

岡山県西部海域におけるシャコの成熟生態とその変化

中力 健治・草加 耕司・山下 泰司・村山 史康

Reproductive Biology of the Japanese Mantis Shrimp *Oratosquilla oratoria* in the Waters of Western Okayama Prefecture and Its Change

Kenji CHYURIKI, Koji KUSAKA, Yasushi YAMASHITA and Fumiyasu MURAYAMA

シャコ *Oratosquilla oratoria* は岡山県における小型機船底びき網漁業の重要な漁獲対象種の一つであるが、漁獲量は減少傾向で推移している。さらに、瀬戸内海^{1,2)}をはじめ、東京湾³⁾、伊勢・三河湾⁴⁾など主要産地においても漁獲量は減少傾向で推移するとともに、近年、これらの主要産地では大型個体の減少^{1,2,5,6)}や最小成熟体長の低下^{1,3)}など資源生態の変化が報告されている。

本県では1966~'68年に千田らにより県東部海域において成熟をはじめとする詳細な資源調査⁷⁾が行われたものの、それ以降、シャコを対象とした詳細な調査は行われていない。そのため、本県においても他海域と同様に資源生態の変化が生じている可能性が考えられるが、その現状は不明である。

そこで、岡山県における主要産地である水島灘周辺の水島灘について、体長組成および成熟等の資源生態に関する現状を明らかにするとともに、これまでの調査結果と比較することによりその変化について検討した。

材料と方法

体長組成 県西部海域(図1)において、2016, '17年度に隔月で行った小型底びき網による試験操業で採捕した個体の体長を測定し、5 mm間隔の階級に区分した。

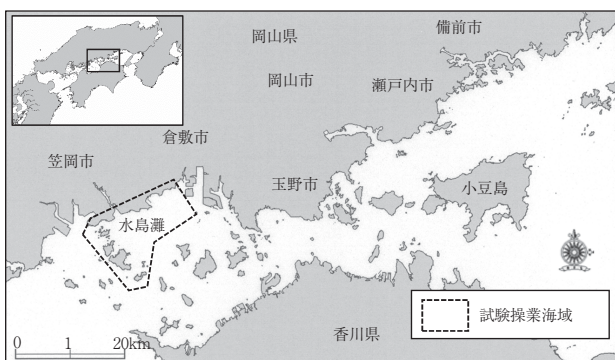


図1 小型底びき網試験操業海域

階級ごとの個体数は2016年度および'17年度の合計値とし、月ごとに個体数割合を求めた。

また、体長組成の経年変化を検討するため、2016, '17年4~12月の間に図1の海域で漁獲され、寄島町漁協市場に水揚げされた個体の体長を隔月測定し、体長組成を作成した。1985, '87, '89年に県東部海域で漁獲、水揚げされた個体の測定結果⁸⁻¹⁰⁾についても同様にとりまとめ、2016, '17年の測定結果と比較した。

成熟および性比 体長測定を行った個体について、生殖脚の有無により雌雄を判別し、雌の体長、体重および生殖腺重量を測定した。生殖腺重量を体重で除して100倍し、生殖腺成熟指数(以下、GSIという)を求めるとともに、雄の個体数を雌の個体数で除して性比を求め、年度別月別にとりまとめた。

産卵生態の変化を検討するため、1967年度に県東部海域で漁獲されたシャコの産卵直前における体長別GSI⁷⁾と比較した。さらに、最小成熟サイズとされている体長85mm以上の個体⁷⁾について、測定日別GSI平均値とGSI平均値を1未満、1~5未満、5~10未満、10以上のI~IV階級に分類したものの推移⁷⁾についても比較を行った。

結果と考察

体長組成 試験操業採捕個体の月別体長組成を図2に示した。5月のモードは100mm台であったが、7, 9月はそれぞれ85, 75mm台と小さくなった。7, 9月は120mm以上の個体が採捕されず、9月は7月よりも100mm以上の個体数割合が減少するなど、9月にかけて大型個体が減少した。このことについて、大阪湾では2歳のシャコが9月に寿命となることが報告されており¹¹⁾、寿命に伴う高齢個体の減少が主要な要因と考えられた。

