

대둔산 도립공원 일대의 저서동물 군집과 생물학적 수질평가

배경석 · 김교봉 · 유승성 · 원두희* · 유병태 · 신재영
서울특별시 보건환경연구원 · 고려대학교 생물학과*

Biological Water Quality Evaluation and Benthic Macroinvertebrate Community at Creeks and Streams in Provincial Park of Mt. Daedun and Its Nearby Region

Kyung Seok Bae · Gyeo Bung Kim · Seung Seong Yoo
Doo Hee Won* · Byung Tae Yoo · Jae Young Shin
Seoul Metropolitan Gov.
*Inst. of Health & Environment, Dept. of Biol., Korea University**

Abstract

The present study was performed to examine the community structure of benthic macroinvertebrates in the provincial park of Mt. Daedun and its nearby region. Sampling was conducted two times in May · June and October · November, 2000. Main two areas are Mt. Anpyong (470.0m) and Mt. Daedun (877.0m) area. Total taxa of benthic macroinvertebrates were 111 species, 47 families, 15 orders, 6 classes in 4 phyla. Aquatic insects were composed of 29 species in ephemeroptera, 10 species in odonata, 7 species in plecoptera, 2 species in hemiptera, 2 species in megaloptera, 23 species trichoptera, 6 species in coleoptera and 17 species in diptera. Other non-insects were composed of 1 species in platyhelminthes, 8 species in gastropoda, 2 species in oligochaeta, 3 species in hirudinea and 1 species in crustacea. Ephemeroptera, trichoptera and plecoptera as indicators in clean water were very abundantly. Occurrence species at each survey area was 77 species at Mt. Anpyong area and 89 species at Mt. Daedun area, respectively. Mean values of species diversity indices were 3.04 and 2.69, respectively. According to the saprobic system based on the species diversity indices of benthic macroinvertebrates, Mt. Anpyong region are determined as polysaprobic area or β -mesosaprobic area and Mt. Daedun region are determined as polysaprobic area, β -mesosaprobic area or α -mesosaprobic area.

I. 서론

하천의 저서성 대형무척추동물은 편형동물, 환형동물, 갑각류, 수서곤충 및 패류가 포함되는 큰 분

류군이다. 이들은 하천생물 중에서 가장 다양하고 풍부한 무리일 뿐만 아니라, 영양단계의 저차소비자(1차 또는 2차 소비자가 대부분)의 역할을 하기 때문에 하천생태계의 구성원으로서 중요하다.¹⁻³⁾

이들은 또한 하천생태계의 다양한 환경요인과 서식처에 따라 적응방식이 다양하고, 수질환경에 대하여 민감하게 반응하는 종이 많으므로 순수생태학적 연구 뿐만 아니라, 지표종으로 이용되는 등 응용연구에 많이 이용되어 왔다.^{4~9)} 담수는 인간생활에 필수적인 자원이다. 우리나라의 경우 대부분의 담수자원을 지표수로부터 얻고 있으며, 천연 호소의 발달이 미흡한 관계로 거의 모든 지표수는 강과 하천으로 되어있다. 우리나라의 하천은 1960년대 이래 산업화와 도시화의 영향으로 이화학적 수질환경이 크게 악화되었고, 생물 서식처가 많이 훼손되었으며 그로 말미암아 하천생태계의 생태학적 기능도 크게 변모되었다.^{10~15)} 국내하천의 저서성 대형무척추동물에 대한 생태학적 연구는 지금까지 주로 특정 하천이나 지역의 생물상 조사나 군집의 구조적 특성을 밝히는 연구가 주종을 이루어 왔고, 군집지수를 이용한 생물학적 수질판정이 어느 정도 이루어지고 있다.^{16,17)} 우리나라의 하천은 1960년대 이래 산업화와 도시화의 영향으로 이화학적 수질환경이 크게 악화되었고, 생물 서식처가 많이 훼손되었다. 특히 인구의 도시 집중으로 우리나라에는 현재 정도의 차이는 있지만 인위적 영향을 받지 않은 하천이 거의 없다고 해도 과언이 아니다. 도시화에 따른 하천생태계의 영향은 그 하천에 서식하는 생물 군집에도 지대한 영향을 끼쳐 왔으며, 그로 말미암아 하천생태계의 생태학적 기능도 크게 변모되었다.^{10,14~16,18,19)}

따라서 본 조사에서는 환경부 제2차 전국자연생태계조사사업의 일환으로 인간의 간섭을 상대적으로 적게 받고 있는 대둔산 도립공원과 그 인근 유역 소하천들의 저서성 대형무척추동물 군집구조 분석 및 생물학적 수질평가를 실시하였다. 이 권역은 충청남도과 전라북도에 걸쳐있는 지역으로 대전광역시, 충남의 논산시와 금산군 및 전북의 완주군을 포괄하고 있는 지역이다. 본 조사를 통하여 아직까지 저서성 대형무척추동물상이 밝혀지지 않은 이 지역의 저서성 대형무척추동물 군집 현황 및 수환경 평가를 할 수 있는 계기가 되었으며, 조사결과는 훼손된 도시하천들에 대한 비교자료와 향후 진행될 전국 자연생태계 조사사업의 중요한 기초자료로 이용될 수 있을 것이다.

II. 재료 및 방법

1. 조사시기

본 연구의 현장조사는 2000년 5월과 6월에 1차 조사를, 10월과 11월에 2차 조사를 실시하였다.

