

홍제천 수계의 저서무척추동물 군집

배경석 · 임귀철 · 김광래 · 김경희 · 이광식 · 조현석 · 이민환

서울시보건환경연구원 수환경생태팀

Benthic Macroinvertebrate Community of Hongje and Bulgwang Streams in Seoul

BAE, Kyung Seok · GUI Cheol LIM · KWANG Rae KIM · KYUNG Hee KIM ·
KWANG Sik LEE · HYEON Seok CHO · MIN Hwan LEE

Aquatic Ecology Team, Seoul Gov. Inst. of Public Health and Environment

ABSTRACT

This study was conducted to examine the characteristics of benthic macroinvertebrate community at Water System of Hongje Stream from February 23 to October 20, 2011. Total taxa of benthic macroinvertebrates at Water System of Hongje Stream were 62 species, 37 families, 14 orders, 6 classes in 4 phyla. Occurrence species of main stream of Hongje Stream were 49 species, while Bulgwang Stream were 24 species. *Gammarus* sp.1, *Cinticostella levandovae*, *Dugesia japonica* which are considered as clean water indicators were dominant species at site 1, while *Limnodrilus gotoi* and Chironomidae sp. which are as pollution indicators were dominant species at other 4 sites. Mean species diversity indices at site 1 was 3.29, while other sites were 2.00~2.18. Mean species richness indices as site 1 was 3.19, while other sites were 0.90~1.46. Therefore, the result shows that site 1 was a more ecologically stable water area than others. When measuring ecological score of benthic macroinvertebrate community, the results came out as follows: site 1 was 51, site 2 was 8, site 3 was 7, site 4 was 15 and site 5 was 13. From above results, we can conclude the biological water quality level of all sites as follows; level 2 at site 1, level 4 at site 2 and site 3, level 3 at site 4 and site 5.

Key words : Hongje Stream, Bulgwang Stream, benthic macroinverte community

서 론

하천의 저서무척추동물은 편형동물, 환형동물, 갑각류, 수서곤충 및 패류가 포함되는 큰 분류군이
며, 가장 다양하고 풍부한 하천생태계의 1, 2차 소비자 구성원으로서 중요하다(Hynes, 1970; Ward,

1992). 이들은 또한 하천생태계의 다양한 환경요인과 서식처에 따라 적응방식이 다양하고, 수질환경에 대하여 민감하게 반응하는 종이 많아 하천의 수질 및 환경변화에 따른 지표종으로 많이 이용되어 왔다(Boon, 1988; Dudgeon, 1995; Minshall, 1988; Reice & Wolemberg, 1993; Rosenberg & Resh, 1993). 특히 수서곤충은 담수생태계의 다양한 먹이자원을 이용하기 때문에, 이의 이용 양상에 따른 섭식기능군의 분류가 제시되어 이용되고 있다(Merritt & Cummins, 1984, 1996). 하천 연속성의 개념에 의하면 하천의 흐름을 따라 하류로 갈수록 섭식기능군의 조성도 달라지게 되며, 하천의 오염 등 인위적인 수환경의 변화에 따라 그 조성이 달라지므로 수환경 변화의 지표종으로 이용되어 왔다(Allan, 1995; Horne & Goldman, 1994).

우리나라의 하천은 1960년대 이래 산업화와 도시화의 영향으로 수질환경이 크게 악화되었고, 생물 서식처가 많이 훼손되었다. 특히 도시화에 따른 하천생태계의 영향은 그 하천에 서식하는 생물 군집에도 지대한 영향을 끼쳐 왔으며, 그로 말미암아 하천생태계의 생태학적 기능도 크게 변모되었다(배 등, 1996; 배 등, 1997, 1999; 윤 등, 1992a, 1992b.). 본 조사는 도시하천의 저서동물 군집 특성을 파악하기 위해 홍제천 수계의 홍제천 본류와 불광천을 대상으로 저서성 대형무척추동물 군집을 조사하였다. 홍제천은 서울시 종로구 평창동의 북한산에서 발원하여 한강 본류로 유입되는 유로연장 13.92km, 유역면적 20.92km²이며, 홍제천의 1차 지류인 불광천은 은평구 불광동의 북한산에서 발원하여 마포구 성산동에서 홍제천과 합류하는 유로연장 8.79km, 유역면적 9.21km²의 소하천이다. 본 조사를 통하여 홍제천 및 불광천에 서식하고 있는 저서성 대형무척추동물의 종조성 및 분포를 확인하고, 수리적 군집분석을 통하여 수환경 상태를 평가하고자 한다. 조사 결과는 본 지역의 생태복원 및 관리에 필요한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

조사내용 및 방법

1. 조사시기 및 지점

본 연구의 현장조사는 2011년 2월부터 10월까지 계절별로 4회 실시하였으며, 홍제천 수계의 홍제천 본류에서 3개 지점, 불광천에서 2개 지점을 선정하였다. 각 조사지점의 위치 및 행정구역명은 다음과 같다(Fig. 1).

