

섬진강에 서식하는 왕종개 *Iksookimia longicorpa* (Cobitidae)의 생태

김 익 수* · 고 명 훈

전북대학교 자연과학대학 생물과학부

Ecology of *Iksookimia longicorpa* (Cobitidae) in the Seomjin River, Korea

Ik-Soo Kim* and Myeong-Hun Ko

Faculty of Biological Sciences, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea

Iksookimia longicorpa was investigated in the upper part of the Seomjin River in Korea from 2003 to 2004. It inhabited pebble and cobble bottoms with water-current velocities of 10~30 cm/sec and depths of 30~100 cm. This species is active during daylight hours from March to October but hibernated in the river bottoms in the winter season. The sex ratio of female to male was 1 : 0.65, and the female was 20~40 mm larger than the male. Female length frequencies in this population indicated that the 65~90 mm group is 1+ years old, the 90~110 mm group is 2+ years old, and the 110~130 mm group is 3+ years old. The males developed a secondary sexual character, the lamina circularis at the base of their pectoral fin, after 13~14 months. The spawning season was from early to middle June with water temperatures of 20~24°C individuals became sexually mature after the age of 2 years. The average number of eggs in the ovaries was $2,402 \pm 944$. Stomach contents were mainly Chironomidae, Ephemeroptera, Arcellidae and Algae. The feeding rate was highest in April and September; they did not feed in the winter.

Key words : *Iksookimia longicorpa*, population ecology, feeding habits, spawning season

서 론

미꾸리과(Cobitidae) 어류는 유럽과 아시아 담수역에 널리 분포하는 저서성 어류로 전 세계에 16속 120여종이 알려져 있고 (Nalbant, 2002), 국내에 서식하는 미꾸리과 어류는 6속 16종이며 이중 *Iksookimia*속 어류는 6종으로 지리적으로 분리하여 분포한다 (김과 박, 2002). 왕종개 *Iksookimia longicorpa*는 한국 고유종이며 저서성 소형어류로 처음에 섬진강에만 서식한다고 보고 되

었으나 (Kim *et al.*, 1976), 이후 낙동강 일부, 남해안으로 유입되는 하천과 인접한 도서지방에도 출현하는 사실이 알려졌다 (김, 1997). 왕종개에 관한 연구로는 생식소에 관한 형태학적 연구 (박, 1996), 난막의 구조 (Park and Kim, 2001), 수염의 조직학적 관찰 (Kim *et al.*, 2001) 등의 연구가 있고 생태에 관한 연구는 거의 이루어지지 않았다. 다만 미꾸리과 어류의 다른 종의 생태에 관한 연구는 전주천 참종개 *I. koreensis*의 생태 (김, 1978), 백천 부안종개 *I. pumila*의 개체군의 형태와 생태 (김과 이, 1984) 등 극히 제한되어 있다. 국외에서도 미꾸리과의 생태에 관한 조사보고는 그다지 많지 않는데, 유럽산 *Cobitis taenia*의 서식생태 (Robotham, 1977), 연령 및 번식생태

*Corresponding author: kim9620@chonbuk.ac.kr

(Robotham, 1981; Bohlen, 2000; 2003) 등의 연구와 스페인 *C. paludica*의 연령과 성장 (Przybylski and Valladolid, 2000) 및 번식 (Oliva-Paterna *et al.*, 2002), 체코 *Cobitis* sp.의 저질선택성 (Slavik *et al.*, 2000), 헝가리 *C. elongatoides*의 개체군 생태 (Erös, 2000), 터키의 *Cobitis* 3종의 서식생태 (Erk'akan and Ekmekci, 2000) 등의 연구가 있다. 따라서 본 연구는 한국 고유종으로 섬진강지역에 서식하는 왕종개의 생태를 밝히기 위하여 서식지 환경, 활동시기, 연령과 성장, 산란기 특징, 섭식행동 및 소화관내용물 등을 조사하였다.

재료 및 방법

왕종개의 연구는 2003년 3월부터 2004년 11월까지 섬진강 수계인 전라북도 순창군 추령천 (Fig. 1)과 전라북도 남원시 요천에서 이루어졌다. 왕종개의 미세분포를

알아보기 위하여 추령천 12개 지점을 선정하여 하천형태, 하상구조, 출현종 등을 봄, 여름, 가을로 나누어 조사하였다. 또한 표본의 채집은 전라북도 순창군 북흥면 일대에서 매월 25~30일 사이에 이루어 졌고, 채집은 투망 (망목 7×7 mm), 족대 (4×4 mm), 뜰채 (4×4 mm) 등을 사용하였으며, 치어의 채집은 망목 1×1 mm인 족대와 뜰채를 제작하여 채집하였다. 동서출현종의 동정과 분류는 김과 박 (2002)에 따랐다. 서식지의 이화학적 환경요인인 기온, 수온, DO, Conductivity는 전자수온계와 수질측정기 (Orion, Model 830)를 사용하여 매달 25~30일 사이 14시에 측정하였고, 물리적 환경요인인 유속은 Tachometer (Global water instrumentation)를 사용하였으며 수심과 하상구조는 줄자를 이용하여 조사하였다. 하천 형태 (river type)는 可兒 (1944)의 방법에 따랐으며 하상구조는 eummins (1962)의 기준에 따랐다.

