

생물측정망 운영

- 부산 도시하천 23개소, 29개 지점 수생태계 건강성 조사
- 수질오염지표 생물을 활용한 생태친화적 수질평가 실시

1. 조사개요

- 조사근거
 - 물환경보전법 제9조3(수생태계 현황조사 및 건강성 평가)
 - 「2022년 생물측정망 운영 계획」(2022. 1. 29.)
- 조사목적 : 수질오염지표 생물을 활용한 하천 수생태계 건강성 모니터링
- 조사대상 : 부산 하천 23개소, 29개 지점
- 조사항목 : 저서성 대형무척추동물, 식물플랑크톤, 부착돌말류

2. 조사방법

- 조사내용 : 저서동물 균집분석 및 생태지수 산정
- 「수생태계 현황조사 및 건강성 평가방법 등에 관한 지침(2019. 11.)」에 따름



그림 1. 수생태계 건강성 조사 지점

3. 수생태계 현황

- 저서동물 생태지수 평가(BMI)
 - 2022년 23개 하천 27개 지점에 대한 저서동물 생태지수 등급(BMI) 평가 결과, 매우 좋음(A) 1개소, 좋음(B) 7개소, 보통(C) 5개소, 나쁨(D) 6개소, 매우나쁨(E) 8개소로 나타남

- 좋음(B)등급 이상 : 총 8개 지점, 전년도 평균(6개)보다 증가
 - 송정천, 좌광천(좌광교) BMI 등급 '좋음'으로 개선
- 나쁨(D)등급 이하 : 총 14개 지점, 전년도 평균(16개)보다 감소
 - 학장천(구치소앞) 지점 폐쇄 및 학장교 생태지수 개선(D→C)

표 1. 저서동물 생태지수 등급 분포(연도별 평균)

2022년 평균					2021년 평균					2020년 평균				
A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1	7	5	6	8	1	5	8	6	10	2	8	3	5	6

※ 2020년 동천 2개 지점(광무교, 성서교), 2021년 춘천 1개 지점 제외(하천 공사)

- 출현종수는 철마천(장전2호교)에서 평균 31종으로 최대, 동천(광무교)에서 평균 2종으로 최소
- 개체수 밀도는 초량천(하나은행)에서 오염지표생물(실지렁이)의 과다번성으로 최고값(평균 10,018 개체/m²), 괴정천(하단초등학교)에서 최저값(평균 112 개체/m²) 보임

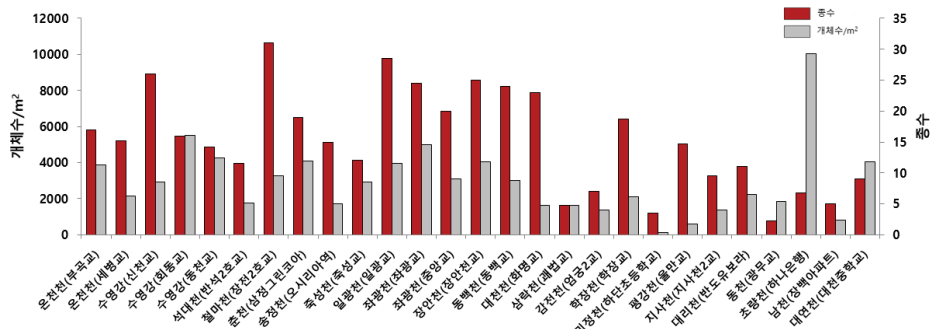


그림 2. 저서동물 개체수 및 종수 현황

- 다양도지수는 철마천(장전2호교)에서 3.2로 최대, 동천(광무교)에서 0.3으로 최소 보임
 - 동천(광무교)에서 가장 낮은 출현종수, 다양도지수를 보이며 열악한 생태적 상태를 보임



그림 3. 저서동물 다양도지수 현황

□ 한국형 부영양화 평가(TSI_{K0})

○ 평강천(순아교) : 평균 65(부영양)

- 하천 정체구간으로 유입된 유기물이 장기간 축적되어 녹조 등 조류 번식 최적화

○ 동천(성서교) : 평균 42(중영양)

- 지속적인 해수도수 운영으로 대부분 빈영양 상태이나 강우 후 유입되는 하수 및 비점오염원으로 일시적 '중영양~부영양' 상태 보임

표 2. 부영양화 지수(2022년)

구 분	평강천(순아교)				동천(성서교)			
	3월	6월	9월	12월	3월	6월	9월	12월
부영양화 지수	63	75	65	57	29	69	30	41
평가결과	부영양	과영양	부영양	부영양	빈영양	부영양	중영양	중영양

□ 부착돌말류 평가(TDI)

