

# 만경강에 서식하는 참종개 *Iksookimia koreensis*와 점줄종개 *Cobitis lutheri*의 서식환경과 섭식생태

고명훈 · 박종영\* · 김수환

전북대학교 자연과학대학 생물과학부, 전북대학교 생물다양성연구소

**Habitat Environment and Feeding Habitat of *Iksookimia koreensis* and *Cobitis lutheri* (Pisces: Cobitidae) in the Mangyeong River, Korea by Myeong-Hun Ko, Jong-Yeong Park\* and Su-Hwan Kim** (Faculty of Biological Science and Institute for Biodiversity, College of Natural Science, Chonbuk National University, Jeonju, Jeollabuk-do 561-756, Korea)

**ABSTRACT** Habitat environment and feeding habitat of *Iksookimia koreensis* and *Cobitis lutheri* were investigated in the Mangyeong River, Jeollabuk-do, Korea from 2005 to 2006. They together inhabit the upper and middle stream, but they showed differences in their microhabitat. *I. koreensis* inhabited the stony zones of relatively rapid waters with a water depth of 30~60 cm, whereas *C. lutheri* lived in the sandy zones of relatively slow waters with a depth of 30~100 cm. The two species were active during daylight hours from March to October but hibernated in the winter season. During hibernation *I. koreensis* still lived in the gravel and stone and *C. lutheri* burrowed in the sand. *I. koreensis* ingested mainly chironomid and other aquatic insects, whereas *C. lutheri* fed mainly on Chironomidae, Copepoda and Branchiopoda. The feeding rate of both species was highest in April and September, but they did not feed in the winter.

**Key words** : *Iksookimia koreensis*, *Cobitis lutheri*, population ecology, feeding habits

## 서 론

미꾸리과(Cobitidae) 어류는 유럽과 아시아 담수역에 널리 분포하는 저서성 어류로 전 세계에 16속 120여종이 알려져 있고(Nalbant, 2002), 우리나라의 미꾸리과(Cobitidae) 어류는 6속 16종이 서식하며 이중 *Iksookimia*속과 *Cobitis*속의 어류는 각각 지리적으로 나뉘어져 분포하며 서로 혼서한다(김과 박, 2002; Kim, 2009). 참종개 *Iksookimia koreensis*는 한국 고유종으로 노령산맥 이북의 서해로 흐르는 임진강, 한강, 금강, 만경강, 동진강과 삼척 오십천, 마읍천 등에 분포하며, 점줄종개 *Cobitis lutheri*는 우리나라의 서남해로 유입되는 중·하류 하천과 중국, 시베리아에도 분포하는 것

으로 알려져 있으며, 우리나라 서해로 흐르는 많은 하천에서 두 종이 혼서하여 출현하고 있다(김과 박, 2002).

일반적으로 생태적 지위(ecological nich)가 유사한 종들은 대부분 동일한 장소에 함께 서식하지 않으며, 동일한 장소에 서식하더라도 종간 경쟁을 피하기 위하여 활동시간이나 공간, 먹이, 산란시기 등을 달리 하는 것으로 알려졌다(Hardin, 1960; Nilsson, 1967). *Iksookimia*속과 *Cobitis*속은 대체로 하천 중·상류에 서식하는 저서성 소형어류로 작은 동물성먹이나 조류를 섭식하는 등 생태적 지위가 비슷하며 혼서하는 경우가 많다. 이들에 관한 생태적 연구 및 비교는 섬진강에 혼서하는 왕종개 *I. longicorpa*와 줄종개 *C. tetralineata*에 대해서만 연구된바 있으나 대부분 단편적인 특징만이 보고되었다(김과 박, 2002; 김과 고, 2005; 김 등, 2006).

만경강의 중·상류에는 참종개와 점줄종개가 비슷한 서식지에서 혼서하여 서식하고 있다. 이들에 대한 연구는 참

\*교신저자: 박종영 Tel: 82-63-270-3344, Fax: 82-63-270-3362,  
E-mail: park7877@jbnu.ac.kr

종개의 경우 생태(김, 1978)와 성장과 번식(김 등, 2008), 핵형(김과 이, 1986), 정자 미세구조(박과 김, 1996), 난막구조(Park and Kim, 2001) 등의 연구가 있으며, 점줄종개에 관한 연구는 계절적 반문변이(김과 정, 1988), 성비와 자웅동체(Kim and Park, 1992), 난막구조(Park and Kim, 1997), 핵형(김과 이, 1986) 등의 연구가 이루어졌다. 그러나 아직까지 점줄종개의 생태적 연구가 이루어지지 않았으며 혼서하는 참종개와 점줄종개의 생태적 특징에 대해서 세부적으로 연구되지 않았다.

따라서 본 연구에서는 만경강에 혼서하여 서식하는 *Iksookimia*속의 참종개와 *Cobitis*속의 점줄종개의 생태적 특징과 차이점을 밝히는 일환으로 서식환경 및 서식생태를 조사하여 비교·논의하고자 한다.

### 재료 및 방법

조사는 2005년부터 2006년까지 전라북도 완주군과 전주시의 만경강에서 이루어졌다. 참종개와 점줄종개의 서식분포를 알아보기 위하여 만경강 지류인 삼천천에서 상류부터 하류까지 8개 지점을 선정하여 하천형태, 하상구조, 출현종을 봄, 여름, 가을로 나누어 조사하였으며 (Fig. 1), 채집된 동서출현종의 동정과 분류는 김과 박(2002)에 따랐다.

연구종의 정기적인 채집은 전라북도 완주군 구이면 덕천리(St. 4)에서 매월 25~30일 사이에 이루어졌고, 채집은 투망(망목 7×7 mm), 족대(망목 4×4 mm), 뜰채(망목 4×4 mm) 등을 사용하였으며, 치어의 채집은 망목 1×1 mm인 족대와 뜰채를 제작하여 채집하였다. 서식지의 이화학적 환경요인인 기온, 수온, DO, Conductivity는 전자수온계와 수질측정기(Multi-Analyzer 815PDC, Korea)를 사용하여 매달 25~30일 사이 14시에 측정하였다. 물리적 환경요인은 유속, 하폭, 수심, 하상 등을 조사하였으며, 하천형태(River type)는 피어(1944)의 방법을, 하상구조는 Cummins(1962)의 방법을 적용하였고 유속은 Tachometer(Global water instrumentation, USA)를 사용하여 측정하였다.

연활동 시기는 하상 밖에 나와 있는 개체와 섭식률의 변화 등으로 추정하였고, 일활동시기는 섭식이 왕성한 2005년 4월 24일에 전라북도 완주군 구이면 덕천리에서 2시간 간격으로 24시간 동안 스킨다이빙을 통하여 10 m<sup>2</sup>에 하상 밖으로 나와 활동하는 개체 및 섭식개체수를 조사하여 추정하였다.

