

기계천수계의 저서성 대형무척추동물 군집구조

김 중 락

위덕대학교 보건학부

(2008년 5월 6일 접수; 2008년 7월 9일 채택)

Community Structure of Benthic Macroinvertebrates from Gigye Stream

Jung-Lark Kim

Division of Health, Uiduk University, Gyeongju 780-713, Korea

(Manuscript received 6 May, 2008; accepted 9 July, 2008)

Abstract

Community structure of benthic macroinvertebrates was investigated from Gigye stream, Pohang, Korea from May to November, 2007. As results, total of 108 species of macroinvertebrates under 49 families, 15 orders, 5 classes in 3 phyla were identified. The number of species was the most abundantly revealed in aquatic insects (class Insecta) with 86 species (82.6%) under 7 orders. The phylum Mollusca (10 species, 9.2%) and the phylum Annelida (6 species, 5.6%) were followed in order. In the class Crustacea, 6 species (5.6%) were distributed. In aquatic insects, the order Odonata was the most abundant taxon (20 species, 23.3%). Seventeen species (19.8%) of the order Ephemeroptera and 16 species (18.6%) of the Coleoptera were followed. The primary dominant species in the stream was *Cloeon dipterum* of Ephemeroptera. For community analysis, the values of diversity index (H'), evenness index (J'), dominance index (DI) and richness index (RI) were studied and the average values of them were 5.65, 0.84, 0.13, and 13.18, respectively.

Key Words : Benthic macroinvertebrates, Community analysis, Gigye stream, Korea

1. 서 론

기계천은 경북 포항시 북구에서 발원하여 경주시 강동면에서 형산강에 합류하는 형산강의 주요 지류 중 하나이며, 포항시민에게 먹는 물을 공급하는 유강정수장 가까이에서 형산강에 합류하고 있어 형산강과 영일만의 수질에 지대한 영향을 끼칠 수 있는 포항시 주민들에게는 친숙한 하천이다. 그러나 경작지와 주택지, 축산시설 등을 지나면서 다양

한 경로로 오염 물질들이 마구 유입되고 있고, 하천변의 직선화, 하천 바닥의 무분별한 준설, 농업용수를 위한 많은 저수댐의 설치 등으로 기계천의 건강성에 대한 우려를 자아내고 있는 실정이다.

그동안 국내외에서는 무분별한 인간 간섭에 의한 하천의 이러한 문제점을 인식하여 자연형 하천으로의 회복을 위하여 많은 노력들을 기울이게 되었고, 하도 내 공법, 호안 공법, 천변습지 조성 공법 등 다양한 방안들이 제시되고 있으며,^{1,2)} 실제로 서울시의 양재천, 구미시의 구미천 등에서 성공적으로 수행되어 오고 있다. 그러나 이러한 과제 수행을 위해서는 그 지역에 대한 정밀한 정보 축적이 우선이 되

어야 할 것이다. 그러나 기계천에 대한 생태학적 지식 축적은 현재까지 거의 전무한 실정에 있어 이에 대한 연구가 절실히 요구되고 있다.

이에 따라 기계천의 생태계 현황 연구의 일환으로 수질 상태를 대변하는 생물학적 지표종으로서 가장 유용하게 이용되는 저서성 대형무척추동물상에 대한 조사를 수행하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 조사지 개황

기계천은 경북 포항시 기북면 오덕리를 기점으로 하여 경북 경주시 강동면 양동리의 형산강 합류점에 이르는 하천연장 16.50 km, 유로연장 32.00 km, 유역면적 197.65 km²에 달하는 지방 2급 하천이다³⁾.

기계천은 또한 화대천과 내단천이라는 2개의 지류를 가지고 있다. 화대천은 경북 포항시 기계면 미현리에서 발원하여 기계면 성계리에서 기계천과 합류하며, 하천연장 5.70 km, 유로연장 9.0 km, 유역면적 24.25 km²에 이르는 소하천이다. 또 다른 지류는 내단천으로 경북 포항시 신광면 냉수리에서 기원하여 기계면 단구리에서 기계천에 합류하는 하천연장 5.30 km, 유로연장 6.80 km, 유역면적 11.25 km²에 달하는 소하천이다.