○ 온천천(세병교) : 상반기 12.3, 하반기 16.9로 '매우나쁨' 수준

- 강우 시 고농도의 비점오염물질 유입이 잦은 곳으로 비교적 양호한 수질(22년 평균 BOD 1.7 mg/L) 대비 부착돌말류 평가 지수 나쁨

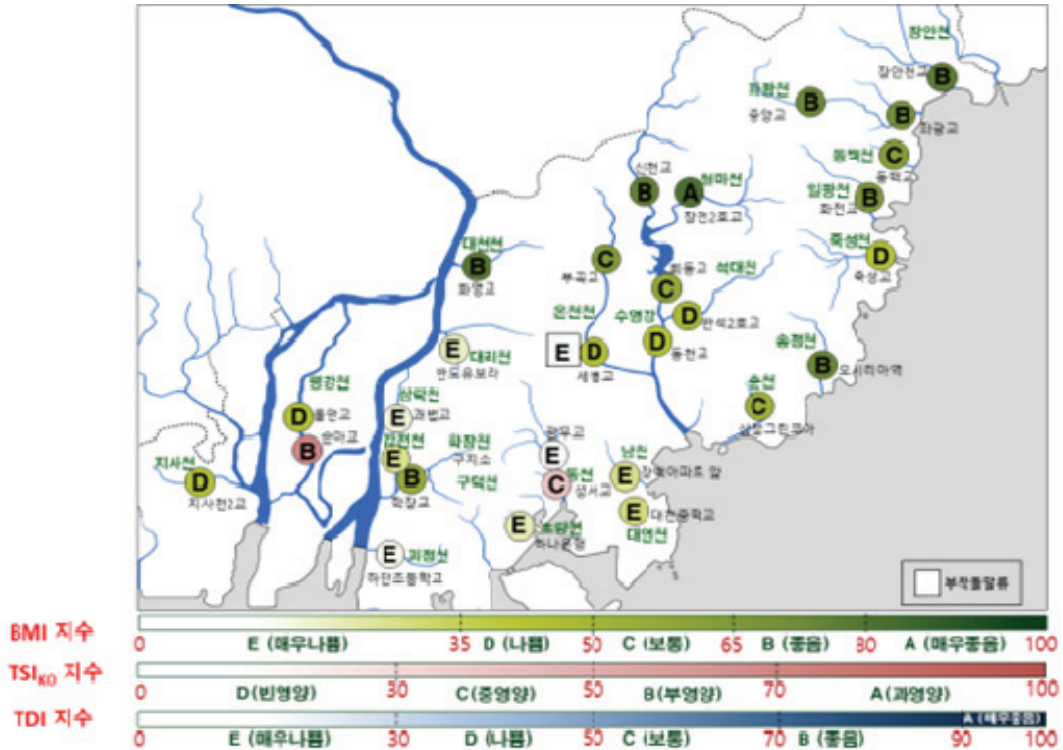
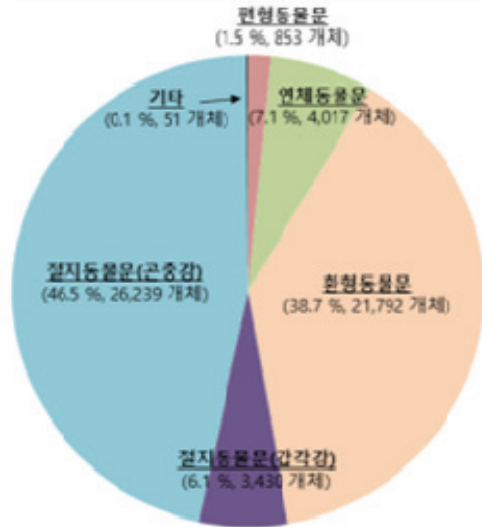


그림 4. 수생태계 건강성 등급 현황(BMI, TSIK0, TDI 등급)

4. 출현생물 현황

□ 저서동물

- 2022년 23개 하천 27개 지점에서 총 56,382개체, 92종의 저서동물 채집 및 동정
- 절지동물문 곤충강이 26,239개체(46.5 %), 65종(70.7 %)을 차지하여 가장 폭넓게 분포
 - 곤충강 분포 : 2019(48.1 %), 2020년(53.2 %), 2021년(54.0 %)



분류군	개체수 (%)	종수
편형동물문	853 (1.5 %)	1
연체동물문	4,017 (7.1 %)	16
환형동물문	21,792 (38.7 %)	5
절지동물문(갑각강)	3,430 (6.1 %)	4
절지동물문 (곤충강)	하루살이목	2,611 (4.6 %)
	파리목	16,148 (28.6 %)
	날도래목	7,355 (13.0 %)
	기타	125 (0.2 %)
기 타	51 (0.1 %)	1
총 계	56,382 (100 %)	92

