

富山湾におけるカタクチイワシ仔魚餌料としての カイアシ類群集の季節変化*

井口 直樹¹⁾・辻本 良²⁾

Seasonal Changes in the Copepod Assemblage as Food for Larval Anchovy in Toyama Bay, Southern Japan Sea

Naoki IGUCHI¹⁾ and Ryo TSUJIMOTO²⁾

Abstract

This paper describes the seasonal variations in abundance and species composition of the copepod assemblage as a food source for larval anchovy (*Engraulis japonicus*) in Toyama Bay, southern Japan Sea. Samples were taken using two different mesh sizes (0.35mm and 0.06mm) and 10 l Van Dorn samplers during a series of monthly field observations from April 1995 through March 1996. The total number of adult copepods (0.35mm mesh net samples) peaked in March-May (spring) and in September-December (autumn). While the spring peak was mainly formed of a combination of a few cold-water (*Oithona atlantica* and *Metridia pacifica*) and eurythermic (probably *Corycaeus affinis*) species each with a high abundance, the autumn peak was composed of many warm-water species each with a lower abundance. The spring peak synchronized with the seasonal increase of both copepodids (0.06mm mesh net samples) and nauplii (10 l seawater samples) of *Oithona* spp. which formed a major constituent of the copepod assemblage. However, there were no autumn peaks of copepod nauplii. We suggested that the intensified reproduction in spring of oithonid copepods plays a significant role in the food availability for the first feeding anchovy larvae, depending on the phytoplankton bloom in Toyama Bay.

Key words : copepod assemblage, copepod nauplii, larval anchovy, *Oithona* spp., Toyama Bay

緒 言

カイアシ類は動物プランクトンの中で最も優占する分類群であり、その卵・ノープリウス幼生・コペポダイトは魚類仔魚の重要な餌料となっている(池脇・澤田 1991; LAST 1980; TURNER 1984など)。POULET and WILLIAMS(1991)は魚類の再生産や仔魚の生残にはカイアシ類の群集構造と初期餌料としてのノープリウス幼生の発生量が関連していることを報告し、浮魚類の種個体群(カタクチイワシ、マイワシ、ニシン等)の加入量決定機構の解明にはカイアシ類群集の餌料としての役割を十分理解することの必要性を論議している。

1997年1月13日受理 日本海区水産研究所業績A第509号

¹⁾ 〒951 新潟市水道町1丁目5939-22 日本海区水産研究所
(Japan Sea National Fisheries Research Institute, Suido-cho, Niigata 951, Japan)

²⁾ 〒936 富山県滑川市高塚364 富山県水産試験場
(Toyama Prefectural Fisheries Experimental Station, Takatsuka, Namerikawa, Toyama 936, Japan)

*本研究は「漁場生産力モデル開発基礎調査」の一環として実施した。

日本海におけるカタクチイワシは主に対馬暖流域に分布し、沿岸漁業にとって不可欠な漁獲対象種となっている(近藤 1971)。一方、カイアシ類は対馬暖流域で最も優占する動物プランクトンである(FURUHASHI 1953; HIRAKAWA *et al.* 1995; 森岡 1985; SHIM and LEE 1986; YAMAZI 1953)。本研究の対象水域である富山湾は対馬暖流域に位置し、日本海におけるカタクチイワシの主要産卵域の1つを形成している(近藤 1971; 銭谷ら 1995)。富山湾におけるカイアシ類群集の調査(粟森 1984; HIRAKAWA *et al.* 1992; 今村・川崎 1985)により、カイアシ類の分布量の季節変化と優占種については報告されているが、その群集構造が栄養段階の異なる生物群、特に魚介類など捕食者に対してどのような関連を持つのか議論しているものは少ない。また、富山湾のカタクチイワシ後期仔魚にとってカイアシ類ノープリウス幼生は主要餌生物であり、体長4~8mmの仔魚の消化管内容物組成分析では75~92%がカイアシ類ノープリウス幼生であった(HIRAKAWA *et al.* 1997)。しかしながら、富山湾におけるカイアシ類ノープリウス幼生の季節変化については明らかになっていない。

本研究は、富山湾におけるカタクチイワシの個体群動態に対する、餌料としてのカイアシ類群集の影響を評価するため、カイアシ類群集の各发育段階ごとの種組成と個体数の季節変化を明らかにすることを目的とした。さらに、カイアシ類群集の季節的特性とカタクチイワシ仔魚および海洋環境(水温・塩分・植物プランクトン現存量)の季節変動との関連について考察した。

本文に先立ち、御校閲頂いた日本海区水産研究所海洋環境部の平川和正生物環境研究室長に感謝する。また、標本の採集にご協力頂いた富山県水産試験場の方々に御礼申し上げる。

材料と方法

解析に用いた標本は、富山湾の6定点(水深:118~720m)において(Fig. 1)、1995年4月から1996年3月にかけて約1ヶ月おきに富山県水産試験場調査船立山丸により採集された。发育段階の異なったカイアシ類を採集するために、次の3つの方法を用いた。①主に成体を採集するために、目合0.35mmネット(改良型ノルパックネット、口径45cm、側長195cm)を用いて、4月から9月までは150m深(それ以浅では海底直上)から、また10月から3月までは中・深層性種の出現分布層も調べるために500m深(それ以浅では海底直上)から表面までそれぞれ鉛直曳を行った。②コペポダイトを採集するためには目合0.06mmネット(口径45cm、側長180cm)による0~50m鉛直曳を行った。③ノープリウス幼生は、バンドーン採水器を用いて表面、25m層、50m層から得た海水10lを目合0.02mmのネットで濾過して採集した。ただし、25m層、50m層の採集は4月から6月には行わなかった。いずれの採集でも、得られた標本は直ちに中性ホルマリンを最終濃度が10%になるように加え船上で固定した。

各定点では採集と同時にCTD(Neil Brown社製)を用いて300m深までの水温と塩分を測定した。また、Stn. 2において7月から3月にかけてバンドーン採水器を用いた採水を表面、25、50、75、100、150mの6層で行い、各層におけるクロロフィル a 濃度を抽出蛍光法によって測定した。

陸上実験室に持ち帰ったホルマリン固定標本は、1/4~1/16に無作為に分割しカイアシ類を選別した後、以下の手順で分類した。①目合0.35mmネット採集試料は成体を中心にカイアシ類をできる限り種まで査定し、さらにそれらの地理的分布特性(伊東ら 1997)に基づき冷水性、暖水性、広温性種に判別した。0~500m鉛直曳は0~150m鉛直曳と比較して、150m以浅に分布の中心がある暖水性カイアシ類の個体数を過小評価してしまう可能性があるため、10月

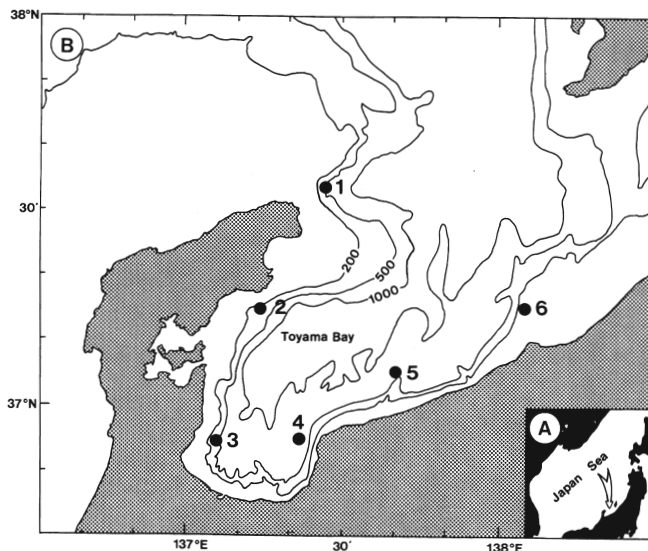


Fig. 1. A : Location of Toyama Bay in southern Japan Sea; B : sampling stations (solid circles) in Toyama Bay; 200, 500 and 1000m depth contours are superimposed.

