

광덕산 일대 저서성 대형무척추동물상

박정호 · 이상현 · 변진수

(주)케이에코

Benthic Macroinvertebrates Fauna of Mt. Gwangdeok

PARK, Jung-Ho · Sang-Hun LEE · Jin-Su BYEON

K-ECO Co., Ltd

ABSTRACT

Benthic macroinvertebrates fauna was investigated at Mt. Gwangdeok, Cheonan, Korea, from August to October, 2023. 6 sites located around Mt. Gwangdeok were selected for quantitative sampling (D-frame net: 30×30cm, mesh size: 1mm) of benthic macroinvertebrates. As a result, total 58 species, 29 families, 11 orders, four classes in three phyla occurred. Insecta was 52 species composed of 19 species in Ephemeroptera, six species in Odonata, four species in Plecoptera, one species in Megaloptera, one species in Coleoptera, eight species in Diptera and 13 species in Trichoptera. Non-insecta was six species composed of three species in Mollusca, two species in Annelida, one species in Malacostraca. The dominant species and the subdominant species based on individual abundance were *Epeorus nipponicus* and *Epeorus pellucidus* with 19.7% and 13.3% of dominance respectively.

McNaughton's dominance index, Shannon-Weaver's diversity index, Margalef's species richness index and Pileou's evenness index, total ecological score of benthic macroinvertebrate community (TESB) and average ecological score of benthic macroinvertebrate community (AESB) showed the range of 0.36~0.64, 1.76~2.57, 1.98~3.36, 0.73~0.84, 53.5~83.0 and 3.96~4.28 respectively.

Key words : Benthic macroinvertebrates, Mt. Gwangdeok

서 론

광덕산은 행정구역상으로 충청남도 아산시 송악면과 천안시 동남구 광덕면의 경계에 위치하고 있다. 특히 광덕산은 신갈나무, 굴참나무, 자란초 군락 등 다양한 식생이 잘 보전되어 있고, 각종 반딧불이(애반딧불이, 운문산반딧불이, 늦반딧불이 등)를 포함한 다양한 동물이 서식하는 등 우수한 동식물상이 서식하는 산림지역으로 인정되어 현재 “생태계변화관찰지역(금강유역환경청, 2018)”으로 지정되어 있다.

본 연구의 조사수역인 풍서천은 광덕산 내 주요 하천으로서 충남 천안시 광덕면 광덕리에서 발원

하여 풍세면 용정리에서 곡교천(삽교천의 제1지류)으로 유입되는 중소형 하천이다. 풍서천 일대 대부분은 논, 밭, 과수원 등 농업 경작을 위한 목적으로 조성되어 있으며, 주변에는 여러 마을이 위치하고 있다. 특히 곡교천 상류의 다른 지역과 더불어 풍서천 일대는 1935년부터 남관 취수장의 수원지로 이용되어 왔으며, 1985년에는 풍세면 남관리(남관 취수장) 및 인근 지역이 상수원 보호구역으로 선정되었다. 또한 천안시에서는 다양한 생물이 서식할 수 있는 하천을 조성하고, 지역 고유의 역사문화를 연계한 주민친화형 친수공간 조성을 위하여 ‘풍서천 고향의 강 조성사업’ 및 ‘풍서천 하천 정비사업’ 등을 진행한 바 있다. 반면 광덕산은 비교적 도심에 가까이 위치해 있고, 자연환경이 우수한 만큼 많은 휴양객들이 방문하고 있어 다양한 환경압에 노출될 가능성이 높기에, 외부 인위적 교란요인에 의한 변화를 파악하여 효과적인 보전 및 복원 방안을 마련하고 이행하기 위해서는 중장기적 모니터링이 매우 중요하다.

풍서천의 저서성 대형무척추동물은 자연생태계 지역정밀조사(천안 광덕산; 환경처, 1994), 제3차 전국자연환경조사(광덕; 환경부, 2007), 제4차 전국자연환경조사(풍서천 유역; 환경부, 2014), 하천 수생태계 현황 조사 및 건강성 평가(풍서천; 환경부·국립환경과학원, 2018, 2021) 등에서 일부 조사된 바 있다. 그러나 해당 조사의 대부분은 풍서천의 하류 지점에서 수행된 것으로서 상류 지점의 조사 자료는 광덕산 일대 저서성 대형무척추동물상(한국자연보전협회, 2021) 연구 등을 제외하곤 매우 부족한 상황이다. 따라서 본 연구의 목적은 과거 연구에서 규명한 풍서천 상류와 일부 지류의 저서성 대형무척추동물 군집을 조사하고, 그 다양성과 건강성을 비교 평가하는 것이다. 본 연구의 결과는 향후 광덕산 담수생태계의 변화를 파악하고 보전방안을 수립하는데 기초 자료로 활용될 것으로 기대된다.

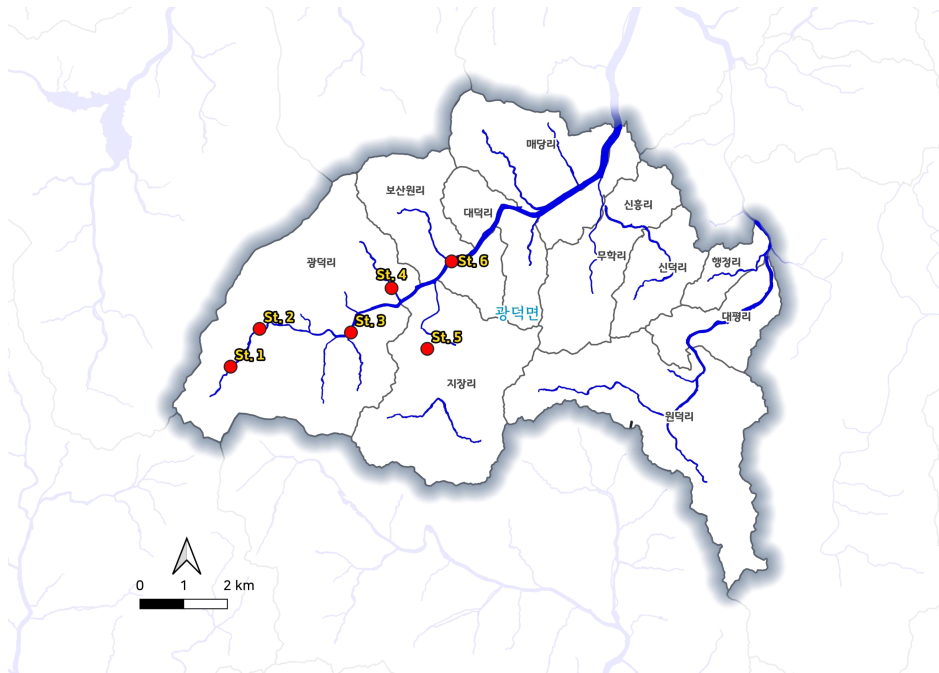


Fig. 1. Map showing the sampling sites at Mt. Gwangdeok, Cheonan, Korea.

