

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

Comparison of survival and growth in adult pelagic shrimp
Sergia lucens between deep and surface seawater cultures

岡本 一利

Kazutoshi OKAMOTO

Abstract

Pelagic shrimp, *Sergia lucens*, is an important commercial species of which fisheries are endemic to Suruga Bay. Although the wild shrimp are known to live for about 15 months, adults survived at most one month in previous culture studies. Therefore we challenged to keep the adult shrimp longer in the laboratory by using clean and cold deep-sea water (DSW) pipelined from a depth of 687 m in Suruga Bay in 2004. In the present paper, growth and survival of wild shrimps (nine or ten individuals of 10.15–11.69 mm in carapace length (CL)) were compared between two culture media, DSW and surface seawater (SSW, pipelined from a depth of 24 m). The shrimps were fed *Artemia* nauplii and kept individually in 1 liter beakers controlled at about 15 °C. As the result, the average periods of survival were 58.8 days in DSW and 13.0 days in SSW. At the longest case, an adult could survive for 185 days in DSW. Even after 17 days, when no shrimps survived in SSW, 44.4 % of shrimps survived in DSW. The average (maximum) frequencies of molts per individual were 3.4 (15) times in DSW and 0.2 (1) times in SSW, respectively. The average period from start of rearing to the first molt was 15.8 days, and the average intermolt period was 12.0 days in DSW. The relationship between premolt and postmolt CLs could be described by the equation, $y = 0.7156x + 2.71$ ($r = 0.80$, $n = 31$, $p < 0.001$). The growth rate obtained in the laboratory was similar to that estimated from wild stock in the previous study. As shown in the present paper, DSW is a good tool for the long-term culture of adult shrimp, which may ensure the increase in ecological information of this shrimp.

Key Words: *Sergia lucens*, growth, deep seawater, survival, molting

要 旨

駿河湾で採取した成体サクラエビを、海洋深層水と表層水の2実験区に分け、水温は約15℃、餌料はアルテミアノープリウスを給餌することにより個別飼育した。海洋深層水区、表層水区の実験結果は次のとおりであった。最大生残日数は各々185、17日、平均生残日数は各々58.8、13.0日、1個体あたりの最高脱皮回数は各々15、1回、平均脱皮回数は3.4、0.2回であり、海洋深層水区で生残日数が長く、脱皮回数が増加した。海洋深層水区において、飼育開始から最初の脱皮までの平均日数は15.8日、それ以降の平均脱皮間隔日数は12.0日で規則的に脱皮を繰り返した。脱皮前甲長(x)と脱皮後甲長(y)の関係を求めた結果、 $y = 0.7156x + 2.71$ ($r = 0.80$, $n = 31$, $p < 0.001$)、の式で表された。飼育実験値と野外調査による成長推定値が類似した。海洋深層水を利用することによりサクラエビの生態解明が期待される。

キーワード: サクラエビ, 飼育, 海洋深層水, 生残, 脱皮

1. 緒 言

サクラエビ *Sergia lucens* は十脚目サクラエビ科に属し、一生約 15 カ月を遊泳生活で過ごすエビである（大森, 1970）。本種は、唯一駿河湾において漁獲の対象とされ年間約 2 千トンの漁獲量がある水産上重要種である。サクラエビ漁業においてプール制による資源管理が実践され（大森, 1995）、その生物学的情報は必要不可欠となっている。本種の資源生態調査事例（中澤・寺尾, 1915；藤田, 1959；田中・河井, 1967；Omori, 1969；大森, 1970；Omori, 1973；津久井, 1982, 1987；中村・津久井, 1982；村中・趙, 1990；平井, 1993；小林, 2002；福井ら, 2004）や、幼生の飼育事例（Omori, 1969；Omori, 1971；蒔田・近藤, 1982；近藤ら, 1988）は多数ある。しかし、成体エビの飼育は困難とされ過去の報告でもその飼育期間は長くて 1 カ月程度であったため（静岡県, 1984；福井ら, 2003）、成体エビの生物学的情報に関して不明な点が残されている。

