

성주산 일대의 저서성 대형무척추동물상

권 용 주·공 동 수

경기대학교 생명과학과

Benthic Macroinvertebrates Fauna of Mt. Seongju, Korea

KWON, Yongju · Dongsoo KONG

Department of Life Science, Kyonggi University

ABSTRACT

Benthic macroinvertebrate fauna was investigated at Mt. Seongju, Boryeong, Chungcheongnam-do, Korea from August to September, 2013. 7 sites which are located around Mt. Seongju were selected for quantitative (Surber net: 30×30 cm, mesh size: 1 mm) and qualitative (hand net) sampling of benthic macroinvertebrates. Including quantitative and qualitative sampling, a total of 73 species, 38 families, 14 orders, 6 classes and 4 phyla occurred. Insecta included 66 species composed of 19 species in Ephemeroptera, 2 species in Odonata, 7 species in Plecoptera, 4 species in Coleoptera, 14 species in Diptera, and 18 species in Trichoptera. Non-insect macroinvertebrate included 7 species composed of 1 species in Platyhelminthes, 2 species in Mollusca, 2 species in Annelida, and 2 species in Crustacea. The dominant species and the subdominant species based on individual abundance were *Baetis fuscatus* and *Gammarus* sp. with 16.6% and 13.3% of dominance respectively. Dominance indices, diversity indices, richness indices and evenness indices of the benthic macroinvertebrates community showed the range of 0.27~0.83, 1.60~4.06, 3.13~5.13 and 0.36~0.84 respectively.

Key words : Mt. Seongju, benthic macroinvertebrates

서 론

성주산 자연휴양림은 충청남도 보령시 성주면 일대 차령산맥의 한 지맥인 만수산과 성주산 기슭에 위치한다. 산림청은 성주산(해발고도 680 m) 내 약 500ha에 이르는 폐광산 지역을 복구하여 1991년 5월 15일에 자연휴양림으로 지정하였고, 1993년 1월 1일에 개장하였다. 하지만 현재까지 성주산 일대의 동물상에 대한 종합적인 조사연구는 진행된 바 없었다.

저서성 대형무척추동물은 담수생태계의 저차소비자로서 먹이사슬의 중요한 역할을 구성하고 있다 (Hynes, 1970; Ward, 1992; William and Feltmate, 1922). 또한, 개체수가 풍부하고, 다양한 서식환경에

적응하여 수환경에 민감하게 반응하므로 수질평가의 지표종, 생태독성평가, 기후변화연구 등의 다양한 응용연구에 이용되어 왔다(Rosenberg and Resh, 1993; Ward, 1992; 공 등, 2013; 손 등, 2011; 원 등, 2006; 이 등, 2009). 본 조사는 성주산 일대의 현재 저서성 대형무척추동물상을 파악하기 위한 목적으로 수행되었으며, 그 결과는 향후 성주산 담수생태계의 환경 변화를 추적하는데 기초 자료로서 활용되어질 수 있을 것으로 판단된다.

조사방법

1. 조사기간

2013년 8월 22일과 9월 30일에 현장조사를 실시하였다.

2. 조사지점

충청남도 보령시 성주면 성주리 내 화장골 계곡에 위치한 모란교(St. 1), 성주산을 기준으로 시작된 심원계곡이 위치한 상안리골(St. 2)과 신촌말교(St. 3), 먹방계곡이 시작되는 먹방3교(St. 4), 두 계곡이 합류되는 지점인 성주2리교(St. 5)와 지개골보(St. 6)의 6개 지점과 성주산 북사면 일대의 대풍골(St. 7)을 포함한 총 7개의 조사지역을 선정하였다(Fig. 1).

