

저서성 무척추동물을 통한 서울의 일부 도심하천의 생태적 건전성에 대한 고찰

김 명 철

고려대학교 한국곤충연구소

A Study on Ecological Health of a Few Urban Streams in Seoul by Macroinvertebrates

KIM, Myoung Chul

Korean Entomological Institute, Korea University

ABSTRACT

An ecological survey was conducted to examine the characteristics of benthic macroinvertebrate community inhabiting covered-related 7 streams of Seoul in October 2007 and May 2008. The result indicated that macroinvertebrates were not diverse and most streams remained an unsound habitats for macroinvertebrates.

The benthic macroinvertebrate taxa represented total 26 species belonging to 10 orders, 3 classes and 3 phyla from the qualitative sampling. Among these, a total of 19 aquatic insect species (73.1%) were comprised of the major groups in all communities. The relative abundance of Diptera, Ephemeroptera, Odonata and Coleoptera was 23%, 15%, 15%, and 12%, respectively.

According to results, Ui stream examined 15 species. On the other hand, Wook stream showed only 2 speices. The range of ESB scores is from 4 to 15, and the water quality of all sites was a -mesosaprobic or polysaprobic.

Key words : benthic macroinvertebrates, covered stream, community structures, ESB

서 론

하천은 인간의 역사와 함께 밀접히 여러 가능성을 부여하는 자연환경으로서 농경 및 관개용수와 식수를 공급하며, 풍부한 식량자원을 제공한다. 자연의 여러 작용에 의해 형성된 하천은 다양한 생물들이 상호작용을 하며, 먹이와 생식을 위한 서식처로 활용해 온 삶의 터전이다.

우리나라 하천의 경우, 1960년대의 산업화와 도시화의 영향에 의해 하천 수질이 악화되었으며, 서

식처의 물리적 파괴 및 수량 부족 등에 의해 생물상이 점차 단순화되는 심각한 상황에 직면해 있다. 서울시의 복개 하천은 하천으로서의 기능을 대부분 상실한 상태로 생태적 의미성을 가지지 못하고 있다. 하지만, 복개시점에서의 복원 노력 여부에 따라 하천의 기능을 일정 정도 회복해 나갈 수 있으리라 판단한다.

저서성 대형무척추동물들은 개체수가 풍부하며, 이동성이 적고 종에 따라 수환경의 변화에 민감하게 반응함으로써 하천생태계를 평가하는데 있어 매우 유용하다. 미국을 비롯한 유럽에서는 저서성 대형무척추동물을 이용한 하천생태계의 생물 모니터링(bio-monitoring)은 여러 방식에 의해 시행되고 있고, 국내에서도 최근 관심을 가지고 활발하게 연구되고 있는 분야이다. 이와 같은 특성에 따라 담수자원의 보존과 건강한 생태계 유지를 위한 다양한 활동들이 시도되어져야 할 것이다.

따라서, 본 조사의 목적은 하천생태계를 구성하는 여러 생물들 중에서 물질의 순환과 에너지 흐름에 있어 1차 및 2차 소비자로서의 역할을 수행하는 저서성 대형무척추동물들의 분포 현황을 파악함으로써 하천 생태계 현황을 진단하는 기초자료를 제공하고자 한다.

조사일정 및 방법

1. 조사일정 및 조사지역

1) 조사일정

- 1차 조사: 2007년 10월 10일~10월 11일
- 2차 조사: 2008년 5월 7일~5월 8일

2) 조사지역

현지 조사를 통하여 서울시에 위치하는 옥천, 오리천 등 7개 복개 하천을 대상으로 조사 및 분석하였으며, 조사된 지역은 Table 1과 같다.

