

イソスジエビとスジエビモドキの成長と繁殖

| | |
|-------|---------------------------|
| 誌名 | 日本水産學會誌 |
| ISSN | 00215392 |
| 著者 | 伊藤, 円 渡邊, 精一 村野, 正昭 |
| 巻/号 | 57巻7号 |
| 掲載ページ | p. 1229-1239 |
| 発行年月 | 1991年7月 |

イソスジエビとスジエビモドキの成長と繁殖

伊藤 円, 渡邊精一, 村野正昭

(1990年9月26日受付)

Growth and Reproduction of *Palaemon pacificus* and *P. serrifer*Madoka Ito,*¹ Seiichi Watanabe,*¹ and Masaaki Murano*¹

The growth and reproduction of *Palaemon pacificus* and *P. serrifer* were studied in a rearing experiment and materials collected almost bi-weekly during a period from May 1987 to November 1989 in Tateyama Bay, Chiba Prefecture. The life span of *P. pacificus* and *P. serrifer* is estimated at 12 to 15 months and 13 to 16 months, respectively. The body size is larger in *P. pacificus* than *P. serrifer*. Breeding season of *P. pacificus* and *P. serrifer* lasted from May through November and from April through October, respectively. Incubation period of *P. pacificus* and *P. serrifer* is 10 to 20 days and 11 to 19 days, respectively. Juvenile *P. pacificus* and *P. serrifer* appeared from May and July, respectively. Spawning is carried out by yearling and hibernated individuals in both species. In *P. serrifer*, however, most offspring are produced by the hibernated spawning group. *P. serrifer* carries more numerous but smaller eggs than in *P. pacificus*. Thus, the difference on reproductive ecology between the two species was recognized.

甲殻綱テナガエビ科に属するイソスジエビ *Palaemon pacificus* とスジエビモドキ *P. serrifer* は、北海道から九州に至る日本各地、黄海、東シナ海、ポリネシア、インド洋の広い範囲に分布し、岩礁地帯のタイドプール、転石地帯、藻場に生息している。^{1,2)}

スジエビ類の生態については、一般に1産卵期に数回産卵するという産卵生態が知られている。^{*2,*3} その他イソスジエビでは幼生放出後、脱皮、交尾、産卵が短時間に起こるといふ産卵習性、³⁾ 幼生期数について知られ、⁴⁻⁶⁾ スジエビモドキでは、産卵期や寿命、⁷⁻¹⁰⁾ 幼生期数、⁵⁾ 脱皮間隔、¹¹⁾ 等脚目ヤドリムシ類 *Bopyrus squillarum* の寄生による産卵不能¹²⁾ などの知見が得られている。ユビナガスジエビ *P. macrodactylus*、¹³⁻¹⁹⁾ アシナガスジエビ *P. ortmanni*、^{20,21)} でも産卵期、寿命、幼生期数などについて研究され、スネナガエビ *P. debilis* でも幼生期数について知られている。²²⁾ さらに南アフリカに分布する *P. pacificus* (今回報告する *P. pacificus* とは異種とされる²³⁾) では、生活環、干満に伴う移動について報告されている。²⁴⁻²⁸⁾ 生物間にはさまざまな相互作用が存在し、^{29,30)} その関係は複雑多岐にわたっている。種間関係を考える上で、Lack は、生態の似た近縁の2種は同じ所に長時間共存できないと述べた。³¹⁾ 同所的に生

息しているイソスジエビとスジエビモドキにおいても、2種の間には何らかの生態的な差異が生じていることが考えられる。イソスジエビとスジエビモドキの種間関係を知るためには、種ごとの生態を明らかにする必要がある。しかし、従来の研究報告では調査個体数が少ないため、両種の生活史が明らかではない。そこで、これら2種の成長や繁殖様式について調査し、両種の生活史および繁殖戦略に関して考察し知見を得たので、以下に報告する。

材料および方法

試料は東京水産大学坂田実験実習場(千葉県館山市)地先のタイドプールや転石地帯の19ヶ所に定点を設定し、1987年12月から1989年11月までの大潮ごとの干潮時に、直径30cmの円型で網目がφ1mmの手網を用いて採集した(Fig. 1)。採集時間は約2時間で、採集面積は40m²であった。採集にあたっては目視による大型個体の発見し易さを除くため、個体ごと網で追わず底を引くようにして採集した。飼育実験用の試料は、定点以外で定期採集と同じ方法で採集した。

採集個体は、10%ホルマリン海水(抱卵雌の場合は1個体ごと別々のビニール袋中に4%)で固定後、70%ア

*¹ 東京水産大学資源育成学科 (Department of Aquatic Biosciences, Tokyo University of Fisheries, Konan, Minato, Tokyo 108, Japan).

*² 竹田文弥: 昭和45年度兵庫水試事報別冊, 1-30 (1979).

*³ 竹田文弥・浜口章: 昭和38年度兵庫水試事報別冊 I, 51-56 (1964).

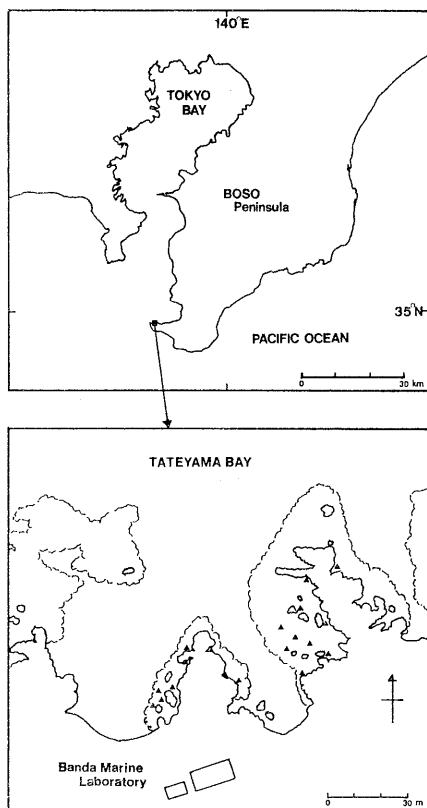


Fig. 1. Geography of surroundings of the Banda Marine Laboratory, Chiba Prefecture, Japan. Triangles and Broken line indicate the sampling sites and low-water line.