静岡県では、2001 年に海洋深層水の取水を開始し、2004 年からは海洋深層水の水産分野における利用技術開発を行う「静岡県水産試験場駿河湾深層水水産利用施設」が稼動した。海洋深層水は清浄性、低水温性、富栄養性等の特徴を有し、水深 350～700 m の駿河湾深層水では、生菌数は表層海水の約 100 分の 1、水温は 5～10 °C、無機栄養塩

類の濃度は表層海水の約 3～70 倍であることが知られている（安川ら, 2002）。そこで、今まで表層海水による成体サクラエビの飼育が困難であったことから、上記の特徴をもつ海洋深層水を利用してその飼育を試み、若干の知見を得たので以下に報告する。

2. 材料と方法

飼育実験に供試した成体サクラエビの採取方法、採取月日、飼育個体数、頭胸甲長を、Table 1 に示した。2004 年 5 月 12 日に由比港漁業協同組合所属船により漁獲された 10 個体、及び 7 月 9 日に静岡県水産試験場所調査船駿河丸のアイザックキッド中層トロール（IKMT）ネットにより採取された 9 個体の合計 19 個体（雄 11、雌 8）のサクラエビを飼育に供試した。それらの頭胸甲長は 10.15～11.69 mm で、平均 $\pm$ S.D. は 10.80 ± 0.46 であり、採取日から飼育実験を開始した。なお、成熟開始サイズは体長で 37 mm と報告されており（Omori, 1969）、これを甲長に換算（Omori, 1973）すると 10.1 mm となることから、今回供試したサクラエビはすべて成熟サイズ以上のものである。

飼育水の条件として、駿河湾の水深 687 m から取水した海洋深層水区と水深 24 m から取水した表層水区の 2 実験区を設定した。1 リットル容ビーカー

Table 1. Data for adult shrimps *Sergia lucens* reared in laboratory

Experiments	Collecting method	Date of acquisition	Number of rearing individuals (male, female)		Carapace length (mm)
Deep seawater* ¹	Commercial net* ³	May 12, 2004	4	(2, 2)	10.15–11.41
	IKMTnet* ⁴	July 9, 2004	5	(2, 3)	10.50–11.27
	Total or mean±S.D.		9	(4, 5)	10.88±0.42
Surface seawater* ²	Commercial net* ³	May 12, 2004	6	(3, 3)	10.22–11.21
	IKMTnet* ⁴	July 9, 2004	4	(4, 0)	10.16–11.69
	Total or mean±S.D.		10	(7, 3)	10.73±0.51
Total or mean±S.D.			19	(11, 8)	10.80±0.46

*¹: 687 m depth in Suruga Bay.

*²: 24 m depth in Suruga Bay.

*³: By shrimp fishing vessel belonging to Yui Fisheries Cooperative Association.

*⁴: By Coastal Fishery Training and Researching Ship 'Suruga-Maru' belonging to Shizuoka Prefectural Fisheries Experiment Station.

