

日本海南部富山湾におけるマイワシ (*Sardinops melanostictus*) 仔魚の餌料*

平川 和正¹⁾・後藤 常夫¹⁾

Diet of Larval Sardine, *Sardinops melanostictus* in Toyama Bay, Southern Japan Sea*

Kazumasa HIRAKAWA¹⁾ and Tsuneo GOTO¹⁾

Abstract

The types and size of food particles eaten by larvae of the Japanese sardine, *Sardinops melanostictus*, were determined by gut content analysis of larvae (SL: 4.3-8.0 mm) captured during daylight hours from Toyama Bay in May 1994. Copepod eggs and nauplii were numerically the most important food items. Food composition changed as the larvae grew; the proportion of eggs decreased with increasing size of larvae, while correspondingly the proportion of nauplii increased. The nauplii eaten consisted of various species. As a whole, cyclopoid (*Oithona* spp.) nauplii were the most important dietary component, with calanoid (mainly *Paracalanus* type) nauplii second. Such food composition is in part a reflection of the abundance and species composition of copepods in the field. Maximum prey size (length and width) increased with size (SL) of larvae, whereas minimum prey size increased less; the size of prey consumed showed a large range in sizes, from 0.07 to 0.45mm in length and 0.05 to 0.20mm in width. Within these size constraints, rare copepod species such as *Calanus sinicus* and *Oithona plumifera* seem to make a major contribution to larval growth (SL: 5.1 to 8.0mm) because of their large body size, although the more abundant and smaller sized copepods (possibly *Oithona similis*) are more commonly eaten.

Key words: copepod nauplii, cyclopoids, gut contents, *Oithona* spp., Toyama Bay, *Sardinops melanostictus*

緒 言

マイワシ (*Sardinops melanostictus*) の初期生残機構を解明する上で、重要な手掛りの一つとなる摂餌開始期の餌料生物に関する基礎的研究は、日本海においては農林水産技術会議のプロジェクト研究 (1958~1960) として初めて着手された。この研究によって行われた消化管内容物の観察結果 (農林水産技術会議 1962) から、日本海産マイワシの主要初期餌料は、カイア

1996年1月23日受理 日本海区水産研究所業績A第506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)

*本研究は「平成6年度漁業資源評価システム高度化調査」の一環として実施した。

シ類のノープリウス幼生であり、従来、ニシン (LEBOUR 1921, 1924; MARSHALL *et al.* 1937; BHATTACHARYYA 1957) やカレイ (SHELBOURNE 1953, 1957) の仔魚などで見出された植物プランクトン (主として珪藻類および渦鞭毛藻類) ではないことが明らかとなった。

その後、海産仔魚の消化管内容物に関する知見は、調査方法の改良や同定精度の向上により、次第に蓄積されつつある (ARTHUR 1976; LAST 1980; NAKATA 1988; 中田 1995など)。それらのうち、マイワシ属についてみると、消化管内のカイアシ類ノープリウス幼生の組成まで調べた研究は次の2例にすぎない。ARTHUR (1976) はカリフォルニア海流域において *Sardinops sagax* の仔魚によって捕食されたカイアシ類のノープリウス幼生を各々の目 (Calanoida, Cyclopoida および Harpacticoida) レベルで識別、計数した。また、中田 (1995) は黒潮周辺域におけるマイワシ仔魚の餌料生物は複数種の小型カイアシ類のノープリウス幼生から成ることを報告した。日本海においても様々な種類のカイアシ類がマイワシ仔魚の餌料として重要な役割を果たしていることが予想される。しかし、従来の研究では消化管内容物としてのノープリウス幼生を更に目、科、属などの分類群に識別しないで、一括して取り扱っているため、餌料カイアシ類群集の種組成とそれに関連した仔魚の摂餌生態特性は明確でない。

本研究では能登半島東側に位置する富山湾から採集したマイワシ仔魚消化管内容物の分析結果を基に、これらマイワシ仔魚の餌料生物組成とそのサイズを明らかにすると共に、消化管内容物組成と現場におけるプランクトン採集結果との対応関係を調べ、能登半島周辺海域でのマイワシの初期生活史における餌料特性についても考察したので報告する。

本文に先立ち、野外採集調査にご協力戴いた京都府立海洋高等学校所属実習船“みずなぎ”の船長並びに乗組員の方々に御礼申し上げる。また、本論文のご校閲を戴いた日本海区水産研究所小川嘉彦海洋環境部長に感謝の意を表す。

材料と方法

1 後期仔魚およびプランクトン採集

本研究では京都府立海洋高等学校所属実習船“みずなぎ”による能登半島周辺水域におけるマイワシ卵稚仔定期調査期間中 (1994年5月18日~31日)、稚魚ネット (口径: 80cm, 網目: 0.5mm) の斜行曳 (0~75m 深) で採集した試料のうち、仔魚が多量に出現した富山湾の5定点 (Fig. 1) から得た試料を用いた。