현지조사는 기계천 본류와 지류인 화대천 및 내단천을 대상으로 하여 조사가 원활히 수행될 수 있는 지역이거나 저수댐 등 특징이 있는 지역들을 포함하여 모두 13개 지점을 선정하여 수행하였다. 조사는 계절 별 1회 수행하는 것을 원칙으로 하여 2007년 5월에서 11월까지 총 4회의 조사를 진행하였다.

2.1.1. 조사지점

기계천의 본류와 화대천 및 내단천 2개의 지류에서 다음과 같이 모두 13개의 조사지점을 선정하여 조사하였다(Fig. 1).

지점 1 : 경북 경주시 강동면 양동리 형산강 합류지점

지점 2 : 경주시 강동면 안계리 서남고개

지점 3 : 경주시 강동면 단구리 달성교

지점 4 : 포항시 기계면 성계리 문성교(화대천과 합류하는 지점을 포함)

지점 5 : 포항시 기계면 인비리 인비교

지점 6 : 포항시 기북면 관천리 은천지

지점 7 : 포항시 기북면 용기리 용전지

지점 8 : 포항시 기북면 오도리 오덕교

지점 9 : 포항시 기북면 탑정리 탑정지

지점 10 : 포항시 기북면 성법리(기계천 본류의 발원지 부근)

지점 11 : 포항시 기계면 화봉리 기동지(화대천의 중류에 위치)

지점 12 : 포항시 기계면 미현리 유대사묘(화대천의 발원지 부근)

지점 13 : 포항시 기계면 냉수리의 냉수지(내단천의 상류부)

2.1.2. 조사일시

현지조사는 다음과 같이 계절 별로 모두 4차에 걸쳐 실시하였다.

1차 조사 : 2007년 5월 25일-27일

2차 조사 : 2007년 7월 20일-22일

3차 조사 : 2007년 9월 28일-30일

4차 조사 : 2007년 11월 16일-18일

2.2. 연구방법

2.2.1. 채집방법

조사는 Eckman grab과 Surber net을 비롯하여 수서 무척추동물용 채집망과 뜰채, 핀셋 등을 이용하여 진행하고, 채집된 시료는 현장에서 에탄올 70%에 액침표본으로 만들어 실험실로 가져와 국내외에서 출간된 각종 문헌을 토대로 관찰, 동정하였다⁴⁻¹⁵⁾.

조사된 저서성 대형무척추동물들의 학명은 한국동물명집¹⁶⁾, 한국곤충명집¹⁷⁾ 등에 따라 정리하여 기재하였다.

2.2.2. 군집구조 분석

각 조사지역별로 이들의 실제 서식상황을 파악하기 위하여 다음과 같이 군집구조 분석을 시행하였다.

모든 종의 출현 개체수를 N , i 종의 출현 개체수를 N_i , 총 출현 종 수를 S , 제1우점종의 출현 개체수를 N_1 , 제2우점종의 출현 개체수를 N_2 라 할 때, 군집구조는 다음 지표들에 의하여 분석하였다.

$$\text{다양도지수}(H') = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i \quad (P_i = N_i/N)$$

