

駿河湾で漁獲されたサクラエビの小型成熟個体

田中寿臣^{*1}・斎藤真美^{*2}

A small sized maturity of sergestid shrimp *Sergia lucens* fished in Suruga bay

Toshiomi Tanaka, Mami Saitou

キーワード：サクラエビ，小型，成熟，駿河湾，黒潮大蛇行

はじめに

サクラエビ *Sergia lucens* は、十脚目根鰓亜目サクラエビ科に属するエビである。本種は駿河湾、相模湾、東京湾及び台湾南部に分布する¹⁾とされているが、近年、台湾北部でも分布が確認され、台湾では南部と北部で本種を対象とした漁業が行われている²⁾。一方、日本では静岡県でのみ本種を対象とした漁業が行われており、その漁場は駿河湾を中心として、過去には遠州灘でも操業が行われたことがある¹⁾。

静岡県におけるサクラエビ漁業は、2隻の船が一つの網を曳く「さくらえび2そう船びき網」により行われ、3月下旬～6月上旬の春漁と、10月下旬～12月下旬の秋漁の年2回の漁期がある。年間の水揚げ量は近年2千トン弱で推移し、水揚げ金額は40億円を超え、静岡県における主要な沿岸漁業となっている。



第1図 成熟していないサクラエビ(上)と成熟したサクラエビ(下)

本種の産卵は6月頃から始まり、夏を盛期として11月上旬まで見られ、年によっては12月上旬まで続くこともある¹⁾。産卵期に雌が成熟してくると、頭胸部にある卵巣の色が青灰色を呈し、この様子は背甲から容易に確認できる(第1図)。また、このような成熟開始サイズは、体長で37mmと報告されている³⁾。

ところが、この知見よりも小型で卵巣が成熟し、背甲が青灰色の個体が2004年のサクラエビ秋漁で漁獲され、漁業者からもこのような事例は記憶に無いとの声が挙がった。そこで、このような個体の水揚げ状況などを調査し、若干の知見が得られたので報告する。

材料及び方法

1 成熟個体の出現状況及び体長組成の調査

1) 種の同定と成熟個体の出現状況調査

本論では、体長の大きさに関わらず、頭胸部にある卵巣の色が青灰色を呈し、背甲から容易に確認できる個体を「成熟個体」とし、さらにその中で従来の知見より小型の体長37mm未満を「小型成熟個体」とした。

