「海―自然と文化」東海大学紀要海洋学部　第３巻第１号　19-32頁（2005）
Journal of The School of Marine Science and Technology, Vol.3 No.1 pp. 19-32, 2005

駿河湾三保沖におけるカラヌス目カイアシ類の季節的消長

伊東　宏*1・水島　毅*2・久保田 正*3

Seasonal Occurrence of the Calanoid Copepods from off Miho Key, Suruga Bay, Central Honshu, Japan

Hiroshi ITOH, Takeshi MIZUSHIMA and Tadashi KUBOTA

Abstract

Seasonal occurrence of calanoid copepods was investigated on the basis of 48 samples taken from April 1979 to June 1980 at a station off Miho Key in Suruga Bay, central Honshu, Japan. Samples were obtained by vertical hauls from 30-m depth to the surface with the Norpac net.

A total of 109 calanoid species, including 21 species newly recorded from the bay, representing to 41 genera of 19 families were identified. The copepod assemblage was characterized by the high abundance of cold-water neritic species from winter to spring, the occurrence of warm-water neritic species in summer, and the occurrence of many oceanic species and high species diversity in autumn.

Among them, 40 species were sampled abundantly and frequently and were grouped into the following 4 types on the basis of their seasonal occurrence by cluster analysis excluding an outlier, *Eucalanus subtenuis*:

(1) Autumn type (14 oceanic and 1 neritic species): relatively abundant from September to November and the abundance positively correlated with water temperature. Oceanic species: *Clausocalanus minor, Nannocalanus minor, Eucalanus pileatus, E. subcrassus, Paracalanus aculeatus, Candacia catula, Acrocalanus gracilis, Undinula vulgaris, Calocalanus plumulosus, C. pavo, Temora discaudata, Calanopia minor, Canthocalanus pauper* and *Euchaeta rimana*. Neritic species: *Temora turbinata*.

(2) Autumn-Winter Type (10 oceanic species): relatively abundant not only in autumn but also in winter (from December to February). All species are oceanic form. *Acartia danae, Paracalanus denudatus, Clausocalanus furcatus, C. mastigophorus, Scolecithrix danae, Cosmocalanus darwini, Paraeuchaeta russelli, Lucicutia flavicornis, Pleuromamma gracilis* and *P. piseki*.

(3) Winter-Spring Type (6 oceanic and 5 neritic species): relatively abundant from December to May and the abundance negatively correlated with water temperature in most species. Oceanic species: *Calanus jashnovi, Clausocalanus arcuicornis, C. parapergens, C. pergens, Ctenocalanus vanus* and *Candacia bipinnata*. Neritic species: *Centropages abdominalis, Paracalanus parvus* s. l., *Acartia omorii, A. steueri* and *Calanus sinicus*.

(4) Summer Type (1 oceanic and 2 neritic species): Relatively abundant from June to August and abundance positively correlated with water temperature in all species. Oceanic species: *Centropages bradyi*. Neritic species: *Labidocera japonica* and *Centropages tenuiremis*.

The differences in the seasonal occurrence among the oceanic species can be explained by the optimum temperature and the vertical distribution of each species. On the other hand, that of the neritic species can be explained by their resting-egg formation depending on the temperature or by the seasonal abundance of food organisms and predators, as suggested by previous studies.

2005年５月16日受理
＊1　株式会社 水土舎（Suidosha Co. Ltd.）
＊2　東海大学海洋学部（School of Marine Science and Technology, Tokai University）
＊3　東海大学海洋学部非常勤講師（Tokai University）

緒　　言

カラヌス目カイアシ類は世界の海洋から約1,800種が知られ，すべて自由生活者であり水柱環境に適応し，海洋生態系においては，二次または三次生産者として重要な役割を果たしている（Mauchline, 1998参照）．駿河湾では328種が報告され（児玉・久保田，1984），表層のメソ動物プランクトンの中ではほぼ周年にわたり最も高い割合を占め（大森，1977），シラス（Nakai *et al*., 1973）やサクラエビ（Omori, 1969）など同湾の主要水産生物の餌料にもなっている．駿河湾におけるカイアシ類の季節的消長は，現在までにオイトナ科 Oithonidae（Nishida *et al*., 1977），ポンテラ科 Pontellidae（水島，1990），ポエキロストム目 Poecilostomatoida（Itoh and Mizushima, 1999）で明らかにされているが，カラヌス目全体を扱った報告は見当たらない．そこで本研究では駿河湾湾奥三保沖の定点において15ヶ月間にわたり採集された動物プランクトン試料に基づき，カイアシ類中のカラヌス目に含まれる種類に焦点を当てて季節的消長を明らかに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，東海大学海洋学部小型調査実習船，“第二南十字”ならびに“第二北斗”により，駿河湾内三保沖定点（35°01′16″N，138°32′02″E; 水深 38m）において1979年 4 月～1980年 6 月の間， 5 ～22日間隔で合計48回採集した（Fig. 1）．採集方法は，30m 層から海面までのノルパック（NORPAC）ネット（元田，1957; 口径 45cm，網目幅 0.33mm）の鉛直曳きで全て正午前後に行った．濾水量は，濾水計を使用しなかったため，濾過率を 100％ とみなして網口面積と曳網距離から一律に 4.8m³ とした．採集した試料は船上にて全量の 10％ に相当する中性ホルマリンを加えて固定した．採集時には，水温・塩分計（MC-5-0193型，英国アンドリュース社製）により，5 m 層における水温・塩分を測定した．

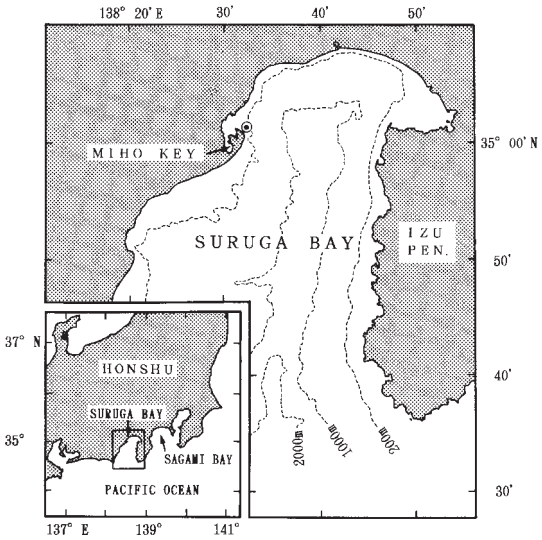

Fig. 1 Map showing the station (◉) where plankton samples were collected from April 1979 to June 1980 off Miho Key, Suruga Bay, central Honshu, Japan.

実験室に持ち帰った試料は，双眼実体顕微鏡下において，カラヌス目カイアシ類の成体について選別し，同定および計数を行った．選別は原則として試料全体を対象に行った．しかし，個体数が卓越したアカルチア科 Acartiidae，クラウソカラヌス科 Clausocalanidae，パラカラヌス科 Paracalanidae の個体については，他のカラヌス目を選別の後に，5％ 中性ホルマリン海水を加えて全体が 48ml になるように調整し，1 ml ステンペルピペットにより 10ml を採取したサブサンプル（濾水量 1 m³ に相当）から選別した．種の同定は基本的には千原・村野編（1997）に従ったが，必要に応じてその他の文献も参照した．なお，出現種のうち，*Clausocalanus arcuicornis* と *C. parapergens* の雄については種の識別が困難な場合があったので両種をまとめて計数し，種毎の個体数を用いた解析では雄のデータは省いた．

結果の解析は，カラヌス目全体について個体数密度，優占種の組成，種数の季節変化を記述し，Shannon-Wiener 指数（*H'*; Shannon and Weaver, 1963）により種多様性の季節変化について論ずるとともに，選定した40種について季節的消長の類型化を行い個体数密度と水温・塩分の関係を検討した．種の選定基準は，最大計数値が10個体以上（個体数密度に換算するとアカルチア科 Acartiidae，クラウソカラヌス科 Clausocalanidae，パラカラヌス科 Paracalanidae に含まれる種では10個体/m³ 以上，その他の科に含まれる種では2個体/m³ 以上）であり，かつ1979年 4 月～1980年 4 月までの出現頻度[1] が 10％ 以上であることとした．季節的消長の類型化は，Bray-Curtis 法で求めた種相互間の非類似度に基づき，群平均法によるクラスター分析により行った（Field *et al*., 1982）．クラスター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，個体数密度と水温・塩分との関係は，それぞれの種の個体数密度が平均値（但し， 0 を除いて計算したもの）を超えた観測時の測定値の範囲を至適範囲として求めるとともに，スピアマンの順位相関係数を算出し相関の有無を検定した．

結　　果

1．海　況

三保沖定点 5 m 層における水温および塩分の季節変化を Fig. 2 に示す．水温は 3 月から上昇しはじめ， 9 月始めに最高 26.8°C となり，その後徐々に下降し， 3 月はじ

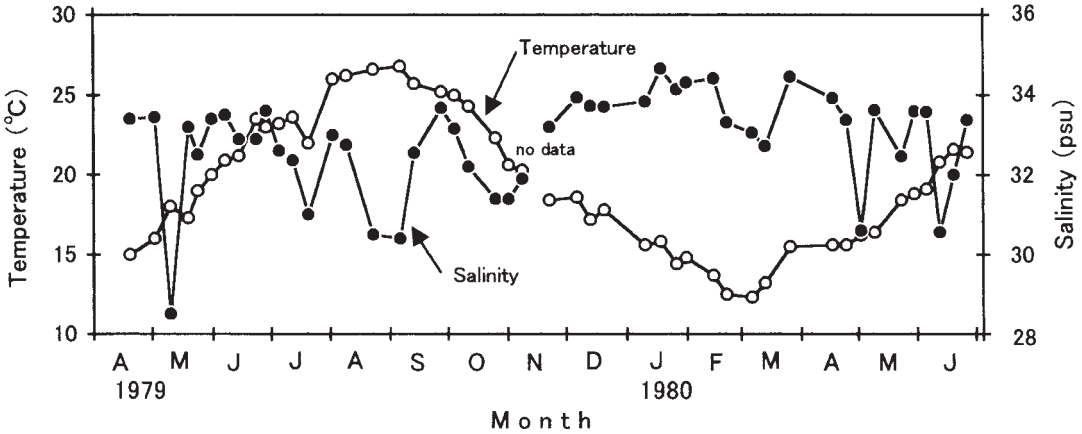

Fig. 2 Seasonal changes of temperature (open circles) and salinity (closed circles) at 5-m depth at the study site.

