

금강에 서식하는 꺾지(*Coreoperca herzi*)의 식성¹

변화근^{2*}

Studies on the Feeding Habits of Korean aucha perch, *Coreoperca herzi* in the Geum River, Korea¹

Hwa-Keun Byeon^{2*}

요약

꺾지의 식성 분석을 위해 금강에서 2016년 3월부터 12월까지 채집을 하였고 크기는 전장이 38~70 mm, 71~109 mm, 110 mm 이상 등 3개 집단으로 구분하였다. 먹이생물은 수서곤충에 속하는 하루살이목(Ephemeroptera), 잠자리목(Odonata), 강도래목(Plecoptera), 딱정벌레목(Coleoptera), 파리목(Diptera), 날도래목(Trichoptera) 등과 어류 이었다. 꺾지는 수서곤충을 주로 섭식하였고 개체수에 있어 98.8%, 생체량은 55.8%, 상대중요성 지수는 97.1%로 대부분을 차지하였다. 식성은 육식성이었으며 먹이 섭취 특성과 형태는 Keenleyside의 분류를 적용하면 육식포식자(stalker)에 속하였다. 꺾지의 주요 먹이원은 하루살이류, 파리류, 날도래류 등이었고 잠자리류, 강도래류, 딱정벌레류, 어류 등은 희소하게 섭식하고 있었다. 꺾지는 체장이 증가함에 따라 섭식한 먹이의 생체량에 있어 하루살이류가 점진적으로 감소하였고 날도래류와 어류가 증가하는 먹이 전환이 발생 하였다. 딱정벌레류와 파리류는 큰 변동이 없이 일정하였다. 전반적으로 꺾지는 먹이생물의 구성이 계절에 따라 큰 변화는 없었다. 하천에 있어 꺾지의 자연증식과 서식지를 복원할 경우 주요 먹이원인 하루살이류, 파리류, 날도래류 등이 다량 서식할 수 있도록 조성하여야 한다.

주요어: 먹이, 육식성, 수서곤충, 상대성지수

ABSTRACT

The feeding habits of *Coreoperca herzi* were investigated from specimens collected in the Geum River, from March to December 2016. The specimens were separated into groups of 38 ~ 70 mm, 71 ~ 109 mm, and over 110 mm in total length. The live foods of *C. herzi* included Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Coleoptera, Diptera, Trichoptera, and fishes. The Korean aucha perches fed mostly on aquatic insects which took up 98.8% of food regarding the number, 55.8% regarding the biomass, and 97.1% in terms of regarding the index of relative importance. They were carnivorous in diet and predators (stalker) in food intake characteristics and forms when applying Keenleyside's classification. The main food sources of *C. herzi* were Ephemeroptera, Diptera, and Trichoptera while Odonata, Plecoptera, Coleoptera, and fishes were rare. A food migration was observed since less Ephemeroptera was found and more Trichoptera and fishes were found in the biomass of the feed consumed by larger species. The amount of Coleoptera and Diptera did not change much with the size of the species. The overall composition of live food was not seasonal. The result of the study indicates that, when restoring the streams to be the habitat for the natural population increase of *Coreoperca herzi*, the environment should be inhabitable to Ephemeroptera, Diptera, and Trichoptera which are the main foods

KEY WORDS: PREY, CARNIVOROUS, AQUATIC INSECT, INDEX OF RELATIVE IMPORTANCE

1 접수 2017년 8월 26일, 수정 (1차: 2017년 9월 11일), 게재확정 2017년 9월 18일

Received 26 August 2017; Revised (1st: 11 September 2017); Accepted 18 September 2017

2 서원대학교 생물교육과 Dept. of Biology Education, Seowon Univ., Chungju(28674), Korea(cottus@seowon.ac.kr)

