

연곡천에 서식하는 북방종개 *Cobitis pacifica* (Cobitidae)의 생태적 특성

최 준 길 · 변 화 근*

(상지대학교 생명과학과)

Ecological Characteristics of *Cobitis pacifica* (Cobitidae) in the Yeongok Stream. Choi, Jun Kil and Hwa Kun Byeon* (Department of Biological Science, Sangji University, 660 Woosandong, Wonju-si, Gangwon-do 220-702, Korea)

Ecological characteristics of *Cobitis pacifica* inhabited in the Yeongok Stream, Gangwon-do, Korea was investigated from May 2006 to August 2007. The major habitat was composed of sand bottom with current velocities of $0.23 \sim 0.56 \text{ m sec}^{-1}$ and depths of 20~50 cm. The sex ratio of female to male was 1 : 0.93. It was presumed that the spawning season was the period of water temperatures of $25 \sim 27^\circ\text{C}$. Sexually matured individuals appeared over the two years of age. Frequency analysis of body length indicated that the group with 40~59 mm in body length was one-year-old, the group of 60~89 mm was two-years-old, the group of 90~109 mm was three-years-old, and the group of over 110 mm was four-years-old. The average number of eggs in the ovaries was estimated as 809 per matured female. Main prey items were Ephemeroptera and Diptera.

Key words : *Cobitis pacifica*, spawning season, sexually matured, stomach content

서 론

북방종개 (*Cobitis pacifica*)는 기름종개속 (*Cobitis*) 미꾸리과 (Cobitidae) 잉어목 (Cypriniformes)에 속하는 한국특산어종이다. 본 종은 1999년 이전까지는 우리나라의 동북부와 시베리아 등지에 분포하는 종인 *Cobitis granoei*와 *Cobitis melanoleuca*라고 하였으나 체측 반문과 골질반 등의 형태적 특징이 구별되어 별종으로 최근에 *Cobitis pacifica*로 발표하였다 (Kim et al., 1999). Kim (1980)은 강릉남대천과 인접 하천의 기름종개속 어류에 대하여 *C. granoei*로 보고하였으나 Nalbant (1993)에 의해 *C. granoei*는 *C. melanoleuca*의 동종이명으로 검도되었다. *C. melanoleuca*는 *Cobitis* 속 어류 가운데 가장 북쪽까지

널리 출현하는 어종이다 (김, 1997).

국내에 서식하는 미꾸리과 어종에 대한 생태 연구는 참종개 *Cobitis koreensis* (김, 1978), 점줄종개 *Cobitis taenia lutheri* (김과 정, 1988), 왕종개 *Iksookimia longicarpa* (김과 고, 2005), 새코미꾸리 *Koreocobitis rotundicaudata* (변, 2007) 등이 있다. 본 종에 대한 종 분류학적 연구는 많이 진행되어 왔으며 1999년에 신종으로 발표되었으나 생태학적 연구는 전혀 이루어지지 않은 상태이다. 김 등 (2005)은 서식지가 하천 중·하류역 모래 바닥이며 주로 수서곤충을 섭식하는 것으로 추정하고 있다. 따라서 본 연구에서는 북방종개를 대상으로 서식지 환경, 포란수와 난의 크기, 성장, 식성 등을 조사하여, 본 종의 자원증식과 보전을 위한 기초자료를 제시하고자 한다.

* Corresponding author: Tel: 033) 730-0434, Fax: 033) 730-0430, E-mail: cottus@sangji.ac.kr

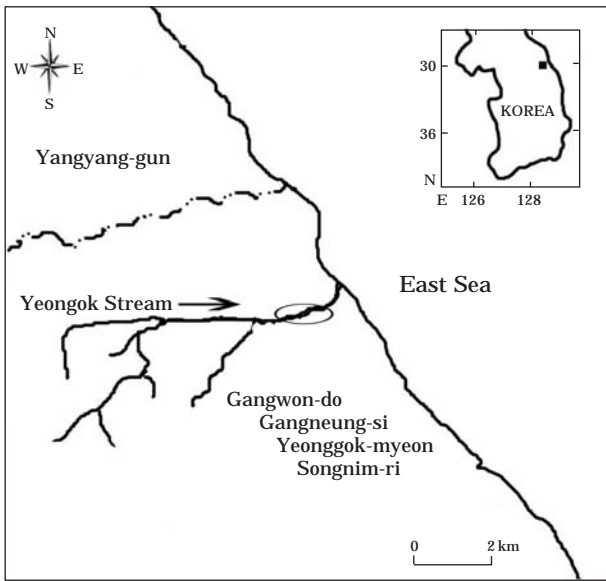


Fig. 1. Map showing the sampling station of *C. pacifica* in the Yeongok Stream, Gangwon-do, Korea.

