

홍천강에 서식하는 돌상어 (*Gobiobotia brevibarba*)의 식성

최재석 · 권오길 · 박정호 · 변화근

강원대학교 자연과학대학 생물학과

Feeding Habit of *Gobiobotia brevibarba* (Cyprinidae) from the Hongcheon River, Korea

Jae-Suk Choi, Oh-Kil Kwon, Jung-Ho Park and Hwa-Kun Byeon

Department of Biology, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

Feeding habits of *Gobiobotia brevibarba* were investigated at Hongcheon River of Bangokri, Seomyon, Hongcheongun, Kangwondo from January to December, 2000. *G. brevibarba* was a carnivore and consumed mainly Ephemeroptera, Tricoptera and Diptera. Small quantities of Plecoptera and Coleoptera were included as a minor food items. The species showed ontogenetic changes in feeding habits. Individuals of small size (21 ~ 50 mm SL) fed mainly on small prey organisms such as Diptera and Ephemeroptera. However, larger Tricoptera were heavily selected with increasing fish size. The relative proportion of these food items changed with season. The prey selection indices for Ephemeroptera were positively selected in spring, summer and autumn, and negatively selected in winter, Diptera were positively selected in March, October and November.

Key words : *Gobiobotia brevibarba*, Hongcheon River, Feeding habit

서론

돌상어 (*Gobiobotia brevibarba*)는 잉어목 (Cypriniformes), 잉어과 (Cyprinidae), 모래무지아과 (Gobioninae), 꾸구리 (*Gobiobotia*)속에 해당하는 어종으로 임진강, 금강과 한강에 분포하며, 일반적으로 서식지는 하상이 자갈과 돌로 구성되어 있고 유속이 빠른 중·상류 여울지역에 서식하는 것으로 알려져 있는 고유종이다 (Mori, 1935; Uchida, 1939; Mori, 1952; 정, 1977; 최 등, 1989, 1990; 심, 1994; 김과 강, 1993; 김, 1997). 지금까지 수행된 본 종에 관한 연구로는 Mori (1935)에 의해 처음으로 발표되었고, Uchida (1939), Banarescu와 Nalbant (1973), Banarescu (1992)에 의해서는 분류학적인 논의

가 되었으며, 핵형분석 (Ueno and Ojima, 1984), 초기발생 (심, 1994), 그리고 산란생태 (최 등, 2001) 등의 연구가 있다. 또한 본 종의 식성에 관해서는 수서곤충을 주로 먹고 산다 (정, 1977; 최 등, 1989, 1990; 김과 강, 1993; 김, 1997)고 간략하게 언급이 있을 뿐 정밀한 조사연구가 없는 실정이다. 특히 본 종의 경우 여울역에 서식하는 종으로 근래에 와서는 댐의 건설, 보의 설치, 골재채취 등으로 분포 수역이 제한되고 서식 개체수가 급격히 줄어들고 있는 실정이다. 한편 이러한 여울역은 하천내에서의 매우 중요한 생태적 미소서식지 역할을 담당하고 있다. 그러므로 여울역에서 출현하는 어종의 하나인 *G. brevibarba*의 식성을 밝힘으로서 여울생태계를 이해하고 보존하는데 기초자료로 활용하기 위하여 본 연구를 실시하였다.

