

큰납지리의 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*

全南 靈岩郡 德津面 德津里 靈岩川에서 採捕한 親魚를 飼育하던 중 1989年 4月과 6月에 걸쳐 5차례 人工受精시켜 卵發生, 仔魚發育 및 仔魚의 表皮上突起를 觀察한 結果는 다음과 같다.

成熟卵은 타원형으로 卵徑은 $1.89 \sim 2.01 \times 1.56 \sim 1.64\text{mm}$ 이며 卵黃은 淡黃色이고 油球는 없다.

飼育水溫 $22 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 受精後 44時間만에 大部分의 卵이 孵化한다.

孵化直後의 仔魚는 全長 3.04mm 로 卵黃은 크며 頭部는 낮고 그 앞끝은 卵黃 前端部보다 훨씬 뒷쪽에 位置한다. 孵化 몇 時間後의 仔魚는 3.64mm 로 24~29個의 筋節이 形成되고, 眼胞과 耳胞의 原期가 나타난다.

孵化後 8日째 全長 5.98mm 仔魚는 心臟이 分化하여 박동하기 始作하고, 脊索末端은 위로 굽어진다. 13日째 全長 6.86mm 仔魚에서 처음으로 한쌍의 鼻孔이 分化하며 黑色素胞는 體側과 尾部의 등쪽과 배쪽正中線에 나타난다.

孵化後 17日째의 全長 7.25mm 인 仔魚에서 지느러미 중 처음으로 꼬리지느러미 줄기가 定數에 達하고, 自由游泳을 하는 21일째 全長 8.30mm 의 仔魚에서 2室의 부레가 分化한다.

孵化後 27日째의 全長 8.47mm 인 仔魚에서 가슴지느러미 줄기와 배지느러미 原期가 分化하며, 등지느러미와 뒷지느러미 줄기는 定數에 達하고, 34日째 全長 11.84mm 의 仔魚는 모든 막지느러미가 消失하고, 배지느러미 줄기가 分化하기 始作한다.

仔魚의 表皮上突起는 孵化直後의 仔魚에서 $5 \sim 10\mu\text{m}$ 程度의 斜面型 鱗狀突起가 나타나고, 孵化 2日째의 仔魚에서는 $20 \sim 40\mu\text{m}$ 程度로 높아진다.

孵化後 15日째부터 突起의 크기는 작아지고 17日以後가 되면 거의 모든 個體의 表皮上突起가 消失한다.

產卵期는 4월 하순에서 6월 상순으로 한 個體가 多回 產卵鍾이고, 1회에 平均 195個의 卵을 產卵한다.

緒 論

큰납지리 *Acanthorhodeus asmussi*(Dybowski)는 잉어目 잉어科 큰납지리屬에 속하는 淡水魚類로서 우리 나라 압록강에서 낙동강까지의 서해와 남해로 흘러드는 河川 및 그 附近의 水域에 分布하고, 만주 랴오허(遼河) 및 헤일룽강(黑龍江) 수계에도 棲息한다.

Uchida(1939)는 本種을 自然에서 採集하여 仔稚魚 形態를 記載하고 있으나, 아직 卵發生

과 仔魚의 發育에 따른 形態變化의 詳細한 特徵의 記載는 없다. 또한, 남지리類 仔魚의 表皮에는 鱗狀突起物의 存在가 알려져 있는데(Uchida, 1939), 아직 本種 仔魚의 突起物 形態 및 分布狀態에 대한 報告는 없다.

本 研究는 큰납지리의 卵發生과 仔魚發育에 따른 形態變化 및 仔魚의 表皮上突起를 觀察한 結果를 報告하는 바이다.

材料 및 方法

實驗에 使用된 親魚는 1988年 7月 27日에 全南 靈岩郡 德津面 德津里에 位置한 靈岩川에서 多數個體를 採捕한 後 實驗室에서 飼育하던 中, 1989年 4月과 6月사이에 5次에 걸쳐 人工受精으로 얻어진 受精卵을 대상으로 發生過程을 觀察하였고, 여기에서 孵化한 仔魚를 飼育하면서 發育에 따른 形態變化를 觀察하였다.