재료 및 방법

조사에 사용된 표본은 2006년 5월부터 2007년 8월까지 월별로 연곡천 하류역인 강릉시 연곡면 송림리에서 채집되었다(Fig. 1). 채집은 족대(4×4 mm, 1×1 mm)를 사용하였으며 채집된 표본들은 현장에서 10% 포르말린 액에 고정하여 사용하였고 식성 조사용 채집물은 현장에서 포르말린 30%로 고정하여 사용하였다.

본 종의 서식지는 수심, 유속(FP-101로 측정), 유폭, 하상구조, 주변임상 등의 서식 환경 등을 조사하였다. 하상구조는 Cummins (1962)에 의거하여 현장에서 육안으로 관찰하였다. 기온과 수온의 측정은 봉상알콜온도계를 사용하였다. 모든 측정은 정오를 기준으로 실시하였다. 성비 조사를 위해 암수의 구분은 해부 후 생식소를 확인하였다. 성적으로 성숙하여 생식이 가능한 체장 범위의 조사를 위하여 6~7월에 채집한 개체를 대상으로 체장별 암·수의 생식소 성숙도를 조사하였다. 산란시기를 조사하기 위하여 월별로 암·수의 체중과 생식소 무게를 0.01 g 단위까지 측정하여 Gonadosomatic index (gonad weight/body weight × 100)를 구하였다. 포란수의 조사를 위하여 산란 직전인 7월에 채집한 암컷 중 생식소 성숙도(Gonad index)가 5.0% 이상이고, 체장 85~125 mm 범위의 개체를 선택하여 난수를 계수하였다. 성숙난의 직경은 7월에 채집된 개체의 난을 측정하였다. 본 종의 성장과

연령 조사를 위하여 월별로 채집한 전 개체의 체장을 Caliper (1/20 mm)로 측정하여 Peterson method (Bagenal, 1978)에 의한 체장빈도분포(Body length frequency distribution)를 이용하였다. 본 종의 식성을 조사하기 위하여 계절별로 채집한 개체군을 대상으로 3단계(체장 70 mm 이하, 71~100 mm, 101 mm 이상)로 나누어 각각 10개체 이상을 선택하여 소화관 내용물을 조사하였다. 성적으로 성숙하여 생식이 가능한 체장범위를 알아보기 위하여 산란기 직전과 산란시기인 5, 6, 7월에 채집한 개체를 대상으로 체장별 생식소 성숙도를 비교하였다. 산란시기를 알아보기 위하여 매월 채집된 표본의 평균 생식소 성숙도를 조사하였으며 암컷의 배가 팽배해지는 시기인 5, 6, 7월에 채집된 표본을 중점적으로 조사하였다. 포란수(clutch size)를 조사하기 위하여 산란 직전인 6, 7월에 채집한 표본 중 생식소 지수가 4.0% 이상이고 체장이 82~125 mm 범위의 10개체 포란수를 조사하였다

소화관 내용물의 토출을 막기 위해 채집 즉시 30% 포르말린에 고정시켰고 식성조사를 위하여 먹이 활동이 왕성한 5월에서 8월에 채집한 개체군을 대상으로 체장별(70 mm 이하, 71~100 mm, 101 mm 이상) 위 내용물 조사를 하였다. 위를 절개하여 위 내용물을 해부현미경과 광학현미경을 사용하여 검정하였으며 소화관 내용물은 정(1993)과 Mizuno (1977), 윤(1988, 1995)의 도감에 의거하여 동정하였다.

