

# 한국고유종 북방종개 *Iksookimia pacifica* (Pisces: Cobitidae)의 서식지 특성 및 섭식생태

고명훈\*

이화여자대학교 에코과학부

**Habitat Characteristics and Feeding Ecology of the Korean Endemic Species, *Iksookimia pacifica* (Pisces: Cobitidae) in the Bukcheon (stream), Korea by Myeong-Hun Ko\*** (Division of EcoScience, Ewha Womans University, Seoul 03760, Korea)

**ABSTRACT** Habitat characteristics and feeding ecology of *Iksookimia pacifica* were investigated in this study to provide baseline data for its ecological characteristics in Bukcheon (stream), Goseong-gun, Gangwon-do, Korea. The main inhabit of *I. pacifica* was found to be sand bottoms of Bb or Bc river type with slow water flow. Based on studies of their habitat preferences according to age, their preference for sand bed was the same. However, their preference for depth and velocity was different. When their age was increased, their depth preference was also increased (24.9±17.61 cm for 0+ year, 69.6±30.32 cm for 1+ year, 82.4±33.30 cm for 2+ years, and 90.0±31.55 cm for 3+ ≤ years). The water velocity was found to be 3.8~4.0 cm/sec for ages between 0+ and 1+ and 6.0~7.3 cm/sec for ages between 2+ and 3+ ≤. They were active on sand from March to November. They would hibernate in sand during the winter season. During the day from 12 pm to 24 am, they were highly active with high food consumption. Their main food sources analyzed with index of relative importance (IRI) include Chironomidae (76.7%), Simuliidae (10.3%), Rotatoria (7.3%), and Arcellidae (2.2%). Their juveniles (total length 20~40 mm) would feed on small-sized preys such as Rotatoria, Copepoda, and Arcellidae. Older *I. pacifica* would feed on big-sized preys such as Chironomidae and Simuliidae.

**Key words:** Spine loach, *Iksookimia pacifica*, habitat characteristics, feeding ecology

## 서론

잉어목(Cypriniformes)에 속하는 미꾸리과(Cobitidae) 어류는 유라시아와 아프리카 북부에 널리 서식하는 저서성 담수 소형어류로 26속 177종이 보고되었고(Nelson, 2006), 우리나라에는 5속 16종이 서식한다(Kim, 2009). 본 연구종인 북방종개 *Iksookimia pacifica*는 참종개속 *Iksookimia*에 속하는 어류로 이전에 학명을 *Cobitis granoei* (Choi et al., 1990), *Cobitis melanoleuca* (Nalbant, 1993; Kim, 1997)로 사용하였으나, Kim et al. (1999)에 의해 우리나라 고유종 *Cobitis pacifica*로 신종 보고되었다. 이후 Kim (2009)에 의해 외부 반문 및 형

태적 특징 등을 근거로 기름종개속 *Cobitis*에서 참종개속으로 전속되었다. 북방종개의 분포지는 동해안 강릉남대천 이북의 하천에만 서식하는 것으로 알려져 참종개속 어류 중에 유일하게 담수어류 분포구계상 동북한 아지역(Eastnorth Korea subdistrict)에 속한다(Kim, 1997). 또한 서식지에 있어서도 대부분의 참종개속 어류가 자갈과 돌이 깔린 바닥에 주로 서식하지만 북방종개는 모래바닥에 주로 서식하는 것으로 알려져 큰 차이를 보인다(Kim, 1997; Kim and Park, 2007).

미꾸리과 어류는 매우 다양한 서식지에 서식하는 것으로 알려져 있는데(Uchida, 1937; Kim, 1997; Kim and Park, 2007), 서식지에 관한 분석은 참종개 *Iksookimia koreensis* (Kim, 1978)와 부안종개 *I. pumila* (Kim and Lee, 1984), 새코미꾸리 *Korocobitis rotundicaudata* (Byeon, 2007), 북방종개 (Choi and Byeon, 2009) 등이 개체군 생태의 일환으로 간략하게 기술되

\*Corresponding author: Myeong-Hun Ko Tel: 82-2-3277-4630, Fax: 82-2-3277-2385, E-mail: hun@jbnu.ac.kr

었고, 이후 왕종개 *I. longicorpa* (Kim and Ko, 2005)와 줄종개 *Cobitis tetralineata* (Kim et al., 2006), 참종개, 점줄종개 *C. lutheri* (Ko et al., 2009), 얼룩새코미꾸리 *K. naktongensis* (Hong et al., 2011) 등은 유속 및 수심, 하상 크기 등이 분석되어 선호 서식지가 밝혀졌다.

섭식생태에 대해서도 참종개 (Kim, 1978)와 부안종개 (Kim and Lee, 1984), 새코미꾸리 (Byon, 2007), 북방종개 (Choi and Byeon, 2009) 등은 먹이생물의 개체수만을 개수하여 보고하였지만, 최근에 왕종개 (Kim and Ko, 2005)와 줄종개 (Kim et al., 2006), 참종개, 점줄종개 (Ko et al., 2009) 등은 먹이생물 개체수와 중량(부피)으로 나누어 비교하거나 얼룩새코미꾸리 (Hong et al., 2011)와 좁수수치 *K. brevifasciata* (Kim et al., 2011)는 개체수와 무게(부피), 출현빈도까지 포함하는 상대중요성지수 (IRI)를 계산하여 중요도를 평가한 바 있다. 또한 그 밖에 활동시기와 섭식장소, 성장에 따른 먹이 및 크기 변화 등이 함께 분석되고 있다 (Kim and Ko, 2005; Kim et al., 2006; Ko et al., 2009).

본 연구중인 북방종개에 대한 연구는 난막구조 (Kim and Park, 1995)와 난발생 및 초기생활사 (Lee et al., 2011), 생태적 특성 (Choi and Byeon, 2009) 등이 있는데, 서식지 특성 및 섭식생태에 관해서는 서식지 환경이 간략하게 보고되었고, 먹이생물은 개체수만으로 제시되었을 뿐 부피(무게)나 출현빈도는 고려되지 않았다 (Choi and Byeon, 2009).

따라서 본 연구에서는 지금까지 간략하게 보고된 우리나라 고유종 북방종개의 서식지 특성 및 섭식생태인 서식지 환경과 연령별 서식지 선호도, 먹이생물의 상대중요도, 활동시기, 성장에 따른 먹이생물 및 크기 변화 등을 조사하여 생태학적 특성을 밝히고 유연종과 비교·논의하고자 한다.

