

## 駿河湾におけるサクラエビの最小産卵体長の推定

鷺山裕史・中廣篤人\*・土井 航\*\*・鈴木伸洋\*\*

2013年6月25～26日に採集したサクラエビを用い、卵巣色を基準に成熟個体を選別して産卵飼育実験を行った。その結果、成熟と判定された個体の半数以上が産卵し、選別個体と産卵個体の体長組成はほぼ同様であるなど、卵巣色による成熟判定基準の有効性が確認された。さらに、これまでの報告よりも小さな体長29.6mmの個体で産卵が確認され、過去の事例を含めた考察から、サクラエビの産卵可能な最小体長は約30mmと推定された。

キーワード：サクラエビ, *Lucensosergia lucens*, Daily Egg Production Method (DEPM), 成熟, 産卵, 最小体長

サクラエビ *Lucensosergia lucens* は駿河湾特産の水産生物で、漁業者は総プール制を導入するなど乱獲防止に努めながら資源管理に取り組んでいる<sup>1)</sup>が、近年、漁獲量が低迷している。さらなる資源管理を進めるためには、再生産関係の把握などに必要な親エビ資源量の推定が求められる。水産技術研究所では、漁業に依存せずに直近の親エビ資源量を推定できるDaily Egg Production Method (DEPM) をサクラエビに適用することを検討している<sup>2,3)</sup>。

DEPMは雌1尾の1回あたりの産卵数（バッチ産卵数）と海域の1日の総産卵数、および1日に産卵する雌の割合（産卵頻度）から産卵雌の資源量を求める方法である<sup>4)</sup>。産卵頻度の算出には、調査日に産卵する雌の判別とともに産卵に関与する雌親の規定が必要であり、雌の最小成熟サイズは重要な情報である。

従来、サクラエビの雌は孵化後10～12か月の前年産まれの子が産卵する<sup>1)</sup>と考えられていたが、田中・斎藤<sup>5)</sup>は秋漁で当年産まれの子が産卵している可能性を示しており、産卵可能な雌エビの体サイズの再検討が必要である。

産卵可能な雌の最小体長を求めるためには、多数の個体を飼育して産卵を直接確認する方法や、採集個体の調査を行い生殖腺重量指数（以下、GSI）の変化で推定する方法、卵巣組織の観察により産卵の可能性を推定する方法などが考えられる。しかし、本種は長期飼育

が非常に困難<sup>6)</sup>であり、さらに頭胸甲長が10mm前後の小型の種であるため、複雑な形の卵巣を分離してGSIを求めることも困難である。したがって、採集を行い、個体に影響を与えない程度の短期の産卵飼育実験で直接産卵を確認する方法が有効と考えられる。本研究では、産卵数などのDEPMに必要なデータを調査する目的でサクラエビの産卵期前半<sup>1)</sup>の6月に採集及び短期産卵飼育実験を行い、産卵個体の体サイズなど若干の知見を得たので報告する。

### 材料と方法

#### サクラエビの採集と測定

サクラエビの採集は、2013年6月25日の日没後から26日の午前4時までの間に、水産技術研究所調査船駿河丸により、駿河湾の北緯35度よりも北側の水深200mの等深線沿いで、小型MOHT<sup>7)</sup>（網口内径1.43m×1.43m、網全長8.3m、目合3.18mm）を用いて全5回行った。

採集したサクラエビは、採集1回次から3回次までは回次ごとに田中・斎藤<sup>5)</sup>の成熟判定基準に従って成熟個体を選別し、産卵飼育実験に供した。なお、選別時に遊泳運動が明らかに遅いなどの異常が見られた個体は、採集によるダメージが大きいと判断し産卵飼育実験に使用しなかった。また、4回次以降の個体は、実験装置に空気がなかったため実験に用いなかった。