また、能登半島近海で孵化した仔魚の輸送経路に当ると推測される富山湾西岸側 (笠原 1957) に設置された3定点のうち、Stn. 18においてカイアシ類群集の種組成を調べるため、ノルパックネット (網目: 0.06mm) を用いた50m 深から表面までの鉛直採集を行った。これらの試料は稚魚ネット採集試料とともに船上で直ちに5~10%ホルマリン海水で固定した。

2 消化管内容物分析

マイワシ仔魚を斜行曳ネット採集試料から選別・取り出し、カバーガラス上の染色用メチレン・ブルー-乳酸溶液に浸し、実体顕微鏡下でその体長 (SL) を一個体ずつ接眼マイクロメーター (一目盛り: 100 μ m, \times 10) を用いて測定した。その後、解剖針で消化管を体軀から切り離して切開し、内容物を注意深く取り出した。消化管内容物の査定とそのサイズ (体長, 体幅) 測定を接眼マイクロメーター (一目盛り: 10 μ m, \times 100) を用いて生物顕微鏡下で行った。

マイワシ仔魚の摂餌個体 (消化管内容物が検出された仔魚) の出現割合を各定点別に Table 1 に示す。摂餌個体の定点毎の全観察個体数に対する出現割合は、採集を日出後 (05:36) から

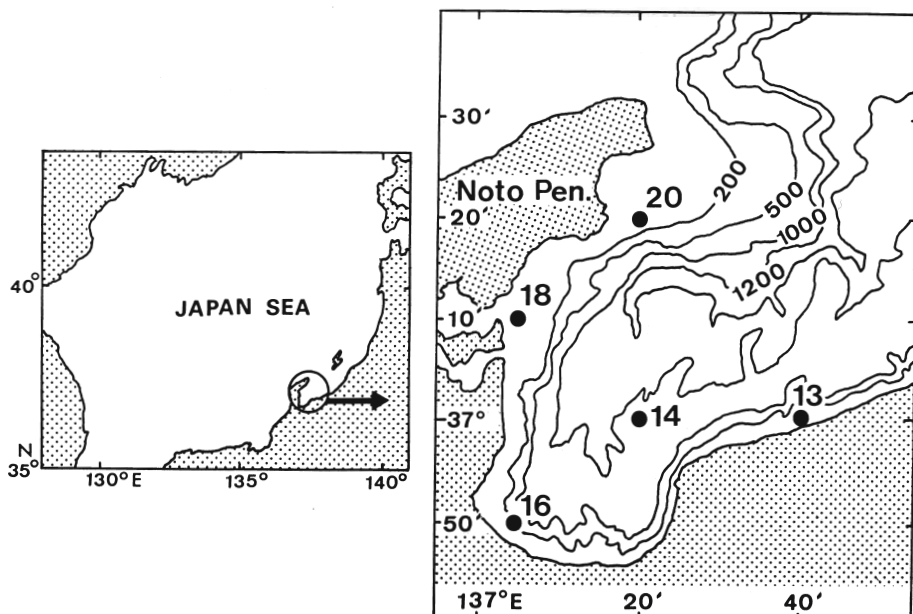


Fig. 1. Maps showing the location of Toyama Bay (left panel), and position of the present sampling stations in Toyama Bay (right panel). Bathymetric contours (200, 500, 1000 and 1200m) in Toyama Bay are also shown.

Table 1. Feeding incidence^{a)} of postlarval sardine (*Sardinops melanostictus*) used for gut content analysis. Samples were collected from the five stations in Toyama Bay on 21 May 1994.

St. No.	Sampling time ^{b)}	No. of larvae used for analysis	Feeding incidence (%)
20	11 : 56-12 : 12	75	49.3
18	08 : 49-09 : 06	25	80.0
16	05 : 36-05 : 52	21	71.4
14	02 : 31-02 : 48	42	2.3
13	00 : 34-00 : 51	119	1.7

^{a)} percentage of larvae containing at least one food particle for a particular (ARTHUR 1976)

^{b)} sun rise: 04 : 32.

