

# 낙동강 왕종개 *Iksookimia longicorpa*의 난발생 및 초기생활사

고명훈 · 박종영\* · 김익수

전북대학교 자연과학대학 생물과학부, 전북대학교 생물다양성연구소

**Development of Eggs and Early Life History of *Iksookimia longicorpa* (Pisces: Cobitidae) from Nakdong River of Korea by Myeong-Hun Ko, Jong-Young Park\* and Ik-Soo Kim** (Faculty of Biological Science and Institute for Biodiversity Research, College of Natural Science, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea)

**ABSTRACT** An artificial breeding method was carried out to investigate development of eggs and the early life history of *Iksookimia longicorpa*. The eggs of the female were obtained by injecting gonadotropin (LHRH) and fertilizing by the dry method in the laboratory. The mature eggs were separate, demersal, light yellowish, and averaged  $1.53 \pm 0.07$  mm in diameter. In water temperature of  $23 \sim 25^\circ\text{C}$ , the eggs hatched in  $50 \sim 72$  hours after fertilization, and their lengths reached  $5.1 \pm 0.23$  mm in total length. On Day 4 after hatching, they averaged  $7.1 \pm 0.47$  mm in total length and their yolk sacs were completely absorbed. From 25 days after hatching, they attained a juvenile stage reaching  $12.8 \pm 0.49$  mm in total length. On the 100th day after hatching, their band patterns and external form were similar to those of adults, and they averaged  $38.5 \pm 2.95$  mm in total length.

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

## 서 론

미꾸리과(Cobitidae) 어류는 유럽과 아시아, 아프리카에 분포하는 저서성 담수어로 16속 120여종이 분포하는 것으로 알려졌다(Nalbant, 2002). 우리나라에는 6속 16종이 서식하며, 이 중 *Iksookimia*속은 지리적으로 6종이 나뉘어져 분포한다(김과 박, 2002). 왕종개 *Iksookimia longicorpa*는 한국고유종으로 1976년 김 등에 의해 신종으로 발표되었으며 섬진강과 낙동강, 남해와 동해로 유입되는 일부하천과 인접도서에 분포하는 것으로 알려져 왔다(김과 박, 2002).

본 연구중인 왕종개를 채집한 낙동강 수계 임천강에서는 기름종개 *Cobotis hankugensis*와 수수미꾸리 *Niwaella multifasciata*, 얼룩새코미꾸리 *Koreocobitis naktongensis* 미꾸라지 *Misgurnus mizolepis*, 미꾸리 *M. anguillicaudatus* 6종이 혼서하고 있다. 특히 왕종개와 기름종개가 혼서하는 곳에서는 이들을 기원으로 하는 *C. hankugensis-I. longicorpa* com-

plex가 출현하고 있으며, 이들은 독특한 생식양상인 단성생식(unisexual reproduction)을 하며 2배체와 3배체가 존재하는 것으로 알려졌다(Kim and Lee, 1990; Kim and Lee, 1995; Kim and Lee, 2000).

어류에서 초기 생활사에 관한 연구는 종의 특징을 규명하고 유사종과의 분류학적 유연관계를 밝히는데 이용되어 왔다(Blaxter, 1974). 우리나라 미꾸리과 어류 16종 가운데 초기생활사에 대한 연구는 미꾸리(Uchida, 1939), 미꾸라지(김 등, 1987), 수수미꾸리(김과 이, 1995), 미호종개 *I. choui*(송 등, 2008) 등 일부 어류에서만 이루어졌다.

왕종개에 관한 연구는 난막구조(Park and Kim, 1997), 수염과 피부, 장의 조직학적 관찰(Park and Kim, 2000; Kim et al., 2001; Park, 2005), 개체군 생태(강, 1980; 김과 고, 2005) 등의 다양한 연구가 진행된바 있지만 아직까지 왕종개의 초기생활사에 대한 연구는 이루어지지 않았다.

따라서 본 연구에서는 왕종개의 인공수정을 통한 초기 생활사를 조사하여 미꾸리과 어류의 분류학적 유연관계 및 단성집단을 이루는 *C. hankugensis-I. longicorpa* complex의 생식양상에 대한 기초자료를 얻고자 한다.

\*교신저자: 박종영 Tel: 82-63-270-3344, Fax: 82-63-270-3362,  
E-mail: Park7877@chonbuk.ac.kr

## 재료 및 방법

실험에 사용된 개체는 2007년 6월에 낙동강 상류인 전라북도 남원시 운봉읍 임천강에서 족대(망목 4×4 mm와 투망(망목 7×7 mm)을 사용하여 채집하였다. 채집된 개체중 성숙한 개체들을 골라 암·수 모두 체중 1 g 당 LHRH (Luteinizing hormone releasing hormone)를 2.5 µg을 주사하였으며, 12~18시간 이후 암컷은 복부 압박법으로 채란하고 여기에 수컷으로부터 얻은 정액을 Ringer solution에 100배 희석시켜 건식법으로 수정시켰다.