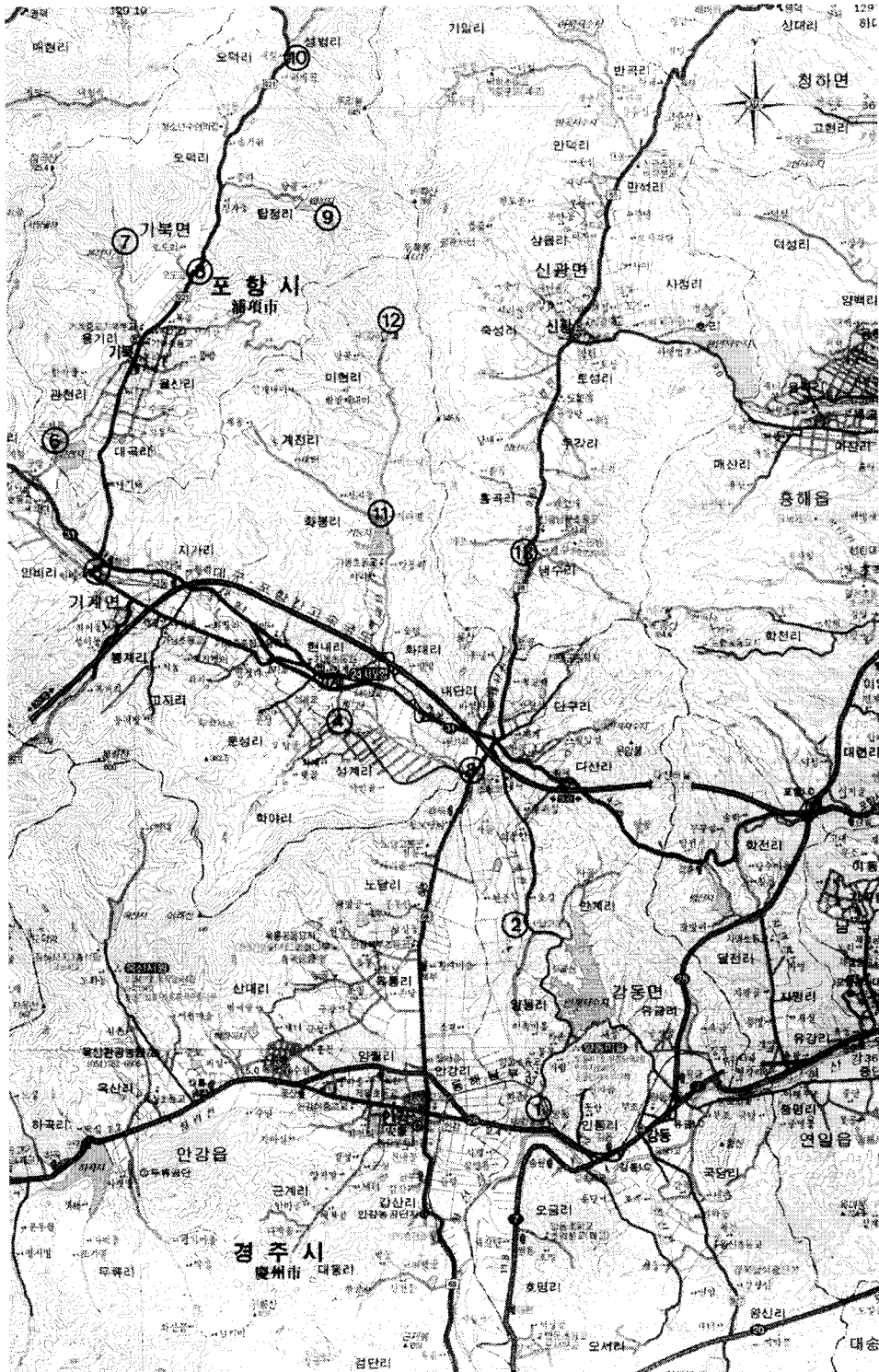


Fig. 1. Investigation sites of Gige stream, Pohang, Korea.

