

멸종위기어류 미호종개 *Cobitis choii* (Pisces: Cobitidae)의 서식지 특징과 연령추정

고명훈 · 방인철^{1,*}

이화여자대학교 에코과학부, ¹순천향대학교 생명시스템학과

Habitat Characteristics and Estimation of the Age of the Endangered Miho Spine Loach, *Cobitis choii* (Pisces: Cobitidae) in Ji Stream, Guem River, Korea by Myeong-Hun Ko and In-Chul Bang^{1,*} (Division of EcoScience, Ewha Womans University, Seoul 03760, Republic of Korea; ¹Department of Life Sciences and Biotechnology, Soonchunhyang University, Asan 31538, Republic of Korea)

ABSTRACT The habitat characteristics and the age of endangered miho spine loach, *Cobitis choii*, were investigated in Ji Stream, Guem River, Korea in 2011 to provide baseline data for its restoration. The habitat of the *C. choii* was the downstream portion composed of sand, and the sand particle sizes was mostly 0.21~1.18 mm (88.7%). Juveniles (age 0+) preferred slower water velocity (0~25 cm/sec) and a lower water depth (5~20 cm) than did individuals who were more than 1 year old, as this group inhabited rapids with 10~25 cm/sec of water velocity and 20~50 cm of water depth. The *C. choii* rapidly grew during the active period from April to October and they stopped growing during the hibernating period from November to March. The estimated age of the *C. choii* (females) based on their total length distribution during the spawning period (June) indicated that 1-, 2-, 3- and more than 4-year-old were 40~61 mm, 64~79 mm, 80~91 mm and 92~106 mm, respectively.

Key words: Endangered fish, *Cobitis choii*, habitat characteristics, growth, age

서 론

미꾸리과(Cobitidae) 어류는 저서성 소형어류로 유라시아와 아프리카 북부에 넓게 서식하고 21속 171종이 보고되었으며(Kottelat, 2012; Nelson *et al.*, 2016), 우리나라에는 5속 16종이 서식하는 것으로 알려져 있다(Kim, 1997; Kim and Park, 2007; Kim, 2009). 이중 미호종개 *Cobitis choii*는 1984년 Kim and Son에 의해 신종 발표된 종으로, 우리나라에서는 금강에만 제한적으로 서식하고 국외에는 러시아의 아무르강에 서식하는 것으로 알려졌다(Kim and Park, 2007; Bogutskaya *et al.*, 2008). 주로 모래가 깔린 금강 하류와 중·하류 유입하천에 서식하는 것으로 알려져 있으며(Kim and Son, 1984; Hong, 2004), 최근 하천공사 및 환경오염, 준설 등으로 서식지가

란되고 조각화 되면서 급격히 감소되는 것으로 보고되고 있다(Hong, 2004; CHA, 2009; Ko *et al.*, 2012a, 2012b). 이러한 이유로 1998년부터 환경부 멸종위기종으로 지정된 후, 2005년에 멸종위기야생생물 I급으로 지정되었으며(ME, 2005, 2012), 문화적 가치 및 생태적 중요성 등으로 종(2005년, 제454호)과 서식지인 치천 하류부(2011년, 제533호)가 천연기념물로 지정되어 법적 보호를 받고 있다(CHA, 2017). 또한 2011년 국립생물자원관은 우리나라 멸종위기 어류의 적색목록을 평가 선정한 바 있는데, 미호종개는 점유면적이 매우 협소하고 서식지가 급격히 감소하고 있어 EN 등급으로 평가된 바 있다(NIBR, 2011).

미호종개에 관한 연구는 분류학적 연구의 일환으로 핵형(Lee *et al.*, 1986)과 난막구조(Park and Kim, 2003) 등이 이루어졌으며, 2006년부터 보전학적 연구가 진행되면서 유전자분석과 인공증식기술개발, 복원기술 등 폭넓게 진행되었는데(ME, 2009, 2011a, 2011b, 2012), 전체 mtDNA 서열 분석

*Corresponding author: In-Chul Bang Tel: 82-41-530-1286, Fax: 82-41-530-1493, E-mail: incbang@sch.ac.kr

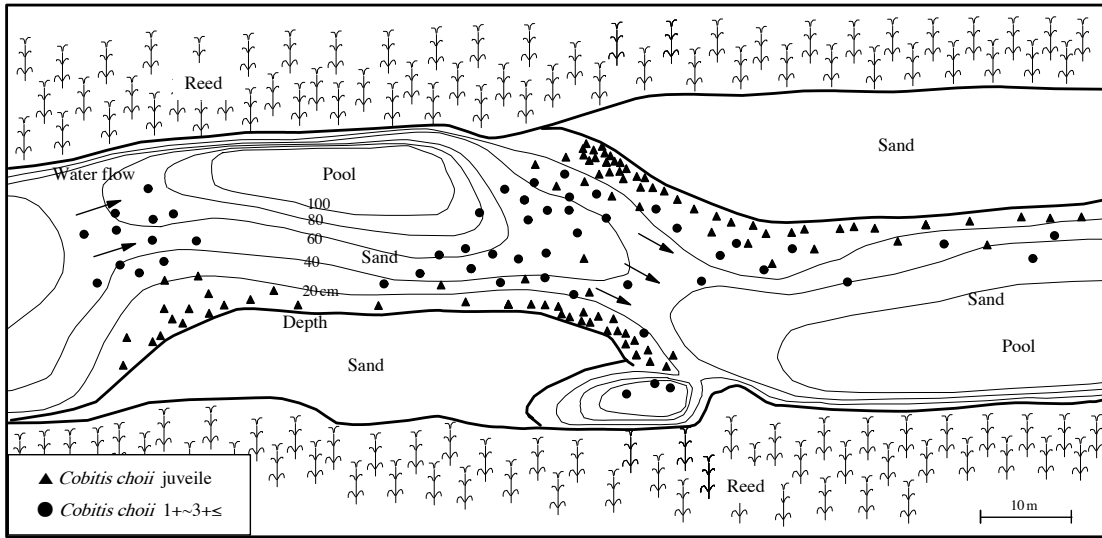


Fig. 1. The distribution pattern and the related physical factors of *Cobitis choii* in the Ji Stream, Inyang-ri, Cheongnam-myeon, Cheongyang-gun, Chungcheongnam-do, Korea, 2011. Dotted lines: water depth (cm), Arrows: water flow.