また、駿河湾のサクラエビ漁ではしばしば他のサクラエビ属が混獲されることが知られている⁴⁾。そこで、本調査で採集したすべての個体について種の同定を行った。

漁獲物中における成熟個体の出現状況を調べるため、

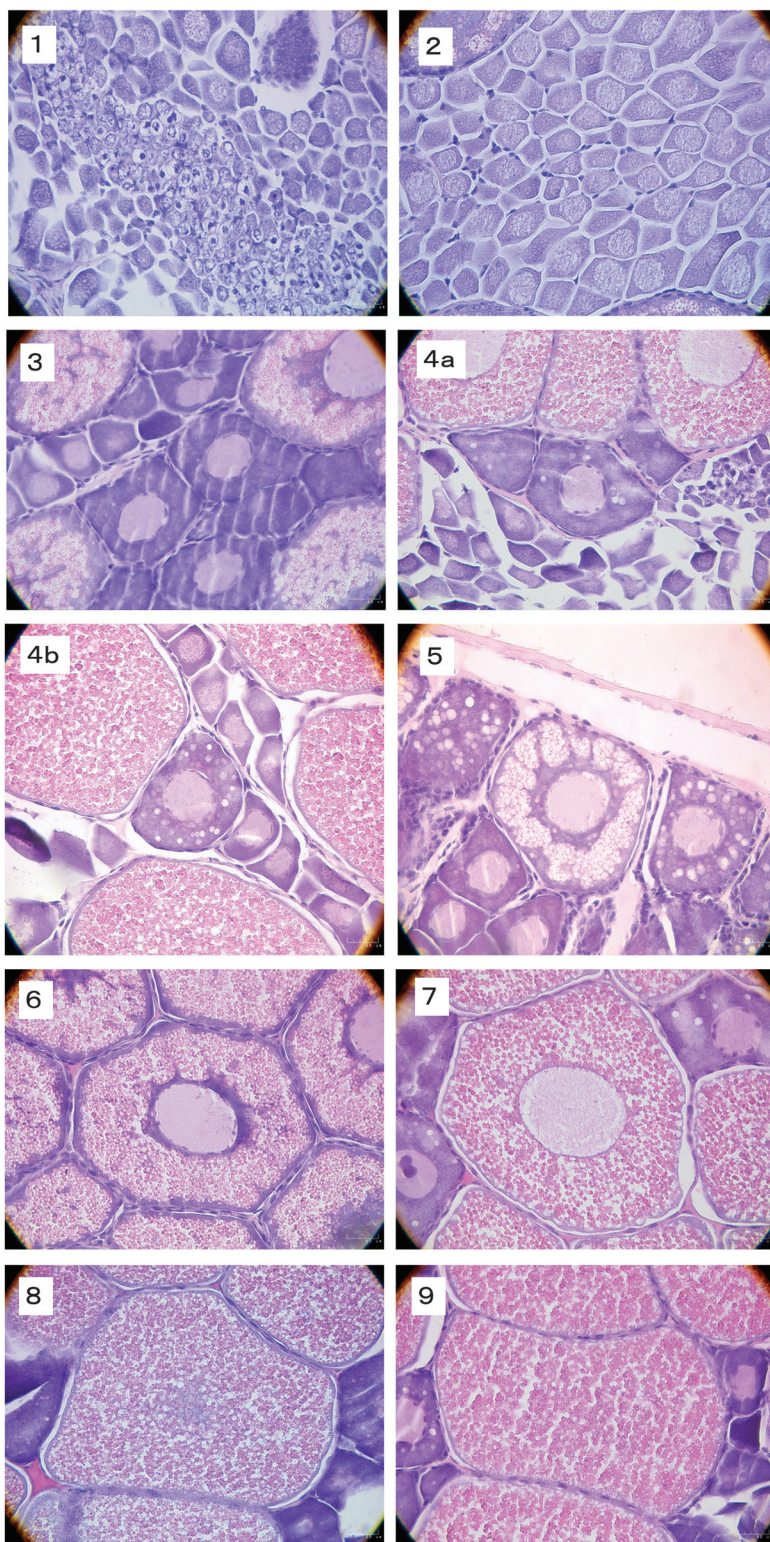
2008年1月21日受理

静岡県水産技術研究所(本所)業績第1129号

^{*1}静岡県水産技術研究所漁業開発部

^{*2}日本エヌ・ユー・エス株式会社

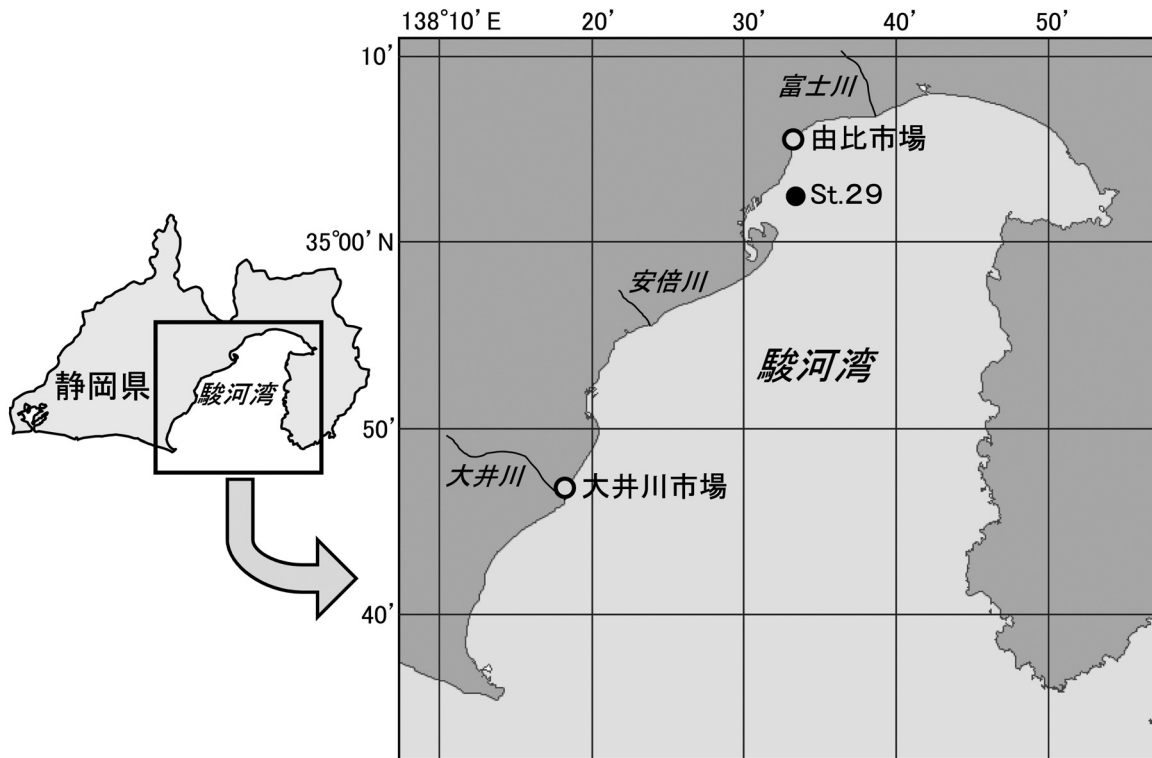
卵母細胞の区分とその特徴		
区分	卵径 (μm)	細胞の特徴
1	8~10	核径約 $10\mu\text{m}$ 未満。細胞質が極めて乏しい。核内には複雑に入り組んだ染色質と仁が認められる。
2	11~55	核径 $10\sim 34\mu\text{m}$ 。細胞質は大きさを増し、核内に1~数個の微細な仁が核膜に沿って出現する。この段階の卵母細胞は卵巣内で緊密に集まって出現する。
3	52~111	核径 $35\sim 49\mu\text{m}$ 。核は卵母細胞の中心に位置する。仁は楕円形で、核膜沿いに多数配列する。濾胞細胞層が明瞭になる。
4a	80~106	核径 $45\sim 49\mu\text{m}$ 。細胞質のヘマトキシリン好染性が薄れ、微細な空胞が出現する。卵母細胞を取り囲む濾胞細胞は円~楕円形で層が厚くなる。
4b	98~126	核径 $48\sim 60\mu\text{m}$ 。細胞質に出現した空胞は大きさと数を増しながら、卵母細胞周縁部に分布する。ごく少量のエオシン好性顆粒(ピンク)が細胞質に出現する。
5	118~153	核径 $50\sim 64\mu\text{m}$ 。核膜に沿って配列する仁は小さくなる。細胞質内の空胞およびエオシン好性顆粒はさらにその数を増し、細胞質の外縁から1/2を占めるようになる。濾胞細胞は楕円形となり、厚みはやや薄くなる。
6	150~221	核径 $66\sim 97\mu\text{m}$ 。細胞質は核周辺を残してエオシン好性顆粒が充満する。濾胞細胞層はさらに薄くなる。
7	200~222	核径 $75\sim 106\mu\text{m}$ 。エオシン好性顆粒が細胞質全域に充満する。仁は微細な小球となって核膜に隣接して分布する。濾胞細胞層は薄く引き延ばされ、目立たなくなる。
8	270~275	核膜が消失し、核の存在が不明瞭となる。僅かなヘマトキシリン好性物が卵母細胞中央に凝集する。エオシン好性顆粒が細胞質全域に分布する。濾胞細胞層はさらに薄くなる。
9	260~280	卵母細胞中心のヘマトキシリン好性物が見られなくなり、細胞質はエオシン好性顆粒が緊密に分布する。濾胞細胞層はさらに薄くなる。



