

참중개 *Iksookimia koreensis*의 난발생 및 초기생활사

고 명 훈 · 박 상 용 · 방 인 철*

(순천향대학교 생명시스템학과)

Egg Development and Early Life History of Korean Spined Loach, *Iksookimia koreensis* (Pisces: Cobitidae). Ko, Myeong-Hun, Sang-Yong Park and In-Chul Bang* (Department of Life Sciences and Biotechnology, Soonchunhyang University, Asan 336-745, Korea)

In the present study, egg development and early life history of Korean spined loach, *Iksookimia koreensis*, were observed. Adult fish were sampled using spoon nets in Okgye-ri, Hoengseong-gun, Gangwon-do, Korea in July 2010. Eggs were obtained after injecting females with Ovarprim. Eggs were then artificially fertilized in the laboratory using the dry method. Mature eggs were slightly adhesive and transparent with a light yellowish color, and measured 1.40 ± 0.04 mm (mean \pm SD) in diameter. Hatching of the embryo occurred approximately 50 h after fertilization in the water at 23°C, and newly hatched larvae were averaged 4.7 ± 0.21 mm in total length. 5 days after hatching, the averaged total length of larvae was 7.1 ± 0.25 mm and their yolk sacs had been completely absorbed. 17 days after hatching, fish started to enter the juvenile stage and reached 12.2 ± 1.10 mm in total length. 80 days after hatching, the band patterns and external form of juvenile fish were similar to those of adults, and they averaged 31.0 ± 3.98 mm in total length.

Key words : *Iksookimia koreensis*, egg development, early life history

서 론

미꾸리과 (Cobitidae) 어류는 잉어목 (Cypriniformes)에 속하고 유라시아와 아프리카 북부에 널리 서식하는 담수 어류로 26속 177종이 보고되었으며 (Nelson, 2006), 우리나라에는 5속 16종이 서식하는 것으로 알려졌다 (Kim, 2009). 이 중 *Iksookimia*속은 우리나라 고유속으로 체측 반문과 수컷 가슴지느러미 모양 등의 특징을 가지며 6종이 지리적으로 나뉘어져 서식하고 있다. 참중개 *Iksookimia koreensis*는 *Iksookimia*속의 모식종으로 1975년에

신종으로 보고되었으며 노령산맥 북쪽의 서해안으로 흐르는 하천인 동진강과 만경강, 금강, 한강 및 동해안의 삼척 오십천과 마읍천 등에 서식하는 저서성 소형어류이다 (Kim, 1975; Kim, 1997; Kim and Park, 2007). 참중개에 관한 연구는 생태 (Kim, 1978; Ko *et al.*, 2009b)와 성장과 번식 (Kim *et al.*, 2008), 핵형 (Kim and Lee, 1986), 정자 미세구조 (Kim and Park, 1996), 난막구조 (Park and Kim, 2001) 등의 연구가 이루어진 바 있다.

한편 어류의 초기생활사 연구는 종의 산란 장소의 선택 및 난발달과 자치어의 발달 등의 특유의 생식전략을 분석하는 학문으로 종의 특징을 규명하고 유사종과의 분

* Corresponding author: Tel: 041) 530-1286, Fax: 041) 530-1638, E-mail: incbang@sch.ac.kr

류학적 유연관계를 밝히는데 적용되어 왔으며 (Blaxter, 1974; Balon, 1985), 자원증강 및 멸종위기종의 복원을 위한 인공증식 기술 확립의 중요한 기초연구로 폭넓게 연구되고 있다 (Tanaka, 1973; MOE, 2009; MLTM, 2010).

미꾸리과의 초기생활사에 관한 연구는 우리나라와 일본에서 이루어진 바 있는데, 우리나라에서 Uchida (1939)에 의해 미꾸리 *Misgurnus anguilicaudatus*가 처음 연구되었고 이후 미꾸라지 *M. mizolepis* (Kim et al., 1987), 수수미꾸리 *Kichulchoia multifasciata* (Kim and Lee, 1995), 미호종개 *Cobitis choui* (Song et al., 2008), 왕종개 *Iksookimia longicorpa* (Ko et al., 2009a), 얼룩새코미꾸리 *Koreocobitis naktongensis* (Song et al., 2009) 등이 연구되었으며, 일본에서는 *C. biwae* (Okada, 1959~1960; Saitoh and Hosoya, 1988), *Niwaella delicata* (Suzuki, 1966), *C. takatsuensis* (Shimizu et al., 1998) 등이 연구된 바 있다.

하지만 아직까지 *Iksookimia*속의 모식종인 참종개의 초기생활사 연구는 이루어지지 않아 본 연구에서는 우리나라 고유종인 참종개의 난발생 및 초기생활사를 조사하여 생물학적 특징을 밝히고 다른 미꾸리과 어류들과 유연관계를 논의하고자 한다.