2017年4月12日受理

静岡県水産技術研究所（本所）業績第1162号

\*東海大学大学院海洋学研究科，現宮崎県水産試験場内水面支場

\*\*東海大学海洋学部水産学科

1～3回次の産卵飼育実験に供しなかった個体及び、4～5回次の全個体は、回次ごとに全個体の湿重量を電子秤で計量した後、10%ホルマリンで固定し、1～2回次は全数、3～5回次は無作為に一部を取り上げ、個体ごとの体長及び湿重量をデジタルノギスと電子秤で測定するとともに、交接器の有無で雌雄を判別した。雌個体については固定により卵巣色に変色する前に、田中・斎藤<sup>5)</sup>の成熟判定基準に従い成熟個体と未成熟個体に選別した。また、産卵飼育実験で実験に供した個体についても、実験終了後に体長等を同様に測定した。

**産卵飼育実験**

選別した成熟個体は、表層海水を満たした2L容ポリ瓶に収容し、翌朝6時まで止水、無給餌で飼育した。飼育用のポリ容器は、ウォーターバス (W450×D600×H250 mm) 3台に1台あたり15本、計45本設置した。ウォーターバスには駿河丸の採水ポンプで汲み上げた表層海水を掛け流して、飼育水の水温変化を抑制した。

実験中は、産卵の有無を1時間ごとに目視で確認し、産卵を確認した個体は直ちに10%ホルマリンで固定した後、体長、頭胸甲長、湿重量を採集時と同様に測定した。また、産卵が確認されなかった個体は、実験終了時に10%ホルマリンで固定し、同様の測定を行った。

産出された卵は、個体ごとにプランクトンネット (XX13, 目合い0.1mm) を用いて、2Lポリ瓶から250mLサンプル瓶に移し、10%ホルマリン海水で固定後、全容量を250mLに調整して卵数の計数に供した。

卵数の計数は、サンプル瓶を攪拌して卵を均等に分散浮遊させた状態で、ピペットを用いてシャーレに10mL分注して卵を計数後、卵と海水を再びサンプル瓶に戻して再計数する作業を10回繰り返して行った。ここで得られた卵数の平均値を容量比で250mLに換算したものを各個体の産卵数の推定値とした。

**結果**

**サクラエビの採集と測定**

採集結果の概要および成熟雌の出現状況を表1に示した。採集は1回次を富士川沖、2～5回次を興津川沖で行った。魚探反応は水深40～82mにみられ、5回の採集で得られた推定総尾数は2,229個体であった。採集尾数は採集回次により89～1,183個体 (平均446個体) とばらつきがあった。

採集個体の体長は最小12.4mm、最大44.2mmであった。体長組成は体長21.0mm未満と体長26.4～44.2mmの2群に分けられた (図1)。性比は3回次を除きほぼ1:1であった。

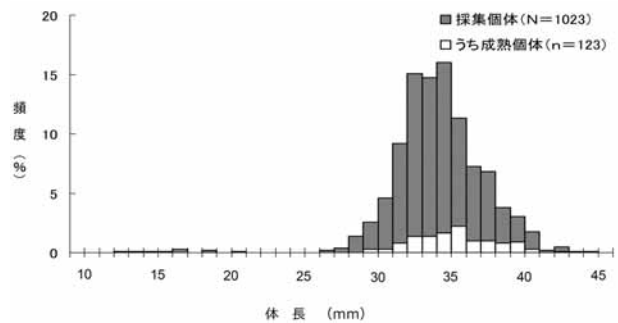


図1 採集個体と成熟個体の体長組成

なお、交接器の形成は体長15mmから確認される<sup>8)</sup>が、体長21mm未満の群には小型のため交接器による区別が困難な個体があり、成熟個体もみられなかったことから、体長21mm未満は全て性別不明とした。採集回次ごとの雌の成熟率は13.8～30.2%、平均21.0%であった (表1)。

