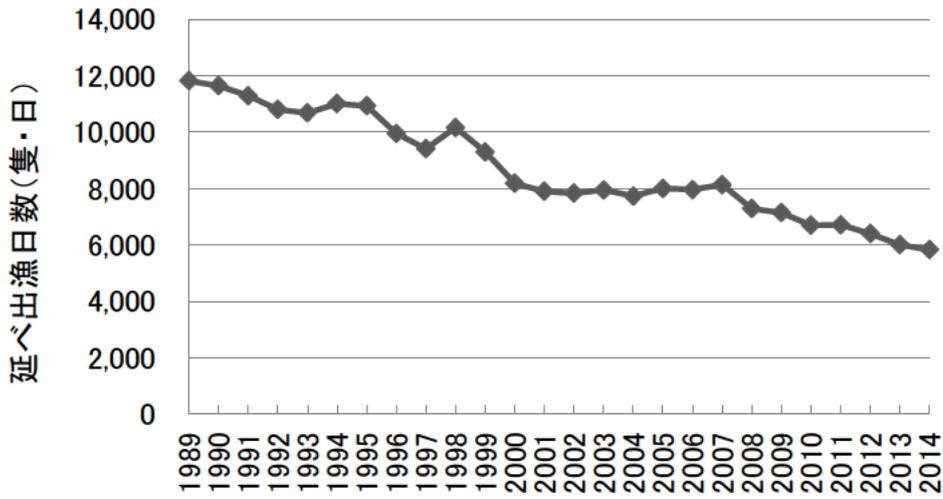


図 10. 愛知県豊浜地区小型底びき延べ出漁隻数の推移

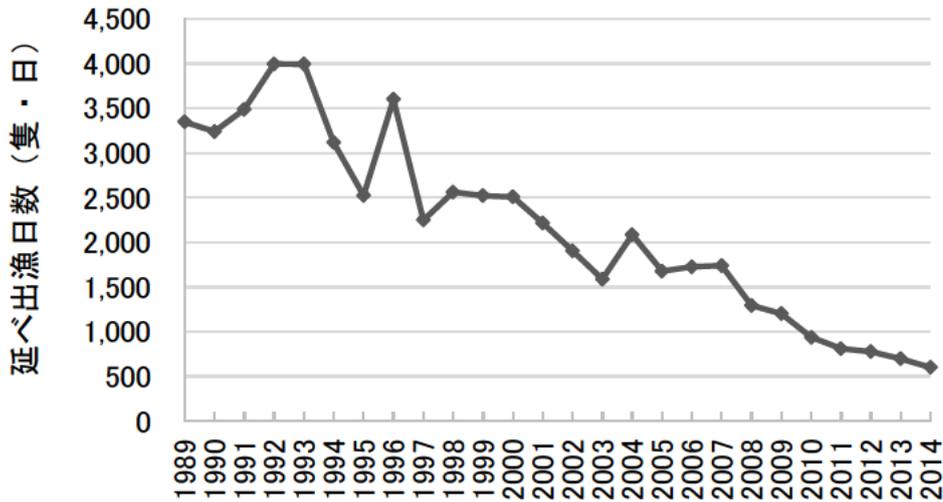


図 11. 三重県有滝地区小型底びき延べ出漁隻数の推移

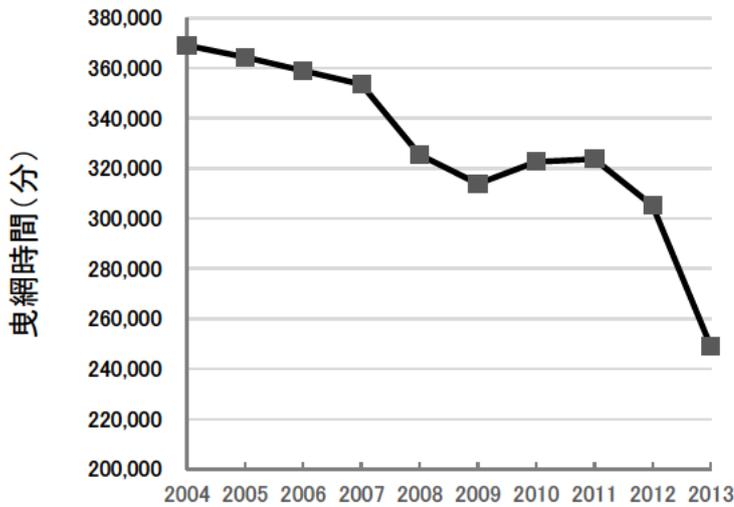


図 12. 愛知県小型底びき網標本船（6 隻）の年間総曳網時間の推移

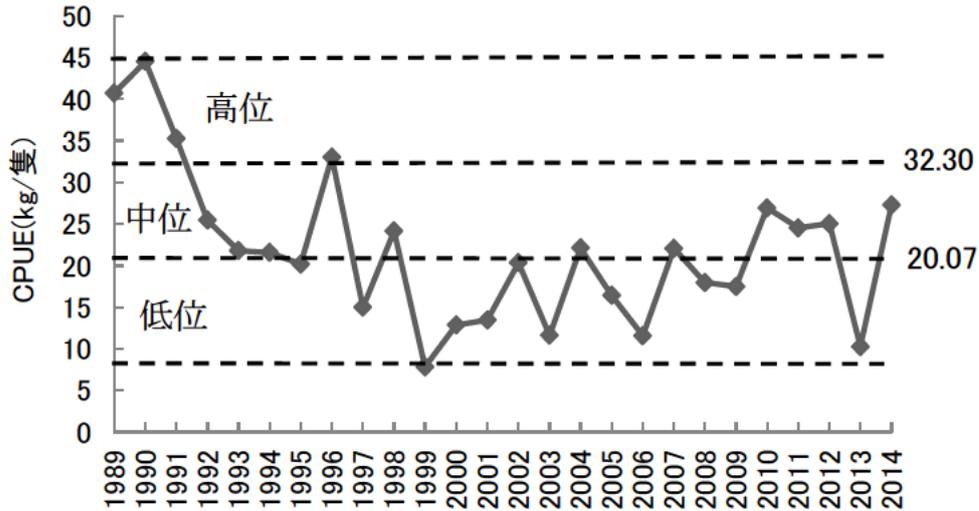