그림 5. 저서동물 채집 개체수 분포 및 종수

- 오염지표종인 실지렁이(오탁지수 3.5)가 73개 시료 중 총 21번으로 가장 빈번하게 나타남
 - 주로 삼락천, 동천 등 하수가 유입되는 도심하천에서 우점 발생

표 3. 저서동물 주요 우점종 현황

우점종	오탁지수	우점횟수/시료수	주요 우점지점
실지렁이	3.5	21/73	삼락천(괘법교), 동천(광무교) 등
깔따구	1.7	20/73	수영강(신천교), 철마천(장전2교) 등
꼬마줄날도래	0.6	10/73	온천천(부곡교), 수영강(회동교) 등
물벌레	2.3	6/73	온천천(세병교) 일광천(일광교) 등

※ 오탁지수 : 0.0~4.0 범위, 오염지표생물일수록 그 값이 커짐

□ 식물플랑크톤

○ 평강천(순아교)

- 연중 부영양~과영양 상태이며, 하절기 남조와 녹조류가 출현 및 우점 증식하였으나 동절기로 갈수록 개체수 감소 보임
- 식물플랑크톤(담수) 군집은 계절별 천이가 뚜렷하여, 1~3월 규조류, 4~9월 녹조류, 남조류 개체수 증가 및 하절기 남조류 우점 번성을 보임

○ 동천(성서교)

- 해양규조류의 출현이 우세하며, 하절기에 일시적 부영양화지수의 증가와 함께 개체수 또한 증가양상을 보였

- 나 동절기로 갈수록 개체수 감소 보임
- 계절별 식물플랑크톤의 군집 변화양상 파악을 위한 지속적인 모니터링 필요

표 4. 식물플랑크톤 분포 현황 (단위: Cells/mL)

구분		총 개체수	편모조류	규조류	남조류	녹조류
평강천 (순아교)	3월	12,200	-	11,450	-	750
	6월	28,750	450	4,700	9,100	14,500
	9월	3,880	-	2,608	-	1,053
	12월	355	-	105	-	250
동천 (광무교)	3월	377	9	368	-	-
	6월	10,530	-	10,530	-	-
	9월	307	4	303	-	-
	12월	86	-	38	-	48

□ 부착돌말류

○ 온천천(세병교)

- 2022년 상반기 16종, 하반기 18종의 부착돌말류 출현
- 오염민감도가 높은 *Aulacoseira granulata*, *Nitzschia* spp., *Navicula* spp.가 주로 분포하여 수생태 악화 보임

표 5. 부착돌말류 출현 현황

구분	제1우점종(오염민감도)	우점률	제2우점종(오염민감도)	우점률
상반기(5월)	<i>Nitzschia</i> spp.(5)	23.6 %	<i>Aulacoseira granulata</i> (5)	23.2 %
하반기(10월)	<i>Aulacoseira granulata</i> (5)	26.2 %	<i>Navicula</i> spp.(5)	18.9 %

※ 오염민감도 : 1~5 범위, 오염민감도가 낮을수록 청정한 상태를 의미

5. 수계별 수생태 현황

□ 수영강 수계

○ 온천천

- 평상시의 BOD(2022년 평균, 이하 동일)는 I b 등급으로 양호
- BMI 등급은 상류의 부곡교 C등급, 하류의 세병교는 평균 D등급을 나타냄
- 세병교는 전년 대비 BMI 등급이 상승하였으나(E→D등급), 여전히 나쁜 상태이며, TDI 등급 또한 ‘매우나쁨’ 등급
→ 강우 시 고농도의 비점오염물질 유입이 잦은 곳으로 하수관거, 배출시설 등 점검 보수 필요

○ 수영강 및 석대천

- 수영강(동천교) 지점 BOD III등급, BMI D등급을 보이고 있으며, 지속적으로 오염지표생물의 하나인 실지렁이의 우점 출현을 보임
→ 수영강 중류, 석대천 일대 하수관거, 배출시설 등 점검 보수 필요
- 석대천(반석2호교)지점 전년대비 수생태계 등급(C→D등급) 악화
→ 고촌역 유지용수 방류중단(22.3.9.~3.22.) 및 하류 준설공사(22.5.13.~7.11.)로 일시적 악화 추정

○ 철마천(장전2호교)