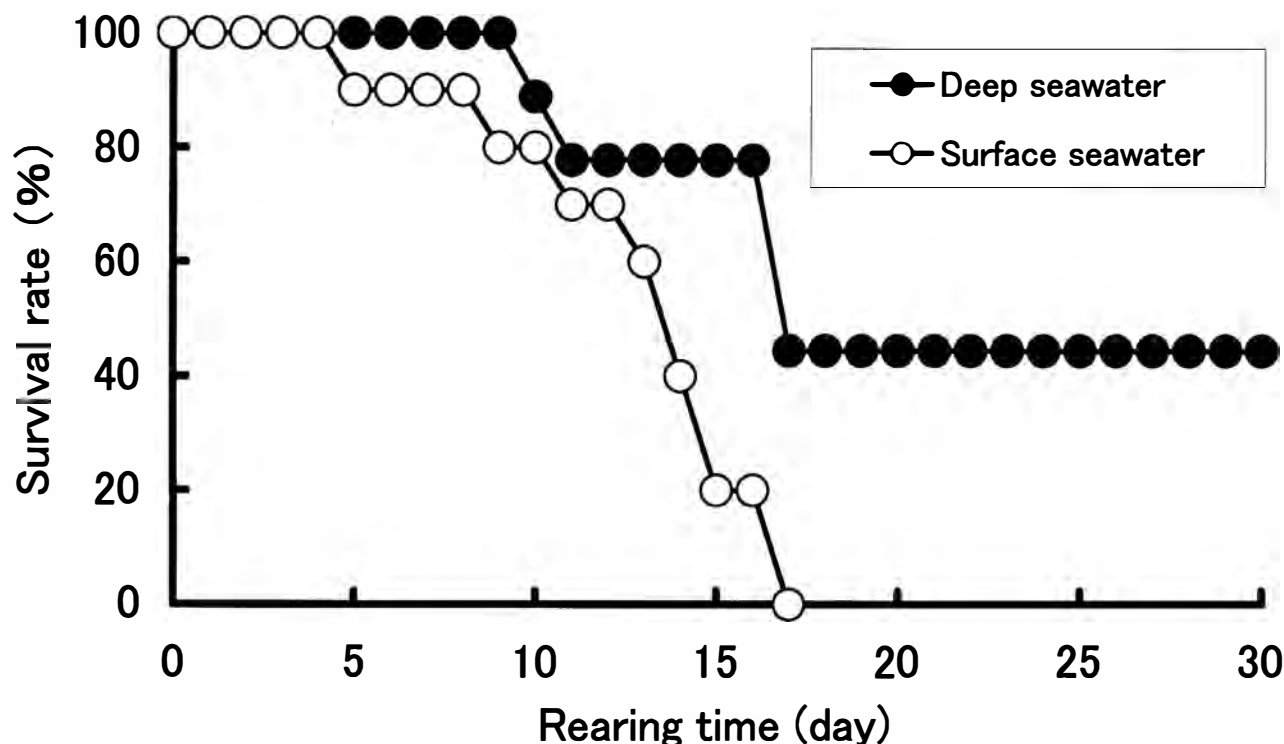


Fig. 1. Survival rate of adult shrimps *Sergia lucens* reared under deep and surface sea water conditions.

Table 2. Survival day of reared adult shrimps *Sergia lucens*

Experiments	Average survival days ^{*1}	Minimum survival days	Maximum survival days
Deep seawater	58.8±68.5 ^{*2}	10	185 ^{*3}
Surface seawater	13.0±3.7	5	17

^{*1}: Mean±S.D.

^{*2}: Significantly different from value of surface seawater (t-test, $p < 0.05$).

^{*3}: male, died at Nov. 13, 2004 (the next longest one 171 day, female, died at Dec. 27, 2004).

に1個体ずつサクラエビを収容し、海洋深層水区では9個体（雄4，雌5），表層水区では10個体（雄7，雌3）のサクラエビを飼育した。飼育水は、2実験区ともウォーターバスにより水温を平均15.2℃（範囲：14.2～16.2℃）に調整し緩やかに通気した。飼育水の交換は、1日おきにサクラエビを事前に用意した飼育容器に移し替えることにより行った。餌料としてアルテミアノープリウスを5個体/mlになるように投与し、採取日から2004年12月27日までほぼ毎日、サクラエビの生残、脱皮状況を観察した。へい死時に雌雄を確認し頭胸甲長を測定した。脱皮が確認された場合は脱皮殻の頭胸甲長を測定した。頭胸甲長は万能投影機（ニコン社製）下10倍に拡大したものをノギスを使用して計測することにより0.01 mm単位で測定した。

3. 結果と考察

実験開始からの飼育サクラエビの生残率の推移をFig. 1に示した。実験開始10日後は海洋深層水区で88.9%，表層水区で80.0%，飼育開始17日後は海洋深層水区で44.4%，表層水区で0%であった。両区とも実験開始約10日から17日の間に生残率の急減が認められ、海洋深層水区においてはその期間を過ぎると生残率は安定した。

飼育サクラエビの生残日数についてTable 2に示した。海洋深層水区、表層水区の最大生残日数は各々185日、17日、平均生残日数±S.D.は各々58.8±68.5日、13.0±3.7日であり、海洋深層水区の生残日数が長かった（t-test, $p < 0.05$ ）。最も長く生残した個体は雄で2004年11月13日（5月12

Table 3. Molting of reared adult shrimps *Sergia lucens*

Experiments	No. of molting observations	Number of molted individuals (male, female)		Average no. of molting per individual ^{*1}	Maximum no. of molting per individual
Deep seawater	31	4	(1, 3)	3.4±5.8 ^{*2}	15
Surface seawater	2	2	(2, 0)	0.2±0.4	1
Total or mean±S.D.	33	6	(3, 3)	1.7±4.2	

*1: Mean±S.D.

