

## 보련산 일대의 저서성 대형무척추동물

김 명 철

고려대학교 한국곤충연구소

## Ecological Study for Macroinvertebrates in all over Mt. Boryeon

KIM, Myoung Chul

Korean Entomological Institute, Korea University

### ABSTRACT

Benthic macroinvertebrates were examined to elucidate community structures from a set of 6 study sites located in Mt. Bohyun, Chungju. The result indicated that macroinvertebrates were diverse and abundant, and aquatic macrophyte components provide a habitat diversity. The differences among benthic macroinvertebrate community structures seemed to be attributed to local biotic and abiotic interactions. A total of 42 macroinvertebrate taxa was caught: Annelida (3 species), Mollusca (5 species), and Arthropoda (34 species). Aquatic insects represented 76.2 %(32 species) of the total macroinvertebrates collected. Generally, the benthic macroinvertebrates were dominated by Hydro-  
psychidae or Ephemeroptera.

**Key words** : Macroinvertebrates, Mt. Boryeon

### 서 론

하천은 인간의 역사와 함께 밀접히 여러 가능성을 부여하는 자연환경으로서 농경, 관개수와 식수를 공급하며, 풍부한 식량자원을 제공한다. 자연의 여러 작용에 의해 형성된 하천은 다양한 생물들이 서로의 상호작용을 하며 먹이와 생식을 위한 서식처로 활용해 온 생물들의 삶의 터전이다. 하천 생태계는 생물적 요소와 비생물적 요소로 이루어져 있다. 생물적 요소는 조류와 대형수생식물과 같은 생산자, 저서성 대형무척추동물, 어류 및 양서류와 같은 소비자, 그리고 박테리아와 곰팡이 같은 분해자로 구성된다.

하천 생태계를 구성하는 생물중에서 저서성 대형무척추동물은 1차 소비자 또는 2차 소비자로서 물질의 순환과 에너지 흐름에 매우 중요한 역할을 수행하고 있다(윤, 1995). 또한 이들은 개체수가 풍부하며, 이동성이 적고, 종에 따라 수환경의 변화에 민감하게 반응하므로, 하천 생태계의 환경을 평가하는데 있어서 매우 유용하다(Hynes, 1970; McCafferty, 1981; Pennak, 1989). 외국의 경우, 저서성 대형무척추동물을 이용한 하천 생태계의 모니터링(monitoring)은 이미 상당한 수준에 있으며, 널리 실용화

되고 있다(Rosenberg and Resh 1993). 또한, 국내에서도 저서성 대형무척추동물을 이용한 환경평가와 관련된 연구가 활발하게 진행되고 있다(윤 등, 1992a; 1992b).

저서성 대형무척추동물의 경우, 하천의 유량과 유속, 수심과 하상, 하천 주변환경에 대해 민감한 반응을 나타낸다. 이는 이들의 서식형태가 물리적 서식환경에 좌우되고, 아울러 이러한 수계환경은 하천내 분포하는 중 조성에 크게 영향을 미치게 된다. 그러므로 시간의 경과에 따른 하천내 물리적 서식환경의 변화양상은 저서성 대형무척추동물의 서식 여부 및 변화 추이에 직결된다고 볼 수 있다.

따라서 본 조사는 저서성 대형무척추동물의 분포현황을 파악함으로써 조사 하천의 생태계 현황을 진단하고, 차후 생태학적 연구 및 생물자원 보전을 위한 기초자료를 제공함에 그 목적이 있다.

## 연구방법

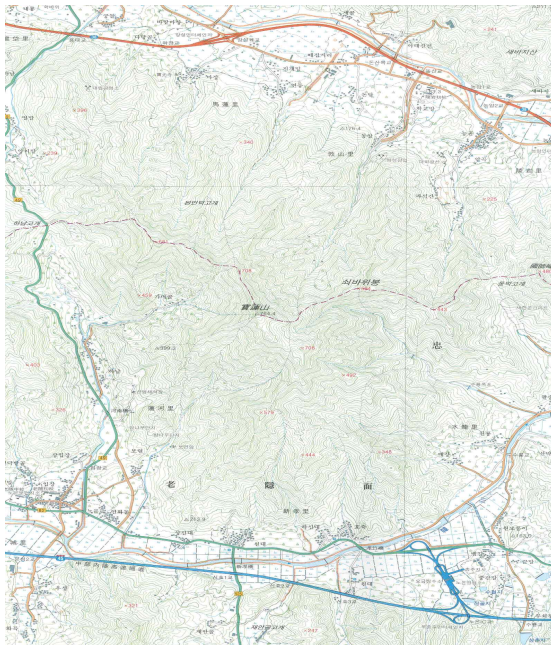
### 1. 조사 내용

#### 1) 조사 시기

저서성 대형무척추동물의 조사는 2006년 여름의 장마기간을 피해 7월 24~26일에 걸쳐 시행하였다.

