

フウライカマス仔稚魚の摂餌関連形態の発達と摂餌生態

松崎加奈恵¹・小澤貴和²

¹〒144-0052 東京都大田区蒲田5-38-3 朝日ビル 千代田デイムス・アンド・ムーア(株)
(電子メール: kanae@cdm.co.jp)

²〒890-0056 鹿児島市下荒田4-50-20 鹿児島大学水産学部

(1997年6月3日受付; 1997年10月30日改訂; 1998年3月9日受理)

キーワード: フウライカマス, 仔稚魚, 摂餌生態

魚類学雑誌
Japanese Journal of
Ichthyology

© The Ichthyological Society of Japan 1998

Kanae Matsuzaki* and Takakazu Ozawa. 1998. Development of feeding-related morphologies and feeding ecology of larvae of *Nealotus tripes* (Gempylidae, Scombroidei). *Japan. J. Ichthyol.*, 45(2): 77-85.

Abstract Feeding-related morphologies and feeding ecology of larvae and juveniles of the gempylid, *Nealotus tripes*, were analyzed from 73 specimens, 2.3-16.5 mm SL. Morphological changes occurred at about 6-8 mm SL. Feeding took place in daytime, the main food organisms changing with growth as follows: <6 mm SL, copepod eggs, nauplii and copepodites; >6 mm SL, copepod adults, fish larvae and mysis of macrura.

*Corresponding author: Chiyoda Dames & Moore Co. Ltd., 5-38-3 Kamata, Ootaku, Tokyo 144-0052, Japan (e-mail: kanae@cdm.co.jp)

仔稚魚の成長に伴う摂餌生態の変化は、初期減耗のフレームワークを捉える上での基礎的知見として重要である。しかし、対象とされている魚類はニシン・イワシ類などの多獲性あるいは沿岸性の仔稚魚が主体で、外洋性のものに関してはマグロ・カツオ類(魚谷ほか, 1981; 魚谷ほか, 1990; Young and Davis, 1990), クロタチカマス科魚類(Voss, 1954; Parin, 1967; 稲葉ほか, 1995)など一部にすぎない。本研究で対象としたフウライカマス *Nealotus tripes* は、クロタチカマス科 Gempylidae に含まれ、同科魚類の中でも沖合性の強い種類で、太平洋とインド洋の熱帯から温帯域の広い範囲に分布する(西川, 1987; Nakamura and Parin, 1993)。本種の食性に関しては、成魚(体長150 mm)の消化管内容物が記載されているのみで(Nakamura and Parin, 1993)、仔稚魚の食性は知られていない。クロタチカマス科仔稚魚の生息域は多くのサバ型魚類と同様、外洋表層であり、成長に伴い深層あるいは底層に移動し、その過程で形態と食性が変化すると考えられる。

本研究はフウライカマス仔稚魚の遊泳力、餌生物捕食力、消化機能に関連する形態と消化管内容物を調べ、それらの成長に伴う変化と相互の関連性を明らかにすることを目的とした。

材料および方法

本研究で用いたフウライカマス仔稚魚は、東京大学海洋研究所研究調査船白鳳丸が日本南方海域で行った3航海(KH-73-2, KH-73-5, KH-75-1)で採集されたものの一部で、本研究に用いた仔稚魚はKH-73-2航海では1973年2月24日-3月22日に採集された38尾, KH-73-5航海では1973年11月24日-12月12日に採集された33尾, KH-75-1航海では1975年1月15日-同26日に採集された2尾の合計73尾(体長2.2-16.5 mm)である。採集場所は東経116°40'1"から129°15'5", 北緯19°58'8"から27°59'5"に広がる琉球列島周辺とその南西外洋域、および南シナ海における32地点で、魚類プランクトンをORIおよびLネットを用い、表層または中層を20分から3時間ステップ曳きで採集し、

10% フォルマリンで固定後、70% アルコールで保存した。日出と日没時刻は採集日時・場所の原データ (Ocean Reserch Institute, 1974-1976) から推算した。なお、詳細な採集場所と方法は Ozawa (1986) に述べられている。

形質の測定は、双眼実体顕微鏡下において、0.1 mm 精度で測定した。前屈曲期仔魚と屈曲期仔魚については脊索長を、後屈曲期仔魚と稚魚については標準体長をそれぞれ体長とした。また、摂餌生態と密接に関連する餌生物捕食機能の形態上の特性値 (鰓耙, 上顎長, 頭長), 遊泳能力の形態上の特性値 (体高, 頭胴長), および消化機能の形態上の特性値 (胃長, 腸長) をそれぞれ測定した。なお、体重は0.1 mg 精度の電子天秤を用いて計量した。外部形態は松原 (1955), 鰓耙と消化器官は Iwai and Nakamura (1964) および Suyehiro (1942) に従い観察・測定したが、消化器官のうち、胃長は噴門部から盲のう末端まで、腸長は幽門部から肛門までの長さとした。