재료 및 방법

참종개 *Iksookimia koreensis*는 한강 지류인 강원도 횡성군 서원면 옥계리에서 2010년 7월 16일에 족대(망목 4 × 4 mm)를 이용하여 친어를 채집하였으며, 이후 실험실로 운반하여 수온 23 ± 1°C로 사육·관리하였다. 채집된 개체 중 성숙한 개체들을 골라 암·수 모두 1 kg당 Ova-prim (Syndel, Canada) 0.5 mL을 주사한 후, 12시간 경과 후에 암컷을 복부압박법으로 채란하고 여기에 수컷으로부터 얻은 정액을 Ringer solution에 100배 희석시켜 건식법으로 수정시켰다. 채란된 난은 개체당 산란양을 모두 개수하였으며, 난경은 개체당 30개를 측정하여 계산하였다.

수정란은 직경 15 cm 페트리디쉬에 분산 수용하여 난발생과 전기자어기를 관찰하였으며 이후 수조(60 × 45 × 45 cm)에 옮겨 후기자어기와 치어기를 관찰하였다. 난황 흡수가 끝난 자어부터 부화 후 30일까지는 알테미아 (*Artemia* sp.) 유생을 공급하였고, 31일 이후부터는 배합 사료와 실지렁이를 순차적으로 공급하여 사육하였다. 사

Table 1. Egg development of *Iksookimia koreensis* at water temperature 23°C.

Stage	Elasped	Characters	Fig. 1
Zygote period			
Insemination	00 h 00 min	Sperm and egg are inseminated	
Swelling	00 h 15 min	Swelling	A
Blastodisc	00 h 50 min	Blastodisc	B
Cell cleave period			
2 cells	01 h 05 min	2 blastodisc is cleavage	C
4 cells	01 h 20 min	2-2 array of blastomeres	D
8 cells	01 h 35 min	2-4 array of blastomeres	E
16 cells	01 h 50 min	4-4 array of blastomeres	F
32 cells	02 h 10 min	4-8 array of blastomeres	G
64 cells	02 h 25 min	8-8 array of blastomeres	H
Morula (256 cells)	03 h 00 min	16 regular tiers of blastomeres	I
Blastula	04 h 05 min	Flattening produces an elliptical shape	J
Gastrula period			
Early gastrulation (50% epiboly)	07 h 50 min	Early gastrulation	K
Middle gastrulation (75% epiboly)	10 h 20 min	Middle gastrulation	
Late gastrulation (90% epiboly)	11 h 30 min	Late gastrulation	L
Embryonic period			
Formation of the embryo	13 h 40 min	Formation of the embryo	M
3-4 myotomes	15 h 20 min	3-4 myotomes, formation of optic vesicles	N
9-10 myotomes	18 h 00 min	9-10 myotomes	O
17-18 myotomes	20 h 00 min	17-18 myotomes, formation of auditory vesicles and Kupffer's vesicles	P
28-30 myotomes	22 h 00 min	28-30 myotomes, disappear Kupffer's vesicles, formation of eye lens, specialization of brain	Q
Black pigmentation in eyes	31 h 00 min	Formation of heart	R
Hatching period	50 h 00 min	Hatching (50%)	S

육용수는 매일 1/2씩 환수하였으며, 사육수온은 23°C로 관리하였다.

실험군별로 수정률과 부화율, 초기생존률, 기형률을 측정하였는데, 수정률은 수정 후 3시간 후에 전체 난수 중 채란수를 제외하고 상실기에 도달한 난수를 백분율로 나타내었으며, 부화율은 전체 난수에 대한 부화 개체수의 백분율로 계산하였다. 초기생존율은 부화 후 5일까지 전체 부화 개체수에 대한 생존 개체수의 백분율로, 기형률은 동시기에 부화된 개체 중 전체 개체수에 대한 기형 개체수의 백분율로 계산하였다.

난발생 과정과 자치어의 발달과정은 디지털카메라 (Olympus DP72, Japan)가 부착된 해부현미경 (Olympus SZX9, Japan) 하에서 8~57배율로 관찰하고 촬영하였다. 자치어는 부화 직후부터 부화 후 100일까지 각 단계별 무작위로 10개체를 선별한 후 마취제 MS-222 (Sindel, Canada)로 마취하여 관찰 및 전장과 체중을 측정하였다.

결 과

1. 성숙개체 크기 및 성숙란의 특징

채집된 참종개 *Iksookimia koreensis*의 성숙한 암컷 (n=6)은 전장 102~127 mm, 수컷 (n=5)은 전장 75~90 mm였다. 산란된 성숙란은 옅은 노란색의 분리침성란이었고, 포란수 (n=6)는 $2,020 \pm 518$ (1,339~2,635)개, 난경 (n=6)은 1.40 ± 0.04 mm이었다 (Table 2).

2. 난발생 과정

참종개의 수정란은 약한 점착성을 가지는 분리 침성란이었으며, 수정 15분 후에 물을 흡수하여 2.4 ± 0.03 mm (n=20)으로 팽창하였다 (Fig. 1A). 수정 후 50분 후에 세포질이 동물극 (animal pole)쪽으로 끌려 배반 (blastodisc, 1세포기)을 형성하였으며 (Fig. 1B), 2세포기는 1시간 5분

