

## 한국 특산종 자가사리 (*Liobagrus mediadiposalis*)의 산란행동 및 초기 생활사

최낙현·서원일<sup>1</sup>·김춘철<sup>2</sup>·박충국·허승준·윤성민<sup>3</sup>·한경호·이원교\*  
전남대학교 수산해양대학 양식생물학전공, <sup>1</sup>국립수산과학원 영광수산사무소,  
<sup>2</sup>전라남도 내수면시험장, <sup>3</sup>경상북도 수산자원개발연구소

### Spawning behavior and Early Life History of the *Liobagrus mediadiposalis* in the Korean Endemic Species

Nak-Hyun CHOI, Won-Il SEO<sup>1</sup>, Chun-Chel KIM<sup>2</sup>, Chung-Kug PARK, Seung-Joon HEO, Seung-Min YOON<sup>3</sup>, Kyeong-Ho HAN and Won-kyo LEE\*  
Aquaculture Program, College of Fisheries and Ocean Sciences, Chonnam National University, Chonnam 550-749, Korea

<sup>1</sup>Yeonggwang Fisheries Office, NFRDI, Yeonggwang 513-804, Korea

<sup>2</sup>Inland Fisheries Research Laboratory Jeollanamdo Provincial Government, Jangseong 515-803, Korea

<sup>3</sup>Gyeongsangbuk-do Fishery Resources Institute, Yeongdeok 766-852, Korea

To elucidate the spawning behavior and early life history of *Liobagrus mediadiposalis*, mature male and female fish were collected from a branch of the Seomjin River. Spawning was induced by injecting hormones, and then the spawning process and development of fertilized eggs, larvae, and juveniles were observed. Observations of spawning behavior showed that the female established a territory and built a spawning nest, and frequently pressed on the upper ventral part of the male to release her eggs. When spawning was finished, the fish supplied fresh water to the egg mass using their pectoral and caudal fins. Hatching began 189 h 20 min after fertilization at 21.5-23.5 °C (mean 22.7 °C). The mean total length (TL) of newly hatched larvae was 7.18-7.39 mm (mean 7.31 mm). Their mouth and anus were already open and they had 14+24=38 myotomes. Eighteen days after hatching, the larvae were 12.71-13.79 mm (mean 13.27 mm) in TL and the yolk sac was absorbed completely. At 35 days after hatching, when all the fin-rays had formed, the juveniles were 15.84-17.92 mm (mean 16.33 mm) in TL.

Key words: *Liobagrus mediadiposalis*, Spawning behavior, Early life history, Eggs, Larvae and Juveniles

#### 서론

어류의 초기생활사에 대한 연구는 난의 형태적, 생리적 특징과 더불어 배 발생 (embryological development) 및 초기 성장 과정을 거치면서 나타나는 종의 고유 형질, 발달특성 등 어종에 대한 많은 정보를 담고 있기 때문에 다양한 분류학적, 발생학적, 생태학적 지식을 얻을 수 있으며, 이를 토대로 어족 자원의 보존과 보호 및 종묘생산을 통한 증식 등에 다각도로 활용할 수 있다 (Song and Choi, 2000).

자가사리 (*Liobagrus mediadiposalis*)는 메기목 (Siluriformes), 통가리과 (Amblycipitidae), 통가리속 (genus *Liobagrus*)에 속하는 어류로, 같은 속에는 통가리 (*L. andersonii*)와 통사리 (*L. obesus*)가 우리나라에 분포하고 있다 (Son, 1981; 1987).

한국산 통가리과에 관한 연구는 통가리속 어류의 생태 (Son and Choo, 1988), 조선어류지 (Uchida, 1939)에서 형태, 발생, 분포, 생태 및 생활사에 대하여 기재하였고, 통가리속 어류의 형태학적 비교 (Son, 1981; 1988), 통가리과 어류의 계통분류

학 (Son, 1987), 형태 및 단백질 전기 영동상에 의한 통가리속 어류 비교 (Son et al., 1984), 통가리속 어류의 핵형 비교 (Son and Lee, 1989) 및 통사리의 산란습성 및 초기 생활사 (Seo et al., 2006) 등이 있다.

자가사리는 우리나라 남부지방의 하천인 금강, 낙동강, 섬진강 및 남해의 섬에 주로 분포하며, 하천 상류의 자갈이나 바위가 많은 곳에 주로 서식하고 낮에는 주로 돌 밑에 숨어있고 밤에는 활발히 활동하는 야행성 어류이다 (Son and Choo, 1988). 산란기는 늦봄인 5, 6월로 봄 산란어종에 속한다 (Choi, 2008). 특히 자가사리는 한국 특산 어류 (고유어종)로서 학술적 보존 가치가 매우 높으나 최근 산업이 발달하면서 하천의 중·상류가 댐 건설, 하천 직강화, 콘크리트 제방 등의 건설공사로 인해 서식환경이 파괴됨으로서 자가사리의 개체수가 현저히 감소하고 있는 실정이다.