図 13. 愛知県豊浜地区小型底びきシャコ CPUE の推移(1989~2014 年)
 水準・動向を判断する資源量指標値
 (最大値と最小値間を三等分し高位・中位・低位を区別)

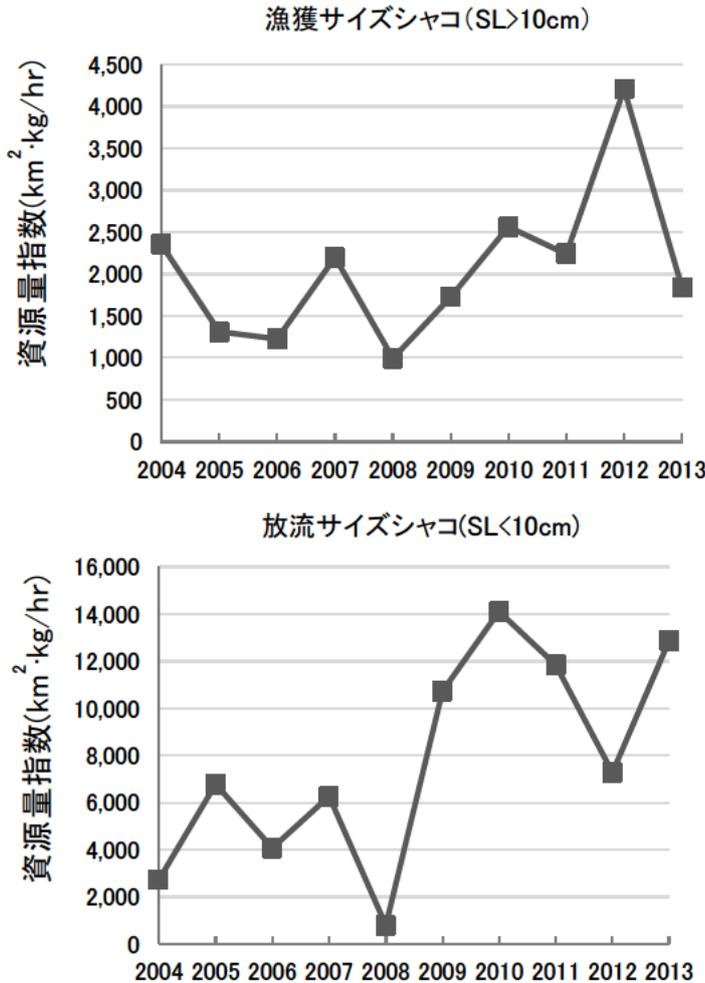


図 14. 小型底びき網標本船の操業記録から算出したシャコ資源量指数(km²*kg/hr)の推移(2004~2012 年) 上段は漁獲サイズ (体長 10cm 以上) のシャコ、下段は放流サイズ (体長 10cm 未満) の小シャコ

