

日仏海洋学会賞受賞記念講演  
肉食プランクトン，毛顎動物の生態学的研究\*

寺崎 誠\*\*

Ecological Studies on Carnivorous Plankton, Chaetognatha\*

Makoto TREAZAKI\*\*

このたびは伝統ある日仏海洋学会賞をいただき、まことに光栄に存じます。これを励みに生物海洋学のさらなる発展のために、これからも一層の努力をしたいと考えております。

私が故丸茂隆三先生のご指導で、東京大学海洋研究所プランクトン部門で毛顎動物の生態についての研究に取り組みましたのは1968年です。以来多くの皆様の温かいご支援を得て、この研究を今日まで継続する事ができましたのは、本当に幸せであると実感しております。本日は太平洋での研究を中心に肉食プランクトン，毛顎動物の分布，生活史および摂餌生態について報告させていただきます。

毛顎動物（矢虫類）は雌雄同体で世界の海洋に棲息し、全動物プランクトンの生物量の1～2割を占め、カイアシ類に次いで重要なグループである。典型的な肉食プランクトンでカイアシ類，オキアミ類などを主要な餌生物とし、時にはイワシ，ニシンなど有用水産資源の仔稚魚を捕食する（TERAZAKI, 2000）。また種によっては狭い水温・塩分の範囲にしか生息できないので水塊の指標生物として利用されている。

日本近海に出現する浮遊性毛顎類は次の5属32種である（寺崎, 1996）。

表層類 (21) :

*Sagitta bedoti*, *S. bipunctata*, *S. crassa*, *S. delicata*, *S. elegans*, *S. enflata*, *S. ferox*, *S. hexaptera*, *S. izuensis*, *S. minima*, *S. nagae*, *S. neglecta*, *S. pacifica*, *S. pseudoserr-*

*atodentata*, *S. pulchra*, *S. regularis*, *S. robusta*, *S. tumida*, *Pterosagitta draco*, *Krohmitta pacifica*, *K. subtilis*

中深層種 (9) :

*S. decipiens*, *S. lyra*, *S. macrocephala*, *S. neodecipiens*, *S. scrippsae*, *S. zetesios*, *Eukrohnia hamata* (亜寒帯域では表層にも出現), *E. bathypelagica*, *E. fowleri*

1965年に相模湾および本州南方海域の1,000m以深より採集され、新種として発表された*Heterokrohnia bathybia* (MARUMO and KITOU, 1966) は、それ以降まだ出現していない。東京湾口の中層には*Eukrohnia kitoui* (KURODA, 1981) が生息しているが、まだ他の海域からは報告されていない。日本近海に出現する毛顎類は沿岸，外洋を問わず南の方が多い。

分布と鉛直移動

*E. hamata* は世界の大洋に生息し、亜寒帯水域，南大洋のような高緯度は表層に分布し、量的にも多く卓越したヤムシ類 (TERAZAKI, 1989; TERAZAKI and MILLER, 1986) であるが、低緯度に向かうにしたがって分布層は深くなり出現個体数も減少し、太平洋赤道水域では500m以深に生息する (ALVARIÑO, 1965)。*E. fowleri* は世界の大洋の700m以深の深層に分布するが、分布密度は1個体/1000m<sup>3</sup>以下と少ない。しかし湧昇があり、表層の生産が高いインド洋のアラビア海，ベンガル湾などでは30個体/1000m<sup>3</sup>という高い値を示した (TERAZAKI, 1999)。

*S. elegans* は沿岸から沖合いまで分布するが、春季，三陸沖を南下する親潮第一分岐では成体は沖合水の100m層に多く生息し，沿岸域にはほとんど出現しない (寺崎他, 1985)。*S. elegans* の分布の南限は太平洋では相模湾，日本海では対馬海峡である (MARUMO, 1966; TERAZAKI, 1998)。日本海からは3属16種のヤムシ類が

\* 2001年5月27日 日仏会館（東京）で講演  
Conférence à la remise du Prix de la Société  
franco-japonaise d'océanographie

\*\* 東京大学海洋研究所  
〒164-8639 東京都中野区南台1-15-1  
Ocean Research Institute, University of Tokyo,  
1-15-1 Minamidai, Nakano-ku Tokyo 164-8639  
Japan