100 μm

備考: 卵径は組織切片上の卵母細胞を測定した値である。

第3図 サクラエビ卵巣組織の観察基準



第2図 由比市場、大井川市場及び水温観測地点(St.29)の位置と駿河湾海域

2004年11月17, 23, 25, 26, 28, 29日及び12月24日の7出漁日において、第2図に示した由比市場及び大井川市場に水揚げしたサクラエビ漁船の中から市場ごとに無作為に数隻を選び、1隻につき250mlサンプルビン1本を満たす量が無作為に採集した。そして、由比市場分については由比港漁業協同組合で冷凍保存して数日以内に回収し、大井川市場分については採集後研究室に持ち帰り冷凍した。解凍後、水揚げ日ごとに全体の採集数と成熟個体数を計数して成熟個体の出現率を求めた。

2) 漁獲物全体及び成熟個体の体長組成の調査

漁獲物全体及び成熟個体の体長組成を明らかにするため、漁獲物全体については、前述の7出漁日の漁獲物調査で得られたサンプルを10%中性ホルマリンで固定後、成熟の有無にかかわらず500~600尾を目安に体長を測定した。成熟個体については、前述の調査で得られたサンプルでは個体数が少ないため、調査同日に大井川市場で数隻の漁船から水揚げ後直ちに成熟個体のみを別個に無作為に採集して研究室に持ち帰り、10%中性ホルマリンで固定後、体長を測定した。

2 成熟の確認

本調査で採集したすべての成熟個体について、交接器の有無を確認した。さらに、体長32~35mmの小型成熟個体6尾の卵巢組織について、渡邊の方法⁵⁾に従ってヘマトキ

シリン・エオシン染色8μm連続組織切片を作成し、光学顕微鏡下で卵母細胞を観察した。卵母細胞は、クルマエビ *Marsupenaeus japonicus*⁶⁾ やサバ属魚類⁷⁾ を参考にサクラエビの卵巢組織の観察基準を9段階に分けて作成し(第3図)、成熟状態を観察した。

3 資源状態の確認

資源水準の低下に伴う成熟サイズの小型化は、マイワシ *Sardinops melanostictus*⁸⁾ やキンメダイ *Beryx splendens*⁹⁾ で報告され、甲殻類ではシャコ *Oratosquilla oratoria* について報告されている¹⁰⁾。さらにサクラエビについても、台湾南部の漁場では近年乱獲が進んで漁獲量が減少し、日本のサクラエビと同じだった成熟サイズが、ここ5年ほど連続して、体長30mm前後の小型で成熟するようになったという²⁾。そこで、2004年秋漁における資源状態について知るため、漁獲量と標本船日報から算出したCPUE(曳網一分当たりの年齢別漁獲尾数)を、プール制(漁獲金額を均等分配するシステム)¹⁾が導入された1977~2006年まで比較した。

4 水温状況の確認

調査を行った2004年は、約13年ぶりに黒潮大蛇行が発生した年である。今回の黒潮大蛇行が発生した2004年7月下旬には、黒潮系の暖水が駿河湾内に流入したため、駿

河湾の水温環境に大きな変化があった¹¹⁾。金沢¹²⁾は、水温による甲殻類の成熟及び産卵の制御について、亜熱帯域では水温が制限因子となることから、例えば水温を15℃から24℃に変化させることで、成熟及び産卵を刺激することができるとしている。そこで、サクラエビの産卵盛期である8月から今回の小型成熟個体が見られた11月までについて、1974～2006年の水温を、サクラエビの棲息水深¹⁾である水深50, 100, 150, 200, 250mの5層で比較した。比較に用いたデータは、静岡県水産技術研究所が原則各月の上旬に行っている海洋観測のデータのうち、サクラエビの主産卵場¹⁾付近の測点である清水沖 St.29 (第2図)のデータを使用した。

結 果

1 成熟個体の出現状況及び体長組成の調査

1) 種の同定と成熟個体の出現状況調査

本調査で採集したすべての個体について種の同定を行った結果、触角鱗上の発光器の数や額角の形状が異なる個体を確認され、これらはトゲヒゲサクラエビ *Sergia talismani* と同定された¹³⁾。トゲヒゲサクラエビは、11月17日に19尾(体長42～51mm)、11月23日に2尾(体長44及び51mm)が確認されたが、それ以外の採集日からは確認されなかった。以後、本論では、サクラエビのみについて得られた結果を示した。

第1表に、成熟個体の出現率を示した。各水揚げ日における採集数は624～2,113尾、そのうち成熟個体数は0～32尾で、12月24日には成熟個体は1尾も確認されなかった。出現率は、11月23日に5.1%と最も高い値となり、11月25日から11月29日までは、0.5～1.3%で推移した。成熟個体を確認された11月17～29日における採集数の合計は7,491尾、そのうち成熟個体数は103尾で、出現率は1.4%であった。なお、今回調査した出漁日の漁場は主に大井川(第2図)沖に形成されていた。