正午 (12 : 12) にかけて実施した Stn. 16, 18 および 20 で採集された仔魚で高かった (50 ~ 80%)。一方, 採集時刻が夜間 (00 : 34 ~ 02 : 48) に当たった Stn. 13 および 14 で採集された仔魚では, 摂餌仔魚の出現割合は日出後のそれらと比較し, 著しく低かった (約 2%)。これは, 視覚で餌を探索・捕食するイワシ類仔魚の摂餌行動 (BERNER 1959; de MENDIOLA 1974; ARTHUR 1976 など) が夜間には抑制されることによるものと考えられるので, 本研究ではマイワシ仔魚の餌料組成は日出後の消化管内容物組成によって代表させてよいと判断した。

消化管内容物中に発見されたカイアシ類のノープリウス幼生は, まず, DIETRICH (1915) および BJÖRNBERG (1972) によって記載されたカイアシ類 3 目 [Calanoida, Cyclopoida (Poecilostomatoida を含む) および Harpacticoida] におけるノープリウス幼生の形態の基本

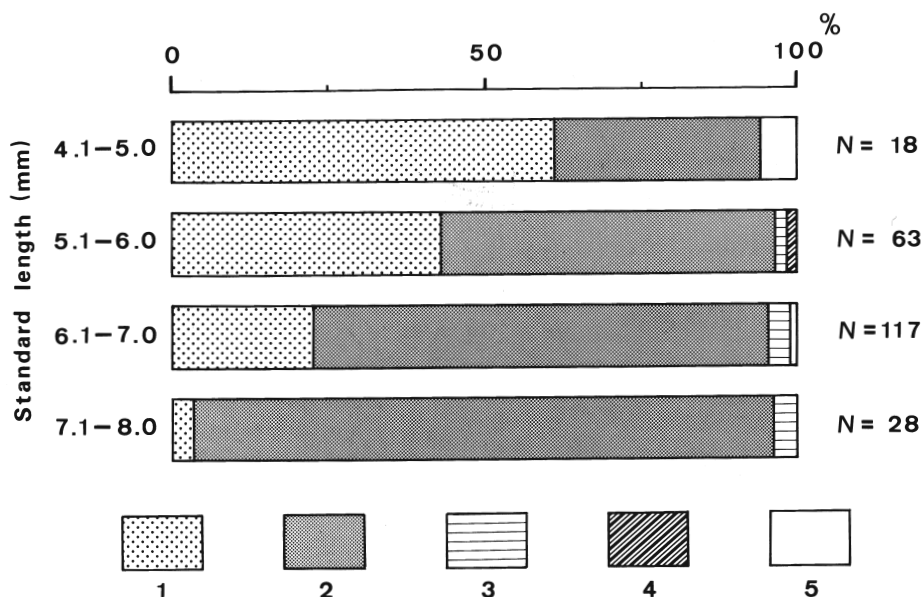


Fig. 2. Percentage composition of the gut contents of postlarval sardine (*Sardinops melanostictus*) in the four length groups (SL: 4.1-5.0, 5.1-6.0, 6.1-7.0 and 7.1-8.0mm). 1: copepod eggs, 2: copepod nauplii, 3: copepodids, 4: dinoflagellates, 5: unidentified, *N* = total number of food items.

Table 2. Composition of copepod nauplii in the gut of postlarval sardine (*Sardinops melanostictus*) in the five length groups (SL: 4.1-5.0, 5.1-6.0, 6.1-7.0, 7.1-8.0mm). Numbers denote their relative abundance (%) to the total (*N*).

Copepod nauplii	Larval size (SL)				4.1-8.0 (<i>N</i> = 152)
	4.1-5.0 (<i>N</i> = 6)	5.1-6.0 (<i>N</i> = 34)	6.1-7.0 (<i>N</i> = 86)	7.1-8.0 (<i>N</i> = 26)	
Calanoida					
<i>Calanus</i> spp.			2.3	3.8	2.0
<i>Paracalanus</i> type ^{a)}		5.9	18.6	46.2	19.7
Cyclopoida					
<i>Oithona</i> spp.	83.3	88.3	74.4	42.4	72.4
Poecilostomatoida					
<i>Corycaeus</i> spp.			1.2		0.7
Harpacticoida					
<i>Microsetella</i> spp.		2.9	2.3	3.8	2.6
Unidentified	16.7	2.9	1.2	3.8	2.6

^{a)} including both Paracalanidae and Pseudocalanidae.

的相違に基づき、各々の目に大別した。これらノープリウス幼生は主として尾部防御器官の形態特徴(刺毛、棘の数とその配列様式等)を査定の鍵(OGILVIE 1953; FABER 1966; BJÖRNBERG 1972; 古賀 1984)として、可能な限り属にまで分類した。

結 果

1 消化管内容物組成

日出後に採集を行った定点で得られた摂餌個体における各体長階級別の消化管内容物組成（個体数での出現割合）を Fig. 2 に示す。消化管内容物はカイアシ類の卵、ノープリウス幼生、コペポダイト幼生、渦鞭毛藻類や査定不可能な消化物から成っている。各体長階級間で消化管内容物組成を比較すると、体長4.1~5.0mmの仔魚では卵が全体の61.1%を占めていたが、卵の占める割合は仔魚の体長が増加するにつれて減少傾向を示している。代って、体長5.1mm以上ではノープリウス幼生が消化管内容物の50%以上を示し、特に、体長7.1~8.0mmになると消化管内容物の大部分（全体の92.8%）を占めていた。即ち、主要餌料は仔魚の成長に伴い、カイアシ類の卵からノープリウス幼生へと次第に交代していく傾向が認められた。