めに最低12.3°Cを記録した．塩分は12～4月の期間33psu以上を保持し，特に1～2月は34psuを超え，最高は1月半ばの34.7psuであった．5～11月はほぼ33psu以上であったが，変動が大きく，しばしば31psu以下となり，最低は1979年5月の28.5psuであった．このような塩分の極端な低下は，当日または数日前の著しい降雨にともなう河川水の流入量の増加が主な原因である．以上の結果は，三保沖を含む駿河湾西部沿岸において沿岸河川系水が卓越するという従来の見解（中村，1982）を支持するものであった．

2．出現種

調査期間内で，19科41属109種（Table 1）が出現し，このうち4種（*Calocalanus* sp., *Centropages* sp., *Scaphocalanus* sp. 1，*Scaphocalanus* sp. 2）は未同定であり，別途行っている分類学的研究に供した（Ohtsuka *et al*., 2005）．残る105種のうち，95種は千原・村野編（1997）を参照して同定したが，これに記載がない *Eucalanus pileatus* の同定は田中（1935）に，*Racovitzanus levis, Scaphocalanus curtus, Scolecithricella beata, S. ctenopus, S. vittata, Scolecithrix bradyi, S. nicobarica* は Tanaka（1961，1962）に，*Scolecithricella longispinosa* は Chen and Zhang（1965）に，*Pleuromamma piseki* は Bradford-Grieve（1999）にそれぞれ準拠した．

3．個体数，種数，優占種の季節変化

カラヌス目全体の個体数密度，優占種の組成，試料当たりの種数，多様度指数（*H'*）の季節変化をFig. 3に示した．個体数密度は特に1979年4～5月と1980年3～4月に多く，両年とも最高は1m³当たり3,000個体以上に達した．組成は，*Paracalanus parvus* s. l. の割合が高く，特に12～4月は半数以上の採集日で75%以上を占め，*Acartia omorii* とともにカラヌス目全体の個体数密度のピーク形成に大きく寄与していた．5月以降，本種の割合は50%以下となり，5月には *Acartia omorii*，6～8月には *Centropages tenuiremis, Labidocera japonica, Paracalanus aculeatus* や *Clausocalanus furcatus* などの割合が次第に高くなった（但し，1980年では，6月まで *Acartia omorii* の割合が高かった）．9～10月は *Clausocalanus minor, Undinula vulgaris, Paracalanus aculeatus* など外洋性の種が占める割合が高く，*Paracalanus parvus* s. l. の割合は20%未満となったが，11月には再び本種が50%を超えるようになった．種数は9～12月には半数以上の採集日で40種を超えたが，他の月では30種以下の場合が多く，多様度指数 *H'* は1979年6月から12月上旬には半数以上の採集日で3を超えたが，他の月では2以下の場合が多かった．*H'* が6月に種数に先立って上昇したのは夏に多い種や秋季に多い種の一部が増加したためであり，11月に種数に先立って下降したのは *Paracalanus parvus* s. l. の増加によるものである．

4．各種の季節的消長

本研究で三保沖に出現した種には，*Calanus sinicus, Paracalanus parvus* s. l. のように周年にわたって出現するものから，*Haloptilus ornatus, Candacia ethiopica, Eucalanus hyalinus, Eurytemora pacifica* のように極めて稀に出現するものが含まれていたが，多くの種では出現に季節性が認められた（Table 1）．個体数と出現頻度が所定の水準（材料と方法を参照）に達した40種について，個体数密度の変化の非類似度に基づきクラスター分析した結果をFig. 4に示す．その結果，非類似度0.80を基準とすると，グループA（25種），グループB（11種），グループC（3種）が認められ，この水準でいずれにも属さなかった *Eucalanus subtenuis* は0.82でグループAに連結していた．またグループAは最も多くの種が含まれていたが，0.76で大きく2群に分かれており，それらを細分化し，グループA1（15種）とA2（10種）と呼ぶことにする．

クラスター分析の結果を参考にして並べた40種の個体数

Table 1. Monthly occurrence, maximum density (MD) and frequency of occurrence (FO) of the 109 calanoid copepods off Miho Key.

FAMILY	SPECIES	Year	1979									1980						MD*	FO**
		Month	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J		
		No. of samples	1	5	4	3	3	3	3	4	3	4	2	3	2	4	4		
ACARTIIDAE	*Acartia danae* Giesbrecht		◎	○	○		○	○	◎	○	○	○		◎	○	○		43.2	50.0
	Acartia erythraea Giesbrecht				○			○		○								2.1	7.5
	Acartia negligens Dana		◎	○			○	◎	○	◎	○	○			○	○		6.1	50.0
	Acartia omorii Bradford		◎	◎	◎	○	○	○	○	○	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	1915.1	75.0
	Acartia steueri Smirnov			◎	○	○					○	○	◎	◎	○	◎	○	34.0	40.0
AETIDEIDAE	*Aetideus acutus* Farran				○				○	○	○	○	◎					1.7	25.0
	Euchirella rostrata (Claus)		◎							○	○	○		○	◎			1.7	27.5
	Undeuchaeta plumosa (Lubbock)										○	○						0.6	7.5
AUGAPTILIDAE	*Haloptilus longicornis* (Claus)											○	◎					0.4	7.5
	Haloptilus ornatus (Giesbrecht)											○						0.2	2.5
CALANIDAE	*Calanus jashnovi* Hulsemann			○							○	○	○	○	○			16.2	25.0
	Calanus sinicus Brodsky		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	70.3	100.0
	Canthocalanus pauper (Giesbrecht)				○	○	◎	◎	◎	◎	◎	○				○		54.7	50.0
	Cosmocalanus darwini (Lubbock)			○	○	○	○	◎	○	◎	◎	○	◎		○			12.2	60.0
	Mesocalanus tenuicornis (Dana)		◎								○	○	◎					0.6	17.5
	Nannocalanus minor (Claus)			○	○	○	○	◎	◎	◎	○	○	○					5.2	55.0
	Neocalanus gracilis (Dana)			○					◎	○	○	○	○		○			0.4	22.5
	Undinula vulgaris (Dana)			○	○	○	◎	◎	◎	◎								64.8	42.5
CALOCALANIDAE	*Calocalanus pavo* (Dana)			○	○		○	◎	◎	○			○			○	○	8.4	37.5
	Calocalanus plumulosus (Claus)				○	○	○	◎	○	○	○					○	○	3.6	37.5
	Calocalanus styliremis Giesbrecht							○		○		○	◎		◎	○		0.8	20.0
	Calocalanus sp.										○							0.2	2.5
CANDACIIDAE	*Candacia bipinnata* (Giesbrecht)		◎	◎	◎	○	○	○	○	○	○	○		○	◎	○	○	7.3	65.0
	Candacia catula (Giesbrecht)			○			○	◎	◎	○								2.7	27.5
	Candacia curta (Dana)								○		○							0.6	7.5
	Candacia discaudata A. Scott							○	○									0.6	10.0
	Candacia ethiopica (Dana)											○						0.2	2.5
	Candacia pachydactyla (Dana)							○	○	○	○							0.6	10.0
	Candacia tuberculata Wolfenden								○	○								0.4	7.5
	Paracandacia bispinosa (Claus)									○								0.4	2.5
	Paracandacia simplex (Giesbrecht)								○	○	○							0.2	7.5
	Paracandacia truncata (Dana)						○	◎	◎	○								1.9	20.0
CENTROPAGIDAE	*Centropages abdominalis* Sato		◎	○									○	◎	○	○	○	6.9	22.5
	Centropages bradyi Wheeler			○	○	○	○										○	2.1	25.0
	Centropages calaninus (Dana)						○	○										0.6	7.5
	Centropages elongatus Giesbrecht									○								0.2	2.5
	Centropages furcatus (Dana)					○		○		○								0.8	10.0
	Centropages gracilis (Dana)				○	○	○	○	○	○	○							0.6	25.0
	Centropages orsinii Giesbrecht							○		○								0.4	5.0
	Centropages tenuiremis Thompson & A. Scott			○	○	◎	◎	◎	○	○							○	29.6	42.5
	Centropages sp.									○								6.3	2.5
CLAUSOCALANIDAE	*Clausocalanus arcuicornis* (Dana)		◎	◎	◎	○		◎	◎	○	○	◎	○	◎	◎	○	○	69.0	82.5
	Clausocalanus farrani Sewell		◎	○				◎	◎	◎	◎	○			○	○		5.0	47.5
	Clausocalanus furcatus (Brady)		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	○	54.1	97.5
	Clausocalanus lividus Frost & Fleminger				○									◎				2.9	12.5
	Clausocalanus mastigophorus (Claus)		◎	○	○	○	○	○	○	○	◎	○	○	○	◎	○		10.1	70.0
	Clausocalanus minor Sewell			○	○	○	○	◎	◎	◎	◎					○		22.0	45.0
	Clausocalanus parapergens Frost & Fleminger		◎	◎	○	◎	○		○		○	◎	◎	◎	◎	○	○	62.1	67.5
	Clausocalanus pergens Sewell		◎	○	○	○					◎	○	◎	◎	◎	○	○	28.1	50.0
	Ctenocalanus vanus Giesbrecht		◎	◎	○	◎	◎	○	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	199.0	87.5
EUCALANIDAE	*Eucalanus attenuatus* (Dana) s. l.						○	◎	○	○	◎			○				0.8	32.5
	Eucalanus californiscus (Johnson)			○												○		0.4	2.5
	Eucalanus crassus Giesbrecht					○		○			○			○		○		0.4	12.5
	Eucalanus hyalinus Claus									○								0.2	2.5
	Eucalanus mucronatus Giesbrecht										◎			○				0.8	10.0
	Eucalanus pileatus Giesbrecht						○	◎	◎	◎	◎	○		○				10.5	42.5
	Eucalanus subcrassus Giesbrecht					○	○	◎	◎	○	◎	○						6.9	42.5
	Eucalanus subtenuis Giesbrecht			○	○	◎			○	○	◎	○	○	○		○		20.3	50.0
	Rhincalanus cornutus Giesbrecht								○	○	○	○	○					0.6	17.5
	Rhincalanus nasutus Giesbrecht										○		○	○	○	○		1.9	12.5