- 철마천(장전2호교) 수질 및 생태 모두 아주 양호

표 6. 수영강 수계 저서동물 현황 및 생태지수 등

하천명	조사지점	종수	개체수/m ²	다양도 지수	우점도 지수	BMI(생태등급)		BOD(수질)		
						값	등급	값	등급	
수영강 수계	온천천	부곡교	17	3,874	1.850	0.752	64.9	C	1.9	I b
		세명교	15	2,156	2.351	0.620	41.7	D	1.7	I b
							TDI : 14.6	E		
	수영강	신천교	26	2,937	2.947	0.562	76.7	B	1.5	I b
		회동교	16	5,522	1.637	0.857	61.8	C	2.7	II
		동천교	14	4,271	1.906	0.789	41.8	D	4.6	III
	석대천	반석2호교	12	1,776	1.770	0.761	40.4	D	6.0	IV
	철마천	장전2호교	31	3,274	3.226	0.551	80.9	A	0.7	I a

□ 동부산 수계

○ 춘천

- BOD II등급, BMI는 C등급으로 양호한 수질 및 수생태를 보이나, ‘해운대구 춘천 산책로 조성공사 (22.5.23.~12.31.)’로 인한 하상 교란에 의해 일시적 생태 악화가 예상되며 이에 따른 모니터링 요함

○ 송정천, 일광천, 좌광천, 장안천, 동백천

- 송정천 등 동부산권의 하천들은 대체적으로 BOD I b~III등급, BMI B~C등급으로 수질 및 수생태적으로 양호
- 특히 송정천에서는 전년과 마찬가지로 멸종위기 야생생물인 기수갈고둥 서식
→ 현재 국립생태원 멸종위기종보호센터에서 모니터링 진행 중

○ 죽성천

- BOD IV등급, BMI D등급을 나타내어 수질 및 수생태계 모두 전반적으로 나쁜 상태를 보임
- 하수 관거에서의 하수 및 비점오염원의 유입 등이 추정됨
→ 죽성천 상류 복개구간 하수유입 및 강우 시 비점오염 저감 등 조치 필요



그림 6. 기수갈고둥

표 7. 동부산 수계 저서동물 현황 및 생태지수 등

하천명	조사지점	종수	개체수/m ²	다양도 지수	우점도 지수	BMI(생태등급)		BOD(수질)		
						값	등급	값	등급	
동부산 수계	춘천*	삼정그린코아	19	4,085	2.739	0.526	52.8	C	2.3	II
	송정천	오시리아역	15	1,707	2.305	0.615	73.3	B	1.3	I b
	죽성천	죽성교	12	2,933	2.071	0.722	43.6	D	6.7	IV
	일광천	화전교	29	3,972	2.451	0.740	65.4	B	1.3	I b
	좌광천	좌광교	25	4,998	3.063	0.493	72.7	B	2.8	II
		중앙교	20	3,117	2.397	0.664	76.9	B	1.6	I b
	장안천	장안천교	25	4,063	2.961	0.471	73.6	B	1.6	I b
	동백천	동백교	24	3,033	2.742	0.649	64.7	C	1.3	I b

* 춘천(삼정그린코아) : 산책로 조성 사업으로 하반기 생물 미채집

□ 서부산 수계

○ 대천천

- BOD I a등급, BMI B등급으로 서부산 수계에서 상대적으로 양호한 수질 및 수생태계 유지
→ '대천천 일일 침수위험지 정비사업(22.11.~23.3.)'으로 상류구간 공사 진행 중, 유량 감소 및 부유물 증가로 일시적 생태 악화 보일 수 있으므로 모니터링 필요

○ 학장천

- 학장천(학장교)은 전년 대비 개선된 BMI 등급(D→C등급)을 보였으며, 이는 상류에서 유입되는 구덕천 유량의 영향 및 갈수기에 의한 하수월류수 유입빈도 감소 등의 영향 추정됨

○ 삼락천

- BOD I b등급로 평상시 수질은 양호하나, BMI는 E등급으로 수생태적으로 열악한 환경을 보임
- 유역에 공업지역이 많고, 강우 시 간헐적으로 유입되는 하수월류와 비점오염물질이 주요 원인으로 보임

○ 감전천

- BOD IV등급, BMI는 E등급으로 수질 및 수생태 모두 매우 나쁜 상태를 보임
- 특히 유역이 공업단지이며, 하천 내 시안이 미량 검출되었으므로(6월 CN : 0.02 mg/L) 인근 공단의 오·폐수 관거 점검 및 강우 시 비점오염 관리 등이 필요

○ 괴정천(하단초)

- BOD VI등급, BMI E등급으로 수질 및 수생태 모두 악화된 상태이며, 하상이 검게 부패된 상태
- 평균 출현종 4종, 평균 개체밀도 112 개체수/m²로 수생태가 매우 빈약한 상태 보임
- 하수관거 정비 및 주기적인 준설 등을 통한 수질 및 수생태 환경 개선 필요