消化管内のノープリウス幼生は Calanoida, Cyclopoida, Poecilostomatoida および Harpacticoida から成り、その組成を仔魚の各体長階級別にみると（Table 2）、体長4.1~7.0mmの仔魚では Cyclopoida の *Oithona* 属（*Oithona* spp.）が全体の70~90%を占め、専ら単独で主要な餌生物であった。他方、体長7.1~8.0mmの仔魚では Calanoida に属する *Paracalanus* type のノープリウス幼生が全体の46.2%を占め、主要餌料生物として *Oithona* 属のノープリウス幼生（全体の42.4%）に加わった。更に、この体長階級では Calanoida の *Calanus* 属（*Calanus* spp.）および Harpacticoida の *Microsetella* 属（*Microsetella* spp.）のノープリウス幼生は全体のわずか3.8%に過ぎなかったが、これら両者の出現割合は *Paracalanus* type のノープリウス幼生と共に、仔魚が成長するにつれて、次第に増加する傾向を示した。しかしながら、各体長階級を通して全体の出現割合でみると、*Oithona* 属のノープリウス幼生が、全体の72.4%を占め、少なくとも消化管内容物試料から判断する限り、体長8.0mm以下のマイワシ仔魚にとっては、種々のノープリウス幼生のうち量的に最も重要な餌料生物であることが明らかとなった。

2 摂餌仔魚の体長と餌料サイズとの関連

摂餌仔魚の体長と主要餌料であるカイアシ類の卵およびノープリウス幼生の消化管内のサイズ（体長、体幅）との関連についてみると（Fig. 3）、仔魚の体長が4.1mmから8.0mmへと増加しても、捕食されている餌サイズの最小値は体長、体幅ともに殆ど変化しなかった（各々0.07mm, 0.05mm）。これに対して、捕食されている餌サイズの最大値は仔魚の体長の増加に伴って体長、体幅ともに増加し、体長8.0mmでは各々0.45mm, 0.20mmに達している。即ち、一般に他の魚類の仔魚でよく知られているように（池脇・澤田 1991）、マイワシ仔魚でも成長（体長：4.1mmから8.0mm）するにつれて、全体として餌料に対し正のサイズ選択傾向を示し、利用可能な餌料サイズの範囲は体長で0.07mmから0.45mm、体幅で0.05mmから0.20mmへと拡げていくことが明らかとなった。

次に、マイワシ仔魚の一定のサイズ範囲の餌料にどのようなカイアシ類の卵およびノープリウス幼生が対応するのかを検討するために、それらの消化管内のサイズ範囲を Fig. 3 上の右端に示した。餌料サイズのうち体長についてみると、0.07~0.09mmの餌料サイズ範囲はカイアシ類の卵のみによって、また、0.10~0.25mmの餌料サイズ範囲は *Corycaeus* 属、*Microsetella* 属、*Paracalanus* type および *Oithona* 属のノープリウス幼生のうち、2~4グループの組合せによって構成されていた。更に、0.26mm以上の餌料サイズ範囲についてみると、0.26~0.31mmでは *Oithona* 属ノープリウス幼生のうちの大型個体によって、また、0.35~0.45mmでは

