

충주시 계명산 일대의 수계 저서성 대형무척추동물 군집

원두희 · 전영철 · 권순직

(주)생태조사단 부설 두희자연환경연구소

Benthic Macroinvertebrate Community of Streams Located in Mt. Gyemyeong, Chungju-si

WON, Doo Hee, Yung Chul JUN, and Sun Jik KWON

DooHee Institute of Ecological Research, Korea Ecosystem Service, Inc.

ABSTRACT

An ecological survey of benthic macroinvertebrate community was conducted in 6 sites of streams located in Mt. Gyeomyeong from 16 to 20 June, 2003.

The benthic macroinvertebrate fauna were 39 species belonging to 10 orders of three classes in two phyla by the quantitative sampling. Among them, a total of 35 aquatic insect species ($\approx 90\%$) were comprised of the major group in all communities. The relative abundance of Plecoptera, Ephemeroptera, Diptera, and Trichoptera was 35.1%, 23.7%, 23.1%, and 11.7%, respectively.

The primary dominant species was *Nemoura* KU_B (34.8%) and Chironomidae sp.1 (13.1%), *Ecdyonurus kibunensis* (6.3%), *Nigrobaetis bacillus* (5.7%), and *Gammarus* sp. (4.9%) were shown the following dominance. According to the results, plecopteran species were major dominant taxa. The average values of dominant index (DI), diversity index (H'), evenness index (J'), and species richness index ($R1$) were 0.543, 2.757, 0.720, and 3.590, respectively and the water quality of all sites was β -mesosaprobic.

Key words : aquatic insects, benthic macroinvertebrate community, Mt. Gyemyeong, plecopteran

서 론

담수는 인간생활에 필수적인 자원이다. 우리나라의 경우 대부분의 담수자원을 지표수로부터 얻고 있으며, 천연 호소의 발달이 미흡한 관계로 거의 모든 지표수는 강과 하천으로 되어 있다. 담수생태계는 호수나 연못과 같은 정수 생태계(lentic ecosystem)와 강과 하천과 같은 유수 생태계(lotic ecosystem)로 대별되며

발원지, 시냇물, 산간계류, 평지하천 및 대규모 강 등 다양한 크기와 종류의 유수 생태계를 통칭 하천 생태계(stream ecosystem)라 부른다(Allan, 1995; Home & Goldman, 1994; Hynes, 1970; Minshall, 1988).

하천생태계는 물의 흐름을 따라 긴 통로로 이루어지며 물이라는 매체에 의하여 외부와 구별되는 독립적인 생태계일 뿐만 아니라 고도차에 따라 물이 한 방향으로 지속적으로 흐르고 물의 통로를 따라 유역 환경이 변한다. 또한 다양한 유역환경의 영향을 생태계 내에서 지속적으로 받기 때문에 매우 복잡한 생태계를 보여주고 있다. 이런 특성을 고려하여 하천생태계를 하나의 '연속성의 개념(river continuum concept)'으로 보고 있다(Vannote et al., 1980). 요약한다면, 하천연속성의 개념은 하천의 흐름을 따라 온도, 바닥물질 및 유기물 종류 등 환경요인이 연속적인 변화를 보여주고 그 환경에 적응한 생물상도 연속적인 변화를 보여준다는 개념이다(Allan, 1995; Home & Goldman, 1994; Vannote et al., 1980). 이러한 하천연속성의 개념은 1980년대 구미(특히 북미)에서 다양한 실험으로 정착 과정을 거쳐 지금은 대부분의 담수생태학 교재에 실릴 정도로 보편화된 이론이다(Allan, 1995).

하천생태계는 물이 흐르는 긴 수로를 따라 환경요인이 연속적으로 변하고 그 곳에 적응하여 서식하는 생물의 종류도 달라지는 독특한 생태계로 생물 구성원과 비생물 구성원(환경)으로 구성된다(Allan, 1995; Home & Goldman, 1994; Hynes, 1970; Vannote et al., 1980). 생물 구성원은 다시 생산자, 소비자 및 분해자로 구분할 수 있으며 생산자는 조류(algae)와 대형식물(macrophyte), 소비자는 저서성 대형무척추동물, 어류 및 양서류, 그리고 분해자는 박테리아와 곰팡이 같은 미생물로 대표된다. 소비자의 경우 저서성 대형무척추동물의 대부분(95%)이 수서곤충으로서 이들이 하천생물의 종다양성과 풍부성을 거의 결정하게 된다(Ward, 1992). 이와 같이 하천생태계는 생산자, 소비자 및 분해자의 각 영양단계(trophic level)가 서로 유기적 관계로 연결되어 먹이사슬(food chain)을 이루고 이들이 망처럼 얽혀서 먹이망(food web)을 형성한다. 따라서 하천생태계의 다양성이나 단순성은 먹이사슬의 길이로 측정될 수 있기 때문에 먹이사슬은 하천생태계의 기능을 규명하기 위한 주요 관심 사항일 뿐만 아니라 하천생태계의 환경을 평가하는 지표가 되기도 한다(Allan, 1995; Hynes, 1970; Rosenberg & Resh, 1993; 위 등, 1991; 윤 등, 1992a,b,c,d). 이러한 먹이사슬을 구성하는 생물 중 수서곤충은 하천생물 중에서 가장 다양하고 풍부한 무리일 뿐만 아니라 영양단계의 저차 소비자(1차 또는 2차 소비자가 대부분)의 역할을 하기 때문에 하천생태계의 구성원으로서 중요하다(Hynes, 1970; Ward, 1992; William & Feltmate, 1992). 또한 이들은 하천생태계의 다양한 환경요인과 서식처에 따라 적응방식이 다양하고 수질환경에 대하여 민감하게 반응하는 종이 많으므로 순수생태학적 연구뿐만 아니라 지표종으로 이용되는 등 응용연구에도 좋은 재료가 된다(Boon, 1988; Dudgeon, 1994, 1995; Minshall, 1988; Reice & Wolemberg, 1993; Rosenberg & Resh, 1993). 또한 수서곤충은 담수생태계의 다양한 먹이자원(food resources)을 이용하기 때문에 먹이원에 따른 섭식기능군(functional feeding groups)의 분류가 제시되어 이용되고 있다(Cummins, 1973, 1974; Cummins and Klug, 1979; Merritt & Cummins, 1984, 1996). 즉, 먹이의 형태와 섭식습성 등을 토대로 섭식기능군은 다음과 같이 6개의 그룹으로 구분된다. 1) 찢어먹는 무리(shredder)는 외부로부터 하천생태계 내로 유입되는 나뭇잎이나 나뭇가지처럼 큰 고형물질(> 1mm)인 coarses particulate organic material (CPOM)을 찢어서 먹는 무리이다. 2) Collector는 shredder에 의한 부산물과 하천 주변에서 유입된 fine and ultra particulate organic material (FPOM: 0.5~ μ m1mm, UPOM: < 0.5 μ m)을 먹는 무리이며, 다시 FPOM이나 UPOM의 퇴적물(deposit)을 주

위서 먹는 주위먹는 무리(collector-gatherer)와 몸의 구조물이나 땅을 이용하여 물 속에 떠있는 물질을 걸러서 먹는 걸러먹는 무리(collector-filterer)로 구분되어진다. 3) 긁어먹는 무리(scraper)는 하상의 돌 표면에 부착되어 있는 물질을 긁어서 먹는 무리로, 이러한 물질은 UPOM이나 FPOM도 포함되지만 대부분이 부착조류이다. 4) Macrophyte piercer는 수생식물에 구멍을 내어 수액을 빨아먹거나 조류(algae)의 조직 자체를 먹는 무리이다. 5) 포식자(Predator)는 다른 동물을 잡아먹는 무리로 육식자(carnivorous)이며, 이는 다시 수서곤충의 몸 전체를 먹는 predator-engulfers와 뿔족한 입을 먹이에 박고 체액을 빨아먹는 predator-piercers로 구분되어진다. 6) 기생자(Parasite)는 다른 동물의 알, 유충, 번데기 등의 내외부에 기생하여 사는 무리로 살아있는 동물조직을 먹게 된다. 하천연속성의 개념에 의하면 하천의 흐름을 따라 하류로 갈수록 섭식기능군의 조성도 달라지게 되며, 하천의 오염 등 인위적인 수환경의 변화에 따라서도 그 조성이 달라지므로(Allan, 1995; Horne & Goldman, 1994; Palmer et al., 1993; Quinn & Hickey, 1990; Vannote et al., 1980) 이에 대한 관심이 집중되어 왔다.