이 연구는 한국 특산 어류 (고유어종)로 제한적으로 분포하는 자가사리의 종 보존과 번식 생태 연구의 일환으로 산란행동 및 습성과 난 발생 및 자치어 형태 발달 과정을 관찰하였다.

\*Corresponding author: wklee196@Chonnam.ac.kr

재료 및 방법

산란유도

실험에 사용한 자가사리는 주 산란기인 2007년 5월부터 6월까지 전라남도 순천시 황전면 인근의 섬진강 지류 (Fig. 1)에서 반두를 이용하여 성어들을 채집하여 실험실로 운반 후, 90×45×30 cm 크기의 사육수조에 사육하였고, 먹이는 장구벌레와 조갯살 등을 이용하여 매일 충분한 양을 급여하였다. 어미들의 에너지 소모를 막고, 높은 수질과 양질의 수정란을 얻기 위해 자연산란 유도 시험을 실시하였다. 실험에 사용된 호르몬은 GnRH의 작용을 억제하는 dopamine의 길항작용을 나타내는 domperidone이 용매되어 있는 Ovaprim (Syndel, Vancour, Canada)을 사용하였으며, 어체 kg당 0.5 mL를 근육에 주사하여 수온 21.5-24.5°C (평균 23.5°C)로 설정된 수조에 한 쌍씩 넣어 자연산란을 유도하였다. 이때 호르몬 주사는 암·수 모두에 동일한 양으로 실시하였으며, 산란행동 관찰은 호르몬 주사 후 24시간 이후부터 30분 간격마다 관찰 및 기록과 함께 digital camera를 이용하여 촬영한 후 분석하였다.

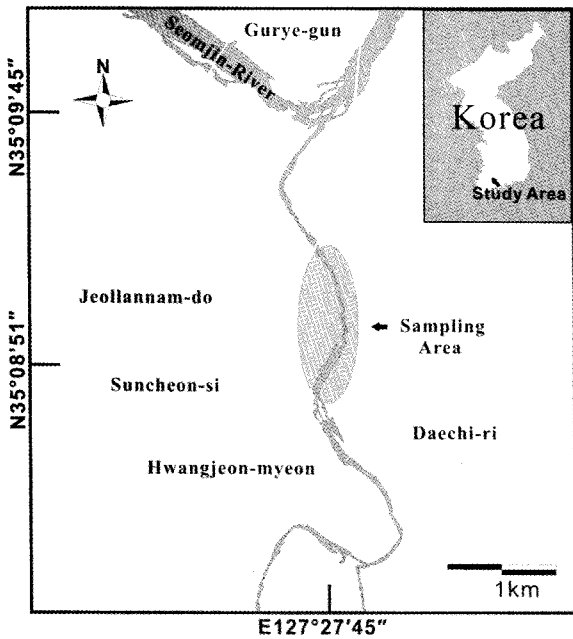


Fig. 1. The sampling area of the *Liobagrus mediadiposalis* at the Seomjin-River, Jeollanam-do.

난 발생 및 자치어 형태 발달

수정란은 투명 유리 수조 (35×50×30 cm)에 수용하여 난 발생 과정을 관찰하였고, 사육 수온은 사육수온은 20.5-24.5°C (평균 22.5°C)를 유지하였고, 사육수는 매일 1/2씩 2회 환수하였다. 난의 크기는 수정란 중 무작위로 50개를 추출, 만능 투영기를 사용하여 0.01 mm까지 측정하였고, 난 발생 과정은 매시간 입체 해부 현미경을 사용하여 관찰하였다.

부화 직후부터 치어기까지 발육 단계에 따라 형태와 발달

과정을 관찰하였다. 부화한 자어는 투명 유리 수조 (35×50×90 cm)에 수용하여 사육하였고, 사육 기간 동안의 수온 범위는 21.5-23.5°C (평균 22.7°C)를 유지시켰다. 자치어의 먹이로는 *Artemia* sp. nauplius, 배합사료 및 실지렁이를 순차적으로 공급하였다.

자치어의 형태 발달 과정은 부화 직후부터 1일 평균 10마리씩 얼음 또는 마취제 (MS-222, Tricaine methane sulfonate: Sandos)를 이용하여 마취시킨 후, 어체의 각 부위를 입체 해부 현미경과 만능 투영기를 통해 0.01 mm까지 측정, 관찰하였다. 자치어의 형태발달 단계는 (Russell, 1976)에 따라 구분하였다.

