

# 한국고유종 북방종개 *Iksookimia pacifica* (Pisces: Cobitidae)의 연령 및 산란기 특징

고명훈 · 원용진\*

이화여자대학교 에코과학부

**The Age and Spawning Characteristics of the Korean Endemic Spine Loach, *Iksookimia pacifica* (Pisces: Cobitidae) in the Bukcheon (stream), Korea by Myeong-Hun Ko and Yong-Jin Won\*** (Division of EcoScience, Ewha Womans University, Seoul 03760, Korea)

**ABSTRACT** The age and spawning characteristics of *Iksookimia pacifica* were investigated in this study to provide baseline data for its ecological characteristics in the Bukcheon (stream), Goseong-gun, Gangwon-do, Korea from January to December, 2013. Age groups of *I. pacifica* (female) estimated by the frequency distribution of total length in the spawning season indicated that the 30~49 mm group is 1 year old, the 50~74 mm group is 2 years old, the 75~99 mm group is 3 years old, the 100~124 mm group is 4 years old, and the 130~160 mm group is 5≤years old. The sex ratio (♂/♀) was 0.63, and females were 30~60 mm larger than males. The lamina circularis at the base of pectoral fins in males as a secondary sexual character was created at the 13th month after hatching. The spawning season according to the gonadosomatic index (GSI) was July to August (main spawning season in July) with water temperatures of 20~25°C. The average number of eggs was  $2,503 \pm 1,337$  with a diameter of  $1.11 \pm 0.04$  mm in mature eggs.

**Key words:** Spine loach, *Iksookimia pacifica*, age groups, spawning characteristics

## 서 론

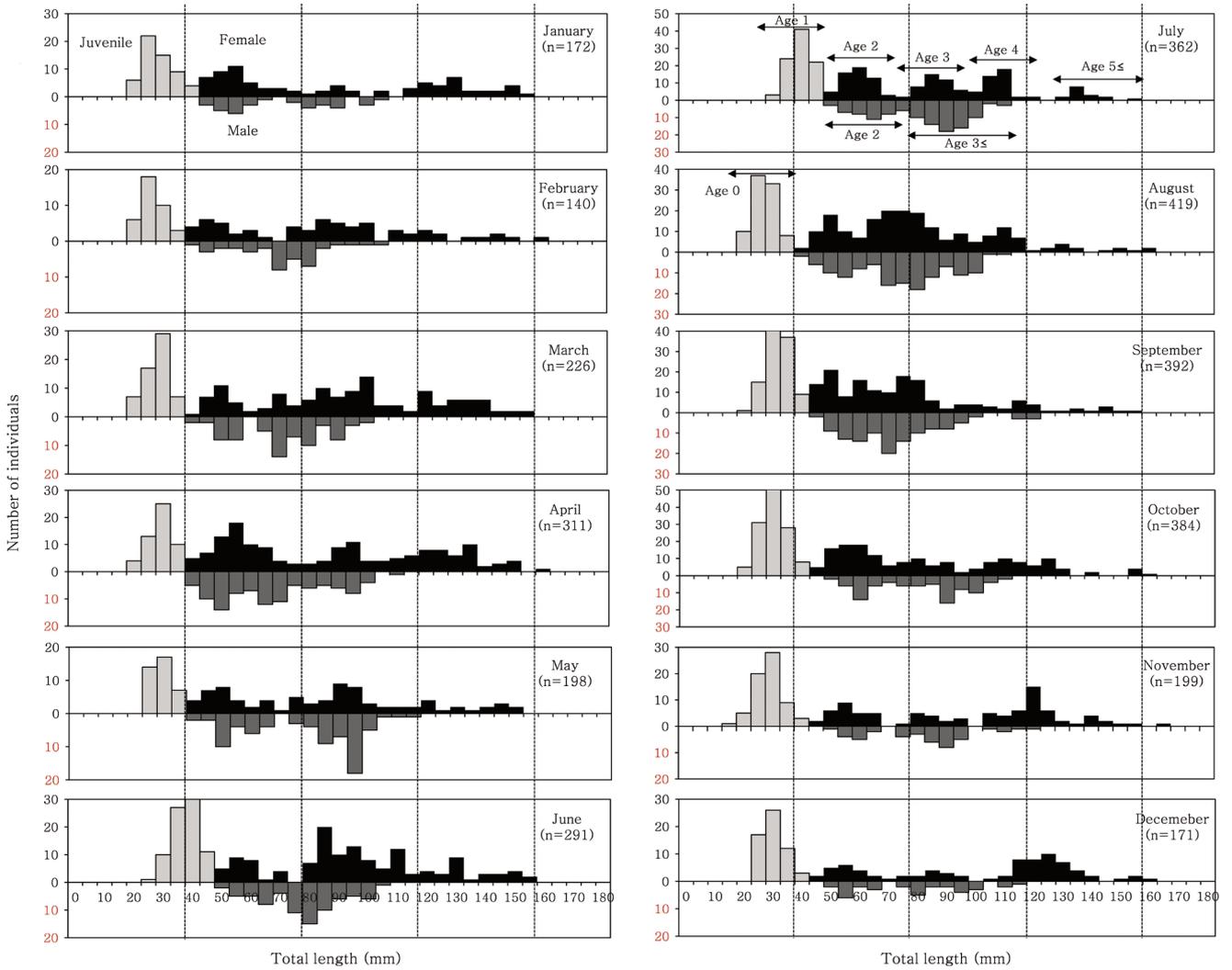
미꾸리과(Cobitidae) 어류는 잉어목(Cypriniformes)에 속하며 유라시아와 아프리카 북부에 널리 서식하는 담수 저서성 어류로 26속 177종이 보고되었고(Nelson, 2006), 우리나라에는 5속 16종이 서식한다(Kim, 2009). 이들은 우리나라 전역의 하천에 서식하고 있는데, 이소적 종분화를 통하여 분화하였기 때문에 지역적 고유성 및 높은 고유성(16종 중 13종이 고유종)을 가지며 독특한 생태적 특징을 갖는 것으로 보고되고 있다(Kim, 1997; Kim and Park, 2007; Kim, 2009).

