Bull. Korean Fish. Soc. 20(2), 157~165, 1987 韓水誌 20(2), 157~165, 1987

뚝지의 卵發生과 仔稚魚

金 容 億·朴 洋 成·明 正 求*
釜山水産大學 資源生物學科·*韓國科學技術院 海洋研究所
(1987년 1월 27일 수리)

Development of Eggs, Larvae and Juveniles of Smooth Lumpsucker, *Aptocyclus ventricosus* (Pallas)

Yong-Uk KIM, Yang-Sung PARK, and Jung-Goo MYOUNG*
Department of Marine Biology, National Fisheries University of Pusan
Nam-gu, Pusan, 608 Korea
*Korea Ocean Research and Development Institute, KAIST,
Ansan, Kyonggi-do, 171-14 Korea
(Received January 27, 1987)

On January 16, 1986, mature adults of smooth lumpsucker, *Aptocyclus ventricosus* (Pallas) were collected from the coastal water of Okkye, Myongju-gun, Kangwon-do, Korea. The authors carried out artificial insemination on the boat. The eggs were incubated and the larvae were reared in laboratory. During the incubation period water temperature fluctuated between 7.5°C and 21.4°C. The eggs of smooth lumpsucker are demersal and adhesive. The eggs diameters were varied from 2.28 to 2.36 *mm*. The hatching took place in ca. 725 hours after fertilization.

The newly hatched larvae were 6.0-6.9 *mm* in total length. The features of the hatched larvae lie in the tadpole-like body form and in the well developed sucking disk, namely the ventral fins.

17 days after hatching, the larva attained 9.1 *mm* in total length. The gill opening retained a small opening at its upper part. Melanophores were developed on the tail.

31 days after hatching, the larva attained 10.6 *mm* in total length, and became juvenile. The first dorsal fin was disappeared.

105 days after hatching, the larvae attained 15.4-17.5 *mm* in total length.

緖 論

뚝지, *Aptocyclus ventricosus*는 도치科(Cyclopteridae), 뚝지亞科(Liparopsinae)에 속하며 東海岸에서 베링海까지 널리 分布하는 冷水性魚類(鄭, 1977)로서 肉質이 淡白하여 널리 食用으로 이용되고 있으며 특히 알맛이 좋은 것으로 알려져 있다.

도치科에 관한 硏究로는 *Liparis inquilinus*의 生活史, 生態, 習性(Able and Musick, 1976), *Cyclopterus lumpus*의 卵과 仔魚의 滲透壓變化(Kjörsvik *et al*, 1984) 등이 있고, 卵發生 및 仔稚魚에 대해서는 Kyûshin(1975)에 의하여 뚝지의 初期發生段階에 있어서의 水溫의 影響에 대한 硏究가 있을 뿐이다. 도치科 魚類는 모두 꼼치科(Liparidae)의 꼼치, 미거지, 물메기와 같이 배지느러미가 변형된 吸盤을 지니고 있으며, 仔稚魚의 形態에 대한 報告가 거의 없어서 앞으로 많은 硏究가 요망되는 種類이다.

著者 등은 1985年 1月 16日 江原道 溟州郡 玉溪面 金津三里앞 沿岸에서 三重刺網에 의해 採捕한 뚝지 親魚를 使用하여 人工受精에 의한 卵發生過程과 孵化仔稚魚의 形態에 대하여 觀察한 結果를 報告하는 바이다.

材料 및 方法

實驗에 사용된 材料는 1986年 1月 16日 江原道 溟州郡 玉溪面 金津三里 앞 500 *m* 海上(水深 約 15 *m*)(Fig. 1)에서 三重刺網에 의해 採捕한 뚝지親魚(♀ 全長 27 *cm*, ♂全長 35 *cm*)로서 採捕 즉시 船上에서 乾導法으로 人工受精시켜 實驗室로 運搬하여 卵發生過程과 仔稚魚의 形態發達에 대해 觀察하였다.

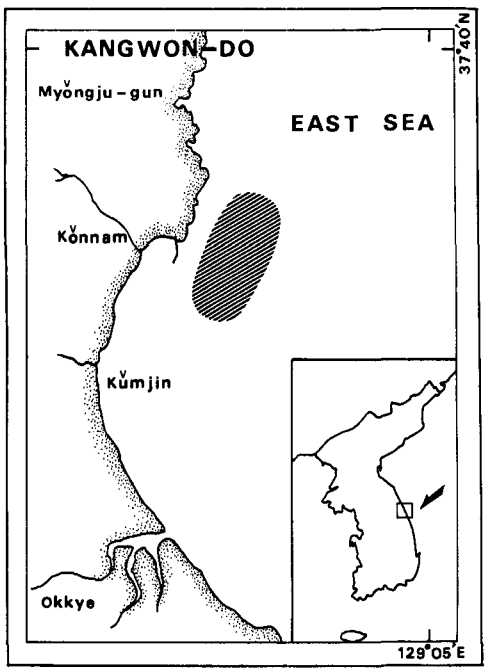


Fig. 1. Map showing the sampling station.