수중관찰을 통하여 왕종개의 미소서식지를 조사하였고, 월동서식지는 2003년 11월부터 2004년 3월까지 수

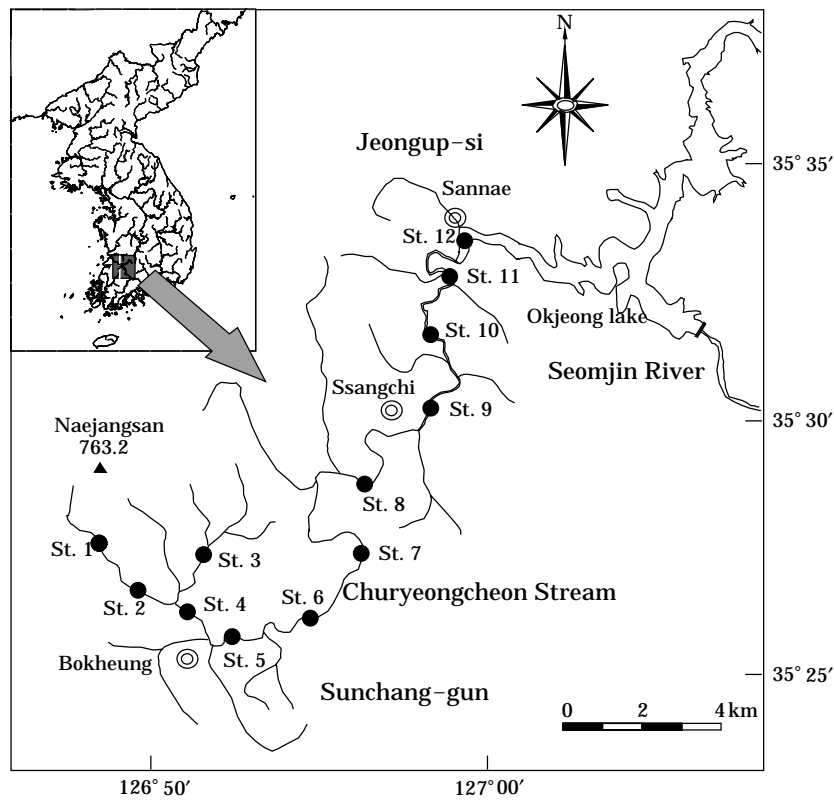


Fig. 1. A map showing the collection sites of *Iksookimia longicorpa* in the Churyeongcheon Stream, Jeollabuk-do, Korea. St. 1: Bongdeok-ri, Bokheung-myeon, Sunchang-gun, St. 2: Banwol-ri, Bokheung-myeon, Sunchang-gun, St. 3: Dongsan-ri, Bokheung-myeon, Sunchang-gun, St. 4: Nongam-ri, Bokheung-myeon, Sunchang-gun, St. 5: Nongam-ri, Bokheung-myeon, Sunchang-gun, St. 6: Jupyeong-ri, Bokheung-myeon, Sunchang-gun, St. 7: Seokbok-ri, Bokheung-myeon, Sunchang-gun, St. 8: Dogo-ri, Ssangchi-myeon, Sunchang-gun, St. 9: Unam-ri, Ssangchi-myeon, Sunchang-gun, St. 10: Obong-ri, Ssangchi-myeon, Sunchang-gun, St. 11: Maejuk-ri, Sannae-myeon, Jeongup-si, St. 12: Neunggyo-ri, Sannae-myeon, Jeongup-si.

중관찰을 통하여 바닥을 걷어내며 조사하였다. 일활동시기는 2004년 8월 27일에 전라북도 남원시 식정동에서 2시간 간격으로 24시간동안 기온, 수온 등을 측정하고 20m²에 출현하는 왕종개 개체수를 조사하였다.

성장도와 연령추정은 전장빈도분포법 (Ricker, 1971)을 이용하였는데 2004년 1월부터 11월까지 2달 간격으로 표본을 채집하여 전장은 dial caliper로 0.1 mm까지, 체중은 0.01 g까지 측정하여 추정하였고, 생식소성숙 (gonadosomatic index (GSI) = gonad weight/body weight × 100)는 2003년 3월부터 2004년 10월까지 매달 조사하여 산란성기를 추정하였다. 또한 산란성기에 채집된 암컷을 대상으로 포란수와 난경을 조사하였다.

섭식행동은 2004년 4월부터 7월까지 전장에 따라 네 개의 구획으로 나누어 수중에서 10개체 이상을 10분씩 관찰하였다. 섭식률 (feeding rate) 변화는 매달 섭식량을 조사하여 연중 섭식량 변화를 알아보았고, 섭식개체와 비섭식개체 비를 조사하여 섭식개체율 (feeding individuals rate)을 구하였다. 소화관내용물은 개절별, 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 및 부피를 계산하였다.

결 과

1. 서식지 특징

1) 서식환경

수온과 기온변화는 전라북도 순창군 북흥면에서 측정

하였는데 Fig. 2와 같이 변화였다. 1월의 기온과 수온이 각각 -3°C, 3°C로 가장 낮았고, 7월은 기온과 수온이 각각 36°C, 28°C로 가장 높게 나타나 큰 폭으로 변화였다. DO는 조사기간 중 8.4~12.7 mg/L로 비교적 풍부하게 나타나 하천 상류지역의 특징이 잘 나타났으며, Conductivity는 23~38 µs/cm로 나타났다.

2004년에 추령천의 12지점을 선정하여 각 지점별 하천크기와 하상구조, 왕종개의 출현개체수를 조사하였는데 Table 1과 같다. 최상류 지역 (St. 1, 3)의 하천형태는 Aa-Bb을 하고 있었고 자갈 (16~64 mm)과 돌 (64~256 mm)이 대부분을 차지하고 있었으며 비교적 경사가 급하였다. 상류 지역 (St. 2, 4, 5, 6)은 하천형태가 Bb형을 하고 있었고 자갈과 잔자갈 (2~16 mm), 돌, 모래 (0.1~2 mm) 등의 순으로 하상이 형성되었다. 또한 비교적 완만

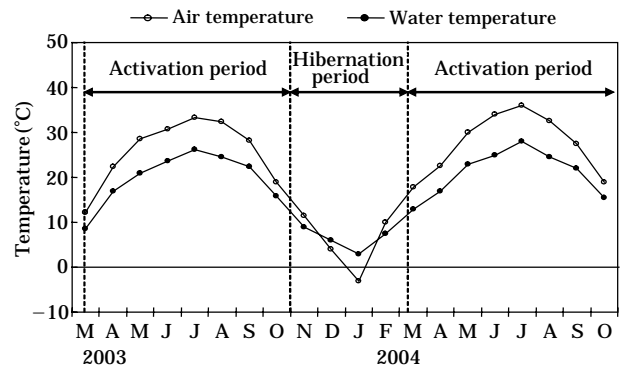


Fig. 2. Monthly changes in the air and water temperature in the Churyeongcheon Stream at Bokheungmyeon, Sunchang-gun, Jeollabuk-do, Korea from March 2003 to October 2004.

Table 1. The environmental conditions and occurring frequencies of *Iksookimia longicorpa* at the studied stations in the Churyeongcheon Stream, Jeollabuk-do, Korea from spring to autumn 2004

Station	River width (m)	Water width (m)	Water depth (cm)	River type	Bottom structure (%)*						No. of individuals	RA** (%)	Remarks
					M	S	G	P	C	B			
1	5~7	3~4	50~70	Aa-Bb	-	-	-	10	90	-	31	8.37	
2	7~10	3~4	50~100	Bb	-	5	5	10	60	20	35	15.40	
3	5~7	1~3	50~100	Aa-Bb	-	-	20	50	30	-	28	12.30	
4	20~30	3~5	50~70	Bb	-	10	10	40	40	-	105	15.60	
5	20~30	10~15	30~120	Bb	-	10	20	55	15	-	42	21.20	
6	20~30	7~10	30~70	Bb	-	10	5	50	30	5	39	4.94	
7	40~50	10~30	20~40	Bb	-	-	-	70	30	-	23	6.50	RCW***
8	40~50	15~20	20~50	Bb	-	-	-	60	30	10	11	1.74	RCW
9	40~50	10~30	100~250	Bb	-	-	-	30	60	10	18	8.53	RCW
10	40~50	20~30	50~100	Bb	-	-	-	20	50	30	2	0.23	RCW
11	30~40	10~20	30~100	Bb	-	5	5	15	60	15	13	2.08	
12	150~200	150~180	100~500	Bc	90	-	-	-	-	10	-	-	in lake

*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<), **RA: Relative abundance, ***RCW: River conservation work.

하게 여울과 소가 반복되었으며 수변부에는 달뿌리풀 *Phragmites japonica*이 넓게 서식하고 있었다. 중·하류 지역의 하천형태는 상류와 마찬가지로 Bb형을 하고 있었으나 잔자갈과 모래의 비율이 감소하였으며 일부 구간에서는 하천공사가 이루어져 있었다.