**産卵飼育実験**

産卵飼育実験の結果を表2に示した。実験に供した個体は、採集1回次が24個体、2回次が9個体、3回次が12個体の計45個体で、このうち2個体は実験中に死亡した。生残個体のうち、実験中に産卵した個体は23個体で、産卵率は53.5%であった。

表1 サクラエビ採集結果

入網回次	採集日	曳網時刻		曳網位置		曳網水深 (m)	曳網速度 (not/時)	採集数	性比 (雄/雌)	測定数				雌の成熟率 (%)	
		開始	終了	経度	緯度					雄	成熟雌	未成熟雌	性別不明		小計
1	2013年6月25日	19:44	19:59	35.065	138.397	47~52	1.9	184	1.2	99	26	58	1	184	31.0
2		21:39	21:50	35.038	138.337	53~57	1.8	89	1.0	44	9	36	0	89	20.0
3		22:17	22:27	35.037	138.340	56~70	2.0	1,183*	0.4	84	45	180	5	314	20.0
4	2013年6月26日	1:23	1:35	35.036	138.340	77~82	1.7	540*	0.8	122	21	131	8	282	13.8
5		3:27	3:37	35.037	138.340	40~50	2.0	233*	1.0	75	22	56	1	154	28.2
合計								2,229		424	123	461	15	1,023	21.1

\*は総重量から一部を取り出して尾数を数え、1尾当たりの重量から推定した値

採集された成熟個体の体長範囲は29.1~42.6mmで、体長組成は35~36mmにモードがある単峰型の分布を示した。一方、産卵飼育実験の産卵個体も体長範囲は29.6~41.0mm（頭胸甲長9.6~13.6mm）で、35~36mmにモードがあり、成熟個体とほぼ同様な体長組成であった（図2）。1尾あたりの推定産卵数は15~1,500粒（平均550粒）であった。産卵した個体の最小体長は29.6mm（頭胸甲長9.7mm）で推定産卵数は838粒であった。なお、採集された最小の成熟個体（体長29.1mm）は、採集ストレスによると思われる遊泳運動の低下がみられたため、産卵飼育実験には使用しなかった。

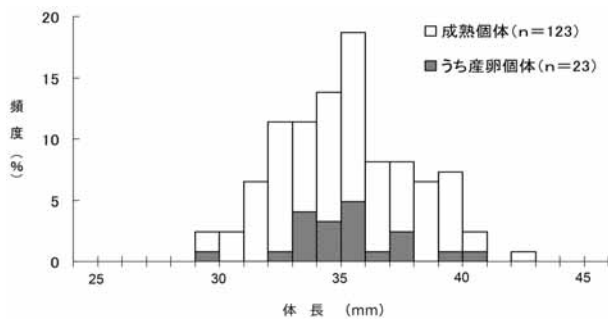


図2 採取した成熟個体と産卵実験で産卵した個体の体長組成

考 察

金子・大森<sup>9)</sup>は、今回と同様な産卵期前半の産卵飼育実験により頭胸甲長10.0~12.2mmのサクラエビが1尾あたり198~1,887粒（平均1,265粒）の卵を産むことを確認している。一方、今回の実験では頭胸甲長の範囲は同様であったにも関わらず、1尾あたりの産卵数は15~1,500粒（平均550粒）と少なく、原因としては飼育によるストレスの影響が考えられた。DEPMではバッチ産卵数がパラメータとして必要になるが、飼育実験で産卵数の把握を行うには飼育によるストレスの影響を排除する手法を検討する必要がある。

今回産卵した最小体長29.6mm（頭胸甲長9.7mm）の個体の推定産卵数は838粒で、先の事例<sup>9)</sup>の産卵数の範囲にあり、産卵は正常に行われたと推察された。