결과 및 고찰

1. 서식지 환경

본 종의 서식환경 조사로는 수온과 기온, 유속, 유폭, 하상구조, 주변임상 등을 조사하였다. 본 종은 하천 하류역과 중·하류 수역 여울에 걸쳐 분포하며 하상구조는 자갈(Gravel)과 모래(Sand)가 2:8의 비율로 대부분이 모래로 이루어져 있었다. 수심은 얇았고(20~50 cm) 주로 30 cm 내외에 많이 서식하며, 유폭은 40~60 m, 유속은 0.23~0.56 m sec⁻¹ 상태를 유지하였다(Table 1). 주변지역은 농경지와 마을이 인접하여 있었고 수변부에 인접하여 갯버들과 달뿌리풀 군락이 풍부하게 생육하고 있었다. 하도와 하상구조의 자연성이 양호한 수역을 중심으로 분포하였다. 하상에 유기물이 퇴적되어 있지 않았으며 규조류가 다량 생육하고 있었다. 사상체를 형성하는 녹조류와 남조류가 다량 서식하는 곳은 서식지로 적합하지 않았다.

Table 1. The environmental conditions at the studied station of the Yeongok Stream, Gangwon-do, Korea from May 2006 to August 2007.

Sream width (m)	53 (40~60)
Water depth (cm)	32 (20~50)
Current velocity (m sec ⁻¹)	0.48 (0.23~0.56)
Status of stream bed (*B : C : P : G : S)	G : S = 2 : 8
Stream type	Rapid

*B : Boulder (>256 mm), C : Cobble (64~256 mm), P : Pebble (16~64 mm), G : Gravel (2~16 mm), S : Sand (0.1~2 mm) by Cummins (1962)

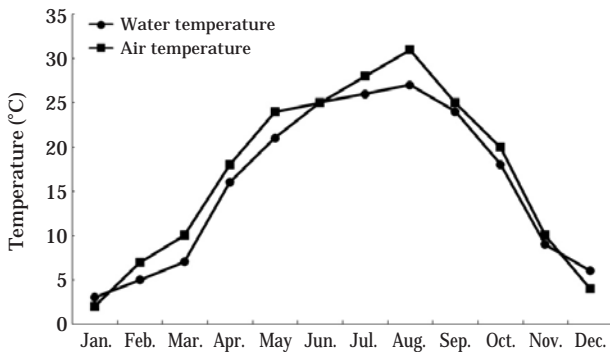


Fig. 2. Monthly changes of the air and water temperature in the Yeongok Stream, Gangwon-do, Korea from May 2006 to August 2007.

1월부터 12월까지 측정된 수온과 기온의 변화에서는 최저 기온이 영하로 떨어지는 12~2월에는 수표면이 얼음으로 덮이게 되는 경우가 있으며 이 때 수온은 3~6°C을 유지하며, 1월에 최저의 기온(3°C)과 수온(4°C)을 나타내었다. 3월부터 수온이 상승하여 7~8월에 최고인 26~27°C에 도달했다. 기온은 3월부터 급격히 증가하여 7~8월에 28~31°C에 달하여 이 시기에는 수온과 기온이 약 2°C 이상의 차이를 나타내었다. 10월 이후 기온과 수온은 급격히 하강하여 12월부터 수온이 기온보다 높은 계절적인 변화를 보였다 (Fig. 2).

2. 성 비

월별로 채집한 총 410개체 중 수컷이 198개체, 암컷이 212개체로 암컷이 다소 많았으며 성비는 0.93:1로 나타났다. 이와 같은 성비는 월별로 차이가 거의 없이 일정하였다 (Table 2). 성비가 거의 1:1 균형을 이루고 있는 것은 수컷 한 개체와 암컷 한 개체가 산란을 하는 일부일처제 (monogamy)의 번식 습성을 유지하기 때문인 것으로 생각된다. 유사한 종들에 대한 성비 조사연구에서는

Table 2. The No. of sex ratio of *C. pacifica* investigated in the Yeongok Stream, Gangwon-do, Korea from May 2006 to August 2007.