消化管内に存在している餌生物の同定と体長等の測定は双眼実体顕微鏡下 (6.3-40 倍) で行った。かいあし類では種, それ以外では属あるいはそれより上位の分類群での同定を原則とした。また、残渣状で不明なものをのぞき、餌生物の長さと同定部位を測定した。主な餌生物の測定部位は、かいあし類では頭胸部先端から叉肢末端までの長さと同定部位最大幅, 巻貝類では殻長と殻高, 介形類では殻の長さと同定部位最大幅, 長尾類では前額部先端から尾節末端までの長さと同定部位最大幅, 魚類では体長と体高を測定した。餌生物の測定部位と名称は魚類以外は山路 (1979), 魚類は松原 (1955) および西川 (1987) に従った。餌生物の重量は、体長もしくは全長からプランクトン湿重量換算表 (Table 1) を用いて算出した。なお、既往知見に換算式のない餌生物では、ほぼ完全な複数個体の体長、殻長

あるいは全長と体重を測定し、新たに関係式を求めた (Table 1)。摂餌時間帯は、摂餌率 (餌生物が消化管内に見いだされた個体の割合) と摂餌量比 (Food weight ratio: 摂餌量 \times 100/仔稚魚の体重) の時間変化から明らかにした。餌生物の組成は、フウライカマス仔稚魚を2 mm 体長階級に分け、餌生物毎にその個体数比 (N, %: 各餌生物個体数の全体に対する割合), 重量比 (W, %), ならびに出現頻度 (F, %: 餌生物を摂餌していた仔稚魚の全体に対する割合) を算出し、検討した。

本調査仔稚魚のうち、形態の測定個体は73尾、消化管内容物の調査個体は63尾で、9割以上の個体が体長10 mm 以下であった。

結 果

形質の変化 初期発育における各形質の成長に伴う変化を Table 2 に示した。各形質の一部は、相対的な変化を見るため体長との比率で表した。なお、脊索末端の屈曲がみられた最小体長は5.4 mm で、体長6 mm 以上の個体はすべて脊索が屈曲し、下尾骨が形成され始めていた。

捕食機能と関連する鰓耙, 上顎長と頭長の成長に伴う変化をみる。餌生物をろ過する鰓耙は、本研究の体長範囲では主に下枝に認められ、プランクトン食魚類の特徴である棒状 (Yasuda, 1960) を示していた。第1鰓弓の鰓耙は、体長約3 mm で形成され始め、体長7.0-7.9 mm で平均11本となり、それ以降は11-14本の範囲でほぼ一定であった。本研究の体長範囲では鰓耙の棘化は認められなかったが、Nakamura and Paxton (1977) によれば、体長49.8 mm の若魚では上枝と下枝ともに鰓耙が認められ、上枝と下枝の間にはY型を呈した1本の長い鰓耙が形成され、他の鰓耙は棘化しているとされている。第1鰓弓長の体長比 (GAL/SL) は、体長7 mm まで27-29%前後でほぼ一定で、それ以

Table 1. Conversion table from length to weight of food organisms

Food organism	Wet weight (μ g)	Length (mm)	Source
Copepoda	$W = 38.1SL^{2.903}$	0.3-2.0SL	Calculated from the data of Nakai et al. (1977)
Gastropoda	$W = 1322.2SHL^{3.357}$	0.27-0.50SHL	This study
Ostracoda	$W = 81.56CL^{3.043}$	1.1-3.2CL	This study
Mysis of macrura	109.3	2.4TL	Nakai et al. (1977)
<i>Hygophum reinhardtii</i>	$W = 1.603SL^{3.448}$	3.9-13.0SL	This study

SL: standard length; TL: total length; CL: carapace length; SHL: shell length.

Table 2. Change of morphologies related to predation, swimming and ingestion of *Nealotus tripes* larvae. Data showing mean values and ranges in parentheses

