

대구 일대 하천 저서성 대형무척추동물의 수계별 군집구성

곽인실* · 정선애 · 정경숙

전남대학교 해양기술학부

Community Composition on Stream Benthic Macroinvertebrate in Daegu

Inn-Sil Kwak*, Sun Ae Jeong and Gyeong-Suk Jeong

Faculty of Marine Technology, Chonnam National University, Yeosu 550-749, Korea

Abstract - The benthic macroinvertebrates of stream around Mt. Innae, Mt. Gumi and Mt. Dodung in Daegu were studied between April and September in 2005. Physico-chemical factors such as depth, velocity, pH, conductivity and DO were measured in each study site. The depth distributed from 3.3 cm to 18.6 cm, conductivity from 35.5 to 223.1 μ s, and DO between 5.66 and 10.73 mg L⁻¹.

Total observed species of benthic macroinvertebrates were 78 in study streams. The first dominant family was Chironomidae, occupying from 59 to 65%. The other dominant families were Ephemeroptera (12~19%) and Gastropoda (5~14%). Mt. Innae was observed as having the most abundance species. EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) richness were from 4 to 14.

Key words : benthic macroinvertebrates, physico-chemical factors, Chironomidae, EPT richness

서론

유수환경인 강이나 하천에서 강우나 홍수는 가장 큰 교란요인으로 주목을 받아 많은 연구가 이루어졌다 (Sousa 1984; Resh *et al.* 1988; Grimm and Fisher 1989; Dudley *et al.* 1990; Reice *et al.* 1990; Boulton and Lake 1992; Stanly and Fisher 1992). 특히, 홍수와 연관되어진 하상의 은닉유속 (shear velocity)과 하상불안정 (substrate instability)의 증가, 하상표면 (substrate surface)의 유실은 저서성 대형무척추동물 (benthic macroinvertebrates)에게 불리한 서식환경을 제공한다 (Cobb *et al.* 1992; Robertson

et al. 1995). 교란에 대한 회복 (recovery)이란 군집구조와 기능이 교란전의 상태로 돌아가는 것을 의미하며 (Wallace 1990), 회복되는 속도는 은닉처에 생존한 개체의 분산 (Brooks and Boulton 1991), 하류로의 표류 (Williams and Hynes 1976)와 성충의 산란에 의해 (Gray and Fisher 1981) 영향을 받는 것으로 보고 하였다.

담수생태계의 환경변화는 궁극적으로 그 서식처에 생존하는 생물상에 변화를 초래하기 때문에 생물군집에 대한 시공간적 분석은 환경변화의 영향을 감지할 수 있는 주요 척도가 되고 있다. 생물군집은 자연적 환경교란 (Power *et al.* 1988; Resh *et al.* 1988)뿐만 아니라 공해를 포함한 인위적인 변화에 대해서도 종특이성을 나타내기 때문에 환경을 평가하는 데 적절히 이용될 수 있다. 이에 많은 연구에서 환경교란을 평가하기에 저서성 대형

* Corresponding author: Inn-Sil Kwak, Tel. 061-659-3193, Fax. 061-659-3199, E-mail. iskwak@chonnam.ac.kr

Table 1. Physico-chemical environmental factors at the sample sites in the stream of Yeongcheon-Gyeongju in April and August, 2005

		Mt. Innae				Mt. Gumi				Mt. Dodung			
		IN1	IN2	IN3	IN4	GM1	GM2	GM3	GM4	DD1	DD2	DD3	DD4
Water temp. (°C)	April	9.8	10.3	11.2	9.8	9.7	10.3	11.8	12.5	13.3	12.1	9.4	8.9
	August	22.3	21.0	22.1	21.2	20.1	22.5	26.5	29.5	23.3	25.3	29.5	28.5
Conductivity (µs)	April	89.0	59.0	53.2	57.3	35.5	56.7	45.3	67.8	72.3	56.3	46.5	56.7
	August	213.1	223.1	185.3	166.1	198.9	152.3	193.1	206.5	110.3	123.6	124.6	121.0
DO (mg L ⁻¹)	April	10.4	9.7	9.5	8.7	9.8	8.3	8.6	9.6	8.6	9.6	8.9	9.3
	August	7.8	6.9	6.9	7.0	8.2	8.3	7.3	5.7	10.2	10.7	10.7	10.5
Depth (cm)	April	17.0	5.0	8.0	9.0	13.0	8.0	12.0	8.0	13.0	10.0	11.0	9.0
	August	6.0	4.0	10.0	11.0	10.0	12.0	7.0	10.0	5.0	4.0	6.0	7.0
Width (cm)	April	200.0	300.0	50.0	20.0	150.0	60.0	50.0	30.0	50.0	40.0	200.0	70.0
	August	20.0	20.0	30.0	20.0	10.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

무척추동물이 좋은 지표생물임을 보고하였다(Minshall and Peterson 1985; Hellowell 1986). 본 연구에서는 조사지의 저서성 대형무척추동물의 분포를 살펴보고 산을 중심으로한 수계별 생물군집에 차이를 살펴보고자 하였다.

조사 방법

조사지는 영천·경주 지역의 인내산, 구미산, 도덕산 주위의 주요 수계 하천 중상류를 택해서 총 12개 지점을 택하였다. 수서곤충상 풍부한 중·상류 지점을 선정하여 조사하였다.