*2: Significantly different from value of surface seawater (t-test, $p<0.001$).

日飼育開始)にへい死した。次いで、雌の171日で2004年12月27日(7月9日飼育開始)にへい死した。成体サクラエビ飼育に関して過去の事例では、その飼育期間は半月程度と短く最長でも30日であり(静岡県, 1984), 今回海洋深層水で飼育することにより大幅に生残日数が延びた。さらに、卵からポストラバまでの人工飼育の最長日数は60.5日であり(蒔田・近藤, 1982), すべてのステージの飼育事例と比較しても最長の記録となった。サクラエビの寿命は約15カ月程度とされているので(大森, 1970), 今回寿命の1/3以上の期間を飼育したことになる。また、漁獲されたサクラエビの体長組成から成体エビは12月にはほとんど姿を消すこと(大森, 1970)が報告されており、今回の長期飼育個体のへい死時期と一致する結果となった。

飼育サクラエビの脱皮事例についてTable 3に示した。脱皮が観察された個体数は、海洋深層水区で4個体(雄1, 雌3), 表層水区で2個体(雄2, 雌0)で、脱皮事例数は、海洋深層水区で31事例、表層水区で2事例の合計33事例であった。1個体あたりの最高脱皮回数は、海洋深層水区で15回(最長生残個体), 表層水区で1回であり、その平均脱皮回数±S.D.は、海洋深層水区で3.4±5.8回、表層水区で0.2±0.4回であり、海洋深層水区では生残日数が延びると同時に、脱皮回数も増加した。漁獲サイズのサクラエビ飼育に関する過去の事例ではその脱皮回数は最高3回で成熟サイズ以上に限れば最高1回であり(福井ら, 2003), 今回海洋深層水で飼育することにより大幅に脱皮回数が増加した。

飼育サクラエビの脱皮に要する日数は、飼育開始

してから最初の脱皮までは海洋深層水区で15~17日、表層水区で17日であった。2回以上脱皮した個体についてみると、その脱皮間隔は9~15日であった。海洋深層水区での脱皮に要する平均所要日数±S.D.をFig. 2に示した。飼育開始してから最初の脱皮までは、15.8±1.0日であった。それ以降の平均脱皮間隔日数は12.0±1.3日であり規則的に脱皮を繰り返した。成熟サイズ以上のサクラエビは、脱皮を停止することなく規則的に脱皮を繰り返すことが判明した。このことは、サクラエビの脱皮生態を考えるうえで貴重な情報となろう。ところで、採取以降最初の脱皮までの日数が、通常の脱皮日数より長期化した(t-test, $p<0.001$)のは、採取や環境変化がエビに悪影響を与えたためと推察される。Fig. 1において生残率の急減が認められた時期と、最初の脱皮の時期とがほぼ重なっており、脱皮と生残との密接な関係が伺われる。海洋深層水区において生残日数や脱皮事例数が増大したのは、水温や餌料条件は表層水区と特に違いがないので、脱皮成長時に深層水の清浄性、富栄養性等が影響したものと推察されるがその詳細な要因については今後の課題である。本種は昼間水深200~300 mに生息し夜間20~50 mに浮上するという日周鉛直移動の特性を有しており、幼生期を経ると日周鉛直移動により深海への下降を開始する(大森, 1970)。表層水と比較して海洋深層水で成体サクラエビを飼育するとその生残日数が長くなり脱皮回数が増加するという今回の結果から、海洋深層水が存在する深海への移動は本種の生残、成長の観点から必要な行動であると考えられる。

