

광덕산 일대 저서성 대형무척추동물상

공동수 · 송재하 · 정봉준

경기대학교 생명과학과

Benthic Macroinvertebrates Fauna of Mt. Gwangdeok in Korea

KONG, Dongsoo · Jea Ha SONG · Bong Jun JUNG

Department of Life Science, Kyonggi University

ABSTRACT

Benthic macroinvertebrates fauna was investigated at Mt. Gwangdeok, Cheonan, Korea, from June to October, 2021. 6 sites located around Mt. Gwangdeok were selected for quantitative sampling (D-frame net: 30×30 cm, mesh size: 1 mm) of benthic macroinvertebrates. As a result, total 91 species, 52 families, 16 orders, six classes in four phyla occurred. Insecta was 78 species composed of 24 species in Ephemeroptera, seven species in Odonata, six species in Plecoptera, one species in Megaloptera, seven species in Coleoptera, 12 species in Diptera and 21 species in Trichoptera. Non-insecta was 13 species composed of one species in Platyhelminthes, seven species in Mollusca, three species in Annelida, one species in Malacostraca and one species in Collembola. The dominant species and the subdominant species based on individual abundance were *Ecdyonurus kibunensis* and Chironomidae sp. with 17.0% and 15.5% 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 0.43~0.55, 3.16~3.56, 3.72~5.27, 0.67~0.75, 86.5~129.5 and 3.80~4.03 respectively. Xenosaprobic and cold species *Baetis silvaticus*, *Drunella aculea*, *Sweltsa nikkoensis*, and *Pteronarcys sachalina* occurred, and a rare species *Luciola lateralis* appeared downstream.

Key words : Benthic macroinvertebrates, *Luciola lateralis*, Mt. Gwangdeok

서 론

광덕산(699.3 m)은 충청남도 아산시 송악면과 천안시 동남구 광덕면의 경계에 위치해 있다. 광덕산 내 주요 하천으로서 본 조사의 대상지인 풍서천은 광덕산에서 발원하여 북동쪽으로 흘러 곡교천에 합류한다. 광덕산은 도심 속의 일반적인 산들과 비교하여 식생이 잘 보전되어 있고 식물구계학적으로 보전 및 연구가치가 큰 것으로 평가되고 있다(전 등, 2021). 또한 애반딧불이, 운문산반딧불이, 늦

반딧불이를 포함한 다양한 생물들이 서식하여 동·식물상이 우수한 생태계변화관찰지역(금강유역환경청, 2009)으로 선정되었다. 곡교천 상류의 다른 지역과 더불어 풍서천 일대는 1935년부터 남관 취수장의 수원지로 이용되어 왔으며, 1985년에는 풍세면 남관리(남관 취수장) 및 인근 지역이 상수원 보호구역으로 선정되었다. 천안시에서는 다슬기를 섭식하는 반딧불이의 개체수 유지를 위해 풍서천에서 다슬기 방류행사를 진행하기도 하였다(천안시, 2006). 또한 천안시에서는 2011년부터 2016년까지 ‘풍서천 고향의 강 조성사업’(천안시 공고, 제2012-227호)을 진행하였으며, 2단계 사업으로 2017년부터 2022년까지 ‘풍서천 하천 정비사업’(천안시 공고, 제2019-2146호)을 진행 중이다.

광덕산이 비교적 도심에 가까이 위치해 있고 자연환경이 우수한 만큼 많은 휴양객들이 방문하고 있다. 여러 문화재를 보존하고 있는 광덕사와 등산로가 잘 정비되어 있는 강당골, 잣나무 군락지, 장군바위 등을 중심으로 다양한 펜션 및 야영장이 들어 서 있다. 높은 생물다양성을 지니고 있는 광덕산과 풍서천의 가치를 평가함은 물론 여러 교란요인에 의한 변화를 파악하여 보전 및 복원 방안을 마련하기 위해서는 주기적인 모니터링이 필수적이다.

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)에서 일부 조사된 바 있다. 그러나 해당 조사의 대부분은 풍서천의 하류 지점에서 수행된 것으로서 상류 지점의 조사 자료는 부족한 상황이다. 따라서 본 연구의 목적은 풍서천 상류와 일부 지류의 저서성 대형무척추동물 군집을 조사하고 그 다양성과 건강성을 평가하는 것이다. 본 연구의 결과는 향후 광덕산 담수생태계의 변화를 파악하고 보전방안을 수립하는데 기초 자료로 활용될 것으로 기대된다.