2. 조사지점

본 조사권역은 충청남도의 대둔산 (877.8m), 안평산 (470.0m)을 포함하고 있는 지역으로 (Fig. 1) 이 권역의 대표산인 대둔산은 충남 금산군·논산시와 전북 완주군과의 경계에 위치하며, 현재 도립공원으로 지정되어 일부의 관광사업을 위한 시설을 제외하면 비교적 자연환경이 잘 보전되어 있는 지역이다. 유동천은 대전시내에서 갑천하류로 유입되고 있으며, 이들 하천들은 상류에 대둔산, 하류에 안평산을 사이에 두고 서쪽 유역과 동쪽 유

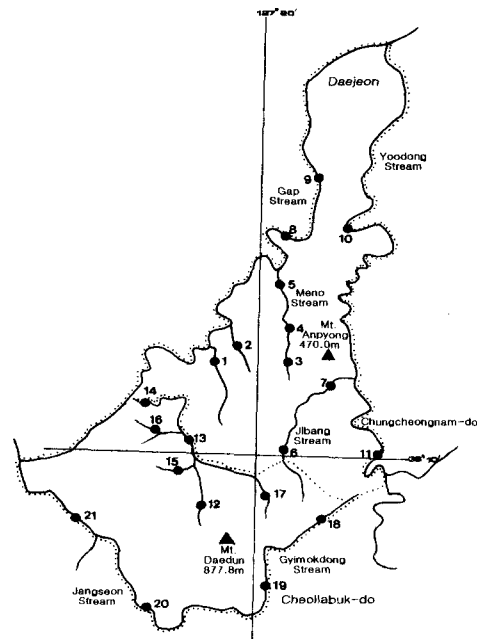


Fig. 1. A map showing the sampling sites of benthic macroinvertebrates in the Provincial Park of Mt. Daedun and its nearby region, Korea (Real line : creek and stream, dot line : division of study area).

역에서 많은 지류를 형성하고 있다. 안평산 권역은 하류의 대전광역시 방향으로 갈수록 수질 등 전반적인 수환경이 상대적으로 나빠지고 있으나 전반적으로 양호하다. 특히 대둔산과 안평산이 만나는 경계지점을 중심으로 흐르는 지천들의 수환경이 대부분 매우 양호한 상태였다.

□ 안평산 지역

- 지점 1 : 충청남도 논산시 벌곡면 어곡리
- 지점 2 : 대전광역시 서구 오동
- 지점 3 : 대전광역시 서구 장안동, 매노천
- 지점 4 : 대전광역시 서구 장안동, 매노천
- 지점 5 : 대전광역시 서구 산직동, 매노천
- 지점 6 : 충청남도 금산군 진산면 지방리, 지방천
- 지점 7 : 충청남도 금산군 진산면 막현리, 지방천
- 지점 8 : 대전광역시 서구 매노동 물안리, 갑천 중류
- 지점 9 : 대전광역시 서구 복수동 가수원교, 갑천 중류
- 지점 10 : 대전광역시 중구 안영동 새뜸 안영교, 유동천 중류
- 지점 11 : 충청남도 금산군 복수면 수영리 수영교 하류

□ 대둔산 지역

- 지점 12 : 충청남도 논산시 벌곡면 수락리 신고운 부락
- 지점 13 : 충청남도 논산시 벌곡면 검천리 검천교 하류
- 지점 14 : 충청남도 논산시 벌곡면 사정리 원두문
- 지점 15 : 충청남도 논산시 벌곡면 덕곡리 영주사 하류
- 지점 16 : 충청남도 논산시 벌곡면 검천리 배터
- 지점 17 : 충청남도 금산군 진산면 행정리 청령골, 지방천
- 지점 18 : 충청남도 금산군 진산군 읍내리 읍내
- 지점 19 : 전라북도 완주군 운주면 산북리 재실, 귀목동천
- 지점 20 : 전라북도 완주군 운주면 장선리 장선교, 장선천

○ 지점 21 : 충청남도 논산시 양촌면 동산리

3. 조사방법

3.1. 채집방법

저서성 대형무척추동물의 채집은 정량채집망인 Surber net (30×30 cm)을 이용하여 각 조사지점의 다양한 미소서식처 (riffle, run, pool)를 구분하여 3회씩 정량채집을 하였다. 채집된 저서성 대형무척추동물은 현장에서 Kahle's solution에 고정하여 운반하였고, 실험실에서 sorting한 후 80% ethanol에 보존하였다.

3.2. 동정

각 분류군 중 수서곤충의 경우는 McCafferty²⁰⁾, Kawai²¹⁾, Merritt & Cummins^{22,23)}, 윤^{24,25)} 등을 참고로 하여 동정하였으며, 곤충류 중 Chironomidae의 경우는 Wiederholm²⁶⁾을 이용하여 외부형태, 특히 체장, 체색, Mouth part 형태, Abdominal tube의 유무, 강모의 형태 등의 특징을 고려하여 임의로 아과 수준에서 동정하였다. 연체동물의 경우는 권²⁷⁾, 권 등²⁸⁾을 참고로 하였고, 새우류는 김²⁹⁾을 이용하였으며, 기타 갑각류 및 환형동물류 등은 岡田要³⁰⁻³²⁾를 이용하여 동정하였다. 동정된 학명의 체계 및 국명은 한국곤충명집³³⁾과 한국동물명집³⁴⁾에 의거하여 작성하였다.