表1. 愛知県と三重県シャコ漁獲量（1970-2014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	268	7	275

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。

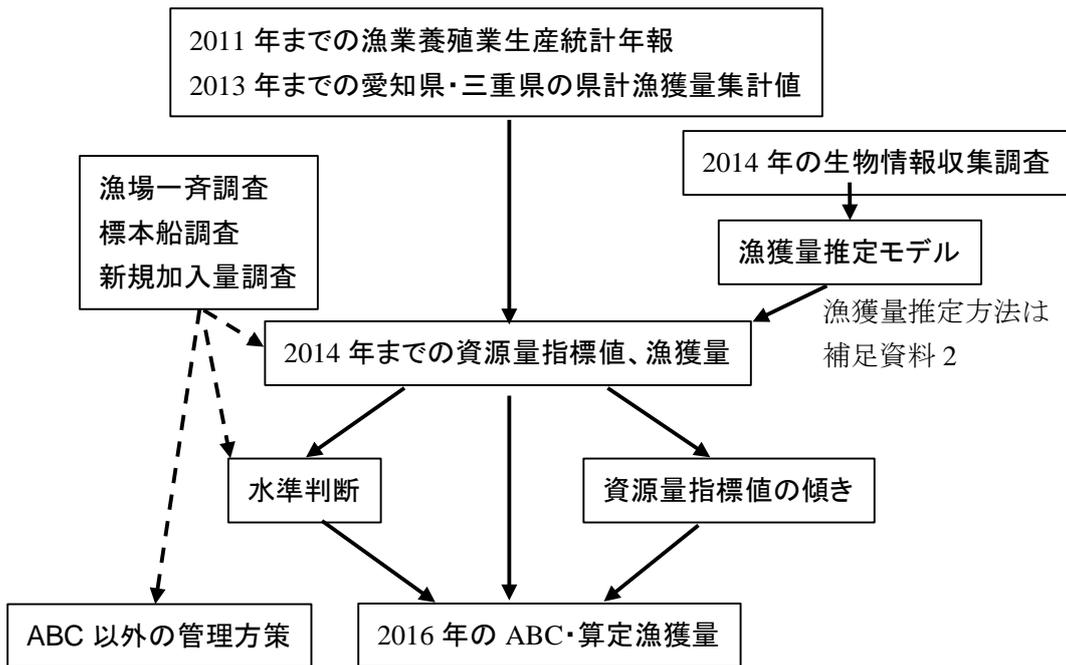
資源回復計画対象魚種の漁獲動向(農林水産省)。

2012-2013 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。

2014 愛知県:推定値 三重県:三重県水産研究所調べ。

補足資料1 資源評価の流れ



補足資料 2 2014 年の漁獲量推定方法

2012 年の漁業・養殖業生産統計年報（資源回復計画対象魚種の漁獲動向）からシャコの漁獲量が得られなくなった。三重県は県水産研究所独自集計の数値が利用可能であるが、愛知県においては県独自の集計（漁業地域別魚種別漁獲量調査）の公表まで約 1 年を要し、本評価への前年データの利用ができないことから、2014 年の漁獲量のデータが得られる主要水揚げ港の 3 港（幡豆、豊浜、西浦）から県全体の 2014 年漁獲量を推定する必要がある。2014 年度の本系群の資源評価においては、主要 3 港の漁獲量合計 $Ct_{\text{Hazu+Toyohama+Nishiura}}$ と県計漁獲量 Ct_{AICHI} との単純な回帰分析（ y 切片=0）を行い、

$$Ct_{\text{AICHI}} = 2.4664 \times Ct_{\text{Hazu+Toyohama+Nishiura}} \quad (\text{式 1})$$

により 2013 年漁獲量 279 トンを推定した。しかし、今年度得られた確定値 205 トンとかなり大きな差が認められたことから、主要 3 港を含む 13 の水揚げ港における漁獲量（1996～2013 年）の相関解析を網羅的に行ったところ、漁獲量の変動パターンが各港で共通するという前提は成り立たず、水揚げ港間での相互干渉が生じている可能性も考慮する必要があることが明らかとなった。

