

Bluegill의 卵發生과 仔稚魚

金 容 億 · 朴 洋 成

釜山水產大學 資源生物學科

(1986년 10월 10일 수리)

Development of Eggs, Larvae and Juveniles of Bluegill, *Lepomis macrochirus* RAFINESQUE

Yong Uk KIM and Yang Sung PARK

Department of Marine Biology, National Fisheries University of Pusan,

Nam-gu, Pusan 608, Korea

(Received October 10, 1986)

Bluegill, *Lepomis macrochirus* RAFINESQUE, has bred widely in the various districts of Korea since the Office of Fishery transplanted it into our country from Japan in December, 1969.

On August 17, 24 in 1985, bluegill were caught in the reservoir of Habuk-Myon, Yangsan-Gun, Kyöngsangam-Do, Korea. They spawned in the rearing aquarium on July 13 and August 2 in 1986. The eggs of this species are adhesive and demersal. The size of the egg diameters were varied from 1.18 to 1.30 mm. Hatching took place in 40 hours after fertilization at the water temperature of 24.3-25.4°C.

The newly hatched larvae were 3.75-4.05 mm in total length possessing yolk sac, and 29-30 mytomes. Many melanophores were evenly distributed on the entire body. Ten days after hatching, the postlarvae attained 6.05-6.35 mm in total length. The yolk sac was completely absorbed and the width of the pectoral finfold had reached the maximum size. One month fifteen days after hatching, the juvenile attained 25.20 mm in total length.

緒 論

Bluegill, *Lepomis macrochirus* 은 농어목(Percida), 검정우럭과(Centrarchidae)에 속하는 北美原産의 淡水魚로서, Canada 와 美國의 5大湖, 미시시피江의 西部各州의 淡水域에 널리 分布하며, 우리 나라에는 1969년에 日本으로부터 導入되어 繁殖되고 있다(鄭, 1977).

Bluegill은 成長이 나쁜 점을 除外하면, 繁殖力이 旺盛하며, 飼育하기 쉽기 때문에 日本에서는 魚類의 標準實驗動物로서 使用되고 있으며(Thakur et al., 1971), 食用으로서도 맛이 있어 産業의으로도 期待되는 魚種이다(赤崎 등, 1970).

Bluegill에 關한 研究로는 *Lepomis gibbosus* 와의 生殖의 隔離(Clark and Keenleyside, 1967), 産卵과 卵

發生(赤崎 등, 1970), 卵內發生과 稚仔의 成長(中村 등, 1971), 骨骼에 關한 研究(Thakur et al., 1971), 비늘形成年代와 年齡成長法間의 關係(Hudson and Bulow, 1984) 등이 報告되어 있으나 仔稚魚의 成長에 따른 形態變化에 關한 詳細한 報告는 거의 되어 있지 않다.

著者 등은 慶尙南道 梁山郡 下北面에 位置한 貯水池에서 낚시로 採集한 bluegill 親魚를 室內飼育水槽에서 飼育하던 中 自然産卵에 의한 卵發生過程과 孵化仔魚의 成長에 따른 形態變化에 대해서 觀察할 수 있었기에 報告하는 바이다.

材料 및 方法

實驗에 使用된 材料는 1985年 8月 17日과 24日에 慶

尚南道 梁山郡 下北面 지내마을(Fig. 1)에 위치한 貯水池에서 낚시에 의해 採捕된 親魚들을 모래와 자갈로 低面濾過裝置가 된 飼育水槽(85×43×45 cm)에서 配合飼料를 投餌하며 飼育해 오던 中 雌雄 1쌍(♀全長: 112 mm, ♂全長: 145 mm)이 1986年 7月 13日, 8月 2日의 2次에 걸쳐 自然產卵하였다. 產卵된 受精卵은 아크릴水槽(47×25×23 cm)와 圓型유리水槽(φ 24×17 cm)에 옮겨 飼育하였다.

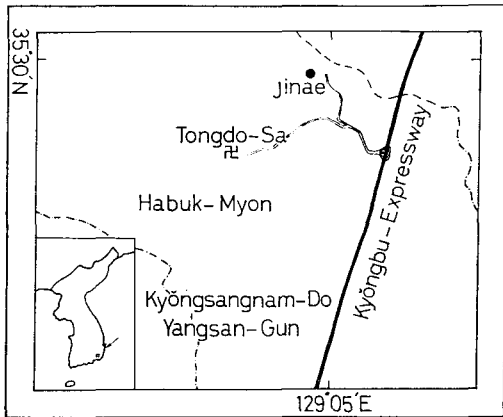


Fig. 1 Map showing the sampling station.

實驗期間中 水溫範圍(1次 基準)는 24.3~27.8°C (平均 25.9°C)였고, 飼育用水는 每日 1/3씩 換水하였으며, 孵化仔魚의 먹이로는 rotifer와 copepod 등을 供給하였다.

發生中인 卵은 立體解剖顯微鏡을 使用하여 觀察하였으며, 孵化한 仔魚는 얼음으로 痲醉시켜 立體解剖顯微鏡과 萬能透影機를 使用하여 觀察·스케치하였다.

結 果

飼育水槽內에서의 親魚의 產卵行動과 自然產卵된 受精卵의 卵內發生過程 및 孵化仔魚의 發育에 따른 形態의 變化를 觀察한 結果는 다음과 같다.

