

海・人・自然

東海大学博物館研究報告



No. **4**
2002

**Science Reports of
The Museum, Tokai University**

神奈川県の水族館史

—首都近郊における明治23年(1890)以降の水族館の発展—¹⁾

鈴木 克 美²⁾

History of Aquaria in Kanagawa Prefecture, Central Japan,
for the Prosperity of a Group of Aquaria Close to Tokyo Metropolis
since the Year 1890.

Katsumi SUZUKI²⁾

Abstract

Kanagawa Prefecture is situated in central Japan, is close to the Tokyo Metropolitan area, and has many old and new well-known tourist spots. In this prefecture, 20 aquaria have opened since the aquarium in Misaki Marine Biological Laboratory, Tokyo University, opened in 1890. The most recent was Yokohama-Hakkeijima Sea Paradise Aquamuseum opened in 1993. Some of them have played an important role in the progress of aquaria not only in this prefecture but also in Japan. Among them, Enoshima Aquarium No. 2, opened in 1925, despite being a small private aquarium, tried to build itself into an excellent large new aquarium (Fig. 9) on Enoshima Island with a group of famous biologists and museologists belonging to the Japanese Association of Museums. Aburatsubo Aquarium, Tokyo University, opened in 1932, set the fashion of a pleasure trip for aquarium among the peoples of Kanagawa Prefecture and its vicinities. Enoshima Aquarium No. 3 (the most recent) led the way as the first scientific modern aquarium in Japan. Yomiuri Land Marine Aquarium, Keikyu Aburatsubo Marine Park Aquarium, and Yokohama-Hakkeijima Sea Paradise Aquamuseum have shown their potentials as large aquaria and as a hub of the theme park themselves. The Marine Aquarium in Yokohama Municipal Makado Primary School and Sagamihara Municipal Sagamigawa Fureai Kagakukan, though small, have intrinsic value as aquaria. The present paper outlines the balances and relations between a great number of attendance and the educational and scientific works among aquaria, especially large-leisure-type ones.

緒 言

1882年, 上野動物園内に誕生した小規模な水族館「観魚室(うをのぞき)」創設に始まる日本の水族館史は, 本年でちょうど120年を経た。すでに報告したように, わが国水族館史の展開については久田

(1966-67), 廣崎(1970), 山本(1970, 1980a, b, c), 堀家(1975)らによって概略がまとめられて以来, 最近までそれら先駆的な記述に対する補正は加えられてこなかった(鈴木, 2001a, b)。第二次世界大戦前のわが国に存在した水族館の数も, これまで, たとえば十数館程度(江ノ島水族館, 1979)と過少

¹⁾東海大学海洋科学博物館研究業績 No. 197

Contributions from the Marine Science Museum, Tokai University, No. 197

²⁾東海大学海洋研究所 424-8610 静岡県清水市折戸3-20-1

Institute of Oceanic Research and Development, Tokai University, 3-20-1 Orido, Shimizu, Shizuoka 424-8610, Japan

に見積もられてきたようであるが、最近の調査によって、わが国水族館史の創始期といえる明治期の29年間（1882～1911）にも北海道から九州までの各地に16、7館がつくられ、それ以後新旧交替しつつ水族館の数は増加して、第二次大戦直前には全国に45、6館またはそれ以上多数の水族館があったこと、水族館の意義やあり方に関する議論がすでに交わされていたことなど、新しい知見を加えることができた（鈴木、2001a, b）。筆者は前々報（鈴木、2001a）および前報（鈴木、2001b）で、わが国水族館史の始点から第二次世界大戦前までの水族館の変遷についての概説を試みたが、その後も各地に埋もれていた情報資料が次々に追加されて、まだ年表を編むことも困難な段階に止まっている。

そこで本報告では、資料調査をほぼ終了したと信じられる神奈川県的水族館史について、とりまとめて報告することにした。同県の水族館史をことさら取り上げて報告するのは、明治の黎明期以来、わが国の他地方に先駆けて水族館が開設され、今日に至るまでほとんど途絶えずに水族館がつくられ運営されてきたこと、それら水族館は規模内容も多様でその時々の世相ないしわが国の水族館事情を反映し代表していたとみなされること、わが国の水族館の近代化をリードしたと信じられる水族館が次々に出現し、日本水族館史の縮図とも思えることなどの理由からである。本報告の表題からはやや逸脱するが、神奈川県における水族館の発展を追いながら、なおその時々の全国水族館事情をも照合しつつ議論を進

めてゆくことにしたい。

本報告をまとめるに当たり、原稿を読んでいただいた吉田啓正、西 源二郎の両氏に深謝する。また調査に便宜を計られ、資料提供などにご協力下さった方々のお名前を記してご厚意に深くお礼を申し上げる：秋久成人氏、出口吉昭氏、廣崎芳次氏、布留川信行氏、古川鈴子氏、真下齊氏、西 源二郎氏、小倉尚志氏ほかの小倉久武氏ご遺族、庄田博輔氏、寺内陽一郎氏、吉田啓正氏、堀 由紀子氏、樺沢洋氏、森谷定吉氏、田村 保氏、千葉健治氏、中村保昭氏、J. F. Simard氏（順不同）。

1. 明治期の神奈川県に三つの水族館

まず、明治期（1911年まで）に三崎、江ノ島、横浜に次々に開設された三つの水族館について述べる。

神奈川県に最初作られた水族館は、明治19年[1886]に三崎町仲崎海岸に建てられた東京大学理学部附属臨海実験所内の「水族館」である。開設は明治23年[1890]夏と信じられる（鈴木、2001a）。この「水族館」は、横1.5m、奥行1.2m、高さ0.9mのセメント水槽の前後両面にガラス窓を設け、高さ0.6mの台上に置いた設備をこう呼称

商業登記公告

保士谷里物株式會社 登記事項中取締役改選ニ付キ左ノ通リ變更ス
取締役ノ氏名住所
橘樹郡保士谷町岩間千二百四十番地
横濱市福曜町一丁目 鈴木 政吉
同市西戸郡町六百四十四番地 渡邊 通三
右明治三十五年七月三十一日株式會社登記簿第二冊第五號へ登記ス

横濱區裁判所 神奈川出張所
江ノ島水族館株式會社 登記事項中左ノ通リ變更ス
一取締役ノ氏名住所
久世五市郎及小篠油根へ辭任ス
一目的
水族ヲ蒐集シ衆人ノ觀覽ニ供シ並ニ水産物ヲ收買販賣ス
右明治三十五年八月一日株式會社登記簿第九號へ登記ス

横濱區裁判所 藤澤出張所
松式會社横濱勸業場へ監査役ヲ改選シ左ノ通リ變更ス
監査役ノ氏名住所
同市同町二丁目五十番地 若命富作
同市同町二丁目五十八番地 永井貞元
右明治三十五年八月一日株式會社登記簿第九十號へ登記ス

東京印刷株式會社
選シ左ノ通リ變更ス
横濱區裁判所
一取締役並監査役ヲ改

Fig. 1 News clipping of a public notification on the registration of alterations for purposes and executives in Enoshima Aquarium (No. 1) & Co. Ltd. in Yokohama Boeki Shinpo on 3 August 1902.



Fig. 2 News clipping of an advertisement on the opening of Enoshima (No. 1) Aquarium in Tokyo Asahi Shinbun on 24 August 1902.

したのであった。ガラス窓付きの大型水槽は「当時すぐれて先進的な施設」（磯野，1988）で、当時の欧米における卓上可動水槽をaquariumと唱えた認識を逸脱するものではなかった（永澤，1911；TAYLOR，1993；鈴木，1994）。同実験所は明治31年〔1898〕に油壺へ移転し、実験所移転後も水族飼養室（水族館）はふたたび併設されて希望者に公開され、明治42年〔1909〕6月以降は「水族館」と正式に命名されて無料公開された（磯野，1988；鈴木，1994，2001a）。この「水族館」が、大学附属臨海実験所に併設されたわが国最初的水族館となった（鈴木，2001a，b）。

次いで明治35年〔1902〕、川口村江ノ島に江ノ島水族館が開かれた。既報（鈴木，2001b）の通り、神奈川県には「江ノ島水族館」を名乗った水族館が前後3館あって、第一と第二が江ノ島々内にかつて存在し、第三が片瀬海岸に現存する。うち第一（明治期）の江ノ島水族館については明治36年発行の『堺水族館図解』（第五回内国勸業博覧会堺水族館事務所，1903）にその存在が示唆されているが、長らく実態は不明であったところ、下川（2000）の編んだ年表中に「明治35年8月24日江ノ島水族館が開館」という記載が現れた（鈴木，2001a）。その出典は明らかでなかったが、藤沢市文書館（1993）に横浜貿易新報からの転載として「明治35年8月3日（付）商業登記公告江之島水族館株式会社取締役二名の辞任と目的変更」の公告（Fig. 1）と、「同年8月24日（付）江ノ島水族館開館（広告）」の記載を見だし、いずれも横浜貿易新報の同日付の紙面で確認できた。この広告には開館日の記載がなく、しかも同一内容の広告が同月26日の紙面にも掲載されているが、同年8月24日付東京朝日新聞に「廿四日より」と記された同一趣旨の広告が掲載されているところから、この水族館の開館日が特定できた（Fig. 2）。

第一（明治期）の江ノ島水族館設立の動機は直接には不明であるが、同年9月1日に藤沢から片瀬（現在の江ノ島駅）まで江ノ島電鉄（江ノ電）が開通したのが契機になったのではないかと推測される。水族館の外観、規模、設備内容ほかについても、資料未発見のため不明である。ただ、上記「商業登記公告」の株式会社の目的変更項目に「水族ヲ蒐集シ衆人ノ観覧ニ供シ並ニ水産物ヲ収集販売スルヲ以テ営業ノ目的トス」とあるところから、その業務内容および運営方針の一端が窺われる。これはナポリ水

族館の運営（雨宮，1933）になったものかもしれないが、『堺水族館図解』（第五回内国勸業博覧会堺水族館事務所，1903）の「元より興行的のもの」とされている記述をも想起させる。

登記公告の社名が江之島水族館株式会社とあるところは、広告の江ノ島水族館という記載と一致しないが、同地では明治時代あるいはそれ以前より現在に至るまで、地名および関係諸施設の呼称として、江ノ島、江の島、江之島（ときに江島とも）と混称して表記する習慣があり、同一施設でも不用意に、あるいは意識的に混称される場合が珍しくない。前後三つの江ノ島水族館の館名もまたその例外ではない（後述）。

第一（明治期）の江ノ島水族館の所在地は明確ではないが、江ノ島へ渡ってすぐ左側、現在の江ノ島1丁目3番地付近ではなかったかと推察される（後述）。これに関連して明治12年〔1879〕夏、当地に滞在して腕足類ほかの研究に当たった東京大学教授E. S. MORSEのために用意され、MORSEが「太平洋岸で唯一の動物学研究所」と喜んだという（磯野，1987）。江ノ島の動物学研究所Zoological Stationの所在地は、すでに現在の江ノ島1丁目6番地と確定されている（磯野，1987）。本調査によって推定された第一の水族館の位置は、それよりもやや手前の橋のたもと近くに当たる（後述）。

この第一の江ノ島水族館がいつまで存在したのかは、不明である。しかし、長くはつづかなかつたのではあるまいか。明治39年〔1906〕9月23日付の貿易新報（横浜貿易新報の改称）に「江ノ島海岸で鯨が捕らえられ、江ノ島の江戸屋が買取って横浜市の水族館に売り渡す約束」、同月25日付「鯨愈々来る…（横浜市）羽衣町の土屋虎太郎氏が買い受け26日から7日間弁天社内で」同月27日付「土屋徳太郎氏が700円を出して買取り教育の一端にと弁天社境内で」などという記事がある。県知事が江ノ島まで「クジラ見物」に来たほどの当時の一大事件に対して、江ノ島水族館が関与した形跡が新聞報道に見いだせないのは、このとき同館がすでに閉館していたためかと推測される。この記事に「横浜市の水族館」とあるのは、その2か月前に建設された横浜教育水族館に相違あるまい（下記）。

神奈川県で第3番目の水族館は、明治39年〔1906〕7月13日に開館した、上記の横浜教育水族館である。この水族館も下川（2000）の年表に記載

されるまではほとんど忘れられた存在であった（鈴木、2001a）。下川（2000）の記載には原典が示されていないが、同年7月12日付貿易新報に「来る十三日午後六時より羽衣町弁天社内横浜教育水族館開館」という枠囲みの見出しと、13日竣工して午後1時より開館式との水族館紹介記事があるのを確認した。記事中に「教育上実地研究の資料」ともある（Fig. 3）。少し遡って同年7月8日付貿易新報の会社登記公告欄には「商号株式会社横浜教育水族館、本店横浜市羽衣町式丁目巖島神社境内、目的：水産動植物ヲ蒐集放養シ観覧料ヲ徴シ公衆ノ縦覧ニ供シ教育及実業研究ノ資料トナスヲ以テ営業ノ目的トス」とある。同社設立日は明治39年6月19日、会社存立の



Fig. 3 News clipping on the opening of Yokohama Kyoiku Aquarium, Yokohama, in Boeki Shinpo on 12 July 1906.

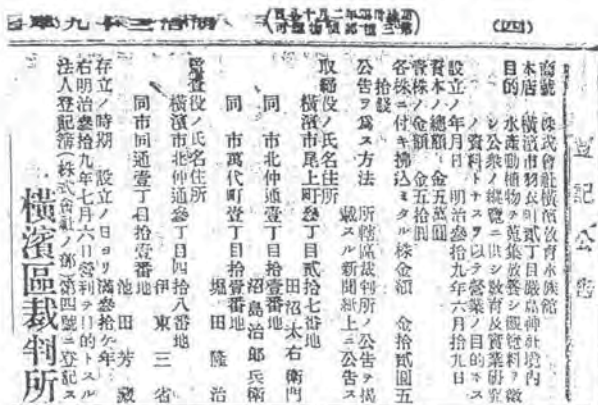


Fig. 4 News clipping of a public notification on the commercial registration of Yokohama Kyoiku Aquarium & Co. Ltd., Yokohama, in Boeki Shinpo on 19 June 1906.

時期は設立日より「満30ケ年」である（Fig. 4）。館名に「教育」の二字を冠し、会社設立目的に「教育及実業研究の資料となす」としたところに、会社経営とはいえ、水族館設立趣旨について前記江之島水族館株式会社のそれとは違う、あるいは進歩した経営意識が窺われ、先進の『浅草公園水族館案内』（藤野、1899）や『堺水族館図解』（第五回内国勧業博覧会堺水族館事務所、1903）の同趣旨の解説文（鈴木、2001a）との共通性、ないしその影響を受けた様子が推測される。ただし、水族館の外観、規模内容、設備、活動状況についての資料は未発見である。

明治期に横浜教育水族館が所在した現在の中区羽衣通は、当時は海浜であった。前記したように、横浜教育水族館は明治39年9月に江ノ島で捕獲された鯨の買い受けに関わったと報道されている。ただし、鯨買い受けに当たったと報道された「羽衣町の土屋虎太郎」および「土屋徳太郎」という人物は会社定款の役員名にもなく、水族館との関連は不明である。水族館の所在地の羽衣町の弁天社境内は、当時さまざまな興行の開催場所であった。横浜教育水族館の開館後の経過や、同館がいつ閉館したかかについては、今のところ不明である。なお、同館の後、「教育」の名を冠した水族館が全国に少なくとも三つ出現している。名古屋教育水族館（愛知県・明治43年[1910]）、松島教育水族館（宮城県・昭和2年[1927]）、島根教育水族館（島根県・昭和3年? [1928?]）がそれで、いずれも私立水族館であった（鈴木、2001b）。相互の関連は不明であるが、おそらく互いに無関係だったのではあるまいか。

2. 大正末・昭和初期の江ノ島水族館と新水族館建設計画

大正期に新設された神奈川県的水族館は、大正14年[1925]開館とされる（廣崎、1970）第二の江ノ島水族館の1館だけだったようである。同館の開館月日は未詳である。江の島の今昔展実行委員会（1984）の年表中「昭和元年[1925]」の項に「東町に江の島水族館開館」とあるが、この資料の記載には信憑性に疑問がある。同年は大正末年[大正15年]と重複して1926年に当たり、しかも、年末の6日間だけなので誤記の可能性が大きい。ここでは廣崎（1970）にならって大正14年としておく。

この第二（昭和初期）の江ノ島水族館がいつまであったかははっきりしない。昭和10年〔1935〕ごろまでは営業していたともいい（廣崎，1970），第二次大戦後，昭和26年〔1951〕ごろまで建物は残っていたが，水族館としての営業は戦前に終わっていたともいう（山本久利，片野雄夫，談話）。昭和4年〔1929〕に出版されたE. S. モース著・石川欣一訳



Fig. 5 Vacant ground of former Enoshima Aquarium (No. 2) beyond the concrete fence bordering on the left side of path, northeast side of Enoshima Island (photographed on 15 August 2001).

『日本その日その日』(MORSE, 1917, "Japan Day by Day" の和訳書)の序文に、訳者石川の父に当たる石川千代松が「(モース)先生には江の島の今日水族館のある辺の漁師の家の一室を借りて…」と記した「江の島の今日水族館」というのは、開館間もない第二(昭和初期)の江ノ島水族館だったに相違あるまい(モース・石川, 1929)。

第二の江ノ島水族館の旧所在地は、現地での調査により、江ノ島へ渡ってすぐ東側に入った江ノ島1丁目3番地であったとほぼ確認された。2001年現在はコンクリート堀とフェンスに囲まれた空き地になっている (Figs. 5, 6)。この第二 (昭和初期) の江ノ島水族館は「江ノ島娯楽館」とも呼称していて、水族館に舞台付きの演芸場などを併設し、地元では「娯楽館」の方が通りがよかったという (山本久利, 片野雄夫, 間宮虎雄, 談話)。水族館の所在地番を明記した資料は得られなかったが、その裏付けとなる資料2点を示す (Figs. 7, 8)。

第二の江ノ島水族館と先述の第一（明治期）の江ノ島水族館との関係ははっきりしない、無関係だったのかもしれない。ただし、第一第二の二つの江ノ

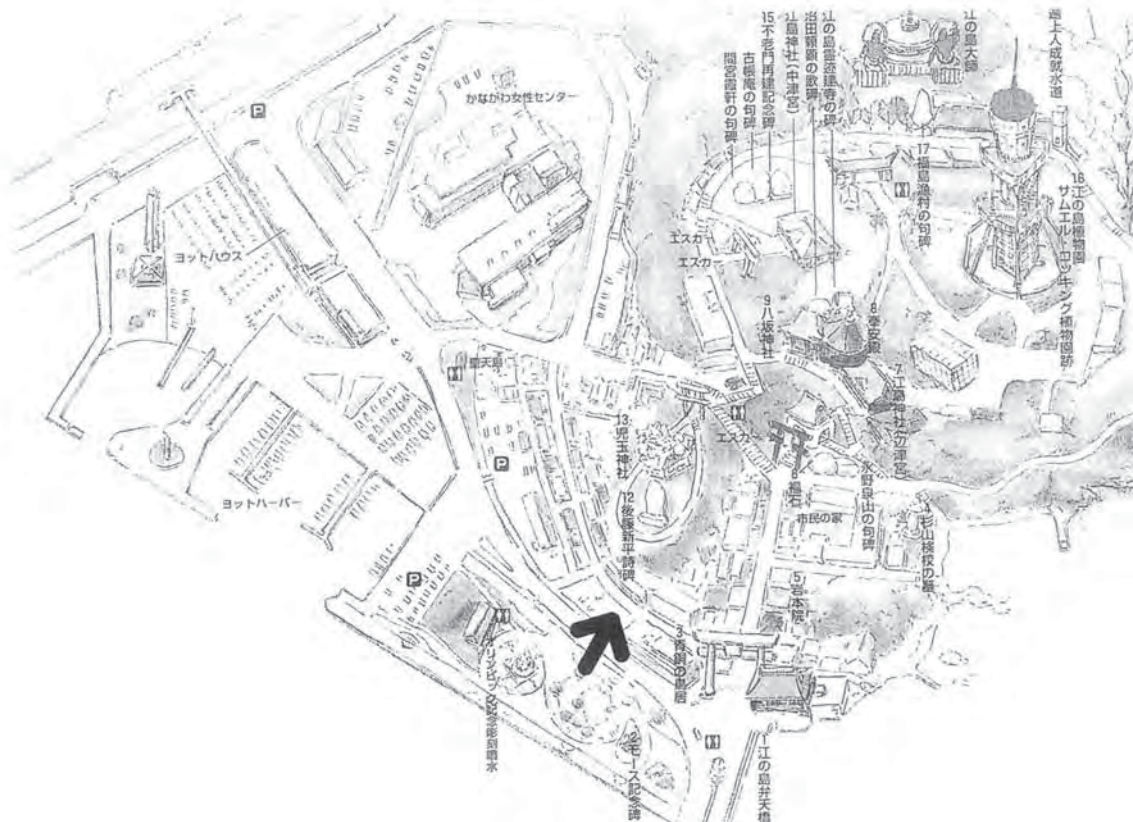


Fig. 6 Location of Enoshima Aquarium (No. 2) (arrow), Enoshima, opened in 1925 at the northeastern side of Enoshima Island (revised from the recent guide map of Enoshima published by Fujisawa Municipal Office).

島水族館の所在地は、ほとんど同一だったように思われる。

第二（昭和初期）の江ノ島水族館も（第一のそれと同じく）私立で規模も小さく、先述の通り明らかに営利本位の水族館であった。個人経営であったか株式会社組織であったかは突き止められなかったが、別の意味でわが国の水族館史上重要と思われる記録を残しているため、その内容と経緯についてやや詳しく紹介しておきたい。

すなわち、当時の江ノ島水族館主田中鑑一郎は、昭和3年〔1928〕に博物館事業促進会（日本博物館協会の前身）が結成されると、直ちに会員として参加した上で、同年中に平山威信同会長および棚橋源太郎常務理事に対して、同水族館を発展させた「海洋博物館」の創設構想と、この構想に対する同会の援助を繰り返し熱心に訴えた。その計画は「江ノ島仮棧橋左詰海岸に沿った二千数百坪の埋立地に水族館と海洋博物館又は水産博物館を併せ建設せんとするもの」であった（無記名、1928a）。首都圏にまだ本格的な水族館がなかった当時、江ノ島に壮大な水族館招致の構想を展開した田中の真意は定かではないが、博物館事業促進会はこの要望に呼応して、同年10月31日の理事会で「江の島海洋博物館並水族

館建設者の依頼に応じ」臨時委員会設置を決定し、石川千代松、塚本靖、宮島幹之助、棚橋源太郎、谷津直秀、三宅驥一（いずれも同会理事または評議員）に委員を委嘱した（無記名、1928b）。

委員会で決定した計画案の骨子は次の通りである（無記名、1929a）：

- 一、水族館水産陳列室及研究室等は同一建物に収めて階下を水族館、階上に陳列室、研究室を設ける。
- 二、無脊椎動物、魚類、両生類、爬虫類、鳥類及び哺乳類を飼育展示する。
- 三、哺乳類、鳥類、大型魚類のために館外にプールを設ける。
- 四、昆虫類、両生類及び爬虫類の陳列飼育室は階上に設け、とくに暖地性の植物を配置する。
- 五、水槽は淡海両方とし、予備槽を設ける。
- 六、夜間の観賞にも当てる。
- 七、陳列室に展示する標本模型を充実させる。
- 八、研究室に実験用機器を設備、淡水水の配管、研究者に座席その他の設備利用の便をはかる。
- 九、建築設計図の製作は棚橋委員担当とする。

同委員会はその後検討を重ね、翌昭和4年〔1929〕2月に設計図を作成、同年5月の『博物館研究』第2巻5号誌上に「江の島水族館設計」と題する建築構想図を発表した（委員会記事は江ノ島と

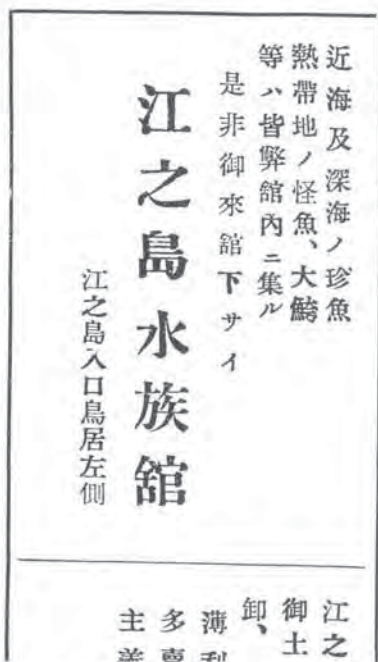


Fig. 7 Advertisement of Enoshima Aquarium (No. 2) showing its location as "on the left hand of the torii, shinto archway, at the entrance of the Island, Enoshima" (anonym, 1929e).

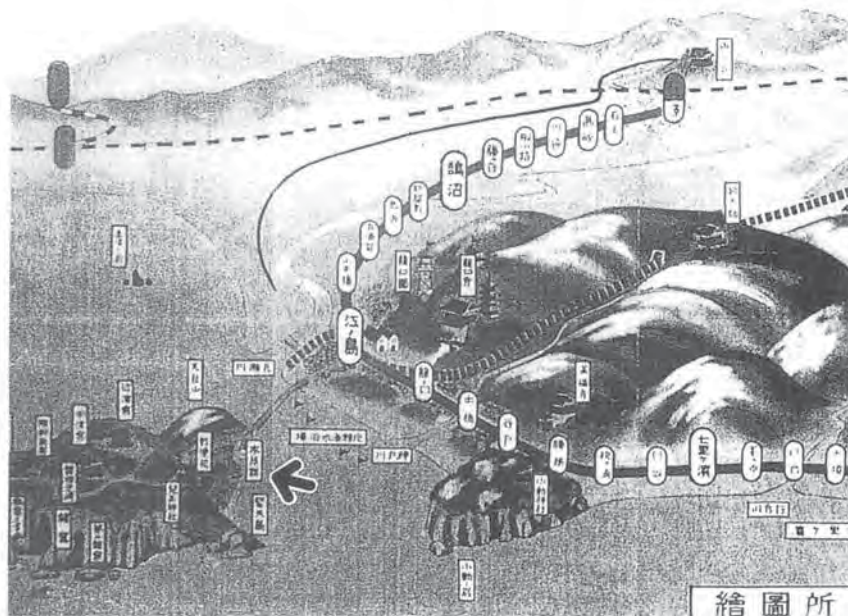


Fig. 8 Location of Enoshima Aquarium (No. 2) (arrow) within Enoshima Island on Enoshima Electric Railway along the seashore of the east coast of Sagami Bay (revised from an old guide map along the railway line, unknown publication).

江の島の両方を混用。ここでは「江の島」(無記名, 1929d; Fig. 9). 生物関係は谷津委員の担当で(無記名, 1929b), 収容予定の生物リストも設計図の発表とともに公表された(無記名, 1929d). 同水族館の新構想は, 現在見ても立派なもので, 建物の外観構成ともにナポリ水族館(雨宮, 1933)を連想させるところが多く, 展示予定水族のリストもナポ

リ水族館のそれに倣ってつくられたと想像される(やつ, 1906). しかし, 計画はその後進展せず, 上記の構想案発表を最後に『博物館研究』誌上には関係記事も見られなくなった。

この(新)江ノ島水族館建設計画が実現しなかった理由は必ずしも明確ではないが, 日本博物館協合理事長の現職のまま昭和10年[1935]に逝去した石

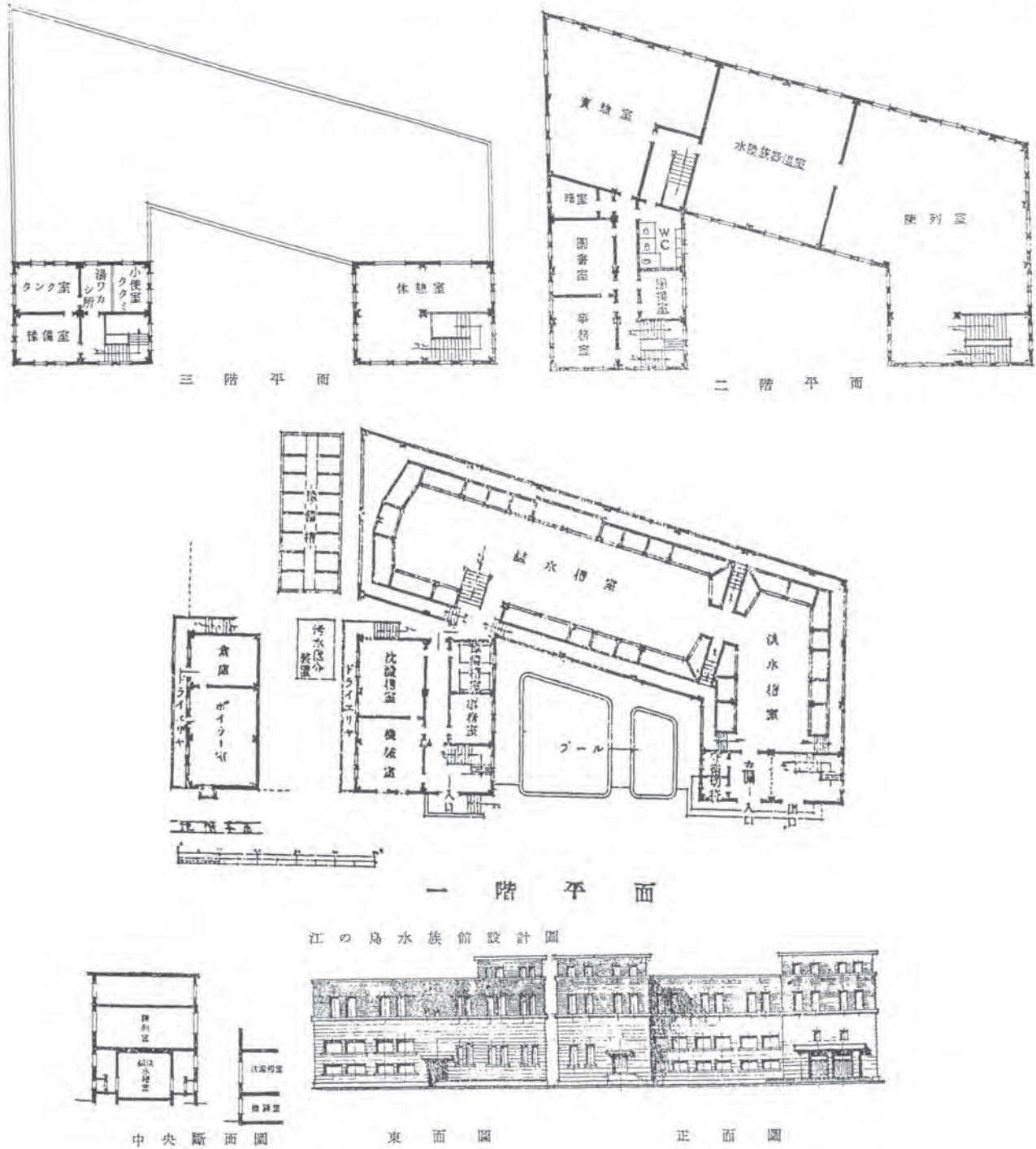


Fig. 9 Design plan for "New Enoshima Aquarium, 1929" of which could not be brought to realize. Top left, the 3rd floor; top right, the 2nd floor; center, the 1st floor; bottom, outline of the aquarium (revised from anonym, 1929e).

川千代松への追悼文中に「発起者たる田中鑛一郎御尊父の御遠逝によって頓挫」と棚橋源太郎が書いているのが、現在では唯一の手掛かりとなっている（棚橋，1935）。

しかし、この構想の挫折を惜しんでであろう、その後まもなく、せっかくの計画を生かしてさらに新しい水族館（海洋博物館）を江ノ島に建設しようとする運動が起こった。昭和7年[1932]、石川千代松が事業計画筆頭発起人となって展開された水族館・海洋博物館・海洋研究所の設立を希望する署名運動にその一端が窺われる。この運動は前記の博物館事業促進会の新水族館設計案を骨子とし、これを引き継いで生かそうとしたものであった。廣崎（1985）によれば、新しい江ノ島水族館設立運動の趣意書の実質的な執筆者は、後年、第三の江ノ島水族館長となった雨宮育作であった。石川千代松の愛弟子であった雨宮自身も、のちに『江ノ島水族館25年の歩み』の座談会で、「昭和になってから江ノ島に石川先生にお供して行った…石川先生は江ノ島のおもだった人を集め、水族館を作る計画を話され協力を求めた」という談話を残している（雨宮ほか，1979）。雨宮の執筆になる「新しい江ノ島水族館」設立趣意書に盛り込まれた水族館構想は、やはり、ナポリ水族館をモデルにしたものであったという（廣崎，1985）。

しかし、たいへん残念なことに、この計画も、ついに実らずに終わった（雨宮ほか，1979）。再度の挫折の原因は、棚橋（1935）と寺尾（1935）が、石川への前記追悼文中で、新しい水族館計画が石川を中心として進行中であったこと、石川がこれに力を注いでいたことに交々触れているところから推して、おそらく同計画推進の中心人物であった石川千代松の逝去に大きく影響されたのではないと思われる。昭和初期にこのような立派な、第一級の水族館構想があったことに驚かされる一方、これが計画段階で頓挫してついに実現しなかったのは、その後のわが国水族館の発展にとって惜しまれる。

ちなみに昭和11年[1936]7月、愛知県新舞子に開館した東京大学農学部附属実験所の水族館（新舞子水族館）は、上記計画に関与した三宅驥一教授の設計指導（久田，1967）、または同じく「三宅驥一、雨宮育作および石川千代松の三教授が格別の努力をされて実現」（東京大学農学部附属水産実験所，1986）したものであったという。

3. 昭和初期から第二次世界大戦開戦までに四つの水族館

昭和初期の神奈川県には、横浜（磯子）、逗子、東京大学油壺、横浜復興博覧会の4館が相次いで開設されている。東京大学油壺水族館（東京大学理学部附属三崎臨海実験所油壺水族館）を除けば、いずれも小規模な私立の水族館であった。

これら4館のうち、横浜（磯子）水族館が最も早く昭和3年[1928]8月11日に開館している。昭和3年6月8日横浜貿易新報（貿易新報より再び改名）には「横浜水族館決定」という見出しのもとに「（水族館の）建設費2万円で平田包定氏と横浜市水産会とで半額づつ負担、建設5年後は平田氏は同市に権利一切を無償提供、名称を御大礼記念横浜水族館とする…」という記事がある（Fig. 10）。同紙上にはこの日以降同水族館開館までの期間中、繰り返して「磯子の新水族館誕生」に関する話題が報道されている様子から、同水族館の開館が海水浴客誘致の目玉として大いに歓迎され期待されていた様子が窺われる。

この横浜（磯子）水族館は新規の設計計画による建造ではなく、「（昭和3年）1月に大礼記念国産振興東京博覧会が東京恩賜公園内に開催されるに当たり、同場内見晴台に特許出願中としての平田式水族館を特設し博覧会閉会後は横浜市磯子町へ移転常設した」（平田，1936）ものであった。ただし、同博覧会（国産振興会主催）の会期は、橋爪・中谷（1990）によれば同年3月24日～5月22日である。

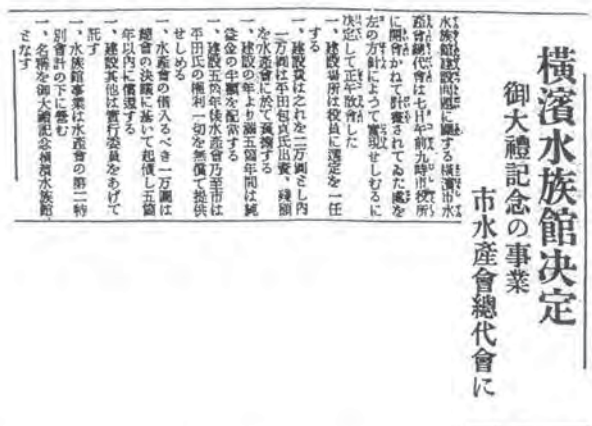


Fig. 10 News clipping on the determination of opening of Yokohama (Isogo) Aquarium in coming summer, 1929, at Isogo Beach, Yokohama, in Yokohama Boeki Shinpo on 8 June 1928.

ここで平田式水族館というのは、大連星ヶ浦水族館長であった平田包定が水族館の飼育循環系に独自の工夫を加えて飼育魚類の健康と飼育期間延長に成功したというもので、昭和初年開設の水族館のうちのいくつかがこの平田式を採用している。前述の東京大学農学部附属水産実験所水族館（新舞子水族館）も、この「平田式」を採用している（三宅，1935，平田，1936，瀧，1937）。平田式水族館については別報で詳しく紹介する予定である。近年、横浜市磯子区広報誌『浜・海・道』に「磯子に水族館があった」と、同水族館の紹介が掲載され、かつての所在地も確認されている（無記名，1988；Fig. 11）。

横浜（磯子）水族館の経営は困難だったようである。「必ず電車に乗らなくてはならない…土地の選定を誤った」（無記名，1930b）せいもあってか、当初は「収支償っていた」のが次第に経営困難となり、大海亀、インドニシキヘビ、オオトカゲなどの珍奇動物を次々に輸入公開するなど観客数維持に無原則な苦心を重ねるようになった（無記名，1988）。同館の閉館年は明確でないが、上記磯子区広報誌に「昭和5年〔1930〕秋に閉館して3年間の短命に終わった」（無記名，1988）とあるのは、おそらく誤りであろう。この記述は前後の文章から見て、平田が博物館事業促進会の全国協議会席上で「今月（10月）一杯で閉館」と発言している議事録を引用したものと推察されるが、磯子水族館は毎年4～11月のみ開館して（無記名，1930b）、この平田の

発言も年次閉館の意味であったのを誤用したと思われる。なぜならば、昭和9年〔1934〕『博物館研究』掲載の「全国博物館案内」に「横浜磯子水族館・民営」の記載があるので（無記名，1934）、短くともそれまでの8年間は開館が維持されていた可能性がある。なお、記録に残された館名は「横浜水族館」（無記名，1930a，1934）、「横浜磯子水族館」（無記名，1934）などと一定しないが、新聞に報道され開館前に取り決められたはずの館名の「御大礼記念横浜水族館」が使用された形跡は見いだせなかった。昭和5年10月に博物館事業促進会が開催した第2回全国実物公開教育機関主任者協議会出席者名簿には

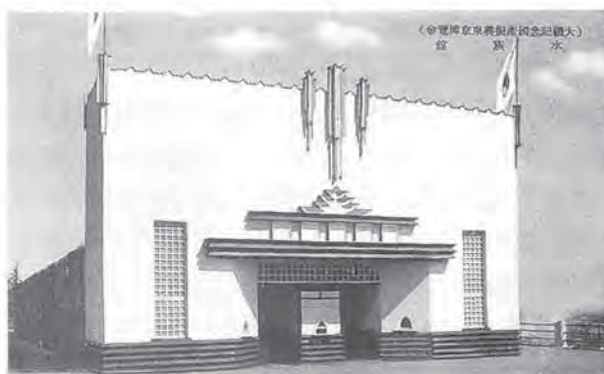


Fig. 12 The Aquarium, in Tairei Kinen Kokusan-Shinko Tokyo Exposition, Ueno Park, Tokyo, from 24 March to 22 May 1928, which will have been removed to Yokohama using for Yokohama (Isogo) Aquarium after closing of the exposition (picture postcard, collection of the present author).



Fig. 11 Location of Yokohama (Isogo) Aquarium (arrows) at the southwestern seashore of Yokohama (revised from a recent Isogo Walking Guide Map published by Isogo Ward Office).

横浜水族館長代理小石川秀雄の名がある（無記名，1930c）。水族館の外観や規模内容についての資料は未見であるが，参考として横浜磯子へ移設される直前の大礼記念国産振興東京博覧会（東京・上野）会場における水族館の外観を写した絵はがきを図示する（Fig. 12）。

横浜（磯子）水族館に次いで，昭和4年〔1929〕頃，逗子町（当時）に逗子水族館が開館している。ただし，逗子水族館の開館日時は明確でなく，開館年も推定である。昭和3年〔1928〕12月27日付の横浜貿易新報に「高橋氏が水族館を建設」の見出しのもとに「逗子町新宿の高橋清一氏が逗子海岸に面した土地に水族館の建設計画を立て，最近ホテル付近に約五百坪の土地を買収して来春建築に着手」という短い記事があるのと，昭和5年〔1930〕の『博物館研究』8月号掲載の「公開実物教育機関一覧」にも「逗子水族館」の名があること（無記名，1930a），およびその前昭和4年〔1929〕の『博物館研究』4月号の博物館事業促進会主任者会議への出席依頼状送付先一覧には，この水族館の名がない（無記名，1929c；鈴木，2001b）ことなどから，逗子水族館の開館は昭和4年4月以降，翌5年春までのあいだではなかったかと推察される。

黒田（1989）はこの逗子水族館について，同館の役員であった松井友吉ほかからの聞き書きをもとに，同館が株式会社経営であったこと，社長は高橋与助（上記新聞記事とは相違する）で，昭和7年〔1932〕に54歳で亡くなり，その2年前まで水族館の仕事を

していたこと，上述の新聞記事中の「ホテル」は「なぎさホテル」であったことなどを記し，水族館の「建物の外形平面はほとんど正方形に近く160～180坪ほど，水槽の塩水は，磯の中にパイプを通して，海水を流れるようにしてつかった。海の方をむいて入口があった」「（水族館建設に当たって社長の高橋が）油壺の水族館へも通って調べた」と書いている。添えられた略図によると，水槽の配置構造や観覧通路の動線計画などは，ごく単純なものである（Fig. 13）。同時代の他館の断片的な資料を比較すると，この当時の小規模な水族館は，一般にこのような平面をもっていたのではないかと推察される。

逗子水族館の閉館の日時も不明であるが，経営困難のため長くはつづかなかっただけらしい。黒田（1989）は「二，三年はつづいていたのではないか」と書く一方で，「昭和11年頃まではあったのではないか」という市史編集室や郷土史研究会からの伝聞情報とを紹介し，同水族館が長ければ5～6年間は維持されていたように示唆している。なお，逗子市関連の文学作品からの抜粋をまとめた『逗子風物詩』（森谷，1997）は昭和17年〔1942〕に刊行された中里恒子『随筆集常夏』（未見）に「逗子にも以前は浪子不動へ行く海辺の山ぎはに，まるで明治時代の村役場かなんかのやうに，古ぼけた西洋館づくりの水族館があったけれど，暫く欠損つづきで開けたり閉めたりしてゐるうちにたうとう跡方もなくつぶれてしまった」という一節を紹介している。入手した逗子水族館の絵はがきを紹介する（Fig. 14）。

昭和7年〔1932〕，三崎町の東京大学理学部附属臨海実験所に水族館が新設開館された。東京大学理学部附属三崎臨海実験所には，前述のように，明治



Fig. 13 Diagram of the plain figure of Zushi Aquarium. A, office; B, display tanks; D, entrance of the hall; E, seashore (revised from KURODA, 1989).



Fig. 14 Zushi Aquarium, Zushi, opened in 1929 or 1930 (the data is uncertain) (picture postcard, collection of the present author).

23年〔1890〕に神奈川県内では最も早く、小規模ながら「水族館」が併設され、明治期末に一般公開されていた。磯野（1988）によれば、その後、大正11年〔1922〕に同実験所の第三代所長となった谷津直秀は、就任翌年の大正12年〔1923〕に「実験所拡張案」を起草し、その文中に実験所の使命の一つとして「村民及び参観者ニ対シ、海ノ生物学ノ知識ヲ分ケ与フル為メニ、博物室、水族室ヲ完備シ…」と説いて、実験所の拡張計画のうちに水族館の拡充をも併せ考えていたという。谷津は早くからナポリ水族館の展示内容を動物学雑誌に詳細に紹介したり（やつ、1906）、のちに前述の博物館事業促進会による（新）江ノ島水族館建設構想の委員として、展示予定の生物リストを作成するなど、水族館に関心と興味があった。生憎なことに、谷津の所長就任4か月後に関東大震災が起これ、水族館新增設をふくむ実験所再建計画は「一切がご破算」になった（磯野、1988）が、実験所ならびに水族館は、震災後まもなく立直って、発展をつづけた。その後の主として水族館の経過について、もっぱら磯野（1988）からの引用によって概略を紹介する。

首都東京を壊滅状態に陥れた関東大震災の際にも、三崎臨海実験所は幸いにして全壊を免れた。水族館（水族室）もまた修復されて存続し、昭和3年〔1928〕7月に水族飼養槽を増設して、水族室と標

本室の観覧が有料化された。有料化を機に水族館参観者数はかえって急増し、入場無料であった震災前の大正12年〔1923〕の年間参観者数が3,228人であったのに対して、有料化の直後には約2倍に急増し、昭和5年〔1930〕には12,802人に達した。昭和7年〔1932〕には、実験所改造の第一歩として水族館が新設された。同年8月1日に盛大な開館式が行われ、一般公開された。新設の実験所附属水族館は、それまでの「水族館」とはほとんど無関係に作られた独立の建物で、まったく面目を一新したものであった。新設の水族館は新井浜に面する海岸に建てられ、鉄筋コンクリート二階建て、建坪80坪、煉瓦色のタイルを張った風格のある建物であった（Figs. 15, 16）。



Fig. 16 Front view of Aburatsubo Aquarium of Tokyo University, identical to Fig. 15 (picture postcard, collection of the present author).



Fig. 15 Aburatsubo Aquarium of Tokyo University, Misaki, opened on 1 August 1932 (picture postcard, collection of the present author).