Month	Male	Female	Male : Female sex ratio
Jan.	13	11	1.18
Feb.	18	15	1.20
Mar.	17	15	1.13
Apr.	13	14	0.92
May	18	15	1.20
Jun.	21	29	0.72
Jul.	17	25	0.68
Aug.	20	22	0.91
Sep.	21	25	0.84
Oct.	15	16	0.94
Nov.	12	11	1.09
Dec.	13	14	0.76
Total No.	198	212	0.93

점줄종개 (*Cobitis lutheri*)는 성비가 1:0.65, 참종개 (*Iksookimia koreensis*) 1:0.75, 왕종개 (*I. longicopa*) 1:0.65, 새코미꾸리 (*Koreocobitis rotundicaudata*) 1:0.78로 암컷이 다소 많았다 (김, 1978; 김과 정, 1988; 김과 고, 2005; 변, 2007). 이러한 결과는 미꾸리과에 있어 *Iksookimia* 속, *Cobitis* 속, *Koreocobitis* 속에서 일반적인 현상으로 알려져 있다 (변, 2007). 북방종개도 미꾸리과에 속하는 이들 어종과 같이 암컷이 다소 많은 상태의 성비를 보이는 결과와 일치하였다.

3. 성장도

산란시기가 6~8월이므로 7월에 출현하는 개체군을 이용하여 연령을 추정하였다. 체장빈도 분포는 3개의 무리로 나누어진다. 체장이 40~59 mm의 집단은 만 1년생, 60~89 mm의 집단은 만 2년생, 90~109 mm의 집단은 만 3년생, 110 mm 이상은 만 4년생으로 추정된다 (Fig. 3). 북방종개의 성장도는 기름종개 (*C. hankugensis*) 및 점줄종개와 유사한 결과를 나타내었다 (김과 정, 1988; 최 등, 2002). 반면 새코미꾸리에 비하면 성장도가 다소 느렸다 (변, 2007).

4. 성적 성숙 연령 및 생식가능 체장범위

암컷은 생식소 성숙도가 2% 이상을 넘는 개체로 성숙란 (직경이 0.6 mm 이상)을 가지며, 수컷은 0.3% 이상이 되어야 정소의 성숙이 이루어지고 있었으므로 이들 개체에 국한하여 생식이 가능한 것으로 판단된다. 본 조사 결

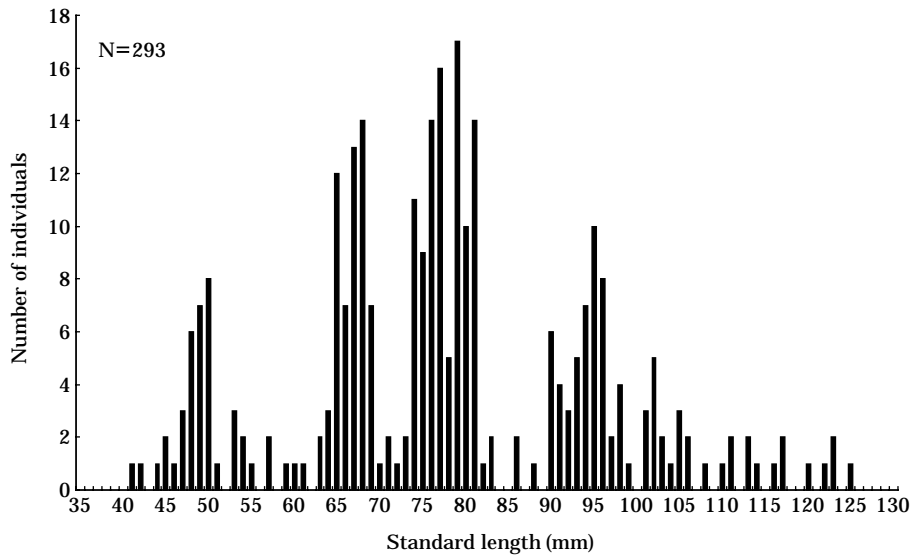


Fig. 3. Length frequency distributions of *C. pacifica* in the Yeongok Stream, Gangwon-do, Korea at July 2007.

