

La mer

うみ

1992年5月

日 仏 海 洋 学 会

La Société franco-japonaise
d'océanographie
Tokyo, Japon

SOCIÉTÉ FRANCO-JAPONAISE D'Océanographie

Comité de Rédaction

(de l'exercice des années de 1992 et 1993)

Directeur et rédacteur: M. MURANO

Comité de lecture: S. AOKI, T. ARIMOTO, M. HANZAWA, M. HORIKOSHI, M. MAEDA, M. OCHIAI, H. SUDO, Y. YAMAGUCHI, T. YANAGI

Rédacteurs étrangers: H.J. CECCALDI (France), E.D. GOLDBERG (Etats-Unis), T. ICHIYE (Etats-Unis), T.R. PARSONS (Canada)

Services de rédaction et d'édition: S. WATANABE, Y. YAMAGUCHI

Note pour la présentation des manuscrits

La mer, organe de la Société franco-japonaise d'océanographie, publie des articles et notes originaux, des articles de synthèse, des analyses d'ouvrages et des informations intéressant les membres de la société. Les sujets traités doivent avoir un rapport direct avec l'océanographie générale, ainsi qu'avec les sciences halieutiques.

Les manuscrits doivent être présentés avec un double, et dactylographiés, en *double interligne*, et au recto exclusivement, sur du papier blanc de format A4 (21×29,7 cm). Les tableaux et les légendes des figures seront regroupés respectivement sur des feuilles séparées à la fin du manuscrit.

Le manuscrit devra être présenté sous la forme suivante:

1° Il sera écrit en japonais, français ou anglais. Dans le cadre des articles originaux, il comprendra toujours le résumé en anglais ou français de *200 mots* environ. Pour les textes en langues européennes, il faudra joindre en plus le résumé en japonais de *500 lettres* environ. Si le manuscrit est envoyé par un non-japonophone, le comité sera responsable de la rédaction de ce résumé.

2° La présentation des articles devra être la même que dans les numéros récents; le nom de l'auteur précédé du prénom *en entier*, en minuscules; les symboles et abréviations standards autorisés par le comité; les citations bibliographiques seront faites selon le mode de publication: article dans une revue, partie d'un livre, livre entier, etc.

3° Les figures ou dessins originaux devront être parfaitement nettes en vue de la réduction nécessaire. La réduction sera faite dans le format 14,5×20,0 cm.

La première épreuve seule sera envoyée à l'auteur pour la correction.

Les membres de la Société peuvent publier 7 pages imprimées sans frais d'impression dans la mesure à leur manuscrit qui ne demande pas de frais d'impression excessifs (pour des photos couleurs, par exemple). Dans les autres cas, y compris la présentation d'un non-membre, tous les frais seront à la charge de l'auteur.

Cinquante tirés-à-part peuvent être fournis par article aux auteurs à titre gratuit. On peut en fournir aussi un plus grand nombre sur demande, par 50 exemplaires.

Les manuscrits devront être adressés directement au directeur de publication de la Société: M. MURANO, Université des Pêches de Tokyo, Konan 4-5-7, Minato-ku, Tokyo, 108 Japon; ou bien au rédacteur étranger le plus proche: H. J. CECCALDI, EPHE, Station marine d'Endoume, rue Batteries-des-Lions, 13007 Marseille, France; E. D. GOLDBERG, Scripps Institution of Oceanography, La Jolla, California 92093, Etats-Unis; T. ICHIYE, Department of Oceanography, Texas A & M University, College Station, Texas 77843, Etats-Unis; ou T. R. PARSONS, Department of Oceanography, University of British Columbia, Vancouver, B. C. V6T 1W5, Canada.

東京湾における中・大型動物プランクトンの季節的消長*

野村 英明**・村野 正昭**

Seasonal variation of meso- and macrozooplankton in Tokyo Bay, central Japan*

HIDEAKI NOMURA and MASAOKI MURANO**

Abstract : Seasonal variation of meso- and macrozooplankton in Tokyo Bay was investigated on net (0.3mm mesh) samples collected during an eight-year period from January 1981 to December 1988. Species identified consists of 2 Scyphozoa, 2 Ctenophora, 5 Cladocera, 43 Copepoda, 4 Chaetognatha, one Appendicularia and one Thaliacea in addition to many larval forms and several unidentified species. Among them, ten species, *Evadne tergestina*, *Penilia avirostris*, *Podon polyphemoides*, *Acartia omorii*, *Centropages abdominalis*, *Paracalanus parvus*, *Pseudodiaptomus marinus*, *Temora turbinata*, *Sagitta crassa* and *Oikopleura dioica*, are native in Tokyo Bay and the others seem to be migrants from outside of the bay. Zooplankton assemblage of each month is predominated by only one species, *A. omorii*, from January to June, and after that it changes to be composed of several dominant species such as *E. tergestina*, *P. avirostris*, *P. parvus*, *P. marinus*, *T. turbinata* and *S. crassa*. The primary peak of species occurred was seen in August-October on average of the eight-year period and the second peak in April, while those in number of individuals were in January-June and October-November.

Native species of meso- and macrozooplankton, especially cladocerans and copepods, are fewer in both species number and numerical abundance than in Seto Inland Sea, which has also been eutrophied, although not so heavily as Tokyo Bay. On the other hand, a large quantity of the microcopepod, *Oithona davisae* which can not be collected by the present net occurs in Tokyo Bay with a density of 8 to 19 times as much as in Seto Inland Sea and this species occupies a major part of zooplankton assemblage in Tokyo Bay. In recent years, some data indicate that leading components of the phytoplankton community in Tokyo Bay are changing into small-size flagellates from diatoms. This is favorable for *O. davisae* which is a flagellate feeder but not for *Acartia omorii* which is a diatom feeder. In Tokyo Bay, furthermore, oxygen deficient watermass is formed in the bottom layer during a period of developed stratification. Eggs of meso- and macrozooplankton, which are released into water, would be affected by oxygen deficient watermass, especially resting eggs of cladocerans and copepods on the bottom surely suffer heavy loss. Under this condition, *O. davisae* carrying egg sacs on adults can complete their life cycle in the oxygenated mixing layer.

1. 緒 言

東京湾は日本で最も早くから富栄養化の進んだ内湾の一つである。動物プランクトンに関する研究は、東京湾総合調査の一部として1929年に神戸海洋気象台春風丸に

よって実施されて以来(須田ほか, 1931; 倉茂, 1931など), 散発的には行われていたが(藤谷, 1931; YAMAZI, 1955など), 1970年代に至り, 水質汚濁の深刻化に伴い多くの調査研究がなされるようになった(丸茂・村野, 1973; 山路, 1973; 丸茂ほか, 1974, 1978など)。しかし, この間においても, 中・大型動物プランクトンを周年にわたり定量的に研究した例は皆無である。本研究は今後の東京湾における動物プランクトンの遷移過程を明らかにするために不可欠な, 近年の現状を周年にわたっ

* 1991年6月4日受理 Received June 4, 1991

** 東京水産大学水産生物学講座

Department of Aquatic Biosciences, Tokyo University of Fisheries, 4-5-7 Konan, Minatoku, 108 Tokyo

て把握することを目的として行った。

2. 方 法

本研究は、東京水産大学水産生物学講座が過去10年以上にわたり毎月1回実施している調査のうち、1981年1月から1988年12月までの8年間に得た試料を用いて行われた。採集は、東京水産大学研究練習船“青鷹丸”あるいは“ひよどり”により、木更津沖の定点T-4(35°25'N, 139°48'E, 水深約26m, Fig. 1)において、昼間、濾水計(離合社製)を取り付けたノルパックネット(口径45cm, 濾過部測長180cm, 網目0.3mm)による海底近くから表面までの鉛直曳きによる。従って本研究で対象としたのは0.3mmのネットによる採集可能な中・大型種である。得られた試料は、直ちに中性ホルマリンを5%濃度になるように加えて固定し、研究室において沈殿・濃縮後、その全部、あるいは試料の多寡に応じて最高1/32まで分割し、生物顕微鏡あるいは実体顕微鏡下で出現種を同定し、その個体数を計数した。橈脚類はコペタイト期の成体・未成体にかかわらず計数し、ステージ別に分けてはいない。*Parvocalanus crassirostris*は外観から*Paracalanus parvus*と識別し難いので、後

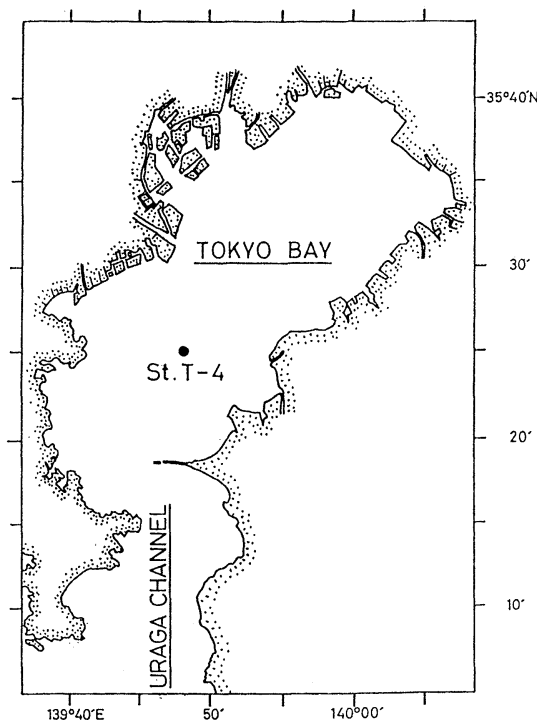


Fig. 1 Sampling station (St. T-4) in Tokyo Bay.

者に含めた。刺胞類のミズクラゲ *Aurelia aurita* やアカクラゲ *Dactylometra pacifica* は、定量性に問題があるので解析から除外した。クシクラゲ類の中にはホルマリンを加えると形態をとどめず分解するものがあることから、未固定のまま船上で個体数のみを計数した。

3. 結 果

3.1. 出現種

幼生を除き、8年間を通して種まで同定出来たのは、57種で、それらは刺胞類2種、クシクラゲ類2種、枝角類5種、橈脚類43種、毛顎類4種、尾虫類1種、サルパ類1種から構成される(Table 1)。これらのうちで個体数密度の高い動物群は、枝角類、橈脚類、毛顎類及び尾虫類である。調査を行った8年間にこれら主要動物群の年平均出現種数は8.4種(1981年)から12.7種(1988年)へと漸増し続けた。種数の増加は、主に湾外に起源を持ち、個体数密度の低い橈脚類の出現によるものである。

枝角類の *Evadne tergestina*, *Penilia avirostris*, *Podon polyphemoides*, 橈脚類の *Acartia omorii*, *Centropages abdominalis*, *Paracalanus parvus*, *Pseudodiaptomus marinus*, *Temora turbinata*, 毛顎類の *Sagitta crassa*, 尾虫類の *Oikopleura dioica* の10種は出現数において卓越し、毎年季節的な消長を示した。その他の種は個体数も少なく、その出現は時期的に一定しなかった。

3.2. 季節的消長

動物プランクトンの個体数密度は、年毎に変動したが、群集組成自体に大きい変化が生ずることはなかった。そこで8年間の各動物プランクトンの出現個体数を月毎に平均し、この値を用いて季節的消長を論じる。

3.2.1. 出現種数

主要4群(枝角類、橈脚類、毛顎類、尾虫類)の総出現種数の季節変化は、4月と9月に山を持つ二峰型を示した(Fig. 2)。最多種数は9月に見られ、6~22種に変動し(平均は15.9)、8年間の内6年間で最多を記録した。他の2年間の最多種数は、1981年8月の11種及び1983年10月の16種であった。他方、春季の山は8年のうち4月に4回、5月に4回見られた。4月は7~14種に変動し、平均は10.4種、5月は7~13種に変動し、平均は9.8種であった。

最少種数は1月に見られ、6~10種に変動し、平均は7.4種であった。6月には種数の減少がみられたが、減少幅は僅か4~13種に変動し、平均は9.4種であった。

これらの変動は出現種類数の約80%を占める橈脚類の

Table 1. List of meso- and macrozooplankton species collected at station T-4 in Tokyo Bay.

Phylum Cnidaria	sp. 2
Class Hydrozoa	Order Cyclopoida
Order Siphonophora	<i>Corycaeus affinis</i> Mc MURRICH
spp.	<i>C. agilis</i> DANA
Subclass Ephyridae	<i>Oithona atlantica</i> FARRAN
Order Semaestomae	<i>O. longispina</i> NISHIDA
<i>Aurelia aurita</i> (LAMARCK)	<i>O. plumifera</i> BAIRD
<i>Dactylometra pacifica</i> GOETTE	<i>O. setigera</i> DANA
Phylum Ctenophora	<i>O. similis</i> CLAUS
Class Tentaculata	<i>O. tenuis</i> ROSENDORN
Order Lobata	<i>Oncaea conifera</i> GIESBRECHT
<i>Bolinopsis mikado</i> MOSER	<i>O. media</i> GIESBRECHT
Order Beroidea	<i>O. venusta</i> PHILIPPI
<i>Beroe cucumis</i> FABRICIUS	Order Harpacticoida
Phylum Arthropoda	<i>Macrosetella gracilis</i> (DANA)
Class Crustacea	spp.
Order Cladocera	Subclass Malacostraca
<i>Evadne tergestina</i> CLAUS	Order Amphipoda
<i>E. spinifera</i> P.E. MÜLLER	spp.
<i>Penilia avirostris</i> DANA	Order Euphausiacea
<i>Podon leuckarti</i> G.O. SARS	sp.
<i>P. polyphemoides</i> LAUCKART	Phylum Chaetognatha
Subclass Ostracoda	Class Sagittoidea
spp.	Suborder Ctenodontia
Subclass Copepoda	<i>Sagitta crassa</i> TOKIOKA
Order Calanoida	<i>S. enflata</i> GRASSI
<i>Acartia negligens</i> DANA	<i>S. nagae</i> ALVARIÑO
<i>A. omorii</i> BRADFORD	<i>S. neglecta</i> AIDA
<i>Calanus pacificus</i> BRODSKY	Phylum Prochordata
<i>C. sinicus</i> BRODSKY	Class Appendicularia
<i>Candacia bipinnata</i> GIESBRECHT	Order Appendicularia
<i>C. sp.</i>	<i>Oikopleura dioica</i> (FOL)
<i>Centropages abdominalis</i> SATO	Class Thaliacea
<i>C. bradyi</i> WHEELER	Order Doliolida
<i>C. orsinii</i> GIESBRECHT	<i>Doliolum gegenbauri</i> f. <i>tritonis</i> HER-
<i>C. yamadae</i> MORI	DMAN
<i>Clausocalanus furcatus</i> (BRADY)	spp.
<i>Eucalanus crassus</i> GIESBRECHT	Larval form
<i>E. mucronatus</i> GIESBRECHT	Phylum Cnidaria
<i>E. pileatus</i> GIESBRECHT	Ceriantharia; juvenile
<i>E. subcrassus</i> GIESBRECHT	Phylum Mollusca
<i>E. subtennis</i> GIESBRECHT	Gastropoda; juvenile
<i>Euchaeta plane</i> MORI	Bivalvia; veliger
<i>E. sp.</i>	Phylum Annelida
<i>Euchirella rostrata</i> (CLAUS)	Polychaeta; trochophora, mitraria,
<i>Heterorhabdus papilliger</i> (CLAUS)	juvenile
<i>Labidocera bipinnata</i> TANAKA	Phylum Arthropoda
<i>L. sp.</i>	Balanomorpha; nauplius
<i>Lucicutia flavicornis</i> (CLAUS)	Macrura; juvenile
<i>Mecynocera clausi</i> THOMPSON	Brachyura; zoea, megalopa, juvenile
<i>Metridia</i> sp.	Stomatopoda; alima
<i>Neocalanus gracilis</i> (DANA)	Phylum Echinodermata
<i>Paracalanus parvus</i> (CLAUS)	Holothuroidea; auricularia
<i>Pareuchaeta elogata</i> (ESTERLY)	Echinoida; echinopluteus
<i>Pleuromamma gracilis</i> (CLAUS)	Euasteroidea; bipinnaria
<i>Pseudodiaptomus marinus</i> SATO	Ophiuroidea; ophiopluteus
<i>Rhincalanus cornutus</i> DANA	Phylum Prochordata
<i>R. nasutus</i> GIESBRECHT	Ascidiacea; appendicularia
<i>Temora discaudata</i> GIESBRECHT	Phylum Vertebrata
<i>T. turbinata</i> (DANA)	Fish; juvenile
<i>Undinula vulgaris</i> (DANA)	
sp. 1	

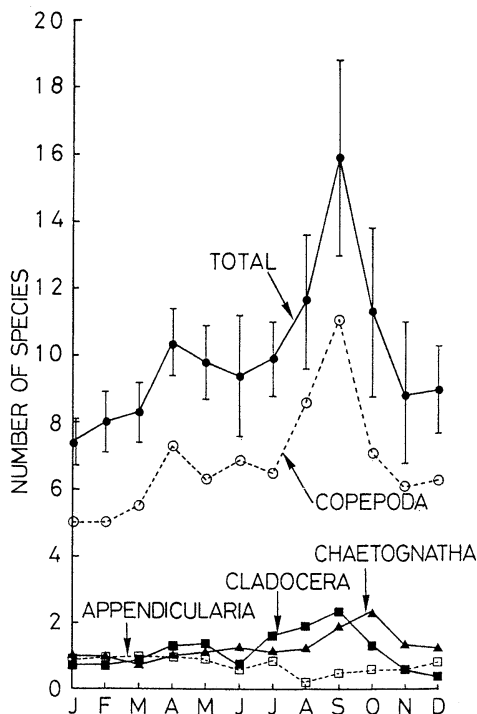


Fig. 2 Seasonal variation in species number of meso- and macrozooplankton represented as an average of eighty years between 1981 and 1988 at station T-4 in Tokyo Bay. Bars indicate standard deviations. "TOTAL" means the total number of species included in the four taxa.

動向にはほぼ相応したものだが、枝角類、毛顎類でも夏季から秋季に増大がみられた。

3.2.2. 出現個体数密度

幼生を含めた出現個体数は、2月と10月に山を持つ二峰型が観察された (Fig. 3)。前者の方が値は高く、平均出現個体数密度は6212個体/m³ (3150~10265個体/m³) であった。後者は13 (1986年にミズクラゲが大量に入網した時) ~11080個体/m³の間で変動し、平均は3036個体/m³と冬季の約半分であった (ミズクラゲが入網した時の値を除くと3468個体/m³)。

出現個体数の最低密度は、5月 (1982年)、8月 (1985年)、9月 (1981, 1983, 1988年)、10月 (1986年)、12月 (1984, 1987年) に見られた。最低密度の平均は266個体/m³、平均密度の最低は12月で900個体/m³ (40~2800個体/m³) であった。

3.2.3. 群集組成

中・大型動物プランクトン群集の個体数密度百分率組

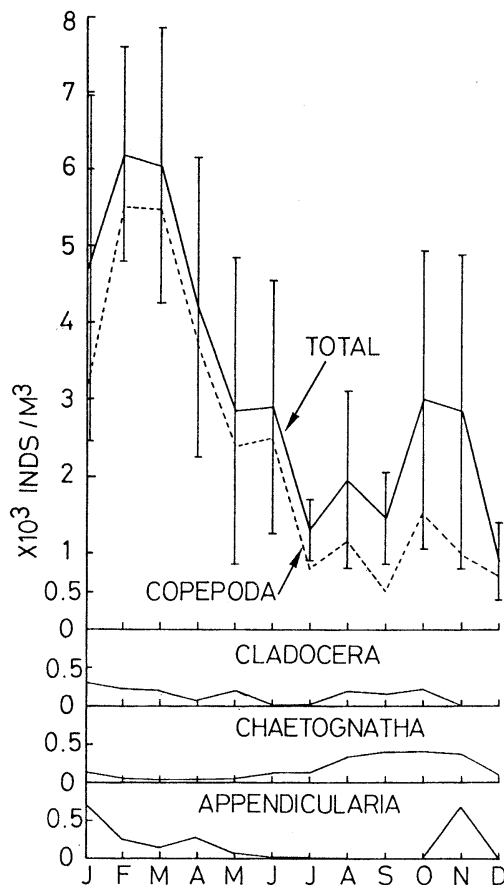


Fig. 3 Seasonal variation in number of individuals of meso- and macrozooplankton represented as an average of eighty years between 1981 and 1988 at station T-4 in Tokyo Bay. Bars indicate standard deviations.

成の年変化を Fig. 4 に示す。群集組成は6月までとそれ以降で大きく変化する。1~6月は個体数密度が高く、その66~90%を橈脚類が占めた。橈脚類以外で高い占有率を示したのは1月の *Oikopleura dioica* (15.7%) のみであった。この期間、*Acartia omorii* が最優占し、1月及び2月は橈脚類の53, 57%を、3月以降では80%以上を占めた。また、*Centropages abdominalis* も1~3月には、橈脚類のそれぞれ17.1, 32.4, 19.6%を占めたが、4月以降は急激に減少した。

7月以降も橈脚類は多いが、動物プランクトン群集に占める割合は33~76%となり、その他の動物群の占有率が高くなる。8~10月は枝角類と毛顎類がそれぞれ7~11%, 14~28%を、11月には尾虫類が25%を占めた。また、7~11月は蛇尾類、多毛類、短尾類、蔓脚類などの

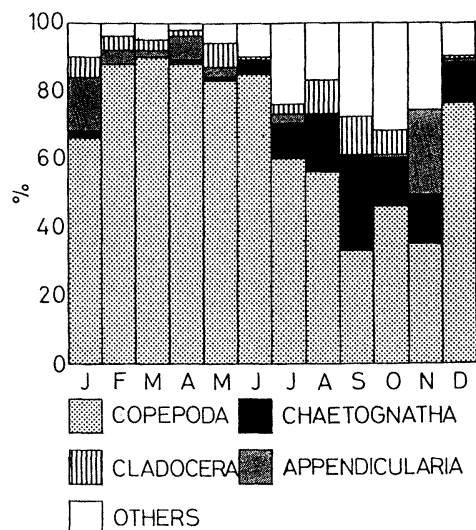


Fig. 4 Seasonal variation in percentage distribution of meso- and macrozooplankton represented as an average of eighty years between 1981 and 1988 at station T-4 in Tokyo Bay.

幼生が14~28%を占めた。7月以降の主な構成種は枝角類の*Evadne tergestina*, *Penilia avirostris*, 橈脚類の*Paracalanus parvus*, *Pseudodiaptomus marinus*, *Temora turbinata*, 毛顎類の*Sagitta crassa*, 尾虫類の*Oikopleura dioica*であった。その他の生物群ではクシクラゲ類やクダクラゲ類が1987年以降の10~12月に大量に出現するようになった。特にクダクラゲ類は1988年10月には407個体/m³出現し、全個体数密度の6%に達した。

3.2.4. 主要種

主要種の季節的消長をFig. 5に示す。

枝角類：*Evadne tergestina* は3~12月と長期にわたり出現したが、最高密度は8月の171個体/m³であった。*Penilia avirostris* は7~11月に出現し、最高は10月の52個体/m³であった。*Podon polyphemoides* は周年出現したが、特に1~5月は多産し、82~300個体/m³で推移した。最高は1月にみられた。

橈脚類：*Acartia omorii* は1~6月に主に出現し(平均255個体/m³)、7~12月(平均167個体/m³)より明らかに高密度であった。年間の最高密度は3月に見られ、339~10923個体/m³(平均4095個体/m³)に変動した。1984年には最高密度は1月に見られ、2600個体/m³であった。最低密度は10月に現れ、0~18個体/m³に変動し、平均は僅か4個体/m³であった。*Centropages*

abdominalis は1~3月に出現し、最高は2月の623~3634個体/m³(平均1792個体/m³)であった。6~12月には出現しないか、出現しても10個体/m³を越すことはなかった。*Paracalanus parvus* は周年を通して平均100個体/m³以上出現した。1988年8月に3586個体/m³出現したのを除けば、主な出現は10~2月(553~6706個体/m³, 平均725個体/m³)で、3~9月(200~506個体/m³, 平均266個体/m³)より明らかに多産した。最高密度は10月(1195個体/m³)にみられた。*Pseudodiaptomus marinus* は、周年にわたり出現し、その間2回の高密度期を持った。主な出現期は5~9月で、調査した8年間のうち6年は8月(354個体/m³)に最高を示した。1987年には2月に768個体/m³と多産し、第2の高密度期はこの影響を受けたものであった。1987年2月を除く9~4月は50個体/m³以下で推移した。*Temora turbinata* は5月に出現し始め、9、10月にピークをむかえ、12月に消失した。9、10月にはそれぞれ146、195個体/m³出現したが、それ以外の月では5個体/m³以下であった。

毛顎類：*Sagitta crassa* は周年にわたり出現した。2~5月は22~26個体/m³、6月から1月は100個体/m³以上、特に8~11月は300個体/m³以上出現した。最高は10月(403個体/m³)にみられた。

尾虫類：*Oikopleura dioica* も周年にわたり出現した。本種は、1月に急増し(738個体/m³)、その後多少の増減はあるが、低密度で推移した。8、9月には常に10個体/m³以下と少なかった。11月に見られた多産は、1981、1982年にそれぞれ3088、2401個体/m³出現したために形成されたものである。

4. 考 察

浮遊期幼生及び*Aurelia aurita*を除き、東京湾において出現個体数が多く、ほぼ一定の季節的消長を示す中・大型動物プランクトンは10種であり、これらは東京湾において生活史を全うする種である。その他の種は、再生産が確認されておらず、湾外から流入したものと考えられ、年によっては出現しないか出現してもその時期が定まっていない。瀬戸内海において動物プランクトンの周年調査を実施したHIROTA(1979)を参照すると、瀬戸内海では21種(枝角類5種、橈脚類14種、毛顎類と尾虫類各1種)が常住していると思われる。瀬戸内海に常住し東京湾には常住しない種は、枝角類の*Podon leuckarti*, *Evadne nordmanni*, 橈脚類の*Calanus sinicus*, *Centropages yamadai*, *Corycaeus affinis*,

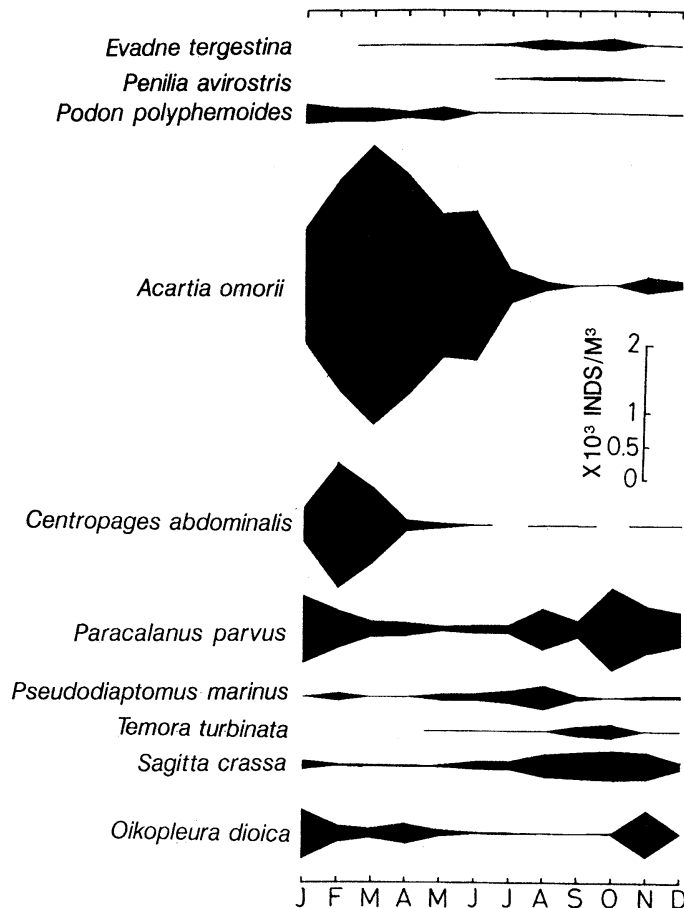


Fig. 5 Seasonal variations in numbers of individuals of major ten zooplankton species represented as an average of eightyyears between 1981 and 1988 at station T-4 in Tokyo Bay.