조사 방법

1. 조사기간

2021년 6월 3일(1차 조사)과 10월 25일(2차 조사)을 전후로 조사하였다.

2. 조사지점

풍서천 상류의 본류 4개 지점과 지류 2개 지점을 포함하여 총 6개 지점을 조사하였다(Fig. 1). 각 지점에 대한 정보는 Table 1과 같다.

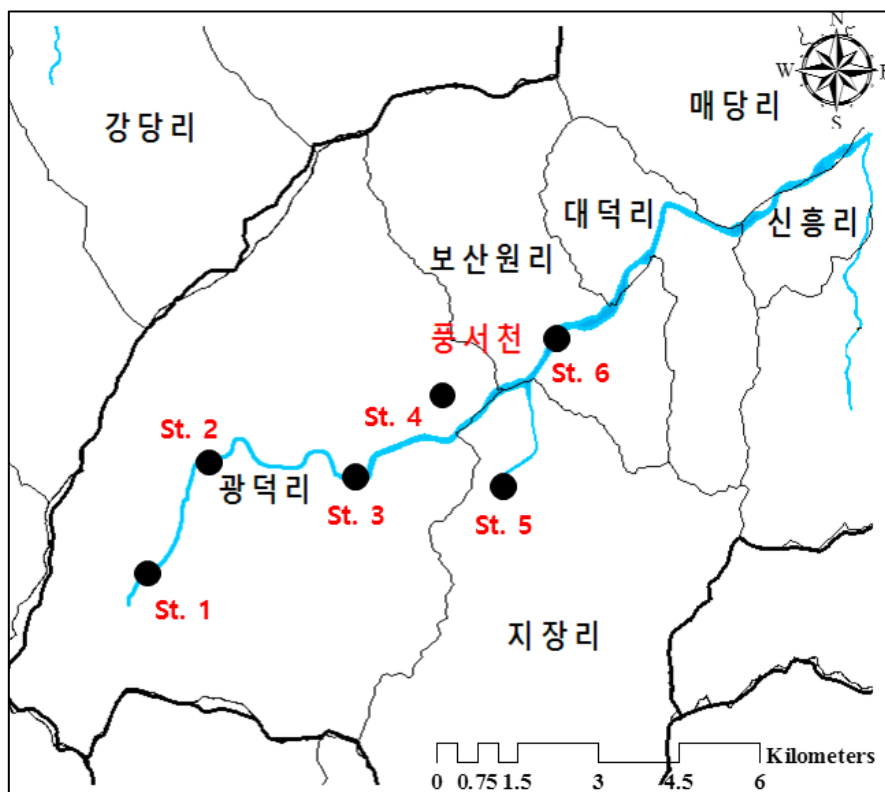


Fig. 1. A map showing the 6 sampling sites at Mt. Gwangdeok, Cheonan, Korea.

Table 1. Detailed information of the 6 sampling sites at Mt. Gwangdeok, Cheonan, Korea

Site	지점명	위도	경도	주소
· St. 1	갈재교	N:36°66'52.72"	E:127°02'28.15"	충청남도 천안시 동남구 광덕면 광덕리 221-53
· St. 2	태화교	N:36°67'33.92"	E:127°03'03.67"	충청남도 천안시 동남구 광덕면 광덕리 710-3
· St. 3	광덕교	N:36°67'19.05"	E:127°05'18.16"	충청남도 천안시 동남구 광덕면 광덕리 425-3
· St. 4	풍서천지류	N:36°68'11.67"	E:127°06'45.75"	충청남도 천안시 동남구 광덕면 광덕리 77-2
· St. 5	지장천	N:36°67'29.70"	E:127°07'19.80"	충청남도 천안시 동남구 광덕면 광덕리 401-19
· St. 6	보산원교	N:36°68'70.25"	E:127°07'90.25"	충청남도 천안시 동남구 광덕면 보산원리 185

3. 조사방법

각 지점별로 여울, 흐름, 소, 수변식생으로 조사 정점을 구분하고, D-frame net (30×30 cm, mesh 0.5 mm)을 사용하여 정점별 1회씩 총 4개의 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 서곤충류를 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.

1) 우점도지수(Dominance Index: DI)

McNaughton(1967)에 따라 전체 개체수에 대한 제 1우점종과 제 2우점종의 개체수 비로 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 & Gheraldi(1964)가 변형한 공식에 따라 산출하였다.

