
생물측정망 조사 및 평가지침 개정

Biomonitoring Survey and Assessment Manual

(국립환경과학원 공고 제2016-372호)

2016. 11.



국립환경과학원

I. 하천 수생태계 조사 및 평가지침

- i -

Ⅱ. 보 구간 조사지침

1. 식물플랑크톤	141
가. 조사방법	141
2. 동물플랑크톤	142
가. 조사방법	142
3. 저서성 대형무척추동물	148
가. 조사방법	148
4. 어류	158
가. 조사방법	158
5. 수변식생	162
가. 조사방법	162
6. 양서류 및 파충류	179
가. 조사방법	179
7. 포유류	186
가. 조사방법	186

Ⅲ. 호소 수생태계 조사지침

1. 식물플랑크톤	193
가. 조사방법	193
2. 동물플랑크톤	195
가. 조사방법	195
3. 수생식물	197
가. 조사내용	197
4. 저서성 대형무척추동물	215
가. 조사방법	215
5. 어류	219
가. 조사방법	219
6. 양서류	231
가. 조사방법	231
[별표 1] 조사표 양식	235

Ⅳ. 하구 수생태계 조사 및 평가지침

1. 부착돌말류	263
가. 조사방법	263
나. 평가방법	272
2. 저서성 대형무척추동물	274
가. 조사방법	274
나. 평가방법	283
3. 어류	285
가. 조사방법	285
나. 평가방법	288
4. 식물	299
가. 조사방법	299
나. 평가방법	304
[별표 1] 부착돌말류 현지조사표	308
[별표 2] 저서성 대형무척추동물 현지조사표	309
[별표 3] 어류 현지조사표	310
[별표 4] 식물 현지조사표	311
[별표 5] 하구 생물지수별 등급범위 기준	312

표 목 차

I. 하천 수생태계 조사 및 평가지침

<표 1> 하천에서 기질 형태별 부착돌말류 채집기법	5
<표 2> 부착돌말류 분류군별 기준 문헌	14
<표 3> 사례 지역에서 분석한 부착돌말류의 상대 밀도 및 부착돌말류 종들의 오염민감도 및 지표가 중치의 계산	17
<표 4> 부착돌말류 평가지수 등급	18
<표 5> 퇴적물 분류 기준표	31
<표 6> 저서성 대형무척추동물 분류군별 국내 기준 문헌	35
<표 7> 저서성 대형무척추동물 분류군별 국외 참고 문헌	35
<표 8> 생물군집구조의 평가에 이용되는 지수 표	37
<표 9> 저서성 대형무척추동물 지표생물군의 오타지수 및 지표가중치	38
<표 10> 저서성 대형무척추동물 출현순위의 백분율 범위에 따른 출현도 구분 표	44
<표 11> 저서성 대형무척추동물 생물등급 판정	44
<표 12> 저서성 대형무척추동물 출현 종수 및 개체수 예시	45
<표 13> 예시에 대한 저서동물지수 계산표	47
<표 14> 비정상 어종의 외형적 감별 방법	70
<표 15> 어류를 이용한 건강성 평가 메트릭 구간 설정	73
<표 16> 어류를 이용한 건강성 등급	74
<표 17> 수변식생 평가를 위한 조사 도구	80
<표 18> Braun-Blanquet의 우점도 기준	82
<표 19> 우점식생별 식생조사 방형구 면적 기준	82
<표 20> 식생단면 평가점수	87
<표 21> 수변식생을 이용한 하천 수생태계 건강성 평가요소의 점수 산출	88
<표 22> 수변식생을 이용한 하천 수생태계 건강성 등급	88
<표 23> 서식 및 수변환경 평가를 위한 조사 도구	110
<표 24> 서식 및 수변환경 평가를 위한 기타 준비물	111
<표 25> 서식 및 수변환경 평가항목 및 기준	113
<표 26> 서식 및 수변환경 건강성 등급	118
<표 27> 자연적인 종횡사주 항목 점수별 사진	119
<표 28> 하천변 폭 항목 점수별 사진	120
<표 29> 저질상태 항목 점수별 사진	121
<표 30> 횡구조물 항목 점수별 사진	122
<표 31> 하도 정비 및 하도 특성의 자연성 정도 점수별 사진	123

<표 32> 저수로 하안공 항목 점수별 사진	124
<표 33> 제방 하안 재료 항목 점수별 사진	125
<표 34> 제외지 토지 이용 항목 점수별 사진	126
<표 35> 제내지 토지 이용 항목 점수별 사진	127

II. 보 구간 수생태계 조사지침

<표 1> 지각류 생체량(건조중량) 환산	145
<표 2> 요각류(검물벼룩) 생체량(건조중량) 환산	145
<표 3> 윤충류 생체량 계산을 위한 종(속) 별 FF와 %BV	146
<표 4> 저서성 대형무척추동물 현지조사표 양식	151
<표 5> 저서성 대형무척추동물 분류군별 국내 기준 문헌	152
<표 6> 저서성 대형무척추동물 분류군별 국외 참고 문헌	152
<표 7> 동정기록지 양식	153
<표 8> 저서성 대형무척추동물 정리(엑셀양식 예시)	157
<표 9> 하천 식물군집 분류	164
<표 10> 하천단면도 식생조사표	166
<표 11> 식생 우점도 산정기준	168
<표 12> 토성의 판정기준	168
<표 13> 식물 군집구조 조사표	169
<표 14> 식물상 조사표	171
<표 15> 식생도 색상 구분기준	172
<표 16> 식생도 정리표(GIS 지도출력 양식)	174
<표 17> 하천단면 군집조사 집계표(엑셀 양식)	176

III. 호소 수생태계 조사지침

<표 1> 조사지점 선정	194
<표 2> 동물플랑크톤 조사 방법	195
<표 3> 토지이용도 및 호안구조 조사표	199
<표 4> 하천 식물군집 분류	201
<표 5> 종-면적 곡선을 이용한 군집 유형별 적정 방형구 면적	202
<표 6> 식생도 조사자료 입력 양식의 예	202
<표 7> 식생단면도 예시	204
<표 8> 식생단면도 생육지 평가	205
<표 9> 토성의 판정기준	205
<표 10> 식생단면도 및 군집구조 조사표	207
<표 11> 식물군집 조사에서 우점도 등급 기준	209

<표 12> 대상조사구 외 별도 조사 군집조사표	210
<표 13> 양날갈퀴를 이용한 침수식물의 우점도 등급 기준	211
<표 14> 대상조사구 좌우 10 m 이내 지역 식물상 조사표	213
<표 15> 대상조사구 외 지역 출현종 식물상 조사표	214
<표 16> 분류군별 참고자료	216
<표 17> 군집분석(예시)	217
<표 18> 호소면적 (A)에 따른 호소의 조사 구간 및 지점수 선정	220
<표 19> 호소별 각 조사지점의 상세 위치 정보	220
<표 20> 어류 채집시 적합한 환경	222
<표 21> 분류 및 동정에 사용되는 국내 어류도감 및 참고문헌 목록 (1차적으로 동정에 이용)	226
<표 22> 국내 수계로 유입된 외래도입종 목록	229
<표 23> 각 지점별 군집분석표	230
<표 24> 호소면적별 조사지점수 선정(A : 만수면적)	232
<표 25> 호소별 각 조사지점의 상세 위치 정보	232
<표 26> 분류 도감	233
<표 27> 각 지점별 양서류 군집분석표	234

IV. 하구 수생태계 조사 및 평가지침

<표 1> 기질의 종류별 부착돌말 채집방법	266
<표 2> 부착돌말 동정에 주로 이용되는 참고문헌	271
<표 3> 사례 지역에서 분석한 부착돌말류의 상대 밀도 및 부착돌말류 종들의 오염민감도 및 지표가 중치의 계산	273
<표 4> 부착돌말류에 의한 생물등급	273
<표 5> Kahle's fluid의 조성비	277
<표 6> 퇴적물 분류 기준표(Cummins, 1962)	280
<표 7> 저서성 대형무척추동물 분류군별 국내 기준문헌	281
<표 8> 저서성 대형무척추동물 분류군별 국외 참고문헌	282
<표 9> 하구저서생물지수를 위한 평가 메트릭 및 산출 기준	283
<표 10> 저서성대형무척추동물(KEBI)에 의한 생물등급	284
<표 11> 어류 동정에 주로 이용되는 참고문헌	288
<표 12> 어류생물지수 평가항목	290
<표 13> 어류(IBI)에 의한 생물등급	290
<표 14> 어류 종 목록	291
<표 15> 식생유형에 따른 식생조사구의 면적	300
<표 16> Braun-Blanquet의 식물 우점도 기준	301
<표 17> 식물 동정에 주로 이용되는 참고문헌	302

<표 18> 두 식물 종에 의해 우점하는 식생상관에 따른 군락명의 판정기준	302
<표 19> 하구 식생환경의 온전성 평가 기준	304
<표 20> 습지출현빈도에 의한 관속식물의 유형분류	306
<표 21> 담하구에 출현하는 호소성식물군락	306
<표 22> 조사 대상지의 식생자연도 평가기준	307
<표 23> 식생에 의한 생물등급	307

그 립 목 차

I. 하천 수생태계 조사 및 평가지침

<그림 1> 하상의 부착돌말류 기질 및 상태	5
<그림 2> 부착돌말류 시료 준비	10
<그림 3> 부착돌말류 분석을 위한 전처리 과정	10
<그림 4> 부착돌말류 지표종 예시	19
<그림 5> 저서성 대형무척추동물 채집도구	29
<그림 6> 현장 기온 및 수온 측정 방법의 잘못된 사례	30
<그림 7> 현장 수심 및 유속 측정 모습	31
<그림 8> 저서성 대형무척추동물 조사 도구	32
<그림 9> 골라내기(sorting)와 동정(identification)에 필요한 도구	36
<그림 10> 여울구간에서의 족대 2인 1조 채집	68
<그림 11> 흐르는 구간에서의 투망 채집	69
<그림 12> 수초가 있는 연안부에서의 족대 채집	69
<그림 13> 소에서의 투망 채집	69
<그림 14> 수변식생 하천단면도 작성 예	83
<그림 15> 수변식생 식생도 작성 예	85

II. 보 구간 수생태계 조사지침

<그림 1> 저서성대형무척추동물 조사정점 선정방법	149
<그림 2> 조사정점별 조사방법	150
<그림 3> 저서성 대형무척추동물 조사 도구	150
<그림 4> 하천단면 모식도 범례	177
<그림 5> 하천단면 모식도 작성예시	177
<그림 6> 무미양서류 채집도구 및 채집방법	180
<그림 7> 유미양서류 채집도구	181
<그림 8> 장지뱀(도마뱀)류 채집용 파충류집게	181
<그림 9> 뱀류의 채집도구 유형	182
<그림 10> 뱀채집망 및 평지 스레트 트랩 설치방법	182
<그림 11> 뱀류의 허물 형태	183
<그림 12> 파충류 흔적 식별 방법	183
<그림 13> 야간조사용 도구 및 현장조사	187
<그림 14> 포획조사용 도구 및 현장 동정	188
<그림 15> 흔적 조사 시 관찰되는 여러 유형	188


<그림 16> 무인센서카메라를 활용한 조사방법	189
---------------------------------	-----

Ⅲ. 호소 수생태계 조사지침

<그림 1> 식생 분포 지역 예시	203
<그림 2> 식생 조사 지점 선정 예시	204
<그림 3> 줄자를 이용한 트랜섹트 설치의 예	205
<그림 4> 침수식물을 이용하는 양날갈퀴	211
<그림 5> 침수식물 조사의 예	212
<그림 6> 어류 채집 조사원의 구성 (왼쪽: 3인 1조, 오른쪽: 4인 1조)	221
<그림 7> 호소에서 어류 조사시 필요한 어구 및 장비들	221
<그림 8> 호소 건강성 평가에 사용되는 어구의 구성	224
<그림 9> 호소 연안대에서 투망을 이용한 어류 채집법	224
<그림 10> 호소 연안대에서 족대를 이용한 어류 채집법	225
<그림 11> 수심이 깊은 지역에서 삼중자망을 이용한 어류 채집법	225
<그림 12> 대상 호소에서 채집된 어종 사진 촬영 자료 예	227
<그림 13> 대상 호소에서 촬영한 지점 및 어종 사진명 작성	228
<그림 14> 출현 어종별 상대풍부도(예시)	228


Ⅳ. 하구 수생태계 조사 및 평가지침

<그림 1> 닫힌하구의 부착돌말 조사를 위한 인공기질 제작	266
<그림 2> 유수역에서 사용하는 조사도구	275
<그림 3> 정수역에서 사용하는 조사도구	276
<그림 4> 서버넷(Surber net) 및 이를 이용한 채집모습	276
<그림 5> 정수역에서의 채집도구	277
<그림 6> 변형된 Ekman Grab 및 이를 이용한 채집모습	277
<그림 7> 정수역(하구호 또는 열린하구의 하류 등)에서의 조사정점	278
<그림 8> 골라내기(sorting)와 동정(identification)에 필요한 도구	282
<그림 9> 어류 조사 도구(좌: 각망, 중: 투망, 우: 족대)	286
<그림 10> 어류조사 도구(자망)	286
<그림 11> 삼림에서의 신갈나무군락의 계층구조를 표시한 단면모식도 사례	300
<그림 12> 하구의 현존식생도 예시	303
<그림 13> 하구의 식생단면도 예시	303
<그림 14> 하구 식생환경의 온전성 평가기준	305



I. 하천 수생태계 조사 및 평가지침

River and Stream Ecosystem Survey and Health Assessment Manual



1. 부착돌말류

가. 조사방법

(1) 조사대상 항목

- 부착돌말류 총출현량(세포수/cm²)
- 분류군별 우점종 및 출현량
- 부착돌말류 지표종
- 엽록소($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) 및 유기물량(mg/cm^2) 함량
- 조사구간 서식지 현황
- 부착돌말지수 및 생물등급

(2) 조사 및 채집 장소

- 조사구간은 대상 하천을 대표할 수 있는 장소로 선정하며, 하천의 중심부근으로 평균 10~50 cm/sec 정도의 유속을 가진 여울(riffle) 지역의 하상이 적절하며, 호박돌, 조약돌 등 지름 10 cm 정도의 기질을 선정한다.

※ 조사구간 선정 시 고려 사항

- ① 하폭이 좁아 가장자리의 영향 하에 있는 지역에서는 보다 깊은 수심(30~50 cm)에서 수행한다.
- ② 수심이 얕은 하천에서는 가장자리는 피하여 하상의 중심에서 채집해야 한다.
- ③ 수중보가 위치해 있는 경우, 상류지역보다는 수문 또는 보(weir) 하류의 유속이 있는 구간에서 조사한다.
- ④ 수변식생이나 녹음이 우거진 지역(그늘진 지역)은 피한다.
- ⑤ 수심 1 m 이하로 방수장화를 신고 접근 가능한 장소에서 조사 한다.
- ⑥ 채집 시 기질은 부착돌말류 서식처의 편차를 줄이기 위해 상면이 평평한 돌을 선택한다.

(3) 채집 장비 및 도구

- 현장에서 다양한 도구를 이용하여 부착돌말류를 채집할 수 있다.
 - 돌과 같이 단단한 기질은 칫솔을 이용하여 채집하며, 석회암과 같은 부드러운 하층토

는 칼날형태의 도구를 이용하여 채집한다.

- 돌과 같은 기질을 이용할 수 없는 서식지에서는 부유식물이나 침수식물의 식물체, 나뭇가지 등을 채집한 후 표면에서 부착돌말류를 채집한다.
- 현장에서 부착돌말류를 바로 긁어내지 않고 실험실로 운반하여 작업할 경우에는 채집한 시료를 아이스박스에 냉장 보관하여 운반하며 도착 후 바로 긁어낸다.

(4) 현지조사표 작성 및 환경요인의 조사

(가) 조사의 준비

- 조사에 필요한 복장과 준비물을 정리한다.
- 장화 또는 가슴장화 착용, 유속측정기, 줄자, 대자(1 m), 현장에서 직접 시료를 채집할 칫솔, 샘플병, 현장에서 직접 채집할 수 없을 경우 기질을 담은 비닐 지퍼백, 현지조사표, 핀셋, 증류수, 매스실린더(플라스틱 재질), 채수를 위한 2 L 용량의 채수용 멸균 비닐백, 사진기, GPS, 현장수질 측정기, BOD용 시료병(필요시) 등을 준비한다.

(나) 현지조사표 작성

- 현지조사표의 기본양식은 [별표 7]로 조사구간에 대한 기본적인 정보, 서식지의 유형, 시료채집 방법, 수변의 상태, 현장측정 자료 등을 기입하도록 구성되어 있다.

(5) 부착돌말류 채집

(가) 조사 및 채집 도구 준비물

1) 현장측정 장비

- 사진기, GPS
- 유속계
- 현장용 다항목 수질측정기(Hydro-Lab, YSI 등), 줄자, 대자(1 m)

2) 시료채집용 기구

- 칫솔, 비닐지퍼백, 핀셋, 아이스박스, 유성펜, 플라스틱 매스실린더

- 투명 플라스틱 시료병(200 mL), 멸균 시료통(2 L)
- 증류수, 증류수통

3) 보존용액

- 루골용액(Lugol's solution), 4 % 포르말린(formalin, HCHO), 2 % 글루타알데하이드(glutaraldehyde, C₅H₈O₂) (Standard methods, APHA 2002)
- ※ 루골용액은 최종농도가 2 % 되도록 고정한다. 샘플 100 mL일 때 루골용액 2 mL를 첨가한다.
- ※ 포르말린 용액은 최종농도가 4 % 되도록 고정한다. 샘플 100 mL일 때 포르말린 4 mL를 첨가한다.
- ※ 글루타알데하이드 용액은 최종농도가 2 %가 되도록 고정한다. 샘플 100 mL일 때, 글루타알데하이드 2 mL를 첨가한다.

4) 안전용품

- 장화(또는 가습장화), 고무장갑

(나) 채집지 선택

- 하천에서 서식지의 차이로 인한 변이는 조사지역의 특성을 나타낼 수 있는 부착돌말류의 복수기질 또는 서식지 조합의 방법으로 줄일 수 있다.
- 채집지역을 선정하고, 채집 전 현지조사표를 사전에 작성한다. 인원이 충분할 경우에는 동시에 작성한다.
- 일반적으로 채집하는 기질/서식지 조합은 유속이 10~50 cm/sec 정도인 얇은 여울에 있는 자갈을 이용한다.
- 모래 위의 종조성은 미미하고 하층이 불안정한 상태로서 대상기질로 적합하지 않다.
- 기질/서식지 조합(substrate/habitat combination)에서 몇 개의 부표본(subsample)을 채집한다. 보통 3개 또는 그 이상의 부표본을 채집한다.
- 단위면적당 생물량을 측정을 위해 클로로필-*a* 및 채집면적을 측정한다. 부표본을 채집하기 전까지는 샘플에 고정시약을 넣으면 안 된다.

(다) 부착돌말류 기질의 선택 및 채집법

1) 기질 선택

- 부착돌말류의 채집은 다양한 기질(천연기질, 하천 내의 인공구조물, 매질 내에 장치된 인공기질, 수생식물 등)에서 가능하나, 여러 개가 동시에 존재할 경우 가장 대표적인 것을 선정한다.
- 부착돌말류의 기질은 하천 내에서 가장 안정되고 견고한 자연 상태의 기질(호박돌, 조약돌 등, 지름 10 cm 정도)로 상면이 편평한 돌을 선택한다.
- 시료 수는 최소 3개 이상으로 한다.

※ 기질 선택 시 고려사항 우선순위

- ① 자연기질(하상의 자갈)
 - ② 인공적으로 만들어진 견고한 기질(시멘트, 나무구조 등의 인공적 기질)
 - ③ 위의 두 형태의 기질 선택이 부적절한 경우는 식생 기질(식물체 줄기나 잎)
 - ④ 그 외 모든 기질이 존재하지 않거나 특별한 연구를 수행하는 경우 인공적인 하상 재질 또는 인공기질을 설치하여(최소 4주 전 설치) 조사한다.
- 물의 흐름에 의한 영향으로 이동하거나 불안정한 기질(모래, 진흙 등)과 나무 등의 채집은 피한다.

2) 시료의 채집면적

- 표본의 채집면적은 약 100 cm²가 되도록 한다.
- 부착돌말류가 부족한 하천에서는 1,000 cm²에 근접하게 채집한다.

3) 기질 종류별 채집방법

가) 자연상태의 견고한 기질에서 채집

- 표본채집은 자연 상태의 견고한 기질의 상면 100 cm²(지름 10 cm 정도) 이상 되는 편평한 돌을 선택하여야 한다(그림 1).



<그림 1> 하상의 부착돌말류 기질 및 상태

<표 1> 하천에서 기질 형태별 부착돌말류 채집기법

기질형태 (substrate type)	채집기법 (collection technique)
제거 가능한 딱딱한 기질 - 자갈류, 나무조각	물에서 대표 기질을 제거, 칫솔 등으로 표면의 부착돌말류를 긁어 샘플병에 담는다.
제거 가능한 부드럽거나 연한 기질 - 이끼류, 대형조류, 식물체 줄기, 잎 및 뿌리	약간의 물과 식물을 병, 통, 비닐봉지 등의 용기에 넣은 다음 많이 흔들고 부착돌말류를 조심스럽게 긁어낸다. 샘플 용기에서 식물은 제거한다.
제거 불가능한 큰 기질 - 바위, 큰 돌, 기반암, 나무덩어리, 큰 나무 등	밀착이 가능한 칼라(부착면, 깃)가 붙어있는 PVC 파이프를 기질에 밀봉되도록 기질 한쪽 끝에 위치시킨다. 파이프에 있는 부착돌말류를 칫솔, 손톱브러시, 긁개(scraper) 등을 이용해서 제거한다. 파이프에 있는 부착돌말류를 피펫으로 이용하여 제거한다.
연한 퇴적층 - 모래, 실트, 미세 유기물, 진흙	퇴적물위에 페트리접시(petri dish)를 뒤집는다. 시약스푼 등을 이용해 퇴적물을 담는다. 하천으로부터 퇴적물을 제거하고 샘플 용기에 씻어 넣는다. 부착돌말류 샘플은 퇴적물이 가라 앉으면 스푼, 핀셋, 피펫 등으로 채집한다.
인공기질 - 유리, 돌, 플라스틱, 진흙	유속이 어느 정도 있고 빛이 드는 구간에 매달거나 하상에 설치한다. 채집 하기 최소 4주 전에 설치하며 기질이 유실되지 않도록 한다. 부착돌말류 채집은 자연기질의 방법과 동일하다.

※ 자갈의 상면이 100 cm² 이상이 되지 않을 경우에는 여러 개의 자갈을 선택하고 그 면적으로 채집하며, 채집한 자갈의 수는 상관없다. 기질의 특성과 수에 관계없이 부착돌말류는 항상 기질의 윗부분에서 채집한다.

나) 하천 내의 인공구조물을 이용한 부착돌말류 채집

- 자연 상태의 견고한 기질이 없는 경우 채집은 교각, 보(weir)와 같은 인공적으로 견고한 기질을 선택하고 약 30 cm 정도의 수심에서 채집한다.

다) 식물체 기질상의 부착돌말류 채집

- 자연적 또는 인공적인 기질이 없는 곳에서 시료 채집은 고등식물의 침수된 부위에서 수행할 수 있다. 이러한 식생 기질은 부착돌말류 이외의 식물체에 침적된 유기질 또는 무기질을 제거하기 위해 흐르는 물에 가볍게 흔들어 세척한다. 이 때 부착돌말류가 탈리되지 않도록 주의해야 한다. 또한 부유식물 잎의 밑면 채집은 빛이 불충분하기 때문에 피해야 한다.

라) 인공기질을 이용한 부착돌말류 채집

- 현장에 부착돌말류의 채집이 가능한 기질(자연기질, 하천 내 인공구조물, 식생기질)이 없을 경우, 현장 시료의 채취가 어려운 경우(건너기 어려운 대하천이나 얕지만 여울이 없는 강, 늪지, 유속이 거의 없는 정수역화 된 정수서식지의 연안 등) 혹은 특별한 연구를 수행하는 경우에는 인공기질을 현장에 설치하여 일정기간 이상 조류가 착생 및 성장하도록 한 후 채집한다.

※ 인공기질 설치 시 고려 사항

- ① 인공기질은 유리슬라이드가 많이 이용되며 그 외에 투명아크릴, clay pot, 벽돌 등의 여러 가지 인공기질이 이용된다. 따라서 기간을 다르게 선정할 수 있다.
- ② 유속이 있고 그늘지지 않은 구간을 선택하여 매달거나 하상에 설치한다.
- ③ 조류의 배양기간은 4주 이상으로 그 기간 내에서 수중의 영양상태나 환경조건에
- ④ 인공기질을 이용한 부착돌말류 채집법과 그 외 관련된 전처리, 분석 등의 과정은 자연기질과 동일하다.
- ⑤ 인공기질을 사용 시 주의사항은 기질을 잃어버리지 않도록 설치하는 것이다.

마) 현장 시료의 전처리

- 부착돌말류의 채집은 칫솔과 증류수를 이용하여 기질의 일정한 면적을 긁어내어 시료병에 담는다.

※ 채집된 부착돌말류 전처리 방법

- ① 기질(돌)에서 채집할 부분을 일정면적의 방형구(quadrant)로 덮은 후 방형구 주변을 솔로 긁고 증류수로 씻어 제거한 후 덮은 면적을 솔로 긁어내어 메스실린더에 담고 증류수를 이용하여 일정한 양(예: 100 mL)으로 맞춘다.
- ② 생물량(biomass)과 엽록소-a 농도 분석을 위한 시료는 냉장 상태(4℃ 수준)로 유지하여 실험실로 운반하고, 종조성 및 세포밀도 검정을 위한 시료는 현장에서 루골(Lugol) 용액 또는 중성 포르말린으로 고정한다. 일반적으로 포르말린은 4 %

완충 포르말린(buffered formalin)을 이용하며 농도는 부착돌말류와 함께 채집된 유기물 양의 정도에 따라 가감될 수 있다.

4) 현장에서의 정도관리(Quality Control, QC)

- 채집이 끝나면, 모든 브러쉬 및 긁개(scraping) 도구 등은 깨끗이 닦고 증류수로 씻는다. 도구는 다음 채집 장소에서 이용할 수 있으며, 필요시 다시 씻는다. 단, 칫솔은 새 것을 사용한다.
- 채집 이후에 모든 과정과 결과를 정확하게 기재하기 위해 모든 라벨과 기재된 정보를 확인한다.
- 분석전에 샘플링 기법, 샘플분석, 분류학적인 부분의 재현성과 정도를 미리 평가할 수 있으면 좋다. 이 경우 전체 채집 샘플의 약 10 %에 대하여 분석을 실시한다.
- 지리정보체계를 통한 자료처리를 위해 좌표는 GPS를 이용하여 기록한다(WGS 84 체계).

(6) 실험실 분석

(가) 부착돌말류 생물량 측정

1) 생물량 측정의 개요

- 부착돌말류의 생물량은 클로로필-*a*, 유기물량(ash-free dry matter, AFDM), 세포밀도, 세포의 생체량 등으로 측정할 수 있으며 자연 또는 인공기질에서 채집된 시료에서 측정한다. 단위 면적당 클로로필-*a*($\mu\text{g}/\text{cm}^2$), 유기물량(mg/cm^2)으로 평가하기 때문에 정량화하기 위해서는 기질의 면적(cm^2)을 반드시 구해야 한다.
- 부착돌말류의 생물량은 해당 수체의 부영양상태를 나타낸다. 그러나 오랜 기간 안정화된 수체의 흐름이 있고 생산성이 높지 않은 곳에서는 퇴적으로 인해 생물량이 많게 나타날 수 있다. 반면에 독성 또는 홍수나 포식자에 의한 섭식으로 생물량이 적게 나타날 수도 있다.
- 부착돌말류 클로로필-*a*의 평균과 최대값은 하천 내의 영양 상태를 판단하는데 이용될 수 있다.
※ Dodds 등(1998)은 빈영양~중영양 경계의 클로로필-*a*는 평균 $2 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, 최대값은 $7 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 이며, 중영양~부영양 경계의 클로로필-*a*는 평균 $6 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, 최대값은 $20 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 로 제안하였다.

2) 부착돌말류 분석을 위한 실험실 장비

가) 기기

- 10~15배 대안렌즈와 20배, 40배, 100배(유침: oil immersion 사용) 대물렌즈를 장착한 현미경
- 전기열판(hot plate)
- 흡후드(fume hood)
- 흡광광도계(spectrophotometer) 또는 형광광도계(fluorometer)
- 원심분리기

나) 기구

- SR챔버(Sedgwick-Rafter Counting Chamber)
- 현미경 슬라이드글라스 및 커버글라스
- 유침(oil immersion), 렌즈 paper, 티슈
- 핀셋
- 증류수병
- 알루미늄 접시(aluminum weighing pans)
- 200~500 mL 바이커

다) 산화제

- 질산(nitric acid, HNO_3), 황산(sulfuric acid, H_2SO_4), 중크롬산칼륨(potassium dichromate, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), 50 % 과산화수소수(hydrogen peroxide, H_2O_2), 과망간산칼륨(potassium permanganate, KMnO_4), 99 % 암모니아 용액(ammonia, NH_3), 염산(hydrogen chloride, HCl), 97 %, 99 % 에탄올(ethanol, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)

라) 슬라이드 제작 시약

- 옥수수 시럽, 포름알데히드(formaldehyde, HCHO)
- 투명 에나멜

마) 클로로필-*a* 분석 시약

- 90 % 아세톤(acetone, CH_3COCH_3)

- 탄산마그네슘(magnesium carbonate, MgCO_3)

바) 안전 장구

- 눈보호 안경, 실험실 가운

3) 클로로필-*a* 측정법

- 클로로필-*a*는 조류생물량의 0.5~2.0 %의 범위이며, 조류의 종류, 빛과 영양염 농도에 따라 비율이 변화한다. 클로로필-*a* 분석방법은 수질오염공정시험기준 또는 표준법(Standard methods)을 따른다. 이 분석은 비교적 단순하고 아래와 같은 원리로 이루어진다.

① 클로로필-*a*를 아세톤(90 %)으로 추출하여 24시간 냉장보관

② 상등액을 추출하여 흡광광도계(spectrophotometer) 또는 형광광도계(fluorometer)로 농도 측정

③ 측정한 시료의 엽록소 농도로 기질 내 엽록소 농도를 계산

※ 실내분석의 경우 시료수에 따라 시간과 노력이 많이 소요되므로, 필요시 현장에서 측정할 수 있는 장비를 이용할 수 있다. 이때 현장 장비 측정 결과와 아세톤 추출법 결과를 반드시 비교하여 보정한다.

4) 유기물량 측정법(Ash-Free Dry Matter: AFDM)

- 유기물량 분석은 기질에 부착된 부착돌말류 군집 전체의 유기물을 측정하는 것이며, 유기물은 세균, 곰팡이, 작은 동물류 및 부식질의 생물량을 포함한다. 이 분석에 대한 자세한 내용은 표준법(Standard methods)을 따른다. 유기물량 분석은 비교적 단순하며 샘플 내의 유기물을 말리고 태워서 그 전후 무게의 차이를 측정한다.
- 시료가 싼트로 구성되어 있는 경우의 부착돌말류 생물량을 측정하기 위해서는 건중량보다는 유기물량을 측정한다.

(나) 시료의 준비

- 부착돌말류의 생물분석을 위해 현장에서 채집한 기질을 현장 혹은 실험실에서 부착돌말류를 긁어내고 증류수를 이용하여 일정한 부피(예: 100 mL)로 맞추어 실험실 분석용 시료(종조성, 생물량)로 한다. 시료는 일정한 양만큼 덜어내어 이용하고 남은 시료는 냉동고에 보관한다(그림 2, 3).

1) 시료의 산화 처리

- 부착돌말류 총출현량, 분류군별 우점종 및 출현량 조사를 위한 현미경 검경용 슬라이드 제작을 위해 채집한 부착돌말류 시료를 산화처리 하여 이물질과 세포내 유기물을 제거한다.



<그림 2> 부착돌말류 시료 준비

	하천 조사		시료병에 담음		원심분리관에 옮김
	시료 채집		시료를 잘 혼합		원심분리 (산화제 제거) 5,000rpm, 30min
	실험 준비물		비이커에 시료를 옮김		커버글라스에 시료를 옮긴 후 완전 건조시킴
	기질로부터 부착조류제거		산화제 첨가		슬라이드글라스에 봉입제를 첨가하고 커버글라스를 옮김
	시료를 일정한 양으로 정용		전열판에서 끓임		영구표본을 완성한 후 보관용기에 옮김

<그림 3> 부착돌말류 분석을 위한 전처리 과정

※ 부착돌말류 시료에 산을 가하면 격렬한 발열반응이 일어나므로 후드, 보호안경, 보호복(실험가운)을 착용해야 한다. 시료가 넘쳐 오염이 되는 경우가 있으므로 각각의 부착돌말류 시료 비이커는 적어도 10 cm 이상 떨어뜨려 놓아야 한다.

가) 질산(HNO_3) 세척법(※ 반드시 후드 내에서 실시)

- ① 보존용액으로 고정된 부착돌말류 시료 5~10 mL을 유리 비이커에 넣는다.
- ② 강력한 발열반응이 일어나도록 농축 질산을 충분히 첨가한다. 대개 부착돌말류 시료 양과 산의 양이 같으면 발열반응이 일어난다.
- ③ 산을 첨가한 부착돌말류 시료는 최소 5시간 이상 산화시킨 후
- ④ 비이커에 증류수를 가득 채운다.
- ⑤ 비이커의 물 cm 당 1시간 정도 기다린다(예: 5 cm인 경우 5시간 방치).
- ⑥ 사이펀으로 상등액을 제거하고 다시 증류수를 채운다. 가벼운 부착돌말류가 빨려드는 것을 피하기 위해 사이펀은 가운데는 피하고 비이커 가장자리 쪽이나 물의 표면에서 실시한다.
- ⑦ 모든 색깔이 없어질 때까지 ④~⑥ 과정을 반복하면, 부착돌말류 시료는 점차 깨끗해지거나 또는 중성의 pH를 갖는다. 깨끗한 색이 나온 부착돌말류 시료를 이용하여 표본(슬라이드)을 제작한다.

나) 과산화수소(Hydrogen Peroxide)/중크롬산칼륨(Potassium Dichromate) 산화법

- ① 위의 가) 질산 세척법의 ① 과정과 같이 부착돌말류 시료를 준비하고, 농축된 산 대신에 과산화수소수(H_2O_2 , 50 %)를 넣어준 후 밤새 놓아둔다.
- ② 밤새 산화시킨 시료에 중크롬산칼륨을 첨가한다.
- ③ 시료 색이 자주색에서 노란색으로 바뀌고 끓는 것이 멈추면 비이커에 증류수를 채운다.
- ④ 4시간 후 사이펀으로 상등액을 제거하고 다시 증류수를 채운다. 가벼운 부착돌말류가 빨려드는 것을 피하기 위해 사이펀은 가운데는 제외하고 비이커 가장자리 쪽이나 물의 표면에서 실시한다.
- ⑤ 투명한 색이 나올 때까지 ④의 과정을 반복한다. 투명한 색이 나온 시료는 표본(슬라이드)을 제작한다(슬라이드 제작은 아래 참조).

2) 검경 및 동정

가) Resin mount 방법

- ① 산화 처리로 얻어진 현탁액의 1~2 방울을 취하여 커버글라스 위에 놓고 약한 온도(40℃ 이하)에서 말린다. 특히 그 내부에서 부착돌말류 피각들이 서로 엉켜서 응집되는 것을 피해야 한다. 커버글라스는 굴절되지 않고 얇은 것을 사용한다.

- ② 평평한 판 위에서 강한 굴절률을 가진 액체로 된 resin 봉입제(1.7 이상의 강한 굴절지수를 가지고 있는 Hyrax[®], Naphrax[®], Pleurax[®]는 가장 많이 이용하는 봉입제이다)를 1~2 방울 정도 떨어뜨린다. 부착돌말류의 피각에 봉입제가 스며들게 하기 위해서 미리 살짝 가온한 열판위에서 수행한다.
- ③ 봉입제가 스며든 커버글라스를 슬라이드글라스 위에 덮는다. 이때, 부착돌말류의 피각이 골고루 분포될 수 있도록 커버글라스를 약간 눌러준다. 이 과정을 통해 슬라이드 위의 부착돌말류 피각이 고르게 재 분포된다.

나) 시료의 슬라이드 준비 및 계수(counting)

- Palmer 계수기(counting cell)는 돌말류를 제외한 조류(soft-algae)의 종분류와 계수에 사용한다. Palmer counting cells에서는 정확한 돌말류의 분류가 불가능하기 때문에, 특별한 봉입(mount) 방법으로 세척한 돌말류를 계수한다.

① 소형 세포의 계수 준비과정

- 샘플에 크기가 작은 조류가 많아 1,000배에서 관찰할 경우는 간편한 wet mount 방법을 사용한다. 현미경 하에서 초점을 맞추고 유침(oil immersion)을 사용할 때 커버글라스 밑에 물의 양이 적으면 세포들의 운동을 방해하게 된다. 적절히 밀봉하여 제작한 슬라이드들은 3~4일 정도 유지된다.
- 시료 내의 조류 종조성이 잘 알려져 있는 경우에는 조류를 시럽(syrup)에 mounting 함으로써 준비와 계수기간을 줄일 수 있다. 시럽 내에서, 돌말류를 제외한 조류(soft-algae)와 돌말류는 동정되지만, 돌말류의 형태학적인 세부사항은 수지성분(예: Naphrax[®], Pleurax[®])으로 봉입하여 관찰 및 계수한다.

a. Wet mount 방법

- 슬라이드글라스를 깨끗이 닦고 평평한 표면에 놓는다.
- 슬라이드글라스 위에 산화 처리로 얻어진 조류현탁액(algal suspension) 몇 방울을 놓는다.
- 슬라이드글라스 위에서 조류현탁액을 건조시킨다. 슬라이드 가열판(slide-warmer)을 사용하면 물의 증발 속도를 높일 수 있다.
- 조류현탁액의 건조가 끝나자마자 약간의 증류수를 슬라이드글라스에 떨어뜨리고 커버글라스를 슬라이드글라스에 덮는다.
- 투명한 에나멜(예: 메니큐어)로 커버글라스 주위를 밀봉한다. 적절히 밀봉하여 제

작한 슬라이드들은 3~4일 정도 유지된다.

② 대형 세포의 계수 준비과정

- SR 챔버는 충분한 시료를 검경할 수 있도록 1.0 mL의 well을 가진 변형된 큰 슬라이드로 세포의 계수는 보통 Palmer cells 또는 wet mounts로 계수한 이후에 실시한다.
- 시료에 대한 횡 혹은 종방향의 일정 섹터(keeping track)을 관찰하는 동안, 200배 또는 100배의 배율하의 counting cell에서 크기가 큰 조류를 계수하고 분류한다.

a. 시럽 마운트(Syrup mount) 방법

- 30 mL의 깨끗한 옥수수 syrup(예, Karo® Corn Syrup)과 7 mL 포르말데히드, 63 mL의 증류수를 섞어 Taft's syrup medium(TSM)을 준비한다. 100 % TSM 10 mL와 증류수 90 mL를 혼합하여 10 % TSM을 만든다.
- 슬라이드글라스 위에 0.2 mL 10 % TSM을 떨어뜨린다.
- 사용된 희석액을 고려하여 조류현탁액 시료 1~2 방울을 슬라이드글라스 위에 떨어뜨린다.
 - ※ 24시간동안 말린다. 또는 슬라이드 가열판(slide-warmer)에서 말린다. 너무 오래 말리거나 또는 세포에서 원형질분리가 일어날 때까지 말리지는 않아야 한다.
- 조류현탁액이 마르면 여기에 다시 10 % TSM 1 mL를 떨어뜨린다. 이때 먼저 떨어뜨려 말렸던 TSM과 조류현탁액이 재부상 되지 않도록 새로운 10 % TSM을 빨리 떨어뜨린 후 밤새 말리거나 또는 슬라이드 가열판 위(4시간)에서 말린다.
- 커버글라스로 슬라이드글라스를 덮은 후 슬라이드를 열판에 놓고 슬라이드와 시럽을 데운다. 끓지 않게 하고 데우기만 한다. Syrup이 커버글라스에 고루 퍼지게 핀셋을 이용하여 커버글라스를 가볍게 누른다. 이 때 syrup이 커버글라스 밖으로 밀려나지 않게 주의한다.
- 열판에서 슬라이드를 들어내고 냉각시킨다.

<표 2> 부착돌말류 분류군별 기준 문헌

제목	저자	출처	발행년도	비고
수생태계 건강성 조사 및 평가를 위한 한국산 돌말류 생태도감	환경부 /국립환경과학원		2011	부착돌말류 분류 및 생태 참고문헌
한국산 돌말류 (식조류)의 연구 I. 분류체계와 분류계급의 한국명화	이 등	한국조류학회지 10:1-11	1995	부착돌말류 분류체계 참고
한국산 돌말류 (식조류)의 분류체계 연구 II. 출현목록	이 등	한국조류학회지 10:13-77	1995	국내 부착돌말류 출현목록 참고
Süßwasserflora von Mitteleuropa Bacillariophyceae	K. Krammer and H. Lange-Bertalot	Elsevier	1997	부착돌말류 분류 참고문헌
淡水硅藻生態圖鑑	Watanabe	内田老鶴圃	2005	부착돌말류 분류 및 생태 참고문헌
http://www.nibr.go.kr/species/home/species				국내 담수조류 분류 및 형태 참고문헌
H. Kobayasi's Atlas of Japanese Diatoms based on electron microscopy	Hiromu Kobayasi	Uchida Rokakuho Publishing Co., Ltd. Tokyo	2006	부착돌말류 분류 및 형태 참고문헌(일본)

① 냉각되면서 슬라이드위의 커버글라스가 밀봉된다.

② 슬라이드 아래의 시럽을 좀 더 오래 밀봉하려면 커버글라스 주변을 투명 에나멜로 밀봉한다.

※ 주의사항: 엽록소의 색깔을 보존하기 위해 샘플을 암소에 보관한다. 슬라이드를 따뜻한 곳에 저장하면, syrup이 점성을 잃어 점액질을 분비하게 된다. 조류와 TSM이 커버글라스 아래로 흘러나와서 오염될 수도 있다. 슬라이드는 평평한 곳에서 보관한다.

3) 동정

- 얇은 커버글라스 면을 현미경 대물렌즈 위에 위치시키고 U자형으로 이동하는 방법에 따라 수행한다. 이것은 동일한 부분을 다시 돌아와 동정하는 것을 피하기 위한 방법이다.
- 세포 동정 시 현미경의 배율을 400배나 1,000배로 관찰하며 부착돌말류 동정을 위한 참고문헌은 <표 2>에 제시된 문헌을 참고한다. 동정결과는 조사 일자, 조사 구간 등을 기입하고 출현종 및 개체수를 기록한다. 동정은 가능한 한 종 수준까지 한다.
- 부착돌말류 대상 종은 <부록 1>에 제시하였다.

4) 정도관리(Quality control)

- 모든 시료와 부착돌말류 슬라이드 채집 증거를 유지한다. 정확한 라벨링하고, 고정하여 나중의 참고를 위해서 보관한다. 부착돌말류 슬라이드 표본은 위치를 정확히

하기위해 다이아몬드 마커나 유성 펜을 이용하여 명기한다. 표본에 대한 기록을 유지한다. 표본의 사진을 통해 실험실 내 정도관리를 향상시킨다.

- 모든 샘플의 충분한 정도관리를 위해 몇 개의 wet mount 반복 샘플 내의 상대풍부도와 종풍부도를 평가한다.
- 가능한 경우 QA/QC 시료는 분류학적 정확성을 평가하기 위해 다른 분류학자에 동정을 의뢰한다.
- 공통적인 주요 부착돌말류 종들은 동일한 구간의 시료로 만든 두 개의 부착돌말류 슬라이드 표본에서 같은 결과가 나와야 하며, 두 개의 반복 부착돌말류 슬라이드 표본에서 군집유사도지수가 75 %를 초과하여야 한다.

$$\text{군집유사도지수} = 100 - 0.5 \sum_{i=1}^s |a_i - b_i| = \sum_{i=1}^s \min(a_i, b_i)$$

a_i = sample A에서 i 종의 상대풍부도

b_i = sample B에서 i 종의 상대풍부도

- QA/QC 시료에 대한 다른 분류학자의 동정의뢰가 어려우면 wet mounts와 부착돌말류 슬라이드의 분류학적인 결과를 확인하고 주기적인 spot-check를 위해 외부 분류학자의 의견을 들어야 한다. Wet mount의 모든 일반 속과 부착돌말류 슬라이드의 모든 주요 종(상대 풍부도 3 % 이상)은 두 분석자에 의해 비슷하게 분류되어야 한다. 분류에 대한 차이점은 토의해야 하고 필요에 따라 수정해야 한다.

나. 평가방법

(1) 부착돌말(TDI: Trophic Diatom Index)

(가) TDI 계산법

- 부착돌말 영양지수는 각 구간에서 출현한 종의 상대밀도, 종의 오염민감도 및 지표값을 사용하여 계산한다.

$$TDI = 100 - \{(WMS \times 25) - 25\}$$

WMS : 가중평균민감도(weighted mean sensitivity)

$$WMS = \sum A_i \cdot S_i \cdot V_i / \sum A_i \cdot V_i$$

A_i : 표본 내 종의 상대풍부도(abundance(proportion) of i th species in sample, %)

S_i : 종의 오염 민감도(pollution sensitivity of i th species, $1 \leq S \leq 5$)

V_i : 종의 지표 값(indicator value of i th species, $1 \leq V \leq 3$)

- 현장 시료를 이용하여 영구표본을 제작한 후 한 개 표본(슬라이드)에서 돌말류 패각(frustule)을 최소한 200개 이상 계수한다.
- 현미경 계수한 결과(A)를 이용하여 각 분류군(종)에 대한 부착돌말지수(TDI)의 오염민감도값(S: sensitivities value)과 지표가중치(V: indicator value)을 구분하여 추출하고, 동시에 수질오염에 대한 내성종과 그 계수한 값을 구분하여 표시한다.

(나) TDI 계산 예

- 해당 하천구간에서 검경 및 계수된 부착돌말류 종의 목록과 각각에 대한 밀도(count) 또는 상대풍부도(%), 오염민감도와 지표가중치에 근거하여 다음과 같이 계산한다(표3, 부록2).
- 아래의 표를 이용하여 다음의 TDI 계산식에서 가중평균민감도를 산정한 후에 이를 이용하여 최종 TDI를 계산한다.

$$WMS : \sum ASV / \sum AV = 1,580 / 611 = 2.59$$

$$TDI : 100 - \{(2.59 \times 25) - 25\} = 60.35$$

<표 3> 사례 지역에서 분석한 부착돌말류의 상대 밀도 및 부착돌말류 종들의 오염민감도(S: sensitivities) 및 지표가중치(V: indicator values)의 계산

분류군	개수(A)*	오염민감도(S)	지표가중치(V)	ASV	AV
<i>Achnanthes lanceolata</i>	4	1	1	4	4
<i>Achnanthes minutissima</i>	8	1	3	24	24
<i>Amphora pediculus</i>	23	1	2	46	46
<i>Cocconeis pediculus</i>	38	2	3	228	114
<i>Cocconeis placentula</i>	54	2	3	324	162
<i>Craticula ambigua</i>	1	5	3	15	3
<i>Cyclostephanos dubius</i>	1	4	1	4	1
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	34	4	3	408	102
<i>Cymbella silesiaca</i>	1	1	3	3	3
<i>Diatoma moniliformis</i>	4	5	1	20	4
<i>Diatoma vulgaris</i>	3	5	1	15	3
<i>Gomphonema olivaceum</i>	1	5	3	15	3
<i>Gomphonema parvulum</i>	4	5	2	40	8
<i>Nitzschia amphibia</i>	1	5	3	15	3
<i>Navicula cryptotenella</i>	2	4	2	16	4
<i>Nitzschia dissipata</i>	7	4	3	84	21
<i>Navicula gregaria</i>	5	4	1	20	5
<i>Nitzschia inconspicua</i>	10	1	2	20	20
<i>Navicula lanceolata</i>	11	5	3	165	33
<i>Navicula minima</i>	1	1	3	3	3
<i>Navicula mutica</i>	1	5	3	15	3
<i>Navicula tripunctata</i>	1	5	3	15	3
<i>Reimeria sinuata</i>	7	1	3	21	21
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	15	3	1	45	15
<i>Stauroneis scuta</i>	1	5	3	15	3
합계	237			1,580	611

주) * 개수(count) 값은 전체 밀도에 대한 부분(%)을 이용할 수도 있다.

(다) 생물학적 평가지수에 의한 등급구분

- 하천환경의 질에 대한 구분은 해당지역이나 국가의 필요에 따라 다양한 등급으로 구분한다. 본 부착돌말류 평가등급은 5단계로 구분한다. 5등급의 구분은 “A”, “B”, “C”, “D”, “E” 이며, 각각의 등급은 매우 좋음, 좋음, 보통, 나쁨, 매우 나쁨의 환경상태로 규정한다.

(라) TDI 값에 의한 평가

- 해당 하천에서 채취한 시료를 이용하여 만든 표본(슬라이드 샘플)에서 계수된 돌말류의 상대빈도와 해당종의 오염민감도 및 지표값을 이용하여 계산된 부착돌말지수(TDI)의 점수에 따라 등급을 구분한다(표 4).

<표 4> 부착돌말류 평가지수 등급

등급구분	환경상태	부착돌말지수 범위 (TDI)
A	매우 좋음	$90 \leq \sim \leq 100$
B	좋음	$70 \leq \sim < 90$
C	보통	$50 \leq \sim < 70$
D	나쁨	$30 \leq \sim < 50$
E	매우 나쁨	$0 \leq \sim < 30$

(2) 정성적 평가방법

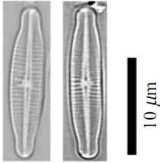
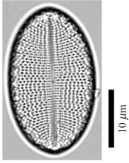
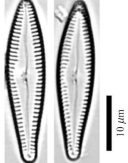
(가) 하상 부착돌말류 발달상태

- 부착돌말류의 서식환경은 하상이며 주로 돌에 부착하는 상태로 보여 진다. 따라서 하상의 부착돌말류 발달 상태에 따라 질적인 구분이 가능하다. 그러나 외관상의 구분으로 환경상태를 정확하게 판단하기가 어렵고 또한 개인별 차이가 있을 수 있으므로 부착돌말 발달 상태에 의한 평가는 참고로만 이용한다.

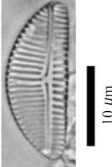

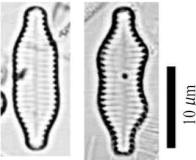
(나) 지표종

- 부착돌말류는 광범위한 오염구배에 대한 내성이 크고 또한 다양한 환경에서 나타나기 때문에 생물지표종으로서의 활용성이 크다(그림 4).
- 다만 생물지표종 이용의 문제는 다양한 환경에 대한 이들의 내성이 나타나므로 단순한 존재의 유무를 가지고 판단하기에는 어려움이 있다.



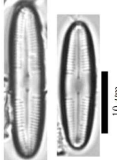
매우 좋음 (A등급)

		
<i>Achnanthes alteragracillima</i> (땅콩돌말)	<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> (난알돌말)	<i>Gomphonema clevei</i> (썩기돌말)

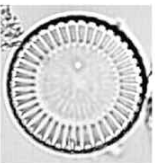
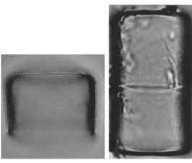
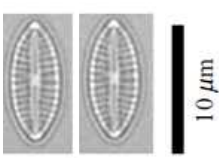
좋음 (B등급)

		
<i>Cymbella minuta</i> (반달돌말)	<i>Cocconeis pediculus</i> (난알돌말)	<i>Fragilaria construens</i> f. <i>binodis</i> (김발돌말)


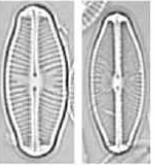
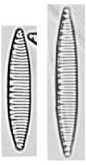
보통 (C등급)

		
<i>Cyclotella ocellata</i> (단추돌말)	<i>Cymbella aspera</i> (반달돌말)	<i>Caloneis bacillum</i> (오이돌말)

나쁨 (D등급)

		
<i>Cyclotella meneghiniana</i> (단추돌말)	<i>Melosira varians</i> (원통돌말)	<i>Navicula subminuscula</i> (쪽배돌말)

매우 나쁨 (E등급)

		
<i>Achnanthes exigua</i> (땅콩돌말)	<i>Navicula pupula</i> (쪽배돌말)	<i>Navicula saprophila</i> (쪽배돌말)

<그림 4> 부착돌말류 지표종 예시

부록 1. 부착돌말지수(TDI)에 사용된 부착돌말류 종들의 오염민감도(s: sensitivities)
및 지표가중치(v: indicator values)

분류군(Taxa)				번호	오염 민감도(S)	지표 가중치(V)
중심돌말목 Centrales	체돌말과 Cosinodiscaceae	체돌말속 Coscinodiscus	<i>Coscinodiscus</i>	1	2	1
	반원반돌말과 Hemidiscaceae	바퀴돌말속 Actinocyclus	<i>Actinocyclus normanii</i>	2	1	1
			<i>Actinocyclus</i>	3	1	1
	원통돌말과 Melosiraceae	원통돌말속 Melosira	<i>Melosira nummuloides</i>	4	5	2
			<i>Melosira varians</i>	5	4	3
			<i>Melosira</i>	6	5	2
		Pleurosira	<i>Pleurosira</i>	7	3	1
		사슴돌말속 Stephanopyxis	<i>Stephanopyxis</i>	8	3	1
	끈원반돌말과 Thalassiosiraceae	골편돌말속 Skeletonema	<i>Skeletonema costatum</i>	9	1	1
		대롱돌말속 Aulacoseira	<i>Aulacoseira alpigena</i>	10	2	1
			<i>Aulacoseira ambigua</i>	11	2	1
			<i>Aulacoseira distans</i>	12	2	1
			<i>Aulacoseira granulata</i>	13	5	3
			<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	14	2	1
			<i>Aulacoseira italica</i>	15	2	1
			<i>Aulacoseira</i>	16	2	1
		왕관돌말속 Cyclostephanos	<i>Cyclostephanos</i>	17	4	1
			<i>Cyclostephanos dubius</i>	18	4	1
			<i>Cyclostephanos invisitatus</i>	19	4	1
		단추돌말속 Cyclotella	<i>Cyclotella asterocostata</i>	20	3	3
			<i>Cyclotella atomus</i>	21	3	1
			<i>Cyclotella cistula</i>	22	3	3
			<i>Cyclotella cryptica</i>	23	3	3
			<i>Cyclotella meneghiniana</i>	24	4	3
			<i>Cyclotella ocellata</i>	25	3	3
			<i>Cyclotella pseudostelligera</i>	26	4	1
			<i>Cyclotella radiosa</i>	27	5	3
			<i>Cyclotella stelligera</i>	28	1	1
			<i>Cyclotella wolkereckii</i>	29	3	3
			<i>Cyclotella</i>	30	3	3
		고리돌기돌말속 Stephanodiscus	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	31	5	3
			<i>Stephanodiscus rotula</i>	32	5	3
			<i>Stephanodiscus</i>	33	5	3
		끈원반돌말속 Thalassiosira	<i>Thalassiosira bramaputrae</i>	34	4	3
			<i>Thalassiosira weissflogii</i>	35	4	3
			<i>Thalassiosira</i>	36	4	3
	실패돌말과 Biddulphiaceae	Hydrosera	<i>Hydrosera</i>	37	3	1
깃돌말목 Pennales	김발돌말과 Fragilariaceae	별돌말속 Asterionella	<i>Asterionella formosa</i>	38	1	1
			<i>Asterionella</i>	39	1	1
	막돌말속 Diatoma		<i>Diatoma ehrenbergii</i>	40	5	1
			<i>Diatoma mesodon</i>	41	5	1
			<i>Diatoma moniliformis</i>	42	5	1
			<i>Diatoma tenuis</i>	43	5	1

분류군(Taxa)		번호	오염 민감도(S)	지표 가중치(V)
김발돌말속 Fragilaria	<i>Diatoma vulgaris</i>	44	4	2
	<i>Diatoma</i>	45	5	1
	<i>Fragilaria berolinensis</i>	46	5	3
	<i>Fragilaria bidens</i>	47	5	3
	<i>Fragilaria brevistriata</i>	48	5	3
	<i>Fragilaria capitellata</i>	49	2	2
	<i>Fragilaria capucina</i>	50	4	1
	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>gracilis</i>	51	3	2
	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>mesolepta</i>	52	5	1
	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>rumpens</i>	53	1	1
	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>vaucheriae</i>	54	5	1
	<i>Fragilaria construens</i>	55	5	3
	<i>Fragilaria construens</i> f. <i>binodis</i>	56	2	3
	<i>Fragilaria construens</i> f. <i>venter</i>	57	2	1
	<i>Fragilaria crotonensis</i>	58	4	1
	<i>Fragilaria crotonensis</i> var. <i>oregona</i>	59	5	3
	<i>Fragilaria delicatissima</i>	60	5	3
	<i>Fragilaria elliptica</i>	61	1	1
	<i>Fragilaria exigua</i>	62	5	3
	<i>Fragilaria famelica</i>	63	5	3
	<i>Fragilaria fasciculata</i>	64	5	3
	<i>Fragilaria nana</i>	65	5	3
	<i>Fragilaria parasitica</i>	66	5	3
	<i>Fragilaria perminuta</i>	67	5	3
	<i>Fragilaria pinnata</i>	68	4	1
	<i>Fragilaria pulchella</i>	69	5	3
	<i>Fragilaria robusta</i>	70	5	3
	<i>Fragilaria tenera</i>	71	5	3
	<i>Fragilaria ulna</i>	72	5	3
	<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>acus</i>	73	5	3
	<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>angustissima</i>	74	5	3
	<i>Fragilaria vaucheriae</i>	75	5	3
	<i>Fragilaria</i>	76	5	3
낮돌말속 Hannaea	<i>Hannaea arcus</i> var. <i>subarcus</i>	77	2	2
	<i>Hannaea</i>	78	2	2
부채돌말속 Meridion	<i>Meridion circulare</i>	79	5	2
	<i>Meridion circulare</i> var. <i>constrictum</i>	80	4	1
	<i>Meridion</i>	81	5	2
몽치돌말속 Opephora	<i>Opephora</i>	82	4	1
Punctastriata	<i>Punctastriata linearis</i>	83	3	1
	<i>Punctastriata</i>	84	3	1
붕어돌말속 Rhaphoneis	<i>Rhaphoneis</i>	85	5	1
대바늘돌말속 Synedra	<i>Synedra inaequalis</i>	86	2	3
	<i>Synedra</i>	87	5	1
볼록뼈돌말속 Tabellaria	<i>Tabellaria fenestrata</i>	88	5	1
	<i>Tabellaria flocculosa</i>	89	5	1
	<i>Tabellaria</i>	90	5	1

분류군(Taxa)		번호	오염 민감도(S)	지표 가중치(V)	
땅콩돌말과 Achnanthaceae	땅콩돌말속 Achnanthes	<i>Achnanthes alteragracillima</i>	91	1	3
		<i>Achnanthes bioretii</i>	92	5	2
		<i>Achnanthes brevipes</i>	93	5	2
		<i>Achnanthes clevei</i>	94	5	2
		<i>Achnanthes confervacea</i>	95	5	2
		<i>Achnanthes conspicua</i>	96	5	2
		<i>Achnanthes convergens</i>	97	1	3
		<i>Achnanthes crenulata</i>	98	5	2
		<i>Achnanthes delicatula</i>	99	5	2
		<i>Achnanthes exigua</i>	100	5	3
		<i>Achnanthes hungarica</i>	101	5	2
		<i>Achnanthes imperfecta</i>	102	5	2
		<i>Achnanthes impexa</i>	103	5	2
		<i>Achnanthes inflata</i>	104	5	2
		<i>Achnanthes japonica</i>	105	5	2
		<i>Achnanthes kolbei</i>	106	5	2
		<i>Achnanthes laevis</i>	107	4	3
		<i>Achnanthes lanceolata</i>	108	1	1
		<i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>dubia</i>	109	5	2
		<i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>robusta</i>	110	5	2
		<i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>rostrata</i>	111	5	2
		<i>Achnanthes laterostrata</i>	112	5	2
		<i>Achnanthes linearis</i>	113	5	2
		<i>Achnanthes longipes</i>	114	5	2
		<i>Achnanthes microcephala</i>	115	5	2
		<i>Achnanthes minutissima</i>	116	1	3
		<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>jackii</i>	117	5	2
		<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>saprophila</i>	118	5	2
		<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>scotica</i>	119	5	2
		<i>Achnanthes montana</i>	120	5	2
		<i>Achnanthes oblongella</i>	121	5	2
		<i>Achnanthes subatomoides</i>	122	5	2
<i>Achnanthes subhudsonis</i>	123	1	1		
<i>Achnanthes subhudsonis</i> var. <i>kraeuselii</i>	124	5	2		
<i>Achnanthes</i>	125	5	2		
난알돌말속 Cocconeis	<i>Cocconeis neothumensis</i>	126	2	1	
	<i>Cocconeis pediculus</i>	127	2	3	
	<i>Cocconeis placentula</i>	128	2	3	
	<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>	129	2	1	
	<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i>	130	1	3	
	<i>Cocconeis scutellum</i>	131	2	1	
	<i>Cocconeis</i>	132	2	1	
웃돌말과 Bacillariaceae	웃돌말속 Bacillaria	<i>Bacillaria paradoxa</i>	133	4	1
	밑알돌말속 Denticula	<i>Denticula subtilis</i>	134	3	1
		<i>Denticula tenuis</i>	135	1	2
		<i>Denticula</i>	136	3	1
	마름돌말속 Hantzschia	<i>Hantzschia amphioxys</i>	137	5	3
<i>Hantzschia</i>		138	5	3	

분류군(Taxa)		번호	오염 민감도(S)	지표 가중치(V)	
등 침 돌 말 속 Nitzschia	<i>Nitzschia acicularis</i>	139	4	3	
	<i>Nitzschia amphibia</i>	140	5	3	
	<i>Nitzschia calida</i>	141	5	3	
	<i>Nitzschia capitellata</i>	142	5	3	
	<i>Nitzschia communis</i>	143	5	3	
	<i>Nitzschia constricta</i>	144	5	3	
	<i>Nitzschia dissipata</i>	145	4	3	
	<i>Nitzschia filiformis</i>	146	5	3	
	<i>Nitzschia fonticola</i>	147	1	2	
	<i>Nitzschia frustulum</i>	148	4	3	
	<i>Nitzschia gessneri</i>	149	5	3	
	<i>Nitzschia gracilis</i>	150	4	1	
	<i>Nitzschia hantzschiana</i>	151	5	3	
	<i>Nitzschia hungarica</i>	152	5	3	
	<i>Nitzschia inconspicua</i>	153	1	2	
	<i>Nitzschia lanceolata</i>	154	5	3	
	<i>Nitzschia lanceolata</i>	155	5	3	
	<i>Nitzschia levidensis</i>	156	5	3	
	<i>Nitzschia levidensis</i> var. <i>victoriae</i>	157	5	3	
	<i>Nitzschia linearis</i>	158	5	3	
	<i>Nitzschia lorenziana</i>	159	5	3	
	<i>Nitzschia microcephala</i>	160	5	3	
	<i>Nitzschia nana</i>	161	5	3	
	<i>Nitzschia palea</i>	162	5	1	
	<i>Nitzschia palea</i> var. <i>debilis</i>	163	5	3	
	<i>Nitzschia paleacea</i>	164	3	1	
	<i>Nitzschia perminuta</i>	165	5	3	
	<i>Nitzschia recta</i>	166	5	3	
	<i>Nitzschia sigma</i>	167	5	3	
	<i>Nitzschia sinuata</i>	168	5	3	
	<i>Nitzschia sinuata</i> var. <i>tabellaria</i>	169	1	3	
	<i>Nitzschia subacicularis</i>	170	5	3	
	<i>Nitzschia sublinearis</i>	171	5	3	
	<i>Nitzschia terrestris</i>	172	5	3	
	<i>Nitzschia thermalis</i>	173	5	3	
	<i>Nitzschia tryblionella</i>	174	5	3	
	<i>Nitzschia tryblionella</i> var. <i>salinarum</i>	175	5	3	
	<i>Nitzschia umbonata</i>	176	5	3	
	<i>Nitzschia</i>	177	5	3	
피 각 돌 말 과 Epithemiaceae	피 각 돌 말 속 Epithemia	<i>Epithemia adnata</i>	178	2	1
		<i>Epithemia</i>	179	2	1
	활 돌 말 속 Rhopalodia	<i>Rhopalodia constricta</i>	180	3	3
		<i>Rhopalodia gibba</i>	181	3	3
		<i>Rhopalodia operculata</i>	182	3	3
눈 썹 돌 말 과 Eunotiaceae	가 시 막 대 돌 말 속 Actinella	<i>Actinella brasiliensis</i>	184	2	1
		<i>Actinella</i>	185	2	1
	눈 썹 돌 말 속 Eunotia	<i>Eunotia arcus</i>	186	2	1
		<i>Eunotia bilunaris</i>	187	2	1
		<i>Eunotia bilunaris</i> var. <i>linearis</i>	188	2	1
		<i>Eunotia exigua</i>	189	2	1

분류군(Taxa)		번호	오염 민감도(S)	지표 가중치(V)		
쪽배돌말과 Naviculaceae	버들돌말속 Amphipleura	<i>Eunotia flexuosa</i>	190	2	1	
		<i>Eunotia formica</i>	191	2	1	
		<i>Eunotia incisa</i>	192	2	1	
		<i>Eunotia intermedia</i>	193	2	1	
		<i>Eunotia lapponica</i>	194	2	1	
		<i>Eunotia minor</i>	195	2	1	
		<i>Eunotia monodon</i>	196	2	1	
		<i>Eunotia monodon</i> var. <i>bidens</i>	197	2	1	
		<i>Eunotia muscicola</i>	198	2	1	
		<i>Eunotia muscicola</i> var. <i>tridentula</i>	199	2	1	
		<i>Eunotia pectinalis</i>	200	2	1	
		<i>Eunotia</i>	201	2	1	
		보리돌말속 Amphora	<i>Amphipleura pellucida</i>	202	5	1
	<i>Amphipleura</i>		203	5	1	
	<i>Amphora angusta</i>		204	4	3	
	<i>Amphora coffeaeformis</i>		205	4	3	
	<i>Amphora copulata</i>		206	4	3	
	<i>Amphora inariensis</i>		207	4	3	
	<i>Amphora montana</i>		208	4	3	
	<i>Amphora oligotraphenta</i>		209	4	3	
	<i>Amphora ovalis</i>		210	4	3	
	<i>Amphora pediculus</i>		211	1	2	
	<i>Amphora veneta</i>		212	4	3	
	<i>Amphora</i>		213	4	3	
	작배돌말속 Anomoeoneis		<i>Anomoeoneis gomphonemacea</i>	214	5	1
			<i>Anomoeoneis vitrea</i>	215	5	1
			<i>Anomoeoneis</i>	216	5	1
	Brachysira		<i>Brachysira brebissonii</i>	217	1	3
	오이돌말속 Caloneis		<i>Caloneis bacillum</i>	218	3	2
			<i>Caloneis molaris</i>	219	3	2
			<i>Caloneis silicula</i>	220	3	2
			<i>Caloneis</i>	221	3	2
	Craticula	<i>Craticula ambigua</i>	222	5	3	
	반달돌말속 Cymbella	<i>Cymbella affinis</i>	223	2	2	
		<i>Cymbella amphicephala</i>	224	3	3	
		<i>Cymbella amphioxys</i>	225	3	3	
<i>Cymbella aspera</i>		226	3	3		
<i>Cymbella cistula</i>		227	3	3		
<i>Cymbella cuspidata</i>		228	3	3		
<i>Cymbella cymbiformis</i>		229	3	3		
<i>Cymbella delicatula</i>		230	1	3		
<i>Cymbella elginensis</i>		231	3	3		
<i>Cymbella incerta</i>		232	3	3		
<i>Cymbella japonica</i>		233	3	3		
<i>Cymbella lacustris</i>		234	1	3		
<i>Cymbella lanceolata</i>		235	3	3		
<i>Cymbella lancettula</i>		236	3	3		
<i>Cymbella leptoceros</i>		237	1	1		

분류군(Taxa)	번호	오염 민감도(S)	지표 가중치(V)	
	<i>Cymbella mesiana</i>	238	3	3
	<i>Cymbella minuta</i>	239	2	3
	<i>Cymbella naviculiformis</i>	240	3	3
	<i>Cymbella prostrata</i>	241	3	3
	<i>Cymbella proxima</i>	242	3	3
	<i>Cymbella silesiaca</i>	243	1	3
	<i>Cymbella tumida</i>	244	1	2
	<i>Cymbella tumidula</i>	245	3	3
	<i>Cymbella turgidula</i>	246	1	3
	<i>Cymbella turgidula</i> var. <i>nipponica</i>	247	3	3
	<i>Cymbella</i>	248	3	3
	악기돌말속 Didymosphenia	<i>Didymosphenia geminata</i>	249	3
<i>Didymosphenia</i>		250	3	1
도관돌말속 Diploneis	<i>Diploneis interrupta</i>	251	3	1
	<i>Diploneis oblongella</i>	252	3	1
	<i>Diploneis ovalis</i>	253	3	1
	<i>Diploneis smithii</i> var. <i>rhombica</i>	254	3	1
	<i>Diploneis subovalis</i>	255	3	1
	<i>Diploneis</i>	256	3	1
버선코반달돌 말속 Encyonema	<i>Encyonema neogracile</i>	257	5	1
	<i>Encyonema</i>	258	5	1
좁은반달돌말속 Encyonopsis	<i>Encyonopsis leei</i>	259	2	1
	<i>Encyonopsis</i>	260	2	1
쪽잎돌말속 Frustulia	<i>Frustulia amphipleuroides</i>	261	5	1
	<i>Frustulia rhomboides</i>	262	5	1
	<i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>crassinervia</i>	263	5	1
	<i>Frustulia vulgaris</i>	264	5	1
	<i>Frustulia</i>	265	5	1
Gomphoneis	<i>Gomphoneis</i>	266	5	1
썰기돌말속 Gomphonema	<i>Gomphonema acuminatum</i>	267	5	2
	<i>Gomphonema affine</i>	268	5	2
	<i>Gomphonema angustatum</i>	269	5	2
	<i>Gomphonema angustum</i>	270	5	1
	<i>Gomphonema apuncto</i>	271	5	2
	<i>Gomphonema augur</i>	272	5	2
	<i>Gomphonema augur</i> var. <i>sphaerophorum</i>	273	5	2
	<i>Gomphonema augur</i> var. <i>turris</i>	274	5	2
	<i>Gomphonema clavatum</i>	275	5	2
	<i>Gomphonema clevei</i>	276	1	3
	<i>Gomphonema dichotomum</i>	277	5	2
	<i>Gomphonema entolejum</i>	278	5	2
	<i>Gomphonema globiferum</i>	279	5	2
	<i>Gomphonema gracile</i>	280	5	2
	<i>Gomphonema intricatum</i>	281	5	2
	<i>Gomphonema intricatum</i> var. <i>vibrio</i>	282	5	2
	<i>Gomphonema minutum</i>	283	4	1
	<i>Gomphonema olivaceum</i>	284	5	3
	<i>Gomphonema olivaceum</i> var. <i>olivaceoides</i>	285	5	2

분류군(Taxa)		번호	오염 민감도(S)	지표 가중치(V)
나선돌말속 Gyrosigma	<i>Gomphonema parvulum</i>	286	5	2
	<i>Gomphonema productum</i>	287	5	2
	<i>Gomphonema pseudoaugur</i>	288	5	3
	<i>Gomphonema pseudosphaerophorum</i>	289	5	2
	<i>Gomphonema pumilum</i>	290	2	3
	<i>Gomphonema quadripunctatum</i>	291	1	2
	<i>Gomphonema subclavatum</i>	292	5	2
	<i>Gomphonema truncatum</i>	293	2	1
	<i>Gomphonema</i>	294	5	2
	<i>Gyrosigma acuminatum</i>	295	3	2
	<i>Gyrosigma attenuatum</i>	296	3	2
	<i>Gyrosigma fasciola</i>	297	3	2
	<i>Gyrosigma obscurum</i>	298	3	2
	<i>Gyrosigma scalproides</i>	299	3	2
	<i>Gyrosigma spencerii</i>	300	3	2
	<i>Gyrosigma</i>	301	3	2
쪽배돌말속 Navicula	<i>Navicula acceptata</i>	302	5	3
	<i>Navicula accomoda</i>	303	5	3
	<i>Navicula americana</i>	304	5	3
	<i>Navicula angusta</i>	305	5	3
	<i>Navicula atomus</i>	306	5	3
	<i>Navicula bacillum</i>	307	5	3
	<i>Navicula capitata</i>	308	4	1
	<i>Navicula capitata var. rectangular</i>	309	5	3
	<i>Navicula capitatoradiata</i>	310	5	2
	<i>Navicula cari</i>	311	5	3
	<i>Navicula caterva</i>	312	5	3
	<i>Navicula charlatii</i>	313	5	3
	<i>Navicula cincta</i>	314	2	3
	<i>Navicula clementioides</i>	315	5	3
	<i>Navicula clementis</i>	316	5	3
	<i>Navicula cocconeiformis</i>	317	5	3
	<i>Navicula cohnii</i>	318	5	3
	<i>Navicula concentrica</i>	319	5	3
	<i>Navicula confervacea</i>	320	5	3
	<i>Navicula cryptocephala</i>	321	5	3
	<i>Navicula cryptocephala var. exilis</i>	322	5	3
	<i>Navicula cryptotenella</i>	323	4	2
	<i>Navicula cuspidata</i>	324	5	3
	<i>Navicula decussis</i>	325	4	1
	<i>Navicula elginensis</i>	326	5	3
	<i>Navicula elginensis var. cuneata</i>	327	5	3
	<i>Navicula erifuga</i>	328	5	3
	<i>Navicula exigua</i>	329	5	3
	<i>Navicula germainii</i>	330	5	3
	<i>Navicula goeppertiana</i>	331	4	1
	<i>Navicula gregaria</i>	332	4	1
	<i>Navicula intermedia</i>	333	5	3
	<i>Navicula lanceolata</i>	334	5	3

분류군(Taxa)	번호	오염 민감도(S)	지표 가중치(V)	
<i>Navicula lundii</i>	335	5	3	
<i>Navicula medioconvexa</i>	336	5	3	
<i>Navicula menisculus</i>	337	5	3	
<i>Navicula meniscus</i>	338	5	3	
<i>Navicula microcephala</i>	339	5	3	
<i>Navicula minima</i>	340	1	3	
<i>Navicula minuscula</i>	341	3	1	
<i>Navicula minuscula</i> var. <i>muralis</i>	342	5	3	
<i>Navicula mutica</i>	343	5	3	
<i>Navicula neoventricosa</i>	344	5	3	
<i>Navicula notha</i>	345	5	3	
<i>Navicula peregrina</i>	346	5	3	
<i>Navicula perminuta</i>	347	4	1	
<i>Navicula protracta</i>	348	5	3	
<i>Navicula pseudolanceolata</i>	349	5	3	
<i>Navicula pupula</i>	350	5	3	
<i>Navicula pygmaea</i>	351	5	3	
<i>Navicula radiosa</i>	352	5	3	
<i>Navicula radiosafallax</i>	353	5	3	
<i>Navicula recens</i>	354	5	3	
<i>Navicula reichardtiana</i>	355	5	3	
<i>Navicula rhynchocephala</i>	356	5	3	
<i>Navicula saprophila</i>	357	4	1	
<i>Navicula schroeteri</i>	358	5	3	
<i>Navicula seminuloides</i>	359	5	3	
<i>Navicula seminuloides</i>	360	5	3	
<i>Navicula seminulum</i>	361	4	1	
<i>Navicula stroemii</i>	362	5	3	
<i>Navicula subminuscula</i>	363	4	3	
<i>Navicula subtilissima</i>	364	5	3	
<i>Navicula symmetrica</i>	365	5	3	
<i>Navicula tenelloides</i>	366	5	3	
<i>Navicula tenera</i>	367	5	3	
<i>Navicula tripunctata</i>	368	5	3	
<i>Navicula trivialis</i>	369	4	2	
<i>Navicula tuscula</i>	370	5	3	
<i>Navicula veneta</i>	371	5	3	
<i>Navicula viridula</i>	372	2	2	
<i>Navicula viridula</i> var. <i>linearis</i>	373	5	3	
<i>Navicula viridula</i> var. <i>rostellata</i>	374	3	1	
<i>Navicula yuraensis</i>	375	5	3	
<i>Navicula zanoni</i>	376	5	3	
<i>Navicula</i>	377	5	3	
베틀복돌말속 Neidium	<i>Neidium affine</i>	378	5	3
	<i>Neidium ampliatum</i>	379	5	3
	<i>Neidium iridis</i>	380	5	3
	<i>Neidium</i>	381	5	3
빗살돌말속 Pinnularia	<i>Pinnularia anglica</i>	382	5	3
	<i>Pinnularia appendiculata</i>	383	5	3

분류군(Taxa)		번호	오염 민감도(S)	지표 가중치(V)	
	<i>Pinnularia borealis</i>	384	5	3	
	<i>Pinnularia braunii</i>	385	5	3	
	<i>Pinnularia braunii</i> var. <i>amphicephala</i>	386	5	3	
	<i>Pinnularia divergens</i>	387	5	3	
	<i>Pinnularia gibba</i>	388	5	3	
	<i>Pinnularia interrupta</i>	389	5	3	
	<i>Pinnularia maior</i>	390	5	3	
	<i>Pinnularia microstauron</i>	391	5	3	
	<i>Pinnularia microstauron</i> var. <i>brebissonii</i>	392	5	3	
	<i>Pinnularia subcapitata</i>	393	5	3	
	<i>Pinnularia viridis</i>	394	5	3	
	갯나선돌말속 Pleurosigma	<i>Pleurosigma angulatum</i>	395	5	1
		<i>Pleurosigma</i>	396	5	1
	볼록반달돌말속 Reimeria	<i>Reimeria sinuata</i>	397	1	3
	가지돌말속 Rhoicosphenia	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	398	3	1
		<i>Rhoicosphenia</i>	399	5	2
	십자돌말속 Stauroneis	<i>Stauroneis acuta</i>	400	5	3
		<i>Stauroneis anceps</i>	401	5	3
		<i>Stauroneis javanica</i>	402	5	3
		<i>Stauroneis nobilis</i>	403	5	3
		<i>Stauroneis phoenicenteron</i>	404	5	3
<i>Stauroneis</i>		405	5	3	
방패돌말과 Surirellaceae	깍지돌말속 Cymatopleura	<i>Cymatopleura elliptica</i>	406	4	1
		<i>Cymatopleura solea</i>	407	4	1
		<i>Cymatopleura</i>	408	4	1
	지렁이돌말속 Stenopterobia	<i>Stenopterobia</i>	409	4	1
방패돌말속 Surirella	<i>Surirella amphioxys</i>	410	4	3	
	<i>Surirella angusta</i>	411	4	1	
	<i>Surirella biseriata</i>	412	4	3	
	<i>Surirella brebissonii</i>	413	4	3	
	<i>Surirella linearis</i>	414	4	3	
	<i>Surirella minuta</i>	415	5	3	
	<i>Surirella ovalis</i>	416	4	3	
	<i>Surirella pantocsekii</i>	417	4	3	
	<i>Surirella robusta</i>	418	4	3	
	<i>Surirella splendida</i>	419	4	3	
	<i>Surirella tenera</i>	420	4	3	
	<i>Surirella</i>	421	4	3	

2. 저서성 대형무척추동물

가. 조사방법

(1) 조사대상 항목

- 저서성 대형무척추동물 출현종수 및 출현개체수(개체/m²)
- 조사구간의 우점종 및 점유율
- 조사구간의 군집지수(우점도지수, 다양도지수, 종풍부도지수, 균등도지수)
- 저서동물지수 및 생물등급

(2) 조사 및 채집장소

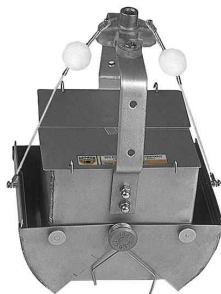
- 강우 등의 다양한 기상요건에 따라 적절한 조사를 해야 한다. 조사 중 강우 등에 의해 유량 등의 급격한 변화가 있을 시에는 조사를 중지하고 추후(10~15일)에 재조사를 실시한다.



서버넷



드렛지



에크만그랩



포나그랩

<그림 5> 저서성 대형무척추동물 채집도구

- 조사결과와의 일관성 있는 비교를 위해 비교적 하상구조가 동일한 구간을 조사정점으로 선정한다.
- 수심 50 cm 이하의 하천에서는 가능한 한 조립질 하상을 가진 여울 중심부에서 채집하며, 수심 50 cm 이상의 깊은 하천에서는 수변에서 수심 50 cm~1 m 범위로 채집한다.

(3) 채집장비 및 도구

- 수심 50 cm 이하의 하천 여울에서는 서버넷(Surber sampler; 30 × 30 cm, 망목 1.0 mm)을 사용하고, 수심 50 cm 이상의 깊은 하천에서는 막대가 연결된 드래지(망목 1.0 mm)나 그랩을 이용한다(그림 5).

(4) 현지조사표 작성 및 환경요인의 분석

(가) 조사의 준비

- 조사구간의 환경상태를 기록하기 위한 현지조사표(별표 4)와 조사표를 작성하기 위해 필요한 사진기, GPS, 온도측정기, 유속측정기 등을 준비한다.

(나) 기온 및 수온

- 수온센서가 부착된 측정기 또는 봉상온도계로 측정한다.
- 봉상온도계를 사용할 경우에는 온도계의 끝에 줄을 달아 이 줄을 손으로 잡고 측정한다. 온도계를 바위 위에 올려 두거나 손으로 잡으면(그림 6) 재복사열 또는 체온이 전달되어 측정치에 오차가 발생할 수 있으므로 이에 유의한다.



<기온측정>



<수온측정>

<그림 6> 현장 기온 및 수온 측정 방법의 잘못된 사례(바위의 재복사열 및 체온 전달로 측정치에 오차가 발생할 수 있음)

(다) 유속

- 유속계를 이용하여 측정하며 장비가 없을 경우에는 쇠자를 하천의 유하 방향과 직각 방향으로 세웠을 때의 수두 차를 측정하여 Craig method에 따라 계산한다(그림 7).

$$\text{Craig method: } U = \sqrt{2g(D_2 - D_1)}$$

U : 유속(cm/sec)

g : 중력가속도(984 cm/s^2)

D_1 : 자를 흐름에 평행으로 놓고 재었을 때의 수심(cm)

D_2 : 자를 흐름에 수직으로 놓고 재었을 때의 수심(cm)



<유속측정 모습>



<흐름의 평행방향>



<흐름의 수직방향>

<그림 7> 현장 수심 및 유속 측정 모습

(라) 하상구조

- 하상의 입도는 자동입도분석기, 체질 및 피펫분석 또는 육안 판정으로 기록한다. 조사정점에서 채집 전에 실시하며, <표 5>의 기준에 따라 입도유형의 비율을 기록한다.
- 그 외에 퇴적물의 색도를 갈색, 회갈색, 흑갈색, 회색, 흑회색, 흑색의 순으로 구분하여 기록한다.