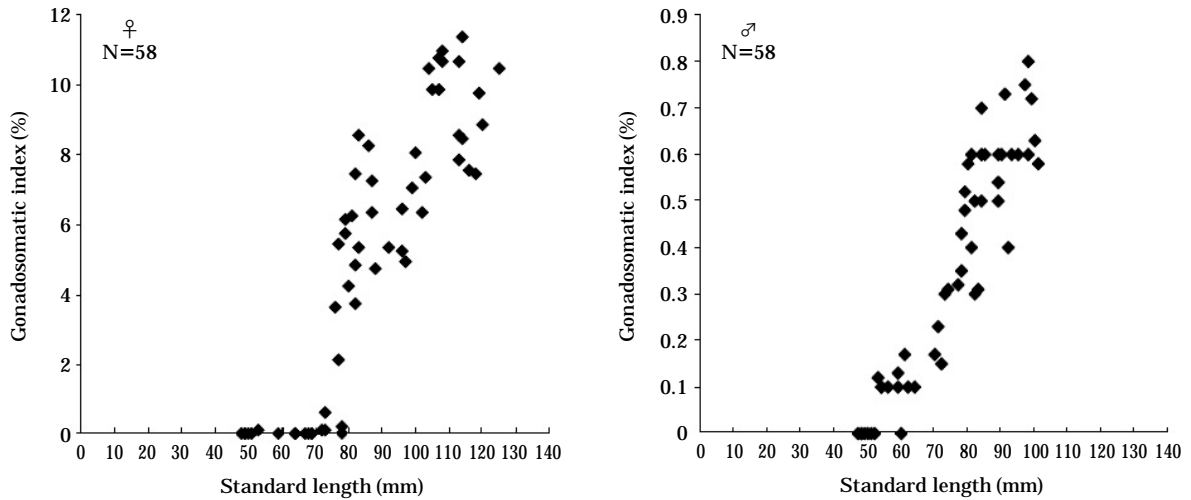


Fig. 4. Change of gonadosomatic index with increasing of standard length of *C. pacifica* in the Yeongok Stream, during May 2006 to August 2007.

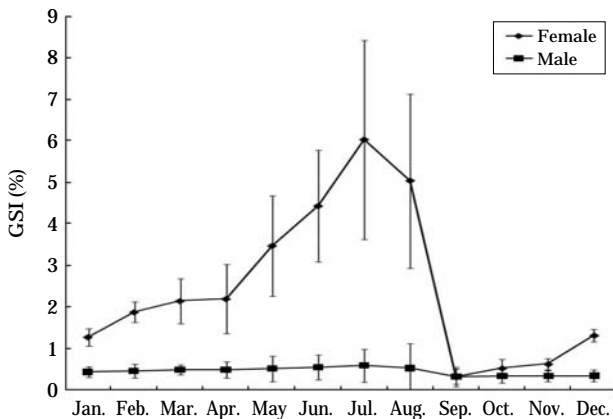
과 암·수 모두 체장이 70 mm (만 2년생) 이상부터 성적 성숙이 이루어지기 시작하였다. 체장이 70~80 mm에서는 일부 개체만 성적 성숙이 이루어지고 81 mm 이상 되면 모든 개체에서 성적 성숙이 이루어지고 있었다(Fig. 4). 북방종개의 성적 성숙은 참종개보다 다소 빨랐고 왕종개와는 동일하였다(김, 1978; 김과 고, 2005). 국내에 분포하는 *Cobitis* 속에 속하는 종에 대한 성적 성숙 연령에 대한 연구가 이루어지지 않아 이들 종과의 비교는 할 수 없었다.

5. 포란수

포란수는 257~1,206개이었으며 평균 809개이었다(Table 3). 포란수는 부안종개 (*I. pumila*)보다 다소 많았고 참종개, 새코미꾸리, 왕종개보다는 적었다(김, 1978; 김과 고, 2005; 변, 2007). 체장이 큰 개체일수록 포란수가 증가하였다. 이와 같이 체장이 증가함에 따라 포란수가 증가하는 것은 담수어에 있어서 일반적인 현상이다(Mann, 1971; Pattern, 1971; Foltz, 1976; Daniels, 1987). 성숙란은 구형이며 황색이고 직경은 0.76 ± 0.0052 mm로 작았

Table 3. Number of eggs in gonads of the *C. pacifica* female from June to July 2007.