受精卵은 循環濾過裝置가 되어 있는 아크릴水槽(85×43×45 *cm*)에서 飼育하였으며, 實驗中 水溫과 鹽分濃度는 T-S meter 로 하루에 2번(午前과 午後)測定하여 平均값을 취하였다. 水溫範圍는 7.5~21.4°C였으며(Fig. 2), 卵發生中의 水溫範圍는 7.5~10.9°C (平均 9.3°C)였고, 鹽分濃度는 27.82~33.77‰였다.

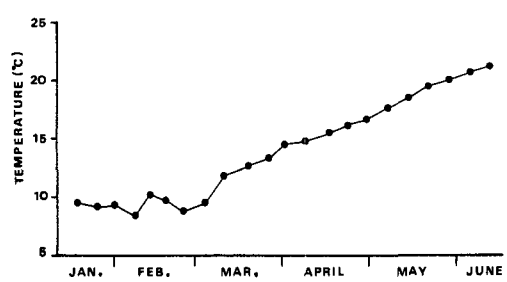


Fig. 2. Weekly variations of water temperature during the egg developments and rearing of the larvae of *Aptocyclus ventricosus* in the aquarium.

孵化한 仔魚는 brine shrimp의 *nauplius* 幼生과 海産橈脚類를 투여하며 飼育하였다. 發生中인 卵은 立體解剖顯微鏡을 使用하여 觀察하였으며, 孵化仔魚는 5% 中性포르말린 溶液으로 固定시켜서 立體解剖顯微鏡과 萬能透影機를 使用하여 觀察, 스케치하였고, 仔魚의 지느러미줄기數는 Park and Kim(1984)의 染色法을 使用하여 計數하였다.

結　　果

뚝지의 人工受精에 의한 卵內發生過程과 孵化仔魚의 發達에 따른 形態的 特徵을 觀察한 結果는 다음과 같다.

成熟卵：뚝지의 成熟卵은 卵徑이 2.28~2.36 *mm* (平均 2.34 *mm*, n=20)의 範圍로서 放卵된 卵은 덩어리모양으로 엉겨붙어 있으며, 卵黃은 다소 淡乳白色을 띠며 크고 작은 油球들을 지니고 있는 球形의 沈性粘着卵이다.

卵內發生：江原道에서 人工受精시켜 釜山水產大學 魚類學實驗室로 運搬하여 觀察한 結果, 發生이 進行되어 4細胞期에 이르고 있었다(Pl. I, A), 受精後 14時間만에 8細胞期에 달하며(Pl. I, B), 15時間後에는 16細胞期에 달한다(Pl. I, C). 이후 계속 分裂하여 受精後 16時間만에 32細胞期에 달하고(Pl. I, D), 18時間後에는 桑實胚期에 이르게 된다(Pl. I, E). 그로부터 21時間이 지난 受精後 39時間 뒤에 胞胚期에 달하며(Pl. I, F), 78時間後에 割球는 더욱 작아져서 胚盤은 차츰 卵黃을 덮어내려와 胚環을 形成하며, 胚楯이 자라 올라가기 시작한다(Pl. I, G).

受精後 約 100時間만에 卵黃 위에 頭部가 發達한 胚體가 形成되고, 胚盤은 卵黃의 약 1/2을 덮는다(Pl. I, H), 112時間後에는 頭部에 眼胞가 形成되며, 胚盤은 卵黃의 거의 대부분을 덮어 내려온다(Pl. I, I). 이어 계속 發生이 進行되어 受精後 124時間만에 原口가 閉鎖되며, 꼬리부분에 Kupffer 氏胞가 形成되고 體側에 6개의 筋節이 分化한다(Pl. I, J), 148時間이 지나면 눈에 렌즈가 생기며, 頭部뒤에 耳胞가 희미하게 形成되고, 많던 油球들은 작은 油球 5~6개를 除外하고 하나의 큰 油球로 된다. 筋節數는 12~13개이다(Pl. I, K), 受精後 158時間뒤에는 Kupffer 氏胞가 사라지며, 耳胞가 分明하게 나타나고, 腦가 分化하기 시작한다. 筋節數는 17~18개이다(Pl. I, L), 受精後 170時間이 지나면 콧구멍이 생기고, 腦가 完

全히 分化하며, 꼬리부분이 卵膜으로부터 分離되기 시작한다. 筋節數는 23~25개이다(Pl. I, M), 受精後 184時間 뒤에는 心臟이 博動하며, 가끔 胚體는 꿈틀거린다. 가슴지느러미原基가 分化하며 눈가장자리에 黑色素胞가 나타나기 시작한다. 筋節數는 27~28개로 增加한다(Pl. I, N), 受精後 225時間째에는 胚體의 크기가 점점 커지며 眼胞에는 黑色素胞가 增加하고, 腹部에 腸이 分化하였다. 筋節數는 대략 32개 程度로 헤아려졌다(Pl. I, O).