2) 서식분포

서식분포를 조사한 결과 하폭이 10 m 이하인 최상류 지점인 St. 1, 3부터 왕종개의 개체가 다수 관찰되었고, 상류 지역인 St. 2, 4, 5, 6에서는 다수의 왕종개가 집단을 형성하며 서식하였다. 이곳은 하폭이 20~30 m인 곳으로 하천형태가 Bb형을 하고 있었고, 하상이 잔자갈과 자갈이 50~70%로 높게 나타나고 그 다음으로 돌과 모래의 비율로 높게 나타나고 있었다. 왕종개가 특히 많이 출현한 곳인 St. 4~6의 미소서식지를 수중관찰로 조사한 결과 완만하게 여울과 소(pool)가 반복되며 하상이 잔자갈과 자갈, 돌이 쌓여 있는 곳으로 왕종개가 쉽게 파고 들어갈 수 있는 지역이었으며, 유속은 10~30 cm/sec, 수심은 30~100 cm 내외인 곳에서 대부분 서식하였다. 또한 왕종개의 당년생 치어는 성어와 다르게 수심이 30 cm 이하이고 하상이 모래인 곳에 주로 서식하였다. 중·하류로 내려가면서 유량이 증가하여 하폭과 유속이 커졌지만 왕종개의 개체수와 비교풍부도는 점점 감소하였고, 특히 하천공사가 이루어진 St. 8, 9, 10에서는 개체수가 매우 적게 채집되었다. 육정호 상류부인 St. 12는 정수역 형태를 띠었고 하상은 펄로 되어 있었는데 왕종개는 관찰되지 않았다.

3) 동소어류

왕종개의 서식지에서 함께 출현하는 어종을 조사한 결과 최상류 지역인 St. 1, 3의 어종은 5~6종으로 같거나 *Zacco temminckii* (상대풍부도 53.8%)가 우점종으로 출현하였고, 아우점종은 버들치 *Rhynchocypris oxycephalus* (21.3%)와 왕종개 (11.8%)로 나타났으며 그 밖의 어종은 밀어 *Rhinogobius brunneus* (8.8%), 얼룩동사리 *Odontobutis interrupta* (1.1%) 등이 출현하였다. 상류 지역인 St. 2, 4, 5, 6에서는 13~19종이 출현하였고 우점종은 공통적으로 같거나 (30.5%)로 나타났으며, 아우점종은 피라미 *Z. platypus* (17.7%)와 칼납자루 *Acheilognathus koreensis* (15.8%), 왕종개 (9.5%)로 조사되었다. 그 밖에 줄종개 *Cobitis tetralineata* (7.5%), 긴물개 *Squalidus gracilis majimae* (3.6%), 돌고기 *Pungtungia herzi* (3.3%), 동사리 *Odontobutis platycephala* (2.3%) 등의 순으로 나타났다 (Fig. 3). 중류 지역인 St. 7~10은 14~23종의 어류가 출현하였고, 우점종은 피라미 (31.7%), 아우점종은 쉬리 *Coreoleuciscus splendidus* (11.9%), 갈겨니 (11.1%)

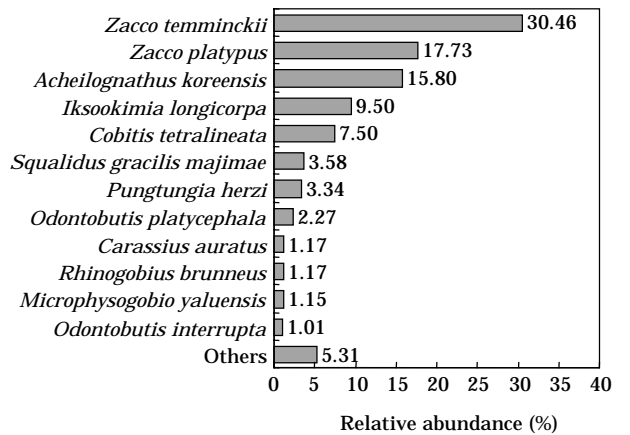


Fig. 3. Relative abundance of fishes collected in the Churyeongcheon Stream at Bokheung-myeon, Sunchang-gun, Jeollabuk-do, Korea from 2004.

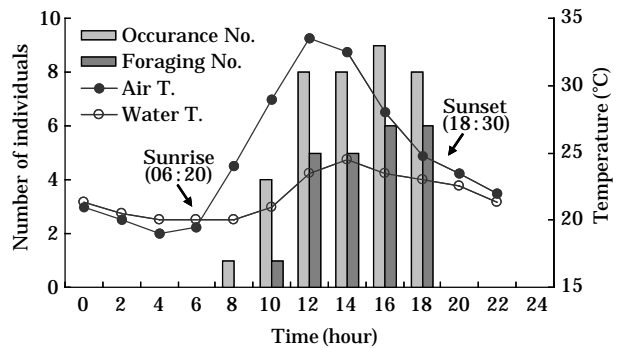


Fig. 4. Appearance frequency (20 m²) of *Iksookimia longicorpa* by 2 hour interval in a day in the Yocheon Stream at Sikjeong-dong, Namwon-si, Jeollabuk-do, Korea from 27 August 2004.

로 나타났으며, 그 밖에 칼납자루 (7.7%), 치리 *Hemiculter eigenmanni* (7.2%), 은어 *Plecoglossus altivelis* (6.5%) 등이 출현하였고 왕종개는 소수 출현하였다. 하류 지역인 St. 11~12은 13~23종의 어류가 출현하였고, 우점종은 치리 (28.7%), 아우점종은 피라미 (19.7%), 은어 (12.3%)로 나타났으며, 그밖에 참물개 *Squalidus chankaensis tsuchigae* (8.2%), 베스 *Micropterus salmoides* (7.1%), 갈문망둑 *Rhinogobius giurinus* (4.8%) 등의 순으로 나타났다.

2. 활동시기

왕종개의 연중활동시기를 관찰한 결과 (Fig. 2) 낮 수온이 8~10°C 이상인 3월 중순부터 하천바닥에서 나와 활동하기 시작하였다. 이후 수온이 계속 증가함에 따라 활발한 활동을 보이다가 낮의 수온이 13°C 이하가 되는

10월 말부터 왕종개는 하천바닥으로 파고 들어가 월동을 하였다. 따라서 활동기간은 3월부터 10월까지 약 8개월로 나타났고 월동기간은 11월부터 2월까지 약 4개월로 나타났다. 월동지 서식지는 활동기 서식지와 비슷하였는데 왕종개 성어는 대부분 자갈과 돌이 쌓여 있는 곳을 파고 들어가 월동을 하였고, 당년생 치어는 모래가 쌓인 곳에 대부분 파고 들어가 월동하여 차이를 보였다.

일활동시기는 전라북도 남원시 식정동에서 2004년 8월 말에 2시간 간격으로 출현개체수를 조사한 결과 주행성 어류로 조사되었다 (Fig. 4). 기온과 수온이 가장 낮은 06시에는 하천바닥 위로 나와 있는 개체가 관찰되지

않았으나 일출(06시 20분) 후 기온과 수온이 급격히 올라가면서 출현 개체수가 증가하여 12시부터는 대부분의 개체가 기질 밖으로 나와 있었다. 섭식행동을 보이는 개체는 10시 이후부터 관찰되었으며 일몰(18시 30분)까지 지속되었다. 하지만 일몰 후에는 섭식행동을 멈추었고 얼마 후 모든 개체가 바닥 깊이 파고 들어가 관찰되지 않았다.