階下にはガラス張りの観覧水槽12, 卓上水槽 8, プール槽 2 (1 は屋外) があり, 階上は来観者用の標本室で1,200点の標本が常時展示された。一階のプール槽の上は吹き抜けになって, 回廊がめぐらされていた。海水は弁天山南側の深さ 2 尋半 (約 4 m) の海中から水族館裏手崖上の貯水槽までタービンポンプで汲み上げられ, 水族館と実験棟に配水されていた。

昭和 7 年 [1932] に新設されたこの水族館が, いわゆる東大油壺水族館である。当時の『博物館研究』誌も同館建設の経過を伝える関連記事をたびたび掲載するなど, 一般の関心と期待を集め (鈴木, 2001b), 開館後は油壺水族館と愛称されて, たちまち有名になり, 長年にわたって関東地方の著名な水族館でありつづけた。昭和43年 [1968] に京急油壺マリパークが開館して, ただ「油壺水族館」といっただけではどちらを指したのかわからなくなるまでは, 油壺水族館といえはこの東京大学の水族館の通称であった (久田, 1968)。

「その頃の関東には, 水族館らしい水族館はまだ無かったので, この新水族館はたちまち新名所となり, 昭和初年から行楽地化しはじめていた油壺に似そう多くの人々を引き寄せた。水族館の観客数は… (新水族館が開館した) 昭和 7 年 [1932] には 47,664 人…と, うなぎのぼりに増え, 昭和11年 [1936] には104,127人にも達した。東京近辺の小学生の遠足といえば, 一度は油壺を訪れるようになったのは, この頃からであろう」と (磯野, 1988)。東大油壺水族館の来館者数急増の理由は, 磯野 (1988) が指摘したように, 各地海浜景勝地の急速な「行楽地化」が背景にあったのは確かであろう。しかも, その前兆は関東大震災後の「水族館有料化 (上記)」の際の入場者数増加に, すでに現れていたのではないかと推察される。

東京大学油壺水族館は, 大学臨海実験所の附属施設として作られた水族館のうちでは東北大学理学部附属浅虫臨海実験所 (浅虫水族館・青森県・1924), 京都大学理学部附属瀬戸臨海実験所 (白浜水族館・和歌山県・1930)*1, 北海道大学理学部附属厚岸臨海実験所 (厚岸水族館・北海道・1931) に次ぎ, 農林省水産講習所小湊実験場 (小湊水族館・千葉県・1932) と同年創立の 4 番目に当たる (鈴木, 2001b)。

東京大学油壺水族館の水槽配置や水槽室は, 先行の東北大学浅虫水族館のそれと似ていて, 浅虫水族館をモデルにしたとしか思えないという意見 (久田, 1967) もある。この油壺水族館につづいて, 広島文理科大学理学部附属向島臨海実験所 (向島水族館・広島県・1933), 東京文理科大学理学部附属下田臨海実験所 (下田水族館・静岡県・1933), 東京大学農学部附属水産実験所 (新舞子水族館・愛知県・1936), 九州大学理学部附属天草臨海実験所 (天草水族館・熊本県・1938) と13年間に合計 9 館が相次いで建設されて (山本, 1980a; 鈴木, 2001b), 第二次世界大戦前の一時期は国立大学附属水族館の設立ラッシュの感があった。これもふくめて, 昭和初期は全国的に水族館建設の流行期であって, 水族館ブームともいえる様相を呈していたこと, 昭和14年 [1938] の水族館現存数が45, 6 館と想定されることは前報で述べた (鈴木, 2001b)。東京大学油壺水族館は昭和 47 年 [1972] に閉館になった。

次の横浜博覧会水族館 (仮称) は, 昭和10年 [1935] の開館で, 神奈川県では第 8 番目の, そして第二次大戦前に開館した最後の水族館である。水族館が設置された「横浜博覧会」は, 正式名称を復興記念横浜大博覧会といい, 会場は横浜市山下公園, 会期は昭和10年 [1935] 3 月26日～5 月24日の約 3 か月であった (橋爪・中谷, 1990)。博覧会場での水族館の名称は明らかでない。この水族館の由来については, 平田 (1936) が「(昭和) 7 年 2 月に上野恩賜公園弁天前に平田式水族館として仮建築をなし同年 3 月23日より開館した…この水族館はその後熱海に常設したが都合で取り壊し、昨年 3 月には横浜博覧会場内に特設した」と述べている。すなわち, この横浜博覧会水族館は, 前述の横浜 (磯子) 水族館に次いで神奈川県では二番目の「平田式水族館」で, かつ東京・上野公園から (市制施行前の) 熱海町を経て横浜に移設された水族館であった。

現在の熱海市に水族館はないが, 過去には, 第二次世界大戦をはさんで前後二つ, とともに私立の「熱海水族館」があった。ここでいうのは, そのうちの第一の熱海水族館である。『博物館研究』第 7 巻第 9 号の「全国博物館案内」にも「熱海水族館・熱海町」との記載がある (無記名, 1934)。昭和初期に市制施行前の熱海町にあったという水族館の記録は熱海市立図書館の特別な協力により, 熱海町役場観光課 (1934) に「熱海水族館 熱海々岸にある。館

*1 臨海実験所及び水族室開設は 1922 年

内の水槽21個あって大魚、珍魚、奇魚の外淡鹹の魚介藻類に至るまで百余種蒐められた魚族は澆刺として遊泳し…」とあるのを発見できた。大川（1934）にも、やや違う内容ではあるが、これとはほぼ同一趣旨の広告が記載されているので、これらによって、第一の熱海水族館（および横浜博覧会水族館）の規模内容の一端が推察できる（Fig. 17）。もっとも、横浜博覧会水族館のそれと同様、熱海水族館の建物外観などその他一切の水族館資料は未発見なので、熱海町の水族館の体裁内容が、どの程度変更されて横浜博覧会の水族館に移設されたのかは明らかでない。小規模の水族館であったとはいいながら、東京上野→熱海→横浜と3回移設された水族館は異例であろう。博覧会期終了後の水族館がどうなったかは、わかっていない。

4. 三笠水族館から始まった水族館の戦後史

前章に述べた横浜博覧会水族館（仮称、1935開館）以後の戦前戦中、神奈川県内に新設された水族館は一つもなく、二次大戦後の昭和24年〔1949〕に開館した三笠水族館がこのあとにつづく。昭和24年は戦後のわが国で最も早く水族館が作られた年でもあり、三笠水族館のほかに敦賀市営松原水族館（福井県）、日和山天然水族館（兵庫県）の2館が開館している

（山本、1980b）。ただし、日和山水族館は昭和9年〔1934〕に開館した個人経営の水族館が、戦後いち早く日和山観光株式会社を設立して改装再開館したので、他の2館とはやや事情が異なる。山本（1980b）は、このほか日本両棲類研究所（別名奥日光自然科学研究所）を同年開館「水族館」のリストに加えているが、この施設を水族館とする可否については著者は確認できていない。一方、戦前開館の水族館で終戦後も存続した水族館数はまだ調査中であるが、廣崎（1970）は19館、山本（1980a）は28館をあげている。神奈川県で戦乱を越えて残った水族館は、東大油壺水族館の1館だけであった。

神奈川県で戦後最初に誕生した三笠水族館は、施設内容に特記するところのない小規模の私立館で、現在はほとんど忘れられつつあるが、同館の誕生とその後の顛末については、戦後のわが日本の混乱を象徴するような悲劇的な経緯があった。そこで、三笠水族館の開館から閉館までの経緯の概略を中村（1958）、伊藤（1958）、三笠保存会（1959）、毛塚（1989）をもとに紹介し、わが国水族館史の記録に残しておきたい。

三笠水族館は、横須賀市埠頭に保存されていた戦艦三笠の上甲板に設置された水族館である。三笠艦は日露戦争（1904～1905）の日本海海戦において旗艦として活躍した旧日本海軍の戦艦で、1921年のワ

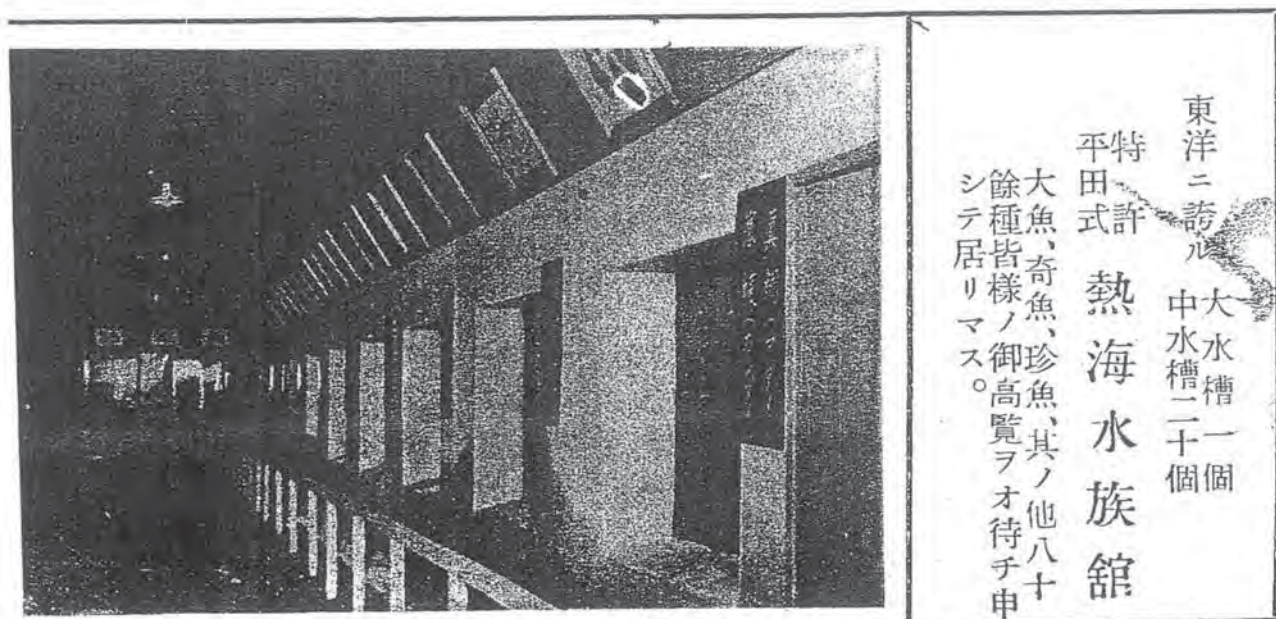


Fig. 17 Advertisement of Atami Aquarium, Atami-cho, opened in 1934 (OHKAWA, 1934), which will have been removed to Yokohama using for the Aquarium in the Yokohama Construction Exposition, Yamasita Park, Yokohama, from 26 March to 24 May 1935.

シントン軍縮会議の結果廃艦となり、大正14年[1925]以来、記念艦として横須賀市白浜海岸地先の埠頭に繋留中であつたが、昭和20年[1945]、第二次世界大戦の日本敗戦によって、占領軍の意向により三笠も解体処分されることになった。この措置に対して大蔵省および横須賀市は、三笠艦の武装を解き文化施設に供することを条件に、同艦の解体滅失を防ごうとした。当時横須賀管財事務所長の島崎長治は、三笠の保存手段として「この艦を文化事業に供すること（横須賀市は海洋水族館、その他の教育事業に使用する案画）」を提案し、東京財務局の承認を得た。

これを受けて、横須賀市はこのために設立した湘南振興株式会社（橋本道淳社長・元読売新聞社事業部長）に水族館の管理運営を委託し、昭和22年[1947]10月、横須賀基地司令官に「記念艦三笠を水族館及び遊園地として使用する」承認を求めた。この申請は一旦却下されたのち、砲塔、マスト、艦橋など武装の完全撤去を条件として、翌23年[1948]1月に許可された。そこで同社はコンクリートで固定された三笠艦上甲板砲塔跡に縦1.3m、横

1mの水槽11個を設置して水族館となし、後部甲板士官室には6～8畳の12室と大広間80坪（約265㎡）を有する簡易宿泊設備を建設した。三笠艦約1,000坪（3,300㎡）とその周辺約2,000坪（6,600㎡）併せて約10,000㎡を遊園地として「みかさ園」と呼び、その中核文化施設に水族館を位置付けた（Fig. 18）。三笠水族館は昭和24年[1949]4月に開館して人気を集め、開館以降1年半後の昭和25年[1950]10月までの入場者は26万3,000人に達した。

しかし、開館当時は人気があつた水族館も、まもなく来館者が急減して会社は経営難に陥った。昭和27年[1952]頃には窮余の一策として、水族館協の上甲板で土・日曜日にダンスパーティを開催するなど、経営不振の打開に苦心することになったが、これが横須賀市議会などで風紀問題として糾弾されるもとになった。一方で、この頃、旧日本海軍関係者を中心とする軍艦三笠への復元を希望する動きが盛り上がり、昭和30年[1955]に三笠史跡保存準備会が結成され、全国に呼び掛けて三笠艦の復元運動が展開された。ここに至って経営難に陥っていた湘南振興株式会社は身動きがとれないまま、風紀憫乱と、



記念艦「三笠」を遠望する
(昭和30年4月、著者撮影)

Fig. 18 Mikasa Aquarium (arrow), Yokosuka, opened in May 1949 (the data is uncertain)
(revised from KEDUKA, 1989).

三笠艦復元妨害の両方の元凶のように見られ、「水族館を三笠から追い出せ」とまでいわれるようになった。このような経過をたどって、(水族館をふくむ)みかさ園は昭和34年〔1959〕に閉鎖され、三笠艦復元工事が始まった。

このような混乱にはさまれた水族館がいつまで機能していたかは、はっきりしないが、昭和31年〔1956〕9月に、ジャーナリストの下村海南が、湘南振興会社社長高橋三郎の案内で三笠を視察したときはまだ「小さいなりに水族館もできているが、誠に貧弱で見物人は吾等一行に止まり、生き残ったわずかな小魚が泳いでいる」状態だった。おそらく、三笠水族館は、みかさ園の閉鎖まで細々ながら存続したのであろう。戦後のわが国最初的水族館が、たまたま、終戦の後始末の一環として思い付きのような便宜的な動機でつくられ、最後は邪魔者扱いされて短い歴史を終わったのは、水族館史上いささか残念な出来事であった。

5. Scientific Aquariumから始まった水族館変革への道

三笠水族館のあと、4年置いて昭和28年〔1953〕10月に鎌倉市坂の下海岸に鎌倉水族館が開館した。翌29年〔1954〕6月には藤沢市片瀬海岸に(第三の)江ノ島水族館が開館し、30年〔1957〕4月(または32年6月、どちらが正しいか不明)に真鶴町に真鶴水族館が開館した(廣崎, 1970; 山本, 1980b)。いずれも株式会社経営の私立水族館で、鎌倉と真鶴のそれは外観・内部構造とも、戦前の逗子水族館(前述)に似た簡単な形態の小規模館であった。鎌倉水族館は6年後の昭和34年〔1959〕10月に閉館、真鶴水族館は昭和55年〔1980〕頃までは存続していたようである(山本, 1980b)。この両館に対して、(第三の)江ノ島水族館は、それまでにない近代的な規模内容を備えた画期的な水族館として出現し、その後のわが国水族館の発展に大きな影響を与えた。この(第三の)江ノ島水族館は、創立後47年を経た平成13年〔2001〕現在、なお健在で活発な水族館活動をつづけている。

ちなみに、三笠水族館開館の昭和24年〔1949〕から(第三の)江ノ島水族館開館の昭和29年〔1954〕までの6年間は、日本全国各地で多数の水族館が集的に開館した年であった。先に述べた通り、第二

次世界大戦敗戦4年間(昭和20~23年)に開館した水族館は一つもなかったが、昭和24年〔1949〕に(前述の通り)3館が開館して以来、昭和25年〔1950〕に3館、昭和26年〔1951〕に5館、昭和27年〔1952〕に6館、昭和28年〔1953〕に10館、昭和29年〔1954〕に12館と年を追って増加し(この他に記録漏れもあり得るが)6年間に合計39館に達して(山本, 1980b)、昭和初期の水族館ブームが再来したかのようであった。二次大戦後まもないわが国における集中的かつ連鎖的に水族館が多数出現した直接の理由は明らかではないが、それらの新水族館の多くは昭和初期とさして規模内容の変わらぬ小規模館であった。しかし、この水族館建設のブームを締めくくるように誕生した(第三の)江ノ島水族館は、規模設備内容、運営方針、水族館活動への積極性、研究室設置など、さまざまな意味で新時代の到来を思わせる、抜きん出た存在であった。

(第三の)江ノ島水族館の最初の企画立案者は、のちに同館専務に就任した小倉久武であった(雨宮

昭和二十六年

江ノ島水族館を目論見主和観光株式会社を設立す

社長 河田正一 横須賀市佐野
兼 江ノ島教育委員会委員長

専務取締役 小倉久武

取締役
前 藤沢市長 伊沢十郎
理事 小島正光
佐々木正長
佐々木長治
地主 磯野伝房

Fig. 19 Handwriting copy of commercial registration of Daiwa Kanko & Co. Ltd. established in 1951 for the original purpose of establishment of Enoshima (No. 3 and the recent) Aquarium, written by Mr. Hisatake Ogura in his own personal document in 1979 (courtesy of Mr. T. Ogura).



Fig. 20 Perspective view in the design plan of Enoshima (No. 3 and the recent) Aquarium, Fujisawa, opened 30 June 1954, drawn by Takenaka Engineering Firm & Co. Ltd. (SOENO, 1954).

ほか、1979）。小倉は藤沢に市制が成立する前の高座郡六会村村長で、日本大学の藤沢進出に際して用地買収に尽力した経歴を有する人物で、小倉久武自筆遺稿（1974、未発表）によれば、昭和26年〔1951〕に教育事業としての水族館建設を思い立ち、同年に水族館設立と運営を目的とする大和観光株式会社登記を行った（Fig. 19）。同社社長に就任した河田正一は当時横須賀市に在住し、上記会社登記の時期は同市の三笠水族館の経営がまだ好調だった時期に重なるが、三笠水族館との関わりは明らかでない。小倉は水族館建設計画に先んじて「小田急江の島線の来客数、観光バスの客数増、江の島への渡橋者、海水浴客年次増、乗用車の交通量の概数等を詳細に調査しておいたものを基本としてその五十分の一位を入場人員と予測して入念に目論見書を作成」している。具体的な数字は不明であるが、これはわが国水族館の建設に関する、おそらく最初の綿密なマーケットリサーチの資料ではなかっただろうか。

大和観光株式会社による水族館建設計画は、建設担当に株式会社熊谷組を指名して順調に進むかに見えたが、出資者の違背内紛が起こって一旦頓挫したのち、衆議院議員朴春琴の仲介によって株式会社日活社長堀久作の協力援助を受けることになった。小倉久武遺稿には、小倉が堀の指示を受けて資金調達に奔走したいきさつが詳しく書かれている。結局、

水族館の設計施工は竹中工務店が担当して、昭和29年〔1954〕6月30日に開館披露式が行われた。開館と同時に堀を社長とする株式会社江の島水族館が発足した。小倉は専務に就任したが、実質的な経営は日活の手に移り、水族館経営に映画会社が乗り出した最初（かつ現在までのところ唯一）のケースになった。

完成した江ノ島水族館の外貌は、それまでのわが国水族館の一般的な雰囲気とはまったく異なった近代的で瀟洒な建築物であった（Fig. 20）。国道沿い直近に建てられた水族館は、鉄筋コンクリート2階建て一部吹き抜けで、1階に水族館ホールと機械室、2階に陳列展示室、事務室、館長室、研究室などが手際よく配置された。コの字型の建物に囲まれて中庭があり、地下の貯水槽の上に盛り土をして芝生とした。（第三の）江ノ島水族館の発足時の水槽数は、展示水槽、予備水槽を合わせて海水25、淡水15、他に木製水槽11、ガラス水槽（置水槽）59であった（江ノ島水族館研究室、1957）。水族館の規模内容を表す指標として、水槽数やその総容量、飼育水族の種数、個体数などを列举して相互に比較する場合があるが、江ノ島水族館のそれを、例えば戦前の東大新舞子水族館（愛知）の発足時の水槽数が海水58、淡水12であった（三宅、1935）のと水槽数を比較しただけでは、とくに進歩したようには思えない。し

かし、実際の両館の内容にはほとんど隔世の相違があった。この（第三の）江ノ島水族館において試行錯誤的に、あるいは自信をもって実践されたわが国水族館では最初となる技法工法、および運営手法は多数にのぼり、むしろ枚挙にいとまがない。この水族館がわが国最初の近代的水族館と自他共に許して、後進の水族館に大きな影響を与えたのは明らかである。ここではその内容一部について概略を紹介する。

『建築文化』No. 93（1954）には、江ノ島水族館の設計図とともに設計を担当した竹中工務店・添野耕一の手記がある（添野，1954）。技術専門誌とはいえ、一般に入手可能な雑誌に水族館計画に関わった設計担当者の率直な述懐が詳細な設計図とともに印刷公表された、わが国で最初の例であり、当然、後進の水族館建設に資するところが大きかったはずである。そして、このあと各地の水族館の構想と建築設計が、著名な建築家の手になると否とにかかわ

らず、建築資料、また水族館資料として次々に公表されるきっかけをつくったと信じられる（Fig. 21）。

添野（1954）は江ノ島水族館の設計に当たって、施主より「本格的な水族館を」という希望を受けたが、「本格的な水族館」についての概念を持ち合わせていず、基本的な勉強をする時間もないので苦しんだと書き出しながら、観客の動線計画、ホールの広さ、採光などに斬新な工夫をこらす一方、水槽ガラスの厚さと材質、ガラス周囲からの漏水を防ぐ工夫、水槽壁面の防水に珪酸ソーダ防水材（ケルビン防水）を用いたためにソーダアルカリとモルタルの石灰アルカリの両方のアク除去に苦心し、さまざまな方法を検討した結果、塩化ビニール塗料の塗布を採用して成功したことなど、その後の水族館で常識となった一々の手法の開発に関わる経過と苦心について、とくに言及している。

初期の水族館では、一般に観覧ホールの採光は重視されず、ほとんど真っ暗な個室かトンネル状通路

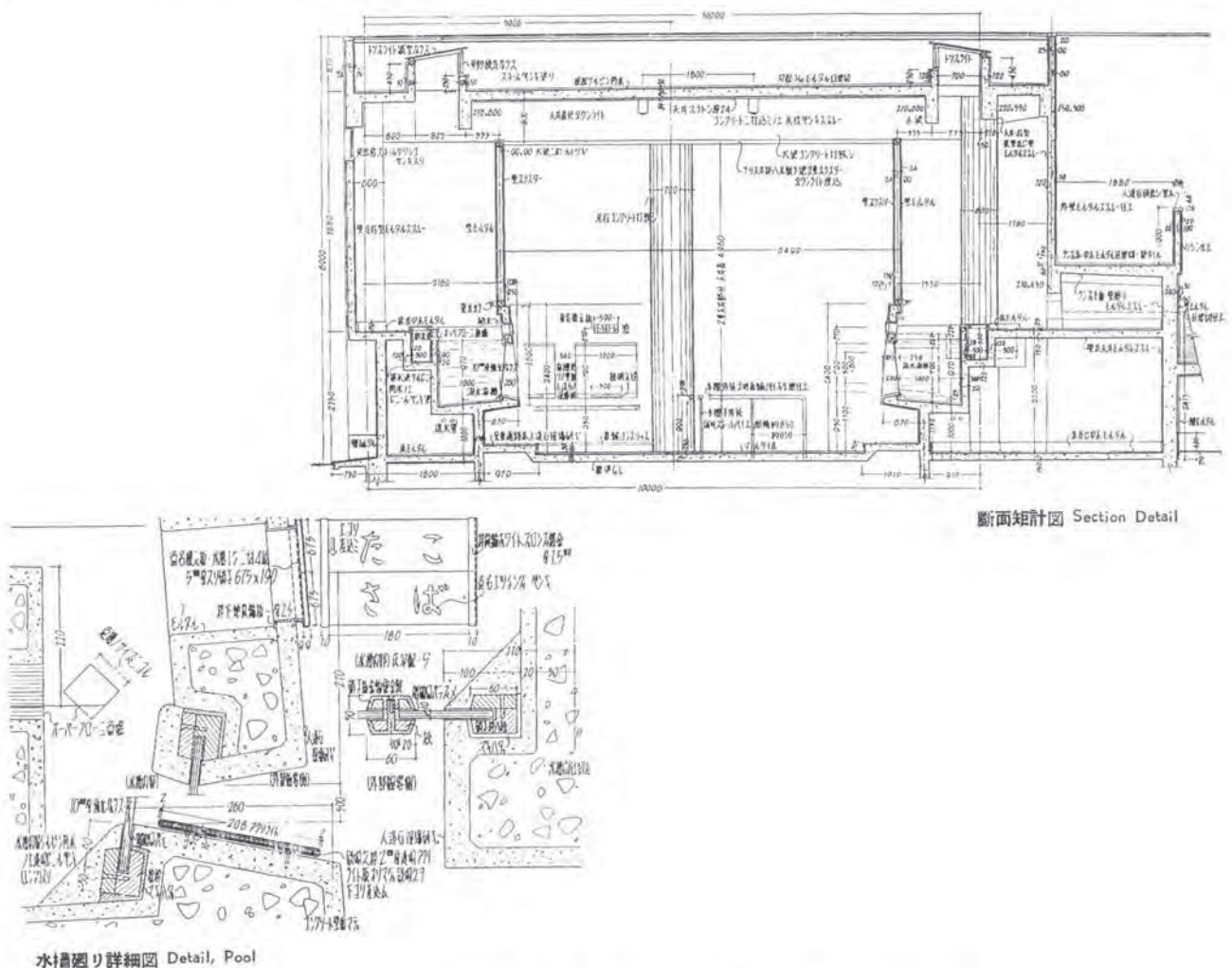


Fig. 21 Detailed design plan of Enoshima (No. 3 and the recent) Aquarium (SOENO, 1954).

であったが、そのような常識から脱却し明るい近代的な雰囲気を作るために、「水槽室真上に波型ガラスのトップライトを連続してとり、観客通路の壁上部をすかして一部通路に採光し」「標準の状態において通路における採光は15LUXで適当な明るさ…」に工夫をこらしたという（添野，1954）。中庭の芝生の地下には海水、淡水の貯水槽が埋設され、開館当初、飼育海水は、5 km離れた鎌倉坂の西海岸で採水し、トラックで輸送して貯水槽へ注入していた。この作業を毎月4日間、定期的に行っていた。海水淡水とも、貯水槽から水族館屋上の高架水槽へ揚水され、自然流下によって展示水槽に配水されてオーバーフローした飼育水は濾過槽を通して貯水槽へ戻った。濾過槽は重力式で「ケイ石を用いた一般上水道の濾過槽と同じ様式」を採用していた。濾過槽の表面積は海水系が 6.77 m^2 ($1.65 \times 4.10\text{ m}$)、淡水系が 2.70 m^2 ($1.50 \times 1.80\text{ m}$)、別に屋内池用の小濾過槽が1コあった。逆洗ポンプの使用による機械的な濾過砂逆洗装置の設置もわが国最初ではなかっただろうか。

もっとも、これらの濾過槽は水槽規模、飼育水量、飼育水族数量のいずれに対しても狭小に過ぎた。濾過槽の機能に関する知識のまだ不十分な時期のことで止むを得なかったとはいえ、とくに海水濾過槽では絶えず濾砂の目づまりとその対処に腐心させられた。屋内池用の小濾過槽は開館後まもなく使用不能になった。中庭地下に埋設した貯水槽容量も、海水86トン、淡水15トンと小さく、とくに海水貯水槽の容量は海水飼育水槽の94トンに対して小さすぎ、このために海水のpHが低下しやすく、管理上の大きな問題となっていた。江ノ島水族館自身も、開館後まもなく編まれた水族館資料で、いち早くこの欠点を指摘し、改良の必要性に言及し注意を喚起している（江ノ島水族館研究室，1957）。水族館の濾過槽機能と設計に関する重要な研究が佐伯（1958a, b）や平山（1960）によって明らかにされる少し前の時期であった。

（第三の）江ノ島水族館は、加温加冷両用の熱交換器の使用によって飼育水の温度調節をはかり、少なくとも近海で採集される水族の本格的な周年飼育を試みたわが国最初的水族館でもあった。熱交換槽は蓋付きの木製水槽で容量 0.86 m^3 ($0.75 \times 1.20 \times 0.95\text{ m}$)、冬はボイラーから熱水を送り、夏は井戸水を冷却水として用い、熱交換槽内を蛇行して通る

鉄管内に海水を流した。飼育水の加温は容易であったが、加冷が困難で毎年夏季の水温上昇対策に苦慮させられた。停電時にそなえてディーゼルエンジンの自家発電機を備えたのも、たぶん、わが国の水族館で最初の設備であった。

わが国ではじめて、飼育海水の配管系に塩化ビニール管を使用して配管の発錆腐食の問題を解決した。もっとも、塩化ビニールの配管使用は画期的であったが、水槽注排水部のバルブや循環ポンプの樹脂製品がまだ開発されていなかったため、海水使用のための発錆や摩耗による漏水などの故障多発を防げなかった。また、配管のヘッドロスの計算が不十分であったため、高架水槽からの流下水量と配管系の太さがアンバランスで、末端水槽への注水量が不足しがちであった。

水族の自家採集用専用船には日活丸（4.025トン、17馬力）（Fig. 22）および伝馬船1隻があり、スクーバ（フランス・アクアラング社製）ダブル2台を所有していた（江ノ島水族館研究室，1957）。水族館専用の採集船は、浅草公園水族館の游鱗丸（鈴木，2001a）、阪神パーク水族館の阪神丸（鈴木，2001b）以来のことで、自家用潜水採集設備を常備したもの



Fig. 22 Nikkatsu-maru, the vessel of Enoshima (No. 3 and the recent) Aquarium, used for the collecting and researching of fishes and other marine animals for the aquarium (Enoshima Aquarium, 1979).

阪神パーク水族館（鈴木，2001b）以来のことであった。ただし、戦後に導入されたスクーバ潜水器は、もちろん、わが国最初的水族館備品であった。

このように、わが国的水族館史において江ノ島水族館で試みられた水族館活動の新手法については、枚挙にいとまがない。もっとも、試行錯誤的な手法開発の成功がそのまま後進のために役立った例も少なくなかった一方、不完全な装備や技術に基づく失敗例がそのまま、反面教師となった場合も少なくなかった。上述した貯水槽や濾過面積の過少の問題や、熱交換槽の機能不全、およびエンビパイプとバルブのように技術的革新が間に合わず中途半端になった点などはその一例である。しかし、これら反省材料をも併せて、水族館建設運営に関する建築、設備、両面の詳細な技術資料を包み隠さず印刷公表して後進の発展に役立てたことは、わが国水族館史上画期的な、大きな功績であった。

また、昭和32年〔1957〕5月には第2号館として鯨類専用の水族館を建設して一般公開し、江ノ島マリナランドと名付けた。江ノ島マリナランドは砂浜に築いた地上3階地下1階の鉄筋コンクリートの建物の中心に、50×25mの長円形の表面積約1,000m²、水深3～5mの鉄筋コンクリート製の1個の大型水槽を設け、半屋内に小型歯鯨類を飼って、定時にジャンプなどのショーを見せるという、わが国ではもち

ろん最初の、当時意表をついた、むしろ冒険的な水族館であった（Fig. 23）。国道を隔てる既設の水族館（第1号館）とは、特設地下道で結んだ。観客は水槽を周辺のランプから水面を見下ろし、ショーに歓声をあげて喜んだ。もっとも、わが国の水族館で小型鯨類を飼育したのはこれが初めてではなく、戦前すでに生けすでバンドウイルカほかを飼育して見せた中ノ島水族館（静岡県）や、陸上に建設した鯨類飼育専用池でゴンドウクジラを飼育した阪神パーク水族館（兵庫県）の前例はあった。また、同館で採用した小型鯨類の陸上輸送法は堀家邦男が阪神パーク水族館で開発した技法（前田，1955）を援用したものであった。しかし、それらの基本的な技法を改良し、豊富な経験を加えて、小型鯨類を飼育馴致し、規定のプログラムに基づくショーを演出して見せる形式の本格的な水族館を導入して成功し、わが国に定着させた功績には大きなものがあった。

江ノ島マリナランドの出現はまた、それまで「〇〇水族館」と呼びならわされてきた水族館名に、片仮名の呼称を導入し変革をうながした最初の例でもあった。この名称は、先進のアメリカの同一様式の大規模水族館 Marine Studios (Marineland, St. Augustine, Florida, 1938開館. TAYLOR, 1993は1936年開館としている) や Marineland of the Pacific (Palos Verdes, California, 1954開館)



Fig. 23 Enoshima Marineland, Fujisawa, opened on 3 May 1957 (Enoshima Aquarium, 1979).

(TINKER and OMURA, 1963) をそのまま輸入した命名であったが、欧米的な新しさを求める世相にもマッチして一般に好感をもって受け入れられ、それまでの「水族館」一辺倒の命名から解放して、後続水族館に類似の名称を輩出させるきっかけとなった。

江ノ島水族館には研究室があった。近代的水族館には研究が必要であるという初代館長雨宮育作の強い希望によるものであったと聞く。研究用の機器や参考書籍も、当時の水準でほぼ要望通りに整えられた。「表側 2 階には売店、応接室、営業関係の事務室がとられ、裏 2 階にはこの水族館の特徴とする研究室をつくり、飼育関係の例えばどうしたら魚を長く飼えるか、珍しい水族を採るにはどうしたらいいか、又餌や魚の病気の研究などができるようになっている」(添野, 1954)。水族館に研究室を置くという発想は現在では当然のことになったが、それまでのわが国では、水族館に「研究設備」や蔵書が必要であるという思想は、大学実験所の附属水族館もふくめて、ほとんどなかったようである。ほとんど唯一の例外が、構想段階で挫折した先述の「新しい(第二)江ノ島水族館」で、(第三の)江ノ島水族館の「飼育研究室」は、わが国の水族館に実際に置かれた最初の実験室であった。同研究室スタッフの執筆によって、開館 3 年後に発行された先駆的な小冊子『水族館資料 I』には施設設備関係の説明の最後に「研究施設」の項が設けられ、同館に保有される研究器具と設備の記載がある(江ノ島水族館研究室, 1957)。また、同研究室には、出版物や水槽解説に使用する解説図を描く専属のアーティスト 1 名がスタッフに加えられていた。

もっとも、研究室はあっても専任の研究員がいるわけではなく、研究費がつくわけではなかった。水族館としての研究方針も、研究組織も定まっていなかった。担当職員に研究と飼育採集作業を兼務させる体制に無理があった。昭和 35 年 [1940] 10 月に飼育研究室は堀海洋科学研究所と命名され、所員辞令も交付されたが、内実の伴うものではなく、研究室の機能は不十分であった。水族館の経営方針にも二律背反があった。しかし、水族館における研究活動の初期段階にあって、学術書や学会誌などを水族館備本として所蔵購読し、学会にも所属して、定例の文献の輪読会や勉強集会を開いていた。昭和 33 年 [1958] 2 月 27、8 日には江ノ島水族館(および熱

海水族館と三津天然水族館・いずれも静岡県)で日本動物園水族館協会の第二回水族館技術者研究会が開かれ、全国から 31 館 34 名(他にオブザーバー 7 名)の若手研究者が集まった。研究演題は 13 篇であった(日本動物園水族館協会, 1958)。第二回研究会ではあったが、ほとんど初回の研究会のような雰囲気があった。江ノ島水族館は昭和 30 年 [1955]、江ノ島マリンランドは昭和 42 年 [1967] に博物館法にいう文部省指定の博物館相当施設の指定を受けた(日本動物園水族館協会, 1982)。

6. 戦後水族館史の新しい潮流

(第三の)江ノ島水族館がオープンした昭和 29 年 [1954] 以降もしばらくは、わが国水族館の建設熱は衰えを見せなかった。廣崎(1970)、山本(1980b, c)によれば、昭和 30 年 [1955] 以降の 10 年間に全国で開館した水族館数は同年に 6、昭和 31 年 [1956] に 7、昭和 32 年 [1957] に 9、昭和 33 年 [1958] に 12、昭和 34 年 [1959] に 7、昭和 35 年 [1960] に 5、昭和 36 年 [1961] に 4、昭和 37 年 [1962] に 1、昭和 38 年 [1963] に 2 とようやく減少したが、昭和 39 年 [1964] に 7 とふたたび増加して、この 10 年間に合計 62 館(二次大戦後の三笠水族館ほかが開館した昭和 24 年以来、昭和 39 年 [1964] までで総計 101 館)が出現している。昭和 29 年の(第三の)江ノ島水族館を境目にして前後の水族館の規模内容などを概観すると、江ノ島水族館以前に各地で建設された水族館では、その規模、形態および内容の経年的な進歩発展の傾向が顕著ではなく、一般に先進館の模倣ないしは横並びの段階に止まっていたのに対して、(第三の)江ノ島水族館以後になると、従前と変わらぬ姿勢の水族館も見られた一方、先進館を意識してこれに学び、さらにこれを超えようとする積極的な姿勢を明確にした水族館の開館が次々に出現してきたように思える。

戦前および戦後しばらくまでは、博覧会附属や大学臨海実験所附属の水族館を除いて、ほとんど民間でそれも好事的趣味的な動機で水族館がつくられ、水族館の建設と運営管理に専門的な知識技術知識が求められる場面は少なかった。わずかに明治期の和田岬や堺の水族館建設における飯島魁教授の熱心な指導ぶりが語り伝えられているにすぎなかった(鈴木, 1994)。水族館計画に行政が加わり、あるいは

建設のためのプロジェクトチームが組織化されて、水族館の技術者が水族館づくりの専門家集団として水族館の設計企画への参加を求められるようになったのもこの時期を境界としてよいのではあるまいか。

神奈川県では、(第三の)江ノ島水族館のあと、昭和30年〔1955〕に真鶴水族館(1955)、昭和32年〔1957〕に江ノ島マリンランド(上述)が開館し、さらに昭和33年〔1958〕には、横浜市中区の間門小学校内に海水水族館ができた。正式の名称を横浜市立間門小学校附属海水水族館という。小学校附属の本格的な海水水族館は、この間門小学校附属海水水族館の開館後今日に至るまで、少なくともわが国では他に例を見ない。

間門小学校は横浜駅から根岸へ行く本牧通を本牧間門で住宅街を海側に少し入った道の突き当たりにある。「海側」といっても、現在は高架の産業道路を斜めに見上げ、さらにその向こうに石油会社の製

油所ができて、海際は1kmもの遠方である。東に隣接する観光名所「三溪園」の緑地が、わずかに往時の面影を残している。間門小学校は昭和5年〔1930〕の開校である。開校当時の校舎は海に面して校庭が砂浜につづき、海水浴場や遊歩道があった。1960年代に前浜の埋め立て計画が進み、遠浅だった海岸が根岸湾臨海工業地帯に変わり、小学校前浜が失われるに当たって、地元からここがかったは横浜では唯一の海辺の学校だったことを思い出す施設として、せめて水族館をという要望が出たのが、間門小学校海水水族館誕生の直接の動機であったという。

間門小学校海水水族館の開館は、昭和33年〔1958〕10月6日であったが、昭和46年〔1971〕に循環ポンプの老朽化が主因となって一旦水族館を閉鎖し、昭和51年〔1976〕に再開して今日に至っている62.7㎡の一室だけの小規模な水族館で、ホール中央に多角形のアクリル固定水槽が1、屋内池が1、コンクリート製の固定水槽が4、置水槽が10、小規模な施設ではあるが、「学校教育に役立つ水族館」としてのユニークな価値を評価したい。理科主任の教諭が「水族館長」になり、現在は5、6年生165名のうちから希望者25名前後が水族館委員として1年間魚の飼育を担当している。もっとも、水族館委員会に参加したい生徒はさらに多数であるという。ただし、月曜日と金曜日および長期休暇中は教員が交替で給餌等の飼育管理を肩代わりする。卒業生、在校生の保護者、および地域の住民で構成されるボランティアグループ「間門小学校アクアミューズ・フレンドリークラブ」約30名の援助もある(Fig. 24)。海水管理および電設関係の管理は専門業者に委託し、魚の補充は主として地元本牧の漁業者からの寄贈を受けている。5、6年前から校庭の噴水池に海水を入れ近海の魚や無脊椎動物を放ってタッチングプールとして利用し、夏期休暇前の全校行事としている。

間門小学校海水水族館は、神奈川県博物館協会を通して日本博物館協会にも加盟し、実物教育の場として利用し、多様な生きものの多様な生き方を身近に見せて、いのちの尊さや自然との関わり方のマナーを日常活動の中で身につけさせる教育方針に役立っているという。調査当日の水槽は清潔で海水も飼育水族の状態も良好であった。

昭和34年〔1959〕(月日未詳)、箱根大涌谷に箱根自然博物館水族館がオープンした。小規模な淡水水族館であった。淡水水族だけを対象とする水族館は、



Fig. 24 Entrance of the Marine Aquarium in Yokohama Municipal Makado Primarily School, Yokohama, opened on 6 August 1958, showing an information of this aquarium for the schoolchildren.

上野動物園内の観魚室以来、かつては各地に少なくともなかったが、神奈川県ではこの箱根自然博物館水族館が最初であった。長くは続かず、開館2年後の昭和36年〔1961〕には閉館してしまった。

昭和39年〔1964〕3月19日、川崎市によみうりラ

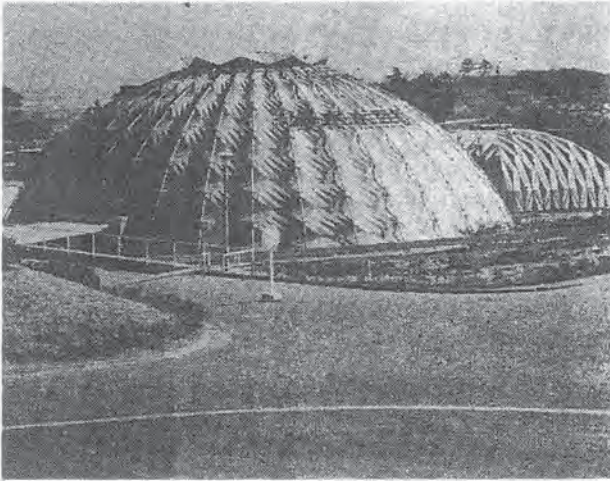


Fig. 25 Yomiuri Land Marine Aquarium, Kawasaki, opened on 19 March, 1964 (Yomiuri Land Marine Aquarium, 1968).

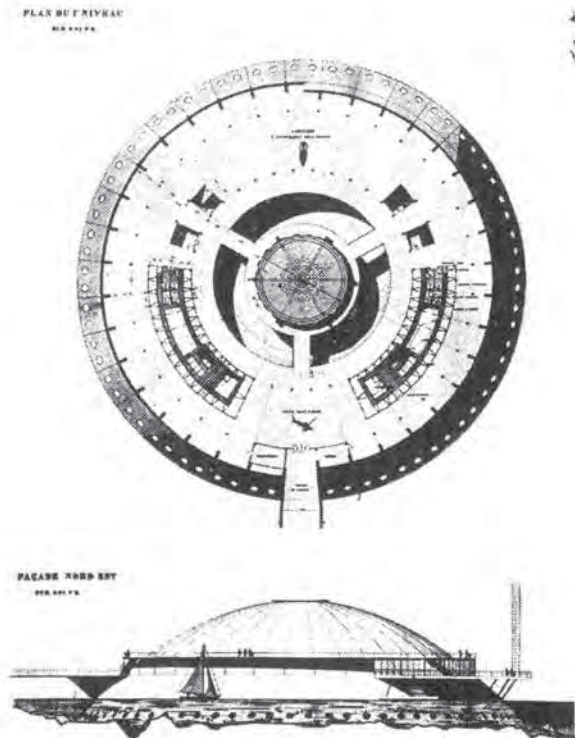


Fig. 26 Original design plan of an uncertain marine aquarium by a French designer seemed to be used of the plan for Yomiuri Land Marine Aquarium (see Fig.25) (FAVIRE, D'ARCIER, 1963).