#### 2) 조사 지점

본 조사권역은 충청북도 충주시에 위치한 보련산 일대에 위치한 한천 등의 수계에서 6개 지점을 선정하여 조사를 시행하였으며, 각 조사지점의 위치는 Fig. 1과 같다.



- 지점 1 (S1): 충주시 양성면 용대리 새터
- 지점 2 (S2): 충주시 양성면 용대리 별말
- 지점 3 (S3): 충주시 노은면 연하리 하남
- 지점 4 (S4): 충주시 노은면 신호리 신호교
- 지점 5 (S5): 충주시 하금면 봉황리 내동교
- 지점 6 (S6): 충주시 양성면 능암리

**Table 1.** Water environment conditions at each survey site




조사지점	특성	조사지 개황	조사지점 사진
S1 N37°06 ' 09 " E127°45 ' 56 "	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수폭: 2~3m, 하폭: 20~25m</li> <li>○ pebble + cobble</li> <li>○ 자연제방 + 돌망태</li> <li>○ 수심 얇고 투명도 높음</li> </ul>		
S2 N37°05 ' 19 " E127°45 ' 13 "	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수폭: 0.5~3m, 하폭: 10m</li> <li>○ 산지하천</li> <li>○ sand + gravel + pebble + cobble</li> <li>○ 하천 및 주변유역 공사</li> <li>○ 부분적으로 건천화 진행상태</li> </ul>		
S3 N37°03 ' 48 " E127°45 ' 38 "	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수폭: 1~2m, 하폭: 5m</li> <li>○ 유역 : 거주지 + 경작지</li> <li>○ gravel + pebble + cobble</li> <li>○ 산지하천으로 수심 얇은 편</li> </ul>		
S4 N37°02 ' 18 " E127°46 ' 34 "	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수폭: 30~40m, 하폭: 50~60m</li> <li>○ 유역 : 거주지 + 농경지</li> <li>○ silt + sand + gravel</li> <li>○ 농경지 발원 유기물 유입</li> </ul>		

Table 1. Contined

조사지점	특성	조사지 개황	조사지점 사진
S5 N37°03 ' 40 " E127°50 ' 11 "	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수폭: 15~20m, 하폭: 50m</li> <li>○ 산지 + 농경지</li> <li>○ sand + cobble + boulder</li> <li>○ 자연제방, 초본류 위주 식생양호</li> </ul>		
S6 N37°05 ' 06 " E127°48 ' 39 "	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수폭: 10~20m, 하폭: 100m</li> <li>○ 산지 + 농경지</li> <li>○ sand + pebble + cobble</li> <li>○ 투명도 높고 수심 얇음</li> </ul>		

## 2. 조사 방법

### 1) 채집 방법

본 조사는 정량적 방법과 정성적 방법을 이용하였다. 정량적 방법은 Surber net (25cm × 25cm)를 이용하여 각 지점에서 2회 채집하며, 정성적 방법은 Surber net와 뜰채를 이용하여 무작위 채집하여 시료를 현장에서 Kahl's solution에 고정시킨 후, 실험실에서 분리하여 ethanol 80%에 보관하였다.

### 2) 동정 및 분류

채집된 저서성 대형무척추동물은 윤(1988), Merritt와 Cummins(1984), Kawai (1985), 권(1990), 이(1992), 송(1995) 등을 이용하여 동정 분류하며, 수서곤충류 중 깔다구과(Chironomidae)의 경우, Wiederholm(1983)을 이용하여 외부 형태, 특히 체장, 체색, mouth part의 형태, abdominal tubes의 유무, 강모의 형태 등의 특징을 고려하여 분류하였다.

### 3) 군집분석

매 회 조사를 통하여 각 지점에서 출현한 종 수와 개체수 현존량을 중심으로 지점별로 비교하여

분석하였고, 출현종 수를 중심으로 다양도지수를 산출하였으며, 개체수 현존량을 중심으로 제 1, 2 우점종을 파악하여 우점도지수를 산출하였다.

- 우점도( $DI$ ) =  $(n1+n2)/N$   
( $n1$  : 첫 번째 우점종,  $n2$  : 두 번째 우점종,  $N$  : 군집내의 전 개체수)
- 종 다양도( $H'$ ) =  $-\sum_{i=1}^S P_i (\ln P_i)$
- 종 풍부도( $R1$ ) =  $(S-1) / \ln(N)$   
 $S$  : 전체 종수,  $P_i$  :  $i$ 번째에 속하는 개체수의 비율을 말하며 ( $ni/N$ )으로 계산  
( $N$  : 군집내의 전 개체수,  $ni$  : 각 종의 개체수)
- 균등도( $J'$ ) =  $H / \ln(S)$   
( $H$  : 다양도,  $S$  : 전체 종수)

우점도는 제1, 2 우점종을 선정하여 각 군집의 단순도를 측정하는 방법으로 McNaughton's dominance index (DI)에 의해서 산출하였다(McNaughton, 1976). 다양도는 Margalef(1958)의 정보이론(Information theory)에 의하여 유도된 Shannon-Weaver function (Pielou, 1975)을 사용하여 산출하였는 바, 이는 군집의 종 풍부 정도와 개체수의 상대적 균형성을 의미하며 군집의 복잡성을 나타낸다.