조사방법

1. 조사기간

2023년 8월 21일~22일(1차 조사)와 10월 30일~11월 1일(2차 조사)을 전후로 조사하였다.

2. 조사지점

본 연구의 조사지점은 과거 조사(공 등, 2021)에서 수행된 조사지점과 동일한 장소를 선정하여 진행하였다(Table 1).

3. 조사방법

각 지점별로 여울, 흐름, 소, 주변식생으로 조사 정점을 구분하고, Surber net(30×30cm, mesh 0.5mm), D-frame dip net(30×30cm, mesh 0.5mm) 등을 사용하여 정점별 1회씩 총 3개의 방형구 조사를 통해 저서성 대형무척추동물을 정량 채집하였다. 채집된 시료는 채집병에 넣어 현장에서 Ethyl alcohol 95%에 고정하였고, 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. Wiederholm(1983)의 문헌을 이용하여 깔따구류의 외부형태, 머리모양, 특히 Abdominal tubules의 유무, Antennal segment의 길이, 강모의 형태 등의 특징을 고려하여 과(Family) 수준에서 동정하였다. 학명 및 국명은 기본적으로 하천 수생태계 현황조사 및 건강성 평가(환경부·국립환경과학원, 2021)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 산출하였다.

Table 1. Global positioning system(GPS) coordinates and information of sampling sites

Sampling site	Stream name	GPS coordinates	Address
St. 1	갈재교	36°66'52.72"N 127°02'28.15"E	충청남도 천안시 동남구 광덕면 광덕리 221-53
St. 2	태화교	36°67'33.92"N 127°03'03.67"E	충청남도 천안시 동남구 광덕면 광덕리 710-3
St. 3	광덕교	36°67'19.05"N 127°05'18.16"E	충청남도 천안시 동남구 광덕면 광덕리 756
St. 4	풍서천지류	36°68'11.67"N 127°06'45.75"E	충청남도 천안시 동남구 광덕면 광덕리 77-2
St. 5	지장천	36°67'29.70"N 127°07'19.80"E	충청남도 천안시 동남구 광덕면 지장리 444
St. 6	보산원교	36°68'70.25"N 127°07'90.25"E	충청남도 천안시 동남구 광덕면 보산원리 185

1) 우점도지수(Dominance Index : DI)

환경의 변화가 악화될수록 특정종의 우세가 나타나므로, 어떤 우점종이 군집에서 가지는 상대적인 비를 산출한다면 환경의 변화에 대한 명료한 지표로서 이용될 수 있다는 관점에서 도출된 지수이다. 각 조사지점별로 개체수 현존량에 의하여 우점도를 산출하였다(McNaughton, 1967).

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

DI : 우점도 지수, N : 총개체수, N_1, N_2 : 제 1, 2 우점종의 개체수

2) 다양도지수(Biodiversity Index : H')

Margalef(1968)의 정보이론(information theory)에 의하여 유도된 Shannon-Weaver function(Pielou, 1966)가 변형한 공식에 따라 산출하였다.

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

H' : 다양도, S : 전체 종수, N_i : i 번째 종의 개체수, P_i : i 번째 종의 개체수 비율

3) 균등도지수(Evenness Index : J)

Pielou(1975)에 따라 이론적인 최대다양도에 대한 실제다양도의 상대비로 산출하였다.

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

J : 균등도 H' : Shannon-Weaver 지수, S : 총 종수

4) 풍부도지수(Richness Index : R)

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

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

R : 풍부도, S : 전체 종수, N : 총 개체수

5) 저서성 대형무척추동물 생태점수

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

Kong *et al.* (2018)에 따라 TESB를 산출하였다(Table 2).

Table 2. Classification scheme of the revised ESB and the recommendation of area control according to the environmental status and the water qualith standard (Kong *et al.*, 2018)

Class	Environmental status	ESB		Ecological description and area control recommendation		
		TESB	AESB	Species richness	Water quality*	Area control
A	Very good	≥95	≥3.7	Very high	Ia	Priority protection
B	Good	≥70	≥3.1	High	Ib	Protection
C	Moderate	≥30	≥2.6	Moderate	II	Monitoring
D	Bad	≥13	≥2.1	Low	III	Restoration
E	Very bad	≥13	<2.1	Very low	IV-VI	Priority restoration

* 90 percentile level.

$$TESB = \sum_{i=1}^s Q_i$$

TESB : 저서성 대형무척추동물 총생태점수, 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)에 따라 출현 지표생물종의 환경질 점수의 평균을 구하였다(Table 2).

$$AESB = \frac{\sum_{i=1}^s Q_i}{S}$$

AESB : 저서성 대형무척추동물 평균생태점수, s : 총 종수 Q_i : i 종에 대한 환경질 점수 (=1, 2, 3, 4, 5)

결과 및 고찰

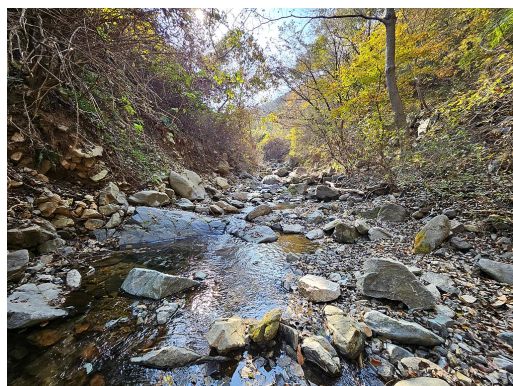
1. 조사지점의 환경상태 개황

곡교천으로 합류하는 광덕산 하천 풍서천의 조사지점 중 최상류에 해당하는 갈재교 지점(St.1)의 양안에는 각각 도로와 농경지가 있었다(Fig. 2). 1차 조사 시 농경지 인근에서 객토 등이 진행 중이었다. 갈재교 지점(St. 1)은 전체 조사지점 중 수온이 가장 낮았고, 하상은 주로 암반과 호박돌 등이 대부분을 차지하고 있었다(Table 3). 태화교 지점(St. 2)의 좌안에는 도로가 위치하고, 우안에는 펜션과 음식점 등이 위치하고 있어 주말 및 성수기에는 다수의 탐방객들에 의한 하천이용 환경압이 높을 것으로 예상된다. 광덕교 지점(St. 3)의 양안에는 농경지가 조성되어 있었으며, 특히 마을하수처리시설