<표 5> 퇴적물 분류 기준표(Cummins, 1962)

유 형	입경범위 (mm)
큰돌(Boulder)	> 256
작은돌(Cobble)	64 ~ 256
자갈(Pebble)	16 ~ 64
왕모래(Gravel)	2 ~ 16
모래(Sand)	0.063 ~ 2
진흙이하(Silt)	< 0.063

(5) 저서성 대형무척추동물 채집

(가) 조사 및 채집 도구 준비물

- 사진기, GPS 등 서식지 현황 조사
- 소형 컨테이너 : 시료통 및 장비 운반에 필요한 컨테이너
- 고무장갑, 손갈퀴, 흰색 쟁반, 장화, 핀셋, 쇠자(50 cm 이상)
- 온도측정기(또는 봉상온도계), 유속측정기
- 시료병 : 채집된 시료 보관용, 500 mL 용량의 것을 준비
- 표본보관병 : 중요한 표본 보관용, 50 mL 용량 정도면 충분
- 체(sieve) : 망목 1.0 mm의 것을 표준(그림 8)
- 얼음제거장비 : 동절기 조사 시 필요
- 조사용 선박 : 수심이 깊은 하천이나 호소 조사 시 필요



<그림 8> 저서성 대형무척추동물 조사 도구

1. 서버넷 : 정량채집 시 사용
2. 장화 : 가급적이면 가슴까지 오는 긴 장화를 사용
3. 운반용기 : 채집도구를 담아 운반
4. 필기도구 : 연필이나 유성펜을 사용
5. 기록용지 : 주변 환경과 하천의 특성을 기록
6. 온도계 : 수온과 기온을 측정

7. 자 : 쇠자로 50 cm 이상의 것을 사용하며 수심과 유속을 측정시 사용
8. 손갈퀴 : 조사할 때 하상을 긁는데 이용
9. 뜰채 : 정성채집이나 채집물 정리시에 사용
10. 시료병 : 채집물을 운반 및 보관하는데 사용
11. 고정 및 보존 시약 : 칼스용액에 고정한 후 80 % 에탄올에 보관
12. 사진기 : 현장과 주변의 상황을 사진으로 기록
13. 핀셋 : 핀셋이나 해부기 셋트로 표본을 추출
14. 확대경 : 현장에서 채집물을 확인
15. 지도 : 조사구간 확인
16. 흰색쟁반 : 생물 골라내기

2) 고정액

- 현지에서 Kahle' s fluid(증류수 59 %, 에틸알콜 28 %, 중성포르말린 11 %, 아세트산 2 %)로 고정하며, 시료를 빨리 처리할 경우에는 95 % 에틸알코올에 고정할 수 있다.
- 생물량이 큰 대형 패류나 호소 퇴적물을 다량 포함한 시료는 포르말린 20 % + 아세트산 2 %로 고정한다.
- 파리류 중 각다귀류, 날도래류의 일부 종, 다모류의 일부 종 등은 에틸알콜 20 %로 선고정하여 몸체를 이완시킨 후 Kahle' s fluid로 고정한다.

3) 채집방법

가) 수심 50 cm 이하의 하천 여울

- 소형 서버넷(30 × 30 cm, 망목 1.0 mm)으로 3회 이상 채집한다. 채집과 생물시료의 선별이 끝나면 시료통에 하천명과 조사구간, 조사정점 및 채집기의 규격을 기록한다.
- 조사는 조사구간 내에서 하류부터 상류 방향으로 거슬러 올라가며 실시한다.
- 한 사람은 물이 흘러오는 방향으로 서버넷을 놓고 흐름 방향에 직각으로 방형구(quadrant) 프레임을 내린 후 방형구(quadrant)내의 하상을 채취한다. 보존이 필요한 시료는 고정액이 담긴 표본병에 별도 보관한다.
- 모래 이하의 입도를 가진 하상은 손갈퀴로 깊이 10 cm까지 긁어 채집기의 망에 생물이 걸리게 한 이후 채집기를 수거하여 채집망에 들어있는 내용물을 흰색 쟁반에 붓고 물을 넘치지 않게 담고 핀셋으로 골라내어 시료통에 담는다.
- 채집기의 채집망에는 아직 많은 생물이 붙어 있으므로 넘치지 않게 물이 담긴 또 다른 흰색 쟁반에 채집망을 담그고 핀셋으로 생물을 골라내어 시료통에 담는다.

나) 수심 50 cm 이상의 유속이 느린 하천

- 드렛지, 에크만그랩 또는 포나그랩을 이용하여 하상을 채취하고 내용물을 1 mm 체에 담아 넘치지 않을 정도로 물속에 담가 조심스럽게 체질한다. 충분한 체질이 끝나면 걸림물을 시료통에 담고 체에 붙어있는 생물들은 핀셋으로 채취하여 시료통에 붓고 고정액을 붓는다.
- 퇴적물이 많이 섞여 있는 경우 고정액으로 Formalin 20 %를, 점토 덩어리나 부식질이 적어 생물시료가 비교적 잘 선별된 경우에는 Kahle's fluid를 사용한다. 한 조사구간에서 조사정점의 수는 4회로 한다. 각 조사정점에서 위에 언급된 방법으로 채취와 생물시료의 선별이 끝나면 시료통에 하천명과 조사구간 및 조사정점을 기록한다.

4) 실험실 분석

가) 골라내기(sorting)

- 현장에서 채집·고정된 표본은 실험실로 운반하여 골라내기 작업을 실시한다.
- 골라내기 과정은 고정된 시료를 체(sieve, 망목 1.0 mm)를 이용하여 물로 씻어낸 후에 흰색쟁반(tray)에 옮기고 핀셋을 이용하여 저서성 대형무척추동물(선충류, 환형동물, 연체동물, 절지동물, 수서곤충 등)을 골라낸 후에 시료병에 육안적인 외형에 따라 구분하여 보관한다.
- 골라낸 시료는 80 % 에탄올에 보존한다.

나) 보존액

- 고정된 시료의 영구보존에 필요한 시약이다.
- 에틸알콜 70~80 % 생물량이 작은 수서곤충류의 보존에 사용한다.
- 포르말린 5 % 생물량이 큰 패류 등의 보존에 사용한다.

다) 동정

- 수서곤충의 분류 및 동정은 “한국동식물도감 제30권 동물편(수서곤충류)(윤, 1988)”, “수서곤충검색도설(윤, 1995)”, “한국의 수서곤충(원 등, 2005)” 등을 따른다.
- 연체동물의 동정은 “한국동식물도감 제32권 동물편(연체동물 I)(권, 1990)”, “원색패류도감(권 등, 1992)” 및 “신원색한국패류도감(권 등, 2002)”을 따르며, 거머리류는 “한국산 거머리강(환형동물문)의 분류(송, 1995)”를 따른다. 기타 분류군은 일

본을 포함한 외국의 자료를 이용하여 분류군을 동정한다(표 6, 7).

- 골라내기과 동정에 요구되는 도구는 <그림 9>와 같다.

<표 6> 저서성 대형무척추동물 분류군별 국내 기준 문헌

분류군	제 목	저자	발행년도
수서곤충	한국동식물도감 제30권 동물편 (수서곤충류)	윤일병	1988
수서곤충	수서곤충검색도설	윤일병	1995
깔따구류	한국산 깔따구속 (파리목: 깔따구과)의 분류	윤과 전	1992
꼬마하루살이류	갸장하루살이 (하루살이목: 꼬마하루살이과) 유충의 기재 및 한국산 꼬마하루살이과 유충의 검색표	배 등	1998
연체동물(패류)	한국동식물도감 제32권 동물편 (연체동물 I)	권오길	1990
연체동물(패류)	원색한국패류도감	권 등	1993
연체동물(패류)	신원색한국패류도감	권 등	2001
환형동물(거머리류)	한국산 거머리강 (환형동물문)의 분류	송광래	1995
새우류	한국동식물도감 제19권 동물편 (새우류)	김훈수	1977
곤충류	한국곤충명집	한국곤충학회	1994
기타 동물류	한국동물명집	한국동물분류학 회	1997
수서곤충	한국의 수서곤충	원 등	2005

<표 7> 저서성 대형무척추동물 분류군별 국외 참고 문헌

분류군	제목	저자	발행년도
수서곤충	An introduction to the Aquatic Insects of North America	Merritt and Cummins	1984, 1996
담수 대형무척추동물	Freshwater Macroinvertebrates of Northeastern North America	Peckarsky <i>et al.</i>	1990
수서곤충	Aquatic entomology	McCafferty	1981
깔따구류	Chironomidae of the Holarctic region Keys and diagnose. Part I -Larvae	Wiederholm	1993
무척추동물	신일본동물도감	岡田要	1965
수서곤충	일본산수생곤충검색도설 (An Illustrated Book of Aquatic Insects of Japan)	Kawai	1985
수서곤충	일본산 수생곤충 (Aquatic Insects of Japan: Manual with Keys and Illustrations)	Kawai and Tanida	2004



<그림 9> 골라내기(sorting)와 동정(identification)에 필요한 도구

1. 해부현미경 : 크기가 작은 종의 정확한 분류를 위하여 사용된다.
2. 페트리디쉬 : 가급적 무색의 투명한 것을 사용한다.
3. 시료병 : 크기가 다른 종류를 여러 개 준비한다.
4. 레벨 : 채집일, 채집장소, 채집자, 종명 등을 기록한다.
5. 필기도구 : 연필이나 샤프 등 기록할 수 있는 필기구를 사용한다.
6. 기록용지 : 동정한 자료를 기록할 수 있는 것으로 준비한다.
7. 보관용 시약 : 70 ~ 80 %의 에틸알코올을 사용한다.
8. 쟁반 : 바닥이 흰색이고, 평평한 것이 좋다.
9. 핀셋 : 모양이 다른 핀셋을 2 ~ 3개를 준비한다.
10. 도감 : 동정할 때 필요한 도감이나 기타 참고자료를 준비한다.

- 동정은 종 수준까지 한다. 종 수준까지 동정이 어려운 경우에는 형태적으로 보았을 때, 동일 속 또는 과(family)내의 다른 종과 구별된다고 판단되는 경우 “속명 sp.1, sp.2...” , “과명 sp.1, sp.2” 로 기재한다.

나. 평가방법

- 군집지수 및 저서동물지수는 각 구간에서 얻어진 개체수를 단위면적당 개체수(개체/m²)로 환산한 값을 기준으로 산정한다.

(1) 군집지수

- 생물군집의 구조를 평가하기 위해 일반적으로 적용되는 <표 8>의 지수를 산정한다.

<표 8> 생물군집구조의 평가에 이용되는 지수 표

항목	산출식	비고
우점도지수 (DI) McNaughton (1967)	$\frac{N_1 + N_2}{N}$	N ₁ , N ₂ : 제 1, 2 우점종 개체수 N: 총 출현개체수
다양도지수 (H') Shannon-weaver	$-\sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i, \quad p_i = \frac{N_i}{N}$	N _i : I종의 개체수 N: 총 출현개체수
종풍부도지수 (R1) Margalef (1958)	$\frac{S-1}{\ln N}$	S: 총 출현종수 N: 총 출현개체수
종풍부도지수 (R2) Menhinick (1964)	$\frac{S}{\sqrt{N}}$	S: 총 출현종수 N: 총 출현개체수
균등도지수 (J') Pielou (1975)	$\frac{H'}{\log_2 S}$	S: 총 출현종수

(2) 저서동물지수(BMI, Benthic Macroinvertebrate index)

- 저서동물지수는 출현한 지표생물종의 오탭지수를 출현도와 지표가중치로 가중평균 한 값을 가지고 100점 만점에서 감산한 지수이다.

(가) 지표생물군

- 평가에 이용되는 지표생물군은 오탭지수 및 지표가중치가 정리된 지표생물군으로 제한한다(표 9).
- 선정된 지표생물군 이외의 생물종이 출현하는 경우가 있으나, 이러한 종들은 저서동물지수 산출에서는 제외한다.
- 오탭지수와 지표가중치가 속(genus) 수준 이상의 상위범주에서 설정된 경우, 해당 상위 범주

에 속하는 종이 출현하는 경우에는 모두 해당 상위 범주의 오타지수와 지표가중치를 따른다.

※ *Cipangopaludina chinensis malleata*, *Cipangopaludina japonica*는 <표 9>에서 일련번호 4번의 *Cipangopaludina*의 오타지수와 지표가중치를 부여한다.

<표 9> 저서성 대형무척추동물 지표생물군의 오타지수(s) 및 지표가중치(g)

지표생물군		학명	번호	오타지수 s	지표가중치 g
편형동물문 Platyhelminthes	플라나리아속	<i>Dugesia</i>	1	0.7	3
	산골플라나리아속	<i>Phagocata</i>	2	0.5	4
유선형동물문 Nematomorpha	연가시	<i>Gordius aquaticus</i>	3	0.6	3
연체동물문 Mollusca	복족강 Gastropoda	논우렁이속	4	1.8	3
		왕우렁이	5	1.6	3
		염주쇠우렁이	6	2.6	4
		쇠우렁이	7	1.6	3
		둥근입기수우렁이	8	2.2	4
		알다슬기속	9	1.3	3
		띠구슬다슬기속	10	1.2	3
		참다슬기	11	0.5	4
		주름다슬기	12	0.5	3
		꽃체다슬기	13	0.5	3
		다슬기	14	0.4	4
		좁주름다슬기	15	0.5	4
		기타 다슬기속	16	0.9	4
		애기물달팽이	17	2.0	3
		물달팽이	18	1.6	2
		기타 물달팽이과	19	1.2	3
		원돌이물달팽이	20	2.7	2
		또아리물달팽이	21	2.4	3
		수정또아리물달팽이	22	2.5	3
		배꼽또아리물달팽이	23	2.9	2
		민물삿갓조개	24	1.7	4
		뽕족뺨물우렁이	25	2.5	3
	이매패강 Bivalvia	민물담치	26	1.9	5
		말조개속	27	1.8	2
		재첩속	28	0.9	3
		산골조개과	29	0.8	4
	다모강 Polychaeta	갯지렁이과	30	1.7	4
	빈모강 Oligochaeta	줄지렁이속	31	2.1	2
		물지렁이	32	3.5	4
		아가미지렁이	33	3.8	5

지표생물군		학명	번호	오탁 지수 <i>s</i>	지표 가중치 <i>g</i>	
	거머리강 Hirudinea	실지렁이	<i>Limnodrilus gotoi</i>	34	3.5	4
		넙적거머리과	Glossiphoniidae	35	3.0	2
		말거머리속	<i>Whitmania</i>	36	1.7	1
		참거머리	<i>Hirudo nipponia</i>	37	3.3	3
		돌거머리	<i>Erpobdella lineata</i>	38	2.6	2
		-	<i>Barbronia weberi</i>	39	2.8	4
절지동물문 Arthropoda	갑각강 Crustacea	잔벌레속	<i>Gnорinosphaeroma</i>	40	0.3	5
		물벌레속	<i>Asellus</i>	41	2.3	2
		옆새우속	<i>Gammarus</i>	42	0.6	4
		새뱅이과	Atyidae	43	1.9	3
		징거미새우속	<i>Macrobrachium</i>	44	2.7	3
		줄새우	<i>Palaemon paucidens</i>	45	1.5	2
		참게속	<i>Eriocheir</i>	46	2.4	3
		내구강 Entognatha	톡토기목 Collembola	톡토기 목	Collembola	47
곤충강 Insecta	하루살이목 Ephemero ptera	옛하루살이	<i>Siphonurus chankae</i>	48	0.2	5
		피라미하루살이속	<i>Ameletus</i>	49	0.1	5
		깨알하루살이	<i>Acentrella gnom</i>	50	0.7	3
		콩알하루살이	<i>Acentrella sibirica</i>	51	0.2	4
		길쭉하루살이	<i>Alanites muticus</i>	52	0.9	4
		애하루살이속	<i>Baetiella</i>	53	0.3	4
		개똥하루살이	<i>Baetis fuscatus</i>	54	1.8	1
		나도꼬마하루살이	<i>Baetis pseudothermicus</i>	55	2.1	2
		감초하루살이	<i>Baetis silvaticus</i>	56	0.1	5
		방울하루살이	<i>Baetis ursinus</i>	57	0.7	3
		연못하루살이	<i>Cloeon dipterum</i>	58	2.5	3
		입술하루살이	<i>Labiobaetis atrebatinus</i>	59	1.7	3
		검장하루살이속	<i>Nigrobaetis</i>	60	0.2	4
		작은갈고리하루살이	<i>Procloeon maritimum</i>	61	0.5	3
		갈고리하루살이	<i>Procloeon pennulatum</i>	62	0.8	3
		빛자루하루살이속	<i>Isonychia</i>	63	0.0	5
		봄처녀하루살이속	<i>Cinygmula</i>	64	0.0	5
		몽땅하루살이	<i>Ecdyonurus bajkovae</i>	65	0.0	5
		참납작하루살이	<i>Ecdyonurus dracon</i>	66	0.1	5
		꼬리치레하루살이	<i>Ecdyonurus joernensis</i>	67	0.6	3
		두점하루살이	<i>Ecdyonurus kibunensis</i>	68	0.1	5
		네점하루살이	<i>Ecdyonurus levis</i>	69	0.6	3
		흰부채하루살이	<i>Epeorus nipponicus</i>	70	0.0	5
		점박이부채하루살이	<i>Epeorus latifolium</i>	71	0.0	5
		부채하루살이	<i>Epeorus pellucidus</i>	72	0.1	5

지표생물군	학명	번호	오탁지수 <i>s</i>	지표가중치 <i>g</i>	
잠 자 리 목 Odonata	중부채하루살이	<i>Eperous aesculus</i>	73	0.0	5
	긴부채하루살이	<i>Eperous maculatus</i>	74	0.0	5
	납작하루살이속	<i>Heptagenia</i>	75	0.1	5
	산납작하루살이	<i>Rhithrogena na</i>	76	0.0	5
	세갈래하루살이	<i>Choroterpes altiocus</i>	77	0.4	4
	두갈래하루살이	<i>Paraleptophlebia japonica</i>	78	0.1	5
	작은강하루살이	<i>Potamanthus formosus</i>	79	0.7	3
	금빛하루살이	<i>Potamanthus yooni</i>	80	1.0	4
	가람하루살이	<i>Potamanthus luteus oriens</i>	81	0.9	4
	강하루살이	<i>Rhoenanthus coreanus</i>	82	0.7	4
	흰하루살이	<i>Ephoron shigae</i>	83	0.2	4
	동양하루살이	<i>Ephemera orientalis</i>	84	0.8	3
	가는무늬하루살이	<i>Ephemera separigata</i>	85	0.1	5
	사할린하루살이	<i>Ephemera sachalinensis</i>	86	0.7	3
	무늬하루살이	<i>Ephemera strigata</i>	87	0.1	5
	민하루살이속	<i>Cincticostella</i>	88	0.1	5
	뿔하루살이속	<i>Drunella</i>	89	0.0	5
	긴꼬리하루살이	<i>Ephacerella longicaudata</i>	90	0.0	5
	범꼬리하루살이	<i>Ephemerella setigera</i>	91	0.4	4
	쇠꼬리하루살이	<i>Ephemerella ignita</i>	92	0.8	3
	기타 알락하루살이속	Other <i>Ephemerella</i>	93	0.3	4
	등줄하루살이속	<i>Uracanthella</i>	94	0.5	3
	방패하루살이	<i>Potamanthellus chinensis</i>	95	0.2	4
	등딱지하루살이	<i>Caenis nishinoae</i>	96	1.2	3
	등딱지하루살이 KUa	<i>Caenis KUa</i>	97	0.8	3
	작은등줄실잠자리속	<i>Cercion</i>	98	2.3	3
	아시아실잠자리속	<i>Ischnura</i>	99	2.7	3
	자실잠자리	<i>Copera annulata</i>	100	2.3	3
	방울실잠자리	<i>Platycnemis phillopoda</i>	101	2.3	3
	검은물잠자리	<i>Calopteryx atrata</i>	102	1.2	4
	물잠자리	<i>Calopteryx japonica</i>	103	0.9	3
	마아키측범잠자리속	<i>Anisogomphus</i>	104	0.2	4
	쇠측범잠자리	<i>Davidius lunatus</i>	105	0.7	3
어리측범잠자리	<i>Shaogomphus postacularis epophthalmus</i>	106	1.3	4	
푸른측범잠자리속	<i>Nihonogomphus</i>	107	0.6	4	
노란측범잠자리	<i>Lamelligomphus ringens</i>	108	0.4	4	

지표생물군		학명	번호	오탁 지수 <i>s</i>	지표 가중치 <i>g</i>	
		측범잠자리	<i>Ophiogomphus obscura</i>	109	0.3	4
		어리장수잠자리	<i>Sieboldius albardae</i>	110	0.1	5
		호리측범잠자리	<i>Stylurus annulatus</i>	111	1.6	3
		가시측범잠자리속	<i>Trigomphus</i>	112	0.8	4
		잔산잠자리속	<i>Macromia</i>	113	0.9	3
		밀잠자리속	<i>Orthetrum</i>	114	2.5	3
		좁잠자리속	<i>Sympetrum</i>	115	2.5	3
		밀잠자리붙이	<i>Deielia phaon</i>	116	1.3	4
강도래목 Plecoptera		민강도래속	<i>Nemoura</i>	117	0.1	5
		기타 강도래목	Other Plecoptera	118	0.0	5
노린재목 Hemiptera		물벌레속	<i>Hesperocorixa</i>	119	2.9	4
		꼬마물벌레속	<i>Micronecta</i>	120	2.2	2
		물자라	<i>Muljarus japonicus</i>	121	3.1	3
뱀잠자리목 Megaloptera		뱀잠자리붙이	<i>Parachauliodes asahinai</i>	122	0.2	4
		노란뱀잠자리	<i>Protohermes xanthodes</i>	123	0.2	5
딱정벌레목 Coleoptera		점박이물땡땡이	<i>Berosus signaticollis punctipennis</i>	124	3.5	3
		좁물땡땡이속	<i>Helochaeres</i>	125	3.0	3
		점물땡땡이속	<i>Laccobius</i>	126	2.9	3
		무늬여울벌레	<i>Optioservus variabilis</i>	127	0.2	4
		긴다리여울벌레속	<i>Stenelmis</i>	128	0.6	3
		기타 여울벌레과	Other Elmidae	129	0.7	4
		넓은물삿갓벌레 KUa	<i>Mataeopsephus</i> KUa	130	0.4	4
		기타 물삿갓벌레과	Other Psephenidae	131	0.5	3
파리목 Diptera		명주각다귀 KUa	<i>Antocha</i> KUa	132	0.4	3
		무늬애기각다귀 KUa	<i>Dicranomyia</i> KUa	133	0.3	4
		애기각다귀 KUa	<i>Dicranota</i> KUa	134	0.5	4
		검정날개각다귀속	<i>Hexatoma</i>	135	0.0	5
		각다귀속	<i>Tipula</i>	136	1.4	2
		나방파리속	<i>Psychoda</i>	137	3.5	4
		별모기과	Dixidae	138	2.8	3
		모기과	Culicidae	139	3.5	3
		먹파리속	<i>Simulium</i>	140	0.2	4
		등에모기과	Ceratopogonidae	141	0.7	3
		깔따구과 (non-red type)	Chironomidae (non-red type)	142	1.7	1
		깔따구과 (red type)	Chironomidae (red type)	143	3.4	3
		물맷모기 KUa	<i>Bibiocephala</i> KUa	144	0.1	5

지표생물군		학명	번호	오탁 지수 <i>s</i>	지표 가중치 <i>g</i>
	멧모기 KUa	<i>Phylorus</i> KUa	145	0.6	4
	개울등에 KUa	<i>Atherix</i> KUa	146	0.1	5
	긴개울등에속	<i>Suragina</i>	147	0.1	5
	동애등에 KUa	<i>Stratiomyia</i> KUa	148	3.0	3
	춤파리과	Empididae	149	0.8	3
	장다리파리과	Dolichopodidae	150	0.9	3
	여린황등에	<i>Tabanus kinoshitai</i>	151	0.9	3
	기타 등에과	Other Tabanidae	152	1.7	2
	꽃등에과	Syrphidae	153	3.9	5
	물가파리과	Ephydriidae	154	3.3	3
	집파리과	Muscidae	155	3.2	3
날도래목 Trichoptera	넓은머리물날도래	<i>Rhyacophila brevicephala</i>	156	0.4	5
	물날도래 KUa	<i>Rhyacophila</i> KUa	157	0.1	5
	물날도래 KUb	<i>Rhyacophila</i> KUb	158	0.7	4
	기타 물날도래속	Other <i>Rhyacophila</i>	159	0.0	5
	애날도래 KUa	<i>Hydroptila</i> KUa	160	0.8	3
	긴발톱물날도래 KUa	<i>Apsilochorema</i> KUa	161	0.0	5
	큰광택날도래 KUa	<i>Agapetus</i> KUa	162	0.0	5
	광택날도래 KUa	<i>Glossosoma</i> KUa	163	0.1	5
	넓은입술날도래 KUa	<i>Dolophilodes</i> KUa	164	0.0	5
	입술날도래 KUa	<i>Wormaldia</i> KUa	165	0.4	4
	연날개수염치레각날도래	<i>Stenopsyche bergeri</i>	166	0.0	5
	수염치레각날도래	<i>Stenopsyche marmorata</i>	167	0.0	5
	곰줄날도래	<i>Arctopsyche ladogensis</i>	168	0.1	5
	꼬마줄날도래	<i>Cheumatopsyche brevilleata</i>	169	0.6	3
	기타 꼬마줄날도래속	Other <i>Cheumatopsyche</i>	170	0.8	3
	줄날도래	<i>Hydropsyche kozhantschikovi</i>	171	0.8	3
	동양줄날도래	<i>Hydropsyche orientalis</i>	172	0.4	4
	흰점줄날도래	<i>Hydropsyche valvata</i>	173	0.9	3
	줄날도래 KD	<i>Hydropsyche</i> KD	174	0.0	5
	큰줄날도래	<i>Macrostemum radiatum</i>	175	0.8	4
	깃날도래 KUa	<i>Plectrocnemia</i> KUa	176	0.1	5
	별날도래	<i>Ecnomus tenellus</i>	177	1.9	2
	통날도래 KUa	<i>Psychomyia</i> KUa	178	0.7	3
	띠무늬우묵날도래	<i>Hydatophylax nigrovittatus</i>	179	0.0	5
	갈색우묵날도래속	<i>Notopsyche</i>	180	0.1	5
	일본가시날도래	<i>Goera japonica</i>	181	0.1	5

지표생물군	학명	번호	오탁지수 s	지표가중치 g
	가시우묵날도래 <i>Neophylax ussuriensis</i>	182	0.0	5
	애우묵날도래속 <i>Apatania</i>	183	0.2	4
	네모집날도래속 <i>Lepidostoma</i>	184	0.1	5
	털날도래 KUa <i>Gumaga</i> KUa	185	0.3	4
	날개날도래 <i>Molanna moesta</i>	186	0.5	3
	바수염날도래속 <i>Psilotreta</i>	187	0.0	5
	나비날도래속 <i>Ceraclea</i>	188	0.6	3
	청나비날도래 KUa <i>Mystacides</i> KUa	189	0.4	4
나비목 Lepidoptera	나비목 Lepidoptera	190	2.5	4

(나) 저서동물지수의 산출

- 저서동물지수(BMI)는 <표 9>에 제시된 출현한 각 지표생물군의 오탁지수 및 지표가중치를 적용하여 계산한다.

$$BMI = \left(4 - \frac{\sum_{i=1}^n s_i h_i g_i}{\sum_{i=1}^n h_i g_i} \right) \times 25$$

BMI 저서동물지수(Benthic Macroinvertebrate Index)

- i 지정된 지표생물종의 일련번호(number assigned to the species)
- n 출현한 지표생물종의 총수(number of indicator species)
- s_i i 지표생물종의 오탁지수(saprobic value of the species i)
- h_i i 지표생물종의 출현도(frequency of the species i)
- g_i i 지표생물종의 지표가중치(indicator weight value of the species i)

- 각 지표생물종의 출현도는 지표생물군이외의 모든 종을 포함한 출현 개체수 순위(많은 개체수 출현도를 보인 종류의 순으로 1, 2, 3)를 백분율로 계산한 순위 백분율의 범위에 따라 1 ~ 5의 값을 부여한다(표 10).

$$R_i = \frac{S_i}{S} \times 100$$

R_i i 지표생물종의 출현개체수 순위 백분율

S 출현한 총 종수

S_i i 지표생물종의 출현개체수 순위

※ 가장 많은 출현개체수를 보인 종의 순위는 1, 그 다음으로 많은 출현개체수를 보인 종의 순위는 2, ...의 순임(순위 2로 같은 개체수를 보인 종이 3종인 경우 차 하위 출현개체수를 보인종의 순위는 5임)

<표 10> 저서성 대형무척추동물 출현순위의 백분율 범위에 따른 출현도 구분 표

순위 백분율 (R_i)	$\leq 20\%$	$20\% < \sim \leq 40\%$	$40\% < \sim \leq 60\%$	$60\% < \sim \leq 80\%$	$> 80\%$
출현도 (h_i)	5	4	3	2	1

(다) 저서성 대형무척추동물 생물등급 평가

- 저서성 대형무척추동물에 의한 생물등급의 판정은 <표 11>에 의한다.

<표 11> 저서성 대형무척추동물 생물등급 판정

등급	저서동물지수 (BMI)	환경상태
A	$80 \leq \text{BMI} \leq 100$	매우 좋음
B	$65 \leq \text{BMI} < 80$	좋음
C	$50 \leq \text{BMI} < 65$	보통
D	$35 \leq \text{BMI} < 50$	나쁨
E	$0 \leq \text{BMI} < 35$	매우 나쁨

(라) 저서동물지수 산출의 예

- 현장에서 채집된 저서성 대형무척추동물의 목록이 <표 12>와 같을 경우에 저서동물지수의 계산 결과는 <표 13>과 같다.
- 최종 계산된 지수 값은 소수점 둘째자리에서 반올림하고 <표 11>에 제시된 생물등급 판정표에 따라 환경상태를 평가한다(예시의 저서동물지수 값 94.7은 ‘최상’ 등급에 해당된다).

<표 12> 저서성 대형무척추동물 출현 종수 및 개체수에 따른 출현도 산정 예시

	분류군	국명	개체수 (개체/m ²)	개체수 순위 (S_i)	순위 백분율 (R_i , %)	출현도 (h_i)
	Phylum Mollusca	연체동물문				
	Class Gastropoda	복족강				
	Order Mesogastropoda	중복족목				
	Family Pleuroceridae	다슬기과				
1	<i>Semisulcospira libertina</i>	다슬기	11	10	40	4
	Phylum Annelida	환형동물문				
	Class Oligocheata	빈모강				
	Order Archioloigocheata	물지렁이목				
	Family Tubificidae	실지렁이과				
2	<i>Limnodrilus gotoi</i>	실지렁이	7	16	64	2
	Phylum Arthropoda	절지동물문				
	Class Crustacea	갑각강				
	Order Amphipoda	단각목				
	Family Gammaridae	옆새우과				
3	<i>Gammarus</i> sp.1	옆새우류 sp.1	11	10	40	4
	Class Insecta	곤충강				
	Order Ephemeroptera	하루살이목				
	Family Baetidae	꼬마하루살이과				
4	<i>Baetis fuscatus</i>	개똥하루살이	26	7	28	4
5	<i>Baetis silvaticus</i>	감초하루살이	44	3	12	5
	Family Heptageniidae	납작하루살이과				
6	<i>Epeorus nipponicus</i>	흰부채하루살이	89	2	8	5
7	<i>Epeorus pellucidus</i>	부채하루살이	11	10	40	4
8	<i>Rhithrogena</i> na	산납작하루살이 na	11	10	40	4
	Family Ephemeridae	하루살이과				
9	<i>Ephemera strigata</i>	무늬하루살이	4	22	88	1
	Family Ephemerellidae	알락하루살이과				
10	<i>Cincticostella levanidovae</i>	민하루살이	122	1	4	5
11	<i>Drunella cryptomeria</i>	알통하루살이	4	22	88	1
	Order Plecoptera	강도래목				
	Family Nemouridae	민강도래과				
12	<i>Amphinemura coreana</i>	총채민강도래	7	16	64	2
13	<i>Nemoura</i> KUb	민강도래 KUb	7	16	64	2
	Family Perlidae	강도래과				
14	<i>Kamimuria coreana</i>	한국강도래	11	10	40	4
15	<i>Kiotina decorata</i>	무늬강도래	4	22	88	1
16	<i>Oyamia nigribasis</i>	진강도래	41	4	16	5
	Family Chloroperlidae	녹색강도래과				
17	<i>Sweltsa nikkoensis</i>	녹색강도래	19	9	36	4
	Order Diptera	파리목				

	분류군	국명	개체수 (개체/m ²)	개체수 순위 (S_i)	순위 백분율 (R_i , %)	출현도 (h_i)
	Family Athericidae	개울등애과				
18	<i>Suragina</i> KU _b	긴개울등애 KU _b	30	6	24	4
	Family Simuliidae	먹파리과				
19	<i>Simulium</i> sp.1	먹파리류 sp.1	33	5	20	5
	Order Trichoptera	날도래목				
	Family Rhyacophilidae	물날도래과				
20	<i>Rhyacophila nigrocephala</i>	검은머리물날도래	7	16	64	2
21	<i>Rhyacophila sibirica</i>	시베리아물날도래	7	16	64	2
	Family Hydropsychidae	줄날도래과				
22	<i>Hydropsyche kozhantschikovi</i>	줄날도래	4	22	88	1
23	<i>Hydropsyche orientalis</i>	동양줄날도래	22	8	32	4
	Family Polycentropodidae	깃날도래과				
24	<i>Plectrocnemia</i> KU _a	깃날도래 KU _a	11	10	40	4
	Family Lepidostomatidae	네모집날도래과				
25	<i>Lepidostoma</i> KU _b	네모집날도래 KU _b	7	16	64	2
총 종수 (S)			25			
총 개체수			550			

주) 1. 예시로 제시된 조사지점의 출현 종수는 25이다.

- 출현 종 중 개체수가 122개체로 가장 많았던 종인 ‘민하루살이’의 개체수 순위는 1이며, 출현 종수 25에 대한 순위 백분율은 $(1/25) \times 100 = 4\%$ 이고, 출현도는 <표 10>에 따라 5가 된다.
- 개체수가 89개체로 2 순위로 많았던 ‘흰부채하루살이’의 개체수 순위는 2이며, 출현 종수 25에 대한 순위 백분율은 $(2/25) \times 100 = 8\%$ 이고, 출현도는 <표 10>에 따라 역시 5가 된다.
- 이 예시에서는 개체수 순위가 5인 ‘먹파리류 sp.1’에 이르기까지는 순위 백분율이 $(5/25) \times 100 = 20\%$ 보다 작거나 같기 때문에 출현도가 5가 되며, 개체수 순위가 6인 ‘긴개울등애 KU_b’부터 개체수 순위가 10인 ‘다슬기’ 등에 이르기까지는 순위 백분율이 $(6/25) \times 100 = 24\%$ 에서 $(10/25) \times 100 = 40\%$ 의 범위를 가지기 때문에 이들에 대한 출현도는 <표 10>에 따라 4가 된다.
- 이 예시에서는 출현도가 3인 경우가 나타나지 않는다. 그 이유는 11개체로서 개체수 순위가 10인 종이 ‘다슬기’부터 ‘깃날도래 KU_a’까지 6종이 되어 차 하위 개체수를 보이는 종의 개체수 순위가 16부터 시작되고 이에 대한 순위 백분율은 $(16/25) \times 100 = 64\%$ 로 출현도는 <표 10>에 따라 2가 되기 때문이다.

<표 13> 예시에 대한 저서동물지수 계산표

사례 지역 생물군		지표생물군		오탁 지수 s	지표 가중치 g	출현도 h	세지수의 곱 $s \cdot h \cdot g$	두지수의 곱 $h \cdot g$
1	<i>Semisulcospira libertina</i>	14	<i>Semisulcospira</i>	0.4	4	4	6.4	16
2	<i>Limnodrilus gotoi</i>	34	<i>Limnodrilus gotoi</i>	3.5	4	2	28.0	8
3	<i>Gammarus</i> sp.	42	<i>Gammarus</i>	0.6	4	4	9.6	16
4	<i>Baetis fuscatus</i>	54	<i>Baetis fuscatus</i>	1.8	1	4	7.2	4
5	<i>Baetis silvaticus</i>	56	<i>Baetis silvaticus</i>	0.1	5	5	2.5	25
6	<i>Epeorus curvatulus</i>	70	<i>Epeorus nipponicus</i>	0	5	5	0.0	25
7	<i>Epeorus pellucidus</i>	72	<i>Epeorus pellucidus</i>	0.1	5	4	2.0	20
8	<i>Rhithrogena</i> na	76	<i>Rhithrogena</i> na	0	5	4	0.0	20
9	<i>Ephemera strigata</i>	87	<i>Ephemera strigata</i>	0.1	5	1	0.5	5
10	<i>Cincticostella levanidovae</i>	88	<i>Cincticostella</i>	0.1	5	5	2.5	25
11	<i>Drunella cryptomeria</i>	89	<i>Drunella</i>	0	5	1	0.0	5
12	<i>Amphinemura coreana</i>	118	<i>Amphinemura</i>	0	5	2	0.0	10
13	<i>Nemoura</i> KUb	117	<i>Nemoura</i>	0.1	5	2	1.0	10
14	<i>Kamimuria coreana</i>	118	Other Plecoptera	0	5	4	0.0	20
15	<i>Kiotina decorata</i>	118	Other Plecoptera	0	5	1	0.0	5
16	<i>Oyamia nigribasis</i>	118	Other Plecoptera	0	5	5	0.0	25
17	<i>Sweltsa nikkoensis</i>	118	Other Plecoptera	0	5	4	0.0	20
18	<i>Suragina</i> KUb	147	<i>Suragina</i>	0.1	5	4	2.0	20
19	<i>Simulium</i> sp.	140	<i>Simulium</i>	0.2	4	5	4.0	20
20	<i>Rhyacophila nigrocephala</i>	159	<i>Rhyacophila nigrocephala</i>	0	5	2	0.0	10
21	<i>Rhyacophila sibirica</i>	159	Other <i>Rhyacophila</i>	0	5	2	0.0	10
22	<i>Hydropsyche kozhantschikovi</i>	171	<i>Hydropsyche kozhantschikovi</i>	0.8	3	1	2.4	3
23	<i>Hydropsyche orientalis</i>	172	<i>Hydropsyche orientalis</i>	0.4	4	4	6.4	16
24	<i>Plectrocnemia</i> KUa	176	<i>Plectrocnemia</i> KUa	0.1	5	4	2.0	20
25	<i>Lepidostoma</i> KUb	184	<i>Lepidostoma</i>	0.1	5	2	1.0	10
합 계							77.5	368

$$BMI = \left(4 - \frac{\sum_{i=1}^n s_i h_i g_i}{\sum_{i=1}^n h_i g_i} \right) \times 25 = \left(4 - \frac{77.5}{368} \right) \times 25 = 94.7$$

부록 2. 저서성 대형무척추동물 종 목록

분류군				국명	학명
편형동물문 Platyhelminthes	와충강 Turbellaria	삼기장목 Tricladida	플라나리아과 Planariidae	플라나리아	<i>Dugesia japonica</i>
				산골플라나리아	<i>Phagocata vivida</i>
			통통플라나리아과 Kenkiidae	장님플라나리아	<i>Schalloplana coreana</i>
유선형동물문 Nematomorphs	연가시강 Gordioida	연가시목 Gordea	연가시과 Gordiidae	연가시	<i>Gordius aquaticus</i>
				가는줄연가시	<i>Gordius liniatus</i>
				털연가시	<i>Gordius robustus</i>
		흑연가시목 Chordidea	흑연가시과 Chordodidae	긴털흑연가시	<i>Chordodes japonensis</i>
				오디흑연가시	<i>Chordodes korrensis</i>
연체동물문 Mollusca	복족강 Gastropoda	무명천흰삿갓조개목 Lepetellida	밤고둥과 Trochidae	각시고둥	<i>Monodonta neritoides</i>
		중복족목 Mesogastropoda	논우렁이과 Viviparidae	긴논우렁이	<i>Cipangopaludina chinensis</i>
				둥근논우렁이	<i>Cipangopaludina chinensis laeta</i>
				논우렁이	<i>Cipangopaludina chinensis malleata</i>
				큰논우렁이	<i>Cipangopaludina japonica</i>
				강우렁이	<i>Sinotaia quadrata</i>
			왕우렁이과 Ampullariidae	왕우렁이	<i>Pomacea canaliculata</i>
		쇠우렁이과 Bithyniidae		작은쇠우렁이	<i>Gabbia kiusiensis</i>
				염주쇠우렁이	<i>Gabbia misella</i>
				쇠우렁이	<i>Parafossarulus manchouricus</i>
		기수우렁이과 Assimineidae		밤색기수우렁이	<i>Angustassimineia castanea</i>
				기수우렁이	<i>Assimineia japonica</i>
				빨강기수우렁이	<i>Assimineia latericea</i>
				좁기수우렁이	<i>Assimineia lutea</i>
		둥근입기수우렁이과 Stenothyridae		흑색반점기수우렁이	<i>Stenophyra edogawaensis</i>
				둥근입기수우렁이	<i>Stenothyra glabra</i>
		동굴우렁이과 Hydrobiidae		흰동굴우렁이	<i>Akiyoshia coreana</i>
				참동굴우렁이	<i>Bithynella coreana</i>
		기수갈고둥과 Netritidae		기수갈고둥	<i>Clithon retropictus</i>
		다슬기과 Pleuroceridae		염주다슬기	<i>Koreanomelania nodifila</i>
				주머니알다슬기	<i>Koreanomelania paucicincta</i>
				구슬알다슬기	<i>Koreoleptoxis globus</i>
				띠구슬알다슬기	<i>Koreoleptoxis globus ovalis</i>
				참다슬기	<i>Semisulcospira coreana</i>
				주름다슬기	<i>Semisulcospira forticosta</i>
				꽃체다슬기	<i>Semisulcospira gottschei</i>
				다슬기	<i>Semisulcospira libertina</i>

분류군			국명	학명
			좁주름다슬기	<i>Semisulcospira tegulata</i>
			주머니다슬기	<i>Semisulcospira paucicincta</i>
	원시유패목 Archaeopulmonata	대추귀고둥과 Ellobiidae	대추귀고둥	<i>Ellobium chinense</i>
	기안목 Basommatophora	물달팽이과 Lymnaeidae	애기물달팽이	<i>Austropeplea ollula</i>
			긴애기물달팽이	<i>Fossaria truncatula</i>
			알물달팽이	<i>Lymnaea palustris ovata</i>
			물달팽이	<i>Radix auricularia</i>
		원돌이물달팽이과 Physidae	원돌이물달팽이	<i>Physa acuta</i>
	또아리물달팽이과 Planorbidae		또아리물달팽이	<i>Gyraulus convexiusculus</i>
			일본또아리물달팽이	<i>Gyraulus illibatus</i>
			수정또아리물달팽이	<i>Hippeutis cantori</i>
			인도또아리물달팽이	<i>Indoplanorbis exustus</i>
			배꼽또아리물달팽이	<i>Polypylis hemisphaerula</i>
		민물삿갓조개과 Ancylidae	민물삿갓조개	<i>Laevapex nipponicus</i>
		잼물우렁이과 Succineidae	뽕죽잼물우렁이	<i>Oxyloma hirasei</i>
			잼물우렁이	<i>Neosuccinea hortícola</i>
이매패강 Bivalvia	홍합목 Mytiloida	홍합과 Mytilidae	민물담치	<i>Limnoperna fortunei</i>
	석패목 Unionoida	석패과 Unionidae	대칭이	<i>Anodonta arcuiformis</i>
			작은대칭이	<i>Anodonta arcuiformis flavotincta</i>
			펼조개	<i>Anodonta woodiana</i>
			귀이빨대칭이	<i>Cristaria plicata</i>
			일본말조개	<i>Inversidens japonensis</i>
			두드럭조개	<i>Lamprotula coreana</i>
			빳두드럭조개	<i>Lamprotula microstricta</i>
			뚝체두드럭조개	<i>Lamprotula leai</i>
			칼조개	<i>Lanceolaria grayana</i>
			원반대칭이	<i>Pletholophus discoidea</i>
			예쁜두드럭조개	<i>Shistodemus lampreyanus</i>
			도끼조개	<i>Solenia triangularis</i>
			말조개	<i>Unio douglasiae</i>
			작은말조개	<i>Unio douglasiae sinuolatus</i>
	백합목 Veneroida	돌고부지과 Trapeziidae	돌고부지	<i>Trapezium liratum</i>
			공주재첩	<i>Corbicula corolata</i>
		재첩과 Corbiculidae	콩재첩	<i>Corbicula felinouilliana</i>
			대륙재첩	<i>Corbicula fluminalis</i>
			재첩	<i>Corbicula fluminea</i>

분류군				국명	학명
환형동물문 Annelida	다모강 Polychaeta			섬재첩	<i>Corbicula insularis</i>
				일본재첩	<i>Corbicula japonica</i>
				참재첩	<i>Corbicula leana</i>
				넓은재첩	<i>Corbicula papyracea</i>
				점박이재첩	<i>Corbicula portentosa</i>
		산골과 Sphaeriidae		산골조개	<i>Pisidium coreanum</i>
				삼각산골조개	<i>Sphaerium lacustre japonicum</i>
		우렁목 Myoida	쇄방사늑조개과 Corbulidae	쇄방사늑조개	<i>Potamocorbula amurensis</i>
	부채발갯지렁이목 Phyllodocida	참갯지렁이과 Nereidae		참갯지렁이	<i>Neanthes japonica</i>
				-	<i>Neanthes diversicolor</i>
				눈썹참갯지렁이	<i>Perinereis nuntia</i>
				실참갯지렁이	<i>Tylorrhynchus heterochaetus</i>
절지동물문 Arthropoda	빈모강 Oligochaeta	-	-	-	<i>Lumbriculus variegatus</i>
		지렁이목 Neoligochaeta	낙시지렁이과 Lumbricidae	줄지렁이류	<i>Eisenia</i> sp.
		물지렁이목 Archilogochaeta	물지렁이과 Naididae	물지렁이	<i>Chaetogaster limnaei</i>
			실지렁이과 Tubificidae	아가미지렁이	<i>Branchiura sowerbyi</i>
				실지렁이	<i>Limnodrilus gotoi</i>
	거머리강 Hirudinia	부리거머리목 Rhynchobdellida	넓적거머리과 Glossiponidae	달팽이넓적거머리	<i>Alboglossiphonia heteroclita</i>
				조개넓적거머리	<i>Alboglossiphonia lata</i>
				연두넓적거머리	<i>Batrachobdella paludosa</i>
				갈색넓적거머리	<i>Glossiphonia complanata</i>
				회색넓적거머리	<i>Glossiphonia weberi</i>
				민물넓적거머리	<i>Helobdella stagnalis</i>
				곤봉넓적거머리	<i>Hemiclepsis japonica</i>
				녹색넓적거머리	<i>Hemiclepsis marginata</i>
				-	<i>Theromyzon</i> sp.
				개구리넓적거머리	<i>Toryx tagoi</i>
		턱거머리목 Arhycobdellida	말거머리과 Haemopidae	갈색말거머리	<i>Whitmania acranulata</i>
				녹색말거머리	<i>Whitmania edentula</i>
				말거머리	<i>Whitmania pigra</i>
			거머리과 Hirudinidae	참거머리	<i>Hirudo nipponia</i>
			돌거머리과 Erpobdellidae	돌거머리	<i>Erpobdella lineata</i>
			-	-	<i>Barbronia weberi</i>
절지동물문 Arthropoda	주형강 Arachnida	거미목 Araneida	물거미과 Argyronetidae	물거미	<i>Argyroneta aquatica</i>
	갑각강 Crustacea	무갑목 Anostraca	풍년새우과 Thamnocephal	풍년새우	<i>Branchinella kugenumaensis</i>

분류군		국명	학명
	idae		
배갑목 Notostraca	투구새우과 Triopidae	긴꼬리투구새우	<i>Triops longicaudatus</i>
극미목 Spinicaudata	참조개벌레과 Cyzicidae	털줄뽕족코조개벌레	<i>Caenestheriella gifuensis</i>
	흑머리조개벌레과 Limnadiidae	밤가시흑머리조개벌레	<i>Eulimnadia braueriana</i>
활미목 Laeivicaudata	민무늬조개벌레과 Lynceidae	이형민무늬조개벌레	<i>Lynceus biformis</i>
등각목 Isopoda	잔벌레과 Sphaeromatidae	기수잔벌레	<i>Gnorimosphaeroma anchialos</i>
		낙동잔벌레	<i>Gnorimosphaeroma naktongense</i>
		개펄잔벌레	<i>Gnorimosphaeroma ovatum</i>
	물벌레과 Asellidae	물벌레	<i>Asellus hilgendorffii</i>
단각목 Amphipoda	옆새우과 Gammaridae	짧은털옆새우	<i>Gammarus galgosensis</i>
		짧은꼬리다리옆새우	<i>Gammarus hoosooi</i>
		털보옆새우	<i>Gammarus kyonggiensis</i>
		긴털옆새우	<i>Gammarus longisaeta</i>
		가시다리옆새우	<i>Gammarus odaensis</i>
		보통옆새우	<i>Gammarus sobaegensis</i>
		긴깃털옆새우	<i>Gammarus wangbangensis</i>
		칼세오리옆새우	<i>Gammarus zeongogensis</i>
		민손옆새우	<i>Gammarus soyoensis</i>
	아니소옆새우과 Anisogammaridae	빗살무늬가시예소옆새우	<i>Jesogammarus ilhoii</i>
		민가시예소옆새우	<i>Jesogammarus koreaensis</i>
	동굴옆새우과 Pseudocrangonytidae	아시아동굴옆새우	<i>Pseudocrangonyx asiaticus</i>
십각목 Decapoda	새뱅이과 Atyidae	새뱅이	<i>Caridina denticulata denticulata</i>
		제주새뱅이	<i>Caridina denticulata</i>
		한국새뱅이	<i>Caridina denticulata koreana</i>
		중국새뱅이	<i>Caridina denticulata sinensis</i>
		왜생이	<i>Caridina japonica</i>
		얼룩생이	<i>Caridina leucosticta</i>
		생이	<i>Paratya compressa</i>
	징거미새우과 Palaemonidae	긴발징거미새우	<i>Macrobrachium formosense</i>
		왕징거미새우	<i>Macrobrachium japonicum</i>
		두드럭징거미새우	<i>Macrobrachium koreana</i>
		징거미새우	<i>Macrobrachium nipponense</i>
		미야디새우	<i>Palaemon miyadaii</i>
		각시흰새우	<i>Palaemon modestus</i>

분류군			국명	학명
			줄새우	<i>Palaemon paucidens</i>
			가재과 Cambaridae	만주가재 <i>Cambaroides dauricus</i>
				가재 <i>Cambaroides similis</i>
			바위게과 Grapsidae	동남참게 <i>Eriocheir japonicus</i>
				참게 <i>Eriocheir sinensis</i>
				풀게 <i>Hemigrapsus penicillatus</i>
				말뚱게 <i>Sesarma dehaani</i>
			달랑게과 Ocypodidae	달랑게 <i>Ocypodes stimpsoni</i>
			젓새우과 Sergestidae	젓새우 <i>Acetes japonicus</i>
내구강 Entognatha	톡토기목 Collembola	unknown unknown	톡토기류	<i>Collembola</i> sp.
곤충강 Insecta	하루살이목 Ephemeroptera	옛하루살이과 Siphonuridae	옛하루살이	<i>Siphonurus chankae</i>
			표범하루살이	<i>Siphonurus palaeartcticus</i>
			수리하루살이	<i>Siphonurus sanukensis</i>
		피라미하루살이과 Ameletidae	피라미하루살이	<i>Ameletus costalis</i>
			멧피라미하루살이	<i>Ameletus montanus</i>
		꼬마하루살이과 Baetidae	깨알하루살이	<i>Acentrella gnom</i>
			콩알하루살이	<i>Acentrella sFAlrica</i>
			길쭉하루살이	<i>Alanites muticus</i>
			애호랑하루살이	<i>Baetiella tuberculata</i>
			애하루살이	<i>Baetiella japonica</i>
			개똥하루살이	<i>Baetis fuscatus</i>
			나도꼬마하루살이	<i>Baetis pseudothemicus</i>
			감초하루살이	<i>Baetis silvaticus</i>
			방울하루살이	<i>Baetis ursinus</i>
			꼬마하루살이 KUa	<i>Baetis KUa</i>
			연못하루살이	<i>Cloeon dipterum</i>
			입술하루살이	<i>Labiobaetis atrebatinus</i>
			흰줄감장하루살이	<i>Nigrobaetis acinaciger</i>
			감장하루살이	<i>Nigrobaetis bacillus</i>
			한라하루살이	<i>Procloeon halla</i>
			작은갈고리하루살이	<i>Procloeon maritimum</i>
			갈고리하루살이	<i>Procloeon pennulatum</i>
		빛자루하루살이과 Isnychiidae	빛자루하루살이	<i>Isnychia japonica</i>
			깃동하루살이	<i>Isnychia ussurica</i>
		납작하루살이과 Heptageniidae	맷시하루살이	<i>Bleptus fasciatus</i>
			봄치녀하루살이	<i>Cinygmula grandifolia</i>
			봄충각하루살이	<i>Cinygmula hirasana</i>
			산치녀하루살이	<i>Cinygmula kurenzovi</i>
			봄치녀하루살이 KUa	<i>Cinygmula KUa</i>

분류군	국명	학명
	미리내하루살이	<i>Ecdyonurus abracadabrus</i>
	백두하루살이	<i>Ecdyonurus baekdu</i>
	몽땅하루살이	<i>Ecdyonurus bajkovae</i>
	참납작하루살이	<i>Ecdyonurus dracon</i>
	꼬리치레하루살이	<i>Ecdyonurus joernensis</i>
	두점하루살이	<i>Ecdyonurus kibunensis</i>
	네점하루살이	<i>Ecdyonurus levis</i>
	가락지하루살이	<i>Ecdyonurus scalaris</i>
	나도네점하루살이	<i>Ecdyonurus yoshidae</i>
	흰부채하루살이	<i>Epeorus curvatulus</i>
	점박이부채하루살이	<i>Epeorus latifolium</i>
	부채하루살이	<i>Epeorus pellucidus</i>
	배점하루살이	<i>Heptagenia guranica</i>
	햇님하루살이	<i>Heptagenia kihada</i>
	충채하루살이	<i>Heptagenia kyotoensis</i>
	중부채하루살이	<i>Iron aesculus</i>
	긴부채하루살이	<i>Iron maculatus</i>
	깊은골하루살이	<i>Rhithrogena binotata</i>
	골짜기하루살이	<i>Rhithrogena japonica</i>
	깊은산하루살이	<i>Rhithrogena lepnevae</i>
	산납작하루살이 na	<i>Rhithrogena na</i>
갈래하루살이과 Leptophlebiidae	세갈래하루살이	<i>Choroterpes altioculus</i>
	두갈래하루살이	<i>Paraleptophlebia chocatora</i>
강하루살이과 Potamanthidae	작은강하루살이	<i>Potamanthus formosus</i>
	금빛하루살이	<i>Potamanthus yooni</i>
	가람하루살이	<i>Potamanthus luteus oriens</i>
	강하루살이	<i>Rhoenanthus coreanus</i>
흰하루살이과 Polymitarcyidae	흰하루살이	<i>Ephoron shigae</i>
하루살이과 Ephemeridae	동양하루살이	<i>Ephemera orientalis</i>
	가는무늬하루살이	<i>Ephemera separigata</i>
	사할린하루살이	<i>Ephemera sachalinensis</i>
	무늬하루살이	<i>Ephemera strigata</i>
알락하루살이과 Ephemerellidae	민하루살이	<i>Cincticostella levanidovae</i>
	먹하루살이	<i>Cincticostella tshernovae</i>
	뿔하루살이	<i>Drunella aculea</i>
	알통하루살이	<i>Drunella cryptomeria</i>
	쌍혹하루살이	<i>Drunella lepnevae</i>
	얼룩뿔하루살이	<i>Drunella solida</i>
	삼지창하루살이	<i>Drunella triacantha</i>
	긴꼬리하루살이	<i>Ephacerella longicaudata</i>
	다람쥐하루살이	<i>Ephemerella aurivillii</i>

분류군	국명	학명
	알락하루살이	<i>Ephemerella dentata</i>
	칠성하루살이	<i>Ephemerella imanishii</i>
	흰등하루살이	<i>Ephemerella kozhovi</i>
	범꼬리하루살이	<i>Serratella setigera</i>
	굴뚝하루살이	<i>Serratella zapekinae</i>
	쇠꼬리하루살이	<i>Serratella ignita</i>
	-	<i>Uracanthella chinoi</i>
	등줄하루살이	<i>Uracanthella rufa</i>
	발톱하루살이과 Metretopodidae	발톱하루살이 <i>Metretopus borealis</i>
	방패하루살이과 Neophemeridae	방패하루살이 <i>Potamanthellus chinensis</i>
	등딱지하루살이과 Caenidae	세뿔등딱지하루살이 KUa <i>Brachycercus</i> KUa
		등딱지하루살이 <i>Caenis nishinoae</i>
		등딱지하루살이 KUa <i>Caenis</i> KUa
	잠자리목 Odonata	실잠자리과 Coenagrionidae
		작은실잠자리 <i>Aciagrion migratum</i>
		등검은실잠자리 <i>Cercion calamorum</i>
		등줄실잠자리 <i>Cercion hieroglyphicum</i>
		노란실잠자리 <i>Ceriagrion melanurum</i>
		알락실잠자리 <i>Enallagma cyathigerum</i>
		아시아실잠자리 <i>Ischnura asiatica</i>
		황등색실잠자리 <i>Mortonagrion selenion</i>
		청둥실잠자리 <i>Nehalania speiciosa</i>
		방울실잠자리과 Platycnemididae
		자실잠자리 <i>Copera annulata</i>
		방울실잠자리 <i>Platycnemis phillopoda</i>
		청실잠자리과 Lestidae
		청실잠자리 <i>Lestes sponsa</i>
		좁청실잠자리 <i>Lestes japonicus</i>
		큰청실잠자리 <i>Lestes temporalis</i>
		묵은실잠자리 <i>Sympecma paedisca</i>
		가는실잠자리 <i>Indolestes gracilis pregrinus</i>
	물잠자리과 Calopterygidae	검은물잠자리 <i>Calopteryx atrata</i>
		물잠자리 <i>Calopteryx japonica</i>
		담색물잠자리 <i>Mnais strigata</i>
	부채장수잠자리과 Gomphidae	노랑배측범잠자리 <i>Anisogomphus coreanus</i>
		마아키측범잠자리 <i>Anisogomphus maacki</i>
		산측범잠자리 <i>Anisogomphus melanopsoides</i>
		자루측범잠자리 KUa <i>Burmagomphus</i> KUa
		쇠측범잠자리 <i>Davidius lunatus</i>
		어리부채장수잠자리 <i>Gomphidia confluens</i>
		소요산측범잠자리 <i>Gomphus epophthalmus</i>
		어리측범잠자리 <i>Gomphus postacularis</i>

분류군	국명	학명
왕잠자리과 Aeshnidae	부채장수잠자리	<i>Ictinogomphus clavatus</i>
	고려측범잠자리 KUa	<i>Nihonogomphus</i> KUa
	고려측범잠자리	<i>Nihonogomphus bifurcatus</i>
	꼬마측범잠자리	<i>Nihonogomphus minor</i>
	노란측범잠자리	<i>Onychogomphus ringens</i>
	측범잠자리	<i>Ophiogomphus obscura</i>
	어리장수잠자리	<i>Sieboldius albardae</i>
	호리측범잠자리	<i>Stylurus annulata</i>
	안경잡이측범잠자리	<i>Stylurus oculatus</i>
	가시측범잠자리	<i>Trigomphus citimus</i>
	애측범잠자리	<i>Trigomphus melampus</i>
	검정측범잠자리	<i>Trigomphus nigripes</i>
	먹줄왕잠자리	<i>Anax nigrofasciatus</i>
	왕잠자리	<i>Anax parthenope julius</i>
	별박이왕잠자리	<i>Aeshna juncea</i>
	개미허리왕잠자리	<i>Boyeria maclachlani</i>
	잘룩허리왕잠자리	<i>Gynacantha japonica</i>
	큰무늬왕잠자리	<i>Aeschnophlebia anisoptera</i>
	긴무늬왕잠자리	<i>Aeschnophlebia longistigma</i>
	왕잠자리 KUa	<i>Anax</i> KUa
	참별박이왕잠자리	<i>Aeshna crenata</i>
	참별박이왕잠자리 KUa	<i>Aeshna</i> KUa
	큰별박이왕잠자리	<i>Aeshna nigroflava</i>
	애별박이왕잠자리	<i>Aeshna coerulea</i>
장수잠자리과 Cordulegastridae	장수잠자리	<i>Anotogaster sieboldii</i>
북방잠자리과 Corduliidae	청동잠자리	<i>Cordulia aenea amurensis</i>
	언저리잠자리	<i>Epithea marginata</i>
	산잠자리	<i>Epophthalmia elegans yagasaki</i>
	잔산잠자리	<i>Macromia amphigena fraenata</i>
	노란잔산잠자리	<i>Macromia daimoji</i>
	만주잔산잠자리	<i>Macromia manchuria</i>
	밀노란잠자리불이	<i>Somatochlora arctica</i>
	북방잠자리	<i>Somatochlora alpestris</i>
	밀노란잠자리	<i>Smmatochlora graeseri</i>
잠자리과 Libellulidae	고추잠자리	<i>Crocothemis servilia</i>
	배치레잠자리	<i>Lyriothemis pachygastra</i>
	대모잠자리	<i>Libellula angelina</i>
	넙점박이잠자리	<i>Libellula quadrimaculata</i>
	꼬마잠자리	<i>Nannophya pygmaea</i>
	밀잠자리	<i>Orthetrum albistylum speciosum</i>

분류군		국명	학명
		홀썩밀잠자리	<i>Orthetrum lineostigma</i>
		큰밀잠자리	<i>Orthetrum triangulare melania</i>
		밀잠자리 KUa	<i>Orthetrum KUa</i>
		노란허리잠자리	<i>Pseudothemis zonata</i>
		나비잠자리	<i>Rhyothemis fuliginosa</i>
		노란잠자리	<i>Sympetrum croceolum</i>
		검정좀잠자리	<i>Sympetrum danae</i>
		고추좀잠자리	<i>Sympetrum depressiusculum</i>
		두점박이좀잠자리	<i>Sympetrum eroticum</i>
		붉은좀잠자리	<i>Sympetrum flaveolum</i>
		깃동잠자리	<i>Sympetrum infuscatum</i>
		흰얼굴좀잠자리	<i>Sympetrum kunckeli</i>
		애기좀잠자리	<i>Sympetrum parvulum</i>
		진노란잠자리	<i>Sympetrum uniforme</i>
		만주좀잠자리	<i>Sympetrum vulgatum imitans</i>
		날개잠자리	<i>Tramea virginia</i>
		된장잠자리	<i>Pantala flavescens</i>
		여름좀잠자리	<i>Sympetrum darwinianum</i>
		날개띠좀잠자리	<i>Sympetrum pedemontanum elatum</i>
		산좀잠자리	<i>Sympetrum pedemontanum pedemontanum</i>
		깃동잠자리불이	<i>Sympetrum baccha matutinum</i>
		대륙좀잠자리	<i>Sympetrum striolatum imitoides</i>
		대마도좀잠자리	<i>Sympetrum cordulegaster</i>
		밀잠자리불이	<i>Deielia phaon</i>
		진주잠자리	<i>Leucorrhinia dubia orientalis</i>
강도래목 Plecoptera	민날개강도래과 Scopuridae	한국민날개강도래	<i>Scopura koreana</i>
		민날개강도래	<i>Scopura laminata</i>
	메추리강도래과 Taeniopterygidae	왜메추리강도래	<i>Taenionema japonicum</i>
		메추리강도래 KUa	<i>Taenionema KUa</i>
		메추리강도래 KUb	<i>Taenionema KUb</i>
		메추리강도래 KUC	<i>Taenionema KUC</i>
	민강도래과 Nemouridae	제주아가미민강도래	<i>Amphinemura baei</i>
		총채민강도래	<i>Amphinemura coreana</i>
		아가미민강도래	<i>Amphinemura rai</i>
		얼룩민강도래	<i>Amphinemura steinmanni</i>
		둥근꼬리민강도래	<i>Amphinemura verrucosa</i>
		총채민강도래 KUa	<i>Amphinemura KUa</i>
		총채민강도래 KUb	<i>Amphinemura KUb</i>
		꽃민강도래	<i>Nemoura espora</i>
		파리민강도래	<i>Nemoura gemma</i>

분류군		국명	학명	
노린재목 Hemiptera	물벌레과 Corixidae	꼬마민강도래	<i>Nemoura jezoensis</i>	
		토우민강도래	<i>Nemoura tau</i>	
		민강도래 KUa	<i>Nemoura</i> KUa	
		민강도래 KUb	<i>Nemoura</i> KUb	
		삼새민강도래 KUa	<i>Protonemura</i> KUa	
		흰배민강도래과 Capniidae	흰배민강도래 KUa	<i>Capnia</i> KUa
		짧은꼬리민강도래	<i>Eucapnopsis stigmatica</i>	
		짧은꼬리민강도래 KUa	<i>Eucapnopsis</i> KUa	
		애강도래	<i>Paracapnia recta</i>	
		꼬마강도래과 Leuctridae	집게강도래	<i>Leuctra fusca</i>
		새발강도래	<i>Megaleuctra saebat</i>	
		꼬리강도래	<i>Paraleuctra cercia</i>	
		꼬마강도래	<i>Rhopalopsale mahunkai</i>	
		넓은가슴강도래과 Peltoperlidae	넓은가슴강도래 KUa	<i>Yoraperla</i> KUa
		몽통가슴강도래	<i>Yoraperla han</i>	
		넓은가슴강도래	<i>Yoraperla uchidai</i>	
		큰그물강도래과 Pteronarcidae	한국큰그물강도래	<i>Pteronarcys macra</i>
		큰그물강도래	<i>Pteronarcys sachalina</i>	
		그물강도래과 Perlidae	큰등그물강도래 KUa	<i>Archynopteryx</i> KUa
	삼줄강도래	<i>Isoperla flavescens</i>		
	줄강도래 KUa	<i>Isoperla</i> KUa		
	그물강도래	<i>Megarcys ochracea</i>		
	점등무늬강도래	<i>Perlodes stigmata</i>		
	점등그물강도래 KUa	<i>Perlodes</i> KUa		
	그물강도래붙이	<i>Stavsolus japonicus</i>		
	그물강도래붙이 KUa	<i>Stavsolus</i> KUa		
	강도래과 Perlidae	한국강도래	<i>Kamimuria coreana</i>	
	강도래 KUa	<i>Kamimuria</i> KUa		
	무늬강도래	<i>Kiotina decorata</i>		
	두눈강도래	<i>Neoperla coreensis</i>		
	진강도래	<i>Oyamia coreana</i>		
	강도래붙이	<i>Paragnetina flavotincta</i>		
얼룩강도래붙이	<i>Paragnetina tinctipennis</i>			
녹색강도래과 Chloroperlidae	애민무늬강도래	<i>Alloperla joosti</i>		
민무늬강도래	<i>Alloperla rostellata</i>			
여린녹색강도래	<i>Sweltsa lepnevae</i>			
녹색강도래	<i>Sweltsa nikkoensis</i>			
녹색강도래 KUa	<i>Sweltsa</i> KUa			
각시손톱물벌레	<i>Cymatia apparens</i>			
물벌레	<i>Hesperocorixa distanti</i>			
왕물벌레	<i>Hesperocorixa kolthoffi</i>			

분류군	국명	학명
	닭은물벌레	<i>Hesperocorixa mandshurica</i>
	꼬마손자물벌레	<i>Micronecta guttata</i>
	동쪽꼬마물벌레	<i>Micronecta sahlbergii</i>
	꼬마물벌레	<i>Micronecta sedula</i>
	진방물벌레	<i>Sigara bellula</i>
	대만물벌레	<i>Sigara formosana</i>
	어리방물벌레	<i>Sigara septemlineata</i>
	방물벌레	<i>Sigara substriata</i>
	꼭지방물벌레	<i>Sigara weymarni</i>
	검정배물벌레	<i>Sigara nigroventralis</i>
등글물벌레과 Pleidae	꼬마등글물벌레	<i>Plea indistinguenda</i>
	등글물벌레	<i>Plea japonica</i>
딱부리물벌레과 Ochteridae	딱부리물벌레	<i>Ochterus marginatus</i>
물등구리과 Naucoridae	빈대물등구리	<i>Ilyocoris cimicoides</i>
	물등구리	<i>Ilyocoris exclamationis</i>
물빈대과 Aphelocheiridae	물빈대	<i>Aphelocheirus nawae</i>
물장군과 Belostomatidae	물자라	<i>Appasus japonicus</i>
	큰물자라	<i>Appasus major</i>
	각시물자라	<i>Diplonychus esakii</i>
	물장군	<i>Lethocerus deyrollei</i>
장구애비과 Nepidae	장구애비	<i>Laccotrephes japonensis</i>
	메추리장구애비	<i>Nepa hoffmanni</i>
	게아재비	<i>Ranatra chinensis</i>
	방게아재비	<i>Ranatra unicolor</i>
깨알물노린재과 Mebridae	깨알물노린재	<i>Hebrus nipponicus</i>
깨알소금쟁이과 Veliidae	긴깨알소금쟁이	<i>Microvelia douglasi</i>
	호르바드깨알소금쟁이	<i>Microvelia horvathi</i>
	얼룩깨알소금쟁이	<i>Microvelia reticula</i>
	강깨알소금쟁이	<i>Pseudovelina koreana</i>
	낙동털깨알소금쟁이	<i>Pseudovelina tFAialis sexseta</i>
	털깨알소금쟁이	<i>Pseudovelina tFAialis tFAialis</i>
소금쟁이과 Gerridae	왕소금쟁이	<i>Aquaris elongatus</i>
	소금쟁이	<i>Aquaris paludum</i>
	황해소금쟁이	<i>Asclepios shiranui coreanus</i>
	모소금쟁이	<i>Gerris angulatus</i>
	등빨간소금쟁이	<i>Gerris gracilicornis</i>
	섬소금쟁이	<i>Gerris insularis</i>
	참소금쟁이	<i>Gerris lacustris</i>
	애소금쟁이	<i>Gerris latiabdominis</i>

분류군	국명	학명	
수서곤충목 Ampelizoa	옛소금쟁이	<i>Gerris nepalensis</i>	
	북방소금쟁이	<i>Gerris odontogaster</i>	
	바다소금쟁이	<i>Halobates matsumurai</i>	
	광대소금쟁이	<i>Metrocoris histrio</i>	
	어리광대소금쟁이	<i>Rhyacobates esaki</i>	
	실소금쟁이과 Hydrometridae	실소금쟁이	<i>Hydrometra albolineata</i>
		제주실소금쟁이	<i>Hydrometra okinawana</i>
		애실소금쟁이	<i>Hydrometra procera</i>
	물노린재과 Mesoveliidae	물노린재	<i>Mesovelia oreinetalis</i>
		가시물노린재	<i>Mesovelia vittigera</i>
	갯노린재과 Saldidae	멋쟁이갯노린재	<i>Chartoscirta elegantula</i>
		털갯노린재	<i>Chiloxanthus pilosus pilosus</i>
		우리큰갯노린재	<i>Macrosaldula koreana</i>
		큰갯노린재	<i>Macrosaldula rivularia</i>
		별갯노린재	<i>Salda kiritshenkoi</i>
		좀갯노린재	<i>Saldula ornatula</i>
		다리갯노린재	<i>Saldula pallipes</i>
		갯노린재	<i>Saldula saltatoria</i>
		참갯노린재	<i>Salda splendens</i>
		송장헤엄치게과 Notonectidae	애송장헤엄치게
	북방송장헤엄치게		<i>Notonecta amplifica</i>
	나도송장헤엄치게		<i>Notonecta kiangsis</i>
	노랑송장헤엄치게		<i>Notonecta reuteri</i>
	송장헤엄치게		<i>Notonecta triguttata</i>
	뱀잠자리목 Megaloptera	좀뱀잠자리 KUa	<i>Sialis KUa</i>
뱀잠자리과 Corydalidae		대륙뱀잠자리	<i>Parachauliodes continentalis</i>
	뱀잠자리	<i>Protohermes grandis</i>	
딱정벌레목 Coleoptera	물방개과 Dytiscidae	땅콩물방개붙이	<i>Agabus adpressus</i>
		애땅콩물방개	<i>Agabus amoenus</i>
		큰땅콩물방개	<i>Agabus browni</i>
		북쪽땅콩물방개	<i>Agabus congener</i>
		검정머리땅콩물방개	<i>Agabus conspicuus</i>
		머리땅콩물방개	<i>Agabus insolitus</i>
		땅콩물방개	<i>Agabus japonicus</i>
		검정땅콩물방개	<i>Agabus optatus</i>
		노랑띠물방개	<i>Canthydrus politus</i>
		머리테물방개	<i>Clypeodytes frontalis</i>
		가는줄물방개	<i>Coelambus chinensis</i>
		북쪽물방개	<i>Coelambus impressopunctatus</i>
		섬등줄물방개	<i>Copelatus japonicus</i>
		등줄물방개	<i>Copelatus koreanus</i>

분류군	국명	학명
	애등줄물방개	<i>Copelatus weymarni</i>
	맵시등줄물방개	<i>Copelatus zimmermanni</i>
	검정물방개	<i>Cybister brevis</i>
	물방개	<i>Cybister japonicus</i>
	동쪽애물방개	<i>Cybister lewisianus</i>
	애물방개	<i>Cybister tripunctatus orientalis</i>
	배물방개불이	<i>Dytiscus czerskii</i>
	물방개불이	<i>Dytiscus dauricus</i>
	젓빛물방개	<i>Eretes sticticus</i>
	아담스물방개	<i>Graphoderus adamsii</i>
	꼬마물방개	<i>Guignotus japonicus</i>
	줄무늬물방개	<i>Hydaticus bowringi</i>
	꼬마줄물방개	<i>Hydaticus grammicus</i>
	큰알락물방개	<i>Hydaticus pacificus</i>
	남쪽알락물방개	<i>Hydaticus rhantoides</i>
	줄물방개	<i>Hydaticus satoi</i>
	알락물방개	<i>Hydaticus thermonectoides</i>
	점톨물방개류	<i>Hydrobvatus</i> sp.
	알물방개	<i>Hyphydrus japonicus</i>
	모래무지물방개	<i>Ilybius apicalis</i>
	섬모래무지물방개	<i>Ilybius chishimanus</i>
	넓은모래무지물방개	<i>Ilybius lateralis</i>
	깨알물방개	<i>Laccophilus difficilis</i>
	동쪽깨알물방개	<i>Laccophilus kobensis</i>
	무늬깨알물방개	<i>Laccophilus lewisius</i>
	대룩깨알물방개	<i>Laccophilus minutus</i>
	샤아프물방개	<i>Laccophilus shapi</i>
	테물방개	<i>Liodessus megacephalus</i>
	노랑무늬물방개	<i>Neonectes natrix</i>
	동해물방개	<i>Oreodytes kanoi</i>
	노랑테콩알물방개	<i>Platambus fimbriatus</i>
	콩알물방개	<i>Platambus pictipennis</i>
	흑외줄물방개	<i>Potamonectes hostilis</i>
	외줄물방개	<i>Potamonectes simplicipes</i>
	애기물방개	<i>Rhantus pulverosus</i>
	제주애기물방개	<i>Rhantus yessoensis</i>
자색물방개과 Noteridae	자색물방개	<i>Noterus japonicus</i>
	고구려자색물방개	<i>Noterus angustulus</i>
물맴이과 Gyrinidae	왕물맴이	<i>Dineutes orientalis</i>
	꼭지물맴이	<i>Gyrinus curtus</i>
	참물맴이	<i>Gyrinus gestroi</i>

분류군	국명	학명
물진드기과 Halipidae	물맴이	<i>Gyrinus japonicus</i>
	꼬리물맴이	<i>Orectochilus regimbarti</i>
	긴꼬리물맴이	<i>Orectochilus villosus</i>
	극동물진드기	<i>Halipus basinotatus</i>
	큰물진드기	<i>Halipus eximius</i>
	애물진드기	<i>Halipus ovalis</i>
	샤아프물진드기	<i>Halipus sharpi</i>
	알락물진드기	<i>Halipus simplex</i>
	물진드기	<i>Peltodytes intermedius</i>
	노랑물진드기	<i>Peltodytes koreanus</i>
	중국물진드기	<i>Peltodytes sinensis</i>
물땡땡이과 Hydrophilidae	알물땡땡이	<i>Amphiops mater</i>
	새가슴물땡땡이	<i>Berosus japonicus</i>
	뒷가시물땡땡이	<i>Berosus lewisius</i>
	남쪽점박이물땡땡이	<i>Berosus pulchellus</i>
	점박이물땡땡이	<i>Berosus signaticollis punctipennis</i>
	모래툽물땡땡이	<i>Ceryon aptus</i>
	노랑테똥물땡땡이	<i>Ceryon laminatus</i>
	갈색물땡땡이	<i>Ceryon olivus</i>
	소똥물땡땡이	<i>Ceryon quisquilius</i>
	끝빨간말똥물땡땡이	<i>Ceryon vagus</i>
	잔등볼록물땡땡이	<i>Coelostoma orbiculare</i>
	등볼록물땡땡이	<i>Coelostoma stultum</i>
	잔털물땡땡이	<i>Cryptopleurum subtile</i>
	꼬마넓적물땡땡이	<i>Enochrus esuriens</i>
	애넓적물땡땡이	<i>Enochrus simulans</i>
	등글넓적물땡땡이	<i>Enochrus subsignatus</i>
	넓적물땡땡이	<i>Enochrus umbratus</i>
	한일넓적물땡땡이	<i>Enochrus uniformis</i>
	꼬마좁물땡땡이	<i>Helochares pallens</i>
	좁물땡땡이	<i>Helochares striatus</i>
	참점물땡땡이	<i>Hydrobius fuscipes</i>
	잔물땡땡이	<i>Hydrochara affinis</i>
	북방물땡땡이	<i>Hydrochara libera</i>
	물땡땡이	<i>Hydrophilus accuminatus</i>
	남방물땡땡이	<i>Hydrophilus bilineatus cashimirensis</i>
	점물땡땡이	<i>Laccobius bedeli</i>
	두점물땡땡이	<i>Laccobius binotatus</i>
	꼬마점물땡땡이	<i>Laccobius fragilis</i>
	무늬점물땡땡이	<i>Laccobius oscillans</i>

분류군		국명	학명	
분류군		털물땡땡이	<i>Pachysternum haemorrhoum</i>	
		콩알물땡땡이	<i>Regimbartia attenuata</i>	
		톱물땡땡이	<i>Sphaeridium scarabaeoides</i>	
		애물땡땡이	<i>Sternolophus rufipes</i>	
	알꽃벼룩과 Helodidae	알꽃벼룩 KUa	<i>Helodes</i> KUa	
		다색알꽃벼룩 KUa	<i>Scirtes</i> KUa	
	진흙벌레과 Heteroceridae	진흙벌레	<i>Heterocercus japonicus</i>	
	여울벌레과 Elmidae	무늬여울벌레	<i>Optioservus variabilis</i>	
		긴다리여울벌레	<i>Stenelmis vulgaris</i>	
		곰보긴다리여울벌레	<i>Stenelmis nipponica</i>	
		검정긴다리여울벌레	<i>Stenelmis koreanus</i>	
		애여울벌레	<i>Zaitzevia nitida</i>	
	물삿갓벌레과 Psephenidae	등근물삿갓벌레 KUa	<i>Eubrianax</i> KUa	
		넓은물삿갓벌레 KUa	<i>Mataeopsephus</i> KUa	
		개울물삿갓벌레	<i>Psephenoides japonicus</i>	
		물삿갓벌레과 KUa	<i>Psephenoides</i> KUa	
	잎벌레과 Chrysomelidae	딸기잎벌레 KUa	<i>Galerucella</i> KUa	
		일본잎벌레	<i>Galerucella nipponensis</i>	
	반딧불이과 Lampyridae	애반딧불이	<i>Luciola lateralis</i>	
		운문산반딧불이	<i>Luciola unmunsana</i>	
	- Dryopidae	-	<i>Helichus</i> sp.	
	호리가슴땡땡이과 Hydraenidae	호리가슴땡땡이류	<i>Hydraenidae</i> sp.	
	폴잡자리목 Neuroptera	민물해면잡자리과 Sisyridae	민물해면잡자리류	<i>Sisyridae</i> sp.
	벌목 Hymenoptera	맷시벌과 Ichneumonidae	물벌	<i>Agriotypus gracilis</i>
	파리목 Diptera	각다귀과 Tipulidae	명주각다귀 KUa	<i>Antocha</i> KUa
			무늬애기각다귀 KUa	<i>Dicranomyia</i> KUa
애기각다귀 KUa			<i>Dicranota</i> KUa	
검정날개각다귀 KUa			<i>Hexatoma</i> KUa	
검정날개각다귀 KUb			<i>Hexatoma</i> KUb	
검정날개각다귀 KUC			<i>Hexatoma</i> KUC	
황나각다귀 KUa			<i>Nephrotoma</i> KUa	
황나각다귀 KUb			<i>Nephrotoma</i> KUb	
장수각다귀 KUa			<i>Pedica</i> KUa	
각다귀 KUa			<i>Tipula</i> KUa	
각다귀 KUb			<i>Tipula</i> KUb	
각다귀 KUC			<i>Tipula</i> KUC	
각다귀 KUD			<i>Tipula</i> KUD	

분류군	국명	학명
	각다귀 KUe	<i>Tipula</i> KUe
	각다귀 KUf	<i>Tipula</i> KUf
	각다귀 KUG	<i>Tipula</i> KUG
	각다귀 KUh	<i>Tipula</i> KUh
	각다귀 KUi	<i>Tipula</i> KUi
	각다귀 KUj	<i>Tipula</i> KUj
	각다귀 KUK	<i>Tipula</i> KUK
	각다귀 KUI	<i>Tipula</i> KUI
	각다귀 KUm	<i>Tipula</i> KUm
	각다귀 KUn	<i>Tipula</i> KUn
	각다귀 KUo	<i>Tipula</i> KUo
	각다귀 KUp	<i>Tipula</i> KUp
나방파리과 Psychodidae	너도나방파리류	<i>Pericoma</i> sp.
	나방파리 KUa	<i>Psychoda</i> KUa
	털나방파리 KUa	<i>Telmatoscopus</i> KUa
별모기과 Dixidae	별모기 KUa	<i>Dixa</i> KUa
털모기과 Chaoboridae	털모기 KUa	<i>Chaoborus</i> KUa
모기과 Culicidae	모기류	<i>Aedes</i> sp.
	모기류	<i>Anopheles</i> sp.
	모기류	<i>Culex</i> sp.
먹파리과 Simuliidae	줄무늬먹파리	<i>Simulium japonicum</i>
	어깨무늬먹파리	<i>Simulium malyshevi</i>
	꼬마먹파리	<i>Simulium nacojapi</i>
	꼬마무늬먹파리	<i>Simulium quinquestriatum</i>
	애뿔먹파리	<i>Simulium subcostatum</i>
	얼룩다리먹파리	<i>Simulium suzukii</i>
	뿔먹파리	<i>Simulium uchidai</i>
	남방먹파리 KUa	<i>Simulium</i> KUa
등에모기과 Ceratopogonidae	등에모기류	<i>Ceratopogonidae</i> sp.
갈따구과 Chironomidae	갈따구류	<i>Chironomidae</i> sp.
뿔모기과 Blepharoceridae	물뿔모기 KUa	<i>BFAlocephala</i> KUa
	뿔모기 KUa	<i>Phlorus</i> KUa
	뿔모기 KUb	<i>Phlorus</i> KUb
개울등에과 Athericidae	개울등에 KUa	<i>Atherix</i> KUa
	긴개울등에 KUa	<i>Suragina</i> KUa
	긴개울등에 KUb	<i>Suragina</i> KUb
동애등에과 Stratiomyidae	동애등에 KUa	<i>Stratiomyia</i> KUa
춤파리과	춤파리류	<i>Empididae</i> sp.