<조사시기>

- 1차 조사 : 2011년 2월 23일
- 2차 조사 : 2011년 5월 16일
- 3차 조사 : 2011년 8월 22일
- 4차 조사 : 2011년 10월 20일

<조사지점>

□ 홍제천

- 지점 1. 서울시 종로구 구기동 유원지 상류 계곡(관음사 위)
- 지점 2. 서울시 마포구 성산동 도시개발공사아파트 앞(불광천 합류전)
- 지점 3. 마포구 망원동 한강 합류전(입구 300m 상류)

□ 불광천

지점 5. 서울시 은평구 응암동 신응교

지점 6. 서울시 마포구 성산동 월드컵경기장 앞 상암교

2. 채집방법

저서무척추동물의 채집은 계류용 정량채집망인 Surber net(50×50cm, 30×30cm)를 이용하여 중·하류에서는 50×50cm 규격으로 2회씩, 상류에서는 30×30cm 규격으로 5회씩 정량 채집하여 1m²로 환산하였다. 정확한 저서무척추동물상을 파악하기 위해 뜰채(scoop net)를 이용하여 다양한 미소서식처에 대하여 정성채집을 병행하였다. 채집된 저서무척추동물은 현장에서 Kahle's 용액에 고정하여 실험실로 운반하였고, 고르기 및 동정을 한 후 80% 에탄올에 보존하였다.

3. 동정

각 분류군 중 수서곤충의 경우는 McCafferty(1981), Kawai(1985), Merritt & Cummins(1984, 1996), 윤(1988, 1995) 등을 참고로 하여 동정하였으며, 곤충류 중 Chironomidae의 경우는 Wiederholm(1983)을 이용하여 외부형태, 특히 채장, 채색, Mouth part 형태, Abdominal tube의 유무, 강모의 형태 등의 특징을 고려하여 임의로 아과 수준에서 동정하였다. 연체동물의 경우는 권(1990), 권 등(1993)을 참고로 하

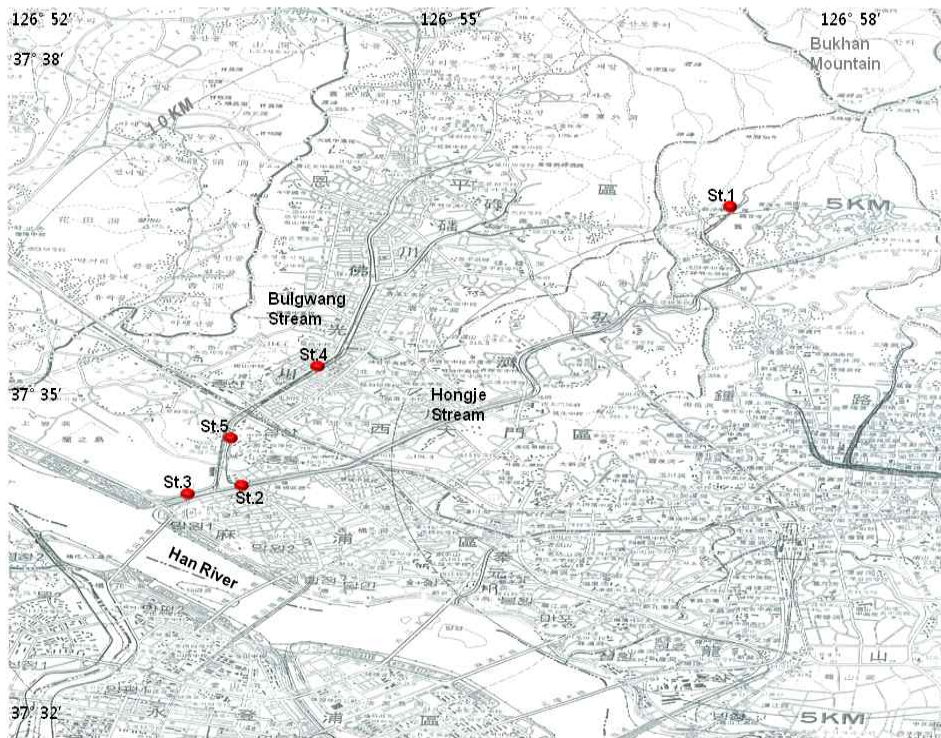


Fig. 1. A map showing the sampling sites at Water System of Honjae Stream.

였고, 새우류는 김(1977)을 이용하였으며, 기타 갑각류 및 환형동물류 등은 岡田(1965a, b, c)를 이용하여 동정하였다. 동정된 학명의 체계 및 국명은 한국곤충명집(한국곤충학회, 1994)과 한국동물명집(한국동물분류학회, 1997)에 의거하여 작성하였다.

3. 군집분석

군집의 분석은 정량으로 채집된 자료를 이용으로 출현개체수, 우점종, 우점도지수(DI), 종다양도지수(H'), 종풍부도지수(R1) 및 생태점수(ESB)를 산출하였다. 출현종수의 경우에는 정성적으로 얻어진 자료를 포함하여 산출하였다. 총출현개체수를 N , i 종의 개체수를 N_i , 총출현종수를 S , 제1우점종의 개체수를 N_1 , 제2우점종의 개체수를 N_2 , 개별분류군 환경질점수를 Q_i 라 할 때 다음의 식으로 표현할 수 있다. 저서동물에 의한 생물학적 수질등급은 Table 1과 같다.

$$DI = (N_1 + N_2) / N \quad (\text{McNaughton, 1970})$$

$$H' = - \sum_{i=1}^S \{ (n_i/N) \cdot \log_2(n_i/N) \} \quad (\text{Pielou, 1966, 1975})$$

$$R1 = \frac{S-1}{\log(N)} \quad (\text{Magaref, 1958})$$

$$(\text{ESB}) = - \sum_{i=1}^S Q_i \quad (\text{환경부, 2000})$$

Q_i : 개별분류군 환경질점수

결과 및 고찰

1. 서식환경

홍제천은 북한산 국립공원 내의 문수봉, 보현봉, 형제봉에서 발원한다. 조사지점인 홍제천 상류계곡

Table 1. 저서동물의 생태점수에 의한 생물학적 수질등급

생태점수	환경질의 평가	
	환경상태	수질등급
81 이상	매우 양호	1등급
61~81 미만	양 호	
41~61 미만	다소 양호	2등급
26~41 미만	다소 불량	
13~26 미만	불 량	3등급
13 미만	매우 불량	4등급

