

## 청계산 일대 저서성 대형무척추동물상

공 동 수 · 김 예 지

경기대학교 생명과학과

### Benthic Macroinvertebrates Fauna of Mt. Cheonggye

KONG, Dong Soo · Ye ji KIM

Department of Life Science, Kyonggi University

#### ABSTRACT

Benthic macroinvertebrates fauna was investigated at Mt. Cheonggye, Seoul, Korea, from August to October, 2020. 5 sites located around Mt. Cheonggye were selected for quantitative sampling (D-frame net: 30×30cm, mesh size: 1mm) of benthic macroinvertebrates. Including qualitative sampling, total 72 species, 42 families, 16 orders, 7 classes in 4 phyla occurred. Insecta was composed of 19 species in Ephemeroptera, 3 species in Odonata, 5 species in Plecoptera, 1 species in Hemiptera, 1 species in Megaloptera, 1 species in Coleoptera, 15 species in Diptera and 17 species in Trichoptera. Non-insecta was composed of 1 species in Platyhelminthes, 5 species in Mollusca, 2 species in Annelida, 1 species in Crustacea and 1 species in Entognath. The dominant species and the subdominant species based on individual abundance were *Cincticostella levanidovae* and *Gammarus* sp. with 24.7% and 17.1% of dominance respectively.

McNaughton's dominance indices, Shannon-Weaver's diversity indices, Margalef's species richness indices and Pileou's evenness indices, total ecological score of benthic macroinvertebrate community(TESB) and average ecological score of benthic macroinvertebrate community(AESB) showed the range of 0.38~0.59, 2.81~3.75, 3.25~4.63, 0.65~0.84, 73.5~90.5 and 3.81~4.23 respectively. When evaluated with TESB and AESB, stream ecosystems of Mt. Cheonggye were in good status.

**Key words** : Benthic Macroinvertebrates, Mt. Cheonggye

#### 서 론

청계산(618 m)은 서울시 서초구 남쪽에 있는 산으로 서울을 에워싸는 산들 중 가장 남쪽에 위치하며, 성남시와 과천시, 의왕시의 경계를 이루고, 남북으로 길게 능선이 이어진다. 주봉인 망경대를 비롯하여 옥녀봉, 청계봉, 이수봉 등의 봉우리로 이루어져 있고, 서쪽에는 관악산, 남쪽에는 국사봉이 있다. 청계산은 서울 근교에 위치하고 있으며, 서쪽 기슭에 국립현대미술관, 과천서울대공원 등 여러

시설이 존재해 많은 휴양객 및 등산객들이 찾고 있다.

여가를 즐기기 위한 시민들의 발걸음이 지속적으로 증가함에 따라 청계산 자연 생태계의 교란의 가능성이 높다(박, 2012; 오, 2006). 청계산 인근 식당가와 행락객 등에 의해 하천 내로 지속적인 오염 물질의 유입이 관찰되었으나, 시민들이 자발적으로 참여하는 자연 살리기 운동과 더불어 지차체의 우회등산로 조성과 같은 환경을 보전하려는 움직임 또한 병행되었다(김, 2008).

저서성 대형무척추동물은 담수생태계의 저차 소비자로서 먹이사슬에서 중요한 구성원이다. 다양한 분류군이 담수생태계 내의 여러 서식처에 적응하였기 때문에 인위적/자연적 환경 변화에 민감하게 반응한다. 저서성 대형무척추동물은 수질평가의 지표종, 생태독성평가, 기후변화연구 등의 다양한 응용연구에 이용되어 왔다(Ward, 1992; Rosenberg and Resh, 1993). 또한, 저서성 대형무척추동물은 이동성이 적고, 채집이 용이하며, 긴 생활사를 가지고 있어 인위적 또는 자연적인 환경변화에 민감하기 때문에 단기적·장기적 수질환경 모니터링에 매우 유용하게 이용된다(Hynes, 1970).