Standard length (SL), mm	2.0–2.9	3.0–3.9	4.0–4.9	5.0–5.9	6.0–6.9	7.0–7.9	8.0–8.9	9.0–9.9	10.0–10.9	11.0≦
Specimens examined	9	16	13	14	5	3	2	2	4	5
Characters related to predation and swimming										
No. of gill rakers on	0.6	5.1	7.6	9.0	10.3	11.0	12.5	11.0	12.3	11.7
1st. gill arch	(0.0–3.0)	(0.0–8.0)	(5.0–10.0)	(8.0–11.0)	(9.0–11.0)	(10.0–12.0)	(12.0–13.0)		(11.0–14.0)	(11.0–12.0)
GAL/SL (%)	27.40	27.76	28.89	28.30	28.64	25.56	24.74	28.35	24.90	21.19
	(25.76–28.82)	(17.89–31.91)	(22.22–34.75)	(26.29–31.60)	(26.23–34.29)	(22.91–27.29)	(23.50–25.98)		(21.13–29.73)	(19.38–22.29)
MGRL/GAL (%)	12.70	12.92	23.73	24.59	26.33	32.49	27.74	16.92	28.25	20.81
	(12.70–12.70)	(7.35–20.00)	(12.50–78.79)	(15.00–34.15)	(21.35–28.99)	(26.32–42.48)	(26.00–29.48)		(27.27–30.05)	(20.75–20.87)
UJL/SL (%)	17.38	17.83	20.19	19.70	20.75	20.36	19.38	16.72	17.97	18.16
	(11.36–23.05)	(13.44–23.14)	(15.63–22.39)	(13.88–24.40)	(18.76–22.54)	(19.11–22.54)	(18.39–20.38)	(15.67–17.78)	(16.51–20.08)	(16.48–19.53)
HL/SL (%)	36.24	40.19	44.13	46.39	47.71	47.51	46.22	45.03	43.79	41.32
	(25.76–47.06)	(32.47–45.88)	(36.66–50.75)	(40.50–53.82)	(44.64–50.37)	(44.94–49.71)	(46.00–46.44)	(44.95–45.11)	(41.79–46.46)	(40.69–43.06)
BD/SL (%)	31.51	30.20	32.34	31.93	29.54	29.71	27.81	25.57	22.54	21.43
	(29.55–33.33)	(24.68–40.72)	(24.04–39.38)	(24.16–36.36)	(24.13–32.63)	(27.85–30.86)	(27.13–28.50)		(18.32–24.46)	(18.53–24.25)
PAL/SL (%)	50.55	54.04	59.05	64.83	70.76	75.00	74.98	74.02	77.63	76.34
	(45.46–54.90)	(43.97–59.28)	(39.02–73.35)	(56.92–71.32)	(64.35–76.89)	(73.29–75.95)	(73.33–76.63)		(75.53–82.06)	(74.64–77.50)
Characters related to ingestion										
STL/SL (%)	3.54	6.19	9.24	12.37	17.67	20.67	21.31	38.35	29.98	26.34
	(2.06–4.71)	(2.81–15.79)	(5.29–12.62)	(8.46–24.51)	(12.38–29.69)	(19.00–23.38)	(14.37–28.25)		(25.95–35.37)	(22.21–32.34)
IL/SL (%)	33.11	35.06	37.56	35.68	39.03	45.33	33.54	52.17	44.56	44.02
	(3.70–46.18)	(27.81–47.78)	(27.72–47.97)	(23.98–45.09)	(33.81–45.68)	(43.10–48.61)	(27.59–39.50)		(28.55–60.58)	(36.98–54.49)
No. of pyloric caeca	0.0	0.0	0.6	2.5	7.0	6.7	7	5	7	7.7
	(0–0)	(0–0)	(0–4)	(0–8)	(6–9)	(6–7)				(7–8)

GAL: length of 1st. gill arch; MGRL: maximum length of gill rakers; UJL: length of upper jaw; HL: head length; BD: depth of body; PAL: preanus length; STL: stomach length; IL: intestine length

後減少し、体長11 mm以上は約21%であった。また、第1鰓弓長に対する最大鰓耙長比(MGRL/GAL)は、体長2.0–2.9 mmの12.7%から体長7.0–7.9 mmの約32%まで成長に伴い増加するが、それ以後は減少傾向に転じ、体長11 mm以上の個体では21%であった。上顎長の体長比(UJL/SL)の平均は体長2.0–2.9 mmの約17%からわずかに増加し、体長6.0–6.9 mmには約21%に達し、その後はわずかな減少傾向となり、体長11 mm以上は約18%であった。本研究で得られていない体長16 mm以上の上顎長比は、体長18 mmで14% (西川, 1987), 体長28.51 mmで約13% (西川, 1987), 体長199 mmで約14% (Matsubara and Iwai, 1952) であり、体長18 mm以降ほぼ一定と推測される。頭長の体長比(HL/SL)も上顎長比と同様な変化傾向を示し、体長2.0–2.9 mmで約36%であったものが体長6.0–6.9 mmでは約48%になった。それ以後は成長に伴い減少傾向に転じ、体長11 mm以上では約41%であった。体長16 mm以上の頭長比を既往の報告から補完すると体長18 mmで33.3% (西川, 1987), 28.51 mmで30.9% (西川, 1987), 199 mmで27.9% (Matsubara and Iwai, 1952) であり、成長に伴い頭長は相対的に小さくなる。

遊泳能力に関連する形質のなかで、魚体の流線型を示す指標となる体高の体長比(BD/SL)は、体長2.0–2.9 mmから5.0–5.9 mmまで約32%とほぼ一定であるが、それ以降減少して体長11 mm以上では約21%であった。体長16 mm以上における比率は体長18 mmで17.2% (西川, 1987), 28.51 mmで14.3% (西川, 1987), 199 mmで14.2% (Matsubara and Iwai, 1952) であり、体高は体長約30 mmまで相対的に小さくなり、以降は一定の比率で推移すると思われる。頭胴長の体長比(PAL/SL)は他の形質と全く異なる傾向を示した。体長2.0–2.9 mmの約51%から体長7.0–7.9 mmの約75%まで成長に伴い増加するが、それ以後は約74–78%の範囲でほぼ一定となる。体長199 mmでの頭胴長比は約75% (Matsubara and Iwai, 1952) であることから、成魚まで同様の比率であると考えられる。

