

3. 수생태계 건강성 등급

- 2019년 수생태계 건강성 평균은 A (매우 좋음) 1개소, B (좋음) 6개소, C (보통) 8개소, D (나쁨) 3개소, E (매우 나쁨) 4개소임
- 과년도에 비해 B, D, E 등급 감소, C 등급 증가
 - 수영강(회동교) : 2019년 1분기에 유량 부족으로 생태 악화
→ 연평균 B등급에서 C등급으로 하락
※ 유량 부족 원인 : 상수용수 부족으로 회동댐 방류 중지
 - 지사천, 석대천 : 하절기 유량 증가(강우량 증가)로 생태환경 개선
→ 연평균 D등급에서 C등급으로 상승

표 1. 수생태계 건강성(연도별 평균) 등급 분포

2016년					2017년					2018년					2019년				
A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
2	8	2	5	6	0	8	5	3	7	1	7	5	4	5	1	6	8	3	4

※ 2016 ~ 2017 : 지사천 제외(하천 공사), 2018 ~ 2019 : 동천 2개 지점 제외(하천 공사)

- 온천천(세병교), 삼락천 등에서는 강우 시 하수 및 비점오염 유입, 수영강(회동교) 등은 유지용수 부족, 평강천 등은 하천수 정체 현상 등이 수생태계 건강성 악화의 주요 원인임



그림 2. 조사지점별 수생태계 건강성 등급 현황(BMI 등급, 2019년 평균)

4. 출현생물 특성

□ 출현 분류군 현황

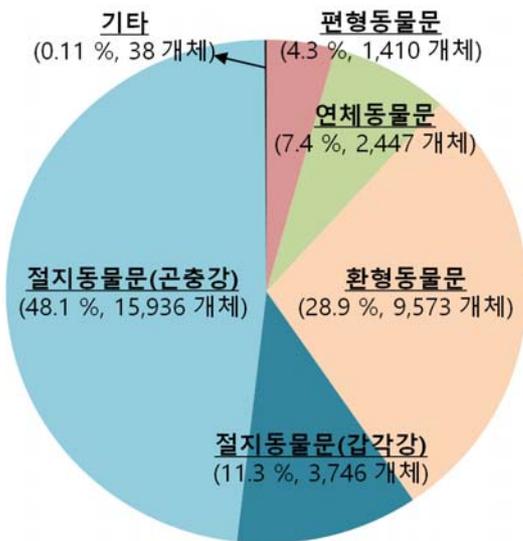
- 2019년도에는 총 33,150개체, 96종의 저서동물 채집, 동정
: 대체적으로 과년도와 유사하나 출현종수는 약간 증가

표 2. 연도별 출현개체수, 출현종수 현황

항목 \ 채집년도	2016년	2017년	2018년	2019년
출현개체수	25,953	* 69,511	33,409	33,150
출 현 종 수	89	91	92	96

* 2017 년도 : 강우량 부족, 건천화 등 환경 악화로 실지렁이류 대량 번식, 총개체수 증가

- 절지동물문 곤충강이 개체수의 48.1%(15,936 개체), 종수의 72.9%(70종)을 차지하여 가장 폭넓게 분포하였음¹⁾
- 환형동물문은 개체수의 28.9%(9,573 개체)를 차지하여 절지동물문 곤충강에 이어 많은 수가 채집되었으나 단지 5종만이 출현하였으며 그 대부분(94.9%)은 실지렁이임
- 온천천(세병교) 등 도심하천 하류에서 수질오염 지표생물인 실지렁이류가 대량 번식하였는데 이는 간헐적 또는 지속적으로 하수 등 오염물질이 하천으로 유입, 축적된다는 것을 의미



분류군	개체수 (%)	종수	
편형동물문	1,410 (4.3 %)	1	
연체동물문	2,447 (7.4 %)	14	
환형동물문	9,573 (28.9 %)	5	
절지동물문(갑각강)	3,746 (11.3 %)	4	
절지동물문 (곤충강)	하루살이목	2,560 (7.7 %)	18
	파리목	7,629 (23.0 %)	16
	날도래목	5,579 (16.8 %)	17
	기타	168 (0.5 %)	19
기 타	38 (0.11 %)	2	
총 계	33,150 (100 %)	96	