飼育サクラエビの1回の脱皮に伴う頭胸甲長の増

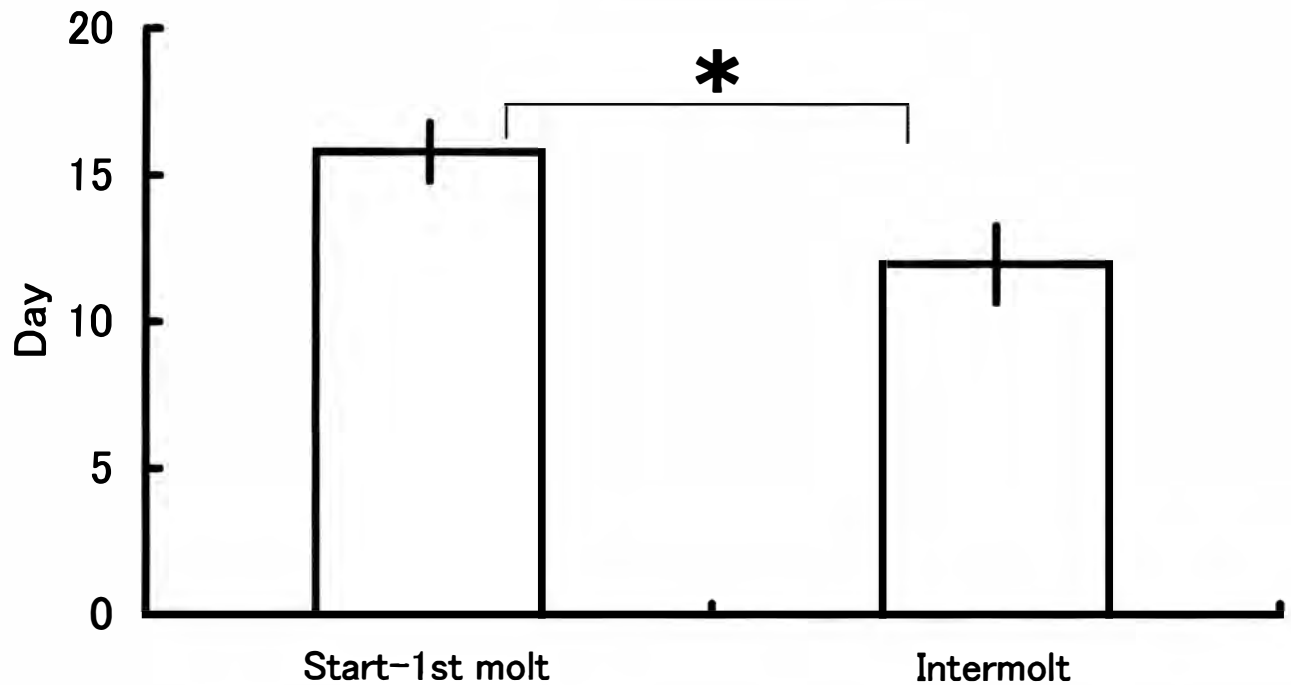


Fig. 2. Days from start of the rearing to the first molts and intermolt period of adult shrimps *Sergia lucens* reared under deep sea water conditions. Values are means $\pm$ S.D. *: Significantly different (t-test, $p < 0.001$).

