

날치의 仔稚魚에 關한 研究

I. 卵發生과 仔稚魚의 發育

朴 洋 成 · 金 容 億

釜山水產大學 資源生物學科

(1987년 4월 21일 수리)

Studies on the Larvae and Juveniles of Flying Fish, *Prognichthys agoo* (Temminck and Schlegel) (Pisces, Exocoetidae)

I. Development of Eggs, Larvae and Juveniles

Yang Sung PARK and Yong Uk KIM

Department of Marine Biology, National Fisheries University of Pusan,

Nam-gu, Pusan, 608 Korea

(Received April 21, 1987)

The flying fish, *Prognichthys agoo*, is widely distributed in the coastal waters of south-eastern Korea. On July 14, 1986, mature adults of flying fish were captured from U-do, Cheju-do. The eggs were stripped and fertilized by the wet method on the ship. The mature eggs are demersal and adhesive with 30-40 filaments. The egg diameter varied from 1.42 to 1.58 mm. The water temperature throughout incubation ranged from 23.70 to 27.82°C, and salinity was maintained at 30.75-33.76‰. The hatching took place in 174 hours after fertilization.

The newly hatched larvae measured 4.75-5.25 mm in total length possessing yolk sac and about 45-46 myotomes. The larvae cultured for ten days after hatching reached 11.45-12.60 mm in total length and entered the juvenile period of life. Twenty days after hatching, the juveniles measured 20.01 mm in mean total length, and the scales were formed behind the pectoral fin.

緒 論

날치, *Prognichthys agoo*는 동갈치목(Belonida), 날치과(Exocoetidae)에 속하는 魚類로, 가슴지느러미와 배지느러미가 상당히 發達되어 한번에 수십 m도 능히 날며 魚類中에서 最高로 飛行하는 習性을 지닌 暖流性魚類로서, 우리나라의 中, 南部海와 日本東京以南에서 타이완에 이르기까지 分布한다(鄭, 1977).

一般的으로 海產魚類에 있어서는 初期 仔稚魚期の 發育에 따른 形態變化가 복잡하므로 科, 屬등의 分類群으로서의 系統的背景과 發育段階에 보인 法則性

등을 고려해서 稚魚分類上 보다 중요하다고 생각되는 形態的特徵을 比較檢討하여 幼期形態에 評價를 가하는 것이 필요하다(Okiyama, 1979).

날치類의 仔稚魚에 關한 研究로는 날치屬魚類의 幼期(今井, 1652), *Hirundichthys*屬 魚類의 幼期(今井, 1954), 새날치屬 *C. naresii*의 幼期(今井, 1955), 황날치屬 *P. mento*의 生態·生活史(塚原 등, 1957), 日本近海產 날치類 生活史의 研究(今井, 1959) 등이 報告되어 있다.

날치에 關한 研究로는 消化系와 食餌(Suyehiro, 1935), 成魚의 測定結果에 關해서(Murakami and Shindo, 1949), 날치屬의 날치와 그 幼期(今井, 1952)

가 報告되어 있을뿐 初期生活史에 關해서는 거의 研究가 되어 있지 않다.

著者들은 濟州道 牛島 앞 海上에서 採捕한 날치親魚를 人工受精시켜 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하고자 한다.

材料 및 方法

本 研究에 使用된 材料는 1985年 7月 13日, 14日에 濟州道 南濟州郡 城山浦港에서 採集한 날치仔稚魚 300尾와 1986年 7月 14日 밤 11時에 牛島 앞 250 m 海上(Fig. 1)에서 焚寄抄網漁業에 의해 漁獲된 멸치 魚群中에 섞여있는 날치親魚 3尾(♀全長: 240 mm,

♂全長: 228 mm, 230 mm)를 採捕 즉시 船上에서 濕導法으로 人工受精시켜 實驗室로 運搬하여 卵發生過程과 孵化仔魚의 成長에 대해 觀察하였다.

受精卵은 아크릴水槽(85×43×45 cm)와 圓型유리水槽(φ 24×17 cm)에서 飼育하였으며, 飼育用水는 每日 1/2씩 換水하였고, 實驗中 水溫과 鹽分濃度는 T-S meter 로 하루에 2번(午前과 午後)씩 각각 測定하여 平均값을 취하였다. 實驗期間中의 水溫範圍는 23.70~27.82°C(平均, 25.83°C)였으며, 鹽分濃度는 30.75~33.76‰(平均, 32.49‰)였다(Fig. 2). 孵化仔魚는 海産 rotifer, brine shrimp 의 nauplius 幼生, copepod 등을 공급하여 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의 몸 各部位의 測定과 形態變化는 解顯剖微鏡과 萬能透影機를 使用하여 觀察, 스케치하였다.