- St. 1	모란교	N:36°20'15.07"	E:126°40'12.67"	충청남도 보령시 성주면 성주리 산39
- St. 2	상안리골	N:36°20'26.78"	E:126°41'26.95"	충청남도 보령시 성주면 성주리7-1
- St. 3	신촌말교	N:36°20'48.68"	E:126°40'26.96"	충청남도 보령시 성주면 심원계곡로332
- St. 4	먹방3교	N:36°21'38.31"	E:126°39'58.00"	충청남도 보령시 성주면 성주리265-283
- St. 5	성주2리교	N:36°20'25.64"	E:126°39'11.48"	충청남도 보령시 성주면 화장골길43
- St. 6	지개골보	N:36°19'19.23"	E:126°39'14.79"	충청남도 보령시 성주면 지개골길457
- St. 7	대풍골	N:36°22'50.58"	E:126°42'27.30"	충청남도 보령시 청라면 나원리산17-1

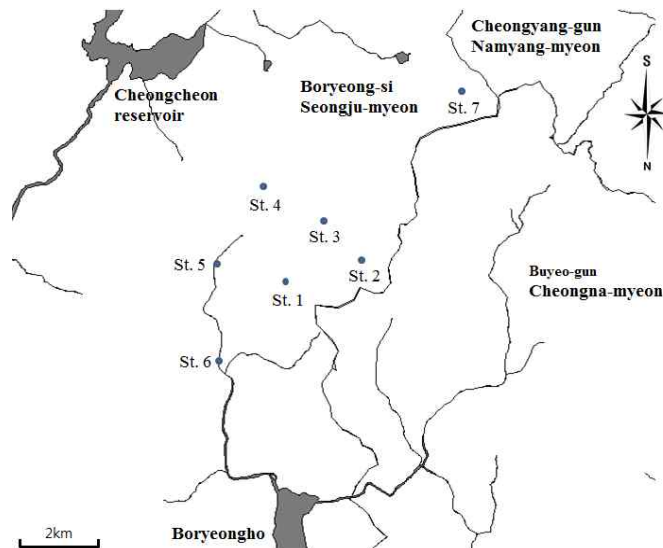


Fig. 1. A map showing the 7 sampling sites at Mt. Seongju (St. 1 : Morangyo, St. 2 : Sanganrigol, St. 3 : Sinchonmalgyo, St. 4 : Meokbang3gyo, St. 5 : Sungju2rigyo, St. 6 : Jigaegolbo, St. 7 : Daepunggol).

3. 조사방법

Surber net (30×30 cm, 망목 1 mm)를 사용하여 저서성 대형무척추동물을 정량채집하였으며, 서식이 가능한 모든 미소 서식처에 대하여 휴대용 뜰채를 이용하여 정성채집하였다. 채집된 모든 저서성 대형무척추동물은 채집병에 넣어 현장에서 Ethyl alcohol 95%에 고정하였고, 실험실로 운반하여 생물시료를 골라낸 후 Ethyl alcohol 80%에 보존하였다.

4. 동정

공 등(2013), 권 등(2013), 김 등(2013), 원 등(2005), 윤(1988, 1995)의 문헌을 이용하여 수서곤충류를 동정하였다. 배 등(1998), 배(2010)의 문헌을 참고하여 하루살이류를 동정하였으며, Wiederholm (1983)의 문헌을 이용하여 깔따구류의 외부형태, 머리모양, 특히 체장, 체색, Mouth part 형태, Abdominal tube의 유무, Abdominal tubules, Antennal segment의 길이, 강모의 형태 등의 특징을 고려하여 형태군으로 구분하였다. 그 외 김(1977)과 권 등(2006)의 문헌을 각각 이용하여 갑각류와 담수패류를 동정하였다. 학명 및 국명은 국립환경과학원에서 진행한 제4차 전국자연환경조사지침(2012)의 분류체계를 따랐다.

5. 군집분석

정량채집 자료를 이용하여 우점종, McNaughton (1967)의 우점도지수(Dominance index; DI), Margalef (1958)의 풍부도지수(Richness index; R), Shannon-Weaver (1949)의 다양도지수(Diversity index; H'), Pielou (1975)의 균등도지수(Evenness index; J')를 산출했다.

1) 우점도지수(Dominance index: DI)

각 조사지점에서 출현한 제1우점종과 제2우점종의 개체수에 따라 산출하였다.

$$DI = \frac{N_1 + N_2}{N}$$

N : 총 개체수

N_1, N_2 : 제 1, 2 우점종의 개체수

2) 다양도지수(Species diversity index: H')

Margalef의 정보이론에 의하여 유도된 Shannon-Weaver function (H') (Shannon & Weaver, 1949)을 Lloyd, M. & R.J. Gheraldi. (1964)가 변형한 공식을 이용하였다.

