

생물측정망 운영

- 부산 19개 하천 24개 지점 수생태계 건강성 조사
- 저서동물 수질오염지표를 활용한 생태친화적 수질평가 실시

1. 조사개요

- 조사근거
 - 물환경보전법 제 9조 3(수생태계 현황조사 및 건강성 평가)
 - 「2020년 수생태계 건강성 조사 추진 계획」(2020.2.4.)
- 조사목적 : 종합적 수질평가 및 생태적 하천관리 유도
 - ※ 지표생물은 장기간 동안 해당 물환경에 적응되어 있으므로 종합적 수질평가 가능
- 조사시기 : 2020년도 분기 1회(2, 5, 8, 11월)
- 조사대상 : 20개 하천 26개 지점 중, 19개 하천 24개 지점
 - ※ 하천 공사 중인 동천(광무교, 성서교) 지점은 조사 제외

2. 조사방법

- 조사내용 : 저서동물 군집분석 및 생태지수 산정(붙임 1)
- 「수생태계 현황조사 및 건강성 평가방법 등에 관한 지침(2019.11.)」에 따름



그림 1. 수생태계 건강성 조사지점

3. 수생태계 현황

- 2020년 19개 하천 24개 지점에 대한 수생태계 건강성 평가결과, A (매우 좋음) 2개소, B (좋음) 8개소, C (보통) 3개소, D (나쁨) 5개소, E (매우 나쁨) 6개소
- B 등급 이상 : 총 10개 지점으로 2017 ~ 2019년(7 ~ 8개)보다 증가
 - ⇒ 동부산권의 송정천, 장안천에서 수생태계 개선 관찰
- D 등급 이하 : 총 11개 지점으로 2017 ~ 2019년(7 ~ 10개)보다 증가
 - ⇒ 2020년부터 오염 하천(초량천, 괴정천) 추가 조사 영향

담당부서 : 물환경생태팀(☎051-309-2916)
 팀장 : 송복주, 담당자 : 손정원

표 1. 수생태계 건강성(연도별 평균) 등급 분포

2017년					2018년					2019년					2020년				
A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
0	8	5	3	7	1	7	5	4	5	1	6	8	3	4	2	8	3	5	6

※ 2017 : 지사천 제외(하천 공사), 2018 ~ 2020 : 동천 2개 지점 제외(하천 공사)



그림 2. 수생태계 건강성 등급 현황(BMI 지수 및 등급, 2020년 평균)

- 출현종수는 철마천(장전2호교)에서 평균 32종으로 최대, 괴정천(하단초등학교) 지점에서 평균 3종으로 최소
- 수영강(반여교), 죽성천(죽성교)는 오염지표생물(실지렁이) 과다번성으로 출현종수에 비해 개체밀도가 상대적으로 높음

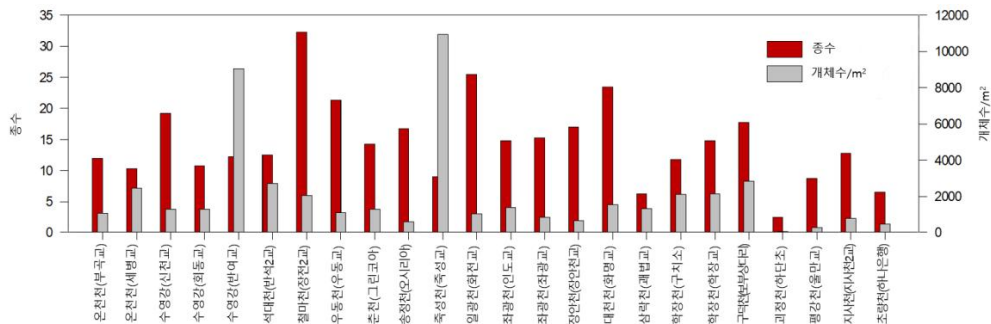


그림 2. 수생태계 건강성 등급 현황(BMI 지수 및 등급, 2020년 평균)

- 다양도지수는 철마천(장전2호교), 일광천(화전교)에서 3.7로 가장 높았으며, 삼락천 및 괴정천에서 0.9~1.1로 아주 낮아 생태적으로 열악한 상태임