분류군	국명	학명
	Empididae	
	장다리파리과 Dolichopodidae	장다리파리류 <i>Dolichopodidae</i> sp.
	등에과 Tabanidae	대모등에붙이 <i>Chrysops suavis</i>
		대만재등에 <i>Tabanus amaenus</i>
		여린황등에 <i>Tabanus kinoshitai</i>
		황등에붙이 <i>Atylotus horvathi</i>
	꽃등에과 Syrphidae	흰줄꽃등에 KUa <i>Eristalis</i> KUa
	물가파리과 Ephydriidae	물가파리류 <i>Ephydriidae</i> sp.
	집파리과 Mucidae	집파리류 <i>Mucidae</i> sp.
날도래목 Trichoptera	물날도래과 Rhyacophilidae	주름물날도래 <i>Rhyacophila articulata</i>
		두잎물날도래 <i>Rhyacophila bilobata</i>
		넓은머리물날도래 <i>Rhyacophila brevicephala</i>
		클레멘스물날도래 <i>Rhyacophila clemens</i>
		덕유산물날도래 <i>Rhyacophila confissa</i>
		거친물날도래 <i>Rhyacophila impar</i>
		물날도래 KUa <i>Rhyacophila</i> KUa
		물날도래 KUb <i>Rhyacophila</i> KUb
		금강산물날도래 <i>Rhyacophila kumgangsantica</i>
		계곡물날도래 <i>Rhyacophila kuramana</i>
		무늬물날도래 <i>Rhyacophila narvae</i>
		검은머리물날도래 <i>Rhyacophila nigrocephala</i>
		용수물날도래 <i>Rhyacophila retracta</i>
		민무늬물날도래 <i>Rhyacophila shikotsuensis</i>
		시베리아물날도래 <i>Rhyacophila sFAfrica</i>
		곤봉물날도래 <i>Rhyacophila yamanakensis</i>
	애날도래과 Hydroptilidae	애날도래 KUa <i>Hydroptila</i> KUa
	긴발톱물날도래과 Hydrobiosidae	긴발톱물날도래 KUa <i>Apsilochorema</i> KUa
	광택날도래과 Glossosomatidae	큰광택날도래 KUa <i>Agapetus</i> KUa
		광택날도래 KUa <i>Glossosoma</i> KUa
	입술날도래과 Philopotamidae	큰입술날도래 KUa <i>Dolophilodes</i> KUa
		입술날도래 KUa <i>Wormaldia</i> KUa
	각날도래과 Stenopsychidae	연날개수염치레각날도래 <i>Stenopsyche bergeri</i>
		고려각날도래 <i>Stenopsyche coreana</i>
		수염치레각날도래 <i>Stenopsyche marmorata</i>
	곰줄날도래과 Arctopsychidae	곰줄날도래 <i>Arctopsyche ladogensis</i>
	줄날도래과	흰줄날도래 KUa <i>Aethaloptera</i> KUa

분류군	국명	학명
Hydropsychidae	꼬마줄날도래	<i>Cheumatopsyche brevilineata</i>
	꼬마줄날도래 KUa	<i>Cheumatopsyche</i> KUa
	꼬마줄날도래 KUb	<i>Cheumatopsyche</i> KUb
	산골줄날도래 KUa	<i>Diplectrona</i> KUa
	줄날도래	<i>Hydropsyche kozhantschikovi</i>
	동양줄날도래	<i>Hydropsyche orientalis</i>
	흰점줄날도래	<i>Hydropsyche valvata</i>
	줄날도래 KD	<i>Hydropsyche</i> KD
	줄날도래 KUb	<i>Hydropsyche</i> KUb
	줄날도래 KUd	<i>Hydropsyche</i> KUd
	큰줄날도래	<i>Macrostemum radiatum</i>
깃날도래과 Polycentropodi dae	(미정) *분류적 검토 필요	<i>Paranyctiophylax</i> sp.
	깃날도래 KUa	<i>Plectrocnemia</i> KUa
별날도래과 Ecnomidae	별날도래	<i>Ecnomus tenellus</i>
통날도래과 Psychomyiidae	통날도래 KUa	<i>Psychomyia</i> KUa
날도래과 Phryganeidae	단발날도래	<i>Agrypnia pagetana</i>
	굴뚝날도래	<i>Semblis phalaenoides</i>
둥근날개날도 래과 Phryganopsyc hidae	둥근날개날도래	<i>Phryganopsyche latipennis</i>
둥근얼굴날도 래과 Brachycentridae	둥근얼굴날도래 KUa	<i>Micrasema</i> KUa
우묵날도래과 Limnephilidae	검은날개우묵날도래 KUa	<i>Asynarchus</i> KUa
	띠무늬우묵날도래	<i>Hydatophylax nigrovittatus</i>
	모시우묵날도래 KUa	<i>Limnephilus</i> KUa
	띠무늬날도래류	<i>Nemotaulius</i> sp.
	갈색우묵날도래 KUa	<i>Notopsyche</i> KUa
	갈색우묵날도래 KUb	<i>Notopsyche</i> KUb
	두잎우묵날도래	<i>Notopsyche bilobata</i>
가시날도래과 Goeridae	일본가시날도래	<i>Goera japonica</i>
가시우묵날도 래과 Uenoidae	가시우묵날도래	<i>Neophylax ussuriensis</i>
애우묵날도래과 Apataniidae	애우묵날도래 KUa	<i>Apatania</i> KUa
	애우묵날도래 KUb	<i>Apatania</i> KUb
네모집날도래과 Lepidostomati dae	네모집날도래	<i>Lepidostoma albardanum</i>
	네모집날도래 KUa	<i>Lepidostoma</i> KUa
	네모집날도래 KUb	<i>Lepidostoma</i> KUb

분류군	국명	학명
달팽이날도래과 Helicopsychidae	달팽이날도래	<i>Helicopsyche yamadai</i>
털날도래과 Sericostomatidae	털날도래 KUa	<i>Gumaga KUa</i>
날개날도래과 Molannidae	날개날도래	<i>Molanna moesta</i>
바수염날도래과 Odontoceridae	바수염날도래	<i>Psilotreta kisoensis</i>
	수염치레날도래	<i>Psilotreta locumtenens</i>
	멧바수염날도래	<i>Psilotreta falcula</i>
채다리날도래과 Calamoceratidae	(미정) *분류적 검토 필요	<i>Anisocentropus minutus</i>
	(미정) *분류적 검토 필요	<i>Anisocentropus sp.</i>
	채다리날도래 KUa	<i>Ganonema KUa</i>
나비날도래과 Leptoceridae	나비날도래 KUa	<i>Ceraclea KUa</i>
	나비날도래 KUb	<i>Ceraclea KUb</i>
	나비날도래 KUc	<i>Ceraclea KUc</i>
	창나비날도래	<i>Ceraclea armata</i>
	모르스날도래	<i>Ceraclea morssei</i>
	청나비날도래 KUa	<i>Mystacides KUa</i>
	(미정) *분류적 검토 필요	<i>Oecetis testacea</i>
나비목 Lepidoptera	네발나비과 Nymphalidae	네발나비류 <i>Nymphalinae sp.</i>
	명나방과 Pyralidae	노란물명나방 KUa <i>Cataclysta KUa</i>

3. 어류

가. 조사방법

(1) 조사대상 항목

- 어류 출현종수 및 출현 개체수(개체/m²)
- 조사구간의 우점종 및 점유율
- 국내종, 여울성종, 민감성종, 내성종, 잡식종, 비정상종 개체수 비율
- 어류지수 및 생물등급

(2) 조사 및 채집 장소

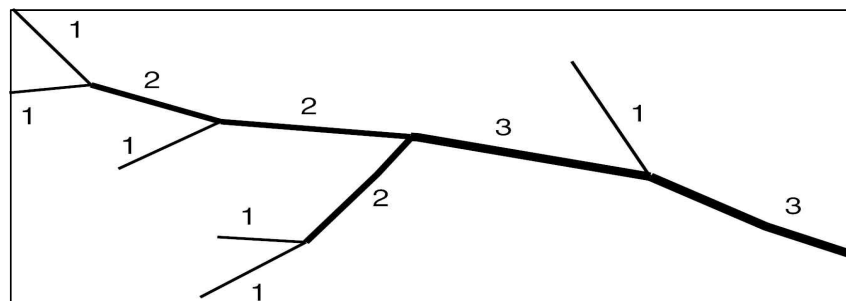
- 조사대상 하천을 대표할 수 있는 장소를 선택하기 위해 하천차수를 고려하여 상·하류 간 총 200 m 구간에 가능한 한 여울(riffle), 소(pool), 흐르는 곳(run)을 모두 포함하는 장소를 선정한다.

하천차수 산정법

- 하천차수(Stream order)는 1 : 120,000 축적의 지도를 이용하여 Strahler(1957) 방법에 따라 결정

※ 하천차수 산정 방법: 동일한 차수의 하천이 만나면 차수가 올라가고, 큰 차수의 하천에 작은 차수의 하천이 유입되면 큰 하천차수를 따름

[예: 동일한 차수의 하천인 1차 하천과 1차 하천이 만나면 2차 하천이 되고, 2차 하천과 1차 하천이 만나면 큰 차수인 2차 하천을 따른다. 다시 동일한 차수의 하천인 2차 하천과 2차 하천이 만나면 3차 하천이 됨]



<하천차수 계산법>

- 채집자가 가슴장화의 착용으로 접근이 가능한 장소, 조사대상 하천을 대표할 수 있는 장소를 선정한다.
- 수치지도 축척은 국토해양부가 기준으로 하고 있는 1 : 25,000 지도를 기본으로 한다.

(3) 채집 장비 및 도구

- 투망(망목 7 × 7 mm), 족대(망목 5 × 5 mm), 삼각망(망목 5 × 5 mm와 15 × 15 mm 동시 사용, 유도망 높이 1.5 m, 길이 15 m; 5차 이상 하천 및 보 설치구간 조사 시 사용), 가슴장화, 방수상의, 채집통, 어류도감, 10 % 포르말린, 어류보관용 비닐 및 펴기도구
- 어류채집의 정량화(Catch Per Unit of Effort, CPUE)를 위한 채집거리는 조사구간의 상·하류를 포함하여 200 m로 정하며, 투망은 조사 구간 내 다른 장소에서 10회, 족대는 이동거리를 포함하여 30분 동안에 조사를 실시한다.

(가) 여울에서의 채집

- 흐름이 빠른 곳에서 투망을 이용할 경우, 투망을 던진 후 물의 흐름을 따라서 신속하게 수거한다. 족대를 사용할 경우, 물이 흐르는 반대방향으로 족대를 대고 채집을 하며 하천 바닥을 강하게 긁어주면서 채집한다(그림 10).



<그림 10> 여울구간에서의 족대 2인 1조 채집

(나) 흐르는 곳에서의 채집

- 흐르는 곳에서는 하천특성에 따라 투망과 족대를 혼용하여 채집하며, 수초 및 돌이 있는 수변부에서는 족대를 사용하여 채집한다(그림 11, 12).

(다) 소에서의 채집

- 소에서는 물 흐름에 크게 영향을 받지 않으므로 채집방향을 고려하지 않으며, 족대와 투망 모두 사용이 가능하나, 족대로 채집이 불가능한 수심(대략 조사자의 허리까지의 위치)에서는 주로 투망을 사용한다(그림 13).



<그림 11> 흐르는 구간에서의 투망 채집



<그림 12> 수초가 있는 연안부에서의 족대 채집



<그림 13> 소에서의 투망 채집

(4) 현지조사표 작성 및 환경요인의 조사

- 어류의 채집 전 기재 : 코드번호, 중권역명, 하천명(구간명), GPS 좌표, 조사일자, 채집 도구, 하천차수, 기상상태, 하천의 물리적 특성 및 특기사항 등을 기입한다.
- 어류의 채집 후 기재 : 채집한 어류의 종명, 종별 개체수 및 비정상종의 개체수 비율(외형손상 유무) 등을 현지조사표에 기입한다(별표 5).
- 현장사진 촬영 : 조사구간 내 상하류 전경, 하상 및 특기사항에 대한 사진 촬영을 실시한다.

(5) 채집어류의 종 분류 및 사진촬영

(가) 종 분류 및 개체수 산정

- 어류체장의 길이가 20 mm 이하의 동정이 불가능한 치어의 경우에는 본 조사에 포함시키지 않는다.
- 종 동정은 채집 시 현장에서 즉시 수행한다. 현장에서의 동정이 어려운 경우 10% 포르말린 용액에 고정하여 실험실로 운반 후 동정한다.
- 조사 시 천연기념물, 멸종위기종이 채집되었을 때는 기록한 다음에 즉시 놓아주어야 한다. 고정된 표본에는 채집일자, 채집지역, 채집자 등을 기록해야 한다.

(나) 비정상어종의 감별

- 현장에서 비정상어종의 외형적 감별 구분은 기형(DE, Deformity), 지느러미의 손상(EF, Erosion), 피부손상(LE, Lesions) 및 종양(TU, Tumors)으로 구분한다(표 14).

<표 14> 비정상 어종의 외형적 감별 방법

비정상 유형	특징	증 상
기형(deformity; DE)	변형	머리, 근육, 지느러미, 그리고 몸의 다른 부분의 변형
지느러미손상(erosion of fin; EF)	지느러미 깎임	정상 지느러미가 후천적 영향으로 파괴 및 부식, 깎임
피부손상(lesions; LE)	피부손상	체벽과 조직의 상해, 부상 (대개 출혈을 동반)
종양(tumors; TU)	종양	체벽 외부로 조직의 돌출

(다) 어류 종에 대한 사진 촬영

- 각 수계에서 출현한 종에 대해 최소 1장 이상의 사진을 확보한다.

(라) 현장조사 시 유의사항

- 어류의 현장 동정은 숙련된 어류 분류학자에 의해 실시되어야 한다. 의심스러운 종은 모든 현장에서 적어도 한명 이상의 숙련된 분류학자에 의하여 동정하고 현장에서 즉시 동정이 어려운 경우에는 10 % 포르말린 용액에 고정하여 실험실에서 동정하거나 다른 숙련된 분류학자가 동정을 하여야 한다. 표본은 이름을 표기하여 보존하며, 보존 형태는 완벽해야 하고 채집구간에 관한 정보를 포함하여야 한다.

(5) 어류에 의거한 건강성 평가 모델 및 메트릭 분석

(가) 메트릭 1(M1): 국내종의 총 종수

- 채집된 어류 중에서 외래도입어종을 제외한 국내종의 총 종수에 대한 메트릭으로 하천차수에 영향을 받으며, 수질오염 및 서식지 교란 등의 환경이 불량한 지역에서는 수가 감소하는 특성을 반영한다.

(나) 메트릭 2(M2): 여울성 저서종수

- 유속감소 및 하상 유기물 축적에 따라 종수가 감소되는 특성을 반영한 여울성 저서어종 수에 대한 메트릭이다.

(다) 메트릭 3(M3): 민감종수

- 높은 부유물질로 인한 서식지의 하상구조 변경, 수질 저하 및 독성 물질 등으로 인해 종의 감소가 기대되는 특성을 반영한 민감종 수에 대한 메트릭이다.

(라) 메트릭 4(M4): 내성종의 개체수 비율

- 잉어(*Cyprinus carpio*), 붕어(*Carassius auratus*) 등과 같이 수질오염에 상대풍부도가 증가하는 내성종 특성을 반영한 내성종의 개체수 비율에 대한 메트릭이다(U.S. EPA, 1993).

(마) 메트릭 5(M5): 잡식종(Omnivores)의 개체수 비율

- 서식지의 물리·화학적 질적 하강에 따라 풍부도가 증가하는 잡식종의 개체수 비율에 대한 메트릭이다.

(바) 메트릭 6(M6): 국내종의 충식종(Insectivores)의 개체수 비율

- 수중 무척추동물을 섭식하며 서식지의 물리·화학적 질적 하강에 따라 풍부도가 감소하는 국내종의 충식종 개체수 비율에 대한 메트릭으로 충식종의 개체수(잡종과 외래도입종을 제외)를 총 개체수(외래도입종을 포함한 채집된 전체 개체수)로 나누어준 메트릭이다.

(사) 메트릭 7(M7): 채집된 국내종의 총 개체수

- 채집된 국내종의 총 개체수에 대한 메트릭으로 잡종과 외래도입종을 포함하지 않으며, 개체군의 풍부도를 평가하는 항목으로 채집된 어류의 개체수를 과거의 어류상 조사 결과를 기초로 최대종풍부도선(maximum species richness line)을 이용하여 산정한 메트릭이다.

(아) 메트릭 8(M8): 비정상종(Anormalities)의 개체수 비율

- 어류의 외향적 건강상태를 대표하는 항목으로 기형(deformity), 지느러미의 손상(erosion), 피부손상(lesions) 및 종양(tumors)의 4 부류로 구분된 비정상종의 개체수 비율에 대한 메트릭이다.

나. 평가방법

(1) 메트릭 산정법

- 우리나라 하천차수(규모)에 따라 달라지는 메트릭은 M1, M2, M3, M7로서 <표 15>에 의거하여 산정한다.
- 나머지 메트릭(M4, M5, M6, M8)은 <표 15>와 같이 상대 비율에 의거하여 산정한다.

(2) 모델값 산정법

- 각 등급에 대한 점수는 계급구간을 “0”, “6.25”, “12.5”로 구분하여, 8개 메트릭이 모두 최고 점수인 12.5점을 획득할 경우, 메트릭의 최대 가능 점수는 “8 × 12.5=100점” 이고, 최소 가능 점수는 “8 × 0=0점” 이다.
- 어류가 전혀 채집되지 않을 경우, 최소 가능점수인 “0점”을 부여한다.

(3) 모델값 산정법 예

(가) 모델 메트릭값 산정

- M1(국내종의 총 종수): 총 8종이 출현하였으나, 외래도입어종인 떡붕어를 제외한 국내종의 총 종수는 7종으로 하천차수는 3차이므로 메트릭값은 6.25점(5~8종)으로 산정한다.
※ 하천차수: 금강 대권역, 금강 수계, 갑천 중권역의 “대전천03” 구간은 3차 하천이다.
- M2(여울성 저서종수): 하천차수가 3차인 본 하천의 여울성 저서종은 전혀 출현하지 않아 메트릭값은 0점(0종)으로 산정한다.
- M3(민감종수): 민감종은 1종 출현하였으며, 하천차수가 3차이므로 메트릭값은 0점(1종)으로 산정한다.

<표 15> 어류를 이용한 건강성 평가 메트릭 구간 설정

	하천차수	메트릭값				하천차수	메트릭값		
		0	6.25	12.5			0	6.25	12.5
총 국내종수 (M1)	1	0 ~ 1	2	> 2	민감종수 (M3)	1	0	1 ~ 2	> 2
	2	0 ~ 2	3 ~ 5	> 5		2	0	1 ~ 3	> 3
	3	0 ~ 4	5 ~ 8	> 8		3	1	2 ~ 4	> 4
	4	0 ~ 5	6 ~ 11	> 11		4	1	2 ~ 4	> 4
	5	0 ~ 7	8 ~ 14	> 14		5	1	2 ~ 4	> 4
	6	0 ~ 9	10 ~ 18	> 18		6	0	1 ~ 3	> 3
	7	0 ~ 11	12 ~ 22	> 22		7	0	1 ~ 2	> 2

	하천차수	메트릭값				하천차수	메트릭값		
		0	6.25	12.5			0	6.25	12.5
여울성 저서종수 (M2)	1	0	1	> 1	채집된 국내종의 총 개체수 (M7)	1	0 ~ 10	11 ~ 20	> 20
	2	0	1 ~ 2	> 2		2	0 ~ 30	31 ~ 55	> 55
	3	0	1 ~ 2	> 2		3	0 ~ 50	51 ~ 90	> 90
	4	1	2 ~ 3	> 3		4	0 ~ 60	61 ~ 115	> 115
	5	0	1 ~ 2	> 2		5	0 ~ 80	81 ~ 160	> 160
	6	0	1 ~ 2	> 2		6	0 ~ 100	101 ~ 200	> 200
	7	0	1	> 1		7	0 ~ 120	121 ~ 240	> 240

내성종의 개체수 비율 (M4)	메트릭값			국내종의 총식종 개체수 비율 (M6)	메트릭값		
	0	6.25	12.5		0	6.25	12.5
	> 70	70 ~ 30	< 30		< 20	20 ~ 45	> 45

잡식종의 개체수 비율 (M5)	메트릭값			비정상종의 개체수 비율 (M8)	메트릭값		
	0	6.25	12.5		0	6.25	12.5
	> 70	70 ~ 30	< 30		> 1	0 ~ 1	0

- M4(내성종의 개체수 비율): 내성종의 개체수 비율은 외래도입어종인 떡붕어를 포함하여, 81.8 %로 나타나 메트릭값은 0점(> 70 %)으로 산정한다.
- M5(잡식종의 개체수 비율): 잡식종의 개체수 비율은 외래도입어종인 떡붕어를 포함하여, 92.2 %로 나타나 메트릭값은 0점(> 70 %)으로 산정한다.
- M6(국내종의 충식종 개체수 비율): 국내종의 충식종 개체수 비율은 5.2 %로 나타나 메트릭값은 0점(< 20 %)으로 산정한다.
- M7(채집된 국내종의 총 개체수): 총 77개체가 출현하였으나, 외래도입어종인 떡붕어를 제외한 채집된 국내종의 총 개체수는 76개체로서 하천차수는 3차이므로 메트릭값은 6.25점(51~90개체)으로 산정한다.
- M8(비정상종의 개체수 비율): 잉어 1개체(EF) 및 메기 1개체(LE)에서 외형적 손상이 나타나, 비정상종의 개체수 비율은 2.6 %로 나타나 메트릭값은 0점(> 1%)으로 산정한다.
- M1에서 M8까지 산정된 각 메트릭값을 합하면 “대전천03”의 어류 생태건강성 모델값은 12.5점으로 ‘불량(D등급)’으로 판정한다.

(4) 어류생물지수(FAI, Fish Assessment Index)의 산출

- 어류생물지수(FAI)는 각 건강성 평가 메트릭의 합산으로 100점 만점으로 계산한다. 제시되어 있는 평가 기준을 이용하여 하천 수생태계 건강성의 등급을 평가한다.

$$FAI = (\text{각 메트릭 점수의 합})$$

(5) 어류의 생물등급 평가

- 어류에 의한 생물등급의 판정은 <표 16>에 의한다.

<표 16> 어류를 이용한 건강성 등급

생물등급	환경상태	어류평가지수 (FAI)	지표생물군
A	매우 좋음	$80 \leq \sim \leq 100$	금강모치, 독중개, 미유기, 버들치, 산천어, 새미, 열목어, 참갈겨니
B	좋음	$60 \leq \sim < 80$	갈겨니, 감돌고기, 꺾저기, 꺾지, 꾸구리, 남방중개, 눈동자개 등
C	보통	$40 \leq \sim < 60$	각시붕어, 강준치, 기름중개, 긴물개, 납자루, 대농갱이, 동사리 등
D	나쁨	$20 \leq \sim < 40$	가물치, 가숭어, 꼬리, 누치, 눈불개, 메기, 물개, 미꾸라지 등
E	매우 나쁨	$0 \leq \sim < 20$	붕어, 잉어, 참붕어

(가) 매우좋음(A등급)

- 금강모치, 독종개, 미유기, 버들치, 산천어, 새미, 열목어, 참갈겨니

(나) 좋음(B등급)

- 갈겨니, 감돌고기, 꺾저기, 꺾지, 꾸구리, 남방종개, 눈동자개, 대륙종개, 돌고기, 돌마자, 돌상어, 배가사리, 새코미꾸리, 수수미꾸리, 쉬리, 왕종개, 자가사리, 통가리, 통사리

(다) 보통(C등급)

- 각시붕어, 강준치, 기름종개, 긴물개, 납자루, 대농갱이, 동사리, 모래무지, 밀어, 쏘가리, 얼룩동사리, 점줄종개, 줄납자루, 줄종개, 참마자, 참종개, 참중고기, 피라미

(라) 나쁨(D등급)

- 가물치, 가숭어, 끄리, 누치, 눈불개, 메기, 몰개, 미꾸라지, 민물검정망둑, 살치, 치리, 왜몰개, 웅어, 풀망둑

(마) 매우 나쁨(E등급)

- 붕어, 잉어, 참붕어

부록 3. 어류 중 목록

국명			학명	내성도 특성	섭식 특성	서식지 특성
두갑강	칠성장어목	칠성장어과	칠성장어	<i>Lethenteron camtschaticum</i> Tilesius	IS	O -
			다목장어	<i>Lethenteron reissneri</i> Dybowski	SS	O -
조기강	뱀장어목	뱀장어과	뱀장어	<i>Anguilla japonica</i> Temminck and Schlegel	IS	C -
			무태장어	<i>Anguilla marmorata</i> Quoy and Gaimard	IS	C -
	청어목	멸치과	웅어	<i>Coilia nasus</i> Temminck and Schlegel	IS	C -
		청어과	전어	<i>Konosirus punctatus</i> Temminck and Schlegel	IS	H -
	잉어목	잉어과	잉어	<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus	TS	O -
			이스라엘잉어	<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus	TS	O -
			붕어	<i>Carassius auratus</i> Linnaeus	TS	O -
			떡붕어	<i>Carassius cuvieri</i> Temminck and Schlegel	TS	O -
			초어	<i>Ctenopharyngodon idellus</i> Cuvier and Valenciennes	TS	H -
			흰줄납줄개	<i>Rhodeus ocellatus</i> Kner	IS	O -
			한강납줄개	<i>Rhodeus pseudosericeus</i> Arai, Jeon and Ueda	SS	O -
			각시붕어	<i>Rhodeus uyekii</i> Mori	IS	O -
			떡납줄갱이	<i>Rhodeus notatus</i> Nichols	IS	O -
			납자루	<i>Acheilognathus lanceolatus</i> Temminck and Schlegel	IS	O -
			목납자루	<i>Acheilognathus signifer</i> Berg	SS	O -
			칼납자루	<i>Acheilognathus koreensis</i> Kim and Kim	IS	O -
			임실납자루	<i>Acheilognathus somjinensis</i> Kim and Kim	IS	O -
			줄납자루	<i>Acheilognathus yamatsutae</i> Mori	IS	O -
			큰줄납자루	<i>Acheilognathus majusculus</i> Kim and Yang	IS	O -
			납지리	<i>Acheilognathus rhombeus</i> Temminck and Schlegel	IS	O -
			큰납지리	<i>Acanthorhodeus macropterus</i> Bleeker	IS	O -
			가시납지리	<i>Acanthorhodeus gracilis</i> Regan	IS	O -
			참붕어	<i>Pseudorasbora parva</i> Temminck and Schlegel	TS	O -
			돌고기	<i>Pungtungia herzi</i> Herzenstein	IS	I -
			감돌고기	<i>Pseudopungtungia nigra</i> Mori	SS	I -
			가는돌고기	<i>Pseudopungtungia tenuicorpa</i> Jeon and Choi	SS	I RB
			쉬리	<i>Coreoleuciscus splendidus</i> Mori	SS	I RB
			새미	<i>Ladislavia taczanowskii</i> Dybowski	SS	H RB
			참중고기	<i>Sarcocheilichthys variegatus wakiyae</i> Mori	IS	I -
			중고기	<i>Sarcocheilichthys nigripinnis morii</i> Jordan and Hubbs	IS	I -
			줄몰개	<i>Gnathopogon strigatus</i> Regan	IS	I -
			긴몰개	<i>Squalidus gracilis majimae</i> Jordan and Hubbs	IS	I -
			몰개	<i>Squalidus japonicus coreanus</i> Berg	TS	O -
			참몰개	<i>Squalidus chankaensis tsuchigae</i> Jordan and Hubbs	IS	O -
			점몰개	<i>Squalidus multimaculatus</i> Hosoya and Jeon	IS	O -
			누치	<i>Hemibarbus labeo</i> Pallas	TS	I -
			참마자	<i>Hemibarbus longirostris</i> Regan	IS	I -
			어름치	<i>Hemibarbus mylodon</i> Berg	SS	I -
			모래무지	<i>Pseudogobio esocinus</i> Temminck and Schlegel	IS	I -
			버들매치	<i>Abbottina rivularis</i> Basilewsky	TS	O -
			왜매치	<i>Abbottina springeri</i> Banareescu and Nalbant	TS	O -
			꾸구리	<i>Gobiobotia macrocephala</i> Mori	SS	I RB
			돌상어	<i>Gobiobotia brevibarba</i> Mori	SS	I RB
			흰수마자	<i>Gobiobotia nakdongensis</i> Mori	SS	I RB
			모래주사	<i>Microphysogobio koreensis</i> Mori	SS	O RB
			돌마자	<i>Microphysogobio yaluensis</i> Mori	IS	O RB
			여울마자	<i>Microphysogobio rapidus</i> Chae and Yang	SS	O RB
			뽕경모치	<i>Microphysogobio jeoni</i> Kim and Yang	IS	I -
			배가사리	<i>Microphysogobio longidorsalis</i> Mori	SS	H RB

국명			학명	내성도 특성	섭식 특성	서식지 특성
조기강	잉어목	잉어과	두우쟁이	<i>Saurogobio dabryi</i> Bleeker	IS	O -
			백련어	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> Cuvier and Valenciennes	IS	H -
			대두어	<i>Aristichthys nobilis</i> Richardson	IS	H -
			황어	<i>Tribolodon hakonensis</i> Günther	IS	O -
			대황어	<i>Tribolodon brandtii</i> Dybowski	IS	I -
			연준모치	<i>Phoxinus phoxinus</i> Linnaeus	SS	I -
			버들치	<i>Rhynchocypris oxycephalus</i> Slauvage and Dabry	SS	I -
			버들개	<i>Rhynchocypris steindachneri</i> Dybowski	SS	I -
			금강모치	<i>Rhynchocypris kumgangensis</i> Kim	SS	I -
			버들가지	<i>Rhynchocypris semotilus</i> Jordan and Starks	SS	I -
			왜몰개	<i>Aphyocypris chinensis</i> Günther	TS	O -
			갈겨니	<i>Zacco temminckii</i> Temminck and Schlegel	SS	I -
			참갈겨니	<i>Zacco koreanus</i> Kim, Oh and Hosoya	SS	I -
			피라미	<i>Zacco platypus</i> Temminck and Schlegel	IS	O -
			끄리	<i>Opsarichthys uncirostris amurensis</i> Berg	TS	C -
			눈볼개	<i>Squaliobarbus curriculus</i> Richardson	IS	O -
			강준치	<i>Erythroculter erythropterus</i> Basilewsky	TS	C -
			백조어	<i>Culter brevicauda</i> Günther	TS	C -
			치리	<i>Hemiculter eigenmanni</i> Jordan and Metz	TS	O -
			살치	<i>Hemiculter leucisculus</i> Basilewsky	TS	I -
		종개과	종개	<i>Orthrias toni</i> Dybowski	SS	I RB
			대륙종개	<i>Orthrias nudus</i> Bleeker	SS	I RB
			쌀미꾸리	<i>Lefua costata</i> Kessler	IS	I -
		미꾸리과	미꾸리	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> Cantor	TS	O -
			미꾸라지	<i>Misgurnus mizolepis</i> Günther	TS	O -
			새코미꾸리	<i>Koreocobitis rotundicaudata</i> Wakiya and Mori	SS	O RB
			얼룩새코미꾸리	<i>Koreocobitis naktongensis</i> Kim, Park and Nalbant	SS	O RB
			참종개	<i>Iksookimia koreensis</i> Kim	IS	I -
			부안종개	<i>Iksookimia pumila</i> Kim and Lee	SS	O -
			미호종개	<i>Iksookimia choui</i> Kim and Son	SS	I -
			왕종개	<i>Iksookimia longicorpa</i> Kim, Choi and Nalbant	IS	I -
			남방종개	<i>Iksookimia hugowolfeldi</i> Nalbant	SS	I -
			동방종개	<i>Iksookimia yongdokensis</i> Kim and Park	IS	I -
			기름종개	<i>Cobitis hankugensis</i> Kim, Park, Son and Nalbant	IS	I -
			점줄종개	<i>Cobitis lutheri</i> Rendahl	IS	I -
			줄종개	<i>Cobitis tetralineata</i> Kim, Park and Nalbant	IS	I -
			북방종개	<i>Cobitis pacifica</i> Kim, Park and Nalbant	IS	I -
			수수미꾸리	<i>Niwaella multifasciata</i> Wakiya and Mori	SS	O RB
메기목	메기목	동자개과	좁수수치	<i>Kichulchoia brevifasciata</i> Kim and Lee	SS	I RB
			동자개	<i>Pseudobagrus fulvidraco</i> Richardson	TS	I -
			눈동자개	<i>Pseudobagrus koreanus</i> Uchida	IS	I RB
			꼬치동자개	<i>Pseudobagrus brevicorpus</i> Mori	SS	I RB
			대농갱이	<i>Leiocassis ussuriensis</i> Dybowski	IS	I -
		메기과	밀자개	<i>Leiocassis nitidus</i> Sauvage and Babryi	TS	I -
			메기	<i>Silurus asotus</i> Linnaeus	TS	C -
			미유키	<i>Silurus microdorsalis</i> Mori	SS	C RB
		통가리과	자가사리	<i>Liobagrus mediadiposalis</i> Mori	SS	I RB
			섬진자가사리	<i>Liobagrus somjinensis</i> Park and Kim	SS	I RB
			통가리	<i>Liobagrus andersoni</i> Regan	SS	I RB
			통사리	<i>Liobagrus obesus</i> Son, Kim and Choo	SS	I RB
			빙어	<i>Hypomesus nipponensis</i> McAllister	IS	I -
바다빙어목	바다빙어과		바다빙어	<i>Osmerus eperlanus mordax</i> Mitchell	IS	I -
			은어	<i>Plecoglossus altivelis altivelis</i> Temminck and Schlegel	IS	H -

국명			학명		내성도 특성	섭식 특성	서식지 특성
조기강	연어목	연어과	열목어	<i>Brachymystax lenok tsinlingensis</i> Li	SS	C	-
			연어	<i>Oncorhynchus keta</i> Walbaum	SS	C	-
			산천어 / 송어	<i>Oncorhynchus masou masou</i> Brevoort	SS	C	-
			무지개송어	<i>Oncorhynchus mykiss</i> Walbaum	SS	C	-
	송어목	송어과	송어	<i>Mugil cephalus</i> Linnaeus	TS	H	-
			등줄송어	<i>Chelon affinis</i> Günther	IS	H	-
			가송어	<i>Chelon haematocheilus</i> Temminck and Schlegel	TS	H	-
동갈치목	송사리과		송사리	<i>Oryzias latipes</i> Temminck and Schlegel	TS	O	-
			대륙송사리	<i>Oryzias sinensis</i> Chen, Uwa and Chu	TS	O	-
	학공치과		줄공치	<i>Hyporhamphus intermedius</i> Cantor	IS	H	-
			학공치	<i>Hyporhamphus sajori</i> Temminck and Schlegel	IS	H	-
큰가시고기 목	큰가시고기과		큰가시고기	<i>Gasterosteus aculeatus</i> Linnaeus	IS	I	-
			가시고기	<i>Pungitius sinensis</i> Guichenot	IS	I	-
			잔가시고기	<i>Pungitius kaibarae</i> Tanaka	IS	I	-
드렁허리목	드렁허리과		드렁허리	<i>Monopterus albus</i> Zuiew	TS	C	-
썸뱅이목	양태과		양태	<i>Platycephalus indicus</i> Linnaeus	IS	I	-
	독중개과		독중개	<i>Cottus koreanus</i> Heckel	SS	I	RB
			한독중개	<i>Cottus hangiongensis</i> Mori	SS	I	RB
			개구리걱정어	<i>Myoxocephalus stelleri</i> Tilesius	IS	C	-
농어목	농어과		농어	<i>Lateolabrax japonicus</i> Cuvier	IS	C	-
			점농어	<i>Lateolabrax maculatus</i> McClelland	IS	C	-
	걱지과		쏘가리	<i>siniperca scherzeri</i> Steindachner	IS	C	-
			걱지	<i>Coreoperca herzi</i> Herzenstein	SS	C	-
			걱저기	<i>Coreoperca kawamebari</i> Temminck and Schlegel	IS	C	-
			블루길	<i>Lepomis macrochirus</i> Rafinesque	TS	I	-
	검정우럭과		배스	<i>Micropterus salmoides</i> Lacepede	TS	C	-
			주둥치	<i>Nuchequula nuchalis</i> Temminck and Schlegel	IS	I	-
	시클리과	나일틸라피아		<i>Oreochromis niloticus</i> Linnaeus	TS	O	-
	돔양태과	강주걱양태		<i>Repomucenus olidus</i> Günther	TS	I	-
	구굴무치과	구굴무치		<i>Eleotris oxycephala</i> Temminck and Schlegel	IS	C	-
	동사리과		동사리	<i>Odontobutis platycephala</i> Iwata and Jeon	SS	C	-
			얼룩동사리	<i>Odontobutis interrupta</i> Iwata and Jeon	IS	C	-
			남방동사리	<i>Odontobutis obscura</i> Temminck and Schlegel	IS	C	-
			좁구굴치	<i>Micropercops swinhonis</i> Günter	TS	O	-
	망둑어과		날망둑	<i>Chaenogobius castaneus</i> O'Shaughnessy	IS	I	-
			꼭저구	<i>Chaenogobius urotaenia</i> Hilgendorf	IS	I	-
			문절망둑	<i>Acanthogobius flavimanus</i> Temminck and Schlegel	TS	I	-
			흰발망둑	<i>Acanthogobius lactipes</i> Hilgendorf	IS	O	-
			풀망둑	<i>Synechogobius hasta</i> Temminck and Schlegel	TS	I	-
			갈문망둑	<i>Rhinogobius giurinus</i> Rutter	TS	O	-
			밀어	<i>Rhinogobius brunneus</i> Temminck and Schlegel	IS	I	RB
			민물두줄망둑	<i>Tridentiger bifasciatus</i> Steindachner	TS	I	-
			검정망둑	<i>Tridentiger obscurus</i> Temminck and Schlegel	TS	I	-
			민물검정망둑	<i>Tridentiger brevispinis</i> Katsuyama, Arai and Nakamura	IS	I	RB
			줄망둑	<i>Acentrogobius pflaumii</i> Bleeker	IS	C	-
			쟁둥어	<i>Boleophthalmus pectinirostris</i> Linnaeus	IS	H	-
			말뚝망둥어	<i>Periophthalmus modestus</i> Cantor	IS	I	-
			미끈망둑	<i>Luciogobius guttatus</i> Gill	IS	O	-
	버들붕어과	버들붕어		<i>Macropodus ocellatus</i> Cantor	TS	I	-
	가물치과	가물치		<i>Channa argus</i> Cantor	TS	C	-

국명				학명	내성도 특성	섭식 특성	서식지 특성
조기강	북어목	참복과	까치복	<i>Takifugu xanthopterus</i> Temminck and Schlegel	IS	I	-
			복섬	<i>Takifugu niphobles</i> Jordan and Snyder	IS	I	-
			황복	<i>Takifugu obscurus</i> Abe	IS	I	-

* SS = 민감종, IS = 중간종, TS = 내성종, O = 잡식성, C = 육식성, I = 충식성, H = 초식성, RB = 여울성 저서종

4. 수변식생

가. 조사방법

(1) 조사대상 항목

- 일년생 초본 및 외래종 우점면적 비율
- 버드나무속 및 물푸레나무속 우점면적 비율, 내성종 출현종수 비율
- 식생단면 안정성, 습지식물 균등도
- 수변식생지수 및 건강성 등급

(2) 조사 및 채집장소

- 조사의 빈도는 비용과 인력을 고려하여 설정하며 정확한 식물종 동정을 위해 대부분의 하천식생이 나타나는 시기에 조사한다. 식생번성기인 6 ~ 9월에 연 1회 수행하며 식물상 보완 등을 위해 1회 이상 추가조사 할 수 있다.
- 종적범위는 조사지점의 정점에서 본류 500 m, 지류 200 m를 평가한다. 횡적범위는 유로 폭으로 제방과 제방사이를 평가한다(제방 위 제외, 제방사면 평가).

<표 17> 수변식생 평가를 위한 조사 도구

필요장비 및 물품	용 도
지피에스(GPS)	조사지점 위치에 대한 좌표 기록
지형도	조사지점의 정확한 축척 및 지형 등 파악
공중사진 (항공사진, 위성사진 등)	식물군락 식별
거리측정장비	수로폭 등 측정
망원경	식물군락 식별
줄자	모든 방형구 설치 시 이용
나침반	조사지점의 방위를 측정, 방형구를 일정한 방향으로 설치
카메라	조사지점 전경 촬영 및 식물종 동정을 위한 사진자료 확보
식생조사표	식생조사 시 조사지역의 주변환경, 식생정보 등 기록
식물채집도구 (전정가위, 모종삽, 뿌리삽, 채집통, 채집 봉투 등)	현장에서 정확한 동정이 되지 않는 경우에 채집하기 위한 도구. 식물의 특징을 나타나는 부분을 채집하며, 초본의 경우 뿌리까지 채집
식물도감	식물도감은 모든 식물상 및 식생조사에서 출현하는 종의 정확한 동정 시 이용
장화	미끄러지거나 물속에서 조사 시 옷이 젖는 것을 방지

(3) 채집장비 및 도구

- <표 17>에 나타나 있는 도구들을 사용하여 수변식생 조사를 실시한다.

(4) 현지조사표 작성 및 환경요인의 분석

- 수변식생 조사는 기본적으로 지리정보가 필요한 식생조사, 식생도 등을 이용하여 수행하므로 현장조사 작업이 용이하도록 지형도 및 공중사진을 미리 준비한다.
- 하상의 입도는 저서성대형무척추동물의 하상구조 구분과 동일하며 <표 8> 기준에 따라 입도유형의 비율과 색도를 기록한다.

(5) 수변식생 조사

(가) 식물상 조사

- 조사는 띠 조사구 좌우 각 10 m 이내 지역과 그 외 지역으로 구분하여 조사한다. 현지조사표를 참고하여 종명과 특이사항을 기록하며 현장에서 미동정된 식물은 실내로 운반하여 동정한다.
- 식물의 분류와 동정 및 생장형 분류는 이창복(2003)의 원색대한식물도감, 이영노(1997)의 원색한국식물도감, 이우철(1996)의 원색한국기준식물도감, 박수현(2009)의 한국의 귀화식물도감을 참고한다. 식물의 학명과 국명은 국가표준식물목록(<http://www.nature.go.kr/kpni/>)을 따른다. 띠 조사구 이외 지역의 조사는 중요도가 높은 종(멸종위기종 등)에 한하여 조사한다.

(나) 식생조사

- 조사지점의 전체적인 식물군락 구조를 파악하기 위한 우점군락별 식생조사와 제방사면에서부터 수로까지의 식물군락 구조를 파악하기 위한 띠조사구 식생조사로 나뉜다.

1) 우점군락 식생조사

- 우점군락의 식생구조를 살펴보기 위하여 Braun-Blanquet(1932)의 우점도와 군도에 의한 전추정법에 의하여 식물사회학적 조사를 실시한다(표 18).
- 식생조사는 상관적, 구조적으로 균질한 장소를 선택하여 조사하되 전체적 식생배분을 파악하여 조사구를 설정한다.

- 방형구 크기는 <표 19>를 참고하여 우점종의 생장형과 대응시켜 설정한다. 조사구의 크기와 위치, 입지조건, 하상재질(거석, 호박돌, 자갈, 모래, 진흙) 등을 수변식생 조사표에 빠짐없이 기록한다.

<표 18> Braun-Blanquet의 우점도 기준

우점도	기 준
5	개체수는 임의, 피도 75 ~ 100 %
4	개체수는 임의, 피도 50 ~ 75 %
3	개체수는 임의, 피도 25 ~ 50 %
2	개체수는 임의, 피도 5 ~ 25 %
1	개체수는 많지만, 피도가 낮다(5 % 이하). 또는 분산된 상태이지만 피도는 5 %
+	약간의 피도로 분포하는 소수
r	단독이고 약간의 피도

<표 19> 우점식생별 식생조사 방형구 면적 기준

우점식생	조사면적 (m ²)
교 목	100 m ² (10 × 10 m)
관 목	25 m ² (5 × 5 m)
초본식물	4 m ² (2 × 2 m)

2) 띠 조사구 식생조사

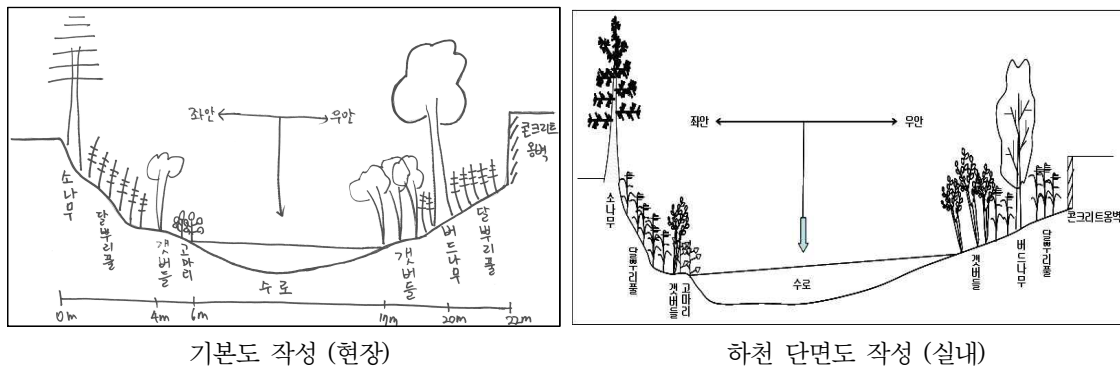
- 하천의 대상 분포(zonal distribution)가 뚜렷이 관찰되는 곳에서 정량적 데이터인 띠 조사구의 식생조사와 정성적 데이터인 하천단면도를 동시에 조사한다.

가) 띠 조사구 식생조사

- 해당 조사지역의 식생을 대표하는 구간을 1곳을 선정한다. 줄자를 이용해 제방과 제방 사이에 띠 조사구(belt transect)를 설치한다.
- 수심이 깊어 수로에 띠 조사구 설치가 어려울 경우 거리측정기 등을 이용하여 현장에서 수로의 거리를 측정하거나 공중사진을 이용하여 수로의 거리를 측정한다.
- 식생과 지형이 바뀌는 곳에서 최소 5개 이상의 개별조사구를 설치하여 Braun-Blanquet 의 우점도와 군도에 의한 전추정법에 의하여 식물사회학적 조사를 실시하며 큰물터, 제방사면, 수로와의 거리 등 군락의 위치정보를 명시한다. 식생조사 시 조사구의 크기와 위치, 입지조건 등을 하천단면조사표에 빠짐없이 기록한다.

나) 하천단면도 작성

- 선정된 1곳의 하천단면의 특성을 조사표 양식에 따라 명기하고 뒷면에 피조사구 내에 출현하는 식생의 단면을 하천단면 모식도에 도식화 하여 단면도를 작성한다. 현장에서 작성한 단면도는 파워포인트, 캐드 등의 프로그램을 이용하여 컴퓨터로 작업한다(그림 14).



<그림 14> 수변식생 하천단면도 작성 예

3) 식생도 작성

가) 축척과 정밀도

- 1/1,000 ~ 1/10,000 정도의 축척을 이용한다. 식생도 상에 도시하는 최소 우점군락의 크기는 25 ~ 100 m²이다. 단, 도시할 수 있는 면적은 아니지만 중요도가 높은 군락(멸종위기종 등)이 출현하는 경우에는 점 또는 기호 표시를 이용하여 정보를 나타낸다.

나) 사진판독을 이용한 식생도 작성

- 군락의 종류와 배분상황을 파악한 후 식생도의 축척, 정밀도에 대응한 공중사진 및 지형도를 조달한다.
- 공중사진 상에서 균질하게 보이는 범위를 종류별로 분류하여 기본도에 기입한다. 하천의 경우 버드나무나 아까시나무 등과 같이 우점군락이 공중사진으로 판별하기 어려운 경우는 우선 구분하여 하나의 범례로 정한다.

다) 현지조사에 의한 군락의 면적 조사와 보충 식생조사

- 현지조사를 통해 미리 작성한 예찰도와 실제의 식생단위의 면적을 조합하고 범례를 통합 혹은 분할하여 도시한다. 범례는 우점군락 명으로 표시하며 군락의 면적을 도시할 때는 주변 지형물 등을 이용하여 정확하게 도시하도록 한다. 예찰도에 포함되지 않거나 구별되지 않은 식분은 현지조사에서 그 식분의 면적을 도시하고

그곳에서 식생조사를 실시한다. 범례로서 이용되는 우점군락의 내용을 나타내기 위하여 범례마다 대표적인 식분은 식생조사를 실시한다.

(6) 조사자료의 분석

(가) 식생도 완성

- 최종적인 식생도는 현지조사에 의하여 예찰도에 도식된 기본도를 스캐너 등으로 컴퓨터에 입력하여 식생도를 작성한다(그림 15). 수치지도를 이용하여 지리정보시스템(GIS)으로 컴퓨터상에서 식생도를 작성하며 작성한 식생도의 속성테이블의 각 필드에는 식생도 작성의 유의점을 참고하여 포함하도록 한다.
- 식생도 속성테이블은 아래와 같은 기준에 따른다.
 - ① Name : 식물의 종명, 경작지, 수로, 조경수목식재지, 원예종식재지, 도로, 나지 등 해당 폴리곤의 자세한 속성정보를 기록한다.
 - ② Type : 범례로 사용하는 필드로써, 각 폴리곤을 일년생 초본 및 덩굴 군락, 다년생 초본 및 덩굴 군락, 관목 및 덩굴목본 군락, 아교목 및 교목군락, 외래종 군락, 수로, 나지, 인공구조물, 산림식생, 주거지 및 상업시설, 경작지로 구분한다.
 - ③ Label : 각 식물군락에 고유의 코드번호를 부여하여 넣고, 레이아웃 시에 라벨링하도록 한다.
 - ④ Area : 축척을 설정한 후 calculator를 이용하여 각 유형별 면적을 구한다.
- 다음과 같은 유의점에 참고하여 식생도를 작성한다.
 - ① 제외지에 포함되지 않는 제내지, 교량, 제방도로 등은 식생도에 도식하되 제외지 면적에 포함하지 않는다.
 - ② 제외지 내 논, 밭, 과수원 등 경작지의 경우 재배종으로 분류하여 식생면적에 포함한다.
 - ③ 수변공원 조성 등을 위해 식재된 초본 및 목본은 원예종식재지와 조경수목식재지로 나누어 나타내고 재배종으로 분류하여 식생면적에 포함한다.
 - ④ 교량이 정점인 경우 교량아래의 식생조사에 유의하여 식생도 작성 시 누락되지 않도록 한다.
 - ⑤ 서식처가 단절된 것으로 판단되는 공격사면의 산림식생은 식생면적 연산에 포함하지 않는다.
 - ⑥ 나지는 자연나지와 인공나지로 구분한다.



기본도 작성(현장)



식생도 작성(실내)

<그림 15> 수변식생 식생도 작성 예

(나) 자료의 관리

- 식생도 작성시 사용되는 국토지리정보원에서 보급하는 수치지도 및 공중사진 등은 정사보정된 자료를 사용한다.
- 강우 등 다양한 기상 상황에 따라 조사의 정확한 일시를 정해야 한다. 특히 강우 등에 의해 유량의 급격한 변화가 있을 시에는 조사를 중지하고 10일 이상 경과 후에 재조사를 실시한다.
- 식물상 조사 시 추가조사를 통하여 일부 계절에 국한된 식물상만 나타나지 않도록 주의한다.
- 미동정 종은 반드시 표본을 제작하여 보관하며 분류학적 정확성을 평가하기 위해 분야별 전문 분류학자에게 동정을 의뢰한다.
- 지리정보체계를 통한 자료처리의 정확성과 용이성을 위해서 지점좌표는 항상 지피에스(GPS)를 이용하여 기록하고 지피에스가 활용하는 타원체 및 좌표체계를 명시한다.
- 부록의 수변식물 유형목록 외의 종이 출현하였을 시에는 모든 연구원간의 의견 교환이 이루어진 뒤 유형을 분류한다.

나. 평가방법

(1) 수변식생지수(RVI, riparian vegetation index)

- 하천 수변식생을 이용한 평가기법으로 수변식생지수(RVI, riparian vegetation index)를 따른다.

(가) 수변식생 건강성 평가요소

1) 일년생초본 우점면적 비율(HAA)

- 조사지역 내의 식생도상 수변식물이 생육하는 면적 중 일년생초본 및 일년생덩굴의 우점면적의 비율이다. 하천 수변의 물리적 환경이 교란되면 일년생 초본 및 일년생 덩굴의 우점면적이 증가한다.

$$HAA = \text{일년생 초본 및 일년생 덩굴의 우점면적} / \text{수변식물 전체 생육면적} \times 100$$

2) 외래종 우점면적 비율(EA)

- 조사지역 내 식생도상 수변식물이 생육하는 면적 중 귀화종 및 재배종의 우점면적의 비율이다. 하천 수변의 물리적 환경이 교란되면 외래종의 우점면적이 증가한다.

$$EA = \text{귀화종 및 재배종의 우점면적} / \text{수변식물 전체 생육면적} \times 100$$

3) 습지식물 균등도(WTD)

- 조사지역 내의 식생도상 수변식물이 생육하는 면적 중 습지식물출현빈도 상 우점면적의 비율을 제곱한 값의 총합이다. 조사지역에서 우점하는 식물종의 각각 습지출현 빈도의 균등도를 산출한 지수로 0으로 갈수록 균등하고 1로 갈수록 한 습지식물 유형으로 편중된 상태를 말한다. 수변환경이 교란되면 편중되어 나타난다.

$$WTD = \sum (n_i/N)^2$$

n_i = 각 습지출현빈도 우점면적

N = 전체식생면적

4) 버드나무속 및 물푸레나무속 우점면적 비율(SalFraA)

- 조사지역 내의 식생도상 수변식물이 생육하는 면적 중 버드나무속 및 물푸레나무속 우점면적의 비율이다. 버드나무와 물푸레나무는 하천에서 대표적인 연·경목으로 하천 수변의 물리적 환경이 교란되면 버드나무속 및 물푸레나무속의 우점면적이 감소한다.

$$SalFraA = (\text{버드나무속 우점면적} + \text{물푸레나무속 우점면적}) / \text{수변식물 전체 생육면적} \times 100$$

5) 내성종 출현종수 비율(ToSC)

- 조사지역 내의 식물상 조사를 통하여 출현한 내성종 출현 종수의 비율로 인위적 간섭이 심한 장소에서 흔히 출현하는 내성종을 HOF 반응 모델을 통해 선별하였다. 쇠별꽃, 참새귀리, 쇠뜨기, 고들빼기, 명아자여뀌, 물억새, 갈풀, 단풍잎돼지풀, 달맞이꽃, 개망초, 끈끈이대나물, 토끼풀, 가죽나무, 큰김의털, 족제비싸리, 소리쟁이, 쯔명아주, 왕포아풀, 다닥냉이 등 총 19종이다.

$$\text{ToSC} = \text{내성종 출현종수} / \text{전체출현종수} \times 100$$

6) 식생단면 안정성(BTI)

- 조사지역 내의 하천단면조사를 통하여 조사한 방형구 특성과 거리, 우점종의 습지출현빈도의 곱을 총 단면거리로 나눈 지수이다(표 20). 인위적 교란이 심할수록 식생단면 안정성지수가 낮게 나타난다.

$$\text{BTI} = \sum (\text{방형구점수} \times \text{방형구거리} \times \text{습지출현빈도 점수}) / \text{총 단면거리}$$

<표 20> 식생단면 평가점수

방형구	점수	습지출현빈도	점수
인공구조물 및 인공나지	0.0	수로	0
		절대육상식물	1
외래종	0.5	임의육상식물	2
		임의식물	3
외래제외종 및 자연나지	1.0	임의습지식물	4
		절대습지식물	5

(나) 수변식생지수(RVI, Riparian Vegetation Index)의 계산

- 수변식생을 이용한 하천 수생태계 건강성 평가에서 각 평가요소는 6개로 각 평가요소의 대한 평가값은 “0”, “1”, “3”, “5” 로 구분한다(표 21).
- 수변식생 지수(RVI)는 각 조사지점별 6개 평가요소를 평가한 후 각 평가 점수의 총합에 10/3을 곱하여 100점 만점으로 계산한다(지수값은 소수점 둘째자리에서 반올림한다). 표 24에 제시되어 있는 평가 기준을 이용하여 수변식생을 이용한 수생태계 건강성의 등급 평가를 실시한다.
- 조사지역의 출현종수가 0일 경우 수변식생 건강성 지수는 “0” 으로 부여한다.

$$\text{RVI} = (\text{HAA} + \text{EA} + \text{WTD} + \text{SalFraA} + \text{ToSC} + \text{BTI}) \times (10/3)$$

<표 21> 수변식생을 이용한 하천 수생태계 건강성 평가요소의 점수 산출

번호	평가요소	평가내용	점수	평가기준
1	일년생초본 우점면적 비율(HAA)	생장형 구조	0	$80 < HAA \text{ or } 0 \leq HAA \leq 5$
			1	$36 < HAA \leq 80$
			3	$15 < HAA \leq 36$
			5	$5 < HAA \leq 15$
			0	$50 < IA$
2	외래종 우점면적 비율(EA)	생장형 구조	1	$16 < EA \leq 50$
			3	$4 < EA \leq 16$
			5	$0 \leq EA \leq 4$
			0	$0.65 < WTD \text{ or } WTD = 0$
3	습지식물 균등도(WTD)	습지식물 출현빈도의 균등 정도	1	$0.52 < WTD \leq 0.65$
			3	$0.40 < WTD \leq 0.52$
			5	$0 < WTD \leq 0.40$
			0	$SalFraA \leq 0$
4	버드나무속 및 물푸레나무속 우점면적 비율(SalFraA)	하천대표 식생군락	1	$0 < SalFraA \leq 10$
			3	$10 < SalFraA \leq 30$
			5	$30 < SalFraA$
			0	$20 \leq ToSC$
5	내성종 출현종수 비율(ToSC)	교란의 정도	1	$12 \leq ToSC < 20$
			3	$5 \leq ToSC < 12$
			5	$0 \leq ToSC < 5$
			0	$0.0 \leq BTI \leq 0.5$
6	식생단면 안정성(BTI)	서식처의 연속성 및 안정성	1	$0.5 < BTI \leq 1.5$
			3	$1.5 < BTI \leq 2.5$
			5	$2.5 < BTI$

(2) 수변식생을 이용한 하천 수생태계 건강성 등급 평가

- 수변식생 평가등급은 5단계로 구분한다. 5등급의 구분은 “A”, “B”, “C”, “D”, “E”이며, 각각의 등급은 매우 좋음, 좋음, 보통, 나쁨, 매우 나쁨의 환경상태로 규정한다(표 25).
- 해당 조사 지점의 수변식생 지수(RVI)의 점수를 <표 22>에 의거하여 등급을 구분한다.

<표 22> 수변식생을 이용한 하천 수생태계 건강성 등급

등급구분	환경상태	수변식생 지수(RVI) 범위
A	매우 좋음	$65 < RVI \leq 100$
B	좋음	$50 < RVI \leq 65$
C	보통	$30 < RVI \leq 50$
D	나쁨	$15 < RVI \leq 30$
E	매우 나쁨	$0 \leq RVI \leq 15$

부록 4. 수변식생 종 목록

	분류군	국명	습지출현 빈도	생장형 ^{*)}	외래종	버드나무 및 물푸레나무 속	내성종
Equisetaceae 속새과	<i>Equisetum ramosissimum</i> Desf.	개속새	UPL	HerbPer			
	<i>Equisetum hyemale</i> L.	속새	FACW	HerbPer			
	<i>Equisetum arvense</i> L.	쇠뜨기	FACU	HerbPer			O
Osmundaceae 고비과	<i>Osmunda japonica</i> Thunb.	고비	FACU	HerbPer			
Pteridaceae 봉의꼬리과	<i>Dennstaedtia wilfordii</i> Christ	황고사리	UPL	HerbPer			
	<i>Microlepia strigosa</i> C. Presl	돌토끼고사리	UPL	HerbPer			
	<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i> Und. ex Heller.	고사리	UPL	HerbPer			
Davalliaceae 넉줄고사리과	<i>Thelypteris palustris</i> Schott	처녀고사리	UPL	HerbPer			
Dryopteridaceae 면마과	<i>Athyrium niponicum</i> Hance	개고사리	UPL	HerbPer			
	<i>Athyrium yokoscense</i> Christ	뱀고사리	UPL	HerbPer			
	<i>Dryopteris crassirhizoma</i> Nakai	관중	UPL	HerbPer			
	<i>Matteuccia orientalis</i> Trev.	개면마	UPL	HerbPer			
	<i>Onoclea sensibilis</i> var. <i>interrupta</i> Maxim.	야산고비	OBU	HerbPer			
Polypodiaceae 고란초과	<i>Lemmaphyllum microphyllum</i> C.Presl	콩짜개덩굴	UPL	HerbPer			
Salviniaceae 생이가래과	<i>Salvinia natans</i> All	생이가래	OBL	HerbAn			
Ginkgoaceae 은행나무과	<i>Ginkgo biloba</i> L.	은행나무	UPL	Tree	O		
Pinaceae 소나무과	<i>Abies koreana</i> Wilson	구상나무	UPL	Tree			
	<i>Abies holophylla</i> Maxim.	전나무	UPL	Tree			
	<i>Cedrus deodara</i> Loudon	개잎갈나무	UPL	Tree	O		
	<i>Larix kaempferi</i> Carrière	일본잎갈나무	UPL	Tree	O		
	<i>Pinus rigida</i> Mill.	리기다소나무	UPL	Tree	O		
	<i>Pinus densiflora</i> Siebold & Zucc.	소나무	UPL	Tree			
	<i>Pinus strobus</i> L.	스트로브잣나무	UPL	Tree	O		
	<i>Pinus koraiensis</i> Siebold & Zucc.	잣나무	UPL	Tree			
Taxodiaceae 낙우송과	<i>Cryptomeria japonica</i> D.Don	삼나무	UPL	Tree	O		
	<i>Metasequoia glyptostroboides</i> Hu & Cheng	메타세콰이아	UPL	Tree	O		
Cupressaceae 측백나무과	<i>Chamaecyparis obtusa</i> (Siebold & Zucc.) Endl.	편백	UPL	Tree	O		
	<i>Juniperus rigida</i> Siebold & Zucc.	노간주나무	UPL	Tree			
	<i>Juniperus chinensis</i> L.	향나무	UPL	Tree			
	<i>Thuja orientalis</i> L.	측백나무	UPL	Tree			
Taxaceae 주목과	<i>Taxus cuspidata</i> Siebold & Zucc.	주목	UPL	Tree			
Juglandaceae 가래나무과	<i>Juglans mandshurica</i> Maxim.	가래나무	UPL	Tree			
	<i>Juglans regia</i> Dode	호두나무	UPL	Tree	O		
	<i>Platycarya strobilacea</i> Siebold & Zucc.	굴피나무	UPL	Subtree			
	<i>Pterocarya stenoptera</i> DC.	중국굴피나무	UPL	Tree	O		
	<i>Populus deltoides</i> Marsh.	미루나무	UPL	Tree	O		
Salicaceae 버드나무과	<i>Populus davidiana</i> Dode	사시나무	UPL	Tree			
	<i>Populus nigra</i> var. <i>italica</i> Koehne	양버들	FAC	Tree	O		
	<i>Populus tomentiglandulosa</i> T.B.Lee	은사시나무	UPL	Tree	O		
	<i>Populus euramericana</i> Guinier	이태리포푸라	UPL	Tree	O		
	<i>Populus maximowiczii</i> A.Henry	황철나무	FAC	Tree			
	<i>Salix integra</i> Thunb.	개키버들	FACW	Shrub		O	

분류군	국명	습지출현 빈도	생장형 ¹⁾	외래종	버드나무 및 물푸레나무 속	내성종
	<i>Salix gracilistyla</i> Miq.	갯버들	FACW	Shrub	O	
	<i>Salix pseudolasioglyne</i> H.Lév.	능수버들	FAC	Tree	O	
	<i>Salix koreensis</i> Andersson	버드나무	FACW	Tree	O	
	<i>Salix rorida</i> Laksch.	분버들	FAC	Tree	O	
	<i>Salix subfragilis</i> Andersson	선버들	FACW	Subtree	O	
	<i>Salix chaenomeloides</i> Kimura	왕버들	FACW	Tree	O	
	<i>Salix matsudana</i> f. <i>tortuosa</i> Rehder	용버들	FACW	Tree	O	O
	<i>Salix koriyanagi</i> Kimura	키버들	FACW	Shrub	O	
	<i>Salix caprea</i> L.	호랑버들	FACU	Subtree	O	
Betulaceae 자작나무과	<i>Alnus sibirica</i> Fisch. ex Turcz.	물오리나무	UPL	Tree		
	<i>Alnus firma</i> Siebold & Zucc.	사방오리	UPL	Subtree	O	
	<i>Alnus japonica</i> Steud.	오리나무	FACW	Tree		
	<i>Betula davurica</i> Pall.	물박달나무	UPL	Tree		
	<i>Betula platyphylla</i> var. <i>japonica</i> Hara	자작나무	UPL	Tree		
	<i>Carpinus tshonoskii</i> Maxim.	개서어나무	UPL	Tree		
	<i>Carpinus cordata</i> Blume	까치박달	UPL	Tree		
	<i>Carpinus laxiflora</i> (Siebold & Zucc.) Blume	서어나무	UPL	Tree		
	<i>Corylus heterophylla</i> Fisch. ex Trautv.	개암나무	UPL	Shrub		
Fagaceae 참나무과	<i>Corylus sieboldiana</i> Blume	참개암나무	UPL	Shrub		
	<i>Castanea crenata</i> Siebold & Zucc.	밤나무	UPL	Tree	O	
	<i>Castanopsis sieboldii</i> Hatus.	구실잣밤나무	UPL	Tree		
	<i>Quercus aliena</i> Blume	갈참나무	UPL	Tree		
	<i>Quercus variabilis</i> Blume	굴참나무	UPL	Tree		
	<i>Quercus dentata</i> Thunb.	떡갈나무	UPL	Tree		
	<i>Quercus mongolica</i> var. <i>crispula</i> H. Ohashi	물참나무	UPL	Tree		
	<i>Quercus acuta</i> Thunb.	붉가시나무	UPL	Tree		
	<i>Quercus acutissima</i> Carruth.	상수리나무	UPL	Tree		
	<i>Quercus mongolica</i> Fisch. ex Ledeb.	신갈나무	UPL	Tree		
	<i>Quercus serrata</i> Thunb.	줄참나무	UPL	Tree		
	<i>Quercus salicina</i> Blume	참가시나무	UPL	Tree		
	<i>Aphananthe aspera</i> Planch.	푸조나무	UPL	Tree		
Ulmaceae 느릅나무과	<i>Celtis sinensis</i> Pers.	팽나무	UPL	Tree		
	<i>Hemiptelea davidii</i> Planch.	시무나무	FAC	Tree		
	<i>Ulmus laciniata</i> Mayr	난티나무	UPL	Tree		
	<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i> Nakai	느릅나무	UPL	Tree		
	<i>Ulmus pumila</i> L.	비솔나무	FACW	Tree		
	<i>Ulmus parvifolia</i> Jacq.	참느릅나무	UPL	Tree		
	<i>Zelkova serrata</i> Makino	느티나무	UPL	Tree		
	<i>Eucommia ulmoides</i> Oliv.	두충	UPL	Tree	O	
Moraceae 뽕나무과	<i>Broussonetia kazinoki</i> Siebold	닥나무	UPL	Shrub		
	<i>Cudrania tricuspidata</i> Bureau ex Lavallée	꾸지뽕나무	UPL	Subtree		
	<i>Fatoua villosa</i> Nakai	뽕모시풀	UPL	HerbAn		
	<i>Ficus thunbergii</i> Maxim.	왕모람	UPL	Vine		
	<i>Ficus erecta</i> var. <i>sieboldii</i> King	좁은잎천선과	UPL	Shrub		
	<i>Ficus erecta</i> Thunb.	천선과나무	UPL	Shrub		
	<i>Morus bombycis</i> f. <i>dissecta</i> Nakai	가새뽕나무	UPL	Subtree		
	<i>Morus alba</i> L.	뽕나무	UPL	Tree	O	
	<i>Morus bombycis</i> Koidz.	산뽕나무	UPL	Subtree		
Cannabaceae 삼과	<i>Humulus japonicus</i> Siebold & Zucc.	환삼덩굴	UPL	ClimbAn		

분류군	국명	습지출현 빈도	생장형	외래종	버드나무 및 물푸레나무 속	내성종
Urticaceae 쐐기풀과	<i>Boehmeria platanifolia</i> Franch. & Sav.	개모시풀	UPL	HerbPer		
	<i>Boehmeria tricusps</i> Makino	거북꼬리	UPL	HerbPer		
	<i>Boehmeria nivea</i> Gaudich.	모시풀	FAC	HerbPer	O	
	<i>Boehmeria pannosa</i> Nakai & Satake	왕모시풀	UPL	HerbPer		
	<i>Boehmeria longispica</i> Steud.	왜모시풀	UPL	HerbPer		
	<i>Boehmeria spicata</i> Thunb.	쭈깨잎나무	UPL	Shrub		
	<i>Pilea mongolica</i> Wedd.	모시물통이	FAC	HerbAn		
	<i>Pilea peploides</i> (Gaudich.) Hook. & Arn.	물통이	FAC	HerbAn		
	<i>Pilea hamaoi</i> Makino	큰물통이	FACU	HerbAn		
	<i>Urtica thunbergiana</i> Siebold & Zucc.	쐐기풀	UPL	HerbPer		
Santalaceae 단향과	<i>Thesium chinense</i> Turcz.	제비꽃	UPL	HerbPer		
Polygonaceae 마디풀과	<i>Aconogonon alpinum</i> Schur	싱아	UPL	HerbPer		
	<i>Fallopia dumetorum</i> Holub	닭의덩굴	UPL	ClimbAn	O	
	<i>Fallopia dentatoalata</i> Holub	큰닭의덩굴	UPL	ClimbAn	O	
	<i>Fallopia multiflora</i> Haraldson	하수오	UPL	ClimbPer	O	
	<i>Fallopia japonica</i> Ronse Decr.	호장근	UPL	HerbPer		
	<i>Persicaria trigonocarpa</i> Nakai	가는개여뀌	FACW	HerbAn		
	<i>Persicaria dissitiflora</i> H.Gross ex Mori	가시여뀌	UPL	HerbAn		
	<i>Persicaria longisetia</i> Kitag.	개여뀌	FAC	HerbAn		
	<i>Persicaria thunbergii</i> H.Gross ex Nakai	고마리	FACW	HerbAn		
	<i>Persicaria viscosa</i> H.Gross ex Nakai	기생여뀌	FACW	HerbAn		
	<i>Persicaria conspicua</i> Nakai ex Mori	꽃여뀌	FAC	HerbPer		
	<i>Persicaria viscofera</i> Nakai	끈끈이여뀌	UPL	HerbAn		
	<i>Persicaria maackiana</i> Nakai ex Mori	나도미꾸리나시	FACW	HerbAn		
	<i>Persicaria muricata</i> Nemoto	넓은잎미꾸리나시	FACW	HerbAn		
	<i>Persicaria senticosa</i> H.Gross ex Nakai	며느리밑씻개	FACU	ClimbAn		
	<i>Persicaria perfoliata</i> H.Gross	며느리배꼽	FACU	ClimbAn		
	<i>Persicaria nodosa</i> Opiz	명아자여뀌	FAC	HerbAn		O
	<i>Persicaria sagittata</i> H.Gross ex Nakai	미꾸리나시	FACW	HerbAn		
	<i>Persicaria bungeana</i> Nakai ex Mori	바늘여뀌	UPL	HerbAn		
	<i>Persicaria pubescens</i> H.Hara	바보여뀌	FACW	HerbAn		
	<i>Persicaria nepalensis</i> H.Gross	산여뀌	FAC	HerbAn		
	<i>Persicaria hydropiper</i> Spach	여뀌	FACW	HerbAn		
	<i>Persicaria filiformis</i> Nakai ex Mori	이삭여뀌	UPL	HerbPer		
	<i>Persicaria orientalis</i> Spach	털여뀌	UPL	HerbAn	O	
	<i>Persicaria japonica</i> H.Gross ex Nakai	흰꽃여뀌	FAC	HerbAn		
	<i>Persicaria lapathifolia</i> Gray	흰여뀌	UPL	HerbAn		
	<i>Polygonum aviculare</i> L.	마디풀	UPL	HerbAn		
	<i>Rumex obtusifolius</i> L.	돌소리쟁이	FACU	HerbAn	O	
	<i>Rumex crispus</i> L.	소리쟁이	FAC	HerbPer	O	O
	<i>Rumex acetosa</i> L.	수영	FACU	HerbPer		
	<i>Rumex acetosella</i> L.	애기수영	FACU	HerbPer	O	
	<i>Rumex nipponicus</i> Franch. & Sav.	좁소리쟁이	FACU	HerbAn	O	
	<i>Rumex japonicus</i> Houtt.	참소리쟁이	FAC	HerbPer		
Phytolaccaceae 자리공과	<i>Phytolacca americana</i> L.	미국자리공	UPL	HerbPer	O	
	<i>Phytolacca esculenta</i> VanHoutte	자리공	UPL	HerbPer	O	
Molluginaceae 석류풀과	<i>Mollugo pentaphylla</i> L.	석류풀	UPL	HerbAn		
	<i>Mollugo verticillata</i> L.	큰석류풀	UPL	HerbAn	O	
Aizoaceae 번행초과	<i>Tetragonia tetragonoides</i> Kuntze	번행초	FACU	HerbPer		
Portulacaceae 쇠비름과	<i>Portulaca oleracea</i> L.	쇠비름	UPL	HerbAn		
	<i>Arenaria serpyllifolia</i> L.	벼룩이자리	UPL	HerbAn		

	분류군	국명	습지출현 빈도	생장형	외래종	버드나무 및 물푸레나무 속	내성종
Caryophyllaceae 석죽과	<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.	유럽점나도나물	UPL	HerbAn	O		
	<i>Cerastium holosteoides</i> var. <i>hallaisanense</i> Mizush.	점나도나물	UPL	HerbAn			
	<i>Cucubalus baccifer</i> var. <i>japonicus</i> Miq.	덩굴별꽃	UPL	ClimbPer			
	<i>Dianthus longicalyx</i> Miq.	술패랭이꽃	UPL	HerbPer			
	<i>Dianthus chinensis</i> L.	패랭이꽃	UPL	HerbPer			
	<i>Gypsophila oldhamiana</i> Miq.	대나물	UPL	HerbPer			
	<i>Pseudostellaria heterophylla</i> Pax ex Pax & Hoffm.	개별꽃	UPL	HerbPer			
	<i>Pseudostellaria japonica</i> Pax	긴개별꽃	UPL	HerbPer			
	<i>Pseudostellaria davidii</i> Pax ex Pax & Hoffm.	덩굴개별꽃	UPL	HerbPer			
	<i>Sagina japonica</i> Ohwi	개미자리	UPL	HerbAn			
	<i>Sagina maxima</i> A.Gray	큰개미자리	FACU	HerbPer			
	<i>Silene aprica</i> var. <i>oldhamiana</i> C.Y.Wu	갯장구채	UPL	HerbAn			
	<i>Silene armeria</i> L.	끈끈이대나물	UPL	HerbAn	O		O
	<i>Silene firma</i> Siebold & Zucc.	장구채	UPL	HerbAn			
	<i>Stellaria alsine</i> var. <i>undulata</i> Ohwi	벼룩나물	UPL	HerbAn			
	<i>Stellaria media</i> Vill.	별꽃	UPL	HerbAn			
	<i>Stellaria aquatica</i> Scop.	쇠별꽃	FAC	HerbAn			O
Chenopodiaceae 명아주과	<i>Atriplex gmelinii</i> C.A.Mey.	가는갯는쟁이	FACW	HerbAn			
	<i>Chenopodium acuminatum</i> Willd.	등근잎명아주	UPL	HerbAn			
	<i>Chenopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i> Makino	명아주	UPL	HerbAn			
	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	양명아주	UPL	HerbAn	O		
	<i>Chenopodium ficifolium</i> Smith	좁명아주	UPL	HerbAn	O		O
	<i>Chenopodium koraiense</i> Nakai	참명아주	UPL	HerbAn			
	<i>Chenopodium bryoniaefolium</i> Bunge	청명아주	UPL	HerbAn			
	<i>Chenopodium glaucum</i> L.	취명아주	UPL	HerbAn	O		
	<i>Chenopodium album</i> L.	흰명아주	UPL	HerbAn	O		
	<i>Kochia scoparia</i> Schrad. var. <i>scoparia</i>	땃싸리	UPL	HerbAn	O		
	<i>Suaeda japonica</i> Makino	칠면초	FACW	HerbAn			
	<i>Suaeda maritima</i> Dumortier	해홍나물	FACW	HerbAn			
Amaranthaceae 비름과	<i>Achyranthes japonica</i> Nakai	쇠무릎	UPL	HerbPer			
	<i>Amaranthus patulus</i> Bertol.	가는털비름	UPL	HerbAn	O		
	<i>Amaranthus blitum</i> L.	개비름	UPL	HerbAn	O		
	<i>Amaranthus mangostanus</i> L.	비름	UPL	HerbAn			
	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	털비름	UPL	HerbAn	O		
Magnoliaceae 목련과	<i>Liriodendron tulipifera</i> L.	백합나무	UPL	Tree	O		
	<i>Magnolia kobus</i> DC.	목련	UPL	Tree			
	<i>Magnolia denudata</i> Desr.	백목련	UPL	Tree	O		
	<i>Magnolia obovata</i> Thunb.	일본목련	UPL	Tree	O		
	<i>Magnolia sieboldii</i> K.Koch	함박꽃나무	UPL	Subtree			
Schisandraceae 오미자과	<i>Kadsura japonica</i> Dunal	납오미자	UPL	Vine			
	<i>Schisandra chinensis</i> Baill.	오미자	UPL	Vine			
Lauraceae 녹나무과	<i>Cinnamomum japonicum</i> Siebold ex Nees	생달나무	UPL	Tree			
	<i>Lindera glauca</i> (Siebold & Zucc.) Blume	감태나무	UPL	Shrub			
	<i>Lindera erythrocarpa</i> Makino	비목나무	UPL	Tree			
	<i>Lindera obtusiloba</i> Blume	생강나무	UPL	Shrub			
	<i>Litsea japonica</i> Juss.	까마귀쪽나무	UPL	Subtree			
	<i>Machilus thunbergii</i> Siebold & Zucc.	후박나무	UPL	Tree			
	<i>Neolitsea sericea</i> Koidz.	참식나무	UPL	Tree			

분류군	국명	습지출현 빈도	생장형	외래종	버드나무 및 물푸레나무 속	내성종
Cercidiphyllaceae 계수나무과	<i>Cercidiphyllum japonicum</i> Siebold & Zucc.	계수나무	UPL	Tree	O	
Ranunculaceae 미나리아재비과	<i>Aconitum jaluense</i> Kom.	투구꽃	UPL	HerbPer		
	<i>Aquilegia buergeriana</i> var. <i>oxysepala</i> Kitam.	매발톱	OBL	HerbPer		
	<i>Clematis heracleifolia</i> DC.	병조희풀	UPL	Shrub		
	<i>Clematis apiifolia</i> DC.	사위질빵	UPL	Vine		
	<i>Clematis terniflora</i> var. <i>mandshurica</i> Ohwi	으아리	UPL	Vine		
	<i>Clematis trichotoma</i> Nakai	할미밀망	UPL	Vine		
	<i>Hepatica asiatica</i> Nakai	노루귀	UPL	HerbPer		
	<i>Pulsatilla tongkangensis</i> Y.N.Lee & T.C.Lee	동강할미꽃	UPL	HerbPer		
	<i>Pulsatilla koreana</i> Nakai ex Mori	할미꽃	UPL	HerbPer		
	<i>Ranunculus ternatus</i> Thunb.	개구리갓	FACW	HerbPer		
	<i>Ranunculus sceleratus</i> L.	개구리자리	OBL	HerbAn		
	<i>Ranunculus japonicus</i> Thunb.	미나리아재비	FAC	HerbPer		
	<i>Ranunculus chinensis</i> Bunge	젓가락나물	FACU	HerbPer		
	<i>Semiaquilegia adoxoides</i> Makino	개구리발톱	UPL	HerbPer		
	<i>Thalictrum aquilegifolium</i> var. <i>sibiricum</i> Regel & Tiling	평의다리	UPL	HerbPer		
	<i>Thalictrum filamentosum</i> var. <i>tenerum</i> Ohwi	산평의다리	UPL	HerbPer		
Lardizabalaceae 으름덩굴과	<i>Akebia quinata</i> Decne.	으름덩굴	UPL	Vine		
Menispermaceae 새모래덩굴과	<i>Cocculus trilobus</i> DC.	댕랭이덩굴	UPL	Vine		
	<i>Menispermum dauricum</i> DC.	새모래덩굴	UPL	Vine		
	<i>Stephania japonica</i> Miers	함박이	UPL	Vine		
Ceratophyllaceae 붕어마름과	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	붕어마름	OBL	HerbPer		
Piperaceae 후추과	<i>Piper kadsura</i> Ohwi	후추등	UPL	Vine		
Aristolochiaceae 취방울덩굴과	<i>Aristolochia manshuriensis</i> Kom.	등취	UPL	Vine		
	<i>Aristolochia contorta</i> Bunge	취방울덩굴	UPL	ClimbPer		
	<i>Asarum sieboldii</i> Miq.	족도리풀	UPL	HerbPer		
Actinidiaceae 다래나무과	<i>Actinidia polygama</i> Planch. ex Maxim.	개다래	UPL	Vine		
	<i>Actinidia arguta</i> Planch. ex Miq.	다래	UPL	Vine		
Theaceae 차나무과	<i>Camellia japonica</i> L.	동백나무	UPL	Subtree		
	<i>Eurya japonica</i> Thunb.	사스레피나무	UPL	Subtree		
	<i>Ternstroemia gymnanthera</i> Sprague	후피향나무	UPL	Tree		
Guttiferae 물레나물과	<i>Hypericum erectum</i> Thunb.	고추나물	FACU	HerbPer		
	<i>Hypericum ascyron</i> L.	물레나물	FACU	HerbPer		
	<i>Hypericum laxum</i> Koidz.	좁고추나물	FAC	HerbAn		
Papaveraceae 양귀비과	<i>Chelidonium majus</i> var. <i>asiaticum</i> Ohwi	애기똥풀	UPL	HerbAn		
Fumariaceae 현호색과	<i>Corydalis pallida</i> (Thunb.) Pers.	괴불주머니	UPL	HerbAn		
	<i>Corydalis ochotensis</i> Turcz.	눈괴불주머니	FAC	HerbAn		
	<i>Corydalis speciosa</i> Maxim.	산괴불주머니	UPL	HerbAn		
	<i>Corydalis pauciovulata</i> Ohwi	선괴불주머니	OBU	HerbAn		
	<i>Corydalis heterocarpa</i> Siebold & Zucc.	염주괴불주머니	UPL	HerbAn		
	<i>Dicentra spectabilis</i> Lem.	금낭화	UPL	HerbPer		
Cruciferae 십자화과	<i>Arabis glabra</i> Bernh.	장대나물	UPL	HerbAn		
	<i>Barbarea orthoceras</i> Ledeb.	나도냉이	FACU	HerbAn		
	<i>Barbarea vulgaris</i> R.Br.	유럽나도냉이	FACU	HerbPer	O	

