

실험실에서 사육한 버들치의 産卵習性 및 初期生活史

한경호 · 노병율 · 오성현 · 박준택 · 조재권 · 성기백*

여수대학교 수산생명과학부, *국립수산진흥원 양양내수면연구소

Early Life History and Spawning Behavior of Chinese Minnow, *Rhynchocypris oxycephalus* Reared in the Laboratory

Kyeong-Ho Han, Byeong-Yul Noh, Sung-Hyun O,
Joon-Taek Park, Jae-Kwon Cho and Ki-Baik Seong*

Division of Aqua Life Science, Yosu National University, Yosu 550-749, Korea

*Yangyang Inland Fisheries Research Laboratory, NFRDA, Yangyang 215-820, Korea

This study was conducted to observe the spawning behavior and early life history of chinese minnow, *Rhynchocypris oxycephalus* reared in the laboratory. The spawning period of *Rhynchocypris oxycephalus* is from May to June in nature. The eggs of *Rhynchocypris oxycephalus* were spawned on the sand and surface of the gravel. The fertilization eggs were demersal in shape and adhesive, released as a clump forming a thin layer and their diameter were 1.70~1.90 mm (mean 1.80 mm, n=20). Hatching of eggs was started in 88 hour 45 minute after fertilization at water temperature $19 \pm 0.5^\circ\text{C}$ and finished in 90 hour. Newly-hatched larvae were measured 4.87~5.02 mm in total length (TL, mean 4.94 mm), mouth and anus were not opened. 6 days old larvae were 6.32~6.56 mm in TL (mean 6.44 mm). Yolk sac was almost absorbed, mouth and anus was began to open. 13 days old larvae were 6.74~6.91 mm in TL (mean 6.82 mm). Part of Dorsal fin was began to rising and myomere number was $15+23=38$. 25 days after hatching, total length of larvae was 8.45~8.60 mm (mean 8.52 mm). Dorsal and anal fin rays became differentiated, and also caudal part of the notocord flexion was achieved at 45° . In the time, growth rate was higher than the other stage. Aggregate numbers of all fin rays were completed at 16.39~16.57 mm in TL (60 days after hatching), at which time the larvae reached the juvenile stage, but fin-fold on ventral was remained yet. External features of adult specimens were almost completed at 80 day old juveniles (18.69~18.87 mm in TL).

Key words : *Rhynchocypris oxycephalus*, spawning behavior, hatching, fertilized egg, larvae and juvenile

서 론

버들치 (*Rhynchocypris oxycephalus*)는 잉어목 (Cyprini-

niformes), 잉어과 (Cyprinidae), 버들치屬에 속하는 魚類로 우리 나라의 압록강 이남의 서해안 및 남해안에 흐르는 하천과 경상북도 오십천 이남의 동해안에 흘러드는 하천에 分布하며, 시베리아, 연해주 및 중국 북부에

도 分布하고 있다(정, 1986; 김, 1997).

버들치의 生活史에 관해서는 朝鮮魚類誌 (Uchida, 1939)와 日本의 잉어科 魚類 (Nakamura, 1969)에서 卵·仔魚의 형태발달이 일부 기록되어 있으며, 국내에서 버들치屬 어류에 관한 연구는 금강모치 (*Rhynchocypris kumgangensis*)의 卵發生과 仔魚의 성장 (Song and Choi, 1997), 한국산 버들치屬 어류 2종의 분류·분포 및 지리적 변이에 관해서 (민과 양, 1986), 버들치의 초기 생식소 발달과 성분화에 관한 조직학적 연구 (박 등, 1998a), 버들치에서의 외유적 상처 치유 (박 등, 1998c) 및 버들치와 버들개 (*Rhynchocypris steindachneri*)에 대한 리도카인의 마취 효과 (박 등, 1998b) 등이 있지만, 產卵習性 및 初期生活史에 관한 연구는 아직 없는 실정이다.

본 연구는 하천의 오염으로 인하여 그 수가 점차 감소되고 있는 버들치의 產卵習性, 卵發生 過程 및 성장에 따른 仔稚魚의 형태발달에 대하여 관찰하였기에 보고한다.