親魚의 產卵行動: 產卵을 하기 위하여 Bluegill 수컷은 飼育水槽內의 한쪽 구석에 입과 꼬리지느러미를 使用하여 모래와 자갈을 파서 直徑 約 20 cm, 깊이 5 cm 程度의 둥근 절구型의 產卵床(Pl. I, B)을 만든 後 產卵할 암컷을 쫓아 產卵床쪽으로 誘導해 간다(Pl. I, C). 수컷이 產卵床 中央에 머무르고 있는 암컷의 肚를 旋回하면(Pl. I, D), 암컷은 몸을 가로로 하여 누워서 生殖孔을 수컷의 腹部에 密着시킨 채로 돈다(Pl. I, E). 이렇게 수컷이 암컷의 肚를

돌면서 암컷의 水平產卵運動을 여러 번 되풀이하게 하면 암컷은 수컷과 腹部를 密着시킨채로 돌면서 放卵放精을 계속하는데, 產卵에 所要된 時間은 約 20分程度였다. 產卵이 끝나고 나면 수컷은 產卵床 주위를 떠돌면서 卵을 끄집어내기 위해 손을 넣으면 손을 쫓는 등, 다른 個體들이 接近하지 못하게 하여 卵이 孵化할 때까지 保護한다(Pl. I, F).

受精卵: 受精卵은 卵徑이 1.18~1.30 mm(平均 1.23 mm, n=40)(Fig. 2)로서, 付着糸 등의 附屬物은 없으며, 卵表面은 두껍고 粘着性이 강한 卵膜으로 덮여 있다. 卵黃은 약간 淡黃色을 띠고, 油球徑이 0.4 mm 인 한 개의 커다란 油球를 지니며, 거의 球形에 가까운 無色透明한 分離沈性粘着卵이다.

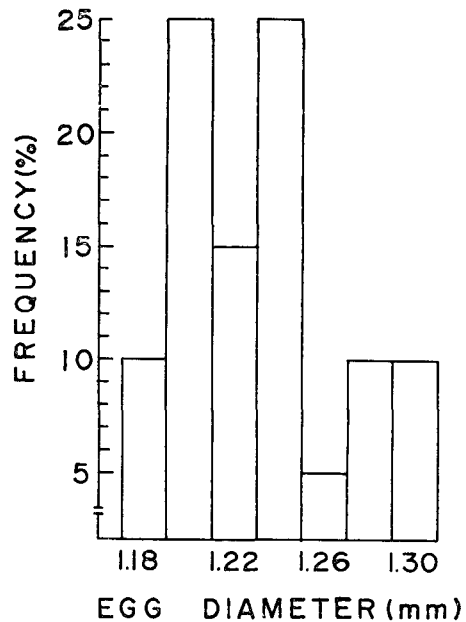


Fig. 2. Frequency distribution of egg diameters of *Lepomis macrochirus*.

卵內發生: 受精後 20分만에 胚盤形成이 完了되며(Pl. II, A), 이후 32細胞期까지는 15~20分 間隔으로 發生이 進行된다. 즉, 受精後 35分만에 胚盤은 分割되어 2細胞期에 달하며(Pl. II, B), 50分後에 第1卵割溝와 直角으로 分割이 일어나서 4細胞期로 되며(Pl. II, C), 1時間 10分 後에는 8細胞期(Pl. II, D), 1時間 30分 後에는 16細胞期(Pl. II, E), 1時間 50分 後에는 32細胞期에 달한다(Pl. II, F). 이후 계속 分裂하여 受精後 2時間 30分만에 桑實胚期에 달하고(Pl. II, G), 그로부터 3時間이 지난 受精後 5時間 30分만에 胞胚

期에 달하게 된다(Pl. II, H). 受精後 8時間 30분에 割球는 더욱 작아지고 胚盤은 차츰 卵黃을 덮어내려와 胚環을 形成하는 囊胚期에 이른다(Pl. II, I). 受精後 11時間 30分後에는 胚盤이 卵黃의 約 1/2을 덮어 내려오며(Pl. II, J), 13時間 後에는 卵黃 위에 胚體가 形成되어 엷게 나타난다(Pl. II, K). 受精後 15時間에 이르러 原口가 閉鎖되고 胚體의 輪廓이 뚜렷해진다(Pl. II, L).

受精後 16時間 30분이 지나면 4개의 筋節이 생기고, 17時間 後에는 頭部가 發達하며, 眼胞가 形成된다(Pl. II, M). 이어 계속 發生이 進行되어 受精後 19時間에 Kupffer氏胞가 出現하여 筋節이 10개로 增加하고 胚體가 卵黃의 約 1/2을 둘러싼다(Pl. II, N). 受精後 27時間만에 눈에 lens가 생기고, 鼻孔도 形成되며, 眼胞 뒷쪽에 耳胞가 생긴다. 心臟이 頭部 뒷쪽 아래에 分化하며, Kupffer氏胞가 사라진다. 이 段階에서 胚體는 가끔씩 몸을 움직이며, 筋節數는 23~24개가 된다(Pl. II, O). 受精後 30時間이 지나면서 耳胞에 耳石이 생기고 腦의 分化가 完了되며, 心臟이 搏動한다. 尾部가 卵黃으로부터 떨어지고, 胚體는 자주 꿈틀거리며, 筋節數는 27~28개가 된다(Pl. II, P). 受精後 35時間에 卵黃 앞, 아랫쪽으로 腸下卵黃靜脈이 흐르며, 脊索아래를 따라서도 血液이 흐르고, 胚體가 卵黃을 거의 한바퀴 감싼다. 이때 筋節數는 30개이다(Pl. III, Q). 受精後 39時間에 이르러 막지느러미가 상당히 發達하고, 몸 全體를 심하게 움직이며 孵化直前에 到達한다(Pl. III, R). 受精後 40時間을 前後하여 卵의 한쪽이 불룩하게 隆起하며 胚體의 움직임을 위해 그 부분이 破壞되어 孵化되어 나온다.