3.3. 군집분석

군집의 분석은 정량으로 채집된 자료를 이용으로 아래의 공식에 의하여 산출된 결과를 이용하였다.

(1) 우점도지수

각 조사지점의 출현 개체수에서 제1우점종과 제2우점종을 선정하였고, 우점도지수는 McNaughton's dominant index (DI)를 이용하여 산출하였다.³⁵⁾

$$DI = (n1+n2) / N$$

n1, n2 : 제1, 제2 우점종
N : 총 개체수현존량

(2) 다양도지수

Margalef의 정보이론에 의하여 유도된 Shannon-Weaver function (H')을 Lloyd & Gheraldi가 변형한 공식을 이용하였다.^{36,37)}

$$H' = - \sum (ni/N) \cdot \log_2 (ni/N)$$

ni : i 종의 개체수
N : 총개체수

III. 결과 및 고찰

1. 분포 및 서식현황

1.1. 저서성 대형무척추동물상

대전·논산 권역의 총 21개 지점에 대한 2000년의 봄과 가을에 걸친 2회의 조사에서 출현한 저서성 대형무척추동물의 총분류군은 4문 6강 15목 47과 111종으로 나타났다 (Table 1). 출현한 저서성 대형무척추동물 중에서 비곤충류는 플라나리아류 1종, 복족류 8종, 빈모류 2종, 거머리류 3종, 갑각류 1종으로 총 15종이 출현하였으며, 수서곤충류는 하루살이류 29종, 잠자리류 10종, 강도래류 7종, 노린재류 2종, 뱀잠자리류 2종, 날도래류 23종, 딱정벌레류 6종 및 파리류 17종으로 총 96종이 출현하였다. 이것은 경기도 및 강원도에 위치하고 있는 청정지역인 포천·철원수계의³⁸⁾ 109종 (비곤충류 8종 포함), 봉화·영월수계의³⁹⁾ 118종 (비곤충류 10종 포함)과 비교하여 볼 때 전체적인 출현종수와 비곤충류의 출현종 비율이 유사하게 나타났다. 반면에 대부분이 평지하천이고 주변에 농경지가 폭넓게 발달하였던 예산·홍성권역의⁴⁰⁾ 비곤충류 22종, 수서곤충류 65 종과는 많은 차이가 나타났다. 이 권역에서는 일반적으로 청정한 하천 수계에서 많이 출현하는 하루살이류, 날도래류 및 강도래류가 전체 출현종수의 절반 이상을 차지하고 있어 전형적인 하천의 특징을 잘 나타내고 있다. 특히 청정한 산간계류에서만 주로 서식하는 하루살이류 중 피라미하루살이류와 알락하루살이류, 강도래류 전체 및 날도래류 중의 물날도래류, 우묵날도래류, 네모집날도래류, 바수염날도래류 등이 많이 출현한 것은 이 권역의 서식환경을 대변하고 있다고

Table 1. Species frequency of major taxa of benthic macroinvertebrates in the Mt. Daedun and Mt. Anpyong region, 2000.

Taxa / Survey	1st	2nd	Total
Platyheiminthes 편형동물 문	1	1	1
Non-insects Annelida 환형동물 문	3	3	5
Mollusca 연체동물 문	5	4	8
Crustacea 갑각 강	1	1	1

Ephemeroptera 하루살이 목	19	22	29
Odonata 잠자리 목	8	5	10
Plecoptera 강도래 목	3	6	7
Hemiptera 노린재 목	1	2	2
Insects Megaloptera 뱀잠자리 목	2	2	2
Trichoptera 날도래 목	13	20	23
Coleoptera 딱정벌레 목	5	1	6
Diptera 파리 목	16	14	17

Total	67	72	96

Total	77	81	111

볼 수 있다. 이 권역은 전체적으로 상당히 양호한 환경을 보존하고 있는 대둔산을 중심으로 한 지역으로 저서성대형무척추동물의 출현종수 및 그 상대 출현도를 통하여 이 권역에 포함된 수계가 청정한 산간수계의 형태를 가진 수환경임을 잘 대변하여주고 있다.

조사시기별 총 출현종수는 1차 조사시에 77 종이, 그리고 2차 조사시에 81 종이 출현하여 유사한 출현정도를 보이고 있다. 또한 전체 출현종 중에서 수서곤충류의 출현빈도는 1차 조사시에 67 종 (87.0%), 2차 조사시에 72 종 (88.9%)로 나타나 약간의 증가를 보이고 있다. 그러나 수서곤충중 하루

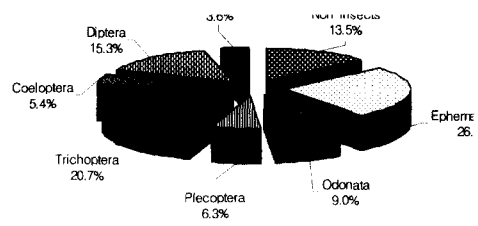


Fig. 2. species composition of major taxa in the Daedan and Mt. anpyong region

살이류만이 출현종수의 큰 변동을 나타내지 않았을 뿐 하천의 상류수계에 주로 서식하는 날도래류 중의 우묵날도래류, 네모집날도래류 및 바수염날도래류 등의 출현종수의 증가는 2000년도의 상반기 특히 1차 조사시기였던 4-5월에 가뭄에 의한 하천 유량의 감소에 의하여 상류수계의 유량이 많이 감소하였던 계절적 변동을 잘 반영하고 있다 (Table 1).