Labidocera bipinnata, *Oncaea media*, *Acartia erythraea*, *A. pacifica*, *Calanopia thompsoni*, *Corycaeus andrewsi*, *Tortanus forcipatus* である。これらのうち前7種は本調査点においては出現する年もあるが、*A. erythraea*, *A. pacifica*, *C. thompsoni*, *C. andrewsi*, *T. forcipatus* は8年間に一度も出現しなかった。*A. erythraea* は東京湾口部に位置する館山湾では出現する(野村, 未発表)。このような動物プランクトン種の出現状況の違いは、それぞれの種を生息可能にする環境をもつ瀬戸内海と、湾内全域にわたり富栄養化が極度に進行し生息環境が均一化している東京湾との差を表していると考えられる。例えば東京湾においては、例年夏季を中心に貧・無酸素水塊が発達するが(風呂田, 1988), 瀬戸内海においては貧酸素水塊の発生の

可能性は否定できないものの頻発するとは考えられず(武岡・越智, 1985), 1980年頃よりは好転の兆しがみられる(越智, 1985)。

東京湾では、9月には北から北東にかけての風が卓越する(宇野木ほか, 1980)とともに、河川からの流入水が増加する(宇野木・岸野, 1977)。このため湾内水は表層で流出が起これ、それに伴って中・底層での湾外水の流入が考えられる。9月における出現種類数の増加は、湾外水と共に流入する湾外種の増加を示すものである。8月は9月に次いで出現種類数が多い。これは各内湾種の出現時期の重複と共に、やはり湾外種の増加を示している。湾外種の出現状況は年によって一様ではなく、塩分躍層が顕著に発達した時に多く出現する傾向がみられた。しかし、この点に関してはまだデータの蓄積が十分

でなく、今後、その蓄積を待って更に検討したい。

東京湾における中・大型動物プランクトンの季節的消長は、すでに穴久保・村野(1991)が指摘したごとく、瀬戸内海(HIROTA, 1979)のそれと類似している。すなわち冬季における *Centropages abdominalis* の出現、冬季から春季にかけての *A. omorii* (HIROTA, 1979) では *A. clausi* の増加、そしてほぼ周年にわたる *Paracalanus parvus*, *Sagitta crassa*, *Oikopleura dioica* の出現などは両海域に共通しており、日本の温暖な内湾域に共通する特徴と考えられる。

東京湾の中・大型動物プランクトンの個体数密度は、ほぼ *A. omorii* に依存している。そのため本種が多く出現する1月から6月までと7月以降とは個体数密度に大きな差があり、その間の減少は急激である。一方、瀬戸内海では、多くの種それぞれが時期を遅えてピークを示すため、個体数密度は周年にわたり比較的安定している(HIROTA, 1979)。

本調査での枝角類、橈脚類、毛顎類及び尾虫類の年平均個体数密度は、東京湾で2700個体/m³、瀬戸内海で9300個体/m³(HIROTA, 1979 Fig. 3より換算)となり、瀬戸内海は東京湾よりも3倍以上多い。これは枝角類が多量に出現すること、特に橈脚類の *Paracalanus* 属が *A. omorii* 以上に多産するためである。東京湾においては、本採集法では網目からもれる小型橈脚類の *Oithona davisae* が、ほぼ周年にわたり最優占種であり、最大個体数密度は270000~674000個体/m³で(穴久保・村野, 1991)、瀬戸内海の最大時の8~19倍に達する。*O. davisae* が大量に出現することは、二次生産者としての役割を *A. omorii* を代表とする中・大型種よりも小型の *O. davisae* がより大きく担っていることを示している。一方、瀬戸内海において中・大型種の出現密度が東京湾の3倍以上高いことは *O. davisae* を代表とする小型種に代わり、種々の中・大型種が二次生産者としてより重要な地位を占めていることを示している。東京湾と瀬戸内海で小型種と中・大型種との量的関係が異なる理由として、物理化学的環境と共に、植物プランクトン相と橈脚類の生殖方法の違いという生物学的な側面も考えられる。*A. omorii* は珪藻食者であり、*O. davisae* は鞭毛藻食者であるが(UCHIMA, 1988)、近年の東京湾は、小型鞭毛藻の比重が大きくなっているといわれる(山口・有賀, 1988)。東京湾での餌環境は *O. davisae* にとって好ましい状態にあるのかもしれない。また、不適水温期を休眠卵で過ごす *A. omorii* や *Centropages abdominalis*, あるいは、水中に卵を放

出する *Paracalanus parvus* は、成層期の東京湾に形成される底層の貧酸素や無酸素水塊のため、底層に沈んだ休眠卵や放出卵がその影響を受けることは、当然予想されるところである。一方、小型の橈脚類 *O. davisae* の雌は卵塊を体に付着させたまま遊泳しているので、その影響は受けない。このような生活史の差異が、直接あるいは間接的に東京湾の動物プランクトン相に大きく影響しているものと考えられる。また、中・大型種の出現には底層の還元状態の度合いに対する休眠卵の耐久性の強弱も関連するであろう。通常、夏季に出現し休眠卵を形成する内湾性種 (*Labidocera bipinnata*, *Centropages yamadai* など)の再生産が東京湾でみられないことは、それを反映したものと考えられる。

枝角類のうち、東京湾においての最優占種は *Podon polyphemoides* である。瀬戸内海においては、*Penilia avirostris* が最優占し(約5800個体/m³)、次いで *P. polyphemoides* (約5000個体/m³)である(HIROTA, 1979)。個体数密度を比較すると、東京湾は瀬戸内海と比べ極めて低い。以前より東京湾における枝角類の少ないことは指摘されており(穴久保・村野, 1991)、その理由として山路(1973)は、底質の悪化による休眠卵の死滅を指摘したが、枝角類は生息環境が良好な時には単為生殖により急激に増殖するから、休眠卵からのふ化個体が少なくても、環境さえ適当ならば大量出現は可能である(遠部, 1974)。穴久保・村野(1991)は多摩川河口沖において *Podon polyphemoides* の大量出現(約70000個体/m³)を記録したが、本調査点においては8年間に一度も大規模な増殖は観察されなかった。東京湾における枝角類の低密度出現は依然として未解決であり、今後さらに物理化学的要因のみならず、競合種、捕食種の存在などを含め、総合的な検討が必要である。

謝 辞

試料の採集にあたっては、東京水産大学研究練習船青鷹丸五月女雄二郎船長(現・海鷹丸船長)、乗組員の方々、並びに水産生物学講座浮遊生物学研究室の大学院生・学生諸氏に大変世話になった。また、東京水産大学水産生物学講座丸山隆助手には採集での御助力ばかりでなく、貴重な御助言を賜った。ここに感謝の意を表する。

文 献

- 穴久保隆・村野正昭(1991): 東京湾における動物プランクトンの季節変化。東京水産大学研究報告, 78, 145-165.

- 藤谷超 (1952) : 東京湾に於ける珪藻の年変化に就て. 内海区水研研報, 2, 27-33.
- 風呂田利夫 (1988) : 東京湾における貧酸素水の底生・付着動物群集に与える影響について. 沿岸海洋研究ノート, 25, 104-113.
- Hirota, R. (1979) : Seasonal occurrence of zooplankton at a definite station off Mukaishima from July of 1976 to June of 1977. Publ. Amakusa mar. biol. Lab. Kyushu Univ., 5, 9-17.
- 倉茂英二郎 (1931) : 東京湾に於けるプランクトンの分布と水理状況との関係について. 気象集誌, 第2集, 9, 716-724.
- 丸茂隆三・村野正昭 (1973) : 東京湾の珪藻プランクトンの遷移. うみ, 11, 10-22.
- 丸茂隆三・永沢祥子・T.C. Hirata (1978) : 東京湾と浦賀水道のやむし群集. 沿岸海域の利用, 保全のためのモデリングに関する研究, 昭和52年度研究経過報告, 東京大学海洋研究所, 50-54.
- 丸茂隆三・佐野昭・村野正昭 (1974) : 東京湾の珪藻プランクトンの遷移一統. うみ, 12, 145-156.
- 越智正 (1985) : 問題の背景. 小坂淳夫編: 瀬戸内海の環境. 恒星社厚生閣, 東京. p. 124-127.
- 遠部卓 (1974) : 海産枝角類の生態に関する研究. 広島大学水畜産学部紀要, 13, 83-179.
- 須田皖次・日高孝次・川崎英男・松平康雄・水内松一・久保時夫・高昌勉 (1931) : 東京海湾海洋観測調査報告. 海洋時報, 3, 1-119.
- 武岡英隆・越智正 (1985) : 貧酸素水塊における酸素収支. 小坂淳夫編: 瀬戸内海の環境. 恒星社厚生閣, 東京, p. 138-145.
- Uchima, M. (1988) : Gut content analysis of neritic copepods *Acartia omorii* and *Oithona davisae* by new method. Mar. Ecol. Prog. Ser., 48, 93-97.
- 宇野木早苗・岸野元彰 (1977) : 東京湾の平均的海況と海水交流. Technical Report of the Physical Oceanography Laboratory, The Institute of Physical and Chemical Research, No. 1, 89pp.
- 宇野木早苗・岡崎守良・長崎秀樹 (1980) : 東京湾の循環流と海況. Technical Report of the Physical Oceanography Laboratory, The Institute of Physical and Chemical Research, No. 4, 262pp.
- 山口征矢・有賀祐勝 (1988) : 東京湾における基礎生産の変遷. 沿岸海洋研究ノート, 25, 87-95.
- Yamazi, I. (1955) : Plankton investigation in inlet water along the coast of Japan XVI. The plankton of Tokyo Bay in relation to the water movement. Publ. Seto mar. biol. Lab., 4, 285-309.
- 山路勇 (1973) : 東京湾のプランクトンと汚濁. 東京湾汚濁現象調査委員会報告書, 建設省関東地方建設局企画部, 173-208.

東京湾の微小動物プランクトンとその季節的消長*

野村 英明**・石丸 隆**・村野 正昭**

Microzooplankton assemblage and its seasonal variation in Tokyo Bay, Japan**

Hideaki NOMURA**, Takashi ISHIMARU** and Masaaki MURANO**

Abstract: During the period from April 1989 to May 1991, monthly collections of microzooplankton were conducted at a station (st. T-4) in the central part of Tokyo Bay which is the most eutrophied inlet in Japan. Microzooplankton were collected with a 20 μ m mesh net by filtering 5 liters of seawater obtained from 6 layers between the surface and 25 m deep at intervals of 5 m.

On average, microzooplankton assemblage was composed of tintinnids (69%), aloricate ciliates (17%), copepod nauplii (12%) and other protozoans (2%). Among 46 species identified, 3 tintinnids (*Amphorellopsis acuta*, *Helicostomella fusiformis* and *H. longa*), an aloricate ciliate (*Tiarina fusus*), and nauplius of *Oithona davisae* were found predominantly. Because one protistan species occupied a large part of microzooplankton assemblage in each observation, the diversity of the assemblage was low throughout the year.

The highest population density of microzooplankton on average over water column (ca. 2.2×10^4 inds/L) was observed in temporal scale in July 1989 and in spatial scale at the surface (ca. 5.9×10^4 inds/L). Two peaks were observed in seasonal variation; the primary one was from late spring to early summer and secondary one in autumn. Microzooplankton tended to be abundant in the mixed layer so that the range of their vertical distribution varied with the seasonal change of the mixed layer depth.

Eutrophication in Tokyo Bay proceeded drastically between 1960's and early 1970's. Although the density of tintinnids increased during this period, the species composition did not change. The trophic state and the abundance of tintinnids has been in the same level since late 1970's. However, the species composition has changed. *Tintinnopsis* having agglutinated lorica predominated in tintinnids until early 1970's, while diaphanous-loricated species such as *Amphorellopsis* began to increase from late 1970's and predominate recently.

In comparison of the present result with the historical plankton records in Tokyo Bay and with recent records in other inlets in Japan, the population density of microzooplankton and the proportion of a microcopepod, *Oithona davisae*, in netplankton community seem to increase markedly during the process of hyper-eutrophication.

1. 緒言

東京湾は日本で最も早くから富栄養化した内湾の一つである。富栄養化は1955年頃に始まり、1970年代初頭には現在のレベルに達した(宇野木・岸野, 1977)。富栄

養化の進行と微小動物プランクトンの組成変化との関係については、丸茂ほか(1974)、村野ほか(1977)、穴久保・村野(1991)などにより研究されたが、これらは、種組成の年代間の比較を目的とした断片的な調査に基づくものであったり、有鐘纖毛虫類のみを対象としているなど、群集組成全体を継続的に研究したものではない。

一方、微小動物プランクトンは、近年、生理活性が高く(谷口, 1989)、ナノサイズの植物プランクトンに対して高い摂餌圧を持つこと(CAPRIULO and CARPENTER,

* 1992年4月30日受理 Received April 30, 1992

** 東京水産大学水産生物学講座

Department of Aquatic Biosciences, Tokyo University of Fisheries, 4-5-7 Konan, Minato-ku, 108 Tokyo

1983), また, 上位の捕食者である橈脚類 (LEBOUR, 1922; STOECKER and EGLOFF, 1987; WIADNYANA and RASSOULZADEGAN, 1989) やクシクラゲ類 (STOCKER *et al.*, 1987b), ミズクラゲ (STOCKER *et al.*, 1987a) 等の餌となっていることが知られるようになり, その重要性が見直されている。

そこで本研究では, 東京湾の生態系における微小動物プランクトンの役割を解明する基礎として, 微小動物プランクトンの周年にわたる出現状況を定量的に明らかにすることを試みる。また, これらの結果を用い, 1980年代以降における微小動物プランクトン群集組成の遷移について論じる。

2. 方法

採集は, 1989年4月から1991年5月までの約2年間に, 東京水産大学研究練習船「青鷹丸」あるいは「ひよどり」により, 昼間, 木更津沖の定点T-4 (水深約26m) において行った (Fig. 1)。VAN DORN 採水器により, 水深0mから25mまで5m間隔で各層採水を行い, この海水5Lを20 μ m目合のネットを用いて濾過し, 動物プランクトンを捕集した。試料は, フォルムアルデヒドの濃度が約2%になるように加えて固定し, 実験室に持ち帰った後, 沈殿濃縮して一定容積とした。この一部を顕微鏡観察に用い, 種の同定及び計数を行った。微小動物プランクトンの月別の出現密度は, 全層の平均として表した。水温及び塩分の測定は, CTDを用いて行った。

「微小動物プランクトン」は, 一般に200 μ m以下の動物プランクトンを指すことが多いが (谷口, 1989), 橈脚類ノープリウス等では200 μ mを境界として区分することは必ずしも適当ではないため, 本研究では20 μ mのネットで捕集可能な原生動物と橈脚類ノープリウス及びワムシ類を微小動物プランクトンとした。

有鐘織毛虫類の計数は, ロリカによって行った。ロリカは, 原虫が抜け出た後にも長期間にわたって水中に残存することがあるが (佐野, 1975), 採集・固定の際に抜け出ること考えられることから, 明らかに分解途中と見なされるロリカ以外はすべて採集時には生きていたものとして取り扱った。無殻織毛虫類はホルマリンによる固定保存が困難であるといわれているが, 30 μ m以上の種では原型を良くとどめることが近年明らかにされた (加藤ほか, 未発表)。そこでホルマリンによる固定は, 無殻織毛虫類の同定・計数に支障はないと判断した。橈脚類のノープリウスは, *Oithona davisae* の他は種までの同定を行わず一括して扱った。

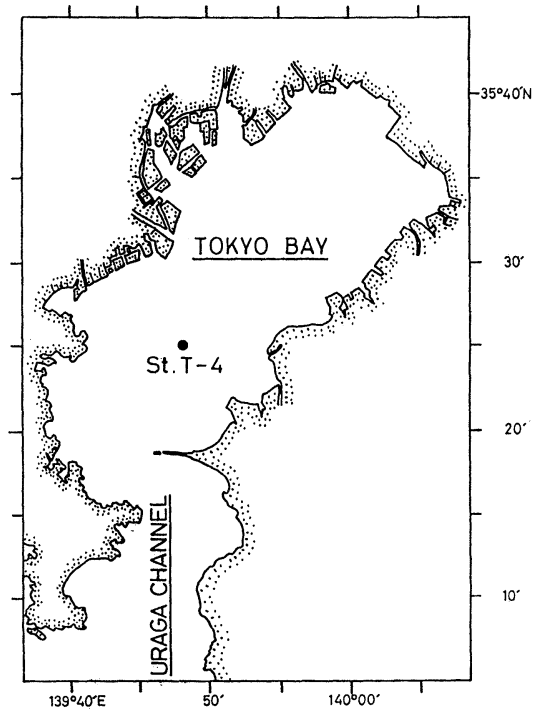


Fig. 1. Sampling location.

3. 結果

3.1. 海況

水温は, 9.2~27.6°Cの間で変動し, 最高は1990年8月に, 最低は1990年2月に共に表層で観察された。水柱中で水温が均一化したのは (上下層の水温差が1°C未満), 1989年11月, 1990年1月及び11月の3回であった (Fig. 2)。

表層での塩分は, 23.0~32.8の間で変動し, 冬季に高く (1~3月に32.1~32.8), 夏季に低い (7~9月に23.0~29.9)。1989年は記録的な降水量を記録した年で29以下の塩分が6, 7, 9, 10月にみられた。低層では, 32.9~34.2の間で変動したが, 特に季節的な傾向は認められなかった (Fig. 3)。

本調査海域においては, 循環期でも上下層が水温・塩分ともに均一化したのは1990年1月のみであり, 高温・高塩分水が常に底層に分布した。そのため鉛直循環は底まで達せず, 成層構造は通年維持されていた。

3.2. 出現種と群集組成

本研究では, 3門8目46種の微小動物プランクトンが同定された。これらのうちの39種は有鐘織毛虫類で占められた (Table 1)。

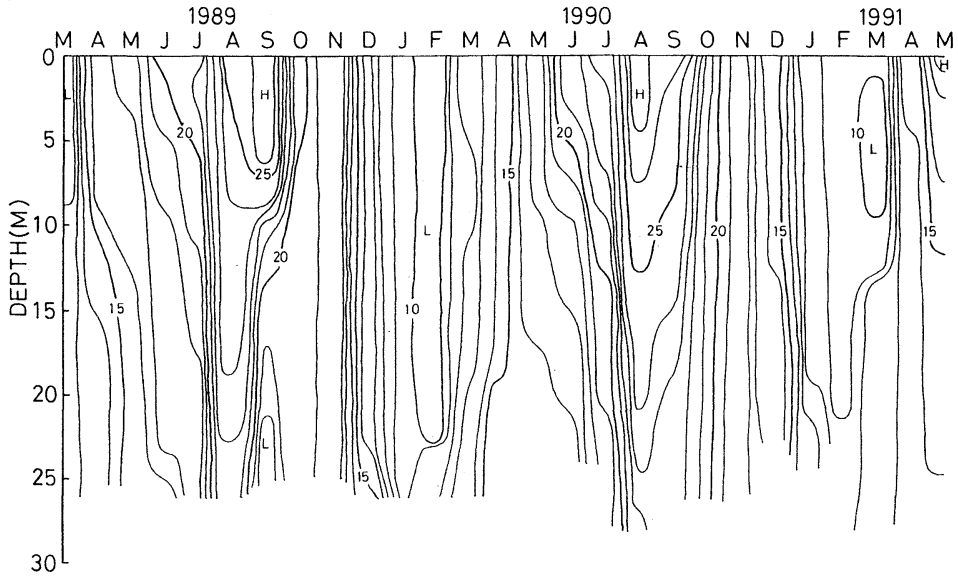


Fig. 2. Water temperature. Seasonal change of vertical distribution. Values indicate °C.

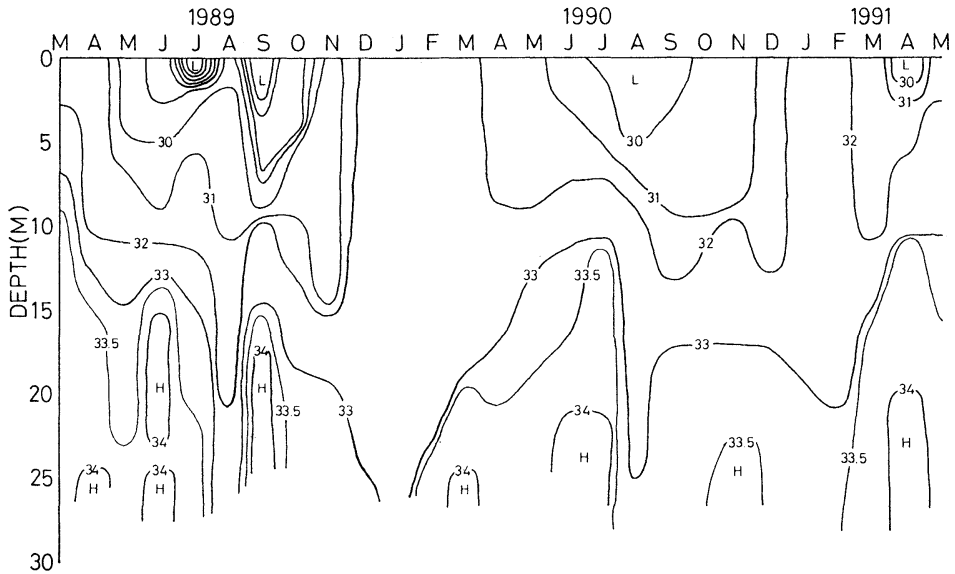


Fig. 3. Salinity. Seasonal change of vertical distribution. Values indicate PSU.

微小動物プランクトン中に出現する主な動物群は、絨毛虫類で微小動物プランクトンの年平均出現密度(4639 個体/L)の85.8%を占めた。絨毛虫類は、有鐘絨毛虫類が年平均出現密度に対して69.0%、無殻絨毛虫類が16.8%であった。次いで橈脚類ノープリウスは12.2%、ワムシ類は1.9%で、残りは放散虫類・有孔虫類であった。

3.3. 出現個体数密度の季節変化

微小動物プランクトンの総出現密度は、春季(4月から6月)と秋季(11月)に高密度となる二峰型を示した。個体数密度は、606~21656個体/Lに変動し、最高は1989年7月、最低は1990年4月に見られた。この増減は、ほぼ有鐘絨毛虫類の増減を反映している。

有鐘絨毛虫類の出現密度の最高は1989年7月(20160

Table 1. Species list of microzooplankton collected in central part of Tokyo Bay during a period from April 1989 to May 1991.