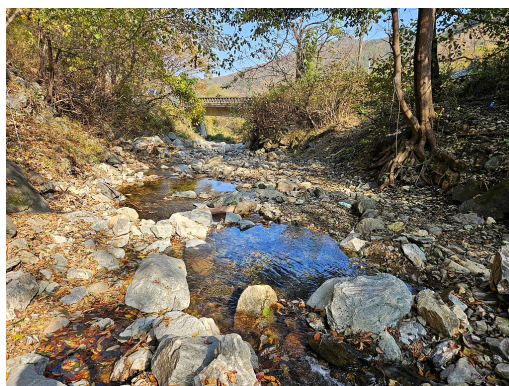
Table 3. Number of benthic macroinvertebrate taxa from Mt. Gwangdeok

Phylum	Class	Order	Family	Species
Annelida	Clitellata	Neooligochaeta	1	1
		Arhynchobdellida	1	1
Mollusca	Gastropoda	Sorbeoconcha	1	3
Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	1	1
	Insecta	Ephemeroptera	5	19
		Odonata	3	6
		Plecoptera	4	4
		Megaloptera	1	1
		Coleoptera	1	1
		Diptera	4	8
		Trichoptera	7	13
	Total		29	58

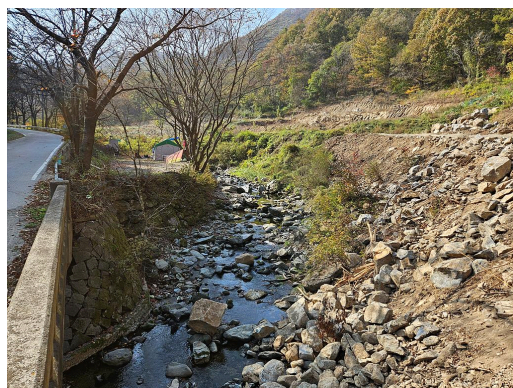
이 인접하고 있어 상류지점보다 하천내 부착조류의 발달이 좀 더 다양히 관찰되었다. 광덕산 동쪽에 위치한 풍서천 지류지점(St. 4)의 좌안에는 도로가, 우안에는 민가들이 일부 있었으나, 전반적으로 잘 보전된 형태의 소하천을 유지하고 있었다. 지류인 지장천(St. 5) 역시 좌안에는 도로가, 우안에는 민가들이 있었다. 조사시기 동안 인근 유역에서 “지장천 지방하천 정비공사” 및 도로변 공사 등으로 인하여 탁수 발생이 나타나고 있었다. 조사지점 중 최하류에 해당하는 보산원교 지점(St. 6)의 좌안에는 상가와 음식점이 있었다. 다른 지점과 비교하여 하천 주변의 식생이 발달하지 않아 수피도가 가장 낮았으며, 상류역에서의 각종 공사 등으로 인한 탁수가 지속되고 있음을 확인할 수 있었다.



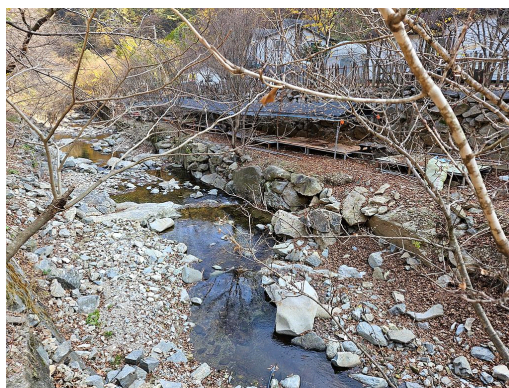
St.1(Upstream)



St.1(Downstream)



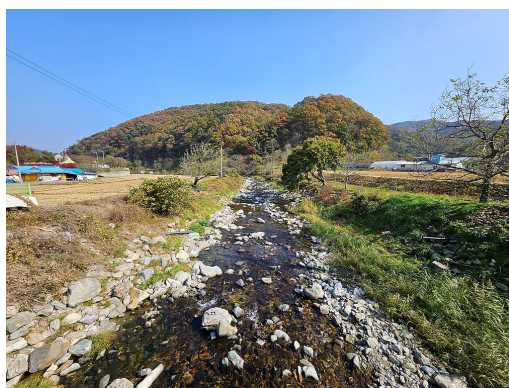
St.2(Upstream)



St.2(Downstream)



St.3(Upstream)

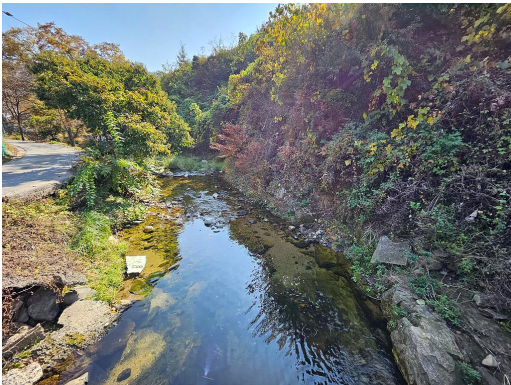


St.3(Downstream)

Fig. 2. Upstream and downstream photographs of 6 sites at Mt. Gwangdeok.



St.4(Upstream)



St.4(Downstream)



St.5(Upstream)



St.5(Downstream)



St.6(Upstream)



St.6(Downstream)

Fig. 2. Continued.

2. 저서성 대형무척추동물상

조사 결과, 본 조사수역에는 총 3문 4강 11목 29과 58종 4,440개체가 서식분포하는 것으로 확인되었다. 법정보호종은 출현하지 않았으며, 한반도 고유종은 참다슬기(*Semisulcospira coreana*), 주름다슬기(*Semisulcospira forticosta*), 뽕하루살이(*Drunella aculea*), 큰그물강도래(*Pteronarcys sachalina*), 한국강도래(*Kamimuria coreana*) 등 5종이 출현하였다. 국외반출 승인대상 생물자원은 참다슬기(*Semisulcospira coreana*), 주름다슬기(*Semisulcospira forticosta*), 뽕하루살이(*Drunella aculea*), 쇠측범잠자리(*Davidius lunatus*), 노란측범잠자리(*Lamelligomphus ringens*), 어리장수잠자리(*Sieboldius albardae*), 총채민강도래(*Amphinemura coreana*), 한국강도래(*Kamimuria coreana*) 등 8종이 출현하였다(Appendix 1). 곤충류의 분류군별 종수는 하루살이목 19종(32.8%), 날도래목 13종(22.4%), 파리목 8종(13.8%), 잠자리목 6종(10.3%), 강도래목 4종(6.9%), 뱀잠자리목 및 딱정벌레목 등 각각 1종(1.7%) 순으로 조사되었고, 비곤충류는 연체동물문 3종(5.2%), 환형동물문 2종(3.4%), 절지동물문의 갑각강 1종(2.6%) 순으로 확인되었다(Fig. 3).