(지점 1)은 구기동 유원지내에 위치하고 있으며, 수로폭은 0.1~1m, 하폭은 4~6m 정도이다. 하상은 암반, 호박돌, 자갈 등으로 이루어진 산간 계류이며, 정체수역을 이루는 곳은 굽은 모래가 퇴적되어 있으며, 육안적 수질이 맑으나, 갈수기에는 유량이 부족하다. 홍제천 중류 지점인 불광천합류전(지점 2) 지점은 하천 복원공사로 수로가 잘 정비되어 있었다. 하상은 주로 굽은 모래이며, 자갈, 잔자갈이 산발적으로 깔려 있다. 홍제천 하류유입부(지점 3)는 굽은 모래층에 암반, 호박돌 등이 상당히 많이 깔려 있으며, 수로폭은 약 20m이다. 홍제천의 1차 지류인 불광천은 도심하천 복원공사로 주변 수변대는 잘 정비되어 있으며, 육안적인 수질이 다소 혼탁한 편이다. 중류인 신응교 지점(지점 4)은 모래층에 자갈, 잔자갈이 깔려 있으며 유기성 물질이 하상에 많이 쌓여 있으며, 수로폭은 약 6~7m이다. 하류인 월드컵경기장 앞(지점 5)은 모래층에 잔자갈이 많이 깔려 있으며, 돌다리 등에 의해 유속이 느려지고 유기성 퇴적물이 하상에 많았다.

2. 군집현황

1) 저서성 대형무척추동물상

홍제천 수계에 서식하고 있는 저서무척추동물의 총 분류군은 4문 6강 14목 37과 62종이었다(Table 2 및 Table 3). 이 중에서 비곤충류는 편형동물문 1종, 연체동물문 3종, 환형동물문 5종, 갑각류 3종으로 모두 12종이었다. 수서곤충류는 총 50종이었으며, 파리목이 17종으로 가장 많았다. 그 다음으로는 하루살이목 11종, 날도래목 10종, 잠자리목 6종, 강도래목 4종, 노린재목 2종 순이었다. 전체 출현종중에서 비곤충류는 약 19%, 수서곤충류는 약 81%로 본 조사수역에서는 수서곤충이 군집의 상당수를 차지하였다(Fig. 2). 홍제천 수계의 1999년과 2001년의 저서무척추동물(배 등, 2000, 2002)은 57종 및 61종으로 현재와 비슷하게 나타났다. 금번 조사지점 위치와 지점수가 상이하여 객관적인 비교가 어려우나, 홍제천과 불광천 중·하류 수역은 하천 복원(2004~2011) 이후에도 저서동물 종다양성이 증가하지 않은 것으로 나타났다. 수계별 저서동물의 출현종수는 홍제천 본류가 49종이었다. 가장 많이 출현한 분류군은 파리목으로 12종이 출현하여 24.5%였다. 그 외 하루살이목과 날도래목이 각각 10종(20.4%), 강도래목 4종(8.2%), 잠자리목과 노린재목이 각각 2종(4.1%)이었다. 비곤충류에는 편형동물문 1종, 연체동물문 2종, 환형동물문 3종, 갑각류 3종으로 모두 9종(18.4%)이었다(Table 2 및 Table 3, Fig. 3). 불광천의 저서동물은 24종이며, 수서곤충류는 파리목 10종(41.7%), 잠자리목 4종(16.7%), 하루살이목 3종(12.5%), 노린재목 1종(4.2%)이었다. 비곤충류는 환형동물 4종, 연체동물 2종 등 모두 6종(25%)이었다(Table 2 및 Table 3, Fig. 4). 지점별 출현종수는 구기동 유원지 계곡 상류인 지점 1에서 45종으로 가장 풍부하게 서식하고 있었으며, 청정한 산간계류에서 서식하는 대표적 분류군인 하루살이목과 날도래목이 각각 10종, 강도래목 4종 등의 24종을 차지하여 본 조사지역이 상당히 양호한 수역임을 알 수 있다. 그 외 지점들은 9~21종 범위였으며, 파리목이 5~10종(36.4~62.5%)으로 차지하는 비율이 상당히 높았다. 지점 2에서 지점 5에 이르는 지점들은 양호한 수역에서 출현하는 강도래목과 날도래목은 채집되지 않았으며, 다소 오염된 수역에서 출현하는 개똥하루살이 등 하루살이목 3종만이 채집되었다.