以上7形質の中で、体長5.0–5.9 mmで体高比は一定から減少に転じ、体長6.0–6.9 mmで上顎長比と頭長比は増加から減少に変化し、体長7.0–7.9 mmで鰓耙数と頭胴長比は定数に達し、最大鰓耙長比は増加から減少に転じた。

クロタチカマス科とタチウオ科成魚の胃はSuyehiro (1942) の分類における‘+型’で、体腔の半分以上を占めるほど長く、大きい (仲村, 1994)。フ

ウライカマス仔稚魚では、体長約2 mmの個体は盲のうが未形成でかつ幽門垂も分化していないが (Fig. 1A), 体長約4 mmに成長すると胃盲のうがが突出しはじめ、幽門垂の原基が発現するとともに、腸も長くなる (Fig. 1B)。すべての個体が幽門垂を形成するのは体長6 mm以上であり、幽門垂数は体長約6 mmで約7本で、その後はほぼ一定であった (Fig. 1C)。胃長の体長比(STL/SL)は、体長2.0–2.9 mmでは約3.5%で相対的に小さいが、成長に伴い指数関数的に伸長し、1個体の測定値である体長9.0–9.9 mmを除くと、体長10.0–10.9 mmの約30%を最高に以後減少した。一方、腸長の体長比(IL/SL)は、体長2.0–2.9 mmの約33%から体長7.0–7.9 mmの約45%まで漸次増加し、少数個体での測定値である体長8.0–8.9 mmおよび体長9.0–9.9 mmを除くと、以後ほぼ同じ比率で一定となる。

上述の3形質の中で、体長6.0–6.9 mmで幽門垂数は定数に達し、体長7.0–7.9 mmで腸長比は一定となった。そして体長10.0–10.9 mmで胃長比は増加から減少に転じた。摂餌に関連する形質として調査したTable 2の10形質の中では体長6.0–6.9 mmと体長7.0–7.9 mmで、各々4形質に変化がみられた。

食性の変化 各体長階級における餌生物の摂餌率と消化管内での摂餌量比を昼夜別に比較した (Fig. 2)。なお、同図は、消化管内容物調査個体が63個体と少ないため、体長階級を2 mm間隔とした。摂餌率は、昼間 (8–20時) では体長4–6 mm階級の80%を除き、いずれの階級でも100%であったのに対して、夜間 (20時–8時) では、体長6 mm未満で0–13%と低いが、体長6 mm以上では100%であった。摂餌量比の平均値は、昼間では体長2–4 mm階級の1.3%を除き体長4 mm以上では5–7%と高かった。しかしながら、その範囲は調査個体5尾の体長4–6 mmおよび同3尾の10 mm以上で極めて広い。範囲の狭い6–8 mmおよび8–10 mmでは各々調査個体数は2尾および1尾であり、範囲の広さは調査個体数に依存している。すなわち、昼間における摂餌量比は個体間で差が大きい。ただし、体長2–4 mmでは調査個体が6尾と多いにもかかわらず、その範囲は狭かった。夜間では摂餌量比の平均値はいずれの階級においても0–2%と低かった。その範囲は調査個体数が19尾の体長2–4 mmでは0–12%と極めて広がったが、それ以上の階級ではいずれも狭かった。体長4–6 mmでは調査個体は22尾、6–8 mmと10 mm以上では6尾、そして8–10 mmは2尾であり、昼間と異なり、変異

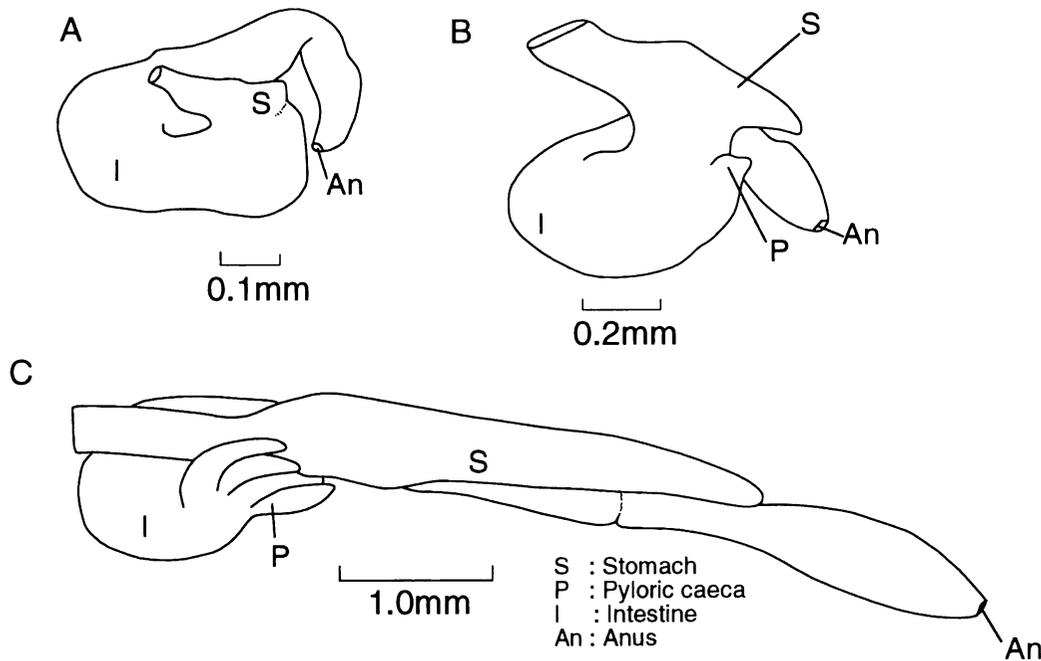


Fig 1. Development of the digestive organs of *Neolotus tripes* larvae. A) 2.4 mm in standard length, B) 4.3 mm and C) 16.5 mm.

