

금강에 서식하는 눈동자개 *Pseudobagrus koreanus* (Pisces, Bagridae)의 초기 생활사

강 언 종
국립수산진흥원 진해내수면연구소

요 약

한국 고유종인 눈동자개 *Pseudobagrus koreanus*의 인공종묘 생산과 자원 증강을 위한 연구의 일환으로 초기 생활사를 조사하였다. 눈동자개의 수정난은 점액 물질이 두텁고 난막 표면위에 방사상의 주름무늬가 있어 특징을 보였다. 난은 구형으로 직경이 $2.59 \pm 0.08(2.45 \sim 2.70, n=10)$ mm 이었으며 유구는 없다.

수는 21~23℃에서 수정 후 첫 번째 난할은 수정 2시간 후에 시작되었으며 이어지는 난할은 약 30분 간격으로 진행되었다. 난할 중 특징으로는 난황 표면이 굴곡하는 운동으로 상실기에서 낭배기 끝까지 관찰되었다. 부화는 수정 후 72시간에 시작하여 90시간에 완료되었으며 부화 자어는 전장 5.41~5.81mm, 항문앞 거리 2.76~2.94mm이었고 근절수는 15~16+33~34(48~50)이었다. 부화 1주 후의 자어는 수영과 부레가 완성되었고 제2등지느러미를 제외한 모든 지느러미가 형성되었으며, 크기는 전장 9.67~10.52mm, 항문앞거리 5.20~5.65mm 이었다. 부화 2주 후의 자어는 모든 지느러미와 반문이 완성되었고 점액이 분비되며, 크기는 체장 14.59~16.02mm, 두장 3.31~4.16mm, 항문앞거리 8.07~9.31mm 이었다.

서 론

눈동자개 *Pseudobagrus koreanus*는 동자개과의 소형 담수어로 우리 나라의 고유종이며 서해로 유입하는 하천과 남해로 유입하는 하천 중 섬진강의 중하류에 주로 분포하지만(김, 1997) 점차 자원이 감소되고 있어 보호 및 인공적인 자원 증강이 필요한 어종이다.

본 종은 内田(1939)이 최초 섬진강에서 채집하여 미확인 종 *Pseudobagrus* sp.로 보고한 후 Lee and Kim(1990)이 비로소 *Pseudobagrus*의 유연종과 비교하여 우리 나라 고유종인 별개의 종으로

확정하여 기재하였으나 생식주기에 관한 연구(黃, 1997)가 이루어진 것 외에 기초 생물학적 연구는 거의 진전이 없는 실정이다.

한편 동자개과의 어류는 우리 나라의 담수 어류 중에서 크기가 비교적 크고 맛이 좋아 근래 양식 대상종으로 기대되고 있으나 아직까지는 *P. fulvidraco* 1종만이 양식되고 있으면서 그 생활사가 밝혀졌을 뿐(강과 이, 1996) 나머지 종에 대한 연구는 분류학적 연구(김 등, 1981; Lee and Kim, 1990) 외에 거의 이루어진 바 없다.

더욱이 한국산 동자개과 어류 6종 중 금강에서 많이 산출되어 역대 임금에게 진상될 정도로 맛이

종았던 *Leiocassis longirostris*(鄭, 1977)는 최근 30년 동안 채집된 기록이 없어 이미 멸종된 것으로 알려졌으며, 고유종인 *P. brevicarpus*는 종의 존재가 위협받아 멸종 위기 야생동식물로 지정되어 보호받고 있는 실정이어서 이들에 대한 연구가 시급하다.

이 연구는 1994~1996까지 지원된 국립수산진흥원 수산시험연구사업비로 수행된 동자개 양식시험 중 얻어진 자료로 양식기술 개발과 자원 증강 및 종 보존에 필요한 초기 생활사에 대해 조사하였다.

재료 및 방법

실험에 이용된 성어는 1996년 7월 11일 금강 수계인 전북 진안군 상전면 월포리에서 삼각망으로 채집된 표본(암컷 체장 13.5~15.3 mm 2개체, 수컷 체장 17.6~18.2 mm 2개체)으로 채집 즉시 실험실로 옮겨 HCG를 10,000IU/g 체중의 농도로 주사하여 인공채란을 시도하였다. 주사한 성어는 수온 23℃ 내외에 수용하였고 1일 후에 복부 압착법을 실시하였다. 성숙된 난은 정소를 절취하여 생리적 식염수에 미리 준비한 정액과 혼합하여 수정하였으며, 수정난은 수온 21~23℃에서 배양하였다.