9月は二峰型となり、55mm台をピークとする当歳シャコの加入が認められた。

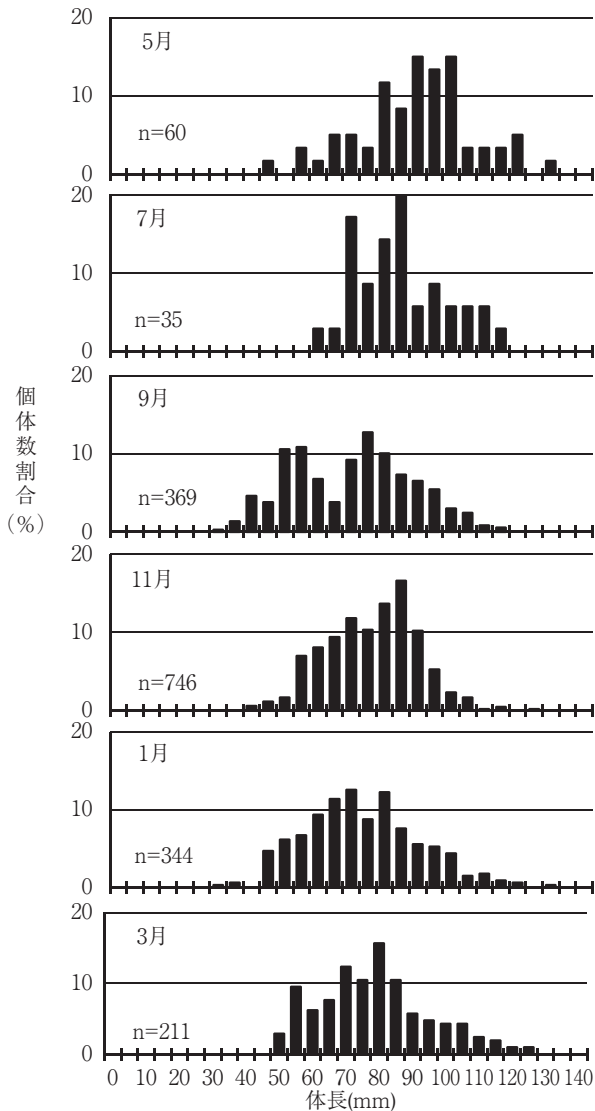


図2 試験操業で採捕されたシャコの月別体長組成 (2016, '17年度合計値)

11月のモードは85mm台と9月よりも大きく、120mm以上の大型個体が採捕されるとともに、1月は9月よりも100mm以上の個体数割合が増加するなど、9月以降、体サイズは大型化した。博多湾では9～11月の間が1年で最も脱皮頻度が高く、成長率が高い¹²⁾ことや、香川県では11、12月に軟甲個体が多数みられる¹³⁾ことが報告されており、当個体は'17年11月の試験操業採捕個体においても43.2%を占めたことから、秋季に多くの個体が脱皮、成長したことにより、秋から冬にかけて全体的に体サイズが大型化したと考えられた。1月と3月は体長組成に大きな違いはみられず、冬の間は成長が停滞した。

1985, '87, '89年および2016, '17年水揚げ個体の体長組成を図3に示した。2016, '17年はモードが85, 90mm台で推移したが、1985, '87, '89年のモードは100～120mm台で、85, 90mm台は最小サイズであった。

生後2年目以降の個体が過半数となる100mm以上¹⁴⁾

の個体数割合を表1に示した。2016, '17年は31%以下で推移し、8月は2.7%に減少した。1985, '87, '89年は6, 8月以外で96%以上、最も低い8月でも82.1%で、約30年前よりも大型個体が減少したことが明らかとなった。大型個体の減少は、隣接する香川県海面²¹³⁾や豊前海¹⁾、更に東京湾^{5, 6)}でも報告されており、豊前海で'07～'09年の間に採捕した個体では、体長80mm以下の小型個体が多数を占め、体長100mm以上が全体の4.1%に留まっている¹⁾。これらの海域では漁獲量の低下とともに体サイズが小型化しており^{1, 2, 5, 6, 13)}、本県も同様の状況にある。成長乱獲の状況下では大型個体が減少し、資源は縮小に向かうとされており¹⁵⁾、現状では漁獲圧が過剰である可能性も推測される。

脳内神経細胞等に加齢とともに蓄積する色素であるリポフスチンを利用して、シャコの年齢を査定した結果、1, 2歳で体長110mm以上に達する一方、3, 4歳でも80mm台に留まるなど、成長の個体差が大きいことが明らかにされている¹⁴⁾。成長は、孵化時期や漁場環境、餌料生物の多寡にも左右されるほか、遺伝的な要因も影響する¹⁶⁾。大型個体の減少について、成長乱獲など過剰な漁獲が一因と推察される一方で、漁場環境や餌料生物の変化、遺伝的に成長の遅い個体の増加などで成長が鈍化した可能性も考えられる。今後、年齢構成を明らかにするなどして、資源量ならびに大型個体の減少要因を明確にする必要がある。