섭식장소와 섭식행동은 스킨다이빙을 통하여 관찰하였으며, 소화관내용물은 개체별, 크기별로 채집하여 즉시 10% 포르말린으로 고정된 후 실험실로 옮겨 해부현미경과 광학현미경상에서 수서곤충은 윤(1995), 동물성플랑크톤은 조(1993), 담수조류는 정(1993)에 따라 분류 동정하여 계수

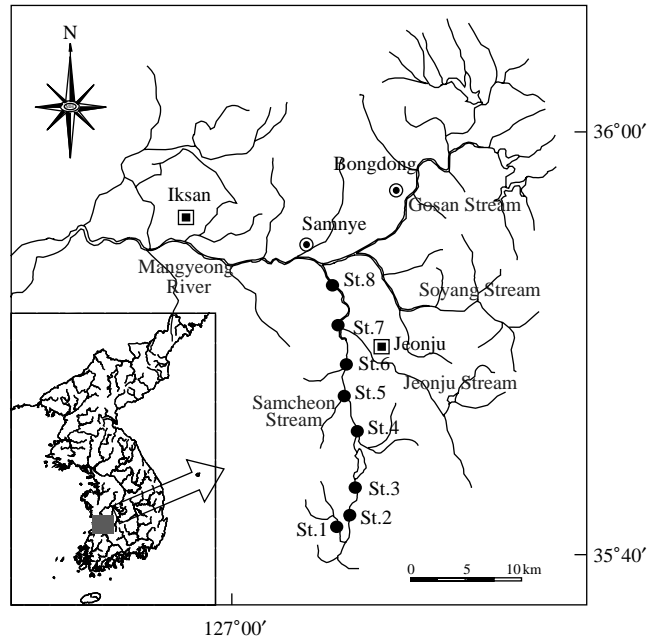


Fig. 1. A map showing the collection sites of *Iksookimia koreensis* and *Cobitis lutheri* in the Samcheon Stream, Jeollabuk-do, Korea. St. 1: Andeog-ri, Gui-myeon, Wanju-gun; St. 2: Gyegok-ri, Wanju-gun, Sunchang-gun; St. 3: Hanggi-ri, Gui-myeon, Wanju-gun; St. 4: Deokcheon-ri, Gui-myeon, Wanju-gun; St. 5: Pyeonghwa-dong, Wansan-gu, Jeonju-si; St. 6: Hyoja-dong, Wansan-gu, Jeonju-si; St. 7: Deokjin-dong, Deokjin-gu, Jeonju-si; St. 8: Goryang-dong, Deokjin-gu, Jeonju-si.

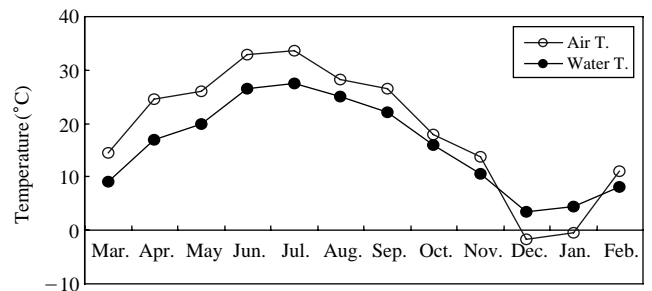


Fig. 2. Monthly changes in the air and water temperature in the Samcheon Stream at Deokcheon-ri, Gui-myeon, Wanju-gun, Jeollabuk-do, Korea from March 2005 to February 2006.

및 부피를 계산하였다. 섭식률(feeding rate)은 매달 채집된 10개체 이상의 개체의 섭식량 변화를 조사하여 평균값을 계산하였으며, 섭식개체율(feeding individual rate)은 매달 채집된 개체 수 중 섭식한 개체수의 비율을 계산하여 변화양상을 조사하였다.

서식지 특징의 통계적 유의성은 SPSS 12.0을 사용하여 다변량분산분석(MANOVA)을 실시한 후 LSD test를 수행하여 검정하였으며, 가설 검정을 위한 유의 수준은 P=0.05로 설정하였다.

**Table 1.** The environmental conditions and occurring frequencies of *Iksookimia koreensis* and *Cobitis lutheri* at the studied stations in the Samcheon Stream, Jeollabuk-do, Korea from March 2005 to February 2006

St.	River width (m)	Water width (m)	Water depth (cm)	River type*	Bottom structure (%)**						<i>Iksookimia koreensis</i>	<i>Cobitis lutheri</i>
					M	S	G	P	C	B		
1	8~10	4~5	30~50	Aa		10	15	40	35		22	5
2	20~30	5~10	30~50	Aa-Bb	-	-	20	40	30	10	37	3
3	30~40	10~12	30~100	Bb	-	-	15	40	40	5	8	-
4	60~70	10~15	50~70	Bb	10	30	15	15	30	-	100	83
5	60~70	5~10	30~150	BC	15	5	20	30	30	-	42	6
6	60~70	10~15	50~70	BC	-	15	15	70	-	-	2	-
7	100~120	50~80	50~200	BC	-	-	-	10	60	30	-	-
8	100~120	20~40	50~120	BC	-	-	-	60	30	10	-	-

\*River type: by 可兒 (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)

## 결 과

### 1. 서식지 특징

#### 1) 서식지 환경

이화학적 환경은 전라북도 완주군 구이면 덕천리 (St. 4)에서 측정하였다. 수온은 3월에 9.1°C로 나타났고 이후 계속 꾸준히 증가하여 5월 20.0°C였으며 7월에 27.4°C로 가장 높았다. 이후 수온은 다시 감소하기 시작하여 9월에 22.1°C, 11월에 10.7°C를 보였으며 12월에 3.4°C로 가장 낮게 나타났다 (Fig. 2). 조사기간 중 DO는 수온과 정반대의 경향을 보여 8월에 7.2 mg/L로 가장 낮았고 12월에 15.0 mg/L로 가장 높았으며, pH는 6.9~7.6의 범위였으며, Conductivity는 100.7~230.0 µs/cm의 범위로 나타났다.

최상류 지점인 St. 1은 하천형태가 Aa형으로 여울과 소(沼)가 짧게 반복적으로 나타나고 비교적 하폭과 유폭이 좁으며 자갈과 돌의 비율이 비교적 높게 나타났다. St. 2~3은 대체로 Bb형으로 여울과 소가 길게 반복적으로 나타났으며 자갈과 돌이 대부분을 차지하고 있었다. St. 4~5는 Bb-Bc형으로 하폭과 유폭이 많이 넓어졌고 여울과 소가 길게 반복적으로 나타나며 하상입자는 비교적 다양하였다. St. 6은 시내에 위치한 지점으로 자갈의 비율이 높게 나타났으나 하천공사가 진행 중에 있어 물이 탁하였으며 하상구조가 불안정하였다. St. 7~8은 전주천과 합류되어 하폭과 유폭이 매우 커졌고 큰 보의 설치로 거의 대부분이 정수역으로 자갈과 돌의 비율이 높게 나타났으며 물이 탁하였다.

