서울지역 주요 도심하천에서의 수질 특성 및 저서동물 분포 특성 조사

이진효[*,**] · 한현[*] · 이준연[*] · 이만호[*] · 이목영[*] · 구자용[**]
[*]서울특별시보건환경연구원 물환경연구부, [**]서울시립대학교 환경공학부

Survey on the Characteristics of Water Quality and Distribution of Benthic Macroinvertebrate in Major Urban Streams in Seoul

LEE, Jinhyo[*,**] · Hyeon HAN[*] · Junyeon LEE[*] · Manho LEE[*] · Mokyoung LEE[*] · Jayong KOO[**]
[*]Water Environment Research Department, Seoul Metropolitan Government Research Institute of Public Health and Environment,
[**]Department of Environmental Engineering, University of Seoul

ABSTRACT

This study investigated distribution characteristics of benthic macroinvertebrate and physicochemical water quality items(17 items such as DO, TOC, TN, chlorophyll-a, etc.) in Yangjaecheon and Yeouicheon from March to November 2020. At the same time, by applying nonmetric multidimensional scaling(nMDS) using the results of stream water quality and benthic macroinvertebrate distribution, we tried to provide basic data for diagnosing the current status of stream ecosystems in major urban streams in Seoul. As a result of the study, a total of 30 species and 2,344 populations appeared in Yangjaecheon(Juam bridge, Bodo bridge, Daechi bridge), and Yangjaecheon water quality(based on BOD, TOC, TP) is higher than Grade II(slightly good), and BMI using benthic macroinvertebrate appeared as Grade C(normal) at all points. In yeouicheon(upstream, Saewon bridge, Yeoui bridge), a total of 43 species, 2,455 populations appeared, and Yeouicheon water quality(based on BOD, TOC, TP) is higher than Grade II(slightly good) similar to Yangjaecheon, and BMI of both upstream and Saewon bridge were Grade B(good), while Yeoui bridge was Grade C(normal). In particular, Saewon bridge in Yeouicheon, which maintains the natural stream condition relatively well, was evaluated as having the best ecological environment. Overall, it was confirmed that water quality and stream health evaluation results were similar in both Yangjaecheon and Yeouicheon, and in particular, as a result of analyzing the distribution of benthic macroinvertebrate by a nonmetric multidimensional scaling method, no significant difference was found between the two groups(Yangjaecheon, Yeouicheon). (p-value 0.1155).

Key words : Benthic Macroinvertebrate, BMI, nMDS, water quality grade

서 론

인류는 오래 전부터 물을 찾아 이동을 하며, 하천을 중심으로 문명을 발전시켜 왔다. 세계 4대 문명인 나일 강변의 이집트 문명, 티그리스·유프라테스 강 유역에서의 메소포타미아 문명, 인도 인더스 강 유역의 인더스 문명, 중국 황화 유역의 황하 문명 모두 큰 강을 중심으로 발전된 문명이다(https://ko.wikipedia.org/wiki). 또한 서울의 한강, 프랑스 세느강, 영국의 템즈강 등 현대 도시들도 대부분 물을 중심으로 형성되었는데, 이처럼 인간과 하천은 끊임없이 함께 공존하며 문화와 역사를 만들어가고 있다.

하천은 각종 생물들이 서식하여 생물간, 무생물간 상호작용이 일어나는 자연생태계의 중심이며, 동시에 인간의 오랜 역사를 통하여 고유한 문화, 전통을 창출하는 공간으로서 역할을 하고 있다. 또한 기능적 관점에서 하천의 역할을 살펴보면 갈수관리, 수리권, 수자원 개발 등의 이수기능(irrigation function)과 홍수관리, 하천정비, 개수 등 치수기능(water control function), 그리고 하천 동·식물의 서식처, 하천수질 자정, 자연 경관 및 도심하천(urban stream)으로서의 여가공간 등 환경기능(environment function)의 역할까지 하고 있다. 하지만 급격하게 진행된 산업화와 도시화, 여기에 최근에 홍수, 태풍, 가뭄 및 녹조·어류폐사 등 돌발적인 수질사고를 일으키는 이상 기후변화가 더해져 하천의 정상적인 생태적 안정이 깨지고, 환경적 기능이 저하되고 있으며(Yoon *et al*., 1992a), 이는 곧 생물군집의 변화, 즉 하천 내 또는 주변 서식지의 다양성이 감소되는 커다란 문제가 발생하고 있다(Beldsoe *et al*., 2001). 따라서 하천의 환경적 기능을 회복시키고, 특히 도심하천과 같이 일반 시민이용이 활성화되는 하천을 중심으로 한 종합적인 하천 생태계의 관리방안이 무엇보다 중요하다. 이를 위해서는 하천 군집구조, 생태지수 도출 등 전통적인 생태학적 건강성 평가와 함께 동시에 IoT(사물인터넷, Internet of Thing), ICT(정보통신기술, information & communication technology)를 활용한 하천수질 및 수리·수문자료, 기상 데이터 등 물환경 빅데이터와 연계한 지속적인 하천 생태계 모니터링이 필요하다.

최근에는 하천 생태계의 건강성을 평가하기 위해서 생물학적 요소인 생물분류군 분포 및 서식처 특성이 수질 및 수문환경과 동시에 평가되고 있는 추세이며, 이 때 많이 활용되고 있는 평가 도구들 중에 하나가 바로 저서동물(저서성 대형무척추동물, benthic macroinvertebrate)이다. 저서동물은 하천바닥에서 서식하는 수서곤충, 조개류, 갑각류 등 다양한 무척추동물을 말하며, 환경에 민감하고 이동성이 적고, 종이 다양하다. 특히 하천 생태계의 주요 구성원 중 1차 또는 2차 소비자로서 생태적 중요성과 환경지표성이 높아, 수생태환경 평가에 가장 폭넓게 활용되고 있다(Hynes, 1970). 하지만 도심하천을 대상으로 한 저서동물 등을 활용한 생태조사, 특히 생태조사와 함께 DO(용존산소, dissolved oxygen), TP(총인, total phosphorus), TOC(총유기탄소, total organic carbon) 등 하천에서의 주요 이화학적인 수질항목 등을 연계한 종합적인 하천 생태계 모니터링 조사는 여전히 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 서울지역 대표 도심하천으로 녹지와 경관, 특히 시민들을 위한 휴식 공간이 다수 설치되어 있어 시민들의 이용이 많은 양재천과 양재천을 유지용수로 사용하는 여의천을 대상으로 하천수질 및 저서동물 생물상을 조사하여 하천 생태계의 건강성을 평가하고, 향후 서울지역 도심하천 생태 건강성 평가를 위한 기초자료를 마련하고자 하였다.