成熟 2016, '17年度における体長85mm以上の雌の月別GSI平均値を表2に示した。GSI平均値は4月が6以上と最も高く、1以上の個体数割合は95%以上であった。5, 6月には平均値が2, 3台に低下し、5月における1未満の個体数割合は'16年が34.6%, '17年が53.3%と増加した。シャコは1回の産卵で卵巣内の全卵を放出することから¹⁷⁾、4月以降に産卵が行われ、GSI平均値が一時的に低下したと考えられた。7, 8月は両年ともに平均値が3.9以上に再度上昇した。10月以降は0.5以下に低下し、産卵が終了したと考えられた。産卵終了後は、1月以降に値の上昇がみられ、4月まで上昇傾向で推移した。

以上により、本県における産卵期間は概ね4～9月で、この間には産卵に近いとされる10以上の個体⁷⁾が常時みられたことから、産卵個体の多少はあるものの、絶えず産卵が継続されているものと考えられた。豊前海ではGSIが1月以降に増加し、産卵期は4～9月と推察されており¹⁾、香川県東部海域でも6～9月には産卵が行われることが報告されるなど²⁾、本調査結果と一致した。

月別GSIの推移を図4に示した。シャコでは一産卵期

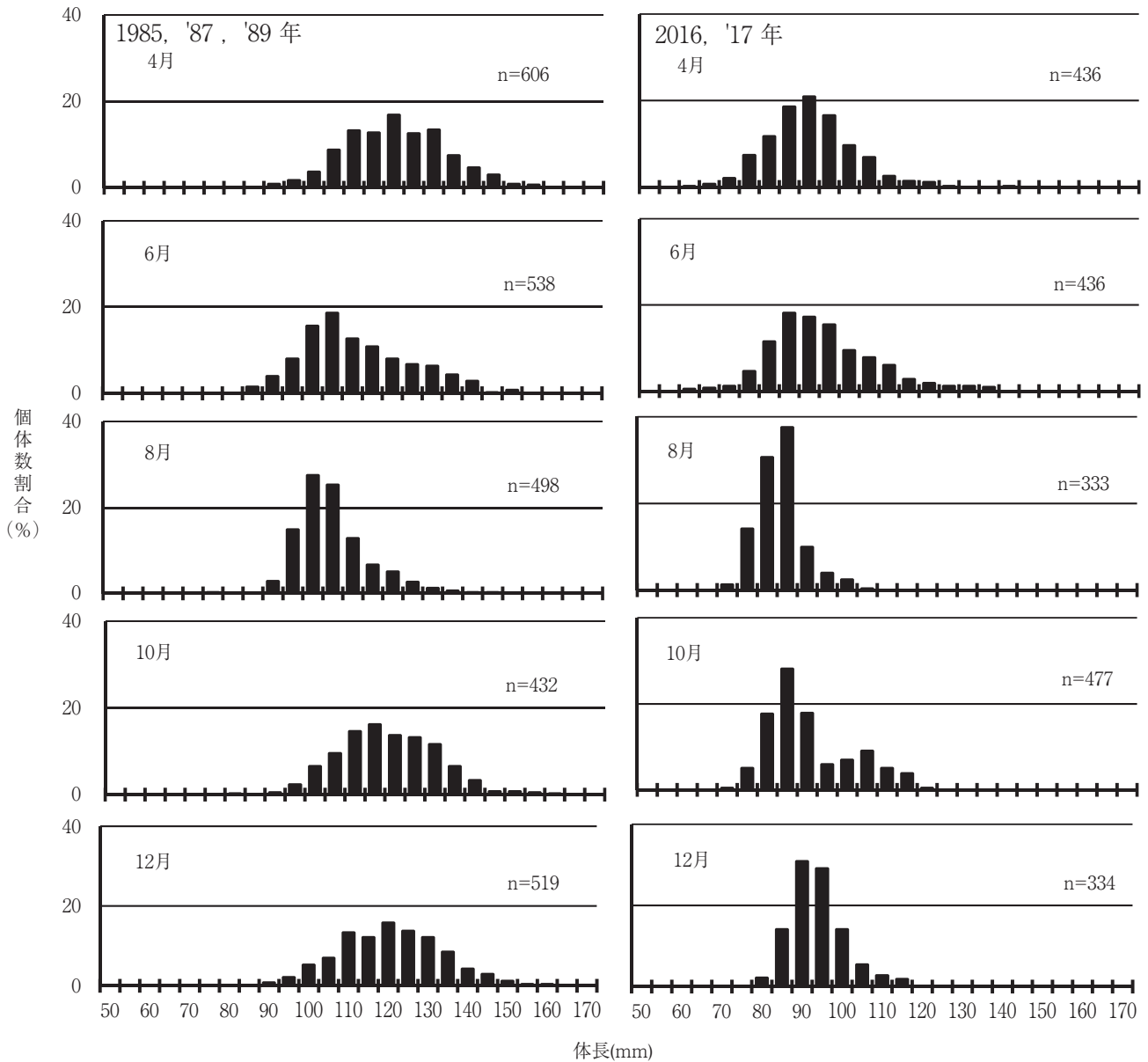


図3 水揚げされたシャコの月別体長組成 (1985, '87, '89年合計値および2016, '17年合計値)

表1 シャコにおける年別、月別の体長100mm以上の個体数割合(%) (1985, '87, '89年合計値および2016, '17年合計値)

	4月	6月	8月	10月	12月
1985, '87, '89年	97.5	86.6	82.1	97.0	96.9
2016, '17年	22.0	31.0	2.7	25.2	24.0

に大型個体が複数回、小型個体では1回産卵すると考えられており^{3,13)}、浜野は4、5月に大型個体が産卵する割合が高く、7月に再び大型個体の産卵が増えることについて、大型個体の一部が一産卵期に2回産卵することを示唆するとしている¹⁴⁾。また、千田は体長90mm以上の個体では成熟に差がみられないことを報告している⁷⁾。本県においても、5月以降GSIは低下し、7、8月に再