괴정천 전경



하상 퇴적물

그림 7. 괴정천 전경 및 하상퇴적물

- 평강천(울만교, 순아교)
 - 울만교 BOD IV등급, BMI D등급, 순아교 TSI_{KO} 등급이 ‘부영양~과영양’ 상태로 수질 및 수생태계 모두 나쁜 상태임
 - 평강천은 정체된 구간으로 오염물질 등이 장기간 축적되어 수생태계에 영향을 주고 있으므로 비점오염 유입을 막고 하천 유속을 확보할 수 있는 조치 필요
- 지사천(지사천2교)
 - BOD Ia등급으로 양호하나 BMI 평균이 E등급으로 상대적으로 수생태계는 매우 열악한 상태임
 - 유역에 공업지역이 많고, 강우 시 하수 월류 및 비점오염이 유입되므로 비점오염 관리 및 인근 공단의 배출 시설 지도·점검 등이 필요
- 대리천(반도유보라)
 - BOD IV등급, BMI는 E등급으로 수질 및 생태계가 전반적으로 매우 나쁜 상태 보임
 - 하천 내 오수의 유입으로 일부구간 하상이 부패되었으며, 오염지표생물인 붉은갈따구와 실지렁이가 우점종으로 서식하고 있음
 - 주기적인 하상 청소와 주거지역 오수 유입 차단 조치 및 필요

표 8. 서부산 수계 저서동물 현황 및 생태지수 등

하천명	조사지점	총수	개체수/m ²	다양도 지수	우점도 지수	BMI(생태등급)		BOD(수질)		
						값	등급	값	등급	
서부산 수계	대천천	화명교	23	1,613	2.852	0.617	79.1	B	0.7	Ia
	삼락천	괘법교	5	1,613	0.710	0.956	22.3	E	2.9	II
	감전천	엄궁2교	7	1,358	1.470	0.841	26.4	E	7.4	IV
	학장천	학장교	19	2,095	2.771	0.570	54.3	C	2.1	II
	괴정천	하단초	4	112	1.266	0.810	15.2	E	11.8	VI
	평강천	울만교	15	602	2.733	0.589	39.4	D	7.5	IV
	지사천	지사천2교	10	1,387	0.961	0.920	39.4	D	0.9	Ia
	대리천	반도유보라	11	2,220	2.403	0.639	26.8	E	7.1	IV

□ 중부산 수계

- 동천(광무교, 성서교)
 - 광무교 BOD VI등급, 성서교 BOD II등급으로 하류에 비해 상류 지점의 수질오염도가 높음
 - 광무교 지점의 해수도수 미운영과 복개구간 내의 오수 유입 추정
 - 광무교 BMI는 E등급이며, 출현종 2종, 개체밀도 1,848 개체/m²로 모든 수계를 통틀어 매우 빈약한 출현종을 보임
 - 주기적인 하상 청소로 4분기 저서생물 미출현
 - 성서교 TSI_{KO} 등급 ‘빈영양~부영양’ 상태이며, 평상시 해수도수 영향을 받아 빈영양 상태를 유지하지만 강우 시 유입되는 비점오염원 등으로 일시적 부영양 상태 보임
 - 오수 유입 및 비점오염원의 차단과 광무교 지점의 해수 도수 등의 노력이 필요
- 초량천(하나은행)
 - 생태하천 복원 사업 이후에도(2021년 7월) 오수 유입이 완전히 차단되지 않아 BOD VI등급, BMI는 E등급으로 수질 및 생태계 모두 매우 나쁜 상태임
 - 생태회복을 위해 오수 유입 차단 및 낙차공 정체구간의 주기적인 하상 퇴적물 제거 필요



그림 8. 초량천의 실지렁이 과다번성(2022년 2월)

- 남천(장백아파트 앞)
 - BOD VI등급, BMI E등급으로 수질 및 수생태 모두 매우 나쁜 상태
 - 금년도부터 수질이 급격히 악화되었으며(2021년 BOD : 4.2 mg/L), 하상 퇴적물의 부패가 관찰됨에 따라 지속적으로 오수 등 오염물질이 유입되는 것으로 판단됨
- 대연천(대천중학교)
 - 생태하천복원 사업 후(2021년 10월) 유지용수의 유입으로 하천 내 유량이 증가하였으나, BMI 등급은 여전히 ‘매우나쁨’ 상태를 보임
 - 수생태계의 변화는 충분한 시간을 요하므로 지속 모니터링 계획