Table 1. The survey sites during the study periods

구분	하천명	복개구간	현재활용현황
법정하천	홍제천	평창동~망원동	도로, 아파트 등
	도봉천	도봉동~도봉동	주차장
	우이천	우이동~석계역	도로, 주차장
	성북천	성북동~보문동	도로, 아파트 등
	불광천	불광동~홍제천지점	도로
소하천	오리천	수유동~수유동	도로
기타	옥천	현저동~용산	도로

3) 조사지 개황

조사지점	특 성	조사지 개황 (서식지 특성)	하상구조	조사지점 사진
지점 1 : 서울시 마포구 성산동 (홍제천)		<ul style="list-style-type: none"> · 유폭이 넓고 수심이 얕으며 수량 부족 · 수변식물 일부 생육 · 주변 도로 위치 	큰돌, 자갈, 모래 = 1 : 2 : 7	
지점 2 : 서울시 도봉구 도봉동 (도봉천)		<ul style="list-style-type: none"> · 유폭이 넓고 수심이 매우 얕음 · 수변지역은 자갈과 모래로 노출 · 제방은 콘크리트 구조물 	자갈과 모래 = 3 : 7	
지점 3 : 서울시 강북구 우이동 (우이천)		<ul style="list-style-type: none"> · 유폭이 넓고 수심이 얕음 · 수변식물 다량 생육 · 유기물 및 녹조류 다량 분포 	자갈과 모래 = 3 : 7	
지점 4 : 서울시 성북구 안암동 (성북천)		<ul style="list-style-type: none"> · 유폭이 넓고 정체성 수계 형성 · 수변지역은 콘크리트로 식생 부족 · 유기물 및 녹조류 다량 분포 	자갈과 모래 = 2 : 8	
지점 5 : 서울시 마포구 성산동 (불광천)		<ul style="list-style-type: none"> · 유폭이 넓고 정체성 수계 형성 · 수변지역은 초본성 식생 일정량 분포 · 유기물 및 녹조류 분포 	자갈과 모래 = 4 : 6	

조사지점	특 성	조사지 개황 (서식지 특성)	하상구조	조사지점 사진
지점 6 : 서울시 강북구 수유동 (오리천)	<ul style="list-style-type: none"> · 유폭이 좁고 수심이 얕은 · 소하천 상류역 · 수변식물 부족 · 제방은 축석 구조물 · 생활하수의 유입 가능성 큼 		큰돌, 자갈, 모래 = 2 : 5 : 3	
지점 7 : 서울시 용산구 원효로 (육천)	<ul style="list-style-type: none"> · 유폭이 넓고 수심이 약 15 ~ 30cm · 정수형태로 악취와 탁도 매우 심함 · 유기퇴적물 다량 분포 · 강우시 한강 유입 		모래 및 점토 = 4 : 6	

2. 조사방법

저서성 대형무척추동물의 채집은 각 지점별로 해당 서식처의 특성을 잘 나타내는 곳을 선정하여 뜰채로 정성채집을 시행하였다. 채집된 저서성 대형무척추동물은 Kahle's 용액에 고정하여 2~3일 후 80% ethanol에 옮겨 보존하였다.

종의 동정은 수서곤충의 경우 MaCafferty(1981), Merritt & Cummins(1996), 윤(1988, 1995) 등을 참고하였으며, 파리목 중 깔따구과(Chironomidae)는 Wiederholm(1983)을 이용하여 외부 형태, 특히 체장, 체색, 치열 및 강모의 형태 등의 특징을 고려하여 분류하였다. 연체동물의 경우 권(1990)을 참고하였다.

1) 수환경 평가

각 조사지점에 대한 수환경 평가는 저서성 대형무척추동물 생태점수(ESB)를 이용하여(환경부 2001) 평가하였다(Table 2).

$$ESB = \sum_{i=1}^4 (S_i \cdot Q_i)$$

ESB: Ecological score of benthic macroinvertebrate community

(저서성 대형무척추동물 생태점수)

Q_i : Environmental quality score of individual taxa

(개별 분류군에 대한 환경질 점수)

S_i : Species frequency to i environmental quality

(i 환경질에 대한 출현종수 합)

Table 2. Environmental value and saprobic index according to ESB

환경질의 평가				오수생물계열의 평가	
ESB	환경상태	지역구분	수질등급	ESB	오수생물계열
81 이상	매우 양호	최우선 보호 구역	I	51 이상	빈부 수성
61~80	양호	우선 보호 구역			
41~60	다소 양호	보호 구역			
26~40	다소 불량	개선 구역	II	21~50	β -중부 수성
13~25	불량	우선 개선 구역	III	9~20	α -중부 수성
12 이하	매우 불량	최우선 개선 구역	IV~V	8 이하	강부 수성