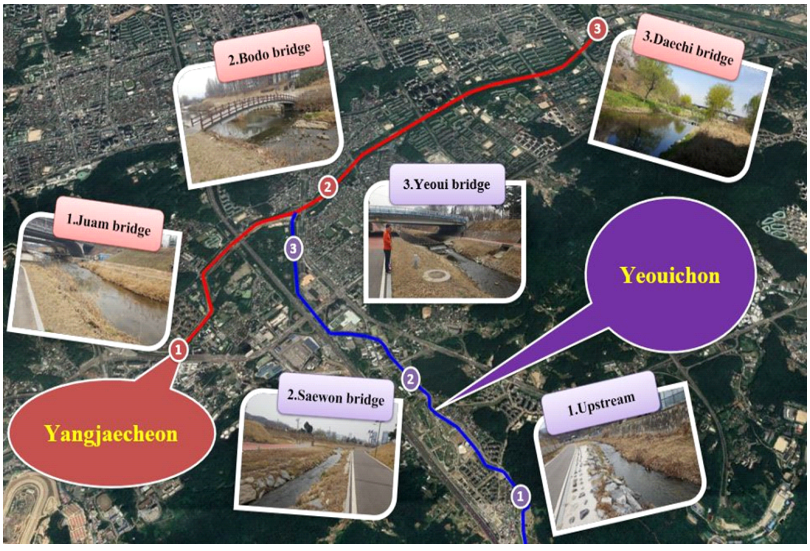
2. 연구방법

1) 자료수집

본 연구는 서울지역 대표 도심하천인 양재천과 여의천을 대상으로 2020년 3월~11월 기간 동안 총 4회에 걸쳐 분기별로 현장 시료채취 및 조사를 실시하였다. 양재천은 과천시 관악산 남동쪽 기슭에서 발원하여, 과천시를 관류하여 흐른 뒤 서울시 서초구, 강남구를 가로질러 탄천으로 유입되는데, 이때 서울시 행정구역인 서초구 우면동 시계 시점에서 대치동 탄천 합류지점까지 하천연장은 18.5km, 유로연장 7.9km, 유역면적 62.62km^2, 평균 하폭이 90 m인 하천이다(http://gangnam.grandculture.net). 또한 여의천은 지방2급 하천으로서 양재천 제1지류이며, 서울시 서초구 신원동을 기점으로 양재천과의 합류지점까지 하천연장 4.85km, 유로연장 6.87km, 유역면적은 12.98km^{2}인 하천이다. 특히 여의천은 양재천과 여의천 합류지점에서 유량을 확보하여 여의천 상류에 유지용수로 공급되어 건천화를 방지하고 휴식 및 여가공간을 조성되는 형태를 띠고 있어 서식처 특성에 따른 주요 생태지수 변화를 파악할 수 있는 하천이라 할 수 있다(https://korean.visitkorea.or.kr).

조사지점 세부내역은 Table 1과 같이 서식처 특성과 함께 지정학적 위치를 고려한 상류 · 중류 · 하류지점 등 하천별로 3지점을 선정하였다. 조사내용은 군집분포, 생태지수 등 저서동물 분포조사와 함께 유속, 수온, pH, DO, 전기전도도, 탁도 등 현장 측정항목 6항목과 BOD, TOC, SS, TN, DTN, NH_3-N, NO_3-N, TP, DTP, PO_4-P, 클로로필 a 등 실험실 분석항목 11항목 등 총 17항목을 분석하였다. 저성동물 동정은 한국의 수서곤충((주)생태조사단, 2008), 한국산 저서성 대형무척추동물 생태도감(국립환경과학원, 2013) 등을 활용하였으며, 각 수질항목은 「수질오염공정시험기준(국립환경과학원고시 제2019-63호, 2019.12.24.)」에 따라 분석하였다.

Table 1. Survey sites of Yanjaechon and Yeouicheon



Site	Coordinate
Juam bridge	N 37°27'35.9" E 127°01'37.7"
Bodo bridge	N 37°28'35.4" E 127°02'29.1"
Daechi bridge	N 37°29'47.0“ E 127°04'25.0"
Up stream	N 37°26'44.5" E 127°03'33.7"
Seawon bridge	N 37°27'30.2" E 127°02'57.2"
Yeoui bridge	N 37°28'10.4" E 127°02'17.2"

2) 조사방법

본 연구에서는 「수생태계 현황 조사 및 건강성 평가 방법 등에 관한 지침(하천편) (국립환경과학원 고시 제2019-52호, 2019.11.11.)」에 따라 저서동물 분포조사와 유속측정을 실시하였다. 저서동물 분포조사는 정량채집 결과(개체수/m^2)를 이용한 생태지수를 산정한 것으로서, 본 연구에서는 저서동물지수(BMI, Benthic Macroinvertebrate Index)와 군집지수인 우점도지수(DI, Dominance Index), 다양도지수(H‘, Species Diversity Index) 그리고 풍부도지수(R1(Margalef), Species Richness Index)를 산출하였다(Table 1). 저서동물지수는 환경 지표생물군을 활용한 생물학적 수질 판정 지수로서 개별 생물종마다 설정된 오탁지수와 가중치를 반영하여 수질을 A(매우 좋음, 80 ≦ BMI ≦ 100), B(좋음, 65 ≦ BMI < 80), C(보통, 50 ≦ BMI < 65), D(나쁨, 35 ≦ BMI < 50), E(매우 나쁨, 0 ≦ BMI < 35) 등 총 5단계로 구분하여 평가하는 지수이다. 또한 군집지수로서 우점도지수는 특정 생물종 개체수의 총 개체수에 대한 비를 말하며, 다양도지수는 생물군집 내 종의 다양성, 생태적 안정성을 판정하는 지수이고, 풍부도지수는 생물군집 내 존재하는 종의 수에 따른 종의 밀도지표를 나타낸다. 여기서 다양도지수 및 풍부도지수는 값이 클수록, 우점도지수는 값이 작을수록 양호한 생태환경을 의미한다. 한편, 하천수질 평가는 Table 3에서 보듯이, 현재 국가수질기준으로서 하천에 적용되고 있는 환경정책기본법 시행령(대통령령 제30674호, 2020.5.12.) 내 수질 및 수생태계 하천 생활환경기준으로 주요 항목별로 수질상태를 평가하여 저서동물지수에 기반한 수질등급과 비교・분석하였다.

또한 본 연구에서는 통계분석 툴(tool)로서 대표적 오프소스 언어인 R-3.6.1을 사용하여 비계량적 다차원척도법(nMDS, nonmetric multidimensional scaling)을 활용한 저서동물 생태조사와 하천수질(전기전도도를 제외한 현장 측정항목 5항목)을 연계한 통계분석을 실시하였다. 다차원척도법은 객체 간 근접성(proximity) 또는 개체들 사이의 집단화를 시각화하는 통계적 분석기법으로 군집분석과 같이 개체들을 대상으로 변수들을 측정한 후, 개체들을 원래의 차원보다 낮은 차원(보통 2차원, 3차원)의 공간

Table 2. Formula for calculating major ecological indices

Index	Formula	Index	Formula
BMI	$\mathrm{BMI} = \left(4 - \frac{\sum_{i=1}^{n} s_i h_i g_i}{\sum_{i=1}^{n} h_i g_i}\right) \times 25$ s_i : Unit pollution index of i species h_i = Appearance of i species g_i = Indicator weight of i species	H’	$\mathrm{H'} = -\sum_{i=1}^{S}(p_i \times \log_2 p_i),\ (p_i = \frac{N_i}{N})$ N_i : Population of i species N : Total appearing population
DI	$\mathrm{DI} = \frac{N_1 + N_2}{N}$ N_1 : First dominant species population N_2 : Second dominant species population N : Total appearing population	R1	$\mathrm{R1} = \frac{S-1}{\ln N}$ S : Total number of species N : Total appearing population

Table 3. Living environment standard for river in water quality and aquatic ecosystem