북방종개 *Iksookimia pacifica*는 Kim *et al.* (1999)에 의해 *Cobitis pacifica*로 신종 보고되었고 이후 Kim (2009)에 의해 반문 및 형태적 특징 등을 근거로 기름종개속 *Cobitis*에서 참

종개속 *Iksookimia*로 전속되었다. 북방종개는 참종개속 어류 중 유일하게 동해안 북부 강릉남대천 이북의 하천에만 서식하여 담수어류 분포구계상 동북한 아지역(Eastnorth Korea subdistrict)에 속하며(Kim, 1997), 서식지론 주로 모래바닥에 서식하여 자갈과 돌바닥에 주로 서식하는 다른 참종개속 어류와 차이를 보인다(Kim, 1997; Kim and Park, 2007; Ko, 2015).

미꾸리과 어류의 생태학적 연구는 참종개 *Iksookimia korensis* (Kim, 1978)를 시작으로 부안종개 *I. pumila* (Kim and Lee, 1984), 수수미꾸리 *Kichulchoia multifasciata* (Chong, 1986) 남방종개 *I. hugowolfeldi* (Choi, 2003), 왕종개 *I. longicarpa* (Kim and Ko, 2005), 줄종개 *Cobitis tetralineata* (Kim *et al.*, 2006), 새코미꾸리 *Korocobitis rotundicaudata* (Byeon, 2007), 점줄종개 *C. lutheri* (Ko and Park, 2011), 얼룩새코미꾸리 *K. naktongensis* (Hong *et al.*, 2011) 등 비교적 많이 이루어졌다. 북방종개에 대한 연구는 생태적 특징(Choi and Byeon, 2009)과 난발생 및 초기생활사(Lee *et al.*, 2011), 서식지 특성

\*Corresponding author: Yong-Jin Won Tel: 82-02-3277-4630,  
Fax: 82-02-3277-2385, E-mail: won@ewha.ac.kr



**Fig. 1.** Frequency distribution of the total length of *Iksookimia pacifica* in the Bukcheon (stream), Ganseong-eup, Gangwon-do, Korea from January to December, 2013. Gray: juvenile, Black: Female, Dark gray: male.

및 섭식생태 (Ko, 2015), 난막구조 (Kim and Park, 1995) 등이 있으나, 아직까지 연령 및 산란기 특성에 대해서는 간략한 보고만이 있었다.

따라서 본 연구에서는 참송개속에서 독특한 분포 및 생태적 특성을 가지는 우리나라 고유종 북방종개의 연령 및 산란기 특징을 조사하여 생태학적 특성을 밝히고 기존에 연구된 결과 및 유연종과 비교·논의하고자 한다.

### 재료 및 방법

조사는 북방종개 *Iksookimia pacifica* 개체군 크기가 큰 것으로 알려진 (Lee *et al.*, 2010) 강원도 고성군 간성읍 어천리 일대의 북천에서 2013년 1월부터 12월까지 조사를 실시하였다. 채

집은 족대(망목 1×1, 4×4 mm)를 사용하여 매달 14~16일 사이에 실시하였으며, 기온과 수온은 12시를 기준으로 디지털 온도계(T-250A, ASAHI, Japan)를 사용하여 측정하였다. 채집된 개체는 마취제 MS-222 (Sindell, Canada)로 마취하여 전장과 체중, 성비 등을 조사한 후 대부분 방류하였으며, 일부 생식소 분석이 필요한 개체만 10% 포르말린 용액에 고정하여 실험실로 옮겨 분석하였다. 전장은 0.01 mm까지, 체중은 0.01 g까지 측정하였으며, 성비는 수컷의 골질반(lamina circularis)의 유무로 판단하였다. 성장도와 연령은 매달 채집된 개체의 전장빈도분포도를 작성하여 추정하였으며 (Ricker, 1971), 전장과 체중과의 관계식은 산란기 이후인 9월에 채집된 개체를 근거로 작성하였다. 산란기는 매달 생식소가 발달한 암컷(전장 120~160 mm)과 수컷(전장 80~110 mm)을 각각 5~10개씩 채집하여 생식소성숙도 (gonadosomatic index, GSI = gonad weight/body

weight × 100)를 계산하여 추정하였다. 포란수는 6월과 7월에 채집된 개체의 난수를 계수하였으며, 성숙란의 크기는 7월에 채집된 성숙개체의 난을 개체별 30개를 측정하여 계산하였다.