종 풍부도는 총 개체수와 총 종수만을 가지고 군집의 상태를 표현하는 지수로서 값이 높을수록 종의 구성이 풍부하게 되므로 환경의 정도가 양호하다는 것을 전제로 하고 있으며, 본 조사에서는 대표적인 지수인 Margalef(1958)의 지수를 사용하여 산출하였다. 균등도는 각 지수의 최대치에 대한 실지치의 비로서 표현된다. 이때 각 다양도 지수는 군집내 모든 종의 개체수가 동일할 때 최대가 되므로 결국 균등도지수는 군집내 종구성의 균일한 정도를 나타내는 것으로 Pielou(1975)의 J를 사용하여 산출하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 조사수역의 저서성 대형무척추동물상

저서성 대형무척추동물에 대한 조사 결과 총 3문 5강 13목 35과 42종이 서식함을 확인하였으며, 자연환경보전법에 의한 멸종위기 야생동물은 확인되지 않았다. 환형동물문 2강 2목 3과 3종, 연체동물문 1강 2목 3과 5종이 조사되었으며, 절지동물문은 2강 9목 29과 34종이 동정 분류되었다(Appendix 1). 일반적으로 저서성 대형무척추동물의 경우 하상형태, 유속, 유량 및 수심 등 물리적 서식환경에 대해 민감한 반응을 나타내기 때문에 수계환경의 지표종으로 이용되기도 한다. 그러므로 물리적 서식환경의 변화는 각 저서생물의 생활형태에 대해 영향을 미치게 됨으로서 서식지의 환경 변화는 저서생물의 생존에 직접적인 영향을 끼치게 된다.

### 1) 저서성 대형무척추동물의 분류군별 분석

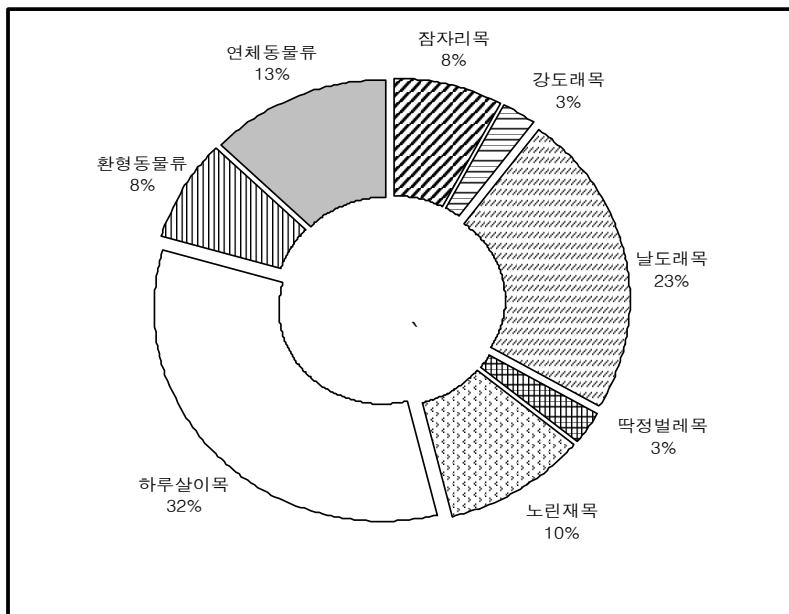
본 조사지역에서의 채집된 조사대상종 중 수서곤충류와 그 외 저서성 대형무척추동물간을 비교 분석하여 보면, 수서곤충류는 총 32종으로 약 76.2%를 차지하고 있으며, 연체동물류는 5종으로 11.9%, 환형동물류는 3종으로 각각 7.2%의 비율을 나타내었다(Fig. 2).

각 분류군별로 분석하여 보면, 하루살이목이 13종(31%)으로 확인되어 가장 많은 종이 분포하고 있는 것으로 조사되었으며(Fig. 3), 파리목이 12종(28.6%), 날도래목이 9종(21.4%) 등의 순으로 확인되었다. 조사대상종 중 수서곤충과 그외 저서성 대형무척추동물간을 비교 분석하여 보면, 수서곤충류는 총 7목 27과 32종이 확인되어 수서곤충류의 점유율이 높은 것으로 확인되었다.