Species name	Sites	Hongje Stream												Bulgwang Sstream							
		St.1				St. 2				St.3				St.4				St.5			
		1st	2nd	3rd	4th	1st	2nd	3rd	4th	1st	2nd	3rd	4th	1st	2nd	3rd	4th	1st	2nd	3th	4th
Platyhelminthes																					
1. <i>Dugesia japonica</i>		32		22	72																
Mollusca																					
2. <i>Semisulcospira libertina</i>					6																
3. <i>Austropeplea ollula</i>																				2	
4. <i>Physa acuta</i>					10											4	2				4
Annelida																					
5. <i>Chaetogaster limnaei</i>							2														
6. <i>Limnodrilus gotoi</i>		4	10	2	4	204		8	80	80	30	12	20		60	10	320	180	50	50	90
7. <i>Hirudo</i> sp.1									2				2		2	4	10		4		2
8. <i>Alboglossiphonia lata</i>																					2
9. <i>Glossiphoniidae</i> sp.1																					6
Arthropoda/Crustacea																					
10. <i>Gammarus</i> sp.1		180	20		2																
11. <i>Cambaroides similis</i>			2																		
12. <i>Asellus hilgendorffii</i>									26												
Insecta/Ephemeroptera																					
13. <i>Alainites muticus</i>			4	2				16												4	
14. <i>Baetiella tuberculata</i>					4																
15. <i>Baetis fuscatus</i>			18	6	10		8				4	12	10		6					6	12
16. <i>Cloeon diptera</i>																				2	
17. <i>Ecdyonurus kibunensis</i>					2																
18. <i>Epeorus curvatulus</i>				2	2																
19. <i>Paraleptophlebia chocatora</i>				2																	
20. <i>Choroterpes altiocularis</i>				2																	
21. <i>Ephemera sstrigata</i>		10		4																	
22. <i>Cincticostella levanidovae</i>		100		12																	
23. <i>Drunella aculea</i>		2																			
Odonata																					
24. <i>Ischnura asiatica</i>																	2				32
25. <i>Coegnagrion</i> sp.1																					12
26. <i>Pantala flavescens</i>																					2
27. <i>Orthetrum lineostigma</i>																					2
28. <i>Anisogomphus maacki</i>			2																		
29. <i>Davidius lunatus</i>		2																			
Plecoptera																					
30. <i>Nemoura</i> KUa		84		2																	
31. <i>Nemoura</i> KUb		8																			
32. <i>Sweltsa nikkoensis</i>		2																			
33. <i>Sweltsa</i> KUa			2																		
Hemiptera																					
34. <i>Aquaris paludum</i>													2			2					
35. <i>Gerris latiabdominis</i>			4																		
Diptera																					

Table 2. Continued

Species name	Sites	Hongje Stream												Bulgwang Sstream							
		St.1				St. 2				St.3				St.4				St.5			
		1st	2nd	3rd	4th	1st	2nd	3rd	4th	1st	2nd	3rd	4th	1st	2nd	3rd	4th	1st	2nd	3rd	4th
36. <i>Dicranota</i> KUa		4																			
37. <i>Tipula</i> KUa					22																
38. <i>Tipula</i> KUb					12	10															
39. <i>Tipula</i> KUG		2			2																
40. <i>Tipula</i> KUi			2																		
41. <i>Tipula</i> sp.1				2																	
42. <i>Dixa</i> KUa																2	12				
43. <i>Simulium</i> sp.2					14	44															
44. <i>Psychoda</i> KUa														2	36	14					10
45. Empididae sp.1																	4				4
46. <i>Eristalis</i> KUa																	2				
47. Muscidae sp.1																2					2
48. Chironominae sp.1				2		104	86		44	22	14			20	30	50	40	24		2	
49. Chironominae sp.2		40	12	34		120		4	84	34	60	8	16	20	12	100	80	16		10	
50. Chironominae sp.3		10	10	52	18	48	16	12	106	100	10	10	4		120	30	20	12	20		66
51. Chironominae sp.4		20	8	4	10				34	10	30					20				4	
52. Chironominae sp.5		10			24	12	12		34		6				20						24
Trichoptera																					
53. <i>Rhyacophila shikotsuensis</i>		2																			
54. <i>Cheumatopsyche brevilineata</i>			2		2																
55. <i>Hydropsyche orientalis</i>		10		4																	
56. <i>Goera japonica</i>		6																			
57. <i>Hydatophylax nigrovittatus</i>				4																	
58. <i>Goerodes</i> KUa					4																
59. <i>Goerodes</i> KUb			10	6																	
60. <i>Psilotreta kosoensis</i>		8																			
61. <i>Phrganopsyche latipennis</i>		4																			
62. <i>Ceraclea</i> KUa				2																	
Number of species		21	19	17	16	6	5	4	8	5	7	4	6		5	10	13	5	5	10	14
Number of individuals		540	128	162	246	498	124	40	410	246	154	42	54		104	242	570	322	106	102	268

Table 3. Species number of benthic macroinvertebrates at each site in Water System of Hangje Stream

		Hongje Stream					Bulgwang Stream			Total
		St.1	St.2	St.3	Subtotal		St.4	St.5	Subtotal	
Noninsects	Platyhelminthes	1	—	—	1		—	—	—	1
	Mollusca	2	—	—	2		1	2	2	3
	Annelida	1	3	2	3		2	4	4	5
	Crusacea	2	1	—	3		—	—	—	3
Insects	Ephemeroptera	10	2	1	10		1	3	3	11
	Odonata	2	—	—	2		1	4	4	6
	Plecoptera	4	—	—	4		—	—	—	4
	Hemiptera	1	—	1	2		1	—	1	2
	Diptera	12	6	5	12		10	8	10	17
	Trichoptera	10	—	—	10		—	—	—	10
Total		45	12	9	49		16	21	24	62