から3月の期間に出現したそれらの個体数は3.3倍して補正した(HIRAKAWA *et al.* 1990). ②目合0.06mmネット採集試料はコペポダイトをCalanoida, Poecilostomatoida, Cyclopoida, Harpacticoidaの4グループ(目)に分け, 計数した. ③採水採集試料のカイアシ類ノープリウス幼生については, *Calanus* type (Calanidae), *Paracalanus* type (Paracalanidae & Pseudocalanidae), *Oithona* type, *Microsetella* type, Othersの5グループに, 平川(1978)の査定キーを参照して, 識別・計数した.

目合0.35mmネット採集試料におけるカイアシ類群集の優占種は下式(細川ら 1968)の様に定義した.

$$N_i > (1/S) \sum_{i=1}^s N_i$$

ここで N_i は第*i*番目の種の出現個体数, S は総種数である.

結 果

1 海洋構造

富山湾における流動特性(今村ら 1985; 内山 1993)から, 湾奥への流れの入口と出口にあたるそれぞれStn. 2とStn. 5で観察された300m以浅の水温・塩分の鉛直分布の季節変化をFig. 2に示す. 表面水温は両定点とも4月下旬から上昇し始め, 7月から10月には20℃以上となり, 8月下旬に年間最高値(Stn. 2: 27.3℃, Stn. 5: 26.6℃)を示した. 水温躍層は5月から形成され始め, 8月から10月の50~200m深付近で最も強くなった. 11月以降, 季節躍層は秋季冷却によって消滅し始め, 1月下旬から4月下旬には, 冬季の海水の鉛直混合により, 10~12℃の等温層が200m深にまで形成されていた. 表面水温は3月上旬に最小値(Stn. 2: 9.6℃, Stn. 5: 10.1℃)を示した.

両定点とも8月から10月を中心に33.0以下の低塩分水が30m以浅で広がっており, これは長江など大陸河川水の流入によって東シナ海で形成された低塩な対馬暖流表層水(水温: 20℃以

上, 塩分: 30~34)に相当する(川辺1987). ただし, Stn. 5の表面で7月上旬に測定された低塩分(26.8)は, 梅雨期の降雨に伴い富山湾へ流入する河川水量の増加による影響であると推定される. また, 両定点において6月から10月にかけて高塩分水(>34.4)が100m深を中心に観察された. これは高温高塩分で特徴づけられる対馬暖流中層水(10~20°C, 34.3~34.5)に相当する(川辺 1987). Stn. 5の7月上旬にみられた一時的な低塩分を除いて, 2 定点での水温・塩分の鉛直分布パターンはおおよそ同じ傾向を示した. したがって, 富山湾表層域における海洋構造の季節変化は対馬暖流水の季節的消長と密接な関連を持つことが明らかとなった.

Stn. 2における150m以浅のクロロフィルa濃度の鉛直分布の季節変化をみると(Fig. 3), 9月から11月の50m以浅で周囲より高い値(0.5~0.7mg m⁻³)を示すものの, 7月から1月までは全層にわたり0.8mg m⁻³未満であった. しかしながら, クロロフィルa濃度は2月から3月にかけて

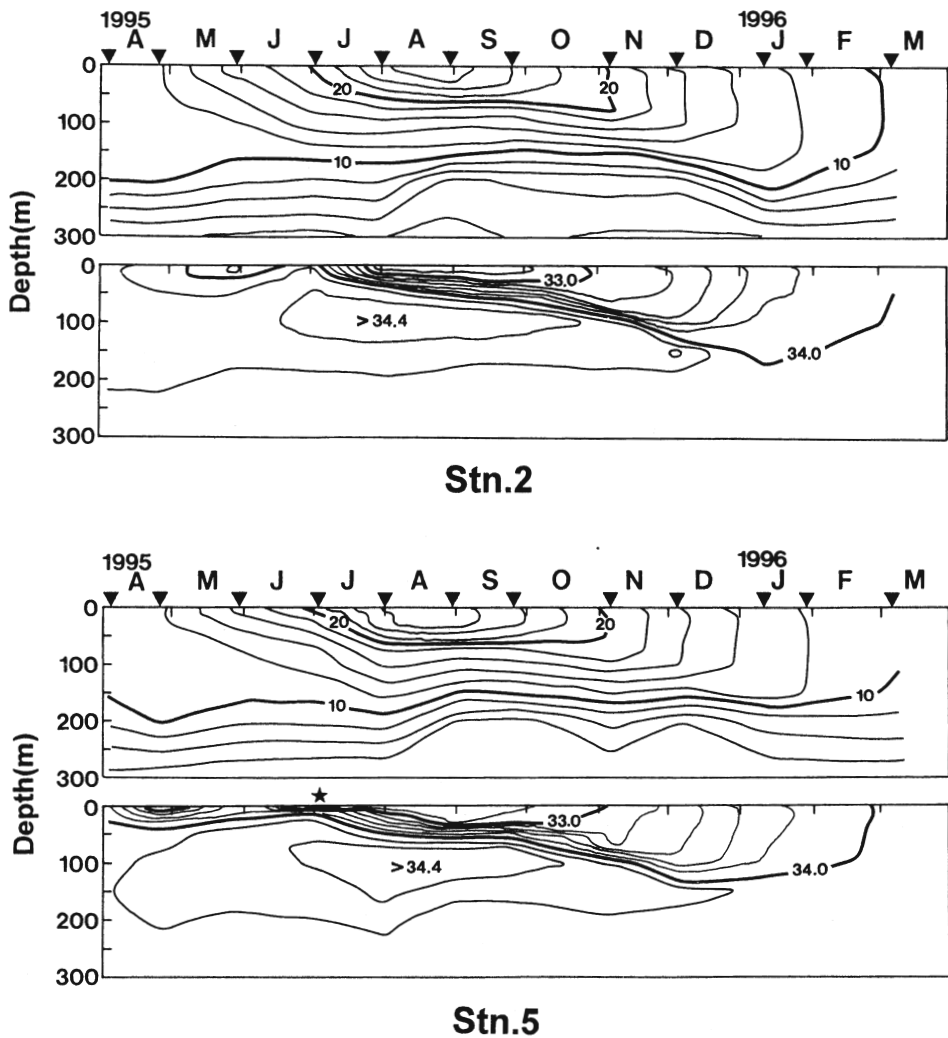


Fig. 2. Seasonal variations in temperature (upper) and salinity (lower) at Stn. 2 and Stn. 5 in Toyama Bay. Sampling dates are indicated by solid triangles on upper abscissa. The star denotes the lowest value of surface salinity (26.8) which lies off the axis.

