Korean J. Ichthyol. 19(4), 299~305, 2007

내린천에 서식하는 새코미꾸리 *Koreocobitis rotundicaudata* (Cobitidae)의 생태

변 화 근*

강원대학교 환경연구소

Ecology of *Koreocobitis rotundicaudata* (Cobitidae) in the Naerin Stream, Korea

Hwa-Kun Byeon*

Environmental Research Institute Kangwon National University
Chuncheon 200-701, Korea

Ecological characteristics of *Koreocobitis rotundicaudata* was investigated in the mid-upper part of the Naerin stream in Hongcheon gun, Gangwon do, Korea from April 2006 to March 2007. It inhabited mostly on the cobble and pebble bottoms with water-current velocities of 0.3～0.8 m/sec and depths of 30～80 cm. The sex ratio of female to male was 1 : 0.78. It was presumed that the spawning season was from May to June with water temperatures 20.1～23.1°C. Sexually matured individuals appeared over the two years of age. Body length frequencies indicated that the 40～69 mm group is over one year old, the 70～109 mm over two years old, and 110～142 mm over three years old. The average number of eggs in the ovaries was 1,365. Main prey materials were Ephemeroptera and Chironomidae mostly.

Key words : *Koreocobitis rotundicaudata*, spawning season, stomach content

서 론

새코미꾸리 (*Koreocobitis rotundicaudata*)는 미꾸리과 (Cobitidae) 잉어목 (Cypriniformes)에 속하는 한국특산 어종이다. 본 종은 Wakiya and Mori (1929)가 북한강의 회양 표본을 근거로 하여 *Cobitis rotundicaudata*로 기재하였다. 김 등 (1996)은 본 종의 형태와 크기가 미꾸리속 어류와 유사하지만 안하극의 존재, 비늘의 형태, 축소된 구엽, 수컷 가슴지느러미 기부의 골질반과 제2기조의 말단 등의 특징은 *Cobitis*속 보다는 *Iksookimia*속의 형질과 일치되고 있기 때문에 잠정적으로 *Iksookimia*속에 포함하였다. 그러나 체측에 불규칙적인 구름 모양의 반문이 온몸에 산재되어 있어 미꾸리속 *Misgurnus*와도 공통된 점을 보이고 있으나 안하극과 비늘의 모양은 참종개속 *Iksookimia*와 비슷하여 새코미꾸리는 이 두 속의 중간에 위치하는 독립된 속이 되리라 생각되어 Kim *et al.* (2000)은 본 종을 *Koreocobitis*속으로 구분하였고 낙동강에 출현하는 집단을 새로운 종인 얼룩새코미꾸리 (*Koreocobitis naktongensis*)로 기재하였다. 본 종에 대한 종 분류학적 연구는 진행되어 왔으나 생태학적 연구는 전혀 이루어지지 않은 상태이다. 따라서 본 연구에서는 북한강 상류에 서식하는 *K. rotundicaudata*를 대상으로 서식지환경, 성비, 성적성숙 및 산란시기, 포란수 및 난의

*Corresponding author: cottus@chol.com

크기, 성장, 식성 등을 조사함으로서 본 종의 생태학적 특성을 밝혀 본 종의 자원 증식을 위한 기초자료를 제시하고자 한다.

재료 및 방법

조사에 사용된 표본은 2006년 4월부터 2007년 3월까지 북한강 수계인 내린천 중·상류역인 홍천군 내면 광원리에서 채집하였다(Fig. 1). 채집은 어항과 족대(4×4 mm, 1×1 mm)를 사용하였으며 채집된 표본들은 현장에서 10% 포르말린액에 고정하였고 식성 조사용 채집물은 족대로 채집된 개체에 한하여 현장에서 포르말린 30%로 고정하였다.