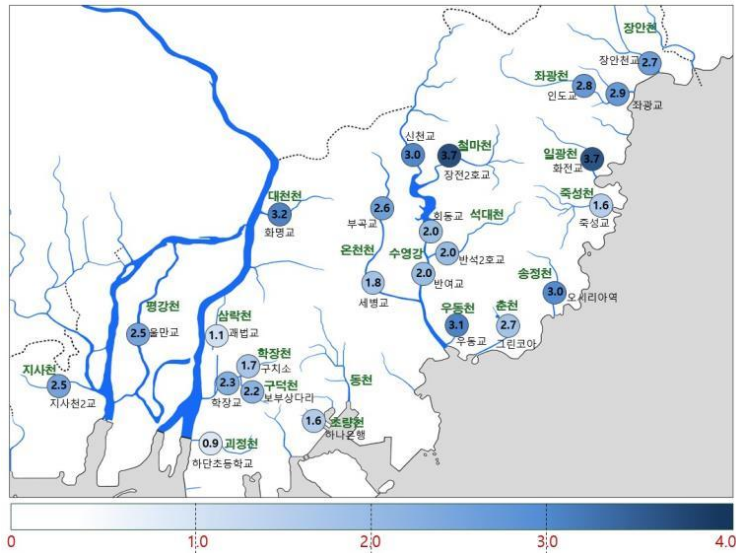
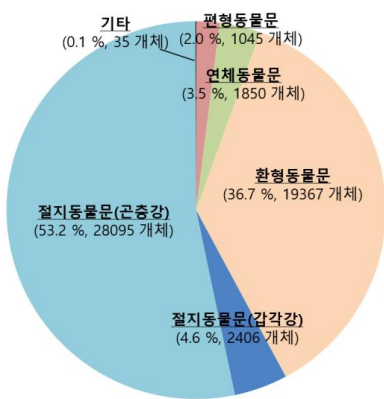


그림 3. 다양도지수 현황(2020년 평균)

4. 출현생물

□ 출현 분류군 현황

- 2020년도에는 총 52,798개체, 97종의 저서동물 채집
- 절지동물문 곤충강이 개체수의 53.2%(28,095 개체), 종수의 73.2%(71종)을 차지하여 가장 폭넓게 분포 - 곤충강 분포 : 2017년(33.4%), 2018년(52.1%), 2019년(48.1%) 1)
- 환형동물문은 개체수의 36.7%(19,367 개체)를 차지하나, 단지 5종만이 출현하였고 그 대부분(98.2%)은 실지렁이임
- ※ 오염 발생 지역에서의 기회적 대량 번성이 실지렁이 개체수 증가 주요 원인



분류군	개체수 (%)	종수	
편형동물문	1,045 (2.0 %)	1	
연체동물문	1,850 (3.5 %)	14	
환형동물문	19,367 (36.7 %)	5	
절지동물문(갑각강)	2,406 (4.6 %)	4	
절지동물문 (곤충강)	하루살이목	2,778 (5.3 %)	20
	파리목	21,908 (41.5 %)	17
	날도래목	3,150 (6.0 %)	15
	기타	259 (0.5 %)	19
기 타	35 (0.07 %)	2	
총 계	52,798 (100 %)	97	

그림 4. 채집생물 개체수 분포 및 종수(2020년 총괄)

□ 주요 출현종

- 깔따구(오탁지수 1.7)가 93개 시료 중 총 31번 우점으로 가장 빈번
- 오염수 지표종인 실지렁이(오탁지수 3.5)는 총 25번 우점 - 온천천(세병교), 죽성천(죽성교), 삼락천(패법교) 등

1) 대체적으로 오염되지 않은 자연하천은 절지동물문 곤충강이 95% 이상 차지하며, 오염 등 교란 발생이 그 비율이 감소

표 2. 주요 우점종 현황

우점종	오탁지수	우점횟수/시료수	주요 우점지점
갈따구	1.7	31/93	수영강(신천교), 송정천(인도교) 등
실지렁이	3.5	25/93	온천천(세병교), 삼락천(괘법교) 등
물벌레	2.3	5/93	우동천(우동교), 지사천(지사2교) 등
꼬마줄날도래	0.6	3/93	일광천(화전교), 춘천(그린코아) 등

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

○ 오염수 우점 생물(오탁지수 3.0 이상)²⁾ : 총 32회 우점

⇒ 2018년, 2019년에 비해 증가 → 2020년 강우량 증가로 비점오염 및 하수 유출 등 오염현상 빈번 영향 추정

※ 연강우량 : 2018(1,779 mm), 2019(1,623 mm), 2020(2,282 mm)