그림 3. 채집생물 개체수 분포 및 종수(2019년 총괄)

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

□ 주요 출현종

- 분기별 22회, 총 88개 시료 중 깔따구 20회, 실지렁이 19회, 물벌레 16회, 물달팽이, 꼬마줄날도래, 개똥하루살이가 각각 4회씩 우점(붙임 2)

※ 오탁지수²⁾

: 깔따구(1.7), 실지렁이(3.5), 물벌레(2.3), 물달팽이(1.6), 꼬마줄날도래(0.6), 개똥하루살이(1.8)

- 실지렁이는 오염이 발생하는 수역에서의 대표적인 우점생물로 실지렁이의 출현량은 2017년보다는 감소하였으나, 2016년과 2018년보다는 약간 증가
- 꼬마줄날도래는 비교적 양호한 수질에서 우점하는 생물인데, 올해는 과년도에 비해 약간 증가한 값을 보임
- 아직 수환경 개선 등과 관련한 눈에 띄는 큰 출현종 변화는 관찰되지 않으며 기상 상황 등 외부요인에 따라 수생태계 및 주요 출현종이 약간씩 변하는 것으로 생각됨

표 3. 연도별 실지렁이, 꼬마줄날도래 현황

채집년도 생물명	2016년	2017년	2018년	2019년
실지렁이	7,147	37,133	4,315	9,085
꼬마줄날도래	1,957	2,878	2,182	3,017



그림 4. 2019년 주요 출현생물(우점종)

2) 국립환경과학원에서 제시한 지수로 0.0 ~ 3.9 범위 값을 가지며, 오염지표생물일수록 그 값이 커짐

5. 수계별 수생태 현황

□ 수영강 수계

○ 온천천

- 출현종수는 12 ~ 13종, 개체밀도는 1641 ~ 2243 개체/m²으로 출현종수는 상대적으로 낮으나 개체 밀도는 다소 높음
- 수질은 BOD 평균 1.9 ~ 2.2(I b ~ II 등급)으로 유지용수로 사용되는 낙동강 원수(2019년 BOD 평균 : 1.8 mg/L)와 유사
- 세병교 지점은 양호한 수질과 달리 저서동물 생태등급(BMI) 평균이 E 등급인데, 강우 시 하수유희수(CSOs)와 비점오염물질이 고농도로 유입되어 생태계에 충격을 유발하기 때문임
→ 분류식 관거 및 비점오염 저감대책 필요



그림 5. 강우 시 온천천 세병교 수질 변동(2019.6.26.)

강우 시작 후 대략 30~60분 간격으로 하천수를 채수하였으며 강우 약 90분 후 BOD 89.8 mg/L, SS 347.2 mg/L의 최고오염도가 발생하였는데, 강우 시 반복되는 이러한 오염 현상이 현재 수생태계에 큰 부담으로 작용하는 실정임

○ 수영강

- 회동댐 상류의 신천교 지점은 평균적으로 출현종수 21종, 다양도지수 3.058, BMI B등급으로 양호한 생태환경을 보이며, BOD 평균도 1.3 mg/L(I b 등급)으로 양호함
- 회동교 지점과 수영강사무소지점에서는 평균적으로 출현종수가 12종으로 격감하고 다양도지수도 회동교에서 2.509, 수영강사무소에서 1.808으로 낮아짐
- 회동교 지점은 1분기 BMI 등급이 D로 매우 낮았는데, 이 때 상수용수 부족으로 회동댐 방류가 중지되어, 유속이 미미하여 미립자 퇴적, 하상 부패, 수온 급변 등이 발생하였기 때문임
- 회동댐 ~ 석대전 합류부(약 2.5 km) 구간은 회동댐 방류수가 없으면 유량이 없어 수생태계에 악영향이 크므로, 지속적인 유지용수 공급방안이 필요한 실정임
- 또한 수영강사무소 지점은 BOD 평균값도 8.7(V등급)로 크게 악화되어 있었고 BMI 평균도 D등급으로 나뉘었는데, 이 지점 상류 구간의 하수관거, 배출시설 등에 대한 점검과 보수가 필요할 것으로 생각됨

