

令和 6（2024）年度シャコ伊勢・三河湾系群の資源評価

水産研究・教育機構

水産資源研究所 水産資源研究センター（澤山周平・横内一樹・青木一弘・竹茂愛吾・堀 正和）

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（以下、「小底」という）漁業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い、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、愛知県および三重県が定める資源管理指針の下で、一部見直しが行われつつ継続して実施されてきた。また、2020年12月の改正漁業法施行にともない、同措置は資源管理協定の枠組みへと順次移行することとなり、協定締結以降は県が定める資源管理方針にもとづく自主的な資源管理措置として実施されている。愛知県および三重県の小底における1999年以降のシャコの漁獲量は1,000トンを割り込んで減少傾向が続き、2023年は65トン（暫定値）であった。愛知県・三重県の小底の漁獲努力量はともに1990年代から減少傾向が続いている。

小底シャコ標準化CPUEを資源量指標値として資源の水準・動向の判断を行った。資源量指標値は1990年代に減少し、2010年代は短期的変動を繰り返しながら減少していた。過去35年の資源量指標値について最大値と最小値の間を3等分して定めた水準境界から、2023年の資源水準は低位と判断した。また、資源動向は直近5年間（2019～2023年）の資源量指標値の推移から横ばいと判断した。2019年以降はそれぞれ漁獲主体となる年級群の大量減耗の影響から低位水準が続いていると見られ、2023年は春季に大型群が前年よりも多く存在していたことで資源量指標値は若干上向いたものの、依然として低位水準となった。

資源水準および資源量指標値（小底シャコ標準化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、2025年ABCを算定した。本資源ではその生態的特性を鑑み、係数 b および I を求めるための資源量指標値参照期間を5年、低位水準における係数 δ_1 を0.6としている。なお、本報告書におけるABCは漁業法改正前の考え方に基づく令和6（2024）年度ABC算定のための基本規則2-1）を適用した値である。

管理基準	Target/ Limit	2025年ABC (トン)	漁獲割合 (%)	F値
0.6・Cave 3-yr・0.97	Target	29	—	—
	Limit	36	—	—

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。ABC 算定のための基本規則 2-1) により、ABClimit = $\delta_1 \cdot Ct \cdot \gamma_1$ で計算した。Ct は Cave 3-yr とし、直近 3 年間 (2021~2023 年) の漁獲量の平均値 62 トンを用いた。 δ_1 は資源水準が低位のため 0.6 とした。 γ_1 は、 $\gamma_1 = 1 + k(b/I)$ で計算し、k は係数 (標準値の 1.0)、b (-0.01) と I (0.19) は、それぞれ標準化 CPUE の傾きと平均値 (直近 5 年間 (2019~2023 年)) である。

年	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	漁獲量 (トン)	F 値	漁獲割合 (%)
2019	—	—	106	—	—
2020	—	—	68	—	—
2021	—	—	52	—	—
2022	—	—	69	—	—
2023	—	—	65	—	—

水準：低位 動向：横ばい

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり

データセット	基礎情報、関係調査等
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、2012~2023 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きた。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、小底や刺し網によって漁獲されている。1990 年代以降、シャコを漁獲している小底漁業において、漁獲物に占めるシャコの比率が低下し、魚体の小型化も懸念されている。

本系群は伊勢・三河湾の小底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、小底漁業の休漁期の設定、小型個体の入網回避のた

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一設備の導入等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、愛知県および三重県が定める資源管理指針の下で、一部見直しが行われつつ継続して実施されてきた。また、2020 年 12 月の改正漁業法施行にともない、同措置は資源管理協定の枠組みへと順次移行することとなり、協定締結以降は県が定める資源管理方針にもとづく自主的な資源管理措置と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見られる。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。愛知県の小底標本船の漁区ごとの月別総漁獲量を曳網時間で除して求めた CPUE (kg/hr) の月別分布図（2023 年）を図 2 に示す。2023 年は 6~7 月に湾口部付近で若干の漁獲が見られた他は、漁場分布が知多半島西岸の湾奥寄りに偏っていた。かつて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漁場分布の中心があったが、2010 年代後半以降の漁場形成はほぼ湾奥部に限られ、資源の分布域の縮小が示唆されている（曾根ほか 2022a）。資源の分布は時期により変化し、特に夏季は底層で発達した貧酸素水塊を避け、知多半島西岸に漁場分布が偏在するとされる（下村・中村 2019）。大阪湾でも、シャコの一部は夏季に貧酸素水塊を避けて移動するものの、残留し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ている（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。

シャコ幼生の浮遊期は孵化後 1 か月以上におよび、その間 11 の幼生ステージを経てから着底に至る（浜野 2005）。幼生は夏から秋頃に多く出現し、ピーク時には伊勢湾の南部から湾口部を中心に分布するが、2023 年の 7 月と 8 月には湾奥部でも幼生が採集された（図 3）。シャコの幼生の出現状況について、三重県およ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）による幼生採集数を年別に見ると、2023 年の採集数は 2021 年よりも多く、2022 年と同程度だった（図 4）。

東京湾での報告では、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より下の深い層にあり、8 月以降になると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ため、湾内へ着底する幼生の個体数が減る可能性が指摘されている（児玉ほか 2003a）。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には幼生の出現ピークが後半の 1 回となったことを報告している。その原因として、大型個体の資源量低下により春季の産卵量が減少したことに加え、春季産卵後の卵のふ化率が低い可能性や、貧酸素等の環境要因による死亡の影響の可能性が指摘されている（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

とされている（愛知県 1991）。近年の月別採集数の傾向を見ると、年間幼生採集数が比較的多かった 2013～2015 年は 9 月に大きなピークが見られた（図 5）。2021 年は年間を通じて採集数のピークがほぼ見られなかったが、2022 年は 7 月と 9～10 月に若干のピークが見られ、2023 年は 8 月にピークが見られた（図 5）。

(2) 年齢・成長

シャコはふ化後 2 年近く経過した後に体長（頭胸甲前端から尾節中央後端までの長さ）10 cm 以上となって漁獲対象となる。図 6a、6b に愛知県の小底漁場一斉調査（2014 年 5 月～2022 年 2 月）により採捕されたシャコの体長組成を示す。この体長組成データ（2010 年 5 月～2014 年 1 月）を Length Frequency Distribution Analysis (LFDA) 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 8.0 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、生態学的寿命とされる 4 歳（浜野 2005）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

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ている。伊勢・三河湾における産卵期は 5～9 月ごろとされる（成田ほか 2007）。本種は産卵後も死亡せず、東京湾においては一度の産卵期中に複数回産卵を行う可能性について報告されている（児玉ほか 2003b）。伊勢湾におけるシャコの月別の生殖腺重量から判断した成熟雌の割合を見ると（図 8）、2021 年は 3 月に、2022 年は 4、7 月および 9 月に、2023 年は 6 月と 8 月に成熟雌の割合が高かった。成熟雌および浮遊期幼生が春から秋にかけて連続して出現していることから（図 5、8）、長期間にわたって産卵が行われていると考えられる。なお、2020 年以前の愛知県の生物情報収集調査では市場での大型シャコの買い付けにより各月の成熟データのサンプルを取得していたが、2019 年以降シャコの不漁が継続していることにより安定的なサンプル確保が困難となった。このため、2021 年以降のデータでは、従来の買い付けサンプルに加えて、小底標本船の混獲物の一部に含まれていたシャコ（全個体を使用）および漁場一斉調査で採集したシャコの一部も成熟データのサンプルとして集計に用いた。

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1.5万～28万粒と推定されている（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℃では約21日、25℃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等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、甲殻類も摂餌するようになり、広食性に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等から、その影響は小さいと考えられる（浜野 2005）。

被食に関して、伊勢・三河湾においてはマアナゴによるシャコの捕食が報告され（日比野 2016）、2015年および2017年の胃内容物調査では重量比で50%以上を占めた（曾根ほか 2022b）。また、ハモの胃内容物からもシャコが見つかっている（愛知県ほか 2021）。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、これらに捕食されていたシャコは小型の個体であった（浜野 2005）。

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の海域と同様に小底漁業によるものであり、他には刺し網と定置網で若干の漁獲がある。伊勢・三河湾の小底漁業にとってシャコは最も重要な対象魚種の一つで、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大きく減らしているものの、依然としてシャコの重要度は高く資源状態の回復が望まれる。

主漁期は春から夏にかけてである。漁獲サイズはおおよそ体長10 cm以上であり、それに満たない小型シャコはほとんどが再放流されている。貧酸素水塊発生時期にあたる夏季は、水揚げサイズのシャコと同様に再放流サイズの小型シャコも貧酸素水塊の周辺部で多数入網していた。2002～2011年に実施された資源回復計画では、甲板上に一旦水揚げされた小型シャコの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、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（日比野ほか 2012）。しかし、近年は夏季の小型シャコの入網自体が少なく、小型シャコの密度が大幅に低下していると推測される（図9）。

2009年度から愛知県まめ板網漁業者組合により、自主的なシャコの冬季漁獲制限が実施されている（日比野・中村 2012）。これは、1990年代以降に漁獲量が大きく減少してきた中で、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るものである。冬季はシャコの価格が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。この取り組みは、2023年12月に締結された「愛知県伊勢湾海域における底魚資源に関する小型機船底びき網（まめ板網）漁業の資源管理協定」において自主的管理措

置として引き継がれている。

(2) 漁獲量の推移

愛知県および三重県における 1970～1998 年の漁獲量は最大で 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 トン台を割り込んでいる（図 10、表 1a、1b）。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。資源回復計画が終了した 2012 年以降分の県合計漁獲量データについては、愛知県および三重県の独自集計の値を利用した。2023 年の漁獲量は愛知県が 65 トン（暫定値）、三重県が 0 トン（0.5 トン未満）の合計 65 トンとなり、2022 年の漁獲量からほぼ変わらず、依然として不漁が継続している。

愛知県豊浜漁港における 2018 年および直近 3 年間（2021～2023 年）の漁獲量の経月変化を図 11 に示す。2018 年は春から初秋ごろまで順調な漁獲が続いたが、秋季以降に漁獲量が急減した。2021～2022 年は年間を通じて極めて低調に推移した。2023 年は 5～8 月には 2021 年と 2022 年の同時期を上回る漁獲が続いたが、2018 年の同時期の漁獲量と比較すると圧倒的に少なかった。また、2023 年の 10 月以降は極めて低調な漁獲となった。

(3) 漁獲努力量

シャコに対する漁獲努力量指標として、愛知県および三重県の主要水揚げ港を根拠地とする小底漁船の延べ出漁隻数（隻・日）の経年変化をそれぞれ図 12、13 に示す。愛知県・三重県とも 1990 年代以降減少傾向にあり、2023 年の愛知県豊浜漁港における延べ出漁隻数は 10 年前（2013 年）の 6 割程度、20 年前（2003 年）の 5 割程度となっている。2020 年には新型コロナウイルス感染拡大に伴う緊急事態宣言の発令等も影響し、特に豊浜漁港で出漁隻数が大きく減少した。2023 年の豊浜漁港および三重県有滝漁港の出漁隻数はいずれも 2022 年から減少した（図 12）。

なお、近年の豊浜小底漁業においては、極端なシャコの不漁を受けて通常のシャコ網（コッドエンド目合い 13～14 節）の代わりに大目網（コッドエンド目合い 8～10 節程度）を用いた操業が多くなっている可能性が高い（補足資料 2）。大目網を用いた操業ではシャコが入網することはほとんどないため、直近の極端なシャコ不漁年の出漁隻数ベースの豊浜の漁獲努力量は、実際のシャコに対する努力量よりも過大となっていると考えられる。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

愛知県・三重県における主要水揚げ港を根拠地とする小底漁業によるシャコ標準化 CPUE（単位漁獲努力量あたりの漁獲量）を資源量指標値とし、その経年変化を主体として 2023 年の資源の水準・動向を判断した（補足資料 1）。なお、令和 5 年度評価から漁港特有のバイアスや月別の漁獲効率の違いを考慮し、愛知県豊浜漁港ならびに三重県有滝漁港の月別漁獲量・漁獲努力量データを用いて CPUE の標準化を行っている（補足資料 3）。

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）の結果も現状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（豊浜）における 1989 年以降の小底における漁獲努力量（延べ出漁隻数）あたりのシャコ漁獲量（豊浜 CPUE）および三重県有滝漁港における 1992 年以降の小底（夜間）における漁獲努力量（延べ出漁隻数）あたりのシャコ漁獲量（有滝 CPUE）の年推移を図 13 に示す。有滝 CPUE は豊浜 CPUE と概ね同調した変動を示していたが、2017 年以降の変動は豊浜 CPUE ほど激しくない（図 13）。令和 4 年度評価までは豊浜 CPUE を資源量指標値として利用して資源評価を行ってきたが、令和 5 年度評価から豊浜漁港ならびに有滝漁港の月別漁獲量・漁獲努力量データを用いた標準化 CPUE（補足資料 3）を資源量指標値として用いている。

資源量指標値（標準化 CPUE）の推移（1989～2023 年）を表 2 および図 14 に示す。資源量指標値は 1990 年代に大きく減少し、2010 年代は短期的な変動を繰り返しながら減少していた。直近の 2019～2023 年は資源量指標値が低い値で推移し、2023 年の標準化 CPUE は 0.21 となり、1989 年以降では 4 番目に低い値となった。

愛知県の小底標本船（2015 年まで 6 隻分、2016 年以降は 5 隻分）の操業記録から、漁獲サイズ（体長 10 cm 以上）と再放流サイズ（体長 10 cm 未満）のシャコそれぞれについて、各漁区における年間 CPUE (kg/hr) に面積 (km²) を乗じた値を全漁区について総計し、資源量指数 (km²・kg/hr) を算出した。この際、操業記録で操業時間が未記載であった場合、同じ標本船の同年同月の操業時間の平均値を代入する対応をとった。2004～2023 年の資源量指数の推移は、漁獲サイズのシャコでは資源量指標値の増減と概ね同調し、2018 年には大きく増加、2019 年には大きく減少し、その後は低い値で推移している（図 15）。満 1 歳主体の再放流サイズのシャコでは、2015 年以降単調減少が続いており（図 15）、何らかの要因により小型個体の生残率の低下が続いているものと推測される。

