

## 海産枝角類に関する研究—I.

*Penilia* の生態について

遠 部 卓

(広島大学水畜産学部水産学科)

## Studies on the Marine Cladocerans—I.

A Biological Note on *Penilia*

Takashi ONBÉ

Department of Fisheries, Faculty of Fisheries and Animal Husbandry,  
Hiroshima University, Fukuyama

(Text-figs. 1-6; Tables 1-4; Plate 1)

枝角類は魚類などの有用水族稚仔期の餌料として重要な生物であるが、現在ではもっぱら淡水産種についてその重要性が注目されており、海産種についてはほとんどかえりみられていない。海産枝角類は種類数も少なく海洋の動物プランクトン中に占める地位は必ずしも高いとはいえずであるが、沿岸には普通に出現し、時期によっては量的にも非常に多くみられる場合もあり、天然における餌料生物としてもかなり重要な役割をもつものと考えられる。

淡水産枝角類については古くより数多くの研究が行なわれてきて、それらの生理、生態は詳細に知られているが、海産種に関する研究はそれに比してはなほ少ない。海産枝角類のうち、例えば *Evadne nordmanni* LOVÉN ではかなり詳細な生物学的知見がえられている<sup>1)2)</sup> が、その他の種類については、形態<sup>3)</sup>、分布<sup>4)</sup>、抱卵数<sup>5)</sup> などに関する報告の外、まとまった研究はあまりないようである。特に本邦においては、特定水域での季節的消長、抱卵数などに関する予察的な報告<sup>6)7)</sup> があるにとどまっている。

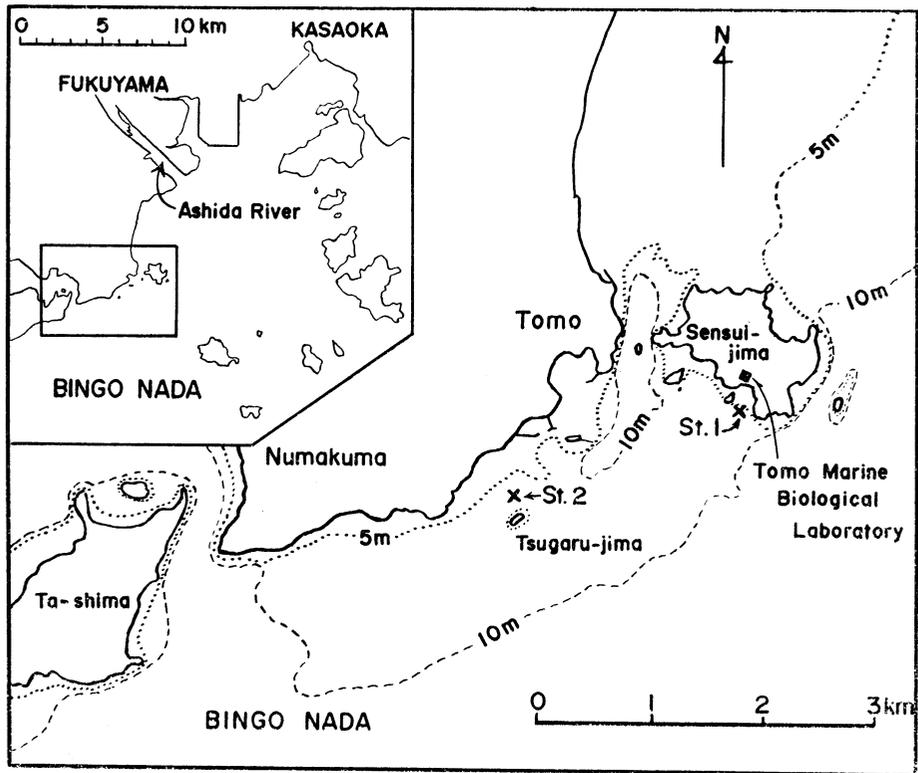
本研究は海産枝角類の生態、生活史を明らかにし、餌料生物としての利用をはかるための基礎的知見を得ることを目的として行ないつつあるものである。1966年~1967年瀬戸内海備後灘において、ウスカワミジンコ、*Penilia schmackeri* RICHARD\*、について二、三の生態的項目を調べたが、特に本種の生物学的知見が乏しいことが指摘されているので<sup>4)</sup>、断片的な観察にすぎないがここにとりあえず報告しておきたい。