Table 1. Continued

Taxa	Individual numbers/Sites													T
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
<i>Graphoderus</i> sp. 아담스물방개속													4	4
<i>Hydaticus</i> sp. 줄물방개속													4	4
<i>Laccophilus difficilis</i> Sharp 깨알물방개											5		3	8
<i>Neonectes natrix</i> (Sharp) 노랑무늬물방개				14				9						31
<i>Potamonectes hostilis</i> (Sharp) 흑외줄물방개	7	9		5		2		3					4	30
<i>Rhantus pulverosus</i> (Stephens) 애기물방개							5	4						9
Family Hydrophilidae 물땡땡이과														
<i>Enochrus umbratus</i> Sharp 넓적물땡땡이	26					6	4			14				50
<i>Enochrus uniformis</i> Sharp 한일넓적물땡땡이													4	4
<i>Laccobius bedeli</i> Sharp 점물땡땡이	5	9	20	7				13					6	50
Family Gyridae 물땡땡이과														
<i>Gyrinus japonicus</i> Sharp 물땡땡이							8							8
Family Psephenidae 물삿갓벌레과														
<i>Mataeopsephus</i> KUa 넓은물삿갓벌레 KUa												2		2
Order Diptera 파리목														
Family Tipulidae 각다귀과														
<i>Antocha</i> KUa 명주각다귀 KUa								2						2
<i>Tipula</i> KUb 각다귀 KUb		3												3
<i>Tipula</i> KUe 각다귀 KUe												1		1
Tipulidae sp.1 각다귀과								3						3
Tipulidae sp.2 각다귀과											4			4
Family Chironomidae 깔따구과														
<i>Chironomus dorsalis</i> Meigen 등깔따구				2										2
<i>Chironomus</i> sp.1 깔따구속	4						2	7		9				22
<i>Chironomus</i> sp.2 깔따구속	5													5
<i>Chironomus</i> sp.3 깔따구속		2	7	4				6		1				20
<i>Chironomus</i> sp.4 깔따구속								2		4	17	3		26
<i>Chironomus</i> sp.5 깔따구속										6				6
Family Culicidae 모기과														
<i>Anopheles</i> sp. 얼룩날개모기속		7						10			19		22	58
Order Trichoptera 날도래목														
Family Ecnomidae 별날도래과														
<i>Ecnomus tenellus</i> (Rambur) 별날도래						2								2
Family Hydropsychidae 줄날도래과														
<i>Macronema radiatum</i> McLachlan 큰줄날도래				15				2				1		18
Family Rhyacophilidae 물날도래과														
<i>Rhyacophila impar</i> Martynov 거친물날도래										4				4
Family Glossosomatidae 광택날도래과														
<i>Glossoma</i> KUa 광택날도래 KUa		20		26	10	8		21		15		12		112
Family Limnephilidae 우묵날도래과														
<i>Apatania</i> KUb 애우묵날도래 KUb										7		5		12
<i>Hydatophylax nigrovittatus</i> McLachlan 띠무늬우묵날도래										5		8		13
Family Lepidostomatidae 네모집날도래과														
<i>Goerodes</i> KUa 네모집날도래 KUa		3								8		6		17
Family Stenopsychidae 각날도래과														
<i>Stenopsyche bergeri</i> Martynov 연날개수염치레각날도래												2		2
Family Polycentropodidae 갓날도래과														
<i>Plectrocnemia</i> KUa 갓날도래 KUa								1						1
Total : 3phyla 5classes 15orders 49families 108species	402	432	233	395	149	272	252	290	148	177	242	196	218	3,365

Table 2. Species composition of macroinvertebrates from Gigye stream

Taxon	No. of species by site													Total	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	No. of species	%
Mollusca	4	7	4	4	3	3	5	5	4	1	3	3	2	10	9.2
Annelida	1	3	2	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	6	5.6
Arthropoda	Crustacea	1	0	2	1	2	2	1	1	1	0	0	2	6	5.6
	Insecta	20	29	14	26	7	20	21	28	9	20	18	23	86	79.6
Total	No. of species	26	39	22	31	12	26	28	35	15	22	26	25	108	100
	%	24.1	36.1	20.4	28.7	11.1	24.1	25.9	32.4	13.9	20.4	19.4	23.2		

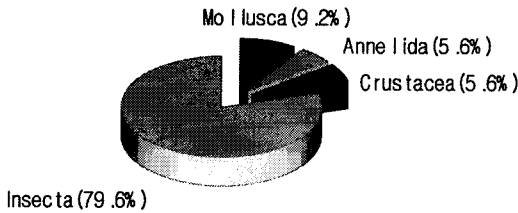


Fig. 2. Species composition of macroinvertebrates from Gigye stream.

dorfii)를 비롯하여 징거미새우(*Macrobrachium nipponense*) 등 6종(5.6%)이 발견되었다(Table 2). 그 밖에 연체동물문에서는 다슬기(*Semisulcospira libertina*)를 비롯하여 모두 10종(9.2%)이, 환형동물문에서는 갈색납적거머리(*Glossophonia complanata*)를 포함하여 6종(5.6%)이 조사되었다.

