

## 꼬치동자개 (*Pseudobagrus brevicorpus*)의 생태와 초기 생활사

강언종\* · 양 현<sup>1</sup> · 이흥현<sup>1</sup> · 조용철 · 김응오 · 임상구 · 방인철<sup>2</sup>

남부내수면연구소, <sup>1</sup>(주)생물다양성연구소, <sup>2</sup>순천향대학교

## Ecology and Early Life History of Endangered Freshwater Fish, *Pseudobagrus brevicorpus* (Pisces: Bagridae)

Eon-Jong Kang\*, Hyun Yang<sup>1</sup>, Heung-Heon Lee<sup>1</sup>, Yong-Cheol Cho, Eung-Oh Kim, Sang Gu Lim and In Chul Bang<sup>2</sup>

Southern Regional Inland Fisheries Research Institute, NFRDI, Korea

<sup>1</sup>Institute of Biodiversity Research, Korea, <sup>2</sup>Soonchunhyang University, Korea

**Abstract** – Some of ecological factors and the early life history of endangered freshwater fish, *Pseudobagrus brevicorpus*, were investigated to proliferate artificially and to restore the population by release seedlings. The density of population in restricted area by small scale dam was 1.25 ind. m<sup>-2</sup>, and the low capacity for reproduction having 200~250 eggs ind<sup>-1</sup>. were thought to be a reason of this endangered situation. From the result of induction of natural spawning in aquarium after hormone injection it was considered that the spawning substrate would be aquatic plants with slender branches. The hatching was observed after 50 hrs after fertilization and the larvae showed aggressive behavior. Yolk was almost absorbed 3 days after hatching, and the larvae shaped tad-pole grew up to fry after 30 days. We discussed on the strategies for conservation of this species according to those results from investigation on ecology and early life history.

**Key words** : endangered species, *Pseudobagrus brevicorpus*

### 서 론

본 연구 대상종인 꼬치동자개(*Pseudobagrus brevicorpus*)는 동자개과(Bagridae)의 소형 담수어로 우리나라 낙동강 상류지역 일대에만 서식하는 고유종이다(김 등 2005). 본 종은 Mori(1936)가 낙동강산을 모식표본으로 하여 *Coreobagrus brevicorpus*로 기록한 이래 정(1977)은 이에 따랐으나 Lee and Kim(1990)에 의해 *Pseudobagrus* 속으로 정리된 바 있다.

본 종은 우리나라 고유종이면서 서식 범위가 협소하여 근래 개체군이 감소하면서 찾아보기가 어려워져 환경부 지정 멸종위기야생동식물 I급 종으로 등록(환경부 2005)된데 이어 2005년 3월에는 천연기념물 제455호로 동시 지정됨으로써 법적으로 보호받고 있는 귀중한 자원이다. 환경부는 2006년 멸종위기종 복원을 위한 종합 계획을 수립하고 연구에 착수하였으나 이 종에 대한 연구는 아직까지 Uchida(1939)에 의한 일부 생활사 기록이 있을 뿐 근래의 문헌에도 산란기 등 불명으로 표기되고 있어 문제점으로 지적되고 있다(김 1997; 김 등 2005).

본 종이 속하는 우리나라 동자개과 어류는 Mori와

\* Corresponding author: Eon-Jong Kang, Tel. 055-540-2721, Fax. 055-546-6292, E-mail. ejkang@nfrdi.re.kr

Uchida (1934)에 의해 3속 5종이 기록된 이래 Uchida (1939)에 의해 3속 6종으로 보고되었으며, 이 후 김 등 (1981), Lee and Kim (1990)에 의해 분류학적으로 검토되어 *Pseudobagrus*와 *Leiocassis*의 2속에 6종이 서식하는 것으로 정리되었다. 한편 동자개과 어류는 맛이 좋아 양식종으로 기대가 큰 자원이지만 강과 이(1996), 강(1998)에 의한 동자개와 눈동자개의 초기생활사 연구, 강 등(2000)에 의한 양식 시험 결과, 한(2001)에 의한 동자개 자치어의 섭식 습성, 박 등(2001)에 의한 대농갱이 초기 생식소 발달, Park *et al.* (2002)에 의한 피부 조직 연구, 강 등(2003)에 의한 대농갱이 암수 성장차이 등이 있을 뿐 기초 연구가 부족하여 자원의 활용과 증 복원 등 연구가 효율적으로 진행되지 못하고 있다.

