

海・人・自然

東海大学博物館研究報告



No.3
2001

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

総説: Review

わが国の黎明期水族館史再検討¹⁾

鈴木 克 美²⁾

Reexamination of the Early History of Aquarium in Japan during the Meiji Era¹⁾

Katsumi SUZUKI²⁾

Abstract

The first aquarium in Japan opened in September 1882. This aquarium, so called "Uwo-nozoki", which means Fish House, was located in the Ueno Zoological Garden, Tokyo, which had also opened in March of the same year. It was a small rectangular house with a floor space of only 58m². After this small facility was opened, two hundred or more additional aquaria were built in succession with further enlargements in size and development of their emotional content. However, the history of Japanese aquarium has hitherto been not clear. The present paper deals with the results of a reexamination of the early history of aquarium in Japan based on definite new material relating to fourteen old aquaria in the Meiji Era gathered mainly by the author himself. It is intended not only to establish the history of aquarium in Japan but also to produce accurate knowledge for a social significance and role in our country. The etymology of "suizokkan" (Japanese translation of aquarium from English) is also discussed briefly.

緒 言

わが国最初的水族館が明治15年(1882)東京上野公園内に創始された東京帝室博物館に併置された動物園内の「鯉魚室(うをのぞき)」であったことは、すでによく知られている(久田, 1966~67; 山本, 1970b, 1980a; 堀家, 1972; 小森, 1981; 鈴木, 1994a)。わが国の水族館の歴史を概観できる文献には、まず広崎(1970)、山本(1970a, b, 1980a, b, c)のリストがあり、1970年5月現在の日本の水族館数は現存数が108館、過去における休廃館数が73館の合計181館で(山本, 1970a, b)、1980年現在のそれは現存休廃館の合計205館であった(山本, 1980a, b,

c)。草創期以来、次々に新設される水族館は、ほとんど常にジャーナリズムにも好意をもって迎えられてきた。中村(1997)によれば1997年の現存水族館数は129館であり、現在はこれに数館が加わり、なお新設計画がつづいている。鯉魚室以来118年を経た近年、水族館を訪れる人々の数は年間4000万人を超え(堀, 1998)、巨大水族館群の建設ブームが到来したかのようである。このような現状は、むしろわが国の水族館がいまだ発展途上にあるかのように見える。水族館を単純に定義すれば「種々の水族を飼育して一般の、また研究者の展覧に供する施設」(水産ハンドブック, 1962)にすぎない。それがなぜ、わが国でこのように社会に受け入れられ発達してき

¹⁾東海大学海洋科学博物館研究業績 No.190

Contributions from the Marine Science Museum, Tokai University, No.190

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

たのであろうか。

今日、水族館は博物館法（1951年制定）によって博物館の一つとされている。同法制定以前も「水族館は博物館」という意見はあり、たとえば、昭和4年（1929）の『博物館研究』第2巻11号には棚橋源太郎ほかの「水族館は陳列品が生きものであるだけの」「水族の生活を示す博物館」であるという主張が掲載されている（一記者、1929；棚橋、1929）。さらにさかのぼって水族館史創始期に発行された水族館解説案内書（藤野、1899；第五回内国勸業博覧会堺水族館事務所、1903）、水族館建設に関わる行政報告（第五回内国勸業博覧会堺水族館事務所、1903ほか）、および新聞報道（後述）などには、水族館が一般大衆の行楽、娯楽の対象として人気を集める一方、教育、研究、産業振興に役立つ施設として期待されていたと推察される記述が少なくない。現実の水族館史がそのような社会的な要求と期待にこたえて発展してきたかどうかはともかく、わが国の水族館がその歴史の始点から単なる行楽施設としての機能を超えた文化教育施設としても認識され、その社会的役割に対する潜在的な期待が、そのような記事を残したものと信じたい（鈴木、1994a）。

わが国の水族館史をまとめた文献は久田（1966-1967）が最初のものである。そこに引用された資料の数は多くないが、欧米の水族館史と比較対照しながら水族館の役割や意義などについての示唆にも富む刺激的な好著である。その後は、上述の広崎（1970）山本（1970a, b, 1980a, b, c）のほか、堀家（1972, 1975）、小森（1981）、菅能（1989）、橋爪（1992）、荒俣（1994～2000）、安部（1998）、堀（1998）など、関係文献は多数がある。筆者にもまた、何度か発表の機会が与えられてきた（鈴木、1989a, b, 1992, 1994a, b, 1995, 1997, 1999, SUZUKI, 1997）。ただし、たとえばアメリカの水族館史に関するTAYLOR（1993）、KISLING（2001）、KLEE（1967～1969）らの詳細な総論に比べると、わが国水族館史に関する既往の諸文献には、博物館学的ないしは水族館学的な見地に立って論じた資料はむしろ少ない。また、それら諸文献の多くが啓蒙的趣味的単行書や雑誌に恣意的に執筆されてきたせいもあって、原資料の調査が十分ではなく、引用原典が不明であったり、二次三次資料の引用や伝聞によるためと推察される誤記や誤伝があり、経年的に後学者の検証を困難にする傾向が著しくなってきた。一方で、

近年の調査により既往の知識には訂正追加が必要であり、それなしでは今後一層の混乱が憂慮される。

筆者はかねてから、わが国水族館史ならびにその文化史的側面に関心をもち、関連資料を収集してきた。調査はまだ続行中で得られた資料もまだ不十分であるが、上述のような理由により、本報告では本邦水族館史黎明期における新しい知見を提示し、なお、既往の水族館史に関する訂正追加と「水族館」という呼称の由来に関する考察を加えて第1報としたい。報告に先立ち、調査に援助を与えられた東海大学海洋科学博物館西 源二郎氏、京都市動物園秋久成人氏、もと上野動物園小森 厚氏に深く感謝する。

明治期の水族館

1. 観魚室（うをのぞき）

明治15年（1882）9月20日一般公開。

日本最初の水族館は、やはりこの「観魚室（うをのぞき）」であろうと信じられる。動物園内に付属施設としてつくられた小水族館で、『上野動物園百年史』（上野動物園、1982）には東京都に保存されている行政資料を引用した、観魚室に関する詳細な説明がある。

観魚室の構造概略は、明治16年1月（1883）博物館第二報告書に「煉化石ヲ以テ造リ敲キ土製ノ水槽ヲ装置ス建坪十七坪五合」とあって、小規模ながら独立の建築物であった。『上野動物園百年史』（上野動物園、1982）資料編には、明治19年（1886）作成の公文書「上野動物園諸建物」から引用された観魚室の平面見取図も掲載されている。また、『上野動物園百年史』本編には、この水族館が「観魚室」と命名された由来について、明治15年9月1日付の文書「アクハリウム譯名之儀伺」を引用し、「上野公園清水谷動物園内二建築セシ原名アクハリウム（煉瓦ニテ室ヲ造リ室内ヲ暗黒ニシ一方、硝子窓ヲ造リ窓外ニ水槽ヲ設ケ水槽内ニ水族ヲ収入シ硝子窓ニ於テ其遊泳スルヲ見ル構造ナリ）ハ原名ニテハ其用法ヲ了知シ難キ哉ニ相聞へ候間相当ノ譯名ヲ付シ度ニ付取調候処、観魚室（うをのぞき）ノ文字可然ト上存ノ条右ノ通御決定可相成乎此段相伺候也」とある。この引用は同時に施設内部の説明をも補足してくれる。

観魚室は最初、淡水生物だけを収容する淡水水族

館として発足したが、まもなく海水生物の飼育にも挑戦するようになった。それらの経緯については、『動物学雑誌』の雑録（い、ろ、1894）などをもとに鈴木（1994a）がややくわしく説明している。

ただし、観魚室の外観および内部の状態を直接窺い知る写真図版は見出されていない。『上野動物園百年史』（上野動物園、1982）の口絵にも使用された木版画「上野公園動物園之図」〔明治29年（1896）発行の『風俗画報』掲載〕のほぼ中央には、観魚室が小さく描かれているだけである。なお、『どうぶつと動物園』（無記名、1982）や『上野動物園百年史』（上野動物園、1982）には「観魚室（うおのぞき）」とされた同一写真（Fig. 10A）が掲載されているが、編集担当者によれば誤用で（小森 厚、談話）、橋爪（1992）はこれと同一の写真に「明治41年に開設された京都岡崎公園の水族室・瀧澤晃夫氏蔵」と解説している。瀧澤（1986）にも同一の建物に同一人物を撮影した別の写真がある（Fig. 10B、後述）。

2. 浅草水族館

明治18年（1885）10月17日開館。

明治18年10月14日の東京日日新聞は都内浅草六区にまもなく開館する新しい水族館について、次のように報じている（Fig. 1）。

「浅草水族館 当夏の時より建築に取り係りたる浅草公園の水族館は漸く落成したれば愈々来る十月十七日十八日の両日を以て開館し…此の水族館は同所公園第六区即ち大池の側に沿ひたる三角地に取設

け其の趣向は都て西洋のアクワリウムに倣ひて新奇の意匠を加へたるものなりと云へり其館の周囲は一体に船板を囲ひ門の内に入れば正面に水族館の三文字を大書したる大額を掲げ貝細工にて其文字を飾りたり…入口の第一区は其の内部を洞門トンネルの状に拵へて海岸の風景を示し岩石の間に相對して数十個の養魚箱を備へ其中に種々の海魚を飼ひ正面に硝子板を張りたれば海魚が水中にて遊泳するように見物人には見ゆるなり…其後方の見えざる処に数百石の海水を貯へ置き地中に管を通し絶えず養魚箱の海水を交代せしむること仲々の大仕掛にて…」漆食細工の名工入江（伊豆）長八の作品で玄関を飾るなど、意欲的なスタートであったと見える。

しかし、この水族館の存在はなぜか、長いあいだ見落とされてきた。広崎（1970）、山本（1970b、1980a）のリストにもないが、近年になって、著者にこの水族館の存在を教示された慶応義塾大学磯野直秀教授の詳しい報告（磯野、1995）や、これよりやや早く、この水族館の存在を別に発見した荒俣（1994）の解説があり、どちらも上記『東京日日新聞』の報道を引用している。さらにややさかのぼって、橋爪（1992）も明治18年10月10日付の『朝野新聞』の報道に基づいて、この浅草水族館を紹介している。なお、明治18年10月15日付の『時事新報』にもまたほぼ同一の報道記事がある。

この水族館のオープンには、少なくとも首都東京では当時の社会的関心を集め、注目されたのであろう、この水族館に断片的に触れた一般向きのエッセイは少なくなかったようであるまいか（たとえば山本、

○浅草水族館 當夏の時より建築に取り係りたる浅草公園の水族館は漸く落成したれば愈々来る十七日十八日の両日を以て開館し偏く公衆の觀覽に供する趣あり此の水族館は同所公園第六區即ち埋立地の大池の側沿ひたる三角地に取設け其の趣向は都て西洋のアクワリウムに倣ひて新奇の意匠を加へたるものなりと云へり其館の周囲は一体に船板を圍ひ門の内に入れば正面に水族館の三字を大書したる大額と掲げ貝細工にて其文字を飾りたり門内の左は事務所右は水族物陳列所にて乾魚貝類等と陳列せり又養魚場の正面には漆喰にて錦津見神の御像を彫刻したり此の養魚場を見るに入口の第一區は其の内部を洞門トンネルの状に拵へて海岸の景色を示し岩石の間に相對して数十個の養魚箱を備へ其中に種々の海魚を飼ひ正面には硝子板を張りたれば海魚が水中にて遊泳する様を見物人には見ゆるなり（上野博物館の動物園に海魚を飼はれたるものと同じ趣向をり）此處を出れば第二區は中央に大なる池を鑿り海水を貯へて粗大の海魚を數多飼ひ池の中心には漆喰細工の鯨ありて絶えず水を噴けり此池の右の方には休息所あり又第三區は池の左の方の一棟にて是は池一面して同じく十餘個の硝子河魚の各體を飼ひ置くが四の洞門は海魚を飼へると第一区同

Fig. 1 Newspaper clipping on the opening of the Asakusa Aquarium, in Tokyo, as the second aquarium in Japan, in Tokyo Nichinichi Shinbun on 17 October 1885.

1936；仲田，1969）。しかし、それらの記述の内容や年代には勘違いや記憶の誤りが多いために信頼されず、後述の浅草公園水族館との混同にも惑わされて、明治期の浅草に前後して二つの水族館があったとわからなくなり、後年に至ったものと思われる。

開館後の浅草水族館の経緯については明らかではないが、当時の新聞報道で察せられる飼育条件下では、海洋生物を必要期間飼育しつづけるのは極めて困難だったはずで、磯野（1995）も、この水族館が開館後2年に満たず閉鎖されたのではないかと推察している。筆者も同じ意見である。水族館として短命に終わったことと、明治32年に浅草四区で華々しくスタートし、昭和初期まで営業をつけた後進の浅草公園水族館の興行的成功の陰にかくれて、人々の記憶から早く失われたのではあるまいか。

浅草水族館は個人経営であったと思われるが、所有者または経営者の名は明らかでない。水族館の図絵または写真も見出されていない。橋爪（1992）の当該ページに掲載された写真は、明らかに後述の浅草公園水族館（とその周囲）を撮影したものであって、また、写真のネームには「大正初期の浅草四区」とあるが、ここでいう浅草水族館は前述の通り大正期にはすでになく、所在も浅草六区であった。この書物の別のページに浅草公園水族館の記述もあるので、掲載場所を誤っただけかとも推察される。

磯野（1995）も述べているように、浅草水族館はおそらく上野の観魚室に次ぐ、わが国で第二の水族館であり、しかも「水族館」という名称を名乗った最初の水族館でもあった。さらに、わが国ではじめての営利を目的とした水族館でもあり、海水生物を主対象とした水族館でもあった。

3. 第三回内国勸業博覧会水族館

明治23年（1890）4月1日開館。

東京で開かれた第三回内国勸業博覧会には付属の小水族館があった。この水族館の規模内容については、詳細な資料を参照できなかったが、『動物学雑誌』第2号に次の記事がある（無記名，1890）。

「第三内国勸業博覧会 同会中ニハ農商務省水産局ヨリノ出品（多分出品ナルベシ）ニ係ル水族館アリ、…在中ノ動物ハ素ヨリ通常食用ニ致ス者ノミニテ動物学上珍シキ者トテハ始メヨリシテ待受ケザリシガ此館ノ仕掛ケハ大ニ我々ノ参考トモ成ルベシト

思ヒタルニ…水族館ノ小サヤカナルニ比ベテ壮大ナルハアクアリウム中ニ空気ヲ送り込ム蒸汽機械ナリ、其仕掛ケノ大袈裟ナルニ比ベテハ空気ノ出様が甚ダ悪シ、アレデハ澤山ニ魚ノ入リタル水ヲ新鮮ニ保ツコトハ到底出来マジト思ハル、鹹水ハ濁リテ居リテ甚ダ不体裁ト申スノ外ナシ、然シ日ナラズシテ改良ヲ加ヘラルルト信ズ」

この記事によれば、淡水魚中心の小規模なものであったが、海洋生物も多少は出品されていたらしい。「海水が濁っていた」とあるところから、蒸気ポンプを使用して水槽内にエアレーションを施していただけのものだったのであろう。この記事に隣接して、上野動物園の観魚室の見学記があり、ここにも「あくわりうむノ水ニ空気ヲ混ズル仕掛ケハ大イニ進歩シタル様見受ケタル…」と、送気装置に言及している。なお、文中「観魚室」とせず、「あくわりうむ」としているところに興味をひかれる。

この水族館の名称を山本（1970a, b, 1980a）は「第三回内国勸業博覧会水族室」としたが、上記の通り『動物学雑誌』の雑録には「水族館」とある。芳井（1986）が『第五回内国勸業博覧会事務報告上巻』より引用作成した表には、本館、美術館、農林館、動物館、水産館、機械館、参考館とならんで、水族館が独立のパビリオンとして扱われ、名称も「水族館」と記されている。施設名として水族室と水族館のどちらが正しいのか明確でないが、ここではこの引用にしたがって「水族館」としておく。

4. 東京大学理学部附属三崎臨海実験所付属水族館

明治23年（1890）夏期開設。

東京大学理学部附属三崎臨海実験所の開所は明治19年（1886）12月13日である。このことから三崎臨海実験所付属水族館の創設も明治19年とした記述がある（橋爪，1992；堀，1998）。しかし、磯野（1988）も述べているように、開所当時の三崎臨海実験所は、当地で最初の本造二階建洋風建築で、階下が実験室1、採集仕分け室兼飼育室1、標本室1、図書室1、階上は寝室2、延べ建坪は53坪（175m²）という手狭な施設であった。飼育室には、研究者の便をはかって小水槽数個が置かれていただけで、「水族館」はまだなかった。

三崎臨海実験所で最初に「水族館」と呼ばれたのは、側面にガラス窓が設けられ屋内に置かれた大型

の「セメント水槽」の通称であった。この「水族館」が設置された時期についての正式の記録はないようである（磯野，1988）が、『動物学雑誌』第35号（明治24年）には次の記事がある。

「実験室内ノ水族館 昨年夏設置セラレタル水族館ハ長サ五尺幅四尺高サ五尺（但シ台二尺）せめんと製ニシテ両面ニ玻璃ヲ用キ魚蝦ヲ側面ヨリ観察シテ諸鰭ノ運揺触鬚ノ作用等各種ノ慣性ヲ実験スルニ便ス…一目シテ能ク其動物ノ海中ニ在ルトキノ状態ヲ知ルコトヲ得テ頗ル面白シ…海水ノ新陳交代充分ナラザル為メカ鰕、蟹、海栗等ハ永ク生存セズいそぎんちゃく、ごるごにあノ如キモ亦生活シ得ザリキ」（無記名，1891）。

飼育水の循環装置はまだなく、新海水の補給も困難であったが、実験室内に側面にガラス窓をつけた大型水槽は、当時すぐれて先進的な施設だった（磯野，1988）。三崎臨海実験所における「水族館」の発足は、この記事により明治23年（1890）とするのが妥当であろう（鈴木，1994a）。

三崎臨海実験所は明治31年（1898）に三崎仲崎海岸から油壺に移転し、移転後改めて水族館が併設再建され、非公式ながら希望者には公開されるようになった。水族館の正式な公開が始まったのは明治42年（1909）であった（磯野，1988；鈴木，1994a）。

5. 第四回内国勸業博覧会水族室

明治28年（1895）4月1日開館。

明治期に開かれた合計5回の内国勸業博覧会のうちで、独立のパビリオンとして「水族館」の名があったのは、前項の第三回（東京）および後述の第五回だけだったようである（芳井，1986）。『堺水族館図解』には「我が国にて第三第四回内国勸業博覧会の時に水族館を設けられたれども、実に不完全のものにして、水族館と名^{（マツ）}くるときへ出来ぬ位のものなり」とある（第五回内国勸業博覧会堺水族館事務所，1903）。

この第四回内国勸業博覧会では、京都会場（京都市岡崎公園）の水産館内に水槽が置かれて琵琶湖産の淡水魚が飼育展示され、第二会場の兵庫和田岬の和楽園に水族放養所が設けられて、入場者に海水魚の泳ぐ様子を見せたという（橋爪，1992；鈴木，1994a）。「京都会場の水産館に設けられた水族展示施設」を久田（1966）や山本（1970b，1980a）は「水

族室」とし、筆者（1994aほか）もこれにならって水族室としてきた。ただし、この博覧会での「水族室」という名称の出典は、じつは明らかでなかった。ところが、最近『平安神宮及第四回内国勸業博覧会之図（京都府参事会編，明治二十九年刊）』（京都市動物園，1984）の施設一覧表に「29水産館」と並んで「39水族室」の記載があることがわかった。ただし、図中には「水族室」の所在が見当たらないところから、上述の通り水産館内の一室を水族室と呼んでいたのかもしれない。

博覧会の第二会場となった兵庫和田岬の和楽園は、既設（明治23年・1890開園）の株式会社組織の海浜遊園地であった。園内には接客用の諸施設があって、橋爪（1992）の引用した当時の広告文に「魚族潮水に遊泳するの状恰も錦を織るがごとし…」とある生けすも同じ接客目的で設置されていた。「おそらくはこの生けすを転用して、水族放養所という展示場にあてた」（橋爪，1992）のであろう。

山本（1980a）は、この博覧会で和田岬和楽園に「兵庫水族室」という木造1階建ての建築物があったとしているが、上記の生けすのほかに「水族室」といえる設備が和楽園にあったのかどうか、それを裏付ける資料は参照できなかった。

一方、橋爪（1992）は、林基春の木版画「神戸十二景」に描かれた「和田岬和楽園」の図を紹介し、当時の雰囲気を与えている。

6. 第二回水産博覧会水族館

明治30年（1897）9月1日開館。

第二回水産博覧会の付属施設として、当時すぐれて本格的な水族館が和田岬に建設された。その6年後、明治36年発行の『堺水族館図解』にも（それまでのわが国の水族館が実に不完全なもので、水族館と名付けるのもおこがましかったが）「明治三十年に第二回水産博覧会を神戸に開きし時に、東京大学教授の飯島博士の設計になれる水族館を、和田岬に設けられしは、我が国水族館の最初と謂うべきもの…」（第五回内国勸業博覧会堺水族館事務所，1903）とあるように、この水族館がそれ以前の初歩的試行錯誤的な水族館に対する一般認識を改めさせ、水族館の進歩発展をうながす大きな第一歩となったのは確かであろう（鈴木，1994a）。

この第二回水産博覧会付属の和田岬の水族館は、

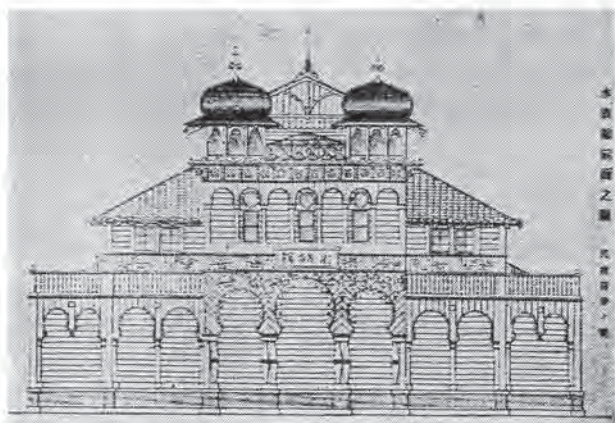


Fig. 2 The Aquarium which opened at Wadamisaki, Hyogo in the Second Fisheries Exposition, on 1 September 1897 and has been known as the name of Wadamisaki Aquarium and also the first full-fledged aquarium in Japan.

飼育海水を濾過循環して海水水族を飼育するわが国最初の循環式水族館でもあり、水族館が博覧会の付属施設として誘客効果の大きいパビリオンたり得ることを立証した最初の成功例でもあった（久田，1966；鈴木，1994a）。水族館の設計は飯島魁，工事は榎本惣太郎，背景は長原孝太郎，開館後の管理は藤田経信の担当で（藤田，1930），木造一階建，一部二階建の堂々たる洋風建築であった（Figs. 2, 3）。

明治30年11月30日に博覧会が終了すると，水族館は一旦取り壊されて神戸市湊川神社の境内に移され，再建されて兵庫共済株式会社の経営によって明治35年（1902）4月27日に再開館，明治43年（1911）2月12日に閉館するまで，約8年間公開がつづけられた（井上，1970；山本，1980a；鈴木，1994a）。すなわち，この水族館は博覧会付属水族館として建設され，博覧会期終了後も別組織によって公開がつづけられた，わが国最初的水族館でもあった。

湊川神社境内に移築されたのちは，楠木正成を祀る神社の由来にちなんで「楠公さんの水族館」と愛称されて親しまれた（井上，1970）が，この水族館の正式の名称が何であったかははっきりしない。博覧会期中も湊川神社に移されたあともただ「水族館」であったのかもしれない。『第二回水産博覧会報告』（農商務省水産局，1899）挿図にある博覧会期中の建物正面には「水族館」とだけある（Fig. 2）。

この第二回水産博覧会付属の和田岬の水族館が，わが国で初めての本格的な水族館であったところから，これをわが国最初的水族館とみなそうとする意見がある。たとえば明治36年の『風俗画報』第二百

六十九号に「本邦水族館の起源は明治三十二年にして，第二回水産博覧会を神戸に開きし時，和田の岬に於て之を建設せしを始とす」とあり（無記名，1903），これと同一趣旨からであろう，古賀（1962）はこの和田岬の水族館をわが国最初的水族館とみなし，日本動物園水族館協会では同年5月28日に同協会主催の「動物園80周年水族館65周年記念式典」を施行している。これを受けて，小森（1981）は「日本動物園水族館協会では日本のお水族館のはじまりを，この和田岬水族館においている」とし，橋爪（1992）にも「（同協会が）和楽園水族館の開館日である9月1日を日本における水族館誕生の日と定めている」とある，ただし，その後これに関連する同協会の見解を明らかにした記述は見当たらず，同協会主催の記念行事等も実施されていない。

7. 浅草公園水族館

明治32年（1899）10月11日開館。

浅草公園水族館は，第二回水産博覧会水族館（和田岬）の成功に刺激を受けて建設された水族館であった。東京浅草につくられた2番目の水族館で，営利を目的とする2番目の水族館でもあった，ただし，その内容は前述の浅草水族館に比べればはるかに向上し，その後約30年の使用に耐え，東京名物として有名になった。個人経営であったとされる（久田，1966；小森，1981）のは誤りで，大日本水産会の中心人物であった太田實と中尾直治が中心となって設立した，わが国最初の会社組織の水族館であった。

開館日にやや遅れて，わが国でおそらく最初の水族館ガイドブック『東京名物浅草公園水族館案内』（明治32年11月25日発行）（藤野，1899）が出版された（Fig. 4）。翌年発行の『風俗画報』第204号にも，詳細な水族館内容の紹介が掲載されている（坪川，1900）。この水族館については，久田（1966）と鈴木（1994a）にややくわしい紹介がある。なお，同水族館の開館日は上記『案内』によれば10月11日となっているので，橋爪（1992）が10月17日としているのは誤りであろう。

従来，この水族館は「浅草水族館」と呼称されてきた（藤田，1930；久田，1966；山本，1970a, b, 1980a；橋爪，1992；鈴木，1994a）が，明治期の浅草公園に前後して二つの水族館が存在したことが明

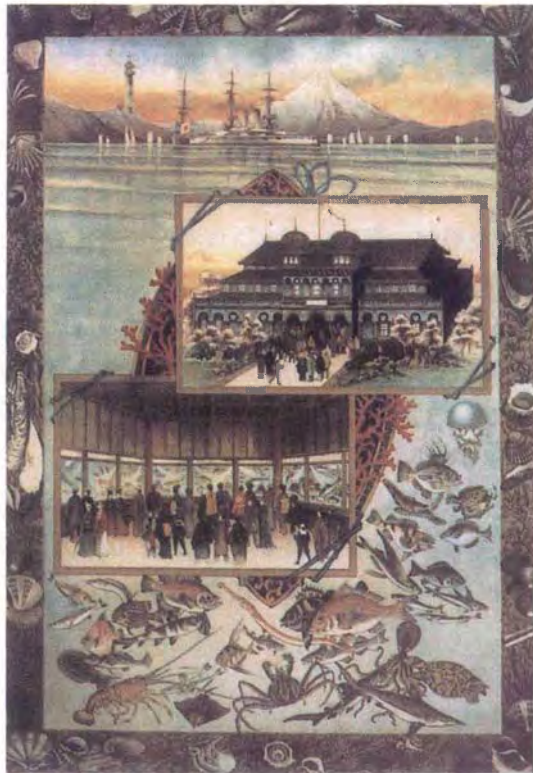


Fig. 3 External appearance and the main gallery of the aquarium in the Second Fisheries Exposition. A woodcut print from an unknown artist (Collection of Suma City Aquarium).

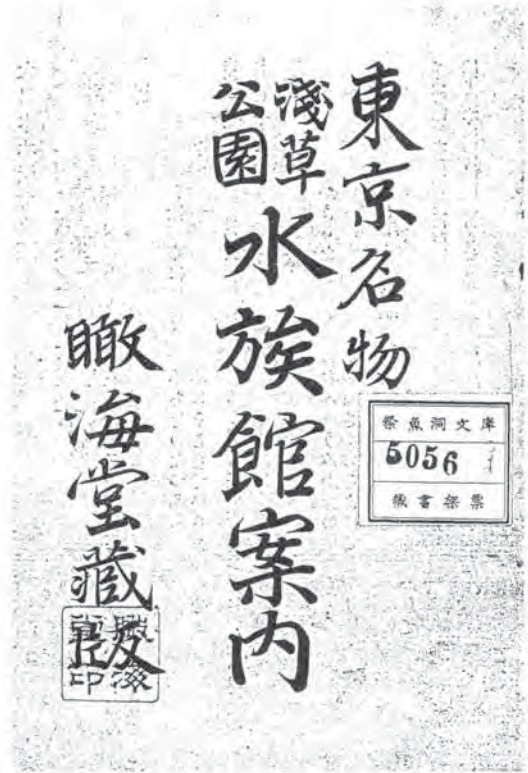


Fig. 4 Cover of the guidebook of Asakusa Park Aquarium, which opened on 11 October 1899. This was published on 25 November 1889 as the first aquarium guidebook in Japan.

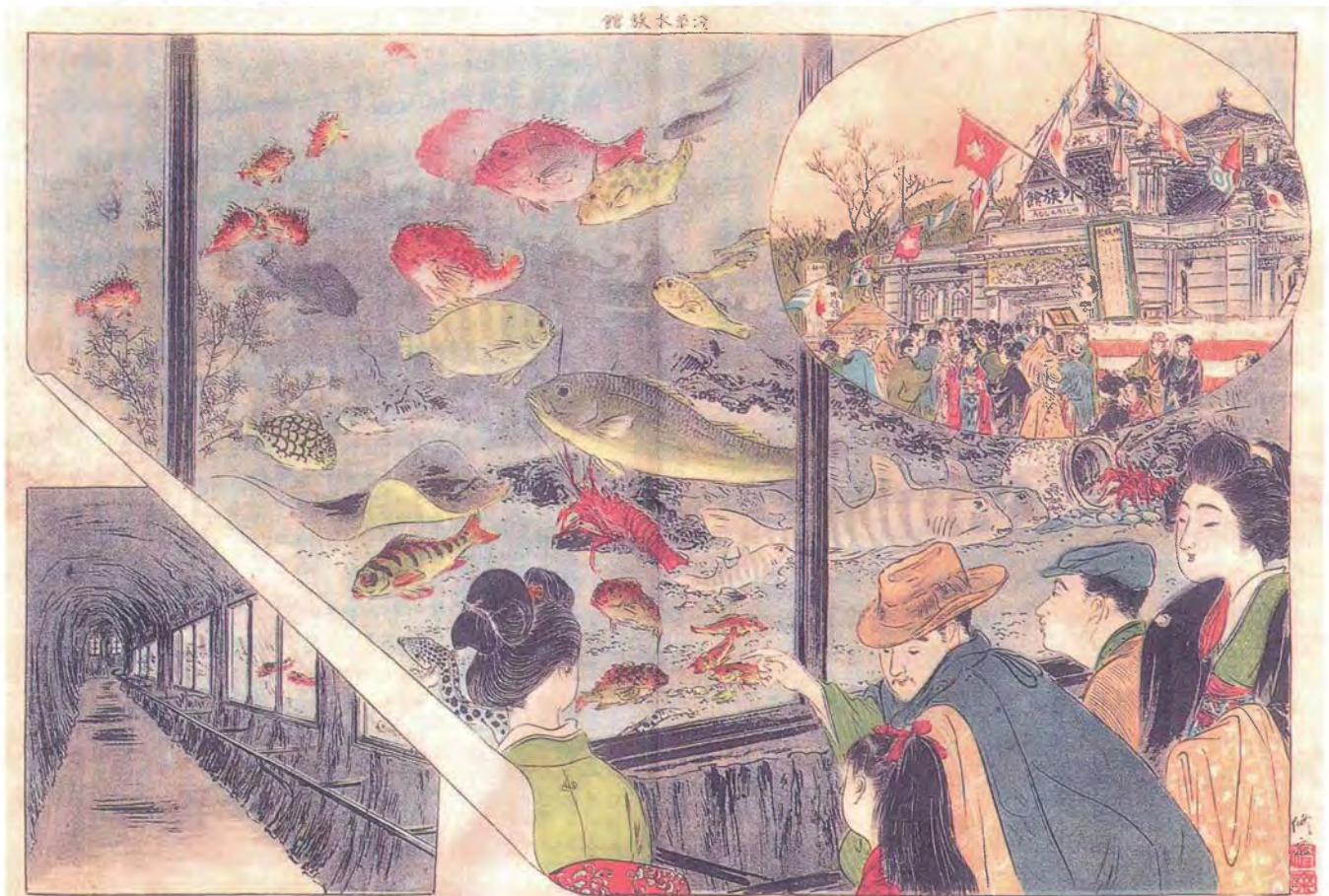


Fig. 5 Woodcut print on Asakusa Park Aquarium. Right, front external appearance of the aquarium; center, main aquarium gallery; left, general view of the hall (after Huzoku Gaho No. 204, 1900).

らかになった以上、混同を避けるために同館発行のガイドブックの題名を根拠として、この明治32年開館の水族館を「浅草公園水族館」と呼称して両者を識別することを改めて提唱したい(鈴木, 1999)。ちなみに荒俣(1995)は、すでに「浅草公園水族館」の名称を使用している。

ただし、この水族館の当時の正式の名称は、明治期の他の水族館同様、はっきりしない。坪川(1900)には、「館の外部は洋風木造にして、屋上に水族館(AQUARIUM)と記したる扁額を掲げ…」とあり、この記事の掲載された『風俗画報』第204号挿入の木版画右の水族館正面には「水族館」の3字が読み取れる(Fig. 5)。一方で、口絵木版のネームは「浅草水族館」となっている。明治期の他の水族館一般と同様、「水族館」が正式の呼称だったのかもしれない、株式会社としての登録名も「株式会社水族館」だった(藤野, 1899)。

建物は広くはなく、新築でもなかった。「同館の建築物は、もと共栄館と称へし勸工場にて、建坪僅かに拾八坪、甚だしく狭隘なり」とあり(坪川, 1900)、入口付近の様子は「幅三尺ほどの入口を入れば、館内暗黒にして墜道の如し」(坪川, 1900)(Fig. 5)と、基本的には、明治(18年)の浅草水族館のそれとほぼ同一趣向だった。

浅草公園水族館が営利目的の水族館であるという理由で、たとえば『堺水族館図解』に「元より興業的のものにて、学問的のものにあらず」(第五回内国勧業博覧会堺水族館事務所, 1903)とあるように、当時の識者の評価は高くなかった(藤田, 1922)。しかし、「東京名所」として一般の評判はきわめて高かった(鈴木, 1994a)。

この水族館がわが国「最初の私設水族館」(藤田, 1930)とされてきたのは前述のような理由で誤りであるが、興業的に成功した最初の私設水族館であったことに相違ない(鈴木, 1994a)。また、営利のための施設であっても、経営当事者に「水族館は…教育上欠くべからざるもの」との認識があったのか、皇族の来館を受けて東京大学飯島魁、農商務省岸上鎌吉、大日本水産会村田保など斯界の権威に説明担当を依頼するなど、学界ほか関係各方面への目配りも忘れていなかった(藤野, 1899)。

浅草公園水族館は、わが国で初めての魚類収集のための活魚運搬船を所有していた。初代は游鱗丸といた、「本館に放養する水族は、多く相模灘にて採

集し、相州三浦郡三崎村に設けたる蓄養場に入れ、之を馴致して…其活魚を運搬する船は游鱗丸と名づけ…其構造は船内に魚槽及給水濾過の方法等を、自在に為し得る水槽を設けたるものにて、一つの活洲船なり…羽田沖合までは健全に魚族を導くも、同所よりは魚勢頓に衰へ、日本橋魚河岸に着する頃は、斃死するもの夥多しく…」と苦心が窺われる(坪川, 1900)。その後、動物学雑誌300号(1913)に「游鱗丸の何代かあとの」「浅草水族館生魚運搬用発動機船、活魚(いくを)丸」が、東京大学三崎臨海実験所において職員や学生の研究に利用されていたこと、たまたま発生した実習学生の実験事件に協力した様子が記され、開館14年後の浅草公園水族館の収集活動の一端を知らせてくれる。

8. 日本水族館

明治34年(1901)1月6日開館。

明治34年1月7日付『大阪朝日新聞』は、大阪市難波新地に新しくできた水族館の開館を、次のように報道している(Fig. 6)。

「水族館の開業式 南区難波新地五番丁に新築成りし日本水族館は昨日午後開業式を挙行せり。鹹水十三槽、淡水八槽にて樓上は一般の水産的貿易品その



Fig. 6 Newspaper clipping on the opening of Nihon Aquarium, in Nanba, Osaka, in Osaka Asahi Shinbun on 1 January 1901.

他の標本図画類を集むる参考室とし…」開館式の祝宴には「社長太田實氏の祝辞、箕作、岸上両理学博士、村田水産会幹事長、田中同幹事の祝辞代読等あり…」盛会であった。

同年同月10日の同新聞にも「水族館を観る」の報道記事がある。日本水族館の図や写真はまだ発見されていないので、これがどのような外見の水族館であったかは明確ではないが、この日の新聞記事に「其の構造は左まで大ならずとも、屹然比隣に特出していと清潔なる二層樓の洋風家屋」とあるところから、ある程度は推察できる。すなわち、この日本水族館が、その2年前に開館し興行的に大成功であった前項の浅草公園水族館に刺激されて企画され、経営陣も同じ太田實氏を中心とする会社組織をもって同様な目的で発足した水族館であった。

おそらく、建物の外観や観覧ホールの様子なども浅草公園水族館のそれに準拠し、似たところが多かったのではなかろうか。さらに同じく1月10日の新聞報道は、この日本水族館が「東京の水族館で成功したる水産家太田實氏の創始に係り、すべての設計で東京のに比して遥かに完備」しているとある。

ただし、本来は3月に工事を完了して温暖になってから開館予定だったのが、株主の要求によって開館を早めたため、内容はまだ準備不十分であること、「本館の如きは単に娯楽的として之を観るも其の趣味頗る多く無心の小児をして知らず識らずの間に水産上の知識を得せしむるのみならず専門学者の研究にも資益する所少なからず…」欧米諸国の市府にては大抵市費を以て建設する」ものであるのに、大阪市が市費を使わず「偶然にも勞せずして此公共の事業を有するに至りしは市の為めにも喜ぶべきこと…」と伝えている。

またその飼育設備については「偕て魚槽中の海水は…昼夜間断なく交換せしめざる可からず故に一旦下層のタンクに落下したる水は更に蒸氣力を以て四十二呎の高さに在るタンクに吸ひ上げ再び各槽に分配する仕掛けにして…」と、その一端が説明され、すなわち、この水族館の循環様式と装置は、明らかに和田岬、および浅草公園の様式を引き継いだものに相違なさそうである。収容水族は主として明石、由良（淡路島）および紀伊田辺から収集していた。

大阪難波のこの日本水族館については、『堺水族館図解』（1903）にその存在についての示唆があるものの、従来知られるところが少なかった。広崎（1970）、

山本（1970a, b, 1980a）のリストにもない。筆者がこの水族館について知ったのは、『大阪春秋』という地方誌に発表された『難波のパノラマ館と水族館』（米谷、1975）であった。そこに書かれた内容は上記の新聞報道とよく一致する。日本水族館のその後の経緯ははっきりしないが、米谷（1975）は、「こうして随分賑わったが、約三年後の明治三十六年第五回内国勸業博覧会の附属館として堺大浜に本格的な水族館が設けられて以来、自然に衰微しいつとはなくその姿を消してしまった」と延べている。橋爪（1992）にも、この日本水族館についての別の（と思われる）新聞記事を引用した紹介がある。

前項までの明治期の水族館は、観魚室を除けば、ただ「水族館」と名乗っていたようであるが、その点、この日本水族館は「〇〇水族館」という固有名を表に打ち出した最初的水族館だった。

9. 第五回内国勸業博覧会堺水族館

明治36年（1903）3月1日開館。同年7月31日堺市に払い下げ市立堺水族館と改称して同年8月1日再開館、日本最初の市立水族館となった。

堺水族館は、わが国で初めて、欧米諸国の先進の水族館に見劣りしない規模内容をそなえた、本格的でかつ恒久建築物としてつくられた水族館である。堺水族館はまた、わが国の水族館史に大きな足跡を残した水族館としても、昭和36年（1961）に閉館するまで58年間公開をつづけた長命な水族館としても有名である（鈴木、1994a）。第五回内国勸業博覧会のパビリオンとして堺市大浜公園に新設され、立派な解説案内書『堺水族館図解』（第五回内国勸業博覧会堺水族館事務所、1903）（Fig. 7）を発行している。

館名は最初から「堺水族館」を名乗り、大冊の博覧会事務報告書下巻（第五回内国勸業博覧会事務局、1904）は水族館の記事に多くのページを割いている。堺水族館の紹介は、他にも『風俗画報』（臨時増刊、第269号）（無記名、1903）（Figs. 8, 9）をはじめ多数にのぼり、本報告に引用した多くの文献もまた、堺水族館についてとくに詳細に紹介している（無記名、1928；記者、1929；久田、1966；堀家、1972, 1975；鈴木、1994aほか；荒俣、2000）。

堺水族館の開館は、公布された「水族館観覧心得」の記載通り、博覧会開会の明治36年3月1日である。博覧会水族館としての開館は会期終了の同年7月31



Fig. 7 Cover of the guidebook of Sakai Aquarium which opened on 1 March 1903 in the fifth National Industrial Exposition.

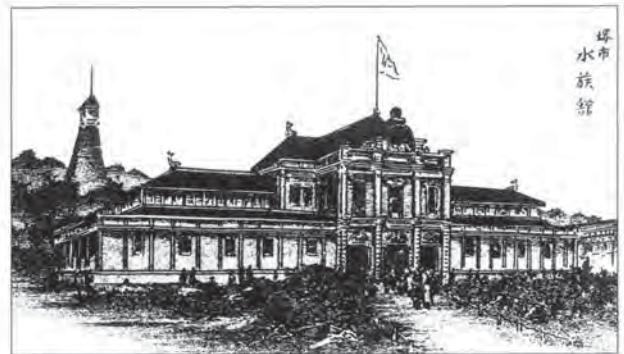


Fig. 8 External appearance of Sakai aquarium (after Huzoku Gaho, 1903).

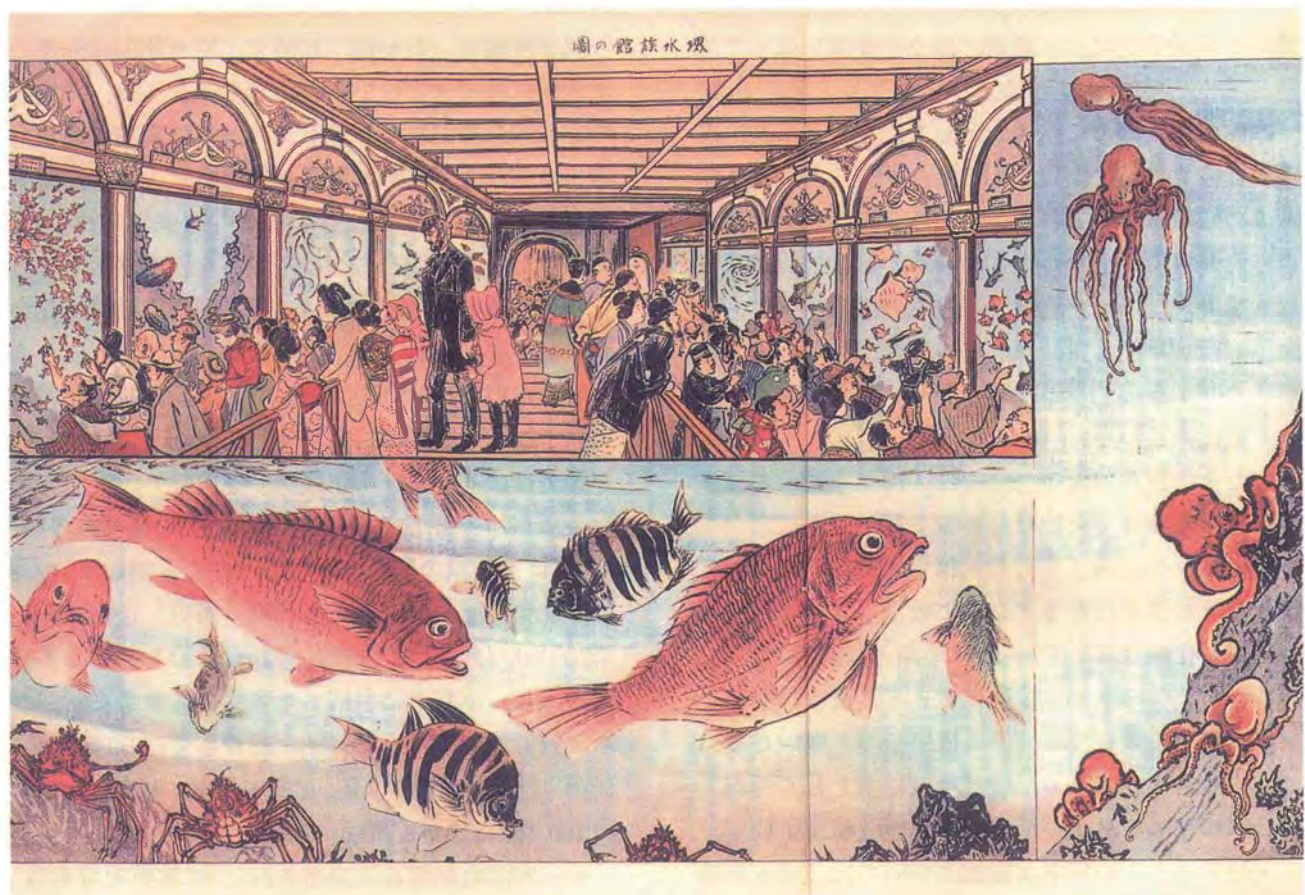


Fig. 9 Woodcut print on main aquarium gallery from the public entrance lobby of Sakai Aquarium (after Huzoku Gaho, No. 269, 1903).

日であるが、『堺市水族館要覧』に「払い下げを受けた水族館は当初の契約に基き市立堺水族館と改称し明治三十六年八月一日より開館」とあるように、博覧会期終了後もそのまま公開がつづけられた。『第五回内国勸業博覧会事務報告下巻』にも同一の記載がある。したがって、山本（1970a）が「9月開館」としているのは誤りである。

『堺市水族館要覧』には「近海における普通の水族」は堺市内の各魚問屋から、「無脊椎動物若は美麗なる魚類」は和歌山県海草郡（現和歌山市）雑賀崎の漁師から、「無脊椎乃至珍奇動物」は淡路島由良の漁師から…収集し、「四月上旬槽内水温十度を下回り暖海性の魚はほとんど静止、夏期に向かへば二十五度以上に昇り是又呼吸困難にて往々斃死」などと記されている（無記名，1928）。明治期の水族館で水族飼育に関する苦心が語られる場面は、なぜか多くはないが、ここにその一端が窺われる。博覧会側との契約によれば、移管後初年（明治36年）度は11月15日まで、第2年（明治37年）度は5月1日から11月末までの7ヶ月間開館の決まりであった。

堺市に移管後の水族館の正式名称は市立堺水族館であるが、この名称にも混乱があり、たとえば『堺市水族館要覧』（無記名，1928）の表紙は「堺市水族館」、中扉は『市立堺水族館要覧』となっている。水族館の固有名詞は、まだ重視されなかったのであろうか。この資料（B5版縦書き本文34ページ、付録水族館収容動物分類表（14ページ））には奥付がなく、発行年も発行者も不明である。しかし、記載には他の公的文書との相違がほとんどなく、内容的には信頼できる文献である。

10. 京都市記念動物園水族室

明治41年（1908）（？）開館。

所在は京都市岡崎公園（現左京区岡崎法勝寺）。明治36年（1903）4月1日、大正天皇のご結婚を記念して創立された京都市記念動物園（現京都市動物園）にも水族室があった（久田，1966；山本，1970b，1980a）。京都記念動物園は、上野動物園に次ぐわが国二番目の動物園で、この動物園がつくられた岡崎公園は、かつて第四回内国勸業博覧会の会場とされた場所で、水産館内に小規模の「水族室」が設けられていた（5．第四回内国勸業博覧会水族室参照）。

明治期の京都市記念動物園の水族室については、

瀧澤（1986）に煉瓦作りの小水族館の写真1葉があり、橋爪（1992）にもこれと同一施設に一部が同一人物の写真（明治41年に開設された京都岡崎動物園の水族室・瀧澤晃夫氏蔵）があつて、明治期の動物園付属水族館の外貌を伝えてくれる（Fig. 10）。ただし、瀧澤（1986）がこの水族館の名称を「虫魚類舎」としているのは誤りで、動物園開設当時からあった「虫魚類舎」には蛙と亀類以外の水族は飼育されていなかったという。虫魚類舎の所在した場所は水族室とは違っていた（瀧澤，1986）。

少なくとも動物園の開園時には、まだ水族室は開設されていなかったようであるが、水族室の開設時期ははっきりしない。橋爪（1992）が、「明治41年（1908）に開設」とした出典も明らかでない。しかし、明治44年（1911）発行の『京都市記念動物園略図』には「十二 水族室」の記載がある（京都市動物園，1984）ので、この年までに開設されたには相違ない。もっともこの水族室がいつまで存在したのかも今は明らかではない。

上記（Fig. 10B）と同一の写真が上野動物園にあった「観魚室」と誤用されてきたことについては先に



Fig. 10 The Aquarium in Kyoto Memorial Zoological Garden opened in 1908 (the date is unknown) (A: after TAKIZAWA, 1986, B: after anonymous, 1982).

説明したが、京都市記念動物園は唯一の先進関連施設である上野動物園を参考に、または模倣してつくられたと推察されるので、その附属水族館の外観が上野の「観魚室」に類似していてもおかしくはない。もしそうであれば、この写真から逆に観魚室のありし姿を連想することもできよう。

11. 箱(筥)崎水族館

明治43年(1910)開館。

『博物館研究』(博物館事業促進会)第2巻1号に、次のような箱崎水族館の紹介がある(記者, 1929)。執筆者名はただ「記者」とだけあるが、前後の関係からおそらく棚橋源太郎の執筆であろう。

「この水族館は福岡市東公園内箱崎に在って、明治四十三年の創立で、創設費は八万二千四百余円である。鹹水槽及淡水層併せて十六個、外に鳥獣舎が五十八箇所ある…」。

水族館を名乗っているにしては、水槽に比べて鳥獣舎の数が多いように思われる。小さな動物園のような施設であったのかもしれない。

この『博物館研究』の記事には、昭和4年(1929)当時現存する水族館が13館列記され、うち箱崎水族館をふくむ5館についての短い解説がある。堀家(1932)にも箱崎水族館の紹介ほかの同じ内容の記述があるが、水族館の紹介記事はすべてこの『博物館研究』を書き写したと思える、全文にわたりまったく同一の文章である。箱崎水族館については、久田(1966)が堀家(1932)を引用して短い紹介をしている。山本(1970a, 1980a)には、箱崎水族館の名だけが記載されている。設立・経営主体は明確で



Fig. 11 Hakozaiki Aquarium, Fukuoka, opened in 1910 (the date is unknown) (picture postcard, collection of the present author).

ないが福岡市所有の施設と思われる。

箱崎水族館については、最近入手した絵はがき1葉を呈示する(Fig. 11)。すなわち、この水族館が木造2階建の当時としても小規模な施設で、(たぶん海岸近い)川沿いに建てられていたことがわかる。右側に水禽舎らしい施設が見えるが、詳細ははっきりしない。水族館の名称については、絵はがきのネームに「筥崎浜の水族館」とあるので、これも前記のいくつかの水族館と同様、少なくとも明治期にはまだ、ただ、「水族館」と名乗っていたのではないかと推察される。

12. 名古屋教育水族館

明治43年(1910)4月10日開館。

この水族館については、昭和初年代の『博物館研究』各号にたびたび館名の記載があり、山本(1970a)にも館名の記載だけがあるが、詳細は長く不明であった。筆者も資料を探索してきたが、調査不十分な段階に止まっていたところ、最近、内田(2000)の詳細な調査結果が発表されて、全貌がほぼ明らかになった。

名古屋教育水族館は、前記『博物館研究』の記述に、たびたび「私設」と付されている通り、個人経営の私立水族館であった。創設者は山田才吉、所在は東築地5丁目(現港区東築地町)、木造3階建の立派な水族館であった。水族館の詳細については、内田(2000)にゆずりたい。なお、内田の報告には、名古屋教育水族館正面の写真が引用されているが、同一の写真が『写真に見る明治の名古屋』(名古屋市教育委員会, 1969)にも掲載されているので引用する。こちらの写真には、ネームに「山田進氏提供」とある(Fig. 12)。

水族館の開館当時の様子を内田(2000)は『名古屋新聞』から取材しているので、筆者は『扶桑新聞』を引用して参考に加えたい。

すなわち、明治43年4月8日付『扶桑新聞』には「教育水族館開館 かねて名古屋築港に建築中なりし山田才吉氏経営の水族館は…明十日より開館するよし」という短い記事があり、同月11日付に「開館せし水族館 パノラマ式の回転水槽」との報道がある。また同月10日付紙面には「軍艦と水族館見物」「無料券と割引券 水族館入場築港見物連絡切符」とあって、水族館にかけられた地元の期待の大きさ



Fig. 12 Nagoya Kyoiku (Educational) Aquarium, Nagoya, opened on 10 April 1901 (after Board of Education of Nagoya City, 1969).



Fig. 13 Newspaper clipping on the opening of Nagoya Kyoiku (Educational) Aquarium, Nagoya, in Fuso Shinbun on 8 April 1901.

と協力の姿勢が明らかである (Fig. 13)。

13. 明治期の他の水族館

最後に呈示する写真2葉は、最近入手した水族館の絵はがきである。うち1葉はネームに「東京勸業博覧会教育水族館」とある。樹木や人物の様子から季節は冬期のようなのである (Fig. 14)。絵はがき発行の年月も水族館の開館時期も不明であるが、該当すると思われる東京勸業博覧会の開催は明治40年 (1907) であった。他の1葉はネームに「(小樽区) 北海道水産共進会正門と水族館」とあり、「北海道水産共進会開催記念明治四十一年八月二十二日」と記念スタンプが押されている (Fig. 15)。

これら1907年と1908年に実在した二つの水族館について語られた資料や、存在に触れた文献は未発見である。とくに後者は、明治期の北海道に未調査の水族館があったことを教えてくれる貴重な資料である。おそらく北海道で最初的水族館であろう。小樽



Fig. 14 The Aquarium in the Tokyo Industrial Exposition in 1907 (the date is uncertain) (picture postcard, collection of the present author).



Fig. 15 The Aquarium in Otaru, in the Hokkaido Cooperative Exposition in 1908 (the date is uncertain) (picture postcard, collection of the present author).

市はのちに水族館と縁の深い土地になったが、それは昭和期に入ってからのことになる。

このように、資料が未発見のまま知られずにいる明治期の水族館は、まだ他にもあるのではないだろうか。『堺水族館図解』(1903)には「(和田岬の水族館のあと) 東京の浅草、大阪の難波新地、相州の江の島及び名古屋等にも設けられたるも…」と、明治30年の第二回水産博覧会終了後、明治36年の第五回内国勸業博覧会までの6年間に、各地に少なくとも4つの水族館があったことを示唆する記述がある。しかし、この時期の水族館については、本報告で述べた浅草公園水族館と難波の日本水族館以外の資料をまだ発見できていない。とくに明治36年までの名古屋にあったという水族館についてはまったく手がかりがない (追記参照)。

すると、わが国の水族館史創始期の明治時代には、いくつの水族館が全国にあったのであろうか。そして、上野の観魚室 (うのをぞき) 以来、20年足らずのあいだにここに紹介した14館またはそれ以上の水

族館が日本各地に次々に誕生したエネルギーの原動力は何だったのであろうか。現今の水族館の隆盛ぶりを見るにつけ、思い半ばに過ぎるものがある。これまでに判明した明治期の水族館の一覧をTable 1に示した。

「水族館」という呼称の由来に関する考察

最後に、西欧文明の導入に急であった明治期のわが国に創始されたaquariumが、最初の上野の観魚室を除いて「水族館」と呼ばれ、一般にも「水族館」という用語が広く使用され定着するに至った由来と理由について若干の考察を試みてみたい。1882年、上野動物園内につくられたわが国最初の水族館が「観魚室」とされた命名の由来が、英語のaquariumを直接和訳した行政サイドによる新造語であったと

みなされることはすでに述べた。一方で「水族館」を最初に名乗ったのは、観魚室公開の3年後、1885年に東京浅草に開館したわが国で二番目の浅草水族館であった。浅草水族館以後も「観魚室（うをのぞき）」の名を継承した館は1例もなく、すべての水族館が「水族館」または「水族室」を名乗る習慣が早々と定着した。しかも、明治期の新聞記事などから窺われる印象では、「水族館」という名称がわかりやすい用語として、比較的早くから一般にも普及浸透していたと推察される。ずっと後年、第二次大戦後の1957年になって江ノ島マリンランドが開館するまでの水族館には、ほとんど一様に「水族館」と名付けられてきたのであった。

わが国最初の水族館「観魚室」の命名者がなぜ「水族」という用語に触れず、これを使用しなかったのかはわからないが、少なくとも「水族」または「水

Table 1 Early aquaria of Japan which were opened during the Meiji Era (1868-1911).

Order	Name of aquarium	Place	Owner	Opening
1	Uwo-nozoki (The Aquarium, Ueno Zoological Garden)	Ueno Zoo (Tokyo)	National	1882
2	Asakusa Aquarium	Asakusa (Tokyo)	Private	1885
3	The Aquarium (In the 3rd National Industrial Exposition)	Ueno (Tokyo)	National	1890
4	The Aquarium Misaki Marine Zoological Laboratory, Tokyo University	Misaki (Kanagawa)	National	1890
5	The Aquarium (In the 4th National Industrial Exposition)	Okazaki (Kyoto)	National	1895
6	The Aquarium (In the 2th Fisheries Exposition)	Wadamisaki (Hyogo)	National	1897
7	Asakusa Park Aquarium	Asakusa (Tokyo)	Private (Corporation)	1899
8	Nihon Aquarium	Nanba (Osaka)	Private (Corporation)	1901
9	Enoshima Aquarium (The First)	Enoshima (Kanagawa)	Private	1902
10	Sakai Aquarium (In the 5th National Industrial Exposition → Sakai Municipal)	Ohama (Sakai)	National →Municipal	1903
11	Yokohama Kyoiku (Educational) Aquarium	Yokohama (Kanagawa)	?	1906
12	The Aquarium, Kyoto Memorial Zoological Garden	Okazaki (Kyoto)	Municipal	1908 (?)
13	Hakozaki Aquarium	Hakozaki (Fukuoka)	Municipal (?)	1910
14	Nagoya Kyoiku (Educational) Aquarium	Higashitukiji (Nagoya)	Private	1910
15	The Aquarium (In Tokyo Industrial Exposition)	Ueno (?) (Tokyo)	Municipal (?)	1907 (?)
16	The Aquarium (In Hokkaido Cooperative Exposition)	Otaru (Hokkaido)	Prefectural (?)	1908 (?)