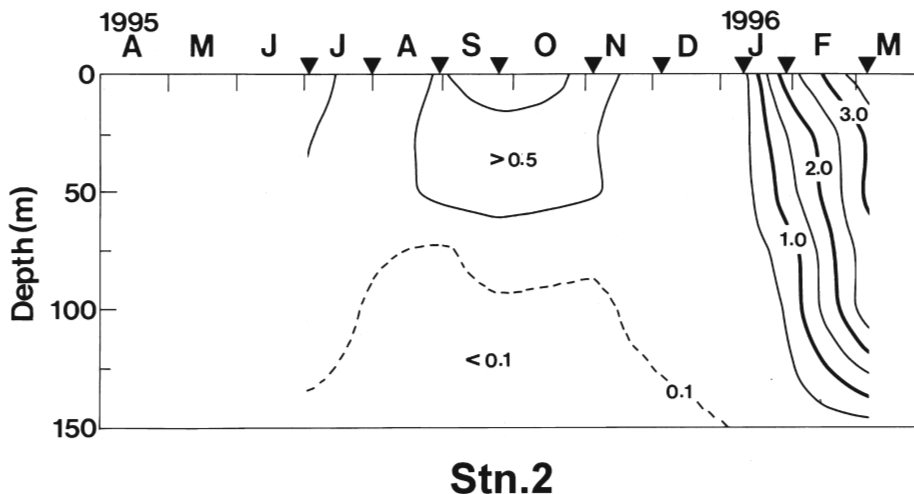


Fig. 3. Seasonal variations in chlorophyll *a* (mg m^{-3}) in the upper 150m depth range at Stn. 2 in Toyama Bay. Sampling dates are indicated by solid triangles on the upper abscissa.

て表面付近から高くなり、3月の表面は 3.9mg m^{-3} を越える最大値を示した。このクロロフィル*a*濃度の季節的増加は植物プランクトンの春季ブルーミングによる影響と考えられる(長田・奈倉 1993)。

2 カイアシ類群集の季節変化

(1) 目合0.35mmネット試料

主として成体から構成されるカイアシ類の合計出現個体数を各定点ごとにもみると (Fig. 4), Stn. 5を除いたすべての定点で3月から5月に年間を通しての最大値($453\sim 2251\text{個体 m}^{-3}$)が観察された(春季)。また、9月から12月にかけて、特に11月に第2の出現個体数のピークが存在した(秋季)。年間の最小値はStn. 2を除いて、すべて1月にみられた($54\sim 97\text{個体 m}^{-3}$)。

本研究では、少なくとも54種(Calanoida 44種, Poecilostomatoida 3種, Cyclopoida 5種, Harpacticoida 2種)が出現し、全期間全定点を通して1回でも優占したカイアシ類は合計32種であった (Table 1)。各定点での1年間にわたる優占種数を比較すると、その数は20~26の範囲内であり、Calanoidaの*Canthocalanus pauper*, *Clausocalanus furcatus*, *Scolecithricella minor*, *Candacia bipinnata*, *Labidocera japonica*およびCyclopoidaの*Oithona similis*, *O. nana*の7種は1あるいは2定点のみで優占種になったものの、全体としては優占種組成に定点間での大きな差異は認められなかった。

優占種を1年間を通してみた最大出現個体数の大きい順に並べ、定点ごとにそれらの個体数の季節変化をみると (Fig. 5), 6定点とも冷水性種の*O. atlantica*, *Metridia pacifica*や広温性種と考えられる*Corycaeus* spp. (主として*C. affinis*)が3月から5月に大きなピークを形成していた($43\sim 876\text{個体 m}^{-3}$)。さらにStn. 6の5月には*O. atlantica*および*M. pacifica*の他に冷水性種である*Pseudocalanus newmani*がピークを形成し(285個体 m^{-3})、これら冷水性種の個体数がその他の定点と比較し3倍以上と多かった。この理由として、Stn. 6では水深が他の定点と比較して浅かったので(水深118m)、*O. atlantica*や*M. pacifica*などのような汎鉛直分布種(HIRAKAWA *et al.* 1990)の生息深度範囲が縮小化され、結果として密度増加を起こした

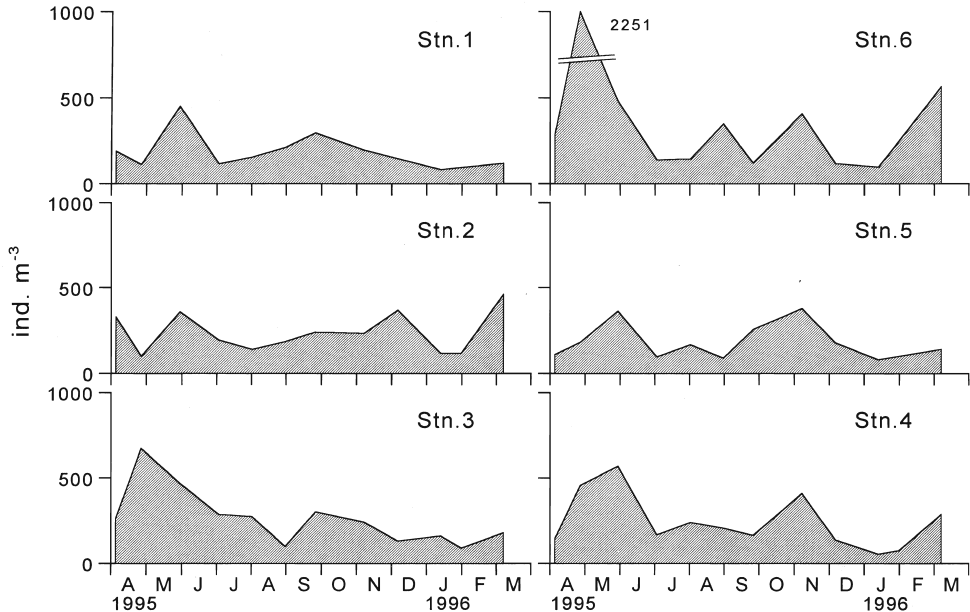


Fig. 4. Seasonal variations in the total number of copepods (adults) for the samples collected with 0.35mm mesh nets in Toyama Bay.

ためと考えられる。以上のことから、富山湾において3月から5月にみられたカイアシ類の合計出現個体数の春季ピークは主としてこれら少数の冷水性および広温性種によって構成されていることが明らかとなった。

その後、夏・秋季(6月から11月)にかけて各定点での合計出現種数は4月下旬の9~12種から、9月下旬には17~27種と増加した。夏・秋季に新たに出現した種の多くは暖水性種であったが、その最大出現個体数(9月下旬では23~51個体 m^{-3})は低く、出現期間も冷水性および広温性種と比較して短く、多くの種が1月から5月にかけて湾内から消失する傾向を示した。したがって、9月から11月の富山湾におけるカイアシ類群集の秋季ピークは春季と比較して概して低く、春季の場合と異なり多数の暖水性種によって維持されていることが明らかとなった(Fig. 4, 5)。これらの暖水性種の出現は夏・秋季に卓越する対馬暖流水の湾内への流入に依存しているものと考えられる(Fig. 2)。

(2) 目合0.06mmネット試料

各定点における4グループ(Calanoida, Poecilostomatoida, Cyclopoida, Harpacticoida)から成るコペポダイトの出現個体数の季節変化を見ると(Fig. 6)、合計出現個体数のピークは全体として春(4月)、夏(7~8月)、秋(9~11月)の3季節に出現した。Stn. 3, 4, 5, 6では合計出現個体数は春季に年間最大($2.0\sim 2.7\times 10^4$ 個体 m^{-3})を記録した。Stn. 3を除いた定点では秋季にも個体数のピークが見られたほか、さらにStn. 2と4では夏季にもより顕著なピークを形成した。各季節ピークの組成をみると(Fig. 6)、春にはCyclopoida(全体に対して50~79%)、夏にはHarpacticoida(50~76%)がそれぞれ主要構成群となったのに対して、秋には4つのグループがほぼ均等(Calanoida: 33~44%, Poecilostomatoida: 34~46%, Cyclopoida: 1~9%, Harpacticoida: 13~17%)に出現し、Stn. 3を除きピークを形成した。3ピークのうち春季および秋季ピークは目合0.35mmネットで採集された成体から成るカイアシ類群集

Table 1. Dominant copepod species identified in Toyama Bay from April 1995 to March 1996. Dominant copepods were determined using the definition and formula of HOSOKAWA *et al.* (1968).