결 과

산란행동

자가사리의 산란 장소는 주로 하천의 여울과 소가 이어지는 곳이었으며, 수온은 17.0-20.0°C, 산란장의 물리적 특징은 유속이 20-30 cm/sec이었고, 모래와 돌이 섞여 있는 곳의 밑면이 편평한 돌 밑에 산란하였다 (Fig. 2). 산란을 위한 행동은 Fig. 3에서 보여 주는 것과 같이 4단계로 구별할 수 있었다. 평상시에는 각자의 권역에서 생활하다가 (Fig. 3a) 산란시기가 되면 암컷이 먼저 유속의 흐름이 완만하고 은신이 가능한 돌 밑을 선택하여 먼저 자리를 잡고 수컷을 유인하여 산란행위를 시작하게 된다 (Fig. 3b). 이때 암컷이 수컷의 등지느러미 위로 생식공을 걸쳐서 수정이 이루어질 수 있는 공간을 확보한 후 수컷의 등지느러미 부위에 복부를 압박하면서 암컷이 먼저 방란을 한 후에 수컷이 바로 방정을 하여 수정이 이루어진다 (Figs. 3c1, c2). 산란이 끝나면 수컷과 암컷이 함께 난이 부화할 때까지 산란장을 떠나지 않고 알을 보호하였으며 가슴지느러미와 꼬리지느러미를 이용하여 산란장에 수류를 일으켜 난에 신선한 물을 공급해 주었고, 수정이 되지 않은 난과 발생과정 중 폐사한 난을 제거하여 난이 부패하지 않도록 환경을 조절하였다 (Figs. 3d1, d2).



Fig. 2. The egg guarding of *Liobagrus mediadipodalis*.

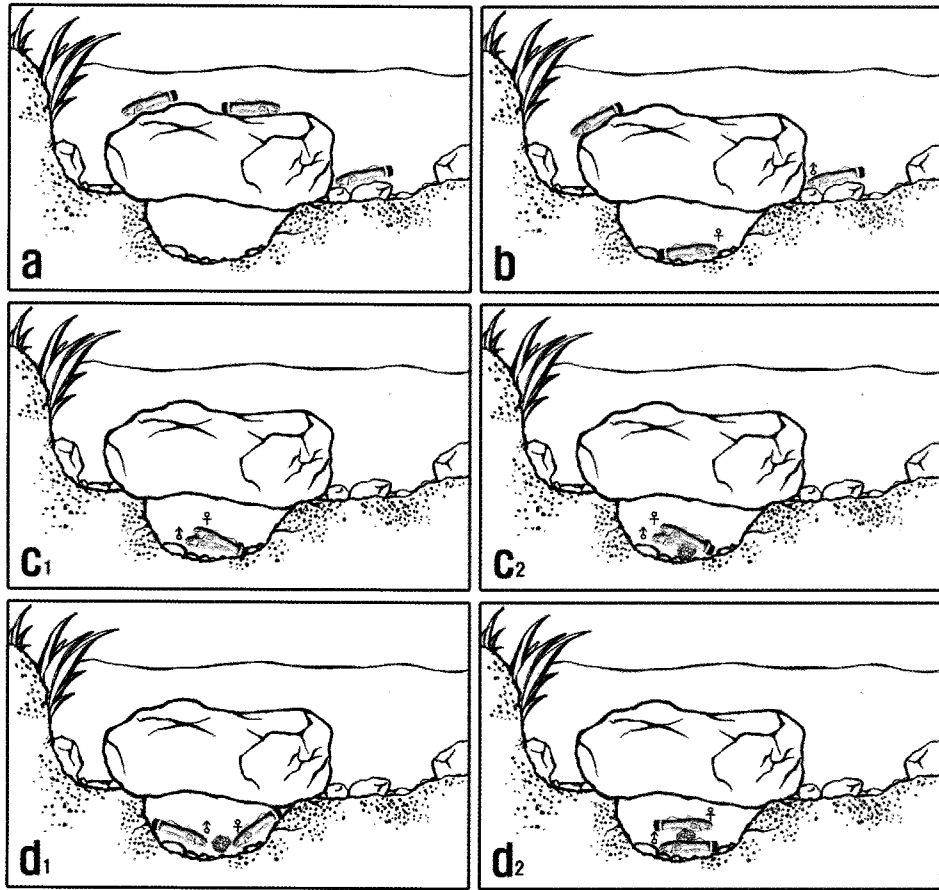


Fig. 3. The spawning behavior of *Liobagrus mediadipodalis*. a, Nest; b, courtship and follow; c, posture in spawn and spawning; d, protection behavior.

난의 형태

자가사리 수정란의 형태는 구형으로, 점착성이 강하고 난막 표면의 젤리층으로 덮여 있는 침성란이었다. 난황은 황색이었으며, 난경은 2.85-3.73 mm (평균 3.27 mm, n=100)였다 (Fig. 4). 산란은 1회에 걸쳐 이루어졌으며, 산란수는 121-152개 (평균 132개, n=10)였다.

