

계류의 소형보가 저서성 대형무척추동물의 군집 특성에 미치는 영향

박혜경·이성재·정수아·정형래·김재근*†

서울대학교 사범대학 생물교육과
*서울대학교 교육종합연구원

Effects of small dam in a stream on benthic macro-invertebrate community

Hyekyung Park·Seong Jae Lee·SooA Cheong·Hyeong Rae Jeong·Jae Geun Kim**

Department of Biology Education, Seoul National University

*Center for Education Research, Seoul National University

(Received : 14 April 2017, Revised: 12 May 2017, Accepted: 23 May 2017)

요약

계류에서 보가 저서성 대형무척추동물 군집에 미치는 효과를 확인하기 위해 도림천 상류에서 계단식 구간(100m 당 3.02개의 보)과 비계단식 구간(100m 당 0.96개의 보)을 나누어 저서성 대형무척추동물을 정성, 정량 조사하였다. 평균 유속은 계단식 구간(0.043m/s) 보다 비계단식 구간(0.149m/s)에서 더 빨랐다. 정수역을 선호하는 파리목(Diptera)는 비계단식 구간(32%)보다 계단식 구간(78.3%)에서 더 많이 출현하였다($p < .05$). 유수역을 선호하는 하루살이목(Ephemeroptera)는 계단식 구간(4.5%)보다 비계단식 구간(14.1%)에서 더 풍부하게 출현하였다($p = .203$). 날도래목(Trichoptera)는 종에 따라 출현하는 빈도가 다르게 나타났다. 주위먹는 무리(gathering-collector)비계단식 구간보다 계단식 구간에서 1.8배나 많이 출현하였다($p < .05$). 반면 걸러먹는 무리(filtering-collector)는 계단식 구간에서 약 4.4배 더 많이 출현하였다($p = .124$). 균등도 지수(J')는 계단식 구간과 비계단식 구간에서 각각 0.41과 0.77로 나타났다. 수환경을 평가하는 데 이용되는 한국오수생물지수 KSI는 계단식 구간과 비계단식 구간에서 각각 4.0과 2.4이었다. 군집의 균형성을 나타내는 EPT/C 지수는 계단식 구간과 비계단식 구간에서 각각 0.1과 0.7으로 나타났다. 본 연구는 저서성 대형무척추동물의 다양성을 유지하기 위해서는 소형보를 계류에 설치할 것을 제안한다.

핵심어 : 계단식 구간, 섭식기능군, 균등도 지수 (J'), KSI, EPT/C

Abstract

To determine the effects of small dam on benthic macro-invertebrate community, benthic macro-invertebrates were surveyed with both quantitative and qualitative collecting methods from 4 sites at a terraced interval (3.02 small dams per 100 m) and from 5 sites at a non-terraced interval (0.96 small dams per 100 m) in upper reach of Dorim stream, Seoul. The average water flow rate was higher at the non-terraced interval (0.149 m/s) than at the terraced interval (0.043 m/s). Diptera, which prefer slow water flow or lentic habitats, appeared more abundantly in the terraced interval (78.3%) than in the non-terraced interval (32.0%) ($p < .05$). Ephemeroptera, which prefer fast water flow or lotic habitats, appeared more abundantly in the non-terraced interval (14.1%) than in the terraced interval (4.5%) ($p = .203$). There was a difference in species distribution of Trichoptera in terraced and non-terraced intervals depending on preferred environment. In the terraced interval, the occupancy ratio of gathering-collector was 1.8 times higher than in the non-terraced interval ($p < .05$). In contrast, filtering-collector appeared to be about 4.4 times higher rate in the terraced interval ($p = .124$). The evenness indexes (J') were found to be 0.41 and 0.77, respectively in terraced area and non-terraced intervals. KSI, evaluating biological water quality, showed an average of 4.0 and 2.4 respectively in terraced and non-terraced intervals. EPT/C index, indicating the balance of the community, showed an average of 0.1 and 0.7 respectively in terraced and non-terraced intervals. It suggests that we should make small dams in order to maintain biodiversity of benthic macro-invertebrates.

Key words : terraced area, functional feeding groups, the evenness indexes (J'), KSI, EPT/C

1. 서론

최근 각종 개발 사업으로 인한 생태계 및 자연환경의 훼손

손이 심해지면서 국내외에서는 황폐해진 도시환경을 개선하고자 소규모 생물서식공간(Biotop)을 조성하여 생물다양성을 증진하고 생물종의 안정적인 서식처를 확보하는 등 생태적 측면에서의 다양한 노력이 이루어지고 있다(Park and Ding, 2008). 대표적으로 서울에서 생태계 네트워크 구축 및 자연환경복원의 일환으로 남산 천일약수터 지역과

* To whom correspondence should be addressed.
Department of Biology Education, Seoul National University
E-mail: jaegkim@snu.ac.kr

동쪽 계곡부에 친환경 공법으로 도심 내 생태계의 모태 역할을 할 수 있는 습지, 물웅덩이 형태로 생물서식공간을 조성하여 생태계 회복을 기대하였다(Kang and Lee, 2006).