(Kim et al., 2008a), AFLP 분석을 통한 유전 다양성 (Lee et al., 2008), 다형성 부수체 자위의 특성 (Bang et al., 2008), 초기생활사 (Song et al., 2008), 미호종개의 분포양상 변화 (Ko et al., 2012a), 지천과 백곡천의 서식현황 및 서식개체수 추정 (Bae et al., 2012; Ko et al., 2012b, 2014) 등의 연구가 이루어졌다. 또한 미호종개 복원의 일환으로 백곡천과 미호천, 초평천, 유구천 등에 인공생산된 미호종개 치어가 방류된 바 있다 (ME, 2009; 2011a, 2011b, 2012; MLTM, 2010).

하지만 아직까지 미호종개 보전에 있어 중요한 기초 생태학적 특성에 대해서는 많은 연구가 이루어지지 못하였다. 따라서 본 연구에서는 보전생물학적 연구의 일환으로 미호종개의 서식지 특성과 연령을 조사하여 생태적 특징을 밝히고 근연종과 비교·논의하고자 한다.

재료 및 방법

1. 조사시기 및 채집방법

조사는 미호종개 *Cobitis choii*가 안정적으로 서식하고 있는 것으로 알려진 (Ko et al., 2012a, b) 금강 지류 지천인 충남 청양군 청남면 인양리 일대에서 2011년 1월부터 12월까지 매달 14~16일 사이에 정기적으로 실시하였다. 미호종개의 채집은 청양군청을 경유 문화재청의 포획허가를 받은 후 성어는 족대 (망목 4×4 mm)와 투망 (망목 6×6 mm)을, 치어는 특수 제작된 족대 (망목 1×1 mm)와 뜰채 (망목 1×1 mm)를 사용하여 채집하였다. 동소출현종의 채집은 족대 (망목 4×4 mm)와 투망 (망목 6×6 mm)을 사용하여 봄 (5월)과 여름 (7월), 가

을 (10월) 3회 실시하였으며, Kim et al. (2005)과 Kim and Park (2007)에 따라 동정·분류하였다. 채집된 미호종개는 대부분 현장에서 마취제 MS-222 (Sindal, Canada)로 마취한 후 골질반 (lamina circularis)의 유무에 따라 치어와 암컷, 수컷으로 구분하여 전장과 체중 등을 측정 한 후 방류하였다.

2. 서식지 환경

서식지의 수문학적 환경은 하폭과 유폍, 수심, 하천형, 하상구조 등을 조사하였는데, 하천형은 Kani (1944), 하상구조는 Cummins (1962)의 방법을 응용하여 사용하였다. 이화학적 환경은 수온과 기온, 전기전도도 (Conductivity), 용존산소량 (DO), pH 등을 디지털온도계 (T-250A, ASAHI, Japan)와 수질 측정기 (YSI 556MPS, YSI, USA)를 사용하여 매달 14~16일 사이 12시를 기준으로 측정하였다.

3. 서식지 분석

미호종개의 서식지 특성을 분석하기 위해 산란과 장마 이후 서식지가 안정화되는 9월부터 10월 사이에 실시하였다. 모래는 미호종개가 주로 서식하는 4곳에서 2 kg 이상씩 채취하여 표준시험용체 (Standard Test Sieve, W.S. Tyler, USA)를 이용하여 크기별로 나눈 후 무게 비율을 계산하였다. 연령은 9~10월의 전장분포에 따라 당년생, 1년생, 2년생, 3년생 이상으로 구분하였으며, 수심과 유속은 자와 유속계 (FP101, Global Water 800-876-1172, USA)를 사용하여 측정하였다. 연령 및 근연종의 수심과 유속의 통계적 유의성은 SPSS 21.0을 사용하여 일원배치분산분석 (One-way ANOVA, $\alpha=0.05$)을 실시한 후

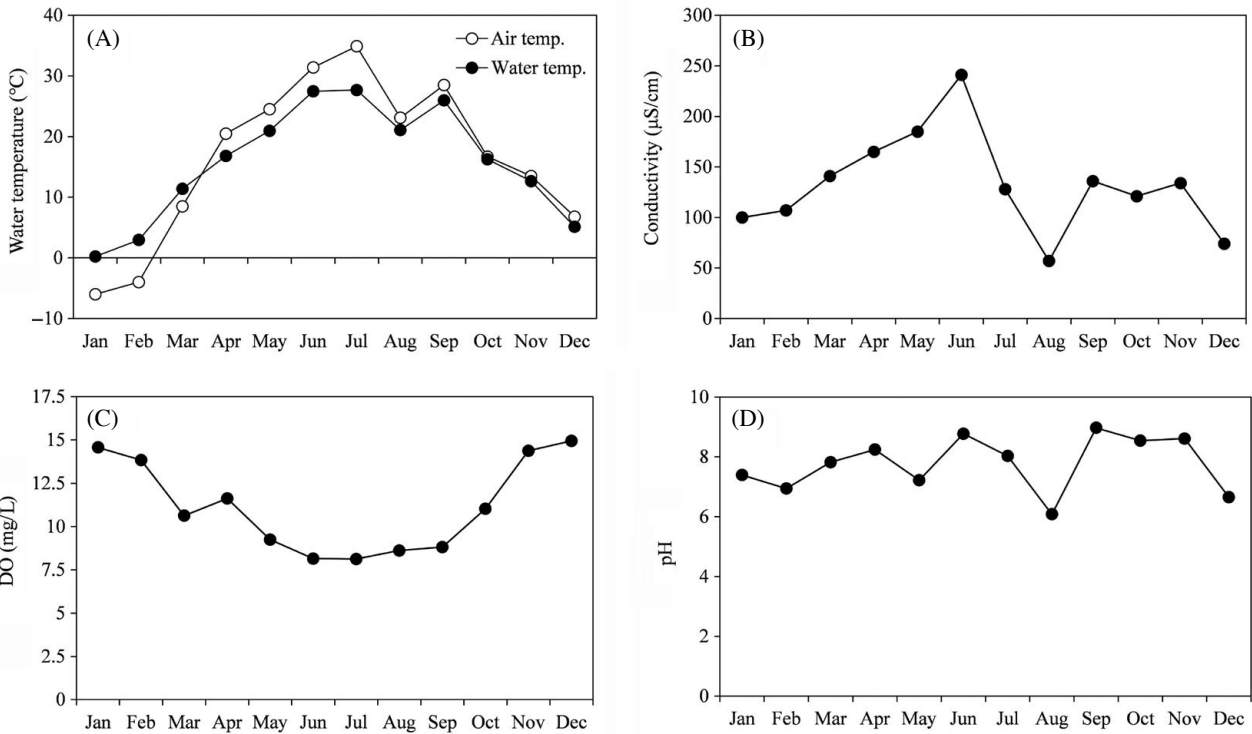


Fig. 2. Monthly changes of temperature (A), conductivity (B), DO (C) and pH (D) in the Ji Stream, Inyang-ri, Cheongnam-myeon, Cheongyang-gun, Chungcheongnam-do, Korea from January to December 2011.