각 지점별 분포상을 보면(Table 2 및 Fig. 3), 지점 2에서 가장 많은 39종의 저서성 대형무척추동물이 동정되어 전체 종의 36.1%를 차지하였다. 다음이 지점 8로 전체 종의 32.4%인 35종 조사되었다. 지점 4에서는 31종(28.7%), 지점 7에서는 28종(25.9%)으로 그 뒤를 이었으며, 지점 5에서는 가장 적은 12종(11.1%)이 동정되었다. 지점 5에서 가장 적은 종이 조사된 이유는 하천의 건천화와 때맞춰 진행 중에 있던 교량 건설에 의한 영향으로 풀이된다. 실제 분포 조사에서는 이 지점이 대부분 건천화되어 조사가 거의 진행되지 못하였었는데 이는 두 번째로 적은 종이 조사된 지점 9(15종)에서도 유사한 상황이었다. 그 밖의 지점들에서는 21종(지점 11)에서 26종(지점 12)까지의 종들이 출현하였다.

수서곤충류는 하루살이목 등 모두 7목에서 86종이 조사되었다. 이 가운데에서는 잠자리목에 속하는 곤충류가 20종(23.3%)으로 가장 많은 종이 출현

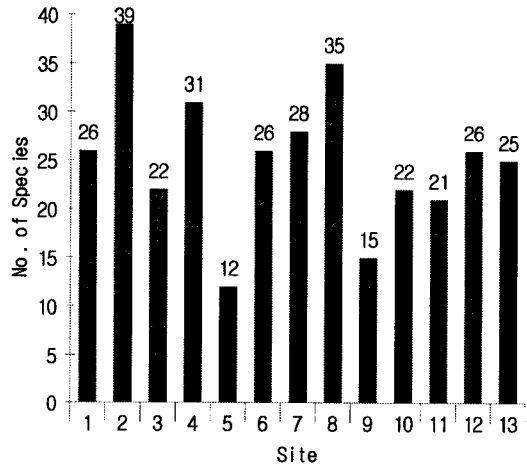


Fig. 3. Species composition of macroinvertebrates by site from Gigye stream.

하였다(Table 3 및 Fig. 4). 그 다음으로 하루살이목이 17종(19.8%)으로 나타났으며, 딱정벌레목에서 이와 비슷한 16종(18.6%)으로 그 뒤를 이었다. 한편, 강도래목에서는 2종(2.3%)만이 조사되어 가장 적게 나타났다. 이밖에 파리목에서는 12종(14.0%), 노린재목과 날도래목에서는 각각 10종(11.6%)과 9종(10.5%)씩 출현하였다.

이들 수서곤충류의 지점 별 분포상황을 살펴보면(Table 3, Fig. 5), 저서성 대형무척추동물 전체의 분포상황과 거의 유사한 패턴을 보여주고 있다. 역시 지점 2(29종, 전체 종 중 33.7%)에서 가장 많은 종들이 출현하였고, 지점 8(28종, 32.6%)과 지점 4(26종, 30.2%)가 그 뒤를 이었다. 역시 지점 5에서 가장 적은 종 수(7종, 8.1%)를 기록하였고, 지점 9에서는 9종(10.5%)을 차지하였다. 그 외에 14종(지점 3)에서 23종(지점 12)까지의 다양한 종들이 출현하고 있었다.

Table 3. Species composition of aquatic insects by site from Gigy stream

Taxa	Sites													Total		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	No. of Species	%	
Ephemeroptera	3	10	7	7	5	5	2	8	2	5	1	8	2	17	19.8	
Odonata	7	6	4	9	0	6	7	7	5	3	6	4	3	20	23.3	
Plecoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	2.3	
Hemiptera	5	5	1	3	1	5	6	1	2	2	5	1	5	10	11.6	
Coleoptera	3	3	1	3	0	2	4	4	0	2	1	1	10	16	18.6	
Diptera	2	3	1	2	0	0	2	5	0	2	5	2	1	12	14.0	
Trichoptera	0	2	0	2	1	2	0	3	0	5	0	6	0	9	10.5	
Total	No. of species	20	29	14	26	7	20	21	28	9	20	18	23	21	86	100
	%	23.3	33.7	16.3	30.2	8.1	23.3	24.4	32.6	10.5	23.3	20.9	26.7	24.4		

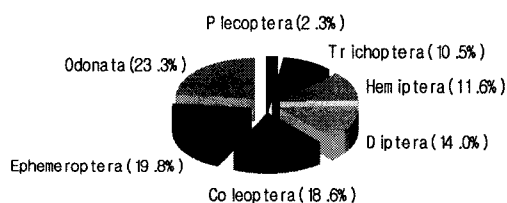


Fig. 4. Species composition of aquatic insects from Gigy stream.