Phylum Protozoa	<i>Stenosemella parvicollis</i> (MARSHALL)
Subclass Actinopodia	S. <i>ventricosa</i> (CLAPARÈDE & LACHMANN)
Order Radiolarida	<i>Tintinnidium mucicola</i> (CLAPARÈDE & LACHMANN)
<i>Acanthometron pellucidum</i> J. MÜLLER	<i>Tintinnopsis ampla</i> HADA
<i>Pleurspis costata</i> (J. MÜLLER) ?	T. <i>angustior</i> JÖRGENSEN
<i>Sticholonche zanclea</i> HERTWIG	T. <i>aperta</i> var. <i>tocantinensis</i> KOFOID & CAMPBELL
sp. 1	T. <i>beroidea</i> STEIN
sp. 2	T. <i>corniger</i> HADA
Subclass Rhizopodia	T. <i>directa</i> HADA
Order Foraminiferida	T. <i>gracilis</i> KOFOID & CAMPBELL
<i>Globigerina bulloides</i> d'ORBIGNY	T. <i>karajacensis</i> var. <i>rotundata</i> KOFOID & CAMPBELL
sp.	T. <i>kofoidi</i> HADA
Subclass Ciliata	T. <i>lohmanni</i> LAACKMANN
Order Gymnostomatida	T. <i>nana</i> LOHMANN
<i>Didinium gargantua</i> MEUNIER	T. <i>radix</i> (IMHOF)
<i>Tiarina fusus</i> (CLAPARÈDE & LACHMANN)	T. <i>strigosa</i> MEUNIER
sp.	T. <i>tubulosa</i> LEVANDOR
Order Oligotrichida	T. <i>tubulosoides</i> MEUNIER
<i>Lohmanniella</i> spp.	T. sp.
<i>Strombidium</i> spp.	<i>Undella hyalinella</i> KOFOID & CAMPBELL
<i>Strombilidium</i> spp.	
Order Tintinnida	
<i>Amphorellopsis acuta</i> (SCHMIDT)	
<i>Codonellopsis morchella</i> (CLEVE)	
<i>Coxiella ampla</i> (JÖRGENSEN)	
C. <i>decipiens</i> JÖRGENSEN	
C. <i>longa</i> (BRANDT)	
C. sp.	
<i>Eutintinnus lusus-undae</i> ENTZ	
E. <i>rectus</i> WAILES	
E. <i>tubulosus</i> OSTENFEID	
E. <i>tubus</i> STOKES	
E. <i>turris</i> KOFOID & CAMPBELL	
<i>Favella brevis</i> KOFOID & CAMPBELL ?	
F. <i>campanula</i> (SCHMIDT)	
F. <i>ehrenbergii</i> (CLAPARÈDE & LACHMANN)	
F. <i>taraikaensis</i> HADA	
<i>Helicostomella fusiformis</i> (MEUNIER)	
H. <i>longa</i> (BRANDT)	
H. <i>subulata</i> (EHRENBERG)	
<i>Metacylis mereschkowskii</i> KOFOID & CAMPBELL	
<i>Protorhabdonella simplex</i> (CLEVE)	
<i>Salpingella lineata</i> (ENTZ. Sr.)	
	Phylum Rotifera
	Subclass Monogonotia
	Order Epiphanoidea
	<i>Lepadella</i> sp.
	Order Notommatoida
	<i>Trichocerca</i> spp.
	<i>Synchaeta</i> spp.
	Phylum Arthropoda
	Subclass Copepoda
	Order Calanoida
	<i>Acartia</i> sp.
	<i>Calanus</i> sp.
	<i>Centropages</i> sp.
	<i>Labidocera</i> sp.
	<i>Paracalanus</i> sp.
	<i>Pseudodiaptomus</i> sp. spp.
	Order Cyclopoida
	<i>Oithona davisae</i> FERRARI & ORSI spp.

個体/L), 最低は1990年4月(254個体/L)にみられた (Fig. 4)。年平均出現密度は3203個体/Lであった。

無殻纖毛虫類も同様に年2回(春季と晩夏)の高密度期がみられた。出現密度の最高は1989年5月(4428個体

/L), 最低は1990年11月(60個体/L)であった (Fig. 4)。年平均出現密度は778個体/Lであった。

橈脚類ノープリウスは、主に6月から8月に高密度に分布した。最高出現密度は1990年6月(2208個体/L),

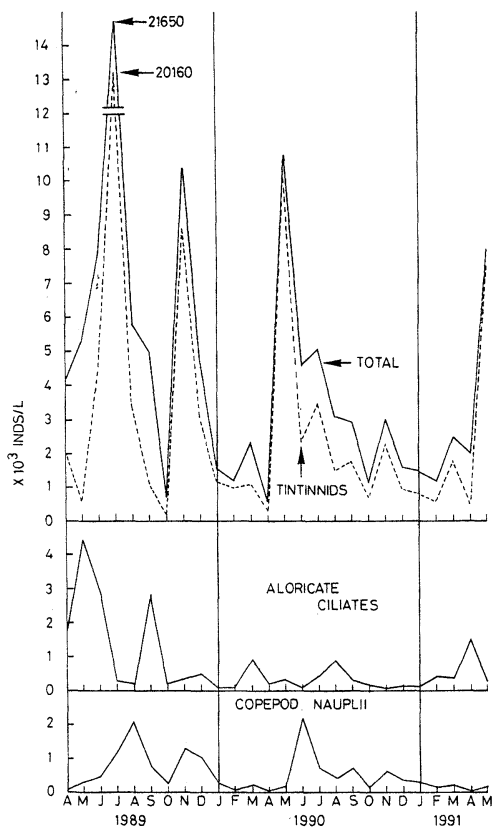


Fig. 4. Total microzooplankton, tintinnids, aloricate ciliates and copepod nauplii. Seasonal variations in abundance.

最低は1991年4月(50個体/L)にみられた(Fig. 4)。橈脚類ノープリウスは複数種出現したが、この変動は、

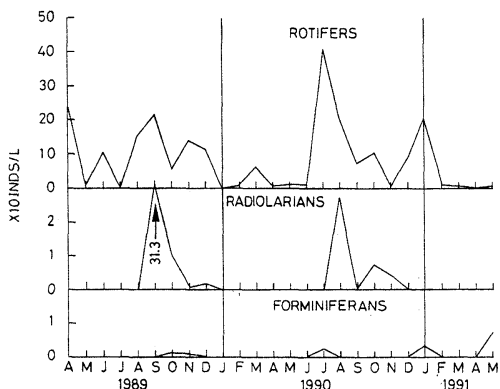


Fig. 5. Rotifers, radiolarians and forminiferans. Seasonal variation in abundance.

主として *Oithona davisae* のノープリウスの出現密度を反映している。年平均出現密度は566個体/Lであった。

ワムシ類は, *Synchaeta* 属及び *Trichocerca* 属が主で, *Lepadella* sp. は1990年7月(23個体/L)に出現したのみであった。ワムシ類の季節的変動は著しいが、概して夏季に出現密度が高くなる。出現密度の最高は1990年7月(408個体/L)であった。1989年7月, 1990年1月, 1991年4月には出現しなかった(Fig. 5)。年平均出現密度は86個体/Lであった。

放散虫類は8月, 9月に出現し, 12月頃までみられた。最高出現密度は1989年9月(31個体/L)で, 冬季及び春季には出現しなかった(Fig. 5)。年平均出現密度は3.2個体/Lであった。

有孔虫類は一定の出現様式を示さず, 出現密度は, 最高でも7個体/L(1991年5月)であった(Fig. 5)。年平均出現密度は0.6個体/Lであった。

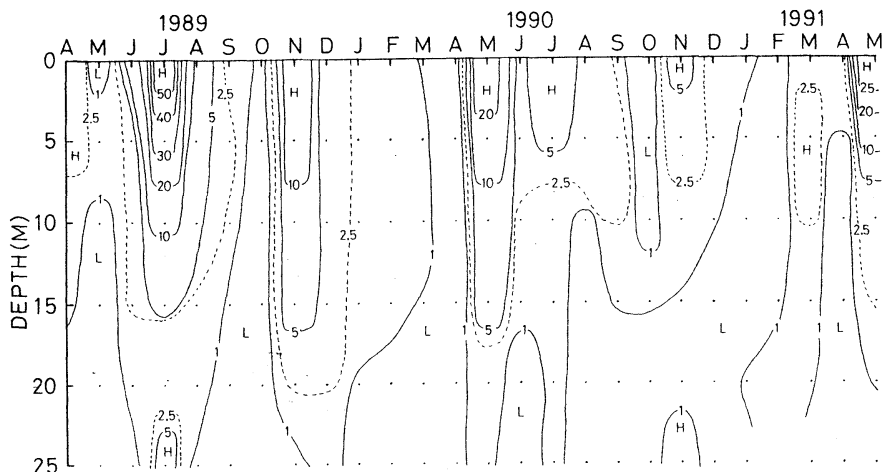


Fig. 6. Tintinnids. Seasonal change of vertical distribution. Values are $\times 10^3$ INDS/L.

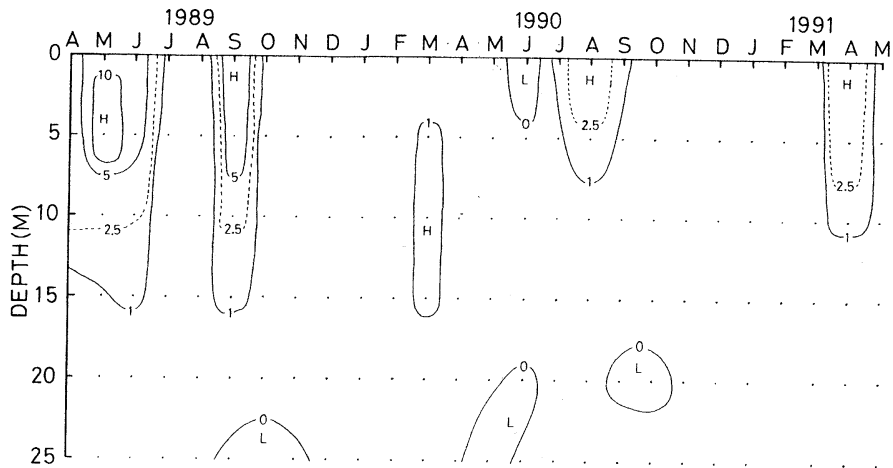


Fig. 7. Aloricate ciliates. Seasonal change of vertical distribution. Values are $\times 10^8$ INDS/L.

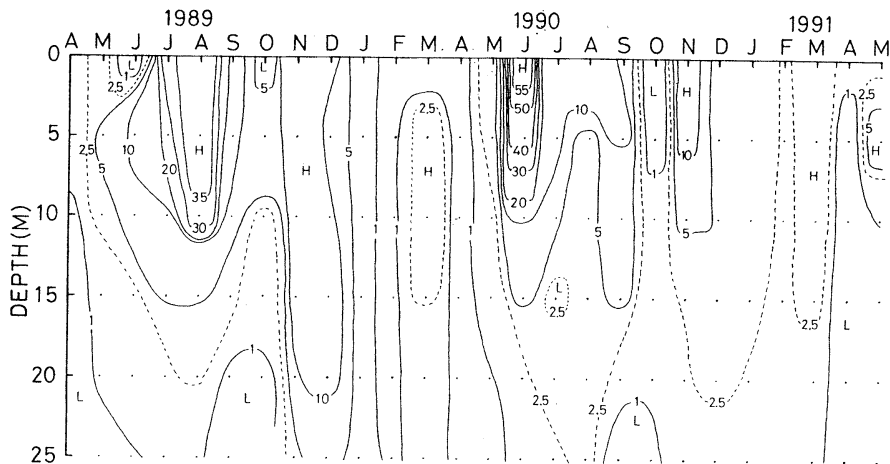


Fig. 8. Copepod nauplii. Seasonal change of vertical distribution. Values are $\times 10^2$ INDS/L.

3.4. 鉛直分布

微小動物プランクトンは、出現密度の高い5月から11月には、主に10m以浅、特に5m以浅に分布した。混合層内における分布はほぼ均一であり、混合層がうすくなると分布密度が高くなる傾向がみられた。20m以深では上層の10m以浅における4200~9800個体/Lに比べて少なく、通常、1500個体/L以下であった。この様な微小動物プランクトンの鉛直分布様式は、卓越する有鐘纖毛虫類の鉛直分布を反映していた (Figs. 2, 3, 6)。

有鐘纖毛虫類は、1990年と1991年の5月及び1989年7月には0mでそれぞれ23200, 26550, 54884個体/Lの高密度な分布を示した (微小動物プランクトン全体では0mでそれぞれ24164, 27652, 58506個体/L)。1989, 1990

両年の11月にみられた小さなピークにおいては、0mでそれぞれ14992, 5440個体/Lであった (Figs. 4, 6)。

無殻纖毛虫類が、多く出現した1990年3月, 1991年4月, 1989年5月, 1990年8月, 1989年9月のうちで3月と5月は、*Tiarina fusus* によるが、8月と9月は *Lohmanniella* spp. の増加によるものであった。また、1990年3月及び1991年4月には、同定不能の種が高密度に出現した。無殻種は通常、0~10mに多く分布し、15m以深で減少するが、有鐘纖毛虫類が表層で多く出現するのは異なり、*Tiarina fusus* が多くみられた3月と5月は5mあるいは10mに分布極大が観察された (それぞれ1780, 12980個体/L)。また、例えば1990年2月のように、分布密度が中層で減少した後、下層で再び増

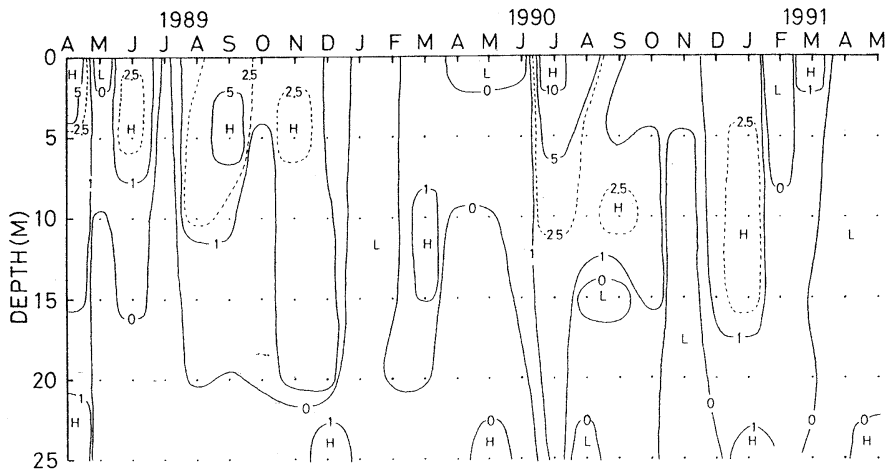


Fig. 9. Rotifers. Seasonal change of vertical distribution. Values are $\times 10^2$ INDS/L.

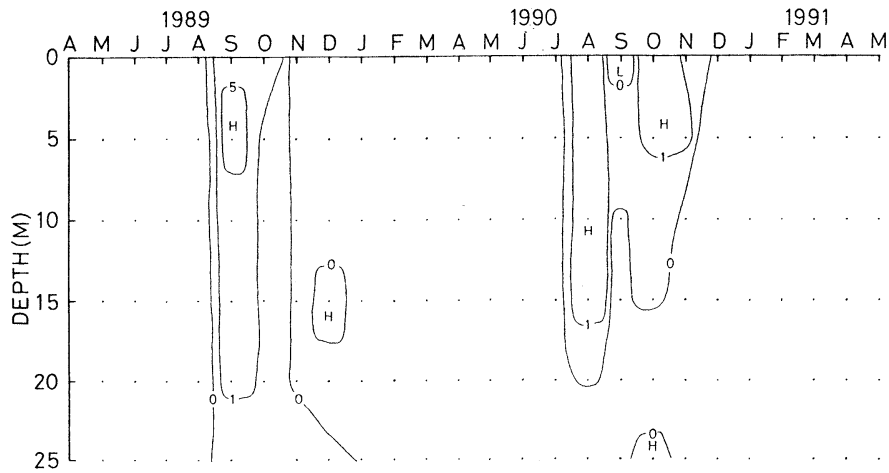


Fig. 10. Radiolarians. Seasonal change of vertical distribution. Values are $\times 10$ INDS/L.

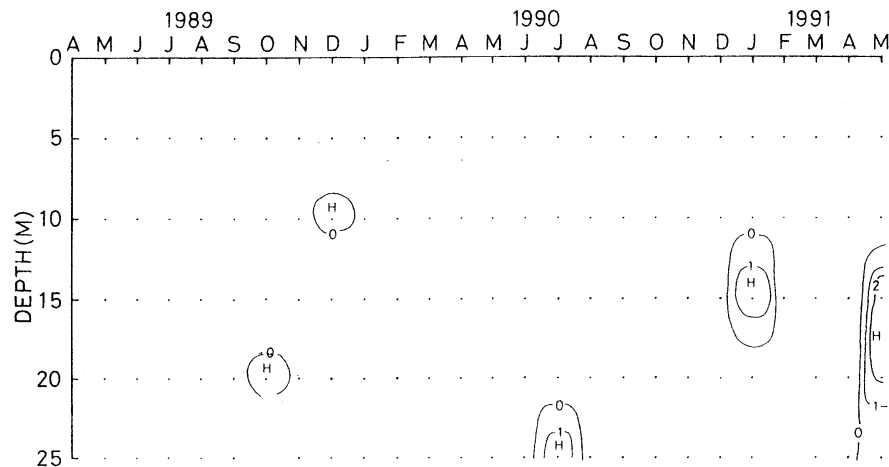
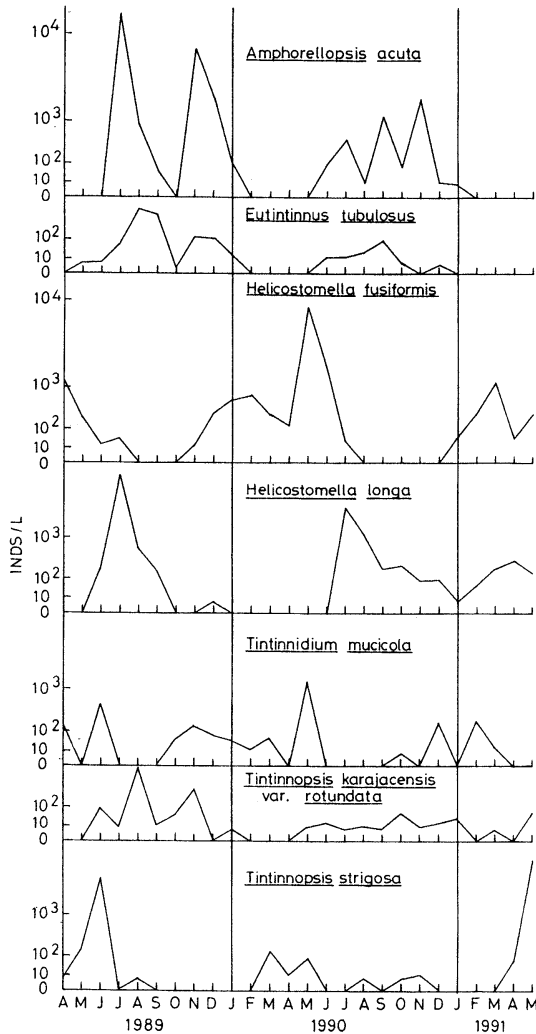


Fig. 11. Foraminiferans. Seasonal change of vertical distribution. Values are $\times 10$ INDS/L.



加する、有鐘纖毛虫類とは異なる分布様式がみられた (Figs. 4, 7)。

橈脚類ノープリウスは、26回の観測のうち17回で中層に分布極大を示した。橈脚類ノープリウスが特に高密度に出現した月のうち、1990年6月は表面(5725個体/L)に最も高密度に出現したが、それ以外では5mに極大がみられた。また、出現密度は15~20m付近で急激に低下し、25mでは通常100個体/L前後であった (Figs. 4, 8)。

ワムシ類は、8月から9月には、10m以浅に多く分布し、その他の月では明らかな鉛直分布の傾向はみられなかったが、25m層での出現密度は低かった。最も多く出現した1990年7月には、0mで1150個体/Lであった (Figs. 5, 9)。

放散虫類は、主に中層にみられた。最も多かったのは、1989年9月の5m(88個体/L)であった (Figs. 5, 10)。

有孔虫類は、10m以深に出現し、1991年1月の15m層と1991年5月の15、20m層に20個体/Lが出現した (Figs. 5, 11)。

3.5. 主要種の出現状況

3.5.1. 有鐘纖毛虫類

Amphorellopsis acuta

有鐘纖毛虫類の中で最も高密度に出現した。年平均出現密度は、1119個体/Lであった。初夏と秋季に多く、

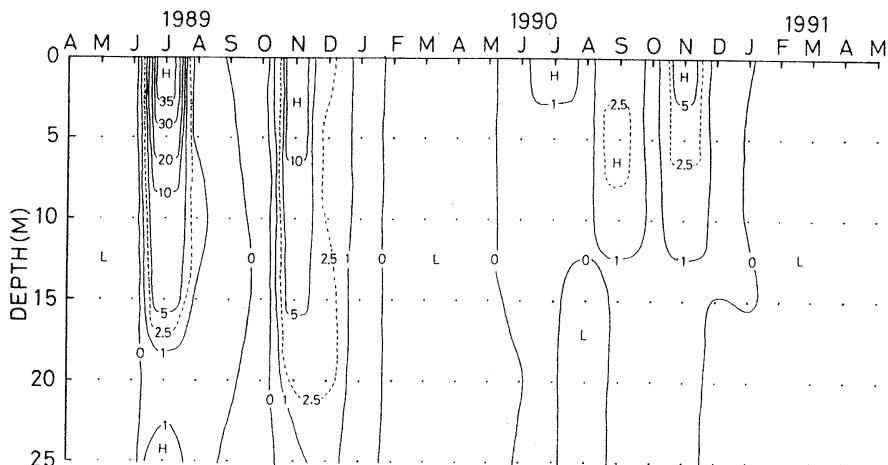


Fig. 13. *Amphorellopsis acuta*. Seasonal change of vertical distribution. Values are $\times 10^8$ INDS/L.

Fig. 12. *Amphorellopsis acuta*, *Eutintinnus tubulosus*, *Helicostomella fusiformis*, *H. longa*, *Tintinnidium mucicola*, *Tintinnopsis karajacensis* var. *rotundata* and *T. strigosa*. Seasonal variations in abundance of each tintinnid species.

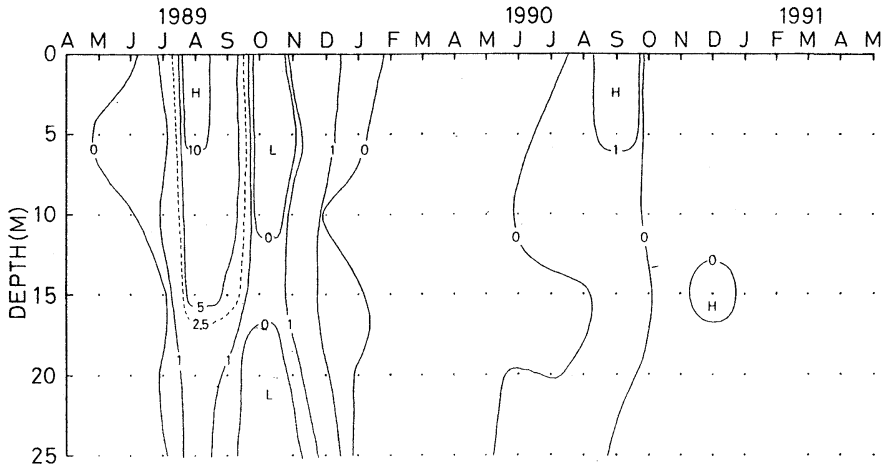


Fig. 14. *Eutintinnus tubulosus*. Seasonal change of vertical distribution. Values are $\times 10^2$ INDS/L.

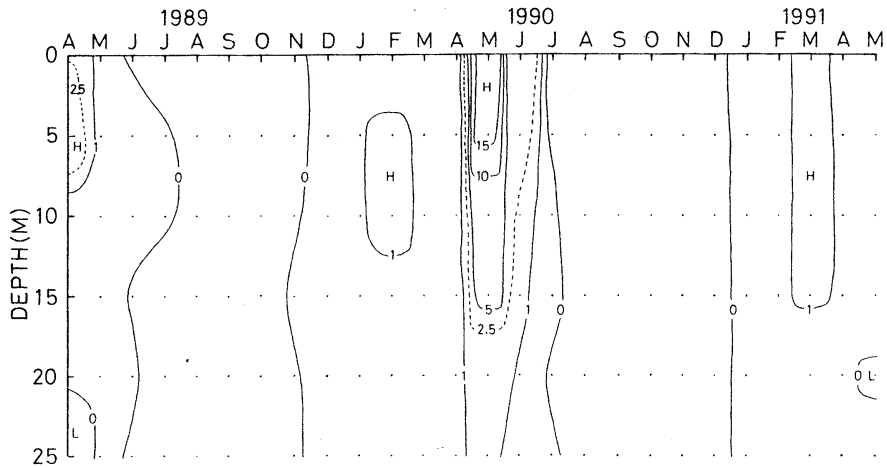


Fig. 15. *Helicostomella fusiformis*. Seasonal change of vertical distribution. Values are $\times 10^3$ INDS/L.

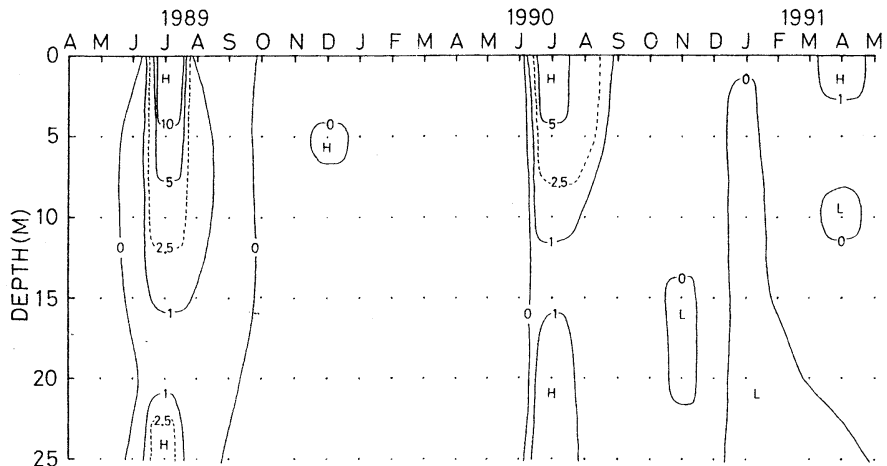


Fig. 16. *Helicostomella longa*. Seasonal change of vertical distribution. Values are $\times 10^3$ INDS/L.