* 교신저자 Corresponding author: cottus@seowon.ac.kr

서론

꺾지(*Coreoperca herzi*)는 한반도 고유종으로 꺾지속(*Coreoperca*), 꺾지과(Centropomidae), 농어목(Perciformes)에 속하는 어종이다. Herzstein (1896)이 풍동에서 채집된 표본을 처음으로 기재하였고 Mori와 Uchida (1934)는 대구, 서울, 의주, 성천 등에서 채집한 기록이 있으며 Kim *et al.* (2005)은 섬지역을 제외한 한반도 전국에 분포하는 것으로 기술하였다. 동해안에 수역 중 강릉 이북의 하천에 분포하는 꺾지는 인위적으로 이식된 것으로 알려져 있다(Byeon, 2014; Byeon and Oh, 2015). 꺾지에 대한 연구는 정자형성(Gye, 2002), 유전적 분화(Okazaki and Jeon, 1996), 환경 변화에 따른 젖산수소이탈효소의 동위효소 적응상(Park and Yun, 1995), 자원평가 및 관리방안 연구(Jang *et al.* 2010, 2011) 등이 있다. 본 종에 대한 분류학적, 유전적, 발생적, 관리방안 등에 대한 연구는 다소 이루어져 왔으나 생태와 식성에 대한 연구는 이루어지지 않은 상태이다. 담수어 어류의 식성 연구는 상위 영양단계의 소비자와 하위 영양단계의 소비자 사이의 먹이사슬 구조를 밝혀 하천 생태계의 먹이망(food web)과 먹이연쇄(food chain) 파악에 필요하기 때문에 매우 중요하다. 어류의 서식지 복원을 위해서는 먹이생물이 먼저 안정적으로 서식하여야 한다. 따라서 꺾지의 증식, 서식지 복원, 서식지 보호 등을 위해서는 먹이 생물이 다량 서식할 수 있도록 우선적으로 고려하여야 한다. 따라서 꺾지의 서식지 보호와 증식을 위한 기초자료로 식성분석을 하였다. 본 연구는 금강에 서식하는 개체를 채집하여 위 내용물 분석을 통해 먹이생물군과 성장 및 계절에 따른 먹이 조성 변화를 조사하였다.

연구방법

조사 기간은 2016년 3월부터 12월까지 매월 채집을 실시하였으며 조사 수역은 충청북도 영동군 양산면 봉곡리 이었다 (Figure 1). 본 종의 전장구성과 연령을 조사하기 위하여 산란시기의 개체군을 이용하였다. 채집된 개체의 성어 암컷 중 6~7월에 성숙란을 가지고 있었으나 8월에는 성숙란이 없어 본 조사 수역에서는 산란시기가 6~7월로 확인된 바 6, 7월에 채집한 전 개체의 전장을 Caliper (1/20 mm)로 측정하여 Peterson method (Bagenal, 1978)에 의한 전장빈도분포 (Standard length frequency distribution)를 이용하였다. 꺾지의 식성을 조사하기 위하여 2016년 봄(3, 4, 5월), 여름(6, 7, 8월), 가을(9, 10, 11월)에 채집된 개체군을 대상으로 3단계 (체장 38~70 mm, 71~109 mm, 110~142 mm)로 나누어 각각 위 내용물이 존재하는 개체 중 15개체 씩 선택하여 소화관 내용물을 조사하였다. 소화관 조사 대상 개체는 먹이