報告されているが、中深層種が欠落している（鬼頭, 1974）。太平洋とつながる5つの海峡がいずれも130mより浅いため太平洋から中深層種の浸入がなく、逆に約1万年以前に北の宗谷海峡、津軽海峡から流入した表層種の*S. elegans*が徐々に深海生活に適応し、3000mまで生息するようになった。中深層に*E. bathypelagica*, *E. fowleri*, *S. macrocephala*のような競合種が存在しなかったのも日本海固有水内で分布層の拡大を容易にしたと考えられる（TERAZAKI, 1993a）。

三陸沖の移行域（混合水域）からは20種の毛顎類が報告されているが（鬼頭, 1974）、頻度がいずれかの季節に60%を越す種類は4種である。周年頻度が高いのは*S. minima*のみで、*S. nagae*は冬53%に低下するが、そのほかの季節では80%を越す。夏から秋にかけて頻度が高くのあるのは*S. enflata*と*S. regularis*である。冷水種の*S. elegans*は春と夏に頻度の上昇があるが、40%を越さない。

三陸沖には発生した、暖水塊86Bの調査では、4属19種の毛顎類が採集され、出現個体数は表層（0-200m）では暖水塊のフロント域で2500個体/1000m<sup>3</sup>と一番多く中心に向かうに従って激減していった（TERAZAKI, 1992）。暖水塊に多く出現するのは*S. scrippsae*, *S. minima*, *S. nagae*の3種で、冷水種の*S. elegans*, *Eukrohnia hamata*は暖水塊周辺のフロント域には多く生息するが、暖水塊中にはほとんどいなかった。86Bの起源は黒潮から分離した水塊にもかかわらず*S. enflata*, *S. regularis*, *S. pacifica*などの暖水種は量的に少なく、かつ中心部に向かうに従って出現個体数は減少していった（寺崎, 1998）。

86B暖水塊の深さは中央では約300mで水深50m以浅は顕著な水温・塩分躍層が発達し、表面には高水温（21°C）、低塩分（34.0 PSU）が存在した。9月には*S. nagae*, *S. minima*, *S. enflata*, *S. regularis*, *S. scrippsae*の5種は中央では昼夜を問わず100m以浅に生息していた。*S. scrippsae*は表面から300mに分布し、*S. lyra*, *S. neodecipiens*は量的に少ないが、暖水塊とその下の中層水に生息していた。*S. elegans*, *S. zetesios*, *E. hamata*, *K. subtilis*は主に中層水に分布しているが、小数は暖水塊の下層に出現した。*S. elegans*は鉛直移動によって暖水塊の中層水より中央水域の表面にも出現するが、躍層上には高水温、高塩分の表面水が春から秋にかけて存在するために、従来、低水温、低塩分で特徴づけられる親潮水に生息している*S. elegans*はこの環境に適応できずに死滅する（TERAZAKI, 1992）。

KURODA (1976)は黒潮域から22種の毛顎類を報告しているが、出現頻度からみて重要な10種は*S. minima*, *S. enflata*, *Pterosagitta draco*, *S. regularis*, *S. lyra*, *S. pacifica*, *S. nagae*, *S. hexaptera*, *Krohnia subtilis*, *S. pseudoserratodentata*の順であると報告している。特に*S. minima*は個体数の面で、冬夏ともに最も多い重要種である。*S. nagae*は、沿岸域において最多種ではないが、生態系の鍵種として、*P. draco*は沖合い域で重要種である。*S. lyra*, *S. pacifica*は黒潮域では冬季に、*S. enflata*と*S. regularis*は夏季に重要な種類である。ヤムシ類は水塊の指標生物として利用されるが南大洋オーストラリア区では亜熱帯収束線、南極収束線はヤムシ類の分布特性とも深い関連性を持っていた（TERAZAKI, 1989）。表層種の*S. elegans*, *S. nagae*のみならず*E. hamata*や*S. zetesios*のような中深層種でも成熟した個体は未熟個体より深い層に生息していた（TERAZAKI and MARUMO, 1982）。