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 생물군집에도 지대한 영향을 끼쳐 왔으며, 그로 말미암아 하천생태계의 생태학적 기능도 크게 변모하였다(배 등, 1996; 윤 등, 1992d, 1992e, 1993, 1994).

계명산(775m)은 소백산맥 지맥의 하나로 행정구역상 충청북도 충주시 증민동, 용탄동, 안림동, 연수동에 속한다. 동쪽으로는 충주호와 접해 있으며 북측으로 남한강과 연계되어 있고 531번 지방도로가 남, 서, 북의 방향을 감싸고 있다. 본 조사는 계명산 일대 종합학술조사의 일환으로 계명산 일대에 위치한 수계를 대상으로 여기에 서식하고 있는 저서성 대형무척추동물 군집에 대하여 실시하였다. 이를 통하여 1) 서식하고 있는 저서성 대형무척추동물의 전체적인 분류군의 구성 및 분포를 파악하고, 2) 각 조사지점별 서식하고 있는 생물종을 확인하여 서식지의 보존상태를 알아내며, 3) 각 조사지점에 대한 저서성 대형무척추동물의 군집 구조를 분석하고, 4) 생물지수를 통한 계명산 일대 수계의 수환경을 평가하며, 5) 수계의 오염지표생물의 분포를 파악하는 데에 있다.

조사 방법

1. 조사시기 및 조사지점

본 조사는 2003년 6월 16일에서 20일까지 5일간 실시되었다. 계명산 일대에 위치하고 있는 지류에서 6개의 지점을 선정하여 조사를 수행하였다. 각 조사지점의 행정구역명은 다음과 같다.

- 지점 1. 충청북도 충주시 안림동 약막 상류
- 지점 2. 충청북도 충주시 용탄동 아랫절골 상류
- 지점 3. 충청북도 충주시 용탄동 용골 상류
- 지점 4. 충청북도 충주시 증민동 봉골-덧골사이 지류
- 지점 5. 충청북도 충주시 증민동 덧골

- 지점 6. 충청북도 충주시 종민동 종민초교 옆

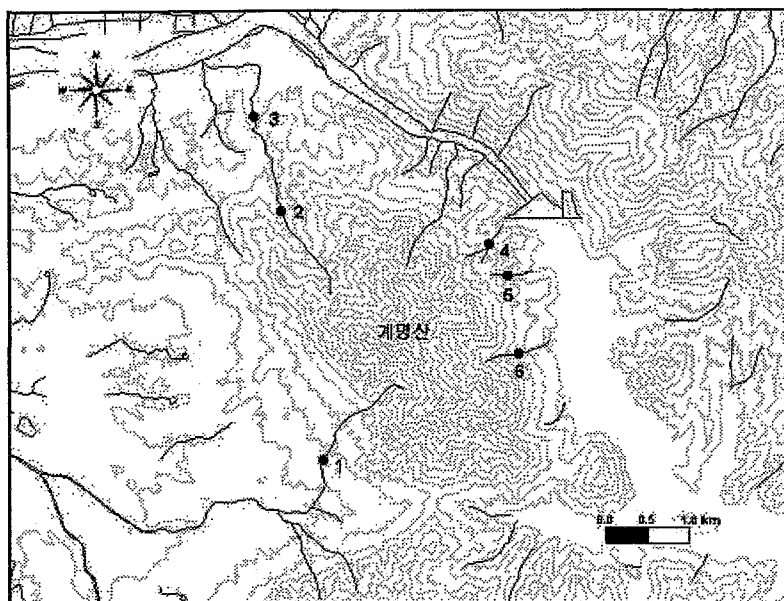


Fig. 1. Sampling sites in streams located in survey area.

2. 채집방법

저서성 대형무척추동물의 채집은 하천에서는 계류형 정량채집망인 Surber net(30×30cm)을 이용하여 각 조사지점에서 2회씩 정량채집을 하여 모든 채집물을 500ml plastic vial에 넣는 방식으로 진행되었다. 각 지점의 정확한 저서성 대형무척추동물상을 파악하기 위하여 Scoop net을 사용함으로써 각 지점에서 미소서식처(riffle-run-pool sequence)에 따른 정성채집을 병행하였다. 채집된 저서성 대형무척추동물 시료는 현장에서 Kahle's solution(DW 59%, Ethyl alcohol 28%, formalin 11%, acetic acid 2%)에 고정하여 실험실로 운반하였고, sorting·동정한 후 80% ethanol에 보존하였다.

3. 동정(identification)

저서성 대형무척추동물의 각 분류군 중 수서곤충의 경우는 윤(1988, 1995), McCafferty(1981), Kawai(1985), Merritt & Cummins(1984, 1996) 및 Peckarsky et al.(1990) 등을 참고로 하여 동정하였다. 특히 곤충류 중 꼬마하루살이류는 배 등(1998)을 참고하였고, 깔다구류는 Wiederholm(1983)을 이용하여 외부형태, 특히 체장, 체색, 구기 형태, 혈새(blood gill)의 유무 및 강모의 형태 등의 특징을 고려하여 임의로 과 수준(family level)에서 동정하였다. 또한 갑각류 및 환형동물류 등은 岡田要(1965a,b,c), Brinkhurst(1986), Pennak(1978), Peckarsky et al.(1990) 및 송(1995)을 이용하여 동정하였다. 분류학적 체계 및 국명은 한국곤충명집(한국곤충학회, 1994)과 한국동물명집(한국동물분류학회, 1997)에 의거하여 작성하였다.

4. 수환경 측정

현지 조사시 기온 및 수온은 봉상온도계를 이용하였다. 수심은 채집시 각 조사 지점마다 길이 0.5m의 쇠자를 이용하여 측정하였으며 유속은 쇠자를 하천의 유하 방향과 직각방향으로 세워 물이 부딪혀 올라오는 높이와 수심을 측정할 때 얻어진 값 사이의 높이 차를 측정하여 Craig method (Craig, 1987)에 따라 계산하였다.

Craig method: $U = \sqrt{2g(D2-D1)}$

U: Water velocity (mm/sec)

g: Force due to gravity

D1: Water height when ruler parallel to the flow

D2: Water height when ruler right angle to the flow

5. 군집구조분석

군집구조의 분석은 조사지점별로 정량적으로 채집된 자료로부터 출현한 분류군의 수를 비교하여 출현 개체수, 우점종, 군집지수-우점도지수(DI), 다양도지수(H'), 종풍부도지수(R1) 및 균등도지수(J')를 산출하였다. 한편 출현종수의 경우에는 정성적으로 얻어진 자료를 포함하여 산출하였다. 총출현개체수를 N, i종의 개체수를 N_i , 총출현종수를 S, 제1우점종의 개체수를 N_1 , 제2우점종의 개체수를 N_2 라 할 때, 아래의 식으로 표현할 수 있다. 군집의 분석에는 정량채집을 통하여 얻어진 자료만을 이용하였다.

$$DI = \frac{N_1 + N_2}{N} \quad \text{McNaughton(1967)}$$

$$H' = -\sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i, P_i = \frac{N_i}{N} \quad \text{Shannon \& Weaver(1949)}$$

$$R1 = \frac{S-1}{\ln N} \quad \text{Margalef(1958)}$$

$$J' = \frac{H'}{\log_2 S} \quad \text{Pielou(1975)}$$

결과 및 고찰

1. 서식환경

충주 계명산 일대의 수계에서 선정된 각 조사지점의 생물서식환경은 다음과 같다. 계명산 일대의 수계는 전반적으로 경사도가 심하고 하폭이 좁았으며, 조사기간 동안에는 유량이 매우 적었고 건천도 다수 포함하고 있었다. 각 조사지점의 조사 시의 수환경은 Table 1에 나타내었다.