## 결 과

### 1. 성장 및 연령 추정

매월 채집된 전장빈도 분포는 Fig. 1과 같이 나타났다. 2013년에 태어난 당년생 치어는 8월에 처음 채집되었으며 전장 15~39(28.4±4.03) mm였고, 이후 성장을 하여 10월에는 20~44(33.6±3.75) mm였으며, 이후 월동기로 접어들면서 12월까지 유사한 전장범위를 보였다. 2012년에 태어난 당년생 치어는 1월부터 4월까지 20~40 mm로 거의 성장을 하지 않았으나 5월 이후부터 급격한 성장을 하여 6월 25~49 mm, 8월 40~69 mm, 10월 45~74 mm로 성장하였으며, 8월 이후부터는 수컷 가슴지느러미에 골질반이 형성되면서 암·수가 구별되었다. 2년생 이상의 연령군도 공통적으로 4월부터 9월까지의 비교적 빠른 성장을 보였으나 그 외의 계절은 느린 성장을 보이거나 성장하지 않았다. 산란기인 7월을 기준으로 연령을 추정하면 암·수가 구별되지 않은 만 1년생은 전장 30~49 mm이었고, 만 2년생 이상은 암·수가 구별되었는데, 암컷은 만 2년생 50~74 mm, 만 3년생 75~99 mm, 만 4년생 100~124 mm, 만 5년생 이상 130~160 mm로, 수컷은 만 2년생 50~74 mm, 만 3년생 이상 75~110 mm로 추정되었다. 암컷과 수컷은 만 1년생과 만 2년생에서 유사한 전장범위를 보였으나 3년생 이후부터는 암컷이 수컷보다 더 많이 성장하여 10~30 mm가 더 컸다. 조사기간 중 가장 큰 개체는 암컷 165 mm, 수컷 121 mm였으며, 전장과 체중과의 관계식은 수컷  $y = 3E-06x^{3.1385}$  ( $R^2 = 0.994$ ), 암컷  $y = 4E-06x^{3.0186}$  ( $R^2 = 0.996$ )이었다.

### 2. 성비

성비는 1월부터 12월까지 채집된 개체 중 암·수가 구별되는 1년생 이상의 개체는 암컷 1,457개체, 수컷 917개체로 성비(♂/♀)는 0.63으로 나타났으며 (Table 1), 암·수간의 성비는 유의한 차이를 보였다( $\chi^2 = 122.83, P < 0.05$ ). 월별로는 5월과 9월이 유의한 차이를 보이지 않았으나( $\chi^2 < 3.84, P > 0.05$ ), 그 외의 모든 달은 유의한 차이를 보였다( $\chi^2 > 3.84, P < 0.05$ ).

### 3. 산란기 특징

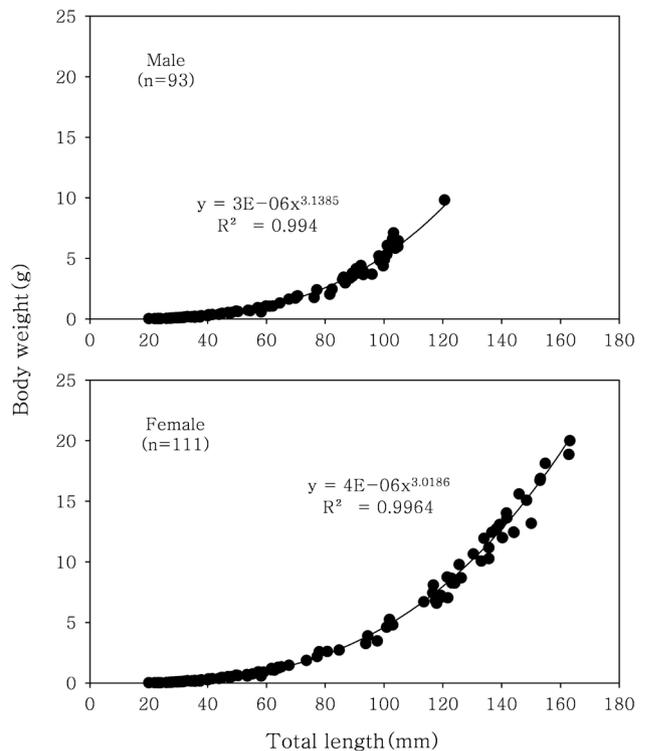
#### 1) 생식소성숙도(GSI)

산란기를 추정하기 위하여 매월 생식소성숙도(GSI)를 분석하였다. 암컷은 1월부터 3월까지의 3.1~3.6%로 낮았으나 이

**Table 1.** The sex ratio of *Iksookimia pacifica* in the Bukcheon (stream), Ganseong-eup, Gangwon-do, Korea from January to December, 2013

