

# 수생태계 건강성 조사

- 부산 17개 하천 22개 지점 수생태계 건강성 조사
- 저서동물 수질오염지표를 활용한 생태친화적 수질평가 실시

## 1. 조사개요

- 조사근거
  - 물환경보전법 제 9조 3(수생태계 현황조사 및 건강성 평가)
  - 「수생태계 건강성조사 확대 건의」(2016.1.19.)
- 조사목적 : 종합적 수질평가 및 생태적 하천관리 유도
- 조사시기 : 2019년도 분기 1회
- 조사대상 : 18개 하천 24개 지점 중, 17개 하천 22개 지점
  - \* 하천 공사 영향을 받은 동천(광무교, 성서교) 지점은 조사 제외

## 2. 조사방법

- 조사내용 : 저서동물 군집분석 및 생태지수 산정(붙임 1)
- 「생물측정망 조사 및 평가지침(2017.12, 국립환경과학원)」에 따름



그림 1. 수생태계 건강성 조사지점

### 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

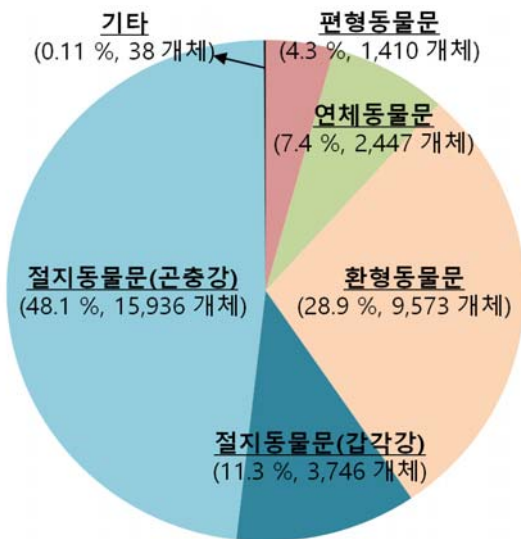
- 2019년도에는 총 33,150개체, 96종의 저서동물 채집, 동정  
: 대체적으로 과년도와 유사하나 출현종수는 약간 증가

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 분포하였음<sup>1)</sup>
- 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<br>(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              |    |
| <b>총 계</b>     | <b>33,150 ( 100 %)</b> | <b>96</b>      |    |

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)

※ 오탁지수<sup>2)</sup>

: 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<br>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/m<sup>2</sup>으로 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 ~ 석대천 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 <sup>2</sup> | 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

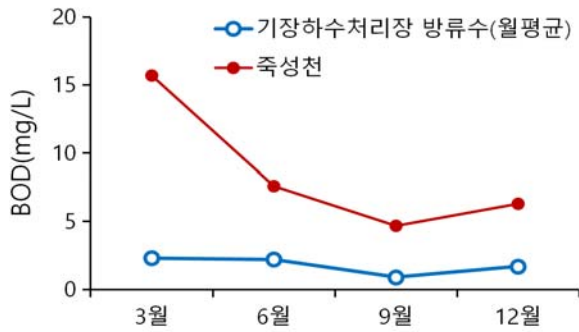


그림 6. 기장하수처리장 방류수 수질 및 유지용수 하천 방류 현장

○ 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/<br>m2 | 다양도<br>지수 | 우점도<br>지수 | BMI(생태등급) |      | BOD(수질) |     |     |
|--------|------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|------|---------|-----|-----|
|        |      |           |            |           |           | 값         | 등급   | 값       | 등급  |     |
| 동부산 수계 | 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 <sup>2</sup> | 다양도<br>지수 | 우점도<br>지수 | BMI(생태등급) |      | BOD(수질) |     |     |
|-----------------------|------|-------|--------------------|-----------|-----------|-----------|------|---------|-----|-----|
|                       |      |       |                    |           |           | 값         | 등급   | 값       | 등급  |     |
| 서<br>부<br>산<br>수<br>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 (매우나쁨) 4개소
- ※ 수생태계 건강성 E(매우나쁨)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) | $\text{BMI} = \left( 4 - \frac{\sum_{i=1}^n s_i h_i g_i}{\sum_{i=1}^n h_i g_i} \right) \times 25$ $s_i$ : 단위오탁지수, $h_i$ : 출현도, $g_i$ : 지표가중치 | $80 \leq \text{BMI} \leq 100$ | A  | 매우 좋음 |
|             |  | $65 \leq \text{BMI} < 80$     | B  | 좋음    |
|             |  | $50 \leq \text{BMI} < 65$     | C  | 보통    |
|             |  | $35 \leq \text{BMI} < 50$     | D  | 나쁨    |
|             |  | $0 \leq \text{BMI} < 35$      | 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<br>$N$ : 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<br>지점명 |     | 1분기           |              | 2분기           |               | 3분기           |               | 4분기           |               |            |
|-------------|-----|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|
|             |     | 우점종<br>(오탁지수) | 출현률<br>(%)   | 우점종<br>(오탁지수) | 출현률<br>(%)    | 우점종<br>(오탁지수) | 출현률<br>(%)    | 우점종<br>(오탁지수) | 출현률<br>(%)    |            |
| 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          |            |
| 중부산서부산수계    | 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       |

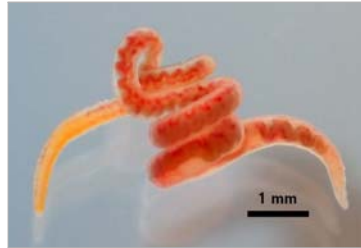
※ 오탁지수 : 0.0 ~ 3.9 범위 값을 가지며, 오염지표생물일수록 그 값이 커짐

붙임 3. 저서동물 출현종 촬영사진(2019)

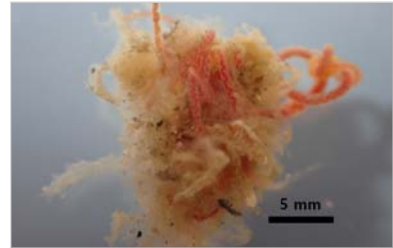
○ 편형동물문, 환형동물문



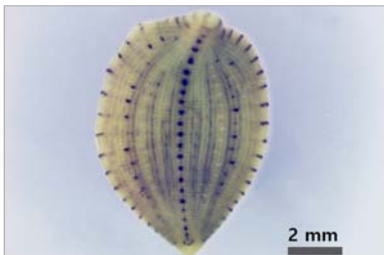
플라나리아(철마천)



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)



원돌이물달팽이(석대천)



물달팽이(춘천)



재첩(온천천 부곡교)

○ 절지동물문(갑각강)



옆새우(우동천)

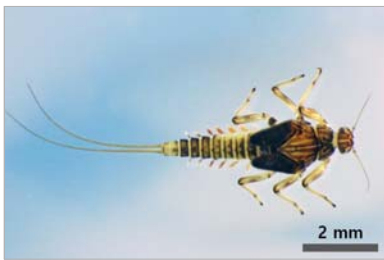


새뱅이(송정천)



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)