Grading		Condition (Character)	Standard								
			pH	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)	DO (mg/L)	TP (mg/L)	Coliform group (count/100mL)	
										Total coliform	Fecal coliform
Very good	Ia		6.5~8.5	Less than 1	Less than 2	Less than 2	Less than 25	7.5 or more	Less than 0.02	Less than 50	Less than 10
Good	Ib		6.5~8.5	Less than 2	Less than 4	Less than 3	Less than 25	5.0 or more	Less than 0.04	Less than 500	Less than 100
Slightly good	II		6.5~8.5	Less than 3	Less than 5	Less than 4	Less than 25	5.0 or more	Less than 0.1	Less than 1,000	Less than 200
Usually	III		6.5~8.5	Less than 5	Less than 7	Less than 5	Less than 25	5.0 or more	Less than 0.2	Less than 5,000	Less than 1,000
Poor	IV		6.0~8.5	Less than 8	Less than 9	Less than 6	Less than 100	2.0 or more	Less than 0.3		
Bad	V		6.0~8.5	Less than 10	Less than 11	Less than 8	There should not be litter	2.0 or more	Less than 0.5		
Very bad	VI			Greater than 10	Greater than 11	Greater than 8		Under 2.0	Greater than 0.5		

상에 위치시켜 개체들 사이의 구조 또는 관계를 쉽게 파악하는데 목적이 있으며, 본 연구에서 적용한 비계량적 다차원척도법은 계량적 다차원척도법과 달리 개체들 사이의 거리 또는 비유사성을 나타내는데 절대적인 크기는 무시하고 순위에 의한 정보만을 근접도로 이용하는 방법이다. 비계량적 다차원척도법은 공학분야, 심리학, 생물학 등에서 활용되고 있으며, 특히 최근 들어 생물학 실험에서 생성된 다양한 유형의 대용량 다변량 데이터들을 활용한 생물정보학(bioinformatics) 분야에서 활발하게 적용되고 있다(Lee, 2011). 모형의 적합도는 근접정도를 나타내는 측도인 stress값을 주로 활용하는데, 일반적으로 경험법칙(a rule of thumb)에 따르면 stress가 0~0.05이면 매우 좋은 모형(excellent), 0.05~0.10이면 만족스러운 모형(great), 0.10~0.20이면 양호한 수준의 모형(good), 0.30 이상일 경우 나쁨 수준의 모형(poor)으로 판단한다(https://jonlefcheck.net/2012/10/24/nmds-tutorial-in-r/).

3. 결과 및 고찰

1) 수질환경 특성

양재천 3개 지점 주암교, 보도교, 대치교에 대한 각각의 수질조사 결과는 Table 4, 5와 같다. 상류지역인 주암교 지점의 평균 수질은 BOD 0.7mg/L, TOC 2.0mg/L, TP 0.040mg/L이었으며, 이에 따른 하천생활환경기준 수질등급은 BOD, TOC Ia등급(매우 좋음), TP Ⅱ등급(약간 좋음)으로 유기물 및 영양염류에 의한 오염은 적은 것으로 조사되었다. 중간지역 보도교 지점의 평균 수질은 BOD 0.6mg/L, TOC 1.9mg/L, TP 0.040mg/L로, BOD, TOC Ia등급(매우 좋음), TP Ib등급(좋음)으로 나타났으며, 하류지역인 대치교 지점의 평균 수질은 BOD 0.6mg/L, TOC 2.0mg/L, TP 0.036mg/L로, BOD, TOC Ia등급(매우 좋음), TP Ib등급(좋음)으로 전반적으로 유기물과 영양염류에 의한 수질상태는 양호하였는데, 이는 양재천이 하류로 흘러가는 과정에서 유의한 오염물질 유입이 없고, 하천 자정작용에 의한 수질이 개선되었다고 판단된다.

Table 4. Water quality survey results in Yangjaecheon (1)

Site	Date	Velocity (m/s)	Temp. (℃)	pH	DO (mg/L)	EC (μS/cm)	Turb. (NTU)	BOD (mg/L)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)
Juam bridge	03.23	1.7	10.1	7.4	12.1	603	3.2	1.2	2.2	2.8
	07.15	2.7	20.4	7.3	8.8	277	12.7	0.1	2.1	4.0
	09.24	2.0	19.6	7.5	9.9	680	-	0.2	1.6	6.8
	11.25	1.8	9.6	7.4	10.7	452	1.3	1.1	2.0	0.6
	Mean	**2.1**	**14.9**	**7.4**	**10.4**	**503**	**5.7**	**0.7**	**2.0**	**3.6**
Bodo bridge	03.23	1.5	10.9	7.6	10.8	459	5.2	0.9	2.4	3.6
	07.15	2.7	20.3	7.5	8.9	245	13.0	0.3	1.9	7.8
	09.24	1.8	19.6	7.7	9.8	410	-	0.2	1.6	6.0
	11.25	1.5	8.3	7.7	10.9	314	1.6	1.1	1.8	0.8
	Mean	**1.8**	**14.8**	**7.6**	**10.1**	**357**	**6.6**	**0.6**	**1.9**	**4.6**
Daechi bridge	03.23	1.3	13.2	8.0	11.2	412	6.5	0.9	2.1	1.6
	07.15	2.6	21.3	7.6	9.2	252	11.5	0.8	2.0	4.8
	09.24	1.6	21.1	8.0	11.4	425	-	0.3	1.7	5.2
	11.25	1.6	8.2	8.3	12.1	471	8.6	0.4	2.2	2.6
	Mean	**1.7**	**15.9**	**8.0**	**11.0**	**390**	**8.9**	**0.6**	**2.0**	**3.6**

Table 5. Water quality survey results in Yangjaecheon (2)

Site	Date	TN (mg/L)	DTN (mg/L)	NH_3-N (mg/L)	NO_3-N (mg/L)	TP (mg/L)	DTP (mg/L)	PO_4-P (mg/L)	Chlorophyll-a (mg/m^3)
Juam bridge	03.23	5.970	5.843	0.540	4.911	0.051	0.023	0.013	4.8
	07.15	2.923	2.933	0.064	2.515	0.040	0.029	0.022	2.6
	09.24	3.947	3.959	0.017	3.813	0.040	0.035	0.024	11.3
	11.25	6.998	6.961	0.203	5.678	0.030	0.025	0.023	0.5
	Mean	**4.960**	**4.924**	**0.206**	**4.229**	**0.040**	**0.028**	**0.021**	**4.8**

Table 5. Continued

Site	Date	TN (mg/L)	DTN (mg/L)	NH_3-N (mg/L)	NO_3-N (mg/L)	TP (mg/L)	DTP (mg/L)	PO_4-P (mg/L)	Chlorophyll-a (mg/m^3)
Bodo bridge	03.23	5.558	5.785	0.222	5.176	0.045	0.025	0.012	2.6
	07.15	2.775	2.773	0.030	2.448	0.041	0.029	0.026	3.5
	09.24	4.138	4.000	0.029	3.801	0.037	0.040	0.027	4.4
	11.25	6.437	6.418	0.172	5.144	0.035	0.027	0.026	0.4
	Mean	**4.727**	**4.744**	**0.113**	**4.142**	**0.040**	**0.030**	**0.023**	**2.7**
Daechi bridge	03.23	4.799	4.740	0.000	4.169	0.024	0.020	0.012	4.0
	07.15	4.447	4.239	0.181	3.640	0.030	0.022	0.022	2.2
	09.24	3.576	3.543	0.000	3.439	0.040	0.036	0.029	3.1
	11.25	5.214	5.112	0.016	4.404	0.049	0.033	0.027	2.2
	Mean	**4.509**	**4.409**	**0.049**	**3.913**	**0.036**	**0.028**	**0.023**	**2.9**