前期仔魚: 孵化直後의 仔魚는 全長이 3.75~4.05 mm(平均 3.94 mm, n=10)로서 無色透明하고, 色素胞는 出現하지 않으며, 입과 肛門도 아직 열려있지 않다. 長徑 1.06 mm, 短徑 0.72 mm의 卵黃이 腹部에 남아 있으며, 卵黃 뒷쪽에 直徑 0.4 mm의 큰 油球 1개가 存在하고, 卵黃 등쪽에 가슴지느러미의 原基가 나타난다. 筋節數는 10~11+19=29~30개이며, 막지느러미는 다소 넓게 發達하고, 이들은 飼育水槽 바닥에 가로로 누운 狀態로 있으며 가끔씩 울쟁이처럼 헤엄친다(Pl. III, L₁).

孵化後 1日째의 仔魚는 全長이 4.28~4.50 mm(平均 4.40 mm, n=10)로서 눈가에 黑色素胞가 着色되기 시작하며, 膜狀의 가슴지느러미가 發達하기 시작한다. 消化管이 發達하며, 肛門이 열린다. 腹部의 卵黃은 큰 變化가 없으며, 油球는 약간만 줄어들었

다(Pl. III L₂). 孵化後 3日째의 仔魚는 全長이 4.5~4.9 mm(平均 4.73 mm, n=10)로서 입이 열려있으며, 頭部도 상당히 發達하고, 눈에는 黑色素胞가 거의 완전히 着色되었다. 腹腔등쪽에 부레가 分化하며 膜狀의 가슴지느러미도 크게 發達한다. 黑色素胞가 처음으로 꼬리부분에서 막지느러미와의 境界部의 正中線을 따라 15~16개 나타나며 卵黃에 4~5개, 腹腔등쪽에 12개, 消化管 뒷쪽에도 4~5개가 出現한다. 이 段階의 仔魚는 자주 水平游泳을 하는데, 아직 완전한 游泳能力을 지니고 있지 않다(Pl. III, L₃). 孵化 5日째의 仔魚는 全長이 5.18~5.30 mm(平均 5.22 mm, n=10)로서 눈의 虹胞層이 구아닌色素에 의해 銀白色을 띠며, 耳胞도 상당히 커진다. 卵黃은 腹部에 약간 남아 있으며, 부레도 發達하여 등쪽으로부터 黑色素胞로 덮여진다. 黑色素胞가 體側 正中線에 2~3개, 腹部 아랫쪽에 12~13개 程度 나타나며, 꼬리 끝부분의 등, 배쪽의 막지느러미와의 境界上에도 出現한다. 이 段階의 仔魚는 游泳能力을 갖추고 浮上하여 水槽의 中層을 活潑하게 游泳한다(Pl. III, L₄).

後期仔魚: 孵化 10日째의 仔魚는 全長이 6.05~6.35 mm(平均 6.20 mm, n=6)로서 卵黃이 完全히 吸收되고 消化管內에는 먹이를 攝餌한 것이 뚜렷이 보이며, 곤창자의 運動도 活潑하다. 膜狀의 가슴지느러미가 最大로 發達하며, 아랫턱과 耳胞아래에 數個의 黑色素胞가 나타난다(Pl. IV, L₅). 孵化 16日째의 仔魚는 全長이 6.80 mm로서 막지느러미가 상당히 줄어들고, 등, 뒷지느러미가 생길 부분의 막지느러미가 隆起하며, 꼬리지느러미 鱗條 10~11개가 分化한다. 腹腔등쪽의 부레도 훨씬 커지며, 꼬리지느러미의 基底에 5~6개 程度의 黑色素胞가 發達한다(Pl. IV L₆). 孵化後 20日째의 仔魚는 全長이 8.0 mm로서 脊索끝이 위로 휘어져 發達하며, 꼬리지느러미의 鱗條 15(8+7)개가 分化하고 2개의 마디가 생기며, 등, 뒷지느러미의 鱗條原基가 나타난다. 꼬리자루부분의 막지느러미는 完全히 消失되며, 中腦부분, 耳胞아랫쪽, 體側의 側線을 따라, 筋節上, 뒷지느러미 鱗條原基 위에 黑色素胞가 發達한다(Pl. IV, L₇).

孵化後 24日째의 仔魚는 全長이 8.4 mm로서 등지느러미에 9~10개, 뒷지느러미에 8~9개, 가슴지느러미에 6개, 꼬리지느러미에 9+8~9=17~18개의 鱗條가 分化한다. 꼬리지느러미 後緣 中央部가 灣入하고 뒷지느러미 基底, 꼬리지느러미 鱗條와 基底上에도 黑色素胞가 發達하며, Copepod와 *Daphnia* sp. 幼生을 攝餌하며 水槽의 中下層을 活潑하게 游泳한다(Pl.

IV, L₃). 孵化後 30日째의 仔魚는 全長이 9.2 mm 에 達하며, 등지느러미에 12개, 뒷지느러미에 11개, 가슴지느러미에 10개의 鱗條가 分化하며, 腹部 아랫쪽에 배지느러미가 分化한다. 등, 뒷지느러미는 더욱 發達하며 腹腔 등쪽의 부레도 상당히 크게 發達한다 (Pl. IV L₉).