결과 및 고찰

서울시 복개하천 중 7개의 하천을 대상으로 저서성 대형무척추동물의 서식 형태를 살펴보았으며, 출현한 저서성 대형무척추동물의 총 분류군수는 3문 3강 10목 19과 26종으로(Appendix 1), 환형동물문이 3종, 연체동물문은 4종을 차지하였으며, 절지동물문은 19종으로 전체분류군의 73.1%를 차지하는 것으로 나타났다. 수서곤충류는 파리류(23%)가 6종으로 가장 많고, 하루살이류와 잠자리류가 각각 4종, 딱정벌레 3종, 날도래와 노린재가 각각 1종씩 분포하고 있었다(Fig. 1).

조사지점별로 복개된 하천의 출현현황을 살펴보면, 우이천이 15종으로 가장 다양한 종수를 보였으며, 성북천, 불광천, 그리고 오리천이 각각 8종의 출현현황을 나타내었다(Fig. 2). 우이천은 다른 지점들에 비하여 상류 수계로서 보다 많은 종수가 파악되었으나, 분포분류군들이 대부분 오염에 저항성이 큰 오염 지표종들이 많았다. 오리천의 경우, 출현한 저서성 대형무척추동물의 총 분류군수는 3문 3강 6

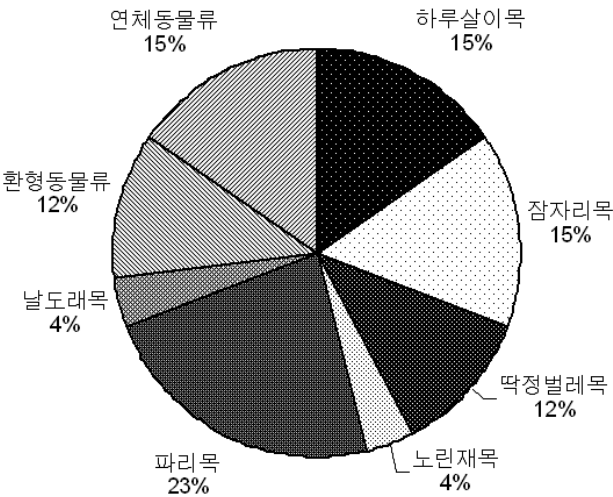


Fig. 1. The distribution of the different orders of macroinvertebrates.

목 6과 8종으로 환형동물문이 1종(지렁이류 1종), 연체동물문은 2종 그리고 절지동물문에서는 곤충류가 5종으로 전체 분류군의 62%를 차지하는 것으로 나타났다. 출현종의 분포 형태로 볼 때 조사된 하천은 계류성의 북한산 산간 계곡형 하천을 인위적 제방으로 조성한 것으로 주변 민가에서 유입되는 생활 하수 및 수량 부족 등의 원인에 의해 쉽게 수온의 상승이 야기될 수 있다. 이와 같은 특성에 따라 내성이 강한 파리류 중 깔따구 종의 우세한 분포를 살펴볼 수 있다.

육천의 경우, 저서성 대형무척추동물의 서식 현황은 1목 2과 2종으로(Appendix 1), 매우 열악한 수계 상황을 대변하고 있다. 하천의 자연생태계로서의 물질 순환 및 영양 단계의 과정 등이 결여된 상태로 하수의 오염원 유입에 따른 한강의 유입 점오염원으로서 작용되어지는 문제도 제기된다. 수환경 상태는 유기 퇴적물이 상당히 퇴적된 상태로 소수의 깔따구 유충과 각다귀가 관찰되었으나, 외부 통로와 연계된 초입부에 일시적으로 서식하고 있는 것으로 보여진다.