후에 배반에 난할이 일어나 형성하였다 (Fig. 1C). 4세포기는 1시간 20분 후에 경할을 통하여 형성하였고 (Fig. 1D), 8세포기는 1시간 35분 후에 난할을 통하여 (Fig. 1E), 16세포기는 1시간 50분 후에 경할을 통하여 형성하였다 (Fig. 1F). 32세포기는 2시간 10분 후에 (Fig. 1G), 64세포기는 2시간 25분 후에 형성하였으며 (Fig. 1H), 상실기 (morula, 256 세포기)는 3시간 후에 형성하였고 (Fig. 1I), 이후 난할을 계속하여 4시간 5분 후에는 포배기 (blastula)를 형성하였다 (Fig. 1J). 7시간 50분 후에는 낭배기 (gastrula)가 형성되어 식물극 (vegetal pole) 쪽으로 뒤틀기 시작하였으며 (Fig. 1K), 이후 10시간 20분 후에 낭배 중기에, 11시간 30분 후에는 90% 이상을 덮어 낭배 말기에 도달하였다 (Fig. 1L). 13시간 40분 후에는 원구 (blastopore)가 폐쇄되고 배체 (embryo)의 윤곽이 뚜렷해졌으며 (Fig. 1M), 15시간 20분 후에는 근절 (myotomes)이 3~4개가 생기고 안포 (optic vesicle)가 형성되었다 (Fig. 1N). 18시간 후에는 9~10개의 근절이 형성되었으며 (Fig. 1O), 20시간 후에는 근절이 17~18개이고 이포 (auditory vesicle)와 Kupper's vesicle이 형성되었다 (Fig. 1P). 이후 꼬리가 난황에서 분리되면서 움직이기 시작하였으며, 22시간 후에는 28~30 근절이 생기고 눈의 렌즈가 형성되며 뇌가 분화하기 시작하였으며 Kupper's vesicle이 사라졌다 (Fig. 1Q). 31시간 후에는 심장이 형성되어 뛰기 시작하였다 (Fig. 1R). 45시간 후부터 꼬리를 이용하여 난막 (chorion)을 뚫고 부화하는 개체가 관찰되었고, 50시간 후에 50%, 60시간 이내에 대부분 부화하였다 (Fig. 1S).

3. 자어와 치어의 발달

1) 전기자어기

부화 직후의 자어는 몸이 약간 휘어져 있었으며 크기는 전장 4.7 ± 0.21 (4.5~5.0) mm (n=10)이고 가슴지느러미가 형성되기 시작하였다. 몸은 무색으로 입과 항문은

Table 2. Characteristics of early life history index of *Iksookimia koreensis* female at water temperature 23°C.

No.	Total length (mm)	Spawned eggs	Egg size (mm)	Fertilization rate (%)	Hatching rate (%)	Abnormal rate (%)	Early survival rate (%)
1	102	1,339	1.43 ± 0.06	99.5	38.8	30.0	68.1
2	119	2,635	1.41 ± 0.06	99.8	42.1	7.8	92.2
3	120	2,180	1.46 ± 0.08	99.9	18.2	23.5	75.9
4	122	1,927	1.35 ± 0.05	96.6	42.4	3.1	96.9
5	123	1,536	1.37 ± 0.06	99.4	20.0	13.2	86.8
6	127	2,501	1.40 ± 0.05	99.2	26.8	8.1	91.9
Mean±SD		$2,020 \pm 518$	1.40 ± 0.040	99.1 ± 1.23	31.4 ± 11.09	14.3 ± 10.39	85.3 ± 11.08