び上昇する傾向がみられたが、体サイズ別の産卵回数などの詳細を明らかにするまでには至らなかった。

3月のGSIを体長間で比較すると体サイズが大きいほど値が高く、成熟は速いと考えられた。一般にシャコの産卵は大型個体が早く、小型個体がこれに続く^{とされ¹⁷⁾}、豊前海では、産卵の主体は4月が2歳で6、7月は1歳とされている¹⁾。本調査では、体長区分によってはサンプル数も限られ、GSIの推移から体サイズによって産卵時期が異なることを明確にできなかったことから、今後、調査を継続し、その違いを明らかにしたい。

1967年5月と2016, '17年4月における年度別GSIを図5に示した。1967年と比較すると、2016, '17年は85mm未満でも成熟が認められ、GSI5以上の個体数割合は'16

表2 シャコの月別GSI平均値（体長≥85mm, 2016, '17年度）

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
2016年度												
個体数	62	26	111	170	-	102	120	33	42	27	91	119
平均体長 (mm)	95.5	96.8	102.8	92.7	-	95.4	101.7	102.6	93.3	101.9	95.6	100.4
GSI平均値	6.6	3.4	3.1	4.4	-	2.3	0.4	0	0	1.0	2.9	4.0
2017年度												
個体数	58	30	35	55	52	18	44	121	112	15	64	14
平均体長 (mm)	95.2	91.1	99.2	96.8	91.1	95.0	91.0	91.8	97.3	91.5	95.0	93.9
GSI平均値	6.9	2.6	3.3	3.9	5.0	0.8	0	0	0.0	0.6	1.7	2.2

