ウナギの前レプトケファルス期の仔魚について^{*1}

山本喜一郎・山内皓平・森岡孝朗

(1974年9月30日受理)

Pre-Leptocephalic Larvae of the Japanese Eel

Kiichiro YAMAMOTO^{*2}, Kouhei YAMAUCHI^{*2}, and Takao MORIOKA^{*2}

The larvae of the Japanese eel, which were hatched from fertilized eggs obtained from silver eels matured artificially by hormone treatment and kept in sea water at 23°C, were observed.

1) The newly hatched larvae measured about 2.9 mm in body length and had about 40 somites. Their mouths and anuses were still unopened. Their membranous fins developed well, but their other fins could not be found. Very few pigments were recognizable only in the caudal portion of the embryo.

2) The larvae survived for about five days. They respectively measured about 4.8 mm, 5.3 mm, 5.9 mm and 6.2 mm in body length on the second, third, fourth and fifth days respectively after hatching. By the sixth day, when the yolk sacs of the larvae were almost absorbed, most larvae showed a curvature of their tails. The average length of the surviving larvae was about 5.8 mm.

3) By the third day after hatching, mouths and anuses opened and pectoral fins appeared. The brain differentiated into three parts, showing a large fourth ventricle. The larvae, on the sixth day, showed conspicuously developed jaws with clear tooth anlagen. Fifty-three preanal and about 48 postanal myomeres were counted in the larvae.

これまでウナギの孵化直後の仔魚については、FISH¹⁾がBermudaの南西区で採集したアメリカウナギの受精卵と推定されるものを孵化させ、その仔魚の形態について、簡単に記述している。また、SCHMIDT^{2,3)}は6 mm以上のアメリカウナギおよびヨーロッパウナギの前レプトケファルス期の仔魚について詳細な報告をしているが、前者の場合はそれがアメリカウナギの仔魚であるか否か疑問の点が多いし、後者の場合は孵化直後から6 mmに達するまでの仔魚についての記載は全くない。

先に著者ら⁴⁾は人為的に成熟させた日本産ウナギから熟卵および精子を得、それらを媒精して受精から孵化までの発生過程を報告したが、今回はそれらの仔魚の孵化直後から臍嚢吸収期頃までの形態変化について、その概要を報告する。

本研究には北海道大学水産学部淡水増殖学講座の教官・職員並びに院生の各位の多大な協力を得た。記して感謝の意を表する。

材料並びに方法

熟卵および精子を得るために用いたウナギ *Anguilla japonica* は青森県三戸町泉山地先の馬淵川と同県六カ所村字平沼を流れる河川で採集したもので、これらの下りウナギに前報^{5,6)}の方法でホルモンを注射し催熟を計った。また、雄は下りウナギの他に養殖ウナギも用いた。

*1 本研究の費用の一部は文部省科学研究費によった

*2 北海道大学水産学部 (Faculty of Fisheries, Hokkaido Univ., Hakodate, Japan)

仔魚は昭和 48 年 12 月 21 日, 同年 12 月 28 日, 昭和 49 年 1 月 16 日および同年 1 月 18 日に得られた受精卵から孵化したもので, これを 23°C の通常海水 (34~35‰ S) 中で飼育し, 生体で観察した。さらに, 一部はギルソン氏液で固定し, 標本は通常パラフィン法で 7 μ の切片とした後デラフィールド・ヘマトキシリンとエオシンの二重染色を施して観察に供した。なお, 孵化後 3 日目頃より飼料としてクロレラ *Chlorella* sp., スケレトネマ *Skeletonema costatum*, シオミズツボワムシ *Brachionus plicatilis*, テトラミン, 鶏卵黄粒を与えて飼育したがそれらの飼料による生残率に差は見られなかった。

観 察 結 果

〔孵化直後〕 孵化直後の仔魚は全長約 2.9 mm で少し彎曲しているが (Fig. 1), 約 1 時間後には真直ぐになる。頭部には大形の脳が認められるがその各部分の分化は進んでいない (Fig. 2)。口器の発達は悪く未だ開口していない。眼には明瞭な眼球が認められるがレンズは水晶体繊維から成り未だ完成されておらず, 色素は全く出現していない。目と耳胞の間には一対の感覚器様構造が見られる。この構造を縦断切片でみると円錐形をしており, それを構成する細胞は柱状で核は底辺近くに位置している (Fig. 4)。また, 横断切片では細胞は菊花状に配列しており, 核は周辺に位置している (Fig. 5)。卵黄は長楕円形で前端は頭部下に達し太く, そこに大きな油球が位置している。肛門は体の後端近くにあり, 全長に対する吻端より肛門までの長さの比は 0.937 で未だ開口していない。尾部に黒色素胞が存在する (Fig. 3)。体節数は約 40 が数えられ, 肛門より後方の体節は不明瞭である。背側の膜鰭は頭部に達する。尾部ではやや広くなるが, 腹側の肛門より前方では狭くなり卵黄, 油球を囲んで頭部にまで達する。仔魚は頭部を上にして垂直に浮いており, ほとんど遊泳しない。