ルコール中に保存した。頭胸甲長（眼窩後縁から頭胸甲背面の後端までの長さ）はノギス（最小目盛 0.05 mm）を用いて測定した。雌雄の判別は、第 2 腹肢内肢の雄性突起の有無により行った。標本中、雄性突起の原基が認められた最大個体（イソスジエビでは 3.50 mm, スジエビモドキでは 2.85 mm）未満の個体は、稚エビ（Juvenile）とし、雌雄の判別を行わなかった。なお、本論文においてはゾエア期を幼生、ゾエア期からの変態以後上で述べた大きさまでを稚エビ、稚エビ以降成熟個体（Adult）になるまでを若エビ（Adolescent）と称する。産卵期間は抱卵個体の出現期間とした。抱卵率は、最小抱卵個体の頭胸甲長が、イソスジエビで 6.80 mm, スジエビモドキで 4.50 mm であったことから、それ以上の大きさの個体に占める抱卵個体の割合（%）とした。抱卵数は全数を計数した。卵は雌 1 個体につき無作為に抽出した 20 個について、長径と短径を万能投影機を用い 5 μ m の精度で計測するとともに、その発生段階を次の 4 期に分け、³²⁻³⁴ 記録した。

I 期: 受精から顎脚原基出現まで

II 期: I 期の終わりから複眼域色素形成まで

III 期: II 期の終わりから複眼域後縁への尾節末端的の到達まで

IV 期: III 期の終わり以降

性比は雌個体数に対する雄個体数の割合（♂/♀）で表した。

雌と卵巣の発達した雌を角型 20 l 水槽内に収容し、交尾産卵させ、抱卵期間を調べた。飼育期間中は、オキアミの肉片を餌として与え、飼育水は 3 日毎に 1/4 を換水し、その際残餌や糞を除去した。

標本の計測結果をもとに、採集日別および雌雄稚エビ別に頭胸甲長組成を求め、雌雄については Cassie の方法^{85,86}によってコホート分別を行い、最適正規分布曲線を求めて成長を解析した。

成長実験のため、抱卵雌を角型 20 l 水槽内に収容し、孵化幼生を得た。孵化幼生は、ボール型 1 l 水槽に移し Artemia のノープリウスを餌として与え、飼育水は常時エアレーションを行い、毎日 1/5 を換水した。稚エビは着底 1 ヶ月後まで幼生と同じ方法で飼育し、着底 1 ヶ月後に角型 20 l 水槽に移し、オキアミの肉片を餌として与え、隔日に 1/4~1/3 を換水した。これらの個体は成長を調べるのに用いた。さらにイソスジエビでは、飼育幼生の着底時期と同じ時期（1989 年 6 月 18 日）に、磯から採集した加入直後の個体を飼育し、その成長も調べた。死亡個体と残餌は換水時に除去した。飼育期間中の水温は 18.6~28.7°C であった。

結 果

イソスジエビ

調査期間中に定期採集した標本の総個体数は 7913 個体で、最大は雄 9.15 mm, 雌 13.50 mm, 最小は 1.40 mm であった。

1987 年生まれの稚エビは、調査開始時から 1988 年 3 月 3 日までみられた。1988 年生まれば 5 月 15 日から 1989 年 2 月 20 日まで出現し、さらに 1989 年生まれば 6 月 2 日から調査終了時までみられた (Fig. 2)。

成長 Cassie の方法による頭胸甲長組成の最適正規分布のモードの経時的変化をみると (Fig. 3), 雄では 6 月 16 日に出現した 1988 年生まれの最初の加入群は、そのモードは 4.16 mm で 9 月 10 日には 6.75 mm に達し、この日を最後に消滅した。4 ヶ月で 2.59 mm の成長が見られた。9 月 24 日に出現した 4.16 mm にモードをもつ群は、1989 年 1 月 19 日に至るも 4.40 mm で、4 ヶ月間で 0.24 mm の増加にとどまった。この群はこの後も成長したが、個体数は徐々に減少し (Fig. 2), 1989 年 9 月 14 日には 8.25 mm に達し、この日を最後に消

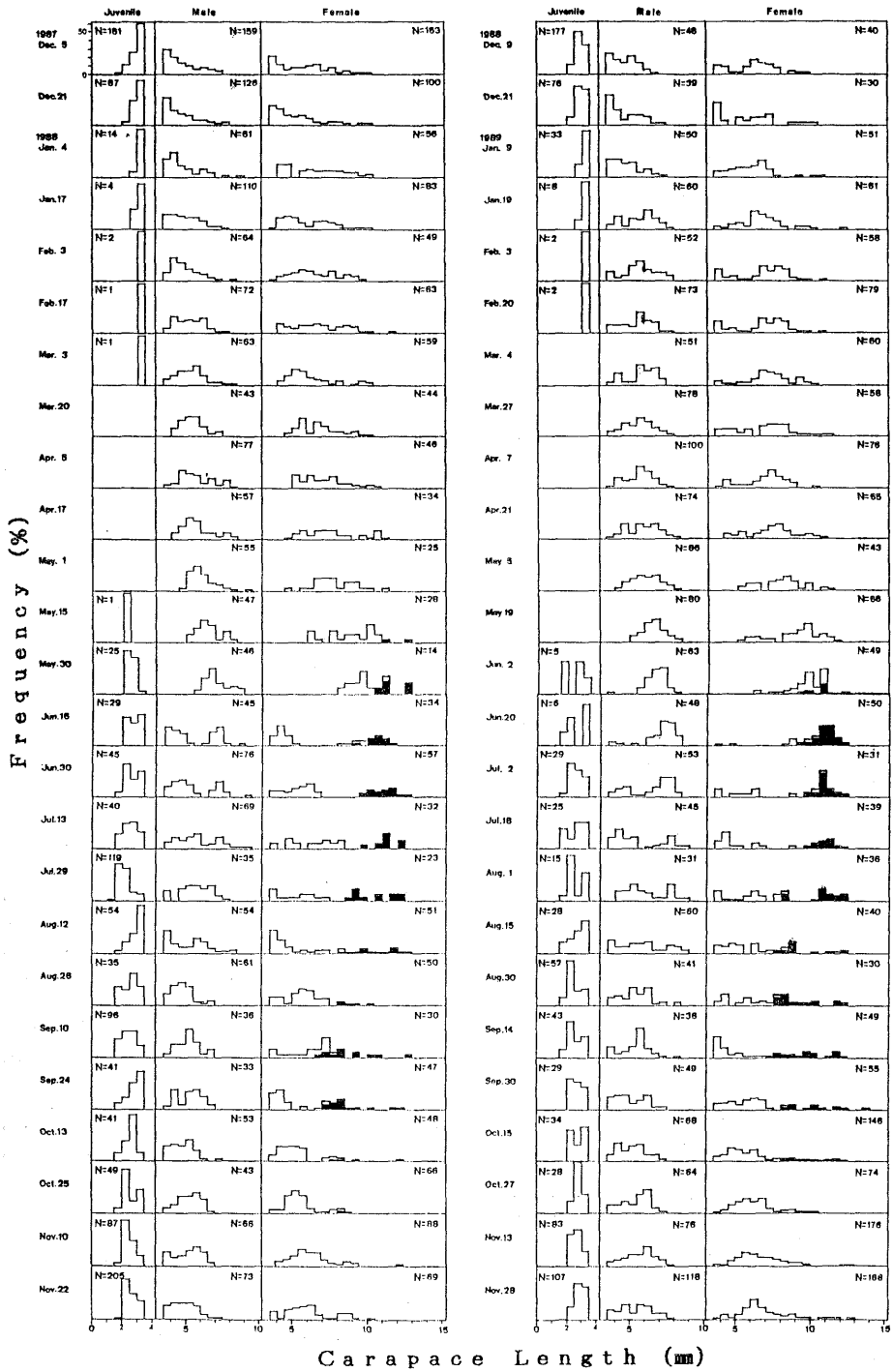


Fig. 2. Seasonal changes in distribution of carapace length of *Palaemon pacificus* during a period from 1987 to 1989. Black area indicates ovigerous female. Left: juvenile, middle: male, right: female.