재료 및 방법

본 연구는 *G. brevibarba*의 서식밀도가 비교적 높은 홍천강의 중류인 강원도 홍천군 서면 반곡리 반곡교에서 2000년 1월부터 2000년 12월까지 매월 25일 오후 1시부터 4시 사이에 실시하였다 (Fig. 1). 채집도구는 죽대 (망목 4×4 mm)를 사용하였다. 채집된 표본은 현장에서 10% 포르말린으로 고정하여 실험실로 운반하였다. 또한 먹이 선택성은 *G. brevibarba*가 많이 서식하는 여울과 소에서 계류용 정량 채집망 (50×50 cm)으로 저서생물을 정량 채집하여 현장에서 5% 중성 포르말린으로 고정한 후 실험실로 운반하여 윤 (1995)의 방법에 준하여 해부 현미경하 (×10, ×20, ×40, ×80)에서 동정한 자료를 이용하였다. 소화관 내용물은 월별로 채집된 개체군을 체장에 따라 3단계 (20~50 mm, 51~80 mm, 80 mm 이상)로 구분하여 조사하였다. 위 내용물은 개체별로 petri dish에 펼친 후 해부현미경 (×10, ×20, ×40, ×80)하에서 윤 (1995)에 따라 동정하였다. 그리고 먹이생물은 종류별로 구분하여 개체수를 계수하였고, 크기를 mm 단위까지 측정하였다. 측정이 끝난 먹이생물은 종류별로 건조기에 넣고 80°C에서 24시간 건조시킨 뒤 0.01 g 단위까지 건조중량을 측정하였다. 위내용물의 분석결과는 각 먹이생물에 대하여 출현빈도 (frequency of occurrence), 전체 먹이생물 중 차지하는 개체수비, 그리고 건조중량비로 나타내었다. 먹이생물의 상대 중요성 지수 (index of relative importance, IRI)는 Pinkas *et al.* (1971)의 식을 이용하여 구하였다. 또한 각 먹이항목에 대한 선호도를 알아보기로 선택지수 (selectivity index)는 Ivlev (1961)의 식을 이용하였다. 월별로 각 개체들의 평균섭식율 (AFR)은 다음 식을 사용하여 구하였다. 평균섭식율은 매월

51~80 mm 사이의 10개체를 대상으로 건조중량을 측정하여 산출하였다.

$$AFR = (MW/TW)/MN \times 100$$

여기서 AFR은 평균섭식율, MW은 해당 월의 먹이량, TW은 먹이의 총량, MN은 해당 월의 어류 개체수이다.

결과 및 고찰

조사기간동안 채집된 *G. brevibarba*의 개체수는 모두 378개체 였으며, 이들의 체장은 21~112 mm의 범위였다.

1. 위내용물 조성

본 종은 입이 머리의 아래쪽에 위치하고 있고 반원형 모양으로 바닥에 있는 먹이를 섭식하기에 알맞은 형태를 하고 있다. 위 내용물 분석에 사용된 표본은 체장 21~108 mm 사이의 284개체였으며, 그 중 위 내용물이 전혀 없었던 개체는 80개체로 전체의 28.17%를 차지하였다. 특히 여름철과 겨울철에 공복율이 높은 것으로 나타났다. 위 내용물을 분석한 결과는 Table 1과 같이 하루살이목 (Ephemeroptera) 12종, 강도래목 (Plecoptera) 과 딱정벌레목 (Coleoptera) 각각 1종, 날도래목 (Trichoptera) 7종, 그리고 파리목 (Diptera) 7종인 것으로 나타났다. *G. brevibarba*의 주된 먹이는 Diptera로 총 먹이생물 개체수의 63.43%와 건조중량의 29.60%를 차지하였고 53.87%의 출현빈도수를 보였다. 상대중요성지수비는 53.24%로 가장 높은 수치를 나타내었다. 위내용물의 Diptera 중 가장 많이 출현한 종은 chironomidae sp. 2로 건조중량의 23.23%를 차지하였고 다음은 *Simulium* sp. 건조중량의 4.38%로 나타났다. Diptera 다음으로 주된 먹이는 Ephemeroptera로 먹이생물 개체수의 33.59%와 건조중량의 46.04%로 각각 나타났으며 47.18%의 출현빈도를 보였다. 상대중요성지수비는 39.91%로 나타났다. 위내용물의 Ephemeroptera 중 가장 많이 출현한 종은 애호랑하루살이 (*Baetiella tuberculata*), 꼬마하루살이 (*Baetis thermicus*) 등이었으며, 건조중량의 23.03%와 18.74%로 각각 나타났었다. 그리고 Trichoptera는 위 내용물 건조중량의 24.15%와 총 먹이생물 개체수의 2.79%를 차지하였으며, 24.30%의 출현빈도수를 보였다. 그 외 Coleoptera에 속하는 물삿갓벌레과 (Psephenidae), 그리고 Plecoptera 등도 위 내용물 중에 발견되었으나 그 양이 매우 적었다. 따라서 *G. brevibarba*는 여울역의 바닥에 주로 서식하는 수서곤충인 Diptera나 Ephemeropt-

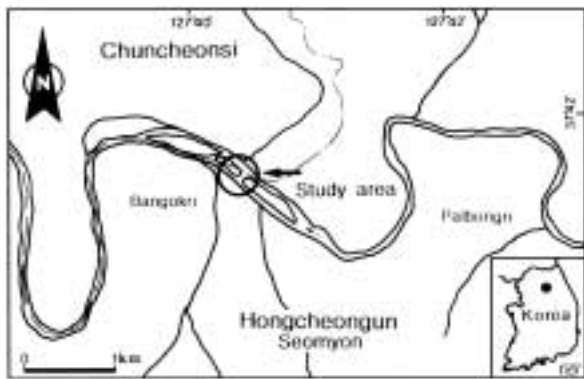


Fig. 1. Map showing the study area in the Hongcheon River (Han River System). Station: Bangokri, Seomyon, Hongcheongun, Kangwondo, Korea.