재료 및 방법

실험 재료는 1997년 5월 16일에 경상남도 산청군 경호강 중류에서 끝망과 족대를 사용하여 채집한 20개체를 여수대학교 자원생물실험실로 운반 후 순환여과식 사육수조에서 양어용 배합사료를 공급하여 사육하였다. 자연산란 행동은 1998년 4월에 5회에 걸쳐 관찰하였으며, 自然 產卵 및 人工수정 한 卵을 대상으로 發生過程을, 이들 卵에서 孵化한 仔魚를 실내 사육하면서 성장에 따른 仔稚魚의 形態發達을 관찰하였다.

仔稚魚의 사육 수조는 유리로 되어있는 90 cm × 45 cm × 30 cm 크기였으며, 사육 용수는 매일 1/2씩 환수하였다. 仔稚魚의 먹이는 孵化 後 5일째부터 10일째까지 rotifer (*Brachionus plicatilis*), 孵化 後 10일째부터 25일째까지는 rotifer, *Artemia* sp. 및 양어용 배합사료를 혼합하여 급이하였으며, 孵化 後 20일째부터 양어용 배합사료와 *Daphnia* sp. 유생을 급이하면서 사육하였다.

사육수온은 19 ± 0.5°C를 유지하였고, 발생중인 卵은 매시간 입체해부현미경을 사용하여 관찰하였다.

仔稚魚의 성장을 측정하기 위하여 孵化 直後부터 孵化 後 80일까지 1일 평균 5尾씩 얼음과 MS-222 Sandoz (Tricaine methanesulfonate)로 마취시켜 몸 각 부위를 만능투영기와 입체해부현미경으로 측정, 관찰하였고, 0.01 mm까지 측정하였으며, 학명은 김 (1997)에 따랐다.

결 과

버들치의 產卵習性, 成熟卵, 自然產卵 및 人工수정에 의한 卵發生 過程 및 성장에 따른 仔稚魚의 형태발달은 다음과 같다.

1. 어미의 이차성징 및 產卵習性

버들치는 產卵期때 이차성징인 追星이 수컷들이 먼저 나타났으며, 암컷은 구애행동을 시작하기 2~3일전에 약간씩 나타나기 시작하여 產卵直前に 追星이 관찰되었다.

수컷의 이차성징은 가슴지느러미와 배지느러미가 암컷에 비해 약간 길어지며, 주둥이 끝이 突出하였고, 產卵期の 암컷은 주둥이 끝이 넓어지고 두터워졌다.

실험실에서 버들치를 사육 중 產卵行動을 관찰한 결과, 성숙한 수컷이 완숙한 암컷을 쫓아다니면서 주둥이로 암컷의 생식기를 자극하는 구애행동을 2~3일 동안 반복하였으며, 수컷이 암컷을 수조 바닥으로 誘導하는 행동을 계속하였다. 수컷의 구애행동에 誘導된 암컷이 순간적으로 모래와 자갈사이를 파고 들어가 방란하여 卵을 모래 속 틈 사이 또는 작은 자갈 표면에 부착하였고, 뒤이어 수컷이 같은 행동으로 들어가 방정하였으며, 암수의 방란·방정은 수 차례 반복되었다. 產卵 前に 암컷과 수컷은 텃세행동을 하지 않았고, 產卵 後에도 卵 또는 孵化한 仔魚를 보호하지 않았으나, 어린 仔魚를 잡아먹지는 않았다.

受精된 卵은 모래와 자갈 속에서 孵化하였으며, 孵化한 仔魚들은 卵黃이 거의 흡수되었을 때 밖으로 나와 유영하였다. 산란상 밖으로 나온 후 1~2일이 지나 仔魚들의 소화관 내용물을 조사한 결과, 소화관내에 rotifer (*Branchionus plicatilis*)가 관찰되는 것으로 보아서, 이때부터 攝餌를 시작하였다.

2. 成熟卵 및 受精卵

成熟卵은 구형으로 점착성이고, 卵膜은 무색투명하였으며, 卵黃은 반투명한 황색이었다. 受精卵의 크기는 1.70~1.90 mm (평균 1.80 mm, n=20)이며, 受精 直後の 卵은 점착성이었다.

3. 卵發生 過程

受精 後 50분만에 卵黃과 卵膜이 분리되어 圍卵腔이 형성되었고 (Fig. 1, A), 受精 後 1시간 25분이 경과하면 胚盤이 형성되었으며 (Fig. 1, B), 1시간 41분 후에는 제1분열이 일어나 2細胞期가 되었다 (Fig. 1, C). 受精

後 2시간 25분에는 제 2분열이 일어나 4細胞期 (Fig. 1, D), 2시간 55분 後에는 8細胞期가 되었다 (Fig. 1, E).