そこで、主要水揚げ港の 3 港（幡豆、豊浜、西浦）以外の愛知県水揚げ港で、資源回復計画が策定された 2004 年から 2013 年の 10 年間に 1 トン以上の年間漁獲量があった 10 港（ $P_1 \sim P_{10}$ ）について、10 年間の主要 3 港（幡豆、豊浜、西浦）の漁獲量を変数とした重回帰分析を行い、10 港それぞれの漁獲量の推定を行った。すなわち、 P_i 港の t 年の漁獲量 Ct_{P_i} について、主要 3 港の t 年の漁獲量（それぞれ Ct_{Hazu} 、 Ct_{Toyohama} 、 Ct_{Nishiura} ）の 3 変数を用いた重回帰分析を行い、

$$Ct_{P_i} = a_i \cdot Ct_{\text{Hazu}} + b_i \cdot Ct_{\text{Toyohama}} + c_i \cdot Ct_{\text{Nishiura}} + d_i \quad (\text{式 2})$$

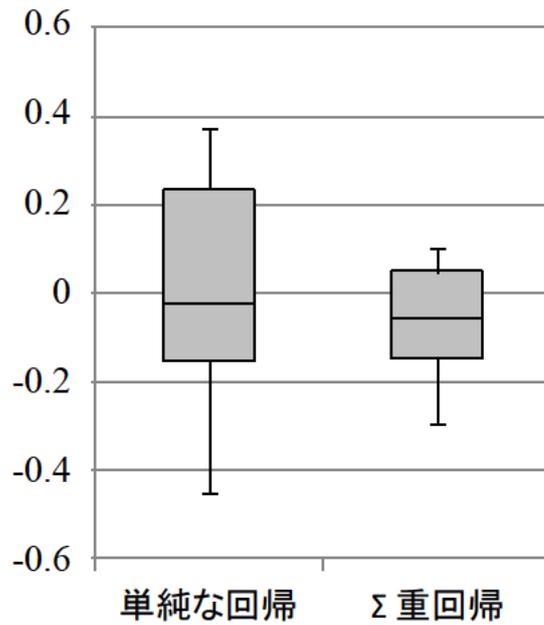
$$(\text{但し、} Ct_{P_i} \leq 0 \text{ となった場合は } Ct_{P_i} = 0)$$

を推定した（係数 a_i 、 b_i 、 c_i 、 d_i は、補足表 1 参照）。この推定値を 10 港分合計した値は、主要 3 港（幡豆、豊浜、西浦）以外の愛知県漁獲量の推定値となるので、愛知県全体の漁獲量を Ct_{AICHI} とすると、

$$Ct_{\text{AICHI}} = Ct_{\text{Hazu+Toyohama+Nishiura}} + \sum_{i=1}^{10} Ct_{P_i} \quad (\text{式 3})$$

となる。2014 年の漁獲量は、幡豆 38 トン、豊浜 159 トン、西浦 19 トンで、補足表 2-1 に示した係数を用いて式 2 と式 3 を計算すると、2014 年の愛知県シャコ漁獲量は 268 トンと推定された。

本年度採用した推定方法の妥当性を検証するため、式 1 のような単純な線形回帰（ y 切片=0）による推定モデルと、式 2 と式 3 で示される重回帰による推定モデルを、2004 年から 2013 年の 10 年間のデータを用いて一個抜き交差検証（leave-one-out cross-validation）を行ったところ、重回帰推定モデルの残差平方和は、単純な回帰モデルの約 4 割の値と小さくなった。残差を box plot（箱ひげ図）で見ると、重回帰モデルは過小推定の傾向があるが単純な回帰モデルよりバイアスは小さくなっており（補足図 2-1）、今年度採用した漁獲量推定方法は妥当と判断できる。



補足図2-1. シャコの漁獲量を推定する2つのモデル（単純な線形回帰モデル（y切片=0）と重回帰で個別港ごとに推定するモデル）をそれぞれ交差検証（leave-one-out cross-validation）し、（予測値-観測値）÷観測値のばらつきを示したbox plot（箱ひげ図）

補足表2-1. Pi港のt年の漁獲量CtPiを推定する重回帰式（補足資料2：式2）の係数

水揚げ港(Pi)	回帰式の係数			
	a i	b i	c i	d i
P1	0.05	-0.22	2.18	-13.30
P2	0.36	-0.07	-0.18	-0.20
P3	0.17	0.02	0.82	-15.54
P4	0.37	-0.08	0.56	23.74
P5	0.24	-0.04	-0.15	3.13
P6	0.66	-0.25	2.39	-44.20
P7	0.22	-0.01	0.35	-14.99
P8	-0.10	0.03	0.10	3.70
P9	0.02	-0.03	1.08	-18.13
P10	0.26	-0.06	0.17	-8.12