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

N_i : i 번째 종의 개체수

P_i : i 번째 종의 개체수 비율

3) 풍부도지수(Species Richness index: R)

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

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

S : 총 종수

N : 총 개체수

4) 균등도지수(Evenness Index: J)

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

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

H' = Shannon-Weaver 지수

S : 총 종수

5) 저서성 대형무척추동물 생태점수

- (1) 저서성 대형무척추동물 총생태점수(Total Ecological Score of Benthic Macroinvertebrate Community, TESB)

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

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

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).

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

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)에 따라 TESB와 AESB를 복합적으로 적용하여 평가하였다.

Table 2. Classification scheme of the revised ESB and the recommendation of area control according to the environmental status and the water quality 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.

결과 및 고찰

1. 조사지점의 환경상태 개황

풍서천의 조사지점 중 최상류에 해당하는 갈재교지점(St.1)의 양안에는 각각 도로와 농경지가 있었다(Fig. 2). 1차 조사 시 농경지 인근에서 공사가 진행 중이었다. St. 1은 전체 조사지점 중 수온이 가장 낮았고, 하상은 주로 조립질이었다(Table 3).

태화교지점(St. 2)의 좌안에는 도로가 위치하고, 우안에는 펜션이 들어 서 있어 휴양객들이 하천에 빈번히 출입할 것으로 예상되었다. St. 2는 수심이 비교적 얇고, 수온은 낮았다.

광덕교지점(St. 3)의 양안에는 농경지가 조성되어 있고 캠핑장과 휴게소 및 편의시설이 인근에 밀집해 있었다. St. 3은 비교적 수심이 얇고 유속이 빨랐다.

광덕산 동쪽에 위치한 풍서천지류지점(St. 4)의 좌안에는 도로가, 우안에는 민가들이 있었다. 수심이 얇고 수온은 상대적으로 높았으며 하상은 주로 세립질이었다.

지류인 지장천(St. 5) 역시 좌안에는 도로가, 우안에는 민가들이 있었다. 조사지점 중 수온이 가장 높았고 수심은 대체로 깊었으며, 하상은 대체로 조립질이었다.

조사지점 중 최하류에 해당하는 보산원교지점(St. 6)의 좌안에는 상가와 음식점이 있었다. 다른 지점과 비교하여 수피도가 열고 수심이 가장 깊었다. 하상은 주로 조립질이었다. 조사지점 중 접근성이 가장 용이한 곳이어서 조사 시에 많은 휴양객들이 여가활동을 하고 있었다.