Table 1. Percent composition of the stomach contents of *Gobiobotia brevibarba* by frequency of occurrence, number, dry weight and index of relative importance

Prey organisms	Occurrence (%)	Number (%)	Dry weight (%)	IRI	IRI (%)	Prey organisms	Occurrence (%)	Number (%)	Dry weight (%)	IRI	IRI (%)
Athropoda						Beetles					
Insecta						Psephenidae					
Ephemeroptera	47.18	33.59	46.04	3756.94	39.91	<i>Eubrianax</i> KUa	0.35	0.01	0.02	0.01	+
Ameletidae						Trichoptera	24.30	2.79	24.15	654.64	6.95
<i>Ameletus montanus</i>	1.06	0.15	0.40			Hydropsychidae	24.30	2.45	21.59		
Baetidae	44.72	31.84	41.79			<i>Hydropsyche</i> KUb	10.21	1.24	10.91		
<i>Baetiella tuberculata</i>	40.85	17.40	23.03			<i>Hydropsyche</i> sp. 1	5.28	0.34	3.01		
<i>Baetis thermicus</i>	10.92	14.16	18.74			<i>Hydropsyche</i> sp. 2	5.99	0.83	7.34		
<i>Baetis nla</i>	0.35	0.02	0.03			<i>Cheumatopsyche brevilineata</i>	0.35	0.02	0.14		
<i>Baetis</i> sp.	2.82	0.26	0.34			<i>Macronema radiatum</i>	0.35	0.02	0.19		
Heptageniidae	8.45	1.58	3.48			Limnephilidae sp.	0.35	0.02	0.02		
<i>Epeorus latifolium</i>	2.11	0.41	0.89			Sericostomatidae					
<i>Epeorus</i> sp.	1.41	0.13	0.28			<i>Gumaga</i> KUa	4.58	0.32	2.54		
<i>Epeorus (I) aesculus</i>	0.70	0.19	0.42			Diptera	53.87	63.43	29.60	5011.53	53.24
<i>Epeorus (E) latifolium</i>	0.35	0.02	0.05			Tipulidae					
<i>Ecdyonurus dracon</i>	2.82	0.55	1.22			<i>Antocha</i> KUa	1.41	0.17	0.23		
<i>Heptagenia kihada</i>	1.06	0.28	0.61			Simuliidae					
Ephemeridae						<i>Simulium</i> sp.	9.15	6.59	4.38		
<i>Ephemera strigata</i>	0.35	0.02	0.04			Chironomidae	49.30	56.66	24.99		
Plecoptera						sp.1	13.73	2.07	0.91		
Perlidae						sp.2	40.49	52.68	23.23		
<i>Paragnetina flavotincta</i>	2.82	0.17	0.19	1.02	0.01	sp.3	13.38	1.75	0.77		
						sp.4	1.41	0.09	0.04		
						sp.5	1.06	0.09	0.04		