전 조사시기를 통하여 나타난 저서성 대형무척추동물의 출현종수를 비교하여 보면 전체적으로 하루살이류가 26.1%, 날도래류가 20.7%, 파리류가 15.3% 및 비곤충류가 13.5%의 순으로 차지하고 있어 (Fig. 2) 하루살이류 및 날도래류의 출현종수의 점유율이 높게 나타났고 상대적으로 비곤충류가 낮은 점유율을 나타내고 있어 이 권역의 자연환경을 대변하여 주고 있다. 또한 수서곤충류 중에서도 일반적인 수계의 출현양상과 유사하게 하루살이류, 날도래류 및 강도래류가 높은 점유율을 보이고 있고, 이에 반하여 노린재류 및 딱정벌레류와 같은 정수성 수서곤충의 점유율이 낮게 나타난 것 역시 이 지역의 자연환경을 단적으로 대변하여 주고 있다. 단지 잠자리류의 점유율이 약간 높게 나타나고 있으나 대부분의 종들이 청정한 계류성 수계에 서식하는 종들로 일반적으로 잠자리류의 점유율이 높은 지역인 저수지나 연못 등의 환경이 아닌 청정한 산간계류가 주를 이루는 지역임을 나타내고있다.

이 권역에 포함된 2개 소지역에서의 출현종수를 살펴보면 전체적으로 대둔산 지역의 수계에서는 89 종이 나타났고, 안평산 지역의 수계에서는 77 종이 나타나 이 권역의 대표산인 대둔산 일대의 자연환경이 보다 잘 보전되어있음을 잘 나타내주고 있다. (Table 2, Fig. 3). 또한 단위면적당 출현한 종수 (종수/0.27 m²)는 전체적으로 17.3 종이 출현한 것으로 나타났으며, 조사시기별로는 1차 조사시에 15.1 종이, 2차 조사시에는 19.9 종이 출현하여 2차 조사시에 단위면적당 약 5 종 정도가 더 출현한 것으로 나타났다. 이것은 2000년도의 상반기 특히 1차 조사시기였던 4-5월에 가뭄에 의한 하천 유량의 감소에 의하여 상류수계의 유량이 많이 감소하였던 계절적 변동을 잘 반영하고 있다고 볼 수 있다, 각 소구역별로는 전체적으로 안평산

Table 2. Variation of species numbers of benthic macroinvertebrates at each survey area in the Mt. Daedun and Mt. Anpyong region, 2000.

Number	Survey	Mt. AP ¹	Mt. DD ²	Total
species	1st	57	54	77
	2nd	58	63	81
	Total	77	89	111
mean species (±SD) /0.27m ²	1st	15.7 (±5.20)	14.5 (±4.60)	15.1 (±4.81)
	2nd	21.1 (±3.24)	18.8 (±9.32)	19.9 (±7.03)
	Total	18.1 (±5.14)	16.6 (±7.43)	17.3 (±6.33)

지역에서 18.1 종이, 대둔산 지역에서 16.6 종이 출현한 것으로 나타나 단위면적당 출현종수는 안평산 지역이 약 1.5종 정도 더 출현한 것으로 나타났다 (Table 2). 이러한 결과는 두 지역의 서식환경간에 큰 차이가 없음을 나타내는 것이라 할 수 있다.

각 조사지점별 출현종수의 변동을 살펴보면 1차 조사시에 지점 18의 24 종에서 지점 9의 7종까지 나타났고, 2차 조사시에는 지점 17의 34종에서 지점 13의 4 종까지 그 변화의 폭이 크게 나타났다 (Fig. 3). 각 조사시기별로 가장 많은 종이 출현한 지점들이 대둔산의 동북사면의 수계로 나타난 것은 이 사면 지역으로는 민가나 농경지의 발달이 어려운 지리적 환경에 의한 것으로 볼 수 있으며, 또한 도립공원으로 지정되어 자연환경의 유지에 많은 노력을 기울이고 있는 결과로 볼 수 있다.

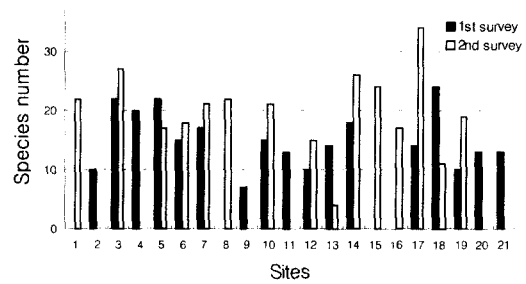


Fig. 3. Species numbers at each survey area in the Mt. Daedan and Mt. anpyong region

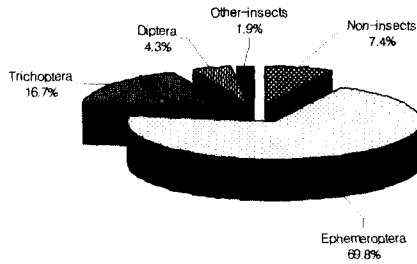


Fig. 4. Individual occurrence composition of major taxa in the Mt. Daedan and Mt. Anpyong region