1. 채집방법

망목 크기가 0.5 mm인 Surber 망(30×30 cm²; Surber 1937, APHA *et al.* 1985)을 사용하여 약 10 cm의 깊이로 채집하였다. 하천의 중앙부분과 수초가 풍부하고 유속이 느린 하천의 가장자리를 포함하여 1지점 당 3회 채집하였다. 채집된 저서무척추동물은 에틸알코올 99%에 고정시켰다. 생물채집과 병행하여 하폭, 전기전도도, DO, 수온, 수심과 하상구조를 조사하였다. 전기전도도와 수온은 조사 지점 당 2~3 반복 측정하여 평균치를 기록하였으며, 수심은 채집한 지점마다 매번 측정하였다. DO는 조사지에서 DO meter (YSI, 55/12 FT)로 측정하였다. 단 환경조사는 조사기구의 가용성, 조사지 환경 및 실험 여건 등을 고려하여 선별적으로 수행하였다.

2. 동정 및 분류

채집된 생물을 실험실에서 현미경(Olympus SZH10)하에 동정(분류)하였다. 일반적인 수서곤충 및 저서생물의 분류는 Yun (1988)과 Brigham *et al.* (1982), Merritt

and Cummins (1996), Pennak (1978) 등을 참조하였고, Chironomidae(갈따구 과)는 Merritt and Cummins (1996), Wiederholm(1983)의 검색표를 따랐으며, Oligochaeta(뱀모강)는 Brigham *et al.* (1982), Brinkhurst (1986)에 의해 분류하였다.

3. 하상구조 및 기타

하상구성물에 따른 생물상의 분포를 파악하기 위하여 크기에 따라 분류하였고 크기의 범위는 100 mm 이상, 50 mm 이상~100 mm 이하, 32 mm 이상~50 mm 이하, 16 mm 이상~32 mm 이하, 8 mm 이상~16 mm 이하, 그리고 8 mm 이하였다.

결과 및 고찰

1. 서식환경

1) 이·화학적 환경

수온은 1차 조사시 8.9~13.3°C, 2차 조사시에는 20.1~29.5°C이었다(Table 1). 전기전도도는 1차 조사시 35.5~89 µs, 2차 조사시 110.3~223.1 µs로 나타나 2차 조사시 약간 높게 나타났다. 모든 수계에서 1차 조사와 2차 조사 사이의 전기전도도 값이 크게 차이를 보였다. 구미산과 인내산의 수계가 대체적으로 높은 전기전도도 값을 가졌다(Table 1). DO의 경우 1차 조사시에는 8.28~10.4 mg L⁻¹ 정도였고, 2차 조사시에는 5.66~10.73 mg L⁻¹을 나타내었다. 2차 조사시 대덕산 수계의 DO는 높아진 반면 나머지 수계에서는 감소하거나 비슷한 경향을 나타내었다(Table 1). 수심은 1차 조사에서는 4.7~18.6 cm 정도였고, 2차 조사에서는 3.3~11.3 cm로 다소 감소하였다(Table 1). 하폭은 1차 조사에서는 20~300 cm, 2차

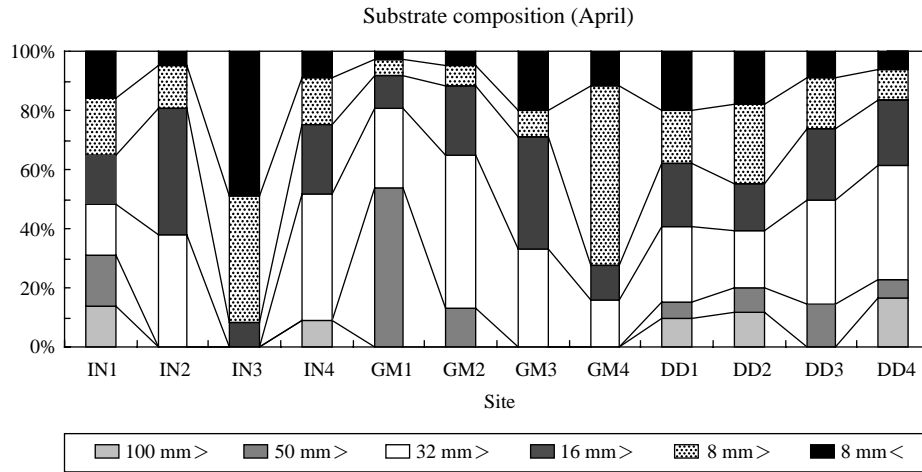


Fig. 1. Substrate composition measured at the sample sites in the study stream in April and August, 2005 (The alphabets at χ axis represent the names of the sample sites).

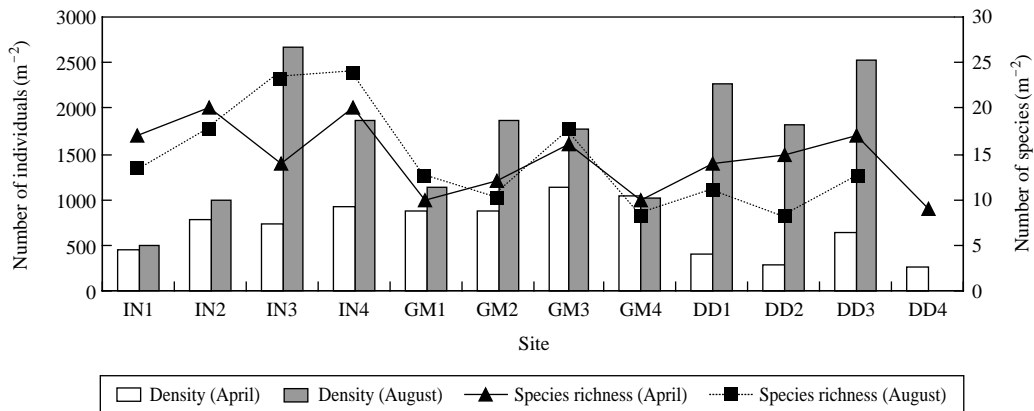


Fig. 2. Number of species and density of macroinvertebrates collected at the sample sites in the streams in April and August, 2005 (The alphabets at χ axis represent the names of the sample sites).