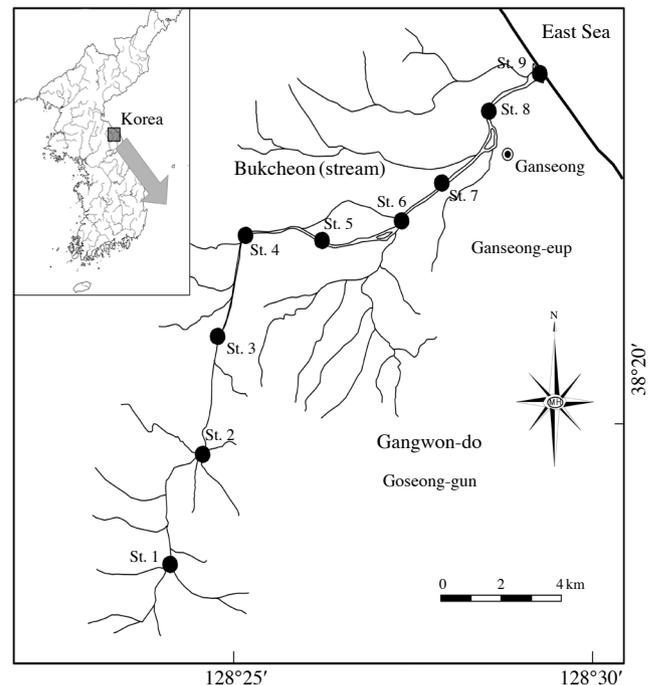
## 재료 및 방법

조사는 북방종개 *Iksookimia pacifica* 개체군 크기가 큰 것으로 알려진 (Lee et al., 2010) 강원도 고성군의 북천에서 2013년 1월부터 12월 사이에 서식환경과 서식경향, 연 활동주기, 섭식내용물 분석을, 2015년 9월에 일 활동주기 조사를 실시하였다. 서식지의 수문학적 환경은 하폭과 유폭, 수심, 하천형, 하상구조, 고도 등을 측정하였는데, 하천형은 Kani (1944)의 방법에 따라, 하상구조는 Cummine (1962)의 방법을 응용하여 현장에서 육안으로 구분하였다. 집단서식지의 기온과 수온, 이화학적 환경은 2013년 매달 14~16일 사이에 12시를 기준으로 측정하였는데, 서식지의 기온과 수온은 디지털온도계 (T-250A, ASAHI, Japan)를, 전기전도도 (Conductivity)와 용존산소량 (DO), pH, 염도 등은 수질측정기 (HI-9828, Romania)를 사용하여 측정하였다.

북방종개의 서식경향을 알아보기 위하여 Fig. 1과 같이 북천의 상류에서 하류까지 3~5 km 간격으로 9개 지점을 선정하여 족대(망목 1×1, 4×4 mm)를 사용하여 1시간씩 봄과 가을 2회 조사를 실시하였다. 서식지 선호도는 북방종개가 가장 많이 출현한 강원도 고성군 간성을 어촌리 (St. 6)에서 개체별로 수심과 유속, 하상입자 등을 조사한 후 연령별로 비교하였으며, 통계적 유의성은 SPSS 12.0을 사용하여 다변량분산분석 (MANOVA, 유의수준: P=0.05)을 실시한 후 사후분석은 LSD test를 수행하였다.

연 활동주기 및 섭식률 변화를 알아보기 위하여 2013년 매달 전장 100 mm 이상의 개체를 10개체 이상 채집하여 섭식양과 섭식률(섭식개체/전체개체\*100)을 계산하였다. 또한 일 활동주기는 서식지가 안정화 되는 2015년 9월 17~18일에 3시간 간격으로 만 24시간 동안 기온과 수온, 활동개체수 및 섭식량을 조사하였다. 활동개체수는 서식지 50 m<sup>2</sup> 안에서 모래 밖으로 나와 있는 개체를 스노클링을 통해 육안으로 개수하였으며, 섭식량은 전장 100~130 mm 5개체씩을 현장에서 포르말린 10% 수용액에 고정한 후 실험실로 옮겨 섭식량을 측정하였다.

섭식한 소화관 내용물은 섭식활동이 활발한 5월에 연령별로 채집하여 분석하였는데, 연령구분은 전장빈도분포도에 따라 당년생 (전장 20~40 mm), 1년생 (41~65 mm), 2년생



**Fig. 1.** Map showing the study stations of *Iksookimia pacifica* in the Bukcheon (stream), Ganseong-eup, Gangwon-do, Korea. St. 1: Jinburi, St. 2, 3: Jangsinri, St. 4, 5: Gwangsinri, St. 6: Eocheonri, St. 7: Ganchonri, St. 8: Daedaeri, St. 9: Bonghori.

(65~100 mm), 3년생 (100~130 mm), 4년생 이상 (131~160 mm) 5개 그룹으로 구분하여 연령별 5개체씩을 무작위로 선별하여 조사하였다. 선별된 개체는 해부현미경과 광학현미경 상에서 동물성플랑크톤은 Jo (1993), 수서곤충은 Yoon (1995) 과 Won *et al.* (2005), 기타 동물은 KSSZ (2003), 담수조류는 Jeong (1993)에 따라 분류·동정하여 개수 및 부피를 계산하였다. 먹이생물중 동물성 먹이는 상대중요성지수 (index of relative impotence, IRI)를 Pinkas *et al.* (1971)의 방법으로 계산하여 백분율로 환산하여 (% IRI) 비교하였으며, 부피비가 1% 이하로 출현한 조류는 상대중요성지수에서 제외시켰다.

$$IRI = (N + W) \times F_i$$

(N: 먹이생물 총 개체수에 대한 백분율, W: 먹이생물 전체 습중량에 대한 백분율, F<sub>i</sub>: 각 먹이생물의 출현빈도)

## 결 과

### 1. 서식지 특성

#### 1) 서식 분포 및 서식지 환경

북천에서 북방종개 *Iksookimia pacifica*의 서식분포를 조사한 결과 주로 중·하류의 St. 3~9에서 서식하고 있었는데, 미

소서식지는 주로 모래가 깔린 소(pool)에 서식하고 있었다. 특히 St. 6~8은 50개체 이상의 많은 개체가 채집되었으며 모래의 비율도 30~50%로 높은 특징을 보였다. 하지만 경사가 급한 계곡형(Aa형)지점인 St. 1~2에서는 모래의 비율이 10% 미만이었으며 북방종개는 서식하지 않았다(Table 1). 가장 많은 개체가 채집된 St. 6은 유폭이 20~80 m, 수심 30~150 cm이고 경사각이 작아 짧은 여울 이후 넓은 소가 형성되어 있었다. 하상은 모래가 50%로 가장 비율이 높았으며 그 밖에 잔자갈 20%, 자갈 15%, 돌 10%, 펄 5%로 구성되어 있었다. 이곳의 이화학적 특징을 조사한 결과, 수온은 1월과 2월에 3°C 이하로 매우 낮았으나 3월부터 급격히 상승하여 3월에 8.7°C, 5월 16.7°C였고 8월에 23.2°C로 가장 높았으며 이후 10월 16.2°C, 12월에 4.5°C로 급격히 낮아졌다(Fig. 3A). 물은 맑았고, 전기전도도 (conductivity)는 연중 30~78 (평균 51) μs/cm로 낮았으며, 용존산소량(DO)는 6.9~15.4 (10.9) mg/L로 비교적 높았다. 또한 염도는 0.01~0.64 (0.08)%로 순담수였으며, pH는 6.40~8.45 (7.43)으로 중성에 가까웠다(Table 2).