結 果

날치의 人工受精에 의한 卵發生過程과 孵化仔魚의 成長에 따른 形態變化를 觀察한 結果는 다음과 같다.

- (1) 受精卵: 날치의 受精卵은 球形의 沈性附着卵으로서 卵徑이 1.42~1.58 mm(平均, 1.52 mm, n=30)이다. 卵膜은 無色透明하며, 圍卵腔은 좁고, 卵黃은 다소 淡黃色을 띤다. 卵의 表面에는 30~40개의 가늘고 긴 附着糸가 거의 全面에 均등하게 分布하며, 卵들은 이들 附着糸에 의해 서로 엉켜붙어있다(Fig. 3).
- (2) 卵內發生: 濟州道에서 採捕 즉시 人工受精시켜

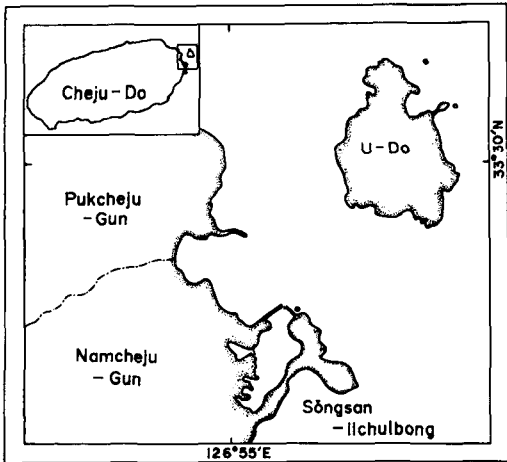


Fig. 1. Map showing the sampling station.

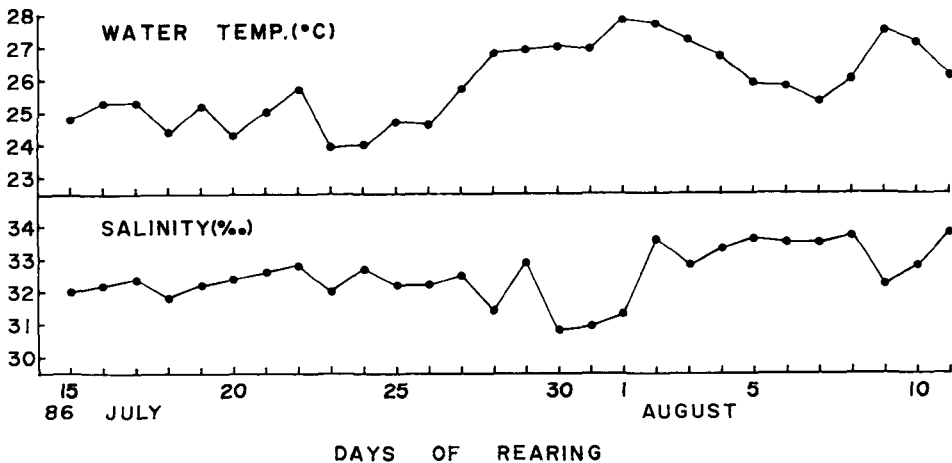


Fig. 2. Daily variation of water temperature and salinity during the egg developments rearing of *Prognichthys agoo* in laboratory.

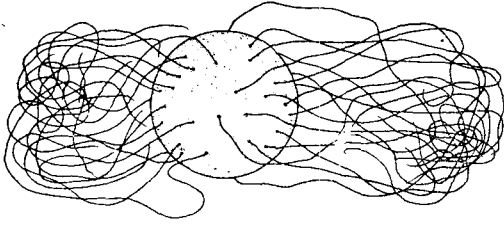


Fig. 3. The matured egg with adhesive filaments of *Prognichthys agoo*.

