

멸종위기어류 미호종개 *Cobitis choii* (Pisces: Cobitidae)의 분포양상 및 서식개체수 추정

고명훈 · 이일로 · 방인철*

순천향대학교 생명시스템학과

Distribution Status and Estimation of Population Size of the Endangered Species, *Cobitis choii* (Pisces: Cobitidae) in Guem River, Korea by Myeong-Hun Ko, Ill-Ro Lee and In-Chul Bang* (Department of Life Sciences and Biotechnology, Soonchunhyang University, Asan 336-745, Korea)

ABSTRACT The distribution status and population size of the endangered species, *Cobitis choii*, were investigated in the Guem River, Korea. From 1984~2004, this species occurred at 20 survey stations; however, their numbers have but rapidly decreased in recent years (2006~2011), during which time they were only observed at six stations. The area of their habitat is narrow and occurs in primarily downstream, sandy zones. Using the mark-recapture method, populations were estimated at 9,106 and 34,717 individuals for the main habitats of Baekgok and Ji Stream, respectively.

Key words : Endangered fish, *Cobitis choii*, distribution, population size

서 론

미꾸리과(Cobitidae) 어류는 유라시아와 아프리카 북부에 널리 서식하는 담수어류로 26속 177종이 보고되었으며(Nelson, 2006), 우리나라에는 5속 16종이 서식하는 것으로 알려져 있다(Kim, 2009). 이중 미호종개 *Cobitis choii*는 Kim and Son(1984)에 의해 신종 발표된 종으로 우리나라의 금강에만 제한적으로 서식하는 고유종으로 저서성 소형어류이다. 주로 모래가 깔린 맑은 곳에 서식하는 것으로 알려져 왔는데, 최근 서식지의 골재채취 및 하천정비사업, 농업 및 축산, 생활하수의 유입으로 인한 수질오염 등으로 인해 서식지가 교란되면서 서식지역 및 개체수가 감소하는 것으로 보고 되고 있다(김, 1997; Hong, 2004; Cultural Heritage Administration, 2009). 이러한 이유로 미호종개는 1997년 환경부 멸종위기종으로, 이후 2005년 환경부 멸종위기야생동·식물 I급으로 지정되어 보호받고 있으며(환경부, 2005), 문화적 가치 및 생태적 중요성 등으로 2005년 종이 천연기

념물 제454호로 지정되었고, 미호종개 서식지인 지천 하류가 2011년 천연기념물 제533호로 지정되었다.

미호종개에 관한 연구는 핵형(이 등, 1986)과 난막구조(Park and Kim, 2003), 현황과 보존(Hong, 2004) 등의 연구가 이루어진 바 있고, 2006년부터 미호종개의 복원학적 연구가 진행되면서 유전자분석과 인공증식기술개발, 복원기술 등이 연구되기 시작되었으며(환경부, 2009, 2011), 유전자분석(이 등, 2008; Kim *et al.*, 2008; Bang *et al.*, 2009), 초기 생활사(송 등, 2008) 등이 보고된 바 있다. 미호종개의 분포에 관한 연구는 Hong(2004)이 최(1986, 1987, 1988)의 전국 담수어조사 및 환경부(1997~2003)의 제2차 전국자연환경조사, 직접 조사한 연구내용 등을 취합하여 보고한 바 있으나, 이후에는 단편적인 보고만 있을 뿐 금강 일대의 서식분포 양상 및 변화에 대해 전반적인 보고는 없었다(이 등, 2009; 윤 등, 2009).

따라서 본 연구에서는 멸종위기종 미호종개의 서식지인 금강 일대의 분포현황을 정밀 조사하여 과거의 분포자료와 비교를 통해 변화양상 및 현재의 서식실태를 명확하게 밝히고, 대표서식지의 서식개체수를 조사하는 보전학적 연구를 수행하고자 하였다.