#### 2) 연령별 서식지 선호도

북방종개의 서식지 선호도를 알아보기 위하여 연령별로 수심과 유속, 하상구조 등을 개체별로 측정하여 비교하였다 (Table 3, Fig. 2). 북방종개는 연령에 상관없이 대부분 하상이 모래인 곳에 서식하여 큰 차이를 보이지 않았지만, 수심과

**Table 1.** The environmental conditions and collected number of *Iksookimia pacifica* in the Bukcheon (stream), Ganseong-eup, Gangwon-do, Korea, 2013

Stations	River width (m)	Water width (m)	Water depth (cm)	River type*	Altitude (m)	Bottom structure (%)**						No. of <i>I. pacifica</i>
						M	S	G	P	C	B	
1	30~50	5~30	30~100	Aa	256	-	5	20	10	25	40	-
2	70~100	10~30	30~200	Aa	92	-	10	10	20	40	20	-
3	60~80	10~20	40~100	Aa-Bb	68	-	5	15	20	30	30	5
4	80~100	10~50	10~150	Aa-Bb	46	-	20	20	30	20	10	15
5	100~120	10~30	20~120	Bb	28	-	10	10	20	40	20	12
6	100~150	20~80	30~150	Bb	18	5	50	20	15	10	-	184
7	150~170	40~60	30~120	Bb	13	10	30	20	15	20	5	55
8	200~250	20~50	30~150	Bb-Bc	2	10	40	40	5	5	-	75
9	300~400	200~300	50~200	Bc	1	30	50	10	5	5	-	11

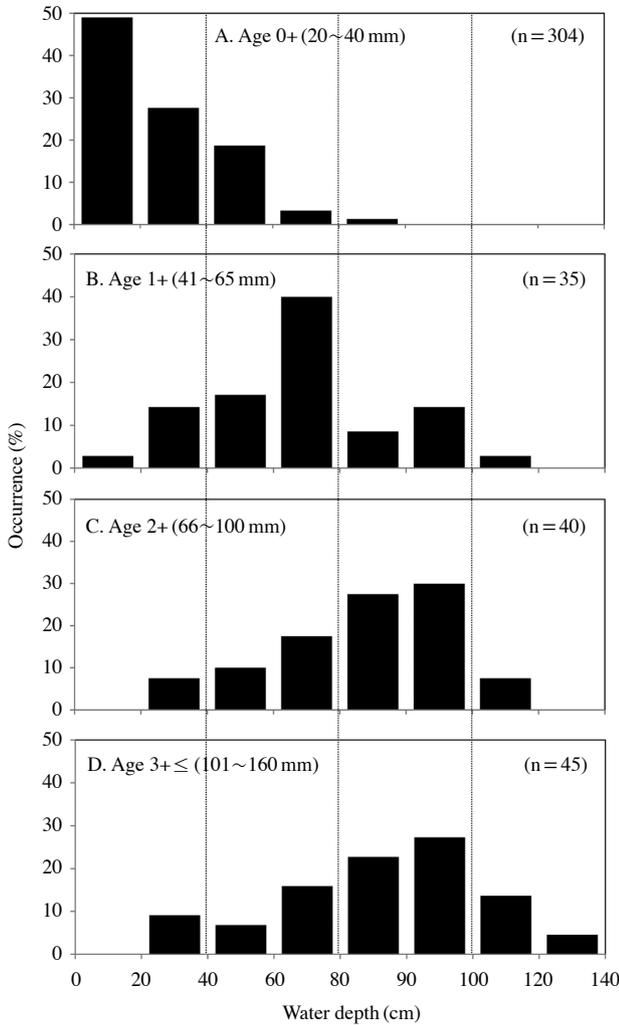
\*River type: by Kani (1944), \*\*M: Mud (~0.1 mm); S: Sand (0.1~2 mm); G: Gravel (2~16 mm); P: Pebble (16~64 mm); C: Cobble (64~256 mm); B: Bolder (256 mm <) -by Cummins (1962).

**Table 2.** Measured aquatic environmental factors in the Bukcheon (stream), Eocheonri (St. 6), Ganseong-eup, Gangwon-do, Korea, 2013

Items	Month												Mean ± SD
	Jan.	Feb.	Mar	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	
Conductivity (μs/cm)	30	45	56	57	57	78	58	49	41	55	40	43	51 ± 12.3
Do (mg/L)	10.3	13.9	12.5	10.0	9.4	6.9	8.8	9.2	10.3	10.9	13.6	15.4	10.9 ± 2.45
Sal (‰)	0.01	0.04	0.64	0.03	0.03	0.04	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.08 ± 0.18
pH	7.02	7.33	8.37	6.64	6.40	8.45	7.04	7.52	8.26	7.45	7.10	7.54	7.43 ± 0.66

**Table 3.** Water depth and water velocity in habitat of *Iksookimia pacifica* by age in the Bukcheon (stream), Ganseong-eup, Gangwon-do, Korea, October, 2013

Items	Age			
	0+	1+	2+	3+ ≤
Total length (mm)	20~40	41~65	66~100	101~160
Number of individuals	304	35	40	45
Water depth (cm)	24.9 ± 17.61	69.6 ± 30.32	82.4 ± 33.30	90.0 ± 31.55
Water velocity (cm/sec)	3.8 ± 4.78	4.0 ± 6.99	6.0 ± 6.58	7.3 ± 6.80



**Fig. 2.** Occurrence aspect of *Iksookimia pacifica* by water depth in the Bukcheon (stream), Ganseong-eup, Gangwon-do, Korea, October, 2013.