本種の雌は成熟すると卵巣の色が青灰色を呈することから、頭胸部外観から目視した卵巣色で個体の成熟判定が可能である<sup>1,5,8~10)</sup>。今回、田中・斉藤<sup>5)</sup>と同様の基準で目視により選別した成熟個体と、実験で実際に産卵した個体の体長範囲はほぼ同じであり（図2）、成熟個体の約半数が採集当夜に産卵したことから、田中・斉藤<sup>5)</sup>の基準で成熟と判定した個体は産卵間近の成熟個体であることが確認された。

また、田中・斉藤<sup>5)</sup>は、産卵後期の11月17日~12月24日に採集された体長32~35mmの小型個体の卵巣組織切片を観察して、卵母細胞の成熟度から調査した6尾すべてが産卵可能と推定したが、これらの体長の成熟個体が実際に産卵するかは確認できなかった。さらに10月に体長30mmの成熟個体を確認しているものの、この個体の産卵については言及していない。しかし、今回の実験で同様の成熟判定基準で選別した成熟個体で産卵が確認されたことから、田中・斉藤<sup>5)</sup>が報告した体長30~36mmの小型個体も産卵可能であったものと推察された。

駿河湾におけるサクラエビの産卵期と成長から推定すると<sup>1, 8)</sup>、今回、6月に採集されたサクラエビの体長組成は2群に分けられ、産卵した最小体長29.6mmの個体は産卵の主群となる前年産まれたの1+年級と考えられる群に含まれる。田中・斉藤<sup>5)</sup>が報告した10月の漁獲物も2群に分かれ、体長30~36mmの成熟個体は、当年産まれたの0+年級とみられる群に含まれていた。採集時期や年級が異なるにもかかわらず、いずれも体長30mm前後から成熟が確認されたことから、サクラエビの産卵可能な最小体長は年級に関わらず約30mmであり、産卵期にこの体長に達した個体から産卵に参加していると考えられた。このことから、DEPMにおいて産卵頻度を求める場合、体長30mm以上の雌を産卵に関与する雌親エビとすることが合理的だと考えられた。

産卵頻度は、マサバ<sup>4, 11)</sup>やイワシ類<sup>12, 13)</sup>では卵巣中の排卵後濾胞細胞を有する個体の割合など組織学的観察によって推定されるが、サクラエビでは、組織学的に産卵直後と推定される個体でも排卵後濾胞の有無が確認さ

表2 産卵飼育実験結果

入網回次	実験時刻		実験時間	飼育水温 (°C)	産卵数 (尾)	実験に用いた成熟雌の数(a) (尾)	産卵個体数(b) (尾)	死亡個体数 (c) (尾)	産卵率(b/ (a-c)) (%)
	開始	終了							
1	25日 20:15	26日 6:00	9時間45分	21.4~23.4	55~1,175	24	10	0	45.5
2	25日 22:00	26日 6:00	8時間	21.4~23.4	15~1,150	9	6	0	85.7
3	25日 22:40	26日 6:00	7時間20分	21.4~23.4	15~1,500	12	7	2	70.7
合計						45	23	2	53.5

れていない\*ことから、これらの魚類とは異なる方法で調査日に産卵する雌を判別する必要がある。著者らは、卵巣の色彩の客観的評価によって、より簡易かつ迅速に産卵する雌個体を判別する成熟度評価方法の検討を行った<sup>14)</sup>。その結果、卵巣色から採集当夜に産卵する可能性がある前成熟期以降の卵母細胞を持つ雌を推定することが可能となった。今後、産卵飼育実験などにより手法の有効性を実証する予定である。この判定法や今回明らかとなった産卵可能な最小サイズの情報を用いた調査により、産卵頻度の算出が可能となり、さらにバッチ産卵数などの情報が補完されることでDEPMによる資源量推定が可能となることが期待される。