1.2. 개체밀도의 조성 및 변동

전 조사시기를 통하여 나타난 저서성 대형무척추동물의 출현 개체수를 비교하여 보면 전체적으로 하루살이류가 69.8%, 날도래류가 16.7%, 비곤충류가 7.4% 및 파리류가 4.3%를 차지하고 있어 상대적으로 하루살이류가 높은 점유율을 나타내고 있다 (Fig. 4). 특히 하루살이류 중에서도 청정한 산간계류의 중류역에 풍부하게 서식하는 납작하루살이류와 알락하루살이류의 점유율이 매우 높은 것으로 나타났다. 이 조사권역에서 나타난 총 출현개체수는 1차 조사시에 2356 개체가, 그리고 2차 조사시에는 3786 개체가 출현하였다 (Table 3). 이것은 1차 조사시 가뭄으로 인한 유량의 감소뿐만 아니라 수서곤충의 어린 개체들이 나오는 시기여서 개체군들이 보다 많은 개체수를 유지하고 있기 때문으로 판단된다.

이 권역의 2개 소지역에서 출현한 개체수를 보면 전체적으로 안평산 지역에서 3718 개체가 출현하였고, 대둔산 지역에서는 2424 개체가 출현하였다. 각 조사시기별로 보면 1차 조사시에는 안평산 지역에서 1385 개체가, 대둔산 지역에서는 971 개체가 출현하였고, 2차 조사시에는 안평산 지역에서 2333 개체가, 대둔산 지역에서는 1453 개체가 출현하였다 (Table 4, Fig. 5). 또한 단위면적당 출현한 개체수 (개체수/0.27m²)는 전체적으로 191.9 개체가 출현한 것으로 나타났다. 또한 조사시기별로는 1차 조사시에 138.6 개체가, 2차 조사시에는 252.4 개체가 출현하였고, 각 소구역별로는 안평산 지역에서 232.4 개체, 대둔산 지역에서는 151.5 개체가 나타나 출현종수와는 반대되는 양상을 나타내고 있다 (Table 4). 이것은 안평산 지역의 서식지

Table 3. Individual numbers of major taxa of benthic macroinvertebrates collected in the Mt. Daedan and Mt. Anpyong region, 2000.

Taxa / Survey	1st	2nd	Total
Non-insects			
Platyheimites 편형동물 문	74	156	230
Annelida 환형동물 문	16	15	31
Mollusca 연체동물 문	97	32	129
Crustacea 갑각 강	22	43	65
Ephemeroptera 하루살이 목	1804	2481	4285
Odonata 잠자리 목	19	6	25
Plecoptera 강도래 목	8	42	50
Hemiptera 노린재 목	7	2	9
Insects			
Megaloptera 뱀잠자리 목	13	7	20
Trichoptera 날도래 목	159	866	1025
Coleoptera 딱정벌레 목	9	1	10
Diptera 파리 목	128	135	263
Total	2147	3540	5687
Total	2356	3786	6142

환경에 의하여 등줄하루살이와 줄날도래류가 폭발적으로 증식하였기 때문이다.

Table 4. Variation of individual numbers of benthic macroinvertebrates at each survey area in the Mt. Daedan and Mt. Anpyong region, 2000.

Number	Survey	Mt. AP ¹	Mt. DD ²	Total
individuals	1st	1385	971	2356
	2nd	2333	1453	3786
	Total	3718	2424	6142
mean individuals (±SD) /0.27m ²	1st	153.9(±111.1)	121.4(±115.3)	138.6(±110.7)
	2nd	333.3(±251.1)	181.6(±110.1)	252.4(±198.0)
	Total	232.4(±200.6)	151.5(±113.3)	191.9(±165.4)

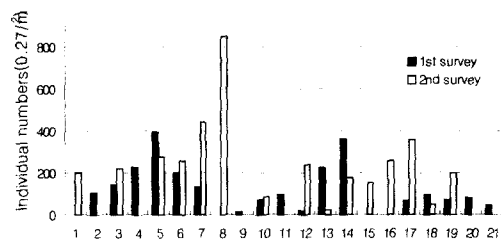


Fig. 5. Individual numbers at each survey area in the Mt. Daedan and Mt. Anpyong region

1.3. 우점종 및 우점도지수
 조사권역에서 각 조사지역별 우점종은 Table 5에 나타내었다. 전반적으로 1차 조사시에는 남작하루살이 과(Heptageniidae)의 두점하루살이(*Ecdy-*

nurus kibunensis), 네점하루살이(*Ecdyonurus levis*)가, 갈래하루살이 과(Leptophlebiidae)의 세갈래하루살이(*Choroterpes altiocularis*)가, 연체동물류인 다슬기(*Semisulcospira libertina*)가 주요 우

Table 5. Variation of dominant species of benthic macroinvertebrates at each survey site in the Mt. Daedun and Mt. Anpyong region, 2000.