1) 지점 1 (안림동 약막): 자연형 하천으로 주변은 교목 및 관목의 식물이 무성하여 수관층(canopy)이

높은 편이다. 또한 조사지점 주변으로는 약간의 민가와 농경지가 분포하고 있다. 하천의 투명도는 높은 편이지만 좁은 하폭과 적은 수량으로 생물에게 제한된 서식공간을 제공할 것으로 판단된다. 하상은 호박돌(cobble) 및 자갈(pebble)이 중심을 이루며 거력(boulder) 및 잔자갈(gravel)이 부분적으로 분포하고 있다.

2) 지점 2 (용탄동 아랫절골) : 자연형 하천의 양상을 보이며 제방을 따라 교목과 관목이 무성하고 안쪽으로는 약간의 수변식물이 분포하고 있었다. 상류부에 소규모의 저수지가 위치하고 있으나 그 외의 인위적인 구조물과 교란은 없었다. 흐르는 물의 양에 비하여 투명도는 높은 편이며 하상은 호박돌 및 자갈이 중심을 이루고 있다. 하상에는 약간의 부착조류 및 소량의 유기물이 퇴적되어 있는 것이 관찰되었다.

3) 지점 3 (용탄동 용골) : 지점 2의 하류부분으로 농경지에 의하여 둘러싸여 있으며 하천의 양쪽 제방은 혼합형으로 돌 및 콘크리트제방으로 형성되어 있다. 하천을 따라 초본류의 식물이 무성하다. 조사 당시의 수량은 적은 편이었으며 하상 구조는 호박돌 및 자갈이 중심을 이루며 거력 및 잔자갈이 산재하고 있다. 하상에는 부착조류가 형성되어 있었으나 투명도는 높은 편이었다.

4) 지점 4 (종민동 봉골-덧골사이) : 소규모의 하천으로 자연형의 모습을 유지하고 있으며 경사가 심하여 접근이 용이하지 않았다. 한편, 이러한 경사로 인하여 생기는 낙차를 쉽게 관찰할 수 있었다. 하천의 주변으로는 교목의 식생이 무성하여 수관층이 높고, 햇빛의 유입이 적은 편이기 때문에 연중 일정한 수온을 유지할 것으로 판단된다. 하천 주변으로는 인위적인 구조물은 보이지 않았으나 사람들의 행락에 의한 훼손의 흔적이 발견되기도 하였다. 하상은 호박돌 및 거력이 주를 이루며 자갈 및 잔자갈이 낮은 비율로 분포하고 있었다. 투명도는 높고 약간의 부착조류를 확인할 수 있었다.

5) 지점 5 (종민동 덧골) : 조사 지점의 주변으로 마을과 축사, 그리고 약간의 농경지가 분포하고 있는데 이로 인한 생물 서식처의 교란을 많이 받는 것으로 보인다. 하천의 양쪽 제방은 인공형으로 돌 및 콘크리트 제방으로 형성되어 있었다. 하상구조는 호박돌 및 자갈이 중심을 이루고 잔자갈 및 모래가 산재하고 있으며 흐름(run)과 소(pool)의 하천의 주요 구조를 나타내고 있다. 또한 하상에는 유기물의 퇴적과 부착조류가 많은 편이어서 본 지점의 수환경을 간접적으로 나타내주고 있다.

6) 지점 6 (종민동 종민초교 옆) : 지점 5와 마찬가지로 인가와 농경지와 접하고 있으며 수계가 발달하지 않아 수폭이 좁고 수량이 적다. 하천의 제방은 혼합형으로 자연형과 돌제방으로 구성되어 있다. 하천의 제방을 따라 관목과 초본류의 식물로 무성하지만 상류방향으로는 교목림이 우거져 있어 수관층이 높다. 하상은 호박돌 및 자갈이 주를 이루고 있으며 거력 및 잔자갈이 부분적으로 분포하고 있다. 하천의 투명도는

Table 1. Physical environments at each survey site in Mt. Gyemyeong.

Site	Altitude (m)	Air Temp. (°C)	Water Temp. (°C)	Stream width (m)	Water width (m)	Velocity (mm/sec)
1	175	21.0	14.5	2-3	0.3-0.5	35.4
2	170	20.0	16.0	2-3	0.3-1.0	42.8
3	120	20.5	16.2	3-4	0.5-1.2	31.1
4	150	27.5	13.5	1-2	0.2-0.5	38.5
5	180	27.0	16.0	1-2	0.2-0.5	26.1
6	170	26.5	16.0	1-2	0.2-0.5	27.8

높은 편이며 약간의 부착조류와 퇴적물을 관찰할 수 있었다.

2. 분포 및 서식현황

1) 저서성 대형무척추동물상

충청북도 충주시에 위치한 계명산 일대의 수계에 서식하고 있는 저서성 대형무척추동물의 총 분류군은 2문 3강 10목 39종으로 나타났다(Table 2). 이러한 출현종수는 일반적으로 하천생태계에서 출현하는 종수보다 상대적으로 적게 나타난 것으로 이 일대의 수계가 발원지 수역과 인접하고 전반적으로 하천의 발달이 미약하기 때문인 것으로 판단된다.

출현한 저서성 대형무척추동물 중에서 비곤충류는 환형동물류 1종, 갑각류 3종으로 총 4종이 출현하였고, 수서곤충류는 하루살이류 8종, 잠자리류 1종, 강도래류 3종, 딱정벌레류 2종, 파리류 9종 및 날도래류 12종으로 총 35종이 출현하여 수서곤충류가 전체 출현종수의 약 90% 정도를 차지하고 있어 하천생태계의 전형적인 출현양상을 보여주고 있다. 그러나 유역에 많은 농경지가 분포하고 있던 문경의 백화산 일대에서 출현한 비곤충류 7종, 수서곤충류 105종의 총 112종의 저서성 대형무척추동물이 출현한 것과 비교할 때는 매우 적은 출현종수를 나타내고 있다(원과 염, 2002a). 또한 많은 강우 후의 조사에서도 83종이 출현하였던 왕피천의 경우(원과 염, 2002b)와 비교하여도 상대적인 계명산 일대 수계의 생물서식환경을 미루어 짐작할 수 있다.

Table 2. Species list of benthic macroinvertebrates occurring at survey areas in June 2003.

Scientific name	Local name
Phylum Annelida	환형동물문
Class Oligochaeta	빈모강
Order Archiolorigochaeta	물지렁이목
Family Tubificidae	실지렁이과
1. <i>Limnodrilus gotoi</i>	실지렁이
Phylum Arthropoda	절지동물문
Class Crustacea	갑각강
Order Isopoda	등각목
Family Asellidae	
2. <i>Asellus</i> sp.	
Order Amphipoda	단각목
Family Gammaridae	옆새우과
3. <i>Gammarus</i> sp.	

Table 2. Continued.