ンド海水水族館がオープンした。多摩丘陵にある遊園地よみうりランドのなかに小さくない規模の本格的な海水水族館を併設されたものである。前述の(第三の)江ノ島水族館が国道沿いに建てられた、いわば「館」そのものの独立の建造物であったのに対して、よみうりランド海水水族館は有料遊園地の中に目玉施設として建てられたもので、第二次大戦前の阪神パーク水族館の流れを汲むスタイルを採用した。関東では初めての施設であった。よみうりランド海水水族館は同年にオープンした京都市の京福ランド八瀬遊園海水水族館とともに、動物園内の水族館としてではなく、有料遊園地のなかに集客施設として設備のととのった海水水族館を押し出したところに画期性があった。

よみうりランドには、海水水族館に隣接してアシカのショーを見せるアシカ館と、専属のダンサーが水中レビューをガラス越しに見せる水中劇場があった。水族館に教育性を、アシカ館と水中劇場に娯楽性をと振り分けたと聞いている。よみうりランドはその名の通り、読売新聞社が経営する戦後最初的水族館テーマパークであった。新聞社の経営するはじめての水族館でもあり、金沢水族館(石川県・昭和38年〔1963〕)に次ぐ内陸型の海水水族館でもあった。

よみうりランド海水水族館は、地下1階地上3階の鉄筋コンクリート構造で、直径約21mの低い円筒形の建築面積1,335.90㎡、隣接のアシカ館も同一の外見構造で規模はやや小さく、建築面積824.175㎡、直径約16mであった。いずれも屋根はアルミ製のドームというわが国でははじめての斬新かつ卓抜な発想による外見の水族館であった。観客通路には階段がなく、すべてゆるやかな傾斜の螺旋形のスロープを昇降する順路の片側ないし両側に大小の固定水槽と置水槽が並んでいた。観客はしたがって、螺旋形の回廊に沿って歩いてまわり、乳母車や車椅子でも見学できた。よみうりランド海水水族館は株式会社の水族館であったが、1980年の国際障害年や1994年のハートビル法に先駆け、かつ公共の類似施設にも先だって、水族館に肢体・視覚障害者および身体的弱者に対する観客通路のバリアフリーを実現させた先駆的功績があった。

よみうりランド海水水族館のメインテーマは「生きている海の百科事典」ということであった。水族館に展示テーマが必要であるという認識がまだ一般

的でなかった昭和39年〔1964〕のこの時点で、水族館の展示に「テーマ」を鮮明にしようとした姿勢も評価される。水族館の建築設計担当者は現在明確ではないが、建物の外見は1960年にモナコで開催された第1回国際水族館会議でフランスのB. FAIVRE D'ARCIER（1963）が発表した設計図とほとんど同一である。建物のサイズ（直径40m）および建築材料は相違するものの、この設計に基づくか、あるいはそれを踏襲したと思われる（Figs. 25, 26）。

よみうりランド海水水族館は、遊園地内の施設とはいえ、水族の展示にも積極的な工夫をこらし、豊富な話題性を伴う活発な水族館活動を展開した。内陸に所在するにもかかわらず、展示用水族の近海沿岸での自家採集も活発に行う一方、サンゴ礁魚類の収集にも熱心であった。またアマゾンマナティ、アマゾンカワイルカ、北米マナティ、オオベソオウムガイなど、わが国に既往の飼育例のなかった、あるいは飼育困難とされてきた著名な外国産水族の導入と飼育展示・研究にも努力した。標本ではあったが、シーラカンス、ラブカ、ミツクリザメなど、内外国産の著名水族の展示資料を積極的に収集し、その広報にも熱心であった。とくに昭和42年〔1967〕2月には、日本最初のシーラカンス標本1個体が水族館に到着した。フランスのドゴール大統領から日仏親善に貢献した読売新聞社の正力松太郎社主に贈られた、この種の日本渡来第1号標本で、全長1.5mの雌であった。標本はホルマリンで固定されていて、到着後、日を改めて権威あるわが国の魚類学者を集めて公開で解剖が行われ、ときの大きな話題になった（上野，1992）。それらのトピックスやイベントは親会社の新聞社を通じて広報され、営業活動も熱心であったが、動物ショーに代表される娯楽要素を分離させ、水族館は教育的な水族館活動を基本運営スタイルで社会の耳目を水族館に向けさせた功績があった（よみうりランド海水水族館，1968，ほか）。よみうりランド海水水族館は平成10年〔2000〕3月末で閉館している。

7. 水族館思想の転換と水族館テーマパークへの志向

よみうりランド海水水族館から4年後の昭和43年〔1968〕4月27日、三崎町に京急油壺マリンパークがオープンした。その名の通り京浜急行電気鉄道株

式会社の創立経営によるものである。水族館建設は同社の創立70周年記念事業として企画され実現したもので、そのきっかけは、のちに同館の館長に招かれた末広恭雄の著書『サーカス水族館』（河出書房・1956）にあったという（末広，1968）。末広は昭和39年〔1964〕に開館し回遊水槽と魚の曲芸を開発した先進の大分生態水族館（マリーンパレス）の顧問でもあった。京急油壺マリンパークの開館から2年遡った1966年、京浜急行電鉄株式会社専務で同社沿線の三浦半島開発を担当し、三崎町油壺に水族館建設を構想していた石井千秋は、末広の“サーカス水族館構想”に共鳴して尽力し、神奈川県から旧三崎水産高校跡地の払い下げを受け末広を迎えて、その主張する「サーカス水族館」を実現させようとした（石井，1968；末広，1968）。

末広（1968）自ら記すところによれば「水族館というと、昔ながらの“魚族博物館”といった概念が抜け切れないため、最近では珍魚採集の競争がよいよはげしくなり、…或る意味で水族館の過渡期を招くに至った。この時にあたり、…筆者は“サーカス水族館”という…全く新しい構想の水族館を提唱した…つまり従来の水族館のように珍魚のコレクションだけに終始することなく、魚そのものの生活状態を再現し、或いは魚の感覚の鋭さをショーに仕組んで見せるという、従来の水族館の型を破った水族館を作ってはどうか…」と。

もと水産高校跡地の京急油壺マリンパークの敷地（39,511.58㎡）は当時の水族館用地としては十二分な広さであった。水族館の建築面積2,420.73㎡も、江ノ島水族館の1,477㎡に比べればもちろん、よみうりランド海水水族館の1,335.90㎡に比べても約1,000㎡広い（よみうりランド海水水族館，1968；無記名，1968；廣崎，1970）。京急油壺マリンパークはよみうりランドのような遊園地施設はつくらず、広々とした雰囲気整備された庭園に囲まれた、当時としては大規模水族館に行楽客を迎え、ゆっくり時間を過ごしてもらおうという、先端的な郊外型大規模水族館としてスタートしたのであった。

水族館本館の平面図はオタマジャクシのような形をしていて、その尾端にエントランスがあり、オタマジャクシの頭部に当たる上階に当時流行の回遊水槽（750m）がつけられた。エントランスから回遊水槽までの順路に、魚の生態を強調する教育水槽13、末広のかねてからの希望の「魚のサーカス」を見せ

は1966年に大分生態水族館（マリーンパレス）で；それぞれに開発されてきた（高松，1968；UCHIDA, 1973）。テッポウウオが水上の昆虫を射落とす習性も，早くからアメリカ・スタインハルト水族館で開発されていた。高松（1968）が指摘しているように「水族館で特殊な魚の特殊な生態を見せるのは容易く，普通の魚の生態や能力を見せるのはむづかしい」ので，わが国で1960年前後に開発されたこれらの実験成果は，水族館の展示手法の流れを，分類・形態展示から生態展示へと，大きく変える予感に満ちた画期的なできごとであった。

京急油壺マリンパークの実験水槽や教育水槽は，このような生態展示の流れを積極的に取り入れようとしたものであった。オリジナルに開発された基本的なアイデアは多くなかったが，見せ方はさまざまに工夫がこらされた。たとえば，赤色光と青色光の識別実験は青と赤のシグナルを使う「魚の交通整理」にアレンジされていた。算数をする「学者魚」のような魚の能力が誤解されそうなきわどい展示もあったが，「サーカス水族館」と思えば許容されるものだったのかもしれない。教育水槽には，装飾過剰なまでの奇抜な表現によって，収容水族の生態上の特徴や生活環境との関連を逆説的に強調するなど，思い切った斬新なアイデアに満ちていた。従来，水槽内の装飾といえば，できるだけ自然環境を模し，不自然さを排して，自然な雰囲気再現に努めるのが常法であったが，京急油壺マリンパークにはその常識を打ち破ろうとした勇気があった。水槽内壁に都会の交差点を描いたり，有毒魚類の展示を強調する目的で獣骨の散らばる砂漠風景を描いた，勇み足のような装飾もふくめて，従来の水族館の常識からはみ出そうとした決断も今は評価できるように思える。

首都圏で最初の，スマートな制服に身をつつんだ女性スタッフの案内説明も，一般来館者に好評であった。先進館で開拓された実験水槽の多くが教育的学術的な正確さを意識した真面目な展示であったのに対して，油壺マリンパークにおける先進アイデアの消化吸収とアレンジの仕方にはそつがなく，表現もよりスマートに置き換えられて，みごとであった。そして，それらの「新しい水族館」のイメージを首都圏に導入紹介したところに京急油壺マリンパークの功績があった。

この頃はまた，回遊水槽の大流行期でもあった。わが国において第二次世界大戦後の魚類を飼育対象

とする大型水槽の導入は昭和32年〔1957〕のみさき公園自然水族館のオセアナリウムを最初とするが，昭和39年〔1964〕に大分生態水族館（マリーンパレス）で創案された大型回遊水槽は，ドーナツ型の大水槽内に一方向へのエンドレスな循環流を与えて，遊泳性の魚類群の負の向流行動を引き出してダイナミックな展示効果が人々を驚かせた。大分生態水族館の独創した回遊水槽は，その後，全国各地および海外の水族館で続々と採用されて流行のようになった。京急油壺マリンパークは回遊水槽を採用したわが国で10番目の水族館に当たる。大分生態水族館（マリーンパレス）では，エアリフトによって同一方向への水流をつくりだしていたが，京急油壺マリンパークでは，循環ポンプからの注水によって流水を起こす方法をとった。大分の回遊水槽は水槽の外側を観客通路としたが，油壺のそれは，天草海底自然水族館（昭和41年〔1966〕）や屋島山上水族館シーパレス（昭和44年〔1969〕）などと同じく，水槽の内側に入って周囲を見回す「内回りの回遊水槽」であった（山本，1980d）。回遊水槽を魚と泳いで餌を与える女性ダイバーも，大分生態水族館（マリーンパレス）（昭和39年〔1964〕）のアイデアを導入したものであった。

京急油壺マリンパークでは，北米産のヘラチョウザメ，アミア，ガーなどシカゴのジョン・シェッド水族館との交換による淡水魚を中心とする外国産の著名水族の導入にも熱心であった。わが国で3番目，水族館としては2番目のシーラカンスの標本も入手した。結局，末広の目指した「サーカス水族館」への指向は不徹底で，むしろ，より幅広く「なんでもある水族館」を目指すことになったかのようである。

一方で，京急油壺マリンパークは大量の飼育水を密閉タンクに押し込んで処理する圧力式急速濾過槽を本格的に採用した我が国最初の水族館であった。この飼育水濾過方式は上野動物園水族館で昭和39年〔1944〕に初めて試みられていた（久田，1965）が，展示水槽の容積に比べてコンパクトなサイズの本格的な圧力式急速濾過槽の出現が，今日の大型レジャー水族館の発展に重要な役目を果たしたことは，たぶん正しいのではないか。従来の重力式濾過槽では，大容量の大型水槽の飼育水を処理するための循環水処理には膨大な表面積を必要とし，日常管理も容易ではない。しかし，密閉したタンクにポンプで処理水を押し込む圧力式（密閉式）濾過槽ならば，短時

間に大量の飼育水を処理できる。もっとも、濾過速度が重力式の10~100倍にも及び、濾層が短期間に閉塞するので、逆洗回数を多くとらねばならぬため、硝酸化成細菌叢の熟成には問題があり、生化学的浄化作用が不十分などの欠点があって、水族館飼育水の濾過には不適當であると批判されてもいる。このため、最近の大型水族館においても、たとえば須磨海浜水族園のように圧力式急速濾過槽の採用を意識的に避けた例もある（吉田啓正，書簡）。しかし一般的には、圧力式急速濾過槽を採用した油壺マリンパークで本格的に始まった大型圧力式濾過槽の採用と普及の裏付けなくしては、今日見るような水族館の巨大化は、まず困難ではなかったかと推測される。

京急油壺マリンパークは開館以来33年を経過して2001年現在、健在である。

8. 教育重視の水族館と大型レジャー水族館

京急油壺マリンパークの開館以降、今日までに神奈川県では、箱根園水族館（昭和54年 [1979]）、相模原市立相模川ふれあい科学館（昭和62年 [1987]）、および横浜・八景島シーパラダイス・アクアミュージアム（平成5年 [1993]）の3水族館が新たに登場している。

うち、箱根園水族館は昭和44年 [1979] 7月21日開館。箱根プリンスホテルの創立と経営により、飼育関係業務は同系列の伊豆三津シーパラダイスに委嘱している。箱根芦ノ湖畔のリゾートエリア箱根園のテーマ館のような立場にあって、開館当初は箱根芦ノ湖産の魚と外国（とくに熱帯域）原産の魚類を主体とする淡水水族館としてオープンした。その20年後の平成11年 [1999] 7月19日には、既往の淡水水族館（淡水館）に隣接して海水館が増設され、今日の中規模の水族館となるに至った。うち、先発の淡水館は「芦の湖の魚」から展示順路がスタートし、熱帯淡水魚を最後として展示テーマごとに7ブロックに分けられていたのに対して、後発の海水館は高さ7m、容積1,255m³の大水槽をメインとして8ブロックに分けられ、海水館増設以来、観覧順路は海水館から入って淡水館へ移動するように再設定されて今日に至った。箱根園水族館は観光志向の水族館であるが、海獣類のショーなどは行わないむしろ伝統的な水族館のスタイルを基本としている。それだけにハイギョ、アラパイマほかのアマゾン原産魚類、

カナダカワウソ、バイカルアザラシ、ペンギン類など、話題性のある外国産水族の入手と展示に努力している。箱根園水族館の所在地は標高732mにあって、わが国では北八ヶ岳中腹の蓼科アミューズメント水族館（長野県、標高1,750m、平成5年 [1993]）に次ぐ高所にある水族館である。もっとも、蓼科アミューズメント水族館は淡水水族館なので、箱根園水族館はわが国で最高所にある海水水族館ということになる。

観光型の箱根園水族館に対して、相模原市立相模川ふれあい科学館は教育重視型の淡水水族館である。昭和62年 [1987] 11月15日開館。神奈川県の水族館史上唯一の自治体立の水族館で、しかも教育委員会の所属である。行政上の館種は科学館（公的科学館）で、展示テーマは「川の生命、川の科学、川の技術」である。展示の中心は全長約113kmの相模川の中・下流域を模して「流れのアクアリウム」と名付けられた40mの流水水槽で、相模川に棲息する魚類を中心とする淡水魚約70種2,160点を飼育展示し、生態系や淡水系の保護保全への理解を求めている。コイ科のタナゴ類（タナゴ類は日本特産。ただし一部は朝鮮にも分布）のコレクション（タナゴ水槽）が充実し、希少種や絶滅危惧種を話題に取り上げた天然記念物水槽などにオリジナルな展示工夫がある。飼育業務および水族館活動を江ノ島水族館に業務委託している。

相模原市立相模川ふれあい科学館は、当然教育重視のコンセプトを基本として運営され、普及啓蒙出版物の定期発行や、小中学生を主対象とする「学びのアルバム」「ガイドツアー」と名付けた教育普及活動にも熱心である。水族館を科学館と位置付けて自然保護、自然理解を目的とする社会教育機関としての運営方針を中心に据えている点に、神奈川県では他に例のないユニークな水族館として見逃せない。小規模な水族館であるが、間門小学校附属海水水族館とともに、数少ない純然たる教育重視型の水族館としての、今後の活動を期待したい。

相模原市立相模川ふれあい科学館に次いで、横浜・八景島シーパラダイス・アクアミュージアムが平成5年 [1993] 5月8日に開館している。横浜・横須賀両市境界付近の海岸近くに造成された人工島の八景島（総面積24ha）内にある、現在のところ神奈川県で最新で、最大規模の水族館である。八景島は全体が横浜港振興協会の管理下にある公園で、島の

ほぼ中央を高架の国道357号が通過しているが、一般車両は島内へ入れない。島内に入るには西側の金沢八景大橋か、アクアミュージアム（水族館）への入場に便利な東側のマリングートをいずれも徒歩で渡って通る。入島は無料であるが、島内に有料施設が点在している。有料施設の中心的な存在がアクアミュージアム（水族館）で、ピラミッド型のガラス屋根におおわれた5階建ての建造物がよく目立つ（Fig. 28）。

横浜・八景島シーパラダイス・アクアミュージアムは、1980年代末から1990年代初頭にかけて次々に建設された先行の神戸市立須磨海浜水族園（1987）、マリンワールド海の中道（1989）、東京都葛西臨海水族園（1989）、大阪海遊館（1990）、名古屋港水族館（1992）に次ぐ、1990年代に次々に開館した大都市郊外型で、かつ大量動員型の大型レジャー水族館の一つである（吉田，2000）。従来の観光地型とも、純都市型とも違う、大都市の郊外または近郊の海辺部に位置し、大都市港湾再開発事業（いわゆるウォーターフロント開発）の中核に位置付けられ、歴史的経験的に積み上げられてきた水族館の建築設計、設

備、展示手法、飼育技術、管理運営に関わるノウハウのほとんどすべてを飲み込んだ上で、さらに新しい展示手法に工夫をこらし、非日常的で豪華な雰囲気を楽しめる空間を十二分に提供している。

横浜・八景島シーパラダイス・アクアミュージアムの最大の呼び物は高さ8m、容積1,500mの大水槽を斜めに貫く内径2.2m、延長20mの水中トンネル（アクアチューブ）である。観客は3階からエスカレーターで周辺の水槽を見上げながら斜めに上がってゆく。総水量12,000トン、水槽数は大小42、大きさだけではなく水槽と観覧窓の形状も、多様に工夫され、複雑に配置されている。飼育水族は500種10万尾。クラゲなどの無脊椎動物から海鳥、ホッキョクグマやセイウチなど哺乳類まで網羅され、イルカやアシカの海獣類のショーも周到に用意されている。

横浜・八景島シーパラダイス・アクアミュージアムの成立は、「横浜市海の公園島部開発基本構想」（横浜市港湾局）に基づき、昭和60年〔1985〕4月に埋め立てを完了した「海の公園島部（約24ha）」のうち約7haについて公募されたコンペ「横浜市八景島開発事業提案競技」に応募採用されたところ

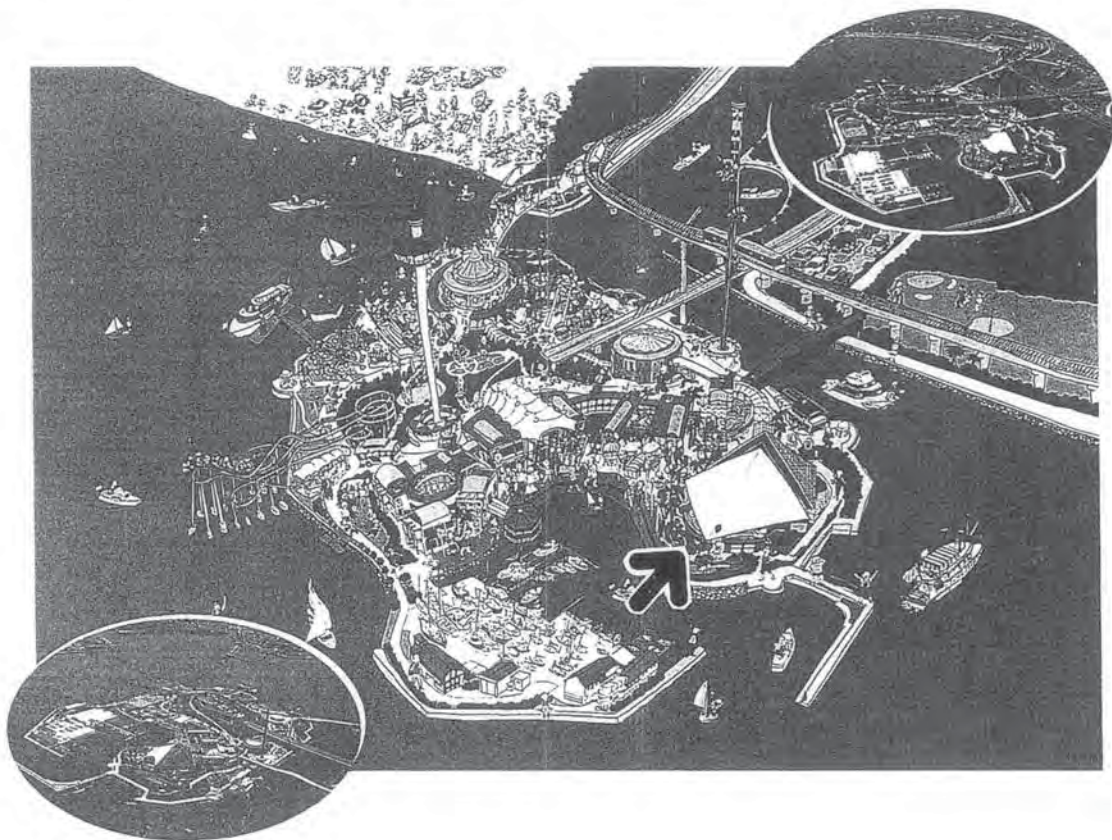


Fig. 28 Yokohama-Hakkeijima Sea Paradise Aquamuseum (arrow) in Hakkeijima Isle, Yokohama, opened on 8 May 1993 (revised from Yokohama-Hakkeijima Sea Paradise, 1999).

に始まる、市から示された施設計画に関する条件には、「楽しみ、遊びながら『自然の海』を学ぶことのできる体験型観覧施設（水族館を含む）」「夜間においても営業し、昼夜間、年間を通して人の賑わう施設を導入」と、すでに大勢の来館者を迎える大規模水族館への期待を込められていた。横浜・八景島シーパラダイス・アクアミュージアムは、総合デザインの設計をデザインシステム社が担当し、施工は清水建設・東亜建設・西武建設総合企業体が担当した。コンピューターシュミレーションによって十勝沖地震（1968）の際の青森県八戸市の地震記録と、原子炉耐震技術開発資料を参考にして、地震が起きたときの水槽のアクリルガラスやガラス継ぎ目にかかる水圧なども計算して耐震性を設計し、マグニチュード7級に耐えるものにしたという（横浜・八景島シーパラダイス、1999）。

多数の行楽客を「島の公園」に誘致するコアとしての役割を期待された横浜・八景島シーパラダイス・アクアミュージアムの集客効果は、現在のところ、当初の目標を大きく上回って、十分にその役目を果たしているようである。新聞報道（1998.12.31付朝日新聞）の紹介するアメリカ専門週刊誌『アミューズメント・ビジネス』のテーマパーク人気番付によると、1998年の入場者数世界一は東京ディズニーランドで、（前年は10位であった）八景島シーパラダイスが12位（5,737,000人）に位置付けられている。開館初年〔1993〕度の八景島シーパラダイスの入場者は8,691,000人で、うちアクアミュージアム入場者数は、4,019,000人であった（横浜・八景島シーパラダイス、1999）（吉田、2000では4,500,000人となっている）。八景島全体としても、水族館（アクアミュージアム）単独としても、それぞれ当初の年間入場者予想人数を2倍以上、上回ったことになる。同じ開館初年度で、これを超える数の観客を迎えた水族館の例は、わが国では1990年7月に開館した大阪・海遊館（495万人）がある（吉田、2000）。

横浜・八景島シーパラダイス・アクアミュージアムに見られた観客層の構成には、興味深い現象が見られる。それは、来館者のうち大人・高校生の比率が81%の多数を占め、小中学生および幼児合わせて残りの19%を圧倒していることである（横浜・八景島シーパラダイス、1999）。従来の水族館では、公立私立を問わず、来館者は子どもが多く、水族館は子どものための施設であるとみなされて、水族館で

行われる教育サービス、教育的行事のほとんどすべてが主として小中学生を対象とするものであった。横浜・八景島シーパラダイス・アクアミュージアムの観客構成は、そうした既往の知識ないしは概念と明らかに相違する。もっとも、大型レジャー水族館の出現に伴うこのような観客構成の変化の傾向は、これより早く、水族館の大型化に伴って始まっていたとも考えられる。鳥羽山（1998）も「水族館には子どもたちのものという一般認識があるが、鴨川シーワールドの大部分は大人である」といつている。

1987年にオープンした神戸市立須磨海浜水族園がその前身である神戸市立須磨水族館からリニューアルされて再開されたとき、来館者数は飛躍的に増加して、それまでの60万人から240万人に急増した。同時に来館者の年齢構成がこれをきっかけとして一変した。改修前の須磨水族館では有料の（高校生をふくむ）「大人」の比率が平均51%であったのに対して、新しい海浜水族園に変わった初年度に63%に増加し（岡野、1997）、増加した観客実数のほとんどが「大人」それも二十代三十代の若者が多くを占めることになった（岡野、1997；吉田、2000）。この傾向を岡野（1997）は「水族館が市内や近接地の小中学生・幼稚園児が学校から来る施設であるとの認識とは異なり広い地域から大人が家族連れ、友人同士で来る施設に変わった」と結論し、吉田（2000）は「若者を中心に大人がたくさん訪れる水族館になり、大人、とくに若者がフリーで来る施設になった」とまとめた。横浜・八景島シーパラダイス・アクアミュージアムにおいて、大人・高校生が高比率を占めている入館者構成も、このような入館者動向の延長上にあること、視点を変えていえば、このような入館者の動向の変化の吸収によって新しい集客拠点の形成に成功したといえよう。

横浜・八景島アクアミュージアムの展示テーマ「海と人とのコミュニケーション」の周到に計算された演出は、かなり効果を上げ、成功していると思われる。そこには、1970年に開館した東海大学海洋科学博物館の海洋水槽（水深6m）ホールではじめて演出されて人々に感銘を与えた「水族館で海が感じられた」（鈴木、1994）のと同質の、それよりもいっそう洗練された雰囲気が出されている。現今の大型水族館に寄せられる一般的な期待は「深い海の底を体験してみたい、生きものを見たい」（中村・西、1992）、「水の生きものの生きている多様性」

「生きざま」(吉田, 1980, 2000), 「見る人の立つ大気の世界と見られる魚の泳ぐ水中の世界がガラス窓をへだてて向きあう」(鈴木, 1994), 「都市があり, 自然もあり…いわば自然と都市の境界にある不思議な世界」(布施, 1996) であり, 「水族館は水の世界の幻想を演出し, 楽しければそれでいい」「ぼんやりしてられるのが楽しい」(内田, 1996) などといった, 情緒的な受け取り方が目立つ。それらの期待に応え, 希望を満ち得るのは, 現代の大型レジャー水族館ならではの困難な面であろう。ただし, 大型レジャー水族館における入館者数の著しい増加分が, 主として大人, ないし若者の増加によるものであっても, 総入館者数に占める小中学生の比率がそのために低下したとしても, その実数が減ったわけではなさそうである。要約すれば, 年齢を問わない入館者の「海を見たい」「海を体験したい」「海を感じたい」ニーズが, 大型レジャー水族館の入館者を顕著に増加させ, このような大型水族館の経営を成り立たせていると考えられる。

9. 現代の水族館と博物館活動

神奈川県につくられた水族館の総数は, 明治23年[1890]開館の東京大学理学部附属三崎臨海実験所の「水族館」から, 平成5年[1993]開館の横浜・八景島シーパラダイス・アクアミュージアムまで, ちょうど20館で, 現存数はそのうち6館である(Table 1)。総数20館のうち16館は私立水族館であって, 神奈川県の水族館群が営利を目的とする会社経営の私立水族館にリードされて発展してきたことが明らかである。神奈川県(のとくに湘南地方)が大都市の近郊に位置し, さらにさかのぼった時代以来の観光名所, 避暑地として有名でもあったため, 大都市からも地方からも行楽客を動員できる地の利を得ていた。この地方に建設された水族館に, 観光・行楽施設としての役割に対する期待が大きかったのは当然ともいえよう。しかし, そのような多数の入館者を迎え, 比較的安定した財源の得られる立地に恵まれたこの地方にこそ, 教育・研究を重視し実践する水族館の実現が, むしろ期待されてしかるべきであった。その意味で, 1928年来の江ノ島における新水族館構想・計画の2度にわたる挫折, ならびに, わが国の水族館史上, 画期的指導的な存在として出現した第三の江ノ島水族館の創始期において, 期待

された教育・研究に対する機能(添野, 1954)への方向性が明確に示されず力を発揮できなかったことが深く惜まれる。

かつて, 久田(1968)は, 大分生態水族館(マリインパレス)に出現した大型回遊水槽の迫力を間近に見て感動し, わが国の水族館が「曲がり角にきた」ととらえ, 「おしなべて『面白くてためになる水族館』であったわが国の企業水族館が, ためになる水族館へのこだわりを捨てて面白くて面白い方向へ歩みはじめたのではないか, そして社会教育を本分とする水族館も, 「面白くてためになるという欲張った考えから『面白く』は切り捨てて『ためになる』だけを追及していかなばならぬのではないか」と述べて, 水族館の近い将来に「面白い水族館」と「ためになる水族館」に二極分化する方向を示唆した。久田はそこに目的志向を明確にした水族館の, あらまほしき姿の実現を期待したようである。

近年の大型レジャー水族館の相次ぐ出現は, まさに久田のいう「面白くて面白い方向」への路線強化といえるかもしれない。しかし, 久田の予想から三十数年を経てなお, わが国の水族館は一般に「面白くてためになる」路線から踏み外せず「ためになる水族館」への志向を明確に打ち出せず, 「面白い方向」と「ためになる方向」への分化も果たせないままに, 依然, 博物館としての教育的役割と, 集客対象施設としての行楽的役割を両立させようとし, あるいは, 両方とも捨て切れずにきた。少なくとも神奈川県の水族館の歴史は「面白くてためになる」両面路線を採用して今日に至ったといえる。結局「面白くてためになる」路線の両立こそ, わが国民性にふさわしいスタイルの水族館だったのであろうか。

しかし, 本報告に述べた明治39年[1906]開館の横浜教育水族館の会社定款に「教育及実業研究の資料となす」(Fig. 3)とあるように, また, この横浜教育水族館と前後して開館した東京と大阪の水族館の案内・解説書, すなわち『浅草公園水族館案内』(1899)および『堺水族館図解』(1906)や, さらに大阪に日本水族館の開館を報道する新聞記事(1901)にも共通して記されているように, わが国における水族館創始以来, 水族館が教育・研究のために役立つべき主張が明記・強調されてきた事実もある(鈴木, 2001a)。すなわち, 明治期以来, わが国の水族館には観光・行楽的ニーズを超えた文化的使命に対する潜在的な期待がありつづけたと信じ

られる。そのような期待があればこそ、この国の水族館が100年を超えて一般大衆に支持され、発展をつづけて来られたのではあるまいか。わが国に特徴的ともされる情緒的自然観（鈴木、1994）に由来す

と思われる水族館に対する情緒的ニーズへの対応も無視はできないし、一方で、「大きな水槽はどこを見ていいかわからないので、いろんな魚がいて面白いねで終わる」（谷岡ほか、1993）という、少数

Table 1 Chronological table of aquaria in Kanagawa Prefecture.

Order	Name of aquarium	Place	Owner	Opening
1	Misaki Marine Zoological Laboratory, Tokyo University 東京大学理学部附属三崎臨海実験所水族館	Misaki 三崎町仲崎	National (University) 国立大学	1890 明治23年
2	Enoshima Aquarium (No.1) 江ノ島水族館	Enoshima 川口村江ノ島	Private (Company) 会社	1902 明治35年
3	Yokohama Kyoiku (Educational) Aquarium 横浜教育水族館	Yokohama 横浜市羽衣町	Private (Company) 会社	1906 明治39年
4	Enoshima Aquarium (No.2) 江ノ島水族館	Enoshima 川口村江ノ島	Private (Company) 会社	1925 大正14年
5	Yokohama Isogo Aquarium 横浜(磯子)水族館	Yokohama 横浜市磯子	Private (Company ?) 会社 ?	1928 昭和 3年
6	Zushi Aquarium 逗子水族館	Zushi 逗子町新宿?	Private (Company) 会社	1929 (or 1930) 昭和 4 または5年
7	Aburatubo Aquarium, Misaki Marine Zoological Laboratory, Tokyo University 東京大学理学部附属三崎臨海実験所油壺水族館	Misaki 三崎町新井浜	National (University) 国立大学	1932 昭和 7年
8	The Aquarium (in the Yokohama Construction Exposition) 横浜復興博覧会水族館	Yokohama 横浜山下公園	Private 博覧会	1935 昭和10年
9	Mikasa Aquarium 三笠水族館	Yokosuka 横須賀市稲岡町	Private (Company) 会社	1949 昭和24年
10	Kamakura Aquarium 鎌倉水族館	Kamakura 鎌倉市坂の下	Private (Company) 会社	1953 昭和28年
11	Enoshima Aquarium (No.3 and the recent) 江ノ島水族館	Enoshima 藤沢市片瀬西浜	Private (Company) 会社	1954 昭和29
12	Manazuru Aquarium 真鶴水族館	Manazuru 真鶴町三ツ石	Private (Company) 会社	1955 (or 1957) 昭和30年 または32年
13	Enoshima Marineland 江ノ島マリンランド	Enoshima 藤沢市片瀬海岸	Private (Company) (Identical to 11) 会社 (11 江ノ島水族館と同一会社)	1957 昭和32年
14	The Marine Aquarium (in Yokohama Municipal Makado Primarily School) 横浜市立間門小学校附属海水水族館	Yokohama 横浜市本牧間門	Municipal 市立	1958 昭和33年
15	Hakone Shizen Aquarium 箱根自然博物館水族館	Hakone 箱根町大涌谷	Private (Company) 会社	1959 昭和34年
16	Yomiuri Land Marine Aquarium よみうりランド海水水族館	Kawasaki 川崎市菅	Private (Company) 会社	1964 昭和39年
17	Keikyu Aburatsubo Marine Park Aquarium 京急油壺マリンパーク	Miura 三浦市小網代	Private (Company) 会社	1968 昭和43年
18	Hakone-en Aquarium 箱根園水族館	Hakone 箱根町元箱根	Private (Company) 会社	1979 昭和54年
19	Sagamihara Municipal Sagami-gawa Fureai Kagakukan 相模原市立相模川ふれあい科学館	Sagamihara 相模原市田名	Municipal 市立	1987 昭和62年
20	Yokohama-Hakkeijima Sea Paradise Aquamuseum 横浜・八景島シーパラダイス・アクアミュージアム	Yokohama 横浜市八景島	Private (Company) 会社	1993 平成 5年

意見を切り捨ててしまってはなるまい。自然環境保全意識の高まってきた今日、「大型水槽に高密度に魚を入れる日本独特の習慣」(吉田, 2000) など「自然」に対する配慮のいぶさに対する反省や、近年敏感な認識を求められるようになった「水族館を通して求めるべき自然理解、自然保護、あるいは持続可能な利用」(安部, 1999) などの認識との折り合いについても、教育・研究活動との接続なしでは、今後対応困難になるのではあるまいか。

わが国の水族館では、開館初年度にとくに多数の来館者を迎え、以後数年間を経たのち、年を追って減少に転ずるのが、一般の避けがたい傾向である。横浜・八景島シーパラダイスをふくむ大型レジャー水族館もまた、その例外ではない (Fig. 29)。わが国水族館の入館者数の動向の一端を説明するために、日本動物園水族館協会年報から15年間隔で集計した最近30年間の水族館入館者数の動向の一部を示す

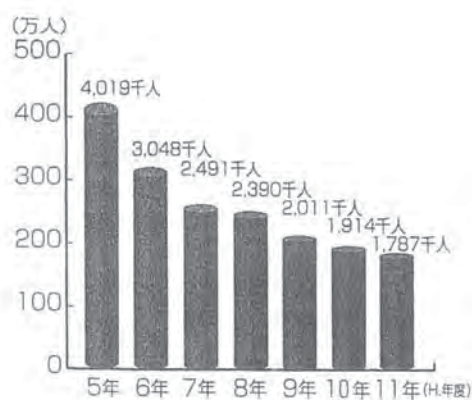
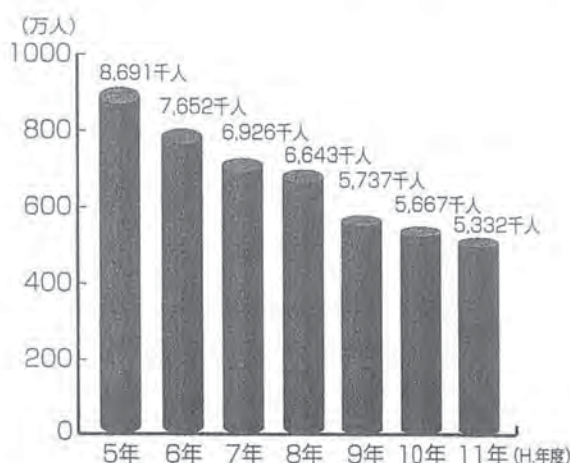


Fig. 29 Annual decreasing trend in number of attendance into Yokohama-Hakkeijima Sea Paradise (above) and aquamuseum within (below), 1993-1999 (Yokohama-Hakkeijima Sea Paradise, 1999).

(Table 2). 対象年次が1969年から始まっているのは、最近の年度から逆算して15年置きの資料が手元にそろった年次を当てたためで他意はない。

Table 2 左欄の1969年は、大分生態水族館 (マリンパレス) に始まった大型回遊水槽が流行して、神奈川県では京急油壺マリンパークが開館した年である。真ん中の1984年は、わが国最初的大型レジャー水族館となった神戸市立須磨海浜水族園が出現する3年前に当たり、各地方の観光地に当時としては大型水族館がほぼ出揃った年でもある。また、右欄の1999年は、横浜・八景島シーパラダイス・アクアミュージアムをふくむ大型レジャー水族館が勢揃いして流行のようになった真ただ中に当たる。

Table 2 で明らかなように、3ヶ年 (15年間) を通じて多数の観客を動員した水族館の入れ替わりははげしく、順位の変動も著しい。その主因はより大型水族館が次々に新設参入してきたこと、ならびに上述のように開館直後に多数であった観客動員数が経年的に減少してゆくためである。いうまでもなく、それはまた、将来的な経営上の不安定を示唆している。同一水族館で来館者数が右上がり増加している少数例は、大掛かりなリニューアルを実施した結果と察せられる。表中、上位10館の年間合計 (および平均) 入場者数は、年を追って増加し、とくに大型レジャー水族館のほぼ出揃った1999年度にその傾向が著しい。ただし、それにもかかわらず、表示の30年間を通して、日本動物園水族館協会加盟水族館全体における年間平均入場者数には大きな変化が見られないところに興味をひかれる。

神奈川県的水族館史を通じて、規模の大小、運営方針、経営様態などの相違を含めて、その在り方はモザイク的である。たとえば現存の水族館6館のうちでは、箱根園水族館を除く現存の5館が日本博物館協会に加盟している (日本博物館協会, 1998) が、箱根園水族館、相模原市立相模川ふれあい科学館、間門小学校附属海水水族館の3館を除く大型の私立3水族館が博物館相当施設の指定を受けている。一方で日本動物園水族館協会に加盟しているのも、同一の3館である。そもそも、水族館は昭和26年 [1951] 成立の博物館法によって博物館の一種と認定されているが、博物館法以外では法律上の水族館の定義は不明確であり、ないしは水族館を定義できないという (日本動物園水族館協会, 2001)。しかし、これを逆に見れば、水族館は法的拘束の少な

い自由な立場にあると見ることもできる。水族館をすべて博物館法に準拠する博物館とみなすことには現実的な抵抗感もあり、吉田（1980）は、すべての水族館が博物館であらねばならぬ理由はないとしている。著者は「水族館の中に博物館がある」という認識がわが国の水族館にふさわしく、かつ現実の在り方にも近いのではないかと考えている。いずれにせよ、水族館が博物館法による指定を受け、博物館であろうとするのなら、博物館法に基く博物館活動をつづけ、成果を蓄積して、博物館としての社会認知を受けなければならぬ。同法にいう「博物館」は「施設」ではなく「機関」である（鈴木、1994、1999）。ただし、博物館としての水族館の在り方と活動に具体的な共通のマニュアルはない。それはむしろ、それぞれにオリジナルに開発されてゆくべきものであるまいか。施設としての水族館は、完成して開館したときが最高の状態であり、その後の経年劣化は避けがたいが、機関としての水族館は開館時の初期的段階から、経年的に成長成熟してゆくはず

である（鈴木、1999）。荻野（1989）も、水族館における魚と人との関わり方を「魚の生きている様子を見て感動する一次体験、生きものを見た感動から科学する心が芽生える二次体験、自然観の啓発される三次体験に区分し、したがって、この手順を踏まなければならない博物館としての水族館は一朝一夕にはできない」と述べた。水族館の研究については内田（1978）や西（2001）の総説があり、水族館の研究を内田（1978）は3項目、西（2001）は5項目に分類した。ここではそれに加えて水族館を文化史的研究の対象とする視点と、荒俣（1986）の「水族館の研究は本質的に見世物の科学、見世物の研究でなければならない」という主張を紹介しておく。

日本の水族館史を概括すれば、①水族館の導入、②水族館の普及、③水族館の近代化と合理化、④水族館の立地拡大、⑤水族館の意義内容の拡張…の順を踏んできたと概括できよう。神奈川県の水族館群もおおむねその過程を踏まえて発展し、わが国の水族館史に貢献してきた。神奈川県の水族館史には、

Table 2 Trend in number of attendance in the top-ten aquaria of Japan for recent 30 years (1969-1999). (Annual Report of Japanese Association, Zoological Gardens and Aquariums, 1970, 1985 and 2000)

Order	1969	1984	1999
1	Enoshima Aquarium 1,332,189	Toba Aquarium 1,935,953	Osaka Aquarium 2,496,200
2	Oita Ecological Aquarium 1,103,616	Sunshine International Aquarium 1,431,485	Yokohama-Hakkeijima Sea Paradise Aquamuseum 1,789,461
3	Ueno Zoo Aquarium 900,709	Izu-mito Sea Paradise 917,656	Tokyo Sea Life Park 1,639,720
4	Aburatsubo Marine Park Aquarium 811,074	Kamogawa Sea World 847,943	Nagoya Port Aquarium 1,338,801
5	Kobe Municipal Suma Aquarium 692,651	Okinawa Expo Aquarium 835,000	Toba Aquarium 1,116,479
6	Hiyoriyama Ten'nen Aquarium 664,105	Kobe Municipal Suma Aquarium 733,882	Sunshine International Aquarium 1,017,041
7	Mito Ten'nen Aquarium 584,100	Marinepia Matsushima Aquarium 732,534	Suma Aqualife Park 1,012,853
8	Toba Aquarium 465,569	Oita Ecological Aquarium 622,651	Kamogawa Sea World 929,177
9	Shirahama Aquarium, Kyoto Univ. 463,547	Marine Science Museum, Tokai Univ. 579,192	Okinawa Expo Aquarium 769,850
10	Shimonoseki Municipal Aquarium 459,732	Oarai Aquarium 556,092	Uminakamichi Kaiyo Seitai 688,203
Total	7,477,282	9,192,390	12,797,785
Total number of attendance in all: 32 aquaria	12,205,757	50 aquaria 19,020,544	63 aquaria 25,197,747
Mean number of attendance in all:	381,430	380,410	399,964

まさに日本の水族館史の縮図が見いだされる。

文 献

- 安部義孝 (1999) 世界動物園保全戦略の周辺. 博物館研究, 34 (4), 5-9.
- 雨宮育作 (1933) 世界の臨海臨湖研究所 (岩波講座生物学). 岩波書店, 東京, 98p.
- 雨宮育作・堀 由紀子・廣崎芳次 (1979) 対談・動物を先生として. 152-158. たのしい水族館 江ノ島水族館25年のあゆみ. 江ノ島水族館, 藤沢, 183p.
- 荒俣 宏 (1986) 視覚のスリラー 水族館の想像力. 想像力の博物誌 第2回. 月刊アドバタイジング, 1986(5), 2-7.
- 熱海町役場観光課 (1934) 熱海. 熱海町役場観光課, 熱海町, 191p.
- 第五回国内勧業博覧会堺水族館事務所 (編) (1903) 堺水族館図解. 金港堂書店, 大阪, 69p.
- 江の島の今昔展実行委員会 (1884) 江の島の今昔. 江の島の今昔展実行委員会, 藤沢, 73p.
- 江ノ島水族館 (1979) たのしい水族館 江ノ島水族館25年のあゆみ. 江ノ島水族館, 藤沢, 183p.
- 江ノ島水族館研究室 (1957) 水族館資料 I. 江ノ島水族館研究室, 44p. (タイプ印刷).
- FAVIRE D'ARCIER, B. (1963) Projet d'aquarium sous-marin. Ier Congrès International D'Aquariologie, Monaco-1960, Communications, C. Bull. Inst. Océanogr. num. spec, LC, 105-123.
- 藤野富之助 (編) (1899) 東京名物浅草公園水族館案内. 瞰海堂, 東京, 18p.
- 藤沢市文書館 (編) (1993) 藤沢市史新聞記事目録 (横浜貿易新報・明治篇). 藤沢市文書館, 藤沢, 191p.
- 布施英利 (1996) 美術館には脳がある. 岩波書店, 東京, 237p.
- 橋爪紳也・中谷作次 (1990) 博覧会見物. 学芸出版社, 京都, 121p.
- 平田包定 (1936) 平田式水族館. 博物館研究, 9 (5), 4.
- 平山和次 (1960) 循環式海水水族館の濾過槽管理について. 水産増殖, 8 (2), 123-132.
- 廣崎芳次 (1970) 全調査日本の水族館. フィッシュマガジン, 6 (2), 182-196.
- 廣崎芳次 (1985) 雨宮先生と江ノ島水族館. 146-150, 雨宮育作先生記念事業実行委員会 (編) 雨宮先生を偲びて, 雨宮育作先生記念事業会, 東京, 270p.
- 久田迪夫 (1966-67) 水族館の歴史 1-7. フィッシュマガジン, 2 (5), 94-95-3 (6), 96-97.
- 久田迪夫 (1967) 水族館の歴史 5. フィッシュマガジン, 3 (4), 94-95.
- 久田迪夫 (1968-69) 曲がり角にきた水族館 その未来を予測する 1-4. フィッシュマガジン, 4 (9), 78-79-5 (3), 146-147.
- 久田迪夫 (1968) 曲がり角にきた水族館 その未来を予測する 4. フィッシュマガジン, 4 (11), 78-79.
- 堀家邦男 (1975) 水族館の魚達. 泰流社, 東京, 204p.
- 石井千明 (1968) 水族館京急油壺マリンパークの誕生! 京急油壺マリンパーク水族館年報, 1, 2-3.
- 磯野直秀 (1987) モースその日その日 ある御雇教師と近代日本. 有隣堂, 横浜, 360p.
- 磯野直秀 (1988) 三崎臨海実験所を去来した人たち—日本における動物学の誕生. 学会出版センター, 東京, 230p.
- 伊藤正徳 (1958) 戦艦「三笠」の栄光と悲惨 (三笠保存会シリーズ第1号). 三笠保存会, 東京, 32p.
- 毛塚五郎 (1989) 記念艦「三笠」の歩み. かなしん出版, 横浜, 93p.
- 黒田康子 (1989) 逗子の水族館. 手帳第122冊, 2155-2160.
- 前田純一 (1955) 阪神パークと水族館. 118-123. 阪神電気鉄道株式会社臨時社史編纂室 (編) 輸送奉仕の五十年. 阪神電気鉄道株式会社, 大阪, 211p.
- 三笠保存会 (1959) 記念艦三笠復元の栞. 三笠保存会, 東京, 24p.
- 三宅驥一 (1935) これからの水族館. 博物館研究, 8 (12), 1.
- モース, E. S.・石川欣一訳 (1929) 日本その日その日. 科学知識普及会, 東京 (日本その日その日 1<復刻版>, (1970) 東洋文庫171, 平凡社, 東京, 258p.
- 森谷定吉 (編著) (1997) 逗子風物詩. 手帳の会, 逗子. 164p.
- 無記名 (1928a) 会務報告. 博物館研究, 1 (5), 14.