3. 성장도 및 연령추정

전장빈도분포법 (Ricker, 1971)에 의해 왕종개의 성장도와 연령을 추정하였다. 왕종개의 성장도와 연령을 보

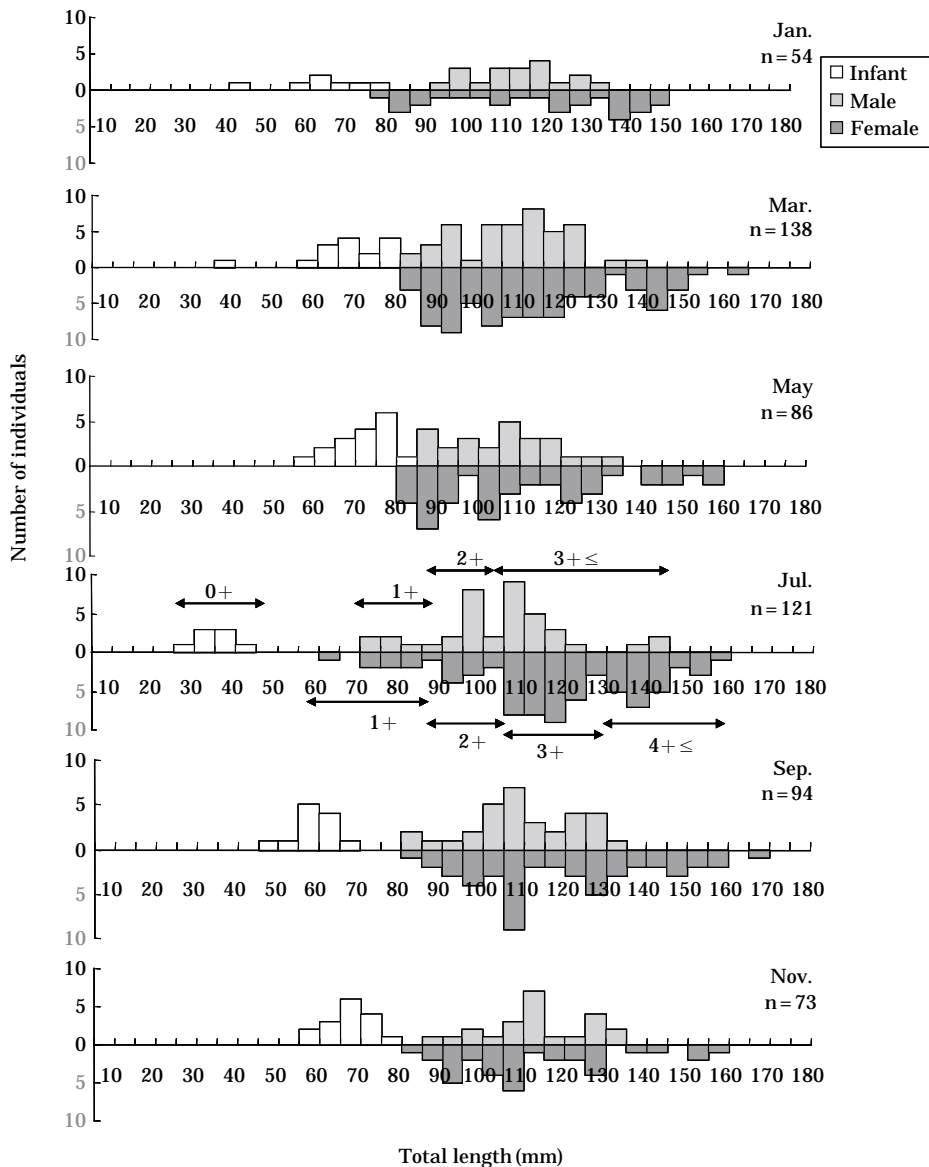


Fig. 5. Length frequency distribution of *Iksookimia longicorpa* in the Churyeongcheon Stream population, Bokheung-myeon, Sunchang-gun, Jeollabuk-do, Korea from January to November 2004.

면 (Fig. 5) 당년생 (전장 20~70 mm)은 암수가 구별되지 않았지만 부화 후 13~14개월 후에 수컷 가슴지느러미에 골질판 (lamina circularis)이 형성되면서 암수가 구별되었다. 7월을 기준으로 하였을 때 수컷은 1년생이 70~90 mm, 2년생이 90~110 mm, 3년생 이상이 110 mm < 으로 추정되었고, 암컷은 1년생이 65~90 mm, 2년생이 90~110 mm, 3년생이 110~130 mm, 4년생 이상이 130 mm < 으로 추정되었다. 채집된 개체 중 가장 큰 개체는 수컷이 145.2 mm (16.4 g), 암컷은 181.1 mm (32.9 g)이었다. 왕종개의 당년생 치어는 급격한 성장을 보였는데 부화 후 약 20일 후인 6월 말에는 26.7±2.7 mm, 7월 말에는 43.5±4.8 mm, 9월 말은 67.3±5.3 mm, 11월 말에는 73.2±8.4 mm를 보여 5개월 만에 70 mm 이상으로 성장하였다. 왕종개의 체중성장식 (Fig. 6)은 수컷이 $W = 5E - 06L^{3.0408}$ ($R^2 = 0.9173$), 암컷은 $W = 5E - 06L^{3.0129}$ ($R^2 = 0.9389$)로 나타나 암수가 비슷하게 나타났다.

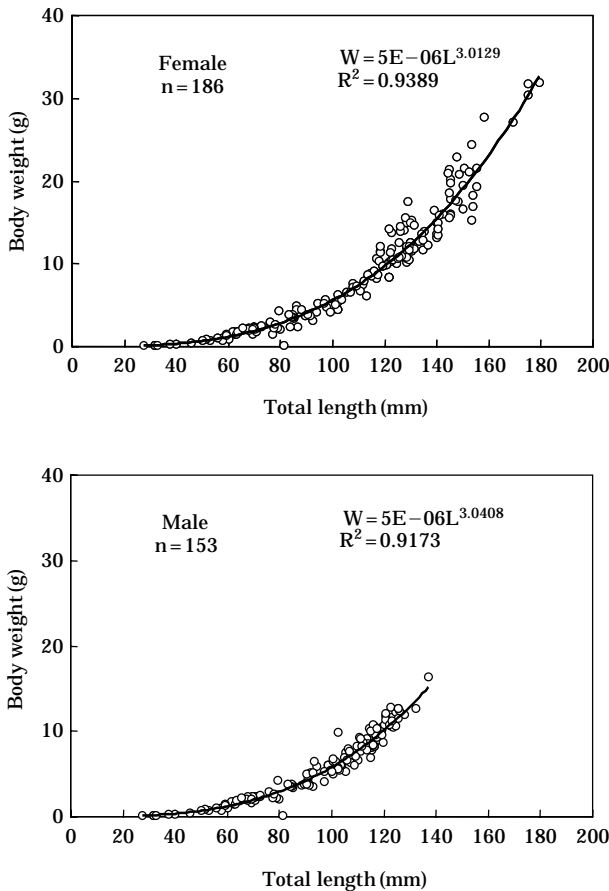


Fig. 6. Relationship between total length and body weight of *Iksokimia longicorpa* in the Churyeongcheon stream at Bokheung-myeon, Sunchang-gun, Jeollabuk-do, Korea.