마찬가지로 여의천 3개 지점인 상류지점, 새원교, 여의교에 대한 수질조사 결과는 Table 6~7과 같다. 우선 여의천 상류지점의 평균 수질은 BOD 1.3mg/L, TOC 2.0mg/L, TP 0.038mg/L로, 하천 생활환경기준 수질등급은 BOD, TP Ib등급(좋음), TOC Ia등급(매우 좋음)으로 나타났다. 중간지역 새원교 지점의 평균 수질은 BOD 1.4mg/L, TOC 1.8mg/L, TP 0.034mg/L로, BOD, TP Ib등급(좋음), TOC Ia등급(매우 좋음)으로 상류지점과 유사한 수질특성을 확인할 수 있었다. 또한 하류지역인 여의교 지점의 평균 수질은 BOD 1.5mg/L, TOC 1.5mg/L, TP 0.050mg/L로, BOD Ib등급(좋음), TOC Ia등급(매우 좋음),

Table 6. Water quality survey results in Yeouicheon (1)

Site	Date	Velocity (m/s)	Temp. (℃)	pH	DO (mg/L)	EC (μS/cm)	Turb. (NTU)	BOD (mg/L)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)
Up stream	03.24	1.9	10.6	7.7	11.7	407	53.9	1.6	2.4	18.6
	07.17	1.6	21.3	7.7	8.5	338	15.9	0.3	1.9	17.2
	09.29	1.9	18.1	7.5	9.8	408	9.2	2.3	1.6	1.8
	11.30	1.6	7.0	7.7	13.2	480	2.1	1.1	1.9	1.6
	Mean	**1.7**	**14.2**	**7.7**	**10.8**	**408**	**20.3**	**1.3**	**2.0**	**9.8**
Seawon bridge	03.24	1.6	12.9	8.9	13.8	409	11.8	1.6	2.3	7.2
	07.17	1.6	22.6	8.0	10.1	338	9.3	0.4	1.8	5.0
	09.29	1.7	19.0	7.7	10.7	402	8.3	2.4	1.4	1.4
	11.30	2.0	6.8	8.2	14.4	458	3.5	1.1	1.7	1.2
	Mean	**1.7**	**15.3**	**8.2**	**12.2**	**402**	**8.2**	**1.4**	**1.8**	**3.7**
Yeoui bridge	03.24	1.7	12.4	8.4	11.5	435	96.5	1.6	2.0	30.0
	07.17	1.9	21.9	8.2	11.8	370	7.9	0.4	1.6	2.0
	09.29	1.5	18.6	7.7	10.6	452	9.1	2.5	1.2	1.2
	11.30	1.7	7.1	8.1	14.9	468	1.3	1.3	1.3	0.8
	Mean	**1.7**	**15.0**	**8.1**	**12.2**	**431**	**28.7**	**1.5**	**1.5**	**8.5**

Table 7. Water quality survey results in Yeouicheon (2)

Site	Date	TN (mg/L)	DTN (mg/L)	NH_3-N (mg/L)	NO_3-N (mg/L)	TP (mg/L)	DTP (mg/L)	PO_4-P (mg/L)	Chlorophyll-a (mg/m^3)
Up stream	03.24	5.905	6.173	0.166	5.444	0.046	0.038	0.020	28.1
	07.17	3.933	3.785	0.024	3.406	0.041	0.033	0.030	1.8
	09.29	4.970	4.941	0.020	4.609	0.038	0.029	0.028	2.6
	11.30	6.802	7.226	0.225	6.116	0.027	0.023	0.020	0.9
	Mean	**5.403**	**5.531**	**0.109**	**4.894**	**0.038**	**0.031**	**0.025**	**8.3**
Seawon bridge	03.24	5.421	5.190	0.000	4.908	0.041	0.023	0.014	22.7
	07.17	3.460	3.559	0.014	3.205	0.035	0.031	0.032	1.6
	09.29	4.268	4.320	0.017	3.962	0.034	0.028	0.032	2.2
	11.30	6.214	6.350	0.068	5.581	0.026	0.021	0.019	0.5
	Mean	**4.841**	**4.855**	**0.025**	**4.414**	**0.034**	**0.026**	**0.024**	**6.7**
Yeoui bridge	03.24	4.333	4.118	0.070	3.911	0.083	0.033	0.023	3.4
	07.17	3.276	3.277	0.016	2.999	0.030	0.027	0.028	2.0
	09.29	3.965	4.094	0.067	3.756	0.035	0.028	0.035	1.0
	11.30	4.853	4.833	0.276	4.066	0.051	0.032	0.032	0.5
	Mean	**4.107**	**4.081**	**0.107**	**3.683**	**0.050**	**0.030**	**0.030**	**1.7**

TP Ⅱ등급(약간 좋음)으로 유기물 및 영양염류에 의한 오염은 적은 것으로 조사되었다.

전반적으로 양재천과 여의천 모두 수질환경은 유사하였으며, 각 하천 내 조사지점간(상류, 중류, 하류) 수질차이도 크지 않은 것으로 확인되었다. 특히 유기물과 영양염류에 의한 오염은 적은 것으로 나타나는 등 두 하천 모두 양호한 수질상태를 보였다.

2) 저서동물상 분포 특징

양재천 3개 지점인 주암교, 보도교, 대치교에서 저서동물상은 총 30종, 2,344개체가 출현하였고 지점별로는 주암교 20종 1,111개체, 보도교 20종 804개체, 대치교 18종 429개체가 출현하였다(Table 8).

또한 Fig. 1과 같이, 분류군별로는 절지동물문(곤충강)이 전체 개체수의 76.1%로 가장 높은 빈도로

Table 8. Species and populations by survey site in Yangjaecheon

Site / Month / Biota	Juam bridge					Bodo bridge					Daechi bridge				
	3	7	9	11	Species	3	7	9	11	Species	3	7	9	11	Species
Species number	9	10	12	15	20	11	14	10	10	20	12	12	11	11	18
Population/m^2	179	168	674	90	1,111	135	165	414	90	804	143	167	55	64	429

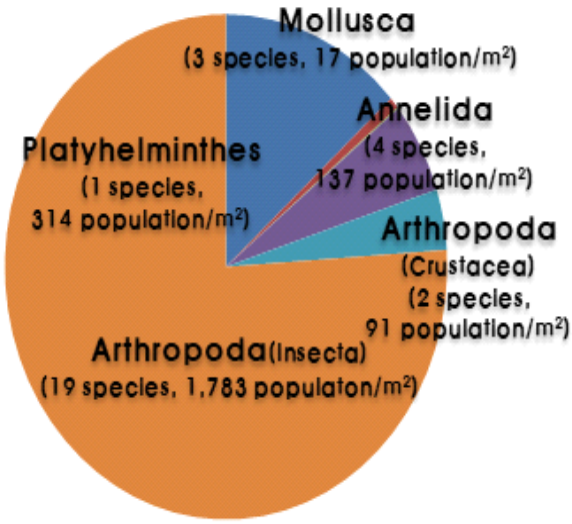


Fig. 1. Benthic macroinvertebrate distributionand in Yangjaecheon.