본 종의 서식지 수환경은 수심, 유속, 유폭, 하상구조, 주변임상 등의 환경요소 등을 조사하였다. 하상구조는 Cummins (1962)에 의거하여 현장에서 육안으로 관찰하였다. 기온과 수온의 측정은 봉상알콜온도계를 사용하였고 모든 측정은 정오를 기준으로 실시하였다. 월별로 채집한 개체들을 대상으로 성비(Sex ratio)를 조사하였으며 암·수의 구별은 이차 성징과 생식소로 하였다. 성적으로 성숙하여 생식이 가능한 체장 범위의 조사를 위하여 4～6월에 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 (GSI)=gonad weight/body weight×100를 구하였다. 포란수의 조사를 위하여 5～6월에 채집한 암컷 중 생식소 성숙도(gonad index)가 10.0% 이상이고, 체장 88～139 mm 범위의 개체를 선택하여 난수를 계수하였다. 성숙난의 직경은 5월에 채집된 개체의 난을 측정하였다. 성장과 연령 조사를 위하여 월별로 채집한 전 개체의 체장을 caliper (1/20 mm)로 측정하여 Peterson method (Bagenal, 1978)에 의한 체장빈도분포(length frequence distribution)를 이용하였다. 식성을 조사하기 위하여 계절별로 채집한 개체군을 대상으로 3단계(체장 80 mm 이하, 81～110 mm, 111 mm 이상)로 나누어 각각 10개체 이상을 선택하여 소화관 내용물을 조사하였다. 위와 소화관을 절개하여 내용물을 광학현미경과 실체현미경을 사용하여 검경하였다. 소화관 내용물은 정 (1993), Mizuno (1977), 윤(1988) 등의 도감에 의거하여 동정하였으며, 부착조류는 녹조류, 규조류, 남조류 등으로 구분하여 세포수와 출현빈도를 조사하였다.

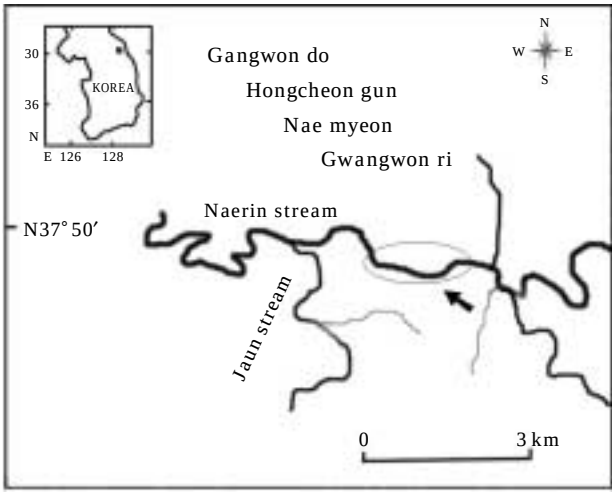

Fig. 1. Map showing the sampling station of *K. rotundicaudata* in the Naerin stream, Gangwon do, Korea.

결과 및 고찰

1. 서식지 환경

본 종은 하천 중류역과 중·상류수역 여울에 걸쳐 분포하였으며 하상구조는 Cobble, Pebble, Gravel, Sand가 3:4:2:1의 비율로 대부분이 Cobble과 Pebble로 이루어져 있으며 돌 주변에 Sand가 일부 분포하였다. 수심과 유폭은 조사 시기와 강우에 따라 다소 차이가 있었으며 수량이 연중 평균치를 유지하는 2006년 봄(4월)과 가을(9월)에 조사한 결과 수심은 얕았고(30～80 cm), 유폭은 넓었으며(10～40 m), 유속은 다소 빠른(0.3～0.8 m/sec) 상태를 유지하였다(Table 1). 주변임상은 2차림의 낙엽활엽수림대가 잘 발달되어 있는 곳이 많았고 수변부에 인접하여 갯버들, 달뿌리풀, 고마리 등이 풍부히 생육하고 있었다. 하도와 하상구조의 자연성이 양호한 수역을 중심으로 분포하였다. 수체는 태양의 직사광선을 직접 받고 있었고 돌 표면에 규조류로 형성된 부착조류가 다량 생육하고 있었다.

2006년 4월부터 2007년 3월까지 측정한 수온과 기온의 변화에서는 기온이 영하로 떨어지는 12월～2월에는 수표면이 얼음으로 덮이게 되며 이때 수온은 1.3～6.5°C를 유지하였으며, 1월에 최저 기온(−4.8°C)과 2월에 최저 수온(2.1°C)을 나타내었다. 수표면의 얼음은 3월부터 녹았으며 점차 수온이 상승하여 7～8월에 최고인 25.1～27.9°C에 달했다. 기온은 3월부터 급격히 증가하여 7～8월에 30.4～32.1°C에 달하여 이 시기에는 수온과

Table 1. The environmental conditions at the studied station of the Naerin stream, Gangwon do, Korea from April to September 2006