LSD test를 수행하였다.

4. 성장 및 연령추정

성장 및 연령은 전장빈도분포법(Ricker, 1971)으로 추정하였는데, 매달 채집된 개체는 치어와 암컷, 수컷으로 구분한 후 전장빈도분포도를 도식화한 후 추정하였으며, 체중을 함께 조사하여 체중성장식을 작성하였다.

결 과

1. 서식 환경

1) 수문학적 환경

미호종개가 서식하는 지역은 지천 하류부로 유속이 느리고 모래톱이 형성되어 있었으며, 하폭은 150~200 m, 유평은 30~40 m이며 수심은 30~100 cm이었다. 하천형은 소와 여울이 반복적으로 나타나는 Bb-Bc형이었으나 경사도가 낮았고, 하상은 대부분 모래(80%)로 구성되어 있으며 일부 펄(10%)과 잔자갈(10%)이 섞여 있었다. 수중식물은 거의 없었으나 수변부에는 갯버들류(pussy willow)와 달뿌리풀 *Phragmites japonica*, 억새 *Miscanthus sinensis* 등의 식물들이 많이 서식하고 있었다(Fig. 1).

2) 온도변화 및 수질환경

수온과 기온의 변화는 Fig. 2A와 같이 나타났는데, 1월의 수온은 0.2°C(기온 -6.0°C)로 가장 낮았고, 이후 기온이 상승하면서 수온은 3월에 11.4°C, 5월 21.0°C로 급격히 상승하였으며, 7월에 가장 높은 27.7°C(기온 34.9°C)를 보였다. 8월 이후부터 낮아지기 시작하여 10월에 16.2°C, 12월에는 5.1°C였다. 미호종개는 수온이 12°C 이상 되는 4월부터 10월까지 모래바닥 밖으로 나와 활동하였으나 수온 12°C 미만인 1~3월과 11~12월은 모래 속으로 파고들어가 월동하였다.

이화학적 환경 중 전기전도도는 74~241 µS/cm 범위로 나타나며, 장마기간인 6월에 241 µS/cm로 가장 높았으나 장마 이후인 8월에 74 µS/cm로 가장 낮았다(Fig. 2B). 용존산소량은 7.24~14.95 mg/L의 범위로 나타나며, 여름인 6월부터 9월까지 8.15~8.81 mg/L로 낮게 나타난 반면 겨울인 11월부터 2월까지 13.84~14.95 mg/L로 높게 나타났다(Fig. 2C). pH는 5.82~8.77 범위로 나타나 전체적으로 중성에 가까웠다(Fig. 2D).

3) 동소출현종

조사지역에서 동소출현종을 조사한 결과 6과 29종으로 다양한 담수어류가 채집되었으며, 미호종개는 20.7%로 높은 비율을 차지하고 있었다. 출현종 중 우점종은 피라

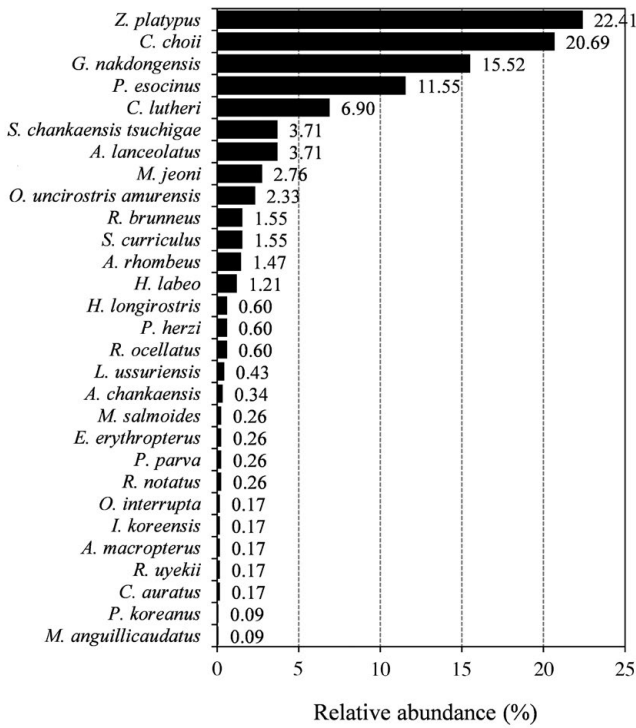


Fig. 3. Relative abundance of fish species found in the Ji Stream, Inyang-ri, Cheongnam-myeon, Cheongyang-gun, Chungcheongnam-do, Korea from Spring to autumn 2011.

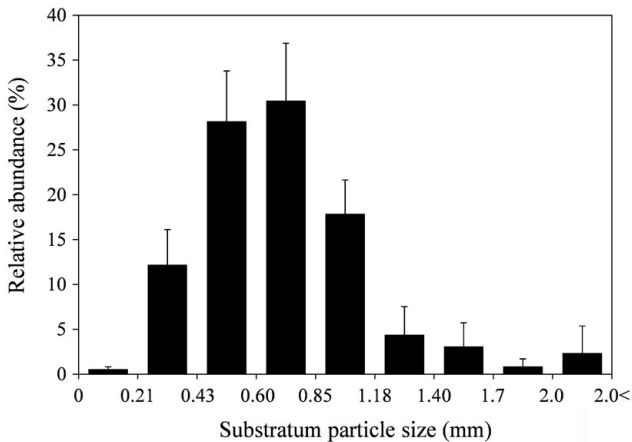


Fig. 4. Relative abundance of substratum particle size of *Cobitis choui* habitat in the Ji Stream, Inyang-ri, Cheongnam-myeon, Cheongyang-gun, Chungcheongnam-do, Korea.