(3) 漁獲物の体長組成

愛知県の小底漁場一斉調査におけるシャコの体長組成を見ると（図 6）、シャコの漁獲が比較的好調だった 2016 年および 2018 年の春季（5～6 月）には、体長モードが 5～7 cm の小型群と 10～11 cm の大型群の 2 つのピークが認められる。このうち、小型群は前年発生群と考えられ、春季から秋季にかけて 6 cm から 10 cm へとモードが徐々に大きくなる。一方、前々年発生群である大型群はその年の漁獲の主体を成し、11～12 月にはほぼピークが見られなくなる。それと入れ替わるように、11 月以降はその年に発生した新たな小型群が加わる。しかし、近年の不漁年（2017、2019、2020、2021 年および 2022 年）の春季においては、小型群（前年発生群）のピークのみが見られ、大型群（前々年発生群）のピークがほとんど見られない。これは、不漁年の前年の夏季から秋季に、翌年漁獲主体となるはずの満 1 歳の年級群が大きく減耗したためと考えられる。2023 年の漁獲主体となる 2021 年級群については、2022 年 11 月の時点で若干のピークが見られていた。2023 年 5 月にも体長 10 cm 以上の群がある程度見られたが、2016 年や 2018 年の大型群と比較すると体長モードはやや小さく、ピークも明瞭でないことから、2022 年級群（満 1 歳）の高成長群と

2021年群級が混在していた可能性がある。2022年級群は2023年9月までは比較的大きなピークとして見られたが、同年12月にはピークが消失していることから、2024年の漁獲は低調となることが予想される。なお、シャコの生態学的寿命は4歳程度とされるが（浜野 2005）、伊勢・三河湾においては満3歳以上と思われる13～15 cm以上の個体はほとんど見られない。

(4) 資源の水準・動向

資源の水準の判断基準として、過去35年(1989～2023年)の資源量指標値(標準化 CPUE)について最大値と最小値の範囲を3等分し、1.65、0.90を水準間の境界として上から高位、中位、低位と定めた。2023年の資源量指標値が0.21であったことから、2023年の資源水準は低位と判断した(図14)。また、直近5年間(2019～2023年)の資源量指標値の推移から2023年の動向は横ばいと判断した。

2010年代の資源量指標値は変動が大きく、漁獲主体年級群の生残の多寡に応じて中位と低位を行き来しているものの、長期的には減少傾向が見られた。2018年の資源水準は、2017年の秋以降に2016年級群が比較的多く漁獲加入したことから、2017年の低位から中位となった。しかし、以降は夏から秋にかけての大きな減耗が連続して生じた結果(図6)、2019～2022年の資源水準は低位となったものと見られる。2023年は春季に大型群が前年よりも多く存在していたことで資源量指標値は若干上向いたものの、依然として低位の状態が続いている。

5. 2025年ABCの算定

(1) 資源評価のまとめ

小底漁業によるシャコの標準化 CPUE を資源量指標値として2023年の水準・動向を判断すると、資源は低位水準にあり、動向は横ばいと判断される。

(2) ABCの算定

資源水準および資源量指標値(小底シャコ標準化 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、以下の式により2025年ABCを算定した。本報告書におけるABCは漁業法改正前の考え方に基づく基本規則2-1(水産庁・水産機構 2024)を適用した値である。

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

$$ABCtarget = ABClimit \times \alpha$$

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

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、 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が 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である。

本系群は漁獲量の年変動が激しく、また直近年である2023年の漁獲量は暫定値を用いているため不確実性が高い。このため、 C_t は3年平均漁獲量 $Cave\ 3\text{-yr}$ とし、直近3年間

(2021～2023 年) の平均漁獲量 62 トンを用いた。シャコの資源動向を示す資源量指標値は、小底漁業によるシャコの標準化 CPUE とした。本系群では、夏季～秋季に生じる大量減耗やその繁殖生態的な特性から資源量指標値の変動が大きいという特性を鑑み、係数 b および I を求める際の資源量指標値の参照期間を直近 5 年間 (2019～2023 年)、低位水準における δ_1 は 0.6 とした。これらの係数の検討に関しては、補足資料 4 ならびに澤山ほか (2023) の補足資料 4 を参照されたい。2019～2023 年の資源量指標値から b は -0.01、 I は 0.19 となった。 k は標準値の 1.0 とし、 γ_1 は 0.97 となった。 α は標準値の 0.8 とした。

管理基準	Target/ Limit	2025 年 ABC (トン)	漁獲割合 (%)	F 値
0.6・Cave 3-yr・0.97	Target	29	—	—
	Limit	36	—	—

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
2014～2022 年三重県漁獲量修正値	2014～2022 年三重県漁獲量の修正
2022 年愛知県漁獲量確定値	2022 年漁獲量の確定
2023 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) (実際の F 値)
2023 年(当初)	0.6・Cave 3-yr・ 0.70	—	—	31	25	
2023 年(2023 年 再評価)	0.6・Cave 3-yr・ 0.64	—	—	29	23	
2023 年(2024 年 再評価)	0.6・Cave 3-yr・ 0.64	—	—	29	23	65 (—)
2024 年(当初)	0.6・Cave 3-yr・ 0.50	—	—	19	15	
2024 年(2024 年 再評価)	0.6・Cave 3-yr・ 0.50	—	—	19	15	

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を行っている。また、集計記録の再確認にともない 2022 年三重県漁獲量に修正があった。2024 年評価においては漁獲量の修正幅が小さかったため 2023 年および 2024 年 ABC の算定結果に変化は生じなかった

6. その他の管理方策の提言

伊勢・三河湾における現状のシャコの漁獲量は 1970 年以降で最低の水準にあり、この傾向は東京湾における不漁期の継続(清水 2002)と類似している。東京湾のシャコの年級群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(児玉 2004)、本系群も貧酸素水塊の規模拡大等の環境要因の影響を受けて資源の低水準が続いている可能性がある。2010 年代以降は極端な不漁年が頻発しているが、これは漁獲主体となる年級群が満 1 歳時に大量減耗したことに起因している。

本系群では漁獲の主体となる年級群が秋季に大きく切り替わり、ある年級群が満 1 歳の秋季に漁獲加入するまでの生残の多寡がその翌年の漁獲量の多寡に直結する。したがって、極端な不漁が継続することを避けるためには、次に漁獲主体となる年級群を保護することが重要である。現状実施されている体長 10 cm 未満の個体の再放流は、次年級群の保護と親魚量の確保につながり、不漁の解消に向け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。夏季には小型個体の再放流後の生残率が低下する傾向があり(富山・岩崎 2005、日比野ほか 2012)、豊前海では夏場の投棄死亡を抑制することがシャコ漁獲量の増大と資源回復に効果的であることが指摘されている(亘ほか 2011)。これに

関して、シャコの不漁期間に大型の魚類狙いの操業を行うことでシャコの小型個体の入網低減につながっている可能性がある。一方で、近年では再放流サイズのシャコの資源量指数の単調減少が続いており、大型魚類狙いの操業をほとんど行わない夏季における入網も少ないことから、何らかの環境要因によって満1歳の小型シャコの自然死亡率が高まっていると推測される。この減耗の原因として、2013年の不漁においては、2012年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）。なお、10月の豊浜地先日別水温月間平均（1988～2017年、DL-3 m に設置した水温計で計測、愛知県水産試験場漁業生産研究所調べ）と翌年の資源量指標値の間には負の相関が見られている（未発表）。近年強まっている満1歳時における減耗の過程および原因となる環境要因について、さらに研究を進めていく必要がある。また、2010年代後半以降の伊勢湾内における漁場の縮小や偏在化も報告されている（下村・中村 2019、曾根ほか 2022a）。こうした伊勢・三河湾内におけるシャコ資源の時空間的変動や操業形態の変化を考慮した資源量指標値の補正を目指し、愛知県の標本船操業データを用いた Vector Autoregressive Spatio Temporal (VAST) モデルによる資源量指標値標準化についても検討されている（澤山ほか (2023) の補足資料 5）。今後はこれらの解析結果等も踏まえ、操業場所や時期の制限など、合理的な漁場利用ルールについて検討を続ける必要がある。

他方、2010年代以降の伊勢・三河湾内において低次栄養段階の生産性低下によるシャコの栄養状態の悪化を示唆する報告（曾根ほか 2022a）のほか、シャコの捕食者であるハモの漁獲量増加等の情報もある（愛知県ほか 2021）。さらに、愛知県・三重県による生物情報収集調査のデータでは、2019年頃からトゲシャコ等の南方系のシャコ類の記録が増加している。こうした湾内の生態系構造の変化が本系群の内的自然増加率や環境収容力の低下を引き起こしている可能性がある。また、トゲシャコについては、近年は伊勢湾の小底でシャコとともに混獲され、シャコの代替品として愛知県内で水産利用されている（中野 2024）。今後の内湾域の資源管理においては、生息場の環境変化や食物網・生態系構造の変化、資源の利用形態や漁家経営等の社会的変化などを包括的に理解することの重要性が高まっている。

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年度愛知水試業務報告, 119-120.
- 愛知県・和歌山県・徳島県・高知県・大分県 (2021) 令和2(2020)年度資源評価調査報告書 ハモ. <https://abchan.fra.go.jp/digests2020/trends/202016.pdf> (last accessed 18 July 2024)
- 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**, 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 Technical Paper 487, 259 pp.
- 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・白木谷卓哉・立木宏幸 (2012) III水産業振興事業 4 資源管理漁業推進事業 調査検討事業(内湾小型底びき網漁業混獲物調査). 平成23年度愛知水試業務報告, 98-99.
- 日比野学・中村元彦 (2012) 伊勢湾の小型底びき網漁業対象資源の長期変動とシャコの冬

- 季水揚げ制限. 黒潮の資源海洋研究, **13**, 49-55.
- 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.
- 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.
- 児玉圭太・清水詢道・青木一郎 (2003a) 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.
- 児玉圭太・山川 卓・青木一郎・福田雅明・清水詢道 (2003b) 東京湾産シャコの最小成熟体長の低下と、飼育下における複数回産卵. 神水試研報, **8**, 77-79.
- 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. 東大大学院博士論文, 49-51 pp.
- 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. Fish. Sci., **70**, 734-745.
- 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. Fish. Sci., **75**, 875-886.
- 中野哲規 (2024) トゲシャコの太平洋岸における出現状況と伊勢湾における漁獲物について. 黒潮の資源海洋研究, **25**, 25-29.
- 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. 日水誌, **73**, 18-31.
- 澤山周平・横内一樹・青木一弘・竹茂愛吾・堀 正和・福井 眞 (2023) 令和 4 (2022) 年度シャコ伊勢・三河湾系群の資源評価. https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2023/06/details_2022_77.pdf (last accessed 18 July 2024)
- 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.
- 下村友季・中村元彦 (2019) 伊勢湾における貧酸素水塊の分布と小型底びき網漁業の漁場との関係. 黒潮の資源海洋研究, **20**, 89-98.
- 水産庁・水産研究・教育機構 (2024) 令和 6 (2024) 年度 ABC 算定のための基本規則. FRA-SA2024-ABCWG02-02, 水産研究・教育機構, 横浜, 11pp. https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2024-ABCWG02-02.pdf
- 曾根亮太・日比野学・下村友季・鶴寄直文・澤山周平 (2022a) 伊勢・三河湾におけるシャコの資源動態と肥満度の変化及び加入・生残過程. 愛知水試研報, **27**, 22-30.
- 曾根亮太・日比野学・下村友季・鶴寄直文・横内一樹 (2022b) 伊勢・三河湾におけるマアナゴの資源動態と肥満度, 胃内容物組成及び餌料環境の変化. 愛知水試研報, **27**, 10-21.
- 富山 実・岩崎員郎 (2005) シャコの生残率向上をめざした伊勢・三河湾の小型底びき網漁

船へのシャワー散布装置の導入. 愛知水試研報, **11**, 59-65.

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. 日水誌, **77**, 799-808.