- 無記名 (1928b) 会務報告. 博物館研究, 1 (7), 15-16.
- 無記名 (1929a) 会務報告. 博物館研究, 2 (1), 15.
- 無記名 (1929b) 会務報告. 博物館研究, 2 (3), 15.
- 無記名 (1929c) 会務報告. 博物館研究, 2 (4), 17.
- 無記名 (1929d) 江ノ島水族館設計. 博物館研究, 2 (5), 8-10.
- 無記名 (1929e) 最新江の嶋めぐり. 学友社, 東京, 31p.
- 無記名 (1930a) 公開実物教育機関一覧. 博物館研究, 3 (8), 1-5.
- 無記名 (1930b) 第二回全国公開実物教育機関主任者協議会議事録. 博物館研究, 3 (11), 1-15.
- 無記名 (1930c) 第二回全国公開実物教育機関主任者協議会議事録. 博物館研究, 3 (12), 1-8.
- 無記名 (1934) 全国博物館案内. 博物館研究, 7 (9), 6-15.
- 無記名 (1968) 水族館施設の概要. 京急油壺マリンパーク水族館年報, 1, 11-23.
- 無記名 (1988) 海の町・磯子に水族館があった. 浜・海・道 (横浜市磯子区役所広報誌), 7-8.
- 無記名 (2001) 横浜市立間門小学校の時間 (おおきな空の下 6). 魚の王国, 387, 74-75.
- 永澤六郎 (1911) 欧洲の生物学実験所(1)~(3). 動物学雑誌, 273, 395-409; 274, 443-458; 276, 555-572.
- 中村元弘・西 源二郎 (1992) 水族館に対する小中学生の意識. (自家印刷), 39p.
- 中村虎猪 (1958) 記念艦三笠の今昔 (三笠保存会シリーズ第二号). 三笠保存会, 東京, 18p.
- 中村庸夫 (1997) 水族館ウォッチング. 平凡社, 東京, 259p.
- 日本動物園水族館協会 (1962) 日本動物園水族館要覧. 日本動物園水族館協会, 東京, 237p.
- 日本動物園水族館協会 (1970) 動物園・水族館の設置および運営上の基準 (案). 日本動物園水族館協会, 東京, 32p.
- 日本動物園水族館協会 (1970) 昭和44年度日本動物園水族館年報. 日本動物園水族館協会, 東京, 379p.
- 日本動物園水族館協会 (1985) 昭和59年度日本動物園水族館年報. 日本動物園水族館協会, 東京, 501p.
- 日本動物園水族館協会 (2000) 平成11年度日本動物園水族館年報. 日本動物園水族館協会, 東京, 147p.
- 日本動物園水族館協会 (2001) 平成13年度理事会・通常総会並びに協議会経過報告. 日本動物園水族館協会, 東京, 179p.
- 日本動物園水族館協会 (編) (1958) 第2回水族館技術者研究会における研究発表. 日本動物園水族館協会, 東京, 88p. (タイプ印刷).
- 日本動物園水族館協会 (編) (1982) 日本の動物園と水族館. 第一法規出版, 東京, 254p.
- 日本動物園水族館協会 (監修) (1992) 最新全国動物園水族館ガイド. 日本テレビ放送網, 東京, 333p.
- 日本博物館協会 (1998) 博物館職員名簿. 日本博物館協会, 東京, 304p.
- 西 源二郎 (2001) III. 館種別博物館の調査研究 水族館. 130-146. 加藤有次ほか (編著) 新版博物館学講座, 6 博物館調査研究法, 雄山閣, 東京, 199p.
- 荻野洸太郎 (1989) 博物館としての水族館が一朝一夕には出来ないわけ. 博物館研究, 24(8), 20-22.
- 岡野英伸 (1997) 都市内集客施設についての一考察 神戸市立須磨水族館のケース. 神戸大学大学院経営研究会六甲台論集-経営学編, 44(1), 1-34.
- 大川静司 (1934) 祝丹那トンネル開通, 観光熱海. 伊豆日々新聞社, 熱海町, 84p.
- 佐伯有常 (1958a) Balanced aquarium における窒素循環と魚の適正飼育密度について. 陸水学雑誌, 19(3/4), 118-129.
- 佐伯有常 (1958b) 魚介類の循環濾過式飼育法の研究基礎理論と装置設計基準. 日本水産学会誌, 23(1), 684-695.
- 下川耿史 (2000) 明治・大正家庭史年表. 河出書房新社, 東京, 557p.
- 添野耕一 (1954) 江ノ島水族館の設計について. 建築文化, 9 (8), 36-37
- 末広恭雄 (1956) サーカス水族館. 河出書房, 東京, 231p. (未見).
- 末広恭雄 (1968) 開館までの経緯. 京急油壺マリンパーク水族館年報, 1, 4-5.
- 鈴木克美 (1994) 水族館への招待 魚と海と人. 丸善ライブラリー112, 丸善出版, 東京, 241p.
- 鈴木克美 (1999) 二十一世紀に水族館は. 博物館研究, 34(2), 4-9.

- 鈴木克美 (2001a) わが国の黎明期水族館史再検討. 海・人・自然, 東海大学博物館研究報告, 3, 1-17.
- 鈴木克美 (2001b) わが国における水族館創始より第二次世界大戦前まで58年間の水族館史概説. 動物園水族館雑誌, 42(4), 103-113.
- 高松史郎 (1968) 水族館における娯楽と教育. 博物館研究, 41(3), 11-16.
- 瀧 栄六郎 (1937) 水族館増設の急務とわが経営談. 博物館研究, 10(5), 6.
- 棚橋源太郎 (1935) 石川理事長を偲ぶ. 博物館研究, 8(2), 28-29.
- 谷岡正之・矢島稔・吉田啓正 (1993) シンポジウム 新しい世紀をめざす博物館・期待される博物館像・平成4年度博物館指導者研究協議会動物園水族館部門. 博物館研究, 28(10), 12-18.
- TAYLOR, L. (1993) Aquariums Windows to Nature. Prentice Hall General Reference, New York, etc., xxii+168p.
- 寺尾 新 (1935) 岳父の臨終. 博物館研究, 8(2), 5-6.
- TINKER, S. and M. OMURA (1963) Directory of the Public Aquaria of the World, 1st ed. Waikiki Aquarium, Honolulu, 37p.
- 鳥羽山照夫 (1998) 命を身近に感じさせる水族館を. 特集水族館. まちなみフォーラム, 2, 6-9.
- 東京大学農学部附属水産実験所 (1986) 東京大学農学部附属水産実験所の五十年. 東京大学水産実験所, 舞阪町, 214p.
- UCHIDA, I. (1973) New educational displays in the Himeji City Aquarium. International Zoo Year Book, 13, unknown pages.
- 内田 至 (1978) 館種別博物館における調査研究と収集活動 5 水族館. 184-206. 千地万造 (編) 博物館学講座5, 調査研究と資料の収集, 雄山閣, 東京, 199p.
- 内田春菊 (1996) 水族館行こミーンズ I love you. 扶桑社, 東京, 213p.
- 上野輝彌 (1992) シーラカンス はるかな古生代の証人. 講談社現代新書600, 講談社, 東京, 173p.
- 山本和夫 (1970) わが国における水族館の変遷について—水族館の研究. 豊田工業専門学校研究紀要, 3, 79-83.
- 山本和夫 (1980a) わが国の水族館のあゆみ(1) (創設時から終戦時まで) —水族館覚え書 その4-1. 掲載誌不明, 27-32.
- 山本和夫 (1980b) わが国の水族館のあゆみ(2) (終戦時 (1945年) から1960年まで) —水族館覚え書 その4-2. 掲載誌不明, 20-25.
- 山本和夫 (1980c) わが国の水族館のあゆみ(3) (1961年から1979年まで) —水族館覚え書 その4-3. 掲載誌不明, 135-142.
- 山本和夫 (1980d) 回遊水槽について—水族館覚え書 その6. 掲載誌不明, 23-31.
- やつ (1906) ネーブルス水族館. 動物学雑誌, 210, 29-32.
- 横浜・八景島シーパラダイス (1999) 報道用資料. 横浜・八景島シーパラダイス, 横浜, 99p.
- 横浜市 (1987) 横浜市八景島開発事業提案競技公募要綱, 横浜, 11p.
- 吉田啓正 (1980) 動物園水族館は博物館といえるだろうか. 博物館研究, 15(4), 17-21.
- 吉田啓正 (2000) 21世紀へ、変わる水族館. 近代建築, 54(9), 66-73.
- よみうりランド海水水族館 (1968) よみうりランド海水水族館概要. よみうりランド海水水族館, 川崎, 14p. (タイプ印刷).

キンチャクダイ科アブラヤッコ属魚類の雌雄性 及び生殖腺の構造と亜属間の関係¹⁾

日 置 勝 三²⁾

Sexuality in Angelfishes of the Genus *Centropyge* (Teleostei, Pomacanthidae) with Special Reference to Gonad Structure and Subgeneric Relationship¹⁾

Syozo HIOKI²⁾

Abstract

The fishes belonging to the genus *Centropyge* of the family Pomacanthidae inhabit mostly the tropical and subtropical shallow waters of the world, and 33 species are known world wide. However, sexuality is known in only a few species. The present paper deals with the sexuality of seven species, *C. vrolikii* (BLEEKER), *C. heraldi* WOODS et SCHULTZ, *C. nox* (BLEEKER), *C. eibli* KLAUSEWITZ, *C. flavicauda* FRASER-BRUNNER, *C. bispinosus* (GÜNTHER) and *C. shepardi* RANDALL et YASUDA in which no studies had been carried out, and three species, *C. tibicen* (CUVIER), *C. bicolor* (BLOCH) and *C. ferrugatus* RANDALL et BURGESS whose histology had not been done yet. Protogynous sex change in the present 10 species was established by histological studies.

This genus is further divided into two subgenera, *Centropyge* and *Xiphypops*, as a result of the comparison and examination of the gonadal structure of the 11 species in our research. Differences were also observed between the two subgenera in gonadal structure: specifically, the parvarian type in the subgenus *Centropyge*, whereas the entovarian type in the subgenus *Xiphypops*. These gonadal structures were similar in the various species within each subgenera. The previously studied *C. fisheri* (SNYDER) and *C. acanthops* (NORMAN) possessed the gonadal structure of the subgenus *Xiphypops*, and the gonadal structure of *C. interruptus* (TANAKA) was similar to that of the subgenus *Centropyge*.

緒 言

キンチャクダイ科アブラヤッコ属は世界で33種が知られている。本属についてはMOYER and NAKAZONO (1978) がレンテンヤッコ *Centropyge interruptus* (TANAKA) の雌性先熟の雌雄同体現象を、海中で

の行動観察と組織観察結果をもとにした詳しい報告がある。また *C. multispinis* (PLAYFAIR) について、ごく断片的な組織観察による報告がある (BRUCE, 1980)。さらに日置・鈴木 (1996) はコガネヤッコ *C. flavissimus* (CUVIER), *C. fisheri* (SNYDER) 及び *C. acanthops* (NORMAN) の3種

¹⁾ 東海大学海洋科学博物館研究業績 No. 198

Contributions from the Marine Science Museum, Tokai University, No. 198

²⁾ 東海大学社会教育センター 424-8620 静岡県清水市三保2389

Social Education Center, Tokai University, 2389 Miho, Shimizu, Shizuoka 424-8620, Japan

の水槽内飼育による行動観察及び組織観察の結果から雌性先熟の雌雄同体現象を明らかにし、雄から雌に再び変換も可能であることを確かめた。その他、アブラヤッコ *C. tibicen* (CUVIER), ソメワケヤッコ *C. bicolor* (BLOCH) 及びアカハラヤッコ *C. ferrugatus* RANDALL et BURGESSの3種についての報告があるが、いずれも生態観察や社会構造などからの観察で組織学的観察はなされていない (MOYER and ZAISER, 1984; ALDENHOVEN, 1984; SAKAI and KOHDA, 1997)。

著者は現在まで雌雄性の不明なナメラヤッコ *C. vrolikii* (BLEEKER), ヘラルドコガネヤッコ *C. heraldi* WOODS et SCHULTZ, オハグロヤッコ *C. nox* (BLEEKER), *C. eibli* KLAUSEWITZ, ルリヤッコ *C. bispinosus* (GUNTHER), チャイロヤッコ *C. flavicauda* FRASER-BRUNNER及びダイダイヤッコ *C. shepardi* RANDALL et YASUDAの7種と、上記の既報のうち組織学的な研究の行われていないソメワケヤッコ, アブラヤッコ, 及びアカハラヤッコの3種について、主として水槽で産卵した雌雄の親魚の生殖腺を調査することで雌雄性について確認することができた。合計10種の観察結果について報告する。また本報告の雌雄性を確認した上記10種と雌雄性の確認はできなかったが、本研究で卵巢の構造

を観察した *C. multispinis* の生殖腺の構造を検討した結果、卵巢内の卵巢腔及び二次精巢の卵巢腔に由来する腔所の存在位置の2大別 (清水・高橋, 1980) が、本属の亜属分類と対応することが確認されたので、この点についても報告する。

本研究は九州大学に提出された学位請求論文「日本産キンチャクダイ科魚類の繁殖生態と雌雄性に関する研究」(日置, 1992) のうちアブラヤッコ属の結果の一部である。

材料と方法

本研究の材料となった11種の生殖腺のうち、9種については東海大学海洋科学博物館で水槽飼育により繁殖を観察した雌雄の個体から、繁殖行動の観察終了後に固定して取り出したものである。その他の2種のうち *C. eibli* は熱帯魚業者より分譲を受け、*C. multispinis* はセシェル諸島から採集された標本をもとに調査したものである。供試魚の詳細は結果の項で各種ごとに述べる。

生殖腺の組織観察は、体の外部形態の観察、計測、写真撮影を行った後、ただちに生殖腺を摘出して、ブアン氏液で固定し、常法による6~8 μ mのパラフィン横断切片標本とし、マイヤーの酸ヘマラウム・

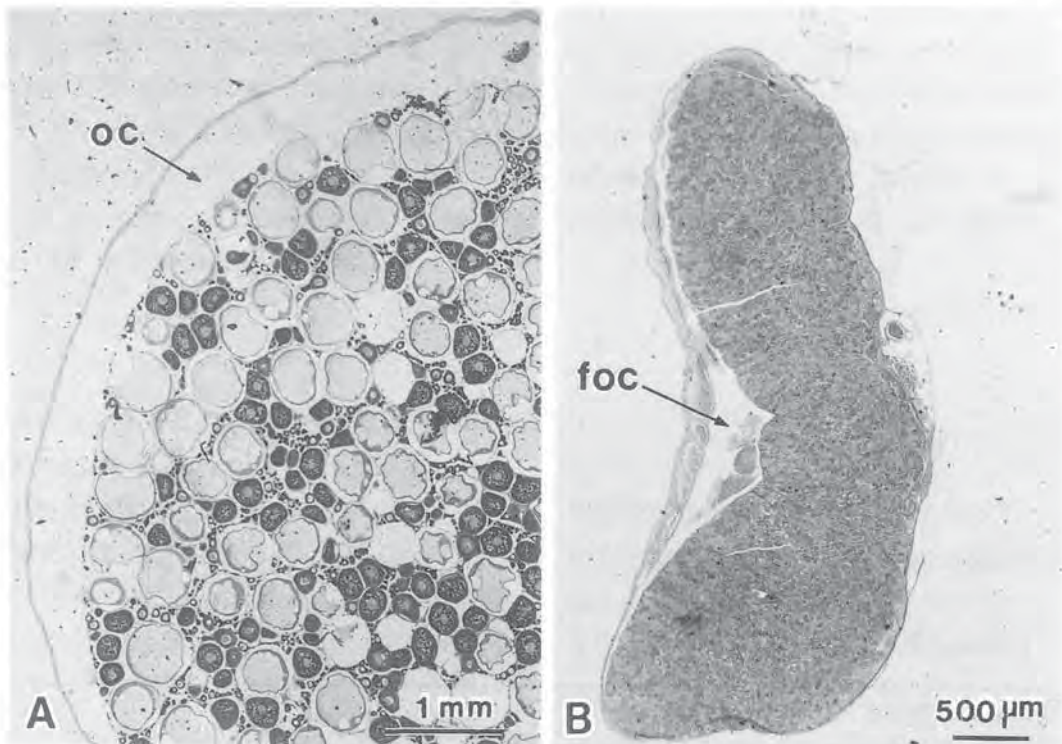


Fig. 1 Photomicrographs of gonadal structure in *Centropyge vrolikii*.

A: Functional ovary, B: Functional testis, oc: Ovarian cavity, foc: Former ovarian cavity.

エオジンの二重染色を施し、光顕で検鏡した。

結 果

1) ナメラヤッコ *Centropyge urolukii*

東海大学海洋科学博物館の水槽内で1988年3月13日～11月3日まで断続的に繁殖が観察されていた雌雄2尾の親魚で、最後の繁殖が観察された翌日(11月4日)に2尾とも生殖腺を固定して調査した。

雌親魚：全長81.5mm。生殖腺は卵巣で、卵巣実質部には成熟期までの各発達段階の卵母細胞が認められ機能的である。雄性生殖細胞は認められない。卵巣腔は生殖腺縁辺部に位置するparvarianタイプである(Figs. 1A, 3A)。

雄親魚：全長92.9mm。生殖腺は精巣で、精巣実質部は精子までの各発達段階の雄性生殖細胞で占められる。輸精管にも精子が充満する機能的な精巣である。雌性生殖細胞は認められない。生殖腺縁辺部には卵巣腔由来の腔所が認められ、この精巣は卵巣から変化した二次精巣であると判断された(Fig. 1B)。

2) ソメワケヤッコ *Centropyge bicolor*

東海大学海洋科学博物館の水槽内で1989年4月18日～10月20日まで断続的に繁殖が観察されていた雌雄2尾の親魚で、10月23日に2尾とも生殖腺を固定して調査した。

雌親魚：全長79.5mm。生殖腺は卵巣で、卵巣実質部には卵黄球期までの各発達段階の卵母細胞が認められた。雄性生殖細胞は認められない。卵巣腔は生殖腺縁辺部に位置するparvarianタイプである。

雄親魚：全長102.0mm。生殖腺は精巣で、精巣実質部は精子までの各発達段階の雄性生殖細胞で占められる。輸精管にも精子が充満し、機能的な精巣である。雌性生殖細胞は認められない。生殖腺縁辺部には卵巣腔由来の腔所が認められ、この精巣は卵巣から変化した二次精巣であると判断された。

3) ヘラルドコガネヤッコ *Centropyge heraldi*

東海大学海洋科学博物館の水槽内で1989年6月2日～10月5日の間にほぼ毎日繁殖していた雌雄2尾の親魚で、繁殖行動がみられなくなって5日後に2尾とも生殖腺を固定して調査した。

雌親魚：全長64.7mm。生殖腺は卵巣で、卵巣実質部には周辺二期までの卵母細胞が認められる。雄性

生殖細胞は認められない。卵巣腔は生殖腺縁辺部に偏在して位置するparvarianタイプである。

雄親魚：全長85.3mm。生殖腺は両性生殖腺であるが機能的には精巣で、精巣実質部は精子までの各発達段階の雄性生卵巣殖細胞で占められる。ただし、実質部の雄性生殖細胞の間には小型の卵母細胞が少数認められる。生殖腺縁辺部に卵巣腔由来の腔所が認められ、この精巣は卵巣から変化した二次精巣と判断された。

なお、この雄親魚は水槽内での繁殖行動の観察の際に以前は雌として産卵していた個体で、雌のみの飼育としたところ雌から雄への変化が行動上確認され、産出卵の受精も確認されている。

4) オハグロヤッコ *Centropyge nox*

東海大学海洋科学博物館の水槽内で1991年9月1日～11月10日までに間欠的に合計13回(13日)の繁殖が観察されていた雌雄2尾の親魚で、最後の繁殖の見られた当日の繁殖終了後に2尾とも生殖腺を固定して調査した。

雌親魚：全長63.9mm。生殖腺は卵巣で、卵巣実質部には成熟期卵母細胞及び各発達段階の雌性生殖細胞が認められ、機能的である。雄性生殖細胞は認められない。卵巣腔が生殖腺縁辺部に偏在して位置するparvarianタイプである。

雄親魚：全長76.7mm。生殖腺は両性生殖腺であるが機能的には精巣で、精巣実質部は精子までの各発達段階の雄性生殖細胞で占められる。輸精管にも精子が充満する。ただし、実質部には小型の卵母細胞が少数認められる。生殖腺縁辺部には卵巣腔由来の腔所が認められ、この精巣は卵巣から変化した二次精巣と判断された。

5) アブラヤッコ *Centropyge tibicen*

東海大学海洋科学博物館の水槽内で1990年6月18日～11月22日まで断続的に繁殖が観察されていた雌雄2尾の親魚で、11月23日に2尾とも生殖腺を固定して調査した。

雌親魚：全長77.9mm。生殖腺は卵巣で、卵巣実質部には成熟期卵母細胞までの各発達段階の卵母細胞が認められた。雄性生殖細胞は認められない。卵巣腔は生殖腺縁辺部に偏在して位置するparvarianタイプである。

雄親魚：全長90.4mm。生殖腺は両性生殖腺である

が機能的には精巣で、精巣実質部は精子までの各発達段階の雄性生殖細胞で占められる。輸精管にも精子が充満する。ただし、実質部の雄性生殖細胞の間には小型の卵母細胞が少数認められる。生殖腺縁辺部に卵巢腔由来の腔所が認められ、この精巣は卵巢から変化した二次精巣と判断された。

6) *Centropyge multispinis*

1986年8月11日にセイシェル諸島で採集された東海大学海洋研究所蔵標本 (IORD86-242) で、標準体長41.2mm。

生殖腺は卵巢で卵巢実質部には周辺仁期までの卵母細胞が認められた。雄性生殖細胞は認められない。卵巢腔は生殖腺縁辺部に偏在して位置する parvarian タイプである。

精巣標本が得られなかったため雌雄性の検討はできなかった。

7) *Centropyge eibli*

1991年4月4日に東京の熱帯魚商から入手した個体である。全長92.2mm。

生殖腺は精巣で、精巣実質部には精子までの各発達段階の雄性生殖細胞が認められる。輸精管にも精子が充満する機能的な精巣である。卵巢腔由来の腔所が認められる。この精巣は卵巢から変化した二次精巣であると判断された。なお卵巢腔由来の腔所の位置は生殖腺縁辺部に認められる parvarian タイプである。

8) チャイロヤッコ *Centropyge flavicauda*

東海大学海洋科学博物館の水槽内で1990年6月4日～11月28日にほとんど毎日繁殖が観察されていた雌雄2尾の親魚で、11月29日に2尾とも生殖腺を固定して調査した。つまり固定の前日まで繁殖が確認されている。

雌親魚：全長61.3mm。生殖腺は両性生殖腺であるが機能的には卵巢で、卵巢実質部には成熟期卵母細胞及び各発達段階の雌性生殖細胞が認められ、機能的である。ただし雄性生殖細胞の包囊が少数認められる。卵巢腔は卵巢組織の中央に位置する entovarian タイプである (Figs. 2AC, 3B)。

雄親魚：全長65.3mm。生殖腺は両性生殖腺である

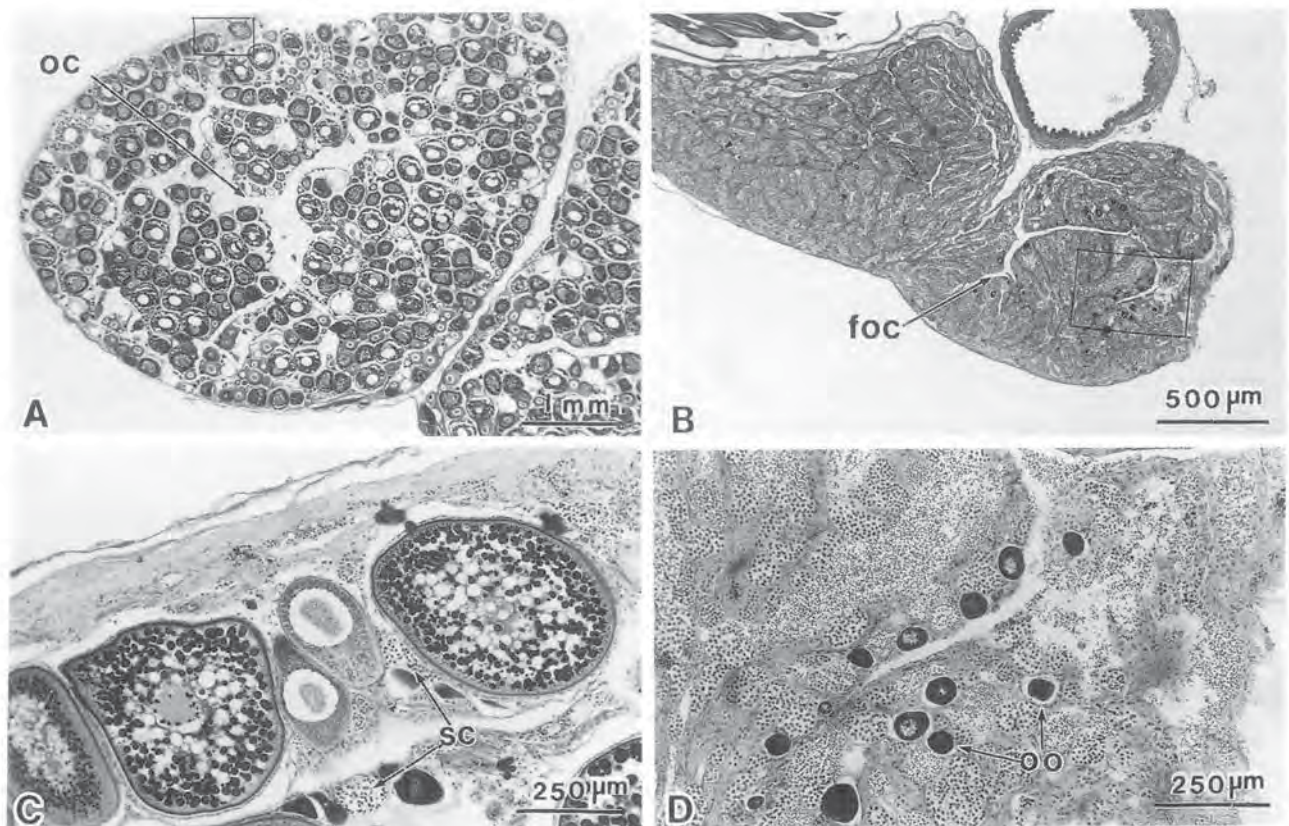


Fig. 2 Photomicrographs of gonadal structure in *Centropyge flavicauda*.

A: Functional ovary, B: Functional testis, C: Details of the demarcated area of A, D: Details of the demarcated area of B, oc: Ovarian cavity, foc: Former ovarian cavity, oo: oocyte, sc: spermatocyte.

が機能的には精巣で、精巣実質部は精子までの各発達段階の雄性生殖細胞で占められる。輸精管にも精子が充満する。ただし、実質部には小型の卵母細胞が少数確認された。生殖腺中央部には卵巣腔由来の腔所が認められ、この精巣は卵巣から変化した二次精巣であると判断された (Fig. 2B, D)。

9) ルリヤッコ *Centropyge bispinosus*

東海大学海洋科学博物館の水槽内で1987年7月22日～8月12日の間にほぼ毎日繁殖していた雌雄2尾の親魚で、繁殖行動がみられなくなって10日後に2尾とも生殖腺を固定して調査した。

雌親魚：全長73.2mm。生殖腺は両性生殖腺であるが機能的には卵巣で、卵巣実質部には卵黄胞期までの卵母細胞及び退行中の卵母細胞が認められる。また精母細胞の胞嚢が少数認められる。卵巣腔は生殖腺実質部の中央に位置するentovarianタイプである。

雄親魚：全長77.8mm。生殖腺は精巣で、精巣実質部は精子までの各発達段階の雄性生殖細胞で占められる。輸精管にも精子が充満する機能的な精巣である。雌性生殖細胞は認められない。生殖腺中央部には卵巣腔由来の腔所が認められ、この精巣は卵巣から変化した二次精巣であると判断された。

10) ダイダイヤッコ *Centropyge shepardi*

東海大学海洋科学博物館の水槽内で1992年7月21日～11月17日までに毎日繁殖が観察されていた雌雄2尾の親魚で、11月18日に2尾とも生殖腺を固定して調査した。つまり固定の前日まで繁殖が確認されている。

雌親魚：全長62.8mm。生殖腺は両性生殖腺であるが機能的には卵巣で、卵巣実質部には成熟期卵母細胞及び各発達段階の雌性生殖細胞が認められ、機能的である。ただし、薄板内のごく一部には少量の精母細胞までの雄性生殖細胞が認められる。卵巣腔が生殖腺中央部に位置するentovarianタイプである。

雄親魚：全長71.2mm。生殖腺は精巣で、精巣実質部は精子までの各発達段階の雄性生殖細胞で占められる。輸精管にも精子が充満する機能的な精巣である。雌性生殖細胞は認められない。生殖腺中央部には卵巣腔由来の腔所が認められ、この精巣は卵巣から変化した二次精巣であると判断された。

11) アカハラヤッコ *Centropyge ferrugatus*

東海大学海洋科学博物館の水槽内で1987年4月26日～7月29日まで連日繁殖が観察されていた雌雄2尾の親魚で、7月30日に2尾とも生殖腺を固定して調査した。

雌親魚：全長66.0mm。生殖腺は両性生殖腺であるが機能的には卵巣で、卵巣実質部には成熟期までの各発達段階の卵母細胞が認められた。薄板内の縁辺部には精細胞までの雄性生殖細胞の包嚢が少数見られる。卵巣腔は生殖腺実質部の中央に位置するentovarianタイプである。

雄親魚：全長78.0mm。生殖腺は精巣で、精巣実質部は精子までの各発達段階の雄性生殖細胞で占められる。輸精管にも精子が充満し、機能的な精巣である。雌性生殖細胞は認められない。生殖腺中央部には卵巣腔由来の腔所が認められ、この精巣は卵巣から変化した二次精巣であると判断された。

論 議

本属には前述のようにいくつかの種で雌性先熟の雌雄同体現象が確認されている (ALDENHOVEN, 1984; BRUCE, 1980; 日置・鈴木, 1996; MOYER and NAKAZONO, 1978; MOYER and ZAISER, 1984; SAKAI and KOHDA, 1997) が、さらに本研究の生殖腺の組織学的な調査により、新たに7種が雌性先熟の雌雄同体であることが明らかとなった。また既知種のうち、これまで組織学的な調査のなされていない3種についても今回同様に明らかにした。これで、本属では既往の種を含めて合計15種が雌雄同体であることが確かめられたことになり、雌性先熟の雌雄同体が本属にさらに普遍的に見出される現象と考えられる (Table 1)。

本属は2亜属に分類されている。本研究の生殖腺の組織学的観察がなされた11種のうちナメラヤッコ、ソメワケヤッコ、ヘラルドコガネヤッコ、オハグロヤッコ、アブラヤッコ、*C. multispinis*及び*C. eibli*の7種が*Centropyge* 亜属で、チャイロヤッコ、ルリヤッコ、ダイダイヤッコ及びアカハラヤッコの4種が*Xiphypops* 亜属に分類される (SHEN and LIU, 1978; ALLEN, 1979; KISHIMOTO et al., 1996)。2亜属の分類と生殖腺の構造、つまり卵巣ないし精巣の卵巣腔の位置の相違を調べてみると、結果の項で述べたとおり*Centropyge* 亜属の7種では縁辺部

Table 1 Sexuality and gonadal structure types in the fifteen *Centropyge* angelfishes.

Species	Sexuality	Gonad structure type		Author
		Parvarian	Entovarian	
<i>C. (C.) vrolikii</i>	Protogynous	○		Present study
<i>C. (C.) bicolor</i>	Protogynous	○		ALDENHOVEN, 1984; Present study
<i>C. (C.) heraldi</i>	Protogynous	○		Present study
<i>C. (C.) nox</i>	Protogynous	○		Present study
<i>C. (C.) tibicen</i>	Protogynous	○		MOYER and ZAISER, 1984; Present study
<i>C. (C.) multispinis</i>	Protogynous	○		BRUCE, 1980; Present study
<i>C. (C.) eibli</i>	Protogynous	○		Present study
<i>C. (C.) flavissimus</i>	Protogynous	○		HIOKI and SUZUKI, 1996
<i>C. (X.) flavicauda</i>	Protogynous		○	Present study
<i>C. (X.) bispinosus</i>	Protogynous		○	Present study
<i>C. (X.) shepardi</i>	Protogynous		○	Present study
<i>C. (X.) ferrugatus</i>	Protogynous		○	SAKAI and KOHDA, 1997; Present study
<i>C. (X.) interruptus</i>	Protogynous		○	MOYER and NAKAZONO, 1978; MOYER and ZAISER, 1984
<i>C. (X.) fisheri</i>	Protogynous		○	HIOKI and SUZUKI, 1996
<i>C. (X.) acanthops</i>	Protogynous		○	HIOKI and SUZUKI, 1996

に位置するparvarianタイプであり, *Xiphypops*亜属の4種では中央部に位置するentovarianタイプであった(Fig. 3; Table 1). さらに既報の結果から本属の生殖腺の構造を見てみると, コガネヤッコは*Centropyge*亜属で, 卵巣腔の位置は縁辺部である(日置・鈴木, 1996). *C. fisheri*と*C. acanthops*はともに*Xiphypops*亜属で, 卵巣腔は中央部に位置する(日置・鈴木, 1996). またレンテンヤッコは*Xiphypops*亜属で, 卵巣腔はやはり中央部に位置するという(MOYER and NAKAZONO, 1978; 中園明信, 私信). つまり現在までに調べられた15種では, 亜属分類と生殖腺の構造がそれぞれよく対応する結果が得られた(Table 1).

日置(1999)は本属14種の孵化直後及び孵化1日後の仔魚における色素胞の分布状態が2つのグループに大別され, そのグループ内では大きな違いが見られないこと, その大別が2つの亜属にそれぞれ良

く一致することを報告している.

つまり, 本属の2大別された*Centropyge*亜属と*Xiphypops*亜属はSHEN and LIU (1978)が提唱するように亜属でなく属レベルである可能性が本研究からもさらに強調できる結果となった.

謝 辞

研究をまとめるにあたって, 終始懇切丁寧な指導を賜った九州大学教授 板澤靖男博士(現名誉教授)に深厚なる謝意を表する. また, 本研究の機会を与えられ終始有益な指導, 助言を与えられた東海大学海洋研究所教授 鈴木克美博士に深く感謝する. 研究を進めるにあたって協力を得た東海大学海洋科学博物館学芸員 小林弘治博士に深謝する.

本研究は当時東海大学海洋学部学生相原智由, 徳武(永島)育子, 水谷直樹, 杉本(酒井)里絵子, 鈴木宏易, 土佐林 淳, 横倉一賀, 福田利幸, 町田健二, 宮島直樹, 岡 秀彦, 萱島 潤, 木村太郎の各氏の協力によってなされたものである. また東海大学海洋科学博物館水族課(当時)諸氏にも大変お世話になった. 供試魚の入手に当たっては, 東海大学海洋研究所 岸本浩和助教授, 株式会社ひかるアクアリウム社長山崎博之氏, 同社, 根岸陽子氏に大変お世話になった. 各氏に深謝する.

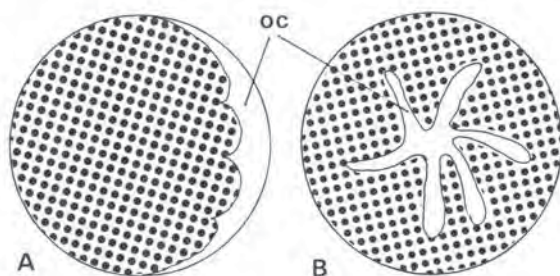


Fig. 3 Two gonadal structure patterns in *Centropyge* angelfishes.

A: Parvarian type in subgenus *Centropyge*,
B: Entovarian type in subgenus *Xiphypops*, oc: ovarian cavity.

引用文献

- ALDENHOVEN, J. M. (1984) Social organization and sex change in an angelfish, *Centropyge bicolor*, on the Great Barrier Reef. Ph. D. Thesis. Macquarie University. N. S. W. Australia.
- ALLEN, G. R. (1979) Butterfly and angelfishes of the world. 2, Wiley, New York, 352p.
- BRUCE, R. W. (1980) Protogynous hermaphroditism in two marine angelfishes. *Copeia*, 1980(2), 353-355.
- 日置勝三 (1992) 日本産キンチャクダイ科魚類の繁殖生態と雌雄性に関する研究. 学位請求論文, 九州大学, 244 p.
- 日置勝三 (1999) キンチャクダイ科アブラヤッコ属 12種の卵・仔魚の形態と亜属間の関係. 海・人・自然 (東海大学博物館研究報告), 1, 1-36.
- 日置勝三・鈴木克美 (1996) 雌性先熟雌雄同体性アブラヤッコ属 (キンチャクダイ科) 3種の雄から雌への性変換. 東海大学海洋研究所研究報告, 17, 27-34.
- KISHIMOTO, H, S. HIOKI and K. SUZUKI (1996) Transfer of *Centropyge multispinis* (Teleostei; Pomacanthidae) from subgenus *Xiphypops* to subgenus *Centropyge*. *Ichthyological Research*, 43(2), 153-159.
- MOYER, J. T. and A. NAKAZONO (1978) Population structure, reproductive behavior and protogynous hermaphroditism in the angelfish *Centropyge interruptus* at Miyake-jima, Japan. *Japan. J. Ichthyol.*, 25(1), 25-39.
- MOYER, J. T. and M. J. ZAISER (1984) Early sex change : a possible mating strategy of *Centropyge* angelfishes (Pisces : Pomacanthidae). *J. Ethol.*, 2, 63-67.
- SAKAI, Y. and M. KOHDA (1997) Harem structure of the protogynous angelfish, *Centropyge ferrugatus* (Pomacanthidae). *Env. Biol. Fish.*, 49, 333-339.
- SHEN, S. C. and C. H. LIU (1978) Clarification of the genera of the angelfishes (Family Pomacanthidae). *Acta Oceanogr. Taiwanica Sci. Rept. National Taiwan Univ.*, 1978, 57-77.
- 清水 稔・高橋裕哉 (1980) イトヨ *Gasterosteus aculeatus* L. の生殖腺および生殖輸管の性分化過程. 北海道大学水産学部研究彙報, 31(2), 137-148.

飼育下におけるフシウデサンゴモエビ
Saron marmoratus (OLIVIER, 1811) の 幼期¹⁾

毎 原 泰 彦²⁾・京 谷 直 樹³⁾

Larval Stages of the Hippolytid Shrimp, *Saron marmoratus*
(OLIVIER, 1811) (Decapoda, Caridea, Hippolytidae)
Reared under Laboratory Conditions¹⁾

YASUHIKO MAIHARA²⁾ and NAOKI KYOYA³⁾

Abstract

Larval stages of the Hippolytid shrimp, *Saron marmoratus* (OLIVIER, 1811), which inhabits the area from Kii Peninsula to Ryukyu Islands in Japan, as well as coral reefs of the Indian and Pacific oceans and Red Sea, were investigated. This species has five zoeal stages and one megaropal stage before metamorphosing into the first juvenile stage reared under laboratory conditions. Larval stages of this species were studied by GURNEY (1937), AL-KHOLY (1961) and SANKOLLI and KEWALRAMANI (1962). A early report by GURNEY (1937) deals with only two zoeal stages, where as AL-KHOLY describes four zoeal stages. The latest reports by SANKOLLI and KEWALRAMANI (1962) describe four zoeal stages and four post-larval stages. However, including the present study larval characteristics are very varied. SANKOLLI and KEWALRAMANI (1962) described that different ecological conditions may be one of the causes for variations in the larval characteristics.

The results of studies show that the differences of larval characteristics are too large to consider them local variations of the same species, but instead seem to suggest the possibility that they are of different species. This, therefore, necessitates, in the future, thorough investigations of local variations of larvae, together with taxonomical review of individuals at many places around the world.

緒 言

モエビ科 (Hippolytidae) は約35属を含み、熱帯地方のサンゴ礁から北大西洋、北太平洋の寒海に

及び垂直的には潮間帯から水深100m以深までの広範囲に分布が見られる複雑なグループである (林, 1992)。フシウデサンゴモエビはサンゴモエビ属に含まれ、全長30~40mmとされ (亀崎ほか, 1988 ;

¹⁾ 東海大学海洋科学博物館研究業績 No. 199

Contributions from the Marine Science Museum, Tokai University, No. 199

²⁾ 東海大学社会教育センター 〒424-8620 静岡県清水市三保2389

Social Education Center, Tokai University, 2389 Miho, Shimizu, Shizuoka 424-8620, Japan

³⁾ 高知県立足摺海洋館 〒787-0450 高知県土佐清水市三崎字今芝4032

Kochi Prefectural Ashizuri Marine Museum, 4032 Misaki Aza Imashiba, Tosashimizu, Kochi 787-0450, Japan

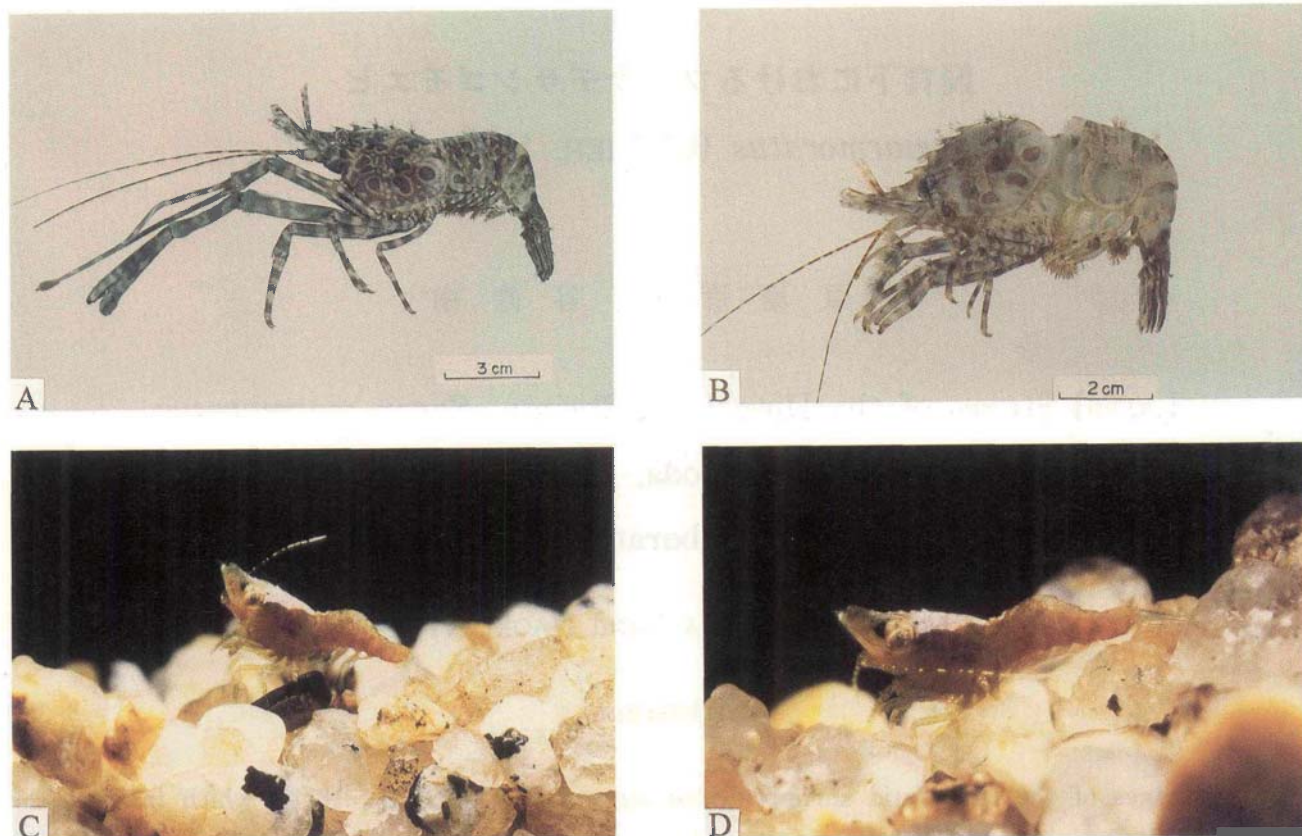


Fig. 1 *Saron marmoratus* (OLIVIER).