人工受精 方法, 卵과 仔魚의 飼育方法은 水溫 $22 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 Suzuki and Hibiya(1984 a)의 方法에 따랐다. 發育過程은 實體顯微鏡을 使用하여 觀察하였으며, 各 發育段階마다 살아있는 仔魚를 5尾 씩 micro-meter로 全長을 測定하였다. 또한 仔魚 各 段階의 表皮上突起는 Suzuki and Hibiya(1984 b)의 方法으로 標本을 製作한 後 JEOL JSMT-20S型 走査電子顯微鏡을 使用하여 觀察하였다.

結 果

1. 卵 및 卵內發生

實驗에 使用한 親魚 암컷은 約 12일 간격으로 產卵을 반복하였으며, 產卵管의 長이는 平均 59.9mm였다. 人工적으로 1회에 採卵한 完熟卵數는 123~229(平均 195.6)個로 油球는 없으며, 卵膜이 얇은 타원형으로 卵黃은 淡黃色이었다. 卵의 크기는 長徑 1.89~2.01mm(平均 $1.95 \pm 0.04\text{mm}$, $n=50$), 短徑 1.56~1.64mm(平均 $1.61 \pm 0.02\text{mm}$, $n=50$)였다(Fig. 1, A).

卵內發生은 Fig. 1과 같이 15단계로 區分하였으며, 水溫 $22 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 孵化할 때까지 소요되는 各 단계 별 時間은 Table 1과 같다.

受精後 約 1時間만에 胚盤形成이 完了되고(Fig. 1, B), 2時間 後에 2細胞期(Fig. 1, C), 2時間 30分에 4細胞期(Fig. 1, D), 3時間 後에 8細胞期(Fig. 1, Z), 3時間 30分 後에는 16細胞期(Fig. 1, F), 4時間 後에 32細胞期(Fig. 1, G), 4時間 30分만에 桑實期에 達한다(Fig. 1, H). 以後 계속 分裂하여 6時間 後에는 胞胚期에 達하며(Fig. 1, I), 18時間 後에는 原口가 閉鎖되기 直前に 이른다(Fig. 1, J).

受精後 28時間에는 原口가 閉鎖되고 胚體가 形成되어 卵黃의 動物極쪽을 지나 植物極쪽으로 향하고 있으며(Fig. 1, K), 30時間 後에는 10~12個의 筋節이 形成되고(Fig. 1, L), 34時

Table 1. Time required for embryonic stages of *Acanthorhodeus asmussi* at $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ in water temperature

Stage	Time after insemination(hr : min)	Remarks
A	-	Unfertilized egg
B	1 : 00	Blastodisc
C	2 : 00	Two-cell
D	2 : 30	Four-cell
E	3 : 00	Eight-cell
F	3 : 30	Sixteen-cell
G	4 : 00	Thirty-two-cell
H	4 : 30	Early morula
I	6 : 00	Blastula
J	18 : 00	Blastopore nearly closed
K	28 : 00	Neurula
L	30 : 00	Somites formation
M	34 : 00	Embryo formed entirely
N	38 : 00	Embryo just before hatching
O	44 : 00	Hatching begins
P	-	Castoff chorion

Stages A to P correspond to those in Fig. 1.

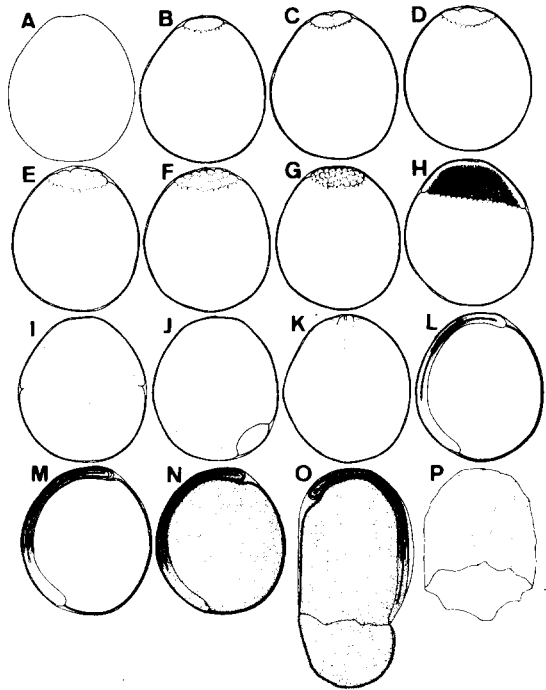


Fig. 1 Egg development of *Acanthorhodeus asmussi* at $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ in water temperature. Time required for each embryonic stage is shown in Table 1.