孵化後 45日째의 仔魚는 全長이 25.2 mm 로서 D. X, 12, A. III, 11, V. I, 5, P. 13~14, C. 18로 모든 지느러미 줄기數가 定數에 달하여 稚魚期로 移行하며, 體側에 비늘이 形成되고, 등지느러미와 뒷지느러미 위에도 黑色素胞가 分布한다(Pl. IV L₁₀).

考 察

Bluegill은 産卵期가 되면 꼬리지느러미를 使用하여 産卵床을 만드는데(中村 등, 1969), 本 實驗에서는 입을 使用하여 작은 자갈을 밀어내는 行動도 觀察되었다. 赤崎 등(1970)에 의하면 産卵初期에는 아침에 産卵을 行하고, 高水溫이거나 産卵後期에는 낮이나 저녁에 産卵하며, 産卵時에 産卵床內에 2尾의 암컷이 함께 들어가서 産卵하는 境遇도 있다고 하였는데, 本 觀察에서도 午後 2時頃에 産卵을 行하였으나, 産卵床內에 2尾의 암컷이 함께 들어가서 産卵하는 境遇는 볼 수 없었다.

本 實驗에서 觀察된 受精卵은 無色透明하며 거의 球形에 가까운 分離沈性粘着卵으로 卵徑이 1.18~1.30 mm(平均 1.23 mm)로서 赤崎 등(1970)의 1.1~1.3 mm(平均 1.2 um), 中村 등(1971)의 1.23 mm 와 거의 같았다.

孵化에 所要된 時間은 水溫 24.4°C 에서 40時間으로서 中村 등(1971)의 24.5°C 에서 37時間과는 거의 비슷하나, 赤崎 등(1970)의 21~22°C 에서의 47時間 45分보다는 빠른 편인데, 이것은 飼育水溫의 差異 때문인 것으로 생각되며, 치리(金·金, 1984)의 23.5~25.0°C 에서 29時間 30分, 흰줄납줄개(Makeyeva, 1985)의 25~26°C 에서 24時間 보다는 늦으며, 쌀종개(森内·道津, 1973)의 23.7~28.5°C 에서 數日間, 물개屬 *Gnathopogon elongatus caeruleus*(Nakamura, 1949)의 23~25°C 에서 5日보다는 빠른편으로 種 및 水溫에 따라 差異가 있음을 알 수 있다.

孵化直後の 仔魚의 全長은 3.75~4.05 mm 로서 赤崎 등(1970)의 2.80~3.47 mm, 中村 등(1971)의 3.23 mm 보다는 다소 커서 差異가 있는데 이는 地域 및 實驗에 使用된 親魚 크기의 差異에서 생기는 結果라고 생각된다.

黑色素胞의 出現時期는 초어(Inaba et al., 1957)와 납자루屬 *Acheilognathus moriokae*(Nakamura, 1969)의 경우, 눈의 虹彩에 淡黑色素가 着色되는 時期와 같은데, bluegill은 쌀종개(森内·道津, 1973), 흰줄납줄개(金·朴, 1985), 물개屬 *Gnathopogon elongatus caeruleus*(Nakamura, 1949) 등, 一般的인 淡水沈性卵을 낳는 魚類와 마찬가지로 눈의 虹彩에 淡黑色素가 着色된 後에 나타난다.

一般的으로 沈性卵의 産卵場은 浮性卵의 産卵場에 비하여 훨씬 多樣하여 附着媒體의 種類, 鹽分濃度, 水流, 濁度, 水深, 溶存酸素量 등이 魚種에 따라 크게 다르기 때문에 孵化直後 仔魚의 發達程度도 種에 따라서 상당히 다를 것으로 생각된다. bluegill의 孵化直後の 仔魚는 입과 肛門이 열리지 않고 色素胞도 나타나지 않는 등 器管이 상당히 未分化된 狀態로 孵化가 되는데 本種과 産卵場이 비슷한 치리(金·金, 1984), 흰줄납줄개(金·朴, 1985)의 仔魚에서도 비슷한 現象을 볼 수 있다.

이와 같이 環境이 변하기 쉬운 沿岸水域이나 河川 등을 産卵場으로 하는 魚類들에 있어 消化管이 開口되지 않는 등 未分化된 狀態로 그 仔魚가 孵化되어 나오는 것은 다양한 環境에 일정기간 適應 후 攝餌 活動을 시작하는 種임을 나타내 주고 있다.

要 約

1985年 8月 17日과 24日에 慶尙南道 梁山郡 下北面 지내 마을에 위치한 貯水池에서 낚시에 의해 採捕된 bluegill을 實驗室內에 設置된 水槽에서 飼育하여 1986年 7月 13日, 8月 2日의 2次에 걸쳐 自然産卵된 것을 材料로 卵發生過程과 孵化仔魚를 觀察한 結果를 要約하면 다음과 같다.

受精卵은 卵徑이 1.18~1.30 mm 로서 無色透明하며, 거의 球形이고, 卵膜이 粘着性이 강한 分離沈性粘着卵이다.

飼育水溫 24.3~25.4°C(平均 24.7°C)에서 受精後 40時間만에 孵化하였다.

孵化直後の 仔魚는 全長이 3.75~4.05 mm(平均 3.94 mm)로서 卵黃 뒷쪽에 直徑 0.4 mm 의 큰 油球 1개가 存在하며, 色素胞은 아직 出現하지 않고 입과 肛門도 열려 있지 않다. 筋節數는 10~11+19=29~30 개이다.