수정란은 15 cm의 패트리디쉬에 분산 수용하였고, 부화된 자어는 소형 사각 수조(18×12×8 cm)에 옮겨 30일간 사육하였으며, 이후 순환여과식 수조(42×28×25 cm)로 옮겨 사육하였다. 먹이는 brine shrimp (*Artemia mauplii* 유생)와 초기사료 (Love Larva, Japan), 배합사료를 성장에 따라 순차적으로 공급하였으며, 실험기간 중 수온은 23~25°C로 유지하였다. 난발생과정과 자어의 발달과정은 실체현미경 (Nikon SMZ-U)과 디지털카메라를 이용하여 촬영 및 관찰하였으며, 수정란과 자어의 크기는 시기별로 10개체를 임의로 선택하여 측정하였다.

수정률과 부화율, 초기생존률, 기형률은 난질이 가장 좋았던 실험결과 2회의 자료를 사용하였다. 수정률은 수정 후 3시간 후에 전체 난수 중 사란수를 제외하고 배체가 형성된 난수를 백분율로 나타내었으며, 부화율은 전체 난수에 대한 부화 개체수의 백분율로 계산하였다. 초기 생존률은 부화 후 5일째까지 전체 부화한 개체수에 대한 생존 개체수의 백분율로 계산하였으며, 기형률은 동시기에 부화된 개체 중 전체 개체수에 대한 기형 개체수의 백분율로 계산하였다.

## 결 과

### 1. 생식소성숙도 및 포란수

왕종개의 생식소가 성숙한 시기인 6월에 채집된 개체를 대상으로 생식소성숙도 (GSI)와 포란수를 조사하였다. 왕종개 암컷의 성숙한 개체 (n=30)는 전장 96.0~150.0 mm 범위로 나타났고, 생식소성숙도는  $14.5 \pm 7.59$  (8.4~24.6)%였으며 포란수 (n=30)는  $1,992 \pm 925$  (717~3,862)개였다.

### 2. 난발생

LHRH 주사로 얻어진 왕종개의 성숙란은 옅은 노란색을 띠는 구형으로 난경은  $1.5 \pm 0.07$  (1.4~1.7) mm (n=20)였다. 수정 후 10분 쯤 되던 물을 흡수하여  $2.24 \pm 0.13$  mm (n=20)로 팽창하였으며 거의 구형에 가까운 분리침성란이