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i, \quad p_i = \frac{N_i}{N}$$

N_i : i 종의 개체수

P_i : i 종의 개체수 비율

3) 풍부도지수(Species richness index: R)

Margalef (1958)에 따라 군집의 총 개체수 및 종수를 이용하여 풍부도를 구하였다.

$$R = \frac{S-1}{\ln N}$$

S : 총 종수

N : 총 개체수

4) 균등도지수(Evenness index: J')

Pielou (1975)의 지수를 적용하여 군집 내 종 구성의 균일한 정도를 구하였다.

$$J' = \frac{H'}{\log_2 S}$$

H' = Shannon-Weaver 지수

S : 총 종수

결과 및 고찰

1. 조사지점의 환경상태 개황

St. 1은 산간계류의 형태로 하폭은 3~4 m, 수폭은 0.5~1 m 이었다. 하상은 조립질로 구성되어 있었고, 높은 수피도(canopy)를 보이고 있었으며, 유속은 느린 편이었다.

St. 2를 기준으로 상류지역은 건천이었으며, 많은 초본과 관목이 성장하고 있었다. 산간계류의 특성을 보였으나, 유속은 느린 편이었다. 유량 변동이 비교적 크게 나타났으며, 수피도는 낮았다.

St. 3은 여름에 행락객들의 출입이 빈번하였으며, 인위적인 교란을 받고 있었다. 양쪽 제방은 석축으로 되어 있었고 강우 정도에 따라 유량의 변동이 큰 것으로 보였다.

St. 4의 상류 역시 건천이었으며, 조사지점이 마을 옆에 위치하고 있어 생활하수의 유입으로 인한 교란을 받고 있었다. 하천의 제방은 부분적으로 콘크리트와 석축으로 이루어져 있었으며, 수피도는 매우 낮았고, 하상은 조립질로 구성되어 있었다.

St. 5는 제외지에 초본이 많이 서식하였으며, 미소 서식처가 잘 발달되어 있었다. 하상은 호박돌과 자갈 위주로 되어 있었으며, 제방은 수직 콘크리트와 돌망태로 이루어져 있었다.

St. 6은 1 m 높이의 보가 설치되어 있었다. 조사 당시 상류에 하천공사로 인하여 탁도가 높았으며, 하상에 토사가 많이 퇴적되어 있었다. 제방은 석축 및 콘크리트로 되어 있었다.

St. 7은 성주산의 북동쪽 사면에 위치하며, 문봉산과 성태산에 인접하여 있었다. 상류지역은 유량이 매우 적은 상태이나, 많은 양의 폐광산의 침출수가 중간에 합류하여 흐르고 있었다. 제방은 양쪽이 수직 콘크리트로 정비되어 있었으며, 하상은 주로 암반과 호박돌로 이루어져 있었다. 많은 양의 낙엽 퇴적물이 하천 바닥에 쌓여 있었다.

2. 저서성 대형무척추동물상

성주산 조사지역에서 정량 및 정성 채집을 통해 출현한 저서성 대형무척추동물은 총 4 문 6 강 14 목 38 과 73 종이었다. 수서곤충류는 하루살이목 19 종, 잠자리목 2 종, 강도래목 7 종, 뱀잠자리목 2 종, 딱정벌레목 4 종, 파리목 14 종, 날도래목 18 종으로 총 66 종이 출현하였으며, 비곤충류는 편형 동물문 1 종, 연체동물문 2 종, 환형동물문 2 종, 갑각강 2 종으로 총 7 종이 출현하였다(Table 1). 특히 수질이 양호한 곳에 주로 서식하는 강도래류가 7 종으로 다양하게 출현하여 조사 지역이 청정수역인 것으로 판단된다.