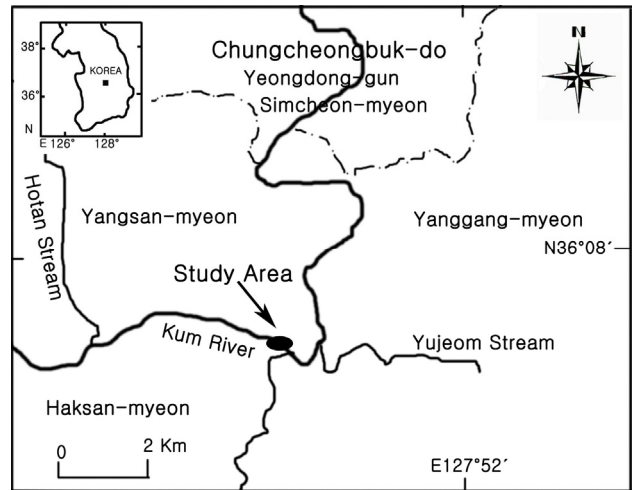


Figure 1. Map showing the sampling in the Geum River

섭취로 위가 충만한 개체에 국한하여 실시하였다. 어류 채집은 족대(망목 5 X 5 mm)를 이용하였으며 소화관 내용물의 토출을 막기 위해 채집 즉시 30% 포르말린에 고정시켰고 위를 절개하여 위 내용물을 해부현미경을 사용하여 검정하였으며 소화관 내용물은 Yun (1995), Won *et al.* (2008), Kim *et al.* (2005) 등의 도감에 의거하여 동정하였다. 먹이생물은 가능한 속이나 종 수준까지 동정하였으며 종류별로 개체수를 계수하였고 크기는 1 mm 단위까지 측정하였다. 길이 측정이 끝난 먹이는 종류별로 먹이 표면의 물을 제거하고 생체량을 0.01 g 단위까지 측정하였다. 위내용물 분석 결과는 각 먹이생물에 대한 출현빈도(frequency of occurrence), 개체수 및 생체량비로 나타내었다. 출현빈도(Fi)는 다음과 같다. $Fi(\%) = Ai/N \times 100$, Ai는 해당 먹이생물이 위내용물 중 발견된 꺾지의 개체수 이고 N은 위속에 내용물이 있었던 꺾지의 총 개체수 이다. 섭식된 먹이생물의 상대중요성지수(index of relative importance, IRI)는 Pinkas *et al.* (1971)의 식을 이용하여 구하였다. $IRI = (N+W) \times Fi$, N은 먹이생물의 총 개체수에 대한 백분율, W는 먹이생물 전체 생체량에 대한 백분율, Fi는 각 먹이생물의 출현빈도이다. 각 먹이생물의 상대중요성지수를 백분율로 환산하여 상대중요성지수비(%)를 구하였다.

결과 및 고찰

1. 전장분포

꺾지의 생식소를 조사한 결과 6~7월에 성숙란을 가지고 있었으나 8월에는 성숙란이 없어 본 조사 수역에서는 산란

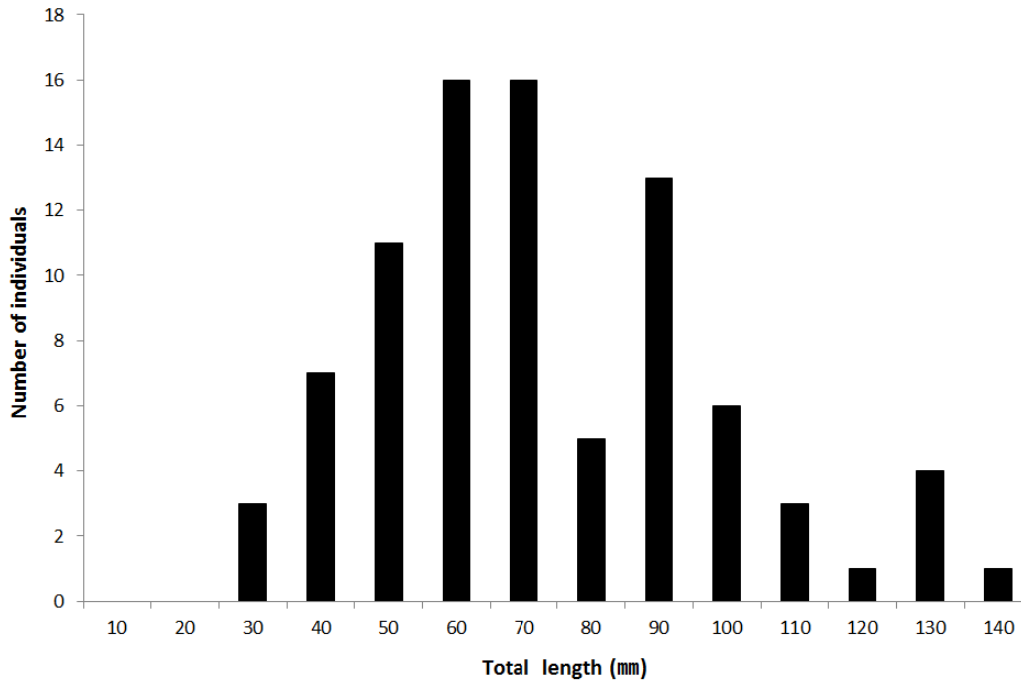


Figure 2. Length frequency distributions of *Coreoperca herzi* in the Geum River

시가 6~7월로 확인되었다. 산란시기의 개체군을 이용하여 연령을 추정하였으며 전장의 범위는 53 mm에서 142 mm 이었다. 전장빈도 분포는 3개의 무리로 나누어지며 전장이 38~70mm의 집단은 만 1년생, 71~109mm의 집단은 만 2년생, 110mm 이상은 만 3년생으로 추정 되었다(Figure 2). Kim (1997)은 만 1년생은 전장 60~80 mm, 2년생 100~140mm로 추정한 것과 다소 차이가 있었다. 이는 서식 장소에 따라 먹이원과 먹이량, 수온 등에 따른 성장도 차이의 결과로 생각된다.