Water width (m)	20.3 (10～40)
Water depth (cm)	45.0 (30～80)
Water current (m/sec)	0.51 (0.3～0.8)
Bottom structure (*B : C : P : G : S)	C : P : G : S=3 : 4 : 2 : 1
River 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), Cummins (1962)

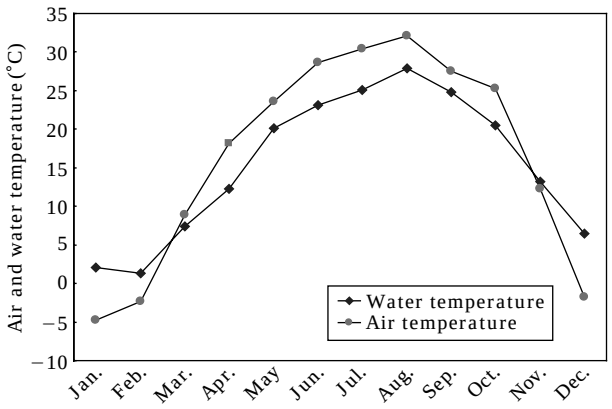

Fig. 2. Monthly changes of the air and water temperature in the Naerin stream, Nae myeon, Hongcheon gun, Gangwon do, Korea from April 2006 to March 2007.

기온이 약 5°C의 차이를 나타내었다. 10월 이후 기온과 수온은 급격히 하강하여 10월부터 수온이 기온보다 높은 계절적인 변화를 보였다(Fig. 2).

2. 성 비

월별로 채집한 총 386개체 중 수컷이 170개체, 암컷이 217개체로 암컷이 다소 많았으며 성비(♀ : ♂)는 1 : 0.78로 나타났다. 이와 같은 성비는 월별로 차이가 거의 없이 일정하였다(Table 2). *Cobitis lutheri*는 성비가 1 : 0.65, *Iksookimia koreensis* 1 : 0.75, *I. longicopa* 1 : 1 : 0.65로 암컷이 다소 많았으며(김, 1978; 김과 정, 1988; 김과 고, 2005) 이러한 결과는 *Iksookimia*속과 *Cobitis*에서 일반적인 현상으로 생각된다.

3. 성장도

체장빈도 분포(length frequence distiribution)에 의해 *K. rotundicaudata*의 성장도와 연령을 추정하였다. 5월에 출현하는 개체군을 중심으로 연령을 추정하였으며

Table 2. The sex ratio of *K. rotundicaudata* investigated in the Naerin stream at Nae myeon, Hongcheon gun, Gangwon do, Korea from April 2006 to March 2007

Month	Male	Female	Ind. no.
Jan.	9	11	20
Feb.	14	18	32
Mar.	8	12	20
Apr.	15	23	38
May	29	33	62
Jun.	11	21	31
Jul.	12	27	39
Aug.	13	16	29
Sep.	16	19	35
Oct.	11	12	23
Nov.	17	11	28
Dec.	15	14	29
Total No.	170	217	386
Sex ratio	0.78	1	

체장빈도 분포는 3개의 무리로 나누어졌다. 체장이 40～69 mm의 집단은 만 1년생, 70～109 mm의 집단은 만 2년생, 110～142 mm 이상은 만 3년생으로 추정되었다(Fig. 3). 채집된 개체 중 가장 큰 개체는 143 mm (♀)이었고 월별 체장 빈도 분포에 있어서는 9월부터 20 mm 이하의 개체가 출현하기 시작하여 11월에 약 40 mm로 성장하는 무리는 당년생으로 판단되었다. *K. rotundicaudata*는 *I. koreensis*에 비해 1년생은 크기가 거의 동일하였으나 2년생부터 체장이 더 길었다(김, 1978). 반면 *I. longicopa*에 비해서는 성장도가 느렸다(김과 고, 2005).