受精 後 4시간 55분에는 32細胞期가 되었으며 (Fig. 1, F), 6시간 55분 後에는 桑實期에 달하였다 (Fig. 1, G).

그후 계속 분열하여 受精 後 9시간 55분이 되면 胞胚期 (Fig. 1, H), 12시간 55분 後에는 胚環은 卵黃의 1/3 정도를 덮어 내려와 囊胚中期에 달하였으며 (Fig. 1, I), 90시간 後에는 胚循이 자라 올라가 胚體가 형성되기 시작하였다 (Fig. 1, J).

受精 後 17시간 50분에는 胚體가 분화하여 뚜렷하게 형성되었으며, 眼胞와 11~13개의 筋節이 생겼다 (Fig. 1, K). 受精 後 25시간 55분에는 胚體가 분화되어 뚜렷하게 형성되었으며, 17~19개의 筋節이 생겼다 (Fig. 1, L). 受精 後 40시간 55분에는 접착력이 상실되었고, 막 지느러미가 관찰되었으며, 胚體의 움직임과 심장박동이 시작되었다 (Fig. 1, M).

受精 後 56시간에는 耳胞가 형성되었으며, 눈에 色素胞가 착색되기 시작하였고, 筋節이 23~26개로 증가하

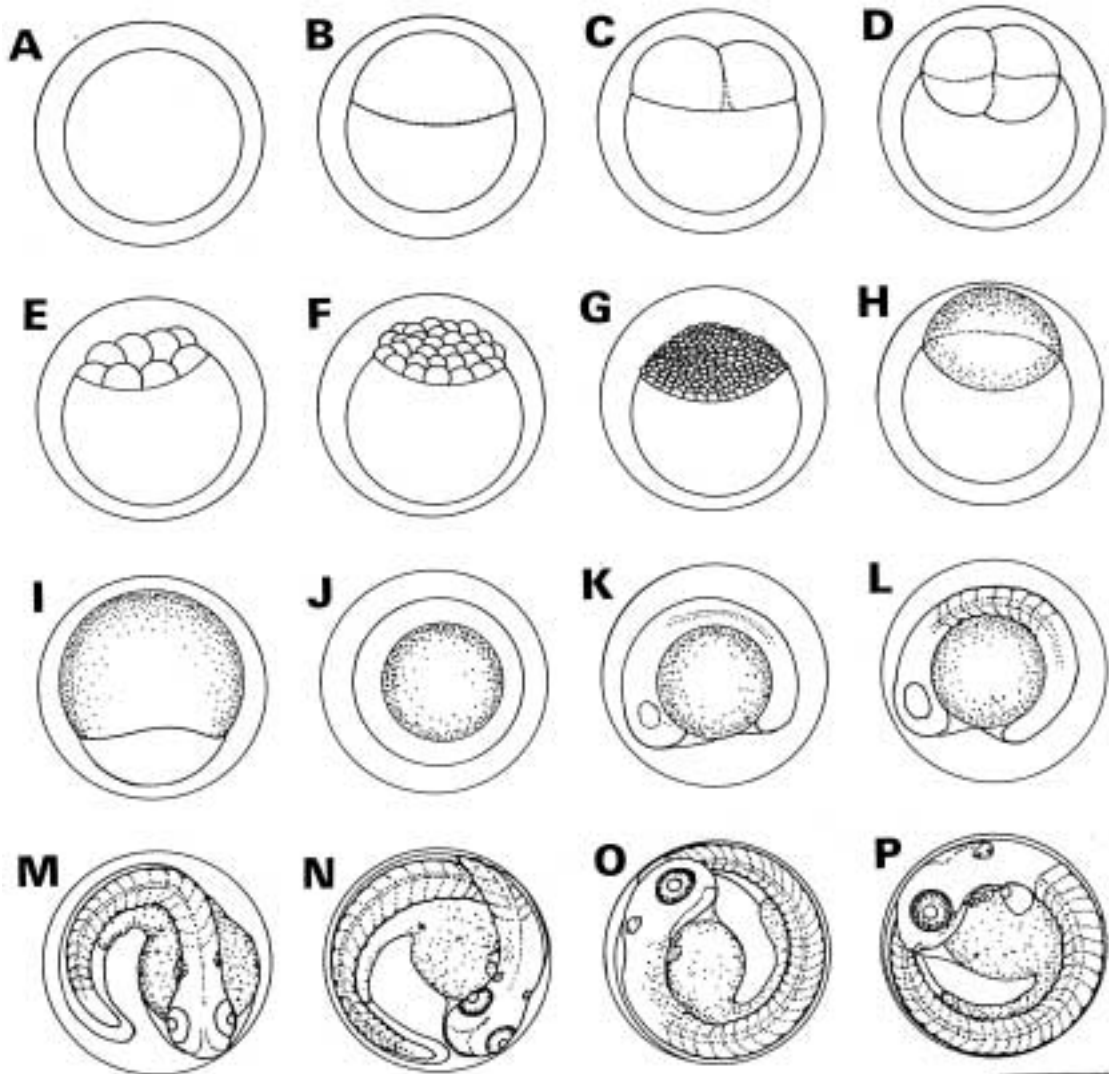


Fig. 1. Egg developmental stages of *Rhynchocypris oxycephalus* reared in the laboratory. A: Perivitelline cavity formation, 50 min. after fertilization; B: Blastodisc stage, 1 hrs. 25 min.; C: 2 cells stage, 1 hrs. 41 min.; D: 4 cells stage, 2 hrs. 25 min.; E: 8 cells stage, 2 hrs. 55 min.; F: 32 cells stage, 4 hrs. 55 min.; G: Morula stage, 6 hrs. 55 min.; H: Blastula stage, 9 hrs. 55 min.; I: 2/3 Closure of blastodisc, 12 hrs. 55 min.; J: Late Gastrula stage, 15 hrs. 55 min.; K: Formation of embryo and optic vesicle, 17 hrs. 50 min.; L: 17~19 