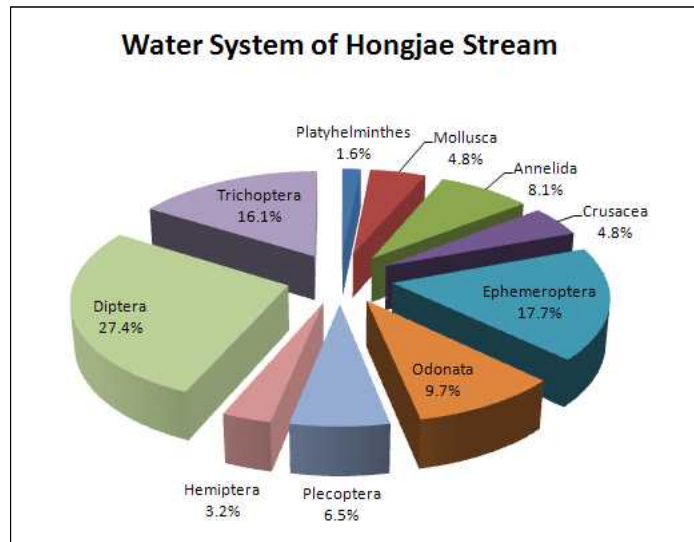


Fig. 2. Ratio of species numbers according to major taxa of benthic macroinvertebrates at Water System of Hongje Stream.

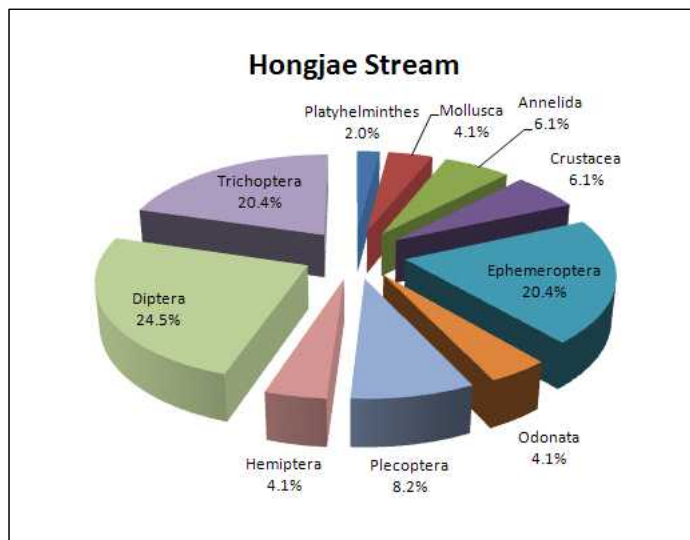


Fig. 3. Ratio of species numbers according to major taxa of benthic macroinvertebrates at Hongje Stream.

2) 개체수 현존량

홍제천 수계에서 홍제천 본류의 저서무척추동물의 주요 분류군별 점유율은 파리목이 469.4개체/m² (53.3%)로 가장 풍부하였으며, 하루살이목 77.3개체/m²(8.8%), 강도래목 32.7개체/m²(3.7%), 날도래목 21.3개체/m²(2.4%), 잠자리목과 노린재목이 3.3개체/m²(0.4%)를 차지하였다. 비곤충류에서는 환형동물문 153.3개체/m²(17.4%), 갑각강 76.7개체/m²(8.7%), 편형동물문 42.0개체/m²(4.8%), 연체동물문 5.3개체/m²

(0.8%)를 차지하였다(Table 2 및 Table 4, Fig. 5). 불광천의 주요 분류군별 점유율은 파리목 415개체/m² (48.8%), 하루살이목 15개체/m²(1.8%), 잠자리목과 노린재목이 26개체/m²(3%)를 차지하였다. 비곤충류에서는 환형동물문 395개체/m²(46.1%), 연체동물문 6개체/m²(0.7%)를 차지하였다(Table 2 및 Table 4, Fig. 6). 지점별 출현개체수는 지점 3이 496개체/m²로 가장 적었으며, 지점 1이 1,076개체/m²로 가장 많았다. 지점 1은 주로 맑은 수역에서 출현하는 하루살이목 182개체/m², 강도래목 98개체/m², 날도래목 64개체/m² 등이 31.9%를 차지하여 비교적 양호한 하천수역의 출현양상을 보였으며, 파리류가 358개체/m²

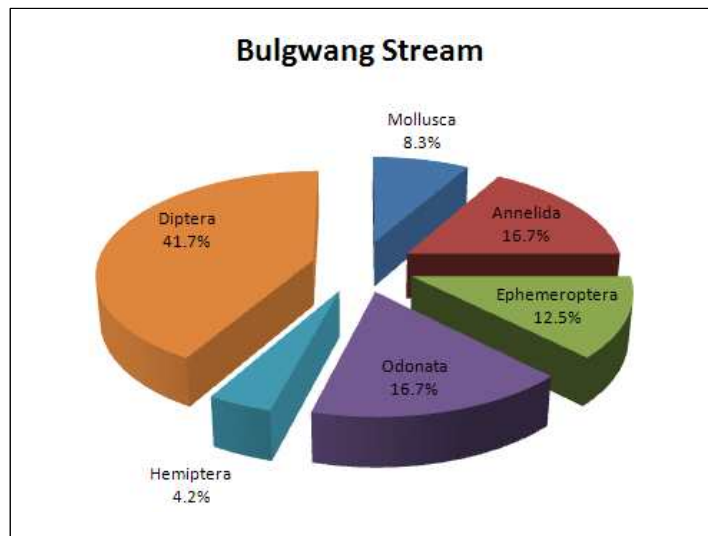


Fig. 4. Ratio of species numbers according to major taxa of benthic macroinvertebrates at Bulgwang Stream.