조사에서는 0~30 cm로 가짐으로 인해 그 값이 대폭 감소하였다(Table 1).

2) 하상구성

인내산 수계는 100 mm 이상의 입자가 8%, 50 mm 이상의 입자가 7%로 큰 입자의 비율이 작고 주로 모래와 작은 자갈로 하상이 대다수를 차지하였다. IN3지점은 8 mm 이하 입자가 차지하는 비율이 90%를 차지하였으나 나머지 지점들은 큰 입자가 차지하는 비율이 높아 차이를 보였다(Fig. 1). 구미산 수계의 하상구성물은 100 mm 이상의 입자가 0%이며 50 mm 이상의 입자가 20%, 32 mm 이상의 입자가 33%, 16 mm 이상의 입자가 22%를 차지하고 있다. GM3과 GM4지점은 32 mm 이하 입자가 차지하는 비율이 100%로 자갈 이하가 전체를 차지 한

것으로 나타났다(Fig. 1). 도덕산 수계에서는 32 mm 이상의 입자가 29%로 가장 큰 비율을 차지하고 있으며 상대적으로 50 mm 이상의 입자가 8%, 100 mm 이상의 입자가 10%로 그 비율이 낮았다. 전 조사지 중 큰 입자가 차지하는 비중이 상대적으로 높은 도덕산 조사지점 중 DD3지점의 하상구성은 비교적 작은 입자가 차지하는 비율이 높았다(Fig. 1).

2. 군집구성

전체적으로 총 78종이 조사되었으며 1차 조사시 전 조사지점 당 9~20종이 채집되었고 2차 조사시 8~24종이 조사되었다. 총 개체수는 전체적으로 2차 조사시에 증가하였다(Fig. 2).

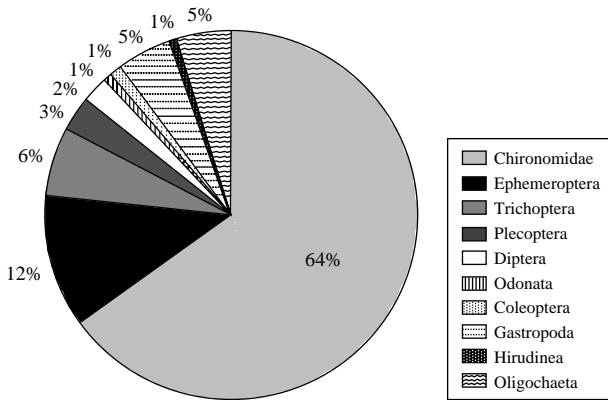


Fig. 3. Relative abundance of selected taxa in macroinvertebrates at the sample sites in the streams in April, 2005.

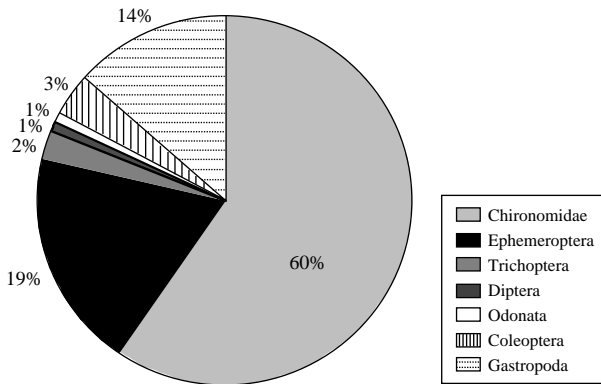


Fig. 4. Relative abundance of selected taxa in macroinvertebrates at the sample sites in the streams in August, 2005.

다소 청정한 곳에서 출현하는 하루살이류, 날도래류, 강도래류, 옆새우류 등을 관찰할 수 있었으나 대부분 깔따구류가 우점하여 분포하고 있다. 주요 분류군의 상대적 출현은 1차 조사시에는 깔따구류 65%, 하루살이류 12%, 날도래류 6%, 달팽이류와 빈모류가 각각 5%, 강도래류 3%, 파리목(깔따구류 제외) 2%, 잠자리류와 딱정벌레류와 거머리류가 각각 1% 순으로 나타났다(Fig. 3). 2차 조사시에는 깔따구류 59%, 하루살이류 19%, 달팽이류 14%, 딱정벌레류 3%, 날도래류 2%, 파리목(깔따구류 제외)과 잠자리류가 각각 1% 순으로 나타나 하루살이류와 달팽이류는 증가하였으며 깔따구류는 2차 조사시 약간 감소하긴 하였으나 상대적풍부도는 가장 높았다(Fig. 4).