図1. シャコ伊勢・三河湾系群の分布域

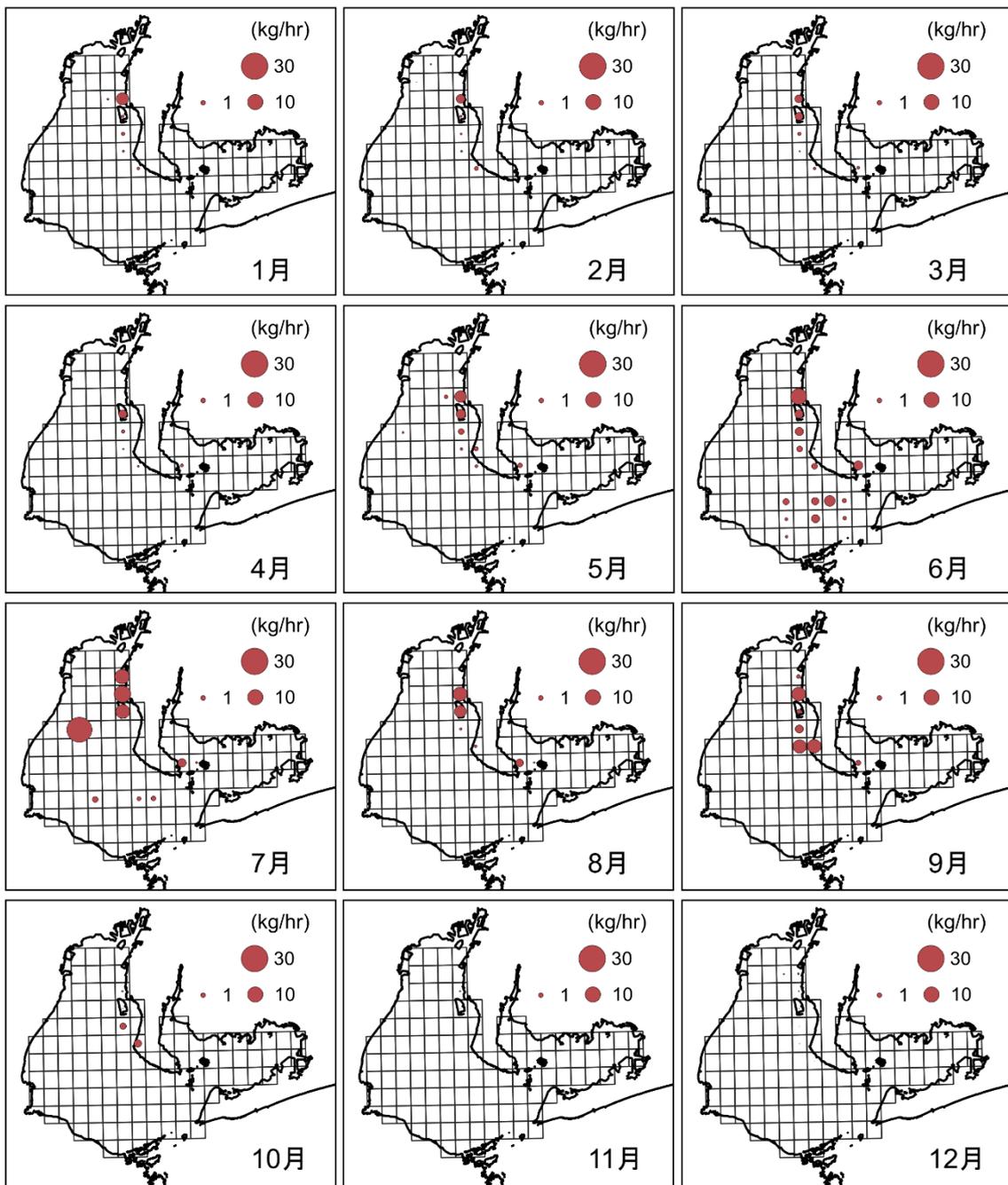


図2. 漁獲サイズのシャコの CPUE (kg/hr) の分布 (2023 年 1~12 月)
愛知県小底標本船 (計 5 隻) の集計値による。

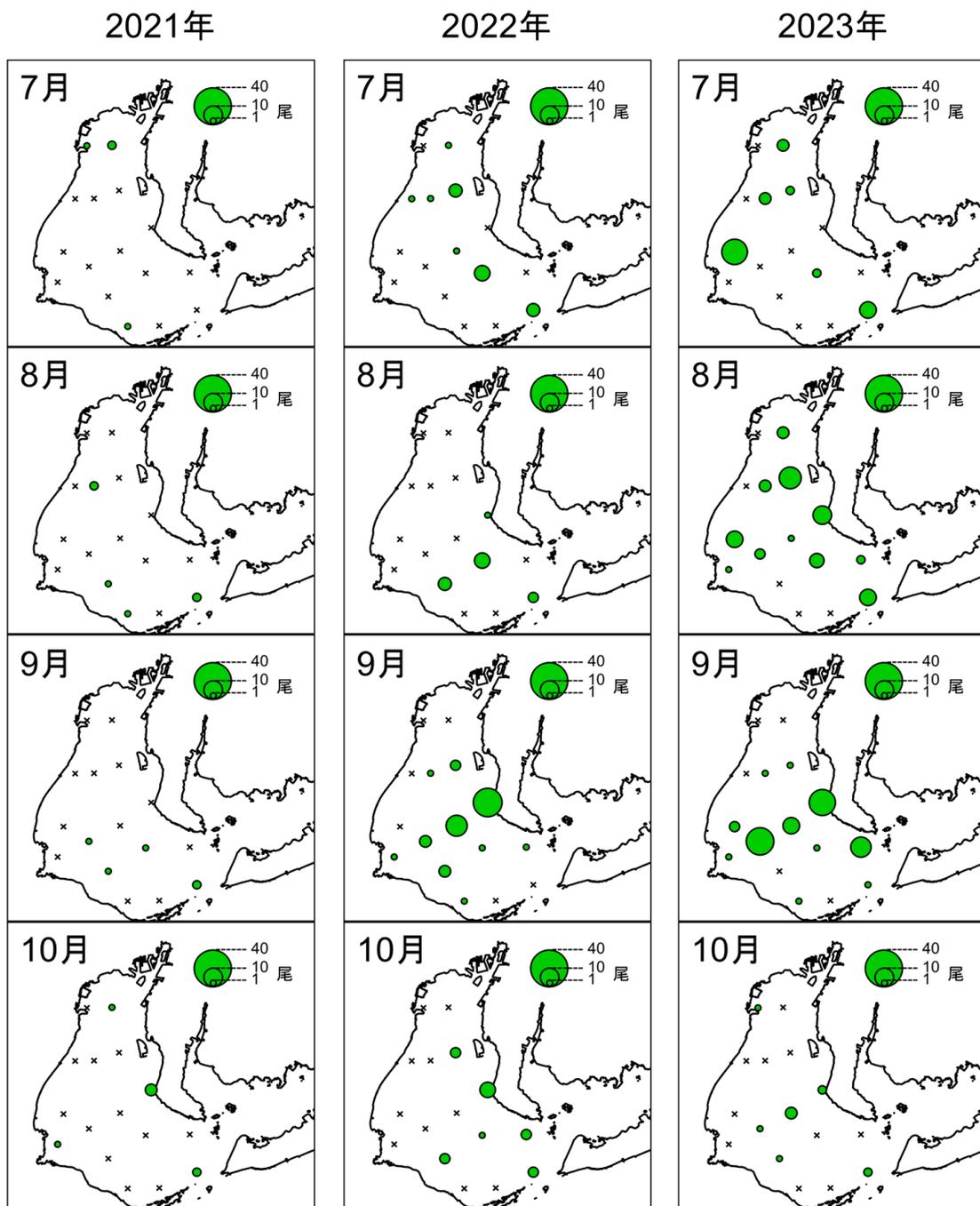


図3. 伊勢湾内のシャコ浮遊期幼生の月別分布（7～10月）

左列から2021年、2022年および2023年の三重県調査における採集尾数。

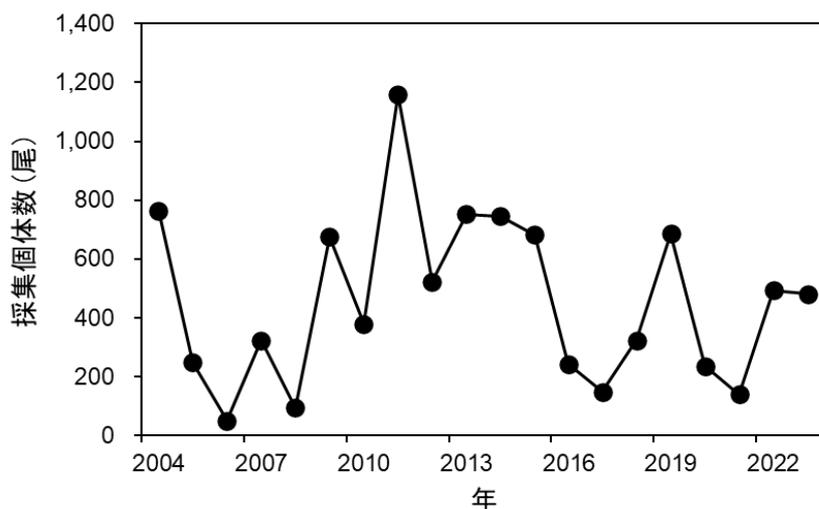


図 4. 伊勢湾におけるシャコ浮遊期幼生採集数の推移（2004～2023 年の三重県・愛知県調査の合計値）

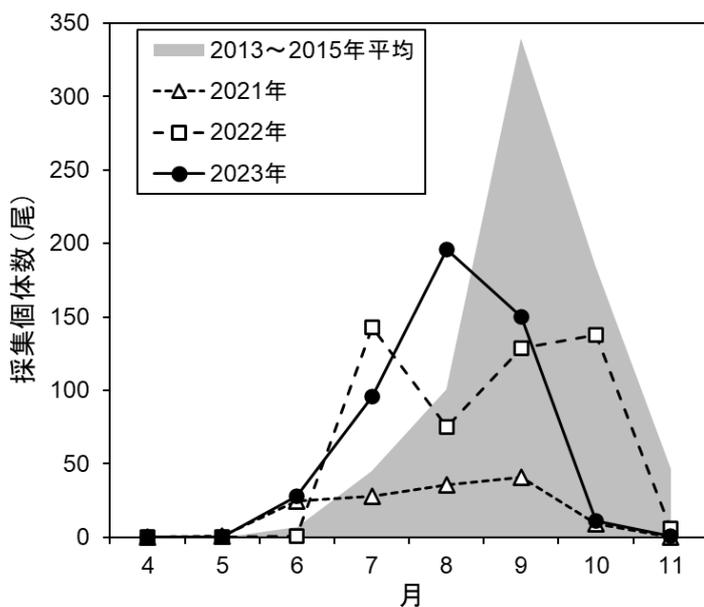


図 5. 伊勢湾におけるシャコ浮遊期幼生月別採集個体数（三重県・愛知県調査の 4～11 月合計値、2013～2015 年の平均と 2021 年、2022 年および 2023 年）