Table 9. Population and species number in Yangjaecheon

Taxa		Population (%)	Species number
Platyhelminthes		314 (13.4)	1
Mollusca		17 (0.7)	3
Nematomorpha		2 (0.1)	1
Annelida		137 (5.8)	4
Arthropoda(Crustacea)		91 (3.9)	2
Arthropoda (Insecta)	Diptera	490 (20.9)	5
	Odonata	3 (0.1)	2
	Trichoptera	302 (12.9)	7
	Coleoptera	1 (0.1)	1
	Ephemeroptera	987 (42.1)	4
Total		2,344 (100)	30

출현하였고, 종수도 19종으로 가장 많이 나타났다. 절지동물문(곤충강) 중에서는 하루살이목, 파리목, 날도래목이 전체 곤충강의 99.8%로 대부분이었고, 기타 잠자리목, 딱정벌레목이 일부 출현하였다.

한편, 여의천 상류, 새원교, 여의교 3개 지점에서 저서동물상은 총 43종, 2,455개체가 출현하였고, Table 10에서 보듯이, 지점별로 살펴보면, 여의천 상류 32종 973개체, 새원교 26종 926개체, 여의교 21종 556개체가 출현하였다.

분류군별로는 Fig. 2와 같이 절지동물문(곤충강, 갑각강)이 전체 개체수의 85.5%로 가장 높은 빈도로 출현하였고, 종수도 32종으로 가장 많았다. 특히 절지동물문(곤충강)은 하루살이목, 파리목, 날도래목이 전체 곤충강의 98.9%로 대부분이었고, 기타 잠자리목 등은 개체수가 1.1%이지만 상대적으로 다양한 출현종(7종)을 보였다.

Table 10. Species and populations by survey site in Yeouicheon

Site / Month / Biota	Upstream					Seawon bridge					Yeoui bridge				
	3	7	9	11	**Species**	3	7	9	11	**Species**	3	7	9	11	**Species**
Species number	14	20	21	18	**32**	12	12	14	15	**26**	7	15	9	9	**21**
Population/m^2	324	303	212	134	**973**	188	256	258	224	**926**	136	133	109	178	**556**

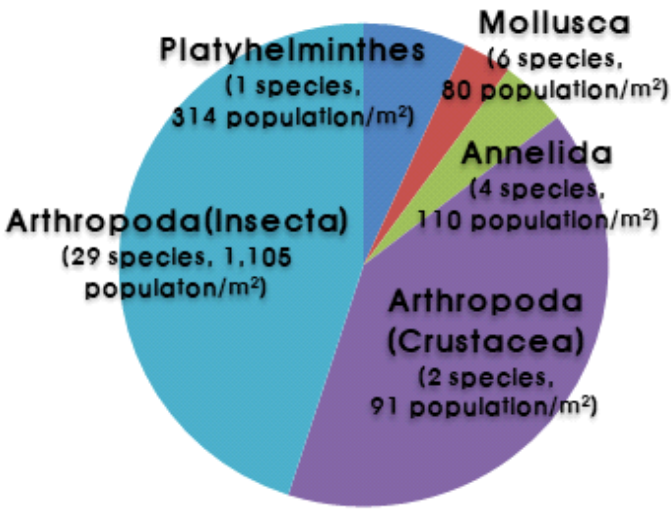


Fig. 2. Benthic macroinvertebrate distributionand in Yeouicheon.

Table 11. Population and species number in Yeouicheon

Taxa		Population (%)	Species number
Platyhelminthes		167 (6.8)	1
Mollusca		80 (3.3)	6
Annelida		110 (4.5)	4
Arthropoda(Crustacea)		993 (40.4)	3
Arthropoda (Insecta)	Diptera	365 (14.9)	8
	Odonata	9 (0.4)	5
	Trichoptera	362 (14.7)	7
	Coleoptera	1 (0.0)	1
	Megaloptera	2 (0.1)	1
	Ephemeroptera	366 (14.9)	7
Total		2,455 (100)	43

3) 군집지수

양재천 군집지수 산출결과는 다음과 같다. 우선 우점종의 경우 Fig. 3~6, Table 12에서 보듯이 오탁지수가 비교적 높은 출현종인 깔따구과, 개똥하루살이와 돌이 많고 유속이 빠른 환경적 특성을 갖는 여울 등에서 서식하는 오탁지수 1 이하인 동양줄날도래도 조사시기 및 지점에 상관없이 주요 우점종으로 나타났으며, 우점도지수는 0.49~0.90으로 전반적으로 봄철, 가을철에 특정종의 출현비중이 높게 나타났다.

또한 양재천 3개 지점인 주암교, 보도교, 대치교에서의 다양도지수 평균값은 Table 13에서 보듯이

Fig. 3. *Baetis fuscatus* (Juam bridge, Yangjaecheon).

Fig. 4. *Chironomidae* (Bodo bridge, Yangjaecheon).

Fig. 5. *Ephemera orientalis* (Daechi bridge, Yangjaecheon).

Fig. 6. *Hydropsyche orientalis* (Daechi bridge, Yangjaecheon).

Table 12. 1st dominant species status by survey site in Yangjaecheon

Site	March		July		September		November	
	1st dominnant species (pollution index)	DI	1st dominnant species (pollution index)	DI	1st dominnant species (pollution index)	DI	1st dominnant species (pollution index)	DI
Juam bridge	Turbellaria (0.7)	**0.66**	Turbellaria (0.7)	**0.80**	*Baetis fuscatus* (1.8)	**0.90**	*Asellus* (2.3)	**0.49**
Bodo bridge	Chironomidae (3.4)	**0.80**	Chironomidae (3.4)	**0.52**	*Baetis fuscatus* (1.8)	**0.89**	*Hydropsyche orientalis* (0.4)	**0.58**
Daechi bridge	Chironomidae (3.4)	**0.76**	*Hydropsyche orientalis* (0.4)	**0.68**	*Baetis fuscatus* (1.8)	**0.51**	*Hydropsyche orientalis* (0.4)	**0.67**

Table 13. Species diversity index and species richness index by survey site in Yangjaecheon

Site	H‘					R1				
	March	July	September	November	**Mean**	March	July	September	November	**Mean**
Juam bridge	2.19	1.74	1.10	3.08	**2.03**	1.54	1.76	1.69	3.11	**2.02**
Bodo bridge	1.71	2.77	1.27	2.57	**2.08**	2.04	2.55	1.49	2.00	**2.02**
Daechi bridge	1.83	2.50	2.93	2.28	**2.38**	2.22	2.15	2.50	2.40	**2.32**

각각 주암교 2.03, 보도교 2.08, 대치교 2.38로 대치교에서 안정한 군집구조를 보이며, 반면 9월 주암교, 3월 보도교, 대치교에서는 각각 1.10, 1.71, 1.83으로 우점도지수와 반대로 낮게 나타나는 경향을 보였다. 풍부도지수는 주암교 2.02, 보도교 2.02, 대치교 2.32로 대치교 지점이 군집의 종구성이 풍부하였으며, 전반적으로 3월에 낮게 시작된 풍부도지수는 점차 높아지는(또는 낮아지다가 회복되는) 경향을 보였는데 이는 BOD 및 탁도 감소 등 수질개선 효과 때문이라고 판단된다.

여의천의 경우, Fig. 7～10, Table 14와 같이 조사시기 및 지점에 상관없이 Ⅲ～Ⅳ급수에서 주로 서식하는 오탁지수가 비교적 높은 개똥하루살이와 특히 오탁지수 2 이상이 되는 물벌레(등각류)가 주요 우점종으로서 다수 출현하였다.