Scientific name	Local name
Order Decapoda	십각목
Family Cambaridae	가재과
4. <i>Cambaroides similis</i>	가재
Class Insecta	곤충강
Order Ephemeroptera	하루살이목
Family Baetidae	꼬마하루살이과
5. <i>Baetis fuscatus</i>	개똥하루살이
6. <i>Nigrobaetis bacillus</i>	깜장하루살이
7. <i>Procloeon maritimum</i>	작은갈고리하루살이
Family Heptageniidae	납작하루살이과
8. <i>Ecdyonurus dracon</i>	참납작하루살이
9. <i>Ecdyonurus kibunensis</i>	두점하루살이
10. <i>Ecdyonurus levis</i>	네점하루살이
11. <i>Epeorus curvatus</i>	흰부채하루살이
12. <i>Epeorus pellucidus</i>	부채하루살이
Order Odonata	잠자리목
Family Gomphidae	부채장수잠자리과
13. <i>Davidius lunatus</i>	쇠촉범잠자리
Order Plecoptera	강도래목
Family Nemouridae	민강도래과
14. <i>Nemoura</i> KU b	민강도래 KU b
Family Capniidae	환배민강도래과
15. <i>Capnia</i> KU a	환배민강도래 KU a
Family Perlidae	강도래과
16. <i>Paragnetina flavotincta</i>	강도래붙이
Order Coleoptera	딱정벌레목
Family Dytiscidae	물방개과
17. <i>Laccophilus</i> sp. 1 (larva)	
Family Elmidae	여울벌레과
18. <i>Elmidae</i> sp.1 (larva)	
Order Diptera	파리목
Family Tipulidae	각다귀과

Table 2. Continued.

Scientific name	Local name
19. <i>Antocha</i> KUa	명주각다귀 KUa
20. <i>Dicranota</i> KUa	애기각다귀 KUa
21. <i>Pedicia</i> Kua	장수각다귀 KUa
22. <i>Tipula</i> KUa	각다귀 KUa
23. <i>Tipula</i> KUc	각다귀 KUc
Family Simuliidae	먹파리과
24. <i>Simulium</i> sp.	
Family Chironomidae	갈다구과
25. <i>Chironomidae</i> sp.1	
26. <i>Chironomidae</i> sp.3	
27. <i>Tanypodinae</i> sp.	
Order Trichoptera	날도래목
Family Hydropsychidae	줄날도래과
28. <i>Hydropsyche kozhantschikovi</i>	줄날도래
29. <i>Hydropsyche orientalis</i>	동양줄날도래
Family Rhyacophilidae	물날도래과
30. <i>Apsilochorema</i> KUa	긴발톱물날도래 KUa
Family Glossosomatidae	광택날도래과
31. <i>Glossosoma</i> KUa	광택날도래 KUa
Family Phryganopsychidae	등근날개날도래과
32. <i>Phryganopsyche latipennis</i>	등근날개날도래
Family Limnephilidae	우묵날도래과
33. <i>Apatania</i> KUa	애우묵날도래 KUa
34. <i>Apatania</i> KUb	애우묵날도래 KUb
35. <i>Goera</i> sp. (case)	
36. <i>Hydatophylax nigrovittatus</i>	띠무늬우묵날도래
Family Lepidostomatidae	네모집날도래과
37. <i>Goerodes</i> KUb	네모집날도래 KUb
38. <i>Goerodes</i> sp. (case)	
Family Odontoceridae	바수염날도래과
39. <i>Psilotreta kisoensis</i>	바수염날도래

2) 출현종수의 변동

계명산 일대 수계의 전 조사지점에서 나타난 저서성 대형무척추동물의 출현종수를 비교하여 보면 수서곤충류가 35종으로 전체 종의 89.7%로 나타났는데 이는 수서곤충이 본 조사 수계에서 중요한 역할을 하고

있음을 간접적으로 시사한다. 또한 전체 분류군 중에서 날도래류가 30.8%로 가장 높은 출현율을 보이고 있고 그 다음으로 파리류가 23.1%, 하루살이류가 20.5%, 강도래류가 7.7%, 기타 수서곤충류가 7.7%(딱정벌레류 5.1%, 잠자리류 2.6%)를 차지하였으며 비수서곤충류는 총 10.3%(갑각류 7.7%, 환형동물류 2.6%)로 나타났다(Fig. 2). 하루살이류, 강도래류 및 날도래류의 출현종수 점유율이 약 60% 정도로 비교적 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 수서곤충류의 점유율이 낮게 나타난 것 역시 이 지역의 자연환경을 단적으로 대변하여 주고 있다. 단지 파리류의 점유율이 높게 나타나고 있어 계명산 일대의 수계가 대부분 인가나 농경지를 관류하고 있다는 점을 잘 반영하고 있다.

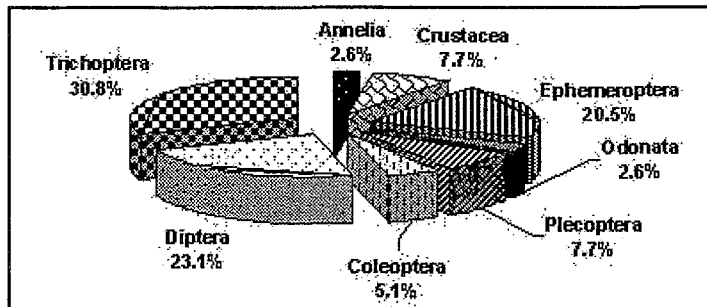


Fig. 2. Species composition of major taxa inhabiting at survey area.

각 조사지점별 주요 분류군의 출현종수를 살펴보면 지점 3이 19종으로 가장 많은 종수가 출현하였으며, 지점 6이 11종으로 가장 적은 출현종수를 나타내고 있다(Table 3). 전 조사지점의 평균 출현종수는 $14.3(\pm 3.1)$ 종으로 각 지점 간의 생물서식환경에 큰 차이가 없다는 것을 나타내고 있다. 하지만 이러한 종수는 일반적인 계류에서 보이는 출현종수와 비교하여 본다면 매우 적은 것으로(원과 염, 2002a), 계명산 일대의 경

Table 3. Species numbers of benthic macroinvertebrates at each survey site.

Taxa/Site		1	2	3	4	5	6	Total
Annelida		1	0	1	0	1	0	1
Crustacea		2	2	1	2	1	1	3
Insecta	Ephemeroptera	3	4	6	2	2	3	8
	Odonata	0	1	0	0	0	0	1
	Plecoptera	1	2	1	1	1	2	3
	Coleoptera	0	0	1	1	0	0	2
	Diptera	3	0	3	5	7	3	9
	Trichoptera	2	4	6	3	5	2	12
	Total	9	11	17	12	15	10	35
Total		12	13	19	14	17	11	39

우 지형의 경사도가 매우 심하여 하천의 길이가 짧고, 하폭이 좁은 발원지 계류와 같은 구조적인 특성을 보이고 있으며, 충주댐으로 인하여 계명산 동쪽에 위치한 하천의 하류부는 거의 사라진 것으로 볼 수도 있다. 또한 대부분의 조사지점에 농경지 및 축사가 분포하고 있어 유기물의 유입으로 인한 오염원에 쉽게 영향을 받으며, 더욱이 평상시 유량이 적어 건천인 경우가 많기 때문인 것으로 볼 수 있다. 그러나 전 조사지점에서 강도래류가 나타나고 있다는 점은 인위적인 교란 요인이 분포해 있음에도 불구하고 높은 경사도에 따른 유속의 증가로 강우시 많은 유기오염물질이 하류로 배출되어 하천생태계의 자연성이 어느 정도 유지되고 있는 것으로 판단된다.