Dominant species	Stn. 1	Stn. 2	Stn. 3	Stn. 4	Stn. 5	Stn. 6
Total number of dominant species	20	26	21	25	23	24
CALANOIDA						
<i>Calanus sinicus</i>	○	○	○	○	○	○
<i>Calanus minor</i>	○	○		○	○	○
<i>Calanus</i> spp. (copepodids)						○
<i>Canthocalanus pauper</i>	○			○		
<i>Mesocalanus tenuicornis</i>	○	○	○	○	○	○
<i>Eucalanus</i> spp. (copepodids)	○	○	○	○	○	○
<i>Paracalanus aculeatus</i>		○	○	○	○	○
<i>Paracalanus parvus</i>	○	○	○	○	○	○
<i>Acrocalanus gracilis</i>	○		○	○	○	○
<i>Clausocalanus minor</i>	○	○	○	○	○	○
<i>Clausocalanus furcatus</i>		○	○			
<i>Clausocalanus arcuicornis</i> ?	○	○		○		
<i>Clausocalanus pergens</i>		○		○	○	○
<i>Clausocalanus</i> spp. (copepodids)		○	○		○	○
<i>Ctenocalanus vanus</i>	○	○	○	○	○	○
<i>Pseudocalanus newmani</i>		○		○	○	○
<i>Scolecithricella minor</i>		○		○		
<i>Centropages furcatus</i>	○	○		○	○	○
<i>Centropages bradyi</i>	○		○	○	○	○
<i>Temora discaudata</i>	○	○	○	○		○
<i>Metridia pacifica</i>	○	○	○	○	○	○
<i>Lucicutia flavicornis</i>		○	○	○	○	
<i>Candacia bipinnata</i>			○		○	
<i>Labidocera japonica</i>			○			
<i>Acartia danae</i>	○	○		○	○	○
POECILOSTOMATOIDA						
<i>Oncaea venusta</i>	○	○	○	○	○	○
<i>Corycaeus</i> spp.	○	○	○	○	○	○
CYCLOPOIDA						
<i>Oithona atlantica</i>	○	○	○	○	○	○
<i>Oithona plumifera</i>	○	○	○	○	○	○
<i>Oithona similis</i>		○				○
<i>Oithona nana</i>		○				
<i>Oithona</i> spp. (copepodids)	○	○	○	○	○	○

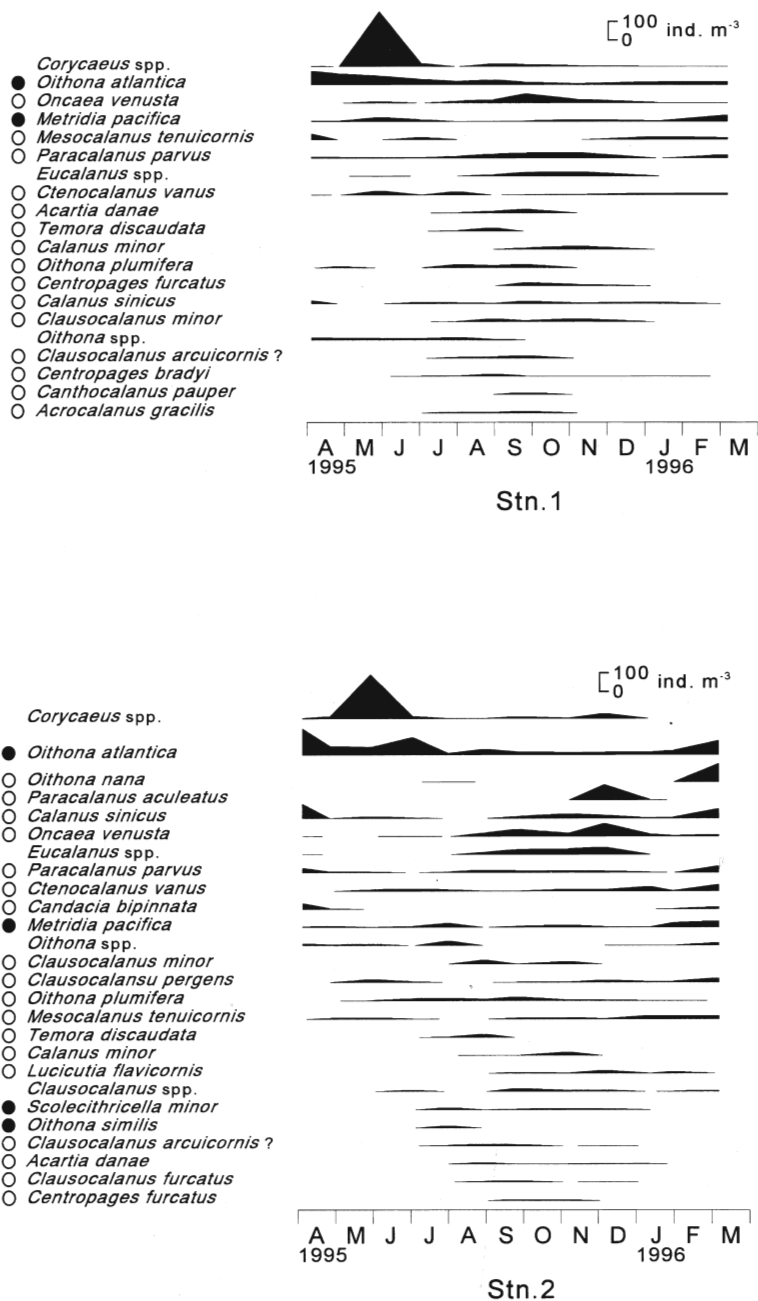


Fig. 5. Seasonal variations in abundance (ind. m⁻³) of the dominant copepod species at the six stations for the samples collected with 0.35mm mesh nets in Toyama Bay. Species are arranged in order of the height of annual maximum abundance. Solid circles and open circles indicate cold-water and warm-water species, respectively.