각 분류군별 개체수는 하루살이목 2,173개체(48.9%), 날도래목 1,119개체(25.2%), 파리목 336개체(7.6%), 잠자리목 192개체(4.3%), 강도래목 130개체(2.9%), 뱀잠자리목 16개체(0.4%), 딱정벌레목 8개체(0.2%)의 순으로 조사되었고, 비곤충류는 절지동물문 갑각강 316개체(7.1%), 연체동물문 138개체(3.1%), 환형동물문 12개체(0.3%) 순으로 확인되었다(Fig. 4).

3. 우점종 및 군집지수

본 조사시 전체 지점을 대상으로 전반적 우점종은 흰부채하루살이(*Epeorus nipponicus*, 19.4%) 그리고 아우점종은 부채하루살이(*Epeorus pellucidus*, 13.1%)인 것으로 확인되었다. 지점별로 살펴보면 옆새우류(St. 1), 흰부채하루살이(St. 2, St. 3, St. 4), 동양줄날도래(St. 5), 부채하루살이(St. 6) 등이 각각 우점하였다(Table 4).

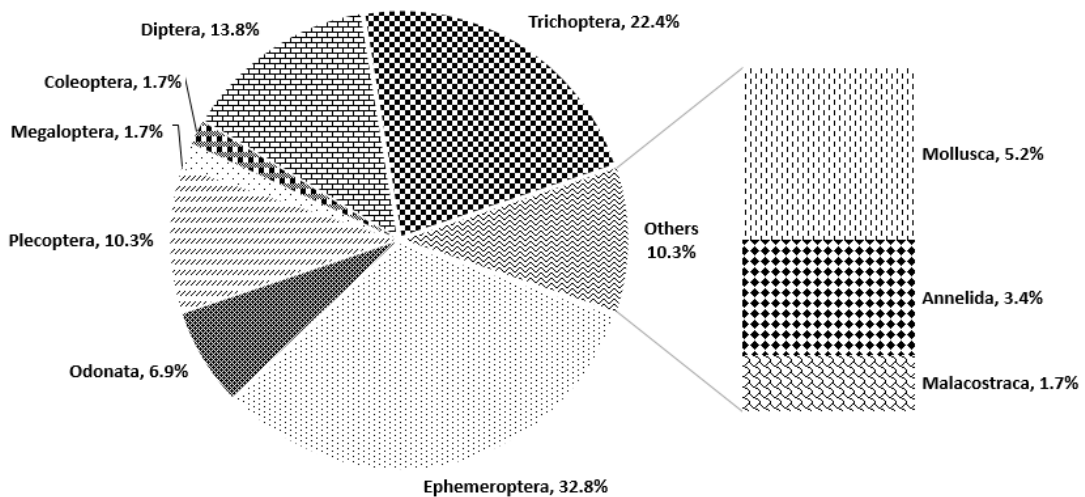


Fig. 3. Proportion of species as benthic macroinvertebrates of Mt. Gwangdeok.

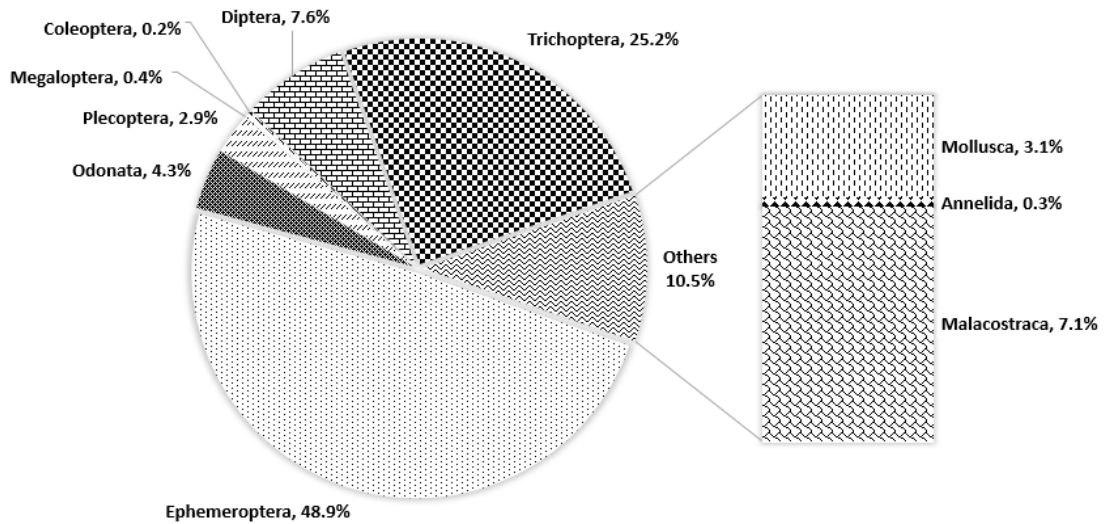


Fig. 4. Proportion of individuals as benthic macroinvertebrates of Mt. Gwangdeok.

조사지점 중 지점 1에서 우점도가 높게 나타났으며, 다양도와 균등도가 가장 낮았다. 그에 비해 지점 2는 각종 생물군집지수 및 저서성 대형무척추동물 총 생태점수(TESB)가 가장 높게 나타남을 확인할 수 있었다(Table 5, 6).

광덕산 일대의 TESB는 53.5~83.0이고, AESB는 3.96~4.28로 TESB는 지점 평균 C등급, AESB는 지점 평균 A등급으로 평가되었으며, 전반적으로 전 지점 C등급 이상으로 저서성 대형무척추동물이 서식하기에 양호한 것으로 판단된다(Table 6). 반면 TESB는 환경질 점수가 확정되지 않은 종은 2점으로 평가하여 상대적으로 표본크기가 비교적 작은 상류하천에는 다소 낮게 평가되는 한계성이 있다. 따라서 환경질 미지인 종은 제외하는 것으로 보완한 AESB 평가방법이 본 조사수역과 같은 산간수계에는 보다 적합한 것으로 판단되며, 분석결과 역시 높게 평가되었음을 확인하였다.