미 *Zacco platypus* (22.4%)였고, 아우점종은 미호종개와 흰수마자 *Gobiobotia nakdongensis* (15.5%), 그 밖에 모래무지 *Pseudogobio esocinus* (11.6%), 점줄종개 *C. nalbanti* (6.9%), 참물개 *Squalidus chankaensis tsuchigae* (3.7%), 납자루 *Acheilognathus lanceolatus* (3.7%), 뽕경모치 *Microphysogobio jeoni* (2.8%), 꼬리 *Opsariichthys uncirostris amurensis* 등의

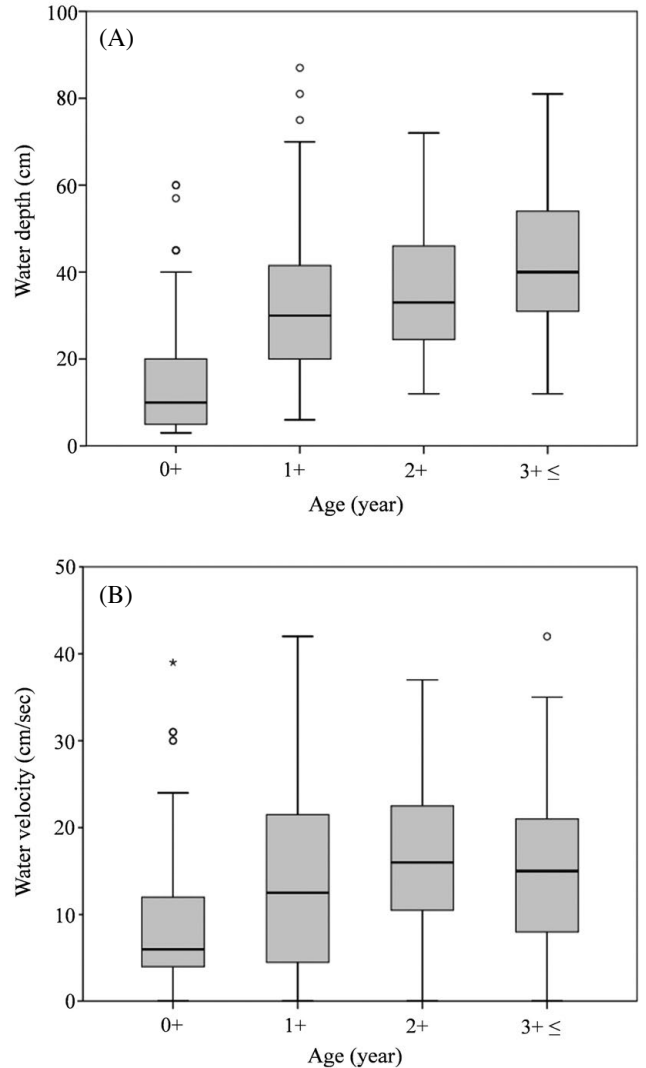


Fig. 5. Comparison of water depth and velocity by age of *Cobitis choui* in the Ji Stream Inyang-ri, Cheongnam-myeon, Cheongyang-gun, Chungcheongnam-do, Korea from September to October 2011. The diagrams indicate the median (horizontal line), 50% range (gray rectangle) and 95% range (vertical line).

순으로 우세하였으며 나머지 종들은 2% 미만이었다. 미호종개가 포함되는 미꾸리과 어류는 미호종개와 점줄종개, 참종개 *Iksookimia koreensis*, 미꾸리 *Misgurnus anguillicaudatus* 4종이었으며, 미호종개를 섭식할 수 있는 어식성 어류는 배스 *Micropterus salmoides* (0.3%)와 얼룩동사리 *Odontobutis interrupta* (0.2%) 2종이었으나 비율은 적었다(Fig. 3).

2. 미호종개 서식지 특징

1) 서식지의 모래입자 크기

미호종개 치어와 성어의 서식환경 중 하상은 큰 차이 없이

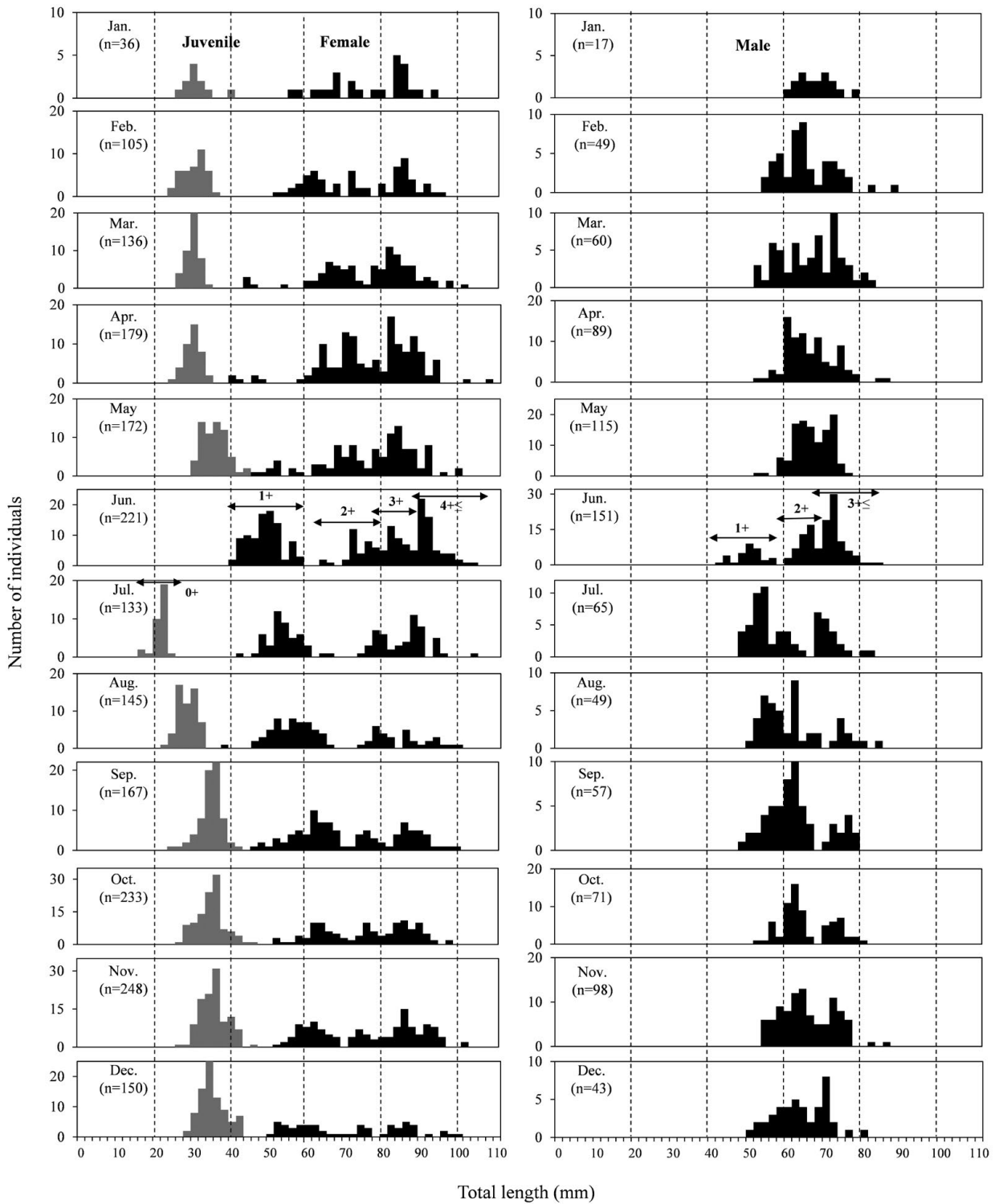


Fig. 6. Total length frequency distribution of *Cobitis choui* in the Ji Stream, Inyang-ri, Cheongnam-myeon, Cheongyang-gun, Chungcheongnam-do, Korea from January to December 2011.