생물서식공간을 조성하기 위한 노력이 있음에도 불구하고 이에 대한 효과 검증은 일부 생물군에 제한적으로 실시되었다. 남산도시자연공원의 경우 식물종 조사가 진행되었고(Kil et al., 1998), 종수 및 개체수, 종다양성의 변화를 모니터링하여 식생 훼손 정도를 파악하였으며(Lee et al., 1987), 양서류 서식공간의 기능과 생태교육을 위한 관점에서 생물서식공간 조성 방안이 제시되었다(Kang and Lee, 2006). 또한 생물서식공간의 생태적 관리 계획이 수립되었다(Lee et al., 2004). 이와 같이 관리 계획 또는 서식공간 조성 방안이 제시된 후 계획을 반영한 사업이 실시되고 이후의 상황이 지속적으로 모니터링되어야 조성 또는 관리의 효과가 검증될 수 있다. 다른 생물서식공간 조성에 대한 효과 검증이 없는 것과 마찬가지로 물웅덩이 형태의 생물서식공간 조성이 저서성 대형무척추동물의 분포에 어떠한 영향을 미쳤는지에 대한 검증 또한 미흡한 실정이다.

이에 습지생태계의 확보를 위하여 계류에 설치한 소형보가 저서성 대형무척추동물 군집에 미치는 영향을 확인하여 보고자 하였다. 저서성 대형무척추동물은 수환경에 따른 특정 종의 유무, 종수와 개체수의 분포 등 군집구조의 차이가 뚜렷하여 생물학적 지표종으로써 하천 생태계의 환경을 평가할 때 주로 사용되고 있다(Kim et al., 2012; Yoon et al., 1992; Hynes, 1963). 또한 낮은 이동성과 채집의 용이성, 분별적인 민감성의 측면에서 수질을 대변하는 가장 뚜렷한 분류군으로 인정되고 있다(Kim et al., 2012; Wilhm, 1972). 그러므로 저서성 대형무척추동물 군집은 계류에 설치한 보의 효과를 가장 확실히 보여줄 수 있는 생물학적 지시자라고 할 수 있다.

본 연구에서는 계류에 소형보가 설치된 후 상당한 시간이 경과하여 생태계가 완전히 평형상태에 도달한 장소를 선택하여 보의 효과를 확인하고자 하였다. 하나의 계류에 구간별로 소형보가 밀집된 부분과 없는 부분으로 나누어 소형보의 효과를 확인하고자 하였다. 관악산에서 발원하는 도림천의 상류 구간에는 설치된 보로 인해 계단식 지형이 형성되어 있어 유속이 느리거나 물이 고여 있는 구간이 존재한다. 이에 본 연구에서는 보가 설치된 구간과 설치되지 않은 구간에서 저서성 대형무척추동물의 군집 특성을 분석하여 보가 가지는 생물서식공간의 특성을 보여주고, 이를 통하여 계류의 보가 생물다양성 증진에 미치는 효과를 제시하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 조사 시기 및 지점

본 연구에서 서울시 관악산 제 4야영지에서 신림동 봉림

교까지 약 4.4 km의 도림천에서 2015년 9월에 조사하였다. 도림천의 수변과 하상은 인위적으로 정비되어 하천의 횡단면은 직각의 형태에 가깝다. 다만, 소형보를 이용하여 물막이를 한 부분에는 평탄면과 보 앞의 물웅덩이 형태가 반복되며 계단식으로 나타난다. 낙차보에 의해 계단식 지형이 뚜렷하게 나타나는 관악산 제 4야영지부터 서울대학교 정문 근처까지의 계단식 구간에서 4 장소(site 1-4)와 계단식 지형이 비교적 나타나지 않는 삼성교부터 봉림교까지의 비계단식 구간에서 5 장소(site 5-9)를 조사하였다(Fig. 1). Site 4와 site 5사이는 복개되어 도로로 이용되고 있으며, site 5와 인접한 상류에서 한강물이 인위적으로 유입된다. 계단식 구간의 하상입자는 작은 돌과 큰 돌이 주로 펼쳐져 있었으며, 비계간식 구간은 미사, 모래, 작은 자갈이 주로 펼쳐져 있었다(Table 1). 대표적인 수질 특성인 전기전도도의 경우 계단식 구간은 284 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이었고, 비계단식 구간은 366 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이었다.

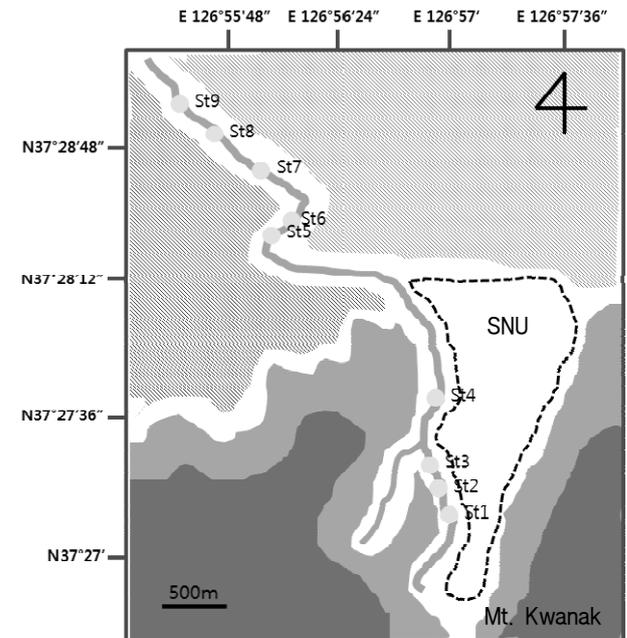


Fig. 1. Map of the Dorim stream that shows location of surveyed sites (St means site).