實驗室로 運搬하여 觀察한 結果, 이미 桑實期에 달하여 있었다(Pl. I, A). 受精後 17時間만에 胞胚期에 달하며(Pl. I, B), 이어 受精 22時間後에는 割球는 더욱 작아지고 胚盤은 넓어지면서 卵黃을 덮어내려와 胚環을 形成한다(Pl. I, C). 27時間後에는 胚盤이 卵黃의 약 1/2을 덮어내려오며, 胚楯이 자라 올라가기 시작한다(Pl. I, D, E). 受精後 32時間이 지나면서 胚體가 形成되고 胚盤은 卵黃의 2/3程度를 덮어 내려온다(Pl. I, F). 이어 33時間後에는 胚體가 完全히 形成되며 體側에 筋節 2개가 分化하고, 胚體의 頭部에 眼胞가 形成된다(Pl. I, G). 35時間이 지나면 꼬리부분에 Kupffer 氏胞가 出現하며, 體側에 7~8개의 筋節이 分化한다(Pl. I, H, I). 受精 39時間後에는 胚環이 卵黃의 거의 대부분을 덮어내려와 原口가 閉鎖되기 直前に 이르며 12~13개의 筋節이 分化한다(Pl. I, J). 이어 40時間이 지나면서 原口가 閉鎖되고, 體側에 16~17개의 筋節이 分化한다(Pl. I, K). 受精後 45時間경에는 눈에 렌즈가 생기며, 腦가 分化되고, 頭部뒤에 耳胞가 形成된다. 筋節數는 21~22개였다(Pl. I, L). 47時間後에는 耳胞의 앞아랫쪽에 心臟이 分化하며, 胚體가 卵黃의 약 1/2을 둘러싸고 筋節數는 24개였다(Pl. I, M). 受精後 50時間이 지나면서 心臟이 搏動(1分間 心臟搏動數 56回)하기 시작하며, 黑色素胞가 처음으로 눈의 아랫쪽과 體側中央의 아랫쪽의 出現한다. 筋節數는 27~28개였다(Pl. I, N). 이어 계속 發生이 進行되어 受精後 57時間이 지나면 脊索아래를 따라 血液이 흐르며, 卵黃上에도 Cuvier 氏管과 腸下卵黃靜脈이 흐르기 시작한다. 黑色素胞가 卵黃의 앞, 아랫쪽에도 出現하며, 이 段階에서는 몸을 가끔씩 꿈틀거린다. 筋節數는 38~40개였다(Pl. I, O). 受精後 63時間경에는 Kupffer 氏胞가 사라지고, 눈앞에 鼻孔이 생기며, 耳胞 뒤쪽에 가슴지느러미原基가 分化한다. 黑色素胞가 中腦부분과 耳胞바로 뒤에 分布하며, 褐色素胞도 卵黃앞과 옆쪽에 出現한다(Pl. I, P). 受精後 70時間이 지나면 消化管이 發達하며, 耳胞에 耳

石이 形成되고, 卵黃上에 血管이 發達하기 시작한다. 눈에 黑色素胞가 着色되기 시작하며 體側에도 褐色素胞가 多數分布한다(Pl. I, Q). 受精後 92時間경에는 가슴지느러미가 膜狀으로 크게 發達하며, 꼬리부분의 막지느러미도 發達하기 시작한다. 卵黃上에 血管網이 상당히 複雜하게 發達하며 筋節數는 42개였다(Pl. I, R). 受精後 107時間이 지나면서 胚體는 卵黃을 거의 한바퀴 감으며, 膜狀의 가슴지느러미를 자주 움직인다. 눈에 黑色素胞가 많이 着色되며, 耳胞도 상당히 커진다(Pl. I, S.). 受精後 130時間경에 입이 열리며, 몸全體에 걸쳐 黑色素胞가 골고루 分布한다. 受精後 166時間이 지나면서 눈에 黑色素胞가 完全히 着色되며, 卵黃앞부분에 樹枝狀의 黑色素胞가 多數 發達하고, 막지느러미가 상당히 發達한다. 입은 자주 開閉運動을 하며 꼬리부분의 脊柱끝이 위로 휘어지고, 꼬리지느러미에 4~5개의 鰭條가 分化하며, 卵膜이 다소 물렁해지고 얇아져서 孵化直前に 이르게 된다(Pl. I, T). 受精後 174時間경에 卵膜을 뚫고 처음으로 孵化하였으며, 처음 孵化가 始作된 後 孵化가 完了되기까지는 3日이 所要되었고, 모든 孵化는 새벽에 주로 일어났다.