2023 年 10 月の愛知県調査は欠測、2023 年 11 月の愛知県調査において伊勢湾の一部測点で欠測含む。

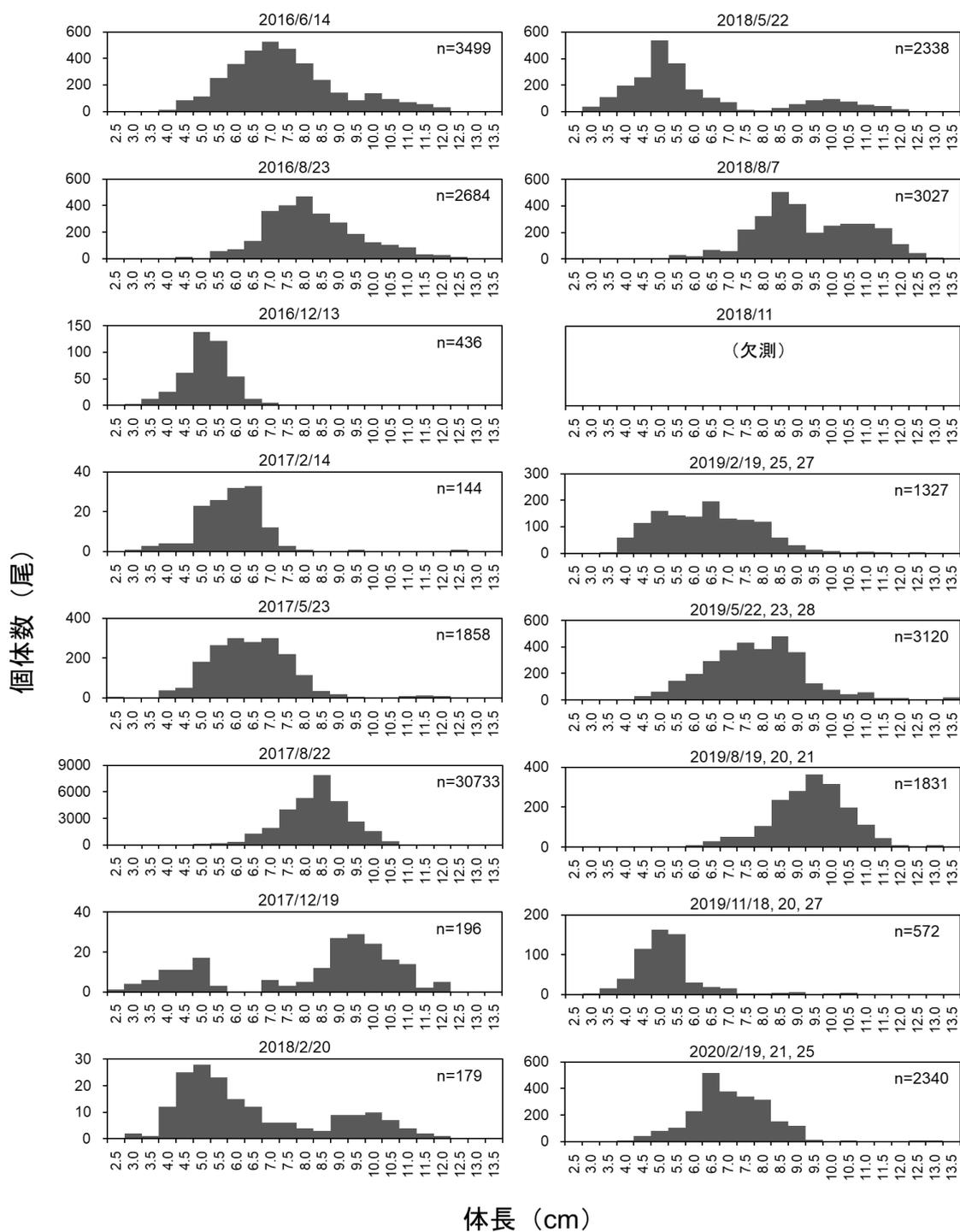


図 6a. 伊勢湾で採捕されたシャコの月別体長組成 (2016~2019 年度)
愛知県小底漁場一斉調査による。n は各調査でのシャコの総採集個体数。

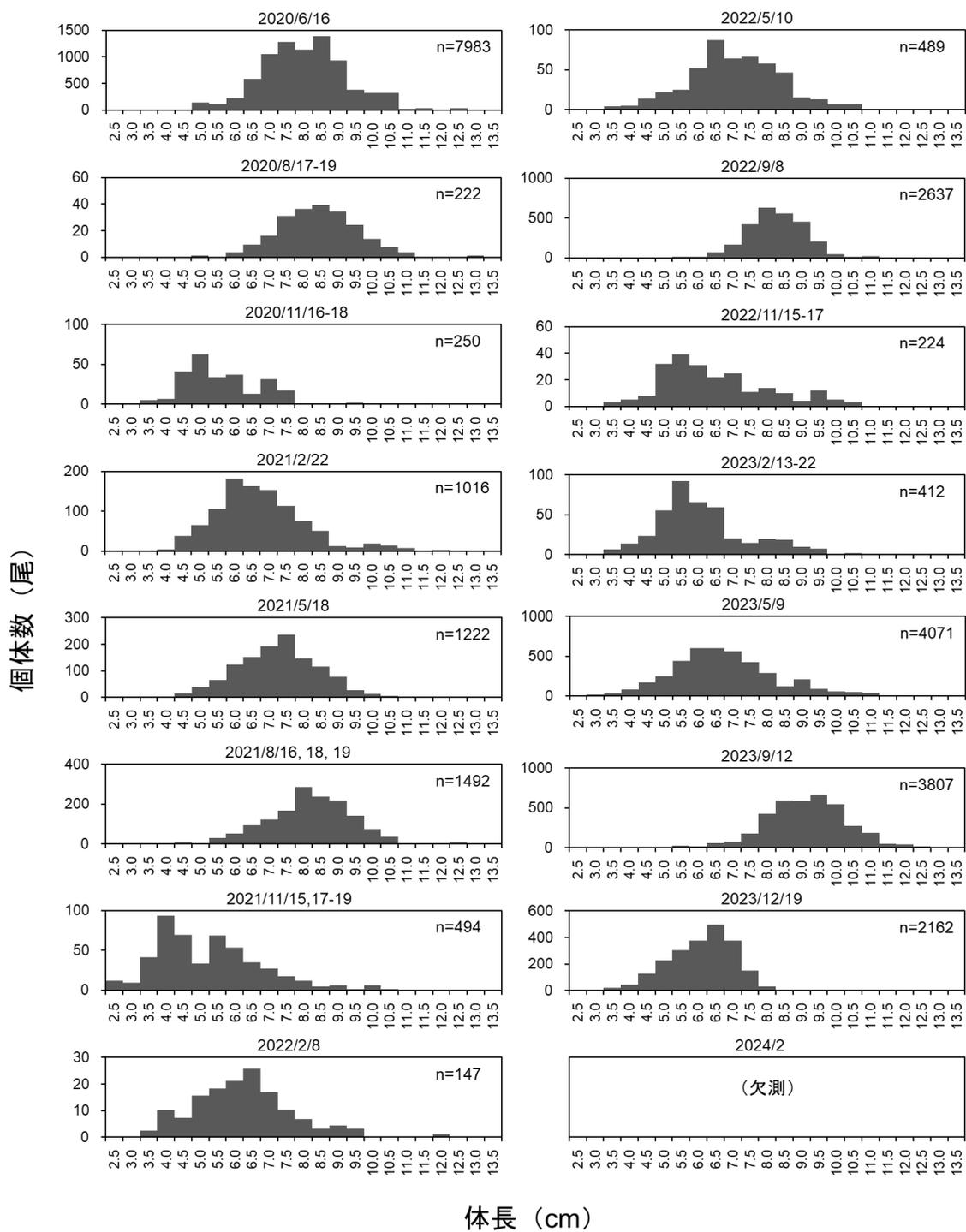


図 6b. 伊勢湾で採捕されたシャコの月別体長組成 (2020~2023 年度)
愛知県小底漁場一斉調査による。n は各調査でのシャコの総採集個体数。

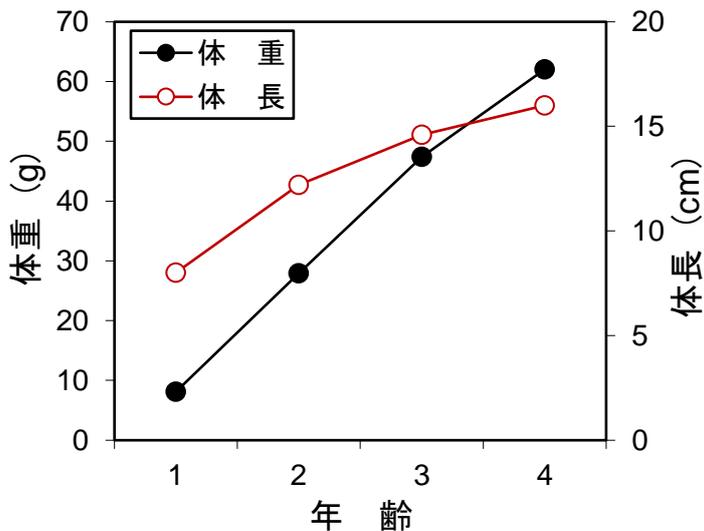


図7. 伊勢・三河湾のシャコの年齢と成長

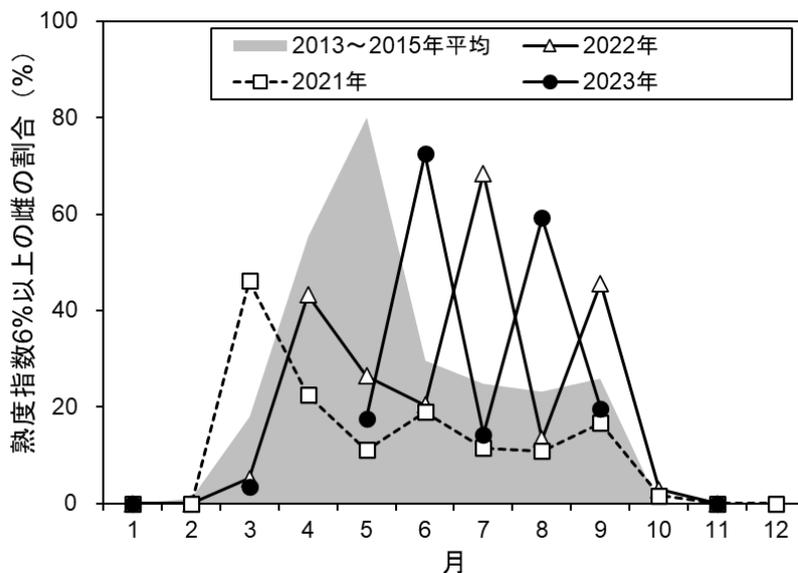


図8. 伊勢・三河湾の月別シャコ成熟雌比率（愛知県調べ、2013～2015年の各月平均値と2021年、2022年および2023年）

2013～2015年は市場での大型シャコ買い付けサンプルのみを集計。2021年以降は市場での買い付けサンプルに加えて小底標本船サンプルおよび漁場一斉調査サンプルを使用して集計。2022年12月、2023年4月、10月および12月は欠測。