비슷한 모래바닥에 서식하고 있었는데, 폭신평신했어 쉽게 파고 들어갈 수 있는 모래층이었다. 미소서식지 4곳의 모래를 채취하여 크기를 분석한 결과, 0.60~0.85 mm가 30.5±6.41%

가장 높고, 0.43~0.60 mm가 28.2±5.62%, 0.85~1.18 mm는 17.9±3.76%, 0.21~0.43 mm는 12.2±3.93% 등의 순으로 높게 나타 전체적으로 모래 입자는 작은 편이었다(Fig. 4).

2) 유속과 수심에 따른 분포

미호종개는 하상이 주로 모래로 이루어지며 여울과 소가 반복적으로 나타나는 곳의 유속이 있는 여울부 인근 지역에 주로 서식하고 있었으나, 수심 60 cm 이상으로 물이 정체되고 바닥은 펄과 모래로 이루어진 소(pool)에서는 거의 서식하지 않았다(Fig. 1). 개체별로 유속과 수심을 측정된 결과, 당년생 치어(전장 24~44 mm, n=206)는 대부분 수심 5~20 (14±11.7) cm의 얇고 유속이 0~15 (8±6.4) cm/sec로 느린 물 가장자리에서 무리지어 서식하고 있어 수심 20~50 cm이고 유속이 10~25 cm/sec인 곳에 주로 서식하는 1년생(50~69 mm, n=76)과 2년생(70~83 mm, n=44), 3년생 이상(84~103 mm, n=38)과 모두 유의한 차이를 보였다(p<0.001). 1년생 이상 연령대의 유속은 1년생 14±10.6 cm/sec, 2년생 16±8.4 cm/sec, 3년생 이상 16±10.1 cm/sec로 나타나 연령별로 유의한 차이는 보이지 않았다(p>0.05). 수심도 1년생 33±17.3 cm, 2년생 35±14.4 cm, 3년생 이상 42±17.5 cm로 나타나 1년생과 2년생은 유의한 차이가 없었고(p>0.05) 1년생과 3년생 이상(p<0.01) 및 2년생과 3년생 이상(p<0.05)은 약간의 차이를 보였다(Fig. 5).

3. 성장 및 연령추정

미호종개의 성장 및 연령을 2011년 1월부터 12월까지 매달 채집하여 전장빈도분포도를 작성하여 추정된 결과 Fig. 6과 같이 나타났다. 당년생 치어는 산란기(6월) 이후 7월에 처음으로 채집되었으며 전장 16~23 mm였다. 이후 급격한 성장을 보여 8월에 전장 22~31 mm, 9월 24~41 mm, 10월 26~43 mm로 성장하였으며, 10월 이후에는 수온이 12°C 이하로 내려가면서 거의 성장하지 않았다. 전년도에 태어난 치어는 월동기인 1월부터 3월까지 26~41 mm로 거의 성장을 하지 않았으나 4월 이후부터 급격한 성장을 하여 5월에 30~45 mm로 성장하였으며, 6월에는 만 1년생이 되면서 40~61 mm로 성장하고 수컷은 2차성징인 가슴지느러미 제2기조에 골질반이 생성되면서 암컷과 구별되었다. 이후 7월에 42~65 mm, 8월 44~67 mm, 9월 46~69 mm로 성장하였으며 암·수간에는 큰 차이를 보이지 않았고, 10월 이후부터 12월까지 수온이 내려가면서 거의 성장하지 않았다. 만 2년생 이상의 개체들도 동일하게 3월까지 거의 성장하지 않았으나 4월부터 9월까지 급격한 성장을 보인 후 10월 이후부터는 수온이 낮아지면서 거의 성장하지 않았고, 암·수간의 성장은 암컷이 보다 크게 성장하여 암컷이 수컷보다 전장 10~20 mm가 컸다.

산란기인 6월을 기준으로 연령을 추정하여 보면, 암컷의 경우 만 1년생은 전장 40~61 (49±4.4) mm, 만 2년생은 64~79 (74±3.7) mm, 만 3년생은 80~91 (84±2.8) mm, 만 4년생 이상은 92~106 (94±3.4) mm로, 수컷의 경우 만 1년생은 전장

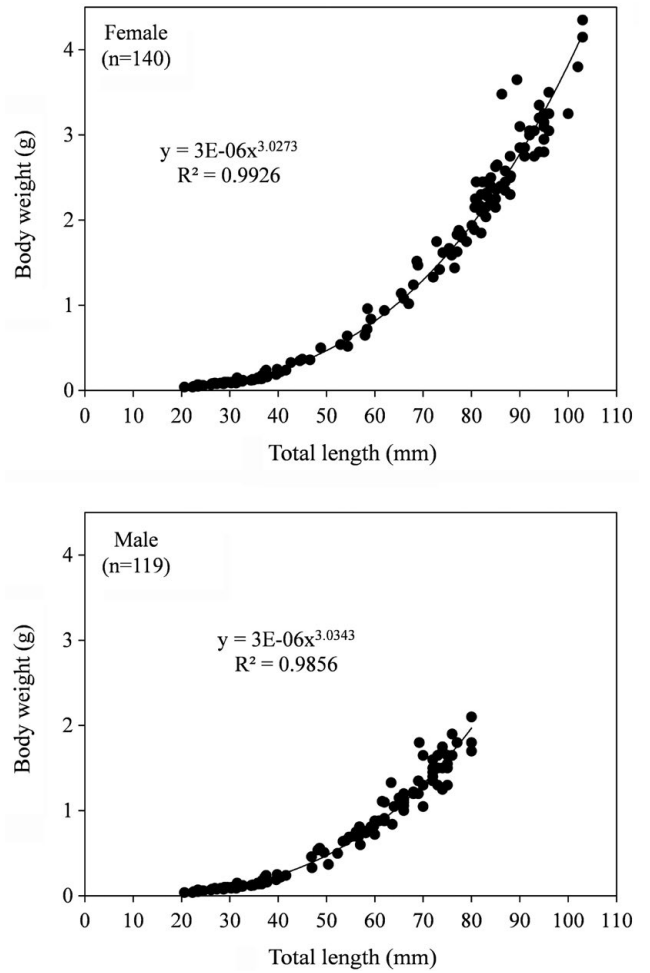


Fig. 7. Relationship between total length and body weight of *Coblitis choui* in the Ji Stream, Inyang-ri, Cheongnam-myeon, Cheongyang-gun, Chungcheongnam-do, Korea, 2011.