표 3. 연도별 수질지표종 우점 건수 현황

생물명	채집년도	2018년	2019년	2020년
양호한 수질 지표종 (오탁지수 1.0 미만)		18건(21 %)	19회(22 %)	18회(19 %)
오염된 수질 지표종 (오탁지수 3.0 이상)		15회(17 %)	20회(23 %)	32회(34 %)



그림 5. 2020년 주요 우점종

5. 수계별 수생태 현황

□ 수영강 수계

○ 온천천

- 수질은 BOD 평균 2.0 ~ 2.5(Ib ~ II등급)으로 양호한 수준

※ 온천천 유지용수(낙동강 원수) BOD : 1.5 mg/L(2020년 평균)

- 온천천 하류(세병교) 지점은 BMI 값이 E등급으로 수질에 비해 상대적으로 악화

→ 강우 시 하수유통수(CSOs)와 비점오염물질 고농도 유입 영향

※ 이화학적 수질은 채수 당시의 일시적 수질을 의미하나 수생태계 건강성은 하천 수질의 장기간 누적된 영향을 대

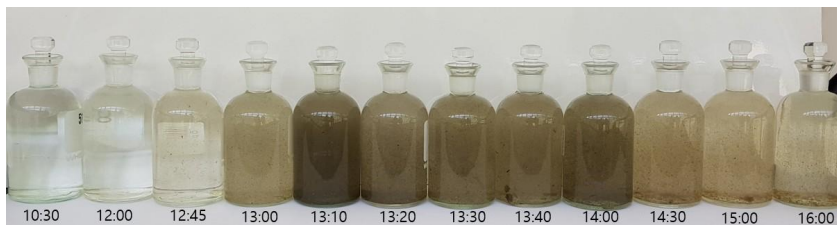


그림 6. 강우 시 온천천 세병교 수질 변동(2020.4.17.)

강우 시작 후 대략 30~60분 간격으로 분석, BOD는 최대 232.2 mg/L였으며, 약 1시간 동안 BOD 200 mg/L 내외의 높은 값이 측정되었는데 강우 시 반복되는 이러한 오염 현상이 세병교 수생태계 건강성에 큰 악영향 미침

2) 지표생물을 오탁지수로 구분하지는 않으나, 편의상 오탁지수 3.0 이상의 생물을 오염수 우점생물로 분류하여 정리함

○ 수영강, 석대천

- 수영강(반여교) 지점, 석대천(반석2호교) 지점에서 수질 (BOD 4.7~7.9 mg/L) 및 수생태계 (BMI D등급) 악화
- 특히 수영강(반여교) 지점은 오염지표생물의 하나인 실지렁이의 과다 번성이 관찰되는 등 생태환경 교란 확인
- ⇒ 수영강 중류, 석대천 일대의 하수관거, 배출시설 등에 대한 점검과 보수 필요



a. 수영강 동천교 하수 유입 b. 석대천 인근 하수관거 잔류염소

그림 7. 수영강 중류에서의 하천오염 상황

수영강 중류 동천교 인근에서는 하수유입 현상이 자주 관찰(a), 석대천 하류 인근 하수도에서는 인근 공장 등에서 유출된 잔류염소 성분 등이 검출, 하천으로 유출될 경우 생태계에 큰 영향을 미칠 가능성 있음

○ 철마천(장전2호교)

- 철마천(장전2호교) 지점은 수질, 생태 대부분의 항목에서 아주 양호

표 4. 수영강 수계 저서동물 현황 및 생태지수 등(2020년 평균)

하천명	조사지점	종수	개체수/m ²	다양도 지수	우점도 지수	BMI(생태등급)		BOD(수질)		
						값	등급	값	등급	
수영강 수계	온천천	부곡교	12	1073	2.611	0.572	57.4	C	2.0	I b
		세병교	10	2442	1.792	0.753	34.9	E	2.5	II
	수영강	신천교	19	1284	3.029	0.518	73.0	B	1.0	I a
		회동교	11	1281	1.960	0.718	59.8	C	2.5	II
		반여교	12	9056	1.975	0.778	36.3	D	7.9	IV
	석대천	반석2호교	13	2724	2.010	0.717	44.6	D	4.7	III
	철마천	장전2호교	32	2060	3.707	0.398	84.3	A	0.7	I a

