

## 가시납지리의 卵發生과 仔魚의 發育 및 仔魚의 表皮上突起

鈴木伸洋・田祥麟\*

鹿島建設技術研究所 葉山水産研究所

祥明女子大學校 自然科學大學 生物學科\*

全北 金堤郡 竹山面 竹山里 竹山川에서 採集한 가시납지리親魚를 飼育하던 중 1989年 4月 11日에 人工受精을 시켜 卵發生, 仔魚의 發育 및 仔魚의 表皮上突起를 觀察한 結果는 다음과 같다.

完熟卵의 形態는 動物極쪽이 조금 뾰족하고 그 周圍에 둥그스름한 3~4個의 突起가 있으며 그 中心部에 卵門이 있다.

卵膜은 얇으나 제리狀인 粘液物質로 덮여 있어서 흐리고 半透明이며 弱한 粘着性이 있다.

全長 89.40 mm인 雌親魚로부터 배를 눌러 얻은 完熟卵의 크기는  $2.09 \pm 0.04 \times 1.26 \pm 0.02$  mm로 한번에 平均 304粒이 얻어졌다.

仔魚의 發育形態는 大體로 큰납지리와 類似했다. 卽 仔魚의 表皮上突起는 몸 全體의 表皮上에 斜面型突起가 分布되었고 S字型으로 몸을 꿈틀거리는듯한 運動을 한다. 이러한 形質은 납지리, 큰납지리, *Pseudoperilampus tyus*, *Acheilognathus longipinnis*等과의 共有形質인 點으로부터 이들 種과 近緣關係에 있다고 推定된다.

또 위의 4 種中 큰납지리를 除外한 3 種을 모두 秋季產卵型인데 本 種과 큰납지리는 봄에서 초여름에 걸쳐서 產卵을 한다. 따라서 本 種과 큰납지리의 個體發生이 秋季產卵型의 個體發生과 類似한 點이 많다는 事實은 秋季產卵型의 出現을 考察하는데 매우 重要하다고 생각된다.

한편 本 種과 큰납지리는 背鰭條數의 差異外에도 完熟卵의 形態 差異 그리고 稚魚의 背鰭의 黑色斑紋이 큰납지리는 橢圓形인데 本 種은 三角形인 點等의 形質로도 識別된다.

### 緒 論

가시납지리 *Acanthorhodeus gracilis*는 Regan(1908)이 忠北 淸州에서 入手한 標本으로 記載한 韓半島 固有의 납자루亞科 魚類이다.

그 뒤에 Mori(1935)에 의해 韓半島에 있어서의 分布가 調査되었으나 Uchida(1939)의 報告에서는 詳細한 報告를 볼 수 없었으며 Jeon(1982)에 의해서 詳細한 分布가 報告되어 있다.

韓半島에는 *Acanthorhodeus*屬으로는 本 種 外에 큰납지리 *Acan. asmussi*(Dybowsky)의 2 種이 分布되어 있는데 (Mori, 1935; Uchida, 1939; Jeon, 1982) 큰납지리의 個體發生과 仔魚의 表皮上에 存在하는 鱗狀突起物의 形態에 關해서는 Uchida(1939), Suzuki and Jeon(1990)等の 報告가 있으나 本 種의 個體發生에 關한 報告는 알려져 있지 않다.

本 研究에서는 本 種의 卵發生과 仔魚의 發育 및 仔魚의 表皮上突起를 觀察하였으며 큰납지리와 比較를 行하였기에 報告하는 바이다.

## 材料 및 方法

實驗에 使用한 親魚는 1988年 10月 7日에 全北 金堤郡 竹山面 竹山里의 竹山川에서 採集하였으며 이 中에서 암수 1雙을 (암컷 全長 89.4mm; 수컷 全長 123.5mm) 使用하여 1989年 4月 11日에 人工受精을 行하였다.

人工受精 및 卵과 仔魚의 飼育方法은  $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ 의 水溫條件下에서 Suzuki and Hibiya(1984b)를 따랐다.

卵과 仔魚의 發育過程은 實體顯微鏡下에서 觀察하였으며 發育段階마다 5 個體씩 生體 그대로 Micro-meter로 全長을 計測하였으며 仔魚의 表皮上突起의 觀察에는 個體發生의 各 段階마다 Suzuki and Hibiya(1985a)의 方法으로 製作한 標本을 JEOL JSMT-20S型 走査電子顯微鏡을 使用하였다.

## 結果 및 考察

## 1. 卵 및 卵內發生

가시납지리의 產卵管은 收縮時에는 基部가 淡灰色을 띠는 경우가 많으나, 伸張함에 따라 基部는 조금 赤色을 띠고 產卵管 自體는 半透明인 淡白色이 된다. 암컷은 대략 7日에서 15日의 間隔으로 產卵管을 伸張하여 (平均 產卵管길이 28.7mm) 人工의 으로 完熟卵을 얻을 수 있었으며 1회에 얻을 完熟卵數는 平均 304粒이었다.

完熟未受精卵은 淡白色에서 淡黃白色을 띠고 枇杷 열매와 비슷한 鷄卵形이었다(Fig. 1A).

卵의 長徑 한쪽 끝에 漏斗狀인 卵門이 있으며 卵門의 周緣部에는 3~4個의 丘狀으로 發達된 突出部가 存在하며 精子는 이 周邊에 特異의 으로 모여서 卵門을 通해서 受精이 行하여진다. 卵의 크기는 (50個 測定) 長徑이  $2.05\sim 2.13\text{mm}$  ( $\bar{x}\pm\text{SD}=2.09\pm 0.04$ ), 短徑이  $1.24\sim 1.30\text{mm}$  ( $\bar{x}\pm\text{SD}=1.26\pm 0.02$ )였다.

卵膜은 ゼ리狀인 物質로 덮여 있어서 흐린 半透明인데 粘着性은 나타나지 않아서 受精卵은 알 덩어리를 形成하지는 않았다.

本 種의 卵發生은 15 段階를 볼 수 있었는데 發生樣式은 Fig. 1에,  $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ 의 水溫條件下에 있어서 各 發生段階에 이르기까지의 經過時間은 Table 1에 各各 表示하였다.