40~59 (50±3.5) mm, 만 2년생은 60~71 (66±2.4) mm, 만 3년생 이상은 72~87 (73±3.4) mm였다(Fig. 6). 또한 체중은 6월을 기준으로 암컷의 경우 만 1년생은 0.22~0.96 (0.47±0.13) g, 만 2년생은 1.00~2.45 (2.16±0.60) g, 만 3년생은 2.53~4.41 (3.25±0.52) g, 만 4년생 이상은 3.13~5.60 (4.50±0.78) g으로, 수컷의 경우 만 1년생은 0.24~0.65 (0.49±0.098) g, 만 2년생이 0.94~1.95 (1.48±0.29) g, 만 3년생 이상은 1.71~2.14 (1.90±0.19) g으로 나타났다. 전장과 체중과의 관계는 암컷 $y = 3E - 06x^{3.0273}$ ($R^2 = 0.9926$)으로, 수컷은 $y = 3E - 06x^{3.0343}$ ($R^2 = 0.9856$)으로 나타나 비교적 유사하였다(Fig. 7).

고찰

우리나라에 서식하는 미꾸리과(Cobitidae) 어류는 저서성

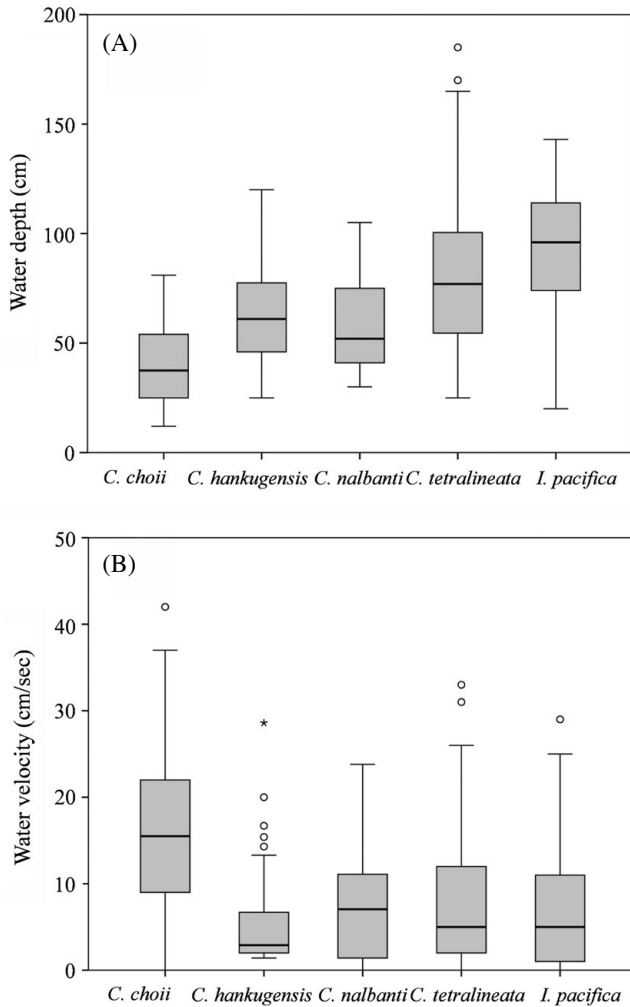


Fig. 8. Comparison of water depth and velocity of *Cobitis choii*, *C. hankugensis* (Ko, 2009), *C. nalbanti* (Ko *et al.*, 2009) and *C. tetralineata* (Kim *et al.*, 2006) in Korea. The diagrams indicate the median (horizontal line), 50% range (gray rectangle) and 95% range (vertical line)

소형어류로 지리적 격리에 의해 분화하여 5속 16종이 다양한 서식지에 적응하여 서식하고 있는데, 저질에 있어 주로 미꾸리속 *Misgurinus*은 펄에, 줌수수치속 *Kichulchoia*과 새코미꾸리속 *Koreocobitis*, 대부분의 참종개속 *Iksookimia*은 자갈과 돌에 서식하며, 본 연구종이 포함된 기름종개속 *Cobitis*과 참종개속의 북방종개 *Iksookimia pacifica*는 하상이 모래인 곳에 주로 서식하는 것으로 알려져 있다(Kim, 1997, 2009; Kim and Park, 2007; Ko, 2015). 본 연구결과 지천의 미호종개 *Cobitis choii* 서식지는 하류부의 모래가 80% 이상으로 매우 높은 곳이였으며, 또 다른 서식지인 유구천과 백곡천에서도 각각 80%, 60%로 보고되어 (Ko *et al.*, 2012a) 공통적으로 모래 비율이 높은 곳에 서식하고 있었다. 같은 속의 기름종개 *C. hankugensis*와 줄종개 *C. tetralineata*, 점줄종개 *C. nalbanti*는

공통적으로 하천 중·상류 및 일부 하류 지역 등에 넓게 서식하고 있으며 모래의 비율도 10~60%로 폭넓은 것으로 보고된 바 있어 서식범위의 차이를 보인다(ME, 1997~2008; Ko, 2005, 2009; Ko *et al.*, 2009). 미호종개 서식지의 모래입자는 대부분 0.21~1.18 mm (88.7%)로 나타나 작은 편이었는데, 줄종개와 점줄종개, 기름종개 서식지의 모래입자 크기는 아직까지 분석되지 않아 미호종개와의 직접적인 비교는 불가능하였으나 넓은 분포범위와 다양한 모래비율로 볼 때 모래입자는 보다 크고 다양할 것으로 추정된다.