○: occurrence in the month, ◎: occurrence on all sampling days in the month.

*: inds・m^{-3}

**: (Number of samples in which the species present)/(total number of samples)×100, caliculated using data from April 1979 to April 1980.

Table 1. (Continue)

FAMILY	SPECIES	Year	1979									1980						MD*	FO**
		Month	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J		
		No. of samples	1	5	4	3	3	3	3	4	3	4	2	3	2	4	4		
EUCHAETIDAE	*Euchaeta indica* Wolfenden							○	○	○	○	○						1.5	20.0
	Euchaeta rimana Bradford			○	○			◎	◎	◎	○				○			10.3	37.5
	Paraeuchaeta concinna (Dana)				○				○									0.4	7.5
	Paraeuchaeta longicornis (Giesbrecht)				○				○		○							1.7	10.0
	Paraeuchaeta media (Giesbrecht)			○							○	○		○				0.4	12.5
	Paraeuchaeta plana (Mori)		◎	○	○			○	○			○		○				1.9	25.0
	Paraeuchaeta russelli (Farran)			○	○				○	○	◎	○	◎	○	○			4.2	40.0
HETERORHABDIDAE	*Heterorhabdus papilliger* (Claus)									○	○	○			○			0.8	12.5
	Heterorhabdus subspinifrons Tanaka					○						○						0.2	5.0
LUCICUTIIDAE	*Lucicutia flavicornis* (Claus)		◎	○	○	○	○	○	◎	◎	◎	○	◎	○	◎	○	○	5.5	65.0
	Lucicutia gaussae Grice					○			○	○								0.4	12.5
MECYNOCERIDAE	*Mecynocera clausi* J. C. Thompson		◎	○	○	○		○	○	○	○	○		○	◎	◎	○	1.9	60.0
METRIDINIDAE	*Pleuromamma abdominalis* (Lubbock)		◎	○	○				◎	○	○	○	○	○	○		○	1.5	37.5
	Pleuromamma gracilis (Claus)		◎	○			○		○	○	○	○	○	○	◎		○	2.7	45.0
	Pleuromamma indica Wolfenden								○	○	○	○						1.9	12.5
	Pleuromamma piseki Farran			○	○			○	○	○	○	○	◎	○	◎	○	○	5.5	40.0
PARACALANIDAE	*Acrocalanus gibber* Giesbrecht						○	○		○								6.1	10.0
	Acrocalanus gracilis Giesbrecht			○	○	○	◎	◎	○	◎								24.1	40.0
	Acrocalanus longicornis Giesbrecht						○	◎	◎	○	○	○						6.1	32.5
	Acrocalanus monachus Giesbrecht								○									1.1	2.5
	Paracalanus aculeatus Giesbrecht		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○		◎	○	○	○	101.1	90.0
	Paracalanus denudatus Sewell						○	◎	○	○	◎	○	○					13.0	40.0
	Paracalanus parvus (Claus) s. l.		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	3490.1	100.0
PONTELLIDAE	*Calanopia elliptica* (Dana)							○	○	○								1.5	10.0
	Calanopia minor A. Scott						○	◎	◎	○		○						9.0	27.5
	Labidocera acuta (Dana)							○		○								2.3	7.5
	Labidocera japonica Mori			○	◎	◎	◎	○	○						○	○	◎	41.7	45.0
	Pontella securifer Brady									○								0.2	2.5
	Pontellina morii Fleminger & Hulsemann					○			○	○								0.2	10.0
	Pontellina plumata (Dana)					○		○		○								0.6	12.5
	Pontellopsis regalis (Dana)									○								0.2	2.5
	Pontellopsis yamadae Mori				○		○			○								0.4	10.0
PSEUDODIAPTOMIDAE	*Pseudodiaptoms marinus* Sato		◎	○	○	○											○	0.6	12.5
SCOLECITRICHIDAE	*Racovitzanus levis* Tanaka												○					0.2	2.5
	Scaphocalanus curtus Farran												◎					0.4	5.0
	Scaphocalanus sp. 1												○					1.7	2.5
	Scaphocalanus sp. 2									○			○	○				1.1	10.0
	Scolecithricella beata Tanaka								○	○	○	○				○		1.3	15.0
	Scolecithricella ctenopus (Giesbrecht)								○									0.6	2.5
	Scolecithricella dentata (Giesbrecht)										○	○	○	○			○	0.6	12.5
	Scolecithricella longispinosa Chen & Zhang			○				○	○	○		○						0.8	20.0
	Scolecithricella vittata (Giesbrecht)											○	○					0.6	5.0
	Scolecithrix bradyi Giesbrecht						○		○	○	○	○	◎				○	0.6	20.0
	Scolecithrix danae (Lubbock)					○		○	○	◎	◎	○		○	◎			2.7	42.5
	Scolecithrix nicobarica Sewell												○					0.4	2.5
TEMORIDAE	*Eurytemora pacifica* Sato													○				0.2	2.5
	Temora discaudata Giesbrecht		◎	○	◎	◎	◎	◎	○	○						○	○	43.4	55.0
	Temora turbinata (Dana)			○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	○				○	91.6	70.0
	Temoropia mayumbaensis T. Scott								○	○		○	◎					1.9	15.0

○: occurrence in the month, ◎: occurrence on all sampling days in the month.
*: inds・m^{-3}
**: (Number of samples in which the species present)/(total number of samples)×100, caliculated using data from April 1979 to April 1980.

密度の季節変化を Fig. 5 に示す．各種の個体数密度の季節変化は，デンドログラムで同じグループに含まれた種の間では互いに類似しており，個体数密度が高かった季節により以下の 4 つの型に類型された．

(1) 秋型（＝グループA1）: 特に秋季（9～11月）に高い個体数密度が認められる．外洋性種[2] 14種（*Clausocalanus minor, Nannocalanus minor, Eucalanus pileatus, E. subcrassus, Paracalanus aculeatus, Candacia catula, Acrocalanus gracilis, Undinula vulgaris, Calocalanus plumulosus, C. pavo, Temora discaudata, Calanopia minor, Canthocalanus pauper, Euchaeta rimana*）と内湾・沿岸性種[3] 1種（*Temora turbinata*）がこの型の季節変化を示した．このうち，*Paracalanus aculeatus* 以外の種では，秋季は冬季（12～2月）に比べて有意に個体数密度が高かった（U－検定，$p<0.05$）．

