

日本海におけるケムシカジカの初期生活史

沖山宗雄・山洞 仁¹

Early Life History of the Sea Raven, *Hemitripterus villosus*, (Hemitripterinae, Cottidae) in the Japan Sea

MUNEO OKIYAMA AND HITOSHI SANDO¹

Abstract

Early life history was studied for the Japanese sea raven, *Hemitripterus villosus*, a rather common coastal cottoid fish in the northern Japan Sea. Materials were composed of a total of 16 larvae and juveniles from the larval net collections and the early larvae reared in the aquarium. Pelagic developmental stages were described following the dynamic approach with illustration of four specimens. Pelagic phase of this species comprised three developmental stages, i. e., prolarval (11.3-13.2mm SL), postlarval (13.0-14.8mm SL) and juvenile stages (17.4-20.0mm SL), whereas the habitat change seemed to be taken place from pelagic to benthic soon after transforming into this last stage.

Larval net collections revealed their sparse distribution in the subsurface depths over the shallow seas during the daytime. Of 16 specimens, food organisms were identified in three stomachs from prolarva, postlarva and juvenile. Of special interest was the common occurrences of the fish larvae such as *Sebastes* sp., even in the prolarval stomach. Possible case that pelagic marine fish larvae take other fish larvae as their primary foods was suggested for this fish. Cannibalistic behaviour observed in the reared specimens might be associated with this peculiar habit. Comparisons between the wild and reared specimens revealed some significant differences with regards to the growth characteristics.

I. 緒 言

ケムシカジカ (別名, トウベツカジカ) *Hemitripterus villosus* (PALLAS) は北西太平洋に広く分布する大形の沿岸性カジカであつて, わが国近海においてはケムシカジカ亜科に属する代表的種類である (渡部, 1956). 本種の卵内発生および孵化仔魚の形態等については飼育個体にもとづいた報告があるが (KYUSHIN, 1968), 初期生態生活史に関する知見は乏しい.

¹山形県水産試験場, Yamagata Pref. Fish. Exp. Sta.

本報告では、北部日本海において採集した浮遊期個体を中心にして初期形態発育と生態についての記述をおこなうと同時に、KYUSHIN (1968) の飼育例との比較をおこなった。

II. 材料と方法

供試標本は1966~1967年に山形県加茂水族館の水槽中で産卵、孵化した個体（この経過については後述）、および1966~1972年に北部日本海沿岸域において稚魚網によつて採集した16個体である。採集記録の詳細を第1表に示した。体部位の測定基準はKYUSHIN (1968) に従い化石要素の観察はアリザリン・レッドSによる染色標本によつた。

第1表 北部日本海沿岸域におけるケムシカジカ浮遊期仔稚魚の採集記録

Table 1 Data on the collection of larvae and juveniles of *Hemirhamphus villosus* in the coastal waters of the northern Japan Sea.

Date	Locality	No. specimens	Range in SL, mm
Feb. 28, 1966	Off Tsuchizaki, Akita Pref.	1	13.2
Feb. 25-Mar. 9, 1967	Off Akita and Yamagata Pref.	11	11.3-14.4
Mar. 14, 1972	Mano Bay, Sado Is. Niigata Pref.	4	14.8-20.0