4. 성적연령 및 생식가능 체장범위

*K. rotundicaudata*가 성적으로 성숙하여 생식이 가능한 체장범위를 알아보기 위하여 산란기 직전과 산란시기인 4, 5, 6월에 채집한 개체를 대상으로 체장별 생식소 성숙도를 비교하였다. 대체로 암컷은 생식소 성숙도가 2% 이상을 넘는 개체에서 성숙란을 가지며, 수컷은 0.3% 이상이 되어야 정소의 성숙이 이루어지고 있었으므로 이들 개체에 국한하여 생식이 가능한 것으로 판단된다. 본 조사 결과 암·수 모두 체장이 75 mm (만 2년생) 이상부터 성적 성숙이 이루어지기 시작하였다. 체장이 75～80 mm에서는 일부의 개체만 성적 성숙이 이루어지고 81 mm 이상 되면 모든 개체에서 성적 성숙이 이루어지고 있었다(Fig. 4). *K. rotundicaudata*는 만 2년생부터 성적 성숙이 이루어지고 있었다. *K. rotundicaudata*의 성적 성숙은 *Iksookimia koreensis*보다 다소 빨랐고 *I. longicopa*와는 동일하였다(김, 1978; 김과 고, 2005).

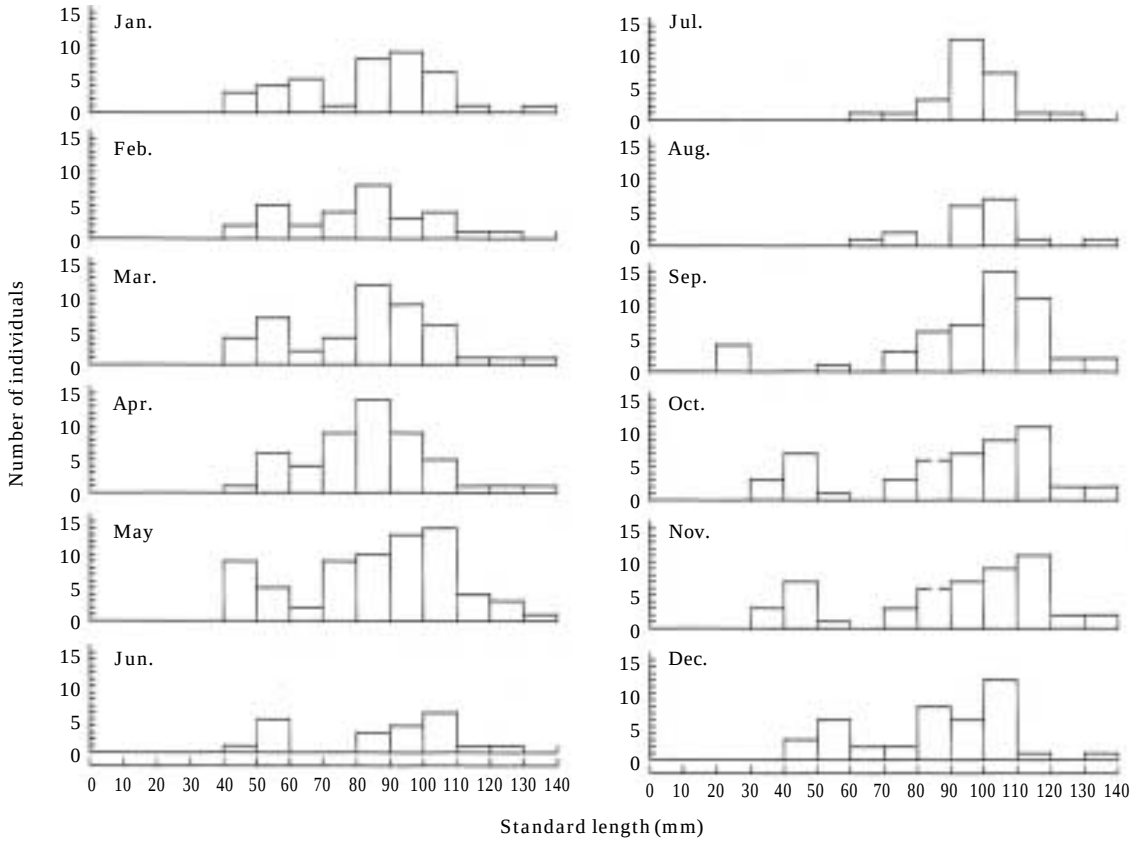

Fig. 3. Length frequency distributions of *K. rotundicaudata* in the Naerin stream at Nae myeon, Hongcheon gun, Gangwon do, Korea from April 2006 to March 2007.