난내 발생은 매 30분마다 실체현미경 (Nikon SMZ-U, Japan)으로 10~40배까지 관찰하면서 묘사기를 이용하여 그림을 그리면서, 크기를 측정하였다.

부화된 자어는 입이 개구되는 부화 2일부터 난각을 제거한 brine shrimp의 알을 공급하면서 1주일간 사육하였으며, 그 후는 잉어 인공사료 (2C)를 공급하였다.

결 과

1. 수정난의 특징 및 크기

수정된 *P. koreanus*의 알은 거의 구형에 가까우며, 강한 점착성을 지닌 분리 침성난이다. 난막은 점착성을 가진 분비물이 두텁게 덮혀 있어 난끼리 혹은 다른 물체에 쉽게 부착되며, 난황은 연황색이고 유구는 없었다.

수정 직후 난경은 2.59 ± 0.08 (2.45~2.70, n=10) mm로 큰 편이다 (Fig. 1A). 수정 30분 후에는 난막이 팽창되어 난황과의 사이에 위란강이 형성되었으며 이 때의 난은 2.62 ± 0.10 (2.46~2.72, n=10) mm로 약간 확장되었고, 난황의 크기는 2.14 ± 0.08 (2.00~2.27, n=10) mm이었다 (Fig. 1B).

한편 난막의 표면에는 동물극쪽 약 2/3에 걸친 부분에 방사형의 무늬가 관찰되었다 (Fig. 1C).

2. 난내발생

실내 수온 범위(21~23℃)에서 난황과 난막의 분리는 수정 5분후에 완료되었고 (Fig. 1A), 이후 계속된 난막의 팽창으로 위란강이 형성되었으며 (Fig. 1B), 수정 1시간 30분 후에는 동물극에 배반이 형성되었다 (Fig. 1D).

제1난할은 수정 후 2시간만에 관찰되었으며 (Fig. 1E) 이후 약 30분 간격으로 세포 분열이 관찰되어 (Fig. 1F~I), 수정 약 4시간 후에는 상실기에 이르렀다. 한편 상실기 난의 난황은 특이한 운동을 보였는 바 난황의 표면에 함입된 후 함입부가 시계 방향으로 이동되는 현상 (Fig. 1J~L)으로 일회 회전하는데 약 3분이 소요되었다. 이러한 운동은 낭배 말기까지도 계속되지만 낭배기 부터는 yolk plug에서만 일어나며 (Fig. 2B) 매우 느리게 진행되었다.

수정 약 5시간 30분 후에는 세포의 크기가 알아볼 수 없게 작아져 일정한 배열을 이루는 포배기에 달했으며 (Fig. 2A), 이후 낭배기가 진행되어 수정 24시간 후부터는 배체가 형성되기 시작하였고, 수정 25시간 후에는 yolk plug에 Kupffer's vesicle이 반달무늬로 관찰되었다 (Fig. 2B~D). 29시간 후에는 세포층이 난황을 완전히 덮어 낭배가 완료되었다 (Fig. 2E). 낭배가 완료된 배는 안포가 형성된 상태로 관찰되었다.

수정 43시간 후에는 배체의 미부가 난황과 완전히 분리되어 근절운동이 관찰되며, 근절은 26개에 이른다. 수정 54시간 후에는 수정체가 이미 완성되었고, 이포가 관찰되며 두부의 양 측면에 수염의 원기 2개가 용기부로 관찰되었고, 근절은 17+20에 달하였다 (Fig. 2F; 3A).