2.2 조사방법

2.2.1 체류시간

지형적 환경은 site 1~4와 site 5~9로 나누어 인공적으로 만들어진 모든 낙차보의 높이와 낙차보 사이의 거리를 각각 측정하여, 낙차보의 높이를 낙차보 사이의 거리로 나눈

Table 1. Grain size distribution (%) on stream bed.

입자 크기	미사, 점토 < 0.05 mm	모래 < 2 mm	작은 자갈 < 16 mm	큰 자갈 < 64 mm	작은 돌 < 256 mm	큰 돌 > 256 mm
계단식 구간	0	14	11	15	30	30
비계단식 구간	21	31	25	11	8	3

값에 100을 곱하여 하천의 길이 당 체류하는 상대적 물의 양을 구하였다.

2.2.2 유속

유속은 하천에 탁구공을 띄워 5 m를 이동하는 동안 걸리는 시간을 이용하여 표면 유속을 측정하는 방법인 부자법(float method)으로 5회 반복 측정하였다(Kim et al., 2006).

2.2.3 저서성 대형무척추동물

저서성 대형무척추동물 채집은 정량채집과 정성채집으로 나누어 수행되었다. 정량채집은 각 조사 장소에서 하천의 모습을 대표하는 4개의 지점에서 망목지름 0.5 mm의 정량채집망인 Surber net (30 cm × 30 cm)을 사용하여 총 3600 cm²에서 채집하였다. 정성채집은 다양한 환경에서 서식하는 저서성 대형무척추동물을 채집하는 것을 목적으로 하며, 망목지름 0.7 mm 뜰채(직경 20 cm)를 이용하여 5분 동안 다양한 환경에서 채집했다. 채집된 표본은 현장에서 70% 알코올로 고정하여 보관하였다.

저서성 대형무척추동물의 분류는 Kim et al. (2013)을 기준으로 하였고, 수서 곤충의 동정은 Won et al. (2005), 하루살이목의 동정은 Bae (2010)를 기준으로 사용하였다. 잠자리목의 동정은 Jung (2011), Bae (2011), Bae et al. (2012), Lee and Jung (2012)을 기준으로 하였다.

2.2.4 생물학적 군집 분석

군집 분석은 종균등도지수를 산출하였다(Margalef, 1958; Jeong et al., 2005). 섭식기능군을 분석할 때는 Won et al. (2005)의 기준을 사용하였다. 또한 생물학적 환경 평가를 위해 KSI(Won et al., 2006)와 군집의 균형성을 나타내는 EPT/C 지수[ratio of EPT(하루살이-강도래-날도래군) to Chironomidae](Kim et al., 2012)를 구하였다.

2.2.5 통계 분석

조사지를 통하여 수집된 자료를 SPSS(Statistical Package for Social Sciences) V20(IBM Corp, US)을 사용하여 계단식 구간(site 1~4)과 비계단식 구간(site 5~9) 사이에 유의미한 차이가 있는지 t-test를 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 지형적 특성

조사 지점을 두 구간으로 나누어(site 1~4와 site 5~9) 각 조사 장소에서 관찰되는 낙차보의 개수, 낙차보와 다음 낙차보 사이의 거리 및 낙차보의 높이를 조사한 결과, site 1~4에서는 100 m 당 3.02개의 낙차보가, site 5~9에서는 100 m 당 0.96개의 낙차보가 조사되어 site 5~9에서 낙차보가 더 많은 비율로 발견되었음을 확인할 수 있었다.

하천의 길이당 체류하는 상대적 물의 양을 비교한 결과, 그 평균값은 site 1~4가 5.96, site 5~9가 0.45로 나타났으며($p < .001$), site 5~9보다 site 1~4에서 13.24배 높은 것으로 나타났다.

본 논문에서는 거리당 낙차보의 개수가 많고 체류하는 상대적 물의 양이 많은 site 1~4의 지형을 계단식 구간(terraced interval)으로, site 5~9의 지형을 비계단식 구간(non-terraced interval)이라고 지칭하였다.