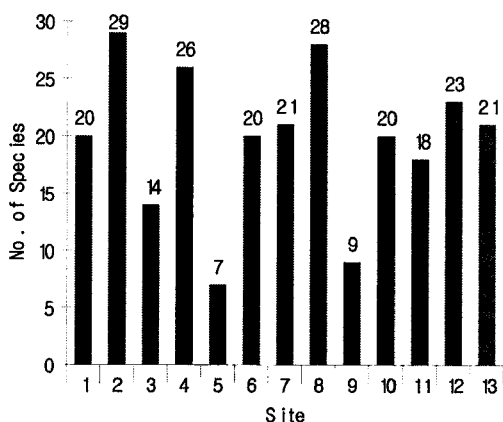


Fig. 5. Species composition of aquatic insects by site from Gigy stream.

각 조사지점 별 우점종 및 아우점종을 Table 4에 나타내었다. 지점 별로 수환경의 변화에 따라 다양한 우점 및 아우점종이 출현하고 있는데 대체로 연체동물문의 물달팽이(*Radix auriculata*), 원돌이물달팽이(*Physella acuta*)를 비롯하여, 하루살이목에 속

Table 4. Dominant and subdominant species at each site from Gigy stream

Sites	Dominant species
	Subdominant species
1	<i>Physella acuta</i>
	<i>Copera annulata</i>
2	<i>Ecdyonurus kibunensis</i>
	<i>Radix auriculata</i>
3	<i>Caridina denticulata denticulata</i>
	<i>Cloeon dipterum</i>
4	<i>Acentrella gnom</i>
	<i>Ecdyonurus kibunensis</i>
5	<i>Ecdyonurus kibunensis</i>
	<i>Physella acuta</i>
6	<i>Copera annulata</i>
	<i>Cloeon dipterum</i>
7	<i>Radix auriculata</i>
	<i>Cercion calamarum</i>
8	<i>Ecdyonurus kibunensis</i>
	<i>Glossoma KUa</i>
9	<i>Micronecta sedula</i>
	<i>Radix auriculata</i>
10	<i>Ecdyonurus kibunensis</i>
	<i>Glossoma KUa</i>
11	<i>Physella acuta</i>
	<i>Ischnura asiatica</i>
12	<i>Semisulcospira libertina</i>
	<i>Proclotron maritimum</i>
13	<i>Cloeon dipterum</i>
	<i>Anopheles sp.</i>
Total	<i>Cloeon dipterum</i>
	<i>Ecdyonurus kibunensis</i>

하는 두날개하루살이(*Cloeon dipterum*), 두점하루살이(*Ecdyonurus kibunensis*), 잠자리목의 자실잠자리(*Copera annulata*) 등이 많은 지점에서 우점하고 있었다. 그 밖에, 지점에 따라 다슬기(*Semisulcospira libertina*), 새뱅이(*Cardina denticulata denticulata*)를 비롯하여 깨알하루살이(*Acentrella gnom*), 등점은실잠자리(*Cercion calamorum*), 광택날도래류(*Glossoma KUa*) 등의 종들이 지점에 따라 우점하고 있었다. 조사된 전 종들 중에서는 하루살이목의 두날개하루살이가 우점종으로, 두점하루살이가 아우점종으로 나타났다.