2. 식성

먹이생물은 수서곤충(Aquatic insect)에 속하는 하루살이목(Ephemeroptera), 잠자리목(Odonata), 강도래목(Plecoptera), 딱정벌레목(Coleoptera), 파리목(Diptera), 날도래목(Trichoptera) 등과 어류 이었다(Table 1). 위속에서 발견된 먹이생물 중 수서곤충이 개체수에 있어 98.8%, 생체량은 55.8%, 상대중요성 지수는 97.1%로 대부분을 차지하였다. 식성은 육식성이었으며 먹이 섭취 특성과 형태는 Keenleyside(1979)의 분류를 적용하면 육식포식자(stalker)에 속하였다.

● 하루살이목(Ephemeroptera)

위에서 출현한 하루살이목에 속하는 종은 애호랑하루살이(*Baetiella tuberculata*), 개똥하루살이(*Baetis fuscatus*), 감초

하루살이(*Baetis silvaticus*), 방울하루살이(*Baetis ursinus*), 연못하루살이(*Cloeon dipterum*), 흰줄깜장하루살이(*Nigrobaetis acinaciger*), 깜장하루살이(*Nigrobaetis bacillus*), 부채하루살이(*Epeorus pellucidus*), 참납작하루살이(*Ecdyonurus dracon*), 네점하루살이(*Ecdyonurus levis*), 산납작하루살이(*Rhithrogena* sp.), 강하루살이(*Rhoenanthus coreanus*), 무늬하루살이(*Ephemera strigata*), 뿔하루살이(*Drunella aculea*), 먹하루살이(*Cincticostella tshernovae*), 알락하루살이(*Ephemerella dentata*), 등딱지하루살이(*Caenis* sp.) 등 총 13속 17종이었다. 부채하루살이, 개똥하루살이, 감초하루살이, 방울하루살이, 연못하루살이, 뿔하루살이 등의 출현 개체수와 생체량이 풍부하여 상대중요성 지수가 높았다. 하루살이류는 총 먹이생물 개체수의 53.1%, 전체 생체량의 25.7%, 상대중요성 지수는 47.4%로 먹이생물 중 가장 높았으며 꺾지의 먹이원 중 가장 중요하게 작용하고 있는 것으로 나타났다.

● 잠자리목(Odonata)

잠자리목에 속하는 먹이는 쇠측범잠자리(*Davidius lunatus*) 1종이 출현하여 총 먹이생물 개체수의 1.0%, 전체 생체량의 1.7%, 상대중요성 지수는 0.3%로 매우 낮아 꺾지의 먹이원으로 중요하게 작용하고 있지 않았다. 잠자리류 유충은 크기가 크고 껍질이 단단하여 꺾지가 선호하지 않는 것으로 생각된다.

Table 1. Percent composition of the stomach contents of *Coreoperca herzi* by frequency of occurrence, number, wet weight and IRB

Prey organisms	Occurrence (%)	Number (%)	Weight (%)	IRI	IRI (%)
Aquatic insect					
Ephemeroptera	79.2	53.3	25.7	2061.7	47.4
<i>Baetiella</i>	2.6	0.3	0.1	1.0	0.02
<i>Baetis</i>	28.6	10.4	1.9	351.5	8.1
<i>Cloeon</i>	29.9	7.9	1.6	286.0	6.6
<i>Nigrobaetis</i>	6.5	2.5	0.8	21.3	0.5
<i>Epeorus</i>	50.6	15.6	6.0	1090.5	25.1
<i>Ecdyonurus</i>	6.5	2.9	0.6	22.7	0.5
<i>Rhithrogena</i>	5.2	0.8	0.2	5.3	0.1
<i>Rhoenathus</i>	10.4	1.5	1.9	35.7	0.8
<i>Epemera</i>	5.2	0.5	0.5	5.4	0.1
<i>Drunella</i>	15.6	3.7	2.6	189.0	4.3
<i>Cincticostella</i>	3.9	2.6	1.3	15.4	0.4
<i>Ephemerella</i>	6.5	3.0	1.5	29.3	0.7
<i>Caenis</i>	3.9	1.4	0.8	8.6	0.2
Odonata	5.2	1.0	1.7	13.8	0.3
<i>Davidius</i>	5.2	1.0	1.7	13.8	0.3
Plecoptera	22.1	7.1	5.2	105.1	2.4
<i>Megarcys</i>	1.3	0.1	0.8	1.2	0.03
<i>Perlodes</i>	1.3	0.5	1.1	2.1	0.05
<i>Oyamia</i>	10.4	4.2	2.6	71.6	1.6
<i>Kamiimuria</i>	10.4	2.2	0.7	30.2	0.7
Coleoptera	5.2	0.7	0.3	5.3	0.1
<i>Psephenoides</i>	5.2	0.7	0.3	5.3	0.1
Diptera	63.6	18.7	3.3	1002.7	23.1
<i>Tipula</i>	5.2	1.0	1.4	12.1	0.3
<i>Antocha</i>	1.3	0.1	0.01	0.2	0.01
<i>Chironomidae</i>	50.6	17.6	1.9	990.4	22.8
Trichoptera	45.5	18.2	19.5	1034.1	23.8
<i>Stenopsyche</i>	28.6	7.1	5.2	687.0	15.8
<i>Hydropsyche</i>	27.3	10.1	2.4	342.7	7.9
<i>Molanna</i>	3.9	1.0	0.2	4.4	0.1
Fishes	11.7	1.2	44.2	124.5	2.9
<i>Pungtungia</i>	2.6	0.3	10.4	27.7	0.6
<i>Squalidus</i>	1.3	0.1	10.8	14.3	0.3
<i>Rhynchocypris</i>	1.3	0.1	2.2	3.1	0.1
<i>Zacco</i>	5.2	0.5	12.7	68.9	1.6
<i>Odontobutis</i>	1.3	0.1	8.0	10.6	0.2