孵化後 3日째의 仔魚는 全長이 4.5~4.9 mm(平均 4.73 mm)로서 입이 열리고, 黑色素胞가 처음으로 卵黃上, 막지느러미와의 境界部, 腹腔 등쪽, 消化管 뒷

쪽에 出現한다.

孵化後 10日째의 仔魚는 全長이 6.05~6.35 mm(平均 6.20 mm)로서 卵黃이 완전히 吸收되고, 곧창자의 運動이 活潑하다.

孵化後 45日째의 稚魚는 全長이 25.20 mm로서 D. X, 12, A. III, 11, V. I, 5, P. 13~14, C. 18로 모든 지느러미 줄기數가 定數에 달하며, 體側에 비늘도 形成된다.

文 獻

赤崎正人·松岡正浩·新崎勉. 1970. 블루ギルの産卵と卵發生. 水産増殖, 18(4), 191-199.

Clark, F. W. and M. H. A. Keenleyside. 1967. Reproductive isolation between the sunfish *Lepomis gibbosus* and *L. macrochirus*. J. Fish. Res. Bb. Canada, 24(3), 495-514.

Hudson, W. F. and F. J. Bulow. 1984. Relationship between squamation chronology of the bluegill, *Lepomis macrochirus* Rafinesque, and age-growth methods. J. Fish Biol., 24, 459-469.

Inaba, D., Nomura, M. and M. Nakamura, 1957. Preliminary report on the spawning of grass-carp and silver-carp in the Tone River, Japan and the development of their eggs. Jour. Tokyo Univ. Fish., 43(1), 81-96.

鄭文基. 1977. 韓國魚圖譜. 一志社. pp. 727.

金乙培·金榮吉. 1984. 치리(*Gultricolus eigenmanni*)의 形態 및 生活史에 關한 研究 I. 卵發生과 孵化仔魚에 對하여. 韓水誌, 17(2), 151-156.

金容億·朴洋成. 1985. 흰줄남줄개의 卵發生과 孵化仔魚. 韓水誌, 18(6), 586-593.

Makeyeva, A. P. 1976. Characteristics of the early developmental stages of a bitterling *Rhodeus ocellatus ocellatus* new to the ichthyofauna of the USSR. J. Ichthyol., 16(5), 756-767.

森内新二·道津喜衛. 1973. ゴンズイの産卵·仔稚魚の飼育. 長大水研報, 36, 7-12.

Nakamura, M. 1949. The life history of a cyprinid fish, *Gnathopogon elongatus caerulescens*(Sauvage) in Lake Biwa. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 15(2), 88-96.

Nakamura, M. 1969. Cyprinid fishes of Japan. Studies on the life history of cyprinid fishes of Japan. Res. Inst. for Natural Resources. Tokyo, pp. 455.

中村中六·笠原正五郎·矢田敏見. 1969. 實驗動物としてのブルーギルサンフィッシュに關する研究 I. 産卵習性について. 廣大水畜産學部紀要, 8(1), 1-11.

中村中六·笠原正五郎·矢田敏見. 1971. 實驗動物としてのブルーギルサンフィッシュに關する研究 II. 卵內發生と稚仔の成長. 廣大水留産學部紀要, 10, 139-151.

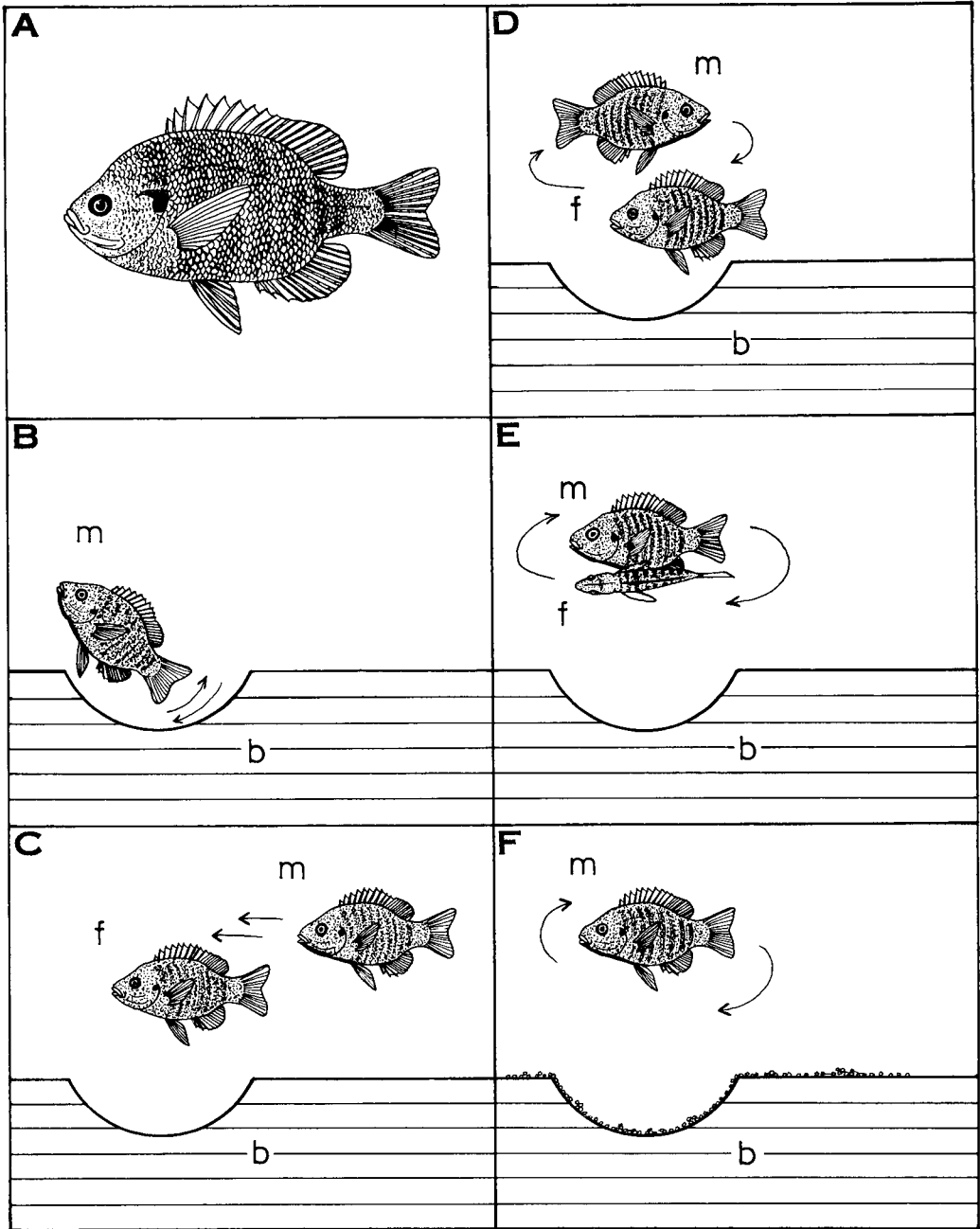
Schmittou, H. R. 1967. Sex ratios of bluegill in four populations. Trans. Am. Fish. Soc., 96(4), 420-421.