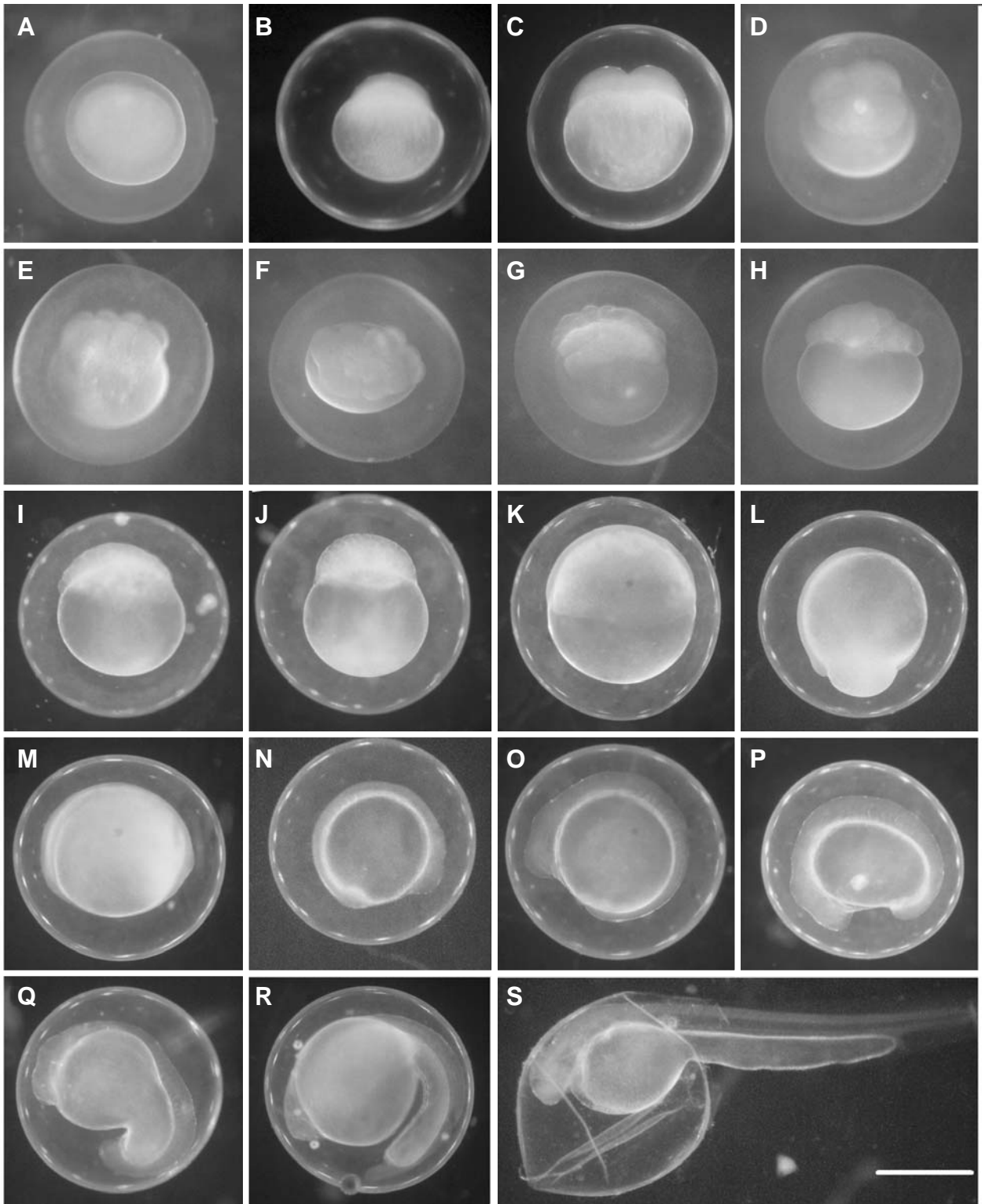
었다 (Fig. 1A). 수정 후 40분 뒤에 배반 (blastodisc, 1세포기)이 형성되었으며 (Fig. 1B), 2세포기는 1시간 뒤에 배반이 나뉘어져 형성되었다 (Fig. 1C). 4세포기는 1시간 30분 뒤 경할에 의해 형성되었으며 (Fig. 1D), 1시간 45분 뒤에 8세포기에 도달하였다 (Fig. 1E). 2시간 5분 후에는 16세포기로 분열하였으며 (Fig. 1F), 2시간 25분후에 32세포기로 (Fig. 1G), 2시간 35분 후에 64세포기로 나뉘어졌다 (Fig. 1H). 이후 3시간 15분 후에 상질기 (morula)에 도달하였으며 (Fig. 1I), 4시간 후에 포배기 (blastula)를 형성하였다 (Fig. 1J). 7시간 15분 후에 초기 낭배기 (early gastrulation)에 도달하여 배반엽이 식물극 (vegetal pole) 쪽으로 확장되며 난황을 덮었다 (Fig. 1K). 12시간 40분 후에는 배반이 난황의 대부분을 덮었으며 난황위에 유백색의 배체가 형성되어 나타났다 (Fig. 1L). 15시간 후에는 원구가 폐쇄되고 배체 (embryo)의 윤곽이 뚜렷해졌다 (Fig. 1M). 17시간 20분 후에는 근절 (myotomes)이 3~4개가 생기고 안포 (optic vesicle)가 형성되며 (Fig. 1N), 20시간 후에 9~10개의 근절이 형성되고 이포 (auditory vesicle)와 Kupper's vesicle이 형성되었고 (Fig. 1O), 23시간 30분 후에 근절수가 18~19개로 늘어났으며 Kupper's vesicle은 사라졌다 (Fig. 1P). 27시간 후에는 근절수가 29~30개로 늘어났고 눈의 렌즈가 형성되면서 뇌가 분화하기 시작하였으며 꼬리가 난황으로부터 떨어지며 길어졌다 (Fig. 1Q). 30시간 후에는 꼬리는 더욱 길어졌고 움직임이 활발하였으며 심장이 형성되었다 (Fig. 1R). 부화는 수정 후 50~72시간에 이루어 졌으며 꼬리를 이용하여 난막 (chorion)을 뚫고 부화하였다 (Fig. 1S).

### 3. 자어와 치어의 발달

자어와 치어의 성장(전장)은 Fig. 3과 같다.

#### 1) 전기자어

부화 직후의 전기자어는 전장  $5.1 \pm 0.23$  (4.8~5.2) mm (n=10)로 난황이 앞쪽에 구형으로 있었고 채색은 무색이었으며 입과 항문은 열려있지 않았다. 또한 꼬리쪽에 막지느러미가 형성되어 나타나기 시작하였다 (Fig. 2L<sub>1</sub>). 부화 후 1일째의 자어는 전장  $5.5 \pm 0.26$  mm (n=10)로 구형의 난황이 뒤쪽으로 이동하고 흡수되면서 점점 얇아졌고 막지느러미가 넓게 신장되었으며 가슴지느러미가 생성되면서 발달하기 시작하였다 (Fig. 2L<sub>2</sub>). 부화 후 2일째의 자어는 전장  $6.1 \pm 0.28$  mm (n=10)로 눈 뒤에 3쌍의 외새 (external gill)가 나타나고 눈에 색소포가 착색되어 검게 변하였으며 두부 일부분에 색소포가 나타났다. 또한 주둥이 아래에 수염 1쌍이 나타났으며 가슴지느러미가 점점 커졌다 (Fig. 2L<sub>3</sub>). 부화 후 3일째의 자어는 전장  $6.7 \pm 0.23$  mm (n=10)로 5쌍의 외새가 길게 신장되어 나타났으며 색소포가 옆쪽과 등쪽에 착색되고 꼬리지느러미 원기가 3~4개 관찰되었