3. 수계간 군집구성

수계 간 출현에 차이는 있었으나 1차 조사와 2차 조

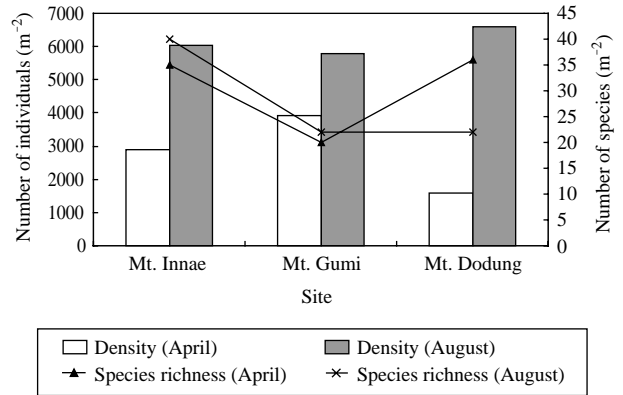


Fig. 5. Number of species and density of macroinvertebrates in different water sheds of mountains in 2005.

사 모두 깔따구류가 우점하였으며 하루살이류가 많이 서식하고 있는 것으로 조사되었다. 2차 조사시에는 달팽이류가 다소 증가하였고 다른 분류군은 비슷하거나 감소하는 경향을 보였다. Fig. 5에는 중요산별 출현밀도와 출현종수에 대한 내용을 도표화하였으며 Fig. 6과 Fig. 7은 각각 1차 조사와 2차 조사시의 조사정점별 상대적인 출현율에 따른 값을 기록하였다.

1) 인내산

전체적으로 인내산 수계에서는 깔따구류가 49%, 하루살이류 32%, 달팽이류 7%, 날도래류 5%, 딱정벌레류와 빈모류가 각각 2%, 강도래류, 파리목(깔따구 제외), 잠자리류, 거머리류가 각각 1% 순으로 나타났다. 1차 조사시 깔따구류 64%, 하루살이류 12%, 날도래류 11%, 빈모류 6%, 그 외에 강도래류와 파리목(깔따구류 제외)과 거머리류가 각각 2%, 잠자리류와 달팽이류가 각각 1% 정도의 비율로 나타났다. 1차 조사시 깔따구류 한 종류가 우점하고 있는 반면 2차 조사시에는 깔따구류 42%, 하루살이류가 41%로 비슷하게 출현하였으며 달팽이류 10%, 날도래류와 딱정벌레류가 각각 2%, 파리목(깔따구류 제외)과 잠자리류가 각각 1% 순으로 나타났다. 인내산 수계에서는 1차 및 2차 조사시에 각각 35종, 40종이 출현하였으며 전체적으로 2차 조사시에 그 밀도가 모두 증가하였다(Fig. 2).

IN1지점은 1차 조사시에 깔따구류가 75%로 가장 많이 출현하였다. 그 외에 하루살이류 5%, 강도래류와 날도래류와 파리목(깔따구 제외)이 각각 4%, 달팽이류와 거머리류가 각각 3%, 뱀잠자리류와 딱정벌레류가 각각 1%의 비율로 출현하였다. 2차 조사시에는 깔따구류가 39%로 크게 감소하였으며 하루살이류는 23%로 증가하였다. 딱정벌레류와 달팽이류는 각각 13%, 16%로 증가

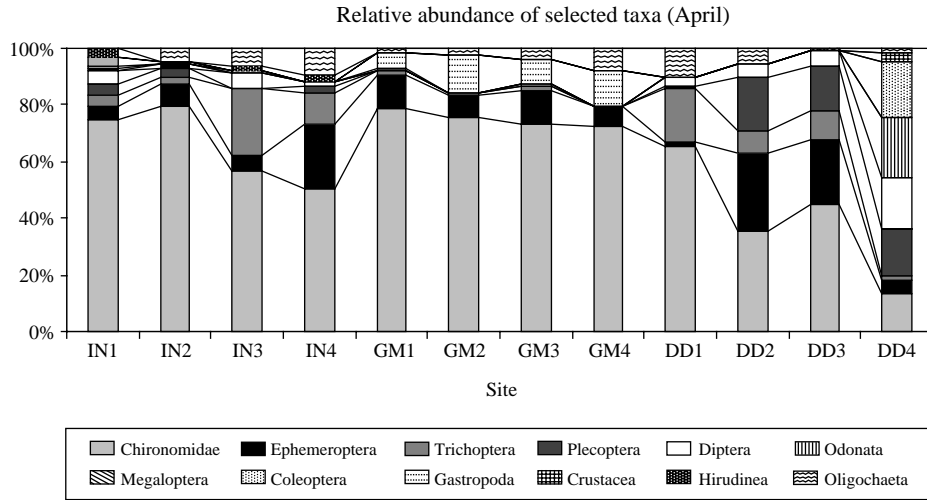


Fig. 6. Relative abundance of selected taxa in macroinvertebrates at each sample site in the streams in April, 2005 (The alphabets at χ axis represent the names of the sample sites).

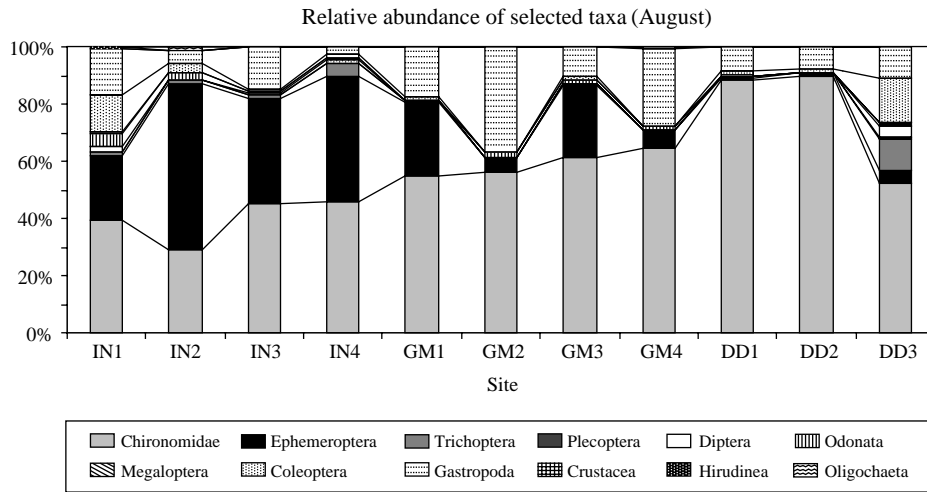


Fig. 7. Relative abundance of selected taxa in macroinvertebrates at each sample site in the streams in August, 2005 (The alphabets at χ axis represent the names of the sample sites).