서식지의 수심과 유속을 개체별로 측정하여 연령별로 분석한 결과, 당년생 치어는 1~3년생 이상과 구별되게 수심이 30 cm 이하이고 유속이 매우 느린 곳에 서식하여 같은 모래에 서식하는 미꾸리과 어류 기름종개 (Ko, 2009)와 점줄종개 (Ko *et al.*, 2009), 줄종개 (Ko, 2005), 북방종개 (Ko, 2015)와 비교적 유사하였다. 하지만 성어의 경우는 Fig. 8과 같이 중간 차이를 보였는데, 미호종개의 수심은 35.6 ± 16.2 cm로 나타나 기름종개와 점줄종개, 줄종개, 북방종개보다 매우 낮았으며 ($p < 0.001$), 반대로 유속은 16.1 ± 9.17 cm/sec로 나타나 다른 종들보다 2~3배 빠른 특징을 보여 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.001$). 따라서 미호종개는 기름종개와 점줄종개, 줄종개, 북방종개와 동일한 모래바닥에 서식하고 있지만 하천 하류부의 모래 비율이 매우 높고 수심이 얕으나 유속은 비교적 빠른 독특한 서식지 특징을 보였다. 현재 금강에는 용담댐과 대청댐, 금강하구둑, 대형보인 세종보와 공주보, 부여보가 건설되어 있으며 7,156개의 크고 작은 보가 설치되어 있었다(Kwater, 2007; MAFRA, 2010). 이로 인해 강과 하천은 수위상으로 정수화되기 때문에 미호종개가 서식할 수 있는 모래로 이루어진 여울부는 급격히 감소하였고, 하천공사와 수질 오염 등의 영향이 더해져 미호종개의 서식지 및 개체수가 급격히 감소한 것으로 추정된다. 따라서 장기적인 미호종개의 보전을 위해서는 수질 개선과 더불어 서식지에 보나 댐 건설은 반드시 지양해야 하고 기존에 건설된 구조물도 점점 축소하는 등 서식지 복원이 이루어져야 할 것으로 판단된다.

미호종개는 수온이 12°C 이상 되는 4월부터 10월까지의 활동기로 급격한 성장을 보였으나 수온이 12°C 이하 되는 11월부터 3월까지의 월동기로 거의 성장을 하지 않았고, 성장은 당년생, 1년생, 2년생, 3년생 이상의 순으로 빠른 성장을 보이며, 13개월 이후에 골질반이 생성되어 암·수가 구별되고 암컷이 수컷보다 10~20 mm가 더 크게 나타나 같은 속의 기름종개 (Ko, 2009), 점줄종개 (Ko and Park, 2011), 줄종개 (Kim *et al.*, 2006)와 비교적 유사하였다. 산란기를 기준으로 암컷은 4년생까지, 수컷은 3년생까지 추정되어 같은 속의 기름종개, 점줄종개, 줄종개와 비교적 유사하였으며, 연령별 전장범위는 월동기 기준으로 볼 때 비교적 점줄종개와 유사하였다 (Table 1). 한편 연륜형질을 이용하여 연령을 추정하기도 하는데, 이식

Table 1. Comparisons of age by total length distribution among *Cobitis* species in Korea at hibernation period (November to February)

Sex	Age	Total length (mm)			
		<i>C. choii</i>	<i>C. hankugensis</i>	<i>C. nalbanti</i>	<i>C. tetralineata</i>
Female	0+	26~43	30~50	20~39	25~44
	1+	52~69	51~74	40~59	50~74
	2+	70~83	75~89	60~79	85~99
	3+ ≤	84~103	90~124	80~109	100~124
Male	0+	26~43	30~50	20~39	25~44
	1+	52~69	60~79	40~64	50~69
	2+ ≤	70~85	80~114	65~84	70~94
Reference		Present study	Ko (2009)	Ko <i>et al.</i> (2011)	Kim <i>et al.</i> (2006)

을 이용한 유럽의 *C. paludica*의 연령은 암컷 5세, 수컷은 3세 (Przybylski and Valladolid, 2000; Oliva-Paterna *et al.*, 2002)로, *C. taenia*는 암컷 4세, 수컷 3세로 추정된 바 있고 (Robotham, 1981), 비늘을 이용한 참종개 *I. koreensis*는 암·수 모두 3세까지 추정되어 (Kim *et al.*, 2008b) 비교적 연령수가 본 연구종과 유사한 편이었다.

요 약

멸종위기어류인 미호종개 *Cobitis choii*의 서식지 특성과 연령 등의 생태적 특징을 밝혀 보전학적으로 활용하기 위하여 2011년 금강 지류인 지천에서 조사를 실시하였다. 미호종개의 서식지는 하류부의 모래톱이 형성된 지역으로, 모래 입자 크기는 대부분 0.21~1.18 mm (88.7%)로 작은 편이었다. 치어는 수심이 5~20 cm로 낮고 유속은 0~15 cm/sec로 느린 곳에 주로 서식하고 있었지만, 1년생과 2년생, 3년생 이상의 개체들은 공통적으로 수심 20~50 cm, 유속 10~25 cm/sec의 느린 여울부에 서식하고 있었다. 성장은 활동기인 4월부터 10월까지 급격한 성장을 보였으나 월동기인 11월부터 3월까지의 성장을 멈추었다. 연령(암컷)은 6월을 기준으로 만 1년생은 전장 40~61 mm, 만 2년생은 64~79 mm, 만 3년생은 80~91 mm, 만 4년생 이상은 92~106 mm로 추정되었다.

사 사

본 연구는 환경부 멸종위기 담수어류(통사리 등 4종) 증식·복원(2011년) 연구와 순천향대학교의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

REFERENCES

Bae, D.Y., W.K. Moon, M.H. Jang, K.S. Jang, J.B. Seo, W.J. Kim,

J.O, Kim and J.K, Kim. 2012. Applying the Jolly-Seber model to estimate population size of miho spine loach (*Cobitis choii*) in the Backgok Stream, Korea. Korean J. Limnol., 45: 322-328. (in Korean)

Bang, I.C., W.J. Kim and I.R. Lee. 2008. Characterization of polymorphic microsatellite loci in the endangered Miho spine loach (*Iksookimia choii*) and cross-species amplification within the Cobitidae family. Molecular Ecol. Res., 9: 281-284.

Bogutskaya, N.G., A.M. Naseka, S.V. Shedko, E.D. Vasil'eva and I.A. Chereshevnev. 2008. The fishes of the Amur River: updated check-list and zoogeography. Ichthyol. Explor. Freshwaters, 19: 301-366.

CHA (Cultural Heritage Administration) 2009. Habitat Status Basic Research of Natural Monument fish. Institute of Biodiversity, 117pp. (in Korean)

CHA (Cultural Heritage Administration). 2017. Natural Monument Designation. Retrieved from [http://www.cha.go.kr/korea.version\(12/2017\)](http://www.cha.go.kr/korea.version(12/2017)) (in Korean)

Cummins, K.W. 1962. An evolution of some techniques for the collection and analysis of benthic samples with special emphasis on lotic waters. Amer. Midl. Nat'l., 67: 477-504.