〔孵化 1 日後〕 孵化して 1 日経つと全長約 4.8 mm になる (Fig. 6)。卵黄はほぼ均等な高さとなり, 前端部に位置する油球は長楕円形となる。体高は 0.45 mm を示す。頭部は一層大きく脳も幾分進み, 第 4 脳室が大きく膨らんでいる。眼球も大形となるが, 水晶体は未だ完成されず, 水晶体繊維細胞が輪状に規則的に配列している。口器は卵黄の前部に位置するが未だ開口していない。肛門は孵化直後のものに比べてやや前方に寄り全長に対する吻端より肛門までの長さの比は 0.806 となる。筋節数は肛門の前部に 50 内外, 肛門の後に 24~25 が認められる。尾端の黒色素胞の数は増し, 一層明瞭となる。孵化直後の仔魚では頭部にだけ見られた感覚器様構造は体側にも出来始める。仔魚は前日と同様垂直に浮いているが, 時々横になり瞬間的に泳ぐ。また, ピペットなどを近づけると鋭敏に反応し, 素早く逃げるが短時間で静止状態にもどる。

〔孵化 2 日後〕 孵化 2 日後になると全長約 5.3 mm になる (Fig. 7)。卵黄はさらに吸収され小形となるが膜鰭は前の時期より発達するため体高は約 0.5 mm を示していた。筋節数は尾部末端部では判然としませんが, 肛門前に約 51~54, 肛門後に約 28~30 が数えられる。頭部の第 4 脳室はさらに大形となるが口は未だ開口していない。この時期には水晶体ができ, 全長に対する吻端より肛門までの長さの比は 0.776 で肛門の位置はさらに前方に移動する。

〔孵化 3 日後〕 3 日後の仔魚は全長約 5.9 mm で筋節数は肛門前に 52~54 が認められ, 肛門の後は明瞭に数えられるもの 33~35 節で, この外に不明瞭なものが数個ある。肛門の位置は前日のものよりさらに前方に移動し, 全長に対する吻端より肛門までの長さの比は 0.732 であった。卵黄は吸収され細長い棒状となり, 前方に位置する油球は一層小さな鶏卵状を示す。この時期に胸鰭の原基が形成され (Fig. 9), また耳胞の後方に鰓の原基があらわれる (Fig. 10)。脳は前, 中, 後の各部に分化しており, 口は開口する。先に 1 対のみ認められた頭部の感覚器様構造はこの時期には 2 対となり, また同構造は体側部にも数対あらわれるようになる (Fig. 9)。

〔孵化 5 日後〕 大部分の仔魚は前日までに死亡したが, 生存しているものの平均全長は約 5.8 mm で前日のものより小さな数値を示した。これは尾部が彎曲したためと思われる。筋節数は肛門前 53, 肛門後約 46~48 であった。卵黄はほとんど吸収され, 僅かに胸部下に油球およびそれを取り囲む薄層として認

められる。全長に対する吻端より肛門までの長さの比は0.727で前日の仔魚に比べ僅かに後方に移動しているかに見える。頭部はさらに発達し、特に口器の発達は顕著で上下顎とも著しく伸長する (Fig. 12)。そして下顎には4個の歯の原基と思われるものが認められるし、上顎の先端には牙状の歯の原基が認められる。眼球にはまだ色素は見られない。

本研究の場合、4日後頃から尾部が彎曲して縮み、死亡する仔魚が増え始め、5日後では生残仔魚は少数となり、6日後にはすべてのものが死亡した。

論 議

FISH¹⁾ がアメリカウナギの発生卵と推定した卵から孵化した仔魚は孵化直後全長 9 mm を示し本研究で得られたニホンウナギの仔魚に比べ遙かに大きく、また器官の発生も著しく進んでいる。彼女の記述によると孵化直後すでに卵黄はほとんど吸収し尽されており、口器もよく発達し上顎に3対、下顎に4対の歯が認められ、黒色素は尾部のはかに眼にも沈着している。その上胸鰭もすでに認められると言う。24時間後のものでは全長 10 mm となり歯は一層発達し、肛門前の筋節は 64 を数えたと言う。以上のように FISH により得られた結果は本研究の結果とは著しく異なっており、単に種による相違と判断するにはその差異は大きすぎるように思われる。前報⁴⁾ で推定した発生卵の相違とも考えあわせ FISH により報ぜられたアメリカウナギの発生卵および仔魚の形態は再検討の必要があると判断される。