3.2 유속 차이

저서성 대형무척추동물의 서식지를 결정하는 여러 물리적 수환경 요인 중 중요한 요인으로 유속을 들 수 있다(Lee, 2013; Ward, 1992; Edington, 1968). 유속의 경우 계단식 구간은 평균 0.043 m/s, 비계단식 구간은 평균 0.149 m/s으로, 0.106 m/s의 차이를 보였다(Fig. 2). 계단식 구간의 경우 낙차보로 인해 정수역 또는 유속이 느린 지역이 형성되고, 비계단식 구간에는 유수역 또는 유속이 빠른 지역이 형성되었음을 확인할 수 있다. 이는 보 설치로 인한 유속의 변화율에 관한 Son(2007)의 연구에서 월류할 경우를 제외하고 자연하도보다 유속이 감소한 것으로 분석된 것과 일치하는 결과이다.

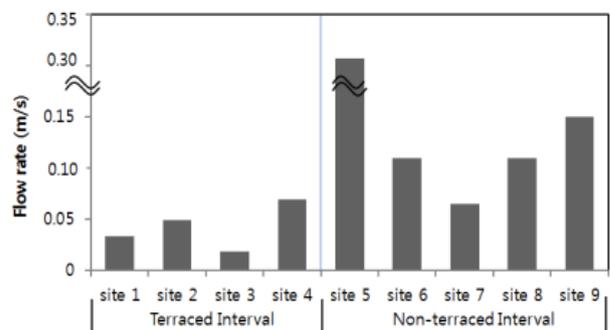


Fig. 2. The water flow rate at each sites.

3.3 저서성 대형무척추동물상

도립천의 9개 장소에서 출현한 저서성 대형무척추동물은 총 4문 6강 13목 26과 33속 37종에 이른다. 분류군별로는 절지동물문 1강 6목 18과 25속 28종(75.7%), 연체동물문 2강 3목 4과 4속 5종(13.5%), 환형동물문 2강 3목 3과 3속 3종(8.1%), 편형동물문 1강 1목 1과 1속 1종(2.7%)으로 나타났으며, 전체 분류군 중 수서곤충류가 75.7%로 가장 많은 종이 분포하는 것으로 나타났다. 수서곤충의 목별 출현종수는 하루살이목 7과 12속 15종(53.6%), 날도래목 4과 5속 5종(17.9%), 파리목 3과 3속 3종(10.7%), 잠자리목 2과 3속 3종(10.7%), 강도래목, 노린재목 각각 1과 1속 1종(3.6%) 순으로 출현하였다. 하루살이-강도래-날도래군(EPT-group)이 75%, 파리목을 더하면 85.7%를 차지하여 이들 분류군이 저서성 대형무척추동물 종류의 거의 대부분을 차지하였다. 이러한 수서곤충 분류군의 조성비는 한국

하천의 일반적인 양상이라고 할 수 있으며, Bae et al.(2003), Shin et al.(2006)의 결과와 유사한 결과를 보였다.

도립천 전체 수계의 전 조사 장소에서 정량채집(장소당 Surber sampling 4회, 총 9장소)에 의하여 채집된 저서성 대형무척추동물의 총 개체수 현존량은 414개체로 절지동물문 328개체(79.2%), 환형동물문 68개체(16.4%), 연체동물문 17개체(4.1%), 편형동물문 1개체(0.2%)의 순으로 나타났다. 수서곤충의 개체수 현존량은 328개체로 파리목 251개체(76.5%), 하루살이목 45개체(13.7%), 날도래목 3개체(7.0%), 잠자리목 7개체(2.1%), 강도래목과 노린재목 각각 1개체(0.3%)의 순으로 나타났다.

3.4 군집 분석

3.4.1 장소별 출현 분류군 및 개체수 분석

하루살이목(Ephemeroptera)의 평균 개체수 비율이 계단식 구간과 비계단식 구간에서 각각 4.5%와 14.1%로 나타났다($p=.203$)(Fig. 3). 이는 비계단식 구간에는 원활한 수량이 공급되는 데 반해 계단식 구간에서는 보가 유수를 가로 막아 물의 흐름이 지연되거나 정체되는 수역이 조성되고 원활한 수량이 공급되지 못하여 비교적 유수를 선호하는 하루살이목의 출현 비율이 다소 적은 것으로 판단된다(Shim, 2011).

날도래목(Trichoptera)의 경우 계단식 구간에서는 등근날개날도래와 청나비날도래가, 비계단식 구간에서는 줄날도래와 꼬마줄날도래, 물날도래 KUb가 출현했다. 등근날개날도래와 청나비날도래는 물이 고인 지역 또는 유속이 느린 지역을 선호하는 종이며, 줄날도래와 꼬마줄날도래, 물날도래 KUb는 유수역을 선호하는 종으로(Kim et al., 2013; Won et al., 2005) 지형에 따라 출현한 날도래목의 종 분포에 차이가 있음을 확인할 수 있다.

파리목(Diptera)의 평균 개체수 비율은 계단식 구간과 비계단식 구간에서 각각 78.3%와 32.0%로 비계단식 구간에 비해 계단식 구간에서 높은 비율로 출현하였다($p<.05$)(Fig. 3). 이는 site 1~4에 계단식 지형으로 인해 정수역 또는 유속이 느린 지점이 형성되어 정수역을 선호하는 특정 종인 갈따구류(*Chironomus* sp.)와 등메모기류의 개체수가 비교적 많이 나타났기 때문인 것으로 판단된다(Shim, 2011).