幅は個体数に依存していなかった。

昼間の摂餌率は全ての体長階級で80%以上と高く、そして摂餌量比は体長2–4 mmを除き、個体による差は大きいですが、平均5%以上であった。一方、夜間では摂餌率は体長2–4 mmと4–6 mmでは極めて低いが、それ以上では100%であった。しかしながら、摂餌量比は全ての体長階級で低かった。以上のことから、フウライカマス仔稚魚の摂餌時間は昼間であると思われる。

Table 3に摂餌時間帯の昼間(8–20時)に採集された個体の消化管内容物組成を示す。それらは *Clausocalanus* 属, *Corycaeus* 属, *Oncaea* 属などかいあし類6属21分類群, 巻貝類, 介形類, 仔稚魚, そして他の動物プランクトンであった。体長2.0–3.9 mmでは主要餌生物はかいあし類コペポダイト幼生やノープリウス幼生, 卵で, それらの餌生物個体数比は約73%, および同重量比は約78%であった。特にノープリウス幼生は個体数比で(約18%), *Oncaea* 属コペポダイト幼生は重量比(約28%)で優占した。その他, かいあし類不明種と巻貝類が個体数比, 重量比, および出現頻度で優占した。

体長4.0–5.9 mmではかいあし類が個体数比(約94%), 重量比(約99%), および出現頻度(100%)

とも極めて高い値を示した。それらでは小型の卵とノープリウス幼生は摂餌されていなかったが, コペポダイト幼生に加えて成体が捕食されていた。しかしながら, 主要餌生物はコペポダイト幼生であり, 例えば, *Clausocalanus* 属コペポダイト幼生は個体数比(約17%)と重量比(約16%)で, *Oncaea* 属コペポダイト幼生は個体数比(約17%)と出現頻度(約60%)で優占した。成体では *Oncaea venusta* が重量比(約17%)で優占した。その他, 少数の介形類が捕食されていた。

体長6.0–7.9 mmでもかいあし類が主要餌生物であるが(個体数比約93%, 重量比約100%, 出現頻度100%), それらは *Clausocalanus* 属コペポダイト幼生を除いて全て成体であり, なかでも *Clausocalanus pergens* と *Oncaea mediterranea* が個体数と重量比からみて主要餌生物であった。その他, 少数であるが仔稚魚が初めて捕食されていた。

体長8.0–9.9 mmは調査個体数が1個体と少ないが, かいあし類の成体を摂餌しており, 特に *Clausocalanus pergens* の個体数比(約54%)と重量比(約66%)が高く, 主要餌生物であった。