본 연구는 2001년과 2002년 추진된 국립수산물자원연구소 담수생물 유전자원 보전연구의 일부 결과와 환경부 멸종위기종 증식 복원 종합 계획(2006)에 의거 진행중인 과제의 일환으로 2007년도 목적종인 꼬치동자개의 증식과 복원을 위해 조사된 결과 중 일부이다. 이 연구는 꼬치동자개의 서식 실태 조사와 더불어 인공종묘 생산과 방류에 의한 복원을 목적으로 하고 있으며, 일차적으로 복원을 위한 기초자료로 생태 일부와 초기 생활사에 대해 관찰한 결과를 기록하였다.

## 재료 및 방법

본 연구는 2001, 2002, 2007년도에 각각 실시되었으며, 채집 장소는 경남 함양군 수동면으로 개체군의 보호를 위해 자세한 지명과 조사지점을 나타내는 지도는 표시하지 않았다. 표본의 채집은 어미 고기의 상처를 막기 위해 유인어망(망목 1×1 mm)과 손그물을 이용하였으며, 채집 즉시 비닐 산소포장하여 실험실로 운반하였다.

인공채란 및 수정과 관찰은 유사종인 동자개(강과 이 1996; 강 등 2001)에 적용한 방법을 따랐으나, 이 방법은 암컷의 배란 가능시기를 판정한 후 인공으로 채란하고, 수컷의 정소를 적출하여 정액을 조성한 후 수정을 시켜야 하므로 인공채란과 수정 과정 중 친어의 손실이 불가피한 어려움이 있다. 본 종은 상업종이 아니며 멸종위기에 처하였으므로 친어의 소모를 막고 산란율과 난질 제고를 위해 자연산란 유도 시험을 실시하였다. 먼저 산란을 유도하기 위한 호르몬의 종류와 양은 몸 크기가 유사한 미꾸라지에 기준(Lin *et al.*, 1988)하여 LHRH-a 0.01 µg g<sup>-1</sup> (체중)와 pimozide 1 mg g<sup>-1</sup> (체중)의 농도로 주사하여 혈중 호르몬 농도를 높였다. 이 후 배란을 유도하기 위해 1차 주사 24시간 후 HCG 10 IU g<sup>-1</sup> (체중)

으로 2차 주사하여 수조내에서 자연산란을 유도하였다. 이때 호르몬 주사는 암·수 모두에 동일한 양으로 실시하였다.

자연 산란 유도시 산란상 선택성 조사는 인공수초, 직경 50 mm의 PVC관, 직경 20 mm의 구멍이 뚫린 붉은 벽돌을 비교하였고, 3회에 걸쳐 호르몬 주사한 암·수를 시험 수조에 함께 수용하고 매 24시간마다 산란 여부를 관찰하였다. 수정난의 발생과정은 실체현미경(Nikon SMZ-U, 일본)을 이용하여 사진을 촬영하고, 크기의 측정 등은 영상분석기(Soft imaging, SiS사, 독일)를 이용하였다.

생태조사는 기본적으로 개체군 밀도 조사 등 현장 조사 후 방류를 원칙으로 하여 개체군 손상을 줄였으며, 암수 성적 이형이나 포란수 조사 등 일부 개체는 고정 후 실험실로 운반하여 조사에 이용하였다.

생식소 지수(gonado-somatic index, GSI) 조사는 일반적으로 알려진 방법을 따라 생식소 무게/체장의 비(%)를 구하였으며, 서식 밀도는 주간에 은신하는 습성을 이용하여 방형구를 설치한 후 구역내 서식 개체수를 확인하는 방법을 이용하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 서식 일반 환경과 밀도

꼬치동자개가 집단으로 관찰된 장소는 소규모 보의 아랫부분으로 상류로부터 물이 지속적으로 흘러 유량이 풍부한 상태가 유지되면서도 바닥에 큰 자갈이 있어 은신이 적당한 곳이었다. 주 서식지의 하류쪽은 모래톱이 형성되어 전체적으로 큰 웅덩이를 이루며, 면적은 약 250 m<sup>2</sup>에 달하였다.

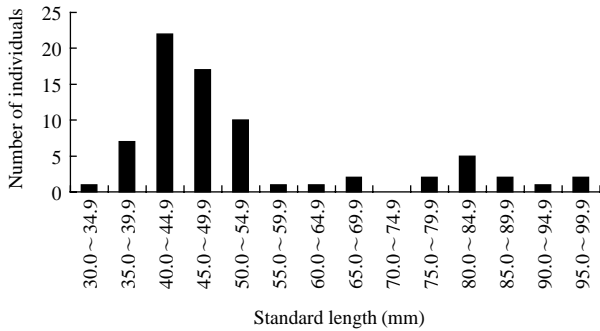
조사 기간 중 상층부 유속은 약 10 cm sec<sup>-1</sup> 정도이었고, 수심은 30~60 cm 정도이었고, 주간에 방형구 조사 결과 서식밀도는 약 1.3마리 m<sup>-2</sup> 정도로 전체 개체군은 약 300여 마리로 추정되었다.