(2) 秋～冬型（＝グループ A2）: 秋季だけでなく冬季にも

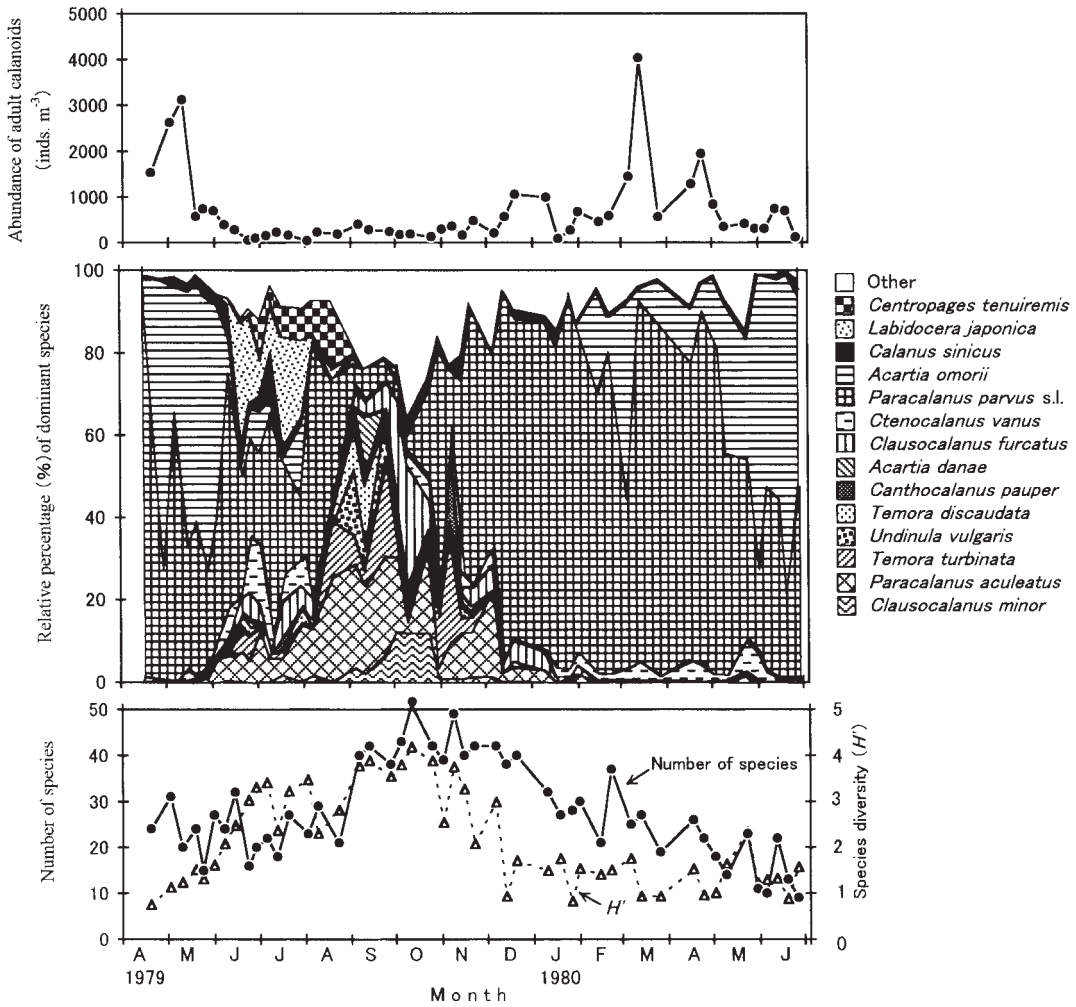

Fig. 3 Seasonal changes in abundance, numerical composition of dominant species, number of species and species diversity of calanoid copepods off Miho Key. Dominant species was defined as species occupying more than 10% of total abundance of adult calanoids in each sample. Species diversity was measured by Shannon-Wiener index (*H'*) (Shannon and Weaver, 1963).

高い個体数密度が認められる．外洋性種10種（*Acartia danae, Paracalanus denudatus, Clausocalanus furcatus, C. mastigophorus, Scolecithrix danae, Cosmocalanus darwini, Paraeuchaeta russelli, Lucicutia flavicornis, Pleuromamma gracilis, P. piseki*）がこの型の季節変化を示し，いずれの種も秋季と冬季の間で個体数密度に有意差がなかった（*U*－検定，$p>0.05$）．

(3) 冬～春型（＝グループB）: 冬季および春季（3～5月）に高い個体数密度が認められる．外洋性種6種（*Calanus jashnovi, Clausocalanus arcuicornis, C. parapergens, C. pergens, Ctenocalanus vanus, Candacia bipinnata*）と内湾・沿岸性種5種（*Centropages abdominalis, Paracalanus parvus* s. l., *Acartia omorii, A. steueri, Calanus sinicus*）がこの型の季節変化を示した．このうち，*Candacia bipinnata* および *Acartia omorii* では冬季よりも春季に多かったが（*U*－検定，$p<0.05$），そのほかの種では冬季と春季の間で個体数密度に有意差がなかった（*U*－検定，$p>0.05$）．

(4) 夏型（＝グループC）: 特に夏季（6～8月）に高い個体数密度が認められる．外洋性種1種（*Centropages bradyi*）と内湾・沿岸性種2種（*Labidocera japonica, Centropages tenuiremis*）がそれぞれこの型の季節変化を示し，いずれの種も個体数密度は夏季と他の季節の間で有意な差が認められた（*U*－検定，$p<0.05$）．

なお，クラスター分析の結果でいずれのグループにも属さなかった *Eucalanus subtenuis* は12月においてのみ高い個体数密度が認められた．

5．各種の個体数密度と水温・塩分の関係

季節的消長の類型化を行った40種について，水温・塩分の至適範囲ならびに個体数密度と水温・塩分との間の順位相関係数を Table 2 に示した．調査期間中の水温の範囲は12.3～26.8°C で，水温の至適範囲は秋型の各種で15.6～26.8°C，秋～冬型で12.3～26.8°C，冬～春型で

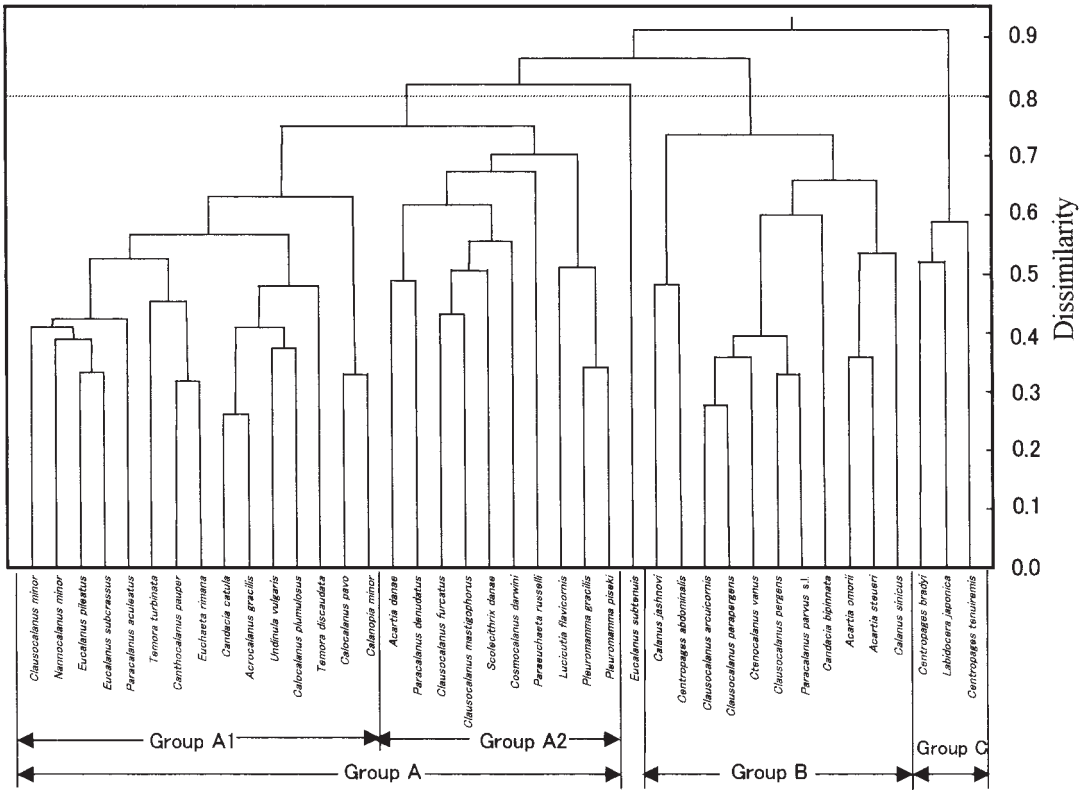

Fig. 4 Dendrogram for group classification on the basis of seasonal abundance of the 40 selected calanoids off Miho Key.

12.3〜24.3°C，夏型で20.0〜26.8°Cの範囲にあった．個体数密度と水温の関係は，秋型と夏型の全ての種において正の相関が認められ，冬〜春型では *Paracalanus parvus* s.l., *Clausocalanus pergens* など7種において負の相関が認められたが，秋〜冬型では全ての種において相関は認められなかった．一方，塩分については，調査期間中の値の範囲は28.5〜34.5psuで，至適範囲は秋型の各種で30.4〜33.9psu，秋〜冬型で30.4〜34.3psu，冬〜春型で28.5〜34.5psu，夏型で30.4〜33.6psuの範囲にあった．多くの種では個体数密度と塩分の相関は有意でなかったが，秋型の *Temora discaudata* と *T. turbinata* において負の相関が，秋〜冬型の *Paracalanus denudatus* と *Paraeuchaeta russelli* および冬〜春型の *Calanus jashnovi* と *Clausocalanus pergens* において正の相関が認められた．