수서곤충류 중 높은 분포율을 보이는 하루살이류의 경우 수계의 건전성이 높을수록 분포율이 높아지는 특성을 보이며, 확인된 분류군별 현황에서 유수와 정수에서 출현하는 무척추동물 및 날도래류와 파리류의 높은 분포양상은 본 수계환경이 다양한 물리적 수계환경과 수계내 일정정도 유기물의 적정량이 주변 농지 등에 의해 유입되고 있음을 나타낸 결과라 하겠다.

### 2) 저서성 대형무척추동물의 조사지점별 현황

조사지점별 종 수를 비교하여 보면 가장 많은 종이 분포하는 것으로 확인된 지점은 S2지점으로 20종이 확인되었고, S1지점과 S3지점이 20종, S4지점이 18종, 그리고 S5지점과 S6지점이 각각 14종과 11종으로 조사되었다(Fig. 4). S1지점의 경우, 하루살이류가 7종으로 가장 많은 종 다양성을 보였으며 연체동물류가 3종 및 파리류 2종 등의 순으로 나타났다. 수량은 다소 적은 편이었으나 계류성의 양호한 생태적 환경을 보여주고 있다. S2지점의 경우, 공사지점과 다소 떨어진 곳을 대상으로 조사하였으





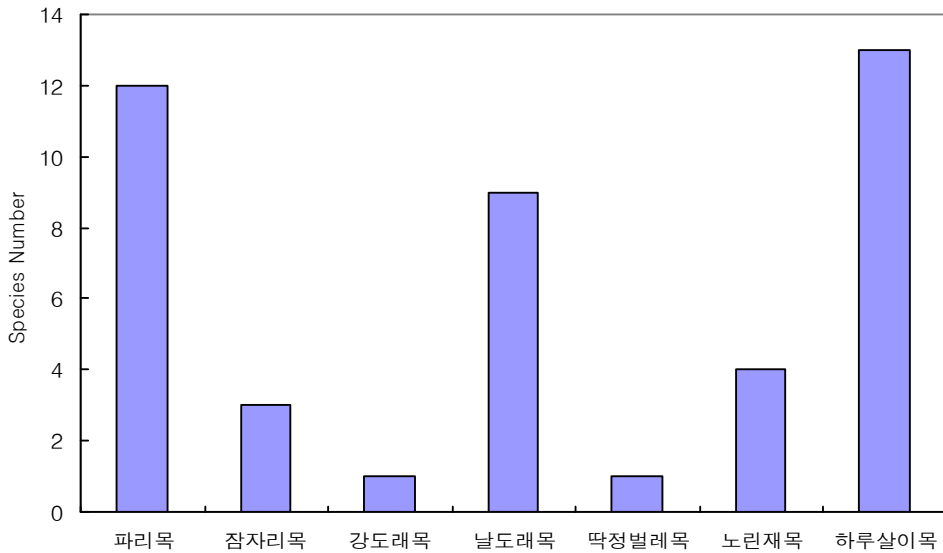


Fig. 3. The species number of the different orders of macroinvertebrates in the survey sites

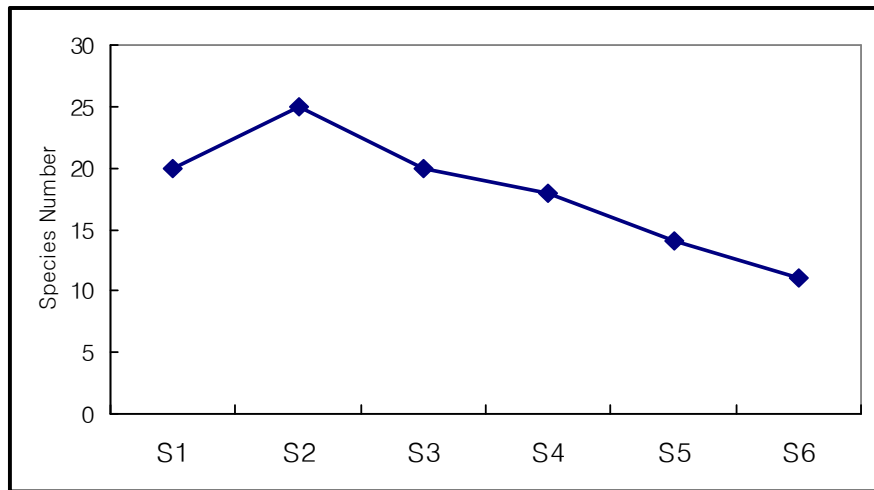


Fig. 4. Species number of benthic macroinvertebrates at each site of Mt. Boryeon.