*교신저자: 방인철 Tel: 82-41-530-1286, Fax: 82-41-530-1493, E-mail: incbang@sch.ac.kr

재료 및 방법

미호종개의 과거 서식현황을 알아보기 위하여 최 (1986, 1987, 1988)의 전국 담수어조사와 제2차 전국자연환경조사 (1997~2003), Hong (2004)의 자료를 분석·취합하였다. 현재의 서식현황은 2006년부터 2011년까지 직접 조사 및 기타 출현기록을 취합하여 정리하였는데, 과거 출현지역인 대청댐 이남의 금강 본류와 지류인 갑천과 미호천(백곡천과 초평천 포함), 유구천, 지천 등과 출현이 예상되는 지역을 조사하였다. 환경요인은 하폭 및 유속, 수심 등은 거리 측정용 망원경 (Yardage pro Tour XL, BUSHNELL, Japan)과 줄자를 이용하였으며, 하천형은 Kani(1944)의 방법에 따라, 하상구조는 Cummine(1962)의 방법에 따라 구분하였다. 채집은 문화재청의 포획허가를 받아 실시하였으며, 투망(망목 5×5 mm)과 족대(망목 1×1 mm)를 사용하여 채집하였고, 채집된 어류는 현장에서 동정·계수 후 생태계 보전을 위해 대부분 방류하였다. 또한 조사 지역 중 개체군이 큰 지역인 백곡천과 지천은 집중조사를 실시하여 서식범위를 파악하고, 서식개체수는 표지-재포획법 (mark-recapture method) 중 Chapman-Petersen 방법 (Ricker, 1975)을 사용하여 추정하였으며 95% 신뢰구간을 계산하였다. 채집된 개체들은 조사 차수에 따라 지느러미 일부를 구별되게 절단하여 표지하였다.

$$N=(M+1)(C+1)/(R+1)$$

$$\text{서식개체수의 분산}(V)=N^2(C-R)/(C+1)(R+2),$$

$$\text{표준오차}(SE)=\sqrt{V},$$

$$95\% \text{ 신뢰구간}=N \pm t(SE)$$

(N: 서식개체수, M: 표지 개체수, C: 포획 개체수, R: 재포획 개체수, V: 분산, SE: 표준오차, t: Student's t(자유도 C-1))

결과 및 고찰

1. 과거의 분포현황 (1984~2004)

Hong (2004)은 1984년부터 2004년까지 조사한 내용과 최 (1986, 1987, 1988)의 전국 담수어조사 및 환경부 (1997~2003)의 제2차 전국자연환경조사를 토대로 미호종개의 분포현황을 조사하여 보고하였다. 조사결과 미호종개는 금강에서 28회에 걸쳐 20개 지점에서 출현하였는데, Fig. 1과 같이 금강 본류수계는 대청댐 이남부터 부여시까지, 지류는 갑천 중하류, 미호천은 본류와 상류의 백곡천, 초평천까지, 지천 하류 등에서 서식하는 것으로 나타났고, 이들 지역은 유속 10~40 (평균 24.3) cm/sec, 수심 30~90 (평균 50) cm의 모래가 주를 이루고 있는 지역으로 보고하였다.

2. 현재의 출현지역 (2006~2011) 및 서식지 특성

2006년 이후부터 2011년까지 미호종개의 출현지역과 서식지 특성은 Fig. 1과 Table 1처럼 나타났다.

