

## 駿河湾における大型毛顎動物の鉛直分布\*

伊東 宏\*<sup>1</sup>・小野泰嗣\*<sup>2</sup>・久保田 正\*<sup>3</sup>

### Vertical Distribution of Large-Size Chaetognaths in Suruga Bay, Central Japan

Hiroshi ITOH, Yasushi ONO and Tadashi KUBOTA

#### Abstract

The vertical distribution of large-size chaetognaths was investigated on the basis of 44 samples collected from Suruga Bay, central Japan, during four cruises carried out in August 1980, November 1981, February 1982 and May 1983. The samples were collected by simultaneous tows with a 160 cm ring net (mesh aperture: 2 mm) at five or seven layers between surface and 1,000 meters.

A total of 19 species representing 12 genera of 3 families were identified. The number of species was relatively high in August and November and low in February and May.

Species composition was distinguishable between the epipelagic zone (0-200 m depth) and the mesopelagic zone (under 200 m-depth). In the epipelagic zone, *Zonosagitta nagae* dominated through all seasons, associated with *Flaccisagitta enflata* in August and November and *Serratosagitta pacifica* in February. In the mesopelagic zone, the chaetognath assemblage was characterized by the occurrence of mesopelagic species such as *Pseudosagitta lyra*, *Solidosagitta zetesios* and *Eukrohnia fowleri* with relatively high species diversity.

The centers of vertical distribution of each species estimated by weighted mean depth involved the following three zones of the water column:

- 1) Surface zone (above 200 m-depth): *Ferosagitta ferox*, *F. robusta*, *Flaccisagitta enflata*, *Serratosagitta pacifica*, *Zonosagitta nagae*.
- 2) Upper mesopelagic zone (200-500 m): *Flaccisagitta hexaptera*, *Mesosagitta decipiens*, *Pseudosagitta lyra*.
- 3) Lower mesopelagic zone (500-1,000 m): *Eukrohnia hamata*, *E. fowleri*, *E. bathypelagica*, *Solidosagitta zetesios*, *Caecosagitta macrocephala*.

Among these species, *Z. nagae* and *F. enflata* living in the epipelagic zone represented remarkable diel vertical migration, but *P. lyra* and *S. zetesios* living in the mesopelagic zone had no difference in the vertical distribution between day and night. For *S. zetesios*, maximum abundance was found in shallower sampling layers in February and May compared with August and November. This seasonal change of vertical distribution seems to be related with ontogenetic vertical migration of this species.

#### 緒 言

毛顎動物は、海洋に生息し、一部の底生性種を除けば大部分が浮遊性で生物量もカイアシ類に次いで多く、肉食性プランクトンとして海洋生態系における重要な地位を占めており (Lalli and Parsons, 1993)、また水塊の指標種と

しても有用である (Russell, 1935)。現在のところ、世界の海洋から8科22属約115種が知られ (Bieri, 1991)、日本近海 (フィリピン東方海域を含む) からは4科18属37種が知られている (鬼頭, 1974; 丸茂, 1980; 寺崎, 1997, 2001など)。

駿河湾における毛顎動物に関する知見は、Tokioka (1939a, b) を嚆矢として、生物地理や生物相について Marumo

2006年5月17日受理

\*1 株式会社 水土舎 (Suidosha Co. Ltd., 8-11-11 Ikuta, Tama-Ku, Kawasaki 214-0038, Japan)

\*2 米久株式会社富士工場 (Yonekyu Co. Ltd., 50-15, Higashino-Hachibudaira, Nagaizumi 411-0931, Japan)

\*3 東海大学海洋学部水産学科元教授, 現在東海大学海洋学部非常勤講師 (Tokai University, 3-20-1 Orido, Shimizu-ku, Shizuoka 424-0810, Japan)

\* 本論文の一部は、2006年4月に行われた日本生物地理学会第61回年次大会 (立教大学) で発表した。

(1966), Marumo and Nagasawa (1973), 寄生物について永沢・丸茂 (1979) の報告がある。特に同湾の優占種であるエンガンヤムシ (*Zonosagitta nagae*) は、日周鉛直移動 (Nagasawa and Marumo, 1975), 食性 (Nagasawa and Marumo, 1972, 1976), 生殖と生活史 (永沢・丸茂, 1978), さらに捕食者 (Kubota, 1973) などについて詳しく研究されている。こうした中で、同湾に生息する毛顎動物の鉛直分布に関しては、表層性種の 100m 以浅における詳細が報告されている (永沢・丸茂, 1982) が、200m 以深に生息する中層種を扱った報告は、1976年 4 月に湾内 2 測点で行われた層別採集の結果 (久保田ほか, 1977) のみである。

東海大学海洋研究所海洋生物センターでは、1980年度 (当時のセンター長: 元田 茂博士) から、本学所属の大型実習調査船を利用して駿河湾をはじめとする日本近海の大規模浮遊生物の群集構造、種組成、さらに分布様式などを明らかにするための調査を実施してきた (久保田ほか, 1992)。この結果、駿河湾の小型遊泳動物 (マイクロネクトン) および大型浮遊生物 (マクロプランクトン) に関する中層の鉛直分布の知見が集積し、すでに頭足類幼体 (久保田ほか, 1998), カイアシ類 (児玉・久保田, 1984, 1991), オキアミ類 (澤本, 1992), さらにハダカイワシ科魚類 (久保田ほか, 1989) の報告がある。本研究は、これらの一連の研究として行ったものであり、駿河湾では知見の不足していた大型毛顎動物の表層から中層 (1,000m 層) における鉛直分布について四季における状況を把握することを目的とした。

## 材料と方法

本研究で使用した試料は、1980~1983年の 8, 11, 2, 5 月に実施された 4 航海 (Table 1) において、駿河湾中央部の調査海域 (Fig. 1) で、昼夜 1 回ずつ採集された。試料の採集は、口径 160cm リングネット (円筒円錐型, 側長 7.5m, 網目幅 2mm; 久保田ほか, 1992) を微速で曳航しながらワイヤーを繰り出して予定曳網層に設定し、1 時

間水平曳した後、閉鎖せずに表面まで曳網する方法により、海面から 1,000m 層までを 3~4 層 (BO-80-12 航海) あるいは 5 層 (その他の 3 航海) 同時に行った。予定曳網層は、BO-80-12 航海では海面付近, 50m, 100m, 200m, 500m, 700m 層および 1,000m 層の 7 層であり、その他の 3 航海ではこの 7 層のうち 50m と 700m 層を除く 5 層であった。実際の曳網深度は、深度距離計 (鶴見精機 K.K. 製) によって推定された (Table 1)。また、ネット曳網の前あるいは後には Micom-BT (鶴見精機 K.K. 製) あるいは STD (Plessey 社製) を用いて、海面から 1,000m 層までの水温測定を行った。

採集した試料は、船上にて中性ホルマリンを 10% の濃度となるように加えて固定し、東海大学海洋研究所海洋生物センターへ持ち帰った後、所定の方法 (久保田ほか, 1992) により、4 航海 44 試料について湿重量の測定および第一次ソーティングが行われた。選別後の毛顎動物については、湿重量を測定後、種レベルの同定を行い、種ごとに個体数を計数した。種の同定は山路 (1966) および時岡 (1940) を参照して行い、学名は Bieri (1991) に従った。また、表層 (200m 以浅) で特に個体数の多かったフクラヤムシ (*Flaccisagitta enflata*) とエンガンヤムシについては、TO-81-21 航海の試料で体長 (頭部先端から尾節末端まで) を測定した。

結果の解析にあたっては、個体数と湿重量は 1 曳網当りの値で表示した。本研究ではネットの開閉を行っていないために、特に下層からのネットの揚網時には上層のプランクトンが混入することが考えられる。しかし、これらの正確な補正は不可能であるので、得られた値をそのまま用いた。解析としては、試料間における種組成などの比較と種間における鉛直分布の比較を行った。試料間の比較は、各試料 (破損などにより種レベルの同定ができなかった試料を除く) の種別個体数データに基づき、Bray-Curtis 法により各試料間の非類似度を求め、群平均法によるクラスタ分析 (Field *et al.*, 1982) を行って試料群を検出し、この試料群間で優占種、個体数、湿重量、種数、多様度指数 ( $H'$ ; Shannon and Weaver, 1963) を比較した。クラスタ

Table 1 Sampling data of the materials used in this study.