体長10.0 mm以上の個体では個体数比, 重量比に差がみられ, 個体数比はかいあし類が約85%であったのに対して, 重量比はかいあし類以外の動

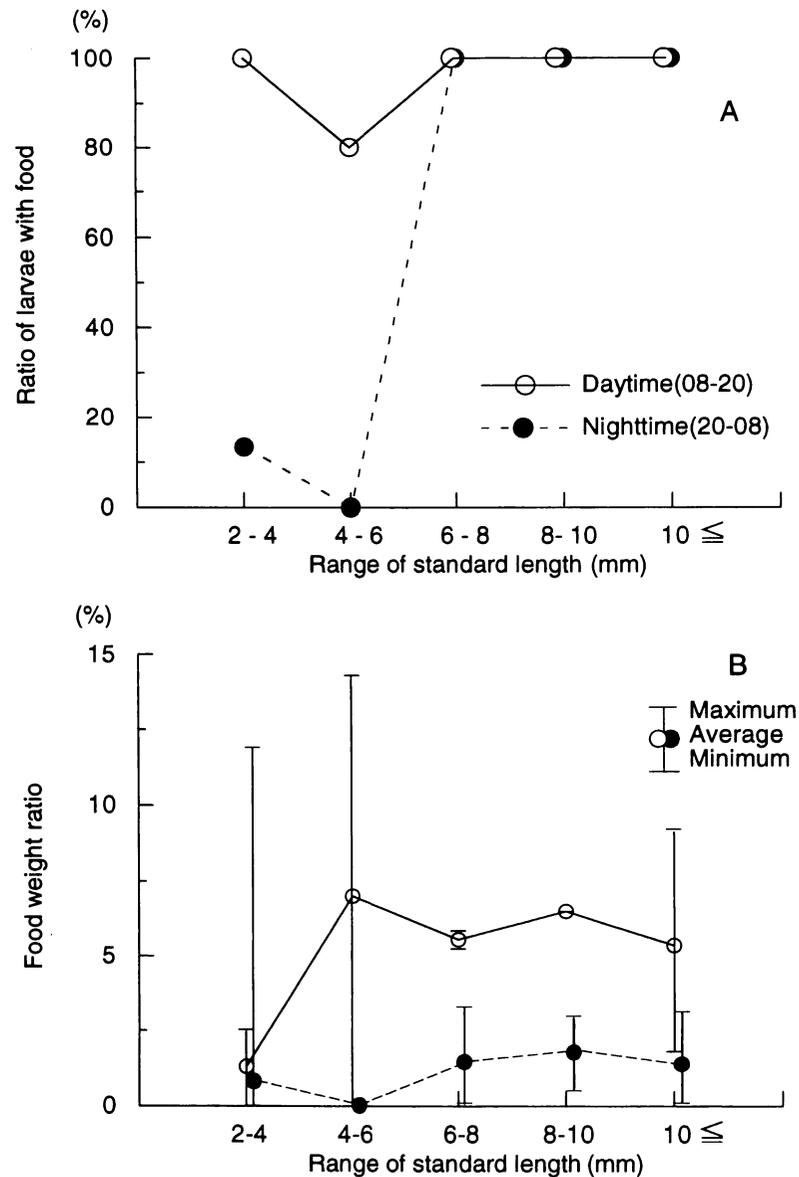


Fig. 2. Number of specimens with food (%), A) and food weight per body weight (%), B) of *Nealotus tripes* larvae by daytime and nighttime samples in each size group.

物プランクトン(約63%)が高かった。主要な餌生物は個体数比の高い *Corycaeus gibbulus* (約32%) と *Corycaeus concinnus* (約27%)、重量比の高い仔稚魚(約39%)と長尾類(約21%)であった。また、出現頻度は *Corycaeus* 属不明種と *Corycaeus concinnus* の比率が高かった。その他、大型のかいあし類である *Calanus* 属のコペポダイト幼生や *Clausocalanus* 属成体など7種類の餌生物を捕食していた。

以上の結果から、フウライカマス仔稚魚の主要

な餌生物は体長2.0–3.9 mmでは巻貝類とかいあし類の卵、ノープリウス幼生とコペポダイト幼生、体長4.0–5.9 mmではかいあし類コペポダイト幼生、体長6.0–7.9 mmと体長8.0–9.9 mmではかいあし類成体、体長10.0 mm以上ではかいあし類成体、仔稚魚と長尾類であった。なお、フウライカマスの成魚(体長15 cm)はハダカイワシ成魚と他の小魚、イカ、甲殻類を摂餌する(Nakamura and Parin, 1993)。

Table 3に餌生物の体長と体幅を示す。各体長階

Table 3. Food composition in size groups of *Nealotus tripes* larvae during daytime (08:00–20:00)

Range of SL (mm)	2.0–3.9			4.0–5.9			6.0–7.9			8.0–9.9			10≤		
Specimens examined	6			5			2			1			3		
Food length (mm)	0.16 (≅0.58)			0.71 (0.35–1.34)			0.75 (0.50–1.50)			0.91 (0.70–1.25)			1.58 (0.75–6.50)		
Food width (mm)	0.05 (≅0.15)			0.21 (0.13–0.30)			0.20 (0.13–0.38)			0.28 (0.25–0.38)			0.39 (0.20–1.20)		
	N	W	F	N	W	F	N	W	F	N	W	F	N	W	F
Copepoda Total	72.73	78.36	50.0	94.29	99.43	100.0	92.86	99.96	100.0	100.00	100.00	100.0	85.29	37.35	100.0
<i>Calanus</i> copepodite larva													2.94	1.00	33.3
<i>Paracalanus</i> copepodite larva				2.86	1.80	20.0									
<i>Clausocalanus arcuicornis</i>										7.69	17.58	100.0			
<i>C. furcatus</i>													2.94	2.07	33.3
<i>C. pergens</i>				2.86	6.27	20.0	42.86	73.29	100.0	53.85	66.09	100.0			
<i>Clausocalanus</i> sp.				8.57	7.49	40.0	3.57	1.92	50.0						
<i>Clausocalanus</i> copepodite larva	9.09	14.42	16.7	17.14	15.70	20.0	10.71	3.70	50.0						
<i>Corycaeus gibbulus</i>				2.86	3.91	20.0							32.35	13.77	33.3
<i>C. concinnus</i>				11.43	12.65	40.0	3.57	3.40	50.0				26.47	9.27	66.7
<i>C. speciosus</i>													2.94	5.99	33.3
<i>Corycaeus</i> sp.													14.71	4.55	100.0
<i>Corycaeus</i> copepodite larva	9.09	13.52	16.7	2.86	4.05	20.0							2.94	0.70	33.3
<i>Microsetella rosea</i>				5.71	7.82	40.0									
<i>Oncaea media</i>							7.14	3.52	100.0	38.46	16.33	100.0			
<i>O. mediterranea</i>							25.00	14.13	50.0						
<i>O. venusta</i>				11.43	16.64	20.0									
<i>Oncaea</i> sp.				5.71	5.50	40.0									
<i>Oncaea</i> copepodite larva	9.09	28.27	16.7	17.14	10.63	60.0									
Uidentified Copepoda	18.18	18.72	33.3	5.71	6.97	40.0									
Copepoda eggs	9.09	0.04	16.7												
Copepoda nauplius	18.18	3.39	16.7												
Other plankton total	27.27	21.64	33.3	5.71	0.57	40.0	7.14	0.04	100.0	0.00	0.00	0.0	14.71	62.65	66.7
Gastropoda	27.27	21.64	33.3	2.86	0.02	20.0									
Ostracoda				2.86	0.55	20.0							5.88	2.92	33.3
Mysis of <i>Macrura</i>													5.88	20.98	33.3
Fish larva							3.57	0.02	50.0				2.94	38.76	33.3
Other plankton	+	+					3.57	0.02	50.0						