○ 석대천(반석2호교)

- 석대천(반석2호교) 지점은 수질(BOD 평균 7.5 mg/L, IV등급)에 비해 BMI 평균은 C등급으로 상대적으로 양호한 생태등급을 보였는데, 유지용수인 하수처리 방류수가 지속적으로 공급되어 안정된 환경이 유지되기 때문으로 생각됨

○ 철마천(장전2호교)

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

표 4. 수영강 수계 저서동물 현황 및 생태지수 (2019년평균)

하천명	조사지점	종수	개체수/m ²	다양도 지수	우점도 지수	BMI(생태등급)		BOD(수질)		
						값	등급	값	등급	
수영강 수계	온천천	부곡교	13	1641	2.267	0.693	55.8	C	1.9	I b
		세병교	12	2243	2.084	0.690	33.0	E	2.2	II
	수영강	신천교	21	1220	3.058	0.524	70.5	B	1.3	I b
		회동교	12	852	2.509	0.614	56.8	C	2.3	II
		수영강사무소	12	1552	1.808	0.764	35.9	D	8.7	V
	석대천	반석2호교	15	3752	2.256	0.687	50.6	C	7.5	IV
	철마천	장전2호교	30	2453	3.665	0.400	78.7	B	1.0	I a

□ 동부산 수계

○ 우동천(우동교)

- 평균값으로 출현종수 23종, 다양도지수 2.963, BMI B등급, BOD 0.8 mg/L(I a 등급)으로 수생태계 및 수질 매우 양호함

○ 춘천(그린코아 Apt.)과 송정천(오시리아역)

- 두 지점은 BOD 평균이 1.6 ~ 1.9 mg/L(I a 등급)으로 양호하나 BMI 평균이 C등급으로 상대적으로 낮았는데 강우 시 비점오염의 영향을 어느정도 받기 때문으로 생각됨
- 송정천(오시리아역) 지점은 SS 평균이 14.6 mg/L(2019년 평균)으로 높는데, 하천 유역에 건설현장이 많아 강우 후에 토사 등이 유입되기 때문으로 생각되며, 향후 공사가 완료되면 수생태계 건강성은 좀 더 높아질 것으로 생각됨

○ 죽성천(죽성교)

- 평균적으로 출현종수가 9종에 불과하며, BMI가 E등급으로 낮아 생태적으로 악화되어 있으며 BOD 평균도 8.6 mg/L(V 등급)으로 평상시 수질도 상당히 악화되어 있음
- 죽성천의 수질이 주요 유지용수원인 기장하수처리장 방류수(2019년 BOD 평균 : 1.7 mg/L)보다 더욱 나쁜 점을 볼 때, 상류부 하수관거에서의 하수 유출 등이 의심됨

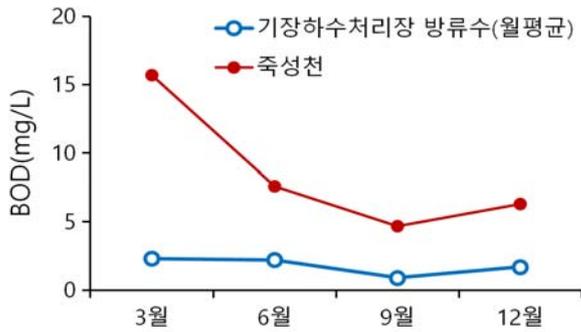


그림 6. 기장하수처리장 방류수 수질 및 유지용수 하천 방류 현장

○ 일광천(화전교)