IRB : index of relative importance (IRI)

● 강도래목(Plecoptera)

위에서 출현한 종은 그물강도래(*Megarcys ochracea*), 점등그물강도래(*Perlodes* sp.), 진강도래(*Oyamia nigribasis*), 한국강도래(*Kamiimuria coreana*) 등 총 4속 4종 이었으며 진강도래의 출현 개체수와 생체량이 풍부하여 상대중요성 지수가 높았다. 강도래류는 총 먹이생물 개체수의 7.1%, 전체 생체량의 5.2%, 상대중요성 지수는 2.4%로 낮아 꺾지의 먹이원으로 중요하게 작용하고 있지 않았다. 강도래 유충 또한 잠자리 유충과 유사한 특성이 있어 꺾지가 선호하는 먹이원이 아니었으나 잠자리 유충 보다는 다소 많이 섭식하고 있었다.

● 딱정벌레목(Coleoptera)

딱정벌레목에 속하는 먹이는 물삿갓벌레(*Psephenoides* sp.) 1종이 출현하여 총 먹이생물 개체수의 0.7%, 전체 생체량의 0.3%, 상대중요성 지수는 0.1%로 먹이생물 중 가장 낮아 꺾지의 먹이원으로 중요하게 작용하고 있지 않았다. 꺾지가 서식하고 있는 수역은 우수역으로 딱정벌레 유충이 매우 빈약하게 서식하고 있었기 때문인 것으로 생각된다.

● 파리목(Diptera)

위에서 출현한 종은 각다귀(*Tipula* sp.), 명주각다귀(*Antocha* sp.), 깔다구류(Chironomidae) 등으로 깔다구류의 출현 빈도와 개체수가 매우 풍부하였다. 파리류는 총 먹이생물 개체수의 18.7%, 전체 생체량의 3.3%, 상대중요성 지수는 23.1%로 높아 꺾지의 주요 먹이원으로 작용하고 있었다. 출현빈도와 개체수 구성비에 비해 생체량 구성비가 낮았는데 이는 깔다구 유충의 경우 개체의 크기가 매우 적었기 때문이다. 파리류 유충은 먹이로 선호하나 생체량이 작아 여러번 반복하여 섭식하는 것으로 생각된다.

● 날도래목(Trichoptera)

위에서 출현한 종은 수염치레각날도래(*Stenopsyche marmorata*), 줄날도래(*Hydropsyche kozhantschikovi*), 날개날도래(*Molanna moesta*) 등 총 3속 3종 이었다. 섭식된 날도래류는 돌이나 낙엽으로 집을 견고하게 짓지 않아 몸체 일부가 노출되는 종이였으며 가는모래로 견고하게 집을 짓는 날개날도래는 작은 개체를 집과 함께 섭식하였다. 개체수에 있어 줄날도래가 풍부하였고 생체량에 있어서는 수염치레각날도래가 높았다. 날도래류는 총 먹이생물 개체수의 18.2%, 전체 생체량의 19.5%, 상대중요성 지수는 23.8%로 하루살류 다음으로 높아 꺾지의 주요 먹이원으로 작용하고 있었다.