청계산은 생태·경관보전지역으로 선정되었으며, 자연경관이 수려하고 생물다양성 또한 풍부하여 생태적으로 중요하다(김, 2013). 그럼에도 불구하고 저서성 대형무척추동물에 대한 연구는 다른 생물종과 비교하여 부족한 실정이다. 본 연구는 청계산 일대의 저서성 대형무척추동물상에 대한 종합적인 생태조사를 통해 생태계의 생물다양성과 하천의 건강성을 파악한 것으로서, 향후 청계산의 담수생태계의 환경 변화를 추적하는데 기초 자료로서 활용되어질 것으로 판단된다.

## 조사방법

### 1. 조사기간

2020년 8월 24일과 10월 14일에 걸쳐 2회의 현장조사를 실시하였다.

### 2. 조사지점

경기도 의성시 청계동 29에 위치한 청계사천(St. 1), 성남시 수정구에 위치한 금토천(St. 2), 상적천(St. 3), 서울 서초구 원지동 내에서 여의천 지류(St. 4), 새원천(St. 5) 총 5개 지점을 조사하였다(Fig. 1).

Site	지점명	위도	경도	주소
· St. 1	청계사천	N:37°24'24.60"	E:127°01'50.77"	경기도 의성시 청계동 29
· St. 2	금토천	N:37°24'29.78"	E:127°04'17.19"	경기도 성남시 수정구 금토동 533-1
· St. 3	상적천	N:37°25'31.27"	E:127°04'05.00"	경기도 성남시 수정구 상적동 335-9
· St. 4	여의천 지류	N:37°26'04.03"	E:127°03'42.01"	서울 서초구 원지동 576
· St. 5	새원천	N:37°26'52.86"	E:127°02'45.15"	서울 서초구 원지동 597

### 3. 조사방법

각 지점별로 여울, 흐름, 소, 수변식생으로 구분하여 D-frame net (30×30 cm, 망목 1mm)로 저서성 대형무척추동물을 정량채집하였다. 채집된 시료는 채집병에 넣어 현장에서 Ethyl alcohol 95%로 고정

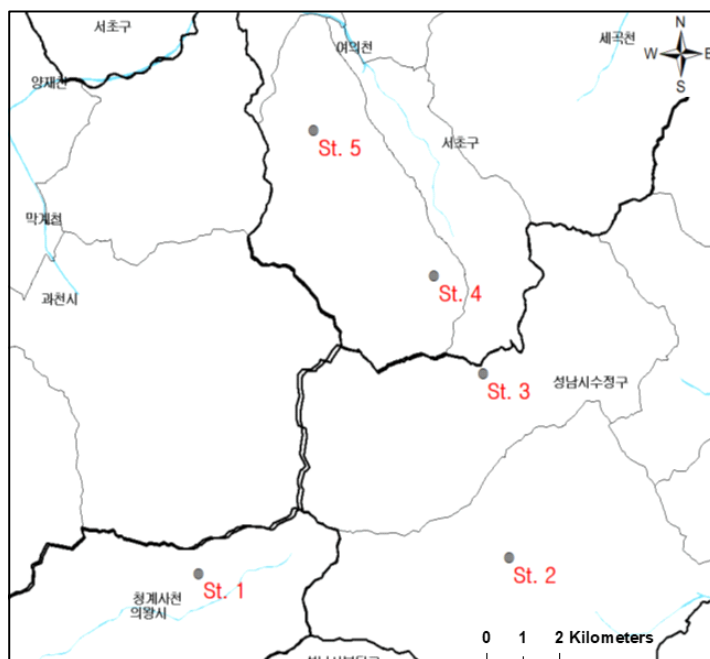


Fig. 1. A map showing the 5 sampling sites at the Mt.=Cheonggye, Seoul, Korea.

하였고, 실험실로 운반하여 생물시료를 골라낸 후 Ethyl alcohol 80%에 보존하였다.

#### 4. 동정

윤(1988, 1995), 원 등(2005), 배(2010), 공 등(2013), 권 등(2013), 김 등(2013)의 문헌을 이용하여 수서곤충류를 동정하였다. 학명 및 국명은 국립환경과학원에서 진행한 하천 수생태계 현황조사 및 건강성 평가(2020) 분류체계를 기본으로 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 산출하였다.

##### 1) 우점도지수(Dominance Index: DI)

McNaughton's dominance index (DI)를 이용하여 각 조사지점의 출현 개체수에서 제1 우점종과 제2 우점종을 선정, 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 and Gheraldi (1964)가 변형한 공식을 이용하였다.