- 평균값으로 출현종수 26종, 다양도지수 3.185, BMI B등급, BOD 1.3 mg/L(I b 등급)으로 수생태계 및 수질 양호함

○ 좌광천

- 정관인도교 지점은 평균적으로 출현종수 13종, 다양도지수 2.048, BMI C등급으로 평범한 수생태계 건강성을 보여주며, BOD 평균 2.9 mg/L(II 등급)의 다소 양호한 수질을 나타냄
- 임랑1교 지점은 평균적으로 출현종수 16종, 다양도지수 2.918, BMI B등급으로 정관 인도교 지점보다 나은 수생태계 건강성을 보이는데 본 지점 상류에서 합류되는 덕선천 및 보다 친생태적으로 정비된 하천구조의 영향으로 생각됨

○ 장안천(장안천교)

- 평균값으로 출현종수 16종, BMI C등급으로 평범한 수생태계 건강성을 보이나, 수질은 BOD 평균 0.8 mg/L(I a 등급)으로 아주 양호함
- 수생태계 건강성이 다소 낮은 것은 상류 공단이나 나대지로부터의 강우 시 비점오염 영향이 어느정도 기여한 것으로 추정됨

표 5. 동부산 수계 저서동물 현황 및 생태지수 등(2019년 평균)

하천명	조사지점	종수	개체수/ m2	다양도 지수	우점도 지수	BMI(생태등급)		BOD(수질)		
						값	등급	값	등급	
동 부 산 수 계	우동천	우동교	23	1769	2.963	0.535	73.4	B	0.8	I a
	춘천	그린코아 Apt.	17	2562	2.751	0.576	57.6	C	1.9	I b
	송정천	오시리아역	17	537	3.280	0.455	59.1	C	1.6	I b
	죽성천	죽성교	9	2940	2.074	0.739	29.2	E	8.6	V
	일광천	화전교	26	2031	3.185	0.546	70.2	B	1.3	I b
	좌광천	정관인도교	13	1682	2.048	0.737	63.4	C	2.9	II
		임랑1교	16	660	2.918	0.550	67.3	B	2.9	II
	장안천	장안천교	16	447	3.013	0.540	62.1	C	0.8	I a

□ 서부산 수계

○ 대천천(화명교)

- 평균값으로 출현종수 27종, 다양도지수 3.685, BMI는 A 등급으로 아주 양호한 수생태계 건강성을 보이며, BOD 평균도 0.5 mg/L(Ia 등급)으로 수질도 아주 양호함

○ 삼락천(괘법교)

- BOD 평균은 3.1 mg/L(III 등급)으로 평상시 수질은 큰 문제가 없으나, 수생태계의 경우 평균값으로 출현종수 5종, 다양도지수 1.487, BMI E 등급으로 조사지점 중 가장 악화된 수생태계 건강성을 보이고 있음
- 수생태계 악화의 주요 원인은 강우 시 하수유통수와 비점오염물질 유입으로 생각되며 특히 유역에 공업지역이 많아 하수관거 및 비점오염 관리에 많은 노력이 필요한 상태임

○ 학장천

- 구치소 앞 지점은 삼락천(괘법교) 지점과 마찬가지로 강우 시의 하수유통수와 비점오염물질 유입이 심하여 BMI 평균 E등급의 악화된 수생태계 건강성을 보이거나, 낙동강 유지용수 유입으로 BOD 평균 2.2 mg/L(II 등급) 정도로 평상시의 수질은 다소 양호한 값을 나타냄
- 학장교 지점은 구치소 앞 지점에 비해 출현종수, 종다양성지수 등 생태지표가 다소 양호하며, BMI 평균도 D등급으로 소폭 향상되는데 상류에서 유입되는 구덕천 유량의 영향으로 생각됨
- 학장천은 상류부가 복개되었고, 공업단지 등이 밀집되어 있어 분류식 하수관거 및 비점오염 저감 등 강우 시 수질개선이 선행되지 않으면 수생태계 회복이 다소 어려운 상황임

○ 구덕천(인도교)