며 특징적인 현상은 날도래류와 파리류의 높은 분포율을 확인할 수 있었으며 정수와 유수지점에서 관찰되어질 수 있는 종들이 다양한 미소 서식처에 따라 동시에 확인할 수 있었다. S3지점의 경우, 20종이 확인되었으며 작은 여울형태로 여과성의 분류군들과 함께 청정한 수계를 알려주는 강도래 1종 및 옆새우가 출현하였고, 날도래류가 6종, 하루살이류가 5종, 그리고 파리류가 4종 등의 순서로 나타났다. 흔히 관찰되지 않는 굴뚝날도래도 채집되었다. S4지점의 경우, 18종이 확인되었으며, 가재의 출현과 함께 5종의 하루살이, 4종의 노린재류가 수변을 중심으로 채집되었으며, 연체동물 및 환형동

물이 각각 2종씩 출현하였다. S5지점의 경우, 14종이 확인되었으며 다른 지점들에 비해 다소 낮은 종 다양성을 보였으며 전체적으로 수계가 넓고 수량이 풍부한 수환경에 의해 수서곤충류의 다양한 서식 공간으로 활용이 될 수 있는 수생식물 또는 다양한 하상구조 환경이 형성되지 못한 점도 있다고 보여진다. 하루살이류가 8종으로 57.1%의 높은 점유율을 보이고 있으며, 큰 하천에서 관찰되는 장수하루살이의 서식도 확인할 수 있었다.

S6지점의 경우, 11종이 확인되었으며 전체조사지점에서 가장 낮은 종 수를 보였다. S5지점과 같이 수폭과 하폭이 넓게 형성되어 있으며, 하루살이류가 5종으로 45.5%의 가장 높은 점유율을 나타내고 있고 다소 낮은 종 다양성을 보이고 있으나, 전반적으로 양호한 생태적 환경을 가지고 있다고 판단된다.

### 3) 조사수역의 우점종과 아우점종 분석

각 지점에 따라 다양한 종들이 우점 및 아우점종으로 확인되었으나, 줄날도래류와 하루살이류 위주로 우점화되어 있으며(Table 2), 이러한 특성은 보편적으로 여울성의 수폭이 다소 넓은 수계에서 관찰되어지며 유기물을 모아 먹거나 걸러먹는 식습성을 가진 분류군들로 구성되어짐을 알 수 있다. 주변유역이 농경지 및 경작지 등의 분포로 인하여 유기물 유입이 진행되어진다고 판단된다.

### 4) 우점도 지수와 군집분석

다양도지수(H')는 출현한 각 종의 개체수와 전체 출현개체수의 상대적인 출현도를 나타내는 것으로, 지수값이 높을수록 다양한 종이 안정적으로 서식하고 있음을 의미한다. 각 지점별 우점도 지수의 경우 0.47~0.80, 다양도 지수의 경우 1.37~3.02, 종풍부도 지수의 경우 0.50~2.51, 균등도 지수의 경우 0.53~0.97로 분석되었다(Table 3). 균등도지수(J')는 종 조성이 어느 정도 균일한가를 보여주는 것으로 안정적인 생태계에서는 높은 값을 나타낸다. 즉 어느 장소에서 분포하는 종들이 완전히 균등하다면 그 값은 1이 되며, 이는 하천 생태계에 서식하고 있는 생물종이 이루고 있는 군집구조가 안정화된 것으로부터 기인한다고 볼 수 있다. S3의 지점은 가장 높은 다양성과 함께 상대적으로 낮은 우점도지수를 보였으며, S4의 지점은 낮은 다양성지수를 보였으나 균등성에서 안정적인 군집구조를 보여주었다.

**Table 2.** Dominant species and dominance indices of benthic macroinvertebrates at each site of Mt. Boryeon

지점 \ 종	우점종	아우점종
S1	<i>Hydropsyche kozhantschikovi</i> 줄날도래	Orthoclaadiinae sp.1 깃갈따구아과 sp.1
S2	Orthoclaadiinae sp.1 깃갈따구아과 sp.1	<i>Simulium</i> sp. 먹파리 sp.
S3	<i>Hydropsyche orientalis</i> 동양줄날도래	<i>Epeorus curvatulus</i> 흰부채하루살이



Table 3. Biotic indices at each site of Mt. Boryeon

지점 \ 지수	우점도지수	다양도지수	종풍부도지수	균등도지수
S1	0.70	1.76	1.41	0.53
S2	0.47	2.71	2.51	0.65
S3	0.54	3.02	1.33	0.91
S4	0.80	1.37	0.50	0.87
S5	0.50	2.25	0.95	0.97
S6	0.69	1.85	1.01	0.72