Table 4. Individual number of benthic macroinvertebrates(Inds/m²) at each site in Water System of Hangje Stream

Taxa		Hongje Stream				Bulgwang Stream			Total
		St.1	St.2	St.3	Mean	St.4	St.5	Mean	
Non-insects	Platyhelminthes	126	—	—	42.0	—	—	—	25.2
	Mollusca	16	—	—	5.3	4	8	6.0	5.6
	Annelida	20	296	144	153.3	406	384	395.0	250.0
	Crusacea	204	26	—	76.7	—	—	—	46.0
Insects	Ephemeroptera	182	24	26	77.3	6	24	15.0	52.4
	Odonata	4	—	—	1.3	2	48	25.0	10.8
	Plecoptera	98	—	—	32.7	—	—	—	19.6
	Hemiptera	4	—	2	2.0	2	—	1.0	1.6
	Diptera	358	726	324	469.4	496	334	415.0	447.6
	Trichoptera	64	—	—	21.3	—	—	—	12.8
Total		1,076	1,072	496	877.2	916	798	857.0	871.6

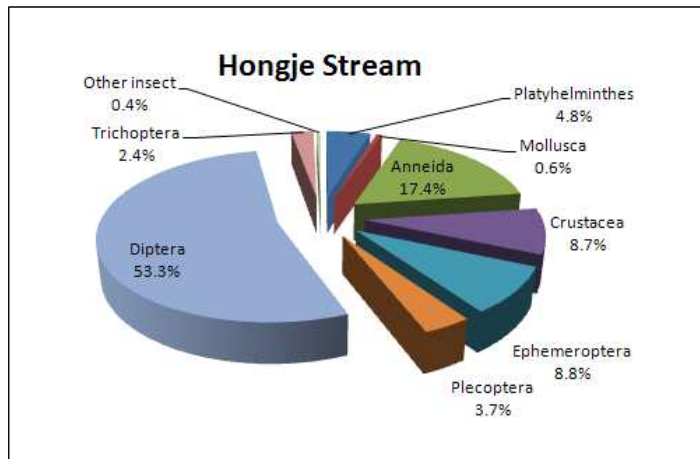


Fig. 5. Percentage of individual numbers according to major taxa of benthic macroinvertebrates at Hongje Stream

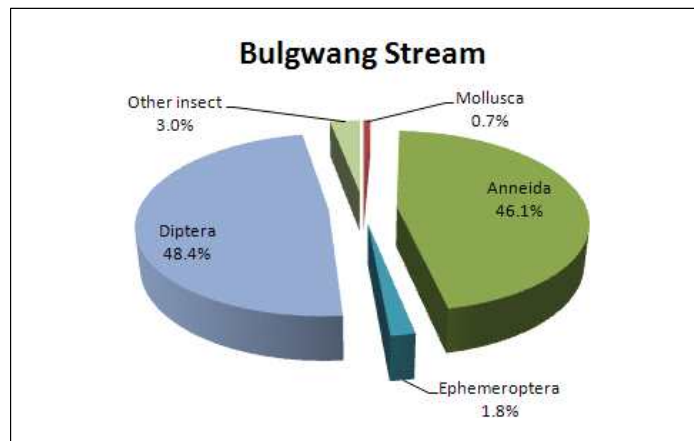


Fig. 6. Percentage of individual numbers according to major taxa of benthic macroinvertebrates at Bulgwang Stream.

(33.3%), 비곤충류에서는 갑각류와 편형동물문이 330개체/m²(32.2%)로 차지하는 비율이 높았다. 그 외 지점 2에서 지점 5에 이르는 지점들에서는 파리목이 324~726개체/m²(41.9%~67.7%)로 차지하는 비율이 높았으며, 그 다음으로는 환형동물문이 144~406개체/m²(27.6~48.1%)로 높게 나와 다소 훼손되었거나, 유기성 저층이 많은 하천의 출현 양상을 보여주고 있었다.

3) 우점종 및 우점율

홍제천 본류의 상류인 지점 1에서는 옆새우 sp.1(*Gammarus* sp.1), 플라나리아(*Dugesia japonica*), 민하루살이(*Cincticostella levanidovae*), 먹파리 sp.1(*Simulium* sp.1) 등과 같이 매우 청정한 수역에서 서식하는 종들이 우점종이었으며, 평균 우점율도 0.46으로 비교적 낮게 나타나, 종 구성이 단순하지 않음을 알

수 있었다. 그 외의 4개 지점들에서는 깔따구류(*Chironomidae* sp.)와 실지렁이(*Limnodrilus gotoi*) 등이 주요 우점종으로 나타나, 서식지가 단순하거나, 유기물 오염이 상당히 진행된 수역들임을 알 수 있으며, 이들이 차지하는 우점율도 0.64~0.72로 지점1에 비해 높게 나타났다(Table 5).

4) 군집지수 및 생물학적 수질평가

홍제천 본류의 평균 다양도지수는 2.47이었으며, 불광천의 평균 종다양도지수는 2.11이었다. 지점별 평균 종다양도지수는 지점 1이 3.29로 상당히 높게 나타나, 다양한 종들이 안정되게 서식하고 있음을 알 수 있었다. 그 외의 4개 지점들은 2.00~2.18이었다(Table 6). 홍제천 본류의 종풍부도지수는 1.69이었으며, 불광천의 평균 종풍부도지수는 1.46이었다. 지점별 평균 종풍부도지수는 지점 1이 3.19로 가장 높고 안정적인 군집구조를 가지고 있었다. 그 외의 4개 지점들은 0.90~1.46으로 낮게 나타나, 군집의 안정성이 떨어지는 것으로 나타났다(Table 7).