受精後 卵은 吸水하여 動, 植物 兩極에 圍卵腔이 形成된다. 受精後 約 30分間은 卵門部에 있어서 卵黃上의 原形質과 卵膜이 이어져 있으나 時間이 더 經過하면 卵門部의 連結은 끊어지고 卵黃은 植物 極쪽에 치우치게 된다. 卵은 盤割卵이며 卵의 原形質은 動物極쪽에 局所的으로 存在하고 受精後 約 1 時間으로 原形質部分이 卵黃으로부터 獨立해서 卵黃 上部에 胚盤이 形成된다(Fig. 1B). 그 後의 卵割은 硬骨魚類에서 一般으로 볼 수 있는 狀態와 같으며 約 30分 間隔으로 卵割을 되풀이하며 約 4時間 30分 後에는 桑実期(Fig. 1 H), 約 6 時間 後에는 胞胚期(Fig. 1 I)에 이르렀다. 그 後 胚盤의 周緣部는 두꺼워져서 胚環을 形成한다. 胚環은 植物極을 向해서 被覆部를 擴張하여 胚環의 一部는 陷入을 시작하여 胚體를 形成하고 約 18 時間 後에는 原口가 閉鎖直前에 이르게 된다.(Fig. 1 J). 約 28 時間 後에는 胚體의 中央附近에 溝狀의 構造가 分化해서 脊索의 原基가 되고(Fig. 1 K), 約 29 時

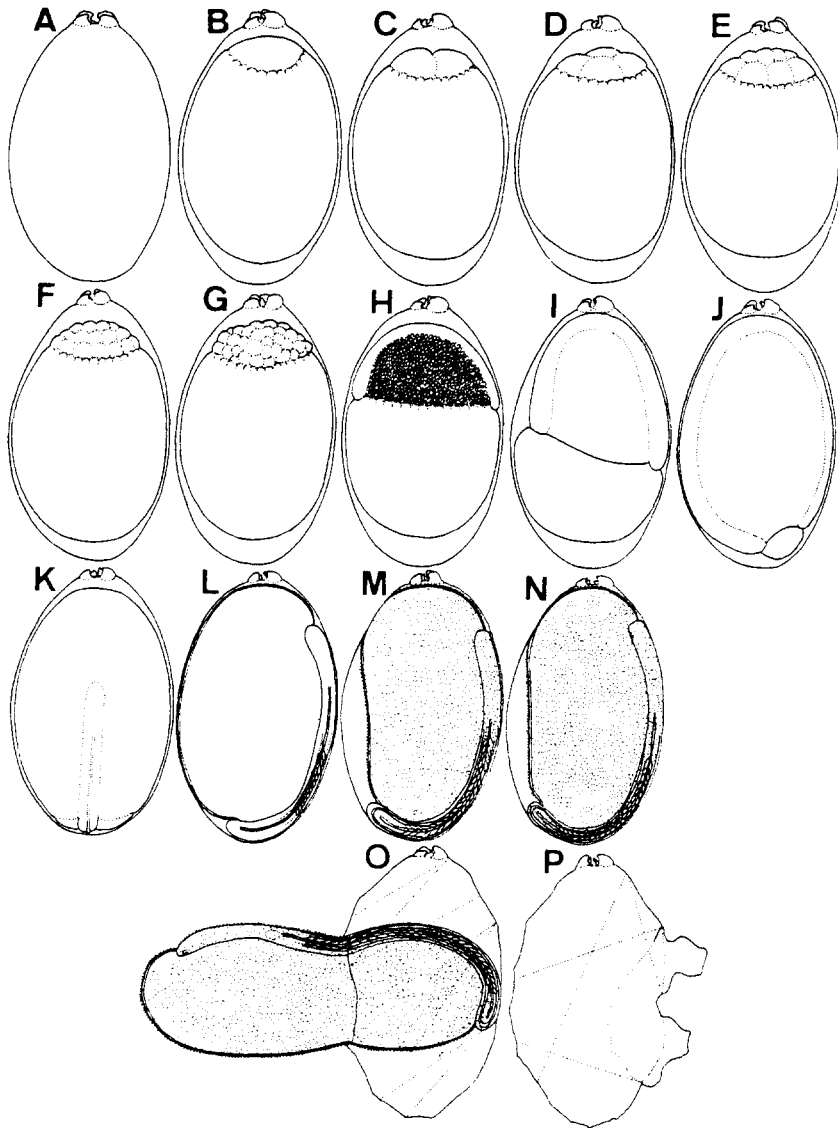


Fig. 1. Egg development of *Acanthorhodeus gracilis* at  $22\pm 1^{\circ}\text{C}$  in water temperature. Time required for each embryonic stage is shown in Table 1.

間 後에는 胚體의 中央部에 筋節이 分化된다. 이 時期에는 胚體의 成長에 따라 前段階까지에서 볼 수 있던 動, 植物 兩極쪽에 存在해 있던 圍卵腔은 消失된다. 또 납자루類의 많은 種에서는 이 時期까지에는 모든 胚體의 頭部가 植物極쪽을 向하는 方向性 定位를 나타내는데 本 種에서는 이러한 現狀은 볼 수 없었다(Fig. 1 L).

受精後 約 30 時間이면 胚體形成이 完了되어 胚體의 表皮 上에는 微小突起가 出現했다(Fig. 1 M). 그 後에 顯著한 胚體의 成長은 볼 수 없게 되지만 約 32 時間 後에는 眼胞과 耳胞의 原基가 分化하여 (Fig. 1 N) 約 38 時間 後에는 孵化가 시작되었다.

孵化는 卵膜의 中央部 附近이 갈라져 胚體의 頭部부터 비집고 나오듯이 徐徐히 일어나(Fig.1 O) 모든 仔魚가 卵膜으로부터 빠져 나오는데는 約 10 時間을 要했다.

2. 仔魚의 發育

孵化後의 仔魚의 發育形態를 Fig. 2에, 또 發育過程의 外部形態變化에 따른 發育段階를 設定해서 22±1°C의 水溫條件下에 있어서의 時間的經過를 Table 2에 表示하였다.

孵化直後의 仔魚는 全長이 3.31 mm(Fig. 2 A)이며 筋節數는 27~29個이다. 胚體는 卵黃囊背面을 가

느다랗게 縱走하며 頭部는 낮고 未發達로서 그 앞끝은 卵黃囊 앞끝보다 훨씬 뒷쪽에 位置하고 있으며 尾部는 卵黃囊 뒷끝보다 若干突出해서 아래쪽을 向하고 있으나 仔魚의 膜지느러미는 未發達이다. 卵黃囊은 앞끝이 둥글고 뒷끝은 顯著하게 뾰족해서 腹部側面의 뒷쪽에서 오목한 部分을 이루고 있다. 背面은 平坦하여 丘狀으로 부풀어 오르는 일이 없다. 眼胞과 耳胞의 原基가 外部로부터 不明瞭하게나마 보이는 外에 心臟, 血流, 色素胞等의 構造는 全혀 볼 수 없다. 孵化直後의 仔魚는 全혀 움직이지 않으나 몇 時間 後에는 옆으로 누운채로 卵黃囊의 뒷끝에 있는 凹部를 中心으로해서 몸을 S字形으로 꿈틀거리는 運動을 한다.