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

$N_i$  :  $i$ 번째 종의 개체수

$P_i$  :  $i$ 번째 종의 개체수 비율

## 3) 풍부도지수(Species Richness Index: R)

Margalef (1958)의 지수를 적용하였다.

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

$S$  : 총 종수

$N$  : 총 개체수

## 4) 균등도지수(Evenness Index: J)

Pielou (1975)의 지수를 적용하였다.

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

$H'$  = Shannon 지수

$S$  : 총 종수

## 5) 저서성 대형무척추동물 생태점수

(1) 저서성 대형무척추동물 총생태점수(Total ecological score of benthic macroinvertebrate community, TESB)

Kong *et al.* (2018)이 제안한 TESB를 산출하고 Table 1의 기준에 따라 환경상태를 평가하였다.

$$TESB = \sum_{i=1}^s Q_i \quad (\text{Kong et al., 2018})$$

$s$  : 총 종수

$Q_i$  :  $i$  종에 대한 환경질 점수 (=1, 2, 3, 4, 5)

(2) 저서성 대형무척추동물 평균생태점수(Average ecological score of benthic macroinvertebrate community, AESB)

Kong *et al.* (2018)이 제안한 AESB를 산출하고 Table 2의 기준에 따라 환경상태를 평가하였다.

$$AESB = \frac{\sum_{i=1}^s Q_i}{S} \quad (\text{Kong et al., 2018})$$

$s$  : 총 종수

$Q_i$  :  $i$  종에 대한 환경질 점수 (=1, 2, 3, 4, 5)

(3) 복합 저서성 대형무척추동물 생태점수(Revised ecological score of benthic macroinvertebrate community)

Kong *et al.* (2018)의 지수를 적용해 TESB와 AESB의 값을 구한 후 이를 복합적으로 적용하여 환경 상태 등급별 상태를 제시하였다(Table 3).

**Table 1.** Environmental status using total ecological score of benthic macroinvertebrate community

등급	저서동물 총생태점수(TESB)	환경상태
A	$95 \leq \text{TESB}$	매우 좋음
B	$70 \leq \text{TESB} < 95$	좋음
C	$30 \leq \text{TESB} < 70$	보통
D	$13 \leq \text{TESB} < 30$	나쁨
E	$0 \sim \text{TESB} < 13$	매우 나쁨

**Table 2.** Environmental status using average ecological score of benthic macroinvertebrate community

등급	저서동물 평균생태점수(AESB)	환경상태
A	$3.7 \leq \text{AESB}$	매우 좋음
B	$3.1 \leq \text{AESB} < 3.7$	좋음
C	$2.6 \leq \text{AESB} < 3.1$	보통
D	$2.1 \leq \text{AESB} < 2.6$	나쁨
E	$0 \sim \text{AESB} < 2.1$	매우 나쁨

**Table 3.** Water quality standard and environmental status using revised ecological score of benthic macroinvertebrate community

등급	환경상태	ESB		생태 설명 및 지역관리 권장 사항		
		TESB	AESB	종 풍부도	수질	지역관리
A	매우 좋음	≥ 95	≥ 3.7	매우 높음	Ia	우선적 보호
B	좋음	≥ 70	≥ 3.1	높음	Ib	보호
C	보통	≥ 30	≥ 2.6	보통	II	관찰
D	나쁨	≥ 13	≥ 2.1	낮음	III	회복
E	매우 나쁨	< 13	< 2.1	매우 낮음	IV-VI	우선적 회복

## 결과 및 고찰

### 1. 조사지점의 환경상태 개황

전 조사지점은 산간형 하천으로 수피도는 지점 간 차이가 미미하였다. 투명도는 높았으며 냄새도 없었다. 금년 기록적인 장마의 영향으로 인해 유량 변동 폭이 컸으며, 유량이 안정화된 이후인 2차 조사에서 세립질 하상의 비율이 높아졌다.