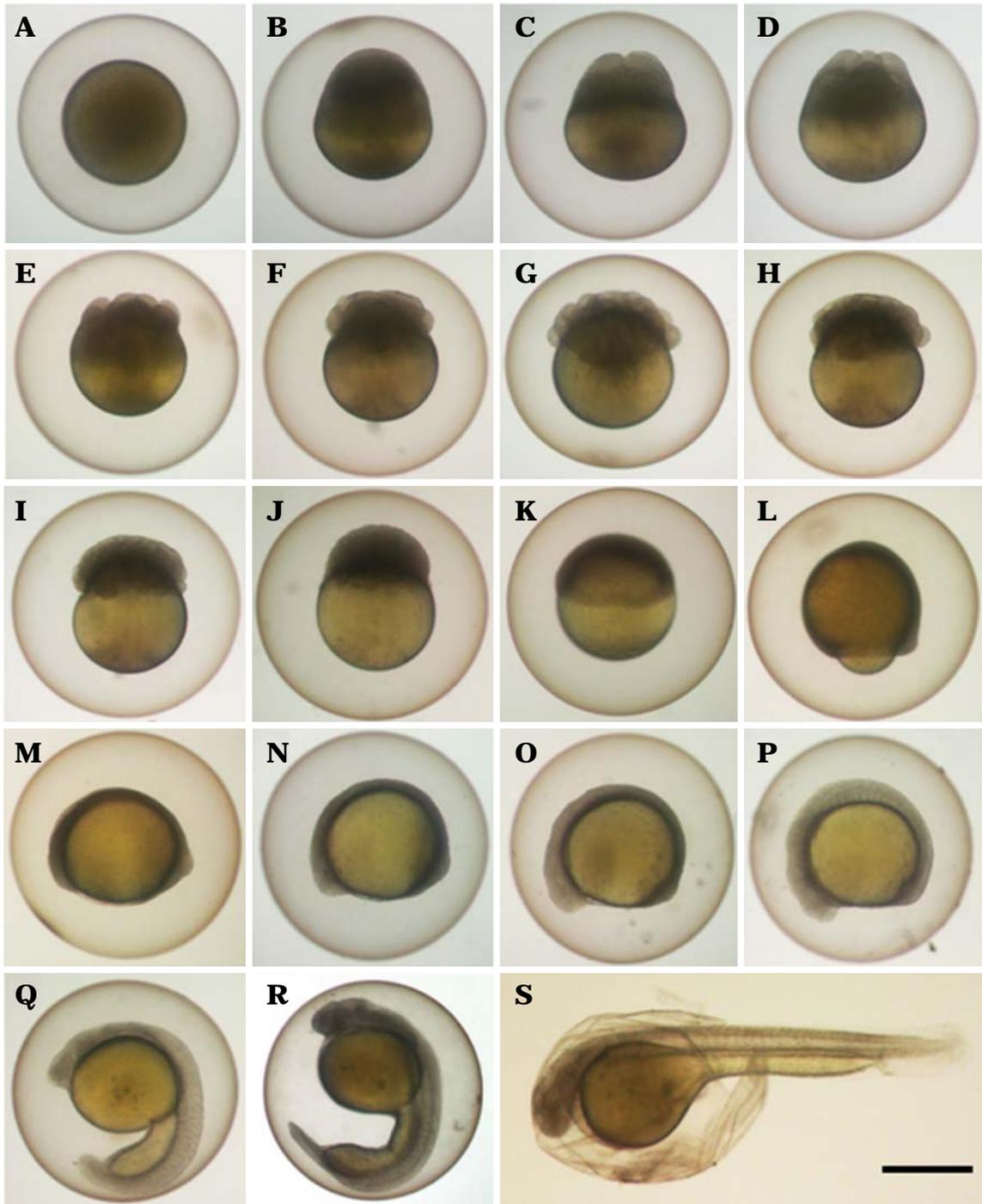


Fig. 1. Egg development and hatching of *Iksookimia koreensis* at water temperature 23°C. Time required for each developmental stage is shown in Table 1. The bar indicate 1 mm.

열리지 않았고 앞쪽에 구형의 난황이 있으며 몸의 중앙과 뒤쪽에 막지느러미가 형성되었다 (Fig. 2L₁). 부화 후 1일째의 자어는 전장 5.7 ± 0.14 mm (n=10)로 몸이 곧게 펴지고 외새가 5쌍이 나타났으며 난황이 많이 흡수되어

축소되었다. 눈은 검게 착색되었고 온몸에 흑색포가 침적되었으며 수영이 나타나기 시작하였다 (Fig. 2L₂). 부화 후 2일째는 전장 6.1 ± 0.17 mm (n=10)로 난황이 1/2 이상 흡수되었고 외새가 6쌍이 관찰되었으며 뒤쪽의 막지느러