Cruise No.	Date	Time		Estimated depth (m) of tow
		from	to	
BO-80-12	13-Aug-1980	2250	2350	168, 483, 673, 961
	14-Aug-1980	0050	0151	6, 60, 110
	14-Aug-1980	1341	1441	180, 496, 691, 985
	14-Aug-1980	1530	1630	6, 53, 108
TO-81-21	12-Nov-1981	2110	2210	5, 90, 190, 493, 996
	13-Nov-1981	0645	0745	2, 70, 135, 333, 659
TO-81-23	24-Feb-1982	1558	1658	2, 82, 142, 324, 626
	24-Feb-1982	2100	2200	1, 58, 125, 328, 665
BO-83-05	18-May-1983	1540	1640	5, 103, 200, 416, 776
	18-May-1983	2000	2100	2, 101, 220, 387, 699

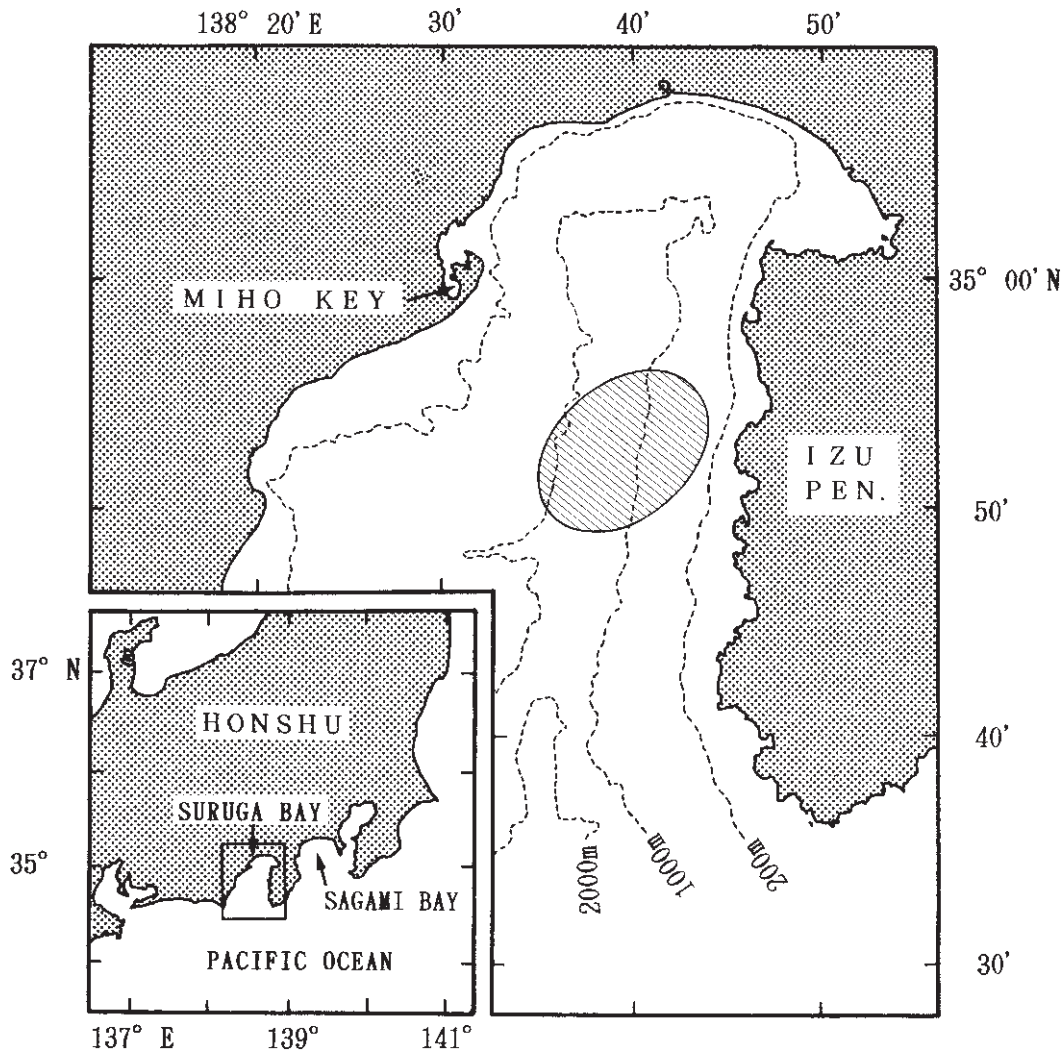


Fig. 1 Map showing a sampling area (a hatched area) in Suruga Bay, central Japan.

一分析におけるデンドログラムの作成にはExcelアドイン工房のクラスター分析 Ver. 3.3 (早狩, 2001) を使用した。また、種ごとの鉛直分布の比較は、次式によって加重平均深度 (Pearre, 1973) を算出して行った。

$$\text{加重平均深度 } \bar{d} = \sum n_i d_i / \sum n_i$$

$n_i$  は、深度  $d_i$  m における 1 曳網当りの個体数である。

## 結 果

### 1. 水温の鉛直分布

採集時の水温の鉛直分布を Fig. 2 に示す。表層、特に 100m 以浅における水温の季節変化は著しく、海面付近では 2 月に 14.0°C であったが、8 月には 24.6°C に達し、その差は 10°C 以上に及んだ。8, 2, 5 月の 100m 層水温は 13.8~14.4°C であったが、11 月には 18.3°C と特に高かった。11 月における高水温は 500m 付近までの中層上部に明白に認められたが、下層ほど差は不明瞭となり、800m

層 3.7~4.5°C, 1000m 層では 3.3~3.6°C で、季節による違いはほとんどみられなかった。

### 2. 出現種

出現した毛顎動物は、Table 2 に示す 3 科 12 属 19 種であった。月別の出現種数は、8, 11 月に 17 種、2 月に 14 種、5 月に 11 種であり、5 月の出現種は他のすべての月に出現した。フクラヤムシとエンガンヤムシの曳網当りの個体数は、最高 5,000 個体以上に達し、出現頻度はそれぞれ 68% と 96% であった。一方、オオヤムシ (*Flaccisagitta hexaptera*), コトガタヤムシ (*Pseudosagitta lyra*), ノコギリヤムシ (*Serratosagitta pacifica*) の出現頻度は 70% 以上に達したが、採集個体数は曳網当り 200 個体未満であった。また、個体数と出現頻度がともに低い出現種は、ホソヤムシ (*Krohnitta subtilis*), フトエリヤムシ (*Aidanosagitta regularis*), ナイカイヤムシ (*A. crassa* f. *naikaiensis*), ヒメノコギリヤムシ (*Serratosagitta pseudoseratodentata*), ヤムシ (*Sagitta bipunctata*), ネットイヤ