4. 산란시기 및 산란기특징

왕종개는 조사 기간 중 암컷이 425개체, 수컷이 274개체가 채집되어 1:0.65로서 수컷에 비해 암컷의 수가 많은 것으로 조사됐다 (Table 2). 왕종개의 생식소성숙도 (Fig. 7)는 산란이 끝난 9월부터 증가하기 시작하여 11월까지 증가하였지만 월동기가 되면서 다음해 2월까지 생식소 증가는 멈추었다가 왕종개가 활동을 시작하는 3

Table 2. The sex ratio of *Iksokimia longicorpa* investigated in the Churyeongcheon stream at Bokheung-myeon, Sunchang-gun, Jeollabuk-do, Korea

Year	Month	Female	Male	
2003	Mar.	14	8	
	Apr.	13	7	
	May	17	6	
	Jun.	11	7	
	Jul.	23	14	
	Aug.	14	13	
	Sep.	16	11	
	Oct.	6	5	
	Nov.	9	7	
	Dec.	7	2	
	2004	Jan.	8	9
		Feb.	8	7
Mar.		80	45	
Apr.		13	7	
May		43	27	
Jun.		10	4	
Jul.		31	21	
Aug.		12	11	
Sep.		41	29	
Oct.		15	11	
Nov.		34	23	
Total number		425	274	
Sex ratio		1	0.65	



Fig. 7. Monthly change of gonadosomatic index of *Iksokimia longicorpa* (♂ 134, ♀ 163) in the Churyeongcheon stream population at Bokheung-myeon, Sunchang-gun, Jeollabuk-do, Korea from March 2003 to October 2004. Vertical lines show SD.

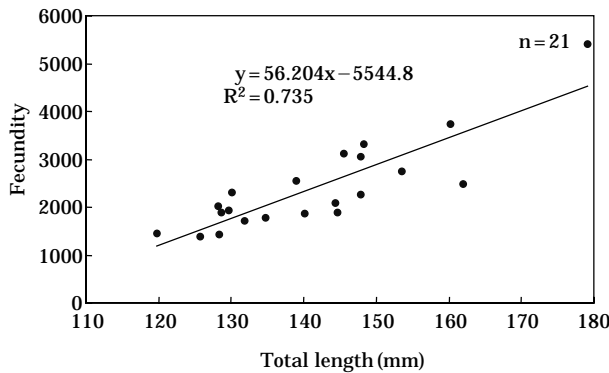


Fig. 8. Fecundity of individual females of *Iksookimia longicorpa* in the Churyeongcheon stream population at Bokheung-myeon, Sunchang-gun, Jeollabuk-do, Korea.

월부터 다시 급속히 발달하여 5월(♂: 6.3%, ♀: 17.8%)에 가장 높게 나타났다. 이후 6월에 생식소성숙도는 급격히 감소하였다. 왕중개의 산란시기는 생식소성숙도가 6월에 급격히 감소하는 점과 산란을 마친 개체들이 6월 초부터 중순까지 집중적으로 채집된 점으로 보아 산란 성기가 6월 초부터 중순으로 추정되었다. 또한 이때의 수온은 20~24°C였으며, 산란을 마친 암컷들은 공통적으로 몸의 중앙 부위에 혈흔이 있었고 채색이 희미해져 있었다.

생식소가 발달하는 개체들은 만 2년생 이상의 개체로 수컷은 전장 105 mm 이상, 암컷은 전장 115 mm 이상의 개체들이었다 (Fig. 8). 평균 포란수는 2,402±944 (1,455~5,405)개로 나타났고 전장이 증가함에 따라 포란수가 급격히 증가하는 것을 볼 수 있었는데 연령별로 구분하여 보면 2년생은 1,766±306개, 3년생 2,546±552개, 4년생 3,878±1,463개로 나타났다. 난경은 연령별로 큰 차이를 보이지 않았고 1.32±0.12 mm로 나타났다.

5. 섭식행동과 소화관내용물

1) 섭식행동

왕중개의 섭식행동은 낮에 만 관찰되어 주행성 어류로 생각되었다 (Fig. 4). 섭식행동을 개체당 10분 동안 수중에서 관찰한 결과 공통적으로 바닥에서 먹이를 걸러 먹었지만 개체 크기에 따라서 섭식장소는 차이를 보였다 (Fig. 9). 전장 20~40 mm인 아주 어린 개체는 모래에서만 섭식을 하였고 이후 커 가면서 섭식장소가 모래에서 돌로 변화하였는데 돌의 비율이 60~80 mm 개체는 33.7%, 80~120 mm 개체는 64.6%, 120~160 mm 개체는 80.8%로 섭식장소가 모래에서 돌로 급속히 변하는 것을

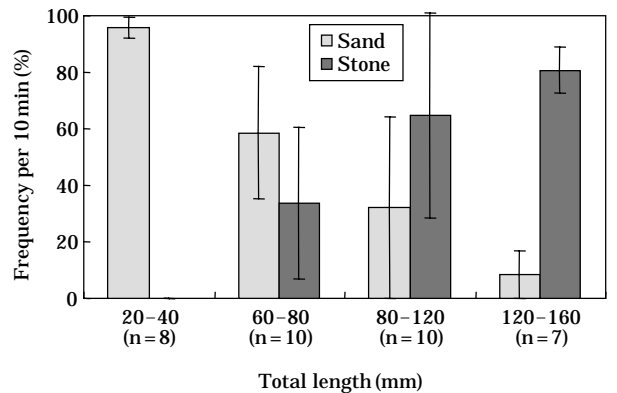


Fig. 9. Frequencies of foraging behaviors by *Iksookimia longicorpa* in the Yocheon stream at Sikjeong-dong, Namwon-si, Jeollabuk-do, Korea from March to October 2004. Vertical lines show SD.

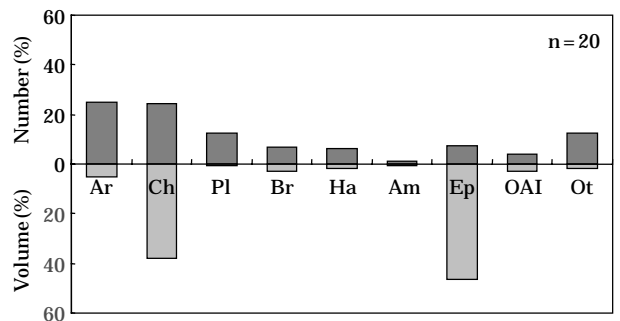


Fig. 10. Percentage of number and volume of animal prey taxa from the intestine of *Iksookimia longicorpa* in the Yocheon stream population at Sikjeong-dong, Namwon-si, Jeollabuk-do, Korea. Ar: Arcellidae, Pl: Plima, Br: Branchioda, Ha: Harpacticidae, Am: Amoebida, Ep: Ephemeroptera, OAI: Others aquatic insecta, Ot: Others.

볼 수 있었다. 섭식장소가 모래인 곳에서 먹이를 섭식할 겨우는 모래를 파거나 훑듯이 하여 모래와 먹이를 같이 삼킨 후 먹이를 걸러 먹었고, 섭식장소가 돌인 경우는 돌 표면이나 돌 틈을 훑듯이 전진하면서 먹이를 섭식하였다.