族館」という呼称はその3年後にオープンした浅草水族館の新造語ではなかった。

わが国に欧米先進国の水族館に関する見聞を最初に伝えたのが福澤諭吉の『西洋事情』(1866)であることは、佐々木(1975)以来、ほぼ定説になっている。ただし、福澤の見聞記には「水族館」という用語は出てこない(鈴木, 1994a)。施設としてのaquariumの訳語を「水族館」または「水族室」とした最も早い資料は、明治11年出版の『特命全権大使米欧回覧実記』(久米, 1878)のようである。

『特命全権大使米欧回覧実記』は、全権大使岩倉具視以下の使節団が明治4～6年に米欧12カ国を視察した結果を団員の久米邦武が中心になってまとめた見聞記録である。使節団一行の視察先には、博物館、美術館、水族館、動物園なども数多くふくまれている。水族館に関する記述は英国ブライトンの水族館視察記から始まる。

「学校ヲ出テ、海岸ノ風景ヲ回覧シ、水族室ニ至ル、此ハ魚類ヲ生活セルマ、ニ養ヒオク室ナリ、毎室ニ淡水海水ヲ盛り、管ヲ以テ新陳^{しんちんたがい}通ニ交代セシメテ、水ノ敗腐ヲ防キ、…側面ニ玻璃^{がらす}ヲ固嵌^{こかん}シ、人ヲシテ廊ヲ過キテ覧観セシム…」

イギリス・ロンドンではクリスタルパレスを見て「水族室アリ、鱗介ヲ蓄ヘテ観ニ備フ」、イタリアではナポリ水族館で「…水族観ニモ此魚ヲ養フヲ見ス…」、ドイツではベルリンにおいて「夜水族観ニ至ル…」、「英仏ニ水族室ノ設ケアリト雖トモ、二十余室ニススキ、此観ハ之ニ五六倍ス、…実ニ世界一ノ観」などと記している。

文中「水族観」とあるのは、誤記ではないらしい。博物館にも「博物館」と「博物観」の両様が混用されている。「大玻璃観」(クリスタルパレス)も使われている。ここでの用例からは、むしろ「すいぞくかん」という読みが先にあって、あとから字が当てられたような印象もある。1977年に復刻出版された『特命全権大使米欧回覧実記』の校注者田中彰によれば、この書物は出版当時好評で明治16年までに3500部が販売されたという(久米, 1876)。

ただし、魚類または水中生物全般を意味する「水族」という呼称はもっと早く、少なくとも江戸時代末期には「魚介」「鱗介」とともに使われていたと見え、書名としては奥倉辰行の画集『水族写真』(安政4年・1857)や、畔田伴存の著作『水族志』がある。畔田の『水族志』の出版は明治17年(1884)である

が、原稿の完成は文政10年(1827)であった(上野, 1973)。『水族志』は執筆後58年を経たのちの明治17年の出版当時でもまだ、画期的なすぐれた著作であったという(上野, 1991)。

『水族志』の例言(凡例)には、「水族」という用語が「山堂肆考曰魚水族長鱗物之総称…」「物理小識曰水族出水即死…」と2例の引用によって定義されている(畔田, 1884)。『山堂肆考』ならびに『物理小識』を直接参照することはできなかったが、これにより「水族」の語が古くからあって、わが国でも少なくとも江戸時代末期の知識階級のあいだでは、次第に定着しつつあったのではないと思われる。明治10年代当時に好評のため多くの部数が出版されたり、画期的であったといわれる著作の『特命全権大使米欧回覧実記』や『水族志』などの影響力も加わって、「水族館」という新しい呼称にタイミングよく結び付いたのではなかろうか。明治18年に初めて「水族館」を自称した浅草水族館の開館を報道する複数の新聞の記事が、いずれも「水族館」という呼称を、新造語を思わせるような力みもなく、いっせいに使用していること、明治21年(1888)創刊の『動物学雑誌』第3巻(1891)に「水族館」という語が初出して(無記名, 1891)以来、たびたび使用されていることをも付け加えておきたい。これに対して「観魚室」という名称が、その後まったく使用されなくなった理由は明確ではない。

引用文献

- 安部義孝(1998) 水族館の歴史と展望。まちなみ・建築フォーラム, 2, 33-36。
- 荒俣 宏(1994-2000) 荒俣宏の水族館夜話1-23(連載中)。TOBA SUPER AQUARIUM, 12-34。
- 第五回内国勸業博覧会事務局(編)(1904) 第五回内国勸業博覧会事務報告下巻, 農商務省。
- 第五回内国勸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。
- 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。
- 藤田経信(1922) 飯島先生と水族館。動物学雑誌, 34(401), 130-131。
- 藤田経信(1930) 編年水産十九世紀史。汀鷗会出版部, 東京。
- 橋爪紳也(1992) 海遊都市 アーバンリゾートの近

- 代化, 叢書 L'ESPRIT NOUVEAU, 5, 白地社, 大阪.
- 広崎芳次 (1970) 全調査日本の水族館. フィッシュマガジン, 6(2), 182-196.
- 久田迪夫 (1966-7) 水族館の歴史 (1-6). フィッシュマガジン, 2(5)-3(6).
- 堀 由紀子 (1998) 水族館のはなし. 岩波新書, 775, 岩波書店, 東京.
- 堀家邦男 (1972) 水族館物語 (8 回連載). フィッシュマガジン, 8(5-12).
- 堀家邦男 (1975) 水族館の魚達. 泰流堂, 東京.
- 堀家惣太郎 (1932) 水族館生活の二十四年. 堺市立水族館創立三十周年記念誌.
- 一記者 (1929) 博物館の種類及びその定義. 博物館研究, 2(11), 1-3.
- 井上喜平治 (1970) 黎明期のわが国水族館. フィッシュマガジン, 6(5), 134-141.
- 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.
- 磯野直秀 (1995) 田中芳男の貼り交ぜ帖と雑録集. 慶應義塾大学日吉紀要自然科学, 18, 27-42.
- い、ろ、(1894) 上野動物園. 動物学雑誌, 6, 343-344.
- 菅能琇一 (1989) 最新・水族館・マリンランドの開発・運営実務資料集. 総合ユニコム, 東京.
- 記者 (1929) 本邦の水族館. 博物館研究, 2(1), 6-7.
- KISLING, V. N. (ed.) (2001) Zoo and Aquarium Story. CRC Press, Boca Raton, London, N. Y., Washington D. C.
- KLEE, A. J. (1967-1969) A history of the aquarium hobby in America 1-22. The Aquarium, 1(1)-2(11).
- 古賀忠道 (1962) 日本動物園水族館要覧の発行に当たって. 日本動物園水族館要覧, 2-3, 日本動物園水族館協会, 東京.
- 小森 厚 (1981) 動植物園・水族館史. 博物館学講座第2巻, 日本と世界の博物館史. 雄山閣出版.
- 久米邦武 (編) (1878) 特命全権大使米欧回覧実記. 博聞社, 東京. (田中彰校注, 1977, 岩波文庫, 770, 岩波書店, 東京, 1-5).
- 畔田伴存 (1884) 水族志. (堀田權之助助校, 田中芳男閲, 河原田盛美再校). 田中芳男・文会社西 洋平, 東京.
- 京都市動物園 (編) (1984) 京都市動物園80年のあゆみ. 京都市・京都市動物園.
- 無記名 (1890) 第三回内国勸業博覧会. 動物学雑誌, 2, 231-232.
- 無記名 (1891) 実験所室内の水族館. 動物学雑誌, 3, 379.
- 無記名 (1903) 水族館. 風俗画報 (第五回内国勸業博覧会臨時増刊), 269, 39-42.
- 無記名 (1904) 第五回内国勸業博覧会堺水族館に就いて. 動物学雑誌, 16, 154-158.
- 無記名 (1928?) 堺市水族館要覧 (とびらは『市立堺水族館要覧』). 出版者不明.
- 無記名 (1982) 上野動物園100年のあゆみ I 明治から大正へ—宮内省の博物館のもとで. どうぶつと動物園, 34(3・4), 3-18.
- 仲田定之助 (1969) 明治商売往来. 青蛙房, 東京.
- 中村庸夫 (1997) 水族館ウォッチング. 平凡社, 東京.
- 名古屋市教育委員会 (1969) 写真に見る明治の名古屋. 名古屋市教育委員会.
- 農商務省水産局 (編) (1899) 第二回水産博覧会附属水族館報告. 農商務省.
- 佐々木時雄 (1975) 動物園の歴史. 西田書店, 東京.
- SUZUKI, K. (1997) The past, present and future of public aquariums in Japan. Proc. 4th Internl. Aquar. Cong., Tokyo, 1-5.
- 鈴木克美 (1989a) アクアリウムの行方. 水族館の歴史を追って. FRONT, 2(2), 9-12.
- 鈴木克美 (1989b) 魚観賞の文化史. 観る楽しみの発見. シリーズ自然と人間の文化史 (1. 魚の文化史, 新人物往来社, 56-61).
- 鈴木克美 (1992) 水族館の歴史と課題. 京浜文化, 34(1), 1-12.
- 鈴木克美 (1994a) 水族館への招待 魚と海と人. 丸善ライブラリー, 112, 丸善, 東京.
- 鈴木克美 (1994b) 水族館と魚類学との関わり. 1994年度日本魚類学会シンポジウム. 日本における水族館の役割と将来展望—魚類学との関わり—講演要旨集, 20-21.
- 鈴木克美 (1995) 水族館の歴史と意義. 電設工業, 1995 (7), 2-10.
- 鈴木克美 (1997) 金魚と日本人 江戸の金魚ブームを探る. 三一新書, 1178, 三一書房, 東京.
- 鈴木克美 (1999) 水族館で見る海は…その 8. 海のはくぶつかん, 29(3), 2-3.

瀧澤晃夫(1986) 京都岡崎動物園の記録, 自費出版。
 棚橋源太郎(1929) 博物館近時の傾向, 博物館研究,
 2(11), 3-12。
 TAYLOR, L. (1993) Aquariums. Windows to
 Nature. Prentice Hall General Reference, N.
 Y., London, Sydney, Tokyo, Singapore。
 坪川辰雄(1900) 水族館, 風俗画報, 204, 19-26。
 内田 至(2000) 名古屋港に在った「名古屋教育水
 族館1-3」(連載中), ニュースレター「さかなかな」,
 26-28。
 宇田道隆ほか(編)(1962) 水産ハンドブック, 東洋
 経済新報社, 東京。
 上野動物園(編)(1982) 上野動物園百年史及び同資
 料編, 東京都, 593。
 上野益三(1973) 日本博物学史, 平凡社, 東京。
 上野益三(1991) 博物学者列伝, 八坂書房, 東京。
 山本和夫(1970a) 水族館補充一覧提案「全調査・日
 本の水族館」を読んで, フィッシュマガジン, 6
 (9), 166-171。
 山本和夫(1970b) 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)—水族館覚書その4-3, 掲載誌
 不明, 125-142。
 山本笑月(1936) 明治世相百話, 第一書房, 東京。
 米谷 修(1975) 難波のパノラマ館と水族館, 大阪
 春秋, 5, 41-45。
 芳井敬郎(1986) 第五回内国勸業博のディスプレイ。
 吉田光邦(編) 万国博覧会の研究, 思文閣出版,
 東京, 287-305。

〈追 記〉

本稿校正中, 下川耿史(2000)『明治・大正家庭史
 年表』(河出書房新社, 東京)に次の記事があるの
 を見出した。重要な記述と思われるので追加する。

明治35年(1902) 8月24日 神奈川県・江ノ島水
 族館が開館。

明治39年(1906) 7月13日 横浜教育水族館が開
 館。

上記のうち, 江ノ島水族館の開館年次は本報告の
 第9番目, 横浜教育水族館のそれは第11番目に当た
 る。前者は本報告13ページ右段に示唆されているそ
 れとみなされる。両館の具体的な所在, 規模内容,
 および年表記載の原典については, 現在のところ明
 らかでない。ここまでに存在の確認できたわが国明
 治期の水族館は合計16館となる。

水槽内で観察されたスミレナガハナダイ (ハタ科) の繁殖行動と 卵・仔魚の形態及び雌雄性¹⁾

日 置 勝 三²⁾・大 山 卓 司³⁾・吉 中 敦 史⁴⁾

Reproductive Behavior, Eggs, Larvae, and Sexuality in the Anthiine fish, *Pseudanthias pleurotaenia* (Serranidae; Teleostei), in the Aquarium¹⁾

Syozo HIOKI²⁾, Takuji OYAMA³⁾ and Atushi YOSHINAKA⁴⁾

Abstract

Reproductive behavior, eggs, early larval characteristics and sex change in the Anthiine fish, *Pseudanthias pleurotaenia* (BLEEKER) (family Serranidae) were observed in the aquarium. Four adult fishes, measuring 94.0-103.5 mm in fork length, were collected along the coast of the Philippines between June and October, 1994, and were reared in the aquarium. Reproduction took place every day, and reproductive behavior was observed in four fish (A: male, B~D: female) during in the period from the beginning of April to 11 May, 1995. Spawning behavior of the species began with the male approaching the female, and male fully spreading all of its fins. The male nuzzles and pushes his snout against the belly of the female and ascends to the surface of the water. The paired fish reach a level of about 10 cm below the surface of the water and released eggs and sperm simultaneously. The fertilized eggs were transparent, spherical and pelagic and measured 0.67-0.70 mm in diameter. Hatching took place about 15 hours after spawning at a water temperature of 28°C. Newly hatched larvae, measuring 1.21-1.29 mm in total length, had a large ellipsoid yolk sac with the front tip clearly protruding beyond the snout of the larvae. Larvae were kept for 3 days after hatching out and reached 2.19 mm in total length. Water temperatures were 27.5~28.0°C for the egg and larval rearing experiments. Protogynous sex change in the present species was established in captivity. The terminal color phase of the fish was completed 28 days after the dominant male was removed.

緒 言

スミレナガハナダイ *Pseudanthias pleurotaenia* (BLEEKER) は琉球列島~西部太平洋のサンゴ礁域の水深20~50mの海底に生息するハタ科ナガハナダ

イ属の魚で、体長10cmに達する(益田ほか, 1984)。本属の繁殖習性、卵・仔魚の形態および雌雄性に関する既往の研究は、キンギョハナダイ *Pseudanthias squamipinnis* (PETERS) (鈴木ほか, 1978)、ナガハナダイ *P. elongatus* (FRANZ)、ハナゴイ *P. pas-*

¹⁾東海大学海洋科学博物館研究業績 No.191

Contribution from the Marine Science Museum, Tokai University, No.191

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 424-8620, Japan

³⁾バンクーバー水族館

Vancouver Aquarium Marine Science Centre, P.O.Box 3232, Vancouver, B.C., V6B3X8, Canada

⁴⁾登別マリンパーク ニクス 059-0492 北海道登別市登別東町1-22

Noboribetu Marinepark Nicus, 1-22 Noboribetu higashimati Noboribetu 059-0492, Japan

calus (JORDAN et TANAKA), アカネハナゴイ *P. dispar* (HERRE) (SUZUKI, 2001) の報告がある。また近縁のサクラダイ属サクラダイ *Sacura margaritacea* (HILGENDORF) についても詳しい観察結果が、報告されている(鈴木ほか, 1974)。しかし、本種についての研究は報告を参照できなかった。著者らは1995年に本種を水槽飼育し、繁殖行動、卵・仔魚の形態および雌雄性について観察し、記載することができたので報告する。

材料と方法

1. 繁殖親魚とその飼育および観察

繁殖親魚は、1994年6月と10月に業者を通じてフィリピンより輸入により入手された6尾のうちの4尾で、雄1尾(個体A, 103.5mm FL, 1995年5月11日測定)と雌3尾(個体B, 103.0mm FL; 個体C, 99.0mm FL; 個体D, 94.0mm FL, 1995年5月11日測定)である。この4尾は搬入以来、東海大学海洋科学博物館の展示水槽で飼育されていた。展示水槽は直径1m、深さ0.75mで容積約580ℓの円筒形の透明アクリルガラス水槽で、他の円筒型水槽11個とともに水温調節、濾過循環がなされている。水槽照明は水槽直上に設けられた2本の白色蛍光灯(30W, 20W)が朝8時30分に点灯され、夕刻の17時に消灯された。夜間は水槽室の常夜灯が点灯され、水槽室は暗黒とはならない。本種の飼育水槽には本種の他にフエヤッコダイ *Forcipiger flavissimus* JORDAN et MCGREGOR 20尾などサング礁魚類8種47点が同居飼育されていた。

親魚にはアジ、アサリ、オキアミの肉を細断して日曜日を除く毎日15時頃に適量与えた。繁殖期間中の飼育水温は23.2~24.5°Cであった。また繁殖期以外も周年を通してほぼ23~24°Cに保たれていた。

繁殖行動は水槽ガラス越しに目視での確認および観察を行なった。必要に応じてビデオおよび35mmカメラによる撮影も行なった。

2. 卵と仔魚の飼育

受精卵は産卵直後、水面直下に浮標する産出卵をただちに手網ですくいとり、検鏡によって受精を確認した後、ポリカーボネイト容器(30ℓ)に収容し

て弱い通気を行ない止水飼育として、適宜換水した。飼育容器は、水温調節された5000ℓ容量の恒温水槽の水面に浮かべてWater-bath方式とし、水温の急変を防いだ。

卵内発生と仔魚の形態観察は、容器内より卵・仔魚を適宜採取して各発達段階の形態を観察記載した。なお、卵・仔魚の飼育水温は27.5~28.0°Cの範囲内にあった。

3. 性変換実験と生殖腺の組織観察

雌雄性の確認を目的として、繁殖行動の観察終了後に、雄を水槽内から取り出し、雌3尾のみとし、雌が雄へ性変換する過程での行動の変化や体色斑紋の変化を観察記載した。性変換に伴う体色斑紋の変化の過程は水槽前面からの写真撮影により記録した。実験終了後、性変換した個体の生殖腺はパラフィン切片標本を作成して観察した。切片は生殖腺を取り出して、ブアン氏液で固定後、常法による6~7μmパラフィン横断切片を作成し、マイヤーの酸ヘマラウム・エオジンの二重染色を施して光学顕微鏡下で観察した。

結 果

1. 繁殖期間と繁殖行動

繁殖は1995年4月上旬~性変換実験(後述)のため雄(個体A)を水槽内より取り上げた5月11日までの約1ヶ月間連日観察された。繁殖行動の詳細な観察は4月27日より開始した。繁殖は飼育されていたすべての個体が参加して行なわれたが、個体Aが雄で、その他の個体B, C, Dが雌であった(Fig. 3)。産卵時刻はいずれも投餌後の4~14分後に開始された。通常の投餌は15時頃であるが、この直後に開始される傾向が認められた。その確認のため、投餌時刻を15時から前後に2時間ずらして行なったところ、いずれの場合もその直後に産卵が開始された。

通常の雌雄はともに水槽の中層から底層で静止あるいはゆっくりと遊泳している。しかし、繁殖時刻の約5~10分前になると雄は水槽内全域を活発に遊泳し、中層で静止する雌に素早く近づき、雌の間近で一瞬静止してすべての鰭を拡げ、全身を激しく震わせて求愛する(Fig. 1A)。このとき雄の体色斑紋

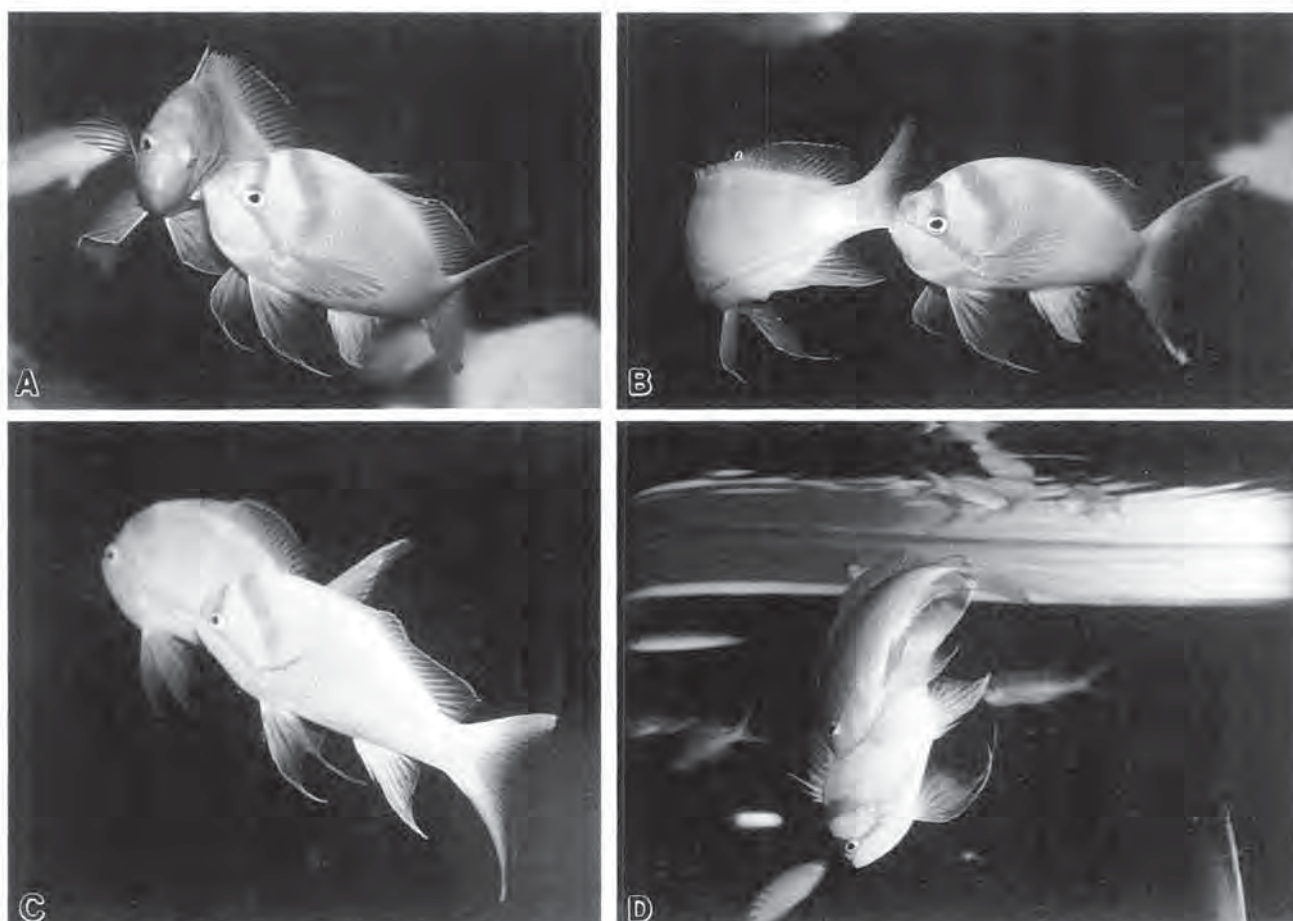


Fig. 1 Reproductive behavior of *Pseudanthias pleurotaenia* in captivity.

A : The male (right) approaches the female (left) and fully spreading all of its fins, B : Male courtship is discontinued if the female shows no reaction, C : The male (below) nuzzles and pushes his snout against the belly of the female (above) and ascends to the surface of the water, D : The pair of fish reach a level of about 10 cm below the surface of the water and released eggs and sperm simultaneously.

は、全体が鮮やかなピンク色に変化し、頭部の赤色帯や腹部の桃色斑紋が鮮明になる。一方、雌の体色斑紋はほとんど変化しない (Fig. 1A)。雄の求愛を雌が避けると、雄の求愛はその場で中断される (Fig. 1B)。その後雄の求愛が数回繰り返されて、雌がこれに応じると、雄は雌の腹部に吻端を接触させて水面に向かって押し上げるように上昇する (Fig. 1C)。この上昇の行動が数回繰り返された後、雌雄は水面下約10cmに達した時点でともに体を反転して腹部を揃え、放卵・放精する (Fig. 1D)。雄 (A) は雌3尾 (B, C, D) 全ての個体に対して毎日同時間帯に求愛と放精を繰り返した。各雌1尾は毎日1～4回産卵した。

2. 卵・仔魚の形態と発生

1) 受精卵の形態と発生

受精卵は無色透明の球形分離浮性卵で、卵径0.67

～0.70mm。卵黄中に径0.10～0.12mmの油球1個がある。卵膜腔は狭く卵膜表面に特殊な構造はない。卵黄表面に微細なしわ構造が認められる。飼育水温28.0℃で受精15時間後に最初の孵化が始まり、その後30分以内にすべての卵の孵化が終了した。

2) 仔魚の形態

孵化直後の仔魚は、全長1.21～1.29mmで、卵黄を含む全長は1.53～1.61mm。卵黄は大きく長卵形で、その約1/4が頭部より前方に突出する。卵黄長径0.92～0.94mm、短径0.54mm。卵黄前端には、径0.15～0.16mmの油球1個がある。筋節数13+12=25。口および肛門は開いていないが、肛門は体前端より全長の約2/3に位置して、卵黄後縁に接する。頭部に2個、体背面に6～7個、消化管上に1個の樹枝状黒色素胞が認められるほか、油球上にも3～4個の黒色素胞が認められる。膜鰭上には多数の顆粒状構造物が認められる (Fig. 2A)。

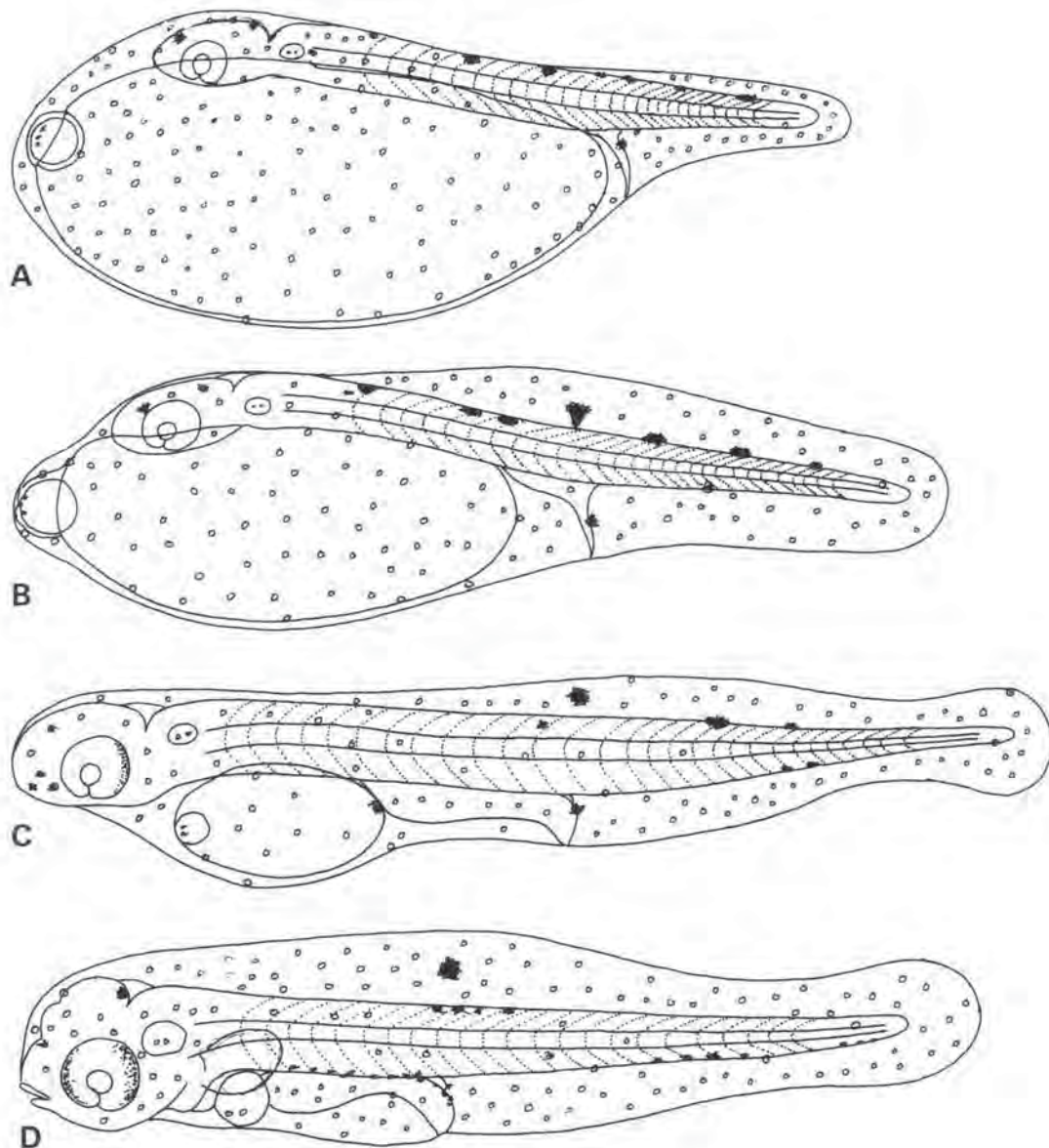


Fig. 2 Early larvae of *Pseudanthias pleurotaenia*.

A : Newly hatched larva, 1.29 mm in total length. B : Early larva 6 hrs after hatching, 1.88 mm.
C : Early larva 1 day, 2.15 mm. D : Early larva 2 days, 2.19 mm.

孵化6時間後、全長1.84~1.88mmで、卵黄を含む全長は1.96~2.06mm。筋節数11+16=27。体背部の黒色素胞は第4番目（第8筋節上）のものが大きく膜鰭上に伸長する。新たに尾部腹面にも黒色素胞が1個出現する（Fig. 2B）。

孵化1日後、全長2.10~2.15mm、筋節数12+14~16=26~28。卵黄の吸収が進み、長径0.44~0.58mm、短径0.25~0.29mmとなり、その先端は吻端より後方に位置する。孵化6時間後に背膜鰭に拡張した体背面の黒色素胞は完全に膜鰭上に移動して背膜鰭上に独立して存在する。眼にも少数の点状黒色素胞が出現し黒化が開始される（Fig. 2C）。

孵化2日後、全長1.88~2.19mm。筋節数8+14=22。口と肛門が開口し、胸鰭が形成される。眼の点状黒色素胞が増加する。また消化管上の黒色素胞が数を増す（Fig. 2D）。

仔魚の飼育は最長で孵化3日後にとどまった。孵化3日後の仔魚の形態は孵化2日後とほとんど同様であった。

3. 性変換実験

1) 性変換の実験経過と結果

繁殖行動の観察は前述の雄1尾（A）と雌3尾（B、

	1995					
	Apr.		May		June	
	~ 27		~ 11	~ 15	~ 20	~ 29 ~ 14
A	♂ →		♂ (-)			
B	♀ →		♀ →	♂ →	♂ →	♂ → ♂ (f)
C	♀ →		♀ →	♀ →	♀ →	♀ → ♀
D	♀ →		♀ →	♀ →	♀ →	♀ → ♀

Fig. 3 Process of protogynous sex change related reproduction in *Pseudanthias pleurotaenia* in captivity.

♂ ♀ : Male and female releasing gametes, ♂ ♀ : Male and female without releasing gametes, (-) : Removal, (f) : fixation.

C, D) の組み合わせで行なったが、繁殖行動の観察は1995年5月11日に終了して、雄(A)を水槽内から取り上げて、残る雌の性変換誘導実験を開始した。

雄を取り上げた4日後の5月15日に、残る雌のうちの最大個体Bが雌CとDに対して雄としての求愛行動を行なうのが観察された。

雄を取り上げた9日後の5月20日には、個体Bが雄、個体CとDが雌としての繁殖行動を示し、雌の産卵も確認された。ただしこの時点での卵は未受精であった。BとC, Dによる繁殖行動はその後毎日繰り返し行なわれた。そして、雄Aを取り上げた18日後の5月29日には産出卵の受精も確認され、個体Bは雌から雄に変換して雄として機能していることが確かめられた。つまり、個体Bは、雄の不在をきっかけとして性変換が開始され、雌として最後に産卵してから18日後には生殖腺の変換が完成し、雄として機能したことになる (Fig. 3)。

2) 体色斑紋の変化

本種は雌雄で体色斑紋が著しく相違する (益田ほか, 1984)。雌の体色斑紋は黄赤色で、眼から2本の淡白色線が尾柄下方まで走る (Fig. 4A)。一方、雄の体色斑紋は赤紫色で、体側の前方部に大きな正方形の赤紫色の斑紋があるほか、眼から2本の赤紫色斜線が胸鰭基底をとおり尾柄下方まで縦走する。また胸鰭を除く各鰭の縁辺部は輝青色である (Fig.

4E)。

上記性変換個体(B)の雌相から雄相への体色斑紋の変化の過程を述べる。雄を取り上げてから10日後までは目立った変化は見られない (Fig. 4B)。しかし、15日後には体側前方部に小規模な赤紫色斑が現れ、20日後には体色全体も赤色が増す (Fig. 4C)。26日後には体側の赤紫色斑もかなり明瞭になり、眼から尾柄部に達する2本の線も赤紫色となる。胸鰭を除く各鰭の縁辺部の輝青色も明瞭になる (Fig. 4D)。28日後には体側の斑紋も明瞭になり雄の体色を備えるに至る (Fig. 4E)。

3) 生殖腺の組織観察

行動観察の結果、雌から雄に性変換したことが確かめられた個体(B)の生殖腺の組織観察を行なった。性変換後に雄として最初に機能してから16日後の1995年6月14日に固定して (Fig. 3)、生殖腺組織標本を観察した結果を述べる。生殖腺は精巣であり、実質部は精子までの雄性生殖細胞の包囊で占められ、周縁部には輸精管 (輸精管系) が多数認められ、内部には精子が充満していて機能状態にあることがわかる。ただし、生殖腺実質部中央には卵巢腔由来の腔所が認められ、卵巢から変化した精巣であることが裏付けられた (Fig. 5)。

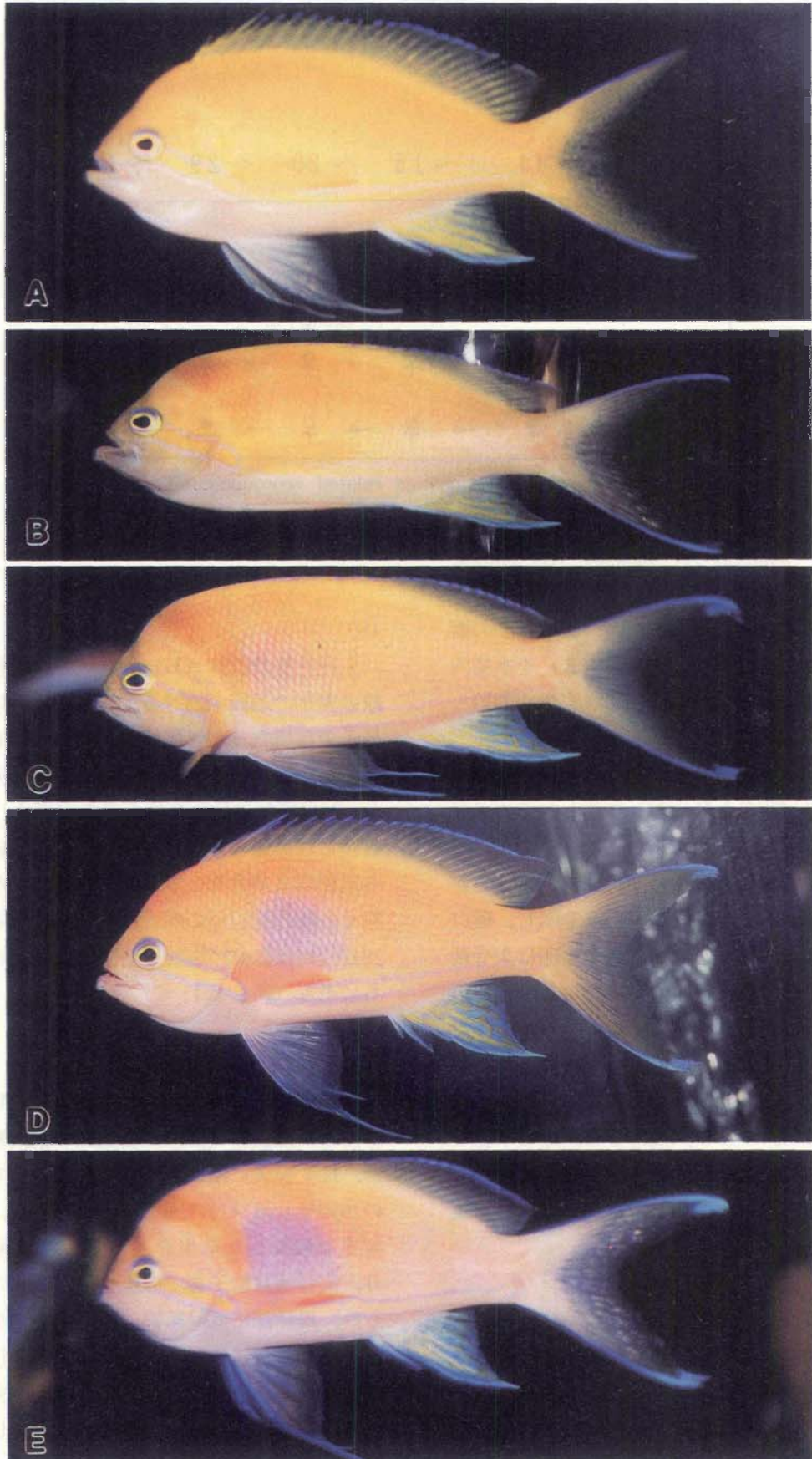


Fig. 4 Change from the initial to the terminal color phase in the protogynous sex change in *Pseudanthias pleurotaenia*.

A: Initial color phase (functional female), B~D: Color phases during transition, E: Terminal color phase, C~E: Functional male. The same individual (Fish B) is shown in photos A~E.

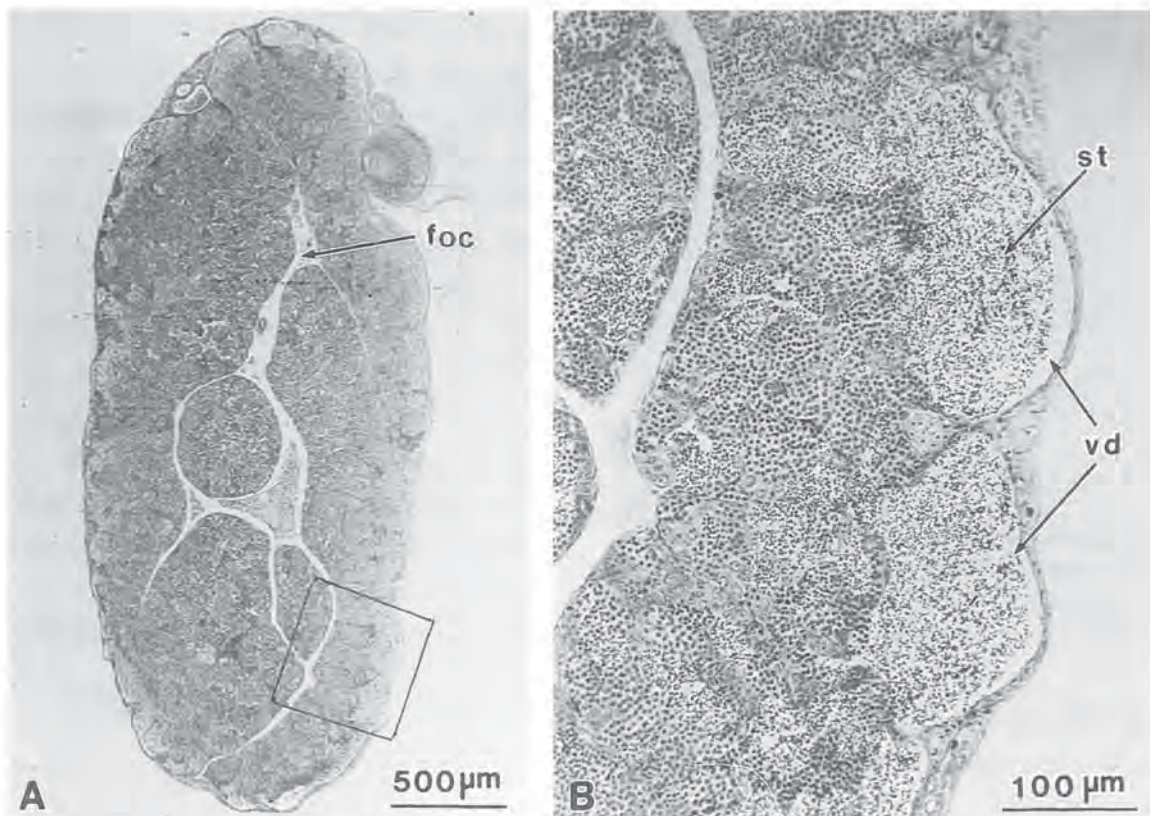


Fig. 5 Photomicrographs of the functional testis (Fish B) after sex change from ovary to testis in *Pseudanthias pleurotaenia*.

A: Overall photograph, B: Details of the demarcated area of A. foc: former ovarian cavity, vd: vas deference, st: spermatid.

論 議

本属の卵・仔魚の形態に関する報告は、キンギョハナダイ(鈴木ほか, 1978), ナガハナダイ, ハナゴイ, アカネハナゴイ(SUZUKI, 2001)の4種について参照することができた。また、近縁のサクラダイ属サクラダイの報告(鈴木ほか, 1974)についても併せて本種と比較してみたい。

受精卵はいずれも無色透明の球形分離浮性卵で、卵膜腔はせまい。本種に見られた卵黄表面のしわ状構造がキンギョハナダイにも認められる(鈴木ほか, 1978)。卵径はキンギョハナダイが0.65~0.67 mm, ハナゴイ, 0.58~0.63 mm, アカネハナゴイ, 0.60~0.63 mm, およびナガハナダイ, 0.67~0.70 mmで、本種も上記の本属3種とほぼ同様な大きさの0.67~0.70 mmで、卵の大きさが知られる海産魚類としては小型卵に属することが確かめられた。なお、サクラダイ属のサクラダイでは本属よりもやや大きく、0.78~0.80 mmである(鈴木ほか, 1974)。

本種の孵化直後の仔魚の形態も、キンギョハナダイを含む本属3種およびサクラダイ属サクラダイと

よく似る。つまり、孵化時には口も肛門も未開口の未発達な仔魚で、卵黄が大きく、その先端が吻端より前方に突出すること、1個の油球が卵黄の先端部に位置すること、黒色素胞が油球上、頭部、体背面および消化管上に存在することなどの点で酷似する。また、膜鰭上に多数の顆粒構造が見られる点も上記4種と共通する(Fig. 6)。これらの形質が本属に共通した特徴と判断されるが、さらに近縁のサクラダイ属とも多くの共通点を有し、仔魚の形態からは両属の識別は難しい。

本属には普遍的に雌性先熟の雌雄同体現象が知られている(FISHELSON, 1975; HEEMSTRA, 1973; POPPER and FISHELSON, 1973; 鈴木ほか, 1978; 余吾, 1985)。

本研究の結果、本種にも、同様な雌雄同体現象が確認された。しかも、本研究では既往の報告で確認されていない同一個体の雌から雄への性変換の様子を、行動と体色斑紋の連続変化として観察記載することができた。それによると優位な1尾の雄の不在をきっかけに、18日後には生殖腺が卵巣から精巣への変換を完成し(同時に繁殖行動を行った雌の産出

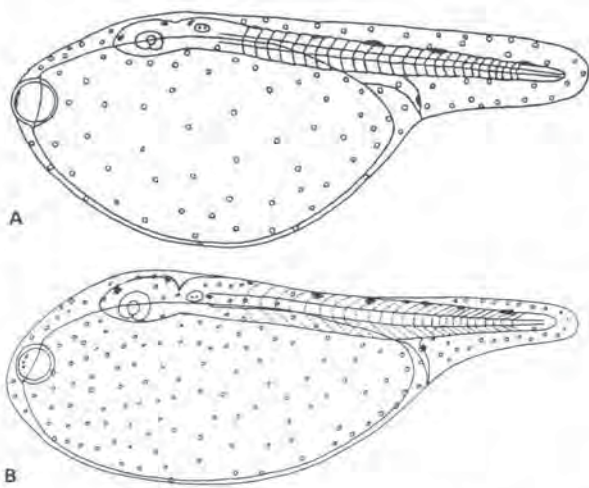


Fig. 6 Comparisons of larval characteristics in newly hatched larvae of different *Pseudanthias* species.
A: *P. squamipinnis* (after Suzuki et al., 1978), B: *P. pleurotaenia* (present study).

卵の受精確認), 体色斑紋についても雌相から雄相への変化の完成は生殖腺の変換にやや遅れて28日後にほぼ完成することが確認された。つまり体色斑紋の変換の完成に先行して, 生殖腺の変換の完成が認められた。これと同様の観察はキンチャクダイ科数種でも確認記載されている(日置, 1992)。つまり, ある程度の外見上の雄相が獲得できれば, 群中での優先雄としての地位や繁殖行動を行う上で有効であり, それよりも生殖腺の変換を先行して, より早く機能的になることが個体の繁殖成功度を高める戦略上有利であると考えられる。

本研究では同一水槽内に複数の雄を同居させると, そのなかの1尾の優先雄がそれ以外の雄を激しく攻撃するため, 複数の雄の同居飼育は不可能であった。しかし, 本種が比較的多く生息する沖縄本島周辺の生息状況は, 主として水深20~35m付近の海底に20~30尾で群れを作り, その群中には2~5尾の複数の雄が存在するという(亀井良昭および梶原 啓からの私信)。また, 同属のキンギョハナダイでは一つの群れを構成する個体数が本種よりも多く, 本種よりも浅い海底に数百~数千尾の個体で大群を作って生活することが報告されている。そして, その群れの中には雌5~20尾に対して, 雄が1尾の割合で存在するとされる(鈴木ほか, 1978; 余吾, 1985)。つまり, 自然界では両種ともに, その群中に複数の雄が存在することが確かめられている。また鈴木ほか(1978)によれば, キンギョハナダイは容積3.7m³の水槽内観察で, 当初19尾の雌のみに

よる飼育実験を開始したところ, つぎつぎに複数の個体が雄に性変換し, 複数の雄が存在できることを確認している。このような点から, 本報告の実験で雄が複数個体同居できなかった理由としては, 今回使用した実験水槽がキンギョハナダイ(鈴木ほか, 1978)のそれに比べて狭小であったことが考えられる。上記の自然界での報告から判断すれば, 本種の場合も, より大きな水槽を使用すれば複数の雄の存在が可能であることも考えられる。この点に関してはキンギョハナダイの実験水槽よりもさらに大型の容積約5m³の水槽を使用して行なわれた, キンチャクダイ科2種での実験で, 同一水槽内に複数の雄の存在が不可能であった結果とは相違する(鈴木ほか, 1979)。つまり, 本属の2種ではキンチャクダイ科に属する種とは相違して強固なハレムは形成されないものと考えられる。

謝 辞

本研究を行なうにあたり, 有意義な助言を賜った東海大学海洋研究所教授 鈴木克美博士に深謝する。東海大学社会教育センター学芸文化室学芸課(旧水族課)学芸員小林弘治博士をはじめとする諸氏には観察に協力いただいた。厚く御礼申し上げる。

引用文献

- FISHELSON, L. (1975) Ecology and physiology of sex reversal in *Anthias squamipinnis* (PETERS) (Teleostei: Anthiidae). *Intersexuality in Animal Kingdom*, Springer-Verlag, 284-294.
- HEEMSTRA, P. C. (1973) *Anthias conspicuus* sp. nova (Perciformes: Serranidae) from The Indian Ocean, with comments on related species. *Copeia*, 1973 (2), 200-210.
- 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, 244p.
- 益田 一・尼岡邦夫・荒賀忠一・上野輝彌・吉野哲夫 (1984) 日本産魚類大図鑑。東海大学出版会, 東京, 466p., 387pls.
- POPPER, D. and L. FISHELSON (1973) Ecology and behavior of *Anthias squamipinnis* (PETERS, 1855) (Anthiidae, Teleostei) in the coral habit

- of Eilat (Red Sea). J. Exp. Zool., **184**, 409-423.
- SUZUKI, K. (2001) Early life stages in three Japanese anthiine fishes (Serranidae: Teleostei). Sci. Rep. Mus. Tokai Univ., **3**, 115-122.
- 鈴木克美・日置勝三・田中洋一・岩佐和裕 (1979) 水槽内で観察されたタテジマヤッコ *Genicanthus lamarck* 及びトサヤッコ *G. semifasciatus* の産卵習性・卵・仔魚及び性転換. 東海大学紀要海洋学部, **12**, 149-165.
- 鈴木克美・小林弘治・日置勝三・坂本隆志 (1974) 駿河湾におけるサクラダイ *Sacura margaritacea* の生態. 魚類学雑誌, **21**(1), 21-33.
- 鈴木克美・小林弘治・日置勝三・坂本隆志 (1978) 駿河湾におけるキンギョハナダイ *Franzia squamipinnis* の生態. 魚類学雑誌, **25**(2), 124-140.
- 余吾 豊 (1985) 雌性先熟性魚類 3 種の性成熟と産卵生態に関する研究. 九州大学農学部附属水産実験所報告, **7**, 37-83.

イソギンポ科2種の繁殖と卵・仔魚

—フタイロカエルウオ・ハナダイギンポ¹⁾

鈴木 宏 易²⁾・石 田 恵里佳³⁾・大 橋 三 保³⁾

Reproductive Behavior, Eggs and Larvae of Two Blennioid Fishes, *Ecsenius bicolor* (DAY) and *E. midas* STARCK, in the Aquarium¹⁾

Hiroyasu SUZUKI²⁾, Erika ISHIDA³⁾ and Miho OHASHI³⁾

Abstract

Reproductive behavior, eggs and larval development in two blennioid fishes, *Ecsenius bicolor* (DAY) and *E. midas* STARCK, were observed in the aquarium of Marine Science Museum, Tokai University. In *E. bicolor*, plural males and females were reared in a single aquarium as the parent fish for the present study. Among their courtship and reproductive behavior, they fought with one another and the most dominant males and females survived and were successful in reproducing, while the other fish did not succeed in reproducing their gametes and then died. Reproductive behavior began around the time of sunrise of each days of their reproductive season. Fertilized eggs were adhesive, demersal and rather depressed ovoid in shape, measuring 0.78-0.81mm×0.73-0.77mm in diameter. Several oil globules were contained in the yolk sac. Hatching took place 187 hours 10 minutes after fertilization at a water temperature of 28.0°C. The newly-hatched larvae measured 2.46-3.35mm in total length and had a small yolk. The larvae reared for 16 days after hatching. Reproductive behavior of *E. midas* began before and after sunrise. This species reproduced their gametes between one male and plural females. Fertilized eggs were adhesive, demersal and rather depressed ovoid in shape, measuring 0.68-0.71mm×0.58-0.70mm in diameter. The fertilized eggs of *E. midas* were mostly identical in shape to those of *E. bicolor*. Hatching took place 158 hours 7 minutes after spawning at a water temperature of 27.0°C. The newly-hatched larvae measured 2.57-3.20mm in total length and had a small yolk. The shape of the larvae were observed for 17 days after hatching. Similarity or dissimilarity in known blennioid larval characteristics studied are discussed.

緒 言

フタイロカエルウオ *Ecsenius bicolor* (DAY) とハナダイギンポ *E. midas* STARCK は、ともにイソギン

ポ科に属し、インド・西太平洋の熱帯域に分布する。うち前者はサンゴ礁およびその内側の浅海底に生息し、付着藻類を主食としている。本邦では琉球列島沿岸から知られる。後者はサンゴ礁の斜面や潮通し

¹⁾東海大学海洋科学博物館研究業績 No.192

Contributions from the Marine Science Museum, Tokai University, No.192

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 424-8620, Japan

³⁾東海大学海洋学部 424-8610 静岡県清水市折戸3-20-1

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

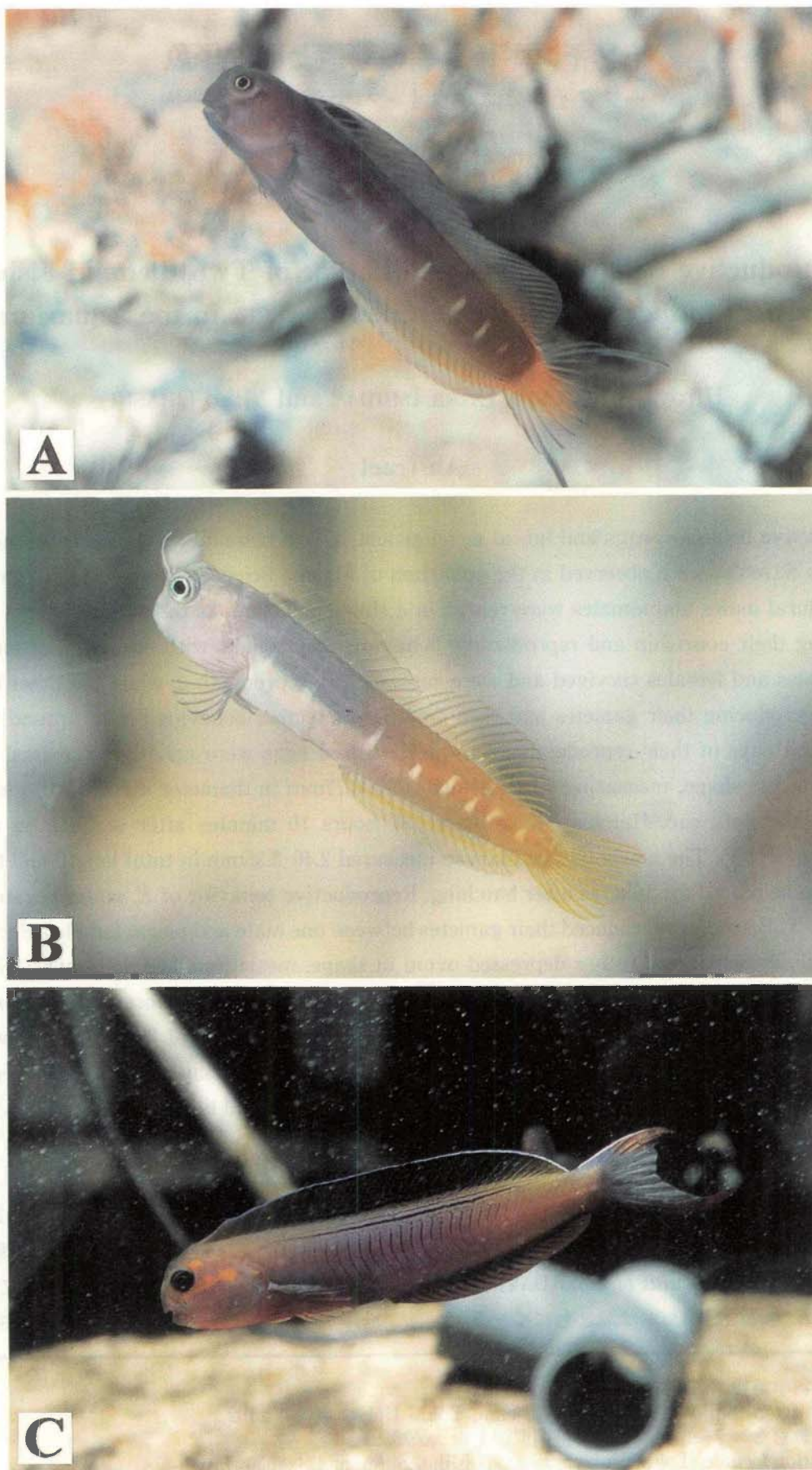


Fig. 1 Parent fish of *E. bicolor* (A : male, B : female) and *E. midas* (C : sex-unknown) in captivity.

の良い水路に生息し、ときにキンギョハナダイ *Pseudanthias squamipinnis* (PETERS) などの群に混泳する遊泳種で、プランクトン食性である。本邦では西表島から知られる (藍澤, 1993, 1997; SPRINGER, 1988)。

フタイロカエルウオの求愛・産卵行動についてはすでに水槽内での観察に基づく詳しい報告がある (WICKLER, 1965)。しかし、この報告では配偶システムについては触れられておらず、卵・仔魚の記載も断片的なものでしかない。一方、ハナダイギンボについての繁殖習性や卵・仔稚魚に関する報告はない。

著者等はこれら2種の親魚を水族館の水槽で飼育して繁殖習性を観察し、受精卵から後期仔魚までの形態についても記載ができたので報告する。また、既知の本科魚類の繁殖習性と卵・仔魚との比較検討を行った。

材料と方法

1. 親魚入手と飼育観察方法

フタイロカエルウオ 研究に使用した親魚は1997年1月25日と同年3月20日に熱帯魚商を通じて購入した合計14尾 (雄3尾, 雌5尾, 雌雄判別不明6尾) である。本種の成魚の雄は雌に比べてやや大きく、尾鰭上下両端の各1軟条が糸状に伸びている (藍澤, 1993) (Fig. 1A, B)。そこで、繁殖期間における個体間の相互関係を調べるため同年3月20日に、雄A, Bの2尾と雌C, D, Eの3尾および比較的小型で性別不明F, G, H, I, J, Kの6尾, 合計11尾を自然光の入る実験室内に設置した容量約430ℓ (60×120×60cm) の透明アクリル水槽 (No. 1 水槽とする) に収容した。また、同日にこれとは別に求愛・産卵行動を観察するために雄a (81.9mm TL) と雌b (64.3mm TL), c (64.1mm TL) の2尾, 合計3尾を容量約180ℓ (60×60×50cm) の透明アクリル水槽 (No. 2 水槽とする) に収容して観察を開始した。

ハナダイギンボ 研究に使用した親魚は、1997年6月7日に熱帯魚商を通じて購入した12尾である。本種も6尾づつをフタイロカエルウオの研究に当てたのと同じ実験室内に設置した容量約180ℓ (60×60×50cm) の透明アクリル水槽2個 (No. 5, 6 水槽とす

る) に収容して観察を開始した。本種の成魚は外見上の雌雄差が明確でないため (Fig. 1C), 予め雌雄を分けることはできなかったが、観察の途中でNo. 5 水槽は雄2尾 (117.2mm TL, 107.2mm TL) と雌4尾 (1尾は82.0mm TL, 他は不明), No. 6 水槽は雄3尾と雌3尾であったことが判明した。

水槽はすべて底面濾過方式とし、水温は27～28℃の範囲になるように設定した。また、水槽内にshelter兼産卵巣として市販の塩化ビニール製T字型パイプ (内径4cm, 11.5×8.0cm) をNo. 1 水槽に5個, No. 2 水槽に2個, No. 5, 6 水槽に各4個設置し、ガラス越しの目視観察と写真撮影によって繁殖行動を記録した。

2. 卵・仔魚の観察と飼育

産卵終了を確認した直後に、卵群が産着された産卵巣を飼育水とともに取り出し、プラスチック容器 (10ℓ) へ移入して卵内発生の過程を観察した。受精卵の飼育水は毎日1回2ℓずつ換水し、常時エアストーンを用いて適当な通気を行った。水温は親魚の飼育水と同じく27～28℃に維持した。受精卵は顕微鏡下で発生を確認しつつ写真撮影と各発達段階を記録した。卵内発生の観察に使用しない産出卵群は仔魚が孵化するまで親魚の保護に任せ、孵化予想日の日没前に水槽に暗幕をかぶせて、飼育水の循環を停止して仔魚の孵化を待った。孵化終了確認後、孵化仔魚の走光性を利用して、ハンドライトを水槽上部から照射し、光束内に謂集した仔魚をビニールホース (内径7mm) を利用したサイフォンで、飼育水とともにポリカーボネイト水槽 (30ℓ) に移して仔魚の飼育を継続した。仔魚飼育用の水槽は、水温の急変を避けるために、水温28℃に設定された5000ℓ容量のFRP水槽に浮かべてwater-bath方式とした。多数の仔魚が同時に孵化した場合は、上述と同一方法でより大型のポリカーボネイト水槽 (100ℓ) に収容したが、この場合はwater-bath方式とはせず、水温調節のために200Wヒーター1本を使用した。飼育水はいずれの場合も止水とし、弱い通気を行った。水槽底部のゴミや死魚は一日おきに除去し適宜換水を行った。餌料には、培養したS型シオミズツボワムシを使用した。また、飼育水には餌料維持のために市販の冷凍クロレラを少量添加した。

仔魚の観察は、必要数を適宜採取し、顕微鏡下で

描画装置による記載と写真撮影を行った。

結 果

1. フタイロカエルウオの繁殖

1) ペアの形成過程

本研究のため用意した親魚14尾のうち、雄A, Bの2尾と雌C, D, Eの3尾および性別不明の個体F, G, H, I, J, Kの6尾、合計11尾を1997年3月20日にNo.1水槽に収容して、本種の個体の相互関係とペア形成過程の観察を行った。収容個体の全長はAが最も大きく、以下アルファベット順にKが最も小さかった。飼育開始の翌日から個体相互間の激しい闘争が見られた。雄Aは雄Bと雌D, Eおよび性別不明のF~Kを攻撃し、雄Bは雄Aの攻撃を受ける一方、雌D, Eおよび性別不明のF~Kを攻撃した。ただし、雌Cは雄A, Bのいずれからも攻撃を受けることはなかったが、雌D, Eおよび性別不明のF~Kを攻撃した。また、D~Kの個体はいずれも全長の大きい優位な個体の攻撃を受ける一方、全長の小さい劣位な個体を攻撃した。

飼育開始から16日後の4月5日に、雄Aと雌Cによる産卵が初めて観察された。以後8月20日までの4ヶ月半の間に雄Aと雌Cの産卵が15回観察され、このうち6回は受精卵が確認された。上述の個体相互間の闘争の結果、観察期間中に全長の大きい優位

な個体による攻撃によってF~Kは小型個体から順次死亡していった。なお、観察期間中に雄2尾のうちのBは一度も繁殖に関わることはなく、雌3尾のうちDはガラス面に未受精卵群を1回、Eは未受精卵群を2回と受精卵群を1回産卵した。すなわち、雄Aは雄Bと雌D, Eを雌Cは雌D, Eを攻撃することによって、より劣位な個体の繁殖への参加を抑制していたように見受けられた。8月20日に産卵中の雄A, 雌CをNo.3水槽へ移動し、一方で雄Bと雌D, EをNo.4水槽(No.3, No.4水槽共にNo.2水槽と同形・同容量)へ移動したところ、No.3水槽では移動8日後の8月28日に産卵が再開され、以後観察を終了した10月7日までの40日間に10回の繁殖が行われた。一方、No.4水槽では、移動6日後の8月26日に雌Eが雄B, 雌Dの攻撃を受けて死亡し、移動13日後の9月2日に、雄Bと雌Dによる最初の繁殖が観察された(Fig. 2)。以後雄B, 雌Dによって10月7日までの35日間に8回の繁殖が行われた。

2) 求愛・産卵行動

No.2水槽に収容した雄aと雌b, cの間では、水槽収容から91日後の1997年6月9日に雌bによる最初の産卵が確認された。その後雌bは魚病により死亡した8月1日までの約50日間に14回の産卵を行った。また、雌bが死亡した3日後の8月4日に雌cによる最初の産卵が観察され、以後観察を終了した10月6日までの63日間に12回の産卵が確認され、概

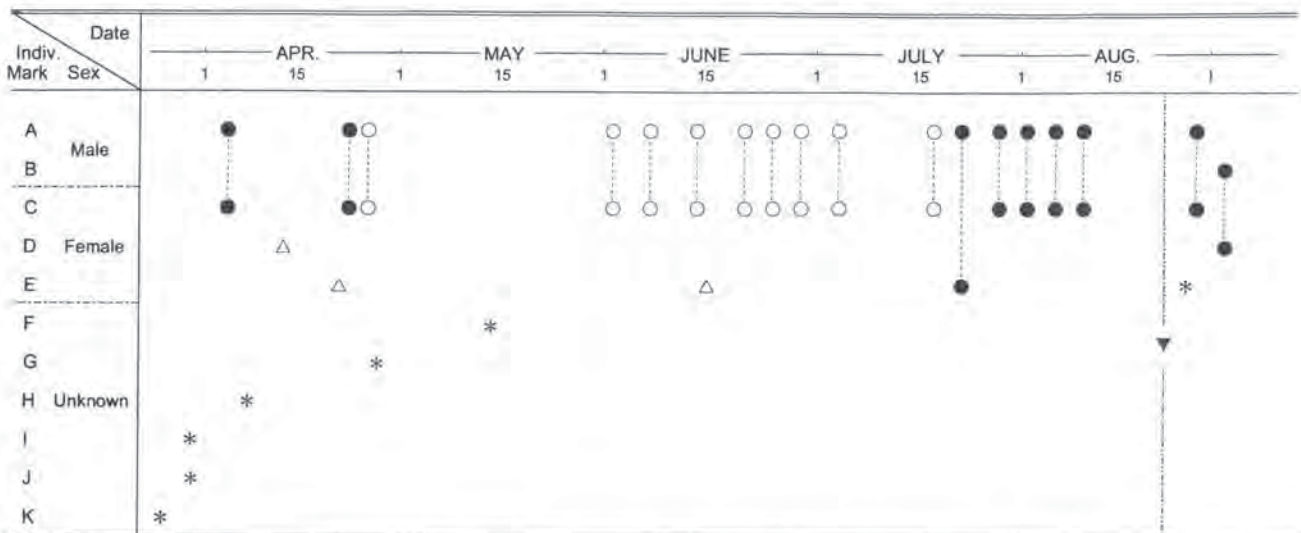


Fig. 2 Time and intervals of spawning in one reproductive duration of *E. bicolor* in captivity.