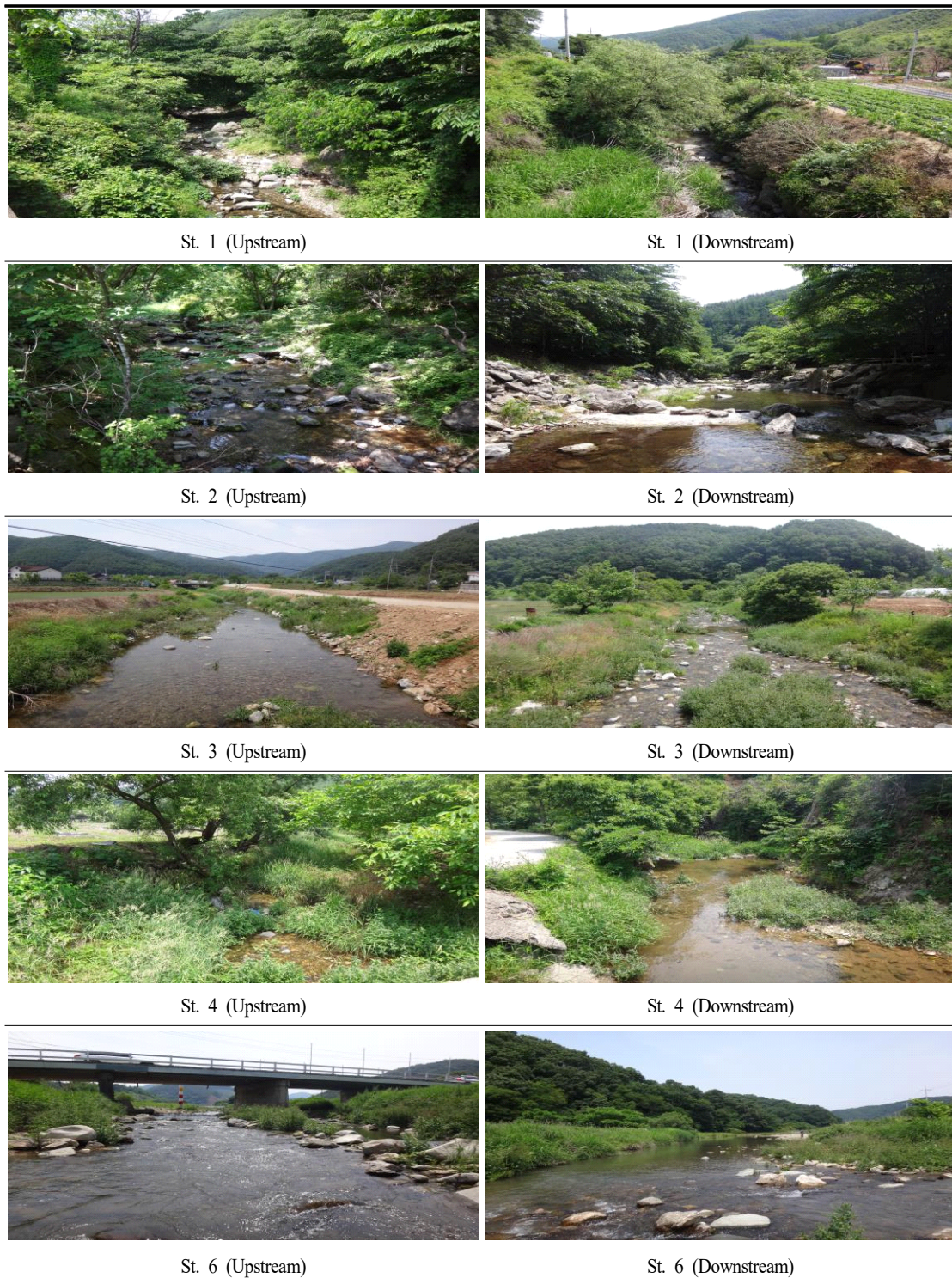


Fig. 2. Upstream and downstream photographs of 6 sites at Mt. Gwangdeok.

Table 3. Physical environment parameters at the sampling sites (mean±standard deviation)

Site	Substrate(%) [*]					Water velocity (cm/sec)	Water depth (cm)	Water temperature (°C)	Altitude (m)
	B	C	P	G	S				
St. 1	16	31	29	14	11	32.3±7.9	24.1±13.5	13.0±2.6	267
St. 2	16	30	23	16	16	39.1±2.1	15.2±5.4	15.0±2.8	202
St. 3	21	32	25	6	16	55.1±1.4	15.0±5.7	16.7±1.9	119
St. 4	0	18	24	23	35	40.3±12.7	15.2±4.0	17.7±3.3	113
St. 5	9	35	28	6	22	42.2±16.9	21.3±4.5	18.6±5.8	111
St. 6	16	36	33	6	9	52.1±6.3	28.6±5.7	18.0±4.8	82

^{*} B: Boulder (>256mm), C: Cobble (64~256mm), P: Pebble (16~64mm), G: Gravel (2~16mm), S: Sand and silt(≤ 2mm).

2. 저서성 대형무척추동물 출현목록

풍서천에서 본 조사의 정량 채집을 통하여 출현한 저서성 대형무척추동물은 총 4문, 6강, 16목, 52과, 91종이었다. 곤충류는 하루살이목 24종, 잠자리목 7종, 강도래목 6종, 뱀잠자리목 1종, 딱정벌레목 7종, 파리목 12종, 날도래목 21종으로 총 78종이 출현하였으며, 비곤충류는 편형동물문 1종, 연체동물문 7종, 환형동물문 3종, 연갑강 1종, 톱토기강 1종으로 총 13종이 출현하였다(Appendix 1, Appendix 2). 모든 조사지점에서 다슬기(*Semisulcospira libertina*), 실지렁이(*Limnodrilus gotoi*), 개똥하루살이(*Baetis fuscatus*), 두점하루살이(*Ecdyonurus kibunensis*), 네점하루살이(*Ecdyonurus levis*), 부채하루살이(*Epeorus pellucidus*), 무늬하루살이(*Ephemera strigata*), 민하루살이(*Cincticostella levanidovae*), 등줄하루살이(*Teloganopsis punctisetae*), 먹파리류(*Simulium* sp.), 깔다구류(*Chironomidae* sp.), 올챙이물날도래(*Rhyacophila lata*), 꼬마줄날도래(*Cheumatopsyche brevilleata*), 동양줄날도래(*Hydropsyche orientalis*)가 출현하였다.