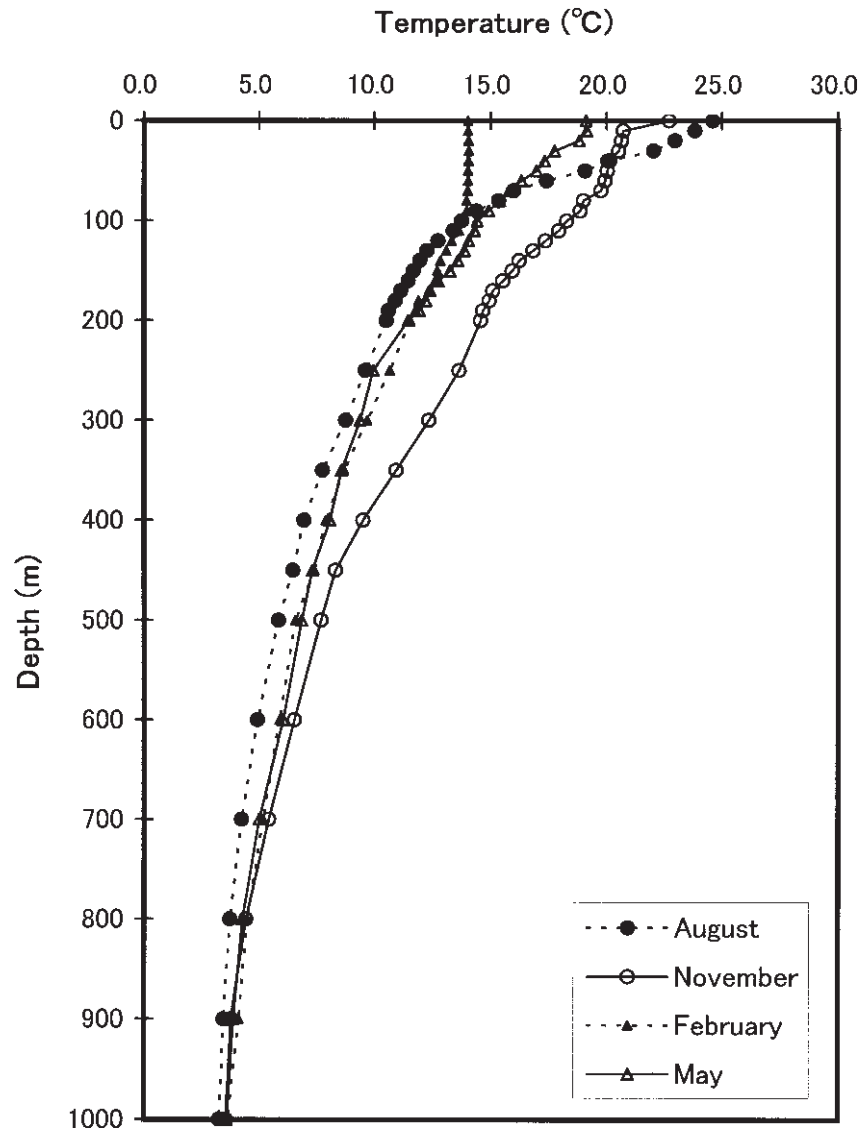


Fig. 2 Profile of vertical distribution of water temperature at the sampling site.

ムシ (*Zonosagitta pulchra*) であった。これらは表層性で、暖水域の外洋性種または内湾性種であり、前4種は成熟しても体長15mmに達しない小型種であった(寺崎, 1997参照)。

### 3. 試料間の比較

試料間における種組成の非類似度のクラスター分析結果を、各試料の優占種の組成、総個体数、湿重量、種数、多様度指数 ( $H'$ ) とともに Fig. 3 に示す。

破損などにより種レベルの同定ができなかった2月の昼間の2m層と5月の昼間の5m層を除く42試料は、クラスター分析の結果、非類似度0.5を基準として、22試料からなるグループA(うち、21試料は200m以浅の採集)と19試料からなるグループB(全て200m以深の採集)、両方のグループに属さなかった2月の昼間の82m層(F-D-82)に分けられた。

優占種の組成については、グループAでは、5月の試料でエンガンヤムシだけが高い割合を占める場合が多かったのに対して、8、11月の試料でエンガンヤムシとともにフクラヤムシの割合が、2月の試料でエンガンヤムシとともにノコギリヤムシの割合が高い場合が多かった。一方、グループBではコトガタヤムシやシンカイフトヤムシ (*Solidosagitta zetesios*), *Eukrohnia fowleri*, *E. bathypelagica* の割合が高い点が全般に共通していたが、エンガンヤムシとフクラヤムシの割合は同じ月の試料では類似しており、デンドログラムにも月に対応した小グループが認められた。

毛顎動物の総個体数と湿重量は、グループAでは106~12,485個体、0.079~30.283gであり、グループBの272~2,906個体、3.175~10.749gに比べて値の範囲が広がった。これは、海面付近の値が昼夜で著しく異なることによるもので、特に8、11、5月の夜間に、海面付近で高い値

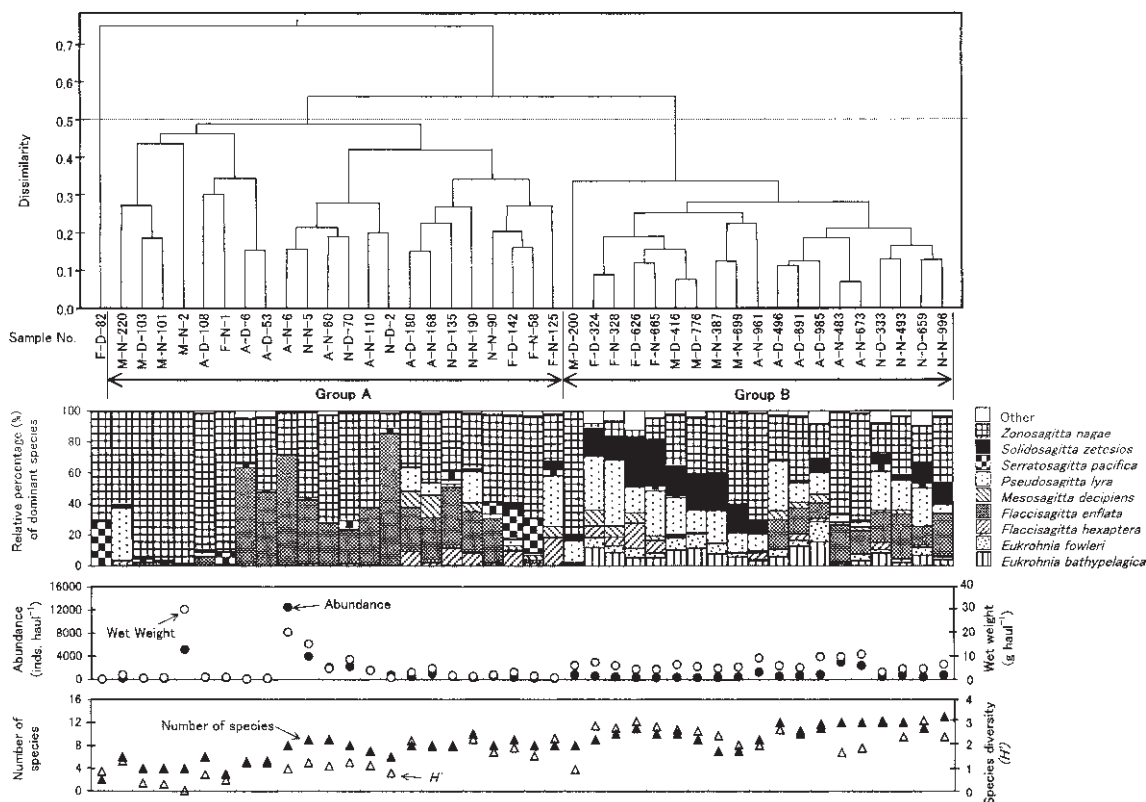
**Table 2** Seasonal occurrence, maximum abundance (MA) and frequency of occurrence (FO) of chaetognaths in Suruga Bay.

SPECIES	August	November	February	May	MA*	FO**
<b>EUKROHNIIDAE</b>						
<i>Eukrohnia hamata</i> (Möbius)	+	+	+	+	42	36.4
<i>Eukrohnia bathypelagica</i> Albariño	+	+	+	+	79	43.2
<i>Eukrohnia fowleri</i> Ritter-Záhony	+	+	+	+	83	45.5
<b>SAGITTIDAE</b>						
<i>Sagitta bipunctata</i> Quoy & Gaimard	+	+			10	18.2
<i>Aidanosagitta crassa</i> f. <i>naikaiensis</i> (Tokioka)	+	+			1	4.5
<i>Aidanosagitta regularis</i> (Aida)		+			1	2.3
<i>Caecosagitta macrocephala</i> (Fowler)	+	+	+	+	35	29.5
<i>Ferosagitta robusta</i> (Doncaster)	+	+	+		35	50.0
<i>Ferosagitta ferox</i> (Doncaster)	+	+			25	18.2
<i>Flaccisagitta hexaptera</i> (D'orbigny)	+	+	+	+	66	77.3
<i>Flaccisagitta enflata</i> (Grassi)	+	+	+	+	7525	68.2
<i>Mesosagitta decipiens</i> (Fowler)	+	+	+	+	128	54.5
<i>Pseudosagitta lyra</i> (Krohn)	+	+	+	+	180	75.0
<i>Serratosagitta pacifica</i> (Tokioka)	+	+	+	+	124	79.5
<i>Serratosagitta pseudoserratodentata</i> (Tokioka)	+	+	+		17	29.5
<i>Solidosagitta zetesios</i> (Fowler)	+	+	+	+	99	59.1
<i>Zonosagitta nagae</i> (Alvariño)	+	+	+	+	5031	95.5
<i>Zonosagitta pulchra</i> (Doncaster)	+				1	2.3
<b>KROHNITTIDAE</b>						
<i>Krohnitta subtilis</i> (Grassi)			+		2	2.3

+: occurrence in the month.

\*: inds. haul<sup>-1</sup>

\*\* : (Number of samples in which the species present)/(total number of samples).