각 조사지점별로 이들의 실제 서식상황을 파악하기 위하여 군집구조 분석을 시행하였는데, 그 결과를 Table 5에 나타내었다. 종다양도지수(H')는 대체로 높게 나타났는데, 지점 2가 제일 높은 4.79이었고, 지점 9에서는 가장 낮은 3.13이었으며, 전체적으로는 5.65를 기록하였다. 균등도지수(J')는 지점 9에서 가장 낮게 나타났으나(0.80), 그 밖의 지역에서는 대체로 거의 유사한 성적을 나타내었다. 전체적으로는 0.84를 기록하였다. 우점도지수(DI)는 비교적 낮게 분석되었는데, 지점 별 분석에서는 지점 9에서 0.48로 가장 높게 나타났으며, 지점 5에서도 높은 0.42로 나타나서, 출현종이 적은 지점들에서 상대적으로 우점하고 있는 종들의 비가 높음을 보여 주었다. 지점 8에서는 0.16을 기록하여 가장 낮았다. 나머지 지점은 0.19에서 0.26로 거의 유사한 양상을 보였다. 전 지점을 통 털어서는 0.13으로 나타났다. 풍부도지수(RI)에서는 전 지점에서 대체로 높게 나타났는데, 출현종수가 가장 많은 지점 2가 6.26으로 가장 높았고, 그 다음으로 종 수가 많았던 지점 8에서 6.00으로 그 뒤를 이었다. 종 수가 가장 적었던 지점

Table 5. Community analyses from Gigye stream

Index Site	Diversity Index(H')	Evenness Index(J')	Dominant Index(DI)	Richness Index(RI)
1	4.12	0.88	0.21	4.17
2	4.79	0.91	0.19	6.26
3	4.14	0.93	0.23	3.85
4	4.54	0.92	0.23	5.02
5	3.23	0.90	0.42	2.20
6	4.28	0.91	0.25	4.46
7	4.46	0.93	0.20	4.88
8	4.75	0.93	0.16	6.00
9	3.13	0.80	0.48	2.80
10	4.15	0.93	0.26	4.06
11	4.06	0.92	0.26	3.64
12	4.33	0.92	0.23	4.74
13	4.30	0.93	0.24	4.46
Total	5.65	0.84	0.13	13.18

5와 9에서 각각 2.20과 2.80으로 나타나 가장 낮아 출현종수와 이 지수들과의 의미 있는 상관관계를 나타내었다. 전체적으로는 13.18을 기록하였는데, 이들 지수들을 통해서 볼 때 기계천에 서식하고 있는 저서성 대형무척추동물 군집은 대체로 건전한 다양성을 유지하고 있는 것으로 생각된다.

상술한 지수들과 생물학적 수질평가기법에 따른 분포 상황을 보면, 우점 및 아우점종이나 여타 종들의 출현 패턴은 기계천 각 조사지점들은 대부분 2-3등급의 수질을 유지하고 있음을 보여준다. 대구지방환경청의 수질측정망은 기계천에서는 이 연구의 조사지점 3 부근인 달성교에 설치되어 운용되고 있다. 최근의 기록을 보면(Table 6)²¹⁾, 대부분의 수질검사항목에서 상수원수 1등급의 측정치를 나타내고 있다. 그러나 실제 이 지점에서 서식하고 있는 저서성 대형무척추동물 대부분은 2-3등급의 수질에서

Table 6. Water quality of Gigye stream²¹⁾

Years	Water Temp. (°C)	pH	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	MPN (100ml)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
2000	14.5	7.4	11.0	0.7	1.4	1.7	2119	3.458	0.083
2001	15.4	7.4	10.9	0.7	1.9	1.7	217	4.881	0.035
2002	15.3	7.3	10.6	0.8	1.9	1.5	1042	4.488	0.091
2003	15.4	7.3	10.2	0.8	2.9	5.1	907	2.674	0.124
2004	16.3	7.3	10.8	0.9	1.8	3.0	4039	3.633	0.026
2005	16.5	7.4	10.5	1.1	2.0	2.7	342	3.693	0.022
2006	15.5	7.8	9.8	1.0	2.1	2.2	212	3.321	0.028
2007	17.3	7.5	10.4	0.7	1.7	2.3	152	3.379	0.024

많이 서식하고 있는 것으로 알려진 종들이고, 또한 육안적인 판단으로도 1급수 수질과는 다소 거리가 있어, 이화학적 수질검사 결과와는 다소 상이하다. 따라서 어떤 지역의 보다 신뢰성 높은 수질의 평가를 위해서는 두 평가 지표가 보완적으로 같이 시행되어야 함을 보여준 것이라 판단되며 앞으로 이에 대한 다양한 연구가 필요한 것으로 보인다.