난 발생 과정

자연 산란된 자가사리의 수정란 (Figs. 4, 5a)은 수정 후 40분에 난막이 난황에서 분리되면서 배반이 형성되었고 (Fig. 5b), 1시간 후에는 난황이 시작되어 2세포기로 이행하였으며 (Fig. 5c), 2시간 30분에는 4세포기에 달하였다 (Fig. 5d). 수정 후 4시간 40분에 16세포기로 이행하였고 (Fig. 5e), 이후 계속 발생이 진행되어 수정 후 7시간 후에는 상질기에 도달하였다 (Fig. 5f). 수정 후 9시 10분에 포배기에 달하였으며 (Fig. 5g), 수정 후 20시간 15분에는 배반이 난황의 2/3를 덮어 내려와 낭배기에 도달하였다 (Fig. 5h). 수정 후 25시 30분에 배순이 자라 오르기 시작하였으며 (Fig. 5i), 수정 후 35시간 10분에는 배순이 더욱 자라 올라 배체의 형태를 갖추기 시작하였다 (Fig. 5j). 수정 후 53시간 15분에는 근질이 7-9개가 형성되

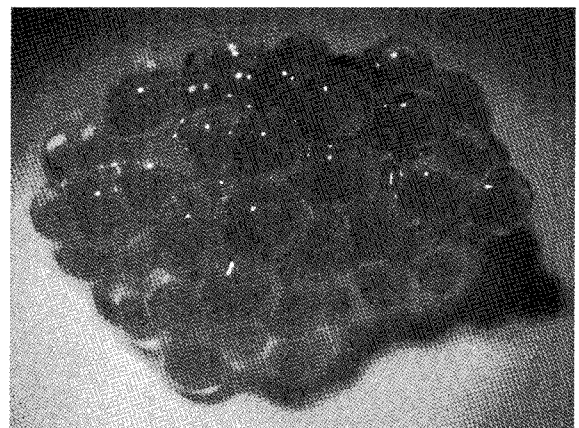


Fig. 4. The egg mass of *Liobagrus mediadipodalis*.

었으며, 안포가 형성된 것을 관찰할 수 있었고 (Fig. 5k), 수정 후 62시간 20분에는 렌즈 및 Kupffer씨포가 형성되었고, 이포가 생겼으며, 근질이 35-37개로 증가하였다 (Fig. 5l). 수정 후 74시간 40분에는 심장에서부터 난황 주위로 혈액이 흘렀으며, 꼬리부분이 난황으로부터 분리되기 시작하였다 (Fig. 5m). 수정 후 139시간 10분에는 머리부분이 더욱 발달되었으며, 가슴