분류군	국명	습지출현 빈도	생장형	외래종	버드나무 및 물푸레나무 속	내성종
	<i>Berteroella maximowiczii</i> O.E.Schulz	장대냉이	UPL	HerbAn		
	<i>Brassica juncea</i> Czern.	갓	UPL	HerbAn	O	
	<i>Brassica napus</i> L.	유채	UPL	HerbAn		
	<i>Capsella bursa-pastoris</i> L.W.Medicus	냉이	UPL	HerbAn		
	<i>Cardamine amaraeformis</i> Nakai	꽃황새냉이	FACW	HerbAn		
	<i>Cardamine leucantha</i> O.E.Schulz	미나리냉이	FAC	HerbPer		
	<i>Cardamine fallax</i> L.	좁쌀냉이	FACU	HerbAn		
	<i>Cardamine flexuosa</i> With.	황새냉이	FACW	HerbAn		
	<i>Descurainia sophia</i> Webb ex Prantl	재쭉	UPL	HerbAn		
	<i>Draba nemorosa</i> L.	꽃다지	UPL	HerbAn		
	<i>Lepidium apetalum</i> Willd.	다닥냉이	UPL	HerbAn	O	O
	<i>Lepidium virginicum</i> L.	콩다닥냉이	UPL	HerbAn	O	
	<i>Nasturtium officinale</i> R.Br.	물냉이	OBL	HerbPer	O	
	<i>Raphanus sativus</i> L.	무	UPL	HerbAn	O	
	<i>Rorippa indica</i> Hiern	개갓냉이	FAC	HerbPer		
	<i>Rorippa globosa</i> Hayek	구슬갓냉이	UPL	HerbPer		
	<i>Rorippa palustris</i> Besser	속속이풀	FAC	HerbAn		
	<i>Thlaspi arvense</i> L.	말냉이	UPL	HerbAn	O	
Platanaceae 버즘나무과	<i>Platanus orientalis</i> L.	버즘나무	UPL	Tree	O	
	<i>Platanus occidentalis</i> L.	양버즘나무	FAC	Tree	O	
Crassulaceae 돌나물과	<i>Penthorum chinense</i> Pursh	낙지다리	FACW	HerbPer		
	<i>Sedum kamtschaticum</i> Fisch. & Mey.	기린초	UPL	HerbPer		
	<i>Sedum sarmentosum</i> Bunge	돌나물	UPL	HerbPer		
Saxifragaceae 범의귀과	<i>Astilbe rubra</i> Hook.f. & Thomas ex Hook.f.	노루오줌	UPL	HerbPer		
	<i>Deutzia parviflora</i> Bunge	말발도리	UPL	Shrub		
	<i>Deutzia glabrata</i> Kom.	물참대	UPL	Shrub		
	<i>Deutzia grandiflora</i> var. <i>baroniana</i> Diels	바위말발도리	UPL	Shrub		
	<i>Hydrangea serrata</i> f. <i>acuminata</i> Wilson	산수국	UPL	Shrub		
	<i>Hydrangea macrophylla</i> f. <i>otaksa</i> Wilson	수국	UPL	Shrub	O	
	<i>Hydrangea serrata</i> f. <i>fertilis</i> Nakai	탐라산수국	UPL	Shrub		
	<i>Mukdenia rossii</i> Koidz.	돌단풍	UPL	HerbPer		
	<i>Parnassia palustris</i> L.	물매화	FAC	HerbPer		
	<i>Philadelphus schrenkii</i> Rupr.	고광나무	UPL	Shrub		
	<i>Saxifraga fortunei</i> var. <i>incislobata</i> (Engl. & Irmsch.) Nakai	바위떡풀	UPL	HerbPer		
Rosaceae 장미과	<i>Agrimonia pilosa</i> Ledeb.	쑥신나물	UPL	HerbPer		
	<i>Chaenomeles sinensis</i> Koehne	모과나무	UPL	Tree	O	
	<i>Crataegus pinnatifida</i> Bunge	산사나무	UPL	Subtree		
	<i>Duchesnea indica</i> Focke	뱀딸기	UPL	HerbPer		
	<i>Filipendula glaberrima</i> Nakai	터리풀	UPL	HerbPer		
	<i>Geum japonicum</i> Thunb.	뱀무	UPL	HerbPer		
	<i>Geum aleppicum</i> Jacq.	큰뱀무	FAC	HerbPer		
	<i>Malus pumila</i> Mill.	사과나무	UPL	Shrub	O	
	<i>Photinia glabra</i> Maxim.	홍가시나무	UPL	Subtree	O	
	<i>Potentilla anemonefolia</i> Lehm.	가락지나물	FAC	HerbPer		
	<i>Potentilla supina</i> L.	개소리랑개비	UPL	HerbPer	O	
	<i>Potentilla chinensis</i> Ser.	딱지꽃	UPL	HerbPer		
	<i>Potentilla cryptotaeniae</i> Maxim.	물양지꽃	FAC	HerbPer		
	<i>Potentilla freyniana</i> Bornm.	세잎양지꽃	UPL	HerbPer		
	<i>Potentilla fragarioides</i> var. <i>major</i> Maxim.	양지꽃	UPL	HerbPer		

분류군	국명	습지출현 빈도	생장형	외래종	버드나무 및 물푸레나무 속	내성종
Leguminosae 콩과	<i>Prunus maackii</i> Rupr.	개벚나무	UPL	Tree		
	<i>Prunus padus</i> L.	귀룽나무	UPL	Tree		
	<i>Prunus mume</i> Siebold & Zucc.	매실나무	UPL	Subtree	O	
	<i>Prunus serrulata</i> var. <i>spontanea</i> E.H.Wilson	벚나무	UPL	Tree	O	
	<i>Prunus persica</i> Batsch	복사나무	UPL	Subtree	O	
	<i>Prunus sargentii</i> Rehder	산벚나무	UPL	Tree		
	<i>Prunus davidiana</i> Franch.	산복사나무	UPL	Subtree		
	<i>Prunus armeniaca</i> var. <i>ansu</i> Maxim.	살구나무	UPL	Subtree	O	
	<i>Prunus tomentosa</i> Thunb.	앵도나무	UPL	Shrub	O	
	<i>Prunus yedoensis</i> Matsum.	왕벚나무	UPL	Tree	O	
	<i>Prunus salicina</i> Lindl.	자두나무	UPL	Subtree	O	
	<i>Pyrus pyrifolia</i> (Burm.f.) Nakai	돌배나무	UPL	Subtree		
	<i>Rosa wichuraiana</i> Crép. ex Franch. & Sav.	돌가시나무	UPL	Tree		
	<i>Rosa hybrida</i> 'Rosekona'	장미	UPL	Vine	O	
	<i>Rosa multiflora</i> Thunb.	절레꽃	UPL	Shrub		
	<i>Rosa rugosa</i> Thunb.	해당화	UPL	Shrub		
	<i>Rubus schizostylus</i> H.Lév.	가시복분자딸기	UPL	Shrub		
	<i>Rubus phoenicolasius</i> Maxim.	곰딸기	UPL	Shrub		
	<i>Rubus longisepalus</i> Nakai	맥도딸기	UPL	Shrub		
	<i>Rubus parvifolius</i> L.	명석딸기	UPL	Shrub		
	<i>Rubus coreanus</i> Miq.	복분자딸기	UPL	Shrub	O	
	<i>Rubus crataegifolius</i> Bunge	산딸기	UPL	Shrub		
	<i>Rubus corchorifolius</i> L.f.	수리딸기	UPL	Shrub		
	<i>Rubus oldhamii</i> Miq.	줄딸기	UPL	Shrub		
	<i>Sanguisorba officinalis</i> L.	오이풀	UPL	HerbPer		
	<i>Sorbaria sorbifolia</i> var. <i>stellipila</i> Maxim.	쉬땅나무	UPL	Shrub		
	<i>Sorbus commixta</i> Hedlund	마가목	UPL	Subtree		
	<i>Sorbus alnifolia</i> K.Koch	팔배나무	UPL	Tree		
	<i>Spiraea trichocarpa</i> Nakai	갈기조팝나무	UPL	Shrub		
	<i>Spiraea salicifolia</i> L.	꼬리조팝나무	FAC	Shrub		
	<i>Spiraea chinensis</i> Maxim.	당조팝나무	UPL	Shrub		
	<i>Spiraea prunifolia</i> f. <i>simpliciflora</i> Nakai	조팝나무	UPL	Shrub		
	<i>Spiraea fritschiana</i> Schneid.	참조팝나무	UPL	Shrub		
	<i>Stephanandra incisa</i> Zabel	국수나무	UPL	Shrub		
	<i>Aeschynomene indica</i> L.	자귀풀	FACU	HerbAn		
	<i>Albizia julibrissin</i> Durazz.	자귀나무	UPL	Subtree		
	<i>Amorpha fruticosa</i> L.	죽제비싸리	UPL	Shrub	O	O
	<i>Amphicarapaea bracteata</i> subsp. <i>edgeworthii</i> H.Ohashi	새콩	UPL	ClimbAn		
	<i>Arachis hypogaea</i> L.	땅콩	UPL	HerbAn	O	
	<i>Astragalus sincus</i> L.	자운영	UPL	HerbAn	O	
	<i>Caragana sinica</i> Rehder	꿀담초	UPL	Shrub	O	
	<i>Cercis chinensis</i> Bunge	박태기나무	UPL	Shrub	O	
	<i>Chamaecrista nomame</i> H.Ohashi	차풀	FACU	HerbAn		
	<i>Desmodium podocarpum</i> var. <i>oxyphyllum</i> (DC.) H.Ohashi	도둑놈의갈고리	UPL	HerbPer		
	<i>Dunbaria villosa</i> Makino	여우팻	UPL	ClimbPer		
	<i>Glycine soja</i> Siebold & Zucc.	돌콩	UPL	ClimbAn		
	<i>Glycine max</i> Merr.	콩	UPL	HerbAn	O	
	<i>Indigofera pseudotinctoria</i> Matsum.	낭아초	UPL	Shrub		
	<i>Indigofera kirilowii</i> Maxim. ex Palib.	땅비싸리	UPL	Shrub		
	<i>Kummerowia stipulacea</i> Makino	등근매듭풀	UPL	HerbAn		

분류군	국명	습지출현 빈도	생장형	외래종	버드나무 및 물푸레나무 속	내성종
	<i>Kummerowia striata</i> Schindl.	매듭풀	UPL	HerbAn		
	<i>Lespedeza juncea</i> Pers.	땅비수리	UPL	Shrub		
	<i>Lespedeza cuneata</i> G.Don	비수리	UPL	Shrub		
	<i>Lespedeza bicolor</i> Turcz.	싸리	UPL	Shrub		
	<i>Lespedeza maximowiczii</i> C.K.Schneid.	조록싸리	UPL	Shrub		
	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i> Miq.	참싸리	UPL	Shrub		
	<i>Lespedeza daurica</i> Schindl.	호비수리	UPL	Shrub		
	<i>Lotus corniculatus</i> var. <i>japonica</i> Regel	별노랑이	UPL	HerbPer		
	<i>Maackia amurensis</i> Rupr. & Maxim.	다릅나무	UPL	Tree		
	<i>Maackia fauriei</i> Takeda	솔비나무	UPL	Subtree		
	<i>Medicago sativa</i> L.	자주개자리	UPL	HerbPer	O	
	<i>Medicago lupulina</i> L.	잔개자리	UPL	HerbAn	O	
	<i>Melilotus suaveolens</i> Ledeb.	전동싸리	UPL	HerbAn	O	
	<i>Melilotus alba</i> Medicus	흰전동싸리	UPL	HerbAn	O	
	<i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>humilis</i> Alef.	강낭콩	UPL	ClimbAn	O	
	<i>Pisum sativum</i> L.	완두	UPL	HerbAn	O	
	<i>Pueraria lobata</i> Ohwi	췌	UPL	Vine		
	<i>Rhynchosia volubilis</i> Lour.	여우콩	UPL	ClimbPer		
	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	아까시나무	UPL	Tree	O	
	<i>Senna tora</i> Roxb.	결명자	UPL	HerbAn	O	
	<i>Sophora flavescens</i> Solander ex Aiton	고삼	UPL	HerbPer		
	<i>Sophora japonica</i> L.	회화나무	UPL	Tree	O	
	<i>Trifolium pratense</i> L.	붉은토끼풀	UPL	HerbPer	O	
	<i>Trifolium hybridum</i> L.	선토끼풀	UPL	HerbPer	O	
	<i>Trifolium repens</i> L.	토끼풀	UPL	HerbPer	O	O
	<i>Vicia angustifolia</i> var. <i>minor</i> Ohwi	가는갈퀴	UPL	ClimbAn		
	<i>Vicia amoena</i> Fisch. ex DC.	갈퀴나물	UPL	ClimbPer		
	<i>Vicia unijuga</i> A.Braun	나비나물	UPL	HerbPer		
	<i>Vicia amurensis</i> Oett.	벌완두	UPL	ClimbPer		
	<i>Vicia villosa</i> Roth	벧지	UPL	ClimbAn	O	
	<i>Vicia angustifolia</i> var. <i>segetilis</i> K.Koch.	살갈퀴	UPL	ClimbAn		
	<i>Vicia tetrasperma</i> Schreb.	얼치기완두	UPL	ClimbAn		
	<i>Vigna vexillata</i> var. <i>tsusimensis</i> Matsum.	돌동부	UPL	ClimbAn		
	<i>Vigna unguiculata</i> Walp.	동부	UPL	ClimbAn	O	
	<i>Vigna angularis</i> var. <i>nipponensis</i> Ohwi & H.Ohashi	새팥	UPL	ClimbAn		
	<i>Vigna angularis</i> Ohwi & H.Ohashi	팥	UPL	ClimbAn	O	
	<i>Wisteria floribunda</i> DC.	등	UPL	Vine	O	
Oxalidaceae 괭이밥과	<i>Oxalis corniculata</i> L.	괭이밥	UPL	HerbPer		
	<i>Oxalis stricta</i> L.	선괭이밥	UPL	HerbPer		
	<i>Oxalis acetosella</i> L.	애기괭이밥	UPL	HerbPer		
	<i>Oxalis corymbosa</i> DC.	자주괭이밥	UPL	HerbPer	O	
	<i>Oxalis obtriangulata</i> Maxim.	큰괭이밥	UPL	HerbPer		
Geraniaceae 취손이풀과	<i>Geranium koreanum</i> Kom.	둥근이질풀	UPL	HerbPer		
	<i>Geranium krameri</i> Franch. & Sav.	선이질풀	UPL	HerbPer		
	<i>Geranium wilfordii</i> Maxim.	세잎취손이	UPL	HerbPer		
	<i>Geranium thunbergii</i> Siebold & Zucc.	이질풀	UPL	HerbPer		
	<i>Geranium sibiricum</i> L.	취손이풀	UPL	HerbAn		
Euphorbiaceae 대극과	<i>Acalypha australis</i> L.	개풀	UPL	HerbAn		
	<i>Euphorbia humifusa</i> Willd. ex Schtdl.	땅빈대	UPL	HerbAn		
	<i>Euphorbia supina</i> Raf.	애기땅빈대	UPL	HerbAn	O	

분류군	국명	습지출현 빈도	생장형	외래종	버드나무 및 물푸레나무 속	내성종
	<i>Euphorbia maculata</i> L.	큰땅빈대	UPL	HerbAn	O	
	<i>Mallotus japonicus</i> (Thunb.) Muell. Arg.	예덕나무	UPL	Subtree		
	<i>Phyllanthus ussuriensis</i> Rupr. & Maxim.	여우주머니	UPL	HerbAn		
	<i>Ricinus communis</i> L.	피마자	UPL	HerbAn	O	
	<i>Securinega suffruticosa</i> Rehder	광대싸리	UPL	Shrub		
Daphniphyllaceae 굴거리나무과	<i>Daphniphyllum macropodum</i> Miq.	굴거리나무	UPL	Subtree		
	<i>Daphniphyllum teijsmanni</i> Zoll. ex Kurz	좁굴거리나무	UPL	Subtree		
Rutaceae 운향과	<i>Orixa japonica</i> Thunb.	상산	UPL	Shrub		
	<i>Poncirus trifoliata</i> Raf.	탱자나무	UPL	Shrub	O	
	<i>Zanthoxylum schinifolium</i> Siebold & Zucc.	산초나무	UPL	Shrub		
	<i>Zanthoxylum piperitum</i> DC.	초피나무	UPL	Shrub		
Simaroubaceae 소태나무과	<i>Ailanthus altissima</i> Swingle	가죽나무	UPL	Tree	O	O
	<i>Picrasma quassioides</i> (D.Don) Benn.	소태나무	UPL	Subtree		
Meliaceae 멸구슬나무과	<i>Melia azedarach</i> L.	멸구슬나무	UPL	Tree	O	
Anacardiaceae 욱나무과	<i>Rhus tricarpha</i> Miq.	개욱나무	UPL	Subtree		
	<i>Rhus javanica</i> L.	붉나무	UPL	Subtree		
	<i>Rhus sylvestris</i> Siebold & Zucc.	산검양욱나무	UPL	Subtree		
	<i>Rhus verniciflua</i> Stokes	욱나무	UPL	Tree	O	
Aceraceae 단풍나무과	<i>Acer pictum</i> subsp. mono Ohashi	고로쇠나무	UPL	Tree		
	<i>Acer palmatum</i> Thunb.	단풍나무	UPL	Tree		
	<i>Acer pseudosieboldianum</i> Kom.	당단풍나무	UPL	Tree		
	<i>Acer pictum</i> var. <i>truncatum</i> C.S.Chang	만주고로쇠	UPL	Subtree		
	<i>Acer triflorum</i> Kom.	복자기	UPL	Tree		
	<i>Acer komarovii</i> Pojark.	시닥나무	UPL	Subtree		
	<i>Acer tataricum</i> subsp. <i>ginnala</i> Wesm.	신나무	FACU	Subtree		
	<i>Acer buergerianum</i> Miq.	중국단풍	UPL	Tree	O	
Sapindaceae 무환자나무과	<i>Koelreuteria paniculata</i> Laxmann	모감주나무	UPL	Subtree		
Hippocastanaceae 칠엽수과	<i>Aesculus turbinata</i> Blume	칠엽수	UPL	Tree	O	
Balsaminaceae 봉선화과	<i>Impatiens noli-tangere</i> L.	노랑물봉선	FACW	HerbAn		
	<i>Impatiens textori</i> Miq.	물봉선	FACW	HerbAn		
	<i>Impatiens balsamina</i> L.	봉선화	UPL	HerbAn	O	
Aquifoliaceae 감탕나무과	<i>Ilex macropoda</i> Miq.	대팻집나무	UPL	Tree		
Celastraceae 노박덩굴과	<i>Celastrus orbiculatus</i> Thunb.	노박덩굴	UPL	Vine		
	<i>Celastrus flagellaris</i> Rupr.	푼지나무	UPL	Vine		
	<i>Euonymus japonicus</i> Thunb.	사철나무	UPL	Shrub		
	<i>Euonymus fortunei</i> var. <i>radicans</i> Rehder	줄사철나무	UPL	Shrub		
	<i>Euonymus alatus</i> Siebold	화살나무	UPL	Shrub		
	<i>Euonymus alatus</i> f. <i>ciliatodentatus</i> Hiyama	회잎나무	UPL	Shrub		
	<i>Tripterygium regelii</i> Sprague & Takeda	미역줄나무	OBV	Vine		
Staphyleaceae 고추나무과	<i>Euscaphis japonica</i> Kanitz	말오줌때	UPL	Shrub		
	<i>Staphylea bumalda</i> DC.	고추나무	UPL	Subtree		
Buxaceae 회양목과	<i>Buxus koreana</i> Nakai ex T.H.Chung & al.	회양목	UPL	Shrub		
Rhamnaceae	<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	헛개나무	UPL	Tree		

분류군	국명	습지출현 빈도	생장형	외래종	버드나무 및 물푸레나무 속	내성종
갈매나무과	<i>Rhamnella franguloides</i> Weberb.	까마귀베개	UPL	Subtree		
	<i>Rhamnus davurica</i> Pall.	갈매나무	UPL	Shrub		
	<i>Zizyphus jujuba</i> var. <i>inermis</i> Rehder	대추나무	UPL	Tree	O	
Vitaceae 포도과	<i>Ampelopsis brevipedunculata</i> Trautv.	개머루	UPL	Vine		
	<i>Cayratia japonica</i> Gagnep.	거지덩굴	UPL	ClimbPer		
	<i>Parthenocissus tricuspidata</i> Planch.	담쟁이덩굴	UPL	Vine		
	<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.	미국담쟁이덩굴	OB	Vine	O	
	<i>Vitis coignetiae</i> Pulliat ex Planch.	머루	UPL	Vine		
	<i>Vitis flexuosa</i> Thunb.	새머루	UPL	Vine		
	<i>Vitis amurensis</i> Rupr.	왕머루	UPL	Vine		
Tiliaceae 피나무과	<i>Corchoropsis psilocarpa</i> Harms & Loes.	까치개	UPL	HerbAn		
	<i>Corchoropsis tomentosa</i> Makino	수까치개	UPL	HerbAn		
	<i>Tilia amurensis</i> Rupr.	피나무	UPL	Tree		
Malvaceae 아욱과	<i>Althaea rosea</i> Cav.	접시꽃	UPL	HerbAn	O	
	<i>Hibiscus syriacus</i> L.	무궁화	UPL	Shrub	O	
	<i>Modiola caroliniana</i> (L.) G.Don	국화잎아욱	UPL	HerbAn	O	
Sterculiaceae 벽오동과	<i>Firmiana simplex</i> W.F.Wight	벽오동	UPL	Tree	O	
Elaeagnaceae 보리수나무과	<i>Elaeagnus umbellata</i> Thunb.	보리수나무	UPL	Shrub		
	<i>Elaeagnus glabra</i> Thunb.	보리장나무	UPL	Vine		
	<i>Elaeocarpus sylvestris</i> var. <i>ellipticus</i> H.Hara	담팔수	UPL	Tree		
Violaceae 제비꽃과	<i>Viola rossii</i> Hemsl.	고깔제비꽃	UPL	HerbPer		
	<i>Viola albida</i> var. <i>chaerophylloides</i> F.Maek.	남산제비꽃	UPL	HerbPer		
	<i>Viola collina</i> Besser	등근털제비꽃	UPL	HerbPer		
	<i>Viola keiskei</i> Miq.	잔털제비꽃	UPL	HerbPer		
	<i>Viola mandshurica</i> W.Becker	제비꽃	UPL	HerbPer		
	<i>Viola acuminata</i> Ledeb.	줄방제비꽃	FACU	HerbPer		
	<i>Viola papilionacea</i> Pursh	종지나물	UPL	HerbPer	O	
	<i>Viola verecunda</i> A.Gray	콩제비꽃	FACW	HerbPer		
	<i>Viola lactiflora</i> Nakai	흰젖제비꽃	UPL	HerbPer		
	<i>Viola patrinii</i> DC. ex Ging.	흰제비꽃	UPL	HerbPer		
Cucurbitaceae 박과	<i>Actinostemma lobatum</i> Maxim.	뚜껑덩굴	FAC	ClimbAn		
	<i>Citrullus vulgaris</i> Schrad.	수박	UPL	ClimbAn	O	
	<i>Cucurbita moschata</i> Duchesne ex Poir	호박	FAC	ClimbAn	O	
	<i>Gynostemma pentaphyllum</i> Makino	돌외	FACU	ClimbPer		
	<i>Lagenaria leucantha</i> Rusby	박	FAC	ClimbAn	O	
	<i>Luffa cylindrica</i> Roem.	수세미오이	FAC	ClimbAn	O	
	<i>Melothria japonica</i> Maxim.	새박	FAC	ClimbAn		
	<i>Momordica charantia</i> L.	여주	UPL	ClimbAn	O	
	<i>Schizopepon bryoniaefolius</i> Maxim.	산외	FACU	ClimbAn		
	<i>Sicyos angulatus</i> L.	가시박	FAC	ClimbAn	O	
	<i>Trichosanthes kirilowii</i> Maxim.	하늘타리	UPL	ClimbPer		
Lythraceae 부처꽃과	<i>Lagerstroemia indica</i> L.	배롱나무	UPL	Subtree	O	
	<i>Lythrum anceps</i> Makino	부처꽃	FACW	HerbPer		
Trapaceae 마름과	<i>Trapa japonica</i> Flerow	마름	OBL	HerbAn		
Onagraceae 바늘꽃과	<i>Circaea mollis</i> Slebold & Zucc.	털이슬	UPL	HerbPer		
	<i>Cymbidium kanran</i> Makino	한란	UPL	HerbPer		

분류군	국명	습지출현 빈도	생장형	외래종	버드나무 및 물푸레나무 속	내성종
	<i>Epilobium pyrricholophum</i> Franch. & Sav.	바늘꽃	FACW	HerbPer		
	<i>Ludwigia prostrata</i> Roxb.	여뀌바늘	OBL	HerbAn		
	<i>Oenothera biennis</i> L.	달맞이꽃	UPL	HerbAn	O	O
	<i>Oenothera laciniata</i> Hill	애기달맞이꽃	UPL	HerbAn	O	
	<i>Oenothera erythrosepala</i> Borbás	큰달맞이꽃	UPL	HerbAn	O	
Haloragaceae 개미탑과	<i>Myriophyllum verticillatum</i> L.	물수세미	OBL	HerbPer		
	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	이삭물수세미	OBL	HerbPer		
Alangiaceae 박취나무과	<i>Alangium platanifolium</i> var. <i>trilobum</i> Ohwi	박취나무	UPL	Shrub		
Cornaceae 층층나무과	<i>Aucuba japonica</i> Thunb.	식나무	UPL	Shrub		
	<i>Cornus walteri</i> F.T.Wangerin	말채나무	UPL	Tree		
	<i>Cornus officinalis</i> Siebold & Zucc.	산수유	UPL	Subtree	O	
	<i>Cornus controversa</i> Hemsl. ex Prain	층층나무	UPL	Tree		
Araliaceae 두릅나무과	<i>Aralia cordata</i> var. <i>continentalis</i> Y.C.Chu	독활	UPL	HerbPer		
	<i>Aralia elata</i> Seem.	두릅나무	UPL	Shrub		
	<i>Dendropanax morbiferus</i> H.Lév.	황칠나무	UPL	Tree		
	<i>Eleutherococcus sessiliflorus</i> S.Y.Hu	오갈피나무	UPL	Shrub		
	<i>Fatsia japonica</i> Decne. & Planch.	팔손이	UPL	Shrub		
	<i>Hedera rhombea</i> (Miq.) Bean	송악	UPL	Vine		
	<i>Kalopanax septemlobus</i> Koidz.	읍나무	UPL	Tree		
Umbelliferae 산형과	<i>Angelica dahurica</i> Benth. & Hook.f. ex Franch. & Sav.	구릿대	FACW	HerbAn		
	<i>Angelica polymorpha</i> Maxim.	궁궁이	FACW	HerbPer		
	<i>Angelica decursiva</i> Franch. & Sav.	바디나물	FAC	HerbPer		
	<i>Angelica gigas</i> Nakai	참당귀	FACW	HerbPer		
	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	회향	UPL	HerbPer	O	
	<i>Heracleum moellendorffii</i> Hance	어수리	UPL	HerbPer		
	<i>Hydrocotyle sibthorpioides</i> Lam.	피막이	FACU	HerbPer		
	<i>Oenanthe javanica</i> DC.	미나리	OBL	HerbPer		
	<i>Osmorhiza aristata</i> Makino & Yabe	긴사상자	UPL	HerbPer		
	<i>Ostericum grosseserratum</i> Kitag.	신감채	UPL	HerbPer		
	<i>Peucedanum terebinthaceum</i> Fisch. ex DC.	기름나물	UPL	HerbPer		
	<i>Pimpinella brachycarpa</i> (Kom.) Nakai	참나물	UPL	HerbPer		
	<i>Sanicula chinensis</i> Bunge	참만디	UPL	HerbPer		
	<i>Sium suave</i> Walter	개발나물	FACW	HerbPer		
	<i>Torilis scabra</i> (Thunb.) DC.	개사상자	UPL	HerbAn		
	<i>Torilis japonica</i> DC.	사상자	UPL	HerbAn		
Pyrolaceae 노루발과	<i>Pyrola japonica</i> Klenze ex Alef.	노루발	UPL	HerbPer		
Ericaceae 진달래과	<i>Rhododendron yedoense</i> f. <i>poukhanense</i> Sugim.	산철쭉	UPL	Shrub		
	<i>Rhododendron indicum</i> Sweet	영산홍	UPL	Shrub	O	
	<i>Rhododendron mucronulatum</i> Turcz.	진달래	UPL	Shrub		
	<i>Rhododendron weyrichii</i> Maxim.	참꽃나무	UPL	Shrub		
	<i>Rhododendron schlippenbachii</i> Maxim.	철쭉	UPL	Shrub		
Myrsinaceae 자금우과	<i>Ardisia crenata</i> Sims	백량금	UPL	Shrub		
	<i>Ardisia japonica</i> Blume	자금우	UPL	Shrub		
Primulaceae 앵초과	<i>Lysimachia barystachys</i> Bunge	까치수염	UPL	HerbPer		
	<i>Lysimachia vulgaris</i> var. <i>davurica</i> R.Kunth	좁쌀풀	FACU	HerbAn		
	<i>Lysimachia clethroides</i> Duby	큰까치수염	UPL	HerbPer		

분류군	국명	습지출현 빈도	생장형	외래종	버드나무 및 물푸레나무 속	내성종
	<i>Trientalis europaea</i> var. <i>arctica</i> Ledeb.	기생꽃	FACU	HerbPer		
Ebenaceae	<i>Diospyros kaki</i> Thunb.	감나무	UPL	Tree	O	
감나무과	<i>Diospyros lotus</i> L.	고욤나무	UPL	Tree	O	
Styracaceae	<i>Styrax japonicus</i> Siebold & Zucc.	매죽나무	UPL	Subtree		
매죽나무과	<i>Styrax obassia</i> Siebold & Zucc.	쪽동백나무	UPL	Subtree		
Symplocaceae	<i>Symplocos chinensis</i> f. <i>pilosa</i> Ohwi	노린재나무	UPL	Subtree		
Oleaceae	<i>Chionanthus retusus</i> Lindl. & Paxton	이팝나무	UPL	Tree		
물푸레나무과	<i>Forsythia koreana</i> Nakai	개나리	UPL	Shrub	O	
	<i>Fraxinus mandshurica</i> Rupr.	들메나무	UPL	Tree		O
	<i>Fraxinus rhynchophylla</i> Hance	물푸레나무	UPL	Tree		O
	<i>Fraxinus sieboldiana</i> Blume	쇠물푸레나무	UPL	Subtree		O
	<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	광나무	UPL	Shrub		
	<i>Ligustrum lucidum</i> Aiton	당광나무	UPL	Subtree		
	<i>Ligustrum obtusifolium</i> Siebold & Zucc.	취뽕나무	UPL	Shrub		
	<i>Syringa vulgaris</i> L.	서양수수꽃다리	OB	Shrub	O	
	<i>Syringa oblata</i> var. <i>dilatata</i> Rehder	수수꽃다리	UPL	Shrub		
Gentianaceae	<i>Gentiana triflora</i> var. <i>japonica</i> H. Hara	과남풀	FAC	HerbPer		
용담과						
Menyanthaceae	<i>Nymphoides peltata</i> Kuntze	노랑어리연꽃	OBL	HerbPer		
조름나물과	<i>Nymphoides indica</i> Kuntze	어리연꽃	OBL	HerbPer		
Apocynaceae	<i>Nerium indicum</i> Mill.	협죽도	UPL	Shrub	O	
협죽도과	<i>Trachelospermum asiaticum</i> Nakai	마삭줄	UPL	Vine		
Asclepiadaceae	<i>Cynanchum inamoenum</i> Loes.	선백미꽃	UPL	HerbPer		
박주가리과	<i>Cynanchum wilfordii</i> Hemsl.	큰조롱	UPL	ClimbPer		
	<i>Metaplexis japonica</i> Makino	박주가리	UPL	ClimbPer		
Rubiaceae	<i>Asperula lasiantha</i> Nakai	갈퀴아재비	UPL	HerbPer		
꼭두서니과	<i>Asperula odorata</i> L.	선갈퀴	UPL	HerbPer		
	<i>Damnacanthus indicus</i> C.F.Gaertn.	호자나무	UPL	Shrub		
	<i>Diodia teres</i> Walter	백령풀	UPL	HerbAn		
	<i>Galium trifidum</i> L.	가는네잎갈퀴	FACU	HerbPer		
	<i>Galium spurium</i> var. <i>echinospermon</i> Hayek	갈퀴덩굴	UPL	ClimbAn		
	<i>Galium verum</i> var. <i>asiaticum</i> Nakai	솔나물	UPL	HerbPer		
	<i>Galium dahuricum</i> Turcz.	큰잎갈퀴	UPL	ClimbPer		
	<i>Paederia scandens</i> (Lour.) Merr. var. <i>scandens</i>	계요등	UPL	ClimbPer		
	<i>Rubia cordifolia</i> var. <i>pratensis</i> Maxim.	갈퀴꼭두서니	UPL	ClimbPer		
	<i>Rubia akane</i> Nakai	꼭두서니	UPL	ClimbPer		
Convolvulaceae	<i>Calystegia soldanella</i> Roem. & Schultb.	갯메꽃	FAC	ClimbPer		
메꽃과	<i>Calystegia sepium</i> var. <i>japonicum</i> Makino	메꽃	UPL	ClimbPer		
	<i>Calystegia hederacea</i> Wall.	애기메꽃	UPL	ClimbPer		
	<i>Calystegia sepium</i> R.Br.	큰메꽃	UPL	ClimbPer		
	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	서양메꽃	UPL	ClimbPer	O	
	<i>Cuscuta pentagona</i> Engelm.	미국실새삼	UPL	ClimbAn	O	
	<i>Cuscuta japonica</i> Choisy	새삼	UPL	ClimbAn		
	<i>Cuscuta australis</i> R.Br.	실새삼	UPL	ClimbAn		
	<i>Ipomoea batatas</i> Lam.	고구마	UPL	ClimbAn	O	
	<i>Ipomoea purpurea</i> Roth	둥근잎나팔꽃	UPL	ClimbAn	O	
	<i>Ipomoea hederacea</i> var. <i>integriscula</i> A.Gray	둥근잎미국나팔꽃	UPL	ClimbAn	O	

분류군	국명	습지출현 빈도	생장형	외래종	버드나무 및 물푸레나무 속	내성종
Boraginaceae 지치과	<i>Ipomoea hederacea</i> Jacq.	미국나팔꽃	UPL	ClimbAn	O	
	<i>Ipomoea lacunosa</i> L.	애기나팔꽃	UPL	ClimbAn	O	
	<i>Pharbitis nil</i> Choisy	나팔꽃	UPL	ClimbAn	O	
	<i>Quamoclit coccinea</i> Moench	둥근잎유홍초	UPL	ClimbAn	O	
	<i>Symphytum officinale</i> L.	컴프리	UPL	HerbPer	O	
Verbenaceae 마편초과	<i>Trigonotis peduncularis</i> Benth. ex Hemsl.	꽃마리	UPL	HerbAn		
	<i>Callicarpa japonica</i> Thunb.	작살나무	UPL	Shrub		
	<i>Callicarpa dichotoma</i> K.Koch	좁작살나무	UPL	Shrub		
	<i>Clerodendrum trichotomum</i> Thunb.	누리장나무	UPL	Shrub		
	<i>Vitex rotundifolia</i> L.f.	순비기나무	UPL	Shrub		
Labiatae 꿀풀과	<i>Vitex negundo</i> var. <i>incisa</i> (Lam.) C.B.Clarke	죤목형	UPL	Shrub		
	<i>Agastache rugosa</i> Kuntze	배초향	UPL	HerbPer		
	<i>Amethystea caerulea</i> L.	개차즈기	UPL	HerbAn		
	<i>Clinopodium chinense</i> var. <i>parviflorum</i> Hara	충충이꽃	UPL	HerbPer		
	<i>Clinopodium gracile</i> var. <i>multicaule</i> Ohwi	탑꽃	UPL	HerbPer		
	<i>Elsholtzia splendens</i> Nakai	꽃향유	UPL	HerbAn		
	<i>Elsholtzia ciliata</i> Hyl.	향유	UPL	HerbAn		
	<i>Isodon japonicus</i> Hara	방아풀	UPL	HerbPer		
	<i>Isodon inflexus</i> Kudô	산박하	UPL	HerbPer		
	<i>Isodon excisus</i> Kudô	오리방풀	UPL	HerbPer		
	<i>Lamium amplexicaule</i> L.	광대나물	UPL	HerbAn		
	<i>Leonurus japonicus</i> Houtt.	익모초	UPL	HerbAn		
	<i>Lycopus lucidus</i> Turcz.	넙싸리	FACW	HerbPer		
	<i>Meehania urticifolia</i> Makino	별개덩굴	UPL	HerbPer		
	<i>Mentha arvensis</i> var. <i>piperascens</i> Malinv. ex Holmes	박하	FACW	HerbPer		
	<i>Mosla punctulata</i> Nakai	들깨풀	UPL	HerbAn		
	<i>Mosla dianthera</i> Maxim.	취깨풀	UPL	HerbAn		
	<i>Perilla frutescens</i> var. <i>japonica</i> Hara	들깨	UPL	HerbAn	O	
	<i>Prunella vulgaris</i> var. <i>lilacina</i> Nakai	꿀풀	UPL	HerbPer		
	<i>Salvia plebeia</i> R.Br.	배암차즈기	FACU	HerbAn		
	<i>Scutellaria indica</i> L.	골무꽃	UPL	HerbPer		
	<i>Scutellaria pекinensis</i> var. <i>transitra</i> Hara	산골무꽃	UPL	HerbPer		
	<i>Scutellaria dependens</i> Maxim.	애기골무꽃	FACW	HerbPer		
	<i>Stachys japonica</i> Miq.	석잠풀	FAC	HerbPer		
Solanaceae 가지과	<i>Datura stramonium</i> L.	흰독말풀	UPL	HerbAn	O	
	<i>Lycium chinense</i> Mill.	구기자나무	UPL	Shrub	O	
	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	토마토	UPL	HerbAn	O	
	<i>Physalisstrum japonicum</i> (Franch. & Sav.) Honda	가시파리	UPL	HerbPer		
	<i>Physalis alkekengi</i> var. <i>francheti</i> (Mast.) Hort	파리	UPL	HerbPer		
	<i>Solanum melongena</i> L.	가지	UPL	HerbAn	O	
	<i>Solanum tuberosum</i> L.	감자	UPL	HerbPer	O	
	<i>Solanum nigrum</i> L.	까마중	UPL	HerbAn		
	<i>Solanum carolinense</i> L.	도깨비가자	UPL	HerbPer	O	
	<i>Solanum lyratum</i> Thunb.	배풍등	UPL	HerbPer		
Scrophulariaceae 현삼과	<i>Lindernia micrantha</i> D.Don	논뚝외풀	FAC	HerbAn		
	<i>Lindernia procumbens</i> Borbás	밭뚝외풀	FAC	HerbAn		
	<i>Mazus pumilus</i> Steenis	주름잎	FACU	HerbAn		

분류군	국명	습지출현 빈도	생장형 ¹⁾	외래종	버드나무 및 물푸레나무 속	내성종
	<i>Melampyrum roseum</i> Maxim.	꽃머느리밥풀	UPL	HerbAn		
	<i>Paulownia coreana</i> Uyeki	오동나무	UPL	Tree	O	
	<i>Pedicularis resupinata</i> var. <i>umbrosa</i> Kom. ex Nakai	그늘송이풀	UPL	HerbPer		
	<i>Pedicularis resupinata</i> L.	송이풀	UPL	HerbPer		
	<i>Phtheirospermum japonicum</i> Kanitz	나도송이풀	UPL	HerbAn		
	<i>Scrophularia koraiensis</i> Nakai	토현삼	UPL	HerbPer		
	<i>Veronica didyma</i> var. <i>lilacina</i> T.Yamaz.	개불알풀	UPL	HerbAn		
	<i>Veronica undulata</i> Wall.	물칭개나물	OBL	HerbAn		
	<i>Veronica americana</i> Schwein.	미국물칭개	OBW	HerbAn	O	
	<i>Veronica rotunda</i> var. <i>subintegra</i> (Nakai) T. Yamaz.	산꼬리풀	OBW	HerbPer		
	<i>Veronica arvensis</i> L.	선개불알풀	UPL	HerbAn	O	
	<i>Veronica persica</i> Poir.	큰개불알풀	UPL	HerbAn	O	
	<i>Veronica anagallis-saqualica</i> L.	큰물칭개나물	OBL	HerbAn		
Bignoniaceae 능소화과	<i>Campsis grandiflora</i> K.Schum.	능소화	UPL	Vine	O	
	<i>Catalpa ovata</i> G.Don	개오동	UPL	Tree	O	
Acanthaceae 취꼬리망초과	<i>Justicia procumbens</i> L.	취꼬리망초	UPL	HerbAn		
Phrymaceae 파리풀과	<i>Phryma leptostachya</i> var. <i>asiatica</i> H. Hara	파리풀	UPL	HerbPer		
Plantaginaceae 질경이과	<i>Plantago major</i> f. <i>yezomaritima</i> Ohwi	갯질경이	UPL	HerbPer		
	<i>Plantago major</i> var. <i>japonica</i> Miyabe	왕질경이	UPL	HerbPer		
	<i>Plantago asiatica</i> L.	질경이	UPL	HerbPer		
	<i>Plantago lanceolata</i> L.	창질경이	UPL	HerbPer	O	
Caprifoliaceae 인동과	<i>Lonicera maackii</i> Maxim.	괴불나무	UPL	Shrub		
	<i>Lonicera praeflorens</i> Batalin	울괴불나무	UPL	Shrub		
	<i>Lonicera japonica</i> Thunb.	인동덩굴	UPL	Vine		
	<i>Viburnum dilatatum</i> Thunb.	가막살나무	UPL	Shrub		
	<i>Viburnum erosum</i> Thunb.	덜꿩나무	UPL	Shrub		
	<i>Viburnum opulus</i> f. <i>hydrangeoides</i> (Nakai) Hara	불두화	OBW	Shrub	O	
	<i>Weigela subsessilis</i> L.H.Bailey	병꽃나무	UPL	Shrub		
	<i>Weigela florida</i> A.DC.	붉은병꽃나무	UPL	Shrub		
Valerianaceae 마타리과	<i>Patrinia villosa</i> Juss.	뚝갈	UPL	HerbPer		
	<i>Patrinia scabiosaefolia</i> Fisch. ex Trevir.	마타리	UPL	HerbPer		
Campanulaceae 초롱꽃과	<i>Adenophora lamarckii</i> Fisch.	두메잔대	UPL	HerbPer		
	<i>Adenophora triphylla</i> var. <i>japonica</i> H. Hara	잔대	UPL	HerbPer		
	<i>Asyneuma japonicum</i> Briq.	영아자	UPL	HerbPer		
	<i>Campanula punctata</i> Lam.	초롱꽃	UPL	HerbPer		
	<i>Codonopsis lanceolata</i> (Siebold & Zucc.) Trautv.	더덕	UPL	ClimbPer		
	<i>Lobelia chinensis</i> Lour.	수염가래꽃	FACW	HerbPer		
	<i>Platycodon grandiflorum</i> A.DC.	도라지	UPL	HerbPer		
Compositae 국화과	<i>Achillea millefolium</i> L.	서양톱풀	UPL	HerbPer	O	
	<i>Achillea alpina</i> L.	톱풀	UPL	HerbPer		
	<i>Ainsliaea acerifolia</i> Sch.Bip.	단풍취	UPL	HerbPer		
	<i>Ambrosia trifida</i> L.	단풍잎돼지풀	UPL	HerbAn	O	O
	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	돼지풀	UPL	HerbAn	O	
	<i>Artemisia annua</i> L.	개똥쑥	UPL	HerbAn		
	<i>Artemisia apiacea</i> Hance ex Walp.	개사철쑥	UPL	HerbAn		

분류군	국명	습지출현 빈도	생장형	외래종	버드나무 및 물푸레나무 속	내성종
<i>Artemisia sylvatica</i> Maxim.	그늘쭉	UPL	HerbPer			
<i>Artemisia stolonifera</i> Kom.	넓은잎외쭉	OB	HerbPer			
<i>Artemisia gmelini</i> Weber ex Stechm.	더위지기	UPL	Shrub			
<i>Artemisia keiskeana</i> Miq.	맑은대쭉	UPL	HerbPer			
<i>Artemisia selengensis</i> Turcz. ex Besser	물쭉	FACW	HerbPer			
<i>Artemisia feddei</i> H.Lév. & Vaniot	뽕쭉	UPL	HerbPer			
<i>Artemisia capillaris</i> Thunb.	사철쭉	UPL	HerbPer			
<i>Artemisia princeps</i> Pamp.	쭉	UPL	HerbPer			
<i>Artemisia japonica</i> Thunb.	제비쭉	UPL	HerbPer			
<i>Aster pekinensis</i> Chen	가는쭉부쟁이	UPL	HerbPer			
<i>Aster tataricus</i> L.f.	개미취	UPL	HerbPer			
<i>Aster meyendorffii</i> Voss	개쭉부쟁이	UPL	HerbPer			
<i>Aster hispidus</i> Thunb.	갯쭉부쟁이	UPL	HerbAn			
<i>Aster ageratoides</i> Turcz.	까실쭉부쟁이	UPL	HerbPer			
<i>Aster altaicus</i> var. <i>uchiyamae</i> Kitam.	단양쭉부쟁이	FACW	HerbAn			
<i>Aster pilosus</i> Willd.	미국쭉부쟁이	UPL	HerbPer	O		
<i>Aster associatus</i> Kitag.	민쭉부쟁이	UPL	HerbPer			
<i>Aster koraiensis</i> Nakai	별개미취	FACU	HerbPer			
<i>Aster subulatus</i> Michx.	비짜루국화	UPL	HerbPer	O		
<i>Aster yomena</i> Honda	쭉부쟁이	UPL	HerbPer			
<i>Aster maackii</i> Regel	좁개미취	OBL	HerbPer			
<i>Aster scaber</i> Thunb.	참취	UPL	HerbPer			
<i>Aster subulatus</i> var. <i>sandwicensis</i> A.G.Jones	큰비짜루국화	UPL	HerbPer	O		
<i>Aster sphathulifolius</i> Maxim.	해국	UPL	Shrub			
<i>Bidens tripartita</i> L.	가막사리	FACW	HerbAn			
<i>Bidens parviflora</i> Willd.	까치발	FACU	HerbAn			
<i>Bidens bipinnata</i> L.	도깨비바늘	FACU	HerbAn			
<i>Bidens frondosa</i> L.	미국가막사리	FACW	HerbAn	O		
<i>Bidens pilosa</i> L.	울산도깨비바늘	UPL	HerbAn	O		
<i>Breia segeta</i> Kitam.	조뱅이	UPL	HerbAn			
<i>Carduus crispus</i> L.	치느리며영경귀	UPL	HerbAn	O		
<i>Carpesium abrotanoides</i> L.	담배풀	UPL	HerbAn			
<i>Carpesium macrocephalum</i> Franch. & Sav.	여우오줌	UPL	HerbPer			
<i>Centipeda minima</i> A.Br. & Asch.	중대가리풀	FAC	HerbAn			
<i>Cirsium japonicum</i> var. <i>spinosissimum</i> Kitam.	가시영경귀	UPL	HerbPer			
<i>Cirsium japonicum</i> var. <i>maackii</i> Matsum.	영경귀	UPL	HerbPer			
<i>Cirsium pendulum</i> Fisch. ex DC.	큰영경귀	FAC	HerbPer			
<i>Conyza canadensis</i> Cronquist	망초	UPL	HerbAn	O		
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	실망초	UPL	HerbAn	O		
<i>Coreopsis drummondii</i> Torr. & Gray	금계국	UPL	HerbAn			
<i>Coreopsis tinctoria</i> Nutt.	기생초	UPL	HerbAn	O		
<i>Coreopsis lanceolata</i> L.	큰금계국	UPL	HerbPer	O		
<i>Cosmos sulphureus</i> Cav.	노랑코스모스	UPL	HerbAn	O		
<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.	코스모스	UPL	HerbAn	O		
<i>Crassocephalum crepidioides</i> S.Moore	주홍서나물	UPL	HerbAn	O		
<i>Crepidiastrum sonchifolium</i> Pak & Kawano	고들빼기	UPL	HerbAn			O
<i>Crepidiastrum chelidoniifolium</i> J.H.Pak & Kawano	까치고들빼기	UPL	HerbAn			

분류군	국명	습지출현 빈도	생장형 ¹⁾	외래종	버드나무 및 물푸레나무 속	내성종
<i>Dahlia pinnata</i> Cav.	다알리아	UPL	HerbPer	O		
<i>Dendranthema indicum</i> DesMoul.	감국	UPL	HerbPer			
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>latilobum</i> Kitag. Kitam.	구절초	UPL	HerbPer			
<i>Dendranthema makinoi</i> Y.N.Lee	마키노국화	UPL	HerbPer			
<i>Dendranthema zawadskii</i> Tzvelev	산구절초	UPL	HerbPer			
<i>Dendranthema boreale</i> Ling ex Kitam.	산국	UPL	HerbPer			
<i>Eclipta prostrata</i> L.	한련초	FACW	HerbAn	O		
<i>Erechtites hieracifolia</i> Raf.	붉은서나물	UPL	HerbAn	O		
<i>Erigeron annuus</i> Pers.	개망초	UPL	HerbAn	O		O
<i>Eupatorium japonicum</i> Thunb.	등골나물	UPL	HerbPer			
<i>Eupatorium rugosum</i> Houtt.	서양등골나물	UPL	HerbPer	O		
<i>Farfugium japonicum</i> Kitam.	털머위	UPL	HerbPer			
<i>Gaillardia pulchella</i> Foug.	인디안국화	UPL	HerbPer	O		
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	별꽃아재비	UPL	HerbAn	O		
<i>Galinsoga ciliata</i> S.F.Blake	털별꽃아재비	UPL	HerbAn	O		
<i>Gnaphalium affine</i> D.Don	떡쭈	UPL	HerbAn			
<i>Helianthus tuberosus</i> L.	땅파지	UPL	HerbPer	O		
<i>Helianthus annuus</i> L.	해바라기	UPL	HerbAn	O		
<i>Hemistepa lyrata</i> Bunge	지청개	UPL	HerbAn			
<i>Hieracium umbellatum</i> L.	조밥나물	FACW	HerbPer			
<i>Inula britannica</i> var. <i>japonica</i> Franch. & Sav.	금불초	FACU	HerbPer			
<i>Inula salicina</i> var. <i>asiatica</i> Kitam.	버들금불초	FAC	HerbPer			
<i>Ixeridium dentatum</i> Tzvelev	썸바귀	UPL	HerbPer			
<i>Ixeris debilis</i> A.Gray	빈음썸바귀	UPL	HerbPer			
<i>Ixeris polycephala</i> Cass.	벌썸바귀	FACU	HerbAn			
<i>Lactuca indica</i> f. <i>indivisa</i> Hara	가는잎왕고들빼 기	UPL	HerbAn			
<i>Lactuca scariola</i> L.	가시상추	UPL	HerbAn	O		
<i>Lactuca raddeana</i> Maxim.	산썸바귀	UPL	HerbAn			
<i>Lactuca indica</i> L.	왕고들빼기	UPL	HerbAn			
<i>Ligularia fischeri</i> Turcz.	곰취	UPL	HerbPer			
<i>Petasites japonicus</i> Maxim.	머위	UPL	HerbPer	O		
<i>Picris hieracioides</i> var. <i>koreana</i> Kitam.	쇠서나물	UPL	HerbAn			
<i>Rhaponticum uniflorum</i> DC.	뽕썸채	UPL	HerbPer			
<i>Rudbeckia laciniata</i> L.	삼잎국화	UPL	HerbPer	O		
<i>Rudbeckia bicolor</i> Nutt.	원추천인국	UPL	HerbPer	O		
<i>Saussurea pulchella</i> f. <i>albiflora</i> Kitam.	흰각시취	UPL	HerbAn			
<i>Scorzonera albicaulis</i> Bunge	쇠채	UPL	HerbPer			
<i>Senecio vulgaris</i> L.	개쭈갓	UPL	HerbAn	O		
<i>Sigesbeckia glabrescens</i> Makino	진득찰	UPL	HerbAn			
<i>Sigesbeckia pubescens</i> Makino	털진득찰	UPL	HerbAn			
<i>Solidago virgaurea</i> subsp. <i>asiatica</i> Kitam. ex Hara	미역취	UPL	HerbPer			
<i>Solidago altissima</i> L.	양미역취	UPL	HerbPer	O		
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	방가지뚥	UPL	HerbAn	O		
<i>Sonchus asper</i> Hill	큰방가지뚥	UPL	HerbAn	O		
<i>Syneilesis palmata</i> (Thunb.) Maxim.	우산나물	UPL	HerbPer			
<i>Synurus deltoides</i> Nakai	수리취	UPL	HerbPer			
<i>Tagetes minuta</i> L.	만수국아재비	UPL	HerbAn	O		
<i>Tagetes erecta</i> L.	천수국	UPL	HerbAn	O		
<i>Taraxacum platycarpum</i> Dahlst.	민들레	UPL	HerbPer			

분류군	국명	습지출현 빈도	생장형	외래종	버드나무 및 물푸레나무 속	내성종
	<i>Taraxacum officinale</i> Weber	서양민들레	UPL	HerbPer	O	
	<i>Taraxacum coreanum</i> Nakai	흰민들레	UPL	HerbPer		
	<i>Xanthium italicum</i> Moore	가시도꼬마리	UPL	HerbAn	O	
	<i>Xanthium strumarium</i> L.	도꼬마리	UPL	HerbAn	O	
	<i>Xanthium canadense</i> Mill.	큰도꼬마리	UPL	HerbAn	O	
	<i>Youngia japonica</i> DC.	뽕리뱅이	UPL	HerbAn		
	<i>Crepidiastrum denticulatum</i> J.H.Pak & Kawano	이고들빼기	UPL	HerbAn		
	<i>Zinnia violacea</i> Cav.	백일홍	UPL	HerbAn	O	
Alismataceae 택사과	<i>Alisma orientale</i> Juz.	질경이택사	OBL	HerbPer		
	<i>Sagittaria sagittifolia</i> subsp. <i>leucopetala</i> Hartog	벗풀	OBL	HerbPer		
	<i>Sagittaria aginashi</i> Makino	보풀	OBL	HerbPer		
Hydrocharitaceae 자라풀과	<i>Hydrilla verticillata</i> Royle	검정말	OBL	HerbPer		
	<i>Hydrocharis dubia</i> Backer	자라풀	OBL	HerbPer		
	<i>Ottelia alismoides</i> Pers.	물질경이	OBL	HerbAn		
	<i>Vallisneria natans</i> H. Hara	나사말	OBL	HerbPer		
Potamogetonaceae 가래과	<i>Potamogeton distinctus</i> A.Benn.	가래	OBL	HerbPer		
	<i>Potamogeton malaianus</i> Miq.	대가래	OBL	HerbPer		
	<i>Potamogeton crispus</i> L.	말즘	OBL	HerbPer		
	<i>Potamogeton pusillus</i> L.	실말	OBL	HerbPer		
	<i>Ruppia maritima</i> L.	줄말	OBL	HerbPer		
Najadaceae 나자스말과	<i>Najas graminea</i> Delile	나자스말	OBL	HerbAn		
	<i>Najas minor</i> All.	톱니나자스말	OBL	HerbAn		
Liliaceae 백합과	<i>Allium tuberosum</i> Rottler ex Spreng.	부추	UPL	HerbPer	O	
	<i>Allium thunbergii</i> G.Don	산부추	UPL	HerbPer		
	<i>Allium sacculiferum</i> Maxim.	참산부추	UPL	HerbPer		
	<i>Allium fistulosum</i> L.	파	UPL	HerbPer	O	
	<i>Asparagus schoberioides</i> Kunth	비짜루	UPL	HerbPer		
	<i>Disporum smilacinum</i> A.Gray	애기나리	UPL	HerbPer		
	<i>Disporum uniflorum</i> Baker	윤판나물	UPL	HerbPer		
	<i>Hemerocallis minor</i> Mill.	애기원추리	UPL	HerbPer		
	<i>Hemerocallis fulva</i> f. <i>kwanso</i> Kitam.	왕원추리	UPL	HerbPer	O	
	<i>Hemerocallis fulva</i> L.	원추리	UPL	HerbPer		
	<i>Hemerocallis middendorffii</i> Trautv. & C.A.Mey.	큰원추리	UPL	HerbPer		
	<i>Hosta longipes</i> Matsum.	비비추	FACU	HerbPer		
	<i>Lilium distichum</i> Nakai ex Kamib	말나리	UPL	HerbPer		
	<i>Lilium lancifolium</i> Thunb.	참나리	UPL	HerbPer		
	<i>Liriope spicata</i> Lour.	개맥문동	UPL	HerbPer		
	<i>Liriope platyphylla</i> F.T.Wang & T.Tang	맥문동	FACU	HerbPer	O	
	<i>Paris verticillata</i> M.Bieb.	삿갓나물	OBV	HerbPer		
	<i>Polygonatum humile</i> Fisher. ex Maxim.	각시동굴레	UPL	HerbPer		
	<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i> Ohwi	동굴레	UPL	HerbPer		
	<i>Polygonatum lasianthum</i> Maxim.	죽대	UPL	HerbPer		
	<i>Scilla scilloides</i> Druce	무릇	UPL	HerbPer		
	<i>Smilax riparia</i> var. <i>ussuriensis</i> Hara & T.Koyama	밀나물	UPL	ClimbPer		
	<i>Smilax nipponica</i> Miq.	선밀나물	UPL	HerbPer		
	<i>Smilax sieboldii</i> Miq.	청가시덩굴	UPL	Vine		
	<i>Smilax china</i> L.	청미래덩굴	UPL	Vine		
Amaryllidaceae 수선화과	<i>Lycoris squamigera</i> Maxim.	상사화	UPL	HerbPer		
	<i>Lycoris radiata</i> Herb.	석산	UPL	HerbPer	O	

분류군	국명	습지출현 빈도	생장형	외래종	버드나무 및 물푸레나무 속	내성종
Dioscoreaceae 마과	<i>Dioscorea tenuipes</i> Franch. & Sav.	각시마	UPL	ClimbPer		
	<i>Dioscorea quinqueloba</i> Thunb.	단풍마	UPL	ClimbPer		
	<i>Dioscorea tokoro</i> Makino	도꼬로마	OBU	ClimbPer		
	<i>Dioscorea batatas</i> Decne.	마	UPL	ClimbPer		
	<i>Dioscorea nipponica</i> Makino	부채마	UPL	ClimbPer		
	<i>Dioscorea japonica</i> Thunb.	참마	UPL	ClimbPer		
Pontederiaceae 물옥잠과	<i>Eichhornia crassipes</i> Solms	부레옥잠	OBL	HerbPer	O	
	<i>Monochoria vaginalis</i> var. <i>plantaginea</i> Solms	물달개비	OBL	HerbAn		
	<i>Monochoria korsakowii</i> Regel & Maack	물옥잠	OBL	HerbAn		
Iridaceae 붓꽃과	<i>Belamcanda chinensis</i> DC.	범부채	UPL	HerbPer		
	<i>Iris rossii</i> Baker	각시붓꽃	UPL	HerbPer		
	<i>Iris ensata</i> var. <i>spontanea</i> Nakai	꽃창포	FACW	HerbPer		
	<i>Iris pseudoacorus</i> L.	노랑꽃창포	OBL	HerbPer		
	<i>Iris koreana</i> Nakai	노랑붓꽃	UPL	HerbPer		
	<i>Iris sanguinea</i> Donn ex Horn	붓꽃	UPL	HerbPer		
	<i>Tritonia crocosmaeflora</i> Lemoine	몬트부레치아	UPL	HerbPer	O	
Juncaceae 골풀과	<i>Juncus effusus</i> var. <i>decipiens</i> Buchenau	골풀	FACW	HerbPer		
	<i>Juncus leschenaultii</i> J.Gay	참비녀골풀	FACW	HerbPer		
	<i>Juncus papillosus</i> Franch. & Sav.	청비녀골풀	FACW	HerbPer		
Commelinaceae 닭의장풀과	<i>Anellema keisak</i> Hassk.	사마귀풀	OBL	HerbAn		
	<i>Commelina communis</i> L.	닭의장풀	UPL	HerbAn		
	<i>Streptolirion volubile</i> Edgew.	덩굴닭의장풀	UPL	ClimbAn		
Gramineae 벼과	<i>Agropyron tsukushiense</i> var. <i>transiens</i> Ohwi	개밀	UPL	HerbPer		
	<i>Agropyron ciliare</i> Franch.	속털개밀	UPL	HerbPer		
	<i>Alopecurus aequalis</i> var. <i>amurensis</i> Ohwi	뚝새풀	FACW	HerbAn		
	<i>Arthraxon hispidus</i> Makino	조개풀	FAC	HerbAn		
	<i>Arundinella hirta</i> Koidz.	새	UPL	HerbPer		
	<i>Avena sativa</i> L.	귀리	UPL	HerbAn	O	
	<i>Avena fatua</i> L.	메귀리	UPL	HerbAn	O	
	<i>Beckmannia syzigachne</i> Fernald	개피	FAC	HerbAn		
	<i>Bothriochloa ischaemum</i> Keng	바랭이새	UPL	HerbPer		
	<i>Bromus japonicus</i> Thunb.	참새귀리	UPL	HerbAn		O
	<i>Bromus tectorum</i> L.	털립새귀리	UPL	HerbAn	O	
	<i>Calamagrostis pseudophragmites</i> Koeler	갯조풀	UPL	HerbPer		
	<i>Calamagrostis epigeios</i> Roth	산조풀	FACU	HerbPer		
	<i>Calamagrostis arundinacea</i> Roth	실새풀	UPL	HerbPer		
	<i>Chloris virgata</i> Sw.	나도바랭이	UPL	HerbAn	O	
	<i>Cymbopogon tortilis</i> var. <i>goeringii</i> Hand.-Mazz.	개솔새	UPL	HerbPer		
	<i>Cynodon dactylon</i> Pers.	우산잔디	UPL	HerbPer		
	<i>Dactylis glomerata</i> L.	오리새	FACU	HerbPer	O	
	<i>Digitaria violascens</i> Link	민바랭이	UPL	HerbAn		
	<i>Digitaria ciliaris</i> Koel.	바랭이	UPL	HerbAn		
	<i>Echinochloa crusgalli</i> P.Beauv.	돌피	FACW	HerbAn		
	<i>Echinochloa crusgalli</i> var. <i>echinata</i> Honda	물피	FACW	HerbAn		
	<i>Echinochloa utilis</i> Ohwi & Yabuno	피	FACW	HerbAn		
	<i>Eleusine indica</i> Gaertn.	왕바랭이	UPL	HerbAn		
	<i>Eragrostis ferruginea</i> P.Beauv.	그렁	UPL	HerbPer		
	<i>Eragrostis curvula</i> Nees	능수참새그렁	UPL	HerbPer	O	

분류군	국명	습지출현 빈도	생장형 ¹⁾	외래종	버드나무 및 물푸레나무 속	내성종
<i>Eragrostis multicaulis</i> Steud.	비노리	UPL	HerbAn			
<i>Eriochloa villosa</i> Kunth	나도개피	UPL	HerbPer			
<i>Festuca ovina</i> L.	김의털	UPL	HerbPer			
<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	큰김의털	UPL	HerbPer	O		O
<i>Hemarthria sibirica</i> Ohwi	쇠치기풀	FAC	HerbPer			
<i>Hordeum vulgare</i> var. <i>hexastichon</i> Asch.	보리	FACU	HerbAn	O		
<i>Imperata cylindrica</i> var. <i>koenigii</i> Pilg.	띠	UPL	HerbPer			
<i>Isachne globosa</i> Kuntze	기장대풀	OBL	HerbPer			
<i>Leersia oryzoides</i> var. <i>japonica</i> Hack.	겨풀	OBL	HerbPer			
<i>Leersia japonica</i> Makino	나도겨풀	OBL	HerbPer			
<i>Lolium multiflorum</i> Lam	취보리	UPL	HerbPer	O		
<i>Lolium perenne</i> L.	호밀풀	UPL	HerbPer	O		
<i>Melica onoei</i> Franch. & Sav.	찰새	UPL	HerbPer			
<i>Microstegium vimineum</i> A.Camus	나도바랭이새	UPL	HerbAn			
<i>Miscanthus sacchariflorus</i> Benth.	물억새	FACW	HerbPer			O
<i>Miscanthus sinensis</i> var. <i>purpurascens</i> Rendle	억새	UPL	HerbPer			
<i>Miscanthus sinensis</i> Anderss. Andersson	참억새	UPL	HerbPer			
<i>Muhlenbergia japonica</i> Steud.	취꼬리새	UPL	HerbPer			
<i>Opismenus undulatifolius</i> P.Beauv.	주름조개풀	UPL	HerbPer			
<i>Oryza sativa</i> L.	벼	FACW	HerbAn	O		
<i>Panicum bisulcatum</i> Thunb.	개기장	FAC	HerbAn			
<i>Panicum dichotomiflorum</i> Michx.	미국개기장	FAC	HerbAn	O		
<i>Paspalum distichum</i> L.	물참새피	OBL	HerbPer	O		
<i>Paspalum thunbergii</i> Kunth ex Steud.	참새피	UPL	HerbPer			
<i>Paspalum distichum</i> var. <i>indutum</i> Shinners	털물참새피	OBL	HerbPer	O		
<i>Pennisetum alopecuroides</i> Spreng.	수크령	UPL	HerbPer			
<i>Phacelurus latifolius</i> Ohwi	모새달	FACW	HerbPer			
<i>Phalaris arundinacea</i> L.	갈풀	FACW	HerbPer			O
<i>Phleum pratense</i> L.	큰조아재비	UPL	HerbPer	O		
<i>Phragmites communis</i> Trin.	갈대	OBL	HerbPer			
<i>Phragmites japonica</i> Steud.	달뿌리풀	OBL	HerbPer			
<i>Phyllostachys nigra</i> var. <i>henonis</i> Stapf ex Rendle	숨대	UPL	HerbPer	O		
<i>Phyllostachys bambusoides</i> Siebold & Zucc.	왕대	UPL	HerbPer	O		
<i>Poa annua</i> L.	새포아풀	UPL	HerbAn			
<i>Poa pratensis</i> L.	왕포아풀	UPL	HerbPer	O		O
<i>Poa viridula</i> Palib.	청포아풀	UPL	HerbPer			
<i>Poa sphondylodes</i> Trin.	포아풀	UPL	HerbPer			
<i>Polypogon fugax</i> Nees ex Steud.	쇠돌피	FACW	HerbAn			
<i>Pseudoraphis ukishiba</i> Ohwi	물잔디	OBL	HerbPer			
<i>Pseudosasa japonica</i> Makino	이대	UPL	HerbPer			
<i>Sacciolepis indica</i> Chase	좁물뚝새	FAC	HerbAn			
<i>Sasa borealis</i> Makino	조릿대	UPL	Shrub			
<i>Setaria faberii</i> Herrm.	가을강아지풀	UPL	HerbAn			
<i>Setaria viridis</i> P.Beauv.	강아지풀	UPL	HerbAn			
<i>Setaria glauca</i> P.Beauv.	금강아지풀	UPL	HerbAn			
<i>Setaria</i> × <i>pyncnoma</i> Henrard ex Nakai	수강아지풀	UPL	HerbAn			
<i>Setaria chondrachne</i> Honda	조아재비	FAC	HerbPer			

분류군	국명	습지출현 빈도	생장형 ¹⁾	외래종	버드나무 및 물푸레나무 속	내성종
	<i>Sorghum bicolor</i> Moench	수수	UPL	HerbAn	O	
	<i>Spodiopogon cotulifer</i> Hack.	기름새	UPL	HerbPer		
	<i>Spodiopogon sibiricus</i> Trin.	큰기름새	UPL	HerbPer		
	<i>Sporobolus fertilis</i> Clayton	취꼬리새풀	UPL	HerbPer		
	<i>Themeda triandra</i> var. <i>japonica</i> Makino	솔새	UPL	HerbPer		
	<i>Triticum aestivum</i> L.	밀	UPL	HerbAn	O	
	<i>Zea mays</i> L.	옥수수	UPL	HerbAn	O	
	<i>Zizania latifolia</i> Turcz. ex Stapf	줄	OBL	HerbPer		
	<i>Zoysia sinica</i> Hance	갯잔디	FACW	HerbPer		
	<i>Zoysia japonica</i> Steud.	잔디	UPL	HerbPer	O	
Araceae 천남성과	<i>Acorus calamus</i> L.	창포	OBL	HerbPer		
	<i>Arisaema amurense</i> f. <i>serratum</i> Kitagausa	천남성	UPL	HerbPer		
	<i>Colocasia esculenta</i> Schott	토란	UPL	HerbPer	O	
	<i>Pistia stratiotes</i> L.	물상추	OBL	HerbPer	O	
Lemnaceae 개구리밥과	<i>Lemna perpusilla</i> Torr.	좁개구리밥	OBL	HerbPer		
	<i>Spirodela polyrhiza</i> Sch.	개구리밥	OBL	HerbAn		
Sparganiaceae 흑삼릉과	<i>Sparganium erectum</i> L.	흑삼릉	OBL	HerbPer		
Typhaceae 부들과	<i>Typha laxmanni</i> Lepech.	꼬마부들	OBL	HerbPer		
	<i>Typha orientalis</i> C.Presl	부들	OBL	HerbPer		
	<i>Typha angustifolia</i> L.	애기부들	OBL	HerbPer		
Cyperaceae 사초과	<i>Bulbostylis barbata</i> Kunth	모기골	FAC	HerbAn		
	<i>Carex humilis</i> var. <i>nana</i> Ohwi	가는잎그늘사초	OBu	HerbPer		
	<i>Carex japonica</i> Thunb.	개저버리사초	UPL	HerbPer		
	<i>Carex glabrescens</i> Ohwi	곱슬사초	FACW	HerbPer		
	<i>Carex neurocarpa</i> Maxim.	팽이사초	FACU	HerbPer		
	<i>Carex lanceolata</i> Boott	그늘사초	UPL	HerbPer		
	<i>Carex bostrychostigma</i> Maxim.	길쭉사초	UPL	HerbPer		
	<i>Carex siderosticta</i> Hance	대사초	UPL	HerbPer		
	<i>Carex dickinsii</i> Franch. & Sav.	도깨비사초	OBL	HerbPer		
	<i>Carex thunbergii</i> var. <i>appendiculata</i> Trautv.	뚝사초	OBL	HerbPer		
	<i>Carex leiorrhyncha</i> C.A.Mey.	산괭이사초	FACU	HerbPer		
	<i>Carex heterolepis</i> Bunge	산비늘사초	FACW	HerbPer		
	<i>Carex dispalata</i> Boott	삿갓사초	FACW	HerbPer		
	<i>Carex sabynensis</i> Less. ex Kunth	실청사초	UPL	HerbPer		
	<i>Carex miyabei</i> Franchet.	웅단사초	OBL	HerbPer		
	<i>Carex dimorpholepis</i> Steud.	이삭사초	FACW	HerbPer		
	<i>Carex pumila</i> Thunb.	좁보리사초	FAC	HerbPer		
	<i>Carex breviculmis</i> R.Br.	청사초	UPL	HerbPer		
	<i>Carex maackii</i> Maxim.	타래사초	FAC	HerbPer		
	<i>Cyperus microiria</i> Steud.	금방동사니	FACU	HerbAn		
	<i>Cyperus glomeratus</i> L.	물방동사니	OBL	HerbAn		
	<i>Cyperus amuricus</i> Maxim.	방동사니	FACU	HerbAn		
	<i>Cyperus sanguinolentus</i> Vahl	방동사니대가리	FACU	HerbAn		
	<i>Cyperus orthostachyus</i> Franch. & Sav.	쇠방동사니	FAC	HerbAn		
	<i>Cyperus difformis</i> L.	알방동사니	FACW	HerbAn		
	<i>Cyperus exaltatus</i> var. <i>iwasakii</i> T.Koyama	왕골	OBL	HerbAn	O	
	<i>Cyperus iria</i> L.	참방동사니	FACU	HerbAn		
	<i>Eleocharis mamillata</i> var. <i>cyclocarpa</i> Kitag.	물꼬챙이골	OBL	HerbPer		
	<i>Eleocharis kuroguwai</i> Ohwi	올방개	OBL	HerbPer		

분류군	국명	습지출현 빈도	생장형 ^{**}	외래종	버드나무 및 물푸레나무 속	내성종
	<i>Fimbristylis dichotoma</i> Vahl	하늘지기	FACW	HerbAn		
	<i>Kyllinga brevifolia</i> Rottb.	파대가리	FACW	HerbPer		
	<i>Scirpus radicans</i> Schkuhr	도루박이	OBL	HerbPer		
	<i>Scirpus maritimus</i> L.	매자기	OBL	HerbPer		
	<i>Scirpus wichurae</i> var. <i>asiaticus</i> (Beetle) T.Koyama	방울고랭이	FACW	HerbPer		
	<i>Scirpus triqueter</i> L.	세모고랭이	OBL	HerbPer		
	<i>Scirpus karuizawensis</i> Makino	솔방울고랭이	FACW	HerbPer		
	<i>Scirpus triangulatus</i> Roxb.	송이고랭이	OBL	HerbPer		
	<i>Scirpus planiculmis</i> F.Schmidt	좁매자기	OBL	HerbPer		
	<i>Scirpus lacustris</i> var. <i>creber</i> T.Koyama	큰고랭이	OBL	HerbPer		
Chloranthaceae 홀아비꽃대과	<i>Chloranthus japonicus</i> Siebold	홀아비꽃대	OBu	HerbPer		

* OBL: 절대습지식물, FACW: 임의습지식물, FAC: 임의식물, FACU: 임의육상식물, UPL: 절대육상식물

** Tree: 교목, Subtree: 아교목, Shrub: 관목, Vine: 덩굴목본, HerbPer: 다년생초본, HerbAn: 일년생초본, ClimbPer: 다년생 덩굴초본, ClimbAn: 일년생 덩굴초본

5. 서식 및 수변환경

가. 조사방법

(1) 조사대상 항목

- 종횡사주, 하천변 폭, 하안공, 횡구조물
- 제외지 및 제내지 토지이용
- 제방하안재료, 저질상태

(2) 조사 및 채집장소

- 기본적으로 조사구간의 정점에서 상하류 방향으로 각각 1 km씩의 가시거리 확보가 가능한 곳을 선정한다.
- 평가 항목에 따라 조사평가 장소는 하천변 혹은 제방상단이 될 수 있다.

(3) 채집장비 및 도구

- <표 23>에 나타나 있는 도구들을 사용하여 서식 및 수변환경 조사를 실시한다.
- ※ 조사 수행 시 좌표는 항상 GPS를 이용하여 기록하며, 최소 초 단위 소수점 1자리까지는 측정한다. 활용한 GPS가 어떠한 좌표체계를 활용하는지 기록을 남겨둔다.
- 기타 준비물의 경우 현장조사에 휴대시 조사의 수월성이 확보되는 장비로, 필수적으로 휴대할 필요는 없다(표 24). 녹취된 내용은 각 조사구간 특성에 대한 기록 및 사진정보 입력란에 입력하며, 별지 혹은 파일로 제출할 수 있다.

<표 23> 서식 및 수변환경 평가를 위한 조사 도구

주 용도	필요장비 및 물품	용도
조사구간 기본정보	GPS	조사구간 위치에 대한 좌표 기록
	디지털카메라	조사구간 특성에 대한 사진정보 확보
	우리가람 길라잡이지도	조사구간까지 접근을 위한 지리정보 및 하천기본정보 확보
	도로지도	
서식 및 수변환경 평가	서식 및 수변환경 평가지	각 구간별 서식환경 평가 및 등급화
	거리측정장비	수로폭 및 제방내 폭 측정
	망원경	하천 내 종횡 구조물 등의 특성 평가

<표 24> 서식 및 수변환경 평가를 위한 기타 준비물

주 용도	필요장비 및 물품	용도
조사구간 기본정보	네비게이션 녹음기	조사구간까지 접근을 위한 지리정보 확보 현장평가 중 녹취가 필요한 경우 활용 (인근 주민 면담 등)

(4) 현지조사표 작성 및 환경요인의 조사

(가) 현지조사표 작성

- 현지조사표는 크게 조사구간에 대한 기본적인 정보, 서식 및 수변환경 평가 항목, 조사구간의 하천폭 측정값 기입양식 및 각 조사구간의 현재 상황을 파악할 수 있는 사진 정보 부착 양식 등으로 구성된다(별표 7).
- 조사구간의 상태에 대한 설명을 위하여 사진은 기본적으로 10개 요소에 대하여 촬영하고, 추가로 고려되어야 할 사항들이 있을 경우 충분히 사진 기록을 남긴다. 사진 수가 초과할 경우 별지를 이용할 수 있으며, 각 사진이 지칭하는 요소가 무엇인지 상세히 기록한다(표 25).

(나) 현장 환경요인 조사

1) 하천 수로 및 제방폭 측정

- 거리측정기 등을 활용하여 수로 좌우안간 거리 및 제방 좌우간 상단간 거리를 측정한다.
- 측정된 하천폭 데이터 활용 방법은 아래 서식 및 수변환경 평가 항목별 설명을 참조한다.

(5) 서식 및 수변환경 조사방법

(가) 평가 거리 설정

- 기본 기준 : 조사정점(GPS 기록구간)에서의 수로폭에 20 m를 곱하여 나온 거리를 평가거리로 함(예: 정점의 수로폭이 32 m였다면 640 m가 평가거리가 된다).
- 평가거리는 최대 2 km이다. 즉, 위 기준을 적용하여 평가하였을 경우 2 km가 초과된다면 2 km 이내의 특성만을 평가한다. 예를 들어, 정점의 수로폭이 132 m였다면 기

준에 따른 평가거리는 2,640 m가 되며, 따라서 2 km 이내의 평가를 실시한다. 단, 이는 평가거리 결정을 위한 것이며, 평가 현지조사표에의 수로폭 기록은 실측된 값을 그대로 기입한다.

- 평가항목 중 연변 2와 3(각각 하천변폭 및 저질상태 참조)은 생물상 조사와 동일한 평가거리에 대해 실시한다. 기본적으로 200 m로 하며, 정점을 중심으로 상류방향 100 m, 하류방향 100 m로 한다(표 25).

(나) 서식 및 수변환경 평가항목

1) 자연적인 종횡사주

- 측정목적 : 물 흐름의 다양성 유발하는 자연적인 종횡 구조물의 발생횟수를 평가한다(표 25).
- 하천의 생물종다양성은 기본적으로 흐름의 다양성에 의하여 결정되며, 하천 내에 발생하는 하중도 및 사주의 개수를 파악하여 물흐름의 다양성에 의한 서식처 다양성을 평가한다.
- 평가 유의사항 : 공적인 구조물(보, 교각) 주변에 퇴적으로 인해 형성된 사주의 경우 평가에서 제외한다. 이러한 형태의 사주는 종횡흐름의 다양성을 유발할 수는 있으나, 통수단면의 축소로 인해 원활한 흐름의 발생을 억제하게 된다. 인공구조물에 의해서 형성된 종횡사주가 존재할 경우, 규모와 특성 등을 비교란에 상세히 기록하고 사진을 남겨두어야 한다(식생활착 여부, 재질 등). 육안으로 관측 시 수류의 진행방향을 명확히 변화시키는 거암이나 기반암이 있을 경우 종횡사주로 판단하여 평가하고, 호박돌에서 거암 수준의 돌이 무더기로 있어 흐름 다양성을 유발할 경우 하나의 종횡사주로 평가한다.

2) 하도의 자연성

- 측정목적 : 하도의 자연성과 하천 형태의 인위적 변경정도를 평가한다.
- 하도의 형태에 인위적 교란을 가하지 않을 경우 자연성이 높고 서식처의 다양성이 유지될 수 있으며, 인위적 교란이 발생할수록 생태학적 특성이 저하될 수 있으므로, 하도의 자연성에 대한 평가를 통해 조사구간 전체의 형태적 특성에 대한 평가를 실시한다.
- 평가 유의사항 : 조사구간에 공사가 진행 중일 경우 저수로의 인공 직강화 진행 중이 가장 부합되어 5점으로 평가한다. 공사가 진행 중인 곳은 비교란과 사진을 활용하여 충분히 상황에 대한 설명을 제시한다.