孵化後 2日째의 仔魚는 全長이 4.37mm(Fig. 2 B)이며 筋節數는 25~24+6~7=32~30個이다. 尾部는 조금 뒷쪽으로 伸張하고 仔魚 膜지느러미도 形成된다. 卵黃囊의 앞끝으로부터 1/4과 3/4되는 部分의 腹部側面에 두 곳의 凹部가 形成되어 이곳을 中心으로해서 仔魚는 부지런히 몸을 꿈틀거리게 된다.

孵化後 5日째의 仔魚는 全長이 5.07mm(Fig. 2C)이며 筋節數는 23~22+10~11=34~32個이다. 頭部는 조금 發達해서 卵黃囊 앞끝의 바로 윗쪽에 位置하게 되며 尾部는 더 뒷쪽으로 伸張하고 仔魚 膜지느러미도 넓고 크게 펼쳐진다. 仔魚 膜지느러미 上에는 肛門附近으로부터 脊索末端으로 向해서 血液循環을 볼 수 있게 되며 仔魚는 옆으로 누운채로 부지런히 S字狀의 꿈틀거리는 運動을 되풀이 한다.

孵化後 8日째의 仔魚는 全長이 5.77mm(Fig. 2D)이다. 頭部는 發達해서 腦의 形成이 끝나고 卵黃은 前段階보다 相當히 消費되어 頭部는 卵黃囊 앞끝 보다 突出한다. 眼胞에는 黑色色素胞가 分化해서 淡黑色을 띄게 된다. 眼胞의 바로 아래쪽에는 心臟이 出現해서 拍動하는 것을 볼 수 있게 되며 血液循環이 뚜렷해지고 Cuvier氏管이 分化된다. 脊索末端은 윗쪽으로 구부러지기 시작하고 仔魚는 옆으로 누운채로 肛門附近을 中心으로해서 몸을 S字形으로 꿈틀거린다.

Table 1. Time required for embryonic stages of *Acanthorhodeus gracilis* at 22±1°C in water temperature

Stage	Time after insemination (hr : min)	Remarks
A	—	Unfertilized egg
B	1 : 00	Blastodisc
C	2 : 00	Two-celled egg
D	2 : 30	Four-celled egg
E	3 : 00	Eight-celled egg
F	3 : 30	Sixteen-celled egg
G	4 : 00	Thirty-two-celled egg
H	4 : 30	Early morula
I	6 : 00	Blastula
J	18 : 00	Blastopore nearly closed
K	28 : 00	Neurula
L	29 : 00	Somites formation
M	30 : 00	Embryo formed entirely
N	32 : 00	The last embryonic stage
O	38 : 00	Hatching begins
P	—	Castoff chorion

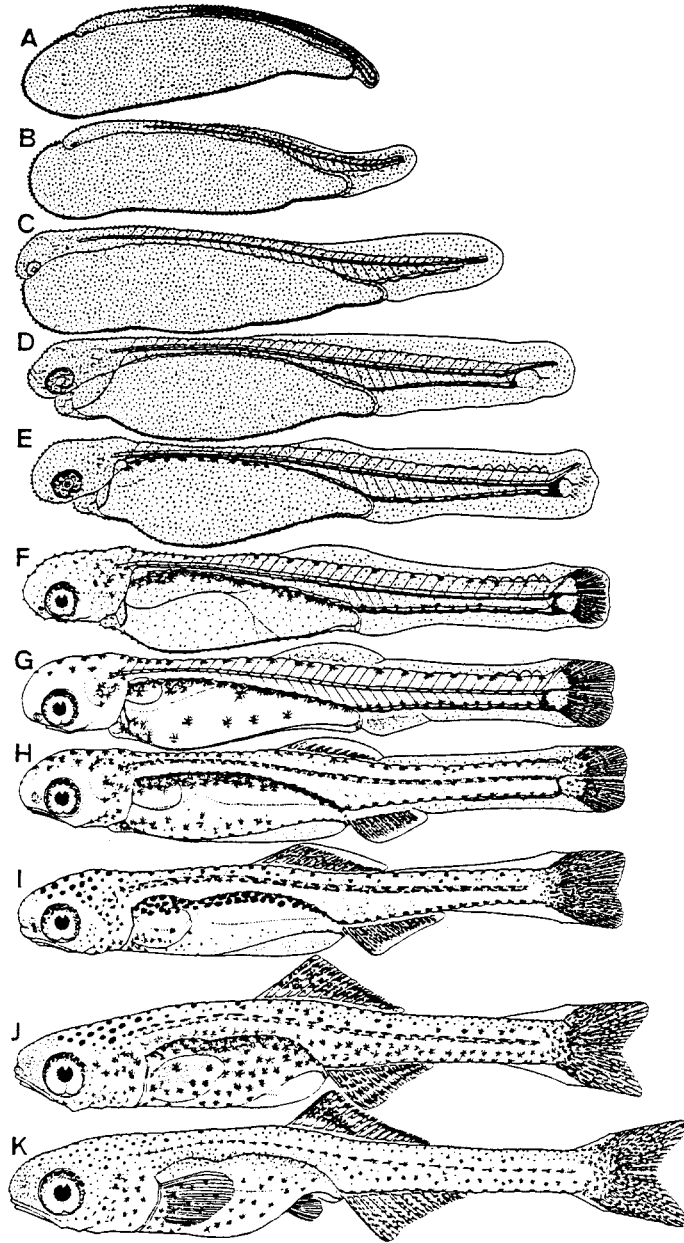


Fig. 2. Larvae of *Acanthorhodeus gracilis*. A, immediately after hatching, 3.31 mm in TL. B, 2 days after hatching, 4.37 mm TL. C, 5 days after hatching, 5.07 mm in TL. D, 8 days after hatching, 5.77 mm in TL. E, 10 days after hatching, 6.50 mm in TL. F, 13 days after hatching, 6.69 mm in TL. G, 15 days after hatching, 7.66 mm in TL. H, 17 days after hatching, 7.76 mm in TL. I, 21 days after hatching, 7.81 mm in TL. J., 27 days after hatching, 8.94 mm in TL. K, 41 days after hatching, 13.02 mm in TL.