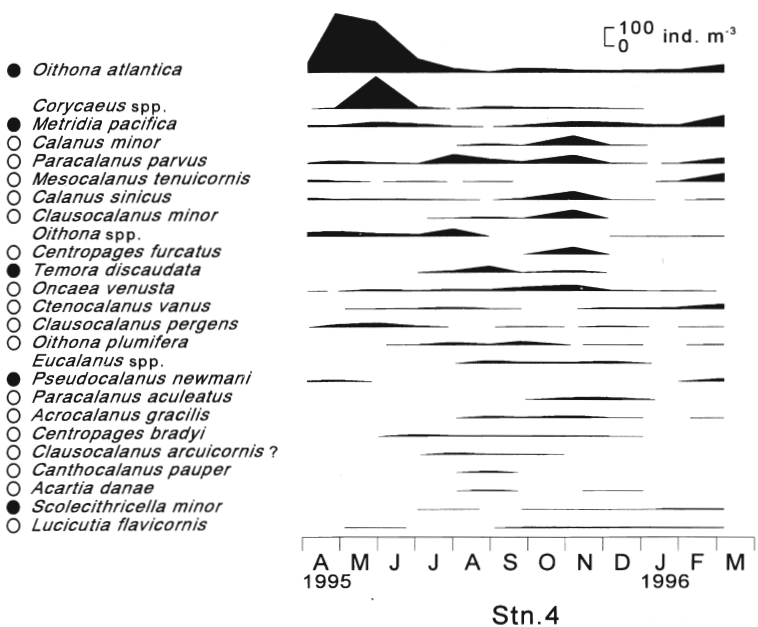
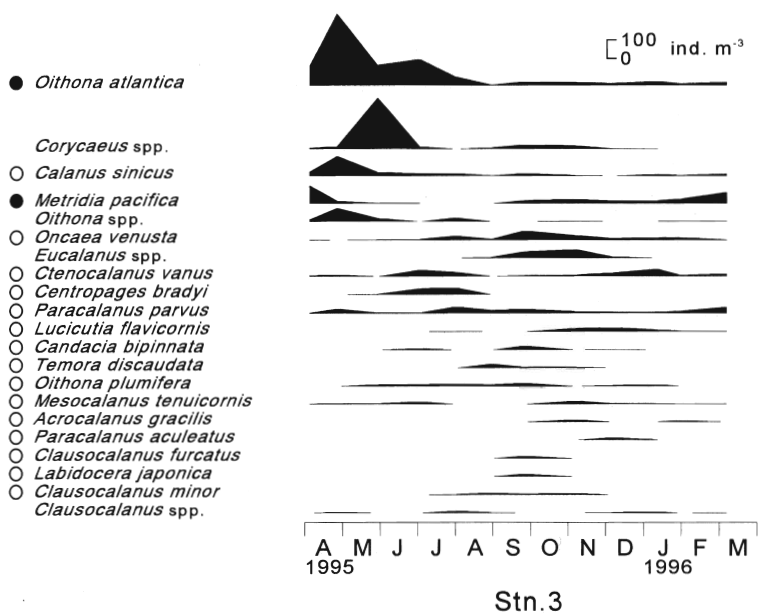


Fig. 5. Continued

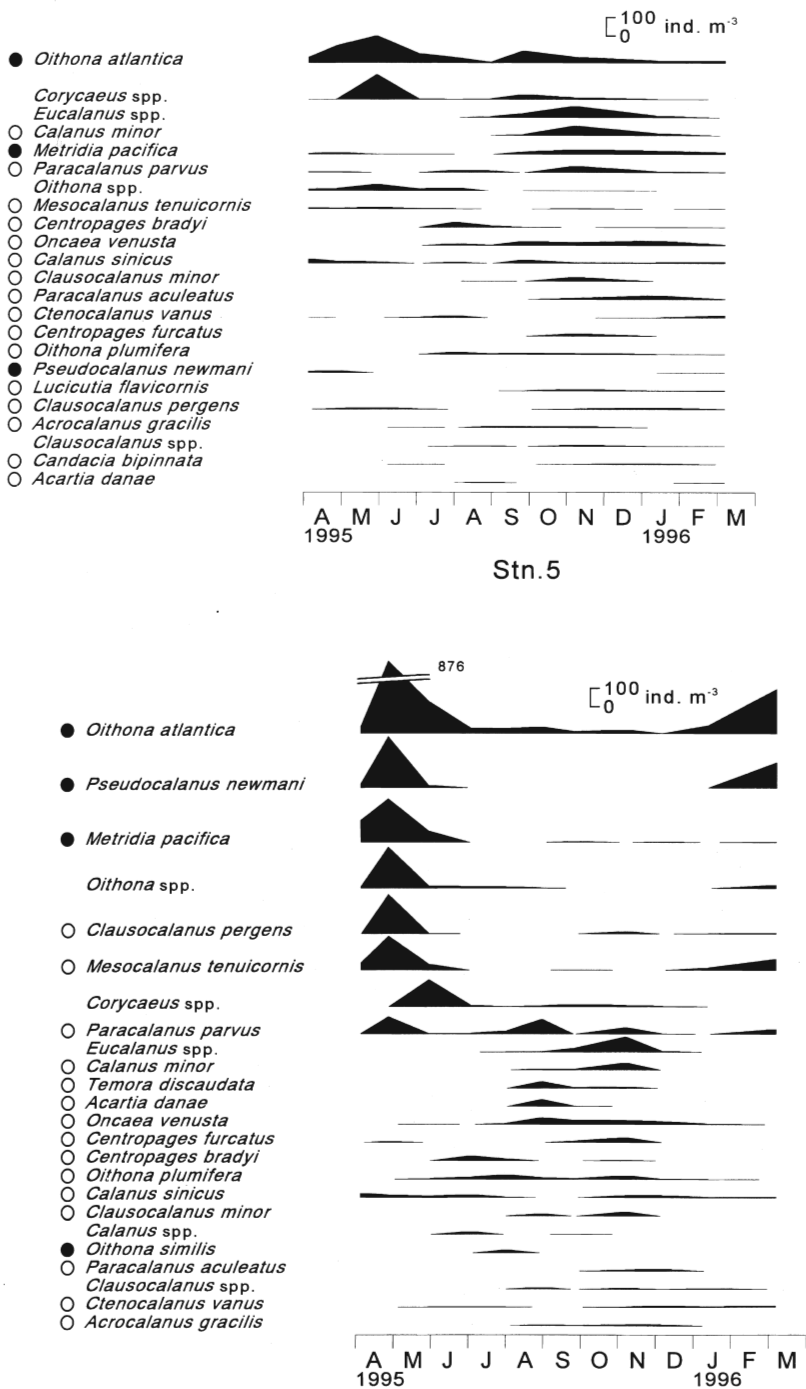


Fig. 5. Continued

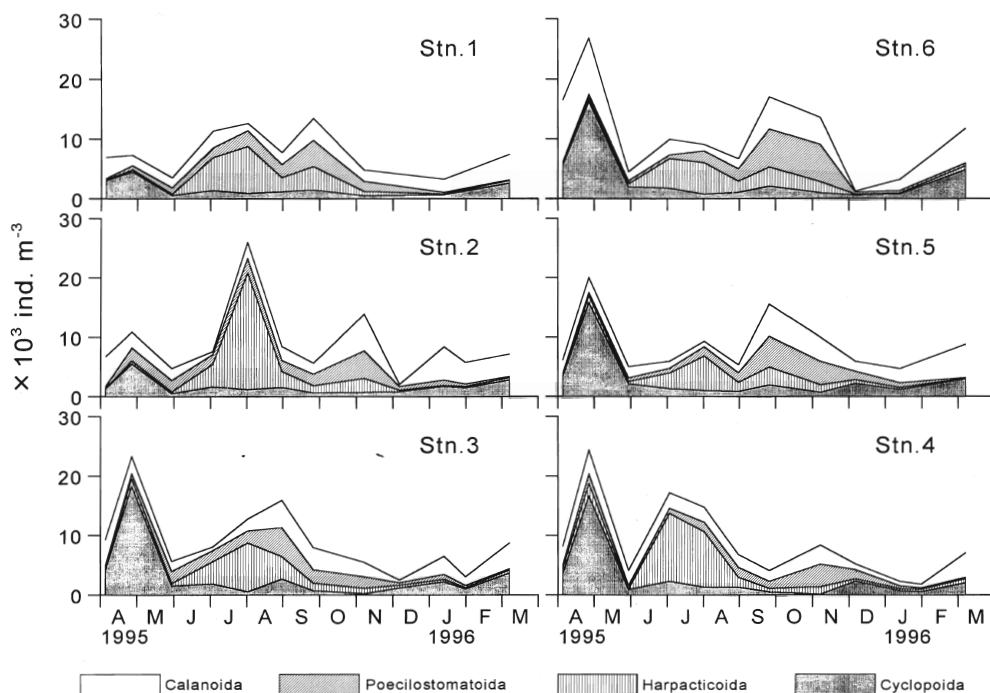


Fig. 6. Seasonal variations in the total number and composition of the four copepodid groups for the samples collected with 0.06mm mesh nets in Toyama Bay.