□ 동부산 수계

○ 우등천, 송정천, 일광천, 좌광천, 장안천

- 동부산권의 하천들은 대체적으로 BOD I a ~ III 등급, BMI B ~ C 등급으로 상대적으로 수질 및 생태적으로 양호

○ 죽성천

- 평균적으로 출현종수가 9종에 불과하나 실지렁이 등의 오염수지표종의 번성에 따른 개체밀도는 10,952개체/m²까지 상승하며 BMI도 E등급으로 낮아 전형적 생태교란 확인
- ⇒ 죽성천 수질이 유지용수원인 하수처리장 방류수(2020년 BOD 평균 : 1.7 mg/L)보다 더 나쁜 사실(BOD 5.2 mg/L)을 볼 때 상류부 하수관거에서의 하수 유출 등으로 추정

표 5. 동부산 수계 저서동물 현황 및 생태지수 등(2020년 평균)

하천명	조사지점	종수	개체수/m ²	다양도 지수	우점도 지수	BMI(생태등급)		BOD(수질)		
						값	등급	값	등급	
동부산 수계	우동천	우동교	21	1104	3.085	0.502	73.3	B	0.6	I a
	춘천	그린코아 Apt.	14	1286	2.741	0.551	55.8	C	1.4	I b
	송정천	오시리아역	17	605	2.950	0.515	69.1	B	1.3	I b
	죽성천	죽성교	9	10952	1.550	0.810	28.9	E	5.2	IV
	일광천	화전교	26	1046	3.666	0.386	72.0	B	1.1	I b
	좌광천	정관인도교	15	1397	2.837	0.514	71.3	B	3.8	III
		임랑1교	15	852	2.852	0.547	70.2	B	2.8	II
장안천	장안천교	17	656	2.669	0.596	74.4	B	0.5	I a	

□ 서부산 수계

○ 대천천, 구덕천

- BOD 0.5~1.9 mg/L, BMI B등급으로 수질, 생태 환경 양호

○ 삼락천, 학장천

- BOD 평균은 2.4 ~ 3.3 mg/L으로 평상시 조사에서는 큰 오염 없음

- 하지만 BMI는 D~E 등급으로 상당히 악화, 특히 삼락천은 출현종수 6종, 다양도지수 1.112으로 매우 낮음

- 두 하천 모두 낙동강 물을 유지용수로 공급 중이며 평상시에는 낙동강 물의 수질에 따라 양호한 수질을 보이나, 비가 오면 유역의 하수와 비점오염물질이 일시에 유입, 급격한 수질 변동 및 하상에의 오염물 퇴적 발생

⇒ 물환경 개선을 위해서는 하수관거 개선 및 비점오염 관리에 많은 투자 필요

○ 괴정천

- BOD 평균 9.3 mg/L(V 등급), BMI 평균 E등급으로 수질 및 수생태 모두 악화된 상태

- 상류로부터 유입된 하수등에 의해 하상이 부패 상태이며 출현종 3종, 개체밀도 77개체/m²으로 서식생물이 매우 빈약

- 현재 하천복원이 진행 중인 지점이며 향후 하수관거 정비 등을 통한 하수 유입 차단에 집중 필요



a. 괴정천 전경



b. 괴정천 하상 퇴적물

그림 8. 괴정천 전경 및 하상퇴적물

괴정천 하류는 기수역으로 조석간만에따라 수위와 수질이 변동. 상류로부터 축적된 유기물질이 쌓여 하상이 혐기화되고 검은색의 부패상태(b)로 변함

○ 평강천(울만교)

- 평강천은 BOD 평균이 6.3 mg/L(IV 등급), BMI 평균이 D등급으로 수질 및 수생태계 모두 다소 악화
- 평강천은 흐름이 거의 없어 비점오염물질이 장기간에 걸쳐 축적되어 생태계에 악영향을 줄 수 있기 때문에 비점오염 유입을 막고 하천의 유속을 확보할 수 있는 대책이 필요

○ 지사천(지사천2교)

- 지사천은 평상시의 수질은 BOD 1.1 mg/L(I b 등급)으로 양호하나 BMI 평균이 D등급으로 상대적으로 낮음
- 간헐적인 수질 악화 현상이 발생하는 것으로 추정되며 강우 시의 비점오염관리 및 유역의 배출시설 등에 대한 관리 및 점검 필요