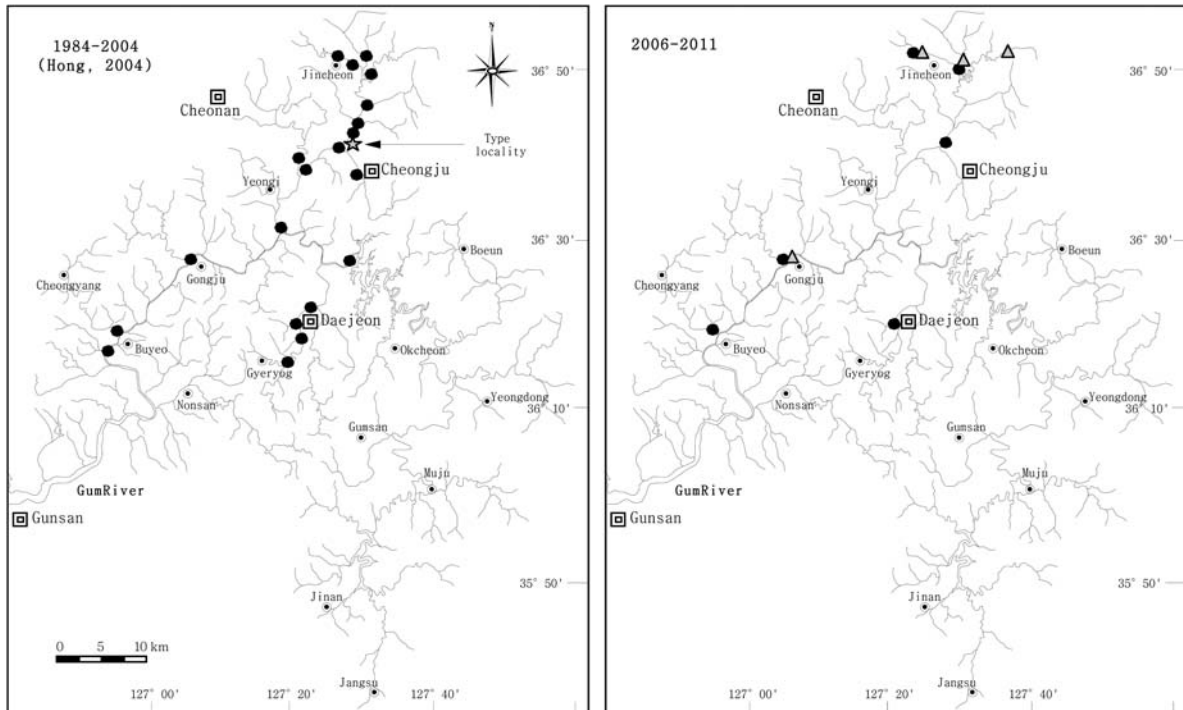


Fig. 1. Appearance locality of *Cobitis choii* in Gum River, Korea. ☆: type locality, △: release station, ●: appearance station.

Table 1. Appearance locality of *Cobitis choui* in Gum River, Korea from 2006 to 2011

No.	Year (sampling times)	Locality	No. of <i>Cobitis choui</i>	Stream	Reference
1	2006 (3)	Gasuwon-dong, Seo-gu, Daejeon-si, Korea	30	Gab	Present study
2	2006 (3)	Seokhyeon-ri, Baekgok-myeon, Jincheon-gun, Chungcheongbuk-do, Korea	925	Baekgok	Present study
3	2006 (3)	Gugok-ri, Munbaek-myeon, Jincheon-gun, Chungcheongbuk-do, Korea	1	Miho	Present study
4	2006 (4)	Oepyeong-dong, Cheongju-si, Chungcheongbuk-do, Korea	1	Miho	Present study
5	2006 (3)	Inyang-ri, Cheongnam-myeon, Cheongyang-gun, Chungcheongnam-do, Korea	9	Ji	Present study
6	2007 (2)	Seokhyeon-ri, Baekgok-myeon, Jincheon-gun, Chungcheongbuk-do, Korea	57	Baekgok	Present study
7	2007 (2)	Oepyeong-dong, Cheongju-si, Chungcheongbuk-do, Korea	1	Miho	Present study
8	2007 (2)	Okseong-ri, Useong-myeon, Gongju-si, Chungcheongbuk-do, Korea	5	Yugu	Present study
9	2008 (7)	Gasuwon-dong, Seo-gu, Daejeon-si, Korea	4	Gab	Lee <i>et al.</i> (2009)
10	2009 (2)	Doan-dong, Seo-gu, Daejeon-si, Korea	8	Gab	Yeon <i>et al.</i> (2009)
11	2009 (1)	Okseong-ri, Useong-myeon, Gongju-si, Chungcheongbuk-do, Korea	1	Yugu	Cultural Heritage Administration (2009)
12	2009 (1)	Inyang-ri, Cheongnam-myeon, Cheongyang-gun, Chungcheongnam-do, Korea	37	Ji	Cultural Heritage Administration (2009)
13	2010 (2)	Seokhyeon-ri, Baekgok-myeon, Jincheon-gun, Chungcheongbuk-do, Korea	120	Baekgok	Present study
14	2010 (5)	Inyang-ri, Cheongnam-myeon, Cheongyang-gun, Chungcheongnam-do, Korea	55	Ji	Present study
15	2011 (1)	Seokhyeon-ri, Baekgok-myeon, Jincheon-gun, Chungcheongbuk-do, Korea	125	Baekgok	Present study
16	2011 (2)	Okseong-ri, Useong-myeon, Gongju-si, Chungcheongbuk-do, Korea	37	Yugu	Present study
17	2011 (3)	Guryong-ri, Jangpyeong-myeon, Cheongyang-gun, Chungcheongnam-do, Korea	2	Ji	Present study
18	2011 (3)	Gwanhyeon-ri, Jangpyeong-myeon, Cheongyang-gun, Chungcheongnam-do	5	Ji	Present study
19	2011 (6)	Inyang-ri, Cheongnam-myeon, Cheongyang-gun, Chungcheongnam-do	1,209	Ji	Present study