表層種の*S. elegans*, *S. minima*, *S. nagae*, *S. pacifica*, *K. subtilis*などでは顕著な昼夜鉛直移動をすることが知られている（KOTORI, 1976; KING, 1979; 永沢・丸茂, 1982）。*S. elegans*は夜は表面近くに分布するが、昼は深い層まで下降する。一日の移動幅は大型の個体ほど大きく、45°N, 160°10'Eに生息する*S. elegans*の成体の時間当たりの上昇・下降速度は約30mであり、ときには水温躍層を越えて昼夜移動することもある（TERAZAKI and MARUMO, 1979）。ヤムシ類の眼構造は生息深度により異なり表層種は大きな眼色素を持つが、中深層種では色素は小さいか欠落しており、逆に光受容体は表層種より発達していた（GOTO *et al.*, 1989）。

## 生活史

底生性の*Spadella*はいつでも産卵し、特に夜にピークをもつことが知られているが（GHIRARDELLI, 1968）、日本近海では*S. elegans*や*S. nagae*も夜に産卵する（KOTORI, 1975; 永沢・丸茂, 1978）。受精卵の大きさは*S. elegans*では0.3~0.33mm（ZO, 1973; KOTORI, 1975）、*S. hispida*では0.2mm（REEVE and COSPER, 1975）、*S. nagae*では0.16~0.2mm（永沢・丸茂, 1978）、*P. draco*（SHIMOTORI *et al.*, 1997）では0.3mmあったが、これに対して*E. bathypelagica*, *E. fowleri*では0.48mm, 0.9mm（TERAZAKI and MILLER, 1982）で前記の表層種に比べてかなり大きい。孵化直後の仔虫の大きさは*S. bipunctata*, 1mm（DONCASTER, 1902）、*S. crassa*, 0.7mm（村上, 1959）、*S. elegans*, 1.2~1.4mm

(KOTORI, 1975), *S. nagae*, 0.5~0.6 mm (永沢・丸茂, 1978), *P. draco*, 1.24 mm (SHIMOTORI *et al.*, 1977), *E. bathypelagica*, 2.5 mm, *E. fowleri*, 3.0~3.5 mm (TERAZAKI and MILLER, 1982) である。*Sagitta* 属では受精卵は海中に放出されるのに対して *E. bathypelagica*, *E. fowleri* ではエッグサックの中に生み出され、この中で孵化し仔虫になるという過程をもつので、*Sagitta* 属に比べると生存率も高く、かつ深海生活への適応も容易であると考えられる。

表層種の産卵期については多くの報告がある (ALVARIÑO, 1965)。日本近海での *S. elegans* の産卵期は千島列島付近では4-5月 (TERAZAKI *et al.*, 1995)、釧路沖では春から秋、特に6-7月 (西内・池田, 1998)。北海道南方水域では5-6月 (KOTORI, 1999)、大槌湾では4月 (寺崎・丸茂, 1982)、富山湾では3-5月と8月である (TERAZAKI, 1993b)。水温が通年1度以下の富山湾の中層に生息する *S. elegans* の寿命は10-12月で、太平洋での Dabob Bay, Station P の報告 (KING, 1979; TERAZAKI and MILLER, 1986) より長い。KOTORI (1999) は釧路沖の親潮域に生息する *S. elegans* の寿命を1年以上と推定している。

典型的な三陸リアス式海岸の1つである大槌湾には年間9種の毛顎類が出現し、*S. crassa*, *S. enflata*, *S. minima*, *S. nagae* の産卵期はそれぞれ5-10月, 8-10月, 8-12月・2-5月と10-11月であるが、湾内で生活史を繰り返すのは、*S. crassa* と *S. minima* の2種である (寺崎・丸茂, 1982)。駿河湾の、*S. nagae* では1年を通して6つの同時発生集団 (コーホート) が存在し、各コーホートの寿命は3, 5, 7カ月に春~夏のコーホートの一生は最も短く、夏の終わりに生まれるコーホートの一生が最も長い (永沢・丸茂, 1978)。ノルウェーの Krsfjorden では *E. hamata* は卓越種であり、春から秋にかけて産卵し、その寿命は約2年で春から夏にかけての成長は4 mm/月であった (SAND, 1980)。

北太平洋アラスカ湾のP点に出現する *E. hamata* は1年に3つのコーホートが存在し、それぞれの寿命は8-9カ月で、平均成長速度は2.5~3 mm/月であった (TERAZAKI and MILLER, 1986)。またP点では *E. bathypelagica* と *E. fowleri* は周年産卵を行う。