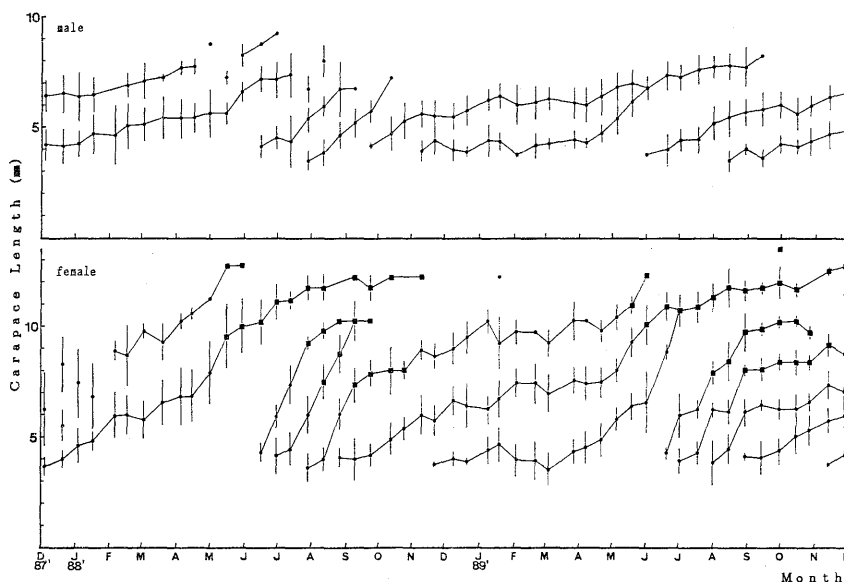


Fig. 3. Seasonal change in the mode of carapace length of *Palaemon pacificus*. Squares and vertical bars indicate existence of ovigerous females and standard deviation.

Table 1. Incubation period of *Palaemon pacificus* and *P. serrifer*

| Species | Carapace length* (mm) | Spawning | Releasing | Incubation period (days) | Temperature (°C) |
|---------------------|-----------------------|--------------|-----------|--------------------------|------------------|
| <i>P. pacificus</i> | 12.00 | Jun. 6—Jun. | 26 | 20 | 18.6—24.4 |
| | 12.10 | Jun. 14—Jul. | 2 | 18 | 20.4—25.0 |
| | 11.70 | Jul. 20—Aug. | 2 | 13 | 25.1—27.8 |
| | 12.05 | Jul. 21—Aug. | 3 | 13 | 25.1—27.8 |
| | 12.40 | Aug. 6—Aug. | 16 | 10 | 26.6—28.3 |
| | 11.90 | Aug. 6—Aug. | 16 | 10 | 26.6—28.3 |
| | 12.00 | Aug. 6—Aug. | 23 | 17 | 26.5—28.3 |
| | 12.40 | Aug. 18—Sep. | 1 | 13 | 25.9—28.4 |
| | 12.05 | Aug. 19—Sep. | 4 | 16 | 25.9—28.4 |
| | 11.70 | Aug. 24—Sep. | 6 | 13 | 25.8—28.2 |
| | 6.80 | Aug. 27—Sep. | 9 | 13 | 25.8—27.5 |
| 12.50 | Sep. 15—Sep. | 29 | 14 | 23.8—27.0 | |
| <i>P. serrifer</i> | 9.55 | Jun. 5—Jun. | 24 | 19 | 18.6—24.2 |
| | 10.00 | Jul. 26—Aug. | 7 | 12 | 26.6—27.7 |
| | 10.00 | Aug. 8—Aug. | 19 | 11 | 26.6—28.2 |

* Carapace length indicates the time when the female is incubating.

減した。約1年で4.09 mm 成長した (Fig. 3)。

雌では6月16日に出現した1988年生まれ最初の加入群は、そのモードは4.30 mmで9月24日には10.25 mmに達し、この日を最後に消滅した。3.5ヶ月で5.95 mmの成長が見られた。7月29日に出現した3.62 mmにモードをもつ群は、11月22日には8.64 mmに達し、4ヶ月で5.02 mm成長した。この群はこの後も成長するが、個体数は徐々に減少し (Fig. 2), 1989年6月2日には12.25 mmに達し、この日を最後に消滅した。約10ヶ月で8.63 mm成長した。1988年8月26日に

出現した4.07 mmにモードをもつ群は、12月21日には6.4 mmに達し、4ヶ月で2.33 mm成長した。この群は個体数は減少するものの、本研究期間中には消滅せず、最終採集日の11月28日でのモードは11.45 mmであった (Fig. 3)。

飼育実験における孵化直後の幼生の頭胸甲長は0.48 mm ($n=90$, \pm SD 0.06 mm)であった。飼育幼生の死亡率は高く、着底以前の全個体死亡が、22例中19例、残りの3例でも着底したのは50個体中わずか1個体のみであった。孵化後着底までに30~46日間を要した。

着底時の頭胸甲長は 1.80 mm ($n=3$, $\pm SD$ 0.20 mm) で、着底後 22 日で 2.70 mm ($n=3$, $\pm SD$ 0.26 mm) に達したが、これらの個体は実験中に水槽を飛び出し、すべて

死亡した。磯で採集し飼育した稚エビは、飼育開始時に平均 3.05 mm ($n=11$, $\pm SD$ 0.48 mm), 70 日後に雄 6.40 mm, 雌 6.80 mm, 137 日後に雌 8.30 mm となった。なお、飼育開始後 70 日目に抱卵した。

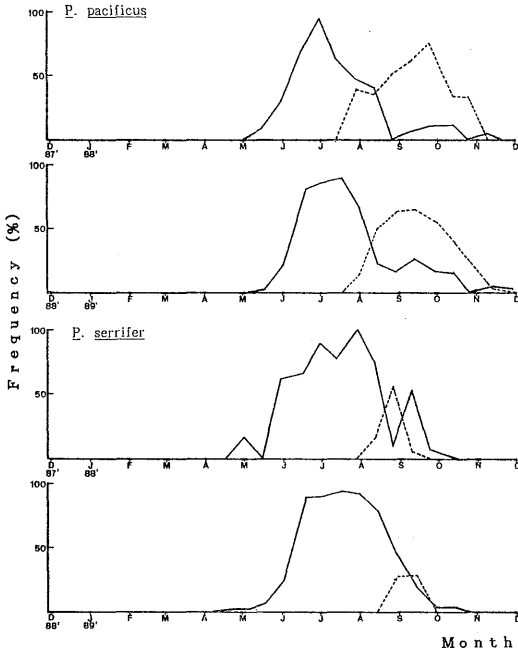


Fig. 4. Relative abundance of ovigerous females to adult females. Solid and broken line indicate the hibernated and the yearling group.