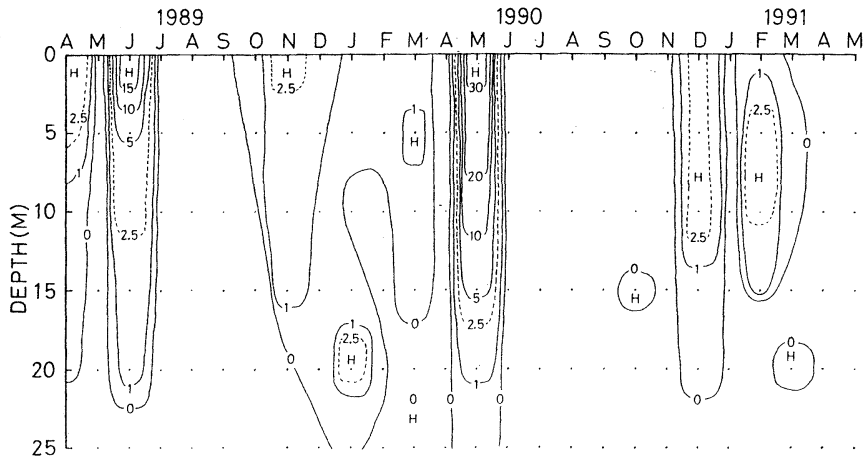


Fig. 17. *Tintinnidium mucicola*. Seasonal change of vertical distribution. Values are $\times 10^8$ INDS/L.

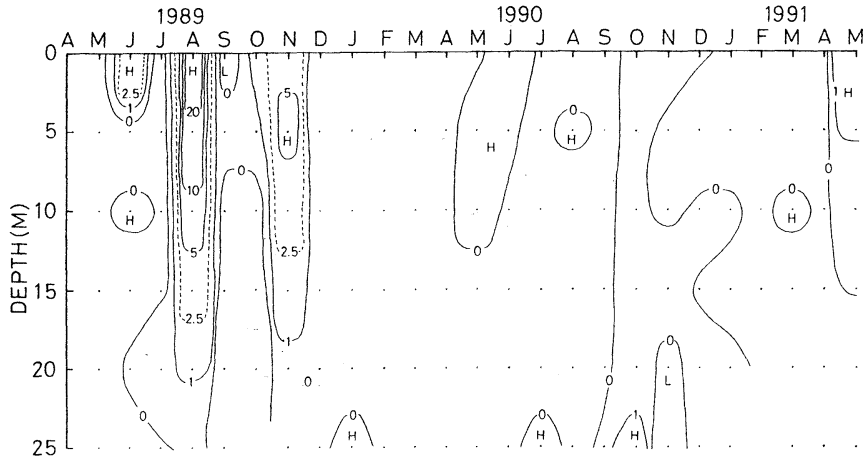


Fig. 18. *Tintinnopsis karajacensis* var. *rotundata*. Seasonal change of vertical distribution. Values are $\times 10^8$ INDS/L.

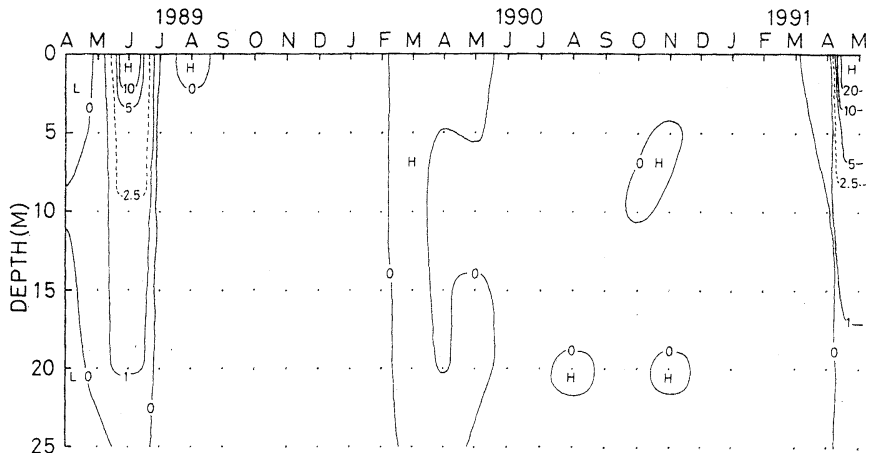


Fig. 19. *Tintinnopsis strigosa*. Seasonal change of vertical distribution. Values are $\times 10^8$ INDS/L.

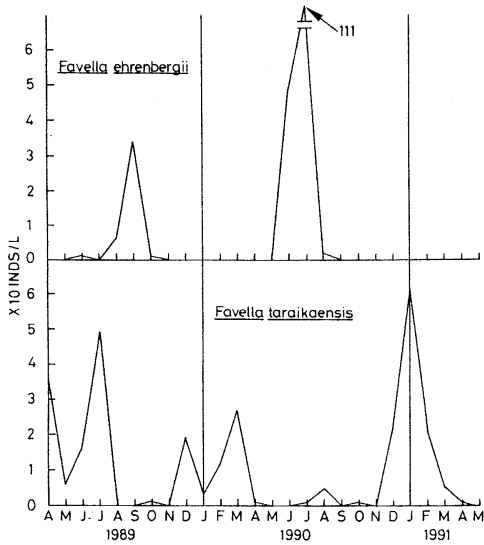


Fig. 20. *Favella ehrenbergii* and *Favella taraikaensis*. Seasonal variations in abundance.

特に1989年7月, 11月には出現密度がそれぞれ13832, 7395個体/Lで, 最高密度は1989年7月の0 mの39900個体/Lであった。本種は2月から5月には出現しなかった。鉛直的には15m以浅に多く分布し, それ以深で急減した (Figs. 12, 13)。

Eutintinnus tubulosus

年平均出現密度は60個体/Lであった。冬季から春季にかけては少なく (10個体/L以下), 特に2月から4月には出現しなかった。最も多く出現したのは1989年8月で (617個体/L), 最高密度は0, 5mにみられ, とともに1080個体/Lであった。A. *acuta* と同様15m以浅に多

く出現したが, 1989年12月には20m以深に分布の中心がみられた。また, 1989年に比べ1990年には密度は季節的に急激な変動を示さなかった (Figs. 12, 14)。

Helicostomella fusiformis

本種はA. *acuta* に次いで多く出現した。年平均出現密度は632個体/Lであった。水温の高い8月から11月にはほとんど出現しなかった。最多出現は1990年5月 (8717個体/L) で, 最高密度は0 mにみられた (19900個体/L)。分布の中心は, 高密度時には0 mに, その他の月は5~10mにみられた (Figs. 12, 15)。

Helicostomella longa

年平均出現密度は488個体/Lであった。H. *fusiformis* とは逆に高水温時に高密度に出現した。最多出現は1989年7月 (6147個体/L) で, 最高密度は0 mにみられた (14650個体/L)。主に表層に多く出現した (Figs. 12, 16)。本種を含む以上4種は全て透明なロリカを持つ種である。

Tintinnidium musicola

年平均出現密度は104個体/Lであった。月毎の出現密度は大きく変動するが, 7月から9月には出現しなかった。最多出現は1990年5月 (1343個体/L) で, 最高密度は0 mにみられた (3000個体/L)。主に表層に多く出現したが, 傾向は一樣ではなく, 10m (1990年12月, 1991年2月) や20m (1990年1月) に分布の中心を示すことがあった (Figs. 12, 17)。

Tintinnopsis karajacensis var. *rotundata*

年平均出現密度は61個体/Lであった。5月から11月に多く出現し, 12月から4月には少なかった。最多出現は1989年8月 (930個体/L) で, 最高密度は0 mにみら

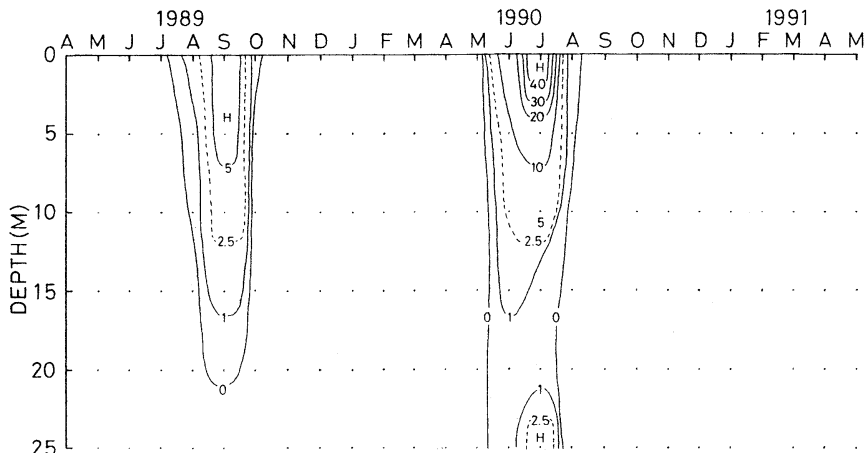


Fig. 21. *Favella ehrenbergii*. Seasonal change of vertical distribution. Values are $\times 10$ INDS/L.

Favella ehrenbergii

Favella 属は出現密度は低い、有鐘纖毛虫類の中では大型でネットサンプル中に残存し、また、ロリカが特徴的であることから、東京湾においては過去に報告が多い(丸茂ほか, 1974; 村野ほか, 1977; 鈴木, 1979など)。*F. ehrenbergii*の年平均出現密度は8個体/Lであった。6月から10月に出現し、11月から5月までは出現しなかった。多く出現したのは1990年7月(111個体/L)で、最高出現密度は0 mにみられた(404個体/L)。鉛直的には表層に多く、分布様式は、穴久保・村野(1991)と同様であった(Figs. 20, 21)。

Favella taraikaensis

年平均出現密度は11個体/Lであった。*F. ehrenbergii*とは逆に、8月から11月には出現しないか、出現しても5個体/L以下であった。本種が多く出現したのは1991年1月(61個体/L)で、最高密度は1989年7月の0 mにみられた(184個体/L)。鉛直的には過去の報告にみられるように(鈴木, 1979; 穴久保・村野, 1991)、中層に多く分布した(Figs. 20, 22)。穴久保・村野(1991)はこれら*Favella*属の2種は、明らかに出現時期が異なるとしているが、本研究においては出現時期が、しばしば重複して観察された。同様のことは鈴木(1979)によっても報告されている。

3.5.2. 無殻纖毛虫類

Tiarina fusus

年平均出現密度は423個体/Lであった。ほぼ周年出現したが、2月から6月に主に出現し、最も多く出現したのは1989年5月(4327個体/L)で、最高密度は5 mにみられた(12840個体/L)。中層に多く分布し、20, 25 m

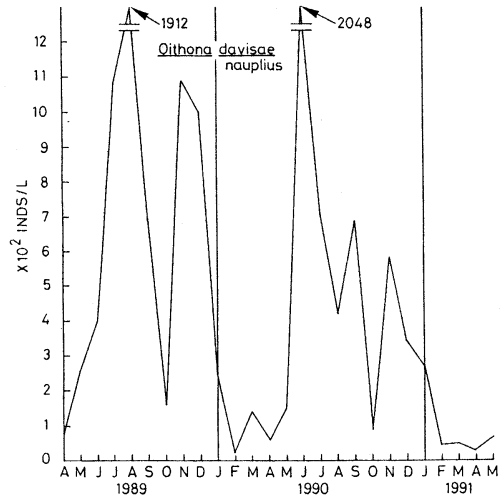


Fig. 25. Nauplius of *Oithona davisae*. Seasonal variation in abundance.

層ではいずれの月においても少なかった(Figs. 23, 24)。

3.5.3. 橈脚類ノープリウス

Oithona davisae

年平均出現密度は501個体/Lであった。本種のノープリウスは、周年出現するが、主な出現時期は5月から1月で、成体の多い時期(穴久保・村野, 1991)と一致する。最も多く出現したのは1990年6月(2048個体/L)には、最高密度は0 mにみられたが(5625個体/L)、通常は鉛直的に10 m以浅、主に5~10 mに分布した(Figs. 25, 26)。

4. 考 察

4.1. 東京湾の微小動物プランクトンの群集組成の特徴

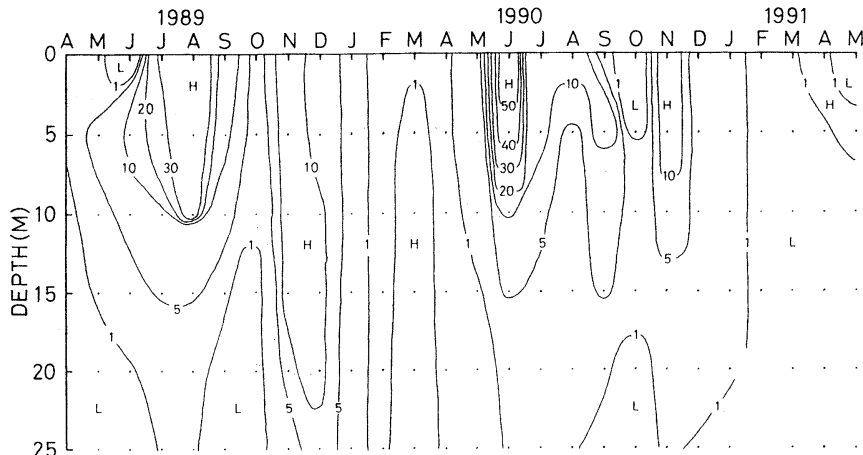


Fig. 26. Nauplius of *Oithona davisae*. Seasonal distribution in vertical section. Values are $\times 10^2$ INDS/L.

一般にいずれの海域においても微小動物プランクトンとして重要な生物群は、繊毛虫類と橈脚類ノープリウスであり(谷口, 1975), 東京湾においても同様である。しかし, 通常, 有鐘繊毛虫類の5~10倍出現すると言われる無殻繊毛虫類は(谷口, 1989), 20 μm 以上のサイズで比較する限りでは少なく, 有鐘繊毛虫類の約4分の1以下であった。東京湾に出現する微小動物プランクトン中, 最も重要なのは有鐘繊毛虫類であるといえる。

有鐘繊毛虫類の約70%(2239個体/L)は *Amphorellopsis acuta*, *Helicostomella fusiformis*, *H. longa* の3種, 無殻繊毛虫類の約60%(423個体/L)は *Tiarina fusus*, 橈脚類ノープリウスの約90%(501個体/L)は *Oithona davisae* により, それぞれ占められており, これら5種で全体の68%となる。このことは東京湾に出現する微小動物プランクトン群集が極めて単純な組成であることを示している。

4.2. 出現密度及び鉛直分布の経月変化

微小動物プランクトンが多産するのは5月から7月及び11月であった。この5月から11月の間, 各生物群の出現のピークは, それぞれ異なった月にみられた(Fig. 2)。繊毛虫類の増殖が餌となるナノサイズのプランクトンの多寡に因ることは多くの海域で知られている(CAPRIULO and CARPENTER, 1983; VERITY, 1986; PARANJAPPE, 1990)。東京湾の有鐘繊毛虫類のロリカの口径は約20 μm に集中しており, 1992年4月から11月には, このサイズの有鐘繊毛虫類が全体の約72%であった(竹井, 未発表)。有鐘繊毛虫類の捕食する餌サイズは, ロリカの口径の43%といわれ(SPITTLER, 1973; HEINBOCKEL, 1978), この事から主要な餌は8 μm 前後のナノプランクトンと考えられる。東京湾では晩春から夏季にかけて, *Heterosigma akashiwo* や *Cryptomonas/Chroomonas* spp. 等の微細藻類が多く出現し(HAN, 1988; 佐藤・小川, 1988), 微小動物プランクトンの増減はこれらに対応していると思われる。

微小動物プランクトンの鉛直分布は, 有鐘繊毛虫類が比較的表層近くに, 無殻繊毛虫類や橈脚類ノープリウスなどが主に中層に分布し, 動物群によって分布深度はやや異なっている。しかし, これらの微小動物プランクトンの分布中心はいずれも混合層内にみられ, 経月的な鉛直分布の変化は, 混合層の厚さの変化を反映している。

4.3. 有鐘繊毛虫類の種組成及び出現密度の変遷

過去の報文との比較にあたり, ネット曳きによるものは採用しなかった。採水・濾過によるものは, 濾過時の

目合が異なっており, その幅は20 μm (本研究), 40 μm (鈴木, 1979), 95 μm (下村, 1953)と広い。したがって比較には必ずしも適当とはいえないが, 大まかな傾向を知ることは可能である。下村(1953)が, 1948年8月から1年間, 東京湾中央の表面水を観察した結果では, 有鐘繊毛虫類の主体は *Tintinnopsis* 属であり, 高密度に出現した時期は6月(768個体/L)と10月(8271個体/L)の2回で, 12月から4月には出現しなかった。採水によって1971年から1972年まで調査を行った丸茂ほか(1974)によれば, 本調査海域の表層に出現した主な有鐘繊毛虫は *Codonellopsis morchella*, *Favella taraiakaensis*, *Tintinnopsis beroidea*, *T. tubulosa* であり, *Tintinnopsis* 属2種の出現密度が7000~26000個体/Lと多く, その他の種は100~1000個体/L程度であった。1975年12月から1978年6月まで調査を行った鈴木(1979)によれば, 本観測点で最も多くみられた種は *Amphorellopsis acuta* であり, 次いで *Stenosemella parvicollis* 及び *Helicostomella subulata* であった。本研究で6月から1月に出現した *A. acuta* は, 当時9月から11月にのみ出現した。

有鐘繊毛虫類の出現密度は, 1948年頃から1972年までの約20年間に急増したが, 主な構成者に変化はなく, この期間を通じて *Tintinnopsis* 属が優占した。

1972年以降出現密度に明らかな変化は認められないが, 種組成からみると, 1970年代後半になって, *Amphorellopsis acuta* 等の透明なロリカを持つ種の占める割合が徐々に高くなり, 現在に至っている。ロリカ表面に多くの粒子を付着させる種は沿岸水域の指標種とされ(羽田, 1957), 富栄養化の進んだ水域ではより多くの物質を付着させる傾向がある(GOLD and MORALES, 1976)。しかし, 東京湾では, 前述した透明なロリカを持つ4種が, 有鐘繊毛虫類の約72%を占めており, 羽田(1957)やGOLD and MORALES(1976)の結果とは異なっている。1970年代後半から粒子を付着しない種が卓越するようになった理由は明らかではない。

5. おわりに

過去の知見との比較によって, 微小動物プランクトンの出現密度が, 1950年代頃から1970年代までの間に急激に増加したこと, そしてそれ以降, 種組成に変化を生じ, 現在に至ったことが明らかになった。

村田(1973)は, 1953, 1962, 1972年の植物プランクトン群集を比較し, 1953, 1962年には出現しなかった極く小さな珪藻や微小な有色鞭毛藻類が1972年には多量に

出現していること、山口・有賀(1988)は、植物プランクトン構成種の中で小形の鞭毛藻類の比重が高まっていることをそれぞれ指摘している。一般に富栄養海域では大型の珪藻が多く(PARSONS and TAKAHASHI, 1973)、逆に貧栄養海域では微細藻が多い(FURUYA and MARUMO, 1983)。ところが村田(1973)や山口・有賀(1988)の報告は、既に富栄養海域であった東京湾においては、過度な富栄養化が、微細な藻類の増加を促進したことを示している。そして微小動物プランクトンの増加は、この様な餌環境の変化にともなってきたことを示唆している。

一方、ネットプランクトンについては、1948年夏季には橈脚類中で *Acartia* や *Paracalanus* などの占める比率が高かったのに対し(YAMAZI, 1955)、1970年代初頭には小型橈脚類の *Oithona* や *Microsetella* 主体の群集へと大きく変化した(丸茂・村野, 1973)。さらに、1980年代になって群集に占める *Microsetella* の比率は減少し(穴久保・村野, 1991)、*Oithona* の優占度が高まり、今日もその状態が続いている(野村, 未発表)。この様に、東京湾では富栄養化の進行にともないネットプランクトン中に占める小型種の割合が増加した。東京湾の中・大型動物プランクトンの出現密度は瀬戸内海に比べ低く(野村・村野, 1992)、一方小型橈脚類(*Oithona davisae*)の出現密度ははるかに高い(穴久保・村野, 1991)。このため東京湾では、瀬戸内海と比べ、動物プランクトン群集のサイズ組成が小さい方へと片寄る結果となっている。以上、歴史的な観点からも、また他の内湾域との比較においても、極度に富栄養化が進行した海域では、ネットプランクトン中で小型種が卓越するようになると同時に、微小動物プランクトンの出現密度が極めて高くなることが示された。

なお、本研究では扱わなかった20 μ mの目合を通り抜けてしまう動物プランクトン(例えば *Mesodinium rubrum*)は、しばしば高密度に出現することが報告されているが(松江, 1935; 佐藤・小川, 1988; 竹井, 未発表)、これらの動物プランクトンの出現状況については今後の研究を待たねばならない。

謝 辞

採集にあたり東京水産大学研究練習船青鷹丸磯打勉(現・神鷹丸)、春日功両船長、実習艇ひよどり伊豆哲夫艇長並びに各乗組員の方々には多大なる御助力を頂いた。ここに謹んで深謝の意を表す。

文 献

- 穴久保隆・村野正昭(1991): 東京湾における動物プランクトンの季節変化. 東京水産大学研報, **78**, 145-165.
- CAPRIULO, G. M. and E. J. CARPENTER (1983): Abundance, species composition and feeding impact of tintinnid micro-zooplankton in central Long Island Sound. Mar. Ecol. Prog. Ser., **10**, 277-288.
- FURUYA, K. and R. MARUMO (1983): Size distribution of phytoplankton in the western Pacific Ocean and adjacent waters in summer. Bull. Plankton Soc. Japan, **30**, 21-32.
- GOLD, K. and E. A. MOLESRA (1976): Observations on the nature and significance of the particles used by Tintinnida during lorica-building. Trans. Am. microsc. Soc., **95**, 69-72.
- 羽田良禾(1957): 有鐘織毛虫類の指標プランクトンとしての価値. 日本プランクトン研連報, 第5号, 10-12.
- HAN, M.-S. (1988): Studies on the population dynamics and photosynthesis of phytoplankton in Tokyo Bay. Ph. D. Thesis, Univ. Tokyo, 172pp.
- HEINBOKEL, J. F. (1978): Studies on the functional role of tintinnids in the southern California Bight. II. Grazing rates of field populations. Mar. Biol., **47**, 191-197.
- LEBOUR, M. V. (1922): The food of plankton organisms. J. mar. biol. Ass. U.K., **12**, 644-677.
- 丸茂隆三・村野正昭(1973): 東京湾の珪藻プランクトン群集の遷移. うみ, **11**, 70-80.
- 丸茂隆三・佐野昭・村野正昭(1974): 東京湾の珪藻プランクトン群集の遷移-続. うみ, **12**, 145-156.
- 松江吉行(1935): 織毛虫の激増に依って生じたる赤潮. 水産学会報, **6**, 242-243.
- 村野正昭・丸茂隆三・佐野昭・鈴木繁美(1977): 東京湾の有鐘織毛虫に関する研究. 人間の生存にかかわる自然環境に関する基礎的研究(佐々学ほか編), 東京大学出版会, 東京, 168-178.
- 村田靖彦(1973): 東京湾におけるプランクトンの季節的変動. 千葉県内湾水試調査報告, 第14号, 49-60.
- 野村英明・村野正昭(1992): 東京湾における中・大型動物プランクトンの季節的消長. うみ, **30**, 49-56.
- PARANJAPPE, M. A. (1990): Microzooplankton herbivory on the Grand Bank (Newfoundland, Canada): a seasonal study. Mar. Biol., **107**, 321-328.
- PARSONS, T. R. and M. TAKAHASHI (1973): Environmental control of phytoplankton cell size. Limnol. Oceanogr., **18**, 511-515.
- 佐野昭(1975): 有鐘織毛虫類の分類. 月刊海洋科学, **7**, 26-33.
- 佐藤正春・小川カホル(1988): 赤潮等プランクトン調査. 千葉県水保研年報(昭和62年度), 25-34.
- 下村敏正(1953): ミクロプランクトンの生産・分布及

- び海況との関係に関する研究, 日水研研報, 第3号, 1-167.
- SPITTLER, P. (1973): Feeding experiments with tintinnids. *Oikos* (Suppl.), **15**, 128-132.
- STOECKER, D.K. and D.A. EGLOFF (1987): Predation by *Acartia tonsa* DANA on planktonic ciliates and rotifers. *J. exp.mar. Biol. Ecol.*, **110**, 53-68.
- STOECKER, D.K., A.E. MICHAELS and L.H. DAVIS (1987a): Grazing by the jellyfish, *Aurelia aurita*, on microplankton. *J. Plankton Res.*, **9**, 901-915.
- STOECKER, D.K., P.G. VERITY, A.E. MICHAELS and L.H. DAVIS (1987b): Feeding by larval and post-larval ctenophores on microzooplankton. *J. Plankton Res.*, **9**, 667-683.
- 鈴木繁美 (1979): 東京湾における有鐘纖毛虫の研究. 東京水産大学大学院修士学位論文, 74pp.
- 谷口旭 (1975): 動物プランクトンの生産生態. 海洋プランクトン (元田茂編), 東海大学出版会, 東京, 117-235.
- 谷口旭 (1989): 微小動物プランクトンの存在. 生物海洋学 (西沢敏編), 恒星社厚生閣, 東京, 27-48.
- 宇野木早苗・岸野元彰 (1977): 東京湾の平均的海況と海水交流. Technical Report, 理化学研究所, 89pp.
- VERITY, P.G. (1986): Growth rates of natural tintinnid populations in Narragansett Bay. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **29**, 117-126.
- WIADNYANA, N.N. and F. RASSOULZADEGAN (1989): Selective feeding of *Acartia clausi* and *Centropages typicus* on microzooplankton. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **53**, 37-45.
- 山口征矢・有賀祐勝 (1988): 東京湾における基礎生産の変遷. 沿岸海洋研究ノート, **25**, 87-95.
- YAMAZI, I. (1955): Plankton investigation in inlet waters along the coast of Japan XVI. The plankton of Tokyo Bay in relation to the water movement. *Publ. Seto mar. biol. Lab.*, **4**, 285-309.