- : A male and a female released their gametes without fertilization.
- : A male and female succeeded their reproduction.
- △ : A female spawned her eggs alone. * : Died. ▼ : Remove to the other tanks.

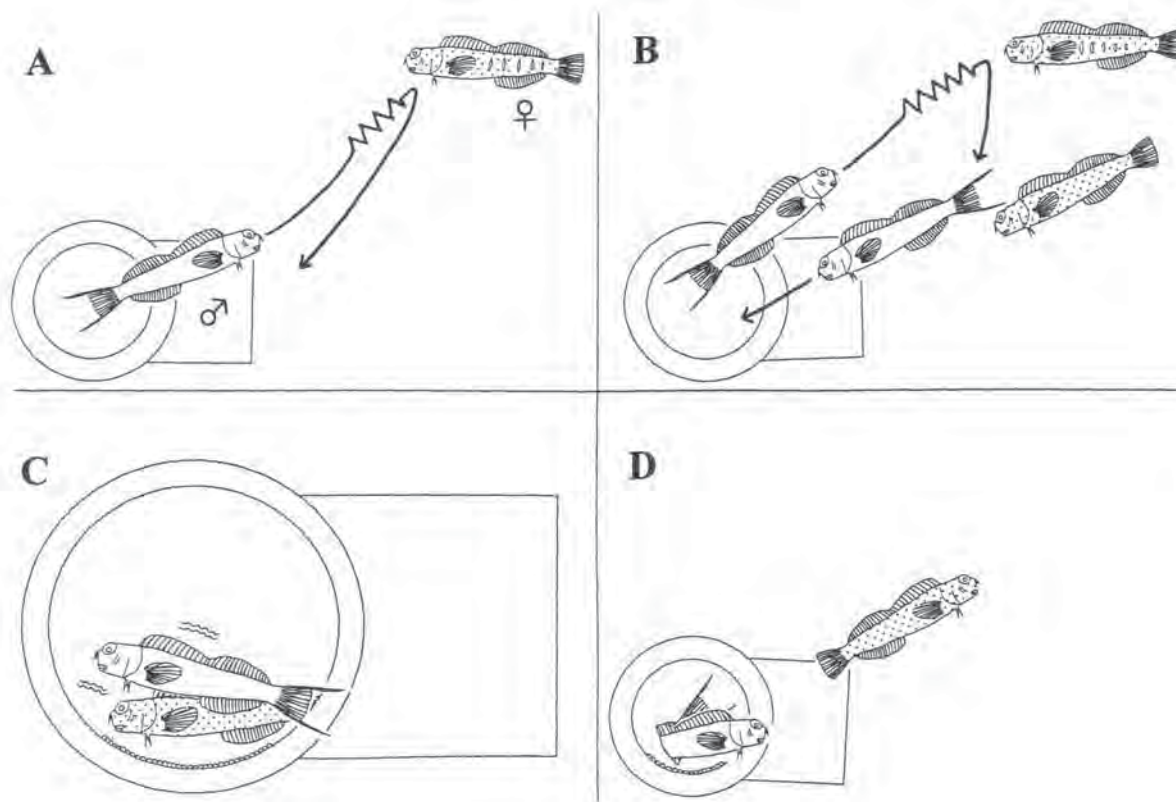


Fig. 3 Courtship behavior of *E. bicolor* in captivity.

A: The male approaches the female, moves his head up and down, and then returns quickly to his nest. B: The male courts the female to their reproduction in his nest. C: The two fish enter mutually into the nest and released eggs and sperms. D: Just after spawning, the male turns the female out and takes to protect up the egg mass.

ね以下の求愛・産卵行動が観察された。

雄は産卵巣として設置されたパイプ2個のうちの1個を占有して、あまり外に出ず、産卵巣に接近する他の個体を攻撃した。しかし、産卵当日の日出前後には、産卵巣外に出て雌に近づき、雌のそばで体を伸ばして全ての鰭を広げ、頭部を上下させた後に産卵巣に戻る求愛行動を行う (Fig. 3A)。求愛行動中は雌雄とも体側部に数本の白色横帯が出現する。雄の求愛に対して雌は当初無関心に見えるが、次第に雄について産卵巣に入るようになる (Fig. 3B)。雌は産卵巣への出入りを2～3回繰り返した後、産卵を開始する。なお、産卵前日の深夜から同一産卵巣に雌雄がともに入り休眠していた場合もあり、その際は産卵に先立って行われる雄の雌への求愛行動が省略されて産卵が行われた。産卵開始と同時に雌は突出して赤くなった生殖孔を産卵巣の内壁にこすりつけながら卵を一層に密に産着する。一方、雄は雌に寄り添い、時折体を震わせながら産着卵に放精を行う (Fig. 3C)。雌の産卵は約45分間ほとんど連続して続けられるが、産卵を一旦休止してしばらく

した後に再開したのが数例観察された。産卵は6時頃までに終了する。産卵終了直後、雄は雌を産卵巣から追い払い、産着卵群の保護を開始する (Fig. 3D)。卵保護中の雄は産卵巣からあまり外には出ず、それまでに比べて摂餌も消極的であった。

雄aと雌b、cの3尾での同居飼育中は、雄aは優位な雌bのみに求愛し、雌cに対しては攻撃するのみであったが、雌bの死亡後は雌cに対する求愛を行うようになった。

雄a、雌bおよび雄a、雌cによる合計26回の産卵間隔は、ほぼ規則正しく4日であった。1回の産出卵数は約250～400粒が計数された。産卵から孵化までの積算温度は、約192～227D°Cが計数されたが、中でも220～227D°Cに集中する傾向が見られた。

2. ハナダイギンポの繁殖

No. 5水槽では、水槽収容から20日後の6月27日に最初の産卵が確認され、観察を終了する10月7日までの103日間に、雄2尾と雌4尾による72回の繁殖

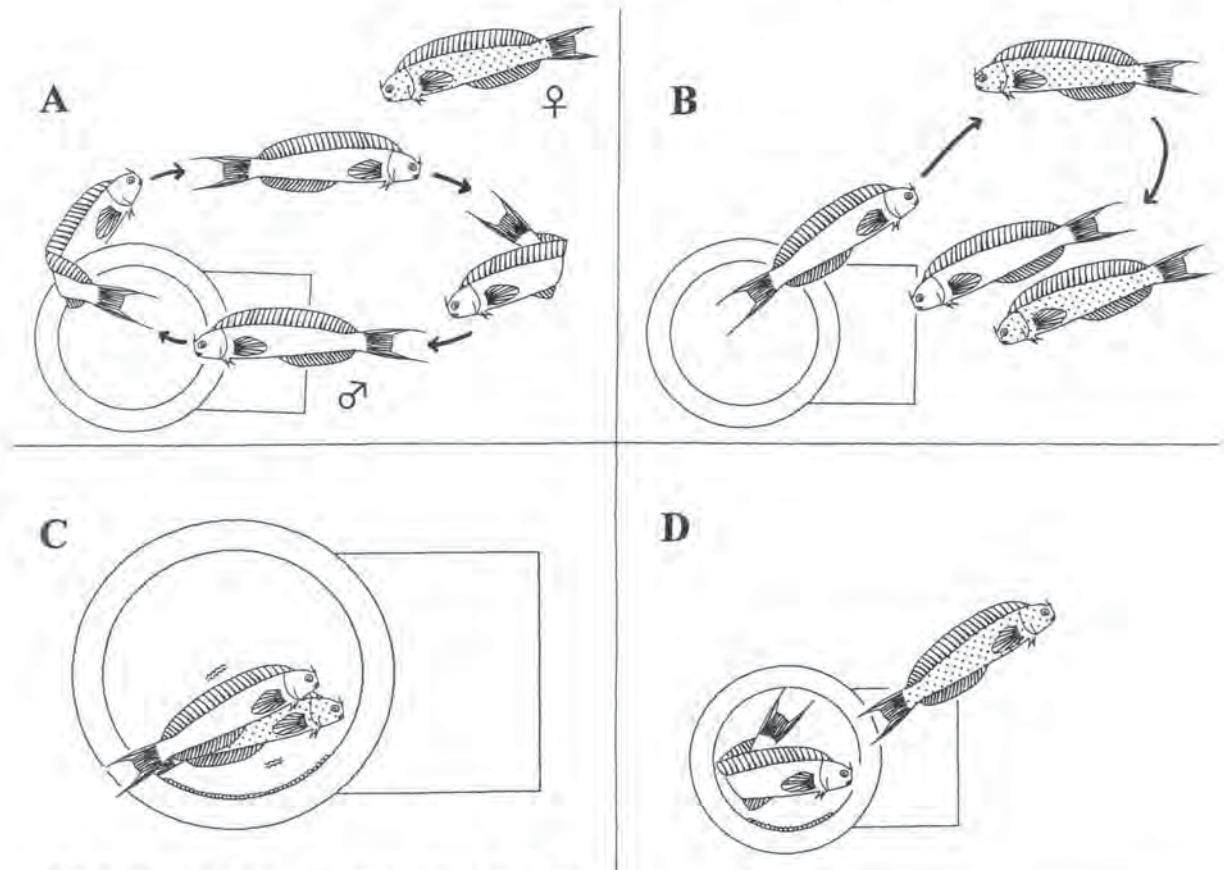


Fig. 4 Courtship behavior of *E. midas* in captivity.

A: The male circles around his nest and turns the other fishes out. B: The male approaches the female and courts the female to their reproduction in his nest. C: The two fish enter mutually into the nest and released eggs and sperms. D: Just after spawning, the male turns the female out and takes to protect up the egg mass.

が観察された。

2尾の雄はそれぞれに各1個のパイプを産卵巣として占有し、通常は他の個体が産卵巣へ侵入しようとすると、激しい駆逐行動を示した。しかし、この攻撃はフタイロカエルウオほど激しくはなかった。産卵当日の日出前後になると、雄は体の前半部が暗褐色で後半部が白化して、産卵巣の周囲を激しく泳ぎ回り (Fig. 4A)、産卵巣に接近する他の個体を追い払う。しかし、産卵間近と思われる腹部の肥大した雌が産卵巣に近づいた場合は、産卵巣の周囲を回って入巣するといった雌を産卵巣内に誘う求愛行動を行う (Fig. 4B)。そして、雄の求愛を受けた雌は雄につづいて産卵巣に入り、産卵巣への出入りを何度か繰り返したのち、産卵が始まる。通常、雄の求愛行動は、30分～1時間ほどであるが、雄が求愛行動を開始する以前の深夜から雌雄が同一の産卵巣に入っている場合もあり、その際は、雄が上述の求愛行動を省略してすみやかに産卵が行われる。雌は時折体の向きを変えながら卵を産卵巣の内壁に一層に密に

産み付けていく。一方、雄は雌に寄り添い、時折体を小刻みに震わせながら産着卵に放精を行う (Fig. 4C)。また、産卵中に他の雄が産卵巣へ接近すると、雄は放精を中断してこれを追い払い、産卵巣の周囲を激しく泳いだのち、入巣して放精を再開する。産卵は約35分間にわたってほとんど連続して行われるが、産卵を一旦休止してしばらく後に再開したのが9例観察された。産卵は7時頃までには終了する。雌の産卵が終了すると雄は産卵巣から雌を追い出し、単独で産卵巣内に留まって卵保護を開始する (Fig. 4D)。卵保護中でも給餌の際は、雄は産卵巣から出て活発に摂餌するのが観察された。

No. 5水槽では水槽収容当初から雄2尾の間で若干の闘争が行われ、繁殖に先立って優劣はすでに決まっていた。しかし、この2尾はそれぞれ別の産卵巣を占有して雌に産卵させていた。2尾の雄は個々に雌に対する求愛行動を行うが、2尾がともに求愛行動を開始する例も見られた。そして、求愛を受けた雌が劣位な雄の産卵巣に入った際は、優位な雄が

繁殖行動中の劣位な雄の産卵巣内に入り、雌に産卵させている劣位な雄を巣外に追い出して入れ替わり、放卵中の雌との繁殖を継続する。このとき、後から入巣した優位な雄はそれまでに劣位な雄が関与した産着卵群を食害する例も認められた。

最初の産卵から観察を終了するまでの103日間に、雄2尾と雌4尾との間で繁殖が見られたのは57日間で72回であった。今回の観察では本種の繁殖は常に雌雄一対で行われるとは限らず、雄1尾と雌複数尾による繁殖も確認された。すなわち、雌雄一対での繁殖が53回、雄1尾と雌2尾での繁殖が17回観察された。なお、後者の場合は、最初の雌が産卵を終了して産卵巣を出たのち、雄が別の雌に求愛行動を再開し、これに対して次の雌が産卵巣に入り産卵する場合は9回と最初の雌の産卵中に次の雌が産卵巣に入り込み雄1尾と雌2尾が同時に繁殖する場合は8回観察された。さらに、雄1尾が雌3尾と繁殖を行った例が2回あり、この場合は、最初の雌が産卵を終了して産卵巣から出たのち、雄は求愛行動を再開して第二の雌に産卵させ、第二の雌が産卵を終了して産卵巣から出た後、またも求愛行動を再開し第三の雌に産卵させた例が1回と、第二の雌の産卵中に第三の雌が産卵巣に入って同時に産卵する例が1回観察された。

雌の個体識別が困難であったため、雌各個体の産卵間隔は明確にできなかったが、通常は3～5日と見受けられた。

1回の産出卵数は、約200～300から約900～1000粒と幅が大きかった。産卵から孵化までの積算温度は、約135～218 $^{\circ}$ Cと計数されたが、このうちの60%は190～199 $^{\circ}$ Cであった。

3. フタイロカエルウオの初期生活史

1) 卵内発生

受精卵は、無色透明で長径0.78～0.81mm、短径0.73～0.77mm。動物極側がやや平坦な歪球形で、付着膜を有する付着沈性卵である。卵黄内には径0.15～0.16mmの大油球7～8個と、径0.03～0.13mmの小油球十数個が存在する。産卵巣における卵群は一層に産着される(Fig. 5A)。受精1時間15分後に最初の卵割が行われて2細胞期となる。2時間10分後、4細胞期。3時間8分後、8細胞期。その後約1時間ごとに卵割が進み、受精5時間50分後に桑

実期に入る(Fig. 5B)。7時間5分後、胞胚期。15時間5分後、囊胚期に入って陥入が開始される。18時間15分後、胚皮は卵黄の約1/2を覆う(Fig. 5C)。25時間40分後、胚口が閉鎖される。32時間15分後、胚体原基が形成される(Fig. 5D)。32時間40分後、眼胞が形成され、胚体の中央付近に3筋節が出現する(Fig. 5E)。35時間10分後、クッパー氏胞が形成されつつあり、眼胞内にはレンズが形成される。筋節数5(Fig. 5F)。38時間後、耳胞が形成される。筋節数8(Fig. 5G)。39時間5分後、卵黄表面に樹枝状黒色素胞が十数個出現する。筋節数10。40時間15分後、この時点でクッパー氏胞は消失している。47時間45分後、心臓は既に形成されており拍動が確認される。筋節数18。53時間25分後、眼の黒化が開始され、卵黄表面の樹枝状黒色素胞の数が増加する。胚体は伸長して卵内を3/4周する。小油球は相互に合一して大油球1個となる。筋節数23(Fig. 5H)。80時間55分後、胸鰭原基が形成される(Fig. 5I)。97時間15分後、胸鰭に樹枝状黒色素胞が数個出現する(Fig. 5J)。160時間後、開口が確認され、両顎先端に各1個の樹枝状黒色素胞が認められる。185時間25分後、胚体は活発に動く(Fig. 5K)。水温約28 $^{\circ}$ Cでは187時間10分後に最初の孵化が確認された。

2) 仔魚

孵化直後の仔魚は全長2.46～3.35mmで、長径0.20～0.21mm、短径0.18～0.20mmの卵黄を有し、その中央には径0.09～0.10mmの油球1個が存在する。眼はすでに黒化していて機能的と見られ、口と肛門は開いている。筋節数は9～10+22～25=31～34が数えられる。樹枝状黒色素胞が両顎の先端に各1個のほか前脳先端部、耳胞上部、耳胞上および卵黄上に各1個が見られ、第3～7筋節にかけての腹部背縁に5～6個、膜鰭を含む尾部腹縁に7～10個並ぶ。さらに胸鰭に数十個、消化管上部表面にも多数の黒色素胞が認められる。胸鰭は形成されているがそれ以外の鰭は膜鰭状を呈している(Fig. 6A)。仔魚は正の走光性を示し、自然光が差し込む側の水槽壁面に謂集する。また、外部刺激に反応して素早く逃避行動を示す。

孵化12時間後、全長2.95～3.17mm、筋節数8～10+24～26=33～34(Fig. 6B)。水槽内の表層から中層にかけて分散して浮遊し、僅かに遊泳力はあるものの逃避行動以外は積極的な遊泳行動は示さない。

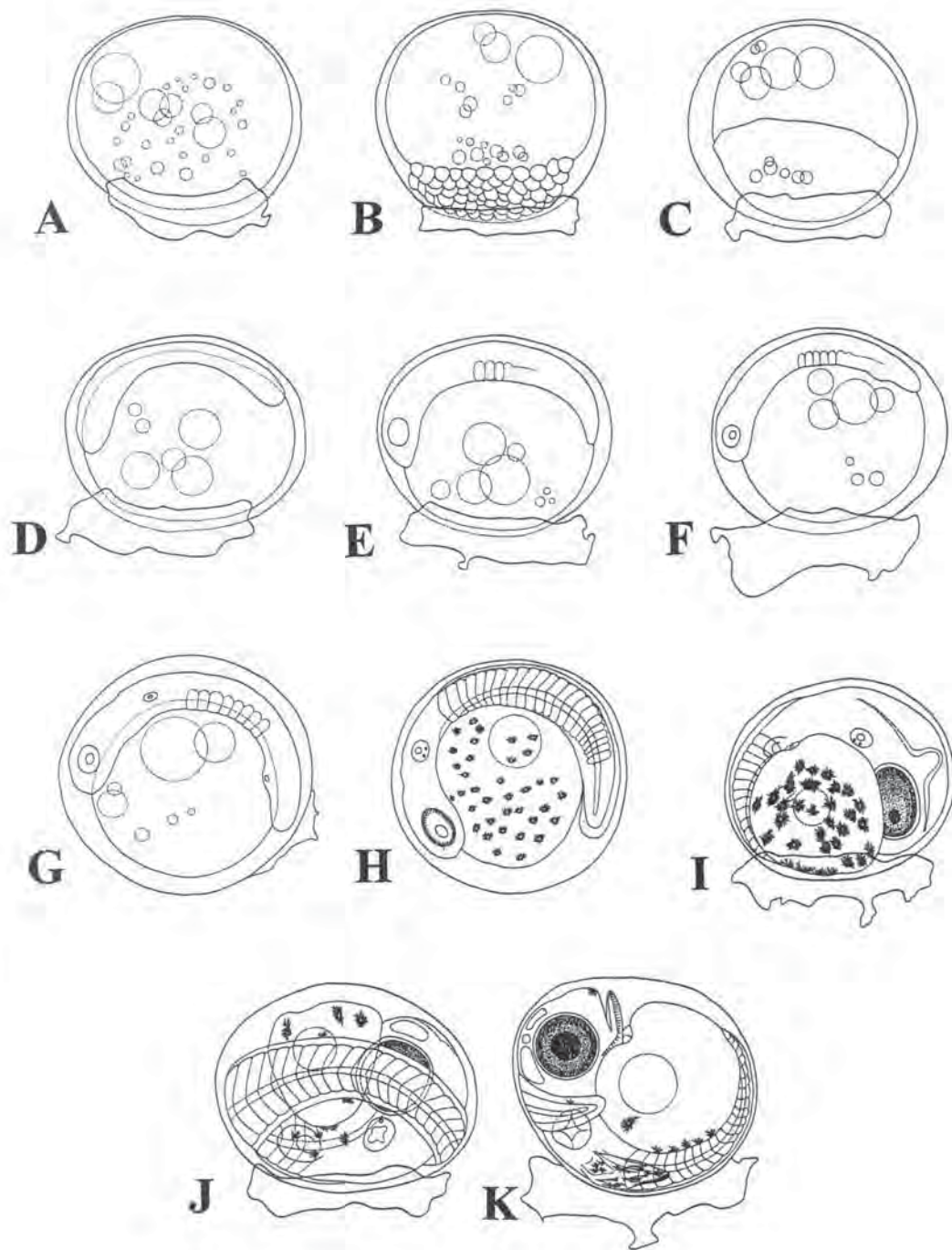


Fig. 5 Developing eggs of *E. bicolor*.

A : Just after fertilization, 0.81×0.77 mm in diameter. B : Morula stage, 5hrs. 50min., after fertilization. C : Metaphase gastrula stage, 18hrs. 15min. D : Formation of the embryonal body, 32hrs. 15min. E : 3-myotome stage, the optic vesicles appear, 32hrs. 40min. F : 5-myotome stage, lens appeared in the each eyes and the Kupffer's vesicle are formed, 35hrs. 10min. G : 8-myotome stage, the auditory vesicles appear, 38hrs. H : 23-myotome stage, several punctate melanophores appear on the eyes, 53hrs. 25min. I : Formation of rudimentary pectoral fins, 80hrs. 55min. J : Embryonal body markedly elongates and a few melanophores appear on pectoral fins, 97hrs. 15min. K : 2 hours before hatching, 185hrs. 25min.

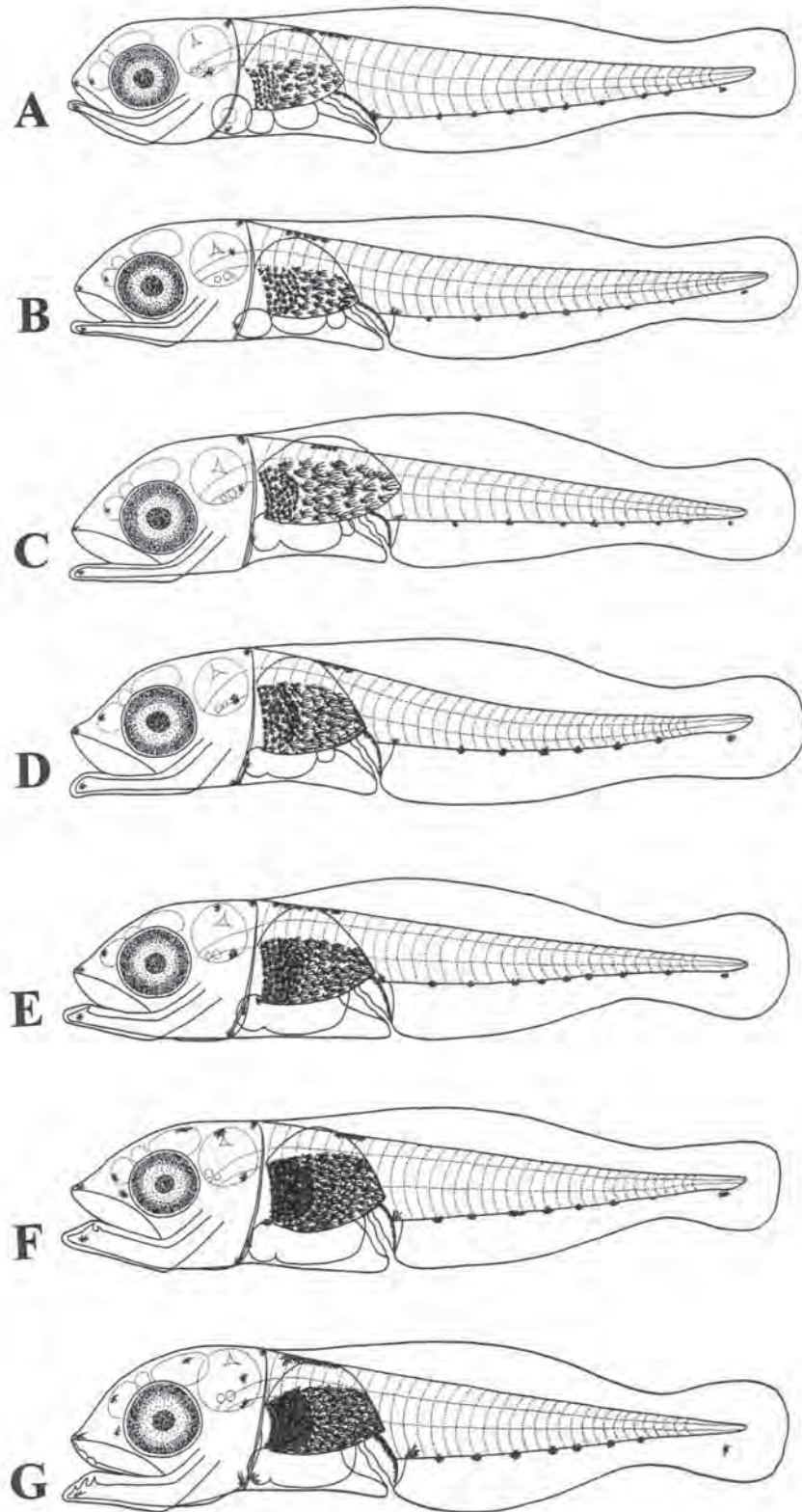


Fig. 6 Early and post-larvae of *E. bicolor*.

A : Newly hatched larva, 3.01mm in total length. B : Pre-larva, 3.17mm, 12hrs., after hatching. C : Post-larva, 3.18mm, 24hrs. D : Post-larva, 3.24mm, 3 days. E : Post-larva, 3.68mm, 5 days. F : Post-larva, 4.14mm, 12 days. G : Post-larva, 4.46mm, 16 days.

しかし、孵化直後には既に開口していたためワムシを投与したところ、摂餌の際に体を湾曲させて捕食する行動が観察された。その後の検鏡の結果、消化管内にワムシが確認された。

孵化1日後、全長3.05～3.21mm、筋節数9～10+23～25=32～35(Fig. 6C)。この時点で卵黄は吸収し尽くされて、後期仔魚期に入る。

孵化2日後、全長3.12～3.31mm、筋節数8～10+23～26=32～35。

孵化3日後、全長3.14～3.24mm、筋節数8～10+23～27=32～35。新たに肩帯下方表面に樹枝状黒色素胞が出現し、胸鰭表面の黒色素胞は増加している(Fig. 6D)。

孵化5日後、全長3.25～3.79mm、筋節数8～10+23～25=31～34。下顎先端に顎歯が1対形成される(Fig. 6E)。水槽内では、水面直下から水底付近まで一様に分布し、遊泳力も増している。

孵化12日後、全長3.82～4.14mm、筋節数9～10+24～26=34～35。下顎に顎歯2対が形成される(Fig. 6F)。この時点では弱い通気に対しても流されない程度の遊泳力をもつ。

孵化16日後、全長3.96～4.46mm、個体間で大きさに顕著な差が認められる。筋節数9～10+23～25=33～35。樹枝状黄色素胞が、鰓蓋表面に2個、耳胞表面と下顎に1個出現する。また、胸鰭の黒色素胞は更に増加し密に分布する。顎歯が下顎に3対、上顎に3対形成される(Fig. 6G)。

4. ハナダイギンポの初期生活史

1) 卵内発生

受精卵は、無色透明で長径0.68～0.71mm、短径0.58～0.70mm。動物極側がやや平坦な歪球形で、付着膜を有する付着沈性卵である。卵黄内には径0.21～0.23mmの大油球1個と、径0.03～0.08mmの小油球十数個が存在する。受精卵の性状は前述のフタイロカエルウオに類似する(Fig. 7A)。受精1時間8分後に最初の卵割が行われて2細胞期となる。2時間5分後、4細胞期。3時間9分後、8細胞期。5時間10分後には桑実期に入る(Fig. 7B)。6時間8分後、胞胚期。16時間49分後、囊胚期に入って陥入を開始する。18時間47分後、胚皮は卵黄の約1/2を覆う(Fig. 7C)。20時間25分後、胚口が閉鎖される。28時間47分後、胚体原基が形成される(Fig. 7D)。31時

間33分後、眼胞が形成され、胚体の中央部付近に4筋節が確認される(Fig. 7E)。34時間22分後、クッパー氏胞が出現するとともに、眼胞内にはレンズが形成される。筋節数6(Fig. 7F)。36時間22分後、卵黄表面に樹枝状黒色素胞が十数個出現する。筋節数10(Fig. 7G)。36時間47分後、耳胞が形成される。この時点でクッパー氏胞は消失する。筋節数11(Fig. 7H)。40時間22分後、既に心臓は形成されており拍動が確認される。尾部は卵黄表面から遊離する。筋節数21(Fig. 7I)。51時間47分後、眼の黒化が開始される。胚体は伸張して卵内を1周する。筋節数23。84時間42分後、胸鰭原基が形成される(Fig. 7J)。122時間17分後、開口が確認され、両顎先端に各1個の樹枝状黒色素胞が存在するほか、胸鰭にも樹枝状黒色素胞が数個確認される。この時点で油球は合一して大油球1個となる。157時間37分後、胚体は卵内で活発に動くようになる(Fig. 7K)。飼育水温約27°Cで受精約158時間7分後に最初の孵化が確認された。

2) 仔魚

孵化直後の仔魚は全長2.57～3.20mmで、長径0.18～0.20mm、短径0.13～0.16mmの卵黄を有し、その中央には径0.08～0.09mmの油球が1個存在する。既に眼は黒化していて機能的であるほか、口と肛門も開いている。筋節数10～13+27～30=37～43。樹枝状黒色素胞が卵黄表面に10個、第4～8筋節の腹部背縁の7～10個、膜鰭を含む尾部腹縁に8～9個、胸鰭に十数個、消化管表面に多数認められる。胸鰭以外の各鰭は未分化で膜鰭状を呈している(Fig. 8A)。孵化直後の仔魚の行動は、前述したフタイロカエルウオとほぼ同様であった。

孵化12時間後、全長2.81～3.26mm、筋節数9～12+29～31=40～41を数える。樹枝状黒色素胞が新たに耳胞上と耳胞上部後方に各1個、肩帯下方表面に2個出現する(Fig. 8B)。孵化直後には開口していたため、ワムシを投与したところ、その摂餌が確認された。中層付近を浮遊する個体が目立つ。

孵化1日後、全長2.83～3.16mm、筋節数11～12+28～30=39～42。卵黄は全て吸収し尽くされて後期仔魚期に入る(Fig. 8C)。

孵化2日後、全長2.85～3.21mm、筋節数11～12+29～30=40～42。

孵化3日後、全長2.92～3.24mm、筋節数11～12+29～30=40～42。新たに樹枝状黒色素胞が第11～13

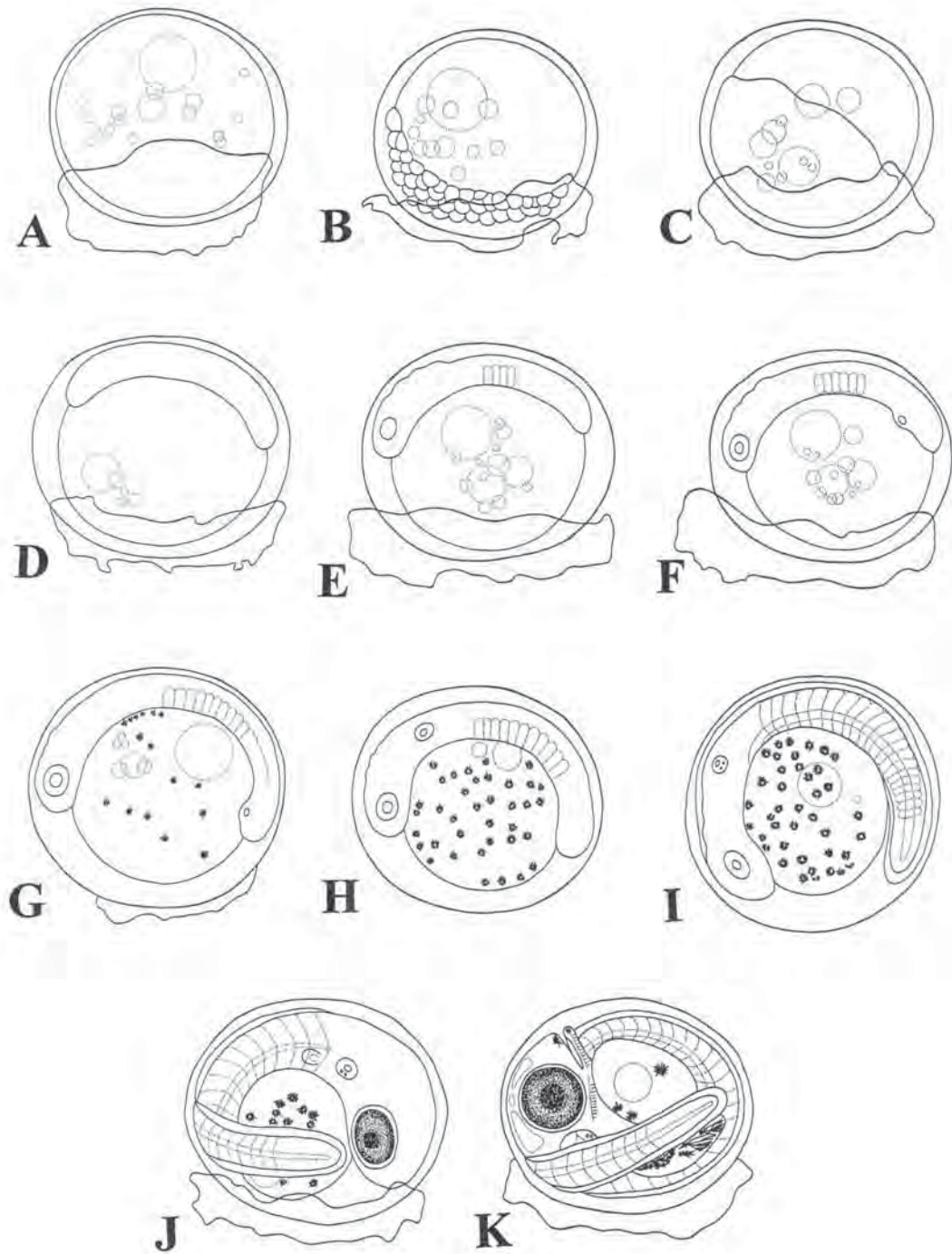


Fig. 7 Developing eggs of *E. midas*.

A : Just after fertilization, 0.71×0.70 mm in diameter. B : Morula stage, 5hrs. 10min., after fertilization. C : Metaphase gastrula stage, 18hrs. 47min. D : Formation of the embryonal body, 28hrs. 47min. E : 4-myotome stage and the optic vesicles appear, 31hrs. 33min. F : 6-myotome stage, lens appeared in the each eyes and the Kupffer's vesicle are formed, 34hrs. 22min. G : 10-myotome stage, several melanophores appear on yolk sac, 36hrs. 22min. H : 11-myotomes stage, the auditory vesicles appear, 36hrs. 47min. I : 21-myotomes stage, beginning of heart beat, 40hrs. 22min. J : Formation of rudimentary pectoral fins, 84hrs. 42min. K : 30 minutes before hatching, 157hrs. 37min.

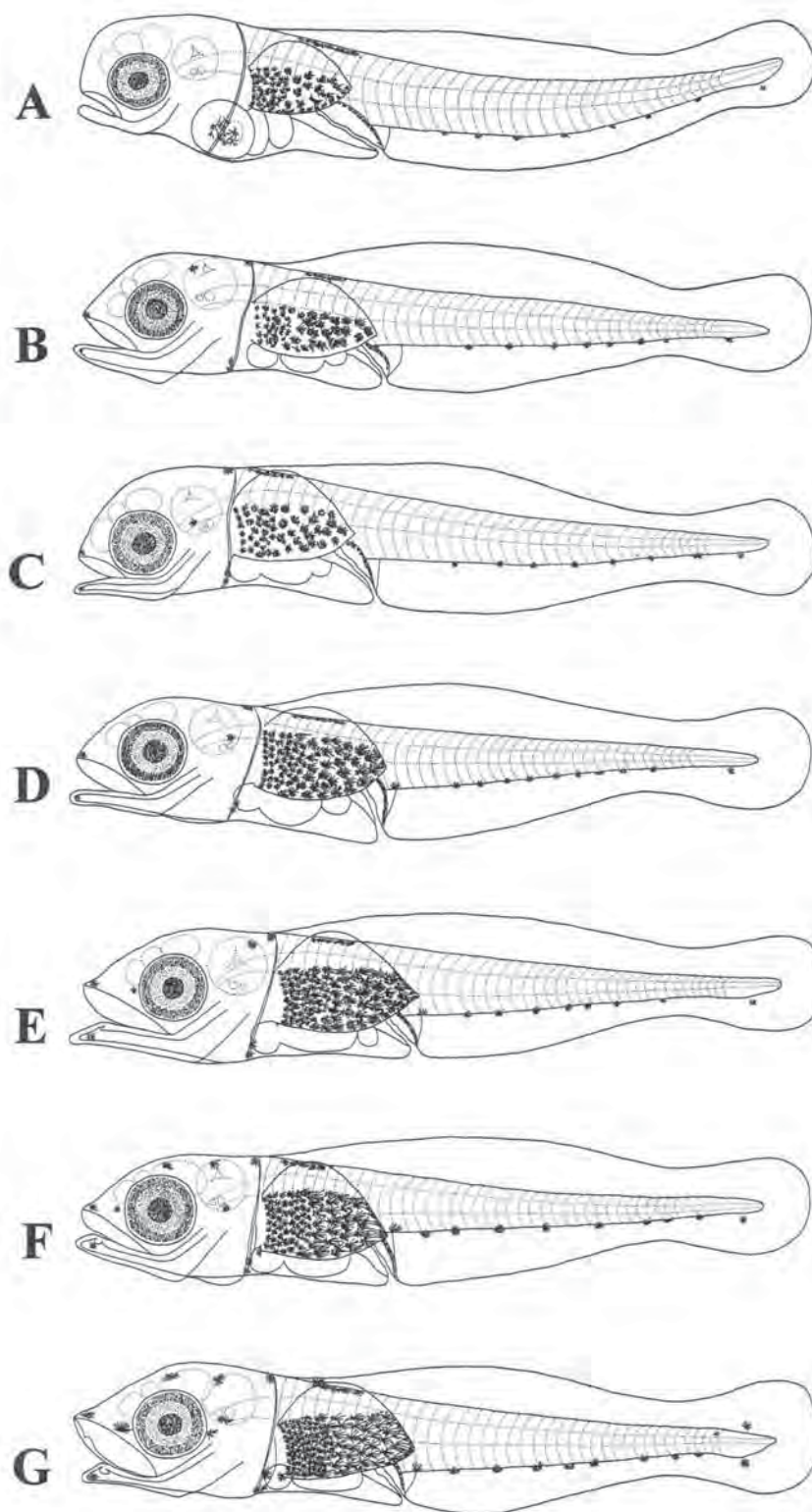


Fig. 8 Early and post-larvae of *E. midas*.

A: Newly hatched larva, 2.88mm in total length. B: Pre-larva, 3.10mm, 12hrs., after hatching. C: Post-larva, 3.08mm, 24hrs. D: Post-larva, 3.24mm, 3 days. E: Post-larva, 3.31mm, 6 days. F: Post-larva, 3.83mm, 14 days. G: Post-larva, 4.26mm, 17 days.

筋節の尾部腹面に1個出現する (Fig. 8D)。

孵化5日後, 全長2.95~3.45mm, 筋節数11~13+29~30=41~43, 樹枝状黒色素胞が新たに眼の前方に1個認められる。水槽内では表層から下層まで一様に分布し, 遊泳力も増している。

孵化6日後, 全長3.31~3.93mm, 筋節数10~11+28~30=38~40, 下顎先端に歯が1対形成される (Fig. 8E)。

孵化14日後, 全長3.61~4.23mmと個体間で全長に顕著な差が認められる。筋節数11~12+29~30=40~41, 新たに樹枝状黒色素胞が後脳表面に1個認められるほか, 下顎に歯が2対形成される (Fig. 8F)。この時点では弱い通気に対して流されない程度の遊泳力を持つ。

孵化17日後, 全長3.52~4.26mm, 筋節数10~11+28~30=38~41, 新たに樹枝状黒色素胞が眼の後方, 第28筋節上, および尾部背面の膜鱗上に各1個出現する (Fig. 8G)。

論 議

1. 繁殖行動

SUNOBE (1998) は, 本研究で対象とした2種と同科のナベカ *Omobranchus elegans* (STEINDACHNER) とトサカギンボ *O. fasciolatoceps* (RICHARDSON) の繁殖習性を野外で観察し, 前者の繁殖時刻を8:00~14:00, 後者のそれを10:00~13:00としている。しかし本研究の2種の雄はいずれも日出前後から雌に対する求愛を開始した。本研究は水槽内での観察結果に基づくものではあるが, この相違点には興味を持たれる。本研究のフタイロカエルウオの雄が水槽内でなわばりを有し, 優位な個体が劣位な個体に激しい攻撃を行う闘争行動の経過はWICKLER (1965) の記述と一致するが, 求愛行動についてはWICKLERの観察では1回の産卵が終了すると, 雄が別の雌に対して再び求愛行動を行っているのに対して, 本観察では常に一組のペアで繁殖を終了している。ただし, WICKLERの観察でも雄が再開した別の雌に対しての求愛による産卵は確認されていない。

一方, ハナダイギンボでは, 優位な1尾の雄が一日に複数の雌と繁殖する習性が93回の産卵のうち40回観察された。狭い水槽内での複数飼育という条件下ではあるが, 上述のフタイロカエルウオの結果と

比較しても, 本種が通常ハレム産卵を行う可能性が強く, ペア産卵への固執性の弱さがうかがえる。ハナダイギンボでは一般に優位な雄の劣位な個体に対する攻撃は行われないが, 劣位な雄が雌に求愛して産卵行動を行おうとしたときは, 優位な雄が劣位な雄を追いはらって入れ替わり繁殖を続行する例が見られた。また, 劣位な雄との繁殖による産出卵が優位な雄に食卵されるのが観察された。

上述のように, フタイロカエルウオでは特定の雌雄によるペア産卵のみが行われたのに対し, ハナダイギンボでは, ペア産卵とハレム産卵の両方の例が観察された。ほぼ同一条件下の水槽内で, 同属の2種間に異なる産卵習性を示す点は興味をひかれ, その理由は次のように考えられた。すなわち, フタイロカエルウオは底生性が強く, 底生生物を主食とする雑食性で, サンゴや岩穴を産卵巣として, 繁殖期には産卵巣周辺に生息する配偶者以外の個体を追いはらう強いなわばり習性を有する。このため, 狭い水槽内では複数尾を同居飼育した場合は激しい闘争が行われた。これに対して, ハナダイギンボは野外では海底を離れて群遊し, プランクトンを主食とするため, 野外では産卵巣の近くに同種個体が多数存在している。よってフタイロカエルウオに比べて産卵巣以外の水域を占有する執着心は弱く, 複数個体を同居飼育した水槽内では, 産卵巣に接近する他の個体を排除する習性を若干示したと考えられる。

2. 卵保護に関して

道津 (1982) は, ニジギンボ *Petrosciartes breviceps* (VALENCIENNES) の卵保護中の雄が, 産卵床からほとんど動かず, 積極的な摂餌は見られないとしている。この点はフタイロカエルウオでも同様であったが, ハナダイギンボでは, 水戸 (1954) のカエルウオ *Istiblennius enoshimae* (BLOCH et SCHNEIDER) と同様に卵保護中も積極的な摂餌が見られた。

3. 卵の形状

本報告2種の受精卵は, いずれも無色透明で付着膜のある側がやや扁平な球形をした沈性付着卵である。大城ほか (1976) は, 琉球列島産イソギンボ科22種の卵形を観察し, 付着面が広く卵高の低いタイプと, 付着面が狭く卵高の高いタイプとに二大別し,

一部例外はあるが、前者は遊泳的な種であり、後者は底生的な種とした。本報告の2種は底生的な種と遊泳的な種に分けられるが、両種の卵形は互いに酷似し、大城ほかの記載によればいずれも卵高の高いタイプに分類される。すなわち本研究のハナダイギンボは大城ほかの結論と一致するがフタイロカエルウオでは相違する結果となった。

4. 仔魚の形状

既知の本科魚種の仔魚については、断片的な報告を含め10属21種が知られる(水戸, 1954; RAO, 1970; 道津・太田, 1973; 道津・森内, 1980; 道津, 1982; WATSON, 1983, 1996; 田中, 1985; KAWAGUCHI et al., 1999)。上記の報告から本科魚種の孵化直後の仔魚の全長は2.1mm (*Pictiblennius* sp.) ~3.7mm (カエルウオ) の範囲で、フタイロカエルウオでは2.46~3.35mm, ハナダイギンボでは2.57~3.20mmであった。両種とも既知の仔魚の大きさの範囲内にあり、他種との間に大きな差異は認められなかった。本報告2種の孵化直後の仔魚で色素胞の分布状態には以下のような共通した特徴が認められた。すなわち、樹枝状黒色素胞は胸鰭基部だけでなく先端にまで広がり、膜鰭を含む尾部腹縁に7~9個と腹部背縁に7~8個存在する。しかし本科に属する既知の21種の仔魚には、本研究で観察されたこれらの色素配列と一致する種は認められなかった。

謝 辞

本研究を進めるにあたって懇切丁寧な指導を賜り、原稿のご校閲をいただいた東海大学海洋研究所教授 鈴木克美博士に心から厚く御礼申し上げます。さらに東海大学海洋科学博物館水族課(当時) 諸氏には暖かい御協力と御指導を頂いた。御礼申し上げます。

引用文献

藍澤正宏 (1993) イソギンボ科。中坊徹次編: 日本産魚類検索, 東海大学出版会, 東京, 952-980。
 藍澤正宏 (1997) イソギンボ科。岡村 収・尼岡邦夫編: 日本の海水魚, 山と溪谷社, 東京, 562-571。

道津喜衛 (1982) ニジギンボの初期生活史および孵化後約3ヶ月の飼育魚の産卵。長崎大学水産学部研究報告, 52, 19-27。

道津喜衛・森内信二 (1980) イソギンボの生活史。長崎大学水産学部研究報告, 49, 17-24。

道津喜衛・太田泰三 (1973) クモギンボの生活史。長崎大学水産学部研究報告, 36, 13-22。

KAWAGUCHI, T., H. KOHNO, K. FUJITA and Y. TAKI (1999) Early morphological development of *Omobranchus fasciolatoceps* and *O. punctatus* (Blenniidae: Omobranchini) reared in an aquarium. Ichthyol. Res., 46(2), 163-170。

水戸敏 (1954) カエルウオ *Salarias enosimae* の産卵習性。魚類学雑誌, 3(3-5), 144-152。

大城行弘・大城勝・西島信昇 (1976) 琉球列島産イソギンボ科魚類22種の産卵場所と卵について。沖縄生物学会誌, 14, 67-70。

RAO, V. V (1970) Breeding habits and early development of two blennioid fishes, *Omobranchus japonicus* (BLEEKER) and *Cruentus smithi* VISWESWARA RAO from Godavari Estuary. J. Mar. Biol. Ass., India, 12(1-2), 175-182。

SPRINGER, V. G. (1988) The Indo-Pacific blennioid fish genus *Ecsenius*. Smith. Contr. Zool., 465, 37-48。

SUNOBE, T (1998) Notes on the mating system of *Omobranchus elegans* and *O. fasciolatoceps* (BLENIIDAE) at Maizuru, Japan. Ichthyol. Res., 45(3), 319-321。

田中洋一 (1985) 水槽飼育によるナベカの育成と生活史。東海大学総合研究機構報告, 9, 260-264。

WATSON, W (1983) Blenniidae. In J. M. LEIS and D. S. RENNIS, eds.: The Larvae of Indo-Pacific Coral Reef Fishes, New South Wales Univ. Press, Sydney, and Univ. Hawaii Press, Honolulu, 184-199。

WATSON, W (1996) Blenniidae: Combtooth blennies. In H. G. MOSER, ed.: The Early Stages of Fishes in the California Current Region, Calif. Coop. Ocean. Fish. Invest. Atlas 33, 1182-1199。

WICKLER, W (1965) Zur Biologie und Ethologie von *Ecsenius bicolor* (Pisces Teleostei, Blenniidae). Z. Tierpsychol., 22, 36-49。

オオサングサラサエビ *Cinetorhynchus striatus* (NOMURA & HAYASHI, 1992) の幼期¹⁾

毎 原 泰 彦²⁾・京 谷 直 喜³⁾

Larval Stages of the Rhynchocinetid Shrimp, *Cinetorhynchus striatus* (NOMURA & HAYASHI, 1992) (Decapoda, Caridea, Rhynchocinetidae) Reared in the Laboratory¹⁾

Yasuhiko MAIHARA²⁾ and Naoki KYOYA³⁾

Abstract

Larval stages of the rhynchocinetid shrimp, *Cinetorhynchus striatus* (NOMURA & HAYASHI, 1992), which inhabits the area from Amami Is. to Iriomote Is. in Japan, as well as the Philippines and New Guinea. This species has eleven zoeal stages and one megalopal stage before metamorphosing into the juvenile stage reared under laboratory conditions. This is the second Japanese species of this genus in which the larval development has been completely revealed. Moreover, this is the third species of this genus following *C. rigens* GORDON and *C. hendersoni* (KEMP).

In the first zoea, the rostrum somewhat downward, the exopod of the antenna has four segments and the telson bears 7 pairs of plumose setae. In the zoeal stages, the supraorbital spines appear in the zoeal stage, the pereopods are complete through the second to the ninth zoeal stages, the flagella of the antenna are elongate in the fifth stages, 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 larvae of *C. hendersoni* (KEMP), *C. rigens* GORDON, *R. conspiciocellus* OKUNO and TAKEDA, and *R. typus* H. MILNE, EDWARDS have been described in sufficient detail. The relationships of the larval characters between this species and the other four species are discussed.

緒 言

前報 (毎原・京谷, 2001) に引きつづきサラサエビ科 (Family Rhynchocinetidae) 2 属 24 種 (林, 1999) のうち, 日本産のオオサングサラサエビ *Cinetorhynchus striatus* (NOMURA & HAYASHI, 1992) (Fig. 1A, B) の幼生の育成ならびに幼期の形態変化について得られた結果について述べる。この

種類はサラサエビ科の中では比較的大型で, 全長約 7 cm に達する。本邦沿岸では奄美大島から八重山諸島の西表島にかけて分布し, フィリピンとニューギニアからも知られている (OKUNO, 1997; 奥野, 1998)。本種の体色は生時幅広い鮮やかな紅白の横帯が頭胸甲から腹節にかけて見られるところから近似種とは容易に識別できる (NOMURA and HAYASHI, 1992)。

¹⁾東海大学海洋科学博物館研究業績 No.193

Contribution from the Marine Science Museum, Tokai University, No.193

²⁾東海大学社会教育センター 424-8620 清水市三保2389

Social Education Center, Tokai University, 2389, Miho, Shimizu, 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

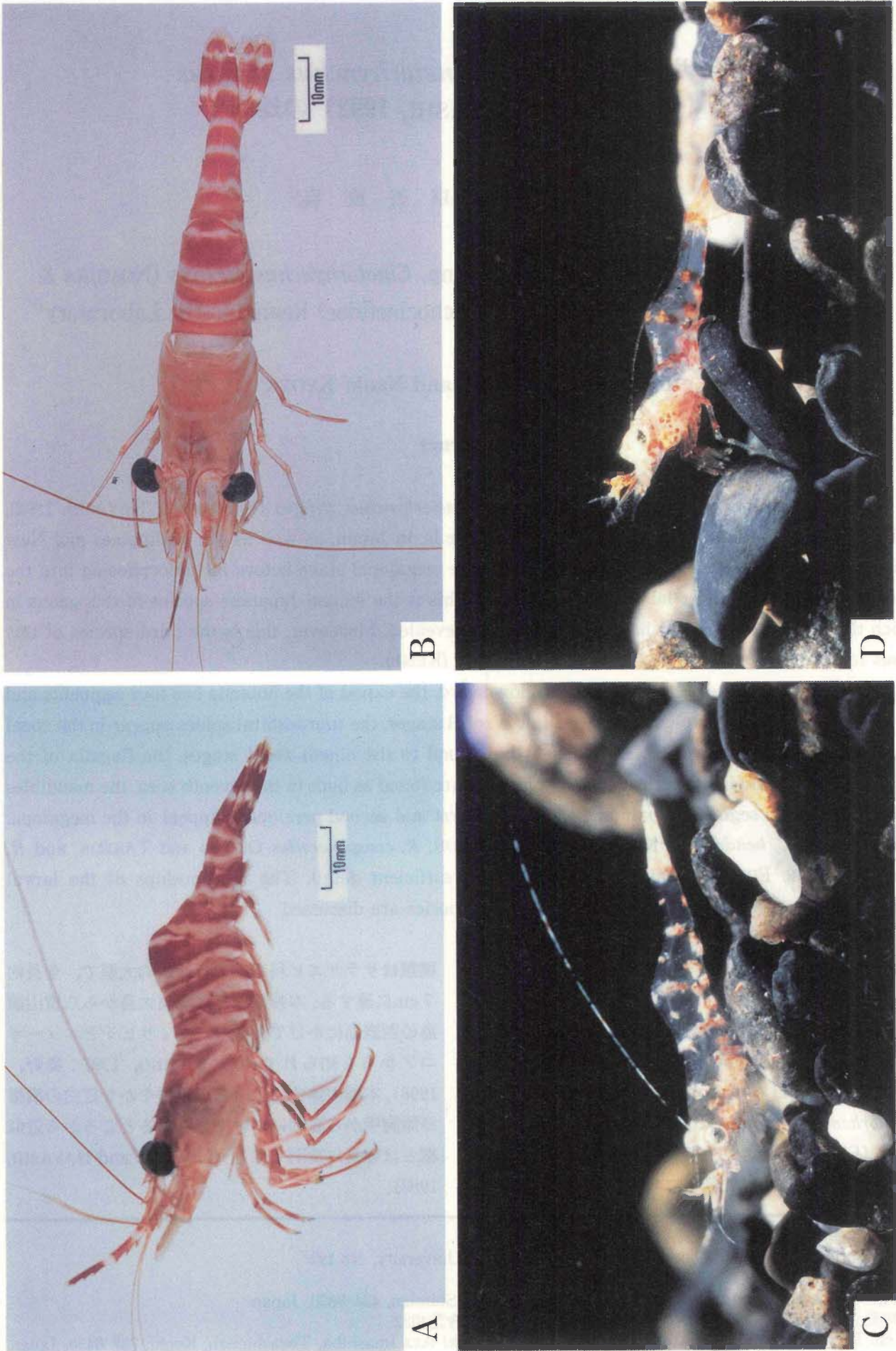


Fig. 1 *Cinetorhynchus striatus* (NOMURA & HAYASHI, 1992). A : lateral view, B : dorsal view, C : megalopa (decapodid) (CL 1.30mm), D : first juvenile (CL 1.40mm).