Table 2. Comparison of time required to reach each larval stage in *Acanthorhodeus*, *Pseudoperilampus* and 2 species of *Acheilognathus* at  $22 \pm 1^\circ\text{C}$  in water temperature

Species	Larval stage**							Reference
	A	B	C	D	E	F	G	
<i>Acan. gracilis</i>	1*	2-7	8-9	10-14	15-16	17-20	21-23	1)
<i>Acan. asmussi</i>	1	2-7	8-12	13-14	15-16	17-19	20-22	4)
<i>P. typus</i>	1	10-12	15-30	90-110	114-116	117-120	121-130	2)
<i>A. rhombeus</i>	1	4-6	25-30	150-162	164-166	167-169	170-186	2)
<i>A. yamatsutae</i>	1	2-3	4-12	13-17	18-20	21-23	24-26	3)

\* Numerals indicate days after hatching. \*\* Stage A, newly hatched larvae. Stage B, the primordial fin-fold well-developed. Stage C, the notochord starts to flex. Stage D, melanophores appear on the body. Stage E, the caudal fin-rays are completed in number. Stage F, the gas bladder becomes larger without dividing into two lobes. Stage G, the free-swimming stage. References 1)-4) are as following, 1) present paper 2) Suzuki, unpublished data 3) Suzuki and Jeon, 1987 4) Suzuki and Jeon, 1990a, respectively.

孵化後 10日째의 仔魚는 全長이 6.50mm (Fig. 2E)이며 筋節數는 19~18+15~16=34~33個이다. 부레의 原基가 出現하고 부레의 바로 윗쪽 附近에는 膜狀인 胸鰭의 原基가 形成된다. 膽囊의 原基가 부레 가까이에 形成되어 肉眼으로도 綠色으로 보이게 되며 눈에는 lens가 形成되고 瞳孔은 黑色化된다. 脊索末端은 윗쪽으로 구부러지며 그 아래쪽에는 尾鰭鰭條의 原基가 分化를 시작하고 背鰭와 臀鰭가 될 部分의 仔魚 膜지느러미는 조금 隆起되기 시작한다. 尾柄部 背面的 仔魚의 膜지느러미 위에는 毛細血管網이 分化되고 鼻孔의 原基가 出現한다. 黑色色素胞가 尾部腹測正中線 및 卵黃囊과 胚體의 境界面에 出現한다. 이 時期의 仔魚는 옆으로 누운 채로 S字狀의 運動을 되풀이 한다.

孵化後 13日째의 仔魚는 全長이 6.69mm (Fig. 2F)이다. 眼胞에는 guanin胞가 分化해서 部分의 으로는 銀白色으로 반짝인다. 下顎이 形成되며 同時에 鰓孔이 分化되는데 外部로부터는 아가미의 分化를 볼 수 없다. 尾鰭鰭條는 거의 定數에 이르고 尾鰭의 膜지느러미의 뒷끝은 오목해지기 시작한다. 黑色色素胞는 새로 耳胞上, 頭部, 背面, 體背面 및 尾部 背側 正中線上 等에도 出現한다. 卵黃囊 上 에는 굵은 血管의 出現을 볼 수 있으며 仔魚 膜지느러미上의 毛細血管網도 發達된다.

孵化後 15日째의 仔魚는 全長이 7.76mm (Fig. 2G)이다. 尾鰭鰭條는 分節을 시작하고 背鰭와 臀鰭의 鰭條原基가 分化된다. 입은 때때로 關閉하게 되며 鰓蓋 안쪽에는 아가미의 分化가 보이게 된다. 黑色色素胞는 前發育段階에서 보였던 分布域에 더해서 새로 卵黃囊上, 體側正中線上 및 心臟의 뒷쪽 에도 出現하지만 前發育段階의 分布域에 있어서의 黑色色素胞는 大型으로 될 뿐이고 그 數의 增加는 거의 볼 수 없다. 부레는 아직 室이 하나이지만 前發育段階에 比해서 顯著하게 發達된다. 이 때문에 仔魚는 때때로 몸의 均衡을 잡으며 헤엄을 치게 되지만 바로 옆으로 누워서 S字狀의 運動을 되풀이 한다.

孵化後 19日째의 仔魚는 全長이 7.79mm (Fig. 2H)이다. 下顎과 上顎은 거의 같아진다. 背鰭와 臀鰭의 鰭條는 數가 增加하지만 아직 定數에 이르지 않는다. 黑色色素胞는 그 數가 增加하여 새로 尾鰭, 背鰭, 臀鰭의 各 鰭條上 및 鰓蓋上 등으로 分布域을 넓힌다. 또한 頭部背面과 體背面에는 黑色 色素胞에 섞여서 黃色色素胞가 出現한다. 부레는 두 房으로 갈라지기 直前의 狀態이다. 胸鰭는 부채 모양으로 크게 펼쳐지고 機能的으로 된다. 이 때문에 仔魚는 前發育段階에 比해서 훨씬 오랜동안 몸 의 平衡을 維持하며 헤엄쳐 다니지만 마침내는 옆으로 누워서 S字狀의 運動을 한다.

孵化後 21日째의 仔魚는 全長이 7.81mm (Fig. 2I)이다. 이 段階는 自然에서는 二枚貝로부터 浮出해서 自由롭게 游泳하는 時期에 該當된다. 부레는 完全히 二室으로 갈라져서 前室은 둥글고 後室은 長橢圓型을 이룬다. 이 때문에 仔魚는 前發育段階에서 볼 수 있었던 것 처럼 옆으로 누워서 몸을 S字形으로 꿈틀거리는데는 運動은 全히 볼 수 없게 되어 몸의 平衡을 維持하며 活潑하게 헤엄쳐 돌아다니게 된다. 背鰭과 臀鰭의 各 鰭條는 發達되지만 아직 定數에는 이르지 않는다. 卵黃은 腹腔 內에 若干 남아 있을 뿐이고 이 時期의 仔魚는 配合飼料를 주었던 바 잘 攝取하였다. 仔魚膜鰭는 尾部의 背腹兩面에 겨우 남아 있다. 卵黃의 吸收에 따라 몸의 腹部에서는 새로 肛門으로부터 앞쪽으로 向해서 腹面 中央附近까지의 사이에 膜지느러미가 出現한다. 黑色色素胞는 새로 吻端部에 出現하며 特히 頭部背面에서는 大型으로 된다.

孵化後 27日째의 仔魚는 全長이 8.94mm (Fig. 2J)이다. 背鰭과 臀鰭의 鰭條는 거의 定數에 이른다. 背鰭과 臀鰭의 鰭條上의 黑色色素胞는 지느러미의 外緣을 따라서 平行으로 集合해서 3~4列의 黑色帶를 形成한다. 黃色色素胞가 몸 全體에 分布하게 되고 腹腔에는 guanin胞가 分化한다. 胸鰭에는 鰭條의 原基가 分化하고 膜狀인 腹鰭原基의 出現을 볼 수 있다.