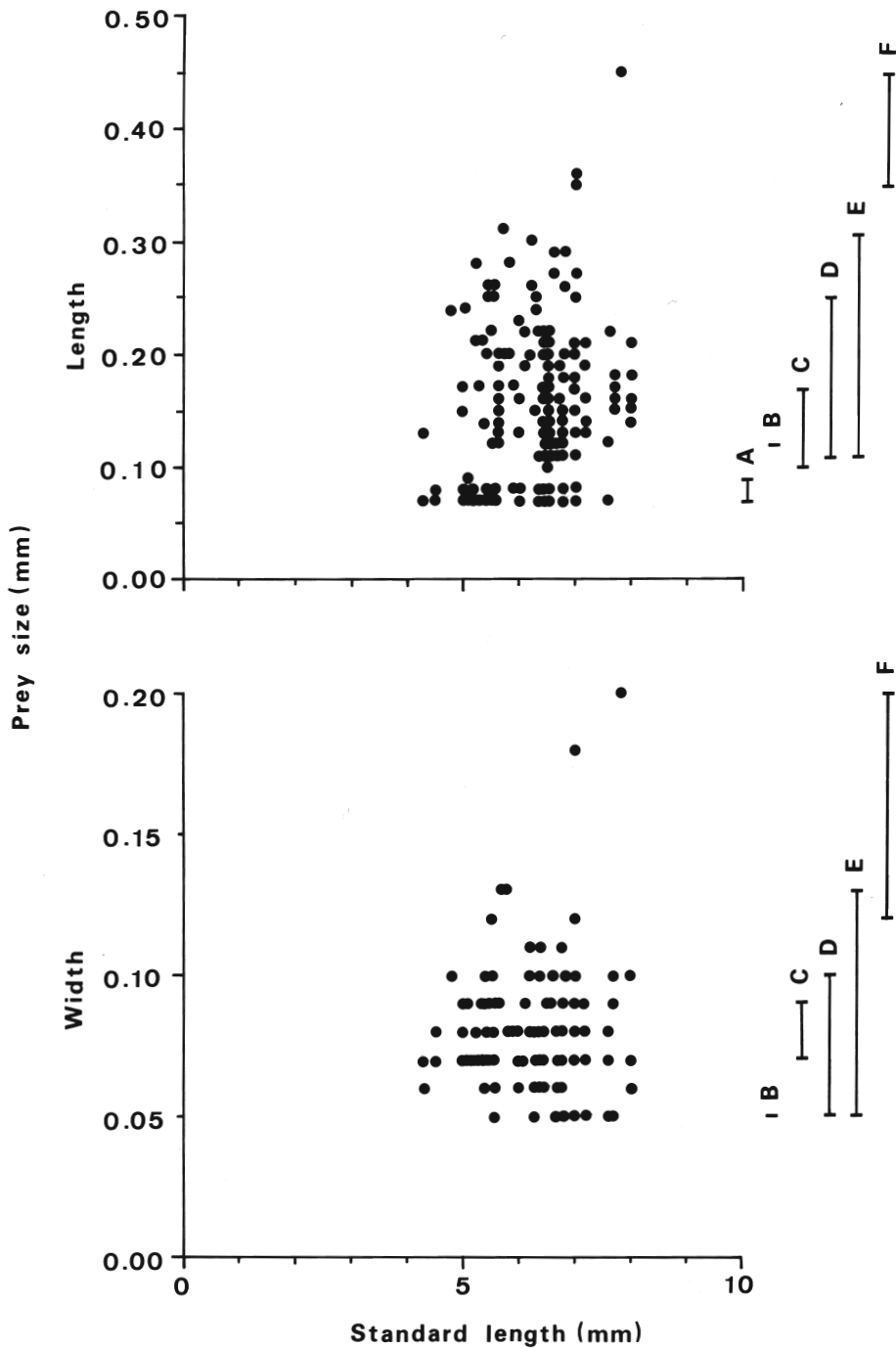


Fig. 3. Relation between prey sizes (upper panel; length, lower panel; width) and larval standard length of *Sardinops melanostictus*. Vertical bars on the right denote the size ranges of copepod eggs (A) and five naupliar taxa (B: *Corycaeus* spp., C: *Microsetella* spp., D: *Paracalanus* type, E: *Oithona* spp., F: *Calanus* spp.) found in the guts.

Calanus 属のノープリウス幼生によって各々構成されていた。このような各餌料サイズ範囲に対応した餌料ノープリウス幼生の組成の推移（小型の *Corycaeus-Microsetella-Paracalanus-Oithona* 属グループから大型の *Oithona-Calanus* 属グループ）は、体幅についても同様に見出された。

したがって、マイワシ仔魚の体長増加と餌料サイズ（以下、体長を示す）範囲の拡大との関連を通してみると、仔魚の成長に伴って餌料ノープリウス幼生の組成が推移し、そのうち、大型の *Oithona* 属ノープリウス幼生および *Calanus* 属ノープリウス幼生から構成されるグループは、仔魚が利用する餌料サイズ範囲を拡大していく過程で重要な餌料生物要素と成っていることが明らかとなった。

3 野外におけるカイアシ類の出現種組成

Stn. 18で採集されたカイアシ類のノープリウス幼生をマイワシ仔魚の主要餌料構成群となった Cyclopoida, Calanoida の2目とその他に大別し、更に、この両目については属レベルで同定した。Cyclopoida では *Oithona* 属のみが出現し、個体数で全体の約70%を占め、最優占していた (Table 3)。一方、Calanoida では主に *Calanus* 属および *Paracalanus* type が出現した。そのうち、後者は全体の10.8%を占め、*Oithona* 属の次に優占していたが、前者はわずしか出現（約3%）せず、主要構成群にはなっていないかった。その他のノープリウス幼生は、主として Poecilostomatoida および Harpacticoida から構成され、全体の17.3%を占めた。

Table 3. Composition of copepod nauplii collected at Stn. 18 in Toyama Bay on 21 May, 1994. Numbers denote their relative abundance (%) to the total ($N=578$ ind/m³)

Copepod	%
Calanoida	
<i>Calanus</i> spp.	2.7
<i>Paracalanus</i> type ^{a)}	10.8
Cyclopoida	
<i>Oithona</i> spp.	69.2
Others ^{b)}	17.3

^{a)} including both Paracalanidae and Pseudocalanidae.