**Fig. 1.** The egg development and hatching of *Iksookimia longicorpa* at water temperature 23 ~ 25°C. The bar indicates 1 mm. A : Formation of perivitelline space, 10 mins; B : Formation of blastodisc, 40 mins; C : 2 cells stage, 1 hrs; D : 4 cells stage, 1 hrs. 30 mins; E : 8 cells stage, 1 hrs. 45 mins; F : 16 cells stage, 2 hrs. 5 mins; G : 32 cells stage, 2 hrs. 25 mins; H : 64 cells stage, 2 hrs. 35 mins; I : Morula stage, 3 hrs. 15 mins; J : Blastula stage, 4 hrs; K : Beginning of gastrulation, 7 hrs. 10 mins; L : Postgastrulation stage, 12 hrs. 40 mins; M : Formation of the embryo, 15 hrs; N : 3 ~ 4 myotomes stage, formation of optic vesicles, 17 hrs. 20 mins; O : 9 ~ 10 myotomes stage, formation of auditory vesicles and Kupffer's vesicles, 20 hrs; P : 18 ~ 19 myotomes stage, disappearance of Kupffer's vesicles 23 hrs. 30 mins; Q : 29 ~ 30 myotomes stage, formation of eye lens, specialization of brain, 27 hrs; R : formation of heart, 30 hrs; S : Hatching of embryo, 56 hrs.