하였으며 그 외 잠자리류 4%, 파리목(갈따구류 제외) 2%, 날도래류와 뱀잠자리류와 거머리류가 각각 1% 정도 출현하였다. IN1지점에서의 1차 조사시에는 17종이 출현하였으며 2차 조사시에는 13종이 출현하여 종 수가 감소하였으며 밀도는 2차 조사시에 약간 증가하였다(Fig. 2).

IN2지점은 1차 조사시 갈따구류가 80%로 가장 많이 출현하였다. 하루살이류가 8%의 비율로 나타났으며 그 외 빈모류 5%, 강도래류 3%, 날도래류와 잠자리류가 각각 2% 출현하였다. 2차 조사시에는 IN1지점과 마찬가지로 갈따구류가 29%로 크게 감소하였으며 하루살이류가

58%로 크게 증가하였다. 달팽이류는 4%, 잠자리류와 딱정벌레류가 각각 3%, 날도래류와 빈모류가 각각 1% 나타났다. 1차 조사시에는 20종, 2차 조사시에는 18종이 출현하였으며 밀도는 2차시에 증가하는 경향을 나타냈다(Fig. 2).

IN3지점은 1차 조사시에 갈따구류가 57%로 가장 많이 출현하였으며 날도래류가 23%의 비율로 출현하여 다른 지점에 비하여 날도래류의 상대적풍부도가 높았다. 그 외 하루살이류와 빈모류가 각각 6%, 파리목(갈따구류 제외) 5%, 거머리류 2%, 강도래류와 뱀잠자리류와 딱정벌레류가 각각 1% 출현하였다. 2차 조사시에는 갈따

구류가 45%로 다소 감소하였으며 하루살이류는 37%로 크게 증가하였으며 달팽이류가 15% 나타났다. 날도래류의 경우 1%로 크게 감소하였으며 파리목(깔따구류 제외)과 딱정벌레류도 각각 1% 나타났다. 1차 및 2차 조사시 각각의 종수는 14종, 24종으로 종풍부도가 증가하였으며 밀도는 2차 조사시 매우 크게 증가하여 3배 이상의 차이를 보였다(Fig. 2).

IN4지점은 1차 조사시 깔따구류가 50%로 가장 많이 출현하였다. 하루살이류와 날도래류가 각각 23%, 11%, 빈모류 9%, 강도래류와 거머리류가 각각 2%, 파리목(깔따구류 제외) 1%로 나타났다. 2차 조사시에는 다른 지점과 마찬가지로 깔따구류가 46%로 감소하였으며 하루살이류는 44%로 비슷한 비율로 출현하였다. 날도래류의 밀도도 4%로 다소 감소하였으며 그 외 달팽이류 3%, 파리목(깔따구류 제외)과 딱정벌레류가 각각 1% 나타났다. 1차 및 2차 조사시에 각각 20종, 24종이 나타났으며 밀도는 약 두 배 정도 증가하였다(Fig. 2).

2) 구미산

전체적으로 구미산 수계에서는 깔따구류 65%, 달팽이류 18%, 하루살이류 13%, 빈모류 2%, 날도래류, 잠자리류, 딱정벌레류가 각각 1% 순으로 나타났다. 1차 조사시에는 깔따구류가 75%로 우점하고있으며 하루살이류와 달팽이류가 각각 10%, 빈모류 4%, 날도래류와 딱정벌레류가 각각 1% 순으로 나타났다. 2차 조사시에는 깔따구류 59%, 달팽이류 23%, 하루살이류 15%, 잠자리류와 딱정벌레류가 각각 1%로 1차 조사와 2차 조사시 모두 깔따구가 우점하고있다. 다른 산들에 비해 달팽이류의 비율이 높으며 2차 조사시 증가되는 양상을 보였다.

구미산 수계에서 1차 및 2차 조사시에 각각 20종, 22종이 출현하였으며 지점별로 1차와 2차 조사시 출현한 종수의 차이는 크게 없다. 총밀도는 2차 조사시에 증가하는 경향을 보였다(Fig. 5).

GM1 지점은 1차 조사시 깔따구류가 79%로 큰 비중을 차지하고 있으며 하루살이류 12%, 달팽이류 5%, 날도래류와 빈모류가 각각 2%, 딱정벌레류가 1% 순으로 나타났다. 2차 조사시에는 깔따구류가 55%로 다소 감소하였으나 여전히 우점하고 있으며 하루살이류와 달팽이류가 각각 26%, 18%로 증가하였으며 딱정벌레류 1%로 다른 종들은 거의 출현하지 않았다. 1차 및 2차 조사시에 각각 10종, 12종이 나타났으며 밀도는 2차 조사시에 증가하였다(Fig. 2).