### 材料および方法

1966年~1967年 Text-fig. 1 に示した2定点において毎月1~4回プランクトンを採集した。St. 1 は福山市仙酔島にある本学部鞆臨海実験所沖合約 200 m に位置し、St. 2 は St. 1 の西方約 2 km のところにある。いずれも南は備後灘に面し、水深は干潮時 6~8 m、満潮時 10~12 m である。

プランクトンの採集には口径 22.5 cm、網地長 80 cm の北原式定量ネット (網地 XX 13) を用い、5

\* STEUER<sup>8)</sup> は従来報告された *Penilia* 属 5 種を *P. avirostris* DANA 1 種に統一し、欧米ではこの種名が用いられているようであるが、ここでは本邦で一般に使用されている本種名<sup>9)10)11)</sup> をとっておく。



Text-fig. 1. Map showing the location of the stations.

mの垂直曳を1～3回行なった。材料はホルマリンを5%になるように注加して固定した。採集材料は全量を50～100 mlに濃縮し、それから2 mlづつ5～10回 sub-sample をとり、その中にみられる枝角類を計数した。

*Penilia* の標準体長としては、Text-fig. 2A に示したように、頭部前端より殻棘 (Schalenstachel) 末端までの距離 ( $a$ ) をとり顕微鏡の接眼マイクロメーター (1 目盛 10.0  $\mu$ ) で測定した。なお殻の損傷した個体の場合には、頭部前端より尾刺毛 (Schwanzborsten) 始部までの距離 ( $b$ ) を測り、あらかじめえられた  $a-b$  相関図 (Text-fig. 2B) によって  $a$  に換算した。

抱卵した雌から、鏡下で育房中の卵あるいは胚をとり出して計数し、抱卵数を調べた。また特に有性生殖個体、すなわち耐久卵 (冬卵) 保有の雌、および雄、の存在に注意した。

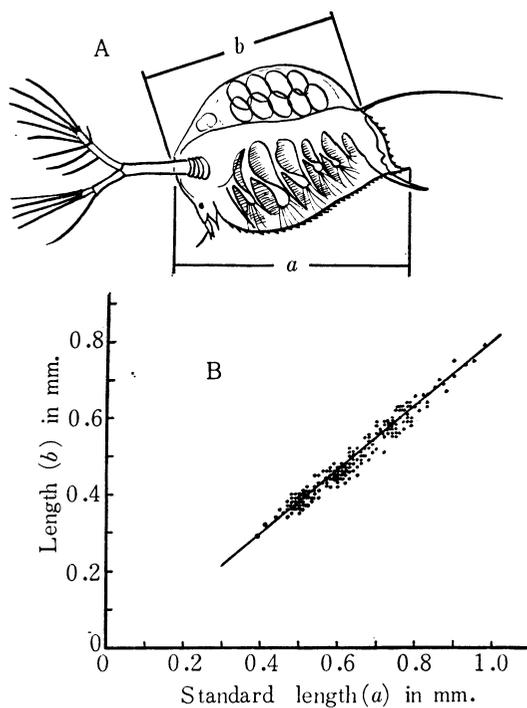
なおプランクトン採集時に各定点において表層、5 m 層における水温、塩素量の観測を行ない、同時に透明度を測定した。観測方法は「海洋観測指針」<sup>12)</sup> の常法によった。

## 結 果

### 1. 調査水域および出現種

今回の調査における各 St. の水温、塩素量、透明度の周年変化をまとめて示すと Table 1 のとおりである。

これからわかるとおり、本水域の強内湾性を反映して、年間における水温の変動は極めて大きく、2月に8°C前後で最低値を示し、8月には30°C付近で最高に達する。塩素量の範囲は16.0～18.4%で



Text-fig. 2. A: Method of measurement of *Penilia*.  
 B: Relation between the standard length (a) and the length (b).