표 9. 중부산 수계 저서동물 현황 및 생태지수 등

하천명	조사지점	종수	개체수/m ²	다양도 지수	우점도 지수	BMI(생태등급)		BOD(수질)		
						값	등급	값	등급	
중 부 산 수 계	동천	광무교	2	1,848	0.259	0.740	13.0	E	14.3	VI
	초량천	하나은행	7	10,018	1.597	0.758	23.9	E	7.1	IV
	남천	장백아파트	5	807	1.473	0.804	20.5	E	15.2	VI
	대연천	대천중학교	9	4,052	1.366	0.870	26.9	E	9.8	VI

6. 요약 및 결론

- 2022년 23개 하천 29개 지점의 수생태계 건강성
 - BMI 평균(23개 하천 27개 지점)
 - : 매우 좋음(A) 1개소, 좋음(B) 7개소, 보통(C) 5개소, 나쁨(D) 6개소, 매우나쁨(E) 8개소
 - 송정천, 좌광천 등의 일부 하천 전년도 대비 BMI 개선된 반면, 대표적인 오염하천(동천, 괴정천 등)의 BMI 등급 변동 없음
 - 온천천(세병교), 삼락천(괘법교), 지사천(지사천2교) 지점 양호한 수질 대비 수생태계 등급 ‘나쁨~매우나쁨’을 보였으며, 이는 간헐적으로 유입되는 비점오염원이 주원인으로 추정됨
 - TSI_{KO} 평균(2개 하천 2개 지점)
 - : 평강천(순아교) ‘부영양~과영양’, 동천(성서교) ‘빈영양~부영양’ 상태
 - 하천 내 정체구간과 강우시 유입되는 비점오염원 등으로 오염물질의 체류 및 축적이 부영양화의 주원인
 - TDI 평균(온천천 세병교)
 - : 오염민감도가 높은 종의 분포 우세, TDI 등급 ‘매우나쁨’ 상태

→ 강우시 고농도의 비점오염물질 유입이 주원인 추정, 비점오염 저감 시설 확대 필요

○ 수생태계 주요 변동 사항

- 석대천(반석2호교) 지점 유지용수 방류 일시 중단 및 하류 준설공사로 수생태계 등급 악화
- 송정천(오시리아) 지점 멸종위기 야생생물 기수갈고등 서식으로 보호 조치 필요
- 춘천(삼정그린코아), 대천천(화명교) 지점 공사로 인한 유량 감소 및 하상 교란으로 일시적 수생태 악화 가능성이 있으므로 지속적인 생태계 모니터링 요함

○ 수생태계 건강성 확보 방안

- 분류식 하수관거 시공 철거
: 강우 시 하수 유입 차단, 관거 오점 감시시스템 정립
- 비점오염 대책 확대
: 도심 유역 비점오염원 저감, 비점오염 저감시설 확보
- 유지용수 확보 및 하천 흐름 증대

7. 활용방안 및 기대효과

- 친환경 생태도시 조성사업에 따른 수생태 측면의 평가 및 성과 홍보
- 도심하천의 생태하천복원 및 관리를 위한 기초자료 제공

- 붙임 1. 생태지수 산정공식 등(국립환경과학원 지침)
2. 조사지점별 우점종 출현현황(2022년, 저서동물)
3. 수계별 출현종 촬영사진(2022년)

붙임 1. 생태지수 산정공식 등

지수	계산식	지수의 의미		
		지수 범위	등급	상태
저서동물 생태지수 (BMI)	$BMI = \left(4 - \frac{\sum_{i=1}^n s_i h_i g_i}{\sum_{i=1}^n h_i g_i} \right) \times 25$ $si : \text{단위오탁지수}, hi : \text{출현도}, gi : \text{지표가중치}$	$80 \leq BMI \leq 100$	A	매우 좋음
		$65 \leq BMI < 80$	B	좋음
		$50 \leq BMI < 65$	C	보통
		$35 \leq BMI < 50$	D	나쁨
		$0 \leq BMI < 35$	E	매우 나쁨
다양도지수(H')	$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i, (p_i = \frac{N_i}{N})$ $N_i : i \text{ 종의 개체수}, N : \text{총 출현개체수}$	우점도 지수(DI)	$DI = \frac{N_1 + N_2}{N}$ $N : \text{총 출현개체수}$ $N_1, N_2 : \text{제 1, 2 우점종 개체수}$	
한국형 부영양화 평가 지수 (TSI _{KO})	$TSI_{KO} = 0.5TSI_{KO}(COD) + 0.25TSI_{KO}(Chl-a) + TSI_{KO}0.25(T-P)$	$70 \leq TSI_{KO} \leq 100$	A	과영양
		$50 \leq TSI_{KO} < 70$	B	부영양
		$30 \leq TSI_{KO} < 50$	C	중영양
		$0 \leq TSI_{KO} < 30$	D	빈영양
부착돌말류 평가지수 (TDI)	$TDI = 100 - \{WMS * 25\} - 25\}$ $WMS = \left(\frac{\sum_{i=1}^n a_i s_i v_i}{\sum_{i=1}^n a_i v_i} \right)$ $WMS : \text{가중평균민감도}, ai : \text{상대민감도}, si : \text{오염민감도}, vi : \text{지표가중치}$	$90 \leq BMI \leq 100$	A	매우 좋음
		$70 \leq BMI < 90$	B	좋음
		$50 \leq BMI < 65$	C	보통
		$30 \leq BMI < 50$	D	나쁨
		$0 \leq BMI < 30$	E	매우 나쁨