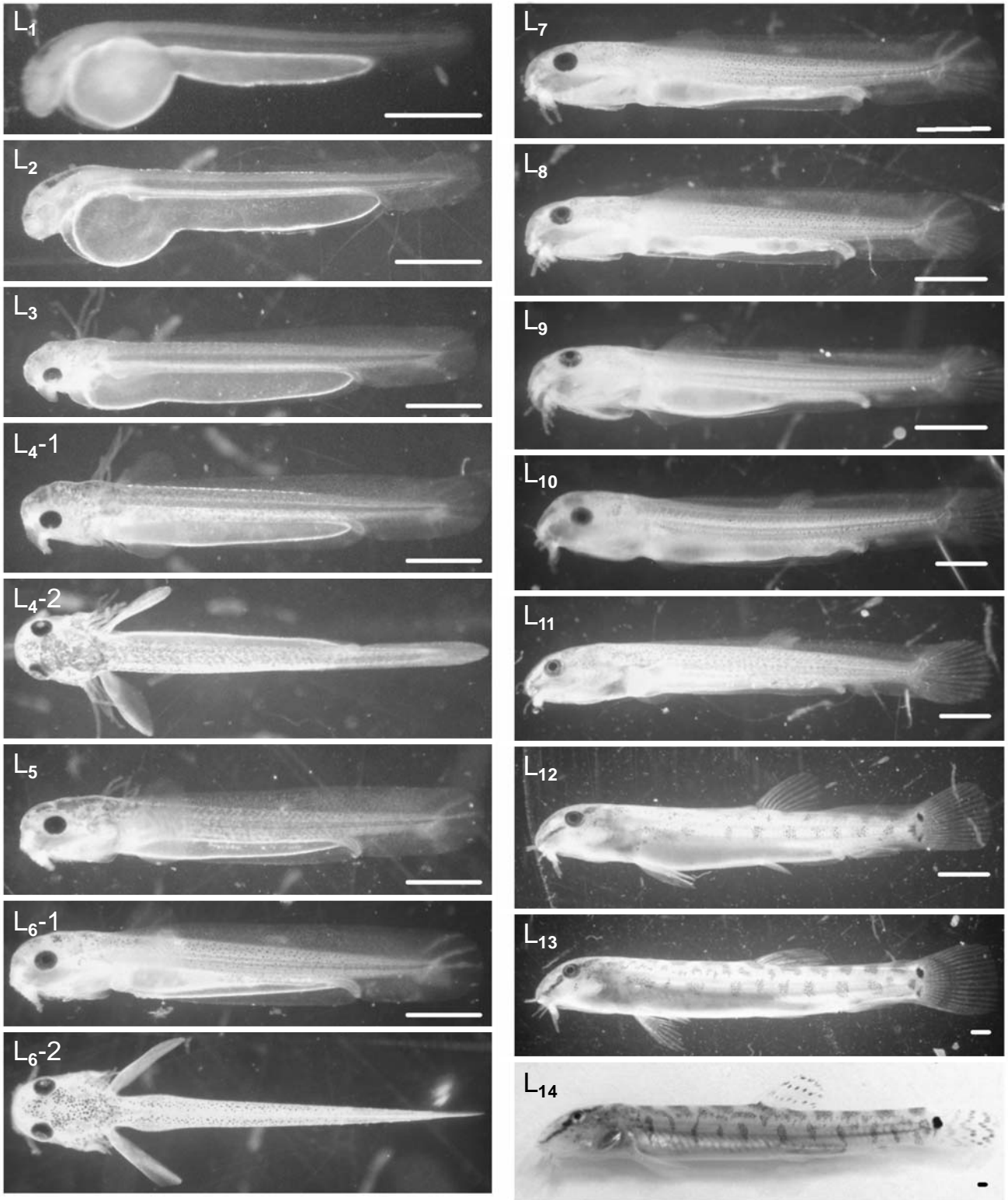


Fig. 2. Larva and juvenile development of *Iksookimia longicorpa* at water temperature 23~25°C. The bars indicate 1 mm. L<sub>1</sub>: Newly hatched prelarva, 5.1 mm (in total length); L<sub>2</sub>: 1 days after hatching, 5.5 mm; L<sub>3</sub>: 2 days after hatching, 6.1 mm; L<sub>4</sub>-1: 3 days after hatching, 6.7 mm; L<sub>4</sub>-2: 3 days after hatching, seen from above; L<sub>5</sub>: 4 days after hatching, 7.1 mm; L<sub>6</sub>-1: 5 days after hatching, 7.8 mm; L<sub>6</sub>-2: 5 days after hatching, seen from above; L<sub>7</sub>: 8 days after hatching, 8.6 mm; L<sub>8</sub>: 10 days after hatching, 8.9 mm; L<sub>9</sub>: 15 days after hatching, 10.3 mm; L<sub>10</sub>: 20 days after hatching, 11.6 mm; L<sub>11</sub>: 30 days after hatching, 13.1 mm; L<sub>12</sub>: 40 days after hatching, 19.3 mm; L<sub>13</sub>: 50 days after hatching, 25.2 mm; L<sub>14</sub>: 100 days after hatching, 43.1 mm.



다(Fig. 2L<sub>4</sub>-1, L<sub>4</sub>-2). 부화 후 4일째의 자어는 전장 7.1±0.47 mm (n=10)로 채색은 좀 더 진해졌으며 외새는 점점 짧아졌고 난황이 거의 흡수되었다. 일부 개체는 brine shrimp를 섭식하기 시작하였다(Fig. 2L<sub>5</sub>).

2) 후기자어

부화 후 5일 후에는 전장 7.8±0.30 mm (n=10)로 성장하였으며 외새는 매우 작아져 아가미뚜껍으로 덮였다. 또한 색소포는 작은 검은 점으로 바뀌었으며 뒷지느러미 기조가 4~5개 관찰되었고 대부분의 개체가 먹이를 섭식하였다(Fig. 2L<sub>6</sub>-1, L<sub>6</sub>-2). 부화 후 8일째의 자어는 전장 8.6±0.35 mm (n=10)로 수염이 3쌍으로 늘어났으며 꼬리지느러미의 기조가 9~10개가 관찰되었다(Fig. 2L<sub>7</sub>). 부화 후 10일째의 치어는 전장 8.9±0.31 mm (n=10)로 성장하였고(Fig. 2L<sub>8</sub>), 부화 후 15일째의 치어는 전장 10.3±0.48 mm (n=10)로 등지느러미가 막지느러미 위로 융기하기 시작하였고 막지느러미는 축소되었다(Fig. 2L<sub>9</sub>). 부화 후 20일째의 치어는 전장 11.6±0.69 mm (n=10)로 성장하였고 등지느러미에 6~7개의 기조가 나타났으며 꼬리지느러미에는 14~15개의 기조가 나타났다(Fig. 2L<sub>10</sub>).

3) 치어기

부화 후 25일째의 치어는 전장 12.8±0.49 mm (n=10)이였으며 모든 지느러미의 기조수가 정수(D. iii7, A. iii5, P. 8~9, V. 7)에 도달하여 치어기로 넘어갔다. 부화 후 30일째 치어는 지느러미의 기조가 보다 뚜렷해졌으며 14.3±

0.68 mm (n=10)로 성장하였다(Fig. 2L<sub>11</sub>). 부화 후 40일째의 치어는 15.3±1.28 mm (n=10)로 성장하였으며 몸의 중앙과 등쪽에 7~10개의 반문이 나타나기 시작하였고 주둥이와 눈 사이에도 검은 줄이 나타났다(Fig. 2L<sub>12</sub>). 부화 후 50일 후에는 18.2±2.14 mm (n=10)로 성장하였으며 체측반문이 좀 더 진해졌고 등지느러미와 꼬리지느러미의 무늬가 나타나기 시작하였다(Fig. 2L<sub>13</sub>). 부화 후 100일 후에는 39.2±2.95 mm (n=10)로 성장하였으며 채색과 체형이 성어와 유사하였다(Fig. 2L<sub>14</sub>).

4. 수정률과 부화율, 초기생존률, 기형률

수정률, 부화율, 초기생존률, 기형률은 Table 1과 같다. 수정률은 1차에 98.8%, 2차에 99.8%로 매우 높게 나타났고, 부화율은 1차에 85.9%, 2차에 92.6%로 비교적 높게 나타났다. 초기생존률은 1차에 92.6%, 2차에 98.9%로 높게 나타났고, 기형률은 1차에 0.6%, 2차에 0.7%로 나타나 매우 낮았으며 기형의 대부분은 꼬리가 생성되지 않거나 척추기형이었다.