Body length (mm)	Gonad index (%)	Egg number
82	4.78	257
87	5.04	438
94	7.01	729
98	6.97	694
102	8.21	829
105	7.84	872
113	9.03	934
114	8.69	976
122	10.46	1206
125	11.42	1152
Average		809

**Fig. 5.** Monthly change of gonadosomatic index of *C. pacifica* during May 2006 to August 2007.

다. 성숙란의 크기는 미꾸라지 (*Misgurnus mizolepis*), 새코미꾸리, 참종개, 왕종개, 부안종개, 수수미꾸리 (*Niwaella brevifascita*)보다는 작았다(김, 1997; 김과 고, 2005; 변, 2007).

6. 산란시기

난소 성숙도는 4월에 급격히 증가하기 시작하여 7월 평균 6.03%로 가장 높았으며 8월에 5.04%로 다소 낮아졌다. 9월에는 급격히 하강하여 0.31%로 최저값을 나타내었다. 9월에서 11월까지 1.0% 이하를 나타내었다(Fig. 5). 정소 성숙도는 7월에 0.58%로 가장 높았고 9월에 급격히 하강하여 0.32%로 최저값을 보였다. 12월까지 0.3% 이하의 값을 유지하였다. 생식소 성숙도는 7월에 최고에 달하고 9월부터 급격히 감소되는 점으로 보아 본 종은 6~8월이 산란시기이며 7월이 산란 성기인 것으로 추정

Table 4. Stomach contents of *C. pacifica* in the Yeongok Stream, Gangwon-do, Korea from May to August 2007.

Taxa	Standard length (mm)		
	< 70	71~100	> 101
Attached algae			
BACILLARIOPHYTA			
<i>Achnanthes</i>	++	++	++
<i>Bacillaria</i>	+	+	+
<i>Cocconeis</i>	+	+	+
<i>Cymbella</i>	++	++	++
<i>Diatoma</i>	+		
<i>Fragilaria</i>	+	+	++
<i>Gomphonema</i>	++	++	+
<i>Melosira</i>	+	+	+
<i>Navicula</i>	+++	+++	+++
<i>Nitzschia</i>	+++	+++	+++
<i>Synedra</i>	++	++	++
<i>Surinella</i>	+		+
<i>Tabellaria</i>		+	+
CHLOROPHYTA			
<i>Cosmarium</i>	+	+	+
<i>Senedesmus</i>	+	+	+
NEMATODA			
Aquatic insect			
Ephemeroptera			
<i>Baetis</i> sp.	3	7	24
Trichoptera			
<i>Hydrophyche</i> sp.	1	3	8
Diptera			
Chironomidae	48	114	141

+ : Rare (appearance frequency below than 10%), ++ : Common (appearance frequency 11~60%), +++ : Abundant (appearance frequency over than 61%)

된다. 산란시기 시 수온은 25~27°C이었다. 국내에 서식하는 Cobitidae 어종은 산란시기가 5~8월로 알려져 있는데(김, 1997; 김과 고, 2005; 김 등, 2005) 북방종개의 산란시기도 이와 유사하였다.

7. 식성

먹이생물은 부착조류(Attached algae)에 속하는 규조류(Bacillariophyta)와 녹조류(Chlorophyta), 선충류(Nematoda), 수서곤충(Aquatic insect)에 속하는 하루살이목(Ephemeroptera), 날도래목(Trichoptera), 파리목(Diptera) 등이었다(Table 4). 체장의 크기에 따른 식성 변화는 거의 없었고 부착조류는 크기가 작아 섭취된 먹이의 생체량에서 차지하는 비율은 매우 미미하였다. 섭취된 먹이는 하루살이목 중에는 크기가 작은 꼬마하루살이(*Baetis* sp.)이었으며 날도래목에서는 줄날도래(*Hydrophyche* sp.),

파리목에서는 깔다구 유충(Chironomidae)이었으며 이들 생물은 크기(길이)가 0.5 cm 이하로 작았다. 먹이 생물 중 생체량의 대부분은 파리목의 깔다구 유충(Chironomidae)이 95% 이상을 차지하였다.