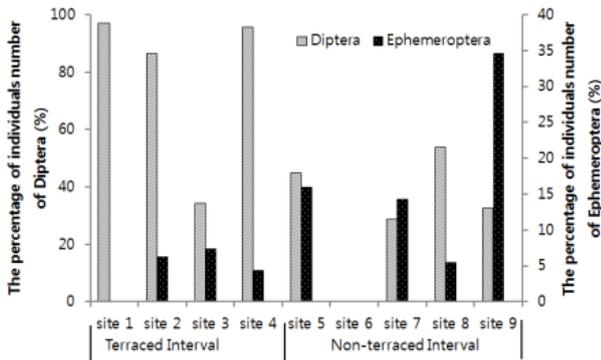


Fig. 3. The percentage of individuals number of Diptera (%) and Ephemeroptera (%) at each surveyed sites.

3.4.2 섭식기능군 분석

하천의 서로 다른 유역에서 나타나는 저서성 대형무척추동물의 섭식기능군의 차이는 저서성 대형무척추동물의 서식환경 및 먹이자원의 특성을 반영하는 것이다(Bae et al., 2003; Williams and Feltnate, 19929; Ward, 1992; Cummins, 1974). 섭식기능군은 먹이의 형태와 섭식습성 등을 토대로 일반적으로 6개의 섭식기능군으로 분류되는데(Shim, 2011), 도립천의 9 장소를 대상으로 저서성 대형무척추동물의 섭식기능군별(FFG) 분포 현황을 조사한 결과, 대상 하천에서는 4개의 섭식기능군이 나타났다(Fig. 4). 각 조사 장소의 섭식기능군의 상대출현 개체수는 평균적으로 주워먹는 무리(Gathering-Collector, GC)가 50% 이상의 높은 부분을 차지하고 있었다. 각 지점별로 속 수준에서 분포비율을 분석한 결과 GC의 출현비율이 비계단식 구간에 비해 계단식 구간에서 약 1.8배 높게 나타났다($p<.05$). 이는 보에 의해 site 1~4에 정수역 및 유속이 느린 구간이 조성되고 유기물이 그대로 하상에 축적됨에 따라 유기물 또는 부착조류를 주워먹는 무리의 먹이원이 풍부해져 GC의 속 수가 다른 지점에 비해 비교적 높게 나타난 것이라고 판단된다(Shim, 2011).

이와 반대로 걸러먹는 무리(Filtering-Collector, FC)는 계단식 구간에 비해 비계단식 구간에서 약 4.4배의 높은 비율로 나타났다($p=.124$). FC는 유수의 물리적 특성을 이용하여 유기물을 걸러먹는 무리로(Ro and Chun, 2004), FC의 대표적인 종인 줄날도래류의 경우 그 유충은 자신이 분비한 점착성 견사로 작은 돌과 나뭇가지를 엮어서 집을 지으며, 그 집의 입구에 거름그물을 쳐서 물속의 미세한 입자성 유기물질을 걸러먹는데(Wallace et al., 1977), 유속이 없거나 감소할 경우 먹이원 섭식 활동에 큰 제약을 받게 된다(Shim, 2011). 따라서 계단식 구간에서는 보로 인해 유속이 감소하여 FC의 출현이 줄어든 것으로 판단된다.

본 연구에서는 섭식기능군이 보에 의해 달라질 수 있음을 보여준다. 이는 보로 인한 유속의 변화에 기인하는 것이라 할 수 있다. 일반적으로 계류에서는 FC가 많이 분포한다. 이와 같은 환경에서 종다양성을 증가시킬 수 있는 방안은 다른 기능군 무리인 GC의 비율을 증가시키는 것이다. 결과에서 제시된 것처럼 보를 설치할 경우 GC의 출현이 증가하여 계류 전체적으로는 종다양성이 증가하게 된다.

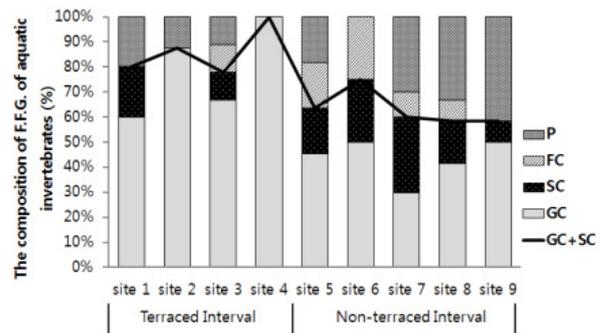


Fig. 4. The composition of functional feeding groups of aquatic invertebrates at each surveyed sites.

3.4.3 종균등도

종균등도 지수의 평균은 계단식 구간과 비계단식 구간에서 각각 0.41과 0.77로, 비계단식 구간의 수서무척추동물 군집의 균등도가 더 높게 조사되어(Fig. 5) Ju et al.(2010)의 결과와 유사한 결과를 보였다. 이는 비계단식 구간에서 비교적 생태적으로 복잡하고 안정한 군집이 형성되어 있음을 알 수 있다(Jeong et al., 2008).