2) 소화관내용물

왕중개의 소화관 내용물을 동물성과 식물성 (Algae)으로 구분하여 비교하였다. 부피로 볼 때 동물성 먹이가 72.2%, 식물성 먹이가 27.8%를 차지하여 동물성 먹이를 선호하였다. 동물성 먹이는 수적인 면에서 꽃병벌레류 (Arcellidae)가 25.1%, 갈다구류 (Chironomidae) 24.4%로 높게 나타났고, 윤충류 (Plima) 12.3%, 하루살이류 (Ephe-

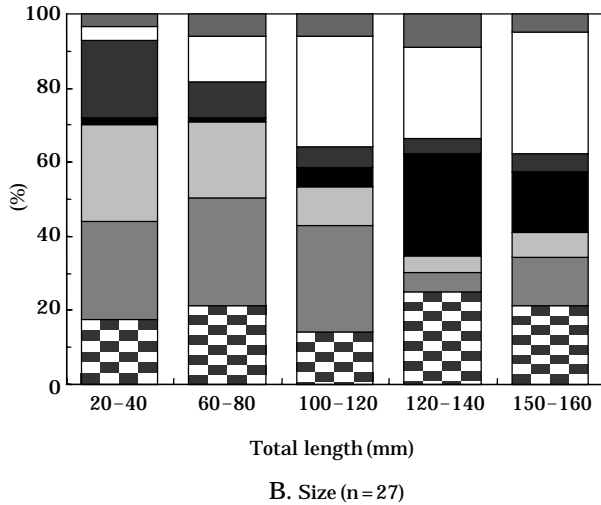
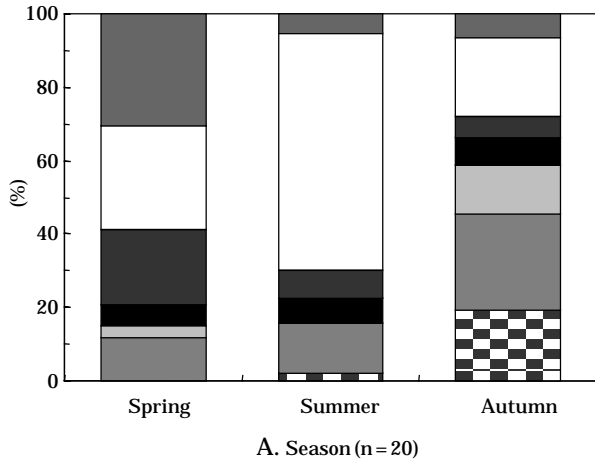


Fig. 11. Season (A) and size (B) changes in feeding habits of *Iksookimia longicorpa* in the Yocheon stream at Sikjeong-dong, Namwon-si, Jeollabuk-do, Korea from 2004.

meroptera) 7.4%, 물벼룩류 (Branchioda) 6.6%, 저서성요각류 (Haracticidae) 6.4% 등으로 나타났다 (Fig. 10). 반면 부피면에서 하루살이류가 46.4%로 가장 높게 나타났고, 그 다음이 깔다구류로 38.0%로 나타났다. 따라서 하루살이류는 수적인 면에서 낮은 비율을 차지했지만 부피면에서는 가장 높은 비율을 차지하였고 깔다구류는 수와 부피 면에서 모두 높게 나타났다. 식물성 먹이는 남조류 (Cyanophyceae)의 *Aphanocapsa*, 규조류 (Bacillariophyceae)의 *Cymbella*, *Navicula*, *Synedra*, *Coconeis*, *Melosira*, 녹조류 (Chlorophyceae)의 *Cosmarium*을 많이 섭식하였다.

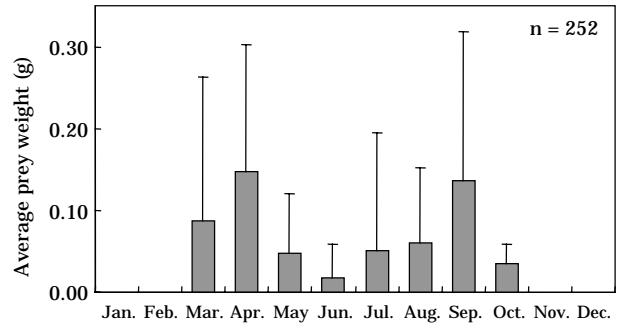


Fig. 12. Seasonal change in feeding rate of *Iksookimia longicorpa* in the Churyeongcheon stream at Bokheung-myeon, Sunchang-gun, Jeollabuk-do, Korea from January to November 2004.

계절에 따른 먹이변화를 수적으로 조사한 결과 전체적으로 깔다구류와 꽃병벌레류가 많이 나타났다 (Fig. 11). 봄에는 저서성요각류가 32.1%, 깔다구류 30.4%, 물벼룩류 21.4% 순으로 높게 나타났고, 여름에는 깔다구류가 64.4%로 가장 높게 나타났으며 일부 꽃병벌레류 13.7%로 나타났다. 가을에는 꽃병벌레류가 26.3%, 깔다구류 21.7%로 높게 나타났다. 개체크기에 따른 먹이변화를 보면 작은 치어기 때는 윤충류, 꽃병벌레류, 물벼룩류를 많이 섭식하였지만 성장하면서 이들의 비율은 낮아지고 깔다구류, 하루살이류의 비중이 점점 증가하였다.

3) 월 섭식량과 섭식물의 변화

섭식과 섭식개체율 변화를 알아보기 위하여 2004년 1월부터 12월까지 매달 10개체 이상을 조사하였다 (Fig. 12). 조사 결과 월동기인 1월과 2월에는 전혀 섭식을 하지 않았고 이후 활동기인 3월부터 섭식을 시작하여 10월까지 섭식을 하였다. 섭식량은 4월에 평균 0.15g으로 최대치를 보였고 이후 감소하여 산란기인 6월에 평균 0.02g으로 최소치를 보였으며 다시 증가하기 시작하여 9월에 평균 0.14g으로 두 번째 정점을 보인 후 감소하였다. 월동기인 11, 12월에는 섭식을 하지 않았다. 섭식개체율 또한 섭식량 변화와 비슷한 경향을 보였는데 4월과 9월에 84.6, 55.0%로 높게 나타났고, 6월과 7월에 25~30%로 매우 낮게 조사되었으며, 월동기인 11월부터 2월은 섭식을 하지 않아 0%로 나타났다.

고찰

왕중개는 하천의 중·상류지역에 분포하며 특히 여울과 소(pool)가 반복되며 자갈과 돌이 쌓여 있는 하천 상

류지역에 집단으로 서식하고 있었다. 이와 같은 본 종의 특징은 우리나라의 참종개(김, 1978), 부안종개(김과 이, 1984), 남방종개 *I. hugowolfeldi*(최, 2003)와 비슷한 서식환경을 보이고 있으나, 하천 중·상류의 유속이 느리거나 거의 정체된 물에 사는 동방종개 *I. yongdokensis*나 유속이 완만하고 수심이 얇은 곳의 모래에 서식하는 미호종개 *I. choui*와는 차이를 보인다(김과 박, 2002). 또한 왕종개와 같은 지역에 분포하는 줄종개도 왕종개보다 유속이 느리고 모래가 쌓여 있는 곳에 서식하여 서식환경의 차이를 보였다.

왕종개의 연중활동시기는 낮 수온이 8~10°C인 3월 중순부터 10월까지 하천 바닥 밖으로 나와 활동을 하였고, 11월부터 다음해 2월까지의 하천 바닥 속으로 파고 들어가 월동을 하였다. 월동장소는 대부분 자갈과 돌이 쌓여있는 곳이지만,当年생 치어만은 모래가 쌓여있는 곳에서 월동을 하였다. 유럽의 *C. taenia*의 경우(Bohlen, 2003) 활동은 3월부터 시작하여 10월까지 활동하고 이후에는 모래 속으로 파고 들어가 월동한다고 하여 활동기가 왕종개와 일치하였으나 수온이 11~14°C일 때 섭식내용물이 관찰되고 4~6°C일 때는 먹이활동을 멈춘다고 하여 온도에서의 적응도는 차이를 보였다. 또한 우리나라에 서식하는 남방종개(최, 2003)는 모래속에서 월동기를 보내다가 활동기가 되면 모래나 자갈이 깔린 곳으로 이동하여 서식한다고 하여 월동서식처 차이를 보였다.