受精後 292時間째에는 黑色素胞가 처음으로 가슴지느러미 뒤의 體側筋節위와 消化管과 卵黃의 境界部에 나타나며, 눈에도 黑色素胞가 完全히 着色된다. 油球는 크게 하나로 뭉쳐졌으며, 膜狀의 가슴지느러미와 막지느러미도 發達한다(Pl. I, P). 受精後 364時間째에는 입이 열리고, 卵黃上에 血液이 흐르기 시작한다. 黑色素胞가 頭部에도 出現하며, 腹部에도 그 數가 증가된다(Pl. I, Q), 受精後 484時間째에는 頭部가 상당히 發達하며 油球가 卵黃위에 불쑥 나온 狀態이다. 頭部와 卵黃위에 黑色素胞가 상당히 發達한다(Pl. I, R). 受精後 580時間째에는 눈에 구아닌色素가 着色되어 다소 銀白色을 띠며, 胚體는 發達하여 卵黃주위를 일주한다. 가슴지느러미를 가끔씩 움직이며. 黑色素胞가 두껍게 着色되어 油球는 보이지 않게 된다(Pl. I, S). 受精後 628時間이 지나면서 가슴지느러미에 8개의 鰭條가 分化하며, 배지느러미도 形成된다. 受精後 676時間에 이르면 가슴지느러미에 14개의 鰭條가 나타나고 배지느러미가 유합하여 하나의 吸盤을 形成하며, 卵膜은 물렁해지고 아주 얇아져서 孵化直前에 이르게 된다(Pl. I, T). 受精後 約 725時間만에 처음으로 卵膜을 뚫고 孵化하였다.

孵化仔魚 : 孵化直後의 仔魚는 全長이 6.0~6.9 *mm* (平均 6.5 *mm*, n=4)이고, 머리와 몸통이 두껍고 둥글며 꼬리는 측편되어 있어 마치 올챙이와 같은 體形을 나타낸다. 가슴지느러미가 크게 發達하여 있으며, 鰭條는 18개로 定數에 달해 있다. 腹部 아래에는 배지느러미가 변형된 吸盤이 形成되어 있어 孵化仔魚는 이 吸盤을 사용하여 水槽壁에 붙어 있다. 吸盤의 直徑은 약 1 *mm*이며 안쪽에 배지느러미의 鰭條 5개가 形成되어 있다. 제1등지느러미가시가 突起모양으로 2~3개 나타나며 등쪽 막지느러미가 시작되는 부분의 바로 앞쪽에 위치한다. 몸통의 筋節은 黑色素胞로 인하여 헤아리기가 곤란하였으며 꼬리의 筋節은 16~17개이다. 黑色素胞는 個體에 따라 나타나는 양상이 다양하며 띠를 이루고 있는 個體도 있고, 눈의 윗쪽, 頭頂部와 몸통 배쪽에만 分布하며, 꼬리에는 전혀 나타나지 않는다. 卵黃과 油球는 가지고 있으며, 콧구멍은 둥근形態로 존재한다(Pl. Ⅱ, U_1, U_2, U_3).

孵化後 4일째의 仔魚는 全長이 6.7 *mm* 로서 脊索말단이 약간 위로 휘어져 있으며, 그 아래 尾骨이 發達하기 시작하고 5개의 꼬리지느러미줄기가 나타난다. 제2등지느러미줄기와 뒷지느러미줄기도 각각 8개, 5개씩 나타나며 尾柄部의 막지느러미는 약간 잘록해져 있다. 콧구멍은 가운데 부분이 오목하게 들어가서 2개로 나누어지는 중이며 윗턱에 날카로운 이빨이 나타나 있다. 꼬리부분에 黑色素胞가 나타나는 個體도 있다(Pl. Ⅱ, V). 꼬리부분의 黑色素胞는 꼬리의 4번째 筋節과 11~13번째 筋節위에 모여 나타나는데 孵化後 9日이 지나면(全長 7.0 *mm* 이상 개체) 모든 個體에 나타난다.

孵化後 10日째의 仔魚는 全長이 7.8 *mm* 로서 卵黃을 모두 吸收하였으며, 아가미구멍은 아래쪽에서부터 몸통부분과 융합되기 시작한다.