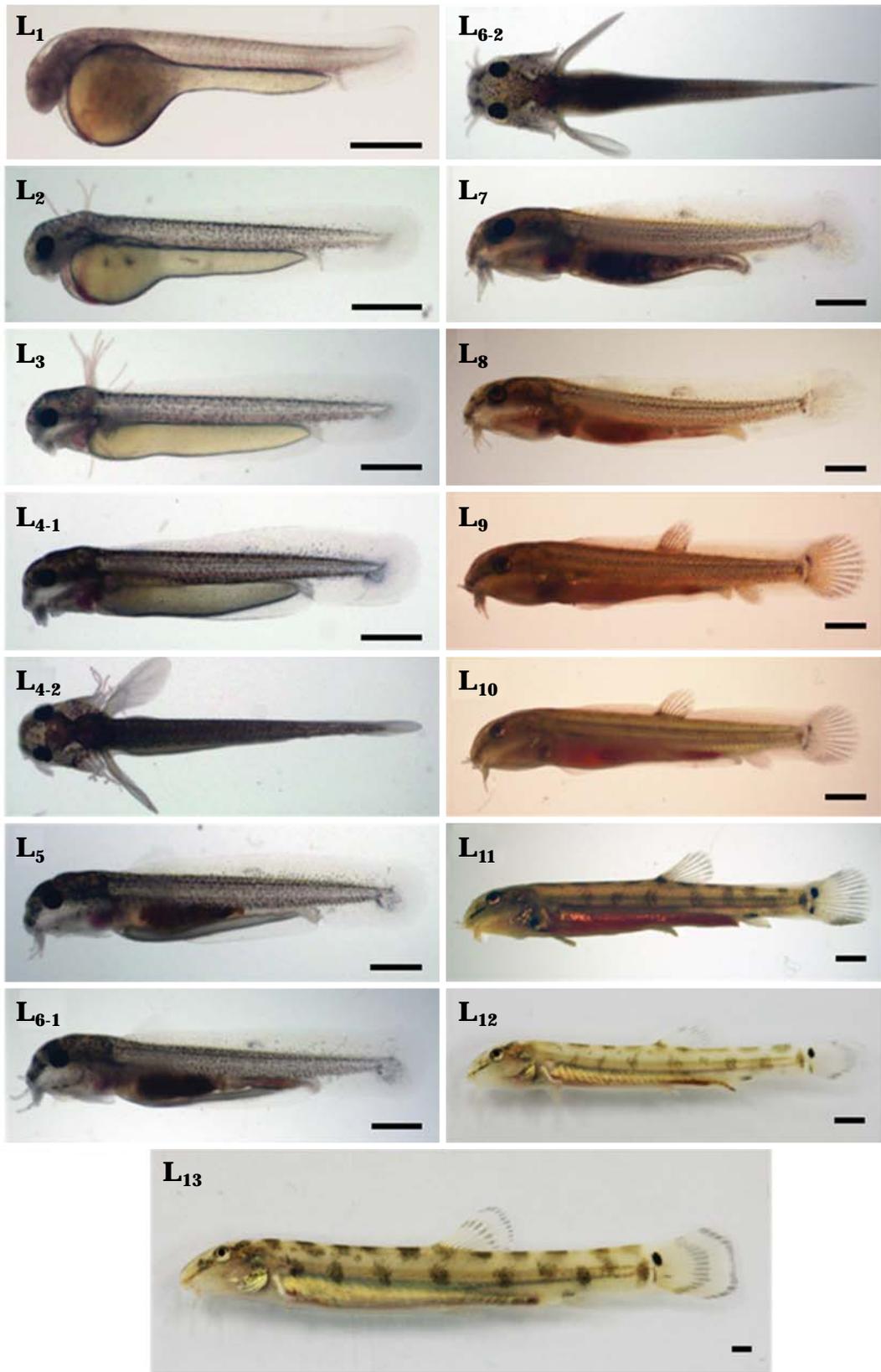


Fig. 2. Larva and juvenile development of *Iksookimia koreensis* at water temperature 23°C. The bars indicate 1 mm.

Table 3. Comparisons of early life historical characteristics of Cobitidae in Korea and Japan.

Species	Egg size (mm)	Fecundity (average)	Time of hatching (water temp.)	Hatching size (mm)	Outer gill filament	Days until full yolk absorption	Reference
<i>Iksookimia koreensis</i>	1.3~1.5 (1.4)	1,339~2,635 (2,020)	50 hrs (23°C)	4.6~5.0 (4.7)	Present	5	Present study
<i>I. longicorpa</i>	1.4~1.7 (1.5)	717~3,862 (1,992)	50~72 hrs (23~25°C)	4.8~5.2 (5.1)	Present	4	Ko <i>et al.</i> , 2009a
<i>I. pacifica</i>	1.0~1.1 (1.1)	(2,968)	48 hrs (21~24°C)	2.8~2.9 (2.9)	Present	4	Lee <i>et al.</i> , 2011
<i>Cobitis takatsuensis</i>	1.5	86~144	4~6 days (18°C)	5.6~5.8 (5.7)	Present	< 16	Shimizu <i>et al.</i> , 1998
<i>C. biwae</i>	1.1~1.2	500~1,000	48 hrs (23~26°C)	4.6	Present	5~6	Okada, 1959~1960; Saitoh and Hosoya, 1988
<i>C. choii</i>	1.1~1.3 (1.2)	—	24 hrs (23~25°C)	3.5~4.0	Present	4	Song <i>et al.</i> , 2008
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	1.1	18,000~40,000	20 hrs (28~32°C) 54 hrs (18~20°C)	3.4~4.3	Present	4	Uchida, 1939
<i>M. mizolepis</i>	1.0~1.2 (1.1)	—	24 hrs (25°C)	2.6~2.8 (2.7)	Present	4	Kim <i>et al.</i> , 1987
<i>Koreocobitis naktongensis</i>	1.0~1.2 (1.1)	—	38 hrs (20°C)	2.7	Present	7	Song <i>et al.</i> , 2009
<i>Kichulchoia multifasciata</i>	1.5~1.9 (1.8)	798~901 (861)	6 days (10~14°C)	5.1~5.9 (5.4)	Present	< 16	Kim and Lee, 1995
<i>Niwaella delicata</i>	2.7	60~120	17 days (9°C)	7.5	Absent	< 90	Suzuki, 1966

미가 넓어졌다 (Fig. 2L₃). 부화 후 3일째에는 전장 6.4±0.16 mm (n=10)로 온몸에 보다 많은 흑색포가 침적되었고 수염이 보다 길어졌다 (Fig. 2L₄). 부화 후 4일째에는 전장 7.1±0.26 mm (n=10)로 난황이 대부분 흡수되었고 꼬리지느러미 원기가 나타나기 시작하였으며 입과 항문이 열리면서 처음으로 먹이(알테미아 부화 유생)를 섭식하였다 (Fig. 2L₅).

2) 후기자어기

부화 후 5일째에는 전장 7.1±0.25 mm (n=10)로 난황을 모두 흡수하였고 외새가 짧아져 아가미 뚜껑속으로 들어갔다. 또한 수염이 3쌍이 관찰되었으며 등지느러미 원기가 나타나기 시작하였다 (Fig. 2L₆). 부화 후 7일째에는 전장 8.1±0.38 mm (n=10)로 뒷지느러미 원기가 나타나고 꼬리지느러미 기조는 7~10개가 관찰되었으며 수염이 길게 신장되었다 (Fig. 2L₇). 부화 후 10일째에는 전장 9.2±0.49 mm (n=10)로 등지느러미 원기가 2~4개 나타나고 꼬리지느러미 기조는 12~15개가 관찰되었다 (Fig.