^{b)} mainly Poecilostomatoida and Harpacticoida.

同試料中で観察されたカイアシ類のコペポダイト幼生および成体の構成種と各種類の全カイアシ類の出現個体数に対する割合を Table 4 に示す。カイアシ類は Calanoida 4 種、Cyclopoida 3 種、Poecilostomatoida 2 種以上、Harpacticoida 1 種の計10種以上が出現し、Cyclopoida および Harpacticoida では各々1属しか出現しなかった。これら4目のうち、Cyclopoida (*Oithona* 属) では、*O. similis* が全カイアシ類の42.2%を占め、最優占種となったのに対し、他2種 (*O. plumifera* および *O. nana*) は稀に出現 (0.3~1.0%) したに過ぎなかった。また、Calanoida では *Paracalanus parvus* が全体の24.5%を占め、*O. similis* に次いで優占種となったが、*Calanus sinicus* など他3種はわずかに出現 (0.9~3.5%) したに止まった。更に、Poecilostomatoida および Harpacticoida では、*Oncaea* 属 (*Oncaea* spp.) が全体の24.0%を占め、*Paracalanus parvus* に匹敵する程卓越したが、*Microsetella norvegica* は極めて稀 (1.3%) であった。これらのことから、マイワシ仔魚が分布した海域では大別した4目のな

かで *O. similis* によって代表される Cyclopoida (*Oithona* 属) が全体の43.5%を占め、ノープリウス幼生と同様に、コペポダイト幼生および成体でも最も優占していたと判断することができた。

Table 4. Species composition of copepods (copepodids and adults) collected at Stn. 18 in Toyama Bay on 21 May, 1994. Numbers denote their relative abundance (%) to the total ($N=143$ ind/m³)

Species	(%)
Calanoida	
<i>Calanus sinicus</i>	1.6
<i>Paracalanus parvus</i>	24.5
<i>Clausocalanus arcuicornis</i>	3.5
<i>Acartia</i> sp.	0.9
Cyclopoida	
<i>Oithona similis</i>	42.2
<i>O. plumifera</i>	1.0
<i>O. nana</i>	0.3
Poecilostomatoida	
<i>Oncaea</i> spp.	24.0
<i>Corycaeus affinis</i>	0.7
Harpacticoida	
<i>Microsetella norvegica</i>	1.3

このような野外採集試料から得たカイアシ類の出現種組成 (Table 3, 4) とマイワシ仔魚の消化管内容物組成 (Table 2) とを比較してみると、仔魚に捕食されていたノープリウス幼生のうち最も主要な餌料生物構成群となった *Oithona* 属のノープリウス幼生は、野外でも最優占し、その出現割合 (69.2%) は各体長段階を通して消化管内容物に占める割合 (72.4%) とほぼ一致していた。また、*Calanus* 属のノープリウス幼生は消化管内および野外ともに稀にしか出現しなかったという特徴を示した。他方、野外において *Oithona similis* に次いで優占した *Paracalanus parvus* および *Oncaea* spp. のコペポダイト幼生および成体のうち、*P. parvus* は仔魚の消化管内容物組成では *Paracalanus* type のノープリウス幼生として *Oithona* 属のノープリウス幼生の次に優占したと考えられる。しかしながら、*Oncaea* 属では卵嚢を付着した成体雌が多数出現したにもかかわらず、卵嚢から孵出したノープリウス幼生は仔魚の消化管内容物として全く観察されなかった。このことは、*Oithona* 属、*Calanus* 属および *Paracalanus* type の場合と異なり、消化管内容物分析結果と野外調査結果との不一致を示している。

考 察

消化管内容物の分析結果をみると、能登半島近海で孵化したマイワシ仔魚 (体長: < 8mm) の餌料として重要なカイアシ類のノープリウス幼生は複数種の産卵・孵化によって産出されているとみなすことができる (Table 2)。これを野外調査の結果 (Table 3, 4) と対比すると、消化管内のノープリウス幼生のうち、*Oithona* 属、*Calanus* 属および *Paracalanus* type の出現割合は野外におけるそれらの多寡と密接な関連をもつことから、消化管内容物組成は野外にお