myotomes stage, 25 hrs. 55 min.; M: Formation of eye lens and heart, 40 hrs. 55 min.; N: Formation of auditory vesicle, 56 hrs.; O: 3~34 myotomes stage, 66 hrs 55 min.; P: Embryo just before hatching, appearance of the pectoral fin, 88 hrs 40 min. Scale bar indicates 1.00 mm.

였다 (Fig. 1, N). 受精後 66시간 55분에는 筋節은 32~34개로 증가하였다 (Fig. 1, O). 受精後 88시간 40분만에 膜狀의 가슴지느러미가 희미하게 나타났고 (Fig. 1, P), 胚體가 심하게 꿈틀거리면서 卵膜을 뚫고 꼬리부터 孵化하기 시작하였다.

4. 仔稚魚의 형태 발달

孵化直後의 仔魚는 全長 4.87~5.02 mm (평균 4.94 mm, n=5)로 입과 항문은 아직 열리지 않았고, 卵黃을 가지고 있었으며, 수조바닥에 누어 가끔씩 위로 뛰어오르는 행동을 하였다. 黑色素胞는 머리 부위, 위턱과 아래턱 주위, 卵黃 위, 등쪽측면, 배쪽, 꼬리부분에 소량으로 분포하였다. 膜狀의 가슴지느러미가 나타났으며, 꼬리지느러미 줄기는 아직 분화되지 않았고, 등과 배쪽에 긴 膜狀의 지느러미가 꼬리까지 연결되어 있었다 (Fig. 2, A).

孵化後 6일째의 仔魚는 全長이 6.32~6.56 mm (평균 6.44 mm, n=5)로 卵黃이 완전히 흡수되면서 입과 항문이 열리고, 소화관이 형성되어 攝餌를 시작하였다. 꼬리지느러미에 10~12개의 줄기가 처음으로 분화되었고, 黑色素胞는 몸 전체에 조밀하게 분포하였으며, 그 수는 계속 증가하였다. 脊索의 末端이 위로 굽어지는 시기이며, 筋節은 11+23=34개였다 (Fig. 2, B).

孵化後 13일째의 仔魚는 全長이 6.74~6.91 mm (평균 6.82 mm, n=5)로 黑色素胞가 뚜렷하게 전면에 분포하였으며, 등지느러미가 생길 부분이 융기하기 시작하였다. 꼬리지느러미 줄기는 22~24개가 관찰되었으며, 활발한 攝餌 활동을 시작하였다. 筋節은 15+23=38개로 증가하였다 (Fig. 2, C).