繁殖 抱卵個体は、1988 年には、越冬群では 5 月 16 日から 11 月 10 日まで、当歳群では 7 月 29 日から 10 月 25 日まで、1989 年には、越冬群では 5 月 19 日から 11 月 28 日まで、当歳群では 8 月 1 日から 11 月 13 日まで出現した (Fig. 2, 3)。また、1988 年 7 月 29 日に加入した 3 番目の当歳群は、1988 年 9 月 10 日から 10 月 25 日の間に産卵し、翌年の 5 月 19 日と 6 月 2 日に再び産卵していた (Fig. 3)。

水槽内で産卵し、幼生を放出した 12 例での抱卵期間は、6 月では 18 日および 20 日、7 月から 8 月には 10~17 日、9 月では 13~16 日で、水温の高い時期ほど抱卵期間の短い傾向があった (Table 1)。

抱卵雌は、越冬群、当歳群それぞれ、頭胸甲長で 9.10~13.50 mm, 6.80~10.95 mm であった。

抱卵率は、1988 年には 6 月 30 日と 9 月 24 日、1989 年には 7 月 18 日と 9 月 14 日を頂点とする二峰型を示した (Fig. 4)。兩年とも前者は越冬群、後者は当歳群の抱卵率を示している。

抱卵数は、越冬群、当歳群それぞれ、最少 94 卵, 217 卵, 最大 2642 卵, 1300 卵であった。頭胸甲長 (CL) と卵数 (NE) との間には正の相関がみられ、その関係は曲

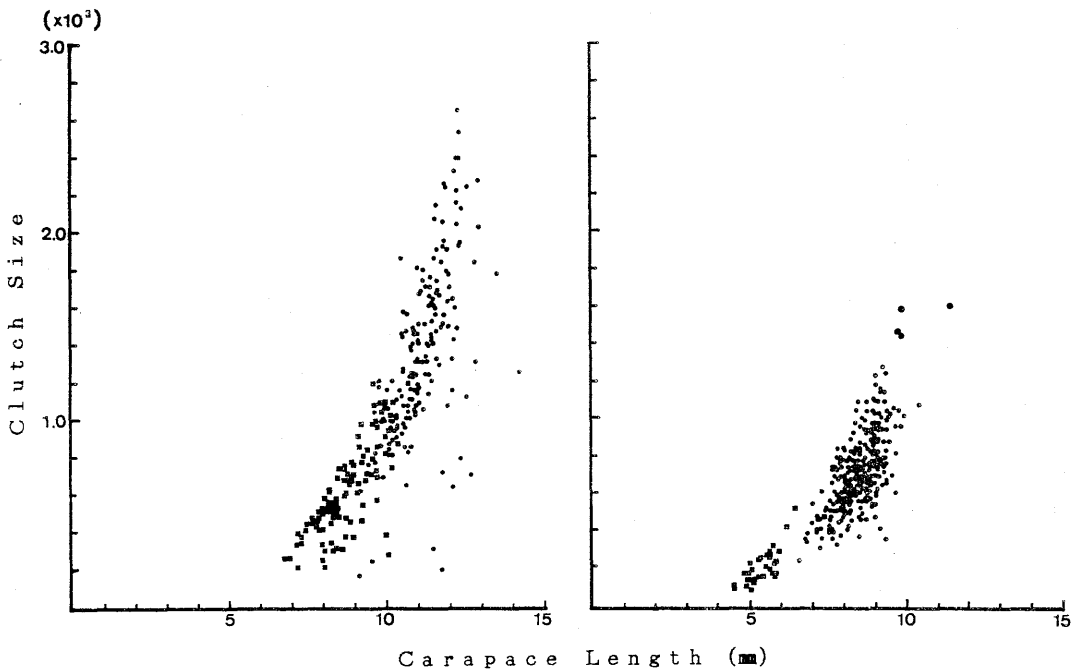


Fig. 5. Relation between the carapace length and the clutch size. Circles and squares indicate the hibernated and the yearling group. Left: *P. pacificus*, Right: *P. serrifer*.

Table 2. Regression coefficients between the clutch size (NE) and the carapace length (CL) represented by $NE = a \cdot CL^b$. r : correlation coefficient, n : number of specimens

| | Parameter | | | | CL (mm) Max-Min | NE Max-Min |
|---------------------|-----------|------|------|-----|--------------------|---------------|
| | a | b | r | n | | |
| <i>P. pacificus</i> | | | | | | |
| Total | 0.53 | 3.23 | 0.83 | 312 | 13.50-6.80 | 2642-94 |
| Hibernated group | 0.42 | 3.33 | 0.58 | 194 | 13.50-9.10 | 2642-94 |
| Yearling group | 0.66 | 3.13 | 0.77 | 118 | 10.95-6.80 | 1300-217 |
| <i>P. serrifer</i> | | | | | | |
| Total | 2.05 | 2.73 | 0.86 | 398 | 11.35-4.50 | 1592-67 |
| Hibernated group | 1.69 | 2.82 | 0.69 | 367 | 11.35-6.15 | 1592-67 |
| Yearling group | 0.44 | 3.67 | 0.81 | 31 | 6.45-4.50 | 528-101 |

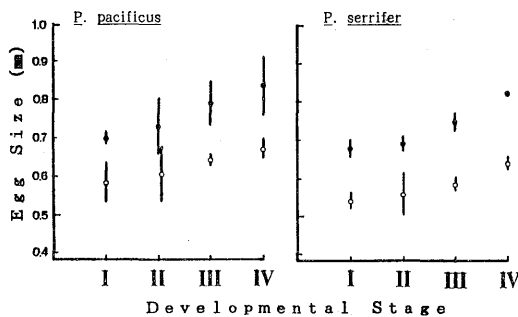


Fig. 6. Change of egg size at embryonic developmental stages in *Palaemon pacificus* and *P. serrifer*. Solid and open circles indicate the mean length and width of the egg. Vertical bars indicate standard deviation.

Stage I: From fertilization to the advent of maxilliped rudiment.

Stage II: From the end of Stage I to the pigmentation of compound eyes.

Stage III: From the end of Stage II to reaching the tip of telson to the dorsofrontal margin of compound eyes.

Stage IV: From the end of Stage III to hatching.

線 $NE = a \cdot CL^b$ に回帰し (Fig. 5, Table 2), 越冬群と当歳群との間に有意な差は認められなかった (t -検定, $P > 0.05$).

卵の長径は I 期に 0.70 mm ($n=84$, \pm SD 0.01 mm), IV 期に 0.83 mm ($n=62$, \pm SD 0.07 mm), 短径は I 期に 0.58 mm ($n=84$, \pm SD 0.06 mm), IV 期に 0.67 mm ($n=62$, \pm SD 0.03 mm) で, I 期から IV 期までに長径で 1.19 倍, 短径で 1.15 倍増加した (Fig. 6).