Region	Site	DS ¹	1st survey	2nd survey
Mt. Anpyong	1	1st	-	<i>Ecdyonurus kibunensis</i>
		2nd	-	<i>Uracantella rufa</i>
	2	1st	<i>Ecdyonurus kibunensis</i>	-
		2nd	<i>Gammarus</i> sp.	-
	3	1st	<i>Ecdyonurus levis</i>	<i>Cincticostella levanidovae</i>
		2nd	<i>Phagocata kawakatsui</i>	<i>Phagocata kawakatsui</i>
	4	1st	<i>Uracantella rufa</i>	-
		2nd	<i>Hydropsyche kozhantschkovi</i>	-
	5	1st	<i>Choroterpes altiocularis</i>	<i>Uracantella rufa</i>
		2nd	<i>Ecdyonurus kibunensis</i>	<i>Phagocata kawakatsui</i>
	6	1st	<i>Ecdyonurus kibunensis</i>	<i>Uracantella rufa</i>
2nd		<i>Ecdyonurus levis</i>	<i>Hydropsyche kozhantschkovi</i>	
7	1st	<i>Ecdyonurus kibunensis</i>	<i>Uracantella rufa</i>	
	2nd	<i>Baetis fuscatus</i>	<i>Hydropsyche kozhantschkovi</i>	
8	1st	-	<i>Uracantella rufa</i>	
	2nd	-	<i>Hydropsyche kozhantschkovi</i>	
9	1st	<i>Brechiura sowerbyi</i>	-	
	2nd	<i>Cercion calamorum</i>	-	
10	1st	<i>Choroterpes altiocularis</i>	<i>Choroterpes altiocularis</i>	
	2nd	<i>Chironominae</i> sp.4	<i>Uracantella rufa</i>	
11	1st	<i>Choroterpes altiocularis</i>	-	
	2nd	<i>Ecdyonurus levis</i>	-	
Mt. Daedun	12	1st	<i>Semisulcospira libertina</i>	<i>Epeorus curvatulus</i>
		2nd	<i>Semisulcospira tegulata</i>	<i>Cincticostella levanidovae</i>
	13	1st	<i>Ecdyonurus levis</i>	<i>Ecdyonurus baekovae</i>
		2nd	<i>Choroterpes altiocularis</i>	<i>Ephemera strigata</i>
	14	1st	<i>Choroterpes altiocularis</i>	<i>Ecdyonurus baekovae</i>
		2nd	<i>Ecdyonurus levis</i>	<i>Cheumatopsyche brevilineata</i>
	15	1st	-	<i>Cincticostella levanidovae</i>
		2nd	-	<i>Ecdyonurus kibunensis</i>
	16	1st	-	<i>Ecdyonurus kibunensis</i>
		2nd	-	<i>Epeorus curvatulus</i>
	17	1st	<i>Ecdyonurus kibunensis</i>	<i>Ecdyonurus kibunensis</i>
		2nd	<i>Baetis fuscatus</i>	<i>Paraleptophlebia chocolata</i>
	18	1st	<i>Semisulcospira libertina</i>	<i>Semisulcospira libertina</i>
		2nd	<i>Heptagenia kihada</i>	<i>Ecdyonurus levis</i>
	19	1st	<i>Choroterpes altiocularis</i>	<i>Cincticostella levanidovae</i>
		2nd	<i>Goera japonica</i>	<i>Drunella aculea</i>
	20	1st	<i>Semisulcospira libertina</i>	-
		2nd	<i>Epeorus pellucidus</i>	-
	21	1st	<i>Choroterpes altiocularis</i>	-
		2nd	<i>Ecdyonurus levis</i>	-

DS1 : Dominant species

점종으로 나타났다. 2차 조사시에는 납작하루살이과(Heptageniidae)의 두점하루살이(*Ecdyonurus kibunensis*)가, 알락하루살이과(Ephemerellidae)의 민하루살이(*Cincticostella levanidovae*), 등줄하루살이(*Uracanthella rufa*)가, 줄날도래과(Hydropsychidae)의 줄날도래(*Hydropsyche kozhantschikovi*)가 주된 우점종으로 나타났다. 조사권역에서 맑거나 비교적 맑은 물에서 서식하는 하루살이류와 날도래류가 주요 우점종을 차지하여 본 조사수역의 상당수 지점들의 수환경이 상당히 양호한 상태를 알 수 있다. 조사지역별 평균 우점도지수는 대둔산 지역이 0.60으로 안평산 지역의 0.53에 비해 약간 높게 나타났다 (Table 6).

Table 6. Variation of Dominance indices at each survey site in the Mt. Daedun and Mt. Anpyong region, 2000.

Region	Site	Dominant index			
		1st	2nd	mean(±SE)	
				Site	Region
Mt. Anpyong	1	-	0.34	0.34	
	2	0.62	-	0.62	
	3	0.40	0.39	0.40	
	4	0.56	-	0.56	
	5	0.36	0.63	0.50	
	6	0.48	0.61	0.55	
	7	0.49	0.51	0.50	
	8	-	0.69	0.69	
	9	0.56	-	0.56	
	10	0.66	0.32	0.49	
	11	0.58	-	0.58	
Mt. Daedun	12	0.57	0.51	0.54	
	13	0.76	0.74	0.75	
	14	0.74	0.46	0.60	
	15	-	0.40	0.40	
	16	-	0.78	0.78	
	17	0.65	0.41	0.53	
	18	0.58	0.63	0.61	
	19	0.63	0.64	0.64	
	20	0.63	-	0.63	
	21	0.56	-	0.56	

2. 종 다양성에 의한 생물학적 수질 평가

평균 종다양도지수는 안평산 지역이 3.04로 대둔산 지역의 2.69에 비해 약간 높게 나타났다 (Table 6). 그러나 두 지역 간의 군집지수의 차이는 거의 무시할 수 있을 정도이며 조사지점간에도 큰 격차를 보이지 않고 전반적으로 유사한 지수값을 나타냈다(Table 7). 이러한 결과는 이 권역의 대부분이 청정한 산간계류여서 일부 지점을 제외하면 전반적으로 자연환경이 잘 보전되어 있는 곳으로 볼 수 있다.