第1表 成熟個体の出現率

水揚げ日	採集数 (尾)	成熟個 体数(尾)	出現率 (%)
2004年 11月17日	777	21	2.7
11月23日	624	32	5.1
11月25日	2,113	16	0.8
11月26日	1,151	6	0.5
11月28日	1,389	9	0.6
11月29日	1,437	19	1.3
合計	7,491	103	1.4
12月24日	1,131	0	0

2) 漁獲物全体及び成熟個体の体長組成の調査

第4図に、成熟個体を確認された11月17～29日の各出漁日とそれらを合計した、漁獲物全体及び成熟個体の体長組成率を示した。なお、11月26日については由比港漁業協同組合所属船が出漁しなかったため、採集数が少なくなっている。

漁獲物全体としては、体長29～32mmにモードを持つ群と、体長39～41mmにモードを持つ群が期間中ほぼ1:1で漁獲された。一方、成熟個体は体長41～42mmにモードを持つ群を主体として、体長32～33mmにモードを持つ群が確認された。

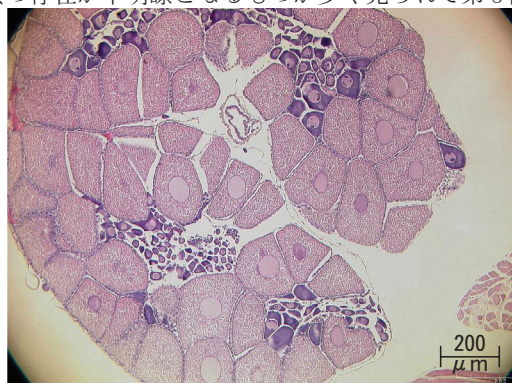
第2表に、成熟個体のうち体長37mm未満の小型成熟個体が占める割合を示した。その割合は、11月17日に19.9%と最も多かったが、11月23日には6.9%に減少した。以後11月26日まではほぼ同程度で推移したが、11月28日には2.6%、11月29日には0.7%と減少した。6出漁日における小型成熟個体の割合は、1,539尾中125尾と全体の8.1%となった。

第2表 成熟個体のうち小型成熟個体の占める割合

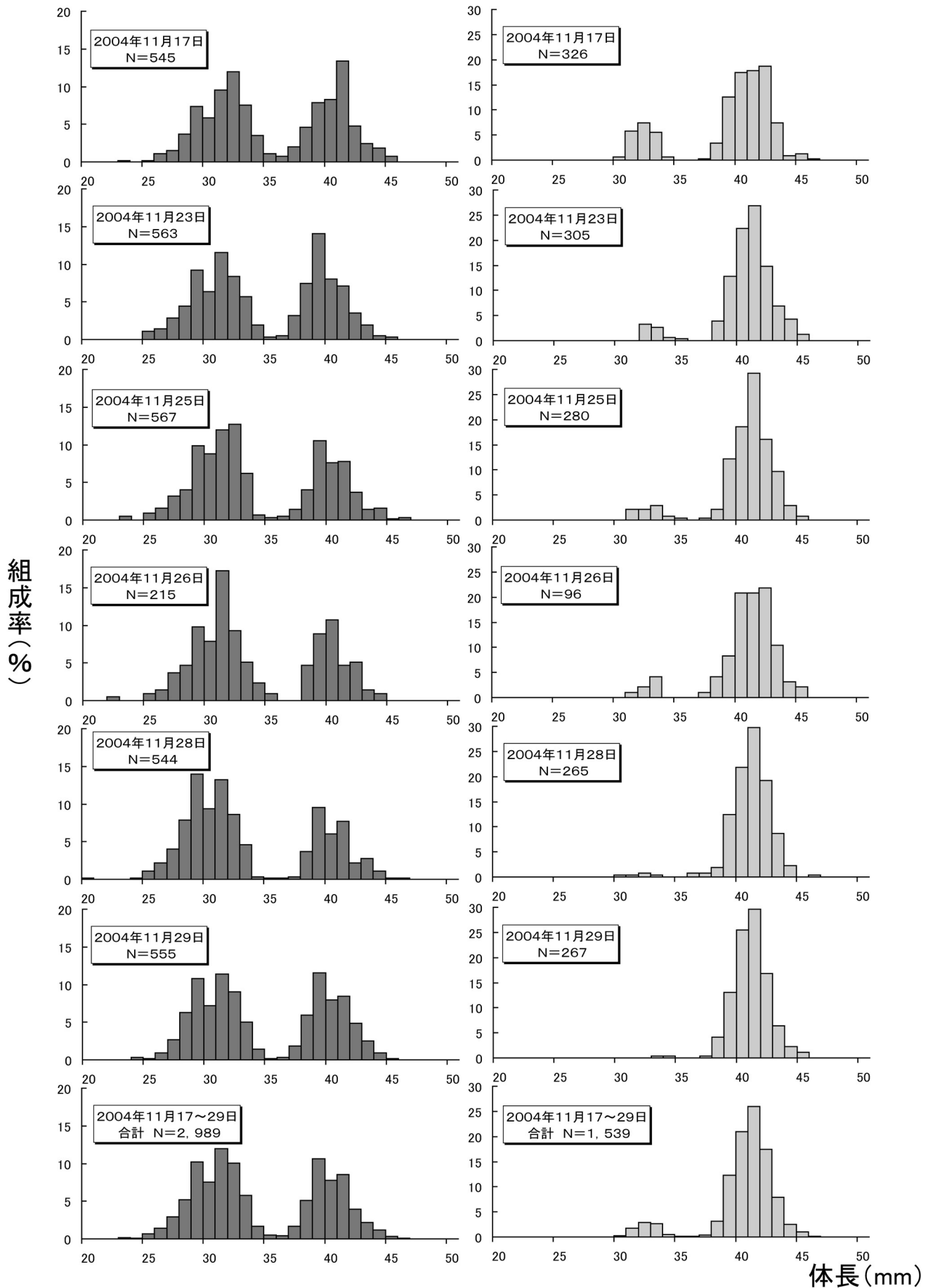
水揚げ日	成熟 個体数(尾)	小型成熟 個体数(尾)	割合 (%)
2004年 11月17日	326	65	19.9
11月23日	305	21	6.9
11月25日	280	23	8.2
11月26日	96	7	7.3
11月28日	265	7	2.6
11月29日	267	2	0.7
合計	1,539	125	8.1