St. 1은 청계산 남서쪽에 위치한 청계사 인근 상류로 양안은 인공산책로와 석축으로 조성되어 수체의 흐름이 인위적으로 직선화 되어 있었으나, 하도는 비교적 자연상태를 잘 유지하고 있었다. 좌안은 공용화장실이 있어 행락객들의 이용도가 높아 하천으로 유입되는 인위적 교란이 우려되었다. 전체 조사지점 간의 수온 차이는 크지 않았으나, St. 1의 평균 수온이 가장 낮았고 하상 기질은 조립질 비율이 높았다.

금토천 상류인 St. 2는 자연형 하천으로 좌안에는 민가가 있었다. 전체 조사 지점 중 하상기질의 세립질 비율이 가장 높았다. 상대적으로 고도가 낮고 수피도가 열어 평균 수온은 가장 높았다.

St. 3은 정토사가 인근에 위치해 있으며, 좌안은 상가 및 다수의 음식점이 있었고, 하천에 인접한 도로로 인해 콘크리트로 보강되어 있었다. 또한 유량 변동이 가장 적은 지점으로 평균유속은 가장 빠르고 평균수심은 가장 깊었다.

St. 4는 여의천의 지류로 인근에 농지가 위치해 있다. 양안은 석축으로 쌓여 있었으며, 각 구간 별로 인공의 소형 보가 설치되어 있었다. 또한 유량 변동이 가장 큰 지점으로 평균유속은 가장 느렸다.

St. 5는 자연형 하천으로 주변에 인접한 글래핑장과 농지로 인해 오염원에 노출되기 쉬웠다. 고도는 제일 낮고 수피도는 짙었으며, 평균 수심은 가장 얇았고 1차 조사와 2차 조사 간 유속차이가 가장 많이 나타난 지점이었다(Table 4).

### 2. 저서성 대형무척추동물상

청계산 일대 조사에서 정량 채집을 통하여 출현한 저서성 대형무척추동물은 총 4문, 7강, 16목, 42과, 72종이었다. 곤충류는 하루살이목 19종, 잠자리목 3종, 강도래목 5종, 노린재목 1종, 뱀잠자리목 1

**Table 4.** Physical environment parameters at the sampling sites (mean  $\pm$  S.D)

Site	Substrate(%)*					Water velocity (cm/sec)	Water depth (cm)	Water temperature ( $^{\circ}$ C)	Altitude (m)
	B	C	P	G	S				
St. 1	11	37	21	10	21	34.4 $\pm$ 13.8	13.9 $\pm$ 7.7	16.5 $\pm$ 5.2	169
St. 2	11	26	15	17	31	32.3 $\pm$ 3.2	20.5 $\pm$ 7.4	17.7 $\pm$ 5.7	98
St. 3	23	24	19	10	24	54.9 $\pm$ 24.1	21.8 $\pm$ 2.5	17.8 $\pm$ 5.9	113
St. 4	0	25	29	17	29	27.6 $\pm$ 25.0	11.7 $\pm$ 6.1	17.1 $\pm$ 6.6	113
St. 5	14	28	20	15	23	47.9 $\pm$ 34.4	10.2 $\pm$ 2.2	16.9 $\pm$ 6.2	68

\* B: boulder (>256mm), C: cobble (64~256mm), P: pebble (16~64mm), G: gravel (2~16mm), S: sand and silt( $\leq$  2mm).

중, 딱정벌레목 1종, 파리목 15종, 날도래목 17종으로 총 62종이 출현하였으며, 비곤충류는 편형동물문 1종, 연체동물문 5종, 환형동물문 2종, 갑각강 1종, 내구강 1종으로 총 10종이 출현하였다(Appendix 1).

대부분의 조사지점에서 플라나리아류(*Dugesia* sp.), 옆새우류(*Gammarus* sp.), 개뿔하루살이(*Baetis fuscatus*), 두점하루살이(*Ecdyonurus kibunensis*), 무늬하루살이(*Ephemera strigata*), 민하루살이(*Cincticostella levanidovae*), 쇠측범잠자리(*Davidius lunatus*), 뱀잠자리붙이(*Parachauliodes asahinai*), 먹파리류(*Simulium* sp.), 네모집날도래 KUb (*Lepidostoma* KUb) 등이 주요 출현종이었다(Appendix 2).