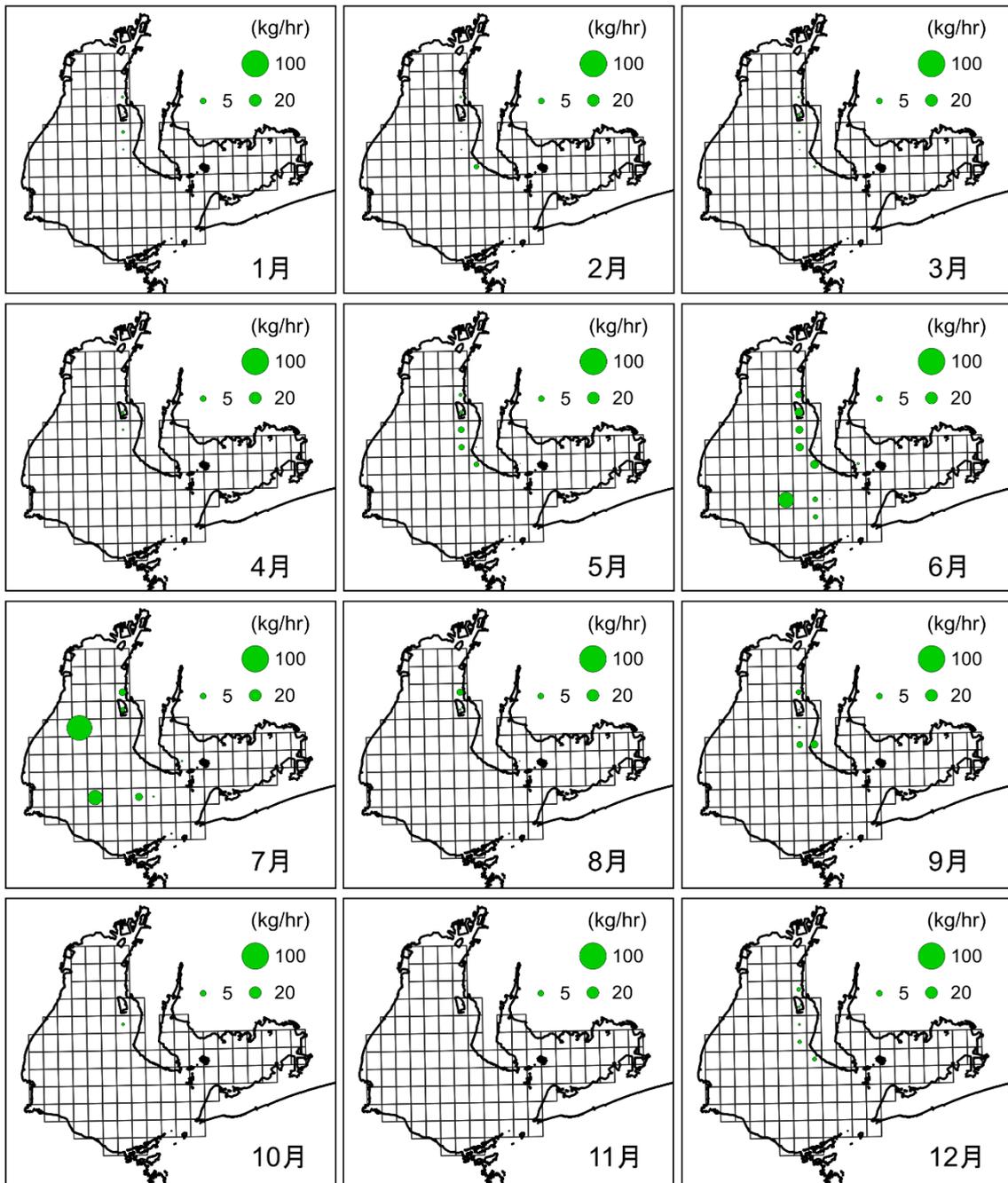


図9. 再放流サイズのシャコの CPUE (kg/hr) の分布 (2023 年 1~12 月)
愛知県小底標本船 (計 5 隻) の集計値による。

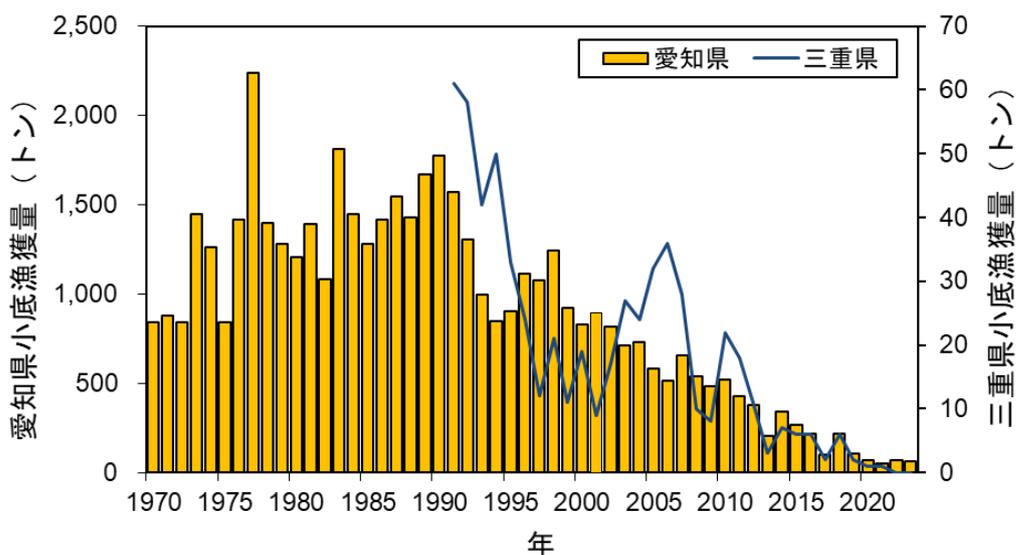


図 10. 愛知県および三重県における小底シャコ漁獲量の経年変化（1970～2023 年）

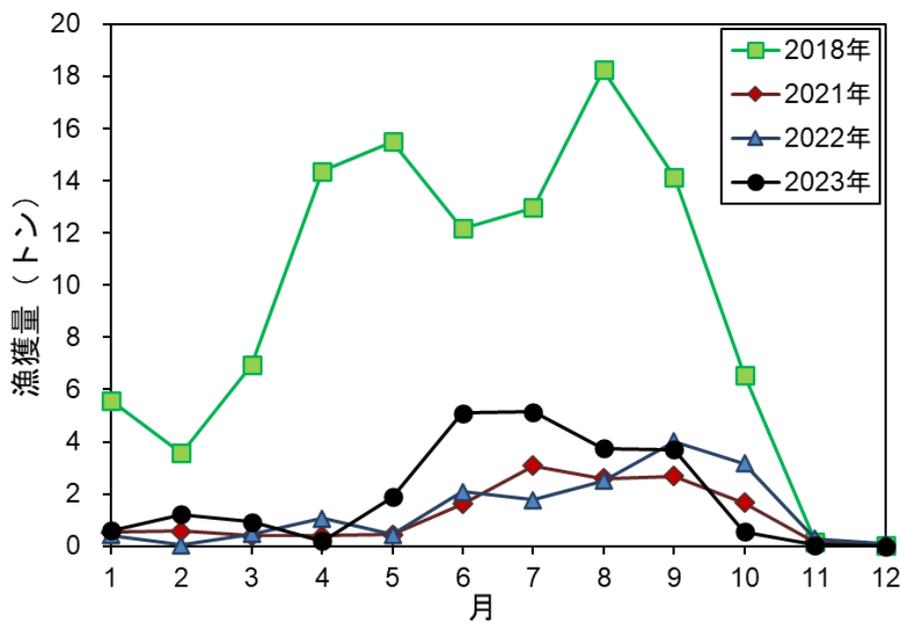


図 11. 愛知県豊浜漁港における月別小底シャコ漁獲量（2018 年および 2021～2023 年）

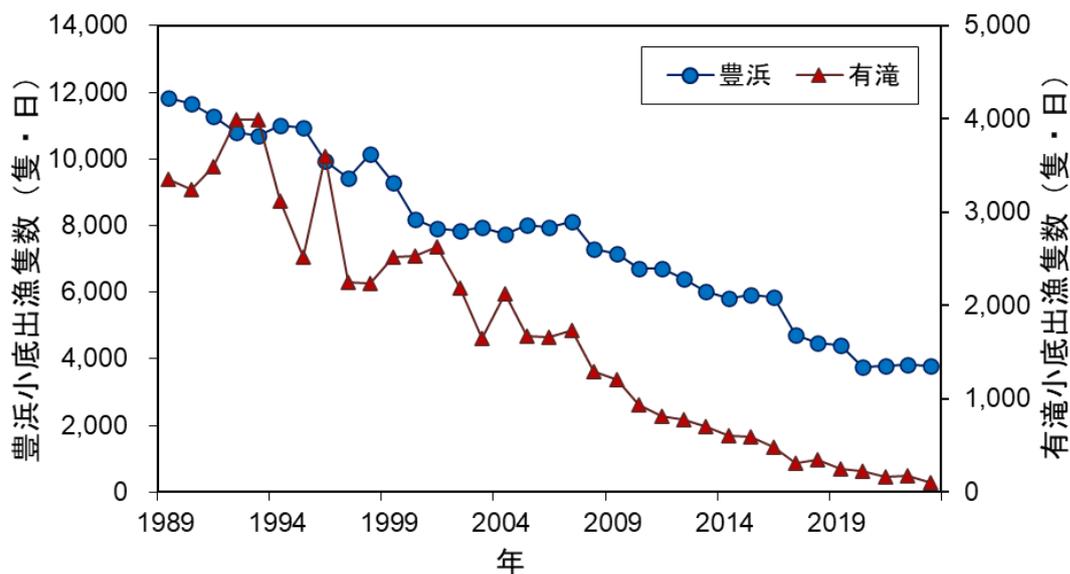


図 12. 愛知県豊浜漁港における小底漁業延べ出漁隻数および三重県有滝漁港における小底（夜間）延べ出漁隻数の推移（1989～2023 年）

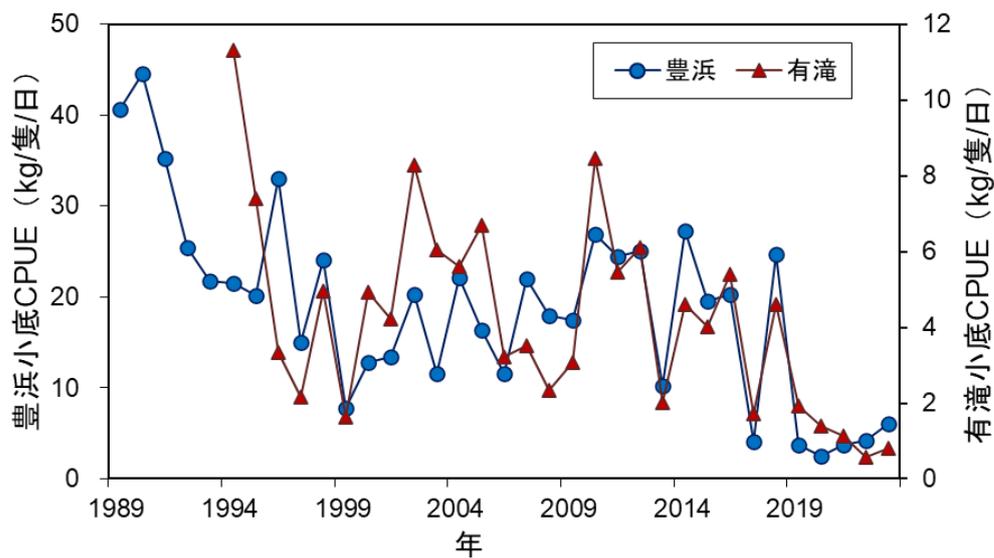


図 13. 愛知県豊浜漁港における小底シャコ CPUE および三重県有滝漁港における小底（夜間）シャコ CPUE の推移（1989～2023 年）

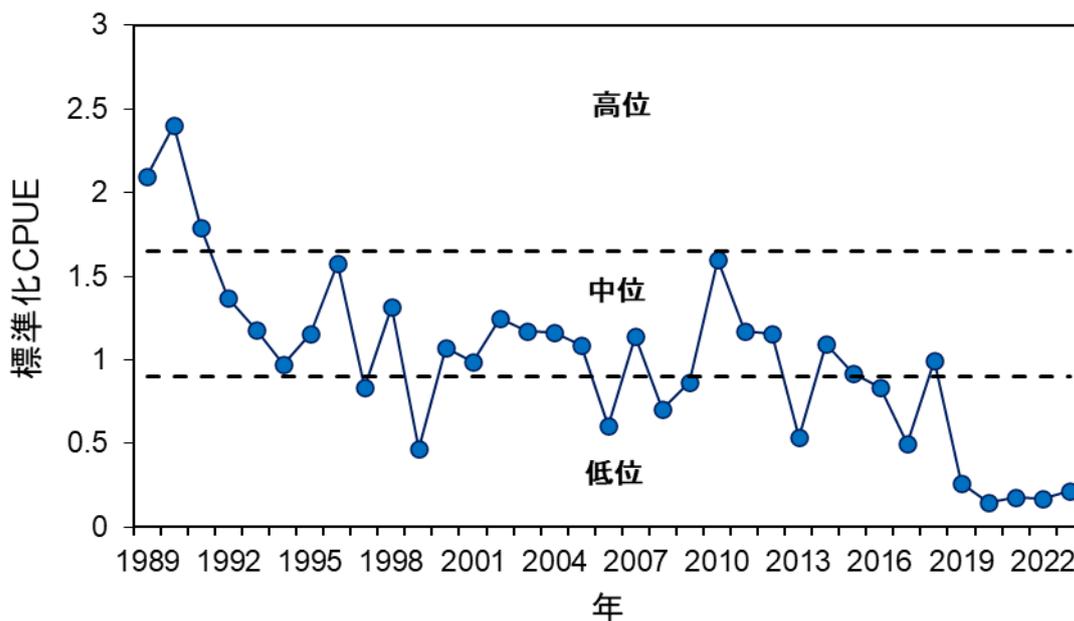


図 14. 小底シャコ標準化 CPUE (平均値を 1 として基準化) の推移 (1989～2023 年) とそれを基にした水準の区分
 水準・動向を判断する資源量指標値。過去 35 年 (1989～2023 年) における最大値: 2.41 と最小値: 0.15 の間を 3 等分し高位・中位・低位を区分。

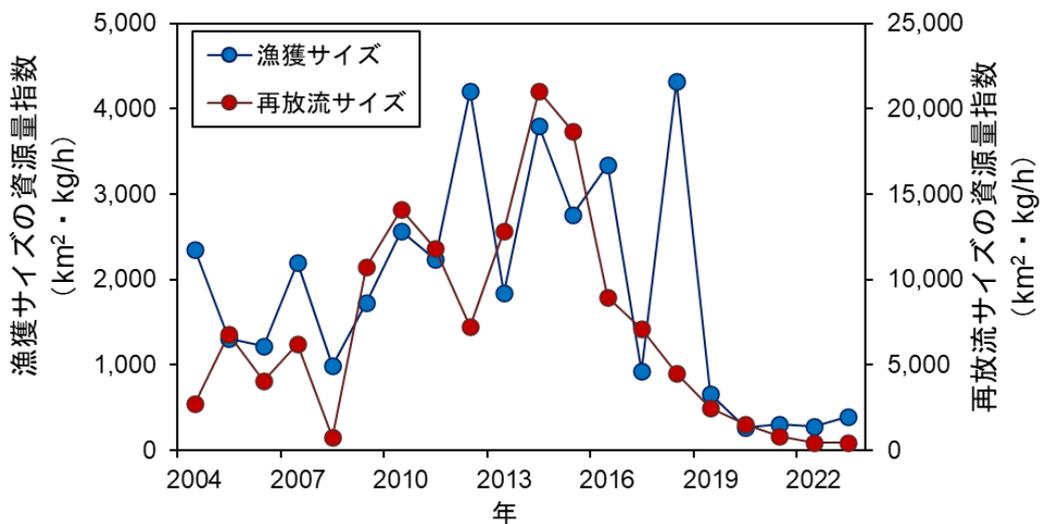


図 15. 愛知県小底標本船の操業記録 (2004～2023 年) から算出した漁獲サイズ (体長 10 cm 以上) および再放流サイズ (体長 10 cm 未満) のシャコの資源量指数の推移
 2004～2015 年は 6 隻分、2016 年以降は 5 隻分のデータをそれぞれ集計。

表 1a. 愛知県と三重県のシャコ漁獲量（トン）（1970～2003 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

データ出典)

1970～2003 愛知県：愛知県調べ 三重県：三重県調べ。

表 1b. 愛知県と三重県のシャコ漁獲量（トン）（2004～2023 年）

年	愛知県	三重県	計
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	218	6	224
2017	103	2	105
2018	216	6	222
2019	104	2	106
2020	67	1	68
2021	51	1	52
2022	69	0	69
2023	65	0	65

データ出典)

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）。

2012～2022 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。

2023 愛知県：漁業地域別魚種別漁獲量調査（暫定値）。

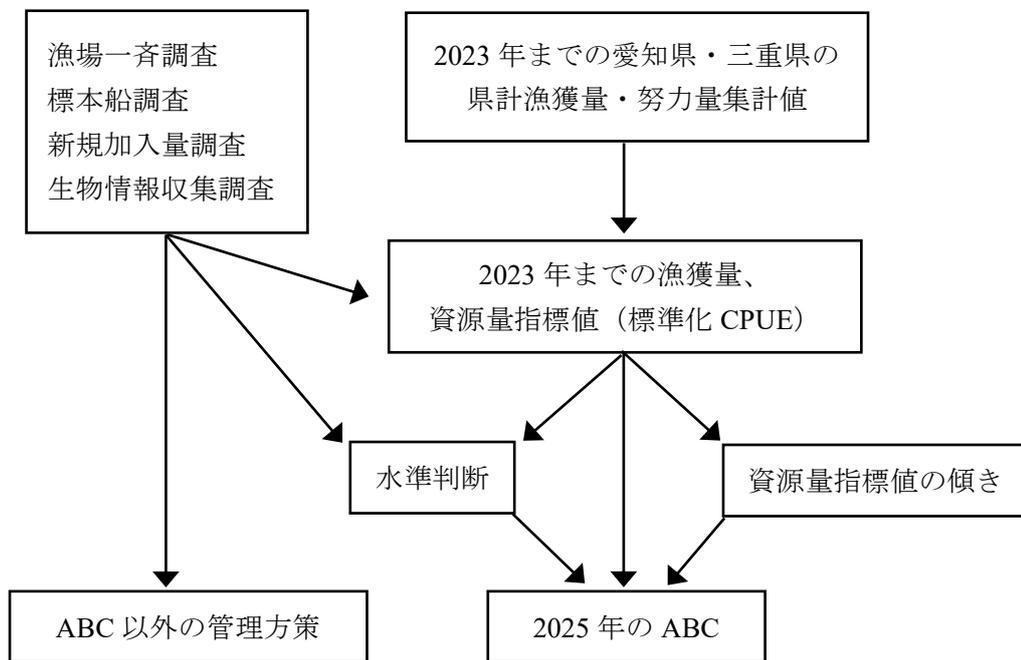
三重県：三重県水産研究所調べ。

表 2. 愛知県豊浜漁港の小底漁業によるシャコ漁獲量、年間延べ出漁隻数、CPUE (kg/隻/日) および標準化 CPUE (1989~2023 年)

年	漁獲量 (kg)	年間出漁隻数 (隻・日)	CPUE (kg/隻/日)	標準化 CPUE (基準化した値)
1989	481,402	11,821	40.7	2.09
1990	518,443	11,642	44.5	2.41
1991	398,409	11,289	35.3	1.79
1992	274,941	10,802	25.5	1.37
1993	232,837	10,681	21.8	1.18
1994	237,538	11,008	21.6	0.97
1995	220,545	10,934	20.2	1.16
1996	328,859	9,953	33.0	1.58
1997	141,239	9,412	15.0	0.84
1998	245,483	10,160	24.2	1.32
1999	72,848	9,297	7.8	0.47
2000	105,249	8,185	12.9	1.07
2001	106,355	7,901	13.5	0.99
2002	159,324	7,835	20.3	1.25
2003	92,437	7,950	11.6	1.17
2004	171,018	7,729	22.1	1.17
2005	131,390	8,002	16.4	1.09
2006	92,110	7,960	11.6	0.60
2007	179,427	8,133	22.1	1.14
2008	130,870	7,288	18.0	0.71
2009	125,048	7,147	17.5	0.87
2010	180,337	6,696	26.9	1.60
2011	164,664	6,713	24.5	1.17
2012	160,254	6,400	25.0	1.16
2013	61,721	6,009	10.3	0.54
2014	159,136	5,831	27.3	1.09
2015	116,135	5,928	19.6	0.92
2016	118,806	5,844	20.3	0.83
2017	19,241	4,711	4.1	0.50
2018	110,263	4,461	24.7	1.00
2019	16,369	4,416	3.7	0.26
2020	9,188	3,743	2.5	0.15
2021	14,120	3,777	3.7	0.18
2022	16,334	3,840	4.3	0.17
2023	23,077	3,776	6.1	0.21