- 평균적으로 출현종수 18종, 종다양성지수 2.821, BMI B 등급으로 양호한 수생태계 건강성을 보이며, 수질도 BOD 평균 2.1 mg/L(II 등급)으로 양호한 편에 속함

○ 평강천(울만교)

- 평강천은 BMI 평균이 D등급, BOD 평균이 7.1 mg/L(IV 등급)으로 수생태계 및 수질 모두 다소 악화되어 있는 상태임
- 평강천은 흐름이 거의 없고 비점오염물질이 장기간에 걸쳐 생태계에 악영향을 줄 수 있기 때문에 비점오염 유입을 막고 하천의 유속을 확보할 수 있는 다각도의 노력이 필요함

○ 지사천(지사천2교)

- 지사천은 BMI 평균이 C등급으로 수생태계 건강성은 평범하나, BOD 평균은 0.9mg/L(Ia 등급)으로 수질은 아주 양호함
- 지사천은 유량이 아주 작아 작은 양의 오염물질에도 수생태계가 큰 영향을 받으므로 강우 시의 비점오염관리 및 상류 공업단지의 배출시설 관리에 특별한 주의를 기울일 필요성이 있음

표 6. 서부산 수계 저서동물 현황 및 생태지수 등(2019년 평균)

하천명	조사지점	종수	개체수/m ²	다양도 지수	우점도 지수	BMI(생태등급)		BOD(수질)		
						값	등급	값	등급	
서 부 산 수 계	대천천	화명교	27	708	3.685	0.436	82.1	A	0.5	I a
	삼락천	괘법교	5	155	1.487	0.826	19.1	E	3.1	III
	학장천	구치소 앞	9	343	2.135	0.696	22.8	E	2.2	II
		학장교	13	449	2.625	0.583	45.2	D	2.5	II
	구덕천	인도교	18	1522	2.821	0.575	70.6	B	2.1	II
	평강천	울만교	11	480	2.720	0.557	44.2	D	7.1	IV
	지사천	지사2교	15	697	2.437	0.650	54.4	C	0.9	I a

6. 요약 및 결론

○ 2019년 수생태계 건강성

- BMI 평균 : A (매우 좋음) 1개소, B (좋음) 6개소, C (보통) 8개소, D (나쁨) 3개소, E (매우 나쁨) 4개소
- ※ 수생태계 건강성 E(매우 나쁨)등급 지점 : 온천천(세병교), 학장천(구치소), 죽성천(죽성교), 삼락천(괘법교)
- 채집생물 : 총 33,150개체, 96종(과년도에 비해 출현종 약간 증가)
- 주요 출현종은 깔따구, 실지렁이, 물벌레, 물달팽이 등임

→ 전반적으로 과년도와 수생태계 건강성 유사

○ 수생태계 주요 영향 요인

- 강우 시 하수월류수, 비점오염물질 유입
: 수생태계에 간헐적인 충격 유발 ex) 온천천 세병교 등
- 유량·유속 부족
: 오염물질 체류, 미립자 퇴적, 수온 급변 등 발생 ex) 평강천
- 수질 악화
: V 등급 이상의 수질이 지속적으로 유지되는 경우, 수질에 견딜 수 있는 내성종이 주로 번식, 수생태계 등급 하락

○ 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 : 다양한 유지용수원 확보(하수처리수 등)

7. 활용방안 및 기대효과

- 부산시 주요 하천 수생태계 건강성 현황 파악
- 하천 수생태 복원사업 필요성 파악, 성과 평가 및 홍보
- 이화학적 수질지표를 보완한 종합적인 수질 평가 실시

- 붙임 1. 생태지수 산정공식 등(국립환경과학원 지침)
2. 조사지점 분기별 우점종(2019년)
3. 저서동물 출현종 촬영사진(2019년)