○ 초량천(하나은행)

- 초량천은 현재 하천복원 중이며, 하수 유입이 지속되어, BOD 18.0 mg/L, BMI 평균이 E등급으로 수질 및 생태적으로 악화
- 향후 호계천으로 방류되는 KTX 유출수가 초량천으로 방류될 예정이며 이에 따른 생태 회복과정을 지속 모니터링 할 계획



a. 초량천 복원 현장(2021. 1. 21.)



b. KTX 유출수

그림 9. 초량천 전경 및 초량천 유지용수

표 6. 서부산 수계 저서동물 현황 및 생태지수 등(2020년 평균)

하천명	조사지점	종수	개체수/m ²	다양도 지수	우점도 지수	BMI(생태등급)		BOD(수질)		
						값	등급	값	등급	
서부산 수계	대전천	화명교	24	1530	3.153	0.524	81.2	A	0.5	I a
	삼락천	괘법교	6	1309	1.112	0.908	22.1	E	3.3	III
	학장천	구치소 앞	12	2123	1.731	0.838	26.7	E	2.4	II
		학장교	15	2137	2.301	0.660	42.5	D	2.4	II
	구덕천	인도교	18	2832	2.194	0.700	69.1	B	1.9	I b
	괴정천	하단초	3	77	0.882	0.955	22.3	E	9.3	V
	평강천	울만교	9	296	2.498	0.584	39.3	D	6.3	IV
	지사천	지사2교	13	797	2.488	0.607	45.4	D	1.1	I b
	초량천	하나은행	7	487	1.643	0.745	28.8	E	18.0	VI

6. 요약 및 결론

○ 2020년 19개 하천 24개 지점의 수생태계 건강성

- BMI 평균 : A (매우 좋음) 2개소, B (좋음) 8개소, C (보통) 3개소, D (나쁨) 5개소, E(매우나쁨) 6개소
- ※ 수생태계 건강성 E(매우나쁨) 등급 지점 : 온천천(세병교), 학장천(구치소), 죽성천(죽성교), 삼락천(괘법교), 괴정천(하단초등학교), 초량천(하나은행)
- 주요 출현종은 깔따구, 실지렁이, 물벌레, 꼬마줄날도래 등임 : 과년도에 비해 오염수 출현종의 우점률이 다소 증가
- ⇒ 2020년 강우량 증가로 비점오염, 하수 유출 영향 추정

○ 수생태계 주요 영향 요인

- 강우 시 하수월류수, 비점오염물질 유입 : 수생태계에 간헐적인 충격 유발, 하상에 오염물질 축적 ex) 온천천(세병교), 삼락천(괘법교), 학장천(구치소) 등
- 유량·유속 부족 : 오염물질 체류 및 축적, 미립자 퇴적 등 발생 ex) 평강천
- 수질 악화 : 나쁜 수질이 지속적으로 유지되는 경우 ex) 수영강(반여교), 괴정천(하단초등학교) 등

○ 수생태계 건강성 확보 방안

- 분류식 하수관거 시공 철저 : 강우 시 하수 유입 차단, 연중 안정적인 수질 유지
- 비점오염 대책 확대 : 도심 유역 비점오염원 저감, 비점오염 저감시설 확보
- 유지용수 확보 및 하천흐름 증대

7. 활용방안 및 기대효과

- 이화학적 수질지표를 보완한 하천환경지표 정립
- 수질 개선사업(분류식관거 등) 성과 생태적 관점에서의 모니터링
- 수생태 회복 정보 시민 제공, 환경교육 및 시정 홍보
- 부산시의 생태하천 복원 자료 및 국비 확보 근거 제공

- 붙임 1. 생태지수 산정공식 등(국립환경과학원 지침)
2. 조사지점 분기별 우점종(2020년)
3. 저서동물 출현종 촬영사진(2020년)