5. 산란시기

*K. rotundicaudata*의 산란시기를 알아보기 위하여 매월 채집된 표본의 평균 생식소 성숙도를 조사하였으며 암컷의 배가 팽배해지는 시기인 4, 5, 6월에 채집된 표본을 중점적으로 조사하였다. 난소 성숙도는 4월에 급격히 증가하여 10.49%에 달하고 5월에 11.02%로 가장 높았으며 6월에는 8.50%로 다소 낮아졌다. 7월에는 급격히 하강하여 0.37%로 최저값을 나타내었다. 7월 이후 서서히 증가하여 9월에 약 2.70%로 나타나며 1월부터 증가속도가 빨라지기 시작하여 3월에 7.20%을 나타내었다(Fig. 5). 정소 성숙도는 5월과 6월에 0.69%로 가장 높았고 7월에 급격히 하강하여 0.37%로 최저값을 보인다. 6월 이후 서서히 증가하였다. 생식소 성숙도가 5월과 6월에 최고에 달하고 7월부터 급격히 감소되는 점으로 보아 본 종은 5～6월이 산란시기이며 산란성기는 6월로 추정된다. 산란시기 시 수온은 20.1～23.1°C이었다. 국내에 서식하는 Cobitidae 어종은 산란시기가 5～7월로 알려져 있는데(김, 1997; 김 등, 2005) *K. rotundicaudata*의 산란시기도 이와 유사하였다.

6. 포란수

5～6월에 채집한 표본 중 생식소 지수가 5.0% 이상이고 체장이 88～139 mm 범위의 11개체의 포란수를 조사하였다(Table 3). 개체당 포란수는 439～2,950개이었으며 평균 1,365개이었다. 포란수는 *I. koreensis*보다 다소

Table 3. Number of eggs in gonad index of the *K. rotundicaudata* female from May to June 2006

Body length (mm)	Gonad index (%)	Egg number
88	5.83	439
98	5.97	556
100	6.06	1548
101	7.11	738
106	8.47	1194
107	7.13	1178
116	9.5	1036
122	11.78	2950
129	12.39	1869
134	10.61	1702
139	12.28	1808
Average		1365

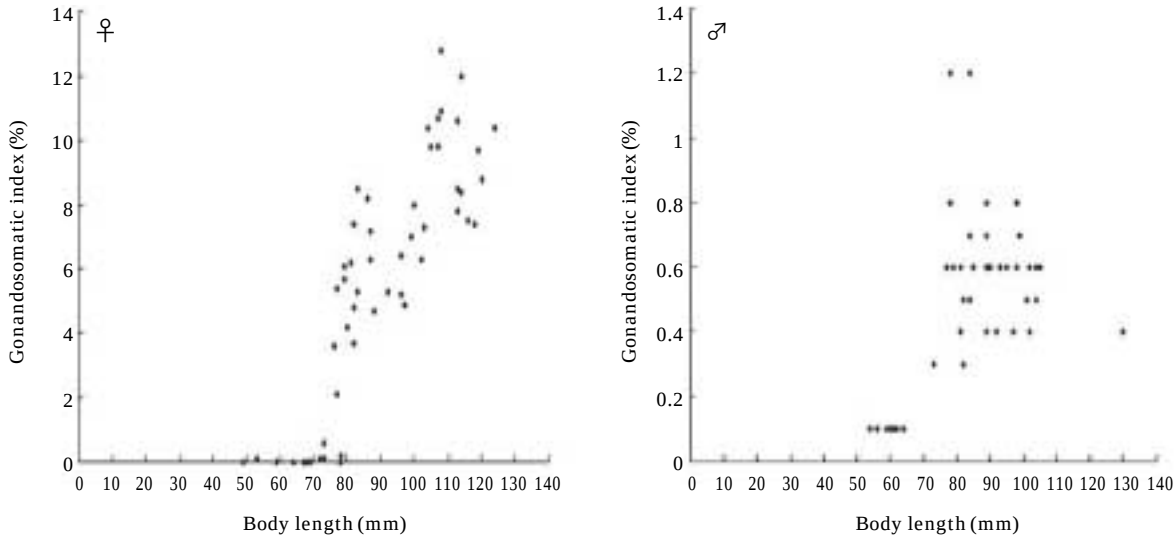

Fig. 4. Change of gonadosomatic index with increasing of body length of *K. rotundicaudata* in the Naerin stream at Nae myeon, Hongcheon gun, Gangwon do, Korea from April 2006 to March 2007.