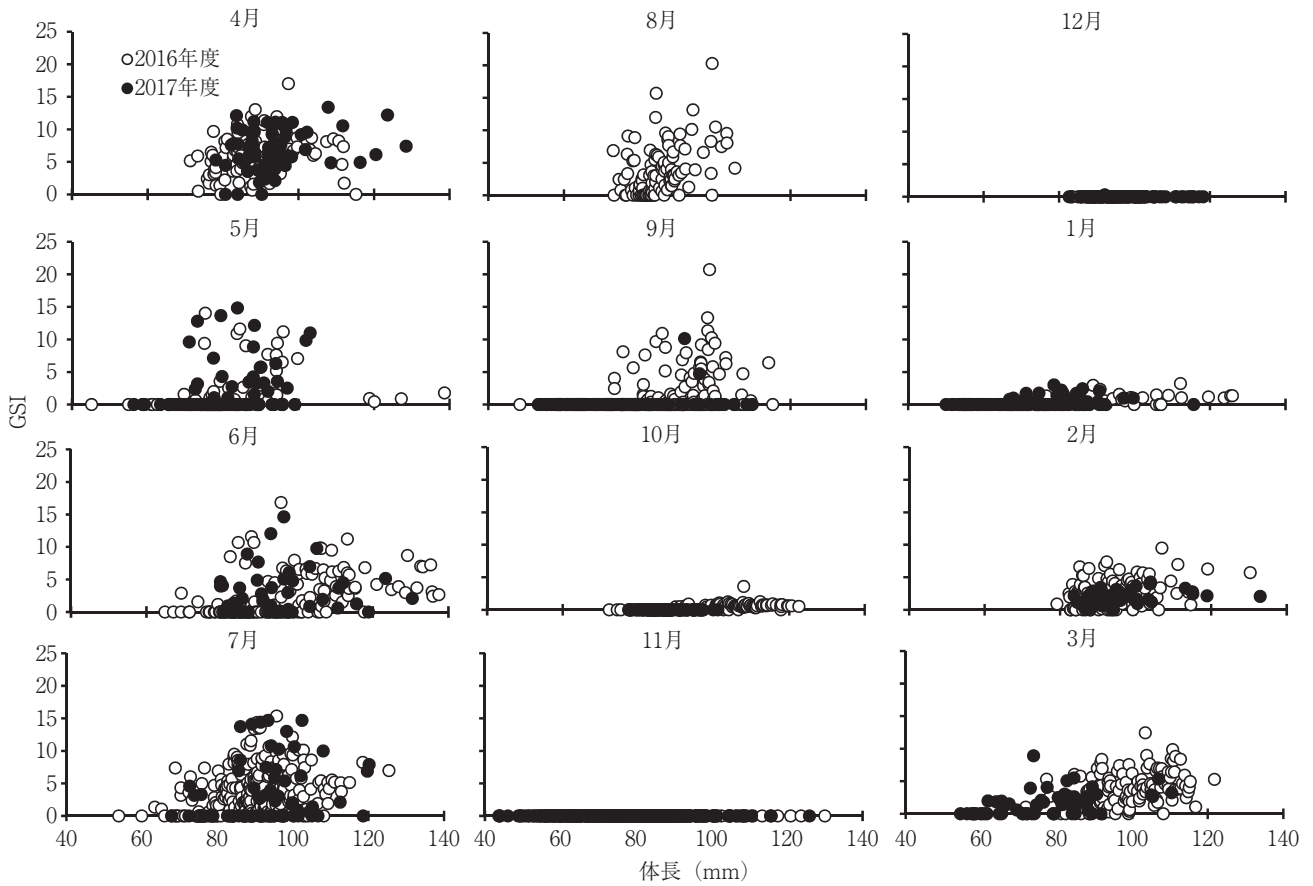


図4 シャコの月別GSIの推移（2016, '17年度）
GSI=生殖腺重量/体重×100

年が52.8%, '17年が70%, GSI10以上はそれぞれ2.7, 20%であった。更に、70mm台でもGSI 5以上の個体が認められたことから、現在の最小成熟サイズは体長70mm程度で、約50年前の85mm⁷⁾よりも小型化していると考えられた。このことについて、隣接する香川県東部海域では、1967年5月に千田らが行った調査と同等であったことなどが報告されており²⁾、本調査結果と一致しなかった。東京湾では、1950年代に頭胸甲長24mm（換算体長99mm）であったものが、2002年には頭胸甲長18mm（換算体長75mm）まで低下し、資源量の低下と連動して成熟サイズが小型化したことが報告され¹⁷⁾、豊前海におい

ても1980年代は体長85mmで、本県の1967, '68年度と同様であったものが、2008, '09年には約65mmに小型化したことが報告されるなど¹⁾、本調査結果と同様の傾向が認められている。

1967年度および2016, '17年度の体長85mm以上の個体におけるGSI平均値の推移を図6に示した。'67年度は1回目のピークが5月下旬であるのに対し、2016, '17年度は、それ以前にピークがみられ、約50年前よりも成熟のピークが早くなる傾向がうかがえた。9月下旬はいずれの年度も1未満となり、産卵終了時期は同じであった。