間을 經過하여 胚體의 形成이 거의 完了되어 胚體의 꼬리 部分은 반드시 動物極쪽에 位置한다(Fig. 1, M). 受精後 38時間에 胚體의 表皮 위에 微小한 突起物이 出現하며(Fig. 1, N), 44時間이 지나면서 大部分의 卵이 孵化하기 始作하는데, 胚體는 植物極쪽의 卵膜을 터뜨리고 頭部부터 孵化한다.(Fig. 1, O).

2. 仔魚의 發育

水溫 $22 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 孵化仔魚를 飼育한 結果는 Fig. 2에서 보는 바와 같이 外部形態變化에 따라 7단계로 區分하여 각 단계 별 소요 시간은 다른 種과 比較하여 Table 2에 나타내었다.

孵化直後의 仔魚는 全長이 3.04mm로 胚體는 움직이지 않으며, 卵黃은 크고 頭部는 낮고 그 앞끝은 卵黃 앞끝보다 훨씬 뒷쪽에 位置한다. 꼬리部分의 끝은 卵黃끝과 거의 일치하고(Fig. 2, A), 孵化 몇 時間 後 全長 3.64mm인 仔魚에서는 조금 뒷쪽으로 突出하여 아랫쪽을 向하고 있다. 이 時期의 仔魚는 眼胞과 耳胞의 原期를 外部로부터 확인할 수 있었으며 筋節은 24~29個의 범위였다(Fig. 2, A').

孵化後 2日째의 仔魚는 全長 4.99mm로 胚體의 꼬리部分은 더욱 뒷쪽으로 伸長하고 막지느러미는 넓어진다. 筋節은 $21 \sim 22 + 8 \sim 10 = 29 \sim 32$ 個이며, 仔魚는 옆으로 누운채로 꼬리部分을 S字모양으로 꿈틀거리는 運動을 한다(Fig. 2, B).

孵化後 5日째의 全長 5.12mm의 仔魚는 頭部가 거의 卵黃 바로 윗쪽에 位置하게 되며 血液이 肛門 附近부터 脊索末端으로 向해서 흐른다. 仔魚의 運動은 더욱 현저해지고 脊索末端은 直線이다(Fig. 2, C).

孵化後 8日째의 全長 5.98mm의 仔魚는 筋節이 $18 \sim 17 + 14 \sim 15 = 32 \sim 34$ 個로 頭部는 더욱 發達하여 커지고 卵黃 앞끝 보다 突出한다. 눈에는 黑色素胞이 착색되어 淡黑色을 나타내고, 눈 아래쪽에는 心臟이 分化하여 박동하기 始作한다. 血液의 순환은 뚜렷해지고 Cuvier's管이 分化하며 脊索末端은 위로 굽어진다(Fig. 2, D).

孵化後 10日째 全長 6.64mm의 仔魚의 筋節은 $19 \sim 21 + 15 = 34 \sim 36$ 個로 증가하고 눈에 렌즈가 形成되어 동공은 검어진다. 부레의 原基가 나타나고 그 附近에는 담낭의 原期가 分化한다. 부레의 바로 윗쪽 附近에 가슴지느러미 原基가 形成되지만 아직 움직이지는 않는다. 脊索末端은 위로 굽어 있고 그 아래쪽에 꼬리지느러미 原基가 分化하며, 등지느러미와 뒷지느러미가 될 部分의 막지느러미가 조금 隆起하기 始作한다(Fig. 2, E).

孵化 13日째의 仔魚는 全長이 6.86mm로 눈 앞쪽에 한쌍의 작은 鼻孔이 分化하며 눈에는 구아닌색소에 의해 銀白色으로 빛난다. 아래턱이 形成되고 同時에 鰓孔이 分化하지만 外部로부터는 아직 아가미 分化를 볼 수는 없다. 卵黃 위에 血管이 나타나며, 막지느러미 위에는 毛細血管網이 發達하고, 꼬리지느러미 줄기는 거의 定數에 達한다. 黑色素胞은 꼬리部分 등쪽과 배쪽의 正中線, 몸의 등쪽 正中線 및 卵黃과 胚體의 境界面 등에 나타난다(Fig. 2, F).