각 조사지점별 주요 분류군의 백분을 출현종수를 비교하여 보면 Fig. 3과 같다. 일반적으로 청정한 산간 계류의 경우 하루살이류, 강도래류 및 날도래류의 출현율(EPT 출현율)이 높게 나타나는데(Ward, 1992), 본 조사 수계의 경우에서도 이들 점유율이 높게 나타난 것은 계명산 일대의 수계가 경사도가 심한 소규모의 계류이기 때문으로 볼 수 있다.

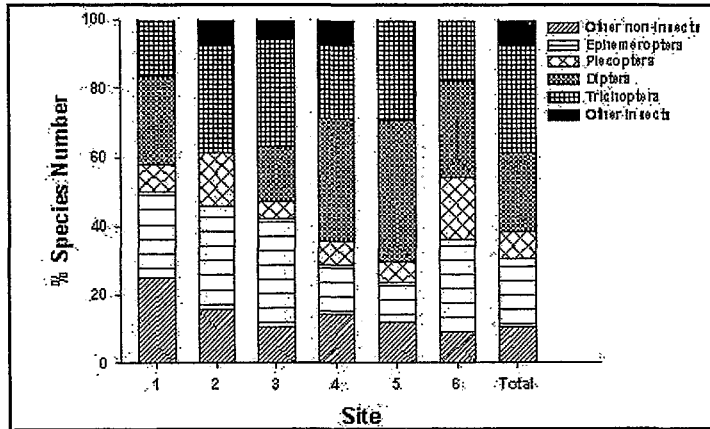


Fig. 3. Species frequency of major taxa at each survey site.

3) 개체수 현존량의 변동

계명산 일대의 수계에서 출현한 저서성 대형무척추동물의 개체수 현존량을 비교하여 보면 전체적으로 강도래류가 35.1%로 가장 높은 점유율을 나타냈으며, 그 다음으로는 하루살이류 23.7%, 파리류 23.1%, 날

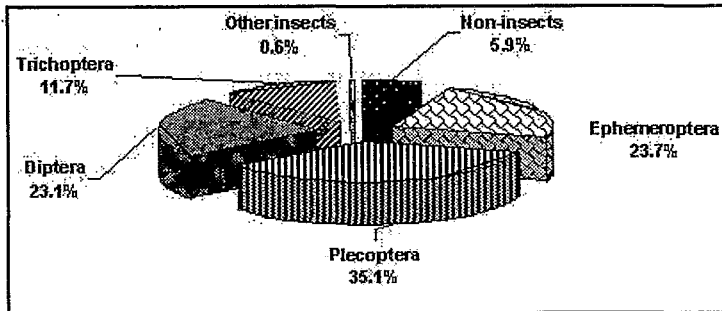


Fig. 4. Individual occurrence composition of major taxa inhabiting in survey area.

도래류 11.7%, 기타 수서곤충류 0.6% (잠자리류 0.4%, 딱정벌레류 0.2%), 그리고 비곤충류는 5.9% (갑각류 5.2%, 환형동물류 0.7%)의 점유율을 나타내고 있다(Fig. 4).

개체수 현존량은 전 지점 평균 $895.4(\pm 877.0)$ inds./m²로 나타났다. 편차가 크게 나타난 것은 조사지점 간의 서식처의 환경차가 크다는 것을 의미한다. 이러한 개체수 현존량은 하천생태계의 구조와 기능에 영향을 미치는 인자로 이의 부족은 안정적인 영양단계의 구성을 억제하여 생태계의 안정성에 중대한 영향을 미치는 한 요인이 될 수도 있다.

전 조사지점 중에서는 지점 4에서 2561.1 inds./m²로 가장 높은 개체수 현존량을 보였으나, 지점 6에서는 205.6 inds./m²으로 가장 낮은 개체수 현존량을 나타내고 있는데(Table 4), 이는 높은 출현종수를 보였던 지점으로 출현종수와 유사한 결과를 보이고 있다.

Table 4. Individual numbers of major taxa at each survey site (inds./m²).

Taxa / Site	1	2	3	4	5	6	Total
Annelia	5.6	0.0	16.7	0.0	16.7	0.0	38.9
Crustacea	11.1	27.8	16.7	138.9	55.6	27.8	277.8
Insecta	Ephemeroptera	300.0	127.8	677.8	22.2	22.2	1272.2
	Odonatan	0.0	22.2	0.0	0.0	0.0	22.2
	Plecoptera	16.7	22.2	61.1	1650.0	111.1	1883.3
	Coleoptera	0.0	0.0	5.6	5.6	0.0	11.1
	Diptera	61.1	0.0	261.1	694.4	205.6	1238.9
	Trichoptera	50.0	150.0	83.3	50.0	277.8	627.8
	Total	427.7	322.2	1088.8	2422.2	616.6	5055.5
Total	444.4	350.0	1122.2	2561.1	688.9	205.6	5372.2

각 조사지점별 백분율 개체수 현존량을 통해 수서곤충류의 출현률이 높게 나타남을 알 수 있다. 하지만 특정 분류군의 점유율이 두드러지게 나타난 것은 본 조사수계의 서식처가 단순함을 대변해 주고 있다(Fig. 5).

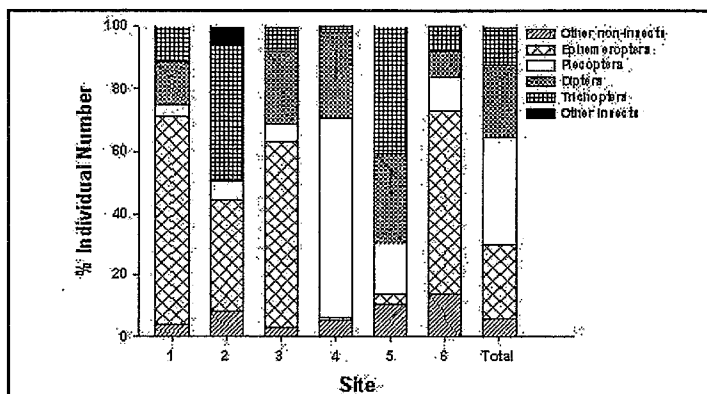


Fig. 5. Percentage of individual numbers of major taxa at each survey site.

4) 우점종 및 우점율의 변동

계명산의 전 조사지점에서 출현한 저서성 대형무척추동물 중에서 민강도래 KUb(*Nemoura* KUb)가 34.8%, 깔다구류 sp.1(*Chironomidae* sp.1)이 13.1%, 두점하루살이(*Ecdyonurus kibunensis*)가 6.3%, 감장하루살이(*Nigrobaetis bacillus*)가 5.7%, 옆새우류(*Gammarus* sp.)가 4.9%로 이들 상위 5종의 점유율이 전체 개체수 현존량의 64.8%로 높게 나타나고 있다. 이러한 결과는 앞서 언급한 바와 같이 한정된 물리적인 서식공간에 의하여 특정종이 우점하는 것으로 판단된다.

각 조사지점별로는 대부분의 지점에서 청정한 수계에서 주로 출현하는 강도래류나 하루살이류가 우점하고 있는 것으로 나타나 이 조사지역에 있는 수계의 수환경을 잘 나타내주고 있다(Table 5).

Table 5. Dominant species and dominant rates at each survey site.