● 어류(Fishes)

위에서 출현한 물고기 종은 돌고기(*Pungtungia herzi*),

긴물개(*Squalidus gracilis majimae*), 버들치(*Rhynchocypris oxycephalus*), 참갈겨니(*Zacco koreanus*), 동사리(*Odontobutis platycephala*) 등 5종 이었다. 섭식된 어류는 대부분 잉어과 어류 이었으며 전장이 7~69 mm, 생체량이 0.1~3.42 g으로 1년생 이하로 작았으며 참갈겨니가 가장 많았다. 어류는 총 먹이생물 개체수의 1.2%로 낮았고, 전체 생체량의 44.2%로 매우 높았으며, 상대중요성 지수는 2.9%로 매우 낮아 꺾지의 주요 먹이원으로 작용하고 있지 않았다. 어류는 섭식에 성공하면 생체량이 매우 높아지나 섭식률이 매우 낮은 것으로 보아 쉽게 섭식하지 못하는 것으로 생각된다. 어류는 수서곤충의 유충에 비해 이동력이 강해 꺾지가 쉽게 포획할 수 없어 먹이원으로 중요하게 작용하고 있지 않으며 또한 만 1년생 미만인 개체는 포식하지 못하였다.

꺾지의 주요 먹이원은 하루살이류, 파리류, 날도래 등이었고 잠자리류, 강도래류, 딱정벌레류, 어류 등은 희소하게 섭식하고 있었다. 잠자리목, 강도래목, 딱정벌레목에 속하는 종의 유충은 서식지에 많은 양이 서식하고 있지 않은 원인기기도 하며 또한 꺾질이 경고하여 꺾지가 먹이원으로 선호하기 않는 것으로 생각된다. Chyung(1977)과 Kim(1997)은 갑각류와 수서곤충을 섭식한다고 하였으며 수서곤충을 주로 섭식하는 것은 본 조사 결과와 일치 하였다. 하천에 있어 꺾지의 자연증식과 서식지를 복원할 경우 주요 먹이원인 하루살이류, 파리류, 날도래류 등이 다량 서식할 수 있도록 조성하여야 한다. 강한 육식성 어종인 꺾지가 다량 증식하여 하천에 서식할 경우 다른 어류가 주요 먹이원이 아니므로 공서 어류에 미치는 악영향은 크지 않을 것으로 생각된다.

3. 성장에 따른 먹이 조성의 변화

채집된 어종의 전장이 1년생 이하로 작은 개체인 38~70 mm, 중간 크기인 71~109 mm, 3년생 이상으로 큰 개체인 110~142 mm 등 3개의 크기 집단으로 나누어 위 내용물 생체량 기준으로 성장에 따른 먹이생물의 조성 변화를 조사 하였다(Figure 3). 전장이 38~70 mm인 작은 개체는 위 내용물 생체량의 97.3%가 하루살이류이었고 그 다음으로 파리류 2.1%, 날도래 0.5%, 딱정벌레류 0.1%를 차지하였다. 먹이생물은 모두 수서곤충 유충이었으며 잠자리류, 강도래류, 어류 등은 섭식하지 않았다. 먹이생물 중 하루살이와 파리류 중에서 크기가 매우 작은 것을 집중적으로 섭식하였다. 전장이 71~109 mm로 큰 개체는 하루살이류가 38.6%로 작은 집단에 비해 생체량 구성비가 급격히 감소하였고 잠자리류 6.3%, 강도래류 7.3%, 딱정벌레류 0.4%, 파리류 4.3%, 날도래류 17.0%, 어류 26.1% 등 이었다. 먹이생물이 작은 개체에 비해 다양하였으며 섭식된 먹이의 개체 크기가 증가