**Fig. 3** Dendrogram for group classification of samples by the cluster analysis on the basis of chaetognath assemblages with numerical composition of dominant species, abundance, wet weight, number of species and species diversity of chaetognaths in each sample. Sample number shows the sampling information: Month-Day/Night-Depth (m). Dominant species was defined as species occupying more than 10% of total abundance of chaetognaths identified to species level in each sample. Species diversity was measured by Shannon-Wiener index ( $H'$ ) (Shannon and Weaver, 1963).

が認められた。グループBではこのような顕著な値はないが、低い値もないため変動幅は小さく、特に湿重量はグループAに比べて有意に高かった ( $U$ -検定,  $p < 0.01$ )。

毛顎動物の種数および多様度指数 ( $H'$ ) は、グループAでは3~10種, 0.03~2.31, グループBでは7~13種, 0.95~3.08であり、ともにグループBの方が有意に高かった ( $U$ -検定,  $p < 0.01$ )。

#### 4. 各種の鉛直分布

個体数と出現頻度が特に低かった6種を除く13種について、4航海、昼夜の合計8回の採集毎に加重平均深度を算出し、その範囲と平均値をFig. 4に示した。各種の加重平均深度の平均値は、カタヤムシ (*Ferosagitta ferox*)、オオカタヤムシ (*F. robusta*)、フクラヤムシ、ノコギリヤムシ、エンガンヤムシでは表層 (200m以浅) に、オオヤムシ、ナガメヤムシ (*Mesosagitta decipiens*)、コトガヤムシでは中層上部 (200~500m) に、クローンヤムシ (*Eukrohnia hamata*)、*E. fowleri*、*E. bathypelagica*、シンカイフトヤムシ、メクラヤムシ (*Caecosagitta macrocephala*) では中層下部 (500~1,000m) に認められた。

表層、中層上部および中層下部のそれぞれで個体数が特に多かった4種 (Table 1参照) について、各月の鉛直分布をFig. 5に示した。表層で多かったフクラヤムシとエンガンヤムシの最大個体数はともに、8月と11月に高かったが、後者では5月にも高く、いずれの場合も最も低い月の10倍以上に達した。また、各採集時の最大個体数が認め

られた採集層は昼夜によっても異なり、ほとんどの月の夜間には海面付近で認められたが、昼間はこれよりもやや下層に認められた。中層上部で多かったコトガヤムシの各採集時の最大個体数は、ほとんどの場合100~200個体であり、深度200~500mの間に認められた。また、中層下部で多かったシンカイフトヤムシの各採集時の最大個体数は、ほとんどの場合50~100個体であり、8月および11月では深度500m以深に認められたが、2月および5月には4例中3例で深度200~500mに認められた。

#### 5. フクラヤムシおよびエンガンヤムシの体長組成

表層に多かったフクラヤムシとエンガンヤムシの体長組成を、11月の上層の3層分についてFig. 6に示した。両種とも、昼間では海面近くで採集された個体の体長組成は下層の2層、3層目のものとは明らかに異なり、モードは15mm未満の個体にみられたが、夜間では海面近くにおいても15mm以上の個体が増加し、特にエンガンヤムシではモードの位置が下層の2、3層目と同じ階級に認められた。

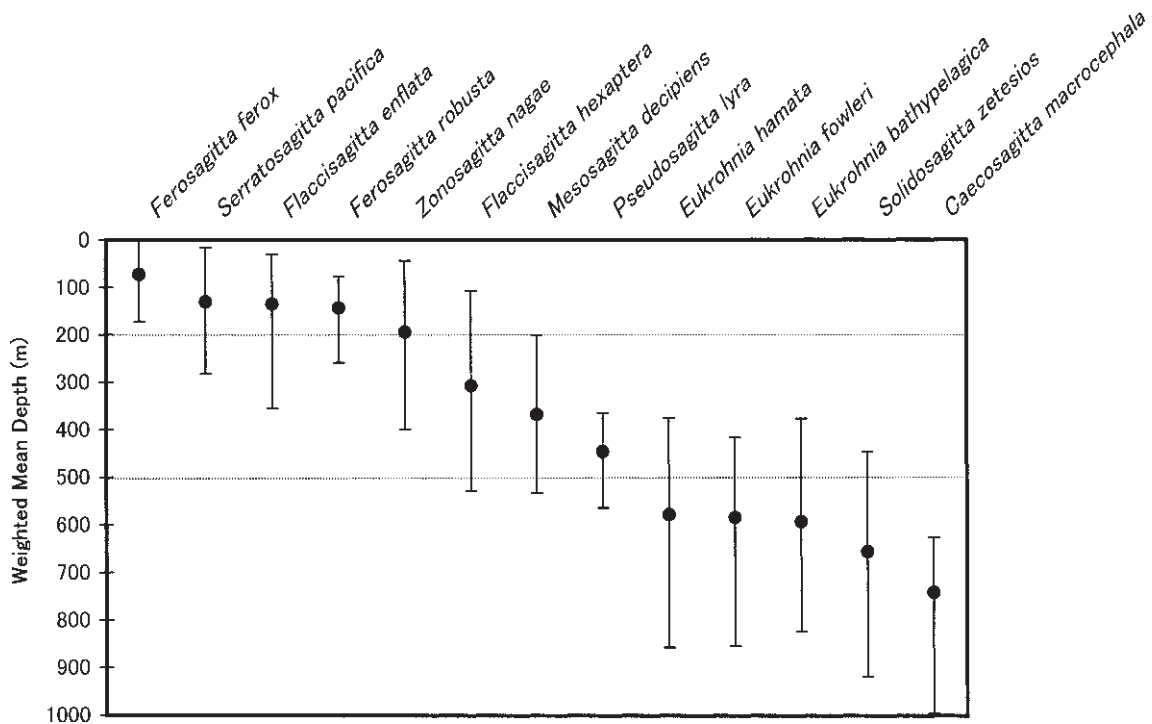


Fig. 4 Maximum, minimum and average of weighted mean depth in eight sampling series for the 13 selected species of chaetognaths in Suruga Bay.