#### 2) 서식분포 및 동소출현종

St. 1~2는 자갈과 돌이 있는 곳에서 참종개 *Iksookimia koreensis*가 다수 서식하고 있었으나 점줄종개 *Cobitis lutheri*는 소지역의 모래지역에 국한하여 소수 출현하였고, St. 1은 11종, St. 2는 17종의 어류가 서식하였으며 공동적으로 참갈겨니 *Zacco koreanus*와 피라미 *Z. platypus*, 밀어 *Rhino-*

*gobius brunneus*, 버들치 *Rhynchocypris oxycephalus*가 우세하였다 (Tables 1, 2). St. 3은 참종개가 8개체 채집되었으나 점줄종개는 출현하지 않았고 동소출현종은 19종이 서식하였다. St. 4는 참종개와 점줄종개 모두 높게 출현하였는데, 참종개는 자갈과 돌이 있는 곳에 점줄종개는 모래가 있는 곳에 무리를 지어 서식하고 있었다. 이곳에서 출현한 어류는 20종이었으며 피라미와 민물점정망둑 *Tridentiger brevispinis*, 왜매치 *Abbottina springeri*, 밀어, 참갈겨니 순으로 우세하게 출현하였다. St. 5는 참종개가 다수 출현하였지만 점줄종개는 소수 출현하였고 출현어종은 23종으로 가장 많았으며 이곳에서 피라미와 참마자 *Hemibarbus longirostris*, 모래무지 *Pseudogobio esocinus*, 배스 *Micropterus salmoides*, 블루길 *Repomis macrochirus* 등의 어류가 우세하게 서식하였다. St. 6은 참종개가 소수 관찰되었으나 점줄종개는 관찰되지 않았고 22종의 어류가 서식하였다. St. 7~8은 참종개와 점줄종개는 출현하지 않았으며 두 지점 모두 16종의 어류가 서식하였고 대체적으로 피라미, 모래무지, 배스, 끄리 *Opsariichthys uncirostris amurensis* 등의 어류가 우세하게 나타났다.

### 2. 서식지 차이

참종개와 점줄종개의 보다 세밀한 서식조건을 알아보기 위하여 출현비율이 높은 완주군 구이면 덕천리 (St. 4)에서 집중조사를 실시한 결과 미소서식지 Fig. 3과 같이 나타낼 수 있었다. 서식지 특징별로 크게 세 가지로 나눌 수 있었는데, 물이 천천히 흐르며 수심은 30~60 cm로 자갈과 돌로 이루어진 A지역은 미꾸리과 어류에서 참종개 (1 m<sup>2</sup>당 3.7개체)만이 서식하고 있었고, 소지역의 수심 50~120 cm의 모래가 깔려 있는 B에서는 주로 점줄종개 (1 m<sup>2</sup>당 8.0개체)와 참종개 치어 (1 m<sup>2</sup>당 2.3개체)가 출현하였으며, 소지역의 수심 40~100 cm의 진흙과 부식질로 이루어진 C지역에서는 미꾸리 *Misgurnus anguillicaudatus* (1 m<sup>2</sup>당 2.3개체)와

Table 2. Individual number of the fishes in the investigated stations of the Samcheon stream, Korea from 2005

Species	Korean name	Station								Total	RA			
		1	2	3	4	5	6	7	8					
Anguilliformes	뱀장어과													
<i>Anguilla japonica</i>	뱀장어									2	2	0.06		
Cyprinidae	잉어과													
<i>Cyprinus carpio</i>	잉어									3	4	2	9	0.28
<i>Carassius auratus</i>	붕어	3	4	7	7	24	80	14					139	4.31
* <i>Rhodeus uyekii</i>	각시붕어		6	1	2								9	0.28
<i>Rhodeus notatus</i>	떡납줄갱이						1						1	0.03
<i>Acheilognathus lanceolatus</i>	납자루			1									1	0.03
* <i>Achanthorhodeus gracilis</i>	가시납지리				5	15	154	10	1				185	5.73
<i>Rhodeus ocellatus</i>	흰줄납줄개						1						1	0.03
<i>Pseudorasbora parva</i>	참붕어		1	1			8	100	4	1			115	3.56
<i>Pungtungia herzi</i>	돌고기		1		10	18	13	5	1				48	1.49
* <i>Sarcocheilichthys nigripinnis morii</i>	중고기				1	3	1	5					10	0.31
<i>Gnathopogon strigatus</i>	줄물개						2	137		9			148	4.58
* <i>Squalidus gracilis majimae</i>	긴물개	1	8	3	6	1	24						43	1.33
* <i>Squalidus chankaensis tsuchigae</i>	참물개						23	21	1				45	1.39
<i>Hemibarbus labeo</i>	누치									86			86	2.66
<i>Hemibarbus longirostris</i>	참마자	7	7	10	7	65	42	9					147	4.55
<i>Pseudogobio esocinus</i>	모래무지	8	3	1	19	50	95	48	4				228	7.06
<i>Abbottina rivularis</i>	버들매치			1									1	0.03
* <i>Abbottina springeri</i>	왜매치			7	82	8							97	3.00
* <i>Microphysogobio yaluensis</i>	돌마자			1	7	20	5						33	1.02
<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>	버들치	45	23	1	11		20						100	3.10
<i>Aphyocypris chinensis</i>	왜물개		1				1						2	0.06
* <i>Zacco koreanus</i>	참갈겨니	91	90	33					7				221	6.85
<i>Zacco platypus</i>	피라미	22	175	165	205	185	680	240	91				1763	54.62
<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i>	끄리								3	37			40	1.24
<i>Squaliobarbus curriculus</i>	눈물개									15			15	0.46
Cobitidae	미꾸리과													
* <i>Iksookimia koreensis</i>	참종개	22	37	8	100	42	2						211	6.54
<i>Cobitis lutheri</i>	점줄종개	5	3		83	6							97	3.00
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	미꾸리	13	12	8	23	2	1	1	4				64	1.98
Bagridae	동자개과													
* <i>Pseudobagrus koreanus</i>	눈동자개		2	1	1	2	2						8	0.25
Siluridae	메기과													
<i>Silurus asotus</i>	메기					1			2				3	0.09
Centrarchidae	검정우럭과													
<i>Micropterus salmoides</i>	배스				2	41	33	48	9				133	4.12
<i>Lepomis macrochirus</i>	블루길				7	35	10	3					55	1.70
Odontobutidae	동사리과													
* <i>Odontobutis platycephala</i>	동사리		18	6		2							26	0.81
Gobiidae	망둥어과													
<i>Rhinogobius brunneus</i>	밀어	55	40	136	35	30	7	68					371	11.49
<i>Tridentiger brevispinis</i>	민물검정망둑			32	180	8							220	6.82
Channidae	가물치과													
<i>Channa argus</i>	가물치								1				1	0.03
No. of species		11	17	19	20	23	22	16	16	37				
No. of individuals		208	377	389	636	354	735	370	159	3228	100.00			

\*Korea endermic species, RA: Relative abundance

점줄종개 (1 m<sup>2</sup>당 2.0개체)가 서식하고 있어 참종개와 점줄종개, 미꾸리의 서식지 차이를 보였다.