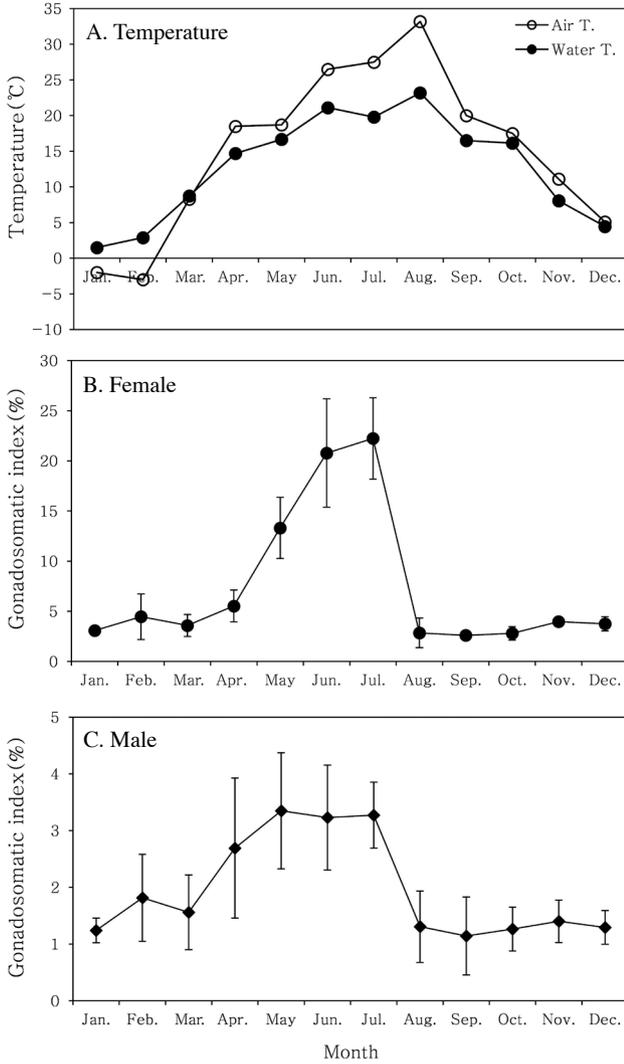
Month	Female	Male	Total	Sex ratio (♂/♀)	$\chi^2$
Jan.	81	35	116	0.43	18.24
Feb.	64	39	103	0.61	6.07
Mar.	134	72	206	0.54	18.66
Apr.	157	102	259	0.65	11.68
May	83	77	160	0.93	0.23
Jun.	134	78	212	0.58	14.79
Jul.	156	116	272	0.74	5.88
Aug.	196	135	331	0.69	11.24
Sep.	117	97	214	0.83	1.87
Oct.	166	89	255	0.54	23.25
Nov.	90	43	133	0.48	16.61
Dec.	79	34	113	0.43	17.92
Total	1,457	917	2,374	0.63	122.83

The critical value for  $\chi^2$  goodness-of-fit test of equal numbers of females and males (1 df) at 95% significance is 3.84.



**Fig. 2.** Relationship between the total length and body weight of *Iksookimia pacifica* in the Bukcheon (stream), Ganseong-eup, Gangwon-do, Korea, September, 2013.

후 4월 5.5±0.59%, 5월 13.3±3.05%, 6월 20.8±3.23%로 급격히 높아졌으며 7월은 22.2±3.27%로 정점을 보였다. 이후 8월에는 2.8±1.48%로 급격히 낮아졌으며 이후 10월까지 낮게 유지되다 11월부터 12월까지는 3.7~4.0%로 약간 높아지는

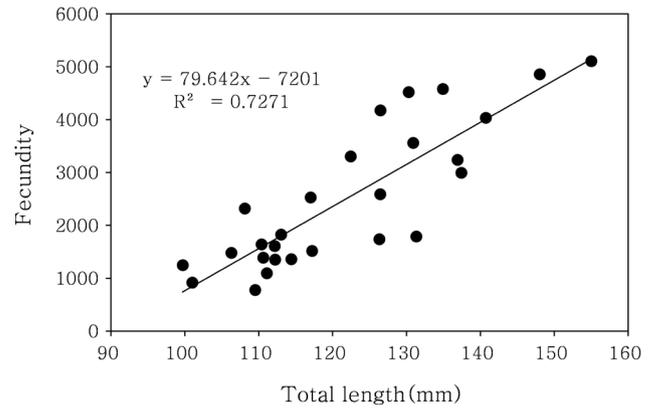


**Fig. 3.** Temperature and gonadosomatic index (GSI) of *Iksookimia pacifica* in the Bukcheon (stream), Ganseong-eup, Gangwon-do, Korea from January to December, 2013.

경향을 보였다(Fig. 3B). 수컷은 1월부터 3월까지 1.2~1.8%로 낮았으나 이후 4월 2.7±1.23%, 5월 3.4±1.02%로 급격히 높아졌으며 7월까지 3.3~3.4%로 높게 유지되었다. 하지만 8월에는 1.3±0.63%로 급격히 낮아졌으며 이후 12월까지 1.1~1.4%로 낮게 유지되었다(Fig. 3C). 산란기인 7월에 채집된 암컷과 수컷은 생식소성숙도가 모두 높게 나타났지만 8월에 채집된 암컷과 수컷 모두는 생식소성숙도가 낮게 나타났다. 8월에 전장 15~39 mm의 당년생 치어가 채집된 것으로 볼 때 산란시기는 7월부터 8월로 추정되고 산란성기는 7월로 추정되었으며 이때의 수온은 20~25°C였다(Fig. 3A). 생식소가 성숙하여 산란에 참여하는 개체는 7월을 기준으로 암컷은 전장 100 mm 이상(4년생 이상), 수컷은 75 mm 이상(3년생 이상)이었다(Table 2, Fig. 4)

**Table 2.** Mature egg size of *Iksookimia pacifica* in the Bukcheon (stream), Ganseong-eup, Gangwon-do, Korea, July, 2013

Total length (mm)	Body weight (g)	GSI (%)	Fecundity	Mature egg size (mm)
101.5	5.8	14.6	918	1.09±0.09
108.1	7.8	28.2	2,320	1.09±0.07
110.4	7.7	16.4	1,640	1.07±0.09
110.6	7.7	16.4	1,387	1.09±0.07
112.2	7.8	16.7	1,608	1.08±0.07
112.2	7.4	17.6	1,351	1.01±0.08
113.0	8.8	21.1	1,827	1.16±0.08
114.4	8.3	13.0	1,361	1.04±0.09
117.2	10.2	15.5	1,518	1.13±0.09
126.3	10.5	16.9	1,738	1.11±0.06
134.9	15.5	25.4	4,581	1.08±0.07
136.9	13.6	26.2	3,241	1.19±0.08
137.4	14.6	22.1	2,994	1.13±0.08
140.7	15.7	18.1	4,034	1.13±0.08
Mean±SD				1.11±0.04



**Fig. 4.** Fecundity of *Iksookimia pacifica* in the Bukcheon (stream), Ganseong-eup, Gangwon-do, Korea from June to July, 2013.