야간에 조사를 실시한 결과 이보다 하류 지점에서도 간헐적으로 채집이 가능하였으나 한 번에 3마리 이상은 채집되지 않았으며, 조사지점의 직 하류 부분은 하천의 폭이 좁고 유속이 아주 빠르며, 은신종인 개체가 관찰되지 않아 상하류 서식 개체군의 단절이 예상되었다. 이러한 점은 저서성 어류인 본 종의 생식 기회 단절을 시사하므로 멸종위기를 가속화시킬 수 있는 요인으로 사료되었다.

일부 표본에 대해 먹이생물을 조사한 결과 71.8~102.0 mm 범위의 성체 소화관에서 수서곤충과 어류의

**Table 1.** Food items and its size observed from the stomach contents

Standard length of fishes	Food items and mean number observed			Size of food items
	Aquatic insect	Scale of fish	Sand	
71.8~102.0 mm	3	2.8	1.2	0.3~4 mm

**Fig. 1.** Frequency distribution of standard length for *Pseudobagrus brevicorpus* from a sampling data (n=73) in breeding season.

비늘 등이 관찰되었다. 어류의 비늘은 관찰되었으나 뼈 등 잔여물이 관찰되지 않은 점은 본 종이 살아있는 수서곤충뿐 아니라 물고기의 사체 등 육식을 할 수 있음을 시사한다. 모래는 먹이 섭식 과정에서 포함된 것으로 사료되었으며, 포식된 먹이 내용물의 크기는 최대 4 mm 이었다 (Table 1).

## 2. 체장분포 및 연령 추정

2001년 조사 기간 중 산란기에 친어 판단의 기초 자료로서 꼬치동자개의 연령 추정을 위해 1회 채집된 전 개체를 대상으로 체장분포를 조사하였다. 꼬치동자개는 완전히 성장한 개체도 크기가 작으므로 체장 계급은 5 mm 간격으로 세분하였으며, 조사한 결과 2개의 무리로 구분되었다 (Fig. 1). 이 조사는 월별 변화를 포함하지 않고 있으므로 연령 사정에 무리가 있으나 만 1년생은 59.9 mm 이하 (최빈도 44.0~44.9 mm), 2년생은 60.0 mm 이상 (최빈도 80.0~84.9 mm) 일 것으로 추정할 수 있었다. 그러나 세밀한 결과를 얻기 위해서는 월별 자료의 수집, 이석의 조사, 사육실험을 통한 조사와 비교 등 추후 연구가 필요할 것으로 사료되었다.

## 3. 암수 성적 이형과 생산력

어류의 암·수 이차 성징은 혼인색이나 추성 혹은 생

식돌기에서 나타나 증식에 필수적인 요소로 이용된다. 동자개과의 동자개, 눈동자개 혹은 붕메기과 어류의 *Noturus miurus*에서는 이차성징이 생식돌기에서 나타나므로 외형에 의한 구분이 쉬운 것으로 보고된 바 있다 (Burr and Mayden 1981; 강과 이 1996). 꼬치동자개의 경우 멸종위기종으로 증식을 위한 과정에서 친어의 소모가 문제시되므로 생식소 확인 등 절개에 의한 방법을 적용하지 않는 외부형태에 의한 확인이 필요하다.

조사 결과 꼬치동자개의 성적 이형은 동자개와 마찬가지로 생식돌기에서 그 차이가 확인하였다 (Fig. 2).

즉, 수컷은 총 배설강 뒤로 원추형 모양의 생식돌기가 뒷지느러미 기점을 약간 지날 정도로 발달한 반면 암컷은 후연이 약간 돌출되었을 뿐으로 육안으로도 구분이 가능하였다. 이러한 특징은 본 종의 증식 연구에 중요한 자료로 활용될 수 있을 것으로 사료되었다.

한편 생물학적 생산성을 조사하기 위하여 성숙한 암컷 (체장 86.6~96.2 mm)의 난소를 절개하여 성숙난수를 조사한 결과 포란량은 200~250개이었으며, 성숙난의 크기는 장경  $1.79 \pm 0.11$  (1.45~1.93) mm, 단경  $1.63 \pm 0.11$  (1.45~1.82) mm로 동자개의 성숙난과 크기가 유사하였다. 생식소 속도지수는 인공채란을 유도한 시기인 6월 중순에 채집한 체장 6.4~8.7 cm 범위의 암컷을 조사한 결과  $8.7 \pm 3.1$  (3.3~13.6, n=9)%이었으며, 이중에서도 체장 7.3~8.7 cm의 개체는 11.1~13.6%로 GSI가 높고 6.4~8.0 cm의 작은 개체는 3.3~8.7%로 낮아 증식용 친어는 최소 8cm 이상이 되어야 할 것으로 사료되었다. 이러한 결과는 월별 경향을 뚜렷이 나타낼 수는 없었지만 꼬치동자개의 주 산란기가 5~6월임을 시사하고 있다 (Table 2).