갑천 중하류에 속하는 대전시 서구 일대는 하폭 180~200 m, 유평 50~70 m이고 수심 20~100 cm, 유속 0~30 cm/sec의 Bb-Bc형 하천으로 하상은 모래가 30%, 잔자갈 30%, 자갈 20%로 구성되어 있었다(Table 3). 과거에 갑천에는 미호종개가 폭넓게 서식하는 것으로 알려졌다(Hong, 2004), 현재는 이 일대에서만 2006년 30개체, 2008년 4개체(이 등, 2009), 2009년 8개체(윤 등, 2009)가 출현하였다. 서식범위는 1 km 내외로 매우 제한적으로 출현하였다.

미호천 상류인 백곡천 상류부는 충북 진천군 백곡면 일대로 백곡저수지 위쪽에 위치한다. 하폭은 150~160 m로 넓으나 유평은 20~30 m로 좁으며, 수심 20~150 cm, 유속 0~40 cm/sec인 Bb-Bc형 하천으로 하상은 모래 60%, 펄 30%, 잔자갈 10%로 구성되어 있었다. 이곳은 이전에 서식이 알려지지 않은 곳이었으나, 2006년 조사에서 처음으로 서식이 확인되었고 집중조사를 통하여 1,083개체(3회 채집)가 채집되었으며, 이후 2007년 57개체, 2010년 120개체, 2011년 125개체가 채집되어 지속적으로 많은 개체가 채집되었다. 서식범위는 500 m 구간 내에서만 서식하였다.

미호천 상류수역인 충북 진천군 문백면 일대는 하폭 150~160 m, 유평 50~70 m이고 수심 30~100 cm, 유속 10~100 cm/sec인 Bb형 하천으로 하상은 모래 30%, 돌 30%, 잔자갈 20%, 자갈 20%로 구성되어 있었다. 이 일대는 과거에 서식하는 것으로 알려진 지역이나(Hong, 2004), 본 조사에

서는 2006년 1개체만이 채집되었다.

미호천 중하류 수역인 충북 청주시 일대는 하폭 200~250 m, 유평 50~80 m이고, 수심 20~100 cm, 유속 10~40 cm/sec인 Bb-Bc형 하천으로 하상은 모래 70%, 잔자갈 20%, 자갈 10% 순으로 구성되어 있었다. 이 일대는 미호종개 모식종 기재지로서 과거에 많은 개체가 서식한 것으로 보고 되었으나(Kim and Son, 1984) 본 조사에서는 2006년 1개체, 2007년 1개체만이 확인되었다.

유구천 하류 수역인 충남 공주시 유성면 일대는 하폭 140~150 m, 유평 30~40 m이고 수심 30~50 cm, 유속 10~35 cm/sec인 Bb-Bc형 하천으로 하상은 모래 80%, 잔자갈 20%로 구성되어 있었다. 이곳은 과거에 서식이 알려지지 않았으나 본 조사에서 2007년 5개체가 채집되어 처음으로 서식이 확인되었으며 이후 2009년 1개체(Cultural Heritage Administration, 2009), 2011년 37개체가 채집되었다. 서식범위는 2 km 구간내로 한정적이었다.