2) 포란수와 성숙난의 크기

포란수는 만 4년생 (n=14)이 1,505±481개, 5년생 이상 (n=13)이 3,577±1100개로 나타났으며 전체 (n=27)는 2,503±1337개였다(Fig. 4). 산란기 성숙란은 전장과 생식소성숙도, 포란수와 상관없이 1.11±0.04(1.09~1.13) mm로 대부분 균일하였다(Table 2).

고찰

어류의 연령을 추정하는 방법은 여러 가지 방법이 있으나 산란시기가 짧고 성장이 빠른 어류에서는 전장빈도분포법 (Petersen method)을 많이 이용하여 왔다 (Ricker, 1971; Bagenal and Tesch, 1978; Moyle and Cech, 2000). 특히 미꾸

리과(Cobitidae) 어류는 다른 잉어목 어류에 비해 체고가 낮고 전장이 긴 특징을 가지며, 암·수에 있어 성장도 차이를 보이는 것으로 알려져 왔다(Uchida, 1939; Kim, 1997, 2009). 본 조사결과 북방종개 *Iksookimia pacifica*도 수컷에 골질반(lamuna circularis)이 나타나 암·수가 구별되었고, 구분된 암컷과 수컷은 연령수 및 전장범위에서 큰 차이를 보여 이전에 보고된 미꾸리과 참종개속 *Iksookimia*(Kim, 1978; Kim and Lee, 1984; Kim and Ko, 2005) 및 기름종개속 *Cobitis*(Kim *et al.*, 2006; Ko, 2009; Ko and Park, 2011) 어류와 유사하였다. 한편 Choi and Byeon(2009)은 7월의 연곡천 집단을 암컷과 수컷 구별 없이 체장빈도분도를 통해 만 1년생 체장 40~59 mm, 만 2년생 60~89 mm, 만 3년생 90~109 mm, 만 4년생 110~126 mm으로 추정하였다. 본 조사 결과와 비교하면, 측정방법 및 암·수를 구별하지 않은 점을 감안하더라도 체장 60 mm 이하에서 Choi and Byeon(2009)은 1개의 연령군이 있다고 하였으나 본 연구에서는 2개의 연령군이 나타나 차이를 보였다.

북방종개의 연령수 및 전장범위를 미꾸리과 어류와 비교하면, 산란기를 기준으로 연령은 북방종개가 최소 암컷 만 5세 이상, 수컷 만 3세 이상으로 추정되어 왕종개 *I. longicarpa*(Kim and Ko, 2005)와 유사하였지만, 암컷 만 3세 이상, 수컷 만 2세 이상인 참종개 *I. koreensis*(Kim, 1978)와 부안종개 *I. pumila*(Kim and Lee, 1984), 기름종개 *Cobitis hankugensis*(Ko, 2009), 점줄종개 *C. lutheri*(Ko and Park, 2011), 줄종개 *C. tetralineata*(Kim *et al.*, 2006)보다는 많았다. 전장에 있어서 북방종개는 만 2년생까지 암·수가 거의 유사하였으나 만 3년생 이상에서는 암컷이 수컷보다 전장 30~60 mm가 더 크게 나타나 다른 미꾸리과 어류와 유사하였다. 연령별 크기에 있어서는 만 1년생의 길이가 전장 30~49 mm로 비교적 작은 편이었지만 다 성장한 5년생 이상의 크기는 암컷 130~160 mm로, 연령수가 비슷한 왕종개(Kim and Ko, 2005)와 비교하여 보면 북방종개는 낮은 연령대에서는 왕종개보다 전장범위가 작으나 만 5년생 이상에서는 거의 유사하게 나타나 초기 성장은 느리나 지속적인 성장을 통하여 큰 개체까지 성장하는 것으로 추정된다. 전장빈도분포법을 통한 연령추정은 연령이 높아지면서 성장도가 느려지고 개체 변이 폭이 커지기 때문에 5년생 이상의 연령에서는 뚜렷이 구분되지 않는다. 일부 미꾸리과 어류에서는 연륜을 가진 형질을 분석하여 연령을 추정하였는데, 이석을 이용한 경우 유럽의 *C. paludica*는 암컷 5세, 수컷은 3세(Przybylski and Valladolid, 2000; Oliva-Paterna *et al.*, 2002), *C. taenia*는 암컷 4세, 수컷 3세(Robotham, 1981)까지, 비늘을 이용한 참종개는 암·수 모두 3세까지(Kim *et al.*, 2008) 추정되어 본 결과의 연령수와 비교적 유사하였으나, 안하극을 이용한 일본의 *Niwaella delicata*는 암컷 12.5세, 수컷은 11.5세까지 추정된 경우도 있어(Kano, 2000), 추후 연륜형질을 이용한 연구 결과와 비교 검토가 필요하다고 생각된다.