## 4. 초기생활사와 산란 생태

최적의 부화자어 생산법과 자연에서 산란 장소를 추정하기 위하여 2007년도 시험에는 호르몬 주사 후 자연 산란 유도에 의한 인공채란을 시도하였다. 조사 결과 마지막 호르몬 주사 24시간 후에 산란이 이루어진 것으로 확인되었다. 산란은 여러 가지 산란상 가운데 수초형에서만 부착된 난이 관찰되었으며, 바닥이나 벽돌 등 서식처에 가까운 곳에서는 전혀 난이 관찰되지 않아 적극적인 구애행동과 산란이 예측되었으며, 야간에 산란행동이 이루어지는 것으로 사료되었다. 한편 직접적인 관찰이 이루어지지 않아 암컷과 수컷의 조합 비율, 수컷의 세력권 형성 여부 등은 추후 연구가 필요한 것으로 사료되었다. 그러나 수정란 전체가 시차를 두지 않고 모두 일시에 부화되는 점, 포란량이 적은 점 등으로 보아 암컷

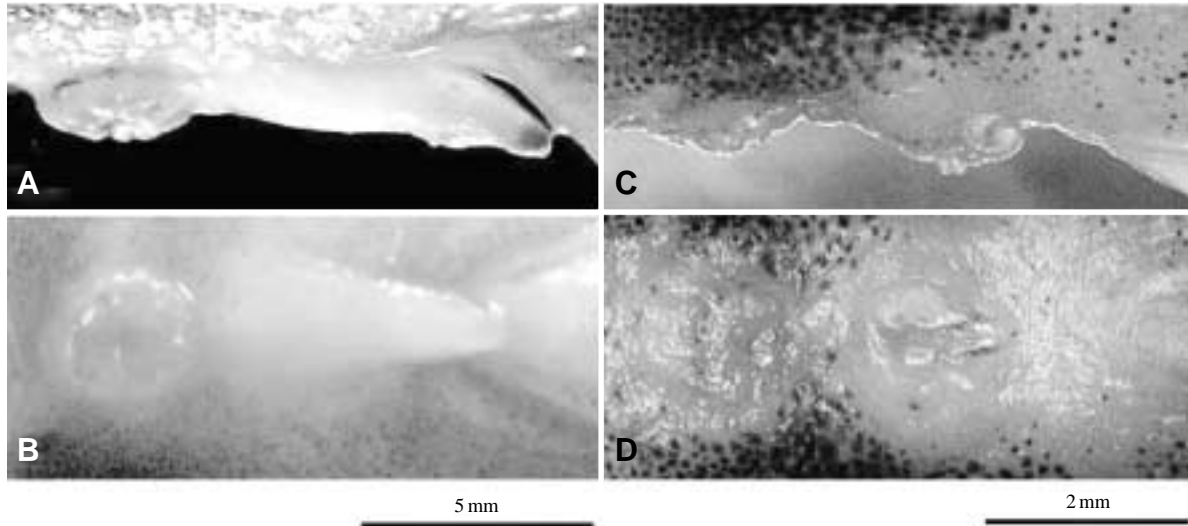


Fig. 2. Structural difference of genital papillae in *Pseudobagrus brevicorpus* for male (A, B) and female (C, D). A and C: lateral view, B and D: ventral view.

Table 2. Monthly change in gonado-somatic index of *Pseudobagrus brevicorpus* (n=28). All value shows the mean

Month	Sex	Total length (cm)	Standard length (cm)	Body weight (g)	Weight of gonad (g)	Gonado-somatic index (%)
May	♂	10.2	9.1	12.1	0.08	0.7
	♀	9.8	8.9	10.9	1.51	15.0
Jun.	♂	10.4	9.4	12.1	0.21	1.8
	♀	8.1	7.3	7.4	1.28	16.6

의 다회 산란은 이루어지지 않는 것으로 사료되었다. 산란율은 시험에 이용한 암컷 11마리에서 부화자어 2,600여 마리가 생산되었으므로 암컷 한 마리에 자어 230마리 개체<sup>-1</sup>의 비율이었으며, 성숙난 수 조사 결과와 일치하였으므로 이 방법은 친어의 소실 없이 부화율이 높은 최대 생산력을 이끌어 낼 수 있는 방법으로 사료되었다 (Fig. 3).