- * 저서동물(저서성대형무척추동물, Benthic Macroinvertebrate)
 - 하천바닥에 서식하는 수서곤충, 조개류, 갑각류, 거머리 등 다양한 무척추동물
 - 생태적 중요성과 환경지표성이 커, 수생태환경 평가에 가장 폭넓게 활용됨
- * 저서동물 생태지수(Benthic Macroinvertebrate Index)
 - 환경 지표생물군(저서동물 군집)을 활용한 생물학적 수질 판정 지수
 - 개별 생물종마다 설정된 오탁지수와 가중치를 통해 산정된 지수를 이용하여 매우 좋음(A)~매우 나쁨(E)의 5단계로 구분하여 평가
- * 다양도 지수(Species Diversity Index)
 - 생물 군집 내 종의 다양성, 생태적 안정성 판정지수이며 높을수록 양호 상태
- * 우점도 지수(Dominance Index)
 - 특정 생물종 개체수의 총개체수에 대한 비이며, 환경 악화 시 우점도지수 증가
- * 한국형 부영양화 평가지수(Trophic State Index)
 - 국립환경과학원에서 개발한 지수로서 각 지표항목(COD, Chl-a, T-P)에 확률분포함수를 비교 적용하여 산정하여 과영양(A)~빈영양(D)의 4단계로 구분하여 평가
- * 부착돌말류
 - 하천바닥에 부착하여 서식하며, 식물플랑크톤과 함께 수중 생태계의 1차 생산자
 - 환경변화에 민감하게 반응, 수질변화나 오염을 나타내는 지표로 사용
- * 부착돌말류 평가지수(Trophic Diatom Index)
 - 환경 지표생물군(부착돌말류)을 활용한 생물학적 수질 판정 지수
 - 개별 생물종마다 설정된 오탁지수와 가중치를 통해 산정된 지수를 이용하여 매우 좋음(A)~매우 나쁨(E)의 5단계로 구분하여 평가

붙임 2. 조사지점별 우점종 출현현황(2022년, 저서동물)