Table 4. Dominant species of benthic macroinvertebrates at each sampling sites

Site	Dominance	1 st dominant species (%)	2 nd Dominant species (%)
St. 1		<i>Gammarus</i> sp. 40.4	<i>Epeorus nipponicus</i> 21.2
St. 2		<i>Epeorus nipponicus</i> 22.4	<i>Hydropsyche orientalis</i> 19.4
St. 3		<i>Epeorus nipponicus</i> 32.7	<i>Hydropsyche kozhantschikovi</i> 22.5
St. 4		<i>Epeorus nipponicus</i> 22.5	<i>Epeorus pellucidus</i> 20.2
St. 5		<i>Hydropsyche orientalis</i> 14.8	<i>Davidius lunatus</i> 11.1
St. 6		<i>Epeorus pellucidus</i> 40.3	<i>Hydropsyche kozhantschikovi</i> 16.9
Total		<i>Epeorus nipponicus</i> 19.4	<i>Epeorus pellucidus</i> 13.1

Table 5. Biotic indices at the sampling sites

Biotic index	Site	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6
Dominance index (DI)		0.64	0.45	0.55	0.46	0.38	0.55
Species diversity index (H')		1.76	2.43	2.11	2.28	2.57	2.01
Species richness index (RI)		1.98	3.23	2.44	2.91	3.36	2.23
Evenness index (J')		0.73	0.83	0.78	0.78	0.84	0.77

Table 6. Biotic indices at the sampling sites (mean \pm S.D)

Biotic index	Site	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	Average
TESB biological grading evaluation (A - D)		56.5 C	82.5 B	63.5 C	77.0 B	83.0 B	53.5 C	69.3 \pm 19.5 C
AESB biological grading evaluation (A - D)		4.28 A	4.21 A	4.23 A	4.04 A	3.97 A	3.96 A	4.11 \pm 0.19 A

4. 과거 조사와의 비교 및 시사점

본 조사지역의 과거 조사(공 등, 2021)에서는 총 4문 6강 16목 52과 91종이 조사된 바 있으며, 본 연구에서는 총 3문 4강 11목 29과 58종이 서식분포하는 것으로 확인되었다. 과거 조사와 비교하여 본 조사 시 출현 종수는 전반적으로 감소하였으나, 이는 조사 시기 및 주변 공사 등으로 인한 환경 변화 등의 차이에서 발생한 영향인 것으로 판단된다. 특히 과거 조사와 비교하여 돌거머리(*Erpobdella lineata*), 총채하루살이(*Heptagenia kyotoensis*), 알통하루살이(*Drunella ishiyamana*), 칠성하루살이(*Ephemerella imanishii*), 노란측범잠자리(*Lamelligomphus ringens*), 총채민강도래(*Amphinemura coreana*), 한국강도래(*Kamimuria coreana*), 검정날개각다귀 KUa(*Hexatoma KUa*), 깔따구류 B(*Chironomidae* sp. B), 깔따구류 C(*Chironomidae* sp. C), 늪깔따구류(*Tanypodinae* sp.), 넓은머리물날도래(*Rhyacophila brevicephala*), 용수물날도래(*Rhyacophila retracta*), 긴발톱물날도래(*Apsilochorema sutshanum*), 산골줄날도래(*Diplectrona kibuneana*), 그물가시날도래(*Goera parvula*) 등 총 16종은 본 조사 시 신규로 출현하였고, 42종은 중복출현하여 과거조사와 일부 차이가 나타나는 것으로 확인되었다.

과거 조사와 시기 및 환경변화 등의 차이가 있어서 면밀한 비교는 어려우나, 군집분석 결과 과거 조사와 대체로 비슷한 양상을 보였다. 모든 지점에서 과거 조사의 표준편차 범위 내 포함되는 경향을 보여주었으며, 이는 생물서식환경이 양호하고, 유량 역시 비교적 안정적이라는 점이 반영된 결과로 판단된다. 지점 3~5는 과거 조사와 다소 차이가 났으나, 지점 4의 경우는 지점의 환경 특성상 시기에 따른 유량의 감소에 특히 더 많은 영향을 받은 것으로 여겨진다. 그 외 과거 조사와 큰 차이를 보

Table 7. Comparison community structure Index on benthic macroinvertebrates at each sampling sites (mean \pm S.D)

Site	Dominance index (DI)		Species diversity index (H')		Species richness index (RI)		Evenness index (J')	
	2021	2023	2021	2023	2021	2023	2021	2023
St. 1	0.46 \pm 0.02	0.64 \pm 0.07	3.29 \pm 0.21	1.76 \pm 0.38	3.72 \pm 0.65	1.98 \pm 1.23	0.75 \pm 0.01	0.73 \pm 0.05
St. 2	0.53 \pm 0.28	0.45 \pm 0.07	3.16 \pm 0.79	2.43 \pm 0.02	4.40 \pm 0.31	3.23 \pm 0.55	0.67 \pm 0.18	0.83 \pm 0.06
St. 3	0.46 \pm 0.17	0.55 \pm 0.02	3.56 \pm 0.49	2.11 \pm 0.15	4.80 \pm 0.54	2.44 \pm 0.41	0.72 \pm 0.05	0.78 \pm 0.00
St. 4	0.51 \pm 0.11	0.46 \pm 0.02	3.20 \pm 0.64	2.28 \pm 0.00	4.25 \pm 1.69	2.91 \pm 0.07	0.71 \pm 0.06	0.78 \pm 0.02
St. 5	0.55 \pm 0.08	0.38 \pm 0.05	3.29 \pm 0.34	2.57 \pm 0.17	5.04 \pm 0.48	3.36 \pm 0.56	0.67 \pm 0.07	0.84 \pm 0.02
St. 6	0.43 \pm 0.01	0.55 \pm 0.17	3.55 \pm 0.00	2.01 \pm 0.35	5.27 \pm 0.14	2.23 \pm 0.28	0.70 \pm 0.01	0.77 \pm 0.12

인 St. 3의 주변에는 상가와 음식점이 다수 존재하고, St. 5는 주변에 인접한 캠핑장과 농지 등이 존재하는 등 오염원에 지속적으로 노출되기 쉬운 상태라는 점이 반영된 것으로 판단된다(Table 7). 추후 이러한 양상이 본 조사지점의 일반적 환경특성인지는 향후 장기모니터링을 통하여 좀 더 추이를 확인할 필요가 있다.