## 인용문헌

- 권오길. 1990. 한국동식물도감 제32권 동물편(연체동물 I). 문교부.
- 송광래. 1995. 한국산 거머리강(환형동물문)의 분류. 고려대학교 석사학위 논문. p. 58.
- 윤일병. 1988. 한국동식물도감 제30권 동물편(수서곤충류). 문교부.
- 윤일병. 1995. 수서곤충검색도설. 정행사. p. 262.
- 윤일병, 공동수, 유재근. 1992a. 저서성 대형무척추동물에 의한 생물학적 수질평가(I). 환경생물학회지. 10:24-39.
- 윤일병, 공동수, 유재근. 1992b. 저서성 대형무척추동물에 의한 생물학적 수질평가(II). 환경생물학회지. 10:40-55.
- 이상협. 1992. 한국산 넓적거머리과(거머리강: 문질목)의 분류 및 생태. 고려대학교 석사학위 논문 p. 43.
- Hynes, H. B. N. 1970. The Ecology of Running Waters. Liverpool Univ. Press, Liverpool, U. K.
- Kawai, T. 1985. An illustrated book of aquatic insects of Japan. Univ. East Sea Publ.
- Margalef, R. 1958. Information theory in ecology. General systematics. 3:36-71.
- McCafferty, W. P. 1981. Aquatic Entomology. Jones and Bartlett, Boston. p. 448.
- McNaughton, S. J. 1967. Relationship among functional properties of California Grassland. Nature. 216: 168-169.
- Merritt, R. W., and K. W. Cummins. 1996. An Introduction to the Aquatic Insects of North America. 3rd ed. Kendall/Hunt. Dubuque, Iowa. p. 862.
- Pennak, R. W. 1989. Fresh-Water Invertebrates of the United States. 3rd ed. Wiley, New York. p. 628.
- Pielou, E. C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological succession. J. Theor. Biol. 13:131-144.
- Rosenberg, D. M., and V. H. Resh. 1993. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman and Hill, New York.
- Wiederholm, T. 1983. Chironomidae of the Holarctic region Keys and diagnoses. Part 1-Larvae. Motala. p. 457.

## 요 약

2006년도 충청북도 충주시에 위치한 보련산 일대 수계의 주요 6개 지점에 대한 자연환경조사의 일환으로, 저서성 대형무척추동물상을 파악하기 위하여 생태계 모니터링 조사를 실시하였다. 이번 조사를 통해 밝혀진 보련산 일대 수계의 저서성 대형무척추동물은 총 3문 5강 13목 35과 42종이 서식함을 확인하였다. 이를 분류군별로 살펴보면, 환형동물문 2강 2목 3과 3종, 연체동물문 1강 2목 3과 5종이 조사되었으며, 절지동물문은 2강 9목 29과 34종이 동정 분류되었다. 수서곤충류는 총 32종으로 약 76.2%를 차지하고 있으며 각 분류군별로 분석하여 보면, 하루살이목이 13종(31%)으로 확인되어 가장 많은 종이 분포하고 있는 것으로 조사되었으며, 파리목이 12종(28.6%), 날도래목이 9종(21.4%) 등의 순으로 확인되었다. 조사 대상종 중 수서곤충과 그외 저서성 대형무척추동물간을 비교 분석하여 보면, 수서곤충류는 총 7목 27과 32종이 확인되어 수서곤충류의 점유율이 높은 것으로 확인되었다.

각 지점에 따라 다양한 종들이 우점 및 아우점종으로 확인되었으나, 줄날도래류와 하루살이류 위주로 우점화되어 있으며, 이러한 특성은 보편적으로 여울성의 수폭이 다소 넓은 수계에서 관찰되어지며 유기물을 모아 먹거나 걸러먹는 식습성을 가진 분류군들로 구성되어짐을 알 수 있다. 주변 유역이 농경지 및 경작지 등의 분포로 인하여 유기물 유입이 진행되어진다고 판단된다.

검색어 : 저서성 대형무척추동물, 보련산

## Appendix 1. List of benthic macroinvertebrates at Mt. Boryeon

(정량: indiv./m<sup>2</sup>)

Taxa	Sites	Sites			
		S1(정성)	S1(정량)	S2(정성)	S2(정량)
Phylum Annelida 환형동물문					
Class Hirudinea 거머리강					
Order Arhynchobdellida 턱거머리목					
Family Erpobdellidae 돌거머리과					
<i>Erpobdella lineata</i> 돌거머리				○	
Phylum Mollusca 연체동물문					
Class Gastropoda 복족강					
Order Mesogastropoda 중복족목					
Family Pleuroceridae 다슬기과					
<i>Semisulcospira forticosta</i> 주름다슬기		○			
<i>Semisulcospira gottschei</i> 곶채다슬기		○			
Order Basommatophora 기안목					
Family Lymnaeidae 물달팽이과					
<i>Radix auricularia coreana</i> 물달팽이		○			
Phylum Arthropoda 절지동물문					
Class Crustacea 갑각강					
Order Amphipoda 단각목					
Family Gammaridae 옆새우과					
<i>Gammarus</i> sp. 옆새우			11.1		
Class Insecta 곤충강					
Order Ephemeroptera 하루살이목					
Family Baetidae 꼬마하루살이과					
<i>Baetis ursinus</i> 방울하루살이				○	77.7
<i>Alanites muticus</i> 길쭉하루살이		○			
Family Heptageniidae 납작하루살이과					
<i>Ecdyonurus levis</i> 네점하루살이		○			
<i>Ecdyonurus kibunensis</i> 두점하루살이		○			
<i>Epeorus curvatulus</i> 흰부채하루살이		○		○	22.2
<i>Epeorus latifolium</i> 점박이부채하루살이		○			
Family Ephemerellidae 알락하루살이과					
<i>Uracanthella rufa</i> 등줄하루살이		○			
Family Ephemeridae 하루살이과					
<i>Ephemera orientalis</i> 동양하루살이		○		○	11.1
Order Plecoptera 강도래목					
Family Taeniopterygidae 메추리강도래과					