駿河湾における毛顎動物の鉛直分布

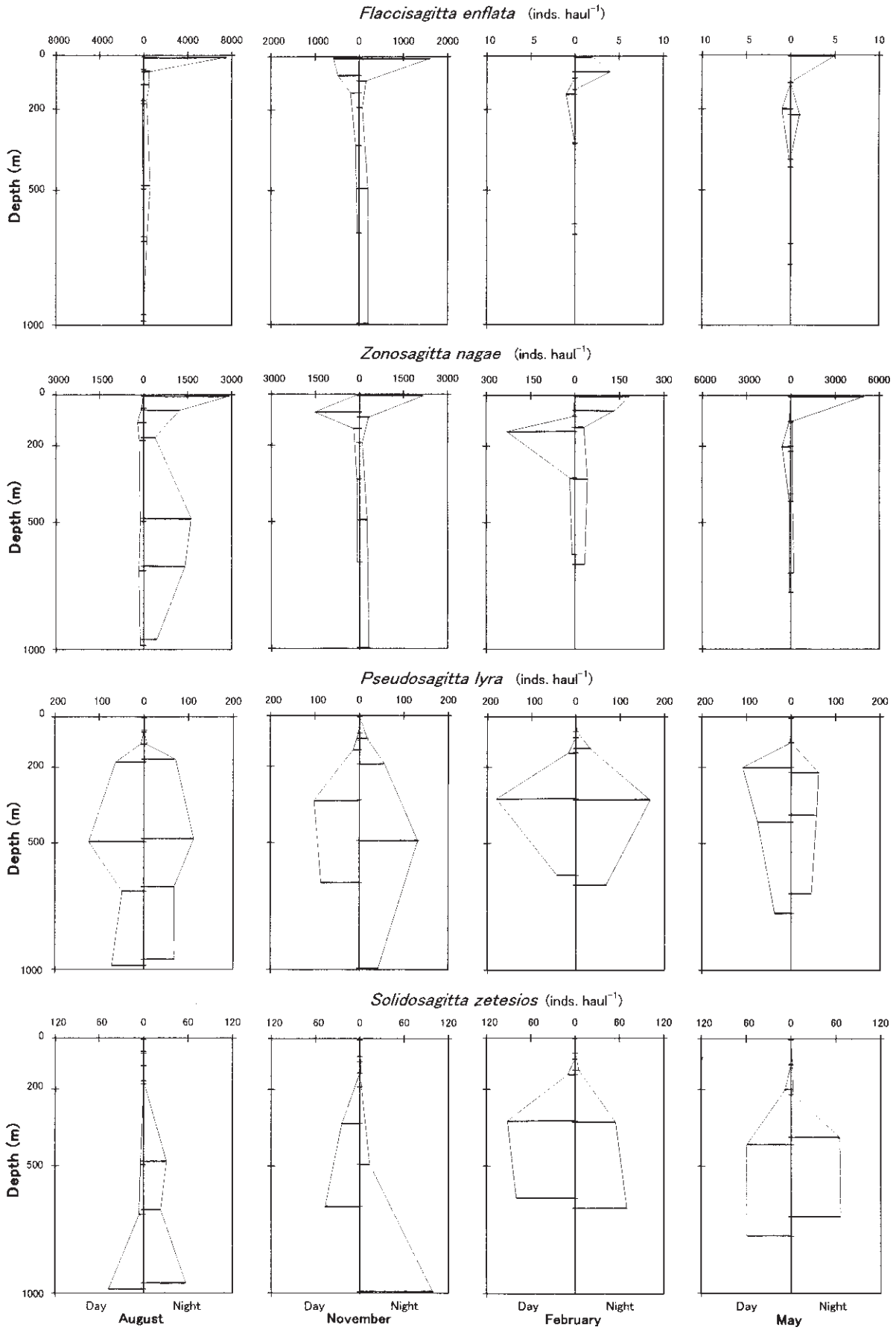


Fig. 5 Vertical distribution of abundance of the four selected chaetognaths (*Flaccisagitta enflata*, *Zonosagitta nagaе*, *Pseudosagitta lyra* and *Solidosagitta zetesios*) in Suruga Bay.

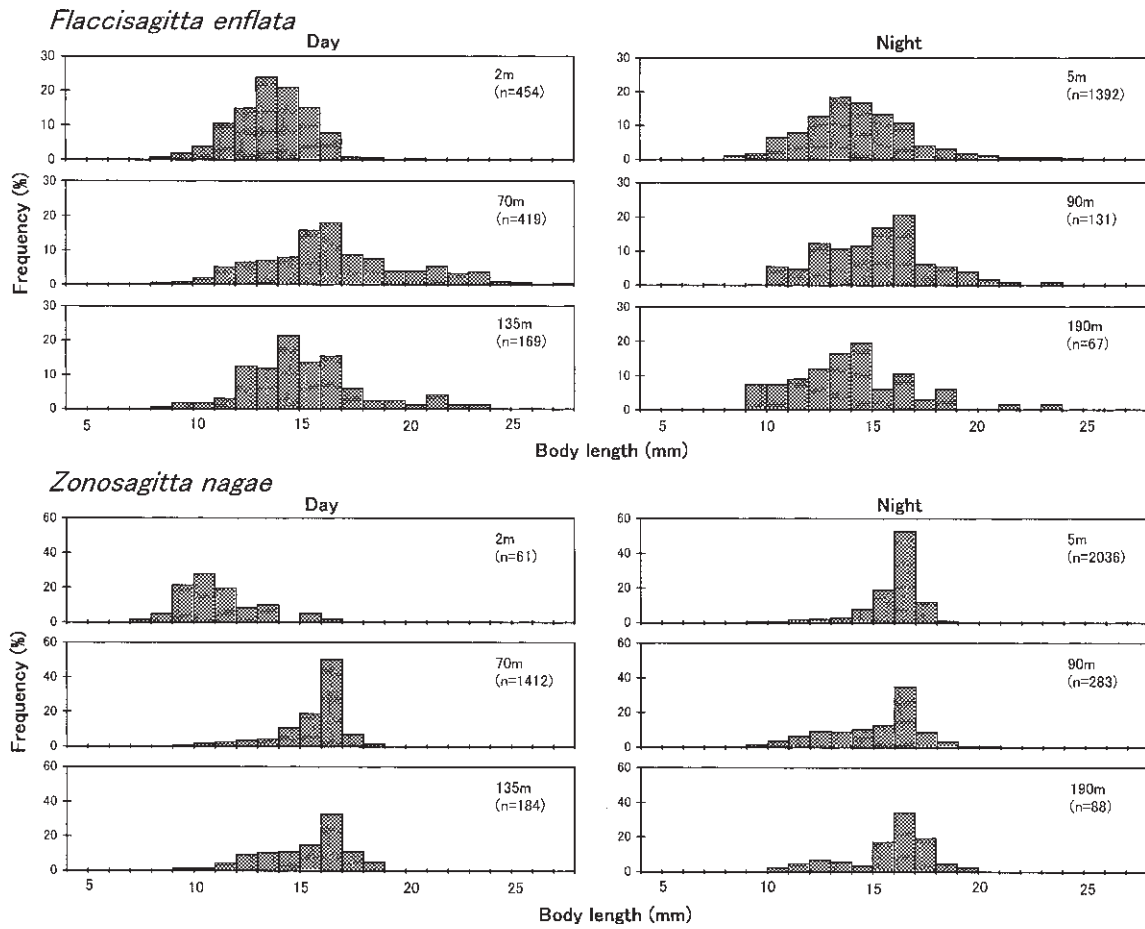


Fig. 6 Body length distribution of two epipelagic chaetognaths (*Flaccisagitta enflata* and *Zonosagitta nagae*) in upper three sampling layers in November, 1981. Body length is measured from the top of the head to the posterior end of the tail.

## 論 議

本研究で出現した毛顎動物は3科12属19種であった。駿河湾では, Tokioka (1939a), Marumo (1966), Marumo and Nagasawa (1973), Nagasawa and Marumo (1975), 久保田ほか (1977), 永沢・丸茂 (1982) が既に5科17属30種以上の出現を報告しており (Tab. 3), 本研究における出現種はすべて既知の種であった。既往の報告があり, 本研究で確認できなかった種はイソヤムシ属, ワダツミヤムシ (*Bathyspadella edentata*), *Heterokrohnia bathybia*, ヒメカタヤムシ, ヒメヤムシ, *Mesosagitta neodecapiens*, キタヤムシ, キタコトガタヤムシ, ベドートヤムシ, ヘラガタヤムシ, アイダヤムシである。これらの種が確認できなかった理由としては, キタヤムシ, キタコトガタヤムシは本来の生息域が親潮域にあり, 駿河湾まで運ばれることが極めて少ないこと, ヒメカタヤムシ, ヒメヤムシ, アイダヤムシなどでは小型であるため今回使用したネットの網目幅2mmでは網目を通過したことなどが考えられる。

各試料の種別個体数組成はおおむね200mを境界とし

て, それ以浅の試料 (グループA) と以深の試料 (グループB) で明瞭な相違が認められた。この原因は, 特に後者におけるコトガタヤムシ, シンカイフトヤムシ, *Eukrohnia fowleri* などの中層種 (寺崎, 2001) の出現によっている。各グループの中には採集月に共通する特徴 (季節性) が認められた。毛顎動物の種別個体数組成の季節変化については, 永沢・丸茂 (1982) が, 相模湾の150m以浅において網目幅0.1mmのネットにより, 8月にはエンガンヤムシ, フクラヤムシ, ヒメヤムシ, 11月にはフクラヤムシ, ノコギリヤムシ, ヒメヤムシ, 2月にはノコギリヤムシ, ヒメノコギリヤムシ, 5月にはエンガンヤムシの割合が高いと報告した。本研究で使用したネットではヒメヤムシやヒメノコギリヤムシのような小型種が網目を通過することを考慮すれば, グループAの試料に認められた採集月による種別個体数組成の違いは相模湾で得られた結果とよく類似している。一方, フクラヤムシとエンガンヤムシの割合の季節変化はグループBでも認められたが, 両種が200m以深には極めて少ないことが知られており (Marumo and Nagasawa, 1973; 久保田ほか, 1977), 開放式のネットを用いた本研究の試料には, ネットの上昇



Table 3 A species list of chaetognaths hitherto recorded from Suruga Bay.