미꾸리과 어류 중 기름종개속 *Cobitis*과 참종개속 *Iksookimia*, 미꾸리속 *Misgurnus*, 새코미꾸리속 *Koreocobitis* 등은 이차성징으로 수컷 가슴지느러미 제2 기조에 골질반을 가지며(Kim, 1997, 2009) 산란시 암컷을 감싸는 지시대 역할을 한다(Kawanabe *et al.*, 1989; Bohlen, 1999; Lee, 2009). 북방종개의 골질반은 부화 후 13개월 이후에 형성되어 왕종개(Kim and Ko, 2005)와 줄종개(Kim *et al.*, 2006), 점줄종개(Ko and Park, 2011) 등과 비교적 유사하였다. 그러나 줄종개(Kim *et al.*, 2006)와 점줄종개(Kim and Jeong, 1988; Ko and Park, 2011), 기름종개(Ko, 2009)는 산란기에 수컷의 반문이 변형되어 암컷과 구별되는 것으로 보고되었는데, 북방종개에서는 이러한 반문변화는 관찰되지 않았다.

북방종개의 성비(♂/♀)는 0.63으로 나타나 동종 연곡천 집단 0.93보다 낮았으며(Choi and Byeon, 2009), 미꾸리과 어류 왕종개 0.65(Kim and Ko, 2005), 남방종개 *I. hugowolfeldi* 0.60(Choi, 2003), 참종개 0.74(Kim, 1978), 점줄종개 0.65(Kim and Jeong, 1988), 0.78(Ko and Park, 2011), 줄종개 0.58(Kim *et al.*, 2006), 새코미꾸리 *K. rotundicaudata* 0.78(Byeon, 2007) 등과 대체로 유사하였지만 부안종개 1.01보다는 크게 낮았다(Kim and Lee, 1984). 한편 점줄종개의 경우 성장하면서 수컷에서 암컷으로 성전환을 통해 성비가 변한다는 보고가 있고(Kim and Park, 1992), 단성생식을 하는 기름종개-왕종개 complex는 성비가 0.06으로 수컷의 비율이 극단적으로 낮으며 동소적으로 서식하는 이들의 부모종인 기름종개 1.55, 왕종개 0.51로 보고되어 독특한 양상을 보이는 것으로 알려진 바 있다(Ko, 2009).

온대지역에 서식하는 담수어류의 산란은 수온과 광주기 등의 계절적 변화 영향을 받으며(Bye, 1984), 크게 춘하 산란형과 추동 산란형으로 구분되며 춘하 산란형은 주로 수온의 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Shimzu and Hanyu, 1982; Kaneko *et al.*, 1986). 북방종개 산란기는 수온 20~25°C인 7~8월(산란성기 7월)로 추정되어 Choi and Byeon(2009)와 동일하게 춘하 산란형에 속하였으며, 줄종개 6~7월(Kim *et al.*, 2006), 점줄종개 7월(Ko and Park, 2011)과 비교적 유사하였으나, 수수미꾸리 *Kichulchoia multifasciata* 5월(Chong, 1986), 부안종개 5월(Kim and Lee, 1984), 참종개 5~6월(Kim, 1978), 새코미꾸리 5~6월(Byeon, 2007), 얼룩새코미꾸리 *K. naktongensis* 5~6월(Hong *et al.*, 2011), 왕종개 6월보다는(Kim and Ko, 2005) 느린 편이었다.

포란수와 성숙난의 크기는 종 특이성을 밝히는 형질로 사용되어 왔는데, 포란수는 2,503±1,337개로 나타나 Lee *et al.*(2011)의 2,968±502개와 유사하였으나 Choi and Byeon(2009)의 809±295개 보다는 많은 편이었으며, 왕종개(2,402±944개; Kim and Ko, 2005)와 남방종개(2,084개; Choi, 2003), 기름종개(2,783±1,543개; Ko, 2009)와 유사하였으나

좁수수치 ( $69 \pm 35$ 개; Ko and Bang, 2014), 수수미꾸리 ( $820 \pm 207$ ; Chong, 1986), 부안종개 ( $329$ 개; Kim and Lee, 1984), 참종개 ( $1,138 \pm 431$ 개; Kim, 1978), 점줄종개 ( $1,127 \pm 453$ 개; Ko and Park, 2011), 줄종개 ( $1,288 \pm 583$ 개; Kim *et al.*, 2006), 새코미꾸리보다는 ( $1,365 \pm 720$ 개; Byeon, 2007) 많고 미꾸라지 ( $8,500 \sim 1,3500$ 개; Kim *et al.*, 1992), 미꾸리 ( $16,430 \sim 40,000$ 개; Uchida, 1939), 얼룩새코미꾸리보다는 ( $22,643 \pm 4,629$ 개; Hong *et al.*, 2011) 적은 편이었다. 난경은  $1.11 \pm 0.04$  mm로 Lee *et al.* (2011)의  $1.09 \pm 0.04$  mm와 같았으나 Choi and Byeon (2009)의  $0.76 \pm 0.01$  mm 보다는 컸고, 미꾸리과 내에서는  $1.0 \sim 1.2$  mm인 참종개 (Kim, 1978), 남방종개 (Choi, 2003), 점줄종개 (Ko and Park, 2011), 줄종개 (Kim *et al.*, 2006), 기름종개 (Ko, 2009), 새코미꾸리 (Byeon, 2007), 미꾸리 (Uchida, 1939)와 비교적 유사하였으나  $0.8 \sim 0.9$  mm인 얼룩새코미꾸리 (Hong *et al.*, 2011)와 미꾸라지보다는 (Kim *et al.*, 1987) 크고,  $1.3 \sim 1.8$  mm인 부안종개 (Kim and Lee, 1984)와 왕종개 (Kim and Ko, 2005), 좁수수치 (Ko and Bang, 2014), 수수미꾸리보다는 (Chong, 1986) 작은 편이었다.