けるカイアシ類の出現種組成をほぼ反映しているものといえる。

消化管内容物として最も優占する *Oithona* 属は、ノープリウス幼生から成体を通して野外プランクトン採集試料にも多量に見出しており、富山湾水域におけるマイワシの初期餌料として代表的カイアシ類であるとみなすことができる。特に、*O. similis* は (1) 卵嚢をもつ成体雌を含めて、全カイアシ類中で最優占したこと (Table 3)、また、(2) 本種のノープリウス I~VI 期のサイズ範囲は 0.11~0.23mm にある (GIBBONS and OGILVIE 1933) こと、更に、(3) このサイズ範囲はマイワシ仔魚にとって、十分に利用可能な餌料サイズの範囲 (0.07~0.45mm) に含まれることから、*Oithona* 属の中ではノープリウス幼生としてマイワシ仔魚に量的に最も利用されているとみなすことができる。

他方、*Oncaea* 属では野外におけるコペポダイト幼生および成体の比較的高い優占性 (全体の 24.0%) と Poecilostomatoida のノープリウス幼生の出現にもかかわらず、野外における本種の出現特性は消化管内容物組成には反映されていなかった。この不一致を *Oncaea* 属の卵嚢中の卵の直径 (約 0.06mm) から推察すると、孵化ノープリウス幼生は実際にはマイワシ仔魚にとって十分捕食可能なサイズである (ARTHUR 1977) が、逆にそのサイズが他のノープリウス幼生と比較して小さいため、捕食されても他種に比較し、より消化されやすく (池田 1973; SANTOS and JOBLING 1988)、そのために仔魚の消化管内容物として見掛け上観察されなかったものと考えられる。

Oithona 属のうち、餌料サイズ範囲が 0.24mm 以上の個体については現時点では種までの推定は難しい。ただ、野外に出現した *Oithona* 属 3 種のうちでは、大型種である *O. plumifera* のノープリウス幼生 (I~VI 期) の体長範囲が 0.15~約 0.30mm (BJRÖNBERG 1972; 平川*) であることから、本種がやや発育の進んだ体長 5.1~6.0mm 台のマイワシ仔魚が捕食している餌料サイズの最大値 (0.26~0.31mm) をも含むノープリウス幼生となっている可能性が高い。更に、餌料サイズ 0.35mm 以上では、*O. plumifera* に代って、Calanoida に属する *Calanus* 属のノープリウス幼生が主要餌料構成種である。野外調査の結果 (Table 4) では、*Calanus* 属はわずかに *Calanus sinicus* 1 種しか出現しなかった。*C. sinicus* のノープリウス幼生 (I~VI 期) の体長範囲は 0.20~0.45mm (UYE 1988) であることから、本種がより発育の進んだ体長 7.0~8.0mm のマイワシ仔魚にとっての餌料サイズの最大値 (0.36~0.45mm) を示すノープリウス幼生となっている可能性が高い。このことから、本種は優占種としては出現しなかったが、恐らく、*O. plumifera* と共に、マイワシ仔魚の成長に伴い、その餌料サイズの範囲を拡大していくうえで不可欠な種類であると考えられる。即ち、HUNTER (1977) はカタクチワシの一種、*Engraulis mordax* の仔魚を用いた飼育実験により、餌料サイズの大型化が仔魚の成長速度を高めるうえで必要であることを報告しているが、類似のことがマイワシの仔魚についても考えられる。

他方、摂餌開始初期に消化管内で出現割合の多いカイアシ類の卵は、海水中に自由に放卵する Calanoida の卵であり、付着卵嚢からノープリウス幼生を孵出させる産卵様式をもつ Cyclopoida, Poecilostomatoida および Harpacticoida の卵ではない。消化管内容物として出現した卵の直径は 0.07~0.08mm であり、これを野外調査の結果と照合すると、*O. similis* の次に卓越した小型 Calanoida である *Paracalanus parvus* の卵径に一致する。このカイアシ類の卵は消化されにくく、その栄養価は低いという指摘 (HUNTER 1977) もあるが、マイワシ仔魚が Cyclopoida (*Oithona* 属) などのノープリウス幼生に遭遇するまでの補助的餌料として役

*未発表資料

立っている可能性も考えられる。

以上のことから、富山湾におけるマイワシ仔魚の餌料供給は、*O. similis* によって代表される小型カイアシ類のノープリウス幼生あるいは卵だけでなく、マイワシ仔魚の成長という観点からみると、*O. similis* より体サイズの大きな種類（例えば *O. plumifera* および *C. sinicus*）のノープリウス幼生にも依存していると考えられる。即ち、マイワシの初期生活史を維持していくうえで、野外に優占する小型種の他に、少量の大型種も加わった餌料カイアシ類群集が重要な役割を果たしているものといえる。このような餌料が対馬暖流沿岸域における日本海産マイワシの初期餌料特性を代表しているものかどうか、今後更に、他海域でのマイワシ仔魚の消化管内容物組成と同時にカイアシ類群集の組成を調べ、確かめていく必要がある。