2 年間を通しての採集個体数は, 雌 2837 個体に対し雄 3136 個体で, 性比は 1.11 であった。性比は採集時により変化するが, 産卵期初期に雄が多かった (Fig. 7)。

スジエビモドキ

調査期間中に定期採集した標本の総個体数は 7097 個

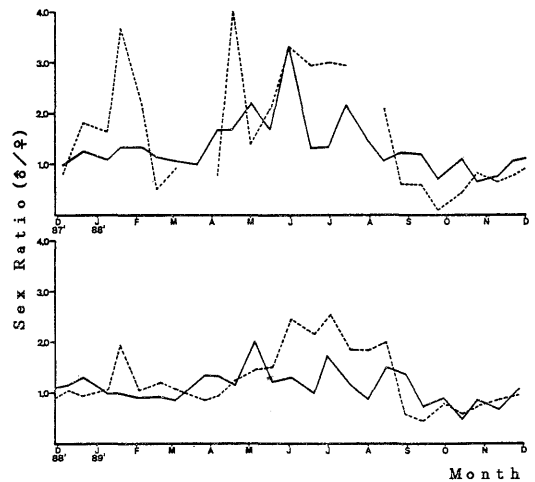


Fig. 7. Seasonal changes in sex ratio (δ/ϕ). Solid and broken line indicate *Palaemon pacificus* and *P. serrifer*.

体で, 最大は雄 7.60 mm, 雌 11.35 mm, 最小は 1.00 mm であった。

1987 年生まれの稚エビは, 調査開始時から 1988 年 3 月 3 日までみられた後, 1988 年生まれの 7 月 13 日から 1989 年 3 月 27 日まで出現し, 1989 年生まれの 8 月 1 日から調査終了時までみられた (Fig. 8)。

成長 Cassie の方法による頭胸甲長組成の最適正規分布のモードの経時の変化をみると (Fig. 9), 雄では, 7 月 13 日に出現した 1988 年生まれの最初の加入群は, そのモードは 2.75 mm で 11 月 10 日には 4.61 mm に達し, 4 ヶ月で 1.86 mm の成長が見られた。この群はさらに成長したが, 個体数は徐々に減少し (Fig. 8), 1989 年 7 月 18 日には 7.25 mm に達し, この日を最後に消滅した。約 1 年で 4.5 mm 成長した。10 月 13 日に出現した 3.00 mm にモードをもつ群は, 1989 年 2 月 20 日に 4.06 mm に達し, 4 ヶ月で 1.06 mm 成長した。この群もさらに成長したが, 個体数は徐々に減少し (Fig.

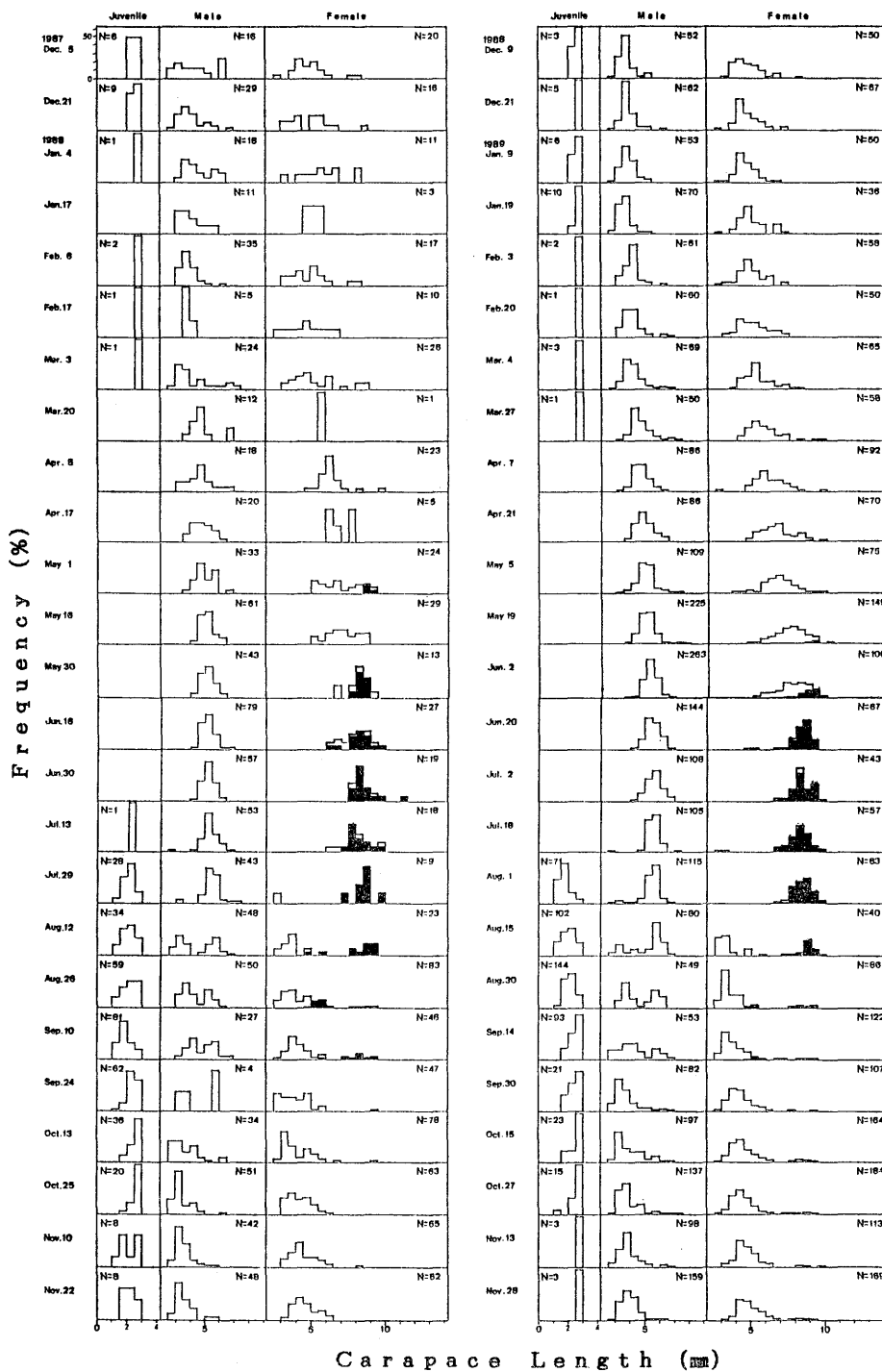


Fig. 8. Seasonal change in distribution of carapace length of *Palaemon serrifer* during a period from 1987 to 1989. Black area indicates ovigerous female. Left: juvenile, middle: male, right: female.