1차 조사와 비교하여 2차 조사에서 저서성 대형무척추동물의 출현종수는 대체적으로 증가하였으며, 종수의 변동이 가장 큰 지점은 St. 2로 11종에서 32종으로 증가하였고, 변화가 가장 적은 지점은 St. 1으로 19종에서 23종으로 소폭 증가하였다(Appendix 1).

### 3. 우점종 및 군집지수

청계산 조사지점 전체에서 깔다구류 sp.를 제외한 우점종과 아우점종은 민하루살이(*Cincticostella levanidovae*, 24.7%)와 옆새우류(*Gammarus* sp., 17.1%)로 나타났다. 지점별로 1차 조사에서 옆새우류(St. 1, St. 4), 무늬하루살이(St. 2), 개뿔하루살이(St. 3), 깔다구류 sp.(St. 5)등이 각각 우점하였다. 2차 조사에서는 민하루살이(St. 1, St. 2, St. 3, St. 5)와 옆새우류(St. 4) 등이 우점하였다(Table 5).

**Table 5.** Dominant species of benthic macroinvertebrates at the sampling sites

Site	Dominance		1 <sup>st</sup> dominant species (%)		2 <sup>nd</sup> dominant species (%)	
St. 1			<i>Gammarus</i> sp.	61	<i>Cincticostella levanidovae</i>	25
St. 2			<i>Ephemera strigata</i>	36	<i>Cincticostella levanidovae</i>	35
St. 3			<i>Baetis fuscatus</i>	48	<i>Cincticostella levanidovae</i>	46
St. 4			<i>Gammarus</i> sp.	50	<i>Gammarus</i> sp.	33
St. 5			<i>Nemoura</i> KUb	19	<i>Cincticostella levanidovae</i>	23
Total			<i>Gammarus</i> sp.	36	<i>Cincticostella levanidovae</i>	34

조사지점 중 St. 3와 St. 4에서 우점도가 가장 높게 나타났으며, St. 4는 다양도와 종 풍부도, 저서성 대형무척추동물 총 생태점수 및 평균 생태점수가 가장 낮았다. 그에 비해 St. 5에서 다양도와 종 풍부도, 균등도가 가장 높게 나타났고 우점도는 가장 낮았으며, 균등도는 St. 1에서 가장 낮았다(Table 6).

청계산 일대의 TESB는 73.5~90.5이고, AESB는 3.81~4.23으로 TESB는 B등급, AESB는 A등급으로 평가되었으며, 복합 생태점수는 모든 지점에서 B등급으로 저서성 대형무척추동물이 생육하기에 적합한 환경인 것으로 판단된다(Table 7).

#### 4. 시사점

청계산은 서울시, 경기도 과천시, 의왕시, 성남의 경계에 위치해 있어 다양한 지역의 사람들에게 접근성이 좋은 휴양지이자 산행 코스이다. 청계산 일대의 하천은 평소에도 유량이 많지 않아 대부분 소지류의 형태를 띄고 있으며, 강우에 의한 유량 변동이 큰 것으로 나타났다.

청계산의 하천생태계는 편의시설 및 행락객들로 인해 교란될 가능성이 없지 않으나 아직까지는 환경을 보전하려는 노력으로 도심주변의 하천 중에는 비교적 저서성 대형무척추동물들이 서식하기에 적합한 환경을 유지하고 있다고 판단된다.

향후 청계산 일대의 생물다양성을 보전하고, 자연 친화적인 휴식처를 제공하기 위해 청계산을 찾는 시민들에게 지정된 등산로를 이용하도록 권고하는 등 담수생태계에 대한 지속적인 관심과 종합적인 관리가 필요하다. 또한 다양한 교란에 대비해 저서성 대형무척추동물 서식처 유지를 위한 최소한

Table 6. Average of biotic indices at the sampling sites (mean  $\pm$  S.D)