のピーク(合計個体数)の出現時期と一致していたが、夏季ピークは目合0.35mmネットの解析結果では見い出されなかった。3ピークのうち夏季ピークが目合0.35mmでは観察されなかった理由の1つとして、Harpacticoidaは一般に小型種(*Microsetella*属や*Euterpina*属など)を多く含むことから、その成体でも目合0.35mmを通り抜けてしまった可能性が高いといえる。

(3) 採水試料

各定点の表面におけるカイアシ類ノープリウス幼生の5グループ(*Calanus* type, *Paracalanus* type, *Oithona* type, *Microsetella* type, Others)の季節変化をみると(Fig. 7), 合計個体数はStn. 1, 3, 4では5月下旬に $5 \sim 14 \times 10^4$ 個体 m^{-3} の顕著なピークを示したが、残りの3定点では目立った季節ピークは認められなかった。このピークの最大値(14×10^4 個体 m^{-3})は日本海中部-北部(能登半島沖, 青森県西沖)において4月から6月の表面で観察された最大値とはほぼ一致した(農林水産技術会議 1962)。ノープリウス幼生を構成する5グループのうち、*Oithona* typeがすべての定点で1年間を通して優占するとともに、春季ピークを形成する主要群(93~96%)となった。他方、25m・50m層においては、4~6月の観測がなかったため5月のピークの有無についてはわからないが、7~3月におけるカイアシ類ノープリウス幼生の合計個体数に大きな季節変化は見い出されなかった。しかしながら、表面採水試料の解析結果と異なり、25m・50m層では*Microsetella* typeが7~8月に主要構成群となり*Oithona* typeより多く出現する特徴を示した(Fig. 8, 9)。これは目合0.06mmネット試料からみたコペポダイトの季節変化(Fig. 6)において、Harpacticoida(*Microsetella*属を含む)が夏季優占群になったことと矛盾せず、さらに*Microsetella*属のノープリウス幼生の主分布層が10m以深であった澤田(1996)の報告と一致した。

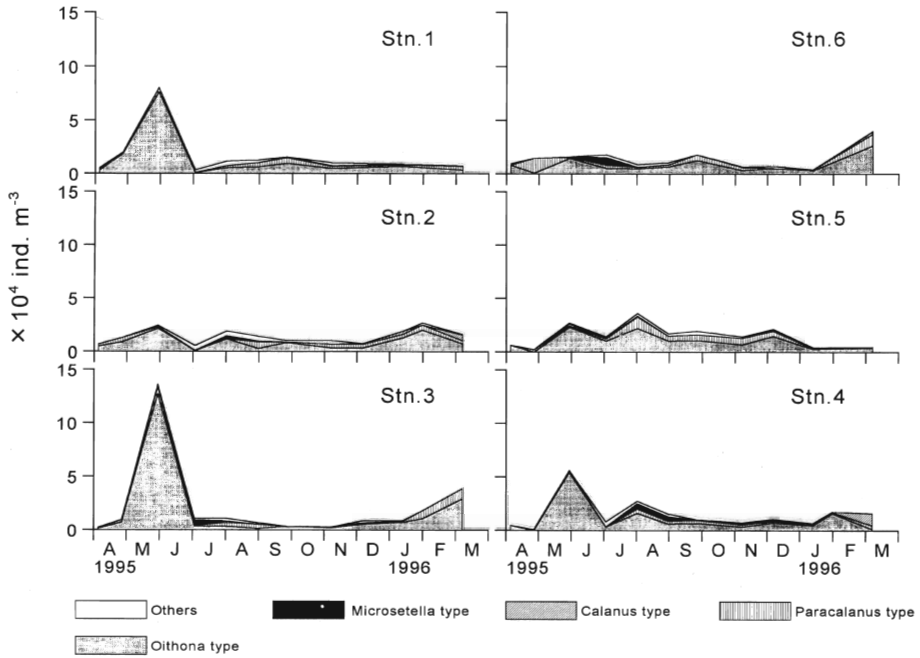


Fig. 7. Seasonal variations in the total number and composition of the five copepod naupliar groups on the samples collected with Van Dorn samplers (10 l) from the surface waters in Toyama Bay. The samples were concentrated using 0.02mm mesh.

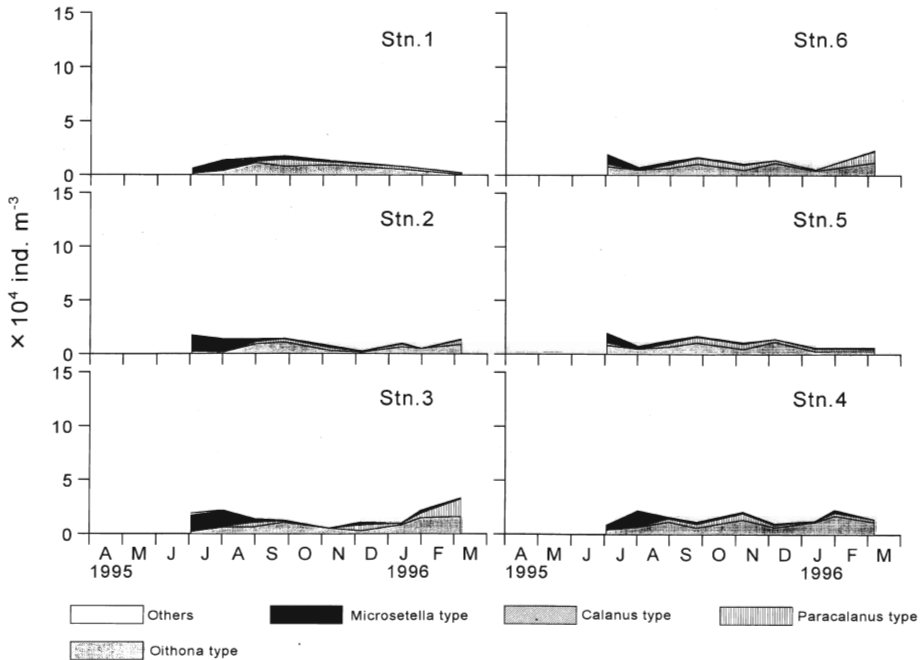


Fig. 8. Seasonal variations in the total number and composition of the five copepod naupliar groups on the samples collected with Van Dorn samplers (10 l) from 25m depth in Toyama Bay. The samples were concentrated using 0.02mm mesh. No samples were taken from April to June.