<표 25> 서식 및 수변환경 평가항목 및 기준

번호	항목	평가내용	점수	평가기준	비고
1	자연적인 중형사주	물흐름 다양성 유발하는 자연적인 중형 사주 발생횟수	10	4회 이상	평가 대상은 사주, 하중도, 돌출물 (바위 등)을 포함. 인공구조물에 의한 중형사주는 평가에서 제외
			5	3회	
			3	2회	
			1	1회	
			0	없음	
2	하도 정비 및 하도 특성의 자연성 정도	하도의 자연성 정도	25	정비하지 않은 자연 사행하천	
			15	정비되었으나 하도, 저수로 사행유지	
			10	하도 직강화, 저수로 사행	
			5	하도, 저수로의 직강화 (저수로 폭의 변화 유지)	
			0	하도, 저수로의 인공 (일정 폭) 직강화	
3	유속 다양성	구간 내 유속 다양성	30	제방폭 (m)의 5 ~ 7배 간격으로 뚜렷한 유속변화가 있음	
			25	유속변화 발생빈도가 불규칙함.	
			15	소가 긴 편이며 짧은 거리의 여울로 간간히 구분됨	
			5	상류에서 하류 방향으로 유속이 완만하게 감소하거나 증가하는 양상이 뚜렷함	
			0	유속의 변화가 거의 없거나, 흐름이 매우 부족하거나, 건천화되었음	
4	하천변 폭	수로폭과 제방내 폭간 비율 (완충지대 및 수로변 식생 서식처)	10	2.0 < 비율	본 항목 (제방내 토지비율) 비율이 2.0을 넘어도 수량풍부성 (수로폭 / 제방폭 단순비율)이 20% 이하일 경우 3점으로 배점
			5	1.5 < 비율 ≤ 2.0	
			3	1.0 < 비율 ≤ 1.5	
			1	0.5 < 비율 ≤ 1.0	
			0	비율 ≤ 0.5	
5	저수로 하안공	저수로 하안공의 특성 평가	25	하안공이 없는 자연 상태	좌우안이 다를 경우, 좌안과 우안 각각에 점수를 내어 각 점수에 대한 평균을 반올림함. 형태가 구간에 따라 틀리면 지배적인 형태로 평가
			10	목책 등 자연 소재 + 인공 식생하안	
			5	사석, 석축 + 인공 식생하안	
			3	사석 또는 석축 하안 (투수성)	
			0	콘크리트 하안(불투수성)	
6	제방하안 재료	제방 하안재료의 인공화 정도	20	인공제방이 없는 경우	
			10	인공 흙제방 (자연식생, 잔디 식재 등)	
			5	사석쌓기, 자연형하안 블록에 인공식생 포함	
			3	사석쌓기, 자연형 하안 블록 (투수성)	
			0	하안블록, 콘크리트 하안 (불투수성)	
7	저질 상태	하상의 지배적인 현재 저질상태 평가	30	거암 이상, 모서리가 둥근 돌	저질다양성 정보를 위해 부착 및 저서생물분야에서 산출되는 하상구조물 비율과 비교할 것
			20	자갈-호박돌이 많이 존재하고 대체로 모서리가 둥글 (일부 모래 존재)	
			10	잔자갈-모래 혼재 (돌의 경우 모서리가 있는 돌이 많음) 혹은 모래가 지배적임	
			3	실트 혹은 더러운 진흙(汚泥)	
			0	콘크리트 바닥으로만 구성	
8	횡구조물	어류 이동을 방해하는 인공구조물의 방해정도	30	횡구조물 없음	다음의 경우 최하점수 (0점)로 배점: ○ 어도에 물이 흐르지 않는 경우, ○ 2개 이상의 보가 존재할 경우, ○ 보내 퇴적이 심한 경우 (수심 5 cm 이내)
			20	울퉁불퉁한 환경사수로 형태	
			10	어도가 별도로 존재하며 길고 완만한 형태	
			3	어도가 존재하나 급격한 낙차폭이 있음	
			0	횡구조물에 어도가 없거나 파손되어 기능이 없음	
9	제외지 토지 이용	제외지의 지배적인 토지 이용의 인공화 정도	10	자연식생, 인공구조물이 없는 경우	
			5	자연식생과 인공식생 (잔디, 초지공원 등) 혼재	
			3	경작지 (논, 밭 등)	
			1	1/2 정도의 공원 및 운동장 시설	
			0	주차장, 불투수성 인공구조물 설치	
10	제내지 토지 이용	제내지의 토지이용 상황이 하천생태계에 미치는 영향	10	초지나 관목림 등의 자연 상태	경작지의 비중이 크고, 홍수시 대규모의 토사 및 오염원 유입이 우려될 경우 비교난에 언급
			5	인공녹지와 자연녹지의 혼재	
			3	대부분 경작지, 공원, 일부구간의 시가지와 주거지	
			1	일부분 경작지, 1/2 정도의 시가지와 주거지	
			0	1/2 이상의 시가지와 주거지	

3) 유속 다양성

- 측정목적 : 하천 내 유속 다양성에 의한 서식처 다양성을 평가한다.
- 유속은 하천생태계의 구조와 기능을 결정하는 1차적인 요소이며, 유속의 다양성이 존재할 경우 조사구간 내의 서식처 다양성이 유지되어 다양한 생물분류군이 서식할 수 있게 된다. 유속이 느려지거나 정체될 경우 서식처 구배가 완만해짐과 동시에 서식 생물상 및 수환경이 쉽게 교란된다. 따라서 유속의 다양성을 통해 하천 서식처의 건강성을 평가한다.

4) 하천변 폭

- 측정목적 : 수로폭과 제방내 폭 간의 비율에 대한 항목으로, 완충지대 및 수로변 식생서식처를 평가한다. 수로변에 땅과 물이 만나는 곳이 넓게 확보될수록 수위 변화에 따른 생물서식의 다양성이 보장될 수 있으므로, 수로폭과 제방내 폭 간의 비율에 대한 항목으로, 완충지대 및 수로변 식생서식처를 평가한다.
- 200 m의 평가거리 내에서 등간격으로 11회의 수로폭과 제방폭을 실측하여 평가한다. 평가방법은 각 측정마다의 제방폭(d_i)과 수로폭(w_i)의 차이에 대한 절대값을 수로폭(w_i)으로 나누고, 이들의 산술평균값을 비율값(I)으로 활용한다.
- 평가 유의사항: 수량 확보 차원에서 수로폭을 제방폭 값으로 나눈 비율이 20.0 % 이하일 경우에는 3점으로 설정한다. 이는 제방으로부터 제방까지의 폭 중에서 수로의 폭이 차지하는 비율로, 수로가 어느 정도 유지가 되고 있는지를 고려하는 부분이다. 특히 유량이 적어 수로의 폭이 매우 작은 경우는 본 항목 자체의 비율값이 크게 증가하는 편차가 발생할 수 있으므로 이를 보완하기 위한 장치이다. 보, 가물막이 등으로 인한 급격한 하천폭 변화시에도 현황 파악이 목적이므로 같은 방법으로 진행하며, 인공구조물에 의한 변화이므로 사진과 함께 비고란에 상세히 기록한다.

$$I = \frac{\sum_{i=1}^{11} \frac{|d_i - w_i|}{w_i}}{11}$$

I = 비율값

d_i = 제방폭

w_i = 수로폭

5) 저수로 하안공

- 측정목적 : 저수로변의 인공적인 교란여부를 통해 물과 땅이 만나는 곳의 서식처와 하천 특성을 평가한다.

- 저수로 하안은 홍수시 완전히 물에 잠기고 저수시에 드러나는 곳으로 수역과 육역을 연결하는 공간으로써 생물의 이동과 생태계의 연속성 확보를 고려해야 한다.
- 저수로 하안은 고수부지와 수역의 물질교환이 얼마나 잘 이루어지는 구조인가에 따라 등급이 달라진다. 하안블록이나 콘크리트 등의 불투수성 하안은 바람직하지 않으며, 사석 또는 석축 등의 투수성 하안, 여기에 인공 식생을 더한 경우, 목책 등 자연소재와 인공식생 하안 혼합, 하안공이 없는 자연 상태 등의 순서로 바람직하다.
- 좌·우안이 같을 경우와 다를 경우가 있으며, 양안의 점수를 합하여 2로 나눈 평균값을 반올림하여 이용한다. 반올림한 평균값이 평가표내에 존재할 시, 그 값을 사용하며, 존재하지 않을시 평가표내에서 평균값보다 한단계 낮은 점수를 이용한다.
- 평가 유의사항 : 공사로 인해 인위적 구조물인 사석, 콘크리트 등이 없어지고 조사 구간 전체에 걸쳐 흙, 모래 등 자연소재가 드러난 경우, 자연적인 상태로 간주하고 25점을 준다. 단, 현재 조건상으로는 자연적인 소재이나 공사 행위 종료시까지 지속적인 교란이 발생할 수 있으므로 비고란과 사진을 통해 상세한 기록을 남긴다. 하안공 표면에 퇴적물이 쌓여 자연적인 재료가 대부분 드러난 경우 자연적인 상태로 평가하여 25점을 준다. 역시 이러한 상태가 조사구간 전반에서 가장 높은 빈도로 나타날 경우에 한한다. 단면의 경우, 제방과 하안의 구분이 없으므로 제방과 하안의 점수를 동일하게 평가한다.

6) 제방하안 재료

- 측정목적 : 제방은 하천구역과 비하천구역을 차단하는 인공구조물으로써, 생태계의 연속성에 부정적인 영향을 미친다. 저수로 하안과 마찬가지로 재료의 인공화 정도를 기준으로 판단한다.
- 콘크리트블록과 같은 불투수성 제방이 바람직하지 않으며, 자연형 하안블록(투수성), 여기에 인공식생을 포함한 경우, 인공흙 제방(자연식생, 잔디식재), 인공 제방이 없는 경우로 구분하여 판단한다.
- 하안재료가 좌·우안 다를 경우 지배적인 형태로 결정하며, 좌·우안 동등 비율로 서로 다른 재료일 경우 좌·우안 각각 판단하고, 산술 평균하여 평균 점수를 산정하여 반올림한다. 반올림한 평균값이 평가표내에 존재할 시, 그 값을 사용하며, 존재하지 않을시 평가표내에서 평균값보다 한 단계 낮은 점수를 이용한다.
- 평가 유의사항 : 저수로 하안공과 마찬가지로, 단면의 경우 제방과 하안의 구분이 없으므로 제방과 하안의 점수를 동일하게 평가한다.

7) 저질 상태

- 측정목적 : 하상의 현재 저질상태 평가를 위한 항목이다.
- 하천생태계는 외부에서의 물리적 교란 요인에 의해 크게 영향을 받는다. 특히 골재 채취나 하천변 토목 공사 등이 발생할 경우 발생구간으로부터 하류로 많은 토사가 유입되고 하상을 구성하는 구성물질의 형태 역시 크게 변하게 된다. 따라서 본 항목에서는 이러한 점을 반영하도록 하였다.
- 200 m의 평가거리 내에서 최소 10회 이상의 하상구조 특성을 관찰하고 지배적인 상태를 기록한다. 배점이 모호할 경우(예를 들어 2.5점과 5점의 중간정도가 필요할 경우) 낮은 점수를 채택한다.
- 배점 결과는 추후 부착돌말류 및 저서무척추동물 분야에서 산출된 하상구조물 평가 결과와 비교한다.

8) 횡구조물

- 측정목적 : 어류의 이동을 방해하는 인공구조물의 방해정도를 평가한다.
- 보의 형태적인 특징, 어도의 존재유무 및 어도의 특성에 따라 평가를 수행한다.
- 평가 유의사항 : 조사구간 내 보의 유무에 따라 우선적으로 점수가 배점되며, 어도가 존재할 경우에도 어도에 물의 흐름이 존재하는지 여부가 중요하게 작용한다. 어도가 존재하여도 물이 흐르지 않는 경우는 최하점수(0점)로 배점된다. 또한, 조사구간 거리 내 보가 2개 이상 존재할 경우, 그리고 보 내측이 퇴적에 의하여 수심이 5 cm 이하 수준으로 유지되어 보의 기능을 거의 상실한 경우는 최하점으로 배점한다. 하천 공사 등을 목적으로 가물막이 보가 생성되어 있을 경우, 흐름이 일부 저해되기는 하나 충분한 통수단면을 유지하고 있을 경우(하천폭의 1/2 수준)는 어류의 이동성을 저해하는 횡구조물이 아닌 것으로 판단함. 단 이 지역에 별도의 보가 존재할 경우 해당 보의 개수, 상태 등으로 평가한다. 가물막이 보 등 공사로 인한 횡구조물이 하천의 흐름을 완전히 차단하면 최하점(0점)으로 평가한다. 단, 파이프 등으로 통수 상황을 확보한 경우는 최소한의 어류 이동 가능성(어도와 유사한 기능)을 보장한 것으로 판단하고 10점으로 배점하나, 이러한 구조물에 물이 존재하지 않으면 최하점(0점)으로 평가한다. 4대강 보와 같은 대형보에 어도가 존재할 경우 상기 조건과 같이 최소한의 이동성을 보장하고 있으므로 10점으로 배점한다. 또한 차후 건설될 수 있는 가동보 등의 경우, 보의 수문이 열려서 흐름이 원활하게 이루어질 경우(통수단면이 충분히 확보된 경우)는 20점으로 평가하나, 보가 닫혀 있을 경우는 어도의 존재 유무 등에 따라서 상기 조건에 부합하여 평가한다. 단, 가동보는 보 운영 주기를 파악하여 평가에 보완하도록 한다.

9) 제외지 토지이용

- 측정목적 : 하천변의 둔치 인공화 정도를 평가한다.
- 주차장이나 체육시설 등 불투수성 재료로 덮인 경우, 경작지, 인공 식생지, 자연 상태로 구분하여 판단한다.
- 평가 유의사항 : 공사로 인하여 제외지에서 인공구조물이 소실되었더라도, 공사차량 및 공사행위에 의하여 지속적으로 서식처가 교란되고 있으므로 1점을 준다.
- ※ 제외지는 둑 바깥쪽으로 사람이 살지 않는 쪽이며, 제내지는 둑 안쪽으로 사람이 사는 위치임

10) 제내지 토지 이용

- 측정목적 : 하천 제방내측의 토지이용도를 평가한다.
- 하천 제방에서 둑 안쪽 측으로 500 m에 한하여, 판단구간의 지배적인 토지이용에 해당하는 것을 택하되, 시가지나 주거지, 경작지 및 자연 상태로 구분하여 판단한다.
- 경작지의 비중이 크고, 홍수시 대규모의 토사 및 오염원 유입이 우려될 경우 별도로 명시한다.

(다) 정도관리(Quality control)

- 모든 사진정보는 조사 직후 하드디스크로 옮기고, 조사구간별로 폴더를 만들어 구간별로 파일명을 정하여 보관하며, 백업본을 생성하여 2중으로 보관한다.
- 각 항목별 평가 점수의 일관성을 보장하기 위해, 사진정보를 공유하여 모든 연구원간의 의견 교환이 이루어져야 한다. 이를 통하여 각 조사구간별 항목별 점수를 확정한다.
- GPS를 이용한 고도정보는 오차범위가 크며 실제 고도를 정확하게 반영할 수 없는 경우가 많기 때문에 참고용으로 활용하며, 고도 자료는 DEM을 통하여 확보한 뒤 GPS 측정 고도와 비교 후 활용한다.

나. 평가방법

(1) 서식 및 수변환경지수(HRI, Habitat and Riparian Index)의 산출

- 서식 및 수변환경지수(HRI)는 각 건강성 평가 메트릭의 합산으로 100점 만점으로 계산한다. 제시되어 있는 평가 기준을 이용하여 하천 수생태계 건강성의 등급을 평가한다.

$$HRI = (\text{각 조사항목의 합})/2$$

(2) 서식 및 수변환경의 생물등급 평가

- 서식수변환경지수(HRI) 평가등급은 10개 항목의 점수를 합산한 지수를 2로 나눈 지수 값으로 책정하며, 범위는 0점부터 100점까지로 각각 20점 단위로 등급을 평가한다.
- 각 조사구간별 10개 항목을 평가한 후 제시되어 있는 평가 기준을 이용하여 서식 및 수변환경의 등급 평가를 실시한다(표 26).

<표 26> 서식 및 수변환경 건강성 등급

등급구분	환경상태	서식수변환경지수 (HRI) 점수 범위
A	매우 좋음	$80 < \sim \leq 100$
B	좋음	$60 < \sim \leq 80$
C	보통	$40 < \sim \leq 60$
D	나쁨	$20 < \sim \leq 40$
E	매우 나쁨	$0 \leq \sim \leq 20$

부록 5. 각 평가항목의 점수별 예시 사진


<표 27> 자연적인 종횡사주 항목 점수별 사진

			
종횡사주 4회 이상		3회	
			
2회		1회	
			
없음			






<표 28> 하천변 폭 항목 점수별 사진

	
2.0 < 비율	1.5 < 비율 ≤ 2.0
	
1.0 < 비율 ≤ 1.5	0.5 < 비율 ≤ 1.0
	
비율 ≤ 0.5	

<표 29> 저질상태 항목 점수별 사진

	
<p>저질이 거암 이상, 모서리가 둥근 돌</p>	<p>자갈-호박돌이 많이 존재하고 대체로 모서리가 둥근(일부 모래 존재)</p>
	
<p>잔자갈-모래 혼재 (돌의 경우 모서리가 있는 돌이 많음) 혹은 모래가 지배적임</p>	<p>실트 혹은 더러운 진흙</p>
	
<p>콘크리트 바닥으로만 구성</p>	






<표 30> 횡구조물 항목 점수별 사진

	
횡구조물 없음	울퉁불퉁한 환경사수로 형태
	
어도가 별도로 존재하며 길고 완만한 형태	어도가 존재하나 급격한 낙차폭이 있음
	
횡구조물에 어도가 없거나 파손되어 기능이 없음	


<표 31> 하도 정비 및 하도 특성의 자연성 정도 점수별 사진

	
<p>정비하지 않은 자연 사행하천</p>	<p>정비되었으나 하도, 저수로 사행유지</p>
	
<p>하도 직강화, 저수로 사행유지</p>	<p>하도, 저수로의 직강화 (저수로 폭의 변화 유지)</p>
	
<p>하도, 저수로의 인공 (일정 폭) 직강화</p>	





<표 32> 저수로 하안공 항목 점수별 사진

	
<p>하안공이 없는 자연 사행 하천</p>	<p>목책 등 자연 소재 + 인공 식생 하안</p>
	
<p>사석, 석축 + 인공 식생하안</p>	<p>사석 또는 석축 하안 (투수성)</p>
	
<p>콘크리트 하안 (불투수성)</p>	






<표 33> 제방 하안 재료 항목 점수별 사진

	
<p>인공제방이 없는 경우</p>	<p>인공 흙제방 (자연 식생, 잔디 식재 등)</p>
	
<p>사석쌓기, 자연형하안 블록에 인공식생 포함</p>	<p>사석쌓기, 자연형 하안 블록 (투수성)</p>
	
<p>하안 블록, 콘크리트 하안 (불투수성)</p>	

<표 34> 제외지 토지 이용 항목 점수별 사진

	
<p>자연식생, 인공구조물이 없는 경우</p>	<p>자연식생과 인공식생 (잔디, 초지공원 등)혼재</p>
	
<p>경작지 (논, 밭 등)</p>	<p>1/2 정도의 공원 및 운동장 시설</p>
	
<p>주차장, 불투수성 인공구조물 설치</p>	

<표 35> 제내지 토지 이용 항목 점수별 사진

	
<p>초지나 관목림 등의 자연 상태</p>	<p>인공녹지와 자연녹지의 혼재</p>
	
<p>대부분 경작지, 공원, 일부구간의 시가지와 주거지</p>	<p>일부분 경작지, 1/2 정도의 사가지와 주거지</p>
	
<p>1/2 이상의 시가지와 주거지</p>	

[별표 1]

부착돌말류 현지조사표

서식지 TYPES	합계 (100 %)	해당하천에 존재하는 각 서식지 조건 (%): 채집지에서 반경 2.5 m 내의 하상 조건					
		■ 모래-실트-진흙-쓰레기	%	■ 자갈	%	■ 기반암	%
		■ 작은 나무 조각	%	■ 큰 나무 조각	%	■ 식물, 뿌리 등	%
	합계 (100 %)	채집지에서 반경 25 m 내의 흐름상태					
		■ 여울 (Riffle)	%	■ 흐름 (Run)	%	■ 소 (Pool)	%
	채집지에서의 상·하류 25 m (총 50 m) 내의 canopy 및 수변식생피복						
		■ Canopy	%	■ 수변식생피복	%		
시료채집	채집방법 ■ 걸어서 들어감 ■ 수변으로부터 채집 ■ 보트를 타고 채집						
	합계 (100 %)	하천에서 직접 채집하였다면 각 서식지에 대한 샘플 채집수					
		■ 모래-실트-진흙-쓰레기	%	■ 자갈	%	■ 기반암	%
		■ 작은 나무 조각	%	■ 큰 나무 조각	%	■ 식물, 뿌리 등	%
수변 및 하천환경	물빛 ■ 맑음 (바닥까지 보임) ■ 탁함 --- 정도 (약간, 심함), 혼탁이유 -- (무기물, 유기물)						
	냄새 ■ 없음 ■ 보통 ■ 악취 (유기물) ■ 악취 (공장폐수)						
	합계 (100 %)	채집지에서의 상·하류 25 m (총 50 m) 내의 수변식생 분포					
		■ 수변식생	■ 초본 (%)	■ 관목 (%)			
	합계 (100 %)	채집지에서 반경 50 m 내의 토지이용					
		■ 주변토지이용	■ 도시 (%)	■ 숲 (%)	■ 논, 밭 (%)	■ 공단 (%)	
		■ 준설 및 공사 (%)	■ 축사 (%)				
모래퇴적/침식 (기질매몰도) ■ 거의 없음 ■ 10~20 % ■ 20~50 % ■ 50~80 % ■ > 80 %							
보의 위치 및 영향 ■ 없음 ■ 있음 (■ 상류 ■ 하류), (조사구간과의 거리) m; 수질영향 유무: 유 무							

환경요인

항목	현장측정값	비고 (특이사항)
하폭 (m)		
수심 (cm)		
유속 (cm/sec)		
수온 (℃)		
DO (mg/L)		
pH		
전기전도도 (μS/cm)		
탁도 (NTU)		

중권역 및 하천명:		위치 (행정구역명):				
구간명 및 코드번호:		구분:	본류	지류	세지류	특성:
GPS 좌표: 위도 ° ' "		하천등급:			하천형: 산간형 평지형 (도시, 농지) 강 호소	
경도 ° ' "		국가	지방1	지방2		소하천
조사자명:		일자:		날씨:		
현지조사표완성자:		시간:				오전

[별표 2]

저서성 대형무척추동물 현지조사표

조사지	조사지명	중권역명		코드번호	행정 구역명	시, 도	시, 군, 구	읍, 면, 동	리		
	조사일시	년 월 일	시 분	구조물							
	조 사 자					GPS 좌표	위도	° ' "			
							경도	° ' "			
날씨	맑음	흐림	비		눈		바람		기온	수온	
			<input type="checkbox"/> 강 <input type="checkbox"/> 중 <input type="checkbox"/> 약	<input type="checkbox"/> 강 <input type="checkbox"/> 중 <input type="checkbox"/> 약	<input type="checkbox"/> 강 <input type="checkbox"/> 중 <input type="checkbox"/> 약			°C	°C		
조사도구 (횟수)	서버 네트 (30 cm × 30 cm)		드렛지			에크만					
유역환경	유역이용				오염원						
	<input type="checkbox"/> 산림 <input type="checkbox"/> 목초지 <input type="checkbox"/> 마을 <input type="checkbox"/> 상가, 음식점		<input type="checkbox"/> 농경지 <input type="checkbox"/> 공장지대 <input type="checkbox"/> 주거밀집지 기타 ()		<input type="checkbox"/> 생활하수의 유입 <input type="checkbox"/> 축산폐수의 유입 <input type="checkbox"/> 공장폐수의 유입 기타 ()						
수변환경	식 생 (%) (합계 100%)				Canopy cover						
	교목: % , 관목: % , 초본: %				<input type="checkbox"/> 짙음, <input type="checkbox"/> 부분적, <input type="checkbox"/> 없음						
	범람원의 이용: <input type="checkbox"/> 자연형, <input type="checkbox"/> 농경지, <input type="checkbox"/> 도로, <input type="checkbox"/> 주차장, <input type="checkbox"/> 산책로, 기타:										
	제방(좌안): 상류에서 하류로 볼때					제방(우안): 상류에서 하류로 볼때					
	자연형	석축	돌망태	콘크리트	수직	자연형	석축	돌망태	콘크리트	수직	
하상구조 (%)	진흙 이하		모래		왕모래		자갈		작은돌		큰돌
	< 0.063 mm		(0.063 ~ 2) mm		(2 ~ 16) mm		(16 ~ 64) mm		(64 ~ 256) mm		> 256 mm
하천현황	하천유형: <input type="checkbox"/> 산간형 <input type="checkbox"/> 평지형 <input type="checkbox"/> 강 <input type="checkbox"/> 호소 <input type="checkbox"/> 인공구조물										
	하천폭 (m)		수로폭 (m)		평균수심 (cm)		평균유속 (cm/s)				
	여울 (Riffle)		흐름역 (Run)		소 (Pool)		수심차(mm)				
	%		%		%		~				
	서식처교란						~				
	<input type="checkbox"/> 홍수피해, <input type="checkbox"/> 준설, <input type="checkbox"/> 수변공사						~				
	투명도						냄새				
	매우맑음 <input type="checkbox"/> 1	맑음 <input type="checkbox"/> 2	보통 <input type="checkbox"/> 3	탁함 <input type="checkbox"/> 4	매우탁함 <input type="checkbox"/> 5	없음 <input type="checkbox"/> 1	조금 <input type="checkbox"/> 2	중간 <input type="checkbox"/> 3	심함 <input type="checkbox"/> 4	매우심함 <input type="checkbox"/> 5	
기타 특이사항											

[별표 3]

어류 현지조사표

중권역/코드번호	/		하천차수	차
하천명 (구간명)			채집소요시간	투망 ()회, 족대 ()분, 삼각망 ()시간
행정구역명			채집도구	투망 (망목: × mm, 지름: m) 족대 (망목: × mm) 삼각망 (망목: × mm, × mm)
GPS 좌표	위도 경도	° ' '' ° ' ''	조사일시	년 월 일 시
조사자			기상상태	맑음 / 흐림 / 비 / 눈

No.	증명	개체수	비정상 개체수 (유형)	외래종 (Y / -)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

비정상 유형	특징	증상	하천의 물리적 특성 (200 m 구간 평가)
DE (Deformity)	변형	머리, 근육, 지느러미, 그리고 몸의 다른 부분의 변형	[I] 하상구조 특성 ① 큰돌 (> 256 mm, %) ② 작은돌 (64 ~ 256 mm, %) ③ 자갈 (16 ~ 64 mm, %) ④ 잔자갈 (2 ~ 16 mm, %) ⑤ 모래 (0.063 ~ 2 mm, %) ⑥ 진흙 (< 0.063 mm, %) ⑦ 콘크리트 (%) ⑧ 암반 (%)
EF (Erosion of fin)	지느러미 짓무름	정상 지느러미가 후천적 영향으로 파괴 및 부식, 짓무름	[II] 하천의 형태 특성 ① 자연형 () ② 직강화 () ③ 복합형 () ④ 댐 / 보 / 교각 () ⑤ 하천공사 ()
LE (Lesions)	피부손상	체벽과 조직의 상해, 부상 (대개 출혈을 동반)	[III] 하천의 흐름상태 ① 아주빠름 () ② 빠름 () ③ 보통 () ④ 느림 () ⑤ 거의 정체 ()
TU (Tumors)	종양	체벽 외부로 조직의 돌출	

특기사항

[별표 4]

수변식생(식물상) 현지조사표

[illegible]

[별표 5]

수변식생(군집조사) 현지조사표

[illegible]

[별표 6]

수변식생(하천단면) 현지조사표 (가)

하천명				조사지번호				조사지명													
조사일자		20 년 월 일				조사자															
띠조사구	시점	위도: ° ' " N, 경도: ° ' " E				중점	위도: ° ' " N, 경도: ° ' " E				시점에서 각도: °										
		위치:					목표물:														
		사진 번호:					사진 번호:														
제외지 하천구조		복단면, 단단면, 자연, 기타:				제외지 교란		하천정비, 답압, 농경, 벌초, 휴양, 기타:													
제내지 토지이용		좌안 산림, 농경지, 주거지, 도로, 기타:				우안		산림, 농경지, 주거지, 도로, 기타:													
하천단면 모식도 (1. 좌안을 왼쪽으로, 2. 제방상부 혹은 수면을 높이의 기준으로, 3. 길이와 높이를 각각 일정한 축적으로)																					
거리(m)																					
각도(°)																					
수심(cm)																					
일련번호		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
사진 번호																					
하상재질																					
군집명																					
계층 구조 (높이 m/피 도%)	교목(T1)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	아교목(T2)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	관목(S)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	초본(H)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

수변식생(하천단면) 현지조사표 (나)

[illegible]

[별표 7]

서식 및 수변환경 현지조사표

◇ 조사구간 정보		하천등급: 1. 국가하천 (), 2. 지방하천 (), 3. 소하천 ()														
조사일	시각	중권역명	하천명		조사구간명				조사수행자							
GPS 좌표		고도(m)	특기사항						총점 및 등급							
위도	° ' "								총점							
경도	° ' "								등급							
◇ 서식 및 수변환경 평가항목																
연번	항목	평가내용	판정점수	평가기준					점수	비고						
1	자연적인 중형사주	물흐름 다양성 유발하는 자연적인 중형 사주 발생횟수	10	4회 이상												
			5	3회												
			3	2회												
			1	1회												
			0	없음												
			25	정비하지 않은 자연 사행하천												
2	하도 정비 및 하도 특성의 자연성 정도	하도의 자연성 정도	15	정비되었으나 하도, 저수로 사행유지												
			10	하도 직강화, 저수로 사행												
			5	하도, 저수로의 직강화 (저수로 폭의 변화 유지)												
			0	하도, 저수로의 인공 (일정 폭) 직강화												
			30	제방폭 (m)의 5-7배 간격으로 뚜렷한 유속변화가 있음												
			25	유속변화 발생빈도가 불규칙함												
3	유속 다양성	구간 내 유속 다양성	15	소가 긴 편이며 짧은 거리의 여울로 간간히 구분됨												
			5	상류에서 하류 방향으로 유속이 완만하게 감소하거나 증가하는 양상이 뚜렷함												
			0	유속의 변화가 거의 없거나, 흐름이 매우 부족하거나, 건천화 되었음												
			10	2.0<비율												
			5	1.5<비율≤2.0												
			3	1.0<비율≤1.5												
4	하천변 폭	수로폭과 제방내 폭간 비율(완충지대 및 수로변 식생 서식처)	1	0.5<비율≤1.0												
			0	비율≤0.5												
			25	하안공이 없는 자연 상태												
			10	목책 등 자연 소재 + 인공 식생하안												
			5	사석, 석축 + 인공 식생하안												
			3	사석 또는 석축 하안 (투수성)												
5	저수로 하안공	저수로 하안공의 특성 평가	0	콘크리트 하안 (불투수성)												
			20	인공제방이 없는 경우												
			10	인공 흙제방 (자연식생, 잔디 식재 등)												
			5	사석쌓기, 자연형하안 블록에 인공식생 포함												
			3	사석쌓기, 자연형 하안 블록 (투수성)												
			0	하안블록, 콘크리트 하안 (불투수성)												
6	제방하안 재료	제방 하안재료의 인공화 정도	30	거암 이상, 모서리가 둥근 돌												
			20	자갈·호박돌이 많이 존재하고 대체로 모서리가 둥글(일부 모래 존재)												
			10	잔자갈·모래 혼재 (돌의 경우 모서리가 있는 돌이 많음) 혹은 모래가 지배적임												
			3	실트 혹은 더러운 진흙 (汚泥)												
			0	콘크리트 바닥으로만 구성												
			30	횡구조물 없음												
8	횡구조물	어류 이동을 방해하는 인공구조물의 방해정도	20	울통불통한 완경사수로 형태												
			10	어도가 별도로 존재하며 길고 완만한 형태												
			3	어도가 존재하나 급격한 낙차폭이 있음												
			0	횡구조물에 어도가 없거나 파손되어 기능이 없음												
			10	자연식생, 인공구조물이 없는 경우												
			5	자연식생과 인공식생 (잔디, 초지공원 등) 혼재												
9	제외지 토지 이용	제외지의 지배적인 토지 이용의 인공화 정도	3	경작지 (논, 밭 등)												
			1	1/2 정도의 공원 및 운동장 시설												
			0	주차장, 불투수성 인공구조물 설치												
			10	초지나 관목림 등의 자연 상태												
			5	인공녹지와 자연녹지의 혼재												
			3	대부분 경작지, 공원, 일부구간의 시가지와 주거지												
10	제내지 토지 이용	제내지의 토지이용 상황이 하천생태계에 미치는 영향	1	일부분 경작지, 1/2 정도의 시가지와 주거지												
			0	1/2 이상의 시가지와 주거지												
			구분	1 (상류)	2	3	4	5			6 (중앙)	7	8	9	10	11 (하류)
			수로													
			제방													

◆ 전경사진 및 부분사진

우안	제내지~제방상단	제외지 사면~둔치	둔치~호안공
전경사진			
좌안	제내지~제방상단	제외지 사면~둔치	둔치~호안공

◆ 특기사항

특기사항1	특기사항2
설명	설명

[별표 8]

하천 생물지수별 등급범위 기준

생물 등급	환경상태	수생생물			하천환경		표시색
		부착돌말류 (TDI)	저서성 대형무척추동 물 (BMI)	어류 (FAI)	수변식생 (RVI)	서식 및 수변환경 (HRI)	
A	매우 좋음	90 ≤	80 ≤	80 ≤	65 <	80 <	Blue
B	좋음	70 ≤	65 ≤	60 ≤	50 <	60 <	Green
C	보통	50 ≤	50 ≤	40 ≤	30 <	40 <	Yellow
D	나쁨	30 ≤	35 ≤	20 ≤	15 <	20 <	Orange
E	매우 나쁨	< 30	< 35	< 20	≤ 15	≤ 20	Red



Ⅱ. 보 구간 수생태계 조사지침

Weir area of River and Stream Ecosystem Survey Manual



1. 식물플랑크톤

가. 조사방법

(1) 대상생물

- 규조류, 녹조류, 남조류, 기타조류(편모조류 등)

(2) 조사내용

- 식물플랑크톤 분류군 및 종별 세포수(cells/mL 단위로 환산)
 - 분류군은 규조류, 녹조류, 남조류, 기타조류로 구분한다.
- 군집지수 : 다양도, 풍부도, 균등도, 우점도

(3) 조사정점

- 환경부 수질예보제 지점을 조사정점으로 한다.
- 추가조사가 필요한 경우는 추가 조사구간 내 하천 중앙부 1 개 정점을 선정하여 조사한다.

(4) 조사방법

- 수질오염공정시험기준에 따른다.
- 현장사진은 현장의 상황을 파악할 수 있도록 원경 및 근경을 촬영한다.
- 주요 출현종에 대해서는 현미경 사진촬영을 하여 파일로 보관하고, 파일명은 종명, 출현지점 및 날짜 등을 포함한다.

(5) 자료정리

- 분류군별, 종별, 조사시기별 출현종 및 개체밀도, 우점종, 우점율
- 군집지수

2. 동물플랑크톤

가. 조사방법

(1) 대상생물

- 윤충류, 지각류, 요각류, 원생동물

(2) 조사내용

- 동물플랑크톤 분류군 및 종별 개체수(개체수/mL 단위로 환산), 생체량
 - 분류군은 윤충류, 지각류, 요각류, 원생동물로 구분한다.
- 군집분석 : 다양도, 풍부도, 균등도, 우점도

(3) 조사정점

- 수질예보제 지점을 조사정점으로 한다.
- 추가조사가 필요한 경우는 추가 조사구간 내 하천 중앙부 1 개 정점을 선정하여 조사한다.

(4) 동물플랑크톤 현장조사

(가) 시료 채집 및 고정

- 채수한 원수 8 ~ 10 L를 플랑크톤 네트(망목크기 60 μ m)를 이용하여 여과한다.
- 여과된 동물플랑크톤은 포르말린 용액으로 최종농도가 3 ~ 5 % 가 되도록 고정하여 암소에 보관한다.

(나) 시료 농축

- 시료의 농축이 필요한 경우에는 고정된 시료를 원형 메스실린더 등에 24 시간 침전시킨 후 사이폰을 이용하여 상등액을 제거, 농축 후 시료로 사용한다(침강농축).
- 분류군에 따라 농축량을 달리하여 계수할 수 있다.

- 윤충류 및 요각류 유생 시료농축량 : 50 ~ 100 mL
- 지각류 및 요각류 : 10 ~ 50 mL

(다) 동정 및 계수

- 각 분류군은 종 또는 속 수준으로 동정하고, 전체 개체수를 200 ~ 400 개체 이상을 계수한 후 각 종의 상대빈도(%)를 산출한다(EPA, 2003).
- 농축한 시료는 혼합 후 1 mL를 취해 S-R 챔버(Sedgwick-Rafter chamber)에서 챔버 내의 모든 개체를 광학현미경하에 계수 및 동정한다(Wetzel and Likens, 1990).
- 각 분류군은 종 또는 속별로 동정한 후 개체수를 계수하고, 현존량은 단위부피(L) 당 개체수로 산출한다(ind./L).
- 개체수 환산은 다음 식에 따라 계산한다.

$$D = \frac{N \times V}{F}$$

D : 개체 밀도 ind. / L

N : 카운트된 개체수

V : 시료가 추출된 농축 시료 부피

F : 시료 채집을 위해 여과된 원수량

- 종 동정은 한국담수동물플랑크톤도감(조, 1993), 윤(2010), 장과 민(2005) 및 기타 담수 동물플랑크톤분류 관련 최신 논문을 참고하여 동정한다.

(라) 생체량

- 출현 동물플랑크톤의 체적을 이용하여 생체량을 건조중량으로 구하고 이를 환산하여 탄소량을 구한다. 생체량과 탄소량의 정량적 산출을 이용하여 생태계 구조 분석 및 예측을 위한 모델에 활용한다.
- 예측 모델 적용 및 물질순환, 먹이망 구조의 정량적 분석이 필요한 경우 월 1 회 조사를 실시한다.
- 종 또는 속에 속하는 개체의 체장을 측정하여 다음 식으로 환산한다(EPA, 2003).

1) 지각류 및 요각류(검물벼룩)

$$\ln(w) = \ln(a) + b \times \ln(L) \text{ 또는 } a \times L^b$$

w : 건조중량

L : 체장(mm 또는 μm)

a, b : 상수(표 1, 2 참조)

2) 윤충류

$$\text{윤충류 생체량 (건조중량, } \mu\text{g)} = ((L3 \times FF) + (\%BV \times L3 \times FF)) \times 106 \times WW : DW$$

L : 체장(μm)

FF : 종별 환산 계수(표 3)

%BV : 개체 체적에 대한 부속지 체적(표 3)

106 : wet weight 환산 계수

WW : DW : 건조중량 환산 계수(Asplanchna = 0.039, 이외 모든 윤충류 = 0.1)

- 체적 계산을 위해서는 각 종 및 속별 시료 분석 시 처음 발견된 20 개체의 체장을 측정(EPA, 2003) 하여 종 별 체적을 계산한다.
- 본 조사 지침서에 제시된 생체량 계산은 Wetzel and Likens(1993), EPA(2003)을 기초로 하였으며, 국내 출현종과 유사한 종의 연구논문 및 관련 연구결과를 참고한다 (Watkins *et al.*, 2014).

<표 1> 지각류 생체량(건조중량) 환산

지각류 분류군	생체량 계산식	Length μ m		Length mm		인용문헌
		a 또는 ln(a)	b 또는 ln(b)	a 또는 ln(a)	b 또는 ln(b)	
<i>Alona</i> spp.	$\ln W = \ln a + b \ln L$			4.543	3.64	Rosen (1981)
<i>Bosmina longirostris</i> <i>Bosmina coregoni</i>	$\ln W = \ln a + b \ln L$			3.53	2.60	Kawabata and Urabe (1996)
<i>Bosminopsis deitersi</i>	$W = a * Lb$			6.098	2.221	Maia-Barbosa and Bozelli (2005)
<i>Ceriodaphnia</i> spp.	$\ln W = \ln a + b \ln L$			2.83	3.15	Pace and Orcutt (1981)
<i>Chydorus</i> spp.	$\ln W = \ln a + b \ln L$			4.543	3.64	Rosen (1981)
<i>Diaphanosoma</i> spp.	$W = a * Lb$	1.76×10^{-6}	2.11			
<i>Daphnia galeata</i>	$W = a * Lb$	9.5×10^{-8}	2.56			Dumont et al. (1975)
<i>Daphnia ambigua</i>	$W = a * Lb$	6.29×10^{-7}	2.29			
<i>Daphnia pulex</i>	$W = a * Lb$	2.4×10^{-8}	2.77			
<i>Daphnia similoides</i> (<i>Daphnia similis</i>)	$\ln W = \ln a + b \ln L$			2.33	2.24	Kawabata and Urabe (1996)
<i>Leptodora kindtii</i>	$\ln W = \ln a + b \ln L$			-0.821	2.67	Rosen (1981)
<i>Moina</i> spp.	$\ln W = \ln a + b \ln L$			2.83	3.15	Pace and Orcutt (1981)
<i>Scaphoreberis kingi</i> (<i>S. mucronata</i>)	$\ln W = \ln a + b \ln L$			2.16	2.01	Kawabata and Urabe (1996)
<i>Simocephalus</i> spp.	$\ln W = \ln a + b \ln L$			2.47	1.91	Kawabata and Urabe (1996)

<표 2> 요각류(검물벼룩) 생체량(건조중량) 환산

요각류(검물벼룩) 분류군	생체량 계산식	Length μ m		Length mm		인용문헌
		a 또는 ln(a)	b 또는 ln(b)	a 또는 ln(a)	b 또는 ln(b)	
<i>Cyclops</i> spp.	$\ln W = \ln a + b \ln L$			2.2266	3.23	Rosen (1981)
<i>Diacyclops</i> spp.	$\ln W = \ln a + b \ln L$			3.53	2.60	Kawabata and Urabe (1996)
<i>Eucyclops</i> spp.	$W = a * Lb$			1.4919	1.985	Persson and Ekbohm (1980)
<i>Mesocyclops</i> spp.	$\ln W = \ln a + b \ln L$			1.6602	3.968	Rosen (1981)
<i>Thermocyclops</i> spp.	$\ln W = \ln a + b \ln L$			4.543	3.64	Rosen (1981)
<i>Tropocyclops</i> spp.	$\ln W = \ln a + b \ln L$			2.2266	3.23	Rosen (1981)
<i>Cyclopoida</i> (미동정의 경우)	$\ln W = \ln a + b \ln L$			1.953	2.40	Bottrell (1976)
<i>Calanoida copepods</i>	$\ln W = \ln a + b \ln L$			2.66	2.56	Kawabata and Urabe (1996)
Nauplius	$W = a * Lb$	1.10×10^{-5}	1.89			Dumont et al. (1975)

<표 3> 윤충류 생체량 계산을 위한 종(속) 별 FF와 %BV(EPA, 2002)

윤충류 (속 또는 속)	FF	%BV	윤충류 (속 또는 속)	FF	%BV
<i>Asplanchna</i>	0.23	0	<i>Brachionus</i>	0.12	0.1
<i>Collotheca</i>	1.8	0	<i>Conochiloides</i>	0.26	0
<i>Conochilus</i>	0.26	0	<i>Euchlanis</i>	0.1	0.05
<i>Filinia</i>	0.13	0.01	<i>Kellicottia</i>	0.03	0.015
<i>Keratella cochlearis</i>	0.02	0	<i>Keratella quadrata</i>	0.22	0.05
<i>Lecane</i>	0	0	<i>Notholca</i>	0.035	0
<i>Ploesoma</i>	0.1	0	<i>Polyarthra</i>	0.23	0.1
<i>Pompholyx</i>	0.15	0	<i>Synchaeta</i>	0.1	
<i>Trichocerca</i>	0.52	0.006			

(마) 탄소량 계산

- 동물플랑크톤의 탄소량은 계산된 건조중량의 48 %로 환산한다(Anderson and Hessen, 1991).

(바) 현장 및 출현종 사진

- 현장사진은 현장의 상황을 파악할 수 있도록 원경 및 근경을 촬영한다.
- 주요 출현종에 대해서는 현미경 사진촬영을 하여 파일로 보관하고, 파일명은 종명, 출현지점, 날짜 등을 포함한다.

(5) 자료정리

(가) 출현종 및 개체수

- 현장에서 채집된 동물플랑크톤의 종 조성 자료는 엑셀로 정리한다.
- 출현종은 각 분류군별로 목록을 작성하고 각 출현종의 현존량은 단위부피(L) 당 개체수를 작성한다.

(나) 생체량

- 종별 생체량(체장, 건조중량, 탄소량)에 대해 평균과 표준편차를 계산하고 조사한 개체수를 기재하여 별도의 파일로 저장한다.

(다) 군집지수

- 우점도, 다양도, 풍부도, 균등도 지수를 산출한다.
- 산출방법은 저서성 대형무척추동물의 방법을 따른다.

3. 저서성 대형무척추동물

가. 조사방법

(1) 대상생물

- 편형동물, 태형동물, 환형동물, 연체동물, 절지동물(갑각류 및 수서곤충류) 등 저서성 대형무척추동물을 대상으로 한다.

(2) 조사내용

- 저서성 대형무척추동물 출현종수(정성조사 포함) 및 종별 개체밀도(개체/m²)
- 우점종 및 점유율
- 군집지수(우점도, 다양도, 풍부도, 균등도)
- 크기 측정
- 현장사진 및 주요 출현종 사진촬영

(3) 조사정점

- 조사구간을 대표할 수 있는 종적 정점을 선정하고 선정된 정점에서 라인횡단법을 이용하여 좌·우안 수변부(수심 0.5 ~ 1 m), 중심부(강의 중앙), 좌·우안 중간부(좌·우안 수변부와 중심부의 중간지점) 등 5 개의 조사정점을 선정한다(그림 1).
 - 수변부와 중심부의 중간지점이 모호할 경우 등간격으로 조사정점을 선정한다.

(4) 조사시기

- 조사시기는 특별한 사유가 없는 경우 아래와 같다.
 - 연 3 회 조사를 실시할 경우 봄(3 ~ 4 월), 여름(6 ~ 8 월), 가을(9 ~ 10 월)에 조사를 실시한다.
 - 연 4 회 조사를 실시할 경우 봄(3 월말 ~ 4 월 중순), 초여름(6 월 중순), 늦여름(8 월말 ~ 9 월 중순), 가을(11월 초순)로 한다.
- 강우 등으로 수위, 유량의 변동 심할 경우에는 수체의 상태가 안정된 후 조사를 실시한다.



<그림 1> 저서성대형무척추동물 조사정점 선정방법

(5) 저서성 대형무척추동물 현장조사

(가) 현장조사

- 저서성 대형무척추동물 현지조사표(표 4)에 상황을 기록한다.

1) 수변부

- 정량조사는 드렛지(Dredge net, 폭 40 cm, 망목 1.0 mm)를 사용하여 조사정점의 바닥을 0.5 m를 끄는 방식으로 2 회 조사한다(그림 2).
- 정성조사는 필요할 경우 정량조사 정점 부근의 다양한 서식처에서 뜰채(hand net)를 사용하여 조사한다.

2) 중심부(강의 중앙), 중간부(좌·우안 수변부와 중심부의 중간지점)

- 포나그랩 혹은 에크만그랩(가로 20 cm, 세로 20 cm)을 사용하여 각 정점에서 3 회 씩 정량 채집을 실시한다(그림 2).

(나) 고정 및 보관

- 모든 채집물은 500 mL 플라스틱통(vial)에 넣고 현장에서 95 % 에틸알코올(ethyl alcohol)에 고정하며, 실험실로 운반하여 고르기(sorting)한 후 80 % 에탄올(ethanol)에 보존한다.



(A) 포나그랩 - 중간부 및 중심부



(B) 드렛지 - 수변부

<그림 2> 조사정점별 조사방법



<그림 3> 저서성 대형무척추동물 조사 도구

- (1. 자, 2. 드렛지, 3. 에크만그랩, 4. 에크만그랩 연결봉, 5. 포나그랩, 6. 구명조끼, 7. 뜰채, 8. 채, 9. 밧줄, 10. 장화, 11. 거리측정기, 12. 확대경, 13. 카메라, 14. 온도계, 15. 흰색쟁반, 16. 수심측정기, 17. GPS, 18. 필기구, 19. 기록용지, 20. 지도, 21. 핀셋, 22. 시료병, 23. 고정 및 보존시약, 24. 고무장갑)

<표 4> 저서성 대형무척추동물 현지조사표 양식

저서성 대형무척추동물 현지조사표										
조사지	하천명					조사지점번호				
	조사지점명					조사일자		년 월 일		
	조 사 자					GPS 좌표		위도	" ° '	
								경도	" ° '	
날씨	맑음	흐림	비		눈		바람		기온	수온
			<input type="checkbox"/> 강 <input type="checkbox"/> 중 <input type="checkbox"/> 약	<input type="checkbox"/> 강 <input type="checkbox"/> 중 <input type="checkbox"/> 약	<input type="checkbox"/> 강 <input type="checkbox"/> 중 <input type="checkbox"/> 약		°C		°C	
조사도구 (횃수)	Dredge net(40 x 30 cm): 회					Ponar grab(20 x 20 cm): 회				
유역환경	유역이용					오염원				
	<input type="checkbox"/> 산림 <input type="checkbox"/> 목초지 <input type="checkbox"/> 마을 <input type="checkbox"/> 상가, 음식점		<input type="checkbox"/> 농경지 <input type="checkbox"/> 공장지대 <input type="checkbox"/> 주거밀집지 기타()			<input type="checkbox"/> 생활하수의 유입 <input type="checkbox"/> 축산폐수의 유입 <input type="checkbox"/> 공장폐수의 유입 기타 ()				
수변환경	식 생 (%) (합계 100 %)					Canopy cover				
	교목: %, 관목: %, 초본: %					<input type="checkbox"/> 짙음, <input type="checkbox"/> 부분적, <input type="checkbox"/> 없음				
	범람원의 이용: <input type="checkbox"/> 자연형, <input type="checkbox"/> 농경지, <input type="checkbox"/> 도로, <input type="checkbox"/> 주차장, <input type="checkbox"/> 산책로, 기타:									
	제방 (좌안): 상류에서 하류로 볼때					제방 (우안): 상류에서 하류로 볼때				
	자연형	석축	돌망태	콘크리트	수직	자연형	석축	돌망태	콘크리트	수직
수심 (m)	좌안수변부		좌중간부		중심부		우중간부		우안수변부	
하상구조 (%)	진흙 이하		모래		왕모래		자갈		작은돌	
	< 0.063 mm		0.063 ~ 2 mm		2 ~ 4 mm		4 ~ 64 mm		64 ~ 256 mm	
하천현황	하천폭 (m)					수로폭 (m)				
	서식처교란									
	<input type="checkbox"/> 홍수피해, <input type="checkbox"/> 준설, <input type="checkbox"/> 수변공사, <input type="checkbox"/> 기타 ()									
기타 특이사항										

(다) 동정(Identification)

- 저서성 대형무척추동물의 동정은 국내문헌 및 관련 연구논문을 기준으로 국외문헌을 참고한다(표 5, 6). 동정된 학명의 체계 및 국명은 한국곤충명집(한국곤충학회, 1994)과 한국동물명집(한국동물분류학회, 1997)에 의거하여 동정기록지(표 7)에 작성한다.
- 동정이 어려운 종은 과(family) 혹은 속(Genus) 수준까지 동정하고, 갈따구는 Red type과 Non - Red type으로 구분한다.

<표 5> 저서성 대형무척추동물 분류군별 국내 기준 문헌

분류군	제 목	저자	발행년도
새우류	한국동식물도감 제 19 권 동물편 (새우류)	김훈수	1977
수서곤충	한국동식물도감 제 30 권 동물편 (수서곤충류)	윤일병	1988
연체동물 (패류)	한국동식물도감 제 32 권 동물편 (연체동물 I)	권오길	1990
갈따구류	한국산 갈따구속 (과리목: 갈따구과)의 분류	윤과 전	1992
연체동물 (패류)	한국동식물도감 제 33 권 동물편 (연체동물 II)	최병래	1992
연체동물 (패류)	원색한국패류도감	권 등	1993
곤충류	한국곤충명집	한국곤충학회	1994
환형동물 (거머리류)	한국산 거머리강 (환형동물문)의 분류	송광래	1995
수서곤충	수서곤충검색도설	윤일병	1995
기타 동물류	한국동물명집	한국동물분류학회	1997
꼬마하루살이류	깜장하루살이 유충의 기재 및 한국산 꼬마하루살이과 유충의 검색표	배 등	1998
연체동물 (패류)	신원색한국패류도감	권 등	2001
수서곤충	한국의 수서곤충	원 등	2005
저서성 대형무척추동물	물속생물도감 - 저서성 대형무척추동물	권 등	2013
담수무척추동물	하천생태계와 담수무척추동물	김 등	2013

<표 6> 저서성 대형무척추동물 분류군별 국외 참고 문헌

분류군	제목	저자	발행년도
수서곤충	An introduction to the Aquatic Insects of North America	Merritt & Cummins	1984, 1996
담수무척추동물	Freshwater invertebrates of the United States	Pennak	1989
담수무척추동물	Pennak's Freshwater Invertebrates of the United States	Smith	2001
담수대형무척추동물	Freshwater Macroinvertebrates of Northeastern North America	Peckarsky et al	1990
수서곤충	Aquatic entomology	McCafferty	1981
갈따구류	Chironomidae of the Holarctic region Keys and diagnose. Part I -Larvae	Wiederholm	1993
무척추동물	新日本動物圖鑑	岡田要	1965
수서곤충	일본산수생곤충검색도설 (An Illustrated Book of Aquatic Insects of Japan)	Kawai	1985
수서곤충	일본산 수생곤충 (Aquatic Insects of Japan: Manual with Keys and Illustrations)	Kawai & Tanida	2004

<표 7> 동정기록지 양식

하 천 명			
조사구간명		조사일자	년 월 일
동 정 자			
문 / 목 (Phylum / Order)		출현종명	출현 개체수
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
출현종수			

(라) 크기 측정

- 생체량은 각 조사정점에서 채집된 시료 중 각 종의 대표적인 크기를 나타내는 20 개체의 체장을 측정한다.
- 총 출현개체수가 20 개체가 되지 않는 종은 출현한 개체 전체를 측정한다.
- 체장은 mm 단위에서 정수로 기록한다.
- 복족류는 각고와 각경을, 이매패류는 각고와 각장을 측정한다.

(마) 현장 및 출현종 사진

- 현장사진은 현장의 상황을 파악할 수 있도록 원경 및 근경, 조사정점의 기질을 촬영한다.
- 수변부 조사시 기질은 하상이 구별될 수 있도록 촬영한다.
- 주요 출현종에 대해서는 사진촬영을 하여 파일로 보관하고, 파일명은 종명, 출현지점 및 정점, 날짜 등을 포함한다.

(6) 자료정리

(가) 출현종 및 개체밀도

- 현장에서 채집된 저서성 대형무척추동물은 동정한 후, 엑셀로 출현한 종 조성 자료를 정리한다(표 8).
- 출현종은 각 분류군별로 목록을 작성한다.
- 조사지점, 조사정점별로 나누어 각 출현종의 개체밀도(ind./m²)를 정수로 작성한다.

(나) 우점종 및 점유율

- 현장에서 채집된 저서성 대형무척추동물의 제 1, 2 우점종 및 점유율을 산출한다.

(다) 군집지수

- 정량 채집된 자료를 이용하여 다음 공식에 의해 산출된 결과를 이용한다.

1) 우점도 지수(Dominance index, DI)

- 특정 종의 군집 내 점유율을 측정하는 방법으로 각 조사시기별, 조사정점별 개체밀도에 의하여 산출한다(McNaughton, 1967).

$$\text{우점도지수 } (DI) = \frac{N_1 + N_2}{N} \quad \text{McNaughton (1967)}$$

N : 총개체밀도

N_1 : 제1우점종의 개체밀도

N_2 : 제2우점종의 개체밀도

2) 다양도 지수(Diversity index, H')

- 다양도 지수는 군집 내 종풍부도와 개체수의 상대적 균형성을 나타내는 것으로 군집의 복잡성을 의미한다. 다양도는 Margalef(1958)의 정보이론에 의하여 유도된 Shannon-Wiener function(Pielou, 1966)을 사용하여 산출한다.

$$\text{다양도 지수}(H') = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i, \quad p_i = \frac{N_i}{N} \quad \text{Pielou (1966)}$$

S : 전체 종수

p_i : i 번째 종의 개체수 비율

N : 조사정점의 총개체밀도

N_i : 각 종의 개체밀도

3) 풍부도 지수(Richness index, $R1$)

- 종 다양성 개념 중에서 가장 오래되고 단순한 것으로서 군집을 이루는 종의 풍부함을 파악하는 것이다. Margalef(1958)의 지수를 이용하여 산출한다.

$$\text{풍부도지수 } (R1) = \frac{S-1}{\ln N} \quad \text{Margalef(1958)}$$

S : 전체 종수

N : 조사정점의 총 개체밀도

4) 균등도 지수(Evenness index, J')

- 군집을 구성하는 각 종들의 균일한 정도를 나타내는 지수로 Pielou(1975)의 식을 사용하여 산출한다.

$$\text{균등도지수 } (J') = \frac{H'}{\log_2 S} \quad \text{Pielou(1975)}$$

H' : 다양도

S : 전체 종수

(라) 크기 계측

- 조사정점별로 각 종의 체장(각고, 각경, 각장)의 평균과 표준편차를 계산하고 조사한 개체수를 기재하여 별도의 파일로 저장한다.

(마) 현장 및 출현종 사진

- 한글 파일에 조사시기별, 지점별, 정점별 현장사진 및 출현종 사진을 정리한다.

<표 8> 저서성 대형무척추동물 정리(엑셀양식 예시)

구 분					정점코드	IP-1-RL	IP-1-RR
					수계명	한강	한강
					조사구간명	이포보-1	이포보-1
					중권역	남한강하류	남한강하류
위치정보					소권역	이포보	이포보
					조사정점	좌안수변부	우안수변부
					위도 (도 : 분 : 초)	00: 00 : 00	00 : 00 : 00
					경도 (도 : 분 : 초)	000: 00 : 00	000 : 00 : 00
조사일시					년 - 월 - 일	2016 - 10 - 16	2016 - 10 - 17
기상조건					기온 (° C)		
					수온 (° C)		
Surber net (30 cm × 30 cm)					조사 횟수		
Dredge net (폭40 cm × 끄는거리 50 cm)					조사 횟수		2
Eckman grab (18 cm × 18 cm)					조사 횟수		
Ponar grab (20 cm × 20 cm)					조사 횟수	3	
특이사항					특이사항 (내용기재)		
총개체수					개체/m2	51	51
총 종수						3	4
제 1 우점종							
제 2 우점종							
제 1 우점종 점유율 (%)							
제 2 우점종 점유율 (%)							
					우점도지수 (DI)	0.80	0.60
					다양도지수 (H')	1.37	1.92
					풍부도지수 (RI)	0.51	0.76
군집지수					균등도지수 (J')	0.86	0.96
문	강	목	과	종	학명		
편형동물문	와충강	삼기장목	플라나리아과	플라나리아류	<i>Dugesia</i> sp.		
편형동물문	와충강	삼기장목	플라나리아과	플라나리아	<i>Dugesia japonica</i>		
편형동물문	와충강	삼기장목	플라나리아과	산골플라나리아	<i>Phagocata vivida</i>		
절지동물문	곤충강	하루살이목	납작하루살이과	두점하루살이	<i>Ecdyonurus kibunensis</i>		
절지동물문	곤충강	하루살이목	납작하루살이과	네점하루살이	<i>Ecdyonurus levis</i>		
절지동물문	곤충강	하루살이목	줄날도래과	꼬마줄날도래	<i>Cheumatopsyche brevilineata</i>		
절지동물문	곤충강	하루살이목	줄날도래과	흰점줄날도래	<i>Hydropsyche valvata</i>		

4. 어류

가. 조사방법

(1) 대상생물

- 담수 어류를 대상으로 한다.

(2) 조사내용

- 어류 종수 및 개체수
- 종별 생체량(g/개체)
- 군집지수(우점도, 다양도, 풍부도, 균등도)
- 현장사진 및 주요 출현종 사진촬영

(3) 조사정점

- 조사구간을 대표할 수 있는 조사정점을 선정한다.
- 조사의 일관성 및 통일성 확보를 위해 가능하면 동일한 정점에서 시행한다.

(4) 조사시기

- 조사시기는 특별한 사유가 없는 경우 아래와 같다.
 - 연 2 회 조사를 실시할 경우 봄(3 ~ 4 월), 가을(9 ~ 10 월)에 조사를 실시한다.
 - 연 4 회 조사를 실시할 경우 장마의 영향을 고려하여 5 월, 7 월, 9 월, 11 월에 시행한다.
 - 봄철 조사의 경우 수온이 낮으면 어류 채집이 거의 이루어지지 않을 수 있으므로 수온을 고려하여 조사 시기를 선정한다.
- 강우 이후 조사 시 최소 10일 후 수체가 안정화 되면 조사를 시행한다.

(5) 어류의 현장조사

- 다양한 어구를 복합적으로 활용하여 조사지점의 전반적인 어류상을 조사한다.
- 하천규모가 크고 수심이 깊은 조사정점에서는 정치망(삼각망), 삼중자망을 사용한다.
- 수변의 수초지대와 얕은 조사정점에서는 투망과 족대를 사용한다.

(가) 조사어구별 조사방법

1) 정치망(삼각망)

- 조사에 사용되는 정치망은 모든 조사지점에서 동일한 규격의 정치망을 사용하여야 한다.
 - 유도망은 길이 20 m, 높이 2 m, 망목 4 mm에 3 개의 포켓이 설치되어 있어야 한다.
- 정치망은 선정된 조사구간 내 유속이 없는 지점에 설치하고, 수심이 너무 깊은 지역은 피하도록 한다.
- 설치기간은 48 시간을 기준으로 하며, 일몰 2 회, 일출 2 회를 포함하도록 한다.

2) 삼중자망

- 50 m 길이의 4 절과 12 절 삼중자망을 사용한다.
- 설치시간은 12 시간 이상을 정치하며, 일출과 일몰을 각 1 회씩 포함하도록 한다.

3) 투망

- 망목 6 ~ 6.5 mm의 빙어용 투망을 사용하여 조사지점당 총 10 회의 투망을 시행한다.
- 조사구간 내 다양한 서식처가 포함되도록 조사정점을 선정하고 조사정점을 기준으로 상류 100 m, 하류 100 m, 총 200 m 구간을 대상으로 투망을 실시하며 이전 투망으로 인한 영향을 최소화하기 위해 투망 이후 최소 20 m 이상을 이동하여 다음번 투망을 실시한다.
- 수심 2 m 이상의 깊은 지역에서는 투망의 효율이 현저하게 떨어지므로 가능하면 2 m 이내의 수심이 조성되어 있는 지역에서 조사를 실시한다.

4) 족대

- 망목 4 mm의 족대를 사용하여 수초와 큰 돌 및 자갈이 있는 지역을 조사한다.
- 2 인 1 조를 이뤄서 조사를 실시하며, 조사지점별로 약 20 분 정도 채집한다.

(나) 동정 및 계측

- 채집된 어류는 특별한 사유가 없는 한 기본적으로 현장에서 동정 및 계측 후 채집지점에 방류하는 것을 원칙으로 한다.

1) 동정

- 채집 어류의 분류 및 동정은 어구(정치망, 자망, 투망, 족대)별로 구분하여 실시한다.
- 채집된 어류는 현장에서 김과 박(2002), 김 등(2005)에 따라 동정한다.
- 조사시기별, 지점별로 종별 개체수 및 상대풍부도를 파악하며 이를 통해 우점종과 아우점종을 제시한다.
- 외래종과 법적 보호종의 서식현황을 파악한다.

2) 계측

- 채집 어류의 계측 자료 정리는 어구(정치망, 자망, 투망, 족대)별로 구분하여 실시한다.
- 채집된 개체들은 분석을 위해 전장(total length)과 체장(standard length), 체중(body weight)을 측정한다.
- 전장과 체장은 자를 이용하여 mm단위까지 크기를 측정하고, 체중은 저울을 사용하여 0.1 g 단위까지 계측한다.
- 우점하여 출현하는 종들을 대상으로 계측을 실시하며, 종별 채집 개체가 많은 경우 크기별로 구분하여 20 개체 정도만 측정한다.

3) 현장 및 출현종 사진

- 현장사진은 현장의 상황을 파악할 수 있도록 원경 및 근경을 촬영한다.
- 주요 출현종에 대해서는 사진촬영을 하여 파일로 보관하고, 파일명은 종명, 출현지점 및 조사도구, 날짜 등을 포함한다.

(6) 자료정리

(가) 출현종 및 개체수

- 현장에서 채집된 어류의 종 조성 자료는 엑셀로 정리한다.

- 출현종은 각 분류군별로 목록을 작성한다.
- 조사지점 및 어구(정치망, 자망, 투망, 족대)별로 나누어 각 출현종의 개체수를 작성한다.
- 분류체계는 Nelson(2006)의 분류체계에 따른다.
- 외래종, 이입종, 생태계교란종, 고유종, 멸종위기종 등을 어구별, 조사지점별 및 시기별로 엑셀에 별도로 정리한다.

(나) 종별 생체량

- 종별 생체량(g)에 대해 평균과 표준편차를 계산하고 조사한 개체수를 기재하여 별도의 파일로 저장한다.

(다) 군집지수

- 우점도, 다양도, 풍부도, 균등도 지수를 산출한다.
- 산출방법은 저서성 대형무척추동물의 방법을 따른다.

5. 수변식생

가. 조사방법

(1) 대상 생물

- 양치식물과 종자식물을 포함하는 관속식물을 대상으로 한다.

(2) 조사내용

- 현존식생도 : 조사구간 내 식물군집의 분포를 조사한다.
- 하천단면도 : 하천단면에 따른 식생구조를 조사한다.
- 식생구조 : 방형구 내 식생구조를 조사한다.
- 식물상 : 조사구간 내 출현한 식물종을 조사한다.

(3) 조사구간

(가) 종적 범위

- 단위조사구간은 1 km로 한다.
- 보가 설치된 구간을 조사할 경우는 보를 중심으로 상류 1 km, 하류 1 km, 총 2 km를 단위구간으로 한다.

(나) 횡적 범위

- 제방이 있는 구간에서는 제외지를 대상으로 하고, 제방이 없거나 산지 구간에서는 홍수 흔적이 남아있는 하천구역을 대상으로 한다. 수체 내 수생식물이 서식할 경우 이를 포함한다.

(4) 조사시기

- 조사지역의 특성을 고려하여 조사구간에 출현하는 식물을 확인하기 쉽고, 종을 동정하기 쉬우며 개화한 종이 많은 시기로 선정한다.

(가) 현존식생도

- 연 1 회만 조사할 경우에는 여름의 홍수전에 조사를 실시하고, 연 2 회 조사를 할 경우에는 봄과 가을에 각 계절에 따른 식물의 최대생육시기를 고려하여 실시한다.

(나) 하천단면도

- 현존식생도 조사와 같은 시기에 실시한다.

(다) 식생구조

- 현존식생도 조사와 함께 실시한다.

(라) 식물상

- 봄과 가을을 포함하여 3 회 이상을 선정한다. 봄과 가을 외에도 확인할 수 있는 종수가 많은 계절에 수시로 조사를 실시한다.

(5) 수변식생 현장조사

(가) 현존식생도

- 조사대상 구간의 식생도 밑그림을 작도한 후 현존식생도 작성 조사를 위한 현지조사를 실시한다.
 - 가장 최근의 항공사진 혹은 인공위성 영상을 기초로 군집의 경계선을 파악하여 1/5,000 평면도에 기입한다.
- 현장에서 현존식생도 작도는 제방이나 교량 위 또는 고수부지, 산등성 위 등 조사대상구간을 전체적으로 파악할 수 있는 장소에서 전망하고, 하천변을 답사하여 현존식생도 밑그림을 수정한다.
- 군집의 구분은 경관과 우점종에 따르는 것을 원칙으로 하여, 『하천 식물군집 분류표』(표 9)에 따라서 군집을 구분한다.
 - 최소 표시면적은 5 × 5 m로 한다.
 - 식생 피도가 1 % 미만인 경우 나지로 표시하고 자연나지와 인공나지로 구분하며 자연나지는 모래사주와 자갈사주로 다시 구분한다.

- 하천단면도, 식물군집 구조의 조사 장소를 식생도에 표시한다.

<표 9> 하천 식물군집 분류

분류	기본분류	번호	내용	군집의 예
	침수식물 군집	1	침수식물이 우점하는 영역	물수세미 군집, 검정말 군집, 말즘 군집
	부엽식물 군집	2	부엽식물이 우점하는 영역	마름 군집, 수련 군집, 노랑어리연꽃 군집
	염습지식물 군집	3	염습지 식물이 우점하는 영역	천일사초 군집, 비쭉 군집, 나문재 군집
	사구식물 군집	4	사구 특유의 식물이 우점하는 영역	갯메꽃 군집, 통보리사초 군집, 갯쇠보리 군집
	일년생초본 군집	5	광엽(쌍자엽 식물) 일년생 초본(또는 2년생 초본)이 우점하는 영역	여뀌 군집, 달맞이꽃 군집, 환삼덩굴 군집
	다년생광엽초원	6	쌍자엽 식물의 다년생 초본이 우점하는 영역	쭉 군집, 사철쭉 군집, 토끼풀 군집
	갈대 군집	7	갈대가 우점하는 영역	갈대 군집
수변 식생역	벼과 초원	8	달뿌리풀이 우점하는 영역	달뿌리풀 군집
	물억새 군집	9	물억새가 우점하는 영역	물억새 군집
	그 밖의 벼과 사초과 군집	10	벼과 초본(갈대, 물억새, 달뿌리풀 이외) 및 사초과가 우점하는 영역	띠 군집, 갈풀 군집, 이삭사초 군집
	버드나무 관목림	11	수고가 4 m 이하인 버드나무류가 우점하는 영역	갯버들 군집, 내버들 군집, 선버들 군집
	버드나무 교목림	12	수고가 4 m 이상인 버드나무류가 우점하는 영역	갯버들 군집, 내버들 군집, 선버들 군집
	그 외 관목림	13	버드나무류 이외의 관목(수고 4 m 이하)이 우점하는 영역	철레 군집, 붉나무 군집, 조록싸리 군집
	낙엽성광엽수림	14	낙엽성 광엽수(수고 4 m 이상)가 우점하는 영역	오리나무 군집, 아까시나무 군집, 느티나무 군집
	낙엽성침엽수림	15	낙엽성 침엽수(수고 4 m 이상)가 우점하는 영역	일본잎갈나무 군집
	상록성광엽수림	16	상록성 광엽수(수고 4 m 이상)가 우점하는 영역	후박나무 군집, 가시나무 군집, 동백나무 군집
	상록성침엽수림	17	상록성 침엽수(수고 4 m 이상)가 우점하는 영역	소나무 군집, 전나무 군집, 곰솔 군집
조림지	조림지	18	수목을 조림한 영역	리기다소나무림, 현사시나무림, 아까시나무림
	과수원	19	과수원으로 이용하는 영역	과수원, 뽕밭
경작지	밭	20	논, 과수원을 제외한 경작지 영역	밭
	논	21	논으로 경작하는 영역	논
인공 초지	인공초지	22	목초, 등이 이루어지는 초지 영역(운동장, 공원, 골프장 등의 잔디밭은 제외)	목초지, 인공초지, 잔디밭
시설지 등	운동장	23	운동장, 공원, 골프장 등 시설이 점유하는 영역(조성중인 나지 포함)	인공 나지, 골프장, 운동장, 공원
	인공구조물	24	인공적 구조물이 점유하는 영역	콘크리트구조물, 건축물
자연 나지	자연나지	25	식물이 없는 영역(이용할 목적으로 나지화 된 경우 제외)	자연 나지(간석지, 모래·자갈밭)
수면	개방수면	26	침수식물, 부엽식물 군집을 제외한 수면	개방 수면

(나) 하천단면도

- 하천단면 조사는 조사구간의 대표적 군락을 포함하는 물가(수생식물이 있는 경우에는 수역을 포함)에서 제방까지 횡단방향 식생 단면도를 스케치 등의 방법으로 작성하고 일정 간격으로 출현한 식물종과 피도를 『하천단면도 식생조사표』(표 10)에 기록 한다.
- 조사 위치는 조사지 중에서 가장 흔한 식생 유형이 나타나는 곳을 선정한다.
- 하천 폭이 길고 횡단이 어려운 곳에서는 좌안, 우안 중에서 한 쪽만 조사한다.
- 항상 좌안에서 우안 방향으로 표시한다.
- 단면도의 시점과 종점을 명확히 기재하며, 시점에는 PVC 파이프, 페인트 등으로 표시하고 주변 구조물, 수목으로부터 거리와 방향을 상세 기재한다. 시점에서 종점을 바라보고 방위각을 측정하고 종점과 같은 방향에 있는 높고 먼 지형지물을 기술하며, 사진으로 촬영하고 종점과 시점 위치를 화살표로 표시한다.
- 레벨기, 광파기, VRS - GPS 등의 측량장비로 정확한 거리와 높이를 측정한다.
- 지형의 높이는 제방 상단부 혹은 하천수면을 기준으로 측정한다.
- 고정 방형구는 조사지 전체의 군락 유형을 충분히 파악하여 적절한 위치에 설치한다.
- 하천단면도에는 지형, 식물군집의 경계, 대표적 식물, 하상 (자갈, 전석, 블록, 돌망태 등)을 도식한다.
- 방형구 크기는 초본 및 관목 5 x 5 m, 아교목 및 교목 10 x 10 m로 한다.
- 방형구가 정방형으로 설치하지 못하는 곳에서는 적당히 모양을 변형한다.
- 방형구에서 식생구조 조사방법은 아래의 식생구조 조사법을 따른다.
- 각 식물군집마다 사진을 촬영한다.
- 식생도에 단면도 위치를 표시한다.

<표 10> 하천단면도 식생조사표

하천단면 식생조사표 (가)												
하천명		▲▲강		조사구간 번호		▲▲강-1		조사구간명		▲▲교		
하천단면 번호		▲▲강 - ▽▽ - T - ▽		조사자		000, 000, 000						
단면도	시점	위도: ×× ° ×× ' ×× " N, 경도: ××× ° ×× ' ×× " E				중점	위도: ×× ° ×× ' ×× " N, 경도: ××× ° ×× ' ×× " E				시점에서 각도: ×× °	
		위치:					목표물: 전봇대-▽▽					
		사진 번호: ▽▽					사진 번호: ▽▽					
제외지 하천구조		복단면, 단단면, 자연, 기타:				제외지 교란		하천정비, 답압, 농경, 벌초, 휴양, 기타:				
제내지 토지이용		좌안	산림, 농경지, 주거지, 도로, 기타:				우안	산림, 농경지, 주거지, 도로, 기타:				
하천단면 모식도 (1. 좌안을 왼쪽으로, 2. 제방상부 혹은 수면을 높이의 기준으로, 3. 길이와 높이를 각각 일정한 축적으로)												
거리 (m)/각도 (°)		15/25.4	33/1.1	37/24.9	217/5.7	237/16.9	247/22.3	257/0	267/5.1	287/1.7	299/2.9	
높이 (cm)/기준 (cm)		13.1/1.1	8.5/1.1	8.4/1.1	3/1.1	1.6/0	0/0	0.9/0	1.2/0	1.7/0	3.9/0	
수심 (cm)		0	0	1.2	0	0	0	0		0	0	
일련번호		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
방향구번호 (××-1)												
사진 번호		875	874	886	885	884	883	881	880	895	901	
토성		콘크리트	콘크리트	콘크리트석축	콘크리트석축	콘크리트석축	콘크리트석축	콘크리트석축	바위자갈	바위, 중앙토	바위, 중앙토	
위도 (▽▽° N)		° ▽▽ ' ▽▽"	° ▽▽ ' ▽▽"	° ▽▽ ' ▽▽"	° ▽▽ ' ▽▽"	° ▽▽ ' ▽▽"	° ▽▽ ' ▽▽"	° ▽▽ ' ▽▽"	° ▽▽ ' ▽▽"	° ▽▽ ' ▽▽"	° ▽▽ ' ▽▽"	
경도 (▽▽° E)		° ▽▽ ' ▽▽"	° ▽▽ ' ▽▽"	° ▽▽ ' ▽▽"	° ▽▽ ' ▽▽"	° ▽▽ ' ▽▽"	° ▽▽ ' ▽▽"	° ▽▽ ' ▽▽"	° ▽▽ ' ▽▽"	° ▽▽ ' ▽▽"	° ▽▽ ' ▽▽"	
군집명		나지	나지	달뿌리풀	달뿌리풀	달뿌리풀	달뿌리풀	달뿌리풀	선버들	가래나무	달맞이꽃	
계층 구조 (높이 m/피도%)	교목 (T1)	/	/	/	/	/	/	/	/	15/60	/	
	아교목 (T2)	/	/	/	/	/	/	/	6/60	/	/	
	관목 (S)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
	초본 (H)	/	/	1.8/90	1.7/90	1.7/80	1.8/70	1.8/80	/	/	1.4/40	

<표 10> 하천단면도 식생조사표(계속)

하천단면 식생조사표 (나)										
출현종	우점도									
일련번호	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
방형구번호 (××-1)										
T1										
가래나무									4	
T2										
선버들								3		
선버들								3		
S										
갯버들					5	4	1	3	3	
신나무					+	2	1		1	+
H										
쭉	+			2	2	2	1	1	1	2
애기똥풀	+			+	+		+		+	
왕고들빼기	+				+					
환삼덩굴	+								+	
큰감의털	+									2
망초	+									
미국가막사리	+									
쇠무릎	+									
달뿌리풀		+	5	5	5	4	5	3	3	2
소리쟁이			1	+	+	+			+	
갈풀			1							
빚새귀리			+	+	+	+				
쇠뜨기			+					1	+	2
꼭두서니			+					1	+	
쇠별꽃			+						+	

(다) 식생구조

- 식생도에 표시된 식물군집이지만 하천단면에서 조사되지 않은 식물군집에 대하여 식생구조를 조사하도록 한다.
- 『식물 군집구조 조사표』(표 13)에 따라 작성한다.
- 방형구는 초본 및 관목 5 x 5 m, 아교목 및 교목 10 x 10 m의 크기로 설정한다.
- 계층구조는 교목층은 8 m 이상, 아교목층은 4 - 8 m, 관목층은 4 m 이하로 구분하도록 한다.
- 구성종 및 피도는 방형구 안에 생육하는 모든 구성종을 파악하고 우점도를 『식생 우점도 산정기준』(표 11)에 따라서 산정한다.
- 토성은 『토성의 판정기준』(표 12)을 따르도록 한다.
- 식생도에 방형구의 위치를 함께 표시한다.
- 식생구조를 조사한 식생은 사진으로 촬영하도록 한다.

<표 11> 식생 우점도 산정기준

우점도	기준
5	피도 75 ~ 100 %
4	피도 50 ~ 75 %
3	피도 25 ~ 50 %
2	피도 5 ~ 25 %
1	피도 5 % 이하
+	피도 1 % 이하
r	우연히 출현한 종

<표 12> 토성의 판정기준

토성	기준
자갈	거의 자갈뿐이다
모래자갈	모래와 자갈이 섞여 있다.
사토	거의 모래뿐이고 찰기가 전혀 없다.
사양토	모래인 느낌이 강하고 찰기는 적다.
양토	모래와 점토가 같은 정도로 느껴진다.
미사질양토	모래인 느낌은 거의 없으나, 포슬포슬한 밀가루 같은 감촉이 있다.
식양토	조금 모래인 느낌이 있으나 제법 차지다.
중양토	거의 모래를 느낄 수 없고 꽤 차지다.

<표 13> 식물 군집구조 조사표

식물 군집구조 조사표							
하천명	▲▲강	조사구간번호	▲▲강-1	조사구간명	▲▲보 상류구간		
조사일자	▽▽▽▽ 년 ▽▽월 ▽▽일		조사자	000, 000			
방형구 번호	▲▲강-▽-Q-▽	방형구 면적	10 × 10 m	사진번호	▽▽▽▽		
하천 단면	복단면, 단단면, 자연, 기타:						
하천 폭	하천 폭: ▽▽ m, 저수로 폭: ▽▽ m						
고수부 폭	우안: ▽▽ m, 좌안: ▽▽ m						
교란	하천정비, 답압, 농경, 벌초, 휴양, 기타:						
제내지 토지이용	좌안: 산림, 농경지, 주거지, 도로, 기타 ()			우안: 산림, 농경지, 주거지, 도로, 기타 ()			
토성	자갈, 모래자갈, 사토, 사양토, 양토, 미사질양토,, 식양토, 중양토						
방형구	GPS 좌표	위도: ▽▽ ° ▽▽ ' ▽▽▽▽ " N, 경도: ▽▽▽ ° ▽▽ ' ▽▽▽▽ " E					
	위치	저수로부터 거리: ▽▽ m					
	지형	저수로, 하중도, 저수로변 (좌, 우), 고수부 (좌, 우), 고수로 제방 (좌, 우) 기타:					
	사면	방위: ▽▽ °, 경사각: ▽▽ °					
	위치높이	(제방상부, 수면)으로부터 (아래, 위) 쪽으로 ▽▽ m (제방상부, 수면) 기준점 높이 m, 거리 m, 각도 °, 2차 기준점 높이 m, 거리 m,					
군집명							
계층구조		우점종	높이(m)	식피율(%)			
교목층 (T1)		가래나무	13	30			
아교목층 (T2)		아까시	8	30			
관목층 (S)		신나무	4	20			
초본층 (H)		쭉	1	2-			
교목층(T1) (수고 > 8 m)		관목층(S) (수고 < 4 m)		초본층(H)		초본층(H)	
종 명	우점도	종 명	우점도	종 명	우점도	종 명	우점도
신나무	2	신나무	1	쭉	1		
		붉나무	+	돼지풀	+		
		비수리	+	좁쌀풀	+		
		산딸기	+	빽새귀리	+		
				물억새	+		
				큰김의털	+		
				취	+		
아교목층(T2)(수고 4 - 8 m)							
아까시	2						
특기 사항							

(라) 식물상

- 식물상 조사는 선정된 조사지역을 중심으로 출현하는 종을 확인하여 『식물상 조사표』(표 14)에 따라 종명을 기록한다.
- 조사시 아래의 점에 유의하도록 한다.
 - 특산식물, 멸종위기종, 보호종, 희귀종은 관찰 위치를 GPS로 기록하고 사진으로 촬영한다.
 - 현장 동정이 어려운 종, 주요종, 개화한 종은 사진을 촬영한다.
 - 현지에서 동정이 곤란한 식물은 채집하여 후에 상세히 조사하고 표본으로 제작한다.
- 정확한 종 동정이 어려울 경우 식물분류학자 등 전문가의 도움을 받아 동정한다. 식물이 어리거나 표본의 상태가 좋지 않아서 실내 동정이 어려운 종은 속 수준이나 그 이상의 분류단계로 분류한다.

(마) 현장 및 출현종 사진

- 현장사진은 현장의 상황을 파악할 수 있도록 원경 및 근경을 촬영한다.
- 주요 출현종에 대해서는 사진촬영을 하여 파일로 보관하고, 파일명은 종명, 출현지점 및 조사도구, 날짜 등을 포함한다.

<표 14> 식물상 조사표

식물상 조사표					
하천명	▲▲강	조사구간명	조사자	소속	성명
조사일자	▽▽▽▽ 년 ▽▽ 월 ▽▽ 일			0000	000, 000
출현종목록					
종명	비고	종명	비고	종명	비고
갯버들	관목/수변			개망초	
국수나무	관목/수변			단풍잎돼지풀	
광대싸리	관목/수변			환삼덩굴	
쇠뜨기				샷갓사초	
애기똥풀				달뿌리풀	
달뿌리풀				명석달기	
머느리밑씻개				뽕새귀리	
쭉				애기똥풀	
노박덩굴				사위질빵	
별씀바귀				갈풀	
박주가리				미국가막사리	
갈풀					
미국가막사리					
양지꽃					
이삭사초					
소리쟁이					
달맞이꽃					
개망초					
물쭉					
콩제비꽃					
감국					
환삼덩굴					
고마리					
여뀌					
나도냉이					
콩다닥냉이					
좁쌀냉이					
개갯냉이					
특기 사항					

***. 조사표에 수중, 수변, 육상 등의 생육지 자료 포함

(6) 자료정리

(가) 현존식생도

- 현장에서 작도한 현존식생도는 지리정보시스템을 이용하여 정리한다. 현존식생도 자료 정리시 다음 사항을 주의하여 작성하도록 한다.
- 투영좌표는 세계측지계, GRS80를 사용하도록 한다.
- 국내 평면직각좌표상의 원점은 서부(125°), 중부(127°), 동부(129°), 동해(131°)이며 원점에 주의하여 투영하여야한다. 만약 단일원점 (127.5°)을 사용할 경우 바탕지도가 단일원점인지를 확인하여 식생도를 그린다.
- 속성 정보에 군집명, 기호, 면적으로 컬럼명을 입력하며 면적은 십진수로 지정하여 면적 산출시에 소수점이 표시되도록 한다.
- 색상구분은 『식생도 색상 구분기준』(표 15)을 따른다.