Table 1. Abundance (Ind./0.3 m²) of benthic macroinvertebrates at the sampling sites

[illegible]

Table 1. Continued

Scientific name	Site	1 st						2 nd														
	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7									
Family Atyidae																						
<i>Caridina denticulata denticulata</i>								4														
Class Insecta																						
Order Ephemeroptera																						
Family Baetidae																						
<i>Acentrella sibirica</i>								1														
<i>Baetiella tuberculata</i>								1	10	43	4	13	27	1								
<i>Baetis fuscatus</i>								28	4	8	61	103	111	13	59	52	122	52	26			
<i>Baetis silvaticus</i>								20							12							
<i>Labiobaetis atrebatinus</i>															●							
<i>Nigrobaetis bacillus</i>								1	3	14	54	17							14	12	14	2
Family Heptageniidae																						
<i>Ecdyonurus bajkovae</i>															1							
<i>Ecdyonurus dracon</i>								3	12							48	1					
<i>Ecdyonurus kibunensis</i>								9	6	5	25	17	18	2		26	38	42	1	6		
<i>Ecdyonurus levis</i>								10	18		1	2	45		4	●						
<i>Epeorus curvatus</i>								11	2		6		5	60	1	3						
<i>Epeorus pellucidus</i>								18	20		14	118	24	2	1	34	28	29	13	13		
Family Leptophlebiidae																						
<i>Choroterpes altiocularis</i>								7		5	3	2		1								
Family Ephemeridae																						
<i>Ephemera orientalis</i>								1							1							
<i>Ephemera strigata</i>								1		4	21	2	2	11	●	8	5					
Family Ephemerellidae																						
<i>Drunella cryptomeria</i>								6	6	8							15	2	25	1	1	1
<i>Ephemera setigera</i>								12	8		4	27	2		1							
<i>Uracanthella punctisetae</i>								41	17		1	11	100	2	4		3			22		
Family Caenidae																						
<i>Caenis</i> KUa								3														
Order Odonata																						
Family Gomphidae																						
<i>Davidius lunatus</i>								13	2		●		3	2	●	●						
<i>Sieboldius albardae</i>								1	1													
Order Plecoptera																						
Family Nemouridae																						
<i>Amphinemura coreana</i>								5	4							1						

[illegible]

Table 1. Continued

Scientific name	Site	1 st						2 nd						
		St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7
<i>Suragina</i> KUa								1						
<i>Suragina</i> KUb	1													
Family Tabanidae														
<i>Tabanus</i> sp.						2								
Order Trichoptera														
Family Rhyacophilidae														
<i>Rhyacophila bilobata</i>														2
<i>Rhyacophila nigrocephala</i>		4	3	2	18	6	6	1	4	6	20	6	2	1
Family Hydroptilidae														
<i>Hydroptila</i> KUa							1							
Family Hydrobiosidae														
<i>Apsilochorema</i> KUa		1	3						7					
Family Glossosomatidae														
<i>Agapetus</i> KUa						1								
<i>Glossosoma</i> KUa			4							2	2			
Family Philopotamidae														
<i>Dolophilodes</i> KUa											1			
<i>Wormaldia</i> KUa		3						18			1			
Family Hydropsychidae														
<i>Cheumatopsyche brevilineata</i>		3		6		5	57	29		42		15	139	
<i>Cheumatopsyche</i> KUb									2					
<i>Diplectrona</i> KUa									1					
<i>Hydropsyche kozhantschikovi</i>						7	21					1	32	
<i>Hydropsyche orientalis</i>		14			8	1		27	17	9	40			8
Family Polycentropodidae														
<i>Plectrocnemia</i> KUa		1												
Family Apataniidae														
<i>Apatania</i> KUa			1								1			
Family Lepidostomatidae														
<i>Lepidostoma</i> KUb								3						
Family Odontoceridae														
<i>Psilotreta kisoensis</i>		2												
Family Leptoceridae														
<i>Mystacides</i> KUa													●	
총 73종		28	13	15	21	20	22	30	20	31	25	26	29	21
총 3,850개체		242	45	100	172	355	512	227	175	368	455	331	377	491

● Collected by qualitative sampling.