論　議

1．三保沖におけるカラヌス目カイアシ類群集の種組成と季節変化の特徴

本研究で三保沖に出現したカラヌス目カイアシ類は19科41属109種であり（Table 1），駿河湾より既に報告のある328種（児玉・久保田，1984）の約1/3であった．本研究で種数が少なかったのは駿河湾湾奥の浅所（38m）を対象としたため，中深層性種の出現が限られていたことによると考えられる．一方，本研究で新たに駿河湾での出現が確認されたのは次の21種であった: *Haloptilus ornatus, Calanus jashnovi, Paracandacia simplex, Centropages elongatus, Clausocalanus farrani, C. lividus, C. mastigophorus, C. minor, C. parapergens, Lucicutia gaussae, Pleuromamma indica, Acrocalanus monachus, Pontellina morii, Scolecithricella beata, S. ctenopus, S. longispinosa, Eurytemora pacifica* および未同定種4種（*Calocalanus* sp., *Centropages* sp., *Scaphocalanus* sp. 1, *Scaphocalanus* sp. 2）．これらの多くは個体数密度や出現頻度が低くそのために過去の調査研究では発見されなかったと考えられる．しかし，*Calanus jashnovi, Clausocalanus mastigophorus, C. minor, C. parapergens* の4種については最大個体数密度10個体/m³以上，出現頻度25%以上に及ぶことから，過去の調査研究時にも出現した可能性がある．これらのカイアシ類では形態が類似する別種に，すなわち，*Calanus jashnovi* は類似の *C. finmarchicus, C. helgolandicus* および *C. sinicus* に，*Clausocalanus* 属3種は類似の *C. arcuicornis* にそれぞれ同定された可能性がある．

本研究で三保沖に出現した種の多くは外洋性種（千原・村野編，1997）で，*Euchirella rostrata* のように通常，中深層に分布する種も含まれていたが，一方で *Pseudodiaptomus marinus, Eurytemora pacifica* といった汽水性種（Ohtsuka *et al*., 1995）や *Acartia erythraea, A. omorii, A. steueri, Calanus sinicus, Centropages abdominalis, C. tenuiremis,*

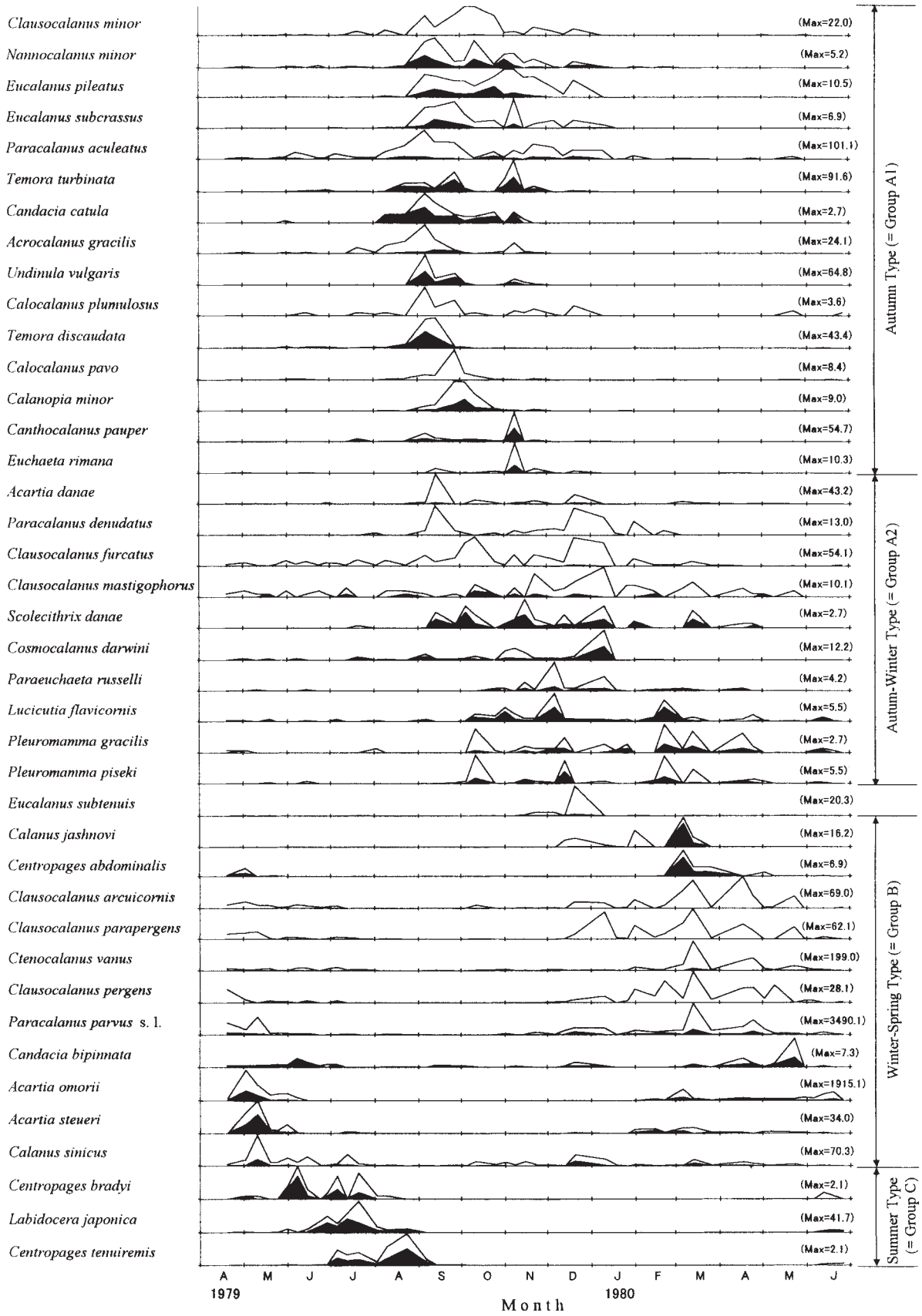

Fig. 5 Seasonal change in abundance of the 40 selected calanoids off Miho Key. Maximum scale in Y-axis indicates maximum density (inds. m^{-3}) shown in a right parenthesis for each species. Plottings represent the sum of male (shaded) and female.

Table 2. Optimum range (OR) of water temperature and salinity at 5-m depth of the study site and Spearman's rank correlation coefficients (SRCC) between abundance and these environmental parameters for the 40 selected species.

Type	Species	Temperature		Salinity	
		OR (°C)	SRCC	OR (PSU)	SRCC
A	*Clausocalanus minor*	22.3-26.8	0.518**	30.4-33.7	-0.122
A	*Nannocalanus minor*	18.4-26.8	0.467**	30.4-33.2	-0.126
A	*Eucalanus pileatus*	17.8-26.8	0.365*	30.4-33.7	0.038
A	*Eucalanus subcrassus*	20.3-26.8	0.492**	30.4-33.7	0.039
A	*Paracalanus aculeatus*	15.6-26.8	0.508**	30.4-33.9	-0.175
A	*Temora turbinata*	18.4-26.8	0.679**	30.4-33.7	-0.332*
A	*Candacia catula*	20.3-26.8	0.664**	30.4-32.6	-0.006
A	*Acrocalanus gracilis*	20.3-26.8	0.639**	30.4-32.8	-0.172
A	*Undinula vulgaris*	20.3-26.8	0.684**	30.4-33.7	-0.173
A	*Calocalanus plumulosus*	17.8-26.8	0.559**	30.4-33.7	0.001
A	*Temora discaudata*	25.7-26.8	0.750**	30.4-32.6	-0.342*
A	*Calocalanus pavo*	24.3-26.8	0.595**	30.4-33.7	-0.186
A	*Calanopia minor*	24.3-25.2	0.551**	32.2-33.7	0.044
A	*Canthocalanus pauper*	20.3-26.8	0.603**	30.4-32.6	-0.228
A	*Euchaeta rimana*	18.4-25.7	0.397**	31.9-33.2	0.073
A-W	*Acartia danae*	17.8-25.7	0.081	32.2-33.7	-0.057
A-W	*Paracalanus denudatus*	14.8-25.7	0.199	32.6-34.3	0.335*
A-W	*Clausocalanus furcatus*	14.8-26.8	0.240	30.4-34.3	-0.016
A-W	*Clausocalanus mastigophorus*	12.3-24.3	-0.228	31.9-34.3	0.173
A-W	*Scolecithrix danae*	13.2-25.7	0.108	32.2-33.8	0.229
A-W	*Cosmocalanus darwini*	15.6-26.8	0.223	30.4-33.8	0.073
A-W	*Paraeuchaeta russelli*	15.6-18.6	-0.175	33.8-33.9	0.339*
A-W	*Lucicutia flavicornis*	12.5-24.3	-0.275	31.4-33.9	-0.004
A-W	*Pleuromamma gracilis*	12.5-24.3	-0.266	32.2-34.1	0.243
A-W	*Pleuromamma piseki*	12.5-24.3	-0.121	32.2-33.7	0.224
-	*Eucalanus subtenuis*	17.8-18.6	-0.124	33.2-33.9	0.122
W-S	*Calanus jashnovi*	12.3-17.8	-0.147	32.7-34.3	0.497**
W-S	*Centropages abdominalis*	12.3-16.0	-0.162	32.7-34.5	0.188
W-S	*Clausocalanus arcuicornis*	12.3-18.4	-0.531**	32.5-34.3	0.191
W-S	*Clausocalanus parapergens*	12.3-18.4	-0.589**	28.5-34.3	0.262
W-S	*Ctenocalanus vanus*	12.3-23.2	-0.493**	32.5-34.3	0.063
W-S	*Clausocalanus pergens*	12.5-16.4	-0.693**	32.7-34.3	0.523**
W-S	*Paracalanus parvus* s. l.	12.3-18.0	-0.821**	28.5-34.5	0.233
W-S	*Candacia bipinnata*	15.6-21.2	-0.008	32.5-33.9	0.015
W-S	*Acartia omorii*	12.3-21.6	-0.355*	28.5-33.6	-0.016
W-S	*Acartia steueri*	12.3-20.0	-0.356*	28.5-33.5	0.115
W-S	*Calanus sinicus*	13.2-24.3	-0.144	28.5-33.9	-0.116
S	*Centropages bradyi*	20.0-23.2	0.451**	31.0-33.5	0.040
S	*Labidocera japonica*	22.0-26.0	0.642**	31.0-33.6	-0.237
S	*Centropages tenuiremis*	22.0-26.8	0.769**	30.4-32.8	-0.283