サラサエビ科の幼生については前報緒言でも述べた通り、現在までに大西洋産の *C. rigens* (BURKENROAD, 1939; GURNEY, 1941, 1942)、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) とサンゴサラサエビ *C. hendersoni* (毎原・京谷, 2001) の合計4種が報告されている。

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4個体をガラス水槽(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。なお親エビの飼育条件、飼育期間、水槽内交尾の有無等については記録されていない。

発眼卵が確認された親エビは上記のガラス水槽から30ℓパンライト水槽に移動して飼育を継続し、幼生孵出直後に親エビを取り上げて幼生のための飼育に切り替えた。飼育条件は水温24.8~25.9°C(平均水温25.5°C)、照明には蛍光灯を使用して12時間点灯し(6~18時)(照度123lx)、他の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ムシ *Brachionus plicatilis* を約30個体/cc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。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。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、描画には、実体顕微鏡Nikon MSZ-10及び生物顕微鏡Olimpus BH-2を使用した。

結 果

幼生の育成に成功した親エビはCL 18.8mmで、発眼卵の短径は0.59mm(0.56~0.63mm)、長径は

0.77mm(0.75~0.81mm)であった。1994年6月9日に幼生の孵出が認められ、孵出38~66日後にはメガロパとなり着底し、孵出42~69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。

1. 幼期の形態

1) ゾエア第1期 (Fig. 2)

孵出直後~1日後, TL 3.07mm(3.05~3.10mm), BL 2.54mm(2.50~2.60mm), CL 0.58mm(0.56~0.60mm)。

眼は頭胸甲に融合して不動、額角はやや下向きに突出し、頭胸甲上縁先端付近に1瘤状突起があり、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には1本の羽状毛を有し、外鞭は基部が円筒状で先端に2本の羽状毛と2本の感覚毛を有する (Fig. 2C)。第2触角内肢は基部に1突起が見られ、基部は円筒状で先端に1本の羽状毛を有し、外肢は先端付近に4環節があり、内縁及び先端付近に10、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、先内葉にほぼ同長の太く短い棘が、基内葉には湾曲した羽状毛がそれぞれ並び、基節外縁にある瘤状突起には3羽状毛が認められ、小顎鬚は2節に分節し、各節の先端には2毛が認められる (Fig. 2F)。第2小顎では、内肢は単節で5羽状毛を有し、先内葉、基内葉は、それぞれ2~3羽状毛、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2~3毛を有する。各外肢はいずれも単節で、先端に第1、2顎脚では3、第3顎脚では5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、尾節周縁には7対の羽状毛があり、1対は側縁に、6対は後縁にあり、側縁の1対と後縁の最も外側の1対は内側のみに羽状の毛を有する (Fig. 2K)。

当期幼生の体色は頭胸部が黄褐色を呈し、第3顎脚基部付近、第1、3、5腹節、尾節に赤色色素胞

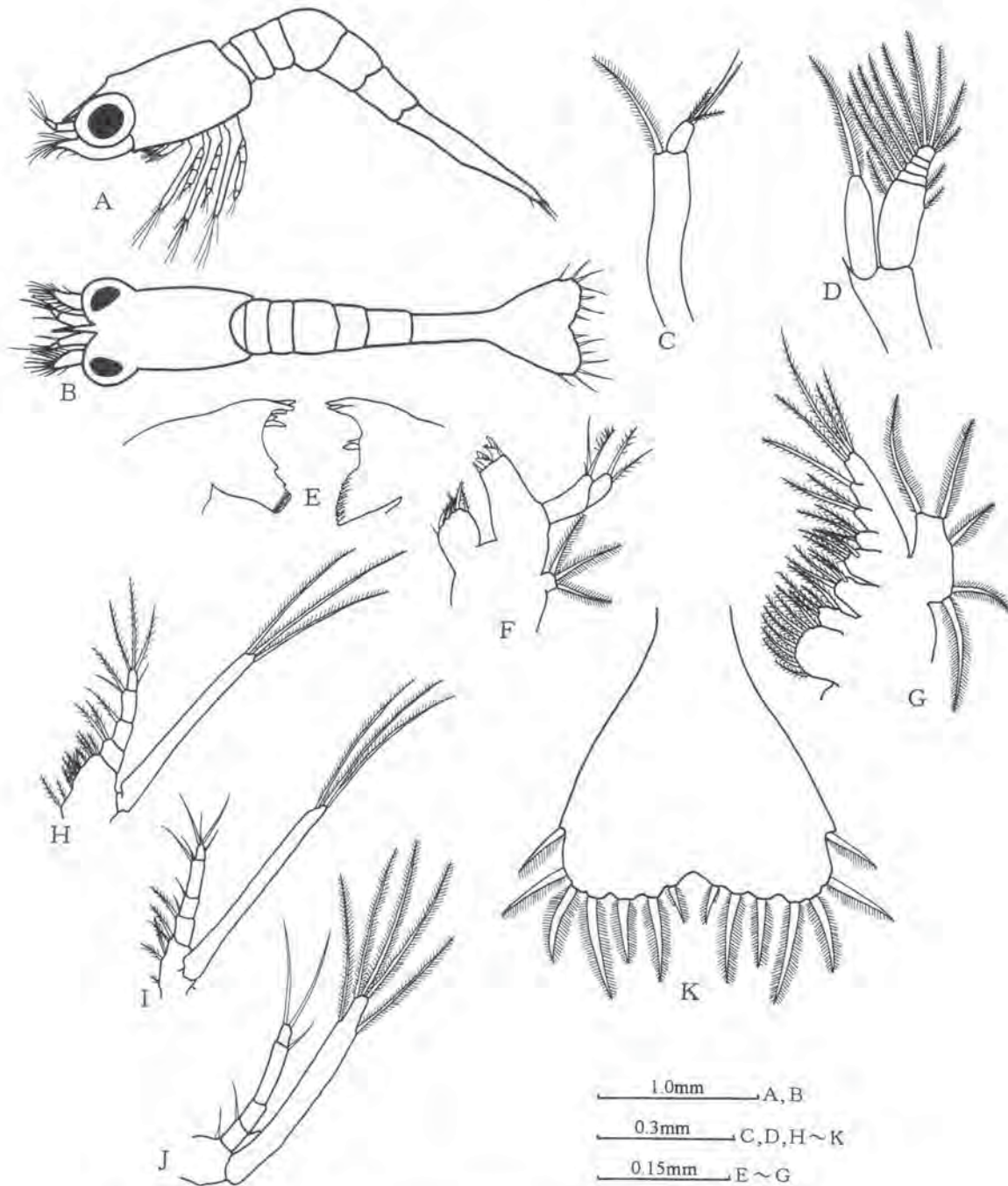


Fig. 2 *Cinetorhynchus striatus* (NOMURA & HAYASHI), first zoea.

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.

が存在する。また第1触角基部、眼の周囲に黒赤色の色素が見られる。

2) ゾエア2期 (Fig. 3)

孵出1~2日後, TL 3.26mm (3.20~3.35mm), BL 2.73mm (2.65~2.80mm), CL 0.67mm (0.66~0.68mm)。

眼は頭胸甲より分離して有柄可動となる (Fig. 3

A, B)。第1触角では、外鞭先端の毛は5本となり基部に1羽状毛が見られる (Fig. 3C)。第2触角では、内肢基部は外肢とほぼ同長の円筒状となり、先端には1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小顎は小顎鬚先端の毛が3本となり、先内葉先端の棘の数が増加する (Fig. 3F)。第2小顎、第1顎脚に著しい変化は見られない (Fig. 3G, H) 第2, 第3顎



Fig. 3 *Cinetorhynchus striatus* (NOMURA & HAYASHI), 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.

脚の内肢は5分節となり、第3顎脚は外肢先端の羽状毛が6本に増加する (Fig. 3I, J). 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、周縁の羽状毛は8対に増加し、後縁は全て羽状毛となる (Fig. 3L).

体色は前期に比べ、第3腹節は黄褐色を呈し、尾節には茶色の色素が点状に存在し、尾節基部にはこげ茶色の色素が現れる。

3) ゾエア第3期 (Fig. 4)

孵出3~5日後, TL 3.62mm (3.45~3.70mm), BL 3.08mm (2.90~3.20mm), CL 0.75mm (0.71~0.78mm).

触角上棘が出現し、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3節に分節し、各節の内縁先端には1羽状毛が認められ、内鞭基部は太短い円錐体となり先端に1毛を有する (Fig. 4C).

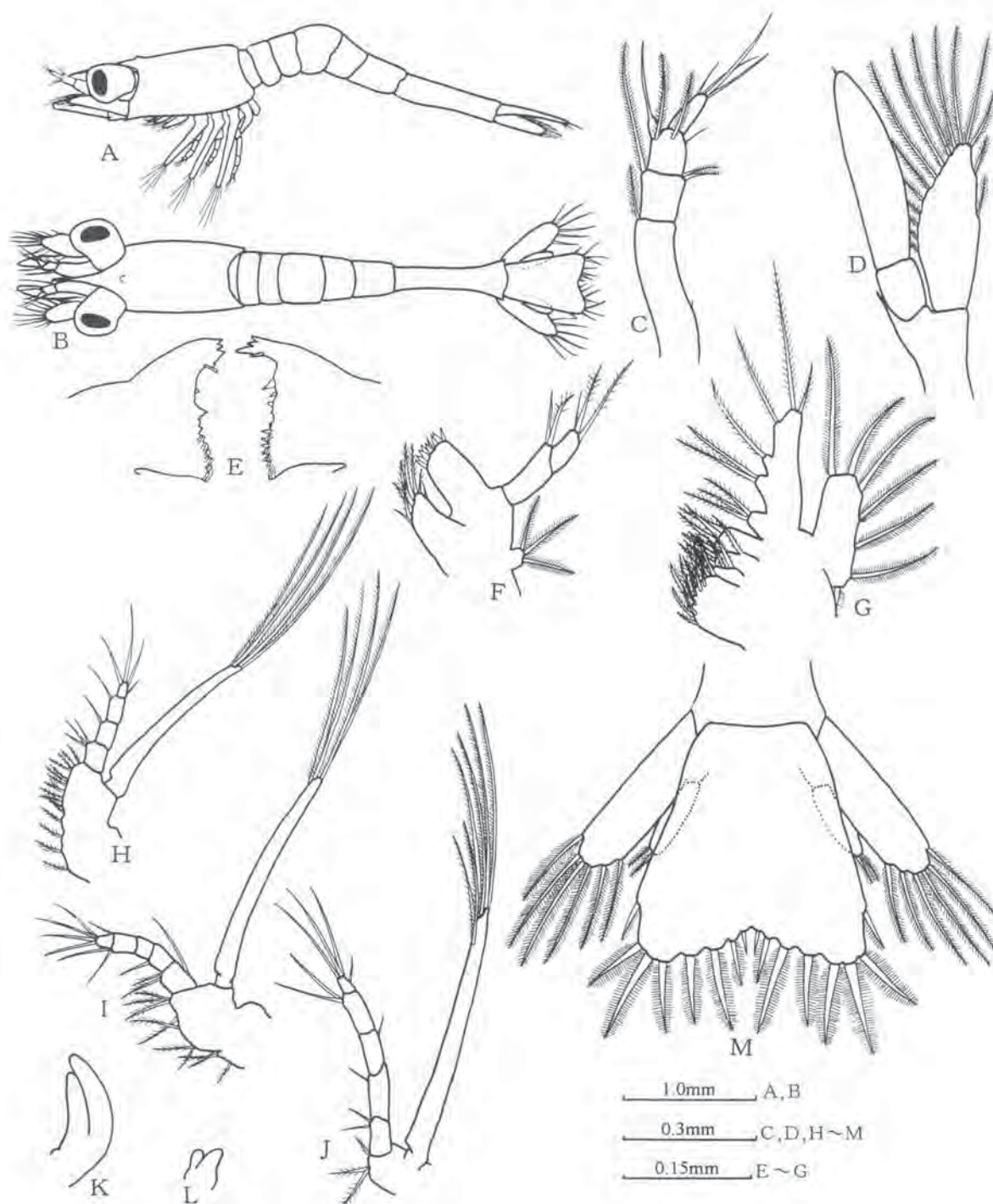


Fig. 4 *Cinetorhynchus striatus* (NOMURA & HAYASHI), third zoea.

A: lateral view, B: dorsal view, C: antenna, 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.

第2触角では内肢は伸長し外肢の約1.5倍に達して基部付近で2節に分かれ、外肢は先端付近の環節が消失し、内縁及び先端付近に13羽状毛が見られる (Fig. 4D).

大顎及び第1小顎に著しい変化は認められないが、大顎は切歯部の歯が大きくなり、数も増加する (Fig. 4E, F). 第2小顎では顎舟葉周縁の羽状毛は

増加し7本となる (Fig. 4G). 第1, 2顎脚では外肢先端付近の羽状毛は増加して4本となる (Fig. 4H, I). 第3顎脚に著しい変化は認められない (Fig. 4J). 第1胸脚は発達するものの未だ原基的である (Fig. 4K). 内外肢に分離した第2胸脚の原基が出現する (Fig. 4L). 第6腹節から尾節が分離し、尾節後縁の羽状毛のうち最も内側の一对の羽状の毛は消失して

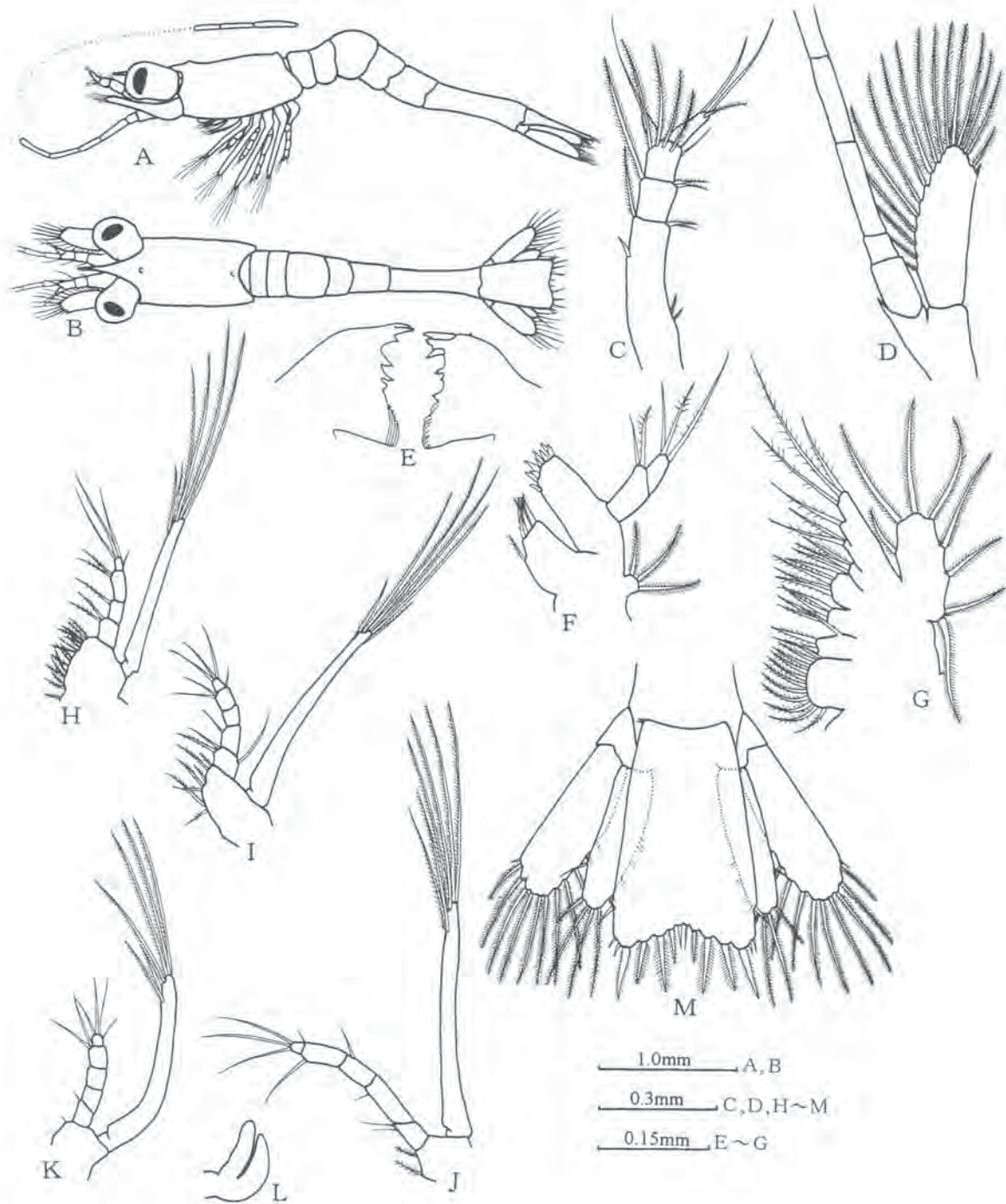


Fig. 5 *Cinetorhynchus striatus* (NOMURA & HAYASHI), fourth zoea.

A: lateral view, B: dorsal view, C: antenna; 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.

棘となり、内外肢に分離した尾肢が出現し、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先端に2羽状毛を有するのみである (Fig. 4M)。

前期に比べ、第2触角、第1, 2, 5腹節に黄褐色を呈する部位が増加する。

4) ゾエア4期 (Fig. 5)

孵出6~8日後, TL 3.93mm (3.85~4.05mm), BL 3.36mm (3.30~3.45mm), CL 0.82mm (0.81~0.84mm)。

頭胸甲上縁の後端付近に1瘤状突起が出現する (Fig. 5A, B)。第1触角では原節外縁基部付近に2本の小羽状毛が見られる (Fig. 5C)。第2触角では

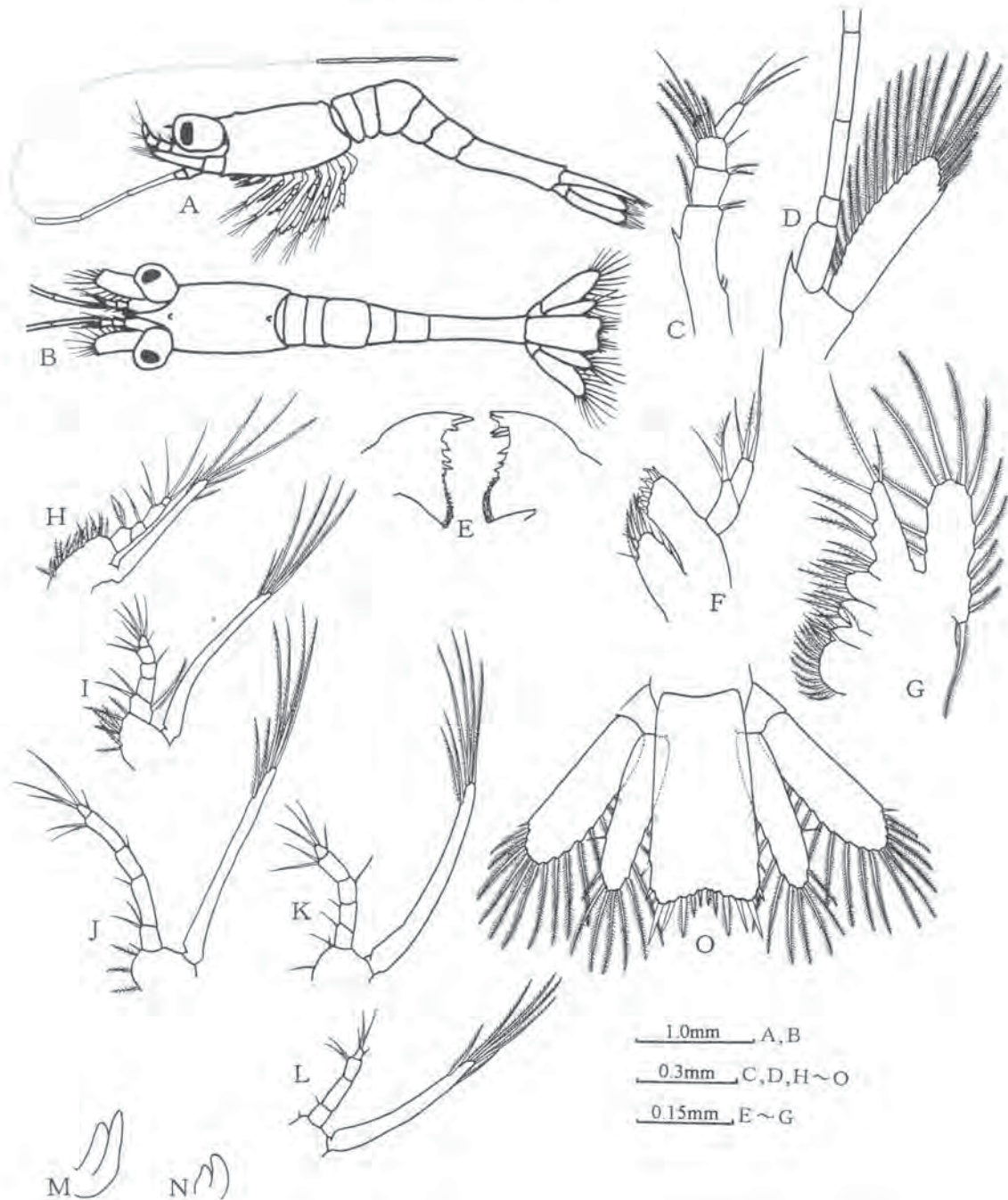


Fig. 6 *Cinetorhynchus striatus* (NOMURA & HAYASHI), fifth zoea.

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: telson and uropods.

内肢は著しく伸長し、13節に分節し、体長とほぼ同長となり、外肢内縁及び先端付近に見られる羽状毛は16本に増加し、外縁は1小棘に終わり、外縁側の羽状毛は消失する (Fig. 5D)。

大顎、第1小顎に著しい変化は見られない (Fig. 5E, F)。第2小顎では顎舟葉周縁の羽状毛は増加し内縁側にまで達し、全部で8本となる (Fig. 5G)。第1, 2顎脚では外肢先端付近の羽状毛は6本となる

(Fig. 5H, I)。第3顎脚に著しい変化は見られない (Fig. 5J)。第1胸脚は内外肢共に発達して内肢は5節に分節し、外肢先端付近に6羽状毛が見られる (Fig. 5K)。第2胸脚は未だ原基的である (Fig. 5L)。

尾節は幅が狭く細長くなって、新たに後縁の外側2対の羽状毛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8本、外肢に

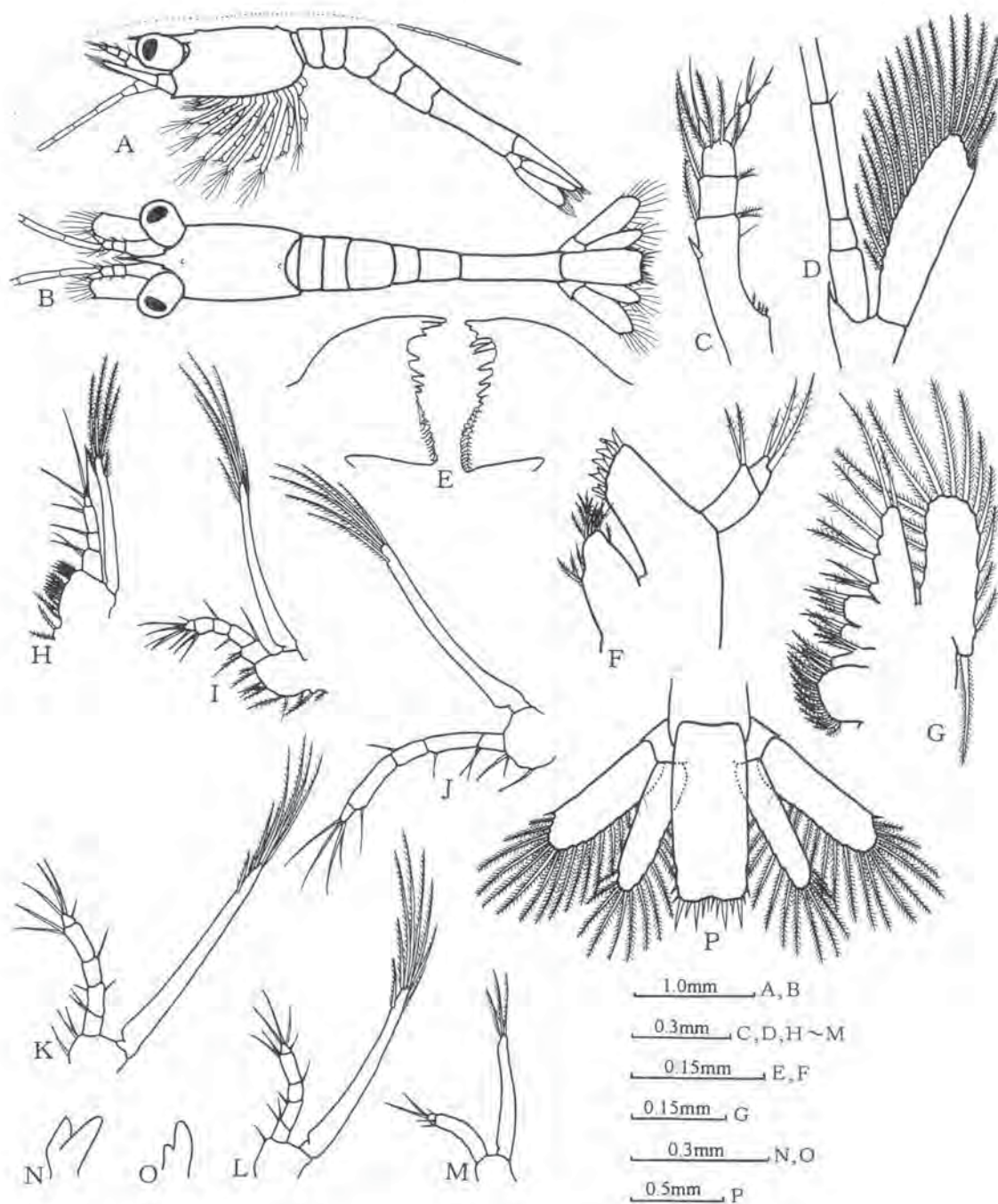


Fig. 7 *Cinetorhynchus striatus* (NOMURA & HAYASHI), sixth zoea.

A: lateral view, B: dorsal view, C: antenna, 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.

11本となり、内肢外縁の先端より約1/3の部位に1毛が見られ、外肢外縁先端付近には1小棘が見られる (Fig. 5M).

体色に著しい変化は見られない。

5) ゾエア第5期 (Fig. 6)

孵出9~11日後, TL 4.17mm (4.00~4.40mm),

BL 3.57mm (3.50~3.70mm), CL 0.89mm (0.86~0.91mm).

前期に比べ、顕著な相違は認められない (Fig. 6A, B). 第1触角に著しい変化は見られない (Fig. 6C). 第2触角は内肢が伸長し、外肢内縁及び先端付近の羽状毛は増加して19本となる (Fig. 6D).

大顎に著しい変化は見られない (Fig. 6E). 第1小

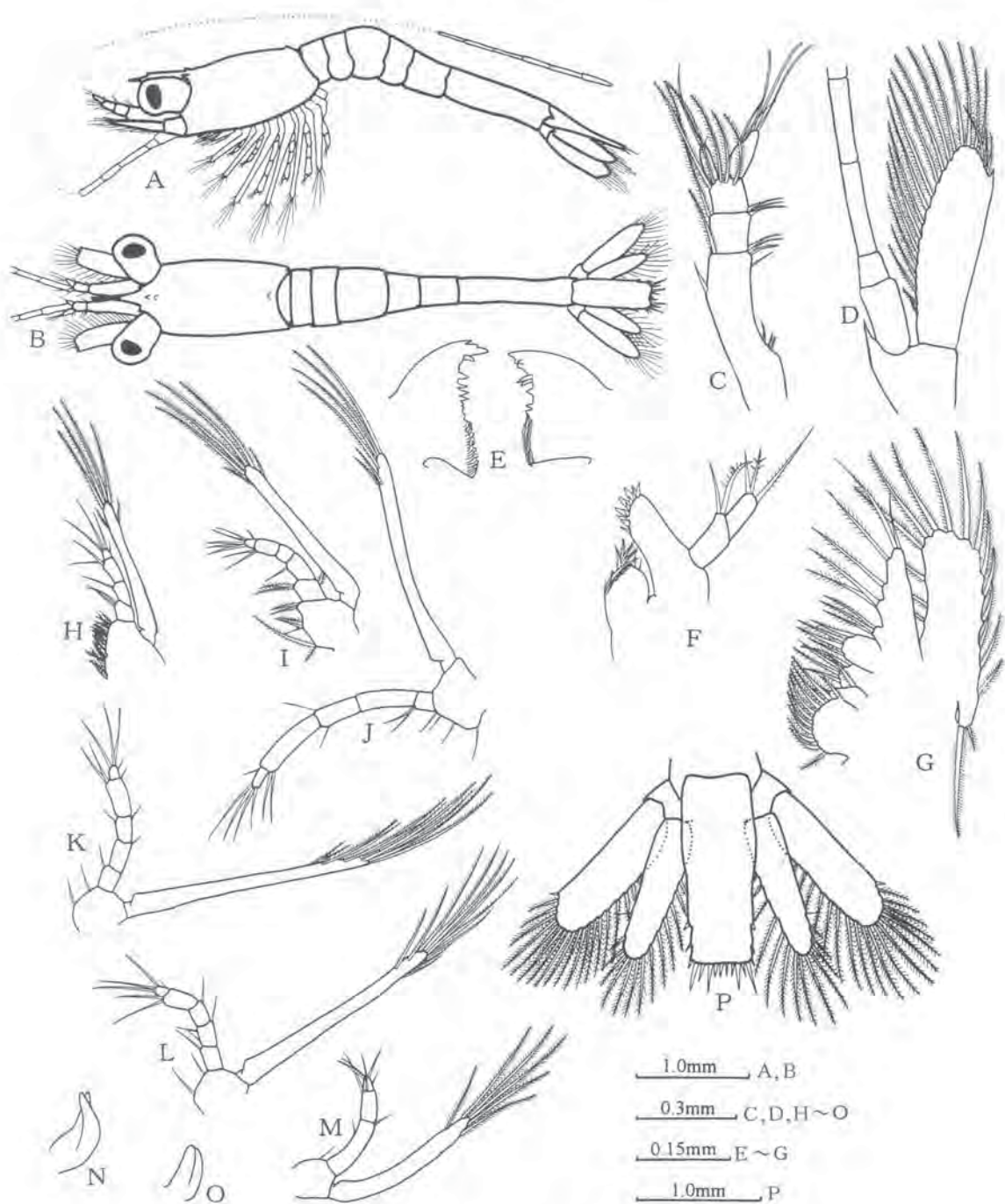


Fig. 8 *Cinetorhynchus striatus* (NOMURA & HAYASHI), seventh zoea.

A: lateral view, B: dorsal view, C: antenna; 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.

顎は基節外縁の羽状毛が消失する (Fig. 6F)。第2小顎では顎舟葉周縁の羽状毛は増加して13本となる (Fig. 6G)。第1～3顎脚及び第1胸脚に著しい変化は見られない (Fig. 6H-K)。第2胸脚は発達し、内肢は4節に分節し、外肢先端付近には6本の羽状毛が見られる (Fig. 6L)。新たに内外肢に分離した第3、第4胸脚の原基が出現する (Fig. 6M, N)。

尾節は幅がさらに狭まり基部と後縁部の幅がほぼ同長となり、新たに後縁の2対が棘となるが、最も内側の1対は羽状毛となり、尾肢内外肢周縁の羽状毛は増加して、内肢に10本、外肢に14本となる (Fig. 6O)。

前期に比べ、尾節及び尾肢が茶色を呈すが、体色に著しい変化は見られない。

6) ゾエア第6期 (Fig. 7)

孵出11~15日後, TL 4.45mm (4.40~4.55mm), BL 3.80mm (3.75~3.85mm), CL 0.94mm (0.91~0.98mm).

眼上棘が出現する (Fig. 7A, B). 第1触角では原節外縁基部付近の小羽状毛は増加して4本となり, その部位より原節が外側に張り出し, 外鞭の内縁中央付近には1毛が見られる (Fig. 7C). 第2触角では内肢は16節に分節する (Fig. 7D).

大顎, 第1小顎に著しい変化は見られない (Fig. 7E, F). 第2小顎では顎舟葉周縁の羽状毛は増加して15本となる (Fig. 7G). 第1, 2顎脚に著しい変化は見られない (Fig. 7H, I). 第3顎脚内肢は伸長して外肢を越える (Fig. 7J). 第1胸脚では外肢先端付近の羽状毛は8本となる (Fig. 7K). 第2胸脚内肢は5節に分節し, 外肢先端付近の羽状毛は8本となる (Fig. 7L). 第3胸脚は発達して内肢が2節に分節し, 外肢先端には3本の羽状毛が見られる (Fig. 7M). 第4胸脚は未だ原基的である (Fig. 7N). また, 新たに内外肢に分離した第5胸脚の原基が出現する (Fig. 7O).

尾節は後縁部中央付近の窪みが小さくなり, 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12本, 外肢に17本となる (Fig. 7P).

体色に著しい変化は見られない.

7) ゾエア第7期 (Fig. 8)

孵出14~23日後, TL 4.71mm (4.50~4.80mm), BL 4.06mm (3.90~4.15mm), CL 0.99mm (0.90~1.04mm).

額角上縁基部付近及び基部にそれぞれ1歯が出現し計2歯となる (Fig. 8A, B). 第1触角に著しい変化は見られない (Fig. 8C). 第2触角では内肢の節数は増加して19節となり, 外肢内縁及び先端付近の羽状毛は21本に増加する (Fig. 8D).

大顎, 第1小顎に著しい変化は見られない (Fig. 8E, F). 第2小顎では顎舟葉周縁の羽状毛は増加して18~19本となる (Fig. 8G). 第1~3顎脚に著しい変化は見られない (Fig. 8H-J). 第1, 2胸脚外肢先端付近の羽状毛は増加して10本となる (Fig. 8K, L). 第3胸脚では内肢は3節に分節し, 外肢先端付近の羽状毛は増加して6本となる (Fig. 8M). 第4, 5胸脚は未だ原基的である (Fig. 8N, O). 尾節は後

縁中央の窪みが消失してほぼ平らとなり, 尾肢は内外肢共に羽状毛が増加して, 内肢に13本, 外肢に19本となる (Fig. 8P).

体色に著しい変化は見られない.

8) ゾエア8期 (Fig. 9)

孵出18~25日後, TL 5.04mm (4.89~5.29mm), BL 4.33mm (4.15~4.56mm), CL 1.05mm (1.00~1.08mm).

腹肢の原基が出現する (Fig. 9A, B). 第1触角に著しい変化は見られない (Fig. 9C). 第2触角は外肢内縁の羽状毛が増加して21~23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小顎では顎舟葉周縁の羽状毛は増加して22本となる (Fig. 9G). 第1, 2顎脚に著しい変化は見られない (Fig. 9H, I). 第3顎脚は外肢先端付近の羽状毛が増加して8本となる (Fig. 9J). 第1, 2胸脚に著しい変化は見られない (Fig. 9K, L). 第3胸脚では内肢は5節に分節し, 外肢先端付近には6羽状毛が見られる (Fig. 9M). 第4胸脚は発達して内肢が5節に分節し, 外肢先端付近には6羽状毛が見られる (Fig. 9N). 第5胸脚は伸長して4節に分節する (Fig. 9O). 腹肢が出現し内外肢に分かれるが原基的である (Fig. 9P-T).

尾節は基部より後縁部の幅が狭くなり, 側縁に3対, 後縁に6対の棘となり, さらに後縁中央部が突出し, 尾肢は内外肢共に羽状毛が増加して内肢に18~19本, 外肢に20~21本となる (Fig. 9U).

体色に著しい変化は見られない.

9) ゾエア9期 (Fig. 10)

孵出22~33日後, TL 5.47mm (5.29~5.70mm), BL 4.70mm (4.56~4.82mm), CL 1.13mm (1.10~1.15mm).

前期に比べ, 顕著な相違は認められない (Fig. 10A, B). 第1触角に著しい変化は見られない (Fig. 10C). 第2触角は外肢内縁及び先端付近の羽状毛が増加して24~25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小顎では顎舟葉周縁の羽状毛は増加して26~29本となる (Fig. 10G). 第1~3顎脚及び第1~4胸脚に著しい変化は見られない (Fig. 10H-N). 第5胸脚は5節に分節する (Fig. 10O). 腹肢は発達伸長するが未だ原基的である (Fig. 10P-T).

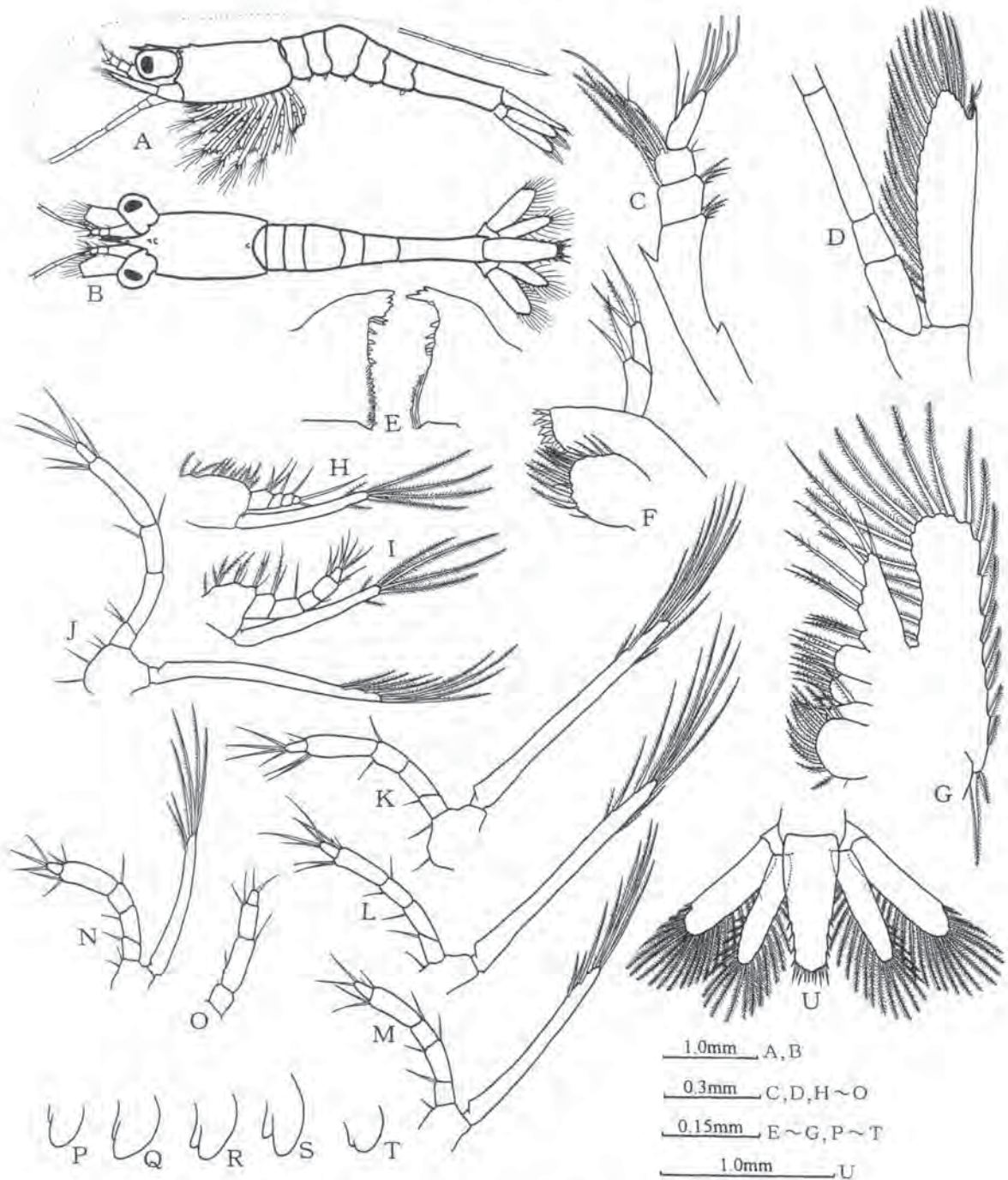


Fig. 9 *Cinetorhynchus striatus* (NOMURA & HAYASHI), eighth zoea.

A: lateral view, B: dorsal view, C: antenna; 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-T: first to fifth pleopods, U: telson and uropods.

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19~20本、外肢に21~24本となる (Fig. 10U)。

体色に著しい変化は見られない。

10) ゾエア第10期 (Fig. 11)

孵出24~36日後, TL 6.03mm (5.83~6.43mm),

BL 5.17mm (5.03~5.49mm), CL 1.23mm (1.20~1.30mm)。

前期に比べ、顕著な相違は認められない (Fig. 11 A, B)。第1触角, 第2触角に著しい変化は見られない (Fig. 11C, D)。

大顎及び第1小顎に著しい変化は見られない (Fig. 11E, F)。第2小顎では顎舟葉周縁の羽状毛

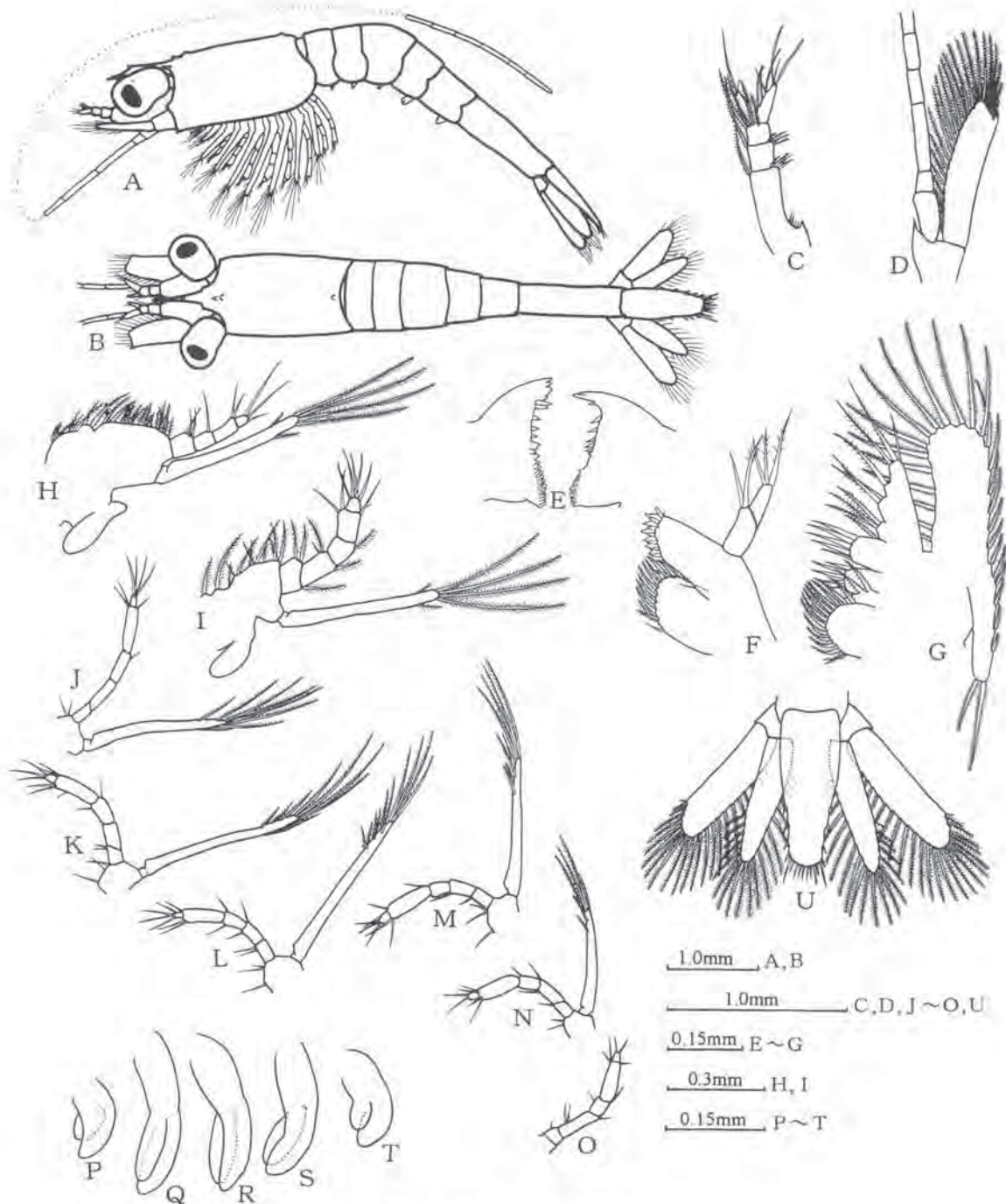


Fig. 10 *Cinetorhynchus striatus* (NOMURA & HAYASHI), ninth zoea.

A: lateral view, B: dorsal view, C: antenna, 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-T: first to fifth pleopods, U: telson and uropods.

の数は増加して30~32本となる (Fig. 11G)。第1~3顎脚, 第1~5胸脚に著しい変化は見られない (Fig. 11H-O)。腹肢は発達し, 第2~4腹肢の内外肢先端にはそれぞれ2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, 後縁中央部はさらに突出し, 尾肢は内外肢共

に羽状毛が増加して内肢に23~24本, 外肢に25~27本となる (Fig. 11U)。

体色に著しい変化は見られない。

11) ゾエア11期 (Fig. 12)

孵出31~65日後, TL 6.46mm (6.20~6.90mm), BL 5.52mm (5.20~5.90mm), CL 1.31mm (1.25

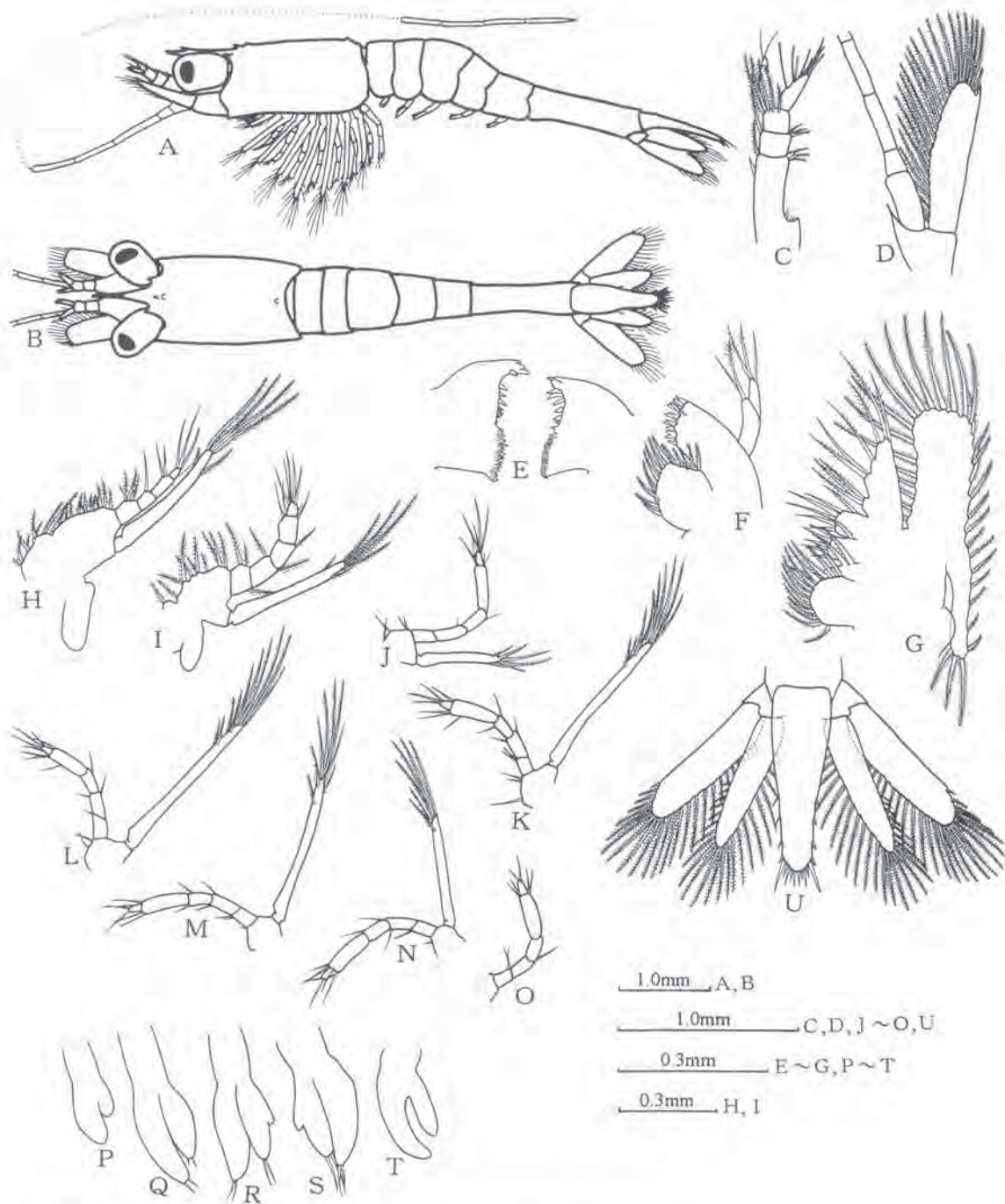


Fig. 11 *Cinetorhynchus striatus* (NOMURA & HAYASHI), tenth zoea.

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-T: first to fifth pleopods, U: telson and uropods.

～1.33mm)。

額角上縁中央付近に1歯が現れ計3歯となる (Fig. 12A, B)。第1触角に著しい変化は見られない (Fig. 12C)。第2触角では外肢内縁及び先端付近の羽状毛は増加して29～31本となる (Fig. 12D)。

大顎には新たに大顎鬚が現れるが分節は見られない (Fig. 12E)。第1小顎に著しい変化は見られない

(Fig. 12F)。第2小顎では顎舟葉周縁の羽状毛は増加して32～36本となる (Fig. 12G)。第1～3顎脚に著しい変化は見られない (Fig. 12H-J)。第1, 2胸脚では外肢先端付近の羽状毛は増加して、共に12本となる (Fig. 12K, L)。第3胸脚では外肢先端付近の羽状毛は増加して10本となり、第4胸脚では外肢先端付近の羽状毛は8本となる (Fig. 12M, N)。第

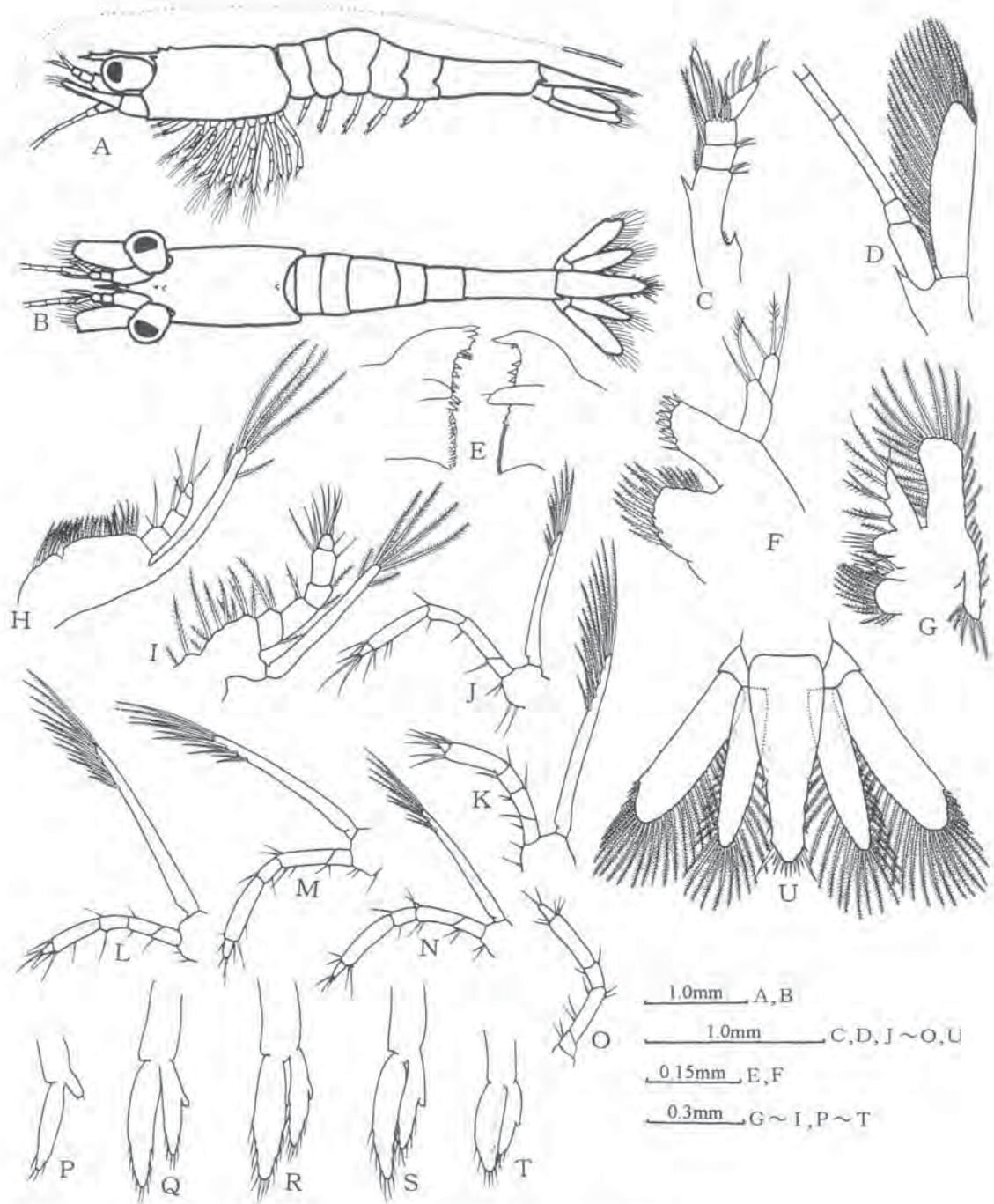


Fig. 12 *Cinetorhynchus striatus* (NOMURA & HAYASHI), eleventh zoea.

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-T: first to fifth pleopods, U: telson and uropods.

5 胸脚は第 2, 4 節が伸長する (Fig. 12O)。腹肢はより発達伸長し、各内肢には 2~9 羽状毛、各外肢には 4~12 羽状毛が見られ、第 2~5 腹肢には雌性突起が見られる (Fig. 12P-T)。

尾節に著しい変化は見られないが、尾肢周縁の羽状毛は増加して内肢に 24~27 本、外肢に 29~30 本となる (Fig. 12U)。

体色に著しい変化は見られない。

12) メガロバ期 (Fig. 13, Fig. 1C)

孵出 38~66 日後, TL 7.12mm (6.70~7.40mm), BL 5.94mm (5.60~6.20mm), CL 1.34mm (1.30~1.38mm)

額角上縁に新たに 2 歯が出現し計 5 歯となる

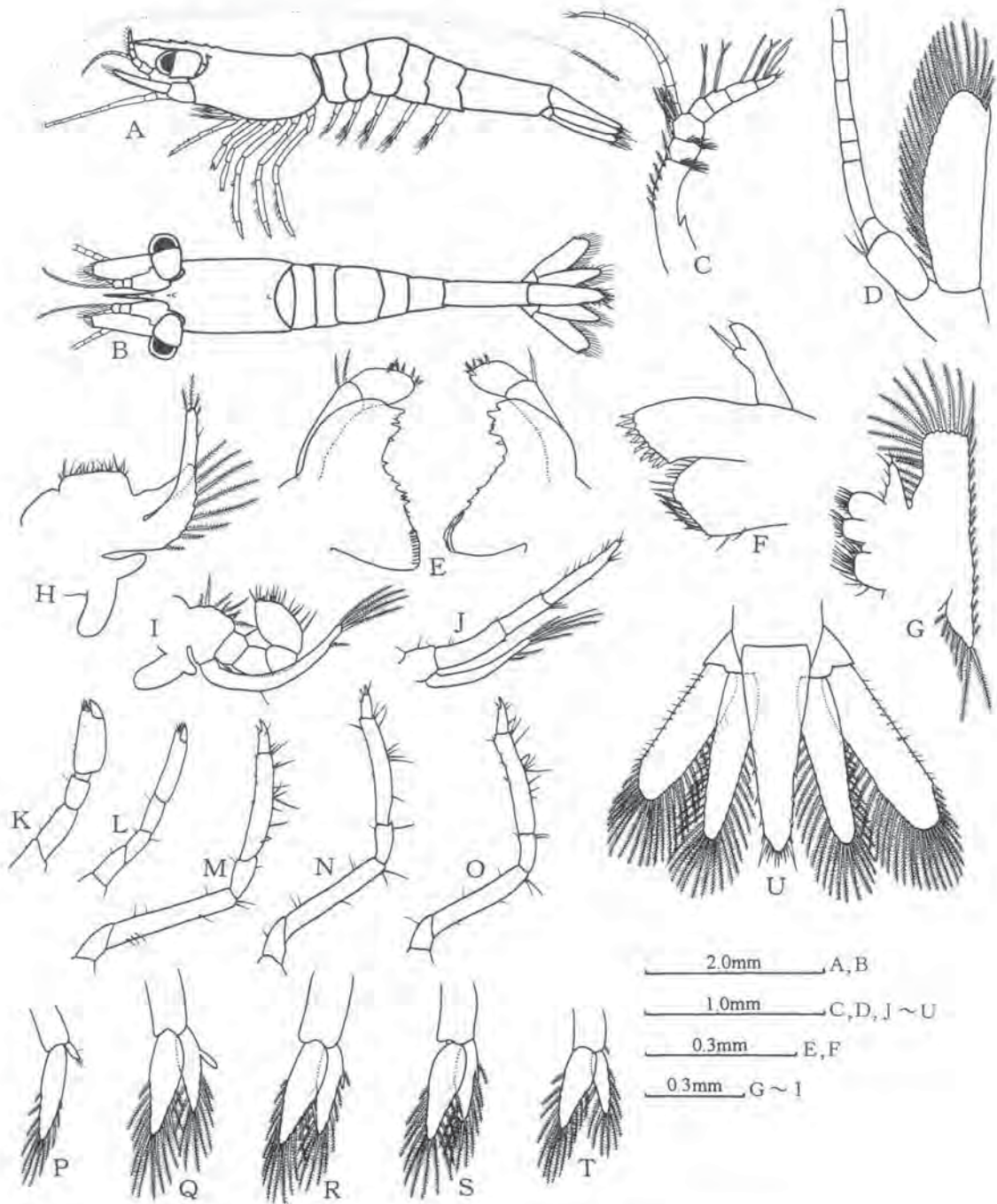


Fig. 13 *Cinetorhynchus striatus* (NOMURA & HAYASHI), megalopa (decapodid).

A: lateral view, B: dorsal view, C: antenna, 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-T: first to fifth pleopods, U: telson and uropods.

(Fig. 13A, B). 第1触角は内鞭が伸長して7節に分節し、外鞭は4節に分節する (Fig. 13C). 第2触角では内肢は節数が増加し、伸長する (Fig. 13D).

大顎では大顎鬚は2節に分節し、第1節の先端付近には1, 2本の羽状毛が見られ、第2節には6, 7本の小羽状毛が見られる (Fig. 13E). 第1小顎では小顎鬚は縮小して分節は消失する (Fig. 13F). 第

2小顎では内肢は縮小し、先端及び外縁に5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41~46本となる (Fig. 13G). 第1顎脚は内肢が縮小して分節が見られず、外肢外縁には8羽状毛が見られ、先端付近の羽状毛は4本となる (Fig. 13H). 第2顎脚は内肢先端の節が扁平となり、周縁には多数の小毛が見られ、外肢先端付近の羽状毛は5本とな

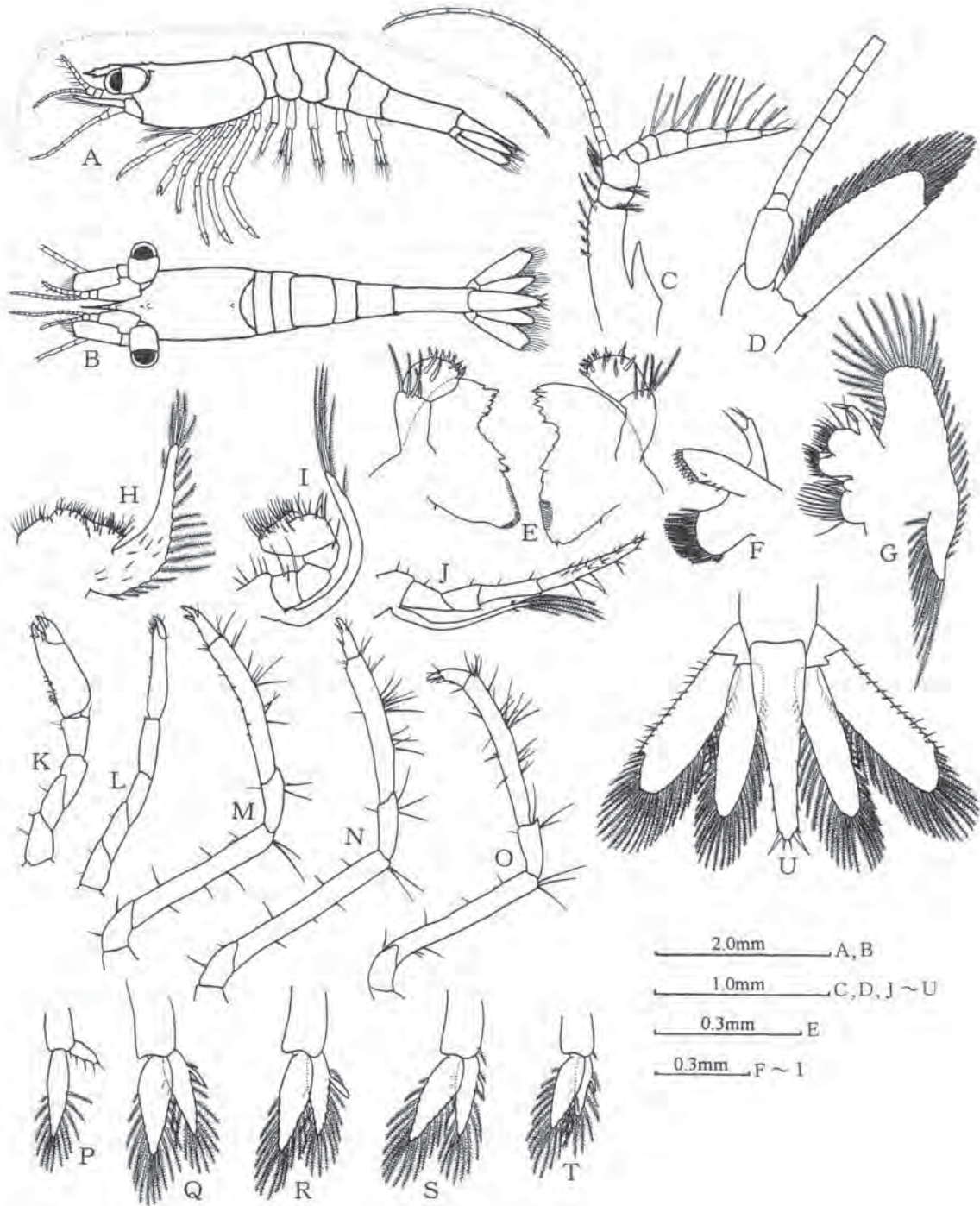


Fig. 14 *Cinetorhynchus striatus* (NOMURA & HAYASHI), first juvenile.