孵化後 41日째의 仔魚는 全長이 13.02 mm (Fig. 2K)이다. 尾部 背腹兩側 및 體腹部의 膜지느러미는 消失하고 腹鰭鰭條의 分化가 시작된다. 腹腔은 거의 guanin胞로 덮인다. 背鰭과 臀鰭의 外緣部는 黑色帶로 테두리가 둘러지며 背鰭의 앞쪽에는 三角形인 黑色斑紋이 한箇 形成된다. 이 斑紋은 第1 分岐鰭條로부터 第7 分岐鰭條에 걸쳐서 形成된 黑色色素胞의 集團塊에 의한 것으로 그 色은 靑은 黑色이다. 本 種의 이 背鰭稚魚 斑紋은 Uchida(1939)가 큰납지리의 稚魚 斑紋에서 報告한 것 같은 guanin胞에 의한 白色部로 둘러 쌓여 있는데 큰납지리에서는 이 稚魚 斑紋이 거의 鷄卵型으로 白色部로 둘러 쌓이는 일이 없다는 點에서 두 種의 稚魚의 識別點이 된다(Suzki and Jeon, 1990). 여기에 더하여 두 種의 온몸에 비늘이 形成된 個體에서는 큰납지리는 背鰭 稚魚 斑紋이 消失되거나 또는 매우 얇어지고 鰓蓋 뒤쪽의 體側 正中線 上에는 靑色인 한箇의 斑紋點이 뚜렷해지지만 가시납지리에서는 背鰭 稚魚 斑紋은 未成魚期까지는 뚜렷하게 남고 體側의 斑紋點은 出現하지 않는 事實等에서도 두 種의 背鰭과 臀鰭의 鰭條數의 差異에 더해서 좋은 識別點이 될 것이다.

### 3. 仔魚의 表皮上突起

表皮上突起의 形態는 Suzuki and Hibiya(1985a)에 따라서 仔魚의 表皮를 넷으로 區分해서 觀察하였다(Fig. 3). 卽 部位(a); 卵黃囊과 胚體의 거의 모든 部位로서 卵黃囊의 前後 兩端部와 胚體의 尾柄部를 除外한 部位. 部位(b); 卵黃囊의 後端部와 胚體의 肛門附近. 部位(c); 胚體의 尾柄部 및 尾部 仔魚 膜지느러미 部位(d); 卵黃囊의 前端部의 各 部位이다.

本 種의 仔魚에는 全身의 表皮 上에 鱗狀突起를 볼 수 있다. 이 突起는 表皮의 遊離表面으로부터 숲처럼 서 있고(Fig. 4A~F) 仔魚의 發育에 따라서 그 發達의 程度와 分布가 變化했다. 孵化直後의 仔魚의 全身에는 높이 5~10 mm 程度인 斜面型의 鱗狀突起가 몸의 뒷쪽(尾部側)에 傾斜지게 規則적으로 配列하였으며(Fig. 4A, D, E) 同時에 不規則한 橫條痕(irregular transverse striations)이 觀察되었다(Fig. 4B, D의 화살표). 孵化後 2日째인

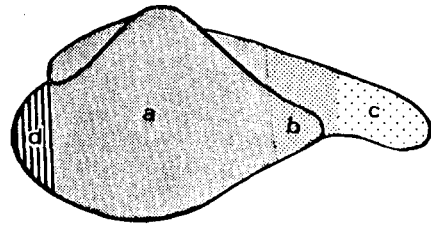


Fig. 3. Diagram showing division of the skin surface of larvae to facilitate description of the distribution of minute tubercles in larval *Acanthorhodeus gracilis*. For details on parts a to d, see text.

仔魚에서는 鱗狀突起가 發達되어 突起의 높이도 20~40 $\mu$ m 程度가 되었다(Fig. 4B). 그러나 孵化後 5日째인 仔魚에서는 鱗狀突起의 數가 減少하여 斜面型突起의 모양도 끝이 둥글게 되어 간다(Fig. 4 C, D). 그리고 仔魚가 몸의 平衡을 維持하며 헤엄치기 시작하는 孵化後 15日째 즈음에는 鱗狀突起의 크기와 數도 減少하여 浮上期에 該當하는 時期에는 다른 鱗자루類 처럼 表皮狀突起는 거의 消失하고 눈과 頭部 背面같은 凸部를 이루는 部分에만 若干 남아 있을 뿐이다.