#### 摂餌生態

太平洋の外洋表層では *S. elegans* と *E. hamata* の生息層は競合するが、*S. elegans* は主に *Neocalanus*, *Metridia* などの大型カイアシ類、より深い層に棲む *E.*

*hamata* は *Oithona* などの小型カイアシ類を捕食し、いわゆる喰い分け現象が報告されている (SULLIVAN, 1980)。しかし沿岸域に生息する *S. elegans* にとっては *Acartia*, *Oithona*, *pseudocalanus* などの小型カイアシ類が主要な餌である (TERAZAKI, 1995)。*S. elegans* はカイアシ類の他にオキアミ類、端脚類、介形類、稚仔魚などを捕食し、時には共食いも見られる (TERAZAKI, 2000)。1997年夏季の調査では *S. elegans* の摂餌活動はベーリング海で高く、東部北太平洋 亜寒帯水域で低かった (MATSUDA and TANIGUCHI, 2001)。SAMEOTO (1973) によると、カナダの Nova Scotia ではカイアシ類の年間生産の36%は *S. elegans* によって消費される。夏季のベーリング海では1日に2次生産量の約10%が *S. elegans* によって消費されると報告されているが (KOTORI, 1976)、アリューシャン列島以南では摂餌活動は日没から夜間にかけて活発で、毎日、2次生産量の約4%を消費していた (TERAZAKI, 1995)。

日本海の *S. elegans* の摂餌活動は昼夜の差がほとんどなく、太平洋に比べるとより大型の餌を捕食していた。また顎毛、歯などの餌捕獲器官や消化管周辺組織も深海生活に適應するため太平洋の個体より発達していた (TERAZAKI, 1993a)。

駿河湾、相模湾の卓越種 *S. nagae* の主要な餌は水層および近底層で卓越するカイアシ類 *Calanus pacificus* であり、水層では昼より夜に、近底層では夜より昼に活発に摂餌し、カイアシ類の大きさの違いによる選択性を示さなかった。また *S. nagae* は水層と近底層の間を移動し、沿岸浅所の食物連鎖において重要な役割を果たしている (NAGASAWA and MARUMO, 1976)。また *S. nagae* の1日当たりの食物要求量は乾重量ベースで自体重の39.5%であった。

ハワイの Kaneohe 湾では *S. enflata* は体長とは無関係にほぼ等しい餌保有率を示し、1日当たり平均7個体のカイアシ類を捕食していた (SZYPER, 1978)。しかし FEIGENBAUM (1979) によるとメキシコ湾流中の *S. enflata* では餌保有率は体長によって有為な差があり、1日平均2.2個体のカイアシ類を捕食していた。太平洋中部赤道海域に生息する *S. enflata* は50 m 以浅の表層上部では夜間、表層下部では昼間に活発な摂餌を行い、2次生産量の約8%を消費していた (TERAZAKI, 1996)。NEWBURY (1978) によると *P. draco* は1日当たり1個体の小型カイアシ類 *Oncaea* を捕食するが、これは窒素量ベースで自体重の2%に相当する。

相模湾の中深層に生息する *S. zetesios* の摂餌活動は

昼の方が活発で、24種のカイアシ類、5種のヤムシ類、1種の介形類を捕食していたが、このうち10種は表層性のプランクトンで、*S. zetesios* は日中に鉛直移動で表層から下降してきたカイアシ類、矢虫類などを活発に捕獲することが明らかにされた (TERAZAKI and MARUMO, 1982)。

*S. setosa* と *S. elegans* に稚魚とカイアシ類を与えて24時間の飼育実験を行った結果、摂餌と体長の間に明瞭な関係はなく、どの体長のヤムシも平均1.8個体のカイアシ類、あるいは0.3個体の稚魚を捕食していた (KUHLMANN, 1977)。餌の密度と捕食の関係については *S. elegans*, *S. hispida*, *S. setosa* で報告されている。KUHLMANN (1977) は1~50個体/Lの密度をカイアシ類を *S. elegans* に与えた実験では、餌生物の密度はヤムシの捕食に影響を与えないという結論を得たが、*S. hispida* を用いて実験を行った FEIGENBAUM and REEVE (1977) は、20個体/Lの密度までは餌の密度が大きくなるに従って摂餌も増加すると述べている。