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-T: first to fifth pleopods, U: telson and uropods.

る (Fig. 13I). 第3顎脚は内肢が伸長して外肢の約2倍となり, 3節に分節する (Fig. 13J). 第1, 2胸脚は外肢が消失し, 先端がはさみ脚となる (Fig. 13K, L). 第3, 4胸脚も外肢が消失し, 歩脚として機能的となる (Fig. 13M, N). 第5胸脚に著しい変化は見られない (Fig. 13O).

腹肢は発達し, 第2~5腹肢内肢には10~13羽状毛, 第1~5腹肢外肢周縁には12~15羽状毛が見られる (Fig. 13P-T). 尾節には著しい相違は見られないが, 尾肢外肢外縁には14本の小毛が見られ, 内外肢の羽状毛はそれぞれ29本, 28本となる (Fig. 13U). 体色に著しい変化は見られない.

13) 稚エビ第1期 (Fig. 14, Fig. 1D)

孵出42~69日後, TL 6.70mm (6.30~6.90mm), BL 5.54mm (5.30~5.60mm), CL 1.25mm (1.18~1.40mm).

額角上縁に新たに1歯が現れ計6歯となり, 下縁にも1歯出現する (Fig. 14A, B). 第1触角では内外鞭はさらに伸長し, 内鞭は16節, 外鞭は6節に分節する (Fig. 14C). 第2触角では外肢内縁及び先端付近の羽状毛は32~36本となる (Fig. 14D).

大顎は大顎鬚の第1節先端付近の毛が4, 5本に増加し, 第2節の小毛はさらに増加する (Fig. 14E). 第1小顎に著しい変化は見られない (Fig. 14F). 第2小顎では内肢はさらに縮小し, 先端及び内縁に3毛を有するのみとなり, 顎舟葉周縁の羽状毛は増加して47~51本となる (Fig. 14G). 第1顎脚では内肢は消失し, 外肢外縁の羽状毛は増加して先端付近にまで及び, 先端付近の羽状毛と合わせて20本となる (Fig. 14H). 第2, 3顎脚に著しい変化は見られない (Fig. 14I, J). 第1~5胸脚にも著しい変化は見られない (Fig. 14K-O).

腹肢は内外肢の羽状毛が増加して第2~5内肢に12~15本, 第1~5外肢に13~16本となる (Fig. 14P-T). 尾節は先端の棘が減少して3対となり, 尾肢内外肢の羽状毛は増加して内肢に34~39本, 外肢に35~37本となる (Fig. 14U).

赤色色素胞の発達が顕著となり, 体色は全体に赤みが増す.

2. 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. すなはち, ゾエア第1~3期には顕著な正の走光性が見られるが, その後次第に弱まり第6期に入るとほとんど消失する. 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, 顎脚外肢を盛んに動かして前方及び上下に移動する. またゾエア第4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, 左右の触角を水平に開閉する.

ゾエア期初期には飼育水槽全面を活発に遊泳するが, 特に側面に多く集まる. 第3期になると底面付近にいる個体が増加し, 第6期になるとあまり遊泳

せず底面付近にいる個体が半数以上を占める. 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

本種の浮遊幼生期 (ゾエア期) は11期で, 31~65日間である. 同属のサンゴサラサエビ (毎原・京谷, 2001) も同じく11期で, 22~43日間であり本種より10~20日間短い. サラサエビ属のヤイトサラサエビ (MATOBA and SHOKITA, 1998) も同じく11期であるが, 54~111日間と非常に長い浮遊幼生期を有することで本種やサンゴサラサエビと大きく相違する. この原因については, 毎原・京谷 (2001) も述べているように低水温での飼育によるものと思われるが, 本種の飼育水温は24.8~25.9°Cで, サンゴサラサエビとほぼ同水温での飼育であり, 浮遊幼生期の長短の相違が種による違いなのか他の何らかの原因によるものかは明らかにできなかった.

本種幼期の大きさはゾエア第1期で全長平均3.07mmであり, 主な形態上の特徴はゾエア第1期では額角はやや下向きに突出, ゾエア第2期で第1胸脚の原基が出現, ゾエア第3期で触角上棘が出現, ゾエア第4期で第2触角内肢が伸長, ゾエア第7期で眼上棘が出現, ゾエア第8期で腹肢が出現, ゾエア第9期で胸脚が完成し, メガロパ期で全長平均7.12mm, 第1, 第2胸脚に鋏脚が出現し, 大顎鬚の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性生活に移行し, 稚エビ第1期で体表の赤色色素胞の発達が顕著となり体色が赤色を呈するようになるが, 体色は稚エビ第1期となっても成体と大きく異なる. 次に, 本種を含め現在まで幼生期の報告のある本科2属5種の主に幼生期の形質を比較してみた (Table 1).

本種とサンゴサラサエビ *C. hendersoni* (毎原・京谷, 2001) とは浮遊幼生 (ゾエア) 期数, ゾエア第1期の尾節周縁の羽状毛数, ゾエア期での胸脚の出現時期, 大顎鬚の分節の有無, メガロパ期での額角上の棘数, 眼上棘, 前側角棘の有無等多くの共通点があるが, ゾエア第1期の額角の形状, ゾエア第1期第2触角外肢の環節数, ゾエア期での眼上棘及び腹肢の出現時期等の相違点も認められる.

*C. rigens*の幼生 (GURNEY, 1941, 1942) とは, ゾ

Table 1 Comparisons with the larval characteristics in the zoeal, megalopal stages among five species in two genera belonging to the family Rhynchocinetidae.

Character	Species	<i>Cinetorhynchus</i>			<i>Rhynchocinetes</i>	
		<i>C. striatus</i>	<i>C. hendersoni</i>	<i>C. rigens</i>	<i>R. conspicicellus</i>	<i>R. typus</i>
No. of zoeal stages		11	11	10	11	?
Zoea						
TL (1st zoea, mm)		3.07 (3.05-3.10)	2.09 (2.08-2.13)	?	2.60 (2.45-2.79)	3.26
Rostrum (1st zoea)		a little downward	straight	straight (?)	straight	downward
Exopod of antenna (1st zoea)		4 segments	5 segments	4 segments	4 segments	6 segments
Plumose setae of telson (1st zoea)		7 pairs	7 pairs	7 pairs	7 pairs	7 pairs
Supraorbital spine		stage 6-11	stage 2-11	stage 10	stage 3-11	?
Pereiopods (first appearance)		stage 2	stage 2	stage 3	stage 3	?
Pleopods (first appearance)		stage 8	stage 7	stage 8	stage 8	?
Mandibular palp		single segment	single segment	single segment	2 segments	?
Megalopa (Decapodid)						
TL (mm)		7.12 (6.70-7.40)	7.42 (7.40-7.90)	?	9.33 (8.39-10.27)	?
No. of dorsal spine on rostrum		5	5	3	5 (?)	?
Supraorbital spine		present	present	absent	present	?
Pterygostomial spine		absent	absent	present	present	?
Reference		present study	MAIHARA and KYOYA (2001)	GURNEY (1941, 1942)	MATOKA and SHOKITA (1998)	ALBORNOZ and WEHRTMANN (1997)

エ第1期での第2触角外肢の環節数、尾節周縁の羽状毛数、ゾエア期での腹肢の出現時期、大顎鬚の分節の有無等の共通点はあるが、ゾエア期数、ゾエア第1期の額角の形状、ゾエア期での眼上棘及び胸脚の出現時期、メガロパ期での眼上棘、前側角棘の有無等多くの相違点も認められる。なお本種は毎原・京谷 (2001) も述べているようにプランクトン標本のため令期の欠落も考えられる。

サラサエビ属のヤイトサラサエビ *R. conspicicellus* (MATOKA and SHOKITA, 1998) とはゾエア期数、第1期ゾエア第2触角外肢の環節数、尾節周縁の羽状毛数、ゾエア期での腹肢の出現時期、大顎鬚の分節の有無、メガロパ期での額角上の棘数、眼上棘の有無等の共通点はあるが、ゾエア第1期の額角の形状、ゾエア期での眼上棘及び胸脚の出現時期、メガロパ期での前側角棘の有無等の相違点がある。

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期とは尾節の形状は類似し、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。

ゾエア第1期の全長は *C. rigens* は不明であるが *R. typus* が最も大きく、次にオオサングサラサエビ、ヤイトサラサエビ、サングサラサエビの順である。またメガロパ期では *C. rigens*, *R. typus* は不明であるが、ヤイトサラサエビが最も大きく、サングサラ

サエビ、オオサングサラサエビの順である。日本産種で、ゾエア第1期で最も大きなオオサングサラサエビがメガロパ期では最も小さいと言う事実は興味深い。

本科幼生期の特徴としてゾエア第1期の尾節の形状と7対の周縁の羽状毛数の一致がある。また属間の相違として、ゾエア期における大顎鬚の関節の有無があるが、これは後期にかぎられる。毎原・京谷 (2001) も述べているように本科幼期の形質は変化に富んでいることが分かる。

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、本論文の御校閲もいただいた。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) Descripción y clave de los primeros estadios larvales de marones carídeos (Decapoda: Hippolytidae, Alpheidae, Rhynchocinetidae) de aguas costeras de Chile. Invest. Mar. Valparaíso, 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, 113-124.
- GURNEY, R. (1942) Larvae of decapod Crustacea. The Ray Society, London, 306p.
- 林 健一 (1999) 日本産エビ類の分類と生態 (105), 海洋と生物, 21(2), 144~149.
- 毎原泰彦・京谷直喜 (2001) 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.
- MATOKA, H. and S. SHOKITA (1998) Larval development of the rhynchocinetid shrimp, *Rhynchocinetes conspiciocellus* OKUNO & TAKEDA (Decapoda : Caridea : Rhynchocinetidae) reared under laboratory conditions. Crust. Res., 27, 40-69.
- NOMURA, K. and K. HAYASHI (1992) *Rhynchocinetes striatus*, a new species (Decapoda, Caridea, Rhynchocinetidae) from southern Japan. Zool. Sci., 9, 199-206.
- OKUNO, J. (1997) Crustacea Decapoda : Review on the genus *Cinetorhynchus* HOLTHUIS, 1995 from the Indo-West Pacific (Caridea : Rhynchocinetidae). In : RICHER de FORGES, B. ed. : Les Fonds Meubles des Lagons de Nouvelle-Calédonie (Sédimentologie, Benthos), Études & Thèses, 3, 31-58.
- 奥野淳兒 (1998) 日本産アカモンサラサエビ属 (甲殻綱：エビ目：サラサエビ科) の分類. I. O. P. Diving News, 9(8), 2-7.

庵原層群から産出したカズサジカの枝角化石¹⁾

阿部 勇治²⁾・柴 正博³⁾・宮澤 市郎⁴⁾

An Antler of *Cervus (Nipponicervus) kazusensis* from the Ihara Group (Middle Pleistocene), in Shizuoka Prefecture, Central Japan¹⁾

Yuji ABE²⁾, Masahiro SHIBA³⁾ and Ichirou MIYAZAWA⁴⁾

Abstract

A nearly complete left antler belonging to the extinct deer *Cervus (Nipponicervus) kazusensis*, was recovered from the middle Pleistocene Ihara Group, at Numakubo, Fujinomiya City, Shizuoka Prefecture, central Japan. The strata in which the specimen was found was dated to oxygen isotope stage 15.5 (about 0.62 million years ago), based on a variety of chronological estimates, including the correlated volcanic ash layer and paleomagnetic data, and evidence from fossil plant materials and changes in the geological facies.

The specimen (NHMT-V152) is forked, with three tines. Its well-preserved state enables consideration of the morphological features of the antler outline, and facilitates its comparison with two specimens of *C. (N.) kazusensis* and one specimen of *C. (N.) praenipponicus* to examine morphological variability of antlers within the subgenus *Nipponicervus*. This comparison revealed clearly that the feature "Distance between first and second fork long and about four times of beam below first fork", previously considered as diagnostic for this subgenus, is invalid. Furthermore, a second purportedly diagnostic feature of this subgenus, "A V-shaped space enclosed by antlers of both sides", is also not displayed by NHMT-V152.

We then compare this specimen with three specimens of the other species of *Cervus*, *C. (Axis) axis*, *C. (Rusa) unicolor* and *C. (Sika) nippon*. NHMT-V152 differs from these three specimens in the high position of the first fork for circumference of beam below the first fork. Also, the second tine of NHMT-V152 is directed medial-posteriorly, and this orientation is equal with that of *C. (A.) axis* and *C. (R.) unicolor*. Further detailed morphological examination of these features in a large number of specimens is necessary to classify the true diagnostic characters within *Cervus* and its subgenera.

はじめに

静岡県中部の庵原郡から富士宮市にかけての、富

士川をはさむ両側の丘陵地には、中部更新統の庵原層群が分布する(柴ほか, 1990; 柴, 1991)。富士宮市沼久保の富士川河床には、庵原層群の沼久保礫シ

¹⁾東海大学自然史博物館研究業績 No.48

Contributions from the Natural History Museum, Tokai University, No.48

²⁾多賀町立博物館・多賀の自然と文化の館 522-0314 滋賀県犬上郡多賀町四手976-2

Taga Museum, 976-2, Shide, Taga-cho, Inukami-gun, Siga, 522-0314, Japan

³⁾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

⁴⁾421-3103 静岡県庵原郡由比町由比578-3

578-3, Yui, Yui-cho, Ihara-gun, Shizuoka, 421-3103, Japan

ルト層が連続的に露出し、柴ほか(1992)はその岩相を記載するとともに、シカ属(*Cervus* sp.)の脛骨などの化石の産出を報告した。

筆者のひとり宮澤は、柴ほか(1992)が報告した富士宮市沼久保の富士川河床の露頭で、1996年10月から1997年4月にかけて、枝角化石を含む4点のシカ類化石を発見した。本稿では、宮澤により発見された枝角化石について記載し、その形態学的特徴について検討する。

地 質 概 説

庵原層群は、富士川下流地域の蒲原丘陵、羽鮒丘陵、星山丘陵に分布する更新統である。庵原層群は、浜石岳層群を不整合におおひ、段丘堆積物および富士火山噴出物に不整合におおわれる。柴ほか(1990)では、庵原層群を下位から蒲原累層と岩淵累層に区分した。それによると、岩淵累層は安山岩質の溶岩

と凝灰角礫岩からなる岩淵火山岩層と、それと指交関係にある砂礫層からなる、岩淵累層の砂礫層に含まれる鷺ノ田礫層または南松野砂礫層からは、大塚(1943)によりトウヨウゾウ(*Stegodon orientalis*)の産出が報告されている。

本稿で報告する枝角化石が産した富士宮市沼久保の富士川左岸の露頭(Fig. 1)は、蓬萊橋上流約400mにあり、層厚約280mにわたって岩淵火山岩層から沼久保礫シルト層のほぼ連続したセクションが観察できる。この付近では、蒲原累層に相当する古田礫層の上位に岩淵累層の岩淵火山岩層が重なり、さらにその上位に同じく岩淵累層に含まれる沼久保礫シルト層が重なる(柴ほか, 1990)。沼久保礫シルト層は下位の岩淵火山岩層とは整合で重なり、柴ほか(1992)はその層相から、下位より下部層、中部層、上部層の3つに区分した。それによると、下部層は主に河川成の礫層からなるチャネル充填堆積物からなり、中部層から上部層にかけては主に砂礫層からシルト層よりなる干潟や後背湿地の環境を示すインターチャネル堆積物から構成される、としている。

Fig. 2に、沼久保の富士川左岸の河床に露出する沼久保礫シルト層の層相と産出化石、挟在する火山灰層などを記載した柱状図を示す。沼久保礫シルト層の中部層から上部層にかけての砂層およびシルト層中からは、直立樹幹をはじめハンノキ(*Alnus japonica*)、ブナ属(*Fagus* sp.)、クルミ属(*Juglans* sp.)、エゴノキ(*Stryx japonica*)などの植物化石が豊富に産出する。また、中部層の最上部からは、現地性の産状を示すマガキ(*Crassostrea gigas*)やウミタケガイ属(*Barnea* sp.)、ウラカガミガイ属(*Dosinia* sp.)など海生の二枚貝化石が産出し、パイプ状の生痕化石や長鼻類の足印化石と思われるラミナの変形もしくはしばしば見られるほか、シカ属(*Cervus* sp.)の骨格化石も産出している(柴ほか, 1992)。

産 出 層 準

沼久保礫シルト層から産出したシカ類化石は、枝角を除いて断片的な標本ばかりであるが、その産出層準は沼久保礫シルト層の下部層から上部層にまでおよんでいる(Fig. 2)。このことから、沼久保礫シルト層の堆積時に、堆積場周辺には時間的に連続してシカ類が生息していたことがうかがえる。

一方、沼久保礫シルト層中には、多数の火山灰層

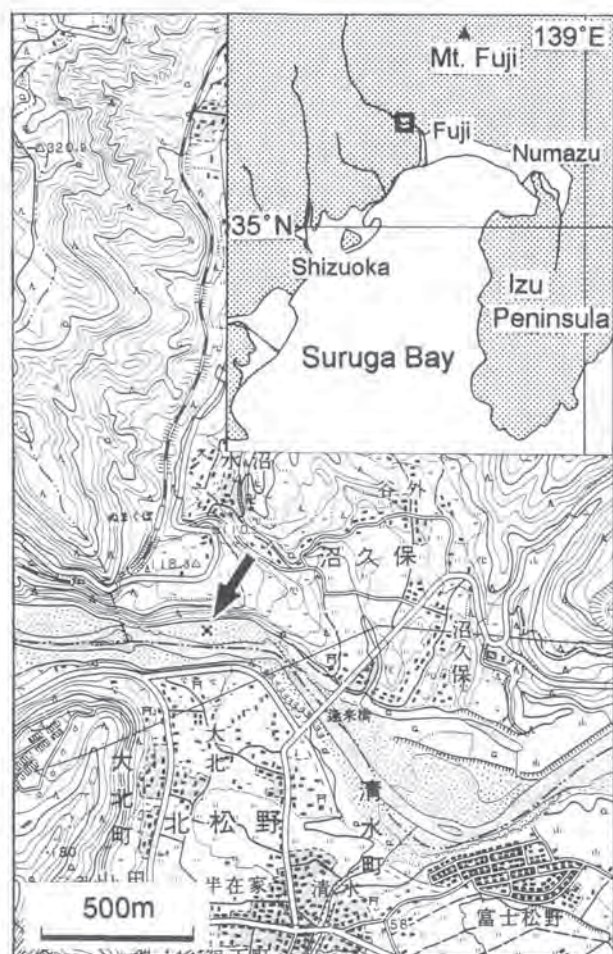


Fig. 1 The location where this *Cervus* antler specimen was recovered (arrow) plotted on 1:25000-scale topographic map of Japan, Quadrangle "Fujinomiya", Geographical survey of Japan.

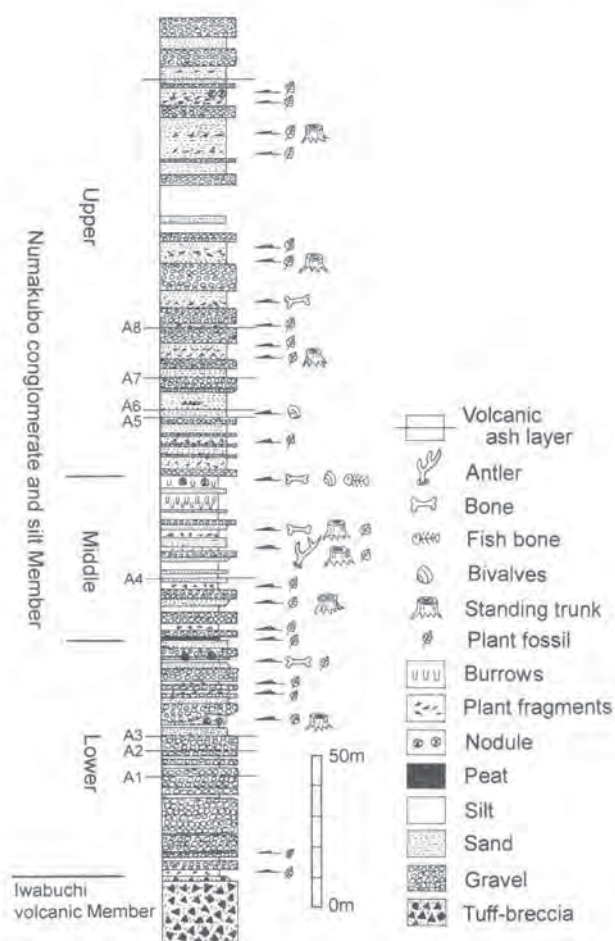


Fig. 2 Geological columnar section of the Numakubo conglomerate and silt Member in the Ihara Group. This *Cervus* antler specimen was recovered from the middle of the Numakubo conglomerate and silt Member.

が挟在している。水野ほか（1992）は、上部層中に挟在する足ヶ久保火山灰層（柴ほか，1992のA8火山灰層）を房総半島に分布する上総層群笠森層中のKs18火山灰層（0.6Ma）に対比した。また、中部層中に挟在する沼久保火山灰層（柴ほか，1992のA4火山灰層）は正帯磁を示し、Brunhes chron（0.78Ma～）に対応するとした。中部層に含まれる枝角化石の産出層準は、足ヶ久保火山灰層の約70m下位に位置し、沼久保火山灰層の約10m上位にあたる。

また、水野ほか（1992）は、沼久保火山灰層付近の層準からは温暖な気候を示す植物化石の産出を、足ヶ久保火山灰層の少し上位の層準と下部層最下部の層準からは比較的寒冷的な気候を示す植物化石の産出をそれぞれ報告した。中部層は最上部のシルト層中に現地性の海生二枚貝化石を含み、その層相の変化などから急激な海進の結果形成されたと考えられる。これらのことから、中部層は0.6Ma直前の温暖

な時期、すなわち酸素同位体ステージ（SHACKLETON, 1995）の15.5に起こった海進を記録している可能性が高いと思われる。枝角化石の年代は酸素同位体ステージ15.5（0.62Ma）に相当すると考えられる。

この産出層の年代は、従来知られている *Cervus* (*Nipponicervus*) *kazusensis* の産出レンジ（亀井ほか，1988）と一致する。しかし、これまでに報告されている *C. (N.) kazusensis* の標本は、海底から引き上げられたものや裂窩や石灰洞を充填した堆積物中より得られたものが大半を占め、ほとんどの標本の年代は明確でない。そのため、これまでに議論されてきた生息レンジも、産出層の年代が明確な数例の標本の情報をもとに、生層序学的研究が進んでいる長鼻類化石などのデータを考慮して推測されているにすぎない。したがって、本稿で報告する標本は、その産出層準と年代が明確であるという点においても重要である。

記 載

1. 標本記載

Family Cervidae GRAY 1821

Genus *Cervus* LINNAEUS 1785

Subgenus *Nipponicervus* KREZOI 1941

Cervus (*Nipponicervus*) *kazusensis* MATSUMOTO 1926
(Fig. 3, A, B and C)

Cervus (cfr. *Sika*) *kazusensis* MATSUMOTO

MATSUMOTO, 1926, *Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ.*, 2nd ser., vol. 10, p.17-25.

Cervus (*Depéretia*) *kazusensis* MATSUMOTO

SHIKAMA, 1941, *Jubl. Pub. Comm. Prof. Yabe's 60th Birthday*, vol.2, p.1125-1170.

Cervus (*Depéretia*) *urbanus* SHIKAMA

SHIKAMA, 1941, *Jubl. Pub. Comm. Prof. Yabe's 60th Birthday*, vol.2, p.1125-1170.

SHIKAMA, 1949, *Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ.*, 2nd ser., vol.23, p.99-103.

Cervus (*Depéretia*) *trassaeli* SHIKAMA

SHIKAMA, 1941, *Jubl. Pub. Comm. Prof. Yabe's 60th Birthday*, vol.2, p.1125-1170.

Cervus (*Depéretia*) *shimabarensis* OTSUKA



Fig. 3 Left antler of *Cervus (Nipponicervus) kazusensis*, (NHMT-V152).
A : anterior view, B : medial view, C : lateral view. Scale bar equals 10cm.

OTSUKA, 1967. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ.*,
Ser.D, vol.28, no.2, p.306-310, pl.9, fig.1.

Cervus (Nipponicervus) kazusensis MATSUMOTO

OTSUKA and SHIKAMA, 1977. *Bull. Nat. Sci.
Mus.*, Ser. C, (Geol. & Paleont.), vol.3, no.1, p.
31-33

標本：NHMT-V152 (左・落角)

保管：東海大学自然史博物館 (寄託)

採集者：宮澤市郎

産地：静岡県富士宮市沼久保，富士川左岸河床，蓬
萊橋上流400m

地層：庵原層群沼久保礫シルト層

地質時代：中期更新世

種の定義：OTSUKA and SHIKAMA (1977) による

- 1) 角は，中程度の大きさで細身，2分岐する，
- 2) 第1枝は，角座上方において45mm以上の高い

位置で分岐し，角幹と70°以上の角度をなす，

- 3) 第1枝より上方の角幹は*C. (N.) praenipponicus*
ほど豎琴型ではない，
- 4) 第2枝は，第1分岐点の上方のかなり高い位置
で分岐する，
- 5) 第3枝 (第2分岐点より上方の角幹) は第2枝
より長い，内側やや後方へ向かって突出する，
- 6) 角の表面は比較的滑らかである，

用語と計測方法：枝角の形態に関する用語は大泰司
(1983)を用いた，また，標本の計測部位はOTSUKA
and SHIKAMA (1977) により定義されている11ヶ所
と大泰司 (1976) により定義されている6ヶ所のほ
か，以下に定義する4ヶ所を加えた21部位 (計測位
置が異なるため1部位でa, bの2ヶ所計測する必
要があるものもあるため計測項目は28ある) である
(Fig. 4). 計測にはマルチン式管状計，角度計，ノ
ギス，巻尺を用いた，各計測値をTable 1に示す，

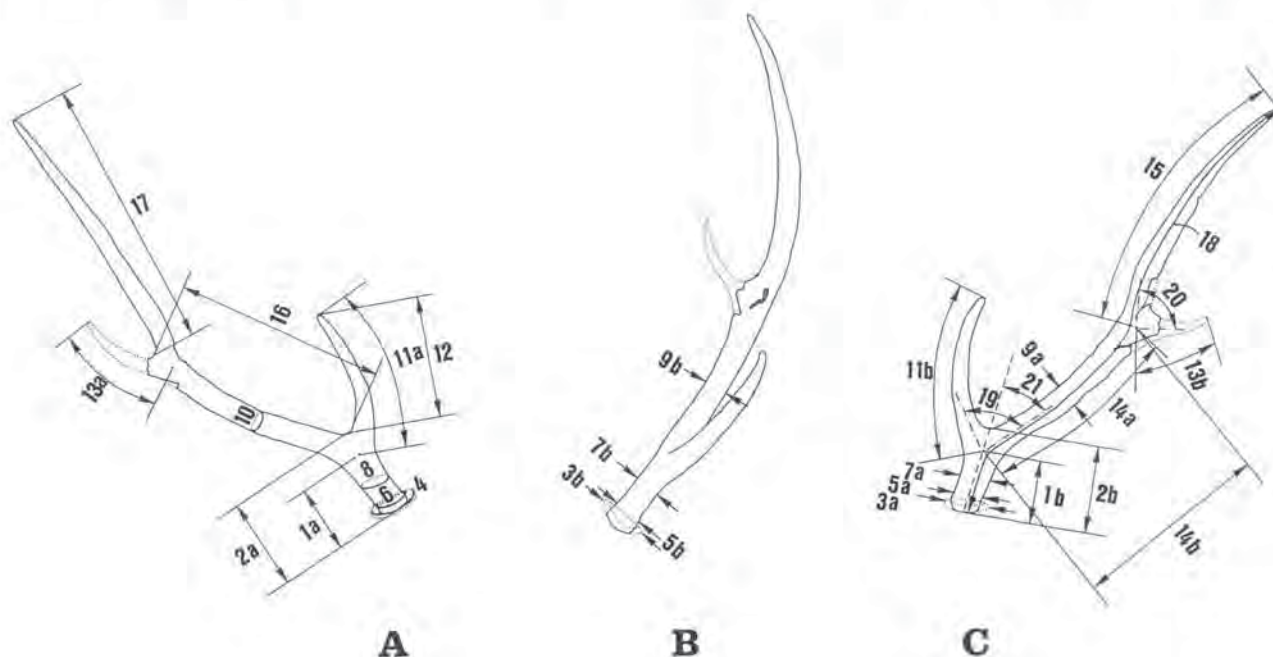


Fig. 4 Key to measurements of antler. This figure is restored based on the antler of *C. (N.) kazusensis* (A: medial aspect, B: anterior aspect, C: lateral aspect).

1: Height of first fork (a: medial side, b: lateral side), 2: Length of first segment (a: medial side, b: lateral side), 3: Diameter of burr (a: anterior-posterior, b: medial-lateral), 4: Circumference of burr, 5: Distal diameter of burr (a: anterior-posterior, b: medial-lateral), 6: Distal circumference of burr, 7: Minimum diameter of beam below first fork (a: anterior-posterior, b: medial-lateral), 8: Circumference of beam at mid point between burr and first fork, 9: Diameter of beam at mid point between first and second forks (a: anterior-posterior, b: medial-lateral), 10: Circumference of beam at mid point between first and second forks, 11: Length of first tine (a: medial side, b: lateral side), 12: Length of first tine from uppermost surface of "webb" to tip of first tine, 13: Length of second tine (a: medial side, b: lateral side), 14: Length of beam between first and second forks (a: along lateral surface, b: point to point), 15: Length of beam from second fork to tip of beam, 16: Length of second segment, 17: Length of third segment, 18: Greatest length of antler, 19: Angle of first fork, 20: Angle of second fork, 21: Degree of inclination of beam above first fork.

新たに定義する計測部位

- Length of beam from second fork to tip of beam: 第2分岐点から角幹先端までの外側縁に沿った長さ (Fig. 4の15).
- Distal diameter of burr (a: anterior-posterior, b: medial-lateral): 角座直上の角幹の最大直径 (a: 前後, b: 内外) (Fig. 4の5).
- Circumference of burr: 角座の周囲長 (Fig. 4の4).
- Circumference of beam at mid point between burr and first fork: 角座—第1分岐点中間点の角幹の周囲長 (Fig. 4の8).
- Circumference of beam at mid point between first and second forks: 第1分岐点と第2分岐点の中間点の角幹の周囲長 (Fig. 4の10).

本標本は3尖の枝角で左角である。第2枝と第2分岐点の直下外側の一部、第2分岐点の直上後面の一部を欠くほかは角幹先端まで保存されている。角座骨は伴わず、角座底はスポンジ状を呈するがなめらかで、本標本は落角であると考えられる。表面は黄褐色～暗褐色を呈し、細かい亀裂が全体に見られる。また、第1枝と角幹の底部から上部までにおいて角皸や小瘤が見られる。小瘤の径は、第1分岐点と第2分岐点の間の後面及び第2分岐点前面付近において大きくなり、角幹先端では小瘤は見られず平滑である。

角座の張り出し部分は磨耗し、わずかに膨隆しているのみである。また、角座を底部より見るとほぼ円形である。

第1枝は角座底より92.0mmの位置で角幹から分岐し、主幹と78°の角度をなし前外側上方へ伸びる。また、第1枝はやや細くわずかに湾曲し先端は急に内側へ傾く。第1枝の先端は溝状に磨耗してくぼむ。

第1分岐点と第2分岐点の間は273.0mmと長く、ここで角幹は下半部が直線的に外側後方へ伸び、上半部が上方へゆるく湾曲する。第1分岐点から第2分岐点の間の角幹前面には、第1分岐点の上縁から続く隆起が発達し角張っている。

第2枝は破損しているが、分岐の軸線は主幹と81°の角度をなし後内側上方へ伸びている。第2分岐点より上で、角幹は内側後方へゆるく湾曲し、角幹先端は内側上方を向く。また、角幹先端の内側面は平らに磨耗している。

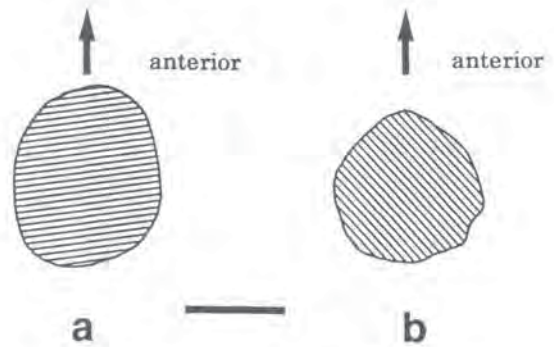


Fig. 5 Cross sections of specimen NHMT-V152. Scale bar equals 2 cm. A: mid point between burr and first fork, B: mid point between first and second forks.

角幹の横断面形は、角座と第1分岐点の間においては前後径が内外径より大きい卵円形で、第1分岐点と第2分岐点の間においてはやや角張ったいびつな円形、第2分岐点より上では前後径より内外径が大きい卵円形となっている (Fig. 5).

2. 種の同定

NHMT-V152には、3尖であり、第1分岐点の位置がかなり高い、第1枝が大きく角幹と鋭角をなして分岐している、といった形態的特徴が見られる。また、第2枝は破損していて形態的特徴を十分に観察できないが、基部の状態からその長さは第2分岐点より上の角幹より短いと推定される。さらに、大きさはシカ類の枝角としては中くらいで、全体に細身である。こうした特徴から、本標本は*Cervus*属の*Nipponicervus*亜属に含まれるとみなすことができる。

さらに詳細なNHMT-V152の形態的特徴としては、第1分岐点の高さが45mm以上で第1枝の角幹との分岐角が70°以上であること、角幹が第1～第2分岐点間であまり湾曲せず第2分岐点より上で内側後方へ向くこと、角表面には角皸や小瘤が見られるが比較的なめらかであることなどが挙げられる。これらの形態的特徴に基づき、NHMT-V152を*C. (N.) kazusensis* (カズサジカ) に同定した。

比 較

日本列島の鮮新-更新統の地層からは、これまでに多量の*Cervus*属動物化石の産出が報告されている。とりわけ*Nipponicervus*亜属の化石は産出量も多く、

産出地点も広範にわたり、日本列島におけるシカ類の進化史を考える上で特に重要な分類群といえる。これらは、もっぱら枝角の形態的特徴に基づき同定・分類がされてきたが、標本の多くは不完全で、枝角全体の形態的特徴が検討できるものは極めて少ない。このため、報告されている標本の多くは、第1分岐点の位置や分岐角などの部分的な特徴に基づいて同定されている。

しかし、NAKAYA (1993) は、*C. (N.) kazusensis* や *C. (N.) praenipponicus* といった *Nipponicervus* 亜属を含む日本と中国の更新世から現生において知られる7種の“ニホンジカ型 *Cervus* 属”の枝角について生物計測学的解析を行い、従来 *Nipponicervus* 亜属の分類基準として重視されてきた角座の大きさや第1分岐点の位置などの変異は、検討した *Cervus* 属の各種間において連続的でそれぞれの種を明瞭に区別することはできないと述べている。こうしたことから、従来述べられてきた *Nipponicervus* 亜属に含まれる種の分類基準については再検討をする必要があるといえる。また、それには各枝の分岐様式をはじめ枝角全体が観察できる *Nipponicervus* 亜属のものも含めた *Cervus* 属各種の枝角標本を比較検討し、その形態的特徴を明らかにすることが必要である。

さらに、現生シカ類の枝角には、同種のものであっても地域個体群間で形態の変異が大きく、年齢や枝角形成時の栄養状態に規制され毎年その形態が変化する特質がある事が知られている (OTSUKA, 1988; KAJI et al., 1988)。したがって化石ジカの枝角の形態的特徴も、現生シカ類での研究成果を考慮に入れ、こうした変異に注意をはらって評価する必要がある。

ここでは、本稿で産出を報告した *C. (N.) kazusensis* (NHMT-V152) の形態的特徴を明らかにし、*Nipponicervus* 亜属や *C. (N.) kazusensis* の分類基準の再検討にあたっての基礎資料とするために、*C. (N.) kazusensis* (NHMT-V152) と以下の *Cervus* 属動物の枝角 (6 標本) との比較を行った。静岡市立日本平動物園所蔵の *Cervus (Axis) axis* (アキスジカ No.39)、多賀町立博物館・多賀の自然と文化の館所蔵の *C. (Nipponicervus) kazusensis* (カズサジカ キャスト：原標本 九州大学理学部蔵 GK.M1118)、*C. (N.) praenipponicus* (ニホンムカシジカ キャスト：原標本 千葉県立袖ヶ浦高校所蔵)、*C. (Rusa) unicolor* (サンバー TGM.0001)、*C. (Sika) nippon* (ニホンジカ TGM.0047)、滋賀県立琵琶湖博物館所蔵の *C. (N.) kazusensis* (カズサジカ LBM-0142000597)。

Table 1 Measurements of specimen NHMT-V152 and various *Cervus* antlers. Measuring points: 1-21 (in mm or degrees). + : less than true value. L : left antler. R : right antler. * : cast.

	<i>C. (N.) kazusensis</i> NHMTU-96001 (L)	<i>C. (N.) kazusensis</i> GK.M1118 *	<i>C. (N.) kazusensis</i> L.B.M.-0142000597	<i>C. (N.) praenipponicus</i> Iitihara specimen *	<i>C. (A.) axis</i> No.39	<i>C. (R.) unicolor</i> TGM.0001	<i>C. (S.) nippon</i> TGM.0047
	L	R	L	R	L	L	L
1a	92.0	100.5	111.0	76.0	22.7	61.6	40.3
1b	85.0	97.5	95.0	69.5	21.0	63.5	33.5
2a	113.7	135.0	137.5	105.0	41.8	105.0	67.5
2b	111.5	135.0	123.5	91.9	41.0	101.3	64.5
3a	40.0+	51.2	52.8	40.0	44.0	89.0+	52.0
3b	39.0+	56.5	53.0	43.0	43.0	79.0	48.0
4	130.0+	170.0	170.0	129.0	140.0	232.0+	157.0
5a	37.5	36.0	40.0	30.5	35.5	60.0+	38.6
5b	36.5	38.0	39.7	31.0	29.0	71.0	36.0
6	118.0	120.0	132.0	95.0	176.0	207.0+	121.0
7a	37.0	39.5	36.0	27.0	35.5	54.4+	36.0
7b	28.0	31.8	30.6	25.0	27.0	47.5	32.0
8	110.0	118.0	118.0	87.0	116.0	208.0	108.5
9a	30.0	30.0	27.9	23.4	22.4	37.5	23.5
9b	28.2	29.0	27.5	24.8	24.4	38.5	24.0
10	97.0	100.0	95.0	80.0	76.0	128.0	75.5
11a	205.0	280.0	194.0	157.0	162.0	196.0+	106.0
11b	215.0	290.0	208.0	162.0	166.0	204.0+	105.0
12	166.5	235.0	162.0	130.0	131.5	164.0	79.2
13a	26.0+	117.0	105.0	98.0	55.0	101.0	84.0
13b	35.0+	120.0	96.0	105.0	58.0	108.0	85.0
14a	273.0	325.0	345.0	247.0	318.0	302.0	240.0
14b	257.0	313.0	327.5	240.0	302.0	291.0	236.5
15	395.0	264.0	293.5	203.0+	277.0	285.0+	221.0
16	265.0	311.0	319.0	231.0	306.0	284.0	231.0
17	338.50	222.0	258.0	168.0+	244.0	232.0+	190.0
18	753.0	686.5	651.0	421.5+	616.0	650.5+	491.0
19	78°	60°	70°	80°	85°	100°	68°
20	81°	62°	68°	89°	44°	103°	61°
21	28°	38°	24°	30°	50°	30°	26°

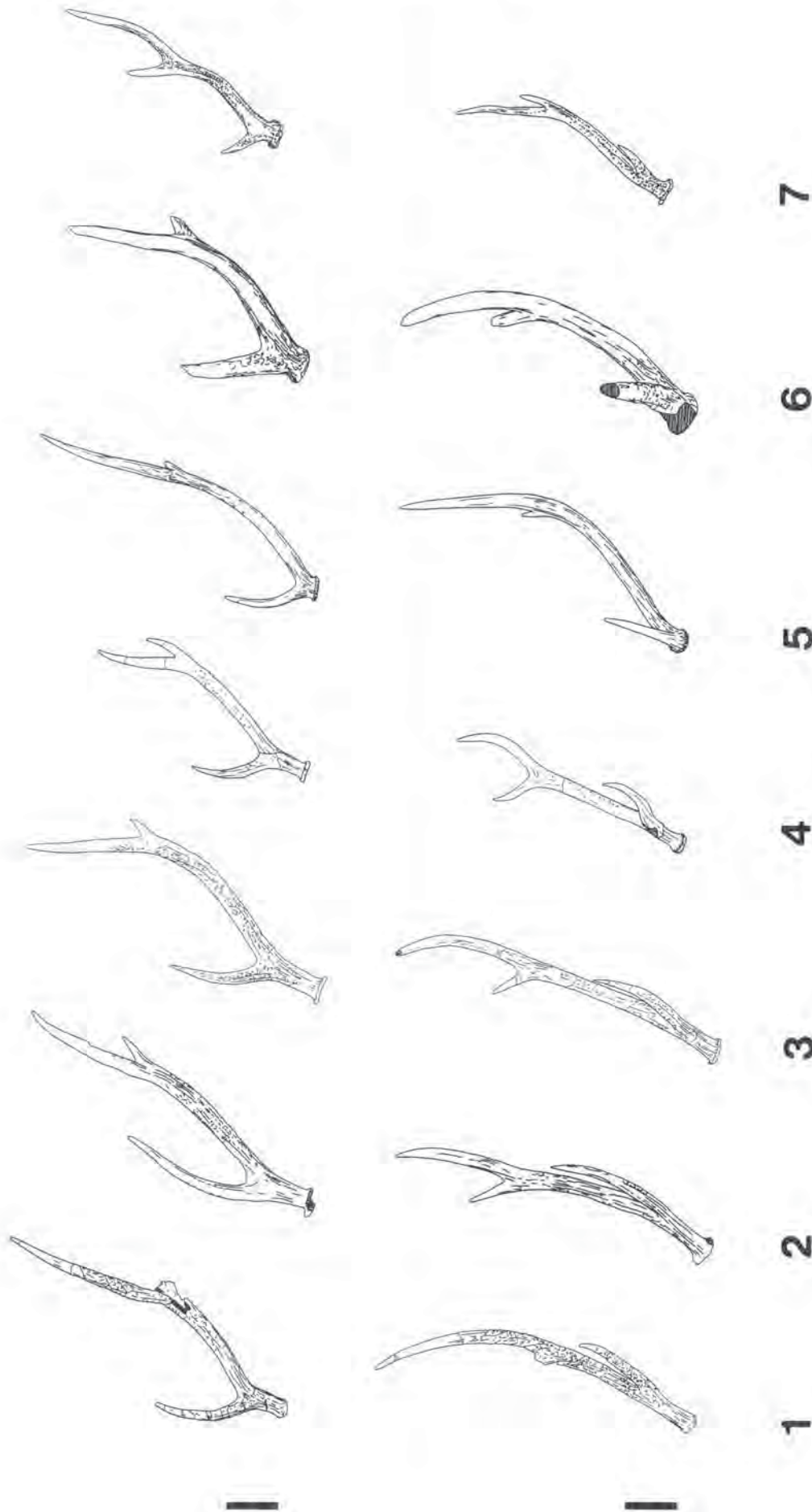


Fig. 6 Antlers of various *Cervus* species (Upper row : Lateral view, Lower row : Anterior view. Scale bar equals 10cm.). 1 : *C. (N.) kazusensis* (NHMT-VI52), 2 : *C. (N.) kazusensis* (GK.M-1118), 3 : *C. (N.) kazusensis* (LBM-0142000597), 4 : *C. (N.) praeenipponicus* (Ichihara specimen), 5 : *C. (A.) axis* (No-39), 6 : *C. (R.) unicolor* (TGM-0001), 7 : *C. (S.) nippon* (TGM-0047).

なお、各比較標本の計測点はFig. 4に、各計測値はTable 1に示した通りで、すでに同じ計測部位の計測値が公表されているものについても改めて計測した。また、これらの枝角標本の外形をFig. 6に示す（左角はそのまま、右角は反転して左角として示した）。

Cervus (Nipponicervus) kazusensis

文献：OTSUKA, 1967

キャストの原標本：GK.M1118（九州大学理学部）

産地：長崎県加津佐町津波見海岸

地質時代：前期更新世

全体的な大きさや太さは、NHMT-V152とほぼ同じである。ともに3尖で、枝の分岐様式など基本的な形態はNHMT-V152とよく似る。枝角の表面は、NHMT-V152に比べ細かい角畝がよく発達する。

第1分岐点の位置はNHMT-V152より高く、第1枝の長さもはるかに長い。また、この標本の第1枝は、前後方向より見るとねじれがほとんどなく直線的であるが、NHMT-V152では先端が内側に湾曲し、側面より見るとNHMT-V152の方がより前方へ突出する。

第2分岐点の位置はNHMT-V152よりかなり高い。また、第2枝はともに内側後方を向く。

第2分岐点より上の角幹は、NHMT-V152のように内側に湾曲せず直線的で、角幹先端もNHMT-V152が内側上方を向くのに対し、この標本では内側後方を向く。第1分岐点から第2分岐点の間の角幹前面には、NHMT-V152と同様に第1分岐点の上縁から続く隆起が発達し断面は角張るが、この標本の方がより顕著である。また、角幹の先端近くの断面は、両者はともにつぶれた楕円形をしている。

Cervus (Nipponicervus) kazusensis

文献：田村ほか, 1982

標本番号：LBM-0142000597

（滋賀県立琵琶湖博物館）

産地：滋賀県大津市真野普門町

地質時代：中期更新世

全体的な大きさや太さは、NHMT-V152とほぼ同じである。ともに3尖で枝の分岐様式など、形態的にもNHMT-V152と非常によく似る。枝角の表面の角畝や小瘤の発達の程度も同じである。

第1分岐点の位置はNHMT-V152よりわずかに

高いが、第1枝の長さはほぼ同じである。また、この標本の第1枝はNHMT-V152より内側に湾曲しており、その先端までゆるやかに弧をえがいているが、NHMT-V152では先端近くで急に内側を向く。また、前方への突出の程度は同じである。第1枝の先端はこの標本では先細りして鋭く尖るが、NHMT-V152では先細りは鈍く、先端も尖っていない。

第2分岐点の位置はNHMT-V152よりかなり高い。また、第2枝は、ともに内側後方を向く。

第2分岐点より上の角幹は、NHMT-V152と同様に内側前方にゆるく湾曲し、角幹全体を前後方向より見ると弓型をしているが、第1分岐点から第2分岐点の間の角幹はNHMT-V152より直線的である。また、第1分岐点から第2分岐点の間の角幹前面には、NHMT-V152と同様に第1分岐点の上縁から続く隆起が発達し断面は角張る。

主幹の先端近くでは、NHMT-V152では断面がつぶれた楕円形であるが、この標本ではそれほど扁平ではない。また、角幹先端はNHMT-V152ほど内側に湾曲せずやや前方を向く。

Cervus (Nipponicervus) praenipponicus

文献：市原化石ジカ研究グループ, 1994

キャストの原標本：標本番号は付けられていないため、ここでは市原標本と呼ぶ

産地：千葉県市原市引田

地質時代：後期更新世

全体的な大きさや太さはNHMT-V152の方が大きく、この標本は大きさと太さともにNHMT-V152の約3/4である。ともに3尖で、枝の分岐様式は似る。枝角の表面は、NHMT-V152より小瘤がよく発達する。

第1分岐点の位置は、NHMT-V152よりかなり低い。前方より見ると第1枝は、この標本ではその基部から外側へカーブし先端が内側へ向くのに対し、NHMT-V152では先端近くで急に内側を向く。また、前方への突出の程度は同じである。

大きさが異なるのでプロポーションで比較すると、第2分岐点の位置はNHMT-V152よりかなり高く、第2分岐点より上の角幹は短い。また、第2枝は、ともに内側後方を向く。第2分岐点より上の角幹は、NHMT-V152では内側前方にゆるく湾曲し、角幹全体を前後方向より見ると弓型をするが、この標本で

は前外側上方へ強く突出する。また、NHMT-V152では第1分岐点から第2分岐点の間の角幹前面に、第1分岐点の上縁から続く隆起が発達し断面は角張るが、この標本ではあまり発達しない。

角幹の先端近くでは、NHMT-V152では断面がつぶれた楕円形であるが、この標本では円に近い。また、角幹先端はNHMT-V152では内側上方を向くが、この標本では外側前方から、上方へ垂直に向く。

Cervus (Axis) axis

標本番号：No.39 (静岡市立日本平動物園)

産地：静岡市立日本平動物園飼育個体

地質時代：現世

全体的な大きさは、NHMT-V152がわずかに大きい。やや細身で主幹の太さはNHMT-V152の約3/4である。ともに3尖で、枝の分岐様式や角幹のプロポーションなどはNHMT-V152とよく似る。枝角の表面は小瘤が全く見られず、角畝は発達するが、NHMT-V152に比べなめらかな表面をする。

第1分岐点の位置はNHMT-V152にくらべ極端に低く、第1枝の長さはやや短い。また、第1枝の分岐角はこの標本の方がやや大きい。側面より見ると、この標本の第1枝は、その基部より前方から内側へ向けゆるやかに湾曲するのにくらべ、NHMT-V152ではややカーブはするものの直線的に前方へ伸び、先端のみ内側を向く。

この標本は、NHMT-V152とはやや大きさが異なるのでプロポーションで比較すると、第2分岐点の位置はほぼ同じで、第2枝はともに内側後方を向く。

角幹全体は、前後方向より見ると弓型をしており、NHMT-V152と良く似る。また、第2分岐点より上ではNHMT-V152と同様に内側後方にゆるく湾曲する。しかし、第1分岐点の直上で強く後方へ傾く点はNHMT-V152と異なる。また、NHMT-V152では第1分岐点から第2分岐点の間の角幹前面に、第1分岐点の上縁から続く隆起が発達するため断面は角張るが、この標本ではこのような張り出しはなく断面は丸い。

角幹の先端近くの断面は、両者はともにつぶれた楕円形をする。また、角幹先端はNHMT-V152と同様に内側上方を向く。

Cervus (Rusa) unicolor

標本番号：TGM.0001

(多賀町立多賀の自然と文化の館)

産地：広島市立阿佐動物公園飼育個体

地質時代：現世

全体的な大きさは、NHMT-V152とほぼ同じである。ともに3尖で、枝の分岐様式などはNHMT-V152と似る。しかし、NHMT-V152にくらべると太さは2倍近い。枝角の表面は、NHMT-V152にくらべ細かい角畝がよく発達する。

第1分岐点の位置はNHMT-V152より著しく低い。分岐角はほぼ同じである。第1枝はNHMT-V152よりやや短い。先端が著しく磨耗しているため本来の形態を表していない可能性がある。この標本の第1枝は、側面より見ると直線的に前方へ伸びるが、NHMT-V152は前方から上方へゆるく湾曲する。

第2分岐点の位置はNHMT-V152とほぼ同じ位置で、第2枝はともに内側後方を向く。

第2分岐点より上の角幹は、NHMT-V152と同様に内側前方にゆるく湾曲し、前後方向より見ると弓型をする。また、第1分岐点から第2分岐点の間の角幹前面には、NHMT-V152と同様に第1分岐点の上縁から続く隆起が発達し断面は角張る。

角幹の先端近くの断面は、両者はともにつぶれた楕円形をする。また、角幹先端は、NHMT-V152が内側上方を向くのに対し、この標本では内側やや前方を向く。

Cervus (Sika) nippon

標本番号：TGM.0047

(多賀町立多賀の自然と文化の館)

産地：滋賀県鈴鹿山脈

地質時代：現世

この標本の大きさ、太さはともにNHMT-V152の約3/4である。ともに3尖だが、枝の分岐様式や角幹の形態はNHMT-V152と異なる点が多い。枝角の表面は、NHMT-V152にくらべ小瘤がよく発達するが、角畝は不明瞭である。

第1分岐点の位置はNHMT-V152より著しく低い。分岐角はほぼ同じである。また、第1枝の長さもはるかに短い。第1枝は、前後方向より見ると、外側へ強く張り出し、NHMT-V152の第1枝があまり外側へ湾曲しない点と異なる。

第1分岐点から第2分岐点の間の距離はNHMT-V152とほぼ同じで、第2分岐点より上の角幹は、NHMT-V152の約2/3の長さしかない。また、やや大きさが異なるのでプロポーションで比較すると、第2分岐点の位置はNHMT-V152よりやや高い。第2枝はNHMT-V152では内側後方を向くが、この標本では前方を向く。

第2分岐点より上の角幹は、NHMT-V152では内側後方へゆるく湾曲するが、この標本では第2分岐点で後方へ強く突出する。

また、NHMT-V152では第1分岐点から第2分岐点の間の角幹前面に、第1分岐点の上縁から続く隆起が発達し断面は角張るが、この標本ではこのような張り出しはない。

角幹の先端近くでは、NHMT-V152では断面がつぶれた楕円形であるが、この標本では円に近い。また、角幹先端はともに内側上方を向く。

議 論

Nipponicervus 亜属はSHIKAMA (1936) により、栃木県葛生町の裂窩充填堆積物（葛生層）より産出した枝角標本 (*C. (N.) praenipponicus*) に基づいて設定された分類群である。*Nipponicervus* 亜属の分類学的特徴については、OTSUKA and SHIKAMA (1977) による *Nipponicervus* 亜属に含まれる種を整理・総括した研究の中で、以下のように定義されている。

- 1) 枝角は2分岐。中程度の大きさで細い。
- 2) 第1分岐点の位置は高い。第1枝は大きく、角幹と鋭角をなして分岐する。
- 3) 第1分岐点と第2分岐点の間の距離が長く、第1分岐より下の角幹の長さの約4倍。
- 4) 第2分岐点より上の角幹の長さは、第2枝の長さより長い。
- 5) 左右の角で囲まれた空間はV字形をしている。

これらは、枝角全体の形態的特徴について定義したものであるが、その根拠となる標本の観察結果が述べられていない項目も含まれている。さらに、本稿で産出を報告したNHMT-V152を含む、*C. (N.) kazusensis* 3標本、*C. (N.) praenipponicus* 1標本について形態的特徴を検討した結果、以下に述べるように *Nipponicervus* 亜属の分類基準として有効とは言えない項目が含まれていることが明らかとなった。

検討した4標本の中では、NHMT-V152の第2枝の分岐する位置は比較的低い。そこで、第2枝の分岐する位置について変異の幅を検討するため、各標本の角座底と第1分岐点の間の長さに対する第1分岐点と第2分岐点間の角幹の長さの割合を比べてみた。すると、いずれの標本も3.2~3.6倍の範囲に含まれ、OTSUKA and SHIKAMA (1977) による *Nipponicervus* 亜属の定義の一つである“角幹は第1分岐点と第2分岐点の間の距離が長く、第1分岐点より下の角幹の長さの約4倍”という項目を満たしていなかった。検討に用いた標本すべてがこうした割合を示したことは、標本の同定が誤っており *Nipponicervus* 亜属に属さない標本を検討したためであるとは考えにくく、むしろOTSUKA and SHIKAMA (1977) による定義が分類基準として有効とはいえないことを示していると考えられる。

さらに、NHMT-V152は第2分岐点より上の角幹が内側へ顕著に湾曲しているため、左右とも同じ形態の枝角を冠頭した状態では、左右の角で囲まれた空間は紡錘形となる。したがって、NHMT-V152では“左右の角で囲まれた空間はV字形をしている”というOTSUKA and SHIKAMA (1977) による *Nipponicervus* 亜属を定義する項目の一つと一致していないことになる。比較に用いた3標本は、第2分岐点より上の角幹が直線的に伸び、V字形をしている。しかし、*C. (S.) nippon* では地域個体群によって左右の枝角の開き方にかなり変異が生じることが知られており（松元ほか、1984）、*Nipponicervus* 亜属の種にもこうした変異があった可能性が考えられる。

一方、NHMT-V152を *C. (A.) axis* 1標本、*C. (R.) unicolor* 1標本、*C. (S.) nippon* 1標本とそれぞれ比較した結果、NHMT-V152は比較に用いた3標本に比べ“角幹基部の太さの割に第1分岐点の高さが高い”という点が顕著に異なっていた。これは、OTSUKA and SHIKAMA (1977) で述べられている“第1分岐点の位置は高い”という *Nipponicervus* 亜属を定義する特徴、またNAKAYA (1993) が種を明瞭に区別することはできないと述べている特徴と極めて関係が深い形質である。ただし、OTSUKA and SHIKAMA (1977) では角座から第1分岐点までの長さそのものをとりあげており、NAKAYA (1993) では角座の前後径、内外径をあわせて取りあげているが、角幹基部の太さについては検討していない点異なる。また、市原化石ジカ研究グループ(1994)は *Sika* 亜属

との比較により“*Nipponicervus*亜属は第1分岐点下の角幹の最小直径が増加するにつれて、第1分岐点の高さが増すという正の相関関係がある”と述べている。本研究では比較に用いた標本が少ないため、角幹基部の太さと第1分岐点の高さの相関関係が*Nipponicervus*亜属の分類基準として有効か、現段階では変異を検討してその客観性を評価することはできない。この特徴の分類基準としての有効性は、機会を改めて検討したい。

また、検討した*Nipponicervus*亜属に含まれる4標本はすべて第2枝が内側後方へ伸びており、*C. (A.) axis*, *C. (R.) unicolor*と共通していた。この特徴はすでに、大塚(1977)などでも指摘されている。しかし、OTSUKA and SHIKAMA (1977)では*C. (S.) nippon*のように第2枝が前方へ伸びる*C. (N.) takaoi*が提唱されており、*Rusa*亜属のシカには、ここで第2枝として扱っている枝が角幹となり、角幹として扱っている枝が第2枝となって前方へ伸びているものも知られている(大塚, 1966)。*C. (N.) takaoi*の分類学的な位置の再検討も含めて、第2枝の分岐様式についてはさらに検討する必要がある。

ま と め

静岡県富士宮市沼久保の富士川河床に露出する中部更新統庵原層群沼久保礫シルト層より、*Cervus (Nipponicervus) kazusensis* (カズサジカ)の保存状態の良い左枝角化石NHMT-V152の産出を報告した。

産出層準は、挟在する火山灰層の広域対比や植物化石、層相の変化などから、酸素同位体ステージ15.5 (0.62Ma)に相当すると考えられる。

NHMT-V152の形態的特徴について、*C. (N.) kazusensis* 2標本、*C. (N.) praenipponicus* 1標本とあわせて検討した結果、従来*Nipponicervus*亜属の分類基準として指摘されていた“角幹は第1分岐点と第2分岐点の間の距離が長く、第1分岐点より下の角幹の長さの約4倍”という特徴は、種を定義する客観的基準とはならない可能性があることが明らかとなった。また、同じく*Nipponicervus*亜属の分類基準として指摘されていた“左右の角で囲まれた空間はV字形をしている”という特徴は、NHMT-V152には一致していなかった。さらに、NHMT-V152と*C. (A.) axis* 1標本、*C. (R.) unicolor* 1標本、*C. (S.) nippon* 1標本とそれぞれ比較した結果、“角幹基部の太さの割に第1分岐点の高さが高い”という点が顕著に異なり、第2枝が内側後方へ伸びる点は*C. (A.) axis*, *C. (R.) unicolor*と同じであった。これらの形態的特徴の評価にあたっては、今後より詳細な検討が必要である。

謝 辞

化石産出層の調査にあたっては、静岡野尻湖友の会の深沢哲治氏と東海大学海洋学部の横山謙二氏に協力していただいた。また、静岡市立日本平動物園の小島昭一氏と大村正栄氏には標本の比較にあたってお世話になった。滋賀県立琵琶湖博物館の高橋啓一氏には標本の比較にあたりお世話になり、本研究に対して適切な助言をいただいた。日本大学松戸歯学部の三島弘幸氏には粗稿を校閲していただいた。以上の方々に深謝いたします。

引用文献

- 市原化石ジカ研究グループ (1994) 房総半島北部の上部更新統木下層産出*Cervus (Nipponicervus) praenipponicus* SHIKAMA (ニホンムカシジカ)の形態。地球科学, 48, 181-207.
- KAJI, K., T. KOIZUMI and N. OHTAISHI (1988) Effects of resource limitation in the physical reproductive condition of Sika Deer on Nakanosima Island. Acta Theriol, 33, 187-208.
- 亀井節夫・河村善也・樽野博幸 (1988) 日本の第四系の哺乳動物化石による分帯。地質学論集, 30, 181-204.
- MATSUMOTO, H. (1926) On some new fossil cervicorns from Kazusa and Liukiu. Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ., 2nd ser., 10, 17-25.
- 松元光春・西中川 駿・大塚潤一 (1984) ツシマジカ、マゲシカ、ヤクシカの頭蓋の計測形態学的研究。哺乳動物学雑誌, 10, 41-53.
- 水野清秀・山崎晴雄・下川浩一・奥村晃史・百原新・福田美和 (1992) 静岡県蒲原丘陵付近に分布する古期第四系の年代と堆積場の変化。日本第四紀学会講演要旨集, 22, 84-85.
- NAKAYA, H. (1993) Evolution of Quaternary Middle-sized *Cervus* in Japan and China. In

- OHTAISHI, N. and H. I. SHENG eds.: Deer of China, Elsevier Science Publishers B. V., 106-114.
- 大泰司紀之 (1976) 奈良公園のシカの角に関する研究 (予報). 昭和51年度「奈良のシカ」調査報告, 107-128.
- 大泰司紀之 (1983) シカ. 縄文文化の研究 2 (生業), 122-135.
- 大塚裕之 (1966) 西部九州産の *Rusa* 鹿の新種について. 化石, 11, 43-49.
- OTSUKA, H. (1967) Pleistocene Vertebrate Fauna from the Kuchinotsu Group of West Kyushu Part 1, Two New Species of Fossil Deer. Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ., Ser. D, Geol., 18, 227-312.
- 大塚裕之 (1977) シカ科 "*Depéretia* 亜属" について. 地質雑, 83, 668-669.
- OTSUKA, H. and T. SHIKAMA (1977) Studies on fossil deer of the Takao Collection (Pleistocene deer fauna in the Seto Inland Sea, West Japan Part 1). Bull. Nat. Sci. Mus. Ser. C, 3, 9-46.
- OTSUKA, H. (1988) Growth of antler in the subgenus Sika (cervid mammal) from the Pleistocene Formation in the Seto Inland Sea, West Japan. Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N.S., 152, 625-643.
- 大塚弥之助 (1943) 静岡県庵原郡東部の地質構造. 地震研彙報, 16, 394-413.
- SHACKLETON N. J. (1995) New data on the evolution of Pliocene climatic variability. In VRBA, E. S., D. H. DENTON, T. C. PARTRIGE and L. H. BURCKLE eds.: Paleoclimate and Evolution with Emphasis on Human Origins. Yale University Press, New York, 242-248.
- 柴 正博 (1991) 南部フォッサマグナ地域南西部の地質構造—静岡県清水市および庵原地域の地質—. 地団研専報, 40, 98p.
- 柴 正博・大久保正寿・笠原 茂・山本玄珠・小林 滋・駿河湾団体研究グループ (1990) 静岡県富士川下流域の更新統, 庵原層群の層序と構造. 地球科学, 44, 205-223.
- 柴 正博・阿部勇治・福田美和・横山謙二・堀内伸太郎・石川裕一・矢部英生・井上雅博・駿河湾団体研究グループ (1992) 静岡県富士宮市沼久保の富士川河床に分布する礫シルト層 (更新統) の層相と化石について. 自然環境科学研究, 5, 21-32.
- SHIKAMA, T. (1936) *Depéretia*, a new subgenus of *Cervus*, with a note on a new species from the Pleistocene of Japan. Proc. Imp. Acad. Tokyo, 12, 251-254.
- SHIKAMA, T. (1941) Fossil deer in Japan. Jubl. Pub. Comm. Prof. Yabe's 60th Birthday, 2, 1125-1170.
- SHIKAMA, T. (1949) The Uuzuu Ossuaries, Geological and palaeontological study of the limestone fissure deposits in Kuzuu, Totigi Prefecture. Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ. Ser. 2, 23, 1-201.
- 田村幹夫・岡村喜明・松岡長一郎 (1982) 古琵琶湖層群堅田累層より *Cervus* (*Nipponicervus*) *kazusensis* MATSUMOTO の発見. 地質雑, 88, 199-202.