Table 1. Changes in water temperature, chlorinity and transparency at the two stations during 1966-1967 (0 m and 5 m layers combined).

	1966 Nov.	Dec.	1967 Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.
W. T. (°C)	18.0 ~19.0	12.5 ~12.6	8.7 ~9.0	7.7 ~8.7	9.0 ~10.3	12.1 ~14.3	16.4 ~20.1	21.1 ~23.9	21.0 ~26.3	27.2 ~29.4	24.8 ~25.1
Cl (‰)	—	17.69 ~17.75	18.06 ~18.10	17.78 ~18.26	17.96 ~18.40	16.55 ~17.57	16.18 ~17.03	16.38 ~17.42	15.96 ~17.25	17.33 ~17.52	17.54 ~17.71
Transp. (m)	4.8	4.3 ~5.4	8.5 ~9.0	4.4 ~6.4	3.3 ~8.0	4.1 ~5.0	2.5 ~4.1	2.6 ~6.0	2.5 ~3.9	4.7 ~7.8	3.5 ~4.0

あり、仙酔島北東、約 6 km にある芦田川河口よりの陸水の流入の影響もあって、特に降雨時の塩素量の低下が著しい。透明度は冬期 9 m にも達することがあるが、おおむね 3 ~ 6 m の範囲にあり、年間を平均すると 4.6 m という低い値である。

各 St. は相互に近接した位置にあるため St. 間の海況の差は殆んど認められない。

従来わが国沿岸より知られている海産枝角類には 3 属 7 種<sup>9)10)11)</sup>があるが、すでに報告したように<sup>7)</sup>本水域ではこのうち 3 属 5 種の出現を確認した。前報以降の調査においても他の邦産 2 種 (*Evadne spinifera* および *Podon schmackeri*) はみられていない。

## 2. *Penilia* の雌雄差

本報でのべる *Penilia schmackeri* は櫛脚族 (Ctenopoda) に属する唯一の海産種である。従って海産ブ

ランクトン生物の中でも同定の最も容易なものの一つであろう<sup>4)</sup>。

雌は吻端が尖り、第1触角が極めて短かい (Pl. 1, Figs. 1, 2), Pl. 1, Fig. 1 にみられる雌の育房中にある7個の卵は単為生殖卵 (いわゆる夏卵) である。これに対し有性生殖の結果生ずると考えられる耐久卵 (いわゆる冬卵) 1個を有する雌を Pl. 1, Fig. 2 に示す。耐久卵は1個あるいは2個をもつとされているが<sup>4)</sup>、単為生殖卵に比較し非常に大きく数も少ない。また図に示されるように厚い殻をもち、多くの淡水産枝角類にみられるような、いわゆる掩卵殻 (ephippium) には包まれていない<sup>4)</sup>。

雄は吻端が円味を帯びていて、雌に比して第1触角が極めて長い (屢々殻の先端を超える) こと、また1対の penes を有することなどの点で容易に識別できる (Pl. 1, Fig. 3)。

### 3. 季節的消長

*Penilia* の出現量の季節的变化は Table 2 にみられるとおりである。

Table 2. Seasonal variation in the abundance of *P. schmackeri* expressed by the number of individuals per cubic meter (1967).