또한 이들의 수심, 유속, 하상과의 관계를 수중관찰을 통하여 분석하여 본 결과 Fig. 4에서와 같이 참종개는 유속 22.7 ± 14.7 cm/sec, 수심 46.4 ± 13.0 cm, 하상 8.0 ± 5.7 cm로

나타났으며 점줄종개는 유속 8.5 ± 6.9 cm/sec, 수심 55.8 ± 20.5 cm, 하상 0.6 ± 1.2 cm로 나타나 참종개가 유속이 보다 빠르고 하상입자가 큰 곳에서 서식하였으며 점줄종개는 유속이 느리고 보다 수심이 깊으며 하상입자가 작은 곳에 서식하여 차이를 보였다 (유속과 하상: p < 0.001, 수심: p <

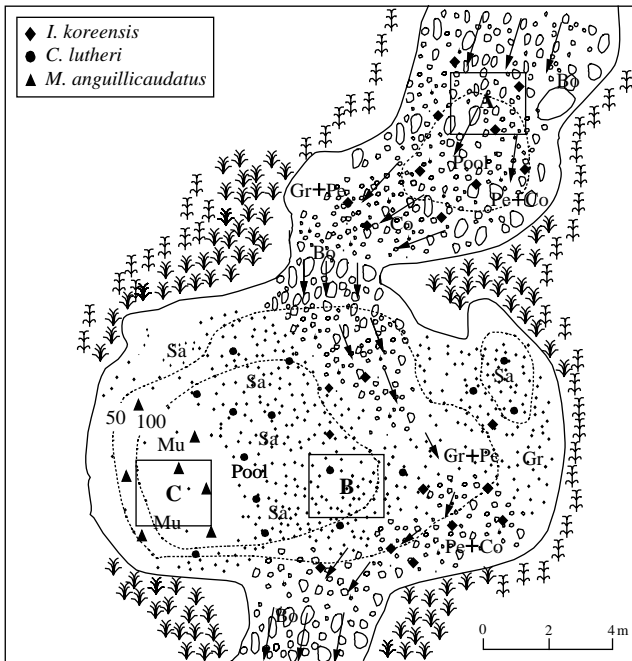


Fig. 3. The microhabitat features of site where *Iksookimia koreensis*, *Cobitis lutheri* and *Misgurnus anguillicaudatus* are sympatrically distributed over Samcheon Stream in Deokcheon-ri, Gui-myeon, Wanju-gun, Jeollabuk-do, Korea from 2005. Arrow: water flow, dotted lines: water depth (cm), Mu: mud (~0.1 mm), Sa: sand (0.1~2 mm), Gr: gravel (2~16 mm), Pe: pebble (16~64 mm), Co: cobble (64~256 mm), Bo: boulder (256 mm<). Main habitat: A (pebble+cobble), B (sand) and C (mud+sand).

0.01).

참중개의 성장에 따른 서식지 변화를 살펴보면 당년생 치어는 유속이 느린 여울지역의 가장자리인 수심 20~40 cm에 잔자갈로 이루어진 곳에 주로 서식하였으며 이후 자갈과 돌로 이루어진 곳으로 이동하여 서식하였다. 점줄중개는 성장에 따른 서식지 변화는 주로 수심에 의해 달라졌는데, 수심 40 cm 이하의 곳에서는 주로 당년생 치어인 20~40 mm 개체가 서식하였으며, 수심 40~80 cm인 곳에서는 중간크기인 40~75 mm인 개체가, 수심 80~120 mm인 곳에서는 75~110 mm인 개체가 가장 많이 출현하였다(Fig. 5).

### 3. 활동시기

참중개와 점줄중개는 수온에 따라 활동기와 월동기가 나뉘어 졌는데, 수온이 12°C 이상인 3월 말부터 10월 중순까지 하상 위로 나와 활동하는 활동기로 나타났지만 수온이 14°C 이하인 10월 말부터 이듬해 3월 중순까지는 하상 속으로 파고 들어가 은신하는 월동기로 나타났다. 참중개의 성어는 대부분 자갈과 돌로 이루어진 곳에 파고 들어가 은신하였지만 당년생 치어는 잔자갈과 자갈로 이루어진 곳과

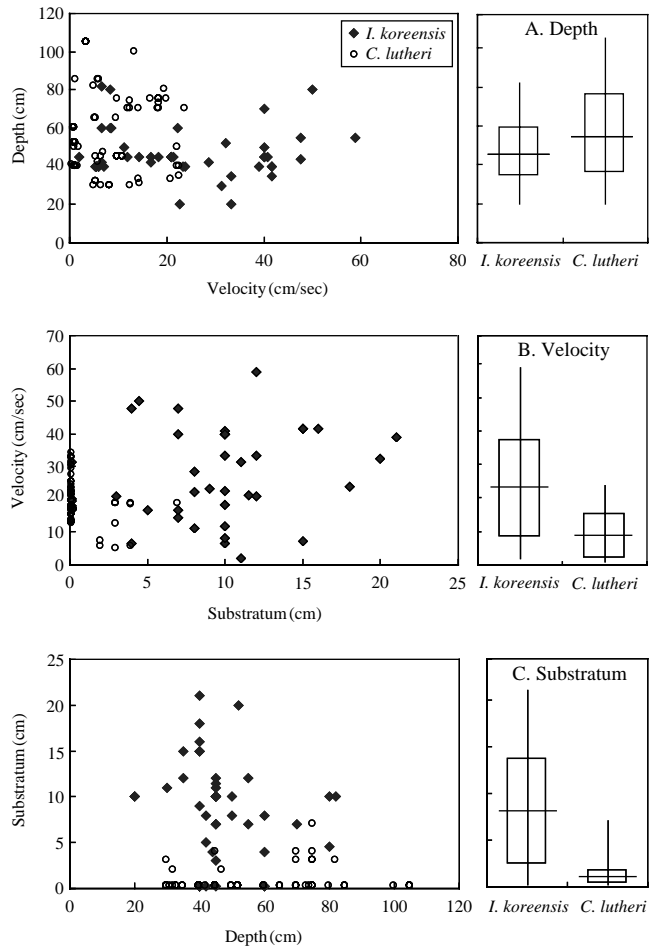


Fig. 4. Comparison of the water depth (A), the current velocity (B) and the substratum (C) for habitats of both *Iksookimia koreensis* (n=56) and *Cobitis lutheri* (n=85) at the Samcheon Stream in Deokcheon-ri, Gui-myeon, Wanju-gun, Jeollabuk-do, Korea from 2005. The diagrams indicate the mean (horizontal line), standard deviation (rectangle) and range (vertical line).

소지역의 모래인 곳에 나누어 월동하였으며, 점줄중개는 모두 소지역의 모래로 된 곳에서 월동하였다.