(3) 前期仔魚: 孵化直後의 仔魚는 全長 4.75~5.25 mm (平均, 5.06 mm, n=10)였으며 卵黃은 腹部에 약간 남아있고, 體制가 상당히 進行된 狀態로서 입은 잘 發達하여 아랫턱이 위턱보다 약간 길며 다소 윗쪽으로 향하고, 尾部의 脊索끝도 위로 굽어져 있다. 筋節數는 45~46개이며, 지느러미는 이미 分化하여 뒷지느러미에 6개, 배지느러미에 3개, 꼬리지느러미에 13개의 鰭條가 생겨 있으며, 등지느러미에도 鰭條原基가 보인다. 눈은 黑褐色이며, 腹腔 등쪽에 1室의 부레가 分化하고 등지느러미의 基底, 뒷지느러미의 基底, 腹腔등쪽 및 體側中央部를 中心으로 하여 몸全體에 걸쳐 별모양과 작은 斑點의 黑色素胞가 고루 分布하며, 꼬리지느러미鰭條 위에도 點狀의 黑色素胞가 分布한다. 이러한 黑色素胞는 個體差는 比較的 적지만, 收縮, 擴散의 程度에는 顯著한 差異가 있어서 겉으로는 體色이 白色, 黃褐色, 黑褐色, 黑色등의 多様な 色으로 나타난다. 이들 仔魚는 生時에 頭部를 水面으로 향하고, 尾部를 左右로 움직여 表層을 活潑하게 헤엄쳐다니며, *Brachionus plicatilis*와 孵化直後의 *Artemia salina*의 nauplius 幼生을 攝餌하였다(Pl. II, L₁). 孵化後 1日째의 仔魚는 全長 6.40~6.90 mm (平均, 6.53 mm, n=10)로 孵化直後의 仔魚에 비해 훨씬 커졌으며, 頭部

가 發達하고, 卵黃이 상당히 많이 吸收되었다. 등, 배쪽의 膜狀의 지느러미는 꼬리지느러미와 區分되기 시작하며, 등지느러미에 9~10개, 뒷지느러미에 7~8개, 배지느러미에 4개, 가슴지느러미에 8개, 꼬리지느러미에 14개의 鰭條가 分化하였다(Pl. II, L₂).

(4) 後期仔魚: 孵化後 3日째의 仔魚는 全長 7.05~8.90 mm (平均 7.91 mm, n=10)이며, 腹部의 卵黃이 完全히 吸收되어 後期仔魚期로 접어들었다. 頭部는 상당히 發達하며, 등, 뒷지느러미와 꼬리지느러미가 分離된다. 배지느러미와 등, 뒷지느러미基底를 따라 黑色素胞가 發達하며, 이時期의 仔魚는 *A. salina*의 nauplius 幼生을 旺盛하게 攝餌하였다(Pl. II, L₃). 孵化後 6日째의 仔魚는 全長 8.60~10.0 mm (平均 9.30 mm, n=10)로 가슴지느러미와 배지느러미基底를 따라 黃色素胞가 상당히 發達하고, 등지느러미에 12~13개, 뒷지느러미에 8~9개, 배지느러미에 6개, 가슴지느러미에 11~12개, 꼬리지느러미에 14개로 鰭條數가 增加하였으며, 배지느러미도 상당히 發達한다(Pl. II, L₄).

(5) 稚魚: 孵化後 10日째의 仔魚는 全長 11.45~12.60 mm (平均, 11.97 mm, n=10)로 鰭條數가 등지느러미에 11~13개, 뒷지느러미에 8~9개, 배지느러미에 6개, 꼬리지느러미에 14개, 가슴지느러미에 14~16개로 定數에 달하여 稚魚期에 이른다. 꼬리지느러미와 배지느러미 鰭條幹이 分枝하고, 꼬리지느러미 後緣中央部가 약간 灣入하며, 下葉이 發達하기 시작한다. 등지느러미 鰭條는 半數程度만 黑色素胞로 着色되며, 가슴지느러미와 뒷지느러미는 完全히 着色된다. 體色의 變異는 더욱 顯著하여 褐色系의 黑色素胞가 몸 全體에 分布하며 水面에서 가슴지느러미와 배지느러미를 날개모양으로 펴서 尾部를 가늘게 左右로 흔들며 活潑하게 游泳한다(Pl. II, L₅, L₆). 孵化後 17日째의 稚魚는 全長이 16.0~18.50 mm (平均, 17.66 mm, n=10)로 가슴지느러미는 伸長하여 배지느러미 基底를 넘어서며, 등지느러미가 다소 높아진다. 꼬리지느러미와 뒷지느러미는 無色이며, 그 밖의 지느러미는 赤褐色과 黑色의 色素胞가 散在한다. 아랫턱이 發達하여 위턱보다 훨씬 앞으로 突出하며, 꼬리지느러미의 後緣中央部가 깊숙이 灣入하고, 下葉이 더욱 發達한다. 가슴지느러미 뒷쪽과 배지느러미 앞쪽에 비늘이 形成되며, 體側의 다른 部位에도 비늘이 形成되며, 體側의 다른 部位에도 비늘이 形成되기 시작하고, 이 段階의 稚魚는 飼育水槽內의 水面위를 가슴, 배지느러미를 使用하여 數

cm 씩 飛行跳躍하기도 한다(Pl. II, L₇).