Hong, Y.P. 2004. The Present Status and Conservation of the Critically Endangered Species, *Iksookimia choii*, in Korea. Abstract 2004 Autumn Meeting of the Ichthyological Society of Korea, pp. 59-75. (in Korean)

Kani, T. 1944. Ecology of Torrent-inhabiting Insects, pp. 171-317. In: Insect I (Furukawa, J., ed.). Kenkyu-sha, Tokyo. (in Japanese)

Kim, D.H., H.Y. Jo and H.J. Lee. 2008a. 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, I.S. 1997. Illustrated Encyclopedia of Fauna & Flora of Korea, Vol. 37, Freshwater Fishes. Ministry of Education, Yeongi, 329pp. (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., M.H. Ko and J.Y. Park. 2006. Population ecology of Ko-

- rean sand loach *Cobitis tetralineata* (Pisces; Cobitidae) in the Seomjin River, Korea. J. Ecol. Field Biol., 29: 277-286. (in Korean)
- Kim, I.S. and Y.M. Son. 1984. *Cobitis choii*, a new cobitid fish from Korea. Korean J. Zool., 27: 49-55.
- Kim, I.S. and J.Y. Park. 2007. Freshwater Fishes of Korea. Kyohak Publishing, Seoul, 467pp. (in Korean)
- Kim, I.S., Y. Choi, C.L. Lee, Y.J. Lee, B.J. Kim and J.H. Kim. 2005. Illustrated Book of Korean Fishes. Kyohak Publishing Co. Ltd., Seoul. 615pp. (in Korean)
- Kim, K.Y., S.Y. Lee, I.C. Bang and Y.K. Nam. 2008b. Complete mitogenome sequence of an endangered freshwater fish, *Iksookimia choii* (Teleostei; Cypriniformes, Cobitidae). Mitochondrial DNA, 19: 438-445.
- Ko, M.H. 2005. Ecological studies of *Cobitis tetralineata* and *Iksookimia longicorpa* (Cobitidae) in the Seomjin River, Korea. Master Thesis, Chonbuk National University, 69pp. (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 National University, Jeonju, 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
- Ko, M.H., I.R. Lee and I.C. Bang. 2012a. Distribution status and estimation of population size of the endangered species, *Cobitis choii* (Pisces: Cobitidae) in Guem River, Korea. Korena J. Ichthyol., 1: 56-61. (in Korean)
- Ko, M.H. and J.Y. Park. 2011. Growth and spawning ecology of *Cobitis lutheri* (Teleostei: Cobitidae) in the Manyeong River, Korea. Korean J. Ichthyol., 23: 158-162. (in Korean)
- Ko, M.H., J.Y. Park and S.H. Kim. 2009. Habitat environment and feeding habitat of *Iksookimia koreensis* and *Cobitis lutheri* (Pisces: Cobitidae) in the Manyeong River, Korea. Korean J. Ichthyol., 21: 253-261. (in Korean)
- Ko, M.H., S.J. Moon, S.J. Lee and I.C. Bang. 2012b. Community structure of fish and inhabiting status of endangered species, *Cobitis choii* and *Gobiobotia naktongensis* in the Ji Stream, a tributary of the Geum River drainage system of Korea. Korena J. Limnol., 45: 356-367. (in Korean)
- Ko, M.H., Y.K. Hong, H.L. Kim and I.C. Bang. 2014. Community structure of fish and inhabiting status of natural monument *Cobitis choii* in the Baekgok Stream, a tributary of the Geum River drainage system of Korea. Korena J. Ichthyol., 26: 99-111. (in Korean)
- Kottelat, M. 2012. Conspectus Cobitidum: An Inventory of the Loaches of the World (Teleostei: Cypriniformes: Cobitoidei). Raffles Bull. Zool., Suppl. 26: 1-199.
- Kwater. 2007. A Guidebook of Rivers in South Korea. Kwater, Daejeon, 582pp. (in Korean)
- Lee, I.R., Y.A. Lee, H. Shin, Y.K. Nam, W.J. Kim and I.C. Bang. 2008. Genetic diversity of an endangered fish, *Iksookimia choii* (Cypriniformes), from Korea as assessed by amplified fragment length polymorphism. Korean J. Limnol., 41: 98-103. (in Korean)
- Lee, H.Y., H.S. Lee and C.S. Park. 1986. Karyotype analysis and geographical polymorphism in Korean *Cobitis*. Korean J. Genetics, 8: 65-74. (in Korean)
- MAFRA (Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries). 2010. The National Survey of Low Head Dams and Development of Database in Korea. 275pp. (in Korean)
- ME (Ministry of Environment). 1997~2008. National Environment Investigation of Freshwater fish.
- ME (Ministry of Environment). 2005. Enforcement of Wildlife Laws (Law No. 7167). (in Korean)
- ME (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)
- ME (Ministry of Environment). 2011a. Culture and Restoration Research of Endangered Freshwater Fish (four species include *Liobagrus obesus*). Soonchunhyang University, Asan, 359pp. (in Korean)
- ME (Ministry of Environment). 2011b. Culture and Restoration of Endangered Species. Kongju National University, Gongju, 96pp.
- ME (Ministry of Environment). 2012. Conservation and Management Laws of Wildlife (Law No. 10977). (in Korean)
- 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)
- Nelson, J.S., T.C. Grande and M.V.H. Wilson. 2016. Fishs of the World (Fifth edition). John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, p. 190.
- NIBR (National Institute of Biological Resources). 2011. Red Data Book of Endangered Fishes in Korea. Ministry of Environment, Incheon, 202pp. (in Korean)
- Oliva-Paterna, F.J., M.M. Torralva and C. Fernández-Delgado. 2002. Age, growth and reproduction of *Cobitis paludica* in a seasonal stream. Fish Biol., 60: 389-404.
- Park, J.Y. and I.S. Kim. 2003. Variability of egg envelopes in Korean spined loaches (Cobitidae). Folia Biol., 51: 187-192.
- Przybylski, M. and M. Valladolid. 2000. Age and growth of *Cobitis paludica* in the Lozoya River (Central Spain). Folia Zool., 49 (Suppl.): 129-134.
- Ricker, W.E. 1971. Methods for assessment of fish production in freshwater. IBP hand book, 3: 112-13.
- Robotham, P.W.J. 1981. Age, growth and reproduction of a population of spined loach, *Cobitis taenia* (L.). Hydrobiologia, 85: 129-136.
- 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 J. Limnol., 41: 104-110. (in Korean)