GM2 지점은 1차 조사시에는 깔따구류 76%, 달팽이류 13%, 하루살이류 8%, 빈모류 3%, 날도래류 1% 순으로 나타났다. 2차 조사시에는 깔따구류가 56%로 다소 감소

하였으며 달팽이류는 37%로 크게 증가하였다. 그 밖에 하루살이류 5%, 잠자리류 2%가 나타났다. 1차 조사시에는 12종이 나타났고 2차 조사시에는 10종이 출현하였으며 밀도는 2차 조사시에 2배 정도 증가하였다(Fig. 2).

GM3 지점은 1차 조사시 깔따구류 73%, 하루살이류 12%, 달팽이류 8%, 빈모류 4%, 날도래류 2%, 딱정벌레류 1%의 비율로 출현하였다. 2차 조사시에는 깔따구류 62%, 하루살이류 25%, 달팽이류 10%, 날도래류와 잠자리류와 딱정벌레류가 각각 1%의 순으로 나타났다.

출현한 종수는 1차 조사시 16종, 2차 조사시 18종이 나타나 다른 GM1, GM2, GM4 지점에 비하여 종풍부도가 높았으며 밀도는 2차 조사시 다소 증가하는 경향을 보였다(Fig. 2).

GM4지점은 1차 조사시에는 깔따구류가 72%로 다른 지점과 마찬가지로 큰 비중을 차지하였으며 달팽이류 12%, 빈모류 8%, 하루살이류 7% 순으로 나타났다. 2차 조사시에는 깔따구류 65% 출현하였으며 달팽이류는 27%로 다소 증가하였으며, 그 외에 하루살이류 6%, 잠자리류 1%가 나타났다. 1차 조사시 10종이 출현하였으며 2차 조사시에는 8종이 나타났다. 밀도는 구미산의 다른 지점들과는 달리 2차 조사시 약간 감소하였다(Fig. 2).

3) 도덕산

전체적으로 구미산 수계와 마찬가지로 깔따구류 69%로 큰 비중을 차지하고 있으며 달팽이류 7%, 날도래류와 딱정벌레류가 각각 6%, 하루살이류 5%, 강도래류와 파리목(깔따구류 제외)이 각각 3%, 잠자리류와 빈모류가 각각 1% 순으로 나타났다. 1차 조사시 대덕산 수계에서는 깔따구류가 44%, 하루살이류 16%, 강도래류 13%, 날도래류 10%, 파리목(깔따구류 제외) 7%, 빈모류 4%, 잠자리와 딱정벌레류가 각각 3% 순으로 출현하였다. 2차 조사시에도 역시 깔따구류가 75%로 증가되어 가장 큰 비중을 나타냈으며 달팽이류 9%, 딱정벌레류 7%, 날도래류 4%, 하루살이류와 파리목(깔따구류 제외)이 각각 2% 순으로 나타났다.

1차 및 2차 조사시 각각 36종, 22종이 출현하였으며 총밀도는 2차 조사시 거의 4배 가량 증가하여 큰 차이를 보였다(Fig. 5). DD1지점은 1차 조사시 깔따구류 65%, 날도래류 18%, 빈모류 10%, 파리목(깔따구류 제외) 4%, 하루살이류 2%, 강도래류 1% 순으로 출현하였다. 2차 조사시에는 깔따구류가 88%로 증가하였으며 달팽이류 8%, 딱정벌레류 2%, 하루살이류 1% 순으로 나타났다. 그 밖에 날도래류 파리목(깔따구류 제외) 등이 1%가 안되는 비율로 나타났다. 1차 조사시 14종이 출현하였고 2차 조사시는 약간 감소하여 11종이 출현하였으며 밀도는 2

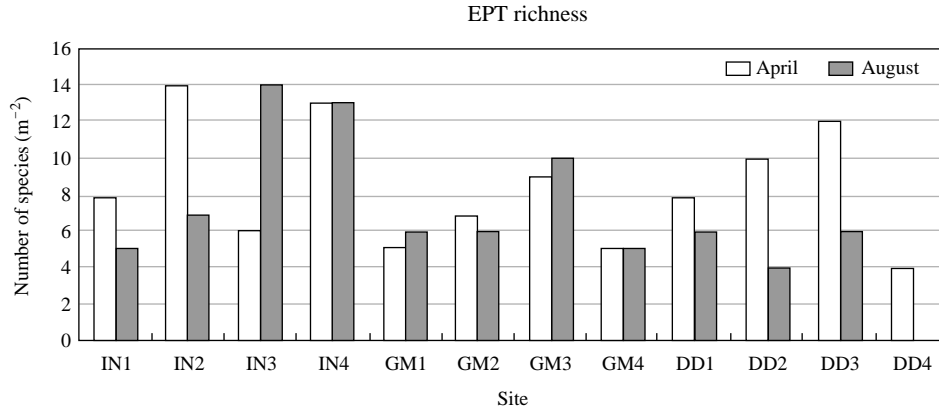


Fig. 8. EPT Taxa Richness of macroinvertebrates at the sample sites in the streams of Yeongcheon-Gyeongju in April and August, 2005 (The alphabets at χ axis represent the names of the sample sites).

차 조사시에 5배 이상 증가하였다(Fig. 2).