+ : less than 0.01%

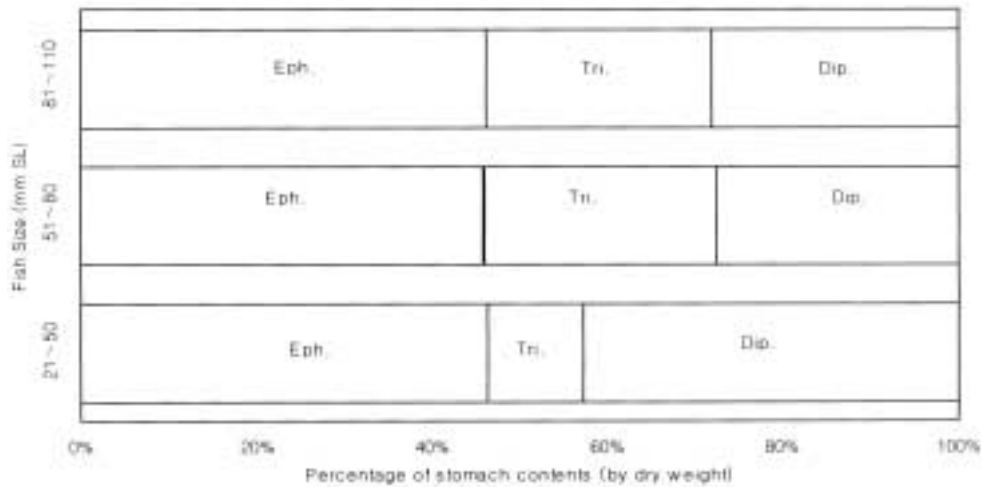


Fig. 2. Ontogenetic change in relative composition of food items of *Gobiobotia brevibarba* (Eph.: Ephemeroptera; Tri.: Trichoptera; Dip.: Diptera).

tera, Trichoptera 등을 주로 섭식하는 육식성 어종을 알 수 있었으며, 또한 입이 주둥이의 밑에 있고 주로 수

서곤충을 먹고 산다(김, 1997)라는 말과 잘 일치하고 있다.

2. 성장에 따른 먹이 변화

체장이 가장 적은 21~50 mm인 크기에서 발견된 먹이생물의 종류는 모두 3목 7과 12종이었으며, 이 중 Ephemeroptera가 건조중량의 46.42%로 가장 많이 먹힌 것으로 나타났으며 다음은 Diptera 42.72%, Trichoptera 10.83% 등의 순이었다. 또한 체장이 51~80 mm인 크기에서는 모두 5목 11종 23종을 섭식하였으며 이 중 Ephemeroptera가 건조중량의 45.74%로 가장 많이 먹힌 것으로 나타났고, 다음은 Diptera 27.37%, Trichoptera 26.67%, Plecoptera 0.2%, Ephemeroptera 0.04% 등의 순이었다. 그리고 81~110 mm인 크기에서도 4목 10과 23종이 출현하였으며 Ephemeroptera가 46.13%로 가장 높았고, 다음은 Diptera 27.95%, Trichoptera 25.79%, Plecoptera 0.12% 등의 순이었다 (Fig. 2). 이와 같이 21~50 mm의 크기에서는 Ephemeroptera와 Diptera를

비슷한 양으로 섭식한 것으로 보이며, 성장하면서 Diptera가 차지하는 비율이 떨어지고 먹이의 크기가 큰 Trichoptera로의 먹이 전환이 일어남을 알 수 있었다. 또한 먹이생물의 크기 변화 (Fig. 3)는 체장 21~50 mm에서 중앙값 1.12 mm에 불과하나 성장함에 따라 먹이생물의 크기도 증가하여 체장 81~110 mm에서 최고 13.7 mm에 달하였다. 따라서 성장에 따른 입의 크기, 위치, 형태는 식성과 매우 밀접한 관계가 있음 (Wootton, 1990)을 잘 보여주고 있다.

3. 계절에 따른 먹이변화

계절에 따른 *G. brevibarba*의 먹이 섭식율의 변화를 보면 (Fig. 4), 1월에는 먹이 섭식률이 0.37%로 그 양이 매우 적었으나 수온이 상승하면서 섭식율이 늘어나기 시작하여 산란기 전인 4월에 26.95%로 최고치에 달하였다. 따라서 본 종은 봄에 섭식활동이 매우 활발한 것으로 나타났다. 그 이후 급격히 감소하기 시작하여 7월에는 1.94%, 8월에 0.94%까지 감소하였다. 이렇게 수온이 높은 여름철이 어류의 주요 활동기임에도 불구하고 섭식량이 급격히 줄어드는 것은 본 시기가 수서곤충의 우화시기이고 또한 심한 강우로 인하여 각종 수서곤충의 유충이 유실되었기 때문인 것으로 판단된다. 특히 본 조사시기에 유량의 증가로 인한 하상구조의 급격한 변화와 탁도의 증가가 관찰되었다. 8월 이후 다시 증가하기 시작하여 10월에 20.31%까지 상승하였으며, 이후 급격히 감소하였다. 이러한 계절에 따른 섭식율의 변화는 추후 연구가 좀 더 진행되어야 할 것으로 판단된다. 계절에 따른 *G. brevibarba*의 먹이의 변화를 보면 본 종은 계절에 상관없이 주로 Ephemeroptera, Trichoptera 그