지천 하류 수역인 충남 청양군 장평면과 청남면 일대는 하폭 150~200, 유평 30~40 m이고 수심 30~100 cm, 유속 0~40 cm/sec인 Bb-Bc형 하천으로 하상은 모래 80%, 펄 10%, 잔자갈 10%로 구성되어 있다. 이곳은 최(1986)에 의해 처음으로 서식이 알려졌으며, 이후 2006년 9개체, 2009년 37개체(Cultural Heritage Administration, 2009), 2010년 55개체가 채집되었고, 2011년에는 집중조사로 3개 지점, 3

Table 2. Environmental factors of appearance stations of *Cobitis choui* in Gum River, Korea from 2006 to 2011

Stations	River width (m)	Water width (m)	Water depth (cm)	Water velocity (cm/sec)	River types	Bottom substratum (%)*						No. of <i>Cobitis choui</i> (2006~2011)
						M	S	G	P	C	B	
Gap S. (Seo-gu)	180~200	50~70	20~100	0~30	Bb-Bc	-	50	30	20	-	-	42
Beakgok S. (Baekgok)	150~160	20~30	20~150	0~40	Bb-Bc	30	60	10	-	-	-	1,385
Miho S. (Munbaek)	150~160	50~70	30~100	10~100	Bb	-	30	20	20	30	-	1
Miho S. (Cheongju)	200~250	50~80	20~100	10~40	Bb-Bc	-	70	20	10	-	-	1
Yugu S. (Useong)	140~150	30~40	30~50	10~35	Bb-Bc	-	80	20	-	-	-	43
Ji S. (Jangpyeong)	150~200	30~40	30~100	0~40	Bb-Bc	10	80	10	-	-	-	1,317

*M: Mud (~0.1 mm), S: Sand (0.1 ~ 2 mm), G: Gravel (2 ~ 16 mm), P: Pebble (16 ~ 64 mm), C: Cobble (64 ~ 256 mm), B: Boulder (256 < mm)

Table 3. Release records of *Cobitis choui* in Gum River, Korea from 2007 to 2011

No	Year	Locality	Release numbers	Stream	Reference
1	2007	Samyong-ri, Wonnam-myeon, Eurnseong-gun, Chungcheongbuk-do, Korea	4,200	Chopyeong	Present study
2	2008	Seokhyeon-ri, Baekgok-myeon, Jincheon-gun, Chungcheongbuk-do, Korea	7,000	Baekgok	Present study
3	2010	Jungseok-ri, Chopyeong-myeon, Jincheon-gun, Chungcheongbuk-do, Korea	2,000	Miho	Ministry of Environment (2010)
4	2010	Okseong-ri, Useong-myeon, Gongju-si, Chungcheongbuk-do, Korea	4,000	Yugu	Present study
5	2011	Okseong-ri, Useong-myeon, Gongju-si, Chungcheongbuk-do, Korea	5,000	Yugu	Present study

회 조사로 1,216개체가 채집되었다. 서식범위는 5~6 km 구간으로 비교적 넓었다.

따라서 2006년부터 2011년까지 미호종개가 출현한 지역은 6개 지역으로 과거의 20개 지점보다 급격히 감소한 것으로 추정된다. 출현개체수는 백곡천, 지천, 갑천, 유구천 순으로 많은 개체가 채집되었으며 미호천 상류부와 중·하류부 2개 지역은 1개체씩만 채집되어 매우 희소하게 나타나, 기존에 많은 개체가 출현한 것으로 알려진 금강 본류와 미호천 본류, 갑천은 개체수가 급감하고 일부지역은 소멸한 것으로 판단된다. 미호종개가 집단으로 서식하는 지역은 대부분 하상이 모래로 모래여울과 소가 자연적으로 반복되어 나타나는 곳이었으며 비교적 수질이 양호한 지역이었다. 금강과 미호천, 갑천에서 미호종개가 급격히 감소한 원인은 골재채취 및 하천정비사업으로 인한 서식지 교란과 농업 및 축산, 생활하수 등의 유입으로 인한 수질의 저하 등이 주 원인으로 판단되나 정확한 원인규명을 위해서는 추후 감소원인에 대해 세밀한 조사가 필요하다고 판단된다.