掛川市上西郷における掛川層群産鯨目化石発掘調査の成果 —地質および堆積環境—¹⁾

柴 正 博²⁾・横 山 謙 二³⁾・新 村 龍 也³⁾・伊 藤 芳 英²⁾

Excavation Report of Pliocene Fossil Cetacea from the Kakegawa Group, Kamisaigo, Kakegawa City, Central Japan —Geology and Sedimentary Environment—¹⁾

Masahiro SHIBA²⁾, Kenji YOKOYAMA³⁾,
Tatsuya SHINMURA³⁾ and Yoshihide ITO²⁾

Abstract

A right rib of fossil Cetacea was discovered from the Tenno silty sand Member of the Upper Pliocene Dainichi Formation at Kamisaigo, Kakegawa City, Shizuoka Prefecture, in October, 1999. A thorough excavation of fossil Cetacea at the site was conducted in August and September, 2000. The geological age of the horizon is about 2 Ma. Abundant fossils of various taxa were obtained such as more than twenty specimens of bone fragments containing two ribs (Cetacea and Sirenia), forty specimens of elasmobranch teeth, ten crab shells and abundant shell remains of mollusks. This paper reports geology and stratigraphy of the excavation site and occurrence of the fossils to discuss about the sedimentary environment. These animal remains including cetacean ribs were transported from the inner shelf depth into a channel valley in the outer-shelf to slope depth. This is the first report on fossil bones of marine mammal from the Kakegawa Group.

はじめに

静岡県掛川市とその周辺に分布する新第三系の掛川層群は、日本の新第三系層序の模式地のひとつとして、また鮮新世の軟体動物化石を多産する地層として、古くから層序学および古生物学的研究が行われてきた。特に軟体動物化石の古生物学的研究には、YOKOYAMA (1923, 1926) と MAKIYAMA (1927, 1931) の研究からはじまり、TSUCHI (1955), 鎮西 (1980), NOBUHARA (1993), 間嶋・本目 (1993), OZAWA et al. (1998) など多くの研究がある。しか

し、軟体動物以外、特に脊椎動物の化石の研究については、田中 (1985) と久家 (1985) および横山ほか (2000) による板鰐類化石の産出報告、小野 (1980) による鳥類化石の報告、田中 (1985) と TOMIDA and SAKURA (1988) による鯨目の歯化石の報告のみであった。なお、田中 (1985) の報告では産地が未記載であり、TOMIDA and SAKURA (1988) の産地は満水地域である。

1999年10月～11月と2000年8月～9月に著者らが行った掛川市上西郷での鯨目化石発掘調査では、掛川層群大日累層から、海生哺乳類の肋骨化石3点を

¹⁾東海大学自然史博物館研究業績 No.49

Contributions from the Natural History Museum, Tokai University, No.49

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⁾東海大学海洋学部 424-8610 静岡県清水市折戸3-20-1

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

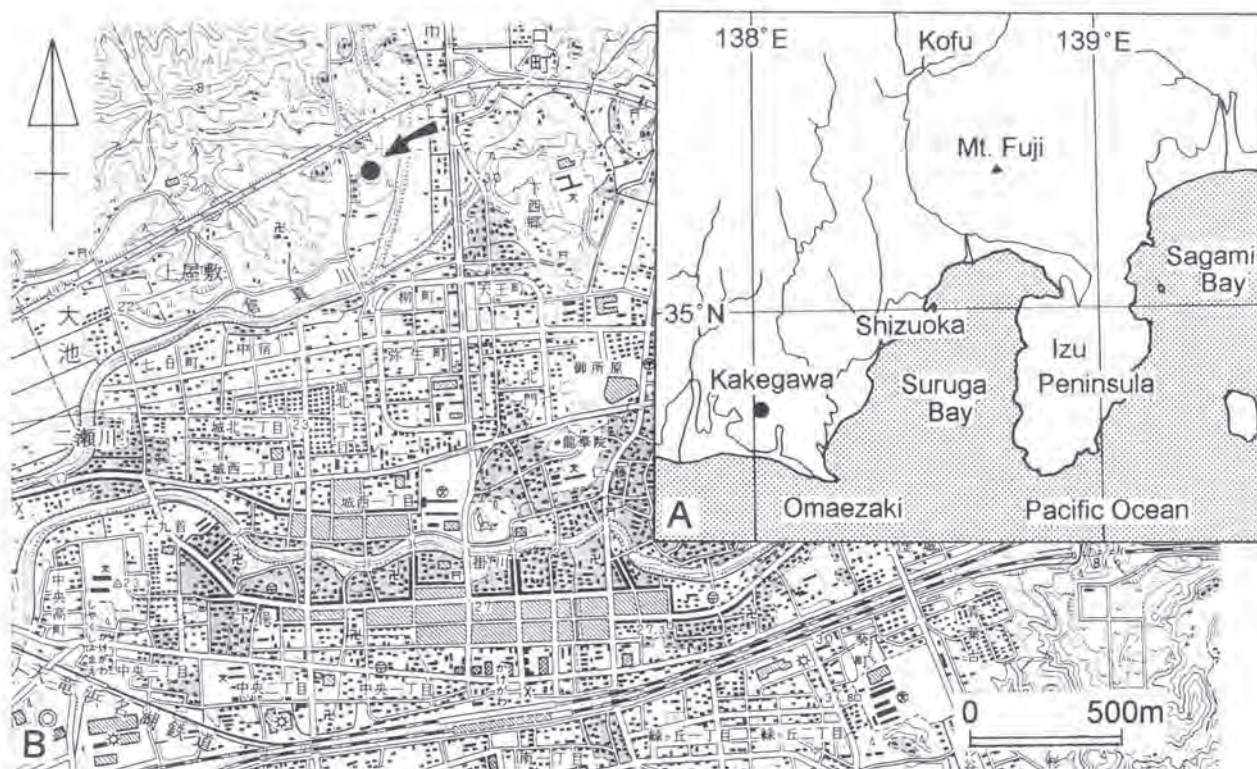


Fig. 1 Locality map. A: index map, B: the location of the excavation site (black circle with arrow) plotted on 1:25000-scale topographic map of Japan, Quadrangle "Kakegawa", Geographical survey of Japan.

含む20点以上の脊椎動物の骨化石片を採集した。また、その際に板鰓類歯化石が40点産出した。Fig. 1に、発掘地の位置を示す。

本稿では、著者らが行った掛川市上西郷での発掘調査の経緯を概説し、発掘地の層序と産出化石およびその産状について述べ、化石が含まれる地層の堆積環境について推定する。

発掘調査の経緯

1999年10月24日、著者のひとり新村が、掛川市上屋敷西郷区画整理地の道路わきの露頭(Fig. 2-A)において鯨目と思われる骨化石の一部の露出を発見した。10月29日～11月2日にかけて著者らと数人の協力者によりその骨化石の発掘を行ったところ、肋骨体遠位端が少し損失しているものの全長約1.2mにおよぼほぼ完全な鯨目の右肋骨が現れた(Fig. 2-B)。露出した肋骨化石の周囲を掘った後に、石膏で包含して肋骨化石全体を取り出したが、取り上げる際に肋骨化石の数ヶ所に亀裂が生じた。

このような保存良好な肋骨化石が産したということは、この層準にさらに多数の鯨目化石が埋積されている可能性が高いと考え、東海大学自然史博物館

では掛川市区画整理課および上屋敷西郷土地整理組合の許可を得て、2000年8月24日～29日と9月2日～7日にかけて発掘調査を行った。

掛川市上屋敷西郷区画整理地およびその周辺には、掛川層群大日累層の大日砂層と天王シルト質砂層が分布する。この露頭では東端に大日砂層が露出し、その上位にあたる露頭全体に天王シルト質砂層が分布する。天王シルト質砂層には、軟体動物化石を多量に含む砂層(貝化石層)が4層挟在し、この肋骨化石はこれら貝化石層のうち下位から2番目の第II貝化石層と呼ぶ砂層から産出した。

2000年8月の発掘に先立ち、掛川市区画整理課の協力を得て、第II貝化石層の発掘が容易になるように発掘地点付近の崖の高さを地上高2.5mに整えていただいた。発掘1日目と2日目は、肋骨化石が産した地点付近の第II貝化石層の上面を露出させるために、人力でその上位の泥層を掘削する作業を行ったが、暑さと泥層が硬質だったために作業は難航した。

そのため、3日目からは、この造成地で整地作業を行っていた後藤興業の協力を得て、重機(ユンボ)で第II貝化石層の上位の硬質な泥層を広範囲に剥ぎとっていただいた。その結果、縦横10m四方の広さで、第II貝化石層の上面を露出させることができた。第



Fig. 2 The outcrop condition and fossil occurrence in the excavation site. A : The outcrop condition and facies of the excavation site in 1997. Four shell beds (no. I-IV) are intercalated in the mud bed. B : The mode of occurrence of a Cetacea rib (NHMT-V221) in 1999. C : The fossil occurrence on the surface of the shell bed (II). D : Excavation of bone fossils on the shell bed (II).

II貝化石層の直上には薄い砂層があり、この砂層はデッキブラシと手ぼうきで掃くことにより容易に取り去ることができ、第II貝化石層の上面をほとんど破損することなく保存のよい状態で露出させることができた (Fig. 2-C)。

第II貝化石層は、N30°~50°Wの走向で、南西に10°~15°傾斜しており、発掘地周辺の地層の構造と調和的である。発掘区画については、N30°Wの走向方向に基線を設け、8m四方を対象として第II貝化石層の上面を露出させ、4m四方のグリッドを4つ設定した。発掘では、貝化石層の上面から深度20~30cmにわたって地層面を剥ぎ、骨化石などを探査した (Fig. 2-D)。

なお、1999年10月~11月の発掘調査のようすをFig. 3に、2000年8月~9月の発掘における重機による掘削作業をFig. 4に、発掘終了時の発掘地全体の景観をFig. 5に示す。

2000年8月~9月に行った発掘においては、カメ目の甲羅片が2点、硬骨魚類の椎骨片が2点と耳石が18点、それ以外の脊椎動物の骨化石が20点、大型甲殻類化石が10点、および多数の軟体動物化石が採集された。また、発掘地とその周辺で地質柱状図を作成し、発掘層準の層序学的・堆積学的検討を行った。

2000年8月と9月の2回の発掘調査は、自然史博物館の学芸員が中心となり、東海大学の研究生・学生、それと発掘経験のある静岡野尻湖友の会のメンバーらの協力を得て実施した。この2回の発掘の参加者は総計35名で、1日10~15名で発掘作業を行った。

9月7日に現地での発掘を終了し、東海大学自然史博物館にて採集した化石のクリーニングと整理を行った。それらの資料については、自然史博物館での特別展「掛川の化石—クジラ化石発掘調査報告—」(2000年10月1日~11月30日開催)で展示公開した。

発掘参加者

1999年10月~11月に行った発掘の参加者は以下7名である(五十音順、敬称略)。柴 正博、新村龍也、高原寛和、戸村恵子、野本晃弘、松井昭憲、横山謙二。2000年8月~9月に行った発掘の参加者は以下の32名である(五十音順、敬称略)。阿部勇治、石井宜之、石川智子、石田太一郎、伊藤芳英、有働文雄、笠井智博、北村孔志、工藤周一、小泉明裕、櫻井裕

希、柴 正博、柴田早苗、新村龍也、鈴木浩司、田辺 積、坪井秀臣、寺下隆治、長崎 愛、中本武史、延原尊美、野本晃弘、日置勝三、深澤哲治、深澤科子、福家 誠、堀内伸太郎、湊 和子、宮本綾子、山本雅之、横山謙二、芳野浩一。



Fig. 3 The excavation site in October – November, 1999.



Fig. 4 The excavation site in August – September, 2000. The mud bed covering the shell bed (II) was removed by power shovel.



Fig. 5 The excavation site in September, 2000.

地質概説

掛川層群の層序学的研究については、千谷(1928, 1931), MAKIYAMA (1931), 榎山(1950, 1963), 榎山・坂本(1957), TSUCHI (1961), UJIE (1962), 茨木(1986), 柴ほか(1996, 2000)などがある。柴ほか(2000)は、掛川層群を上部層と下部層に分け、掛川層群上部層に挟在する多数の火山灰層の累重様式をもとに、掛川層群上部層を下位から上内田累層、大日累層、土方累層に区分した。

本発掘地に分布する地層は、柴ほか(2000)の掛川層群上部層の大日累層にあたる。発掘地周辺の掛川市街北西部における地質図をFig. 6に示す。大日累層は海進期堆積体にあたり、岩相から大日砂層と天王シルト質砂層に区分される。大日累層の地質年代は、下位の上内田累層上部に挟在する五百済火山灰層と上位の土方累層の下部に挟在する火山灰層のフィッシュントラック年代がSHIBATA et al. (1984)によって報告されていて、前者が 2.3 ± 0.5 Maであり、後者が 1.9 ± 0.4 Maということと、土方累層下部がOlduvai subcron (C2n: 1.95–1.77Ma)にあたること(YOSHIDA and NITSUMA, 1976)から、およそ

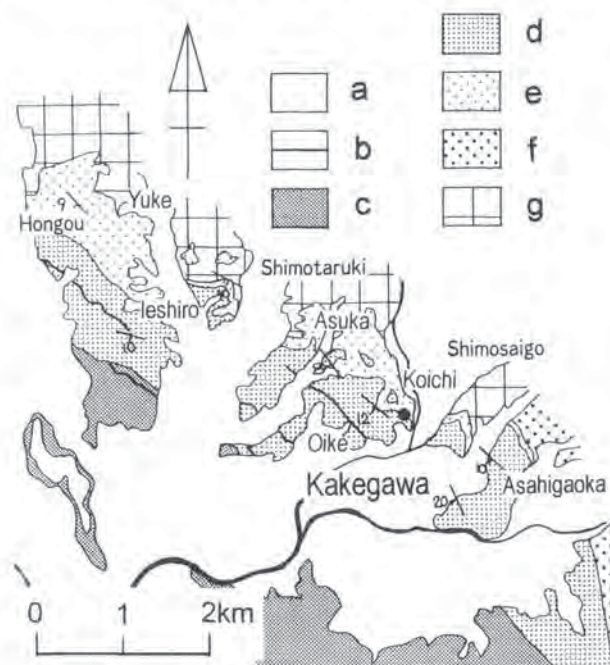


Fig. 6 Geological map of the northwestern part of Kakegawa City compiled after YOKOYAMA et al. (2000). a: Holocene, b-f: Kakegawa Group (b: Volcanic ash, c: Hijikata Formation, d: Tenno silty sand Member of the Dainichi Formation, e: Dainichi sand Member of the Dainichi Formation, f: Kamiuchida Formation), g: Miocene rocks. Black circle shows the location of the excavation site.

2Maと考えられる。

地質層序と岩相

本発掘地は掛川市上西郷の掛川バイパスの南側にある倉真川右岸の丘陵にあり、段丘礫層によって不整合におおわれて掛川層群の大日砂層と天王シルト質砂層が露出する。Fig. 7に、本発掘地周辺の詳細な地質図を示し、Fig. 8に岩相柱状図を示す。本発掘地の大日砂層は、おもに分級の良い細粒～中粒砂からなり、ハンモック状斜交層理や平行葉理などが認められ、しばしば生物攪乱の著しい部分もみられる。天王シルト質砂層は、生物攪乱の著しいシルト質の極細粒砂～シルト層からなり、分級の良い平行葉理の発達する細粒砂層と軟体動物化石や植物化石が密集する細粒～中粒砂層がレンズ状に挟在し、それらの砂層にはスランプ構造も認められる。

本発掘地とその近傍に露出する天王シルト質砂層には軟体動物化石が密集する砂層が4層挟在する。これら4層の層準を下位から第I～第IV貝化石層と呼ぶことにする。各貝化石層について以下に記載する。

第I貝化石層：大日砂層の直上にあり、細粒から中粒砂の砂層中に塊状に軟体動物化石が密集し、泥岩の同時礫 (Mud clasts) が多量に含まれる。発掘地のセクションでは4 mの層厚をもつ砂層であるが、その南側では貝化石層を挟在する厚いシルト層に水平

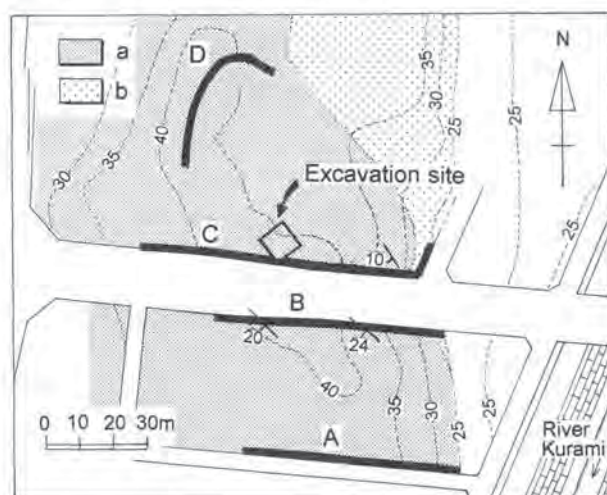


Fig. 7 Geological map in and surrounding area of the excavation site. Broken lines show contour lines every five meters before the ground leveling for construction. Thick black lines (A–D) show the routes of geological columnar sections (Fig. 8). a: Tenno silty sand Member, b: Dainichi sand Member.

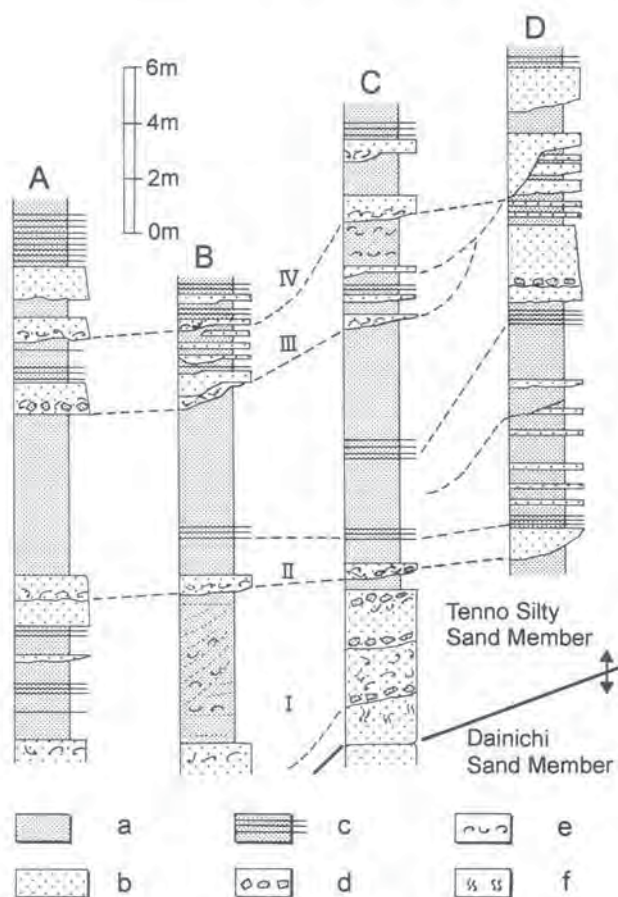


Fig. 8 Geological columnar sections of the Dainichi Formation. I-IV show the shell beds. The horizon and location of the excavation site is the shell bed (II) in columnar C. The locations of the routes of columnar sections are shown in Fig. 7. a: mud, b: sand, c: sand layer in mud, d: mud clasts, e: shell remains, f: barrows.

変化する。軟体動物化石は多量に産するものの保存状態が悪く、破片が多い。そのほか、板鰓類と硬骨魚類の歯と骨片・耳石の化石が産出する。

第II貝化石層：本発掘を行った層準であり、発掘地のセクション(Fig. 8-C)では第I貝化石層の約60cm上位にある。層厚は発掘地の東側では2~5cmであるが、発掘地では20~40cmと急激に層厚を増す。本層に含まれる化石は第I貝化石層の化石とくらべて保存状態が良く、合併したままの二枚貝も多く産出する。そのほか、海生哺乳類の骨片、板鰓類と硬骨魚類の歯や骨片・耳石の化石が産出する。

第III貝化石層：第II貝化石層の約10m上位にある層厚30cmのレンズ状の貝化石層で、発掘地のセクション(Fig. 8-C)の北側では連続しない。化石の保存状態は比較的良好。本層からは、第II貝化石層と同様に多量の軟体動物化石と海生哺乳類の骨片、板鰓類と硬骨魚類の歯や骨片・耳石の化石が産出する。

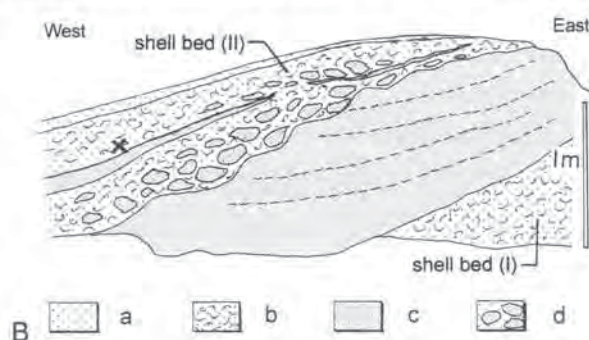


Fig. 9 Photograph (A) and sketch (B) of the geological section of the excavation site. X: the location of a Cetacea rib (NHMT-V221) recovered in 1999. a: sand, b: shell remains, c: mud, d: mud clasts.

第IV貝化石層：第III貝化石層の約3m上位にある層厚60cmの貝化石層で、下部の約20cmに特に化石が密集するが、発掘地の北側のセクション(Fig. 8-D)では化石を含まない。化石の保存状態は良い。本層からは、第II貝化石層と同様に多量の軟体動物化石と海生哺乳類の骨片、板鰓類と硬骨魚類の歯や骨片・耳石の化石が産出する。

これら軟体動物化石の密集する砂層は水平方向に層厚が急激に変化し、それぞれレンズ状の形態をとる。また、各砂層の下底は下位の泥層を削削し、チャンネル状に埋積した堆積構造を示す。

第II貝化石層は、本発掘地で下位の泥層を削削しており、その層厚は40cmを超す。層厚が急激に厚くなる部分では、泥岩の同時礫が多数みられる。なお、貝化石層中にもうすい泥層が複数挟在し、その層準付近にも泥岩の同時礫が認められる(Fig. 9)。1999年に発見されたほぼ完全な鯨目の肋骨化石は貝化石層中のうすい泥層の直上に埋没していた。層厚の急変部は、発掘区画内においてほぼN30°~50°Wの方向で連続している。

第II貝化石層中の化石の配列に関しては、*Turitella*

perterebra YOKOYAMAなどの細長い形態を示す腹足類や掘足類の殻、肋骨化石の長軸がN30°~50°W方向に配列する傾向が認められた(Fig. 10)。また、二枚貝類では*Amussiopecten praesignis* (YOKOYAMA)のように平たい貝殻は重なりあって殻の内外の双方を上へに埋没している場合もあるが、殻幅のある*Glycymeris albolineata* (LISCHKE)などの殻は多くの場合殻の凸面を上にした状態で産した。

第II貝化石層の上位には塊状で一部葉理をもつ泥層があり、この中には軟体動物化石やカニなどの甲殻類化石が散在し、小規模なレンズ状に化石が密集する部分も認められた。

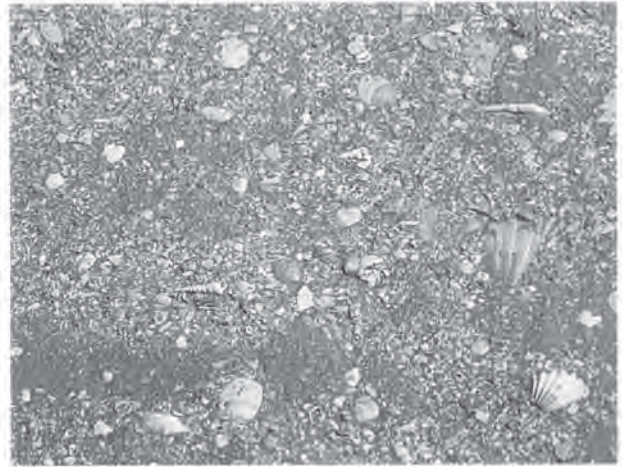


Fig. 10 Mode of fossil occurrence on the bedding plane of the shell bed (II). Note that the long axes of turritellid-like shells were arranged to a same direction.

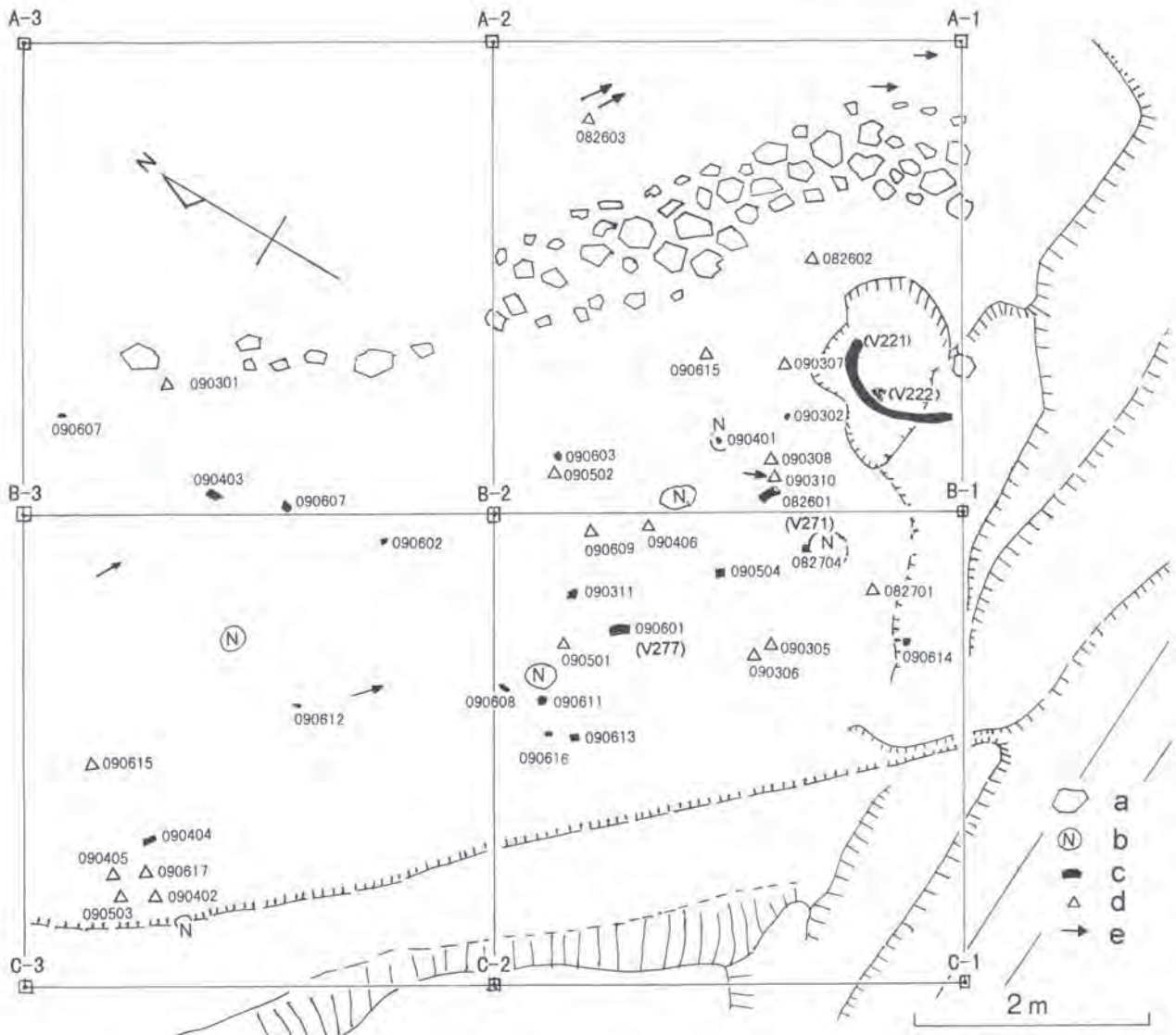


Fig. 11 Bedding plane view of the excavation site showing the mode of fossil occurrence. a: mud clasts, b: nodule, c: bone fossils, d: elasombranch fossils, e: paleocurrent direction from shell arrangement. Numbers show the sample numbers of this excavation and numbers in parenthesis show the specimen number of Natural History Museum, Tokai University (NHMT).

産 出 化 石

第II貝化石層とその上位の泥層から、3点の肋骨化石を含む20点の脊椎動物の骨化石片（ただし硬骨魚類の骨片を除く）、2点のカメ目の甲羅片、2点の硬骨魚類の骨片と18点の耳石、40点の板鰓類歯化石、10点の大型甲殻類化石、および多数の軟体動物化石、葉や材などの植物化石を採集した。Fig. 11に本発掘調査区画の平面図と骨化石などの産出点を示す。

第II貝化石層とその上位の泥層から産出したこれらの化石のうち、海生哺乳類、板鰓類、甲殻類、軟体動物類についての概要を述べる。なお、海生哺乳類については新村ほか（2001）に、板鰓類については横山ほか（2001）に、それぞれ詳細な記載が報告されている。

海生哺乳類：新村ほか（2001）によれば、第II貝化石層から産出した海生哺乳類化石の3点の肋骨化石について、そのうち2標本（NHMT-V221とNHMT-V277）は哺乳綱鯨目（Cetacea）に、1標本（NHMT-V271）は哺乳綱海牛目（Sirenia）に含まれる。なお、1999年に発見したほぼ完全な肋骨標本（NHMT-V221）は右肋骨である。その他の骨化石標本については、部位がわかるものもあるが、分類まで至らなかった。また、本発掘調査と前後して第III貝化石層から部位不明の骨片が1点と、第IV貝化石層から鯨目の尾椎1点が発見された（新村ほか、2001）。

板鰓類：横山ほか（2001）によれば、第II貝化石層から産出した板鰓類化石40点は、ネコザメ属の *Heterodontus* sp., アオザメ属の *Isurus paucus* GUITART MONDAY, ホホジロザメ属の *Carcharodon carcharias* (LINNAEUS), カマヒレザメ属の *Hemipristis elongatus* (GOHAER et MAZHAR), メジロザメ属の *Carcharhinus longimanus* (POEY), *Carcharhinus altimus* (SPRINGER), *Carcharhinus* sp., イタチザメ属の *Galeocerdo cuvier* (LESUEUR), トラザメ属の *Scyliorhinus* sp., カスザメ属の *Squatina* sp., トビエイ属の *Myliobatis* sp., アカエイ属の *Dasyatis* sp. で、5目8科10属12種が同定された。特に、ホホジロザメ属、メジロザメ属およびトビエイ属が多産した。

甲殻類：第II貝化石層から、*Cancer japonicus* ORTMANN（イチョウガニ）と *Leucosia rhomboidalis* DE HAAN（コブシガニ）などとともに、ヤドカリ科に属する *Dardanus* sp. も産した。第II貝化石層の直上の

Table 1 List of molluscan fossils collected from the shell bed (II). A : abundant, C : common, R : rare.

Species	
Class Gastropoda	
<i>Umbonium suchiense suchiense</i> YOKOYAMA	A
<i>Sinum japonicum</i> (LISCHKE)	R
<i>Glossaulax hagenoshitensis</i> (SHUTO)	A
<i>Glossaulax didyma</i> (RÖDIK)	A
<i>Turritella perterebra</i> YOKOYAMA	A
<i>Semicassis japonica</i> (REEVE)	R
<i>Cymatium (Lotoria) lotorium</i> (LINNE)	R
<i>Onustus exutus</i> (REEVE)	R
<i>Parabathytoma luehdorfi</i> (LISCHKE)	R
<i>Reishia nakamurai</i> (MAKIYAMA)	C
<i>Rapana venosa</i> (NALENECIENNES)	R
<i>Baryspira albocallosa okawai</i> (YOKOYAMA)	C
<i>Baryspira urasima</i> KIRA	C
<i>Oliva mustelina</i> LAMARCK	A
<i>Siphonalia</i> sp.	C
<i>Babylonia elata</i> (YOKOYAMA)	C
<i>Kelletia</i> sp.	R
<i>Fulgoraria (Musashia) totomiensis</i> MAKIYAMA	R
<i>Asprella comatosaeformis</i> (YOKOYAMA)	C
<i>Cleobula betulina</i> (LINNE)	R
<i>Terebra</i> sp.	C
<i>Triplosthephanus triseriatus</i> (GRAY)	R
<i>Sydaphera spengleriana</i> (DESHAYES)	R
<i>Merica</i> sp.	R
<i>Architectonica maxima</i> (PHILIPPI)	R
Class Bivalvia	
<i>Acila divaricata</i> (HINDS)	R
<i>Anadara (Scapharca) suzuki</i> (YOKOYAMA)	R
<i>Glycymeris albolineata</i> (DUNKER)	A
<i>Glycymeris rotunda</i> (LISCHKE)	A
<i>Glycymeris totomiensis</i> MAKIYAMA	C
<i>Cucullaea labiosa granulosa</i> JONAS	R
<i>Amussiopecten praesignis</i> (YOKOYAMA)	A
<i>Anomia chinensis</i> PHILIPPI	R
<i>Bathytormus foveolatus</i> (SOWERBY)	C
<i>Mercenaria chitaniana</i> (YOKOYAMA)	R
<i>Venus (Ventricoloidea) foveolata</i> SOWERBY	R
<i>Callista chinensis</i> (HOLTEN)	A
<i>Paphia schnelli</i> (DUNKER)	A
<i>Placamen tiara</i> (DILLWYN)	R
<i>Clementia papyracea</i> (GRAY)	R
<i>Cyathodonta granulosa</i> (ADAMS et REEVE)	R
<i>Megacardita panda</i> (YOKOYAMA)	A
Class Scaphopoda	
<i>Antalis weinkauffi</i> (DUNKER)	C
Class Cephalopoda	
<i>Argonauta hians</i> (LIGHTFOOT)	R

Table 2 List of molluscan fossils collected from the mud bed just above the shell bed (II). A : abundant, C : common, R : rare.

Species	
Class Bivalvia	
<i>Yoldia similis</i> (KURODA et HABE)	R
<i>Crenulilimopsis oblonga</i> (A. ADAMS)	A
<i>Glycymeris rotunda</i> (DUNKER)	C
Class Gastropoda	
<i>Hindsia magnifica</i> (LISCHKE)	R
<i>Fulgoraria (Psephaea) menti</i> (FULITON)	R
<i>Sydaphera spengleriana</i> (DESHAYES)	R

泥層からは *Carcinaplex longimanus* (DE HAAN) (エンコウガニ) が多産した。

軟体動物類：第II貝化石層から産した軟体動物化石についてはTable 1に、第II貝化石層の直上の泥層から産した軟体動物化石についてはTable 2に、その産

出頻度とともに示した。第II貝化石層から多産した軟体動物化石は、腹足類では *Umbonium suchiense suchiense* YOKOYAMA, *Glossaulax hagenoshitensis* (SHUTO), *Glossaulax didyma* (RÖDIKG), *Turritella perterebra* YOKOYAMA, *Oliva mustelina* LA-

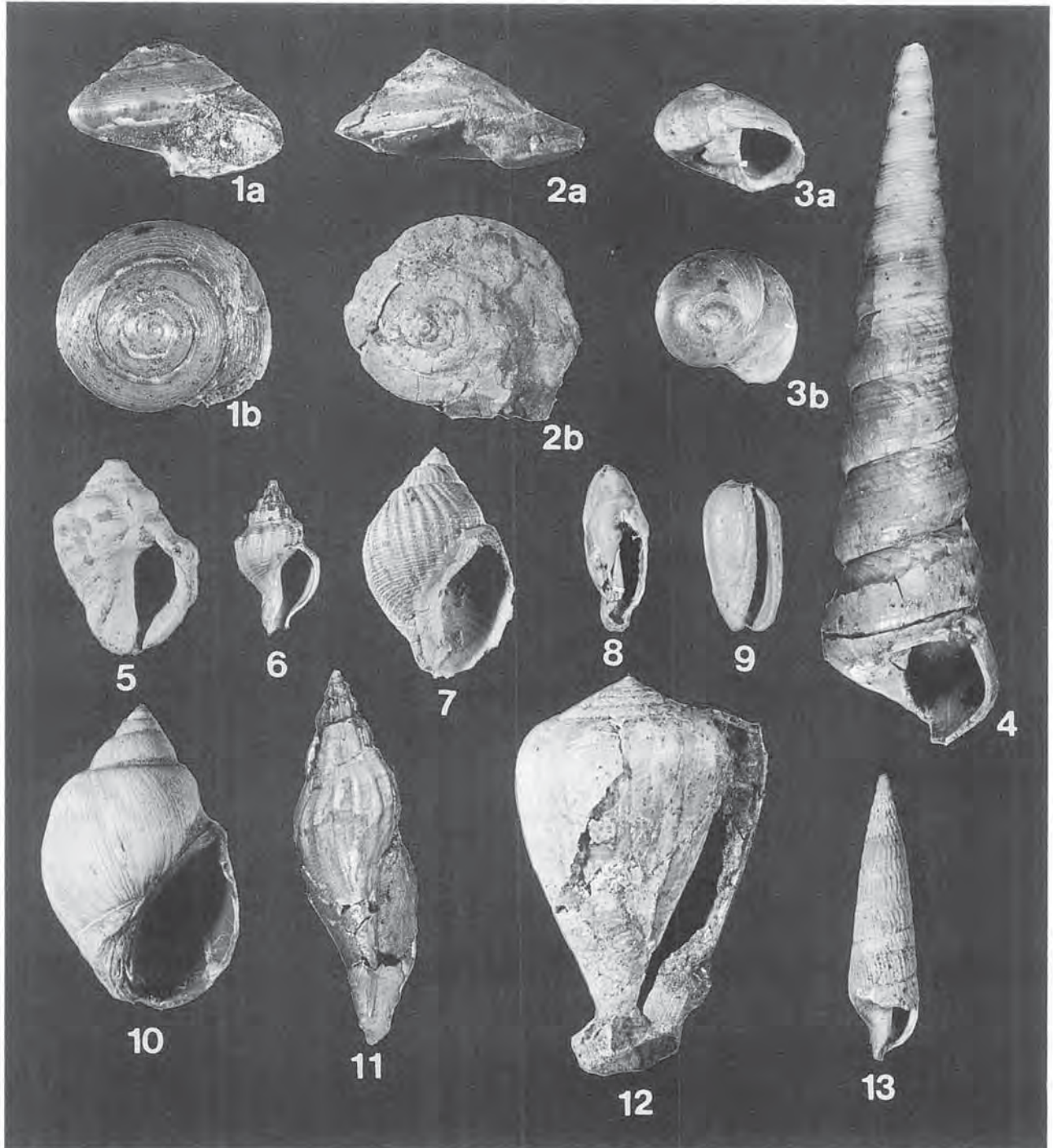


Fig. 12 Gastropod fossils collected from the shell bed (II) and the mud bed just above it. All figures in natural size.
 1: *Umbonium suchiense suchiense* YOKOYAMA (a: apertural view, b: apical view), 2: *Onustus exutus* (REEVE) (a: apertural view, b: apical view), 3: *Glossaulax didyma* (RÖDIKG) (a: apertural view, b: apical view), 4: *Turritella perterebra* YOKOYAMA (apertural view), 5: *Reishia nakamurai* (MAKIYAMA) (apertural view), 6: *Siphonalia* sp. (apertural view), 7: *Merica* sp. (apertural view), 8: *Baryspira albocallosa okawai* (YOKOYAMA) (apertural view), 9: *Oliva mustelina* LAMARCK (apertural view), 10: *Babylonia elata* (YOKOYAMA) (apertural view), 11: *Fulgoraria (Psephaea) mentiens* (FULITON) (apertural view), 12: *Cleobula betulina* (LINNE) (apertural view), 13: *Terebra* sp. (apertural view).

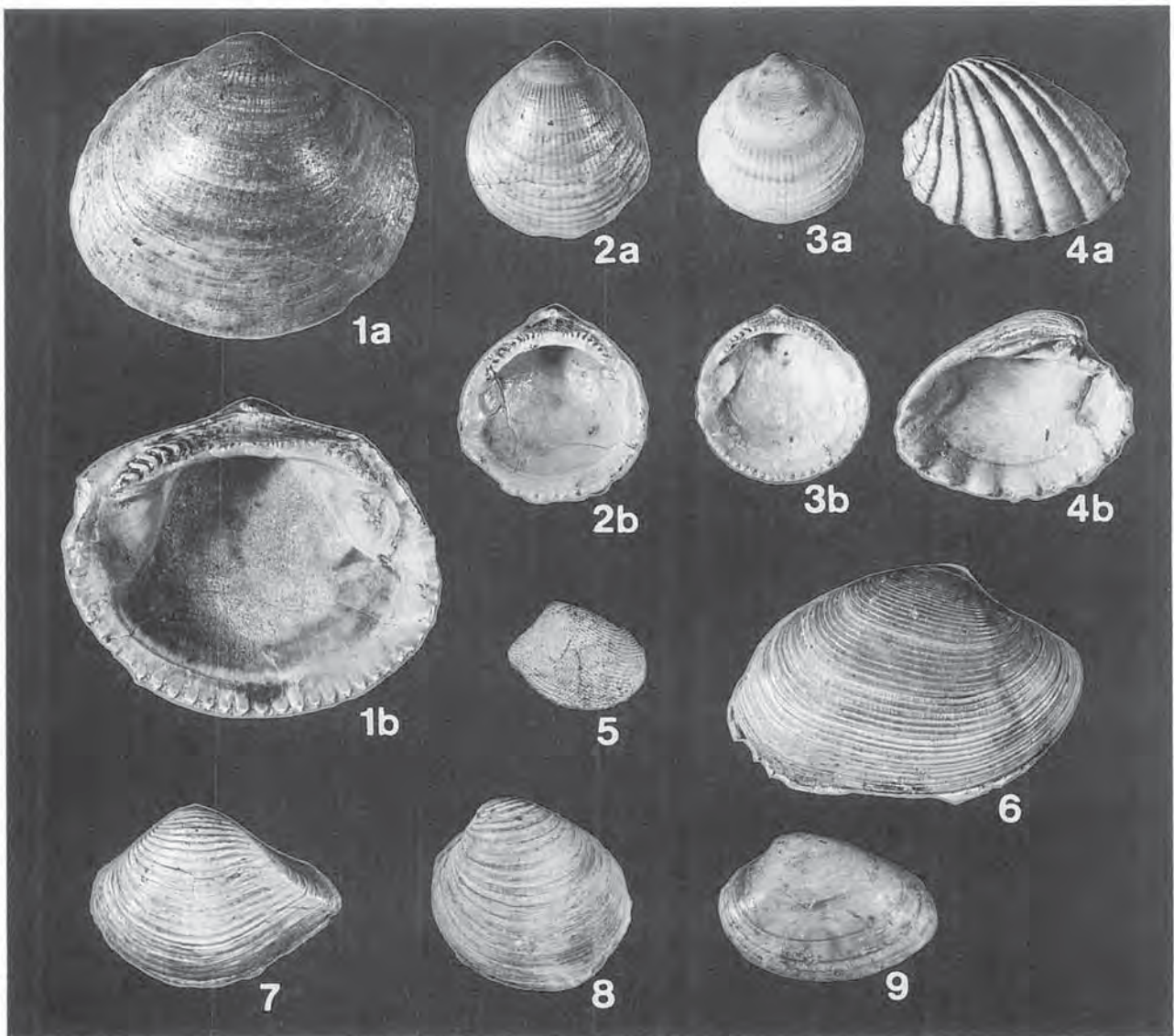


Fig. 13 Pelecypod fossils collected from the shell bed (II). All figures in 2/3 size. 1: *Glycymeris albolineata* (LISCHKE), right valve (a: external view, b: internal view), 2: *Glycymeris totomiensis* MAKIYAMA, left valve (a: external view, b: internal view), 3: *Glycymeris rotunda* (DUNKER), right valve (a: external view, b: internal view), 4: *Megacardita panda* (YOKOYAMA), left valve (a: external view, b: internal view), 5: *Acila divaricata* (HINDS), right valve (a: external view), 6: *Paphia schnelliana* (DUNKER), right valve (a: external view), 7: *Bathytormus foveolatus* (SOWERBY), left valve (external view), 8: *Clementia papyracea* (GRAY), left valve (external view), 9: *Callista chinensis* (HOLTEN), left valve (external view).

MARCKなど (Fig. 12) と、二枚貝類では *Glycymeris albolineata* (LISCHKE), *Glycymeris rotunda* (DUNKER), *Glycymeris totomiensis* MAKIYAMA, *Amussiopecten praesignis* (YOKOYAMA), *Megacardita panda* (YOKOYAMA), *Callista chinensis* (HOLTEN), *Paphia schnelliana* (DUNKER) など (Fig. 13) である。なお、頭足類の *Argonauta hians* (LIGHTFOOT) (Fig. 14) も 1 個体産出した。第II貝化石層の直上の泥層からは、*Hindsia magnifica* (LISCHKE), *Fulgoraria* (*Psephaea*) *mentiens* (FULTON), *Crenulilimopsis oblonga* (A. ADAMS),



Fig. 14 *Argonauta hians* (LIGHTFOOT), in natural size.

Yoldia similis (KURODA et HABE), *Glycymeris rotunda* (DUNKER) が産した。

堆 積 環 境

本発掘調査を行った第II貝化石層は、大日砂層の上位に重なる天王シルト質砂層中に挟在する。下位の大日砂層には暴風時の波浪限界(水深50~80m)以浅の環境を示すハンモック状斜交層理が見られるが、天王シルト質砂層に挟在する砂層にはハンモック状斜交層理が見られない。また、第II貝化石層は、本発掘地点では層厚が40cmと厚いがそのすぐ東側で急激に薄くなる。層厚の急激に変化する部分では、貝化石層は下位の泥層を削剥し、泥層を同時礫として多数がとりこんでいる。このことから、第II貝化石層は暴風時波浪限界よりも深い海底に存在したチャネルを埋積した堆積物と考えられる。

チャネル側壁と判断される泥岩の同時礫の密集する層厚急変部が発掘区画内ではほぼN30°~50°Wの方向で見られることと、第II貝化石層中の細長い形態の化石がN30°~50°W方向に配列する傾向があることから、チャネルの軸の方向はほぼN30°~50°Wで、主要な堆積物は谷筋にそって当時の陸側にあたる北西方向から供給されたと考えられる。なお、第II貝化石層中には泥岩の同時礫の密集する層準や泥層が複数挟在することから、チャネルを埋積した堆積物の供給は2度以上にわたって行われたと推定できる。

新村ほか(2001)は、1999年に発見した鯨目の肋骨標本と同層準から海牛目の肋骨標本が産していることから、第II貝化石層の発掘地点には複数の海生哺乳類の骨格化石が集積している可能性があるとして述べている。また、横山ほか(2001)によれば、第II貝化石層から産した板鰐類化石には、沿岸から沖合いにかけて生息するホホジロザメ属とメジロザメ属、トビエイ属が多産し、大日累層大日砂層から産する沿岸浅海域に生息するネコザメ属—カスザメ属—ツマグロエイラクブカ属で特徴づけられる板鰐類化石群集(横山ほか, 2000)とは大きく異なり。この違いは大日砂層と天王シルト質砂層の堆積環境の違いを反映しているものとしている。

第II貝化石層から産した軟体動物化石は、生息水深などを波部・小菅(1967)に従うと、*Cleobula betulina* (LINNE), *Rapana venosa* (VALENCIENNES), *Callista chinensis* (HOLTEN), *Clementia*

papyracea (GRAY), *Mercenaria chitaniana* (YOKOYAMA), *Glycymeris albolineata* (LISCHKE) など潮間帯から水深20m以浅の外浜の海底に生息するものと、*Onustus exutus* (REEVE), *Parabathytoma luehdorfi* (LISCHKE), *Baryspira urasima* KIRA, *Triplostephanus triseriatus* (GRAY), *Glycymeris rotunda* (DUNKER), *Venus* (*Ventricoloidea*) *foveolata* SOWERBYなど水深50mから200mの内側陸棚から外側陸棚の海底に生息するものとが混在している。

また、第II貝化石層の上位の泥層から産した軟体動物化石は、*Sydaphera spengleriana* (DESHAYES) など水深10~50mの外浜から内側陸棚に生息するものも含まれるが、ほとんどは水深50~200mの内側陸棚~外側陸棚に生息するものである。特に*Yoldia similis* KURODA et HABEは水深100~250mの外側陸棚~陸棚斜面に生息する要素である。また、この軟体動物化石群集は*Crenulilimopsis oblonga* (A. ADAMS), *Yoldia similis* KURODA et HABE, *Glycymeris rotunda* (DUNKER) などが優先することから、NOBUHARA (1993) の上部浅海帯~下部浅海帯の水深を示す*Crenulilimopsis oblonga*-*Glycymeris rotunda*群集と類似する。

以上のことから、第II貝化石層は外側陸棚から陸棚斜面にかけての海底に存在したチャネルを浅海域から供給された堆積物によって埋積され形成されたものと考えられる。

なお、第II貝化石層には、植物化石や潮間帯に生息する軟体動物化石が産出すること、軟体動物化石には合併した貝や磨耗の少ない保存がきわめて良いものも多いことから、堆積場が沿岸から遠く隔たっていたとは考えにくく、それらの遺骸群は陸棚があまり発達しない急勾配な海底地形で急速に埋積されたと推定される。

第II貝化石層に含まれる軟体動物化石群は、暖流系外洋の浅海棲種を主体とするいわゆる掛川動物群(OTUKA, 1939)であり、亜熱帯の古海洋気候が推定されている。また、板鰐類化石群集からも、亜熱帯の古海洋気候が推定されている(横山ほか, 2001)。第II貝化石層からは*Argonauta hians* (フネダコ) の殻(タコブネ)の化石が産した。この標本記載については、別途報告する予定であるが、フネダコは亜熱帯~熱帯に生息する頭足類のタコの仲間で、現在ではその殻は暖流に浮遊して日本海や太平洋沿岸に漂着することが知られている。

従来、掛川層群から海生哺乳類化石が報告されたことはほとんどなかったが、本発掘調査では掛川層群から多くの海生哺乳類化石が産出することが明らかになった。新村ほか(2001)でも指摘しているが、今後さらなる資料を得て、掛川層群から産出する海生哺乳類化石の全体像を明らかにすることで、鮮新世における北西太平洋暖流域に生息した海生哺乳類の分布や進化を明らかにするための重要な資料が提供できるものと思われる。

ま と め

1999年10月～11月および2000年8月～9月に行われた掛川市上西郷での鯨目化石発掘調査により、掛川層群大日累層の天王シルト質砂層中に挟在する貝化石層とその直上の泥層から、鯨目および海牛目の3点の肋骨化石を含む20点以上の脊椎動物の骨化石片と40点の板鰐類歯化石、10点のカニなどの甲殻類化石、および多数の軟体動物化石などが採集された。調査の結果、鯨目化石などを含む貝化石層は、外浜や内側陸棚に集積していた遺骸群が外側陸棚～陸棚斜面に存在したチャンネルに運搬・堆積して形成されたと考えられる。掛川層群から海生哺乳類の骨化石が発見されたという報告はこれまでないが、本化石発掘調査により多くの海生哺乳類化石が掛川層群に含まれている可能性が明らかになった。

謝 辞

本調査に関して、掛川市の区画整理課および教育委員会、上屋敷西郷土地整理組合には、発掘の許可をいただき、また発掘に関して協力をいただいた。後藤興業代表の後藤国司氏には掘削重機のお世話をいただき、江塚 栄氏と成岡宏之氏には掘削重機のご協力をお願いした。

静岡大学の延原尊美助教授には発掘調査の際やその後の整理作業中に軟体動物化石の同定に関してご意見を受けた。中京学院大学の富田 進教授と東海大学自然史博物館の久保田 正館長にはタコブネ化石の同定などに関してご教授を受けた。田辺 積氏、北村孔志氏、静岡野尻湖友の会の深澤哲治氏と鈴木浩司氏、飯田市美術博物館の小泉明裕氏、滋賀県多賀町立多賀の自然と化石の館の阿部勇治氏、新潟大学大学院の堀内伸太郎氏には、本発掘調査において

多大な協力をいただいた。

また、掛川市円満寺の鬼頭良武住職には、本発掘調査の期間中に参加者の宿舎として本堂の一部を提供していただいた。これらの方々と本発掘調査に参加してくださった方々に厚く感謝する。

引用文献

- 鎮西清隆(1980) 掛川層群の軟体動物化石群、その構成と水平分布。国立科博専報, 13, 15-20.
- 千谷好之助(1928) 遠州国相良, 掛川附近第三紀層に就て。地学雑誌, 38, 84-89.
- 千谷好之助(1931) 静岡地質説明書。東京地質会, 48p.
- 波部忠重・小菅貞男(1967) 標準原色図鑑全集第3巻, 貝。保育社, 大阪, 223p.
- 茨木雅子(1986) 掛川地域新第三系の浮遊性有孔中生層序基準面とその岩相層序との関係。地質雑誌, 92, 119-134.
- 久家直之(1985) 日本の第三紀板鰐類群集について。海生脊椎動物の進化と適応, 地団研専報, 30, 37-44.
- 槇山次郎(1950) 日本地方地質誌中部地方。朝倉書店, 東京, 233p.
- 槇山次郎(1963) 掛川地方地質図説明書。地質調査所, 30p.
- MAKIYAMA, J. (1927) Molluscan fauna of the Lower part of the Kakegawa series in the province of Totomi, Japan. Mem. Coll. Sci., Kyoto Imp. Univ., Ser., B, 3, 1-147, pls. 1-6.
- MAKIYAMA, J. (1931) Stratigraphy of the Kakegawa Pliocene in Totomi. Mem. Coll. Sci., Kyoto Imp. Univ., Ser., B, 7, 1-53.
- 槇山次郎・坂本 享(1957) 5万分の1地質図幅「見付・掛塚」及び同説明書。地質調査所, 50p.
- 間嶋隆一・本目貴史(1993) 掛川層群大日層の貝殻集積層—その内部構造と起源。地質雑誌, 99, 59-674.
- NOBUHARA T. (1993) The relationship between bathymetric depth and climate change and its effect on molluscan faunas of the Kakegawa Group, central Japan. Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, 170, 159-185.
- 小野慶一(1980) 静岡県掛川産の鮮新世ミズナギドリ目鳥類化石。国立博物館専報, 13, 29-34.