通常、生きたヤムシの体色は無色透明であるか乳白色である。しかし深海に生息する *S. macrocephala* や *E. fowleri* の消化管、時には東部、鰭は紅橙色を呈している。従来、この色は餌として食べられたカイアシ類の体色が直接、消化管についたものと考えられていたが (ALVARINO, 1965; 時岡, 1965), TERAZAKI *et al.* (1977) はクロマトグラフ分析でこの色素はカロテノイド色素で、餌由来のものではなく、毛顎動物自体の体内で生合成されたものであることを明らかにした。

最後になりましたが、大学院時代にご指導いただきました東京大学名誉教授、故丸茂隆三先生、故鬼頭正隆先生 (気象庁)、福井県立大学教授、福田善彦先生には心から御礼申し上げます。また共同研究者としていろいろと有益なご助言をいただきましたオレゴン州立大学 MILLER 教授、NOAA 北西水産研究所 BRODEUR 博士、三重大学助教授後藤太郎博士、創価大学田口 哲教授、北海道大学池田 勉教授、元日本海区水産研究所部長黒田一紀博士、元東京大学海洋研究所技術官永澤祥子博士、養殖研究所部長平川和正博士、日本海区水産研究所室長森本晴之博士および試料の採集にご協力をいただいた東京大学海洋研究所研究船淡青丸、白鳳丸の乗組員の皆様に深謝いたします。

#### 文 献

- ALAVARIÑO, A.(1965): Chaetognath. Oceanogr. mar. biol. Ann. Rev., **3**, 115-194.
- ALAVARIÑO, A.(1985): Predation in the plankton realm, mainly with reference to fish larvae. Inv. Mar. CICMAR, **2**, 1-122.
- BRODEUR, R. D. and M. TERAZAKI(1999): Springtime abundance of Chaetognaths in the shelf region of the northern Gulf of Alaska, with observations on the vertical distribution and feeding of *Sagitta elegans*. Fish. oceanogr. **8**, 93-103.
- DONCASTER, L. (1902): On the development of *Sagitta*; with notes on the anatomy of the adult. Q. J. microsc. Sci., **46**, 351-398.
- FEIGENBAUM, D.(1979): Daily ration and specific daily ration of the chaetognath *Sagitta enflata*. Mar. Biol., **54**, 75-82.
- FEIGENBAUM, D. and M. R. REEVE(1977): Prey detection in the chaetognatha: response to a vibrating probe and experimental determination of attack distance in large aquaria. Limnol. Oceanogr., **22**, 1052-1058.
- GHIRARDELLI, E.(1968): Some aspects of the biology of the chaetognaths, *In Advance in Marine Biology*, **6**, RUSSEL, F. S., and M. YOUNG, (eds.). Academic Press, London, New York. p. 271-357.
- GOTO, T., M. TERAZAKI and M. YOSHIDA(1989): The comparative morphology of the eyes of the Genus *Sagitta* (Chaetognath). Exp. Biol. **48**, 95-105.
- KING, K. R. (1979): The life history and vertical distribution of chaetognath, *Sagitta elegans*, in Dabob Bay, Washington. J. Plankton Res., **1**, 153-167.
- 鬼頭正隆 (1974) : 毛顎類. 海洋学講座, 第10巻, 丸茂隆三編, 東大出版会, 東京, p. 65-85.
- KOTORI, M. (1975): Newly-hatched larvae of *Sagitta elegans*. Bull. Plankton Soc. Japan, **21**, 113-114.
- KOTORI, M. (1976): The biology of Chaetognatha in the Bering Sea and the northern North Pacific Ocean, with emphasis on *Sagitta elegans*. Mem. Fac. Fish., Hokkaido Univ., **23**, 95-183.
- KOTORI, M. (1999): Life cycle and growth rate of the chaetognath *Parasagitta elegans* in the northern North Pacific Ocean. Plankton Biol. Ecol., **46**, 153-158.
- KUHLMANN, D. (1977): Laboratory studies on the feeding behaviour of the chaetognaths *Sagitta setosa* J. Müller and *S. elegans* Verrill with special reference to fish eggs and larvae as food organisms. Meereforsch, **25**, 163-171.
- KURODA, K. (1976): Chaetognatha in the Kuroshio