<표 15> 식생도 색상 구분기준

Type	RGB
일년생 초본 및 덩굴 군락	170 / 110 / 0
다년생 초본 및 덩굴 군락	100 / 45 / 0
관목 및 덩굴목본 군락	85 / 255 / 0
아교목 및 교목 군락	40 / 155 / 0
외래종군락	215 / 115 / 195
수로	0 / 90 / 230
나지	245 / 65 / 90
인공구조물	130 / 130 / 130
산림식생	90 / 110 / 0
주거지 및 상업시설	165 / 255 / 235
경작지	230 / 200 / 0

- 지도 출력시 다음의 사항을 포함하도록 한다(표 16).
- 현존식생도에는 축척에 해당하는 축적도, 방위 및 물 흐르는 방향(→)을 기입한다.
- 현존식생도 범례표에는 군집명과 기호를 기재하는데, 기본분류 번호는 『하천 식물군집 분류표』(표 9)의 번호를 따르고, 기호는 각 군집마다 기본분류 번호 뒤에 알파벳을 A, B...순으로 순번을 붙여 표시한다(예, 5A: 고마리 군집)
- 군집명은 가능하면 우점종 1종으로 명명하는 것(예, 달뿌리풀 군집)을 원칙으로 한다. 우

점도가 5 : 5, 6 : 4인 경우 우점종-아우점종으로 명명(예, 명아자여뀌 - 속속이풀 군집)할 수 있으며, 환삼덩굴, 가시박 등의 덩굴식물이 우점 하는 경우 덮여 있는 식물의 우점종을 괄호 안에 표기한다(예, 환삼덩굴(갈대) 군집).

- 조사된 식생군락 중 IUCN 평가기준에 따른 희귀식물은 산림청과 국립수목원(2008), 특산식물은 국립수목원(2005), 식물구계학적 특정식물은 제4차 전국자연환경조사 지침(국립환경과학원, 2012)에 따라 정리하고, 귀화식물은 국립환경과학원(2011)의 목록, 생태계교란식물은 『생물다양성 보전 및 이용에 관한 법률』 제 23 조에 따른 환경부의 『생태계교란 생물 지정고시』, 습지생태계 출현빈도에 의한 관속식물의 유형구분은 『우리나라 습지생태계 관속식물의 유형 분류』(정 등, 2012)를 기준으로 하여 각각의 면적을 산출한다.

<표 16> 식생도 정리표 (GIS 지도출력 양식)

식생도 정리표

하천명	▲▲강	조사구간번호	▲▲강-1	조사구간명	▲▲보 상류구간
조사일자	▽▽▽▽ 년 ▽▽ 월 ▽▽ 일	조사자	000, 000		

The figure is an aerial photograph of a river section, overlaid with a vegetation map. The river is colored blue. The surrounding land is divided into various colored zones: brown (likely agricultural or bare land), green (likely forest or grassland), and pink (likely urban or developed areas). A black arrow points to a specific area in the river. A compass rose is located in the bottom left corner, and a scale bar (0 to 400m) is in the bottom right corner.

범례	
7A	갈대
12A	선버들
14A	아까시나무
21	경작지
24	인공구조물
25	자연나지

(나) 하천단면도

- 현장에서 조사된 하천단면조사 결과는 단면모식도를 작도하고 군집조사 결과는 『하천 단면 군집조사 집계표』(표 17)에 엑셀로 정리한다. 단면모식도는 『하천단면 모식도 범례』(그림 4)를 참고하여 하천단면 모식도 작성 예시(그림 5)와 같이 완성한다.
- 다음 사항에 주의하도록 한다.
 - 식물명은 식물상 결과 정리법과 통일하도록 한다.
 - 단면도 시점의 좌표는 도분초로 입력하고 종점은 방향 각도를 입력한다.
 - 상대높이는 조사당시 수위와 방형구 설치위치의 상대높이를 계산하여 입력한다.
 - 출현종은 교목, 관목, 초본으로 구분하여 정리하고 유식물의 경우에도 성목의 기준으로 정리한다.
 - 단면 모식도는 하천단면 형상을 측량 결과를 이용하여 미지형 변화를 구체적으로 도식하고 범례에 따라서 토성을 표시한다.
 - 우점식물종의 특징(높이, 형태 등)을 알 수 있도록 스케치 등의 방법으로 표시한다.

(다) 식생구조

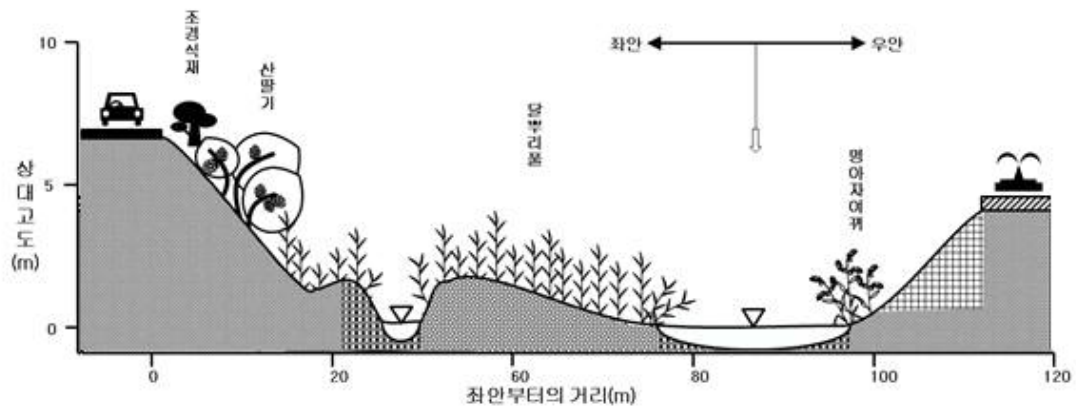
- 현존식생도에 표시된 식물군집이지만 하천단면도에서 조사되지 않은 식물군집 조사결과는 하천단면 군집조사 집계표 양식에 따라서 정리한다.

<표 17> 하천단면 군집조사 집계표(엑셀 양식)

하천단면 군집조사 집계표													
하천명		▲▲강		조사구간번호		▲▲강-1		조사구간명		▲▲보 상류구간			
조사일자		▽▽▽▽ 년 ▽▽ 월 ▽▽ 일				조사자		000, 000					
트랜sect	시점	좌표	위도 ▽▽ ° ▽▽ ' ▽▽▽▽ " N 경도 ▽▽▽ ° ▽▽ ' ▽▽▽▽ " E				중점	방향	▽▽ ° N				
		표지물	■■■전봇대					목표물	■■■경찰서				
좌안부터거리(m)		0 - 3.8		3.8 - 6.5		6.5 - 29		29 - 32		57 - 59		59 - 72.9	
토성		모래자갈		모래자갈		모래자갈		사토		미사질양토		미사질양토	
상대높이(m)		5.8		5.1		1.6		1.3		1.2		1.7	
우점종		원추리		강아지풀		잔디		달뿌리풀		달뿌리풀		토끼풀	
식생높이(m)		0.3		0.6		0.2		2		2		0.3	
출현종													
오동나무(T)				r									
죽제비싸리(S)								3					
쇠뜨기(H)		3		2				1		1			
원추리		3											
개망초		+		1				+					
쭉		+		+				2		2		+	
벼룩나물		+		r									
콩제비꽃		+											
고들빼기		r											
강아지풀				5									
큰감의털				1						1			
잔디						5						3	
얼치기완두						+							
달뿌리풀								4		5			
:		:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:

범례 : 토성				범례			
	자갈		경작지		조경식재		가로등
	모래자갈		수로		자동차도로		
	사토		콘크리트		산		전신주
	사양토		아스팔트		주거지		자전거도로
	양토		보도블럭		공장		논
	미사질양토		돌망태		공원		
	식양토		석축/거석		캠핑장		소로
	중양토		시멘트구조물				

<그림 4> 하천단면 모식도 범례



<그림 5> 하천단면 모식도 작성예시

(라) 식물상

- 조사된 식물에 대한 배열순서와 학명의 기재는 국립수목원과 한국식물분류학회의 국가표준식물목록(국립수목원-한국식물분류학회, 2007)과 Engler 분류체계(Melchior, 1964)에 따라 정리한다.
- 가능한 현지에서 동정을 하되, 동정이 불가능한 식물들은 채집하여 이우철(1996)과 이창복(2003) 및 이영노(2006) 등의 문헌을 바탕으로 동정한다.
- 조사된 식물 중 IUCN 평가기준에 따른 희귀식물은 산림청과 국립수목원 (2008), 특산식물은 국립수목원 (2005), 식물구계학적 특정식물은 제4차 전국자연환경조사 지침 (국립환경과학원, 2012)에 따라 정리하고, 귀화식물은 국립환경과학원 (2011)의 목록, 생태계교란식물은 『생물다양성 보전 및 이용에 관한 법률』 제 23 조에 따른 환경부의 『생태계교란 생물 지정고시』, 습지생태계 출현빈도에 의한 관속식물의 유형구분은 『우리나라 습지생태계 관속식물의 유형 분류』(정 등, 2012)를 기준으로 한다.
- 귀화율(NR: Naturalization rate)은 본 조사지역에서 출현한 총 식물 종수에 대한 귀화식물 총 종수의 비율(Numata and Kotaki, 1975)로 산정한다.

6. 양서류 및 파충류

가. 조사방법

(1) 대상 생물

- 양서류 및 파충류를 대상으로 한다.

(2) 조사 내용

- 양서류 및 파충류 생물상
- 법적보호종 서식현황
- 군집지수(우점도, 다양도, 풍부도, 균등도)

(3) 조사정점 및 구간

- 조사정점은 조사구간 내 양서류 및 파충류가 출현할 가능성이 높은 곳을 선정한다.

(가) 종적 범위

- 1 km를 단위조사구간으로 한다.
- 보가 설치된 구간을 조사할 경우는 보를 중심으로 상류 1 km, 하류 1 km, 총 2 km를 단위구간으로 한다.

(나) 횡적 범위

- 제방이 있는 구간에서는 제외지를 대상으로 하고, 제방이 없거나 산지 구간에서는 홍수 흔적이 남아있는 하천구역을 대상으로 한다.
- 선정된 조사구간을 기준으로 조사를 시행하되, 개별 종에 따른 번식지와 서식지 간의 이동을 고려하여 필요할 경우 제외지 일부도 조사할 수 있다.
- 멸종위기종이 출현했던 지역 혹은 출현할 가능성이 높은 곳이 있을 경우 이를 포함한다.

(4) 조사시기

- 조사구간에서 출현하는 양서류 및 파충류의 특성을 고려하여 조사시기를 선정한다.
- 연 3 회, 봄(5 월), 여름(6~8 월), 가을(9~11 월)에 조사를 실시하되 조사구간의 기후 및 기상여건을 고려하여 조정할 수 있다.

(5) 양서류 및 파충류 현장조사

- 양서류 및 파충류의 현장조사 방법은 직접확인방법(포획, 목견)과 간접확인방법(청문, Track, Field-sign)을 병행하여 수행한다.
- 출현지점의 원경·근경 및 출현종의 사진(알, 유생, 허물 등 포함)을 촬영하고, 출현지점 좌표를 기록한다.

(가) 직접확인방법

1) 양서류

가) 무미양서류(개구리류, 두꺼비류)

- 선정된 조사 대상지역 주변의 접근 가능한 지역을 따라 좌·우 20 m간격으로 이동 중인 개체와 바위틈 혹은 하천, 수로, 계곡 그리고 저습지 주변과 초지에서 곤충포획용 포충망 또는 플라스틱 뜰채(길이 : 3 단, 망목 : 5 mm), 스테인리스 뜰채(길이 : 30 cm, 망목 : 1 mm)를 이용하여 채집하며, 수변과 인접하여 서식하는 옴개구리, 한국산개구리 그리고 금개구리 등은 어류 채집용 족대(망목 : 5 mm)를 이용하여 채집한다(그림 6).
- 유생과 난괴를 확인하여 정량화한다.



(A) 스테인리스 뜰채



(B) 뜰채



(C) 족대

<그림 6> 무미양서류 채집도구 및 채집방법

2) 유미양서류(도롱뇽류)

- 도롱뇽과 꼬리치레도롱뇽은 물이 흐르는 하천 내에서 유속 흐름이 완만한 곳을 찾아 작은 바위를 들추어 유생 확인용 뜰채를 이용하여 유생을 포획하거나, 물이 고여 있는 작은 웅덩이에 산란한 알을 찾아 종을 확인한다(그림 7).
- 주간에는 음지쪽 활엽수림 내에 쓰러져 있는 고사목을 들추거나, 바위틈 등에서 성체를 확인한다.
- 야간에는 Corn and Bury(1990)의 방법에 의하여 함정트랩(pitfall trap)을 설치한 후 트랩에 빠진 유미양서류를 확인한다.



유생 확인용 뜰채

운반 및 보관 박스(산소발생기부착)

<그림 7> 유미양서류 채집도구

2) 파충류

가) 장지뱀(도마뱀)류

- 하천변에 햇볕이 잘 드는 곳에 쌓여 있는 돌을 들추어 확인하거나, 이동 중인 개체는 곤충채집용 포충망과 파충류집게(Grabber)를 이용하여 채집한다(그림 8).
- 한 장소에 장시간 정체할 경우에는 유리트랩(glass trap)(40 cm x 40 cm)을 주변에 2 m 간격으로 설치하고 수거한다.



<그림 8> 장지뱀 (도마뱀)류 채집용 파충류집게

나) 뱀류

- 뱀류는 저지대의 임연부 일대, 묵밭과 돌무더기 주변에서 뱀 집게와 포충망을 이용하여 채집하고, 석축, 돌담, 경작지, 돌 밭, 함석, 폐 슬레이트 밭을 들추어 확인한다(그림 9, 10).

- 한 여름(7월 ~ 8월) 주변온도가 높을 때, 평지나 초지는 양서·파충류가 은신 할 수 있는 공간이 절대적으로 부족하여 채집이 어렵기 때문에 일정 장소에 양서·파충류가 은신할 수 있는 공간을 제공하여 이 장소로 모여드는 개체를 확인한다.
- 스레트트랩과 나무합판트랩(60x60 cm)을 10 m간격으로 설치하여 수거하는 방법을 이용하여 포획한다.



집게형



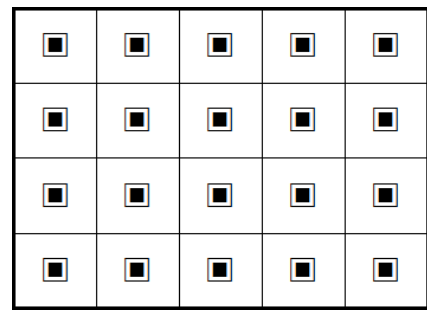
갈고리형



<그림 9> 뱀류의 채집도구 유형



< 뱀채집 겸용 포충망>



<격자간격: 20m, 스레트: 60x60cm>

<그림 10> 뱀채집망 및 평지 스레트트랩 설치방법

다) 민물거북류

- 하천 등지에서 활동하는 개체를 쌍안경 (Nikon 10 × 40 5.9 ° , 8 × 32 10 °)과 망원경 (× 20 ~ 60)을 사용하여 확인한다.

(나) 간접확인방법

1) 무미양서류 탐조등(search light)법과 울음소리 식별

- 개구리류는 번식기에 주간보다 야간에는 논이나 밭 근처, 수로 그리고 웅덩이 등지에 모여 집단으로 울기 때문에 울음소리로 종을 식별한다.

- 어두운 곳에서는 강한 불빛에 약한 습성을 이용하여 야간 조명등을 이용하는 탐조방법을 병행하여 식별한다.
- 미리 녹음하여 두었던 무미 양서류의 울음소리를 녹음기를 통하여 틀어 줌으로써 여러 곳에 분산하여 서식하는 개체의 울음소리를 한 방향으로 집결시켜 종의 울음소리를 식별하는 방법을 이용한다.

2) 파충류 허물 및 흔적

- 뱀류는 성장을 하면서 영양상태가 양호하면 수시로 허물을 벗기 때문에 자연 상태에서 뱀들이 나뭇가지 사이 그리고 바위나 돌 틈에 탈피한 허물을 수거하여 종의 서식유무 확인한다(그림 11).
- 민물거북류는 하천, 호소 주변과 하중도의 모래사장위에 나타난 흔적을 확인하는 방법 병행한다(그림 12).



<표범장지뱀>



<유혈목이>

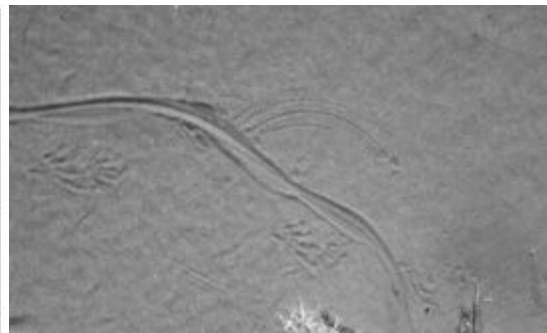


<쇠살모사>

<그림 11> 뱀류의 허물 형태



<거북류 흔적>



<도마뱀(장지뱀)류 흔적>

<그림 12> 파충류 흔적 식별 방법

3) 청문

- 조사 기간 중에 채집 및 관찰이 불가능하였던 종들에 대해서는 백과 심(1999) 및 심(2001)을 이용하여 인근 주민을 대상으로 청문을 통하여 종의 서식을 확인한다.
- 서식환경의 급격한 변화에 따른 교란과 다양한 응답자의 확실성과 정확성을 고려하여, 최근 3 년 이내의 근거를 토대로 하여 보조 자료로서 결과를 정리한다.

4) 동정

- 현장에서 구별 가능한 개체들은 직접관찰에 의해 동정한 후 방사하도록 한다.
- 비늘, 치열, 개량형질 등에 의해 종을 구별하여야 하는 종 및 개체들에 대해서는 채집하여 포르말린 5 %액 또는 알코올 80 %액에 고정하여 실험실에서 정성·정량적인 요인을 확인·측정하여 종을 식별한다.
- 종 동정에는 강과 윤(1975) 및 환경부·국립환경과학원(2006)을 활용한다.

5) 현장 및 출현종 사진

- 현장사진은 현장의 상황을 파악할 수 있도록 원경 및 근경을 촬영한다.
- 주요 출현종에 대해서는 사진촬영을 하여 파일로 보관하고, 파일명은 종명, 출현지점 및 조사도구, 날짜 등을 포함한다.

(5) 자료정리

(가) 양서류상 및 파충류상

- 조사구간에서 채집 및 확인된 양서·파충류의 종목록과 개체수를 작성하고, 법적보호종, 희소종 등이 출현한 정점을 분석하여 서식처의 특이성을 조사하고, 서식처와 조사대상 지와의 상호관계를 분석한다.

(나) 법적보호종의 위협요인 및 대책

- 조사구간별로 확인된 법적보호종 혹은 희소종에 대하여 주변 서식 환경을 분석하여 종의 서식에 위협을 가하는 요인과 대책을 분석한다.

(다) 위협도 평가

- 확인된 양서·파충류 전종에 대하여 Patton(1992)의 방법에 의하여 각 조사구간에서 각 조

사정점별로 전체 확인 종의 확인횟수에 따른 출현빈도, 확률을 평가한다.

(라) 서식처 유형에 따른 서식종의 생태학적인 특징

- 채집 및 확인된 양서·파충류에 대한 생태학적인 특징과 생활양식을 Toft(1980)의 방법에 의하여 정리한다.

(마) 군집분석

- 매 조사 때마다 개체수를 기록하여 국립공원 분야별 매뉴얼(국립공원연구원, 2013)에 따라 정량적으로 분석한다.
 - 전체 조사구간의 자료를 합산한 후, 양서류 군집과 파충류 군집으로 나누어 분석한다.
 - 군집분석 시 개체수는 국립공원 분야별 매뉴얼에 따라 성체수 + (알 개수 × 2) + (유생 발견지점 수 × 2)를 합한 개체의 수로 산출하여 분석을 실시한다.
- 다양도, 풍부도, 우점도, 균등도를 분석한다.
 - 산출방법은 저서성 대형무척추동물의 방법을 따른다.

7. 포유류

가. 조사방법

(1) 대상생물

- 포유류를 대상으로 한다.

(2) 조사내용

- 포유류상
- 법적보호종 서식현황

(3) 조사구간

- 조사정점은 조사구간 내 포유류가 출현할 가능성이 높은 곳을 선정한다.

(가) 종적 범위

- 1 km를 단위조사구간으로 한다.
- 보가 설치된 구간을 조사할 경우는 보를 중심으로 상류 1 km, 하류 1 km, 총 2 km를 단위구간으로 한다.

(나) 횡적 범위

- 제방이 있는 구간에서는 제외지를 대상으로 하고, 제방이 없거나 산지 구간에서는 홍수 흔적이 남아있는 하천구역을 대상으로 한다.
- 선정된 조사구간을 기준으로 조사를 시행하되, 개별 종에 따른 번식지와 서식지 간의 이동을 고려하여 필요할 경우 제내지 일부도 조사할 수 있다.
- 멸종위기종이 출현했던 지역 혹은 출현할 가능성이 높은 곳이 있을 경우 이를 포함한다.

(4) 조사시기

- 조사구간에서 출현하는 포유류의 특성을 고려하여 조사 시기를 선정한다.

- 연 3 회, 5 ~ 6 월, 7 ~ 8 월, 10 월에 조사를 실시하되 조사구간의 기후 및 기상여건을 고려하여 조정할 수 있다.

(5) 포유류 현장조사

- 포유류 조사는 도보나 차량을 이용한 임의추적(Random Search)에 의한 직접관찰, 흔적 조사와 생포틀(Live Trap, 설치류)을 이용한 각종 포획조사, 그리고 무인센서카메라를 이용한 직접 확인 촬영조사를 병행한다.
- 출현위치는 GPS 좌표로 기록하고, 발견되는 배설물 및 서식증거 등은 사진증거를 확보한다.

(가) 현장조사

1) 직접관찰

가) 목견

- 주간에 개체 확인이 가능한 다람쥐, 청설모 등을 직접 눈으로 조사하여 개체수를 파악한다.

나) 야간조사

- 야행성인 야생동물의 행동 특성을 이용한 방법으로서, 야간에 차량으로 서행 이동하면서 야생동물 출현 예상지역을 탐조등(search light)을 이용하여 그 지역에 서식하고 있는 고라니, 노루, 너구리 등의 중·대형 포유류를 확인한다(그림 13).



<야간조사용 탐조등>

<탐조등 이용 야간조사>

<그림 13> 야간조사용 도구 및 현장조사

2) 포획조사(생포틀)

- 목견이나 흔적조사가 어려운 소형 포유류의 서식을 확인하기 위한 방법이다.
- 조사구간 내에 샘플 조사구를 정하여 그 안에 설치류 전용 생포 덫을 설치하여 유인, 포획하는 방법으로 채집된 개체는 현장 동정 후 방사를 원칙으로 한다(그림 14).



<설치류 포획용 생포틀>

<생포틀 확인>

<포획된 종 동정>

<그림 14> 포획조사용 도구 및 현장 동정

3) 흔적조사

- 직접관찰이 어려운 중·대형 포유류를 조사하는 방법으로 임의추적(Random Search)에 의하여 배설물, 족적, 식흔, 이동로(두더지 등), 잠자리, 털, 기타(멧돼지 목욕탕, 노루 뿔질, 고라니 나무 긁음 등)의 흔적을 이용하여 서식유무를 판단한다(그림 15).
- 하천 수계를 중심으로 서식하는 수달의 경우에는, 하천을 도보로 이동하면서 배설물, 족흔, 식흔 등을 수집하는 흔적조사법(Field signs)을 이용한다.



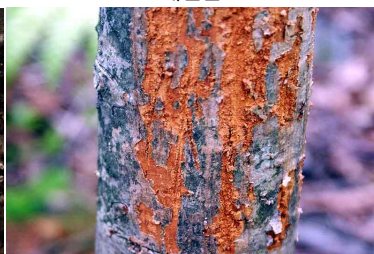
<야생동물의 털>

<배설물>

<족적>



<섭식 흔적>



<나무 흔적>



<이동 흔적>

<그림 15> 흔적 조사 시 관찰되는 여러 유형

4) 무인센서카메라 조사

- 야생동물이 빈번하게 이동하는 지역에 무인자동카메라를 설치하여, 야생동물의 실체를 촬영하는 방법을 실시하여 야생동물의 실체를 파악하려는 시도를 실시한다(그림 16).



<무인센서카메라>

<무인센서카메라 설치>

<무인센서카메라 촬영된 모습>

<그림 16> 무인센서카메라를 활용한 조사방법

5) 청문조사

- 조사구간 내에 거주하고 있는 주민이나 과거 수렵인을 상대로 포유류의 서식 유무를 참조하는 방법으로서 과거 문헌이나 자료에 기록이 있던 주요종의 분포변화 및 서식상황 평가에 참조자료로 활용한다.

(나) 동정

- 조사구간에서 발견된 족적은 현장에서 동정하고, 현장에서 동정이 쉽지 않은 배설물이나 털은 수거하여 한국동식물도감 제 7 권 동물편(원병휘, 1967), 야생동물 흔적도감(최등, 2007)을 기준으로 동정 실시한다.
- 법적보호종과 일반종의 목록은 제 3 차 전국자연환경조사 지침(환경부, 2006)을 기준으로 정리한다.

(다) 현장 및 출현종 사진

- 현장사진은 현장의 상황을 파악할 수 있도록 원경 및 근경을 촬영한다.
- 주요 출현종에 대해서는 사진촬영을 하여 파일로 보관하고, 파일명은 종명, 출현지점 및 조사도구, 날짜 등을 포함한다.

(6) 자료정리

- 조사구간에서 채집 및 확인된 포유류의 종목록과 개체수를 조사구간별, 조사방법별로 작성한다.
- 법적보호종이 출현한 지점을 분석하여 서식처의 특이성을 조사하고, 서식처와 조사대상지와의 상호관계를 분석한다.
- 조사구간별 출현종의 위치를 위도 및 경도로 정리하고, 지도상에 표기하여 연도별 변화를 파악할 수 있도록 한다.



Ⅲ. 호소 수생태계 조사지침

Lake Ecosystem Survey Mannual



1. 식물플랑크톤

가. 조사방법

(1) 조사항목

- 식물플랑크톤 분류군별 총출현량, 남세균 밀도
- 현존량(cells/L), 탄소량($\mu\text{gC/L}$)
- 분류군별 우점종 목록 및 출현량
- 군집분석 : 종다양도, 종풍부도

(2) 시료채취

- 정량채집
 - 표수층 0.5 m에서 채수기를 이용하여 500 mL를 채수한다.
 - 각 조사 정점 당 1 개의 시료를 채수한다.

(3) 시료고정

- 시료의 고정은 산성루골용액을 이용하여 2 ~ 4 %(v/v)가 되도록 하여 보존. 산성루골용액은 100 mL 증류수에 요오드화칼륨(potassium iodide(KI)) 10 g과 요오드(iodine) 5 g을 녹여 빙초산(acetic acid) 10 mL를 첨가하여 제조한다.

(4) 검체의 조제

- 플랑크톤의 밀도가 낮은 경우에는 루골용액으로 고정된 시료를 24 시간 침강시킨 후에 상등액을 사이폰으로 제거하여 1 mL에 약 10,000 ~ 100,000 cells이 되도록 농축한다.
- 침강하지 않는 부상성의 남세균 시료에 대해서는 침강농축법을 사용하지 않는다.
- 투명도가 1 m 이내로 식물플랑크톤의 현존량이 많은 부영양수역에서는 농축하지 않는다.

(5) 동정 및 계수

- 검경

- 중배율(200 ~ 400 배)로 검경한다.
- 우터뮐(Utermöhl) 챔버 또는 S-R 챔버(Sedgwick-Rafter chamber) 등으로 계수한다.
- 1 회 검경에서 400 개체 이상을 계수하여 통계적 유의성을 높인다.

(6) 조사정점 선정(표 1)

- 조사 정점으로 선정할 곳 : 수질조사정점, 호소의 중앙부, 최심부, 방류수, 취수구 인근
- 조사 정점으로 피해야 할 곳 : 호숫가 정체수역, 수생식물 밀생수역, 오염하천 유입부
- 조사 정점의 수 : 소형호 1개, 중형호 2개, 대형호 3개 정점

<표 1> 조사정점 선정

항목	소형호	중형호	대형호
조사 정점의 수	1 개 정점	2 개 정점	3 개 정점
조사 정점으로 우선 선정할 곳	수질조사정점, 호소의 중앙부, 최심부, 방류수, 취수구 인근		
조사 정점으로 피해야 할 곳	호숫가 정체수역, 수생식물 밀생수역, 오염하천 유입부, 호소의 최상류부		

(7) 조사표 기재방법

- 사전에 먼저 호소수질 및 수생태 관리 카드를 기재한다.
- 분석자는 조사 호소명과 정점명 및 소속과 성명을 기재한다.
- 각 분류군별로 우점종은 현존량의 우선순위에 따라 5 종까지 기재 우점종의 사진을 첨부한다.

(8) 탄소량 환산식

- 세포의 체적계산에는 Willen(1976), Wetzel and Likens(1990) 등이 제시한 방법을 활용한다.
- 식물플랑크톤 군집의 탄소함량은 Strathmann(1967)에 따라 제시된 식에 따라 세포체적(biovolume)을 탄소량으로 환산한다.

$$\log C = 0.758 \log V - 0.422 \text{ (규조류)}$$

$$\log C = 0.866 \log V - 0.460 \text{ (다른 조류)}$$

여기서, C는 탄소량(pgC), V는 세포체적(μm^3)

2. 동물플랑크톤

가. 조사방법

(1) 조사항목

- 동물플랑크톤 출현 목록(Taxonomic list)
- 각 분류군(Class)의 우점종 및 밀도
- 현존량(ind./L), 탄소량($\mu\text{gC/L}$) - 분류군별 표준체적적용
- 군집분석 : 종 다양도, 종 풍부도 등

(2) 시료채취

- 동물플랑크톤 네트(망목 60 μm) 사용
 - 깊은 호소(수심 > 20 m) : 20 m에서 수직 끌기
 - 중간 호소(수심 \leq 20 m) : 전 수심 수직 끌기
 - 얕은 호소(수심 \leq 5 m) : 심층에서 표층(약 5 m) 사선 끌기

<표 2> 동물플랑크톤 조사 방법

항목	소형호	중형호	대형호
조사 시기	4 회 이상/년(3 ~ 11 월, 8 월 강우기 제외)		
조사 정점	1 개	2 개	3 개
동물플랑크톤	수심 > 20 m	20 m에서 수직 끌기	
	수심 \leq 20 m	전 수심 수직 끌기	
	수심 \leq 5 m	일정거리(약 5 m) 사선 끌기	

- 네트의 끌기 속도는 1 초에 1 m이내로 실시한다.
- 여과한 시료는 약 300 mL 시료병에 담고 포르말린 원액이 최종농도가 3 ~ 5 %가 되도록 고정하여 냉암소 상태로 보존하여 실험실로 운반한다.
- 고정용액이나 보존방법은 상황에 따라 다소 변경할 수 있다.

(3) 동정 및 계수

- 중 배율 검경(50 ~ 200 배 수준에서 검경)
 - S-R 챔버(Sedgwick-Rafter chamber) 등으로 계수
 - 400 개체 이상/1 회 검경

(4) 조사자 및 조사요령

- 조사자는 조사 전에 호소수질 및 수생태 관리카드, 조사 후에는 동물플랑크톤 조사표, 동물플랑크톤 우점종의 현미경 사진을 각각 정확하게 기재하고 반드시 복사본을 보관한다.
- 참고한 자료는 년도 순으로 기재한다.

3. 수생식물

가. 조사내용

(1) 조사항목

- 양치식물과 종자식물을 포함하는 관속식물을 대상으로 한다.
- 현존식생도 : 조사범위 내 식물군집의 분포를 조사한다.
- 식생단면도 : 호소 연안대의 식생구조를 조사한다.
- 식생구조 : 방형구 내 식생구조를 조사한다.
- 식물상 : 조사범위 내 출현한 식물종을 조사한다.

(2) 조사구간

(가) 수직적 범위

- 호소의 연안대와 수위변동역을 조사대상 범위로 한다. 연안대는 침수식물이 생육하는 최대수심으로부터 정수식물 또는 수변식물이 생육하는 최소수심의 범위이다. 수위변동이 큰 인공 저수지인 경우 저수위와 만수위 사이의 수위변동역을 포함한다.

(나) 수평적 범위

- 호소로부터 물이 유출되는 곳으로부터 호소 및 저수지의 저류수에 의하여 유입하천의 유속에 영향을 미치는 수역을 조사범위로 한다.

(3) 조사시기

- 조사범위에서 출현하는 식물을 확인하기 쉽고, 종을 동정하기 쉽고, 개화한 종이 많고, 조사범위의 특성을 고려하여 조사 시기를 선정한다.

(가) 현존식생도

- 홍수 전 5 ~ 6월에 조사를 실시한다.

(나) 하천단면도

- 현존식생도 조사와 같은 시기에 실시한다.

(다) 식생구조

- 현존식생도 조사와 함께 실시한다.

(라) 식물상

- 식물상은 식물의 성장시기와 호소의 수위변동을 고려하여 연 2회, 홍수 이전인 3 ~ 4월 또는 5 ~ 6월과 홍수 이후인 8 ~ 9월에 실시한다.

(4) 조사방법

(가) 사전 정보조사

- 위성정보, 지도 및 문헌 정보에서 식생대의 분포범위와 면적을 확인한다.
- 현장답사 : 지형, 토지이용상황, 호안 유형, 식생분포지역 및 식생형을 확인한다.

(나) 토지이용 및 호안구조 기록

- 호소의 연안선을 기준으로, 선상의 주변 토지이용 점유 비율을 표시하고, 호안구조를 <표 3>에 기록한다.

<표 3> 토지이용도 및 호안구조 조사표

토지이용도 및 호안구조																													
호소명			조사자																										
수변 토지 이용도 (%)	숲(%), 농경지(%), 초지(%), 도시나 마을(%), 산업단지(%), 유원지 등 기타(%)																												
호안구조 ¹ 비율 (%)	인공호안(%), 암석(%), 흙(%)																												
	정수식물(%), 침수 및 부엽식물(%), 습생초지(%), 숲(%)																												
1; 호안구조 분류표 <table border="1"> <thead> <tr> <th>기호</th> <th>내용</th> <th>비고</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A (Artificial)</td> <td>인공호안</td> <td>석축, 콘크리트 등의 인공호안</td> </tr> <tr> <td>R (Rock)</td> <td>암석</td> <td>암석 50 % 이상</td> </tr> <tr> <td>S (Soil)</td> <td>흙</td> <td>흙 50 % 이상</td> </tr> <tr> <td>E (Emergent macrophytes)</td> <td>정수식물</td> <td>갈대 포함</td> </tr> <tr> <td>M (Submerged macrophytes)</td> <td>침수 및 부엽식물</td> <td></td> </tr> <tr> <td>H (Hygrophytic herbs)</td> <td>습생초지</td> <td></td> </tr> <tr> <td>T (Hygrophytic trees)</td> <td>숲</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						기호	내용	비고	A (Artificial)	인공호안	석축, 콘크리트 등의 인공호안	R (Rock)	암석	암석 50 % 이상	S (Soil)	흙	흙 50 % 이상	E (Emergent macrophytes)	정수식물	갈대 포함	M (Submerged macrophytes)	침수 및 부엽식물		H (Hygrophytic herbs)	습생초지		T (Hygrophytic trees)	숲	
기호	내용	비고																											
A (Artificial)	인공호안	석축, 콘크리트 등의 인공호안																											
R (Rock)	암석	암석 50 % 이상																											
S (Soil)	흙	흙 50 % 이상																											
E (Emergent macrophytes)	정수식물	갈대 포함																											
M (Submerged macrophytes)	침수 및 부엽식물																												
H (Hygrophytic herbs)	습생초지																												
T (Hygrophytic trees)	숲																												

(다) 현존식생도

- 밑그림 작도: 항공사진이나 인공위성 영상을 기초로 밑그림 작성 1/2500 ~ 1/5000 의 지도에 표시한다.
- 현존식생도 작도
 - 전망이 넓게 확보되는 장소에서 밑그림에 식생 분포지역을 표기(그림 1)한다. 식물군집 명은 상관에 의해 식생피도의 2/3 정도를 차지하는 종을 우점종으로 표기하되, 한 종 이상일 경우 우점종과 아우점종을 병기하여 표기하며, 『하천 식물군집 분류표』(표 4)

에 따라서 군집을 구분한다.

- 식생도에 표시하는 식물군집의 최소면적은 $5 \times 5 \text{ m}^2$ (표 5)이다.
- 대상조사구 설치 시점과 별도 조사한 군집구조 조사구 위치를 식생도에 표시한다.
- 축적, 방위, 위도, 경도를 기록한다.

<표 4> 하천 식물군집 분류

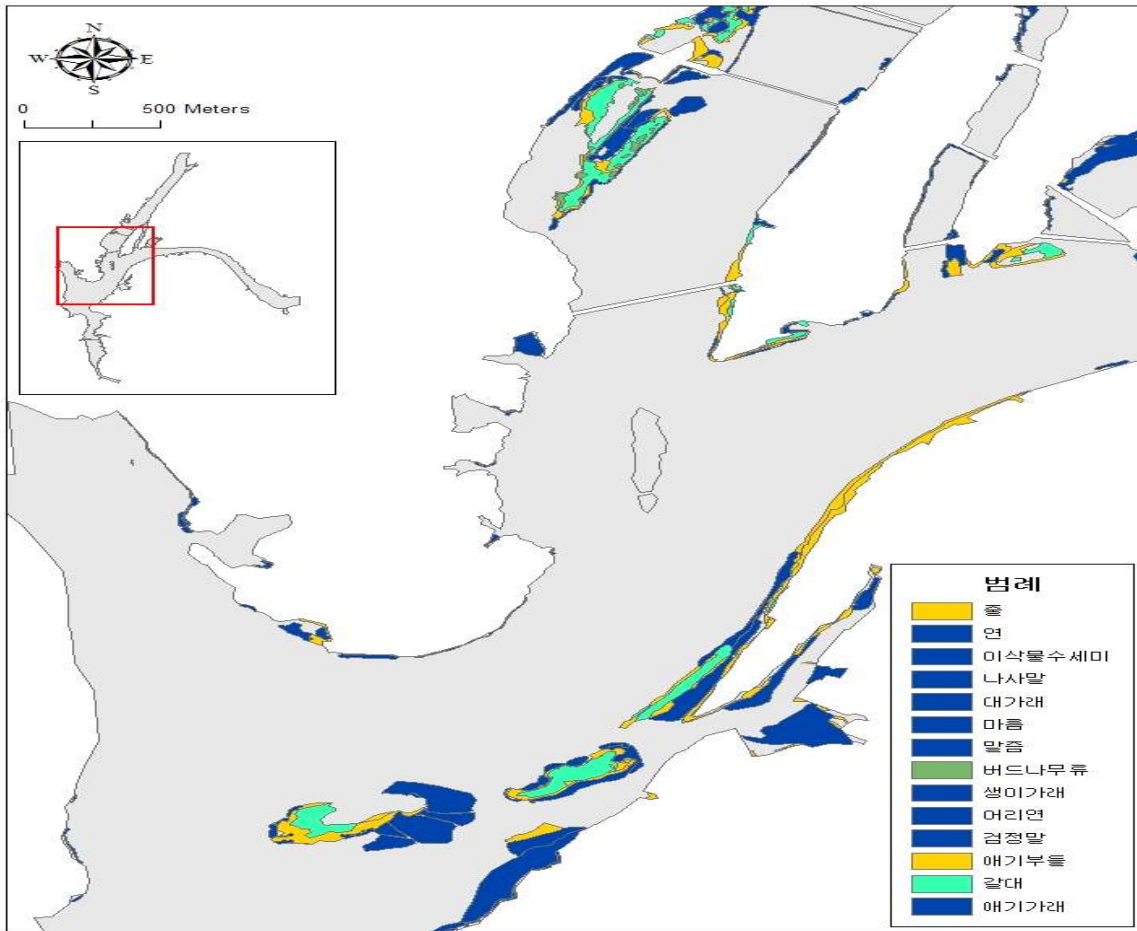
분류	기본분류	번호	내용	군집의 예
	침수식물 군집	1	침수식물이 우점하는 영역	물수세미 군집, 검정말 군집, 말즘 군집
	부엽식물 군집	2	부엽식물이 우점하는 영역	마름 군집, 수련 군집, 노랑어리연꽃 군집
	염습지식물 군집	3	염습지 식물이 우점하는 영역	천일사초 군집, 비쭉 군집, 나문재 군집
	사구식물 군집	4	사구 특유의 식물이 우점하는 영역	갯메꽃 군집, 통보리사초 군집, 갯쇠보리 군집
	일년생초본 군집	5	광엽(쌍자엽 식물) 일년생 초본(또는 2년생 초본)이 우점하는 영역	여뀌 군집, 달맞이꽃 군집, 환삼덩굴 군집
	다년생광엽초원	6	쌍자엽 식물의 다년생 초본이 우점하는 영역	쭉 군집, 사철쭉 군집, 토끼풀 군집
	갈대 군집	7	갈대가 우점하는 영역	갈대 군집
	벼과 달뿌리풀 군집	8	달뿌리풀이 우점하는 영역	달뿌리풀 군집
수변 식생역	벼과 초원	9	물억새가 우점하는 영역	물억새 군집
	그 밖의 벼과 사초과 군집	10	벼과 초본(갈대, 물억새, 달뿌리풀 이외) 및 사초과가 우점하는 영역	띠 군집, 갈풀 군집, 이삭사초 군집
	버드나무 관목림	11	수고가 4 m 이하인 버드나무류가 우점하는 영역	갯버들 군집, 내버들 군집, 선버들 군집
	버드나무 교목림	12	수고가 4 m 이상인 버드나무류가 우점하는 영역	
	그 외 관목림	13	버드나무류 이외의 관목(수고 4 m 이하)이 우점하는 영역	절레 군집, 붉나무 군집, 조록싸리 군집
	낙엽성 광엽수림	14	낙엽성 광엽수(수고 4 m 이상)가 우점하는 영역	오리나무 군집, 아까시나무 군집, 느티나무 군집
	낙엽성 침엽수림	15	낙엽성 침엽수(수고 4 m 이상)가 우점하는 영역	일본잎갈나무 군집
	상록성 광엽수림	16	상록성 광엽수(수고 4 m 이상)가 우점하는 영역	후박나무 군집, 가시나무 군집, 동백나무 군집
	상록성 침엽수림	17	상록성 침엽수(수고 4 m 이상)가 우점하는 영역	소나무 군집, 전나무 군집, 곰솔 군집
조림지	조림지	18	수목을 조림한 영역	리기다소나무림, 현사시나무림, 아까시나무림
	과수원	19	과수원으로 이용하는 영역	과수원, 뽕밭
경작지	밭	20	논, 과수원을 제외한 경작지 영역	밭
	논	21	논으로 경작하는 영역	논
인공 초지	인공초지	22	목초, 등이 이루어지는 초지 영역(운동장, 공원, 골프장 등의 잔디밭은 제외)	목초지, 인공초지, 잔디밭
시설지 등	운동장	23	운동장, 공원, 골프장 등 시설이 점유하는 영역(조성중인 나지 포함)	인공 나지, 골프장, 운동장, 공원
	인공구조물	24	인공적 구조물이 점유하는 영역	콘크리트구조물, 건축물
자연 나지	자연나지	25	식물이 없는 영역(이용할 목적으로 나지화 된 경우 제외)	자연 나지(간석지, 모래·자갈밭)
수면	개방수면	26	침수식물, 부엽식물 군집을 제외한 수면	개방 수면

<표 5> 종-면적 곡선을 이용한 군집 유형별 적정 방형구 면적

군집유형	군집명	적정 방형구 면적(m ²)
침수식물	갈대	5 × 5
	애기부들	5 × 5
단경 초본	쭉	5 × 5
장경 초본	물억새	5 × 5
	망초	5 × 5
버드나무 관목림 교목림	버드나무	10 × 10

<표 6> 식생도 조사자료 입력 양식의 예

id	군집명	분류	면적(m ²)
1	갈대	갈대 군집	NULL
2	버드나무	버드나무 교목림	NULL
3	마름	부엽식물 군집	NULL
4	이삭물수세미	침수식물 군집	NULL

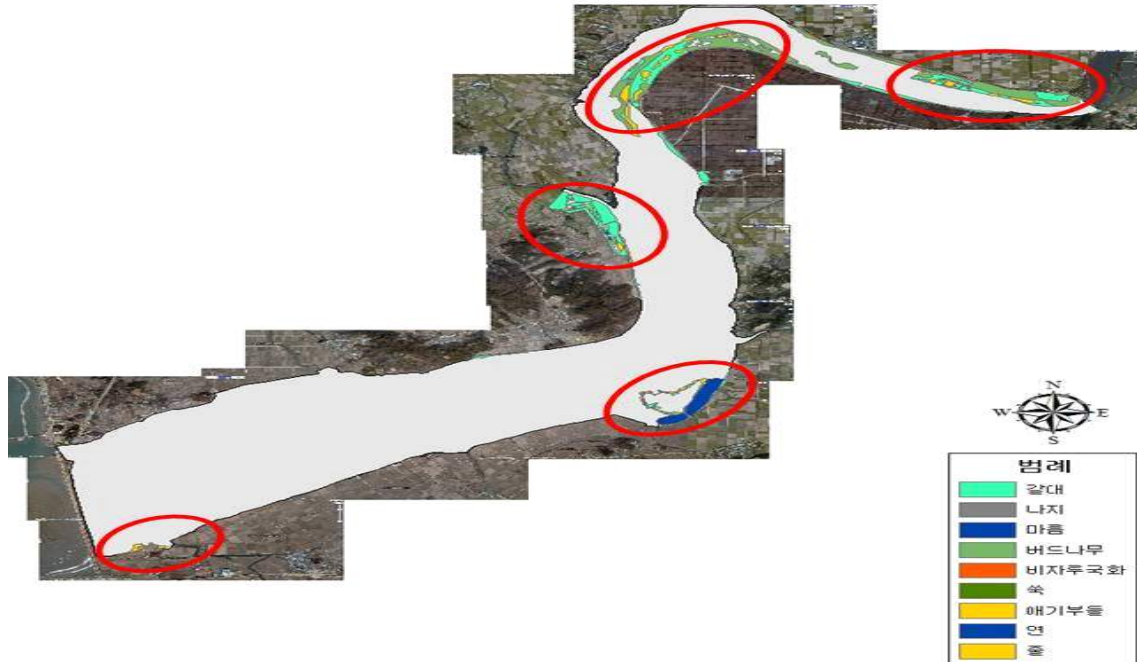


<그림 1> 식생 분포 지역 예시

(라) 식생단면도

- 조사정점 선정 : 식생발달 및 분포상황, 지형, 접근성 등의 조건에 따라 호소 별 3 ~ 5 개의 조사정점을 결정(그림 2)한다. 식생이 빈약한 호소는 1 ~ 2 개의 조사정점을 조사할 수 있고, 종 다양성이 높거나 식생의 분포면적이 넓은 곳은 5 개 이상의 정점을 선정한다.
- 선정된 조사지는 동일 위치에서 반복적인 모니터링 할 수 있게 시점과 종점을 GPS 좌표로 표시한다. 만수위의 시점부에 고정말뚝을 세우고 종점부는 지형지물을 이용해 최대한 자세히 기술한다.
- 식생단면도 작성: 각 정점에서는 1 개씩의 대상 조사구(transect)를 설치 후 식생단면도를 작성한다(표 7, 그림 3). 단면도를 작성하면서 동시에 식생 단면에 나타나는 군집구조를 병행 조사한다(표 10). 대상조사구의 설치 및 조사방향은 고도가 높은 만수위 지역부터 호소 중앙방향으로 전개한다. 식생의 분포면적이 넓은 곳에서는 식생의 대상 분포가 뚜렷한 곳으로 선정하여 동일 대상조사구 내에 다양한 식생형을 포함한다.

- 표 8과 표 9를 참고하여 각 정점의 생육지 환경 및 토성을 기록한다.



<그림 2> 식생 조사 정점 선정 예시

<표 7> 식생단면도 예시

호소명	평택호	조사정점명		조사자		조사일	
대상조사구 시점		35 ° 53' 51.8 " N, 126 ° 55' 27.5 " E		대상조사구 종점		지형지물 자세히 기술	
단면도							
시점기준 누적거리(m)		1	2.5	5.5	15		
수심(cm)							
우점종명		물억새	환삼덩굴	족제비싸리	갈대		
식생높이(m)		2	0.1	2.5	2		



<그림 3> 줄자를 이용한 설치의 예

- 시점기준 누적거리 : 대상조사구 시점으로부터 종점(침수식물대 포함)까지의 누적거리. 식생대가 변할 때 각 식생대의 끝에서 누적거리 및 수심을 측정한다.
- 식생 높이 : 저토에서 식물체 끝까지의 높이, 동일 식생대의 평균 높이를 기록한다.
- 식생대별 우점종 기록. 우점종은 조사구 식생피도의 2/3 정도를 차지하는 종으로 하되, 한 종 이상일 경우 우점종과 아우점종을 병기한다.

<표 8> 식생단면도 생육지 평가

기호	경사	물냄새	물색	탁도	토습
1	< 5 °	나지 않는다	투명	맑다	건
2	5 ~ 10 °	약하게 난다	황색	약간 뿌옇다	적
3	10 ~ 15 °	난다	황갈색/연녹색	약간 탁하다	습
4	15 ~ 20 °	심하게 난다	검푸른색	탁하다	과습
5	> 20 °			매우 탁하다	수중

<표 9> 토성의 판정기준

기호	토성	판정 기준
1	자갈	거의 자갈뿐이다
2	모래자갈	모래와 자갈이 섞여 있다.
3	사토	거의 모래뿐이고 찰기가 전혀 없다.
4	사양토	모래인 느낌이 강하고 찰기는 적다.
5	양토	어느 정도는 모래인 느낌이고 찰기도 있다. 모래와 점토가 같은 정도로 느껴진다.
6	미사질양토	모래인 느낌은 거의 없으나, 포슬포슬한 밀가루 같은 감촉이 있다.
7	식양토	조금 모래인 느낌이 있으나 제법 차지다.
8	중양토	거의 모래를 느낄 수 없고 꽤 차지다.

(마) 식생구조

- 군집구조는 현존식생도에 표시하는 식생군집을 대상으로 조사한다.
 - 식생단면에 나타나는 대상조사구 내에 포함되는 식생군집을 우선적으로 조사한다.
 - 현존식생도에 있으나 대상조사구 내에 포함되지 않은 식생군집은 별도로 조사한다.
- 대상조사구 내 식생군집 조사
 - 식생단면도 작성시, 식생형(식생군집)이 바뀌는 지점에서 군집 조사한다. 단, 한 식생형의 면적이 넓을 경우, 동일 식생형 내에서는 10 m 간격으로 조사한다.
 - <표 7>의 예에서는 물억새 군집, 환삼덩굴 군집, 족제비싸리 군집 및 갈대 군집의 구조를 조사한다.
- 대상조사구 내에 포함되지 않은 식생군집 조사(표 12)
 - 조사방법은 대상조사구 내 식생군집과 동일하다.
- 최소 조사구의 크기: 초본 군집(예 : 갈대, 부들, 물억새 군집)은 5 x 5 m², 목본 군집(예 : 버드나무, 갯버들 군집)은 10 x 10 m²로 한다. 특정 식생형의 폭이 좁아서 이 크기의 조사구를 설치할 수 없는 경우에는 크기를 변형해서 조사하며 조사구의 크기를 반드시 기록한다.
- 조사구 내 종조성 및 종 별 우점도 조사
 - 층구조 구분 : 식생 높이 기준 교목층 > 8 m, 아교목층 5 ~ 8 m, 관목층 1 ~ 5 m, 초본층 < 1 m. 단, 우점종이 초본종이면 높이에 상관없이 초본층으로 기록한다.
 - 층별로 출현종명을 기록하고 우점도는 피도를 측정하여 구분된 등급을 기록한다.
 - 우점도 등급은 Braun-Blanquet의 피도 계급을 피도가 낮은 단계를 보다 세분화한 수정된 기준에 따른다(표 11).
 - 침수식물은 양면갈퀴를 이용하여 조사하고 우점도 등급을 평가한다(표 13, 그림 4, 5).

<표 11> 식물군집 조사에서 우점도 등급 기준

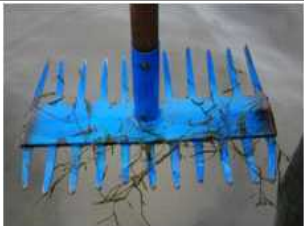





우점도 혹은 개체수	수정한 우점도 계급	Braun-Blanquet 우점도 계급
1개 ~ 수개	1	r
수개 ~ 1 %	2	+
1 ~ 2 %	3	1
2 ~ 5 %	4	
5 ~ 10 %	5	2
10 ~ 25 %	6	
25 ~ 50 %	7	3
50 ~ 75 %	8	4
75 ~ 100 %	9	5

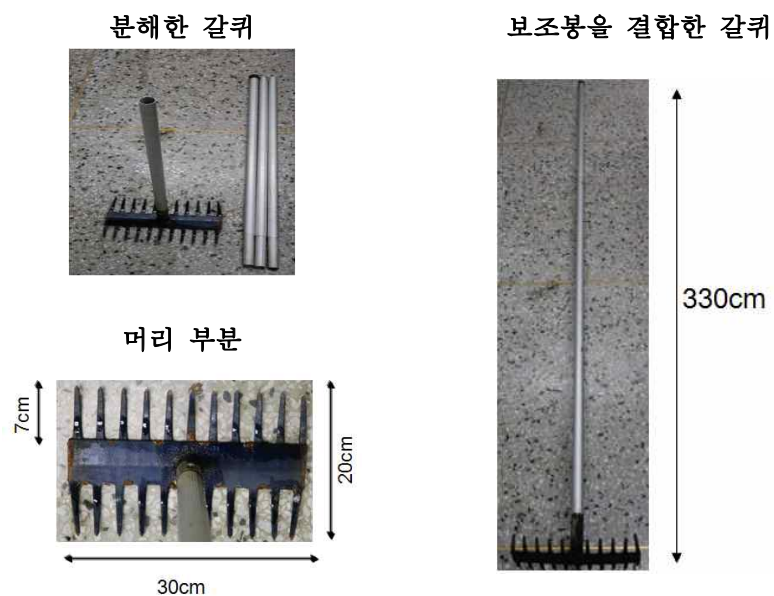
<표 12> 대상조사구 외 별도 조사 군집조사표

[illegible]

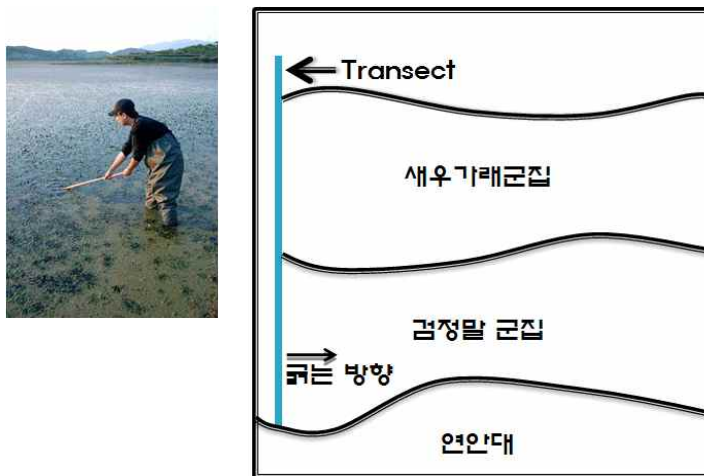
* 숲인 경우, 교목층 (T1 > 8 m), 아교목층 (T2 5 ~ 8 m), 관목층 (S 1 ~ 5 m) 및 초본층 (H < 1 m)으로 구분하고, 층 별로 종의 우점도 평가

<표 13> 양날갈퀴를 이용한 침수식물의 우점도 등급 기준

등급 + (피도 < 1 %)	등급 1 (피도 1 ~ 5 %)	등급 2 (피도 5 ~ 25 %)
		
등급 3 (피도 25 ~ 50 %)	등급 4 (피도 50 ~ 75 %)	등급 5 (피도 75 ~ 100 %)
		



<그림 4> 침수식물을 이용하는 양날갈퀴



<그림 5> 침수식물 조사의 예

(바) 식물상

- 식물상 조사지역: 각 대상조사구 기준선의 양쪽 10 m 내(폭 20 m)(표 14), 이 외의 지역에서 발견한 종은 별도로 기록(표 15)한다.
- 현장에서 동정이 어려운 종은 채집하여 도감 이용 또는 전문가에게 의뢰한다. 식물이 어리거나 표본의 상태가 좋지 않아서 실내 동정이 어려운 종은 속 수준이나 그 이상의 분류단계로 분류한다.
- 침수식물은 배 혹은 물가에서 양날갈퀴를 이용하여 채집하여 동정한다.
- 법적 보호종, 희귀종 등의 보호식물은 채집하지 않고 사진으로 촬영한다.
- 중요 식물이나 특정외래식물은 조사된 장소의 위치(GPS 좌표), 환경, 생육 상태, 피도, 개체수 등의 정보를 상세히 기록한다.
- 식물 생육에 영향을 미치는 환경 특성과 교란 요인을 기록한다.
- 조사범위의 상황과 주요 종의 사진 촬영을 한다.
- 습지식물 및 생활형 구분은 「우리나라 습지생태계 관속식물의 유형분류, 정연숙 외, 수생태복원사업단 2012」 참조한다.

(사) 현장 및 출현종 사진

- 현장사진은 현장의 상황을 파악할 수 있도록 원경 및 근경을 촬영한다.
- 주요 출현종에 대해서는 사진촬영을 하여 파일로 보관하고, 파일명은 종명, 출현지점 및 조사도구, 날짜 등을 포함한다.

<표 14> 대상조사구 좌우 10 m 이내 지역 식물상 조사표

[illegible]

4. 저서성 대형무척추동물

가. 조사방법

(1) 조사항목

- 저서성 대형무척추동물의 출현종 목록 및 개체수 밀도
- 제 1, 2 우점종 및 우점율
- 군집분석(종 다양도, 종 풍부도)

(2) 조사범위 선정

- 호소는 수변부를 중심으로 조사하며, 중앙부는 필요시 조사함을 권장한다.
- 유입하천으로부터의 영향을 줄이기 위해 수변부의 조사정점은 유입부로부터 약 100 m 이상 떨어진 정점부터 유출부까지 조사범위로 정하고, 그 범위 내에서 일정한 거리의 3 개 이상의 정점을 선정한다(단, 호소의 면적이 약 30 km² 이상인 대형호의 경우 최대 5 개 정점을 선정).
- 각 조사정점은 적절한 거리를 유지하고 다양한 서식처를 선정한다.
- 호소의 중앙부는 1 개 정점을 선정하며, 가지형 호소인 경우 중앙부의 수심이 깊은 곳이나 각 가지의 직선상 교차점을, 원형 호소인 경우 장축과 단축의 교차점을 선정한다(단, 호소의 면적이 약 30 km² 이상인 대형호의 경우 2 개 정점을 선정).

(3) 시료채취

- 물의 흐름이 없고 하상구조(진흙, 썰 등)가 단순하며 수심이 깊은 호소에서는 수심이 1 m 이하(대체로 30 ~ 50 cm)인 수변부 중 수생식물이 밀집한 곳과 수생식물이 없는 곳에서 각각 정량 1 회씩 총 2 회 조사한다(단, 수생식물이 없는 경우 다른 하상구조나 수심을 고려하여 조사함).
- 수변부에서 정량조사 방법은 드렛지(폭 40 cm, 망목 0.50 mm)를 이용하여 1.0 m를 2 회 끄는 방식으로 채집한다.
- 호소의 중앙부 조사는 필요시 실시하는 것으로 권장하며, 하상구조에 따라 에크만 그랩(20 × 20 cm)이나 포나 그랩(20 × 20 cm)을 이용하여 각각 3 회씩 하상을 채취한 후 공극 지름 0.5 mm체로 체질하여 생물을 채취한다.

- 호소의 정성조사는 등근 뜰채(hand net) 등을 이용하여 낙엽이 쌓인 곳, 수초가 있는 곳, 수변부, 하상이 다양한 곳, 모래 등 다양한 미소서식처에서 5 분 이상 채집하여 해당 호소의 조사범위에 서식하는 전반적인 생물상을 채집한다.

(4) 시료보존 및 관찰

- 저서성 대형무척추동물의 표본은 현지에서 100 % 에틸알코올(C_2H_6O)로 고정시켜 실내로 옮긴 후 새로운 80 % 에틸알코올로 교체한다.
- 채집된 생물상은 육안으로 형태적으로 유사한 생물상끼리 구분하며, 구분된 생물상은 해부현미경이나 광학현미경을 이용하여 종(species) 수준까지 동정한다.
- 각 분류군의 동정은 기존의 검색표를 이용하며, 분류학적 체계 및 국명은 한반도 생물자원 포털(SPECIES KOREA)(<http://www.nibr.go.kr/species/home/main.jsp>)에 따라 작성한다.

<표 16> 분류군별 참고자료

분류군	제 목	저자	연도
무척추동물	한국동물명집	한국동물분류학회	1997
무척추동물	논 생태계 수서무척추동물 도감	농촌진흥청	2008
수서곤충	한국동식물도감 제 12 권 동물편(곤충류 IV)	문교부	1971
수서곤충	Aquatic Entomology	McCafferty	1981
수서곤충	한국동식물도감 제 30 권 동물편(수서곤충류)	윤일병	1988
수서곤충	한국곤충명집	한국곤충학회	1994
수서곤충	수서곤충검색도설	윤일병	1995
수서곤충	한국의 수서곤충	원두희 등	2005
수서곤충	An introduction to the Aquatic Insects of North America (Fourth edition)	Merritt & Cummins	2008
수서곤충	우리농촌에서 쉽게 찾는 물살이곤충	농업과학기술원	2008
수서곤충	한국산 수서곤충의 개정목록	정상우 등	2011
패류	한국동식물도감 제 32 권 동물편(연체동물 I)	권오길	1990
패류	원색한국패류도감	권오길 등	1993
패류	신원색한국패류도감	권오길 등	2001
패류	한국의 담수패류	정평림	2003
패류	우렁이와 달팽이	이준상, 민덕기	2005
환형동물문	전남산 턱거머리목의 분류학적 연구	강동완	1988
환형동물문	한국산 거머리강(환형동물문)의 분류	송광래	1995
새우류	한국동식물도감 제 19 권 동물편(새우류)	김훈수	1977
하루살이목	한국의 곤충(제 6 권 1 호). 하루살이류(유충)	배연재	2010
잠자리목 (실잠자리아과)	한국의 곤충(제 4 권 1 호). 실잠자리류	배연재	2011
잠자리목	한국 잠자리 유충	정광수	2011
잠자리목	한국의 곤충. 잠자리류 (측범잠자리과, 왕잠자리과, 장수잠자리과)	배연재, 이해영	2012

(5) 군집분석

- 호소별 조사된 출현생물군 결과는 단위면적당 개체수밀도(inds./m²)로 환산한다.
- 정량 및 정성조사 자료를 이용하여 각 조사정점별 출현분류군 리스트를 작성한다.
- 정량 채집된 자료를 이용하여 정점별 분류군별 종수 및 개체수밀도, 우점종 및 우점율, 수리군집지수(우점도지수, 다양도지수, 균등도지수, 풍부도지수)를 조사한다.
- 군집 다양성 지수
 - 모든 종의 출현개체수를 N, i 종의 출현개체수를 N_i, 총출현종수를 S, 제 1 우점종의 출현개체수를 N₁, 제 2 우점종의 출현개체수를 N₂ 라 할 때,

$$\text{우점도지수}(DI) = \frac{N_1 + N_2}{N}$$

$$\text{종 풍부도지수}(RI) = \frac{S-1}{\ln N}$$

$$\text{종 다양도지수}(H') = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i, \quad p_i = \frac{N_i}{N}$$

$$\text{종 균등도지수}(J') = \frac{H'}{\log_2 S}$$

<표 17> 군집분석(예시)

출현종류	출현개체수 N _i	우점종	$p_i = \frac{N_i}{N}$	$\log_2 p_i$	$p_i \log_2 p_i$	Q_i
A	10		0.0246	-5.3434	-0.1316	3
B	12		0.0296	-5.0804	-0.1502	4
C	35		0.0862	-3.5361	-0.3048	2
D	283	제 1 우점종	0.6970	-0.5207	-0.3629	1
E	21		0.0517	-4.2730	-0.2210	3
F	45	제 2 우점종	0.1108	-3.1735	-0.3517	2
총출현종수 S	6					
총출현개체수 N	406		다양도지수 H'	$-\sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i = 1.52$	생태점수 ESB	
우점도지수 DI	(283+45)/406 = 0.81		균등도지수 J'	$\frac{H'}{\log_2 S} = 2.51$	$\sum_{i=1}^S Q_i = 15$	
종풍부도지수 RI	(6-1)/ln(406) = 0.83					

(6) 현지조사표 기재방법

- 조사정점의 서식처 유형, 환경정보, 수질환경, 유역토지이용(자연식생, 농경지, 거주지,

상업지역, 공업지역, 유원지, 도로 등), 수변환경(식생, 수피도, 제방), 미소서식처의 하상 구조(모래, 잔자갈, 자갈 등), 수온, 수심, 수질, 주요 출현생물, 특이사항 등 주변 및 조사환경 등을 기록한다.

5. 어류

가. 조사방법

(1) 조사항목

- 어류의 출현종 목록 및 상대풍부도
- 우점종 및 법정보호종
- 외래종의 상대풍부도 현황 분석
- 군집분석(종 다양도, 종 풍부도, 종 균등도, 군집 우점도)

(2) 조사범위

- 개방부(댐호), 호안부 및 유입부(유입하천)을 포함한다.
- 호소는 대상 호소의 상시만수위 이하의 범위를 대상으로 한다.

(3) 조사시기

- 2 회/년(4 ~ 6 월, 9 ~ 10 월)
- 유의사항
 - 조사시기는 최대 일주기 대기온도가 19 ℃를 상회하고, 물리적, 수리수문학적 수환경이 안정된 시기를 선정한다.
 - 특정 시기에 소상/강하성 어류를 확인할 수 있도록 종에 따라 적절한 시기를 선정한다.

(4) 조사정점 선정

- 호소의 상류부와 하류부의 어류 서식에 적절한 지점을 선정한다.
- 조사대상 호소의 면적에 따라 정점수를 선정한다(표 18).
- 호소의 형태 및 조사 정점위치를 파악하기 위해 지도를 작성하고, 각 정점의 위치를 지도를 표시하여 기록한다.
- 호소의 위치는 행정구역명으로 표기하며, 각 조사정점 위치는 GPS 좌표로 표기한다(표 19).

<표 18> 호소면적 (A)에 따른 호소의 조사 범위 및 정점수 선정

항목		소형호 ($\leq 3 \text{ km}^2$)	중형호 ($3 < A < 50 \text{ km}^2$)	대형호 ($\geq 50 \text{ km}^2$)
조사 지점	연안부 정점	3 개 정점 (투망, 죽대)	6 개 정점 (투망, 죽대)	8 개 정점 (투망, 죽대)
	중심부 정점	1 개 정점 (삼중자망)	2 개 정점 (삼중자망)	3 개 정점 (삼중자망)
조사 시기	6 ~ 7 월	1 회 / 장마 전기		
	9 ~ 10 월	2 회 / 장마 후기		

<표 19> 호소별 각 조사정점의 상세 위치 정보

등 급	행정구역명	GPS 위치정보	
St. 1		N :	E :
St. 2		N :	E :
St. 3		N :	E :

(5) 조사방법

(가) 인적 구성

- 모든 조사자들에게 사전에 적절한 교육과 훈련이 필요하다.
- 어류채집 조사에 대한 현장경험이 3 년 이상인 전문가가 반드시 1 인 이상 포함되어야 한다.
- 사전에 반드시 안전교육을 받아야하며, 그동안 실시된 안전교육에 대해 조사 전 상기시키는 것이 필요하다.
- 수심이 얇은 연안부 및 유입부 정점에서는 투망 2 인, 죽대 1 인 1 조로 구성한다. 수심이 깊은 개방부 조사 시 선박(면허소지자 포함) 및 조사 장비 등을 이용하여 4 인 1 조로 구성한다(구명조끼 착용필수)(그림 6).



<그림 6> 어류 채집 조사원의 구성 (왼쪽: 3인 1조, 오른쪽: 4인 1조)

(나) 어류 채집 도구(그림 7)

- 호소 현장 조사 시 사용되는 어구는 투망, 족대, 자망만을 사용하도록 한다.
- 투망과 족대는 유입부와 호안부, 자망은 호소의 개방부에서 사용한다.



<그림 7> 호소에서 어류 조사시 필요한 어구 및 장비들

<표 20> 어류 채집시 적합한 환경

어류 조사 도구	호소구역			적합한 환경	조사빈도
	개방부	호안부	유입부		
투망	△	○	○	연안부 지점에서 수심이 얇고 장애물(거설, 수침목)이 없는 개방수역	각 지점당 1 인 10 회
죽대	△	○	○	호안식생대, 침수식물대, 하상의 돌아래, 모래, 진흙으로 구성된 지역	한 지점당 1 인 1 시간
자망	○	△	△	담호내 흐름이 적고, 어류가 지나가는 길목 등의 지역	오후에 설치, 다음날 오전회수

※ 조사필요성 ○ : 필수적으로 실시
△ : 조사지점내 적합한 환경이 있을 경우 필요에 따라 실시

(다) 어구 사용 방법(그림 8)

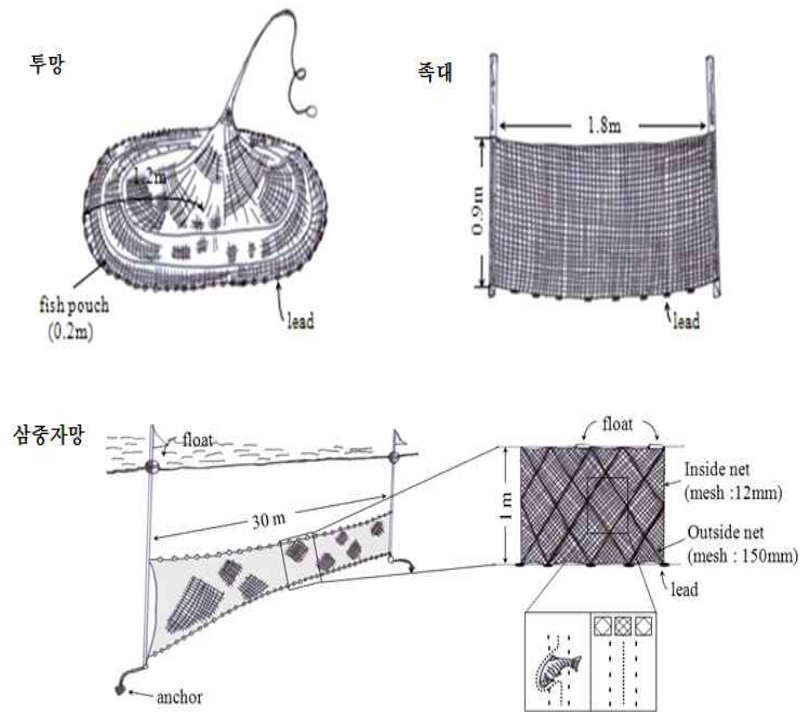
○ 투망 사용 방법(그림 9)

- 호소의 연안부와 유입부에서 부유성 및 저서성 어류를 동시에 채집 가능한 어획 도구로 치어의 포획보다는 자어 및 성어의 포획에 유리하다.
- 포획하려는 대상 어종은 물리적 특성(수심)에 따라서 다양한 형태 및 망목 크기로 채집한다.
- 망목 크기는 7 x 7 mm 이하의 투망을 반드시 사용한다.
- 조사경력 3 년 이상을 보유한 조사자가 반드시 함께 조사하도록 한다.
- 투망은 2 인 1 조로 구성되며, 조사정점 200 m 구간에서 1 인당 10 회씩 총 20 회 투척을 실시한다.
- 바람 및 주변 장애물에 의해 투망이 완전히 퍼지지 않은 경우는 조사 횟수에서 제외하고, 이 때, 포획한 어류는 계측에서 제외한다.
- 호소에서는 바닥상태나 수심을 구별하기 어려워 주의를 필요로 한다.
- 한 곳에서 집중적으로 투망하는 것은 피하고 조사정점의 물리적 환경조건에 따라 다양한 정점에서 투망하도록 한다.

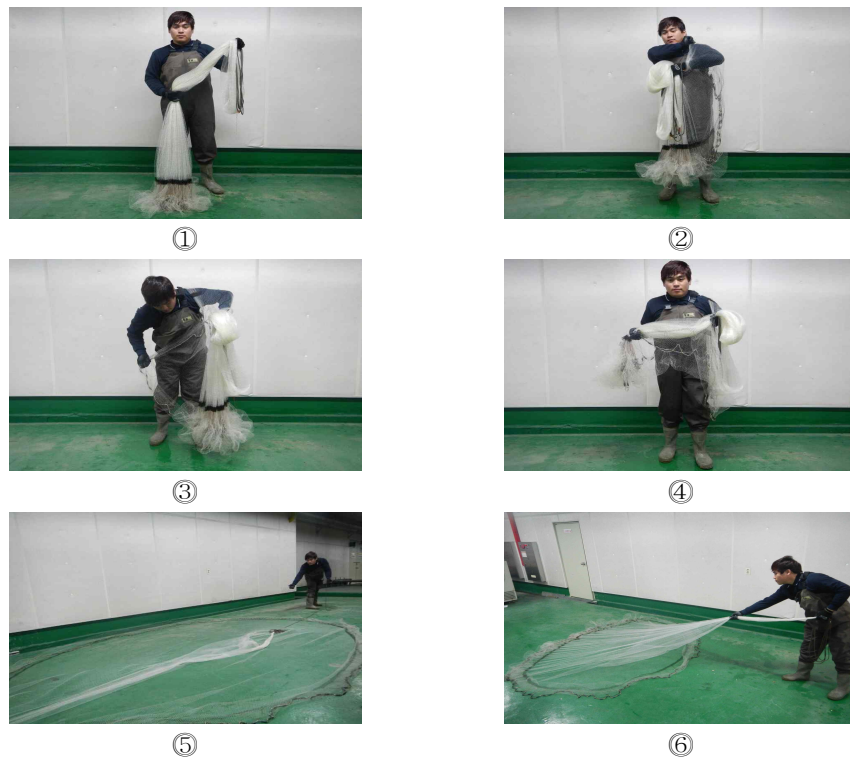
○ 죽대 사용 방법(그림 10)

- 호안 식생대, 침수 식생대, 하상의 돌 밑, 모래·진흙에 묻혀 있는 비교적 소형 어류 채집에 효과적이다.
- 다른 방법보다 더 많은 어종을 확인할 수 있어 어류 조사 시 필수불가결한 방법이다.

- 숙련된 기술을 가진 사람이 조사를 실시해야 한다.
- 그물 밑단이 하상, 하안에 빈 공간 없이 고정시킬 수 있게 앞부분에 추가 달려있고, 직선상으로 된 것을 사용한다.
- 망목은 4 x 4 mm정도, 길이는 1 x 0.8 m를 사용한다.
- 족대 자루의 길이는 상황에 맞게 구별하여 사용하며, 조사 지점 당 60 분 동안 조사 실시한다.
- 자망 사용 방법(그림 11)
 - 댐 호내(개방부) 조사 시 효율적인 방법이다.
 - 대상 어종에 따라 망목, 수심, 시간 등을 고려하여 설치한다.
 - 유영어, 야행성 어류, 저서성 어류 등 많은 어종을 채집한다.
 - 망목에 따라 다양한 크기의 어류 채집 가능하므로 상황에 맞는 적당한 망을 사용해야 한다.
 - 망목이 4 절(45 x 45 mm)과 12 절(12 x 12 mm) 망목크기를 원칙으로 한다.
 - 자망의 총길이는 50 m, 그물 높이는 1 m의 자망을 사용하고, 삼중으로 겹쳐진 망을 사용한다.
 - 자망을 이용한 포획 시에는 어종의 크기를 고려하여 망목은 4 절과 12 절을 사용하여 12 시간이상(저녁에 설치하고 그 다음날 아침에 회수) 정치한다.



<그림 8> 호소 건강성 평가에 사용되는 어구의 구성



<그림 9> 호소 연안대에서 투망을 이용한 어류 채집법



①



②



③



④

<그림 10> 호소 연안대에서 족대를 이용한 어류 채집법



①



②



③



④



⑤



⑥



⑦



⑧

<그림 11> 수심이 깊은 지역에서 삼중자망을 이용한 어류 채집법

(라) 시료 보존 및 관찰

- 채집된 어류는 현장에서 직접 관찰 동정한 후 즉시 방류하며, 현장 동정이 불가능한 치어나 어종은 20 % 중성포르말린에 고정 및 보존하여 실험실로 운반하여 동정한다.

<표 21> 분류 및 동정에 사용되는 국내 어류도감 및 참고문헌 목록 (1차적으로 동정에 이용)

서명		저자	출간년도
어류도감	한국의 민물고기	김익수, 박종영	2002
	한국어도보	정문기	1977
	한국동식물도감 (담수어류)	김익수	1997
	한국어류검색도감	윤창호	2002
참고문헌	원색한국어류대도감	김익수, 최 윤, 이충렬, 이용주, 김병직, 김지현	2005
	금강의 민물고기	손영목, 송호복	2006
	특징으로 보는 한반도 민물고기	이완옥, 노세윤	2007
	민물고기 쉽게 찾기	노세윤	2009

(6) 조사표 기재방법

(가) 현지조사표

- 사전에 먼저 조사표 양식의 호소수질 및 수생태계관리카드에 기재한다.
- 분석자는 조사표 양식에 조사 호소명과 정점명 및 소속과 성명을 기재한다.
- 출현도 조사단위는 개체수로 국한한다.

(나) 기록항목

- 조사 정점별, 어구별 채집된 어종 및 개체수를 표기한다.
- 호소별 조사정점 위치도 및 조사 시기를 기록한다.
- 어류의 종별 개체수 및 상대풍부도 산정한다.
- 조사정점, 어구설치, 출현어종에 대한 사진촬영을 실시한다(그림 12).
 - 조사 정점 파일명 정리: 대권역 - 호소명 - 지점명 - 조사일자 - 호안, 하상 및 특이사항 중 선택

예) 한강 - 소양호 - S1 - 20081014 - 하상

- 어구 설치 파일명 정리: 대권역 - 호소명 - 정점명 - 조사일자 - 투망, 족대, 자망 중 선택

예) 한강 - 소양호 - S1 - 20081014 - 투망

- 출현종 파일명 정리: 종명(한글) - 종명(학명) - 호소명 - 채집일자 - 채집자 성명

예) 갈겨니 - *Zacco temminckii* - 소양호 - 20081014 - 홍길동(그림 13)

- 조사대상 호소(수계)의 현장사진 기록 및 DB를 정리한다.

- 1, 2 차 각각 모두 촬영하는 것을 기본으로 한다.
- 촬영된 사진은 양식에 맞게 파일명 정리하고, 폴더로 구분하여 DB화 한다.
- 사진크기는 해상도 2,592 x 1,944 pixel(500 만 화소)이상, 1.0 MB 이상의 jpg파일로 저장한다.
- 폴더명 정리 : 대권역 - 호소명

예) 한강 - 북한강 - 소양호

- 하위폴더명 정리 : 대권역 - 호소명 - 조사시기

예) 한강 - 북한강 - 소양호 - 1 차 조사



참마자(*Hemibarbus longirostris*)



쏘가리(*Siniperca scherzeri*)



배스(*Micropterus salmoides*)



블루길(*Lepomis macrochirus*)

<그림 12> 대상 호소에서 채집된 어종 사진 촬영 자료 예

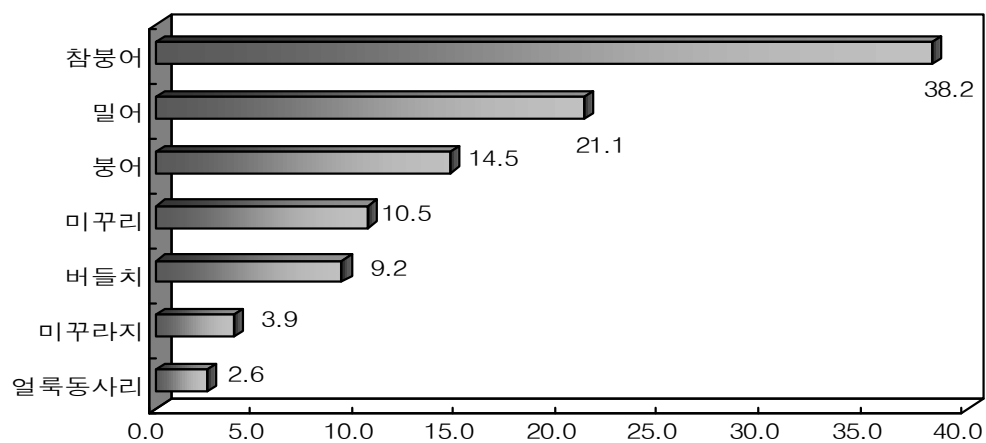


(a) 금강 - 부안호 - S2 - 20101017 - 호안 (b) 쏘가리 - *Siniperca scherzeri* - 부안호 - 홍길동

<그림 13> 대상 호소에서 촬영한 지점 및 어종 사진명 작성

(7) 평가지표

- 어류 종 목록 작성 및 기술
- 어류의 상대풍부도 기술(그림 14)
- 법정보호종의 상대풍부도 기술
- 외래종의(표 22) 상대풍부도 현황 분석 및 기술
- 어류를 이용한 군집지수 분석표 작성 및 기술(표 23)



<그림 14> 출현 어종별 상대풍부도(예시)

<표 22> 국내 수계로 유입된 외래도입종 목록

번호	학 명	국 명	도 입 국	도입 시기	도입 목적
1	<i>Acipenser baeri</i>	시베리아철갑상어	러시아	1998	양식
2	<i>Acipenser ruthenus</i>	러시아철갑상어	〃	1998	〃
3	<i>Acipenser guldenstadti</i>	스텔렛철갑상어	〃	1998	〃
4	<i>Huso huso</i> × <i>A. ruthenus</i>	베스테르철갑상어	〃	1998	〃
5	<i>Anguilla anguilla</i>	유럽뱀장어	유럽	1999	〃
6	<i>Cyprinus carpio</i>	잉어	일본	1929	〃
7	<i>Cyprinus carpio</i>	이스라엘잉어	이스라엘	1971 - 73	〃
8	<i>Cyprinus carpio</i>	거울잉어	독일	2002	〃
9	<i>Ctenopharyngodon idellus</i>	초어	일본, 대만	1963-75	〃
10	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	백련어	대만	1963 - 67	〃
11	<i>Aristichthys nobilis</i>	대두어	대만	1967	〃
12	<i>Carassius cuvieri</i>	떡붕어	일본	1971 - 72	양식
13	<i>Leuciscus idus</i>	금빛황어	독일	1999 - 01	실험
14	<i>Clarias batrachus</i>	열대메기	남아공	1999	양식
15	<i>Ictalurus punctatus</i>	찬넬동자개	미국, 일본	1972	〃
16	<i>Leiocassis longirostris</i>	중어	중국	2000	〃
17	<i>Onchorhynchus mykiss</i>	무지개송어	미국, 일본	1965	〃
18	<i>Onchorhynchus kisutch</i>	은연어	미국	1969	〃
19	<i>Onchorhynchus gorboscha</i>	곰사연어	일본	1985 - 89	자원조성
20	<i>Salvelinus malinus</i>	곤들메기	일본, 미국	1999	양식
21	<i>Thymallus arcticus</i>	극지송어	캐나다	1987	자원조성
22	<i>Oryzias latipes</i>	황송사리	일본	1999	실험
23	<i>Rivulus marmoratus</i>	점박이송사리	독일	1982	〃
24	<i>Lepomis macrochirus</i>	블루길	일본	1969	자원조성
25	<i>Micropterus salmoides</i>	큰입배스	미국	1973	〃
26	<i>Micropterus dolomieu</i>	작은입배스	미국	1973	〃
27	<i>Oreochromis niloticus</i>	나일틸라피아	대만	1975	양식
28	<i>Oreochromis mossambicus</i>	모잠비크틸라피아	태국	1955	〃

<표 23> 각 지점별 군집분석표

구 분	종 다양도 지수 (H')	종 풍부도 지수 (d)	종 균등도 지수 (J')	군집 우점도 지수 (λ)
St. 1				
St. 2				
St. 3				
St. 4				
St. 5				
St. 6				

- 종 다양도 지수(Shannon - Weaver diversity index, H')

$$H' = - \sum P_i \log_{10} P_i$$

[$P_i = N_i / N$]

- 군집 우점도 지수(Simpson's Dominance Index, λ)

$$\lambda = \sum \frac{N_i^2 - N}{N(N-1)}$$

[N = 총 출현 개체수, N_i = i 종의 개체수, S = 총 출현 종수]

- 종 균등도 지수 (Pielou's evenness index, J')

$$J' = \frac{H'}{\log_e S}$$

[H' = 종 다양도 지수, S = 총 출현 종수]

- 종 풍부도 지수 (Margalef diversity index, d)

$$d = \frac{(S-1)}{\ln(N)}$$

[N = 총 출현 개체수, S = 총 출현 종수]

6. 양서류

가. 조사방법

(1) 조사항목

- 출현종 목록 및 상대풍부도
- 우점종 및 법정보호종
- 외래종의 상대풍부도 현황 분석
- 군집분석(종 다양도, 종 풍부도, 종 균등도, 군집 우점도)

(2) 조사범위

- 개방부(댐호), 호안부 및 유입부(유입하천)을 포함한다.
- 호소는 대상 호소의 상시만수위 이하의 범위를 대상으로 한다.