붙임 1. 생태지수 산정공식 등

지수	계산식	지수의 의미		
		지수 범위	등급	상태
저서동물지수(BMI)	$BMI = \left(4 - \frac{\sum_{i=1}^n s_i h_i g_i}{\sum_{i=1}^n h_i g_i} \right) \times 25$ s_i : 단위오탁지수, h_i : 출현도, g_i : 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')	$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i, \quad (p_i = \frac{N_i}{N})$ N_i : i 종의 개체수, N : 총 출현개체수	> 4.00		매우 양호
		$3.00 \sim 4.00$		양 호
		$2.00 \sim 3.00$		다소 양호
		$1.00 \sim 2.00$		불 량
		$0.00 \sim 1.00$		매우 불량
우점도지수(DI)	$DI = \frac{N_1 + N_2}{N}$ N_1, N_2 : 제 1, 2 우점종 개체수 N : 총 출현개체수	< 0.25		매우 양호
		$0.25 \sim 0.50$		양 호
		$0.50 \sim 0.70$		다소 양호
		$0.70 \sim 0.90$		불 량
		$0.90 \sim 1.00$		매우 불량

- * 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(2019년)

채집시기 지점명		1분기		2분기		3분기		4분기		
		우점종 (오탁지수)	출현률 (%)	우점종 (오탁지수)	출현률 (%)	우점종 (오탁지수)	출현률 (%)	우점종 (오탁지수)	출현률 (%)	
수영강수계	온천천	부곡교	깔따구 (1.7)	58.1	플라나리아 (0.7)	58.9	깔따구 (1.7)	26.8	개똥하루살이 (1.8)	46.2
		세병교	실지렁이 (3.5)	36.8	실지렁이 (3.5)	88.2	깔따구 (1.7)	35.1	실지렁이 (3.5)	34.1
	수영강	신천교	깔따구 (1.7)	43.6	물달팽이 (1.6)	23.9	깔따구 (1.7)	18.6	먹파리 (0.2)	51.4
		회동교	물벌레 (2.3)	46.9	물벌레 (2.3)	59.2	물벌레 (2.3)	19.5	꼬마줄날도래 (0.6)	61.4
		사무소	실지렁이 (3.5)	90.9	실지렁이 (3.5)	73.8	깔따구 (1.7)	52.9	실지렁이 (3.5)	48.6
	석대천	반석2교	실지렁이 (3.5)	90.7	물벌레 (2.3)	35.7	깔따구 (1.7)	28.4	깔따구 (1.7)	44.6
	철마천	장전2교	줄날도래 (0.8)	18.7	네점하루살이 (0.6)	41.8	등줄하루살이 (0.5)	17.8	줄날도래 (0.8)	35.4
동부산수계	우동천	우동교	물벌레 (2.3)	24.8	물벌레 (2.3)	64.9	물벌레 (2.3)	50.6	물벌레 (2.3)	26.1
	춘천	그린코아	물벌레 (2.3)	36.8	물벌레 (2.3)	43.6	꼬마줄날도래 (0.6)	27.4	물벌레 (2.3)	35.1
		송정천	인도교	깔따구 (1.7)	29.0	깔따구 (1.7)	21.4	새뱅이 (1.9)	43.0	실지렁이 (3.5)
	죽성천	죽성교	깔따구 (1.7)	60.5	깔따구 (1.7)	50.1	물달팽이 (1.6)	39.2	깔따구 (1.7)	41.8
	일광천	화전교	꼬마줄날도래 (0.6)	53.0	꼬마줄날도래 (0.6)	30.2	물벌레 (2.3)	28.3	물벌레 (2.3)	22.4
	좌광천	정관인도교	실지렁이 (3.5)	81.6	플라나리아 (0.7)	71.8	개똥하루살이 (1.8)	51.6	개똥하루살이 (1.8)	27.9
		임방교	깔따구 (1.7)	34.7	개똥하루살이 (1.8)	27.5	깔따구 (1.7)	31.5	줄날도래 (0.8)	57.1
장안천	인도교	물벌레 (2.3)	29.8	실지렁이 (3.5)	43.6	새뱅이 (1.9)	16.5	깔따구 (1.7)	28.6	
중부산·서부산수계	대천천	화명교	먹파리 (0.2)	31.2	세갈래하루살이 (0.4)	31.4	세갈래하루살이 (0.4)	35.1	먹파리 (0.2)	29.5
	삼락천	괘법교	실지렁이 (3.5)	42.9	실지렁이 (3.5)	63.0	아가미지렁이 (3.8)	52.1	실지렁이 (3.5)	82.8
	학장천	주남교	실지렁이 (3.5)	50.0	실지렁이 (3.5)	38.9	실지렁이 (3.5)	64.5	깔따구 (1.7)	46.6
		학장교	실지렁이 (3.5)	27.6	깔따구 (1.7)	42.6	물달팽이 (1.6)	22.6	깔따구 (1.7)	48.0
	구덕천	인도교	다슬기 (0.4)	18.8	물벌레 (2.3)	23.0	다슬기 (0.4)	45.3	실지렁이 (3.5)	70.5
	평강천	순아교	실지렁이 (3.5)	41.7	논우렁이 (1.8)	17.2	원돌이물달팽이 (2.7)	40.8	원돌이물달팽이 (2.7)	44.3
	지사천	지사2교	깔따구 (1.7)	48.2	물달팽이 (1.6)	74.5	애날도래 (0.8)	41.8	물벌레 (2.3)	29.0