홍제천 본류에서 저서동물의 평균 생태점수는 22, 불광천의 평균 생태점수는 14로 생물학적 수질은 모두 3등급으로 나타났다. 지점별 평균 생태점수는 지점 1은 51이며, 생물학적 수질은 다소 양호한 2등급으로 나타났다. 지점 1의 조사시기별 생물학적 수질은 2월에는 생태점수가 63으로 1등급이었으며,

Table 5. Dominant species and dominance indices(DI) at each site of Water System of Hangje Stream

Site	Period	1st Dominant species	2nd Dominant species	Mean DI
St.1	1st	<i>Gammarus</i> sp.1	<i>Cincticostella levanidovae</i>	0.52
	2nd	<i>Gammarus</i> sp.1	<i>Baetis fuscatus</i>	0.30
	3rd	<i>Chironomidae</i> sp.3	<i>Chironomidae</i> sp.2	0.53
	4th	<i>Dugesia japonica</i>	<i>Simulium</i> sp.2	0.47
St.2	1st	<i>Limnodrilus gotoi</i>	<i>Chironomidae</i> sp.2	0.65
	2nd	<i>Chironomidae</i> sp.1	<i>Chironomidae</i> sp.3	0.82
	3rd	<i>Alainites muticus</i>	<i>Chironomidae</i> sp.3	0.70
	4th	<i>Chironomidae</i> sp.3	<i>Limnodrilus gotoi</i>	0.45
St.3	1st	<i>Chironomidae</i> sp.3	<i>Limnodrilus gotoi</i>	0.73
	2nd	<i>Chironomidae</i> sp.2	<i>Limnodrilus gotoi</i>	0.58
	3rd	<i>Baetis fuscatus</i>	<i>Limnodrilus gotoi</i>	0.57
	4th	<i>Limnodrilus gotoi</i>	<i>Chironomidae</i> sp.2	0.67
St.4	1st	—	—	—
	2nd	<i>Limnodrilus gotoi</i>	<i>Chironomidae</i> sp.2	0.77
	3rd	<i>Chironomidae</i> sp.3	<i>Psychoda</i> KUa	0.64
	4th	<i>Limnodrilus gotoi</i>	<i>Chironomidae</i> sp.2	0.74
St.5	1st	<i>Limnodrilus gotoi</i>	<i>Chironomidae</i> sp.2	0.81
	2nd	<i>Limnodrilus gotoi</i>	<i>Chironomidae</i> sp.1	0.70
	3rd	<i>Limnodrilus gotoi</i>	<i>Chironomidae</i> sp.3	0.69
	4th	<i>Limnodrilus gotoi</i>	<i>Chironomidae</i> sp.3	0.58

Table 6. Species diversity(H') of benthic macroinvertebrates at Water System of Hongje Stream, 2011

Site \ Month	Feb.	May	Aug.	Oct.	Mean H'	
St. 1	3.09	3.78	3.01	3.27	3.29	2.32
St. 2	2.06	1.44	1.84	2.67	2.00	
St. 3	1.95	2.34	1.99	2.14	2.11	
St. 4	–	1.60	2.33	2.15	2.03	2.11
St. 5	1.64	1.95	2.33	2.79	2.18	

Table 7. Species richness Indices(R1) of benthic macroinvertebrates at Water System of Hongje Stream, 2011

Site \ Period	Feb.	May	Aug.	Oct.	Mean R	
St. 1	3.18	3.71	3.14	2.72	3.19	1.60
St. 2	0.81	0.83	0.81	1.16	0.90	
St. 3	0.73	1.19	0.80	1.25	0.99	
St. 4	–	0.86	1.64	1.89	1.46	1.46
St. 5	0.69	0.86	1.95	2.33	1.46	

그 외에는 41~54로 2등급이었다. 지점별 평균 생태점수는 지점 2는 8, 지점 3은 7, 지점 4는 15, 지점 5는 13으로 지점 2와 지점 3은 생물학적 수질 4등급, 지점 4와 지점 5는 3등급이었다(Table 8). 북한산 국립공원내의 문수봉 등에서 기원하는 홍제천 상류의 구기동 유원지 상류계곡은 유량은 적지만 양호한 하상과 수로를 유지하고 있었으며, 홍제천 본류와 불광천의 중, 하류 수역은 하천복원이 완료(2004~2011)되었으나, 저서동물의 다양성이 증가하지 못하고 생태계 안정성이 떨어지는 것으로 나타났다.

Table 8. Ecological score and biological water quality assesment of benthic macroinvertebrates at Water System of Hongje Stream, 2011

Site \ Period	Feb.	May	Aug.	Oct.	Mean R	
St. 1	63 1등급	54 2등급	46 2등급	41 2등급	51 2등급	22 3등급
St. 2	8 4~5등급	8 4~5등급	5 4~5등급	10 4~5등급	8 4~5등급	
St. 3	5 4~5등급	8 4~5등급	5 4~5등급	9 4~5등급	7 4~5등급	
St. 4	–	7 4~5등급	17 3등급	22 3등급	15 3등급	14 3등급
St. 5	5 4~5등급	6 4~5등급	15 3등급	25 3등급	13 3등급	