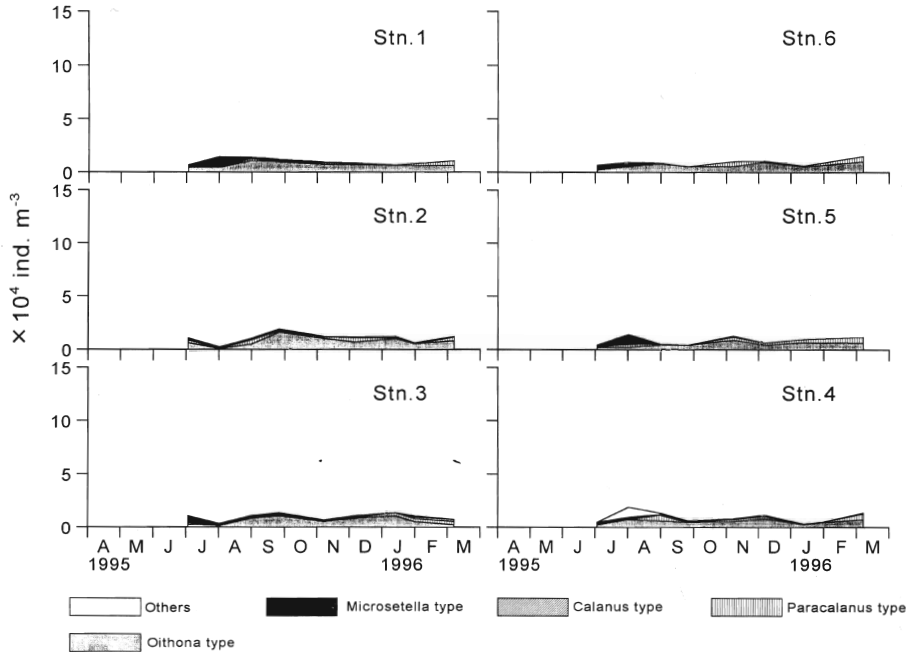


Fig. 9. Seasonal variations in the total number and composition of the five copepod naupliar groups for the samples collected with Van Dorn samplers (10 l) from 50m depth in Toyama Bay. The samples were concentrated using 0.02mm mesh. No samples were taken from April to June.

考 察

本研究の0.35mmネット試料の解析で得られたカイアシ類合計個体数の季節変化を山口県沖(対馬海峡近海)におけるそれ(HIRAKAWA and OGAWA 1996)と比較すると、両水域ともにカイアシ類群集の個体数でみた季節的増加は、春季と秋季に観察されたことから、その変動パターンは一般に温帯水域でみられる動物プランクトン現存量の季節変動パターンに類似していた(BOGOROV 1958)。秋季のピーク形成種はいずれの水域でも暖水性のうちの温帯-亜熱帯性種である。しかしながら、春季ピークの主要構成種は、山口県沖では代表的温帯性種である*Calanus sinicus*, *Paracalanus parvus*, *Ctenocalanus vanus*などであったのに対して、富山湾では冷水・広温性種である*Oithona atlantica*, *Metridia pacifica*, *Pseudocalanus newmani*, *Corycaeus* spp.であり、顕著な相違を示した。現在までの知見によると(Hirakawa et al. 1990など)、富山湾におけるこれら冷水性種は昼間に300~500m深(水温およそ0.5~2℃)に分布の中心をもつことから、年間最低水温が全層で14℃以下に達しない山口県沖ではこれらの種は出現しなかったのであろう(HIRAKAWA and OGAWA 1996)。また、富山湾の冷水性種は、対馬暖流の卓越期にあたる夏・秋季にも出現する傾向を示したが、当海域では200m以深には年間を通じて水温が10℃以下と低温であるため(Fig. 2)、主な生息層をより深くすることにより、表層の高水温を回避し、中深層で長期間にわたり個体群を維持しているものと推定される。

富山湾に出現する冷水性カイアシ類には春季ブルーミングに繁殖期を同調させた生活史を展開している種(例えば、*M. pacifica*)も観察されていることから(HIRAKAWA and IMAMURA 1993)、3~5月に出現した冷水性種(*M. pacifica*, *O. atlantica*)・広温性種(*C. affinis*)を中心とした

カイアシ類群集の個体数増加は(Fig. 4), 基本的にはそれらの餌生物となる植物プランクトンの春季ブルーミングによる増加に依存しているものといえる. 特に, *Oithona*属のノープリウス幼生が春季ピークを形成していたことから, *Oithona*属の産卵盛期は5月頃に相当すると推定される. *Oithona* typeのノープリウス幼生のさらに詳しい種組成は不明であるが, 目合0.35mm ネット試料で成体が卓越している*O. atlantica*だけでなく, Harpacticoidaのように目合0.35mm ネット試料では優占種としてほとんど出現していない小型種*O. similis*によっても構成されているものと考えられる(平川)*.

中原・小川(1972)は山口県日本海側沿岸において5月と10月にカイアシ類ノープリウス幼生のピークを観察し, カタクチシラスの出現時期と一致していることを指摘している. また, HIRAKAWA and OGAWA(1996)は上記水域の隣接域において, カイアシ類ノープリウス幼生に対応して発生したカタクチシラスの消化管内容物を春季と秋季に分析した結果, カタクチイワシの消化管から出現したノープリウス幼生の組成は各季節ピークを構成する環境中のカイアシ類群集の組成を反映していることを明らかにした.

一方, 富山湾の5月から6月においては*Oithona*属のノープリウス幼生がカタクチイワシ後期仔魚の主要餌料となっていることから(HIRAKAWA *et al.* 1997), カタクチイワシ後期仔魚のうち春季発生群は本研究で明らかになった*Oithona* typeを中心としたノープリウス幼生の春季ピークを主要餌料源として利用し成長していると判断される. しかしながら, 対馬暖流系水が富山湾で卓越する夏・秋季には, 成体とコペポダイトが個体数ピークを形成するにもかかわらず, ノープリウス幼生の生産が著しく抑制されることが判明した. 一般に, 産出卵数, および結果として生じるカイアシ類ノープリウス幼生数の増加は植物プランクトンの増加に起因することが知られていることから(CHECKLEY 1980; TISELIUS *et al.* 1991; UYE and SHIBUNO 1992など), 春季と比較して植物プランクトン量がこの時期乏しいこと(Fig. 3)がこの原因と推定される.

これらのことから, 富山湾で夏・秋季に発生したカタクチイワシ稚仔は環境中のカイアシ類群集組成を反映した胃内容物組成をもつと推定されるが, カイアシ類ノープリウス幼生の出現個体数自体が少ないために, 春季発生群の場合と異なり餌料環境は成長と生残に必ずしも適しているとは考えられない. 事実, 本研究期間に実施された富山湾におけるカタクチイワシの卵稚仔調査結果(富山水産試験場)**によると, 後期仔魚は夏・秋季発生群が存在しないか存在してもきわめて少量であるといった出現傾向を示した. これに対して, 中原・小川(1979)によれば, 山口県沿岸水域における秋季発生群は, 春季発生群と比較して資源量は少ないが, その変動幅も小さいので, カタクチイワシ資源減少期にもその資源量水準はほぼ一定していることが報告されている. したがって, 初期餌料環境からみれば, 暖水性カイアシ類群集の再生産(ノープリウス幼生数の増加)活動の促進と密接な関連を持つと推定される植物プランクトンの夏・秋季ブルーミングの形成の強弱が, 対馬暖流域においてはカタクチイワシの個体群動態を評価する上で, 春季ブルーミングのそれとともに重要な要因となり得るものと判断される.