孵化後 17日째의 仔魚는 全長이 9.1 *mm* 로서 제1등지느러미의 가시가 5개 나타나 있고, 제2등지느러미와 뒷지느러미의 形態가 갖추어지며 鰭條가 각각 10개, 8개 形成된다. 막지느러미는 尾柄部에만 조금 남아 있으며, 꼬리지느러미는 10(5+5)개의 鰭條가 發達하고 각각의 鰭條는 4~5개의 마디를 갖고 있다. 콧구멍은 2개로 나누어져 있고 아가미구멍은 가슴지느러미의 기저 윗부분에만 열려 있다. 꼬리지느러미의 기저부분에 밀집해 있는 黑色素胞는 띠를 形成하며, 윗입술과 꼬리의 1~4번째 筋節위에도 黑色素胞가 나타난다(Pl. Ⅱ, W). 孵化後 20日경에는 黑色素胞가 꼬리의 體側中央을 따라 發達하며 30日경에는 각 지느러미줄기가 完成되고 제1등지느러미가시가 소실되어 稚魚期에 이른다.

稚魚 : 孵化後 31日째의 稚魚는 全長이 10.6 *mm* 로서 제2등지느러미 鰭條가 10~11개, 뒷지느러미鰭條가 8~9개, 꼬리지느러미鰭條가 10개로서 定數에 달해 있다. 黑色素胞는 주둥이에도 發達하여 頭部와 몸통은 전체적으로 검게 나타나며, 꼬리에는 體側中央을 따라 띠를 이루고 있고. 등지느러미 기저에도 2개의 黑色素胞 덩이가 나타난다(Pl. Ⅲ, X).

孵化後 105日째의 稚魚는 全長이 15.4~17.5 *mm* 로 成長하며, 꼬리가 짧아져 成魚와 비슷한 體形을 나타낸다. 몸 전체에 黑色素胞가 發達하여 검게 보이며, 가슴, 등, 꼬리지느러미의 줄기를 따라 黑色素胞가 發達해 있다(Pl. Ⅲ, Y_1, Y_2, Y_3).

考　　察

뚝지를 包含한 도치科(Cyclopteridae)에 속하는 魚類는 대부분이 産卵數가 적으며, 卵은 軟體動物의 껍질이나 海藻에 붙여서 숨기거나 어미가 保護하는 習性을 지니고 있다(Able *et al*, 1984). 우리나라에 報告된 도치科魚類는 도치, 골린어, 우릉성치의 도치亞科(Cyclopterinae)와 뚝지의 뚝지亞科(Liparopsinae)로 나누어지며 모두 冷水性魚類로 알려져 있다(鄭, 1977).

뚝지의 卵徑은 2.28~2.36 *mm*(平均 2.34 *mm*)로서 Kyûshin(1975)에 의한 報告(2.32~2.42 *mm*)와 거의 일치하고 있으며, 같은 도치科에 속하는 *Cyclopterus lumpus* 의 2.2~2.7 *mm*(Able *et al*, 1984)와 비슷하고, 꼼치의 1.68~1.78 *mm*(金 등, 1986), 미거지의 1.55~1.65 *mm*(金 등, 1986)에 비해서는 크다. 또 뚝지의 卵이 유백색을 띠는데 비해서 미거지의 卵은 담황색을 띠므로 같은 時期에 東海岸에서 産卵하는 뚝지와 미거지의 卵은 色뿐만 아니라 그 크기로도 구별이 가능하다고 생각된다.

卵發生過程은 꼼치, 미거지(金 등, 1986)의 경우와 매우 유사하지만 孵化에 가까워진 卵內胚體의 黑色素胞 發達部位, 腹部吸盤形成 有無에 差異가 있다. 즉, 뚝지의 경우 孵化에 가까워진 胚體의 腹部에는 배지느러미가 變形된 吸盤이 形成되어 있으며 頭頂部와 腹部에 많은 黑色素胞가 發達하여 있으나, 미거지, 꼼치(金 등, 1986)의 경우 배지느러미는 形成되어 있지 않으며 頭頂部에는 黑色素胞가 發達하지 않는다. 또 도치(Able *et al*, 1984)는 뚝지와 마찬가지로 孵化前에 吸盤을 形成하지만, 뚝지의 경우, 꼬리에는 黑色素胞가 發達하지 않는데 비하여 도치의 卵內 胚體는 꼬리에도 黑色素胞가 밀집되어 있는 것으로 뚝지의 卵과는 구별된다.

뚝지의 卵은 平均水溫 9.3°C 에서 孵化까지 31日이 소요되어 積算溫度는 289°C 였는데, 이는 미거지의 282°C(金 등, 1986)와 비슷하며 같은 겨울철 産卵種인 쥐노래미의 390~455°C(松永 등, 1974)에 비해서는 孵化까지 소요되는 時間이 짧은 것으로 나타났다.