Fig. 7. *Asellus* (Upstream, Yeouicheon).

Fig. 8. *Antocha* KUa (Upstream, Yeouicheon).

Fig. 9. *Lepidostoma* KUa (Saewon bridge, Yeouicheon).

Fig. 10. *Turbellaria* (Yeoui bridge, Yeouicheon).

Table 14. 1st dominant species status by survey site in Yeouicheon

Site	March		July		September		November	
	1st dominnant species (pollution index)	DI	1st dominnant species (pollution index)	DI	1st dominnant species (pollution index)	DI	1st dominnant species (pollution index)	DI
Up stream	*Asellus* (2.3)	**0.69**	*Asellus* (2.3)	**0.46**	*Baetis fuscatus* (1.8)	**0.56**	Turbellaria (0.7)	**0.38**
Seawon bridge	*Asellus* (2.3)	**0.71**	*Asellus* (2.3)	**0.85**	*Baetis fuscatus* (1.8)	**0.66**	*Asellus* (2.3)	**0.62**
Yeoui bridge	*Chironomidae* (3.4)	**0.81**	*Asellus* (2.3)	**0.71**	*Baetis fuscatus* (1.8)	**0.89**	*Asellus* (2.3)	**0.92**

여의천 3개 지점에서의 다양도지수 평균값은 각각 상류 2.82, 새원교 2.21, 여의교 1.57로 하류로 내려갈수록 값이 작아지는 특징을 보이며(Table 15), 여의교를 제외하면 전반적으로 수변수초대 형성이 잘 되어있는 여의천이 양재천보다 다양도지수가 높게 나타났다. 마찬가지로 풍부도지수 또한 여의천 상류 3.19, 새원교 2.25, 여의교 1.83으로 하류로 갈수록 값이 낮게 나타났으며, 특히 봄철(3월) 여의교의 경우에는 갈수기, 건천화, 하천정비공사 등의 영향으로 생태유지유량 및 서식처 확보가 어려워 풍부도지수가 1.22까지 떨어지는 등 풍부도가 빈약한 것으로 조사되었다.

4) 하천 환경상태 평가

저서동물지수(BMI)와 하천 생활환경기준에 따른 수질등급 비교결과는 Table 16～19와 같다. 우선 양재천의 경우, Table 16에서 보듯이 모든 지점에서 BMI는 C등급(보통) 이상으로 나타났으며, 특히 출현종도 주암교, 보도교, 대치교에서 각각 20종, 20종, 18종으로 나타나(Table 8) 전반적으로 양호한 담수생태를 보였다. 또한 모든 지점에서 3월, 7월보다는 9월, 11월에 BMI가 증가하였는데, 이는 봄철

Table 15. Species diversity index and species richness index by survey site in Yeouicheon

Site	H‘					R1				
	March	July	September	November	**Mean**	March	July	September	November	**Mean**
Upstream	2.14	3.02	2.93	3.20	**2.82**	2.25	3.33	3.73	3.47	**3.19**
Seawon bridge	2.26	1.58	2.42	2.59	**2.21**	2.10	1.98	2.34	2.59	**2.25**
Yeoui bridge	1.85	2.27	1.34	0.83	**1.57**	1.22	2.86	1.71	1.54	**1.83**

Table 16. Benthic macroinvertebrate index by survey site in Yangjaecheon

Site	BMI				
	March	July	September	November	**Mean**
Juam bridge	46.4(D)	52.4(C)	61.6(C)	60.1(C)	**55.1(C)**
Bodo bridge	61.7(C)	57.3(C)	63.0(C)	66.4(B)	**61.1(C)**
Daechi bridge	60.6(C)	59.1(C)	50.5(C)	67.8(B)	**59.5(C)**

Table 17. Grade comparison of benthic animal index and water quality by survey site in Yangjaecheon

Site	Benthic Macroinvertebrate		Water Quality					
	BMI		BOD*		TOC*		TP*	
	Value	Grade	Con. (mg/L)	Grade	Con. (mg/L)	Grade	Con. (mg/L)	Grade
Juam bridge	55.1	C (usually)	0.7	Ⅰa (very good)	2.0	Ⅰa (very good)	0.040	Ⅱ (slightly good)
Bodo bridge	61.1	C (usually)	0.6	Ⅰa (very good)	1.9	Ⅰa (very good)	0.040	Ⅰb (good)
Daechi bridge	59.5.1	C (usually)	0.6	Ⅰa (very good)	2.0	Ⅰa (very good)	0.036	Ⅰb (good)

* Water quality and aquatic ecosystem standards are applied, and DO, SS and pH are all rated Ⅰa (very good).

Table 18. Benthic macroinvertebrate index by survey site in Yeouicheon

Site	BMI				
	March	July	September	November	**Mean**
Upstream	62.7(C)	64.1(C)	72.5(B)	71.5(B)	**67.7(B)**
Seawon bridge	68.6(B)	62.7(C)	65.7(B)	65.5(B)	**65.6(B)**
Yeoui bridge	44.4(D)	64.1(C)	70.5(B)	45.8(D)	**60.1(C)**

Table 19. Grade comparison of benthic animal index and water quality by survey site in Yeouicheon

Site	Benthic Macroinvertebrate		Water Quality					
	BMI		BOD*		TOC*		TP*	
	Value	Grade	Con. (mg/L)	Grade	Con. (mg/L)	Grade	Con. (mg/L)	Grade
Up stream	67.7	B (good)	1.3	Ⅰb (good)	2.0	Ⅰa (very good)	0.038	Ⅰb (good)
Seawon bridge	65.6	B (good)	1.4	Ⅰb (good)	1.8	Ⅰa (very good)	0.034	Ⅰb (good)
Yeoui bridge	60.1	C (usually)	1.5	Ⅰb (good)	1.5	Ⅰa (very good)	0.050	Ⅱ (slightly good)

* Water quality and aquatic ecosystem standards are applied, and DO, SS and pH are all rated Ⅰa (very good).

에는 오염원에 의한 수질악화, 생태계 교란, 하천 건천화 등에 의해 생태계 건강성이 떨어지기 때문에 BMI가 다소 낮게 나타난 것으로 판단된다.

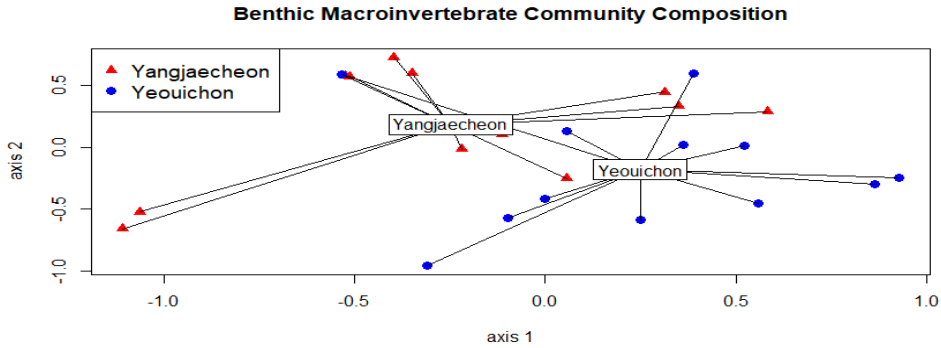
한편, 여의천의 경우, Table 18과 같이 여의천 상류 지점은 갈수기 시기인 3월에는 C등급(나쁨)이었지만 점차 생태유지유량이 증가하면서 생태환경 또한 개선되는 경향을 보였다. 또한 새원교, 여의교에서도 봄철에는 수질악화, 하천 건천화 등에 따라 3월 C등급(보통), D등급(나쁨)이었으나, 지속적으

로 BMI에 의한 환경상태가 B등급(좋음)까지 나타나는 등 전반적으로 생태환경이 양호해지는 것을 확인할 수 있었다. 하지만 11월 여의교의 경우, Fig. 11에서 보듯이, 인근지역에서 계속적인 하천정비공사로 인하여 낮은 유속, 생태유지유량 감소 및 서식처 파괴 등으로 BMI(45.8)가 다시 D등급(나쁨)으로 떨어졌다.