Date	Abundance
May 28	0
June 15	820
22	16,430
30	15,490
July 4	24,490
13	780
Aug. 8	—
23	980
30	980
Sept. 9	0

すなわち5月下旬には全くみられなかったが、6月中旬に至り突然出現し、その密度は800個体/m<sup>3</sup>であった。以後急激に増大して7月上旬までに最高25,000/m<sup>3</sup>という極めて高い密度に達した。以後7月中旬に至って800/m<sup>3</sup>まで急に減少し8月も未だ1,000/m<sup>3</sup>程度みられるが、9月には全く採集されなくなった。

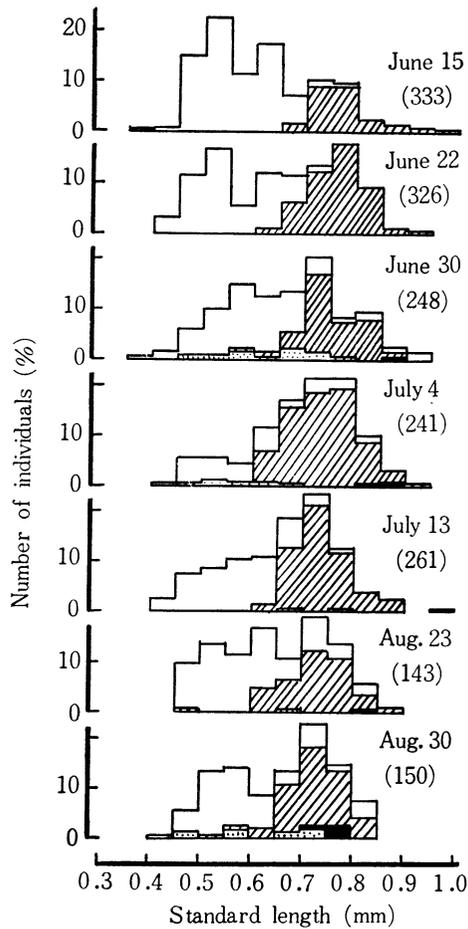
この傾向を1964年における St. 2 に近接した場所 (St. 2 の西方約6 km) でえられた結果<sup>7)</sup> と対比してみると、出現時期に多少のズレはあるが、その傾向はほぼ同様である。両者を総合して考えると、本水域への *Penilia* の出現は5月中旬～6月上旬にはじまり、6月中旬から7月上旬に最高密度に達し、以後急激に減少して、9月中旬に採集されなくなるといえよう。これを水温の変化からみれば、昇温期18～20°C 付近で出現し、22～25°C 付近で密度は最大となり、最高温期28～30°C では群集密度が非常に低下し、採集されなくなるのは25°C 付近である。

### 4. 体長組成並びに単為生殖個体・有性生殖個体の出現率

各サンプルより150～300個体を無作為に抽出して体長を測定した。その結果は Text-fig. 3 にみられるとおりである。

体長の分布は0.38～0.93 mm の範囲にあった。育房中にみられた孵出直前と思われる胚の大きさは、体長0.38 mm であって図中の最小個体と一致する。生物学的最小形は0.49 mm であった。

図からうかがえるように、特に出現初期のサンプルにおいては、小型の未抱卵雌とそれより大型の単



Text-fig. 3. Frequency distribution of the standard length of *P. schmackeri*.  
 White column: females without eggs; hatched column: females with parthenogenetic eggs; black column: females with a resting egg; dotted column: males. Figures in parentheses represent the number of individuals measured.

為生殖雌（育房中にいわゆる夏卵をもつ個体）の2群に大別できるようである。有性生殖個体は6月下旬以後ひき続いて認められた。

なお未抱卵雌のうち少くとも生物学的最小形以上の大きさの個体にはすでに仔虫産出後と考えられるものもかなり含まれていた。

次に単為生殖雌および有性生殖個体の出現率の詳細を Table 3 に示す。

単為生殖雌は出現初期にすでに群集の25%を占めており、次第にその割合が増加して7月初旬に69%に達したが、それ以後減少してゆき40%前後となった。それに比して有性生殖個体の出現率はきわめて低く、1.3~10%の範囲にとどまった。

### 5. 抱卵数

本種の抱卵数についてはすでに簡単に報告したが<sup>2)</sup>、前報では少数の、かつ時期の異なる材料をまと

Table 3. Females with parthenogenetic eggs and sexual individuals in population (1967).