田中克. 1969. 仔魚の消化系の構造と機能に關する研究 I. 前期仔魚の消化系の發達. 魚雜, 16(1), 1-9.

Thakur, N. K., Takahashi, M. and S. Murachi. 1971. Osteology of bluegill sunfish, *Lepomis macrochirus* Rafinesque. J. Fac. Fish. Anim. Husb. Hiroshima Univ., 10, 73-101.

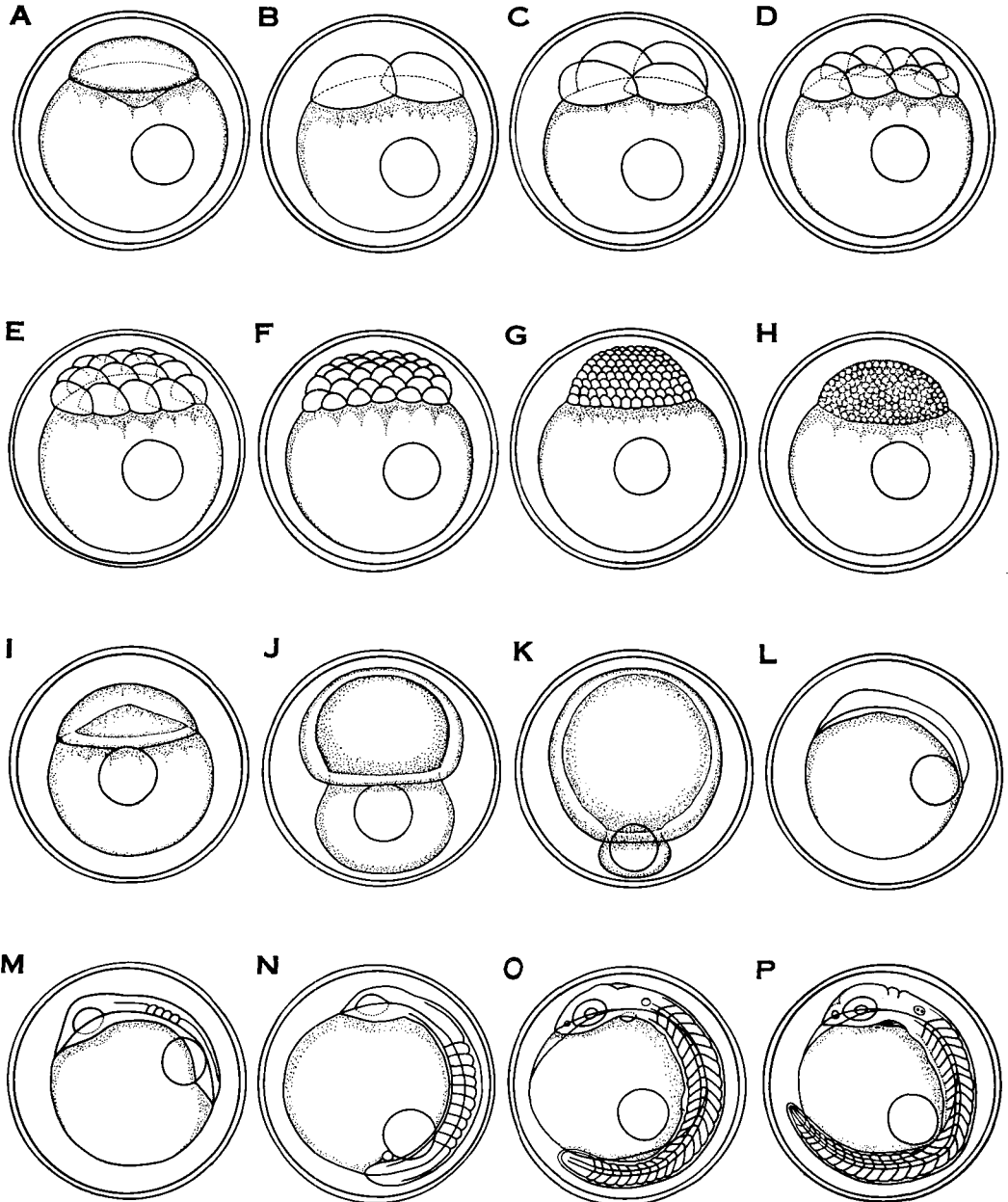
Explanation of Plate

Plate I



Diagrammatic view of spawning behavior of *Lepomis macrochirus* in the aquarium. A ; External feature of the adult. B ; The dominant male digs a spawning hole in the bottom. C ; The dominant male pursues the female toward spawning hole. D ; The dominant male goes around of the female. E ; The female approaches her belly to male's belly F ; The male protects spawned eggs. b, bottom(sand and gravel) ; f, female ; m, male.