일활동기는 주행성으로 낮에는 하천바닥 위로 나와 활동을 하고 밤에는 바닥 속으로 파고 들어가 은신하였다. 우리나라 미꾸리과 어류 중 미꾸리 *Misgurnus anguillicaudatus*만이 야행성으로 알려져 있으나(김, 1997), 다른 종에 대해서는 보고된 바 없다. 한편 유럽에 분포하는 *C. taenia*는 주행성으로(Robbotham, 1977) 알려졌지만, Bohlen (2003)는 야행성이라 하여 의견의 차이를 보였다.

연령은 수컷이 3년생 이상, 암컷이 4년생 이상으로 추정되었으며 암컷이 수컷보다 개체크기가 크고 연령대도 더 넓게 나타나 차이를 보였다. 유럽의 스페인산 *C. paludica*(Przybylski and Vallandolid, 2000)의 경우 이석을 이용한 연령추정으로 수컷은当年생(TL 26.5 mm), 1년생(35.5 mm), 2년생(48.2 mm), 3년생(43.5 mm), 암컷은当年생(26.0 mm), 1년생(45.8 mm), 2년생(52.7 mm), 3년생(60.0 mm), 4년생(68.5 mm), 5년생(75.6 mm)으로 보고하였고, 국내에 분포하는 참종개(김, 1978)는 9월의 전장조성을 기준으로 볼 때当年생(20~40 mm), 1년생(40~60 mm), 2년생(60~85 mm), 3년생 이상(85 mm<)으로 나타난다고 하였으며, 백천의 부안종개(김과 이, 1984)는 5월을 기준으로 전장조성을 볼 때当年생(10~

30 mm), 1년생(30~45 mm), 2년생(45~60 mm), 3년생 이상(60 mm<)으로 추정하였다. 따라서 왕종개의 연령에 따른 전장은 다른 종에 비하여 크게 나타나 다른 종들보다 성장률이 빠르다고 생각된다.

미꾸리과 어류중 미꾸리속 *Misgurnus* 기름종개속 *Cobitis*, 참종개속 *Iksookimia*, 새코미꾸리속 *Koreocobitis* 어류는 수컷의 가슴지느러미 제2기조가 두꺼워지고 팽대해져 생긴 골질반을 가지고 있어 암·수가 쉽게 구별된다(김과 박, 2002). 왕종개는 부화 후 13~14개월 후에 가슴지느러미에 골질반이 형성되어 암·수가 구별되었다. 왕종개의 성비(♀:♂)는 1:0.65로 암컷이 수컷보다 많게 나타났는데 참종개의 성비는 1:0.75(김, 1978)이고 남방종개가 1:0.60(최, 2003), 점줄종개의 성비가 1:0.65(김과 정, 1988)로 보고되어 비슷한 성비를 보였으나 부안종개는 1:1.02(김과 이, 1984)로 보고되어 차이를 보였다.

온대지방에 서식하는 담수어류는 온도와 광주기 등의 계절적 변화의 영향을 받아 일정한 산란주기를 가지게 되는데 특히 담수어류의 산란시기는 수온과 매우 밀접한 관계를 가진다. 우리나라 미꾸리과 어류 중 참종개(김, 1978)는 6월에 수온이 26°C일때 산란을 한다고 하였고, 부안종개(김과 이, 1984)는 5월에 20°C 이상에서, *C. taenia*는 18~28°C에서(Bohlen, 1999) 산란한다고 보고하였다. 왕종개는 6월 초에서 중순이 산란성기로 추정되었고 이때의 온도는 20~24°C였다. 이 시기에는 산란을 마친 암컷이 다수 채집이 되었었는데 특히하게도 몸의 중앙 부위에 혈흔이 있었고 채색이 희미해져 있었다. 이는 유럽산 *C. taenia*의 수컷이 암컷의 몸통을 감싸고 골질반으로 복부를 눌러 산란을 유도한다는 결과로 볼 때(Bohlen, 2003) 산란행동과 관련이 있는 것으로 추정된다.

산란에 참여하는 개체는 만 2년생 이상의 개체들로 이들만이 생식소가 발달하였다. 생식소성숙도와 포란수는 연령에 따라 큰 차이를 보였는데 연령이 높아질수록 포란수와 생식소성숙도가 급격히 증가하였다. 포란수는 2년생이 1,766개, 3년생은 2,546개, 4년생 이상은 3,878개로 큰 차이를 보이며 평균 포란수는 2,402±944(1,455~5,405)개였다. 전주천에 서식하는 참종개(김, 1978)도 만 2년생 이상이어야 생식소가 발달하며 포란수는 1,271(986~1,683)개로 보고하였다. 또한 부안종개는 329(142~878)개, 동진강산 참종개는 1,579(1,260~1,880)개, 그리고 일본산 *C. biwae*(岡田·清石, 1937)은 668(423~980)개로 나타난다고 하여 왕종개의 포란수가 다른 종에 비해 많은 것을 알 수 있다. 난경은 1.32±0.12 mm로 나타나 부안종개(1.35±0.08 mm)와 비슷

하였고, 동진강 참종개 (1.10±0.08 mm), 남방종개 (1.11±0.09 mm)보다는 크게 나타났다.

미꾸리과 어류는 흡입을 통하여 바닥의 유기물질을 여과하여 먹이를 걸러 먹으나 섭식장소는 종마다 약간씩 차이를 보인다고 알려져 있다(김과 박, 2002). 왕종개는 대부분 돌표면이나 틈에서 먹이를 섭식하였으며 하루살이류(Ephemeroptera)와 깔다구류(Chironomidae)가 가장 큰 비중을 차지하였고 그밖에 윤충류(Plima), 물벼룩류(Branchioda), 꽃병벌레류(Arcellidae), 조류(Algae)가 관찰되었다. 전주천의 참종개(김, 1978)는 수서곤충(Aquatic insecta)과 갑각류(Crustace) 등과 조류를 많이 섭식하고, 백천에 서식하는 부안종개(김과 이, 1984)는 조류와 수서곤충이 관찰되고 특히 깔다구류가 다량 포식되었다고 보고 하였으며, 남방종개(최, 2003)는 저서성요각류(Harpacticidae)와 깔다구류가 대부분을 차지하고 물벼룩류(Branchioda)와 하루살이류 및 조류가 일부 관찰된다고 하여 종마다 약간의 먹이 종류의 차이를 보였다.

계절에 따른 먹이 변화는 주변 환경 먹이 생물의 조성 및 출현 양에 따라 계절 변화를 보인다(허와 곽, 1997a, b; 최, 2002; 백 등, 2002). 또한 일반적으로 어류는 성장함에 따라 잠재먹이(potential prey)의 범위가 커지고(Wootton, 1990) 섭식장소 및 섭식방법이 달라짐에 따라 먹이의 변화를 가져온다고 알려져 있다(김, 1996; Choi, 2003). 왕종개도 일시 주변 환경의 먹이 생물의 조성 및 출현양에 따라 계절별로 먹이생물이 변하였는데 봄에는 깔다구류와 저서성요각류, 물벼룩류가 높게 나타나고, 여름에는 깔다구류가, 가을에는 꽃병벌레류와 깔다구류가 높게 나타났다. 성장에 따른 먹이변화가 일어났는데 치어기 때는 크기가 작은 윤충류나 물벼룩류, 꽃병벌레류 등을 섭식하다가 성장하면서 깔다구류, 하루살이류와 같은 큰 먹이생물로 먹이생물이 변하였다.