文 献

- ARTHUR, D. K. (1976) Food and feeding of larvae of three fishes occurring in the California Current, *Sardinops sagax*, *Engraulis mordax*, and *Trachurus symmetricus*. *Fish. Bull.*, **74**, 517-530.
- ARTHUR, D. K. (1977) Distribution, size, abundance of microcopepods in the California Current system and their possible influence on survival of marine teleost larvae. *Fish. Bull.*, **75**, 601-611.
- BERNER, L., Jr. (1959) The food of the larvae of the northern anchovy *Engraulis mordax*. *Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull.*, **4**, 3-22.
- BHATTACHARYYA, R. N. (1957) The food and feeding habits of larval herring in the northern North Sea. *Mar. Res.*, (3), 1-17.
- BJÖRNBERG, T. K. S. (1972) Developmental stages of some tropical and subtropical planktonic marine copepods. *Stud. Fauna Curacao*, **40**, 1-185.
- DIETRICH, W. (1915) Die Metamorphose der freilebenden Süsswasser Copepoden. 1. Die Nauplien und das erste Copepododstadium. *Z. Wiss. Zool.*, **113**, 252-323.
- FABER, D. J. (1966) Free-swimming copepod nauplii of Narragansett Bay with a key to their identification. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **23**, 189-205.
- GIBBONS, O. and OGILVIE, H. S. (1933) The development stages of *Oithona helgolandica* and *Oithona spinirostris*, with a note on the occurrence of body spines in cyclopoid nauplii. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **18**, 529-550.
- HUNTER, J. R. (1977) Behavior and survival of northern anchovy *Engraulis mordax* larvae. *Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep.*, **19**, 138-146.
- 池田静徳 (1973) 魚類の摂餌, 消化吸収ならびにエネルギー代謝 第2節 消化と吸収. pp21-37. 橋本芳郎編 養魚飼料学, 恒星社厚生閣, 東京.
- 池脇義弘・澤田好史 (1991) 発育過程の生態学的側面 7. 海産仔魚の食性. pp86-104. 田中 克編 魚類の初期発育, 水産学シリーズ 83, 恒星社厚生閣, 東京.
- 笠原昭吾 (1957) 1955年春季日本海北部海域における表層流について—とくにマイワシ卵・稚仔の移流との関係—. 日本研年報, (3), 137-154.
- 古賀文洋 (1984) 桃脚類ノープリウスの形態, 生態, 分類ならびに分化に関する研究. 南西水研報告, (16), 95-229.
- LAST, J. M. (1980) The food of twenty species of fish larvae in the eastern English Channel and southern North Sea. *Fish. Res. Tech. Rep.*, (60), 1-44.
- LEBOUR, M. V. (1921) The food of young clupeoids. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **12**, 458-467.
- LEBOUR, M. V. (1924) The food of young herring. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **13**, 325-330.
- MARSHALL, S. M., NICHOLLS, A. G. and ORR, A. P. (1937) On the growth and feeding of the larval and postlarval stages of the Clyde herring. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **22**, 245-267.
- de MENDIOLA, B. R. (1974) Food of the larval anchoveta *Engraulis ringens* J. pp277-285. In *The Early Life History of Fish*. ed. by BLAXTER J. H. S., Springer-Verlag, Berlin.
- NAKATA, K. (1988) Alimentary tract contents and feeding conditions of ocean-caught postlarval Japanese sardine, *Sardinops melanostictus*. *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.*, (126), 11-24.
- 中田 薫 (1995) 消化管内容物の重量と組成からみた黒潮周辺海域におけるマイワシ仔魚の餌料条件. 中央

- 水研報告, (7), 265-275.
- 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. pp102-121. 昭和36年度水産資源に関する共同研究推進会議報告書.
- OGILVIE, H. S. (1953) *Copepod nauplii (1)*. Zooplankton Sheet, 50. Cons. Int. Explor. Mer., 1-4.
- SANTOS, J. D. and JOBLING, M. (1988) Gastric emptying in cod, *Gadus morhua* L.: effects of food particle size and dietary energy content. *J. Fish. Biol.*, **33**, 511-516.
- SHELBOURNE, J. E. (1953) The feeding habits of plaice post-larvae in the Southern Bight. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **32**, 149-159.
- SHELBOURNE, J. E. (1957) The feeding and condition of plaice larvae in good and bad plankton patches. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **36**, 539-552.
- UYE, S. (1988) Temperature-dependent development and growth of *Calanus sinicus* (Copepoda: Calanoida) in the laboratory. *Hydrobiologia*, **167/168**, 285-293.