Biotic index \ Site	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5
Dominance index (DI)	0.54 $\pm$ 0.23	0.46 $\pm$ 0.01	0.59 $\pm$ 0.01	0.59 $\pm$ 0.09	0.38 $\pm$ 0.03
Species diversity index (H')	2.89 $\pm$ 0.77	3.22 $\pm$ 0.43	2.94 $\pm$ 0.21	2.81 $\pm$ 0.01	3.75 $\pm$ 0.01
Species richness index (R)	3.93 $\pm$ 0.38	4.06 $\pm$ 1.91	3.72 $\pm$ 1.52	3.25 $\pm$ 1.04	4.63 $\pm$ 0.53
Evenness index (J)	0.65 $\pm$ 0.15	0.77 $\pm$ 0.10	0.70 $\pm$ 0.11	0.68 $\pm$ 0.05	0.84 $\pm$ 0.04

Table 7. Average of TESB, AESB and revised ESB at the sampling sites (mean  $\pm$  S.D)

Biotic index \ Site	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5
TESB 생물등급 판정 (A - D)	82.0 $\pm$ 15.6 B	85.0 $\pm$ 59.4 B	82.5 $\pm$ 53.0 B	73.5 $\pm$ 17.7 B	90.5 $\pm$ 17.7 B
AESB 생물등급 판정 (A - D)	3.89 $\pm$ 0.22 A	3.94 $\pm$ 0.04 A	3.81 $\pm$ 0.09 A	4.23 $\pm$ 0.19 A	4.01 $\pm$ 0.16 A
복합ESB 생물등급 판정 (A - D)	B	B	B	B	B

의 생태유량 확보가 필요할 것으로 보인다.

## 인용문헌

- 공동수, 박영민, 전용락. 2018. 한국의 저서성 대형무척추동물 생태점수 개선. 한국물환경학회, pp. 251-269.
- 공동수, 원두희, 박재홍, 김명철, 함순아, 권순직, 손세환, 한승철, 황인철, 이준국, 류덕희, 이수형, 박상정, 유경아, 공학양. 2013. 한국산 저서성 대형무척추동물 생태도감. 환경부, 국립환경과학원.
- 권순직, 전영철, 박재홍. 2013. 물속 생물 도감. 자연과 생태.
- 권오길, 박갑만, 이준상. 2006. 원색한국패류도감. 아카데미서적.
- 김동효, 남택호, 오충현. 2008. 도시숲 생태·경관보전지역 관리방안. (사)한국임학회 정기 학술연구발표회.
- 김명철, 천승필, 이준국. 2013. 하천생태계와 담수무척추동물. 문교부.
- 김창희, 강종현, 김명진. 2013. 우리나라 전국자연환경조사 현황과 발전방안. 국립환경과학원.
- 김훈수. 1977. 한국동식물도감. 제19권. 동물편(새우류). 문교부.
- 배연재. 2010. 한국의 곤충-하루살이류(유충). 환경부, 국립생물자원관.
- 박은하, 오충현. 2012. 청계산 산림식생구조 및 식생변화 분석. 한국환경생태학회 학술대회논문집.
- 오충현, 김용훈. 2006. 청계산 생태·경관보전지역 등산로 현황 및 관리방안. 한국조경학회.
- 윤일병. 1988. 한국동식물도감. 제30권. 동물편(수서곤충류). 문교부.
- 윤일병. 1995. 수서곤충검색도설. 정행사. 서울.
- 원두희, 권순직, 전영철. 2005. 한국의 수서곤충. (주)생태조사단.
- 이준복. 2007. 연인산 도립공원 조성계획. 한국조경학회지 35(1):9-19.
- 한국곤충학회. 1994. 한국곤충명집. 한국곤충학회 건국대 출판부.
- 한국동물분류학회. 1997. 한국동물명집 아카데미서적.
- 岡田要. 1965a. 신일본동물도감(상). 북류관. p 679.
- 岡田要. 1965b. 신일본동물도감(중). 북류관. p 803.
- 岡田要. 1965c. 신일본동물도감(하). 북류관. p 763.
- Chung, K. 1997. Leaf breakdown and Macroinvertebrates associated with litter-bags placed in headwater streams at Mt. Jumbong. p. 16.
- Doeg, T. J. and J. D. Koehn. 1994. Effects of draining and desilting a small weir on downstream fish and Macroinvertebrates. Regulated Rivers; Research and Management 9:263-277.
- Hynes, H. B. N. 1970. The Ecology of Running Waters. Liverpool Univ. Press, Liverpool, U. K.
- Kawai, T. 1985. All Illustrated Book of Aquatic Insects of Japan. Tokai Univ. Press, Tokyo. p. 409.
- 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 Systems 3, pp. 36-71.