A: adult male,

B: adult female,

C: megalopa (decapodid) (CL 1.18mm),

D: first juvenile (CL 1.25mm).

DEBELIUS, 1999), インド・西太平洋全域のサンゴ礁に普通に出現し, 本邦では紀伊半島, 鹿児島及び琉球列島から知られている(林, 1992). 本種の体色は, サンゴ礁での保護色になる複雑なまだら模様であり, 2次性徴は第3顎脚と第1歩脚の両方に現れ, 雄ではいずれも異常に伸長したり, 太くなったりする. 本研究で使用した個体は沖縄本島産の雌雄で, 全長80~100mmに達する非常に大きな個体であった.

本種の初期生活史については, GURNEY (1937), AL-KHOLY (1961), SANKOLLI and KEWALRAMANI (1962) などがあり, 第3期稚エビまで報告されている. 著者等は日本産の大型の本種に着目し, その孵出幼生の育成を試み, 幼期の形態を記載することができたので, その結果について報告する.

材料と方法

本種の卵及び幼生に関する知見は, 1994年6月1日に東京の熱帯魚商より購入した沖縄本島産の親エビ雌雄各1個体 (Fig. 1A, B) をガラス水槽 (600

×300×360mm, 水量約60ℓ, 底面濾過装置付) で飼育し, 自然抱卵により発眼卵を経て放出された幼生を飼育して得られたものである.

発眼卵が確認された親エビは上記のガラス水槽から30ℓポリカーボネイト水槽に移して飼育を継続した. 幼生孵出直後には, 親エビを取り上げて幼生のみの飼育に切り替えた. 飼育条件は水温24.8~25.7℃ (平均水温25.4℃), 照明には蛍光灯を使用して, 12時間 (6~18時) 点灯し (水面照度123lux), 12時間 (18~6時) は消灯して暗黒状態とした. 餌料は当初シオミズツボワムシ *Brachionus plicatilis* を約30個体/cc与え, 幼生の成長に伴い孵化直後のアルテミア *Artemia salina* を徐々に添加投与した. 飼育中は常にエアレーションを施し, 1日1回新鮮海水で約1/3を換水して, 3日に1回底面の掃除を兼ね約1/2の換水を行った.

飼育中の幼生は脱皮間隔等の確認のため双眼実体顕微鏡で毎日形態を観察し, 脱皮が確認されたときは, 脱皮個体を5個体ずつ取り出し, 全長 (TL), 体長 (BL), 頭胸甲長 (CL) を測定した. また卵径は10粒を測定した. これらは測定後5%中性ホル

マリン液で固定した。なお測定値は、平均値とカッコに入れた範囲で示した。外部形態及び細部の観察と描画には、実体顕微鏡Nikon MSZ-10及び生物顕微鏡Olympus BH-2を使用した。

結 果

抱卵が認められた親エビのCLは21.9mmで、未発眼卵は長径0.79mm (0.75~0.81mm)、短径0.70mm (0.68~0.75mm)、発眼卵は長径1.04mm (1.00~1.10mm)、短径0.79mm (0.75~0.83mm)であった。1994年6月8日に幼生の孵出が認められた。孵出25~41日後にはメガロパとなり着底し、孵出36~44日後に稚エビ第1期に達した。以下に浮遊幼生(ゾエア)各期並びにメガロパ期、稚エビ第1期の形態及び生態について述べる。

幼期の形態

ゾエア第1期 (Fig. 2)

孵出直後~2日後, TL 3.07mm (3.00~3.10mm), BL 2.53mm (2.50~2.55mm), CL 0.67mm (0.65~0.69mm)。

眼は頭胸甲に融合して不動である。額角はやや下向きに突出する。頭胸甲上縁先端付近に1瘤状突起がある。前側角棘が認められ、腹部は尾節が分節せず6節である (Fig. 2A, B)。

第1触角の原節は単節で内鞭は1羽状毛となり、外鞭は基部が円筒状で先端に4毛、内1本は羽状毛で、残り3本は感覚毛である (Fig. 2C)。第2触角は基節内縁先端付近に1小棘があり、内肢は基部が円筒状で先端に1毛を有し、外肢は先端部に2環節があり、内縁及び先端付近に9、外縁に2羽状毛がある (Fig. 2D)。

大顎には切歯部と臼歯部が認められるが、分離しない (Fig. 2E)。第1小顎の先内葉にはほぼ同長の太く短い棘が5本並び、基内葉には3棘と2羽状毛が見られる。小顎鬚は単節で先端に3毛、内縁に2毛が見られる (Fig. 2F)。第2小顎の内肢は単節で先端及び内縁に6毛を有し、先内葉は3葉、基内葉は2葉に分かれ、それぞれ3~11羽状毛があり、顎舟葉周縁には5羽状毛が見られる (Fig. 2G)。第1顎脚内肢は4節に分節し、先端付近には4本の毛が見られ、第1~3節の内縁の毛式は4-1-2であ

るが、外縁に毛は見られない。外肢先端付近には5羽状毛が見られる (Fig. 2H)。第2顎脚内肢は4節に分節し、先端付近には5本の毛が見られ、1~3節内縁の毛式は3-1-2であるが、外縁に毛は見られない。外肢先端付近には6羽状毛が見られる (Fig. 2I)。第3顎脚の内肢は5節に分節し、先端付近には4本の毛が見られ、第1~4節内縁の毛式は1-0-0-2である。外縁に毛は見られない。外肢先端付近には6羽状毛が見られる (Fig. 2J)。

胸脚は第1~3胸脚まで認められ、いずれも内外肢に分離しているが、未だ原基的である (Fig. 2K-M)。尾節の末端幅は基部の約2倍で、後縁の中央部は窪み、左右2葉に分かれ、尾節周縁の羽状毛は7対で、第1対は側縁に、第2~7対は後縁にあり、側縁の1対と後縁の第2対の毛は内側のみに羽状の毛を有する (Fig. 2N)。

体は全体に黄褐色を呈しており、赤色素胞が体の至る所に見られるが、第6腹節及び尾節は尾節基部に赤色素胞が見られる以外無色透明である。

ゾエア第2期 (Fig. 3)

孵出2~6日後, TL 3.26mm (3.20~3.35mm), BL 2.73mm (2.65~2.80mm), CL 0.75mm (0.73~0.76mm)。

眼は頭胸甲より分離して有柄可動となり、頭胸甲下縁先端付近に2小棘が出現する (Fig. 3A, B)。第1触角は原節が3節に分節し、外縁基部付近には3小羽状毛が見られ、その部位より原節が外側に張り出し、内鞭は基部が膨らみ先端より1毛が伸び、外鞭は先端に3感覚毛が見られる (Fig. 3C)。第2触角内肢は多少太短くなり、外肢は先端部の環節が消失し、外肢周縁の羽状毛は増加して内縁及び先端付近に15本、外縁に2本が見られる (Fig. 3D)。

大顎に著しい変化は見られない (Fig. 3E)。第1小顎は基内葉の毛は数が多く、長くなり、先内葉の棘数が7となる (Fig. 3F)。第2小顎内肢の内縁には9毛、顎舟葉周縁の羽状毛は増加し、内縁側にまで達し12本となる (Fig. 3G)。第1顎脚内肢第1~3節内縁の毛式は3-1-2となる。外肢先端付近の羽状毛が6本になり、外肢外縁に1本の羽状毛が出現する (Fig. 3H)。第2顎脚内肢は5節に分節し、先端付近に7毛、第1~4節内縁の毛式は2-1-0-2、外縁は1-0-1-1となる (Fig. 3I)。第3顎脚は内肢先端付近に4毛、第1~4節内縁の毛式は2-1-0-2、外縁は0-0-1-0となる (Fig. 3J)。第1胸脚

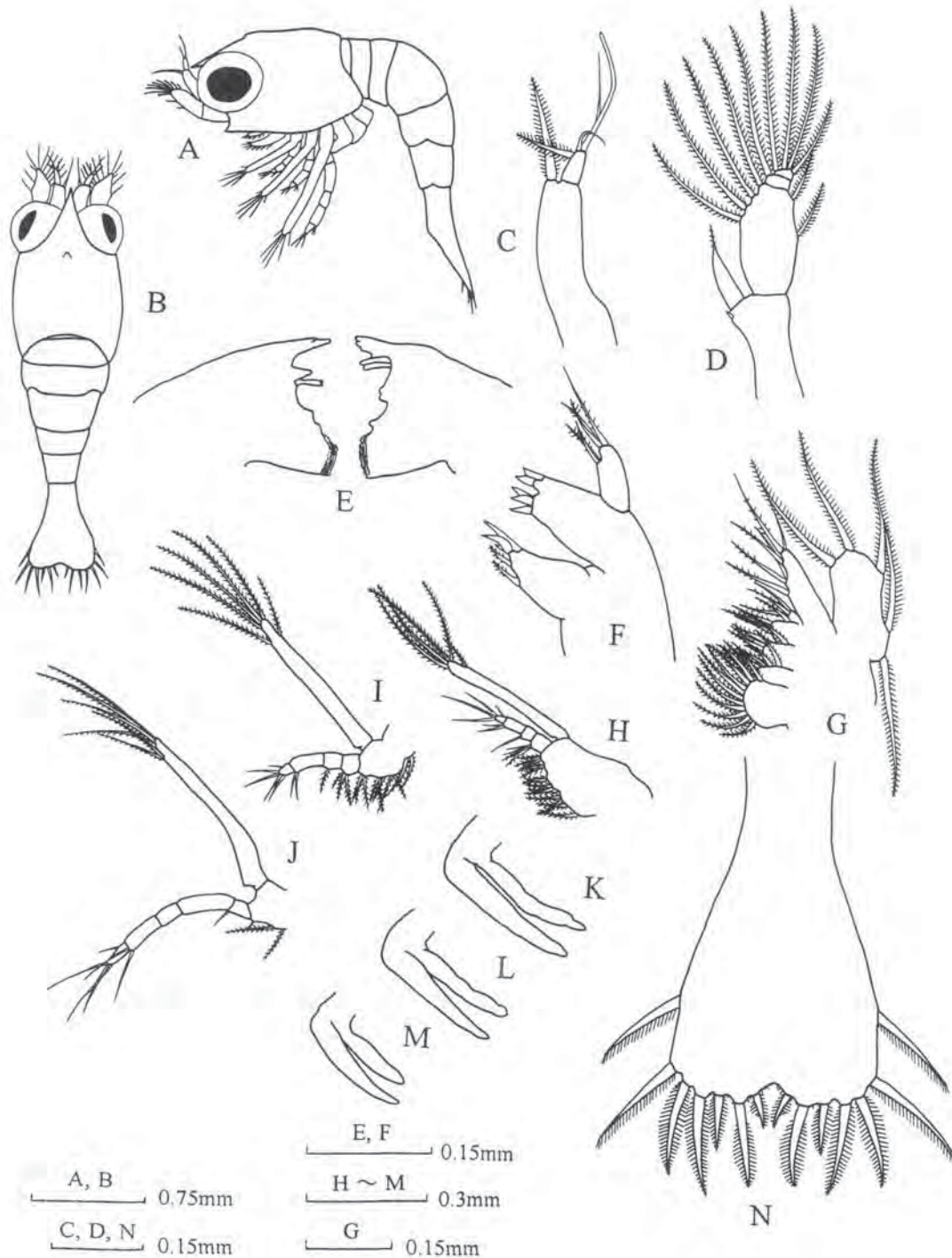


Fig. 2 *Saron marmoratus* (OLIVIER), first zoea.

A: lateral view, B: dorsal view, C: antennule, D: antenna, E: mandibles, F: maxillule, G: maxilla, H: first maxilliped, I: second maxilliped, J: third maxilliped, K: first pereopod, L: second pereopod, M: third pereopod, N: telson.

は発達し内肢が5節に分節し、先端付近に6毛、第1～4節内縁の毛式は0-2-0-2、外縁は0-1-1-0となる。外肢先端付近には6羽状毛が見られる (Fig. 3 K)。第2胸脚も発達し、内肢は5節に分節し、先端に3毛、第1～4節内縁の毛式は2-0-0-2、外縁は0-1-1-0となる。外肢先端付近には6羽状毛が見

られる (Fig. 3 L)。第3胸脚も発達し、内肢は5節に分節し、先端付近に4毛、第1～4節内縁の毛式は1-0-0-2、外縁は0-1-1-0となる (Fig. 3 M)。第4、5胸脚の原基が出現し、第4胸脚は内外肢に分離するが、第5胸脚は原基が認められるのみである (Fig. 3 N, O)。

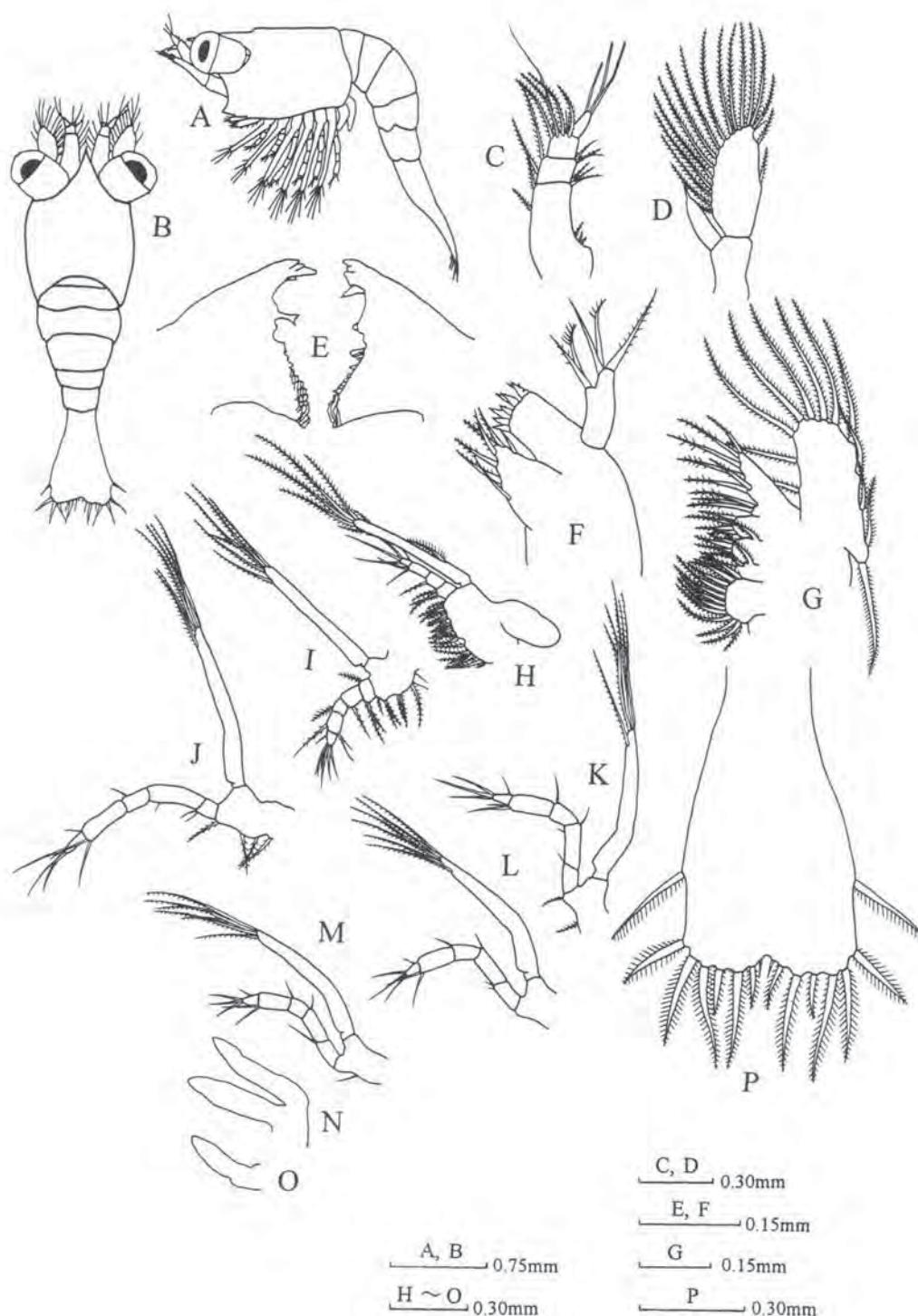


Fig. 3 *Saron marmoratus* (OLIVIER), second zoea.

A: lateral view, B: dorsal view, C: antennule, D: antenna, E: mandibles, F: maxillule, G: maxilla, H: first maxilliped, I: second maxilliped, J: third maxilliped, K: first pereopod, L: second pereopod, M: third pereopod, N: fourth pereopod, O: fifth pereopod, P: telson.

尾節は周縁の羽状毛が増加し 8 対となり、側縁の 1 対は内側のみに羽状毛を有する (Fig. 3P).
体色に著しい変化は見られない。

ゾエア第 3 期 (Fig. 4)

孵出 5 ~ 11 日後, TL 3.50mm (3.45 ~ 3.55mm), BL

2.83mm (2.75 ~ 2.90mm), CL 0.81mm (0.79 ~ 0.84mm).

腹肢原基が出現する (Fig. 4A, B). 第 1 触角は原節外縁基部付近の小羽状毛が 4 本となり、その部位より張り出した部分が棘状となる (Fig. 4C). 第 2 触角は内肢先端、外肢外縁の羽状毛がそれぞれ消失し、外肢内縁及び先端付近の羽状毛は増加して

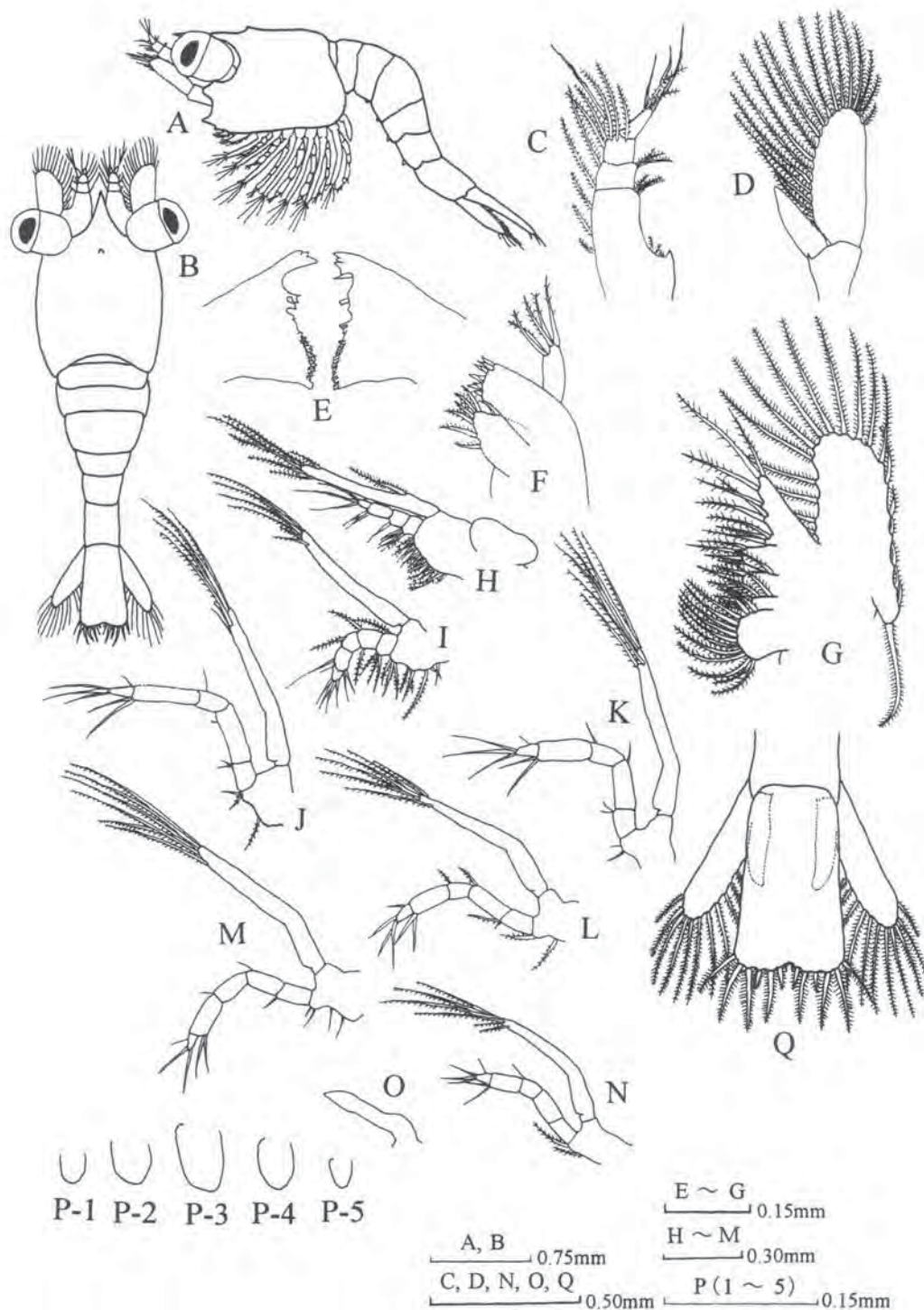


Fig. 4 *Saron marmoratus* (OLIVIER), third zoea.

A: lateral view, B: dorsal view, C: antennule, D: antenna, E: mandibles, F: maxillule, G: maxilla, H: first maxilliped, I: second maxilliped, J: third maxilliped, K: first pereopod, L: second pereopod, M: third pereopod, N: fourth pereopod, O: fifth pereopod, P-1~P-5: first to fifth pleopods, Q: telson and uropods.

19本となる (Fig. 4D).

大顎及び第1小顎に著しい変化は見られない (Fig. 4E, F). 第2小顎の顎舟葉周縁の羽状毛は増加して19本となる (Fig. 4G). 第1顎脚内肢第1~3節内縁の毛式は4-1-2となる (Fig. 4H). 第2顎脚内肢第1~4節内縁の毛式は3-1-0-2, 外縁

の毛式は1-1-1-1となる (Fig. 4I). 第3顎脚内肢第1~4節内縁の毛式は2-1-0-2, 外縁は0-0-1-0となる (Fig. 4J). 第1胸脚内縁第1~4節の毛式は2-0-0-2となる. 外縁は0-1-1-0となる (Fig. 4K). 第2胸脚に変化は認められない (Fig. 4L). 第3胸脚先端付近には3毛があり, 内外縁に変化は認めら

れない (Fig. 4M). 第4胸脚は内肢が5節に分節し、内肢先端付近には4毛があり、第1～4節の毛式は内縁が0-0-0-2、外縁は0-0-1-0であり、外肢先端付近には6羽状毛が見られる (Fig. 4N). 第5胸脚は未だ原基的である (Fig. 4O).

腹肢が出現するが未だ原基的である (Fig. 4P1-P5). 尾節は第6腹節より分節し、基部と後縁部の幅はほぼ同じになり、側縁の羽状毛は消失して後縁にのみ7対の羽状毛が見られ、尾肢が出現し内外肢に分節するが、内肢は外肢に比べ未発達で、外肢には内縁及び先端付近に11羽状毛が見られる (Fig. 4Q).

体は橙色を呈し、尾節のみ無色透明である。

ゾエア第4期 (Fig. 5)

孵出9～16日後, TL 3.74mm (3.65～3.90mm), BL 3.08mm (3.00～3.25mm), CL 0.88mm (0.84～0.90mm).

前期に比べ、顕著な相違は認められない (Fig. 5A, B). 第1触角に著しい変化は見られない (Fig. 5C). 第2触角は内肢が基部付近で分節し2節となり、外肢内縁及び先端付近の羽状毛は増加して21本となる (Fig. 5D).

大顎及び第1小顎に著しい変化は見られない (Fig. 5E, F). 第2小顎の顎舟葉周縁の羽状毛は増加して22本となる (Fig. 5G). 第1顎脚内肢第1～3節内縁の毛式は3-1-2となり、先端付近の毛は3本となる (Fig. 5H). 第2顎脚に変化は見られない (Fig. 5I). 第3顎脚内肢先端付近には5毛、第1～4節内縁の毛式は2-0-0-2、外縁は0-0-1-1となる (Fig. 5J). 第1胸脚内肢先端付近には3毛、第1～4節内縁の毛式は1-0-1-2、外縁は0-1-1-1であり、外肢先端付近には8羽状毛がある (Fig. 5K). 第2胸脚内肢先端に1毛、第1～4節外縁の毛式は0-1-1-2であり、外肢先端付近には8羽状毛がある (Fig. 5L). 第3胸脚内肢先端付近には4毛、第1～4節内縁の毛式は1-0-1-2、外縁は0-1-1-1となる。第4胸脚第1～4節内縁の毛式は1-0-0-1、外縁は0-1-1-1となる (Fig. 5N). 第5胸脚は2節に分節し、先端付近に2～3毛が見られる (Fig. 5O).

腹肢は伸長するが未だ原基的である (Fig. 5P1-P5). 尾節は細長く後縁の幅が基部より狭くなり、後縁中央の窪みは消失しほぼ平らとなって、後縁の羽状毛は5対に減少し、外側の第1対目と内側の第5対目が棘に変化し、尾肢は内外肢共に発達し内肢

内縁及び先端付近に10本、外肢内縁及び先端付近には16本の羽状毛が見られ、外肢外縁基部付近には1小棘が出現する (Fig. 5Q).

体色に著しい変化は見られない。

ゾエア第5期 (Fig. 6)

孵出12～40日後, TL 4.27mm (4.20～4.40mm), BL 3.53mm (3.45～3.65mm), CL 0.95mm (0.93～0.99mm).

頭胸甲下縁先端付近の棘は1棘となる (Fig. 6A, B). 第1触角外鞭には、内縁及び先端付近に9感覚毛が見られる (Fig. 6C). 第2触角の内肢は伸長し外肢とほぼ同長となり、外肢内縁及び先端付近の羽状毛は増加して25本となる (Fig. 6D).

大顎及び第1小顎に著しい変化は見られない (Fig. 6E, F). 第2小顎の顎舟葉周縁の羽状毛は増加して30本となる (Fig. 6G). 第1顎脚内肢先端付近に4毛、第1～3節内縁の毛式は4-2-2である (Fig. 6H). 第2顎脚先端付近には7毛がある (Fig. 6I). 第3顎脚内肢第1～4節外縁の毛式は0-1-1-1となる (Fig. 6J). 第1胸脚内肢先端付近には4毛がある (Fig. 6K). 第2胸脚先端付近には4毛、第1～4節内縁の毛式は1-0-1-2となる (Fig. 6L). 第3胸脚先端付近には5毛、第1～4節外縁の毛式は0-1-1-0で、外肢先端付近には8羽状毛がある (Fig. 6M). 第4胸脚内肢先端付近には5毛、第1～4節内縁の毛式は2-0-1-2、外縁は0-1-1-1となる (Fig. 6N). 第5胸脚は発達伸長し、5節に分節し、先端付近に3毛、内縁第1～4節の毛式は1-1-0-2、外縁は0-1-1-0となる (Fig. 6O).

腹肢は発達伸長し、内外肢に分節するが機能的ではない (Fig. 6P1-P5). 尾節は後縁の幅がより狭くなり、羽状毛は消失し後縁の棘は4対となって、尾肢の内外肢周縁の羽状毛は増加して内肢に14本、外肢に18本となる (Fig. 6Q).

体色に著しい変化は見られない。

メガロパ期 (Fig. 7)

孵出25～41日後, TL 5.31mm (5.07～5.53mm), BL 4.03mm (3.80～4.33mm), CL 1.04mm (0.88～1.18mm).

額角は中央付近より急激に上下の幅が広がり、上縁に7歯、下縁に4歯が出現する。頭胸甲下縁先端付近の棘は消失する。また第3～5胸脚先端が指節となり歩脚として機能する。 (Fig. 7A, B). 第1触角は内肢が3節、外肢は4節に分節し外肢には多

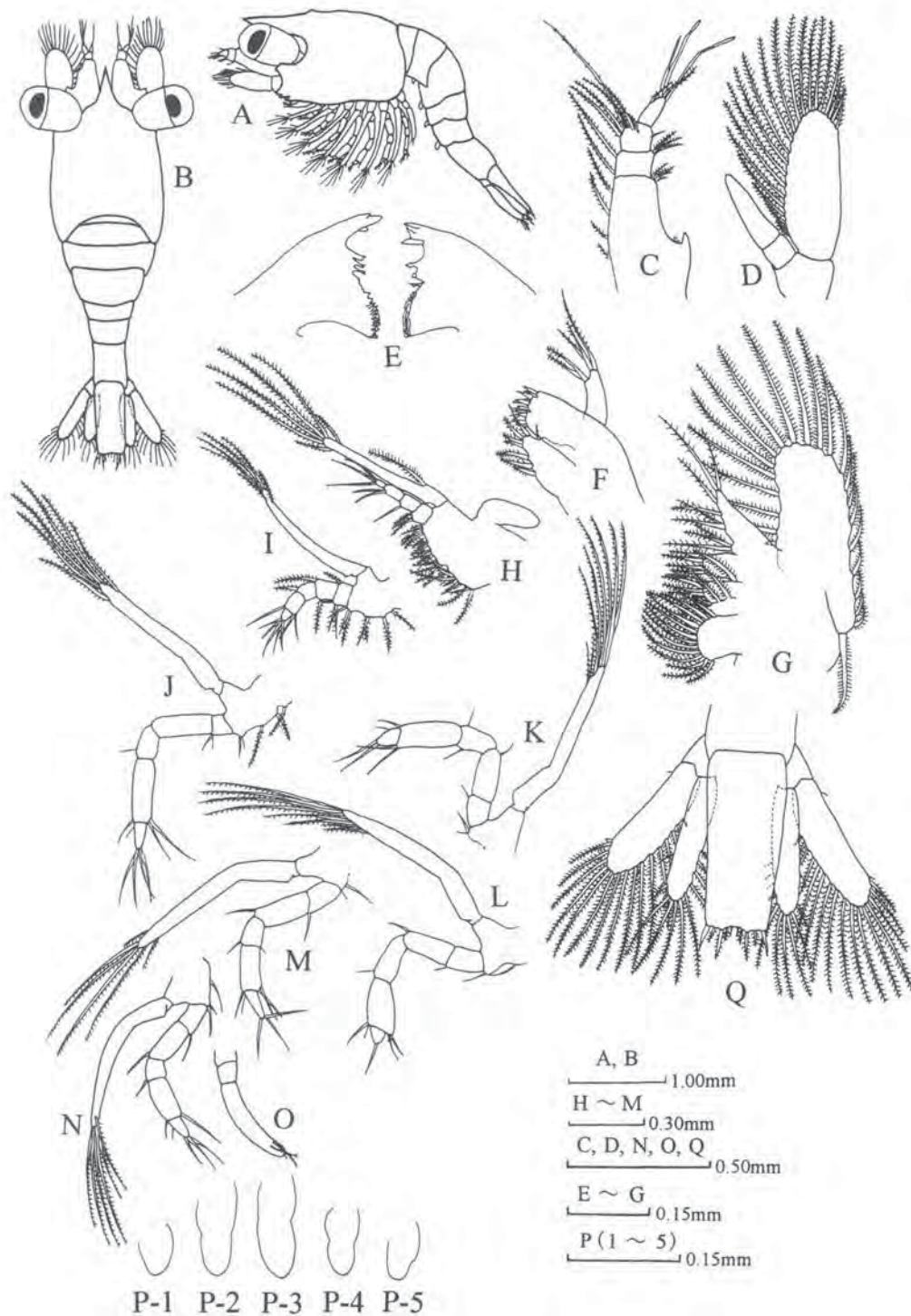


Fig. 5 *Saron marmoratus* (OLIVIER), fourth zoea.

A: lateral view, B: dorsal view, C: antennule, D: antenna, E: mandibles, F: maxillule, G: maxilla, H: first maxilliped, I: second maxilliped, J: third maxilliped, K: first pereopod, L: second pereopod, M: third pereopod, N: fourth pereopod, O: fifth pereopod, P-1~P-5: first to fifth pleopods, Q: telson and uropods.

数の感覚毛が見られ、原節外縁の棘は発達伸長し第2節にまで達する (Fig. 7C)。第2触角は内肢は先端部が著しく伸長し、鞭状部となり、多くの分節が見られる。外肢外縁先端部は棘となり、内縁及び先端付近の羽状毛は増加して29本となる (Fig. 7D)。

大顎は切歯部と臼歯部が分離し、大顎鬚が出現す

るが小さく単節である (Fig. 7E)。第1小顎の内肢は先端付近に2本の羽状毛が見られるのみとなる (Fig. 7F)。第2小顎の基内葉は1葉、先内葉は2葉となる。内肢は縮小して先端付近に2毛が見られるのみとなり、顎舟葉周縁の羽状毛は増加して40本となる (Fig. 7G)。第1顎脚は内肢が縮小し2節

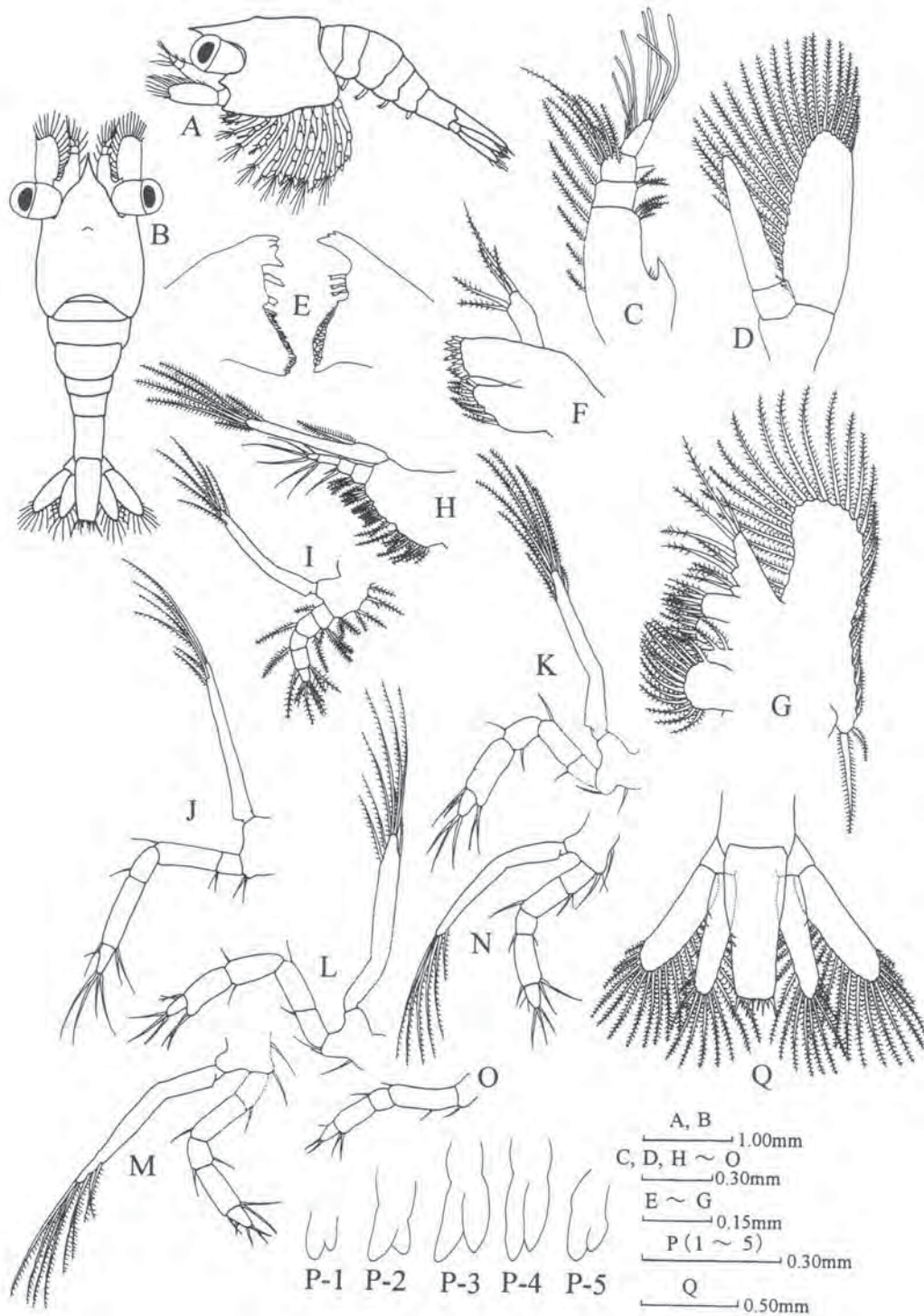


Fig. 6 *Saron marmoratus* (OLIVIER), fifth zoea.

A: lateral view, B: dorsal view, C: antennule, D: antenna, E: mandibles, F: maxillule, G: maxilla, H: first maxilliped, I: second maxilliped, J: third maxilliped, K: first pereopod, L: second pereopod, M: third pereopod, N: fourth pereopod, O: fifth pereopod, P-1~P-5: first to fifth pleopods, Q: telson and uropods.

となり，先端に1毛，基部に1羽状毛が見られる．外肢基部は外側に張り出しコエビ丘となり，外縁に6羽状毛が見られる (Fig. 7H)．第2顎脚は内肢が3節となり先端の節は扁平で，周縁に無数の剛毛が見られる (Fig. 7I)．第3顎脚は内肢が3節に分節し，先端節の周縁には無数の剛毛が見られ，外肢

は縮小して内肢の約1/3になり，先端には4毛が見られる (Fig. 7J)．第1，2胸脚は先端がはさみ状になり，うち第1胸脚第1~4節内縁の毛式は2-0-1-4であり，第2胸脚は腕節が4節に分節し，先端節の先端付近には多数の剛毛が見られる．第1，2胸脚とも外肢は見られない (Fig. 7K, L)．第3胸

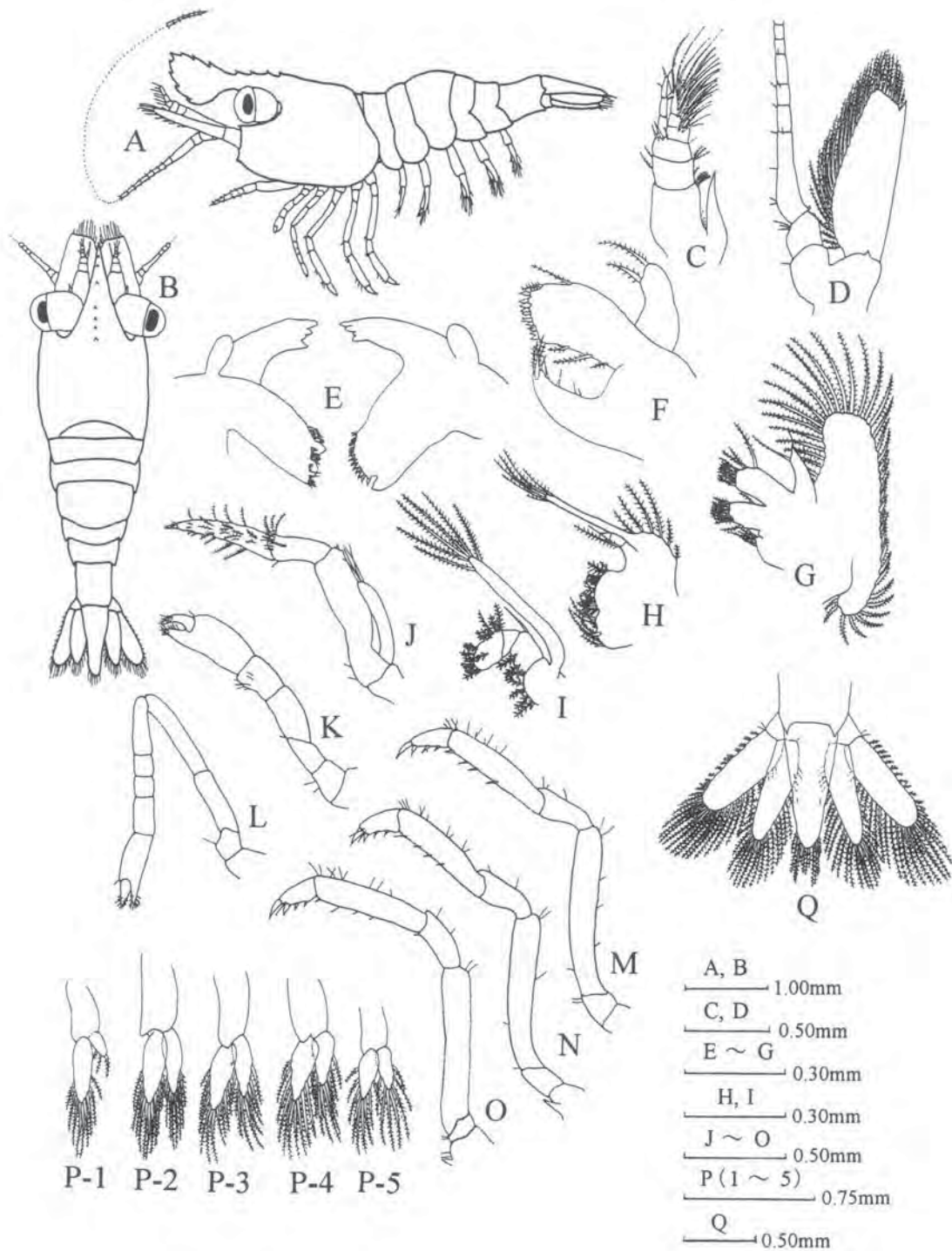


Fig. 7 *Saron marmoratus* (OLIVIER), megalopa (decapodid).

A: lateral view, B: dorsal view, C: antennule, D: antenna, E: mandibles, F: maxillule, G: maxilla, H: first maxilliped, I: second maxilliped, J: third maxilliped, K: first pereopod, L: second pereopod, M: third pereopod, N: fourth pereopod, O: fifth pereopod, P-1~P-5: first to fifth pleopods, Q: telson and uropods.

脚第1~4節内縁の毛式は2-1-0-1, 外縁は0-5-3-9で, 外肢は見られない (Fig. 7M). 第4胸脚第1~4節内縁の毛式は0-2-0-2, 外縁は0-3-2-10で, 外肢は見られない (Fig. 7N). 第5胸脚第1~4節内縁の毛式は2-0-1-3, 外縁は0-2-2-9となる (Fig. 7O).

腹肢は発達して機能的となり, 内外肢周縁にはそ

れぞれ3~11羽状毛が見られる (Fig. P1-P5). 尾節は後縁中央部が突出し6対の羽状毛が見られ, 背側面には2本の小棘があり, 尾肢内外肢の羽状毛は増加して内肢に27本, 外肢には外縁にも小羽状毛が見られ全部で35本となる (Fig. Q).

体背面がクリーム色を呈し, 側面は赤褐色となり,

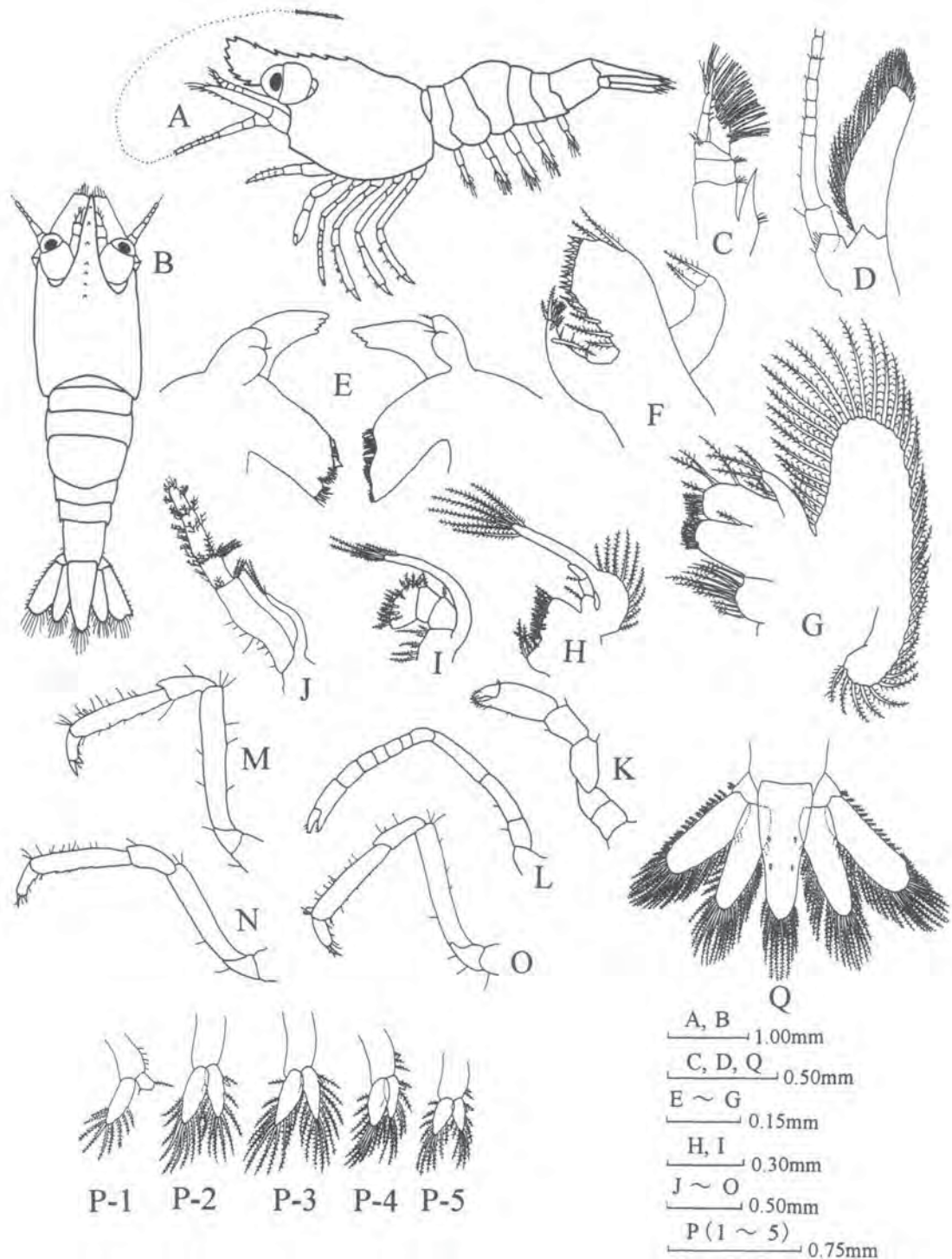


Fig. 8 *Saron marmoratus* (OLIVIER), first juvenile.