유속에 있어서는 차이를 보였다. 특히 수심에 있어서는 연령이 높아질수록 급격히 수심이 깊어졌는데, 당년생(0+)은 평균 24.9 ± 17.61 cm, 1년생(1+)은 69.6 ± 30.32 cm, 2년생(2+)는 82.4 ± 33.30 cm, 3년생 이상(3+ ≤)은 90.0 ± 31.55 cm로 당년생과 1년생, 2년생~3년생 이상은 뚜렷한 차이를 보였으

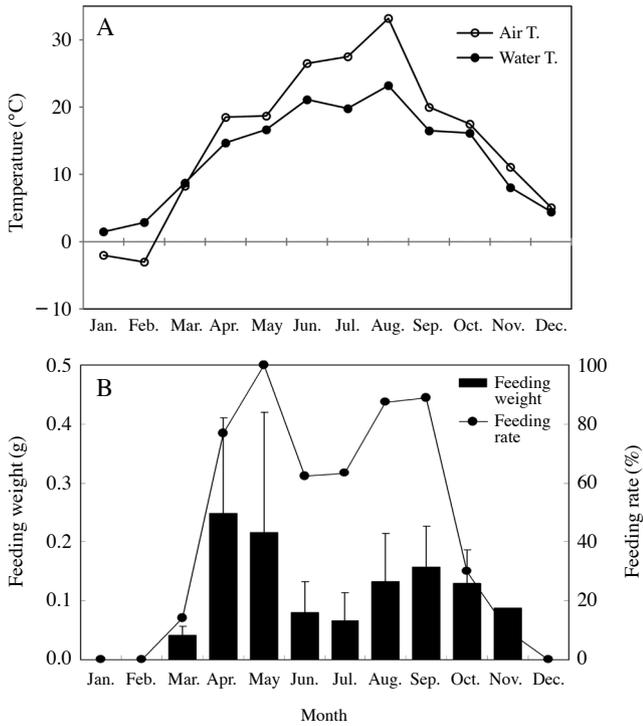
나( $p < 0.001$ ) 2년생과 3년생 이상은 큰 차이를 보이지 않았다( $p > 0.05$ ). 또한 연령에 따른 수심분포도는 Fig. 2와 같이 매우 넓은 범위를 보였지만 주요 서식범위는 당년생 0~60 cm (95.4%) 1년생 20~80 cm (71.4%), 2년생 40~120 cm (85.0%), 3년생 이상 60~140 cm (79.5%)로 나타나 연령이 올라가면서 20 cm 이상 깊어지는 특징을 보였다. 유속에 있어서는 당년생은 평균 3.8 ± 4.78 cm/sec, 1년생은 4.0 ± 6.99 cm/sec, 2년생은 6.0 ± 6.58 cm/sec, 3년생 이상은 7.3 ± 6.80 cm/sec로 나타나 조금씩 빨라지는 경향을 보였는데, 당년생~1년생과 2년생~3년생 이상은 유의한 차이를 보였으나( $p < 0.01$ ) 당년생과 1년생 그리고 2년생과 3년생 이상은 서로 유의한 차이를 보이지 않았다( $p > 0.05$ ).

## 2. 섭식생태

### 1) 활동주기 및 섭식을 변화

연 활동주기를 알아보기 위하여 1년간 월별 섭식률과 섭식량을 조사하였다(Fig. 3). 1월과 2월에는 수온이 1.5~2.9°C로 매우 낮아 모래속에서 월동하며 모든 개체가 섭식을 하지 않았지만 3월부터 11월까지의 수온이 10°C 이상이면 모래 밖으로 나와 활동하거나 모래에서 여과섭식으로 먹이를 섭식하였다. 3월에는 섭식률이 14.3%, 섭식량은 평균 0.04 ± 0.01 g으로 매우 적었으나, 4월의 섭식률은 76.9%, 섭식량은 0.25 ± 0.16 g, 5월은 섭식률 100%, 섭식량 0.22 ± 0.20 g으로 나타나 급격히 상승하여 정점에 도달하였다. 이후 6월과 7월에는 섭식률이 각각 62.5%, 63.2%, 섭식량은 각각 0.08 ± 0.05 g, 0.07 ± 0.05 g으로 감소하였다. 8월 이후 다시 증가하였는데, 8월과 9월의 섭식률은 각각 87.5%, 88.9%였고, 섭식량은 각각 0.13 ± 0.08 g, 0.13 ± 0.07 g으로 두 번째 정점을 보였으며, 이후 급격히 감소하여 11월에는 섭식률이 10%, 섭식량은 0.09 g이었고, 12월 이후에는 모든 개체가 섭식을 하지 않았다. 따라서 북방종개의 활동기는 10°C 이상 되는 4월부터 10월이며 과도기는 3월과 11월, 월동기는 12월부터 2월까지로 추정되었다.

일 활동주기는 3시간 간격으로 24시간 관찰하였는데, 기온과 수온 변화는 Fig. 4A와 같이 변화였고 일몰은 18시 00분, 일출은 06시 30분이었다. 50 m<sup>2</sup> 안에서 활동개체수는 12시부

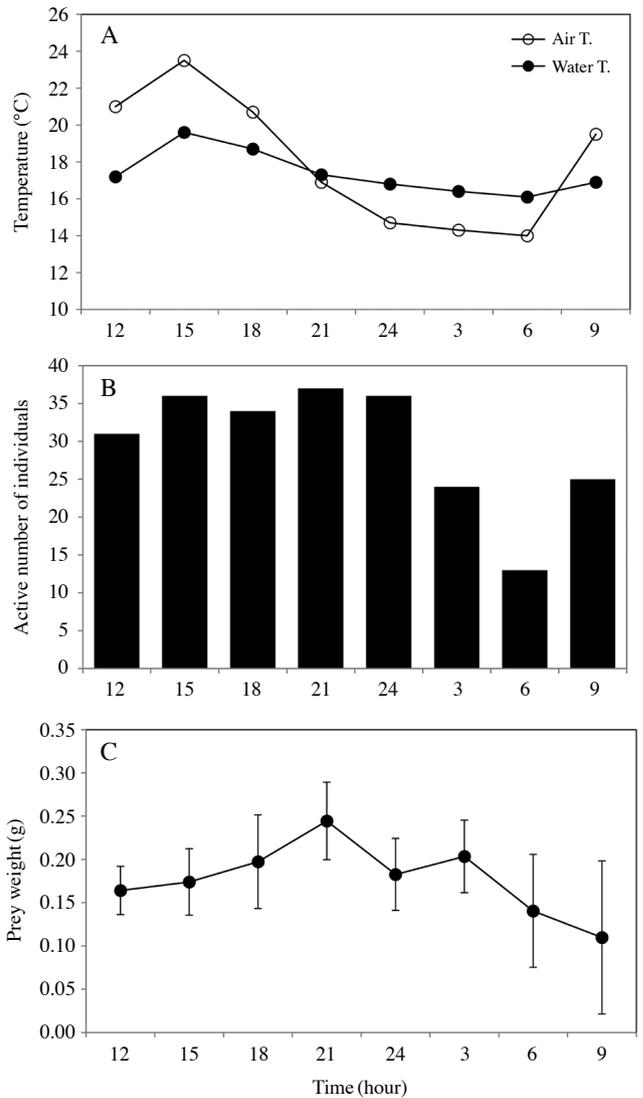


**Fig. 3.** Monthly change in the temperature, feeding weight and feeding rate of *Iksookimia pacifica* in the Bukcheon (stream), Ganseong-eup, Gangwon-do, Korea, 2013.