Site	Dominant species			
	1st DS	Occu. (%)	2nd DS	Occu. (%)
1	<i>Nigrobaetis bacillus</i>	65.0	<i>Chironomidae</i> sp.1	8.8
2	<i>Hydatophylax nigrovittatus</i>	20.6	<i>Apatania</i> KUb	17.4
3	<i>Ecdyonurus kibunensis</i>	24.2	<i>Ecdyonurus levis</i>	17.8
4	<i>Nemoura</i> KUb	64.4	<i>Chironomidae</i> sp.1	20.6
5	<i>Simulium</i> sp.	16.9	<i>Nemoura</i> KUb	16.1
6	<i>Procloeon maritimum</i>	37.8	<i>Ecdyonurus kibunensis</i>	16.2

3. 섭식기능군의 변화

계명산 일대의 수계에서는 전체적으로 CPOM의 퇴적물을 썰어먹는 무리(shredder)의 점유율이 가장 높게 나타났으며, FPOM이나 UPOM을 선호하는 주워먹는 무리(collecting gatherer)의 점유율도 높게 나타났다(Fig. 6). 특히 썰어먹는 무리가 높은 점유율을 보이는 것은 하천연속성 개념(RCC, River Continuum Concept)에 따라서 각 조사지점이 발원지와 인접하여 있기 때문에 주변에서 유입되는 CPOM과 같은 유기물의 유입이 많기 때문이다(Vannote et al., 1980).

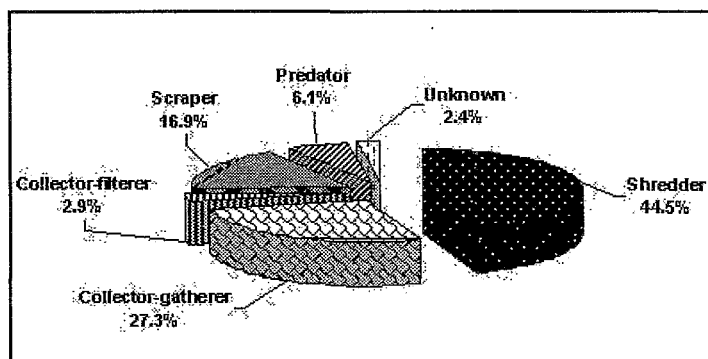


Fig. 6. Composition of functional feeding groups in Mt. Gyemyeong.

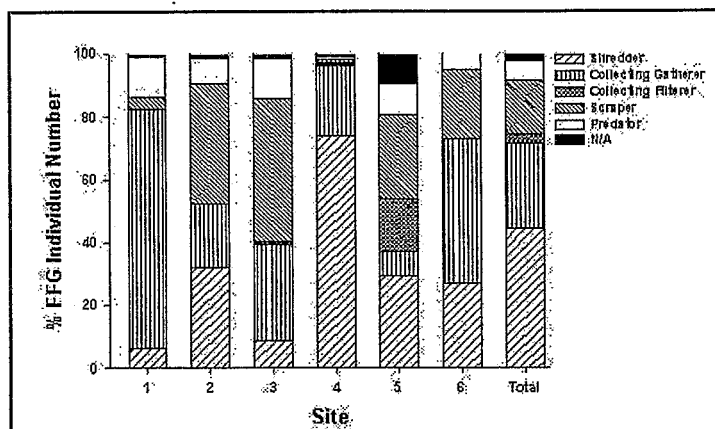


Fig. 7. Composition of functional feeding groups at each survey site.

4. 군집지수의 변화

계명산 일대의 각 조사지점별 군집지수는 Table 6과 같다. 전 조사지점 평균 우점도지수(DI)는 0.543, 지점 평균 종다양도지수(H')는 2.757, 지점 평균 균등도지수($E(J')$)는 0.720, 지점 평균 풍부도지수(RI)는 3.590로 나타났다.

Table 6. Community index at each survey site.

Index / Site	1	2	3	4	5	6	mean	STD
DI	0.738	0.381	0.421	0.850	0.331	0.541	0.543	0.209
H'	1.981	3.300	3.306	1.691	3.462	2.799	2.757	0.753
$E(J')$	0.553	0.892	0.778	0.444	0.847	0.809	0.720	0.179
RI	2.962	3.231	4.847	3.501	4.309	2.693	3.590	0.829

우점도지수(DI)는 가장 근본적이고 고전적인 지수로서 군집 내에서 가장 높은 출현도를 보이는 두 종의 개체수에 대한 총 개체수의 상대적 구성비율을 의미하는데, 지수값이 높을수록 특정종이 차지하는 비율이 높음을 나타내는 지수이다. 즉 지수값이 1에 가까울수록 생태계 내의 군집이 매우 단순함을 의미하며, 반대로 생물다양성과 안정성이 높은 생태계에서의 우점도지수는 낮게 나타난다. 우점도지수는 지점 5에서 0.331으로 매우 낮게 나타난 반면 지점 4에서는 0.850의 비교적 높은 값을 보이고 있다(Fig. 8).

다양도지수(H')는 출현한 각 종의 개체수와 전체 출현개체수의 상대적인 출현도를 나타내는 것으로 지수값이 높을수록 다양한 종이 안정적으로 서식하고 있음을 의미한다. 각 조사지점별로 분석된 종다양도지수는 지점 5에서 가장 높은 값을 보이고 있으며, 지점 4에서 가장 낮은 값을 나타내고 있다(Fig. 8).

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 하천생태계에 서식하고 있는 생물종이 이루고 있는 군집구조가 안정화된 것으로부터 기인한다고 볼 수 있다. 전 조사지점

을 볼 때 종다양도지수와 마찬가지로 지점 2, 5, 6에서는 지수값이 높게 나타나 안정적인 군집구조를 이루고 있다고 볼 수 있는 반면 지점 4에서는 낮은 값을 보인다.

풍부도지수(R1)는 출현한 생물의 총 종수와 총 개체수를 고려하여 존재하는 종의 구성이 어느 정도 높은가(또는 어느 정도 풍부한가)를 가늠하는 척도가 되는 지수로, 종다양도지수와 마찬가지로 값이 높을수록 하천에 서식하는 생물종에 의한 생태적 안정성이 높음을 의미한다. 종다양도지수와 비교할 때 민감도가 뛰어나 공간적으로 여러 곳에 위치하는 군집의 생물다양성을 상호 비교하는 데에 매우 유용한 지수이다. 각 조사지점에서 분석된 결과를 보면 지점 3은 4.847, 지점 6은 2.693으로 나타났으며 대체로 종다양도지수와 유사한 결과를 보이고 있다.

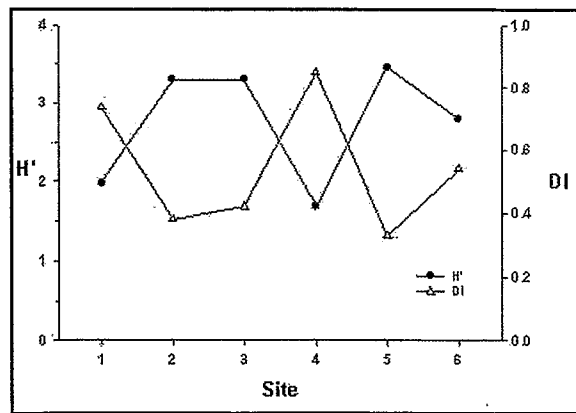


Fig. 8. Variation of community index at each survey site.

결론

계명산(775m)은 소백산맥 지맥의 하나로 동쪽으로는 충주호와 접해 있으며 북측으로 남한강과 연계되어 있다. 이 일대의 수계는 남동쪽으로는 경사가 급한 소하천이 대부분이고, 북서쪽으로는 하천 주변으로 농경지와 도시가 형성되어 있다.