2 成熟の確認

採集した成熟個体について交接器の有無を確認したが、交接器は見られず、すべて雌であることを確認した。第5図に体長35mmの小型成熟個体の卵巢組織を示した。卵巢組織切片を作成して観察した6尾すべてのうちで、最も発達した卵母細胞は卵径が約270μmに達し、核膜が消失して核の存在が不明瞭となるものが多く見られて第3図に示



第5図 小型成熟個体(体長35mm)の卵巢組織

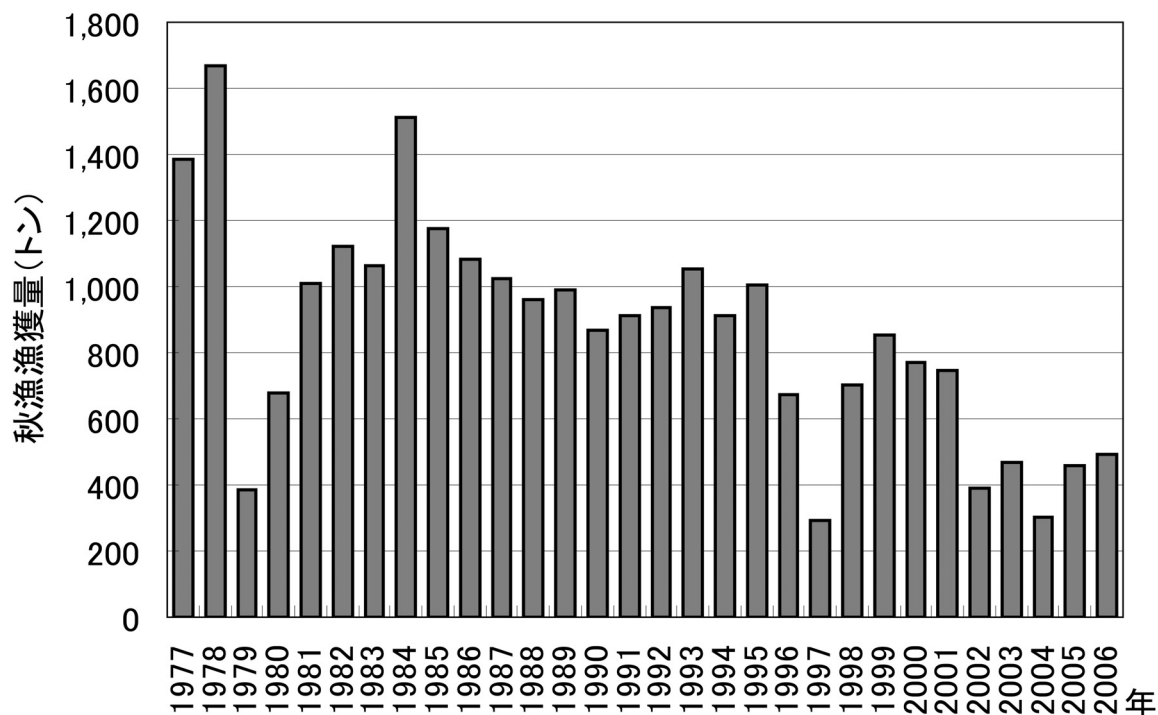


第4図 漁獲物全体(左)と成熟個体(右)の体長組成率