따라서 북방종개의 연령구조는 5세 이상으로 구분되어 같은 참종개속의 왕종개와 유사하며 비교적 연령수가 많은 편이었다. 성비는 대체적으로 참종개속과 기름종개속 어류와 유사하였으나, 산란기와 난경은 참종개속 어류보다 기름종개속 어류와 유사하였으며, 포란수는 참종개속의 왕종개와 남방종개, 기름종개속의 기름종개와 비교적 유사한 특징을 보였다.

## 요 약

북방종개 *Iksookimia pacifica*의 연령 및 산란기 특징을 밝히기 위해 2013년 1월부터 12월까지 강원도 고성군 북천에서 조사를 실시하였다. 전장빈도분포도를 이용하여 연령을 추정할 결과 암컷은 산란기(7월)를 기준으로 전장  $30 \sim 49$  mm는 만 1년생,  $50 \sim 74$  mm는 만 2년생,  $75 \sim 99$  mm는 만 3년생,  $100 \sim 124$  mm는 만 4년생,  $130 \sim 160$  mm는 만 5년생 이상으로 추정되었다. 성비(♂/♀)는 0.63이었으며 암컷이 수컷보다  $30 \sim 60$  mm가 더 컸다. 이차 성징인 수컷 가슴지느러미의 골질반은 부화 후 13개월 후에 생성되어 암·수가 구별되었다. 산란기는 생식소성숙도로 추정할 결과 7~8월(산란성기 7월)로 추정되었으며, 포란수는  $2,503 \pm 1,337$ 개, 성숙난의 크기는  $1.11 \pm 0.04$  mm였다.

## 사 사

이 논문은 2013년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구

재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(과제번호: 2013 R1A1A2062008).

## REFERENCES

- Bagenal, T.B. and F.W. Tesch. 1978. Age and growth. In: Bagenal, T. (ed.), Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters, 3rd edition. Blackwell Scientific Publications, Oxford, London, Edinburgh, Melbourne, pp. 101-136.
- Bohlen, J. 1999. Reproduction of spined loach, *Cobitis taenia*, (Cypriniformes; Cobitidae) under laboratory conditions. J. Appl. Ichthyol., 15: 49-53.
- Bye, V.J. 1984. The role of environmental factors in the timing of reproductive cycle. Fish reproduction: Strategies and tactics, Academic Press, London: 187-205.
- Byeon, H.K. 2007. Ecology of *Koreocobitis rotundicaudata* (Cobitidae) in the Naerin Stream, Korea. Korean J. Ichthyol., 19: 299-305. (in Korean)
- Choi, E.K. 2003. Biology of the Southern spined loach, *Iksookimia hugowolfeldi* (Pisces, Cobitidae). Master Thesis, Chonbuk Nat. Univ., 42pp. (in Korean)
- Choi, J.K. and H.K. Byeon. 2009. Ecological characteristics of *Cobitis pacifica* (Cobitidae) in the Yeongok Stream. Korean J. Limnol., 42: 26-31. (in Korean)
- Chong, D.S. 1986. Morphological and bionomical studies of *Niwaella multifasciata* (Wakiya et Mori). Master Thesis, Chonbuk Nat. Univ., 37pp. (in Korean)
- Hong, Y.K., H. Yang and I.C. Bang. 2011. Habitat, reproduction and feeding habit of endangered fish *Koreocobitis naktongensis* (Cobitidae) in the Jaho Stream, Korea. Korean J. Ichthyol., 23: 234-241. (in Korean)
- Kaneko, T., K. Aida and I. Hanyu. 1986. Changes in ovarian activity and fine structure of pituitary gonadotropin during spawning cycle of thachichibugoby, *Tridentiger obscurus*. Nippon Suisan Gakkaishi, 52: 1923-1928.
- Kano, Y. 2000. Age and growth of the Ajime-loach, *Niwaella delicata*, in the Yura river, Kyoto, Japan. Ichthyol. Res., 47: 183-186.
- Kawanabe, H., N. Mizuno and K. Hosoya. 1989. Freshwater Fishes of Japan. YAMA-KEI Publishers Co., Ltd., Tokyo, 720pp.
- Kim, D.H., H.Y. Jo and H.J. Lee. 2008. Study on the reproduction and growth of *Iksookimia koreensis* Kim (Pisces: Cobitida) in the Namdae Stream, Cheorwon-gun, Gangwon-do, Korea. Korean J. Ichthyol., 20: 21-27. (in Korean)
- Kim, D.S., J.H. Kim and I.S. Park. 1992. Induced and multiple spawnings by Human Chorionic Gonadotropin injection of the loach, *Misgurnus mizolepis* (Teleostomi; Cobitidae). J. Aquacult., 5: 109-115. (in Korean)
- Kim, I.S. 1978. Ecological studies of cobitid fish, *Cobitis koreensis* in Jeonju-cheon Creek, Jeonrabug-do province, Korea. Korean J. Ecol., 2: 9-14. (in Korean)