4. 결 론

경북 포항시에 위치하고, 형산강의 주요 지류 중 하나인 기계천에서 저서성 대형무척추동물의 군집구조를 조사하였다. 조사 결과, 3문 5강 49과 108종의 저서성 대형무척추동물이 동정되었다. 이들 가운데 수서곤충류가 7목 86종(82.6%)으로 가장 많이 조사되었고, 연체동물문(10종, 9.2%)과 환형동물문(6종, 5.6%)이 그 뒤를 이었다. 절지동물문의 갑각류도 역시 6종(5.6%)이 출현하였다.

수서곤충류 가운데서는 잠자리목에서 가장 많은 종(20종, 23.3%)이 동정되었고, 그 다음이 17종(19.8%)의 하루살이목, 16종(18.6%)의 딱정벌레목의 순이었다. 하루살이목에 속하는 두날개하루살이(*Cloeon dipterum*)가 가장 우점하고 있는 종이었다.

군집구조 분석을 위하여 다양도지수(H'), 균등도지수(J'), 우점도지수(DI) 및 종풍부도지수(RI)가 조사되었다. 그 결과 대부분의 지점들에서 다양도지수와 균등도 지수 및 종풍부도지수는 비교적 높게, 우점도지수는 비교적 낮게 나타나서 기계천에서는 아직 건전한 종 다양성을 유지하고 있는 것으로 분석되었다.

감사의 글

이 연구는 2007년도 경북지역환경기술개발센터의 지원에 의해 수행된 연구결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 1) 김영석, 2004, 환경친화적인 하천복원의 개발 방향, 자연보존, 126, 23-29.
- 2) 환경부, 2002, 하천복원 가이드라인, 한국건설기술연구원, 255pp.
- 3) 건설교통부, 2000, 한국하천일람, 748pp.
- 4) 권오길, 박갑만, 이준상, 1993, 원색한국패류도감, 아카데미서적, 445pp.
- 5) 권오길, 민덕기, 이종락, 이준상, 제종길, 최병래, 2001, 신원색한국패류도감, 민패류박물관, 도서출판 한글, 332pp.
- 6) 谷幸三, 1994, 水生昆蟲の觀察, トンボ出版, 202pp.
- 7) 丸山博紀, 高井幹夫, 2000, 原色川虫図鑑, 全國農村教育協會, 244pp.
- 8) Bae Y. J., Park S. Y., Hwang J. M., 1998, Description of larval *Nigrobaetis bacillus* (Kluge) (Ephemeroptera: Baetidae) with a key to the larvae of the Baetidae in Korea, Korean J. Limnol., 31(4), 282-286.
- 9) 송광래, 1995, 한국산 거머리강(환형동물문)의 분류, 교육학석사학위논문, 고려대학교, 서울, 57pp.
- 10) 원두희, 권순직, 전영철, 2005, 한국의 수서곤충, (주)생태조사단, 415pp.
- 11) 유종생, 1995, 원색한국패류도감, 일지사, 196pp.
- 12) 윤일병, 1988, 한국동식물도감 제 30권 동물편(수서곤충류), 문교부, 840pp.
- 13) 윤일병, 1995, 수서곤충검색도설, 정행사, 262pp.
- 14) 이창언, 1971, 한국동식물도감 제 12권 동물편(곤충류 IV), 문교부, 1063pp.
- 15) 保育社, 1985, 原色日本甲蟲圖鑑, II, 大阪, 514pp.
- 16) 한국곤충학회, 한국응용곤충학회, 1994, 한국곤충명집, 건국대학교출판부, 744pp.
- 17) 한국동물분류학회, 1997, 한국동물명집, 아카데미서적, 489pp.
- 18) 이종욱, 김기범, 김정환, 2003, 오십천수계의 저서성 대형무척추동물의 군집구조, 한국자연보존연구지, 1(4), 111-130.
- 19) 김중락, 이진식, 한갑조, 이창수, 2001, 형산강 수질보전 대책수립을 위한 기초 조사 연구-생태계보전을 중심으로, 경북지역환경기술개발센터, 71pp.
- 20) 김중락, 2005, 포항시 냉천수계의 저서성 대형무척추동물 군집, 한국자연보존연구지, 3(2), 195-204.
- 21) <http://water.nier.go.kr>