孵化後 15日째 仔魚는 全長 7.20mm로 등지느러미와 뒷지느러미 줄기가 형성되기 始作하고 꼬리지느러미 줄기는 分節이 일어난다. 입은 가끔 開閉하고, 아가미뚜껑 안쪽에는 아가미

의 分化를 볼 수 있다. 黑色素胞는 耳胞 윗쪽과 頭部 등쪽에 나타나며, 13日째 仔魚 보다 大型化되었지만 數는 거의 증가하지 않았다. 부레는 아직 1室로 계속 發達하며, 仔魚는 가끔 몸의 平衡을 잡으며 游영한다(Fig. 2, G).

孵化後 17日째 全長 7.25mm의 仔魚는 양턱의 길이가 거의 같아지고 등지느러미와 뒷지느

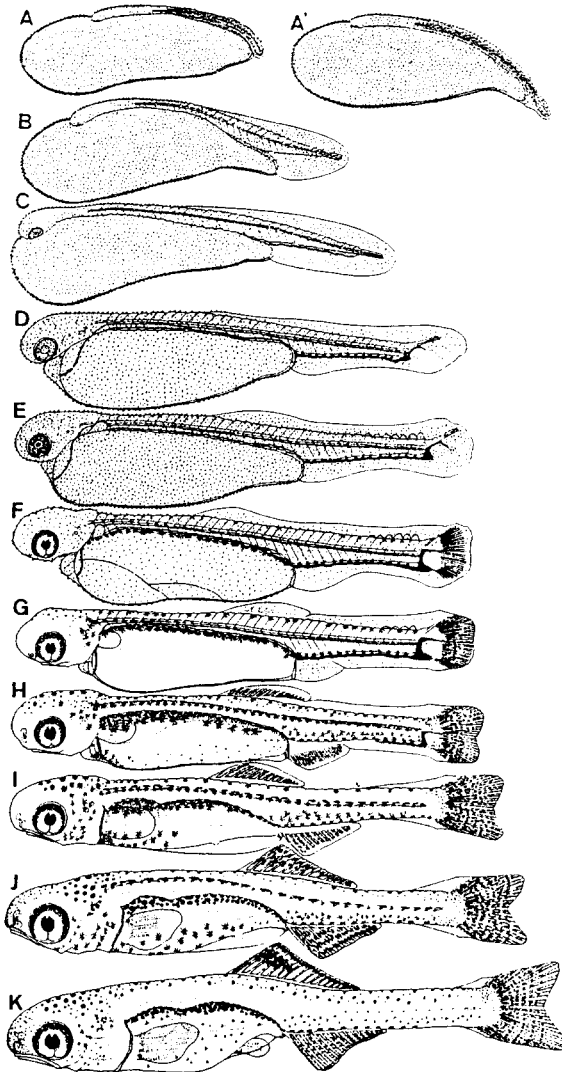


Fig. 2 Larvae of *Acanthorhodeus asmussi*. A, immediately after hatching, 3.04 mm in TL. A', newly hatched larva, 3.94 mm in TL. B, 2 days after hatching, 4.49 mm in TL. C, 5 days after hatching 5.12 mm in TL. D, 8 days after hatching, 5.98 mm in TL. E, 10 days after hatching 6.64 mm in TL. F, 13 days after hatching, 6.86 mm in TL. G, 15 days after hatching, 7.20 mm in TL. H, 17 days after hatching, 7.25 mm in TL. I, 21 days after hatching, 8.30 mm in TL. J, 27 days after hatching, 8.47 mm in TL. K, 34 days after hatching, 11.84 mm in TL.

Table 2. Comparison of time required to reach each larval stage in *Acanthorhodeus*, *Pseudoperilampus* and 7 species and subspecies of *Acheilognathus* at 22±1°C in water temperature

Species and subspecies	Larval state**							Reference
	A	B	C	D	E	F	G	
<i>Acan. asmussi</i>	1*	2-7	8-12	13-14	15-16	17-19	20-22	1)
<i>A. rhombeus</i>	1	4-6	25-30	150-162	164-166	167-169	170-186	2)
<i>P. typus</i>	1	10-12	15-30	90-110	114-116	117-120	121-130	2)
<i>A. yamatsutae</i>	1	2-3	4-12	13-17	18-20	21-23	24-26	3)
<i>A. tabira tabira</i>	1	2-3	4-7	8-10	11-12	13-15	16-17	4)
<i>A. tabira</i> subsp. (a)	1	2-3	4-6	7-8	9-11	12-14	15-17	4)
<i>A. tabira</i> subsp. (b)	1	2-3	4-6	7-8	9-11	12-15	16-18	4)
<i>A. moriokae</i>	1	2-6	7-8	9-11	12-15	16-17	18-19	5)
<i>A. cyanostigma</i>	1	2-5	6-7	8-10	11-13	14-15	16-18	2)