孵化後 25일째의 仔魚는 全長이 8.45~8.60 mm (평균 8.52 mm, n=5)로 꼬리지느러미 줄기는 27개로 증가하였으며, 등지느러미와 뒷지느러미 줄기가 분화하기 시작하였다. 黑色素胞는 몸 전체에 별모양과 나무가지 모양으로 크고 짙게 분포하였지만, 꼬리부분에는 조밀하게 분포하였으며, 아래턱 주위에는 감소하는 경향을 보였다. 이 시기는 脊索末端이 완전히 45°로 굽어지는 後期仔魚期로 筋節은 17+23=40개였다 (Fig. 2, D).

孵化後 38일째의 仔魚는 全長이 10.85~11.12 mm (평균 10.98 mm, n=5)로 처음으로 가슴지느러미 줄기가 분화하여 5~6개로 형성되었다. 등지느러미와 뒷지느러미 줄기는 9개로 분화하였으며, 배지느러미 줄기는 아직 형성되지 않았다. 筋節은 17+23=40개였다 (Fig. 2, E).

孵化後 44일째의 仔魚는 全長이 13.58~13.84 mm (평균 13.72 mm, n=5)로 꼬리지느러미 줄기는 29~30개, 등지느러미 줄기는 9~10개, 뒷지느러미 줄기는

9~10개, 가슴지느러미 줄기는 6~7개로 증가하였으며, 膜狀의 배지느러미가 형성되었다. 黑色素胞는 계속 증가하였지만, 아래턱 주위에서는 완전히 소멸되었다. 이 시기부터 稚魚期로 이행되는 시기이며, 筋節은 18~19+23=41~42개로 증가하였다 (Fig. 2, F).

孵化後 60일째의 仔魚는 全長이 16.39~16.57 mm (평균 16.43 mm, n=5)로 꼬리지느러미, 등지느러미, 뒷지느러미, 가슴지느러미 줄기가 정수에 달하였지만, 배지느러미는 4개로 계속 분화해 가고 있었으며, 배쪽의 膜狀이 아직 남아 있었다 (Fig. 2, G).

孵化後 80일째의 稚魚는 全長이 18.69~18.87 mm (평균 18.76 mm, n=5)로 배지느러미 막이 없어지고, 각 지느러미 줄기가 정수에 도달하여 稚魚期가 완성되었고, 몸의 형태와 체색은 成魚와 유사하였다. 脊椎骨은 18~19+24=42~43개였다 (Fig. 2, H).

고찰

產卵期때 버들치의 암·수컷은 二次性徵으로 암컷은 주둥이 앞 끝이 약간 두터워졌으며, 수컷은 약간 돌출하는 追星이 나타났는데, 追星에 대해서는 Uchida (1939)가 이미 보고한 바 있고, 암수의 뚜렷한 追星은 Uchida (1939)의 결과와 일치하였다.

본 종의 產卵期는 4~5월 (김, 1997)로 경상남도 경호강에서는 5월부터 6월까지였으며, 함경남도 赴戰江 (鴨綠江의 지류)에서 6월경 (Uchida, 1939)으로 알려진 것과 차이는 없었다.

버들치의 產卵習性에 관한 연구는 아직 없으며, 본 연구에서 처음으로 실험실에서 관찰할 수 있었고, 같은 屬 어류인 버들개 (Nakamura, 1969)의 자연에서의 產卵習性和 비슷하였다.

버들치의 受精卵은 구형으로 크기는 1.70~1.90 mm (평균 1.80 mm)이었고, Uchida (1939)의 1.70~2.00 mm와 비슷하였으며, 같은 屬 어류인 금강모치 (Song and Choi, 1997)의 1.81±0.085 mm와 유사하였고, 동버들개, *Rhynchocypris percnurus* (Nakamura, 1969)의 1.30~1.40 mm, 버들개 (Nakamura, 1969)의 1.35~1.70 mm보다 큰 편이었다 (Table 1).