Two distinct growth stages of a deep-sea, giant white clam, "*Calyptogena*" *soyoe*, and its allied species***

Masuoki HORIKOSHI*** and Jun HASHIMOTO****

Abstract: Two distinct growth stages, the immature- and the adult stages, are recognized in a Japanese giant white clam, "*Calyptogena*" *soyoe* Okutani. In the immature stage the mode of living is endobiotic, a "subumbonal pit" exists on the hinge plate, and the relative length of hinge ligament to the shell length is small. In the adult stage, both valves become detached in the umbonal region, so that the subumbonal pit cannot become enlarged in its original position and is extended posteroventralwards showing a white chalky area on the nymph. After the mode of living changes to semiepipibiotic, the shell shape and the ligamental length change abruptly. Nevertheless the growth of the ligament slows until the shell attains to near adult size, and then it grows rapidly with shell growth. Such abrupt post neanic change in the shell morphology and mode of living in the present species is comparable to the metamorphosis in other invertebrate animal groups, and similar abrupt post neanic changes can also be found in some other bivalves. The hinge structure of the type species of the genus *Calyptogena*, *C. pacifica*, are quite different from those of "*C.*" *soyoe*, and the present species is more closely related to *Akebiconcha kawamurai* and "*C.*" *laubieri*.

1. Introduction

In a previous paper dealing with the identity of two Japanese giant white clams, *Akebiconcha kawamurai* Kuroda, 1943 and "*Calyptogena*" *soyoe* Okutani, 1957, the presence or absence of the "subumbonal pit", which is a newly named, hollow structure on the hinge plate, was recognized as one of the discriminating characteristics for these two species (HORIKOSHI, 1986). At that time, both a small, young specimen (Holotype) and larger, adult (and/or gerontic) specimens were available for *Akebiconcha kawamurai*, but only adult specimens of "*Calyptogena*" *soyoe* were studied. Subsequently, the junior author (J.H.) collected

several smaller, younger specimens of "*C.*" *soyoe*, during a dive of the submersible "Shinkai 2000" (JAMSTEC), and reported briefly on their life habit (HASHIMOTO *et al.*, 1987;1989). These young specimens were collected near a colony of adult shells of "*C.*" *soyoe*. To our surprise, these smaller younger specimens were found to bear a subumbonal pit on their hinge plate.

The smaller, younger specimens are different from larger, adult or gerontic specimens not only in the hinge morphology and shell sizes, but also in their mode of living, or life habit. The life habit of younger individuals is entirely endobiotic, protruding only the tip of their siphons from the sediment surface, in contrast to that of the adult (gerontic) individuals which is semi-epibiotic, exposing the posterior half of their shells on the sea floor. Along with the change of life habit, the length of the ligament relative to the shell length becomes larger.

Such changes take place rather abruptly, and are considered to be a kind of metamorphosis, and two distinct growth stages can be recognized as the immature- and the adult (gerontic) stages.

* Received May 1, 1992

** Contributions to the molluscan fauna of Southeast Asia and West Pacific (9).

***University Museum, University of Tokyo, Research associate; and Technology Center, Tokyo Kyuei Co., Technical adviser.
Home address(for correspondence): Pabiyon Meguro 302, Meguro 1-3-31, Meguro-ku, Tokyo, 153

****Japan Marine Science and Technology Center, 2-15, Natsushima-cho, Yokosuka, 237

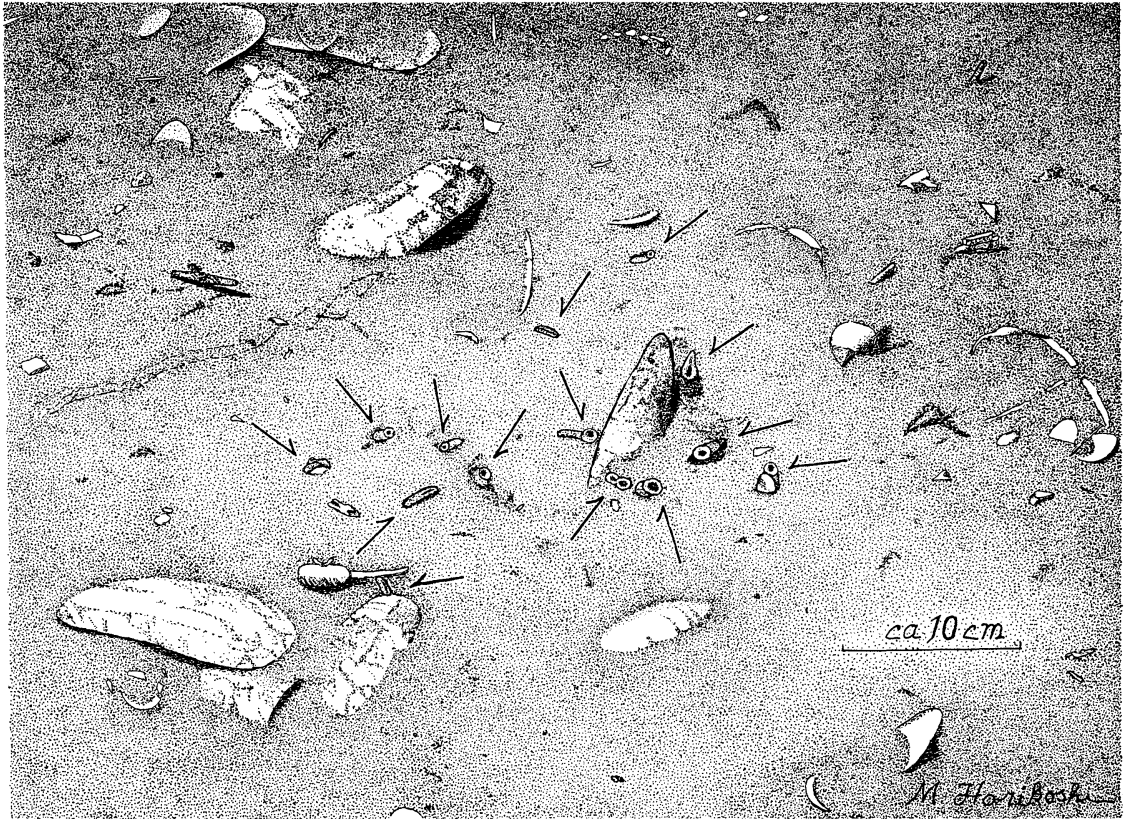


Fig.1. Mode of living (life habit) of immature shells of "*Calyptogena*" *soyoae*. Drawn from a colour photograph taken through a window of the Submersible "Shinkai 2000" at a station off Hatsushima Island, Sagami Bay: 1150m.

Comparing the hinge morphology of the present species with that of smaller specimens of *Calyptogena pacifica* Dall, 1891, which is the type species of the genus, we briefly discuss the classification of "*Calyptogena* group" in the family Vesicomidae.

2. Materials and method

Four specimens of the smaller younger shell of "*Calyptogena*" *soyoae* were collected by a grab sampler (20 × 20 cm) during the Dive 228 (9/VI/1986: Jun Hashimoto) of the submersible, "Shinkai 2000" Japan Marine Science and Technology Center (JAMSTEC). The location of the collecting site was off Hatsushima (a small island off Ito City, Shizuoka Prefecture), in the northwestern part of Sagami Bay, and the precise position was 35° 00.1' N, 139° 13.6' E (1150 m). Colour photographs showing the mode of living of the smaller, young individuals were

taken through a window of the submersible.

Several adult specimens were collected by the manipulator of the submersible during two other dives, (Dive 225, 2/VI/1986: Suguru Ohta, and Dive 226, 3/VI/1986: Hitoshi Sakai) in practically the same locality: 34° 59.9' N, 139° 13.6' E (1170 m).

A figure showing the mode of living of endobiotic, small-sized individuals was sketched from a colour photograph published by Hashimoto et al., 1987 (photo 4: p. 49). A pencil drawing of the hinge part was drawn using a binocular microscope (NIKON SMZ-10) with a camera lucida of drawing-tube type.

3. Life habit of smaller, younger shells

It is now well known that larger individuals of "*Calyptogena*" *soyoae*, inhabiting the sediment bottom, always expose their posterior portion out of the sediment surface (OKUTANI and

EGAWA, 1985; HORIKOSHI, 1986, 1989: pl.1, fig.1, etc.). In contrast, smaller, younger specimens were found to be buried entirely within the sediment, with only the tip of their siphons protruding (Fig.1). Although both the inhalent and exhalent siphons are recognized in some individuals, one of the two orifices is more prominent with a circular shape in some others. This is thought to be the inhalent siphon, if we take into account the general shape of siphons of the larger, adult individuals observed in the laboratory on board the mother ship of submersible, "Natsushima" (HORIKOSHI, unpublished observation).

The spatial distribution of smaller, younger individuals is rather dense, if not gregarious, within a small limited area. About ten individuals were found in an area of about 15×30 cm, and practically no other individual was found in the surrounding area photographed (see Fig.1). Judging from the photograph, the surface of the sea-floor seems to be covered by fine grained sediment at this site.

4. Shell shapes of immature and adult stages

The shape in outline of immature shells of "*Calyptogena*" *soyoe* is rather elliptical, though that of the second largest specimen among four individuals becomes somewhat longer (Fig.2b) than that of the smallest one (Fig.2a). On the other hand, the outline of the smallest specimen among semiepipibiotic adult shells shows the shape of the normal adult shell of this species (Fig.2c), being elongate and slightly contracted in the middle of the ventral margin.

The shape of the immature specimen of *Akebiconcha kawamurai* is also elliptical in outline (Fig.2d), but it is higher than that of "*C.*" *soyoe*, being more roundish.

5. Hinge structure of smaller, young specimens

Terminology of the hinge elements: For the terminology of hinge elements see Fig.3.

Subumbonal pit: In all of the four specimens examined the "subumbonal pit", a hollow structure just beneath the umbo (HORIKOSHI, 1987), was found on the hinge plate directly behind the posteriormost dental element in both the right and left valves. In the smallest, or youngest, individual, the pit is small but deep, and is clearly

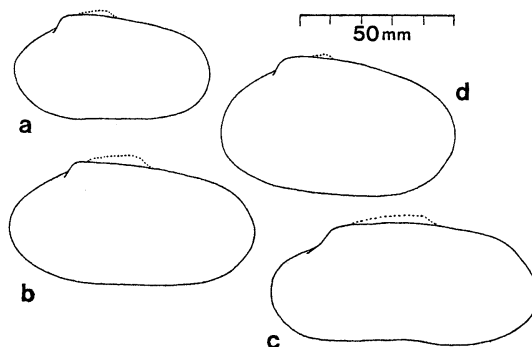


Fig.2. Outlines of shells of immature (a,b) and adult (c) stages of "*Calyptogena*" *soyoe*, and that of immature stage (Holotype) of *Akebiconcha kawamurai*. Dotted lines indicate the hinge ligament.

demarcated from the hinge plate by its distinct margin (Pl.1, fig.1). The shape of the pit differs somewhat from that of *Akebiconcha kawamurai* of an equivalent growth stage (HORIKOSHI, 1987: fig.4a), being longer antero-posteriorly and narrower dorso-ventrally in the present species.

In the second largest or oldest individuals among the four smaller, younger specimens, however, the ventral margin of the pit spread out ventralwards, and becomes shallower along its ventral margin (Pl.1, fig.2). In this respect, the present species, "*C.*" *soyoe*, is quite different from an allied species, *Akebiconcha kawamurai*. In the latter species, the pit is still deep and well demarcated even in full grown, adult specimens (HORIKOSHI, 1987, fig.4b), and it becomes larger and shallower with ill-defined ventral margin, only when the shell attains gerontic age (HORIKOSHI, 1. c., fig.4c).

In larger, adult and/or gerontic specimens of "*C.*" *soyoe*, the right and left valves become detached in their umbonal region (HORIKOSHI, 1987: fig.5). Consequently the subumbonal pit can not become enlarged any more in its original position on the hinge plate, and its postero-ventral extension runs posteriorwards on the nymph along the ventral boader of the hinge ligament. Such an extended part of the pit can be recognized as a white, chalky area covered by yellowish membrane, as was pointed out in a previous paper (HORIKOSHI, 1988: p.254).

Dental elements: The morphology of dental

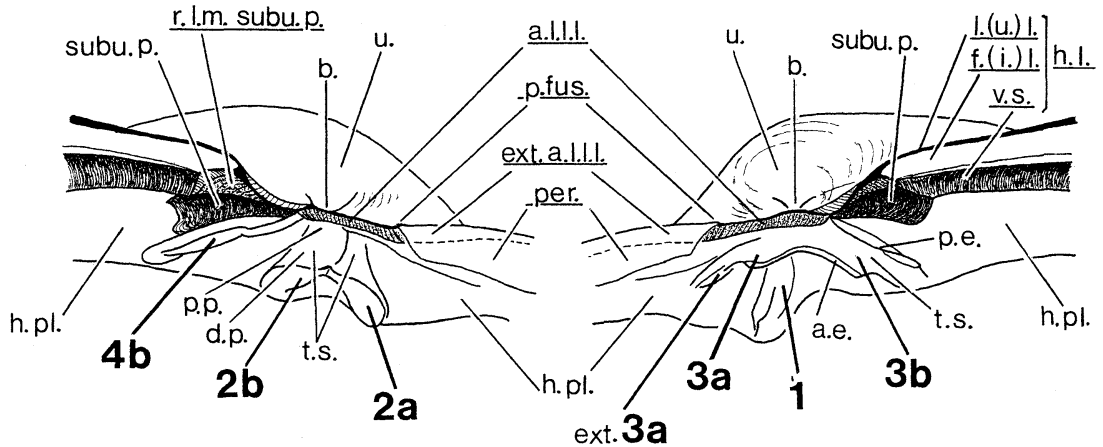


Fig.3. Terminology of hinge elements of *Calyptogena* (Horikoshi, 1989b: fig.1). Dental elements of left valve (left side in the figure); **2a**=ramus-**2a**=anterior ramus of subumbonal tooth; **2b**=ramus-**2b**=posterior ramus of the same tooth; **4b**=tooth-**4b**=posterodorsal cardinal tooth; Right valve (right side fig.); **1**=tooth-**1**=ventral (central) tooth; **3a**=ramus-**3a**=anterior ramus of subumbonal (dorsal) cardinal tooth; **3b**=ramus-**3b**=posterior ramus of the same tooth. a.e.=anterior edge of ramus **3b**; a.l.l.l.=anterior lamellar layer of ligament ("cardinal ligament"); d.p.=distal portion of dental element; ex.a.l.l.l.=extension of anterior lamellar layer of ligament, investing internal shell surface under the coverage of periostracum; ext.**3a**=extension of ramus-**3a**; f.(i.)l.=fibrous (inner) layer of hinge ligament; h.l.=hinge ligament; h.pl.=hinge plate; l.(u.)l.=lamellar (outer) layer of hinge ligament; p.e.=posterior edge of ramus-**3b**; per.=periostracum hanging freely from shell margin; p.fus.=point of fusion of periostracum; p.p.=proximal portion of dental element; r.l.m.subu.p.=roofing of lamellar membrane covering subumbonal pit; t.s.=top surface of dental element; v.s.=ventral surface of hinge ligament.

elements are also different in smaller, younger specimens from those of larger, adult (gerontic) specimens. In the right valve (see Pl.1.fig.1a, 2a), the top surface of the posterior ramus of the subumbonal (dorsal) cardinal tooth (**3b**) is clearly grooved, and furnished with a rather sharp ridge along either edge, anterior and posterior. Such features of this dental element (**3b**) are similar to those of the same dental element of *Akebiconcha kawamurai*, especially to those of a smaller, young specimen (holotype) of that species (HORIKOSHI, 1987: fig. 4a). On the other hand, the shape of the anterior ramus (**3a**) is rather similar to that of the larger, adult (gelontic) specimens of the present species, "*C.* soyoae". It is extended anteriorwards from the proximal part of the posterior ramus (**3b**) nearly parallel to the dorsal margin of the hinge plate, covering and concealing the proximal part of the ventral (central) tooth (**1**).

In the left valve (Pl.2, fig.1b), both anterior and posterior rami of the subumbonal tooth (**2a,b**) are also different from those of the

larger, adult specimens. The posterior edge of the anterior ramus (**2a**) stands erect from the hinge plate, so that it looks more ordinary hinge tooth-like than plate-like, and it abuts against the posterior ramus (**2b**) at more proximal part of the rami than in the larger specimens, leaving an open, spacious socket in between them. In these respects, the morphology of the anterior ramus (**2a**) of the smaller, young specimens is somewhat more similar to that of *Akebiconcha kawamurai* than that of adult specimens of the same species "*C.* soyoae".

The posterior ramus (**2b**) has a blunt point of the posteroventral corner of the ramus and has a small ridge that branches out towards the anteroventral corner, so that the distal part of the ramus looks as if the ramus is bifurcated at its distal extremity.

The posterodorsal cardinal tooth (**4**), however, is not much different from that of the larger specimens. It is laminate or plate-like, and it leans anteriorwards hanging over the socket between this tooth (**4**) and the ramus **2b**.

6. Abrupt changes in ligamental length during growth

A remarkable change was found between relative lengths of the hinge ligament in the smaller, younger specimens and those in the larger, adult specimens.

In the case of the smaller, younger specimens bearing the subumbonal pit on the hinge plate (Fig. 4a: small solid circles), the ligamental length shows a linear relationship to the shell length, and the least squares line shows a good fit (Regression line A in the same figure). In the case of the larger, adult specimens without the subumbonal pit (open circles), the regression line shows entirely different trend (Line B). In this case, however, the points show a much wider scattering than in the case of smaller specimens. Closer inspection of the graph reveals that there are two categorically different groups among the individuals of the larger, adult specimens. One group consists of relatively small to larger individuals with short ligament of around 30 mm in length, and the other group includes still larger individuals with longer ligament of around 35 mm. If we obtain the least squares line separately for these two groups (Lines B' and B''), each of them shows a good fit.

This means that, just after the mode of living changes from endobiotic to semiepipibiotic, both the shell length and the ligamental length become longer rather abruptly. So that a clear gap is seen in the ligamental length between the largest individual of the endobiotic, smaller specimens (21.7mm in shell of 82.9mm long) and the smallest individual of the semi epibiotic, larger specimens (28.0mm in shell of 87.4mm). However, the growth of the hinge ligament slows until the shell attains to near adult size, and then it grows rapidly with shell growth.

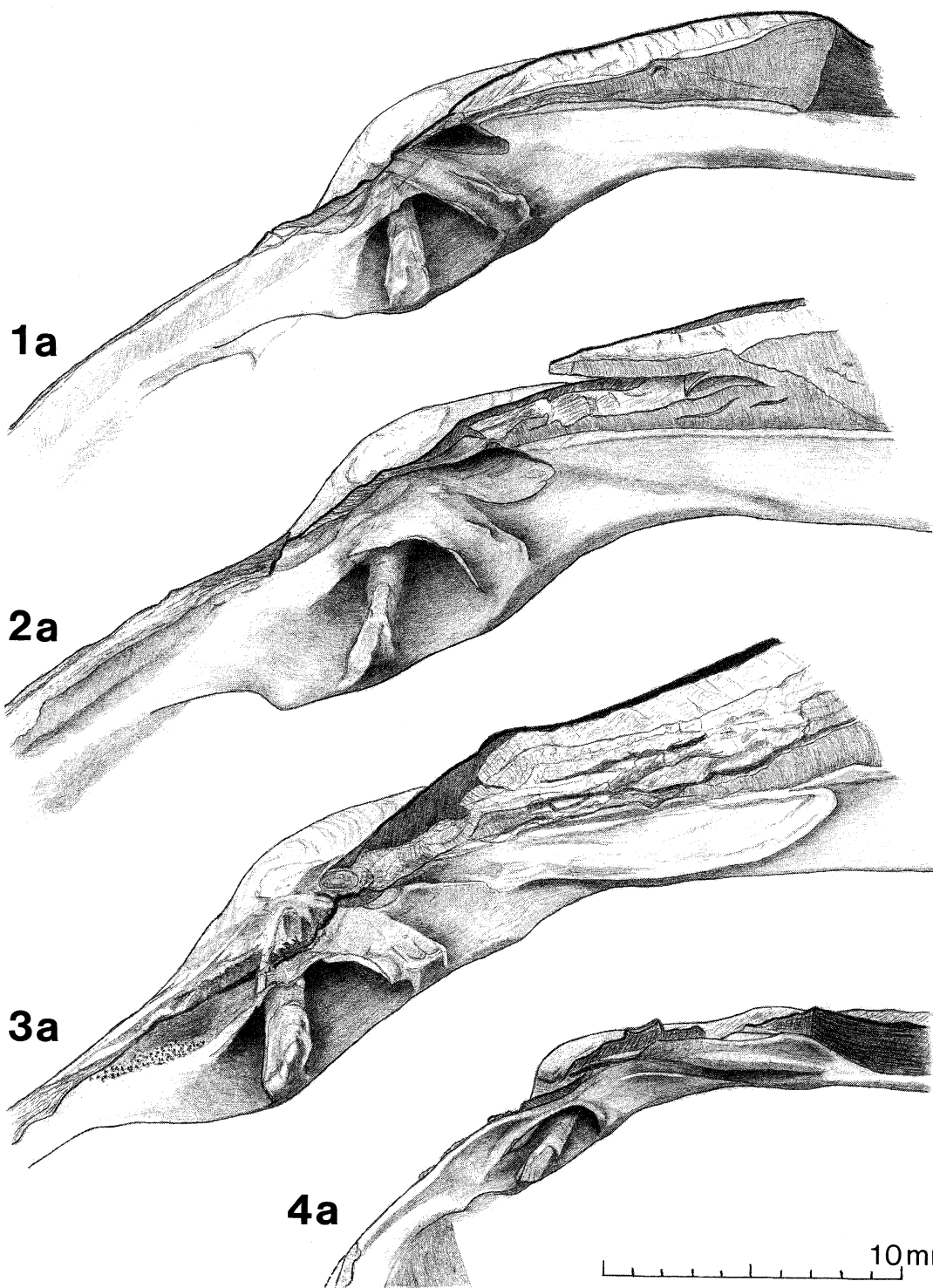
Such abrupt changes in hinge morphologies (dental elements, subumbonal pits and ligamental length) as well as a change in the mode of living suggest that the smaller, younger specimens and the larger adult specimens can be recognized as two distinct growth stages, the immature- and adult (plus gerontic) stages.

It is interesting to know that a similar features in the growth of the hinge ligament can be

found in another species of the allied group of "*Calyptogena*", "*C.* *laubieri* Okutani et Métiivier, 1986, as described briefly elsewhere (HORIKOSHI, 1989). In that species, two distinct growth stages were also recognized, and similar regression lines of the hinge growth were obtained (Fig. 4b). In this case, however, the regression lines of both the immature and the adult (gerontic) stages are clearly recognized (A and B''), but the number of individuals of adult (gerontic) stage examined was so few that the transient regression line B' could not be obtained.

7. Hinge structures of *Calyptogena pacifica* Dall

Ligamental structure: The type species of the genus *Calyptogena*, *C. pacifica* Dall, lacks the subumbonal pit, so that the proximal part of the hinge ligament with calcified fibrous layer is not destroyed by the formation of the pit and still remains under the beak, if not fully functional (Pl.1, fig.4a). A horny ligamental membrane forms a roof-like bridge between both valves in the subumbonal region posteriorly from the point of fusion (anterior) of the periostracum, covering and connecting the anterodorsal margin of the right and left valves. The membrane seems to become detached progressively from the proximal surface of the hinge along with the growth of the shell as in *C. soyoae* (HORIKOSHI, 1987, p. 254 and fig. 5). During this process of detachment, the membrane invades the hinge area including the proximal portions of the dental elements ventralwards parallel to the dorsal margin as in *C. kaikoi* Okutani et Métiivier, 1986 (HORIKOSHI, 1989b: p.155, pl.4, figs.5,6), leaving a vacant area in between the line of attachment of this membrane and the ventral surface of the hinge ligament. The posterior end of this membrane abuts against the ventral surface of the hinge ligament at some distance posterior from the proximity of the hinge ligament situated beneath the beak. Through such an invasion, the proximal part of the dental elements are concealed by the ligamental membrane, and the area of concealment is broader in the older, larger specimen in the type materials (compare Boss's (1986) fig.16 to fig.17). Along the ventral border of





Pls.1,2 Hinge structures of the right valve (Pl.1) and the left valve (Pl.2) of "*Calyptogena*" *soyoeae* (1a-3a) and *C. pacifica* (4a,b). The smallest (1a,b) and the second largest (2a) specimens among immature individuals, and the smallest specimen of mature shell (3a). For further explanation see text. (For the terminology of the hinge elements see Fig.2). M.Horikoshi del. figs.

1a, b, 2a: *C. soyoeae*, "Shinkai 2000" Dive 228, 35°00.1'N, 139°13.6'E, 1150m (1a,b: 62.7×33.9mm: Fig.2a: 2a: 78.8×41.0mm: Fig.2b), 3a: Dive 222, 34°59.9'N, 139°13.6'E, 1170m (87.0×38.2mm: Fig.2c), 4a,b: *C. (C.) pacifica*, off Vancouver Island, Canada, 48°25.9'N, 126°14.3'W, 915m (31.8×21.6mm: Okutani Coll.)

this area of invasion, a deposit of shelly substance forms a slightly raised edge along the dorsal brim of the hinge plate, as in *C. kaikoi* (HORIKOSHI, 1989b: p.155).

Dental elements of right valve: The dental elements in the present material (see pl.1, fig.4a) are almost identical to those of the smaller individual in the type materials (OKUTANI, 1966: pl. 27, fig. 3; BOSS, 1968: figs.16,19). The posterior ramus of the subumbonal (dorsal) cardinal tooth (3b) is much broader than that of "*C.*" *soyoeae*. The top surface is slightly concave, but both anterior and posterior edges are sharply ridged. The anterior ramus (3a) is well developed, running parallel to the anterodorsal margin of the shell, and has a blunt point on its distal end. Its ventral edge is rather sharp

forming a weak ridge, and is continuous to the anterior edge of the posterior ramus (3b), describing a sharp curve at the corner of the junction of the anterior and posterior rami.