2L₈). 부화 후 15일째에는 전장 11.0±1.06 mm (n=10)로 등지느러미 기조가 7개로 정수가 되었다 (Fig. 2L₉).

3) 치어기

부화 후 17일째에는 전장 12.2±1.10 mm (n=10)로 뒷지느러미 기조가 정수(5개)로 나타나 치어기로 이행하였다. 또한 체측 중앙부에 흑색 반점들이 모여 반문을 형성하기 시작하였다 (Fig. 2L₁₀). 부화 후 30일 뒤에는 전장 19.3±1.24 mm (n=10)로 체측 상부와 중앙부에 7~10개의 흑색 반문이 나타나고 미병부에 뚜렷한 검은점이 나타났다 (Fig. 2L₁₁). 부화 후 50일 뒤에는 전장 23.5±2.62 mm (n=10)로 성장하였고 반문이 보다 뚜렷하였으며 등지느러미에 1줄, 꼬리지느러미에 2줄의 반문이 나타나기 시작하였다 (Fig. 2L₁₂). 부화 후 80일 뒤에는 전장 31.0±3.98 mm (n=10)로 체측상부에 10~12개, 체측중앙부에 9~11개의 반문이 뚜렷하게 나타나고 등지느러미와 꼬리지느러미에 2줄의 검은 줄무늬가 나타났으며 배쪽은 은백색을 띄어 성어와 유사하였다 (Fig. 2L₁₃).

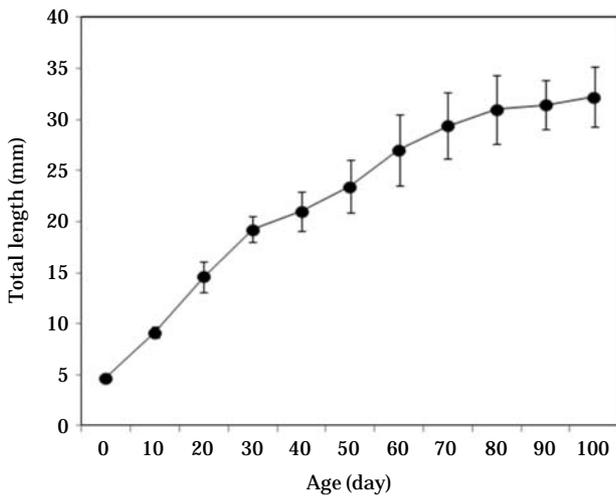


Fig. 3. Early growth of *Iksookimia koreensis* after hatching at water temperature 23°C Vertical lines show SD.

4. 수정률과 부화율, 기형률, 초기생존률

참종개 암컷 6개체의 수정률과 부화율, 기형률, 초기생존률은 Table 2와 같이 나타났다. 수정률은 대부분 99% 이상으로 높게 나타났으며, 부화율은 20~40%로 비교적 낮았다. 기형율은 개체마다 큰 차이를 보였는데, 3개체는 10% 미만으로 낮았으나 2개체는 20% 이상으로 비교적 높게 나타났다. 초기생존율도 3개체는 90% 이상으로 높았으나 2개체는 80% 미만으로 낮게 나타났다.

고 찰

참종개 *Iksookimia koreensis*의 난발생 및 초기생활사 특징을 선행 연구된 미꾸리과 (Cobitidae) 어류와 비교하여 보면 다음과 같다 (Table 3). 참종개의 성숙란은 엷은 노란색의 분리침성란으로 다른 미꾸리과 어류와 유사하였고, 난경은 1.37 mm로 왕종개 1.5 mm, *C. takatsuensis* 1.5 mm와 비교적 유사하였으나 (Shimizu *et al.*, 1998; Ko *et al.*, 2009a) *C. biwae* 1.1~1.2 mm와 미호종개 1.2 mm, 미꾸리 1.1 mm, 미꾸라지 1.1 mm, 얼룩새코미꾸리 1.1 mm, 북방종개 1.1 mm보다는 컸고 (Uchida, 1937; Kim *et al.*, 1987; Saitoh and Hosoya, 1988; Song *et al.*, 2008; Song *et al.*, 2009; Lee *et al.*, 2011) 수수미꾸리 1.8 mm 및 *Niwaella delicata* 2.7 mm보다는 작은 편이었다 (Suzuki, 1966; Kim and Lee, 1995). 또한 포란수는 2,020개로 전 주천 참종개 1,271개 (Kim, 1978)보다 많은 편이었으며, 유연종에서는 비교적 왕종개 및 북방종개와 유사하고

(Ko *et al.*, 2009a; Lee *et al.*, 2011) *C. takatsuensis*와 *C. biwae*, 미호종개, 수수미꾸리, *N. delicata*보다는 많았으나 (Saitoh and Hosoya, 1988; Kim and Lee, 1995; Shimizu *et al.*, 1998; Song *et al.*, 2008) 미꾸리보다는 적은 편이었다 (Uchida, 1939).