* 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)-5) are as following, 1)present paper, 2)Suzuki, unpublished data, 3)Suzuki and Jeon, 1987 4)Suzuki, 1985 5)Suzuki, 1989, respectively.

러미 줄기는 發達하지만 定數에는 達하지 않는다. 黑色素胞는 그 數가 증가하고, 꼬리지느러미, 등지느러미, 뒷지느러미 등의 各 鰭條 위와 卵黃위 및 體側 正中線 위에 새로 分布한다. 또, 頭部 등쪽과 몸의 등쪽에는 黃色素胞가 나타나고, 부레는 2個의 室로 갈라지기 直前に 達한다. 가슴지느러미는 부채모양으로 넓어지고 커지며, 꼬리지느러미 줄기는 完全하게 定數에 達한다(Fig. 2, H).

孵化後 21日째 全長 8.30mm의 仔魚는 筋節이 21+16~15=36~37個로 自由游泳을 하며 自然에서 이 時期는 펄조개, *Anodonta woodiana*의 새강에서 孵出하여 自由游泳하는 時期에 該當된다. 부레는 두 室로 分化되어 前室은 둥글고 後室은 긴타원형을 이루어 몸의 平衡을 維持하며 活潑하게 游泳한다. 卵黃은 腹腔內에 조금 남아 있고, 黑色素胞는 아가미뚜껑 위에 새로 나타나고 特히 頭部 등쪽에서는 커진다. 腹部에 막지느러미가 나타나며, 배지느러미 原基가 分化하는 個體로 볼 수 있다(Fig. 2, I).

孵化後 27日째는 全長8.47mm의 仔魚로 배지느러미 原基가 모든 個體에서 나타나고, 등지느러미와 뒷지느러미 줄기는 定數에 達하며 가슴지느러미에는 鰭條原基가 나타난다. 黑色素胞는 새로 주둥이 部分에 나타나며 小型이고, 頭部를 제외한 다른 黑色素胞들은 消失過程에 있으며 그 대신 黑色素胞가 몸 全體에 發達한다. 이 때문에 仔魚는 淡黑色을 띠고 腹腔에는 구아닌 색소가 分化하며, 등지느러미와 뒷지느러미줄기 위의 黑色素胞는 지느러미의 外緣에 黑色素叢을 形成하여 黑色의 띠가 發達한다(Fig. 2, J).

孵化後 34日째 仔魚는 全長 11.84mm로 모든 막지느러미는 消失하고, 배지느러미 줄기가

分化하기 始作한다. 腹部는 구아닌 색소로 덮히고, 등지느러미 앞쪽에는 타원형의 흑색반문이 形成된다. 또한 이 時期의 仔魚는 水槽의 바다 附近에서 무리를 지어서 游泳한다(Fig. 2, K).

3. 仔魚의 表皮上突起

仔魚의 表皮上突起 形態는 4가지 部位(a~d)로 區分하여 觀察하였다. a 部位는 卵黃과 胚體의 거의 모든 部分으로 卵黃 前後兩端部와 胚體의 尾柄部를 제외한 部位, b 部位는 卵黃 後端部와 胚體 肛門附近의 部位, c 部位는 胚體의 尾柄部이고 d 部位는 卵黃의 前端部이다.

Fig. 3에서 보는 바와 같이 仔魚의 表皮위에 鱗狀突起가 있으며, 이 突起는 表皮의 遊離表面으로부터 서 있고, 仔魚의 發育에 따라 그 發達過程과 分布가 變한다(Fig. 3, A~H).