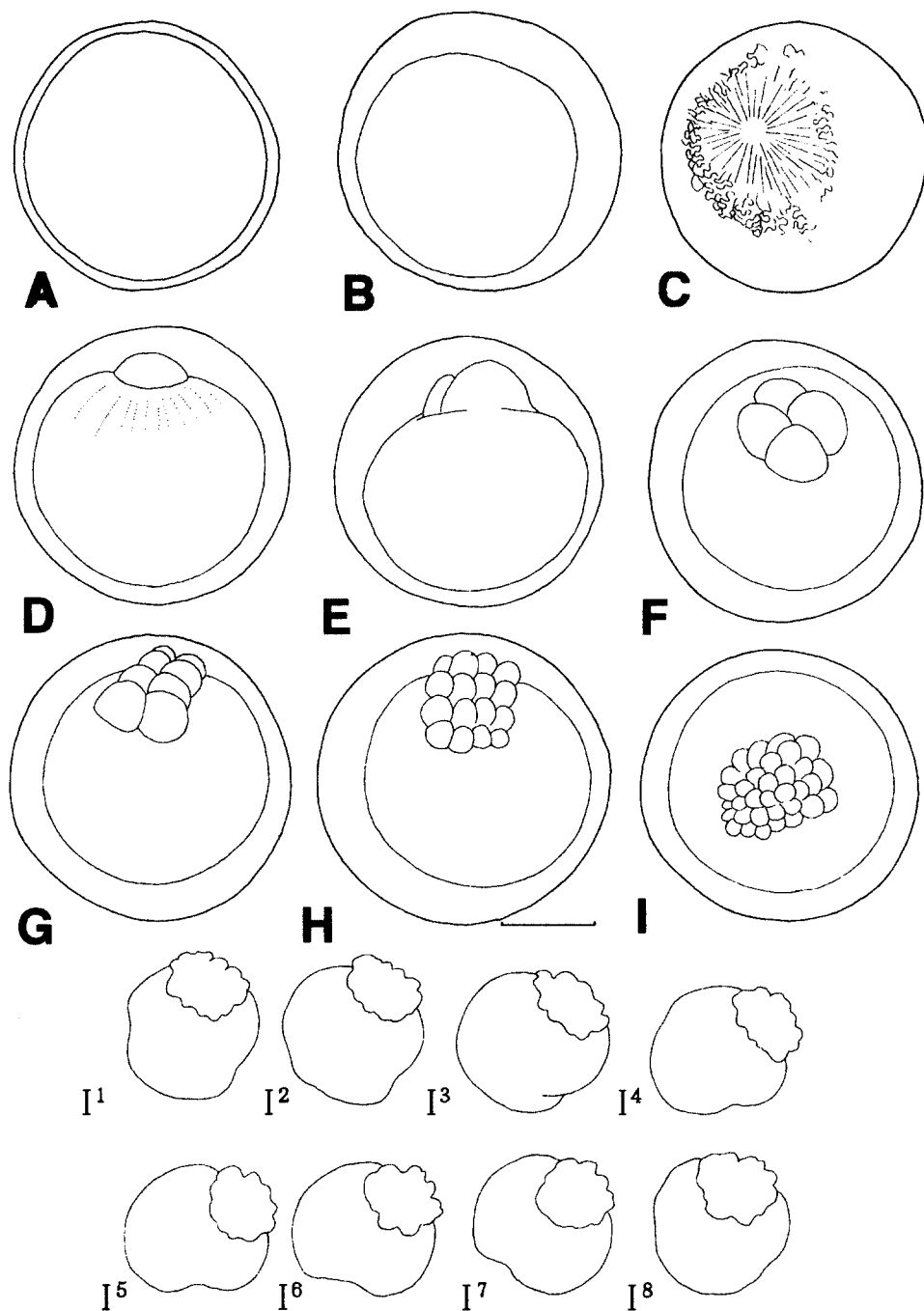


Fig. 1. The egg development of *Pseudobagrus koreanus*. A ; fertilized egg, 5 min., B ; formation of perivitelline space, 30 min., C ; surface structure of egg membrane, D ; formation of blastodisc, 1 hr 30 min., E ; 2 cell stage, 2hrs., F ; 4 cell stage, 2hrs 30 min., G ; 8 cell stage, 3 hrs., H ; 16 cell stage, 3 hrs., I ; 32 cell stage, 4 hrs after fertilization, I¹-I⁸ ; changes in shape of yolk. Scale bar(s) on the figure indicates 1 mm.