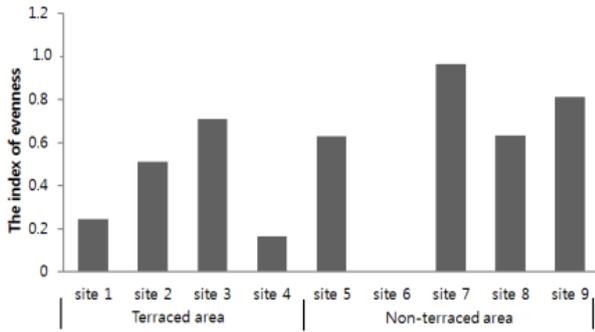


Fig. 5. The Index of Evenness at each surveyed sites.

3.5 수환경평가지수

3.5.1 한국오수생물지수

100개의 지표생물군에 오락계급치와 지표가중치를 부여해 출현개체수를 적용하여 한국오수생물지수(KSI)를 측정하여 하천 환경의 수생태계 건강성을 평가하였다(Won et al., 2006). 각 조사 장소별 KSI를 산출한 결과 0.90~4.15의 범위로 나타났으며, site 6(0.90)이 최적의 수질 A 등급으로 확인되었다. site 9(2.34)가 양호의 수질 B 등급, site 5(2.47)와 site 7(2.48)이 보통의 수질 C 등급으로 확인되었으며, site 1~4와 site 8이 KSI 3.90 이상의 불량한 수질 D 등급으로 확인되었다(Fig. 6). 계단식 구간과 비계단식 구간에서의 KSI 지수는 각각 4.0과 2.4로 나타났다.

이는 계단식 구간에서 정수역 또는 유속이 느린 지역이 차지하는 비율이 높아 상류로부터 유입된 오염물질이 저부에 퇴적되어 수질오염을 가중시킨 것으로 판단되며(Han, 2003), 이러한 오염도를 반영하는 저서성 대형무척추동물 군집이 형성되면서 나타난 결과라고 보인다. 저서성 대형무척추동물이

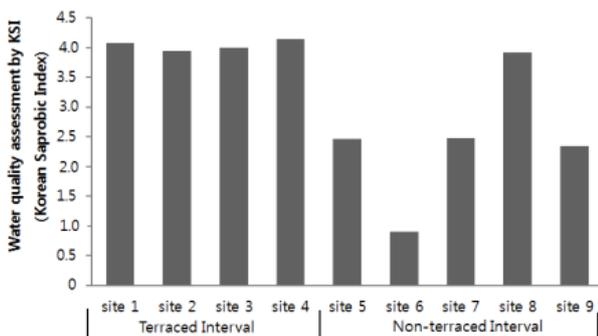


Fig. 6. Water quality assessment by KSI (Korean Saprobic Index) at each surveyed sites.

다양한 오염원에 반응하지만 연구가 진행된 계단식 구간에는 외부의 오염원이 존재하지 않았으므로, 본 연구에서 저서성 대형무척추동물을 이용한 수질 평가는 유기물에 의해 결정된 수질로 한정해야 할 것이다. 이와 같이 KSI만으로 수생태계 건강성을 평가하는 것은 다양한 환경 조건을 반영하지 않을 수도 있다.

3.5.2 EPT/C 지수

EPT 분류군(하루살이목 Ephemeroptera, 강도래목 Plecoptera, 날도래목 Trichoptera)은 환경에 민감한 반응을 보이는 생물군이며, 반대로 깔따구과(Chironomidae)는 오염에 대한 내성이 높다는 점을 활용하여 해당 생물 군집이 서식하는 환경의 오염도를 보여줄 수 있는 EPT/C 지수(Kim et al., 2012; Plafkin et al., 1989)를 각 지점별로 조사한 결과, 비계단식 구간(site 6의 경우 깔따구류가 출현하지 않음)에서 계단식 구간보다 전반적으로 높게 나타났다(Fig. 7). 계단식 구간과 비계단식 구간에서 EPT/C의 평균값은 각각 0.1과 0.7로 조사되었다.

EPT/C 지수가 계단식 구간보다 비계단식 구간에서 높게 나타난 것 역시 하천의 지형적 차이로 인한 물리적 환경 차이로 EPT 생물들과 깔따구류의 생물들의 비율이 다른 생물군집이 형성된 것으로 판단된다.

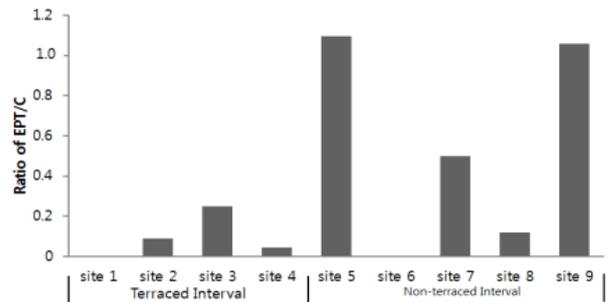


Fig. 7. Ratio of EPT to Chironomidae abundance at each surveyed sites (E: Ephemeroptera; P: Plecoptera; T: Trichoptera).