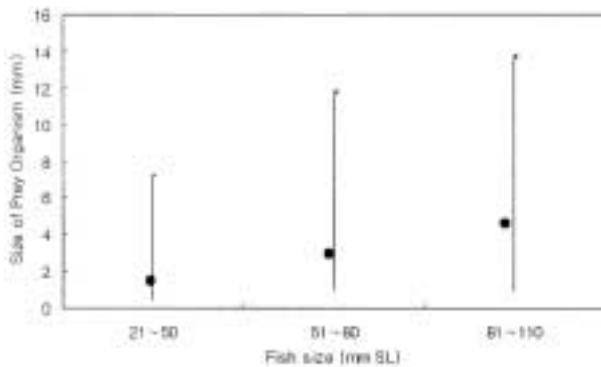


Fig. 3. Ontogenetic change in mean size of prey organisms taken by *Gobiobotia brevibarba* (Circle and bar represent the mean and range of size).

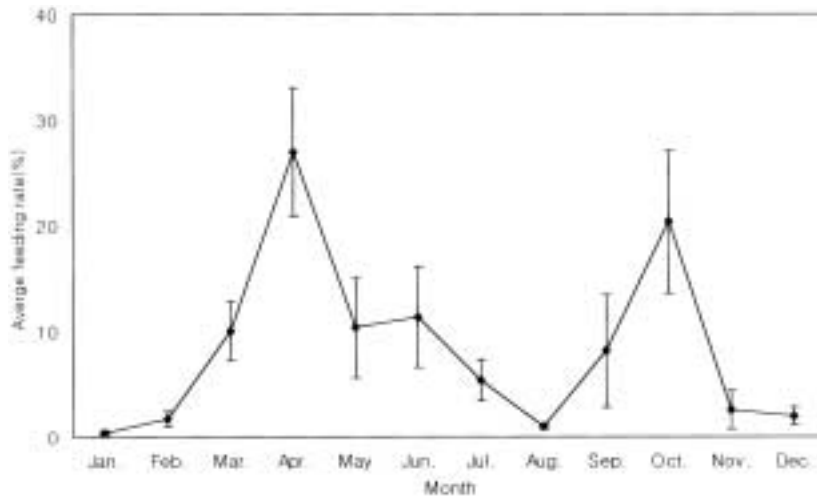


Fig. 4. Seasonal changes in average feeding rate of *Gobiobotia brevibarba*, in the Hongcheon R., Korea, 2000.

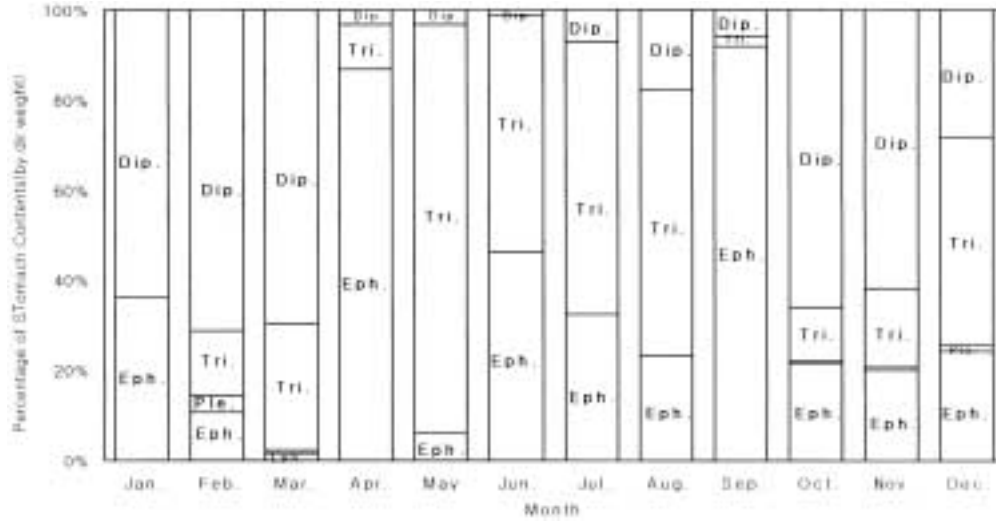


Fig. 5. Seasonal changes in feeding habits of *Gobiobotia breviparba* (Eph.: Ephemeroptera; Tri.: Trichoptera; Dip.: Diptera; Ple.: Plecoptera).