The ventral (central) tooth (1) runs obliquely from beneath the beak. It has two blunt points on its distal end, which looks as if it is bifurcated. The proximal part is obsolete, sinking diagonally into the hinge plate, and is concealed by the dorsal tooth (3a,b). A posteriorly radiating nymphal calosity looks as if it is a subobsolete, ridge-like dental element (cf. BOSS and TURNER, 1980: p. 163). A space between the posterior edge of the posterior ramus 3b and this ridge-like nymphal calosity forms a deep groove with a flattish bottom.

Dental elements of left valve: The posterior

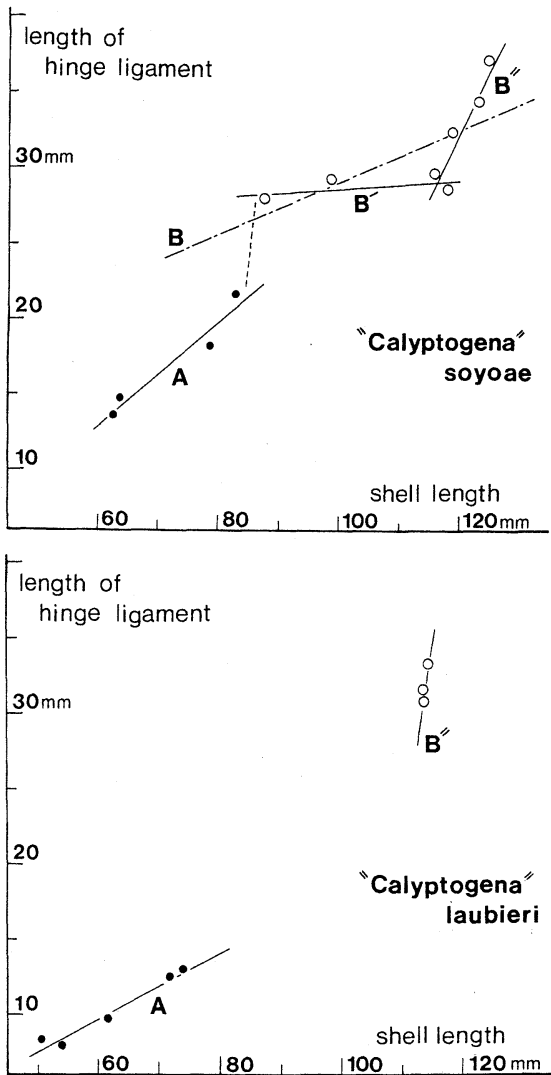


Fig.4a,b. Relationships between the shell length and the length of hinge ligament in *"Calyptogena" soyoae* (a; above) and *"C" laubieri* (b; below). Small solid circles indicate immature individuals and large empty circles adult shells. For further explanation see text.

ramus (2b) of the subumbonal cardinal teeth (Pl.2, fig.4), radiates ventralwards from beneath the beak perpendicularly, and is furnished with two small points at its distal extremity. The anterior ramus (2a) radiates obliquely anteroventralwards, and abuts against the posterior ramus at a distance of half its dorsoventral length.

A slender shelly callous runs along the ventral edge of the anterior ramus (2a), crosses the top surface of the posterior ramus (2b) and bends ventralwards forming nearly a right angle along the posterior edge of the posterior ramus. Such a structure seems to be rather normal in this species, since an almost identical calous can be recognized in a photograph showing the details of the dentition of one of the type specimens (syntype) (Boss, 1968, fig.19).

The posterodorsal cardinal tooth (4) radiates from beneath the beak obliquely, but its proximal part is concealed by shelly substance deposited along the dorsal brim of the hinge plate mentioned above. This tooth (4) stands far apart from the ramus (2b), forming a broad socket in between these dental elements, so as to form a spacious socket for the very broad posterior ramus (3b) of the dorsal tooth of the right valve.

8. Discussion

In *"Calyptogena" soyoae*, changes in the life habit, in the morphology of hinge structures and in the relative hinge length are rather abrupt, and are thought to take place rapidly within a rather short period of time. Such sudden changes remind us metamorphosis during the growth of some invertebrates. In some bivalves, e.g. mytilids, a distinct growth stage, called the "nepioconch" stage, is known between the larval stage (prodissoconch stages I, II) and the adult (dissoconch) stage. The nepioconch of mytilids is very small (ca. 1000 μ m) and often has been confused with prodissoconch (OCKELMANN, 1983). In some other bivalves, such as corbulids, the nepioconch can be recognized easily with the naked eye as a distinct apical shell (WRIGLEY, 1946; COX, 1969: fig.83). It is much larger than the prodissoconch (protoconch), and its actual length is 7-8 mm in a 24-25mm long shell of *Corbula (Anisocorbula) erythrodon* Lamark (HORIKOSHI, unpublished data).

According to WRIGLEY (1946), one more stage can be recognized in between the nepioconch and adult stages, and was named "mesoconch" in the fossil *Plicatula* (COX, 1.c.: fig.84, 1). In a living species of the same genus, *P. muricata* Sowerby (ca. 25 mm in height), the mesoconch (7-8 mm in height) is considered to be the shell of the sessil

stage, which is firmly attached or cemented to the hard substratum, because it shows xenomorphic sculpture (cf. STENZEL, 1971, p.N 1021) especially on the mesoconch of the lower (right) valve, which forms an attachment area. The adult shell becomes virtually free-lying, and shows idiomorphic or automorphic sculpture furnished with spiny ridges (HORIKOSHI, unpublished observation).

The most striking example can be found in pectinid genera *Hinnites* (Cox, l.c.: fig.84: 3b) and its allied genus *Classadoma* (BARNARD, 1986). The early stage shells (ca. 20mm in height in *H. coralinus* Sowerby, and ca. 20-30 mm in *C. giganteus*: HORIKOSHI, unpublished data) are *Chlamys*-shaped until they become appressed or attached to the substratum, and then in the later stage the shell grows irregularly like *Spondylus*. It is interesting to find that the size of the early stages is similar in different species or genera, regardless of different full grown sizes in the later stage (The younger stage is ca.25mm in height even in an European, fossil species, *H. crispus* (Brocchi): measured from photographs illustrated in Cox, l.c., fig. 84: 3a, b). The changes in shell morphology and life habit between the two distinct stages, the immature and adult stages of the present species, "*C.*" *soyoe*, are another striking example of abrupt postneanic changes in a bivalve. Changes in the physiology and functional anatomy, if any, are hoped to be studied in future.

As for the taxonomical relationship of the present species, "*Calyptogena*" *soyoe*, it is now clear that this species can not be regarded as a member of *Calyptogena* Dall, 1891 in the strict sense. It is rather closely related to *Akebiconcha* Kuroda, 1943 as suggested by Okutani (1966). Another close relative seems to be *Archivesica*, and we are inclined to concur with Keen's (1969: p.N664) opinion to put together *Archivesica* Dall, 1908 and *Akebiconcha* into a single group outside *Calyptogena* in the family Vesicomidae.

A new large-sized form (ca. 14 cm in length) has recently been collected from Iheya Sea Mount, west of Okinawa by dredging of German Vessel "Sonne" (H. SAKAI) and by diving of the Japanese submersible "Shinkai 2000" (S. OHTA). This is closely related to "*C.*" *soyoe*, lacking

the subumbonal pit in the adult stage and the proximal parts of dental elements are exposed on the outside of the shell. A new taxon of the genus group (perhaps a subgeneric one) should be established for these two species.

9. Acknowledgement

We would like to express our sincere gratitude to the operation team of the submersible "Shinkai 2000" and the Captain and crew of the R.V. Natsushima. Our thanks are also due to Professors S.OHTA and H. SAKAI for their kindness in providing us with several adult specimens collected in their dives of the submersible. We are also grateful to Prof. Takashi OKUTANI of Tokyo University of Fisheries who kindly put a specimen of *Calyptogena pacifica* at our disposal. Thanks are also due to Dr. David D. SWINBANKS for reading our English manuscript.

This work was supported in part by funds from the Cooperative Program (No.8813, 8903 and 9247) provided by the Ocean Research Institute of the University of Tokyo.

References

- BERNARD, F.R. (1986): *Classadoma* gen.nov. for "*Hinnites*" *giganteus* (Gray;1825) from the Northeastern Pacific Ocean (Bivalvia: Pectinidae). *Venus* (Jpn. J. Malacol.), 45(1): 70-74
- BOSS, K.J. (1968): New species of Vesicomidae from the Gulf of Darien, Caribbean Sea (Bivalve: Mollusca). *Bull. Mar. Sci.*, 18(3): 731-748.
- BOSS, K.J. and R.D.TURNER (1980): The giant white clam from the Galapagos Rift, *Calyptogena magnifica* species novum. *Malacologia*, 20(1): 161-194.
- COX, L. R. (1969): General features of Bivalvia. In R.C. MOORE (ed.) *Treatise on Invertebrate Palaeontology*, Part N, Mollusca 6, Bivalvia (vol. 1 of 3), Geol.Soc. Amer., Boulder, Colo.: pp. N3-N129.
- HASHIMOTO, J., T. TANAKA, S. MATSUZAWA, H. HOTTA (1987): Survey of the deep-sea communities dominated by the giant [white] clam, *Calyptogena soyoe*, along the slope foot of Hatsushima Island, Sagami Bay. *Tec. Rep. Mar. Sci. Tech. Center(JAMSTEC) Special Issue*, (3): 37-50.
- HASHIMOTO, J., S. OHTA, T. TANAKA, H. HOTTA, S. MATSUZAWA and H. SAKAI (1989) Deep-sea

- communities dominated by the giant [white] clam, *Calyptogena soyoae*, along the slope foot of Hatsushima Island, Sagami Bay, central Japan. *Paleogeogr. Paleoclim. Paleoecol.*, **71**(1989): 179-192.
- HORIKOSHI, M. (1986): Is *Akebiconcha* synonymous with *Calyptogena*? *Deep-Sea Newsletter*, (12): 7-9.
- HORIKOSHI, M. (1987): Distinctions in the hinge structure between *Akebiconcha* and *Calyptogena*, with special reference to "subumbonal pit" and "cardinal ligament". *Venus (Jpn. J. Malacol.)*, **45**(2): 245-257.
- HORIKOSHI, M. (1989a): Deep-sea giant white clams, *Calyptogena* s.l., found in the hot-vent and cold-seep sites. *Venus (Jpn. J. Malacol.)*, (Supplement 1): 59-73.
- HORIKOSHI, M. (1989b): Hinge structures, their variations and changes during growth, of some Japanese deep-sea, giant white clams, *Calyptogena*, collected during the "Kaiko" project. *Palaeogeogr. Palaeoclim. Palaeoecol.*, **71**(1989): 137-160.
- KEEN, M. (1969): Family Vesicomidae. In R.C. Moore (ed.) *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part N, Mollusca 6, Bivalve*, (vol.2 of 3): N663-N664.
- OCKELMENN, K.W. (1983): Descriptions of mytilid species and definition of the Dacryniinae n. subfam. (Mytilacea-Bivalvia). *Ophelia*, **22**(1): 81-123.
- OKUTANI, T. (1966): Identity of *Calyptogena* and *Akebiconcha* (Bivalvia, Cyprinidae). *Venus (Jpn. J. Malacol.)*, **24**(4): 297-303.
- OKUTANI, T. and K. EGAWA (1985): The first underwater observation on living habit and thanatocoenosis of *Calyptogena soyoae* in bathyal depth of Sagami Bay. *Venus (Jpn. J. Malacol.)*, **44**(4): 287-290.
- STENZEL, H.B. (1971): Oysters. In R. C. MOORE (ed.) *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part N, Mollusca 6, Bivalvia (vol.3 of 3)*, iv+N953-N1224 pp., *Geol. Soc. Amer. and Univ. Kansas*.
- WRIGLEY, A.G. (1946): Observation on the structure of lamellibranch shell (Presidential address): *Proc. Malacol. Soc. London*, **27**, (1): 7-19 (cited from Cox, 1969).

深海大型二枚貝シロウリガイ "*Calyptogena*" *soyoae* 及びその近縁種における明確な2生長段階

堀越増興・橋本 惇

要旨： 地下湧水に伴い、硫黄細菌を共生させる深海大型二枚貝シロウリガイに、“未成殻段階”と“成殻段階”との明確な2段階が認められた。成殻段階では生活型が半外生性的であるのに対し、未成殻段階では全く内生性で堆積物内に潜入し、水管の先端のみを海底に露出する。“殻頂下洞”は成殻段階の鉸板には見られず近縁種アケビガイ *Akebiconcha kawamurai* との区別点になるが、未成殻段階には明らかに存在する。成殻段階に移行すると、本種の特徴として、両殻の殻頂部分が左右に離れて来て靱帯膜のみで接合し、鉸歯の咬み合わせがゆるむために、殻頂下洞は原位置で拡大する事が不可能となり、菌丘上に黄褐色の膜で蔽われた白亜質の領域として後方に延長する。鉸歯の形態は生長段階で著しく異なり、未成殻段階ではむしろアケビガイに類似した点が多い。*Calyptogena* 属の模式種には殻頂下洞はなく、鉸歯も全く異なり、本種とは属か亜属のレベルで異なる。靱帯長は、未成殻段階では成長と共に増大する。半外生性の成殻段階に移行する際に殻長も靱帯長も速やかに増大するが、その後靱帯の成長は足踏みし、殻長がほぼ成長限度に達した後に再び靱帯長が増大する。同様な傾向は、近縁種テンリュウシロウリガイ "*C.*" *laubieri* にも見られた。成長段階の移行は、他の動物での変態を思わせるが、二枚貝類には、この様な未成殻期後 (postneanic) の変態が2, 3知られている。

開口湾で観測された熱塩レンズについて*

中村重久**

On thermohaline lens observed in a wide-open bay*

Shigehisa NAKAMURA**

Abstract: This reports on formation and movement of a thermohaline lens observed in a wide-open bay. First, a conceptual model is introduced in order to show a real pattern of the waters in the bay considering inflow of river discharge and influences of the offshore waters from the open ocean. For the convenience, a part of the observed result in Tanabe Bay is introduced to demonstrate the model to be reasonable. The author believes that this is the first time of reporting the observed thermohaline lens in Tanabe Bay. This lens should be understood as a result of interaction of the river discharge and the effects of the offshore waters in the bay. The lens should be a three dimensional as that named Meddy in the eastern North Atlantic, though the scale of the former is completely different from the latter.

1. 緒言

外洋に面した開口湾は、その湾奥に、流入河川がある。また、この湾と河川との中間に干潟がある。このような条件をもった開口湾の河川水・湾内水・外洋水の静的あるいは動的安定状態について、簡単な模式的モデルを考えた。とくに、対象とする湾が感潮域であり、干潟での干潮時における水分蒸発が顕著な場合には、従来、沿岸海洋の問題として想定されていたものと全く異なる状態があらわれうる。本文では、そのような状態に対する観測の一例をも示し、沿岸域の現象が海洋学的には、まだ十分理解されていないことに論及したい。とくに熱塩レンズについて述べる。

2. 模式的思考モデル

外洋に面した開口湾は、一般に、複雑な形状であり、そこでの海水の流動パターンも、簡単なものではない。ただ、基本的特徴に焦点をあてて、湾軸沿いの縦断面にあらわれる状態を模式的モデルの導入によって検討する。

* 1992年3月29日受理 Received March 29, 1992

** 京都大学防災研究所附属白浜海象観測所

〒649-22 和歌山県西牟婁郡白浜町堅田畑崎
Shirahama Oceanographic Observatory, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, Katada-Hatasaki, Shirahama, Wakayama, 649-22 Japan

従来、感潮河川や感潮域の淡水と海水については、多くの検討例があり、また、多数のモデルもある。しかし、ここでは、そのすべてを紹介することはしない。

ここで導入しようとする模式的モデルは、Fig. 1のようなものである。湾奥では河川水流入 d_r があり、湾口では底層に外洋水 d_p の影響がある。湾内水 d_a は、 d_r と d_p との影響を受けている。とくに、Aの例では、水の密度について、 $d_r < d_a < d_p$ である。河川水の切離したものは沖合へ運ばれ、パッチとして認識される。ここでは、それぞれの水の密度が、それぞれの水温 T 、塩分 S と深さ D (あるいは圧力) の関数として定まると考えてよい。この場合、 TS 図に示すように、 d_r 、 d_a 、 d_p の代表的な水温および塩分は、点 P 、 X 、 Z で特徴づけられる。すなわち、水温は d_r 、 d_a 、 d_p の順に高く、塩分は d_r 、 d_a 、 d_p の順に高くなっている。湾内に残留した外洋水 d_p にパッチの名称は与えられた例はないようである。

干潮時の水位 LWL と満潮時の水位 HWL との間、潮間帯に位置する干潟では、河川水流量が微量となった時期には、日射や気温などの影響をうけて水分の蒸発がうながされ、干潟面での塩分濃縮がすすむ。このようにして、高塩分・高温の干潟の水は、湾奥から底層に、あるいは中層に流下する。

また、河川水 d_r が極度に低温ならば、Fig. 1Cのように、河川水は湾内底層に沿って沖へ向かう。この図で

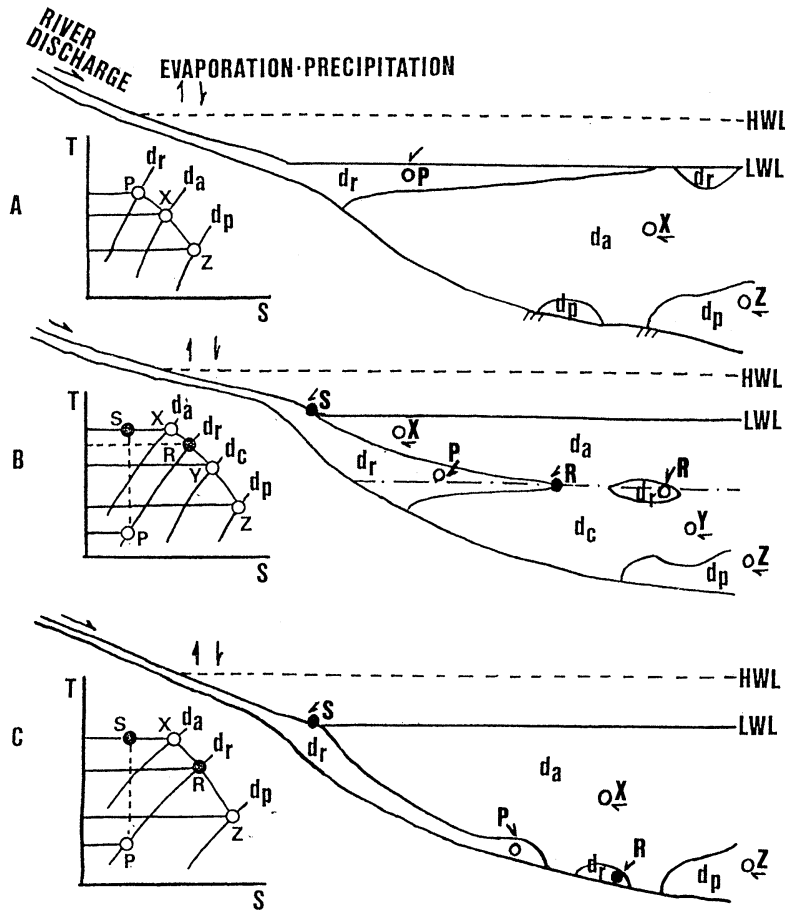


Fig. 1. Conceptual model of patterns of waters in a wide-open bay.
 (A) sea surface spread of river discharge,
 (B) subsurface intrusion of river water to form a subsurface thermohaline lens, and
 (C) creeping river water on the sea floor.

は、水の密度については、 $d_r < d_a < d_p$ である。代表点は、P, X, Z で示した。河川水が湾内水と接して、状態がSとなったときには、水の密度は d_r より小さくなり、 $d_r < d_a$ となることもありうる。また、 d_r の水が d_a の水と熱交換および塩分の二重拡散などによって、Rの状態になったときには、点X, R, Zでの水の密度は、 $d_a < d_r < d_p$ ということになる。

本文で、とくに、力をいれて説明をしたいのは、Fig. 1Bの例である。外洋水の影響は他の例と同じものとする。一般に、湾内水は外洋水と河川水との影響を受け、強混合によって表面から底面までほとんど一樣な場合もあるが、海面での日射などによる熱的効果により、成層の状態にある例も少なくない。このように成層した湾内水へ河川水が流入するとき、直ちに混合してしまうわけではなく、河川水の特性的をもったまま湾内の同一の密度

d_r の深さ(中層)に貫入する。その先端では、点Pで特徴づけられる河川水 d_r が、点Rの d_r になることが十分考えられる。代表点P, X, Y, Zと点Rとは、図のような位置関係になる。点Pの河川水の温度が湾内上層水 d_a と同じになったとき、塩分の変化がなければ、状態は点Sで表わされることとなり、水の密度も d_r より小さくなり、さらには、 d_a よりも小さくなる。流入河川水は湾内水を上層の d_a と下層の d_c とに分けることになる。この河川水 d_r が湾内水の影響を受け変質し、さらに、切離して沖合へ向かうものの存在は可能である。このような変質した切離水の形状は、レンズ状である観測例からみて、熱塩レンズと名付けて差支えないであろう。

地中海では海面からの水分の蒸発が顕著であり(たとえば、Toluazin, 1981)、これが、地中海の高塩分水形成に寄与しており、さらに、大西洋に出て、地中海水の

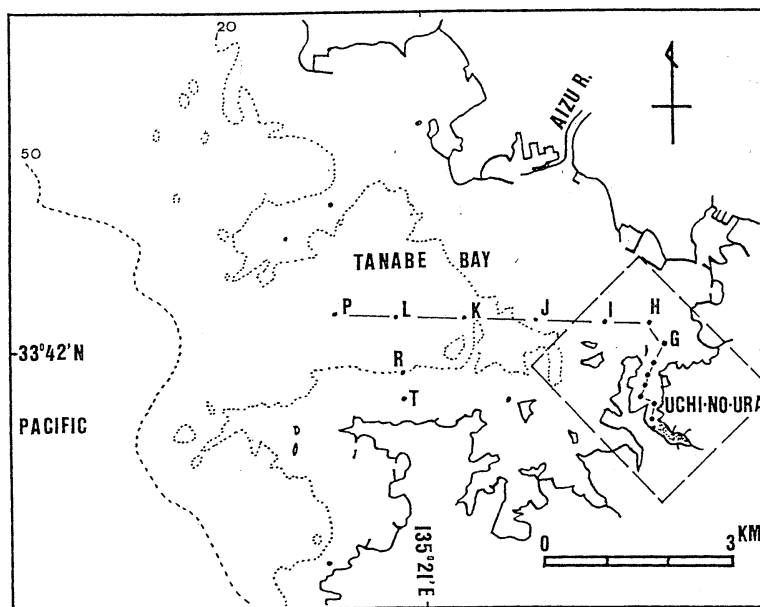


Fig. 2. Stations and survey line in Tanabe Bay as a wide-open bay.

特徴を維持しながら中層にレンズ状をなして、切離している。このような点で、熱塩レンズは、大きなスケールのもの（たとえば、Armiら、1988）もある。海水の力学を考えると、大西洋中層の熱塩レンズの特徴は、Fig. 1Bに示した例と基本的に変るところはない。Armiらの報告の後、大西洋の熱塩レンズの観測研究の例は多数にのぼることのみここに記す。

以上で、Fig. 1の模式的モデルとその検討を終ることとし、次に、観測例を示すこととしたい。

なお、これにさきだって、水温と塩分に加えて水深（あるいは水圧）が水の密度を決定する要因であることをここに記しておく必要がある。なぜならば、最近10数年にわたり、キャベリング効果（cabelling effect）が力学的に意義があるかのように取扱われているけれども、これは、水温と塩分のみを考え、水深（あるいは圧力）を無視した結果にすぎない。したがって、このような効果に力学的意義があるとすれば、水深の変動を考慮しないわけにはいかない。ここでは、この効果をさらに検討するつもりはない。

3. 観測例

上に述べたモデルに関連した観測例をここに示す。対象海域は、紀伊半島南西部の田辺湾および内の浦である（cf. Figs. 2 and 3）。観測点は、湾軸に沿ってとることとした。測点を結ぶ線に沿って、内の浦から田辺湾口ま

での鉛直断面について、水温・塩分の観測結果をまとめ、断面内分布パターンをFigs. 4-6に示した。これらの図の測点の位置は、Figs. 1および2の測点に対応する。ただし、便宜上、Figs. 4-6では、測点間の水平距離は示していない。測点の相互の位置関係のみを示している。

観測例のうち、Fig. 4は、内の浦に流入している河川水が、海表面を沖へ向かっていることわかる例のひとつである。これは、さきに示したFig. 1Aのパターンに対応する。

つぎに、Fig. 5では、塩分の分布から、河川水の湾内への流入過程でゆるやかな混合をしていることがある。垂表層に注目すると、この図では、密度逆転が、測点I周辺と測点C付近とに認められる。等密度線の作図とデータの離散度を考えると、密度逆転ではなくて、密度極大域あるいは密度極小域とみなされたかもしれない。いづれにしても、3次元の動的現象と考えなければ、このような観測結果は理解できない。なお、測点C付近の密度極大は、Fig. 1Bの例とみてもよいかもしれない。

また、Fig. 6では、田辺湾内の垂表層に、密度極小が認められる。測点H付近で、レンズ状をなしている。このような例は、田辺湾内で、過去において注目された例がない。おそらく、はじめて観測されたものようである。しかし、静的にみれば、垂表層の密度極小域は不安定であり、海面へと浮上するはずである。潮流の存在を考え、海岸線や海底地形を考慮すれば、垂表層の密度極

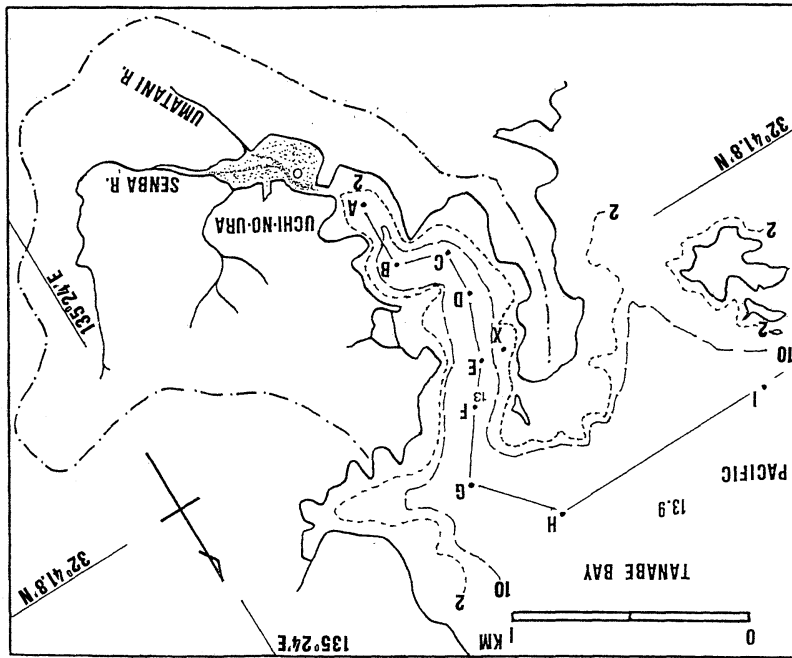


Fig. 3. An estuarine inlet "Utinoura" at the head of Tanabe Bay.