터 24시까지 30~40개체가 관찰되고 활발한 활동을 보였으나 3시부터 9시까지는 10~25개체로 활동개체수가 감소하였는데, 특히 6시에는 13개체로 가장 적었다. 섭식량은 21시에 0.18 g으로 가장 높았고 12시부터 3시까지 0.16~0.24 g으로 비교적 높게 나타났지만 6시와 9시는 각각 0.14 g, 0.11 g으로 섭식량이 다른 시간대에 비해 적었다.

2) 소화관 내용물 조성

북방종개의 식성을 알아보기 위하여 연령별로 소화관 내용물을 조사한 결과 Table 4와 같았다. 조사결과 대부분 동물성 먹이였으며 극히 일부 담수조류가 관찰되었다. 동물성 먹이 중 가장 많이 차지한 분류군은 절지동물문 (Arthropoda) 으로 곤충강 (Insecta)과 갑각강 (Crustacea)이 포함되었다. 곤충강의 파리목 (Diptera)에 속하는 깔다구과 (Chironomidae)는 1,267개체가 확인되어 개체수비 57.9%로 가장 높았고 먹파리과 (Simuliidae)는 6.3%, 등에과 (Tabanidae) 0.2% 등이 관찰되었으며, 하루살이목 (Ephemeroptera)에는 알락하루살이과 (Ephemereliidae) 0.7% 등이 관찰되었다. 갑각강의 새각목 (Branchiopoda)은 물벼룩과 (Daphniidae)가 1.2%, 코끼리물벼룩과 (Bosminidae) 0.3%, 등굴레물벼룩과 (Chydoridae) 0.9% 등이었으며, 요각목 (Copepoda)은 1.2%를 차지하였다. 유행동물문 (Trochelminthes)의 윤충강 (Rotatoria)은 거머리꼴윤충목 (Bdelloidea)의 거머리꼴윤충과 (Philodidae)가 1.6%, 유영



**Fig. 4.** Three hours change temperature (A), active number of individuals (B) and prey weight (n = 45) (C) of *Iksookimia pacifica* in the Bukcheon (stream), Ganseong-eup, Gangwon-do, Korea, 17~19, September, 2015.

목 (Ploima)의 방패윤충과 (Brachionidae) 12.0%, 주머니윤충과 (Asplanchnidae) 2.2%, 쥐꼬리윤충과 (Trichocercidae) 0.2%, 장삼윤충과 (Euchlannidae) 0.1% 등이었다. 그 밖에 육질편모충문 (Sarcomastigophora)의 근족충강 (Rhizopodea)에 속하는 꽃병벌레과 (Arcellidae)가 4.8%, 완보동물문 (Tardigrada)은 0.1% 등으로 확인되었다. 담수 조류 (algae)는 부피 비율은 1% 미만이었으며 규조강 (Bacillariophyceae)의 *Synedra* spp., *Cymbella* spp., *Navicula* spp., *Melosira* spp., *Cocconeis* spp., *Fragilaris* spp., *Closterium* spp. 등의 순으로 우세하게 출현하였다.

부피에 있어서는 깔다구과가 69.0%로 개체수비와 함께 가장 높았다. 그 다음은 먹파리과가 16.8%, 알락하루살이과 2.3%, 미동정 파리목 1.5%, 미동정 하루살이목 3.2% 등이었는

**Table 4.** Composition of the intestine contents of *Iksookimia pacifica* (n=25) by frequency of number, volume, occurrence and index of relative importance (IRI) in the Bukcheon (stream), Ganseong-eup, Gangwon-do, Korea, May 2013

Prey organism	Age (total length (mm))					Total	Number (%)	Volume (%)	Occurrence (%)	IRI	IRI (%)
	0+ (20~40)	1+ (41~65)	2+ (66~100)	3+ (101~130)	4+ ≤ (131~160)						
Phylum Sarcomastigophora											
Class Rhizopodea											
Family Arcellidae	18	8	45	28	5	104	4.8	0.1	70.0	329	2.2
Phylum Trochelminthes											
Class Rotatoria											
Order Bdelloidea											
Family Philodidae	35					35	1.6	+	20.0		
Order Ploima											
Family Trichocercidae	2	2	1			5	0.2	+	15.0		
Family Asplanchnidae	2	7	17	20	2	48	2.2	+	70.0		
Family Brachionidae	201	15	30	14	2	262	12.0	0.2	65.0		
Family Euchlannidae	3					3	0.1	+	15.0		
Phylum Tardigrada	8		4	26	2	40	1.8	+	40.0	67	0.4
Phylum Arthropoda											
Class Crustacea											
Order Branchiopoda	5	4	38	6		53	2.4	0.1	60.0	140	0.9
Family Daphniidae	5	3	19			27	1.2	+	35.0		
Family Bosminidae		1		6		7	0.3	+	10.0		
Family Chydoridae			19			19	0.9	+	20.0		
Order Copepoda	6			8	12	26	1.2	0.1	40.0	51	0.3
Class Insecta											
Order Diptera											
Family Chironomidae	47	41	421	546	212	1267	57.9	69.0	95.0	11677	76.7
Family Simuliidae		2	101	74	59	137	6.3	16.8	70.0	1571	10.3
Family Tabanidae					4	4	0.2	0.9	5.0	4	+
Unid.*			33			33	1.5	4.8	20.0	127	0.8
Order Ephemeroptera											
Family Ephemerellidae				16		16	0.7	2.3	5.0	12	0.1
Unid.				18	4	22	1.0	3.2	15.0	68	0.4
Unid.				30	3	33	1.5	2.4	15.0	63	0.4

+: less than 0.1%; \*Unid.: unidentification

데, 이들은 개체수비는 작았지만 부피에서는 비교적 큰 비율을 차지하였다. 출현빈도는 깔다구과가 92.0%, 윤충강과 먹파리과, 꽃병벌레과는 각각 68.0%, 새각목 56.0%, 요각목 40.0% 등의 순으로 높았다. 개체수비와 부피비, 출현빈도를 모두 포함한 상대중요성지수 (IRI)로 계산한 결과, 깔다구과가 76.7%로 가장 중요한 먹이생물이었고, 그 다음은 먹파리과 10.3%, 윤충강 7.3%, 꽃병벌레과 2.2%, 새각목 0.9%, 요각목 0.3% 등의 순으로 높게 나타났다.