## Appendix 1. Continued

Taxa	Sites	Sites			
		SI(정성)	SI(정량)	S2(정성)	S2(정량)
Family Nepidae 장구애비과					
<i>Nepa hoffmanni</i> 메추리장구애비				○	
Family Belostomatidae 물장군과					
<i>Muljarus japonicus</i> 물자라					11.1
Order Trichoptera 날도래목					
Family Rhyacophilidae 물날도래과					
<i>Rhyacophila nigrocephala</i> 검은머리물날도래			11.1	○	11.1
<i>Rhyacophila shikotsuensis</i> 민무늬물날도래					11.1
Family Lepidostomatidae 네모집날도래과					
<i>Goerodes</i> KUa 네모집날도래 KUa				○	11.1
Family Hydropsychidae 줄날도래과					
<i>Hydropsyche kozhantschikovi</i> 줄날도래			99.9	○	55.5
<i>Hydropsyche orientalis</i> 동양줄날도래				○	
Family Glossosomatidae 광택날도래과					
<i>Glossosoma</i> KUa 광택날도래 KUa					11.1
Family Limnephilidae 우묵날도래과					
<i>Hydatophylax nigrovittatus</i> 띠무늬우묵날도래				○	
Family Odontoceridae 바수염날도래과					
<i>Psilotreta kisoensis</i> 바수염날도래				○	
Order Diptera 파리목					
Family Chironomidae 깔따구과					
<i>Chironomus</i> sp. 깔따구속 sp.					
<i>Cryptochironomus</i> sp.			22.2		44.4
Orthoclaadiinae sp.1 깃깔따구아과 sp.1		○	44.4	○	277.5
Orthoclaadiinae sp.2 깃깔따구아과 sp.2					22.2
Tanypodinae sp. 늪깔따구아과 sp.				○	44.4
Diamesnae sp.			33.3	○	
Family Tipulidae 각다귀과					
<i>Tipula</i> KUn 각다귀 KUn				○	77.7
<i>Antocha</i> KUa 명주각다귀 KUa			11.1		22.2
Family Simuliidae 먹파리과					
<i>Simulium</i> sp. 먹파리 sp.		○	33.3	○	133.2
Family Psychodidae 나방파리과					

## Appendix 1. Continued

Taxa	Sites	Sites		S4(정량)
		S3(정성)	S3(정량)	
Phylum Annelida 환형동물문				
Class Hirudinea 거머리강				
Order Arhynchobdellida 턱거머리목				
Family Hirudinidae 거머리과				
Hirudinidae sp. 거머리과 sp.				○
Class Oligochaeta 빈모강				
Order Archiologochaeta 원시빈모목				
Family Tubificidae 실지렁이과				
<i>Limnodrilus gotoi</i> 실지렁이				○
Phylum Mollusca 연체동물문				
Class Gastropoda 복족강				
Order Mesogastropoda 중복족목				
Family Pleuroceridae 다슬기과				
<i>Semisulcospira gottschei</i> 곶채다슬기				○
Order Basommatophora 기안목				
Family Lymnaeidae 물달팽이과				
<i>Radix auricularia coreana</i> 물달팽이				○
Family Physidae 원돌이물달팽이과	○			
<i>Physa (P.) acuta</i> 원돌이물달팽이				
Phylum Arthropoda 절지동물문				
Class Crustacea 갑각강				
Order Amphipoda 단각목				
Family Gammaridae 옆새우과				
<i>Gammarus</i> sp. 옆새우	○			
Order Decapoda 십각목				
Family Cambaridae 가재과				
<i>Cambaroides similis</i> 가재				○
Class Insecta 곤충강				
Order Ephemeroptera 하루살이목				
Family Baetidae 꼬마하루살이과				
<i>Baetis ursinus</i> 방울하루살이		33.3	○	11.1
<i>Baetis fuscatus</i> 개똥하루살이			○	
<i>Alanites muticus</i> 길쭉하루살이			○	
Family Heptageniidae 납작하루살이과				
<i>Ecdyonurus kibunensis</i> 두점하루살이		66.6		
<i>Epeorus curvatus</i> 흰부채하루살이	○	122.1		