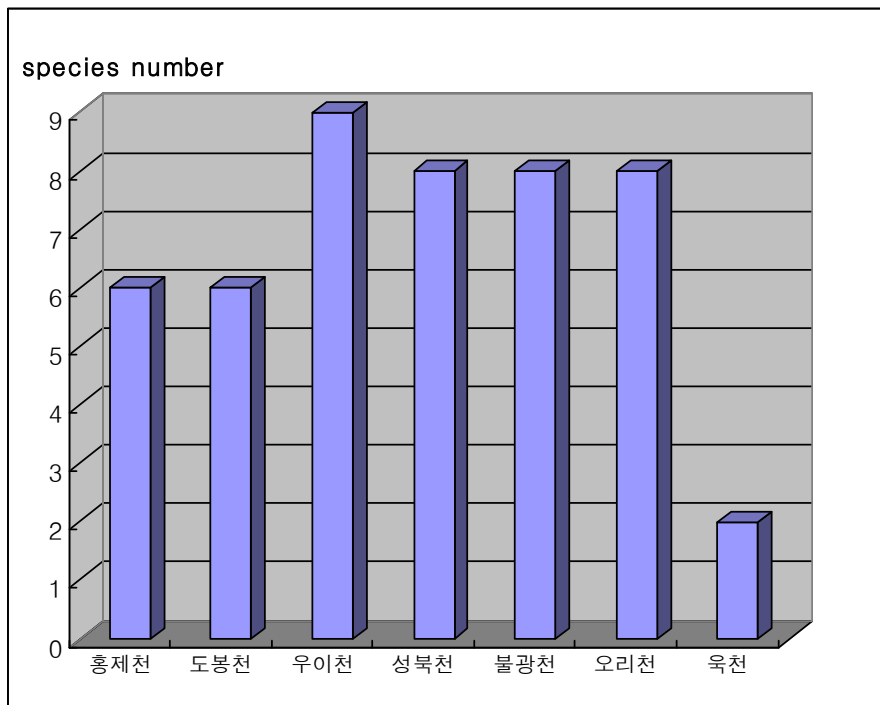


Fig. 2. Species number of macroinvertebrates in the sites during the study periods.

또한, ESB에 의한 오수생물지수를 통한 환경질의 평가에서도 거의 모든 지점들이 불량 및 매우 불량한 환경질을 보여주고 있다. 오수 생물계역에 있어서도 거의 모든 지점이 α -중부수성 또는 강부수성이었으며, 수계내로 유기오염이 되고 있는 것으로 나타났다(Table 3). 조사된 서울 도심의 도로 및 주차장 형태의 복개된 하천들은 담수무척추동물이 서식하기가 매우 어려웠으며, 하천의 복개는 직·간접적인 인위적 간섭과 더불어 하상구조 등의 자연환경 조건이 하천 생태계에 큰 영향을 미치고 있음을 보여주고 있음을 알 수 있다.

Table 3. Environmental value and saprobic index according to ESB in the study sites

지점	ESB	환경상태	지역구분
S1	9	매우 불량	최우선개선수역
S2	12	매우 불량	최우선개선수역
S3	15	불량	우선개선수역
S4	12	매우 불량	최우선개선수역
S5	13	불량	우선개선수역
S6	14	불량	우선개선수역
S7	4	매우 불량	최우선개선수역

조사된 일부 복개 하천의 저서성 무척추동물상이 빈약하고 생태적 건전성은 매우 불량한 것으로 나타났다. 따라서 하천의 기능보다는 육상 통로의 가치가 앞선 개념하에 조성된 복개 하천의 경우, 하천의 기능 및 복원을 고려한다면 좀 더 면밀한 조사와 오염원 유입의 방지 대책이 요구되어진다. 향후 하천 복원에서 생물의 다양성을 확보할 수 있는 자연생태적 공간창출의 개념이 보다 더 많이 적용되어져야 할 것이다.

결론 및 요약

2007년 10월 및 2008년 5월에 걸쳐 서울시 한강 수계에서 복개 하천 연관된 총 7개 지점을 선정하여 저서성 대형무척추동물에 대한 현장조사를 실시하였다.

본 조사기간 중 출현한 저서성 대형무척추동물의 총 분류군은 3문 3강 10목 20과 26종으로 나타났다. 출현한 저서성 대형무척추동물 중에서 비곤충류는 연체동물문 4종, 환형동물문 3종, 절지동물문은 총 19종이었고, 수서곤충류는 하루살이목 4종, 잠자리목 4종, 노린재목 1종, 딱정벌레목 3종, 파리목 6종, 그리고 날도래목 1종으로 총 19종이었다. 수서곤충류는 전체 출현종의 약 73.1%를 점유하는 것으로 조사되었다.