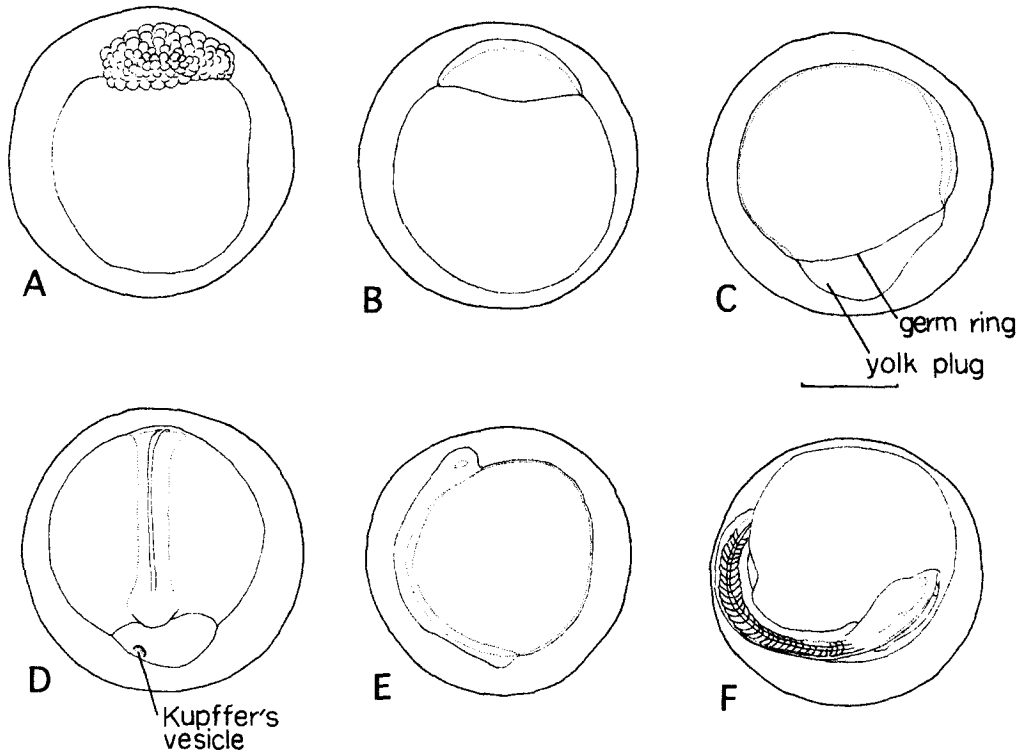


Fig. 2. The egg and embryonic development of *Pseudobagrus koreanus*. A ; blastula stage, 5 hrs 30 min., B ; early gastrula stage, 7 hrs 30 min., C ; late epiboly, 24 hrs., D ; late epiboly stage showing Kupffer's vesicle and embryonic body, 25 hrs., E ; completion of gastrula stage, 29 hrs., F ; embryo at age 1 day 19 hrs.

3. 부화 자어의 성장

부화는 수정 약 3일만에 시작되었고, 부화된 자어의 두부 하면에는 수염의 원기가 관찰되었다. 난황의 상부 가슴지느러미 원기를 감싸는 Cuvier's duct에 혈류가 보이며, 심박은 약 52회/분 정도이다. 근절의 수는 15~16+33~34(48~50)에 달하며, 항문의 예정부가 구분된다 (Fig. 3B). 부화 직후 자어의 크기는 전장 5.41~6.01mm, 항문 앞거리 2.75~3.19mm에 달하였다.

부화 2일 후에는 수염이 다소 길어졌으며, 입이 개구되었고, Cuvier's duct 안쪽에 미소혈관이 잘 발달하였다 (Fig. 3C). 가슴지느러미는 노 모양의 피막으로 발달하기 시작하였고, 뒷지느러미의 원기와 꼬리지느러미의 기초 원기가 나타난다. 흑색

소포는 두부의 상부, 몸체의 중앙부 그리고 미부의 하부에 약간 나타나며, 눈이 착색되었다. 비공은 눈의 앞부분 주둥이 부위에 관찰된다. 자어의 크기는 전장 6.52~7.66mm, 항문 앞거리 3.12~3.51mm이었다.