Table 2. Seasonal variation of total individual number of aquatic insects collected from the studied area, 2000

Taxon/Month/ No. of specimens	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Ephemeroptera												
Baetidae	15	34	11	73	11	42	17	2	61	7	3	4
Heptageniidae		19	20	45	31	22			40	2	15	8
Ephemeridae		1		2	3	7	1		3	2		
Ephemerellidae	22	24	9	16	19	7					6	
Plecoptera												
Perlidae	28	15	9	8	3	4		1	21	9	1	1
Chloroperlidae	1											
Odonata												
Gomphidae	1											
Megaloptera												
Corydalidae	5		2	9	8	2	1		7		3	3
Coleoptera												
Dytiscidae				1								
Elmidae				2			1		2		2	
Psephenidae	3		2	6	2	1			4			1
Trichoptera												
Stenopsychidae	2		1			5					1	4
Hydropsychidae	80	104	55	56	52	43	28	16	52	19	21	25
Rhyacophillidae	19		20	34	24	5			8	4	4	
Glossosomatidae				1		2		3	7			
Sericostomatidae			1		1	2	2	5	6	4		
Diptera												
Tipulidae	2	13	12	16	5	9			31		9	19
Chironomidae	84	118	149	161	166	52	63	90	68	92	67	78
Blepharoceridae	1			2	1			1				
Tabanidae		1		1		2			1			

리고 Diptera를 주로 먹었으며, 계절에 따라 이들 먹이 생물이 차지하는 비율이 조금씩 다르게 나타났다 (Fig. 5). 봄철인 4~6월과 여름철인 7~9월에는 주로 크기가 큰 Ephemeroptera와 Trichoptera를 주로 먹었으며 특

히 영양분이 많이 필요로 하는 시기인 4월과 9월에는 Ephemeroptera가 대부분을 차지하였다. 또한 가을과 겨울인 10월에서부터 3월까지의 Diptera를 주로 섭식하였다. 이와 같이 먹이생물의 계절적인 변화는 주변 환경

먹이 생물의 종 조성 및 출현 양이 계절 변화를 보임에 따라 많은 어종들이 식성의 변화를 보인다는 보고(Huh and Kitting, 1985; Gibbson and Ezzi, 1987; Nojima and Mukai, 1990; Knight and Ross, 1994; Fujita *et al.*, 1995; Murie, 1995; 허·곽, 1997a, b)와 일치한다. 먹이선택성을 밝히기 위하여 본 종이 서식하는 여울에서 저서성 생물상을 조사한 결과는 Table 2와 같다. Ephemeroptera는 4과 16종, Plecoptera는 2과 3종, Odonata와 Megaloptera는 1과 1종, Coleoptera는 3과 5종, Trichoptera는 5과 12종, Diptera는 4과 13종이었다. 이 중 Ephemeroptera, Trichoptera, Diptera가 다양하게 출현하였으며 전체적으로 Diptera에 속하는 종들의 개체수가 가장 많았다. 먹이 항목에 대한 본 종의 월별 먹이선택성을 조사한 결과는 Fig. 6과 같다. Ephemeroptera는 4월과 6월부터 10월까지 양의 선택성(0.26~0.83)을, 5월과 수온이 낮은 11월부터 2월까지 음의 선택성(-0.11~-0.93)을 나타내었다. 특히 5월에 활동이 왕성한 기간인데도 불구하고 -0.67로 음의 선택성을 나타내었는데 이는 추후 연구를 더 수행해 봐야 할 것으로 판단된다. Plecoptera는 2월, 3월 그리고 10월에 각각 -0.76, -0.64, -0.64의 선택성을 보였으며 그 외에는 거의 먹이원으로 이용되지 않았다. Coleoptera의 경우 서식지 환경에서도 매우 적은 양이 출현하였고 먹이원으로는 거의 이용되지 않았으나 먹이활동이 가장 왕성한 4월에 1개체를 섭식하였다. Trichoptera는 위에서 말한 봄철과 여름철에 주로 섭식한다는 것과 달리 모두 음의 선택성(-0.15~-1.00)을 나타내고 있었다. 이러한 결과는 분석 방법에 의한 차이, 즉 계절별 조사의 경우 양적인 분석을 실시하였지만 선택성 조사는 개체수로 분석을 하였기 때문인 것으로 생각된다. 또한 Trichoptera는 다른 먹이원에 비해 크기가 크므로 어린 개체에서는 선택의 기회가 그만큼 적게 되고, 큰 개체들에서 주로 선택하기 때문인 것으로 판단된다. Diptera는 3월과 10월 그리고 11월에 양의 선택성(0.28~0.91)을, 그 외에는 음에 선택성(-0.22~-0.76)을 나타내었다(Fig. 6). 이상과 같이 *G. brevibarba*는 Ephemeroptera와 Diptera를 선호하는 것을 알 수 있었으며 특히 Ephemeroptera는 주로 수온이 높은 봄과 여름 그리고 가을에 또한 Diptera는 가을에 주로 섭취하는 것으로 나타났다. 이는 본 종의 활동이 민첩한 봄과 여름 그리고 가을에는 이동성이 강한 Ephemeroptera를 선택적으로 포식하고 활동이 둔해지는 가을과 겨울에는 이동력이 매우 낮거나 고착생활을 하는 Diptera를 먹이로 섭취하는 결과로 생각된다. 한편 서식처 환경에서 조사된 Megaloptera에 속하는 종은 먹이원으로 전혀 이용하지 않았는데 이는 독중개의 식성