지점명		채집시기	1분기		2분기		3분기		4분기	
			우점종 (오탁지수)	출현률 (%)	우점종 (오탁지수)	출현률 (%)	우점종 (오탁지수)	출현률 (%)	우점종 (오탁지수)	출현률 (%)
수영강수계	온천천	부곡교	-	-	꼬마줄날도래 (0.6)	56.7	-	-	꼬마줄날도래 (0.6)	68.8
		세병교	실지렁이 (3.5)	62.7	개동하루살이 (1.8)	30.3	물벌레 (2.3)	31.5	물벌레 (2.3)	30.5
	수영강	신천교	-	-	갈따구 (1.7)	32.2	-	-	갈따구 (1.7)	54.9
		회동교	-	-	물벌레 (2.3)	60.0	-	-	꼬마줄날도래 (0.6)	51.1
		동천교	실지렁이 (3.5)	63.4	실지렁이 (3.5)	58.8	실지렁이 (3.5)	50.3	갈따구 (1.7)	41.0
	석대천	반석2호교	-	-	실지렁이 (3.5)	36.0	-	-	갈따구 (1.7)	65.5
	철마천	장전2교	-	-	갈따구 (1.7)	28.5	-	-	갈따구 (1.7)	37.5
동부산수계	춘천	그린코아	-	-	원돌이물달팽이 (2.7)	32.9	-	-	-	-
	송정천	오시리아역	-	-	갈따구 (1.7)	46.6	-	-	꼬마줄날도래 (0.6)	36.7
	죽성천	죽성교	갈따구 (1.7)	71.0	갈따구 (1.7)	29.6	꼬마줄날도래 (0.6)	39.2	꼬마줄날도래 (0.6)	47.4
	일광천	일광교	-	-	물벌레 (2.3)	43.9	-	-	꼬마줄날도래 (0.6)	46.0
	동백천	동백교	-	-	물달팽이 (1.6)	46.1	-	-	물벌레 (2.3)	32.3
	좌광천	중앙교	-	-	갈따구 (1.7)	36.7	-	-	꼬마줄날도래 (0.6)	47.4
		좌광교	-	-	갈따구 (1.7)	31.5	-	-	꼬마줄날도래 (0.6)	36.1
	장안천	장안천교	-	-	뽕족쟁물우렁이 (2.5)	17.3	-	-	꼬마줄날도래 (0.6)	38.3
서부산수계	대천천	화명교	-	-	갈따구 (1.7)	34.9	-	-	갈따구 (1.7)	44.6
	감전천	엄궁2교	갈따구 (1.7)	33.5	실지렁이 (3.5)	53.2	실지렁이 (3.5)	77.6	돌거머리 (2.6)	64.1
	삼락천	래법교	실지렁이 (3.5)	81.0	실지렁이 (3.5)	93.1	실지렁이 (3.5)	81.6	실지렁이 (3.5)	90.4
	대리천	반도유보라	-	-	갈따구red (3.4)	38.6	-	-	갈따구 (1.7)	31.8
	학장천	학장교	갈따구 (1.7)	47.0	갈따구 (1.7)	39.9	갈따구 (1.7)	47.4	물벌레 (2.3)	20.7
	괴정천	하단초	나방파리 (3.5)	44.0	실지렁이 (3.5)	53.9	실지렁이 (3.5)	72.7	나방파리 (3.5)	100
	평강천	울만교	원돌이물달팽이 (2.7)	23.8	실지렁이 (3.5)	43.1	원돌이물달팽이 (2.7)	33.5	갈따구 (1.7)	35.6
	지사천	지사2교	-	-	실지렁이 (3.5)	81.6	-	-	실지렁이 (3.5)	86.7
중부산수계	초량천	하나은행	실지렁이 (3.5)	97.5	갈따구red (3.4)	44.4	원돌이물달팽이 (2.7)	47.4	원돌이물달팽이 (2.7)	41.7
	동천	광무교	실지렁이 (3.5)	99.9	실지렁이 (3.5)	96.5	실지렁이 (3.5)	83.4	없음	-
	대연천	대천중학교	-	-	갈따구 (1.7)	72.1	-	-	실지렁이 (3.5)	77.5
	남천	장백아파트	-	-	갈따구red (3.4)	58.3	-	-	갈따구red (3.4)	68.1

※ 오탁지수 : 0.0~4.0 범위의 값을 가지며, 오염지표생물일수록 그 값이 커짐

붙임 3. 수계별 출현종 촬영사진(2022년, 저서동물, 부착돌말류)



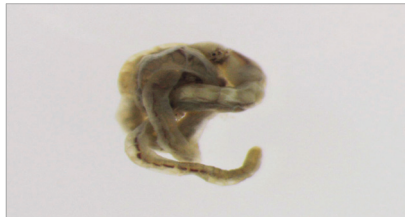
꼬마줄날도래(온천천 부곡교)



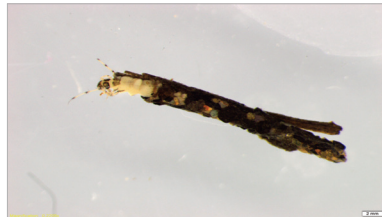
애날도래(장안천 장안천교)



각다귀(수영강 회동교)



실지렁이(석대천 반석2호교)



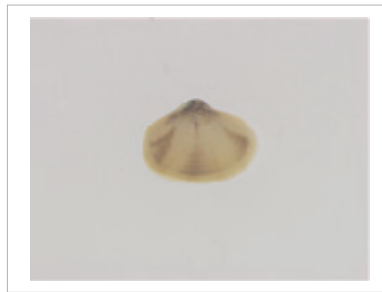
청나비날도래(수영강 신천교)



먹파리(송정천 오시리아)



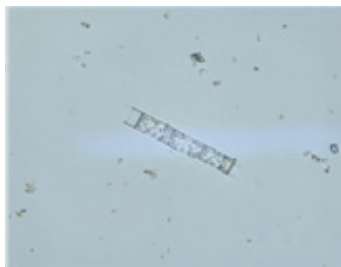
줄날도래(좌광천 좌광교)



재첩(철마천 장진2교)



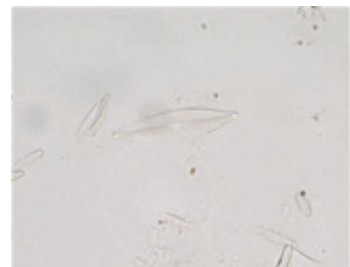
등딱지하루살이(장안천 장안교)



Aulacoseira granulata



Nitzschia spp.



Navicula spp.