A: lateral view, B: dorsal view, C: antennule, D: antenna, E: mandibles, F: maxillule, G: maxilla, H: first maxilliped, I: second maxilliped, J: third maxilliped, K: first pereopod, L: second pereopod, M: third pereopod, N: fourth pereopod, O: fifth pereopod, P-1~P-5: first to fifth pleopods, Q: telson and uropods.

胸脚は緑色を呈する。

稚エビ第1期 (Fig. 8)

孵出36~44日後, TL 5.87mm (5.27~6.50mm), BL 4.41mm (4.00~4.80mm), CL 1.13mm (1.00~1.18mm).

額角下縁の歯は5歯に増加する (Fig. 8A, B).

第1触角は外肢が5分節となる (Fig. 8C). 第2触角外肢内縁及び先端付近の羽状毛は増加して31本となる (Fig. 8D).

大顎鬚の先端は2叉し, 先端付近に1, 2本の小毛が見られる (Fig. 8E). 第1小顎に著しい変化は見られない (Fig. 8F). 第2小顎の顎舟葉周縁

には41羽状毛が見られる (Fig. 8G). 第1顎脚外肢基部にあるコエビ丘は大きくなり9羽状毛が見られ、内肢内縁には2羽状毛が見られる (Fig. 8H). 第2, 3顎脚に著しい変化は見られない (Fig. 8I, J). 第1胸脚第1~4節内縁の毛式は0-0-0-1, 外縁は0-0-1-1となる (Fig. 8K). 第2胸脚は伸長し、腕節は6節に分節する (Fig. 8L). 第3胸脚第1~4節内縁の毛式は1-2-1-4, 外縁は0-6-1-15となる (Fig. 8M). 第4胸脚第1~4節内縁の毛式は1-1-0-2, 外縁は0-2-1-12となる (Fig. 8N). 第5胸脚第1~4節内縁の毛式は2-1-0-3, 外縁は0-6-3-13となる (Fig. 8O).

第2~5腹肢内肢には雌性突起が見られる (Fig. 8P2-P5). 尾肢の内外肢周縁の羽状毛は増加して内肢に26本、外肢に41本となる (Fig. 8Q). 体色に著しい変化は見られない.

飼育下における幼期の生態

ゾエア期幼生は正の走光性を示すが、期数の増加に伴い弱まる. すなわち、ゾエア第1~3期では顕著な正の走光性を示し、その後次第に弱まる. メガロパ期になると正の走光性は消失し、負の走光性を示し、エアーストーンや石の裏に隠れるようになる. 幼生には活発な摂餌活動は認められないが、口器付近にきた餌料に対して顎脚内肢を使って捕獲するような行動が認められる.

遊泳はゾエア期では頭部を斜め下に向け、顎脚外肢を盛んに動かして前方及び後方、上下に移動する. ゾエア初期には、水槽全面を活発に遊泳するが、ゾ

エア第4期になると底面付近にいる個体が多くなり、第5期にはほぼ全個体が底面でほとんど動かず、たまに跳ね上がるだけとなる. メガロパ期になると胸脚で歩行し、腹肢を使用し遊泳する. 稚エビ第1期もメガロパ期とほぼ同様の生態を示す.

論 議

本邦産サングモエビ属は現在4種が知られている (林, 1992). これらのうち幼期の報告があるのはフシウデサングモエビのみで、そのゾエア第1, 2期 (GURNEY, 1937) 及びゾエア第1~4期 (AL-KHOLY, 1961), ゾエア第1~第3期稚エビ (SANKOLLI and KEWALRAMANI, 1962) が知られている (Table 1).

本種のゾエア第1期はGURNEY (1937) によると、眼は頭胸甲に融合して不動、額角は存在せず、頭胸甲上縁の前端及び後端に瘤状突起が見られ、第2, 3顎脚外肢には6本の羽状毛を有する. また第1, 2胸脚の原基が見られ、尾節周縁には7対の羽状毛が見られる. ゾエア第2期では額角が出現し、第1, 2胸脚は発達し外肢に6羽状毛が見られ、第3~5胸脚原基が出現する.

本研究では第1期でやや下方に突出した額角が見られ、頭胸甲上縁には前端にのみ瘤状突起を有し、胸脚の原基は第3胸脚まで出現している. また、ゾエア第2期では同じく第5胸脚まで出現するが、第1~3胸脚は発達している事などが主な相違点としてあげられる. GURNEY (1937) が報告した幼生とは第1期での顎角の出現の有無、第2期での胸脚の

Table 1 Comparisons of larval characteristics of *S. marmoratus* described by previous authors the present study.

Authors	GURNEY (1937)	AL-KHOLY (1961)	SANKOLLI and KEWALRAMANI (1962)	Present study
Larval stages and characteristics				
Zoea				
Rostrum	absent in stage 1	present in all stages	present in all stages	present in all stages
Expod of antenna (1st zoea)	4 segments	4 segments	4 segments	2 segments
Plumose setae of telson (1st zoea)	7 pairs	7 pairs	7 pairs	7 pairs
Pereiopods (first appearance)	stage 1	stage 2	stage 2	stage 1
Pleopods (first appearance)	—	—	stage 2	stage 3
Megalopa (decapodid)				
Mandibular palp	—	—	absent	present
Plumose setae of telson	—	—	6 pairs	6 pairs
1st juvenile (Secand post-larva)				
Mandibular palp	—	—	absent	present
Plumose setae of telson	—	—	5 pairs	6 pairs

発達の違いなど、重要な部位に差が見られた。

AL-KHOLY (1961) はゾエア第 4 期までの記載で、体各部の発達過程、体形などは類似しているが、本研究とは胸脚の出現時期で大きな相違が認められたほか、各部位の棘数、羽状毛数などにも違いがあった。また孵出幼生の体色はそのほとんどがオレンジ色で一部黄色の個体も存在するとしているのに対し、本研究の幼生の体色は黄褐色を呈し、赤色素胞が体の至る所に見られるなどの相違点がある。

SANKOLLI and KEWALRAMANI (1962) はゾエア 4 期と post-larva 4 期までの記載をおこなった。ゾエア期における期数、各付属肢の節数や形態の一部などに本研究との相違があるが、胸脚や腹肢の出現時期など一致点も数多い。第 1 期、第 2 期 post-larva は本研究のメガロパ、第 1 期稚エビに相当するが、額角の歯数、第 1、2 触角の形状、第 1、2 胸脚の形状、口器の鬚の有無、尾節の形状など多くの相違点が認められた。

SANKOLLI and KEWALRAMANI (1962) はそれまでに明らかにされたインド洋産と紅海産の本種幼生の形質の比較をおこない、*Saron marmoratus* のように広範囲に分布し、幼生の孵出時期が異なる種では、形質出現時期の相違は珍しいことではなく、PIKE and WILLIAMSON (1960) が見出しているように、幼生における地域変異を、異なった生態環境が幼生形質の変化を生じさせているのであろうと述べている。本研究の結果とこれまでの報告との相違は、同種幼生の地域変異と考えるにはあまりに相違が大きく、別種の可能性を示唆しているように思われる。今後各地の個体の分類学的検討を行い、幼生の地域変異を含めて精査する必要がある。

謝 辞

本研究を始めるに当たっては東海大学海洋科学博

物館前館長鈴木克美博士に終始御指導を賜り、現館長久保田 正海洋学部水産学科教授には本論文作成に当たり種々の御援助をいただいた。また水産大学校教授林 健一博士には貴重なご助言と本種の同定をしていただき、査読者には貴重な御意見、御指導をいただいた。東海大学社会教育センター学芸課（旧水族課）学芸員日置勝三博士をはじめとする諸氏にも大変お世話になった。以上の方々に厚くお礼申し上げます。

引用文献

- AL-KHOLY, A. A. (1961) Larvae of some macruran crustacea (from the Red Sea). Family Hippolytidae. Publ. Mar. Biol. Sta., Al-ghardaqa, Egypt, 11, 77-79. Plate 3-4.
- DEBELIUS, H. (1999) Crustacea guide of the world. 321p., UW-Archiv-Ikan, Frankfurt, Germany.
- GURNEY, R. (1937) Larvae of decapod crustacea, Part IV. Hippolytidae. Discovery Reports. 14, 351-403.
- 林 健一 (1992) 日本産エビ類の分類と生態(63). 海洋と生物 78, 14(1), 24-28.
- 亀崎直樹・野村恵一・浜野龍夫・御前 洋 (1988) 沖縄海中生物図鑑. 第 8 巻. 甲殻類 (エビ・ヤドカリ). 新星図書出版, 沖縄, 232p.
- PIKE, R.B. and WILLIAMSON, D.I. (1960) Larvae of decapod crustacea of the families Diogenidae and Paguridae from the Bay of Naples. Pubbl. Stn. Zool. Napoli, 31, 493-552.
- SANKOLLI, K.N. and KEWALRAMANI, H.G. (1962) Larval development of *Saron marmoratus* (OLIVIER), in the laboratory. J. Mar. Biol. Ass. India, 4(1), 106-120.

飼育下におけるサラサエビ *Rhynchocinetes uritai* KUBO, 1942の幼期¹⁾

毎 原 泰 彦²⁾

Larval Stages of the Rhynchocinetid Shrimp, *Rhynchocinetes uritai* KUBO, 1942 (Decapoda, Caridea, Rhynchocinetidae) Reared under Laboratory Conditions¹⁾

Yasuhiko MAIHARA²⁾

Abstract

The rhynchocinetid shrimp, *Rhynchocinetes uritai* KUBO, 1942 is common in shallow waters from Oga Peninsula, Akita Prefecture, to Ryukyu Islands in Japan, and off the southern coast of Korea. Larvae of this species were examined under laboratory conditions. This is the second Japanese species of this genus in which the larval development has been completely revealed.

The larval characteristics of this species are as follows. In the first zoea, the rostrum is straight, the exopod of the antenna has five segments and the telson bears 7 pairs of plumose setae. The supraorbital spine appears from the third to tenth zoeal stages, the pereopods are complete through the second to ninth zoeal stages, the flagella of the antenna are elongated in the fifth stage, and all pleopods are found as buds in the seventh zoea. The mandibles are provided with segmented palp and the chelate first and second pereopods appear in the megalopa. The larval characteristics of this species are compared with those of other species of this genus previously described in sufficient detail.

緒 言

サラサエビ科 (Rhynchocinetidae) はアカモンサラサエビ属 (*Cinetorhynchus*) とサラサエビ属 (*Rhynchocinetes*) の2属に分けられ, 世界から24種が知られている (林, 1999a). そのうちサラサエビ属は世界に14種, 日本では3種が知られている (林, 1999b). 本研究の対象としたサラサエビ *Rhynchocinetes uritai* KUBO, 1942は当初 *Rhynchocinetes rugurosus* STIMPSONとして報告され (久保, 1936), その後新種とされた (KUBO, 1942).

本種は全長約4 cmで, 赤色と白色の複雑な線と点からなる美しい体色をしている. 南西日本の沿岸浅海の岩礁域に普通に生息する温帯種であり, 北限は男鹿半島で日本海側の飛島, 佐渡にも分布し (鈴木, 1979), 南限は琉球列島である (奥野, 1992). また韓国の沿岸にも見られる (林, 1999b). 駿河湾では日中は岩礁域の水深10m以浅の岩の切れ目, 転石と転石の間などに多い. 本種については駿河湾産の生態についての知見はあるが (毎原・鈴木, 1988), その幼期については未だ知られていない.

サラサエビ科サラサエビ属の幼生については, 現

¹⁾ 東海大学海洋科学博物館研究業績No. 200

Contribution from the Marine Science Museum, Tokai University, No. 200

²⁾ 東海大学社会教育センター 〒424-8620 静岡県清水市三保2389

Social Education Center, Tokai University, 2389 Miho, Shimizu, Shizuoka 424-8620, Japan

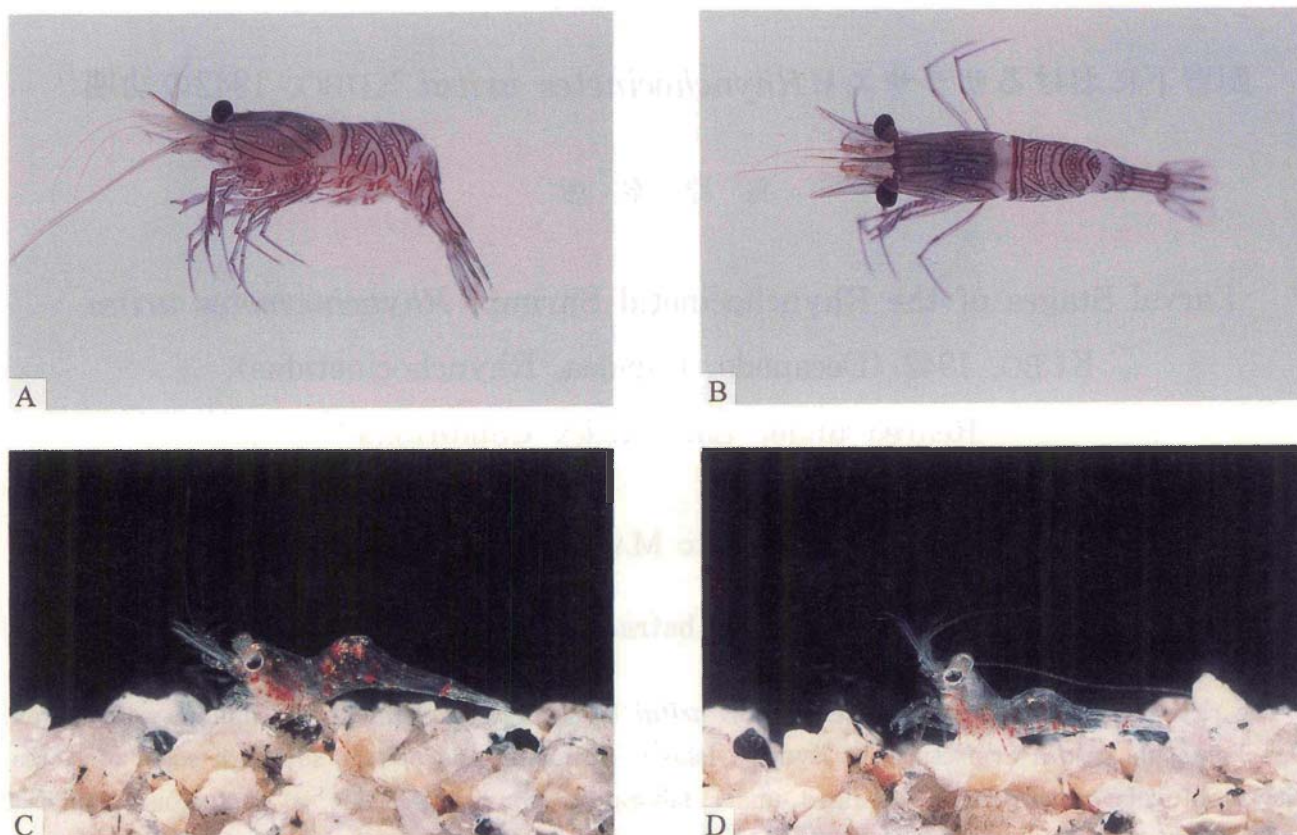


Fig. 1 *Rhynchocinetes uritai* KUBO.

A: Adult (lateral view),

B: Adult (dorsal view),

C: megalopa (decapodid) (CL 1.26mm),

D: first juvenile (CL 1.37mm).

在までに南米チリ産の *Rhynchocinetes typus* (ALBORNOZ and WEHRTMANN, 1997), 日本産のヤイトサラサエビ *R. conspicicellus* (MATOBA and SHOKITA, 1998) の 2 種, アカモンサラサエビ属の幼生については大西洋産の *Cinetorhynchus rigens* (BURKENROAD, 1939; GURNEY, 1941; 1942), とサンゴサラサエビ *C. hendersoni* (毎原・京谷, 2001a), オオサンゴサラサエビ *C. striatus* (毎原・京谷, 2001b) の 3 種が報告され, サラサエビ科で合計 5 種が報告されている。著者はサラサエビ属に含まれるサラサエビ幼生の育成を試み, 幼期の形態を記載することができたので, その結果について報告する。

材料と方法

本種の卵及び幼生に関する知見は, 1983年 5 月 31 日に駿河湾奥部沼津市内浦江梨地先の水深約 5 m で採集した親エビ 5 個体 (Fig. 1A, B) をガラス水槽 (600×300×360mm, 水量約 60 ℓ, 底面濾過装置付) で飼育し, 自然抱卵により発眼卵を経て放出さ

れた幼生を飼育して得られたものである。孵出が終了した段階で, 幼生を上記のガラス水槽から 30 ℓ ポリカーボネイト水槽に移して幼生のための飼育に切り替えた。飼育条件は水温 23.0~24.8℃ (平均水温 23.8℃), 照明には蛍光灯を使用して 12 時間点灯し (9~21 時), 12 時間 (21~9 時) は消灯して暗黒状態とした。餌料は当初シオミズツボムシ *Brachionus plicatilis* と天然プランクトン (カイアシ類, フジツボ類幼生, 多毛類幼生, 珪藻類他) を与え, 成長に伴い孵化直後のアルテミア *Artemia salina* を徐々に添加投与した。着底後はアサリを細断し, 乳鉢ですりつぶして投与した。飼育中は常にエアレーションを施し 1 日 1 回 約 1/3 を換水し, その際サイフォンで底面の掃除を行った。

飼育中の幼生は脱皮間隔等の確認のため双眼実体顕微鏡で毎日形態を観察し, 脱皮が確認されたときは脱皮個体を合計 5 個体ずつ取り出し, 全長 (TL), 体長 (BL), 頭胸甲長 (CL) を測定した。これらは測定後 5 % 中性ホルマリン液で固定した。なお測定値は, 平均値とカッコに入れた範囲で示した。外部形態及び細部の観察と描画には, 実体顕微鏡

Nikon MSZ-10及び生物顕微鏡Olympus BH-2 を使用した。

結 果

1983年6月12日に幼生の孵出が認められ、孵出29～40日後にはメガロパとなり着底し、孵出31～48日後には稚エビ第1期に達した。以下に浮遊幼生（ゾエア）各期、メガロパ期並びに稚エビ第1期の形態及び生態について述べる。

幼期の形態

ゾエア第1期 (Fig. 2)

孵出直後～2日後、TL 2.28mm (2.23～2.33mm), BL 1.91mm (1.83～1.98mm), CL 0.32mm (0.30～0.33mm)。

眼は頭胸甲に融合して不動、額角はほぼ水平に突出する。腹部は尾節が分節せず6節で、第6腹節は長く腹部の約1/2に達し、その後半部は三角形に広がり尾節部となっている (Fig. 2A, B)。

第1触角は原節が単節で内鞭は1本の羽状毛となり、外鞭は基部が円筒状で先端に3感覚毛と基部に1毛を有する (Fig. 2C)。第2触角内肢は基部が円筒状で先端に1毛と1本の長い羽状毛を有し、外肢は先端付近に5環節があり、内縁及び先端付近に9、外縁に2羽状毛がある (Fig. 2D)。

大顎には切歯部と臼歯部が認められるが、両者は分離しない (Fig. 2E)。第1小顎では、基内葉にはほぼ同長の太く短い棘が、先内葉には変形した棘がそれぞれ並び、基節外縁にわずかに見られる瘤状部分からは3羽状毛が認められ、小顎鬚は2節に分節し、1節目の先端には2毛、2節目には3毛が認められる (Fig. 2F)。第2小顎では、内肢は2節で各々3毛を有し、先内葉と基内葉は、それぞれ2葉に分かれ、多くの毛と羽状毛があり、顎舟葉の周縁には5羽状毛が見られる (Fig. 2G)。第1～3顎脚では、内肢はいずれも4節に分節し、外肢よりも短く、先端に3～4毛を有する。第1顎脚内肢先端には3毛、第1～3節内縁の毛式は2-1-2、外縁は0-0-1である。第2顎脚内肢先端には4毛、第1～3節内縁の毛式は3-1-2である。第3顎脚内肢先端には4毛、第1～3節内縁の毛式は1-0-2、外縁は1-1-1である。各外肢はいずれも単節で、先端に3羽状

毛があり、第3顎脚ではさらに2羽状毛を有する (Fig. 2H-J)。

尾節はほぼ三角形で後縁中央部は窪み、尾節の側縁に1対、後縁に6対の羽状毛があり、側縁の1対は内側にのみ羽状の毛を有する (Fig. 2K)。

ゾエア2期 (Fig. 3)

孵出3～4日後、TL 2.50mm (2.38～2.58mm), BL 2.04mm (1.88～2.18mm), CL 0.44mm (0.40～0.45mm)。

眼は頭胸甲より分離して有柄可動となり、頭胸甲上縁先端付近と末端付近に各1個の瘤状突起があり、前側角棘が出現する (Fig. 3A, B)。第1触角では、外鞭基部の毛は大きくなる (Fig. 3C)。第2触角では、内肢は円筒状先端部の短毛がなくなり、長い1羽状毛だけとなり、外肢は内縁及び先端付近に10、外縁に2羽状毛が見られる (Fig. 3D)。

大顎に著しい変化は見られない (Fig. 3E)。第1小顎は基節外縁の瘤状突起が発達し、先内葉先端の棘が4本となる (Fig. 3F)。第2小顎基内葉の幅は狭くなり毛数も減少する (Fig. 3G)。第1顎脚内肢第1～3節内縁の毛式は1-1-2、外縁に変化は見られない。外肢先端付近には4羽状毛がある (Fig. 3H)。第2顎脚内肢は5節となり、第1～4節内縁の毛式は2-1-0-2、外縁は1-0-0-1となる。外肢先端付近には4羽状毛がある (Fig. 3I)。第3顎脚の内肢は5分節となり、第1～4節内縁の毛式は1-1-0-2、外縁は0-0-0-1となる。外肢先端付近の羽状毛が6本に増加する (Fig. 3J)。新たに内外肢に分離した第1胸脚の原基が出現する (Fig. 3K)。尾節は未だ分節が見られないが、後縁の羽状毛は7対に増加する (Fig. 3L)。

ゾエア第3期 (Fig. 4)

孵出5～6日後、TL 3.10mm (2.90～3.35mm), BL 2.60mm (2.40～2.85mm), CL 0.53mm (0.52～0.53mm)。

額角上縁先端付近に1歯、頭胸甲上縁先端の瘤状突起は歯となり、眼上棘、触角上棘が出現し、頭胸甲下縁先端も突出する。第6腹節から尾節が分節する (Fig. 4A, B)。第1触角では原節は2節に分節し、内外縁には2～3羽状毛、第1節の中央部に1棘が認められる (Fig. 4C)。第2触角原節内縁先端は棘状となり、内肢はより太くなるが、先端の羽状毛は消失する。外肢は内縁及び先端付近に11羽状毛、外縁に2羽状毛が見られる (Fig. 4D)。

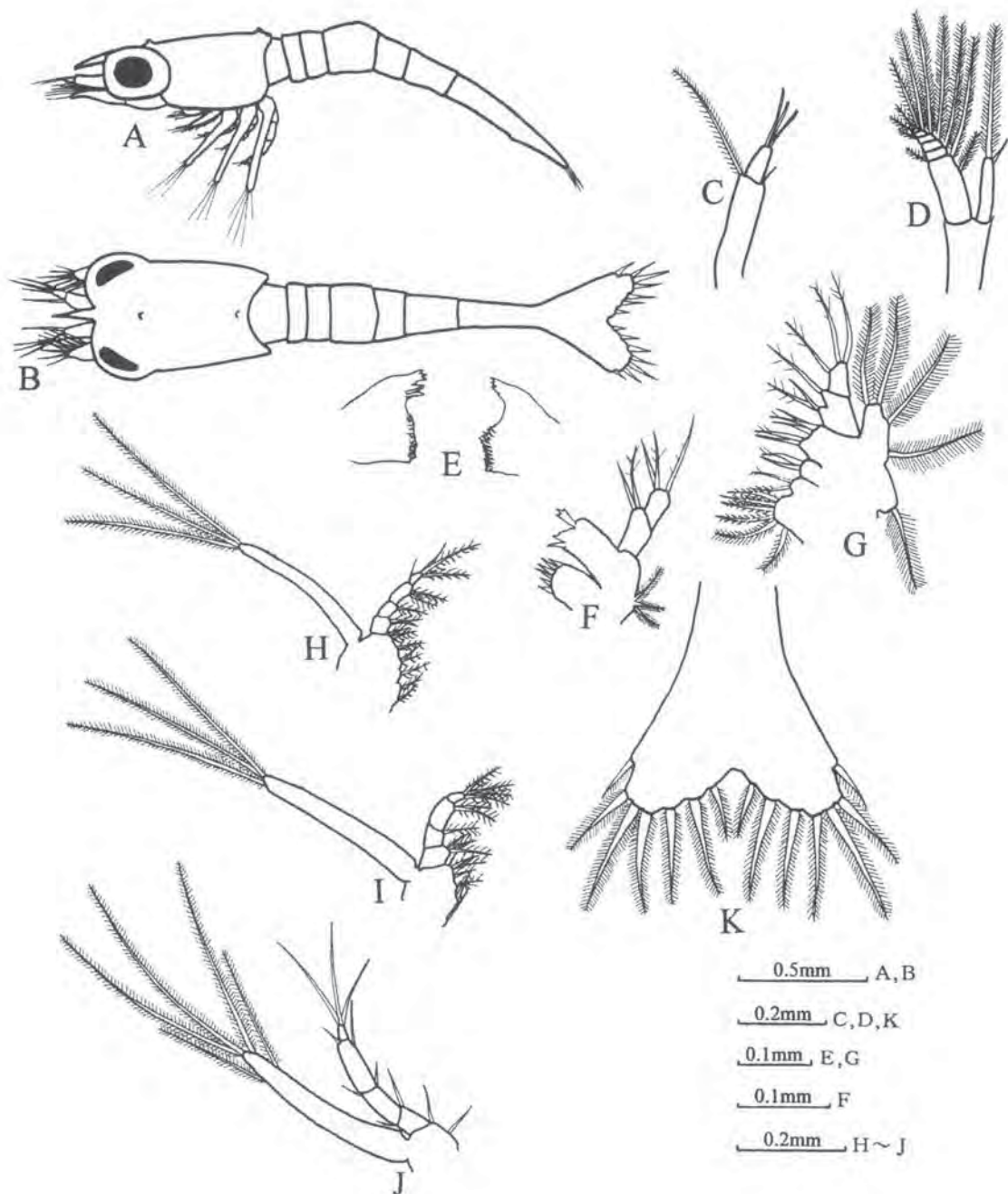


Fig. 2 *Rhynchocinetes uritai* KUBO, first zoea.

A: lateral view, B: dorsal view, C: antennule, D: antenna, E: mandibles, F: maxillule, G: maxilla, H: first maxilliped, I: second maxilliped, J: third maxilliped, K: telson.

大顎及び第1小顎に著しい変化は認められない (Fig. 4E, F). 第2小顎内肢先端及び内縁の毛は増加し6本, 顎舟葉周縁の羽状毛は7本となる (Fig. 4G). 第1顎脚内肢は4節に分節し, 先端付近に4毛, 第1~3節内縁の毛式は2-1-1, 外縁には毛は見られない (Fig. 4H). 第2顎脚先端付近には4毛が見られ, 第1~4節内縁及び外縁の毛式は1-1-1-1となる. 外肢先端付近の羽状毛は増加し

て6本となる (Fig. 4I). 第3顎脚内肢第1~4節内縁の毛式は0-0-1-2, 外縁は1-1-1-2であり, 外肢に変化は見られない (Fig. 4J). 第1胸脚は発達するものの未だ原基的である (Fig. 4K). 第6腹節から分離した尾節は, 尾肢が出現して内外肢に分離し, 外肢先端付近には6羽状毛が見られるが, 内肢は外肢に比べ未発達で, 1~2本の小毛が見られるのみである (Fig. 4L).

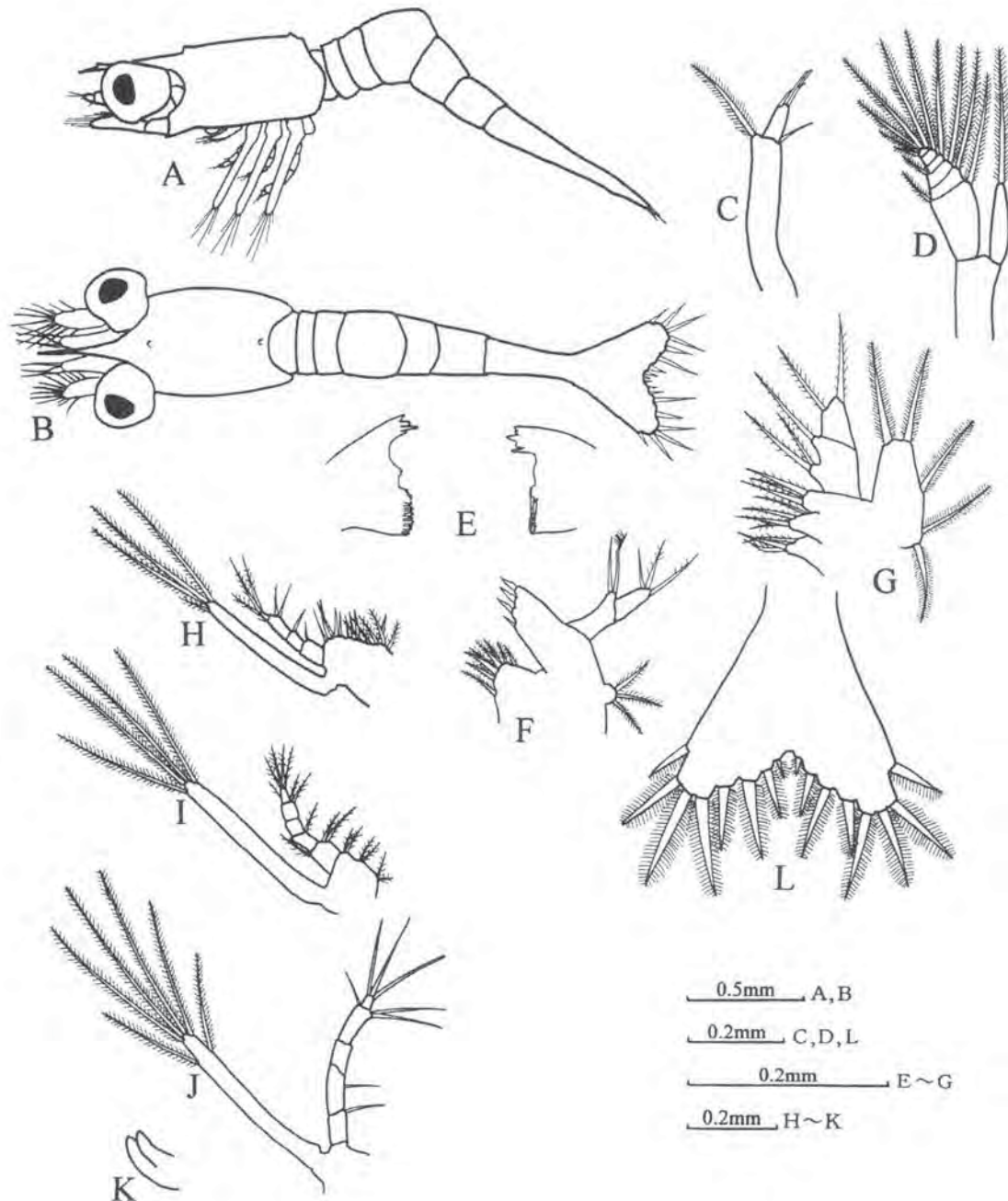


Fig. 3 *Rhynchocinetes uritai* KUBO, second zoea.

A: lateral view, B: dorsal view, C: antennule, D: antenna, E: mandibles, F: maxillule, G: maxilla, H: first maxilliped, I: second maxilliped, J: third maxilliped, K: first pereopod, L: telson.

ゾエア 4 期 (Fig. 5)

孵出 7~10 日後, TL 3.48mm (3.30~3.60mm), BL 2.95mm (2.75~3.05mm), CL 0.56mm (0.53~0.58mm).

前期に比べ、顕著な相違は認められない (Fig. 5A, B). 第 1 触角では内外縁の羽状毛が増加する (Fig. 5C). 第 2 触角では内肢は伸長し、外肢とはほぼ同長となり、基部付近で 2 節に分かれ、外肢は環節が消失し、内縁及び先端付近の羽状毛は 12 本、外縁の羽状毛は 3 本にそれぞれ増加する (Fig. 5D).

大顎に著しい変化は見られない (Fig. 5E). 第 1 小顎では先内葉の太く短い棘が増加する (Fig. 5F). 第 2 小顎の基内葉は 1 葉となる (Fig. 5G). 第 1 顎脚内肢先端付近には 3 毛、第 1~3 節内縁の毛式は 2-1-2 となる (Fig. 5H). 第 2 顎脚第 1~4 節内縁の毛式は 3-1-1-2, 外縁は 1-1-1-1 となる (Fig. 5I). 第 3 顎脚内肢第 1~4 節内縁の毛式は 2-1-1-2, 外縁は 0-1-1-0 となる (Fig. 5J). 第 1 胸脚は内外肢共に発達して内肢は 4 節に分節し、先端付近には 4 毛、

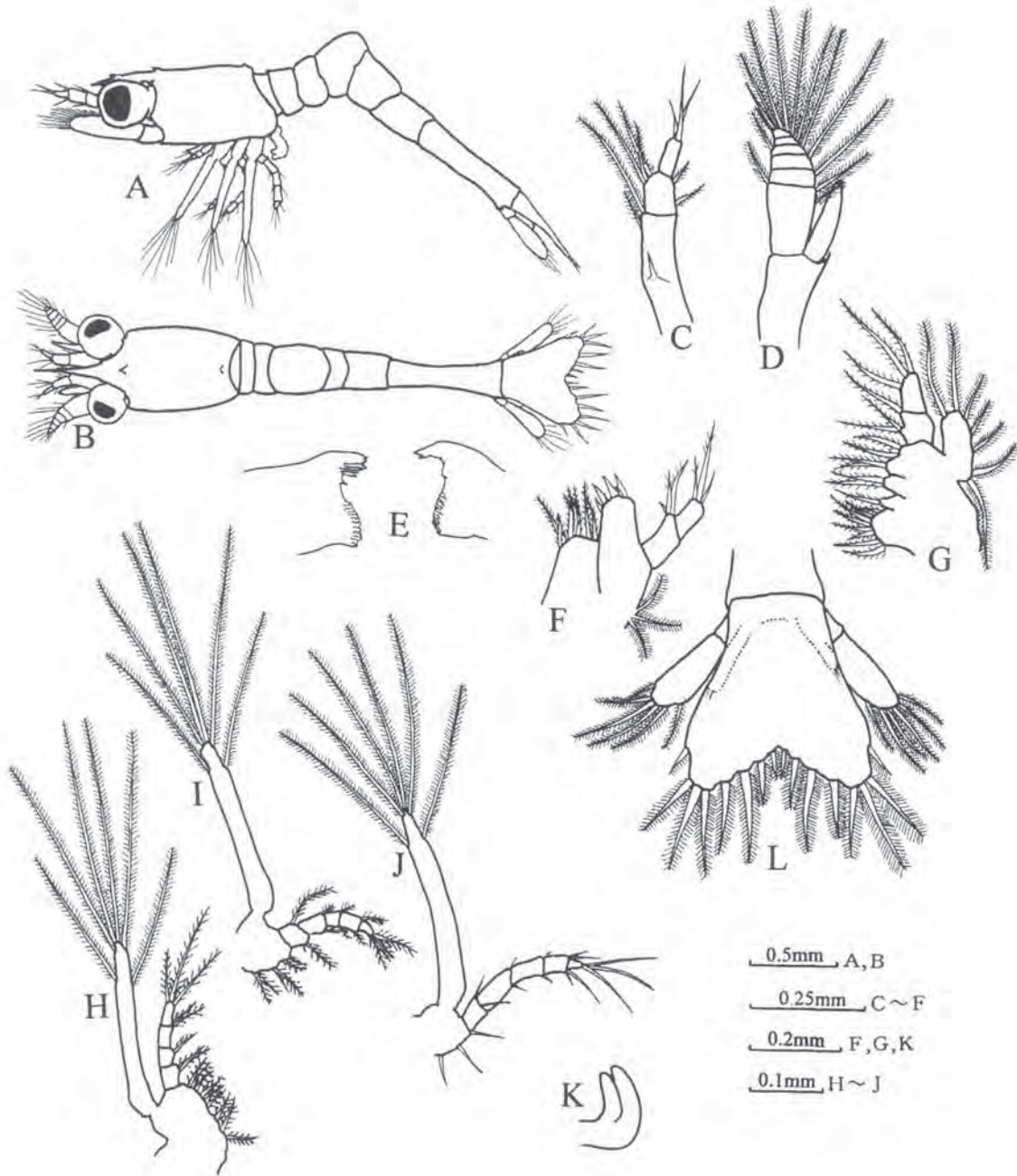


Fig. 4 *Rhynchocinetes uritai* KUBO, third zoea.

A: lateral view, B: dorsal view, C: antennule, D: antenna, E: mandibles, F: maxillule, G: maxilla, H: first maxilliped, I: second maxilliped, J: third maxilliped, K: first pereopod, L: telson and uropods.

第1～3節内縁の毛式は1-1-1, 外縁は0-1-1となる。外肢先端付近に6羽状毛が見られる (Fig. 5K)。第2胸脚は内外肢に分離するが, 未だ原始的である (Fig. 5L)。

尾節は幅が狭く細長くなって, 側縁の1対は縮小して棘となり, 尾肢は内外肢共に発達して, 羽状毛が増加し, 内肢に5本, 外肢に8本となる (Fig. 5M)。

ゾエア第5期 (Fig. 6)

孵出9～13日後, TL 3.86mm (3.75～4.05mm), BL 3.33mm (3.30～3.45mm), CL 0.64mm (0.61～0.66mm)。

第2触角内肢の鞭状部が伸長し, 体長とほぼ同長となる (Fig. 6A, B)。第1触角では第1節外縁基部付近に2小羽状毛が出現し, その部位より外側への張り出しが見られる (Fig. 6C)。第2触角原節内縁先端の棘状突起は大きくなり, 外肢内縁及び先

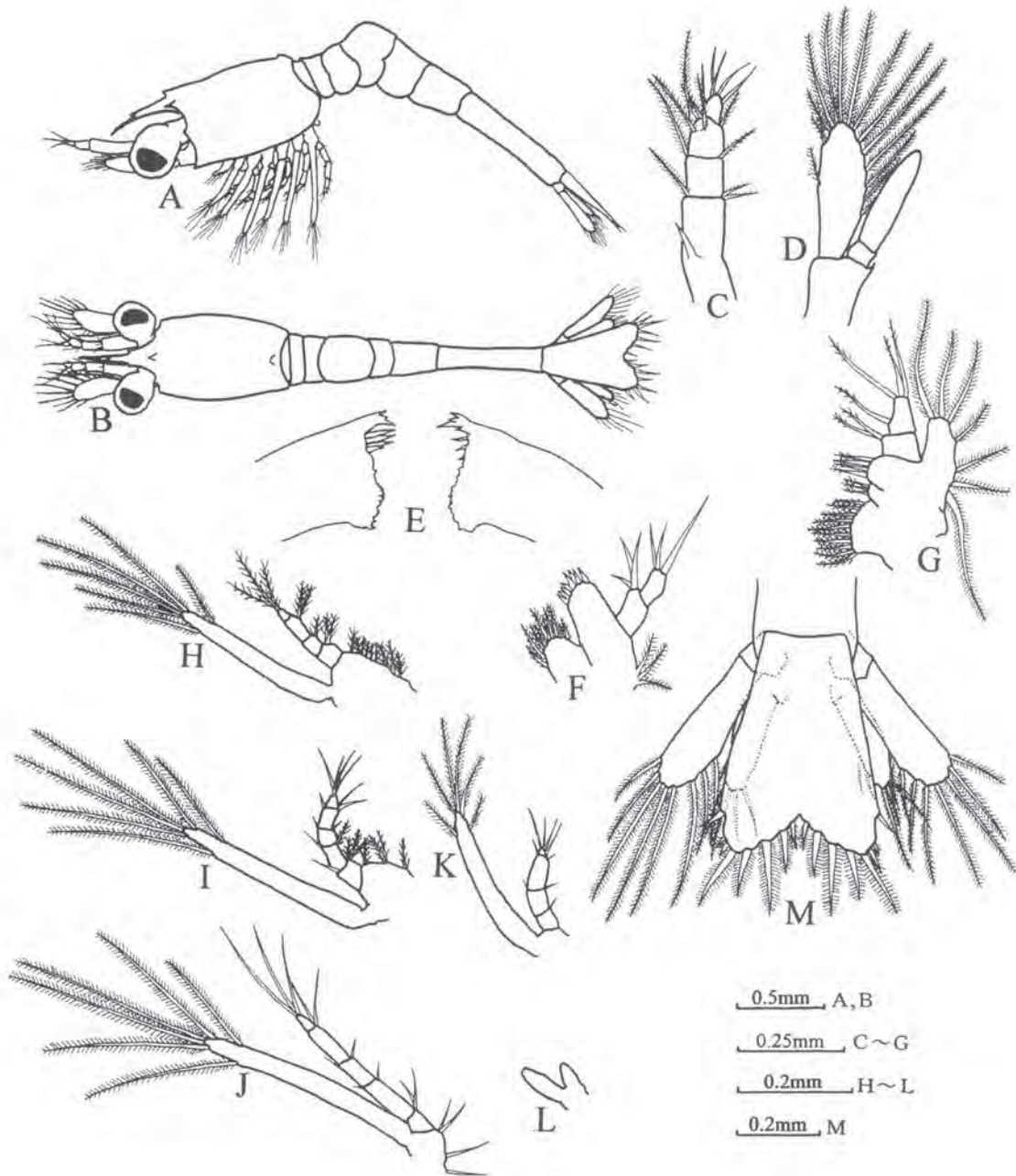


Fig. 5 *Rhynchocinetes uritai* KUBO, fourth zoea.

A: lateral view, B: dorsal view, C: antennule, D: antenna, E: mandibles, F: maxillule, G: maxilla, H: first maxilliped, I: second maxilliped, J: third maxilliped, K: first pereopod, L: second pereopod, M: telson and uropods.

端付近の羽状毛は増加して17本となる (Fig. 6D).