주 은신처와 산란장소가 다른 점은 자연에서 이에 대한 추정자료로 아주 유용한 것으로 판단되었으며, 본 종의 서식처 보호를 위해서는 남획방지와 인공종묘 방류에 의한 자원 증강 등 노력도 필요하지만 서식 하천에서 광범위하게 이루어지는 하천 저면 및 독 개보수 작업으로 산란 장소로 추정되는 수초가 사라지지 않도록 해야 할 것으로 사료되었다.

초기 생활사 조사를 위해서는 정확한 수정 시간 등 자료가 필요하므로 호르몬 주사 후 정액을 첨가하는 건도법을 실시하였다. 이때 사용한 암컷의 체장은 9.0~12.3 mm, 체중 9.7~16.9 g이었다. 인공채란은 수온 23.0 °C에서 호르몬 주사 후 30시간 만에 가능하였으며, 배란

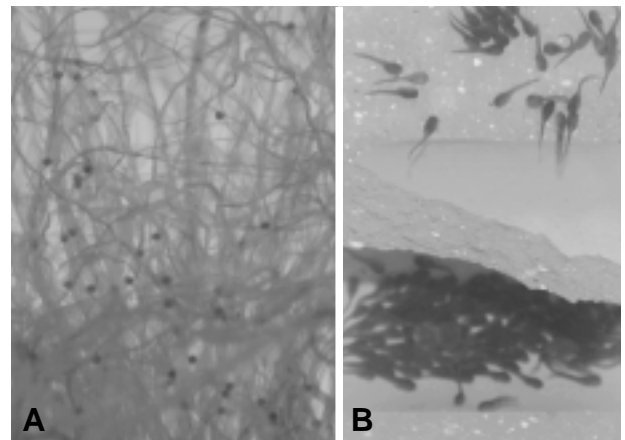


Fig. 3. Fertilized eggs attached on the surface of artificial spawning nest (A) and the aggressive behavior of fries (B) of *Pseudobagrus brevicorpus*.

유도율은 76.9%로 높았다. 이때 채란량은 260립/개체이었으며, 수정율과 부화율은 낮아 각각 38.3%와 31.7%에 불과하였다. 이러한 결과는 호르몬 주사 적정 시기의 선정, 적정 호르몬 주사량, 수정난 관리기법 등 추가적인 연구가 필요하며, 자연산란에 의한 난질 향상 기법 조사 등이 효과적임을 시사하고 있다.

수정난은 구형으로 직경 1.99 mm로 큰 편이며, 유구는 없고, 난황은 연황색이었다. 수정난은 점착력이 뛰어나 기질에 잘 부착되며, 난 끼리도 점착이 강하였다. 수온 24°C에서 약 30분 후 난막의 분리와 수화현상이 완료되었으며, 1시간 후 배반 형성, 1시간 30분 후 제1난황이 일어났고, 이후 약 30분 간격으로 난황이 계속되었다

(Table 3, Fig. 4).

상실기는 수정 4시간 30분 후 관찰되어 난황 세포는 동물극에 세포괴를 이루었고, 6시간 30분 후에는 세포가 배열을 하여 세포층을 이루는 포배기에 달했으며, 10시

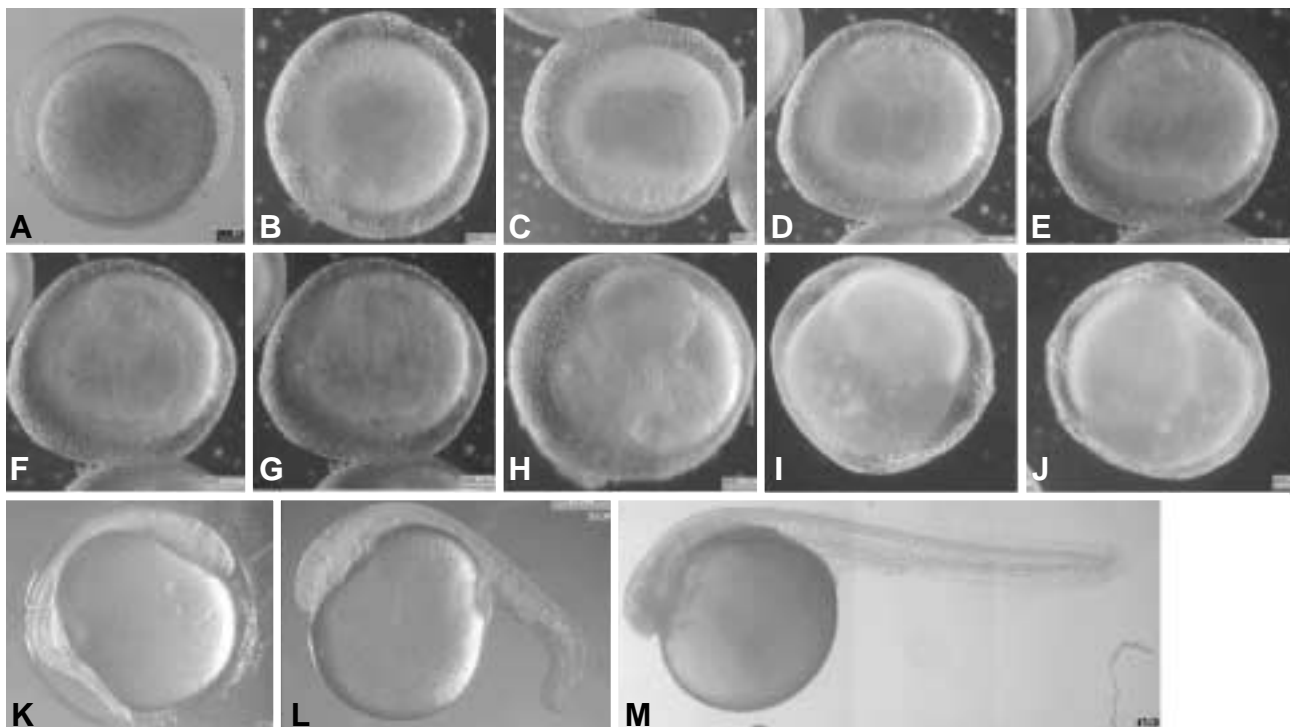
**Table 3.** Developmental stage of *Pseudobagrus brevicorpus* with each characteristics