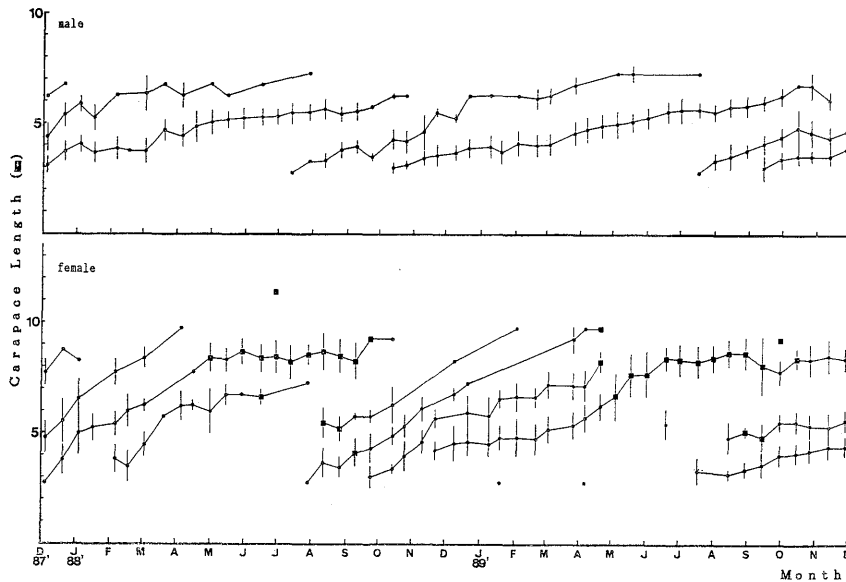


Fig. 9. Seasonal change in the mode of carapace length of *Palaemon serrifer*. Squares and vertical bars indicate existence of ovigerous females and standard deviation.

8), 1989年11月13日には6.07 mmに達し, この日を最後に消滅した。1年1ヶ月で3.07 mm成長した (Fig. 9)。

雌では7月29日に出現した1988年生まれの最初の加入群は, そのモードは2.75 mmで12月9日には6.75 mmに達し, 4ヶ月で4 mmの成長が見られた。この群はさらに成長したが, 個体数は徐々に減少し (Fig. 8), 1989年4月21日には9.75 mmに達し, この日を最後に消滅した。8月12日には5.48 mmにモードをもつ大型の加入群がみられ, 12月9日には8.25 mmに達し, 4ヶ月で2.77 mm成長した。11月22日に出現した4.21 mmにモードをもつ群は, 1989年3月27日に至るも5.34 mmで, 4ヶ月間で1.23 mmの増加にとどまった。この群は個体数は減少するものの本研究期間中には消滅せず, 最終採集日の11月28日でのモードは8.35 mmであった (Figs. 8, 9)。

飼育実験における孵化直後の幼生の頭胸甲長は, 0.37 mm ($n=40$, \pm SD 0.01 mm) で, 着底まで11~23日を要し, その間の生残率は82~100%であった。頭胸甲長は着底時で0.99 mm ($n=33$, \pm SD 0.06 mm), 着底後29日で2.53 mm ($n=93$, \pm SD 0.28 mm), 62日で雄3.72 mm ($n=19$, \pm SD 0.36 mm), 雌4.59 mm ($n=5$, \pm SD 0.66 mm), 92日で雄4.03 mm ($n=17$, \pm SD 0.38 mm), 雌5.30 mm, 108日で雄4.42 mm ($n=8$, \pm SD 0.10 mm), 雌5.91 mm ($n=7$, \pm SD 0.45 mm), 125日で雄4.40 mm, 雌6.70 mm, 156日で雄4.65 mm, 雌6.60 mmに達した。なお雌は着底後92日で抱卵した。

繁殖 抱卵個体は1988年には, 越冬群では5月1日

から9月24日まで, 当歳群では8月12日から9月10日まで, 1989年には, 越冬群では4月21日から10月15日まで, 当歳群では8月30日から9月14日まで出現した (Fig. 8, 9)。また, 1988年7月29日に加入した最初の当歳群は, 1988年9月10日に産卵し, 翌年の4月21日に再び産卵している (Fig. 9)。

水槽内で産卵し, 幼生を放出した3例の抱卵期間は, 6月には19日, 7月から8月にかけては11日, 8月では12日であり, 例数は僅かながら, 水温の高い時期ほど抱卵期間が短かった (Table 1)。

抱卵雌は, 越冬群, 当歳群それぞれ頭胸甲長で, 6.15~11.35 mm, 4.50~6.45 mmであった。

抱卵率は, 1988年には7月29日, 1989年には7月18日を頂点とする単峰型を示した。越冬群では抱卵率の高い期間が長く, また, 当歳群の抱卵率は低かった (Fig. 4)。

抱卵数は, 越冬群, 当歳群それぞれ, 最少67卵, 101卵, 最大1592卵, 528卵であった。頭胸甲長 (CL) と卵数 (NE) との間には相関がみられ, その関係は曲線 $NE = a \cdot CL^b$ に回帰し (Fig. 5, Table 2), 越冬群と当歳群の間に有意な差は認められなかった (t-検定, $P > 0.05$)。

卵の長径はI期に0.68 mm ($n=95$, \pm SD 0.02 mm), IV期に0.82 mm ($n=96$, \pm SD 0.009 mm), 短径はI期に0.54 mm ($n=95$, \pm SD 0.02 mm), IV期に0.64 mm ($n=96$, \pm SD 0.02 mm) で, I期からIV期までに長径で1.21倍, 短径で1.19倍増加した (Fig. 6)。

2年間を通しての採集個体数は, 雌2881個体に対し

Table 3. Comparison in biological characteristics of *Palaemon pacificus* and *P. serrifer*

| Species | <i>P. pacificus</i> | <i>P. serrifer</i> |
|----------------------------------|---------------------------|-----------------------|
| Maximum size ♂ | 9.15 mm | 7.60 mm |
| ♀ | 13.50 mm | 11.35 mm |
| Minimum size after metamorphosis | 1.40 mm | 0.99 mm |
| Ovigerous size ♀ | 6.80~13.50 mm | 4.50~11.35 mm |
| Zoea I size | 0.48 mm | 0.37 mm |
| Spawning period | | |
| Hibernated group | May~Nov. | Apr.~Oct. |
| Yearling group | July~Nov. | Aug.~Sep. |
| Incubation period | 10~20 days | 11~19 days |
| Clutch size | | |
| Hibernated group | 94~2642 | 67~1592 |
| Yearling group | 217~1300 | 101~ 528 |
| Egg size (stage) | | |
| Egg length | 0.70 (I*1)→0.83 mm (IV*2) | 0.68 (I)→0.82 mm (IV) |
| Egg width | 0.58 (I)→0.67 mm (IV) | 0.54 (I)→0.64 mm (IV) |
| Sex ratio (♂/♀) | 1.11 | 1.16 |

*1 Stage I: from fertilization to the advent of maxilliped rudiment.

*2 Stage IV: from reaching the tip of telson to the dorsofrontal margin of compound eyes to hatching.