TESB 및 AESB 생물등급 분석 결과, 과거 조사와 비교하여 전체적으로 감소하였으나, 그 차이가 크지 않았다. 특히 대부분의 값이 과거 조사의 표준편차 범위에 근접해 있으며, 이는 조사 시기와 각종 공사 등 환경적 변화 등에 따른 차이로 판단되었다(Fig. 5). 각 지점별로 자세히 살펴보면 모든 지점이 대체로 과거 조사의 표준편차 범위 안에 들어가거나 수량 감소와 같은 시기에 따른

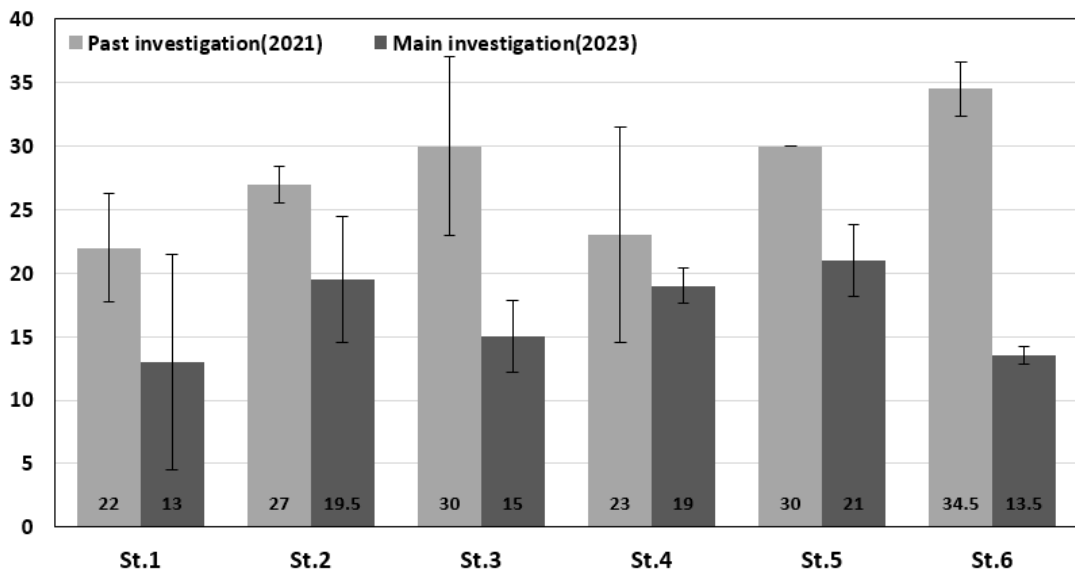
**Fig. 5.** Comparison of species number changes at each sampling sites.

Table 8. Comparison TESB, AESB at each sampling sites (mean \pm S.D)

Site	TESB				AESB			
	2021		2023		2021		2023	
St. 1	86.5 \pm 19.1	B	56.5 \pm 38.9	C	4.03 \pm 0.04	A	4.28 \pm 0.20	A
St. 2	105.5 \pm 6.36	A	82.5 \pm 24.7	B	3.98 \pm 0.08	A	4.21 \pm 0.20	A
St. 3	115.0 \pm 17.0	A	63.5 \pm 12.0	C	3.80 \pm 0.24	A	4.23 \pm 0.00	A
St. 4	91.0 \pm 39.6	B	77.0 \pm 11.3	B	3.90 \pm 0.28	A	4.04 \pm 0.29	A
St. 5	116.5 \pm 7.78	A	83.0 \pm 7.07	B	3.91 \pm 0.22	A	3.97 \pm 0.20	A
St. 6	129.5 \pm 12.0	A	53.5 \pm 3.54	C	3.80 \pm 0.04	A	3.96 \pm 0.05	A

차이를 고려하면 값의 차이가 크지 않은 등 전반적으로 유사한 양상을 나타내었다. 이는 지점 5 주변에 캠핑장 및 농지 등과 같은 오염원 위치 및 인근 상류부에서 공사를 진행하는 등 최근 본 사지점 인근에 각종 오염물질이 지속적으로 유입되었을 가능성이 있을 것으로 예상된다. 따라서 본 수역의 보전을 위하여 향후 각종 유입 오염원 특성 및 수생태계 주요 생물군 파악을 통한 중장기 생태적 관리방안을 수립하고 이행하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

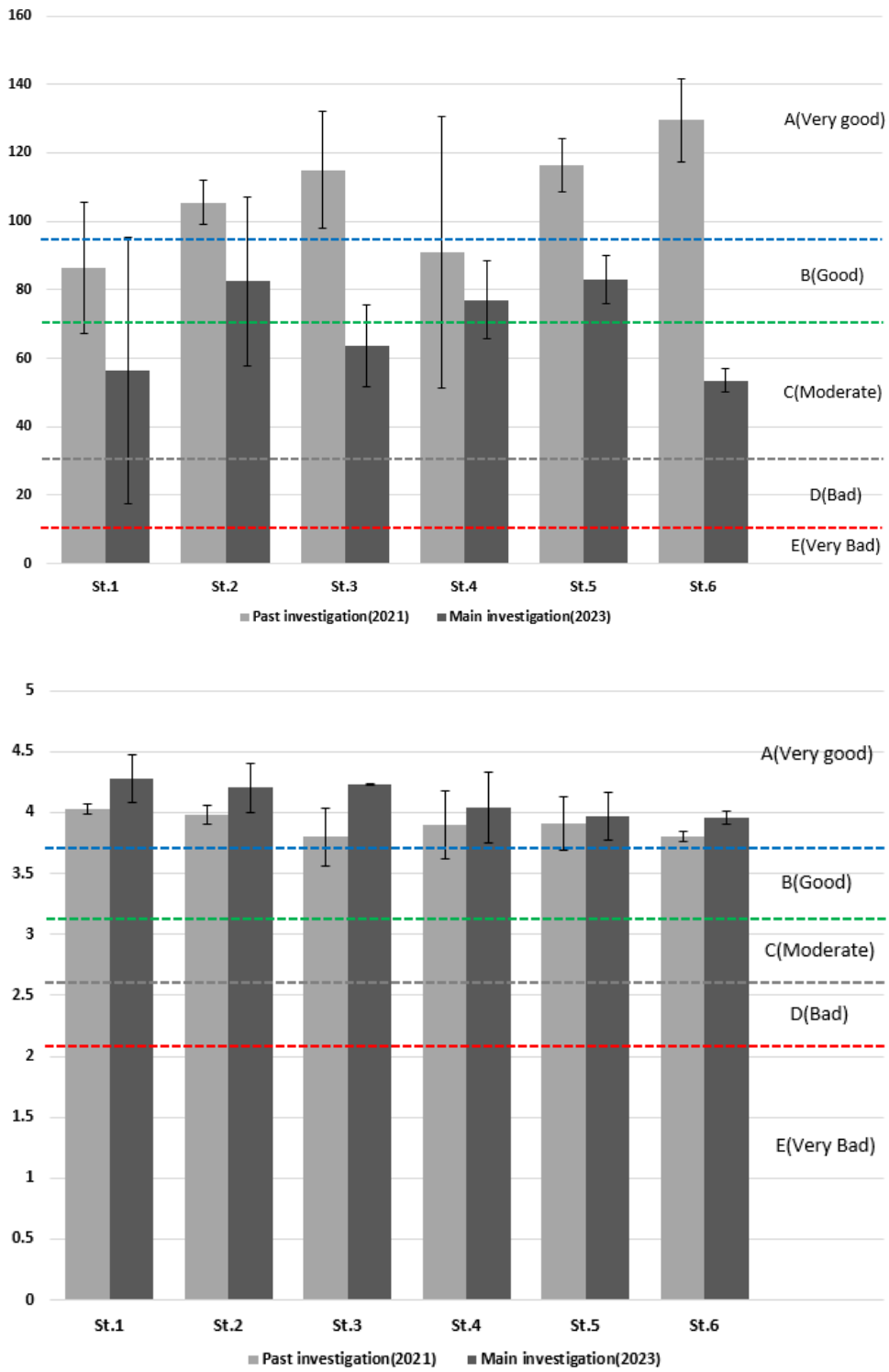


Fig. 6. TESB, AESB at each sampling sites.