- area south of Japan. I. Selection of important species. Bull. Kobe mar. Obs., **192**, 42-49.
- KURODA, K. (1981): A new chaetognath, *Eukrohnia kitoui* n. sp. from the entrance to Tokyo Bay. Publ. Seto mar. biol. Lab., **26**, 177-185.
- LEE, J. Y. (1966): Oeufs et larves planctonique de poissons. Inst. Sci. Peches Maritimes, Spec. Publ., **3**, 59-96.
- MARUMO, R. (1966): *Sagitta elegans* in the Oyashio undercurrent. Jour. Oceanogr. Soc. Japan, **22**, 129-137.
- MARUMO, R. and M. KITOU (1966): A new species of *Heterokrohnia* (Chaetognatha) from the western North Pacific. La mer, **4**, 178-183.
- MATSUDA, S. and A. TANIGUCHI (2001): Diel changes in vertical distribution and feeding conditions of the Chaetognath *Parasagitta elegans* (Verrill) in the Subarctic Pacific in summer. J. Oceanogr., **57**, 353-360.
- 村上彰男 (1959): 瀬戸内海産浮遊性毛顎類に関する海洋生物学的研究. 内海区水産研究所研究報告, **12**, 1-186.
- NAGASAWA, S. and R. MARUMO (1976): Further studies of the feeding habits of *Sagitta nageae* Alvarino in Suruga Bay, Central Japan. Jour. Oceanogr. Soc. Japan, **32**, 209-218.
- 永沢祥子・丸茂隆三 (1978): 駿河湾における *Sagitta nageae* Alvarino の生殖と生活史. 日本プランクトン学会報, **25**, 67-84.
- NEWBURY, T. K. (1978): Consumption and growth rates of chaetognaths and copepods in subtropical oceanic waters. Pacific Sci., **32**, 61-78.
- 西内耕・池田勉 (1998): 1998年度日本海洋学会春季大会講演要旨集, 197.
- REEVE, M. R. and T. C. COSPER (1972): Chapter 6. Chaetognatha, In *Reproduction of Marine Invertebrates*, II, GIESE, A. C. and J. S. PEARSE (eds). Academic Press, New York, San Francisco, London, p. 157-184.
- SAMEOTO, D. D. (1973): Annual life cycle and production of the chaetognath *Sagitta elegans* in Bedford Basin, Nova Scotia. J. Fish. Res. Bd. Canada, **30**, 333-344.
- SAND, N. J. (1980): Ecological studies on the deep-water pelagic community of Korsfjorden, western Norway, population dynamics of the chaetognaths from 1971-1974. *Sarisia*, **65**, 1-12.
- SHIMOTORI, T., T. GOTO and M. TERAZAKI (1997): Egg colony and early development of *Pterosagitta draco* (Chaetognatha) collected from Kuroshio front. *Plankton Biol. Ecol.* **44**, 71-80.
- SULLIVAN, B. K. (1980): In situ feeding behavior of *Sagitta elegans* and *Eukrohnia hamata* (Chaetognatha) in relation to the vertical distribution and abundance of prey at Ocean Station "P". *Limnol. Oceanogr.*, **25**, 317-326.
- SZYPER, J. P. (1976): Feeding rate of the chaetognath *Sagitta enflata* in nature. *Estuar. coast. mar. Sci.*, **7**, 567-575.
- TERAZAKI, M. (1989): Distribution of chaetognaths in the Australian Sector of the Southern Ocean during the BIOMASS SIBEX Cruise (KH-83-4). *Proc. NIPR Symp. Polar Biol.*, **2**, 51-60.
- 寺崎 誠 (1989): 三陸沖暖水塊に出現した毛顎類. 月刊海洋, **234**, 711-716.
- TERAZAKI, M. (1991): Deep-Sea Chaetognaths, In *Biology of Chaetognatha*, BONE, Q. *et al.* (eds), Oxford Univ. Press, Oxford, p. 117-121.
- TERAZAKI, M. (1992): Horizontal and vertical distribution of chaetognaths in a Kuroshio Warm Core Ring. *Deep-Sea Res.*, **39**, Suppl. **1**, 231-245.
- TERAZAKI, M. (1993a): Deep sea adaptation of epipelagic chaetognaths *Sagitta elegans* in the Japan Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **98**, 79-88.
- TERAZAKI, M. (1993a): Seasonal variation and life history of the pelagic chaetognath, *Sagitta elegans* Verrill in Toyama Bay, southern Japan Sea. *J. Plankton Res.* **15**, 703-714.
- TERAZAKI, M. (1995): The role of carnivorous zooplankton, particularly chaetognaths in ocean flux. In *Biogeochemical Processes and Ocean Flux in the Western Pacific*, SAKAI, H. and Y. NOZAKI (eds), TERAPUB, Tokyo, 319-330.
- TERAZAKI, M. (1996): Vertical distribution and feeding of pelagic chaetognaths and feeding of *Sagitta enflata* in the central Pacific Equatorial Water. *J. Plankton Res.* **18**, 673-682.
- 寺崎 誠 (1996): 毛顎動物. 日本海洋プランクトン検索図説, 千原光雄, 村の正昭編, 東海大学出版会, 東京, p. 1271-1290.
- TERAZAKI, M. (1998): Life history, distribution, seasonal variability and feeding of pelagic chaetognath *Sagitta elegans* in the Subarctic Pacific: A review. *Plankton Biol. Ecol.*, **45**, 1-17.
- 寺崎 誠 (1998): 親潮・黒潮・移行域の毛顎類. 月刊海洋, 号外13号, 147-151.