이 일대의 수계에서 출현한 저서성 대형무척추동물은 39종으로, 이 중 수서곤충류가 전체 출현종수의 약 90% 정도를 차지하고 있어 하천생태계의 전형적인 출현양상을 보여주고 있다. 그러나 유역에 많은 농경지가 분포하고 있던 문경의 백화산 일대에서 비곤충류 7종, 수서곤충류 105종으로 총 112종의 저서성 대형무척추동물이 출현한 것과 비교할 때는 매우 적은 출현종수를 나타내고 있다(원과 염, 2002a). 한편 하루살이류, 강도래류 및 날도래류의 출현종수 점유율이 약 60% 정도로 비교적 높게 나타났고 상대적으로 비곤충류가 낮은 점유율을 나타내고 있어 이 일대의 수환경을 잘 반영하고 있다. 또한 수서곤충류 중에서도 일반적인 수계의 출현양상과 유사하게 하루살이류, 날도래류 및 강도래류가 높은 점유율을 보이고 있고, 이에 반하여 노린재류 및 딱정벌레류와 같은 정수성 수서곤충류의 점유율이 낮게 나타난 것 역시 이 지역

의 수환경을 대변하여 주고 있다. 단지 파리류의 점유율이 높게 나타나고 있어 계명산 일대의 수계가 대부분 인가나 농경지를 관류하고 있다는 점을 알 수 있게 한다.

이 일대의 수계에서 출현종수가 적은 것은 계명산 일대의 경우 지형의 경사도가 매우 심하여 하천의 길이가 짧고, 하폭이 좁은 발원지 계류와 같은 구조적인 특성을 보이고 있으며 충주댐으로 인하여 계명산 동쪽에 위치한 하천의 하류부가 거의 사라졌기 때문으로 볼 수도 있다. 또한 대부분의 조사지점에 농경지 및 축사가 분포하고 있어 유기물의 유입으로 인한 오염원에 쉽게 영향을 받으며, 더욱이 평상시 유량이 적어 건천인 경우가 많기 때문인 것으로 볼 수 있다. 그러나 전 조사지점에서 강도래류가 나타나고 있다는 점은 인위적인 교란 요인이 분포해 있음에도 불구하고 높은 경사도에 따른 유속의 증가로 강우시 많은 유기오염물질이 하류로 배출되어 하천생태계의 자연성이 어느 정도 유지되고 있는 것으로 판단된다. 또한 개체수 현존량의 조사지점 간 차이가 큰 것은 생물서식환경의 차가 크다는 것을 의미하며, 이러한 점은 하천생태계의 구조와 기능에 영향을 미치는 인자로 이의 부족은 안정적인 영양단계의 구성을 억제하여 생태계의 안정성에 중대한 영향을 미치는 한 요인이 될 수도 있다. 그러나 청정수역에서 주로 출현하는 강도래류와 하루살이류가 주로 출현하고 있는 것과 섭식기능군 중 상류수역에서 높은 점유율을 차지하는 썩어먹는 무리가 많이 출현하고 있는 것은 계명산 일대의 조사대상 수계 대부분이 발원지라는 점을 잘 반영하였다고 볼 수 있다.

조사결과로 미루어 짐작할 때 계명산 일대에 분포하고 있는 하천의 대부분은 하천 규모가 작고 유량이 매우 부족한 하천으로 나타났다. 그러나 이 수계들 중 계명산에서 발원하여 용탄동을 관류하고 남한강으로 유입되는 지류는 이 일대의 수계 중에서는 가장 보전가치가 높은 수계로 평가할 수 있으며, 나머지 대부분의 하천은 길이가 매우 짧고 유량이 적거나, 인근의 농경지와 도시를 관류하고 있어 하천의 자연성이 많이 훼손된 것으로 볼 수 있다.

인용문헌

- Allan, J. D., 1995. Stream Ecology. Structure and function of running waters. Chapman & Hall, London, 388pp.
- Boon, P. J., 1988. The impact of river regulation on invertebrate communities in the U.K. Regulated Rivers: Research and Management, 2:389-409.
- Brinkhurst, R. O. and D. G. Cook, 1974. Aquatic Earthworms(Annelida: Oligochaeta). p.143-156. In: Harst, C. W. Jr. and S. L. H. Fuller (Eds.), Pollution Ecology of Freshwater Invertebrates. Academic Press, Inc.
- Craig, D. A, 1987. Some of what you should know about water. Bull. North Am. Benthol. Soc. 4(2): 178-182.
- Cummins, K. W, 1973. Trophic relations of aquatic insects. Ann. Rev. Entomol. 18:183-206.
- Cummins, K. W, 1974. Structure and function of stream ecosystems. Bioscience 24(11):631-641.

- Cummins, K. W. and M. J. Klug. 1979. Feeding ecology of stream invertebrates. *Ann. Rev. Syst.* 10:147-172.
- Dudgeon, D., 1994. 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.
- Dudgeon, D., 1995. 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.
- Home, A. J., and C. R. Goldman, 1994. *Limnology*. McGraw-Hill, Inc. 576pp.
- Hynes, H. B. N., 1970. *The ecology of running waters*. Liverpool Univ. Press, Liverpool, U.K. 555pp.
- Kawai, T., 1985. *An illustrated book of aquatic insects of Japan*. 東海大學出版會.
- Margalef, R. 1958. Information theory in ecology. *General Systematics*. 3:36-71.
- McCafferty, W. P., 1981. *Aquatic entomology*. Jones and Bartlett, Boston. 448pp.
- McNaughton, S. J. 1967. Relationship among functional properties of California Grassland. *Nature*. 216:168-169.
- Merritt, R. W. & K. W. Cummins, 1984. *An introduction to the aquatic insects of North America*. 2nd. Ed. Kendall/Hunt Publ. Co., Dubuque, Iowa.
- Merritt, R. W., and K. W. Cummins, 1996. *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. 3rd. ed. Kendall/Hunt Publ. Co.
- Minshall, G. W., 1988. Stream ecosystem theory: a global perspective. *J. N. Benthol. Soc.* 7(4):263-288.
- Palmer, C., J. O. O'Keeffe, A. Palmer, T. Dunne, and S. Radloff., 1993. Macroinvertebrate functional feeding groups in the middle and lower reaches of the Buffalo River, eastern Cape, South Africa. *Dietary variability. Freshwater Ecology.* 29:441-453.
- Peckarsky, B. L., P. R. Fraissinet, M. A. Penton, and D. J. Conklin, Jr., 1990. *Freshwater Macroinvertebrates of Northeastern North America*. Cornell Univ. Press, Ithaca and London. 442pp.
- Pennak, R. W. 1978., *Freshwater invertebrates of the United States*. (2nd ed.) John Wiley & Sons Inc., New York. 803pp.
- Pielon, E. C., 1975. *Ecological Diversity*. Wiley. New York. 165pp.
- Quinn, J. M., and C. W. Hickey., 1990. Characterisation and classification of benthic invertebrate communities in 88 New Zealand rivers in relation to environmental factors. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research.* 24:387-409.
- Reice, S. R. and M. Wohlemberg, 1993. 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.
- Rosenberg, D. M., and V. H. Resh, 1993. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman and Hall, New York. 488pp.
- Shannon, C. E. and W. Weaver, 1949. The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press, Urbana.
- Vannote, R. L., G. W. Minshall, K. W. Cummins, J. R. Sedell, and C. E. Cushing, 1980. The River Continuum Concept. Canadian J. Fish. Aquat. Sci. 37:130-137.
- 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. Ent. Scand. Suppl. 19. 457pp.
- Willams, D. D. and B. W. Feltmate, 1992. Aquatic Insects. C · A · B International. Wallingford, UK.
- 岡田要. 1965a. 신일본동물도감(상). 북릉관. 679pp.
- 岡田要. 1965b. 신일본동물도감(중). 북릉관. 803pp.
- 岡田要. 1965c. 신일본동물도감(하). 북릉관. 763pp.
- 배연재, 박선영, 윤일병, 박재홍, 배경석. 1996. 왕숙천 준설구간의 저서성 대형무척추동물 군집변동. 한국육수학회지. 29(4):251 - 261.
- 배연재, 박선영, 황정미. 1998. 감장하루살이(하루살이목: 꼬마하루살이과) 유충의 기재 및 한국산 꼬마하루살이과 유충의 검색표. 한국육수학회지 31(4):282 - 286.
- 송광래. 1995. 한국산 거머리강(환형동물문)의 분류. 고려대학교 석사학위논문 57pp.
- 원두희, 염진화. 2002a. 울진 왕피천 자연생태계 조사보고서. V. 저서성 대형무척추동물 분야. 국립환경연구원. p.77 - 136
- 원두희, 염진화. 2002b. 제2차 전국자연생태계 조사. 문경·괴산의 자연환경 - 백화산 및 그 일대의 저서성 대형무척추동물. 환경부.
- 위인선, 나철호, 이종빈, 백순기. 1991. 수환경오염에 대한 수서곤충 지표종에 관한 연구. 한국환경생물학회지 9:42 - 54.
- 윤일병, 공동수, 원두희. 1992. 금호강 수계 저서성 대형무척추동물 군집의 시공간적 분포. 한국육수학회지. 25(3):167 - 175.
- 윤일병, 공동수, 유재근. 1992a. 저서성 대형무척추동물에 의한 생물학적 수질평가 연구(I) -오탁계급치 및 생물가중치 산정을 중심으로 -. 한국환경생물학회지 10:24 - 39.
- 윤일병, 공동수, 유재근. 1992b. 저서성 대형무척추동물에 의한 생물학적 수질평가 연구(II) -생물군집에 대한 환경요인 영향을 중심으로 -. 한국환경생물학회지 10:40 - 55.
- 윤일병, 공동수, 유재근. 1992c. 저서성 대형무척추동물에 의한 생물학적 수질평가 연구(III) -육안적 간략수질 평가방법을 중심으로 -. 한국환경생물학회지 10:77 - 84.
- 윤일병, 공동수, 이상협. 1992d. 저서성 대형무척추동물에 의한 금호강 수계의 생물학적 수질평가. 한국육수학회지. 25(3):177 - 183.