A survey line consists of stations A to I, catch ment area of rainfall for Utonoura is the area between the coastline and the hill's ridge indicated by a dot-dashed line, and wetland at the low tides is located between the rivers and the waters at the head of Utinoura (marked with 'O').

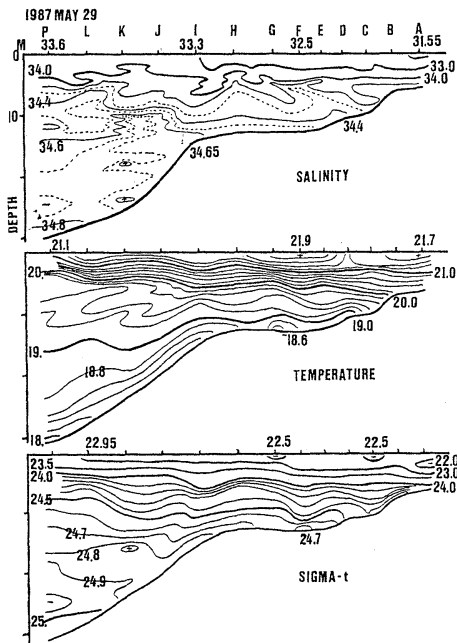


Fig. 4. Vertical sections of salinity, temperature and sigma-t on the 29th May 1987 (horizontal distance is not in scale).

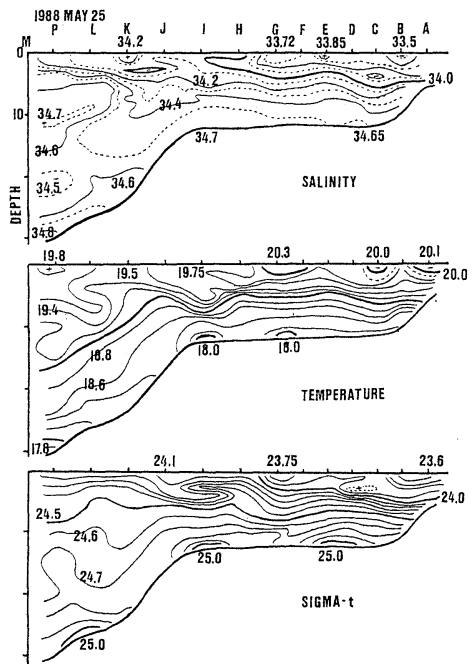


Fig. 5. Vertical sections of salinity, temperature and sigma-t on the 25th May 1988 (horizontal distance is not in scale).

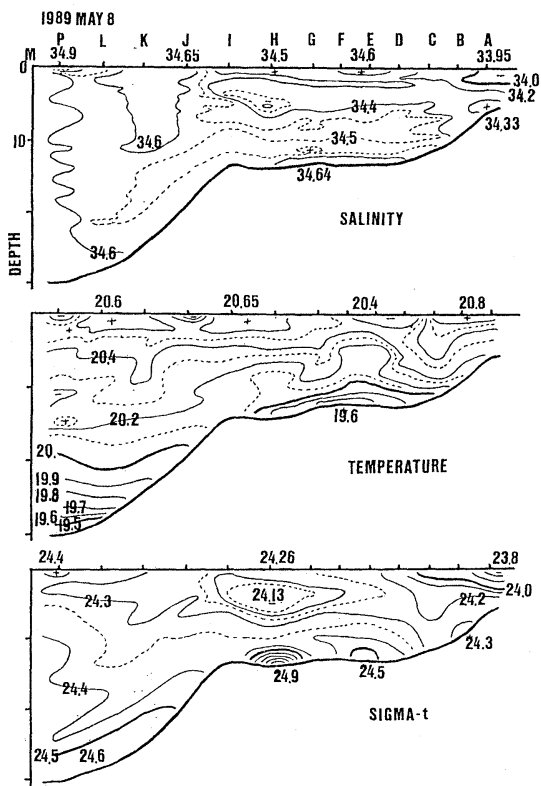


Fig. 6. Vertical sections of salinity, temperature and sigma-t on the 8th May 1989 (horizontal distance is not in scale).

小域の存在は、3次元の動的現象の一側面と考えなくてはなるまい。その鉛直断面は、厳密に、各測点での同時観測の結果ではない。1-2時間の観測であることから、潮汐と外洋の条件に海上の気象学的条件と関連して、垂表層にレンズ状になったものであろう。このレンズの中心が密度極小であることから、これは河川水起源であるとみられる。河川水が熱交換・塩分二重拡散の過程で形成されたものとみるべきだろう。このようなことから、これを熱塩レンズと名付けてもよいと思う。

なお、Fig. 6の測点Aの底面付近の塩分極大は、本文のはじめに述べた干潟における干潮時の熱的効果によるものとみることでもできる。このことは、Fig. 6のシグマ・tに対応させると肯定的に認めることができるようだ。

ここでは、日本周辺のような中緯度以外の沿岸にみられる外洋に面した湾にも着目し、湾内の流動状態の特徴を、全く新しい模式的思考モデルによって把えようとした。ここに示した観測例も、モデルとの対応の検証例である。細部については別の機会に記したい。

4. 考察

外洋に面した開口湾について、湾内水と流入河川水や外洋水とのかかわりを、新しいモデルによって特徴づけることを試みた。その基礎となった資料はごく限られた範囲のものかもしれないが、これまでに見過されていたものを明確にする手がかりを与えることになるものと考えている。

実際の観測例として、ここでは、北西太平洋に面した田辺湾の例を示した。これを単純に、鉛直断面内の水温・塩分・密度の分布の数値モデルと対比することは、かならずしも適当ではない。時間変数を考慮した3次元数値モデルを利用したとしても、外洋の条件は不明である。観測例が数値モデルと対応したとしても、それが一義的なものかどうかを確認することは容易ではない。

ここで示した観測例の力を目的として、養殖筏からプロペラ式流速計を吊り、点×(Fig. 3)で、大潮時に満潮時刻からその次の満潮時まで、流速鉛直分布の時間的変化を観測した。点F(Fig. 3)では、約1ヶ月間の係留測流をした。いづれにしても、流速の分布や変動は複雑であり、ここには示さないが、3次元的现象であることがわかった。ADCPを利用した流速観測は、未だその成果を論ずるまでに至っていない。沿岸域の浅海では、ADCPは十分機能を発揮できるまでに至っていない。点Fでの水温・塩分をみると、基本的にFig. 1のパターンのひとつがあらわれていると解釈される例もあったが、時間的変動は複雑である。点R(Fig. 2)での補助的定点点測流例や、点T(Fig. 2)に位置する白浜海象観測塔の風・気温・水温などの観測結果も、ここでは、現象の局地性を強く認識する助けとなった。このようなことで、流速の観測結果の詳細は、ここに示さなかった。

いづれにしても、本文でとくにとりあげようとした熱塩レンズについて、ほかには、何もこれを支持するような資料はない。

ただし、田辺湾内の2次元モデルによる流速パターンの時間的変動の一部がLee(1992)によって紹介されている。外海の流れの条件によっては、田辺湾内に渦があらわれるときがある。その位置は、垂表層の熱塩レンズの観測された位置に近い。

5. 結 言

開口湾で観測された熱塩レンズの特徴について論じた。はじめに、湾軸鉛直断面での湾内水と流入河川水・外洋水との相互関係を模式化して、思考モデルを導入した。

つぎに、田辺湾の観測例によって、思考モデルとの対応を検討し、とくに、湾内亜表層熱塩レンズの特徴を示した。詳細については、動的3次元問題としての検討をまたなくてはならない。

なお、本文は、投稿後、1990年9月現在の原稿を1991年7月に改訂し、1992年3月に再度改訂した。この間、時間の経過によって本文の本質的部分は変更していない。

文 献

- ARMI, L., D. HERBERT, N. OKAEY, J. PRICE, P. L. RICHARSON, T. ROSSBY and B. RUDDICK (1988): The history and decay of a Medditerranean salt lens. *Nature*, **333** (5174), 649-651.
- LEE, J. H. -W. (ed.) (1992): *Environmental Hydraulics*. Balkema, Rotterdam, 1663p. (especially, pp. 943-948).
- TOLUAZIN, D. (1981): *Element of dynamic oceanography*. Allen & Unwin, Boston, 181p..

Faits divers

Formation of aposporous gametophytes from dedifferentiated young sporophyte cells of *Laminaria japonica* ARESCHOUG (Laminariales, Phaeophyta)*

Masahiro NOTOYA** and Yusho ARUGA**

There have been reports on the aposporous formation of male and female gametophytes from the explant tissues in three species of Laminariales. FRIES (1980) reported in *Laminaria digitata* and *L. hyperborea* that the callus was formed from explants of the blade meristematic zone, and the callus cells developed aposporously to male and female gametophytes, which formed sporophytes by fertilization. LEE (1985) reported similar observations in *L. saccharina*.

On the other hand, SAGA *et al.* (1978) reported in *L. angustata* that a single cell from callus-like structure induced in long-term cultivation of the sporophyte directly formed a new sporophyte. FANG *et al.* (1983) and YAN (1984) reported in *Laminaria japonica* and *Undaria pinnatifida* that young sporophytes developed directly from explant tissues. We reported in *Ecklonia cava* (NOTOYA and ARUGA 1989) and *Eisenia bicyclis* (NOTOYA and ARUGA 1990) that callus-like cells developed from the explant and they differentiated directly to new sporophytes.

In this paper we report aposporous formation of gametophytes from dedifferentiated cells of young sporophytes of *Laminaria japonica* under a long period of culture in the laboratory.

A mature sporophyte of *Laminaria japonica* was collected in Ohma, Shimokita Peninsula, Aomori Prefecture, on October 30, 1988. Next day, zoospores released from the sporophyte were collected in laboratory. They were cultured to obtain gametophytes at 15 °C under a

photoperiod of 10L:14D, illuminated by cool white fluorescent lamps at about 20 μ mol photon $m^{-2}s^{-1}$ in an incubator (Sanyo M-551).

The gametophytes matured and produced sporophytes by fertilization. When young sporophytes became about 1 cm long, blades were separated from stipes. About 30 pieces of the blade were cultured in a bottle with 100 ml culture medium (PESI) under the same conditions for about one and half a year. The culture medium was changed at three- or four-month intervals.

During the culture, the blade cells were partly dead, whereas the living parts became a globular lump (Fig. 1A). Small and large callus-like cells were observed in the lump when it was lightly squashed on the slide glass by cover slip. When it was squashed more intensively, these cells were separated from each other and became small or large single spherical cells (Fig. 1B). These cells were suspended and cultured in Petri dishes with PESI medium. Germination and filamentous uniseriate growth were observed from each cell after a week (Fig. 1C). The narrow or wide filamentous germlings were grown in culture (Fig. 1D-F), and these filamentous plants matured to be male or female gametophytes in a month (Fig. 1G & H). After another month in culture, the sporophyte developed on the female gametophyte (Fig. 1I).

Thus, the cells of young sporophytes of *Laminaria japonica* were dedifferentiated and became easily separated in long-term culture. The culture system was not axenic, and it is not evident whether the sporophyte cells were separated by bacterial enzymes or not. The separated cells developed aposporously into male and

* Received January 15, 1992

** Laboratory of Phycology, Tokyo University of Fisheries, Konan-4, Minato-ku, Tokyo, 108 Japan

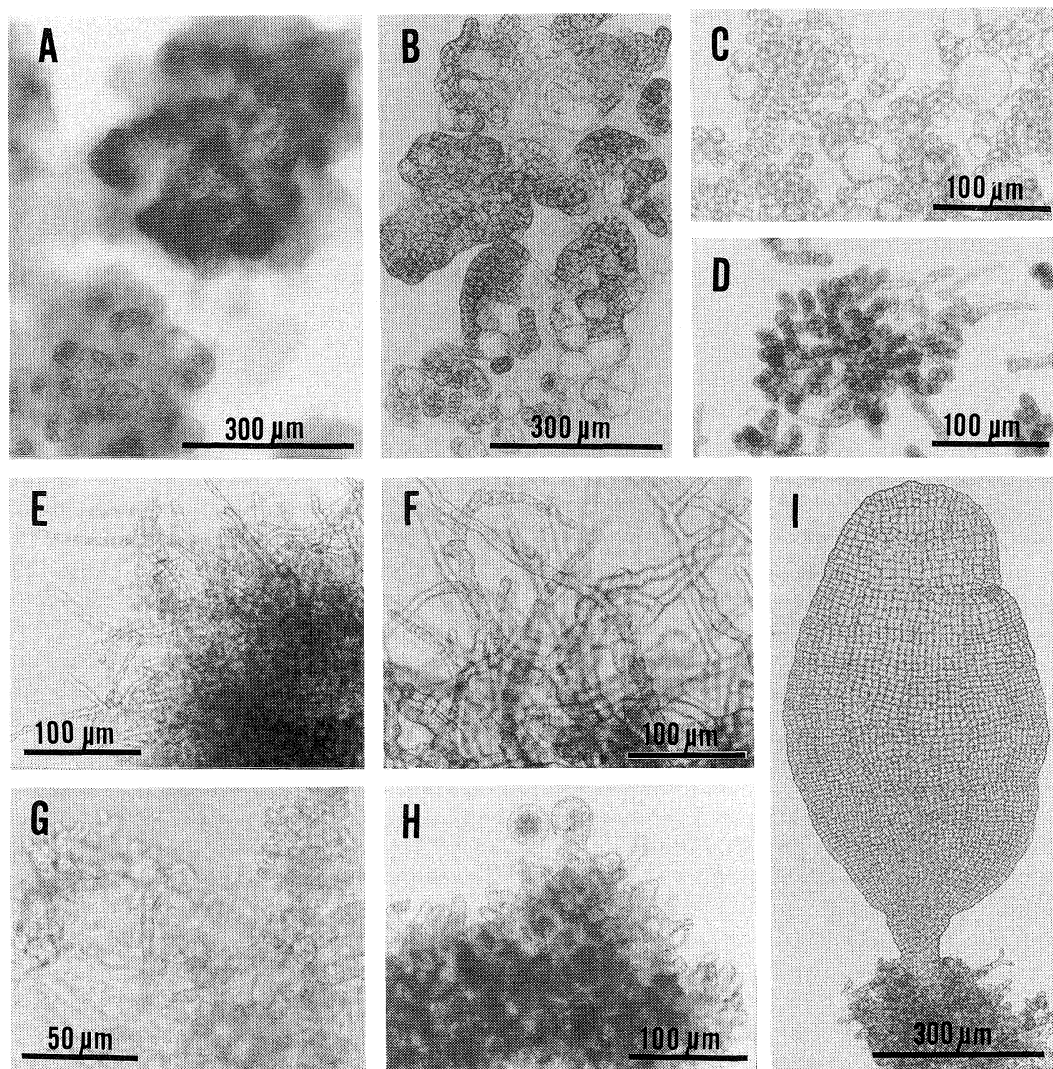


Fig. 1. Formation of aposporous gametophyte from dedifferentiated sporophyte cells of *Laminaria japonica* ARESCHOUG. (A) Globular lump of sporophyte cells in long-term culture. (B) Small and large cells in globular lump after squashed lightly. (C) Separated small and large cells after squashed intensively. (D) Germinated cells suspended in liquid medium after a week in culture. (E) Narrow filamentous germlings likely to be male gametophytes. (F) Broad filamentous germlings likely to be female gametophytes. (G) Narrow filamentous germlings matured and produced spermatial zoospores. (H) Broad filamentous germlings produced eggs. (I) A sporophyte developed on female gametophytes.

female gametophytes, and sporophytes developed on the female gametophytes. Although the cytological evidence was not observed on the developed gametophytes, the results are the same as those reported by NAKAHARA and NAKAMURA (1973) in which isolated single cells from *Alaria*

classifolia sporophyte developed into gametophytes. FRIES (1980) and LEE (1985) reported that aposporous gametophytes developed from the tissue of *Laminaria* spp. They found in long-term cultured tissue that aposporous gametophytes developed in the same way as in this

experiment. In *L. angustata*, however, a single cell from callus-like structure induced from young sporophyte in long-term culture developed directly to sporophyte (SAGA *et al.* 1978). Therefore, it seems that aposporous gametophyte formation is induced in the case of nutrient depletion, while in sufficient nutrients is induced direct development of the sporophyte.

References

- FANG, Z., Z. YAN and Z. WANG (1983): Some preliminary observations on tissue culture in *Laminaria japonica* and *Undaria pinnatifida*. *Kexue Tongbao* **28**: 247-249.
- FRIES, L. (1980): Axenic tissue cultures from the sporophyte of *Laminaria digitata* and *Laminaria hyperborea* (Phaeophyta). *J. Phycol.* **16**: 475-477.
- LEE, T. (1985): Aposporous gametophyte formation in stipe explants from *Laminaria saccharina* (Phaeophyta). *Bot. Mar.* **28**: 179-185.
- NAKAHARA, H. and Y. NAKAMURA (1973): Parthenogenesis, apogamy and apospory in *Alaria crassifolia* (Laminariales). *Mar. Biol.* **18**: 327-332.
- NOTOYA, M. and Y. ARUGA (1989): Tissue culture from the explant of *Ecklonia cava* KJELLMAN (Laminariales, Phaeophyta). *Jpn. J. Phycol.* **37**: 302-304.
- NOTOYA, M. and Y. ARUGA 1990. Tissue culture from the explant of stipe of *Eisenia bicyclis* (KJELLMAN) SETCHELL (Laminariales, Phaeophyta). *Jpn. J. Phycol.* **38**: 387-390.
- SAGA, N., T. UCHIDA and Y. SAKAI (1978): Clone *Laminaria* from single isolated cell. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* **44**: 87.
- YAN, Z. (1984): Studies on tissue culture of *Laminaria japonica* and *Undaria pinnatifida*. *Proc. Int. Seaweed Symp.* **11**: 314-316.

マコンブ幼胞子体の脱分化細胞からの配偶体形成

能登谷正浩・有賀祐勝

要旨：マコンブの幼胞子体を1年半の長期間にわたって15°C、約20 $\mu\text{mol photon m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 、10L:14Dの条件下で培養し続けた結果、胞子体の葉状部が塊状に変化し始めた。この塊状部分をスライドグラス上で軽く押し潰したところ、各細胞は大小の球形細胞となって容易に分離した。分離した細胞を液体培地で培養したところ、それぞれの細胞は発芽して細い糸状または太い糸状の藻体となり、マコンブの雌雄配偶体に似た体に発達した。その後これらの藻体は成熟して卵または精子を形成し、受精が行われて雌配偶体上に胞子体が発達した。

第15期特別委員会の活動始まる

平成4年3月 日本学術会議広報委員会

日本学術会議では、昨年10月の総会において設置された第15期の各特別委員会が活動を始めましたが、今回の日本学術会議だよりでは、これらの特別委員会に加えて、日本学術会議主催 IGBP シンポジウム等についてお知らせいたします。

第15期の特別委員会

昨年10月の第113回総会で決定された、日本学術会議の第15期活動計画では、活動の重点目標として、①人類の福祉・平和・地球環境の重視、②基礎研究の重視、③学術研究の国際貢献の重視、の3本の柱を掲げるとともに、これらの重点目標を踏まえて、多方面の科学者によって構成される日本学術会議にふさわしく各分野にわたって広く対応し、かつ第15期中に適切な形で報告・提言に取りまとめるべき具体的課題として14の課題を選定している。

具体的課題のうち、今期中に一応の結論を出すことが望ましい臨時的な7つの課題については、それぞれ特別委員会を設置し、審議を開始した。

各特別委員会の名称及び任務等は次のとおりである。

◆文化としての学術

委員長：宅間 宏（第4部会員）

（任務）学術は、人類発展の基礎である。学術研究の意義についての社会的認識を深めるため、文化としての学術の在り方を検討する。

◆平和と安全

委員長：香西 茂（第2部会員）

（任務）平和と安全の確保や国際摩擦の解消等に関する研究推進の在り方及び研究体制等について検討する。

◆死と医療

委員長：小坂二度見（第7部会員）

（任務）医療技術の急速な進展は、自然科学の分野だけでなく、人文・社会科学の領域にも種々の問題を提起している。終末医療における尊厳死、安楽死や医療経済の問題、さらに説明と同意などの社会的側面等人の死と医療の在り方について検討する。

◆生命科学と社会的諸問題

委員長：山科郁男（第7部会員）

（任務）生命科学とその応用の急速な進展に伴い、倫理的、社会的諸問題並びに規制の在り方等について検討する。その際、我が国における生命科学の研究体制の在り方にも留意する。

◆人口・食糧・土地利用

委員長：梶井 功（第6部会員）

（任務）世界人口の増加や地球環境変化による食糧需給の不安定化問題と、これらに伴う土地利用変化の諸影響等を総合的に検討して、人間活動の在り方を探る。また、一極集中の激しい我が国の現状を勘案し、今後の国土利用の在り方についても検討する。

◆資源・エネルギーと地球環境

委員長：吉野正敏（第4部会員）

（任務）資源・エネルギーの開発と利用に伴う自然及び人間社会への影響を研究し、「持続可能な発展」のための諸方策と環境教育の在り方等について検討する。

◆巨大システムと人間

委員長：内山喜久雄（第1部会員）

（任務）技術革新・システムの巨大化が人間に及ぼす影響について、安全性確保と人間性尊重の立場から検討する。

これらの各特別委員会は、発足以来現在までに各々2～3回の会議を開催して、それぞれの任務に添った具体的な審議課題や今後の審議計画等について熱心に審議を進めている。今後の審議の成果が大いに期待されているところであり、今後、審議成果が発表され次第紹介していく予定である。

公開講演会の開催状況

第15期に入って、初めて開催された日本学術会議主催公開講演会は、「文明の選択—都市と農業・農村の共存を目指して—」と題して、平成4年1月27日(月)13時30分～16時30分に、福岡明治生命ホール(福岡市)で開催され、水間会員(第6部)、北村会員(第6部)及び利谷会員(第2部)の講演が行われ、多数の聴講者があった。

つづいて、「子どもの人権を考える」と題して、平成4年3月7日(土)13時30分～16時30分に、日本学術会議講堂で開催され、堀尾会員(第1部)、永井会員(第2部)及び馬場会員(第7部)の講演の後、熱心な質問が続出した。

地球圏—生物圏国際協同研究計画(IGBP)シンポジウム

日本学術会議主催の地球圏—生物圏国際協同研究計画(IGBP)シンポジウム「日本のIGBP研究の現状と将来」が去る2月4日(火)、5日(水)の両日、日本学術会議を会場として開催された。

日本学術会議においては、平成2年4月の総会において、「地球圏—生物圏国際協同研究計画(IGBP)の実施について(勧告)」を採択し、政府に対し研究の積極的な推進を求めたところであるが、IGBPについて国内の各研究者、研究機関において実施される研究の促進を図るとも

に、この研究が極めて多くの分野にわたり、また多数の研究機関が関与していることから、この研究の連絡、調整を図る場として、本シンポジウムを開催することとしたものである。また、我が国のIGBPの研究が、広義のモンスーン・アジア地域、西太平洋地域、極域を中心に行われることから、これらの地域の研究者を招きそれぞれの国の研究の状況の紹介、意見交換を行った。

本シンポジウムの内容は次のとおりである。

〔1日目〕

講演 IGBPについて

第1領域～大気微量成分の変動と生物圏

- (1) 地球大気化学国際協同研究計画 (IGAC)
- (2) IGACの東アジアにおける展開 (APARE)

第2領域～海洋における炭素循環

- (3) 海洋における炭素循環

第3領域～地球変化に係わる生態系及び水循環

- (4) 炭酸ガス変動が炭素循環に及ぼす影響
- (5) 水循環と生態系 (BAHC)