Date	Females with parthenogenetic eggs	Sexual individuals		
		Females with a resting egg	Males	Total
June 15	25.2 %	0 %	0 %	0 %
22	46.6	0	0	0
30	36.7	0.4	7.3	7.7
July 4	69.3	1.2	3.7	4.9
13	52.1	0.4	0.9	1.3
Aug. 8	47.6	1.2	1.2	2.4
23	39.2	0.7	0.7	1.4
30	42.7	3.3	6.7	10.0

## Mean standard length

Females with parthenogenetic eggs: 0.74 mm.

Females with a resting egg: 0.83 mm.

Males: 0.62 mm.

めて示したので抱卵数の変動などを知ることができなかった。

1尾あたりの抱卵数の時期的変化を示すと Text-fig. 4 のようであって、群集の出現初期（6月15日）には1~12個の範囲にあり平均7.5個であるが、6月22日には平均4.9個に減少し、以後ひき続いて減少してゆき8月下旬には1~4個、平均2.0個と非常に低い値となった。

すでに Text-fig. 3 に示したように、抱卵した雌の平均体長は時期の推移につれてやや小さくなるようであるが、その差はきわめて僅かであって、このような抱卵数の減少が雌の体長の小型化によるのみおこるものかどうかは疑問である。

ここで抱卵数と体長との関係を見ると著しい個体変異が認められるが、その間の全体的傾向を知るためにすべてのサンプルについて体長別の抱卵数の範囲及び平均抱卵数をまとめてみると Table 4 のようになり、体長の大きいほど抱卵数が多いことがわかる。

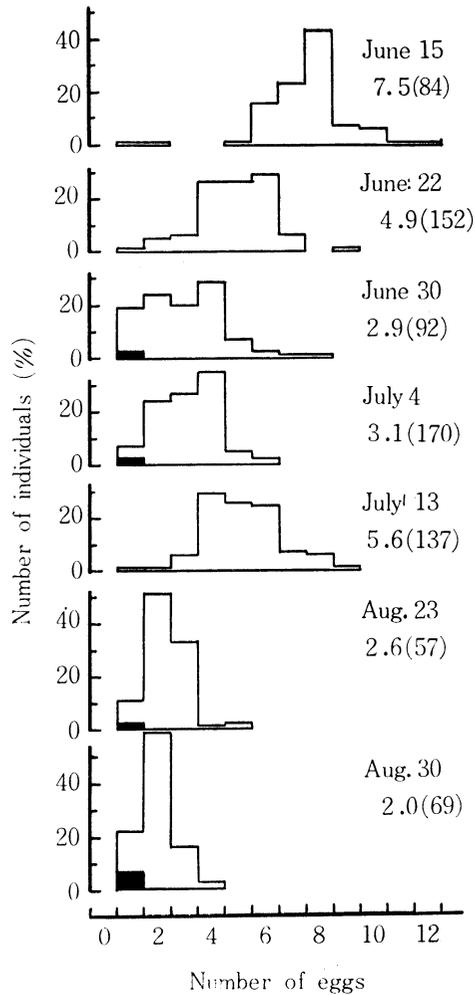
しかし同様に各サンプルの抱卵雌の体長と平均抱卵数との関係の時期的変化をみても (Text-fig. 5)、両者の間にはいずれも直線の関係があって、同一体長区間のものの平均抱卵数が時間の経過とともに著しく減少してゆく過程が明らかに認められた。なお耐久卵数については、1個をもつ個体のみ見出され、LOCHHEAD<sup>4)</sup> の報告しているような2個をもつものは全くみられなかった。