標準化 CPUE は愛知県豊浜漁港および三重県有滝漁港の月別漁獲量・漁獲努力量をもとに算出し、平均値を 1 として基準化した。詳細は補足資料 3 を参照。

補足資料 1 資源評価の流れ



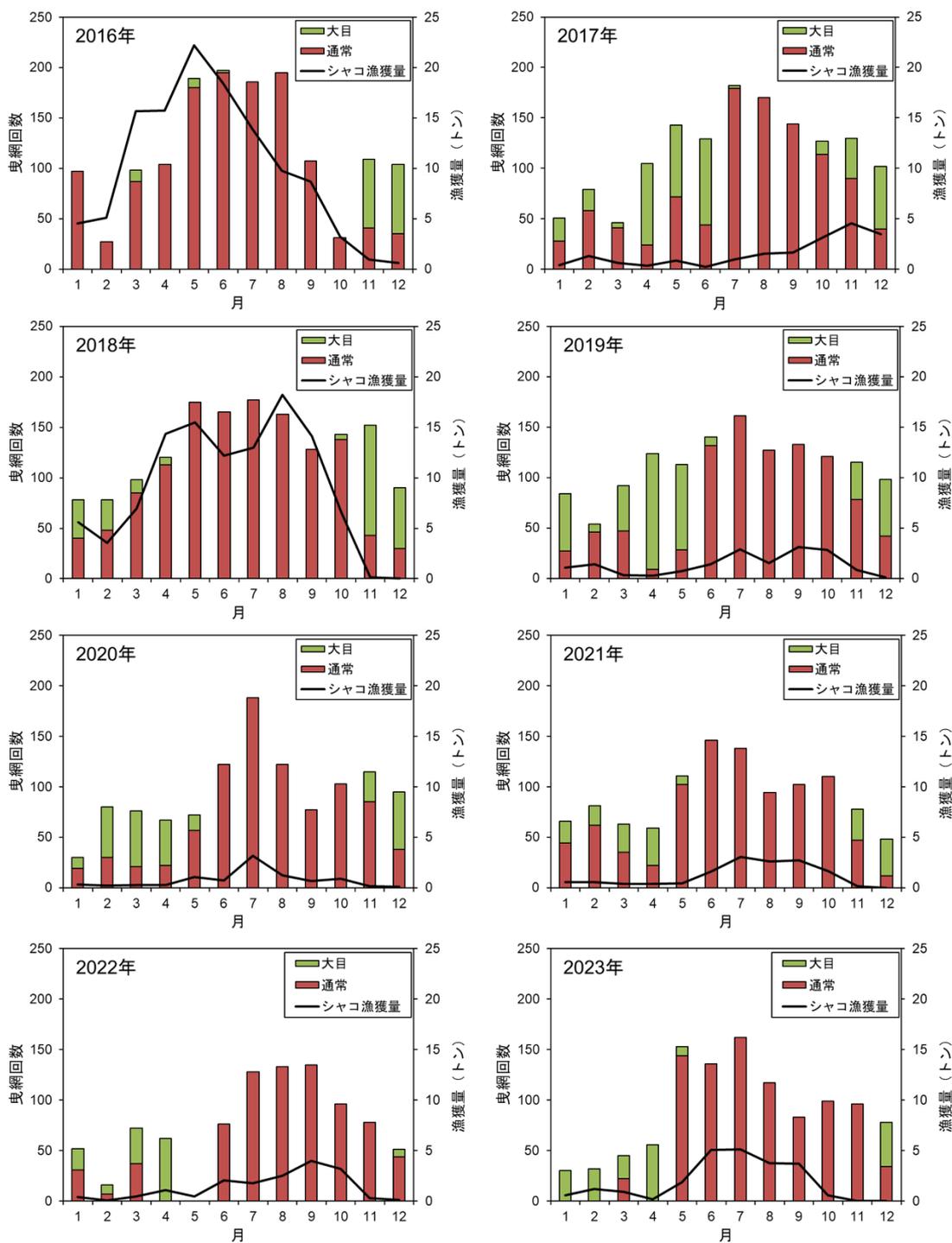
※ABCは漁業法改正前の考え方に基づく基本規則を適用した値

補足資料 2 伊勢・三河湾の小底シャコ漁業の操業形態に近年生じている変化

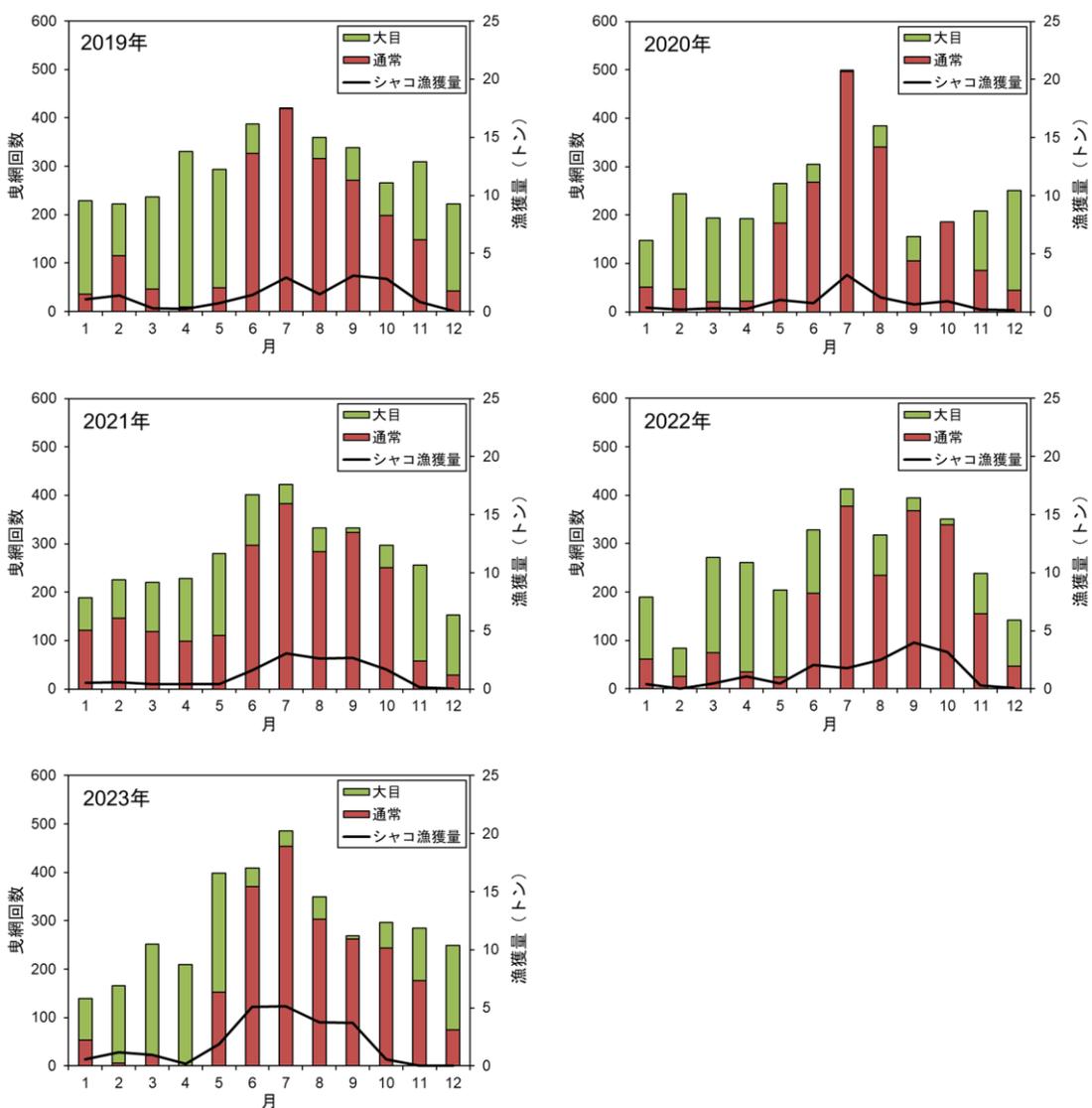
本系群の漁獲の大半を占める小底漁業の操業形態には、2010年代以降大きな変化が見られている。例えば、シャコが不漁だった2017年にマダイやクロダイ、サワラ等の大型の魚類の漁獲が好調だったことにより、豊浜漁港の小底漁業でシャコが入網しない大目網（コッドエンド目合い8～10節程度）の使用頻度が増加したという情報が得られている。そこで、豊浜における小底の操業実態の把握のため、愛知県豊浜漁港の小底標本船の操業データから、全曳網回数に占める通常網（コッドエンド目合いが11節以上のもの）と大目網の使用割合についてまとめた。豊浜漁港の小底標本船4隻（標本船A、B、CおよびDとする）の使用網種類データについて、利用可能だった期間を補足表2-1に示した。また、2013～2022年の愛知県の漁港別小底シャコ漁獲量から漁獲量全体に占める豊浜およびその他の漁港（所在地の海域区分別）の割合を求めた。

標本船Aの8年分の網種類別使用割合とシャコ漁獲量（月別）を補足図2-1に示す。シャコの漁獲が通常程度の年（2016年および2018年）は、大目網の使用は主に冬季のスズキ等を狙った操業に限られ、シャコの漁獲盛期である春季（3～5月）にはほとんど使用されていなかった。これに対し、極端にシャコが不漁だった2017年および2019～2022年では、シャコがほとんど漁獲されていない3～5月に大目網の使用割合が際立って大きく、年全体で見ても大目網の使用割合が大きい傾向が見られた。例外として、比較的多くシャコが漁獲された2023年5月には、通常網を用いた操業が増加していた。一般に6月から秋頃にかけてはマアナゴを狙った操業が増え、シャコの好不漁に関わらず通常網が多く使用される傾向にあった。こうした不漁年における月別の網使用割合の傾向は、2019～2023年の標本船3隻分を集計した結果においても同様に見られた（補足図2-2）。したがって、これら直近の不漁年（2019～2023年）の春季では豊浜の小底全体で大目網の使用割合が大きかった可能性が高い。

豊浜の小底における操業形態の変化の影響は、愛知県小底シャコ漁獲量全体に占める豊浜の割合にも顕著に表れている（補足図2-3）。豊浜の割合はシャコが不漁だった2013、2017、2019、2020、2021年および2022年に小さく、特に2017年以降の直近の不漁年では際立って小さい。したがって、これらの年の豊浜漁港の小底におけるシャコの年間漁獲量は、上述の操業形態の変化の影響を強く受けていたと考えられる。一方で、豊浜以外の伊勢湾岸の漁港や三河湾岸の漁港においては比較的安定した漁獲が見られ、不漁年では全体に占める割合が大きくなっている。

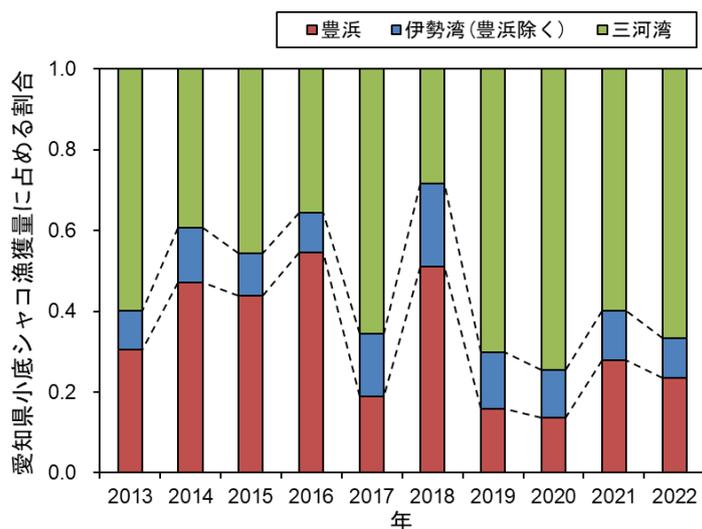


補足図 2-1. 豊浜小底標本船 A の月別網種類別曳網回数と豊浜漁港における月別シャコ漁獲量 (2016~2023 年)



補足図 2-2. 豊浜小底標本船 3 隻分の月別網種類別曳網回数総計値と豊浜漁港における月別シャコ漁獲量 (2019~2023 年)

2019 年と 2020 年は標本船 A、B および C のデータを、2021~2023 年は標本船 A、B および D のデータを合計。



補足図 2-3. 愛知県小底シャコ漁獲量全体に占める豊浜漁港およびその他の漁港（所在地の海域区分別）の割合（2013～2021年）

三河湾に区分されている漁港には一部に伊勢湾で操業する小底漁船も属しているため、所在地の海域区分は必ずしも操業海域の区分と一致しない。

補足表 2-1. 豊浜漁港の小底標本船 4 隻の使用網種類データの利用可能期間

標本船	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年	利用可能年数
A	○	○	○	○	○	○	○	○	8
B				○	○	○	○	○	5
C				○	○				2
D						○	○	○	3
合計隻数	1	1	1	3	3	3	3	3	