(3) 조사시기

- 양서류의 활동시기를 고려하여 2회/년 조사한다.
- 조사시기
 - 1 차 조사 : 5 ~ 6 월
 - 2 차 조사 : 8 ~ 9 월
- 유의사항
 - 변온동물인 양서류는 주변의 물리적인 환경에 영향을 받으므로, 매 조사마다 대기온도, 수온, 습도, 날씨를 반드시 기록한다.

(4) 조사정점 선정

- 호소 내부의 수변부와 식생 밀집 지역은 양서류의 서식과 산란이 예상되는 곳이며, 호소 외부의 산과 연결되는 정점, 호소와 연결한 논과 웅덩이 등 역시 양서류의 주요 서식지로서 이들을 중심으로 내·외부의 세부조사정점 지정이 필요하다.
- 조사대상 호소의 면적에 따라 정점수를 선정한다(표 24).

<표 24> 호소면적별 조사지점수 선정(A : 만수면적)

항목	소형호 (A < 3 km ²)	중형호 (3 ≤ A < 30 km ²)	대형호 (30km ² ≤ A)
	3개 정점	4개 지점	5개 지점
조사 정점	- 개방부 1 정점 - 호안부 1 정점 - 유입부 1 정점	- 개방부 1 정점 - 호안부 2 정점 - 유입부 1 정점	- 개방부 1 정점 - 호안부 3 정점 - 유입부 1 정점

- 호소의 형태 및 조사 정점 위치를 파악하기 위해 지도를 작성하고, 각 정점의 위치를 지도에 표시하여 기록한다.
- 호소의 위치는 행정구역명으로 표기하며, 각 조사 정점 위치는 GPS 좌표로 표기한다(표 25).

<표 25> 호소별 각 조사정점의 상세 위치 정보

등 급	행정구역명	GPS 위치정보
St. 1	N :	E :
St. 2	N :	E :
St. 3	N :	E :

(5) 조사방법

- 각 세부조사정점에 대하여 스톱워치를 이용하여 제한된 시간 동안(예, 1 시간; 조사자가 다수 인 경우 합한 시간으로 계산) 관찰을 실시하며, 발견되는 양서류 알, 유생, 성체(청음 포함)의 종을 결정하고, 수량을 기록한다. 필요한 경우 암컷과 수컷을 구분하여 기록할 수도 있다. 발견된 양서류는 GPS를 이용하여 정확한 발견 정점을 기록하며, 필요시 사진 촬영 후 포획된 장소에 방사한다.
- 물속에서 서식하는 유생의 종과 개체 수 확인을 위하여 어류 포획용 그물망(dip net)을 이용한다. 세부조사정점 별 3회의 그물망 수집을 실시를 하며, 확인된 유생의 종 명, 개체수를 기록한다. 필요시 Gosner (1960) 발달단계에 따라 발달단계를 기록할 수 있다.

<표 26> 분류 도감

분류 도감	저 자	발행년도
한국동식물도감: 제 17 권 동물편(양서·파충류)	강영선, 윤일병	1975
한국 양서·파충류 생태도감	이정현, 장환진, 서재화	2011
Morphological Characterization and Classification of Anuran Tadpoles in Korea	박대식 등	2006

(6) 정량분석

- 각 조사정점에서 확인된 종과 성체의 개체수를 이용하여, 우점도(Dominance Index; McNaughton, 1967), 종 다양도(Biodiversity Index; Pielou, 1966), 종 균등도(Evenness Index; Pielou, 1966), 종 풍부도(Richness Index; Margalef, 1958), 상대밀도(Relative Density; %)를 산출한다.

(7) 평가지표

- 범정보호종의 상대풍부도를 기술한다.
- 군집지수 분석표 작성 및 기술한다(표 27).
- 군집분석 시 알과 유생의 처리는 필요한 경우 ‘전국자연환경조사 지침(국립환경과학원, 2013)’에 근거하여 다음과 같은 방법으로 개체수를 산정하여 군집분석에 자료로 이용한다.
 - 난괴와 유생을 성체로 환산한다.
: 난괴는 “난괴의 수 × 2“, 유생은 “발견지점 수 × 2“
 - 난괴로 산란하지 않고 개개의 알(egg)로 번식하는 종을 환산한다.
: “산란지점 수 × 2“로 환산
 - 준성체는 성체대비 생존률이 낮은 점을 고려하여 1,000 개체를 성체 1 개체로 환산한다.
 - 다수의 청음은 개체수 결정이 어렵기 때문에 지점 당 20 개체로 환산한다.
 - 모든 조사에서 확인되는 개체수는 최대 개체수가 아닌 전체 개체수로 군집분석을 실시한다.

<표 27> 각 정점별 양서류 군집분석표

구 분	종 다양도 지수 (H')	종 풍부도 지수 (d)	종 균등도 지수 (J')	군집 우점도 지수 (λ)
St. 1				
St. 2				
St. 3				
St. 4				
St. 5				
St. 6				

- 종 다양도 지수(Shannon-Weaver diversity index, H')

$$H' = - \sum P_i \log_{10} P_i$$

[$P_i = N_i / N$]

- 군집 우점도 지수(Simpson's Dominance Index, λ)

$$\lambda = \sum \frac{N_i^2 - N}{N(N-1)}$$

[N = 총 출현 개체수, N_i = i 종의 개체수, S = 총 출현 종수]

- 종 균등도 지수 (Pielou's evenness index, J')

$$J' = \frac{H'}{\log_e S}$$

[H' = 종 다양도 지수, S = 총 출현 종수]

- 종 풍부도 지수 (Margalef diversity index, d)

$$d = \frac{(S-1)}{\ln(N)}$$

[N = 총 출현 개체수, S = 총 출현 종수]

[별표 1]

조사표 양식

〈호소 수질 및 수생태계 관리카드: 호소 일반현황〉

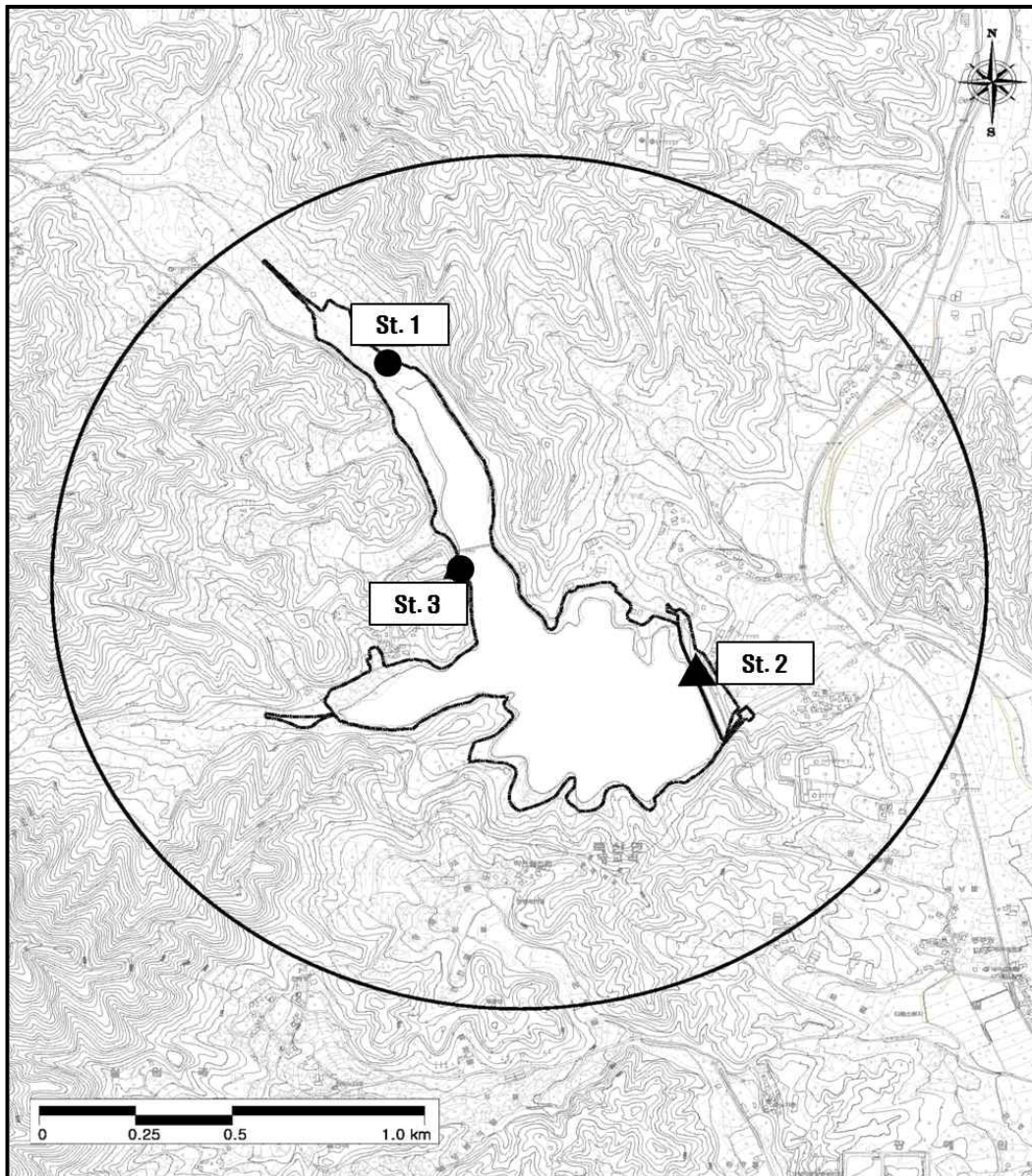
일반현황	호소명		
	지정근거유형		
	조사자(수면관리자)		
	조사보고자		
	호소 위치 주소		
	유역 내 행정구역별 면적		
	조사일자		
	보고주기		
	생성년도		
	유입하천명		
	유출하천명		
	총유역면적(km ²) (상류댐 포함)		
	자기유역면적(km ²) (상류댐 제외)		
	호소의 성상	호소의 성인	인공호(), 자연호(석호, 하천호, 화구호, 기타)
염분 특성		담수호(< 5 ppt)(), 기수호(< 15 ppt)(), 해수호(> 15 ppt)()	
댐높이 분류		댐(> 5 m) (), 저수지(< 5 m) ()	
호소의 모양		나뭇가지형(), 장방형(), 원형/타원형(), 삼각형()	
호소 제원	제방의길이(m)		
	제방높이(m)		
	홍수기 수위(EL.m)		5 일 유황
	갈수기 수위		360 일 유황
	최저하상표고(EL.m)		
	연평균수위(EL.m)		
	최대수심(m)		
	호소 둘레(km)		
	만수위수면적(km ²)		
	연평균수면적(km ²)(A)		
	만수위저수용량(10 ⁶ m ³)		
	연평균저수용량(10 ⁶ m ³)(V)		
	연평균 유입수량(10 ⁶ m ³ /yr)(Q)		
	유효저수용량(10 ⁶ m ³)		
	연평균체류시간(일)(365 V/Q)		
	평균수심(m)(= V/A)		
	호 소 이용현황	생활용수(천m ³ /년)	
상수도1 명칭, 위치, 취수량			
상수도2			
상수도3...			
농업용수(천m ³ /년)			
공업용수(천m ³ /년)			
발전용수(천m ³ /년)			
유지용수(천m ³ /년)			
기타(천m ³ /년)			
상수원 지정 현황	상수원1 명칭, 위치, 면적(km ²)		
	상수원2		
	상수원3...		

〈호소의 위치도〉

조사기관	수계명	호소명	호소 위치	조사연도
■■■기관	▲▲천	▲▲호	▲▲시(도) ▲▲구(군) ▲▲동(면) ▲▲(리)	20xx

호소 면적	GPS 위치정보
●●● km ²	N ●●° ▲▲' ■■", E ●●° ▲▲' ■■"

정 점 위 치 도



[식물플랑크톤 조사표]

조사기관	담당사무소명	수계명	담명	조사연도
■■■청	■■■댐 관리소	▲▲천	▲▲담	20xx

조사정점	정점기호	주소	댐으로부터 거리(km)	위도·경도 (호소 중심부)	
				E:	N:

조사 상황	조사 차수	조사일자 년 월 일	시료 채취 및 조사 시각	날씨	기온 (°C)	담수위 (EL. m)
				맑음/흐림/비 /기타		

연평균 호소 면적 (A) (km ²)	
호소규모 (소형: 만수면적 A < 3km ² , 중형: 3 ≤ A < 30km ² , 대형: 30km ² ≤ A)	
호소의 특징 및 조사정점의 특징	

식물플랑크톤 우점종 ¹	
제 1 우점종	
제 2 우점종	
제 3 우점종	
제 4 우점종	
제 5 우점종	

강(class) 구분	총 생물량 ² (cells/mL)	탄소량 (μgC/L)
규조강		
녹조강		
남세균		
기타		
전체		

특기사항		항목	소속	성명
		조사책임자		
		조사담당자		

1. 우점종은 탄소량을 기준으로 함
2. 생물량은 균체나 사상형인 경우에도 세포수로 조사하여 표기함

〈식물플랑크톤 요약보고서〉

조사기관	수계명	호소명	호소 위치	조사연도
■■청	▲▲천	▲▲호	▲▲시(도) ▲▲구(군) ▲▲동(면) ▲▲(리)	20xx

현장조사 결과 요약

▶ 식물플랑크톤

현장조사에 의해 6 강 9 목 25 과 93 종의 식물플랑크톤이 확인되었다. 확인종은 규조강이 59 종으로 가장 많고, 녹조강 21 종, 황금색조강 2 종, 외편모조강 2 종, 유글레나조강이 2 종 순으로 출현하였다.

수질기준점에서는 규조강, 유색편모충강, 유글레나조강, 녹조강과 비교적 많은 분류군이 출현하였지만, 대부분은 규조강이었다. 호소지부의 보조 기준점에서는 기준점과 비교해 녹조강이 적고, 규조강이 대부분을 차지하였다.

.

[동물플랑크톤 조사표]

조사기관	담당사무소명	수계명	담명	조사연도
■■■청	■■■댐 관리소	▲▲천	▲▲댐	20xx

조사정점	정점번호	지역명	댐으로부터 거리(km)	위도·경도 (호소 중심부)	
				E:	N:

조사의 상황	조사횟수	계절	조사 년 월 일	조사 시작 시간	조사 종료 시간	날씨	기온 (℃)	담저수위 (EL.m)

호소규모 및 채집방법	호소 면적	호소규모	수심	시료채취 (망목 60 μ m)	선택
	km ²	※ 소형호 (만수면적 < 3 km ²)	※ 수심 ≤ 5 m	※ 20 m 수직 끌기	[]
		※ 중형호 (3 ≤ 만수면적 < 30 km ²)	※ 수심 ≤ 20 m	※ 전 수심 수직 끌기 (m)	[]
		※ 대형호 (30 km ² ≤ 만수면적)	※ 수심 > 20 m	※ 일정거리 수평 끌기 (m)	[]

분류군	총 생물량 ² (개체수/L)	탄소량 (μ gC/L)	우점종 ¹	
윤충류			제 1 우점종	
지각류			제 2 우점종	
요각류			제 3 우점종	
원생동물			제 4 우점종	
전체			제 5 우점종	

특기사항		항목	소속	성명
		조사책임자		
		조사담당자		

1. 우점종은 탄소량을 기준으로 함

2. 생물량은 군체나 사상형인 경우에도 세포수로 조사하여 표기함

〈동물플랑크톤 요약보고서〉

조사기관	수계명	호소명	호소 위치	조사연도
■■청	▲▲천	▲▲호	▲▲시(도) ▲▲구(군) ▲▲동(면) ▲▲(리)	20xx

현장조사 결과 요약

▶동물플랑크톤

현장조사에서 12 강 35 과 54 종의 동물플랑크톤이 확인되었다. 확인된 종은 윤충류가 가장 많은 24 종, 갑각류 10 종이었다. 수질지준점에 있어서 출현 종수는 36 종으로, 보조 기준점의 출현종수 48 종과 비교하였을 때, ○○류가 확인되지 않았다.

.

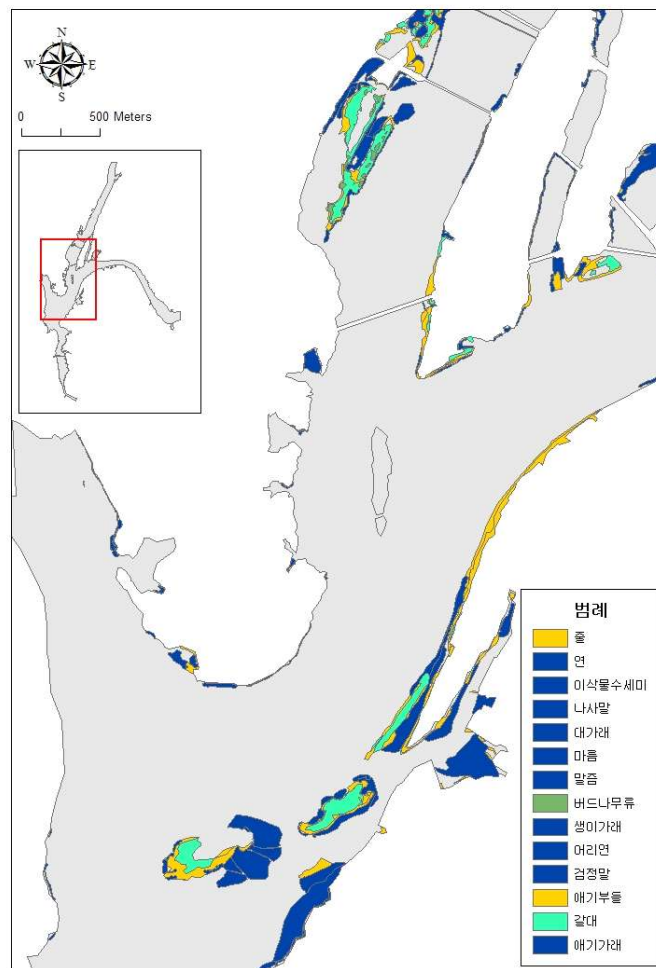
[수생 및 수변식물 조사표 - 토지이용도 및 호안구조]

호소명		조사자		조사일																									
수변 토지 이용도 (%)	숲(%), 농경지(%), 초지(%), 도시나 마을(%), 산업단지(%), 유원지 등 기타(%)																												
호안구조 ¹ 비율 (%)	인공호안(%), 암석(%), 흙(%)																												
	정수식물(%), 침수 및 부엽식물(%), 습생초지(%), 숲(%)																												
1; 호안구조 분류표																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">기호</th> <th style="width: 30%;">내용</th> <th style="width: 40%;">비고</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A (Artificial)</td> <td>인공호안</td> <td>석축, 콘크리트 등의 인공호안</td> </tr> <tr> <td>R (Rock)</td> <td>암석</td> <td>암석 50 % 이상</td> </tr> <tr> <td>S (Soil)</td> <td>흙</td> <td>흙 50 % 이상</td> </tr> <tr> <td>E (Emergent macrophytes)</td> <td>정수식물</td> <td>갈대 포함</td> </tr> <tr> <td>M (Submerged macrophytes)</td> <td>침수 및 부엽식물</td> <td></td> </tr> <tr> <td>H (Hygrophytic herbs)</td> <td>습생초지</td> <td></td> </tr> <tr> <td>T (Hygrophytic trees)</td> <td>숲</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						기호	내용	비고	A (Artificial)	인공호안	석축, 콘크리트 등의 인공호안	R (Rock)	암석	암석 50 % 이상	S (Soil)	흙	흙 50 % 이상	E (Emergent macrophytes)	정수식물	갈대 포함	M (Submerged macrophytes)	침수 및 부엽식물		H (Hygrophytic herbs)	습생초지		T (Hygrophytic trees)	숲	
기호	내용	비고																											
A (Artificial)	인공호안	석축, 콘크리트 등의 인공호안																											
R (Rock)	암석	암석 50 % 이상																											
S (Soil)	흙	흙 50 % 이상																											
E (Emergent macrophytes)	정수식물	갈대 포함																											
M (Submerged macrophytes)	침수 및 부엽식물																												
H (Hygrophytic herbs)	습생초지																												
T (Hygrophytic trees)	숲																												

[수생 및 수변식물 조사표 - 현존식생도]

현존식생도 예시

- 식물군집명은 상관에 의해 우점종으로 명명. 우점종은 조사구 식생피도의 2/3 정도를 차지하는 종으로 하되, 한 종 이상일 경우 우점종과 아우점종 병기
- 식생도에 표시하는 식물군집의 최소면적은 $5 \times 5 \text{ m}^2$
- 대상조사구 설치 시점과 별도 조사한 군집구조 조사구 지점 표시
- 축적, 방위, 위도, 경도 기록



[수생 및 수변식물 조사표 - 식생단면도 및 군집구조]

호소명		조사 정점번호		조사자		조사일	
대상조사구 시점	N : E :			대상조사구 종점	방향: 목표물 : (자세히)		

단면도

[illegible]

* 숲인 경우, 교목층 (T1 > 8 m), 아교목층 (T2 5 ~ 8 m), 관목층 (S 1 ~ 5 m) 및 초본층 (H < 1 m)으로 구분하고, 층 별로 종의 우점도 평가

[수생 및 수변식물 조사표 - 군집구조]

- 대상조사구 외 별도 조사 군집조사표

[illegible]

* 숲인 경우, 교목층 (T1 > 8 m), 아교목층 (T2 5 ~ 8 m), 관목층 (S 1 ~ 5 m) 및 초본층 (H < 1 m)으로 구분하고, 층 별로 종의 우점도 평가

[수생 및 수변식물 조사표 - 관속식물상]

- 대상조사구 좌우 10 m 이내 지역, 출현종 기록 (폭 20 m)

[illegible]

[수생 및 수변식물 조사표 - 관속식물상]

- 대상조사구 외 지역 출현종 기록

[illegible]

[전경 및 식생형별 사진]

사진 및 설명	사진 및 설명
사진 및 설명	사진 및 설명
사진 및 설명	사진 및 설명
사진 및 설명	사진 및 설명

[출현종 사진]

사진 및 설명	사진 및 설명
사진 및 설명	사진 및 설명
사진 및 설명	사진 및 설명
사진 및 설명	사진 및 설명

〈수생 및 수변식물 요약보고서〉

조사기관	호소명	호소 행정구역	조사연도

1. 조사지의 특징

- 입지특성
- 보전상태

2. 식생 공간분포

- 현존식생도 특징
- 식생군집 별 분포면적

3. 식생 군집구조: 식생단면도

- 식생단면도 설명
- 군집구조 분석
 - 전체 조사구(대상조사구 조사구 및 별도 조사구)를 표본구로 군집분석
 - 종별 평균 절대 피도, 절대 빈도, 상대 피도, 상대 빈도 계산
 - 종별 중요치 계산: (상대 피도 + 상대 빈도)/2
 - 중요치로 Shannon 종다양성 지수 계산 (log10 base):
 - 습지식물 유형별 중요치 (종의 유형별 구분은 정연숙 등 2012 참조)

유형	종수 및 비율(%)	중요치 (%)
절대습지식물		
임의습지식물		
양생식물		
임의육상식물		
절대육상식물		
합계	00 (100 %)	100 %

- 습지식물의 수생 유형별 중요치: 절대 및 임의습지식물 만을 대상으로 분석

유형	종수 및 비율(%)	중요치 (%)
습생식물		
정수식물		
부유식물		
부엽식물		
침수식물		
합계	00 (100 %)	100 %

4. 관속식물상

- 관속식물상의 분석은 대상조사구 조사지점 내에 출현한 종에 한함.
기타 지역에서 출현한 종에 대해서는 비교에 설명
- 출현한 총 분류군 수
- 특정식물 분류군 수: 멸종위기식물, 희귀식물, 특산식물, 귀화식물 등
- 습지식물 분류군 수: 위 표에 제시
- 비교

5. 종합 결론

- 현존식생의 공간분포, 군집구조, 관속식물상과 보전상태, 교란요인 등을 종합하여 호소의 건강성을 정성적으로 상, 중, 하로 평가하고 보전 및 관리를 위한 제언제시

[저서무척추동물 연안대 현지조사표]

저서무척추동물 현지조사표			
호 소 명		조사정점	
행정구역		고 도	
좌 표	N: ° ' " E: ° ' "		
조 사 일		조 사 원	
서식처 유형	소형호(3 km ² 이하)[] 중형호(3-30 km ²)[] 대형호(30 km ² 이상)[]		
	댐호 저수지 자연호 습지 하천 유입부 기타 ()		
날 씨	맑음, ()% 흐림, (약, 중, 강) 비, (약, 중, 강) 바람, (약, 중, 강) 눈		
수 온	℃	기 온	℃

정량조사	수심 (cm)	조사도구	하상입자(mm) 구조(%)					
			< 0.06	0.06 - 2	2 - 16	16 - 64	64 - 256	> 256
정량 ① (식생 O)								
정량 ② (식생 X)								
정량 ③ (식생 O, X)								
정 성								

수변식생 (%)	교목	관목	초본	수피도 (Canopy cover)	질음, 부분적, 없음
탁도 (가시거리)	매우 탁함 (< 수심 30cm) 탁함 (수심 30 - 75 cm) 맑음 (> 수심 75 cm) 맑으나 얇음 (탁도를 알 수 없음)				
유역토지 이용	자연식생 농경지 거주지 상업지역 공업지역 유원지 도로 기타()				
교란요인	산업폐수 매립 농·축산폐수 인공수변 공사 행락 준설 선박 어로 홍수 생활하수 없음 기타()				
특이사항 및 출현종	유역현황도				

[저서무척추동물 저생대(중앙부) 현지조사표]

저서무척추동물 현지조사표			
호 소 명		조사정점	
행정구역		고 도	
좌 표	N: ° ' " E: ° ' "		
조 사 일		조 사 원	
서식처 유형	소형호(3 km ² 이하)[] 중형호(3~30 km ²)[] 대형호(30 km ² 이상)[]		
	댐호 저수지 자연호 습지 하천 유입부 기타 ()		
날 씨	맑음, ()% 흐림, (약, 중, 강) 비, (약, 중, 강) 바람, (약, 중, 강) 눈		
수 온	℃	기 온	℃

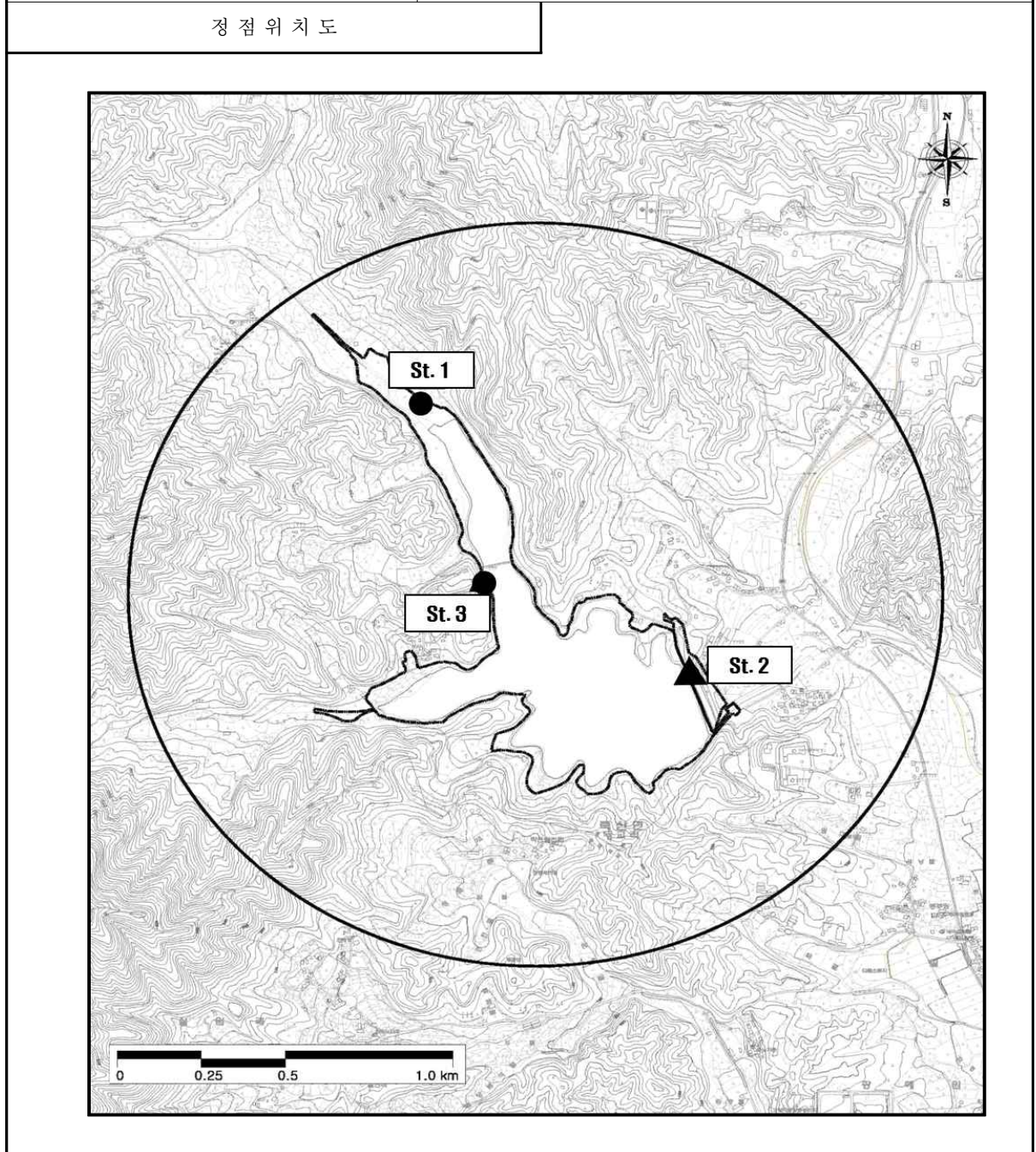
정량조사	수심 (cm)	조사도구	하상입자(mm) 구조(%)					
			<0.06	0.06 - 2	2 - 16	16 - 64	64 - 256	>256
중앙부 정량 ①								
중앙부 정량 ②								
중앙부 정량 ③								
정 성								

수변식생 (%)	교목	관목	초본	수피도 (Canopy cover)	질음, 부분적, 없음
탁도 (가시거리)	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> 매우 탁함 (<수심 30 cm) 탁함 (수심 30 - 75 cm) 맑음 (> 수심 75 cm) 맑으나 얇음 (탁도를 알 수 없음) </div>				
유역토지 이용	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> 자연식생 농경지 거주지 상업지역 공업지역 유원지 도로 </div> <div style="text-align: center;">기타()</div>				
교란요인	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> 산업폐수 농·축산폐수 공사 행락 준설 선박 어로 홍수 </div> <div style="text-align: center;">매립 인공수변 생활하수 없음 기타()</div>				
특이사항 및 출현종	유역현황도				

〈저서무척추동물 조사지점 위치도〉

조사기관	수계명	호소명	호소 위치	조사연도
■■기관	▲▲천	▲▲호	▲▲시(도) ▲▲구(군) ▲▲동(면) ▲▲(리)	20xx

호소 면적	GPS 위치정보
●●● km ²	N ●●° ▲▲' ■■", E ●●° ▲▲' ■■"



〈저서무척추동물의 요약보고서〉

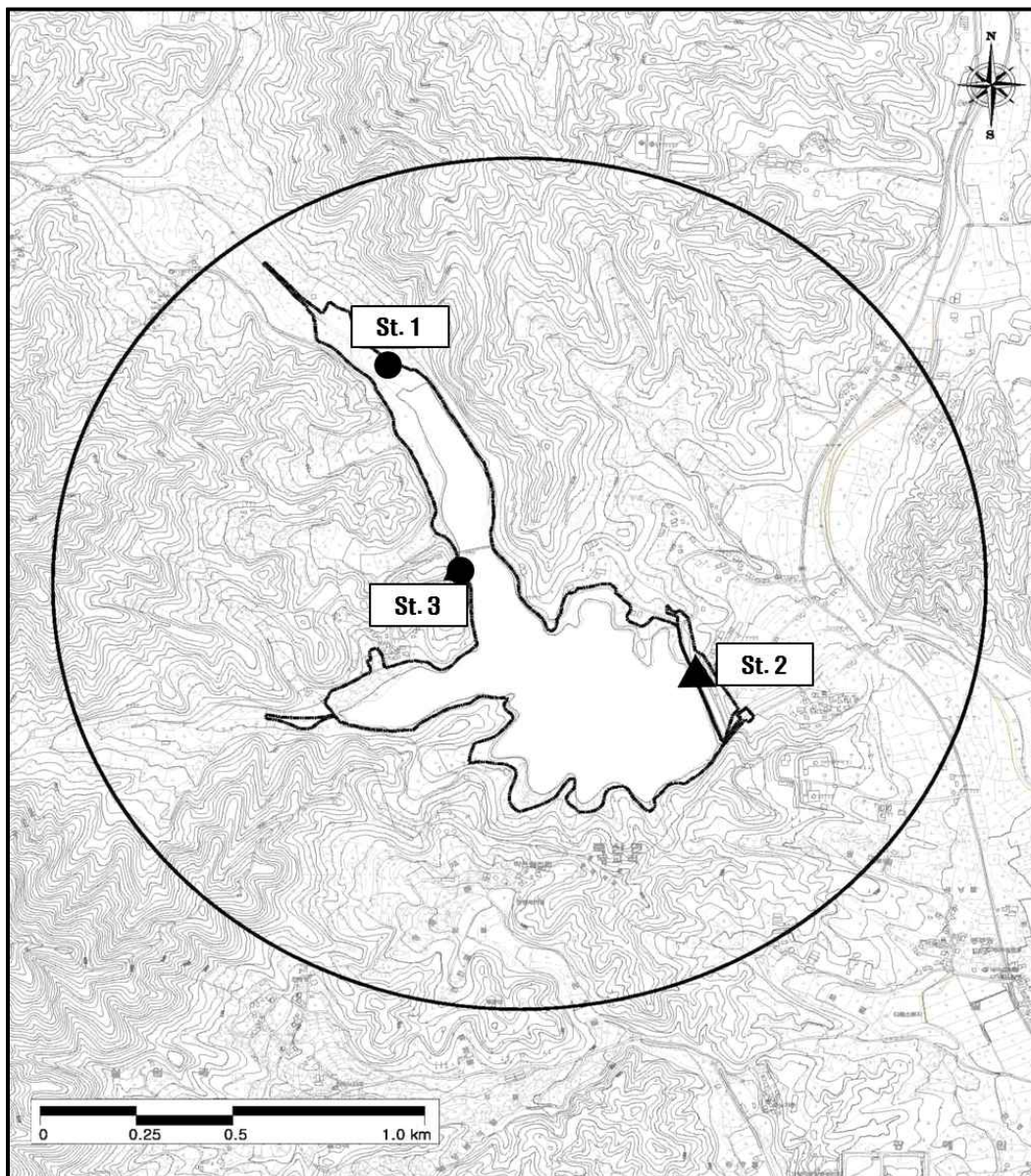
조사기관	수계명	호소명	호소 위치	조사연도
■■청	▲▲천	▲▲호	▲▲시(도) ▲▲구(군) ▲▲동(면) ▲▲(리)	20xx

현장조사 결과 요약	
<p>● 보고서내 포함 내용</p> <ul style="list-style-type: none"> - 조사서식처 개황 - 총 출현종 목록 - 출현분류군수 및 개체수밀도 - 제 1, 2 우점종 및 우점율 - 군집분석(우점도지수, 다양도지수, 풍부도지수, 균등도지수) 결과 - 한반도 고유종, 해외 반출 승인종, 멸종위기종 - 조사지점별, 계절별 생물상 비교 - 보존에 관한 건의사항 등 정책적 제언 - 기타 특이사항 및 기록이 필요한 자료 	

〈어류 조사지점 현황 예시〉

조사기관	수계명	호소명	호소 위치	조사연도
■■청	▲▲천	▲▲호	▲▲시(도) ▲▲구(군) ▲▲동(면) ▲▲(리)	20xx

호소 면적	GPS 위치정보
0.33 km ²	N 37° 00' 25" , E 127° 25' 55"
정 점 위 치 도	



〈어류 현지조사표〉

호소명: _____ 조사일: _____

정점명: _____ 채집자: _____

종 명 ¹⁾			출현개체수 ²⁾				특이종 ³⁾	비고 ⁴⁾
어종 코드	국 명	학 명	포획도구코드			합계		
			A	B	C			
포획횟수 또는 시간 ⁵⁾								

(주) 1) 어류의 종명은 어종 코드, 국명 및 학명 기재, 어종 코드는 [부록 5]참조

(주) 2) 출현 개체수는 포획도구 코드별로 기록, 포획도구별 포획개체를 합하여 합계란에 기재

투망	죽대	자망
A	B	C

(주) 3) 특이종란에는 우점종의 경우 “a”, 천연기념물은 “b”, 법정보호종 “c”, 한국고유종은 “d”, 외래도입종은 “e”로 기입. 중복되는 경우엔 “,”를 사용하여 모두 기재

(주) 4) 비고란엔 각종의 주요 미소서식처의 상태를 기입. “여울”, “수초대” 등 미소서식처 기입

(주) 5) 포획도구 A는 횟수, 포획도구 B ~ C는 시간단위 (hr)로 기입

〈출현어종의 사진 예시〉

호소명 _____ 조사일 _____ 조사자 _____



돌고기 (*Pungtungia herzi*)



모래무지 (*Pseudogobio esocinus*)



갈겨니 (*Zacco temminckii*)



피라미 (*Zacco platypus*)

[기재요령]

1. 사진은 채집현장에서 채집된 모든 어종을 촬영하고, 분류학적 특성이 반드시 포함하여야 함
2. 사진으로 표현하기 어려울 경우, 정밀스케치와 적절한 분류학적 설명을 삽입하여야 함
3. 참고한 자료의 총목록을 뒷면에 년도 순으로 기재

〈어류 요약보고서〉

조사기관	수계명	호소명	호소 위치	조사연도
■■청	▲▲천	▲▲호	▲▲시(도) ▲▲구(군) ▲▲동(면) ▲▲(리)	20xx

현장조사 결과 요약	<div style="margin-bottom: 20px;"> 1) 출현어종 현황 <ul style="list-style-type: none"> - 총 출현어종 및 개체수 현황 기술 - 어구별로 채집된 어류 종조성 현황 기술 - 정점별로 출현한 어종 및 개체수 현황 기술 </div> <div style="margin-bottom: 20px;"> 2) 출현 우점종 및 법정보호종(출현한 경우만 기술)현황 기술 </div> <div style="margin-bottom: 20px;"> 3) 외래어종의 상대 풍부도 및 분포 현황 기술 </div> <div style="margin-bottom: 20px;"> 4) 어류의 군집분석 결과 요약 </div> <div> 5) 종합적 고찰 </div>
------------	---

[양서류 조사야장]

과업명							
조사일	20 . .	조사시간	개시	종료	조사자 : (서명)		해발 : m
조사정점 :					좌표	N :	면적 : m ²
지점번호 :						E :	경사 : °
날 씨 :		습 도 : %		기온 :		수온 :	
종명		관찰내용					특이사항
		난괴	유생	성체	사체	소리	
도롱뇽과							
꼬리치레도롱뇽							
이끼도롱뇽							
무당개구리							
두꺼비							
물두꺼비							
청개구리							
수원청개구리							
맹꽁이							
한국산개구리							
북방산개구리							
계곡산개구리							
참개구리							
금개구리							
옴개구리							
황소개구리							

〈양서류 조사 요약보고서〉

조사기관	수계명	호소명	호소 위치 주소	조사연도
■■청	▲▲천	▲▲호	▲▲시(도) ▲▲구(군) ▲▲동(면) ▲▲(리)	20xx

현장조사 결과 요약	<div style="margin-bottom: 20px;"> <p>1) 출현종 현황</p> <p style="margin-left: 20px;">- 총 출현종 및 개체수 현황 기술</p> </div> <div style="margin-bottom: 20px;"> <p>2) 출현 우점종 및 법정보호종(출현한 경우만 기술)현황 기술</p> </div> <div style="margin-bottom: 20px;"> <p>3) 외래어종의 상대 풍부도 및 분포 현황 기술</p> </div> <div> <p>4) 종합적 고찰</p> </div>
------------	--



IV. 하구 수생태계 조사 및 평가지침

Estuary Ecosystem Survey and Health Assessment Manual



1. 부착돌말류

가. 조사방법

- 수생태계에서 부착돌말류의 성장과 발달에 가장 직접적인 영향을 미치는 요소는 유속과 영양염이며, 체류시간이 짧은 하천의 경우 유속의 효과가 큰 반면, 호소의 경우는 부유성이 강한 돌말류가 높은 밀도를 나타낸다. 따라서 하구역은 조석(열린하구) 및 하구보(닫힌하구)의 형성에 따른 수체의 체류시간에 크게 좌우되는 특징이 있다.
- 열린하구의 부착돌말류 조사는 하천과 크게 다르지 않으나, 닫힌하구에서는 인공기질 설치 및 회수 등에서 약간의 차이가 있다.

(1) 조사대상 항목

- 환경요인조사(수온, pH, 용존산소, 탁도, 전도도, 염분도 등)
- 현장수와 기질채집
- 부착돌말 세포밀도(cells/cm²), 우점종 및 우점종의 밀도
- 부착기질 클로로필-a($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) 및 AFDM(mg/cm²)
- 부착돌말지수 및 생물등급

(2) 조사 및 채집 장소

- 조사시기는 여름철 홍수기 전후에 각각 1회씩 총 2회 조사하며, 시기는 홍수기전(4~5월)과 홍수기후(9~10월)로 구분하며, 강우상황을 고려한다.
- 강우시 부착돌말류 유입 및 군체형성을 위하여 강수량이 50 mm이하의 경우 4~7일, 100 mm 이상일 경우에는 15일 정도의 안정기를 갖고 현장조사를 실시한다.
- 조사정점은 하구를 대표할 수 있는 지점으로 하구의 중심에서 평균 유속 20~50 cm/sec 정도인 여울에서 하상 자갈의 상부가 편평한 기질을 선택한다.
- 수변식생이나 녹음으로 그늘진 지역은 피한다.
- 수심이 얕은 경우에는 가장자리를 피하고 가능한 중심에서 채집한다.
- 수중보가 있는 경우, 상류지역보다는 수문 또는 보 같은 유속이 있는 지점에서 조사한다.
- 방수장화의 착용으로 접근이 용이한 장소를 선택(수심 < 1 m)한다.

(3) 채집 장비 및 도구

- 현장에서 다양한 도구를 이용하여 부착돌말류를 채집할 수 있다.
- ※ 장화 또는 가슴장화 착용, 유속측정기, 줄자, 대자(1 m), 현장에서 직접 시료를 채집할 칫솔, 샘플병, 현장에서 직접 채집할 수 없을 경우 기질을 담은 비닐 지퍼백, 현지조사표, 핀셋, 증류수, 매스실린더(플라스틱 재질), 채수를 위한 2 L 용량의 채수용 멸균 비닐백, 사진기, GPS, 현장수질 측정기, BOD용 시료병(필요시) 등을 준비한다.
- 석회암과 같은 부드러운 하층토는 칼날형태의 도구를 이용하고, 단단한 기질은 칫솔을 이용하여 채집한다.
- 돌과 같은 기질을 이용하기 어려운 지점에서는 갈고리 형태의 낚을 이용하여 수련과 부유식물과 다른 침수식물을 채집한 후 표면으로부터 부착돌말류를 채집한다.
- 현장에서 부착돌말을 바로 긁어내지 않고 실험실로 운반하여 작업을 수행할 경우에는 채집할 기질을 아이스박스에 냉장 보관하여 운반하며 도착 후 바로 긁어낸다.

(4) 현지조사표 작성 및 환경요인의 조사

- 현지조사표의 기본적인 양식은 <별표 3>과 같으며, 현지조사표는 크게 조사범위에 대한 기본적인 정보, 서식지의 유형, 시료채집방법, 수변의 상태, 현장측정 자료 등을 기입하도록 구성한다.
- 현지조사표에서 작성된 자료는 추후 서식지 평가에서 정성적 혹은 정량적 지표로 활용하기 때문에 사전에 조사자들이 충분한 토의를 거쳐야 하며 작성하는 사람이 일관성 있는 기준을 가지고 작성해야 한다.
- 하폭이 좁아서 수변의 영향 하에 있는 지역에서는 보다 깊은 수심에서 조사한다.
- 수변식생이나 그늘진 지역의 장소는 가능한 피한다.
- 수심이 얕은 경우에는 가장 수심이 깊은 중심에서 채집한다.
- 현지조사표 작성과 더불어 조사현장의 기본적인 환경요인(수온, pH, 용존산소, 탁도, 전도도, 염분도 등)의 측정을 실시한다.
- 현장측정은 현장용 다항목 측정기기(예, YSI, HORIBA 등)를 이용한다.
- 실내분석이 요구되는 항목(클로로필-a, AFDM, 영양염 등)은 현장수를 채수하거나 부착기질을 채집하여 시료병에 옮긴 다음 냉장보관, 운반하여 분석을 실시한다.
- 환경부 수질오염공정시험기준과 Standard method에 따라 분석한다.

(5) 부착돌말류 채집

(가) 유수역 부착기질 선정 및 조사

- 하구의 상류, 중소규모의 열린하구 하류에서 채집하는 경우에는 자연기질을 대상으로 부착돌말류를 조사한다.
- 기질 선정의 오차는 단수 기질 또는 조합 등의 방법으로 줄인다.
- 자연기질을 얻기 어려울 경우, 인공구조물, 수생식물, 퇴적물, 부유물질, 인공기질 등을 고려할 수 있으며, 기질의 특성이나 경제성을 고려하여 채집자가 현장에서 직접 판단하고 선정한다.
- 부착기질은 유속 10~50 cm/sec 정도의 얇은 여울에 있는 상부가 편평한 돌맹이를 대상으로 한다. 기질은 가능한 한 가장 안정되고 견고한 자연석(호박돌, 조약돌 등)을 선정한다. 대상 지점에서 적어도 3개 또는 그 이상의 기질을 선정한다.
- 부착돌말의 현장 채집은 브러쉬(칫솔)와 현장수를 이용하여 기질을 세척하여 시료 병에 담는다.
- 시료를 매스실린더에 넣어 일정한 양으로 맞추고 생물량(biomass)과 클로로필-a 농도를 분석하기 위한 시료는 저온상태(4℃ 수준)를 유지하여 실험실로 운반한다. 세포관찰 및 계수를 위한 시료는 현장에서 Lugol's 용액으로 고정한다.

(나) 정수역 부착기질 선정 및 조사

- 닫힌하구 하류, 대규모 열린하구의 하류에서 채집하는 경우에는 현장에 부착돌말을 채집 가능한 자연기질, 하천 내 인공구조물, 식생기질 등이 없어 현장 시료의 채취가 어려운 경우가 있다.
- 건너기 어려운 대하천, 알지만 여울이 없는 강, 늪지, 유속이 거의 없는 정수역화된 정수서식지의 연안 등 또는 특별한 연구를 수행하는 경우에는 인공기질을 현장에 설치하여 일정기간 이상 부착돌말이 착생 및 성장하도록 한 후 채집한다.
- 인공기질 설치 시에는 아래와 같은 사항을 고려해야 한다.
- 인공기질은 유리슬라이드가 일반적으로 많이 이용되며 그 외에 투명아크릴, 토기(clay pot), 벽돌 등의 여러 가지 인공기질을 이용할 수 있다.
- 설치장소는 유속이 있고 그늘지지 않은 곳으로 선택하며, 매달거나 하상에 설치한다.
- 부착돌말의 배양기간은 4주 이상으로 하며, 수중의 영양 상태나 환경조건에 따라 배양기간을 다르게 선정할 수 있다.
- 인공기질을 이용한 부착돌말 채집법과 전처리, 분석 등의 과정은 자연기질과 동일하다. 인공기질을 사용할 때 주의할 것은 설치된 기질이 손실 및 훼손되지 않

도록 관리해야 한다.

<표 1> 기질의 종류별 부착돌말 채집방법

기질특성	기질종류	채집방법
딱딱한 기질	자갈류, 나무조각	물에서 대표 기질을 제거, 솔 등으로 표면을 긁어 샘플병에 담는다.
부드럽거나 연한 기질	이끼류, 대형조류 식물체 줄기, 잎 및 뿌리	물과 식물을 병, 통, 비닐봉지 등을 샘플병에 넣은 다음, 심하게 흔들어 부착돌말을 조심스럽게 긁어내고 부피가 큰 것들은 핀셋으로 제거한다.
꺼내기 어려운 기질	바위, 큰 돌, 기반암, 나무덩어리, 큰 나무	PVC 파이프를 기질에 대하여 밀봉이 되도록 기질 한쪽 끝에 위치시킨다. 파이프에 있는 부착돌말을 칫솔, 손톱브러시, 스크래퍼 등을 이용해서 제거한다.
연한 퇴적층	모래, 실트, 미세유기물, 진흙	퇴적물위에 페트리디쉬를 뒤집는다. 시약스푼 등을 이용해 퇴적물을 담는다. 부착돌말 샘플은 퇴적물이 가라 앉으면 스푼, 핀셋 피펫 등으로 채집한다.
인공기질	유리, 돌, 플라스틱	유속이 어느 정도 있고 빛이 드는 지점에 매달거나 하상에 설치한다. 채집 전 최소 4주 전에 설치하며 기질이 유실되지 않도록 한다.

참고 : Kentucky DEP(1993), Bahls (1993)



1. 부착기질 준비 (기질의 종류와 크기: 대리석 10x10x5 cm)

2. 설치 전 조사지점 현장수를 이용하여 기질을 충분히 세척한다



1. 부착기질은 채집 3~4주 전에 설치한다.

2. 부착기질 설치망 (stainless 20x40x15 cm)은 다시 작은 격자 (grid 1.5x1.5 cm)을 되어 대형어류의 교란을 최소화한다

3. 설치망에는 2개의 기질설치공간을 만들고 각각 2개씩의 기질을 놓는 다음 설치망의 밑개를 닫는다



1. 부착기질 설치 3~4주 후 기질의 회수 및 채집은 선박에서 실시한다.

2. 채집방법과 시료고정 등은 기존의 하천에서 실시한 방법과 동일하다

<그림 1> 단힌하구의 부착돌말 조사를 위한 인공기질 제작

(다) 야의 정도관리

- 채집이 끝나면, 모든 브러쉬, suction 및 scraping 도구 등의 샘플과 닿았던 것들

은 깨끗이 닦고 증류수로 씻어야 한다. 장비는 다음 채집 장소에서 재이용할 수 있으며, 필요하면 다시 씻는다. 단, 브러쉬(칫솔)는 새 것을 사용한다.

- 채집이후에 모든 라벨과 양식의 기재된 정보를 정확히 확인 한다.
- 본 분석 전에 샘플링 기법, 샘플분석 그리고 분류학적인 부분의 재현성과 정도를 미리 평가할 수 있도록 해야 한다.
- 전체 채집 샘플의 약 10 % 정도에 대하여 분석을 실시한다.
- 좌표는 항상 GPS를 이용하여 기록한다(WGS84 체계).

(6) 실내분석

(가) 부착돌말 분석용 기구 및 장비

1) 기기 및 장비

- 눈보호 안경, 실험실 가운
- 400 ~ 1,000배 광학현미경
- 전기열판(hot plate), fume hood
- 흡광광도계(spectrophotometer) 또는 형광광도계(fluorometer)
- 원심분리기, 건조기
- Sedgwick-Rafter Counting Chamber
- Slide glass, cover glass
- Immersion oil, lens paper, 티슈, 핀셋, 증류수병
- Aluminum weighing pans
- 200 ~ 500 mL beaker

2) 산화시약

- 질산(nitric acid, HNO_3)
- 황산(sulfuric acid, H_2SO_4)
- 중크롬산칼륨(potassium dichromate, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)
- 97 %, 99 % 에탄올(ethanol, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)
- 50 % 과산화수소수(hydrogen peroxide, H_2O_2)

- 과망간산칼륨(potassium permanganate, KMnO_4)
- 99 % 암모니아 용액(ammonia, NH_3)
- 염산(hydrogen chloride, HCl)

3) 슬라이드 제작 시약

- 옥수수 Syrup, 포름알데히드(formaldehyde, HCHO)
- 투명 에나멜

4) 클로로필-a 분석 시약

- 90 % 아세톤(acetone, CH_3COCH_3)

(나) 부착기질의 생물량 측정

- 생물량은 클로로필-a, 유기물량(ash-free dry matter; AFDM), 세포밀도, 세포의 생체량 등으로 측정할 수 있으며 자연 또는 인공기질에서 채집된 시료에서 측정한다. 생물량은 보통 단위면적당 클로로필-a ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$), AFDM (mg/cm^2)로 평가하기 때문에 정량화하기 위해서는 기질의 면적을 반드시 구해야 한다.

1) 클로로필-a 측정

- 클로로필-a는 전체 조류생물량의 0.5 ~ 2.0 %의 범위이며, 조류 종류, 빛과 영양염에 따라 비율이 변화한다. 클로로필-a 분석방법은 수질오염공정시험기준, Standard methods를 따른다.
 - 클로로필-a를 아세톤(90 %)으로 추출하여 24시간 냉장 보관한다.
 - 상등액을 추출하여 흡광도계 또는 형광광도계로 농도를 측정한다.
 - 측정한 시료의 클로로필-a 농도로 기질 내 클로로필-a 농도를 계산한다.

2) 유기물량 측정

- 유기물(AFDM) 분석은 기질에 부착된 부착돌말균집 전체의 유기물을 측정하는 것이며, 유기물은 세균, 곰팡이, 작은 동물류 및 부식질의 생물량을 포함한다.
 - 분석법은 Standard methods를 따르며 시료 내의 유기물을 말리고 태워서 그 전후의 무게의 차이를 측정한다.

- 시료가 실트로 구성되어 있는 경우에는 생물량 측정을 위해 건중량보다는 유기물량을 측정한다.

3) 부착돌말의 세척(산처리)

- 부착돌말의 생물분석을 위해 현장에서 채집한 기질을 현장 혹은 실험실에서 부착돌말을 긁어내고 증류수를 이용하여 일정한 부피(예: 100 ml)로 맞추어 종조성, 생물량실험실 분석 시료로 사용한다.
- 시료는 일정한 양만큼을 덜어내어 이용하고 남은 시료는 냉동고에 보관한다.
- 돌말 표본을 얻기 위하여 강산과 축매제를 이용하여 세포내 원형질 또는 기타 동반된 유기물 등을 제거하고 규산질로 된 돌말의 골격(세포벽)만을 얻는 과정이다.
- 산처리 방법은 실험실 조건이나 안전성 등을 고려하여 실시하고, 반드시 환기조건(예: hood)과 보호 장비가 준비된 조건에서 실시한다.

가) 질산 세척법

- 반드시 후드 내에서 실험하며 보존용액으로 고정된 부착돌말 시료 5~10 mL을 유리 비이커에 넣는다.
- 강력한 발열반응이 일어나도록 농축 질산(HNO_3)을 충분히 첨가한다. 대개 부착돌말 시료 양과 산의 양이 같으면 발열반응이 일어난다.
- 산을 첨가한 부착돌말 시료는 최소 5시간 이상 산화시킨 후 비이커에 증류수를 가득 채운다.
- 비이커의 물 cm당 1시간 정도 기다린다(예: 5 cm인 경우 5시간 방치).
- 사이펀으로 상등액을 제거하고 다시 증류수를 채운다. 가벼운 부착돌말이 빨려드는 것을 피하기 위해 사이펀은 가운데는 피하고 비이커 가장자리 쪽이나 물의 표면에서 실시한다.
- 모든 색깔이 없어질 때까지 과정을 반복하면, 부착돌말 시료는 점차 깨끗해지거나 또는 중성의 pH를 갖는다. 깨끗한 색이 나온 부착돌말시료를 이용하여 표본(슬라이드)을 제작한다.

※ 참고문헌 : APHA, 1992. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18th ed. APHA, Washington, DC.

나) 과산화수소/중크롬산칼륨 산화법

- 위의 질산 세척법의 과정과 동일하게 부착돌말 시료를 준비하고, 농축된 산 대신에 과산화수소수(H_2O_2 , 50%)를 넣어준 후 밤새 놓아둔다.

- 밤새 산화시킨 샘플에 중크롬산칼륨을 첨가한다.
- 시료의 색이 자주색에서 노란색으로 변하고 끓는 것이 멈추면 비이커에 증류수를 채운다.
- 4시간 정치 후 사이펀으로 상등액을 제거하고 다시 증류수를 채운 후 가벼운 부착돌말이 빨려드는 것을 피하기 위해 사이펀은 가운데는 피하고 비이커 가장자리 쪽이나 물의 표면에서 실시한다.
- 투명한 색이 나타날 때까지 위의 과정을 반복한다. 투명한 색이 나온 시료는 표본(슬라이드)을 제작한다(슬라이드 제작은 “다) 부착돌말의 표본제작” 참조).

※ 참고문헌 : Halse, G. R. and Fryxell, G. A. 1970. Diatoms: Cleaning and Mounting for Light and Electron Microscopy. Transactions of the American Microscopical Society, 469-474.

다) 황산법

- 보존용액으로 고정된 부착돌말 시료 1~2 mL를 유리 시험관에 넣는다.
- 시료의 보관을 위해 넣은 Lugol's 용액 또는 포르말린을 제거하기 위해 증류수를 15 mL 넣고 원심분리 시키고 상등액을 사이펀으로 제거한다.
- 원심분리 된 시료에 철분 또는 불순물을 제거하기 위해 염산 1 - 2 mL를 넣고 반응시킨 후 원심분리를 이용하여 증류수 세척과정을 3회 반복한다.
- 원심분리시킨 시료를 삼각플라스크에 옮긴 후 포화용액 과망간산칼륨(KMnO_4) 10 mL와 황산(H_2SO_4) 2 mL를 넣고 거품이 생길 때까지 끓인다.
- 시료를 식힌 후 원심분리 시키고 상등액을 제거한다.
- 시료에 과산화수소(H_2O_2) 15 mL를 넣고 반응시킨 후 원심분리 시키고 상등액을 제거한다.
- 시료에 증류수를 15 mL를 넣고 3회 원심분리 시키고 상등액을 제거한다.
- 응집방지를 위해 시료에 99 % 암모니아 용액(NH_3)을 2 mL 넣고 원심분리 시켜 상등액을 제거한 후 증류수로 3회 원심분리하여 상등액을 제거하고 암모니아 용액을 넣어 노란색으로 변한다면 무색이 될 때까지 염산(HCl)을 넣고 증류수로 3회 원심분리 시킨다.
- 수분을 제거하기 위해 97 % 에탄올로 2회 원심분리, 99 % 에탄올로 1회 원심분리하여 상등액을 제거한 다음 적당량의 99 % 에탄올을 넣고 시료와 혼합하여 보존병에 옮겨 보관한다.

※ 참고문헌 : Hendey, N. I., 1964. An Introductory Account of the smaller Algae of British Coastal Waters. Part V. Bacillariophyceae (diatoms). Fisheries Investigations Ser. IV. 317 pp. HMSO, London.

(다) 부착돌말의 표본제작

- 앞 단계에서 산 처리를 거쳐 세척된 시료는 상대빈도 및 종 동정을 위하여 일시 또는 영구표본을 제작해야 한다.
- 세척된 표본을 포함한 현탁액 몇 방울을 채취하여 커버글라스 위에 놓고 약한 온도(40 °C 이하)에서 말린다. 부착돌말 밀도가 너무 높지 않게 하여 피각들이 서로 겹치지 않도록 한다.
- 강한 굴절률을 가진 액체 봉입제(보통 1.7 이상의 굴절지수를 갖는 나프락스를 많이 이용) 1-2방울 정도를 슬라이드글라스에 떨어뜨리고 그 위에 충분히 건조된 커버글라스를 올리고 피각에 골고루 봉입제가 퍼지도록 커버글라스를 가볍게 눌러준다. 이 과정은 돌말류의 피각에 봉입제가 충분히 스며들게 하기 위해서 약한 열판에서 수행한다.
- 봉입제가 충분히 굳어지고 커버글라스가 다시 냉각되면 표본제작은 종료되며, 장기간 관찰이 요구될 경우, 커버글라스 주변을 다시 밀봉제를 발라 영구표본을 제작한다.

(라) 부착돌말의 동정

- 얇은 커버글라스 면을 현미경 대물렌즈 위에 위치시키고 U자형으로 이동하는 방법에 따라 수행한다. 이것은 동일한 부분을 다시 돌아와 동정하는 것을 피하기 위한 방법이다.
- 세포 동정 시 현미경 400배나 2,000배에서 관찰하며 부착돌말 동정을 해서 <표 2>에 제시된 문헌을 참고한다. 동정결과는 조사 일자, 조사 지점 등을 기입하고 출현종 및 개체수를 기록한다. 동정은 가능한 종 수준까지 한다.

<표 2> 부착돌말 동정에 주로 이용되는 참고문헌

제 목	저자	출처	년도	비고
Subwasserflora von Mitteleuropa Bacillariophyceae	K. Krammer & H.Lange-Bertalot	Elsevier	1997	Literature
웹사이트 (http://diatom.acnatsci.org/)	Ruth Patrick & ANSP Diatom Herbarium	1900 Benjamin Franklin Parkway, Philadelphia, PA 19103	1998~ 2012	Literature
한국산 돌말류(돌말류)의 분류학적 연구 I. 분류체계와 분류계급의 한국명화	최중기, 이진환, 이경	한국조류학회지 10:1-11	1995	한국돌말류 분류체계
한국산 돌말류(돌말류)의 분류학적 연구 II. 출현목록	이경, 최중기, 이진환	한국조류학회지 10:13-89	1995	한국돌말류 목록
한국산 돌말류(돌말류)의 분류학적 연구 III. 용어의 한국명화	이진환, 이경, 최중기	한국조류학회지 10:91-118	1995	한국돌말류 명칭
수생태 건강성 조사 및 평가를 위한 한국산 돌말류 생태도감	양형재 외 8명	정행사	2011	한국 부착돌말 사진/생태특성 (2007-2011)

나. 평가방법

(1) 부착돌말 생물지수(영양염류 오염지표, TDI: Trophic Diatom Index)

(가) TDI 계산법

- 부착돌말 생물지수는 각 정점에서 출현한 종의 상대밀도 및 종의 오염민감도, 지표값을 사용하여 계산한다.
- 현장 시료를 이용하여 영구표본을 제작한 후 한 개 표본(슬라이드)에서 돌말류 패각(frustule)을 최소한 200개 이상 계수한다.
- 현미경 계수한 결과(A)를 이용하여 각 분류군(종)에 대한 돌말류 영양지수(TDI)의 민감도값(S: sensitivities value)과 지표값(V: indicator value)을 구분하여 추출하고, 동시에 수질오염에 대한 내성종과 그 계수한 값을 구분하여 표시한다.

$$TDI = 100 - \{(WMS \times 25) - 25\}$$

WMS : weighted mean sensitivity (가중평균민감도)

$$WMS = \sum A_i \cdot S_i \cdot V_i / \sum A_i \cdot V_i$$

A_i : abundance (proportion) of species in sample

(표본 내 종의 상대풍부도,%)

S_i : pollution sensitivity ($1 \leq S \leq 5$) of species, (종의 오염민감도, 1~5범위)

V_i : indicator value ($1 \leq V \leq 3$), (종의 지표값, 1~3 범위)

(나) TDI 계산 예

- 해당 하구에서 검경 및 계수된 부착돌말류 종의 목록과 각각에 대한 밀도(count) (혹은 상대풍부도 %)를 민감도와 지표값에 근거하여 다음과 같이 계산한다.
- 아래의 표를 이용하여 다음의 TDI 계산식에서 가중평균민감도를 산정한 후에 이를 이용하여 최종 TDI를 계산한다.

$$WMS = \sum A_i \cdot S_i \cdot V_i / \sum A_i \cdot V_i = 1,672/420 = 3.98$$

$$TDI = 100 - \{(3.98 \times 25) - 25\} = 25.5$$

(2) 생물학적 평가지수에 의한 등급구분

- 부착돌말류 평가등급은 5단계로 구분하며, 해당 하구에서 채취한 시료를 이용하여 만든 표본(슬라이드 샘플)에서 계수된 부착돌말류의 상대빈도와 해당종의 오염민감

도 및 지표값을 이용하여 계산된 영양염류 오염지표(TDI)의 점수를 <표 4>에 의거하여 등급을 구분한다.

<표 3> 사례 지역에서 분석한 부착돌말류의 상대 밀도 및 부착돌말류 종들의 오염민감도(S: sensitivities) 및 지표가중치(V: indicator values)의 계산

분류군	개수(A)*	오염민감도(S)	지표가중치(V)	ASV	AV
<i>Achnanthes lanceolata</i>	4	1	1	4	4
<i>Achnanthes minutissima</i>	8	1	3	24	24
<i>Amphora pediculus</i>	23	1	2	46	46
<i>Cocconeis pediculus</i>	38	2	3	228	114
<i>Cocconeis placentula</i>	54	2	3	324	162
<i>Craticula ambigua</i>	1	5	3	15	3
<i>Cyclostephanos dubius</i>	1	4	1	4	1
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	34	4	3	408	102
<i>Cymbella silesiaca</i>	1	1	3	3	3
<i>Diatoma moniliformis</i>	4	5	1	20	4
<i>Diatoma vulgare</i>	3	5	1	15	3
<i>Gomphonema olivaceum</i>	1	5	3	15	3
<i>Gomphonema parvulum</i>	4	5	2	40	8
<i>Nitzschia amphibia</i>	1	5	3	15	3
<i>Navicula cryptotenella</i>	2	4	2	16	4
<i>Nitzschia dissipata</i>	7	4	3	84	21
<i>Navicula gregaria</i>	5	4	1	20	5
<i>Nitzschia inconspicua</i>	10	1	2	20	20
<i>Navicula lanceolata</i>	11	5	3	165	33
<i>Navicula minima</i>	1	1	3	3	3
<i>Navicula mutica</i>	1	5	3	15	3
<i>Navicula tripunctata</i>	1	5	3	15	3
<i>Reimeria sinuata</i>	7	1	3	21	21
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	15	3	1	45	15
<i>Stauroneis scuta</i>	1	5	3	15	3
합계	237			1,580	611

주) * 개수(count) 값은 전체 밀도에 대한 부분(%)을 이용할 수도 있다.

<표 4> 부착돌말(TDI)에 의한 생물등급

생물등급	표시색	환경상태	TDI 범위
A	Blue	매우 좋음	≥ 80
B	Green	좋음	≥ 60
C	Yellow	보통	≥ 40
D	Orange	나쁨	≥ 20
E	Red	매우 나쁨	<20

2. 저서성 대형무척추동물

가. 조사방법

(1) 사전조사

- 전국 하구를 대상으로 저서성 대형무척추동물을 이용한 하구 수생태계 건강성 평가를 위한 조사지점은 도상작업과 현지답사를 통해 선정한다.
- 지도, 위성영상 등을 이용하여 도상작업을 실시하며, 도상작업은 전국의 하구에서 동일한 축적의 도면을 일괄 채택하여 작업을 실시한다. 하구의 범위 내에 선횡단법(line transect method)을 이용할 조사지점을 선정한다.
- 도상작업을 통하여 얻어진 조사지점을 기초로 현지답사를 실시하고 현지조사에서는 선정된 지점이 동일한 수생태계 조건을 지니고 있는지를 평가하여 조사지점을 확정한다.

(2) 조사정점 및 조사시기

- 도상작업 및 현지답사를 통하여 선정된 조사대상 하구에서 저서성 대형무척추동물의 조사가 가능한 조사범위(sampling site) 및 조사정점(sampling point) 선정한다.
 - 조사범위의 수질 및 물리적 환경은 미소서식처에 따라 상이하며, 저서성 대형무척추동물은 수질과 물리적 환경에 의해 서식 및 분포 특성이 크게 구별된다.
 - 수환경에 대한 일관성 있는 비교를 위해 동일한 물리적 조건을 갖춘 조사범위의 선정이 매우 중요하며 동일한 조사범위라도 하상구조는 매우 다양하다.
 - 저서성 대형무척추동물의 하구에서 조사범위는 가급적 동일한 하상구조를 보이는 정점을 선택한다.
- 하구 수생태계 건강성 조사 및 평가를 위한 저서성 대형무척추동물의 조사시기는 홍수기 전후의 연 2회를 원칙으로 하며, 호우 시에는 조사를 중단하고 10 ~ 15일 이상 경과한 후에 재조사를 실시한다.

(3) 저서성 대형무척추동물 채집

(가) 조사 및 채집 도구 준비물

- 현지조사표(field note): 조사지점의 유역, 물리·화학적 환경을 기록

- 소형 컨테이너 : 시료통 및 장비 운반에 필요한 컨테이너
- 시료병 : 채집된 시료 보관용. 500 mL 용량의 것을 준비.
- 표본보관병 : 중요한 표본 보관용. 50 mL 용량 정도면 충분함
- 체(sieve) : 망목 1.0 mm의 것을 표준으로 함.
- 고무장갑, 손갈퀴, 흰색 쟁반, 장화, 핀셋, 온도계, 자

(나) 채집도구

1) 유수역(하구의 상류나 중소규모 열린하구의 하류)에서의 조사(그림 2)

- 서버넷(Surber net): 수심 50 cm 이하의 하천 여울에서 저서성 대형무척추동물의 정량채집에 국제적으로 이용되는 표준 도구로, 알루미늄 또는 스테인레스, 청동 프레임으로 구성한다(그림 4).
- 직삼각형 모양의 천막지에 망목이 달려있는 망목프레임과 방형구 모양의 프레임이 연결되어 있다. 유수역 조사의 경우 망목이 1.0 mm인 서버넷을 사용한다.
- 대형(50 x 50 cm): 수심 25 ~ 50 cm 범위를 보이는 지점에서는 안쪽의 가로와 세로가 각각 50 cm인 프레임을 사용하며, 천막지를 포함한 망목의 길이는 약 80 cm 정도로 하는 것이 좋다.
- 소형(30 x 30 cm): 수심 30 cm 이하 폭이 좁은 하천에서는 대형 서버넷을 통한 채취정점의 선정에 어려움이 있으나 소형 서버넷은 이에 반해 취급이 간편하다.



<그림 2> 유수역에서 사용하는 조사도구

- 1.서버넷, 2.장화, 3.운반용기, 4.필기도구, 5.기록용지, 6 온도계, 7.자, 8.손갈퀴, 9.들체, 10.시료병, 11.고정 및 보존 시약, 12.사진기, 13.핀셋, 14.확대경, 15. 지도, 16. 흰색쟁반



<그림 3> 정수역에서 사용하는 조사도구

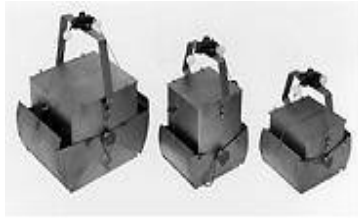
1.자, 2.Dredge sampler, 3.Ekman Grab, 4.Ekman Grab 연결봉, 5.Ponar grab, 6 구명조끼, 7.뜰체, 8.채, 9.받줄, 10.장화, 11.거리측정기, 12.확대경, 13.카메라, 14.온도계, 15.흰색쟁반, 16.수심측정기, 17.GPS, 18.필기구, 19.기록용지, 20.지도, 21. 핀셋, 22.시료병, 23.고정 및 보존시약, 24.고무장갑



<그림 4> 서버넷(Surber net) 및 이를 이용한 채집모습

2) 정수역(단한하구 하류부나 대규모 열린하구의 하류)에서의 조사(그림 3)

- Ekman grab 및 Ponar grab, Peterson grab은 하상의 채취에 필요한 장비로 느린 유속과 하상의 입도가 모래나 실트 이하로 세밀한 경우에 사용한다(그림 5).
- 채집장비의 구조는 용기 외부에 채집용 강판이 연결되어 있으며 용기 강판의 좌 우에는 채집용 강판을 벌려서 걸 수 있는 고리가 있고 상단에는 두개의 판이 여닫을 수 있는 형태로 덮여있다. 선박의 크레인(혹은 인력으로도 예인가능)에 연결된 줄과 고리를 풀 수 있는 메신저 추가 있다. 모래 이상의 입도를 보이는 하상의 경우에도 Dredge sampler나 <그림 6>과 같이 변형된 장비 등을 이용한다.



<Ekman Grab>



<Ponar & Petite Ponar Grab>



<Peterson Grab>

<그림 5> 정수역에서의 채집도구



<그림 6> 변형된 Ekman Grab 및 이를 이용한 채집모습

(다) 고정액

- 고정액은 현장 채집시료의 변질을 막기 위해 투입되는 시약을 지칭한다.
- Kahle's fluid : 외골격이 키틴질로 구성된 수서곤충류의 고정에 적합한 용액으로, 포름알데하이드(formaldehyde)는 시료의 부패를 막아주며 아세트산(acetic acid)은 탈색 방지 및 경화효과가 있다. 시료를 빨리 처리할 경우에는 95 % 에틸알코올에 고정한다(표 5).

<표 5> Kahle's fluid의 조성비

시 약	함 유 율
Ethyl alcohol	28 %
Form aldehyde (formalin)	11 %
Acetic acid	2 %
Distilled water (DW)	59 %

- 포르말린(Formalin) 20 % + 아세트산(Acetic acid) 2 %: 생물량이 큰 대형 패류의 고정이나 호소 퇴적물을 다량 포함한 시료의 경우에는 Kahle's fluid로는 고정 정도가 약하여 시료가 변질될 가능성이 있다.

- 에틸알코올(Ethyl alcohol) 20 %의 선고정 : 파리류 중 각다귀류, 날도래류의 일부 종 및 다모류의 일부 종 등은 상기한 고정액을 바로 투입하면 동정에 필요한 형질이 몸체 내에 응축된 채 고정되므로 에틸알코올에 선고정하여 몸체를 이완시킨 후 Kahle's fluid로 고정한다.

(라) 채집방법

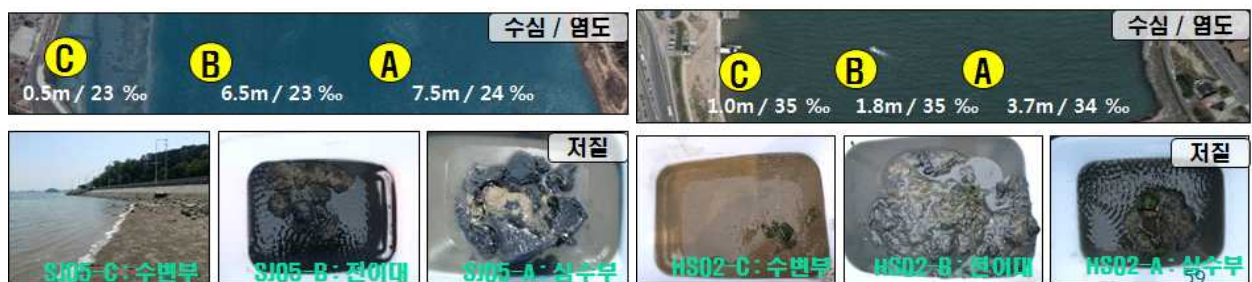
1) 조사정점의 선정

가) 유수역(하구의 상류나 중소규모 열린하구의 중류 등)에서의 조사

- 유수역(하구의 상류나 중소규모 열린하구의 중류 등)에서는 조사정점을 조약돌 이상의 하상 구조를 가진 여울지역으로 선정하고 수심은 50 cm가 넘지 않는 곳에서 조사한다.

나) 정수역(닫힌하구 하류부나 대규모 열린하구의 하류)에서의 조사

- 수변부, 전이대 및 심수부로 구분하여 각 조사범위 내에서 3가지 다른 형태의 조사정점을 선정하고, 중소규모 닫힌하구의 정수역에서는 최소한 수변부와 심수부를 구분하여 조사정점 선정한다(그림 7).



섬진강하구 하류지점

형산강하구 하류지점

<그림 7> 정수역(하구호 또는 열린하구의 하류 등)에서의 조사정점

2) 저서성 대형무척추동물의 채집

가) 유수역(하구의 상류나 중소규모 열린하구의 중류 등)에서의 조사

- 조사는 하류에서부터 상류로 거슬러 올라가며 실시하며, 물이 흘러오는 방향으로 서버넷을 놓고 방형구 프레임을 내린 후 방형구내의 하상을 채취한다. 최소 세 사람 이상의 인력 필요로 한다.

- 방형구를 사용시 물의 흐름 방향에 직각으로 하되 가능하면 프레임에 걸치는 돌이 없게 위치를 확보하며 특별한 보존이 필요한 시료는 고정액이 담긴 표본 병에 별도 보관한다.
- 모래 이하의 입도를 가진 하상은 손갈퀴로 깊이 10 cm까지 긁어 서버넷의 망에 생물이 걸리게 한 이후 채집망에 들어있는 내용물을 흰색 쟁반에 붓고 물을 넘치지 않게 담아 핀셋으로 골라 시료통에 넣는다.
- 서버넷 채집망에는 아직 많은 생물이 붙어 있으므로 물이 담긴 또 다른 흰색 쟁반에 채집망을 담그고 핀셋으로 생물을 골라내어 시료통에 담는다.
- 한 조사범위에서 조사정점의 수는 하구의 규모에 따라 대형 서버넷(50 x 50 cm)의 경우 2~3개 정도, 소형 서버넷(30 x 30 cm)의 경우 3 ~ 5개 정도 선정하여 채집한다.
- 채집과 생물시료의 선별이 끝나면 시료통에 하구명과 조사지점, 조사정점 및 채집기의 규격(대형 혹은 소형)을 기록한다.

나) 정수역(단한하구 하류부나 대규모 열린하구의 하류)에서의 조사

- Dredge sampler 및 Ekman grab, Ponar grab, Peterson grab 등 적절한 장비를 이용하여 하상을 채취, 퇴적물을 1 mm의 체에 담아 넘치지 않을 정도로 물에 담가 채집한다.
- 충분한 체질이 끝나면 걸림물을 시료통에 담고 체에 붙어있는 생물들은 핀셋으로 채취하여 시료통에 담고 고정액을 넣는다. 이때 고정액은 퇴적물이 많이 섞여 있는 경우는 포르말린(Formalin) 20 %를, 점토 덩어리나 부식질이 적어 생물시료가 비교적 잘 선별된 경우에는 Kahle's fluid 사용한다.
- 한 조사범위에서 3개의 조사정점을 선정하며 각 조사정점에서 위의 방법으로 채취와 생물시료의 선별이 끝나면 시료통에 조사시기, 하구명, 세부 조사지점명, 조사정점, 채집기 등을 기록한다.

(마) 환경요인의 조사

- 하구 수생태계 건강성 평가를 위한 저서성 대형무척추동물의 채집은 가능한 동일한 물리화학적 요인을 가진 조사정점을 선정 조사한다.
- 기온과 수온 : 봉상온도계 등을 이용하여 각 조사지점에서 생물채집 전 실시한다.
- 유수역의 경우에는 유속 자동측정기 및 유속-유향 자동측정기나 쇄자를 이용하여 측정한다.
- Craig method¹⁾ : 쇄자를 하천의 유하 방향과 직각방향으로 세워 물이 부딪혀 울

라오는 높이와 수심을 측정할 때 얻어진 값 사이의 높이차를 측정하여 계산한다.

$$\text{Craig method: } U = \sqrt{2g(D2 - D1)}$$

U : Water velocity (mm/sec)

g : Force due to gravity

$D1$: Water height when ruler parallel to the flow

$D2$: Water height when ruler right angle to the flow

- 현장에서의 육안 판정은 조사정점에서 채집 전에 실시하며, 육안으로 무게 구성비가 가장 높은 두개의 유형을 기록하고 자갈이 많고 잔석이 섞여있는 경우는 ‘자갈 + 잔석’으로 표현하며, 기타 퇴적물의 색도를 갈색, 회갈색, 흑갈색, 회색, 흑회색, 흑색의 순으로 구분하여 기록한다(표 6).

<표 6> 퇴적물 분류 기준표(Cummins, 1962)

유 형	입경범위 (mm)
큰돌(Boulder)	> 256
작은돌(Cobble)	64 ~ 256
자갈(Pebble)	16 ~ 64
왕모래(Gravel)	2 ~ 16
모래(Sand)	0.063 ~ 2
진흙이하(Silt)	< 0.063

- 현장 수질 측정은 현장용 다항목 측정기기(예: Horiba U-22XD 등)가 있는 경우 조사 시에 현장수질을 측정하여 수환경을 파악할 수 있는 참고자료로 활용하고, 현장용 다항목 측정기기가 없는 경우 수질오염공정시험기준에 따라 시료를 채취한 후 실험실에서 측정·분석한다.