成熟のピークの早期化については、冬から春にかけて

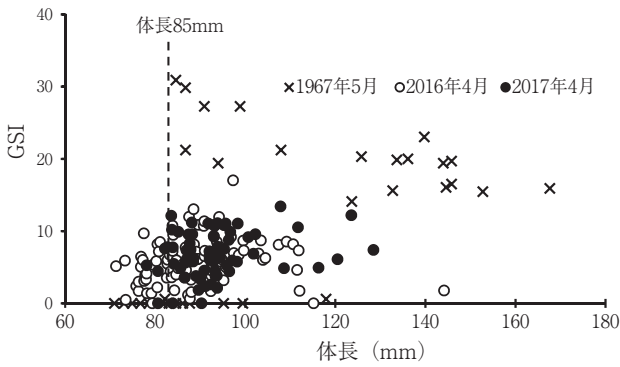


図5 4, 5月におけるシャコの年別GSI (1967年および2016, '17年) GSI=生殖腺重量/体重×100

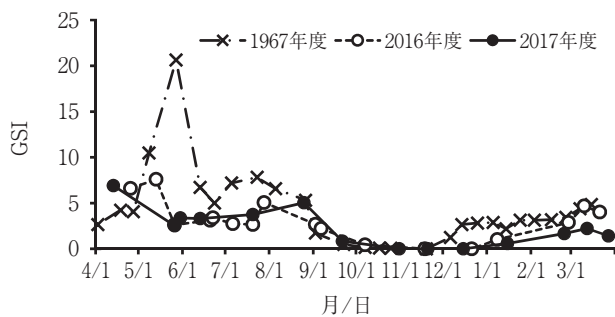


図6 シャコの年度別GSI平均値の推移 (体長≥85mm, 1967年度および2016, '17年度) GSI=生殖腺重量/体重×100

の水温上昇¹⁸⁾による成熟促進が一因と推察された。豊前海では5月産卵群の産卵が4月, 8月産卵群の産卵が6, 7月に早まったとされ¹⁾, 春季の早期化は本調査結果とも一致した。産卵時期の変化については, 今後も継続してモニタリングを行う必要がある。

GSIを4階級に分けて年度別の推移を図7に示した。'67年5月におけるIVの個体数割合は90%以上で, 僅かにIがみられるのに対し, 2016, '17年4月はIIIが両年度ともに50%以上, IIがそれぞれ25.8, 34.5%, IVが14.5, 13.8%と1967年5月よりもIVの割合が大幅に減少するとともに, 全体的に成熟の度合いが低く, 以前とは成熟および産卵の状況が変化したと考えられた。

性比 2016, '17年度における体長別性比の推移を図8に示した。体長85mm以上では2016年度が4, 5月, '17年度が5~10月に高く, その推移は, 多少ずれているものの, GSIの推移と同調する傾向がみられた。雌は巣穴で卵を保育し, 孵化が近づくまで外出も摂餌もしないため¹⁷⁾, 産卵期は雌の漁獲効率が低下して性比が高くなると考えられた。体長85mm未満は85mm以上と比べて, 概ね低く推移しており, 未成熟個体が含まれるためと考えられた。

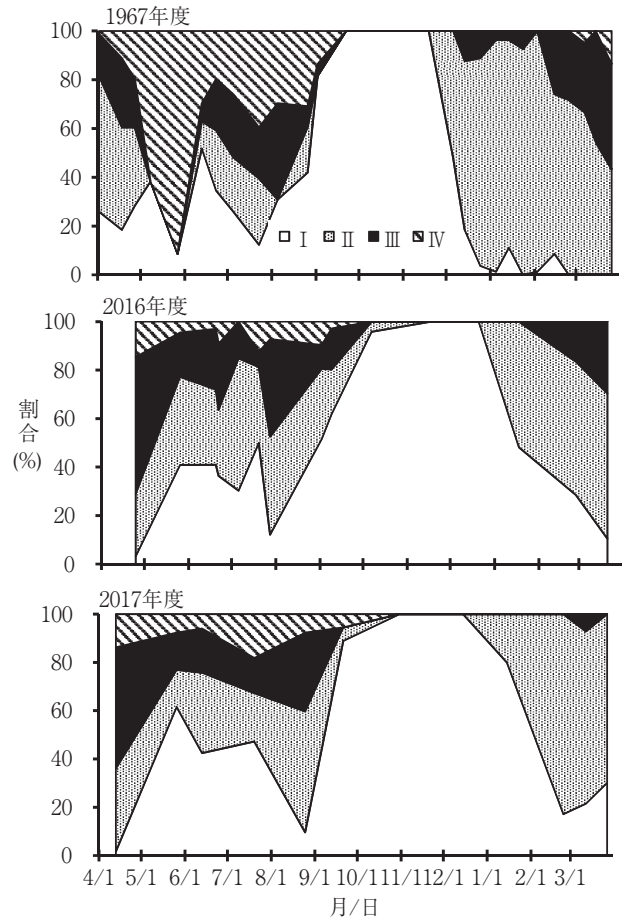


図7 シャコの年度別GSI階級別出現割合 (体長≥85mm, 1967年度および2016, '17年度) 階級I: GSI<1, 階級II: 1≤GSI<5, 階級III: 5≤GSI<10, 階級IV: 10≤GSI