일활동시기는 Fig. 6과 같이 2005년 4월 28일에 이루어 졌으며 2시간 간격으로 24시간 동안 조사하였다. 기온과 수온은 일출전인 6시에 가장 낮은 기온 8°C, 수온 11.5°C로 가장 낮았고 일출(6시 30분) 후 상승하기 시작하여 14시에 기온 24.5°C, 수온 17.5°C로 가장 높았으며 이후 다시 감소하였다. 참중개와 점줄중개의 일활동시기는 주행성 어류로 거의 비슷한 경향을 보였는데, 일출 후 8시 이후부터 하상 밖으로 나와 활동하기 시작하였으며 12시부터 18시까지 대부분의 개체가 밖으로 나와 활동하였고, 섭식을 하는 개체도 10시 이후부터 관찰되었으며 12시부터 18시까지 활발하였다. 하지만 일몰(18시 20분) 후에는 대부분의 개체가 하상 속으로 파고 들어가 은신하였다.

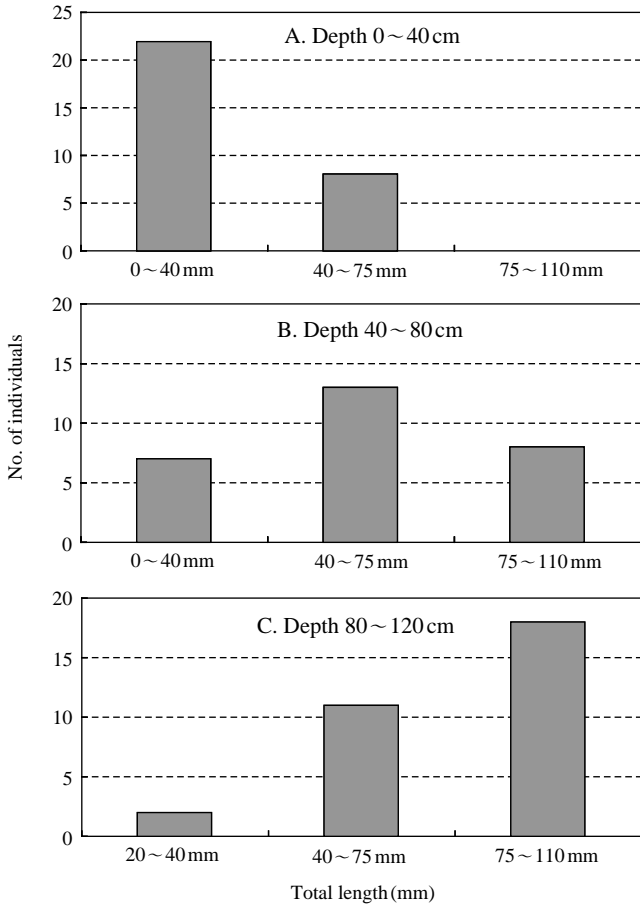


Fig. 5. The distribution change of *Cobitis lutheri* by depth at the Samcheon Stream in Deokcheon-ri, Gui-myeon, Wanju-gun, Jeollabuk-do, Korea from April 2005.

#### 4. 식성

##### 1) 섭식행동 및 소화관 내용물

참줄중개는 주로 자갈과 돌의 표면 또는 틈에서 필터링을 통하여 먹이를 섭식하였다. 소화관 내용물(부피)에서는 동물성이 93.3%, 식물성(algae)이 6.7%를 차지하여 동물성 먹이가 매우 우세하였다. 동물성 먹이는 수적인 면에서 윤충류(Ploima)와 깔다구류(Chironimid)가 각각 22.5%, 22.1%로 가장 높았으며 그 다음으로 완보동물류(Tradigrada) 17.3%, 꽃병벌레류(Arcellidae) 16.1%, 물벼룩류(Branchioda) 10.4%, 요각류(Copepoda) 9.8%, 기타수서곤충이 1.9% 등의 순으로 우세하게 나타났다. 부피면에서는 기타수서곤충이 41.5%로 가장 높게 나타났는데 주로 하루살이목(Ephemeroptera)과 파리목(Diptera)의 유충이나 유충의 조각이었으며 수는 적었으나 개체당 부피가 매우 커 높게 나타났다(Fig. 7). 그 다음으로 깔다구류가 35.4%로 높게 나타났으며 그 밖에 요각류가 9.8%, 물벼룩류가 8.5% 등의 순으로 나타났다. 식물성 먹이는 주로 규조류(Bacillariophyceae)의

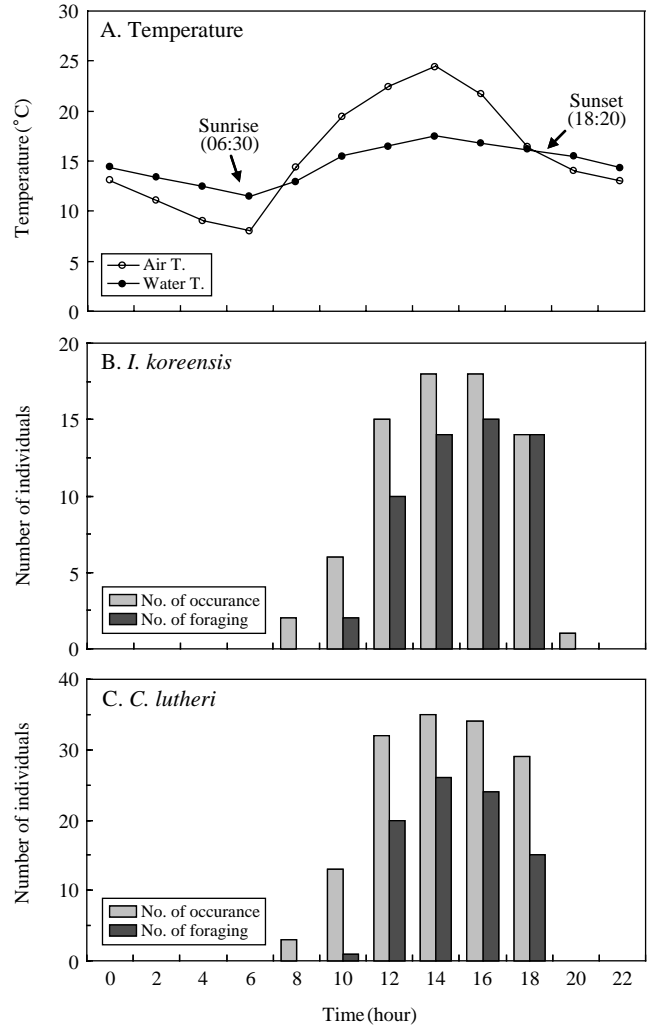


Fig. 6. Appearance frequency (10 m<sup>2</sup>) of *Iksookimia koreensis* (B) and *Cobitis lutheri* (C) by intervals of 2 hours in a full day at the Samcheon Stream in Deokcheon-ri, Gui-myeon, Wanju-gun, Jeollabuk-do, Korea from 28 April 2005.