- OTUKA, Y. (1939) Tertiary crustal deformation in Japan (with short remarks on Tertiary palaeogeography). *Jubl. Publ. Comm. Prof. H. Yabe's 60th Birthday*, 1, 481-519.
- OZAWA, T., T. TANAKA, S. TOMIDA (1998) Pliocene to early Pleistocene warm water molluscan fauna from the Kakegawa Group, Central Japan. *Special Report, Nagoya Univ. Furukawa Museum, Nagoya*, 7, 205p.
- 柴 正博・十河寿寛・川辺匡功・竹島 寛・村上靖・横山謙二・駿河湾団体研究グループ (1996) 静岡県榛原郡地域の相良層群と掛川層群の層序. *地球科学*, 50, 441-455.
- 柴 正博・渡辺恭太郎・横山謙二・佐々木昭仁・有働文雄・尾形千里 (2000) 掛川層群上部層の火山灰層. *東海大学博物館研究報告「海・人・自然」*, 2, 53-108.
- SHIBATA K., S. NISHIMURA and K. CHINZEI (1984) Radiometric dating related Pacific Neogene Planktonic datum planes. In IKEBE N. and R. TSUCHI eds.: *Pacific Neogene Datum Planes - Contributions to Biostratigraphy and Chronology -*, Univ. Tokyo Press., 85-89.
- 新村龍也・柴 正博・横山謙二・北村孔志 (2001) 掛川市上西郷における掛川層群産鯨目化石発掘調査の成果—海生哺乳類化石—. *東海大学博物館研究報告「海・人・自然」*, 3, 91-99.
- 田中 猛 (1985) 掛川層群の魚類及び鯨目の歯化石. *地学研究*, 36, 241-249.
- TOMIDA, Y. and H. SAKURA (1988) Catalogue of large mammal fossil specimens. *National Science Museum, Tokyo*, 143 p.
- TSUCHI, R. (1955) The palaeo-ecological significance of the Later Pliocene molluscan fauna from the Kakegawa district, the Pacific coast of central Japan. *Rep. Lib. Arts Fac., Shizuoka Univ., (Nat. Sci.)*, 8, 45-58.
- TSUCHI, R. (1961) On the late Neogene sediments and molluscs in the Tokai region with notes on the geologic history of the Pacific coast of southwest Japan. *Jap. Jour. Geol. Geogr.*, 32, 437-456.
- UJIE, H. (1962) Geology of Sagara - Kakegawa sedimentary basin in Central Japan, *Sci. Rep. Tokyo Kyoiku-Daigaku*, 8, 123-188.
- 横山謙二・後藤仁敏・柴 正博 (2000) 掛川層群大日累層から産した板鯉類化石. *東海大学博物館研究報告「海・人・自然」*, 2, 37-52.
- 横山謙二・柴 正博・新村龍也 (2001) 掛川市上西郷における掛川層群産鯨目化石発掘調査の成果—板鯉類化石—. *東海大学博物館研究報告「海・人・自然」*, 3, 101-111.
- YOKOYAMA, M. (1923) Tertiary mollusca from Dainichi in Totomi. *Jour. Coll. Sci., Imp. Univ. Tokyo*, 45, art. 2, 1-18.
- YOKOYAMA, M. (1926) Tertiary mollusca from southern Totomi. *Jour. Coll. Sci., Imp. Univ. Tokyo*, sec. 2, 1, part 9, 365-368.
- YOSHIDA, K. and NIITSUMA, M. (1976) Magnetostratigraphy in the Kakegawa district. In TSUCHI, R. ed.: *First CPNS Guidebook for Excursion 3, Kakegawa district*, 54-59.

掛川市上西郷における掛川層群産鯨目化石発掘調査の成果 —海生哺乳類化石—¹⁾

新 村 龍 也²⁾・柴 正 博³⁾・横 山 謙 二²⁾・北 村 孔 志⁴⁾

Excavation Report of Pliocene Fossil Cetacea from the Kakegawa Group, Kamisaigo, Kakegawa City, Central Japan —Marine Mammal Fossils—¹⁾

Tatsuya SHINMURA²⁾, Masahiro SHIBA³⁾,
Kenji YOKOYAMA²⁾ and Koushi KITAMURA⁴⁾

Abstract

Twenty two specimens of fossil marine mammal bones and bone fragments including two ribs and one tail vertebrae of a whale (Cetacea) and one rib of a sea cow (Sirenian) were discovered from three sand beds in the Tenno silty sand Member of the Dainichi Formation (Upper Pliocene) of the Kakegawa Group, which is distributed in Kamisaigo in Kakegawa City, Shizuoka Prefecture. The morphological characteristics of some of these specimens are described in this paper. Before this excavation, there was no report of any discovery of marine mammal fossil bones from the Kakegawa Group, and this excavation revealed that many marine mammal fossil bones are included in the Kakegawa Group. Marine mammal fossils of the Kakegawa Group offer more important data in regard to the distribution and evolution of marine mammals in the Northwestern Pacific during the Pliocene.

はじめに

静岡県掛川市とその周辺に分布する新第三系の掛川層群は、日本の新第三系模式地のひとつとして、また鮮新世の軟体動物化石を多産する地層として、古くから層序学および古生物学的研究が行われてきた。それらの研究には、千谷(1928)、榎山(1925, 1950, 1963), MAKIYAMA (1927, 1931), 榎山・坂本(1957), TSUCHI (1961), UJIE (1962), 鎮西(1980), 茨木 (1986), NOBUHARA (1993), 柴ほか (1996, 2000) などがある。

これらの掛川層群についての古生物学的および層序学的研究の多くは、掛川層群から多産する海生のおもに軟体動物化石や微化石をもとに行われている。これまで、掛川層群からは海生哺乳類の報告は、わずかに田中 (1985) と TOMIDA and SAKURA (1988) による鯨目の歯化石のみであった。田中 (1985) の報告では産地が未記載であり、TOMIDA and SAKURA (1988) の産地は満水地域である。

1999年10月～11月と2000年8月～9月に著者らが行った掛川市上西郷での鯨目化石発掘調査では、カメ目や硬骨魚綱と考えられるもの以外の骨化石片を

¹⁾東海大学自然史博物館研究業績 No.50

Contributions from the Natural History Museum, Tokai University, No.50

²⁾東海大学海洋学部 424-8610 静岡県清水市折戸3-20-1

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

³⁾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

⁴⁾浜松市立与進中学校 435-0051 静岡県浜松市市野町1401-1

Yoshin Junior High School, 1401-1, Ichino-cho, Hamamatsu, Shizuoka, 435-0051, Japan

20点採集した。また、その発掘調査と前後して、その発掘地の近傍からも骨化石を2点採集した。本稿では、掛川市上西郷から採集したこれら海生哺乳類などの骨化石22点のうち保存のよいものについて、5点の形態的特徴を記載するとともに、その発見の意義について検討する。

地質概説

掛川市街北西部には、白亜系の三倉層群と中新統の倉真層群・西郷層群を基盤として、鮮新-更新統の掛川層群上部層が分布する(柴ほか, 2000)。柴ほか(2000)によれば、掛川層群上部層は、下位から上内田累層と大日累層、土方累層からなる。大日累層の地質年代は、下位の上内田累層上部に挟在する五百済火山灰層と上位の土方累層の下部に挟在する火山灰層のフィッシュントラック年代がSHIBATA et al.(1984)によって報告されていて、前者が 2.3 ± 0.5 Maであり、後者が 1.9 ± 0.4 Maということと、土方累層下部がOlduvai subcron(C2n: $1.95-1.77$ Ma)にあたること(YOSHIDA and NIITSUMA, 1976)から、およそ2Maと考えられる。

大日累層は大日砂層と天王シルト質砂層からなるが、骨化石はこの露頭の天王シルト質砂層に挟在す

る軟体動物化石の密集する砂層から産出した。この露頭の詳細な層序と岩相、および化石の産状とその堆積環境については柴ほか(2001)に示されているため、ここではその概説を述べる。また、鯨目化石発掘地調査に関する経緯については柴ほか(2001)を参照されたい。なお、共産した板鰐類歯化石は12種40点で、これについては横山ほか(2001)に記載されている。

Fig. 1に本発掘地の位置を示し、Fig. 2にその岩相柱状と層準を示した。発掘地内での骨化石の詳細な産出点については、柴ほか(2001)に示されている。

発掘地は上西郷の掛川バイパスの南側にあり、大日砂層と天王シルト質砂層が露出する。本露頭の大日砂層は、おもに分級の良い細粒~中粒砂からなり、ハンモック状斜交層理や平行葉理などが認められ、しばしば生物攪乱の著しい部分もみられる。天王シルト質砂層は、生物攪乱の著しいシルト質の極細粒砂~シルト層からなり、分級の良い平行葉理の発達する細粒砂層をしばしば挟み、それらにはスランプ構造も認められる。

本露頭には、大日砂層の上位にある天王シルト質砂層に軟体動物化石が密集する砂層が4層挟在する。これら化石が密集する層準を下位から第I~第IV貝化石層に分けられる。1999年10月~11月と2000年8

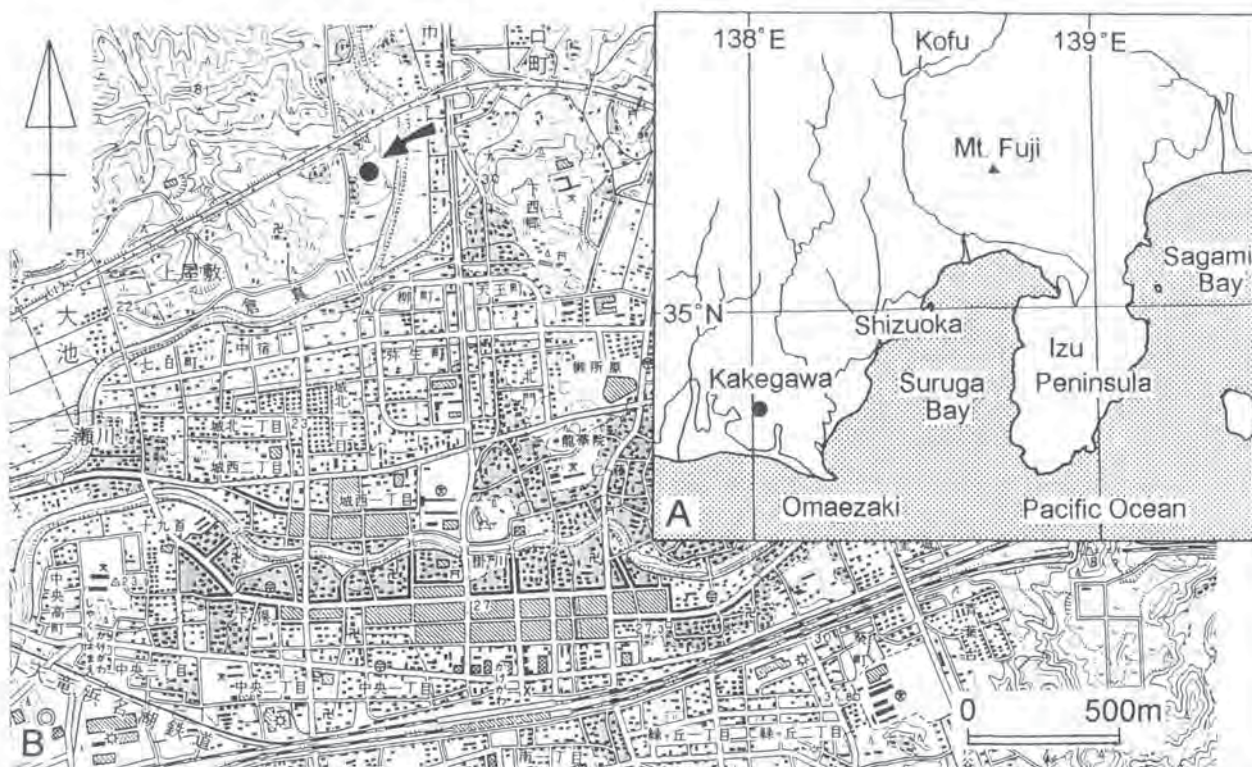


Fig. 1 Locality map. A: index map, B: the location of the excavation site (black circle) plotted on 1:25000-scale topographic map of Japan, Quadrangle "Kakegawa", Geographical survey of Japan.

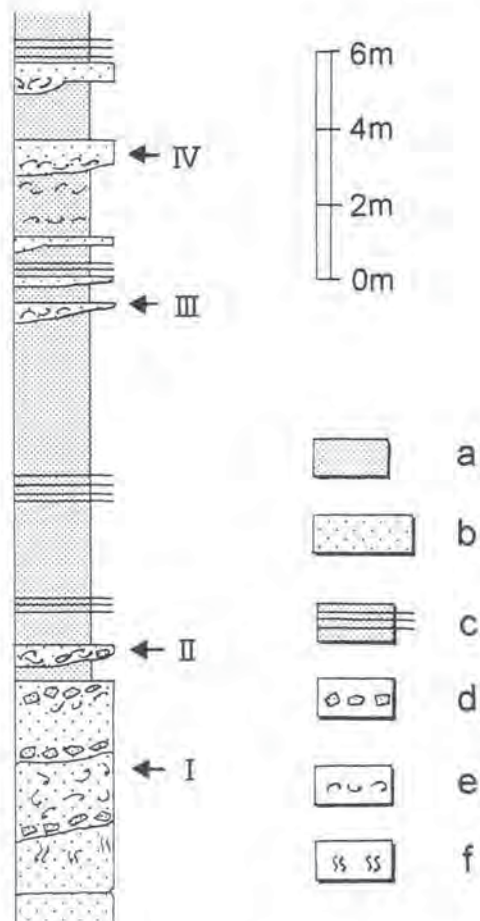


Fig. 2 Geological columnar section of the Dainichi Formation around the excavation site. I-IV show the shell beds. The horizon and location of the excavation site is the shell bed (II) in this columnar. a: mud, b: sand, c: sand layer in mud, d: mud clasts, e: shell remains, f: barrows.

月～9月に著者らが行った掛川市上西郷での鯨目化石発掘調査は、このうちの第II貝化石層で行った。

海生哺乳類化石の記載

掛川市上西郷の鯨目化石発掘調査を行った地点からは、海生哺乳類の肋骨化石が3点と他に骨化石片(カメ目と硬骨魚綱類以外)を17点採集した。また、その発掘と前後して、その発掘地の近傍の第III貝化石層と第IV貝化石層からも海生哺乳類と思われる骨化石を1点ずつ採集した。採集したこれらの骨化石22点の計測値をTable 1に示す。計測不能のものについては、計測値はブランクにしてある。このうち同定可能な5点について各層準ごと記載する。NHMTのついた番号は東海大学自然史博物館の登録番号であり、()の中の番号は発掘調査における試料整理番号である。KTのついた標本番号は、著者のひとり北

Table 1 Measurements of the bone fossils (in cm) that were discovered from the Kakegawa Group in and around the excavation site.

Specimen No. (Sample No.)	Horizon	Length	Width	Thickness
KT-01	IV	6.4	4.6	4.4
NHMT-V221 (99102401)	II	102.0	7.4	4.2
NHMT-V222 (99110301)	II			
NHMT-V271 (082601)	II	17.8	6.3	4.1
NHMT-V272 (082704)	II	3.3	2.0	0.8
NHMT-V273 (090311)	II	3.2	1.4	0.8
NHMT-V274 (090401)	II	4.9	2.4	1.3
NHMT-V275 (090403)	II	5.1	2.0	1.2
NHMT-V276 (090404)	II	6.3	4.0	3.0
NHMT-V277 (090601)	II	17.4	7.3	3.9
NHMT-V278 (090602)	II	2.3	2.0	1.7
NHMT-V279 (090603)	II	3.7	2.3	0.8
NHMT-V280 (090607)	II	3.8	3.5	1.5
NHMT-V281 (090608)	II	6.5	5.7	2.3
NHMT-V282 (090610)	II			
NHMT-V283 (090611)	II			
NHMT-V284 (090612)	II	1.8	1.2	0.7
NHMT-V285 (090613)	II	2.4	1.7	0.5
NHMT-V286 (090614)	II	2.8	0.9	0.4
NHMT-V287 (090616)	II	6.0	2.9	1.9
NHMT-V288 (090703)	II	3.3	2.6	1.9
NHMT-V289	III	11.3	3.2	3.0

村の所蔵標本である。

II層から産出した骨化石

標本番号: NHMT-V221 (99102401), Fig. 3-A
分類・部位: 哺乳綱鯨目 (Mammalia, Cetacea), 右肋骨。

計測・記載: 湾曲長123cm, 直線長102cm, 最大幅7.4cm, 最大厚4.2cm。湾曲した肋骨であり、遠位端を欠如するが、ほぼ完全で保存状態はよい。肋骨の近位には肋骨結節がなく単骨頭である。骨質の表層に存在する緻密質は部分的に厚さ10mmにもおよぶ部位もあるが、全体に海綿質の発達が見られる。肋骨は、肋骨頸と肋骨のほぼ中央、肋骨体の遠位においてそれぞれ細くなり、肋骨体の遠位にいくにしたがい腹面が扁平で背面が膨隆する。詳細な計測値と断面形態についてはFig. 3-Bに示す。なお、本標本は遠位の一部が欠如し、遠位にあたる部分は連続するものの接合部を欠く。そのため、湾曲長と直線長の値については近位から欠損部までの長さを示した。

標本番号: NHMT-V271 (082601), Fig. 4

分類・部位: 哺乳綱海牛目 (Mammalia, Sirenian), 肋骨。

計測・記載: 直線長17.8cm, 最大幅6.3cm, 最大厚4.1cm, 重厚な肋骨でやや湾曲する。残存部位が少ないため、近位・遠位、左・右の関係は不明である。

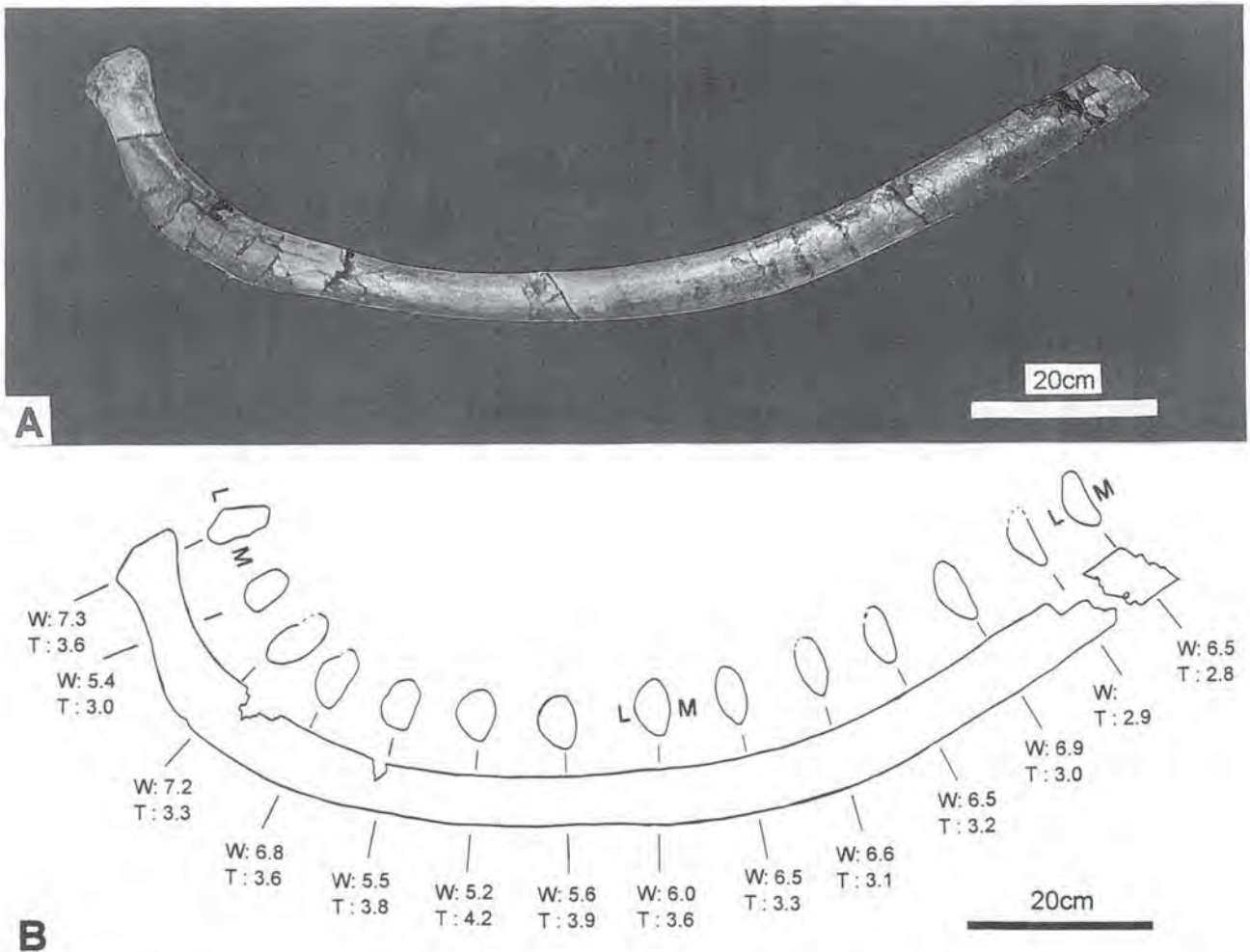


Fig. 3 Right rib of Cetacea (NHMT-V221). A: in dorsal view. B: cross sections and measurements of rib (in cm), L: lateral side, M: medial side, W: width, T: thickness.



Fig. 4 Rib of Sirenian (NHMT-V271), a: cranial or caudal view, b: medial view. Scale bar equals 5 cm.

断面形態は楕円形を示し、背面が扁平で、腹面がやや膨隆する。保存状態はよい。骨軸方向に傾斜して入る直径 3 mm の円形の血管孔が側面に 1 つ確認できる。両端の破断面は骨軸に直交する面で鋭く切られた状態で産出し、円磨された跡はない。破断面には海綿質が見られない (Fig. 5)。詳細な計測値と断面形態については Fig. 6 に示す。

標本番号: NHMT-V277 (090601), Fig. 7

分類・部位: 哺乳綱鯨目 (Mammalia, Cetacea), 肋骨。

計測・記載: 直線長 17.4 cm, 最大幅 7.3 cm, 最大厚 3.9 cm。扁平な肋骨で、保存状態は悪い。残存部位が少ないため、近位・遠位, 左・右の関係は不明である。断面形態は滴型で、背面が膨隆し、腹面が扁平である。両端の破断面のうち一方は骨軸に直交する面で鋭く切られているが、他方は斜めに著しく円磨されており、背面も円磨を受けている。骨表面の緻



Fig. 5 Cross section of NHMT-V271. Scale bar equals 2 cm.

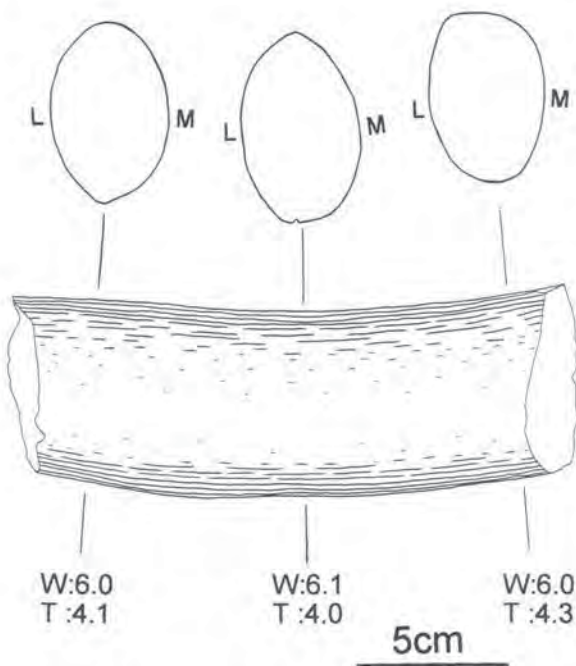


Fig. 6 Cross sections and measurements (in cm) of rib (NHMT-V271) in medial view, L: lateral side, M: medial side, W: width, T: thickness.

密質は部分的に厚さ10mmにもおよぶが、全体に海綿質が発達する。詳細な計測値と断面形態については Fig. 8に示す。

標本番号：NHMT-V281 (090608)

分類・部位：哺乳綱 (Mammalia), 脊体骨端。

計測・記載：長径6.5cm, 幅5.7cm, 厚さ2.3cm。円形の骨端の一部が残存し、全体に海綿質の発達が見られる。

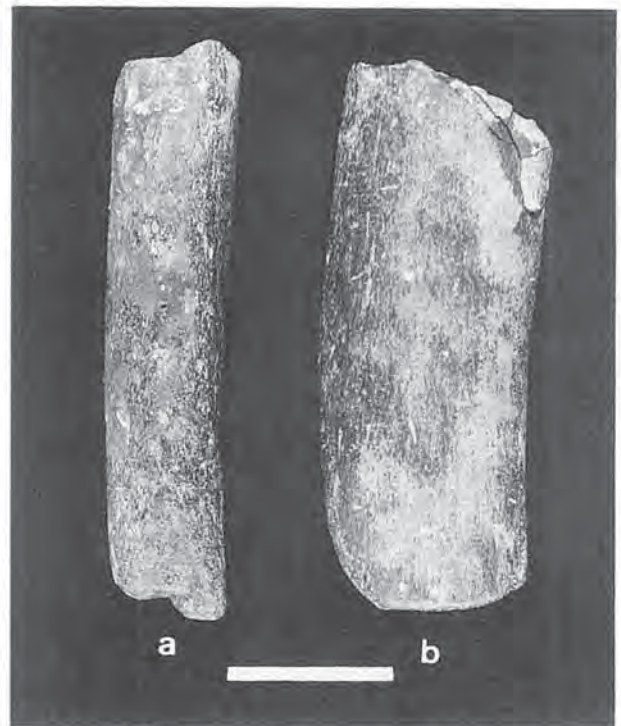


Fig. 7 Rib of Cetacea (NHMT-V277), a: cranial or caudal view, b: lateral view. Scale bar equals 5 cm.

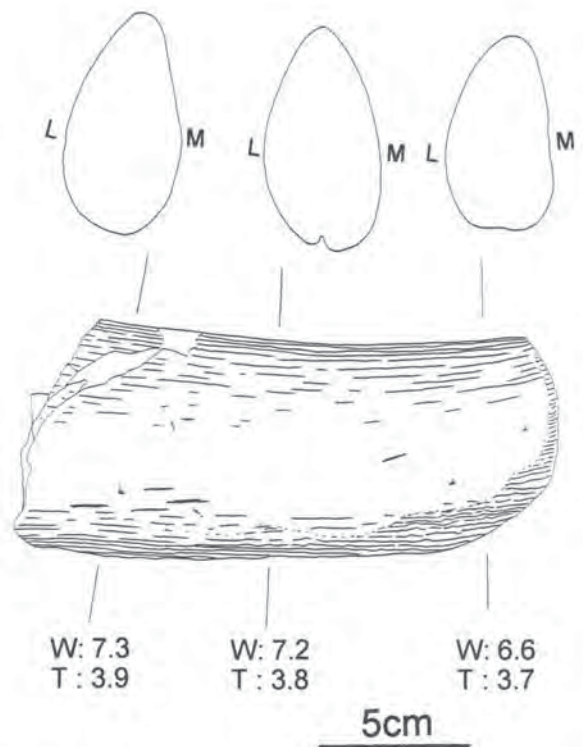


Fig. 8 Cross sections and measurements (in cm) of rib (NHMT-V277) in lateral view, L: lateral side, M: medial side, W: width, T: thickness.

IV層から産出した骨化石

標本番号：KT-01, Fig. 9

分類・部位：哺乳綱鯨目 (Mammalia, Cetacea), 尾椎。

計測・記載：長径6.4cm, 幅4.6cm, 高さ4.4cm。円柱形である。棘突起を欠くものの椎弓と椎体はあり、保存状態はよい。椎体の前後にある骨端は骨幹に膠着し、中央のくぼみを中心に、同心円状の模様が見られる。椎体から側方に伸びる横突起は見られず、腹側面には一対の稜が発達し、その頭方と尾方に1つつつ関節面がある。腹側面中央を横切る直線上に直径約4mmの血管孔が3つ並ぶ。また、椎体の側方には後方から前方に斜めに入る血管孔(直径4.7mm)も見られる。詳細な計測値については主に岡村(1979)にしたがい、Fig. 10に示す。

考 察

海牛目化石について

本発掘調査では、第II貝化石層から海牛目の肋骨片の標本(NHMT-V271)が産出した。海牛目の肋骨は重厚で、一般に海綿質に乏しく緻密質からなることが特徴とされ、年齢が進むにしたがいそれが顕著になる。本標本は破断面に海綿質が見られず、重厚であることから海牛目成体の標本と同定した。

現在までに日本から産出が知られる海牛目化石は、ジュゴン科のヒドロダマリス亜科とハリセリウム亜科、ジュゴン亜科である。本標本は現生海牛目の標本よりも大型であり、大きさの点でハリセリウム亜科、またはヒドロダマリス亜科である可能性が高いが、肋骨体の一部しか残存しておらず、これ以上の比較は困難である。

本標本が産出した層準から共産する軟体動物化石群は、暖流系外洋の浅海棲種を主体とするいわゆる掛川動物群(OTUKA, 1939)であり、亜熱帯の古海洋気候が推定されている。日本から産出する海牛目のうち、ジュゴン亜科とハリセリウム亜科は暖海域に生息し、ヒドロダマリス亜科は寒海域に生息したとされる(古沢, 1994)。したがって、本標本は暖海域に生息したとされるジュゴン亜科かハリセリウム亜科に属する可能性が高い。ハリセリウム亜科に属する海牛目化石は、甲能・高泉(1992)により日本

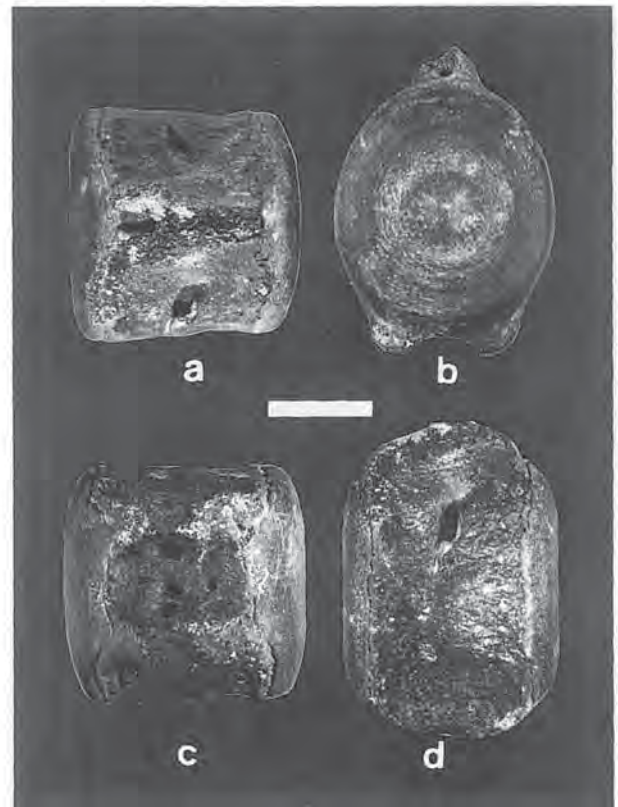


Fig. 9 Caudal vertebrae of Odontoceti (KT-01), a: dorsal view, left is cranial side, b: caudal view, c: ventral view, left is cranial side, d: lateral view, left is cranial side. Scale bar equals 2 cm

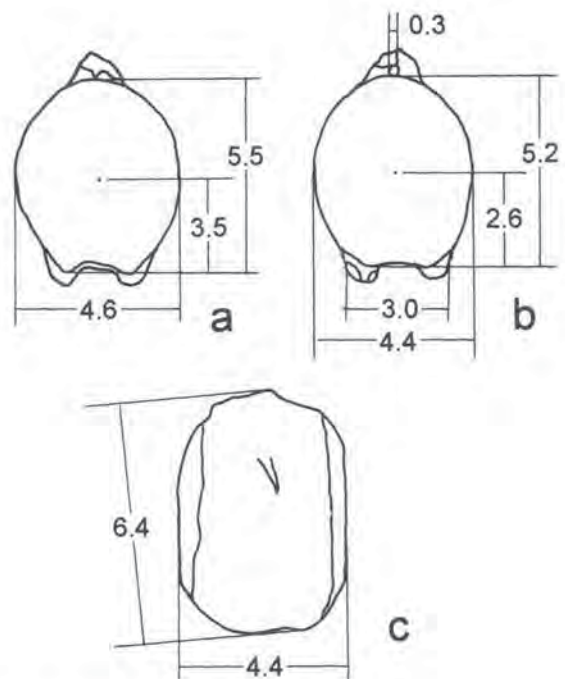


Fig. 10 Measurements (in cm) of caudal vertebrae of Odontoceti (KT-01), a: frontal view, b: caudal view, c: lateral view of right.

からの産出が確認されており、大西洋域では後期鮮新世まで知られているが、太平洋域では後期中新世までしか産出が確認されていない(甲能・高泉, 1992)。ジュゴン亜科の海牛目化石は日本からは、北海道の中部中新統(犬塚・岩見沢団体研究グループ, 1980)から報告されているが、TAKAHASHI et al. (1986)はその分類を否定している。また、群馬県中部～上部中新統からはジュゴン亜科またはハリセリウム亜科に属する海牛目化石の報告がある(宮崎, 1993)。本標本がハリセリウム亜科ないし大型のジュゴン亜科のものであれば、鮮新世の化石として日本での最初の標本となり、暖海域にすむ海牛目の生息域や系統について重要な意味をもつと思われる。

鯨目化石について

保存状態のよい尾椎(KT-01)については、明瞭なV字骨の関節面があり、このように明瞭なV字骨関節面を持つ哺乳綱は鯨目と海牛目であるが、本標本は横突起が見られず、棘突起基部の破断面から大きな棘突起の存在が考えられるため、鯨目と同定した。なお、東海大学海洋科学博物館所蔵のバンドウイルカの尾椎と比較すると、やや本標本の方が大きいものの、腹側面と側面に見られる血管孔、横突起は無いが大きな棘突起が存在することで後位尾椎に類似する。

本稿で記載した2点の肋骨標本については、大型の肋骨であり、破断面に海綿質の発達が見られることから、鯨目と同定した。そのうち一方のほぼ完全な標本であるNHMT-V221については、肋骨結節が見られず、鯨目の属性を示す。本標本は肋骨角を背側に向け、近位から肋骨頭を見ると、肋骨体に対し反時計回りにねじれることから右の肋骨である。

ここではNHMT-V221の亜目レベルでの検討を行う。本標本はその大きさから、大型の齒鯨亜目または小型のヒゲ鯨亜目の肋骨と考えられる。本標本を同定するために国立科学博物館所蔵の齒鯨亜目のマッコウクジラ(NSM-M3539)とツチクジラ(NSM-M30129)および、ヒゲ鯨亜目のニタリクジラ(NSM-M3538)と東海大学海洋科学博物館所蔵のミンククジラ(MSM-85-002)の現生骨格標本の大きさがほぼ同じ肋骨について比較した。その結果、マッコウクジラの肋骨では、肋骨結節があり、遠位端が膨隆する点で形状が異なる。ツチクジラでは、肋骨結節が

あり、肋骨頭が偏平でなく、肋骨のほぼ中央において細くなる部位がない点で異なる。ヒゲ鯨亜目のイワシクジラとミンククジラでは、肋骨のほぼ中央において細くならない点で異なるが、肋骨頭が偏平で肋骨結節がないこと、肋骨体遠位が細くなることで類似する。このことから、本標本はヒゲ鯨亜目の肋骨である可能性があり、肋骨角があまり発達せず、一般湾曲がなだらかであることから、中位から後位にかけての肋骨と判断した。しかし、鯨目の肋骨は形態の類似性が強く、それ自体から分類学的な所属を決めることは困難である(長澤, 1999)ことから、本稿では本標本の所属を亜目までの分類とした。

日本列島における鯨目化石の産出については、大石(1985)、木村(1992)、OISHI and HASEGAWA(1995)にまとめられている。木村(1992)は、鯨目化石が産出する層準とその種類から、産出時期を3つに分け、後期中新世以降の時代を第3期としている。この第3期には、ヒゲ鯨亜目は東北・北海道に多く、関東以西では齒鯨亜目が多いという産出特徴が指摘されている。また、大石(1985)は、中新世末から鮮新世は、ケトテリウム科(Cetotheriidae)のように古い種類が新しい種類と共存し絶滅していく時期であると指摘している。佐藤ほか(1999)は、前期鮮新世末から後期鮮新世にヒゲ鯨動物群が化石種から現生種に入れ替わったとしている。本標本のより詳細な分類群を明かにすることは、後期鮮新世の掛川地域での鯨目の分布や鯨目の進化について、多くの重要な資料を提供するものと思われる。

NHMT-V221標本と同層準から産出した鯨目の肋骨片であるNHMT-V277標本は、両者の保存状態の違いから、同一個体の標本と判断することはできない。また、同層準からは海牛目の肋骨片の標本(NHMT-V221)も発見されていることから、第II貝化石層には、複数の海生哺乳類化石が集積している可能性がある。

ま と め

掛川市上西郷に分布する掛川層群大日累層から、鯨目の肋骨化石2点および尾椎化石1点、海牛目の肋骨化石1点を含む骨化石片22点を発見した。本稿では、このうち海生哺乳類と同定できた骨化石について形態的特徴を記載した。今後これらの鯨目および海牛目化石について、さらに詳細な同定をするこ

とはもちろんであるが、掛川層群からは同定が可能な新たな化石の発見が期待される。掛川層群から海生哺乳類の骨化石が発見されたという報告はこれまでなかったが、本報告で示したように多くの海生哺乳類化石が掛川層群に含まれていることが明らかになった。また、掛川層群から産出するであろう海生哺乳類の化石は、鮮新世における北西太平洋における海生哺乳類の分布や進化に関して非常に重要な資料を提供するものと思われる。

謝 辞

本稿をまとめるにあたり、北海道教育大学札幌分校の木村方一教授と滋賀県多賀町立多賀の自然と化石の館の阿部勇治氏、札幌市博物館活動センターの古沢 仁氏、国立科学博物館の甲能直樹氏、飯田市美術館の小泉明裕氏には文献の紹介や貴重な御意見をいただいた。また、鯨目や海牛目の標本比較に関しては、国立科学博物館の山田 格氏と滝川市美術自然史館の吉住晴美氏、北海道開拓記念館の山田悟郎氏にお世話いただき、貴重な御助言もいただいた。日本大学松戸歯学部三島弘幸氏には粗稿を校閲していただいた。これらの方々に感謝するとともに、鯨目化石発掘調査に参加していただいた方々および調査期間に宿舎を提供いただいた掛川市円満寺の鬼頭良武住職に感謝いたします。

引 用 文 献

- 鎮西清隆 (1980) 掛川層群の軟体動物化石群, その構成と水平分布. 国立科博専報, **13**, 15-20.
- 千谷好之助 (1928) 遠州国相良, 掛川附近第三紀層に就て. 地学雑誌, **38**, 84-89.
- 古沢 仁 (1994) 古生物地理から見た北太平洋海牛類進化の研究展望と課題. 地団研専報, **43**, 99-110.
- 茨木雅子 (1986) 掛川地域新第三系の浮遊性有孔虫生層序基準面とその岩相層序との関係. 地質雑誌, **92**, 119-134.
- 犬塚則久・岩見沢団体研究グループ (1980) 北海道北檜山町小川の中新統よりジュゴン (Dugong) の発見. 地質雑誌, **86**, 639-641.
- 木村方一 (1992) 日本産鯨化石の層序と生息環境. 小林巖雄・立石雅昭・高安克己・的場保望・秋山雅彦編: 古日本海東縁の新第三系一層序・古地理・古環境一, 地質学論集, **37**, 175-187.
- 甲能直樹・高泉幸浩 (1992) 北西太平洋から初めてのハリテリウム亜科の海牛 (Sirenia: Dugongidae) の産出. 化石, **53**, 1-6.
- 宮崎重雄 (1993) 安中市秋間川河床産出のカイギュウ化石について. シモアキマカイギュウ発掘調査報告書, 安中市教育委員会, 25-48.
- 横山次郎 (1925) 遠江掛川付近第三紀層の層序. 地球, **3**, 569-576.
- 横山次郎 (1950) 日本地方地質誌中部地方. 朝倉書店, 東京, 233p.
- 横山次郎・坂本 享 (1957) 5 万分の 1 地質図幅「見付・掛塚」及び同説明書. 地質調査所, 50p.
- 横山次郎 (1963) 掛川地方地質図説明書. 地質調査所, 30p.
- MAKIYAMA, J. (1927) Molluscan fauna of the Lower part of Kakegawa series in the province of Totomi, Japan. Mem. Coll. Sci., Kyoto Imp. Univ., Ser. B, **3**, 1-147, pls. 1-6.
- MAKIYAMA, J. (1931) Stratigraphy of the Kakegawa Pliocene in Totomi. Mem. Coll. Sci., Kyoto Imp. Univ., Ser. B, **7**, 1-53.
- 長澤一雄 (1999) 山形県真室川町の鮮新統野口層から産出した鯨類化石. 山形県真室川町産鯨類化石調査報告書, 山形県立博物館, 11-52.
- NOBUHARA T. (1993) The relationship between bathymetric depth and climate change and its effect on molluscan faunas of Kakegawa Group, Central Japan. Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, **170**, 159-185.
- 岡村喜明 (1979) 鯨類資料・特に骨解剖について. 草津地学同好会誌, **5**, 72-127.
- 大石雅之 (1985) 日本の鯨類化石研究の概要. 後藤 仁敏・高橋正志・木村方一・堀川秀夫編: 海生脊椎動物の進化と適応, 地団研専報, **30**, 127-135.
- OISHI, M. and Y. HASEGAWA (1995) A list of fossil cetaceans in Japan. The Island Arc, **3**, 493-505.
- OTUKA, Y. (1939) Tertiary crustal deformation in Japan (with short remarks on Tertiary palaeogeography). J. Publ. Comm. Prof. H. Yabe's 60th Birthday, **2**, 481-519.
- 佐藤恵理子・木村方一・古沢 仁 (1999) 天塩町産クジラ化石. 天塩町産クジラ化石発掘調査報告書,

- 天塩町教育委員会, 18-49.
- 柴 正博・十河寿寛・川辺匡功・竹島 寛・村上靖・横山謙二・駿河湾団体研究グループ (1996) 静岡県榛原郡地域の相良層群と掛川層群の層序. 地球科学, **50**, 441-455.
- 柴 正博・渡辺恭太郎・横山謙二・佐々木昭仁・有働文雄・尾形千里 (2000) 掛川層群上部層の火山灰層. 東海大学博物館研究報告「海・人・自然」, **2**, 53-108.
- 柴 正博・横山謙二・新村龍也・伊藤芳英 (2001) 掛川市上西郷における掛川層群産鯨目化石発掘調査の成果—地質および堆積環境—. 東海大学博物館研究報告「海・人・自然」, **3**, 77-89.
- SHIBATA, K., S. NISHIMURA and K. CHINZEI (1984) Radiometric dating related Pacific Neogene Planktonic datum planes. In IKEBE N and R. TSUCHI eds.: Pacific Neogene Datum Planes - Contributions to Biostratigraphy and Chronology -, Univ. Tokyo Press., 85-89.
- TAKAHASHI, S., D. P. DOMNING and T. SAITO (1986) *Dusisiren dewana* n. sp. (MAMMALIA; SIRENIA), a new ancestor of Steller's Sea Cow from the Upper Miocene of Yamagata Prefecture, Northeastern Japan, Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan. N. S., **141**, 296-321.
- 田中 猛 (1985) 掛川層群の魚類及び鯨類の歯化石. 地学研究, **36**, 241-249.
- TOMIDA, Y. and H. SAKURA (1988) Catalogue of large mammal fossil specimens. National Science Museum, Tokyo, 143 p..
- TSUCHI, R. (1961) On the late Neogene sediments and molluscs in the Tokai region with notes on the geologic history of the Pacific coast of southwest Japan. Japanese Jour. Geol. Geog., **32**, 437-456.
- UJIE, H. (1962) Geology of Sagara-Kakegawa sedimentary basin in Central Japan. Sci. Rep. Tokyo Kyoiku-Daigaku, **8**, 123-188.
- 横山謙二・柴 正博・新村龍也 (2001) 掛川市上西郷における掛川層群産鯨目化石発掘調査の成果—板鰐類化石—. 東海大学博物館研究報告「海・人・自然」, **3**, 101-111.
- YOSHIDA, K. and M. NIITSUMA (1976) Magnetostratigraphy in the Kakegawa district. In TSUCHI, R. ed.: First CPNS Guidebook for Excursion **3**, Kakegawa district, 54-59.

掛川市上西郷における掛川層群鯨目化石発掘調査の成果 —板鰓類化石—¹⁾

横山 謙 二²⁾・柴 正 博³⁾・新村 龍 也²⁾

Excavation Report of Pliocene Fossil Cetacea from the Kakegawa Group, Kamisaigo, Kakegawa City, Central Japan —Elasmobranch Fossils—¹⁾

Kenji YOKOYAMA²⁾, Masahiro SHIBA³⁾ and Tatsuya SHINMURA²⁾

Abstract

In the Cetacea fossil excavation at Kamisaigo in Kakegawa City, Shizuoka Prefecture, in October-November, 1999, and August-September, 2000, forty-two fossil teeth of elasmobranch specimens were discovered from a sand bed in the Tenno silty sand Member of the Dainichi Formation (Upper Pliocene) in the Kakegawa Group. These fossil teeth of elasmobranchs were classified into eight families, ten genera and twelve species, and all specimens are described in this paper. This fossil assemblage of elasmobranchs consisted mainly of the genera of *Carcharodon*, *Carcharhinus* and *Myliobatis*, which are characterized by coastal - offshore species of the warm current ocean. This fossil assemblage of elasmobranchs is different from the assemblage of the Dainichi sand Member of the Dainichi Formation that is characterized by coastal species. This *Carcharodon* - *Carcharhinus* - *Myliobatis* assemblage resembles the fossil assemblage of the Nakatsu Group in northern of Kanagawa Prefecture, which consisted mainly of the genera *Cetorhinus*, *Carcharhinus* and *Myliobatis*. The resemblance of these assemblages in the Tenno silty sand Member and the Nakatsu Group is due to the resemblance of the sedimentary environments. The difference between the genera *Carcharodon* and *Cetorhinus* in both assemblages is due to differences in the sea water temperature between the Kakegawa area and the Nakatsu area.

はじめに

1999年10月～11月と2000年8月～9月に著者らが
行った掛川市上西郷での鯨目化石発掘調査では、掛
川層群大日累層から海生哺乳類の肋骨を含む骨化石
片が20点発見された。また、その発掘調査の際に、
約64m² (8 m × 8 m) の発掘範囲から板鰓類化石が40

点産出した。それらの板鰓類化石は5目8科10属12
種に同定された。

今までに掛川層群から産出した板鰓類化石につい
ては、久家 (1985)、田中 (1985)、横山ほか (2000)
の報告があるが、それらは板鰓類化石の産状や含ま
れる地層の堆積環境が明らかでない場合が多かった。
本発掘では、化石の産状や含まれる地層の堆積環境

¹⁾東海大学自然史博物館研究業績 No.51

Contributions from the Natural History Museum, Tokai University, No.51

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

が明らかで、同じ層準から多数の板鰐類化石が発見された。本報告では、この発掘調査で得られた板鰐類化石について、それぞれの形態的特徴を中心に記載するとともに、この板鰐類化石群集の特徴を示し、掛川層群の別の層準や他の地域の板鰐類化石群集との比較を行う。

地質概説

静岡県掛川市とその周辺に分布する新第三系の掛川層群は、日本の新第三系模式地のひとつとして、また鮮新世の軟体動物化石を多産する地層として、古くから層序学および古生物学的研究が行われてきた。それらの研究には、千谷(1928)、横山(1925, 1950, 1963)、MAKIYAMA (1927, 1931)、横山・坂本(1957)、TSUCHI (1961)、UJIE (1962)、鎮西(1980)、茨木(1986)、NOBUHARA (1993)、柴ほか(1996, 2000) などがある。

掛川市街北西部には、白亜系の三倉層群と中新統の倉真層群・西郷層群を基盤として、鮮新-更新統の掛川層群上部層が分布する(柴ほか, 2000)。柴ほか(2000)によれば、掛川層群上部層は、下位から上内田累層と大日累層、土方累層からなり、大日累層は大日砂層と天王シルト質砂層からなる。大日累層

の地質年代は、下位の上内田累層上部に挟在する五百済火山灰層と上位の土方累層の下部に挟在する火山灰層のフィッシュントラック年代がSHIBATA et al. (1984) によって報告されていて、前者が 2.3 ± 0.5 Maであり、後者が 1.9 ± 0.4 Maということと、土方累層下部がOlduvai subcron (C2n: 1.95-1.77 Ma) にあたること(YOSHIDA and NIITSUMA, 1976) から、およそ2 Maと考えられる。

本発掘地には、大日砂層とその上位の天王シルト質砂層が露出する。発掘調査は、著者らが第II貝化石層とよぶ天王シルト質砂層に挟在する軟体動物化石が密集する砂層で行った。本層からは、*Umbonium suchiense suchiense* YOKOYAMA, *Turritella perterebra* YOKOYAMA, *Oliva mustelina* LAMARCK, *Glycymeris albolineata* (LISCHKE), *Glycymeris tolomiensis* MAKIYAMA, *Amussiopecten praesignis* (YOKOYAMA), *Megacardita panda* (YOKOYAMA), *Paphia schnelliana* (DUNKER)などの軟体動物化石、海生哺乳類などの骨化石片、カメ類の甲羅化石片、板鰐類と硬骨魚類の歯化石や骨片・耳石化石が産出し、合併したままの二枚貝など比較的保存状態の良い化石も産出する。柴ほか(2001)によれば、この第II貝化石層は外側陸棚から陸棚斜面にかけての海底に存在したチャネルを浅海域から供給された堆積

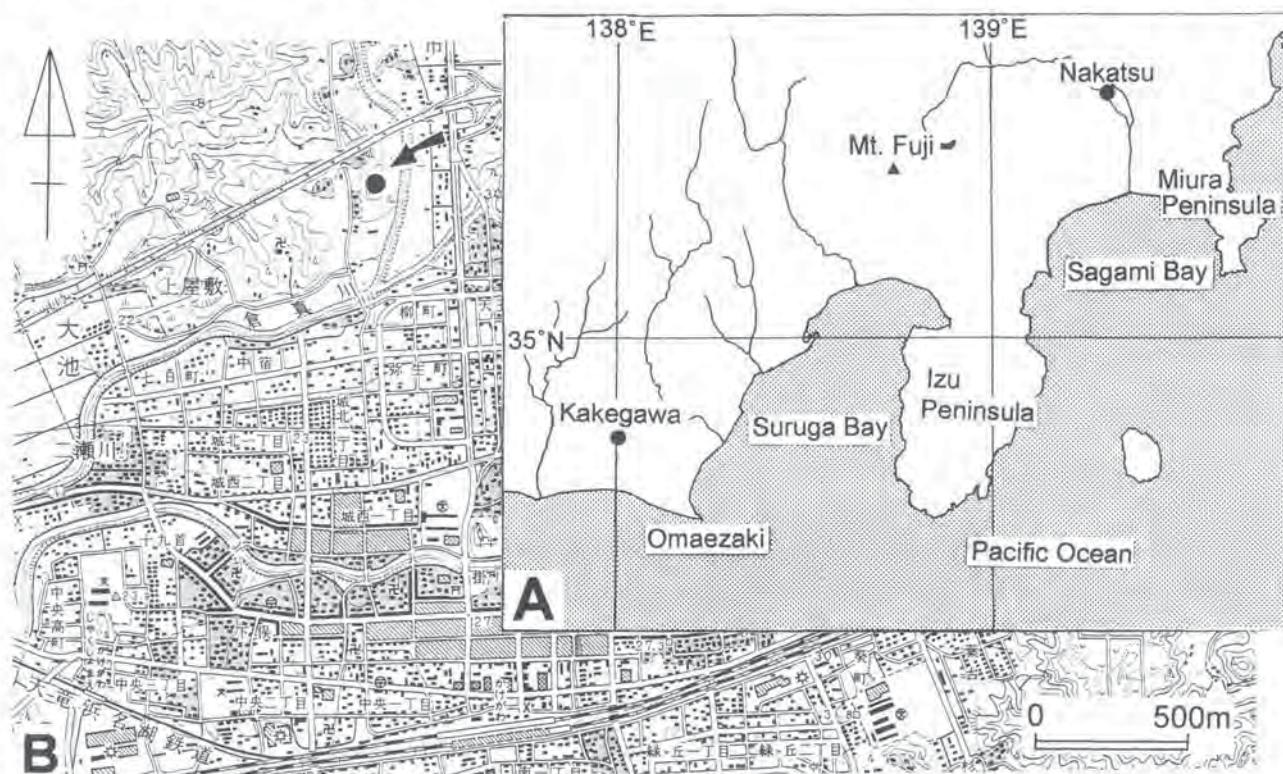


Fig. 1 Locality map. A: index map, B: the location of the excavation site (black circle with arrow) plotted on 1:25000-scale topographic map of Japan, Quadrangle "Kakegawa", Geographical survey of Japan.

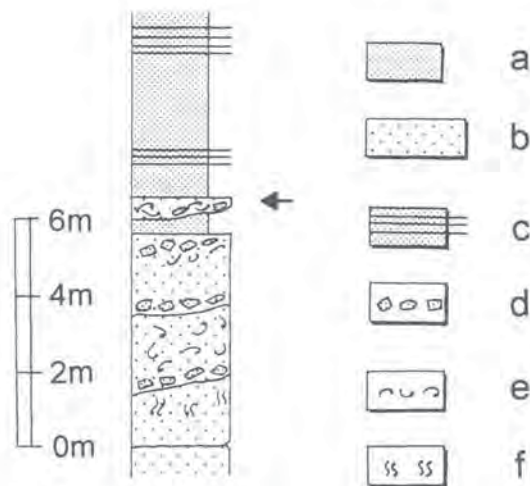


Fig. 2 Geological columnar section of the Dainichi Formation around the excavation site. Arrow indicates the horizon of the excavation site. a: mud, b: sand, c: sand layer in mud, d: mud clasts, e: shell remains, f: barrows.

物によって埋積され形成されたものと考えられている。

発掘地での詳細な層序と岩相、共産する化石およびその堆積環境については柴ほか(2001)を、共産する海生哺乳類などの化石については新村ほか(2001)を参照されたい。Fig. 1に本発掘地の位置を示し、Fig. 2にその産出層準を柱状図に示した。

記 載

本稿で記載する板鰐類化石の40標本は、鯨目化石発掘調査中あるいは化石のクリーニング作業中に産したものである。板鰐類の歯に関する用語は、久家・

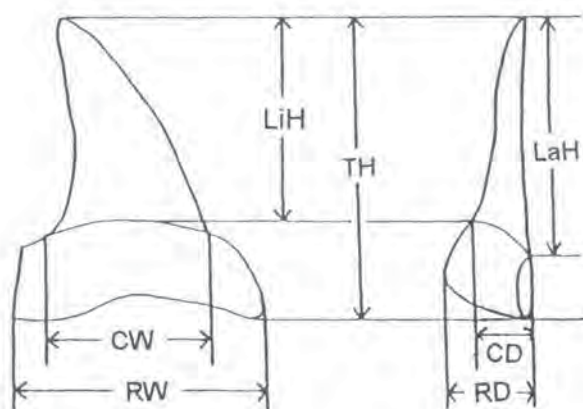


Fig. 3 Measurement points of the Elasmobranchs remains (modified from GOTO, 1970). RW: root width, TH: tooth height, RD: root dimension, CW: crown width, LaH: labial height, LiH: lingual height, CD: crown dimension.

後藤(1980)、矢部・後藤(1999)の定義にもとづいて記載する。板鰐類化石の計測方法は、後藤(1970)にしたがった(Fig. 3)。保存状態の極めて悪い標本を除いて、計測値をTable 1に示す。標本番号は東海大学自然史博物館の登録番号で、NHMT-のついた表中のsample No.は発掘調査における試料採取番号を示す。本稿で記載した標本は、東海大学自然史博物館に保管されている。

Class Chondrichthyes 軟骨魚綱
Subclass Elasmobranchii 板鰐亜綱
Order Heterodontiformes ネコザメ目
Family Heterodontidae ネコザメ科
Genus *Heterodontus* ネコザメ属
Heterodontus sp.

側歯

標本: NHMT-V224 (Fig. 4-1)

記載: 本標本は、咬合面が磨耗している。歯冠の外形は、咬合面観では長方形を呈し、舌側面・唇側面では半月状の形態を呈するので側歯に同定した。歯冠は咬合面中央で膨隆する。歯冠の咬合面は磨耗が激しく、ネコザメ属側歯の咬合面に見られる多数の小孔はあまり観察できない。歯根の外形は長方形を呈する。歯根基底面はほとんど平滑である。

Order Lamniformes ネズミザメ目

Family Lamnidae ネズミザメ科

Genus *Isurus* アオザメ属

Isurus paucus GUITART MONDAY, 1966

バケアオザメ

下顎前歯

標本: NHMT-V225 (Fig. 4-2)

記載: 本標本は、咬頭尖が磨耗されたため丸みを帯びる。歯根近心側のごく一部は採取時に破損した。本標本の歯冠の外形は鋭角な二等辺三角形を呈する。歯冠は遠心側にわずかに傾き、湾曲しながら咬頭尖に延びる。両切縁は鋸歯がなく、鋭い切縁が歯頸から咬頭尖付近まで発達することから、遠心縁中央から歯頸にかけて切縁が不明瞭となる同属の*I. oxyrinchus*の前歯とは、区別できる。歯根の外形は歯の中央で歯頸側に湾曲するため、V字形を呈する。舌側面では中心隆起が著しい。

Table 1. Measurements of the Elasmobranchs remains recovered from the Kakegawa Group in the excavation site (modified from GOTO, 1970). RW : root width, TH : tooth height, RD : root dimension, CW : crown width, LaH : labial height, LiH : lingual height, CD : crown dimension.