인용문헌

- 공동수, 박영민, 전용락. 2018. 한국의 저서성 대형무척추동물 생태점수 개선. 한국물환경학회지. 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.
- 김명철, 천승필, 이준국. 2013. 하천생태계와 담수무척추동물. 문교부.
- 김훈수. 1977. 한국동식물도감. 제19권. 동물편(새우류). 문교부.
- 박정호 등. 2013. 생태복원에 필요한 생물서식환경도감(저서성 대형무척추동물-절지동물편). 수생태복원사업단.
- 박정호 등. 2013. 생태복원에 필요한 생물서식환경도감(저서성 대형무척추동물-편형, 유선형, 연체, 환형동물편). 수생태복원사업단.
- 배연재. 2010. 한국의 곤충-하루살이류(유충). 환경부. 국립생물자원관.
- 원두희, 권순직, 전영철. 2005. 한국의 수서곤충. (주)생태조사단.
- 윤일병. 1988. 한국동식물도감. 제30권. 동물편(수서곤충류). 문교부.
- 윤일병. 1995. 수서곤충검색도설. 정행사. 서울.
- 한국곤충학회. 1994. 한국곤충명집. 한국곤충학회 건국대학교 출판부.
- 한국동물분류학회. 1997. 한국동물명집 아카데미서적.
- 환경부. 2007. 제3차 전국자연환경조사(광덕). 국립환경과학원.
- 환경부. 2014. 제4차 전국자연환경조사(풍서천유역). 국립환경과학원.
- 환경처. 1994. 자연생태계 지역정밀조사 보고서 : 천안 광덕산.
- 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.
- Hynes, H. B. N. 1970. The Ecology of Running Waters. Liverpool Univ. Press.
- Liverpool. U. K. and T. Kawai. 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.
- Merriitt, 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.
- 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.
- Wiederholm, T. 1983. Chironomidae of the Holarctic Region Keys and Diagnose. Part I - Larvae. Entomologica Scandinavia 19. p. 457.
- Willams, D. D. and B. W. Feltmate. 1992. Aquatic Insects. C · A · B.

요 약

충청남도 아산시 송악면, 천안시 광덕면의 경계에 위치한 광덕산 일대의 저서성 대형무척추동물상을 알아보기 위하여 2023년 8월 21일~22일(1차 조사)와 10월 30일~11월 1일(2차 조사)을 전후로 조사하였다. 조사지점은 풍서천 본류 4개 지점과 지류 2개 지점을 포함하여 총 6개 지점을 대상으로 저서성 대형무척추동물의 서식분포 특성을 조사하였다. 조사 결과, 총 3문 4강 11목 29과 58종의 서식분포가 확인되었고, 그 중 16종은 과거와는 다르게 본 조사에서 새로이 확인되었다. 곤충류의 분류군별 종수는 하루살이목 19종(32.8%), 날도래목 13종(22.4%), 파리목 8종(13.8%), 잠자리목 6종(10.3%), 강도래목 4종(6.9%), 뱀잠자리목 및 딱정벌레목 등 각각 1종(1.7%) 순으로 출현하였으며, 비곤충류는 연체동물문 3종(5.2%), 환형동물문 2종(3.4%), 절지동물문 갑각강 1종(1.7%) 순으로 확인되었다. 우점종과 아우점종은 흰부채하루살이(19.4%)와 부채하루살이(13.1%)였다. 군집분석 및 TESB, AESB 생물등급 분석 결과, 과거 조사(공 등, 2021)와 비교하여 전반적인 수치 하락이 있었으나, 그 차이가 크지 않았다. 저서성 대형무척추동물에 의한 종합적인 평가 결과, 대체로 ‘매우 좋음’~‘보통’ 상태로, 과거 조사와 유사하여 광덕산 하천환경이 전반적으로 잘 보전되고 있는 것으로 확인되었다.

검 색 어 : 광덕산, 저서성 대형무척추동물, TESB, AESB

[illegible]

[illegible]

Appendix 1. Continued

학명, 국명	문 현	1 st						2 nd						비고
		St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	
<i>Davidius lunatus</i> 쇠측범잠자리	◎				15	78	8	4	8	8	8			반
<i>Lamelligomphus ringens</i> 노란측범잠자리												8		반
<i>Ophiogomphus obscurus</i> 측범잠자리	◎													특, 반
<i>Sieboldius albardae</i> 어리장수잠자리	◎				4	8	19		4			4		반
Family Cordulegastridae 장수잠자리과														
<i>Anotogaster sieboldii</i> 장수잠자리	◎		4											
Family Libellulidae 잠자리과														
<i>Sympetrum vulgatum</i> 만주좀잠자리	◎													
Order Plecoptera 강도래목														
Family Nemouridae 민강도래과														
<i>Amphinemura coreana</i> 충채민강도래					4			12	4					반
<i>Nemoura</i> KU _b 민강도래 KU _b	◎													
Family Capniidae 흰배민강도래과														
<i>Paracapnia recta</i> 애강도래	◎													
Family Pteronarcyidae 큰그물강도래과														
<i>Pteronarcys sachalina</i> 큰그물강도래	◎							23	4	4				특, 고
Family Perlodidae 그물강도래과														
<i>Stavsolus</i> KU _a 그물강도래 KU _a	◎													
Family Perlidae 강도래과														
<i>Kamimuria coreana</i> 한국강도래		37						30	4					반, 고
<i>Oyamia nigribasis</i> 진강도래	◎													반
Family Chloroperlidae 녹색강도래과														
<i>Sweltsa nikkoensis</i> 녹색강도래	◎								8					
Order Megaloptera 뱀잠자리목														
Family Corydalidae 뱀잠자리과														
<i>Parachauliodes asahinai</i> 뱀잠자리불이	◎	4	4								4	4		
Order Coleoptera 딱정벌레목														
Family Dytiscidae 물방개과														
<i>Nebrioporus</i> sp. 외줄물방개류	◎													
Family Elmidae 여울벌레과														
<i>Stenelmis</i> sp. 긴다리여울벌레류	◎													
Family Psephenidae 물삿갓벌레과														
<i>Eubrianax ramicornis</i> 등근물삿갓벌레	◎				4	4								
<i>Mataeopsephus japonicus</i> 물삿갓벌레	◎													
<i>Malacopsephenoides japonicus</i> 개울물삿갓벌레	◎													
Family Chrysomelidae 잎벌레과														
<i>Galerucella</i> (<i>Galerucella</i>) KU _a 딸기잎벌레 KU _a	◎													
Family Lampyridae 반딧불이과														
<i>Luciola</i> (<i>Luciola</i>) <i>lateralis</i> 애반딧불이	◎													반
Order Diptera 파리목														
Family Limoniidae 애기각다귀과														
<i>Antocha</i> KU _a 명주각다귀 KU _a	◎		8	8					8					z