第4領域～地球圏-生物圏の相互作用を考慮したモデリング

- (6) 気候モデルおよび大気化学モデル
- (7) 局地気候・環境モデリングの立場から
- (8) 生態系モデリングの立場から

第5領域～IGBPにおける地球観測衛星の整合性と問題点

- (9) 気象衛星データの現状と将来
- (10) 地球観測衛星データの現状と将来
- (11) NASA EOS と ASTER

第6領域～古環境変化の原因と応答

- (12) PAGESについて
- (13) 南極氷床ドーム深層掘削観測計画
- (14) 温暖化と沿岸環境

第7領域～農林水産活動の地球環境への影響

- (15) 農業生態系に関する地球環境研究-メタンと温暖化-
- (16) 森林・林業に関する地球環境研究-炭素収支と温暖化の抑制-

〔2日目〕

特別講演～ナショナルプロジェクト紹介～

～ オーストラリア、中国、フィリピン、タイ及び日本

領域別個別討議

第1領域から第7領域まで

各領域からの報告

総合討議

当日は2日間にわたるシンポジウムであったが300人を超える参加者があり、盛況のうちに終了した。

本シンポジウムの成果は、報告書として取りまとめ、今後の研究の参考資料として関係機関・研究者等に配布することとしている。

なお、平成4年度にも引き続き本シンポジウムを開催する予定である。

二国間学術交流事業

日本学術会議では、二国間学術交流事業として毎年代表団を海外に派遣し、訪問国の科学者等と学術上の諸問題について意見交換を行って、相互理解の促進を図る事業を行っている。

この事業は、昭和58年度から実施されており、これまでにアメリカ合衆国、連合王国、オーストラリア、中華人民共和国等19か国に代表団を派遣してきた。

平成3年度は、11月4日から14日までの11日間の日程で、ベルギー王国及びオーストリア共和国へ、川田侃副会長を団長とする計10名（うち随行事務官2名）から成る代表団を派遣した。

ベルギー王国では、科学技術担当省、科学、文学及び芸術に関する王立アカデミー、ブリュッセル自由大学、EC本部教育関係機関、EC本部環境総局などを、また、オーストリア共和国では、科学研究省、オーストリア科学アカデミー、ウィーン大学、ドナウ河畔の国連都市にある国際原子力機関 (IAEA)、国連工業開発機関 (UNIDO) などを訪問した。

各訪問先では、関係者との間で、それぞれの国の学術研究体制や科学技術政策などをめぐって活発な意見交換が行われた。

特に印象的だったものとして、まずベルギー王国では、ECが推進しているERASMUS計画、これは EC Action Scheme for the Mobility of University Studentsの略で、EC12か国の大学生を域内各国へ相互留学させて、専門科目や語学の能力向上あるいは風俗習慣の理解をはかることとするもので、ECの将来に大きく貢献するものと思われる。また、ベルギー王国は、長い歴史の流れの中で、フランス語とオランダ語の2か国語が話されてきたため、この言語間の対立が、政治・経済の発展はもとより、学問の分野にも非常に複雑な影響を与えていることであった。今回訪問した科学、文学及び芸術に関する王立アカデミーやブリュッセル自由大学もまったく同名のアカデミーと大学がフランス語系 (ワロン系) とオランダ語系 (フラマン系) とに分かれて存在しており、我々の代表団も、団編成を2班に分けてこれらの機関を訪問することになったことは、非常に印象的であった。

オーストリア共和国では、650年の伝統をほこるウィーン大学やオーストリア科学アカデミーの建物の重厚さを目を見はり、またドナウ河畔に作られた国連都市にIAEAとUNIDOの2つの国連機関を訪問した際には、IAEAのチェルノブイリ原発事故以後の核問題への積極的な取り組みやUNIDOの開発途上諸国における工業発展に対する貢献度の大きさに団員一同大いに感激するとともに、D. L. Siason Jr. UNIDO事務局長の流暢な日本語には、だれもがびっくりさせられた。

近年、学術、特に基礎研究における我が国の国際貢献の重要さがウェイトを増す中で、この種の学術交流事業は益々強化されるべきものであることを、派遣代表団員全員が強く認識させられた今回の渡欧であった。

御意見・お問い合わせ等がありましたら、下記までお寄せください。

〒106 東京都港区六本木7-22-34

日本学術会議広報委員会 電話03(3403)6291

学術国際貢献特別委員会設置される

平成4年5月 日本学術会議広報委員会

日本学術会議は、去る4月15日から17日まで第114回総会（第15期3回目の総会）を開催し、新たに「学術国際貢献特別委員会」を設置しました。今回の日本学術会議だよりでは、同総会の議事内容及び3月に開催されたAASSREC執行委員会等についてお知らせいたします。

旧ソ連邦の科学者に対する緊急の支援措置について（会長談話）

平成4年2月25日
日本学術会議
会長 近藤次郎

ソ連邦が解体したことに伴い、旧ソ連邦における多くの科学者は、研究の継続が困難となり、研究組織も崩壊の危機に直面していると伝えられており、これが事実とすれば、世界に与えるその影響は計り知れないものがあると思われる。

いうまでもなく、人類の進歩にとって科学の向上発展は不可欠のものであり、その意味で、今日の旧ソ連邦の実情は憂慮に堪えないところである。

この際、我々日本の科学者は、学協会等を通じる等の方法で、旧ソ連邦の科学者に対し、能う限りの支援を行う必要があると考える。

なお、旧ソ連邦の科学者と我が国の科学者との間の一般的な国際学術交流・協力をより一層充実するための方策等については、我が国の学術の分野における国際貢献の一環として、日本学術会議において引き続き検討することとしたい。

（注）

本談話は、日本学術会議において国際交流・協力問題について調査・審議を行っている第6常置委員会から2月14日（金）の連合部会に問題提起され、各部会で検討され審議を経た後、2月25日（火）の第785回運営審議会に提案され審議されたものである。

日本学術会議第114回総会報告

日本学術会議第114回総会（第15期3回目の総会）は、4月15日～17日の3日間開催された。

第1日（4月15日）の午前。まず、会長からの前回総会以後の経過報告及び各部・各委員会等の報告が行われた。次いで、今回総会に提案されている2案件について、それぞれ提案説明がなされた後、質疑応答が行われた。

第1日の午後。各部会が開催され、午前中に提案説明された総会提案案件の審議が行われた。

第2日（4月16日）の午前。前日提案された案件の審議採決が順次行われた。

まず、「副会長世話担当研究連絡委員会の運営について（申合せ）の一部改正」が採択された。これは、「副会長世話担当研究連絡委員会運営協議会」という名称を「複合領域研究連絡委員会運営協議会」に改めるとともに、運営協議会のより円滑な運営を図るために、必要な措置を講じたものである。

次いで、「学術国際貢献特別委員会の設置について（申合せ）」が採択された。これは、学術の分野における我が国の国際貢献の在り方について検討するための特別委員会を設置したものである。

なお、審議・採決の終了後、さきに会長談話として発表した「旧ソ連邦の科学者に対する緊急の支援措置について（平成4年2月25日）」に関連して、旧ソ連邦の科学者の実情調査のために、当会議からロシアに派遣された第6常置委員会幹事の宅間会員から、その調査結果について報告が行われた。

第2日の午後。各部会が開催され、各部における懸案事項について審議が行われた。

第3日（4月17日）午前には、各常置委員会が、午後には、各特別委員会がそれぞれ開催された。

学術国際貢献特別委員会の設置

本会議は、昨年10月に開催した第113回総会における内閣官房長官からの学術の分野における我が国の国際貢献の在り方についての検討依頼を踏まえ、今回の第114回総会において学術国際貢献特別委員会を設置した。

AASSREC執行委員会の開催

去る3月23日から26日にかけて4日間、AASSREC (Association of Asian Social Science Research Councils) 執行委員会が日本学術会議の会議室で開催された。外国代表団は前AASSREC会長で現副会長のR・トリニダード教授(フィリピン社会科学協議会)、同じく副会長代行のJ・J・スモリッツ教授(オーストラリア社会科学アカデミー)、AASSREC事務局長のD・N・ダナガレ教授(インド社会科学協議会)、同じく事務幹事のV・K・メーク博士(同上)のAASSREC側4理事と、タイ国バンコック駐在のUNESCO人間社会科学地域アドヴァイザーのY・アタル博士の5名。

日本側は、現AASSREC会長の川田侃日本学術会議副会長のほか、来年9月に川崎市のKSP(神奈川サイエンス・パーク)で日本学術会議が共催して開く予定の「AASSREC第10回日本総会」の組織運営委員会委員長山田辰雄教授(慶応義塾大学、アジア政経学会理事)、同事務局長・平野健一郎教授(東京大学、アジア政経学会前理事長)、及び日本学術会議AASSREC専門委員会幹事浦田賢治会員(第2部)の3名がオブザーヴァーの資格で参加、連日、時間を措しむかのように、AASSRECの運営や来たるべき第10回総会の打合せなどについて、熱心な討議が続けられた。

また討議の合間を縫うようにして、外国代表団は近藤次郎日本学術会議会長表敬訪問、日本学術会議運営審議会における挨拶などのほか、川崎にも赴き市長表敬訪問、KSP視察などを精力的に行った。日本学術会議も、近藤会長主宰のレセプションを催し、関係諸国の東京駐在大使館スタッフなどを招いて、アジア・太平洋地域における学術交流と発展のための意見交換の場を設け、友好的な雰囲気の中で談論が風発、至るところで談笑の花が開いた。

AASSRECはアジア・太平洋地域の社会科学領域における国際学術上部組織で、いわゆるアンブレラ・オーガニゼーションである。1973年にインドのシムラで「社会科学の教育・研究に関するアジア会議」が開かれた際に設立が合意され、それ以来UNESCOの協力のもとに発展を遂げてきた。AASSRECは加盟各国それぞれの文化的伝統を尊重しつつ、社会科学の研究、教育、知識の普及などを促進することを通して、この地域における社会科学の発達を図ることを目的に、加盟諸国の社会科学協議会、またはこれに類する団体(1国1会員)により構成されている。

加盟国はオーストラリア、インド、中国、ニュージーランド、フィリピンなど、1991年8月現在、15カ国であるが、国(くに)会員のほかに、準会員の制度もあり、将来この地域の各国の学協会や研究所等が準会員としてAASSRECの活動に参加する道も開かれている。出版活動としては、隔年に開催される総会における諸報告やシンポジウムなどの出版のほか、定期刊行物「aassrec panorama」が年2回出されている。

AASSRECには最高決定機関である総会のほかに、会長、副会長(2名制)、事務局長の4名で構成される理事会が置かれているが、これにさらにUNESCOの地域アドヴァイザーが加わって開かれる執行委員会に事実上の運営権限があるようにみえる。今回、日本学術会議で開かれた会議はAASSRECとしては極めて重要な会議であったといえる。AASSRECはUNESCOによって承認された「非政府機関(NGO)」の地位をもち、絶えずUNESCOと緊密な関係を保っているが、同じくUNESCOによって承認されたNGOの地位をもつIFSSO(国際社会科学団体連盟)とも相互協力関係にある。

平成4年(1992年)度共同主催国際会議

日本学術会議では、我が国において開催される学術関係国際会議のうち毎年おおむね6件について、学・協会と共同主催している。

本年もまた、6件の国際会議を共同主催することとしており、その概要は、次のとおりである。

◆第5回世界臨床薬理学会議(7月26日~31日)

この会議は、臨床薬理学に関する研究を進展させるため討論を行い、最新の研究情報を交換することを目的として横浜市(横浜国際平和会議場)において開催される。

参加予定人数は3,000人(国外1,500人、国内1,500人)、参加予定国数は49か国。

◆第14回国際平和研究学会総会(7月27日~31日)

この会議は、平和学に関する研究を進展させるため討論を行い、最新の研究情報を交換することを目的として京都市(国立京都国際会館及び立命館大学)において開催される。

参加予定人数は450人(国外250人、国内200人)、参加予定国数は45か国。

◆第8回国際バイオレオロジー会議(8月3日~8日)

この会議は、バイオレオロジー学に関する研究を進展させるため討論を行い、最新の研究情報を交換することを目的として横浜市(横浜国際平和会議場)において開催される。

参加予定人数は500人(国外150人、国内350人)、参加予定国数は26か国。

◆国際地質科学連合評議会及び第29回万国地質学会議

(8月24日~9月3日)

国際地質科学連合評議会は、同連合の最高決定機関であり、運営事項を協議、決定することを目的とするものである。また、万国地質学会議は、地質学に関する研究を進展させるため討論を行い、最新の研究情報を交換することを目的として京都市(国立京都国際会館)において開催される。

参加予定人数は5,300人(国外3,200人、国内2,100人)、参加予定国数は94か国。

◆第9回国際光合成会議(8月30日~9月5日)

この会議は、光合成に関する研究を進展させるため討論を行い、最新の研究情報を交換することを目的として名古屋市(名古屋国際会議場)において開催される。

参加予定人数は1,000人(国外500人、国内500人)、参加予定国数は41か国。

◆第11回国際光生物学会議(9月7日~12日)

この会議は、光生物学に関する研究を進展させるため討論を行い、最新の研究情報を交換することを目的として京都市(国立京都国際会館)において開催される。

参加予定人数は1,000人(国外600人、国内400人)、参加予定国数は52か国。

御意見・お問い合わせ等がありましたら、下記までお寄せください。

〒106 東京都港区六本木7-22-34

日本学術会議広報委員会 電話03(3403)6291

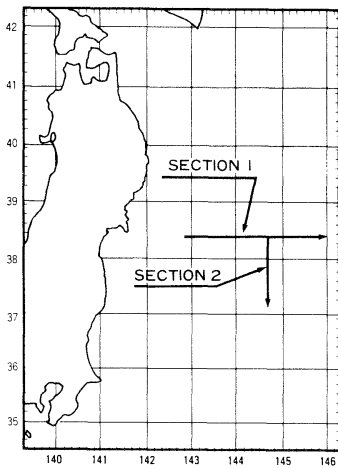
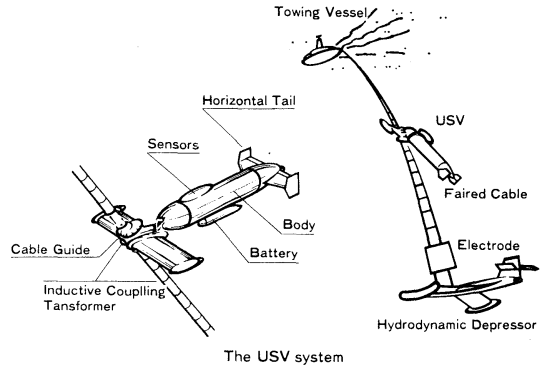
賛 助 会 員

旭化成工業株式会社	東京都千代田区有楽町 1-1-2 三井ビル
株式会社 旭 潜 研	東京都北区栄町 9-2
阿 部 嘉 方	東京都練馬区春日町 2-15-6
株式会社 内田老鶴園 内 田 悟	東京都文京区大塚 3-34-3
有限会社 英和出版印刷社	東京都北区中里 2-7-7
株式会社 カ イ ジ ョ ウ	東京都西多摩郡羽村町栄町 3-1-5
財 海 洋 生 物 環 境 研 究 所	東京都千代田区内神田 1-18-12 北原ビル内
株式会社 川 合 海 苔 店	東京都大田区大森本町 2-31-8
三 信 船 舶 電 具 株 式 会 社	東京都千代田区神田 1-16-8
株式会社 自然・情報環境研究所	横浜市栄区桂町 1-1, 3-401
昭 和 電 装 株 式 会 社	高松市寺井町 1079
新日本気象海洋株式会社	東京都世田谷区玉川 3-14-5
全日本爬虫類皮革産業連合会	東京都足立区梅田 4-3-18
株式会社 高 岡 屋	東京都台東区上野 6-7-22
株式会社 鶴 見 精 機	横浜市鶴見区鶴見中央 2-2-20
株式会社 東京久栄技術センター	埼玉県川口市芝鶴ヶ丸 6906-10
株式会社 東急フーズミート	東京都品川区東品川 4-10-21
株式会社 西日本流体技研	長崎県佐世保市棚方町 283
日本アクアラング株式会社	神奈川県厚木市温水 2229-4
株式会社 日立造船技術研究所 バイオ研究センター	大阪市此花区桜島1-3-22
宮 本 悟	東京都中央区かきどき 3-3-5 かちどきビル 隣本地郷
株式会社 読 売 廣 告 社	東京都中央区銀座 1-8-14
渡 辺 機 開 工 業 株 式 会 社	愛知県渥美郡田原町神戸大坪 230
株式会社 渡 部 計 器 製 作 所	東京都文京区向丘 1-7-17

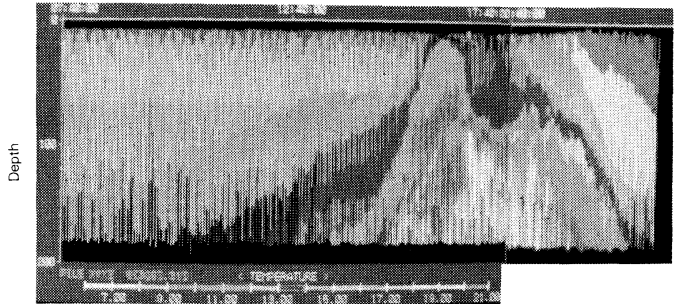
スライド式高速曳航体 JAMSTEC TSK 方式

Underwater Sliding Vehicle System (USV)

- 本システムは海洋科学技術センター殿の御指導によって開発されました。
- USVは小型かつ軽量で極めて優れた水中運動性能を有しております。
- 電磁誘導伝送方式を使うことにより船上からのUSVの昇降運動制御及びリアルタイム信号モニタリングを行うことができます。
- 取得データはFD及びハードディスクに記録し2次電算機処理に供します。



38° 20' N 144° 40' E 0 50 (KM) 37° 05' N 144° 40' E



T.S.スライド式高速曳航体によって得られた三陸沖の水温鉛直分布のカラー画像。

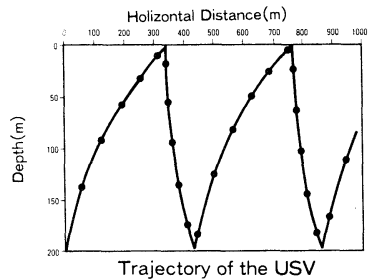
(海洋科学技術センター殿から資料を御提供頂きました。)

SPECIFICATIONS

Towing Speed :0~8knots
 Operation Depth:Max.400m
 Tow Cable :8mm hydrodynamically faired stainless steel wire rope with polyurethane coating

Sensor	Range	Accuracy
Conductivity	20~70ms	±0.05ms
Temperature	-2~35C	±0.05C
Depth	0~400dbar	0.5%FS

Data Transport :Inductive Coupling Data Communication System
 Sampling Rate :5times per second
 Sensor Battery Life :50hours



T.S.K

株式会社 鶴見精機

本社 〒230 神奈川県横浜市鶴見区鶴見中央2-2-20
 TEL.(045)521-5252 FAX.(045)521-1717
 白河工場 〒969-03 福島県西白河郡大信村大字中新城字弥平田
 TEL.(0248)46-3131 FAX.(0248)46-2288

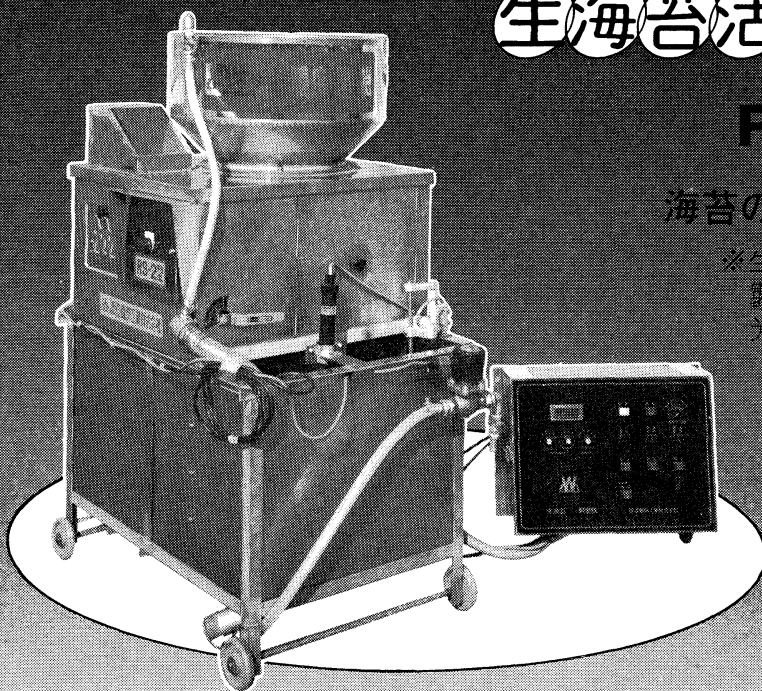
TSK AMERICA INC.

828 MILLS PL.N.E. NORTH BEND, WA. 98045, U.S.A.
 TEL.206-888-3404 TLX.230754235 TSKA SEA UD

応援します。
 良い海苔づくり—

生海苔活性調整機

RS-2型



海苔の等級が数段あがる

※生海苔を活性化し、海苔
 製品の表面をなめらかに
 光沢よく仕上げます。

	RS-1型	RS-2型
高 さ	770mm	1,400mm
幅	950mm	950mm
深 さ	660mm	780mm
重 さ	65kg	120kg
	40W 1台	40W 2台
モーター	100W 1台	60W 1台
		100W 1台
		150W 1台



渡辺機開工業株式会社

愛知県渥美郡田原町神戸大坪230
 電話 05312(2)1121(代表)

海苔の養殖から販売までの専門会社

まごころプラスワン



TAKAOKAYA



株式会社

高岡屋

東京都台東区上野6丁目7番22号

Takaokaya Company Limited.

7-22, Ueno 6-chome, Taito-ku, Tokyo, 110 JAPAN

日 仏 海 洋 学 会 編 集 委 員 会 (1990-1991)

委 員 長: 村野正昭

委 員: 青木三郎, 有元貴文, 半沢正男, 堀越増興, 前田 勝, 落合正宏, 須藤英雄, 山口征矢, 柳 哲雄

海外委員: H. J. CECCALDI (フランス), E. D. GOLDBERG (アメリカ), T. ICHIYE (アメリカ), T. R. PARSONS (カナダ)

幹 事: 渡辺精一, 山口征矢

投 稿 の 手 引

1. 「ろみ」(日仏海洋学会機関誌; 欧文誌名 *La mer*) は, 日仏海洋学会正会員およびそれに準ずる非会員からの投稿(依頼稿を含む)を, 委員会の審査により掲載する。
2. 原稿は海洋学および水産学両分野の原著論文, 原著短報, 総説, 書評, 資料などとする。すべての投稿は, 本文, 原図とも正副2通とする。副本は複写でよい。本文原稿用紙はすべてA4判とし, 400字詰原稿用紙(和文)に, または厚手白紙にダブル・スペース(和文ワープロでは相当間隔)で記入する。表原稿および図説明原稿は, それぞれ本文原稿とは別紙とする。
3. 用語は日, 仏, 英3カ国語の何れかとする。ただし, 表および図説明の用語は仏文または英文に限る。原著論文(前項)には約200語の英文または仏文の要旨を, 別紙として必ず添える。なお, 欧文論文には, 上記要旨の外に, 約500字の和文要旨をも添える。ただし, 日本語圏外からの投稿の和文要旨については編集委員会の責任とする。
4. 投稿原稿の体裁形式は最近号掲載記事のそれに従う。著者名は略記しない。記号略号の表記は委員会の基準に従う。引用文献の提示形式は, 雑誌論文, 単行本分載論文(単行本の一部引用を含む), 単行本などの別による基準に従う。
5. 原図は版下用として鮮明で, 縮尺(版幅または1/2版幅)に耐えられるものとする。
6. 初校に限り著者の校正を受ける。
7. 正会員に対しては7印刷ページまでの掲載を無料とする。ただし, この範囲内であっても色彩印刷を含む場合などには, 別に所定の費用を著者負担とすることがある。正会員の投稿で上記限度を超える分および非会員投稿の印刷実費はすべて著者負担とする。
8. すべての投稿記事について, 1篇あたり別刷50部を無料で請求できる。50部を超える分は請求により, 50部単位で作製される。別刷請求用紙は初校と同時に配布される。
9. 原稿の送り先は下記の通り。

〒108 東京都港区港南4-5-7 東京水産大学 村野正昭 気付
日仏海洋学会編集委員会

1992年5月25日 印刷
1992年5月28日 発行

う む

第30巻
第2号

定 価 〃 1,600

編 集 者 村 野 正 昭
発 行 所 日 仏 海 洋 学 会
財団法人 日仏会館内
東京都千代田区神田駿河台2-3
郵便番号: 101
電 話 : 03(3291)1141
振 替 番 号 : 東京 5-96503
印 刷 者 佐 藤 一 二
印 刷 所 有限会社英和出版印刷社
東京都北区中里2-7-7
郵便番号: 114
電 話 : 03(5394)4856

Tome 30 N° 2

SOMMAIRE

Notes originales

- Seasonal variation of meso-and macrozooplankton in Tokyo Bay, central Japan (in Japanese)Hideaki NOMURA and Masaaki MURANO 49
- Microzooplankton assemblage and its seasonal variation in Tokyo Bay, Japan (in Japanese)Hideaki NOMURA, Takashi ISHIMARU and Masaaki MURANO 57
- Two distinct growth stages of a deep-sea, giant white clam, "*Calyptogena*" *soyoeae*, and its allied species.....Masuoki HORIKOSHI and Jun HASHIMOTO 73
- On thermohaline lens observed in a wide-open bay (in Japanese)Shigehisa NAKAMURA 83

Faits deives

- Formation of aposporous gametophytes from dedifferentiated young sporophyte cells of *Laminaria japonica* ARESCHOUG (Laminariales, Phaeophyta).....Masahiro NOTOYA and Yusho ARUGA 89

第 30 卷 第 2 号

目 次

原 著

- 東京湾における中・大型動物プランクトンの季節的消長野村英明・村野正昭 49
- 東京湾の微小動物プランクトンとその季節的消長野村英明・石丸 隆・村野正昭 57
- 深海大型二枚貝シロウリガイ "*Calyptogena*" *soyoeae* 及びその近縁種における明確な2成長段階 (英文).....堀越増興・橋本 惇 73
- 開口湾で観測された熱塩レンズについて中村重久 83

資 料

- マコンブ幼胞子体の脱分化細胞からの配偶体形成 (英文).....能登谷正浩・有賀祐勝 89