### 3) 성장에 따른 먹이 조성 및 크기 변화

성장에 따른 먹이 조성은 부피로 계산한 결과 Fig. 5와 같았다. 당년생 (전장 20~40 mm)은 크기가 작은 윤충강이 49.2%로 가장 높았고 그 다음은 깔다구과 38.5%였으며 그 밖에 요각목 4.9%, 꽃병벌레과 3.7%, 새각목 2.1% 등의 순이었다. 1년

생 (41~65 mm)은 깔다구과와 먹파리과가 각각 54.1%, 33.0%로 급격히 증가한 반면 윤충강은 7.6%로 급격히 감소하였다. 2년생 (66~100 mm)과 3년생 (101~130 mm), 4년생 이상 (131~160 mm)은 비교적 유사하게 깔다구과가 57~75.0%로 가장 높았고 그 다음은 먹파리과로 10.4~26.0%로 높았으나 윤충강이나 요각목, 새각목, 꽃병벌레과 등의 비율은 매우 낮았다.

먹이생물의 크기는 윤충강이 0.1~0.3 mm, 꽃병벌레과 0.2~0.3 mm, 새각목 0.3~0.6 mm, 요각목 0.3~1.0 mm로 비교적 작고 비교적 균일하였으나 깔다구과는 0.5~12.7 mm로 매우 다양한 크기를 보였고 먹파리과와 기타 수서곤충은 각각 2.0~10.5 mm, 5.0~12.7 mm로 비교적 큰 크기였다. 성장에 따른 먹이 크기 변화는 크기 폭이 큰 깔다구과와 먹파리과, 기타 수서곤충을 대상으로 조사한 결과 (Fig. 6) 당년생

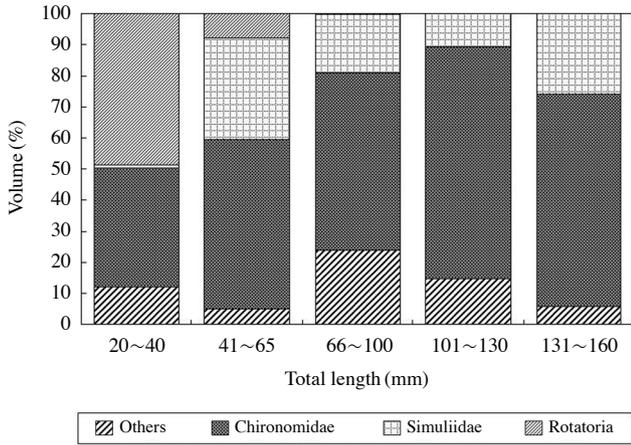


Fig. 5. Ontogenetic changes in composition of intestine contents by volume of *Iksookimia pacifica* (n=25) in the Bukcheon (stream), Ganseong-eup, Gangwon-do, Korea, May 2013.

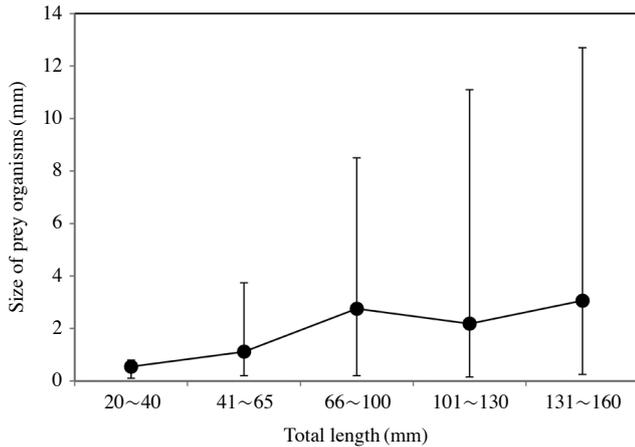


Fig. 6. Ontogenetic change in sizes of prey organisms (insect) of *Iksookimia pacifica* (n=25) in the Bukcheon (stream), Ganseong-eup, Gangwon-do, Korea, May 2013. Circles and bars represent the mean and range.

(20~40 mm)은 평균  $0.54 \pm 0.18$  mm로 매우 작았으나 성장하면서 먹이크기도 커져 1년생(41~65 mm)은  $1.12 \pm 1.24$  mm, 2년생(66~100 mm)은  $2.76 \pm 2.55$  mm, 3년생(101~130 mm)은  $2.19 \pm 2.45$  mm, 4년생 이상(131~160 mm)은  $3.06 \pm 3.01$  mm였다. 또한 최고 크기는 당년생치어가 0.8 mm에서 1년생 3.7 mm, 2년생 8.5 mm, 3년생 11.1 mm, 4년생 이상 12.7 mm로 나타나 평균 크기보다 급격히 증가하는 경향을 보였다.

### 고찰

미꾸리과(Cobitidae)는 저서성 소형어류로 다양한 서식지에 적응하여 서식하며 유속과 하상에 있어 큰 차이를 보이

는 것으로 알려져 있는데(Kawanabe *et al.*, 1989; Kim, 1997; Kottelat, 2006; Kottelat and Freyhof, 2007), 우리나라에 서식하는 미꾸리속 *Misgurnus* 어류는 유속이 거의 없이 정체되고 하상은 펄로 된 곳에 주로 서식하고, 기름종개속 *Cobitis* 어류는 유속이 느리고 하상이 모래로 된 곳에 주로 서식하며, 새코미꾸리속 *Koreocobitis*과 참종개속 *Iksookimia*, 좀수수치속 *Kichulchoia*은 유속이 비교적 빠르며 하상이 자갈과 돌 등으로 된 곳에 주로 서식하는 것으로 알려져 있다(Kim, 1997; Kim and Park, 2007; Kim, 2009). 북방종개 *Iksookimia pacifica*는 참종개속에 속하는 어류지만 유일하게 유속이 느리고 주로 모래에 서식하는 것으로 알려져 왔는데(Kim, 1997; Choi and Byeon, 2009), 본 조사 결과에서도 북방종개는 중·하류의 유속이 느리고 모래의 비율이 높은 곳에 많이 서식하였고, 특히 모래의 비율이 50%로 높은 곳에서는 큰 집단을 이루고 있어 서식지 특성이 참종개속 어류보다는 기름종개속 어류와 비교적 유사하였다(Kim, 1978; Kim and Lee, 1984; Kim and Ko, 2005; Kim *et al.*, 2006; Ko, 2009; Ko *et al.*, 2009; ME, 2011).