3. 우점종 및 군집지수

7개의 조사지점에서 개뿔하루살이(*Baetis fuscatus*)의 평균 우점빈도가 3개 site로 가장 많았다. 그 밖에 다른 site에서는 등줄하루살이(*Uracanthella punctisetae*), 옆새우류(*Gammarus* sp.), 꼬마줄날도래(*Cheumatopsyche brevilineata*)가 각각 우점종으로 나타났다(Table 2). 특히, St. 7의 우점종인 옆새우류(*Gammarus* sp.)의 우점률은 77.4%로 매우 높게 나타났다. 이는 옆새우류의 먹이원인 나뭇잎 및 식물 잔사물 등(Chung, 1997)이 풍부하였기 때문인 것으로 판단된다.

Table 2. Dominant species of benthic macroinvertebrates at the sampling sites

Site	Dominance	1 st dominant species (%)	2 nd dominant species (%)
St.1		<i>Uracanthella punctisetae</i> 9.2	<i>Gammarus</i> sp. 8.7
St.2		<i>Gammarus</i> sp. 39.5	<i>Drunella cryptomeria</i> 9.5
St.3		<i>Baetis fuscatus</i> 14.3	<i>Ecdyonurus levis</i> 13.5
St.4		<i>Baetis fuscatus</i> 18.0	<i>Ecdyonurus kibunensis</i> 10.0
St.5		<i>Baetis fuscatus</i> 32.8	<i>Epeorus pellucidus</i> 21.4
St.6		<i>Cheumatopsyche brevilineata</i> 22.0	<i>Baetis fuscatus</i> 18.3
St.7		<i>Gammarus</i> sp. 77.4	<i>Baetis fuscatus</i> 5.3

Table 3. Biotic indices of benthic macroinvertebrates at the sampling sites

Biotic index \ Site	Site						
	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7
Dominance index (<i>DI</i>)	0.27	0.45	0.33	0.37	0.56	0.46	0.83
Species diversity index (<i>H'</i>)	4.06	3.09	3.61	3.52	3.07	3.33	1.60
Species richness index (<i>R</i>)	5.13	3.13	3.97	3.90	3.51	3.62	3.23
Evenness index (<i>J'</i>)	0.84	0.80	0.82	0.78	0.69	0.74	0.36

대부분의 조사지점들은 보령호로 유입되는 성주천의 지류 하천으로 하상의 조립질 비율이 높았고, 청수역을 선호하는 강도래류를 포함한 다양한 종이 서식하는 등 전형적인 상류수계의 특성을 보였다. 이에 따라 전반적으로 우점도는 낮고, 다양도, 균등도, 풍부도 값은 높은 경향을 보였다(Table 3). 하지만 비슷한 물리적 서식환경을 보이는 St. 7은 옆새우류(*Gammarus* sp.)가 많이 출현함에 따라 우점도는 높고, 다양도, 균등도, 풍부도 값은 낮게 나타났다.

4. 시사점

성주산 일대의 하천은 평소 유량이 많지 않아 대부분 소지류의 형태를 띠었으며, 강우기에만 형성

되는 간헐천이 일부 분포하여 서식환경이 비교적 안정적이지 못했다. 또한, 성주산은 자연휴양림으로 지정되어 있어 행락객들에 의한 하천의 교란이 우려되는 실정이다. 그럼에도 불구하고 현재 성주산 일대의 하천들은 비교적 수질이 양호하고, 조립질의 하상구조를 가지고 있어 깨끗한 물에 서식하는 강도래류를 포함한 다양한 생물들이 서식하고 있었다. 따라서 생물다양성을 보전하기 위해서는 성주산 일대 담수생태계에 대한 지속적인 관심과 종합적인 관리가 필요하다고 판단된다.