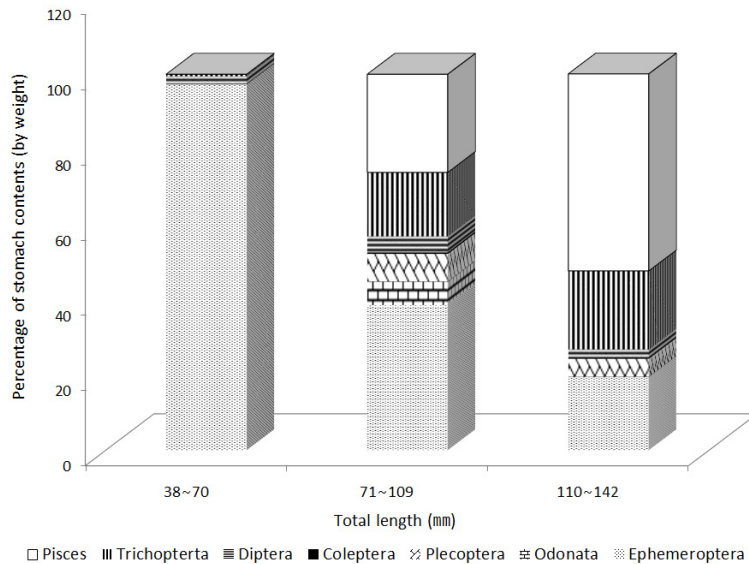


Figure 3. Ontogenetic changes in composition of *Coreoperca herzi* diets base on % IRI in relation to standard in the Geum River from March to December 2016

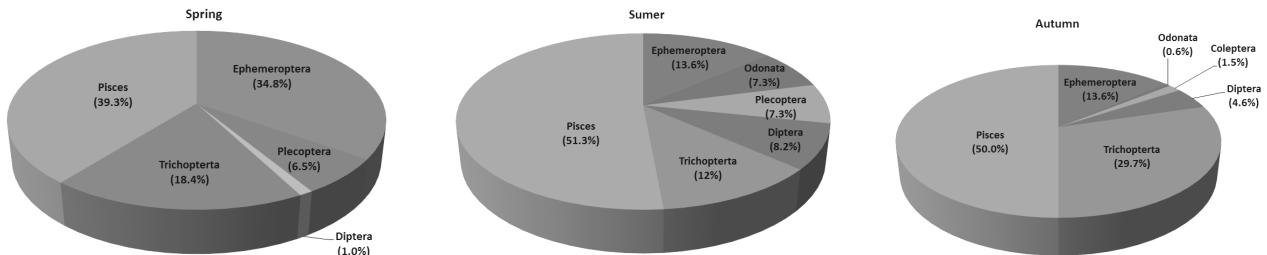


Figure 4. Seasonal changes in stomach contents of *Coreoperca herzi* collected in the Geum River

하였다. 날도래류와 어류의 섭식량이 비교적 풍부하였다. 체장이 110~142 mm인 집단은 하루살이류 19.4%, 잠자리류 0.2%, 강도래류 4.7%, 딱정벌레류 0.3%, 파리류 2.2%, 날도래류 20.9%, 어류 52.4% 등 이었다. 먹이생물은 중간 크기와 유사하였으나 어류와 날도래류의 섭식량이 증가하였다. 꺾지는 체장이 증가함에 따라 섭식한 먹이의 생체량에 있어 하루살이류가 점진적으로 감소하였고 날도래류와 어류가 증가하는 먹이 전환이 발생하였다. 딱정벌레류와 파리류는 큰 변동이 없이 일정하였다. 꺾지가 성장하면서 점차 큰 먹이생물로 먹이 전환이 발생한 것은 성장에 따른 수영능력, 먹이탐색 능력, 큰 먹이 포획 능력 등이 향상되며 (Gerking, 1994) 입 크기가 점차 커짐에 따라 큰 먹이 생물의 섭식이 가능해진 결과로 생각된다.

4. 계절에 따른 먹이조성의 변화

하루살이류는 먹이생물의 생체량에 있어 봄에 34.8%로

가장 높았고 여름과 가을에 각각 13.6%이었다. 잠자리류는 봄에 섭식하지 않았으며 여름에 7.3%, 가을에 0.6%로 여름에 섭식되는 양이 증가하였다. 강도래류는 가을에는 섭식하지 않았으며 봄에 6.5%, 여름에 7.3%이었다. 딱정벌레류는 봄과 여름에는 섭식되지 않았고 가을에 1.5%로 적은 양이 섭식 되었다. 파리류는 연중 섭식하고 있었으며 봄에 1.0%, 여름에 8.2%, 가을에 4.6%로 여름에 다소 증가하였다. 날도래류는 봄에 18.4%, 여름에 12.0%, 가을에 29.7%로 연중 비교적 많은 양을 섭식하고 있었으며 가을에 가장 많이 섭식 되었다. 어류는 봄에 39.3%, 여름에 51.3%, 가을에 50.0%로 연중 섭식하고 있었으며 여름과 가을에 풍부하였다(Figure 4). 꺾지가 주로 섭식하는 어류는 잉어과 소형 어류로 크기가 작은 당연생 치어 이었다. 따라서 당연생 치어가 풍부한 여름과 가을에 주로 섭식되며 어류가 성장하면 효과적으로 섭식하지 못하는 것으로 생각된다. 전반적으로 꺾지는 먹이생물의 구성이 계절에 따라 큰 변화는 없었다.