補足資料3 CPUE 標準化の手法

本系群の令和4(2022)年度までの資源評価では、愛知県の主要水揚げ港(豊浜漁港)における小底漁船の努力量(延べ出漁隻数)あたりの漁獲量(以下、「豊浜ノミナル CPUE」という)を資源量指標値として利用してきた(澤山ほか 2023)。しかし、2010年代以降の不漁年に愛知県の全漁獲量に占める豊浜の割合が大きく低下するなど(補足資料2)、豊浜ノミナル CPUE の指標値としての信頼性が低下していたことから、水揚げ漁港特有のバイアスや年・月別の漁獲効率の違いを考慮した資源量指標値の補正のため、CPUE の標準化を実施した。

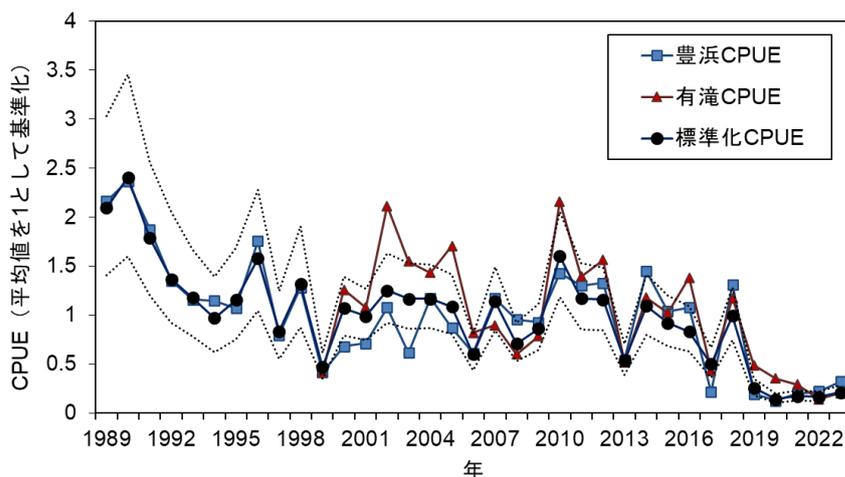
使用するデータは、1989~2023年の愛知県豊浜漁港と1999~2023年三重県有滝漁港における月別小底出漁隻数(有滝は夜間びきのみ集計)および月別漁獲量とした(補足表3-1、3-2)。標準化には一般化線形モデルを適用し、R(ver.4.4.1)およびglm関数を用いて計算を行った。漁獲量を応答変数、年、月、漁港(豊浜、有滝)の主効果並びに年と月、月と漁港の交互作用を説明変数(いずれもカテゴリカル変数)とするフルモデルを作成した。有滝漁港のデータには出漁隻数が正の値かつ漁獲量がゼロの月(ゼロキャッチ、補足表3-2の枠で囲まれた部分)が全体の2%程度含まれたため、漁獲量全体にその最小値の1%を足したものを応答変数として用いた。CPUE換算のため出漁隻数の対数値をオフセット項にとり、リンク関数をlogリンク、誤差分布はガンマ分布または正規分布とした。出漁隻数がゼロの月(補足表3-1の網掛け部分)については解析時に除外した。赤池情報量基準(AIC)に基づいてモデル選択を行った結果、ガンマ分布に従うと仮定した下式が標準化モデルとして採択された(補足表3-3)。

$$\log(\text{漁獲量}) \sim \text{年} + \text{月} + \text{漁港} + (\text{月} \times \text{漁港}) + \log(\text{出漁隻数})$$

モデル診断の結果、2010年代後半以降の有滝において残差が大きく、これは近年の不漁を反映したゼロキャッチの影響と考えられた。有滝漁港におけるゼロキャッチデータは近年継続的に記録されていることから、今後のゼロキャッチデータの増加が年トレンドに及ぼす影響について引き続き注意していく必要がある。現段階ではデータ全体に占めるゼロキャッチの割合は約2%と小さいことから、現状はこの標準化モデルの採用が妥当と考えるが、将来的にはさらなる高度化が必要となる可能性がある。その他、モデル診断に顕著な問題は認められなかったことから、このモデルに基づいて標準化CPUEを算出した(図14、表2)。標準化CPUEは豊浜ノミナルCPUEとほぼ同様の変動を示したが、2010年代以降の資源量指標値の変動は比較的抑えられており、長期的な減少トレンドはより明瞭となった(補足図3-1)。これらより、標準化によって豊浜特有のバイアスがある程度補正できているものとする。標準化CPUEの最大値・最小値の間を三等分して求めた水準境界による水準判断と、豊浜ノミナルCPUEをもとにした水準境界(R4年度評価まで使用していたもの)による水準判断に大きな相違は見られなかった(補足図3-2)。なお、モデル構築、標準化CPUEの計算およびモデル診断の詳細は別途説明文書(FRA-SA2024-RC01-401)に示す。

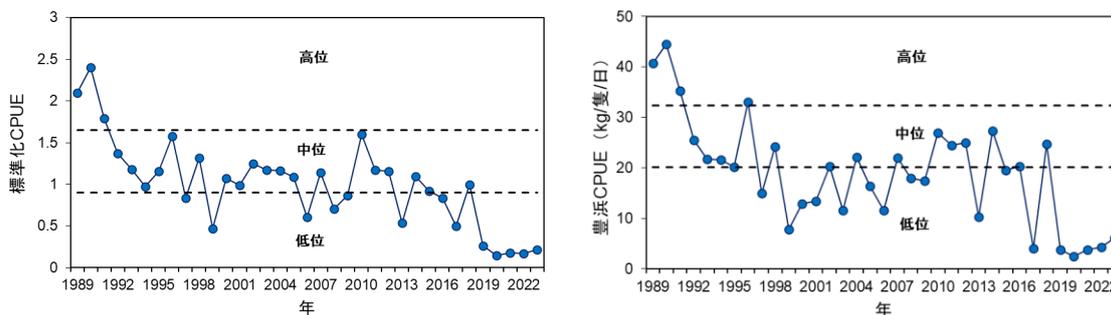
引用文献

澤山周平・横内一樹・青木一弘・竹茂愛吾・堀 正和・福井 眞 (2023) 令和 4(2022) 年度
 シャコ伊勢・三河湾系群の資源評価. https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2023/06/details_2022_77.pdf (last accessed 8 July 2024)



補足図 3-1. 豊浜ノミナル CPUE、有滝ノミナル CPUE および標準化モデルによる CPUE 推定値の比較 (1989~2023 年)

各 CPUE の値は平均値を 1 として基準化した。点線は標準化 CPUE の 95%信頼区間を表す。有滝ノミナル CPUE は標準化に用いた月別漁獲量・出漁隻数データが存在する 1999 年以降のデータを示している。



補足図 3-2. 標準化 CPUE (平均値を 1 として基準化) を用いた水準区分 (左) と豊浜ノミナル CPUE を用いた令和 4 年度までの基準による水準区分 (右)

左図については本文の図 14 の説明文参照。右図では直近の極端な不漁年の CPUE 値を最小値から除外して水準の境界を計算している。

補足表 3-1. CPUE 標準化に用いた豊浜および有滝の月別出漁隻数（隻・日）データ

豊浜												
年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1989	464	239	597	1,114	1,297	1,203	1,343	1,246	1,254	1,287	858	919
1990	477	515	627	999	1,216	1,345	1,362	1,193	1,061	1,069	958	820
1991	343	426	598	1,031	1,158	1,239	1,249	1,241	1,113	917	993	981
1992	600	406	483	965	952	1,269	1,214	1,071	1,074	1,031	930	807
1993	490	257	649	1,035	1,100	1,084	1,185	1,128	946	992	911	904
1994	548	382	370	994	1,062	1,219	1,274	1,233	1,140	1,093	968	725
1995	541	620	749	806	1,054	1,248	1,250	1,159	874	1,000	749	884
1996	462	505	308	919	990	1,136	1,036	1,001	1,014	991	812	779
1997	464	480	427	849	819	1,001	1,017	1,164	750	923	696	822
1998	423	534	695	899	944	1,058	1,195	1,118	887	839	811	757
1999	450	490	446	539	868	1,072	1,178	976	859	854	805	760
2000	446	323	380	685	832	982	944	907	698	754	642	592
2001	285	360	321	676	723	915	947	876	743	753	673	629
2002	327	334	480	693	778	900	834	754	763	716	619	637
2003	397	320	371	614	782	931	897	961	673	706	717	581
2004	467	408	469	638	728	886	849	661	768	602	663	590
2005	373	213	552	728	871	977	809	824	705	739	758	453
2006	382	188	479	544	766	909	925	914	703	870	671	609
2007	571	230	456	759	710	930	832	871	716	771	714	573
2008	395	284	469	680	641	835	817	785	648	714	509	511
2009	503	332	591	647	658	772	784	635	606	615	596	408
2010	360	280	361	502	577	794	680	791	655	733	560	403
2011	237	416	402	482	666	839	723	838	593	613	525	379
2012	364	270	438	491	638	755	684	824	588	474	490	384
2013	260	238	421	391	575	784	682	707	614	463	458	416
2014	272	206	236	539	639	680	646	671	553	583	458	348
2015	319	267	431	575	576	590	569	608	500	502	553	438
2016	306	281	483	369	570	638	686	637	555	466	427	426
2017	220	219	301	416	509	494	578	477	391	405	382	319
2018	242	220	327	382	427	435	499	451	328	426	435	289
2019	250	250	304	470	443	475	462	425	378	321	348	290
2020	211	254	257	281	303	328	449	409	292	311	344	304
2021	190	222	255	295	338	434	444	343	352	343	320	241
2022	198	123	304	365	383	452	409	400	393	370	275	168
2023	230	226	322	238	378	410	442	342	316	314	289	269

有滝												
年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1999	92	55	168	207	337	325	333	279	201	191	181	153
2000	63	65	116	231	242	285	361	333	160	248	235	195
2001	59	97	183	251	275	314	331	261	281	200	209	165
2002	79	88	183	193	228	249	283	188	254	153	161	124
2003	69	0	172	156	188	161	233	190	124	152	118	88
2004	55	98	211	233	270	288	220	183	159	136	129	142
2005	50	26	147	116	205	235	238	175	128	149	138	70
2006	51	0	118	172	192	281	147	136	83	191	159	133
2007	64	47	131	124	210	293	284	197	84	147	105	54
2008	21	6	71	123	125	140	233	91	114	126	121	124
2009	28	33	96	130	142	153	149	125	87	92	89	78
2010	63	44	55	100	100	129	121	65	73	66	87	35
2011	0	0	0	83	108	142	112	104	68	84	80	29
2012	6	14	23	85	96	67	140	186	67	43	38	12
2013	16	0	34	81	118	139	103	53	34	46	62	12
2014	24	0	17	61	82	94	139	24	35	65	50	10
2015	25	27	55	45	62	46	88	71	46	43	32	50
2016	5	10	42	50	75	71	89	37	24	36	33	6
2017	1	0	18	39	25	46	56	39	28	23	23	13
2018	4	4	39	36	42	39	46	39	23	25	42	3
2019	0	0	9	30	34	32	44	38	28	6	30	2
2020	0	0	23	16	35	39	14	34	17	23	20	7
2021	0	3	8	16	27	31	23	13	5	25	15	0
2022	0	0	0	14	25	38	17	14	13	22	20	8
2023	0	0	0	4	18	44	14	0	4	0	0	0

有滝は夜間びきのみ集計。網掛けセルは出漁隻数がゼロの月を表す。

補足表 3-2. CPUE 標準化に用いた豊浜および有滝の月別漁獲量 (kg) データ

豊浜												
年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1989	14,475	10,304	38,786	94,216	62,511	48,232	59,223	41,611	32,357	44,092	15,480	20,115
1990	13,711	34,341	93,597	110,674	75,453	49,696	41,596	23,988	17,635	17,205	20,451	20,096
1991	6,854	8,587	37,428	75,324	62,554	37,919	38,802	39,633	28,617	18,256	24,001	20,434
1992	17,296	13,026	21,269	42,006	32,242	36,212	35,526	18,599	24,699	10,458	9,712	13,896
1993	13,838	7,208	29,248	50,653	22,832	17,181	27,113	18,700	8,600	14,658	9,486	13,320
1994	10,963	4,667	9,168	45,951	43,636	40,712	41,423	19,637	11,214	6,276	1,337	2,554
1995	1,236	1,034	7,132	13,283	7,946	13,468	21,159	34,895	41,958	45,066	18,546	14,822
1996	12,565	23,287	11,351	71,121	85,728	33,974	33,415	23,495	11,457	8,994	2,852	10,620
1997	16,248	5,439	7,203	23,474	10,957	9,803	12,747	10,140	14,897	14,598	2,517	13,216
1998	18,776	9,688	18,193	20,115	12,375	35,740	36,822	38,579	19,494	14,757	7,131	13,813
1999	6,802	3,355	3,378	5,488	6,416	4,893	5,644	6,410	9,478	7,186	6,142	7,656
2000	6,634	3,722	1,933	11,360	16,353	6,526	10,199	13,472	12,049	13,562	5,020	4,419
2001	4,665	4,950	2,931	8,155	4,911	6,414	12,573	10,804	15,655	17,606	7,224	10,467
2002	8,404	10,945	14,456	31,887	21,873	18,028	14,830	8,765	7,673	8,327	6,809	7,327
2003	6,590	3,278	5,068	13,170	15,878	7,868	7,023	5,023	3,478	5,177	9,634	10,251
2004	6,701	12,731	20,237	32,675	34,120	19,154	15,250	7,271	7,684	4,368	5,418	5,409
2005	9,544	7,357	14,865	31,541	20,114	10,272	10,389	10,729	5,779	3,731	4,599	2,470
2006	1,765	1,423	7,748	11,936	9,012	7,445	8,214	11,333	10,505	6,729	6,248	9,752
2007	10,507	8,508	17,240	31,098	17,981	17,495	17,437	12,316	10,890	14,301	8,468	13,186
2008	12,456	7,907	9,665	25,259	15,827	7,640	11,287	5,822	9,500	10,590	3,803	11,114
2009	7,419	5,203	10,200	13,290	8,307	8,131	16,304	16,363	10,916	9,951	9,724	9,240
2010	8,040	10,864	22,441	37,873	25,166	20,856	15,081	9,129	6,988	12,450	6,288	5,161
2011	4,977	8,897	15,596	26,270	32,489	20,096	14,392	9,025	6,374	9,535	11,006	6,007
2012	4,863	6,630	14,191	31,256	29,513	21,414	18,491	15,251	7,512	5,601	2,230	3,302
2013	3,451	1,659	2,060	4,794	5,557	5,239	6,214	7,738	8,465	4,738	4,490	7,316
2014	5,721	1,750	4,161	28,763	30,159	18,034	19,447	17,239	13,107	10,210	4,990	5,555
2015	10,319	4,697	9,417	24,433	16,446	6,177	7,595	9,549	10,459	8,560	5,222	3,261
2016	4,542	5,105	15,667	15,721	22,197	18,464	13,898	9,754	8,662	3,249	927	620
2017	410	1,314	657	329	882	245	984	1,572	1,635	3,161	4,576	3,476
2018	5,581	3,566	6,942	14,373	15,498	12,183	12,967	18,249	14,149	6,564	167	24
2019	1,075	1,400	299	246	717	1,418	2,905	1,488	3,082	2,832	840	67
2020	353	187	294	260	1,045	735	3,179	1,265	656	910	185	119
2021	530	568	403	390	432	1,611	3,085	2,597	2,691	1,659	144	10
2022	416	47	471	1,064	446	2,080	1,764	2,501	4,013	3,163	276	93
2023	595	1,207	939	189	1,873	5,092	5,139	3,756	3,704	552	31	0