N : number of individuals (%); W: food weight (%); F: frequency of occurrence (%). +: unmeasurable remains.

級における餌生物の平均体長は体長2.0–3.9 mm階級で0.16 mm, 体長4.0–5.9 mmで約4倍の0.71 mm, 体長10.0 mm以上では体長2.0–3.9 mm階級の10倍(1.58 mm)であり, 成長に伴い大型の餌生物を摂餌していた。また, 餌生物の平均体幅は, 体長2.0–3.9 mm階級で0.05 mm, 体長4.0–5.9 mm階級では0.21 mm, 体長10.0 mm以上階級では0.39 mmであり, ほぼ直線的に増大した。

考 察

日本南方海域で採集された体長2.3–16.5 mmのフウライカマス仔稚魚について成長に伴う摂餌生態に係わる形態ならびに食性の変化を調べた。

捕食機能に係わる形質である上顎長, 頭長等は体長6–7 mmまで相対的に成長するが, それ以降は減少傾向にあった。これに対して, 魚体の流線型を示す指標となる体高の体長比は体長6 mm以後直線的に小さくなり, 体の伸長化を示す頭胴長比は体長約7 mmで増加から一定に達していた。また, 消化機能の1つである幽門垂は体長6 mm前後で発達し始め, 鰓耙数は体長約7 mmで定数に達していた。したがって, 摂餌に関連する形質のうち, ほとんどの形質は体長6–8 mmで変化することが明らかとなった。西川(1987)は日本南方海域, 南アメリカ西部, 大西洋等で採集されたフウライカマス仔稚魚の形態を調べ, 下尾骨の形成や背鰭棘・腹鰭棘の伸長等が体長6–7 mm前後を境に変化していることを指摘しており, 本研究での結果と一致している。これらのことから, 本種仔稚魚の体形はほとんどの形質が体長6–8 mmで変化すると推測される。これは, 成長段階でいえば, 脊索末端が屈曲する屈曲期にあたる。

フウライカマス仔稚魚の主要な餌生物は, 体長6 mm未満では巻貝類やかいあし類の卵, ノープリウス幼生とコペポダイト幼生, 体長6–10 mmではかいあし類成体, 体長10 mm以上ではかいあし類成体, 仔稚魚と長尾類であった。また, 体長7.1 mmの個体が初めて仔稚魚を摂餌していた。したがって, フウライカマス仔稚魚の餌生物は成長に伴い大型化し, 体長7 mm以上, 成長段階で言えば屈曲期を越えると次第に魚類が主体になると考えられる。

クロタチカマス仔稚魚の食性を調べた稲葉ほか(1995)によれば, 南西諸島周辺, オーストラリア北西部および南西太平洋海域で採集された仔稚魚の主要な餌生物は, 体長3.9 mm以下の個体でかいあし類ノープリウス幼生, それ以降はかいあし類

であり, 餌生物に仔稚魚が出現したのは体長6.0–7.9 mmで, 体長12 mm以上に成長すると餌生物個体数の1割を仔稚魚が占めたと報告している。また, 東インド洋で採集されたミナミマグロの餌生物は, 体長3.5–5.9 mmでかいあし類ノープリウス幼生, 体長4.0–8.9 mmの個体でかいあし類, 体長8 mm以上の個体で魚類仔魚である(Young and Davis, 1990)。フウライカマス, クロタチカマスおよびミナミマグロの仔稚魚は採集海域が異なっているものの, かいあし類ノープリウス幼生からかいあし類, 仔稚魚へと餌生物が変化する点で一致している。田中(1975)は, このような餌生物の変化に関して, 仔魚後期の末期から背鰭や臀鰭などの鰭が完成する稚魚への移行期にかけて, 胃の伸長と胃腺の分化・発達, 幽門垂の分化など消化系に顕著な変化が生じ, 餌生物が大型の動物プランクトンに転換すると述べている。桑原(1985)も既往の知見を総括し, 多くの魚種でみられる仔魚後期の中後半(体長4–6 mm)での餌生物の大型化現象は, この時期に消化機能が急速に高まり, 捕食能力が増大することによる可能性を示唆している。フウライカマス仔稚魚では, 魚食性への移行時期と捕食・消化機能に関わる形質の変化時期がいずれも屈曲期以降と一致しており, 餌生物の大型化が遊泳能力や消化能力と密接に関わっていると考えられる。