考 察

硬骨魚類中 날치와 같이 沈性卵을 낳는 魚類의 卵은 일반적으로 浮性卵에 비하여 卵徑이 크고 孵化에 所要되는 시간이 길며 孵化된 仔魚는 器官의 發達程度가 높다.

날치類의 卵은 附着糸가 없는 浮性卵도 있지만 대부분이 附着糸를 지닌 沈性卵을 낳는데(Delsman, 1972), 날치의 成熟卵은 卵의 表面에 30~40개의 가늘고 긴 附着糸가 全面에 分布하는 球形의 沈性附着卵이며, 卵徑이 1.42~1.58 mm (平均, 1.52 mm)로서 황날치(今井, 1959)의 1.2~1.5 mm, 새날치屬 *Cypselurus opisthopus hiraii*(塚原 등, 1957)의 1.47 mm 보다는 크지만 상날치(Fahay, 1983)의 2.8~3.0 mm, 황날치屬 *Parexocoetus mento*(塚原·鹽川, 1957)의 1.75~1.78 mm, 새날치屬 *C. naresii*(今井, 1955)의 1.8~2.1 mm, *C. starksi*(塚原 등, 1957)의 1.66 mm, *C. pinnatibarbatus japonicus*(今井, 1959)의 1.95~2.10 mm, *C. heterurus döderleini*(Moser, 1981)의 1.9mm 보다 작아서 날치科魚類中에서 卵徑이 작은편에 속하며, 학공치科, 학공치(Kim 등, 1984)의 1.80~2.00 mm, 공치科, 공치(Yusa, 1960)의 1.32~2.08 mm 에 비해서도 작은편이다.

海藻類와 같은 다른 物質에 多樣하게 영겨붙을 수 있는 卵膜의 附着糸(Balon, 1975)는 날치의 경우 30~40개를 가지는데, 상날치(Fahay, 1983)는 附着糸가 전혀 없으며, 황날치屬 *P. mento*(塚原·鹽川, 1957)의 20개, 새날치屬 *C. pinnatibarbatus japonicus*(今井, 1959)의 28~39개와는 비슷하거나 다소 많으며, *C. naresii*(今井, 1955)의 40~50개, *C. starksi*(塚原 등, 1957)의 50개보다는 약간 적음으로써 날치科魚類內에서도 種에 따라 다소 差異가 있으며, 학공치(Kim 등, 1984)의 5~7개, 공치(Yusa, 1960)의 20개 보다는 많은편이다.

孵化에 所要된 時間은 平均水溫 24.9°C에서 174時間(7日6時間)으로서, 새날치屬 *C. starksi*(塚原 등, 1957)의 26~28°C에서 5~7日과는 水溫을 勘案한다면 비슷하지만, 황날치屬 *P. mento*(塚原·鹽川, 1957)의 21~25°C에서 10日, 새날치屬 *C. opisthopus hiraii*(今井, 1959)의 22~26°C에서 12日, *C. heterurus döderleini*(今井, 1959)의 22~26°C에서 12日, *C. pinnatibarbatus japonicus*(今井, 1959)의 22°C에

要 約

서 14~15일에 비하면 比較的 빠른편이다.

黑色素胞의 出現時期는 孵化할 때까지 色素胞가 나타나지 않는 種도 있으나, 날치는 콩치(Yusa, 1960)와 같이 心臟搏動이 始作된 후에 나타나고 있고, 학공치(Kim 등, 1984)의 경우,黑色素胞가 먼저 나타난 후에 心臟이 搏動하는 것도 있어 魚種에 따라 差異가 있다고 볼 수 있다.

날치의 孵化直後의 仔魚는 沈性卵을 낳은 대부분의 魚類에서와 마찬가지로 눈은 이미 着色되어 있고, 입과 肛門도 열려있으며, 卵黃도 상당히 吸收되어 있다. 한편 沈性卵을 낳은 魚類中에서 대구횃대(Kyushin, 1970), 은어(Takashima, 1976), 참돔(Kohno et al., 1983) 등의 魚類에서는 尾部끝의 脊索이 똑바른 狀態의 仔魚가 孵化되는데 비해서, 날치는 학공치(Kim 등, 1984), 콩치(Yusa, 1960), 황날치屬 *P. mento* (塚原·鹽川, 1957), 새날치屬 *C. starksi* (塚原 등, 1957)의 仔魚와 마찬가지로 尾部끝의 脊索이 위로 굽어지고, 꼬리지느러미 鰭條나 鰭條原基가 이미 생겨있는 狀態에서 孵化가 되는 것으로 보아서 卵內에서 상당히 分化가 進行되어 孵化되는 種으로 볼 수 있다.