3. 우점종 및 특이종

광덕산 조사지점 전체에서 깔따구류 sp.를 제외한 우점종과 아우점종은 두점하루살이(*Ecdyonurus kibunensis*, 17.0%)와 개똥하루살이(*Baetis fuscatus*, 11.2%)로 나타났다. 지점별로 1차 조사에서 두점하루살이(St. 1, St. 4, St. 5), 깔따구류 sp.(St. 2), 먹파리류 sp.(St. 3), 개똥하루살이(St. 6) 등이 각각 우점종으로 출현하였다. 2차 조사에서는 깔다구류 sp.(St. 1, St. 4), 민하루살이(St. 2, St. 5, St. 6), 개똥하루살이(St. 3)가 우점종으로 출현하였다(Table 4).

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

Site	Dominance	1 st dominant species (%)		2 nd dominant species (%)	
St. 1		<i>Ecdyonurus kibunensis</i>	36	Chironomidae sp.	23
St. 2		Chironomidae sp.	37	<i>Cincticostella levanidovae</i>	18
St. 3		<i>Simulium</i> sp.	22	<i>Baetis fuscatus</i>	36
St. 4		<i>Ecdyonurus kibunensis</i>	34	Chironomidae sp.	47
St. 5		<i>Ecdyonurus kibunensis</i>	35	<i>Cincticostella levanidovae</i>	38
St. 6		<i>Baetis fuscatus</i>	27	<i>Cincticostella levanidovae</i>	33
Total		<i>Ecdyonurus kibunensis</i>	26	<i>Cincticostella levanidovae</i>	25

본 조사의 최상류 지점인 갈재교 지점의 고도는 267m로 고지대라고 할 수 없다. 그럼에도 감초하루살이(*Baetis silvaticus*), 빨하루살이(*Drunella aculea*), 녹색강도래(*Sweltsa nikkoensis*), 큰그물강도래(*Pteronarcys sachalina*) 등 청정수역의 냉수성 종들이 일부 출현하였는데 이는 조사지역이 전반적으로 인위적인 교란이 적고 수피도가 높은데 따른 것으로 보인다(Appendix 3).

1994년 자연생태계 지역정밀조사(환경처, 1994)에서 광덕산 및 풍서천 상류에서 애반딧불이 200여 개체의 집단 서식이 처음으로 밝혀져 1997년 풍서천 유역을 천연기념물 보호구역으로 지정하려는 시도가 있었다. 지난 2017년에는 천안시지속가능발전협의회에서 광덕산 일원에서 애반딧불이, 운문산 반딧불이, 늦반딧불이를 확인한 바 있다. 본 조사에서는 보산원교지점(St. 6)에서 애반딧불이 유충 1 개체가 출현하였다. 그간에 풍서천 반딧불이는 주로 상류지역에서 기록되어 왔으므로 본 조사에서 출현한 유충이 하류지역에 서식하는 것인지 상류로부터 유하(drift)된 것인지를 포함하여 그 서식 실태를 세부적으로 파악하기 위해서는 이 종의 생활사에 맞추어 다양한 시기에 조사가 이루어져야 할 것이다.

4. 군집지수 및 생태성 평가

조사지점 중 St. 1은 균등도와 저서성 대형무척추동물 평균 생태점수(AESB)가 가장 높았으며, 종풍부도와 저서성 대형무척추동물 총 생태점수(TESB)가 가장 낮았다(Table 5, 6). St. 2는 종다양도와 균등도가 가장 낮았다. St. 3은 종다양도가 가장 높았으며, AESB가 가장 낮았다. St. 5는 균등도가 가장 낮았고 우점도는 가장 높았다. St. 6은 종풍부도와 TESB가 가장 높았고 우점도는 가장 낮았다. 광덕산 일대의 TESB는 86.5~129.5로 대부분의 지점이 A등급으로 평가되었고, AESB는 3.80~4.03으로 모든 지점이 A등급으로 평가되었으며, 복합 ESB 또한 대부분의 지점이 A등급으로서 우선적으로 보호가 필요한 지역으로 평가된다.