Developmental stage	Duration	Characteristics of each stage	Fig. 4
Fertilized	—	Dermasal, $1.99 \pm 0.12$ mm	
Hydration	00:30	Egg membrane separated from the yolk	A
Blastodisc	01:00	Single blastodisc on animal pole	B
2-cell	01:30	First cleavage	C
4-cell	02:00	Second cleavage perpendicular to first plane of cleavage	D
Morula	04:30	Formation of cell mass	G
Blastula	06:30	Cell layer formed	H
Gastrula	10:30	Changing shape of yolk	I
Embryonic	20:30	6 myomeres, eye cup	K
	34:30	Heart beat, lens, ear capsule	L
Before hatching	45:00	A pair of barbel, primordial pectoral fin appeared	M

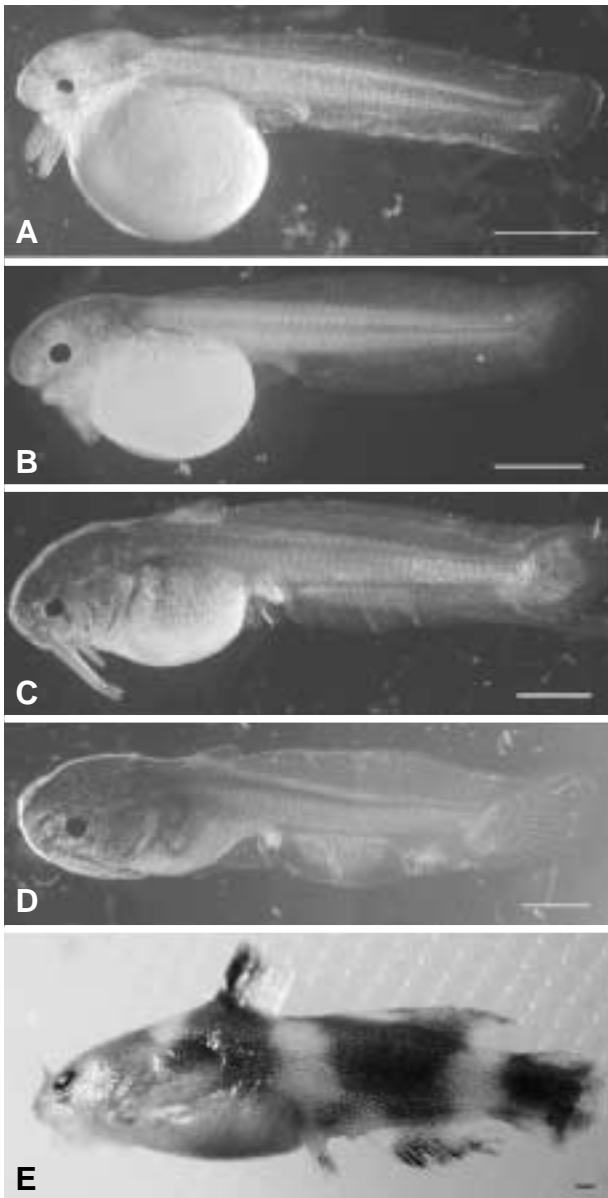
간 30분 후에는 배환이 난황을 덮어 내려가는 낭배기에 달하였다. 이때 난황은 동자개과 어류에서 특징적으로 나타나는 난황운동(강과 이 1996; 강 1998)이 관찰된다. 수정 20시간 30분 후에는 이미 배체가 형성되었고 이때 근절은 6개이며, 안포가 형성되었다. 34시간 30분 후에는 심장박동이 관찰되며, 수정체와 이포 등도 관찰되었다. 부화 직전의 자어는 두부가 난황의 앞부분에 하향되어 굴곡을 이루며, 꼬리지느러미 말단은 뾰족하고, 수염은 1쌍이며, 가슴지느러미 원기만 관찰된다.