도치科(Cyclopteridae)는 제1등지느러미의 有無에 따라 2亞科 즉, 제1등지느르미를 갖고 있는 도치亞科(Cyclopterinae), 갖고 있지않는 뚝지亞科(Liparopsinae)로 나누는데(鄭, 1977), 뚝지의 孵化仔魚는 成魚에서는 볼 수 없는 2~3개의 돌기모양의 제1등지느러미 가시를 가지고 있으며, 이것은 孵化後 17日째까지 5개로 發達하였다가 稚魚期로 들어가는 30日경에 소실되었다. 이와 같이 뚝지의 成魚에는 없는 제1등지느러미 가시가 仔魚期에만 존재하는 것은 뚝지亞科와 도치亞科의 仔魚分類에 있어서 고려하여야 할 중요한 形質로 생각되어지며, 두 亞科魚類의 類緣關係를 나타내는 形質로 생각된다.

뚝지의 孵化仔魚는 가슴지느러미가 크게 發達되어 있는 점, 머리와 몸통이 큰 점이 미거지나 꼼치(金 등, 1986)의 仔魚와 닮은 점이나 腹部에 吸盤이 形成되어 있는 점은 孵化後 일정기간이 지나 全長 10 *mm* 경에 吸盤이 나타나는 미거지나 꼼치(Okiyama, 1983)의 孵化仔魚에서는 볼 수 없었던 큰 차이점이었다.

이외 吸盤을 形成하는 도치科 魚類中에서 뚝지 외에 도치, 우릉성치, 골린어의 孵化仔魚에 대한 상세한 報告는 아직 없어 比較가 곤란하였으며, 앞으로 이들 魚類의 分類形質로서 黑色素胞의 位置, 形態, 吸盤의 形成時期 및 形態 등에 대한 比較研究가 필요하다고 생각된다.

要　　約

1960年 1月 16일 江原道 溟州郡 玉溪面 金津三里 앞 500 *m* 海上에서 三重刺網으로 採捕한 뚝지를 使用하여 船上에서 人工受精시킨 후 實驗室로 運搬 사육하면서 卵發生過程 및 仔稚魚의 形態에 대하여 觀察한 結果를 要約하면 다음과 같다.

受精卵은 卵徑이 2.28~2.36 *mm* 로서 淡乳白色을 띤 球形의 沈性粘着卵이다.

水槽內의 飼育水溫은 7.5~21.4°C 범위였으며 受精後 725時間만에 孵化하였다.

孵化直後의 仔魚는 全長이 6.0~6.9 *mm* 로서 머리와 몸통이 크며, 배지느러미가 변형된 吸盤이 形成되어 있고 수많은 黑色素胞가 머리와 몸통부분에 發達한다.

孵化後 17日째의 仔魚를 全長이 9.1 *mm* 이며 아가미구멍은 가슴지느러미 기저 윗부분을 제외하고는 융합되어 있고, 꼬리위에도 黑色素胞가 나타난다.

孵化後 31日째의 仔魚는 全長이 10.6 *mm* 로서 각지느러미 鰭條數가 定數에 달하여 稚魚로 되며, 제1등지느러미 가시는 소실된다.

孵化後 105日째의 稚魚는 全長이 15.4~17.5 *mm* 이다.

文　　獻

Able, K.W. and J.A. Musick. 1976. Life history, ecology, and behavior of *Liparis inquilinus* (Pisces : Cyclopteridae) associated with the sea scallop, *Placopecten magellanicus*. Fish. Bull. 74(2), 409—421.

Able, K.W., Markle, D.F. and M.P. Fahay. 1984. Ontogeny and systematics of fishes. Allen Press Inc., Lawrence. USA, 428—437.

鄭文基. 1977. 韓國魚圖譜. 一志社, 서울, p.727.

金容億·朴洋成·明正求. 1986. 미거지의 卵發生과 孵化仔魚. 韓水誌 19(4), 368—374.

_____·_____·_____, 1986. 끔치의 卵發生과 孵化仔魚. 韓水誌 19(4), 380—386.

Kjörsvik, E., Davenport, J. and S. Lönning. 1984. Osmotic changes during the development of eggs and larvae of the lumpsucker, *Cyclopterus lumpus* L. J. Fish Biol., 24, 311—321.

Kyûshin, K. 1975. The embryonic and larval development, growth, survival and changes in body form, and the effect of temperature on these characteristics of the smooth lumpsucker, *Aptocyclus ventricosus* (Pallas). Bull. Fac. Fish. Hokkaido univ, 26(1), 49—72.

松永 繁·山崎哲男·山田拓治. 1974. アイナメの採卵と仔魚飼育について. 栽培技研, 3(1). 61—69.

Okiyama, M. 1983. Nanuals for the larval fish taxonomy(10), Scorpaeniform larvae and floating adaptation. Aquabiol, 25(Vol. 5-No. 2), 111—118.

Park, E.H. and D.S. Kim. 1984. A procedure for staining cartilage and bone of whole vertebrate larvae white rendering all other tissues transparent. Stain Technol., 59(5), 269—272.

Explanation of Plate

Plate I

The eggs development of *Aptocyclus ventricosus* (Pallas).