3.6 종합논의

우리나라의 하천은 하상계수가 높아 홍수기와 갈수기에 수위의 변화가 심하다. 특히 도심 내 또는 주변에 있는 계류인 경우 수량이 풍부하지 못하여, 습지 조성을 위해 물웅덩이를 만들고 있다. 이를 통해 습지식물을 포함한 다양한 생물의 서식을 유도하고 있다.

계류의 수생태계를 가장 잘 대표하는 생물군은 저서성 대형무척추동물이다. 계류의 상류에 물이 흐를 경우 유속이 빨라 저서성 대형무척추동물 중 걸러먹는 무리가 주로 출현한다. 이곳에 보를 설치할 경우 유속이 감소하여 걸러먹는 무리 대신 주워먹는 무리가 서식할 수 있다.

소형보를 설치할 경우 갈수기에는 물웅덩이의 역할을 하여 습지식물이나 양서류의 서식지를 제공한다는 것은 잘

알려져 있다. 본 연구는 계류에 설치한 보가 주위먹는 섭식 기능군의 저서성 대형무척추동물 서식에 크게 기여함을 보여주었다. 이와 같이 한 계절의 조사 결과만을 통해서도 도심 또는 도시 주변의 계류의 일정구간에 보를 촘촘히 설치할 경우 습지식물이나 양서류뿐만 아니라 저서성 대형무척추동물의 생물다양성 증진에도 크게 기여할 수 있음을 확인하였다.

본 연구의 단점으로는 상류에 계단식 구간이 있고, 하류에 비계단식 구간이 있어 주변 환경 및 수질에서도 차이가 났다는 점이다. 이로 인해 구간별로 다른 저서성 대형무척추동물이 서식할 수도 있다는 것이다. 그러나 이와 같은 단점보다는 소형보가 설치되어 유속이 느려진 구간이 형성되면 유속이 빠른 곳과는 다른 섭식기능군이 출현한다는 것이 더 중요하다고 판단된다. 다양한 기능군의 서식을 유도하고, 하천의 흐름이 거의 없는 갈수기에 저서성 무척추동물의 생존을 보존하기 위해서는 계류의 중간에 소형보를 만들어 관리하는 것을 제안한다.

사 사

본 연구는 환경부 환경정책기반공공기술개발사업(201600210003)에서 지원받았습니다.

References

- Bae, YJ, Won, DH, Hoang, DH, Jin, YH and Hwang JM (2003). Community composition and functional feeding groups of aquatic insects according to stream order from the Gapyeong Creek in Gyeonggi-do, Korea, *Korean J. of Limnology*, 36(1), pp. 21–28. [Korean Literature]
- Bae, YJ (2010). *Insect Fauna of Korea, Vol. 6, No. 1, Mayflies (Larvae) (Arthropoda: Insecta: Ephemeroptera)*, National Institute of Biological Resources. [Korean Literature]
- Bae, YJ (2011). *Insect Fauna of Korea, Vol. 4, No. 1, Damselflies (Arthropoda: Insecta: Odonata: Zygoptera)*, National Institute of Biological Resources. [Korean Literature]
- Bae, YJ and Lee, HY (2012). *Insect Fauna of Korea, Vol. 4, No. 2, Dragonflies (Arthropoda: Insecta: Odonata: Anisoptera: Gomphidae, Aeshnidae, Cordulegastridae)*, National Institute of Biological Resources. [Korean Literature]
- Cummins, KW (1974). Structure and function of stream and ecosystems, *Bioscience*, 24, pp. 631–641.
- Edington, JM (1968). Habitat preferences in net-spinning Caddis larvae with special reference to the influence of water velocity, *J. of Animal Ecology*, 37(3), pp. 675–692.
- Han, SK (2003). *An Introduction Plan in the Friendly Environmental Improvement Policy of Water Quality – A Used Case of Water Gate System of Multistep-*, M.A. dissertation, Cheongju Univ. [Korean Literature]
- Hynes, HBN (1963). Imported organic matter and secondary productivity in streams, *Proceedings of 16th International Congress of Zoology*, 4 pp. 324–329.
- Jung, KS (2011). *Odonata of Korea*, Ilgongyuksa. [Korean Literature]
- Jeong, J, Choi, YS, Kim, JS, Kim, JH, Park, SJ and Park, BH (2008). Evaluation of ecological health in upper stream of Dongbok reservoir using benthic invertebrates, *Report of WQRI*, 17(2), pp. 15–28. [Korean Literature]
- Jeong, SB, Hwang, DJ, Kim, YJ, Shin, HH and Son, YU (2005). Species composition of the catches collected by a bottom trawl in the southern waters of Korea in summer, 2004, *Bulletin of the Korean Society of Fisheries Technology*, 41(1), pp. 35–45. [Korean Literature]
- Ju, YD, Chae, DY, Kim, JM and Bae, YS (2010). Study on the changes of community structure of benthic macroinvertebrates after construction of Pyeonghwai dam, Korea, *Korean J. of Nature Conservation*, 4(1), pp. 43–47. [Korean Literature]
- Kang, HK and Lee, SD (2006). A study of creating a biotope in Namsan urban natural park, *J. of the Korea Society of Environmental Restoration Technology*, 9(2), pp. 45–48. [Korean Literature]
- Kil, BS, Jeon, ES, Kim, YS, Kim, CH, Yun, KW, Yoo, HG, Kim, BS and Kim, HC (1998). Flora and distribution of Mt. Nam park, Seoul, *Korean J. of Ecology*, 21(5), pp. 603–631. [Korean Literature]
- Kim, BS, Lee, CW, Seo, EW and Lee, JE (2012). The influence of sediment control dam dredging on benthic macroinvertebrate communities of mountain stream, *J. of Korean Forest Society*, 101(3), pp. 454–460. [Korean Literature]
- Kim, JG, Park, JH, Choi, BJ, Shim, JH, Kwon, KJ, Lee, BA, Lee, YW and Ju, EJ (2006). *Method in Ecology*, Bomoondang. [Korean Literature]
- Kim, MC, Chun, SP and Lee, JK (2013). *Invertebrates in Korean Freshwater Ecosystems*, Geobook. [Korean Literature]
- Lee, JE and Jung, KS (2012). *Insect Fauna of Korea, Vol. 4, No. 3, Dragonflies (Arthropoda: Insecta: Odonata: Corduliidae, Macromiidae, Libellulidae)*, National Institute of Biological Resources. [Korean Literature]
- Lee, KJ, Park, IH and Oh, KK (1987). Analysis of vegetational community structure and phytosociological changes during eight years of the Namsan nature park in Seoul, *J. of Korean Forest Society*, 76(3), pp. 206–217. [Korean Literature]
- Lee, KJ, Han, BH and Lee, SD (2004). Ecological management plan and biotope structure of Namsan urban natural park in Seoul, *J. of the Korean Institute of Landscape Architecture*, 32(5), pp. 102–118. [Korean Literature]
- Lee, YH (2013). *Ecological Characteristics of Benthic*