적 요

북방종개 (*Cobitis pacifica*)의 생태적 특성을 연구하기 위해 2006년 5월부터 2007년 8월까지 연곡천 하류에서 조사하였다. 본 종은 하천 하류역과 중·하류수역 여울에 걸쳐 분포하며 하상구조는 주로 모래로 이루어져 있었다. 서식지 수심은 20~50 cm 유속은 0.23~0.56 m sec⁻¹ 상태를 유지하고 있었다. 성비는 1:0.93이었고 산란시기는 6~8월이며 산란기 수온은 25~27°C이었다. 만 2년생 이상부터 성적 성숙이 이루어지기 시작하였다. 체장이 40~59 mm의 집단은 만 1년생, 60~89 mm의 집단은 만 2년생, 90~109 mm의 집단은 만 3년생, 110 mm 이상은 만 4년생으로 추정된다. 포란수는 평균 809개이었다. 먹이생물은 하루살이목(Ephemeroptera)와 파리목(Diptera)이 생체량의 대부분을 차지하였다.

사 사

본 연구는 2008년도 상지대학교 교내 연구비에 의하여 수행되었습니다.

인 용 문 헌

김익수. 1978. 전주천 참종개 *Cobitis koreensis*의 생태. 한국생태학회지 2: 9-14.
 김익수. 1997. 한국동식물도감, 제37권 동물편 (담수어류). 교육부. p. 21-520.
 김익수, 고명훈. 2005. 섬진강에 서식하는 왕종개 *Iksookimia longicarpa* (Cobitidae)의 생태. 한국어류학회지 17: 112-122.
 김익수, 정만택. 1988. 한국산 점줄종개 *Cobitis taenia lutheri*의 계절적 반문변이. 한국생태학회지 11(2): 77-82.
 김익수, 최 윤, 이충렬, 이용주, 김병직, 김지현. 2005. 원색한국

어류도감. (주)교학사. p. 135-141.
 변화근. 2007. 내린천에 서식하는 새코미꾸리 *Koreocobitis rotundicaudata* (Cobitidae)의 생태. 한국어류학회지 19(4): 299-305.
 윤일병. 1988. 한국동식물도감, 제30권 동물편 (수서곤충류). 교육부. p. 95-551.
 윤일병. 1995. 수서곤충검색도설. 정행사. p. 7-218.
 정 준. 1993. 한국담수조류도감. 아카데미.
 최기철, 전상린, 김익수, 손영목. 2002. 원색한국담수어도감. 향문사. p. 113-124.
 Bagenal, T. 1978. Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters. Blackwell Scientific. p. 48-116.
 Cummins, K.W. 1962. An evaluation of some techniques for the collection and analysis of benthic samples with special emphasis on lotic waters. *Am. Midl. Nat.* 67: 477-504.
 Daniels, R.A. 1987. Comparative life histories and microhabitat use in three sympatric sculpins (Cottidae: *Cottus*) in northeastern California. *Env. Biol. Fish* 19: 39-110.
 Foltz, J.W. 1976. Fecundity of the slimy sculpin, *Cottus cognatus*, in Lake Michigan. *Copeia*. p. 802-804.
 Kim, I.S. 1980. Systematic studies on the fishes of the family Cobitidae (Order Cypriniformes) in Korea. 1. There unrecorded species and subspecies of the genus *Cobitis* from Korea. *Korean J. Zool.* 23(4): 239-250.
 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. Natl. Hist Nat. 'Grigore Antipa'* 44: 373-391.
 Mann, R.H.K. 1971. The populations, growth and production of fish in four small streams in southern England. *J. Anim. Ecol.* 40: 155-190.
 Mizuno, 1977. Illustrations of The Freshwater Plankton of Japan. p. 82-231.
 Nalbant, T.T. 1993. Some problems in the systematics of the genus *Cobitis* and its relatives (Pisces, Ostariophysi, Cobitidae). *Rev. Roum. Biol. (Biol. Anim)* 38(2): 101-110.
 Pattern, B.G. 1971. Spawning and fecundity of seven species of northwest American *Cottus*. *Amer. Midl. Nat.* 85: 493-506.
 (Manuscript received 10 November 2008, Revision accepted 26 February 2009)