여의천의 경우, 양재천과 수질환경은 유사한 것으로 나타났으나, 전반적으로 BMI에 따른 하천 환경생태는 여의천 B등급(좋음), 양재천 C등급(보통)으로 여의교를 제외하면 여의천이 양재천에 비해 하천 환경생태가 좀 더 양호한 것으로 조사되었다. 이는 여의천의 경우, 빠른 유속과 돌이 많은 서식처 특성(여의천 상류), 다양한 하상구조 및 수변수초대 형성(새원교) 등 비교적 자연하천 상태를 잘 유지하고 있는 반면에, 양재천은 상대적으로 하도, 저수로의 인공 직강화(일정폭), 인공식생이 포함된 경우가 많기 때문이라고 판단된다.

한편, 양재천, 여의천 환경상태를 평가했을 때, BMI에 따른 수질등급평가는 C등급(보통)~B등급(좋음)으로 나타났지만, 하천 생활환경기준에 따른 수질등급은 이보다 더 좋게 평가된 Ⅱ(약간 좋음)~Ia(매우 좋음)으로 나타났다. 따라서 평가기준에 따라 동일한 하천 환경상태를 달리 평가할 수 있기 때문에 다양한 평가기준을 상호 보완적으로 적용할 필요가 있으며, 향후에는 통합적인 평가기

Fig. 11. View of stream maintenance work near Yeoui bridge in Yeouicheon.



Analysis of Variance Table

Response: Distances

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Groups	1	0.038082	0.038082	2.6854	0.1155
Residuals	22	0.311987	0.014181		

Fig. 12. Distribution of benthic macroinvertebrate in Yangjaecheon and Yeouicheon.

준을 구축하는 것이 중요하다고 생각된다.

5) 통계적 분석결과

본 연구에서는 양재천과 여의천에서의 저서동물 생태조사 결과를 통하여 nMDS 분석, 분산분석을 통해 두 하천간의 저서동물 분포상태가 차이가 있는지를 시각적, 통계적으로 차이 유무를 살펴보았다. 그 결과, Fig. 12에서 보듯이 "두 하천간 저서동물 분포상태에 있어서 뚜렷한 차이가 존재하지 않는다" 라고 할 수 있으며, 이는 "유의학률 p값이 0.1155로 나타나 유의수준 5% 이하에서 두 하천간

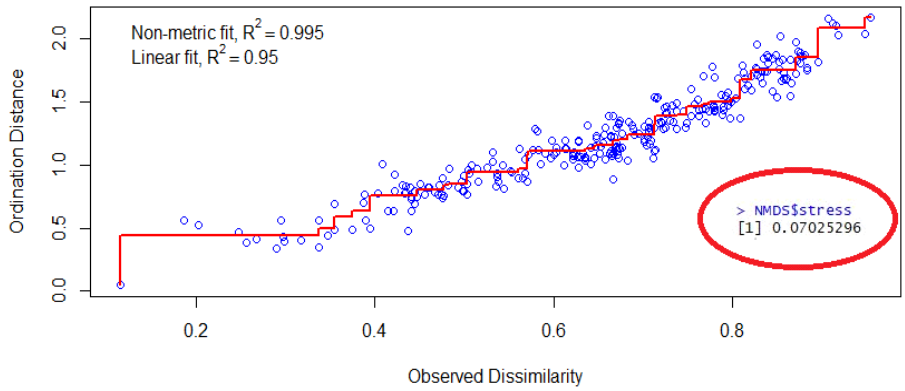
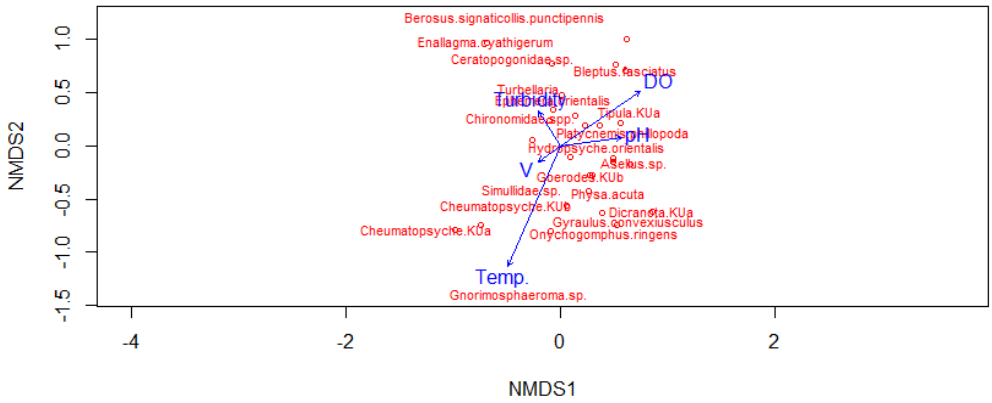


Fig. 13. Shepard plot where ordination distances are plotted against community dissimilaritiesd.




```
***VECTORS

            NMDS1    NMDS2     r2 Pr(>r)
V         -0.81098 -0.58507 0.0166  0.859
Temp.     -0.39380 -0.91920 0.4039  0.005 **
pH         0.99077  0.13554 0.0900  0.382
DO         0.82553  0.56435 0.2216  0.070 .
Turbidity -0.52304  0.85231 0.0394  0.676
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
Permutation: free
Number of permutations: 999
```

Fig. 14. Relationship between benthic macroinvertebrate and major environmental factors.

유의미한 차이가 없다" 라는 분산분석 결과를 통해서도 확인할 수 있었다.

또한 Fig. 13과 같이 Shepard plot을 통해 Fig. 12와 같이 도출된 nMDS 모형의 적합도를 판단하였으며(Jari, 2015), 그 결과, 적합도 통계량(statistics of goodness of fit) 2개의 상관계수 Non-metric fit R^2, Linear fit R^2은 각각 0.995, 0.95로 나타났으며, stress값은 0.0702로 0.05～0.10 범위의 값을 보여 전체적으로 nMDS 모형은 만족스러운 모형(great)으로 판단하였다.

한편, Fig. 14와 같이 두 하천에서의 저서동물 분포와 관련 있는 유의한 환경인자로는 수온과 DO로 조사되었으며, 특히, 수온과 밀접하게 관련이 있는 것으로 나타났다.

결 론

본 연구에서는 서울지역 대표 도심하천인 양재천과 여의천을 대상으로 하천수질 및 저서동물 생물상을 조사하여 하천 생태계의 건강성을 평가하고, 향후 서울지역 도심하천 생태 건강성 평가를 위한 기초자료를 마련하고자 하였으며, 주요 연구결과를 다음과 같다.