III. 結果

1. 初期形態発育史の記載

仔稚魚の測定結果を第2表に、形態変化を代表する4個体を第1図に示した。

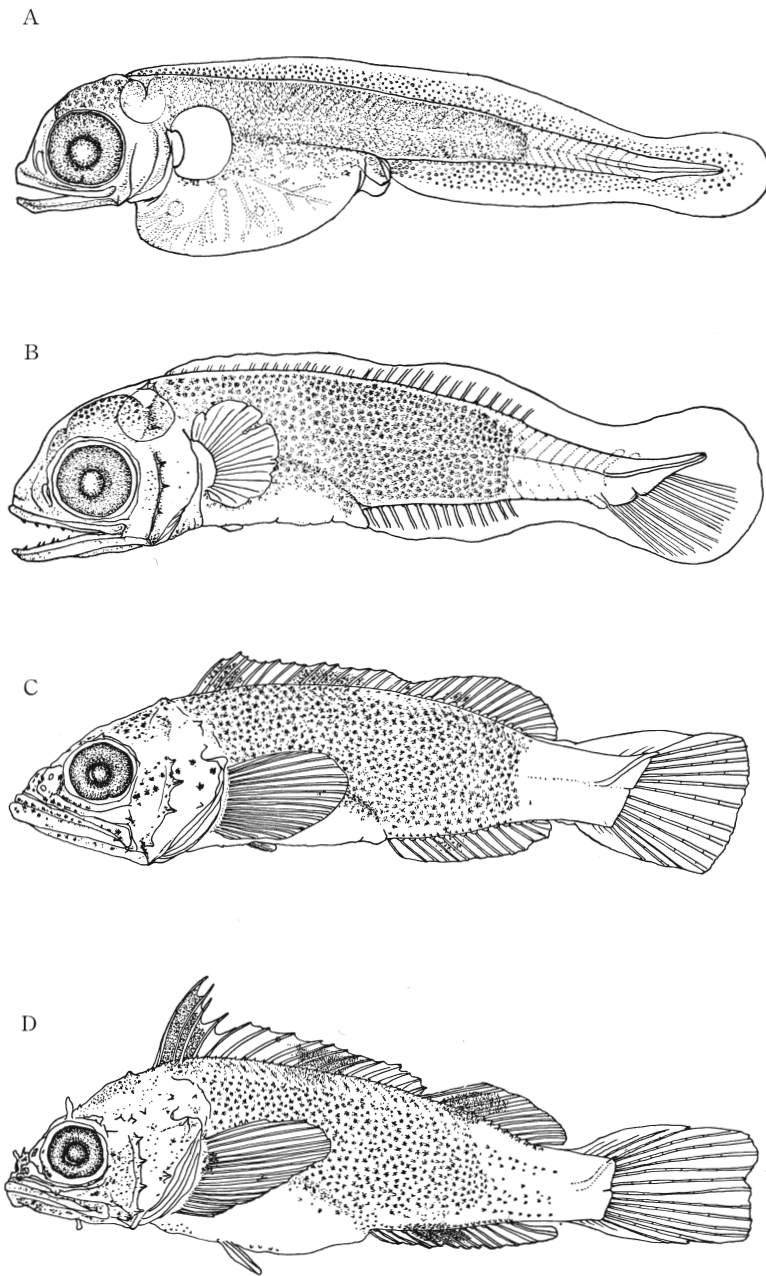
体形：浮遊期の仔稚魚はいずれも短小な体形で、頭部はかなり縦扁するのに対して体幹部および尾部は強く側扁する。孵化直後に体長の約25%を占めていた頭部は、仔魚期を通して漸増し稚魚期には約40%に達する。この間に頭幅も体長の18%から25-26%に増加し、巨頭な外形を呈するようになる。仔魚期には体のほぼ中央部に位置していた肛門は、稚魚期にはやや後退して肛門前部長は体長の約60%を占める。最大体高は卵黄の吸収とともに一旦減少し、ほぼ体長の20%になるが、後期仔魚期から稚魚期にかけて再び増加して、浮遊期末期には約32%にも達する。これはこの時期にはすでに体背側部の輪郭が成体に似てややせむし状を呈するようになるのと関連している。

孵化時仔魚の頭部は巨大な眼球と大きな口裂を有し、吻端はやや突出する。眼径は浮遊期を通じてほぼ体長の11-12%と一定であるが、吻長と上顎長は成長とともに漸増する。

しかし、頭長に対するこれらの各部位の相対長は眼径が49%から27%へと著しい減少を示すのに対して、上顎長は約5%の減少、吻長は逆に約10%の増加でいずれもゆるやかな変化である。前期仔魚期には眼窩後縁下に達しなかつた上顎後端部はその後伸長して、稚魚期には後縁下より後方に位置する。鼻孔は眼球直前に裂孔状に発現し、後期仔魚期に隔壁を生じて多少突出した2鼻孔に分化する。

鱗：孵化直後の仔魚には後頭部から肛門にかけて仔魚膜鱗が発達しており、その縁辺部を除く全域に微小顆粒状構造が認められる。

脊索末端部の上屈は孵化後まもなく開始する。この上屈部の長さはほぼ眼径に等しい。上屈に伴って下尾軸骨および尾鱗条の形成がすすみ、上屈の完了する以前の体長14mm前後で主尾



第1図 ケムシカジカの仔稚魚

A, 前期仔魚, 体長 11.6mm; B, 後期仔魚, 体長 14.4mm;

C, 稚魚, 体長 17.4mm; D, 稚魚, 体長 20.0mm

Fig. 1. Larvae and juvenile of *Hemitripterus villosus*.

