

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

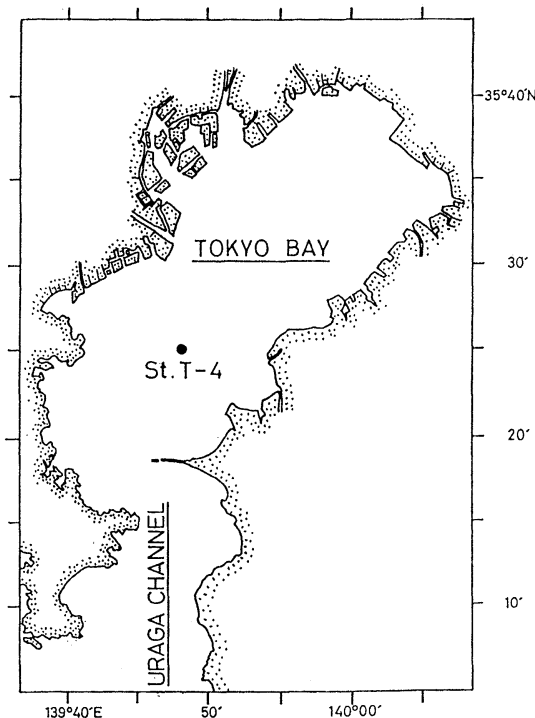


Fig. 1 Sampling station (St. T-4) in Tokyo Bay.

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	

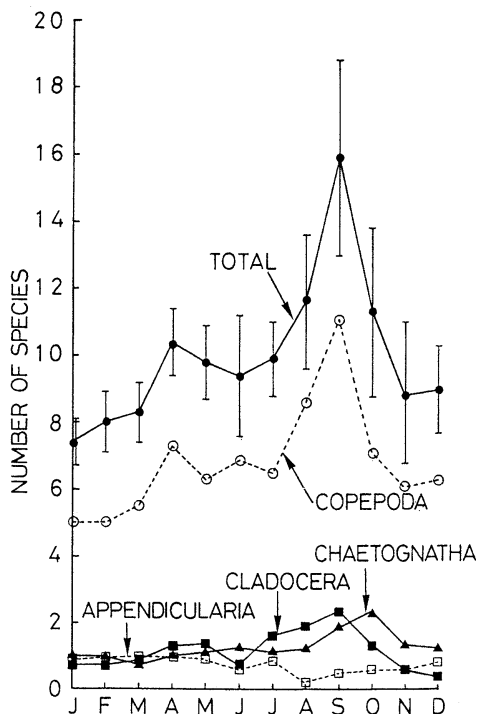


Fig. 2 Seasonal variation in species number of meso- and macrozooplankton represented as an average of eighty years between 1981 and 1988 at station T-4 in Tokyo Bay. Bars indicate standard deviations. "TOTAL" means the total number of species included in the four taxa.

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

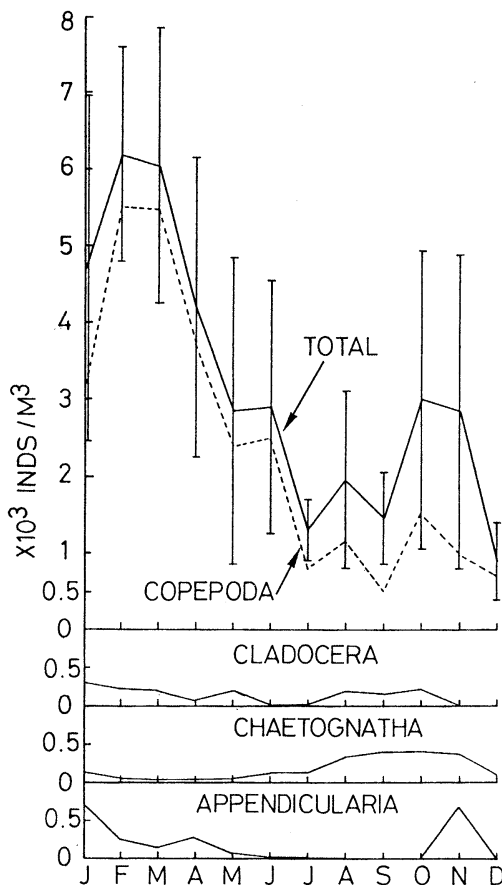


Fig. 3 Seasonal variation in number of individuals of meso- and macrozooplankton represented as an average of eighty years between 1981 and 1988 at station T-4 in Tokyo Bay. Bars indicate standard deviations.