붙임 1. 생태지수 산정공식 등

지수	계산식	지수의 의미		
		지수 범위	등급	상태
저서동물지수(BMI)	$BMI = \left(4 - \frac{\sum_{i=1}^n s_i h_i g_i}{\sum_{i=1}^n h_i g_i} \right) \times 25$ <p><i>si</i>: 단위오탁지수, <i>hi</i>: 출현도, <i>gi</i>: 지표가중치</p>	$80 \leq BMI \leq 100$	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')	$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i, \quad (p_i = \frac{N_i}{N})$ <p><i>N_i</i>: <i>i</i> 종의 개체수, <i>N</i>: 총 출현개체수</p>			
우점도지수(DI)	$DI = \frac{N_1 + N_2}{N}$ <p><i>N</i>: 총 출현개체수 <i>N₁</i>, <i>N₂</i>: 제 1, 2 우점종 개체수</p>			

* 저서동물(저서성대형무척추동물, Benthic Macroinvertebrate)

- 하천바닥에 서식하는 수서곤충, 조개류, 갑각류, 거머리 등 다양한 무척추동물
- 생태적 중요성과 환경지표성이 커, 수생태환경 평가에 가장 폭넓게 활용됨

* 저서동물지수(Benthic Macroinvertebrate Index)

- 환경 지표생물군(저서동물 군집)을 활용한 생물학적 수질 판정 지수
- 개별 생물종마다 설정된 오탁지수와 가중치를 통해 산정된 지수를 이용하여 A(매우 좋음) ~ E(매우 나쁨)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

붙임 2. 조사지점 분기별 우점종(2020년)

채집시기 지점명		1분기		2분기		3분기		4분기		
		우점종 (오탁지수)	출현률 (%)	우점종 (오탁지수)	출현률 (%)	우점종 (오탁지수)	출현률 (%)	우점종 (오탁지수)	출현률 (%)	
수영강수계	온천천	부곡교	실지렁이 (3.5)	44.0	플라나리아 (0.7)	35.0	갈따구 (1.7)	43.6	먹파리 (0.2)	26.4
		세병교	실지렁이 (3.5)	87.8	실지렁이 (3.5)	32.1	붉은갈따구 (3.4)	67.1	실지렁이 (3.5)	45.4
	수영강	신천교	갈따구 (1.7)	29.3	갈따구 (1.7)	54.0	등줄하루살이 (0.5)	17.3	갈따구 (1.7)	30.8
		회동교	줄날도래 (0.8)	63.4	갈따구 (1.7)	55.4	갈따구 (1.7)	31.3	꼬마줄날도래 (0.6)	62.3
		사무소	실지렁이 (3.5)	45.0	갈따구 (1.7)	63.2	실지렁이 (3.5)	33.3	갈따구 (1.7)	60.7
	석대천	반석2교	실지렁이 (3.5)	35.9	실지렁이 (3.5)	59.1	개똥하루살이 (1.8)	61.3	갈따구 (1.7)	69.1
	철마천	장천2교	등줄하루살이 (0.5)	40.7	세갈래하루살이 (0.4)	31.9	갈따구 (1.7)	17.7	줄날도래 (0.8)	16.0
동부산수계	우동천	우동교	물벌레 (2.3)	20.8	갈따구 (1.7)	53.0	갈따구 (1.7)	32.4	-	-
	춘천	그린코아	꼬마줄날도래 (0.6)	29.9	물벌레 (2.3)	35.0	갈따구 (1.7)	44.8	실지렁이 (3.5)	29.2
	송정천	인도교	갈따구 (1.7)	63.6	갈따구 (1.7)	29.7	갈따구 (1.7)	26.5	갈따구 (1.7)	23.8
	죽성천	죽성교	실지렁이 (3.5)	66.8	실지렁이 (3.5)	65.6	실지렁이 (3.5)	71.4	원돌이물달팽이 (2.7)	25.2
	일광천	화전교	꼬마줄날도래 (0.6)	19.0	물달팽이 (1.6)	29.1	갈따구 (1.7)	18.8	새뱅이 (1.9)	21.2
	좌광천	정관인도교	흰점줄날도래 (0.9)	23.3	갈따구 (1.7)	37.2	개똥하루살이 (1.8)	34.7	갈따구 (1.7)	19.5
		임량교	갈따구 (1.7)	33.7	갈따구 (1.7)	52.5	흰점줄날도래 (0.9)	44.3	흰점줄날도래 (0.9)	23.3
장안천	인도교	네점하루살이 (0.6)	25.7	갈따구 (1.7)	44.5	줄날도래 (0.8)	29.9	먹파리 (0.2)	78.5	
중부산·서부산수계	대천천	화명교	먹파리 (0.2)	29.3	갈따구 (1.7)	52.8	갈따구 (1.7)	34.0	실지렁이 (3.5)	25.6
	삼락천	괘법교	실지렁이 (3.5)	94.2	실지렁이 (3.5)	64.7	실지렁이 (3.5)	48.1	실지렁이 (3.5)	75.7
	학장천	주남교	실지렁이 (3.5)	73.8	실지렁이 (3.5)	51.7	실지렁이 (3.5)	44.0	갈따구 (1.7)	40.3
		학장교	물벌레 (2.3)	40.8	붉은갈따구 (3.4)	28.0	갈따구 (1.7)	81.2	갈따구 (1.7)	37.9
	구덕천	인도교	실지렁이 (3.5)	63.0	갈따구 (1.7)	30.1	개똥하루살이 (1.8)	58.2	실지렁이 (3.5)	79.2
	괴정천	하단초	나방파리 (3.5)	81.0	갈따구 (1.7)	50.0	실지렁이 (3.5)	94.4	나방파리 (3.5)	50.0
	평강천	울만교	갈따구 (1.7)	40.3	실지렁이 (3.5)	43.1	논우렁이 (1.8)	40.0	플라나리아 (0.7)	30.2
	지사천	지사2교	물벌레 (2.3)	37.2	실지렁이 (3.5)	26.5	붉은갈따구 (3.4)	53.6	물벌레 (2.3)	46.5
	초량천	하나는행	붉은갈따구 (3.4)	78.6	-	-	붉은갈따구 (3.4)	45.5	-	-