A, Prolarva, 11.6; B, Postlarva, 14.4; C, Juvenile, 17.4; and D, Juvenile, 20.0. All mm in SL.

第2表 ケムシカジカ仔稚魚の測定値

Table 2 Measurements (mm) of larvae and juveniles of *Hemitripterus villosus*

Total length	Standard length	Head length	Eye diam.	Snout length	Maxillary length	Body depth at Pf base	Snout to anus
11.9	11.3	3.13	1.38	0.44	1.81	2.43	5.49
12.2	11.4	3.13	1.44	0.42	1.87	2.31	5.81
12.6	11.9	3.19	1.56	0.69	1.87	2.75	6.10
13.0	12.4	3.31	1.40	0.37	1.87	2.50	6.60
13.1	12.6	3.19	1.50	0.44	2.00	2.81	6.60
13.2	12.4	3.25	1.56	0.54	1.98	2.75	7.10
13.3	12.8	3.50	1.43	0.57	2.00	2.63	7.10
13.8	13.1	3.31	1.56	0.72	1.98	2.81	6.80
14.0	13.2	3.75	1.26	0.52	2.25	2.94	6.70
14.0	13.0	3.88	1.56	0.77	2.19	2.63	6.70
16.0	14.4	4.44	1.63	1.00	2.56	3.50	7.70
16.6	14.8	4.98	1.82	1.17	2.89	3.81	8.30
20.3	17.4	6.09	1.91	1.54	3.45	4.31	10.2
20.2	17.4	7.03	2.09	1.72	3.75	4.49	10.3
24.6	20.0	7.97	2.15	1.85	4.31	6.41	12.0

Dashed line separates the pro larvae, post larvae and juveniles.

鱗条は定数に達する。背鱗、臀鱗および胸鱗の鱗条は後期仔魚期に分化を開始し、いずれも体長14.8mmの大きさで定数*を獲得する。この時点では第1、第2背鱗はまだ連続しており、第2背鱗の部位において鱗はより高い。体長17.4mmの稚魚においては第1背鱗前端部の鱗条が伸長して、本種に特徴的な背鱗形態の形成が認められる。体長20mmで両背鱗は完全に分離し、最長伸長背鱗条(第1)は体長の約15%に達する。一方、腹鱗の形成は遅れ、体長14.8mmでは未だ膜質小突起にすぎず、体長18~20mm頃に4条が観察される。これらは皮下に埋没する傾向がつよい。体長20mmの稚魚における胸鱗長および腹鱗長は各々、体長の21.5%および9.3%を占める。

頭部諸突起：本種の成魚における頭部の棘形成や装飾化は顕著であるが、仔魚期においては、後期仔魚期に入つて一部の発現が認められるにすぎない。すなわち、体長14mm前後で、前鰓蓋骨後縁部の3微小棘とろ頂棘とが先ず発現し、ついで上膊棘、肩棘とが同時に出現する。体長16mmで下鰓蓋骨後背側部に1棘を生ずるとともに、眼窩背縁部に皮質突起が加わる。体長17.4mmになると、さらに眼下棘が2棘発現する。

稚魚期に入ると諸突起は急速に増加、発達し、鼻棘、眼上棘、額棘、後眼棘、ならびに主鰓蓋骨が新しく発現する。また鼻棘前方と眼下部に新しい皮質突起が出現し、頭部は凹凸の顕著な複雑な性状を呈するようになる。

歯系：歯は孵化直後において、すでに上下両顎の前半部内側に各1列に並んだ犬歯状歯の発現が認められる。いずれも内後方に向つて傾斜しており、上顎に3~4対、下顎に6~7対を数えるが、概して後者の発達がより顕著である。後期仔魚期に入ると、上顎両顎歯は後半部に

*渡部(1958)によると本種の各鱗条数は次のとおり。D. XVII-II~XIX-13 (XVIII-12); A. 12~15 (14); P. 18~20 (19); V. I-3.