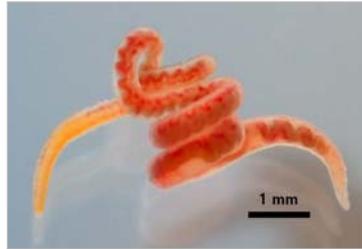
※ 오탁지수 : 0.0 ~ 3.9 범위 값을 가지며, 오염지표생물일수록 그 값이 커짐

붙임 3. 저서동물 출현종 촬영사진(2019)

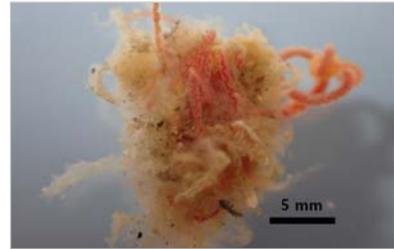
○ 편형동물문, 환형동물문



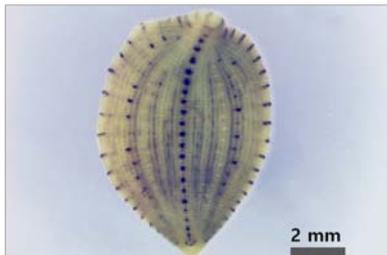
플라나리아(철마천)



실지렁이(온천천 세병교)



실지렁이(온천천 세병교)



조개넙적거머리(학장천 학장교)



갈색넙적거머리(석대천)



돌거머리(죽성천)

○ 연체동물문



왕우렁이 유패(지사천)



논우렁이(평강천)



뽕족째물우렁이(우동천)



다슬기(구덕천)



주름다슬기(철마천)



수정또아리물달팽이(죽성천)



왼돌이물달팽이(석대천)



물달팽이(춘천)



재첩(온천천 부곡교)

○ 절지동물문(갑각강)



옆새우(우동천)

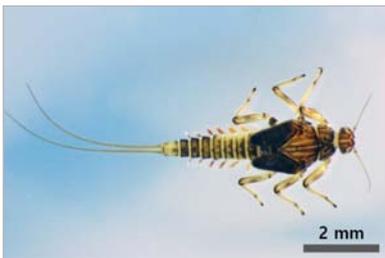


새뱅이(송정천)



물벌레(온천천 부곡교)

○ 절지동물문(곤충강)



애호랑하루살이(구덕천)



등줄하루살이(좌광천 임랑1교)



네점하루살이(장안천)



먹파리(수영강 신천교)



별모기(우동천)



나방파리(수영강 수영강사무소)



줄날도래(석대천)



둥근날개날도래(우동천)



검은머리물날도래(대천천)



노란뱀잠자리(철마천)



쇠촉뱀잠자리(우동천)



방물벌레(일광천)