A. 4 cells stage, 10 hrs. after fertilization.
B. 8 cells stage, 14 hrs. after fertilization.
C. 16 cells stage, 15 hrs. after fertilization.
D. 32 cells stage, 16 hrs. after fertilization.
E. Morula stage, 18 hrs. after fertilization.
F. Pregastrula stage, 39 hrs. after fertilization.
G. Postgastrula stage, 78 hrs. after fertilization.
H. Formation of embryo, 100 hrs. after fertilization.
I. Appearance of optic vesicles, 112 hrs. after fertilization.
J. 6 myotomes stage, formation of Kupffer's vesicle, closure of blastopore, 124 hrs. after fertilization.
K. 13 myotomes stage, formation of eye lens, 148 hrs. after fertilization.
L. Appearance of auditory vesicles, disappearance of Kupffer's vesicle, 158 hrs. after fertilization.
M. 23-25 myotomes stage, 170 hrs. after fertilization.
N. Specialization of heart, 184 hrs. after fertilization.
O. 32 myotomes stage, 225 hrs. after fertilizaion.
P. The eyes have darkened completely, 292 hrs. after fertilization.
Q. Mouth opening, appearance of melanopore on the head, 364 hrs. after fertilization.
R. Many melanopores appeared on the yolk, 484 hrs. after fertilization.
S. Embryo surrounding nearly a circle, 580 hrs. after fertilization.
T. Development of the sucking disk, 676 hrs. after fertilization.

Plate II

The larvae of *Aptocyclus ventricosus* (Pallas).

U_1. Hatched larva, 6.0 *mm* in total length, 725 hrs. after fertilization.
U_2. Dorsal view of U_1.
U_3. Ventral view of U_1.
V. Larva, 4 days after hatching, 6.7 *mm* in total length.
W. Larva, 17 days after hatching, 9.1 *mm* in total length.
Scale bars : 1 *mm*.

Plate III

The juveniles of *Aptocyclus ventricosus* (Pallas).

X. Juvenile, 31 days after hatching, 10.6 *mm* in total length.
Y_1. Juvenile, 105 days after hatching, 17.5 *mm* in total length.
Y_2. Dorsal view of Y_1.
Y_3. Ventral view of Y_1.
Scale bars : 1 *mm*.