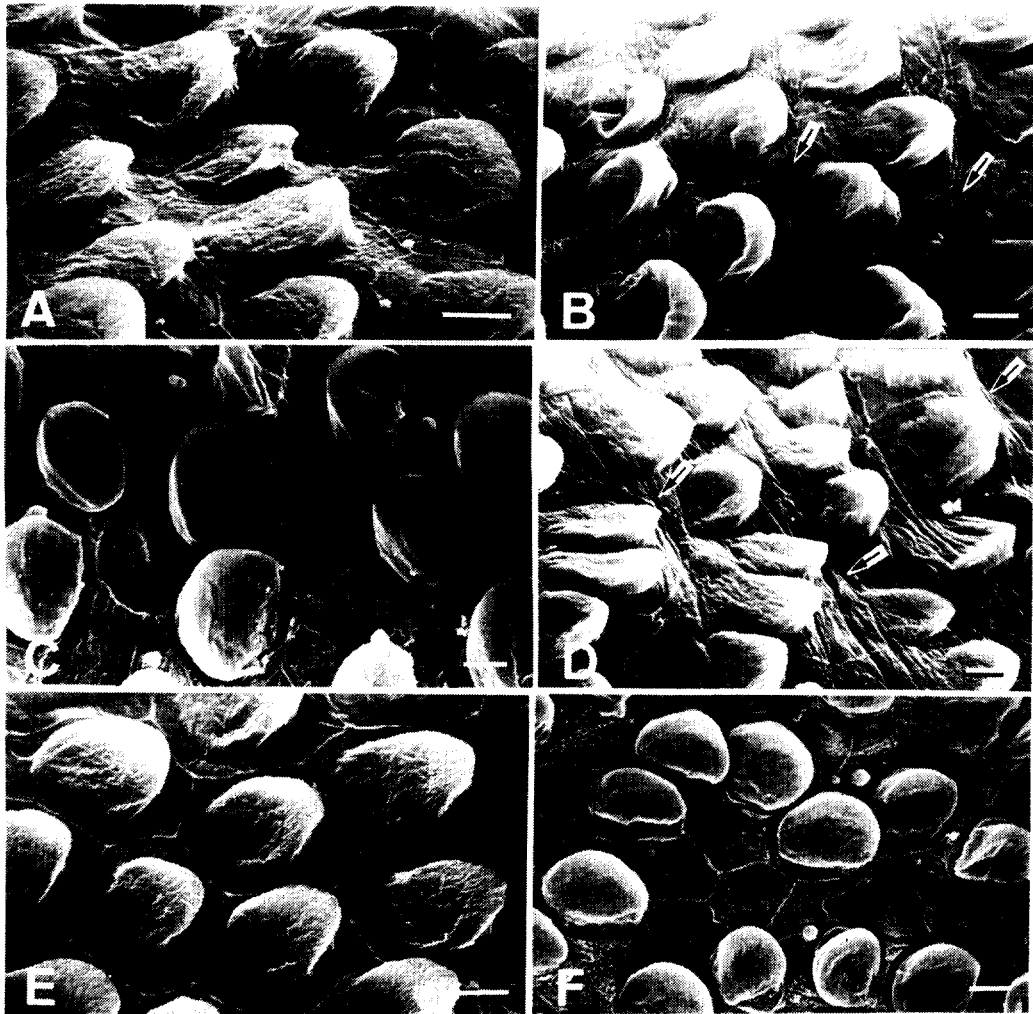


Fig. 4. Minute scale-like tubercles on the skin surface of larvae of *Acanthorhodeus gracilis*. A. Scale-like tubercles on part (a), immediately after hatching. B. Scale-like tubercles and waved irregular transverse striations (arrows) on parts (a) and (d), 2 days after hatching. C. Scale-like tubercles on part (a), 5 days after hatching. D. Scale-like minute tubercles and irregular transverse striations (arrows) on part(b), immediatly after hatching. E. Scale like tubercles on part(c), immediately after hatching. F. Scale-like minute tubercles on part (c), 5 days after hatching. Scale bars indicate 10 $\mu$ m.



4. 卵 및 仔稚魚期的 特徵

本 種의 產卵期는 4月下旬부터 6月中旬에 걸쳐서라고 推定되고 있다(Jeon, 1982). 이번 觀察에서 는 3月下旬부터 5月下旬에 걸쳐서 人工的으로 完熟卵의 採出이 可能했던 事實로부터 本 種은 春季產 卵型인 납자루類임이 밝혀졌다. 本 種은 1產卵期間에 적어도 1~數回(大部分은 5回以內) 產卵을 되 풀이 하였으며 1회에 人工的으로 採出된 卵數도 다른 납자루類에 比해서 많은 편으로 200~300粒 程 度의 產卵數라고 推定되었다. 이러한 事實은 著者들이 아는 範圍內에서는 1回の 產卵數로서는 最 多 이다. 本 種의 完熟卵의 形態는 鷄卵型에 屬하지만 鷄卵型의 變形된 型으로 卵門의 周緣部에는 丘狀 으로 發達된 突出部가 存在하는 事實로서 外見上은 枇杷 열매와 類似한 形態로서 매우 特異하다. 또 完熟卵은 ゼ리狀인 粘性物質로 덮여 있는 事實도 韓國產 납자루類 中에서는 매우 特徵的인데 이 形質 은 琵琶湖(Lake Biwa)產인 납지리 *Acheilognathus rhombeus*(Teminck et Schlegel)와 *Pseudo-*

Table 3. Comparison of the form of yolk projections, and distribution and types of minute tubercles on the skin surface in acheilognathine fishes. Forms of yolk projections(A,B,C) and types of minute tubercles(1,2,3) are shown in Figs. 4 and 5. v, vestigial minute tybercles ; -, vestigial minute tubercles almost disappeared

Group	Form of yolk projections	Type of minute tubercles in parts of the body				References
		a	b	c	d	
<i>Acheilognathus lanceolatus</i> (from Japan)	A	1	3	v	1	Suzuki and Hibiya, 1985b
<i>A. lanceolatus</i> (from Korea)	A	1	3	v	1	Suzuki and Jeon, 1990c
<i>A. limbatus</i> (from Japan)	A	1	3	v	1	Suzuki and Hibiya, 1985b
<i>A. limbatus</i> (from Korea)	A	1	3	v	1	Suzuki and Jeon, 1988b
<i>A. signifer</i>	A	1	3	v	3	Suzuki and Jeon, 1988c
<i>Tanakia tanago</i>	A	1	3	v	3	Suzuki <i>et al.</i> , 1986
<i>Paracheilognathus himantegus</i>	A	1	3	-	-	Suzuki <i>et al.</i> , 1989
<i>A. yamatsutae</i>	A	2	3	v	2	Suzuki and Jeon, 1987
<i>A. moriokae</i>	B	2	2	v	2	Suzuki and Hibiya, 1985a
<i>A. tabira tabira</i>	B	2	2	v	2	Suzuki and Hibiya, 1985a
<i>A. tabira</i> sub sp(a)	B	2	2	v	2	Fukuhara <i>et al.</i> , 1982
<i>A. tabira</i> sub sp(b)	B	2	2	v	2	Suzuki and Hibiya
<i>A. cyanostigma</i>	B	2	2	v	2	Suzuki and Hibiya, 1985a
<i>A. rhombeus</i>	B	2	2	2	2	Suzuki and Hibiya, 1985a
<i>Pseudoperilampus typus</i>	B	2	2	2	2	Suzuki and Hibiya, 1985a
<i>A. longipinnius</i>	B	2	?	?	?	Fukuhara <i>et al.</i> , 1982
<i>Acanthorhodeus asmussi</i>	B	2	2	2	2	Suzuki and Jeon, 1990a
<i>Acan. gracilis</i>	B	2	2	2	2	Present paper
<i>Rhodeus uyekeii</i>	C	3	v	v	-	Suzuki <i>et al.</i> , 1985
<i>R. ocellatus smithi</i>	C	3	-	-	-	Suzuki and Hibiya, 1984a
<i>R. ocellatus ocellatus</i>	C	3	-	-	-	Suzuki and Hibiya, 1984a
<i>R. atremius</i>	C	3	-	-	-	Suzuki and Hibiya, 1988a
<i>R. atremius</i>	C	3	-	-	-	Suzuki and Hibiya, 1984a
<i>R. suigensis</i>	C	3	-	-	-	Suzuki and Hibiua, 1984a.
						Suzuki and Jeon, 1988d.