DD2지점은 1차 조사시 깔따구류가 36%, 하루살이류가 28%, 강도래류가 18%, 날도래류가 8% 비율로 나타났다. 또한 빈모류와 파리목(깔따구류 제외)이 각각 5% 정도 출현하였다. 2차 조사시에는 깔따구류가 90%로 거의 대부분을 차지하였으며 달팽이류가 8%, 하루살이류와 딱정벌레류가 각각 1% 나타나 다른 종은 거의 출현하지 않았다. 출현한 종수는 1차 조사시 15종, 2차 조사시 8종으로 크게 감소하였으며 밀도는 2차 조사시 6배 이상 증가하여 큰 차이를 보였다(Fig. 2).

DD3지점은 1차 조사시 깔따구류가 45%, 하루살이류가 23%, 강도래류가 16%, 날도래류가 10%, 파리목이 6%, 빈모류 1% 비율로 나타났다. 2차 조사시에는 깔따구류 52%, 딱정벌레류 16%, 날도래류와 달팽이류 각각 11%, 하루살이류는 4%로 감소하였으며 파리목(깔따구류 제외) 4%, 잠자리류 1%가 나타났다. 1차 및 2차 조사시 각각 17종, 13종이 나타났으며 밀도는 다른 지점과 마찬가지로 2차 조사시에 증가하여 3배 이상의 차이를 보였다(Fig. 2)

DD4지점은 다른 지점이 깔따구류가 우점하고 있는데 비하여 잠자리류 21%, 딱정벌레류 20%, 파리목(깔따구류 제외) 18%, 강도래류가 17%의 비율로 나타났으며 깔따구류는 14% 정도로 출현하였다. 그 외에 하루살이류 5%, 열새우류 3%, 날도래류와 빈모류가 각각 2% 나타났다. 1차 조사시 9종이 나타났다(Fig. 2).

4. 생물적 수질지표(EPT Taxa Richness)와 오염원에 따른 군집구성

비교적 조사하기 용이하며 청정도를 효율적으로 나타

내는 생물지수인 EPT Taxa Richness (EPT 분류군 풍부도; 이하 EPT로 칭함)를 구하여 조사지점 간의 수질을 비교하였다(Fig. 8). EPT는 하천에 서식하는 하루살이류(Ephemeroptera), 강도래류(Plecoptera)와 날도래류(Trioptera)의 총 종수를 나타낸다. 전체적으로 4~28로 비교적 다양하게 나타났으며, 1차 및 2차 조사시에 각각 4~14, 4~14로 나타났다.

EPT가 가장 높게 나타난 지점은 1차 조사시 IN2(14)지점과 2차 조사시 IN3(14)지점이며 가장 낮게 나타난 지점은 1차 조사시 DD4(4)지점과 2차 조사시에 DD2(4)지점이었다. IN3, GM1, GM3에서는 2차 조사시 EPT지수가 상대적으로 증가하였으며 IN1, IN2, GM2, DD1, DD2, DD3지점에서는 2차 조사시 EPT지수가 상대적으로 감소하는 것으로 나타났다.

인내산 수계는 1차 조사시에는 EPT가 6~14로 나타났고 2차 조사시에는 5~14로 나타났다(Fig. 8). IN1, IN2지점은 각각 8, 14에서 5, 7로 감소하였고, IN3지점은 6에서 14로 증가하였다. IN4지점은 1차 및 2차 조사시 모두 13으로 변동이 없었다. 구미산 수계는 1차 조사시에는 EPT가 5~9로 나타났으며 2차 조사시에는 5~10으로 나타났다(Fig. 8). GM2지점은 7에서 6으로 감소하였으며 GM1, GM3지점은 각각 5, 9에서 6, 10으로 증가하였다. GM4지점은 5로 변동이 없었다. 대덕산 수계는 1차 조사시에는 EPT가 4~12로 나타났으며 2차 조사시에는 4~6으로 나타났다(Fig. 8). DD1, DD2, DD3지점은 각각 1차 조사시 8, 10, 12에서 2차 조사시 6, 4, 6으로 감소하였다. DD4지점은 1차 조사시 EPT가 4를 나타냈다.

조사지는 주로 도시지역이 아닌 전형적인 농촌의 자연하천을 대상으로 조사를 하였음에도 오염원의 하천

내로 이루어지고 있었다. 주로 농업에 의한 유기물 유입, 생활하수의 유입, 축사에 의한 유기물 유입이 원인으로 산업단지에 의한 폐수와는 오염원이 달랐다. 유기물 오염이 주원인으로 부영양화가 문제가 될 수 있으나 하천은 지속적인 흐름을 가지는 특성으로 용존산소로 인한 문제가 발생할 여지가 적으며, 유속에 의한 상류로부터 생물의 유입과 과량 유기물의 이동이 이루어지며, 상류로부터의 영향을 지속적으로 받는다.

조사지점은 전체적으로 유기물에 의한 영향과 1차 조사시기와 2차 조사시기 사이의 여름 집중 강우효과가 나타났다. 따라서 강우효과로 오염원의 희석과 유실이 이루어지고 동시에 늘어난 유량에 의한 오염원의 이동이 활발하여 전기전도도가 크게 높아졌다(Table 1). 또한 기온의 증가로 생물들의 생산량이 증가된 것에 기인하여 출현밀도는 1차 조사보다 2차 조사시에 증가되었는데 특히, 2차 시기에는 하루살이과의 출현이 매우 뚜렷하였다(Fig. 5). 강우로 인한 교란으로 서식처의 불안정성과 강우시기에 열악한 서식처 여건에 의하여 내성능력이 떨어지는 양호한 서식처를 선호하는 대다수의 저서생물들의 손실로 종풍부도와 EPT분류군의 감소가 수반되었다(Figs. 5, 8).