孵化直後의 仔魚는 온 몸에 높이 5~10 μ m 程度의 斜面型인 鱗狀突起가 몸의 꼬리 쪽으로 경사지게 規則的으로 配列하고(Fig. 3, A,D,F,H), 同時에 不規則的인 橫條痕(irregul tran-

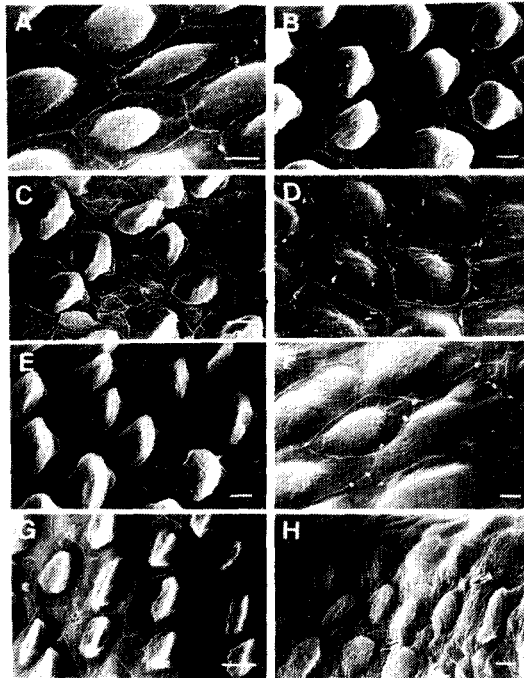


Fig. 3 Minute scale-like tubercles on the skin surface of larvae of *Acan. asmussi*. A, Scale-like tubercles on part(a), immediately after hatching. B, Scale-like tubercles on part(a), 2 days after hatching. C, Scale-like tubercles on part(a), 5 days after hatching. D, Scale-like tubercles on part(b), immediately after hatching. E, Scale-like tubercles on part(b), 2 days after hatching. F, Scale-like tubercles on part(d), immediately after hatching. G, Scale-like tubercles on part(d), 2 days after hatching. H, Scale-like tubercles on part(c), wavy irregular transverse striations (arrows), immediately after hatching. Scale bars indicate 10 μ m.

verse striation)이 觀察되었다(Fig. 3, H의 화살표).

孵化後 2日째인 仔魚에서 a, b, d部位 表皮 위에는 鱗狀突起가 發達하여 높이가 20~40 μ m 程度에 達한다(Fig. 3, B, E, G). 孵化後 5日째의 仔魚에서는 鱗狀突起의 數가 감소하며(Fig. 3, C), 이 時期 仔魚는 몸의 平衡을 維持하며 游泳하기 始作하고 孵化後 15日째 부터는 그 크기는 작아진다. 그리고 浮上期에 該當하는 時期에는 다른 납지리類와 마찬가지로 表皮上突起는 거의 消失하고 눈과 頭部 등쪽 部位에만 若干 남는다.

孵化後 17日 以後가 되면 거의 모든 個體의 鱗狀突起는 消失한다.

考 察

큰납지리의 產卵期가 4月 下旬부터 6月 上旬으로 報告(Uchida 1939; Jeon 1982)되어 있는데 本 實驗에서도 이와 일치하는 結果를 얻었으며, 한 個體가 적어도 5回 以上 產卵하는 多回 產卵種이고, 1회에 平均 195個 卵을 產卵하는 것으로 보아서 다른 납지리類 보다는 產卵 數가 많았다. 또한 完熟卵의 모양은 계란과 비슷한 타원형으로 납지리 *Acheilognathus rhombeus*, 繸납자루 *A. yamatsutae*, *A. tabira tabira*, *A. tabira Subsp.* 등의 魚種과 같다(Suzuki, 1985; Suzuki and Jeon, 1987; Nakamura, 1969).

仔魚의 發育形態는 *A. moriokae*, *A. tabira*의 3亞種, *A. cyanostigma*, 납지리등과 類似하다(Suzuki, 1985·1989; Nakamura, 1969).