조사지점별로는 우이천이 15종으로 가장 다양한 종수를 보였으며, 성북천, 불광천, 그리고 오리천이 각각 8종의 출현현황을 나타내었다. ESB에 의한 오수생물지수를 통한 환경질의 평가에서도 거의 모든 지점들이 불량 및 매우 불량한 환경질을 보여주고 있다. 서울 도심의 도로 및 주차장 형태의 복개된 하천들은 담수무척추동물이 서식하기가 매우 어려웠으며, 하천의 복개는 직·간접적인 인위적 간섭과 더불어 하상 구조 등의 자연 환경 조건이 하천 생태계에 큰 영향을 미치고 있음을 보여주고 있음을 알 수 있다. 하천의 기능보다는 육상 통로의 가치가 앞선 개념하에 조성된 복개 하천의 경우 하천의 기능 및 복원을 고려한다면 좀 더 면밀한 조사와 오염원 유입의 방지대책이 요구되어진다. 향후 하천 복원에서 생물의 다양성을 확보할 수 있는 자연생태적 공간 창출의 개념이 보다 더 많이 적용되어져야 할 것이다.

검색어 : 저서성대형무척추동물, 복개하천, 군집구조, ESB

인용문헌

- 권오길. 1990. 한국동식물도감 제32권 동물편(연체동물 I). 문교부.
- 송광래. 1995. 한국산 거머리강(환형동물문)의 분류. 고려대학교 석사학위 논문. p.58.
- 윤일병. 1988. 한국동식물도감 제30권 동물편(수서곤충류). 문교부.
- 윤일병. 1995. 수서곤충검색도설. 정행사. p. 262.
- 환경부. 2001. 제2차 전국자연환경 조사 지침.
- Hynes, H. B. N. 1970. The Ecology of Running Waters. Liverpool Univ. Press, Liverpool, U. K.
- Macan, T. T. 1974. Freshwater Ecology. 2nd ed. Wiley, New York.
- McCafferty, W. P. 1981. Aquatic Entomology. Jones and Bartlett, Boston. p. 448.
- Merritt, R. W. and K. W. Cummins. 1996. An Introduction to the Aquatic Insects of North America. 3rd ed. Kendall/Hunt. Dubuque, Iowa. p. 862.
- Pennak, R. W. 1989. Fresh-Water Invertebrates of the United States. 3rd ed. Wiley, New York. 628pp.
- Rosenberg, D. M. and V. H. Resh. 1993. Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. Routledge, Chapman & Hall, Inc. 488pp.
- Wiederholm, T. 1983. Chironomidae of the Holarctic Region Keys and Diagnoses. Part 1-Larvae. Motala. p. 457.

Appendix 1. Species of benthic macroinvertebrates collected at each study site

Species name	st.1	st.2	st.3	st.4	st.5	st.6	st.7
<i>Semisulcospira gottschei</i>			●			●	
<i>Radix auricularia</i>				●			
<i>Physa acuta</i>	●		●		●	●	
<i>Hippeutis cantori</i>				●			
<i>Limnodrilus gotoi</i>		●	●				
<i>Eisenia</i> sp.						●	
<i>Hirudo nipponia</i>	●		●		●		
<i>Baetis fuscatus</i>	●	●	●		●	●	
<i>Cloeon dipterum</i>				●			
<i>Ephemera orientalis</i>			●				
<i>Uracanthella rufa</i>		●					
<i>Ischnura asiatica</i>					●		
<i>Davidius lunatus</i>		●					
<i>Orthetrum albistylum speciosum</i>					●		
<i>Sympetrum pedemontanum elatum</i>				●			
<i>Muljarus japonicus</i>				●			
<i>Potamonectes hostilis</i>	●		●		●		
<i>Potamonectes</i> sp.				●			
<i>Tipula</i> sp.		●					●
<i>Culex</i> sp.				●			
Orthoclaadiinae sp.	●		●		●	●	
<i>Chironomus</i> sp.1	●	●	●	●	●		●
<i>Cryptochironomus</i> sp.						●	
Tanypodinae sp.						●	
<i>Neophylax ussuriensis</i>						●	

(st. 1: Hongjae stream, st. 2 : Dobong stream, st. 3: Ui stream, st. 4: Seongbuk stream, st. 5: Bulkwang stream, st. 6: Ori creek, st. 7: Wook creek, ●: occurrence in qualitative sampling)