REFERENCES

- Bagenal, T.(1978) Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters. Blackwell Scientific, pp. 48-116.
- Byeon, H.K.(2014) Habitat Characteric of *Coreoperca herzi* and *Coreoleuciscus*, and Effect on Introduced to Different Water System. Korean Nature Conservation. 165: 13-23. (in Korean with English abstract)
- Byeon, H.K. and J.K. Oh(2015) Fluctuation of Fish Community and Inhabiting Status of Introduced fish in Gangeungnamdae Stream, Korea. Kor. J. Env. Eco. 29(5): 718-728. (in Korean with English abstract)
- Chyung, M. K.(1977) The Fishes of Korea. Ilji-Sa, Korea. 727 pp. (In Korean)
- Gerking, S.D.(1994) Feeding Ecology of Fish. Academic Press, San Diego, 416 pp.
- Gye, M.C.(2002) Spermatogenesis of *Coreoperca herzi*(Perciformes; Percichthyidae). Korean J. Limnol. 35(3): 232-236.(in Korean with English abstract)
- Herzenstein, S.M.(1896) Uber einige neue und seltene Fische des Zoologischen Museums der Keiselerischen Museums der Keiserlichen Academie der Wisseneschaften. Ann. Mus. Zool. Acad. Imp. Sci. St. Petersburg V. I(1896): 1-14.(In German)
- Jang, S.H., H.S. Ryu and J.H. Lee(2010) A Study on the Stock Assessment and Management Implications of the Korean Aucha perch (*Coreoperca herzi*) in Freshwater: (1) Estimation of Population Ecological Characteristics of *Coreoperca herzi* in the Mid-Upper System of the Seomjin River. Korean J. Limnol. 43(1): 82-90.(in Korean with English abstract)
- Jang, S.H., H.S. Ryu and J.H. Lee(2011) Stock Assessment and Management Implications of the Korean aucha perch (*Coreoperca herzi*) in Freshwater: (2) Estimation of Potential Yield Assessment and Stock of *Coreoperca herzi* in the Mid-Upper System of the Seomjin River. Korean J. Limnol. 44(2): 172-177.(in Korean with English abstract)
- Keenleyside, M.H.A.(1979) Diversity and Adaptation in Fish Behaviour. Springer-Verlag, Berlin. 216 pp.
- Kim, I. S.(1997) Illustrated Encyclopedia of Fauna & Flora of Korean Vol. 37 Freshwater Fishes. Ministry of Education. 518 pp. (In Korean)
- Kim, I.S., Y. Choi, C.L. Lee, Y.J. Lee, B.J. Kim and J.H. Kim(2005) Illustrated Book of Korean Fishes. Kyo-Hak, 515pp.(In Korean)
- Mori, T. and K. Uchida(1934) Check list of the fishes of Korea. Mem. Hyogo Univ. Agr. 1(3). Biol. Ser. 1. 228pp. (In Japanese)
- Okazaki, T. and S.R. Jeon(1996) Genetic Differentiation of the Genus *Coreoperca*(Pisces : serranidae) from Korea. Korean J. Limnol. 29(4): 387-391.(in Korean with English abstract)
- Park, S.Y. and J.J. Yun(1995) Acclimation of Lactate Dehydrogenase Isozymes in *Coreperca herzi* by environmental Variation. Korean J. Environ. Biol. 13(2): 121-130.(in Korean with English abstract)
- Pinkas, L., M.S. Oliphant and I.L.K. Iverson(1971) Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in Caligonia water. Calif. Dep. Fish Game Fish. Bull., 152: 1-105.
- Won, D. H., S. J. Kwon and Y. C. Jun(2008). Aquatic Insects of Korea. Korea Ecosystem Service Co., Ltd. Korea. 359 pp.(In Korean)
- Yun, I. B.(1995). Aquatic Insects of Korea. Korea University. Korea. 218. pp.(In Korean)