も発達し、各々約6および10歯が認められる。この他に、鋤骨歯1対、口蓋骨歯3対が出現し、いずれも上下顎歯に類似した性状を呈する。なお、仔稚魚期を通じて鰓耙はほとんど形成されない。

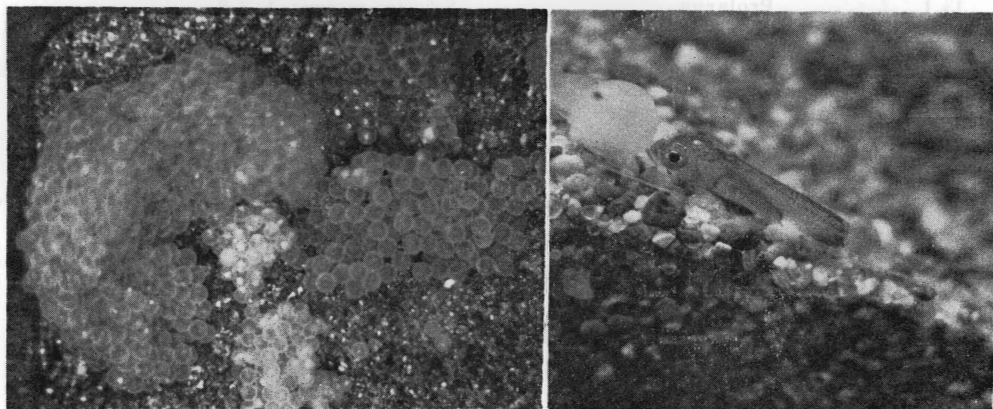
鱗：仔稚魚期を通して観察される鱗の形態は、不明瞭な円盤状基底部の中央付近からやや彎曲した1本（まれに2本）の針状棘を発達させたもので、魚体の成長とともに大形化する。この構造は体長16mm前後に先ず背・臀鰭基底の前方部位に沿って各1縦列ずつ発現する。これらは17.4mmに至るまで後方向つて発達し、その後端は尾柄部に達する。その後急激に分布域が拡大し、ほぼ体側有色域をおおうようになり、体長20mmの稚魚においては縦列鱗の列数は約12条に達する。この中にはすでに側線鱗の原基も認められる。

側線鱗は小形の有棘鱗が2個並列し、基板が隔合した形状をとる。なお、体長17.4mmで発現した腹部と喉部の有棘鱗は、成長にともなつてより後方に拡大する。

色素胞形成：孵化時から黒色素胞は顕著に発達し、尾部後半部および膜鰭を除く体表は全体が黒褐色を呈する。この性状は浮遊期を通じてほとんど変化しない。眼球、脳表面、下顎腹面、体幹部腹側面および背・腹縁辺部を除いた体前半部体側は特に濃密な色素分布域である。喉部の色素胞は肩帯縫合部より後方には拡がらない。不對鰭上の色素胞は鰭の輪廓が明瞭になりはじめる体長14mm前後にはじめて発現する。先ず背鰭第1～第4条および第9～12条の部分の鰭膜上に色素斑が形成され、これらは後期仔魚後半の体長17mm頃までに明瞭な色素帯に発達する。同時に背鰭第16棘前後と第2～5軟条の間、ならびに臀鰭第4～7条の鰭膜部にも新たに有色素域が生じ、体長20mmの稚魚ではこれらはいずれもより濃密な斑紋を形成する。腹鰭および尾鰭上には全く色素胞は認められないが、胸鰭上にはわずかに斑点が出現する。それらは体長14.4mmの後期仔魚において第8～9条の中央部分にはじめて発現する。その後成長とともに色素胞は下葉部にも発現するが、全体的には胸鰭は透明な性状を維持する。稚魚においては胸鰭基底部にもわずかに色素胞が加わる。

2. 生 態

水槽内における産卵および孵化：1966年10月に採集し加茂水族館の水槽中で飼育していた体長約30cmの親魚が12月初旬に10日間を要して4～5個の卵塊を石の表面に産みつけた(第2図)。卵は沈性付着卵で球状を呈し、卵膜表面上の粘着物質で相互に付着する。ホルマリン固定した20個体の測定結果は、卵径4.50～4.95mm、平均4.73mmで、卵膜の厚さは約0.16mmであつた。これ



第2図 水槽中に産出されたケムシカジカ卵の一部(左)と孵化直後の仔魚(右)
 Fig. 2 Part of egg mass of *Hemitripterus villosus* spawned in the aquarium (left) and a newly hatched larva of the same species (right.)