북방종개의 서식지 선호도를 연령별로 조사한 결과, 하상은 연령과 상관없이 모두 모래 바닥에 서식하고 있었지만, 유속은 2년생~3년생 이상(6.0~7.3 cm/sec)이 당년생~1년생(3.8~4.0 cm/sec)보다 빠른 것으로 나타났고, 수심은 당년생이  $24.9 \pm 17.61$  cm이고 연령이 높아지면서 20~30 cm씩 깊어지는 경향을 보였다. 동일 속에 속하는 왕종개 *I. longicorpa*는 당년생 치어가 유속이 느리고 수심이 30 cm 이하의 모래에 주로 서식하는 반면 1년생 이상의 경우 하상은 돌로 이루어져 있고 유속 10~30 cm/sec, 수심 30~100 cm인 곳에 주로 서식한다고 보고되었고(Kim and Ko, 2005), 참종개 *I. koreensis*는 당년생 치어가 유속이 느리고 수심 20~40 cm인 모래와 자갈에 서식하나 1년생 이상은 유속이  $22.7 \pm 14.7$  cm/sec로 비교적 빠르고 수심은  $46.4 \pm 13.0$  cm, 하상은 자갈과 돌(평균  $8.0 \pm 5.7$  cm) 이루어진 곳에 서식한다고 보고되어(Ko *et al.*, 2009), 당년생 치어는 이 종들과 비교적 유사하였으나 1년생 이상의 개체에서는 유속과 하상 등에 있어 큰 차이를 보였다. 반면 기름종개속에 속하는 점줄종개 *C. lutheri*는 하상에 있어 연령과 상관없이 모두 유속이 느리며( $8.5 \pm 6.9$  cm/sec) 모래바닥을 선호하지만 수심에 있어서 당년생은 0~40 cm, 1년생은 40~80 cm, 2년생 이상은 80~120 cm에 주로 서식하여(Ko *et al.*, 2009) 본종과 하상과 유속, 수심에 있어 대체로 유사하였다. 또한 미호종개 *C. choii*는 모든 연령군이 모래바닥에 서식하나 수심과 유속에 있어서 당년생과 1~3년생으로 나누어지는데, 당년생은 유속  $8.0 \pm 6.44$  cm/sec, 수심  $14.0 \pm 11.73$  cm이나 1~3년생은 연령별 큰 차이 없이 유속  $35.9 \pm 16.90$  cm/sec, 수심  $15.1 \pm 9.93$  cm로 보고되어(ME, 2011) 하상과 당년생의 서식지 선호도는 유사하였지만 1년생 이상의 연령에 있어서는 유속과 수심에 있어 차이를 보였다. 추후 다른 미꾸리

과 어류들의 서식지 선호도가 추가로 분석된다면 유연종간의 서식지 및 적응도 차이를 비교 할 수 있을 것으로 판단된다.

연 활동주기는 수온이 10°C 이상 되는 4월부터 10월까지 모래 밖으로 나와 활발히 활동하고 장에서 먹이가 많이 관찰되어 활동기로, 10°C 이하 되는 12월부터 2월까지의 모래속에서 은신하면서 먹이활동을 전혀 하지 않아 월동기로 추정되었으며, 3월과 11월은 과도기로 판단되어 같은 과의 줄종개 *C. tetralineata*와 점줄종개, 왕종개, 참종개와 대체로 유사하였다 (Kim and Ko, 2005; Kim *et al.*, 2006; Ko *et al.*, 2009). 또한 섭식률과 섭식량은 모두 5월과 9월에 두 번의 정점을 보였으며 6월과 7월은 낮게 나타나 활동기가 연구된 줄종개와 점줄종개, 왕종개, 참종개와 대체로 유사하였다 (Kim and Ko, 2005; Kim *et al.*, 2006; Ko *et al.*, 2009). 섭식률과 섭식량 변화양상에 있어 5월에 정점을 보인 것은 산란 준비를 위해, 9월에 정점을 보인 것은 월동을 위해 많은 섭식을 한 것으로 추정되며 6월과 7월에 낮게 나타난 것은 산란 및 장마로 인해 급격히 감소한 것으로 추정된다. 일 활동주기는 먹이양과 활동개체수로 볼 때 12시부터 24시까지 활발한 활동과 섭식을 보이는 것으로 나타나 낮에만 기질 밖으로 나와 활동하는 주행성 어류로 보고된 줄종개와 점줄종개, 왕종개, 참종개 (Kim and Ko, 2005; Kim *et al.*, 2006; Ko *et al.*, 2009)와 약간의 차이를 보였다.

북방종개의 소화관 내용물 (IRI)은 깔다구과 (Chironomidae)가 76.7%로 가장 높았고, 그 다음으로 먹파리과 (Simuliidae, 10.3%), 윤충강 (Rotatoria, 7.3%), 꽃병벌레과 (Arcellidae, 2.2%) 등의 순이었다. 개체수로 분석된 연곡천 집단에서도 깔다구과는 가장 중요한 먹이원으로 동일하였으나 그 밖의 먹이생물은 하루살이목 (Ephemeroptera)의 꼬마하루살이 *Baetis* sp.와 날도래목 (Trichoptera)의 줄날도래 *Hydrophyche* sp.가 중요한 먹이로 분석되어 본 결과와 차이를 보였다 (Choi and Byeon, 2009). 같은 속에 속하는 왕종개는 개체수에서 꽃병벌레과 (25.1%)와 깔다구과 (24.4%)가 가장 높으나 부피에서는 하루살이목 (46.4%)과 깔다구과 (38.0%)가 높다고 보고되었고 (Kim and Ko, 2005), 참종개는 개체수에서 윤충강 (22.5%)과 깔다구과 (22.1%)가 높으나 부피에서는 깔다구과 (35.4%)와 기타 수서곤충 (깔다구과를 제외한 파리목과 하루살이목, 41.5%)이 높게 보고되어 (Ko *et al.*, 2009) 깔다구과와 하루살이목이 중요한 먹이원으로 나타나 본종과 차이를 보였다. 하지만 기름종개속의 줄종개 (Kim *et al.*, 2006)와 점줄종개 (Ko *et al.*, 2009), 미호종개 (ME, 2011)는 개체수와 부피면에서 모두 깔다구과가 높게 나타나 본 종과 비교적 유사하였다. 이러한 차이는 왕종개와 참종개가 유속이 있는 자갈과 돌바닥에 주로 서식하는 반면 북방종개와 줄종개, 점줄종개, 미호종개는 정수역의 모래바닥에서 주로 서식하는데, 하루살이목은 정수역에 비해 자갈과 돌이 깔린 우수지역에 보다 많이 서식하