大顎, 第1小顎に著しい変化は見られない (Fig. 6E, F). 第2小顎内肢先端及び内縁の毛は7本となり, 顎舟葉周縁の羽状毛は増加して14本となる (Fig. 6G). 第1顎脚に著しい変化は見られない (Fig. 6H). 第2顎脚内肢先端の毛は5本, 第1~4節内縁の毛式は2-1-1-2, 外肢先端付近には8羽状毛が見られる (Fig. 6I). 第3顎脚第1~4節外

縁の毛式は1-1-1-1, 外肢先端付近には8羽状毛が見られる (Fig. 6J). 第1胸脚内肢は5節に分節し, 先端には3毛, 第1~4節内縁の毛式は2-1-1-2, 外縁は1-1-1-1となる. 外肢先端付近の羽状毛は8本となる (Fig. 6K). 第2胸脚も5節に分節し, 先端には3毛, 第1~4節内縁の毛式は1-1-1-1, 外縁は1-1-1-2となる (Fig. 6L). 第3胸脚が出現し, 内肢は2節に分節し, 先端に3毛が認められる

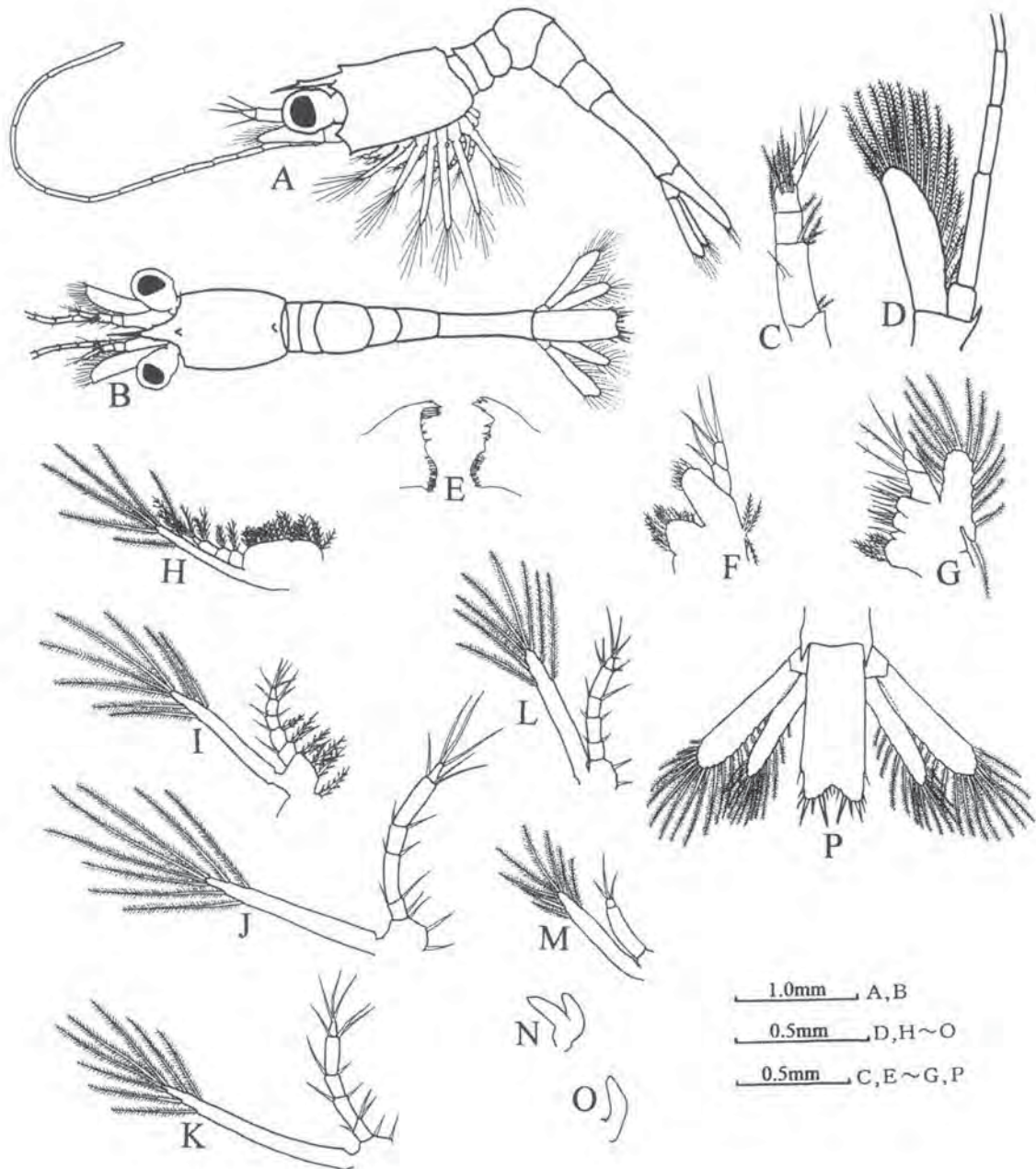


Fig. 6 *Rhynchocinetes uritai* KUBO, fifth zoea.

A: lateral view, B: dorsal view, C: antennule, D: antenna, E: mandibles, F: maxillule, G: maxilla, H: first maxilliped, I: second maxilliped, J: third maxilliped, K: first pereopod, L: second pereopod, M: third pereopod, N: fourth pereopod, O: fifth pereopod, P: telson and uropods.

が、内外縁には毛は見られず、外肢先端付近には8羽状毛が見られる (Fig. 6M)。第4, 5胸脚が出現し、第4胸脚は内外肢に2叉しているが、両肢とも未だ原基的である (Fig. 6N, O)。

尾節はより幅が狭く細長くなって、基部と末端部の幅がほぼ同長、後縁の7対の羽状毛は棘となり、尾肢内外肢周縁の羽状毛は増加して、内肢に13本、外肢に17本となる (Fig. 6O)。

ゾエア第6期 (Fig. 7)

孵出12~16日後, TL 4.17mm (4.00~4.35mm), BL 3.62mm (3.50~3.75mm), CL 0.69mm (0.66~0.70mm)。

頭胸甲上縁先端付近に2歯、額角上に3歯が出現する。 (Fig. 7A, B)。第1触角の内鞭は外鞭より小さな円柱状となり、先端に2羽状毛を有し、第1節基部付近の外側への張り出しはより顕著となる (Fig. 7C)。第2触角は基節から外肢基部中央付近

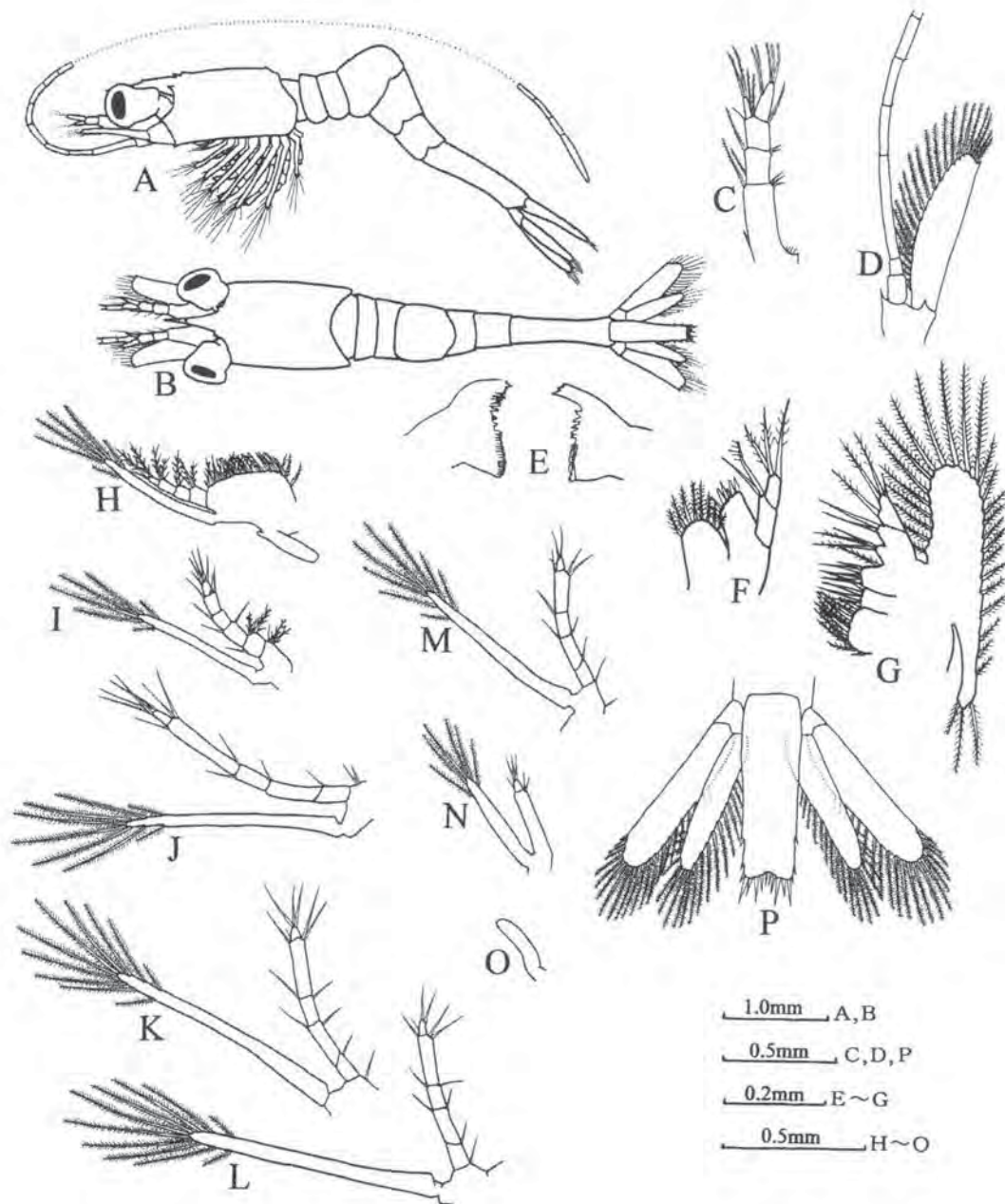


Fig. 7 *Rhynchocinetes uritai* KUBO, sixth zoea.

A: lateral view, B: dorsal view, C: antennule, D: antenna, E: mandibles, F: maxillule, G: maxilla, H: first maxilliped, I: second maxilliped, J: third maxilliped, K: first pereopod, L: second pereopod, M: third pereopod, N: fourth pereopod, O: fifth pereopod, P: telson and uropods.

へ棘状の張り出しが見られ、内肢の鞭状部はより伸長し、外肢の内縁及び先端付近の羽状毛は23本に増加する (Fig. 7D)。

大顎では切歯部と臼歯部の間の歯が増加する (Fig. 7E)。第1小顎に著しい変化は見られない (Fig. 7F)。第2小顎では内肢先端及び内縁に9毛、顎舟葉周縁の羽状毛は増加して28本となる (Fig. 7G)。

第1顎脚第1～3節内縁の毛式は3-1-2となる (Fig. 7H)。第2顎脚の内肢先端には5毛、第1～4節内縁の毛式は2-1-1-2である。外肢先端付近の羽状毛は6本となる (Fig. 7I)。第3顎脚内肢先端には4毛、第1～4節内縁の毛式は1-1-1-2、外縁は0-0-1-1となる (Fig. 7J)。第1胸脚内肢先端付近には4毛、第1～4節内縁の毛式は1-1-1-2、外縁は0-1-1-1となる。外肢先端付近の羽状毛は10本と

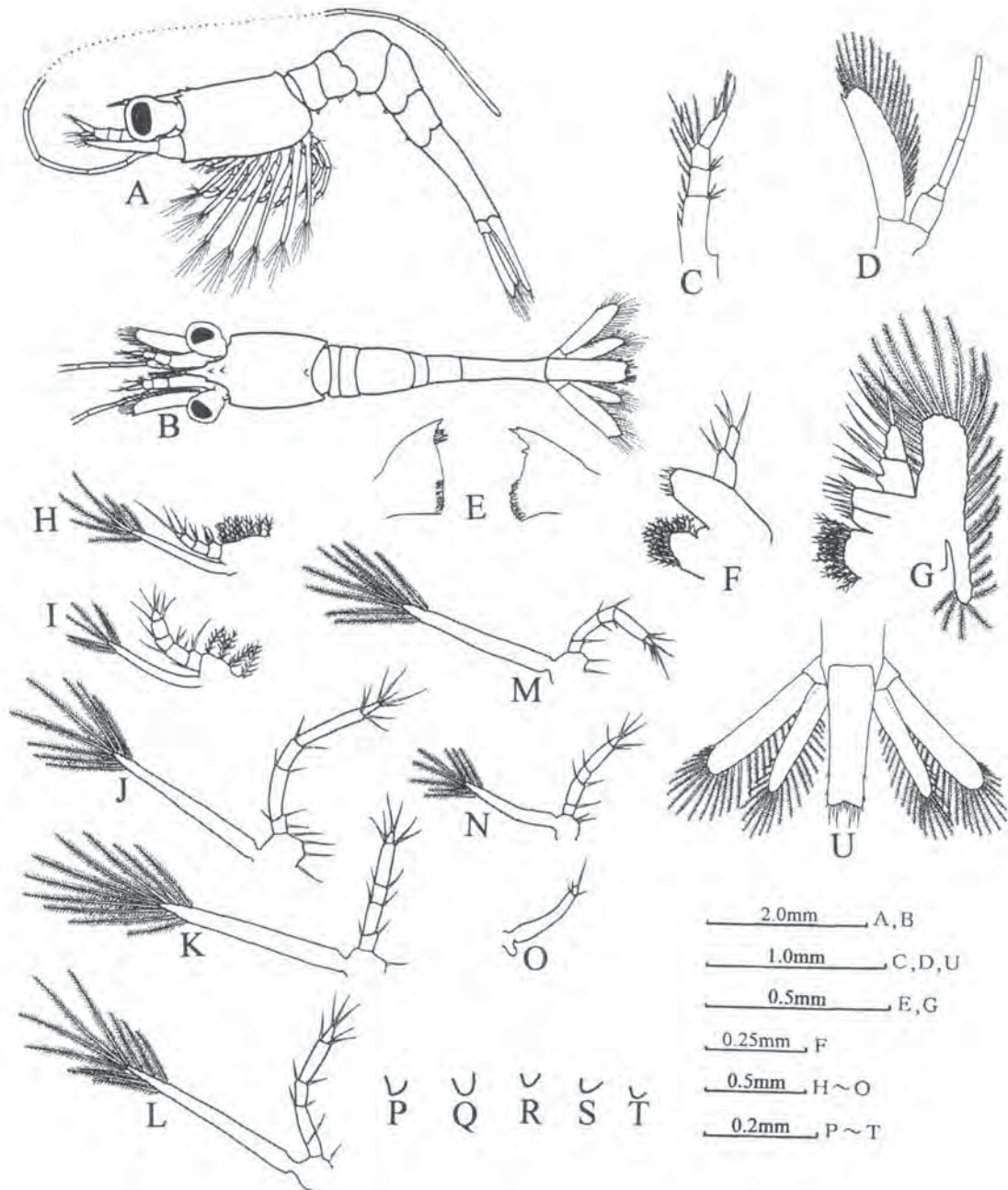


Fig. 8 *Rhynchocinetes uritai* KUBO, seventh zoea.

A: lateral view, B: dorsal view, C: antennule, D: antenna, E: mandibles, F: maxillule, G: maxilla, H: first maxilliped, I: second maxilliped, J: third maxilliped, K: first pereopod, L: second pereopod, M: third pereopod, N: fourth pereopod, O: fifth pereopod, P: first pleopod, Q: second pleopod, R: third pleopod, S: fourth pleopod, T: fifth pleopod, U: telson and uropods.

なる (Fig. 7K). 第2胸脚内肢第1~4節内縁の毛式は1-1-1-2, 外縁は0-1-1-1となる. 外肢先端付近の羽状毛は10本となる (Fig. 7L). 第3胸脚内肢は5節に分節し, 第1~4節内縁の毛式は1-1-0-2, 外縁は0-1-1-1となる (Fig. 7M). 第4胸脚は発達して内肢が2節に分節し, 内肢先端付近に4毛, 基節内縁先端に2毛があり, 外肢先端付近には6本の

羽状毛が見られる (Fig. 7N). 第5胸脚は未だ原始的である (Fig. 7O).

尾節は後縁中央部の窪みがほとんどなくなり, 全体の幅が狭まり細長くなって, 側縁に2対, 後縁に6対の棘となり, 尾肢は内外肢共に羽状毛が増加し, 内肢に19本, 外肢に21本となる (Fig. 7P).

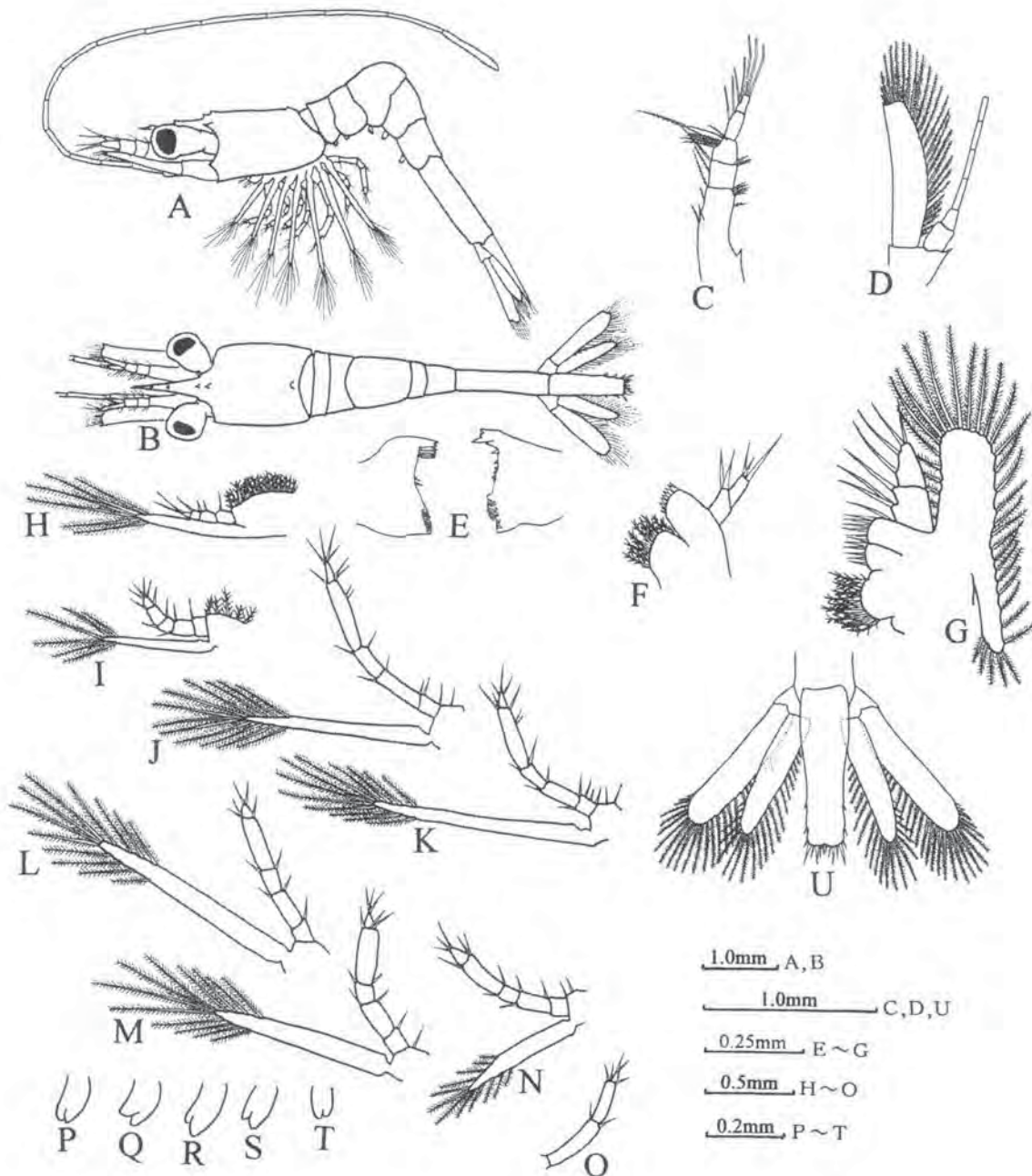


Fig. 9 *Rhynchocinetes uritai* KUBO, eighth zoea.

A: lateral view, B: dorsal view, C: antennule, D: antenna, E: mandibles, F: maxillule, G: maxilla, H: first maxilliped, I: second maxilliped, J: third maxilliped, K: first pereopod, L: second pereopod, M: third pereopod, N: fourth pereopod, O: fifth pereopod, P: first pleopod, Q: second pleopod, R: third pleopod, S: fourth pleopod, T: fifth pleopod, U: telson and uropods.

ゾエア第7期 (Fig. 8)

孵出14~18日後, TL 5.01mm (4.82~5.23mm), BL 4.25mm (4.15~4.42mm), CL 0.70mm (0.66~0.75mm).

新たに腹肢の原基が出現する (Fig. 8A, B). 第1触角内鞭先端の羽状毛は1本になる (Fig. 8C). 第2触角では内肢鞭状部はより伸長し, 外肢内縁及び先端付近の羽状毛は増加して25本となる (Fig. 8

D).

大顎の切歯部と臼歯部間の歯は消失する (Fig. 8E). 第1小顎に著しい変化は見られない (Fig. 8F). 第2小顎では顎舟葉周縁の羽状毛は増加して29本となる (Fig. 8G). 第1顎脚先端に2毛, 第1~3節内縁の毛式は3-2-2となる (Fig. 8H). 第2顎脚先端に3毛, 第1~4節内縁の毛式は2-3-0-

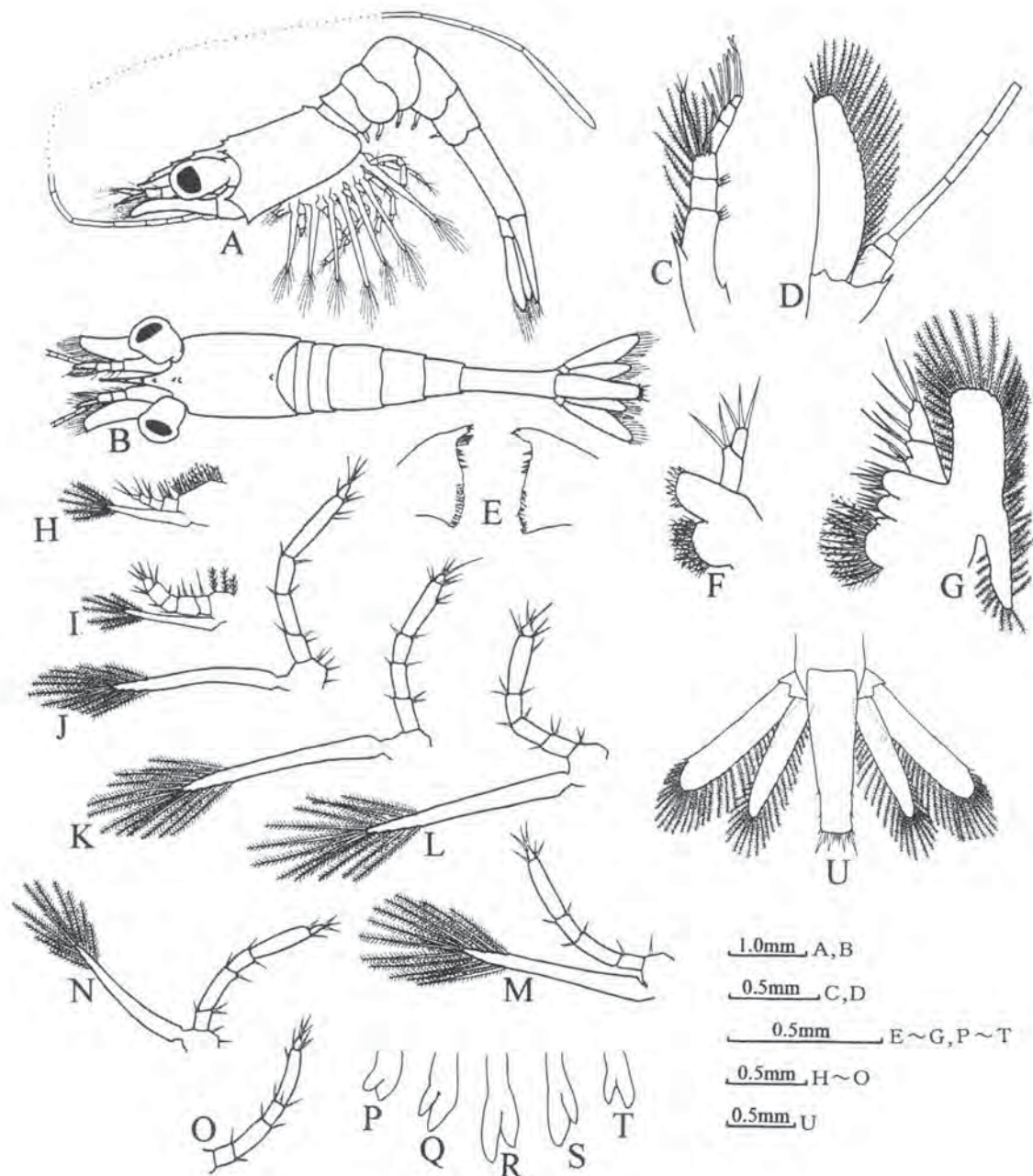


Fig. 10 *Rhynchocinetes uritai* KUBO, ninth zoea.

A: lateral view, B: dorsal view, C: antennule, D: antenna, E: mandibles, F: maxillule, G: maxilla, H: first maxilliped, I: second maxilliped, J: third maxilliped, K: first pereopod, L: second pereopod, M: third pereopod, N: fourth pereopod, O: fifth pereopod, P: first pleopod, Q: second pleopod, R: third pleopod, S: fourth pleopod, T: fifth pleopod, U: telson and uropods.

2となる (Fig. 8I). 第3顎脚先端に5毛, 第1~4節内縁の毛式は2-1-1-2, 外縁は1-1-1-2となる (Fig. 8J). 第1胸脚内肢先端には2毛, 第1~4節内縁の毛式は1-1-1-2, 外縁は1-1-1-2となる. (Fig. 8K). 第2胸脚に変化は認められない (Fig. 8L). 第3胸脚内肢先端に4毛, 第1~4節内縁の毛式は1-1-1-1, 外縁は0-1-1-2となる (Fig. 8M). 第4胸脚は内肢は5節に分節し, 先端に3毛, 第1

~4節内縁の毛式は1-1-0-2, 外縁は0-1-1-1である. 外肢先端付近の羽状毛は増加して8本となる (Fig. 8N). 第5胸脚は2節に分節し, 先端に1毛, 基節に3毛がある (Fig. 8O). 第1~5腹節に腹肢の原基が出現する (Fig. 8P-T).

尾節には著しい変化は見られないが, 尾肢は内外肢共に羽状毛が増加して, 内肢に21本, 外肢に24本となる (Fig. 8U).

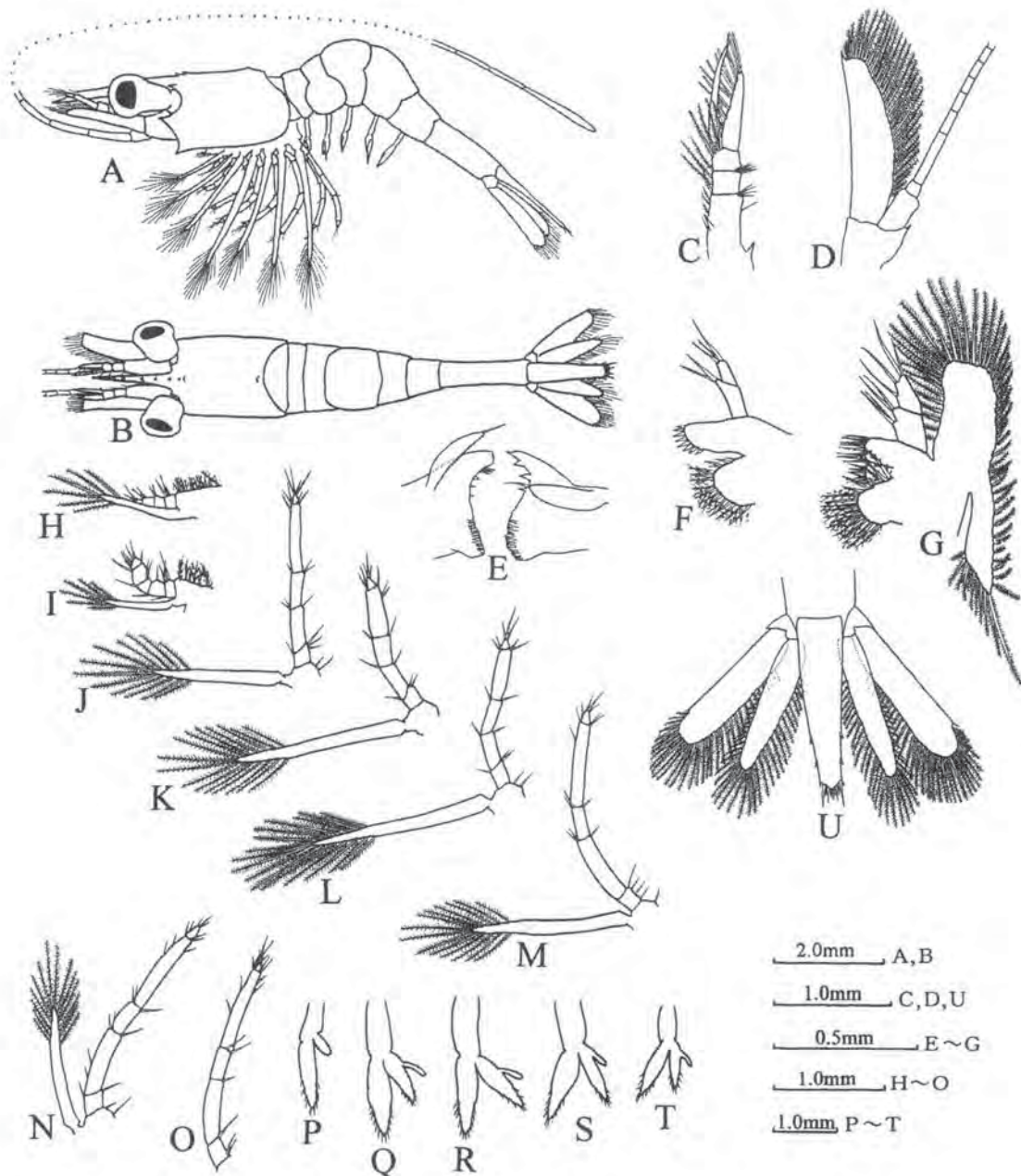


Fig. 11 *Rhynchocinetes uritai* KUBO, tenth zoea.

A: lateral view, B: dorsal view, C: antennule, D: antenna, E: mandibles, F: maxillule, G: maxilla, H: first maxilliped, I: second maxilliped, J: third maxilliped, K: first pereopod, L: second pereopod, M: third pereopod, N: fourth pereopod, O: fifth pereopod, P: first pleopod, Q: second pleopod, R: third pleopod, S: fourth pleopod, T: fifth pleopod, U: telson and uropods.

ゾエア 8 期 (Fig. 9)

孵出17~22日後, TL 5.55mm (5.29~5.76mm), BL 4.77mm (4.56~5.03mm), CL 0.77mm (0.71~0.83mm).

前期に比べ, 顕著な相違は認められない (Fig. 9A, B). 第1触角外鞭は2節に分節し, 各節には2, 5感覚毛があり, 第1節下部の外側への張り出しは棘状となる (Fig. 9C). 第2触角は外肢内縁及び先端の羽状毛が増加して27本となる (Fig. 9D).

大顎及び第1小顎に著しい変化は見られない (Fig. 9E, F). 第2小顎内肢内縁の毛は7本となり, 顎舟葉周縁の羽状毛は増加して34本となる (Fig. 9G). 第1顎脚第1~3節内縁の毛式は1-1-1となる (Fig. 9H). 第2顎脚内肢先端に4毛, 第1~4節内縁の毛式は1-1-1-1, 外縁は0-1-1-1となる. 第3顎脚内肢先端付近に5毛, 第1~4節内縁の毛式は2-2-1-3, 外縁は0-1-1-1である. 外肢先端

付近の羽状毛が増加して12本となる (Fig. 9J). 第1胸脚内肢先端に3毛, 第1~4節内縁の毛式は4-1-1-3, 外縁は1-1-1-2となる. 外肢先端付近の羽状毛は増加して12本となる (Fig. 9K). 第2胸脚内肢先端に2毛, 第1~4節内縁の毛式は1-1-1-1, 外縁は0-1-1-2となる. 外肢先端付近の羽状毛は増加して12本となる (Fig. 9L). 第3胸脚内肢第1~4節内縁の毛式は1-1-0-3となる. 外肢先端付近の羽状毛は増加して12本となる (Fig. 9M). 第4胸脚内肢内縁の毛式は0-2-1-2となる. 外肢先端付近の羽状毛は増加して12本となる (Fig. 9N). 第5胸脚では内肢は3節に分節し, 先端に2毛, 第1~2節内縁の毛式は1-2, 外縁は1-1である (Fig. 9O). 腹肢は内外肢に分かれるが原基的である (Fig. 9P-T).

尾節には著しい変化は見られない. 尾肢は内外肢共に羽状毛が増加して内肢に22~23本, 外肢に25~27本となる (Fig. 9U).

ゾエア9期 (Fig. 10)

孵出20~27日後, TL 6.66mm (6.30~6.83mm), BL 5.68mm (5.49~5.83mm), CL 0.95mm (0.90~1.00mm).

前期に比べ, 顕著な相違は認められない (Fig. 10A, B). 第1触角の内鞭は伸長し, 外鞭とはほぼ同じ長さで, 先端には2毛があり, 外鞭は3節に分節し各節には3~4本の感覚毛がある (Fig. 10C). 第2触角は外肢内縁及び先端の羽状毛が増加して29本となる (Fig. 10D).

大顎, 第1小顎に著しい変化は見られない (Fig. 10E, F). 第2小顎内肢先端及び内縁の毛は9本となり, 顎舟葉周縁の羽状毛は増加して53本となる (Fig. 10G). 第1顎脚内肢第1~3節内縁の毛式は3-2-2となる (Fig. 10H). 第2顎脚内肢先端の毛は3毛, 第1~4節内縁の毛式は1-3-0-3, 外縁は0-1-1-2となる (Fig. 10I). 第3顎脚内肢第1~4節内縁の毛式は2-1-1-4, 外縁は1-1-1-1となる (Fig. 10J). 第1胸脚内肢第1~4節内縁の毛式は2-1-1-4となる (Fig. 10K). 第2胸脚内肢先端の毛は3毛, 第1~4節内縁の毛式は2-1-1-3, 外縁は1-1-2-2となる (Fig. 10L). 第3胸脚内肢第1~4節内縁の毛式は1-1-1-2となる (Fig. 10M). 第4胸脚外肢先端付近の羽状毛は減少して10本となる (Fig. 10N). 第5胸脚は5節に分節し, 第1~4節内, 外縁の毛式は1-1-1-2となる (Fig. 10O). 腹肢は発

達伸長するが未だ原基的である (Fig. 10P-T).

尾節に著しい変化は見られないが, 尾肢は内外肢共に羽状毛が増加して内肢に25~27本, 外肢に28~30本となる (Fig. 10U).

ゾエア第10期 (Fig. 11)

孵出23~38日後, TL 8.21mm (7.57~8.84mm), BL 6.50mm (6.16~6.77mm), CL 1.03mm (1.00~1.05mm).

前期に比べ, 顕著な相違は認められない (Fig. 11A, B). 第1触角内鞭は外鞭より長くなり, 外鞭の節は消失して内縁に6叢の感覚毛を有する (Fig. 11C). 第2触角では, 内肢の節数は増加し, 外肢内縁及び先端付近の羽状毛は30本となる (Fig. 11D).

大顎には新たに大顎鬚が現れ先端に1毛を有するが, 分節は見られない (Fig. 11E). 第1小顎に著しい変化は見られない (Fig. 11F). 第2小顎内肢先端及び内縁の毛は8本となり, 顎舟葉周縁の羽状毛の数は増加して61本となる (Fig. 11G). 第1顎脚に著しい変化は見られない (Fig. 11H). 第2顎脚内肢先端付近の毛は5毛, 第1~4節内縁の毛式は3-1-2-1, 外縁は1-1-1-1となる (Fig. 11I). 第3顎脚内肢先端付近に6毛, 第1~4節内縁の毛式は3-1-2-2, 外縁は1-2-1-3となる (Fig. 11J). 第1胸脚内肢第1~4節内縁の毛式は2-1-1-3となり, 外肢先端付近の羽状毛は増加して16本となる (Fig. 11K). 第2胸脚内肢第1~4節内縁の毛式は2-1-1-2, 外縁は1-1-1-2となり, 外肢先端付近の羽状毛は増加して16本となる (Fig. 11L). 第3胸脚内肢第1~4節内縁の毛式は4-1-1-2, 外縁は0-2-2-3となり, 外肢先端付近の羽状毛は増加して14本となる (Fig. 11M). 第4胸脚内肢第1~4節内縁の毛式は1-1-1-3, 外縁は1-3-2-4となり, 外肢先端付近の羽状毛は増加して14本となる (Fig. 11N). 第5胸脚先端の毛は2毛, 第1~4節内縁の毛式は3-1-1-4, 外縁は0-0-0-5となる (Fig. 11O). 腹肢は発達し, 第2~4腹肢の内肢先端付近には8小毛及び雌性突起, 第1~5腹肢外肢にはそれぞれ10~12小毛が認められる (Fig. 11P-T).

尾節は後縁部がさらに細くなって, 基部の約1/2となり, 後縁中央部は突出し, 6対の棘を有し, 尾肢は内外肢共に羽状毛が増加して内肢に34~37本, 外肢に35~40本となる (Fig. 11U).

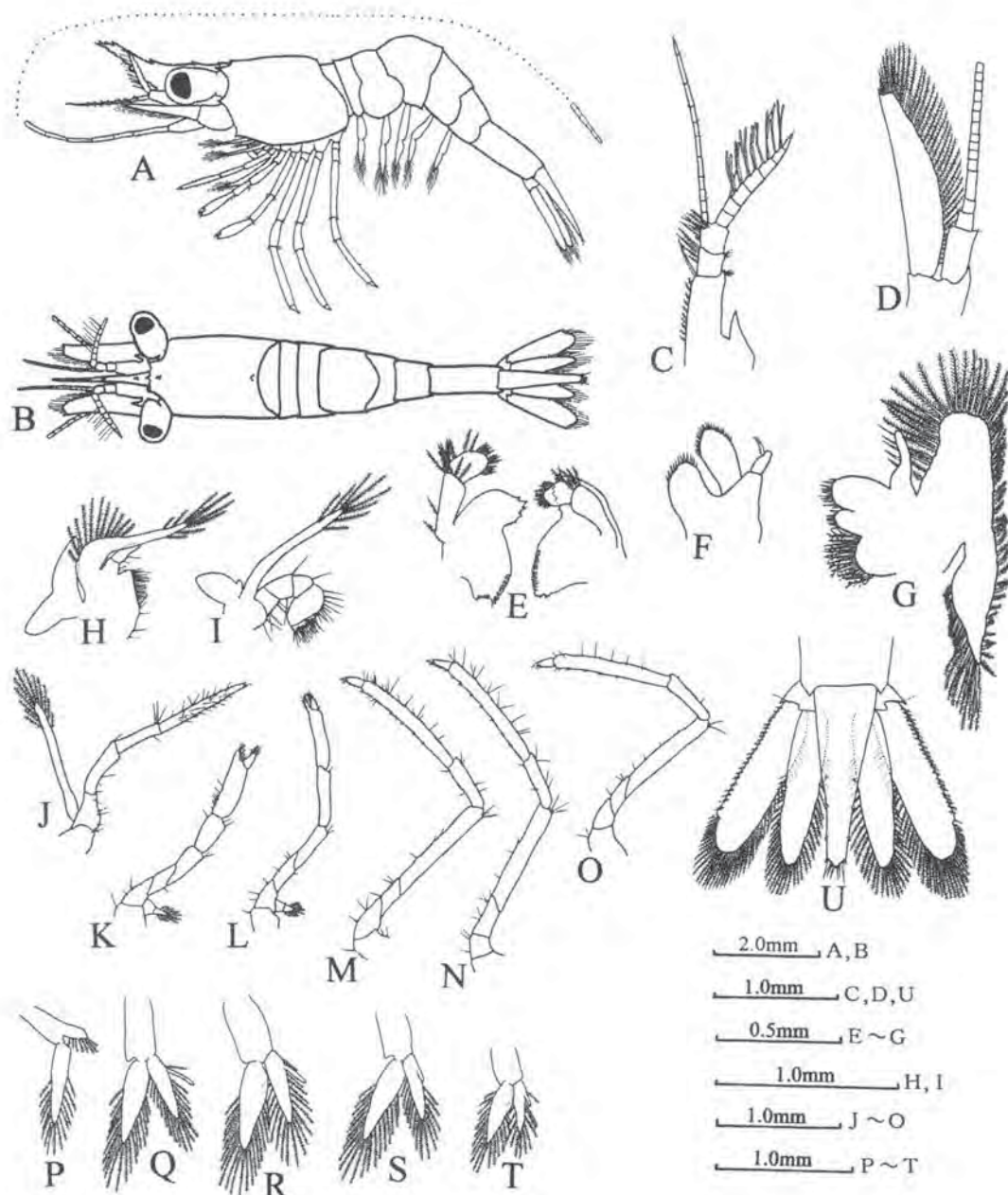


Fig. 12 *Rhynchocinetes uritai* KUBO, megalopa (decapodid).

A: lateral view, B: dorsal view, C: antennule, D: antenna, E: mandibles, F: maxillule, G: maxilla, H: first maxilliped, I: second maxilliped, J: third maxilliped, K: first pereopod, L: second pereopod, M: third pereopod, N: fourth pereopod, O: fifth pereopod, P: first pleopod, Q: second pleopod, R: third pleopod, S: fourth pleopod, T: fifth pleopod, U: telson and uropods.

メガロパ期 (Figs. 1C, 12)

孵出29~40日後, TL 8.58mm (7.90~8.90mm), BL 6.56mm (6.20~6.90mm), CL 1.25mm (1.21~1.29mm)

額角基部と頭胸甲先端が関節でつながり額角は可動となる。額角上縁に新たに2歯, 先端に3~4歯が出現し, 計5~6歯となり, 頭胸甲上には眼上棘, 触角上棘, 前側角棘が存在する。また第3腹節側板の下縁後端は尖っている (Fig. 12A, B)。第1触

角は基節内縁中央部の棘が消失, 内鞭が伸長して11節に分節し, 外鞭は7節になる (Fig. 12C)。第2触角では, 内肢の節数は増加し, 外肢内縁及び先端付近の羽状毛は34~38本となる (Fig. 12D)。

大顎鬚は2節に分かれ, 各節の先端付近には小毛が見られる (Fig. 12E)。第1小顎では小顎鬚は縮小して分節は消失する (Fig. 12F)。第2小顎では内肢は縮小し, 内縁に5毛が見られるのみとなり,

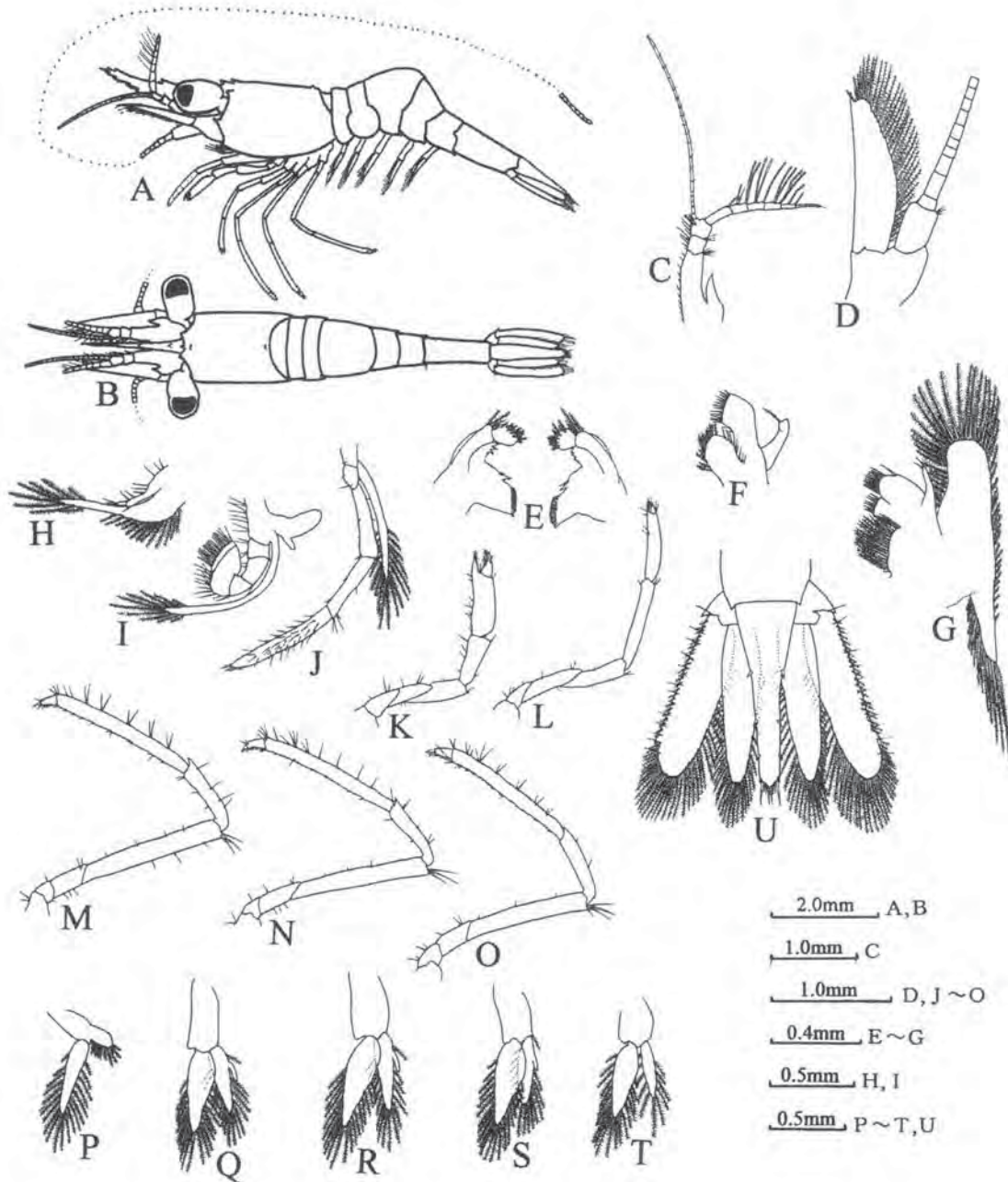


Fig. 13 *Rhynchocinetes uritai* KUBO, first juvenile.

A: lateral view, B: dorsal view, C: antennule, D: antenna, E: mandibles, F: maxillule, G: maxilla, H: first maxilliped, I: second maxilliped, J: third maxilliped, K: first pereopod, L: second pereopod, M: third pereopod, N: fourth pereopod, O: fifth pereopod, P: first pleopod, Q: second pleopod, R: third pleopod, S: fourth pleopod, T: fifth pleopod, U: telson and uropods.