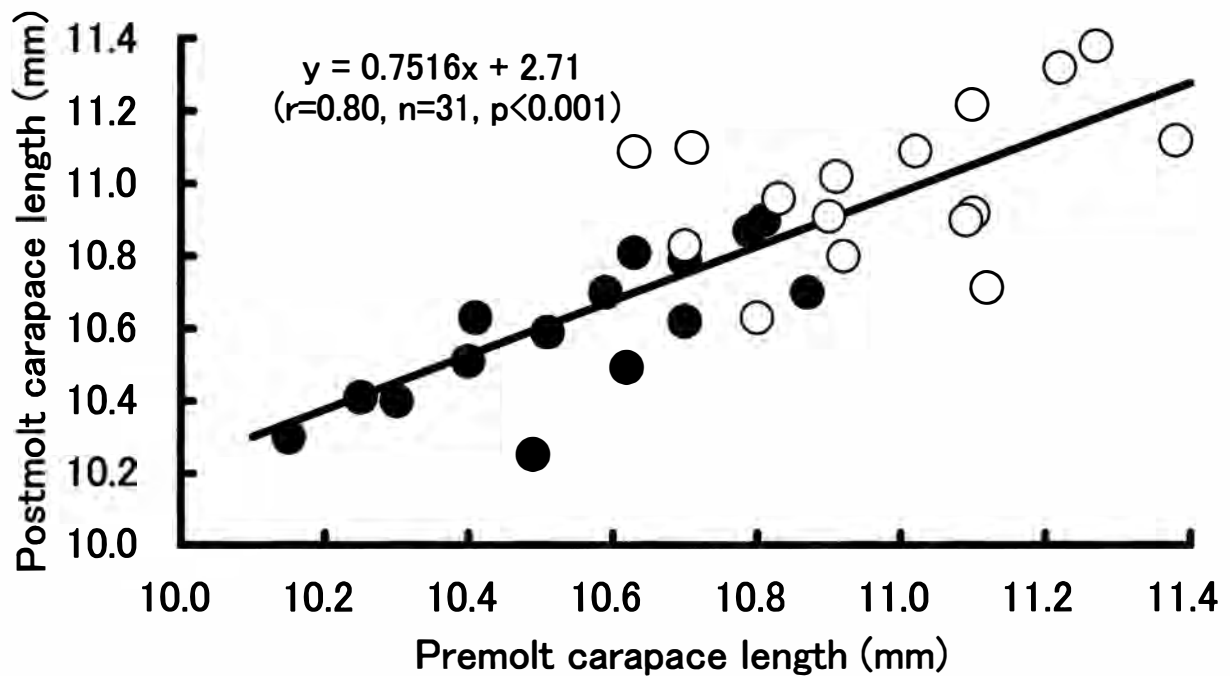


Fig. 3. Relationship between premolt and postmolt carapace length of adult shrimps *Sergia lucens* reared under deep sea water conditions. ●: male, ○: female

加量および増加率は、海洋深層水区で各々 $-0.41 \sim -0.46$ mm, $-3.7 \sim 4.3$ %, 表層水区で各々 $0.1 \sim 0.12$ mm, $0.98 \sim 1.07$ %で、脱皮前甲長よりも脱皮後甲長が小型化する現象も認められた。海洋深層

水区での雌雄別の脱皮前甲長と脱皮後甲長の関係を Fig. 3 に示した。雌雄別の関係式について特に差は認められなかったので (t-test, $p > 0.05$), 雌雄合わせた脱皮前甲長 (x) と脱皮後甲長 (y) の関係

Table 4. Molt increment of mature size shrimp *Sergia lucens*

Mature size in body length (mm)* ¹	Mature size in carapace length (mm) (a)* ²	Days of intermolt period (b)* ³	Molt increment of carapace length (mm) (c)* ⁴	Molt increment of carapace length per day (mm/day) (c/b)	Relative molt increment (%) (c/a)	Molt increment of body length (mm)* ² (d)	Molt increment of body length per day (mm/day) (d/b)
37	10.1	12.0±1.3	0.2	0.017	2	0.74	0.062* ⁵

*¹: by Omori (1969).

*²: Estimated by Omori (1973).

*³: See Fig. 2, Mean±S.D.

*⁴: Estimated by Fig. 3.

*⁵: Growth rate value, 0.04 mm/day, estimated from wild stock (Omori 1970) was similar to this one in the laboratory.

を求めた結果、次の式で表された。

$$y = 0.7156x + 2.71 \quad (r = 0.80, n = 31, p < 0.001)$$

成熟サイズ（体長 37 mm）におけるサクラエビの成長量に関する値を Table 4 に示した。体長 37 mm は頭胸甲長換算（Omori, 1973）で 10.1 mm に相当し、その時の甲長増大率は 2.0 % と算出された。過去の事例において、平均甲長 10.1 mm における甲長増大率は平均 0.9 %（範囲：0.4～1.9 %）と報告されており（福井ら, 2003）、今回の値は過去の事例と比較して大きい傾向にあった。さらに、脱皮間隔 12 日の値を用いて、1 日あたりの体長成長率を求めると、0.062 と算出された。漁獲されたサクラエビの体長組成より推定された成体の成長率は約 0.04 mm/日と報告されており（大森, 1970）、今回の値と類似したものとなった。Fig. 3 より脱皮前後の甲長が同じになる甲長を仮に算出すると 10.91 mm となり、これを体長に換算すると約 4 cm となることから、体長 4 cm 前後では脱皮による体長増加はほとんどないものと示唆された。漁獲されたエビの体長組成より推定された結果においても、成熟サイズ以上のものはほとんど成長しないこと、その平均的な体長は 39～42 mm であること（Omori, 1969）が報告されており、野外調査の推定値が今回飼育実験により確認される結果となった。