らの卵は1967年1月初旬には発眼卵となり、2月初旬から下旬にかけて孵化が観察された（第2図）。この間の水温は5.5～6.0°C前後であった。孵化直後からアルテミアのノープリウス、ミジンコ（*Daphnia*）、およびクロレラ粉末を餌として投与したが、摂餌は確認されず、孵化後25日目には全個体が死滅した。

この間に観察された仔魚の行動上の特徴としては、(1)走光性が顕著で活発に水槽の表面近くを遊泳すること、(2)卵黄を吸収しつくす頃から他個体の鰓周辺部に喰いついて、しばらく離れない行動などがしばしばみられたことである。

ここに述べた観察結果は KYUSHIN (1968) の報告と完全に一致している。仔魚の生残りの経過においても両者は共通点が多い。

天然における生態：天然において採集された15個体（1個体は破損）の体長は発育段階区分とともに第2表に示した。浮遊期の個体は前期・後期仔魚期が主体で、一部稚魚期にも及ぶが、稚魚期への移行にともなつて底棲への生態的变化が急速にすすむものと推測される。

これらの個体はいずれも昼間に採集されたものである。出現の状況は、稚魚網1曳網（10分間）あたり1個体が8例、2個体が4例であった。また、垂直的には0 m層における採集例はなく、5 m層で13個体、10 m層で3個体が出現している。これらの結果から、浮遊期仔稚魚は群棲することはなく、沿岸浅海域の表面をやや離れた中層部に分布する傾向が強いものと考えられる。

天然採集された全個体について胃内容物を調べた結果、3個体において摂餌が認められた。摂餌率は19%で決して高くはなかつたが、これは前期仔魚期の個体を含めていることにも原因がある。摂餌個体の詳細を第3表に示した。事例は少ないが、この資料から、本種においては前期仔魚末期には摂餌がおこなわれ、初期餌料としてすでに仔魚類を捕食すること、および浮遊期を通じて魚食性の傾向が強いが、成長にともなつて餌料生物種が多様化することを特徴としてあげることができよう。

第3表 ケムシカジカ仔稚魚の胃内容物

Table 3 Stomach contents of larvae and juvenile of *Hemitripterus villosus*

SL, mm	Developmental stage	Stomach contents (Kind, number, size (TL,mm))
13.1	Prolarva	<i>Sebastes inermis</i> , 1, 3.8
14.8	Postlarva	<i>Sebastes</i> sp., 1, 8.6; Liparid larva, 1, 6.3
20.0	Juvenile	<i>Sebastes</i> sp., 5, 30-7.8; Zoea larvae, 2, ca2-3; Amphipoda, 1, 2.