顎舟葉周縁の羽状毛は増加して67本となる (Fig. 12G)。第1顎脚は内肢が縮小して2節となり、内縁に4毛が見られ、外肢基部は外側に張り出しコエビ丘となり、外縁には11外羽状毛が見られ、先端付近の羽状毛は8本となる。左右に大きく広がった副

肢が認められる (Fig. 12H)。第2顎脚内肢は4節に減少し、先端の節が偏平となり周縁には多数の小毛が見られ、第1～3節内縁の毛式は4-1-0、外縁は0-1-1で、外肢先端付近の羽状毛は8本となり、大きな瘤状の副肢が認められる (Fig. 12I)。第3

顎脚内肢は4節となり、外肢の約1.5倍に伸長し、先端の節には多数の羽状毛があり、第1～3節内縁の毛式は0-1-3、外縁は5-3-2となる (Fig. 12J)。第1、2胸脚は外肢がほぼ消失し、内肢先端が可動指と不動指からなるはさみ脚となり、先端付近には多数の短毛があり、第1胸脚第1～4節内縁の毛式は3-0-0-1、外縁は0-1-2-2で、第2胸脚では3-3-0-0、0-1-2-1となり、歩脚として機能的となる (Fig. 12K, L)。第3、4胸脚は6節に分節し、先端付近には4小棘があり、第3胸脚第1～5節内縁の毛式は3-3-3-2-7、外縁は0-0-3-4-16、第4胸脚では3-5-2-2-0、0-0-3-4-14となる。外肢は消失する (Fig. 12M, N)。第5胸脚も6節に分節し、先端付近には1小棘と3毛、第1～5節内縁の毛式は0-3-4-0-2、外縁は0-0-2-2-7となる (Fig. 12O)。

腹肢は発達し、第1～5腹肢内肢には8～19羽状毛、外肢には16～20羽状毛が見られる (Fig. 12P-T)。尾節背面に3対の小棘、後縁には4対の棘が見られ、尾肢外肢外縁には多数の小羽状毛が見られ、内外肢の羽状毛はそれぞれ37～40本、63～67本となる (Fig. 12U)。赤色素胞が発達拡散し、体が赤色を呈する (Fig. 1C)。

稚エビ第1期 (Figs. 1D, 13)

孵出31～48日後、TL 8.34mm (8.20～8.60mm)、BL 6.16mm (6.00～6.50mm)、CL 1.34mm (1.31～1.39mm)。

新たに第4、5腹節側板の下縁後端は尖る (Fig. 13A, B)。第1触角では内外鞭はさらに伸長し、内鞭は20節、外鞭は8節に分節する (Fig. 13C)。第2触角では外肢内縁及び先端付近の羽状毛は32～39本となる (Fig. 13D)。

大顎、第1小顎に著しい変化は見られない (Fig. 13E, F)。第2小顎は内肢がさらに縮小し、先端付近に2毛を有するのみとなり、顎舟葉周縁の羽状毛は61本となる (Fig. 13G)。第1顎脚では、内肢先端に2毛、内縁に5毛、外縁に1毛があり、外肢外縁の羽状毛は13本となる (Fig. 13H)。第2顎脚内肢第1～3節内縁の毛式は0-1-1、外縁は4-2-0となり、外肢先端付近の羽状毛は10本となる (Fig. 13I)。第3顎脚内肢第1～3節内縁の毛式は2-3-2、外縁は0-4-5となり、外肢の先端付近には18羽状毛がある (Fig. 13J)。第1胸脚第1～4節内縁の毛式は3-3-1-4、外縁は0-2-1-2となり、第2胸脚は4-3-1-1、0-1-4-2となる。外肢は認められない (Fig. 13K, L)。

第3胸脚先端付近には4小棘が見られ、第1～5節内縁の毛式は1-2-4-4-7、外縁は1-3-6-4-15となる (Fig. 13M)。第4胸脚先端付近には4小棘と2毛が見られ、第1～5節内縁の毛式は1-3-4-1-3、外縁は0-4-3-6-15となる (Fig. 13N)。第5胸脚には4小棘と1毛が見られ、第1～5節内縁の毛式は4-3-3-0-5、外縁は0-0-4-2-16となる (Fig. 13O)。

腹肢は内外肢の羽状毛は、第1～5内肢に9～16本、外肢に19～21本となる (Fig. 13P-T)。尾節背面の棘は3対、先端の棘は5対となり、尾肢内外肢の羽状毛は内肢に38～43本、外肢に61～65本となる (Fig. 13U)。体色に著しい変化はない (Fig. 1D)。

飼育下における幼期の生態

実験中の飼育容器 (ポリカーボネイト水槽、30ℓ) 内におけるゾエア期幼生は、その初期には比較的強い正の走光性を示すが、期数の増加に伴い弱まる。メガロパ期になると正の走光性は消失し、負の走光性を示し、石の裏などに隠れるようになる。

遊泳はゾエア期では頭部を斜め下に向け、顎脚外肢を動かして前方及び上下に移動する。またゾエア第5期になると第2触角内肢が伸長するが、浮遊幼生期の間は第2触角内肢を前方へ水平に伸ばし、左右の第1触角鞭状部を水平に開閉する。

ゾエア期初期には飼育水槽全面を活発に遊泳するが、期数が増加すると終日あまり遊泳せず底面付近にいる個体が多くなる。メガロパ期になると飼育容器底面を胸脚で歩行し、腹肢を使用し遊泳する。稚エビ第1期になるとより底面への依存が強まり、遊泳する個体は見られなくなる。

論 議

本種の飼育条件下での浮遊幼生期 (ゾエア期) は10期で、23～38日間であった。同属のヤイトサラサエビ *R. conspicuocellus* では11期で、54～111日間である (MATOBA and SHOKITA, 1998)。本種のゾエア期数は1期短く、日数は31～73日間も短い。ヤイトサラサエビ *R. conspicuocellus* の長期間に渡る浮遊幼生期の原因を毎原・京谷 (2001a, b) は低水温での飼育によるものとしている。本種は温帯種であり、その繁殖期は4月～7月で、盛期は5月～6月であるとされている (毎原・鈴木, 1988)。その

Table 1 Comparisons of the larval characteristics in the zoeal and megalopal stages among three species of the genus *Rhynchocinetes*.

Species	<i>Rhynchocinetes</i>		
	<i>R. uritai</i>	<i>R. conspiciocellus</i>	<i>R. typus</i>
Larval stage and characters			
No. of zoeal stages	10	11	?
Zoea			
TL (1st zoea, mm)	2.28 (2.23-2.33)	2.60 (2.45-2.79)	3.26
Rostrum (1st zoea)	straight	straight	downward
Exopod of antenna (1st zoea)	5 segments	4 segments	6 segments
Plumose setae of telson (1st zoea)	7 pairs	7 pairs	7 pairs
Supraorbital spine	stage 3-10	stage 3-11	?
Pereiopods (first appearance)	stage 2	stage 3	?
Pleopods (first appearance)	stage 7	stage 8	?
Mandibular palp	single segment	2 segments	?
Megalopa (Decapodid)			
TL (mm)	8.58 (7.90-8.90)	9.33 (8.39-10.27)	?
No. of dorsal spines on rostrum	5 ~ 6	5 (?)	?
Supraorbital spine	present	present	?
Pterygostomial spine	present	present	?
Reference	present study	MATOBA and SHOKITA (1998)	ALBORNOZ and WEHRTMANN (1997)

ため本種の飼育水温23.0~24.8℃（平均水温23.8℃）は概ね適切であったと考えられる。またアカモンササラサエビ (*Chinitorhynchus*) 属のサンゴサラサエビ *C. hendersoni* (毎原・京谷, 2001a) とオオサンゴサラサエビ *C. striatus* (毎原・京谷, 2001b) では浮遊幼生期はそれぞれ11期で、22~43日間と31~65日間であり、本種幼生は期数は異なるもののサンゴサラサエビの浮遊日数に最も近い。サンゴサラサエビはインド・西太平洋及び東太平洋（中米コロンビア沿岸）に分布し (OKUNO, 1997; OKUNO and HOOVER, 1998), サラサエビは本邦及び韓国沿岸にのみ分布する。この2種がほぼ同様な長さの浮遊幼生期を持つことは、各種の分布を考える上で興味深い。また、今後浮遊幼生期の長短が種による違いなのか、飼育水温の違いなのか、また水温の違いにより幼生期がどのように変化するのかなどの詳細な研究が望まれる。

本種幼期の大きさはゾエア第1期で全長平均2.28 mmであり、形態上の主な特徴はゾエア第1期では、額角はまっすぐ前方に突出、尾節周縁の羽状毛は7対。ゾエア第2期で第1胸脚の原基が出現、ゾエア第3期で眼上棘、触角上棘が出現、ゾエア第5期で第2触角内肢が伸長、ゾエア第7期で腹肢が出現、ゾエア第9期で胸脚が完成する。メガロパ期は全長

平均8.58mm, 第1, 第2胸脚がはさみ脚に変化し、大顎鬚に分節が見られる等である。またメガロパになると浮遊生活から底生生活に移行し、体表には赤色素胞の発達が顕著となり体色は赤色を呈するようになる。稚エビ第1期になるとより成体に近い体色になるが、未だ成体とは大きく異なる。次に、本種を含め現在まで報告のある本属3種の幼生期の形質を比較した (Table 1)。

本種とヤイトサラサエビ (MATOBA and SHOKITA, 1998) とはゾエア第1期での額角の形状、尾節周縁の羽状毛数、メガロパ期での額角上の棘数、眼上棘・前側角棘の出現等の共通点はあるが、ゾエア期数、第1期ゾエアの第2触角外肢の環節数、胸脚・腹肢の出現時期、大顎鬚の分節の有無等の相違点がある。また本種では額角が可動となるのがメガロパ期であるのに対し稚エビ第1期であるのが大きく異なる。*R. typus* (ALBORNOZ and WEHRTMANN, 1997) はゾエア第1期が知られているだけであるが、本種のゾエア第1期とは尾節周縁の羽状毛数は一致するが、額角の形状、第2触角外肢の環節数は相違する。またゾエア第1期の全長は *R. typus* が最も大きく、次にヤイトサラサエビ、サラサエビの順である。メガロパ期は *R. typus* は不明であるが、ゾエア第1期と同様ヤイトサラサエビはサラサエビよ

り大きい。本邦産のサラサエビ属で幼期が明らかに
なったのは2種であり、スザクサラサエビだけが未
だ不明である。しかし、現在までの本属幼期の知見
からは本属とアカモンサラサエビ属（毎原・京谷、
2001b）を明瞭に分離する形質はメガロバ期に見ら
れる眼上棘・前側角棘の出現とメガロバ期以降に生
じる額角の可動である。なお、額角の可動は本種で
はメガロバ期、ヤイトサラサエビでは稚エビ第1期
から生じ、いずれも着底後である。

謝 辞

本研究を進めるに当たっては東海大学海洋科学博
物館前館長鈴木克美博士に終始御指導を賜り、当館
館長久保田 正海洋学部水産学科教授にも大変お世
話になった。また査読者には貴重な御意見、御指導
をいただいた。当時海洋学部学生吉本裕司、影沢孝
行両氏及び高知県立足摺海洋館の京谷直喜氏にも多
くの援助を受けた。また東海大学海洋科学博物館学
芸課（旧水族課）の諸氏にも大変お世話になった。
以上の方々に厚くお礼申し上げます。

引用文献

- ALBORNOZ, L. and I. S. WEHRTMANN (1997)
Descripcion y clave de los primeros estadios
larvales de marones carideos (Decapoda:
Hippolytidae, Alpheidae, Rhynchocinetidae)
de aguas costeras de Chile. Invest. Mar.
Valparaiso, **25**, 121-133.
- BURKENROAD, M.D. (1939) Some remarks upon
non-peneid Crustacea Decapoda. Ann. Mag.
Nat. Hist., **11**(8), 310-318.
- GURNEY, R. (1941) On the larvae of certain
Crustacea Macrura, mainly from Bermuda. 3.
The larval stages of *Rhynchocinetes rigens*
Gordon. Jour. Linn. Soc. London, **41**, 113-124.
- GURNEY, R. (1942) Larvae of decapod Crustacea.
The Ray Society, London, 306p.
- 林 健一 (1999a) 日本産エビ類の分類と生態
(105). 海洋と生物, **21**(2), 144-149.
- 林 健一 (1999b) 日本産エビ類の分類と生態(106).
海洋と生物, **21**(3), 219-223.
- 久保伊津男 (1936) 本邦産*Rhynchocinetes*属の蝦,
Rhynchocinetes rugulosus STIMPSON サラサエ
ビ（新稱）に就いて. 植物及動物, **4** (10), 51-56.
- KUBO, I. (1942) On two new species of decapoda
macrura. Annot. Zool. Japon, **21**(1), 30-38.
- 毎原泰彦・鈴木克美 (1988) 駿河湾内浦沿岸におけ
るサラサエビ*Rhynchocinetes uritai* KUBOの生
態. 東海大学海洋研究所研究報告, **9**, 7-16.
- 毎原泰彦・京谷直喜 (2001a) サンゴサラサエビ
Cinetorhynchus hendersoni (KEMP, 1925) の
幼期. 東海大学海洋研究所研究報告, **22**, 75-91.
- 毎原泰彦・京谷直喜 (2001b) オオサンゴサラサエビ
Cinetorhynchus striatus (NOMURA & HAYASHI,
1992) の幼期. 海・人・自然(東海大学博物館研
究報告), **3**, 43-62.
- MATOKA, H. and S. SHOKITA (1998) Larval devel-
opment of the rhynchocinetid shrimp, *Rhyncho-
cinetes conspiciocellus* OKUNO & TAKEDA
(Decapoda: Caridea: Rhynchocinetidae) reared
under laboratory conditions. Crust. Res., **27**,
40-69.
- 奥野淳兒 (1992) サラサエビとヤイトサラサエビ.
I.O.P. Diving News, **3** (11), 4-5.
- OKUNO, J. and J. P. HOOVER (1998) *Cineto-
rhynchus hawaiiensis*, new shrimp forming
cryptic species pair with *C. reticulatus*
OKUNO, 1997, and new records of three
congeneric species (Crustacea: Decapoda:
Rhynchocinetidae). Nat. Hist. Res., **5**(1),
31-42.
- 鈴木庄一郎 (1979) : 山形県海産無脊椎動物. たま
きび会, 山形, 370p.

ツムギハゼ受精卵および親魚の毒性¹⁾

斎藤 俊郎²⁾・今給黎 盛行²⁾・岸本 浩和³⁾

Toxicity of the Fertilized Eggs and the Parent Fishes
in the Shadow-Goby, *Yongeichthys criniger*,
from the Iriomote Island, Southern Ryukyu¹⁾

Toshio SAITO²⁾, Moriyuki IMAKIIRE²⁾ and Hirokazu KISHIMOTO³⁾

Abstract

The present study determined the toxicity of fertilized eggs and parent fishes of shadow-goby ("Tumugihaze", *Yongeichthys criniger*) and compared the toxicity between the eggs and juvenile fishes. Three aquariums were used for the rearing experiment. Each aquarium contained a man-made spawning room. A couple of adult "Tumugihaze", caught in Ayanda River in Iriomote Island, were released into each aquarium. They were fed on non-toxic fish muscle and the experiments were continued for about two months. The time lag between release of the adult fish and the first spawning ranged between 10 to 18 days. The female fishes spawned for 37 days from the beginning of the experiment and thereafter stopped spawning. Later fifteen juveniles of "Tumugihaze" of 14 mm in average body length were caught from Ayanda River to compare their toxicity with those of the eggs. The average toxicity per egg was 0.01 MU and that of the ovary of the female specimens was 6 MU per whole. On the other hand, the average toxicity of the juvenile fishes was 207 MU per specimen.

はじめに

近年のフグ毒研究は、これまでフグ科魚類特有の毒と思われていたフグ毒が、無脊椎動物を主とする多くの生物に存在することを明らかにしている。しかし一方で、明らかになったために、また新しい問題が生じてきているのも事実である。まず、これを少し具体的に述べたい。

フグ以外のフグ毒保有生物として最初に報告され

たのは、両棲類のカリホルニアイモリ *Taricha* sp. (MOSHER et al., 1964) である。それ以後、魚類のツムギハゼ *Yongeichthys criniger* (NOGUCHI and HASHIMOTO, 1973)、コスタリカ産のカエル *Atelopus* sp. (KIM et al., 1975)、ヒョウモンダコ *Hapalochlaena maculosa* (SHEUMACK et al., 1978) からフグ毒が発見された。1980年代になると分析技術の進歩により、さらに多くの生物からフグ毒が検出された。巻貝では、ボウシュウボラ

¹⁾ 東海大学海洋科学博物館研究業績 No. 201

Contributions from the Marine Science Museum, Tokai University, No. 201

²⁾ 東海大学海洋学部 〒424-8610 静岡県清水市折戸3-20-1

School of Marine Science and Technology, Tokai University, 3-20-1 Orido, Shimizu, Shizuoka 424-8610, Japan

³⁾ 東海大学海洋研究所 〒424-8610 静岡県清水市折戸3-20-1

Institute of Oceanic Research and Development, Tokai University, 3-20-1 Orido, Shimizu, Shizuoka 424-8610, Japan

Charonia sauliae (NARITA et al., 1981), バイ
Babylonia japonica (NOGUCHI et al., 1981;
 YASUMOTO et al., 1981), オオナルトボラ *Tutufa*
lissostoma (NOGUCHI et al., 1984), ハナムシロ
 ガイ *Zeuxis siquijorensis* (NARITA et al., 1984) など,
 棘皮動物では *Astropecten* 属のヒトデ
 (NOGUCHI et al., 1982), 節足動物ではスベスベ
 マンジュウガニ *Atergatis floridus* (NOGUCHI et
 al., 1983), タイ産カブトガニ *Carcinoscorpius*
rotundicauda (KANGSUWAN et al., 1987), 扁形
 動物ではヒラムシ類 (JEON et al., 1986), 紐形動
 物ではヒモムシ類 (MIYAZAWA et al., 1988) など,
 無脊椎動物を中心とした多くの生物がフグ毒保
 有生物であることが判明した。さらに, 1986年には
 フグ毒産生菌 (NOGUCHI et al., 1986) が発見さ
 れ, ここにこれら細菌を出発点とするフグ毒食物連
 鎖の全容が解明されてきている (野口, 1988)。し
 かし, 上記が明らかになるにつれ今度は「それでは,
 何故これらフグ毒保有生物群がフグ毒を保有するの
 か」。言い換えれば「フグ毒保有生物におけるフグ
 毒の機能は何か」が新たな問題になった。

本問題を解くに当たり, 著者らはツムギハゼに注
 目してきた。それは, 1995年の3月および8月の2
 回, 西表島ウダラ川産個体の毒性を検討した結果,
 時期により毒の含量が著しく異なること (未報告)
 が分かったからである。よって, もし毒性が高い時
 および低い時のそれぞれの個体を消化管内容物や産
 卵の有無などから比較検討できれば, 毒化の要因や
 その機構が明らかにできると考えた。なお, これま
 でツムギハゼ毒性の季節的消長あるいは生活史に関
 してはほとんど報告例がなかった。

以上の状況を踏まえ, 著者らはツムギハゼの毒化

機構解明の一環として, 1996年以来ツムギハゼの成
 長段階別の毒性とその時期の生活について検討した。
 この結果, 本魚種の親魚のみならず受精卵からもし
 じめてフグ毒を検出することができた。また, 孵化
 後2~3ヶ月程度の稚魚は卵よりも高い毒性を有す
 ることが明らかになったので, この内容について報
 告する。

材料および方法

1. 供試魚

実験供試魚は, 2001年4月1日に西表島網取湾湾
 奥に位置するアヤンダ川河口域 (Fig. 1) で採集し
 たツムギハゼ *Yongeichthys criniger* (Fig. 2) の
 成熟個体6個体である。得られた供試魚は, 約40分
 かけて東海大学沖縄地域研究センター (以後研究セ
 ンター) に活魚輸送し, その日のうちに産卵実験用
 水槽に入れた。実験供試魚の体長, 体重は, 産卵実
 験終了した5月26日時点の値を示してある (Table
 1)。

2. 産卵実験

本実験方法の概要を端的に示すと, 水槽 (30×60
 ×36cm) 3個を用意し, それぞれにツムギハゼを雌
 雄1対入れ, 産卵させた。その結果得られた受精卵
 および親魚の毒性を測定した。なお前年の予備実験
 で得られた卵を孵化させることができた (未発表)
 ので, 今回同様の方法で得られた卵も受精卵と考え
 た。

上記実験は, 網取湾湾口に位置する研究センター

Table 1 Toxicity of parent fishes used for the spawning experiment.

Aquarium No.	Sex	Body length (mm)	Body weight (g)	Toxicity		
				Muscle (MU/g)	Liver (MU/g)	Ovary MU/whole)
1	♂	78	11.2	<5	<40	—
	♀	77	10.2	<5	<40	4
2	♂	85	13.9	9	<15	—
	♀	70	6.9	5	<10	9
3	♂	86	14.2	<5	<20	—
	♀	79	9.7	<5	<40	5

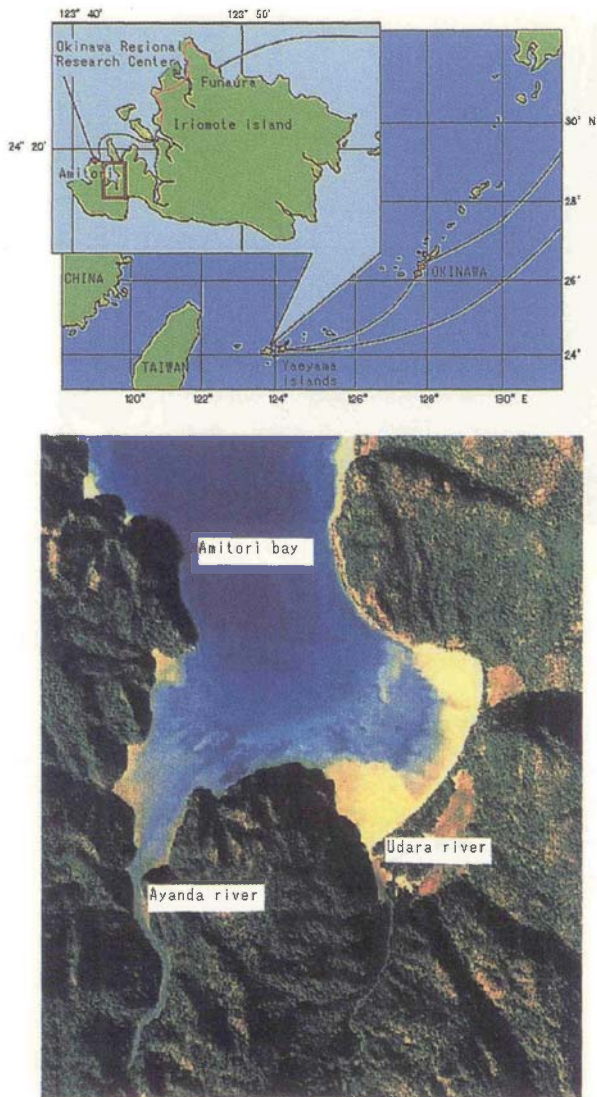


Fig. 1 Map showing the Ayanda River in Iriomote Island.

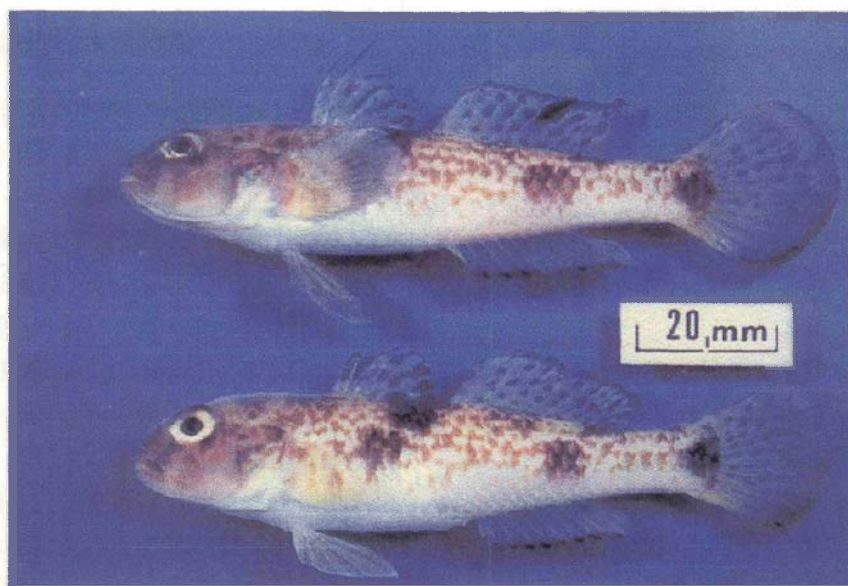


Fig. 2 Specimens of male (upper) and female (lower) of shadow-goby, *Yongeichthys criniger*.

で行った。前述したアヤンダ川河口域は、本センターから約1.5km湾奥部に位置している。次に、60ℓの実験水槽3個には段差をつけ、サイホンで連結し天然海水による流水式とした (Fig. 3) (以下、高い位置にあるものから順に水槽1、水槽2および水槽3と呼ぶ)。使用海水は、研究センター前の栈橋の底部 (沖合い50m、水深、大潮干潮時約30cm、満潮時250~300cm) から揚水したもので、毎分約1.2ℓで流した。各水槽には、それぞれ珊瑚砂を敷きその上に産卵床 (Fig. 4) を各1個ずつ入れた。この産卵床は、ケイ酸カルシウム板製の直方体形 (5×5×20cm) で、床部が引き出し状に取り出せるものである。次いで、各水槽に雌雄1対ずつのツムギハゼを入れ、4月1日から5月25日までの55日間飼育した。この種の産卵に関する報告はなく、それ故産卵時期が不明であったため、飼育期間が長期化した。

1日の投餌回数は朝夕1回、合計2回とし、餌料には無毒魚種のノコギリダイ *Gnathodentex aureolineatus* およびクマドリ *Balistapus undulatus* の筋肉部のミンチを用いた。なお、これら餌料魚が無毒であることは、毒性試験法 (下記) で確認した。産卵は観察によって確認した。

前述の予備実験で、産卵は午前中に多いことが判明していたので、観察時間を午前7時から午後6時までとした。ただし、産卵の兆しを認めたときには観察時間を延長した。水温は、4月から5月にかけて

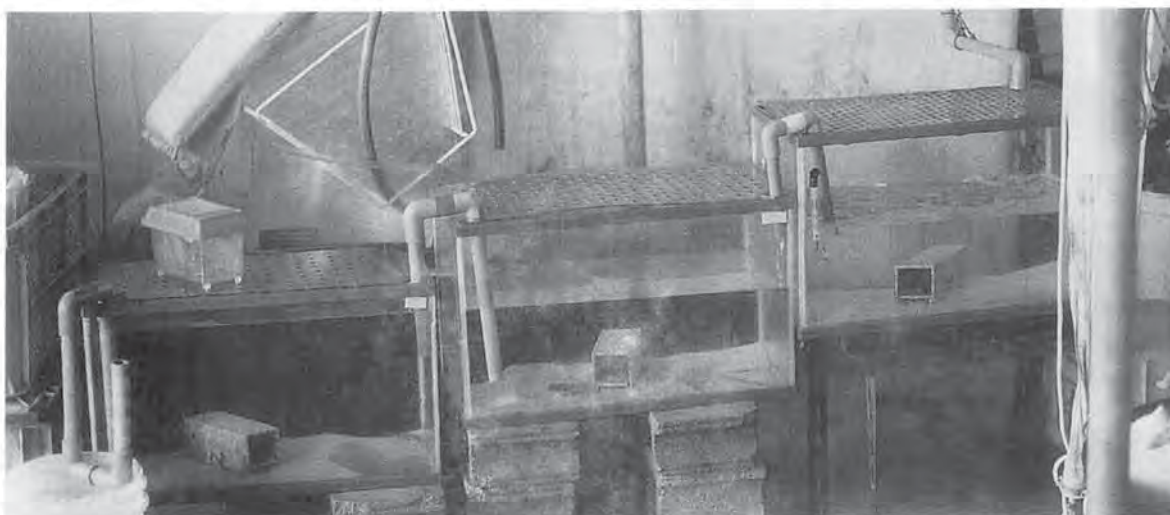


Fig. 3 The aquariums used for the rearing experiment.

での飼育期間を通じて、 $26 \pm 2^\circ\text{C}$ であった。

受精卵は産卵確認後ピンセットで注意深く採取しビニル袋に入れ、親魚では水槽から取り上げた後、直ちにマイナス 35°C のフリーザー内に貯蔵、ドライアイスを用いて凍結状態のまま後日当研究室に空輸し、毒性試験に供した。

3. 着底期の天然ツムギハゼ稚魚

今回、孵化後の毒性変化を検討するために、親魚の採集場所に着底した稚魚についても毒性を調べた。稚魚は2001年6月8日に、今回産卵実験に供試した親魚と同じく、干潮時アヤンダ川河口域の潮溜まりから手網で採集した。得られた稚魚（15個体）の体長は、11から17mmであった。魚は採集後直ちにクーラーで冷蔵して研究センターに運び、マイナス 35°C のフリーザーで凍結保存し、凍結状態で清水の当研究室に運び毒性試験に供した。

4. 毒性試験

受精卵は、凍結状態のまま乳鉢でホモジネートした後、毒性試験に供試した。親魚は、半解凍状態で肝臓、卵巢および筋肉を摘出、供試した。ただし、精巣は、極微量であったので今回は毒性試験していない。毒性試験は、「食品衛生検査指針Ⅱ」（厚生省環境衛生局、1978）中のフグ毒検査法によって行った。

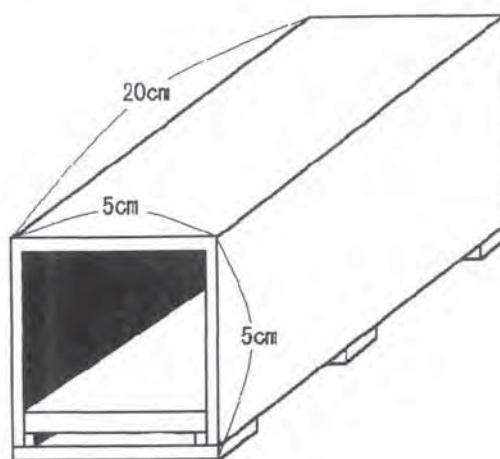


Fig. 4 The man-made spawning-room.

結果および考察

Table 2 に受精卵の毒性試験結果を示す。

まず、飼育開始から産卵までの期間を見ると、最短で10日間、最長でも37日間であった。その後産卵は認められなかったので、親魚を毒性試験に供した。1回に産卵された卵の数は、1,068から7,320であった。各受精卵全卵の毒性（以下、受精卵総毒性）は、無毒（ $<10\text{MU}/\text{全卵}$ ）から $67\text{MU}/\text{全卵}$ であった。各受精卵総毒性から卵1個の毒性を計算すると、最大でも $0.015\text{MU}/\text{卵}$ であった。

今回得られた卵は飼育水槽内で産卵されたが、本受精卵毒性が自然環境下の受精卵毒性を反映しているか否かについて考えてみる。著者らは、これについては「ほぼ反映しているだろう」との考えを持っている。理由は4つある。1つ、すべての親魚が水

Table 2 Toxicity of fertilized eggs of the shadow-goby reared from 1 April to 25 May, 2001.

Aquarium No.	Order of spawning	Date of spawning	Days after rearing for spawning	Number of eggs	Toxicity (MU)	
					An eggs mass	Per egg
1	1st	12 Apr. '01	12	4,768	<10	— *
2	1st	10 Apr. '01	10	4,532	67	0.015
	2nd	23 Apr. '01	23	7,320	<10	— *
3	1st	18 Apr. '01	18	4,500	26	0.006
	2nd	7 May '01	37	1,068	<10	— *

* : not calculated.

槽に収容後間もなく産卵行動をとったこと、2つ、すべての親魚で産卵が行われたこと、3つ、収容直後からすべての親魚が摂餌していること、4つ、飼育期間中、すべてに異常が認められなかったことである。以上の結果は、本飼育環境が親魚に強いストレスを与えなかったことを示唆していると思われる。

次に、産卵1回目と2回目の受精卵総毒性の違いについて考えてみたい。水槽1の雌は、水槽に入れてから12日目に1回目の産卵をした後、産卵実験終了時まで産卵することは無かった。しかし、水槽2および水槽3の雌は、水槽に入れてからそれぞれ23日および37日後に第2回目の産卵をした。受精卵総毒性は両者ともに<10MU/全卵と無毒であった。上記2水槽の産卵回数ごとの受精卵総毒性は、水槽2で1回目67MU、2回目無毒、水槽3で1回目26MU、2回目無毒となった。フグを始めとしてトゲモミジガイ *Astropecten polyacanthus* やオオツノヒラムシ *Planocera multitentaculata* も卵に最も濃厚にフグ毒を蓄積すること（橋本ほか, 1991）を考慮すると、この結果は1回目の産卵で体内の蓄積毒が卵に移行し、2回目までに十分な毒の蓄積ができなかったことを示唆していると思われる。また以上の結果を踏まえると、水槽1の雌は、自然下で産卵直後に採集され、水槽内で毒の補給ができないままに産卵した可能性が考えられる。さらに、水槽1の雌が水槽に入れてから12日目に産卵したこと、水槽2および3の雌の1回目と2回目産卵の間隔がそれぞれ13日および19日と上記12日と大きな違いが無いこと、水槽内での2回目の受精卵総毒性は両者ともに無毒となることを考え合わせると、前述した可能性は十分考えられる。

以上、受精卵についてであったが、次に親魚の毒性について論じてみたい。

Table 1 に上記産卵実験に供した親魚の毒性を示す。

まず、筋肉は6個体中4個体が<5 MU/g、水槽2の2個体がそれぞれ9および5 MU/gの毒性を示した。肝臓は、肝臓重量が微小であったため、<10から<40 MU/gの単位で示す結果になった。すべての個体で、毒性が低いことがうかがえる。卵巣毒性は卵巣1対当たりの総毒性で示してあるが、水槽1、2および3の雌個体のものは、それぞれ4、9および5 MUであった。

以上の結果は、これら親魚の毒性が全体的に低毒性であることを示唆している。これは、無毒餌料による飼育で毒の供給が無いことと関係していると考えている。

最後に、Table 3 にアヤダ川河口域で採集した稚魚の毒性について示す。

供試稚魚の体長は11から17mm、体重は0.02から0.07gと小型である。しかし、希釈し過ぎて結果の得られなかった2個体分を除き、残り13個体の毒性は134から361 MU/個体におよび、平均値で207 MU/個体となった。

ここで、今回はじめて明らかになったツムギハゼ受精卵毒性と稚魚毒性とについて考えてみたい。

Table 2 に示したように、4月から5月にかけて産卵されたツムギハゼ受精卵1卵の毒性は、0.006から0.015 MU/卵を示した。一方、6月8日に採集された稚仔魚1個体の毒性は134から361 MU/個体を示している。本結果から、孵化して間も無い個体にすでに卵内の数万倍のフグ毒が蓄積していると確認できる。この時期、ツムギハゼの稚魚はどのような餌を摂取して、体内フグ毒量を高めているのかが新たな課題であり、今後検討を進めたいと考えている。

Table 3 Toxicity of young fishes caught in Ayanda River on 8 June, 2001.

Specimen No	Body length (mm)	Body weight (g)	Toxicity (MU/a specimen)
1	11	0.02	<105
2	12	0.04	361
3	12	0.03	192
4	16	0.06	136
5	12	0.04	158
6	11	0.02	195
7	17	0.06	186
8	16	0.06	134
9	14	0.04	142
10	16	0.07	301
11	15	0.05	195
12	14	0.05	220
13	14	0.05	278
14	16	0.06	<105
15	11	0.02	188

謝 辞

本研究を行うに当たり、東海大学沖縄地域研究センターの河野裕美上級技術員、崎原 健技術員、同学海洋研究所の横地洋之助教授、九州東海大学総合農学研究所仲里長浩講師および本学海洋学部の上野信平教授に大変お世話になった。ここに、心から感謝申し上げる。

文 献

- 橋本周久・野口玉雄 (1991) フグ毒. 板沢靖男・羽生 功 編: 魚類生理学, 恒星社厚生閣, 東京, 535p.
- JEON, J. K., K. MIYAZAWA, T. NOGUCHI, H. NARITA, S. MATUBARA, M. NARA, K. ITO and K. HASHIMOTO (1986) Occurrence of paralytic toxicity in marine flatworms. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **52**, 1065-1069.
- KANGSUWAN, A., Y. NAGASHIMA, T. NOGUCHI, Y. SHIDA, S. SUVAPEEPAN, P. SUWANSAKORNKUL and K. HASHIMOTO (1987) Tetrodotoxin in the horseshoe crab *Carciniscorpius rotundicauda* inhabiting Thailand. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **53**, 261-266.
- KIM, Y. H., G. B. BROWN, H. S. MOSHER and F. A. FUHRMAN (1975) Tetrodotoxin:

- Occurrence in atelopid frogs of Costa Rica. *Science*, **189**, 151-152.
- 厚生省環境衛生局 (1978) c.魚介類の自然毒, 1. フグ毒. 食品衛生検査指針. 日本食品協会, 東京, 232-241.
- MIYAZAWA, K., M. HIGASHIYAMA, K. ITO, T. NOGUCHI, O. ARAKAWA, Y. SHIDA and K. HASHIMOTO (1988) Tetrodotoxin in two species of ribbon worm (Nemertini), *Lineus fuscoviridis* and *Tubulanus punctatus*. *Toxicon*, **26**, 867-874.
- MOSHER, H. S., F. A. FUHRMAN, H. D. BUCHWALD and H. G. FISCHER (1964) Tetrodotoxin-tetrodotoxin: A potent neurotoxin. *Science*, **114**, 1100-1110.
- NARITA, H., T. NOGUCHI, J. MARUYAMA, Y. UEDA, K. HASHIMOTO, S. WATANABE and K. HIDA (1981) Occurrence of tetrodotoxin in a trumpet shell, "boshubora" *Charonia sauliae*. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **47**, 935-941.
- NARITA, H., T. NOGUCHI, J. MARUYAMA and K. HASHIMOTO (1984) Occurrence of a tetrodotoxin-associated substance in a gastropod, "Hanamushirogai" *Zeuxis siquijorensis*. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **50**, 85-88.
- 野口玉雄 (1988) 食物連鎖によるフグ毒保有動物の毒化, 橋本周久編: 水産学シリーズ70, フグ毒研究の最近の進歩. 恒星社厚生閣, 東京, 85-93.
- NOGUCHI, T. and Y. HASHIMOTO (1973) Isolation of tetrodotoxin from a goby *Gobius criniger*. *Toxicon*, **9**, 79-84.
- NOGUCHI, T., J. MARUYAMA, H. NARITA and K. HASHIMOTO (1984) Occurrence of tetrodotoxin in the gastropod mollusk *Tutufa lissostoma* (frogshell). *Toxicon*, **22**, 219-226.
- NOGUCHI, T., J. K. JEON, O. ARAKAWA, H. SUGITA, T. DEGUCHI, Y. SHIDA and K. HASHIMOTO (1986) Occurrence of tetrodotoxin and anhydrotetrodotoxin in *Vibrio* sp. Isolated from the intestines of a xanthid crab *Atergatis floridus*. *J. Biochem.*, **99**, 311-314.
- NOGUCHI, T., J. MARUYAMA, Y. UEDA, K.

- HASHIMOTO and T. HARADA (1981) Occurrence of tetrodotoxin in the Japanese Ivory shell *Babylonia japonica*. Nippon Suisan Gakkaishi, **50**, 85-88.
- NOGUCHI, T., H. NARITA, J. MARUYAMA and K. HASHIMOTO (1982) Tetrodotoxin in the starfish *Astropecten polyacanthus*, in association with toxification of a trumpet shell, "Boshubora" *Charonia sauliae*. Nippon Suisan Gakkaishi, **49**, 1883-1886.
- NOGUCHI, T., A. UZU, K. KOYAMA and K. HASHIMOTO (1983) Occurrence of tetrodotoxin as the major toxin in xanthid crab *Atergatis floridus*. Nippon Suisan Gakkaishi, **49**, 1883-1886.
- SHEUMACK, D. D., M. E. H. HOWDEN, I. SPENCE and R. J. QUINN (1978) Maculo-toxin: A neurotoxin from the venom glands of the octopus *Hapalochlaena maculosa* identified as tetrodotoxin. Science, **199**, 188-189.
- YASUMOTO, T., Y. OSHIMA, M. HOSAKA and M. MIYAKOSHI (1981) Occurrence of tetrodotoxin in the ivory shell *Babylonia japonica* from Wakasa Bay. Nippon Suisan Gakkaishi, **47**, 929-934.

東海大学博物館研究報告投稿規程

1. 東海大学博物館研究報告は、海洋科学博物館、自然史博物館における資料・標本の調査研究または教育活動の研究成果の報告書とし、主に東海大学博物館の学芸員およびその共同研究者から投稿を受け付け、原則として年1回発行する。
2. 原稿には次の種類を設ける。
原著論文、短報、総説、資料（記録）。
3. 原稿の内容や形式は著者の責任において十分に検討されたもので、本規定で別に設ける「原稿作成要領」に従う。
4. 東海大学博物館研究報告の原著論文の査読については、編集委員会が適当と判断した当該分野の研究者2名に依頼する。

原稿作成要領

1. 用 語

原稿は和文または英文とする。

2. 構 成

- (1) 表題、英文要旨 (Abstract)、要旨の直訳、本文 [例：緒言 (Introduction)、材料と方法 (Materials and methods)、結果 (Results)、論議 (Discussion)、謝辞 (Acknowledgment)、引用文献 (Literature cited) の順で作成]、図表及び写真とそのキャプション (英文が望ましい) から構成される。短報についてもこれに従う。

(2) 表 題

- (a) 表題、著者名、所属及び住所（郵便番号必記）を本文とは別の紙に和文及び英文で上記の順に行を改めて書く。
- (b) 表題を省略したRunning head（ハシラ）を和文原稿は和文（20字程度）で、英文原稿は英文（30字程度）で指定する。
- (c) 英文表題の単語のうち、接続詞、冠詞、及び前置詞以外はすべて大文字で書き出す。ただし、文頭は全て大文字とする。

[例：The Evaluation Test of the Xanto Decca Chain in Suruga Bay.]

3. 書 き 方

- (1) 原稿は原則としてワードプロセッサを使用して作成し、紙面出力原稿2部（1部はコピー）とテキストファイル (.txt) の入った3.5インチフロッピーディスクを1枚提出する。
- (2) 和文の紙面出力原稿はA4判縦置きで、横書き、1行全角36字程度、30行程度で、行間をあけて上下左右に3cm程度の余白をとる。
- (3) 英文原稿は、A4判縦置きで、横書き、30行程度で、行間をあけてワードプロセッサで打ち出し、和文原稿と同様な余白をとる。
- (4) 和文の句読点はピリオド（.）とカンマ（,）を用いる。
- (5) 動植物の学名の属名と種名は、紙面出力原稿にイタリック指定を示す赤の下線を引く。和名の場合には、カタカナを用いる。

[例：Homo sapiens]

- (6) 特殊文字や記号、外字、下付小文字などの指定については紙面出力原稿に赤で指定する。
- (7) 脚注は原則として用いない。
- (8) 本文中に文献を引用するときは著者の姓と年号（カッコで囲む）で表す。たとえば NISHIMURA (1975) studied..., …いくつかの研究がある（岩下, 1975; 西村, 1978）。等とする。著者が2人以上の場合は、岩下・西村 (1975), NISHIMURA et al. (1975), 西村ほか (1975) のように書く。
- (9) 図（写真を含む）及び表
 - (a) 図表はそのまま写真版下になるよう作図、作表したものに限る。できれば原寸大のものを提出する。
 - (b) 図表の表題と説明文（キャプション）は原則として英文とする。その原稿は別の紙に順を追って書き、本文中には書かない。
 - (c) 図表には著者名と図表番号を明記する。
- (10) 引用文献
 - (a) 本文中に引用した文献のみを著者の姓のアルファベット順に別紙を並べ、番号はつけない。
 - (b) 引用文献表記の形式は著者名（欧文文献の主著者は姓を先に、第2著者以後は姓を後に）、西暦年（カッコで囲む）、表題、雑誌名（単行書のときは書名）、巻（号）（号のみの場合は巻の表記と同じ）、頁-頁とし、単行書のときは表題のあとに出版社、発行都市、総頁数p. の順に記載する。雑誌名の書名は頭文字を大文字で書く。巻と号はアラビア数字とし、ローマ数字を用いない。編著の場合は、編著：書名、を加える（英文ではIn...ed.:..., ）。同一著者が単独と他との共著で現れる場合は、単独の文献に続いて、2人共著、3人共著……の順に並べる。著者が何人いても、Aほか、A et al. とはせず、A・B・C・D（和文文献）、A, B, C and D（欧文文献）のようにする。同じ著者の論文が続く場合、著者名を略さず、また同じ雑誌名が続くような場合もIbid. 等で略さず全部書く。詳しくは本文中の引用文献の表記を参照。
 - (c) 英文論文中に和文の文献を引用するときは、各文献の末尾にカッコをつけて（in Japanese with English abstract）、または（in Japanese）と付記する。