부화시간은 50시간 (50% 부화)으로 대체적으로 왕종개 및 *C. biwae*, 북방종개와 유사하였고 (Saitoh and Hosoya, 1988; Ko *et al.*, 2009a; Lee *et al.*, 2011) 미호종개와 미꾸리, 미꾸라지, 얼룩새코미꾸리보다는 느렸으나 (Uchida, 1939; Kim *et al.*, 1987; Song *et al.*, 2008; Song *et al.*, 2009) *C. takatsuensis*와 수수미꾸리, *N. delicata*보다는 빨랐다 (Suzuki, 1966; Kim and Lee, 1995; Shimizu *et al.*, 1998). 또한 부화직후의 자어 크기는 4.7 mm로 비교적 왕종개 및 *C. biwae*와 유사하였다 (Saitoh and Hosoya, 1988; Ko *et al.*, 2009a).

미꾸리과 어류는 발생과정에서 외새 (external gill)가 나타났다가 사라지는 특징을 보이는데, 참종개도 부화 후 1일부터 5일까지 외새가 신장되어 관찰되었다. 미꾸리과에서 외새가 나타나지 않는 어류는 일본의 *N. delicata*만이 보고되고 있다 (Suzuki, 1966).

난황은 어류의 구분에 있어 전기자어와 후기자어를 구분하는 중요한 형질로 쓰이고 있는데, 참종개는 부화 후 5일 만에 모두 흡수 되어 왕종개와 북방종개, 미호종개, 미꾸리, 미꾸라지와 대체로 유사하였으며 (Uchida, 1939; Kim *et al.*, 1987; Song *et al.*, 2008; Ko *et al.*, 2009a; Lee *et al.*, 2011) *C. takatsuensis*와 얼룩새코미꾸리, 수수미꾸리, *N. delicata*보다는 빠른 편이었다 (Kim and Lee, 1995; Shimizu *et al.*, 1998; Song *et al.*, 2009).

본 연구중인 참종개는 초기생활사에서 같은 속의 왕종개 (Ko *et al.*, 2009a)와 부화시간과 부화자어 크기 등에서 약간 차이를 보이나 대체로 유사한 특징을 보였다. 그리고 수정률과 부화율, 기형률, 초기생존율을 비교하여 보면, 수정률은 비슷하였으나 부화율과 초기생존률이 낮게 나타나고 기형률은 높게 나타났다. 이러한 원인은 암컷의 난질에 의해 큰 차이를 보이는데, 참종개의 산란시기가 Kim (1978)은 6월, Kim *et al.* (2008)은 5~7월로 보고한 바 있어 본 실험의 친어 채집시기인 7월은 산란말기로 추정되어 난질이 비교적 좋지 않았기 때문으로 판단된다. 그리고 북방종개 (Lee *et al.*, 2011)와는 부화시간과 난황흡수시간 등은 유사하였으나 난경 및 부화직후 자어크기에서는 차이를 보였다.

*Iksookimia*속의 초기생활사를 미꾸리과 다른 속과 비교하여보면 부화시간과 부화자어 크기, 난황흡수 시간 등에서 *Cobitis*속과 대체로 유사하였으나 *Misgurnus*속과

*Koreocobitis*속, *Kichulchoia*속, *Niwaella*속과는 성숙난의 크기와 포란수, 부화시간 및 부화자어 크기, 난황흡수 시간 등에서 비교적 큰 차이를 보였다.

적 요

우리나라 고유 담수어류 참종개 *Iksookimia koreensis*의 난발생 및 초기생활사를 연구하기 위하여 2010년 7월 강원도 횡성군 서원면 옥계리에서 죽대를 이용하여 친어를 채집하여 실험을 실시하였다. 채집된 성숙한 친어는 복강에 Ovaprim을 주사하여 12시간 경과 후 복부압박법으로 채란하여 건식법으로 인공수정시켰다. 산란된 성숙란은 약간의 점착성을 띤 엷은 노란색의 분리침성난이었으며 난경은 1.40 ± 0.04 mm였다. 수온 23°C 에서 수정 후 50시간 후에 부화하였으며, 크기는 전장 4.7 ± 0.21 mm였다. 부화 후 5일경에 난황이 모두 흡수되었으며 전장 7.1 ± 0.25 mm로 성장하였다. 부화 후 17일 후에 지느러미 기조가 모두 정수로 되어 치어기로 넘어갔으며 전장 12.2 ± 1.10 mm로 성장하였다. 부화 후 80일에는 성어와 유사한 체측반문 형태를 보였으며 전장 31.0 ± 3.98 mm로 성장하였다.