- McNaughton, S. J. 1967. Relationship among functional properties of California Grassland. *Nature*, 216, pp. 168-169.
- Merritt, R. W. and K. W. Cummins. 1984. *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. 2nd ed. Kendall/ Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa.
- Merritt, R. W. and K. W. Cummins. 1988. *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. 3rd ed. Kendall/ Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa.
- Pielou, E. C. 1975. *Ecological Diversity*. Wiley, New York. p. 165.
- Rosenberg, D. M. and V. H. Resh, 1993. *Freshwater Biomonitoring and Benthic macroinvertebrates*. New York. p. 488.
- Shannon, C. E. and W. Weaver. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana.
- Tiemann, J. S., D. P. Gillette, M. L. Wildhaber, and D. R. Edds. 2004. Effects of lowhead dams on riffle-dwelling fishes and macroinvertebrates in a midwestern river. *Transaction of the American Fisheries Society*. 133, pp. 705-717.
- Ward, J. V. 1992. *Aquatic Insect Ecology*. John Wiley & Sons, New York.

## 요 약

서울시 서초구 남쪽에 위치한 청계산 일대의 저서성 대형무척추동물상을 2020년 8월부터 10월에 걸쳐 2회 조사하였다. 조사지역은 청계사 일대 1개 지점과 정토사 일대 1개 지점, 글램핑장 일대 1지점과 도심 일대 2개 지점으로 총 5지점이었다. D-frame net (30×30cm, 망목 1mm)를 이용해 저서성 대형무척추동물을 정량 채집하였다. 조사지역에서 정량 채집을 통해 출현한 저서성 대형무척추동물은 총 4문, 7강, 16목, 42과, 72종이었다. 곤충류는 하루살이목 19종, 잠자리목 3종, 강도래목 5종, 노린재목 1종, 뱀잠자리목 1종, 딱정벌레목 1종, 파리목 15종, 날도래목 17종으로 총 62종이 출현하였으며, 비곤충류는 편형동물문 1종, 연체동물문 5종, 환형동물문 2종, 갑각강 1종, 내구강 1종으로 총 10종이 출현하였다. 우점종과 아우점종은 민하루살이(24.7%)와 옆새우류(17.1%)로 나타났다. 조사지점의 군집분석결과, 각각의 우점도는 0.38~0.59, 다양도 2.81~3.75, 풍부도 3.25~4.63, 균등도 0.65~0.84, 총생태점수는 73.5~90.5, 평균생태점수는 3.81~4.23으로 나타났다. 저서성 대형무척추동물에 의한 평가결과 청계산 하천의 생물학적 건강성은 전반적으로 ‘ 좋음 ’ 상태로서 보호가치가 있다고 판단된다.

**검색어** : 청계산, 저서성 대형무척추동물

Appendix 1. Abundance (Ind./0.36m<sup>2</sup>) of Benthic Macroinvertebrates at the sampling sites