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

붙임 3. 저서동물 출현종 촬영사진(2020)

○ 편형동물문, 환형동물문



플라나리아(온천천 부곡교)



실지렁이(평강천)



돌거머리(수영강 반여교)



갈색넙적거머리(우동천)



조개넙적거머리(수영강 반여교)



아가미지렁이(학장천 구치소)

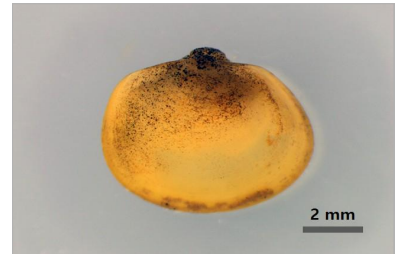
○ 연체동물문



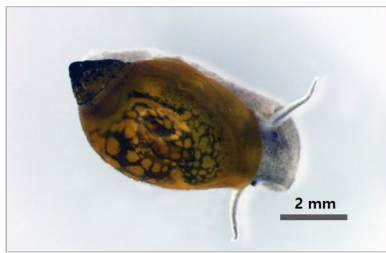
민물담치(학장천 학장교)



재첩(철마천)



삼각산골조개(일광천)



원돌이물달팽이(지사천)



물달팽이(학장천 학장교)



다슬기(구덕천)



논우렁이(평강천)



쇠우렁이(학장천 학장교)



또아리물달팽이(온천천 부곡교)

○ 절지동물문(갑각강)



물벌레(수영강 반여교)



새뱅이(송정천)



옆새우(수영강 회동교)

○ 절지동물문(곤충강)



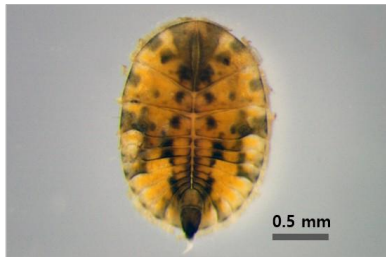
개똥하루살이(일광천)



등줄하루살이(대천천)



등딱지하루살이(철마천)



물삿갓벌레(철마천)



여울벌레(송정천)



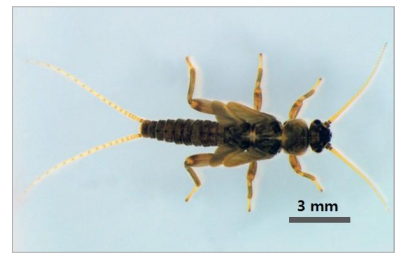
검은물잠자리(대천천)



어리장수잠자리(우동천)



노란뱀잠자리(철마천)



민강도래(대천천)



붉은갈따구(삼락천)



흰점줄날도래(장안천)



애날도래(구덕천)