날치의 孵化仔魚는 全長이 4.75~5.25 mm (平均, 5.06 mm)로서 새날치屬 *C. opisthopus hiraii* 의 4.7 mm, *C. starksi* (塚原 등, 1957)의 4.4 mm 보다는 크고, 황날치屬 *P. mento* (塚原·鹽川, 1957)의 4.5~5.2 mm 와 거의 비슷하며, *C. heterurus döderleini* (Moser, 1981)의 6.3 mm 보다는 작으므로 種間에 다소 差異가 있는데, 새날치屬 *C. starksi* 의 孵化仔魚를 測定한 結果, 今井(1959)는 5.2 mm 인데 비하여 塚原 등(1957)은 4.4 mm 로 나타났으며, *C. heterurus döderleini* 의 경우에서도 Moser(1981)는 6.3 mm 였으나 今井(1959)는 5.2~6.1 mm 로 나타나 큰 差異를 보이는데 이는 同一種이라도 棲息地域에 따라 특히 使用된 親魚의 크기에 따라 나타난 結果로 보여진다.

海産硬骨魚類中에서 날치類는 콩치類, silversides, 학공치(Moser, 1981)와 같이 孵化하기 前에 器官이 상당히 分化하는 魚類에 속하며, 仔魚는 잘 發達된 高度의 機能的인 가슴지느러미와 꼬리지느러미를 지니고 孵化한다.

날치科에는 날치외에도 새날치屬, 날치屬, 황날치屬, 상날치屬에 속하는 많은 유사한 種들이 있으므로 앞으로 이들의 分類뿐만 아니라 初期生活史를 밝히기 위해서는 各種別로 仔種魚의 形態가 상세히 調査되어야 한다고 생각된다.

1986年 7月 14日에 濟州道 牛島 앞 250 m 海上에서 狹寄抄網으로 採捕한 날치親魚 3尾를 採捕 즉시 船上에서 濕導法으로 人工受精시켜 實驗室로 운반하여 卵發生過程과 孵化仔魚의 成長에 따른 形態變化를 觀察한 結果를 要約하면 다음과 같다.

受精卵은 油球가 없으며, 表面에 30~40개 程度의 가늘고 긴 關着糸가 分布하는 球形의 沈性附着卵으로서 卵徑은 1.42~1.58 mm (平均, 1.52 mm, n=30) 이다.

平均室內飼育水溫 24.9°C, 鹽分濃度 32.23‰에서 受精後 174時間만에 孵化하였다.

孵化直後의 仔魚는 全長이 4.75~5.25 mm (平均, 5.06 mm)로서 卵黃이 腹部에 약간 남아 있으며, 尾部의 脊索끝도 위로 굽어져 있고, 뒷지느러미에 6개, 배지느러미에 3개, 꼬리지느러미에 13개의 鰭條가 分化하며, 몸 全體에 걸쳐 黑色素胞가 고루 分布한다.

孵化後 10日째의 仔魚는 全長이 11.45~12.60 mm (平均, 11.97 mm)로서 D.11~13, A.8~9, V.6, C.14, P.14~16으로 각 鰭條가 定數에 달하여 稚魚期로 移行한다.

孵化後 20日째의 稚魚는 全長이 18.10~21.20 mm (平均, 20.01 mm)에 달하며, 體側에 비늘이 形成된다.

文 獻

Balon, E.K. 1975. Reproductive guildes of fish: A proposal and definition. J. Fish. Res. Board Can. 32(6), 821-864.
 鄭文基. 1977. 韓國魚圖譜. p.727. 一志社.
 Delsman, H.C. 1972. Fish eggs and larvae from the Java-sea. A pelagic scombresocid egg. Treubia 5(4), 408-418.
 Fahay, M.P. 1983. Guide to the early stages of marine fishes occuring in the Western North Atlantic Ocean, Cape Hatteras to the Southern Scotian Shelf. J. Northw. Atl. Fish. Sci. 4, p.423
 今井貞彦. 1952. トビウオ類の研究Ⅱ. 日本産 *Prognichthys* 屬의 トビウオ의 幼期. 鹿兒島大學