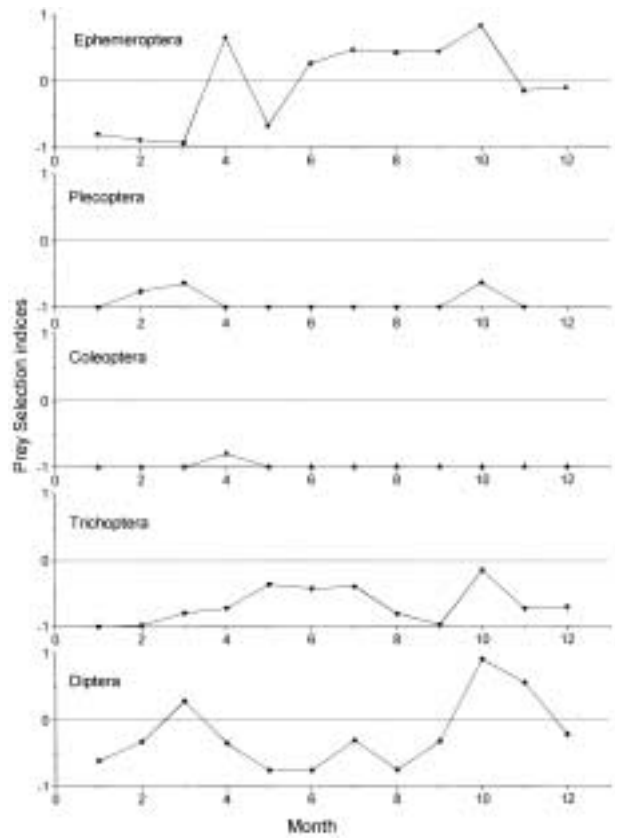


Fig. 6. Prey selection indices of stomach contents in *Gobiobotia brevibarba*.

(변 등, 1995)에서 언급했듯이 Megaloptera에 속하는 종의 개체가 매우 적어서 본 종에 먹이로 포착되지 않았거나 크기가 크고 힘이 강해 먹이원으로 이용하지 않은 결과로 판단된다.

적 요

강원도 홍천군 서면 반곡리에서 2000년 1월부터 12월까지 *Gobiobotia brevibarba*를 대상으로 식성을 조사 연구하였다. *G. brevibarba*의 주요 먹이 생물은 Ephemeroptera, Trichoptera 그리고 Diptera였으며 그 밖에 Plecoptera와 Coleoptera 등이 검출되었다. 성장함에 따라 먹이 조성에 있어 변화를 보이는데 작은 체장(21~50 mm)에서는 Diptera, Ephemeroptera를 주로 먹었으나 성장하면서 다양한 먹이와 비교적 크기가 큰 Trichoptera로 먹이 전환이 일어났다. Ephemeroptera는 봄과 여름 그리고 가을에 양의 선택성을 겨울에는 음의 선택성을 나타낸 반면 Diptera는 3월과 10월 그리고 11월에 양의 선택성을 나타내었다.