부화 5일 후에는 수염이 비공의 앞부분, 상악의 후부 그리고 두부 복면에 모두 4쌍으로 완성되었고, 흑색소포는 몸의 거의 전부에 분포되었다 (Fig. 3D). 지느러미는 가슴지느러미와 꼬리지느러미, 제1등지느러미 그리고 뒷지느러미가 기초의 원기를 가진 것으로 관찰되며, 배지느러미의 원기가 항문의 앞부분에 나타난다. 자어의 크기는 전장 9.60~10.83 mm, 등지느러미 앞거리 2.60~2.96 mm, 항문 앞거리 4.20~5.12 mm에 달하였다.

부화 7일 후의 자어는 수염이 더욱 길고 가늘어

Fig. 3. Post-embryonic development and the growth of larvae. A ; embryo excised from egg membrane just before hatching at age 2 days 8 hrs., B ; hatched larvae, 3 days after fertilization, C ; 2-day old larvae, D ; 5-day old larvae, E ; 1-week old larvae, F ; 2-week old larvae.

저 정형을 보이며, 부레가 완성되었고, 배지느러미가 원형의 피막으로 분리되어 나타난다. 기조는 가슴지느러미는 I-8, 등지느러미는 I-6, 뒷지느러미는 21로 특히 가슴지느러미의 극조 안쪽으로는 2개의 거치가 발달하였다(Fig. 3E). 자어의 크기는 체장 9.67~10.52 mm, 등지느러미 앞거리 2.91~3.35 mm, 항문앞거리 5.20~5.65 mm이었다.

부화 2주 후에는 제2등지느러미가 완성되었고 배지느러미에 6개의 기조가 나타나는 등 모든 지느러미가 정형을 갖추었으며, 반문도 성체와 가깝게 발달하였고, 점액이 분비되는 등 성체의 특징을 보이는 치어기에 도달하였다(Fig. 3F). 이때 치어의 크기는 체장 14.59~16.02 mm, 두장 3.31~4.16 mm, 등지느러미앞거리 4.71~6.17 mm, 항문 앞거리 8.07~9.31 mm, 수염길이 2.05~2.20 mm이었다.

고 찰

한국산 동자개과 어류에는 2속 6종이 알려진 바

(김, 1997) 이 중 *Pseudobagrus koreanus*와 *P. brevicorpus*의 2종은 우리 나라 고유종이어서 국내 고유종의 빈도가 아주 높으며, 또한 *Leiocassis longirostris*는 멸종되었고 *P. brevicorpus*는 멸종 위기 야생 동식물로 분류되어 보호 받는 등 주목되는 분류군이지만, 분류를 제외한 기초 생물학적 연구가 거의 이루어지지 않아 종의 보호와 자원 증강에 문제시되고 있다.

본 조사 결과 *P. koreanus*의 난은 점액층이 두껍고 표면에 방사상의 무늬가 나타나 일본산 *P. aurantiacus*와 유사하였으나 (Takeshita and Kimura, 1994), 비정형 무늬를 보이는 *P. fulvidraco*와는 다르게 나타나 주목되었다 (강과 이, 1996). 이러한 난막 표면 구조는 본 조사시 병행된 *L. ussuriensis*의 구조와 동일 (미보고 관찰)하여 분류학적으로 주목된다.

수정난의 발생 도중 세포괴를 제외한 상실배의 난황 표면은 합입부가 이동하는 특이한 운동을 보였는데 이는 *P. fulvidraco*와 마찬가지로 상태였으나 (강과 이, 1996) 그 속도는 훨씬 느려 *L. ussuriensis*

sis의 상태와 유사하였다(미보고 관찰).

이러한 난황 운동은 발생하는 배의 호흡에 관여하는 것으로 알려진 Cuvier's duct 내의 미세혈관(Balon, 1985)이 잘 발달하는 점과 연관되어 용존 산소가 부족한 상태에서 산소의 분산을 원활히 하는 역할을 하는 것이 아닌가 사료된다.

꼬리지느러미의 형태 변화는 동 속의 *P. fulvidraco* 자어는 부화 1주일경에 꼬리지느러미의 후연이 합입되기 시작하였지만 본 종의 경우 재단 형이 그대로 유지되어 분류학적으로 주목된다.