*私信

**未発表資料

文 献

- 栗森勢樹 (1984) II-2-3 富山湾における動物プランクトンの分布. 海洋生物資源の生産能力と海洋環境に関する研究, 北陸沿岸地域調査成果報告, 日水研, 205-216.
- BOGOROV, B. G. (1958) Perspectives in the study of seasonal changes of plankton and of the number of generations at different latitudes. pp145-158. In *Perspectives in Marine Biology*, ed. by Buzzati-Traverso, A. A., University of California Press, Berkeley and Los Angeles.
- CHECKLEY, D. M., Jr. (1980) Food limitation of egg production by a marine, planktonic copepod in the sea off southern California. *Limnol. Oceanogr.*, **25**, 991-996.
- Furuhashi, K. (1953) On the vertical distribution of animal plankton in the Sea of Japan off San'in-distinct in summer of 1952. *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.*, **3**, 61-74.
- 平川和正 (1978) 4-7 取・放水口および前面海域に出現するCopepodaノープリアスの分類. 昭和52年度復水器通過影響実験調査報告書, (財) 海洋生物環境研究所, 87-108.
- HIRAKAWA, K., GOTO, T. and HIRAI, M. (1997) Diet composition and prey size of larval anchovy, *Engraulis japonicus* in Toyama Bay, southern Japan Sea. *Bull. Japan Sea Natl. Fish. Res. Inst.*, (47), 67-78.
- HIRAKAWA, K., IKEDA, T. and KAJIHARA, N. (1990) Vertical distribution of zooplankton in Toyama Bay, southern Japan Sea, with special reference to Copepoda. *Bull. Plankton Soc. Japan*, **37**, 111-126.
- HIRAKAWA, K. and IMAMURA, A. (1993) Seasonal abundance and life history of *Metridia pacifica* (Copepoda: Calanoida) in Toyama Bay, southern Japan Sea. *Bull. Plankton Soc. Japan*, **40**, 41-54.
- HIRAKAWA, K., IMAMURA, A. and IKEDA, T. (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.
- HIRAKAWA, K., KAWANO, M., NISHIHAMA, S. and UENO, S. (1995) Seasonal variability in abundance and composition of zooplankton in the vicinity of the Tsushima Straits, southern Japan Sea. *Bull. Japan Sea Natl. Fish. Res. Inst.*, (45), 25-38.
- HIRAKAWA, K. and OGAWA, Y. (1996) Characteristics of the copepod assemblage in the southwestern Japan Sea and its implication for anchovy population dynamics. *Bull. Japan Sea Natl. Fish. Res. Inst.*, (46), 45-64.
- 細川隆英・加藤陸奥雄・北沢右三・野村健一・田口亮平・鳥居西蔵・八木誠政 (1968) 新編 生態学汎論. 養賢堂, 東京, 154-155.
- 池脇義弘・澤田好史 (1991) 海産仔魚の食性. pp86-104. 日本水産学会編 魚類の初期発育, 恒星社厚生閣, 東京.
- 今村 明・石森繁樹・川崎賢一 (1985) 富山湾 III物理. pp990-1000. 日本海洋学会沿岸海洋研究部会編 日本全国沿岸海洋誌, 東海大学出版会, 東京.
- 今村 明・川崎賢一 (1985) 富山湾 IV生物. pp1009-1016. 日本海洋学会沿岸海洋研究部会編 日本全国沿岸海洋誌, 東海大学出版会, 東京.
- 伊東 宏・岩崎 望・上田拓史・大塚 政・戸田龍樹・西田周平・服部 寛・平川和正 (1996) カイアシ亜綱. pp649-1004. 千原光雄・村野正昭編 日本産海洋プランクトン検索図説. 東海大学出版会, 東京.
- 川辺正樹 (1987) 対馬暖流. pp359-361, 和達清夫監修 海洋大事典, 東京堂出版, 東京.
- 近藤恵一 (1971) カタクチイワシの生態と資源. 水産研究叢書, **20**, 1-57.
- LAST, J. M. (1980) The food of twenty species of fish larvae in the eastern English Channel and southern North Sea. *MAFF Fish. Res. Tech. Rep.*, (60), 1-44.
- 森岡泰啓 (1985) 対馬海峡 IV生物 1プランクトン. pp939-941. 日本海洋学会沿岸海洋研究部会編 日本全国沿岸海洋誌, 東海大学出版会, 東京.
- 長田 宏・奈倉 昇 (1993) 富山湾における河川水の流入とクロロフィルa濃度の季節変化. 日水研報告, (43), 55-68.
- 中原民男・小川嘉彦 (1972) 沿岸漁場の特性に関する研究 第4報 植物プランクトンおよびCopepoda naupliusの季節変動. 水産海洋研究会報, **21**, 22-29.
- 中原民男・小川嘉彦 (1979) 浮魚類における卓越種の交替—I 資源の長期変動と分布域の変化. 水産海洋研究会報, **34**, 21-31.
- 農林水産技術会議 (1962) イワシ類後期仔魚の食餌と加入量との関係. 昭和36年度水産資源に関する共同研究推進会議報告書, 農林水産技術会議, 102-121.
- POULET, S. A. and WILLIAMS, R. (1991) Characteristics and properties of copepods affecting the recruitment of fish larvae. *Bull. Plankton Soc. Japan, Spec. Vol.*, 271-290.
- 澤田好史 (1996) 若狭湾西部におけるカイアシ類ノープリアス幼生の濃密分布形成. 水産海洋研究, **60**, 26-35.
- SHIM, J. H. and LEE, T. S. (1986) Studies of the plankton in the southwestern waters of the East Sea (Sea of Japan) III Zooplankton-standing stock, comparison and distribution. *J. Oceanol. Soc. Kor.*, **21**, 146-155. (In Korean)

- TURNER, J. T. (1984) The feeding ecology of some zooplankters that are important prey items of larval fish. *NOAA Technical Report NMFS*, **7**, 1-28.
- TISELIUS, P., NIELSEA, T. G., BREUEL, G., JAANUS, A., KORSHENKO, A. and WITEK, Z. (1991) Copepod egg production in the Skagerrak during SKAGEX, May-June 1990. *Mar. Biol.*, **111**, 445-453.
- 内山 勇 (1993) 富山湾及び周辺海域の平均流動パターン. 富山県水産試験場研究報告, (4), 11-30.
- UYE, S. and SHIBUNO, N. (1992) Reproductive biology of the planktonic copepod *Paracalanus* sp. in the Inland Sea of Japan. *J. Plankton Res.*, **14**, 343-358.
- YAMAZI, I. (1953) Plankton investigation in inlet waters along the coast of Japan VII. The plankton collected during the cruises to the New Yamato Bank in the Japan Sea. *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.*, **3**, 75-108.
- 銭谷 弘・石田 実・小西芳信・後藤常夫・渡邊良朗・木村 量 (1995) 日本周辺水域におけるマイワシ, カタクチイワシ, サバ類, ウルメイワシ, およびマアジの卵仔魚とスルメイカ幼生の月別分布状況: 1991年1月~1993年12月. 日本周辺水域における主要浮魚類の卵仔魚分布 水産庁研究所資源管理研究報告シリーズA1, 1-368.