Plate I

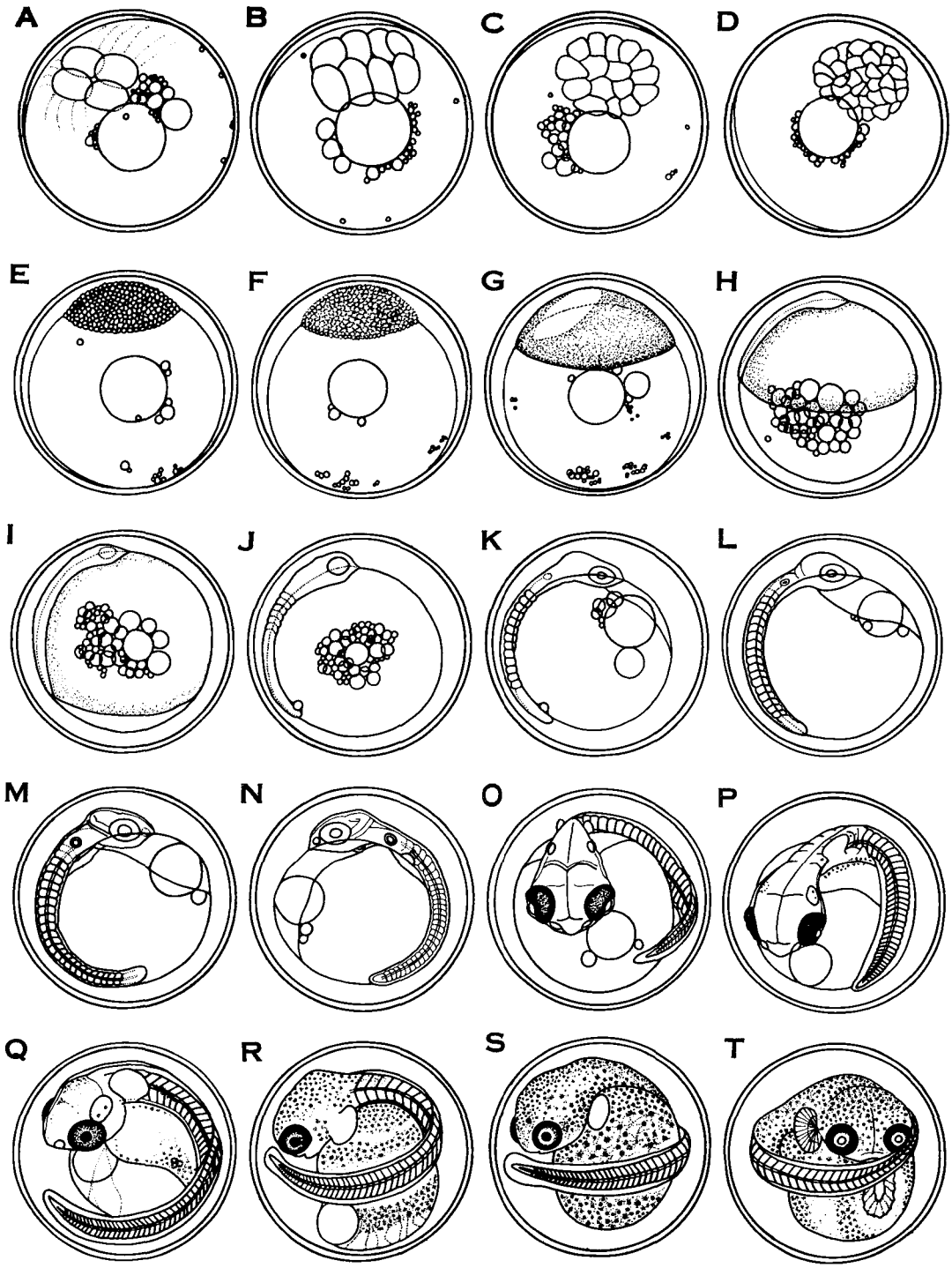


Plate Ⅱ

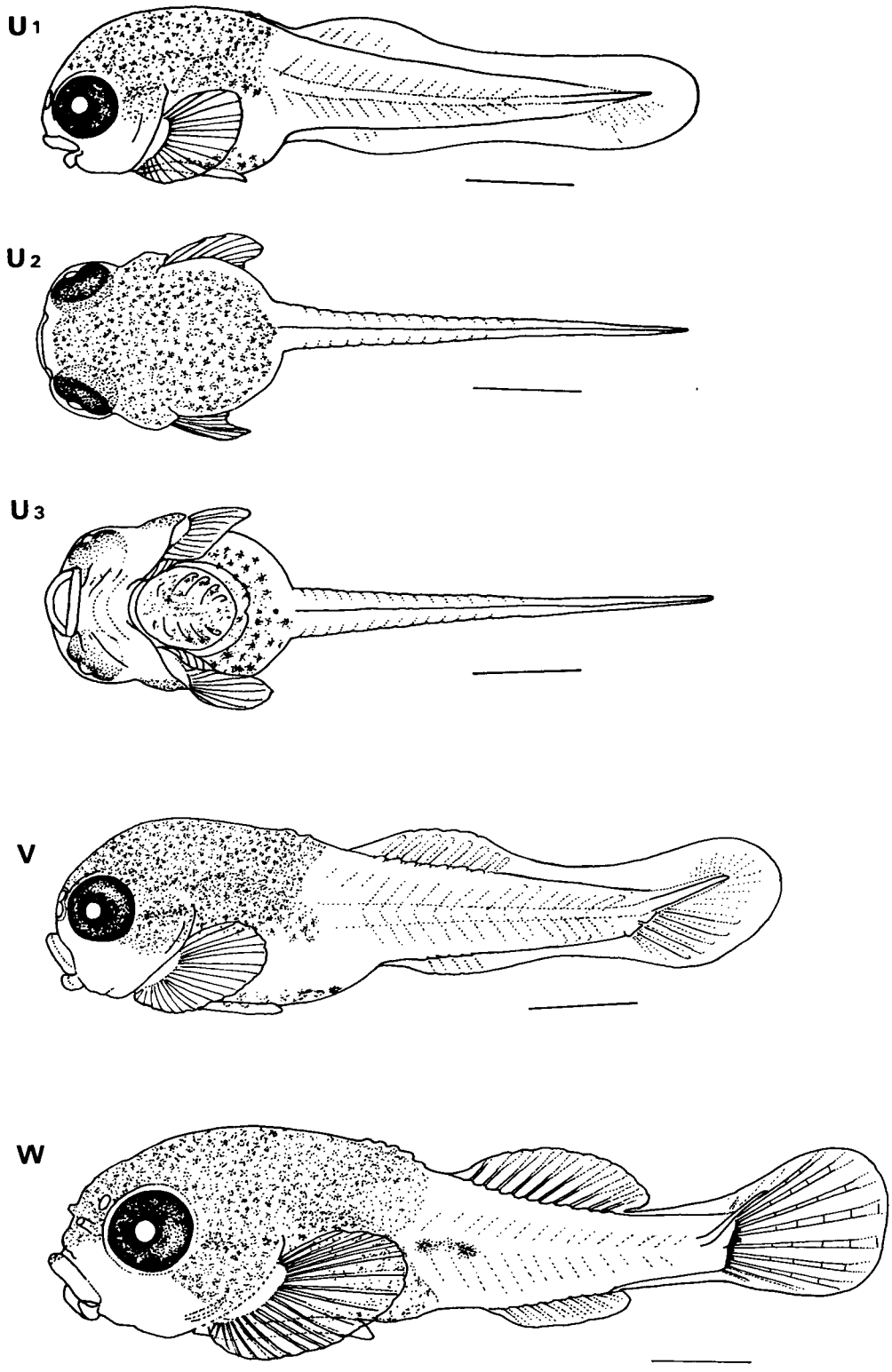
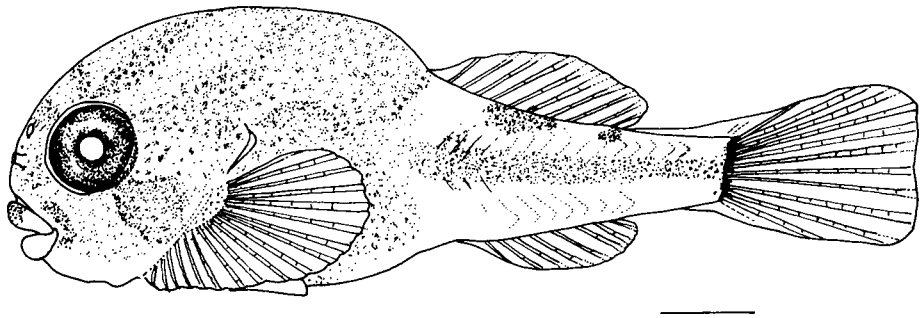
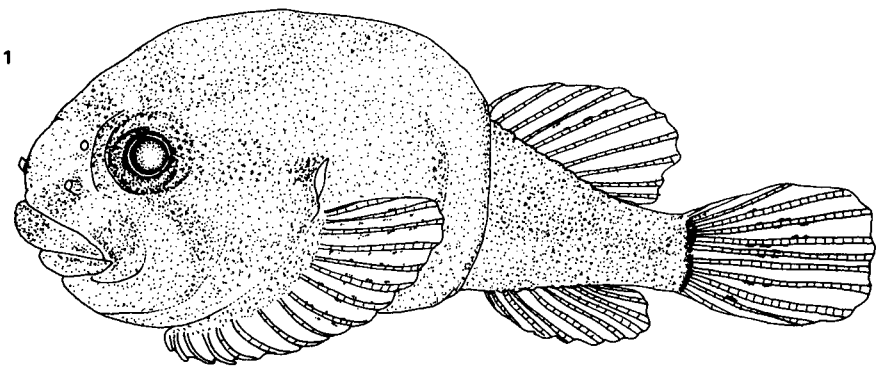