- 水産學部紀要 2(1), 141—149.
- _____. 1954. トビウオ類の研究Ⅲ. 日本産 *Hirundichthys* 屬のトビウオその幼期. 鹿兒島大學水産學部紀要 3(2), 92—72.
- _____. 1955. トビウオ類の研究Ⅳ. *Cypselurus naresii* とその幼期. 鹿兒島大學水産學部紀要 4, 97—104.
- _____. 1959. 日本近海産トビウオ類生活史の研究-I. 鹿兒島大學水産學部紀要 7, 1—85.
- Kim, Y.U., Myoung, J.G. and S.O. Choi. 1984. Eggs development and larvae of the horn fish, *Hemiramphus sajori*. Bull. Korean Fish. Soc. 17(2), 125—131.
- Kohno, H., Taki, Y., Ogasawara, Y., Shirojo, Y., Taketomi, M. and M. Inoue. 1983. Development of swimming and feeding functions in larval *Pagrus major*. Japan. J. Ichthyol. 30(1), 47—60.
- Kynshin, K. 1970. Embryonic development and larvae of *Gymnocanthus herzensteini*. Japan. J. Ichthyol. 17(2), 74—79.
- Moser, H.G. 1981. Morphological and functional aspects of marine fish larvae, In marine fish larvae(ed. R. Lasker). Washington Sea Grant Program. 89—131.
- Murakami, S. and S. Shindo. 1949. Studies on the stocks of some economically important marine fishes caught around Amakusa I. Results of measurements of the flying fish, *Cypselurus agoo*. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 15(3), 109—113.
- Okiyama, M. 1979. Manuals for the larval fish taxonomy(2), General aspects of larval characters that aid identification. Aquabiology 2. 1(2), 53—59.
- Suyehiro, Y. 1935. On the digestive system and the feeding habit of the Japanese flying fish, *Cypselurus agoo*. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 4(1), 37—44.
- Takashima, F. 1967. Anomalies in hatchery reared ayu, *Plecoglossus altivelis* Ⅱ. Malformation of the skeleton in the larva. J. Tokyo Univ. Fish. 62(2), 99—112.
- Tanaka, M. 1972. Studies on the structure and function of the digestive system in teleost larvae-Ⅳ. Changes in the anteromedian part of the intestine after feeding. Japan. J. Ichthyol. 19(1), 15—25.
- 塚原 博・鹽川 司. 1957. 天草におけるトビウオ類の研究. 第2報 *Parexocoetus mento* の生態・生活史. 學藝雜誌 16(2), 275—286.
- 塚原 博・鹽川 司・稻尾 正. 1957. 天草におけるトビウオ類の研究. 第3報 *Cypselurus* 屬の生態・生活史(1), 學藝雜誌 16(2), 287—302.
- Yusa, T. 1960. Embryonic development of the saury *Cololabis saira*. Bull. Tohoku Reg. Fosh. Res. Lab. 17, 1—14.

Explanation of Plate

Plate I

The egg development of *Prognichthys agoo*.

- A. Morula stage.
- B. Blastula stage, 17 hrs, after fertilization.
- C. Beginning of gastrulation, 22 hrs. after fertilization.
- D.E. Middle-gastrula stage, 27 hrs. after fertilization.
- F. Postgastrula, formation of embryo, 32 hrs. after fertilization.
- G. 2 myotomes stage, formation of optic vesicles, 33 hrs. after fertilization.
- H. I. 7-8 myotomes stage, appearance of Kupffer's vesicle, 35 hrs. after fertilization.
- J. 12-13 myotomes stage, blastopore just before closing, 39 hrs. after fertilization.
- K. 16-17 myotomes stage, closure of the blastopore, 40 hrs. after fertilization.
- L. 21-22 myotomes stage, formation of eye lens and auditory vesicles, 45 hrs. after fertilization.
- M. 24 myotomes stage, differentiation of heart. 47 hrs. after fertilization.
- N. 27-28 myotomes stage, appearance of melanophore on the body, 50 hrs. after fertilization.
- O. 38-40 myotomes stage, formation of Cuvier's duct and subintestinal vein on yolk sac, 57 hrs. after fertilization.
- P. Disappearance of Kupffer's vesicle, 63hrs. after fertilization.
- Q. Appearance of otolith and specialization of digestive organ, 70 hrs. after fertilization.
- R. 42 myotomes stage, development of pectoral fin, 92 hrs. after fertilization.
- S. Frequent movement of pectoral fin, 107 hrs. after fertilization.
- T. Embryo just before hatching, 166hrs. after fertilization.