고 찰

우리나라 미꾸리과(Cobitidae) 어류 16종 가운데 초기생활사에 대한 연구는 미꾸리 *Misgurnus anguillicaudatus* (Uchida, 1939), 미꾸라지 *M. mizolepis* (김 등, 1987), 수수미꾸리 *Niwaella multifasciata* (김과 이, 1995), 미호종개 *Iksookimia choii* (송 등, 2008) 등 일부 어류에서만 이루어졌으며, 일본에서도 *N. delicata* (Suzuki, 1966), 미꾸리 (Suzuki, 1976; Saitoh *et al.*, 1988), *Cobitis biwae* (Okada, 1959~1960; Saitoh and Hosoya, 1988) *C. takatsuensis* (Shimizu *et al.*, 1998) 등의 일부 어류에서 이루어졌다.

이들의 산란시기를 살펴보면 수수미꾸리가 11~1월, *N. delicata*가 1~3월로 수온이 낮은 겨울에 산란하는 어종이었으며 (Kawanabe *et al.*, 1989; 김과 박, 2002), 왕종개 *I. longicorpa*, 미꾸리, 미꾸라지, 미호종개, *C. biwae*, *C. takatsuensis* 등의 어류는 수온이 비교적 높은 6~7월에 산란하는 것으로 알려져 있다(Shimizu *et al.*, 1998; 김과 박, 2002; 김과 고, 2005). 이러한 산란시기에 따른 수온차이는 부화시간과 초기발달에 큰 영향을 주게 되는데 (Table 2), 겨울에

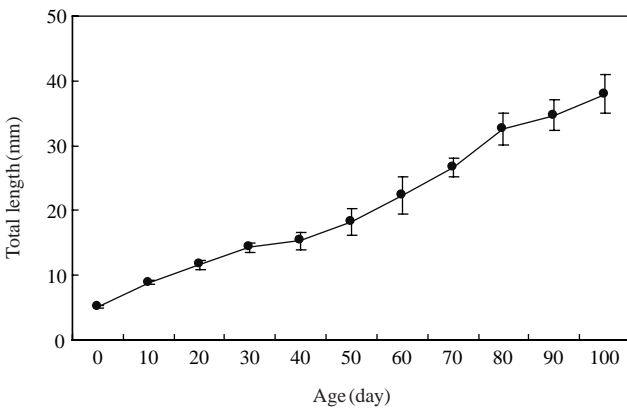


Fig. 3. Early growth of *Iksookimia longicorpa* after hatching at water temperature 23~25°C. Vertical lines show SD.

Table 1. Fertilization, hatching, early survival and abnormal larva rate of *Iksookimia longicorpa* at water temperature 23~25°C

Exp. Number	Fertilization rate* (%)	Hatching rate (%)	Early survival rate** (%)	Abnormal larva rate** (%)
1	98.8	85.9	92.6	0.6
2	99.8	92.6	98.9	0.7

\* 3 hour after fertilization; \*\* From hatching to 5 days

Table 2. Comparison of egg developmental characteristics in cobitid fishes in Korea and Japan

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

산란하는 수수미꾸리 (10~14°C)의 부화시간은 6일, *N. delicata* (9°C)는 17일로 비교적 길었으며, 난황이 흡수되는 시간도 수수미꾸리 16일, *N. delicata* 90일로 다른 어류에 비하여 매우 길었다 (Suzuki, 1966; 김과 이, 1995). 산란기가 6~7월인 미꾸리과 어류에 있어서도 수온에 따라 부화시간과 난황 흡수시간에 차이가 있어 *C. takatsuensis*는 수온 18°C에서 부화시간은 4~6일, 난황흡수 시간은 16일이 소요되어 비교적 길게 나타났다 (Shimizu *et al.*, 1998). 또한 수온 23~25°C에서 *C. biwae*의 부화시간은 만 2일이었으며, 미꾸리와 미꾸라지, 미호종개는 1일 (24시간)로 매우 짧았고, 본 연구종인 왕종개는 2~3일 (50~72시간)로 나타나 비교적 *C. biwae*와 비슷하였다. 난황이 흡수되는 시간도 왕종개와 미호종개, 미꾸리, 미꾸라지는 4일이 걸려 비교적 짧았으나 *C. biwae*는 5~6일이 걸려 약간 길게 나타났다 (Uchida, 1939; Okada, 1959~1960; 김 등, 1987; 송 등, 2008).

왕종개의 성숙란은 옅은 노란색의 분리침성란으로 수수미꾸리 (김과 이, 1995)와 비슷하였으나 침성부착난인 미꾸라지 (김 등, 1987), 미호종개 (송 등, 2008)와는 차이를 보였다. 성숙란의 크기는 *Niwaella*속의 어류가 비교적 크게 나타났는데 *N. delicata*가 2.7 mm으로 가장 컸으며, 수수미꾸리가 1.8 mm로 비교적 크게 나타났다 (Suzuki, 1966; 김과 이, 1995). *Iksookimia*속과 *Cobitis*속의 어류는 속간에 있어 난경이 뚜렷이 구별되지 않았으나 종간에 차이를 보였는데, 본 연구종인 왕종개와 *C. takatsuensis*는 1.5 mm로 비교적 컸으나, 미호종개와 *C. biwae*는 대략 1.2 mm로 작게 나타났다 (Okada, 1959~1960; Shimizu *et al.*, 1998; 송 등, 2008). *Misgurnus*속의 미꾸리와 미꾸라지는 1.1 mm로 가장 작았다 (Uchida, 1939; 김 등, 1987).