Tanaka et al. (1996)はサバ科仔魚の摂餌生態と消化系発達の間に3つの型を認めた。フウライカマスは体長約12 mmで稚魚になるが(西川, 1987), 本研究によると消化器系は体長6–8 mmで成魚型に発達した。それ故, 本種はTanaka et al. (1996)の3型の中で第2の型(仔魚期後半に成魚型消化系が発達し, 変態終了頃に動物プランクトンから魚食に転化する)に相当すると思われる。この型の中にも発育や成長に魚種間で相当の違いがあるはずである。すなわち, 動物プランクトン食から魚食へ転化する時期の選択は魚種の生存にとって重要な意味を有していると思われる。そのことを検討するため, 今後同じタチウオ上科のいくつかの魚種を用いて, 発育初期における形態と食性の発達を比較していきたい。

引用文献

- 稲葉滋広・西川康夫・魚谷逸朗. 1995. クロタチカマス仔魚の食性. 東海大学紀要海洋学部, (39): 111–128.
- Iwai, T. and I. Nakamura. 1964. Branchial skeleton of the bluefin tuna, with special reference to the gill rays. Bull

- Misaki Mar. Biol. Inst. Kyoto Univ., (6): 21-25.
- 桑原昭彦. 1985. 仔魚の食性. 海洋と生物, 7: 87-93.
- 松原喜代松. 1955. 魚類の形態と検索(1). 石崎書店, 東京. 789 pp.
- Matsubara, K. and T. Iwai. 1952. Studies on some Japanese fishes of the family Gempylidae. Pacific Sci., 6: 193-212.
- Nakai, Z., M. Kosaka, S. Kudoh, T. Kubota, T. Mizushima and I. Uotani. 1977. Productivity of anchovy larva in Suruga Bay. JIBP SYNTHESIS, 14: 138-146.
- 中村 泉. 1994. 内臓. サバ型魚類入門 24. 海洋と生物, 16: 259-269.
- Nakamura, I. and J. R. Paxton. 1977. A juvenile gempylid fish, *Nealotus tripes* from eastern Australia. Aust. Zool., 19: 179-184.
- Nakamura, I. and N. V. Parin. 1993. Snake mackerels and cutlassfishes of the world (Families Gempylidae and Trichiuridae). FAO Fish. Syno., (125): 30-32.
- 西川康夫. 1987. クロタチカマス科魚類の初期生活史の研究. 遠洋水産研究所研究報告, (24): 1-157.
- Ozawa, T. 1986. Materials and methods. Pages 3-6 in T. Ozawa ed. Studies on the oceanic ichthyoplankton in the western North Pacific. Kyushu Univ. Press, Fukuoka.
- Parin, N. V. 1967. Data on the distribution and biology of snake mackerel *Gempylus serpens* CUV. (Pisces, Gempylidae) in the Pacific and Indian oceans. Vopr. Ikhtiol., 7: 990-1000.
- Suyehiro, Y. 1942. A study on the digestive system and feeding habits of fish. Japan. J. Zool., 10: 1-303, pls. 1-15.
- 田中 克. 1975. 消化器官. 日本水産学会(編), pp. 7-23. 稚魚の摂餌と発育, 水産学シリーズ8. 恒星社厚生閣, 東京.
- Tanaka, M., Y. Nakamura and Y. Takahashi. 1996. Developmental strategy of scombrid larvae: High growth potential related to food habits and precocious digestive system development. Pages 125-139 in Y. Watanabe, Y. Yamashita and Y. Oozaki eds. Survival strategies in early life marine resources. A. A. Balkema, Rotterdam and Brookfield.
- 魚谷逸朗・松崎加奈恵・牧野祐子・野田聖無・稲村修・堀川 貢. 1981. 北西オーストラリア海域産マグロ・カツオ類仔魚の食性. 日本水産学会誌, 47: 1165-1172.
- 魚谷逸朗・齊藤 勉・平沼勝男・西川康夫. 1990. 北西太平洋産クロマグロ *Thunnus thynnus* 仔魚の食性. 日本水産学会誌, 56: 713-717.
- Voss, N. A. 1954. The postlarval development of the fishes of the Gempylidae from the Florida Current. I. *Nesiarchus JOHNSON* and *Gempylus* CUV. and VAL. Bull. Mar. Sci. Gul. Car., 4: 120-159.
- Yasuda, F. 1960. The relationship of the gill structure and food habits of some coastal fishes in Japan. R. Ocean. Works, 5: 139-152.
- 山路 勇. 1979. 日本海洋プランクトン図鑑 増補改訂版. 保育社, 東京. 537 pp.
- Young, J. W. and T. L. O. Davis. 1990. Feeding ecology of larvae of southern bluefin, albacore and skipjack tunas (Pisces: Scombridae) in the eastern Indian Ocean. Mar. Ecol. Prog. Ser., 61: 17-29.