고 깔다구과는 거의 모든 수역에 서식하는 것으로 알려져있어 (Yoon, 1995; Won *et al.*, 2005) 서식지 차이 때문에 먹이생물에도 차이를 보이는 것으로 판단된다. 당년생 치어는 크기가 작은 윤충강과 요각류 (Copepoda) 등을 많이 섭식하나 연령이 높아지면서 이들의 비율은 작아지고 크기가 큰 깔다구과와 먹파리과의 비율은 증가하여 기존에 보고된 줄종개 (Kim *et al.*, 2006)와 점줄종개 (Ko *et al.*, 2009), 미호종개 (ME, 2011)와 대체로 유사하였다.

## 요 약

북방종개 *Iksookimia pacifica*의 생태적 특성을 밝히기 위하여 강원도 고성군 북천에서 서식지 특성 및 섭식생태를 조사하였다. 북방종개는 하천형이 Bb 또는 Bc형이고 유속이 느리고 모래가 쌓인 소에 주로 서식하고 있었다. 연령별 서식지 선호도를 조사한 결과, 하상은 모두 모래를 동일하였으나 수심과 유속에서는 차이를 보였다. 수심은 당년생 (0+) 24.9±17.61 cm, 1년생 69.6±30.32 cm, 2년생 82.4±33.30 cm, 3년생 이상 90.0±31.55 cm로 급격히 깊어졌으며, 유속은 당년생과 1년생이 3.8~4.0 cm/sec, 2년생과 3년생 이상이 6.0~7.3 cm/sec로 약간 빨라지는 경향을 보였다. 3월부터 11월까지 모래위에서 활동하였으나 12월부터 2월까지 모래 속에서 월동하였으며, 주요 활동시간은 12시부터 24시까지로 활발한 활동과 많은 섭식량을 보였다. 먹이생물을 상대중요성지수 (IRI)로 분석한 결과 깔다구과 (Chironomidae)가 76.7%, 먹파리과 (Simuliidae) 10.3%, 윤충강 (Rotatoria) 7.3%, 꽃병벌레과 (Arcellidae) 2.2% 등의 순으로 중요한 먹이생물이었다. 당년생 치어 (전장 20~40 mm)는 크기가 작은 윤충강과 꽃병벌레과를 많이 섭식하였으나 이후 연령이 높아지면서 이들의 비율은 적어지고 비교적 크기가 큰 깔다구과와 먹파리과를 주로 섭식하였다.

## REFERENCES

- Byeon, H.K. 2007. Ecology of *Koreocobitis rotundicaudata* (Cobitidae) in the Naerin Stream, Korea. Korean J. Ichthyol., 19: 299-305. (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)
- Choi, K.C., S.R. Jeon, I.S. Kim and Y.M. Son. 1990. Coloured illustrations of the freshwater fishes of Korea. Hyangmun Publishing Company, Seoul, 277pp. (in Korean)
- Cummins, K.W. 1962. An evolution of some techniques for the collection and analysis of benthic samples with special empha-

- sis on lotic waters. Amer. Midl. Nat'l., 67: 477-504.
- 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)
- Jeong, J. 1993. Illustration of the Freshwater Algae of Korea. Academy Publishing Company, Seoul, 496pp. (in Korean)
- Jo, K.S. 1993. Illustration of the Freshwater Zooplankton of Korea. Academy Publishing Company, Seoul, 387pp. (in Korean)
- Kani, T. 1944. Ecology of Torrent-inhabiting Insects, pp. 171-317. In: Furukawa, H. (ed.), Insect 1, Kenkyu-sha, Tokyo. (in Japanese)
- Kawanabe, H., N. Mizuno and K. Hosoya. 1989. Freshwater Fishes of Japan. YAMA-KEI Publishers Co., Ltd., Tokyo, 720pp.
- Kim, E.J., I.S. Kim and N. Onikura. 2011. Size-related changes in food of dwarf loach, *Kichulchoia brevifasciata* Kim & Lee, 1995. Folia Zool., 60: 295-301.
- 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 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. 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 species 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 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 W.O. Lee. 1984. Morphological and ecological aspects on the population of *Cobitis koreensis* Kim (Pisces: Cobitidae) in the Begchon Stream, Puan-gun, Cholla-bug-do, Korea. Korean J. Ecology, 7: 10-20. (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 Mangyeong River, Korea. Korean J. Ichthyol., 21: 253-261. (in Korean)
- Kottelat, M. 2006. Fishes of Mongolia. A check-list of the fishes known to occur in Mongolia with comments on systematics and nomenclature. Environment and Social Development Sector, East Asia and Pacific Region, The World Bank, Washington, xii+103pp.
- Kottelat, M. and J. Freyhof. 2007. Handbook of European Freshwater Fishes. Cornol and Freyhof, Berlin. xiv+646pp.
- KSSZ (The Korean Society of Systematic Zoology). Animal Taxonomy. Jiphyeon Publishing Company, 458pp. (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)
- ME (Ministry of environment). 2011. Development of culture techniques and construction of monitoring system for released seed of an endangered fish *Koreocobitis naktongensis*. Soonchunhyang University, Asan, 250pp. (in Korean)
- Nalbant, T.T. 1993. Some problems in the systematics of the genus *Cobitis* and its relatives (Pisces, Ostariophysi, Cobitidae). Re. Roum. Biol. (Bio. Anim.), 38: 101-110.
- Nelson, J.S. 2006. Fishes of the World. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, pp. 139-143.
- Pinkas, L., M.S. Oliphant and I.K.K. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California water. Fish. Bull., 152: 1-105.
- Uchida, K. 1939. The Fishes of Tyosen. Part I. Numatognathi, Eventognathi. Bull. Fish Exp. Sta. Gov. Gener. Tyosen, pp. 400-458. (in Japanese)
- Won, D.H., S.J. Kwon and Y.C. Jeon. 2008. Aquatic Insects of Korea. Korean Ecosystem Service, Seoul, 360pp. (in Korean)
- Yoon, I.B. 1995. Aquatic Insects of Korea. Jeonghang Publishing Company, Seoul, 262pp. (in Korean)