今回海洋深層水を飼育水に利用することにより成体サクラエビの長期飼育が可能となり、そこから得られた生物学的情報は、今後サクラエビの生理生態の解明や、資源の有効利用・適正管理に役立つものと期待される。

謝 辞

サクラエビの入手にご協力頂いた静岡県水産試験場 田中寿臣氏、駿河丸乗組員の方々、日本放送協会 関口賢信氏、由比港漁協所属の漁業者の方々ならびに同漁協職員の方々に深く感謝する。

文 献

- 藤田惣吉（1959）駿河湾産サクラエビの生態学的調査。静岡教育研報, 10, 235-244.
- 福井篤・土屋崇生・神戸祐一・喜多賢治・魚谷逸郎（2003）飼育下でのサクラエビの脱皮について。日水誌, 69, 376-379.
- 福井篤・原藤晃・伊藤大輔・保正竜哉・魚谷逸郎（2004）駿河湾におけるサクラエビの資源量推定。日水誌, 70, 592-597.
- 平井一行（1993）1988～1992 年漁期におけるサクラエビの年級群構造と資源水準について。静岡水試研報, 28, 1-5.
- 小林憲一（2002）駿河湾のサクラエビ漁業と漁獲量の年変動。日プランクトン報, 49, 108-114.
- 近藤 優・大滝高明・窪田久（1988）サクラエビの幼生飼育とノウプリウス期幼生の形態。日プランクトン報, 35, 75-81.
- 蒔田道雄・近藤 優（1982）サクラエビ幼生の飼育。静岡水試研報, 16, 97-105.
- 村中文夫・趙 守根（1990）駿河湾のサクラエビ主産卵場における卵の微細分布。静岡水試研報, 25, 1-9.
- 中村保昭・津久井文夫（1982）駿河湾産サクラエビの漁獲努力の質的变化がその資源に及ぼす影響。静岡水試研報, 16, 19-30.
- 中澤毅一・寺尾 新（1915）桜蝦の研究。動物学雑誌, 27, 622-630.
- Omori, M. (1969) The biology of a sergestid shrimp *Sergestes lucens* Hansen. Bull. Ocean Res. Inst. Univ. Tokyo. 4, 1-83.

- 大森 信（1970）海洋動物プランクトンの生産生態研究の問題 さくらえび研究に関連して．日海誌，26，54-64.
- Omori, M. (1971) Preliminary rearing experiments on the larvae of *Sergestes lucens* (Penaedia, Natantia, Decapoda). Mar. Biol., 9, 228-234.
- Omori, M. (1973) History and present status of the fishery of *Sergestes lucens* (Penaedia, Decapoda, Crustacea) in Suruga Bay, Japan. J. Cons. Int. Explor. Mer. 35, 61-77.
- 大森 信（1995）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，p. 305.
- 静岡県（1984）サクラエビ増殖対策調査報告書．静岡県，p. 106.
- 田中卓郎・河井智康（1967）駿河湾におけるサクラエビ資源の診断．東海水研報，50，17-26.
- 津久井文夫（1982）駿河湾産サクラエビ（*Sergia licens*）の年級群別漁獲尾数．静岡水試研報，16，113-115.
- 津久井文夫（1987）サクラエビの再生産と産卵期の水温．静岡水試研報，22，1-11.
- 安川岳志・筒井浩之・三森智裕・黒山順二・豊田孝義・中島敏光（2002）駿河湾海洋深層水取水予定海域における海水特性．海深研，3，77-82.
- （2006. 3. 2 受付，2006. 5. 11 受理）