부화는 수정 후 50시간 만에 이루어져 동자개에 비해 다소 늦었으며(강과 이 1996), 부화자어는 평균 전장  $5.9 \pm 0.2$  mm ( $n=9$ )로, 수염에는 작은 돌기가 많이 발달되어 부화 후 부화 장소인 수초에 점착된 상태로 머물 수 있도록 함으로써 포식을 피하고 산소가 풍부한 상층의 수층부에서 유지할 수 있게 하는 기능을 가진 것으로 사료되었다(Balon 1975)

부화 1일 후에는 수정체가 착색되었으며, 수염은 2쌍이 완성되었고, 새엽과 난황 표면을 흐르는 Cuvier duct가 잘 발달하여 혈류가 왕성하게 관찰되었으며, 꼬리지느러미 후연은 재단형이다(Fig. 5A). 이때 자어는 전장 평균  $6.2 \pm 0.2$  mm ( $n=5$ )이며, 근절(myomere)은 14+26



**Fig. 4.** Early development of *Pseudobagrus brevicorpus*. A: fertilized egg after hydration at 30 min, B: formation of perivitelline space and blastodisc stage, 1 hr, C-F: cleavage stage at 1 hr 30 min to 3 hrs, 2-cell to 16-cell, G: morula stage at 4 hrs and 30 min, H: blastula stage at 6 hrs and 30 min, I: early gastrula stage at 10 hrs and 30 min, J: mid-gastrula stage changing the egg shape, K: embryonic stage at 20 hrs and 30 min, L: late embryo at 34 hrs and 30 min, M; larvae just before hatching. L and M were excised from egg membrane. Scale bars indicate 1 mm.



**Fig. 5.** Hatched larvae and fry of *Pseudobagrus brevicorpus*. A: 1 day after hatching, B: 2 days after hatching, C: 4 days after hatching, D: 8 days old fish, E: 30 days old fish. Scale bar indicates 1 mm.

개이었다. 부화 2일 후에는 두부에 흑색소포가 발달하며, 입이 개구되었다. 막지느러미는 크고 넓게 발달하여 저면에서 활발하게 운동을 한다(Fig. 5B). 부화 4일 후에는 흑색소포가 몸의 전반부에 진하게 착색되어 검게 보이며, 수염은 4쌍이 완성되었고 상악수염이 크게 발달하였으며, 등지느러미와 뒷지느러미 원기가 관찰된다. 한편 꼬리지느러미는 기초가 발달하기 시작하고, 난황은 아직 몸의 전반부를 차지하지만 총배설강이 굵게 발달하였다(Fig. 5C). 자어는 평균 전장  $7.8 \pm 0.4$ , 체장  $6.6 \pm 0.3$ , 두

장  $1.5 \pm 0.1$  mm ( $n=5$ )이었다.

부화 8일 후에는 흑색소포가 두부와 몸 전체를 덮어 외형은 올챙이형이며, 난황은 거의 흡수되어 복부에 흔적으로 남고, 외부에서 먹이를 찾기 시작한다(Fig. 5D). 이때 자어는 평균 전장  $8.6 \pm 0.5$ , 체장  $7.3 \pm 0.3$ , 두장  $1.7 \pm 0.1$  mm ( $n=8$ )로 성장하였다. 부화 30일 후에는 모든 지느러미가 완성되었고, 체형이나 체측 반문이 성체와 유사한 치어기에 도달하였으며(Fig. 5E), 치어는 평균 체장  $21.1 \pm 1.2$  mm, 체중  $0.19 \pm 0.04$  g ( $n=5$ )으로 성장하였다.