Plate II

The larvae and juveniles of *Prognichthys agoo*.

- L₁. Hatched larva, 174hrs. after fertilization. 5.06 mm in total length.
- L₂. Prelarva, 1 day after hatching, 6.53 mm in total length.
- L₃. Postlarva, 3 days after hatching, 7.91 mm in total length.
- L₄. Postlarva, 6 days after hatching, 9.30 mm in total length.
- L₅. Juvenile, 10 days after hatching, 11.97 mm in total length.
- L₆. Ventral view of L₅.
- L₇. Juvenile, 17 days after hatching, 17.66 mm in total length. Scale bars: 1 mm.

Plate I

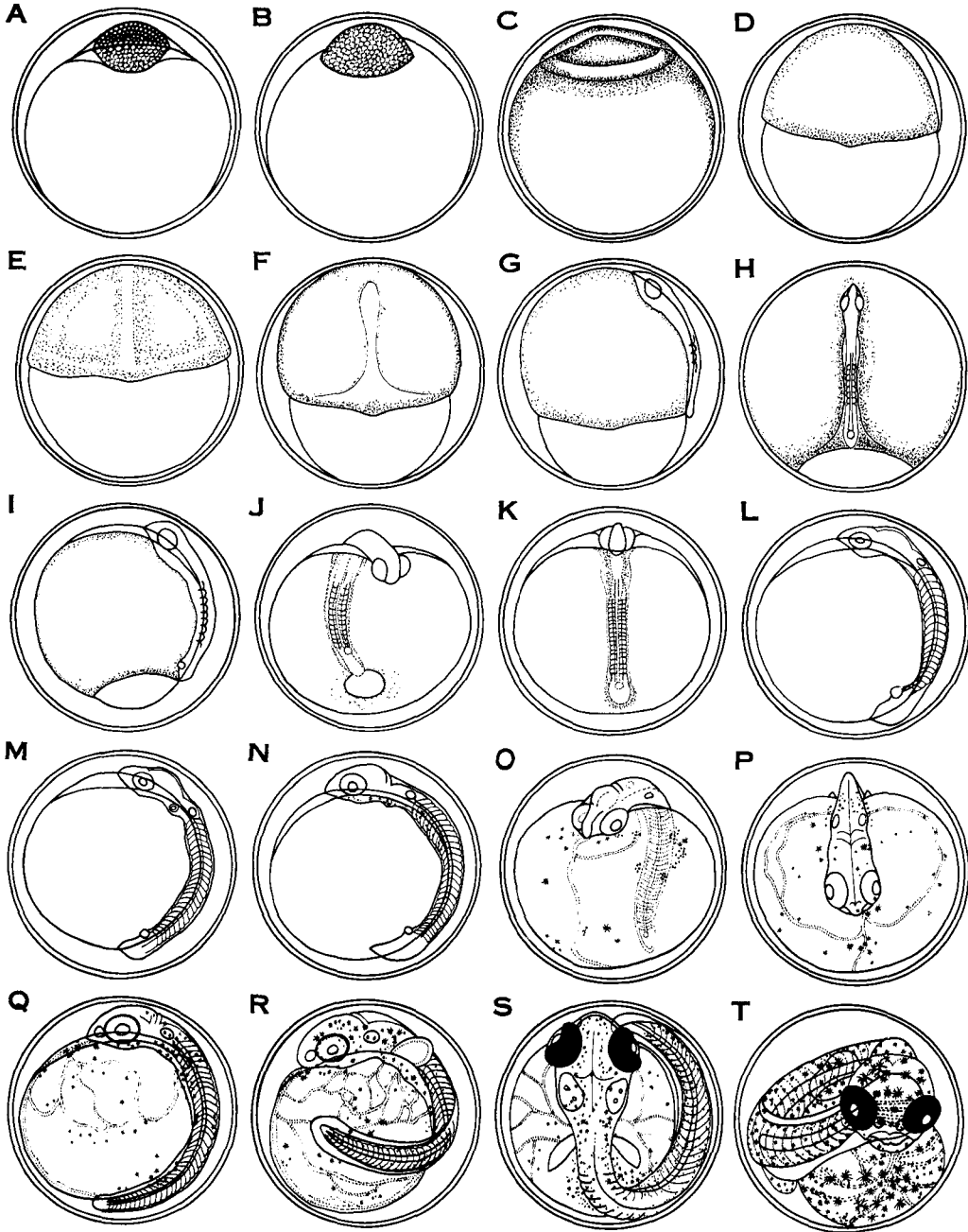


Plate I