*Cymbella*, *Navicula*, *Synedra*, *Coconeis*, *Melosira*와 녹조류(Chlorophyceae)의 *Cosmarium*, *Gonatozygon*가 많이 섭식하였다.

점줄중개는 대부분 모래표면에서 전진하면서 유기물질을 빨아들여 필터링하면서 먹이를 섭식하였다. 소화관 내용물에서는 동물성이 96.8%, 식물성(algae)이 3.2%로 나타나 참줄중개와 마찬가지로 동물성 먹이가 우세하였다. 동물성 먹이는 수적인 면에서 요각류가 34.6%로 가장 높게 나타났으며 그 다음으로 물벼룩류 19.2%, 꽃병벌레류 11.9%, 완보동물류 11.7%, 깔다구류 10.6%, 윤충류 10.2% 등의 순으로 나타났다. 부피면에서는 깔다구류가 86.3%로 매우 높게 나타났으며 그 밖에 물벼룩류 6.1%, 요각류 5.0%, 완보동물류 2.0% 등의 순으로 나타났다. 식물성 먹이는 주로 규조류의 *Navicula*, *Coconeis*, *Synedra*, *Cymbella*, *Melosira*와 녹조

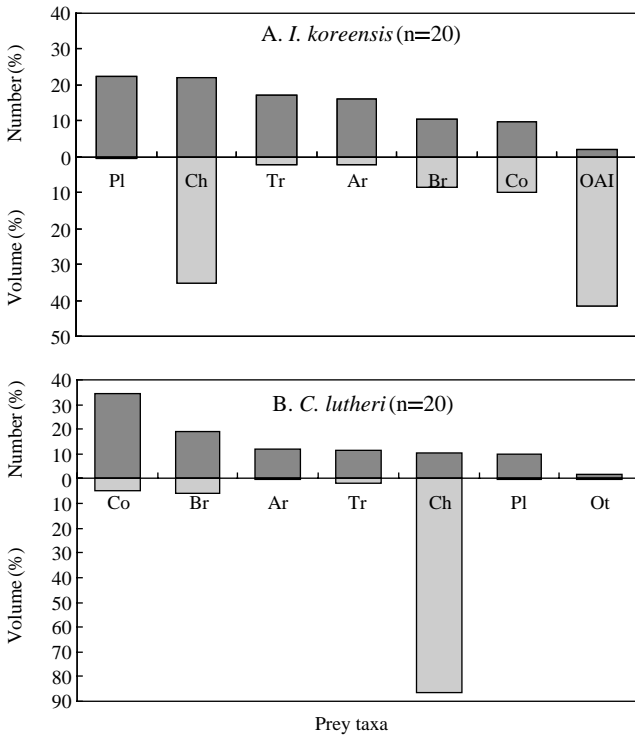


Fig. 7. The comparison of the number and volume of animal prey taxa from the intestine of *Iksookimia koreensis* (A) and *Cobitis lutheri* (B) at the Samcheon Stream in Deokcheon-ri, Gui-myeon, Wanju-gun, Jeollabuk-do, Korea from April to September 2005. Pl: Plima, Ch: Chironomidae, Tr: Tradigrada, Ar: Arcellidae, Br: Branchioda, Co: Copepoda, OAI: Others aquatic insecta, Ot: Others.

류의 *Cosmarium*를 많이 섭식하였다.

2) 성장에 따른 먹이변화

성장에 따른 먹이변화(부피)는 Fig. 8과 같이 나타났다. 참종개 당년생 치어인 20~40mm의 개체에서는 크기가 작은 먹이를 주로 섭식하였는데, 꽃병벌레류가 45.1%로 가장 높았으며 그 다음으로 윤충류 16.4%, 요각류 10.9%, 완보동물류 8.2%, 물벼룩류 8.2% 등의 순으로 나타났다. 40~60mm에서는 비교적 크기가 큰 깔다구류가 34.4%로 가장 높았으며 기타수서곤충이 19.1%, 요각류가 13.4%로 높게 나타났다. 60~80mm에서는 깔다구류와 기타수서곤충이 각각 36.8%, 32.0%로 매우 높게 나타났고, 80~110mm에서는 크기가 큰 기타수서곤충이 50.2%로 매우 높게 나타났고 깔다구류는 24.4%로 다소 작게 나타났다.

접줄종개 당년생 치어인 20~40mm에서 완보동물류가 41.4%로 가장 높았으며 그 다음으로 물벼룩류 20.7%, 꽃병벌레류 17.2%, 요각류 11.0%, 윤충류 4.1% 순으로 나타났다. 40~60mm에서는 물벼룩류가 36.8%로 가장 높았고 그 다음으로 크기가 비교적 큰 깔다구류가 17.5%를 차지하였고 그 밖에 꽃병벌레류 12.6%, 완보동물류 9.8%로 나타났다. 60~80mm에서는 요각류가 37.1%로 가장 높았으며 그

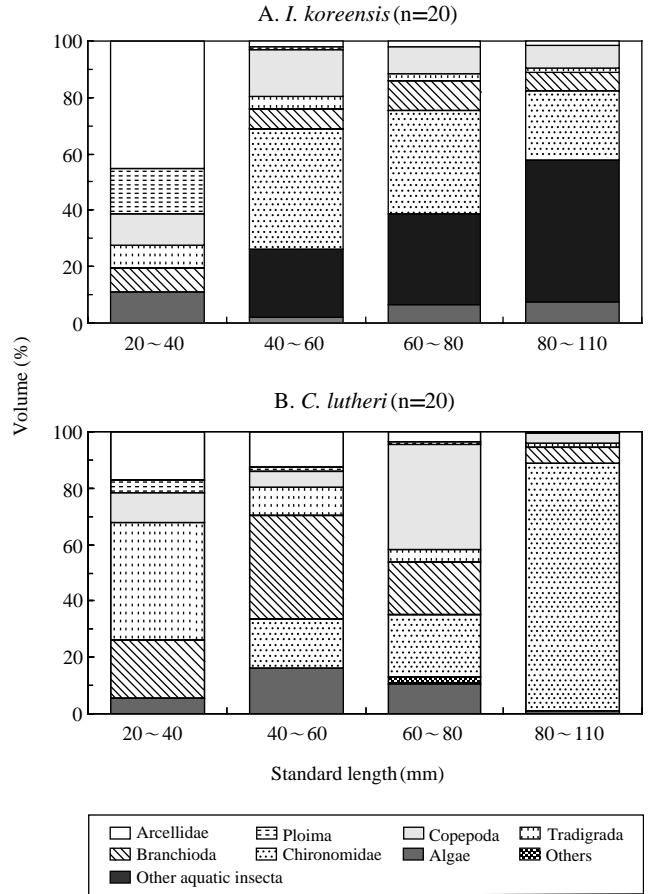


Fig. 8. Ontogenetic changes in diet volume (%) of *Iksookimia koreensis* (A) and *Cobitis lutheri* (B) at the Samcheon Stream in Deokcheon-ri, Gui-myeon, Wanju-gun, Jeollabuk-do, Korea from April to September 2005.