- Macroinvertebrate Community in at Region of River Restorations in Palmi Stream*, M.A. dissertation, Sangji Univ. [Korean Literature]
- Margalef, RH (1958). *Information Theory in Ecology*, Gen Syst, 3, pp. 36-71.
- Park, YJ and Ding, GD (2008). Measures for creation and management of small scale biotop in megalopolis, *J. of the Korean Society of Plant and Environmental Design*, 4(3), pp. 17-22. [Korean Literature]
- Plafkin, JL, Barbour, MT, Porter, KD, Gross, SK and Hughes, RM (1989). *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Rivers: Benthic Macroinvertebrates and Fish*, U.S. Environmental Protection Agency. Washington, D.C.: 181.
- Ro, TH and Chun, DJ (2004). Functional feeding group categorization of Korean immature aquatic insects and community stability analysis, *Korean J. of Limnology*, 37(2), pp. 137-148. [Korean Literature]
- Shin, HS, Park, SC, Kim, JK, Kim, SJ, Park, JH, Choi, JS and Choi, JK (2006). Community analysis based on functional feeding groups of aquatic insects in Wonju stream, *Korean J. of Environment and Ecology*, 20(2), pp. 259-266. [Korean Literature]
- Sim, KS (2011). *Influence of Weir on the Community Structure of Benthic Macroinvertebrates and Fishes*, M.A. dissertation, Andong Univ. [Korean Literature]
- Son, SH (2007). *Effects of Artificial Structure on Stream Ecosystem (On the Benthic Macroinvertebrate, Fishs, and Stream Vegetations)*, M.A. dissertation, Soonchunhyang Univ. [Korean Literature]
- Wallace, JB, Webster, JR, and Woodall, WR (1977). The role of filter feeders in flowing waters, *Archiv fur Hydrobiologie*, 79, pp. 506-532.
- Ward, JV (1992). *Aquatic Insect Ecology*, John Wiley & Sons, Inc.
- Wilhm, JI (1972). Graphic and mathematical analysis of biotic communities in polluted stream, *Annual Review of Entomology*, 17, pp. 223-252.
- Williams, DD and Feltmate, BW (1992). *Aquatic Insects*, CBA Internationals, Oxon, UK.
- Won, DH, Kwon, SJ and Jun, YC (2005). *Aquatic Insects of Korea*, Korea Ecosystem Service.
- Won, DH, Jun, YC, Kwon, SJ, Hwang, SJ, Ahn, KG and Lee, JK (2006). Development of Korean saprobic index using benthic macroinvertebrates and its application to biological stream environment assessment, *J. of Korean Society on Water Quality*, 22(5), pp. 768-783. [Korean Literature]
- Yoon, IB, Bae, YJ, Lee, SH, Kim, JI and Lee, SJ (1992). Bentic macro-invertebrate community in Kyung-an stream, *Survey Research Report of Natural Ecosyste in Kyung-an Stream*, Kyunggido, pp. 137-168. [Korean Literature]