버들치의 孵化에 소요된 시간은 평균 수온 19±0.5°C에서 88시간 40분~90시간으로 같은 屬어류인 금강모치 (Song and Choi, 1997)는 평균 수온 16±1°C에서 受精後 2시간 11분에 2細胞期에 달하며 1시간 간격으로 난황이 분열되고, 124시간 소요되었다. 버들개 (Nakamura, 1969)는 수온 16°C에서 受精後 2시간 15분에 胚盤이 형성되고, 3시간에 2細胞期, 4시간에 4細胞期, 12시

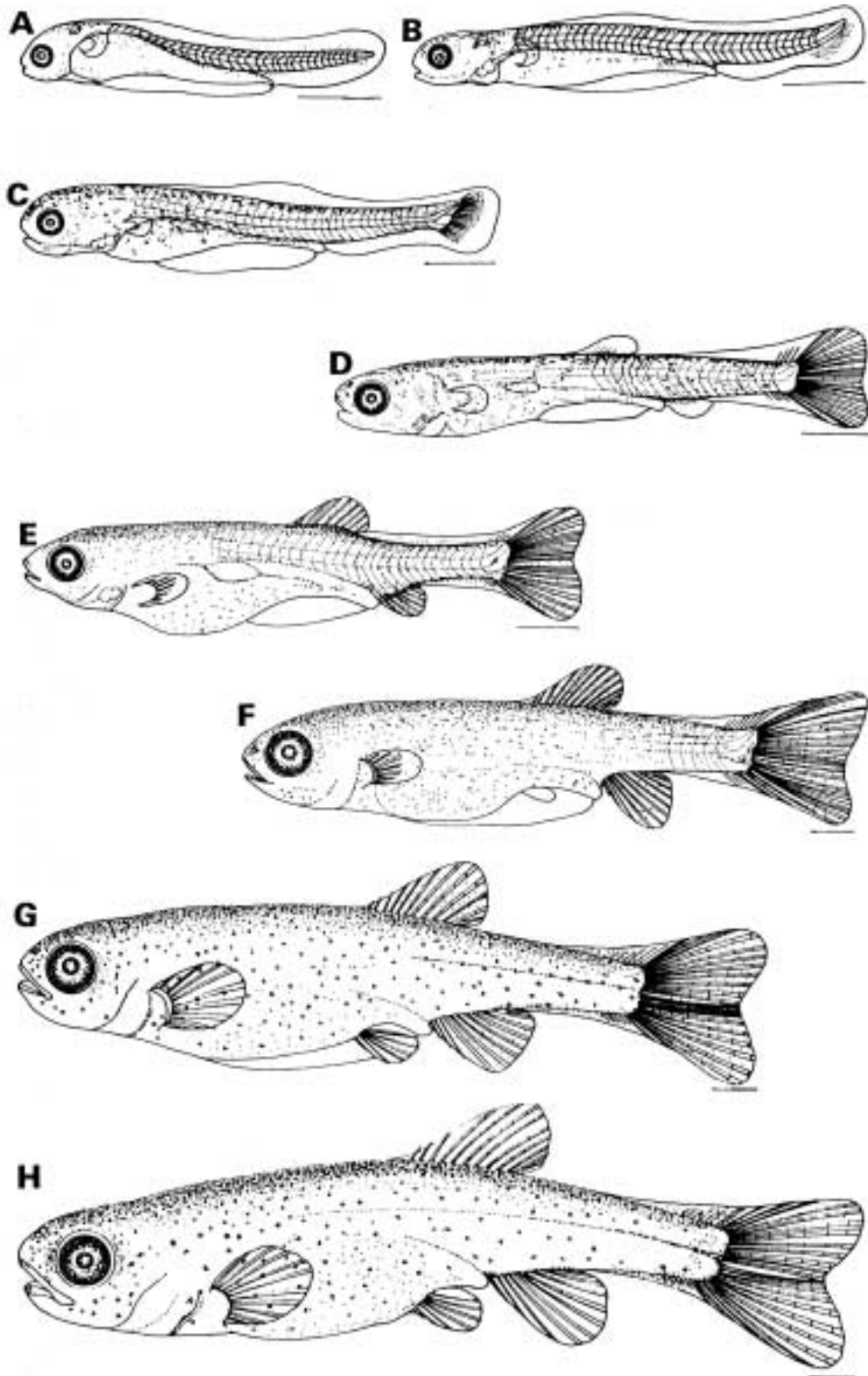


Fig. 2. Larvae and juveniles developmental stages of *Rhynchocypris oxycephalus* reared in the laboratory. A: 4.94 mm in total length (TL), newly-hatched larva; B: 6.44 mm in TL, 6 days after hatching; C: 6.82 mm in TL, 13 days after hatching; D: 8.52 mm in TL, 25 days after hatching; E: 10.98 mm in TL, 38 days after hatching; F: 13.72 mm TL, 44 days after hatching; G: 16.43 mm in TL, 60 days after hatching; H: 18.76 mm in TL, 80 days after hatching. Scale bars indicate 1.00 mm.