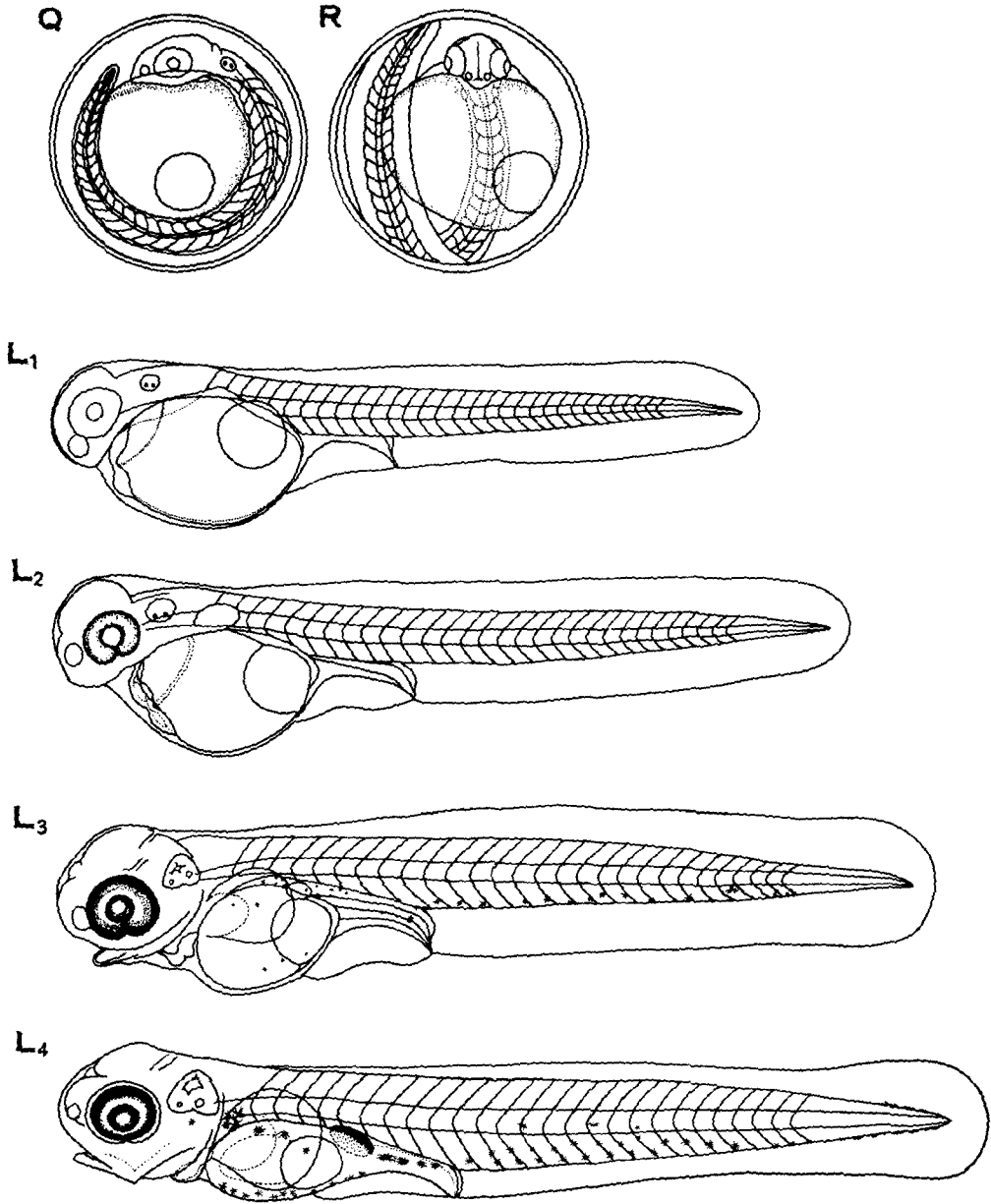
Plate II



The egg developments of *Lepomis macrochirus* RAFINESQUE.