1) 전반적으로 양재천과 여의천 수질환경은 유기물과 영양염류에 의한 오염은 적은 것으로 나타나는 등 두 하천 모두 양호한 수질상태를 보였으며, 두 하천간 그리고 각 하천 내 조사지점간 수질 차이는 크지 않은 것으로 확인되었다.
2) 양재천 3개 지점 주암교, 보도교, 대치교에서는 하루살이목, 파리목, 날도래목 순으로 총 30종, 2,344개체의 저서동물이 출현하였으며, 우점종은 조사시기, 지점에 상관없이 오탁지수가 비교적 높은 깔따구과, 개똥하루살이와 여울 등에서 서식하는 동양줄날도래로 나타났으며, 갈수기 등 생태유지유량 감소로 3월에는 다양도지수, 풍부도지수가 낮아져 양재천의 경우, 봄철에 다소 불안정한 군집구조를 나타내었다.
3) 하천 건강성 평가결과, 주암교, 보도교, 대치교 지점에서의 수질은 BOD, TOC 기준 Ⅰa등급(매우 좋음), TP 기준 Ⅱ등급(약간 좋음)～Ⅰb등급(좋음)이지만, 저서동물을 이용한 BMI는 3지점 모두 C등급(보통)으로 수질보다 생태환경이 다소 낮은 수준으로 평가되었다.
4) 여의천의 경우, 상류, 새원교, 여의교 3개 지점에서 하루살이목, 파리목, 날도래목 순으로 총 43종, 2,455개체의 저서동물이 출현하였으며, 우점종은 여의천 모든 지점에서 오탁지수가 높은 개똥하루살이, 물벌레(등각류)가 공통으로 나타났으며, 기타 와충강 또한 우점종과 함께 다수 출현하였다.
5) 여의천 하류인 여의교 지점은 다양도지수, 풍부도지수가 낮아 불안정한 군집구조를 보였지만, 여의교 지점을 제외한 중 · 상류 지점은 수변수초대 형성이 비교적 잘 되어있어 다양도지수, 풍부도지수가 높았고, 특히 양재천보다도 높은 지수들을 확인할 수 있었다.
6) 하천 건강성 평가결과, 여의천 상류 지점 및 새원교 지점에서의 수질(BOD, TOC, TP 기준)은 Ⅰb등급(좋음) 이상이고, 동시에 BMI 또한 B등급(좋음)으로 양호한 환경상태를 유지하고 있지만, 여의교 지점의 경우, 수질은 Ⅱ등급(약간 좋음)이지만, BMI는 C등급(보통)으로 수질보다 생태환경이 다소 낮은 수준으로 평가되었다.

7) 두 하천간 저서동물 분포상태는 통계적으로 유의미한 차이는 보이지 않지만, 전반적으로 여의천이 일부 지점을 제외하고 양재천에 비해 군집구조가 대체로 안정되고, 수질 및 환경상태가 좋은 것으로 나타났으며, 특히 자연하천 상태를 비교적 잘 유지하고 있는 새원교 지점은 생태환경이 양호한 것으로 평가되었다.

본 연구를 통해 양재천과 여의천에 대해 생태건강성 지수 및 수질특성 등을 평가함으로써 하천수질관리를 위한 기초자료 확보 및 향후 서울 도심하천 생태건강성 조사를 위한 기틀을 마련하게 되었다. 향후 데이터가 좀 더 축적이 된다면 본 연구에서와 같이 nMDS 분석을 통해 다양한 환경인자와의 유의성도 확인할 수 있으며, 추가적으로 주요 생태지수와 다양한 수질항목간의 상관관계를 통해 하천수질과 연계된 하천 생태계 건강성을 종합적으로 평가하고, 나아가 수질관리를 통한 저서동물 군집의 안정성을 확보할 수 있을 것으로 기대한다.

인용문헌

공동수, 원두희, 박재흥, 김명철, 함순아, 권순직, 손세환, 한승철, 황인철, 이존국, 류덕희, 이수형, 박상정, 유경아, 공학양. 2013. 한국산 저서성 대형무척추동물 생태도감. 환경부, 국립환경과학원.

김명철, 천승필, 이존국. 2013. 하천생태계와 담수무척추동물. 지오북.

대한민국구석구석, https://korean.visitkorea.or.kr, December(2020).

디지털강남문화대전, http://gangnam.grandculture.net, December(2020).

원두희, 권순직, 전영철. 2005. 한국의 수서곤충. (주)생태조사단.

위키백과. https://ko.wikipedia.org/wiki/세계_4대_문명, December(2020).

환경부. 2019. 수생태계 현황 조사 및 건강성 평가 방법 등에 관한 지침(하천편).

환경부. 2019. 수질오염공정시험기준.

환경부. 2020. 환경정책기본법 시행령.

Bledsoe, B. P. and C. C. Watson 2001, Effects of urbanization on channel instability. Journal of the American Water Resources Association, 37(2):255-270.

Hynes, H. B. N., 1970, The Ecology of Running Waters. Liverpool Univ. Press, Liverpool, U. K.

Jari, O. 2015. Multivariate Analysis of Ecological Communities in R: Vegan Tutorial. University of Helsinki, Helsinki, Finland.

Lee, C. Y. 2011. A non-metric multidimensional scaling algorithm using continuous simulated annealing based on Gaussian distribution. Journal of KISS: Software and Applications, 38(6):287-295.

NMDS TUTORIAL IN R, https://jonlefcheck.net/2012/10/24/nmds-tutorial-in-r/, December(2020).

Yoon, I. B., D. S., Kong and J. K. Ryu 1992a, Studise on the biological evaluation of water quality by benthic macroinvertebrates(Ⅰ) -Saprobic valency and indicative value-. Korean Journal of Environment Biology, 10(1):24-39.

요 약

본 연구에서는 2020년 3월~11월 기간 동안, 양재천과 양재천의 물을 유지용수로 사용하는 여의천을 대상으로, 이화학적 수질항목(DO, TOC, TN, 클로리필a 등 17항목)과 함께 저서동물의 분포특성을 비계량적 다차원척도법(nMDS, nonmetric multidimensional scaling)을 활용함으로써 서울지역 주요 도심하천의 하천생태계 현황을 진단하는 기초자료를 제공하고자 하였다. 조사결과, 양재천(주암교, 보도교, 대치교)은 총 30종, 2,344개체가 출현하였으며, 양재천 수질(BOD, TOC, TP 기준)은 Ⅱ등급(약간 좋음) 이상이며, 저서동물을 이용한 BMI는 모든 지점에서 C등급(보통)으로 나타났다. 여의천(상류, 새원교, 여의교)은 총 43종, 2,455개체가 출현하였으며, 여의천 수질(BOD, TOC, TP 기준)은 양재천과 유사하게 Ⅱ등급(약간 좋음) 이상이며, BMI는 상류 및 새원교 모두 B등급(좋음), 여의교는 C등급(보통)으로 나타났다. 특히 자연하천 상태를 비교적 잘 유지하고 있는 여의천 새원교 지점은 생태환경이 가장 양호한 것으로 평가되었다. 전반적으로 양재천과 여의천 모두 수질 및 건강성 평가결과는 유사한 것으로 확인하였으며, 특히 저서동물 분포상태를 비계량적 다차원척도법으로 분석한 결과, 역시 두 그룹(양재천, 여의천)간의 유의미한 차이를 볼 수 없었다(p-value 0.1155).

검색어: 저서동물, 저서동물지수, 비계량적 다차원척도법, 수질등급