- 윤일병, 김종인, 이성진, 황정훈, 박재홍. 1994. 경안천의 저서성 대형무척추동물 군집. 경안천 자연생태 계조사연구 보고서. p.71 - 110.
- 윤일병, 배연재, 이현철, 이상조. 1993. 서울 근교 왕숙천의 유역 환경변화에 따른 수서곤충의 장기변동. 환경생물학회지. 11(2):97 - 109.
- 윤일병. 1988. 한국동식물도감. 제30권. 동물편(수서곤충류). 문교부.
- 윤일병. 1995. 수서곤충집색도설. 정행사. 서울.
- 한국곤충학회. 1994. 한국곤충명집. 한국곤충학회 건국대 출판부.
- 한국동물분류학회. 1997. 한국동물명집. 아카데미서적.

요 약

2003년 6월 16일부터 20일에 걸쳐 계명산 일대의 수계에서 6개의 지점을 선정하여 저서성 대형무척추동물에 대한 조사를 실시하였다. 본 조사기간 중 출현한 저서성 대형무척추동물의 총분류군은 2문 3강 10목 39종으로 나타났으며, 출현한 저서성 대형무척추동물 중에서 비곤충류는 환형동물류 1종, 갑각류 3종으로 총 4종이 출현하였고, 수서곤충류는 하루살이류 8종, 잠자리류 1종, 강도래류 3종, 딱정벌레류 2종, 파리류 9종 및 날도래류 12종으로 총 35종이 출현하였다. 각 조사지점별 주요 분류군 출현종수는 지점 3에서 19종으로 가장 많은 종수가, 지점 6에서 11종으로 가장 적은 종수가 출현하였으며, 전 조사지점의 평균 출현종수는 14.3종으로 나타났다. 개체수 현존량은 강도래류가 35.1%로 가장 높은 점유율을 나타냈으며, 하루살이류 23.7%, 파리류 23.1%, 날도래류 11.7%, 기타 수서곤충류 0.6%, 비곤충류 5.9%의 순으로 나타났으며, 전 지점은 평균 895.4 inds./m²이었다. 지점별 개체수 현존량은 지점 4에서 2561.1 inds./m²로 가장 높았고, 지점 6에서는 205.6 inds./m²으로 가장 낮게 나타났다. 전 조사지점에서 출현한 저서성 대형무척추동물 중에서 민강도래 KUb가 34.8%, 깔다구류 sp.1이 13.1%, 두점하루살이가 6.3%, 깔장하루살이가 5.7%, 옆새우류가 4.9%로 이들 상위 5종의 점유율이 전체 개체수 현존량의 64.8%로 높게 나타나고 있다. 또한 썪어먹는 무리와 주워먹는 무리의 점유율이 높게 나타났다. 전 조사지점 평균 우점도지수(DI)는 0.543, 다양도지수(H')는 2.757, 균등도지수(J')는 0.720, 종풍부도지수(R1)는 3.590로 나타났다.

검색어 : 강도래, 계명산, 수서곤충, 썪어먹는 무리, 저서성 무척추동물, 주워먹는 무리

Appendix. Species and individual occurrences of benthic macroinvertebrates collected at each survey site in Mt. Gyemyeong, 2003.

Species names	1	2	3	4	5	6
<i>Limnodrilus gotoi</i>	5,6		16,7		16,7	
<i>Asellus</i> sp.				5,6		
<i>Gammarus</i> sp.	5,6	22,2	16,7	133,3	55,6	27,8
<i>Cambaroides similis</i>	5,6	5,6				
<i>Baetis fuscatus</i>					11,1	
<i>Nigrobaetis bacillus</i>	288,9		5,6			11,1
<i>Proclonon maritimum</i>			16,7			77,8
<i>Ecdyonurus dracon</i>	5,6					
<i>Ecdyonurus kibunensis</i>		27,8	272,2	5,6		33,3
<i>Ecdyonurus levis</i>		27,8	200,0			
<i>Epeorus curvatus</i>	5,6	22,2	127,8	16,7	11,1	
<i>Epeorus pellucidus</i>		50,0	55,6			
<i>Davidius lunatus</i>		22,2				
<i>Nemoura</i> KU b	16,7	16,7	61,1	1650,0	111,1	16,7
<i>Capnia</i> KU a						5,6
<i>Paragnetina flavotincta</i>		5,6				
<i>Laccophilus</i> sp.1 (larva)				5,6		
<i>Elmidae</i> sp.1 (larva)			5,6			
<i>Antocha</i> KU a					5,6	
<i>Dicranota</i> KU a				16,7		5,6
<i>Pedicia</i> KU a			11,1			
<i>Tipula</i> KU a	5,6			111,1	22,2	5,6
<i>Tipula</i> KU c					11,1	
<i>Simulium</i> sp. (larva)				27,8	116,7	
<i>Chironomidae</i> sp.1	38,9		127,8	527,8	5,6	5,6
<i>Chironomidae</i> sp.3				11,1	5,6	
<i>Tanyptodinae</i> sp.	16,7		122,2		38,9	
<i>Hydropsyche kozhantschikovi</i>			5,6			
<i>Hydropsyche orientalis</i>			5,6			
<i>Apsilochorema</i> KU a	38,9		11,1		27,8	5,6
<i>Glossosoma</i> KU a	11,1	11,1	33,3		94,4	
<i>Phryganopsyche latipennis</i>				5,6		
<i>Apatania</i> KU a				16,7		
<i>Apatania</i> KU b		61,1			83,3	11,1
<i>Goera</i> sp. (case)					5,6	
<i>Hydatophylax nigrovittatus</i>		72,2	16,7			

Appendix. continued

Species names	1	2	3	4	5	6
Goerodes KUb				27.8	66.7	
Goerodes sp. (case)			11.1			
Psilotreta kisoensis		5.6				
Species numbers	12	13	19	14	17	11
Individual numbers	444.4	350.0	1122.2	2561.1	688.9	205.6