Plate Ⅱ

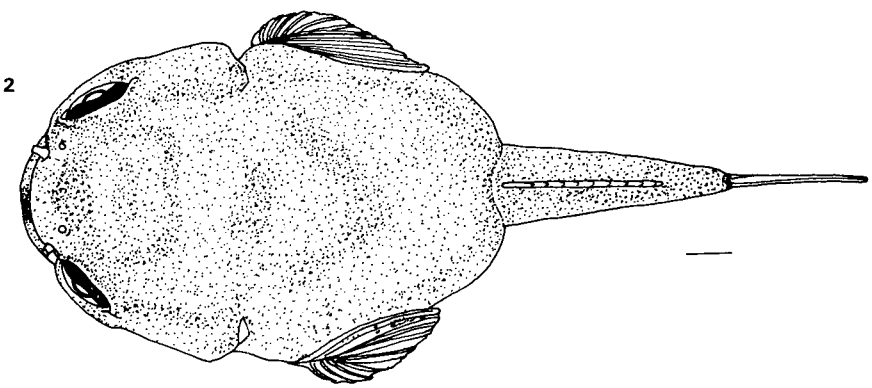
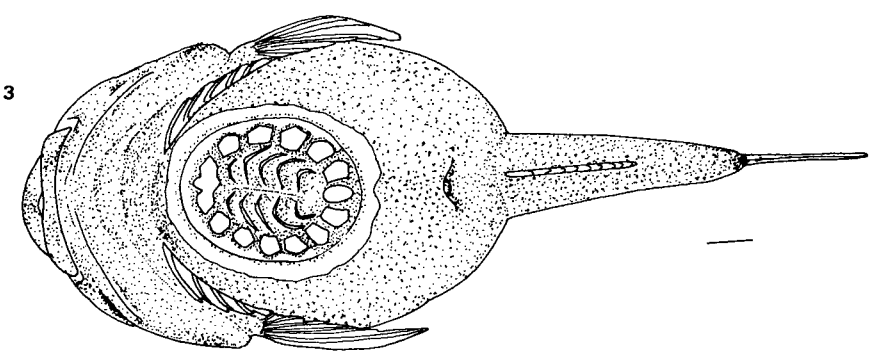
X



Y_1



Y_2



Y_3