생물학적 수질평가는 여러 가지 방법이 적용되고 있으나 본 조사에서는 종수의 풍부성과 개체수의 양면성을 나타내고 있는 종다양도지수에 의한 오수생물계열을 제시하고자 한다. 본 조사수역에서 얻어진 다양도지수에 따라 구분한 오수생물계열은 다음과 같다. 지점별 평균 종다양도지수는 안평산 권역이 2.52~3.74 범위로 11개 지점중 절반이 넘

Table 7. Saprobic system based on values of mean diversity indices(H') at each site in the Mt. Daedun and Mt. Anpyong region, 2000.

Region \ Site	1st survey	2nd survey	Mean H'		Saprobic system
			Site	Region	
Mt. Anpyong	1	-	3.55	3.55	Limnosaprobic area
	2	2.52	-	2.52	β-mesosaprobic area
	3	3.62	3.87	3.74	Limnosaprobic area
	4	3.10	-	3.10	Limnosaprobic area
	5	3.51	2.69	3.10	Limnosaprobic area
	6	3.05	2.72	2.89	β-mesosaprobic area
	7	3.13	3.07	3.10	Limnosaprobic area
	8	-	2.53	2.53	β-mesosaprobic area
	9	2.48	-	2.48	β-mesosaprobic area
	10	2.48	3.82	3.15	Limnosaprobic area
	11	2.53	-	2.53	β-mesosaprobic area
Mt. Daedun	12	2.71	2.80	2.76	β-mesosaprobic area
	13	1.80	1.69	1.75	α-mesosaprobic area
	14	2.28	3.30	2.79	β-mesosaprobic area
	15	-	3.75	3.75	Limnosaprobic area
	16	-	1.89	1.89	α-mesosaprobic area
	17	2.60	3.70	3.15	Limnosaprobic area
	18	3.36	2.55	2.96	β-mesosaprobic area
	19	2.38	2.82	2.60	β-mesosaprobic area
	20	2.60	-	2.60	β-mesosaprobic area
	21	2.84	-	2.84	β-mesosaprobic area

는 지점이 빈부수성 수역으로 매우 양호한 생물학적 수질상태였으며, 그외의 지점들도 β -중부수성 수역으로 비교적 양호한 상태였다. 대둔산 권역의 평균 종다양도지수는 1.75~3.75 범위로 빈부수성 수역에서 β -중부수성 수역 및 γ -중부수성 수역으로 비교적 양호한 수역을 나타내고 있다. 본 2개 권역의 하천은 대부분의 지점들이 양호한 수환경을 유지하고 있으며, 군집의 복잡성을 나타내는 종다양도지수가 상당히 높게 나타나 출현하는 종들이 다양하게 서식함을 알 수 있다.

IV. 결론

2000년 전국 자연생태계조사 사업의 일환으로 대둔산(877.8m)과 안평산(470.0m) 권역의 저서성 대형무척추동물의 분포특성 및 군집구조를 분석하기 위하여 2000년 4월부터 12월까지 21개 지점에 대해 조사한 결과는 다음과 같다. 본 조사지역에서 출현하는 저서성 대형무척추동물의 총 분류군수는 4 문 6 강 15 목 47 과 111 종이였다. 이 중에서 수서곤충류는 하루살이류 29 종, 잠자리류 10 종, 강도래류 7 종, 노린재류 2 종, 뱀잠자리류 2 종, 날도래류 23 종, 딱정벌레류 6 종 및 파리류 17 종으로 총 96 종이 출현하였으며, 비곤충류는 플라나리아 1 종, 복족류 8 종, 빈모류 2 종, 거머리류 3 종, 갑각류 1 종으로 총 15 종이 출현하였다. 일반적으로 청정수역에서 많이 출현하는 하루살이류, 날도래류 및 강도래류가 상당히 많이 출현하여 조사권역의 수계가 청정한 계류형태의 수환경임을 알 수 있다. 소권역별 저서성 대형무척추동물상은 안평산권역 수계 77 종, 대둔산권역 수계 89 종으로 나타나 대둔산 일대의 수계가 잘 보전되어 있음을 알 수 있다. 권역별 평균 종다양도지수는 안평산 권역이 3.04, 대둔산 권역이 2.69로 상당히 양호한 종다양성을 보여주고 있다. 종다양도지수에 의한 지점별 생물학적 수질평가는 안평산 권역이 빈부수성 수역에서 β -중부수성 수역으로 상당히 양호한 수역으로 나타났으며, 대둔산 수역도 빈부수성 수역에서 β -중부수성 수역 및 α -중부수성 수역으로 대체적으로 양호한 수환경 상태를 유지하고 있다.