Appendix 1. Continued

학명, 국명	문 현	1 st						2 nd						비고
		St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	
<i>Hexatoma</i> KUa 검정날개각다귀 KUa								4						
Family Tipulidae 각다귀과														
<i>Tipula latemarginata latemarginata</i> 애아이노각다귀	◎													
<i>Tipula</i> KUa 각다귀 KUa	◎		4						8					
<i>Tipula</i> KUo 각다귀 KUo	◎													
Family Dixidae 별모기과														
<i>Dixidae</i> sp. 별모기류	◎													
Family Simuliidae 먹파리과														
<i>Simulium</i> sp. 먹파리류	◎		8	4	4	8			8	8	8	19	19	
Family Ceratopogonidae 등예모기과														
<i>Ceratopogonidae</i> sp. 등예모기류	◎													
Family Chironomidae 깔따구과														
<i>Chironomidae</i> sp. B 깔따구류 B						8	8							
<i>Chironomidae</i> sp. C 깔따구류 C				8		4								
<i>Chironomidae</i> sp. 깔따구류	◎	8	23		8	23	15	19	12	15	8	12	8	
<i>Tanypodinae</i> sp. 늪깔따구류				23	8									
Family Athericidae 개울등예과														
<i>Suragina</i> KUb 긴개울등예 KUb	◎													
Family Dolichopodidae 장다리파리과														
<i>Dolichopodidae</i> sp. 장다리파리류	◎													
Family Tabanidae 등예과														
<i>Tabanus</i> sp. 등예류(X)	◎													
Family Ephydriidae 물가파리과														
<i>Ephydriidae</i> sp. 물가파리류	◎													
Order Trichoptera 날도래목														
Family Rhyacophilidae 물날도래과														
<i>Rhyacophila brevicephala</i> 넓은머리물날도래								4						
<i>Rhyacophila</i> KUa 물날도래 KUa	◎													
<i>Rhyacophila lata</i> 올챙이물날도래	◎	12	8	15	12	15	19	4	12		15	12		
<i>Rhyacophila retracta</i> 용수물날도래									4					
<i>Rhyacophila yamanakensis</i> 곤봉물날도래	◎			4							4			특
Family Hydroptilidae 애날도래과														
<i>Hydroptila</i> KUa 애날도래 KUa	◎													
Family Hydrobiosidae 긴발톱물날도래과														
<i>Apsilochorema sutshanum</i> 긴발톱물날도래									4					
Family Glossosomatidae 광택날도래과														
<i>Agapetus</i> KUa 큰광택날도래 KUa	◎													반
<i>Glossosoma</i> KUa 광택날도래 KUa	◎									23	26			
Family Philopotamidae 입술날도래과														
<i>Wormaldia</i> KUa 입술날도래 KUa	◎					4			4	4		8		
Family Hydropsychidae 줄날도래과														
<i>Cheumatopsyche brevilineata</i> 꼬마줄날도래	◎						4		8		141			

Appendix 1. Continued

학명, 국명	문 현	1 st						2 nd						비고
		St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	
<i>Cheumatopsyche</i> KUa 꼬마줄날도래 KUa	◎													
<i>Diplectrona kibuneana</i> 산골줄날도래								4						
<i>Hydropsyche kozhantschikovi</i> 줄날도래	◎		15	67	23	34	15		19	71	60	30	82	
<i>Hydropsyche orientalis</i> 동양줄날도래	◎							49	123	15		115	23	
<i>Hydropsyche valvata</i> 흰점줄날도래	◎													
Family Limnephilidae 우묵날도래과														
<i>Nothopsyche</i> KUa 갈색우묵날도래 KUa	◎													반
Family Goeridae 가시날도래과														
<i>Goera japonica</i> 일본가시날도래	◎													
<i>Goera parvula</i> 그물가시날도래						4								
Family Apataniidae 애우묵날도래과														
<i>Apatania</i> KUa 애우묵날도래 KUa	◎													반
Family Lepidostomatidae 네모집날도래과														
<i>Lepidostoma</i> KUa 네모집날도래 KUa	◎													
<i>Lepidostoma</i> KUb 네모집날도래 KUb	◎										4			
Family Leptoceridae 나비날도래과														
<i>Ceraclea</i> KUa 나비날도래 KUa	◎													반
<i>Ceraclea</i> KUc 나비날도래 KUc	◎													반
<i>Mystacides</i> KUa 청나비날도래 KUa	◎													반
<i>Oecetis</i> sp. 무늬나비날도래류	◎													
총 58 종		7	16	13	18	23	14	19	23	17	20	19	13	
총 4,440 개체		222	197	262	312	347	211	550	437	352	757	431	362	

* 문현 : 공동수, 송재하, 정봉준. (2021). 광덕산 일대 저서성 대형무척추동물상. 한국자연보존연구지. 20, 1-18.

* 반 : 국외반출승인대상종, 고 : 한국고유종, 특 : 특이분포종.

Appendix 2. The species of benthic macroinvertebrates appeared at the Mt. Gwangdeok



Diplectrona kibuneana
산골줄날도래



Amphinemura coreana
총채민강도래



Sieboldius albardae
어리장수잠자리



Lamelligomphus ringens
노란촉범잠자리



Hydropsyche kozhantschikovi
줄날도래



Gammarus sp.
옆새우류



Rhyacophila brevicephala
넓은머리물날도래



Drunella aculea
빨하루살이



Baetis silvaticus
감초하루살이



Semisulcospira libertina
다슬기



Baetiella tuberculata
에호랑하루살이



Epeorus pellucidus
부채하루살이