## 文 献

- 1) 大森信(1995)：総論さくらえび漁業百年史（大森信・志田喜代編），静岡新聞社，静岡，21～93.
- 2) 鷺山裕史・長谷川雅俊・中廣篤人・鈴木伸洋・望月洸太・田中栄次・日吉宏(2015)：サクラエビの資源評価に関する研究，平成25年度静岡県水産技術研究所事業報告，73～77.
- 3) 鷺山裕史・中廣篤人・鈴木伸洋・土井航・日吉宏(2016)：サクラエビの資源評価に関する研究，平成26年度静岡県水産技術研究所事業報告，82～86.
- 4) 渡邊千夏子(2006)：資源学的立場からみたマサバ太平洋系群の生殖生態研究の現状と問題点，水産総合研究センター研究報告，4，101～111.
- 5) 田中寿臣・斉藤真美(2008)：駿河湾で漁獲されたサクラエビの小型成熟個体，静岡県水産技術研究所研究報告，43，51～59.
- 6) 岡本一利(2006)：成体サクラエビ*Sergia lucens*の生残，成長におよぼす海洋深層水の影響，海洋深層水研究，7(1)，1～7.
- 7) Hu F., Oozeki Y., Tokai T. and Matuda K.(2001)：Scale model of a new midwater trawl system for sampling pelagic larval and juvenile fish, *Fish.Sci*, 67, 254～259.
- 8) Omori, M.(1969)：The biology of a sergestid shrimp *Serges Lucens* Hansen, Bull. Ocean Res., Inst. Tokyo, 4, 1～83.
- 9) 金子卓蔵・大森信(2012)：駿河湾産サクラエビ*Sergia lucens* (Hansen) の産卵生態に関する研究(2) 頭胸甲長と産卵数と卵径の変化，日本プランクトン学会報，59(2)，82～87.
- 10) 鈴木久美子・田中力・大森信(2012)：駿河湾産サクラエビ*Sergia lucens* (Hansen) の産卵生態に関する研究(1) 卵巣内卵の成熟過程，交尾および一尾の産卵回数の一試算．日本プランクトン学会報，59(1)，20～29.
- 11) 渡邊千夏子・花井孝之・目黒清美・荻野隆太・木村量(1999)：1日当たり総産卵量によるマサバの資源量推定，日本水産学会誌，65(4)，695～702.
- 12) Hunter JR, Macewicz B J (1985) Measurement of spawning frequency In multiple spawning fishes. In:Lasker R (ed) An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish:application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Tech. Rep. NMFS36 National Marine Fisheries Service Scientific Publications Office, Seattle, 79～94.
- 13) 鶴田義成(1992)：カタクチイワシの成熟・産卵と再生産力の調節に関する研究，水産工学研究所研究報告，13，129～168.
- 14) 土井航・鷺山裕史・古市皓大・大隅美貴・鈴木伸洋(2017)：卵巣の色彩に基づいて判別したサクラエビ雌の成熟段階，日本水産学会誌，83(2)，183～190.

\*中廣篤人(2014年)：駿河湾におけるサクラエビの繁殖特性に関する組織学的研究，東海大学大学院海洋学研究所，平成26年度修士論文。

## Estimation of minimum body length at spawning in the sergestid shrimp (*Lucensosergia lucens*) in Suruga Bay

Hirofumi Washiyama, Atuhito Nakahiro, Wataru Doi, and Nobuhiro Suzuki

**Abstract** During the assessment of resources in a daily egg production method (DEPM), information on the distinction and minimum body length of the spawning individuals are important. Using sergestid shrimp collected from June 25-26, 2013, we conducted a spawning experiment after selecting mature individuals capable of spawning based on the ovary color. Spawning was observed in more than half of the individuals that were judged as matured based on the method described above. Body lengths at maturity of individuals that spawned were similar. The effectiveness of the maturity criteria based on ovary color was confirmed. Furthermore, spawning was observed in an individual of length 29.6 mm, which was smaller than that of *Lucensosergia lucens*, estimated to be approximately 30 mm in a previous report.

**Key words:** sergestid shrimp, *Lucensosergia lucens*, daily egg production method (DEPM), mature, spawning, minimum body length