## 적 요

멸종위기에 처한 우리나라 고유 담수어인 꼬치동자개 *Pseudobagrus brevicorpus*의 증식·복원을 위한 연구의 일환으로 생태와 초기생활사에 대해 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 꼬치동자개는 특정 조건에 밀집되어 개체군을 형성하며 서식밀도는  $1.25$ 개체  $m^{-2}$ 이었고, 생산력은  $200 \sim 250$ 개 마리 $^{-1}$  낮아 멸종위기 상황을 시사하였다. 산란은 자연산란 유도 결과 수초에 산란하는 것으로 추정되며 부화한 치어는 군집생활을 한다. 수정난은 약 50시간만에 부화하였으며, 부화 3일 후 난황이 거의 흡수되었고, 부화 8일 후에는 올챙이형으로 군집하며, 30일경에 어미와 같은 형태를 보이는 치어기로 성장하였다. 이러한 산란 생태와 관련하여 멸종위기에 처한 꼬치동자개의 증식 복원과 보존을 위한 방안들을 고찰하였다.

## 사 사

본 연구는 국립수산과학원 시험연구사업(RP-2007-AQ-069)과 환경부 수탁연구사업(꼬치동자개의 증식 복원)의 지원에 의해 작성되었음. 표본 채집 허가에 행정적으로 도움을 아끼지 않으신 문화관광부 천연기념물과 함양군청 문화관광과 담당자님, 연구에 협조하여 주신 남부내수면연구소 실무관 이승주, 이동호, 안주연님께 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

- 강언종. 1998. 금강에 서식하는 눈동자개 *Pseudobagrus koreanus* (Pisces, Bagridae)의 초기 생활사. 한어지. 10(2): 184-190.

- 강언중, 이배익, 조미영, 손상규, 김광석, 김이청, 방인철. 2003. 대농갱이 암·수의 성장 차이. *한어지*. 15(4):272-277.
- 강언중, 이철호. 1996. 동자개 *Pseudobagrus fulvidraco* (Pisces, Bagridae)의 초기 생활사. *한어지*. 8(1):83-89.
- 강언중, 이철호, 노용길, 김이청. 2000. 동자개(*Pseudobagrus fulvidraco*) 양식시험. *연구보고(수과원)* 58:64-70.
- 김익수. 1997. 한국동식물도감 제37권 동물편 (담수어류), 교육부, 서울. 629 pp.
- 김익수, 최 윤, 이충렬, 이용주, 김병직, 김지현. 2005. 원색 한국어류대도감, 교학사, 서울. 613pp.
- 박상용, 이윤아, 최경철, 강언중, 방인철. 2001. 대농갱이 (*Leiocassis ussuriensis*)의 초기 생식소 형성 및 성분화. *한어지*. 13(4):248-253.
- 정문기. 1977. 한국어도보. 일지사. 서울.
- 한경남. 2001. 동자개 자·치어의 섭식 습성. *한국양식학회지* 14(1):35-42.
- 환경부. 2005. 야생동식물보호법. 법률 제7457호.
- Balon EK. 1975. Reproductive guilds of fishes: a proposal and definition. *Jour. Fish. Res. Board Canada* 32(6):821-863.
- Burr BM and RL Mayden. 1981. Life history of the brindled madtom *Noturus miurus* in Mill Creek, Illinois (Pisces: Ictaluridae). *The American Midland Naturalist* 107(1):25-41.
- Lee CL and IS Kim. 1990. A taxonomic revision of the family Bagridae (Pisces; Siluriformes) from Korea. *Kor. J. Ichthyol.* 2(2):117-137.
- Lin HR, GV Kraak, XJ Zhou, JY Liang, RE Peter, JE Rivier, and WW Vale. 1988. Effects of [D-Arg<sup>6</sup>, Trp<sup>7</sup>, Leu<sup>8</sup>, Pro<sup>9</sup>NET]-Luteinizing Hormone-Releasing hormone (sGnRH-A) and [D-Ala<sup>6</sup>, Pro<sup>9</sup>NET]-Luteinizing Hormone-Releasing Hormone (LHRH-A), in combination with pimozone or domperidone, on gonadotropin release and ovulation in the Chinese loach and common carp. *Gen. and Comp. Endocrinology* 69(31):31-40.
- Mori T. 1936. Studies on the geographical distribution of freshwater fishes in Korea. *Bull. Biogeo. Soc. Jap.* VI(7): 31-61.
- Mori T and K Uchida. 1934. A revised catalogue of the fishes of Korea. *Journ. Chosen Nat. Hist. Soc.* 10:12-33.
- Park JY, EJ Kang, and YI Kim. 2002. Structural and histochemical study on the skin of a Korean bullhead, *Pseudobagrus fulvidraco*. *Kor. J. Ichthyol.* 14(4):247-253.
- Uchida, K., 1939. The fishes of Tyosen. Part 1. Nematognathi, Eventognathi. *Bull. Fish. Exp. Sta. Gov. Gener. Tyosen.* 6: 458.

Manuscript Received: November 5, 2007

Revision Accepted: November 13, 2007

Responsible Editor: Kwang-Guk An