Abbreviation of occurrence type: A, Autumn; A-W, Autumn-Winter; W-S, Winter-Spring; S, Summer, -: Other. Optimum range: ranges of T and S at the sampling days when adult population density of each species was greater than the average. *: $P<0.05$ **: $P<0.01$

Paracalanus parvus s. l., *Labidocera japonica, Temora turbinata* といった内湾・沿岸性種（大塚・上田，1999）も含まれていた．中井ほか（1967）および久保田・山田（1970）は，清水港内外，同港奥部の折戸湾でそれぞれカイアシ類の種組成が異なり，本研究が行われた清水港口付近は，内湾性種がみられる港内，外洋性種が多い港外の双方の影響を受けることを報じており，本研究における種組成もこれを裏付けていた．また，清水港ではイガイダマシ *Mytilopsis sallei*（Récluz）やアメリカフジツボ *Balanus eburneus* Gould といった付着生物の外来種が報告されているが（小坂，1996），本研究で発見された *Centropages* sp. も近縁種の分布から外来種の可能性が指摘されている

(Ohtsuka *et al*., 2005).

三保沖のカラヌス目カイアシ類群集は，冬～春季は少数の内湾・沿岸性種の増加により個体数密度が年間で最も高くなる．夏季にはこれらが減少するとともに，この時季特有の内湾・沿岸性種が出現し外洋性種の増加が始まる．秋季にはさらに外洋性種が増加し，カラヌス目全体に対する割合が50％を超え，種数，多様度指数がともに年間の最高水準となる（Fig. 3）．こうした季節変化は，これまでに相模湾（木立・木幡，1971），東京湾（野村・村野，1992），駿河湾（水島，1990），渥美半島外海（柳橋，1984），伊勢・三河湾（木立・山本，1977），瀬戸内海（Hirota, 1961），富山湾（Hirakawa *et al*., 1992），日本海（Chiba and Saino, 2003），志々伎湾（上田，1982），鹿児島湾（藤井・税所，1973）などの海域で調べられた結果と類似する点が多く，特に秋季における外洋性種の増加は共通する現象であった．

2．外洋性種の季節的消長とそのメカニズム

本研究において，個体数密度と出現頻度から選択された40種のうち外洋性種（千原・村野編，1997）は32種で，これらの多くは黒潮またはその内側域では一般的な種（古橋，1961; 木立・伊東，1979）であった．これらの季節的消長は，14種が秋型，10種が秋～冬型，６種が冬～春型，１種が夏型として類型され，種により出現時季に相違が認められた．その理由については，同海域でポエキロストム目カイアシ類の季節的消長を調査したItoh and Mizushima (1999) が指摘した，鉛直分布や至適水温との関係と推察される．本研究の対象種では，秋型とされた *Acrocalanus gracilis* が昼夜にわたり0～25m層に，秋～冬型とされた *Acartia danae* が昼夜にわたり25～100m層に，同じく *Pleuromamma gracilis* が日中200m以深の中層に，さらに冬期を中心に出現した *Scolecithricella dentata* と *Temoropia mayumbaensis*（但し，個体数が少ないため，季節的消長の類型化は行っていない）が日中100m以深に分布することが本州東方の亜熱帯水域で知られる（Heinrich, 1961）．著者の一人は，成層期の相模湾や黒潮続流域においてクラウソカラヌス科 Clausocalanidae の鉛直分布を調べ，秋型の *Clausocalanus minor* が表層混合層内に，冬～春型の *C. parapergens* が季節的躍層以深に分布することを確認している（伊東，未発表）．この *Clausocalanus* 属２種の至適水温範囲は本研究によりそれぞれ22.3～26.8°C，12.3～18.4°Cとされたが（Table 2），静岡県水産試験場（1980-1981）の三保沖定点（St. 29：本研究の測点から北東へ3.9km）における水温鉛直分布（Fig. 6）にこれらを対応させると，前種では７～10月の表面付近が好適であり，後種では高水温の６～12月の表層混合層内を除けば，150m以浅は周年好適な水温条件であったことが推察される．秋季に増加する外洋性種は本来，黒潮や亜熱帯水域でも表面付近に生息する至適水温の高い種であり，駿河湾内の表面付近の水温が夏季に上昇することにより生息条件が整い，黒潮付近から次第に分布を拡げてきたものと考えられる．一方，本研究（30m以浅の採集）で冬～春季に多く出現した外洋性種は黒潮や亜熱帯水域でも亜表層または中層に生息する至適水温の低い種であり，駿河湾では表層水温が高い夏～秋季には水温躍層より下層に分布することにより周年生息していると考えられる．また，Fig. 6から

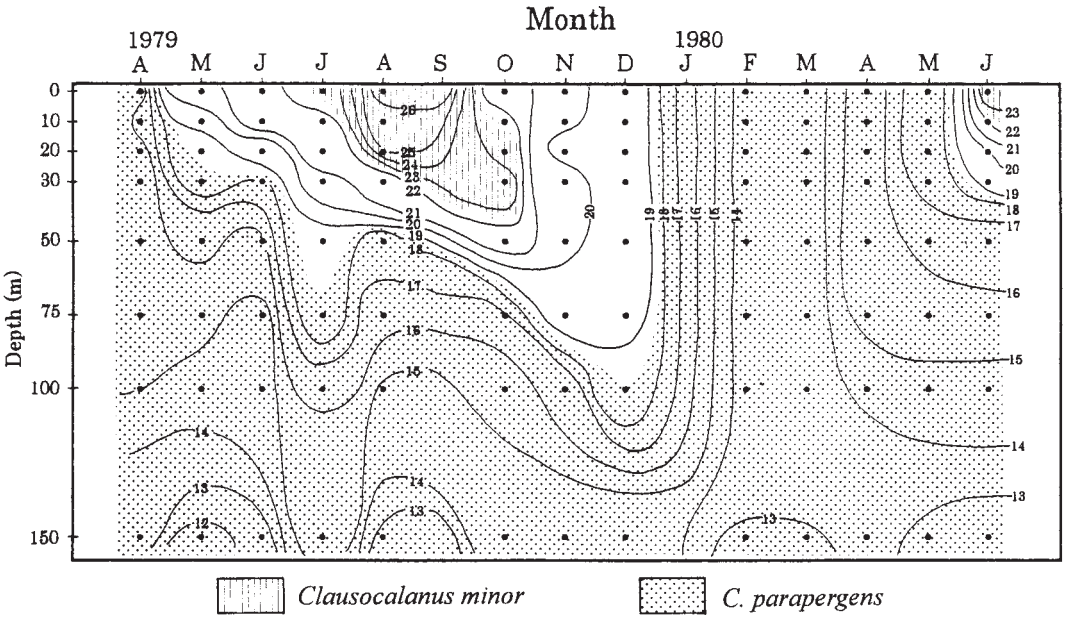

Fig. 6　Seasonal change of water temperature (°C) at St. 29 off Miho Key by the Shizuoka Prefectural Fisheries Experimental Station (Shizuoka Prefectural Fisheries Experimental Station, 1980-1981). Shaded areas indicate optimum range of temperature for 2 species of the genus *Clausocalanus*.

冬季の水温分布をみると特に2，3月では表面付近から150m層まで14°C以下の均一な水温分布となっており，こうした鉛直混合が，本来100m以深に分布する *Scolecithricella dentata, Temoropia mayumbaensis* や中深層性種である *Euchirella rostrata* の表面付近での出現を可能にしたと考えられる．

冬～春型に類型された *Calanus jashnovi* も沿岸から沖合に広く分布する種で，親潮と黒潮の移行帯北部から南は30°N前後に分布するとされていたが（Hulsemann, 1994; Nakata and Hidaka, 2003），近年，台湾東方海域（23°N付近）の中層から発見され北太平洋中層水の指標種とされた（Hsiao *et al*., 2004）．木立（1979）は相模湾の周年にわたる *Calanus sinicus* の生態研究において，*Calanus jashnovi* と考えられる大型の個体が冬から春にだけ50m以浅に出現することを述べている．本種は本研究でも6月以降は出現しなくなったが，駿河湾で1,000m層までの *Calanus sinicus* の鉛直分布を調査した門田（1984）は11月に400m以深で大型（体長3.0～3.4mm）のコペポディドV期を多数見いだしており，これが本種のものとすれば，高緯度地方の中深層性種たとえば *Neocalanus cristatus* や *Eucalanus bungii* などで知られるような季節による大規模な鉛直移動（たとえば Sekiguchi, 1975; Kobari and Ikeda, 1999; Tsuda *et al*., 2004）を行っている可能性が考えられる．