Table 5. Average of biotic indices at the sampling sites (mean±standard deviation)

Biotic index \ Site	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6
Dominance index (DI)	0.46±0.02	0.53±0.28	0.46±0.17	0.51±0.11	0.55±0.08	0.43±0.01
Species diversity index (H')	3.29±0.21	3.16±0.79	3.56±0.49	3.20±0.64	3.29±0.34	3.55±0.00
Species richness index (R)	3.72±0.65	4.40±0.31	4.80±0.54	4.25±1.69	5.04±0.48	5.27±0.14
Evenness index (J)	0.75±0.01	0.67±0.18	0.72±0.05	0.71±0.06	0.67±0.07	0.70±0.01

Table 6. Average of TESB, AESB and revised ESB at the sampling sites (mean±standard deviation)

Biotic index \ Site	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6
TESB 생물등급 판정	86.5±19.09	105.5±6.36	115±16.97	91.0±39.6	116.5±7.78	129.5±12.02
(A - D)	B	A	A	B	A	A
AESB 생물등급 판정	4.03±0.04	3.98±0.08	3.80±0.24	3.90±0.28	3.91±0.22	3.80±0.04
(A - D)	A	A	A	A	A	A
복합ESB 생물등급 판정	B	A	A	B	A	A
(A - D)						

5. 시사점

광덕산 풍서천의 6개 지점에 대한 봄, 가을 조사에서 총 4문 6강 16목 52과 91종의 저서성 대형무척추동물이 출현하였으며, 조사 규모에 비추어 볼 때 종 다양성이 매우 높은 것으로 평가된다. 또한 상류부터 하류에 이르기까지 생태성이 높아 우선적으로 보호가 필요한 지역에 해당된다.

본 조사지역은 비교적 저지대임에도 감초하루살이(*Baetis silvaticus*), 뿔하루살이(*Drunella aculea*), 녹색강도래(*Sweltsa nikkoensis*), 큰그물강도래(*Pteronarcys sachalina*) 등 청정수역의 냉수성 종들이 출현하였는데, 이는 조사지역이 전반적으로 인위적인 교란이 적고 수피도가 높는데 따른 것으로 보인다.

반딧불이 서식처로 알려져 있는 본 조사지역의 풍서천 하류(보산원교)에서 봄철에 애반딧불이(*Luciola lateralis*) 유충 1개체가 확인되었으나, 그 서식 실태를 세부적으로 파악하기 위해서는 이 종의 생활사에 맞추어 다양한 시기에 조사가 이루어져야 할 것이다.

이러한 결과에 비추어 볼 때 광덕산의 수중 생태계는 아직 교란을 심하게 받지 않은 자연상태를 유지하고 있어 보존되어야 하며, 반딧불이의 먹이가 되는 다슬기 채취를 제한하고 농경지 및 상업시설과 수변 위락시설의 과도한 유입을 억제하는 시책이 필요할 것으로 판단된다.

인용문헌

- 공동수, 박영민, 전용락. 2018. 한국의 저서성 대형무척추동물 생태집수 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.
- 김동호, 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.
- 원두희, 권순직, 전영철. 2005. 한국의 수서곤충. (주)생태조사단.
- 윤일병. 1988. 한국동식물도감. 제30권. 동물편(수서곤충류). 문교부.
- 윤일병. 1995. 수서곤충검색도설. 정행사. 서울.
- 전지현, 조명숙, 윤선아, 길희영, 김선희, 권율, 서희승, 아리옹수헤르테이, 김승철. 2021. 광덕산(천안 · 아산시) 관속식물상의 다양성: 생태학적, 보존학적 중요성. 한국식물분류학회, pp 49-99.
- 천안시청. 공고. 제2012-227호.
- 천안시청. 공고. 제2019-2146호.
- 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). 북릉관. p 679.
- 岡田要. 1965b. 신일본동물도감(중). 북릉관. p 803.
- 岡田要. 1965c. 신일본동물도감(하). 북릉관. 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.
- 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.
- Williams, 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 2021년 6월과 10월에 걸쳐 2회 조사하였다. 조사지점은 풍서천 본류 4개 지점과 지류 2개 지점을 포함하여 총 6개 지점이었다. D-frame net(30×30cm, 망목 1mm)를 이용해 저서성 대형무척추동물을 정량 채집한 결과, 총 4문, 6강, 16목, 52과, 91종이 출현하였다. 곤충류는 하루살이목 24종, 잠자리목 7종, 강도래목 6종, 뱀잠자리목 1종, 딱정벌레목 7종, 파리목 12종, 날도래목 21종으로 총 78종이 출현하였으며, 비곤충류는 편형동물문 1종, 연체동물문 7종, 환형동물문 3종, 연갑강 1종, 톱토기강 1종으로 총 13종이 출현하였다. 우점종과 아우점종은 두점하루살이(17.0%)와 갈따구류 sp.(15.5%)였다. 조사지점의 우점도는 0.43~0.55, 다양도 3.16~3.56, 풍부도 3.72~5.27, 균등도 0.67~0.75, 저서성 대형무척추동물 총 생태점수는 86.5~129.5, 저서성 대형무척추동물 평균생태점수는 3.80~4.03의 범위를 보였다. 감초하루살이(*Baetis silvaticus*), 뿔하루살이(*Drunella aculea*), 녹색강도래(*Sweltsa nikkoensis*), 큰그물강도래(*Pteronarcys sachalina*) 등 청정수역의 냉수성 종들이 출현하였으며, 풍서천 하류(보산원교)에서 봄철에 애반딧불이 유충 1개체가 확인되었다.