SCHMIDT^{2,3)} はヨーロッパおよびアメリカウナギの前レプトケファルス期の仔魚について詳細な記述をしているが、その最も小さな仔魚でも全長 6 mm であり、口器の発達程度より推定して本研究で観察することができた最も進んだ時期の仔魚よりもさらに進んだ時期のものと判断される。したがってこれらとの詳細な比較はできない。ただ本種の仔魚とヨーロッパおよびアメリカウナギの仔魚の筋節数の相違は注目に値するものと思われる。本種の仔魚では肛門の後の筋節はまだ分化の途中で個体により可成りの変動を示した。しかし肛門前のそれは2日後より5日後までの仔魚であり変化がみられず 51~54 節の間にあつた。一方ヨーロッパウナギの全長 9~20 mm、アメリカウナギの全長 10~22 mm の仔魚の肛門前の筋節はそれぞれ 65~68, 63~68 で、本種の場合より約 10 個以上も多い。この相違は種による相違なのか、発生時期による相違なのか現在のところ不明であり、今後の興味ある問題と考えられる。

孵化直後のウナギの仔魚はアナゴ¹⁾ やハモ⁷⁾ の仔魚と、膜鰭の形態、卵黄の形、口および肛門の状態など形態的に類似する点が多い。しかしアナゴでは本種の仔魚に比べると孵化直後で全長 6.9 mm を有し大形であり、2日目には孵化当時尾部にだけあつた色素胞は体の6カ所に出現する。またハモの孵化直後の仔魚の全長は約 3.2 mm と比較的ウナギのそれに近いが体節数は 81~83 でウナギのそれより遙かに多く、また油球は卵黄中に十数個散在しているし、脳も前、中、後に分化している点など重要な相違点が認められる。またアナゴやハモの仔魚では本種で認められた頭部および体側の感覚器様構造は認められていない。

要 約

ホルモンを投与して催熟させたニホンウナギの雌と雄から熟卵および精子を得、それらを受精、発生させて孵化仔魚を得た。それらを 23°C の水温下で飼育し、孵化直後よりほぼ臍囊吸収時まで観察した。

1. 孵化直後の仔魚は全長約 2.9 mm で約 40 の体節を有していた。口も肛門もまだ開口せず鰭は膜鰭が認められるのみである。尾部には数個の黒色素胞が認められ、また頭部側面に感覚器様構造が1対存在する。

2. 孵化1日後の仔魚は全長約 4.8 mm、2日後のものは 5.3 mm、3日後のものは 5.9 mm、4日後のものは 6.2 mm であつた。5日目頃から尾部が彎曲して死亡するものが出始め、6日目には少数しか生存しなかつた。その平均全長は 5.8 mm であつた。そして6日目中に全部死亡した。

3. 孵化4日目までに口および肛門が開口し、胸鰭原基もあらわれる。脳は前、中、後の3部に分化し、大きな第4脳室を有する。5日後の仔魚では顎が発達し歯の原基が明瞭となる。53の肛門前筋節と48の肛門後の筋節が数えられた。

文 献

- 1) M. P. FISH: *Zoologica*, **8**, 289-324 (1927).
- 2) J. SCHMIDT: *Medd. Komm. Havundersogelser. (Ser. Fiskeri.)*, **5**, 1-20 (1916).
- 3) J. SCHMIDT: *Smithson. Rep. for 1924.*, 279-316 (1925).
- 4) 山本喜一郎・山内皓平・春日清一: 本誌, **41**, 21-26 (1975).
- 5) 山本喜一郎・広井 修・平野 忠・森岡孝朗: 同誌, **38**, 1083-1090 (1972).
- 6) 山本喜一郎・森岡孝朗・広井 修・大森正明: 同誌, **40**, 1-8 (1974).
- 7) 高井 徹: 水産研究報告, **8**, 247-251 (1951).

Explanation of plates

- Fig. 1. Larva just after hatching, 2.9 mm in body length. $\times 43$.
 Figs. 2~3. Head and tail of the larva, $\times 60$.
 Figs. 4~5. Sections of the sensory organ, Fig. 4, $\times 95$; Fig. 5, $\times 190$.
 Fig. 6. One-day-old larva, 4.8 mm, $\times 28$.
 Fig. 7. Two-day-old larva, 5.3 mm, $\times 24$.
 Figs. 8~9. Three-day-old larva, 5.9 mm. SO: Sensory organ. PF: Anlage of pectoral fin.
 Fig. 8, $\times 22$; Fig. 9, $\times 24$.
 Fig. 10. Anlagen of the gill in a three-day-old larva, $\times 38$.
 Fig. 11. Four-day-old larva, 6.2 mm, $\times 22$.
 Fig. 12. Head of a five-day-old larva, $\times 120$.