왕종개는 월동기인 11월부터 다음해 2월까지 섭식을 하지 않았다. 하지만 3월부터 섭식량은 급격히 증가하여 4월에 정점을 이루었고 이후 다시 감소하다 9월에 두 번째 정점을 이룬 후 다시 감소하였다. 이런 두 개의 정점은 산란과 월동대비로 인하여 섭식량이 급격히 증가한 것으로 보이며 6월과 7월에 급격히 감소한 것은 산란기와 우기의 영향으로 섭식량이 급격히 감소한 것으로 보인다. 특히 산란시기에는 성숙한 암컷과 수컷은 대부분 섭식을 하지 않아 섭식개체율이 매우 낮게 나타났다. 강원도 홍천강에 서식하는 돌상어 *Gobiobotia brevisbarba*(최, 2002)의 섭식률은 월동기인 1월에는 최저치를 보이고 이후 2월부터 증가하기 시작하여 4월과 10월에 정점을 보인다고 하여 두 번의 정점이 있고 겨울에

최저치를 보이는 것은 비슷하였으나 변화양상과 정점시기에 있어서는 다소 차이를 보였다.

인 용 문 헌

- Bohlen, J. 1999. Reproduction of spined loach, *Cobitis taenia*, under laboratory condition. J. Appl. Ichthyol., 15 : 49~53.
- Bohlen, J. 2000. Similarities and differences in the reproductive biology of loaches (*Cobitis* and *Sabanejewia*) under laboratory conditions. Folia Zool., 49 (suppl. 1) : 179~186.
- Bohlen, J. 2003. Spawning habitat in the spined loach, *Cobitis taenia* (Cypriniformes, Cobitidae). Japan. Ichthyol., 50 : 98~101.
- Choi, S.H. 2003. A study on foraging behavior of four species in the genus *Pterogobiobius* (Pisces: Gobiidae), with note on speciation. Hiroshima University Doctoral thesis, 162 pp.
- 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.
- Erk'akan, F. and F.G. Ekmekci. 2000. Habitats of *Cobitis fahireae*, *Cobitis Puncticulata* and *Cobitis levantina* (Teleostei: Cobitidae) in Turey. Folia Zool, 49 (suppl. 1) : 193~198.
- Erös, T. 2000. Population biology of *Cobitis elonatooides* in a lowland stream of the Middle Danube (Hungar'y). Folia Zool, 49 (suppl. 1) : 151~157.
- Kim, I.S., K.C. Choi, and T. T. Nalvant. 1976. *Cobitis longicorpa*, a new cobitid fish from Korea. Korean J. Zool., 19(4) : 174~178.
- Kim, I.S., S.Y. Kim and J.Y. Park. 2001. Histological observation of the barbel in the spined loach, *Iksookimia longicorpa* (Cobitidae). Korea. J. Ichthyol., 13(1) : 24~27.
- Nalbant, T.T. 2002. The tribe Cobitini: a monophyletic assemblage. II International Conference: Loaches of the genus *Cobitis* and related genera. P. 51. Programme & Book of abstracts. Sep. 9-13, 2002. olsztytn. Poland.
- Oliva-Paterna, F.J., M.M. Torralva and C. Fernandez-Delgado. 2002. Age, growth and reproduction of *Cobitis paludica* in a seasonal stream. Journal of Fish biol., 60 : 39~404.
- 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.

- Przybylski, M. and M. Vallandolid. 2000. Age and growth of *Cobitis paludica* in the Lozoya River (Central Spain). *Folia Zool.*, 49 (suppl. 1) : 129~134.
- Ricker, W.E. 1971. Methods for assessment of fish production in freshwater. IBP hand book, 3 : 112~113.
- Robotham, J.W.P. 1977. Feedings habits and diet in two populations of spined loach, *Cobitis taenia* (L.). *Freshwater Biol.*, 7 : 469~477.
- Robotham, J.W.P. 1981. Age, growth and reproduction of spined loach, *Cobitis taenia* (L.). *Hydrobiologia*, 85 : 129~136.
- Slavik, O., D. Mattas, P. Jirinec, L. Bartos and J. Rebec. 2000. Substratum selection by different size of spined loach *Cobitis* sp. *Folia Zool.*, 49 (suppl. 1) : 167~172.
- Wootton, R. J. 1990. Ecology of Teleost Fishes. Chapman and Hall, New York, 404 pp.
- 김병직. 1996. 한국산 줍구굴치 *Hypseleotris swinhonis* (Günther)의 생태와 생활사. 전북대학교 대학원 석사학위 논문, 56 pp.
- 김익수. 1978. 전주천 참종개 *Cobitis koreensis*의 생태. 한국생태학회지, 2 : 9~14.
- 김익수. 1997. 한국동식물도감, 제37권 동물편 (담수어류). 교육부, 국정교과서 (주), 연기, 629 pp.
- 김익수 · 박종영. 2002. 한국의 민물고기. 교학사, 서울, 465 pp.
- 김익수 · 이완옥. 1984. 백천에 서식하는 참종개 *Cobitis koreensis* KIM 개체군의 형태와 생태. 한국생태학회지, 7(1) : 10~20.
- 김익수 · 정만택. 1988. 한국산 점줄종개 *Cobitis taenia lutheri*의 계절적 반문변이. 한국생태학회지, 11(2) : 77~82.
- 박종영. 1996. 한국산 미꾸리과 (Cobitidae) 어류의 생식소에 관한 형태학적 연구. 전북대학교 대학원 박사학위 논문, 158 pp.
- 백현민 · 송호복 · 심하식 · 김영건 · 권오길. 2002. 연준모치 *Phoxinus phoxinus*와 금강모치 *Rhynchocypris kumgangensis*의 서식지 분리와 먹이선택. 한국어류학회지, 14(2) : 121~131.
- 윤일병. 1995. 수서곤충검색도설. 정행사, 서울, 218 pp.
- 조규승. 1993. 한국담수동물플랑크톤도감. 아카데미서적, 서울, 389 pp.
- 정 준. 1993. 한국담수조류도감. 아카데미서적, 서울, 496 pp.
- 최은경. 2003. 남방종개 *Iksookimia hugowolfeldi* (Pisces, Cobitidae)의 생물학적 연구. 전북대학교 교육대학원 석사학위논문, 42 pp.
- 최재석. 2002. 돌상어, *Gobiobotia brevibarba* Mori (Cyprinidae)의 생태학적 연구. 강원대학교 박사학위논문, 103 pp.
- 허성희 · 광석남. 1997a. 베도라치 (*Pholis nebulosa*)의 식성. 한국어류학회지, 9 (1) : 22~29.
- 허성희 · 광석남. 1997b. 광양만 잘피밭에 서식하는 어류의 종 조성 및 계절변동. 한국수산자원학회지, 30(5) : 892~902.
- 岡田彌一郎 · 清石禮造. 1937. 日本淡水魚の仔魚と稚魚形態及び生態的研究 8. 水産研究誌, 32(8) : 549~554.
- 可兒蒙古. 1944. 溪流性昆蟲の生態. 古川晴男編 (昆蟲), 上, 研究社, 東京.

Received April 2, 2005

Accepted June 4, 2005