검색어 : 광덕산, 저서성 대형무척추동물

Appendix 1. Abundance (Ind./0.36m²) of benthic macroinvertebrates at the sampling sites

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
Phylum Platyhelminthes													
<i>Dugesia</i> sp.			2	4		7	2		2	15	5		3
Phylum Mollusca													
<i>Cipangopaludina chinensis malleata</i>													1
<i>Semisulcospira coreana</i>													1
<i>Semisulcospira forticosta</i>					10	7							
<i>Semisulcospira gottschei</i>				10			3	1					1
<i>Semisulcospira libertina</i>		8	23	4			2	1	2	3	1	3	1
<i>Radix auricularia</i>							1						
<i>Physa acuta</i>				3		7							
Phylum Annelida													
<i>Eisenia</i> sp.			1			2						1	1
<i>Limnodrilus gotoi</i>		5	8	4		18	2	1		6	4		
<i>Alboglossiphonia heteroclita</i>				1									1
Phylum Arthropoda													
<i>Gammarus</i> sp.								1				1	
<i>Collembola</i> sp.						1					1		
<i>Acentrella sibirica</i>										1			
<i>Baetiella tuberculata</i>		4	3	6			7	3	8	1		3	36
<i>Baetis fuscatus</i>			40	68	16	35	130	4	11	102	13	14	75
<i>Baetis silvaticus</i>		4						29	2				
<i>Baetis ursinus</i>				14	2	13	3			9		3	5
<i>Labiobaetis atrebatinus</i>			6	1	3	5	5		3		3		9
<i>Nigrobaetis bacillus</i>				1			1			1			1
<i>Procloeon pennulatum</i>				13			1						
<i>Ecdyonurus bajkovae</i>												2	
<i>Ecdyonurus dracon</i>		30		23			8	3					
<i>Ecdyonurus joernensis</i>													1
<i>Ecdyonurus kibunensis</i>		113	227	83	58	168	78	3	24	15			
<i>Ecdyonurus levis</i>		2	1	8	6	1	15		2	5		10	43
<i>Epeorus nipponicus</i>		12	1										
<i>Epeorus pellucidus</i>		9	3	61	8	3	29		4	10	1	5	25
<i>Epeorus maculatus</i>										1			
<i>Paraleptophlebia japonica</i>												1	
<i>Ephemera orientalis</i>			4				1				2		3
<i>Ephemera strigata</i>			2		3			11	2	14	7	11	13
<i>Cincticostella levanidovae</i>								11	33	64	22	83	221
<i>Drunella aculea</i>									2	2		5	3
<i>Serratella setigera</i>					1								