- TERAZAKI, M. (1999): Mass occurrence of bathypelagic chaetognath *Eukrohnia fowleri* from the Arabian Sea and Bay of Bengal. *Indian J. Mar. Sci.* **28**, 163-168.
- TERAZAKI, M. (2000): Feeding of carnivorous zooplankton, chaetognath in the Pacific. *In* Dynamics and Characterization of Marine Organic Matter, TANOUÉ, E. and T. HAMA, (eds.), TERAPUB, Tokyo, p. 257-276.
- TERAZAKI, M., R. MARUMO and Y. FUJITA (1977): Pigment of meso- and bathypelagic chaetognaths. *Mar. Biol.*, **41**, 119-125.
- TERAZAKI, M. and R. MARUMO (1979): Diurnal vertical migration of *Sagitta elegans* Verrill in the Western North Pacific Ocean. *Bull. Plankton Soc. Japan*, **26**, 11-17.
- TERAZAKI, M. and R. MARUMO (1982): Feeding habits of meso- and bathypelagic chaetognaths, *Sagitta zetesios* Fowler. *Oceanol. Acta*, **5**, 461-464.
- 寺崎 誠・丸茂隆三 (1982): 大槌湾における毛顎類の性状と海況変動の関係. *日仏海洋学会誌*, **20**, 111-117.
- TERAZAKI, M. and C. B. MILLER (1982): Reproduction of meso- and bathypelagic chaetognaths in the Genus *Eukrohnia*. *Mar. Biol.* **71**, 0193-196.
- TERAZAKI, M. and C. B. MILLER (1986): Life history and vertical distribution of pelagic chaetognaths at Ocean Station P in the subarctic Pacific. *Deep Sea Res.*, **33**, 323-337.
- 寺崎 誠・北川大二・山下 洋 (1985): 親潮接岸期における大槌湾周辺の毛顎類の鉛直分布. *大槌臨海研究センター報告*, **11**, 1-7.
- TERAZAKI, M., H. SAITO, H. KASAI, T. KONO, Y. KAWASAKI and S. TAGUCHI (1995): Horizontal distribution and seasonal change of epipelagic chaetognaths *Sagitta elegans* in relation to arounds the Kurile and Hokkaido Island in the western subarctic Pacific Ocean. *Fish. Oceanogr.* **4**, 158-170.
- 時岡 隆 (1965): III. 毛顎動物. *動物系統分類学* 8 (上), 内田亨編, 中山書店, 東京, p. 259-292.
- ZO, Z. (1973): Breeding and growth of the chaetognath *Sagitta elegans* in Bedford Basin. *Limnol. Oceanogr.*, **18**, 750-756.

Received July 31, 2001