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

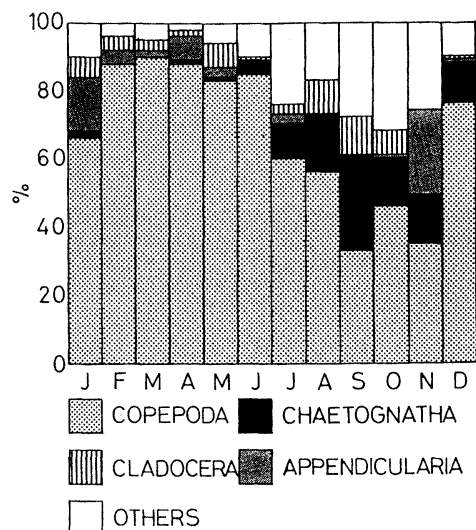


Fig. 4 Seasonal variation in percentage distribution of meso- and macrozooplankton represented as an average of eighty years between 1981 and 1988 at station T-4 in Tokyo Bay.

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*,

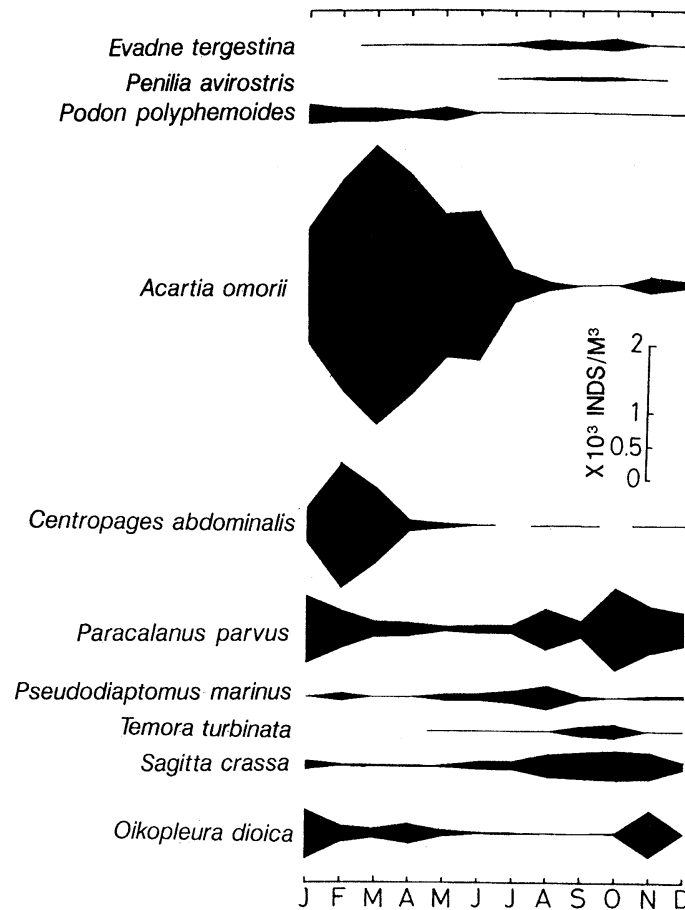


Fig. 5 Seasonal variations in numbers of individuals of major ten zooplankton species represented as an average of eighty years between 1981 and 1988 at station T-4 in Tokyo Bay.

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違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めれる小型橈脚類の *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: 瀬戸内海的环境. 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: 瀬戸内海的环境. 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.