Family	Species	Japanese name	Reference*						
			1	2	3	4	5	6	7
SPADELLIDAE									
	<i>Spadella</i> spp.	イソヤムシ属				+			
	<i>Bathyspadella edentata</i> Tokioka	ワダツミヤムシ	+						
EUKROHNIIDAE									
	<i>Eukrohnia hamata</i> (Möbius)	クローンヤムシ			+		+	+	
	<i>Eukrohnia bathypelagica</i> Alvariño				+		+	+	
	<i>Eukrohnia fowleri</i> Ritter-Záhony						+	+	
	<i>Heterokrohnia bathybia</i> Marumo & Kitou						+		
SAGITTIDAE									
	<i>Sagitta bipunctata</i> Quoy & Gaimard	ヤムシ						+	
	<i>Aidosagitta neglecta</i> (Aida)	ヒメカタヤムシ			+	+		+	
	<i>Aidosagitta crassa</i> f. <i>naikaiensis</i> (Tokioka)	ナイカイヤムシ			+	+	+	+	
	<i>Aidosagitta regularis</i> (Aida)	フトエリヤムシ			+	+		+	
	<i>Caecosagitta macrocephala</i> (Fowler)	メクラヤムシ			+		+	+	
	<i>Ferosagitta robusta</i> (Doncaster)	オオカタヤムシ			+	+		+	
	<i>Ferosagitta ferox</i> (Doncaster)	カタヤムシ			+	+		+	
	<i>Flaccisagitta hexaptera</i> (D'orbigny)	オオヤムシ			+	+	+	+	
	<i>Flaccisagitta enflata</i> (Grassi)	フクラヤムシ			+	+	+	+	
	<i>Mesosagitta minima</i> (Grassi)	ヒメヤムシ			+	+	+	+	
	<i>Mesosagitta decipiens</i> (Fowler)	ナガメヤムシ			+	+	+	+	
	<i>Mesosagitta neodecipiens</i> (Tokioka)				+	+	+	+	
	<i>Parasagitta elegans</i> (Verrill)	キタヤムシ				+			
	<i>Pseudosagitta lyra</i> (Krohn)	コトガタヤムシ			+	+	+	+	
	<i>Pseudosagitta scrippsae</i> (Alvariño)	キタコトガタヤムシ			+				
	<i>Serratosagitta pacifica</i> (Tokioka)	ノコギリヤムシ			+	+	+	+	
	<i>Serratosagitta pseudoserratodentata</i> (Tokioka)	ヒメノコギリヤムシ			+	+	+	+	
	<i>Solidosagitta zetesios</i> (Fowler)	シンカイフトヤムシ			+	+	+	+	
	<i>Zonosagitta bedoti</i> Beraneck	ベドートヤムシ			+	+		+	
	<i>Zonosagitta nage</i> (Alvariño)	エンガンヤムシ			+	+	+	+	
	<i>Zonosagitta pulchra</i> (Doncaster)	ネットアイヤムシ						+	
PTEROSAGITTIDAE									
	<i>Pterosagitta draco</i> (Krohn)	ヘラガタヤムシ			+	+	+	+	
KROHNITTIDAE									
	<i>Krohnitta subtilis</i> (Grassi)	ホソヤムシ			+	+	+	+	
	<i>Krohnitta pacifica</i> (Aida)	アイダヤムシ			+	+		+	

\*: 1. Tokioka (1939a); 2. Marumo (1966); 3. Marumo and Nagasawa (1973); 4. Nagasawa and Marumo (1975); 5. Kubota *et al.* (1977); 6. Nagasawa and Marumo (1982); 7. Ono (1998) including data of the present study.

\*\* : species that did not occur in the four cruises treated in the present study.

時に 200m 以浅で入網したものが少なからず含まれていると考えられる。そこで 200m 以深における組成の実体を試料間で比較するため、Fig. 3 においてグループ B を形成した試料について、表層性種 (寺崎, 2001) を除外してクラスター分析を行った (Fig. 7)。デンドログラムの形は Fig. 3 とは異なり、同じ月の試料が並ぶのは 8 月だけとなった。さらに、優占種の組成には試料により大きな変化がみられ、500m 以浅の試料では多くの場合にコトガタヤムシの割合が高く、デンドログラムで小グループを形成した 8 月の 5 試料ではコトガタヤムシ、*Eukrohnia fowleri*、*E. bathypelagica* の割合が高く、シンカイフトヤムシの割合が低い点で共通していた。結果で述べたようにグループ A とグループ B の相違は、種別個体数組成だけでなく、種数、種多様度指数 ( $H'$ ) にも有意差が認められた。グ

ループ B のこれらの値は、表層性種を除外すると 5~8 種、0.95~2.72 であり、グループ A の 3~10 種、0.03~2.31 と比較すると、種数では差は認められなかったが ( $U$ -検定、 $p > 0.05$ )、種多様度指数は有意にグループ B で高く ( $U$ -検定、 $p < 0.01$ )、表層に比べて中層では大型毛顎動物の種多様性が高いことが示唆された。

各々の種の鉛直分布は、エンガンヤムシ、フクラヤムシ、ノコギリヤムシが表層 (200m 以浅) に、オオヤムシ、ナガメヤムシ、コトガタヤムシが中層上部 (200~500 m) に、シンカイフトヤムシ、クローンヤムシ、*Eukrohnia bathypelagica*、*E. fowleri*、メクラヤムシが中層下部 (500m 以深) に分布の中心を持つ点で、Marumo and Nagasawa (1973) による相模湾の結果と一致した。このうち、表層に分布の中心があるエンガンヤムシは沿岸域

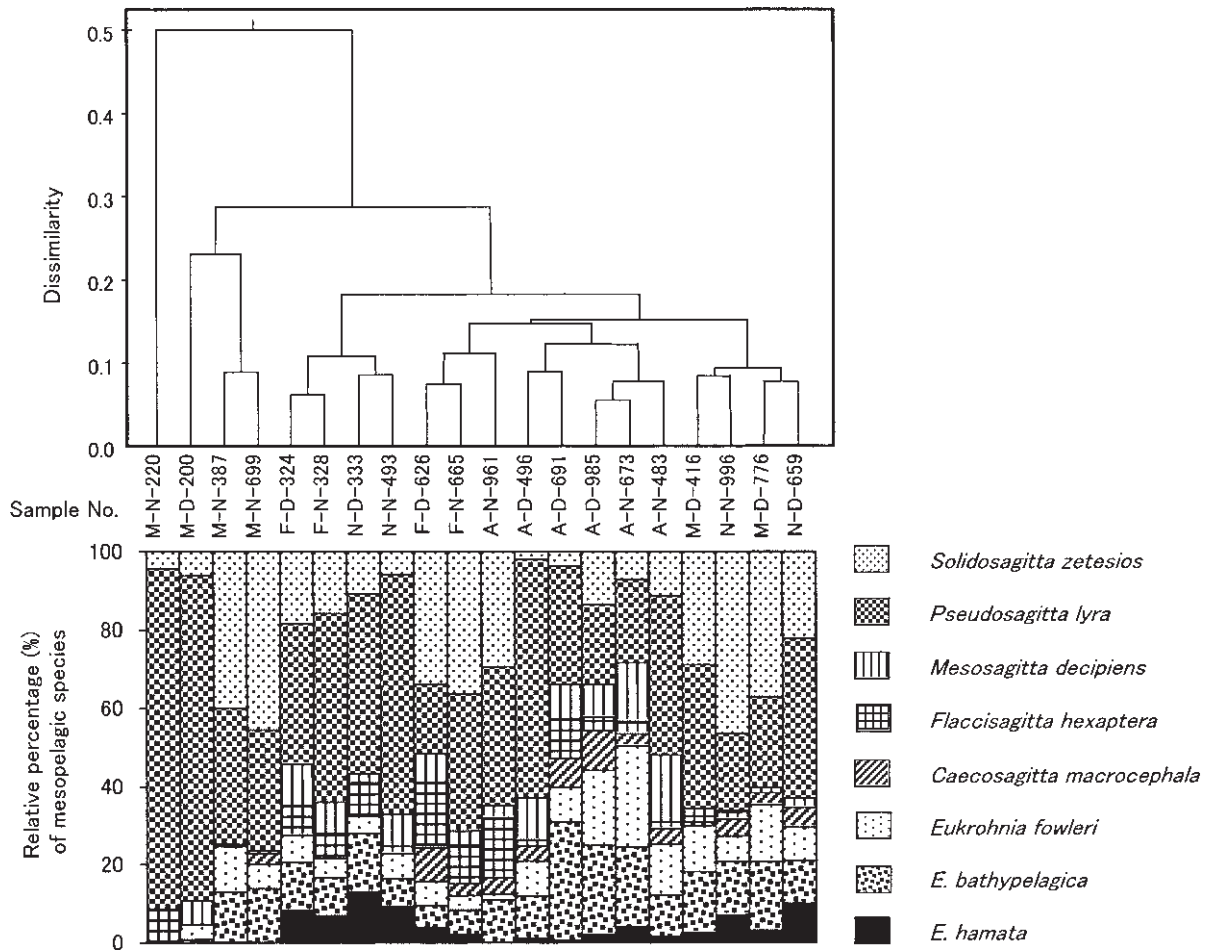


Fig. 7 Dendrogram for group classification of samples collected from mesopelagic zone by the cluster analysis on the basis of chaetognath assemblages excluding epipelagic species with numerical composition of mesopelagic species. Sample number shows the sampling information: Month-Day/Night-Depth (m).