적 요

영천, 경주 지역의 도덕산, 구미산, 인내산 주위의 주요 수계 하천의 중·상류 11~12개 지점에서 저서성 대형 무척추동물을 조사하였다. 수심, 유속, pH, 탁도(NTU), 전기전도도와 DO 등의 이화학적 환경도 측정하였다. 수심은 3.3~18.6 cm, 전기전도도는 35.5~223.1 μs , DO는 5.66~10.73 mg L^{-1} 의 분포를 보였다.

대상 조사지점에서 총 78종이 출현하였으며, 수서곤충이 주로 채집되었다. 깔따구류가 전 출현개체수의 59~65%를 차지하여 가장 많이 조사되었으며, 다음으로는 하루살이류가 12~19%, 달팽이류가 5~14%를 차지한 것으로 조사되었다. 조사지점 중에서는 인내산이 가장 다양한 생물이 서식한 것으로 조사되었다. EPT 풍부도는 4~14로 나타났으며 인내산의 IN2, IN3지점에서 14를 보여 가장 높게 나타난 반면 가장 낮게 나타난 곳은 도덕산의 DD2, DD4지점으로 조사되었다.

사 사

본 연구는 전남대학교 학술연구비의 지원을 받아 수

행되었습니다.

참 고 문 헌

- APHA, AWWA and WPCF. 1985. Standard methods for the examination of water and waste (16th ed.).
- Brigham AR, WU Brigham and A Gnilka. 1982. Aquatic Insects and Oligochaetes of North and South Carolina. Midwest Aquatic Enterprise. Mahomet. 837pp.
- Brinkhurst RO. 1986. Guide to the freshwater aquatic microdrive Oligochaetes of North America. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences. 259pp.
- Boulton AJ and PS Lake. 1992. The ecology of two intermittent streams in Victoria, Australia. III. Temporal changes in faunal composition. *Freshw. Biol.* 27:123-138.
- Brooks SS and AJ Boulton. 1991. Recolonization dynamics of benthic macroinvertebrates after artificial and natural disturbances in an Australian temporary stream. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.* 42:295-308.
- Cobb GG, TD Galloway and JF Flannagan. 1992. Effects of discharge and substrate stability on density and species composition of stream insects. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 49:1788-1795.
- Dudley TL, CM D'antonio and SD Cooper. 1990. Mechanisms and consequences of interspecific competition between two stream insects. *J. Anim. Ecol.* 59:849-866.
- Gray LJ and SG Fisher. 1981. Postflood recolonization pathways of macroinvertebrates in a lowland Sonoran Desert stream. *Am. Midl. Nat.* 106:249-257.
- Grimm NB and SG Fisher. 1989. Stability of periphyton and macroinvertebrates to disturbance by flash floods in a desert stream. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 8:293-307.
- Hellawell JM. 1986. Biological indicators of freshwater pollution and environmental management. Elsevier applied science publishers, London. 546pp.
- Merritt RW and KW Cummins. 1996. An introduction to the aquatic insects of North America. Hunt Publishing Company, Dubuque. 722pp.
- Minshall GW and RC Peterson. 1985. Towards a theory of macroinvertebrate community structure in stream ecosystems. *Archiv fur Hydrobiologie.* 104:49-76.
- Pennak RW. 1978. Fresh-water invertebrates of the united States. John Wiley & Sons, Inc., New York. 803pp.
- Power ME, RJ Stout, CE Cushing, PP Harper, FR Hauer, WJ Matthews, PB Moyle, B Statzner and IR Wais De Badgen. 1988. Biotic and abiotic controls in river and stream communities. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 7:456-479.
- Reice SR, RC Wissmar and RJ Naiman. 1990. Disturbance regimes, resilience and recovery of animal communities

- and habitats in lotic ecosystems. *Environ. Manage.* 14:647-659.
- Resh VH, AV Brown, AP Covich, ME Gurtz, HW Li, GW Minshall, SR Reice, AL Sheldon, JB Wallace and RC Wissmar. 1988. The role of disturbance in stream ecology. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 7:433-455.
- Robertson AL, J Lancaster and AG Hildrew. 1995. Stream hydraulics and the distribution of macrocrustacea: a role for refugia? *Freshw. Biol.* 33:469-484.
- Sousa WP. 1984. The role of disturbance in natural communities. *Annual Review of Ecology and Systematics.* 15: 353-391.
- Stanly EH and SG Fisher. 1992. Intermittency, disturbance, and stability in stream ecosystems. pp. 271-280. *In* Robarts, RD and ML Bothwell (editors). *Aquatic ecosystems in semi-arid regions: implications for resource management.* National Hydrology Research Institute Symposium Series 7, Environment Canada, Saskatoon, Saskatchewan.
- Wallace JB. 1990. Recovery of lotic macroinvertebrate communities from disturbance. *Environ. Manage.* 14:605-620.
- Wiederholm T. 1983. Chironomidae of the Holartic region. Keys and diagnoses. (Part 1. Larvae). *Ent. Scand. Suppl.* 19. 457pp.
- Williams DD and HBN Hynes. 1976. The ecology of temporary streams I. The fauna of two Canadian streams. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie.* 61:761-787.
- Yun IB. 1988. *Illustrated encyclopedia of fauna and flora of Korea Vol. 30. (Aquatic insects)*, Ministry of Education, Seoul. 840pp.

Manuscript Received: February 18, 2008

Revision Accepted: February 21, 2008

Responsible Editor: Seung Bum Kim