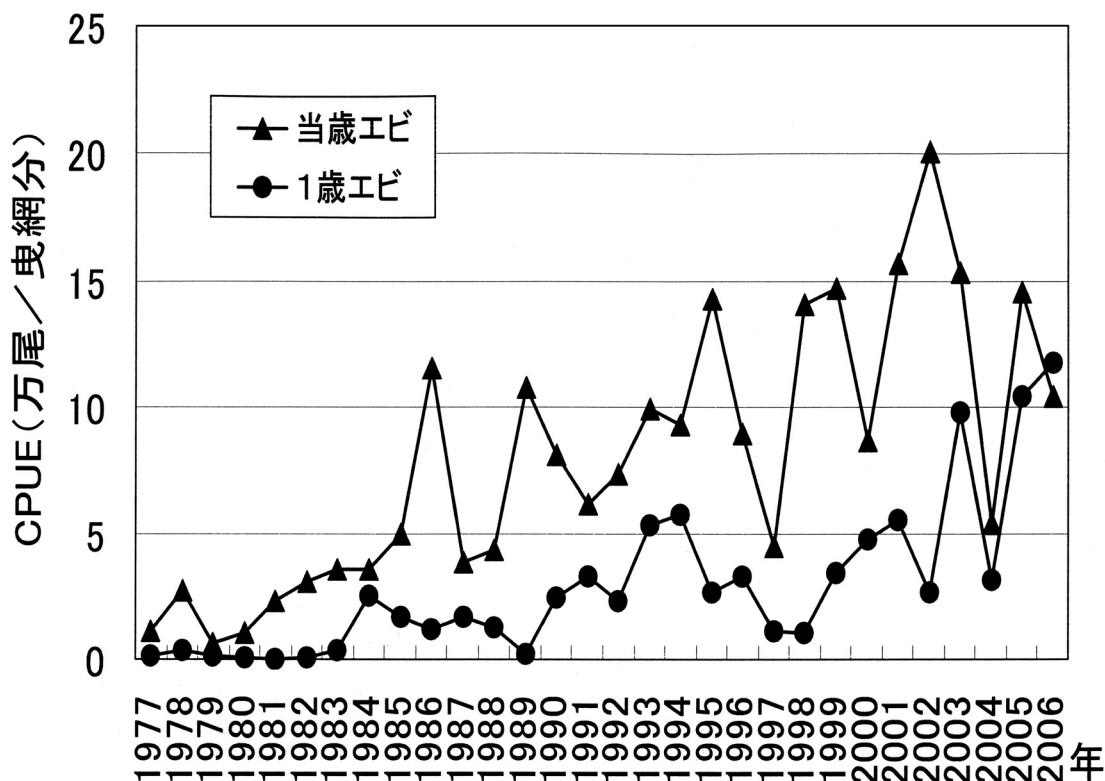
した区分8に達していた。しかし、漁獲直後にホルマリン固定しなかったため、卵巣の自己溶解が激しく閉鎖細胞や排卵後の濾胞細胞については確認できず、実際に産卵したかどうかは不明であった。

3 資源状態の確認

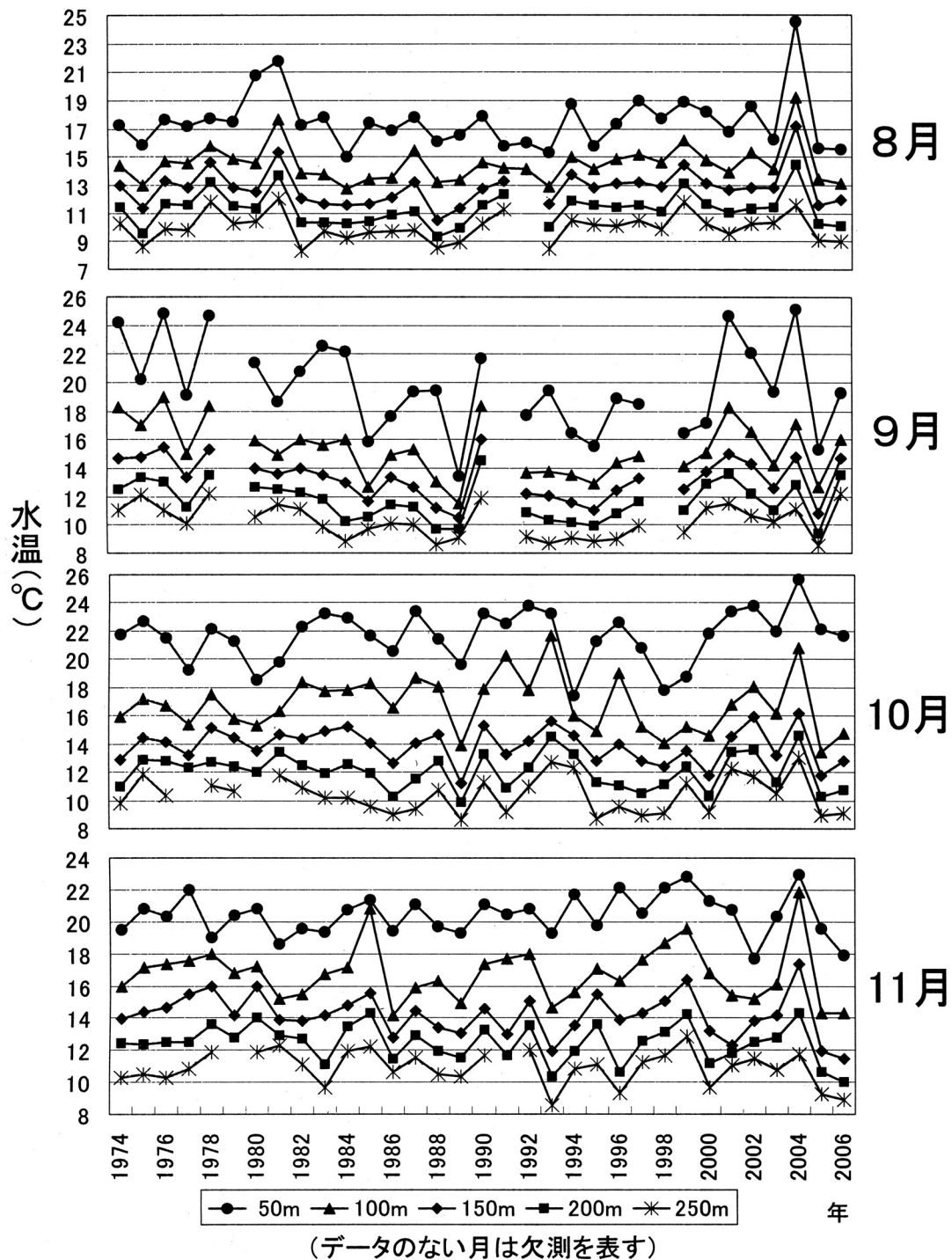
サクラエビ秋漁における1977～2006年までの漁獲量を第6図に示した。2004年秋漁の漁獲量は301トンと、1977年以降、1997年の294トンに次ぐ少ない漁獲量であった。次に、秋漁における1977～2006年の年齢別のCPUE