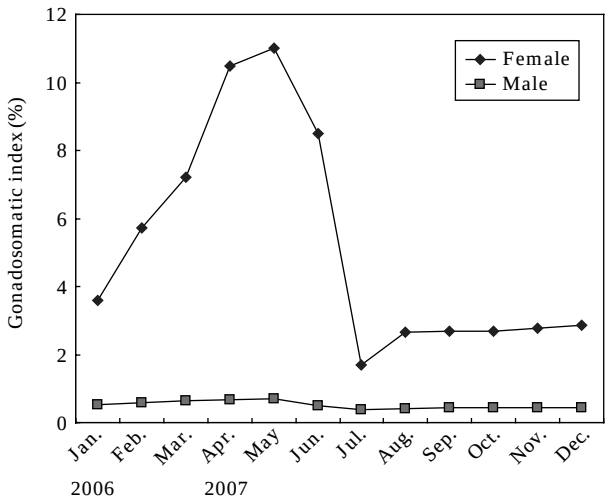

Fig. 5. Monthly change of gonadosomatic index of *K. rotundicaudata* in the Naerin stream population at Nae myeon, Hongcheon gun, Gangwon do, Korea from April 2006 to March 2007.

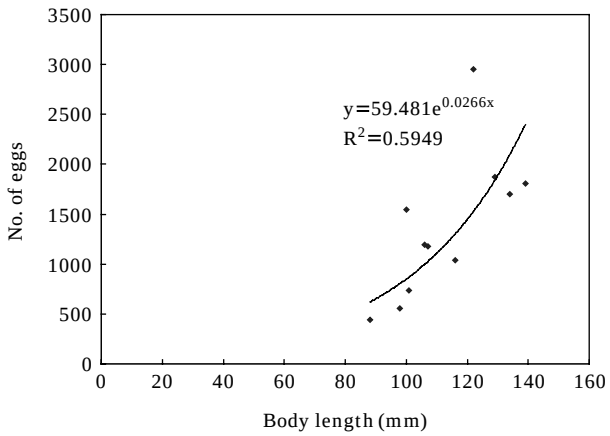

Fig. 6. Relationship of egg clutch size to standard length of *K. rotundicaudata* between and June 2006 at the Naerin stream.

많았고 *I. longicopa*보다는 적었다(김, 1978; 김과 고, 2005). 체장이 큰 개체일수록 포란수가 증가하였다(Fig. 6). 이와 같이 체장이 증가함에 따라 포란수가 증가하는 것은 담수어에 있어서 일반적인 현상이다(Mann, 1971; Pattern, 1971; Foltz, 1976; Daniels, 1987). 성숙란은 구형이며 황색이고 직경은 1.18±0.09 mm였다. 성숙란의 크기는 *Misgurnus mizolepis*보다 다소 크고 *I. longicorpa, I. pumila, Niwaella brevifascita*보다는 작았다(김, 1997; 김과 고, 2005).

7. 식 성

*K. rotundicaudata*의 먹이생물은 부착조류(Attached algae)에 속하는 규조류(Bacillariophyta)와 녹조류(Chlorophyta), 수서곤충에 속하는 하루살이목(Ephemeroptera), 날도래목(Trichoptera), 딱정벌레목(Coleoptera), 파리목(Diptera) 등이었다. 부착조류는 크기가 작아 섭취된 먹이의 생체량에서 차지하는 비율은 매우 미미하였다. 하루살이목에는 크기가 작은 꼬마하루살이(*Baetis* sp.)가 대부분이었으며 날도래목에는 줄날도래(*Hydropsyche* sp.), 딱정벌레목에서는 물땡땡이(*Hydrophilus accuminatus*), 파리목에는 깔다구 유충(Chironomidae)

Table 4. Stomach contents of *K. rotundicaudata* in the Naerin stream at Nae myeon, Hongcheon gun, Gangwon do, Korea from April 2006 to March 2007

Item	Standard length		
	below 80 mm	81～110 mm	over 111 mm
Attached algae			
Bacillariophyta			
Achnanthes	++	+	+
Cocconeis	+		
Cymbella	++	+	+
Gomphonema		+	
Melosira	+	+	+
Navicula	++	+	+
Nitzschia	+	+	+
Synedra	+	+	+
Chlorophyta			
Scenedesmus		+	+
Aquatic insect			
Ephemeroptera			
Baetis sp.	16	24	38
Uracanthella rufa		2	6
Epeorus latifolium			3
Trichoptera			
Hydropsyche sp.		4	7
Coleoptera			
Hydrophilus accuminatus			1
Diptera			
Chironomidae	37	49	71