Species	NHMT- No.	Sample No.	RW	TH	RD	CW	LaH	LiH	CD
<i>Heterodontus</i> sp.	V224	090704	16.05	4.55	4.80	17.10	2.85		6.90
<i>Isurus paucus</i>	NHMT-V225	090617	16.95	35.20	12.80	10.15	19.60	16.55	7.85
<i>Carucharodon carcharias</i>	NHMT-V226	082602	35.75	50.50	10.05	37.30	38.50	32.75	8.70
	NHMT-V227	090307	34.75	53.35	9.10	31.95	42.40	34.40	8.60
	NHMT-V228	090604	25.25+	49.50	8.20	34.00	40.00	34.60	8.60
	NHMT-V229	100801				23.50+	33.10	25.10+	5.25
	NHMT-V230	090406	22.25	20.85+	4.65	20.50	14.55+	14.05+	4.45
	NHMT-V231	090609	25.35+	44.70	7.65	36.00	34.05	29.70	7.75
	NHMT-V232	090615	31.65	45.35	7.30	28.70	33.70	29.70	6.90
	NHMT-V233	99121901				10.60+	19.65+	18.40	4.15
	NHMT-V234	082701	28.85	33.55	8.00	25.10	25.60	20.40	6.95
	NHMT-V235	090310	24.35	28.70	7.25	21.50	20.00	16.65	5.95
	NHMT-V236	100802	18.20	21.45	6.95	16.60	14.05	12.20	5.85
	NHMT-V237	110601	17.15+	24.50	4.50	16.45	19.10	16.85	3.80
<i>Hemipristis elongatus</i>	NHMT-V238	091305	16.05	20.75	7.10	13.25	15.10	12.95	4.85
<i>Carcharhinus longimanus</i>	NHMT-V240	090303	18.30	15.65	3.55	17.45	12.85	10.20	2.55
	NHMT-V241	100602	19.65	14.90	4.20	19.05	10.05	4.20+	3.75
	NHMT-V242	103001	13.00+	16.80+	3.65	11.80+	13.30+	8.25	3.15
<i>Carcharhinus altimus</i>	NHMT-V244	090306	9.40	10.65	2.45	9.00	8.55	5.95	2.25
	NHMT-V243	090305	7.10	6.50	1.95	7.10	5.10	3.85	0.95
	NHMT-V245	090308	9.20+	12.65	2.70	9.20+	10.20	7.90	2.60
	NHMT-V246	090501	10.15+	11.05	2.75	10.15+	7.20	6.85	2.10
	NHMT-V247	090702	14.40+	19.45	3.25	13.35+	15.35	10.55	2.70
<i>Carcharhinus</i> sp.	NHMT-V248	090309	13.40	12.65	2.35	11.95	9.70	6.15	2.10
	NHMT-V249	090402				3.90+	5.55	3.60	1.85
	NHMT-V250	090405				2.20+	4.40	4.10	1.50
	NHMT-V251	091301	8.85	8.15	2.40	8.65	6.40	4.55	1.80
	NHMT-V252	091302				4.40+	7.70	6.75	2.80
	NHMT-V253	091303	10.45	10.10	2.50	10.45	8.75	5.50	1.95
<i>Galeocerdo cuvier</i>	NHMT-V254	091701	21.65	18.00	6.20	21.50	14.15	11.25	4.85
<i>Scyliorhinus</i> sp.	NHMT-V255	091306	3.90	4.75	1.65	3.90	3.85	2.70	1.05
<i>Dasyatis</i> sp.	NHMT-V256	112601	2.35	2.75	0.80	3.70	2.05		2.95
<i>Myliobatis</i> sp.	NHMT-V257	091311	17.95+	5.15	3.60	19.70+	2.80		4.40
	NHMT-V258	091312	16.40+	5.80	3.10	17.75	1.80		4.30
	NHMT-V259	091313	20.60	3.95	4.25	22.65	1.60		6.45
	NHMT-V260	100601	22.10	4.80	4.85	24.40	2.60		5.90
	NHMT-V261	100702	25.35	5.05	4.85	27.05	2.85		6.05

Genus *Carcharodon* ホホジロザメ属
Carcharodon carcharias (LINNAEUS, 1758)
 ホホジロザメ

上顎前歯

標本：NHMT-V226 (Fig. 5-2), NHMT-V227 (Fig. 5-1), NHMT-V228, NHMT-V229

記載：NHMT-V226は切縁に発達する鋸歯が一部破損している。NHMT-V227とNHMT-V228は歯根が破損している。NHMT-V229は歯根と歯冠基底が破損している。NHMT-V226とNHMT-V228, NHMT-V229の3標本の歯冠外形は、鋭角な二等辺三角形を呈する。NHMT-V227の歯冠は、遠心側に弱く傾く鋭角な三角形を呈する。歯冠の唇側面は、緩やかに膨隆する。舌側面はほぼ平面である。切縁部には粗く、不揃いの鋸歯が発達する。NHMT-V226と

NHMT-V228, NHMT-V229の近心縁と遠心縁は直線的である。NHMT-V227の近心縁は切縁中央でわずかに張りだし、遠心縁では切縁中央でわずかに湾曲する。歯根の外形は、3標本ともに長方形を呈する。唇側面はほぼ平面であるのに対し、舌側面では緩やかに膨隆する。NHMT-V226とNHMT-V228の舌側面中央には1つの栄養孔が観察できる。

上顎側歯

標本：NHMT-V230, NHMT-V231 (Fig. 5-3), NHMT-V232

記載：NHMT-V230は切縁の鋸歯が一部破損している。NHMT-V231はほぼ完全に保存されている。NHMT-V232は切縁の鋸歯と遠心側の歯根部が一部破損している。歯冠の外形は3標本ともに鋭角な三角

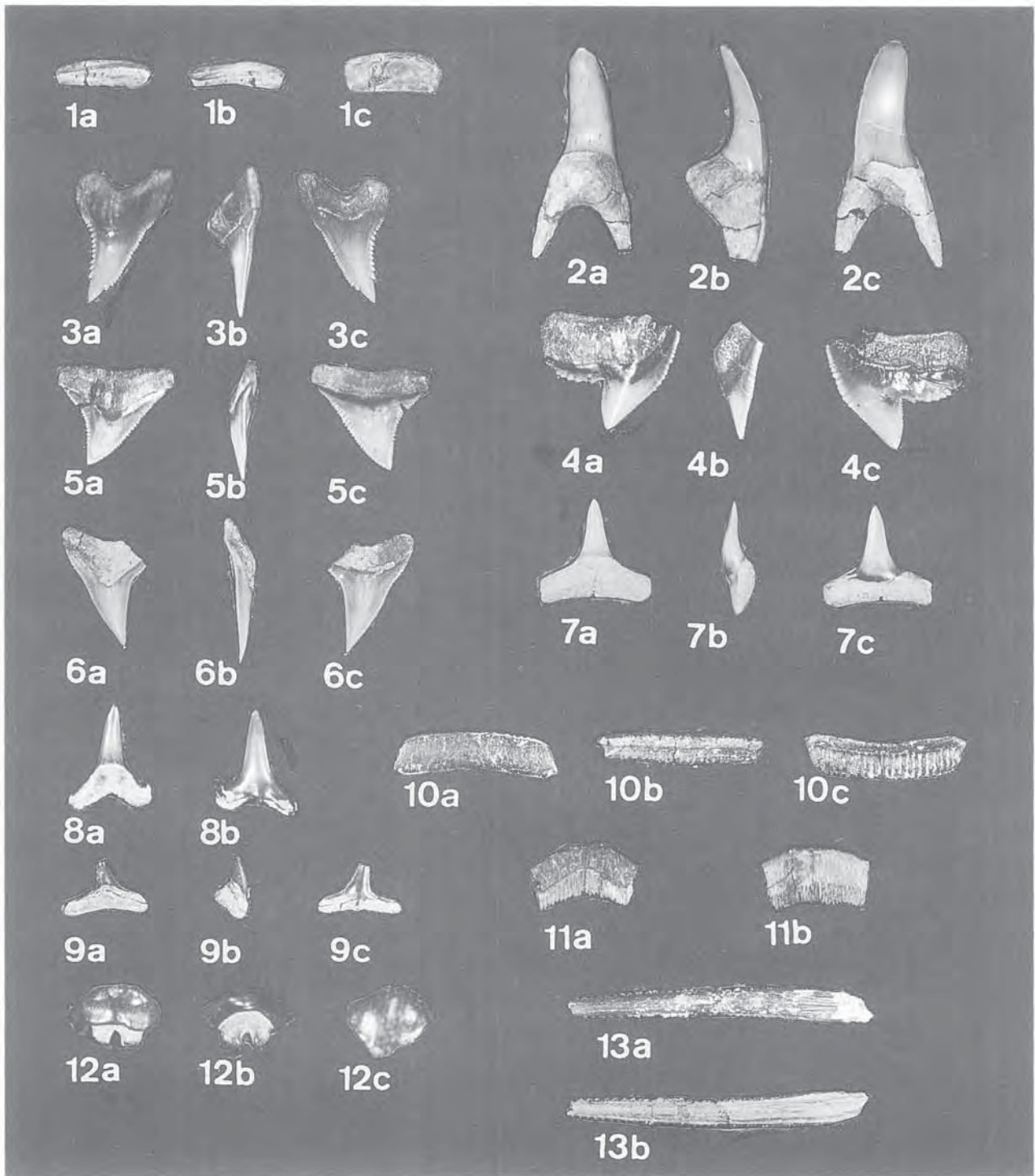


Fig. 4 Elasmobranch remains from the Kakegawa Group in the excavation site.

1 : *Heterodontus* sp., lateral tooth, NHMT-V224, x1, (1a : lingual view, 1b : labial view, 1c : occlusal view), 2 : *Isurus paucus* GUITART MONDAY, 1966, lower anterior tooth, NHMT-V225, x1, (2a : lingual view, 2b : mesial view, 2c : labial view), 3 : *Hemipristis elongatus* (GOHAER et MAZHAR, 1964), upper left lateral tooth, NHMT-V237, x1, (3a : lingual view, 3b : mesial view, 3c : labial view), 4 : *Galeocerdo cuvier* (LESUEUR, 1822), lateral tooth, NHMT-V249, x1, (4a : lingual view, 4b : mesial view, 4c : labial view), 5 : *Carcharhinus longimanus* (POEY, 1891), upper right lateral tooth, NHMT-V239, x1, (5a : lingual view, 5b : mesial view, 5c : labial view), 6 : *Carcharhinus altimus* (SPRINGER, 1950), upper right lateral tooth, NHMT-V242, x1, (6a : lingual view, 6b : mesial view, 6c : labial view), 7 : *Carcharhinus* sp., lower lateral tooth, NHMT-V246, x2, (7a : lingual view, 7b : mesial view, 7c : labial view), 8 : *Scyliorhinus* sp., lateral tooth, NHMT-V250, x3.5, (8a : lingual view, 8b : labial view), 9 : *Squatina* sp., lateral tooth, NHMT-V251, x2, (9a : lingual view, 9b : mesial view, 9c : labial view), 10 : *Myliobatis* sp., anterior tooth, NHMT-V254, (10a : occlusal view, 10b : labial view, 10c : basal view), 11 : *Myliobatis* sp., anterior tooth, NHMT-V253, (11a : occlusal view, 11b : basal view), 12 : *Dasyatis* sp., NHMT-V257, x4, (12a : lingual view, 12b : labial view, 12c : occlusal view), 13 : Caudal spine, NHMT-V258, x1, (13a : dorsal view, 13b : ventral view)

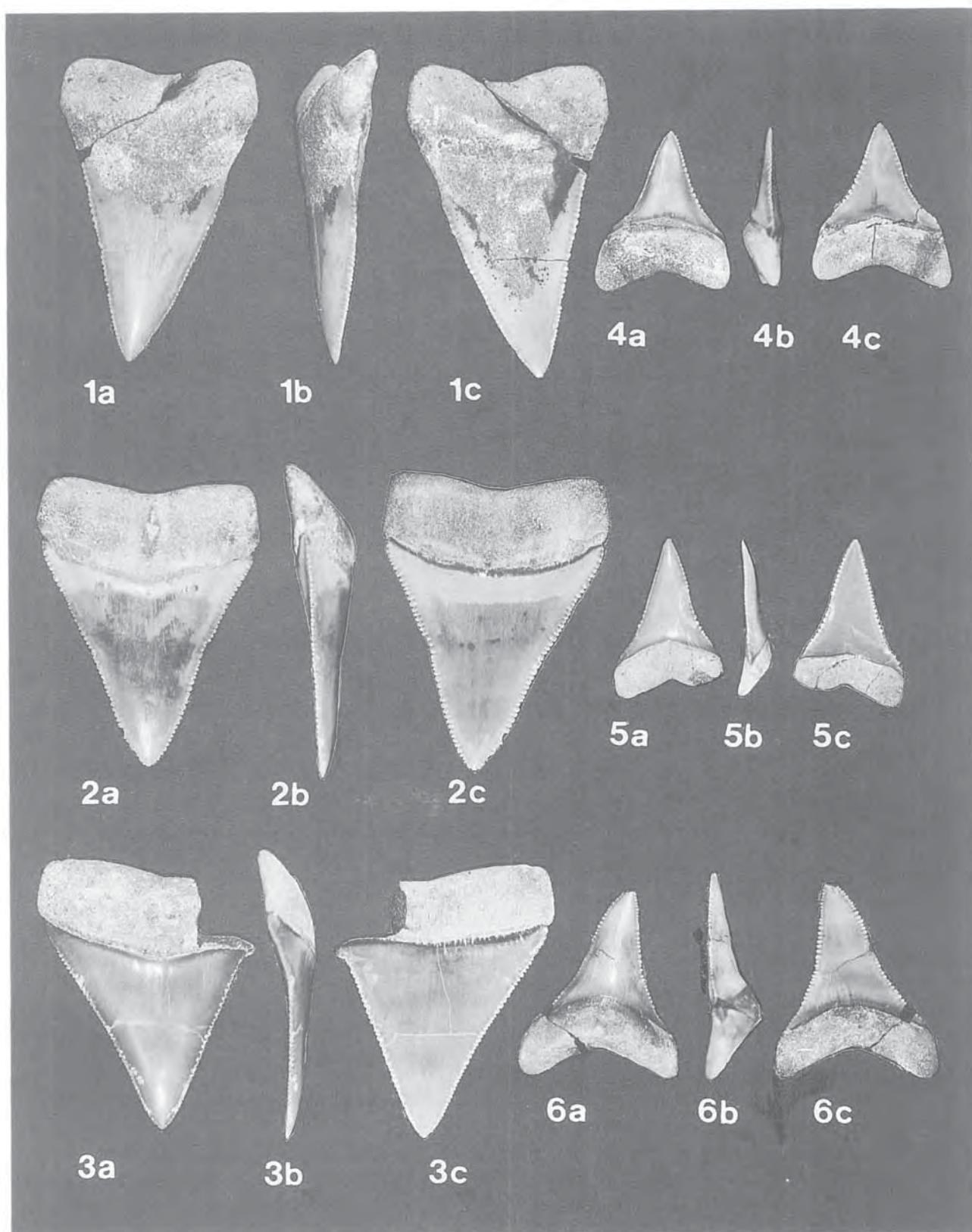


Fig. 5 Teeth of *Carcharodon carcharias* from the Kakegawa Group in the excavation site.

1: *Carcharodon carcharias* (LINNAEUS, 1758), upper left anterior tooth, NHMT-V227, x1, (1a: lingual view, 1b: mesial view, 1c: labial view), 2: *Carcharodon carcharias* (LINNAEUS, 1758), upper right anterior tooth, NHMT-V226, x1, (2a: lingual view, 2b: mesial view, 2c: labial view), 3: *Carcharodon carcharias* (LINNAEUS, 1758), upper right lateral tooth, NHMT-V231, x1, (3a: lingual view, 3b: mesial view, 3c: labial view), 4: *Carcharodon carcharias* (LINNAEUS, 1758), lower lateral tooth, NHMT-V235, x1, (4a: lingual view, 4b: mesial view, 4c: labial view), 5: *Carcharodon carcharias* (LINNAEUS, 1758), lower lateral tooth, NHMT-V237, x1, (5a: lingual view, 5b: distal view, 5c: labial view), 6: *Carcharodon carcharias* (LINNAEUS, 1758), lower right lateral tooth, NHMT-V234, x1, (6a: lingual view, 6b: mesial view, 6c: labial view).

形を呈する。NHMT-V231とNHMT-V232の歯冠は遠心側に弱く傾くのに対し、NHMT-V230は遠心側に強く傾く。歯冠舌側面は緩やかに膨隆し、中央では平面をなす。唇側面はほぼ平面である。切縁部には粗く不揃いの鋸歯が発達する。NHMT-V231とNHMT-V232の近心縁と遠心縁は直線的である。NHMT-V230の近心縁はほぼ直線をなすが、遠心縁では歯冠基底付近で強く湾曲する。歯根の外形は3標本ともに長方形を呈する。唇側面はほぼ平坦であるのに対し、舌側面は緩やかに膨隆し中央でほぼ平面である。

下顎歯

標本：NHMT-V233, NHMT-V234 (Fig. 5-6), NHMT-V235 (Fig. 5-4), NHMT-V236, NHMT-V237 (Fig. 5-5)

記載：NHMT-V233は歯根と歯冠基底を破損・紛失しているが、他の標本は歯根部に亀裂が見られる程度でほぼ完全に保存されている。歯冠の外形は鋭角で細長い二等辺三角形を呈する。特にNHMT-V236は咬頭尖に向かうに従い歯冠幅が極端に細まる。NHMT-V234の歯冠は遠心側に弱く傾く。歯冠の唇側面は上顎歯よりも強く膨隆する。舌側面はほぼ平滑である。切縁部には粗く、不揃いの鋸歯が発達する。NHMT-V234の歯冠の近心縁は弱いS字カーブを描き、遠心縁は内側に湾曲する。他の4標本の近心縁と遠心縁は歯の内側に湾曲する。特にNHMT-V236は強く湾曲する。歯根の外形は歯の中央で内側に湾曲し、へ の字形を呈する。歯根舌側面は、緩やかに膨隆し、唇側面はほぼ平面である。

Order Carcharhiniformes メジロザメ目

Family Hemigaleidae カマヒレザメ科

Genus *Hemipristis* カマヒレザメ属

Hemipristis elongatus (GOHAER et MAZHAR, 1964)

カマヒレザメ

上顎側歯

標本：NHMT-V238 (Fig. 4-3)

記載：歯冠の外形は鋭角な三角形を呈する。歯冠は遠心側に傾く。歯冠の舌側面は強く膨隆し、唇側面ではわずかに膨隆する。両切縁には大きく粗い鋸歯を持つ。近心縁は弱いS字カーブを描き、遠心縁では内側に湾曲する。歯根の外形は歯の中央で内側に湾曲し、へ の字形を呈する。歯根の舌側面には中心

隆起が発達しており、凸状をなす。歯根の唇側面では歯の内側に湾曲し、凹状をなす。

Family Carcharhinidae メジロザメ科

Genus *Carcharhinus* メジロザメ属

Carcharhinus longimanus (POEY, 1891)

ヨゴレ

上顎歯

標本：NHMT-V239, NHMT-V240 (Fig. 4-5), NHMT-V241, NHMT-V242

記載：NHMT-V239は近心側歯冠と歯根の一部が破損している。NHMT-V240は近心側切縁部の一部が破損している。NHMT-V241は咬頭尖に磨耗が見られる。NHMT-V241は歯根の近心側と遠心側の一部が破損している。歯冠の外形は基底面の長い二等辺三角形を呈する。歯冠は遠心に傾く。近心縁は直線的か弱いS字形カーブを呈する。遠心縁は近心側に湾曲する。切縁には同属のものより粗い鋸歯を持つ。特に切縁中央部はより粗めの鋸歯となる。歯冠の舌側面は膨隆する。唇側面はほぼ平滑である。舌側面の歯頸線はV字形を描く。歯根の外形は歯の中央で内側に湾曲し、へ の字形を呈する。歯根の舌側面は強く膨隆するが、唇側面ではほぼ平面である。

Carcharhinus altimus (SPRINGER, 1950)

ハビレ

上顎歯

標本：NHMT-V243, NHMT-V244, NHMT-V245, NHMT-V246, NHMT-V247 (Fig. 4-6).

記載：NHMT-V246とNHMT-V245は、近心側・遠心側歯根の一部が破損している。歯冠の外形は鋭角な三角形を呈する。NHMT-V244の歯冠は直立する。NHMT-V247の歯冠はやや遠心に傾斜する。他の標本の歯冠は、強く遠心側に傾斜する。NHMT-V244の両切縁は、直線的である。他の標本の近心縁は直線的であるか弱いS字形カーブを描く。NHMT-V247の遠心縁は、わずかに湾曲する。他の標本の遠心縁は、強く湾曲する。切縁部には大ききの整った細かい鋸歯を持つ。唇側面は平面である。舌側面は膨隆する。歯頸線は舌側面で逆V字形を描く。歯根の外形は歯の中央で内側に湾曲し、へ の字形を呈する。

Carcharhinus sp.

下顎歯

標本：NHMT-V248, NHMT-V249, NHMT-V250, NHMT-V251 (Fig. 4-7), NHMT-V252, NHMT-V253

記載：NHMT-V249とNHMT-V250, NHMT-V252は歯冠部のみが保存されている。他の標本は歯冠と歯根ともに保存がよい。外形はT字型を呈する。歯冠の外形は二等辺三角形ないし鋭角な三角形を呈する。歯冠は遠心側にわずかに傾くか、直立する。切縁部は大ききの整った微小な鋸歯を持つ。NHMT-V248の近心縁は弱いS字形カーブを描き、遠心縁は歯の中央に弱く湾曲する。他の標本の近心縁と遠心縁は直線的である。歯冠の舌側面は強く膨隆し、唇側面は弱く膨隆する。歯頸線は舌側面と唇側面ともに直線を描く。歯根の外形は長方形を呈する。歯根舌側面は緩やかに膨隆し、唇側面はほぼ平面である。

Genus *Galeocerdo* イタチザメ属

Galeocerdo cuvier (LESUEUR, 1822)

イタチザメ

標本：NHMT-V254 (Fig. 4-4)

記載：本標本は近心側の歯根の一部が破損している。歯冠は主咬頭と6本の遠心副咬頭からなる。主咬頭は大きく遠心側に傾く。主咬頭の近心縁は切縁中央で張りだし、遠心縁では切縁中央でわずかに張り出す。両切縁ともに細かい鋸歯が発達するが、咬頭尖付近では発達しない。歯冠の主咬頭と遠心副咬頭の唇側面は弱く膨隆し、舌側面では強く膨隆する。歯根の外形は歯の中央で内側に湾曲するため、へ字形を呈する。

Family Scyliorhinidae トラザメ科

Genus *Scyliorhinus* トラザメ属

Scyliorhinus sp.

標本：NHMT-V255 (Fig. 4-8)

記載：外形はT字形を呈する。歯冠は主咬頭と遠心側に1個の副咬頭からなる。主咬頭は歯の中心で直立し、わずかに遠心側に傾く。副咬頭は主咬頭の約1/20の大きさであり、歯の遠心側で直立する。両切縁は主咬頭と副咬頭ともに鋸歯がなく、咬頭尖まで達する。歯根舌側隆起が大きく、中心溝が見られる。

Order Squatiniformes カスザメ目

Family Squatinidae カスザメ科

Genus *Squatina* カスザメ属

Squatina sp.

標本：NHMT-V256 (Fig. 4-9)

記載：本標本は歯冠と歯根にほぼ2つに分かれて、咬頭尖が破損している。歯冠は歯頸付近の舌側面で広がり、板状をなし、唇側面中央でエナメルロイド質が歯根側に突出する。咬頭は細長い二等辺三角形をして、やや遠心側に傾く。切縁には鋸歯がない。歯根は板状で、舌側方向に突出する。

Order Rajiformes エイ目

Suborder Myliobatidoidei トビエイ亜目

Family Myliobatoididae トビエイ科

Genus *Myliobatis* トビエイ属

Myliobatis sp.

標本：NHMT-V257, NHMT-V258 (Fig. 4-11), NHMT-V259 (Fig. 4-10), NHMT-V260, NHMT-V261

記載：NHMT-V253以外の5標本の歯冠咬合面の外形は六角形を呈する。NHMT-V258の歯冠咬合面の外形は歯の中央で唇側方向に強く屈曲するため、V字形を呈する。咬合面は平面である。歯根は浅く、細かい平行条溝により刻まれる。

Family Batoidae アカエイ科

Genus *Dasyatis* アカエイ属

Dasyatis sp.

標本：NHMT-V262 (Fig. 4-12)

記載：歯冠咬合面の外形は垂菱形を呈する。咬合面は平面である。舌側面では正中舌側隆線が明瞭で、舌側方向に突出する。歯根は基底面で近心根と遠心根に分かれる。基底面の中央では栄養孔が1つ観察できる。

Batoidae アカエイ科

gen. et sp. indent.

尾棘 (Caudal spine)

標本：NHMT-V263 (Fig. 2-13)

記載：長さ47.50mm, 幅5.05mm, 厚さ3.55mm。本標本は先端部と基部が破損している。上面は凸面をなす。上面基部には細かく浅い条溝が刻まれるが、先端部では不明瞭となる。下面先端部は凸面をなし、基部では中央に深い溝が見られる。両縁には鋸歯状の棘が発達する。棘は鋭角な二等辺三角形をなし、基部で細かく先端部で粗く大きい。

考 察

これまで掛川層群から産出が報告された板鰐類化石は、大日累層の大日砂層からのものがほとんどで、天王シルト質砂層からのものは少なかった。横山ほか（2000）では、天王シルト質砂層からホホジロザメ属やメジロザメ属の化石の産出を報告しているものの、その数は少ない。

本発掘を行った天王シルト質砂層に挟在する砂層からは、ホホジロザメ属とメジロザメ属の板鰐類化石が特に多産した。そのうち、特にホホジロザメ属は全体の産出数の約1/4を占め、11標本産出した。また、それ以外のものとして、トビエイ属がホホジロザメ属とメジロザメ属について多産した。大日累層の主に大日砂層から産する板鰐類化石は、ネコザメ属とカスザメ属、ツマグロエイラクブカ属などの化石が主体を占める特徴をもち（横山ほか、2000）、その点で本稿で報告した化石群集とは大きく異なる。

横山ほか（2000）によれば、大日砂層から産出するネコザメ属-カスザメ属-ツマグロエイラクブカ属で特徴づけられる板鰐類化石群集は、暖流系の沿岸種を主体として、アオザメ属のような外洋性表層域に生息する板鰐類をほとんど含んでいないと述べている。これに対して、本報告で記載した天王シルト質砂層に挟在する第II貝化石層から産出した板鰐類化石群集は、大日砂層の板鰐類化石群集の特徴とは異なり、ホホジロザメ属-メジロザメ属-トビエイ属で特徴づけられる沿岸から沖合いにかけての生息環境のものが主体であるという特徴が認められた。このことは、大日砂層と天王シルト質砂層の堆積環境を反映したものと考えられる。

本稿で記載したホホジロザメ属-メジロザメ属-トビエイ属を主体とする板鰐類化石群集の特徴は、同じ上部鮮新統で神奈川県北部に分布する中津層群の板鰐類化石群集と類似する。長谷川ほか（1991）によれば、中津層群の板鰐類化石群集の特徴はウバザメ属やメジロザメ属、トビエイ属が多産することで特徴づけられるとしている。また、伊藤（1991）によれば、中津層群の板鰐類化石群から産する神沢層から清水層にかけての地層は、外側陸棚から陸棚斜面の海底で堆積し、その層準にはスランプスカーやチャネルフィルなどの斜面崩壊と、それを埋積するような海底の谷地形が観察できると述べている。このような堆積環境は、掛川層群の天王シルト質砂層の堆

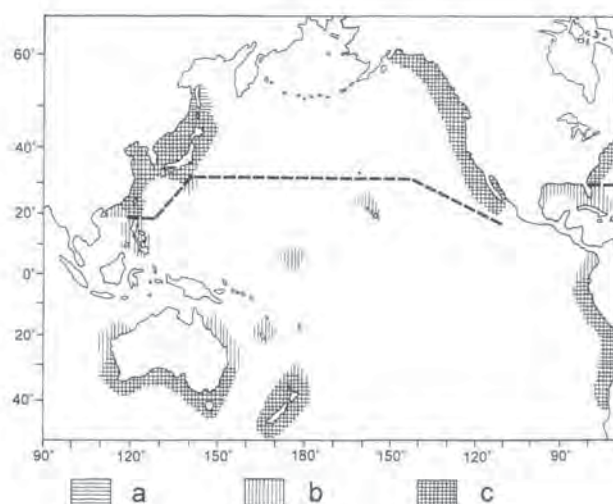


Fig. 6 The Geographical distribution of recent *Cetorhinus maximus* and *Carcharodon carcharias*. (modified from COMPAGNO, 1984) The broken line is the south limit of the distribution of *Cetorhinus maximus*. a: the distribution of *Cetorhinus maximus*, b: the distribution of *Carcharodon carcharias*, c: the mix distribution area of both species.

積環境と類似し、このような堆積環境にほぼ同様の板鰐類化石群集が形成されると考えられる。

本報告で記載した天王シルト質砂層の板鰐類化石群はホホジロザメ属-メジロザメ属-トビエイ属で特徴づけられ、中津層群の板鰐類化石群と比較するとウバザメ属は産出しないという違いがある。ウバザメ属の生息域は極海～温帯海域であり（Fig. 6）、中津層群と掛川層群天王シルト質砂層との板鰐類化石群の違いは、両地域での海水温などの古海洋気候の違いによるものと推定できる。

ま と め

1999年10月～11月と2000年8月～9月に掛川市上西郷で行われた鯨目化石発掘調査において、掛川層群大日累層天王シルト質砂層中に挟在する貝化石層から、板鰐類化石が40点産出した。本報告では、これらの板鰐類化石は5目8科10属12種に同定され、それらを記載した。

産出した板鰐類化石群集は、沿岸から沖合いにかけての生息するホホジロザメ属とメジロザメ属、トビエイ属が多くを占め、大日累層大日砂層から産する沿岸浅海域に生息するネコザメ属-カスザメ属-ツマグロエイラクブカ属で特徴づけられる板鰐類化石群集とは大きく異なることが明かになった。この両

層の化石群集の違いは、両層の堆積環境の違いを反映しているものと考えられる。

本報告で記載した板鰐類化石群集は、神奈川県北部に分布する上部鮮新統の中津層群のものと類似するが、それは両層の堆積環境の類似に起因していると考えられる。また、中津層群でウバザメ属が産するのに対して掛川層群ではウバザメ属が産しないことは、両地域の海水温など古海洋気候の違いによるものと推定される。

謝 辞

本稿をまとめるにあたり、新潟大学の堀内伸太郎氏と滋賀県多賀町立多賀の自然と化石の館の阿部勇治氏には多くの貴重な御意見をいただいた。また、鯨目化石発掘調査に参加していただいた方々および調査期間に宿舎を提供いただいた掛川市円満寺の鬼頭良武住職に感謝いたします。

引用文献

- 鎮西清隆 (1980) 掛川層群の軟体動物化石群, その構成と水平分布. 国立科博専報, 13, 15-20.
- 千谷好之助 (1928) 遠州国相良, 掛川附近第三紀層に就て. 地学雑, 38, 84-89.
- COMPAGNO, L. J. V. (1984) FAO species catalogue, Sharks of the world, An annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date. Part 1. Hexanchiformes to Lamniformes. FAO Fish. Synop., 125, 234-241.
- 後藤仁敏 (1970) サメの歯の古生物学的研究-問題提起と基礎的研究. 化石研究会誌, 3, 23-62.
- 長谷川善和・小泉明裕・松山義章・今永 勇・平田大二 (1991) 中津層群の堆積環境. 神奈川県立博物館調査報告 (自然科学), 6, 1-98.
- 茨木雅子 (1986) 掛川地域新第三系の浮遊性有孔中生層序基準面とその岩相層序との関係. 地質雑, 92, 119-134.
- 伊藤 慎 (1991) 中津層群の堆積環境. 神奈川県立博物館調査報告 (自然科学), 6, 99-111.
- 久家直之・後藤仁敏 (1980) 板鰐類の歯の形態と用語. 海洋と生物, 10, 383-387.
- 久家直之 (1985) 日本の第三紀板鰐類群集について. 海生脊椎動物の進化と適応, 地団研専報, 30, 37-44.
- 横山次郎 (1925) 遠江掛川付近第三紀層の層序. 地球, 3, 569-576.
- 横山次郎 (1950) 日本地方地質誌 中部地方. 朝倉書店, 233p.
- 横山次郎・坂本 享 (1957) 5 万分の 1 地質図幅「見付・掛塚」及び同説明書. 地質調査所, 50p.
- 横山次郎 (1963) 掛川地方地質図説明書. 地質調査所, 30p.
- MAKIYAMA, J. (1927) Molluscan fauna of the Lower part of Kakegawa series in the province of Totomi, Japan. Mem. Coll. Sci., Kyoto Imp. Univ., Ser. B, 3, 1-147, pls. 1-6.
- MAKIYAMA, J. (1931) Stratigraphy of the Kakegawa Pliocene in Totomi. Mem. Coll. Sci., Kyoto Imp. Univ., Ser. B, 7, 1-53.
- NOBUHARA, T. (1993) The relationship between bathymetric depth and climate change and its effect on molluscan faunas of Kakegawa Group, Central Japan. Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, 170, 159-185.
- 柴 正博・十河寿寛・川辺匡功・竹島 寛・村上靖・横山謙二・駿河湾団体研究グループ (1996) 静岡県榛原郡地域の相良層群と掛川層群の層序. 地球科学, 50, 441-455.
- 柴 正博・渡辺恭太郎・横山謙二・佐々木昭仁・有働文雄・尾形千里 (2000) 掛川層群上部層の火山灰層. 東海大学博物館研究報告「海・人・自然」, 2, 53-108.
- 柴 正博・横山謙二・新村龍也・伊藤芳英 (2001) 掛川市上西郷における掛川層群産鯨目化石発掘調査の成果-地質および堆積環境-. 東海大学博物館研究報告「海・人・自然」, 3, 77-89.
- SHIBATA, K., S. NISHIMURA and K. CHINZEI (1984) Radiometric dating related Pacific Neogene Planktonic datum planes. In IKEBE N. and R. TSUCHI eds.: Pacific Neogene Datum Planes - Contributions to Biostratigraphy and Chronology -, Univ. Tokyo Press., 85-89.
- 新村龍也・柴 正博・横山謙二・北村孔志 (2001) 掛川市上西郷における掛川層群産鯨目化石発掘調査の成果-海生哺乳類化石-. 東海大学博物館研究報告「海・人・自然」, 3, 91-99.
- 田中 猛 (1985) 掛川層群の魚類及び鯨類の歯化

- 石, 地学研究, 36, 241-249.
- TSUCHI, R. (1961) On the late Neogene sediments and molluscs in the Tokai region with notes on the geologic history of the Pacific coast of southwest Japan. Japanese Jour. Geol. Geog., 32, 437-456.
- UJIIÉ, H. (1962) Gology of the Sagara-Kakegawa sedimentary basin in central Japan. Sci. Rep. Tokyo Kyoiku, sec. C, 8, 1-66.
- 矢部英生・後藤仁敏 (1999) 板鰓類の歯に関する用語. 化石研究会会誌, 32(1), 14-20.
- 横山謙二・後藤仁敏・柴 正博 (2000) 掛川層群大日累層から産した板鰓類化石. 東海大学博物館研究報告「海・人・自然」, 2, 37-52.
- YOSHIDA, K. and M. NIITSUMA (1976) Magnetostratigraphy in the Kakegawa district. In TSUCHI, R. ed.: First CPNS Guidebook for Excursion 3, Kakegawa district, 54-59.

Short Report

Early Life Stages in Three Japanese Anthiine Fishes (Serranidae : Teleostei)¹⁾

Katsumi SUZUKI²⁾

The anthiine fishes are known as one of the most beautiful among small marine inhabitants. They are distributed widely from shallow rocky or coral reefs to rather deep bottoms reaching about 200m or deeper in tropical and warm temperate waters. They are most often found in the Indo-west Pacific Ocean. About nine genera with 38 species have been recorded from Japanese waters (OKAMURA and AMAOKA, 1997), and about 20 genera with 170 species occur worldwide (NELSON, 1994). However, little is known of their early life histories except for studies of two Japanese species, *Sacura margaritacea* (HILGENDORF) and *Pseudanthias squamipinnis* (PETERS) [= *Franzia squamipinnis* (PETERS)], by the present author and his colleagues (SUZUKI et al., 1974, 1978; KENDALL, 1984; MORI and LEIS, 2000). The present report deals with the developmental processes and characteristics in the fertilized eggs and the early larvae for the warm-temperate anthiine, *Pseudanthias elongatus* (FRANZ), and for the two tropical ones, *P. pascalus* (JORDAN and TANAKA) and *P. disper* (HERRE).

The present author wishes to express his sincere gratitude to Drs. Syozo HIOKI, and Koji KOBAYASHI of Marine Science Museum, Tokai University, and Yoichi TANAKA of Institute of Ocean Research and Development, Tokai University, for their considerable assistance with the present study.

Materials and methods

Among them the parent fish of *P. elongatus* were collected from Suruga Bay, central Japan and those of *P. pascalus* and *P. disper* were from the coast of Ishigaki Island, Ryukyu Islands. Their fertilized eggs were taken artificially by an identically wet method at each locales immediately after the parent fish were collected. And then they were reared. Numbers and sizes of parent fish, dates and sites for their insemination, and sizes of fertilized eggs and newly hatched larvae are shown in Table 1, they were reared in still water with weak aeration in 30 ℓ receptacles. The water was occasionally changed. The water temperatures were shown in Table 2.

Result

Common characteristics of the fertilized eggs

Fertilized eggs of the three anthiines bear a close resemblance one another in shape and size. They are spherical, colorless, and pelagic. They measure 0.58-0.70mm in diameter and contain a single oil globule (0.13-0.15mm in diameter). The perivitelline cavity is narrow. No special structures are seen either at the surfaces of the egg membrane or yolk sac. Developmental processes in fertilized eggs of the three species studied are summarized as shown in Table 2.

¹⁾Contributions from the Marine Science Museum, Tokai University, No.194

²⁾Institute of Ocean Research and Development, Tokai University, 3-20-1, Orido, Shjimizu, Shizuoka, 424-8610, Japan

Table 1 Sizes of the parent fish, fertilized eggs and newly hatched larvae of the present three anthiine fishes.

species	Parent fish (mmTL)	Fertilized eggs (mm in diameter)	Newly hatched larvae (mmTL)
<i>P. elongatus</i>	1 ♀ (144.8)	0.67-0.70	1.42-1.49
	1 ♂ (163.0)		
<i>P. pascales</i>	2 ♀♀ (94.1-100.1)	0.58-0.63	1.25-1.30
	2 ♂♂ (124.2-128.1)		
<i>P. disper</i>	9 ♀♀ (50.8-58.1)	0.60-0.63	1.40-1.55
	12 ♂♂ (61.2-73.3)		

Egg and larval development

P. elongatus (Fig. 1)

Egg development: Eleven hrs. after fertilization, the embryonal body appears. At 13 hrs. 20 min., three myotomes, optic vesicles and the KUPFFER's vesicle are seen. At 18 hrs. 50 min., 16 myotomes and several melanophores appear on the body and on the front surface of the oil globule in the yolk sac. At 20 hrs. 15 min., 19 myotomes, eye lenses, auditory vesicles and a beating heart are first seen. At 23 hrs. 10 min., the first hatching takes place. Almost all the larvae hatch less than one hour after the first hatching.

Early larval stage: The newly hatched larvae measure 1.42-1.49mm in total length and are attached to a large ellipsoid yolk sac of 0.93-1.11mm in longest diameter. The front tip of the yolk sac extends beyond the tip of the larval snout. A single oil globule is situated at the front

tip of the yolk and its front tip protrudes forward from the surface of the yolk sac. The number of myotomes is $13+13=26$. The anus is located about $2/3$ of the total length from the head of the larva. All surfaces of the larval body including the membranous fins are covered with numerous short tubercles. Seven or eight melanophores line the dorsal side from anterior tip to distal end. Several spotted melanophores lie on the surface of the oil globule and on the rectum. The larvae float with their head upward.

Larvae 12 hrs. after hatching, measure 1.92-1.98mm in total length and have $12+16=28$ myotomes. The caudal part markedly extends. A melanophore pigment on the centro-dorsal part moves into the dorsal membranous fin.

Larvae 24 hrs., 1.30-2.27mm in total length and have $11+16=27$ myotomes. The anus opens at a point nearly half of the total length of the larva. Spotted melanophores and irridophores

Table 2 Egg developmental hours after fertilization in the three anthiine fishes.

Stages	<i>P. elongatus</i>	<i>P. pascales</i>	<i>P. disper</i>
	hrs. min.	hrs. min.	hrs. min.
2-cell stage	0 45	0 45	
8-cell stage			1 10
Morula stage	3 00	2 40	2 00
Formation of embryonal body	11 20	8 10	8 50
Optic vesicles appear	13 20	10 30	10 00
KUPFFER's vesicle appears	13 20	10 30	10 00
Heart beats	20 40		
Auditory vesicles appear	20 40	14 30	13 30
Lenses appear	20 40	14 30	13 30
Firstly hatched out	23 10	15 40	13 30
Water temperature	22.0-24.3°C	26.0-27.0°C	26.0-29.4°C

are seen on the rear part of the lenses. The eyes markedly reflect the electric light and shine with a purplish-blue hue.

Larvae 48 hrs., 2.25-2.33mm in total length, have $10+16=26$ myotomes which is equal to the number of vertebrae found in adult fish. The mouth and anus are open. The pectoral fins are formed. Four or five melanophores are seen along the dorsal ridge and one occurs on the centro-ventral part. There is no change in number, shape and situation of melanophores on the membranous fins from the 24 hr. stage. The larvae sink to the bottom and swim intermittently upward.

Larvae 72 hrs., the same size as the 48 hr. stage. The yolk and the oil globule are absorbed entirely. The melanophores on the dorsal membranous fin have disappeared and have moved into the centro-dorsal part of the body. Melanophores increase in number on the ventral part of the body and appear on the dorsal surface of the digestive organ. Several irridophores appear in the eyes that reflect a dark blue-green color.

P. pascalus (Fig. 2)

Egg development: At 10 hrs. after fertilization, 5 myotomes, optic vesicles and the KUPFFER's vesicle are seen. Numerous short tubercles appear only on the surface of the yolk. At 13 hrs. 30 min., 16 myotomes and spotted melanophores appear along the dorsal axis of the embryonal body and on the oil globule. At 14 hrs. lenses are formed in the eyes. Immediately before hatching 23 myotomes and a mass of melanophores that extend along the dorsal embryonal body can be seen. At 15 hrs. 40 min., the first hatching takes place. Almost all the larvae hatch less than 1.5 hrs. after the first hatching.

Early larval stage: The newly hatched larvae measure 1.25-1.30mm in total length and hold a large ellipsoid yolk sac of 0.95-1.00mm in longest diameter. The front tip of the yolk extends forward beyond the tip of the larval snout. A single oil globule is situated at the front tip of the

yolk and protrudes from the surface of the yolk sac. The number of myotomes is $12+12-13=24-25$. The anus is situated at a point about $2/3$ of the total body length from the head of the larva. The entire surface of the larva is thickly covered by small short tubercles. About 9 melanophores line the dorsal axis from the head to the caudal end and another one can be seen on the rear part of the oil globule. The larvae float with their heads upward.

Larvae 12 hrs. after hatching, measure 1.63-1.73mm in total length and have $10+14=24$ myotomes. The anus is situated at the midpoint of the body and there is a marked caudal elongation. One large melanophore is seen on the central point of the dorsal membranous fin with another smaller one behind it. Several spotted melanophores are distributed on the head, tail, oil globule, and digestive organ.

Larvae 24 hrs., measure 1.93-2.03mm in total length and have $9+10+14-15=24$ myotomes. New melanophore groups appear on the rear part of the yolk.

Larvae 36 hrs., measure 2.08-2.13mm in total length and have $9+14=23$ myotomes. The pectoral fins are formed.

P. disper (Fig. 3)

Egg development: At 8 hrs. after fertilization the embryo reaches the 8 myotome stage. At 10 hrs., 11 myotomes, the optic vesicles, and the KUPFFER's vesicle are formed. A few small tubercles appear on the surface of the yolk. Just before hatching, 24 myotomes appear, the lenses are formed in the eyes, and the auditory vesicles are visible. Several spotted melanophores appear along the dorsal line on the embryonal body. At 13hrs. 30 min., the first hatching takes place. All the larvae hatch less than 30 minutes after the first hatching.

Early larval stage: The newly hatched larvae measure 1.40-1.55mm in total length and are attached to a large ellipsoid yolk of 1.05-1.15mm in longest diameter. The front tip of the yolk

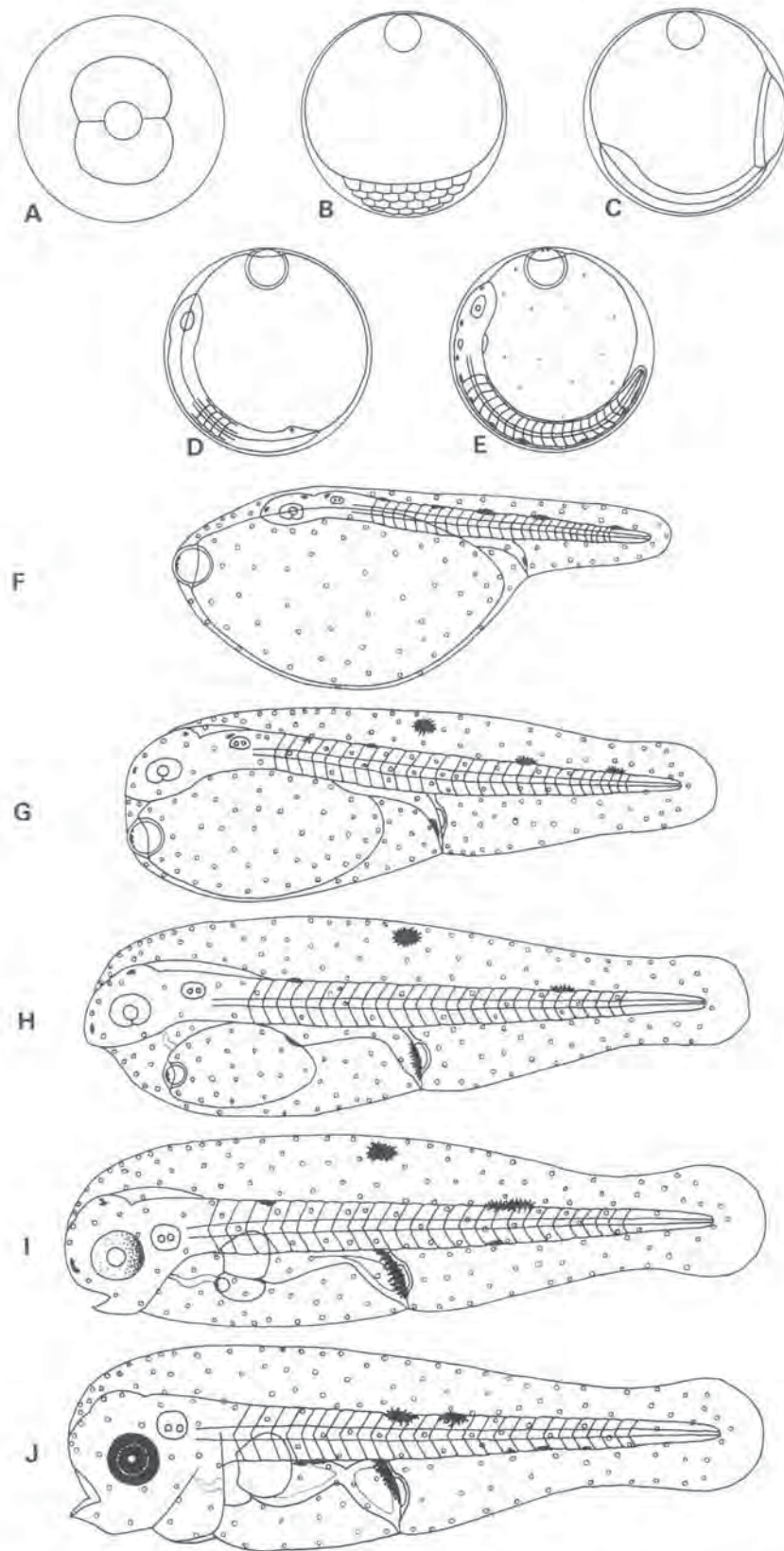


Fig. 1. Developmental eggs and early larvae of *P. elongatus*. A : 2-cell stage, 45min. after fertilization. B : Morula stage, 3hrs. C : Embryonal body appears, 11hrs. 20min. D : 3-myotome stage, 18hrs. 50min. E : Immediately before hatching, 23hrs. 10min. F : Newly hatched larva, 1.49mm in total length. G : Larva, 1.98mm in total length, 12hrs. after hatching. H : Larva, 2.27mm in total length, 24hrs. I : Larva, 2.33mm in total length, 48hrs. J : Larva, 2.33mm in total length, 72hrs.

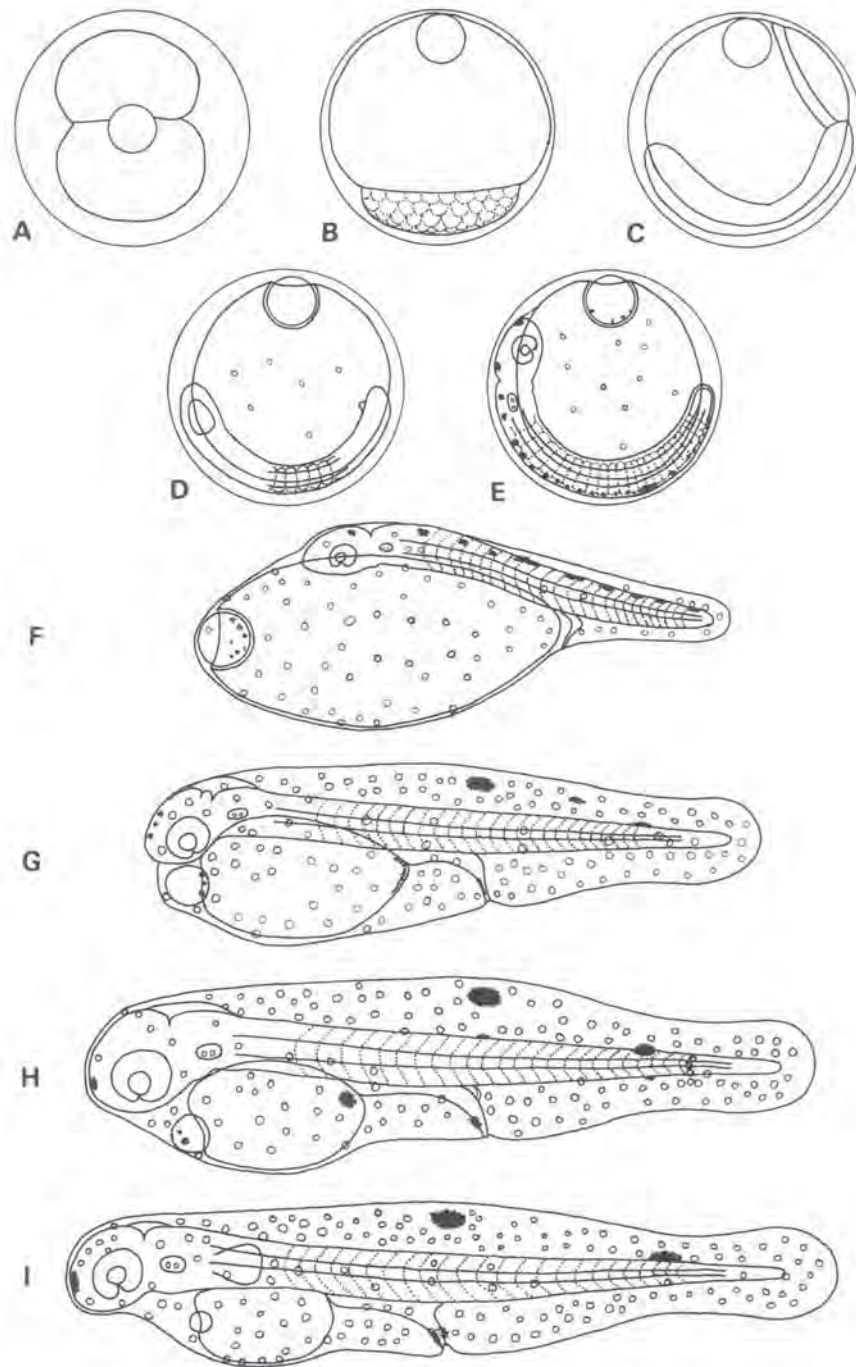


Fig. 2 Developmental eggs and early larvae of *P. pascales*. A : 2-cell stage, 45min. after fertilization. B : Morula stage, 2hrs. C : Embryonal body appears, 8hrs. 50min. D : 5-myotome stage, 10hrs. E : Immediately before hatching, 15hrs. 40min. F : Newly hatched larva, 1.30mm in total length. G : Larva, 1.73mm in total length. 12hrs. after hatching. H : Larva, 2.03mm in total length, 24hrs. I : Larva, 2.13mm in total length, 36hrs.

extends forward beyond the tip of the larval snout. A single oil globule is situated at the front tip of the yolk and slightly protrudes forward. The number of myotomes is $11+13=24$. The anus is situated at a point about $3/5$ of the total body length from the head of the larva. The entire

surface of the larva is covered with numerous short tubercles. The tubercles are a little larger than other related species i.e., *P. pascalus*. Large melanophores are seen along the dorsal line of the body. The post-dorsal surface of the digestive organ is covered by a spotted melanophore

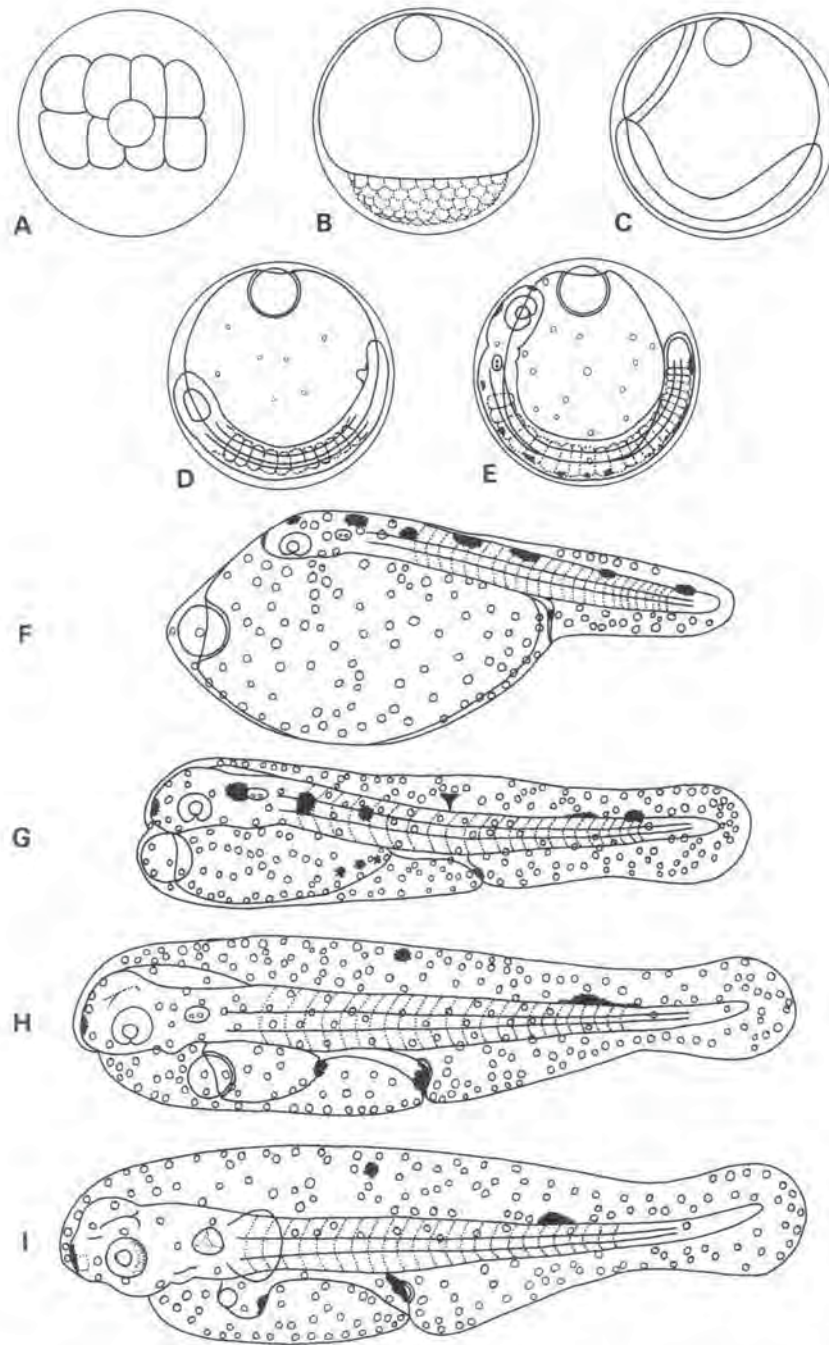


Fig. 3 Developmental eggs and early larvae of *P. disper*. A : 8-cell stage, 1hr. 10min. after fertilization. B : Morula stage, 1hr. 30min. C : Embryonal body appears, 7hrs. D : 11-myotome stage, 10 hrs. E : Immediately before hatching, 13hrs. 30min. F : Newly hatched larva, 1.55mm in total length. G : Larva, 1.80mm in total length, 12hrs. after hatching. H : Larva, 2.10mm in total length, 24hrs. I : Larva, 2.15mm in total length, 48hrs.

group. The larvae float with their heads upward.

Larvae 12 hrs., measure 1.70-1.80mm in total length and have $9+14=23$ myotomes. The anus is situated a little to the rear of the midpoint of the body with a marked caudal elongation. A single melanophore begins to move from the dorsal

surface into the dorsal membranous fin. Spotted melanophores are seen on the rear part of the yolk.

Larvae 24 hrs., measure 1.95-2.10mm in total length, have $9+14=23$ myotomes, the anus is situated at the center of the body. A single

melanophore is seen at the central part of the dorsal membranous fin.

Larvae 48 hrs., measure 2.05–2.15mm in total length and have $9+14=23$ myotomes. The pectoral fins are formed. Several spotted melanophores appear on the rear edge of the eyes.

Notes

Characteristics of the fertilized egg and early larval development of the three anthiine fishes of this study not only bear a close resemblance to one another but also to those of three other anthiines, *Sacura margaritacea* and *Pseudanthias squamipinnis* (SUZUKI et al. 1974, 1978) and *Pseudanthias pleurotaenia* (HIOKI et al., 2001) studied previously. The fertilized eggs of this fish group are all alike in that they are colorless, spherical, pelagic, less than 0.7mm in diameter, and have a smooth egg envelope. Also the characteristics in newly hatched larvae closely correspond with a large ovoid yolk sac which markedly extends forward beyond the tip of the larval snout. A single oil globule is located at the anterior tip of the yolk sac. They also bear a close resemblance in other larval characteristics to five other anthiine species studied though they had been formerly separated into four genera, viz., *Sacura*, *Franzia*, *Pseudanthias* and *Mirolabrichthyes*. Although there has been no other studies (KENDALL, 1984; MORI and LEIS, 2000), it seems that these characteristics in early life stages of the anthiines described in this study help establish a common feature throughout the fishes belonging to this subfamily.

Literatures cited

- HIOKI, S., T. OYAMA. and K. YOSHINAKA (2001) Reproductive behavior, eggs, larvae, and sexuality in the anthiine fish, *Pseudanthias pleurotaenia*, in the aquarium. Sci. Rep. Mus. Tokai Univ., **3**, 17–25.
- KENDALL, A. W. Jr. (1984) Serranidae: Development and relationships. In H. G. MOSER, W. J. RICHARDS, D. M. COHEN, M. P. FAHAY, A. W. KENDALL, Jr. and S. L. RICHARDSON eds.: Ontogeny and Systematics of Fishes, Amer. Soc. Ichthyologists and Herpetologists, Spec. Pub. 1, 499–510.
- MORI, K. and J. M. LEIS (2000) Perciformes, Percoidae, 58 Serranidae, A Anthiinae. In LEIS, J. M. and B. M. CARSON-EVATT eds.: The Larvae of Indo-Pacific Coastal Fishes. Brill, Leiden, Boston, Köln, 371–376.
- NELSON, J. S. (1994) Fishes of the World (3rd ed.). John Wiley and Sons, Inc., New York etc., xvii + 600p.
- OKAMURA, O. and A. AMAOKA (eds.) (1997) Nippon no Kaisuigyo. Yama-to-Keikoku-sha, Tokyo, 783p. (In Japanese)
- SUZUKI, K., K. KOBAYASHI, S. HIOKI and T. SAKAMOTO (1974) Ecological studies of the anthiine fish, *Sacura margaritacea* in Suruga Bay, Japan. Japan. J. Ichthyol. **21**(1), 21–33. (in Japanese with English abstract)
- SUZUKI, K., K. KOBAYASHI, S. HIOKI and T. SAKAMOTO (1978) Ecological studies of the anthiine fish, *Franzia squamipinnis* in Suruga Bay, Japan. Japan. J. Ichthyol. **25**(2), 124–140. (in Japanese with English abstract)

日本産ハナダイ亜科3種の初期生活史

鈴木 克 美

ハナダイ亜科魚類（スズキ目ハタ科）は世界の海洋に20属70種が知られ、本邦沿岸にはそのうちの9属38種が分布する。しかし、本亜科魚類の初期生活史に関する従来の知見は乏しく、卵内発生経過ならびに初期仔魚期の形態性状についても、これまで日本沿岸産のサクラダイおよびキンギョハナダイの2種について報告されただけであった。ここに新しく、駿河湾産のナガハナダイ、石垣島沿岸産のハナゴイ、同じくアカネハナゴイの合計3種の人工授精による受精卵を得て、その卵内発生経過と孵化した初期仔魚の形態変化について記載を行うことができたので報告する。

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。