Table 1. Comparison of the eggs, larva and juvenile characters in the genus *Rhynchocypris*

Species	<i>R. oxycephalus</i> (Present study)	<i>R. kumgangensis</i> (Song and Choi, 1997)	<i>R. steindachimeri</i> (Uchida, 1939; Nakamura, 1969)	<i>R. percnurus</i> (Uchida, 1939; Nakamura, 1969)	<i>R. lagowskii</i> (Uchida, 1939)
Egg size (mm)	1.70~1.90	1.81±0.085	1.35~1.70	1.30~1.40	—
Type	adhesive	adhesive	adhesive	adhesive	—
Water temp. (°C)	19±0.5	15.0~17.0	14.0~17.0	18.0~23.0	—
Time of hatching (hrs)	88.4~90	124	130~168	96	—
Prelarva (mm)	4.90	4.90~6.50	4.8	4.7	—
Number of myotomes	40~42	—	40	35	42~43
Juveniles (mm)	18.69~18.87	—	21.3	20.9	24.0

간 35분에 胞胚期에 달하며, 14.0~17.6°C에서 120~168시간이 소요되었고, 동버들개는 수온 18~23°C에서 96시간 소요되는 것으로 보아 孵化 시간은 수온과 밀접한 관련이 있으며, 어류의 발생속도는 수온에 따라 많은 차이가 나므로 절대적인 비교는 할 수 없으나, 수온이 낮을수록 孵化에 소요되는 시간이 긴 것으로 나타났다(Table 1). 그러나 같은 亞科 어류인 황어, *Tribolodon hakonensis* (한 등, 1999)의 평균 사육수온은 10.60°C에서 300~312시간과는 현저한 차이를 보였다.

버들치의 孵化 直後 仔魚는 평균 全長 4.90 mm로 평균 全長 6.20±0.01 mm (박 등, 1998a)와는 다소의 차이를 보였으며, 금강모치 (Song and Choi, 1997)의 평균 全長 5.28±0.453 (4.90~6.50) mm와 동버들개 (Nakamura, 1969)의 평균 全長 4.60 mm와 버들개 (Nakamura, 1969)의 평균 全長 4.80 mm와 비슷하였다 (Table 1).

버들치 仔魚의 黑色素胞 분포는 孵化 直後부터 소량으로 분포하였고, 孵化 後 6일째의 仔魚에서는 몸 전체에 조밀하게 분포하는데 반하여, 같은 屬어류인 금강모치 (Song and Choi, 1997)에서는 孵化 後 3일째부터 등쪽과 卵黃 위에 黑色素胞가 나타나기 시작하였고, 孵化 後 15일째부터 버들치에서 볼 수 없는 黄色素胞가 분포하기 시작하며, 황어 (한 등, 1999)에서는 孵化 直後의 仔魚는 黑色素胞가 전혀 분포하지 않았고, 孵化 後 7~9일째의 後期仔魚에 몸 전체에 분포하였으며, 버들치 仔魚와는 다소 차이가 있는 것으로 나타났다.

버들치 後期仔魚의 筋節은 40~42개로 *Rhynchocypris lagowskii* (Uchida, 1939)가 42~43개, 버들개 (Uchida, 1939)가 40개로 비슷하였으며, 동버들개 (Uchida, 1939)가 35개로 다소 차이가 있는 것으로 나타났다 (Table 1).

모든 지느러미가 완성되는 시기는 孵化 後 80일째인 全長 18.69~18.87 mm의 개체였는데, 버들개 (Naka-

mura, 1969)는 孵化 後 72일째인 全長 21.3 mm에, 동버들개 (Nakamura, 1969)는 孵化 後 90~100일째인 全長 20.9 mm에서 완성되었다는 결과와는 중간에 차이를 보였다 (Table 1).