3．内湾・沿岸性種の季節的消長とそのメカニズム

三保沖に出現した内湾・沿岸性種のうち，個体数密度と出現頻度が所定の基準に達した種は8種で，このうち，*Acartia omorii, Calanus sinicus, Paracalanus parvus* s. l. では周年にわたり，プランクトンとしての出現が確認されたが，ほかの5種ではまったく出現しない期間があった（Table 1）．中でも，冬～春型の *Acartia steueri* と *Centropages abdominalis* は夏～秋季に，夏型の *Centropages tenuiremis* は冬～春季にそれぞれ全く出現しない期間があったが，瀬戸内海などではこれらの季節に休眠卵として海底堆積物中で過ごすことが知られている（Kasahara *et al*., 1975; Uye, 1985）．一方，夏型の *Labidocera japonica* と秋型の *Temora turbinata* についてはそれぞれ冬～春季に出現しない期間があったが，これらの種では休眠卵に関する知見はない．しかし，それぞれ同属には休眠卵をもつ種が知られており（Mauchline, 1998），今後，確認すべき課題といえよう．なお，*Acartia omorii* は瀬戸内海では高水温期に休眠卵で過ごすことが知られるが（Kasahara *et al*., 1975; Uye, 1985），三保沖では，高水温期であっても測点近傍の50m以深の水温は20°Cに達しないために（Fig. 6），プランクトンとしての個体群が周年にわたり維持されると考えられる．

Calanus sinicus と *Paracalanus parvus* s. l. については，個体数密度が冬～春季に高い点で相模湾（木立・木幡，1971），渥美半島外海（柳橋，1984）で報告された結果と一致していた．木立・山本（1980）や柳橋（1984）は，これらの個体数密度のピークが特に春季に形成されることについて，植物プランクトン（餌料）およびヤムシ（捕食者）の季節的消長との関連を指摘している．三保沖でも，

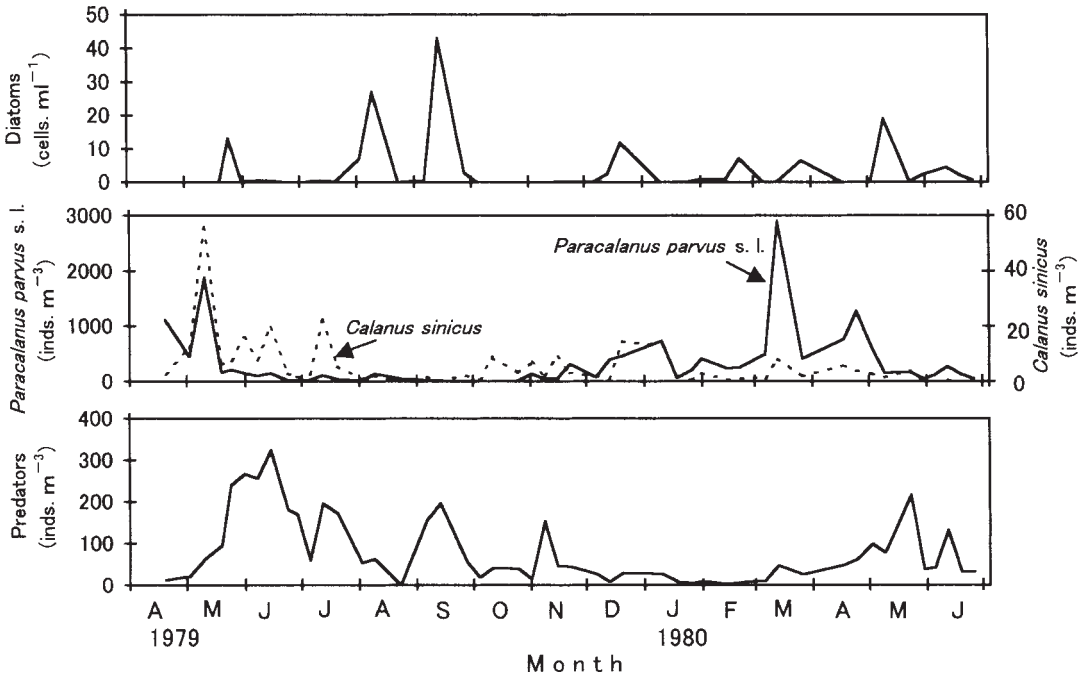

Fig. 7 Seasonal abundance of diatoms, *Paracalanus parvus* s. l., *Calanus sinicus* and predators consisting of cnidarians, chaetognaths and fish larvae off Miho Key (after Mizushima, unpublished data on the diatoms and predators).

冬～春季にみられる連続的な珪藻類の増大に伴って2種のカイアシ類の個体数密度が高くなり，続いて5月中旬以降，捕食者である刺胞動物，ヤムシ，仔魚（大森・池田，1976; 永沢・丸茂，1982; Nakai *et al*., 1973参照）の個体数密度が急激に上昇していた（水島，未発表; Fig. 7）．一方，国内の他の海域では，*Calanus sinicus* の播磨灘における6月，紀伊水道における6～7月，四国太平洋岸における5・8月（Huang *et al*., 1993），*Paracalanus parvus* s. 1. の瀬戸内海，福山港における6～7月（Liang and Uye, 1996）というようにピーク形成時季が三保沖などより遅い例が知られる．これらの海域では植物プランクトンや捕食者の季節的消長が三保沖などとは異なる可能性が考えられ，*Calanus sinicus* の例では餌料や捕食者に関する資料が乏しく明らかではないが，*Paracalanus parvus* s. 1. の福山港における例では6～7月にクロロフィル-a濃度が高くなり，ヤムシや仔魚などの捕食者が極めて少ないことが報告されている（Liang and Uye, 1996）．

謝　辞

本報告をまとめるにあたり，水産庁中央水産研究所生物生態部元部長，木立　孝博士ならびに独立行政法人海洋研究開発機構，千葉早苗博士には原稿をご校閲頂くとともに貴重なコメントを頂きました．また試料の採集にあたっては，東海大学海洋学部小型調査実習船，第二南十字船長，伊藤長吉氏，第二北斗船長，田中市平氏（いずれも当時）ならびに乗組員の方々にひとかたならぬご協力を頂くとともに，解析にあたっては（株)水土舎研究員，佐々木由佳氏の手を煩わせました．記して感謝の意を表します．また，本論文を校閲して頂いた2名の査読者に深く感謝の意を表します．

註

註1）（P.20右）1980年5～6月を出現頻度の計算から除いたのは，1979年と合わせるとこの季節の調査頻度が他の季節に比べて著しく高くなり，選定基準として偏りを生ずることを避けるためである．

註2）（P.23左）千原・村野編（1997），古橋（1961），木立・伊東（1979）を参照．

註3）（P.23右）大塚・上田（1999）を参照．

引用文献

Bradford-Grieve, J. M. (1999): The marine fauna of New Zealand: Pelagic Calanoid Copepoda: Bathypontiidae, Arietellidae, Augaptilidae, Heterorhabdidae, Lucicutiidae, Metridinidae, Phyllopodidae, Centropagidae, Pseudodiaptomidae, Temoridae, Candaciidae, Pontellidae, Sulcanidae, Acartiidae, Tortanidae. NIWA Biodiversity Memoir, **111**, 1-268.

Chen, Q.-C. and S.-H. Zhang (1965): The planktonic copepods of the Yellow Sea and the East China Sea I. Calanoida. Stud. Mar. Sin., **7**, 20-131.＋ 53 pls.

Chiba, S. and T. Saino (2003): Variation in mesozooplankton community structure in the Japan/East Sea (1991-1999) with possible influence of the ENSO scale climatic variability. Prog. in Oceanogr., **57**, 317-339.

千原光雄・村野正昭編（1997）: 日本産海洋プランクトン検索図説，東海大学出版会，東京．1574 pp.

Field, J. G., K. R. Clarke and R. M. Warwick (1982): A practical strategy for analysing multispecies distribution patterns. Mar. Ecol. Prog. Ser., **8**, 37-52.

藤井清文・税所俊郎（1973）: 鹿児島湾における動物性プランクトンとくに枝角類および橈脚類について．鹿児島大学水産学部紀要，**22**(1)，113-126．

古橋賢造（1961）: 本州南方水域における或る種の動物性プランクトンの分布に関する研究，特に冷水塊の性格及び由来について，第1部　橈脚類及び毛顎類の分布（その1）．海と空，**37**(2)，13-27．

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

Heinrich, A. K. (1961): On the vertical distribution and diurnal migration of the copepods to the southeast of Japan. Trud. Inst. Okeanol., Akad. Nauk. SSSR., **51**, 82-102.

Hirakawa, K., A. Imamura and T. Ikeda (1992): Seasonal variability in abundance and composition of zooplankton in Toyama Bay, southern Japan Sea. Bull. Japan Sea Natl. Fish. Res. Inst., **42**, 1-15.

Hirota, R. (1961): Zooplankton investigations in the Bingo-nada region of the Setonaikai (Inland Sea of Japan). Jour. Sci. Hiroshima Univ., Ser. B, Div. 1, **20**, 83-145.

Hsiao, S.-H., C.-Y. Lee, C.-t. Shih and J.-S. Hwang (2004): Calanoid copepods of the Kuroshio Current east of Taiwan, with notes on the presence of *Calanus jashnovi* Hulsemann, 1994. Zool. Stud., **43**(2), 323-331.