雄 3334 個体で、性比は 1.16 であった。性比は採集時により変化するが、産卵期初期に雄が多かった (Fig. 7)。

イソスジエビとスジエビモドキの成長と繁殖の比較

両種の成長と繁殖に関する相違を Table 3 に示す。孵化直後、着底時および成体の雌雄とも、常にイソスジエビがスジエビモドキより大きかった。

産卵期は、越冬群ではスジエビモドキの方が 1 ヶ月早くはじまり、1 ヶ月早く終了した。当歳群では、イソスジエビの方が 1 ヶ月早くはじまり、2 ヶ月遅く終了した。

両種とも頭胸甲長と抱卵数の間には正の相関があった。抱卵数は同一頭胸甲長ではスジエビモドキの方が多く、卵の大きさではイソスジエビの方が大きかった。

性比は、スジエビモドキの方がイソスジエビより雄の比率が少し高かった (χ^2 検定, $P < 0.05$)。

加入はイソスジエビが 5 月~6 月、スジエビモドキが 7 月~8 月からであった。両種とも越冬個体より産出された加入個体による年内の産卵が確認された。

考 察

飼育実験により、イソスジエビは、孵化後 4~4.5 ヶ月、スジエビモドキは、3.5~4 ヶ月で産卵が可能であると言える。ユビナガスジエビ¹⁵⁾やアシナガスジエビ* では孵化後約 80 日で産卵したという報告があり、スジエビ類では一般に年内に繁殖活動を行う群が存在すると推測される。しかし、清水港でのアシナガスジエビでは、当歳群内に抱卵個体は出現しないとの報告もあり、²⁰⁾ 今

後この点についてより詳細な調査が必要である。

前川,⁹⁾ と安田^{10,37)} は、スジエビモドキには繁殖期前半に生まれ、年内中に繁殖し死亡する短期世代と、繁殖期後半に生まれ、越冬後翌年に産卵する長期世代があることを指摘した。海産無脊椎動物の生活環の類型化を行った菊池⁸⁸⁾は、スジエビモドキを、晩夏から秋に生まれた世代は、越冬後翌年の春まで成長し続け、春季に繁殖後死亡する、また晩春から初夏に生まれた世代は 3~4 ヶ月で成熟し、小形のまま繁殖しまもなく死亡する、という年間 2 世代型の例に挙げている。仮に本研究における加入後急速に成長し、繁殖した後死亡する個体を、短期成長群と呼ぶと、前川,⁹⁾ 安田^{10,37)} はそれを短期世代として述べ、また、それは菊池⁸⁸⁾のいう年間 2 世代型の短い世代に当たる。しかし、竹田* は、飼育下で、スジエビモドキの同時孵化群が、異なる斃死時期を示すことから、短期世代と長期世代の 2 つに分けることに疑問を呈している。本研究において、イソスジエビでは 1988 年 7 月 29 日に加入した 3 番目の加入群は年内に産卵し、翌年の 5~6 月に、スジエビモドキでは 1988 年 7 月 29 日に加入した最初の加入群は年内に産卵し、翌年の 4 月に再び産卵していることから、自然下でも単純に年間 2 世代型というのではなく、加入後急速に成長、繁殖、死亡する型、死亡せず越冬し翌年もまた繁殖に参加する型、年内には繁殖せず翌年になって初めて繁殖する型の 3 つの型が存在していると推測される (Fig. 10)。

雌雄ともモードの経時的変化を追跡することにより得た成長率は、後から加入した群ほど劣るという傾向がみ

* 竹田文弥: 昭和 45 年度兵庫水試事報別冊, 1-30 (1979).

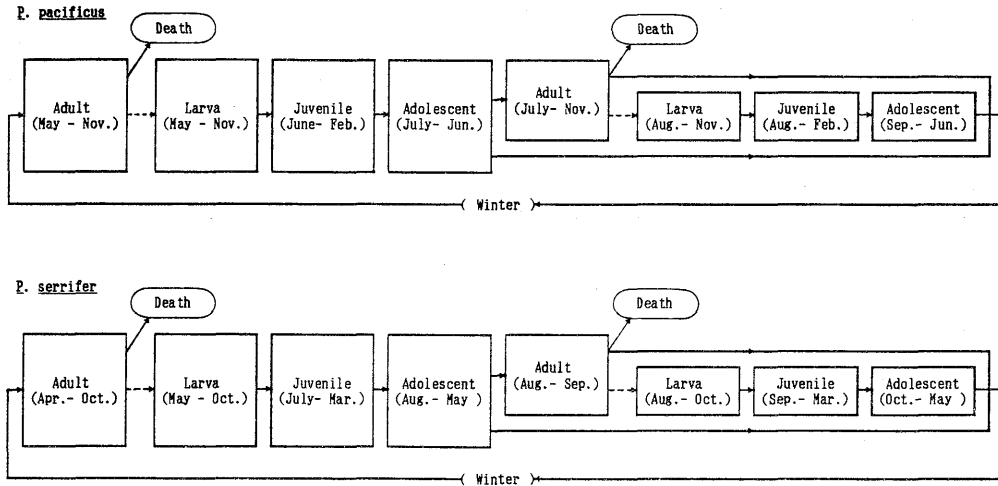


Fig. 10. The schemes of the life history of *Palaemon pacificus* and *P. serrifer*. Figures in parentheses and broken lines indicate the period and the parental relation. Deaths at each stage were omitted.

られた。8月以降になると多数の個体が連続的に加入してくるため、ヒストグラムのモードは低い値をとりがちであり、成長は実際より遅く表されている可能性が大きい (Figs. 2, 3, 8 and 9)。このことから、成長を知るためには、水温や食物条件を考慮した飼育実験から得られる結果を基礎として、天然海域においてより詳細な調査が必要である。

イソスジエビの寿命は短期成長群で5~6ヶ月程度で、越冬群の寿命は1年~1年3ヶ月程度であると思われる。一方、スジエビモドキの寿命は、短期成長群の標本数は少なく明確ではないが、越冬群の寿命は1年1ヶ月から1年4ヶ月程度と思われる。これは前川,⁹⁾ 安田¹⁰⁾が、本種の寿命をそれぞれ山口県沿岸、笠岡湾で調査し、短期世代で3ヶ月、4ヶ月、長期世代で13ヶ月、10~12ヶ月としているのと比べやや長く、地域的な相違が存在する。この相違はユビナガスジエビでも知られている。¹⁵⁻¹⁹⁾ なお、両種の雌において、1988年生まれの個体が、1989年11月28日の時点で死滅していないが (Figs. 2, 3, 8 and 9)、個体数が少ないことと、1987年生まれと推測される個体が、1988年内にすべて死滅していることから、2年生きる個体はほとんどないと推測される。

スジエビモドキでは、産卵の開始時期と調査水域への稚エビの加入開始時期との間に約2.5ヶ月~3ヶ月のひらきがある。飼育実験によれば浮遊期間は約2~3週間であることから、幼生が別の所で着底した後、調査水域に加入してくると考えられる。このことは加入群が比較