Appendix 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
Phylum Arthropoda													
<i>Teloganopsis punctisetae</i>		19	1	9	2	1	9		1	3		1	13
<i>Caenis</i> sp.				3		5	42						1
<i>Atrocalopteryx atrata</i>					1								
<i>Calopteryx japonica</i>												1	7
<i>Davidius lunatus</i>		1	1		1					1			
<i>Ophiogomphus obscurus</i>							1						
<i>Sieboldius albardae</i>			1			1		1					
<i>Anotogaster sieboldii</i>						1							
<i>Sympetrum vulgatum</i>				1									
<i>Nemoura</i> KUb		8	13		1	2							
<i>Paracapnia recta</i>											2		
<i>Pteronarcys sachalina</i>								2		1			
<i>Stavsolus</i> KUa													1
<i>Oyamia nigribasis</i>								1					
<i>Sweltsa nikkoensis</i>									1				
<i>Parachauliodes asahinai</i>		1		1	1							1	
<i>Nebrioporus</i> sp.							1						
<i>Stenelmis</i> sp.							1						
<i>Eubrianax ramicornis</i>												6	
<i>Mataeopsephus japonicus</i>												1	
<i>Malacopsephenoides japonicus</i>					1								
<i>Galerucella (Galerucella)</i> KUa						1							
<i>Luciola (Luciola) lateralis</i>							1						
<i>Antocha</i> KUa			6	11	2	9	11		2			1	2
<i>Tipula (Yamatotipula) latemarginata</i>		6							2				
<i>Tipula</i> KUa		14				3			4	1		1	
<i>Tipula</i> KUo			1										
Dixidae sp.											1		1
<i>Simulium</i> sp.		33	18	154	1	17	1	24	25	5	22		58
Ceratopogonidae sp.			1	3	4	2							
Chironomidae sp.		14	236	83	13	124	42	42	28	10	88	10	12
<i>Suragina</i> KUb			1										
Dolichopodidae sp.		2											
<i>Tabanus</i> sp.											2		
Ephydridae sp.				1									
<i>Rhyacophila</i> KUa												1	2
<i>Rhyacophila lata</i>		1	4	4	10	1	3	3	1	2			

Appendix 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
Phylum Arthropoda													
<i>Rhyacophila yamanakensis</i>													2
<i>Hydroptila</i> KUa		1				2							
<i>Agapetus</i> KUa					1								
<i>Glossosoma</i> KUa		12	5	20	2	1			1				
<i>Wormaldia</i> KUa			8	48	9		5		2			5	3
<i>Cheumatopsyche brevilineata</i>		2		3	1		3		10	9	10	24	51
<i>Cheumatopsyche</i> KUa				10		1	16					1	
<i>Hydropsyche kozhantschikovi</i>				19	8	1	58			2		6	56
<i>Hydropsyche orientalis</i>		2		5	2		1	39	7	1		11	13
<i>Hydropsyche valvata</i>													3
<i>Nothopsyche</i> KUa					1								
<i>Goera japonica</i>												2	
<i>Apatania</i> KUa		7											
<i>Lepidostoma</i> KUa				25			5					1	4
<i>Lepidostoma</i> KUb		1	12	5	1	37		3	3		4		
<i>Ceraclea</i> KUa							1						7
<i>Ceraclea</i> KUc				1								3	
<i>Mystacides</i> KUa					1				1				
<i>Oecetis</i> sp.			5			2							
총 91 종		25	28	35	29	30	33	18	25	26	17	30	36
총 4527 개체		311	634	710	170	478	489	182	181	286	188	218	680

• Collected by qualitative sampling.

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



Semisulcospira coreana



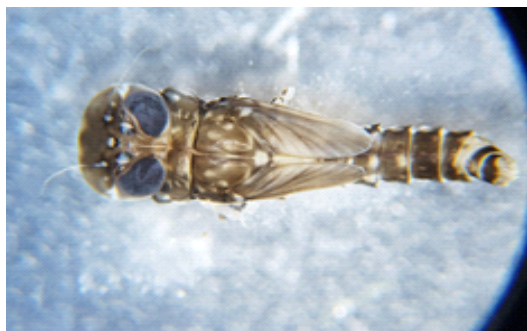
Semisulcospira forticosta



Semisulcospira libertina



Baetis fuscatus



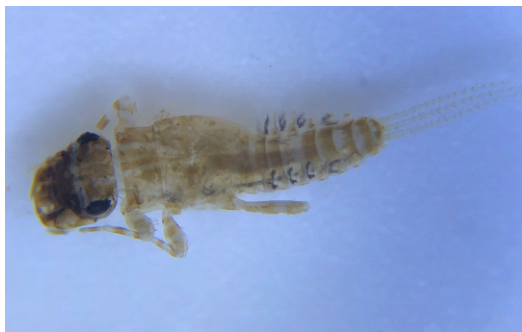
Ecdyonurus kibunensis



Ecdyonurus levis



Cincticostella levanidovae



Teloganopsis punctisetae

Appendix 2. Continued



Simulium sp.



Chironomidae sp.



Rhyacophila lata



Cheumatopsyche brevilineata

Appendix 3. The specific species of benthic macroinvertebrates appeared at Mt. Gwangdeok*Baetis silvaticus**Drunella aculea**Sweltsa nikkoensis**Pteronarcys sachalina**Luciola (Luciola) lateralis*