다음으로 깔다구류가 22.3%, 물벼룩류가 18.4%로 나타났고, 크기가 가장 큰 80~110mm에서는 깔다구류가 88.4%로 매우 높게 나타났다.

3) 섭식률과 섭식개체율의 변화

섭식률과 섭식개체율의 변화를 알아보기 위하여 조사기간 동안 매달 종마다 10개체 이상을 조사하였다(Fig. 9). 조사 결과 두 종 모두 월동기인 11월부터 이듬해 2월까지 전혀 섭식을 하지 않았다. 이후 활동기인 3월부터 10월까지 섭식을 하였으며 공통적으로 2번의 정점이 나타났고 6월은 낮았다.

참종개의 섭식률은 3월에 0.018g으로 낮았으나 이후 4월에 급격히 증가하여 0.066g으로 정점을 보였고 이후 다시 감소하여 6월에 0.006g으로 매우 낮았다. 이후 다시 증가하여 8월에 0.036g으로 정점을 보인 후 감소하였다. 섭식개체율 또한 섭식률과 비슷한 경향을 보여 4월과 9월에 정점을 보였고 6월과 7월은 낮게 나타났다.

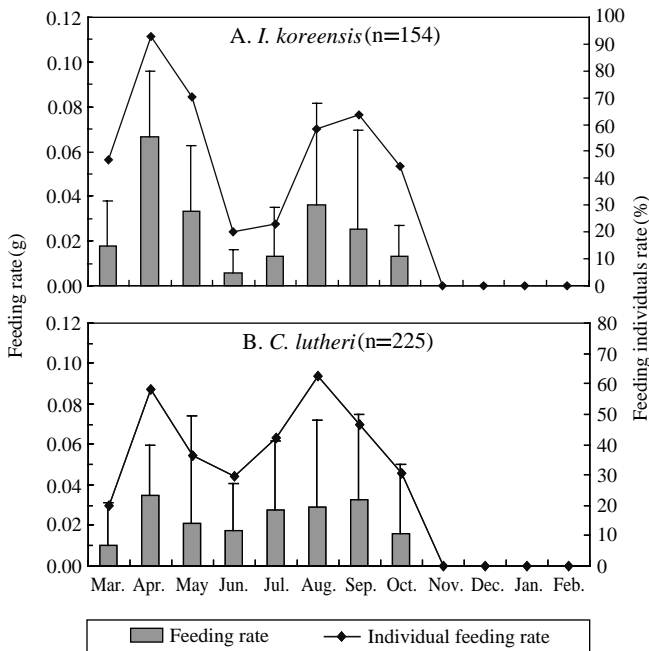


Fig. 9. Monthly change in the feeding rate (g) and feeding individual rate (%) of *Iksokimia koreensis* (A) and *Cobitis lutheri* (B) at the Samcheon Stream in Deokcheon-ri, Gui-myoon, Wanju-gun, Jeollabuk-do, Korea from March 2005 to February 2006. Vertical lines show SD.

점줄종개의 섭식률은 3월에 0.010 g으로 낮았으나 4월에 급격히 증가하여 0.035 g으로 정점을 보였으며 이후 감소하여 6월에 0.017 g으로 낮아졌다. 이후 점점 증가하여 9월에 0.033 g으로 정점을 보인 후 감소하였다. 섭식개체율은 섭식률과 비슷하게 4월과 8월에 정점을 보였으며 6월에 낮은 값을 보였다.

## 고 찰

*Iksokimia*속은 한국고유속으로 6종이 지리적으로 나뉘어져 분포하고 있으며, *Cobitis*속의 어류는 유럽과 아시아에 넓이 분포하며 우리나라에는 4종이 지리적으로 나뉘어져 분포한다. 따라서 *Iksokimia*속과 *Cobitis*속의 어류들은 지리적으로 각각 다르게 혼서하여 나타나게 되며 *Iksokimia*속이 한국고유속이므로 이러한 경향은 우리나라에만 국한된다(Nalbant, 2002; 김과 박, 2002).

참종개 *Iksokimia koreensis*와 점줄종개 *Cobitis lutheri*는 저서성 어류로, 참종개는 하천 중·상류의 유속이 빠르고 물이 맑으며 자갈이 깔린 바닥에 서식하고, 점줄종개는 하천 중·하류의 유속이 완만하고 비교적 물이 맑은 모래바닥에 서식하는 것으로 알려져 왔다(김, 1978; 김과 정, 1988; 김과 박, 2002). 본 삼천천 조사 결과에서는 참종개와 점줄

종개 모두 물이 맑고 여울과 소가 반복적으로 나타나는 중·상류 지역에서 비교적 높은 비율로 출현하고 있어 출현지역이 대체로 비슷하였다. 미소서식지에서 참종개는 유속이 비교적 빠르고 하상이 잔자갈과 자갈이 깔린 수심 30~60 cm에서 주로 서식한 반면, 점줄종개는 유속이 느린 소지역의 모래가 깔린 수심 30~100 cm에서 주로 서식하여 유속과 하상, 수심에 차이를 보였다. 또한 당년생 치어의 미소서식지는 참종개가 여울부의 수심이 얇은 잔자갈이 깔린 곳에 주로 서식하였으나 점줄종개는 수심이 얇은 소지역의 모래가 깔린 곳에 주로 서식하여 차이를 보였다. 유연종인 섬진강에 서식하는 왕종개 *Iksokimia longicorpa*와 줄종개 *Cobitis tetralinata*의 미소 서식지는 왕종개가 유속이 비교적 빠르고 하상이 돌로 이루어진 수심 1 m 내외인 곳에 서식하고 줄종개는 유속이 느리고 하상이 모래로 이루어진 1 m 내외인 곳에 서식한다고 보고한바 있어(김과 고, 2005; 김 등, 2006) 유속과 하상과는 비교적 유사하였으나 수심에서는 차이를 보였다. 또한 당년생 치어에서도 왕종개와 줄종개 모두 수심이 얇은 모래지역에 서식한다고 보고하여 점줄종개와 비교적 유사하였지만 참종개와는 약간의 차이를 보였다.

서식지 분리현상은 여러 요인에 의해서 일어나는 것으로 보고되고 있는데, 수온의 차이로 인한 연준모치 *Phoxinus phoxinus*와 금강모치 *Rhynchocypris kumgangensis*의 서식지 분리(백 등, 2002), 유속에 따른 돌상어 *Gobiobotia brevisbarba*와 꾸꾸리 *G. macrocephala*의 서식지 분리(최, 2002), 포식자로 인한 *Microgobius gulosus*와 *Gobiosoma robustum*의 서식지 분리(Schofield, 2003) 등이 보고된바 있다. 참종개와 점줄종개는 비록 유사한 지역에 서식하고 있으나 미소서식지를 달리하여 경쟁을 피하는 것으로 생각되며, 특히 미소서식 요인 중 하상구조에서 두 종이 뚜렷이 구별되어 하상구조가 가장 중요한 환경요인으로 판단된다.