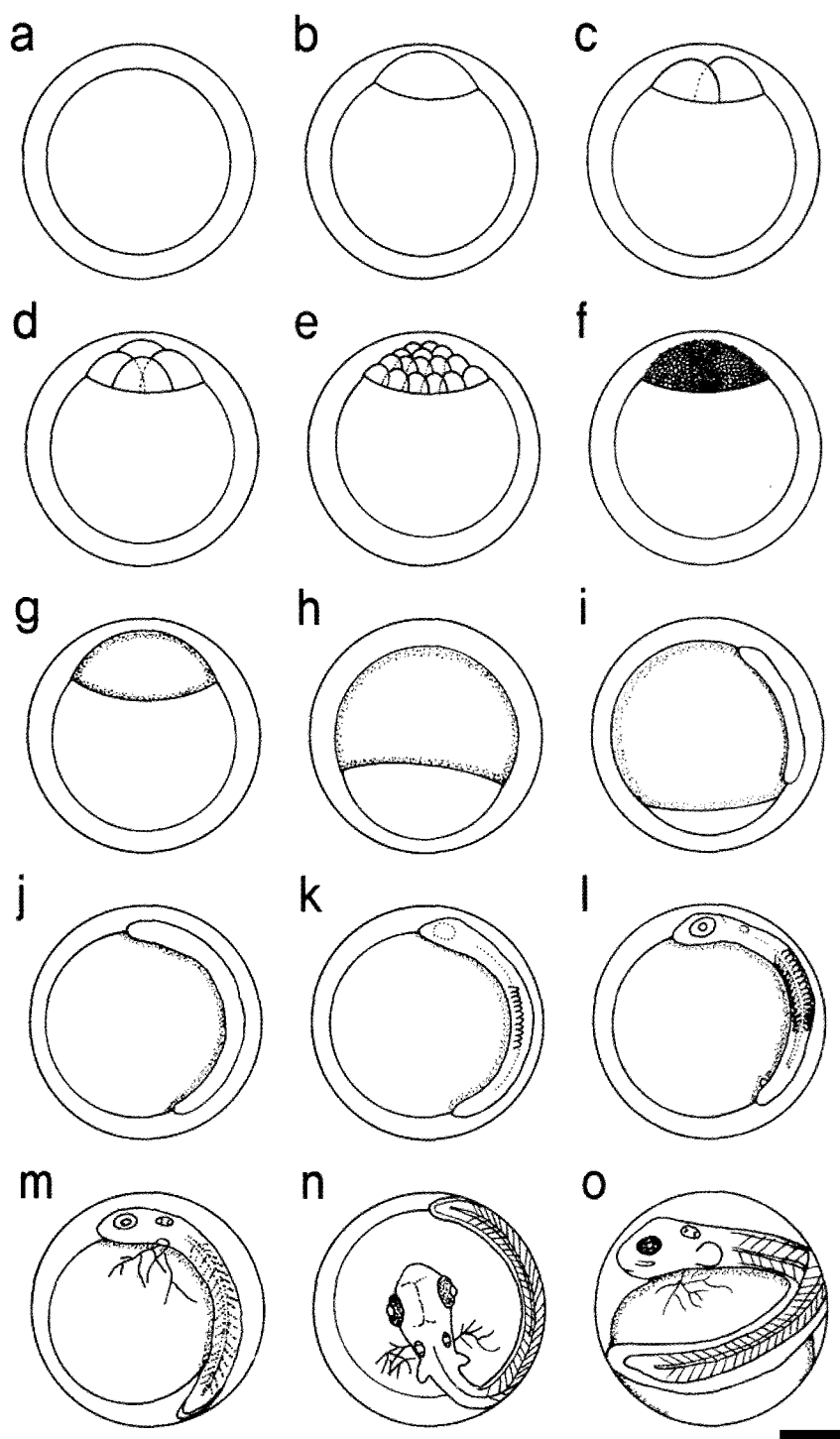


Fig. 5. The egg development of *Liobagrus mediadiposalis* reared in the laboratory. a, Fertilized egg; b, Formation of blastodisc, 40 mins. after fertilization; c, 2 cells stage, 1 hrs. after fertilization; d, 4 cells stage, 2 hrs. 30 mins. after fertilization; e, 16 cells stage, 4 hrs. 40 min. after fertilization; f, Morula stage, 7 hrs. after fertilization; g, Blastula stage, 9 hrs. 10 mins. after fertilization; h, Gastrula stage, 20 hrs. 15 mins. after fertilization; i, Mid-gastrula stage, 25 hrs. 30 mins. after fertilization; j, Embryo formation, 25 hrs. 30 mins. after fertilization; k, 7-9 myotomes stage, appearance of optic vesicles, 53 hrs. 15 mins. after fertilization; l, Formation of eye lens and appearance of Kupffer's vesicle, auditory vesicle 35-37 myotomes stage, 62 hrs. 20 mins. after fertilization; m, Formation of heart, 74 hrs. 40 mins. after fertilization; n, Membranous fin and appearance of melanophore on the eye appeared, 139 hrs. 10 mins. after fertilization; o, Embryo just before hatching, 189 hrs. 20 mins. after fertilization. Scale bar indicates 1.00 mm.