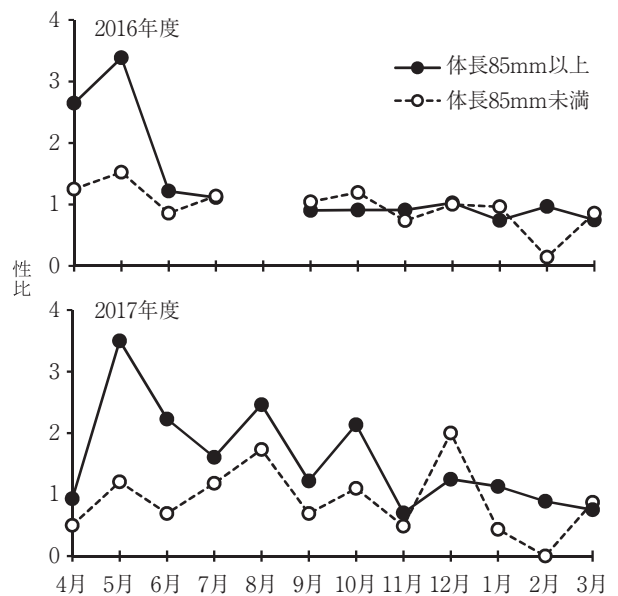


図8 シャコの体長別性比の推移 (2016, '17年度) 性比=雄個体数/雌個体数

まとめ 本県海域のシャコについて, 漁獲量が低迷する一方で, 大型個体が減少しており, 成熟サイズの小型化, 産卵の早期化等の変化が明らかとなった。シャコの

資源量が低迷している海域では早熟、小型化が報告されており^{13,14)}、本県も同様の状況と考えられた。

勝川らは乱獲による資源減少が深刻な魚種について、成熟齢と体サイズが低下していることについて、これらは進化的応答であるとしているが¹⁹⁾、シャコの資源生態の変化についてもその可能性が疑われる。

現在、本県海域の一部では全長100mm（換算体長93mm）未満の小型個体再放流の取り組みが行われている。小型個体の不合理漁獲を防止し、資源の有効活用を図ることは、資源保護を推進する上で重要であるものの、漁獲量が減少傾向で推移している現状では、更なる取り組みの検討も必要と考えられる。

このことについて、豊前海では、資源回復を図るために混獲死亡の減少により2歳以上の産卵群を増加させるとともに、大型個体の多い漁場を一定期間保護区とするなどの新たな対策が望まれるとしている¹⁾。

佐藤はクルマエビでは雌の体サイズにより幼生の質が変化し、大きな雌ほど大きく、飢餓耐性の強い幼生を産むことを報告しており²⁰⁾、勝川もサイズの大きい雌は質の高い卵や仔魚を残すため、大型高齢個体を残す利点は大きいことを報告している。また、勝川は本来の年齢構成を歪めない方が長期的な資源の存続性は高いと報告している¹⁹⁾。これらは、資源回復を図る上では、小型個体の保護に加えて、大型個体を積極的に保護することが重要であることを示唆しており、本県においても、今後は小型個体の再放流に加えて、脱皮個体の保護など徹底した不合理漁獲の抑制に努めるとともに、大型個体の生息密度が高い場所においては保護区を設ける等の対策の検討も必要と考えられる。

要 約

1. 2016, '17年度に県西部海域で実施した試験操業および寄島町漁協市場で入手したシャコについて、雌雄を判別し、体長、体重および雌の生殖腺重量を測定した。
2. 5～9月の間は寿命により大型個体が減少し、9月は当歳シャコの新規加入が認められた。脱皮・成長による個体サイズの大型化が秋から冬にかけてみられたが、冬季は成長しないものと考えられた。
3. 2016, '17年の体長組成のモードは、85, 90mm台で、約30年前の95～120mm台よりも小さく、100mm以上の個体数割合も2016, '17年が31%以下、約30年前は82%以上と大型個体の減少が明らかとなった。
4. 産卵期間は概ね4～9月で、一時的に多数の個体が