## Appendix 1. Continued

Taxa	Sites	Sites			
		S3(정성)	S3(정량)	S4(정성)	S4(정량)
Order Plecoptera 강도래목					
Family Taeniopterygidae 메추리강도래과					
<i>Taenionema</i> sp. 메추리강도래 sp.			22.2		
Order Odonata 잠자리목					
Family Gomphidae 부채장수잠자리과					
<i>Davidius lunatus</i> 쇠측범잠자리		○		○	
Order Coleoptera 딱정벌레목					
Family Dytiscidae 물방개과					
<i>Potamonectes hostilis</i> 흑외줄물방개		○		○	
Order Hemiptera 노린재목					
Family Nepidae 장구애비과					
<i>Nepa hoffmanni</i> 메추리장구애비				○	
Family Belostomatidae 물장군과					
<i>Muljarus japonicus</i> 물자라				○	
Family Corixidae 물벌레과					
<i>Micronecta sedula</i> 꼬마물벌레				○	
Family Gerridae 소금쟁이과					
<i>Gerris</i> sp. 소금쟁이 sp.				○	
Order Trichoptera 날도래목					
Family Rhyacophilidae 물날도래과					
<i>Rhyacophila nigrocephala</i> 검은머리물날도래		○			
Family Limnephilidae 우묵날도래과					
<i>Hydatophylax nigrovittatus</i> 띠무늬우묵날도래		○			
Family Glossosomatidae 광택날도래과					
<i>Glossosoma</i> KUa 광택날도래 KUa			99.9		
Family Lepidostomatidae 네모집날도래과					
<i>Goerodes</i> KUa 네모집날도래 KUa			11.1		
Family Hydropsychidae 줄날도래과					
<i>Hydropsyche kozhantschikovi</i> 줄날도래				○	33.3
<i>Hydropsyche orientalis</i> 동양줄날도래			222		
Family Phryganeidae 날도래과					
<i>Semblis phalaenoides</i> 굴뚝날도래		○			
Order Diptera 파리목					
Family Chironomidae 깔따구과					
<i>Orthocladiinae</i> sp.1 갯깔따구아과 sp.1		○			
<i>Tanypodinae</i> sp. 늪깔따구아과 sp.		○			
Family Tipulidae 각다귀과					

Appendix 1. Continued

Taxa	Sites	Sites			
		S5(정성)	S5(정량)	S6(정성)	S6(정량)
Phylum Annelida 환형동물문					
Class Hirudinea 거머리강					
Order Arhynchobdellida 턱거머리목					
Family Hirudinidae 거머리과					
Hirudinidae sp. 거머리과 sp.				○	
Phylum Mollusca 연체동물문					
Class Gastropoda 복족강					
Order Mesogastropoda 중복족목					
Family Pleuroceridae 다슬기과					
<i>Semisulcospira forticosta</i> 주름다슬기				○	11.1
<i>Semisulcospira coreana</i> 참다슬기	○				
Phylum Arthropoda 절지동물문					
Class Insecta 곤충강					
Order Ephemeroptera 하루살이목					
Family Baetidae 꼬마하루살이과					
<i>Baetis ursinus</i> 방울하루살이			11.1		
<i>Baetis fuscatus</i> 개똥하루살이	○				11.1
<i>Alanites muticus</i> 길쭉하루살이				○	
Family Heptageniidae 남작하루살이과					
<i>Ecdyonurus levis</i> 네점하루살이			11.1		
<i>Epeorus latifolium</i> 점박이부채하루살이	○		22.2	○	11.1
Family Ephemerellidae 알락하루살이과					
<i>Uracanthella rufa</i> 등줄하루살이	○			○	
Family Leptophlebiidae 갈래하루살이과					
<i>Paraleptophlebia chcorata</i> 두갈래하루살이			11.1	○	
Family Potamanthidae 강하루살이과					
<i>Potamanthindus coreanus</i> 장수하루살이	○		11.1		
Family Neophemeridae 방패하루살이과					
<i>Potamanthellus chinensis</i> 방패하루살이	○				
Order Odonata 잠자리목					
Family Calopterygidae 물잠자리과					
<i>Calopteryx atrata</i> 검은물잠자리				○	
Family Gomphidae 부채장수잠자리과					
<i>Anisogomphus maacki</i> 마아키측범잠자리	○				
Order Hemiptera 노린재목					
Family Gerridae 소금쟁이과					



Appendix 1. Continued

Taxa	Sites	Sites	
		S5(정성)	S5(정량) S6(정성) S6(정량)
Order Diptera 파리목			
Family Chironomidae 갈따구과			
Orthocladiinae sp.1 갯갈따구아과 sp.1	○		
Tanypodinae sp. 늪갈따구아과 sp.			11.1
<i>Cryptochironomus</i> sp.	○		
Family Simuliidae 먹파리과			
<i>Simulium</i> sp. 먹파리 sp.			11.1
Total number		11과 14종	10과 11종