이러한 성숙란의 차이는 부화직후의 자어크기와 밀접한 연관이 있었는데, 성숙란이 가장 컸던 *N. delicata*가 7.5 mm로 가장 컸고 (Suzuki, 1966), 성숙란이 1.5~1.8 mm이었던 종들인 *C. takatsuensis* 5.7 mm, 수수미꾸리 5.4 mm, 왕종개 5.1 mm로 비교적 컸으며 (이, 1995; Shimizu *et al.*, 1998), 성숙란이 1.1~1.2 mm로 작았던 종들인 *C. biwae* 4.6 mm, 미꾸리 3.4~4.3 mm, 미호종개 3.5~4.0 mm, 미꾸라지 2.7 mm로 부화직후의 자어도 가장 작았다 (Uchida, 1939; Suzuki, 1966; 김 등, 1987; 송 등, 2008). 미꾸리과 어류는 초기자어 발달과정 중 대부분의 어류가 외새 (external gill)가 나타났다가 사라지는 특징을 보이는데 *Niwaella*속의 *N. delicata* (Suzuki, 1966)는 외새가 나타나지 않아 다른 종들과 구별되었다. 왕종개는 부화 후 2일부터 외새가 나타나 모두 5쌍이 관찰되었으며 부화 후 5일경에 거의 흡수되면서 사라져 미꾸리, 미꾸라지, 미호종개와 비슷한 경향을 보였다 (Uchida, 1939; 김 등, 1987; 송 등, 2008).

지금까지 알려진 미꾸리과 어류의 초기생활사를 비교하면 *Niwaella*속의 어류는 산란시기와 부화시간, 난황흡수시간이 길고 난경과 부화직후의 자어가 커서 다른 속과 구별되는 특징을 보였으며, *Misgurnus*속은 비교적 작은 난경과 작은 부화직후의 자어크기를 보였고 부화시간도 모두 1일로 비교적 빨랐다. 반면에 *Iksookimia*속과 *Cobitis*속의 어류는 속간에 있어 뚜렷한 차이를 보이지 않았고 종에 따라 부화시간, 난황흡수시간, 난경, 부화직후의 자어크기 등에 차이를 보였다.

특히 본 조사지점에서는 연구종인 *Iksookimia*속의 왕종개와 *Cobitis*속의 기름종개가 서식하고 있으며, 이들이 혼서하는 곳에서는 이들을 기원으로 하는 *C. hankugensis-I. longicorpa* complex가 다수 출현하고 있다. 이 complex 집

단은 거의 대부분이 암컷으로서 척추동물에서 독특한 생식 양상으로 알려진 단성생식 (unisexual reproduction) 종으로서 2배체와 3배체가 같이 출현하며, 독특한 생식 mode를 가지는 것으로 보고되었다 (Kim and Lee, 1990; 이, 1992; 김과 박, 1993; 이, 1995; Kim and Lee, 1995; Kim and Lee, 2000; Saitoh *et al.*, 2004). 그러나 아직 이들과 이들의 부모 종인 기름종개의 초기생활사는 연구되지 않았으며, 생식모드에 있어서도 명확히 밝혀지지 않았다. 앞으로 이러한 단성집단인 *C. hankugensis-I. longicorpa* complex의 생식모드를 정확히 규명하고 이해하기 위해서는 본 왕종개의 초기 생활사와 같이 기름종개와 *C. hankugensis-I. longicorpa* complex 집단의 초기생활사에 대한 연구가 수행되어야 하고 또한 이들의 유전학적, 생태학적 연구 등이 진행되어야 할 것으로 생각된다.

요 약

성숙한 왕종개 *Iksookimia longicorpa*를 2007년 6월에 전라북도 남원시 운봉읍에서 채집하여 난발생과 초기생활사를 연구하였다. 채집된 성숙한 개체는 LHRH를 주사하였으며 건식법으로 수정시켰다. 성숙란은 분리침성란으로 밝은 노란색이었으며 난경은 평균  $1.53 \pm 0.07$  mm였다. 수온 23~25°C에서 수정 후 50~72시간 사이에 부화하였으며 크기는 전장  $5.1 \pm 0.23$  mm였다. 부화 후 4일경에 난황이 거의 흡수 되었고 전장  $7.1 \pm 0.47$  mm로 성장하였다. 부화 후 25일 경에 지느러미 기조가 모두 정수로 되어 치어기에 달하였으며 전장  $12.8 \pm 0.49$  mm로 성장하였다. 부화 후 100일 후에 반문모양과 외부형태가 성어와 유사하였으며 전장  $38.5 \pm 2.95$  mm로 성장하였다.