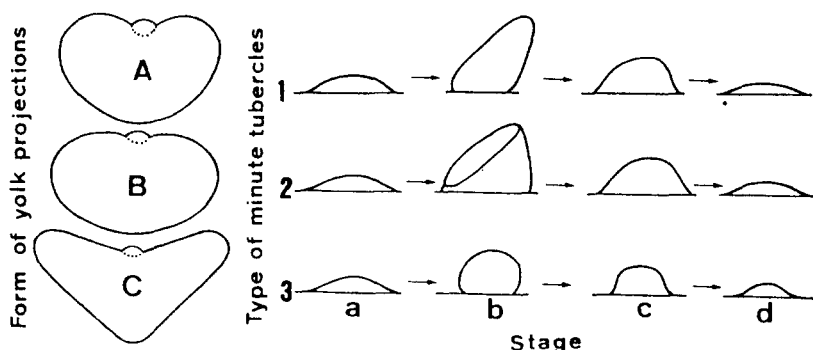


Fig. 5. Diagrams showing the forms (A,B,C) and types (1,2,3) of minute tubercles on the skin surface of the larvae of acheilognathine fishes. Forms (A,B,C) are based on the changes in the projections of yolk sac of larvae immediately after hatching. Stages a-d showing morphological changes of the tubercles during larval growth. a. embryonic stage; b. well-developed minute scale-like tubercles; c. degenerated minute tubercles; d. vestigial minute tubercles. Types(1,2,3) are based on the minute tubercles in Stage b.

*perilampus types* Bleeker에서도 觀察되어지고 있다. (Nakamura, 1969). 더욱이나 卵門의 周緣部에 丘狀인 突出部가 存在하는 形質은 *P. types*와 *A. longipinnis* 에서도 볼 수 있다(Nakamura, 1969). 한편, Nakamura(1969)는 *P. types*와 *A. longipinnis*의 完熟卵의 形態를 米粒型으로 分類하고 있지만 *A. tabira*의 3 亞種이 米粒型과 鷄卵型인 (Nakamura, 1969) 點으로부터 推定되는 것처럼 米粒型을 鷄卵型의 變形型이라고 假定한다면 本種의 完熟卵의 形態나 卵發生形態는 이들 2種과 매우 類似한 點이 많다. 또한 本種의 發育形態는 납지리, 큰납지리, *P. typus*, *A. longipinnis*와 매우 類似했다(Suzuki and Jeon, 1990a; Suzuki and Hibiya, 1984a, 1984b). 本種의 仔魚는 온몸의 表皮上에 斜面型인 鱗狀突起를 지닌다는 點에서 上記 4種과 系統의 形質을 共有하고 있다 (Table 3, Fig. 5). 더욱이나 本種의 仔魚는 表皮上에 橫條痕을 지니고 S字狀의 運動을 하는데 이 形質도 이들 4種과의 共有形質이다. 위의 事實들로부터 本種은 上記 4種과 系統적으로 近緣關係에 있는 것으로 推定 되었다.

이들 4種中에서 큰납지리만이 本種처럼 春季產卵型이다(Suzuki and Jeon, 1990b). 同一 水溫條件下에서 이들의 仔魚의 發育經過時間을 살펴 본다면 큰납지리와 가시납지리는 거의 비슷한 發育經過를 거쳐서 浮上期에 이르는데 납지리나 *P. typus*에서는 仔魚의 一定한 發育段階에서 반드시 發育의 遲延을 볼 수 있다 (Table 2). 납지리, *P. typus*, *A. longipinnis*의 3種은 秋季產卵型으로 (Nakamura, 1969; Shimizu and Hanyu, 1983) 自然에서는 遺傳적으로 決定되어 있는 一定한 發育段階에서의 遲延에 의해 二枚貝 속에서 越冬하여 이른 봄에 二枚貝로부터 浮出하는 生活樣式을 獲得한 魚種이다. 이러한 秋季 產卵型인 種의 出現은 個體發育上 매우 興味 깊은 事實인데 Suzuki and Hibiya(1985b)는 仔魚의 表皮上突起의 形態의 形質로부터 春季 產卵型으로부터의 秋季 產卵型으로의 進化傾向(evolutionary trend)을 示唆하였다. 따라서 春季 產卵型인 큰납지리와 가시납지리 두種의 個體發生이 秋季 產卵型인 種의 個體發生이 秋季 產卵型인 種의 個體發生과 類似한 點이 매우 많다는 事實은 秋季 產卵型의 出現을 생각하는데 매우 重要하다고 생각된다.

秋季 產卵型인 魚種中에서는 납지리 1種만 韓日 兩國 共通種이며 다른 2種은 日本 固有種으로 現在까지는 秋季 產卵型은 이들 3種 外에는 알려져 있지 않으므로 그 分布 또한 매우 特異的이다. 또

한 이들 5 種은 모두 大型이며 납자루類 中에서는 比較的 產卵數도 많은 魚種으로 그 食性도 肉食性이 強하다고 생각되고 있다(Suzuki and Jeon, 1990b). 이렇게 系統發生上 近緣인 種이 어떠한 環境要因下에서 分布域을 넓혔으며 種分化를 이루고 產卵型이나 生活樣式을 獲得해가는 生物地理學上 또는 進化學上 매우 興味가 깊다고 생각된다.

## 謝 辭

本 研究의 遂行에 있어서 親魚의 採集을 도와주신 農業振興公私社農業土木試驗研究所의 黃鍾瑞 生態課長과 走査型電子顯微鏡의 使用을 許諾해 주신 日本大學農獸醫學部の 廣瀬一美助教授께 感謝드리며 本 研究의 一部는 Tanago研究會(代表者; 大阪教育大學의 長田芳和助教授)의 助言을 얻어 實施하였음을 附記하는 바이다.