적 요

1997년 5~6월 경상남도 산청군에 위치한 경호강 중류에서 채집된 버들치의 친어들을 실험실에 설치된 수조에서 사육하던 중 產卵習性和 初期生活史에 관하여 관찰하였다.

버들치의 產卵期는 자연상태에서 5~6월이며, 성숙한 어미들은 수조 내 작은 모래와 자갈 사이로 파고 들어가 產卵하였으며, 受精된 卵은 모래 속, 자갈 표면에 붙어 있었다. 卵의 크기는 1.70~1.90 mm (평균 1.80 mm n=20)로 油球는 없었다.

孵化는 평균 사육수온은 19±0.5°C에서 受精 後 88시간 40분부터 시작되어 90시간만에 완료되었다.

孵化 直後의 仔魚는 全長 4.87~5.02 mm (평균 4.94 mm)로 입과 항문은 열려 있지 않았다. 孵化 後 6일째 仔魚는 全長 6.32~6.56 mm (평균 6.44 mm)로 卵黃이 거의 흡수되어 입과 항문이 열려있었으며, 먹이를 攝餌하기 시작하였다.

孵化 後 13일째 仔魚는 全長 6.74~6.91 mm (평균 6.82 mm)로 등지느러미가 생길 부분이 융기하기 시작하였고, 筋節은 11+23=38개였다.

孵化 後 25일째는 全長 8.45~8.60 mm (평균 8.52 mm)로 등지느러미와 뒷지느러미가 분화하기 시작하였으며, 성장이 다소 빨라지고, 脊索末端은 45°로 위로 굽어져 있었다.

孵化 後 60일째의 개체는 全長이 16.39~16.57 mm (평균 16.43 mm)로 모든 지느러미 줄기가 정수에 달하였지만, 복부 쪽에 膜狀이 아직 남아 있었다.

孵化 後 80일째의 稚魚들은 全長이 18.69~18.87 mm (평균 18.76 mm)로 몸 전체에 작은 반점이 형성되었으며, 몸의 형태, 체색 및 옆줄이 완전하게 형성되어 成魚에 닮아 있었다.

인 용 문 헌

- Nakamura, M. 1969. Cyprinid fishes of Japan. Studies on the life history of Cyprinid fishes of Japan. Research Institute of Natural Resources, Tokyo, pp. 455. (in Japanese)
- Song, H.B. and S.S. Choi. 1997. Development of eggs and larvae of Korean Fatminnow, *Rhynchocypris kumgangensis*. Korean. J. Limnology, 30(1) : 67~74. (in Korea)
- Uchida, K. 1939. The fishes of Korea. Bulletin of the fisheries experiment station of the Government-General of Korea, Pusan, pp. 458. (in Japanese)
- 김익수. 1997. 한국동식물도감. 제 37권 동물편 (담수어류). 국정교과서주식회사, 서울, pp. 629.
- 민미숙·양서영. 1986. 한국산 버들치屬 어류 2종의 분류·분포 및 지리적 변이에 관하여. 한국동물학회지, 2 : 63~78.
- 박인석·김정혜·방인철·김동수. 1998a. 버들치 (*Rhynchocypris oxycephalus*) 초기 생식소 발달과 성분화에 관한 조직학적 연구. 발생과 생식, 2 : 69~74.
- 박인석·김정혜·정장방·임재현. 1998b. 버들치 (*Rhynchocypris oxycephalus*)와 버들개 (*R. stindachneri*)에 대한 리도카인의 마취 효과. 한국양식학회지, 11 : 59~66.
- 박인석·임재현·김정혜·김동수. 1998c. 버들치 (*Rhynchocypris oxycephalus*)에서의 외유적 상처 치유. 한국양식학회지, 11 : 167~172.
- 정문기. 1986. 한국어도보. 일지사, 서울, pp. 727.
- 한경호·성기백·박준택·조재권·노병윤·오성현. 1999. 황어의 산란습성 및 초기생활사. 춘계 수산관련학회 공동학술발표회, 부산, 5월 22일, 1999, pp. 534~535.

Received September 7, 1999

Accepted October 20, 1999

한국어류학회지 제11권 2호

인 쇄 : 1999년 12월 15일 발행인 : 양 흥 준
 발 간 : 1999년 12월 31일 편집인 : 김 익 수

인 쇄 : 정 행 사 Tel : 02-925-3213, 4; E-mail : jungheng@chollian.net