の、そしてフクラヤムシとノコギリヤムシは黒潮域の指標種 (Kuroda, 1976, 1977) として知られ、中層下部に分布の中心があるクローンヤムシは、世界の海洋に分布し、極海では表層に熱帯海域では深層に分布する種 (Alvariño, 1964), *Eukrohnia bathypelagica* と *E. fowleri* は、Vinogradov (1968) の分類による3つのグループの中で、最も深い生息層 (500~1,000m 以深) をもつグループに属する種である。以上の鉛直分布は、表面から100m層の沿岸河川系水と外洋系表層水の混合水 (表層混合水), 100~200m層までの外洋系水 (黒潮系水), 300~1,200m層にある塩分極小中層水 (亜寒帯系中層水), 1,200m層以深にある南極起源の水 (太平洋深層水) からなる駿河湾の鉛直的水塊構造 (中村, 1982) におおむね対応しているといえよう。

表層に分布の中心があるエンガンヤムシとフクラヤムシでは、海面付近の狭い範囲で明瞭な日周鉛直移動が認められ、両種の体長測定結果から、夜間の海面付近に特に大型個体が浮上する現象がみられた。エンガンヤムシの日周鉛直移動については Nagasawa and Marumo (1975) が、フクラヤムシについては Furuhashi (1976) が既に報告し

ているが、同様に、大型の成熟個体の夜間における浮上が確認されている。

一方、中層上部のコトガタヤムシと中層下部のシンカイフトヤムシでは明瞭な日周鉛直移動は認められなかったが、シンカイフトヤムシでは個体数が最も多かった曳網層の深度が8月、11月に比べて2月と5月で浅くなる傾向がみられた。Fig. 8に本種が各採集において出現した最も浅い曳網層の深度を、本報告で取り扱った試料以外の観察結果 (10~11月: 4航海分, 2~3月: 2航海分; 小野, 1998) を含めて、季節別、昼夜別に示した。本種が各採集において出現した最も浅い曳網層の深度は、昼夜による差は認められなかったが (Wilcoxonの符号順位検定,  $p > 0.05$ ), 秋と冬による差は有意で ( $U$ -検定,  $p < 0.01$ ), 本種の分布上限は明らかに秋に深く冬に浅いといえる。本種は、幼体や成熟度のI, II期では中層上部に分布し、III, IV期では深層に分布することが知られ (寺崎, 1973; Terazaki and Marumo, 1982), 相模湾では、半年~1年の寿命をもち700m以深で周年産卵するがその盛期は6~8月と推定されている (寺崎, 1973)。8月に中層上部で個体数が少

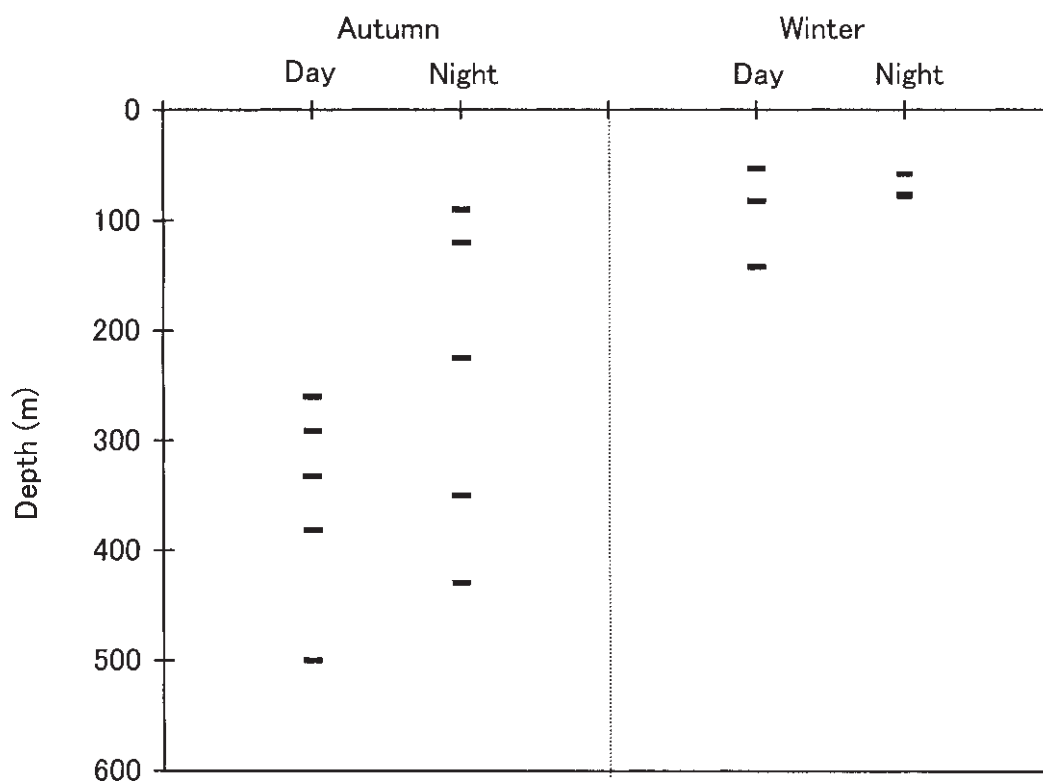


Fig. 8 Upper limits of vertical distribution of *Solidosagitta zetesios* in central part of Suruga Bay at five autumn- and three winter- cruises (modified from data by Ono, 1998). Each bar shows the depth of the shallowest layer in layers where *S. zetesios* was collected in each sampling time.

なかったのは多くの個体が成熟し深層へ移動したことによると考えられ、11月は夏に発生した若い個体が出現する時期であるが中層上部の水温が高いためあまり浮上しなかったとみられる。また、2月と5月では多くの個体がII期以前であり、水温が低下した中層上部に浮上していたことが考えられる。本種は、成長、成熟に伴う鉛直移動 (Ontogenetic vertical migration) により生物ポンプの役割を果たすとともに、比較的变化の乏しい中層の毛顎動物の群集組成に季節変化をもたらしている可能性が考えられ、今後さらに高頻度の調査による詳しい生活史の解明が期待される。

## 謝 辞

本報告をまとめるに当たり、原稿のご校閲を賜りました独立行政法人水産総合研究センター日本海区水産研究所海洋環境部元部長の黒田一紀博士に深く感謝の意を表します。さらに、Abstractの英文のご校閲を賜った東海大学海洋学部清水教養教育センター外国語教育の特任講師 John Burrell氏に感謝します。

試料の提供さらに発表の機会を頂きました東海大学海洋研究所教授で初代海洋生物センター長の故 元田 茂博士、さらに試料の採集作業に従事された東海大学海洋研究所教授澤本彰三博士をはじめとして当時の東海大学丸II世

船長の林誠一郎氏、八田真次氏および望星丸II世船長の政次五男氏、両船の調査員である花田正明氏および守屋 洋氏そして多くの乗組員の方々に記して感謝の意を表します。また、本論文の査読者にも厚くお礼を申し上げます。

## 引用文献

- Alvariño, A. (1964): Bathymetric distribution of chaetognaths. *Pacific Science*, **18**, 64-82.
- Bieri, R. (1991): Systematics of the Chaetognatha. p. 122-136. In, Bone, Q., H. Kapp and A. C. Pierrot-Bults eds. *The Biology of Chaetognaths*. Oxford University Press, New York, 173 pp.
- Field, J. G., K. R. Clarke and R. M. Warwick (1982): A practical strategy for analyzing multispecies distribution patterns. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **8**, 37-52.
- Furuhashi, K. (1976): Diel vertical migration suspected in some copepods and chaetognaths in the inlet waters, with a special reference to behavioral differences between male and female, noted in the former. *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.*, **22**(6), 355-370.
- 早狩 進 (2001): 統計解析アドイン「クラスター分析 Ver. 3.3」。Excelアドイン工房,  
<http://www.jomon.ne.jp/~hayakari/shfirst.htm>
- 鬼頭正隆 (1974): 毛顎類. p. 65-85. 「海洋プランクトン, 海