- Kim, I.S. 1997. Illustrated Encyclopedia of Fauna & Flora of Korea, Vol. 37, Freshwater Fishes. Ministry of Education, Yeongi, 518pp. (in Korean)
- Kim, I.S. 2009. A review of the spined loaches, family Cobitidae (Cypriniformes) in Korea. Korean J. Ichthyol., 21 (supplement): 7-28.
- Kim, I.S. and M.H. Ko. 2005. Ecology of *Iksookimia longicorpa* (Cobitidae) in the Seomjin River, Korea. Korean J. Ichthyol., 17: 112-122. (in Korean)
- Kim, I.S., M.H. Ko and J.Y. Park. 2006. Population ecology of Korean sand loach *Cobitis tetralineata* (Pisces; Cobitidae) in the Seomjin River, Korea. J. Ecol. Field Biol., 29: 277-286. (in Korean)
- Kim, I.S. and M.T. Jeong. 1988. Seasonal variation of the color pattern in the Cobitid fish *Cobitis taenia lutheri* form Korea. Korean J. Ecol., 11: 77-82. (in Korean)
- Kim, I.S. and J.Y. Park. 1995. Adhesive membrane of oocyte in korean cobitid species (Pisces, Cobitidae). Korean J. Zool., 38: 212-219.
- Kim, I.S. and J.Y. Park. 1992. Sex ratios and hermaphroditism of *Cobitis lutheri* (Pisces, Cobitidae) from Korea. Korean J. Ichthyol., 4: 72-76.
- Kim, I.S. and J.Y. Park. 2007. Freshwater Fishes of Korea. Kyohak Publishing Co., Ltd., Seoul, 467pp. (in Korean)
- Kim, I.S., J.Y. Park and T.T. Nalbant. 1999. The far-east speceis of the genus *Cobitis* with description of three new taxa (Pisces; Ostariophysi; Cobitidae). Trav. Mus. Nat. Hist. Nat. 'Griore Antipa', 44: 373-391.
- Kim, I.S. and W.O. Lee. 1984. Morphological and ecological aspects on the population of *Cobitis koreensis* Kim (Pisces: Cobitidae) in the Begchon Stream, Puan-gun, Cholla-bugdo, Korea. Korean J. Ecology, 7: 10-20. (in Korean)
- Kim, Y.U., D.S. Kim and Y.S. Park. 1987. Development of eggs, Larvae and Juveniles of loach, *Misgurnus mizolepis* Günther. Bull. Korean Fish. Soc., 20: 16-23. (in Korean)
- Ko, M.H. 2009. Reproductive mechanisms of the unisexual diploid-triploid hybrid complex between the spined loach *Cobitis hankugensis* and *Iksookimia longicorpa* (Teleostei, Cobitidae) in Korea. Doctoral Thesis, Chonbuk Nat. Univ., 160pp. (in Korean)
- Ko, M.H. 2015. Habitat characteristics and feeding ecology of the korean endemic species, *Iksookimia pacifica* (Pisces: Cobitidae) in the Bukcheon (stream), Korea. Korean J. Ichthyol., 27: 275-283. (in Korean)
- Ko, M.H. and J.Y. Park. 2011. Growth and spawning ecology of *Cobitis lutheri* (Teleostei: Cobitidae) in the Mangyeong river, Korea. Korean J. Ichthyol., 23: 158-162. (in Korean)
- Lee, I.R. 2009. Studies on the conservation biology of an endangered freshwater fish, *Iksookimia choii*. Doctoral dissertation, Soonchunhyang Univ., 167pp. (in Korean)
- Lee, W.O., M.H. Ko, J.M. Bak, D.H. Kim, H.J. Jeon and K.H. Kim. 2010. Characteristics of fish fauna and community structure in Buk Stream of Goseong, Korea. Korean J. Ichthyol., 22: 238-248. (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 northern loach, *Cobitis pacifica* (Pisces: Cobitidae). Korean J. Limnol., 44: 1-8. (in Korean)
- Moyle, P.B. and J.J.Jr., Cech. 2000. Fishes: An Introduction to Ichthyology, 4th edition. Prentice Hall Inc., New Jersey, 744pp.
- Nelson, J.S. 2006. Fishes of the World. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, pp. 139-143.
- Oliva-Paterna, F.j., M.M. Torralva and C. Fernández-Delgado. 2002. Age, growth and reproduction of *Cobitis paludica* in a seasonal stream. J. Fish Biol., 60: 389-404.
- Przybylski, M. and M. Valladolid. 2000. Age and growth of *Cobitis paludica* in the Lozoya River (Central Spain). Folia Zoo., 49 (Suppl.): 129-134.
- Ricker, W.E. 1971. Methods for assessment of fish production in freshwater. IBP hand book, 3: 112-113.
- Robotham, P.W.J. 1981. Age, growth and reproduction of a population of spined loach, *Cobitis taenia* (L.). Hydrobiologia, 129-136.
- Shimizu, A. and I. Hanyu. 1982. Environmental regulation of annual reproductive cycle in a spring-spawning bitterling *Acheilognathus tabira*. Nippon Suisan Gakkaishi, 48: 1563-1568.
- Uchida, K. 1939. The Fishes of Tyosen. Part I. Numatognathi, Eventognathi. Bull. Fish Exp. Sta. Gov. Gener. Työsen, pp. 400-458. (in Japanese)