+: Rare, ++: Common, +++: Abundant

등이었으며 섭취된 먹이 생물은 크기(길이)가 0.5 cm 이하로 작았다. 동물성 먹이가 91.3%이었고 식물성 먹이가 8.7%로 동물성 먹이를 선호하였다. 섭식된 먹이의 생체량은 하루살이목, 파리목, 날도래목, 딱정벌레목, 규조류, 남조류 순으로 많았다. 생체량에 있어 먹이 생물 중 생체량의 대부분은 하루살이목의 *Baetis* sp.와 파리목의 Chironomidae가 80% 이상을 차지하였다. 체장이 클수록 하루살이목을 많이 섭식하였다. *K. rotundicaudata*의 식성은 *I. koreensis, I. pumila, I. longicopa, I. hugowolfeldi, I. yongdokensis, Cobitis lutheri, Niwaella brevifasciata*와 유사하였다(김, 1978; 김과 고, 2005; 김 등, 2005).

적 요

새코미꾸리(*Koreocobitis rotundicaudata*)의 생태적 특성을 연구하기 위해 2006년 4월부터 2007년 3월까지 강원도 홍천군 내린천 중・상류에서 조사하였다. 서식지의 하상 구조는 주로 큰돌과 작은 돌로 구성되었으므로 유속은 0.3～0.8 m/sec이었고 수심은 30～80 cm이었다. 성비는 1 : 0.78로 암컷이 수컷보다 많았다. 산란시기는 5～6월로 추정되었고 이때의 수온은 20.1～23.1°C이었으며 성적 성숙은 만 2년 이상 개체에서 나타났다. 체장이 40～69 mm의 집단은 만 1년생, 70～109 mm의 집단은 만 2년생, 110～142 mm은 만 3년생으로 추정되었다. 포란수는 평균 1,365개 이었다. 먹이생물은 주로 수서곤충에 속하는 하루살이목(Ephemeroptera)과 깔다구 유충(Chironomidae)이었다.

인 용 문 헌

김익수. 1978. 전주천 참종개 *Cobitis koreensis*의 생태. 한국생태학회지, 2 : 9～14.

김익수・정만택. 1988. 한국산 점줄종개 *Cobitis taenia lutheri*의 계절적 반문변이. 한국생태학회지, 11(2) : 77～82.

김익수. 1997. 한국동식물도감. 제37권 동물편(담수어류). 교육부, pp. 21～520.

김익수・최 윤・이충렬・이용주・김병직・김지현. 2005. 원색한국어류대도감. 교학사, pp. 136～141.

김익수・고명훈. 2005. 섬진강에 서식하는 왕종개 *Iksookimia longicorpa* (Cobitidae)의 생태. 한어지, 17 : 112～122.

윤일병. 1988. 한국동식물도감 제30권 동물편(수서곤충). 문교부, pp. 110～696.

정 준. 1993. 한국담수조류도감. 아카데미, pp. 38～257.

Bagenal, T. 1978. Methods for assessment of fish production in fresh waters. Blackwell Scientific Pub. : 48～83, 115～116.

Cummins, K.W. 1962. An evalutation 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 Califonia. Env. Biol. Fish., 19 : 39～110.

Foltz, J.W. 1976. Fecundity of the slimy sculpin, *Cottus congnatus*, in Lake michigan. Copeia, pp. 802～804.

Kim, I.S. and J.Y. Park. 1996. Adhesive membrane of oocyte in four loaches (Pisces; Cobitidae) of Korea. Korean J. Zool., 39 : 198～206.

Kim, I.S., J.K. Park and T.T. Nalbant. 2000. A new species of *Koreocobitis* from Korea with a redescription of *K. rotundicaudata*. Korean J. Ichthyol., 12(2) : 89～94.

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. Boyuksa, pp. 56～273.
Pattern, B.G. 1971. Spawning and fecundity of seven species of northwest American *Cottus*. Amer. Midl. Nat., 85 : 493～506.
Wakiya, Y. and T. Mori. 1929. On two new loaches of the genus *Cobitis* from Corea. J. Chosen Nat. Hist. Soc., 9 : 265～294.

Received : August 16, 2007
Accepted : October 5, 2007