第6図 サクラエビ秋漁における漁獲量の推移



第7図 サクラエビ秋漁における年齢別CPUEの推移



第8図 清水沖(St.29)における8～11月の推進別水温の推移

を第7図に示した。CPUEの推移は、1977年以降漁具や漁船エンジンの性能向上による漁業の効率化¹⁾により右肩上がりの傾向を示すが、2004年のCPUEは、当歳エビ約5万4千尾/曳網分、1歳エビ約3万1千尾/曳網分と低い値だったものの、漁獲量が低かった1997年の当歳エビ約4万5千尾/曳網分、1歳エビ約1万1千尾/曳網分を上回った。

4 水温状況の確認

第8図に、1974～2006年までの清水沖 St.29 (第2図)における8～11月の月別、水深別の水温変化を示した。2004年7月下旬の暖水波及直後の8月は、水深50, 100, 150, 200mにおいて、1974年以降最高値を観測した1981年を大きく上回るそれぞれ24.50, 19.24, 17.18, 14.45℃を観測し、水深250mは11.62℃と4番目に高い値であった。9月は、水深50mで最高値を観測した1976年を上回

る 25.15℃を観測し、水深 100, 150m はそれぞれ 17.14, 14.75℃と 6 番目、水深 200, 250m はそれぞれ 12.86, 11.13℃と 8 番目に高い値を示した。10 月は、水深 50, 150, 200, 250m で最高値のそれぞれ 25.71, 16.15, 14.60, 13.04℃を観測し、水深 100m でも、20.78℃と 1993 年に次ぐ 2 番目に高い値であった。11 月は、水深 50, 100, 150m で最も高いそれぞれ 22.95, 21.87, 17.33℃を観測し、水深 200m は 14.27℃と 1985 年に次いで 2 番目に、水深 250m は 11.73℃と 7 番目に高い値を観測した。

考 察

1 小型成熟個体の年齢

今回、体長 30～36mm という従来の知見より小型のサクラエビにおいて成熟個体が見られた。その数は漁獲物全体からすればわずかであったが、卵巣組織を観察した結果、観察した 6 尾すべてにおいて成熟はかなり進んでいて、産卵した可能性が十分考えられる。

今回の調査では、漁獲物全体の組成が体長 29～32mm にモードを持つ小型群と、体長 39～41mm にモードを持つ大型群とに明瞭に別れ、小型群は 2004 年級群、大型群は 2003 年級群と考えられた。今回の調査で見られた体長 32～33mm にモードを持つ小型成熟個体群は、漁獲物全体の体長組成と比較して、2004 年級群とモードが一致することから、2004 年級群と考えられる。また、11 月 17～29 日における漁獲物全体の体長組成（第 4 図）を見ると、2004 年級群は調査した日すべてにおいて体長 30mm を境に二峰型になっていることから、2004 年級群は体長 31～32mm と、体長 29mm にモードを持つ群とで構成されていると考えられた。一方、小型成熟個体群は、体長約 30～34mm の範囲で正規分布を示しており（第 4 図）、2004 年級群のうち、体長 31～32mm の群に含まれると考えられる。この年の産卵量調査では、富士川沖、蒲原沖において、調査を開始した 6 月下旬に既に多くの産卵が見られており¹⁴⁾、比較的早い時期から産卵が行われていた。その後、8 月上旬及び 9 月上旬にも産卵のピークが見られたが¹⁴⁾、小型成熟個体群は 6 月中～下旬の早い時期に生まれたものである可能性が考えられる。

2 2004 年サクラエビ秋漁における資源状態

2004 年サクラエビ秋漁の漁獲量は 301 トンと、1977 年以降、1997 年に次ぐ少ない漁獲量となった（第 6 図）。また 2004 年当歳エビの CPUE は、近年では同じく 1997 に次ぐ低い値を記録したが、1 歳エビの CPUE では 1997, 1998, 2002 年を上回る値であった（第 7 図）。台湾の事

例²⁾から、今回の小型成熟個体の出現は資源水準の低下によるものとも考えられる。しかし、1997 年は漁獲量や CPUE の値から 2004 年より資源水準が低かったと考えられるにもかかわらず、当時の記録に小型成熟個体の出現は見出せないこと、さらに、漁業者にも当時小型成熟個体の出現の記憶がないことなどを考えると、今回の事例は資源水準が原因とは考えにくいと思われる。

3 2004 年における駿河湾の水温環境

黒潮大蛇行は過去 50 年で見ると、今回の 2004 年 7 月後半に発生して 2005 年 8 月まで継続したもの以外では、1959 年 6 月～1962 年 12 月、1975 年 9 月～1980 年 2 月、1981 年 11 月～1984 年 5 月、1986 年 12 月～1988 年 5 月及び 1989 年 12 月～1990 年 10 月に発生している¹¹⁾が、今回のようなサクラエビの産卵盛期である夏に始まったのは、1975 年 9 月の発生以来となる。1974～2006 年の水温を比較した結果、8 月の水深 50, 100, 150, 200m, 9 月の水深 50m, 10 月の水深 50, 150, 200, 250m, 11 月の水深 50, 100, 150m で 2004 年の値が最高値となった（第 8 図）。さらに、10 月の水深 100m と 11 月の水深 200m でも 2 番目に高い観測値を示した。また、これ以外の月や水深でも、2004 年が 4～8 番目に高い値を観測し、2004 年の水温の高さは特異的であったと言える。サクラエビは水深 250m から表層までの日周鉛直移動を行うため¹⁾、2004 年の高水温はサクラエビの棲息水深全体に及んでいたと考えられ、サクラエビの成熟や産卵を促した可能性がある¹²⁾。すなわち、2004 年の駿河湾におけるサクラエビの小型成熟個体の出現は、6 月中～下旬に生まれた群が、その後の棲息域の特異的な高水温化によって刺激され成熟したためと考えることができる。