既往の業績において、浮遊期仔魚が最初の餌料生物として仔魚類を選択した例の報告はないものと思われ、本種の特異な食性は稚魚生態学上からも注目すべき事象である。

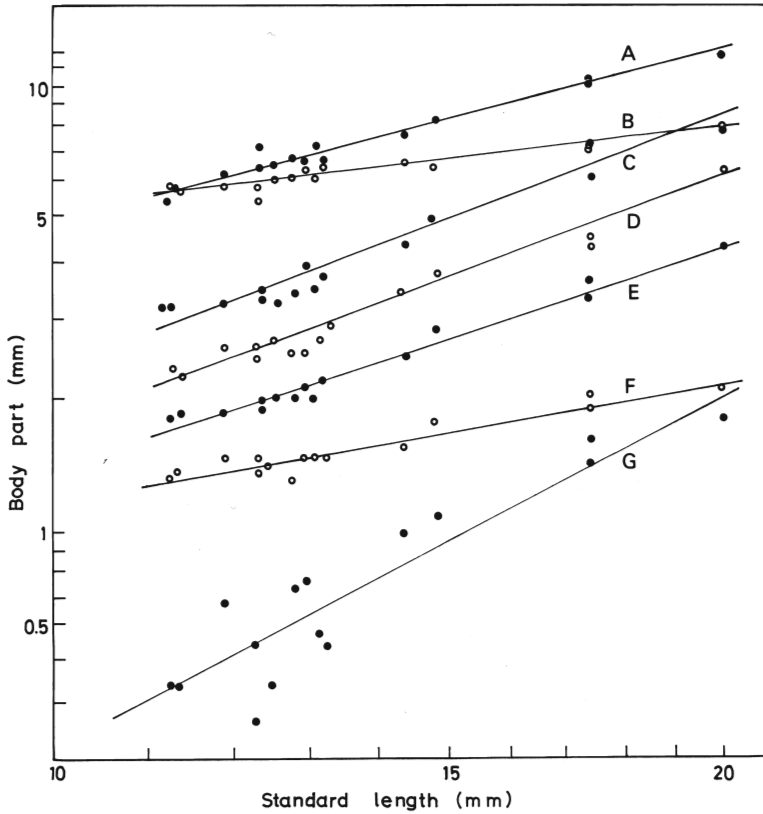
IV. 考 察

(1) 天然個体と飼育個体との比較

KYUSHIN (1968) は飼育個体にもとづいて仔魚の形態測定学的検討をおこなっているが、飼育の経過からみて、供試個体はいずれも摂餌レベルが極めて低く、餓飢状態に近かつたことが

類推される。飢餓条件が成長様式に特異な効果を与えることは良く知られており（例えば，MAY, 1971），KYUSHIN（1968）の結果においても正常な形態的发育がおこなわれたとは考え難い。

そこで，天然採集個体のみにもとづいて发育特性および相对成長（第3図）を検討し，飼育例との比較をおこなってみた（第4表）。両者の測定条件は必ずしも一致していないが，卵黄吸収時以降の成長に顕著な相違のあることは明らかである。すなわち，天然個体では後期仔魚期における体長の増加が約4 mm程度と見積られるのに対して，飼育個体ではこれが1 mmにも満たず成長の遅滞が明らかである。



第3図 ケムシカジカの天然産仔稚魚における相对成長。
A, 肛門前長～体長；B, 尾部長～体長；C, 頭長～体長；
D, 体高～体長；E, 上顎長～体長；F, 眼径～体長；
G, 吻長～体長

Fig. 3. Relative growth for larvae and juveniles of *Hemitripterus villosus* based on the wild materials.
A, Antennal length—SL ; B, Tail length—SL ; C, Head length—SL ; D, Body depth—SL ; E, Maxillary length—SL ; F, Eye diameter—SL ; and G, Snout length—SL.

この成長の差異は相对成長にも反映されている。比較の都合上，供試個体の大きさの多少の違いは無視して，両者の測定値に各々回帰直線を適応して体長に対する相对成長係数を求めて

第4表 ケムシカジカ仔稚魚の天然産と飼育個体間における発育特性の比較
Table 4 Comparisons of some characteristics relevant to the early development between the wild and artificially reared specimens of *Hemitripterus villosus*.

Condition of materials	Wild ; preserved in formalin solution	Reared ; anaesthetized † by MS222-Sandoz soln.
Size in mm, SL of :		
Newly hatched larvae	10.9-11.6	14.69 (14.05-15.16)
Yolk absorbtion	13.2 ; greatest sp.	15.57 (15.24-16.03)
Completion of adult fin complement	Smaller than 17.4	Larger than ca.16.11
Equilibrium constant K in the allometric equation :		
Head length -Standard length	1.828	1.789-1.967
Eye diameter -SL	0.792	1.243-1.321
Snout length -SL	2.963	2.798-2.847
Preanus length-SL	1.317	1.083-1.130
Body depth -SL	1.645	1.066

† After KYUSHIN (1968).