## 6. 季節的消長と有性生殖個体出現との関連

最後に有性生殖個体の出現量を群集の季節的消長との関連においてみると Text-fig. 6 のとおりである。

すでに述べたように、有性生殖個体は6月下旬にはじめて出現し、その時における群集全体に対する出現率は、耐久卵保有雌0.4%、雄7.3%、計7.7%であり、その後ひきついて1~5%程度みられ、群集消滅直前の8月下旬にはそれぞれ3.3%、および6.7%、計10.0%であった (Table 3 参照)。

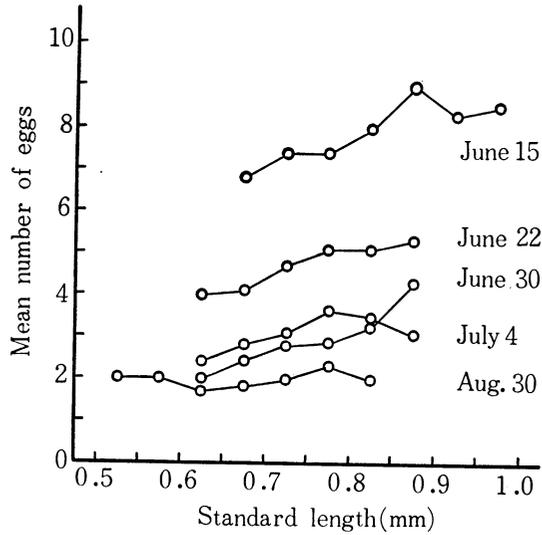
すなわち有性生殖は、単為生殖による群集の増大が最高に達する直前から始まり、有性生殖の発現後は急速に群集密度が低下してゆくことが認められる。



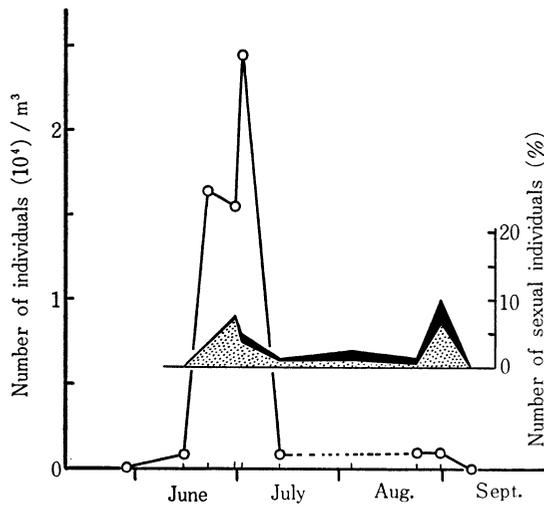
Text-fig. 4. Variation in the number of eggs in each sample. White column: parthenogenetic eggs; black column: resting eggs. Mean number of eggs per brood is shown by figures. Those in parentheses indicate the number of individuals examined.

Table 4. Relationship between number of eggs and the standard length for all the samples.

Standard length	Number examined	Number of eggs	
		Range	Mean
0.45—0.50 mm	1	—	3.0
0.50—0.55	1	—	2.0
0.55—0.60	1	—	2.0
0.60—0.65	86	1—6	2.5
0.65—0.70	126	1—8	3.5
0.70—0.75	253	1—10	4.5
0.75—0.80	213	1—10	4.1
0.80—0.85	98	1—10	4.3
0.85—0.90	24	1—12	5.2
0.90—0.95	6	1—9	6.7
0.95—1.00	3	1—11	6.0



Text-fig. 5. Changes in the relationship between number of eggs and the standard length.



Text-fig. 6. Percentage of sexual individuals in relation to changes in population density.

Black part: females with a resting egg; dotted part: males; open circle: population density expressed by number of individuals per m<sup>3</sup>.