Scientific name	Site	1 <sup>st</sup>					2 <sup>nd</sup>				
		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5
<b>Phylum Platyhelminthes</b>											
<i>Dugesia</i> sp.		4		3	2	3		2	12		5
<b>Phylum Mollusca</b>											
<i>Semisulcospira forticosta</i>					4					16	
<i>Semisulcospira gottschei</i>								5			
<i>Semisulcospira libertina</i>		2				3	3		2		1
<i>Physa acuta</i>						1					1
<i>Pisidium coreanum</i>									1		
<b>Phylum Annelida</b>											
<i>Eisenia</i> sp.								1			
<i>Limnodrilus gotoi</i>		1					3		1		1
<b>Phylum Arthropoda</b>											
<i>Gammarus</i> sp.		83		4	73	7	31	7	9	85	
<i>Collembola</i> sp.									1		
<i>Acentrella sibirica</i>									2		
<i>Baetiella tuberculata</i>				4					19		
<i>Baetis fuscatus</i>		12	5	24	1	3	2	28	75		
<i>Baetis silvaticus</i>			2			9		36			9
<i>Baetis ursinus</i>									4		
<i>Labiobaetis atrebatinus</i>			5					14	42		1
<i>Nigrobaetis bacillus</i>		1			3	1	2				2
<i>Procloeon pennulatum</i>								1		1	
<i>Ecdyonurus dracon</i>			1			4					1
<i>Ecdyonurus kibunensis</i>			4	3	4	3	3		2		
<i>Ecdyonurus levis</i>			3		2			1	2		4
<i>Epeorus curvatulus</i>		1				6		3			4
<i>Epeorus pellucidus</i>								3	9		
<i>Heptagenia kihada</i>							6	2		51	
<i>Choroterpes altioculus</i>								2			
<i>Paraleptophlebia chocoata</i>											2
<i>Ephemera strigata</i>		1	14		25	2	28	35	5	32	12
<i>Cincticostella levanidovae</i>							40	104	230	39	19
<i>Drunella aculea</i>							1	8	2	1	
<i>Calopteryx japonica</i>								1			
<i>Davidius lunatus</i>		2	3	1	9	3	7	3	8	12	6
<i>Sieboldius albardae</i>								2	8		
<i>Amphinemura coreana</i>						1					
<i>Nemoura</i> KUb		11			4	17	1				
<i>Kiotina decorata</i>							1				
<i>Neoperla coreensis</i>								1		1	

## Appendix 1. Continued

Scientific name	Site	1 <sup>st</sup>					2 <sup>nd</sup>				
		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5
Phylum Arthropoda											
Chloroperlidae sp.							1	1			
<i>Nepa hoffmanni</i>										2	
<i>Parachauliodes asahinai</i>		3			1	1	1	3	4	2	2
<i>Eubrianax ramicornis</i>				1	2	1				2	
<i>Dicranota</i> KUa		2			1	1					
<i>Hexatoma</i> KUa					1						
<i>Tipula</i> KUa		1						1			
<i>Tipula</i> KUb								1			
<i>Tipula</i> KUd		1									
<i>Tipula</i> KUn									1		
Psychodidae sp.								2			
Dixidae sp.							1				
<i>Simulium</i> sp.		3	1		5	14	6	2	10		6
<i>Ceratopogonidae</i> sp.					1						
Chironomidae sp.		1	1	14	5	31	31	14	25	1	4
<i>Philonus</i> KUa						2					
<i>Dolichopodidae</i> sp.							1				
<i>Tabanidae</i> sp.									1		
<i>Ephydriidae</i> sp.									1		
<i>Rhyacophila brevicephala</i>							2				
<i>Rhyacophila nigrocephala</i>						2	1	2	1		
<i>Apsilochorema</i> KUa					1						
<i>Glossosoma</i> KUa									5		
<i>Cheumatopsyche brevilineata</i>				1		2					
<i>Cheumatopsyche</i> KUa				5					1		
<i>Diplectrona</i> KUa						2					
<i>Hydropsyche kozhantschikovi</i>						1					
<i>Hydropsyche orientalis</i>		1		3			11	10	28		2
<i>Hydropsyche valvata</i>									1		
<i>Psychomyia</i> KUa		1									
<i>Hydatophylax nigrovittatus</i>					1					6	1
<i>Goera japonica</i>								2			
<i>Lepidostoma</i> KUb		5	1	1	2	1		10	8		4
<i>Gumaga</i> KUa					3						
<i>Anisocentropus minutus</i>							5			9	
<i>Oecetis</i> sp.								1			
총 72 종		19	11	12	21	25	23	32	31	15	20
총 1,874 개체		136	40	64	150	121	188	308	520	260	87

· Collected by qualitative sampling.

Appendix 2. The species of Benthic Macroinvertebrates appeared at the Mt. Cheonggye



*Dugesia* sp.



*Gammarus* sp.



*Baetis fuscatus*



*Ecdyonurus kibunensis*



*Cincticostella levanidovae*



*Ephemera strigata*



*Parachauliodes asahinai*



*Davidius luanus*

## Appendix 2. Continued

*Simulium* sp.*Lepidostoma* KU6