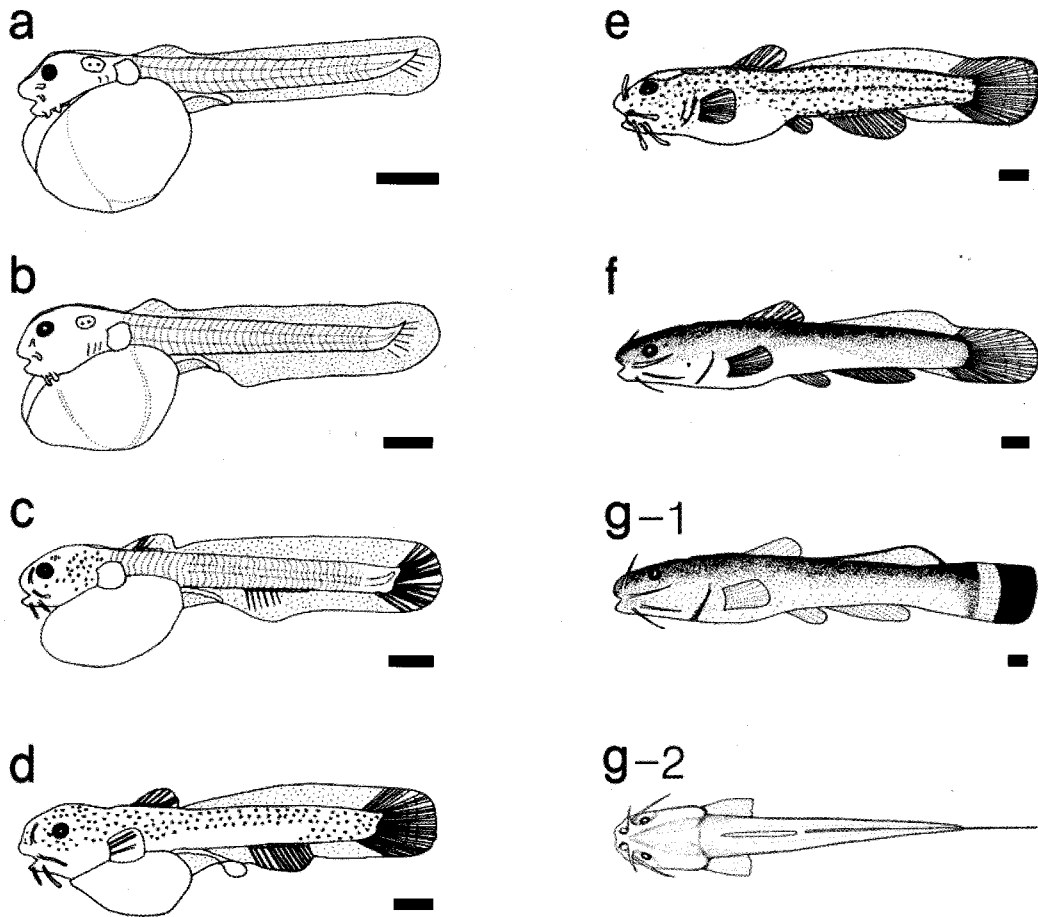


Fig. 6. Morphological development of larvae and juveniles of *Liobagrus mediadiposalis*. a, Newly hatched larvae, mean 7.31 mm in total length (TL); b, 3 days after hatching, mean 8.96 mm in TL; c, 5 days after hatching, mean 9.59 mm TL; d, 8 days after hatching, mean 10.87 mm in TL; e, 18 days after mean 13.27 mm in TL; f, 35 days after hatching, mean 16.33 mm in TL; g, 24 days after hatching, mean 23.48 mm in TL. Scale bars indicate 1.00 mm.

Table 1. Comparison of egg and larval characters in Amblycipitidae and Bagridae

Species	Fertilized egg size (mm)	Time for hatching from morula stage (WT*)	Number of myotomes	Total length of newly hatched larvae (mm)
<i>Liobagrus mediadiposalis</i> (Present study)	3.27	189 hrs. 20 mins. (22.7°C)	14+24=38	7.31
<i>L. obeus</i> (Seo et al., 2006)	3.3	225 hrs. 15 mins. (23.1°C)	14+28=42	7.66
<i>L. andersoni</i> (Uchida, 1939)	3.0	-	13+25=38	6.8
<i>Pseudobagrus koreanus</i> (Kang, 1998)	2.5	40 hrs. (21-23°C)	-	4.2-4.3
<i>Pseudobagrus fulvicraco</i> (Kang and Lee, 1996)	1.43	35 hrs. (25°C)	48-50	5.4-6.0
<i>Pseudobagrus brevicorpus</i> (Kang et al., 2007)	1.99	35 hrs.		5.9

\*WT, Water temperature.

지느러미 줄기가 형성되었고, 근절은 38개로 증가되었다 (Fig. 5n). 수정 후 189시간 20분에는 부화직전으로 꼬리부분부터 난막을 뚫고 부화하기 시작하였다 (Fig. 5o).

### 자치어 형태 발달

자가사리는 수정 후 189시간 20분에 꼬리부분부터 먼저 부화하기 시작하였으며, 부화 직후의 자어는 전장 7.18-7.39 mm (평균 7.31 mm)로 항문과 입이 열려있었다. 항문은 전장의 40-45%로 몸의 중앙에서 약간 앞쪽에 위치하였다. 머리 부분 하면에는 수영의 원기가 4쌍이 관찰되었고, 난황은 노란색으로 머리 부분보다 컸다. 등지느러미, 뒷지느러미 및 꼬리지느러미는 막상으로 연결되어 있었고, 등지느러미 부분이 융기되어 있었다. 머리의 눈 뒤쪽으로 흑색소포가 나타났고 꼬리부분 말단이 휘어져 있었다. 부화 직후부터 rotifer와 *Artemia* sp. nauplius를 먹기 시작하였으며, 간헐적인 장의 연동 운동도 관찰할 수 있었다. 이때의 근절은 14+24=38개로 나타났다 (Fig. 6a).

부화 3일째 자어는 전장 8.68-9.17 mm (8.96 mm)로 꼬리지느러미 줄기가 분화되어 4-6개가 형성되어 있고, 수영이 길이가 길어졌으며 뒷지느러미부분이 융기되기 시작하였다. 머리 부분은 뇌가 더욱 발달하여 분화하였고, 먹이를 먹은 후 장은 활발한 연동 운동을 보이며, 먹이를 먹는 행동이 활발하였다 (Fig. 6b).