## 引 用 文 獻

- Arai, R., 1978. Karyological approach to phylogenetic systematics of bitterlings (Cyprinidae). *Iden*, 32(7): 39-46 (In Japanese).
- Fukuhara, S., Y. Nagata and W. Maekawa., 1982. Minute scaly tubercles on the yolksac of rhodeine cyprinid fishes in prolarval stage. *Japan. J. Ichthyol.*, 29(2): 232-236 (In Japanese with English abstract).
- Jeon, S. R., 1982. Studies on the distribution of the acheilognathid fishes (Cyprinidae) from Korea. *Ann. Rep. Biol. Res. Chonbuk Nat. Univ.*, 3: 33-47 (In Korean with English abstract).
- Mori, T., 1935. Description of three new cyprinoids (Rhodeina) from Chosen. *Zool. Mag.*, 47(562/563): 559-574. 1 pl. (In Japanese with English summary).
- Nakamura, M., 1969. Cyprinid fishes of Japan. *Spec. Publ. Res. Inst. Nat. Resources*, (4): 1-8+1-455, 2 cols., pls. 1-149 (In Japanese).
- Regan, C. T., 1908. The Duke of Bedford's Zoological Exploration in Eastern Asia-VIII. A Collection of Fresh-Water Fishes from Corea: 60.
- Shimizu, A. and I. Hanyu., 1983. Environmental regulation of spawning-period in autumn-spawning bitterling *Pseudoperilampus typus*. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.*, 46(6): 895-900.
- Suzuki, N., 1985. Development of three subspecies of *Acheilognathus tabira* (Pisces, Cyprinidae), with a note on their geographical distribution. *Bull. Biogeogr. Soc. Japan*. 40(9): 63-73.
- Suzuki, N. and T. Hibiya., 1984a. Minute tubercles on the skin surface of larvae in *Rhodeus* (Cyprinidae). *Japan J. Ichthyol.*, 31(2): 198-202 (In Japanese with English abstract).
- Suzuki, N. and T. Hibiya., 1984b. Development of eggs and larvae of two bitterlings. *Rhodeus atremius* and *R. suigensis* (Cyprinidae). *Japan. J. Ichthyol.*, 31(3): 289-296.
- Suzuki, N. and T. Hibiya., 1985a. Minute tubercles on the skin surface of larvae of *Acheilognathus* and *Pseudoperilampus* (Cyprinidae). *Japan J. Ichthyol.*, 32(3): 335-344 (In Japanese with English abstract).
- Suzuki, N. and T. Hibiya, 1985b. Development of eggs and larvae of two bitterlings, *Acheilognathus lanceolata* and *A. limbata* (Cyprinidae). *Bull. Coll. Agr. Med., Nihon Univ.*, 42: 195-202. (In Japanese with English abstract).

- Suzuki, N. and S. R. Jeon. 1987. Development of the bitterling, *Acheilognathus yamatsutae* (Cinidae), with a note on minute tubercles on the skin surface. Kor. J. Limnol., 20(4): 299-241.
- Suzuki, N. and S. R. Jeon. 1988a. Development of egg, larvae and juveniles of *Rhodeus ocellatus* from Ansong-river, Korea (Pisces: Cyprinidae), with a note on minute tubercles on the skin surface. Kor. J. limnol., 21(1): 1-15.
- Suzuki, N. and S. R. Jeon. 1988b. Development of the bitterling, *Acheilognathus limbata* from Korea and Japan (Cyprinidae), with notes on minute tubercles on the skin surface and on the genetic implication in hybrid embryos. Kor. J. Limnol., 21(4): 211-229.
- Suzuki, N. and S. R. Jeon. 1988c. Development of the bitterling, *Acheilognathus signifer* (Cyprinidae), with a note on minute tubercles on the skin surface. Kor. J. Limnol., 21(3): 165-179.
- Suzuki, N. and S. R. Jeon. 1988d. Development of the bitterling, *Rhodeus suigensis* (Cyprinidae) from Korea, with a note on minute tubercles on the skin surface. Kor. J. Limnol., 24(4): 231-242.
- Suzuki, N. and S. R. Jeon. 1990a. Development of the bitterling, *Acheilognathus asmussi* (Cyprinidae), with a note on minute tubercles on the skin surface. Korean. J. Ichthyol., 1(1, 2): 73-82.
- Suzuki, N. and S. R. Jeon, 1990b. Pharyngeal teeth and masticatory process of the basioccipital bone in Korean bitterlings (Cyprinidae). Korean. J. Ichthyol., 1(1,2): 83-92.
- Suzuki, N. and S. R. Jeon. 1988c. Development of the bitterling, *Acheilognathus lanceolatus* (Cyprinidae) from Korea, with a note on minute tubercles on the skin surface. Korean J. Ichthyol., in Press.
- Suzuki, N., N. Akiyama and T. Hibiya. 1985. Development of the bitterling, *Rhodeus uyekii* (Cyprinidae), with a note on minute tubercles on the skin surface. Japan. J. Ichthyol., 32(1): 28-34.
- Suzuki, N., A. Oka., K. Y. Sugoh., K. Yamakawa and T. Hlibiya. 1986. Development of the bitterling, *Tanakia tanago* (Cyprinidae). with a note on minute tubercles on the skin surface. Japan. J. Ichthyol., 33(3): 225-231.
- Suzuki, N. K. Umezawa., T. yabe and H. Murai. 1989. Development of the bitterling, *Paracheilognathus himantegus* (Cyprinidae), with a note on minute tubercles on the skin surface. Japan. J. Ichthyol., 36(3): 318-326.
- Uchida, K., 1939. The fishes of Tyosen (Korea). Part 1. Nematognathi and Eventognathi. Bull. Fish. Exp. St. Government-General of Tyosen (Husan), 6: i+ viii+ i-458, pls. 1-47(In Japanese).

**Development of the Bittering, *Acanthorhodeus* (= *Acheilognathus*) *gracilis* (Cyprinidae), with a Note on Minute Tubercles on the Skin Surface**

Nobuhiro Suzuki and Sang-Rin Jeon\*

Hayama Fish. Res. Lab. Kajima Institute of Construction Technology, 2415 Isshiki Hayama, Kanagawa 240-01, Japan ;

\*Department of Biology, College of Natural Science, Sang Myung Women's University, Hongji-dong 7, Chongno-gu, Seoul 110-743, Korea

The development of eggs and larvae, and minute scale-like tubercles on the skin surface of larval *Acanthorhodeus gracilis* from Korea were observed. They spawned from late March through the middle of June. A fish spawned at least 5 times and the number of eggs averaged 304 per oviposition. Unfertilized eggs are nearly ovoid-shaped (mean±SD=2.09±0.04 mm in length with range of 2.05 to 2.13 mm and mean±SD=1.26±0.02 mm in breadth with range of 1.24 to 1.30 mm measured for the 50 eggs) and opaque yellow color. The tip of egg membrane at the animal pole side swelled and formed a few hilly projections. The shape of the eggs was just like a loquat. Most of embryos began to hatch out in thirty-eight hours after insemination at 22±1°C in water temperature.

As regards the morphological characters of the eggs and larval development, *Acan. gracilis* was similar to *Acan. asmussi*, *Acheilognathus rhombeus*, *A. longipinnis* and *Pseudoperilampus typus*. The larvae of this species is unique particularly in the following two characters, i.e., 1) scale-like tubercles ellipsoidal in a diagonal cross section on the whole body and 2) incessant wiggly movement pattern as that of fly maggot, with the larvae of the above mentioned species. These characters seem to reflect the phylogenetic relationships among acheilognathine fishes. On the other hand, this species and *Acan. asmussi* are spring-summer spawning bitterlings. And also these species never retard the larval growth in such larval stage as the duration from Stage B to Stage D.