납지리類 仔魚의 表皮上突起物은 形態의으로 繸납자루亞科 魚類와 系統的으로 類緣關係가 있는 것으로 생각 되어지고 있는데 (Arai 1978; Fukuhara *et al.* 1982; Suzuki and Hibiya 1984b, 1985), 큰납지리의 仔魚는 斜面型인 鱗狀突起를 갖는 점에서 *A. tabira*의 3亞種, *A. moriokae*, *A. cyanostigma*, 繸납자루, 납지리, *A. longipinnis*, *Pseudoperilampus typus* 등의 魚種과 系統的인 形質을 共有하고 있다. 이러한 事實로부터 큰납지리는 上記한 9種 또는 亞種과는 系統的으로 近緣關係에 있다고 判斷되었다. 또한 本種의 仔魚는 表皮上에 橫條痕을 지니며, S字 모양의 運動을 하는 事實이 밝혀졌는데 이러한 形質은 납지리 *A. longipinnis*, *P. typus* 등과의 共有形質이다(Nakamura, 1969; Suzuki and Hibiya, 1985). 따라서 上記한 9種 또는 亞種 中에서 本種은 이들 3種들과 특히 近緣關係가 있다고 생각된다. 그런데 납지리, *A. longipinnis*, *P. typus* 등의 3種은 모두 秋季產卵型이며 (Nakamura, 1969; Shimizu and Hanyu, 1983), 一定한 發育段階에서 반드시 仔魚의 發育이 지연된다 (Nakamura, 1969; Suzuki unpublished data). 여기에 비하여 큰납지리는 春季產卵型이며 特定한 發育段階에서의 지연은 볼 수 없었다(Table 2). 위의 事實들로부터 이들의 結果는 Suzuki and Hibiya (1985)가 提示한 春季產卵型으로부터 秋季產卵型으로의 進化的傾向(evolutionary trend)을 示唆하고 있다.

引用 文 獻

- Arai, R. 1978. Karyological approach to phylogenetic systematics of bitterlings (Cyprinidae).
Iken, 32 (7) : 39-46 (In Japanese).
- Fukuhara, S., Y. Nagata and W. Maekawa. 1982. Minute scaly tubercles on the yolk sac 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).
- Nakamura, M. 1969. Cyprinid fishes of Japan. Spec. Publ. Res. Inst. Nat. Resources (4) : 1-8+1-455, 2cols., pls.1-149 (In Japanese).
- 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. 1989. Egg and larval development of the bitterling, *Acheilognathus melanogaster* (Cyprinidae). Rep. Kanagawa Nat. Preserv. Soc., (8) : 33-44 (In Japanese with English abstract).
- Suzuki, N. and T. Hibiya. 1984a. development of egg and larvae of two bitterlings, *Rhodeus atremius* and *R. suigensis* (Cyprinidae). Japan J. Ichthyol. 31 (3) : 289-296.
- Suzuki, N. and T. Hibiya. 1984b. 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. 1985. 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 S. R. Jeon, 1987. development of the bitterling, *Acheilognathus yamatsutae* (Cyprinidae) with notes on minute tubercles on the skin surface and pharyngeal apparatus.
Kor. J. Lim. 20 (4) : 229-241.
- Uchida, K. 1937. Tanagorui no hassei ni mirareru ranoh no kimyo na henkei ni tsuite [Peculia yolk sacs in the larval development of the bitterlings (Cyprinidae)]. Kagaku 7(10) : 400-401 (In Japanese).
- 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 Bitterling, *Acanthorhodus asmussi* (Cyprinidae)

with Note on Minute Tubercles on the Skin Surface

Nobuhiro Suzuki and Sang-Rin Jeon*

Hayama Fisheries Res. Lab., Kajima Institute of Kajima Corp., 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 110-734, Korea

The development of eggs and larvae, and minute scale-like tubercles on the skin surface of the larval *Acanthorhodus asmussi* from Korea were observed in the laboratory. The egg was nearly ovoid-shaped. The number of egg averaged 195 per an oviposition. The morphological character of larval development was relatively similar to those of *Acheilognathus tabira tabira*, *A. tabira* subsp. (a), *A. yamatsutae*, *A. moriokae*, *A. cyanostigma* and *A. rhombeus*. The larvae of this species had many scale-like tubercles ellipsoidal in a diagonal cross section on the skin surface of the body. And also this species moved like incessant wiggly movement pattern as that of fly maggot during the larval development. As regards the tubercles and larval movement pattern, the larvae of *A. asmussi* shared similar characters with those of *Acheilognathus rhombeus*, *A. longipinnis* and *Pseudoperilampus typus*. Hence *A. asmussi* may be closely related to these species. The latter three species are autumn-spawning bitterlings and the larval development always retard in a certain stage, while *A. asmussi* is a spring-summer spawning species and the larval development never retards. Judging from these facts, it should be considered that there are close relations in evolutionary trend between the two spawning species.