これを確かめる方法としては、実際にサクラエビの飼育試験を行うことが考えられるが、サクラエビの飼育は非常に困難であり、飼育期間は長くて 1 か月程度であった¹⁵⁾。しかし岡本は飼育海水に海洋深層水を用いることによって約 6 か月の飼育に成功した¹⁶⁾。今後このような飼育技術を用いてサクラエビの生物学的情報を蓄積していくことは、サクラエビの資源研究にとって重要なことであると考えられる。一方、今回は異なると考えられたものの、台湾の事例²⁾から、小型成熟個体の出現は資源状態の危機的状況を示すシグナルでもあると考えられることから、今後も小型成熟個体の出現には注意を払い、監視を続ける必要があると思われる。

謝 辞

本研究を行うにあたり、サンプル採集に御協力いただいた、静岡県桜えび漁業組合望月 武組合長、由比港漁業協同組合宮原淳一組合長及び職員の皆様、大井川町漁業協同組合谷澤輝雄組合長及び職員の皆様、そして、サクラエビ漁業者の皆様に感謝する。

要 約

2004年に駿河湾のサクラエビ秋漁で漁獲されたサクラエビの小型成熟個体について、2004年11月17、23、25、26、28、29日及び12月24日に水揚げされた漁獲物の調査とその出現要因の検討を行い、次の結果を得た。

- 1) サクラエビの成熟個体の出現率は、11月17～29日の各出漁日では0.5～5.1%であったが、12月24日には1尾も見られなかった。
- 2) サクラエビの成熟個体のうち、体長37mm未満の小型成熟個体が占める割合は、11月17～29日の各出漁日で0.7～19.9%であった。
- 3) 2003年級群は体長39～41mmに、早い時期に生まれた2004年級群は体長31～32mmに、遅い時期に生まれた2004年級群は体長29mmにそれぞれモードを持ち、小型成熟個体群のモードは、早い時期に生まれた2004年級群のモードと一致した。
- 4) 小型成熟個体6尾について卵巣の組織切片を作成して観察を行った結果、すべての個体において最も発達した卵母細胞は卵径が約270 μ mに達し、核膜が消失して核の存在が不明瞭となるものが多く見られ、成熟が進んでいた。
- 5) 2004年8～11月の清水沖の水深50、100、150、200、250mの水温は、1974～2006年の間で比較して特に8、10、11月で顕著に高く、高水温化がサクラエビの棲息水深の全域にあたる水深250mまで及んでいた。

文 献

- 1) 大森 信(1995)：総論、さくらえび漁業百年史(大森 信・志田喜代江編)、静岡新聞社、静岡、21～93。
- 2) 田中寿臣(2007)：台湾におけるサクラエビ漁業について、碧水(静岡県水産技術研究所)、120、1～3。
- 3) Omori, M. (1969)：The biology of a sergestid

shrimp *Sergestes lucens* Hansen, Bull. Ocean Res. Inst. Univ. Tokyo, 4, 1～83.

- 4) 久保田 正(1999)：サクラエビの生物学、駿河湾からの贈りものサクラエビ(池松政人編)、黒船印刷、静岡、5～23。
- 5) 渡邊千夏子(2000)：卵巣組織切片作成法、一日当たり総産卵量に基づくマサバ太平洋系群の資源量推定法に関する調査報告書、中央水産研究所、35～36。
- 6) 中村 薫(1989)：甲殻類の成熟、発生、成長とその制御、水産養殖学講座4、水族繁殖学(隆島史夫・羽生功編)、緑書房、東京、303～306。
- 7) 渡邊千夏子・斎藤真美(2000)：サバ属魚類卵巣組織切片観察の手引き、一日当たり総産卵量に基づくマサバ太平洋系群の資源量推定法に関する調査報告書、中央水産研究所、37～48。
- 8) 青木一郎(1998)：産卵、マイワシの資源変動と生態変化(渡邊良朗・和田時夫編)、水産学シリーズ、119、恒星社厚生閣、東京、54～64。
- 9) 久保島康子(1999)：伊豆諸島海域における資源減少期のキンメダイ *Beryx splendens* の成熟-I、神奈川県水産総合研究所研究報告、4、37～41。
- 10) 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、神奈川県水産総合研究所研究報告、8、77～79。
- 11) 月刊海洋(2006)：黒潮大蛇行/2004ーその実態と水産資源への影響を探るー、海洋出版株式会社、東京、38(1)、70pp。
- 12) 金沢昭夫(1982)：外部環境要因による成熟・産卵の制御、甲殻類、魚介類の成熟・産卵の制御(日本水産学会編)、水産学シリーズ、41、恒星社厚生閣、東京、80～89。
- 13) 林 健一(1997)：十脚目、日本産海洋プランクトン検索図説(千原光雄・村野正昭編)、東海大学出版会、東京、1227～1270。
- 14) 田中寿臣・鈴木昭二(2006)：サクラエビ資源変動機構研究、平成16年度静岡県水産試験場事業報告、18～22。
- 15) 近藤 優・津久井文夫(1984)：飼育実験、サクラエビ増殖対策調査報告書、静岡県、71～86。
- 16) 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。