みると、眼径、体高において著るしい差異が認められた。前者においては、飼育例で観察された優成長が、天然個体では劣成長になつており、後者では等成長から優成長に変わっている。上述の飼育時における飢餓環境下における体長増加の遅滞や体組織の極端な消耗の影響が、これらの体部位においてより強く表われたものと推察される。

(2) 特異な仔魚期の食性

筆者等の飼育実験においては仔魚類の摂餌が認められなかつたのに対して、KYUSHIN (1968) はさまざまな大きさのアルテミアを投餌した実験区における仔魚の生残りが、無投餌区のそれを明らかに上廻つたことを報告している。この結果は飼育条件下においてアルテミアを摂餌したことを示すものであり、恐らく、大型個体が捕食されたものと思われる。このことは初期餌料が魚類に限定されることなく、むしろ餌料生物の大きさが捕食上重要な要因であることを示唆するものであろう。第3表に示した天然産個体における餌料生物の大きさとその組成はこの推定を裏付けるものである。しかし、仔魚類とそれ以外の生物を本種が初期餌料として捕食する場合に、どのような選択がおこなわれるのか、また、もつと根本的には両者が栄養源として等質の価値を有するかどうかは明らかでない。

既往の知見から考えて、本種仔魚の食性が浮遊性仔魚としては極めて特異なものであることについては先に指摘した。

このように特異な食性が成立するためには形態および行動上の条件として次の点が満たされていることが要求されよう。(1)口裂が十分大きく、(2)歯系を含めた顎の機能が発達し、(3)視覚および遊泳力がすぐれていることなど。本種は孵化時から(1)及び(2)の条件を備えていることは先述の記載からも明らかであり、また、大きな眼球からは視覚の発達が予測される。強い遊泳力については飼育水槽内における仔魚の行動から確認されているので、体制的には問題はないものと思われる。

一方、これらの条件とは別に、本種において特異な食性が成立した生態的背景について少し考えてみたい。まず注目されるのは、本種の産卵特性がやや例外的であることである。即ち、

渡部 (1956) がしらべた本邦産カジカ科魚類 22種の平均卵径と孕卵数の範囲は 0.78~3.18mm および 39~31,616個であつたのに比較して、ケムシカジカでは (KYUSHIN, 1968; 本報) 卵径は 4.40~4.95mm, 孕卵数は 2,250~11,170個であり、卵が極めて大型で、卵径の割合に孕卵数も非常に多いのが特徴である。一般的に、大型沈性卵~大型孵化仔魚という初期発生条件は底性生活への適応的特性として評価されることが多い点から判断して、本種における仔魚期の浮遊性は多分接岸産卵の習性と関連して二次的に獲得されたものと考えられる。本種の産卵期前後の冬季から春季にかけての北部日本海浅海域の環境は、水温、波動、照度および餌料となりうる仔魚の高密度分布 (沖山, 未発表) などの諸条件において、仔魚の底性から浮遊性への移行を容易にする条件を備えているように思われる。これは浅海域においてニユーストン要素が増加するという一般的傾向 (HEMPEL and WEIKERT, 1972) と平行した事象であろう。

(3) 近縁種との比較

これまでに報告された本邦産カジカ科魚類の仔魚期は、わずかにイダテンカジカ (中村, 1934), アナハゼ (藤田, 1957), アサヒアナハゼ (渡部, 1956; 塩垣・道津, 1974), ヨコスジカジカ (服部, 1964), ケムシカジカ, ツマグロカジカ (KYUSHIN 1968, 1970) の 6 種に限られる。このうち天然採集個体によつて一連の初期発育史が判明しているのは、本報でとりあげたケムシカジカを除くと、イダテンカジカおよびヨコスジカジカの 2 種のみである。

著しい種分化をとげたカジカ科にあつて、現在、我々の得ている初期生活史に関する情報はこのように極めて乏しく、未だ幼期形態の特徴を類型化できる段階に達していない。しかし、限られた知見からでも、その特徴が多様化しながらも系統的な共通性を残していることが窺われる。例えば、色素形成においては、透明に近いアナハゼやアサヒアナハゼから尾端部をのぞく体表全域に濃密な黒色素の発達をみるケムシカジカにいたるまで様々であるが、同属の前 2 者間および、ケムシカジカとその大西洋産同属種である *Hemitripterus americanus* GMELIN の仔魚 (WARFEL and MERRIMAN, 1944) の間で各々酷似した特徴が認められている。同様な事例はヨコスジカジカ亜科の 2 属 (*Hemilepidotus* および *Melletes*) の仔魚においても知られている (GORBUNOVA, 1964)。