- 洋学講座10」(丸茂隆三編)。東京大学出版会、東京、232 pp.
- 児玉公成・久保田 正 (1984): 駿河湾産 Calanoida および Cyclopoida (Copepoda) 目録。東海大学海洋研究所研究報告, **6**, 29-40.
- 児玉公成・久保田 正 (1991): 駿河湾における大型カイアシ類20種の昼夜鉛直分布。東海大学海洋研究所研究報告, **11/12**, 9-28.
- Kubota, T. (1973): Four links of food chains from the lancetfish, *Alepisaurus ferox*, to zooplankton in Suruga Bay, Japan. J. Fac. Mar. Sci. Technol., Tokai Univ., **7**, 231-244.
- 久保田 正・花村幸生・杉山利治 (1977): 駿河湾の毛顎類, 浮遊性エビ類, アミ類 (1976年4月)。p. 91-102. 「特定研究海洋環境保全 (駿河湾), 昭和51年度中間報告」(東海大学海洋学部編), 143pp.
- 久保田 正・才木栄作・小早川 誠 (1989): 駿河湾におけるハダカイワシ科魚類の季節的出現と鉛直分布について。東海大学海洋研究所研究報告, **10**, 21-30.
- 久保田 正・澤本彰三・岸本浩和 (1992): 東海大学海洋研究所海洋生物センターの大型浮遊生物調査研究概要1980-1985年。東海大学海洋研究所研究報告, **13**, 105-120.
- 久保田 正・酒井秀樹・永井秀樹・松原加江・奥谷喬司 (1998): 駿河湾における浮遊性頭足類幼体の出現種および鉛直分布。東海大学紀要海洋学部, **46**, 67-86.
- 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. (1977): Chaetognatha in the Kuroshio area south of Japan II. Revision of indicator species. Bull. Kobe Mar. Obs., **194**, 26-33.
- Lalli, C. M. and T. R. Parsons (1993): Biological Oceanography. Pergamon Press, Oxford, 301pp.
- Marumo, R. (1966): *Sagitta elegans* in the Oyashio undercurrent. Jour. Oceanogr. Soc. Japan, **22**(4), 129-137.
- 丸茂隆三 (1980): 日本近海のプランクトン。海洋科学, **12**(9), 617-624.
- Marumo, R. and S. Nagasawa (1973): Pelagic chaetognaths in Sagami Bay and Suruga Bay, central Japan. J. Oceanogr. Soc. Japan, **29**(6), 267-275.
- Nagasawa, S. and R. Marumo (1972): Feeding of a pelagic chaetognath, *Sagitta nagae* Alvarinho in Suruga Bay, central Japan. J. Oceanogr. Soc. Japan, **28**(5), 181-186.
- Nagasawa, S. and R. Marumo (1975): Distribution of a chaetognath, *Sagitta nagae* Alvarinho in Suruga Bay, central Japan with notes on the zooplankton biomass. Bull. Plankton Soc. Japan, **21**(2), 23-104.
- Nagasawa, S. and R. Marumo (1976): Further studies on the feeding habits of *Sagitta nagae* Alvarinho in Suruga Bay, central Japan. J. Oceanogr. Soc. Japan, **32**(5), 209-218.
- 永沢祥子・丸茂隆三 (1978): やむしの寄生生物。うみ, **17**(3), 127-136.
- 永沢祥子・丸茂隆三 (1979): 駿河湾における *Sagitta nagae* Alvarinho の生殖と生活史。日本プランクトン学会報, **25**(1), 67-84.
- 永沢祥子・丸茂隆三 (1982): 駿河湾における表層性やむしの鉛直分布。日本プランクトン学会報, **29**(1), 9-24.
- 中村保昭 (1982): 水産海洋学的見地からの駿河湾の海洋構造について。静岡県水産試験場研究報告, **17**, 1-153.
- 小野泰嗣 (1998): 駿河湾における毛顎類の出現種及び主要2種の昼夜鉛直分布。東海大学大学院海洋学研究科水産学専攻修士論文, 24 pp.+11 tabs.+15 figs.+14 app. tabs.
- Pearre, S. Jr. (1973): Vertical migration and feeding in *Sagitta elegans* Verrill. Ecology, **54**(2), 300-314.
- Russell, F. S. (1935): On the value of certain plankton animals as indicators of water movements in the English Channel and North Sea. J. Mar. Biol. Ass. U. K., **20**, 307-332.
- 澤本彰三 (1992): 駿河湾のオキアミ類出現種組成。東海大学海洋研究所研究報告, **13**, 85-96.
- Shannon, G. E. and W. Weaver (1963): The mathematical theory of communication. Univ. of Illinois Press. Urbana, Illinois, 117pp.
- 寺崎 誠 (1973): 浮遊性毛顎類の生態学的研究。東京大学大学院農学系研究科博士論文, 39pp.+84 figs.+16 tabs.
- 寺崎 誠 (1997): Phylum CHAETOGNATHA 毛顎動物門。p. 1271-1290. 「日本産海洋プランクトン検索図説」(千原光雄・村野正昭編)。東海大学出版会、東京、1574 pp.
- 寺崎 誠 (2001): ヤムシ類の生態。月刊海洋 (号外), **27**, 191-197.
- Terazaki, M. and R. Marumo (1982): Feeding habits of meso- and bathypelagic Chaetognatha, *Sagitta zetesios* Fowler. Oceanol. Acta, **5**(4), 461-464.
- Tokioka, T. (1939a): Three new chaetognaths from Japanese waters. Mem. Imp. Observ., Kobe, **7**, 129-140.
- Tokioka, T. (1939b): Chaetognaths collected chiefly from the Bay of Sagami and Suruga with some notes on the shape and structure of the seminal vesicle. Rec. Oceanogr. Wks. Japan, **10**(2), 125-150.
- 時岡 隆 (1940): 毛顎動物門。日本動物分類, **5**(2), 三省堂, 東京, 129pp.
- Vinogradov, M. L. (1968): Vertical Distribution of the Oceanic Zooplankton. Nauka, Moscow, (English translation, I. P. S. T., Jerusalem, 1970), 339pp.
- 山路 勇 (1966): 日本海洋プランクトン図鑑。保育社, 大阪, 369pp.

## 要 旨

駿河湾における大型毛顎動物の鉛直分布を、湾中央部において1980年8月、'81年11月、'82年2月、'83年5月に採集されたプランクトン44試料に基づいて明らかにした。試料は、口径160cmリングネット（網目幅2mm）を用いて、海面から深度1,000mまでの5または7層を同時に水平曳きによって採集された。

出現種は3科12属19種であり、全て駿河湾では既知の種で、8月と11月に多く、2月と5月に少なかった。

種別の個体数組成は、表層（200m以浅）と中層（200m以深）では明らかに異なっていた。表層では、周年にわたり、エンガンヤムシが卓越しており、8月と11月にはこれにフクラヤムシが、2月にはノコギリヤムシが加わった。中層では、コトガタヤムシ、シンカイフトヤムシ、*Eukrohnia fowleri* などの中層性種の出現により特徴付けられており、多様性指数は揚網中に混入した表層性種を除外して計算しても、表層に比べて高かった。

それぞれの出現種について加重平均深度を算出した結果、鉛直分布の中心は次の3つの深度帯に属するものと推察され、相模湾における既往の結果とよく一致した。

表層（200m以浅）: カタヤムシ、オオカタヤムシ、フクラヤムシ、ノコギリヤムシ、エンガンヤムシ。

中層上部（200～500m）: オオヤムシ、ナガメヤムシ、コトガタヤムシ。

中層下部（500～1,000m）: クローンヤムシ、*Eukrohnia fowleri*、*E. bathypelagica*、シンカイフトヤムシ、メクラヤムシ。

これらのうち、表層に分布の中心をもつエンガンヤムシとフクラヤムシでは顕著な日周鉛直移動が認められたが、中層に分布するコトガタヤムシとシンカイフトヤムシでは鉛直分布の昼夜による差は不明瞭であった。また、シンカイフトヤムシでは最大個体数の認められた採集層が8、11月に比べて2、5月に浅くなる季節変化が認められ、成長、成熟に伴う鉛直移動（Ontogenetic vertical migration）の関与が考えられた。