부화 5일째 자어는 전장 9.42-9.75 mm (9.59 mm)로 등지느러미 줄기가 분화되어 3-4개 형성되어 있고, 뒷지느러미 또한 분화되어 5-6개로 형성되어 있었다. 꼬리지느러미도 줄기가 분화되어 13-14개로 증가 되었다 (Fig. 6c). 부화 8일째 자어는 10.46-11.13 mm (10.87 mm)로 가슴지느러미에 줄기가 분화되어 3-4개 형성되고 등지느러미 줄기는 6-7개로 증가하였으며 뒷지느러미 줄기도 11-12개로 증가 하였다. 또한 꼬리지느러미 줄기는 19-20개로 증가하였으며 각각의 줄기마다 마디가 2개 형성되었다. 배지느러미가 융기되기 시작하였고 머리 부위의 흑색소포가 등지느러미 아래 체측에서부터 꼬리지느러미 앞쪽까지 뚜렷이 나타났다 (Fig. 6d).

부화 18일째 자어는 전장 12.71-13.79 mm (13.27 mm)로 꼬리지느러미 줄기가 24-26개로 증가하였으며, 각각의 줄기에는 3개의 마디가 형성되었고, 배지느러미 줄기가 4-5개 형성되었다. 등지느러미와 배지느러미 줄기에는 각각 2개의 마디가 형성되었으며, 복부와 지느러미를 제외한 모든 부위에 흑색소포가 나타났다 (Fig. 6e).

이 시기에는 지느러미 줄기수가 정수에 달해 성어와 일치하였다. 난황도 거의 흡수되어 후기자어기로 이행되었다.

부화 35일째 자어는 전장 15.84-17.92 mm (16.33 mm)로 가슴지느러미에 거치가 2-3개가 형성되었으며, 수영의 길이가 더 길어졌다. 등지느러미와 꼬리지느러미가 확연히 멀어졌고 흑색소포가 어체에 전체적으로 퍼졌으며, 반문이 성어의 형태를 닮아있고 모든 지느러미 수가 정수에 달하여 치어기에 달하였다 (Fig. 6f).

부화 70일째 자어는 전장 22.20-24.38 mm (23.48 mm)로 섬진강에 서식하는 집단의 특징인 꼬리지느러미 기부의 가장자리에 반달 모양의 노란색 띠가 생성되었다 (Fig. 6g).

### 고 찰

자가사리는 주로 야간에 활동하는 야행성 어류로서, 산란 시기는 5월에서 6월로 같은 과인 통사리 및 통가리와 산란 시기가 비슷하였으며 (Seo et al., 2006), 산란장소는 여울과 소가 이어지는 여울지역으로 모래와 돌이 섞여 있는 곳의 밑면이 편평한 돌 밑에 산란하였다. 산란장 돌은 돌 밑바닥에 작은 자갈이 깔려 있고 다소 공간이 형성되어 돌과 자갈 사이에 난괴(알덩어리)를 형성하여 산란한 후, 난이 부화할 때까지 암컷과 수컷이 난괴를 보호하는 습성을 지니고 있는데, 통사리 (Seo et al., 2006)의 경우는 암컷이 산란 후 산란장에 남아서 부화될 때까지 알을 보호한다는 결과와는 차이가 있었다.

자가사리의 수정란의 평균 난경은 3.26 mm로 같은 과인 통가리 (Chyung, 1977)의 난경은 3.0 mm, 통사리 (Seo et al., 2006)의 3.30 mm와 비슷하였고, 같은 목이나 동자개과에 속하는 눈동자개, *Pseudobagrus koreanus* (Kang, 1998)의 난경은 2.59 mm, 동자개, *Pseudobagrus fulvicraco* (Kang and Lee, 1996)의 난경 1.43 mm, 꼬치동자개, *Pseudobagrus brevicorpus* (Kang et al., 2007)의 난경 1.99 mm로 같은 메기목에서 볼 때 자가사리는 다른 종에 비해 다소 컸다 (Table 1). 각종 어류의 수정란은 생태와 성질 및 형태에 따라 부성란과 침성란으로 크게 나뉘어지는데 자가사리의 수정란은 침성란으로 젤리층에 의해 난괴를 형성하고 있어 비점착성에 속하였다.

부화할 때 까지 걸리는 시간은 수온 22.8°C에서 상실기 이후 189시간 20분 만에 부화하였는데, 동자개 (Kang and Lee, 1996)는 수정 후 53시간 만에 부화하였으며, 눈동자개 (Kang, 1998)는 수정 후 56시간 만에 부화하였고, 꼬치동자개 (Kang et al., 2007)는 수정 후 50시간 만에 부화하여 자가사리의 부화 시간이 비교적 늦은 편이나 같은 과의 통사리 (Seo et al., 2006)는 상실기 이후 225시간 15분 만에 부화하였는데 이에 비해 조금 빠른 편이었다.

부화 직후 전장을 비교해 보면, 자가사리는 7.31 mm 통가리 (Uchida, 1939)의 6.8 mm, 동자개 (Kang and Lee, 1996)의 4.2-4.3 mm, 눈동자개 (Kang, 1998)의 5.4-6.0 mm, 꼬치동자개 (Kang et al., 2007)의 6.2 mm보다 비교적 큰 편이었으나 통사리 (Seo et al., 2006)의 7.66 mm 보다 약간 작은 편이었다.