3. 대표서식지의 서식개체수 추정

미호종개가 가장 많이 서식하고 있는 백곡천과 미호천에 2006년과 2011년에 각각 집중조사를 실시하여 서식개체수를 추정하였다.

1) 백곡천

백곡천의 서식개체수 추정은 서식범위가 한정되어 있어 서식지역 전체를 포함하여 표지-재포획법을 이용하여 추정

하였다. 1차 조사에서 274개체를 포획하여 100개체를 가슴 지느러미에 표지한 후 방류하였고, 1주일 후에 2차 조사에서 277개체를 포획하여 모두 표지한 후 방류하였으며 재포획된 표지 개체수는 3개체였다. 1주일 후 3차 조사를 실시하여 532개체가 채집되었으며 재포획된 표지 개체수는 17개체였다. 따라서 서식개체수는 2차 조사에서 $7,020 \pm 3,117$ 개체, 3차 조사에서 $11,193 \pm 2,524$ 개체로 추정되어 평균 $9,106 \pm 2,820$ 개체가 서식하는 것으로 추정되었다.

2) 지천

서식개체수를 추정하기 위하여 지천 하류부를 500~700 m 간격으로 14개 구역으로 세분하여 서식양상을 조사하였다. 조사결과 9개 지점에서 370개체가 채집되었으며, 이중 지점 11에서 152개체로 가장 많은 개체가 채집되어 이곳에서 표지-재포획법을 이용하여 서식개체수를 추정하였다. 1차 조사에서 264개체를 포획하여 왼쪽 배지느러미에 표지한 후 방류하였으며, 1주일 뒤에 2차 조사를 실시하여 365개체를 포획하였고 재포획된 개체는 7개체였으며 오른쪽 배지느러미를 표지하여 방류하였다. 다시 1주일 후에 3차 조사를 실시하여 340개체를 포획하였으며 재포획된 개체수는 1차 조사 때 표지 5개체, 2차 조사 때 표지 7개체였다. 따라서 서식개체수는 2차 조사 때 $12,127 \pm 3,997$ 개체, 3차 때 $15,061 \pm 5,642$ 개체 (1차 표지)와 $15,601 \pm 5,139$ 개체 (2차 표지)가 추정되어 이곳에는 평균 $14,262 \pm 4,926$ 개체가 서식하는 것으로 추정되었다. 추정된 서식개체수를 지점조사에서 채집된 개체수로 환산하면 지천에는 34,717개체가 서식

하는 것으로 추정되어 우리나라 최대 서식지로 판단되었다.

4. 미호종개의 복원연구 및 방류

2006년부터 미호종개에 대한 보전학적 연구가 진행되면서 유전다양성 분석과 인공증식 및 생태계 복원기술 개발 등에 대한 연구가 이루어지고, 방류후보지 조사를 통하여 2007년에 미호천 상류인 초평천인 충북 음성군 원남면에 치어 4,200개체, 2008년 미호천 상류인 백곡천인 충북 진천군 백곡면에 치어 7,000개체를 방류하였다. 이중 충북 음성군 원남면의 방류지역이 방류 1년 후 수해복구공사 및 하천정비로 인해 서식지가 파괴되면서 더 이상 관찰이 되지 않았다. 이후 2010년 미호천인 충북 진천군 초평면에 치어 2,000개체 (Ministry of Environment, 2010)가 방류되었으며, 유구천 하류인 충남 공주시 우성면에 2010년 치어 4,000개체, 2011년 치어 5,000개체를 방류하였다. 이중 유구천에 2010년 방류된 개체 (전장 35~55 mm)는 2011년 5월과 9월에 다수 관찰되고 크기가 각각 전장 35~65 (46) mm, 전장 40~70 (54) mm로 성장이 정상적으로 이루어지고 서식 지역도 1.5 km 구간으로 확대되어 비교적 잘 적응한 것으로 추정되나, 미호천 상류에 2010년 방류된 개체는 2011년에 거의 채집되지 않아 추후 조사가 더 필요하다고 판단된다. 추후 미호종개의 성공적인 복원을 위해서는 우선적으로 현재 집단서식지의 체계적인 관리가 우선되어야 하며, 또한 서식 가능한 다양한 지역의 지속적인 치어 방류 및 교란된 서식지의 복원이 다각도로 이루어져야 할 것으로 생각된다.