有滝												
年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1999	129	31	376	309	361	372	638	426	524	319	192	460
2000	658	279	844	1037	1038	935	1353	1897	1071	1167	1004	1206
2001	75	364	927	1186	780	1126	1237	959	1896	1197	537	799
2002	336	583	2353	5171	2602	2463	2143	977	598	361	165	331
2003	203	0	218	979	759	1393	2478	1255	548	530	793	854
2004	688	462	2011	2945	1318	935	1189	771	396	374	381	439
2005	371	115	1300	1966	1852	1576	1789	1029	427	357	342	86
2006	68	0	214	950	1239	1048	829	745	99	15	2	128
2007	435	380	694	1002	343	472	657	946	417	297	99	375
2008	58	3	194	998	646	182	454	158	268	3	19	64
2009	74	92	684	408	190	368	366	682	683	57	71	27
2010	1097	1566	348	2164	1103	719	156	51	194	79	209	249
2011	0	0	0	1934	1138	645	180	126	45	96	195	66
2012	120	6	345	817	1027	775	1076	290	288	0	12	3
2013	12	0	48	147	261	315	336	109	78	18	57	36
2014	174	0	96	888	451	441	435	19	57	66	100	45
2015	142	128	552	322	277	179	244	169	73	30	71	178
2016	20	60	290	416	451	496	704	105	38	4	0	0
2017	0	0	8	28	28	30	59	88	88	80	48	76
2018	58	40	212	380	386	270	209	6	4	0	8	0
2019	0	0	46	108	88	110	72	36	17	0	10	0
2020	0	0	58	34	120	80	14	10	0	0	2	0
2021	0	2	8	22	42	50	52	14	0	0	0	0
2022	0	0	0	6	24	32	10	6	4	2	4	8
2023	0	0	0	4	18	44	14	0	4	0	0	0

網掛けセルは出漁隻数がゼロの月を、四角い枠で囲まれたセルはゼロキャッチデータをそれぞれ表す。

補足表 3-3. 標準化モデルの係数推定結果

変数	推定値	標準誤差	p値
1月	2.534	0.262	1.10E-20
2月	2.441	0.276	8.55E-18
3月	2.705	0.255	2.73E-24
4月	2.972	0.250	1.17E-29
5月	2.635	0.250	4.11E-24
6月	2.480	0.250	1.03E-21
7月	2.354	0.250	7.65E-20
8月	1.970	0.250	1.32E-14
9月	1.868	0.250	2.46E-13
10月	1.154	0.250	4.64E-06
11月	1.198	0.250	2.01E-06
12月	1.918	0.251	8.75E-14
1990年	0.139	0.286	0.629
1991年	-0.158	0.286	0.581
1992年	-0.425	0.286	0.138
1993年	-0.574	0.286	0.046
1994年	-0.766	0.286	0.008
1995年	-0.593	0.286	0.039
1996年	-0.283	0.286	0.323
1997年	-0.915	0.286	0.001
1998年	-0.464	0.286	0.105
1999年	-1.492	0.250	3.86E-09
2000年	-0.670	0.250	0.008
2001年	-0.750	0.250	0.003
2002年	-0.515	0.250	0.040
2003年	-0.584	0.251	0.021
2004年	-0.586	0.250	0.019
2005年	-0.657	0.250	0.009
2006年	-1.243	0.251	9.79E-07
2007年	-0.609	0.250	0.015
2008年	-1.084	0.250	1.65E-05
2009年	-0.884	0.250	0.000
2010年	-0.267	0.250	0.286
2011年	-0.581	0.255	0.023
2012年	-0.591	0.250	0.018
2013年	-1.357	0.251	9.67E-08
2014年	-0.650	0.251	0.010
2015年	-0.819	0.250	0.001
2016年	-0.922	0.250	0.000
2017年	-1.427	0.251	2.10E-08
2018年	-0.744	0.250	0.003
2019年	-2.092	0.253	8.38E-16
2020年	-2.670	0.253	4.53E-24
2021年	-2.481	0.253	3.37E-21
2022年	-2.520	0.255	1.70E-21
2023年	-2.284	0.255	3.87E-18
漁港（豊浜）	1.131	0.202	3.14E-08
2月：豊浜	0.065	0.296	0.825
3月：豊浜	0.018	0.277	0.947
4月：豊浜	0.076	0.272	0.780
5月：豊浜	0.150	0.272	0.581
6月：豊浜	0.007	0.272	0.980
7月：豊浜	0.274	0.272	0.314
8月：豊浜	0.540	0.272	0.048
9月：豊浜	0.736	0.272	7.02E-03
10月：豊浜	1.224	0.272	8.11E-06
11月：豊浜	0.630	0.272	0.021
12月：豊浜	0.171	0.274	0.532

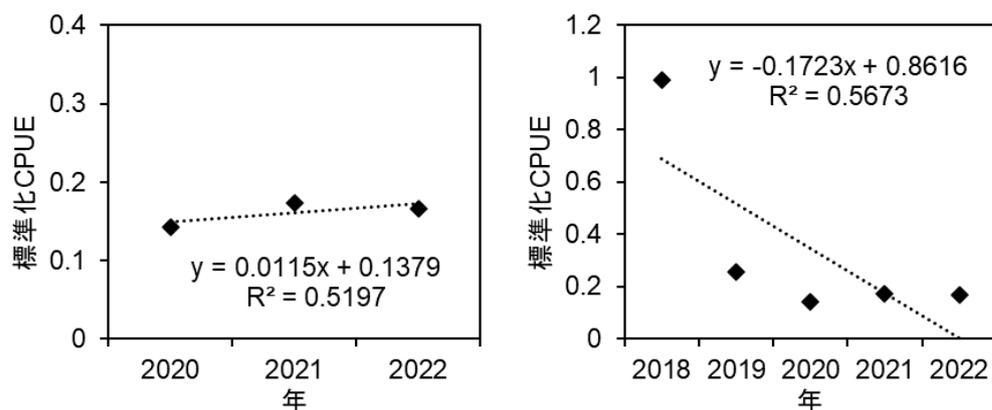
補足資料 4 ABC 算定式に用いる係数の検討

本系群は、夏季～秋季に生じる大量減耗やその繁殖生態的な特性から、資源量指標値の短期的変動が極めて大きいという特性を持つ（図 14）。令和 6（2024）年度 ABC 算定のための基本規則 2-1）（水産庁・水産機構 2024）にもとづく ABC 算定時に用いる係数 b および I については、デフォルトでは資源量指標値の 3 年間の傾きから求めるが、本系群でこれを用いると ABC 算定値は直近年の資源状態に大きく依存し、5 年間の資源量指標値をもとにした動向判断と整合しない事態が頻繁に生じうる。例えば 2022 年を直近年とした資源量指標値の年変動を見ると、5 年間では大きく減少しているにも関わらず 3 年間では若干の増加となっており（補足図 4-1）、動向判断が減少にも関わらず ABC 算定値は増加することになる。本系群の資源状態については、2010 年代以降悪化の傾向が顕著であり、湾内の長期的な環境変化との関連が想定されている。これらのことから、より長期的な資源量指標値の動向を基にした ABC の算定が適切と考えられたため、令和 3 年度評価以降は漁獲管理のパフォーマンス指標を用いたシミュレーション結果をもとに ABC 算定に用いる係数を求める際の参照年数を 5 年間に変更している（澤山ほか（2023）の補足資料 4）。

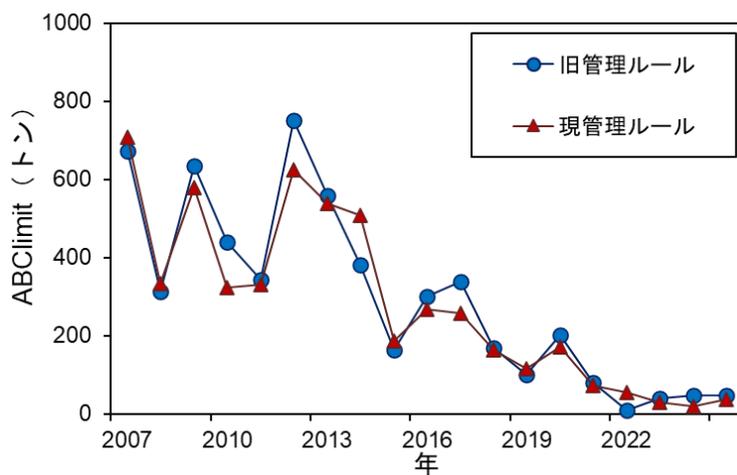
本補足資料では、令和 5 年度評価から導入した標準化 CPUE（補足資料 3 参照）を資源量指標値に用いた場合の現管理ルールの有効性を再確認する目的で、標準化 CPUE を用いて各管理ルールにおける過去の ABC 試算値の比較を行った。その結果、2007 年以降の ABClimit について、算定結果の長期的なトレンドの間に大きな差異は見られなかった。2020 年以降の ABC 算定値は、旧管理ルールでは 2022 年 ABC がほぼゼロまで減少した後増加し、その後横ばいとなった一方、現管理ルールでは単調減少した後、2025 年 ABC はやや増加した（補足図 4-2）。また、平成 19（2007）年度資源評価以降の期間について、動向判断に用いられる資源量指標値の傾き（5 年）と、旧管理ルールと現管理ルールそれぞれによる ABClimit 算定値の前年からの増減の関係を補足図 4-3 に示した。それぞれの回帰直線間で傾きに有意差は見られず（ANCOVA, $p > 0.05$ ）、残差は後方で小さかった（それぞれ $R^2 = 0.03, 0.13$ ）。すなわち、現管理ルール適用により ABClimit の増減幅は小さくなる傾向が見られた。また、現管理ルールでは、旧管理ルールで見られた傾きが負の年の ABC の増加（補足図 4-2 の第二象限内の点）も大幅に低減された。したがって、資源量指標値として標準化 CPUE を用いた場合においても、現管理ルールの適用は資源量指標値の乱高下に起因する動向判断と ABC の増減の不整合の緩和に有効と考えられる。

引用文献

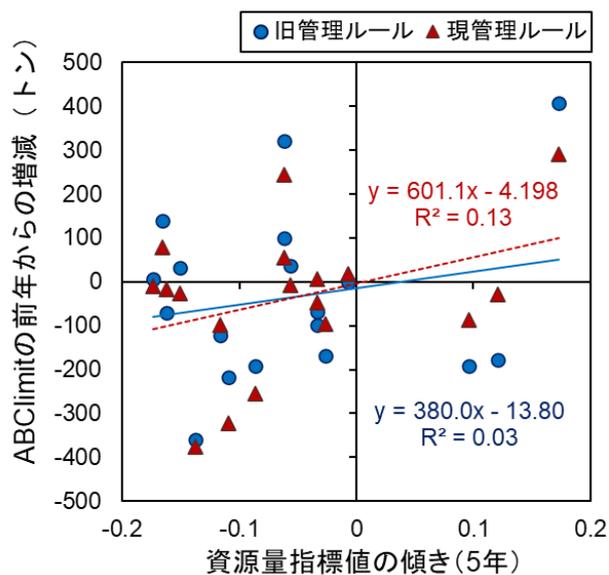
- 澤山周平・横内一樹・青木一弘・竹茂愛吾・堀 正和・福井 眞 (2023) 令和 4 (2022) 年度 シャコ伊勢・三河湾系群の資源評価. https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2023/06/details_2022_77.pdf (last accessed 18 July 2024)
- 水産庁・水産研究・教育機構 (2024) 令和 6 (2024) 年度 ABC 算定のための基本規則. FRA-SA2024-ABCWG02-02, 水産研究・教育機構, 横浜, 11pp, https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2024-ABCWG02-02.pdf



補足図 4-1. 2022 年を直近年とした場合の標準化 CPUE の動向
 左：3 年間（2020～2022 年）、右：5 年間（2018～2022 年）。



補足図 4-2. 旧管理ルール（令和 2 年度までの管理ルール）および現管理ルールにおける
 ABClimit 計算結果の年推移（2007～2025 年 ABC）



補足図 4-3. 各資源評価年度における動向判断に用いた資源量指標値の傾き（5年）と ABClimit 算定値の前年からの増減（旧管理ルールおよび現管理ルール）の関係（2007～2023 年度評価）