WARFEL and MERRIMAN (1944) によれば *H. americanus* の初期生活史は、この種の産卵が海綿の 1 種 *Chalina* sp., まれに *Helicondria panilea* (PALLAS) に依存している点を除き、ほぼ本邦産ケムシカジカと類似している。本邦産ケムシカジカについては天然における卵塊採集の記録がなく、どのような産卵基盤を利用するのか不明であるが、水槽内における産卵生態や産卵域の環境条件から推して、海綿が選択される可能性はまずない。この問題は両種の生活史における本質的な相違の存在を意味するものとは思われず、むしろ、*H. americanus* の仔魚においても魚食性が獲得されているか否かの点に関心が持たれるが、未だ関連した知見がない。

V. 要 約

(1) 沿岸性カジカの 1 種ケムシカジカの初期生活史を水槽中における産卵飼育結果および北部日本海沿岸域において採集された 16 個体の仔稚魚を材料にして記述した。

(2) 初期形態発育史を 4 個体の仔稚魚の図示とともに、体形、鱗、頭部諸突起、歯系、鱗および色素胞に区分して記述した。

(3) 本種の浮遊期幼生は前期仔魚期 (体長 11.3~13.2mm), 後期仔魚期 (体長 13.0~14.8mm), および稚魚期 (体長 17.4~20.0mm) の発育段階に該当し、稚魚期に入ると間もなく底性に移行

するらしい。

- (4) 天然における仔稚魚の分布は浅海域の中層部に分散しているものと思われる。
- (5) 前期仔魚期の末期から摂餌がおこなわれ、最初の餌料として仔魚を捕食する特異な食性のあることが明らかとなった。
- (6) 飼育個体と天然産個体について成長特性を中心に比較考察を加えた。

原稿のご校閲をいただいた日本海区水産研究所上村忠夫資源部長に厚くお礼申し上げる。資料の入手において山形県加茂水族館長村上龍男氏および日本海区水産研究所調査船みずほ丸の関係各位に大変お世話になった。ここに記して心からの謝意を表する。

IV. 引用文献

- 藤田矢郎 (1957). アナハゼの卵発生と仔魚前期. 九大農芸雑誌, 16 (1) : 111-114.
- GORBUNOVA, N. N. (1964). Reproduction and development of hemilepidotine sculpins (Cottidae, Pisces). *Trud. Inst. Okeanol.*, (73) : 235-251. (In Russian with English summary).
- 服部茂昌 (1964). 黒潮ならびに隣接海域における稚魚の研究. 東海水研報告, (40) : 1-158.
- HEMPEL G. and H. WEIKERT (1972). The neuton of the subtropical and boreal North-eastern Atlantic Ocean. A review. *Mar Biol.*, 13 (1) : 70-88.
- KYUSHIN, K. (1968). The embryonic development and larval stages of *Hemitripteris villosus* (PALLAS). *Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ.*, 18 (4) : 277-289.
- (1970). Embryonic development and larvae of *Gymnocanthus herzensteini* JORDAN and STARKS. *Jpn. J. Ichthyol.*, 17 (2) : 74-79.
- MAY, R. C. (1971). Effects of delayed initial feeding on larvae of the grunion, *Leuresthes tenuis* (Ayres). *Fish. Bull.*, 69(2) : 411-425.
- 中村秀也 (1934). 小湊附近の魚卵及び稚魚, 1. イダテンカジカ. 水講研報, 30 (3) : 135-140.
- 塩垣 優, 道津喜衛 (1974). アサヒアナハゼの産卵. 長崎大水産研報, (38) : 71~76.
- WARFEL, H. E. and D. MERRIMAN (1944). The spawning habits, eggs, and larvae of the sea raven, *Hemitripteris americanus* in Southern New England. *Copeia*, 1944 (4) : 197-205.
- 渡部正雄 (1956). 日本産カジカ科魚類の研究. 角川書店, 東京, 461 pp. + 124 pls.