Huang, C., S. Uye and T. Onbé (1993): Geographic distribution, seasonal life cycle, biomass and production of a planktonic copepod *Calanus sinicus* in the Inland Sea of Japan and its neighboring Pacific Ocean. J. Plankton Res., **15**(11), 1229-1246.

Hulsemann, K. (1994): *Calanus sinicus* Brodsky and *C. jashnovi*, nom. nov. (Copepoda: Calanoida) of the North-west Pacific Ocean: a comparison, with notes on the integumental pore pattern in *Calanus* s. str. Invertebr. Taxon., **8**, 1461-1482.

Itoh, H. and T. Mizushima (1999): Seasonal occurrence of the pelagic poecilostomatoid copepods off Miho Key, Suruga Bay, Japan. Bull. Inst. Oceanic Res. & Develop., Tokai Univ., **20**, 113-125.

門田定美（1984）: わが国中部以南太平洋沿岸域における

Calanus sinicus の分布特性．p. 121-122.「海洋の生物過程」(丸茂隆三編)．恒星社厚生閣，東京．456 pp.

Kasahara, S., S. Uye, and T. Onbé (1975): Calanoid copepod eggs in sea-bottom muds. II. Seasonal cycles of abundance in the populations of several species of copepods and their eggs in the Inland Sea of Japan. Mar. Biol., **31**, 25-29.

木立　孝 (1979): 日本近海における *Calanus* 属について－〈下〉．海洋と生物，**1**(3)，25-31.

木立　孝・伊東　宏 (1979): 春期における黒潮およびその内側域のマクロプランクトン群集構造とその分布について．東海区水産研究所研究報告，**97**，1-119.

木立　孝・木幡　孜 (1971): 相模湾，小八幡定置網漁場における連日採集のプランクトンについて．株式会社　小八幡漁場，神奈川．67 pp.

木立　孝・山本公夫 (1977): 伊勢湾・三河湾とその周辺海域におけるマクロプランクトンについて．関東・東海ブロック水産海洋連絡会報，**3**，40-52.

木立　孝・山本公夫 (1980): 相模湾における *Calanus sinicus* Brodsky の分布と生活について．ミチューリン生物学研究，**16**(1・2)，243-259.

Kobari, K. and T. Ikeda (1999): Vertical distribution, population structure and life cycle of *Neocalanus cristatus* (Crustacea: Copepoda) in the Oyashio region, with notes on its regional variations. Mar. Biol., **134**, 683-696.

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.

小坂昌也 (1996): 海洋生物－9・内湾での潮間帯付着動物．p. 207-219.「新版　駿河湾の自然」(東海大学海洋学部編)．静岡新聞社，静岡．343 pp.

久保田　正・山田征紀男 (1970): 清水港内外におけるプランクトン量および分布の特性－第III報，1966年夏季における Copepoda の分布．東海大学紀要海洋学部，**4**，99-120.

Liang, D. and S. Uye (1996): Population dynamics and production of the planktonic copepods in a eutrophic inlet of the Inland Sea of Japan. III. *Paracalanus* sp. Mar. Biol., **127**, 219-227.

Mauchline, J. (1998): The biology of calanoid copepods. Advances in Marine Biology, 33, Academic Press, San Diego. 710 pp.

水島　毅 (1990): 駿河湾奥部におけるポンテラ科 (表層性かいあし類) の季節的出現について．東海大学紀要海洋学部，**31**，1-9.

元田　茂 (1957): 北太平洋標準プランクトンネットについて．日本プランクトン研究連絡会報，**4**，13-15.

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.

中井甚二郎・久保田　正・小川宏一・西郡雅浩 (1967): 1964年冬季における三保半島周辺の重要 Copepoda の分布及びそれと水系との関係．東海大学紀要海洋学部，**2**，93-113.

Nakai, Z., M. Kosaka, S. Kudoh, A. Nagai, F. Hayashida, T. Kubota, M. Ogura, T. Mizushima and I. Uotani (1973): Summary report on marine biological studies of Suruga Bay accomplished by Tokai University 1964～'72. J. Fac. Mar. Sci. Technol., Tokai Univ., **7**, 63-117.

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.

Nakata, K. and K. Hidaka (2003): Decadal-scale variability in the Kuroshio marine ecosystem in winter. Fish. Oceanogr., **12**(4/5), 234-244.

Nishida, S., O. Tanaka and M. Omori (1977): Cyclopoid copepods of the family Oithonidae in Suruga Bay and adjacent waters. Bull. Plankton Soc. Japan, **24**(2), 119-158.

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．La mer，**30**，49-56.

Ohtsuka, S., H. Itoh and T. Mizushima (2005): A new species of the calanoid copepod genus *Centropages* (Crustacea) collected from Shimizu Port, middle Japan: introduced or not? Plankton Biol. Ecol., **52**(2), (in press).

Ohtsuka, S., H. Ueda and G.-S. Lian (1995): *Tortanus derjugini* Smirnov (Copepoda: Calanoida) from the Ariake Sea, western Japan, with notes on the zoogeography of brackish-water calanoid copepods in East Asia. Bull. Plankton Soc. Japan, **42**(2), 147-162.

大塚　攻・上田拓史 (1999): 日本およびその周辺水域における浮遊性カイアシ類の動物地理 (総説)．日本プランクトン学会報，**46**(1)，1-20.

Omori, M. (1969): The biology of a sergestid shrimp *Sergestes lucens* Hansen. Bull. Ocean Res. Inst., Univ. Tokyo, **4**, 1-83.

大森　信 (1977): 動物プランクトン．p. 100-123.「駿河湾漁場開発調査報告書」(静岡県水産試験場編)．静岡県水産試験場，242 pp.

大森　信・池田　勉 (1976): 動物プランクトン生態研究法．共立出版，東京．229 pp.

Sekiguchi, H. (1975): Seasonal and ontogenetic vertical migrations in some common copepods in the northern region of the North Pacific. Bull. Fac. Fish., Mie Univ., **2**, 29-38.

Shannon, G. E. and W. Weaver (1963): The mathematical theory of communication. Univ. of Illinois Press. Urbana, Illinois. 117 pp.

静岡県水産試験場 (1980～1981): 地先定線調査報告，昭和54年4月～昭和55年6月．

田中於菟彦 (1935): 相模湾の橈脚類　Fam. Eucalanidae I. 水産学会報，**6**(3)，142-165.

Tanaka, O. (1961): The pelagic copepods of the Izu region, middle Japan. Systematic account VII. Family Scolecithricidae (part 1). Publ. Seto Mar. Biol. Lab., **9**(1), 139-190.

Tanaka, O. (1962): The pelagic copepods of the Izu region, middle Japan. Systematic account Ⅷ. Family Scolecithricidae (part 2). Publ. Seto Mar. Biol. Lab., **10**(1), 35-90.

Tsuda, A. H., Saito and H. Kasai (2004): Life histories of *Eucalanus bungii* and *Neocalanus cristatus* (Calanoida: Copepoda) in the western subarctic Pacific. Fish. Oceanogr., **13**(Suppl. 1), 10-20.

Uye, S. (1985): Resting egg production as a life history strategy of marine planktonic copepods. Bull. Mar. Sci., **37**(2), 440-449.

上田拓史（1982）: 志々伎湾の動物プランクトンに関する研究－Ⅱ．1975年９月から1976年４月までの動物プランクトン群集，特に内湾性橈脚類の分布特性について．西海区水産研究所研究報告，**58**，1-22.

柳橋茂昭（1984）: 渥美外海接沿岸域のマクロプランクトン分布特性とシラス漁場形成の関係について．関東・東海ブロック水産海洋連絡会報，6，33-52.

要　旨

駿河湾湾奥の三保沖定点で，1979年４月～1980年６月に30m層から海面までの鉛直曳きにより採集された動物プランクトン試料に基づき，カラヌス目カイアシ類の季節的消長を明らかにすることを目的に研究を行った．

出現種は19科41属109種に及び，この内の21種は駿河湾では初記録であった．季節毎の群集の特徴は，冬～春季では少数の内湾・沿岸性種の増加により個体数密度が年間で最も高くなり，夏季ではこれが減少し，夏季特有の内湾・沿岸性種が出現するとともに外洋性種の増加が始まり，秋季では外洋性種がさらに増加し，種数，多様度指数が年間で最も高い水準となることであった．

個体数密度および出現頻度が高い40種のうち，12月にのみ多かった *Eucalanus subtenuis* を除く39種の季節的消長は(1)～(4)の４型に類型化され，個体数密度と水温との関係は次の通りであった．

(1) 秋型：個体数密度は特に９～11月に高く，いずれの種も水温との間に正の相関が認められた（外洋性種：14種；内湾・沿岸性種：１種）．

(2) 秋～冬型：個体数密度は９～11月だけでなく12～２月にも高く，いずれの種も水温との間には相関が認められなかった（外洋性種：10種；内湾・沿岸性種：なし）．

(3) 冬～春型：個体数密度は12～５月に高く，半数以上の種では水温との間に負の相関が認められた（外洋性種：６種；内湾・沿岸性種：５種）．

(4) 夏型：個体数密度は特に６～８月に高く，いずれの種も水温との間に正の相関が認められた（外洋性種：１種；内湾・沿岸性種：２種）．

これらの季節的消長の違いは，外洋性種では至適水温や鉛直分布の違い，内湾・沿岸性種では休眠卵の形成時期,餌料生物や捕食者の季節的消長が関与していると考えられた．