인 용 문 헌

- Banareescu, P. 1992. A critical updated checklist of Gobiinae (Pisces, Cyprinidae), Trav. Mus. Hist., Nat., Grigore Antipa, XXXII : 303~330.
- Banareescu, P. and T.T. Nalbant. 1973. Pisces, Teleostei, Cyprinidae (Gobioninae). Das Tierreich. Lieferung 93. Walter de Gruyter, Berlin, 304pp.
- Fujita, T., D. Kitagawa, Y. Okuyama, Y. Ishito, T. Inada, and Y. Jin. 1995. Diets of demersal fishes on the shelf off Iwata, northern Japan. Mar. Biol., 123 : 219~233.
- Gibson, R.N. and I.A. Ezzi. 1987. Feeding relationship of a demersal fish assemblage on the west coast of Scotland. J. Fish Biol., 31 : 55~69.
- Huh, S.H. and C.L. Kitting. 1985. Trophic relationships among concentrated populations of small fishes in seagrass meadows. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 92 : 29~43.
- Ivlev, V.W. 1961. Experimental Ecology of the Feeding of Fishes. Yale Univ. Press, New Haven, Conn., pp. 12~46.
- Knight, J.G. and S. Ross. 1994. Feeding habits of the bayou darter. Tran. Am. Fish. Soc. 123 : 794~802.
- Mori, T. 1935. Description of two new genera and seven species of Cyprinidae from Korea. Ann. Zool. Japan, 15 : 161~166.
- Mori, T. 1952. Check list of the fishes of Korea. Mem. Hyogo Univ. Agr. 1(3). Biol. Ser. 1. pp. 228.
- Murie, D.J. 1995. Comparative feeding ecology of two sympatric rockfish congeners, *Sebastes caurinus* (Copper rockfish) and *S. maliger* (quillback rockfish). Mar. Biol. 124 : 341~353.
- Nojima, S. and H. Mukai. 1990. Feeding habits of fishes associated with a tropical seagrass bed of Papua New Guinea. Publ. Amakusa Mar. Biol. Lab., 10(2) : 175~186.
- Pinkas, L., M.S. Oliphant and I.L.K. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. Calif. Dep. Fish Game, Fish Bull., 152 : 1~105.
- Uchida, K., 1939. The fishes of Tyosen. Part 1. Nematognathi, Eventognathi. Bull. Fish. Exp. Sta. Gov. Gener. Tyosen. 6. 458 pp. (In Japanese).
- Ueno, K. and Y. Ojima. 1984 A chromosome study of nine species of Korean cyprinid fish. Jap. J. Ichthyol., 31(3) : 338~344.
- Wootton, R.J. 1990. Ecology of Teleost Fishes. Chapman and Hall, 34pp.
- 김익수. 1997. 한국동식물도감, 제 37 권 동물편 (담수어류). 교 육부, 국정교과서 (주), 연기. pp. 231~236.
- 김익수 · 강연중. 1993. 원색한국어류도감. 아카데미서적, 서울, pp. 21~450.
- 변화근 · 심하식 · 최재석 · 손영목 · 최준길 · 전상린. 1995. 치악산 계류에 서식하는 돌중개 (*Cottus poecilopus* Heckel)의 식성. 한어지, 7(2) : 160~170.
- 심중훈. 1994. 한국산 돌상어의 초기발생에 관한 연구. 충남대학교 이학석사학위논문, pp. 1~26.
- 윤일병. 1995. 수서곤충검색도설. 정행사, 서울, pp. 7~260.
- 정문기. 1977. 한국어도보. 일지사, 서울, pp. 205~207.
- 최기철 · 전상린 · 김익수 · 손영목. 1989. 한국산 담수어 분포도. 한국담수생물학연구소, pp. 1~35.
- 최기철 · 전상린 · 김익수 · 손영목. 1990. 원색한국담수어도감. 향문사, 서울, pp. 82~86.
- 최재석 · 변화근 · 권오길. 2001. 돌상어 *Gobiobotia brevibarba* (Cyprinidae)의 산란 생태. 한어지, 13(2) : 123~128.
- 허성희 · 광석남. 1997a. 베도라치 (*Pholis nebulosa*)의 식성. 한어지 9(1) : 22~29.
- 허성희 · 광석남. 1997b. 광양만 갈피밭에 서식하는 어류의 종 조성 및 계절변동. 한수지 30(5) : 896~902.

Received : August 30, 2001

Accepted : October 19, 2001