인 용 문 헌

강석태. 1980. 왕종개 *Cobitis longicorpa*의 생태. 전북대학교 교육대학원 석사학위논문, 25pp.  
 김용억 · 김동수 · 박양성. 1987. 미꾸라지의 난발생과 자치어. 한국수산자원학회지, 20: 16-23.  
 김익수 · 고명훈. 2005. 섬진강에 서식하는 왕종개 *Iksookimia longicorpa* (Cobitidae)의 생태. 한국어류학회지, 17: 112-122.  
 김익수 · 박종영. 1993. 잡종기원의 *Cobitis sinensis-longicorpus* complex (Pisces, Cobitidae)에 대한 생식소의 조직학적 연구. 한국어류학회지, 5: 226-234.  
 김익수 · 박종영. 2002. 한국의 민물고기. 교학사, 서울, 465pp.  
 김익수 · 이은희. 1995. 수수미꾸리의 초기 발생에 관한 연구. 한국어류학회지, 4: 455-462.  
 송하윤 · 김우중 · 이완옥 · 방인철. 2008. 미호종개 *Iksookimia*

*choii* (Cobitidae)의 난 발생 및 자어 형태 발달. 한국하천호수학회지, 41: 104-110.  
 이은희. 1995. 기름종개속 어류 *Cobitis sinensis-longicorpus* complex의 교잡 실험을 통한 단성 생식 양상에 관한 연구. 전북대학교 대학원 박사학위논문, 92pp.  
 이지현. 1992. 한국산 기름종개 (*Cobitis*)속 어류의 단성집단의 계통에 관한 연구. 전북대학교 대학원 박사학위논문, 103pp.  
 Blexter, J.H.S. 1974. The early life history of fish. Spring-Verlag Berlin. Heidelberg, 765pp.  
 Kawanabe, H., N. Miwuno, K. Hosoya, A. Skurai, T. Ohtsuka, T. Taguchi and K. Yano. 1989. Freshwater fishes of Japan. YAMA-KEI Publisher, Tokyo, 719pp.  
 Kim, I.S. and E.H. Lee. 1995. Interspecific hybridization between triploid hybrid fish, *Cobitis sinensis-longicorpus* and two diploid species from Korea. Korean J. Ichthyol., 7: 71-78.  
 Kim, I.S. and E.H. Lee. 2000. Hybridization experiment of diploid-triploid cobitid fishes, *Cobitis sinensis-longicorpus* complex (Pisces, Cobitidae). Folia Zool., 49: 17-22.-  
 Kim, I.S. and J.H. Lee. 1990. Diploid-triploid hybrid complex of the spined loach *Cobitis sinensis* and *C. longicorpus* (Pisces, Cobitidae). Korean J. Ichthyol., 2: 203-210.  
 Kim, I.S., S.Y. Kim and J.Y. Park. 2001. Histological observation of the Barbel in the spined loach, *Iksookimia longicorpa* (Pisces, Cobitidae). Korean J. Ichthyol., 13: 24-27.  
 Nalbant, T.T. 2002. The tribe Cobitini: a monophyletic assemblage. II International Conference: Loaches of the genus *Cobitis* and related genera. Program & Book of abstracts. Olsztytn. Poland. Sep. 9~13, 2002. P. 51.  
 Okada, Y. 1959~1960. Studies on the fresh water fishes of Japan. J. Fac. Fish. Mie Pref. Univ., 4: 433-568.  
 Park, J.Y. 2005. Study on the respiratory organ of spined loach, *Iksookimia longicorpa* (Pisces, Cobitidae), in relation to the air-breathing system. Korean J. Ichthyol., 17: 241-247.  
 Park, J.Y. and I.S. Kim. 1997. Egg membrane in five cobitid species of *Cobitis* (Pisces, Cobitidae). Korean J. Ichthyol., 9: 121-129.  
 Park, J.Y. and I.S. Kim. 2000. Structure and cytochemistry of skin in spined loach, *Iksookimia longicorpa* (Pisces, Cobitidae). Korean J. Ichthyol., 12: 25-32.  
 Saitoh, K., I.S. Kim and E.H. Lee. 2004. Mitochondrial gene intergression between spined loaches via hybridogenesis. Zoological science, 21: 795-798.  
 Saitoh, K. and K. Hosoya. 1988. *Cobitis biwae* Jordan et Synder. Page 159 in : Okiyama, M. (ed.) An atlas of the early stage fishes in Japan. Takai Univ. Press. Tokyo, xii+1154 pp. (in Japanese)  
 Saitoh, K., O. Katano and A. Koizumi. 1988. Movement and spawning of several freshwater fishes in temporary waters around paddy fields, Japan. J. Ecol., 38: 35-47. (in Japanese)  
 Shimizu, T., H. Sakai and N. Mizuno. 1998. Embryonic and larval development of a Japanese spinous loach, *Cobitis takatsuenensis*. Ichthyol. Res., 45: 377-384.

- Suzuki, R. 1966. Artificial spawning and early development of the loach, *Cobitis delicata* Niwa. Bull. Freshwater Fish. Res. lab., 15: 175-188. (in Japanese with English synopsis)
- Suzuki, R. 1976. Number of ovarian eggs and spawned eggs and their size composition in the loach, cyprinid fish. Bull. Japan.

- Soc. Sci. Fisg., 42: 961-967. (in Japanese)
- Uchida, K. 1939. The fishes of Tyōsen (Korea). Part I. Nemato-gnathi, Eventognathi. Bulletin of the Fisheries experiment station of the Government-general of Tyōsen No. 6, 428-458. (in Japanese)