참고문헌

- 권오길, 박갑만, 이준상. 1993. 원색한국패류도감. 아카데미서적, p. 445.
- 권오길. 1990. 한국동식물도감 제32권 동물편 (연체동물 I). 문교부, p. 446.
- 김훈수. 1977. 한국동식물도감. 제19권. 동물편(새우류). 문교부, p. 694.
- 배경석, 구본관, 한선규, 신재영, 박성배. 1997. 서울 탄천의 수서동물군집에 관한 연구. 한국환경생물학회지 23(4): 1-8.
- 배경석, 길혜경. 2000. 한강 지류천 생태계 조사연구 -안양천, 홍제 · 불광천, 향동천-. 서울시보건환경연구원, p. 237.
- 배경석, 유승성. 2002. 한강 지류천 생태계 조사연구 -안양천, 홍제 · 불광천, 향동천-. 서울시보건환경연구원, p. 251.
- 배경석, 서미연, 신진호, 길혜경, 신재영. 1999. 양재천의 수환경과 수서동물군집 특성. 한국환경위생학회지, 25(4): 107-117.
- 배연재, 박선영, 윤일병, 박재홍, 배경석. 1996. 왕숙천 준설구간의 저서성 대형무척추동물의 군집변동. 한국육수학회지 29(4): 251-261.
- 윤일병, 공동수, 원두희. 1992a. 금호강 수계 저서성 대형무척추동물 군집의 시공간적 분포. 한국육수학회지 25(3): 167-175.
- 윤일병, 공동수, 이상협. 1992b. 저서성 대형무척추동물에 의한 금호강 수계의 생물적 수질평가. 한국육수학회지 25(3): 177-183.
- 윤일병. 1988. 한국동식물도감. 제30권. 동물편(수서곤충류). 문교부, p. 262.
- 윤일병. 1995. 수서곤충검색도설. 정행사. 서울, p. 840.
- 한국곤충학회. 1994. 한국곤충명집. 한국곤충학회 건국대 출판부.
- 한국동물분류학회. 1997. 한국동물명집 아카데미서적.
- 환경부. 2000. 제2차 전국자연환경 조사 지침.
- Allan, J. D. 1995. Stream Ecology. Structure and Function of Running Waters. Chapman & Hall, London.
- Boon, P. J. 1988. The impact of river regulation on invertebrate communities in the U.K. Regulated Rivers: Research and Management 2: 389-409.
- 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.
- Horne, A. J. and C. R. Goldman. 1994. Limnology. McGraw-Hill, Inc. p. 576.
- Hynes, H. B. N. 1970. The Ecology of Running Waters. Liverpool Univ. Press, Liverpool, U.K.
- Kawai, T. 1985. An Illustrated Book of Aquatic Insects of Japan. 東海大學出版會.
- Magalef, R. 1958. Information theory in ecology. Gyn. Syst. 3: 36-71.
- McCafferty, W. P. 1981. Aquatic Entomology. Jones and Bartlett, Boston. p. 448.
- McNaughton, S. J. & L. L. Wolf. 1970. Dominance and the niche in ecological systems. Science 167: 131-139.
- 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.
- Pielou, E. C.. 1966. The measurement of diversity in different types of biologic collections. J. Theor. Biol. 13: 131-144.
- Pielou, E. C. 1975. Ecological Diversity. Wiley. New York. p. 165.
- Reice, S. R. and M. Wohleberg. 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. Cahpman & Hall, New York.
- Rosenberg, D. M., and V. H. Resh. 1993. Freshwater Biomonitoring and bEnthic Macroinvertebrates. Chapman and Hall, New York. p. 488.
- 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: 457.
- 岡田要. 1965. 신일본동물도감(상). 북류관, p. 679.
- 岡田要. 1965. 신일본동물도감(중). 북류관, p. 803.
- 岡田要. 1965. 신일본동물도감(하). 북류관, p. 763.

요 약

도시하천의 저서무척추동물 군집 특성을 파악하기 위해 2011년 2월 23일부터 10월 20일까지 홍제천 수계의 5개 지점에 대해 계절별 조사를 실시하였다. 본 조사에서 확인된 저서무척추동물은 총 4문, 6강 14목, 37과 62종이었다. 이 중에서 비곤충류는 편형동물문 1종, 연체동물문 3종, 환형동물문 5종, 갑각류 5종 등 모두 12종이었으며, 수서곤충류는 파리목 17종, 하루살이목 11종, 날도래목 10종, 잠자리목 6종, 강도래목 4종, 노린재목 2종 등 모두 50종이었다. 수계별로는 홍제천 본류가 수서곤충 40종, 비곤충류 9종 등 총 49종, 불광천이 수서곤충 18종, 비곤충류 6종 등 총 24종이었다. 지점별 우점종은 지점1이 맑은 수역에 서식하는 옆새우 sp.1(*Gammarus* sp.1), 민하루살이(*Cinticostella levanidovae*), 플라나리아(*Dugesia japonica*) 등이 주요 우점종이었으나, 그 외 지점들에서는 유기물 오염에 강한 실지렁이(*Limnodrilus gotoi*), 깔따구류(*Chironomidae* sp.)가 대부분을 차지하였다. 조사지점별 평균 종다양도지수는 지점 1이 3.29로 높았으나, 그 외 지점들은 2.00~2.18이었다. 평균 종풍부도지수는 지점 1이 3.19로 높았으나, 그 외 지점들은 0.90~1.46으로 낮게 나타났으며, 지점 1이 생태적으로 가장 안정된 수역으로 나타났다. 지점별 평균 생태점수는 지점 1이 51로 가장 높고 다소 양호한 수역을 나타냈으며, 그 외에는 지점2는 8, 지점 3은 7, 지점 4는 15, 지점 5는 13으로 상당히 낮게 나타났다. 평균 생태점수에 의한 생물학적 수질등급은 지점1은 양호한 2등급, 지점 2와 지점 3은 4등급 이하, 지점 4와 지점 5는 3등급이었다.

검색어 : 홍제천, 불광천, 저서무척추동물 군집