まとまって産卵していると考えられた。

5. 2016, '17年度は体長70mm台で成熟が確認され、約50年前に最小成熟サイズとされた85mmよりも小型化するなど産卵生態の変化がみられた。
6. 性比の値は雌の卵の保育行動と密接に関係していると考えられ、性比とGSIの値の推移にずれはあるが同調する傾向がみられた。
7. シャコの資源回復を図るためには、小型個体の再放流など不合理漁獲の防止に加えて、大型個体の保護についても検討が必要と考えられた。

文 献

- 1) 石谷誠・亘真吾・小田成幸, 2010: 豊前海におけるシャコの成熟と体長の関係, 福岡水海技セ研報, **20**, 17-21.
- 2) 安部昌明, 2017: 2013～2014年の香川県東部海域におけるシャコの資源実態, 香水試研報, **16**, 1-15.
- 3) 児玉圭太・山川卓・青木一郎・福田雅明・清水詢道, 2003: 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, 神水研研報, **8**, 77-79.
- 4) 独立行政法人水産総合研究センター増養殖研究所・愛知県水産試験場・三重県水産研究所, 2017: 平成29(2017)年度シャコ伊勢・三河湾系群の資源評価, 平成29年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産庁増殖推進部・国立研究開発法人水産研究・開発機構, 2056-2087.
- 5) 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, 神水研研報, **8**, 71-76.
- 6) 清水詢道, 2004: 東京湾のシャコ資源について- II シャコ資源の回復への私案, 神水研研報, **9**, 1-11.
- 7) 千田哲資・清水 昭・原田徳三, 1969: 瀬戸内海のシャコ卵巣の季節変化, 昭和43年度岡山水試事報, 20-29.
- 8) 福田富男・松村真作, 1986: 岡山県東部における小型底曳網標本船のエビ類及びシャコの漁獲状況, 1985, 岡山水試報, **1**, 33-42.
- 9) 浮田和夫・松村真作, 1988: 岡山県東部における小型底曳網標本船のエビ類及びシャコの漁獲状況, 1987, 岡山水試報, **3**, 110-124.
- 10) 鎌木昭久・松村真作, 1990: 岡山県東部における小型底曳網標本船のエビ類, シャコ及びウシノシタ類の漁獲実態と投棄魚介類リスト, 1989, 岡山水試報, **5**, 93-108.
- 11) 石岡清英・土井長之・林 凱夫, 1981: 大阪湾のシャコ資源量の推定とその評価, 南西海区水産研究業績, **106**, 59-79.
- 12) T.Hamano, N.M.Morrissy and S.Matsuura, 1987: Ecological Information on *Oratosquilla oratoria* (Stomatopoda, Crustacea) with an Attempt to Estimate the Annual Settlement Date from

- Growth Parameters, *The Journal of Shimonoseki University of Fisheries*, **36**, 9-27.
- 13) 安部昌明・赤井紀子・益井敏光・深尾剛志・藤田辰徳・宮川昌志, 2016: 資源管理協議会事業 資源状況等調査集計, 平成26年度香川県水産試験場事業報告, 19-20.
- 14) 水産庁, 2011: 第 I 章特集 私たちの水産資源～持続的な漁業・食糧供給を考える～, 水産白書, 平成22年度, 水産庁, 14-16.
- 15) 谷口順彦, 2017: 成長関連形質, 水産育種に関わる形質の発現と評価, 水産学シリーズ 117, 恒星社厚生閣, 76-87.
- 16) 浜野龍夫, 2005: シャコの生物学と資源管理, 水産研究叢書 51, 社団法人日本水産資源保護協会, 123-132.
- 17) 浜野龍夫, 2005: シャコの生物学と資源管理, 水産研究叢書 51, 社団法人日本水産資源保護協会, 161-178.
- 18) 石黒貴裕, 2012: 岡山県沿岸海域における季節別, 年代別の水温上昇傾向の特徴, 岡山水研報告, **27**, 1-4.
- 19) 勝川木綿, 渡邊良朗, 2010: 選択的漁獲による生活史の進化, 水産海洋研究, 74 (特集号), 84-89.
- 20) 佐藤 琢, 2017: 雌の小型化はクルマエビ資源の減少要因か?: 雌の体サイズと繁殖特性の関係, 豊かな海 No.42, 公益社団法人全国豊かな海づくり推進協会, 3-7.