자가사리의 경우 부화 직후에 4쌍의 수영의 원기가 나타나는데, 이는 통사리 (Seo et al., 2006)와 동일하였으며, 동자개 (Kang and Lee, 1996)는 부화 후 7일째, 눈동자개 (Kang, 1998)는 부화 후 5일째, 꼬치동자개 (Kang et al., 2007)는 부화 후 4일째에 4쌍의 수영이 형성되어 자가사리가 더 빨리 형성되었다. 그러나 일반적으로 자치어를 접하였을 때는 분류에 어려움이 많기 때문에 앞으로 메기목 어류의 자치어 분류는 수영

의 생성시기와 지느러미 줄기 수 등의 계수형질을 비교, 고찰할 필요성이 있다고 생각된다.

한편, 자가사리의 경우 부화 직후에 꼬리말단이 휘어져 있고, 막상의 등지느러미 부분이 융기되어 있어 종간에 차이를 보였다. 또한 가슴지느러미 부분의 거치는 통가리 및 통사리의 비교 형질이 될 수 있을 것으로 생각된다. 자가사리의 거치는 성어와 동일하게 4-6개로 나타났고, 통사리의 거치는 성어의 경우 3-5개로 나타났으나, 치어의 경우 2-3개로 동종 간에도 거치수의 차이를 보였으며 (Seo et al., 2006), 통가리 1-3개 (Kim and Park, 2002)로 같은 속 어류와도 차이를 보여 더욱더 세밀한 연구가 이루어져야 한다고 판단된다.

### 참 고 문 헌

- Choi, N.H. 2008. Reproductive Biology of south torrent catfish, *Liobagrus mediadiposalis* in the Korean Endemic Species. Ph.D, Thesis, Chonnam Natl. Univ., Korea, 1-124.
- Chyung, M.K. 1977. The Fishes of Korea. Ilji-sa, Seoul, 1-727.
- Kang, E.J. 1998. Early life history of Black Bullhead, *Pseudobagrus koreanus* (Pisces, Bagridae), from Kum River, Korea. Kor. J. Ichthyol., 10, 184-190.
- Kang, E.J. and C.H. Lee. 1996. Early life history of Korean Bullhead, *Pseudobagrus fulvidraco* (Pisces, Bagridae), from Korea. Kor. J. Ichthyol., 8, 83-89.
- Kang, E.J., H. Yang, H.H. Lee, Y.C. Cho, E.O. Kim, S.G. Lim and I.C. Bang. 2007. Ecology and early life history of endangered freshwater fish, *Pseudobagrus brevicorpus* (Pisces: Bagridae). Kor. J. Environ. Biol., 25, 378-384.
- Kim, I.S. and J.Y. Park. 2002. Freshwater Fishes of Korea, Kyohak-sa, Seoul, 252-259.
- Rusell, F.S. 1976. The Eggs and Planktonic Stages of British Marine Fishes. Academic Press, Inc., Londo., 524.
- Seo, W.I., K.H. Han, S.M. Yoon, C.C. Kim, S.Y. Hwang, S.H. Lee, C.L. Lee, Y.M. Son and I.S. Kim. 2006. Early life history of the *Liobagrus obesus* (Pisces, Amblycipitidae). Dev. Reprod., 10, 41-45.
- Son, Y.M. 1981. Morphological studies on the genus *Liobagrus* from Korea. M.S. Thesis, Chung-ang Univ., Korea, 1-35.
- Son, Y.M. 1987. Systematic studies on the torrent catfish, family Amblycipitidae from Korea. Ph.D, Thesis, Chung-ang Univ., Korea, 1-81.
- Son, Y.M. 1988. Studies of morphological characters of the family Amblycipitidae in Korea. Kor. J. Limnol., 1, 13-27.
- Son, Y.M., I.S. Kim and I.Y. Choo. 1984. A new species of torrent catfish, *Liobagrus obesus* from Korea. Kor. J. Ichthyol., 20, 21-29.
- Son, Y.M. and I.Y. Choo. 1988. Ecological studies of catfish, genus *Liobagrus* from Korea. Kor. J. Limnol., 21, 243-251.
- Son, Y.M. and J.H. Lee. 1989. Karyotypes of genus *Liobagrus* (Pisces : Amblycipitidae) in Korea. Kor. J. Ichthyol., 1, 64-72.
- Song, H.B. and S.S. Choi. 2000. Reproductive ecology and early life history of paradise fish, *Macropodus chinensis* (Pisces, Belontiidae) in Aquarium. Kor. J. Limnol., 33, 282-294.
- Uchida, K. 1939. The Fishes of Korea. Bulletin of the Fisheries Experiment Station of the Government-General of Korea, Pusan, 1-458.

2008년 9월 26일 접수

2008년 12월 12일 수리