## 考 察

ある時期を通じて *Penilia* 群集が追跡された場所では、秋季に群集が次第に消滅してゆくことが知られているが<sup>4)</sup>、本水域における *Penilia* についても同様なことがいえる。伊勢三河湾においては12月(水温約 15°C)まで出現するようであるが<sup>6)</sup>、本水域ではそれより遙かに早く群集がみられなくなる。この

ことは、強内湾性を示すこの水域の海洋学的諸条件が *Penilia* 群集に対してより苛酷な意味をもつものと解される。

有性生殖の発現後、急速に群集がみられなくなる過程が明らかとなったが、この場合、単為生殖より有性生殖への移行に先行して、単為生殖卵の平均抱卵数——換言すれば群の生産性——が低下していることがわかる。これは淡水産枝角類について一般的に知られているところ（例えば BERG<sup>13)</sup>）と符合する。

淡水産枝角類では、卵生産に影響する要因のうち最も重要なものとして、餌の量、水温、水中溶存酸素量、群集密度などが考えられている<sup>14)</sup>。これまでのところ、*Penilia* における生産性の低下原因および有性生殖発現の機構などについて、環境条件との関連において明らかになし得ていないが、少なくとも餌料生物としての利用——大量培養——をはかるにあたっては先ずこの問題に対する実証的研究が必要と考えられる。

従来 *Penilia* の生殖タイプに関する記述は乏しい。LOCHHEAD<sup>4)</sup> は北米 Woods Hole 付近での 8 月の観察で「*Penilia* 群集の 1~2% が雄で、耐久卵をもつ雌はこれより少なかった」と述べているが、これに比べるとここに得られた有性生殖個体の割合はかなり高いといえよう。

しかし、特に耐久卵保有雌の出現率は、淡水産種（例えば本種と同じ Sididae に属する *Sida crystallina*<sup>14)</sup> や、あるいは Daphniidae に属する *Moina macrocopa*<sup>15)</sup> など）のそれに比してはるかに低い値である。

本水域における *Penilia* も秋~冬の低温期を耐久卵の形で過すものと考えられ、また形成された耐久卵はおそらく海底に沈むのであろうと推定されるが、その所在は確認されていない。

## 摘 要

瀬戸内海備後灘に面する 2 定点において、1966~1967 年の 1 年間海産枝角類の調査を行なった。出現した 5 種のうちウスカワミジンコ、*Penilia schmackeri* RICHARD, について若干の観察を行ない、次のような結果を得た。

1) *Penilia* の出現は 6 月中旬にはじまり、その後急激に増加して 7 月初旬に最高約 25,000 個体/m<sup>3</sup> の密度に達した。以後急速に減少してゆき 9 月にはみられなくなった (Table 2)。

2) 体長の分布は 0.38~0.93 mm にわたるが、大別して大小の 2 群にわかれ、大型群は主として抱卵個体群より成る (Text-fig. 3)。

3) *Penilia* の体長は出現初期から順次僅かながら小さくなるようであるが、雌 1 尾あたりの抱卵数は出現初期の平均 7.5 個より時日の経過とともにきわめて顕著に減少する傾向が認められ、8 月末には平均 2.0 個となった (Text-fig. 4)。

4) いわゆる夏卵を有する個体の占める割合は、出現初期にすでに 25% を示し、7 月初旬に最高 69% に達し、以後次第に低下して 40% 前後に至るが、途中 6 月末頃より、すなわち群集密度が最高に達する直前に雄個体とともに耐久卵をもつ雌個体が現われ、それら有性生殖個体群の出現率は群集の消滅前に最高に達し 10% に及んだ (Table 3, Text-fig. 6)。

本研究を行なうにあたり終始懇切なご指導を賜った本学部中村中六教授、村上豊教授に謹んで感謝の意を表す。また有益な助言を与えられた笠原正五郎助教授に厚く御礼申し上げる。

## 引用文献

- JORGENSEN, O. M.: On the marine Cladocera from the Northumbrian plankton. Jour. Mar. Biol. Assoc. U. K., **19**, 177-226 (1933).
- BAINBRIDGE, V.: Some observations on *Evadne nordmanni* LOVÉN. *ibid.*, **37**, 349-370 (1958).