동자개과의 어류는 그간 꼬리지느러미의 형태와 가슴지느러미의 거치 유무 등 외부 형태에 의해 *Pelteobagrus*, *Pseudobagrus*, *Coreobagrus*, *Leiocassis*의 4속으로 구분되어 왔으나 (鄭, 1977; 金 등, 1981), Lee and Kim (1990)은 그간에 검토되었던 외부형태형질과 골격형질을 종합하여 *Pseudobagrus*와 *Leiocassis*의 2속으로 통합한 바 있다. 그러나 본 조사에서 밝혀진 난막의 표면 구조와 난황 운동의 상태 등 초기 생활사의 특징이 서로 다른 속인 *P. koreanus*와 *L. ussuriensis* 사이에 유사하고 동일 속에 해당하는 *P. fulvidraco*와 *P. koreanus* 사이에 차이를 보여 분류학적 매우 주목되어 과내 종간 생활사의 검토 등 추후 연구가 필요한 것으로 사료된다.

인 용 문 헌

- 강언중, 이철호. 1996. 동자개 *Pseudobagrus fulvidraco* (Pisces, Bagridae)의 초기생활사. 한국어류학회지 8 (1) : 83~89.
- 김익수. 1997. 한국동식물도감. 제37권 동물편(담수어류). 교육부. 629pp.
- 金益秀 · 李金泳 · 朱日永. 1981. 韓國産 동자개科 魚類의 分類學的 研究. 生物學研究年報 (全北大) 2 : 1~18.
- 鄭文基. 1977. 韓國魚圖譜, 일지사, 서울. 727 pp.
- 內田惠太郎. 1939. 朝鮮魚類誌. 朝鮮總督府水産試驗場報告 6. 458 pp.
- 黃世媛. 1997. 눈동자개, *Pseudobagrus koreanus*의 生殖週期에 關한 研究. 麗水水産大學校 碩士學位論文. 41 pp.
- Balon, E. K. 1985. Additions and amendments to the classification of reproductive styles in fishes. pp. 59~72. In E. K. Balon (ed.), Early life histories of fishes : New developmental, ecological and evolutionary perspectives, Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht.
- Lee, C. L. and I. S. Kim. 1990. A taxonomic revision of the family Bagridae (Pisces, Siluriformes) from Korea. Kor. J. Ichthyol. 2 (2) : 117~137.
- Takeshita, N. and S. Kimura. 1994. Eggs, larvae and juvenile of the bagrid fish, *Pseudobagrus auran-tiacus*, from the Chikugo River, Kyushu Island, Japan. Jap. J. Ichthyol. 40 (4) : 504~508.

Early Life History of Black Bullhead, *Pseudobagrus koreanus* (Pisces, Bagridae), from Kum River, Korea

Eon-Jong Kang

(Chinae Inland Fisheries Research Institute,
National Fisheries Research Institute, Chinhae 645-250, Korea)

The early life history of black bullhead, *Pseudobagrus koreanus*, endemic to Korea was investigated to get biological information needed in artificial production of seedlings and in recovering natural resources. The fertilized eggs showed some characteristics in having heavy sticky material and minute folds which is formed radical pattern on the egg membrane. The shape of egg was spherical and 2.59 ± 0.08 (2.45~2.70, n=10)mm in diameter. The yolk had not oil globule. The first cleavage was observed 2 hrs after insemination at 21~23°C, and the progressive cleavage were done about 30 min. interval. The characteristic changing of the yolk surface started at morula stage and continued to the end of gastrula. Hatching was started 72 hrs and completed 90 hrs after fertilization. The size of the larvae were 5.41~5.81mm in total length and 2.76~2.94mm in preanal length, and the number of somites was 15~16+33~34(48~50). The barbels and swimbladder were completed and all the fins except second dorsal were appeared 1 week after hatching. The larvae attained 9.67~10.52mm in total length and 5.20~5.65mm in preanal length. All the fin sets and color pattern were completed 2 weeks after hatching and body mucus was secreted at that stage. The juvenile attained 14.59~16.02mm in standard length, 3.31~4.16mm in head length and 8.07~9.31mm in preanal length.