(4) 실내분석 및 동정

(가) 골라내기

- 현장에서 채집·고정된 시료는 실험실로 운반하여 골라내기(sorting)를 실시한다.
- 고정된 시료를 체(sieve, 망목 1.0 mm)를 이용하여 물로 씻어낸 후 흰색 쟁반(tray)에 옮기고 핀셋을 이용하여 저서성 대형무척추동물(선충류, 환형동물, 연체동물, 갑각류, 수서곤충 등) 선별한다.

1) Craig, D. A. 1987. Some of what you should know about water or K.I.S.S. for hydrodynamics. Bull. North Am. Benthol. Soc. 4: 178-182.

- 선별한 저서성 대형무척추동물은 육안으로 외형을 구별하여 분류군의 크기에 따라 적절한 용량의 작은 시료병(분류군에 따라 3 mL, 20 mL, 30 mL 등)에 채집한다.

(나) 보존액

- 에틸알코올(Ethyl alcohol) 70 ~ 80 % : 생물량이 작은 수서곤충류의 보존 사용
- 포르말린(Formalin) 5 % : 생물량이 큰 패류 등의 보존 사용

(다) 동정

- 하구에서 동정은 담수 저서성 대형무척추동물과 해수 저서성 대형무척추동물을 포괄하고 <표 7>과 <표 8>에 제시된 문헌 등을 이용하여 동정한다.
- 하구 저서성 대형무척추동물의 동정결과는 조사일자, 조사정점 등을 기입하고 출현종 및 출현 개체수를 기록한다.
- 동정은 가능한 종 수준까지 하는 것을 원칙으로 한다. 한편 골라내기와 동정에 요구되는 도구는 <그림 8>과 같다.

<표 7> 저서성 대형무척추동물 분류군별 국내 기준문헌

분 류 군	제 목	저자	발행년도
수서곤충	한국동식물도감 제 30권 동물편(수서곤충류)	윤일병	1988
수서곤충	수서곤충검색도설	윤일병	1995
갈따구류	한국산 갈따구속(파리목: 갈따구과)의 분류	윤과 전	1992
꼬마하루살이류	감장하루살이(하루살이목: 꼬마하루살이과) 유충의 기재 및 한국산 꼬마하루살이과 유충의 검색표	배 등	1998
연체동물(패류)	한국동식물도감 제32권 동물편(연체동물 I)	권오길	1990
연체동물(패류)	한국동식물도감 제33권 동물편(연체동물 II)	최병래	1992
연체동물(패류)	원색한국패류도감	권 등	1993
연체동물(패류)	신원색한국패류도감	권 등	2001
환형동물(거머리류)	한국산 거머리강(환형동물문)의 분류	송광래	1995
새우류	한국동식물도감 제19권 동물편(새우류)	김훈수	1977
곤충류	한국곤충명집	한국곤충학회	1994
기타 동물류	한국동물명집	한국동물분류학회	1997
수서곤충	한국의 수서곤충	원 등	2005
해산 갑각류	한국산 해양 등각류 (갑각류)	권도현	1987
해산 갑각류	한국 해산 옆새우류(갑각강, 단간목)의 분류학적 연구	김영효	2007
해산 갑각류	한국 해산 옆새우류(갑각류)의 계통분류학적 연구	김창배	1991
집게·게류	한국동식물도감 제14권 동물편(집게·게류)	김훈수	1973
새우류	한국동식물도감 제19권 동물편(새우류)	김훈수	1977
갯지렁이류	한국동식물도감 제31권 동물편(갯지렁이류)	백의인	1989

<표 8> 저서성 대형무척추동물 분류군별 국외 참고문헌

분 류 군	제 목	저자	발행년도
수서곤충	An introduction to the Aquatic Insects of North America	Merritt & Cummins	1984, 1996
담수무척추동물	Freshwater invertebrates of the United States	Pennak	1989
담수무척추동물	Pennak's Freshwater Invertebrates of the United States	Smith	2001
담수무척추동물	Freshwater Macroinvertebrates of Northeastern North America	Peckarsky et. al	1990
수서곤충	Aquatic entomology	McCafferty	1981
갈따구류	Chironomidae of the Holarctic region Keys and diagnose. Part I -Larvae	Wiederholm	1983
무척추동물	신일본동물도감	岡田要	1965
수서곤충	일본산수생곤충검색도설 (An Illustrated Book of Aquatic Insects of Japan)	Kawai	1985
수서곤충	일본산 수생곤충 (Aquatic Insects of Japan: Manual with Keys and Illustrations)	Kawai & Tanida	2004



<그림 8> 골라내기(sorting)와 동정(identification)에 필요한 도구

1.해부현미경, 2.페트리디쉬, 3.시료병, 4.라벨, 5.핀기도구, 6.기록용지, 7.보관용 시약, 8.쟁반, 9.핀셋, 10.도감

나. 평가방법

(1) 한국형 하구 저서생물지수(KEBI, Korea Estuary of Biological Integrity)

- 하구의 저서성 대형무척추동물의 건강성 평가를 위해 Weisberg et al., Barbour et al., Alden et al. 등에 의해 제안된 방법을 국내 현실에 맞게 변형한 수생태 건강성 평가지수(BIBI, Benthic macroinvertebrates Index of Biological Integrity)를 이용하여, 하구에 적용 가능한 메트릭과 생물학적 상태를 나타내는 각 항목을 선정하고 기준점수를 제시한다.
- 지금까지 누적된 문헌자료 및 연구결과를 근거로, Weisberg et al., Fengqing Li et al. 등에서 제안된 변수를 이용하여 7개의 메트릭 항목을 선정한다(표 9).
- 선정된 각 메트릭 항목 점수를 합산하여 한국하구저서생물지수(KEBI)로 나타냈으며 5개의 등급으로 구분하여 각 조사지점에 대한 등급을 산출한다(표 10).

<표 9> 하구저서생물지수를 위한 평가 메트릭 및 산출 기준

Metric	Biological Condition Scoring Criteria				
	4	3	2	1	0
1. 출현종수	≥ 12	≥ 9	≥ 6	≥ 4	< 4
2. 개체밀도(ind./m ²)	≥ 700	≥ 270	≥ 130	≥ 55	< 55
3. % 민감종수	≥ 45	≥ 26	≥ 17	> 0	= 0
4. % 민감종 밀도	≥ 48	≥ 20	≥ 5	> 0	= 0
5. % 기수종수	≥ 90	≥ 75	≥ 40	≥ 5	< 5
6. % 기수종 밀도	≥ 99	≥ 85	≥ 30	> 0	= 0
7. 다양도지수(H')	≥ 2.5	≥ 2.0	≥ 1.5	≥ 1.0	< 1.0

- 1) 기수 출현 분류군 중 대표적 오염민감 분류군 : Lucinidae, Tellinidae, Glyceridae, Nereidae, Nephtyidae, Spionidae, Cirratulidae, Anthuridae, Alpheidae
 2) 담수 출현 분류군 중 오염에 민감한 분류군 : 하루살이목(Ephemeroptera), 강도래목(Plecoptera), 날도래목(Trichoptera) 및 ESB 점수 3, 4점에 해당하는 생물군

(2) 하구 저서생물지수의 산출

- 저서성 대형무척추동물을 이용한 하구 수생태계 건강성 평가에서 각 평가요소는 7개로 각 평가요소의 대한 평가값은 “0”, “1”, “2”, “3”, “4” 로 구분한다.
- 하구저서생물지수(KEBI)는 각 조사지점별 7개 평가요소를 평가한 후 각 평가 점수의 총합에 100/28을 곱하여 100점 만점으로 계산한다. 지수값은 소수점 첫째자리에서 반올림한다. 제시되어 있는 평가 기준을 이용하여 수생태계 건강성의 등급을 평가한다.
- 조사범위 내 출현종수가 0일 경우 건강성 지수값은 “0” 으로 부여한다.

$$KEBI = (\text{각 항목 점수의 합}) \times (100/28)$$

<표 10> 저서성대형무척추동물(KEBI)에 의한 생물등급

생물등급 ²⁾	표시색	환경상태	KEBI 범위
A	Blue	매우 좋음	≥ 75
B	Green	좋음	≥ 65
C	Yellow	보통	≥ 40
D	Orange	나쁨	≥ 25
E	Red	매우 나쁨	< 25

2) Barbour, M. T., J. Gerritsen, B. D. Snyder, and J. B. Stribling. 1999. Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish, 2nd ed. EPA 841-B-99-002. 응용

3. 어류

가. 조사방법

(1) 현장조사

- 현장 조사는 국가하천과 지방하천의 해수가 담수로 유입되는 상류 기수역과 담수가 해수로 유입되는 하류 기수역 2가지로 구분하여 2개 이상 정점을 선정한다.
- 탐문 조사는 현지어민에게 물어보거나 조사원의 정치망(일각망, 삼각망)과 투망, 족대를 이용한 조사를 원칙으로 하며, 정치망 조사가 불가할 경우에는 자망과 통발 및 현지사정에 적합한 어구를 동원하여 조사한다.
- 담수가 해수로 유입되는 하류 기수역에서는 인근 어민에게 탐문하거나 정치망, 자망, 통발 등의 현지사정에 적합한 어구를 이용하여 조사한다.
- 조사횟수는 연 2회 조사를 원칙으로 하며, 조사의 정확성을 기하도록 종수, 개체수 및 채집 시간에 영향을 받는 지수들의 변이 폭을 최대한 줄인다.

(2) 조사방법

(가) 조사시기 및 조사정점 선정

- 조사시기는 연 4회 조사를 원칙으로 하며, 조사여건을 감안하여 연 2회 조사를 홍수기 전후 조사를 실시한다.
- 산란을 위해 하천 상류로의 이동시기인 소상시기에 조사하며 뱀장어 치어의 소상시기 1~3월, 은어 및 황어의 소상시기 3~5월, 생산성이 가장 높은 하절기, 연어 소상시기 9~10월을 중심으로 조사한다.
- 어류의 조사정점은 해수가 담수로 유입되는 상류 기수역과 담수가 해수로 유입되는 하류 기수역으로 구분하여 2개 이상의 지점을 선정한다.
- 조사정점의 선정은 현지어민의 협조 및 현장 상황에 대한 풍부한 경험으로 조사지점을 선정하고, 보고서 작성 시 정점 선정 사유를 기술한다.

(나) 현지조사표 작성

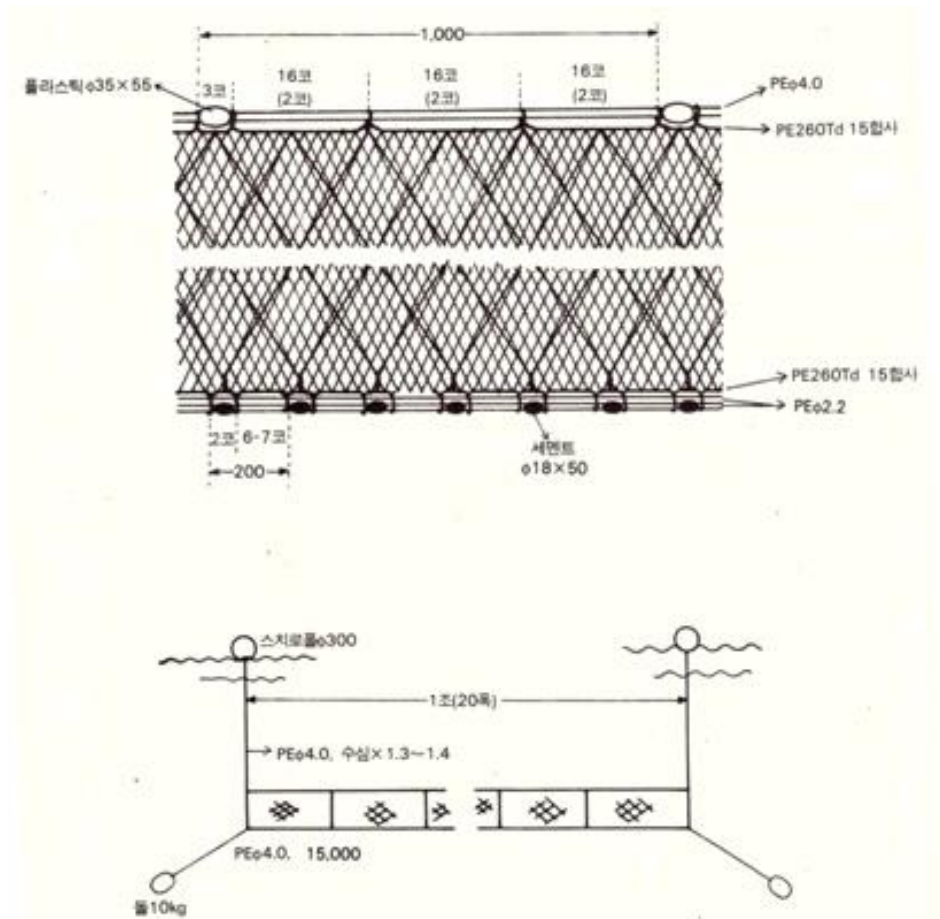
- 현장에서 채집된 어류는 가능한 한 사진을 촬영하고 출현한 어류의 종 사진은 분류학적 특징이 나타나도록 기록한다. 채집 과정도 사진으로 기록하며 특히 출현

개체에서 외부형태의 비정상 어류는 사진을 촬영하고 제출한다.

- 조사를 실시한 후, 동정 및 분류를 마친 개체들은 하구 수생태계 건강성 평가의 현지조사표 작성한다.



<그림 9> 어류 조사 도구(좌: 각망, 중: 투망, 우: 족대)



<그림 10> 어류조사 도구(자망)

(다) 조사도구

- 1) 유수역(하구의 상류나 중소규모 열린하구의 하류)에서의 조사

- 국가하천 등 하폭이 넓은 하구에서는 현지어민의 도움을 받아, 적합한 조사도구를 이용하여 조사한다.
- 하폭이 협소한 하구의 상류나 중소 규모의 열린하구에서는 투망(망목 5×5 mm), 족대(망목 5×5 mm) 등을 동원하며, 가능한 경우에는 정치망(일각망: 유도망 양쪽 5 m, 높이 1.5 m, 망목 5×5 mm)을 이용하여 조사한다.
- 정치망(일각망)의 경우 설치하여 최소 12시간 경과 후 채집물을 확인한다.

2) 정수역(단한하구 하류부나 대규모 열린하구의 하류)에서의 조사

- 국가하천과 같이 유폭이 넓은 하구에서는 원칙적으로 현지어민의 도움을 받아, 현지사정에 맞는 조사장비를 이용하여 조사를 실시한다.
- 단한하구 등 정수성 하구에서는 1 지점 이상 두 종류의 자망(망목 4×4 cm, 7×7 cm, 길이 20 m)을 설치하여 최소 12시간 경과 후 채집물을 확인한다.
- 투망(망목 5×5 mm)과 족대(망목 5×5 mm) 등 반드시 병행한다.

(라) 종 동정

- 어류의 종 동정 및 분류는 현지에서 실시하는 것을 원칙으로 하되, 정확한 분류학적 조사가 필요할 경우 10 % 포르말린 용액에 고정하여 실험실에서 동정 및 분류를 실시한다.
- 현지에서 종 동정 후 현지조사표의 기입이 완료된 개체들은 즉시 재 방류 하도록 하는데, 특히 천연기념물 및 보호종에 해당되는 경우는 현지조사표를 조속히 작성하여 필히 재 방류하며 분류체계는 Nelson의 신분류체계를 채택하고 종 동정에는 <표 14>의 검색표를 이용한다.

(마) 비정상 개체 감별

- 비정상 개체를 감별하기 위해 현장에서 채집 즉시 해당 개체의 종 동정 및 분류를 실시한다. 비정상 개체의 감별은 Sanders et al.(1999), 안 등(2006) 및 하천의 수생태계 건강성 조사 및 평가지침(환경부·국립환경과학원, 2006)에 의하여 기형(DE, Deformity), 지느러미의 손상(EF, Erosion), 피부손상(LE, Lesions) 및 종양(TU, Tumors)의 내용을 현지조사표를 기록한다.

<표 11> 어류 동정에 주로 이용되는 참고문헌

제 목	저자	출처	년도	비고
한국산 담수어류의 분포에 관하여	전상린	중앙대 박사학위논문	1980	
한국산 미꾸리과 어류의 분포와 검색에 관하여	전상린	상명여대논문집 11: 289-321	1983	
Fishes of the World(2nd eds.)	Nelson, J.S.	Wiley	1984	분류체계
한국산 동자개과 및 폐기과 어류의 분포와 검색에 관하여	전상린	상명여대논문집 14: 83-115	1984	
한국산 농어과 주연성담수어류의 분포와 검색에 관하여	전상린	상명여대논문집 18: 335-355.	1986	
한국산 황어속, 연준모치속 및 버들치속(황어과) 어류의 검색과 분포	전상린	상명여대논문집 23: 17-36	1986	
원색한국육수어도감	최기철, 전상린, 김익수, 손영목	향문사	1990	
한국동식물도감. 제37권 동물편(담수어류)	김익수	교육부	1997	
한국의 민물고기	김익수, 박종영.	교학사	2002	
한국어류대도감	김익수, 최 윤, 이충렬, 이용주, 김병직, 김지현	교학사	2005	

나. 평가방법

(1) 어류를 활용한 하구의 생물학적 수환경 평가

(가) 출현 어류에 의한 평가

- 다양도지수(Shannon-Wiener Index)는 산출된 다양도지수의 값에 따라 가중치를 부여하며 특정종의 우점현상과 연관이 있으므로, 다양도지수의 산출값이 2 이상 인 경우는 8의 가중치를, 1.6 이상 2 미만은 가중치 6, 1.2 이상 1.6 미만은 가중치 4, 0.8 이상 1.2 미만은 가중치 2, 0.8 미만은 0 점을 부여한다.
- 총 출현종수는 지형적 특성에 따라 하구, 하천의 발달정도는 다르나 전체 출현 종수에서 10종 이상은 가중치 8, 8종 이상 10종 미만의 경우 가중치 6, 8종 미만 6종 이상은 가중치 4, 4종 이상 8종 미만은 가중치 2, 4종 미만은 가중치 0을 부여한다.
- 회유어류 출현종수는 하구의 기능 고려하여 산란을 위해 담수지역으로 이동하는데 중요한 역할을 하므로 회유종이 3종 이상 출현한 경우 가중치 8, 1~2종 출현 시 가중치 4, 회유종이 출현하지 않았을 경우 가중치를 주지 않는다.
- 기수종 출현종수는 하구를 주 서식처로 하여 살아가는 종으로 기수종수는 하구의 역할을 평가하는데 중요하다. 기수종이 6종 이상 출현한 경우 가중치 8, 3~5종

출현시 가중치 4, 3종 미만 출현시 가중치를 주지 않는다.

- 하구는 다양한 생물의 치어 생육장으로 치어 출현종수는 3종 이상 출현한 경우 가중치 8, 1~2종 출현시 가중치 4, 한 종도 출현하지 않은 경우에는 가중치를 주지 않는다.
- 내성상주종 출현율은 하구 상태를 평가하는 지표로서 전체 어류의 출현율에 대하여 내성 상주종의 출현이 15 % 미만일 경우 가중치 8을 부여하고, 15~30 % 인 경우 가중치 6 부여하며, 30 % 이상 60 % 미만은 가중치 4, 60~80 % 는 가중치 2, 80 % 이상은 가중치를 부여하지 않는다.
- 저서성종 출현 비율은 내성상주종과 같이 하구 상태를 평가하는 지표로서 전체 어류의 출현율에 대하여 저서종의 출현이 80 % 이상일 경우 가중치 8을 부여하고, 60~80 % 인 경우 가중치 6을 부여하며, 40~60 % 은 가중치 4를, 20~40 % 는 가중치 2를, 20 % 미만은 가중치를 부여하지 않는다.
- 외부 손상(비정상) 개체: 비정상 개체의 감별은 Sanders et al.(1999), 안 등(2006) 및 하천의 수생태 건강성 조사지침(환경부·국립환경과학원, 2006)에 의하여 기형(DE, Deformity), 지느러미의 손상(EF, Erosion), 피부손상(LE, Lesions) 및 종양(TU, Tumors) 등을 판별한다.
- 전체 어류의 출현율 가운데 외부손상(비정상) 개체의 출현율이 0 %인 경우 가중치 6을, 0 % 초과 0.01 % 미만인 경우 가중치 4를, 0.01 % 이상일 때는 가중치를 부여하지 않는다.

(나) 어류생물지수(IBI, Index of Biotic Integrity)

- 총 8개 평가항목에서 산출되는 가중치는 <표 12>와 같다. 하구 수생태계 건강성이 가장 양호한 경우 가중치는 43이며, 가장 낮은 지역의 가중치는 9로 산출한다.
- 상주종 및 회유종 어류 목록의 재검토 결과, 1차 담수어와 2차 담수어, 해수어, 주연어의 네 항목으로 구분한다.
 - 어류의 생활사를 기준으로 잉어나 메기처럼 일생을 담수에서 보내는 종류를 1차 담수어(primary freshwater fishes)로 구분한다.
 - 일반적으로 담수에서 생활하지만 우발적으로 해수로 유입되는 종을 2차 담수어(secondary freshwater fishes)로 구분한다.
 - 해산어라 불리우는 종은 일생을 해수에서 보내는 종류이며 이를 ‘해수어’로 하고, 해수어이지만 담수에 일시적으로 침입하는 종을 주연어(peripheral fishes)로 구분한다.

<표 12> 어류생물지수 평가항목

평가항목	가중치				
	8	6	4	2	0
1. 다양도지수 (H')	≥ 2.0	1.6~2.0	1.2~1.6	0.8~1.2	< 0.8
2. 총 출현 종수	≥ 10	8 - 10	6 - 8	4 - 6	< 4
3. 회유어류 출현종수	≥ 3		1 - 2		0
4. 기수종 출현종수	≥ 6		3 - 6		< 3
5. 치어 출현 종수	≥ 3		1 - 2		0
6. 내성상주종 출현율(%)	< 15	15~30	30 - 60	60 - 80	≥ 80
7. 저서종 출현 비율(%)	80 - 100	60 - 80	40 - 60	20 - 40	< 20
8. 외부손상(비정상) 개체수 비율(%)	0		0 - 0.01		> 0.01

(다) 어류생물지수의 산출

- 어류를 이용한 하구 수생태계 건강성 평가에서 각 평가요소는 8개로 각 평가요소의 대한 평가값은 “0”, “2”, “4”, “6”, “8” 로 구분한다.
- 어류지수(IBM)는 각 하구별 8개 평가요소를 평가한 후 각 평가 점수의 총합에 100/64을 곱하여 100점 만점으로 계산한다(지수값은 소수점 첫째자리에서 반올림한다). 제시되어 있는 평가 기준을 이용하여 수생태계 건강성의 등급을 평가한다(표 13).
- 조사범위 내 출현종수가 0일 경우 건강성 지수값은 “0” 으로 부여한다.

$$IBM = (\text{각 항목 점수의 합}) \times (100/64)$$

<표 13> 어류(IBM)에 의한 생물등급

생물등급	표시색	환경상태	지수 범위
A	Blue	매우 좋음	≥ 80
B	Green	좋음	≥ 60
C	Yellow	보통	≥ 40
D	Orange	나쁨	≥ 20
E	Red	매우 나쁨	< 20

<표 14> 어류 종 목록

과명	국명	학명	상주종	외래종	회유종	저서종	내성종	비고
칠성장어과 Petromyzontidae	칠성장어	<i>Lethenteron japonicus</i>			●	●		주연어
	다묵장어	<i>Lethenteron reissneri</i>				●		1차 담수어
철갑상어과 Acipenseridae	칼상어	<i>Acipenser dabryanus</i>			●			주연어
	용상어	<i>Acipenser medirostris</i>			●			주연어
	철갑상어	<i>Acipenser sinensis</i>			●			주연어
뱀장어과 Anguillidae	뱀장어	<i>Anguilla japonica</i>	●		●	●		2차 담수어
	무태장어	<i>Anguilla marmorata</i>	●		●	●		2차 담수어
갯장어과 Muraenesocidae	갯장어	<i>Muraenesox cinereus</i>				●		해수어
	물붕장어	<i>Oxyconger leptognathus</i>				●		해수어
붕장어과 Congridae	붕장어	<i>Conger myriaster</i>	●			●		해수어
준치과 Pristigasteridae	준치	<i>Ilisha elongata</i>						해수어
멸치과 Engraulidae	웅어	<i>Coilia nasus</i>			●			주연어
	멸치	<i>Engraulis japonicus</i>						해수어
	반지	<i>Setipinna tenuifilis</i>	●					해수어
	풀반대이	<i>Thryssa adela</i>	●					해수어
	풀반지	<i>Thryssa hamiltonii</i>						해수어
	청멸	<i>Thryssa kammalensis</i>	●					해수어
물멸과 Chirocentridae	물멸	<i>Chirocentrus dorab</i>						해수어
청어과 Clupeidae	전어	<i>Konosirus punctatus</i>	●					주연어
	밴대이	<i>Sardinella zunasi</i>	●					해수어
	샛줄멸	<i>Spratelloides gracilis</i>						해수어
잉어과 Cyprinidae	버들매치	<i>Abbottina rivularis</i>				●		1차담 수어
	왜매치	<i>Abbottina springeri</i>				●		1차 담수어
	큰납지리	<i>Acheilognathus macropterus</i>						1차 담수어
	가시납지리	<i>Acheilognathus chankaensis</i>						1차 담수어
	칼납자루	<i>Acheilognathus koreensis</i>						1차 담수어
	납자루	<i>Acheilognathus lanceolata intermedia</i>						1차 담수어
	큰줄납자루	<i>Acheilognathus majusculus</i>						1차 담수어
	납지리	<i>Acheilognathus rhombeus</i>						1차 담수어
	묵납자루	<i>Acheilognathus signifer</i>						1차 담수어
	줄납자루	<i>Acheilognathus yamatsutae</i>						1차담 수어
	왜물개	<i>Aphyocypris chinensis</i>						1차 담수어

과명	국명	학명	상주종	외래종	회유종	저서종	내성종	비고
	붕어	<i>Carassius auratus</i>	●				●	1차 담수어
	떡붕어	<i>Carassius cuvieri</i>		●				1차 담수어
	쉬리	<i>Coreoleuciscus splendidus</i>						1차 담수어
	백조어	<i>Culter brevicauda</i>						1차 담수어
	잉어	<i>Cyprinus carpio</i>	●				●	1차 담수어
	강준치	<i>Erythroculter erythropterus</i>	●				●	1차 담수어
	줄몰개	<i>Gnathopogon strigatus</i>						1차담 수어
	누치	<i>Hemibarbus labeo</i>	●					1차 담수어
	참마자	<i>Hemibarbus longirostris</i>						1차 담수어
	치리	<i>Hemiculter eigenmanni</i>	●				●	1차 담수어
	살치	<i>Hemiculter leucisculus</i>	●				●	1차 담수어
	새미	<i>Ladislavia taczanowskii</i>						1차 담수어
	뽕경모치	<i>Microphysogobio jeoni</i>	●			●		1차 담수어
	모래주사	<i>Microphysogobio koreensis</i>				●		1차 담수어
	배가사리	<i>Microphysogobio longidorsalis</i>				●		1차 담수어
	여울마자	<i>Microphysogobio rapidus</i>				●		1차 담수어
	돌마자	<i>Microphysogobio yaluensis</i>				●		1차 담수어
	끄리	<i>Opsariichthys uncirostris amurensis</i>						1차 담수어
	연준모치	<i>Phoxinus phoxinus</i>						1차 담수어
	모래무지	<i>Pseudogobio esocinus</i>				●		1차 담수어
	참붕어	<i>Pseudorasbora parva</i>	●				●	1차 담수어
	돌고기	<i>Pungtungia herzi</i>						1차 담수어
	떡납줄갱이	<i>Rhodeus notatus</i>						1차 담수어
	흰줄납줄개	<i>Rhodeus ocellatus</i>						1차 담수어
	납줄개	<i>Rhodeus sericeus</i>						1차 담수어
	각시붕어	<i>Rhodeus uyekii</i>						1차 담수어
	버들치	<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>						1차 담수어
	버들개	<i>Rhynchocypris steindachneri</i>						1차 담수어
	중고기	<i>Sarcocheilichthys nigripinnis morii</i>						1차 담수어
	참중고기	<i>Sarcocheilichthys variegatus wakiyae</i>						1차 담수어
	두우쟁이	<i>Saurogobio dabryi</i>			●	●		2차 담수어

과명	국명	학명	상주종	외래종	회유종	저서종	내성종	비고
	참물개	<i>Squalidus chankaensis tsuchigae</i>						1차 담수어
	긴물개	<i>Squalidus gracilis majimae</i>						1차 담수어
	물개	<i>Squalidus japonicus coreanus</i>						1차 담수어
	점물개	<i>Squalidus multimaculatus</i>						1차 담수어
	눈물개	<i>Squaliobarbus curriculus</i>	●				●	1차 담수어
	대황어	<i>Tribolodon brandti</i>			●			주연어
	황어	<i>Tribolodon hakonensis</i>			●			2차 담수어
	참갈겨니	<i>Zacco koreanus</i>						1차 담수어
	피라미	<i>Zacco platypus</i>						1차 담수어
	갈겨니	<i>Zacco temminckii</i>						1차 담수어
미꾸리과 Cobitidae	기름종개	<i>Cobitis hankugensis</i>				●		1차 담수어
	점줄종개	<i>Cobitis lutheri</i>				●		1차 담수어
	줄종개	<i>Cobitis tetralineata</i>				●		1차담 수어
	남방종개	<i>Iksookimia hugowolfeldi</i>				●		1차 담수어
	참종개	<i>Iksookimia koreensis</i>				●		1차 담수어
	왕종개	<i>Iksookimia longicorpa</i>				●		1차 담수어
	북방종개	<i>Iksookimia pacifica</i>				●		1차 담수어
	동방종개	<i>Iksookimia yongdokensis</i>				●		1차 담수어
	좁수수치	<i>Kichulchoia brevifasciata</i>				●		1차 담수어
	수수미꾸리	<i>Kichulchoia multifasciata</i>				●		1차 담수어
	얼룩새코미꾸리	<i>Koreocobitis naktongensis</i>				●		1차 담수어
	새코미꾸리	<i>Koreocobitis rotundicaudata</i>				●		1차 담수어
	미꾸리	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>				●		1차 담수어
	미꾸라지	<i>Misgurnus mizolepis</i>				●		1차 담수어
종개과 Balitoridae	쌀미꾸리	<i>Lefua costata</i>				●		1차 담수어
	종개	<i>Orthrias toni</i>				●		1차 담수어
통가리과 Amblycipitidae	통가리	<i>Liobagrus andersoni</i>				●		1차 담수어
	자가사리	<i>Liobagrus mediadiposalis</i>				●		1차 담수어
	섬진자가사리	<i>Liobagrus somjinensis</i>				●		1차 담수어
메기과 Siluridae	메기	<i>Silurus asotus</i>				●		1차 담수어
	미유기	<i>Silurus microdorsalis</i>				●		1차 담수어

과명	국명	학명	상주종	외래종	회유종	저서종	내성종	비고
바다동자개과 Ariidae	바다동자개	<i>Arius maculatus</i>				●		해수어
동자개과 Bagridae	밀자개	<i>Leiocassis nitidus</i>	●			●	●	1차 담수어
	대농갱이	<i>Leiocassis ussuriensis</i>	●			●		1차 담수어
	꼬치동자개	<i>Pseudobagrus brevicorpus</i>				●		1차 담수어
	동자개	<i>Pseudobagrus fulvidraco</i>				●		1차 담수어
	눈동자개	<i>Pseudobagrus koreanus</i>				●		1차 담수어
바다빙어과 Osmeridae	벚꽃뱅어	<i>Hemisalanx prognathus</i>			●			주연어
	날빙어	<i>Hypomesus japonicus</i>			●			2차 담수어
	빙어	<i>Hypomesus nipponensis</i>			●			주연어
	열빙어	<i>Mallotus villosus</i>			●			주연어
	도화뱅어	<i>Neosalanx anderssoni</i>			●			주연어
	실뱅어	<i>Neosalanx hubbsi</i>			●			주연어
	젓뱅어	<i>Neosalanx jordani</i>			●			주연어
	마다빙어	<i>Osmerus mordax</i>			●			주연어
	은어	<i>Plecoglossus altivelis</i>			●			2차 담수어
	붕통뱅어	<i>Protosalanx chinensis</i>			●			주연어
	뱅어	<i>Salangichthys microdon</i>			●			주연어
	국수뱅어	<i>Salanx ariakensis</i>			●			주연어
연어과 Salmonidae	곱사연어	<i>Oncorhynchus gorboscha</i>			●			주연어
	연어	<i>Oncorhynchus keta</i>			●			주연어
	은연어	<i>Oncorhynchus kisutch</i>			●			주연어
	산천어	<i>Oncorhynchus masou masou</i>			●			주연어
	송어	<i>Oncorhynchus masou masou</i>			●			해수어
	무지개송어	<i>Oncorhynchus mykiss</i>		●				외래어
	홍송어	<i>Salvelinus leucomaenis leucomaenis</i>			●			주연어
홍메치과 Aulopidae	히메치	<i>Hime japonicus</i>						해수어
대구과 Gadidae	빨간대구	<i>Eleginus gracilis</i>						해수어
	대구	<i>Gadus macrocephalus</i>						해수어
	명태	<i>Theragra chalcogramma</i>						해수어
아귀과 Lophiidae	아귀	<i>Lophiomus setigerus</i>				●		해수어
	황아귀	<i>Lophius litulon</i>				●		해수어
썩뱅이과 Antennariidae	빨간썩뱅이	<i>Antennarius striatus</i>				●		해수어
	노랑썩뱅이	<i>Histrio histrio</i>				●		해수어
점썩뱅이과 Chaunacidae	점썩뱅이	<i>Chaunax abei</i>				●		해수어
부치과 Ogcocephalidae	민부치	<i>Halieutaea fumosa</i>				●		해수어
	빨강부치	<i>Halieutaea stellata</i>				●		해수어
	원쪽갈치	<i>Malthopsis annulifera</i>						해수어
송어과 Mugilidae	등줄송어	<i>Chelon affinis</i>	●					주연어
	가송어	<i>Chelon haematocheilus</i>	●				●	주연어

과명	국명	학명	상주종	외래종	회유종	저서종	내성종	비고
	송어	<i>Mugil cephalus</i>	●				●	주연어
물꽃치과 Notocheiridae	물꽃치	<i>Iso flosmaris</i>						해수어
	밀멸	<i>Atherion elymus</i>						해수어
색줄멸과 Atherinidae	은줄멸	<i>Hypoatherina tsurugae</i>						해수어
	색줄멸	<i>Hypoatherina valenciennei</i>						해수어
송사리과 Adrianichthyoideae	송사리	<i>Oryzias latipes</i>	●				●	1차 담수어
	대륙송사리	<i>Oryzias sinensis</i>	●				●	1차 담수어
	줄공치	<i>Hyporhamphus intermedius</i>						주연어
학공치과 Hemiramphidae	살공치	<i>Hyporhamphus quoyi</i>						주연어
	학공치	<i>Hyporhamphus sajori</i>	●					주연어
양미리과 Hypoptychidae	양미리	<i>Hypoptychus dybowskii</i>						해수어
	큰가시고기	<i>Gasterosteus aculeatus</i>			●			주연어
큰가시고기과 Gasterosteidae	잔가시고기	<i>Pungitius kaibarae</i>	●				●	2차 담수어
	가시고기	<i>Pungitius sinensis</i>	●					2차 담수어
	해마	<i>Hippocampus coronatus</i>						주연어
	가시해마	<i>Hippocampus histrix</i>						해수어
	복해마	<i>Hippocampus kuda</i>						해수어
실고기과 Syngnathidae	산호해마	<i>Hippocampus mohnikei</i>						해수어
	점해마	<i>Kichulchoia brevifasciata</i>						해수어
	실고기	<i>Syngnathus schlegelii</i>	●					주연어
	거물가시치	<i>Trachyrhamphus serratus</i>						해수어
	풀해마	<i>Urocampus nanus</i>						해수어
드렁허리과 Synbranchidae	드렁허리	<i>Monopterus albus</i>				●		1차 담수어
	미역치	<i>Hypodytes rubripinnis</i>				●		해수어
	우럭볼락	<i>Sebastes hubbsi</i>						해수어
양볼락과 Scorpaenidae	볼락	<i>Sebastes inermis</i>						해수어
	황볼락	<i>Sebastes owstoni</i>						해수어
	조피볼락	<i>Tarphops elegans</i>	●					해수어
	노랑볼락	<i>Sebastes steindachneri</i>						해수어
	불볼락	<i>Sebastes thompsoni</i>						해수어
양태과 Platycephalidae	점양태	<i>Inegocia japonica</i>				●		해수어
	양태	<i>Platycephalus indicus</i>				●		해수어
	붕오리양태	<i>Ratabulus megacephalus</i>				●		해수어
취노래미과 Hexagrammida	노래미	<i>Hexagrammos agrammus</i>						해수어
	줄노래미	<i>Hexagrammos octogrammus</i>						해수어
	취노래미	<i>Hexagrammos otakii</i>						해수어
독중개과 Cottidae	한독중개	<i>Cottus hangiongensis</i>	●			●		2차 담수어
	걱정이	<i>Trachidermus fasciatus</i>	●			●		주연어
삼세기과 Hemitripterae	삼세기	<i>Hemitripterus villosus</i>						해수어
걱지과 Centropomidae	걱지	<i>Coreoperca herzi</i>						1차 담수어
	걱저기	<i>Coreoperca kawamebari</i>						1차

과명	국명	학명	상주종	외래종	회유종	저서종	내성종	비고
	쏘가리	<i>Siniperca scherzeri</i>						담수어 1차 담수어
농어과 Moronidae	농어	<i>Lateolabrax japonicus</i>	●					주연어
	점농어	<i>Lateolabrax maculatus</i>	●					주연어
반딧불게르치과 Acropomatidae	반딧불게르치	<i>Acropoma japonicum</i>						해수어
	눈볼대	<i>Doederleinia berycoides</i>						해수어
검정우럭과 Centrarchidae	블루길	<i>Lepomis macrochirus</i>		●				생태계 위해종
	배스	<i>Micropterus salmoides</i>		●				생태계 위해종
보리멸과 Sillaginidae	청보리멸	<i>Sillago japonica</i>				●		해수어
	점보리멸	<i>Sillago parvisquamis</i>	●			●		해수어
	보리멸	<i>Sillago sihama</i>				●		해수어
전갱이과 Carangidae	전갱이	<i>Trachurus japonicus</i>						해수어
주둥치과 Leiognathidae	왜주둥치	<i>Equulites elongatus</i>						해수어
	점주둥치	<i>Equulites rivulatus</i>						해수어
	주둥치	<i>Nuchequula nuchalis</i>	●					해수어
도미과 Sparidae	감성돔	<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	●					주연어
민어과 Sciaenidae	보구치	<i>Argyrosomus argentatus</i>						해수어
	흑조기	<i>Atrubucca nibe</i>						해수어
	황강달이	<i>Collichthys lucidus</i>						해수어
	민태	<i>Johnius belengerii</i>						해수어
	참조기	<i>Larimichthys polyactis</i>						해수어
	민어	<i>Miichthys miiuy</i>						해수어
	수조기	<i>Nibea albiflora</i>						해수어
	동갈민어	<i>Nibea mitsukurii</i>						해수어
	꼬마민어	<i>Protonibea diacanthus</i>						해수어
	부세	<i>Pseudosciaena crocea</i>						해수어
족수과 Mullidae	노랑족수	<i>Upeneus japonicus</i>						해수어
황줄감정이과 Kyphosidae	벵에돔	<i>Girella punctata</i>						해수어
	범돔	<i>Microcanthus strigatus</i>						해수어
살뱀자리과 Terapontidae	줄뱀자리	<i>Rhynchopelates oxyrhynchus</i>						해수어
	살뱀자리	<i>Terapon jarbua</i>						해수어
시크리과 Cichlidae	역돔	<i>Oreochromis niloticus</i>		●				1차 담수어
망상어과 Embiotocidae	망상어	<i>Ditrema temminckii</i>						해수어
	청록망상어	<i>Ditrema viridis</i>						해수어
	인상어	<i>Neoditrema ransonnetii</i>						해수어
놀래기과 Labridae	황놀래기	<i>Pseudolabrus sieboldi</i>						해수어
장갱이과 Stichaeidae	우베도라치	<i>Zoarchias uchidai</i>				●		해수어
황줄베도라치과 Pholidae	점베도라치	<i>Dictyosoma rubrimaculatum</i>				●		해수어
	흰베도라치	<i>Pholis fangi</i>	●			●		해수어
	베도라치	<i>Pholis nebulosa</i>				●		해수어

과명	국명	학명	상주종	외래종	회유종	저서종	내성종	비고
돛양태과 Callionymidae	동갈양태	<i>Repomucenus curvicornis</i>	●			●		해수어
	강주걱양태	<i>Repomucenus olidus</i>	●			●		주연어
동사리과 Odontobutidae	얼룩동사리	<i>Odontobutis interrupta</i>				●		1차 담수어
	동사리	<i>Odontobutis platycephala</i>				●		1차 담수어
망둑어과 Gobiidae	왜풀망둑	<i>Acanthogobius elongata</i>	●			●		주연어
	문절망둑	<i>Acanthogobius flavimanus</i>	●			●		주연어
	흰발망둑	<i>Acanthogobius lactipes</i>	●			●		주연어
	비늘흰발망둑	<i>Acanthogobius luridus</i>	●			●		주연어
	점줄망둑	<i>Acentrogobius pelliidebilis</i>	●			●		주연어
	줄망둑	<i>Acentrogobius pflaumii</i>	●			●		주연어
	숨이망둑	<i>Apocryptodon punctatus</i>	●			●		주연어
	무늬망둑	<i>Bathygobius fuscus</i>	●			●		주연어
	짱뚱어	<i>Boleophthalmus pectinirostris</i>				●		주연어
	점망둑	<i>Chaenogobius annularis</i>				●		주연어
	별망둑	<i>Chaenogobius gulosus</i>				●		주연어
	빨갱이	<i>Ctenotrypauchen microcephalus</i>	●			●		해수어
	댕기망둑	<i>Eutaeniichthys gilli</i>	●			●		해수어
	날개망둑	<i>Favonigobius gymnauchen</i>	●			●		주연어
	날망둑	<i>Gymnogobius breunigii</i>	●			●		주연어
	살망둑	<i>Gymnogobius heptacanthus</i>	●			●		주연어
	왜꼭저구	<i>Gymnogobius macrognathos</i>	●			●		주연어
	얼룩망둑	<i>Gymnogobius mororanus</i>	●			●		주연어
	무늬꼭저구	<i>Gymnogobius operiens</i>	●			●		2차 담수어
	검정꼭저구	<i>Gymnogobius petschiliensis</i>	●			●		주연어
	꼭저구	<i>Gymnogobius urotaenia</i>	●			●		주연어
	사백어	<i>Leucopsarion petersii</i>			●			주연어
	큰미끈망둑	<i>Luciogobius grandis</i>				●		해수어
	미끈망둑	<i>Luciogobius guttatus</i>	●			●		주연어
	모치망둑	<i>Mugilogobius abei</i>	●			●		주연어
	제주모치망둑	<i>Mugilogobius fontinalis</i>	●			●		주연어
	개소쟁	<i>Odontamblyopus lacepedii</i>	●			●		주연어
	큰뺨말뚝망둥어	<i>Periophthalmus magnuspinnatus</i>	●			●		주연어
	말뚝망둥어	<i>Periophthalmus modestus</i>	●					주연어
	애기망둑	<i>Pseudogobius masago</i>	●					주연어
	일곱동갈망둑	<i>Pterogobius elapoides</i>						해수어
	밀어	<i>Rhinogobius brunneus</i>	●			●		2차 담수어
	갈문망둑	<i>Rhinogobius giurinus</i>	●			●		2차 담수어
	남방짱둥어	<i>Scartelaos gigas</i>	●			●		해수어
	열동갈문절	<i>Sicyopterus japonicus</i>	●			●		주연어
	풀망둑	<i>Synechogobius hasta</i>	●			●	●	주연어
	민물두줄망둑	<i>Tridentiger bifasciatus</i>	●			●	●	주연어
	민물검정망둑	<i>Tridentiger brevispinis</i>	●			●	●	주연어

과명	국명	학명	상주종	외래종	회유종	저서종	내성종	비고
	황줄망둑	<i>Tridentiger nudicervicus</i>	●			●		주연어
	검정망둑	<i>Tridentiger obscurus</i>	●			●	●	주연어
	두줄망둑	<i>Tridentiger trigonocephalus</i>				●		주연어
독가시치과 Siganidae	독가시치	<i>Siganus fuscescens</i>						해수어
꼬치고기과 Sphyraenidae	꼬치고기	<i>Sphyraena pinguis</i>						해수어
갈치과 Trichiuridae	갈치	<i>Trichiurus lepturus</i>						해수어
병어과 Stromateidae	병어	<i>Pampus argenteus</i>						해수어
버들붕어과 Osphronemidae	버들붕어	<i>Macropodus ocellatus</i>						1차 담수어
가물치과 Channidae	가물치	<i>Channa argus</i>						1차 담수어
풀넙치과 Citharidae	풀넙치	<i>Citharoides macrolepidotus</i>	●			●		주연어
	넙치	<i>Paralichthys olivaceus</i>				●		해수어
	별넙치	<i>Pseudorhombus cinnamomeus</i>				●		해수어
넙치과 Paralichthyidae	점넙치	<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>				●		해수어
	좁넙치	<i>Tarphops elegans</i>				●		해수어
	왜넙치	<i>Tarphops oligolepis</i>				●		해수어
	눈가자미	<i>Dexistes rikuzenius</i>				●		해수어
	기름가자미	<i>Glyptocephalus stelleri</i>				●		해수어
	돌가자미	<i>Kareius bicoloratus</i>				●		해수어
가자미과 Pleuronectidae	강도다리	<i>Platichthys stellatus</i>	●			●		주연어
	참가자미	<i>Pleuronectes herzensteini</i>				●		해수어
	충거리가자미	<i>Pleuronectes punctatissima</i>				●		해수어
	문치가자미	<i>Pleuronectes yokohamae</i>				●		해수어
	도다리	<i>Pleuronichthys cornutus</i>				●		해수어
등갈넙치과 Bothidae	흰비늘가자미	<i>Laeops kitaharae</i>				●		해수어
참서대과 Cynoglossidae	참서대	<i>Cynoglossus joyneri</i>				●		해수어
	박대	<i>Cynoglossus semilaevis</i>	●			●		해수어
참복과 Tetratodontidae	복섬	<i>Takifugu niphobles</i>	●					주연어
	황복	<i>Takifugu obscurus</i>			●			주연어

4. 식생

가. 조사방법

(1) 조사내용

- 하구 수생태계에 출현하는 모든 식물군락을 기재하고, 주요 식생유형에 대한 환경요인과 식생현황을 기술한다.
- 식생 조사는 식물사회학적인 식생조사방법을 적용하여 실시하고 조사대상지를 먼저 선정한 후에 지도 작업을 통해 수계의 식생을 파악하는데 조사대상지역의 항공사진, 인터넷 위성자료 등을 활용 및 식생의 공간 분포를 조사하고 현존식생도를 작성하여 식생의 분포특성 기록한다.

(2) 조사점점의 선정

- 조사점점은 하구의 식생이 출현하는 지역을 대상으로 하며 출현하는 식생 유형에 따라 균질하고, 식생을 대표할 수 있는 식분(stand)을 대상으로 하여 선정한 후에 조사를 실시한다. 하구 식생은 하구의 구성요소가 고루 포함 될 수 있도록 하구의 환경을 세분하여 조사한다.

(3) 조사도구

- 하구의 식생을 조사하는 데 필요한 조사도구는 조사용지, 필기구, 줄자, 접이용 자, 식물체 채집용 비닐, 사진기, 쌍안경, 경사도계, 나침반, 화판, 위성수신용 GPS 등이다.

(4) 지형도

- 하구의 식생을 조사하기 위해서는 지형도가 필요하며 보통 1/25,000 지형도가 사용되며, 보다 정밀한 조사를 위해서는 1/5,000 지형도나 1/2,500 또는 1/1,000 지형도를 사용한다.
- 현장조사의 정밀성을 높이기 위해 인공위성 영상자료나 항공사진을 함께 사용하고 하구지역의 삼각주나 염습지 하구 내 수로 등은 짧은 시간에 변화할 수 있으므로 가능한 최신 지도를 사용한다.

(5) 식생조사 면적

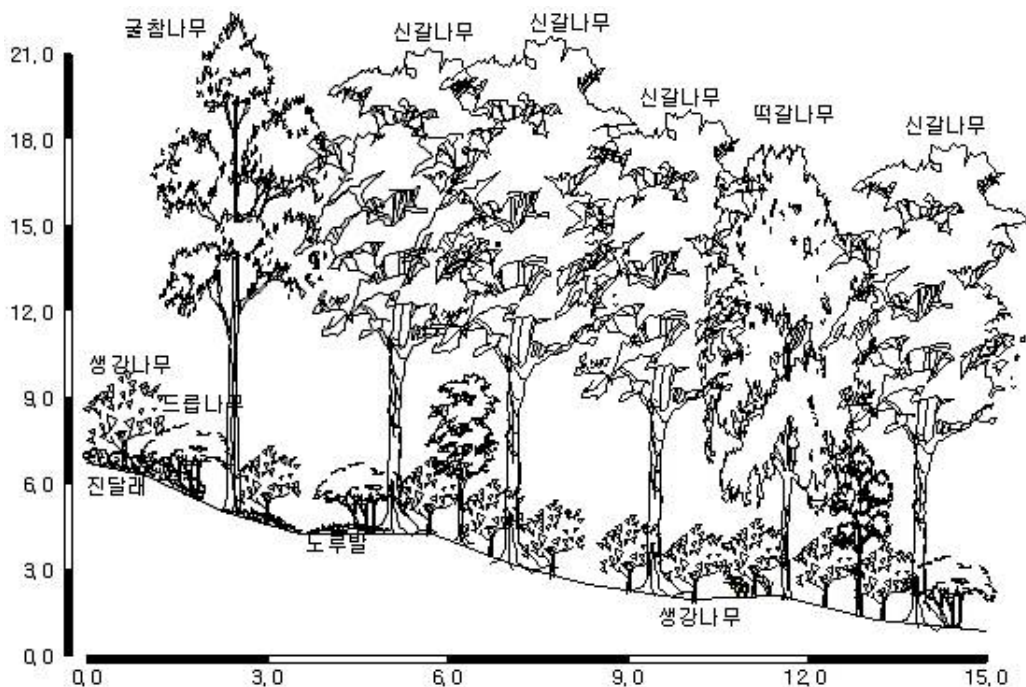
- 식생조사구의 면적은 조사 범위 내에서 각각의 식생유형에 따라 달리하고 식생의 높이를 제공한 값으로 조사면적을 결정한다(표 15).
- 교목림의 경우 100 ~ 500 m², 관목림의 경우 25 ~ 100 m², 초지의 경우 10 ~ 25 m², 도시의 길가와 같은 간섭이 심한 초지의 경우 1 ~ 10 m²의 면적을 조사한다.

<표 15> 식생유형에 따른 식생조사구의 면적

식생유형	조사면적 (m ²)	식생유형	조사면적 (m ²)
교목림	100~500	초지	10~25
관목림	25~100	답압식생	1~10

(6) 군락의 계층구조

- 계층구조별 출현종 및 피도와 같은 양적인 정보를 기록한다.
 - 하구에 분포하는 식생의 계층구조는 대부분 초본군락이며 2층 혹은 단층의 계층구조로 구분한다.
- 하구의 건조한 입지를 중심으로 버드나무, 개수양버들, 선버들 같은 목본류가 분포하는 경우에는 식생의 계층구조를 3층 혹은 4층으로 구분한다.



<그림 11> 삼림에서의 신갈나무군락의 계층구조를 표시한 단면모식도 사례

- 교목층(T1, Tree Layer) : 8 m 이상에서 잎이 무성한 식물군
- 아교목층(T2, Subtree Layer) : 4~8 m 정도의 높이에서 잎이 무성한 식물군
- 관목층(S, Shrub Layer) : 0.8~4 m 정도의 높이에서 잎이 무성한 식물군
- 초본층(H, Herb Layer) : 지상부 0.5 m 정도의 높이에서 잎이 무성한 식물군

(7) 식물의 피도

- 군락의 각 계층별로 출현하는 식물들의 덮고 있는 면적을 나타내는 것으로 Braun-Blanquet의 통합우점도를 이용하며 조사면적에 따라 9단계로 나눈 변환통합우점도를 사용한다(표 16).

<표 16> Braun-Blanquet의 식물 우점도 기준

우점도	기 준
5	개체수는 고려하지 않으며, 피도 $75 < - \leq 100 \%$
4	개체수는 고려하지 않으며, 피도 $50 < - \leq 75 \%$
3	개체수는 고려하지 않으며, 피도 $25 < - \leq 50 \%$
2	개체수는 고려하지 않으며, 피도 $5 < - \leq 25 \%$
1	개체수는 많지만, 피도가 낮은 경우 ($\leq 5 \%$). 또는 분산된 상태이지만 피도는 5 %.
+	피도는 $< 5 \%$ 이며 개체수가 많은 경우
r	피도는 낮으며 한 개 또는 수 개가 출현

(8) 식물의 동정

- 식물의 동정은 군락을 형성하는 우점종의 상관을 구분하기 위하여 우선적으로 시행되어야 하며, 군락을 구성하는 종의 구별을 위해 필요한 작업이다.
- 우선 현장에서 조사자의 지식을 활용해 식물종을 구분하고 계절, 식물체의 생장정도, 입지에 따른 형태의 변화, 유사성 등에 따라 현장에서 구분하기 힘든 종의 경우 채집봉투를 이용해 식물체를 확보하고 연구실로 가져와 냉장 보관한 상태에서 동정을 실시한다.
- 식물체의 동정은 자생식물의 경우 이우철, 이창복의 식물도감을 이용하며, 귀화식물은 박수현의 귀화식물도감을 이용하여 동정을 실시한다.
- 식물의 생활형을 기본으로 한 관속식물의 유형분류는 수생태복원사업단의 자료를 이용하여 동정을 실시한다.

<표 17> 식물 동정에 주로 이용되는 참고문헌

제 목	저자	출처	년도	비고
원색한국기준식물도감	이우철	아카데미서적	1996	자생식물분류
한국식물명고	이우철	아카데미서적	1996	식물생활사 조사
원색대한식물도감(상.하)	이창복	향문사	2003	자생식물분류
한국귀화식물도감	박수현	일조각	1999	귀화식물분류
세밀화와 사진으로 보는 한국의 귀화식물	박수현	일조각	2009	귀화식물분류
우리나라 습지생태계 관속식물의 유형분류	수생태복원사업단	두현	2012	관속식물 유형분류

(9) 현존식생도의 작성

- 하구에서의 식물군락을 상관에 의해 실시한 현장조사를 기초로 현존식생도를 작성한다(그림 12). 현존식생도는 조사범위 내 식생의 분포를 한눈에 알아볼 수 있는 기초자료로 캐드나 GIS를 이용해 면적을 산출한다.

(10) 식생단면도의 작성

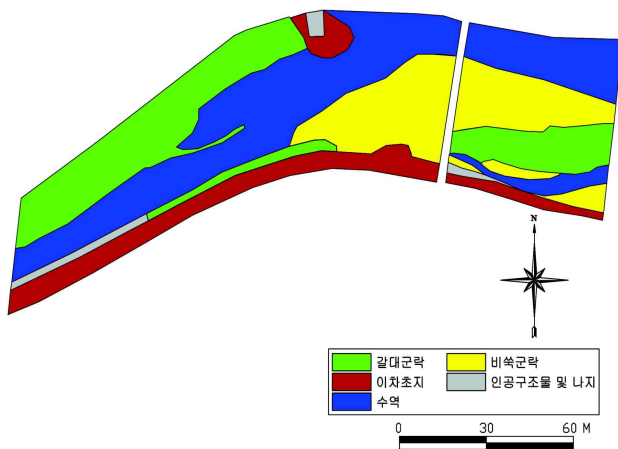
- 하구의 조사정점을 중심으로 하구를 횡단하는 선형 방형구 조사방법을 이용해 조사를 실시한 후, 하구에 분포하는 주요 식물군락의 단면도를 <그림 13>과 같이 작성한다.

(11) 조사 결과의 정리

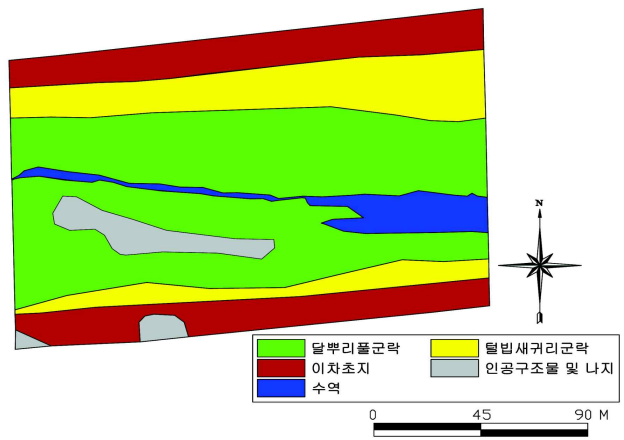
- 조사된 식생조사표는 우점종을 중심으로 한 표 조작을 통해 군락표를 만들어 군락의 이름을 붙이고, 식물군락의 이름은 군락을 대표 하는 우점종을 따라 명명한다.
- 두 개 이상의 식물종이 비슷한 식피율로 혼생하고 있을 경우에는 2개의 종을 우점도 순서로 명명하며 한글명칭도 영문과 같은 순서로 기록한다(표 18).

<표 18> 두 식물 종에 의해 우점하는 식생상관에 따른 군락명의 판정기준

최상층의 우점비율		군 락 명 칭
A종	B종	
70 % >	> 30 %	A군락
45 < - ≤ 55 %	45 < - ≤ 55 %	A-B군락 또는 B-A군락
55 < - ≤ 65 %	35 < - ≤ 45 %	A-B군락
35 < - ≤ 45 %	55 < - ≤ 65 %	B-A군락

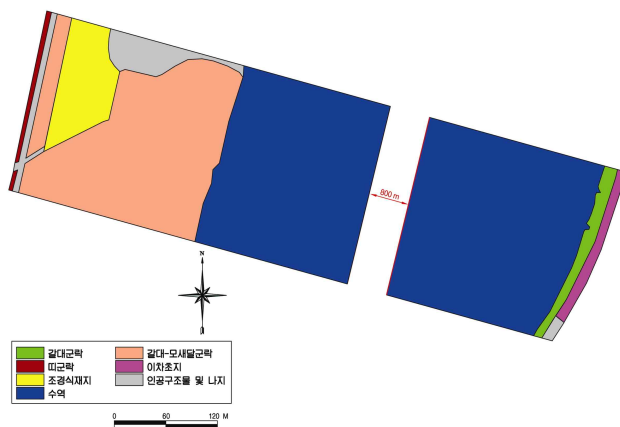


우산천 US01의 현존식생도

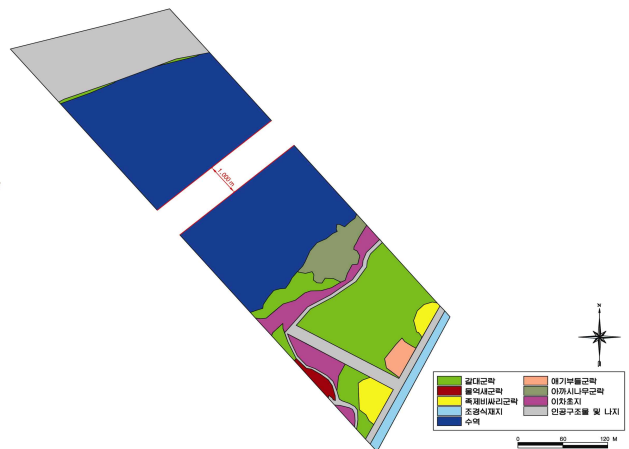


부구천 BG01의 현존식생도

< 열린하구 >



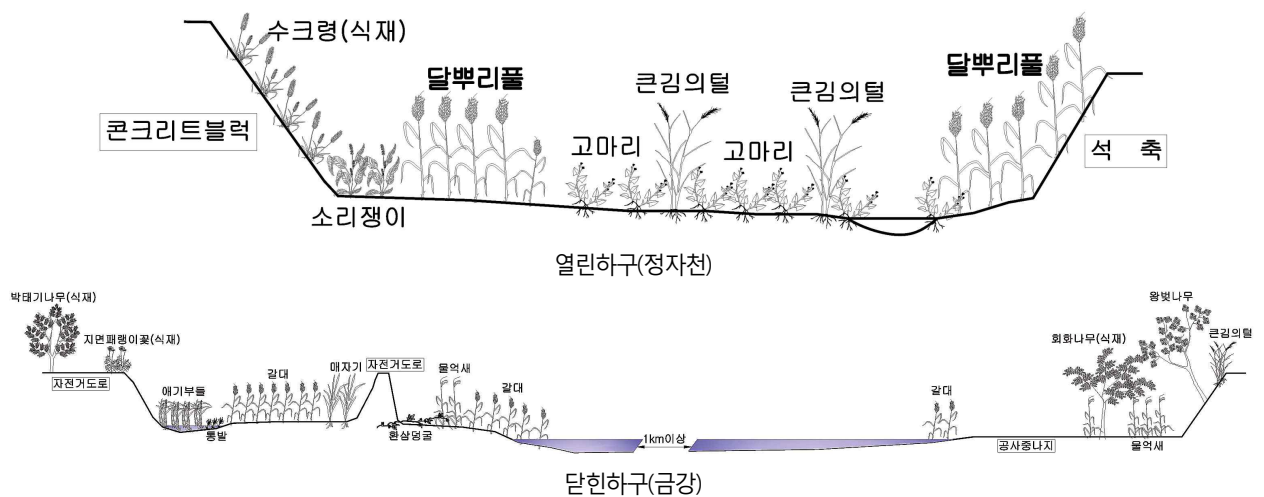
갈대-모새달군락이 우점하는 달힌하구(금강)



갈대군락이 우점하는 달힌하구(금강)

< 달힌하구 >

<그림 12> 하구의 현존식생도 예시



<그림 13> 하구의 식생단면도 예시

나. 평가방법

(1) 하구 식생지수(NDV, Nature Degree of Vegetation)

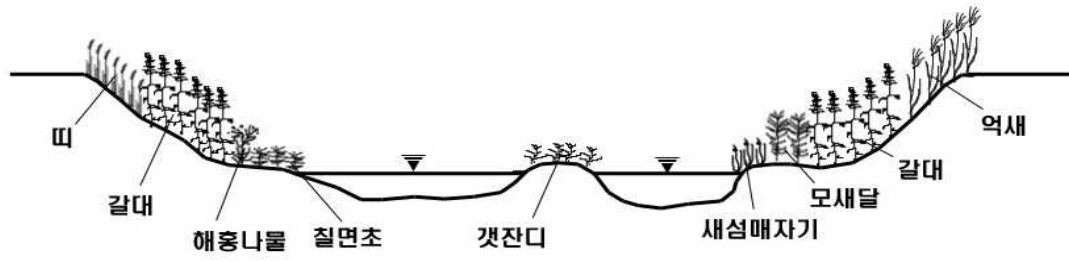
(가) 하구 식생 건강성 평가 요소

- 식생의 온전성은 하구 식생자연도 평가방법 중의 한 가지로 하구 단면구조의 온전성과 하구 식생구조의 온전성을 조사하고 평가하여 5단계의 등급을 부여한다 (표 19, 그림 14).
- 1등급이 하구에 식생이 분포하기에 양호한 환경이며 5등급으로 갈수록 하구 식생이 분포하기에 좋지 않은 환경을 표현한다.
- 하류 하구의 염습지에 군락을 형성하는 칠면초 및 해홍나물, 갯잔디 등과 같은 염생식물과 모새달 및 갈대처럼 하구의 정수역에서 폭넓게 분포하는 정수식물이 순군락을 형성한다.

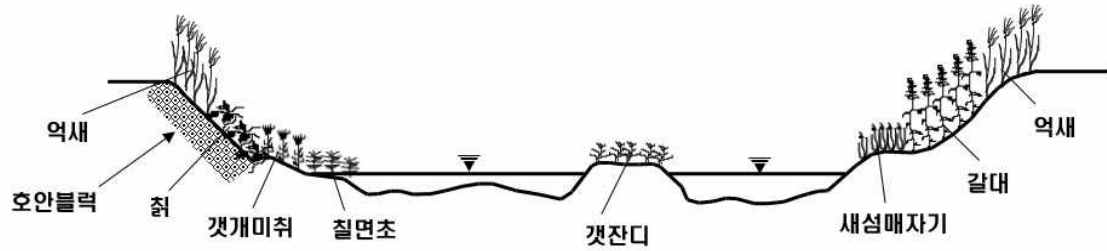
<표 19> 하구 식생환경의 온전성 평가 기준

등급	단면구조	식생구조	비고
1	조사대상 하구의 모든 지역에 인공조성물이 없으며, 인간의 간섭이 거의 없는 곳	칠면초, 해홍나물, 갯잔디, 모새달, 갈대, 통보리사초, 갯메꽃과 같은 염습지식생, 사구식생 또는 다년생습지 초본식생이 우점	하구에 우점하는 다년생 습지초본식생이나 염습지식생이 나타나고, 출현식물은 고유종일 뿐만 아니라 지역의 생태적 조건과 어울리는 종
2	하구의 호안사면의 일부가 인공소재로 덮여 있으며 인위적 관리가 이루어짐	호안사면에는 덩굴식물이나 일년생초본이 우점하나 하상에는 다년생 초본습지식생이나 염습지식생이 우점	다년생 초본과 건조지 식물이 식생단면에 출현
3	하구의 호안(제방)이 인공소재로 덮여 있으며 하상이 일부가 인위적으로 관리됨	호안사면에 덩굴식물이나 일년생초본이 우점하며, 하천의 둔치에 나지에 출현하는 일년생 초본식생이 우점	식생단면은 초본, 관목 및 교목으로 이루어지나 관목이나 교목은 외래종이거나 지역의 생태적 조건과 어울리지 않는 종
4	호안과 둔치가 인공소재로 되어 있고, 관리도 인위적 관리에 의존함	둔치에는 식생이 없거나 일년생 나지식생이나 덩굴식물이 출현	일년생 식물의 식피율이 높음
5	하구 호안, 둔치, 물가가 인공소재로 되어 있고 인간의 관리가 지속적으로 이루어짐	일년생나지식생이 우점하며, 식생이 인공소재에 덮여 거의 없음	식피율은 50% 이하이고 대체로 일년생식물로 이루어짐

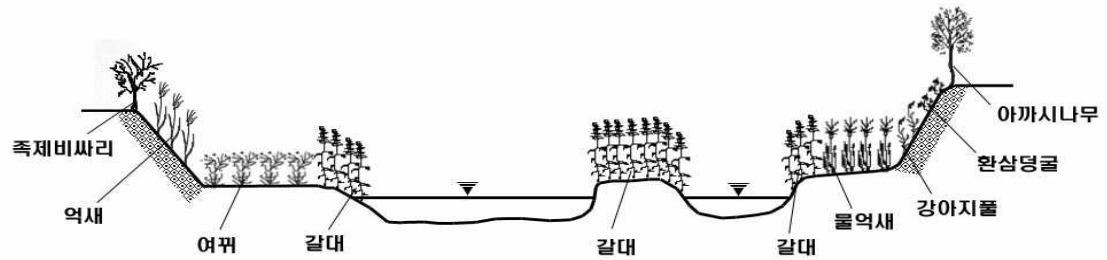
※. 달천하구의 경우 하구의 조수간만에 의한 기수의 유입이 차단되므로 하구 식생환경의 온전성 평가 시 평가기준을 1등급 하향 평가



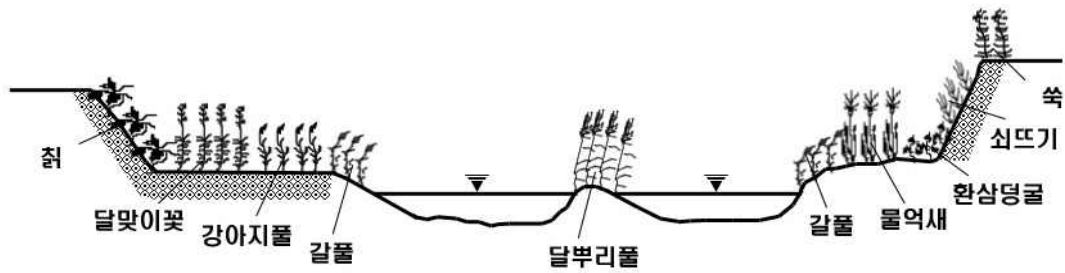
< 온전성 1등급 >



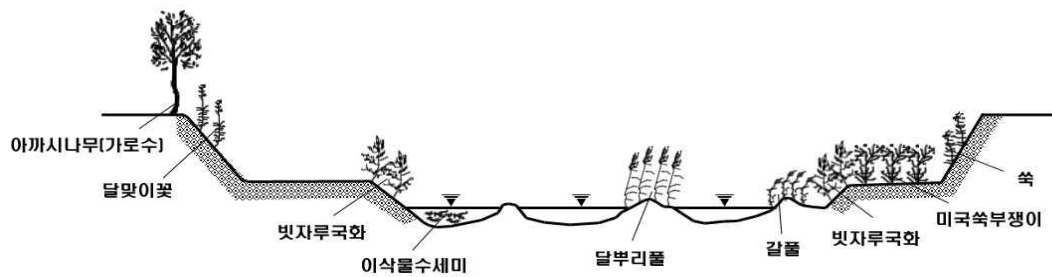
< 온전성 2등급 >



< 온전성 3등급 >



< 온전성 4등급 >



< 온전성 5등급 >

<그림 14> 하구 식생환경의 온전성 평가기준

- 습지식물군락과 육상식물군락의 분류는 다양한 식물의 서식 환경에 따른 식물의 특성을 구분한 환경부 우리나라 습지생태계 관속식물의 유형분류 연구 결과를 중심으로 한 식물목록을 이용한다(표 20).
- 단힌하구에서 기수역의 식생인 염생식물군락이나 사구식물군락이 출현한다 해도 단힌하구 조성 이전에 유입되어 잔존하는 식생일 가능성이 높으므로 별도의 가점을 부여하지 않고 습지식생으로만 판단한다(표 21).

<표 20> 습지출현빈도에 의한 관속식물의 유형분류

습지출현빈도 (Frequency)	약어	설 명
절대습지식물 (Obligate wetland plant)	OBW	자연상태에서는 거의 항상 습지에서만 출현하는 식물 (습지출현빈도 > 98% 추정)
임의습지식물 (Facultative wetland plant)	FACW	대부분 습지에서 출현하나 낮은 빈도로 육상에서도 출현하는 식물 (습지출현빈도 71 ≤ - ≤ 98% 추정)
양성식물 (Facultative plant)	FAC	습지나 육상에서 비슷한 빈도로 출현하는 식물 (습지출현빈도 31 ≤ - ≤ 70% 추정)
임의육상식물 (Facultative upland plant)	FACU	대부분 육상에서 출현하나 낮은 빈도로 습지에서도 출현하는 식물 (습지출현빈도 3 ≤ - ≤ 30% 추정)
절대육상식물 (Obligate upland plant)	OBU	자연상태에서는 거의 항상 육지에서만 출현하고 습지에서는 거의 출현하지 않는 식물(습지출현빈도 < 3% 추정)

<표 21> 단힌하구에 출현하는 호소성식물군락

구분	군락
호소성식물군락	연군락, 수련군락, 마름군락, 생이가래군락, 나사말군락, 검정말군락, 어리연꽃군락, 노랑어리연꽃군락, 봉어마름군락, 말즘군락, 이삭물수세미군락, 물수세미군락, 가래군락, 네가래군락, 가는가래군락, 물옥잠군락, 털물참새피군락, 나도겨풀군락

(나) 식생 지수 계산

- 식생을 이용한 하구 수생태계 건강성 평가에서 각 평가요소는 5개로 각 평가요소의 대한 평가값은 “0”, “1”, “2”, “3”, “4” 로 구분한다.
- 식생지수(NDV)는 각 하구별 5개 평가요소를 평가한 후 각 평가 점수의 총합에 100/20 을 곱하여 100점 만점으로 계산한다(지수값은 소수점 첫째자리에서 반올림한다). 제시 되어 있는 평가 기준을 이용하여 수생태계 건강성의 등급을 평가한다(표 22).
- 조사지역의 출현종수가 0일 경우 건강성 지수값은 “0” 으로 부여한다.

$$NDV = (\text{각 항목 점수의 합}) \times (100/20)$$

- 습지식물군락과 육상식물군락의 분류는 다양한 식물의 서식 환경에 따른 식물의 특성을 구분한 환경부 우리나라 습지생태계 관속식물의 유형분류 연구 결과를 중심으로 한 식물목록을 이용한다.
- 단한하구에서 기수역의 식생인 염생식물군락이나 사구식물군락이 출현한다 해도 단한하구 조성 이전에 유입되어 잔존하는 식생일 가능성이 높으므로 별도의 가점을 부여하지 않고 습지식생으로만 판단한다.

<표 22> 조사 대상지의 식생자연도 평가기준

식생요소 \ 점 수	4	3	2	1	0
식생환경의 온전성 ¹	1	2	3	4	5
외래식물군락의 분포면적(%) ²	< 5	20 > ~ ≥ 5	40 > ~ ≥ 20	60 > ~ ≥ 40	≥ 60
육상식물군락의 분포면적(%) ³	< 5	20 > ~ ≥ 5	40 > ~ ≥ 20	60 > ~ ≥ 40	≥ 60
습지식물 및 염생식물군락의 분포면적(%) ⁴	≥ 60	40 ≤ ~ < 60	20 ≤ ~ < 40	5 ≤ ~ < 20	< 5
적지식물군락의 다양성 ⁵	5종	4종	3종	2종	1종

1. 괄호 안의 숫자는 가중치

2. 외래식물 군락은 귀화식물, 재배종, 원예 및 조경식물을 포함한다.

3. 육상식물군락은 양생식물(FAC), 임의육상식물(FACU), 절대육상식물(OBU)을 포함한다

4. 습지식물군락은 절대습지식물(OBW)과 임의습지식물(FACW)을 포함한다

5. 적지군락 다양성은 조사대상지인 새만금 염습지 환경에 적합한 식물군락의 수로 절대습지식물 (OBW)과 임의습지식물 (FACW)을 말한다(정등, 2012)

※. 하구역이 아닌 호소에서 출현하는 습지식생이 출현하였을 경우 적지식물군락의 다양성에서 출현군락 수만큼 차감한다(적지군락수-호소성 출현군락수) <표 21>

※. 환경부지정 멸종위기식물이나 군락이 출현하였을 경우 등급을 1등급 상향시키고 보전 대책을 수립

<표 23> 식생(NDV)에 의한 생물등급

등급구분	환경상태	지수 범위
A	매우 좋음	≥ 85
B	좋음	70 ≤ ~ < 85
C	보통	55 ≤ ~ < 70
D	나쁨	25 ≤ ~ < 55
E	매우 나쁨	< 25

[별표 1]

부착돌말 현지조사표

중권역 및 하구명 :	위치 (행정구역명) :	
정점명 및 코드번호 :	구분 : 본류 지류 세지류	특성 :
GPS 좌표: 위도 ° ' "	하천등급 : 국가 지방 소하천	토지이용유형 : 산간형 평지형 (도시,농지) 강 호소
조사자명 :	일자 :	날씨 :
현지조사표완성자 :	시간 : 오전 오후	

서식지 TYPES	합계 (100%)	해당하천에 존재하는 각 서식지 조건(%)		
		■ 모래-실트-진흙-쓰레기 %	■ 자갈 %	■ 기반암 %
		■ 작은 나무조각 %	■ 큰 나무조각 %	■ 식물, 뿌리 등 %
	합계 (100%)	■ 여울(Riffle) %	■ 흐름(Run) %	■ 소(Pool) %
		■ Canopy % ■ 수변식생피복 %		
시료채집	채집방법 ■ 걸어서 들어감 ■ 수변으로부터 채집 ■ 보트를 타고 채집			
	합계 (100%)	하천에서 직접 채집하였다면 각 서식지에 대한 샘플 채집수		
		■ 모래-실트-진흙-쓰레기 %	■ 자갈 %	■ 기반암 %
		■ 작은 나무조각 %	■ 큰 나무조각 %	■ 식물, 뿌리 등 %
수변 및 하천환경	물빛 ■ 맑음 (바닥까지 보임) ■ 탁함 --- 정도 (약간, 심함), 혼탁이유 --- (무기물, 유기물)			
	냄새 ■ 없음 ■ 보통 ■ 악취 (유기물) ■ 악취 (공장폐수)			
	합계 (100%)	수변식생 ■ 초본 (%) ■ 관목 (%)		
	합계 (100%)	주변토지이용 ■ 도시 (%) ■ 숲 (%) ■ 논,밭 (%) ■ 공단 (%) ■ 준설 및 공사 (%) ■ 축사 (%)		
	모래퇴적/침식 (기질매물도) ■ 거의없음 ■ 10~20% ■ 20~50% ■ 50~80% ■ > 80%			
	보의 위치 및 영향 ■ 없음 ■ 있음 (■ 상류 ■ 하류), (조사지점과의거리) m; 수질영향 : 유, 무			

항목	현장측정값	비고 (특이사항)
하폭 (m)		
수심 (cm)		
유속 (cm/sec)		
수온 (℃)		
DO (mg/L)		
pH		
전기전도도 (μS/cm)		
탁도 (NTU)		
염분도(psu)		

[별표 2]

저서성 대형무척추동물 현지조사표

조사지	조사지명					정점번호			
	조사일시					GPS 좌표	위도		
	조 사 자						경도		
날씨	맑음 , ()% 흐림 , (약 , 중 , 강) 비 , (약 , 중 , 강) 눈 , (약 , 중 , 강) 바람								
	기 온	℃				수 온	℃		
조사방법	정 량 : () 회								
	(30 , 50) 서버샘플러 , 드레지 , 에크만					포너그랩 기타 :			
유역환경	유역이용					오염원			
	<input type="checkbox"/> 산림 <input type="checkbox"/> 목초지 <input type="checkbox"/> 마을 <input type="checkbox"/> 상가, 음식점	<input type="checkbox"/> 농경지 <input type="checkbox"/> 공장지대 <input type="checkbox"/> 주거밀집지 기타 ()				<input type="checkbox"/> 축산폐수의 유입 <input type="checkbox"/> 생활하수의 유입 <input type="checkbox"/> 각종 공사 기타 ()			
수변환경	식 생(%)					수피도(Canopy cover)			
	교목 () %, 관목 () %, 초본 () %					<input type="checkbox"/> 짙음, <input type="checkbox"/> 부분적, <input type="checkbox"/> 없음			
	범람원의 이용: <input type="checkbox"/> 자연형, <input type="checkbox"/> 농경지, <input type="checkbox"/> 도로, <input type="checkbox"/> 주차장, <input type="checkbox"/> 조깅코스, 기타:								
	제방(좌안) : 상류에서 하류로 볼때					제방(우안) : 상류에서 하류로 볼때			
	자연형	석축	돌망태	콘블럭	콘수직	자연형	석축	돌망태	콘블럭
하상구조 (%)	점토	니	모래	잔자갈	자갈	호박돌	암반		
	<0.004mm	0.004-0.06mm	0.06-2mm	2-16mm	16-64mm	64-256mm	>256mm		
하구현황	하구유형								
	열린하구					<input type="checkbox"/> 저개발하구 <input type="checkbox"/> 고개발하구			
	<input type="checkbox"/> 산절벽형	<input type="checkbox"/> 깔때기형	<input type="checkbox"/> 사취형			<input type="checkbox"/> 산절벽형	<input type="checkbox"/> 깔때기형	<input type="checkbox"/> 사취형	
	수중보 및 기타 인공구조물					하폭(m)			
	구분:		폭:		높이:				
	여울(Riffle)	흐름(Run)	소(Pool)			수심차 (mm)			
	%	%	%			~			
	서식처교란					~			
	<input type="checkbox"/> 홍수피해, <input type="checkbox"/> 준설, <input type="checkbox"/> 수변공사 <input type="checkbox"/> 기타()					~			
	~					~			
	냄새					평균수심(cm)			
	없음	조금	중간	심함	매우심함				
	투명도					평균유속(cm/s)			
	매우맑음	맑음	보통	탁함	매우탁함				
기타 특이사항						◆ 유역현황도			

[별표 3]

어류 현지조사표

하구명	양양남대천	정점 위치	양양대교(YN01)
GPS 좌표	N 37° 9 ' 53.63 " E 129°20 ' 14.92 " (상류)		
조사도구	자망(300m), 투망, 족대	조사일시(시간)	10.24 (24시간)

No.	국명	개체수	비정상 개체	외래종	치어출현	보호종	상주종	회유종
1	잉어	2						
2	붕어	46					●	
3	돌고기	51						
4	점물개	105			●	고유종		
5	피라미	72						
6	버들치	1			●			
7	대황어	52						●
8	동방종개	4				고유종		
9	메기	15						
10	은어	242	LE(1), DE(1)					●
11	붕우리양태	1						
12	한독종개	4						
13	송어	3						●
14	흰발망둑	76						
15	살망둑	19						
16	꽂저구	5						
17	밀어	3						
18	검정망둑	14					●	

비정상 유형	특징	증상
DE	변형	머리, 근육, 지느러미, 그리고 몸의 다른 부분의 변형
EF	지느러미 짓무름	정상 지느러미가 후천적 영향으로 파괴 및 부식, 짓무름
FU	곰팡이 감염	어체 외벽에 흰색의 곰팡이 감염
LE	피부손상	체벽과 조직의 상해, 부상(대개 출혈을 동반)
MA	복합 이상	변형, 지느러미 짓무름, 곰팡이 감염, 종양을 동반
EP	기생충감염	체외 기생충 감염
BS	검은 반점	비늘에 검은색 반점 출현
TU	종양	체벽 외부로 조직의 돌출
OT	기타	이외의 비정상 및 병리적 소견

※ 하천의 수생태 건강성 조사 및 평가 지침

[별표 5]

하구 생물지수별 등급범위 기준

생물 등급	환경상태	하구 생물지수				표시색
		부착돌말 (TDI)	저서성 대형무척추동물 (KEBI)	어류 (IBI)	식생 (NDV)	
A	매우 좋음	80 ≤	75 ≤	80 ≤	85 ≤	Blue
B	좋음	60 ≤	65 ≤	60 ≤	70 ≤	Green
C	보통	40 ≤	40 ≤	40 ≤	55 ≤	Yellow
D	나쁨	20 ≤	25 ≤	20 ≤	25 ≤	Orange
E	매우 나쁨	< 20	< 25	< 20	< 25	Red

발간에 참여한 분

물환경연구부	부장	이재관
유역생태연구팀	팀장	이재안
	연구관	김상훈
	연구사	문정숙
	전문위원	권대률
환경부 수생태보전과	과장	강복규
	행정사무관	송나래
	환경주사	김상현

생물측정망 조사 및 평가지침

- 발행처 : 국립환경과학원
- 발행인 : 국립환경과학원장
- 편 집 : 물환경연구부 유역생태연구팀

국립환경과학원 물환경연구부 유역생태연구팀
인천시 서구 환경로 42(종합환경연구단지) (우) 22689
TEL : 032-560-7458
FAX : 032-568-2051
Homepage : <http://www.nier.go.kr>