V. 참고문헌

1. Hynes, H.B.N. : The ecology of running waters. Liverpool Univ. Press, Liverpool, U.K. 1970.
2. Ward, J.V. : Aquatic insect ecology. John Wiley & Sons, New York. 1992.
3. Willams, D.D. and B.W. Feltmate. : Aquatic Insects. C·A·B International. Wallingford, U.K. 1992.
4. Boon, P. J. : The impact of river regulation on invertebrate communities in the U.K. Regulated Rivers : Research and Management. 2:389-409 1988.
5. Dudgeon, D. : Functional assessment of the effects of increased sediments loads resulting from riparian-zone modification of a Hong Kong stream. Verh. Internat Verein. Limnol. 25 : 1790-1792 1994.
6. Dudgeon, D. : Environmental impacts of increased sediment loads caused by channelization : A case study of biomonitoring in a small river in Hong Kong. Asian J. Environmental Management. 3(1) : 69-77 1995.
7. Minshall, G. W. : Stream ecosystem theory : a global perspective. J. N. Benthol. Soc.7(4): 263-288 1988.
8. Reice, S. R. and M. Wohleberg. : Monitoring freshwater benthic macroinvertebrates and benthic processes : measures for assessment of ecosystem health. p. 287-305 In : D. M. Rosenberg and V. H. Resh (Eds.) Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. Chapman & Hall, New York 1993.
9. Rosenberg, D. M., and V. H. Resh : Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman and Hall, New

- York. 488pp 1993.
10. 배연재, 박선영, 윤일병, 박재홍, 배경석 : 왕숙천 준설구간의 저서성 대형무척추동물의 군집변동. 한국육수학회지. 29(4):251-261 1996.
 11. 배경석, 구분관, 한선규, 신재영, 박성배 : 서울 탄천의 수서동물군집에 관한 연구. 한국환경생물학회지, 23(4):1-8 1997.
 12. 배경석, 서미연, 신진호, 김혜경, 신재영 : 양재천의 수환경과 수서동물군집 특성. 한국환경위생학회지, 25(4):107-117 1999.
 13. 배경석, 원두희, 유병태, 김민영 : 한강 · 낙동강 상류의 저서성 대형무척추동물에 관한 생태학적 연구. 대한위생학회지, 14(4):50-68 1999.
 14. 윤일병, 공동수, 원두희 : 금호강 수계 저서성 대형무척추동물 군집의 시공간적 분포. 한국육수학회지. 25(3):167-175 1992.
 15. 윤일병, 공동수, 이상협 : 저서성 대형무척추동물에 의한 금호강 수계의 생물학적 수질평가. 한국육수학회지. 25(3):177-183 1992.
 16. 윤일병, 배연재, 이상협, 김종인, 이성진 : 경안천의 저서성 대형무척추동물 군집. 경안천자연생태계 조사연구보고서. pp.137-168 1992.
 17. 윤일병, 공동수, 유재근 : 저서성 대형무척추동물에 의한 생물학적 수질평가 (I). 한국환경생물학회지. 10 : 24-39 1992.
 19. 윤일병, 김종인, 이성진, 황정훈, 박재홍 : 경안천의 저서성 대형무척추동물군집. 경안천자연생태계 조사연구보고서. pp72-109 1994.
 18. 윤일병, 배연재, 이현철, 이상조 : 서울 근교 왕숙천의 유역 환경변화에 따른 수서곤충 군집의 장기변동. 환경생물학회지. 11(2):97-109 1993.
 20. McCafferty, W. P. : Aquatic entomology. Jones and Bartlett, Boston. pp. 448 1981.
 21. Kawai, T. : An illustrated book of aquatic insects of Japan. 東海大學出版會 1985.
 22. Merritt, R. W. & K. W. Cummins : An introduction to the aquatic insects of North America. 2nd. Ed. Kendall/Hunt Publ. Co., Dubuque, Iowa 1984.
 23. Merritt, R. W., and K. W. Cummins : An Introduction to the Aquatic Insects of North America. 3rd. ed. Kendall/Hunt Publ. Co. 1996.
 24. 윤일병 : 한국동식물도감. 제30권. 동물편(수서곤충류). 문교부, 1988
 25. 윤일병 : 수서곤충검색도설. 정행사. 서울, 1995.
 26. Wiederholm, T : Chironomidae of the Holarctic region Keys and diagnose. Part I -Larvae. Ent. Scand. Suppl. 19. 457pp, 1983.
 27. 권오길 : 한국동식물도감 제32권 동물편 (연체동물 I). 문교부. 446pp, 1990.
 28. 권오길, 박갑만, 이준상 : 원색한국패류도감. 아카데미서적, 1993.
 29. 김훈수 : 한국동식물도감. 제19권. 동물편(새우류). 문교부, 1977.
 30. 岡田要 : 신일본동물도감(상). 북림관. 679pp, 1965.
 31. 岡田要 : 신일본동물도감(중). 북림관. 803pp, 1965.
 32. 岡田要 : 신일본동물도감(하). 북림관. 763pp, 1965.
 33. 한국곤충학회 : 한국곤충명집. 한국곤충학회 건국대 출판부, 1994.
 34. 한국동물분류학회 : 한국동물명집 아카데미서적, 1997.
 35. McNaughton, S. J. & L. L. Wolf : Dominance and the niche in ecological systems. Science. 167:131-139, 1970.
 36. Pielou, E. C. : The measurement of diversity in different types of biologic collections. J. Theor. Biol. 13:131-144 1966.
 37. Pielou, E. C. : Ecological Diversity. Wiley. New York. 165pp 1975.
 38. 배경석, 원두희 : 포천 · 칠원 권역의 저서성 대형무척추동물. 제2차 전국자연생태계 조사 보고서, 1997.
 39. 배경석, 원두희 : 봉화 · 영월 권역의 저서성 대형무척추동물. 제2차 전국자연생태계 조사보고서, 1998.

40. 배경석, 원두희 : 예산·홍성 권역의 저서성 대형무척추동물. 제2차 전국자연생태계 조사보고서, 1999.