인용문헌

- 공동수, 원두희, 박재홍, 김명철, 함순아, 권순직, 손세환, 한승철, 황인철, 이준국, 류덕희, 이수형, 박상정, 유경아, 공학양. 2013. 한국산 저서성 대형무척추동물 생태도감. 환경부, 국립환경과학원.
- 공동수, 김진영, 손세환, 오민우, 최아름, 변명섭. 2013. 기후변화의 생물학적 평가를 위한 한국온수지수(KTI)의 개발 및 적용. 한국물환경학회지 29(1): 114-126.
- 권순직, 전영철, 박재홍. 2013. 물속 생물 도감. 자연과생태.
- 권오길, 박갑만, 이준상. 2006. 원색한국패류도감. 아카데미서적.
- 김명철, 천승필, 이준국. 2013. 하천생태계와 담수무척추동물. 문교부.
- 김훈수. 1977. 한국동식물도감. 제19권 동물편(새우류). 문교부.
- 윤일병. 1988. 한국동식물도감. 제30권 동물편(수서곤충류). 문교부.
- 윤일병. 1995. 수서곤충검색도설. 정행사. 서울.
- 배연재. 2010. 한국의 곤충-하루살이류(유충). 환경부, 국립생물자원관.
- 손세환, 김진영, 조재익, 공동수. 2011. 설악산 계류의 고도별 저서성 대형무척추동물의 분포특성. 한국물환경학회지 27(5): 680-688.
- 원두희, 권순직, 전영철. 2005. 한국의 수서곤충. (주)생태조사단.
- 원두희, 전영철, 권순직, 황순진, 안광국, 이재관(2006) 저서성 대형무척추동물을 이용한 한국온수생물지수의 개발과 생물학적 하천환경평가 적용. 한국물환경학회지 22(5): 768-783.
- 이준호, 이시혁, 배연재, 조기중, 유건강, 김용균, 정명표(2009) 무척추동물 생물지표를 이용한 중금속 오염에 대한 생태영향평가 현장적용기법. 정행사.
- Chung, Keun. 1997. Leaf Breakdown and Macroinvertebrates Associated with Litter-bags Placed in Head-water Streams at Mt. Jumbong. p. 16.
- Hynes, H. B. N. 1970. The Ecology of Running Waters. Liverpool Univ. Press, Liverpool, U. K.
- Lloyd, M. and R. J. Gheraldi. 1964. A table for calculation of the "equitability" component of species diversity. J. Anim. Ecol. 33: 217-226.
- Margalef, R. 1958. Information theory in ecology. General Systematics, 3. pp. 36-71.
- McNaughton, S. J. 1967. Relationship among functional properties California Grassland. Nature 216, pp. 168-169.
- Pielou, E. C. 1975. Ecological Diversity. John Wiley and Sons, New York, pp. 165.
- Shannon, C. E. and W. Weaver. 1949. The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois

Press, Urbana.

Rosenberg, D. M. and V. H. Resh (1993) Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. Chapman and Hall, New York.

Ward, J. V. (1992). Aquatic Insect Ecology. John Wiley & Sons, New York.

Wiederholm, T. (editor). (1983). Chironomidae of the Holarctic Region. Keys and Diagnoses. Part 1. Larvae. Entomologica Scandinavica Supplement No. 19:1-457.

Willams, D. D. and B. W. Feltmate (1992). Aquatic Insects. C · A · B.

요 약

충남 보령시 성주면 성주리에 위치한 성주산 일대의 저서성 대형무척추동물상을 2013년 8월부터 9월에 걸쳐 2회 조사하였다. 조사지역은 성주산 자연휴양림을 중심으로 성주산 일대의 하천 7지점이었다. Surbernet (30×30 cm, 망목 1 mm)를 이용해 저서성 대형무척추동물을 정량 채집하였고, 미소서식처의 경우 휴대용 뜰채를 이용하여 정성 채집하였다. 조사지역에서 정량 및 정성 채집을 통해 출현한 저서성 대형무척추동물은 총 4 문 6 강 14 목 38 과 73 종이었다. 수서곤충류는 하루살이목 19 종, 잠자리목 2 종, 강도래목 7 종, 딱정벌레목 4 종, 파리목 14 종, 날도래목 18 종으로 총 66 종이 출현하였으며, 비곤충류는 편형동물문 1 종, 연체동물문 2 종, 환형동물문 2 종, 갑각강 2 종으로 총 7 종이 출현하였다. 우점종과 아우점종으로는 *Baetis fuscatus* (16.6%)와 *Gammarus* sp. (13.3%)로 나타났다. 조사지점의 군집분석 결과, 각각의 우점도지수(0.27~0.83), 다양도지수(1.60~4.06), 풍부도지수(3.13~5.13), 균등도지수(0.36~0.84)로 나타났다.

검색어 : 성주산, 저서성 대형무척추동물