요 약

멸종위기 어류 미호종개의 분포양상을 조사하고 대표서식지의 서식개체수를 추정하였다. 과거 (1984~2004)에는 20개 지점에서 출현하였으나 현재 (2006~2011)는 6개 지점에서만 서식이 확인되어 분포지역이 급격히 감소한 것으로 추정된다. 출현지역은 대부분 모래로 이루어진 하천 하류부였으며 서식구간은 매우 협소하였다. 대표서식지인 백곡천과 지천의 서식개체수를 표지-재포획법 등으로 추정한 결과 백곡천은 9,106개체, 지천은 34,717개체가 서식하는 것으로 추정되었다.

사 사

본 연구는 환경부 “차세대핵심환경기술개발사업”과 “2011년도 멸종위기 담수어류 (통사리 등 4종) 증식·복원 연구”의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

인 용 문 헌

김익수, 1997. 한국동식물도감 제37권 동물편 (담수어류). 교육부, pp. 296-297.

송하윤 · 김우중 · 이완옥 · 방인철, 2008. 미호종개 *Iksookimia choii* (Cobitidae)의 난 발생 및 자어 형태 발달. 한국하천호수학회지, 41: 104-110.

윤희남 · 김중명 · 박승철, 2009. 제3차 전국자연환경조사. 유성 일대의 담수어류. 환경부, 5pp.

이동준 · 변화근 · 최준길, 2009. 서식처 유형에 따른 갑천의 어류 군집 특성. 한국하천호수학회지, 42: 340-349.

이혜영 · 이현실 · 박창신, 1986. 한국산 기름종개속 전종의 핵형 분석 및 지리적 분포에 따른 다형현상. 한국유전학회지, 8: 65-74.

최기철, 1986. 충북의 자연. 충청북도 교육위원회, 310pp.

최기철, 1987. 충남의 자연. 한국과학기술진흥재단, 365pp.

최기철, 1988. 전북의 자연. 전라남도 교육위원회, 386pp.

환경부, 1997~2003. 제2차 전국자연환경조사. 환경부.

환경부, 2005. 야생동·식물보호법. 법률 제7457호 (시행규칙 제2조).

환경부, 2009. 멸종위기어류 미호종개의 유전 다양성 분석, 인공증식 및 생태계 복원기술 개발에 관한 연구. 순천향대학교, 506pp.

환경부, 2011. 멸종위기종 담수어류 증식·복원연구 최종보고서. 공주대학교 & (사)한국민물고기연구소, 96pp.

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.

Cultural Heritage Administration. 2009. Investigation basic the nature memento fishes form present situation. Institute of Biodiversity Research, Jeonju, pp. 63-92. (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 mountain stream insects. Reserch history, Tokyo. (in Japanese)

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 Y.M. Son. 1984. *Cobitis choii*, a new cobitid fish from Korea. Korean J. Zool., 27: 49-55.

Kim, K.Y., S.Y. Lee, I.C. Bang and Y.K. Nam. 2008. Complete mitogenome sequence of an endangered freshwater fish, *Iksookimia choii* (Teleostei; Cypriniformes, Cobitidae), Mitochondrial DNA, 19: 438-445.

- Ministry of Environment. 2010. Culture and restoration of endangered species freshwater fish. Gongju National University, Gongju, 180pp. (in Korean)
- Nelson, J.S. 2006. Fishes of the world. John Wiley & Sons, Inc., pp. 146-147.
- Park, J.Y. and I.S. Kim. 2003. Variability of egg envelopes in Korean spined loaches (Cobitidae). *Folia Biol.*, 51: 187-192.
- Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Fisheries Research Board of Canada, Bulletin, 191pp.