的大型であることから可能性の高いことと思うが、今後なお調査の必要がある。

スジエビモドキと比較してイソスジエビの成長が速いのは、成体での体の大きさの差にもつながっている。抱卵数は、両種とも頭胸甲長に依存するが、同一頭胸甲長で比較するとスジエビモドキの方が多。これは卵径がイソスジエビの方が大きいためである。越冬群と当歳群の再生産への貢献という点でみると、抱卵個体数や1個体当たりの抱卵数は、ともに越冬群の方が多いことから (Table 2)、両種とも越冬群が主流となり、当歳群がそれを補足するという形式である。当歳群の抱卵個体が少ないことから、この傾向はスジエビモドキでより強く表れている。スジエビモドキの産卵のピークが1回であるのに対し、イソスジエビは、産卵のピークを2回にすることにより、例えば産卵期の前半に産卵海域が低水温となり、このため抱卵期間が長期化し、例年の同じ期間に産出される総産卵数より少なくなった場合、産卵のピークを分散することで低水温による影響を軽減することができる。このことから産卵のピークの回数が多いという点においてより多くの子孫を残す可能性を有する。

飼育条件下では、イソスジエビの幼生は、スジエビモドキに比べて死亡率が高かった。五十嵐*は、イソスジエビ、スジエビモドキ、ユビナガスジエビの幼生の、水温と塩分に対する耐性を調べ、ユビナガスジエビ、スジエビモドキ、イソスジエビの順に広温、広塩性であるとしている。今回の飼育結果は非生物的環境要因に対する耐性の違いによるものと推測される。被捕食率について

* 五十嵐保正: スジエビ属幼生の成育に及ぼす水温、塩分濃度の影響について修士学位論文, 東京水産大学, 東京, 1976, 54pp.

は調査していないため全体の生残率の良否は明確にはいえない。しかし、幼生の非生物学的要因に対する耐性についてみると、スジエビモドキの方が強いのでより生残の可能性がある。

イソスジエビとスジエビモドキの寿命はほぼ同じで、卵と幼生、成体の大きさはイソスジエビの方が大きく、抱卵数では同じ頭胸甲長で比較すると、スジエビモドキの方が多。また産卵期は1ヶ月ずれており、両種とも短期成長による年内産卵群と翌年産卵群とが存在する。さらに産卵数は、イソスジエビと比較してスジエビモドキでは越冬群に強く依存していることなど、2種の間に繁殖生態上の相違が若干認められた。しかし2種の共存という点を考えた場合、繁殖生態の相違以外にも食物や生息場所の相違など今後検討すべきことが残されている。

謝 辞

本論文をまとめるにあたり貴重な御助言を下された東京水産大学教授石渡直典、奥谷喬司両博士に深謝する。また、研究上の協力を頂いた東京水産大学坂田実験場の職員各位に感謝の意を表する。

文 献

- 1) L. B. Holthuis: *Siboga Expeditie*, **39a**⁹, 83-90 (1950).
- 2) I. Kubo: *J. Imp. Fish. Inst.*, **35**, 17-85 (1942).
- 3) 梶島孝雄: 動雑, **58**, 187-190 (1949).
- 4) C. H. Han and S. Y. Hong: *Publ. Inst. Mar. Sci. Nat. Fish. Univ. Busan*, **11**, 1-17 (1978).
- 5) 倉田 博: 東海水研報, **56**, 143-159 (1968).
- 6) 施志的, 游祥平: 台湾水産学会刊, **15** (2), 55-68 (1988).
- 7) 井上 明: 日水誌, **15**, 318-322 (1949).
- 8) 井上 明: 内海水研報, **2**, 21-26 (1952).
- 9) 前川兼佑: 山口内海水試調研業績, **11**, 170-204 (1961).
- 10) 安田治三郎: 内海水研報, **9**, 1-81 (1956).
- 11) M. Yoshida: *Annot. Zool. Japon.*, **25**, 366-370 (1952).
- 12) M. Yoshida: *Annot. Zool. Japon.*, **25**, 362-365 (1952).
- 13) 宇都宮 正, 前川兼佑: 山口内海水試調研業績, **10**, 107-120 (1959).
- 14) G. Little: *Crustaceana*, **17**, 69-87 (1969).
- 15) 池末 弥: 西水研報, **30**, 1-124 (1963).
- 16) 倉田 博: 北水研報, **26**, 86-91 (1963).
- 17) 佐藤重勝: 東北水研報, **10**, 75-88 (1957).
- 18) M. Omori and Y. Chida: *Nippon Suisan Gakkaishi*, **54**, 365-375 (1988).
- 19) M. Omori and Y. Chida: *Nippon Suisan Gakkaishi*, **54**, 377-383 (1988).
- 20) 毎原泰彦, 鈴木克美: 東海大洋研報, **8**, 17-26 (1987).
- 21) Y. E. Tsou, J. Y. Shy, and H. P. Yu: *J. Fish. Soc. Taiwan*, **16**, 247-260 (1989).
- 22) S. Shokita: *Bull. Sci. & Eng. Div., Univ. Ryukyus, (Math. & Nat. Sci.)*, **23**, 57-76 (1977).
- 23) L. B. Holthuis: *FAO Species Synopsis*, **125**, 108-115 (1980).
- 24) W. D. Emmerson: *S. Afr. J. Zool.*, **18**, 326-330 (1983).
- 25) W. D. Emmerson: *Crustaceana*, **49**, 277-289 (1985).
- 26) W. D. Emmerson: *S. Afr. J. Zool.*, **20**, 221-231 (1985).
- 27) W. D. Emmerson: *Trans. Roy. Soc. S. Afr.*, **46**, 79-97 (1986).
- 28) W. D. Emmerson: *S. Afr. J. Sci.*, **83**, 413-416 (1987).
- 29) 菊池泰二: 動物の種間関係, 第1版, 共立出版, 東京, 1974, pp. 1-76.
- 30) R. Pianka: 進化生態学, 第2版 (伊藤嘉昭監修), 蒼樹書房, 東京, 1983, pp. 199-266.
- 31) D. Lack: ダーウィンフィンチ (浦本昌紀, 樋口広芳訳), 思索社, 東京, 1974, pp. 200-215.
- 32) 梶島孝雄: 動雑, **59**, 82-86 (1950).
- 33) 梶島孝雄: 動雑, **59**, 108-111 (1950).
- 34) K. Nakamura and K. Baba: *Mem. Fac. Fish., Kagoshima Univ.*, **31**, 125-139 (1982).
- 35) R. M. Cassie: *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, **5**, 513-522 (1954).
- 36) 堤 裕昭, 田中雅生: 体長頻度分布のデータからの世代解析. 東海水研数理統計部編, パソコンによる資源解析プログラム集, 東海水研, 東京, 1988, pp. 189-207.
- 37) 安田治三郎: 水産学集成 (末広恭雄, 大島泰雄, 檜山義夫編), 東大出版会, 東京, 1957, pp. 171-198.
- 38) 菊池泰二: 海洋と生物, **6**, 285-290 (1984).