미꾸리와 어류의 활동시기는 미꾸리 *Misgurnus anguillicaudatus*(김, 1997)와 유럽산 *C. taenia*(Bohlen, 2003)는 야행성으로 보고된바 있고, 섬진강에 서식하는 왕종개와 줄종개는 주행성 어류로 보고되었으며 수온이 13°C 이상 되는 3월 말부터 10월 말까지 활동기로, 11월부터 3월 중순까지 월동기로 보고된바 있다(김과 고, 2005; 김 등, 2006). 참종개와 점줄종개 모두 주행성 어류로 수온이 12°C 이상 되는 3월 말부터 10월 말까지 활동기로 11월 초부터 3월 중순까지 월동기로 나타나 섬진강에 서식하는 왕종개 및 줄종개와 유사하였으나 미꾸리와 *C. taenia*와는 차이를 보였다.

본 종들의 섭식생태에 관한 기존 연구에서는 참종개와 조류(algae)의 남조류(Cyanophyta), 규조류(Bacillariophyta), 녹조류(Chlorophyta) 등과 절지동물(Arthropoda)의 하루살이류, 파리류, 날도래류 등을 주로 섭식하는 잡식성으로 보고한바 있으며(김, 1978), 점줄종개의 섭식생태에 대해서는



보고된바 없다. 본 조사 결과 참종개는 주로 자갈과 돌의 틈이나 표면에서 필터링을 통하여 섭식활동을 하였으며 부피에 있어 주로 깔다구류와 기타수서곤충이 관찰되었으며, 점줄종개는 모래지역에서 주로 필터링을 통하여 섭식활동을 하며 부피에 있어 깔다구류를 주로 섭식한 것으로 나타났다. 따라서 참종개와 점줄종개는 섭식장소 및 먹이생물에서 차이를 보였으나 두 종 모두 동물성 먹이가 부피면에서 90% 이상으로 나타나 잡식성이 아닌 식충성 어류에 가까운 것으로 판단되었다.

### 요 약

만경강에 서식하는 참종개와 점줄종개의 서식환경과 섭식생태를 2005년부터 2006년까지 조사하였다. 참종개와 점줄종개는 중·상류지역에 혼서하고 있었으나 미소서식지에서 참종개는 유속이 비교적 빠르고 수심 30~60 cm의 돌이 쌓인 곳에서, 점줄종개는 유속이 느리고 수심이 30~100 cm의 모래지역에서 서식하여 차이를 보였다. 두 종은 모두 주행성 어류로 3월부터 10월까지 활동기로, 11월부터 2월까지의 월동기로 나타났으며, 월동기간동안 참종개는 자갈과 돌이 쌓인 곳에, 점줄종개는 모래가 쌓인 곳에 파고 들어가 은신하였다. 참종개는 깔다구류와 수서곤충을 주로 섭식하였으며, 점줄종개는 깔다구류와 요각류, 물벼룩류를 주로 섭식하였고, 섭식률은 두 종 모두 4월과 9월에 높게 나타났으나 겨울동안은 섭식하지 않았다.

### 인 용 문 헌

김도홍·조혜영·이호자. 2008. 강원도 철원군 남대천에 서식하는 참종개의 성장과 번식에 관한 연구. 한국어류학회지, 20: 21-27.  
 김익수. 1978. 전주천 참종개 *Cobitis koreensis*의 생태. 한국생태학회지, 2: 9-14.  
 김익수. 1997. 한국동식물도감, 제37권 동물편(담수어류). 교육부, 629pp.  
 김익수·고명훈. 2005. 섬진강에 서식하는 왕종개 *Iksookimia longicorpa*(Cobitidae)의 생태. 한국어류학회지, 17: 112-122.  
 김익수·고명훈·박종영. 2006. 줄종개 *Cobitis tetralineata*(Pisces; Cobitidae)의 개체군 생태. 한국생태학회지, 29: 277-286.  
 김익수·박종영. 2002. 한국의 민물고기. 교학사, 465pp.  
 김익수·이지현. 1986. 한국 남부지방에 서식하는 기름종개속

(*Cobitis*) 어류의 핵형 비교. 한국수산자원학회지, 19: 257-264.  
 김익수·정만택. 1988. 한국산 점줄종개 *Cobitis taenia lutheri*의 계절적 반문변이. 한국생태학회지, 11: 77-82.  
 박종영·김익수. 1996. 한국산 미꾸리과 *Cobitidae*(잉어목) 어류의 정자 미세구조. 한국어류학회지, 8: 74-83.  
 백현민·송호복·심하식·김영건·권오길. 2002. 연준모치 *Phoxinus phoxinus*와 금강모치 *Rhynchocypris kumgangensis*의 서식지 분리와 먹이선택. 한국어류학회지, 14: 121-131.  
 윤일병. 1995. 수서곤충검색도설. 정행사, 218pp.  
 조규승. 1993. 한국담수동물플랑크톤도감. 아카데미서적, 389pp.  
 정준. 1993. 한국담수조류도감. 아카데미서적, 496pp.  
 최재석. 2002. 돌상어, *Gobiobotia brevibarba* Mori (Cyprinidae)의 생태학적 연구. 강원대학교 대학원 박사학위논문, 103pp.  
 Bohlen, J. 2003. Spawning habitat in the spind loach, *Cobitis taenia* (Cypriniformes, Cobitidae). Japanese J. Ichthyol., 50: 98-101.  
 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.  
 Hardin, G. 1960. The competitive exclusion principle. Science, 131: 1292-1297.  
 Kim, I.S. 2009. A review of the spined loaches, family Cobitidae (Cypriniformes) in Korea. Korean J. Ichthyol. Suppl., 21: 7-28.  
 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.  
 Nalbant, T.T. 2002. The tribe Cobitini: a monophyletic assemblage. In: 2nd International Conference on loaches of the genus *Cobitis* and related genera, Olsztytn., Poland, Sep. 9-13, 2002, p. 51.  
 Nilsson, N.A. 1967. Interactive segregation between fish species. In: Gerking S.D. (ed.), the biological basis of freshwater fish production. Blackwell Scientific Publication, Oxford, pp. 295-313.  
 Park, J.Y. and I.S. Kim. 1997. Egg membrane in Five Cobitidae species of *Cobitis* (Cobitidae). Korean J. Ichthyol., 9: 121-129.  
 Park, J.Y. and I.S. Kim. 2001. Fine structure of oocyte envelopes of three related cobitid species in the genus *Iksookimia* (Cobitidae) Ichthyol. Res., 48: 71-75.  
 Schofield, P.J. 2003. Habits selection of two gobies (*Microgobius gulosus*, *Gobiosoma robustum*): influence of structural complexity, competitive interactions, and presence of a predator. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 288: 125-137.  
 可兒藤古. 1944. 溪流性昆蟲の生態. 古川晴男編(昆蟲), 上, 研究社, 東京.