- 3) BAKER, H. M.: Studies on the Cladocera of Monterey Bay. Proc. Calif. Acad. Sci., Ser. 4, **23**, 311-365 (1938).
- 4) LOCHHEAD, J. H.: On the distribution of a marine cladoceran, *Penilia avirostris* DANA (Crustacea, Branchiopoda), with a note on its reported bioluminescence. Biol. Bull., **107**, 92-105 (1954).
- 5) CHENG, C.: On the fertility of marine Cladocera with a note on the formation of the resting egg in *Evadne nordmanni* LOVÉN and *Podon intermedius* LILLJEBORG. Jour. Mar. Biol. Assoc. U. K., **26**, 551-561 (1947).
- 6) 中村中六・広瀬一美: 伊勢三河湾における海産枝角類の出現の季節的消長その他について. 日本プランクトン研究連絡会報, 松江教授還暦記念号, 151-156 (1967).
- 7) 村上 豊・遠部 卓: 靛臨海実験所付近の海産枝角類について. 同上, 123-127 (1967).
- 8) STEUER, A.: Die "Arten" der CladocerenGattung *Penilia* DANA. Mitt. Zool. Mus. Berl., **19**, 80-83 (1933).
- 9) 上野益三: 日本動物分類. 鰓脚目 (甲殻綱), p. 43-44, 三省堂, 東京 (1937).
- 10) 小久保清治: 浮游生物分類学. p. 275, pl. 21, fig. 35, 恒星社厚生閣, 東京 (1955).
- 11) 山路 勇: 日本海洋プランクトン図鑑, p. 193, pl. 88, fig. 7a, b, 保育社, 大阪 (1966).
- 12) 日本海洋学会 (編): 海洋観測指針, p. 136-147, 東京 (1955).
- 13) BERG, K.: Studies on the genus *Daphnia* O. F. MÜLLER with special reference to the mode of reproduction. Vidensk Meddr. dansk. naturh. Foren, **92**, 1-222 (1931). (CHENG<sup>5</sup>), GREEN<sup>14</sup>) より引用).
- 14) GREEN, J.: Seasonal variation in egg production by Cladocera. J. Anim. Ecol., **35**, 77-104 (1966).
- 15) MURAKAMI, Y.: Studies on the winter eggs of the water flea, *Moina macrocopa* STRAUS. Jour. Fac. Fish. Anim. Husb. Hiroshima Univ., **3**, 323-350 (1961).

## SUMMARY

The population of the marine cladocerans was followed up at the two stations in Bingo-Nada, the Inland Sea of Japan, during the period from November 1966 through October 1967.

By the observations made on *Penilia schmackeri* RICHARD, one of the five species of cladocerans occurred, the following results were obtained:

1) *Penilia* first appeared in the middle of June; then a sharp increase in number was observed, reaching the maximum value of about 25,000 individuals per cubic meter in early July. After that, the numbers decreased rapidly to zero towards September.

2) Standard length varied within the range of 0.38 to 0.93 mm. There was a general tendency that groups of two sizes seemed to be seen. The larger group was mainly composed of egg-bearing females.

3) The standard length of females with eggs seemed to become gradually smaller from the time of its appearance to the later period, while the fertility as expressed in quantity of eggs or embryos per brood was highest (7.5) at first, followed by a drastic decrease thereafter.

4) Females with summer eggs took up about 25% of the population in the middle of June just after its first appearance. They attained their maximum (69%) in early July, then gradually decreased in number to about 40%. Sexual individuals, namely females bearing a resting egg and males, occurred already in late June, shortly before the highest population density, and continued to be seen until the end of August when *Penilia* was going to disappear.

## EXPLANATION OF PLATE 1

*Penilia schmackeri* RICHARD

Fig. 1. Female with seven parthenogenetic eggs. Standard length: 0.60 mm.

Fig. 2. Female with a resting egg. Standard length: 0.85 mm.

Fig. 3. Male. Standard length: 0.67 mm.

r: rostrum; a: 1st antenna; p: penis.