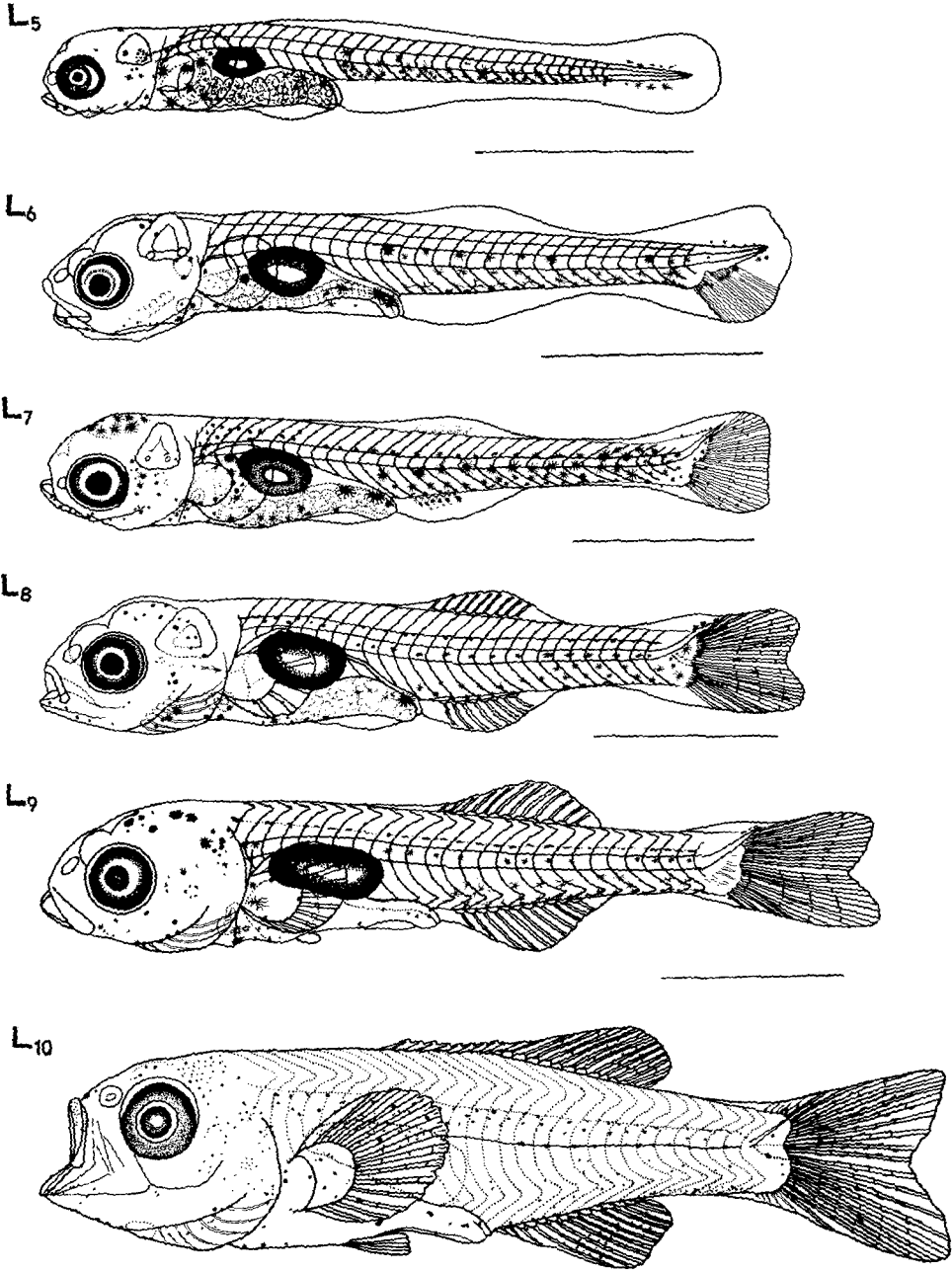
A. Fertilized egg, blastodisc formation, 20 mins. after fertilization. B. 2 cells stage, 35 mins. after fertilization. C. 4 cells stage, 50 mins. after fertilization. D. 8 cells stage, 1 hr. 10 mins. after fertilization. E. 16 cells stage, 1hr. 30 mins. after fertilization. F. 32 cells stage, 1 hr 50 mins. after fertilization. G. Morula stage, 2 hrs. 30 mins. after fertilization. H. Blastula stage, 5hrs. 30 mins. after fertilization. I. Beginning of gastrulation, 8 hrs. 30 mins. after fertilization. J. Middle-gastrula stage, 11 hrs. 30 mins. after fertilization. K. Post-gastrula stage, 13 hrs. after fertilization. L. Formation of embryonic shield, 15 hrs. after fertilization. M. Formation of optic vesicles, 17 hrs. after fertilization. N. 10 myotomes stage, appearance of Kupffer's vesicle, 19 hrs. after fertilization. O. 23-24 myotomes stage, formation of eye lens and auditory vesicles, 27 hrs. after fertilization. P. 27-28 myotomes stage, formation of heart initiated, 30 hrs. after fertilization.

Plate III



The egg developments and larvae of *Lepomis macrochirus* RAFINESQUE.
Q. 30 myotomes stage, beginning of blood circulation, 35 hrs. after fertilization.
R. Embryo just before hatching, development of finfold, 39 hrs. after fertilization.
L₁. The hatched larva, 40 hrs. after fertilization, 3.94 mm in total length.
L₂. Prelarva, 1 day after hatching, 4.40 mm in total length.
L₃. Prelarva, 3 days after hatching, 4.73 mm in total length.
L₄. Prelarva, 5 days after hatching, 5.22 mm in total length. The scale bars are 1mm.

Plate IV



The larvae of *Lepomis macrochirus* RAFINESQUE.

- L₅. Postlarva, 10 days after hatching, 6.20 mm in total length.
- L₆. Postlarva, 16 days after hatching, 6.80 mm in total length.
- L₇. Postlarva, 20 days after hatching, 8.0 mm in total length.
- L₈. Postlarva, 24 days after hatching, 8.4 mm in total length.
- L₉. Postlarva, 30 days after hatching, 9.2 mm in total length.
- L₁₀. Juvenile, 1 month 15 days after hatching, 25.20 mm in total length.

The scale bars are 2 mm.