인 용 문 헌

- Balon, E.K. 1985. Early life histories of fishes: New developmental, ecological and evolutionary perspectives. dr. W. Junk Publisher, Dordrecht 280pp.
- Blexter, J.H.S. 1974. The early life history of fish. Springer-Verlag, Berlin 765pp.
- Kim, I.S. 1975. A new species of cobitid fish from Korea. *Korean Journal of Limnology* **8**: 51-57.
- Kim, I.S. 1978. Ecological studies of cobitid fish, *Cobitis koreensis* in Jeonju-cheon Creek, Jeonrabug-do province, Korea. *Korean Journal of Ecology* **2**: 9-14. (in Korean)
- Kim, I.S. 1997. Illustrated Encyclopedia of Fauna & Flora of Korea. Vol. 37. Freshwater Fishes. Ministry of Education. Youngi 629pp. (in Korean)
- Kim, I.S. 2009. A review of the spined loaches, family Cobitidae (Cypriniformes) in Korea. *Korean Journal of Ichthyology* **21**(supplement): 7-28.
- Kim, I.S. and J.H. Lee. 1986. A chromosomal study on the genus *Cobitis* (Pisces: Cobitidae) in the southern part of Korea. *Bulletin of Korean Fishes Society* **19**: 257-264. (in Korean)
- Kim, I.S. and E.H. Lee. 1995. Studies on early embryonic development of *Niwaella multifasciata* (Pisces: Cobitidae). *Korean Journal of Limnology* **28**: 455-462.
- Kim, I.S. and J.Y. Park. 1996. Microstructure of spermatozoa of Cobitidae (Cypriniformes) from Korea. *Korean Journal of Ichthyology* **8**: 74-83. (in Korean)
- Kim, I.S. and J.Y. Park. 2007. Freshwater Fishes of Korea. Kyohak Publishing, Seoul 465pp. (in Korean)
- Kim, D.H., J.Y. Cho and H.S. Lee. 2008. Study on the reproduction and growth of *Iksookimia koreensis* Kim (Pisces: Cobitidae) in the Namdae Stream, Cheorwon-gun, Gangwon-do, Korea. *Korean Journal of Ichthyology* **20**: 21-27. (in Korean)
- Kim, Y.U., Y.S. Park and D.S. Kim. 1987. Development of eggs, larvae and juveniles of loach, *Misgurnus mizolepis* Günther. *Bulletin of Korean Fishes Society* **20**: 16-23.
- Ko, M.H., J.Y. Park and I.S. Kim. 2009a. Development of eggs and early life history of *Iksookimia longicorpa* (Pisces: Cobitidae) from Nakdong River of Korea. *Korean Journal of Ichthyology* **21**: 15-22. (in Korean)
- Ko, M.H., J.Y. Park and S.H. Kim. 2009b. Habitat environment and feeding habitat of *Iksookimia koreensis* and *Cobitis lutheri* (Pisces: Cobitidae) in the Mangyeong River, Korea. *Korean Journal of Ichthyology* **21**: 253-261. (in Korean)
- Lee, W.O., K.H. Kim, J.M. Baek, Y.J. Kang, H.Z. Jeon and C.H. Kim. 2011. Embryonic development and early life history of the notehern loach, *Cobitis pacifica* (Pisces: Cobitidae). *Korean Journal of Limnology* **44**: 1-8.
- MLTM (Ministry of Land & Transport and Maritime Affairs). 2010. Culture and Restoration of Endangered Species in the Major Four River Drainages. Soonchunhyang University, Asan 489pp. (in Korean)
- MOE (Ministry of Environment). 2009. Development of Genetic Diversity Analysis, Culture and Ecosystem Restoration Techniques for Endangered Fish, *Iksookimia choii*. Soonchunhyang University, Asan 537pp. (in Korean)
- Nelson, J.S. 2006. Fishes of the World. John Wiley & Sons, Inc. pp. 139-143.
- Okada, Y. 1959-1960. Studies on the fresh water fishes of Japan. *Journal of the Faculty of Fisheries Prefectural University of Mie* **4**: 432-568.
- Park, J.Y. and I.S. Kim. 2001. Fine structure of oocyte envelopes of three related cobitid species in the genus *Iksookimia* (Cobitidae). *Ichthyological Research* **48**: 71-75.
- Saitoh, K. and K. Hosoya. 1988. *Cobitis biwae* Jordan et Synder. Page 159 in M. Okiyama, ed. An atlas of the

- early stage fishes in Japan. Takai University Press. Tokyo xii+1154 pp. (in Japanese)
- Shimizu, T., H. Sakai and N. Mizuno. 1998. Embryonic and larval development of a Japanese spinous loach, *Cobitis takatsuensis*. *Ichthyological Research* **45**: 377-384.
- Song, H.Y., W.J. Kim, W.O. Lee and I.C. Bang. 2008. Morphological development of egg and larvae of *Iksookimia choii* (Cobitidae). *Korean Journal of Limnology* **41**: 104-110. (in Korean)
- Song, H.Y., H. Yang, E.M. Cho, H.C. Shin and I.C. Bang. 2009. Morphological development of egg and larvae of *Koreocobitis naktongensis* (Cobitidae). *Korean Journal of Ichthyology* **21**: 247-252. (in Korean)
- Suzuki, R. 1966. Artificial spawning and early development of the loach, *Cobitis delicata* Niwa. *Bulletin of Freshwater Fisheries Research Laboratory* **15**: 175-188. (in Japanese)
- Tanaka, S. 1973. Signification of egg and larval surveys in the studies of population dynamics of fish, p. 151-157. *In: The early life history of fish* (Blaxter, J.H.S. ed.). Springer-Verlag.
- Uchida, K. 1939. The fishes of Työsen (Korea). Part I. Nematognathi, Eventognathi. *Bulletin of the Fisheries experiment station of the Government-general of Työsen* **6**: 428-458. (in Japanese)

(Manuscript received 3 February 2012,
Revised 11 March 2012
Revision accepted 15 March 2012)